

REGIONE PIEMONTE

CITTA' METROPOLITANA
DI TORINO



CITTA' DI RIVAROLO C.SE

PRGC RIVAROLO CANAVESE



VARIANTE GENERALE PROGETTO DEFINITIVO

ADOTTATA CON D.G.C. N° _____ DEL _____

STUDIO IDRAULICO DEL TORRENTE ORCO E DELLA RETE IDROGRAFICA SECONDARIA

G2.01

RELAZIONE IDRAULICA (TORRENTE ORCO E RETE IDROGRAFICA SECONDARIA)

SRIA
s.r.l.

STUDIO ROSSO
INGEGNERI ASSOCIATI

VIA ROSOLINO PILO 11 - 10143 - TORINO
TEL. +39 011 43 77 242 - FAX +39 011 48 31 038
info@sria.it
www.sria.it

EnvHydro

STUDIO ASSOCIATO INGEGNERI
ROSSO E SESENNA

Via C. I. Giulio 9 - 100186 RIVAROLO CANAVESE
TEL. +39 0124-428032 - FAX. +39 011-4831038

DESCRIZIONE	EMISSIONE
DATA	MAR/2020
COD. LAVORO	187/SR
TIPOL. LAVORO	P
SETTORE	G
N. ATTIVITA'	02
TIPOL. ELAB.	RG
TIPOL. DOC.	E
ID ELABORATO	01
VERSIONE	0

dott. ing. Roberto SESENNA
Ordine degli Ingegneri Provincia di Torino
Posizione n.8530J
Cod. Fisc. SSN RRT 75B12 C665C

dott. ing. Santo LA FERLITA
Ordine degli Ingegneri della Provincia di Torino
Posizione n.10943X
Cod. Fisc. LFR SNT 81R08 H163L

REDATTO

ing. Santo LA FERLITA

CONTROLLATO

ing. Roberto SESENNA

APPROVATO

ing. Maurizio ROSSO

IL SINDACO
Dott. Alberto Rostagno

L'ASSESSORE
ALL'URBANISTICA
Arch. Francesco Diemoz

IL SEGRETARIO
Dott. Aldo Maggio

IL RESPONSABILE
DEL PROCEDIMENTO
Arch. Linda Palese



INDICE

1. PREMESSA	3
2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE	5
2.1 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO DELL'AREA IN ESAME	5
2.2 INQUADRAMENTO FIOGRAFICO	6
2.3 INQUADRAMENTO IDROGRAFICO	7
2.4 INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO E LITOLOGICO	8
3. INQUADRAMENTO DELLA PIANIFICAZIONE IDRAULICA	12
3.1 PIANO STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO (PAI)	12
3.1.1 <i>Salvaguardia della vita umana</i>	13
3.1.2 <i>Livelli di rischio accettabile</i>	13
3.1.3 <i>Beni da proteggere</i>	13
3.1.4 <i>Perimetrazione della fasce fluviali (PAI)</i>	14
3.2 PIANO DI GESTIONE DEL RISCHIO DI ALLUVIONI (PGRA)	15
3.2.1 <i>Obiettivi</i>	15
3.2.2 <i>Misure di base strutturali e non strutturali</i>	16
3.2.3 <i>Misure supplementari strutturali e non strutturali</i>	17
3.2.4 <i>Perimetrazione della pericolosità nel tratto in studio</i>	17
3.2.5 <i>Attuazione del PGRA nelle norme di uso del suolo dei PRGC</i>	18
4. ANALISI IDROLOGICA	19
4.1 EVENTI ALLUVIONALI STORICI DEL T. ORCO	19
4.1.1 <i>Evento alluvionale dell'ottobre 2000</i>	20
4.2 PORTATE DI PIENA DI RIFERIMENTO DEL T. ORCO	21
4.3 RICOSTRUZIONE DEGLI IDROGRAMMI DI PIENA	23
4.4 PORTATE DI PIENA DI RIFERIMENTO DEL RIO LEVESA	23
5. DINAMICA FLUVIALE ED EFFETTI DEI RECENTI ALLUVIONALI (1993 E 2000)	26
5.1 DESCRIZIONE DEGLI EVENTI E DELLA DINAMICA DI PIENA	26
6. STUDIO IDRAULICO DEL DEFLUSSO DI PIENA	29
6.1 METODOLOGIA DI CALCOLO	29
6.1.1 <i>HEC-RAS monodimensionale</i>	29
6.1.2 <i>HEC-RAS bidimensionale</i>	30
6.2 GEOMETRIA DI RIFERIMENTO	32
6.3 I MODELLI DI CALCOLO IMPLEMENTATI	36
6.3.1 <i>Implementazione della modellazione monodimensionale</i>	36
6.3.1.1 <i>Sezioni di calcolo</i>	36
6.3.1.2 <i>Parametri di scabrezza</i>	37
6.3.1.3 <i>Condizioni al contorno</i>	38
6.3.2 <i>Implementazione del modello bidimensionale</i>	38
6.3.2.1 <i>Scenari simulati</i>	38
6.3.2.2 <i>Geometria</i>	39
6.3.2.3 <i>Scabrezza</i>	40
6.3.2.4 <i>Condizioni al contorno</i>	41



7.	RISULTATI DELLE SIMULAZIONI IDRAULICHE.....	43
7.1	RISULTATI MODELLO MONODIMENSIONALE DEL T. ORCO	43
7.1.1	<i>Dinamica lungo il Rio Vercellino in corrispondenza del ponte di Rivarolo.....</i>	45
7.2	RISULTATI DELLA MODELLAZIONE MONODIMENSIONALE LUNGO IL RIO LEVESA.....	46
7.3	RISULTATI MODELLO BIDIMENSIONALE IN MOTO VARIO	49
7.3.1	<i>Simulazione evento di piena occorso nell'ottobre 2000.....</i>	49
7.3.2	<i>Simulazione portata di piena con tempo di ritorno 20 anni.....</i>	51
7.3.3	<i>Simulazione portata di piena con tempo di ritorno 200 anni.....</i>	52
7.3.4	<i>Simulazione portata di piena con tempo di ritorno 500 anni.....</i>	53
7.3.5	<i>Considerazioni sulla dinamica di esondazione del rio Vercellino e opere di difesa connesse.....</i>	53
8.	VERIFICHE IDRAULICHE DI INTERFERENZE LOCALIZZATE	56
8.1	BEALERA DELLA PROVANINA PRESSO IL VIVAIO RICCA	56
8.1.1	<i>Inquadramento geografico</i>	56
8.1.2	<i>Modellazione monodimensionale – HEC-RAS.....</i>	58
8.1.2.1	<i>Sezioni di calcolo</i>	59
8.1.2.2	<i>Parametri di scabrezza</i>	59
8.1.2.3	<i>Calcolo portate</i>	60
8.1.3	<i>Risultati</i>	61
8.2	INTERFERENZA DELLA PROPOSTA DI CIRCONVALLAZIONE OVEST DI RIVAROLO C.SE	64
9.	CONCLUSIONI	67

ALLEGATI

ALLEGATO 1 – Risultati simulazione modello 1D - torrente Orco

ALLEGATO 2 – Risultati simulazione modello 1D - rio Levesa

ALLEGATO 3 – Risultati simulazione modello 2D in moto vario

ALLEGATO 4 – Confronto tra DTM passo 1 e 5 metri e tra i livelli idrici dei modelli PGRA, 1D e 2D

ALLEGATO 5 – Schede di assetto fluviale del Piano di Gestione dei Sedimenti – Tronco 07-08

ALLEGATO 6 – Sezioni di rilievo della bealera della Provanina presso il vivaio Ricca



1. PREMESSA

La presente relazione descrive le attività di analisi condotte nell'ambito dello studio idraulico del torrente Orco e di una parte della rete idrografica secondaria, in corrispondenza del territorio comunale di Rivarolo Canavese. La finalità dello studio non si limita agli approfondimenti strettamente necessari a supporto della Variante Generale al P.R.G.C., poiché riguarda anche aspetti connessi all'entrata in vigore nel dicembre 2015 del Piano Generale del Rischio da Alluvione (P.G.R.A.) e alla recente pubblicazione (giugno 2017) dello schema di variante al PAI del torrente Orco da Cuornè alla confluenza nel fiume Po.

L'Autorità di Bacino del Fiume Po, nel dicembre 2014, ha emanato il *"Primo piano di gestione del rischio di alluvioni"* (PGRA 2015-2021). Tale piano, basato principalmente sui risultati di simulazioni idrauliche svolte con modello monodimensionale in moto permanente, si propone l'obiettivo di integrare la fasciatura fluviale sviluppata dal *"Piano stralcio per l'assetto Idrogeologico"* (PAI) inserendo nella stessa l'idrografia secondaria e effettuando una ripermetrazione delle fasce di rischio idrogeologico. Esso rappresenta un avanzamento rispetto alle preesistenti conoscenze, ma è caratterizzato da approssimazioni nelle simulazioni idrauliche, dettate sia dall'approccio di calcolo monodimensionale, sia dal dettaglio topografico della base DTM utilizzata (DTM Regione Piemonte a maglia 5 m e precisione altimetrica compresa tra ± 0.3 e ± 0.6 m).

Il presente studio rappresenta, dunque, un ulteriore approfondimento delle informazioni disponibili sul **torrente Orco**, poiché applica un approccio modellistico numerico Bidimensionale in moto vario al deflusso delle piene lungo un alveo caratterizzato da una morfologia geometrica a canali intrecciati, che interferisce con la rete idrografica secondaria, naturale e irrigua, difficilmente simulabile con i tradizionali modelli numerici monodimensionali in moto stazionario. Inoltre viene direttamente utilizzata la base topografica di maggior dettaglio ad oggi disponibile, rappresentata dal *Modello Digitale del Terreno (DTM)* realizzato dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (M.A.T.T.M.) nell'ambito del Piano Straordinario di Telerilevamento (P.S.T.) con volo LIDAR, che presenta un'elevata precisione altimetrica (± 0.15 m) e planimetrica (mediamente 0.8 punti ogni m²), integrata da rilievi in campo con stazione totale e antenne GPS.

Il modello bidimensionale consente pertanto di studiare anche la dinamica di piena della rete idrografica secondaria in sinistra Orco, rappresentata dal **rio Vercellino**, strettamente dipendente dai fenomeni di esondazione del torrente Orco; le simulazioni idrauliche evidenziano in modo molto approfondito, e con maggior dettaglio rispetto al PAI e al PGRA, la dinamica e gli effetti dell'esondazione in prossimità della frazione Gave e della porzione di territorio a monte e valle della strada provinciale SP 222 per Ozegna.

Per quanto riguarda invece lo studio idraulico del **rio Levesa** (detto anche roggia Crosa), che attraversa il territorio di Rivarolo c.se in destra idrografica dell'Orco, essendo esterno alle fasce di esondazione del torrente stesso, è stato predisposto un modello idraulico indipendente, di tipo monodimensionale in moto permanente, finalizzato ad approfondire i deflussi di piena nella porzione nord-occidentale del territorio comunale, ovvero in quella maggiormente urbanizzata, dal confine con Oglianico alla frazione Bolleri.



L'elaborato si articola a partire dall'inquadramento territoriale dell'area geografica oggetto di studio e prosegue descrivendo le attività propedeutiche condotte per la raccolta dei dati necessari all'allestimento dei modelli. Dopo una panoramica delle diverse funzionalità dei codici di calcolo utilizzati, si è provveduto a individuare le portate di piena di riferimento descrivendo inoltre le modalità attraverso le quali si è giunti alla costruzione del modello geometrico del tratto di torrente Orco (e del rio Vercellino) interessato dal presente studio, nonché del tratto del rio Levesa con specifici rilievi topografici tramite GPS. Inserite le condizioni al contorno e definiti i principali parametri idraulici, sono state effettuate una serie di simulazioni di taratura del modello sui livelli di piena occorsi nell'evento alluvionale dell'ottobre 2000. Successivamente sono stati inseriti gli idrogrammi corrispondenti ai tempi di ritorno pari a 20, 200 e 500 (e in aggiunta i tempi di ritorno di 50 e 100 anni per il rio Levesa).

La presente relazione riporta quindi i risultati definitivi delle simulazioni condotte, focalizzando l'attenzione sulla dinamica di piena e di esondazione del torrente Orco e sull'interferenza con la rete idrografica secondaria in sponda sinistra nel territorio comunale di Rivarolo, rappresentata dal rio Vercellino. Per la sponda destra del torrente Orco, essendo le fasce di esondazione contenute dall'orlo del terrazzo alluvionale senza interessare l'abitato, vengono riportati i risultati delle simulazioni lungo il rio Levesa, nel tratto di interesse.

Come richiesto dagli enti preposti nel corso dell'iter autorizzativo, è stato inoltre aggiunto un approfondimento relativo a due interferenze localizzate aggiuntive delle previsioni del PRGC con la rete idrografica, e riguardano la bealera della Provanina presso il vivaio Ricca, a valle della frazione Argentera, e la proposta di tracciato della nuova circonvallazione ovest di Rivarolo c.se, all'interno della fascia B del torrente Orco in sponda destra.

I risultati qui illustrati sono finalizzati unicamente a fornire gli elementi idraulici (livelli e velocità) di supporto agli studi geologici di approfondimento predisposti dai professionisti geologi, incaricati nell'ambito della variante generale al P.R.G.C. del Comune di Rivarolo Canavese, e non rappresentano quindi direttamente una perimetrazione della pericolosità idraulica.



2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE

2.1 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO DELL'AREA IN ESAME

Il torrente Orco è stato interessato da ripetuti eventi alluvionali anche di elevata entità, non ultimo quello verificatosi nell'ottobre 2000, che ha determinato ingenti danni ed evidenti modifiche all'assetto morfologico del corso d'acqua. Il dominio di studio rappresenta la prima parte del tratto pedemontano del torrente e riguarda il settore fortemente colpito dagli eventi alluvionali occorsi tra il 1993 e il 2000, che si estende tra Rivarolo Canavese e Feletto. In particolare viene posta particolare attenzione alle aree perifluviali urbanizzate presenti a monte e a valle del ponte Feletto – Agliè sulla Strada Provinciale 41, dove sono presenti alcuni insediamenti produttivi ricadenti nei comuni di Feletto e Lusigliè (Figura 1), molto prossimi o ricadenti nelle aree di esondazione del torrente Orco, alcuni dei quali parzialmente coinvolti durante gli eventi alluvionali del settembre 1993 e ottobre 2000.

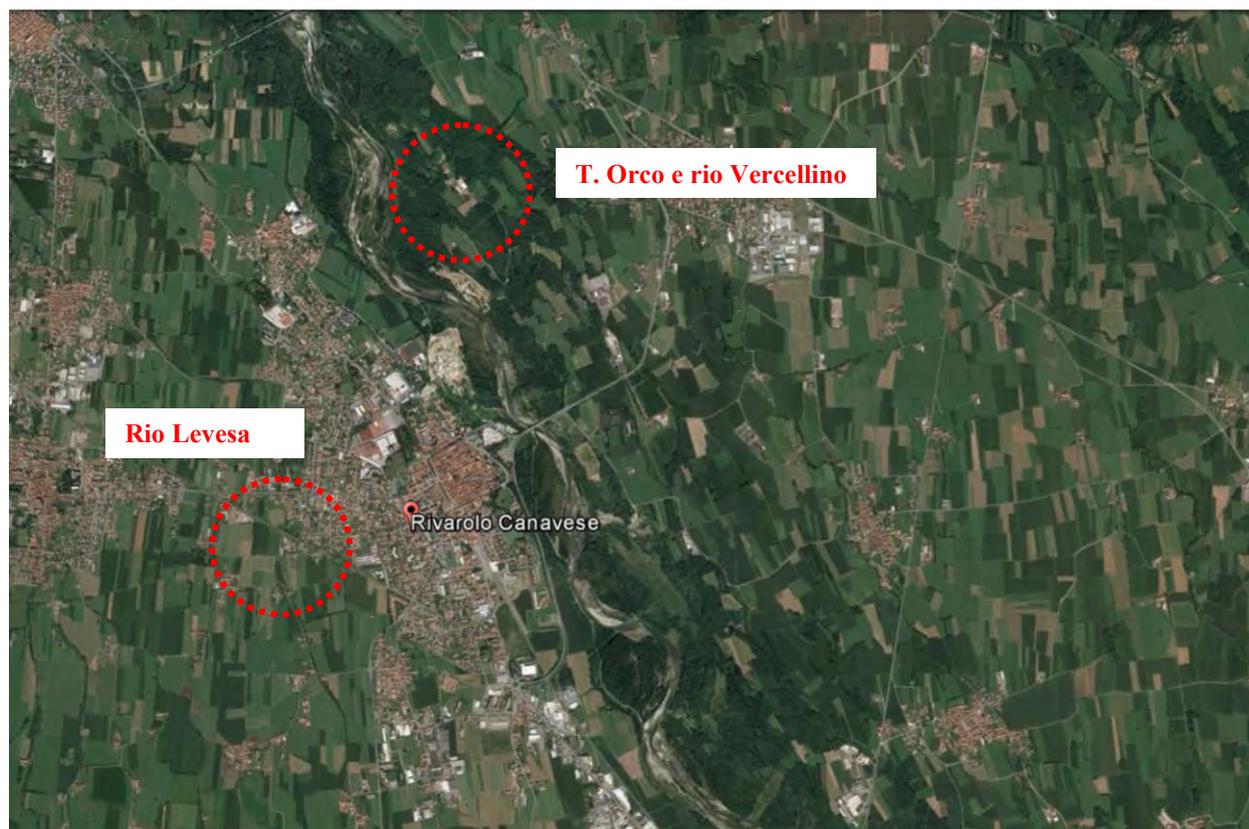


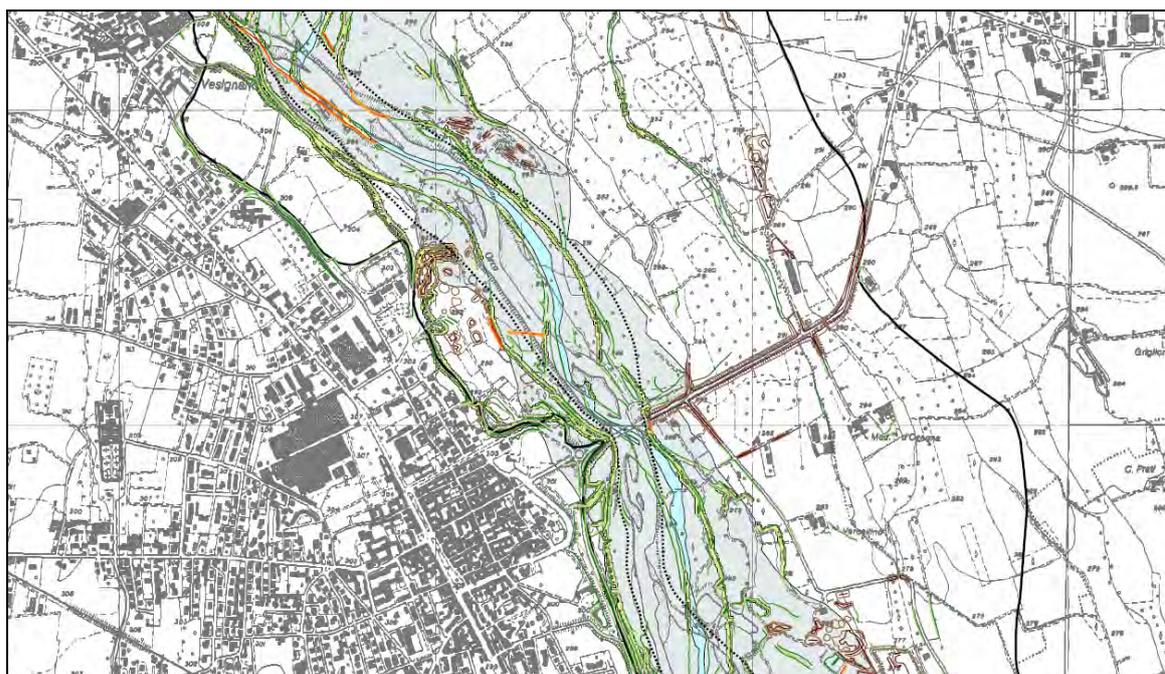
Figura 1 – Inquadramento geografico del tratto oggetto di studio e ubicazione dei principali insediamenti all'interno delle fasce di esondazione del torrente Orco, del rio Vercellino e del rio Levesa.



2.2 INQUADRAMENTO FIOGRAFICO

Il bacino idrografico del torrente Orco si estende per una superficie totale di circa 930 km², suddivisibile per caratteristiche in due ampi sottobacini. Il bacino montano ha origine nel lago Rosset e si sviluppa per circa 50 km lungo il fondovalle montano entro un alveo inciso tra alte pareti rocciose. Il secondo tratto si origina nei pressi di Cuorné, ove il corso d'acqua sbocca in pianura, e si sviluppa lungo l'altopiano canavesano per circa 40 km fino alla confluenza in Po all'altezza della città di Chivasso (Figura 2). Nella parte montana del bacino idrografico si trovano numerosi serbatoi di regolazione per la produzione di energia idroelettrica.

Nel tratto in studio, le aree perfluviali del torrente Orco sono caratterizzate da orli continui e alte scarpate di terrazzo, che nel territorio comunale di Rivarolo c.se delimitano la fascia di esondazione in destra idrografica, che risulta contenuta dall'orlo del terrazzo principale su cui è insediato il centro abitato, posto a quote più elevate di circa 10 m rispetto alla piana inferiore. In sponda sinistra, l'alveo di piena è caratterizzato da una morfologia meno netta, con numerosi alvei riattivabili e orli di terrazzo non continui e scarpate molto ridotte.



LEGENDA

ALVEO A PIENE RIVE 2003

ALVEO

FASCIA DI MOBILITA' STORICA DELL'ALVEO (1820-2003)

PIANO DI ASSETTO IDROGEOLOGICO (PAI)

LIMITE DELLA FASCIA FLUVIALE A

LIMITE DELLA FASCIA FLUVIALE B

ELEMENTI ALTIMETRICI:

RILEVATO ARGINALE - SOMMITA'

RILEVATO ARGINALE - PIEDE

RILEVATO INFRASTRUTTURE - SOMMITA'

RILEVATO INFRASTRUTTURE - PIEDE

SCARPATA NATURALE - SOMMITA'

SCARPATA NATURALE - PIEDE

TRATTO DI SCARPATA NATURALE
CON PENDENZA PRONUNCIATA (>6°)

Figura 2 – Lineamenti fisiografici dell'alveo di piena del torrente Orco (PGS, 2007).



2.3 INQUADRAMENTO IDROGRAFICO

Il reticolo idrografico è maggiormente sviluppato nella parte montana del bacino dove si incontrano una serie di affluenti torrentizi che alimentano le due aste principali, l'Orco e il Soana. L'asta del **torrente Orco**, a partire dalla sorgente fino alla sezione di Cuornè, denota un andamento per lo più indirizzato da ovest ad est per un tratto di circa 50 km, ricevendo numerosi affluenti di carattere torrentizio per lo più lungo la sponda sinistra.

Nel tratto tra Noasca e Locana, l'alveo risulta poco inciso scorrendo quasi a ridosso del piano campagna, con tronchi soggetti a depositi di sedimenti grossolani. Da Locana a Pont Canavese l'alveo ha un andamento pseudo-meandriforme con tratti di tipo ramificato. Nei pressi di Pont Canavese l'alveo si amplia assumendo un forte tendenza alla divagazione planimetrica, formando grandi depositi di materiale.

Nel settore che appartiene al tratto di pianura il torrente Orco non riceve più affluenti, a meno del torrente Malesina che confluisce all'altezza di Foglizzo.

Nel territorio in esame, che si estende da Rivarolo Canavese a Feletto, l'idrografia secondaria assume un ruolo importante nella definizione della pericolosità idraulica del territorio e risulta strettamente interconnessa alla dinamica torrentizia dell'Orco, poiché il reticolo idrografico di origine naturale e antropica assolve sia la funzione irrigua, con prese direttamente dall'alveo del torrente Orco, che di raccolta e scolo delle acque di ruscellamento superficiale.

In particolare, nel tratto oggetto di studio, è presente un solo elemento idrografico che insiste sulle aree perfluviali del torrente Orco, in sponda sinistra:

- il **rio Vercellino o Valassa**: con presa dal torrente Orco a valle del ponte della S.P. 565 in corrispondenza di Rivarolo Canavese, che scorre in sponda sinistra fino a valle di Feletto.



Figura 3 – Vista del rio Vercellino in corrispondenza dell'opera di presa in sinistra idrografica del torrente Orco e a valle della provinciale Rivarolo – Ozegna.

Inoltre, in destra idrografica, al di fuori delle aree perfluviali del torrente Orco, è presente il **rio Levesa** (detto anche **roggia Crosa**), che percorre il terrazzo su cui sorge l'abitato di Rivarolo c.se.



Figura 4 – Elementi idrografici principali del tratto oggetto di studio.



Figura 5 – Vista del rio Levesa nella porzione nordoccidentale del territorio comunale.

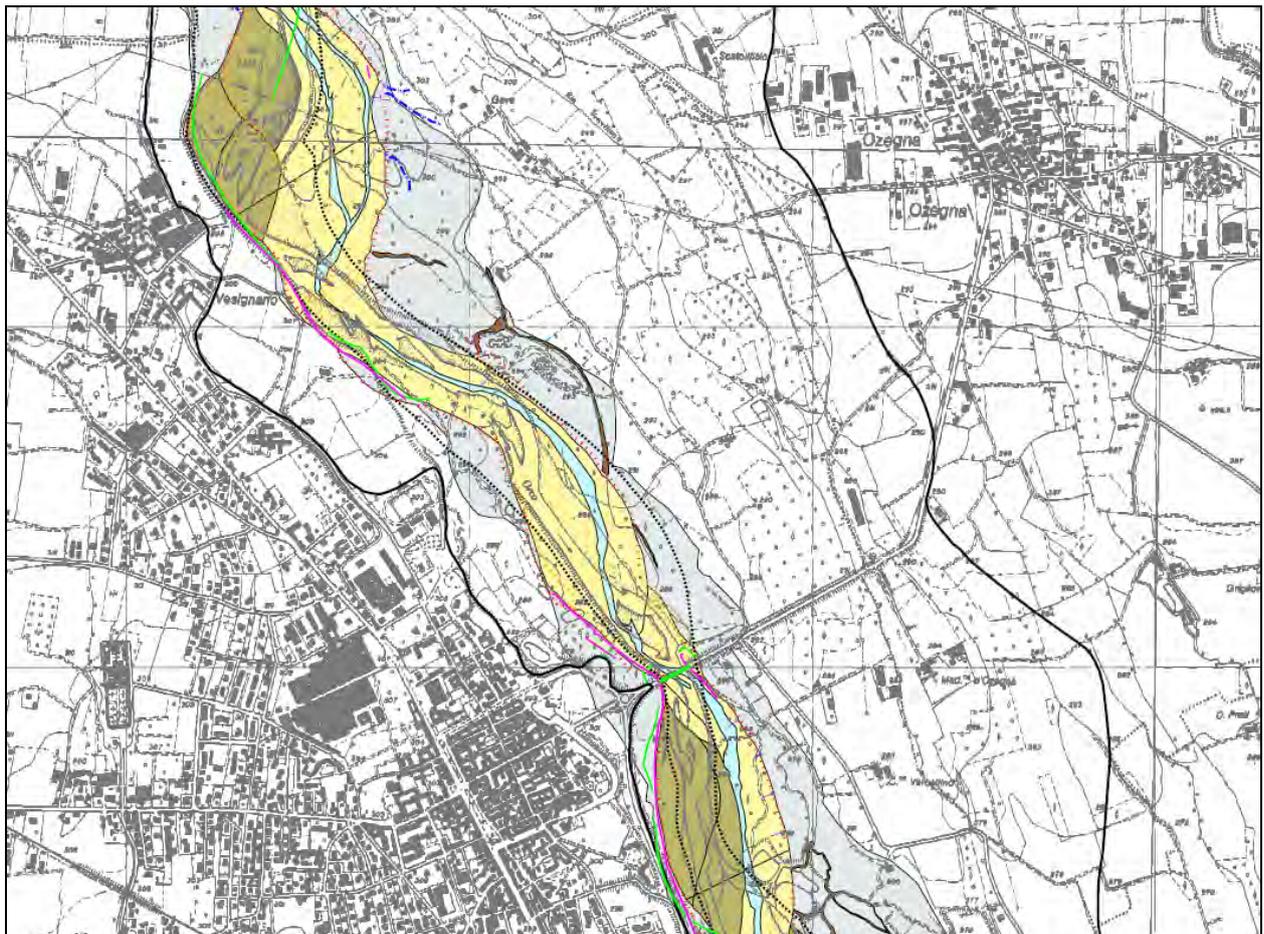
2.4 INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO E LITOLOGICO

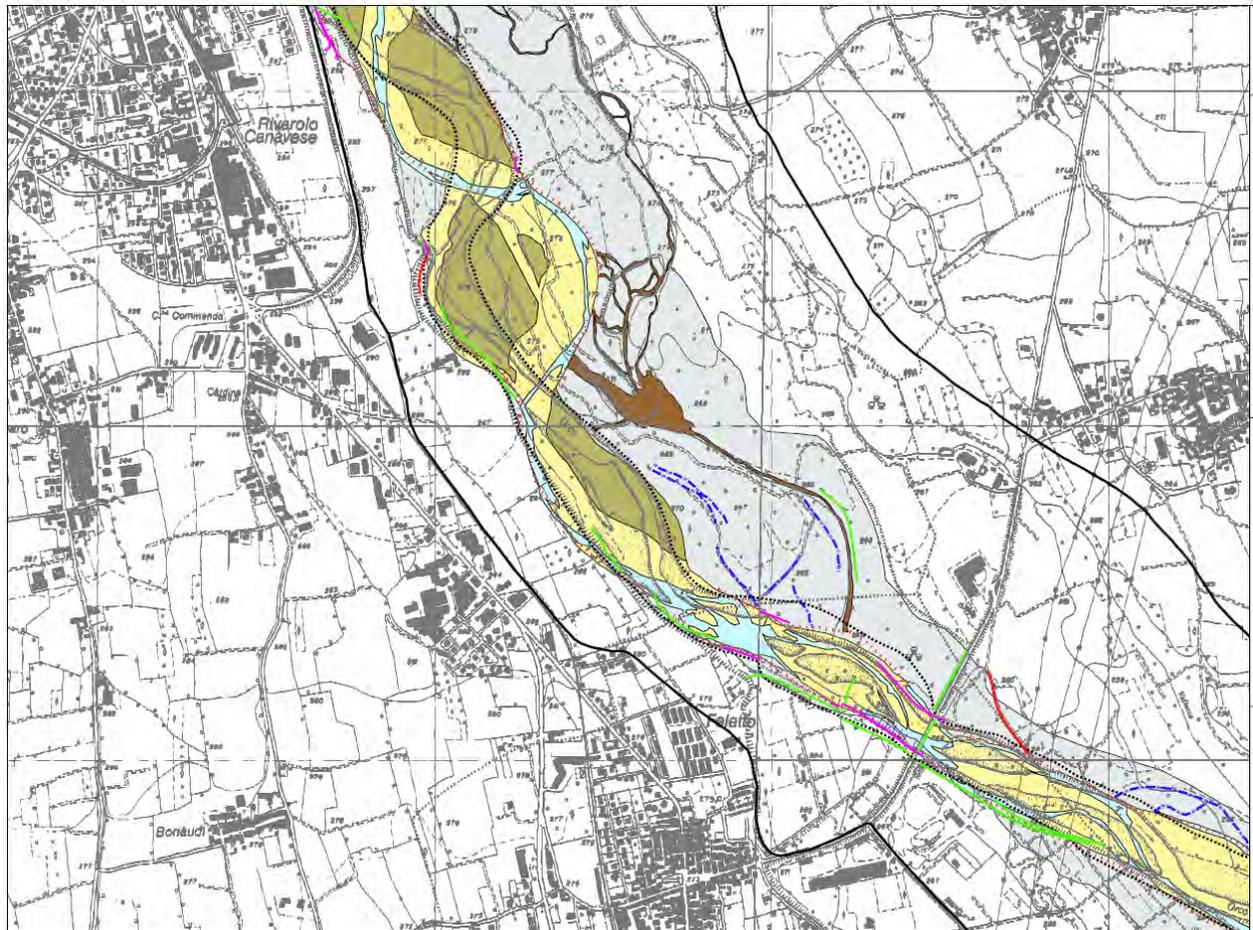
Per ciò che riguarda l'aspetto puramente geomorfologico del **torrente Orco**, la zona montana del bacino, quota massima 4'025 m s.l.m., è caratterizzata da un modellamento glaciale. Differentemente la zona di pianura è legata ai processi dovuti alla dinamica di alveo che quindi influenzano anche l'area d'interesse, ove l'alveo mostra un andamento pluricursale con spiccata tendenza alla trasformazione in unicursale.



L'area in studio è caratterizzata da un'ampia fascia di mobilità storica dell'alveo, che si restringe in corrispondenza dei ponti, per riaprirsi più a valle verso l'abitato di Cortereggio a valle di Feletto. La fascia di divagazione è ben confinata in sponda destra dalla presenza dell'orlo di terrazzo. In sponda sinistra, invece, sono presenti forme riattivabili che estendono l'alveo di piena non protetto da opere di difesa estese e continue. Dalle immagini seguenti (Piano di Gestione dei Sedimenti, 2007), dove sono sovrapposti i lineamenti morfologici, le opere idrauliche e le fasce fluviali del PAI, si evidenzia che la fascia attiva del corso d'acqua è ben più estesa della fascia A, mentre la fascia B risulta poco congruente con gli elementi morfologici esistenti, che in particolare in sponda destra delimitano le aree golenali e in alcuni tratti la fascia di massima esondazione.

Per quanto riguarda il **rio Levesa**, esso nasce in comune di Prascorsano, in borgata Pisso, e attraversa il territorio dei comuni di Valperga e di Salassa prima di raggiungere quello di Oglianico; si tratta di un corso d'acqua che assolve ad una doppia funzione in quanto, oltre a costituire il ricettore finale di varie rogge e fossi irrigui e di scolo delle acque meteoriche, alimenta a sua volta vari fossi di irrigazione, soprattutto a valle del concentrico di Oglianico, cioè nel territorio comunale di Rivarolo.





LEGENDA

ALVEO A PIENE RIVE 2003

- ALVEO
- BARRA NON VEGETATA
- BARRA VEGETATA

- FORME RIATTIVATE NELL' EVENTO ALLUVIONALE 2000
- FORME RIATTIVATE NELL' EVENTO ALLUVIONALE 1993

STATO DELLE SPONDE (EVENTO ALLUVIONALE 2000)

- SPONDA INTERNA EROSA
- SPONDA ESTERNA EROSA
- FORMA RELITTA INCISA
- FASCIA DI MOBILITA' STORICA DELL'ALVEO (1820-2003)

OPERE IDRAULICHE SICOD

(Sistema Informativo Catasto Opere di Difesa - Regione Piemonte - dal 1993)

- ARGINE
- DIFESA DI SPONDA
- PENNELLO
- PROTEZIONE
- SOGLIA

OPERE IDRAULICHE PRESENTI FINO AL 1993

-

PIANO DI ASSETTO IDROGEOLOGICO (PAI)

- LIMITE DELLA FASCIA FLUVIALE A
- LIMITE DELLA FASCIA FLUVIALE B

Figura 6 – Stralci della carta geomorfologica del torrente Orco (PGS, 2007).



Nella parte collinare, il bacino è delimitato dal rilievo su cui si trova il Santuario di Belmonte e sul lato sinistro della strada Prascorsano – Pian Rosa – Santa Lucia e dalla dorsale Santa Lucia – Biccocche di Valperga. In pianura, a valle di Valperga e fino al concentrico di Salassa, a nord della linea spartiacque con il Gallena, il bacino costeggia dapprima la variante alla strada SS. N. 460 a partire dallo svincolo di Valperga e, in seguito, il bordo del terrazzo su cui è edificato lo stesso concentrico di Salassa, mentre a sud, il limite del bacino è dato dapprima dalla strada provinciale Valperga – Salassa e poi dallo stesso Levesa in quanto il terreno degrada verso meridione. A Salassa il rio Levesa piega verso sud, costeggiando il concentrico e quindi entra in territorio di Oglianico. Nel territorio di Oglianico i limiti del bacino devono tenere conto della rete minore data dai fossi affluenti. Verso est lo spartiacque segue dapprima la strada provinciale Salassa – Oglianico, allontanandosene in corrispondenza dell'area drenata da un fosso affluente del Levesa, per congiungersi al corso d'acqua nella sezione in cui lo stesso riceve la Roggia di Oglianico. In questa sezione inizia un fosso irriguo diretto ad est, che rientra nel Levesa a valle del confine comunale con Rivarolo e che, in quanto capace di drenare le acque meteoriche, costituisce, con altri fossi minori suoi affluenti, limite del bacino.

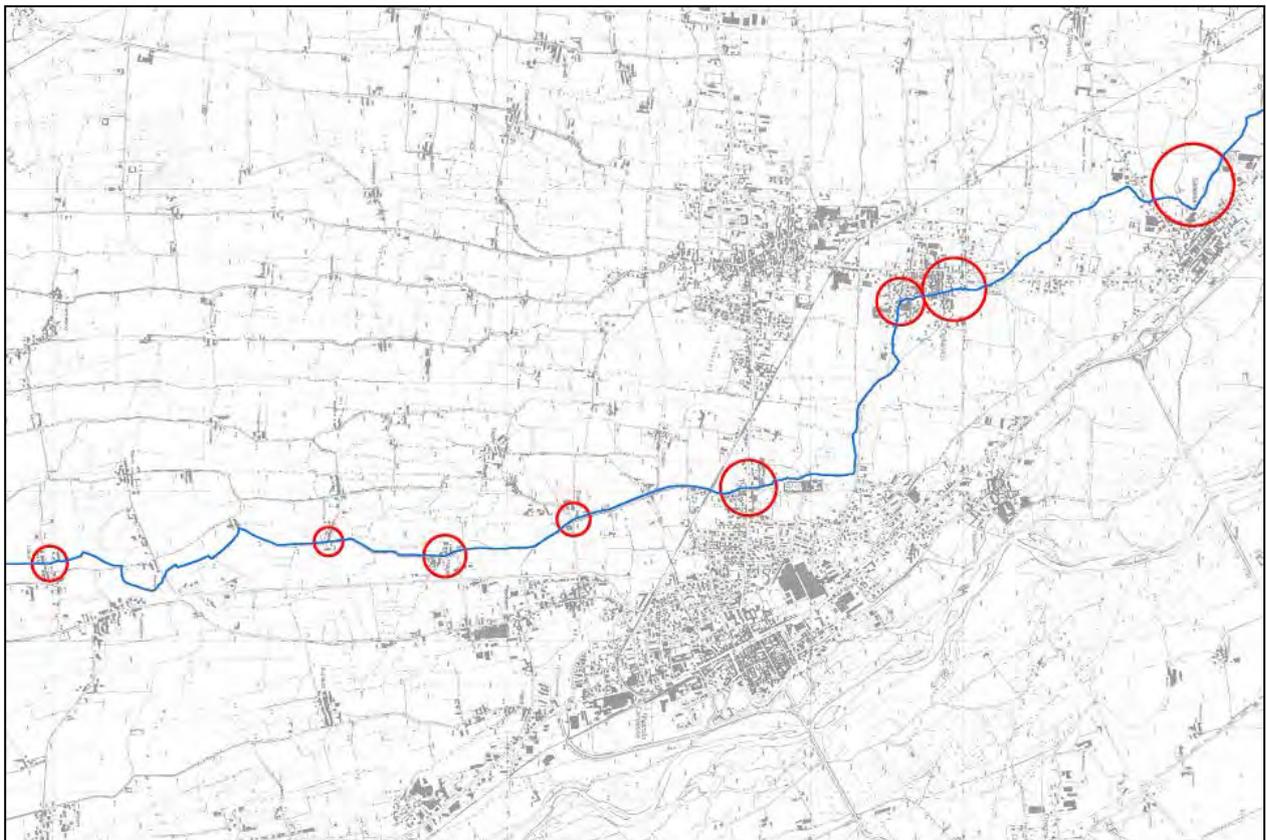


Figura 7 – Percorso del rio Levesa da Salassa a Rivarolo e punti di criticità registrati in passato.



3. INQUADRAMENTO DELLA PIANIFICAZIONE IDRAULICA

La pianificazione di bacino vigente è costituita dal Piano Stralcio per l'assetto Idrogeologico (PAI) e dal suo piano operativo per la gestione del rischio alluvionale (PGRA); questo piano va ad integrarsi con il Piano di Gestione del Fiume Po (PDGPo) al fine di costituire un unico strumento per la protezione idraulica del territorio.

Questi piani di bacino vanno a declinarsi infine in misure attuative:

- Per la protezione delle vite umane, in caso di piena, con il piano di emergenza comunale (PEC);
- Per la pianificazione ed eventuale delocalizzazione del patrimonio costruito, secondo specifiche indicazioni contenute nel piano regolatore comunale (PRGC).

3.1 PIANO STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO (PAI)

Il Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) è stato approvato con DPCM il 24 maggio 2001 e, nel corso degli anni è stato oggetto di successivi aggiornamenti, varianti, integrazioni e modifiche, allo scopo di adeguarlo il più possibile all'evoluzione della situazione in atto ed ai risultati delle attività di studio e approfondimento conoscitivo sviluppate negli anni successivi alla sua entrata in vigore.

Il PAI è lo strumento conoscitivo, normativo, tecnico-operativo mediante il quale sono state pianificate e programmate le azioni e le norme d'uso riguardanti l'assetto idraulico e idrogeologico del bacino idrografico al fine di garantire un livello di sicurezza adeguato rispetto ai pericoli di natura idraulica e geologica.

Il PAI individua specifici ambiti a pericolosità, perimetrati nelle Tavole del dissesto in ambito collinare e montano e nelle Tavole delle Fasce Fluviali tracciate per il fiume Po e i suoi principali affluenti di pianura, nei quali persegue da un lato obiettivi di sicurezza per i beni già presenti e compatibili con le condizioni di deflusso e di espansione delle piene e dall'altro una tutela severa delle condizioni di funzionalità idraulica attraverso una dettagliata regolazione degli usi del suolo consentiti e delle modalità secondo le quali tali usi possono svilupparsi.

Il PAI era vigente da subito nei confronti della pianificazione urbanistica e territoriale che in gran parte si è adeguata alle sue previsioni. A loro volta le Regioni e le Province, nell'ambito delle loro competenze in materia di Protezione Civile, hanno tenuto conto delle condizioni di rischio presenti dalle fasce fluviali e nei dei territori collinari e montani.

Il PAI ha fissato i principi fondamentali per la gestione del rischio alluvionale nel bacino padano:

- la salvaguardia della vita umana;
- l'individuazione dei livelli di rischio accettabile in relazione alla condizioni di vulnerabilità delle popolazioni e del territorio;
- il raggiungimento di livelli di protezione omogenei per l'insieme dei beni.



3.1.1 Salvaguardia della vita umana

Gli obiettivi di salvaguardia della vita umana sono stati affrontati dal PAI attraverso azioni di prevenzione programmazione di interventi di protezione quali:

- le regole d'uso delle aree interessate dalle piene maggiori dei corsi d'acqua, col fine di impedire le nuove urbanizzazioni e quindi nuove situazioni di rischio o l'aggravamento di quelle esistenti;
- la protezione dei centri abitati, dei servizi fondamentali e delle infrastrutture strategiche soggette a rischio alluvionale, mediante la realizzazione di nuove opere e la manutenzione e l'adeguamento di quelle esistenti e laddove le condizioni di pericolosità non possono essere ricondotte a livelli compatibili con la presenza permanente di uomini proponendo la delocalizzazione degli insediamenti abitativi o produttivi.

3.1.2 Livelli di rischio accettabile

Il PAI prende atto del fatto che non si può raggiungere un livello di protezione assoluto e quindi che va fissato, per i diversi beni da proteggere, il livello di accettabilità del rischio.

L'adeguatezza del livello di sicurezza è valutato in funzione delle caratteristiche dei processi di alluvione attesi e dell'importanza dei beni esposti al rischio.

In ogni caso il livello di protezione deve essere commisurato agli effetti della piena con tempo di ritorno compreso fra 100 e 200 anni e all'importanza dei beni esposti. Le amministrazioni competenti sono tenute a rispettare i valori di riferimento definiti nel PAI e possono applicare valori diversi (maggiori o minori) dove è necessario per particolari situazioni determinate da specifiche modalità di uso del territorio e dalle caratteristiche idrologiche e morfologiche dei corsi d'acqua. Tale prescrizione è particolarmente rilevante per le infrastrutture viarie e ferroviarie di attraversamento e per le idrovie. Per questi manufatti devono essere in particolare verificate le condizioni di sicurezza all'esercizio nel corso di eventi di piena e se necessario predisposti progetti di adeguamento.

3.1.3 Beni da proteggere

Altro obiettivo prioritario del PAI è quello di realizzare livelli omogenei a livello di bacino di protezione dei centri abitati, delle aree produttive, delle infrastrutture, dei luoghi e degli ambienti di riconosciuta importanza rispetto ad eventi di piena di gravosità elevata, riducendo il rischio a valori bassi. Si tratta dei beni dei singoli cittadini e delle imprese e del patrimonio e dei valori delle comunità e dell'intera collettività nazionale.

Le Fasce Fluviali hanno definito, infatti, un assetto di progetto, idraulico, morfologico e ambientale, dei corsi d'acqua, con la finalità non solo di difesa dal rischio idraulico, ma anche di mantenimento e recupero dell'ambiente fluviale, di conservazione dei valori paesaggistici, storici, artistici e culturali all'interno della regione fluviale. Tale assetto è stato assunto come riferimento, sia per le numerose opere realizzate dopo gli eventi del 1994 e del 2000 che per gran parte della pianificazione urbanistica e territoriale oggi vigente e la sua modifica richiede una conoscenza più approfondita e l'attivazione di specifici processi di pianificazione.



3.1.4 Perimetrazione della fasce fluviali (PAI)

Nel Piano di Assetto Idrogeologico (P.A.I.) all'art. 28 vengono definite le fasce di esondazione dei corsi d'acqua, secondo quanto segue:

- **Fascia di deflusso della piena (Fascia A)** → “costituita dalla porzione di alveo che è sede prevalente del deflusso della corrente per la piena di riferimento, come definita nell'Allegato 3 "Metodo di delimitazione delle fasce fluviali" al Titolo II delle presenti Norme, ovvero che è costituita dall'insieme delle forme fluviali riattivabili durante gli stati di piena”.
- **Fascia di esondazione (Fascia B)** → “esterna alla precedente, costituita dalla porzione di territorio interessata da inondazione al verificarsi della piena di riferimento come definita nell'Allegato 3 al Titolo II. Il limite di tale fascia si estende fino al punto in cui le quote naturali del terreno sono superiori ai livelli idrici corrispondenti alla piena di riferimento, ovvero sino alle opere idrauliche esistenti o programmate di controllo delle inondazioni (argini o altre opere di contenimento). Il Piano indica con apposito segno grafico, denominato "limite di progetto tra la Fascia B e la Fascia C", le opere idrauliche programmate per la difesa del territorio. Allorché dette opere saranno realizzate, i confini della Fascia B si intenderanno definiti in conformità al tracciato dell'opera idraulica eseguita e la delibera del Comitato Istituzionale dell'Autorità di bacino di presa d'atto del collaudo dell'opera varrà come variante automatica del presente Piano per il tracciato di cui si tratta”.
- **Area di inondazione per piena catastrofica (Fascia C)** → “costituita dalla porzione di territorio esterna alla precedente (Fascia B), che può essere interessata da inondazione al verificarsi di eventi di piena più gravosi di quella di riferimento, come definita nell'Allegato 3 al Titolo II”.

Di seguito è riportata la perimetrazione delle fasce di esondazione previste nel PAI.

La definizione delle prescrizioni di carattere generale all'interno della fascia A sono riportate all'art. 29, che recita quanto segue: *“Nella Fascia A il Piano persegue l'obiettivo di garantire le condizioni di sicurezza assicurando il deflusso della piena di riferimento, il mantenimento e/o il recupero delle condizioni di equilibrio dinamico dell'alveo, e quindi favorire, ovunque possibile, l'evoluzione naturale del fiume in rapporto alle esigenze di stabilità delle difese e delle fondazioni delle opere d'arte, nonché a quelle di mantenimento in quota dei livelli idrici di magra. Nella Fascia A sono vietate le attività di trasformazione dello stato dei luoghi, che modifichino l'assetto morfologico, idraulico, infrastrutturale, edilizio, fatte salve le prescrizioni dei successivi articoli ed il deposito a cielo aperto, ancorché provvisorio, di materiali di qualsiasi genere”.*

Per la fascia B l'art. 30 prescrive quanto segue: *“Nella Fascia B il Piano persegue l'obiettivo di mantenere e migliorare le condizioni di funzionalità idraulica ai fini principali dell'invaso e della laminazione delle piene, unitamente alla conservazione e al miglioramento delle caratteristiche naturali e ambientali”.*

All'art. 31 vengono infine definite le prescrizioni per la Fascia C, come di seguito: *“Compete agli strumenti di pianificazione territoriale e urbanistica, regolamentare le attività consentite, i limiti e i divieti per i territori ricadenti in fascia C”.*

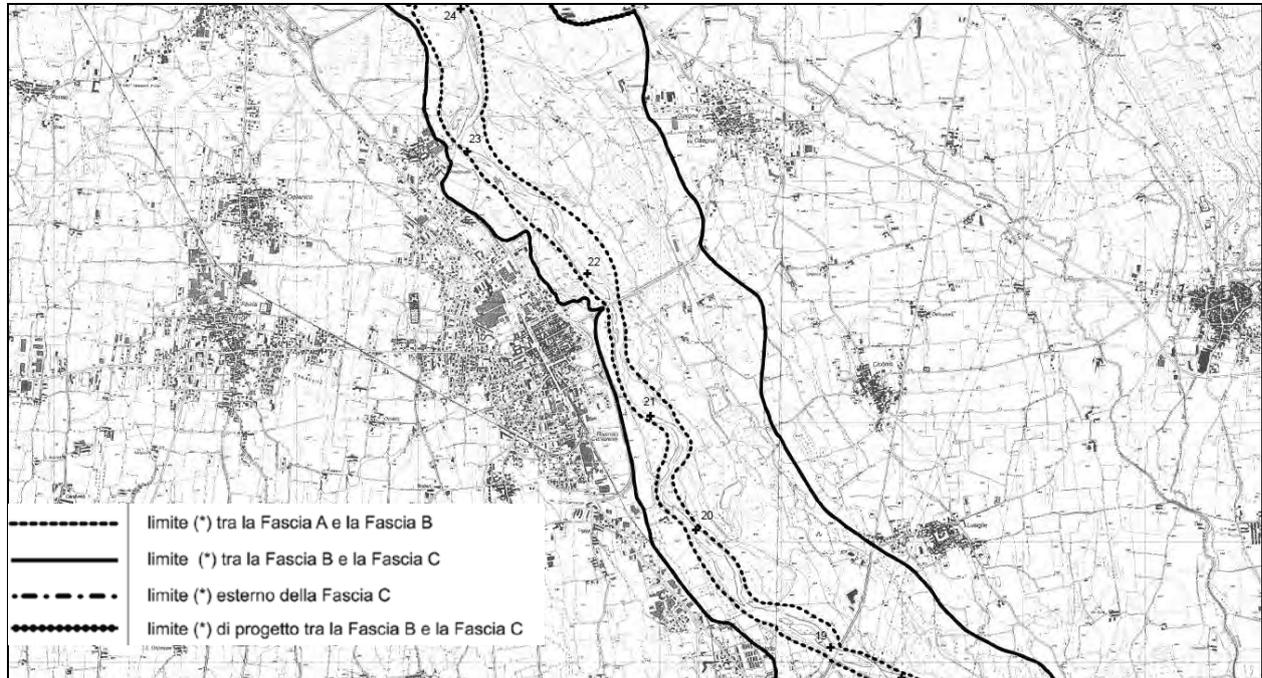


Figura 8 – Perimetrazione delle fasce fluviali nell'ambito del PAI per il tratto in studio.

3.2 PIANO DI GESTIONE DEL RISCHIO DI ALLUVIONI (PGRA)

Il PGRA è lo strumento previsto dalla Direttiva europea 2007/60/CE, recepita nel diritto italiano con D. Lgs. 49/2010, relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni per ridurre gli impatti negativi delle alluvioni sulla salute, l'economia e l'ambiente e favorire, dopo un evento alluvionale, un tempestivo ritorno alla normalità. Il Piano, recentemente approvato dall'Autorità di Bacino del fiume Po nella seduta del Comitato Istituzionale del 3 marzo 2016 riguarda tutto il distretto e viene sviluppato con il coordinamento fra l'Autorità di bacino e le Regioni territorialmente interessate e le Regioni ed il Dipartimento nazionale di Protezione Civile.

Il piano definisce la strategia generale a livello di distretto, individua gli obiettivi distrettuali e le misure per rientrare e fare convergere verso il comune obiettivo della sicurezza delle popolazioni e del territorio tutti gli strumenti di pianificazione distrettuale, territoriale e di settore vigenti compresa la pianificazione di emergenza di competenza del sistema della Protezione Civile. Definisce inoltre le priorità d'azione per le Aree a Rischio Potenziale Significativo, le infrastrutture strategiche, i beni culturali e le aree protette esposte a rischio, per i quali gli obiettivi generali di distretto devono essere declinati per mitigare da subito le criticità presenti con specifiche misure.

3.2.1 Obiettivi

Gli obiettivi perseguiti dal PGRA devono essere coordinati con quelli fissati dalla Direttiva quadro sulle acque e già definiti per il distretto padano nel PDGPO.



Il PGRA definisce tre scenari di pericolo, in sostituzione delle preesistenti fasce fluviali del PAI, per i diversi tempi di ritorno:

- **SCENARIO H:** per aree interessate da “alluvioni frequenti”, legate a piene con un tempo di ritorno pari a 20 anni;
- **SCENARIO M:** per aree interessate da “alluvioni poco frequenti”, legate a piene con un tempo di ritorno pari a 200 anni;
- **SCENARIO L:** per aree interessate da “alluvioni rare”, legate a piene con un tempo di ritorno pari a 500 anni.

Il PGRA è rivolto a salvaguardare la vita umana e mitigare gli effetti degli eventi alluvionali sui beni esposti. Esso agisce in un’ottica di integrazione e sinergia da una lato con la pianificazione di bacino vigente riconducibile al PAI e alla Programmazione regionale dedicata, e dall’altro con la pianificazione di emergenza della Protezione civile – in attuazione della normativa nazionale ed europea.

Le misure sono riconducibili alle due principali tipologie di misure strutturali e misure non strutturali e queste ultime sono ulteriormente distinte in misure di tipo estensivo e misure di tipo intensivo. Anche il PAI contiene un quadro dettagliato di misure di tipo strutturale e non strutturale finalizzate al raggiungimento degli obiettivi di Piano definite applicando criteri di carattere generale alle specifiche situazioni critiche.

Avendo accertato, nel corso dell’articolato processo di attuazione della Direttiva alluvioni, la coerenza dei criteri generali e delle misure del PAI con gli obiettivi del PGRA e tenuto conto dei risultati delle analisi di pericolosità e rischio rappresentati nelle Mappe, sono state in linea generale confermate tutte le misure di prevenzione, protezione, preparazione e ritorno alla normalità già previste dal PAI.

Le misure che fanno esplicito riferimento alla pianificazione di bacino vigente sono definite misure di base mentre quelle integrative necessarie per assicurare la piena rispondenza alla direttiva con particolare riferimento alle aree a rischio significativo di alluvione sono definite misure supplementari.

3.2.2 Misure di base strutturali e non strutturali

Si tratta di azioni già previste nella pianificazione e programmazione di bacino in gran parte realizzate e da completare nel territorio del distretto padano così come di seguito specificato:

- Misure non strutturali vigenti riguardanti prevenzione e preparazione all’evento (Piani territoriali, piani urbanistici, piani di settore adeguati al PAI e rivolti alla diminuzione del rischio, piani di protezione civile, sistemi di monitoraggio esistenti e/o in fase di implementazione, etc.);
- Misure strutturali previste nel PAI “limiti B di progetto” e linee di assetto dei sottobacini idrografici, negli Studi di approfondimento e nei successivi documenti progettuali, opere finanziate in corso di realizzazione e completamento previste da atti amministrativi e accordi di programma che ne regolano attuazione e finanziamento.



L'ambito di applicazione di tali misure è definito dalla perimetrazione delle fasce fluviali, delle aree RME (aree a Rischio idrogeologico Molto Elevato) e delle aree in dissesto per fenomeni idraulici così come eventualmente integrati dalle modifiche al PAI in recepimento degli esiti della mappatura di pericolosità.

3.2.3 Misure supplementari strutturali e non strutturali

Si tratta di nuove misure specifiche, previste per le ARS (Aree a Rischio Significativo di alluvione) o per categorie omogenee di beni esposti a rischio, necessarie per un tempestivo raggiungimento dell'obiettivo definito per l'elemento in questione, comprendono anche di azioni di rafforzamento della governance necessaria per favorire una efficace attuazione del PGRA.

In particolare per le ARS regionali e distrettuali oltre alle misure di base attuate, in corso o programmate, si prevedono misure dettagliate a complemento delle misure di base al fine di conseguire gli obiettivi di mitigazione del rischio specifici entro il ciclo di pianificazione in corso.

3.2.4 Perimetrazione della pericolosità nel tratto in studio

Nell'ambito del PGRA il territorio in esame è oggetto di perimetrazione delle fasce di pericolosità, che rispetto al Piano di Assetto Idrogeologico modifica in modo significativo le fasce di esondazione del T. Orco per i diversi tempi di ritorno. In particolare, risulta fortemente **ampliata la fascia per lo scenario di alluvione frequente H rispetto alla fascia A**, fino a coincidere approssimativamente alla fascia B nel tratto a monte del ponte per Ozegna ed estendendosi in sponda sinistra fino alla fascia C. In merito al **rio Levesa**, si evidenzia un'area a rischio poco frequente M, dal confine con il comune di Oglianico fino a via Favria. Ulteriori aree più estese ricadono in fascia L, a pericolosità rara.

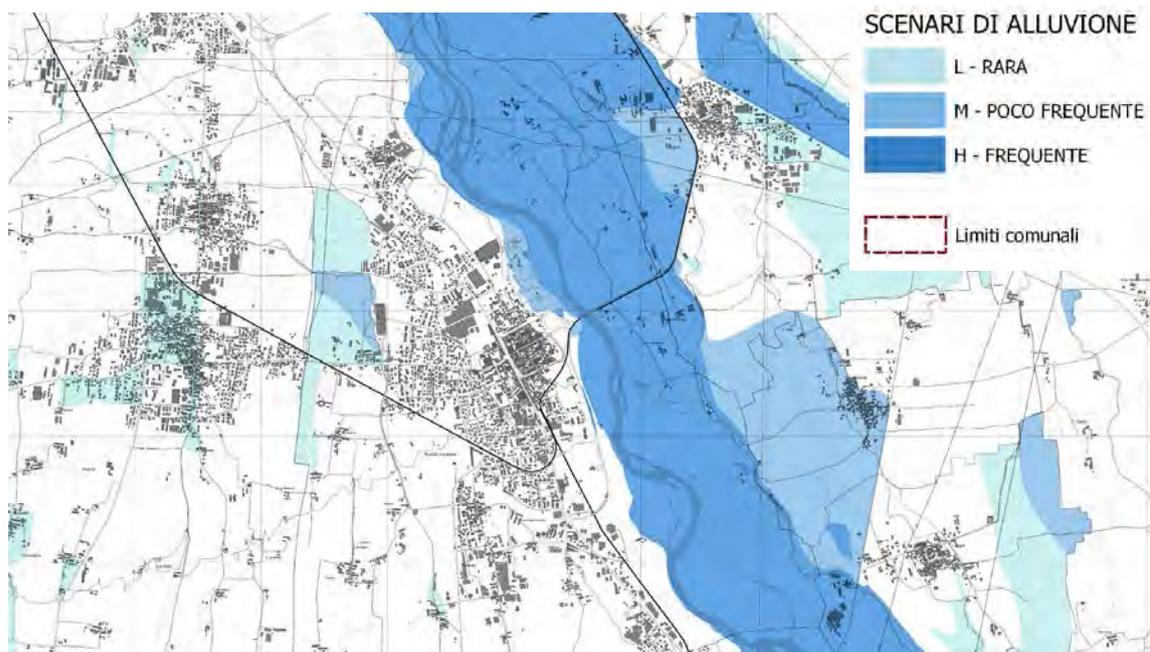


Figura 9 – Perimetrazione degli scenari di pericolosità da alluvione nell'ambito del P.G.R.A.



3.2.5 Attuazione del PGRA nelle norme di uso del suolo dei PRGC

Con deliberazione del Comitato Istituzionale dell'Autorità di bacino del fiume Po n. 5 del 17 dicembre 2015 è stato adottato il progetto di variante delle norme di attuazione del Piano per l'assetto idrogeologico (PAI) - Titolo V; al fine della sua integrazione con il Piano di gestione del rischio alluvioni (PGRA), sono stati recentemente forniti alcuni chiarimenti dalla Regione Piemonte in merito all'applicazione delle disposizioni nelle more dell'approvazione definitiva dell'articolato normativo, nel caso di presentazione di istanze che vadano ad incidere sull'utilizzo del territorio ricadente nelle aree di pericolosità individuate dalle mappe del PGRA.

L'applicazione delle disposizioni indicate di seguito rappresentano un approccio cautelare finalizzato a prevenire e limitare l'aumento delle condizioni di rischio di perdita di vite umane e lesioni gravi alle persone, danni gravi agli edifici e alle infrastrutture, danni al patrimonio culturale, distruzione di attività economiche.

L'applicazione di tali disposizioni è basata su criteri che distinguono il reticolo principale già interessato dalle fasce fluviali del PAI dal reticolo secondario (di pianura, collinare e montano), per il quale sono stati trattati gli ambiti di esondazione e gli ambiti di conoide, nonché i comuni che hanno provveduto ad adeguare il proprio piano regolatore al PAI, ai sensi dell'art. 18 delle norme di attuazione del PAI medesimo, dai comuni che non vi hanno provveduto.

Per quanto riguarda il **reticolo principale già interessato dalle fasce fluviali del PAI**, come il torrente Orco, laddove non vi è corrispondenza tra le fasce fluviali e gli ambiti di pericolosità individuati nelle mappe del PGRA e laddove questi ultimi risultino più ampi rispetto alla corrispondente fascia fluviale (area H > fascia A, area M > fascia B), se non vi sia già una norma derivante dal piano regolatore (adeguato al PAI) coerente con quella della Variante - Titolo V - in itinere, i permessi a costruire o atti equivalenti possono essere rilasciati previa valutazione della compatibilità dell'intervento con le condizioni di pericolosità evidenziate nelle mappe del PGRA, effettuata a cura del richiedente, sulla base di idonea documentazione tecnica. Di tale valutazione tiene conto il comune competente in sede di rilascio dei provvedimenti suddetti, in modo da garantire la sicurezza dei singoli interventi edilizi ed infrastrutturali e il non aggravio delle condizioni di vulnerabilità e di rischio presenti e evidenziati dalle mappe del PGRA, previa rinuncia da parte del soggetto interessato al risarcimento in caso di danno.

Per quanto riguarda il **reticolo secondario**, qualora il comune abbia provveduto all'adeguamento del proprio piano regolatore al PAI, valgono le norme di uso del suolo dettate dal piano regolatore stesso, tenendo conto della seguente decodifica riguardante il reticolo idrografico:

- Aree *Ee* (pericolosità molto elevata) del PAI = aree *H* (scenario frequente) delle mappe di pericolosità del PGRA
- Aree *Eb* (pericolosità elevata) del PAI = aree *M* (scenario poco frequente) delle mappe di pericolosità del PGRA
- Aree *Em* (pericolosità media-moderata) del PAI = aree *L* (scenario raro) delle mappe di pericolosità del PGRA.



4. ANALISI IDROLOGICA

Il bacino dell'Orco è di tipo alpino pedemontano, con asta principale prevalentemente orientata in direzione nord-sud, esposto alla pianura e quindi soggetto a precipitazioni più intense di quelle che mediamente interessano le vallate più interne dell'arco alpino. Le precipitazioni intense sono decisamente frequenti e prive di consistenti apporti nevosi per ampi periodi dell'anno, determinando portate specifiche molto gravose.

Le piene si verificano generalmente in autunno e, in misura minore, a fine primavera o estate presentando frequenze di accadimento molto elevate. Nel bacino idrografico le precipitazioni medie di lungo periodo variano da 900 mm/anno in pianura a oltre 1'800 mm/anno nella parte più elevata del bacino idrografico.

4.1 EVENTI ALLUVIONALI STORICI DEL T. ORCO

Le linee generali di assetto idrogeologico del torrente Orco riportano un elenco dei principali eventi alluvionali che hanno investito il bacino idrografico sino al momento della loro redazione (Tabella 1):

Tabella 1 – Valori delle portate di piena storiche registrate nel bacino dell'Orco (fonte: A.d.B.Po)

Sezione	Superficie	Hmedia	Hmin	Qmax	qmax	Data
	km ²	m s.m.	m s.m.	m ³ /s	m ³ /s.km ²	
Orco a Ceresole	87.9	2400	1574	240	2.73	26/09/47
Orco a Pont	617	1930	430	1410	2.29	26/09/47
Orco a Foglizzo	875	1510	210	1350	1.54	24/09/20
Orco a Ceresole	87.9	2400	1574	220	2.50	24/09/93
Orco a Spineto	656			1600	2.44	24/09/93
Orco a S. Benigno	827			1500	1.81	24/09/93

In realtà, il corso d'acqua è stato sollecitato da importanti eventi di piena anche nel 1994, nel 2000 e nel 2008.

Di seguito si riporta una breve descrizione dei principali eventi:

- *Ottobre 1953*: l'alluvione ha comportato la ripresa di movimenti franosi già attivi negli anni '40 ed ha interessato principalmente l'area di Locana;
- *Giugno 1957*: evento alluvionale che per estensione dei territori interessati e per entità dei danni si colloca tra i maggiori, a carattere regionale, che si sono succeduti a partire dall'inizio del 1800;
- *Febbraio 1974*: attivazione di frane nell'alta valle Orco a seguito di precipitazioni straordinarie;
- *Luglio 1974*: la piena sull'Orco ha portato allo straripamento presso Pont Canavese;
- *Agosto 1978*: precipitazioni di breve durata ed elevata intensità interessano principalmente la val Soana;
- *Dicembre 1986*: attivazione di dissesti idrogeologici che hanno comportato condizioni di pericolo per persone e beni principalmente nei pressi di Noasca;
- *Settembre 1993*: piena di gravosità straordinaria che ha interessato l'intera asta dell'Orco e del Soana. Il fattore connotante di questo evento è stato il notevole trasporto solido e il conseguente



alluvionamento dei tratti vallivi. Le portate massime di picco dell'evento sull'Orco sono state: 220 m³/s a Ceresole, 1600 m³/s a Spineto, 1550 m³/s a S. Benigno Canavese;

- *Novembre 1994*: piena dell'Orco con gravosità inferiore alla precedente, ma che ha comunque comportato fenomeni di allagamento e dissesto sul fondovalle;
- *Ottobre 2000*: l'evento è stato tra i principali degli ultimi secoli, per il dettaglio si faccia riferimento al paragrafo seguente;
- *Maggio 2008*: l'evento idrologico ha determinato il manifestarsi di processi gravitativi e fluvio-torrentizi localizzati e di ridotta entità.

4.1.1 Evento alluvionale dell'ottobre 2000

L'evento alluvionale del 2000 non ha coinvolto solamente il bacino dell'Orco, ma nei giorni compresi tra il 13 e il 16 ottobre precipitazioni d'elevata intensità hanno interessato ampie aree dell'Italia nordoccidentale.

Le precipitazioni cumulate fanno riferimento al periodo intercorso tra le 0:00 del giorno 13 e la stessa ora del 17. Le zone maggiormente interessate dalle intense precipitazioni sono i settori alpini e prealpini del Piemonte Settentrionale e Occidentale tra il Verbano-Cusio-Ossola e la Valle Po ed in misura minore la restante parte della regione, in particolare l'Alto Tanaro. In particolare nelle stazioni pluviometriche della zona della valle dell'Orco, Canavese e Valli di Lanzo sono stati registrati i seguenti valori: Ala di Stura: 712 mm, Forno Alpi Graie: 684 mm, Corio Piano Audi: 638 mm, Ceresole Lago Agnel: 407 mm.

Valutando i dati relativi alle piogge medie areali, si nota come nell'evento alluvionale siano coinvolti bacini idrografici di dimensioni medio-grandi. Tale scenario è conseguenza di precipitazioni di intensità, estensione e durata di notevole gravità. Le piogge cumulate sulle lunghe durate (36 ore) sono ampiamente maggiori di quelle a media durata (12 ore): è pertanto significativo considerare le piogge medie su ampie aree del territorio regionale. I valori massimi dell'altezza di pioggia media cumulata per la valle dell'Orco e la Stura di Lanzo sono: 199 mm per media giornaliera, 336 mm media su due giorni e 398 mm media relativa a 3 giorni.

Se si confrontano tali valori con le curve di possibilità pluviometrica relative a tempi di ritorno di 5 e 20 anni, si nota come le altezze di pioggia registrate siano notevolmente superiori agli andamenti delle curve citate: i tempi di ritorno dell'evento pluviometrico si attestano generalmente intorno ai 20 anni nella parte medio bassa del bacino e su valori anche nettamente superiori ai 50 anni nelle zone alte.

L'intensità, la durata e la distribuzione areale delle precipitazioni hanno fatto sì che si formassero consistenti onde di piena sui principali corsi d'acqua del reticolo idrografico, raggiungendo caratteri di eccezionalità nel settore settentrionale del bacino del Po, interessando tutti gli affluenti di sinistra fino al Ticino.

In Figura 10 si riporta l'idrogramma dei livelli registrati sul torrente Orco a Cuornè.

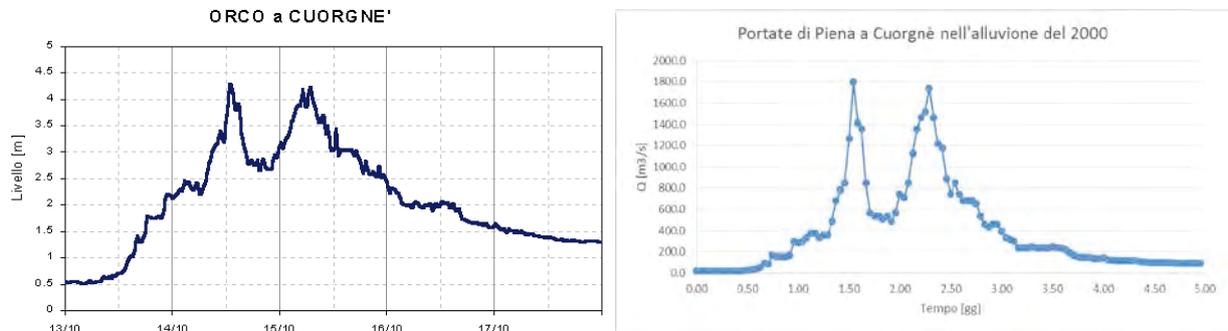


Figura 10 – Idrogramma di piena del torrente Orco a Cuorgné (ottobre 2000).

L'idrogramma mostra due picchi di piena della stessa entità registrati intorno alle ore 12:00 del giorno 14 e nelle prime ore del giorno successivo. Partendo dai livelli e dalla scala di deflusso calcolata nella sezione di Cuorgné sia per portate di magra che imponendo valori noti di piena è stato possibile determinare l'idrogramma delle portate per la piena dell'evento (Figura 10).

4.2 PORTATE DI PIENA DI RIFERIMENTO DEL T. ORCO

La definizione delle portate di piena al colmo è condotta negli studi specifici del Piano di Assetto Idrogeologico realizzato dall'Autorità di Bacino del Fiume Po attraverso un modello deterministico a parametri concentrati (modello afflussi-deflussi), vista la rarità di stazioni idrometriche lungo il corso d'acqua (v. Tabella 2).

**Tabella 2 – Portate massime al colmo stimate nell'ambito del PAI
(Direttiva sulla piena di progetto da assumere per le progettazioni e le verifiche di compatibilità idraulica)**

Corso d'acqua	Sezione	Superficie	Q20	Q100	Q200	Q500
		km ²	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s
Orco	Cuorgné	634	1160	1900	2280	2850
Orco	Conf. in Po	930	1300	2020	2370	2870

I precedenti valori sono stati poi confrontati, al fine di convalidarli, con i valori prodotti in corrispondenza delle stesse sezioni di riferimento e per analoghi tempi di ritorno nell'ambito di altri studi effettuati sul medesimo corso d'acqua, tra cui:

- Studi idraulici finalizzati allo studio di compatibilità della linea ferroviaria A.C. Torino – Milano condotti da ITALFERR (Tabella 3, 2001);
- Studi idraulici connessi alla progettazione esecutiva dello scolmatore di Pratoregio in cui i valori di portata sono stati desunti a loro volta dal sottoprogetto SP1 "Piene e naturalità degli alvei fluviali" redatto dall'A.d.B.Po (Tabella 4);
- Relazione idraulica del progetto definitivo dei lavori di difese spondali e ricalibratura del torrente Orco nel Comune di Foglizzo e regimazione idraulica e manutenzione del torrente Orco nei Comuni di Foglizzo, Montanaro e Chivasso redatto dall'Agenzia Interregionale per il fiume Po (2007);



- Portate di piena ottenute con procedimenti di regionalizzazione nell'ambito della predisposizione del Programma di Gestione dei Sedimenti del torrente Orco (2008) mostrate in Tabella 5.

Di seguito si riportano le tabelle di sintesi delle portate di piena per ciascuno degli studi citati.

Tabella 3 – Confronto tra i valori della portata di piena (in m³/s) calcolati con differenti metodologie nell'ambito degli studi idraulici condotti nell'ambito del progetto esecutivo della linea ferroviaria A.C. Torino – Milano

<i>Orco a Chivasso sezioni a monte della linea A.C.</i>	$Q_{Tr=50}$	$Q_{Tr=100}$	$Q_{Tr=200}$	$Q_{Tr=500}$
Formule regionalizzazione	-	1931	2169	2488
Modello idrologico-idraulico	1513	1747	1990	2300
Studio idrologico di base	1510	1677	1865	2109

Tabella 4 – Portate stimate nell'ambito della redazione del progetto esecutivo dello scolmatore di Pratoregio

<i>Orco a Chivasso</i>	$Q_{Tr=50}$	$Q_{Tr=100}$	$Q_{Tr=200}$	$Q_{Tr=500}$
Stima SP1 AdB Fiume Po	-	1747	2169	-

Tabella 5 – Portate di riferimento al colmo in funzione del tempo di ritorno lungo l'asta del torrente Orco assegnate nelle diverse sezioni del modello di simulazione allestito nell'ambito del PGS (2007)

Località	RS	Tempo di ritorno (anni)					
	n	2	5	20	100	200	500
Cuorgnè	46	361	604	1185	1927	2301	2860
Valperga	42	373	617	1208	1952	2320	2870
Rivarolo	30.1	406	652	1270	2019	2371	2870
Fogizzo (t. Malesina)	20	422	670	1300	2020	2370	2870

Infine si è confrontato i precedenti risultati con le portate di piena in funzione del tempo di ritorno, nelle sezioni di Rivarolo Canavese e di Feletto, assegnate dal Primo piano di gestione del rischio di alluvioni (PGRA) mostrate in Tabella 6, le quali essendo alla base della determinazione delle fasce di rischio analizzate costituiscono il miglior riferimento per la modellistica sviluppata.

Tabella 6 – Portate di riferimento al colmo di piena in funzione del tempo di ritorno nelle sezioni di Rivarolo Canavese e di Feletto assegnate dal P.G.R.A.

Sezione	scenario H Tr=20 anni	scenario M Tr=200 anni	scenario L Tr=500 anni
Rivarolo	1'208 m ³ /s	2'320 m ³ /s	2'870 m ³ /s
Feletto	1'270 m³/s	2'370 m³/s	2'870 m³/s

Facendo riferimento al tratto di valle del torrente Orco, oggetto del presente studio, è evidente come le portate prodotte nell'ambito del PGRA coincidano con quelle ufficiali dell'A.d.B.Po ed entrambe siano superiori a quelle calcolate nell'ambito di altri studi. Si sottolinea che anche la portata duecentennale di progetto adottata per le verifiche idrauliche delle opere di difesa spondale realizzate dall'A.I.Po (2'360 m³/s) sostanzialmente coincide con quelle riportate dal P.G.R.A. e dal P.A.I. per l'analogo tempo di ritorno.



Sulla base di quanto affermato, gli scriventi ritengono corretto adottare le portate di piena ufficiali pubblicate nel P.G.R.A. nella sezione di Feletto per le verifiche idrauliche descritte nel presente studio.

4.3 RICOSTRUZIONE DEGLI IDROGRAMMI DI PIENA

Facendo riferimento alle valutazioni sopra descritte, l'idrogramma di piena, per un tempo di ritorno:

- 20 anni, presenta una portata al colmo di piena di $1'270 \text{ m}^3/\text{s}$;
- 200 anni, presenta una portata al colmo di piena di $2'370 \text{ m}^3/\text{s}$;
- 500 anni, presenta una portata al colmo di piena di $2'870 \text{ m}^3/\text{s}$.

Supponendo che il deflusso di base del torrente Orco coincida con la portata mediamente presente in alveo per un periodo relativamente lungo, la durata dell'idrogramma di piena è stata ipotizzata pari a quella registrata nel corso dell'evento alluvionale dell'ottobre 2000. A differenza dell'andamento bimodale dell'idrogramma mostrato in figura, nel presente studio si è ritenuto più significativo e cautelativo ipotizzare un unico colmo di portata di durata pari a quella registrata nel 2000 per eventi con tempo di ritorno di 200 e 500 anni e più limitata invece per le piene ventennali.

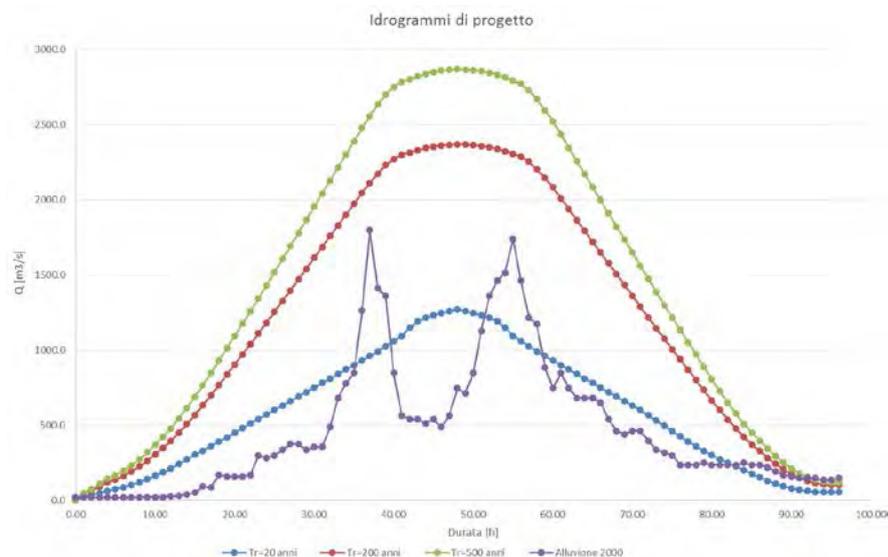


Figura 11 – Idrogrammi di progetto utilizzati nel modello sovrapposti all'idrogramma dell'evento alluvionale dell'ottobre 2000 registrato a Cuorgnè.

4.4 PORTATE DI PIENA DI RIFERIMENTO DEL RIO LEVESA

Per quanto riguarda il rio Levesa, si fa riferimento alla “Relazione idrologico – idraulica bacino rio Levesa – Crosa”, redatta dall'ing. Paolo Oria nel maggio 2013, relativa al progetto di *Ampliamento del cimitero generale del Capoluogo – 2° lotto*.



Il bacino del Rio Levesa si estende da quota 744 m s.l.m. a quota 310 m s.l.m. ed è caratterizzato da una ridotta pendenza, per gran parte della sua estensione. Il corso d'acqua scorre per un primo tratto in direzione nord-est fino a raggiungere la vecchia strada di collegamento tra Cuornè e Valperga, per poi volgere verso sud-est per raggiungere Rivarolo C. se passando per Salassa ed Oglianico.

Prima di attraversare il paese di Oglianico, vi è un manufatto scolmatore, che devia parte delle acque del Levesa verso Est (portata scolmata: 3 mc/s), che costituisce inoltre il limite superiore dell'ultimo tratto di bacino del Levesa; superato Oglianico, il corso principale piega verso Sud-Est, dove sono presenti alcune opere di presa, (portata derivata totale: 2,25 mc/s). Oltrepasato il confine comunale, il Rio Levesa incontra una roggia che confluisce da Nord, le cui acque vengono derivate dal canale scolmatore di Oglianico (portata 0,5 mc/s) e poi un'opera di presa che alimenta una roggia irrigua (volume prelevato: 1 mc/s).

In prossimità del cimitero di Rivarolo, dopo una piccola opera di presa, il corso originario del rio è stato deviato per consentire l'ampliamento del cimitero. In questo punto si colloca la sezione di chiusura del bacino idrografico dello studio dell'ing. Oria; pertanto, per il calcolo delle portate nel tratto a valle di via Favria, alle portate calcolate nello studio di riferimento viene aggiunto un contributo calcolato sul contributo chilometrico, proporzionale alla superficie aggiuntiva di bacino idrografico.

Nel seguito si riportano i dati principali delle elaborazioni effettuate dall'ing. Oria per tempi di ritorno T_r di 20, 100, 200 e 500 anni, relativi ai diversi sottobacini, per la durata di pioggia di 12 h, che fornisce le portate maggiori, tra le diverse simulazioni effettuate.

Tabella 1. Valori di portata e tempi di pica, simulazione di 12 h di pioggia

Hydrologic Element	12 H Drainage Area (KM2)	TR 20		TR 100		TR 200		TR 500	
		Peak Discharge (M3/S)	Time of Peak						
Prascorsano1	0.347	0.7	09:08	1.1	09:03	1.2	08:42	1.5	08:40
Prascorsano2	0.475	0.8	09:14	1.2	09:08	1.4	09:06	1.7	09:04
Prascorsano (562)	0.347	0.7	09:08	1.1	09:03	1.2	08:42	1.5	08:40
Valperga1	0.167	0.1	09:08	0.2	08:38	0.3	08:36	0.4	08:35
Mont (535)	0.989	1.6	09:37	2.5	09:31	3.0	09:10	3.6	09:09
Valperga2	0.291	0.5	09:04	0.8	08:37	0.9	08:36	1.1	08:35
Maglietti (500)	1.280	2.0	09:43	3.3	09:20	3.9	09:18	4.7	09:15
Valperga3	0.446	0.7	09:13	1.1	08:07	1.3	09:06	1.6	09:03
Valperga4	0.237	0.4	09:03	0.7	08:36	0.8	08:35	1.0	08:33
Strada Vecchia Valperga (405)	1.983	3.1	09:42	5.0	09:34	5.9	09:29	7.1	09:14
Valperga5	0.795	2.3	07:47	3.4	07:40	3.9	07:38	4.6	07:38
Presa Valperga (372)	2.758	4.1	09:36	6.9	09:14	8.2	09:13	9.9	09:11
Valperga6	0.684	1.8	08:40	2.6	08:29	3.0	08:24	3.5	08:19
Roggia di Favria	0.000	0.2	00:00	0.2	00:00	0.2	00:00	0.2	00:00
Roggia di Favria (353)	3.422	5.6	10:19	9.3	10:00	10.9	09:58	13.1	09:56
Presa Santa Maria	3.422	5.4	10:41	9.0	10:22	10.5	10:20	12.7	10:18
Roggia di Oglianico	0.000	0.5	00:00	0.5	00:00	0.5	00:00	0.5	00:00
Presa Roggia del Molino	3.422	4.9	10:41	8.5	10:22	10.0	10:20	12.2	10:18
Salassa1	0.610	2.1	08:37	3.1	08:26	3.5	08:22	4.1	08:18
Salassa2	0.542	1.4	08:36	2.0	08:23	2.3	08:19	2.7	08:14
Molino	0.000	0.9	08:42	0.9	08:03	0.9	05:51	0.9	05:38
San Grato	0.542	2.1	08:36	2.7	08:23	3.0	08:19	3.4	08:14
Oglianico1	0.352	1.0	07:43	1.5	07:38	1.7	07:36	1.9	07:19
Scolmatore Oglianico (326)	5.126	5.8	10:30	10.8	10:15	13.1	10:13	16.2	10:11
Oglianico2	0.238	0.7	07:49	1.0	07:42	1.1	07:40	1.3	07:37
Via Ros Sebastiano	5.364	6.2	10:28	11.4	10:23	13.8	10:21	17.0	10:20
Via XXV Aprile	5.364	5.3	10:34	10.6	10:29	12.9	10:27	16.1	10:26
Paratola nuova	5.364	3.8	10:39	9.1	10:34	11.4	10:32	14.6	10:31
Roggia di rientro	0.000	0.5	05:09	0.5	04:38	0.5	04:28	0.5	04:16
Comune comunale	5.364	4.3	10:55	9.6	10:50	11.9	10:48	15.1	10:47
Presa Rivarolo	5.364	3.3	11:03	8.6	10:58	10.9	10:56	14.1	10:55
Presa Perardi	5.364	3.2	11:21	8.4	11:16	10.8	11:14	14.0	11:13
Oglianico3	0.667	1.7	08:36	2.5	08:24	2.8	08:20	3.3	08:14
Cimitero Rivarolo (310)	6.031	4.3	11:07	10.0	11:03	12.6	11:00	16.0	10:52

Figura 12 – Portate di piena del rio Levesa per diversi tempi di ritorno, alle sezioni di chiusura del bacino idrografico (Oria, 2013); in rosso i valori relativi al territorio di Rivarolo Canavese.



Il calcolo è stato eseguito in condizione di "opere di presa aperte e funzionanti". In considerazione di ciò, i valori finali di chiusura potrebbero subire delle variazioni nel caso che le derivazioni siano in parte o completamente chiuse. Allo stesso modo, sono state considerate in entrata le portate massime previste per le rogge di Favria e Oglianico, le quali potrebbero subire delle variazioni in riduzione a seconda delle stagioni.

Nella tabella seguente sono riportati tutti i dati di portata desunti dallo studio idrologico di riferimento (in rosso), integrati dalle portate del rio Levesa a valle del cimitero di Rivarolo (sezioni alla SP 42 – via Favria e alla sezione di chiusura alla frazione Bolleri), calcolate con il contributo chilometrico aggiuntivo. Per il tempo di ritorno di 50 anni è stata applicata un'interpolazione tra i dati disponibili.

Tabella 7 – Valori di portata di piena del rio Levesa nel territorio comunale di Rivarolo c.se.

SEZIONE	n°	Tempo di ritorno [anni]				
		20	50	100	200	500
confine comunale	750	4,3	7,3	9,6	11,9	15,1
presa rivarolo	660	3,3	6,3	8,6	10,9	14,1
presa perardi	570	3,2	6,2	8,4	10,8	14,0
cimitero Rivarolo	560	4,3	7,6	10,0	12,6	16,0
SP42	490	4,9	8,3	10,9	13,6	17,1
chiusura	310	5,5	9,1	11,8	14,6	18,2

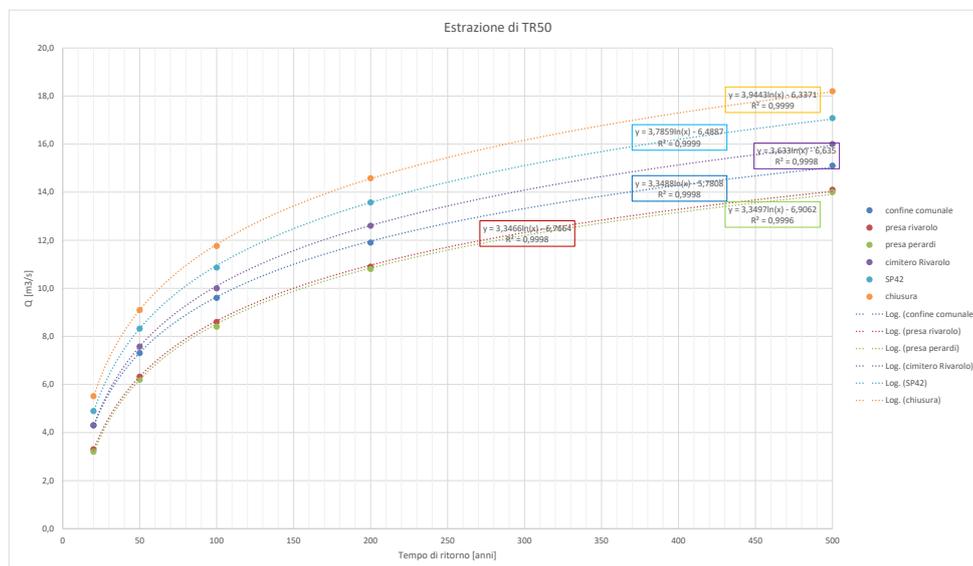


Figura 13 – curve di interpolazione delle portate per diversi tempi di ritorno, alle sezioni di riferimento.



5. DINAMICA FLUVIALE ED EFFETTI DEI RECENTI ALLUVIONALI (1993 E 2000)

5.1 DESCRIZIONE DEGLI EVENTI E DELLA DINAMICA DI PIENA

Nel corso dell'evento alluvionale dell'ottobre 2000, a Rivarolo sia in destra che in sinistra orografica l'attività erosiva è stata intensa con danni ad opere idrauliche. Il corso d'acqua si è espanso notevolmente a valle del ponte senza però replicare l'erosione in sponda destra (avvenuta sia nel 1993 che nel 1994), grazie alle cospicue opere di protezione nel frattempo costruite. I deflussi in destra sono stati contenuti sostanzialmente nell'alveo attivo, con locali interessamenti della fascia B. Viceversa in sinistra le zone inondate hanno interessato quasi integralmente l'ampiezza della fascia B, coincidente con la C.

Sono stati rilevati danni alle infrastrutture circa 1 km a monte di Feletto, con erosione di sponda per una lunghezza di circa 700-800 m; nel punto massimo sono stati asportati 50 m circa di terreno per un'altezza di circa 30 m. In corrispondenza del ponte della provinciale di Ozegna, la scogliera collocata in destra idrografica, a protezione delle sponde e del ponte, è stata completamente asportata nel corso della piena.

Più a monte, oltre il confine comunale, in corrispondenza del ponte SS 565 "Pedemontana" la piena torrentizia ha distrutto il rilevato e la spalla sinistra del ponte; sono crollate tre arcate e la sponda sinistra è arretrata di 150 m. È stato inoltre distrutto un lungo tratto del canale irriguo, rio Vercellino, per circa 150 m.

Confrontando gli allagamenti avvenuti nel 2000 (Figura 16) con quelli occorsi nel 1993 (Figura 15), si può notare che le aree allagate in sinistra risultino inferiori nel 1993 (a conferma che i battenti idrici fossero minori) mentre gli allagamenti occorsi in destra orografica siano all'incirca i medesimi. È interessante notare inoltre come l'orlo di terrazzo in destra sia arretrato notevolmente tra l'evento del 1993, l'alluvione del 2000 e l'ortofoto di base (datata al 2011) in cui si può notare che l'alveo inciso è attestato ove meno di vent'anni prima era presente il terrazzo; questo arretramento conferma le dinamiche di divagazione del torrente Orco e la sua tendenza erosiva specie in sponda destra.



Figura 14 – Crollo del ponte della SP565 a monte di Rivarolo Canavese nell'ottobre 2000 (ARPA Piemonte).

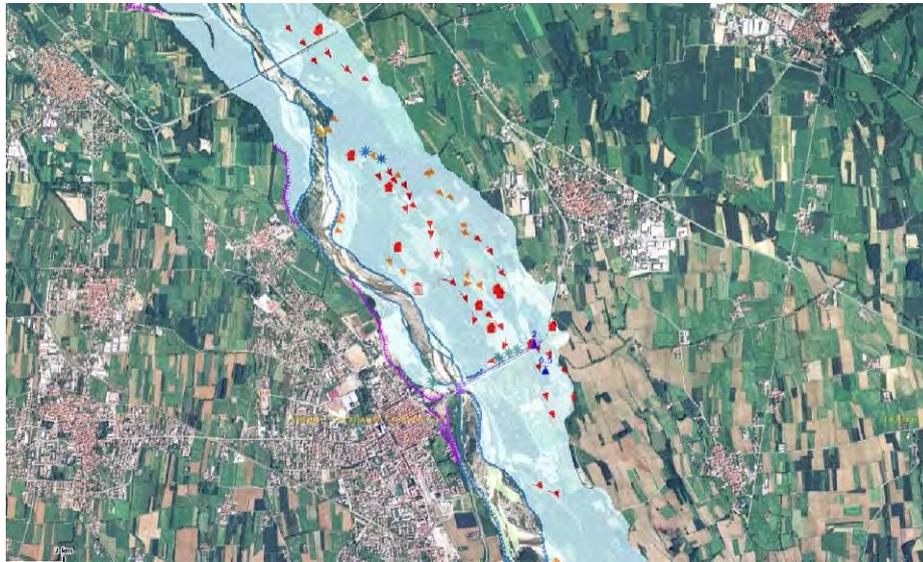


Figura 15 – Perimetrazione della dinamica di esondazione del T. Orco nell'evento alluvionale del settembre 1993 nell'area di Feletto e Lusigliè (ARPA Piemonte).



Figura 16 – Perimetrazione della dinamica di esondazione del T. Orco nell'evento alluvionale dell'ottobre 2000 nell'area di Feletto e Lusigliè (ARPA Piemonte).

Va sottolineato che il rio Vercellino viene utilizzato come canale irriguo ed è alimentato dall'Orco a monte dell'abitato di Rivarolo Canavese. Al fine di ridurre le portate del rio è stata costruita, dopo l'alluvione del 2000, un'opera di presa più efficiente di quella esistente precedentemente all'evento alluvionale (Figura 17 e Figura 18). Tale struttura attualmente è dotata di una paratoia che in caso di piena limita le portate in afflusso che si trovano a fluire come luce sotto battente, a monte e a valle della presa è stato costruito un argine continuo per evitare l'aggiramento della stessa. La presenza di quest'opera di presa andrà a ridurre notevolmente gli effetti di piene eccezionali del torrente Orco nell'area golenale sinistra compresa tra il ponte della SP 565 e quello per



Ozegna. Si evidenzia inoltre la presenza di nuove opere di regolazione lungo la diramazione della bealera di San Giorgio, che limitano ulteriormente le portate verso il rio Vercellino a valle della Madonna di Ozegna (vedi Figura 19), tramite una soglia di sfioro e una paratoia in successione.



Figura 17 – Opera di presa sul Rio Vercellino post alluvione del 1993 (distrutta nell’evento del 2000).

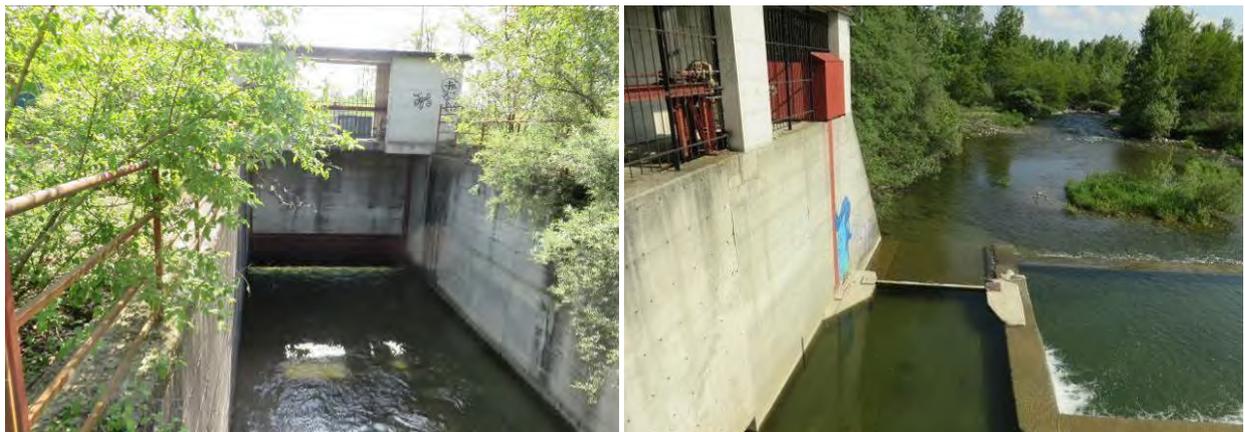


Figura 18- Opera di presa attuale sul Rio Vercellino, protetta da luce sottobattente.



Figura 19 – Diramazione del ramo del rio Vercellino che prosegue verso Lusigliè dalla bealera di San Giorgio.



6. STUDIO IDRAULICO DEL DEFLUSSO DI PIENA

Lo studio si propone di individuare le modalità e le caratteristiche del deflusso di piena del Fiume Orco nel tratto vallivo del corso d'acqua, tra le sezioni a monte del ponte di Rivarolo Canavese, fino a una sezione posta all'altezza dell'abitato di Cortereggio, situata a valle del ponte della SP41 che collega i comuni di Feletto e Lusigliè: il tratto in studio è sufficientemente esteso, da poter essere considerato rappresentativo per lo studio della dinamica del torrente orco nell'alveo inciso e nelle aree golenali.

6.1 METODOLOGIA DI CALCOLO

Per le simulazioni è stato utilizzato il software HEC-RAS, sviluppato dall'Hydrologic Engineering Center, River Analysis System dell'US Army Corps of Engineers, in particolare è stata utilizzata la recente versione 5.0.1, il cui sviluppo è terminato nell'aprile 2016, dopo la messa a punto e il test delle versioni beta durato oltre 1 anno.

A partire dalle ultime versioni HEC ha aggiunto la capacità di eseguire uno schema di modellazione bidimensionale all'interno della simulazione condotta in regime di moto vario. Gli utenti possono quindi eseguire una modellazione in moto vario con schema monodimensionale (1D) combinato anche con uno schema quasi-bidimensionale e/o bidimensionale puro (2D) con l'aggiunta di un'area 2D nel modello.

6.1.1 HEC-RAS monodimensionale

I modelli sviluppati con HEC-RAS 1D descrivono il moto monodimensionale, stazionario, di una corrente non uniforme, tale che, in ogni sezione, la distribuzione delle pressioni possa essere considerata di tipo idrostatico. Il modello è a fondo fisso e può applicarsi senza problemi con pendenze di fondo non troppo elevate (non superiori al 10%).

Il calcolo effettuato nelle suddette ipotesi risulta sicuramente cautelativo, in quanto è noto dall'idraulica fluviale che, in condizioni di moto permanente, le portate al colmo defluiscono con una quota idrica superiore a quella che si verificherebbe (per la stessa portata) in condizioni di moto vario. Le principali caratteristiche della corrente (livello idrico e velocità media) vengono calcolate a partire da una sezione (dove le variabili sono note) e passando alla successiva, posta a monte o a valle a seconda che il regime sia, rispettivamente, subcritico o supercritico. Ciò avviene risolvendo, con una procedura iterativa nota come standard step, l'equazione che esprime il bilancio di energia della corrente tra le medesime sezioni, nota anche come equazione di Bernoulli:

$$h_m + z_m + \frac{\alpha_m V_m^2}{2g} = h_v + z_v + \frac{\alpha_v V_v^2}{2g} + \Delta H$$

dove, avendo indicato con il pedice m le grandezze che si riferiscono alla sezione di monte e con il pedice v quelle della sezione di valle, si ha:

- h_m e h_v sono le altezze idriche;
- z_m e z_v sono le quote del fondo alveo rispetto ad un riferimento prefissato;
- V_m e V_v sono le velocità medie;



- α_m e α_v sono i coefficienti di ragguglio delle potenze cinetiche o coefficienti di Coriolis;
- ΔH è la perdita di carico tra le due sezioni.

Il modello prevede una schematizzazione idraulica dell'alveo, attraverso una successione di sezioni trasversali, perpendicolari al vettore velocità della corrente. Ogni sezione può essere anche solo parzialmente interessata dal deflusso idrico. In caso contrario, ovvero di una sezione trasversale interamente contribuente al deflusso, il modello non è in grado di simulare le esondazione in destra o sinistra idrografica, ossia oltre l'estensione topografica rilevata della sezione.

Nella procedura di calcolo, per la determinazione delle caratteristiche idrauliche della corrente, è necessario determinare l'area della sezione bagnata, il perimetro bagnato, il raggio idraulico e la larghezza della sezione in corrispondenza di un determinato valore della superficie libera. Ogni sezione viene ulteriormente distinta in tre parti, ovvero la parte in cui transita il filone centrale della corrente (channel) e le parti laterali perifericali, in destra e in sinistra idrografica (right/left overbank, indicate con gli acronimi ROB/LOB). Per tenere in conto la sinuosità del corso d'acqua, il software permette di indicare il valore della distanza tra sezioni consecutive (parametro Downstream reach lenght), differenziando, tra due sezioni consecutive, il valore della distanza per la parte del channel, e per quelle dei ROB e LOB e dando la possibilità di specificare valore differenti del parametro di scabrezza.

La valutazione delle perdite di carico è effettuata tramite la formule empirica di Chezy, in cui il parametro c è espresso tramite il coefficiente n di Manning (espresso in $s\ m^{-1/3}$).

Per la valutazione degli effetti di rigurgito dovuti alla presenza di ostacoli quali pile, ponti o una qualunque altra struttura in alveo, il software fa riferimento all'approccio basato sul principio delle quantità di moto totali (equazione globale dell'equilibrio dinamico).

6.1.2 HEC-RAS bidimensionale

Le nuove funzionalità di simulazione della propagazione dei deflussi in HEC-RAS sono state sviluppate per permettere all'utente di eseguire la modellazione 1D/2D combinato. L'algoritmo di modellazione del moto bidimensionale in HEC-RAS ha le seguenti caratteristiche, che rappresentano le potenzialità e l'innovazione del codice di calcolo non solo rispetto alla modellazione monodimensionale, ma anche rispetto ai più datati codici bidimensionali esistenti.

1. **Modellazione combinata 1D e 2D:** La possibilità di eseguire una modellazione combinata 1D e 2D all'interno dello stesso modello in regime di moto vario permette all'utente di lavorare su schemi fluviali più complessi, utilizzando la modellazione 1D per l'asta fluviale principale, e la modellazione 2D nelle zone esterne che lo richiedono per modellare in modo fedele la propagazione dei deflussi.
2. **Equazioni complete di Saint Venant o di diffusione dell'onda in 2D:** Il programma risolve sia le equazioni 2D di diffusione dell'onda o quelle complete di Saint Venant. Questa opzione è selezionabile dall'utente, offrendo quindi una maggiore flessibilità. In generale, le equazioni di diffusione dell'onda in 2D consentono al software di funzionare più velocemente garantendo una maggiore stabilità. Le equazioni 2D in forma



completa di Saint Venant sono applicabile a una gamma più ampia di problemi, ma la grande maggioranza delle situazioni può essere modellata con sufficiente precisione con le equazioni di diffusione dell'onda.

3. **Algoritmo di soluzione ai volumi finiti:** Il risolutore delle equazioni di moto bidimensionale utilizza un algoritmo implicito ai Volume finiti. L'algoritmo di soluzione consente di utilizzare passi temporali di calcolo maggiori rispetto ai metodi espliciti. L'approccio ai volumi finiti fornisce un miglioramento della stabilità e robustezza rispetto alle tradizionali tecniche differenziali di soluzione basate su metodi a elementi finiti.
4. **Algoritmo per la soluzione accoppiata dei modelli 1D e 2D:** Gli algoritmi di soluzione 1D e 2D sono strettamente accoppiati nello stesso passo temporale di calcolo. Questo permette una perfetta coerenza a ogni passo temporale tra i modelli 1D e 2D. Ad esempio, se un fiume è modellato in 1D, ma l'area dietro un argine è modellata in 2D, il deflusso al di sopra dell'argine o eventualmente attraverso una breccia nell'argine è valutato utilizzando come carico di monte il livello nel fiume 1D e come carico di valle il livello nell'area 2D. L'equazione dello stramazzo è utilizzata per calcolare il deflusso al di sopra l'argine o attraverso la breccia.
5. **Maglie computazionali strutturate e non strutturate:** Il software è stato progettato per utilizzare mesh computazionali strutturate o non strutturate. Ciò significa che le celle di calcolo possono essere triangoli, quadrati, rettangoli o anche elementi a cinque e sei facce. La maglia può essere una miscela di forme e dimensioni delle celle. Il contorno esterno della maglia computazionale è definito con un poligono.
6. **Tabella dettagliata delle proprietà idrauliche per le celle di calcolo:** ogni cella e ogni faccia della cella per tutta la maglia di calcolo è pretrattata al fine di sviluppare dettagliate tabelle di proprietà idrauliche basate sul DTM utilizzato nel processo di modellazione, vedi Figura 20.

Nella Figura 20 a sinistra è illustrato un esempio di maglia di calcolo sovrapposta ai dati del terreno. Le celle computazionali sono rappresentate dalle linee nere spesse. I centri di calcolo di ogni cella sono rappresentati dai nodi neri e sono i luoghi dove sono calcolati il livello idrico e la portata. La curva altezza/volume per ogni cella si basa sui dati del terreno sottostante. Ogni faccia della cella è una sezione trasversale dettagliata basata anch'essa sul terreno sottostante.

Questo metodo di rappresentazione delle celle permette all'acqua di spostarsi tra le celle in base ai dati del terreno sottostante. Pertanto un piccolo canale che attraversa le celle e le cui dimensioni sono molto più piccole della dimensione delle celle viene comunque rappresentato tramite la curva altezza/volume delle celle oltre che dalle proprietà idrauliche delle facce tra le celle. Ciò significa che l'acqua scorre tra le celle più grandi ma comunque il deflusso è condizionato dalle caratteristiche del canale. Un esempio di un piccolo canale che attraversa celle della griglia molto più grandi è illustrato nella Figura 20, che presenta diversi canali che sono molto più piccoli della dimensione media della cella utilizzata per modellare la zona. Tuttavia, come illustrato nella figura medesima a destra, il deflusso avviene attraverso i piccoli canali in funzione delle proprietà idrauliche del canale. Il deflusso rimane nei canali fino a quando la portata non è tale da causare la tracimazione delle sponde e quindi il deflusso si riversa nelle aree adiacenti.

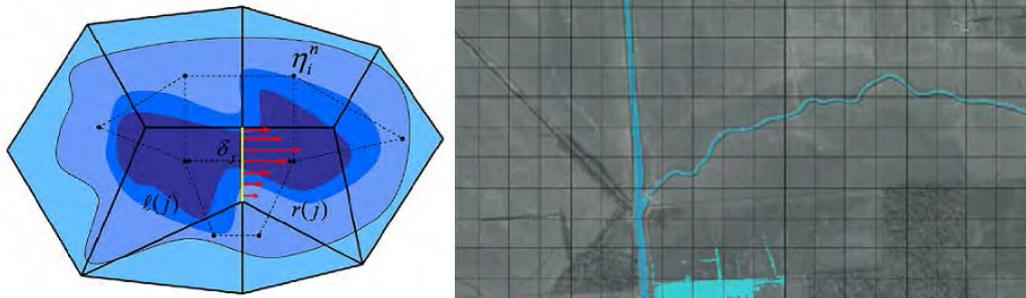


Figura 20 - Rete di calcolo non strutturata con i dati dettagliati del modello digitale del terreno ed esempio che mostra i vantaggi di utilizzare un approccio basato sulla variabilità del DTM all'interno della cella.

- 7. Dettagliata mappatura dello scenario degli allagamenti con animazioni:** La perimetrazione delle aree allagabili così come le animazioni dello scenario degli allagamenti in funzione del tempo può essere fatta all'interno di HEC-RAS utilizzando le funzionalità di RAS - Mapper. La mappatura delle aree allagate si basa sul DTM, ciò significa che la reale superficie bagnata sarà basata sui dettagli della morfologia del terreno sottostante e non sulla dimensione della cella di calcolo.
- 8. Algoritmo di calcolo basato su sistemi Multi-Processore:** Il modello di calcolo 2D è stato programmato per sfruttare i sistemi multi-processore presenti sui computer moderni (architettura parallela). In questo l'algoritmo di soluzione presenta una maggiore velocità e quindi i computer dotati di più processori sono in grado di eseguire la modellazione 2D più velocemente rispetto ai computer a singolo processore.

6.2 GEOMETRIA DI RIFERIMENTO

Entrambi i modelli implementati, 1D e 2D, utilizzano la base topografica di maggior dettaglio ad oggi disponibile, rappresentata dal *Modello Digitale del Terreno (DTM)* realizzato dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (M.A.T.T.M.) nell'ambito del Piano Straordinario di Telerilevamento (P.S.T.) con volo LIDAR, che presenta un'elevata precisione altimetrica (± 0.15 m) e planimetrica (mediamente 0.8 punti ogni m^2), integrata da rilievi in campo con stazione totale e antenne GPS.

Il DTM con passo a 1 metro permette di poter osservare anche minimi avvallamenti e risulta molto utile al fine di individuare, anche molto piccole, interruzioni delle quote arginali che potrebbero causare allagamenti localizzati nelle aree golenali del fiume (Figura 21). Questo dettagliato riferimento altimetrico risulta maggiormente importante nel tratto in analisi che è caratterizzato dalla presenza di un alveo intrecciato in cui sono presenti molteplici canali che si riattivano solamente con portate di piena. Vi è inoltre una fitta rete di canali irrigui che possono convogliare parte delle piene, alterando così le dinamiche naturali di propagazione delle stesse.

Per capire sino in fondo la bontà del DTM passo 1 metro e la migliore precisione rispetto al DTM passo 5 metri è stata presa una sezione di riferimento, a monte del rilevato stradale della SP41 e si sono confrontati i due profili del terreno e un punto rilevato con il GPS (Figura 22).

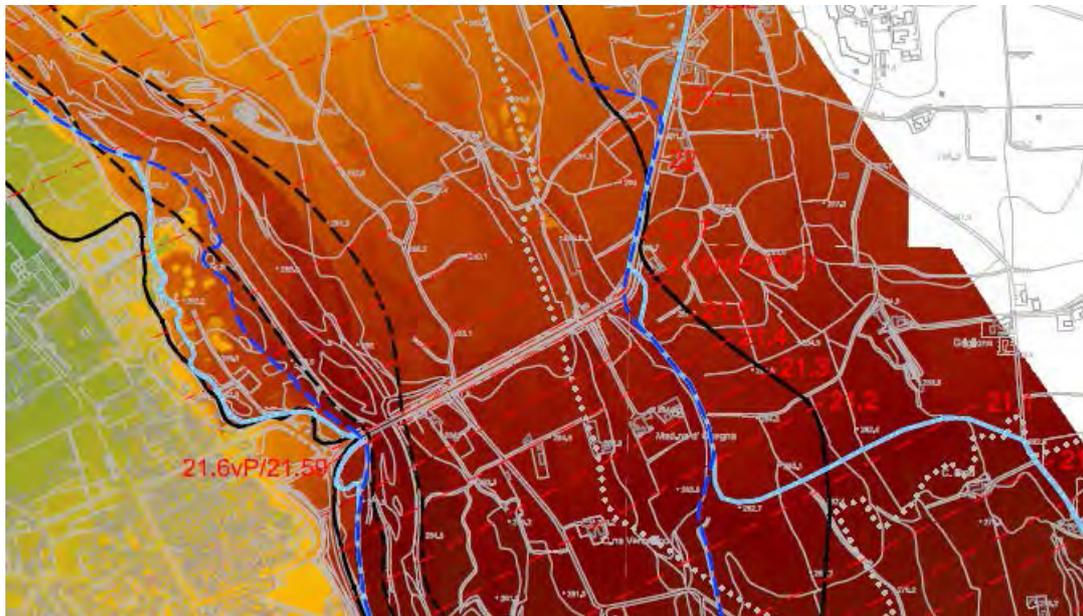


Figura 21 – Particolare dell'area in corrispondenza del concentrico di Rivarolo C.se nei pressi del Ponte della strada provinciale per Ozegna e delle aree limitrofe sul DTM passo 1m utilizzato nel calcolo.

Si può notare sia che il DTM passo 5 metri non sia in grado di apprezzare alcuni avvallamenti del terreno sia che esso è mediamente più rilevato rispetto al DTM passo 1 metro, probabilmente per problemi legati alle procedure di trasformazione delle quote altimetriche. Il punto rilevato sul terreno dagli Scriventi con tecnica GPS si discosta invece del corrispondente punto estratto dal DTM di una distanza inferiore al centimetro. Lo stesso punto infatti secondo il GPS ha quota pari a 259.974 m s.l.m. e con il DTM passo 1 m ha quota pari a 259.977 m s.l.m.

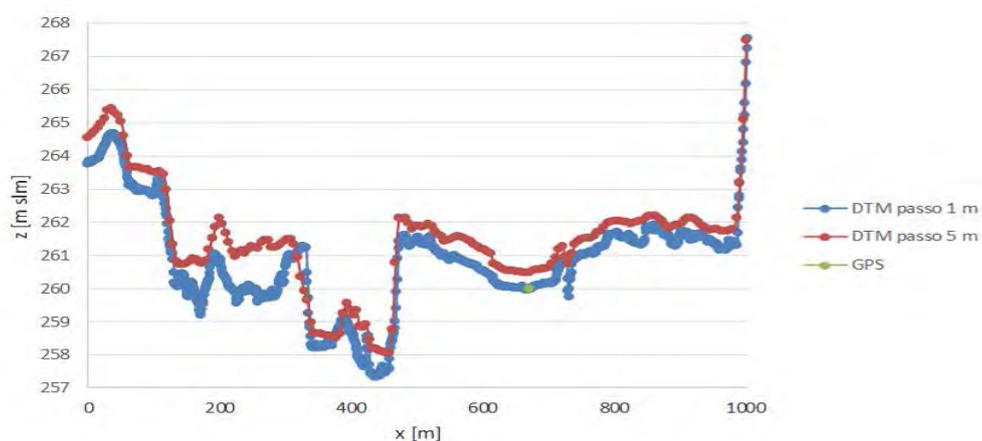


Figura 22 – Confronto tra DTM passo 1 o 5 metri e GPS.

Il DTM passo 5 metri, proviene dalla ripresa aerea (ICE) 2009-2011. Il DTM copre tutto il territorio regionale ed è stato acquisito con metodologia uniforme (LIDAR) in standard di livello 4. La risoluzione della griglia (passo) è di



5 m, con una precisione in quota di ± 0.30 m (± 0.60 m nelle aree di minor precisione, corrispondenti alle aree boscate e densamente urbanizzate).

Ulteriori comparazioni tra i due DTM disponibili si possono apprezzare nell'ALLEGATO 4; nel presente allegato i livelli idrici del modello 2D sono inseriti come valori mediati sulla sezione di interesse.

Si evidenzia, come già accennato, che dopo l'evento del 2000, è stato ricostruito il ponte della SP 565, che risulta ampliato rispetto al precedente, e sono state realizzate delle opere di arginatura a valle della spalla sinistra, anche a protezione della nuova opera di presa del rio Vercellino.

Le simulazioni sono state svolte sulla base della geometria e dei ponti presenti in occasione dell'anno di riferimento della piena, dunque le simulazioni con la portata dell'evento del 2000 sulla base della geometria presente a tale data e le simulazioni per gli altri tempi di ritorno sulla base della geometria attuale.



Figura 23 – Interventi sulla sponda sinistra del torrente Orco successivi agli ultimi eventi alluvionali: arginatura a valle del ponte della SP 565 e nuova opera di presa del rio Vercellino.

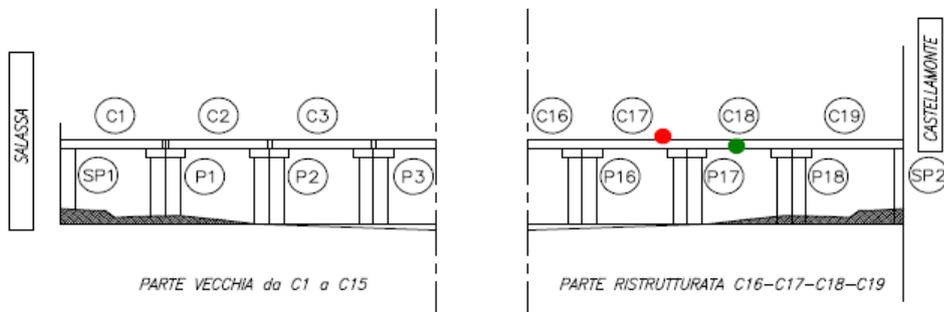


Figura 24 – Ponte sul torrente Orco lungo la S.P. 565 Salassa – Castellamonte, ricostruito dopo la piena dell'ottobre 2000.

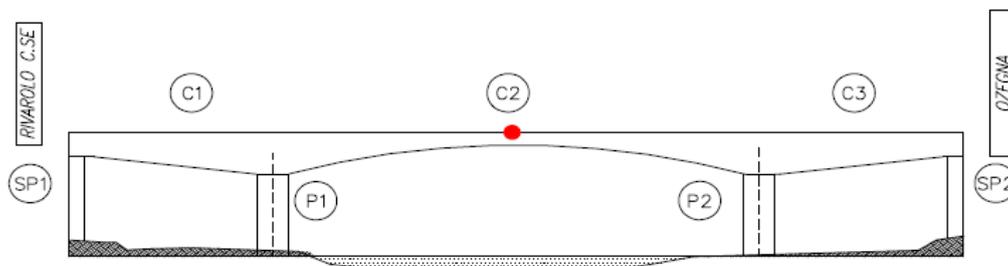


Figura 25 – Ponte sul torrente Orco lungo la S.P. 222 tra Rivarolo C.se e Ozegna.



6.3 I MODELLI DI CALCOLO IMPLEMENTATI

Il presente studio è stato condotto parallelamente con il supporto di simulazioni eseguite sia in mono, sia in bidimensionale. Nel primo caso il modello è stato allestito utilizzando anche la traccia delle sezioni trasversali dell'alveo adottate nel PGRA per lo studio idraulico del Fiume Orco.

In entrambi i casi è stata utilizzata la base topografica di maggior dettaglio ad oggi disponibile, rappresentata dal *Modello Digitale del Terreno (DTM)* realizzato dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (M.A.T.T.M.) nell'ambito del Piano Straordinario di Telerilevamento (P.S.T.) con volo LIDAR, che presenta un'elevata precisione altimetrica (± 0.15 m) e planimetrica (mediamente 0.8 punti ogni m²). Essa è stata integrata, come detto, da rilievi in campo con stazione totale e antenne GPS.

Il modello monodimensionale, meno adatto alla modellizzazione del tratto di fiume in analisi, è stato usato per la taratura, per la verifica di singolarità e per la taratura dei ponti e delle aperture nei rilevati stradali legate a canali e bealere.

Il modello idraulico bidimensionale dell'area di interesse è attualmente calibrato per la simulazione del deflusso di piena nell'alveo inciso e nell'area golenale destra e sinistra.

In prima battuta si era assunta l'ipotesi cautelativa di mancata riattivazione del rio Vercellino e degli altri canali in golena sinistra, a seguito delle nuove infrastrutture realizzate. In seconda ipotesi più cautelativa (studio definitivo) si è approfondita l'ipotesi di riattivazione dell'idrografia secondaria in sinistra idrografica, estendendo il modello a monte del ponte di Rivarolo Canavese e della S.P. 565.

6.3.1 Implementazione della modellazione monodimensionale

La modellizzazione monodimensionale consta di 2 modelli, il modello principale sull'**asta del Torrente Orco** e un secondo modello, indipendente, per simulare il comportamento in condizioni di piena del **rio Levesa**, nel tratto compreso tra il confine comunale con Ogliasco e frazione Bolleri.

6.3.1.1 Sezioni di calcolo

Il **modello monodimensionale dell'Orco** è stato costruito su un tratto di asta fluviale pari a 12 km che comprende 65 sezioni del PGRA a partire dalla sezione 25, posta a monte del ponte della SP565 pedemontana Salassa-Castellamonte, fino alla sezione 16, a valle del ponte della SP41 Feletto-Lusigliè nei pressi dell'abitato di Cortereggio. Le sezioni in esame sono state estese sino al peggiore scenario di allagamento per tempo di ritorno pari a 500 anni (al limite più esteso tra Fascia C del PAI e Scenario L del PGRA).

Il **modello monodimensionale del rio Levesa** è invece costruito con 75 sezioni rilevate con GPS, a seguito di una specifica campagna di rilievi topografici eseguiti dai sottoscritti, e comprende l'implementazione di 18 ponticelli, anch'essi rilevati. Il tratto in studio si estende pertanto per circa 2,5 km.

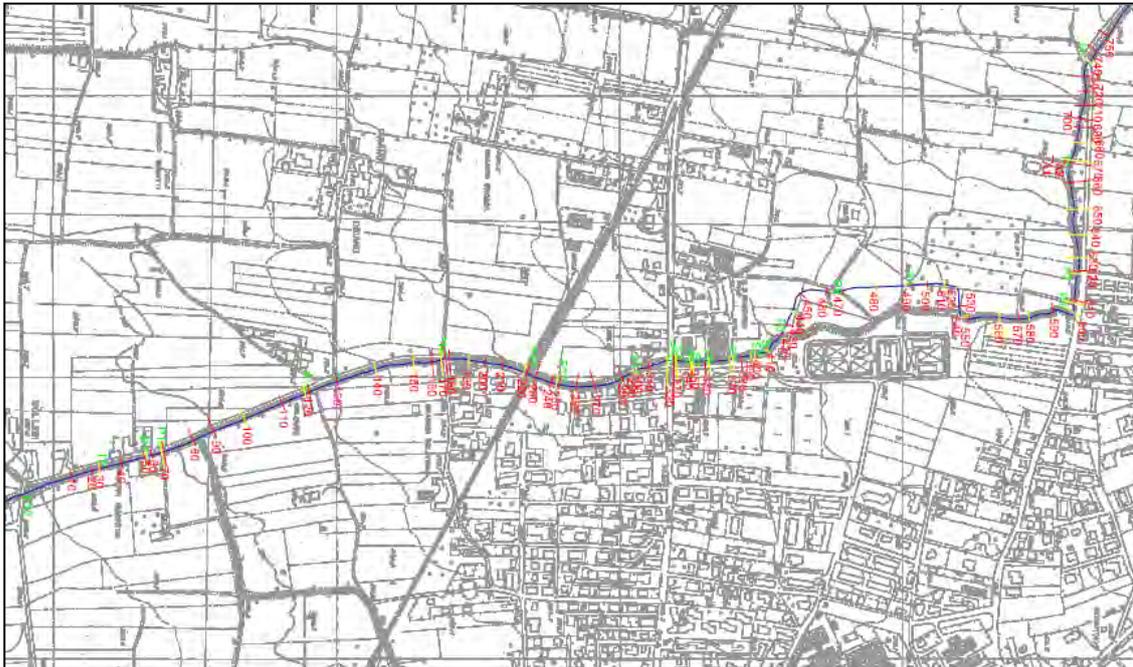


Figura 26 – Area di studio, con le sezioni implementate nel modello monodimensionale sul rio Levesa, su base CTP: tratto dal confine con Oglianico alla frazione Bolleri.

6.3.1.2 Parametri di scabrezza

Per quanto riguarda le condizioni di scabrezza del T. Orco sono stati utilizzati valori del parametro n di Manning pari quelli impostati nel modello monodimensionale in moto permanente del P.G.R.A., differenziando le aree perfluviali da quelle dell'alveo attivo:

- $n = 0.045 \text{ s m}^{-1/3}$ per l'alveo attivo;
- $n = 0.08 \text{ s m}^{-1/3}$ per le aree perfluviali.

I valori indicati sono stati calcolati coerentemente con le linee guida di cui alla "Criteri per la valutazione della compatibilità idraulica delle infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico all'interno delle fasce A e B" (Allegato alla deliberazione n. 2/99, in data 11 maggio 1999) ovvero considerando le condizioni del terreno, lo stato vegetativo, il grado di sinuosità, l'irregolarità della superficie della sezione, e la variazione della forma e della dimensione della sezione trasversale.

I limiti dell'alveo attivo sono stati fissati sulla base dell'osservazione delle più recenti ortofoto dell'area di studio e hanno poi avuto una successiva calibrazione manuale sulle singole sezioni del modello.

Per le scabrezze del rio Levesa si è applicato un valore di scabrezza delle aree perfluviali in relazione al tipo di terreno (da prato a strada), variando i valori da $n = 0.05$ a $0.02 \text{ s m}^{-1/3}$; per quanto riguarda l'alveo inciso si è adottato un valore di scabrezza, anch'esso dipendente dai tratti considerati, più o meno artificiali, variando i valori mediamente da $n = 0.026 \text{ s m}^{-1/3}$ a $n = 0.031 \text{ s m}^{-1/3}$.



6.3.1.3 Condizioni al contorno

Le condizioni di deflusso del **torrente Orco** sono state simulate con riferimento a quattro differenti portate al colmo di piena, tre delle quali legati ad un corrispettivo tempo di ritorno, ovvero a TR=20, 200, 500 anni, e la quarta legata alla piena dell'alluvione del 2000. Le portate al colmo di piena sono state assunte pari a quelle utilizzate nel PGRA nella sezione di Feletto (sezione 20 del PAI):

- 1.270 m³/s, portata con tempo di ritorno pari a 20 anni;
- 1.800 m³/s, portata dell'evento alluvionale dell'evento del 2000;
- 2.370 m³/s, portata con tempo di ritorno pari a 200 anni;
- 2.870 m³/s, portata con tempo di ritorno pari a 500 anni.

Per il **rio Levesa**, le portate sono quelle individuate nel § 4.4, e di seguito riportate; lungo il percorso da monte verso valle, il valore di portata è stata quindi assunto variabile, per tenere conto dei diversi contributi dei sottobacini:

SEZIONE	n°	Tempo di ritorno [anni]				
		20	50	100	200	500
confine comunale	750	4,3	7,3	9,6	11,9	15,1
presa rivarolo	660	3,3	6,3	8,6	10,9	14,1
presa perardi	570	3,2	6,2	8,4	10,8	14,0
cimitero Rivarolo	560	4,3	7,6	10,0	12,6	16,0
SP42	490	4,9	8,3	10,9	13,6	17,1
chiusura	310	5,5	9,1	11,8	14,6	18,2

Le simulazioni hanno fatto riferimento a condizioni di moto permanente. Conseguentemente, come noto dal calcolo numerico, per ciascuno scenario, ossia per ciascun tempo di ritorno, è necessario definire una sola condizione al contorno, salvo il caso in cui si verificano dei cambiamenti di regime (da corrente veloce a lenta), nel qual caso è necessario imporre due condizioni al contorno.

Poiché quasi mai è possibile stabilire a priori il regime con cui si svolge il moto, soprattutto in corsi d'acqua naturali, dove per la estrema irregolarità della geometria si possono verificare vari cambiamenti di regime, è opportuno assegnare entrambe le condizioni al contorno, a monte e a valle, e verificare a posteriori se la condizione assegnata ha avuto o meno influenza sul profilo di corrente. All'estremo di valle e di monte del dominio, le condizioni al contorno sono rappresentate dalla pendenza media del fondo tra l'ultima sezione considerata e la successiva, o precedente.

6.3.2 Implementazione del modello bidimensionale

6.3.2.1 Scenari simulati

Gli scenari simulati con la modellazione bidimensionale sono stati i seguenti:

- Ricostruzione, mediante back-analysis, delle modalità di deflusso dell'evento di piena dell'ottobre 2000: i risultati sono stati ottenuti per calibrare in prima approssimazione i principali parametri caratteristici del modello (definizione della mesh di calcolo, attribuzione dei valori di scabrezza, definizione delle condizioni al contorno, etc.);



- Simulazione del deflusso associato alla portata di piena con tempo di ritorno 20 anni;
- Simulazione del deflusso associato alla portata di piena con tempo di ritorno 200 anni;
- Simulazione del deflusso associato alla portata di piena con tempo di ritorno 500 anni.

I tre scenari per i differenti tempi di ritorno sono riferiti alle portate di piena assunte nel primo Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni (PGRA), come già mostrato in Tabella 6.

6.3.2.2 Geometria

La geometria di calcolo è stata sviluppata sulla base delle informazioni topografiche desunte dal DTM passo 1 m, opportunamente integrate e modificate per adattarsi al meglio agli obiettivi ricercati. In ogni caso il dominio di calcolo è stato sufficientemente esteso in modo:

- da rendere trascurabili le imprecisioni di calcolo che si manifestano nell'intorno delle interfacce su cui sono applicate le condizioni al contorno di monte e di valle;
- da comprendere trasversalmente le aree interessate dai deflussi di piena.

In particolare, l'area di studio si estende da monte del concentrico di Rivarolo C.se, sino a valle dell'abitato di Cortereggio: il dominio di calcolo è dunque centrato sul tratto di corso d'acqua d'interesse per il presente studio, ossia quello che si sviluppa nei territori comunali di Filetto (in destra idrografica) e Lusigliè (in sinistra).

La maglia è costituita da circa 235'000 celle di calcolo per un'estensione complessiva di circa 23,3 km².

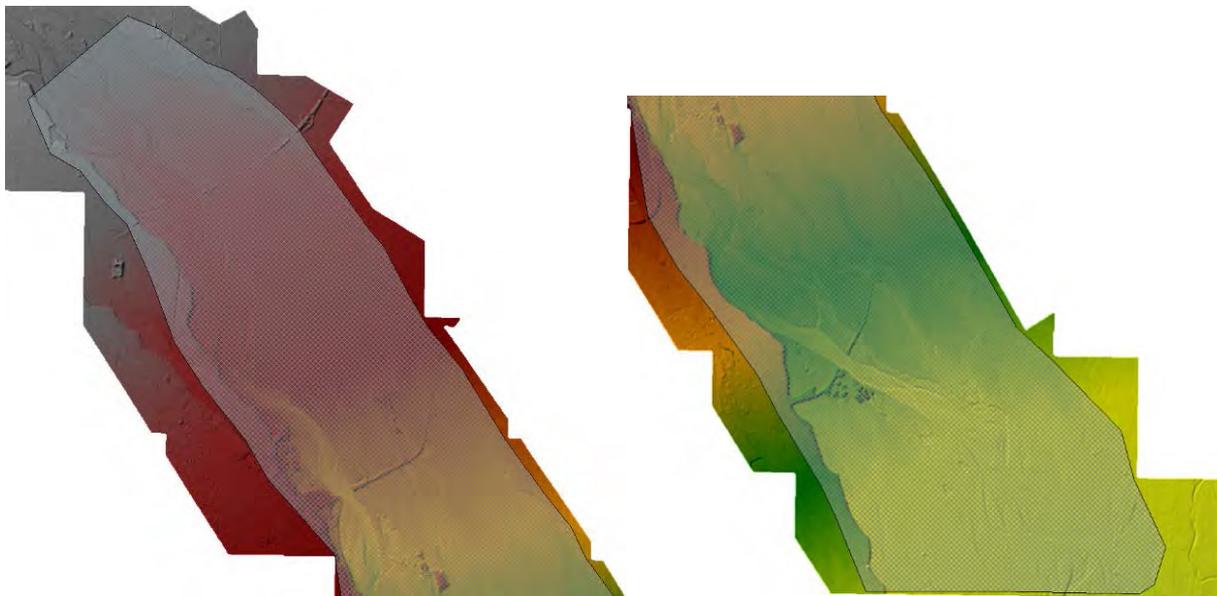


Figura 27 – Dominio di calcolo e rappresentazione della maglia su base DTM: stralcio di monte (a sinistra) e di valle (a destra).

La geometria è stata di volta in volta localmente modificata per adattarsi agli scenari simulati. In particolare:



- Simulazione evento 2000: è stato modificato il DTM di base in modo da consentire al deflusso di piena dell'Orco di incanalarsi anche lungo il rio Vercellino e la Gora di Ozegna sin da monte del ponte della SP 565 con l'erosione della spalla sinistra del ponte (crollato durante l'evento); altre erosioni sono state introdotte in corrispondenza della vecchia presa del rio Vercellino e a valle della S.p. 222 di Ozegna sempre in sinistra idrografica, in corrispondenza della cava di inerti e dell'ecocentro;
- Simulazioni per portate con TR = 20 - 200 anni e 500 anni: è stato riaperto il passaggio sul rilevato della S.P. 41 nell'area golenale del T. Orco, costituito dalle due arcate la cui luce è stata ripristinata in seguito all'evento alluvionale del 2000;
- Nel DTM sono state inoltre inserite tutte le infrastrutture non presenti, in particolare i ponti e i "culvert" dell'idrografia secondaria (rio Vercellino, gora di Ozegna, bealera Abbaziale).

Si noti che nel presente approfondimento dello studio, è stata simulata anche la configurazione più realistica del deflusso di piena dell'evento alluvionale dell'ottobre 2000, ossia non consentendo il deflusso attraverso i fornici presenti in golenina sinistra, occlusi dal rilevato stradale della SP 41 con la ricostruzione del ponte avvenuta nel '35 e riaperti, come scritto, soltanto dopo la piena del 2000 per incrementare l'efficienza idraulica della struttura di attraversamento.



Figura 28 – Confronto tra la geometria adottata per la simulazione dell'evento 2000 (a sinistra) e quella per le simulazioni eseguite con riferimento alle portate di piena con TR 20 e 200 anni (a destra): si noti l'occlusione del varco nel rilevato della S.P. 41 costituito dalle due arcate.

6.3.2.3 Scabrezza

Il parametro di scabrezza è stato attribuito alle singole celle della mesh di calcolo mediante approfondita analisi dell'uso del suolo eseguita con il supporto della classificazione eseguita nell'ambito del progetto "Corine Land Cover" e in funzione della differente risposta in termini di resistenza al deflusso della corrente idrica (Figura 29). In particolare, le principali classi di uso del suolo adottate sono state le seguenti: *alveo attivo, barre/isole vegetate, aree golenali a prato, aree golenali boscate, zone urbanizzate ed infrastrutture.*



Per ciascuna classe di uso del suolo si è provveduto ad associare il più opportuno valore del coefficiente di scabrezza individuato secondo la formulazione di Manning. Per quanto concerne l'alveo attivo, gli Scriventi hanno ritenuto opportuno mantenere il medesimo valore di scabrezza secondo Manning, assegnato nell'ambito dello Studio del P.G.R.A., e pari a 0,045.

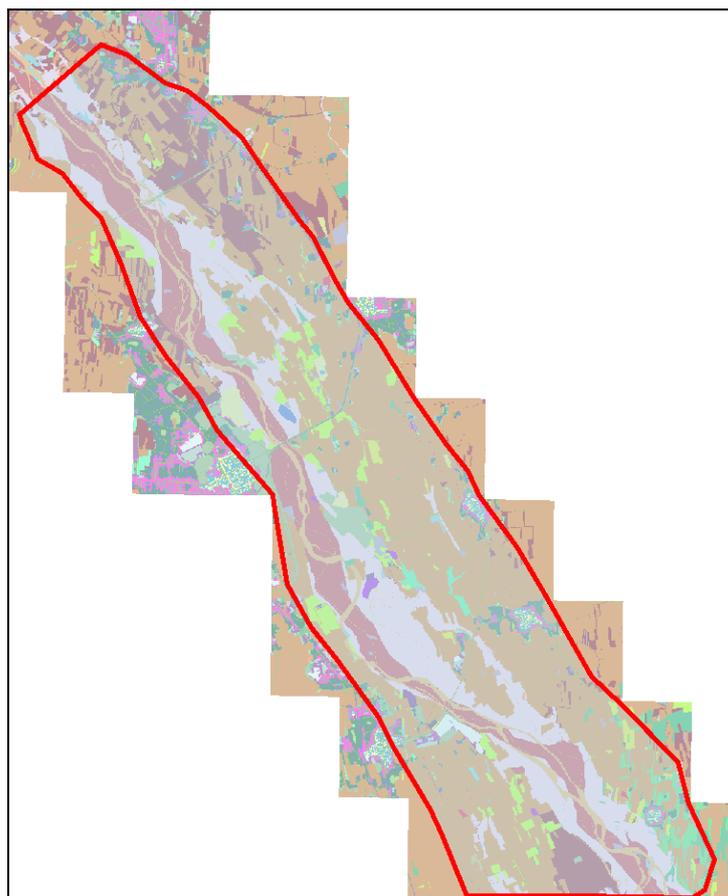


Figura 29 – Suddivisione del modello in aree caratterizzate da differenti coefficienti di scabrezza.

6.3.2.4 Condizioni al contorno

In linea generale le condizioni al contorno sono state attribuite come segue:

- Idrogramma di piena imposto al limite di monte dell'area di studio;
- "Normal depth" al limite di valle dell'area di studio.

L'idrogramma è stato ovviamente fatto variare in funzione dello scenario simulato, mentre la condizione al contorno di valle è stata mantenuta costante. Di seguito si riportano gli idrogrammi utilizzati in input per ciascuna delle simulazioni svolte.

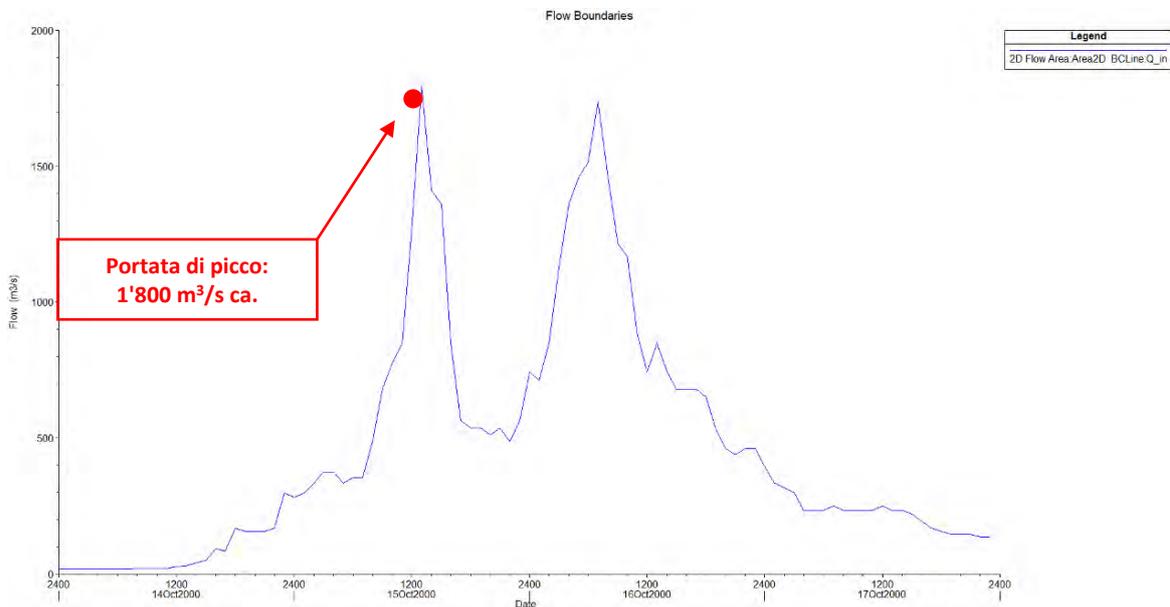


Figura 30 – Idrogramma ricostruito per l'evento 2000.

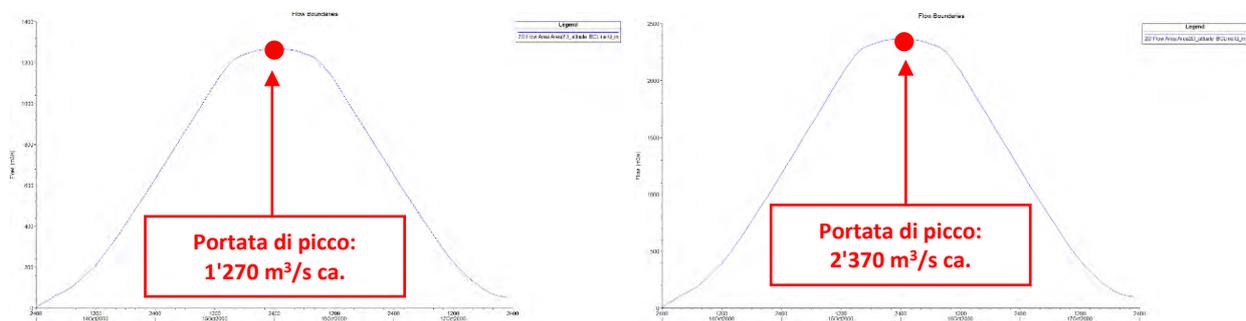


Figura 31 – Idrogrammi per le portate di piena con TR 20 e 200 anni.

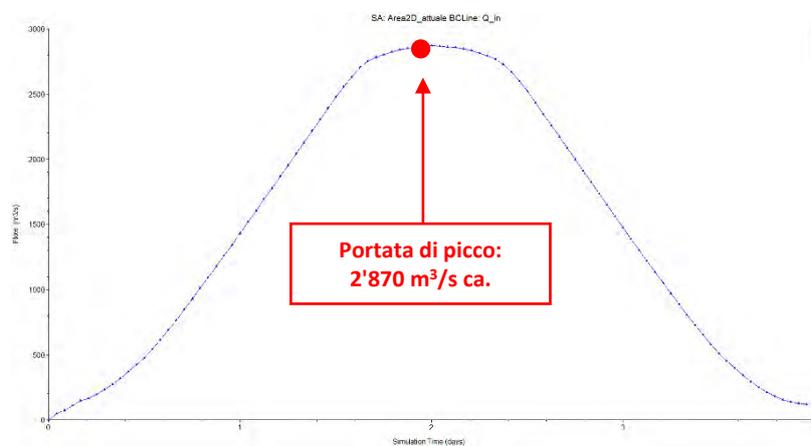


Figura 32 – Idrogramma per le portate di piena con TR 500 anni.



7. RISULTATI DELLE SIMULAZIONI IDRAULICHE

Nella seguente descrizione vengono riportati sinteticamente i principali risultati delle simulazioni idrauliche ottenute dai diversi modelli numerici, per il tratto di alveo del torrente Orco nel territorio comunale, del rio Vercellino e del rio Levesa.

Si rimanda agli Allegati alla presente relazione e alle tavole grafiche per i risultati completi.

7.1 RISULTATI MODELLO MONODIMENSIONALE DEL T. ORCO

Il modello monodimensionale del T. Orco mostra un profilo piuttosto regolare, sempre in condizioni di corrente lenta, ovvero rigurgitata da valle, per Tr 20, l'evento dell'ottobre 2000, Tr 200 e Tr 500 anni (Figura 33); si evidenzia un abbassamento localizzato in corrispondenza dell'opera di presa del rio Vercellino, dovuto alla presenza di un piccolo salto di fondo, dove il moto si approssima a condizioni critiche di velocità.

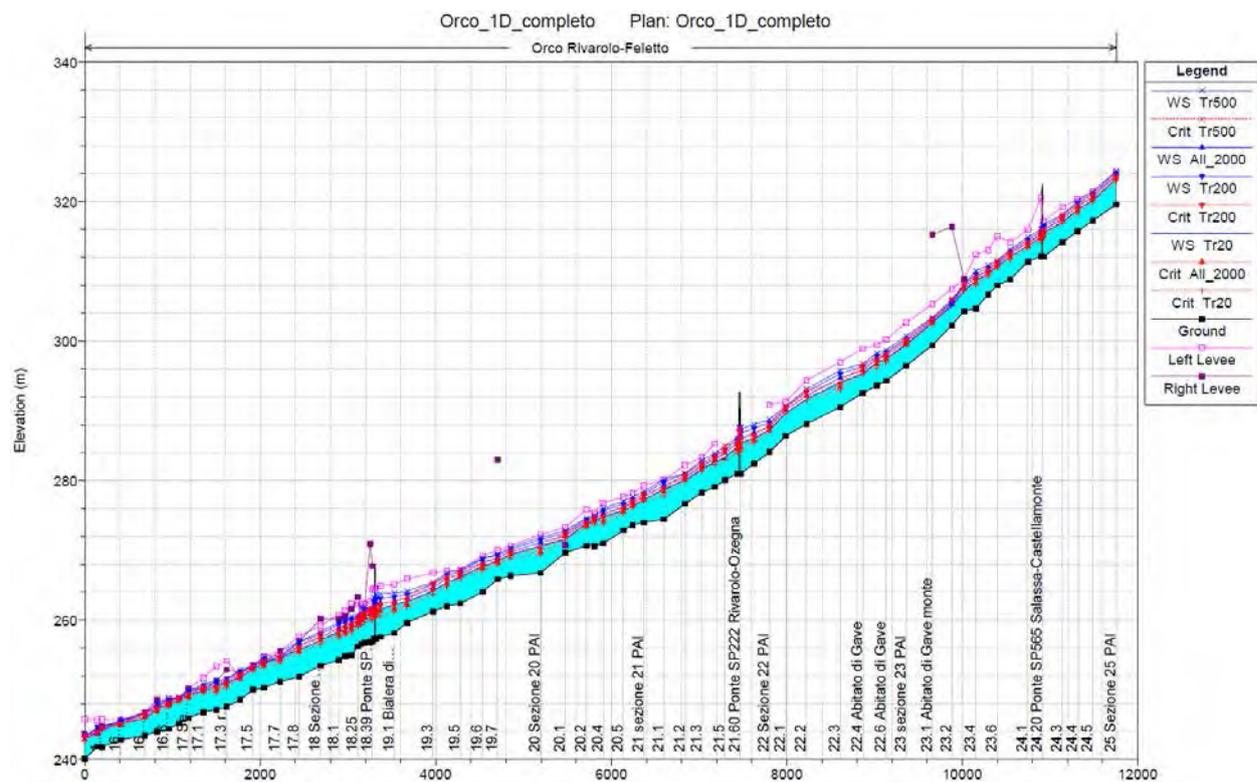


Figura 33 – Profilo dell'alveo per Tr 20 anni, per la portata dell'evento del 2000 e per Tr 200 e 500 anni.

Per quanto riguarda le sezioni, ne vengono riportate alcune, maggiormente significative:

- La sezione 24.20, in corrispondenza del nuovo ponte della SP 565 "Pedemontana";
- La sezione 24.0 a valle del ponte della SP 565;
- La sezione 22.50, che risulta essere la più rappresentativa nell'area dell'abitato delle Gave.



La sezione 24.2, in corrispondenza del ponte Salassa - Castellamonte mostra come in tale punto non si manifesterebbe allagamento dell'area golenale sinistra direttamente dal torrente Orco. Va sottolineato tuttavia come il modello non possa tenere conto dell'esondazione dell'area golenale che potrebbe provenire da Castellamonte, che sarebbe in grado di proseguire verso valle attraverso il sottopasso della SP 565 presente proprio in sinistra idraulica.

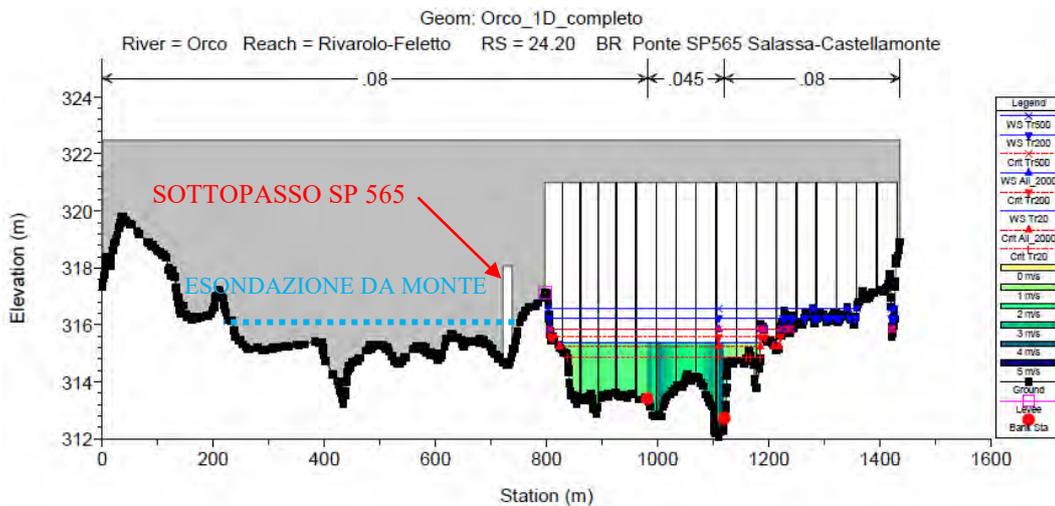


Figura 34 – Sezione a monte del ponte della SP 565 , con evidenza dei livelli idrometrici rispetto alla quota arginale (ipotesi di non esondazione da monte, nell'area di Castellamonte).

Anche la sezione a valle del ponte evidenzia la presenza dell'argine in grado di contenere i livelli di piena del torrente Orco; l'area golenale sinistra potrebbe quindi unicamente essere interessata da esondazione o per le eventuali acque che defluiscono da monte attraverso il sottopasso o per la tracimazione della SP 565. Altra eventualità potrebbe essere connessa ad una rottura dell'argine stesso.

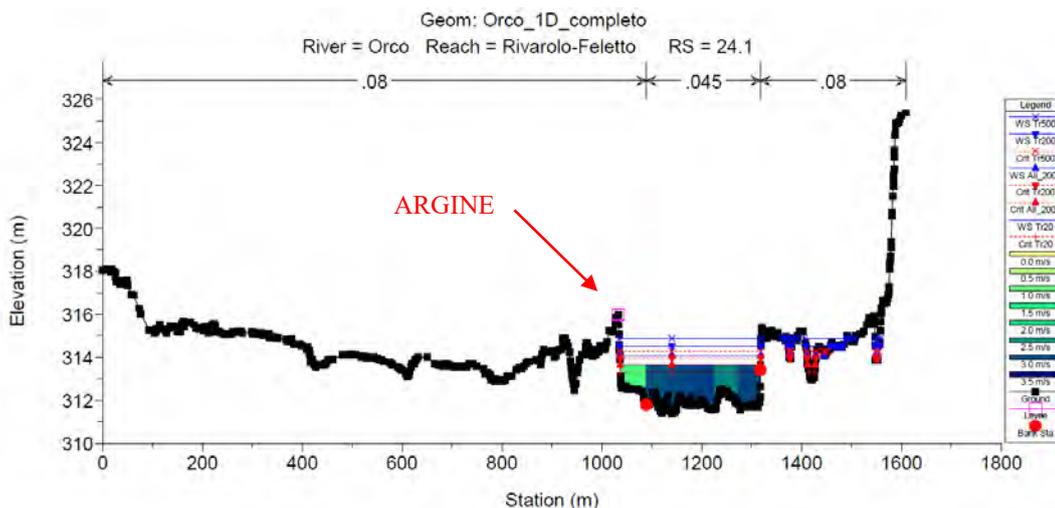


Figura 35 – Sezione a valle del ponte della SP 565 , con evidenza dei livelli idrometrici rispetto alla quota arginale (ipotesi di non aggiramento della piena per tracimazione della SP 565).



La sezione 22.5 in corrispondenza dell'abitato delle Gave, evidenzia che la dinamica di esondazione non è direttamente connessa ad elevati livelli idrici del torrente Orco in tale tratto, ma unicamente alle acque di eventuale tracimazione provenienti da monte, convogliate dalla rete idrografica secondaria (rio Vercellino). L'insediamento sorge infatti su un terrazzo posto a quote superiori di circa 2 metri rispetto ai livelli di piena del torrente Orco, nella sezione idraulica di riferimento.

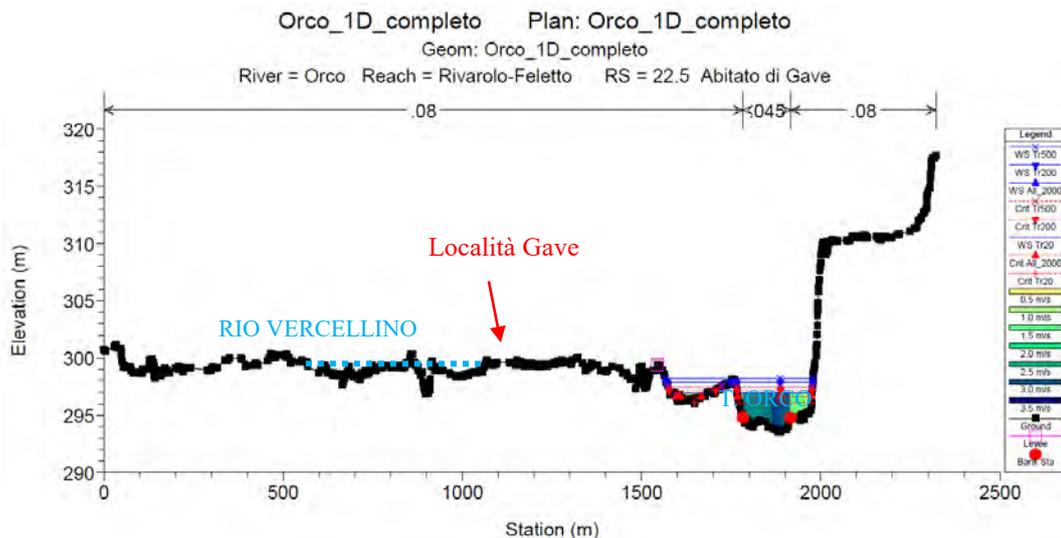


Figura 36 – Sezione in corrispondenza dell'abitato delle Gave, con evidenza dei livelli idrometrici del T. Orco rispetto alla quota del terrazzo (ipotesi di non aggiramento della piena per tracimazione della SP 565).

I risultati del modello monodimensionale del T. Orco sono riportati integralmente nell'ALLEGATO 1.

7.1.1 Dinamica lungo il Rio Vercellino in corrispondenza del ponte di Rivarolo

Il Rio Vercellino è quindi la principale causa di allagamento per la sponda sinistra del torrente Orco tra il ponte della SP. 565 e quello della SP 222 per Ozegna; tale corpo idrico secondario preleva le proprie acque dal Torrente Orco subito a valle del ponte della SP565 (vedi capitolo 5) e può essere una via preferenziale di convogliamento delle acque di esondazione del torrente Orco provenienti da monte, anche oltre il rilevato della SP 565, che risulterebbe tracimabile alle piene di maggiore intensità.

A partire dal modello monodimensionale del T. Orco, forzando i livelli idrici a monte del ponte sul rio Vercellino della SP222 si è calcolata una portata di massima occorsa nell'evento alluvionale del 2000. Nella fattispecie, sulla base della carta degli allagamenti dell'evento alluvionale del 2000 (fonte Arpa Piemonte) si deducono i battenti idrici registrati a monte del ponte della SP222 sul Rio Vercellino. Nella sezione nota dell'attraversamento si è potuta calcolare in prima analisi la portata defluita nel corso dell'evento alluvionale del 2000, ossia circa 40-50 m³/s (tabella successiva) affinché il dato potesse costituire un riferimento per le successive valutazioni. Tale portata si può considerare come un limite superiore, per piene centennali (pari a quella dell'alluvione del 2000), in quanto le forti modifiche delle condizioni al contorno avvenute all'opera di presa del rio Vercellino non possono che portare un beneficio in relazione alla sua più che probabile diminuzione.



Tabella 8 – Dettaglio della portata dell'alluvione del 2000 Rio Vercellino nell'attraversamento della SP222.

Plan: completo_verc Orco Rivarolo-Feletto RS: 21.60 Open#1: Verc_SP222 Profile: All_2000

Q Culv Group (m3/s)	43.55	Culv Full Len (m)	
# Barrels	1	Culv Vel US (m/s)	2.79
Q Barrel (m3/s)	43.55	Culv Vel DS (m/s)	2.80
E.G. US. (m)	288.79	Culv Inv El Up (m)	286.00
W.S. US. (m)	288.79	Culv Inv El Dn (m)	286.00
E.G. DS (m)	288.59	Culv Frctn Ls (m)	0.01
W.S. DS (m)	288.59	Culv Exit Loss (m)	0.40
Delta EG (m)	0.19	Culv Entr Loss (m)	0.00
Delta WS (m)	0.19	Q Weir (m3/s)	
E.G. IC (m)	288.79	Weir Sta Lft (m)	
E.G. OC (m)	289.05	Weir Sta Rgt (m)	
Culvert Control	Inlet	Weir Submerg	
Culv WS Inlet (m)	288.60	Weir Max Depth (m)	
Culv WS Outlet (m)	288.59	Weir Avg Depth (m)	
Culv Nml Depth (m)		Weir Flow Area (m2)	
Culv Crt Depth (m)	1.75	Min El Weir Flow (m)	292.70

7.2 RISULTATI DELLA MODELLAZIONE MONODIMENSIONALE LUNGO IL RIO LEVESA

Il modello idraulico del rio Levesa è esteso al tratto compreso tra il confine comunale con Oglianico e la frazione Bolleri. Dal profilo idraulico per tempi di ritorno di 20 anni, si osserva che il deflusso di piena è contenuto nelle sponde dell'alveo lungo tutto il tratto in studio.

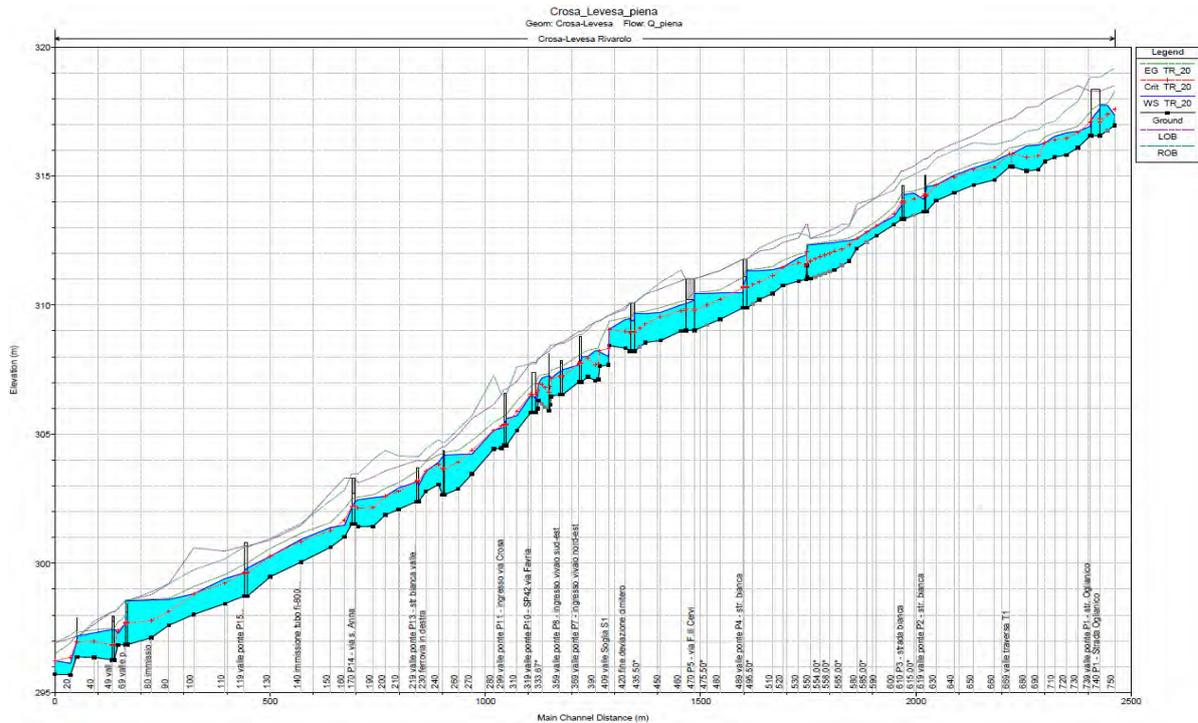


Figura 37 – Profilo di piena del rio Levesa per Tr 20 anni.



Per lo scenario con tempo di ritorno 50 anni, si presentano esondazioni in alcuni tratti limitati e spesso localizzati, per l'insufficienza della quota spondale o per effetti di rigurgito causati da attraversamenti a luce ridotta. Per tempi di ritorno superiori, tali effetti risultano maggiormente evidenti.

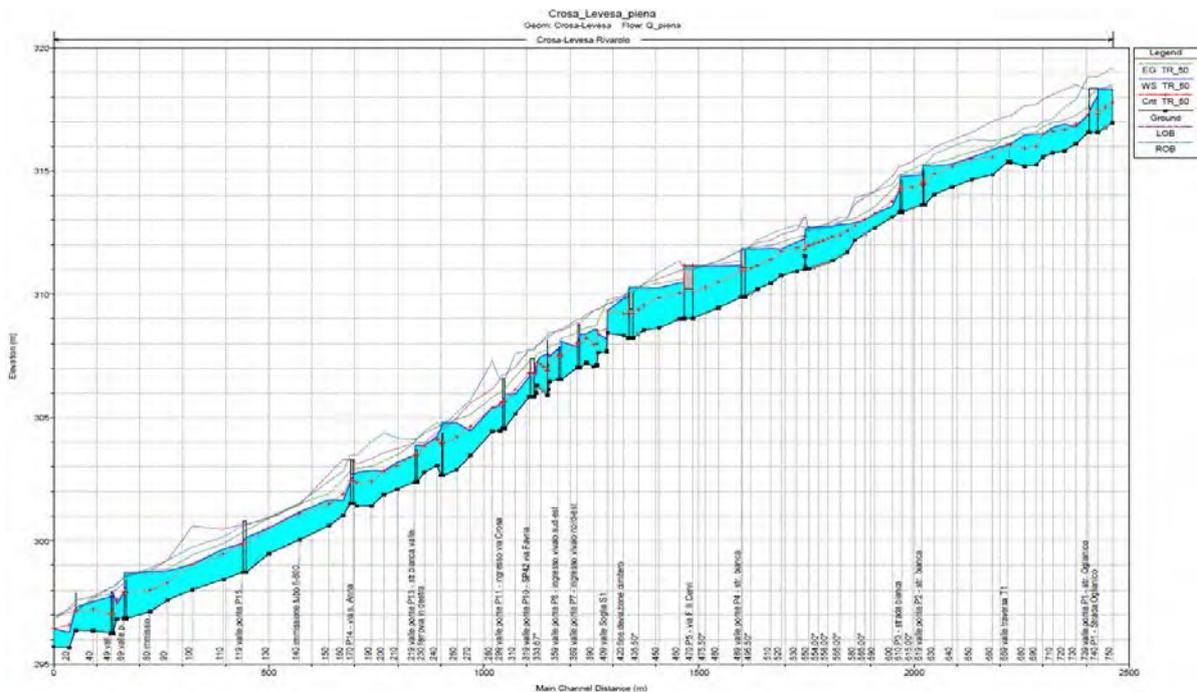


Figura 38 – profilo di piena del rio Levesa per Tr 50 anni.

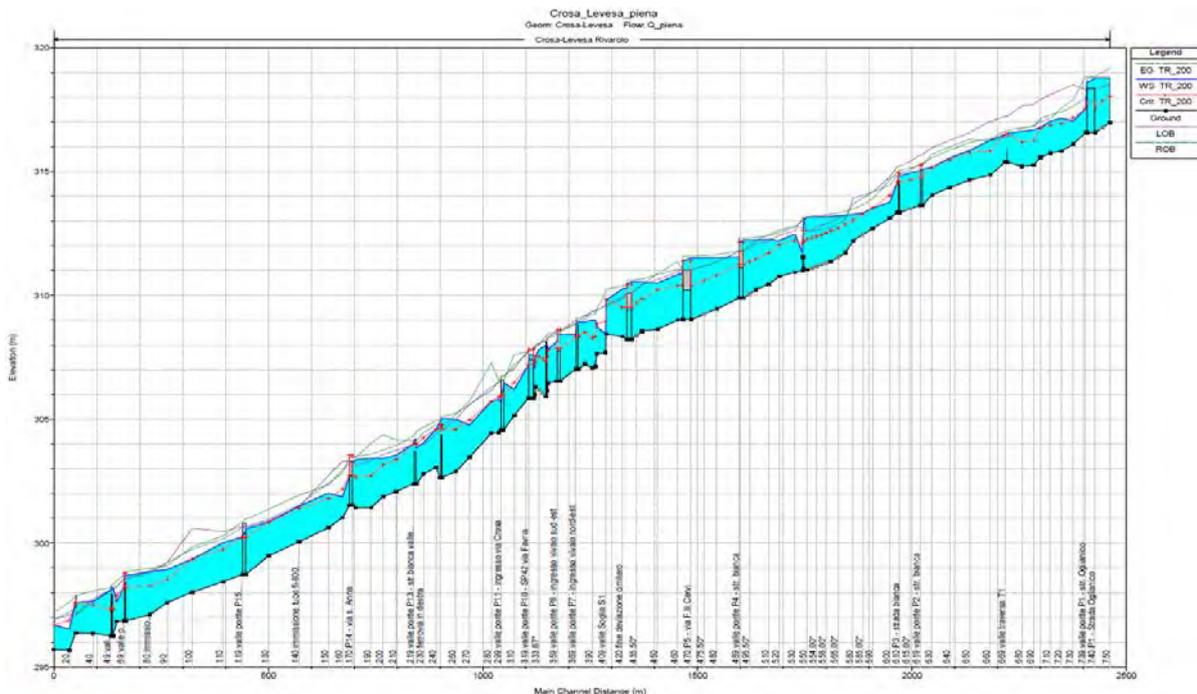


Figura 39 – Profilo di piena del rio Levesa per Tr 200 anni.



Occorre rimarcare che oltre a criticità indotte da attraversamenti a luce ridotta o da sezioni non sufficienti a contenere i livelli di piena per eventi parossistici, lungo il tratto in esame sono presenti numerose prese irrigue, alcune delle quali con paratoie, che potrebbero causare interferenza con il deflusso di piena, se non gestite correttamente.

Le simulazioni condotte ipotizzano infatti che il deflusso di piena, in corrispondenza di tali opere, avvenga nelle condizioni di paratoie sollevate o semi aperte. In alcuni casi, anche nella situazione di paratoia totalmente aperta, la presenza della presa contribuisce ad amplificare l'erosione del corso d'acqua.

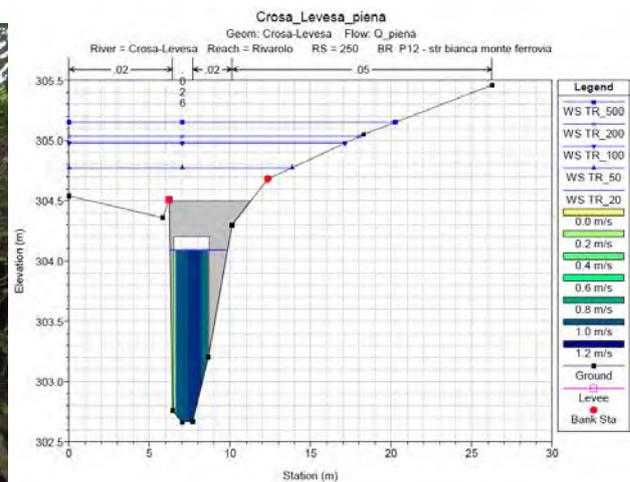


Figura 40 – Esempio di ponticello lungo il rio Levesa (via Crosa), che interferisce con il deflusso di piena.

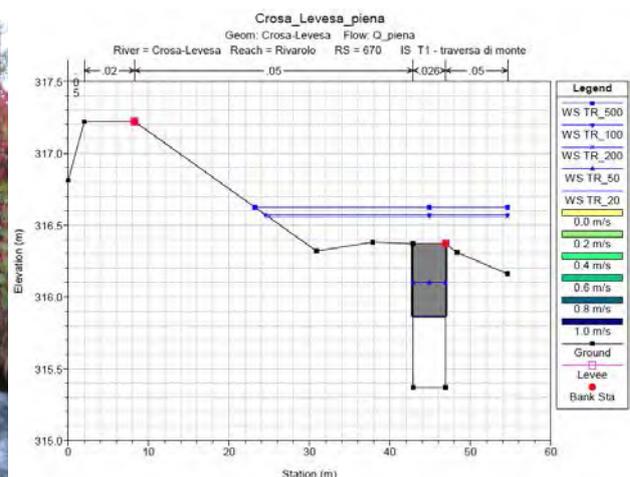


Figura 41 – Esempio di presa irrigua lungo il rio Levesa (via Oglianico), che può interferire con il deflusso di piena in condizioni di semi apertura.

I risultati del modello monodimensionale del rio Levesa sono riportati integralmente nell'ALLEGATO 2.



7.3 RISULTATI MODELLO BIDIMENSIONALE IN MOTO VARIO

Nel presente paragrafo si descrivono i principali risultati ottenuti grazie alle simulazioni eseguite con modellistica bidimensionale. E' del tutto evidente che immagini statiche come quelle che è possibile riportare in relazione e nelle relative tavole grafiche non sono in grado di far apprezzare completamente le dinamiche di deflusso della corrente, ottenibili dal modello di calcolo. Le simulazioni sono state infatti svolte in moto vario, il quale per sua natura può essere osservato in modalità "dinamica", per tutto l'arco temporale dell'evento simulato con gli opportuni strumenti software.

Per le sezioni idrauliche su cui sono riportati i livelli di piena si rimanda all'ALLEGATO 3.

La simulazione del deflusso della piena e delle dinamiche di esondazione del torrente Orco in occasione dell'evento alluvionale dell'ottobre 2000 tiene conto dell'avvenuta riattivazione dell'idrografia secondaria (rio Vercellino) a partire dal ponte della S.P. 565 di Castellamonte.

7.3.1 Simulazione evento di piena occorso nell'ottobre 2000

Scopo della simulazione è stato quello di effettuare una taratura dei principali parametri di input utilizzati per la costruzione dei modelli di calcolo. E' stato dunque imposto che nell'area di calcolo defluisca l'idrogramma di piena già riportato in precedenza, confrontando il risultato ottenuto con la dinamica di esondazione dell'evento alluvionale, così come a suo tempo ricostruita da ARPA Piemonte, e apportando le opportune modifiche per minimizzare gli scostamenti nella risposta del modello.

Il confronto tra la successive figure (v. Figura 42) evidenzia la sostanziale congruenza dei risultati, a testimonianza della bontà delle condizioni al contorno assunte per le simulazioni svolte. La congruenza si manifesta sia per quanto concerne l'inviluppo delle aree allagate, sia le dinamiche di deflusso effettivamente verificatesi che sono state rilevate e/o ricostruite dai tecnici ARPA Piemonte.

Come già accennato in precedenza, durante l'evento del 2000 il rio Vercellino convogliò infatti una notevole portata incanalatasi lungo il corso d'acqua secondario sia direttamente dalla presa (posta in sinistra idrografica, a valle della SP 565), le cui opere di regolazione furono danneggiate e aggirate dalla piena dell'Orco, sia raccogliendo le acque tracimate sopra e attraverso il rilevato della strada provinciale SP 565 (v. Figura 43).

La dinamica è stata perfettamente ricostruita ed è visibile nella successiva immagine. Si rammenta che è normale possano rilevarsi modesti scostamenti tra i risultati ottenuti con la modellazione di "back analysis" e quanto effettivamente avvenuto durante l'evento del 2000. Infatti, la base topografica utilizzata per la simulazione bidimensionale, come detto in precedenza, è un DTM derivato da rilievo aereo eseguito di recente con tecnica Lidar. Ciò inevitabilmente significa assumere una geometria dell'alveo attivo (andamento dei rami d'alveo, conformazione di barre, isole, etc.) che localmente può essere differente rispetto a quella esistente al tempo dell'alluvione del 2000 e, pertanto, può influire sulla dinamica dei deflussi, ad esempio può aver agevolato il convogliamento di portate supplementari dall'Orco al Vercellino, come testé mostrato.

Gli output grafici completi (battenti e velocità di flusso) per lo scenario in esame sono riportate nelle tavole grafiche appositamente predisposte e allegate alla presente relazione.

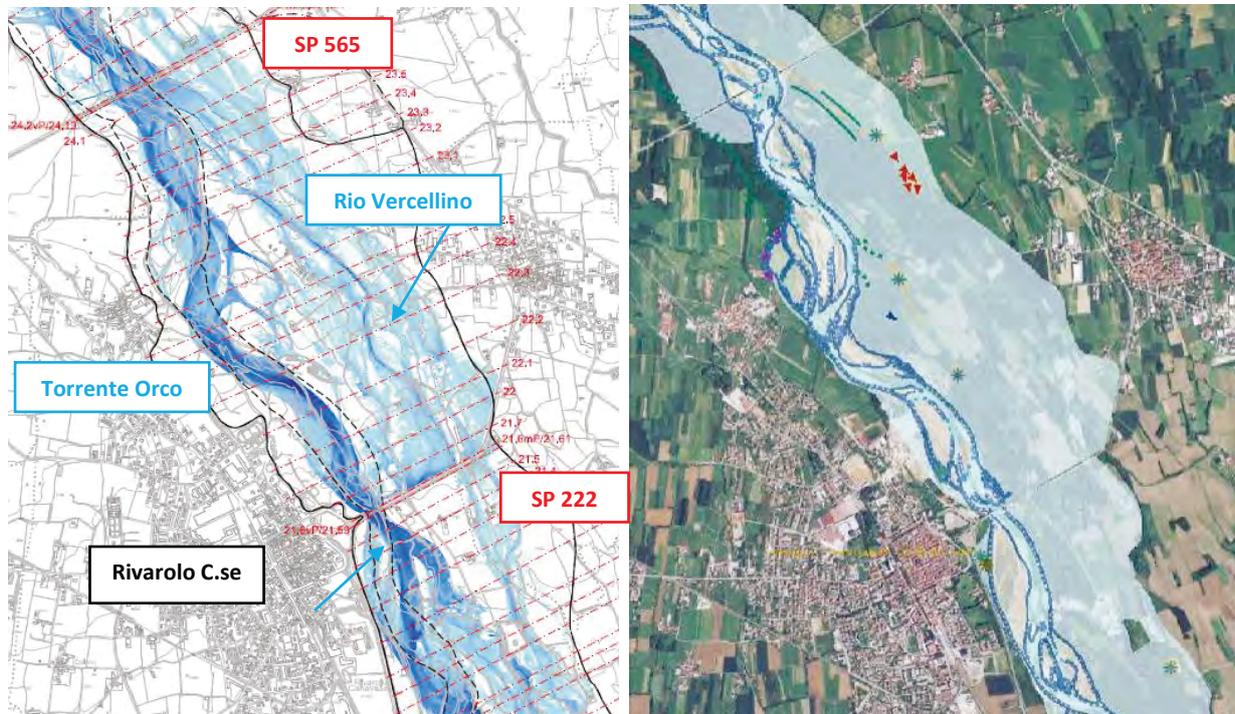


Figura 42 – Confronto tra i battenti idraulici e limiti di allagamento ottenuti dalla simulazione idraulica condotta con riferimento alla back analysis (a sinistra) e mappatura del campo di esondazione dell'evento alluvionale dell'ottobre 2000 (Arpa Piemonte).

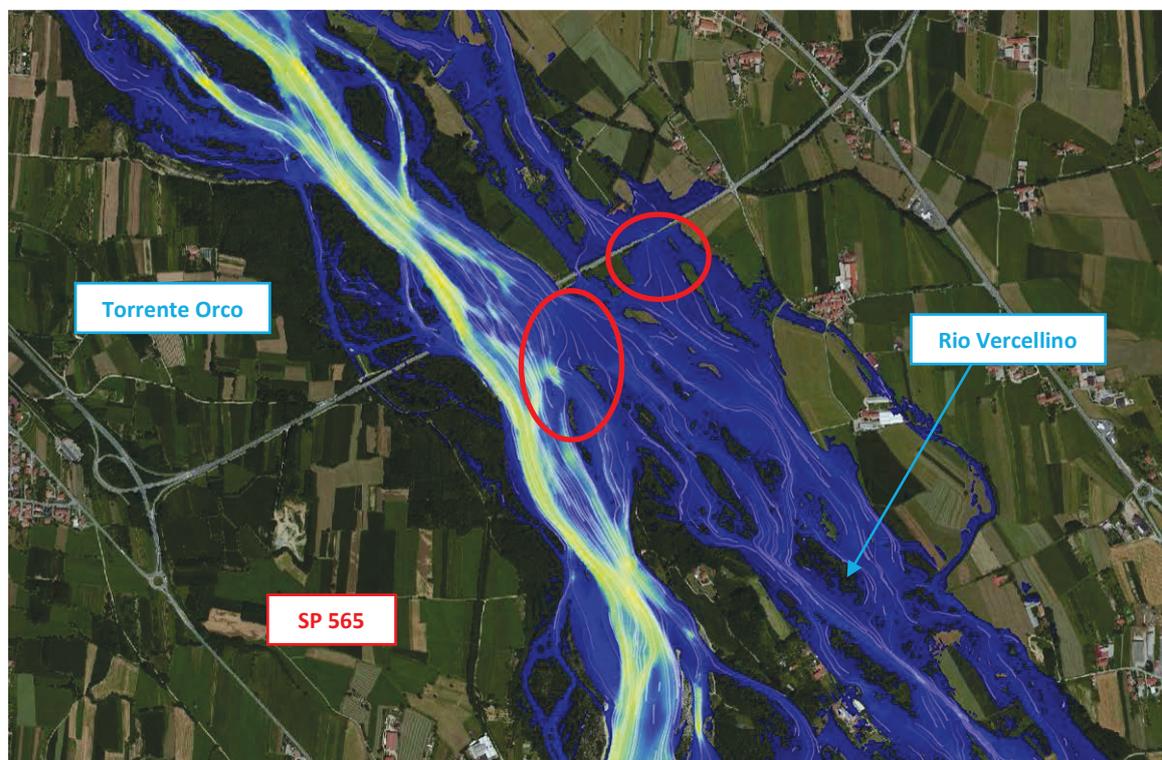


Figura 43 – Origini della portata di piena convogliata dal rio Vercellino durante l'evento alluvionale del 2000.



7.3.2 Simulazione portata di piena con tempo di ritorno 20 anni

La seconda simulazione è stata svolta imponendo il deflusso dell'idrogramma di piena con un colmo di portata associato a un tempo di ritorno pari a 20 anni. L'osservazione dell'immagine riportata in Figura 44 consente a prima vista di apprezzare che per la suddetta portata i deflussi di piena interessano marginalmente le aree golenali del torrente Orco: la fascia di esondazione è contenuta pressoché dalla fascia A del PAI ed è ampiamente inferiore alla fascia H del PGRA.

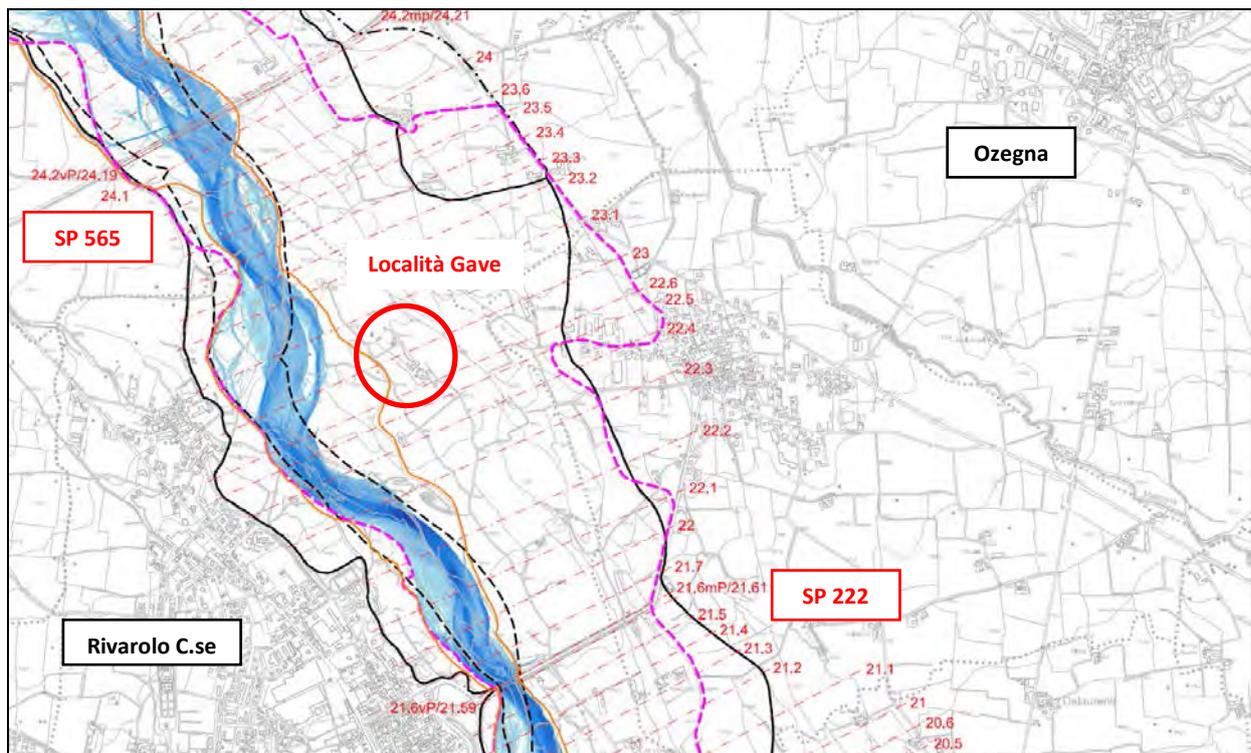


Figura 44 – Battenti idraulici e velocità di flusso del torrente Orco per portate di piena con TR 20 anni.

Ciò soprattutto grazie alle nuove opere di regolazione realizzate alla presa del Vercellino e alla disattivazione della Gora di Ozegna (post 2000), il che contrasta il rischio che l'idrografia secondaria incanali le portate dell'Orco, come avvenuto durante l'evento del 2000.

La bontà delle precedenti affermazioni può essere ulteriormente confermata facendo riferimento al massimo profilo idrico che la corrente raggiunge in corrispondenza di sezioni opportunamente tracciate a monte e valle del ponte della SP222. In entrambi i casi il ciglio di sponda presenta infatti un franco idraulico considerevole sul livello di piena presente nell'alveo del torrente Orco, anche in sinistra idraulica (v. ALLEGATO 3).

Gli output grafici completi (battenti e velocità di flusso) per lo scenario in esame sono riportati nelle specifiche tavole grafiche.



7.3.3 Simulazione portata di piena con tempo di ritorno 200 anni

La terza simulazione condotta ha riguardato lo studio del deflusso dell'idrogramma di piena con un colmo di portata associato ad un tempo di ritorno pari a 200 anni.

In questo caso l'osservazione delle immagini riportate in Figura 45 consente di apprezzare che a valle del rilevato della SP 565 il rio Vercellino incanala portate di piena provenienti da monte, anche se in misura largamente inferiore a quanto avvenuto durante l'evento del 2000, grazie alle nuove opere di regolazione realizzate alla presa, per le discontinuità presenti lungo il rilevato della S.P. 565 (sottopasso stradale e abbassamento puntuale della livelletta stradale in corrispondenza della gora di Ozegna).

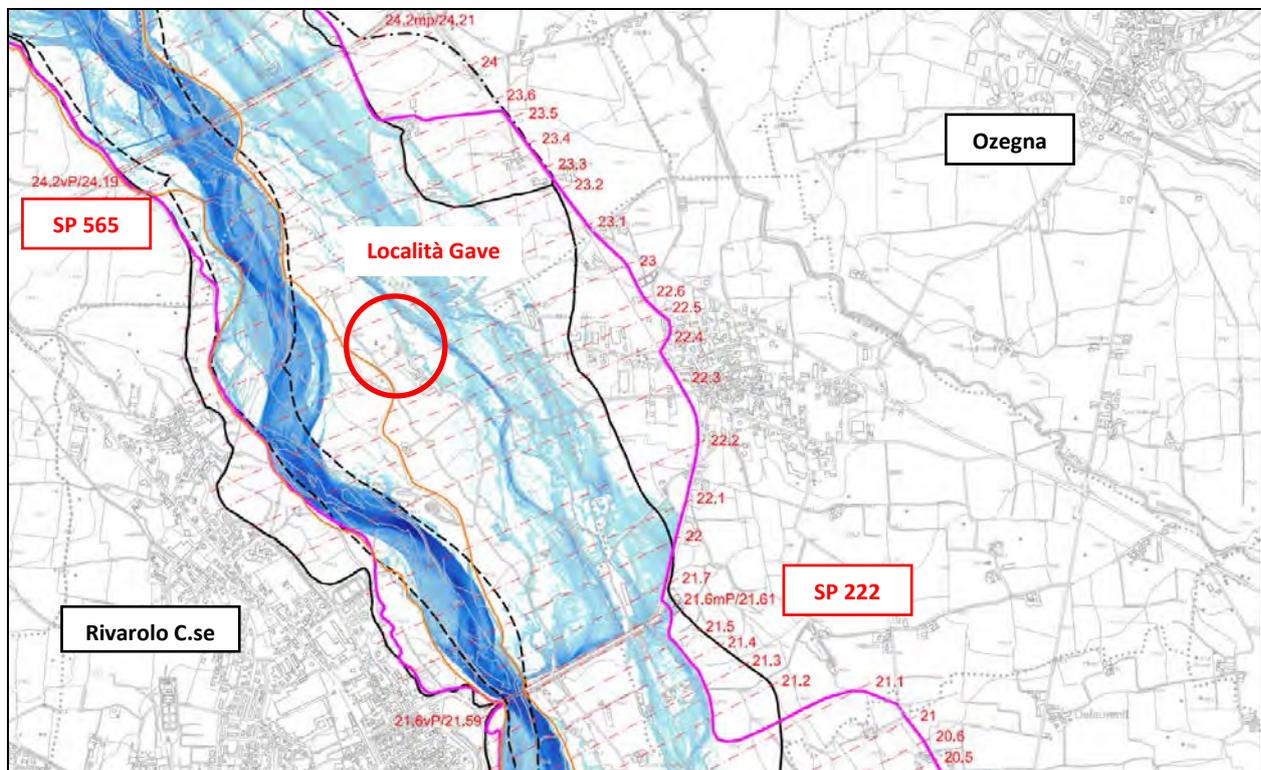


Figura 45 – Battenti idraulici e velocità di flusso del torrente Orco per portate di piena con TR 200 anni.

Tuttavia, la già descritta tendenza delle acque del Vercellino a defluire naturalmente verso valle senza ulteriori alimentazioni da parte del torrente Orco nel tratto a valle dell'opera di presa è del tutto evidente osservando la differenza di quota tra il pelo libero all'interno del rio e quello nell'alveo attivo dell'Orco (sezioni 23.1 - 23). Dalla carta dei battenti idraulici, il campo di esondazione risulta suddiviso tra quello direttamente connesso al deflusso del torrente Orco e quello che deriva dalle acque convogliate dal rio Vercellino sul terrazzo superiore, che presenta un displuvio (alto morfologico) in corrispondenza dell'abitato in località Gave, interessato marginalmente dall'esondazione del rio Vercellino, estesa principalmente verso l'area prossima a Ozegna. Gli output grafici completi (battenti e velocità di flusso) sono riportati, anche per lo scenario in esame, nelle specifiche tavole grafiche.



7.3.4 Simulazione portata di piena con tempo di ritorno 500 anni

La quarta e ultima simulazione condotta ha riguardato lo studio del deflusso dell'idrogramma di piena con un colmo di portata associato ad un tempo di ritorno pari a 500 anni.

Oltre ad evidenziare un'estensione dell'area interessata da fenomeni di esondazione poco differente dall'evento con tempo di ritorno di 200 anni, così come mostrato nelle tavole grafiche di output appositamente allestite, gli Scriventi ritengono meritevole di attenzione la conferma che l'ampia area golenale sinistra del torrente Orco risulta interessata da fenomeni di esondazione lungo la rete idrografica secondaria, e non direttamente dall'idrografia principale nel tratto a valle della SP 565.

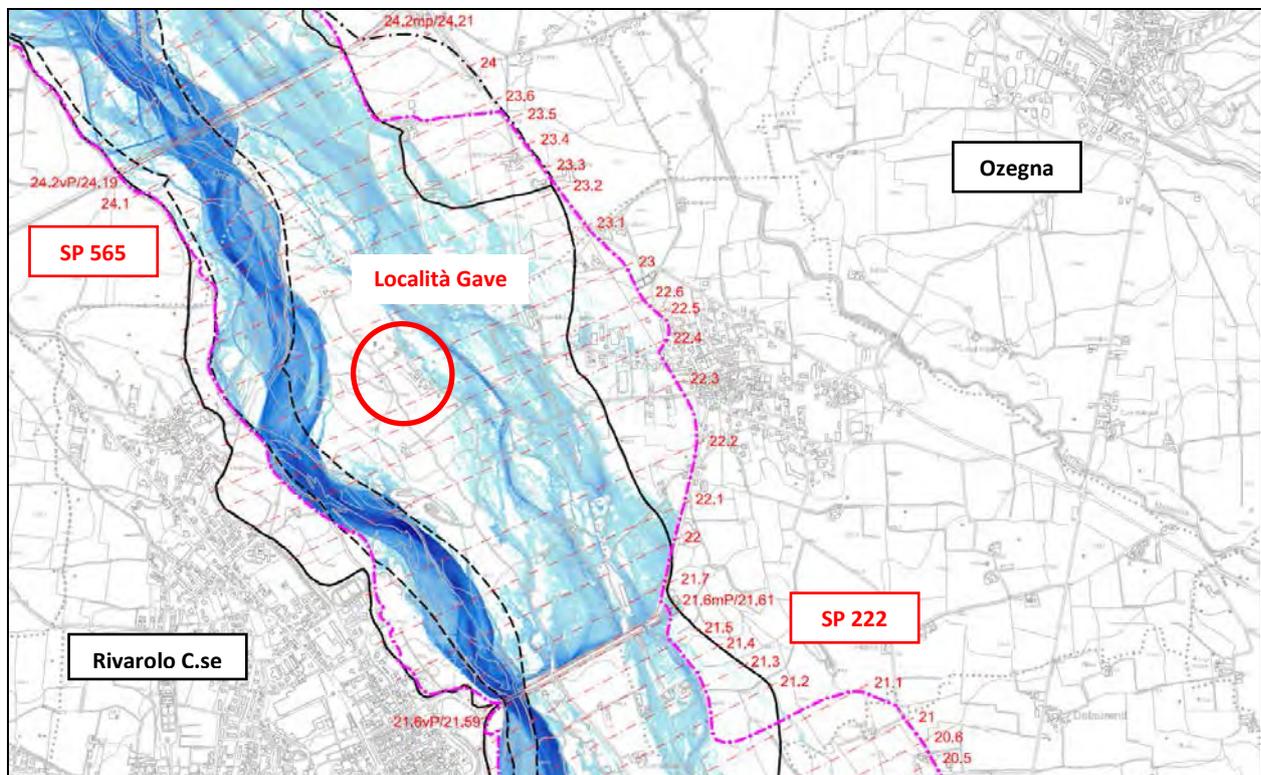


Figura 46 – Battenti idraulici e velocità di flusso del torrente Orco per portate di piena con TR 500 anni.

7.3.5 Considerazioni sulla dinamica di esondazione del rio Vercellino e opere di difesa connesse

Le simulazioni del deflusso di piena del torrente Orco hanno evidenziato che le esondazioni dell'area perifluviale nel territorio di Rivarolo sono fortemente condizionate dall'interferenza con la rete idrografica secondaria, che convoglia a valle portate non compatibili con le sezioni d'alveo, veicolando le acque in aree che non sarebbero raggiunte direttamente da fenomeni di esondazione dell'Orco.

Come più volte accennato nella presente relazione, dopo l'evento catastrofico dell'ottobre 2000 l'opera di presa del rio Vercellino, posta a valle del ponte della SP565, è stata completamente ricostruita e rafforzata in modo da



contrastare la possibilità che le acque di piena del torrente Orco possano incanalarsi nell'alveo del Vercellino. L'intervento è stato peraltro integrato con opere di contenimento dei livelli aventi l'obiettivo di impedire il possibile aggiramento da monte e/o da valle dell'opera di presa. Sarebbe tuttavia opportuno eseguire un intervento di manutenzione straordinaria/rinforzo del sistema arginale realizzato in corrispondenza dell'opera di presa del rio Vercellino a valle del ponte della SP 565. Come si può osservare nella ripresa fotografica successiva, scattata di recente, l'opera si presenta in condizioni manutentive non adeguate e mostra alcune caratteristiche tecniche non del tutto adeguate per la funzione cui è deputata, tra le quali si riportano le principali:

- granulometria del materiale costitutivo eccessivamente grossolana;
- assenza di opere antiersive al piede del rilevato;
- assenza di un'adeguata pista sommitale per la manutenzione.

Inoltre, sia le simulazioni svolte per tempi di ritorno di 200 e 500 anni con modellistica bidimensionale, sia la reale dinamica di piena verificatasi nell'ottobre 2000, hanno evidenziato la tendenza dei deflussi di piena del torrente Orco di sormontare localmente il rilevato sinistro di accesso al ponte della SP 565, laddove la livelletta stradale presente una "corda molle" proprio in corrispondenza dell'attraversamento della roggia di Ozegna (cfr. Figura 49). Tale dinamica è connessa a eventuali esondazioni del T. Orco in sponda sinistra, nel tratto posto più a monte, nel territorio di Castellamonte.



Figura 47 – Vista dell'argine esistente sulla sponda sinistra dell'Orco alla presa del Vercellino: sono evidenti le condizioni di non perfetta manutenzione e possibile debolezza strutturale.

Si potrebbero quindi proporre anche interventi, esterni al territorio comunale di Rivarolo C.se, che contrastino tale fenomeno di propagazione della piena, in modo da conseguire i seguenti contestuali benefici su tutto il territorio a valle della SP 565 da Castellamonte fino a Lusigliè:

- riduzione delle portate convogliate a valle dal rio Vercellino, il cui alveo nello specifico funziona a tutti gli effetti da canale di gronda, con forte riduzione del rischio di esondazione dei territori posti in sinistra idrografica tra Castellamonte, Ozegna, Rivarolo Canavese, Cicogno e Lusigliè;
- miglioramento delle condizioni di sicurezza nell'esercizio della viabilità provinciale.



Ulteriore intervento potrebbe essere quello di limitare e controllare l'eventuale deflusso delle acque di piena attraverso il rilevato stradale stesso, in corrispondenza del sottopasso della strada interpodereale.

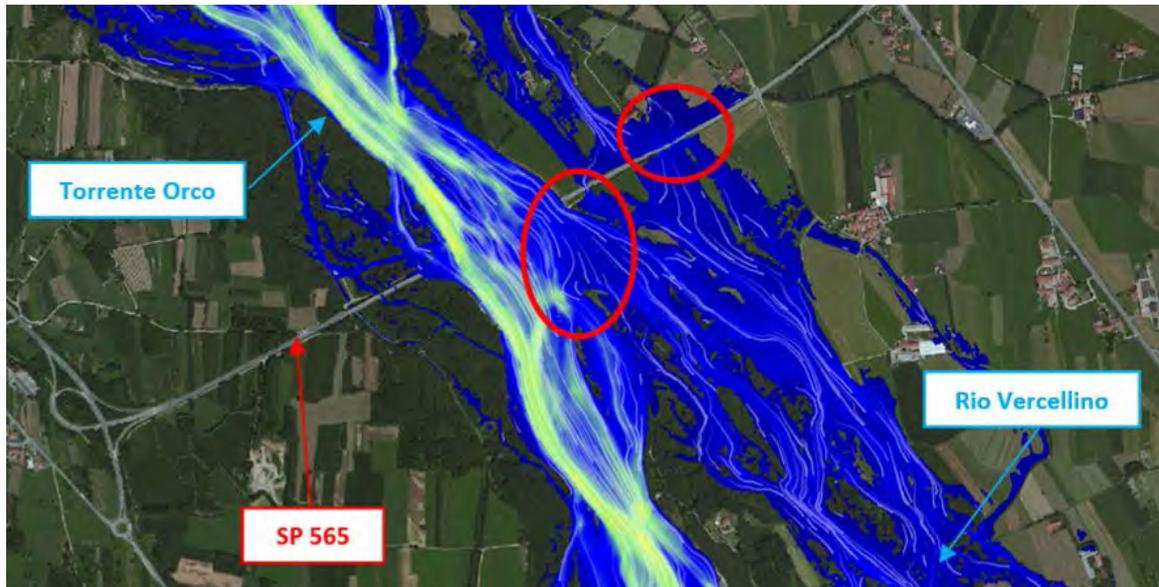


Figura 48 – Simulazione del fenomeno di tracimazione e sormonto della SP 565 per Tr 200 anni.



Figura 49 – Possibile fenomeno di tracimazione/sormonto della SP 565 e deflusso tramite il sottopasso stradale.



8. VERIFICHE IDRAULICHE DI INTERFERENZE LOCALIZZATE

8.1 BEALERA DELLA PROVANINA PRESSO IL VIVAIO RICCA

8.1.1 Inquadramento geografico

L'area oggetto di studio si colloca lungo la bealera della Provanina a valle della frazione Argentera, e in particolare sulla sponda destra in corrispondenza del vivaio Ricca. Il rio oggetto di studio è un corso d'acqua naturale, a carattere irriguo, il cui bacino di pertinenza si estende in corrispondenza di una porzione di territorio dei comuni di Rivarolo e di Feletto. Essi sono delimitati a Nord dalla SP 42 che da Rivarolo conduce a Favria, a Est dalla SP 460 e dal bacino della Gora della Cerca e a Ovest dalla strada di accesso alla Frazione Argentera del Comune di Rivarolo; si sviluppa con asse ad andamento irregolare disposto prevalentemente Nord-Sud.

Tale corso d'acqua fa parte di un più ampio sistema irriguo, recante il nome di Consorzio Irriguo Ovest Orco, che rappresenta la fitta rete di canali costituente l'idrografia secondaria relativa al territorio in oggetto. Tale rete irrigua gode della facoltà di derivare acqua dal Torrente Orco a monte del ponte della ex. SS. n. 565 in comune di Salassa. La porzione del rio di interesse nel presente capitolo è situata nei pressi del "Vivaio Ricca Aldo" (figura 50), dove è stata imposta la sezione di chiusura del bacino per la verifica idraulica di tale area.

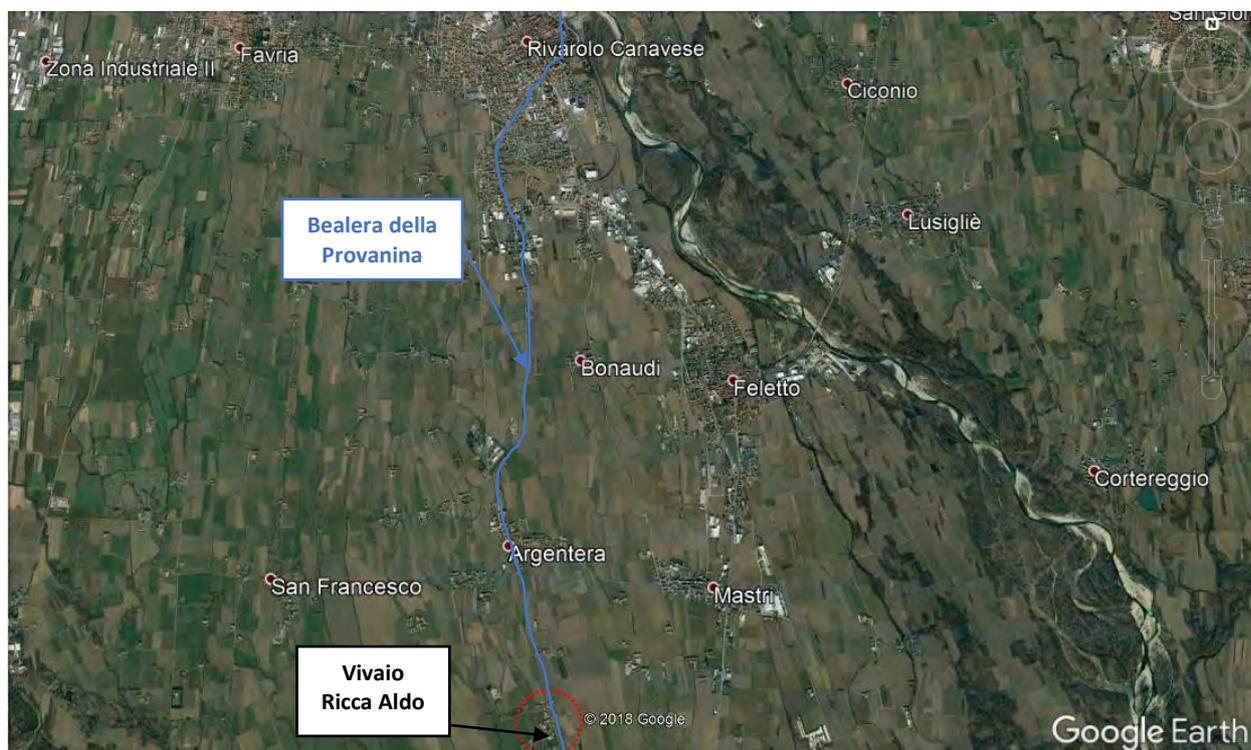


Figura 50 - Inquadramento geografico generale e localizzazione area oggetto di studio.



Il percorso dell'alveo è stato rettificato in passato deviandolo poco più a monte della sezione di chiusura del bacino relativa alla presente analisi, deviando il nuovo asse di deflusso in modo parallelo alla SP 37 e confinante con il muro perimetrale del "Vivaio Ricca Aldo" (figura 51).

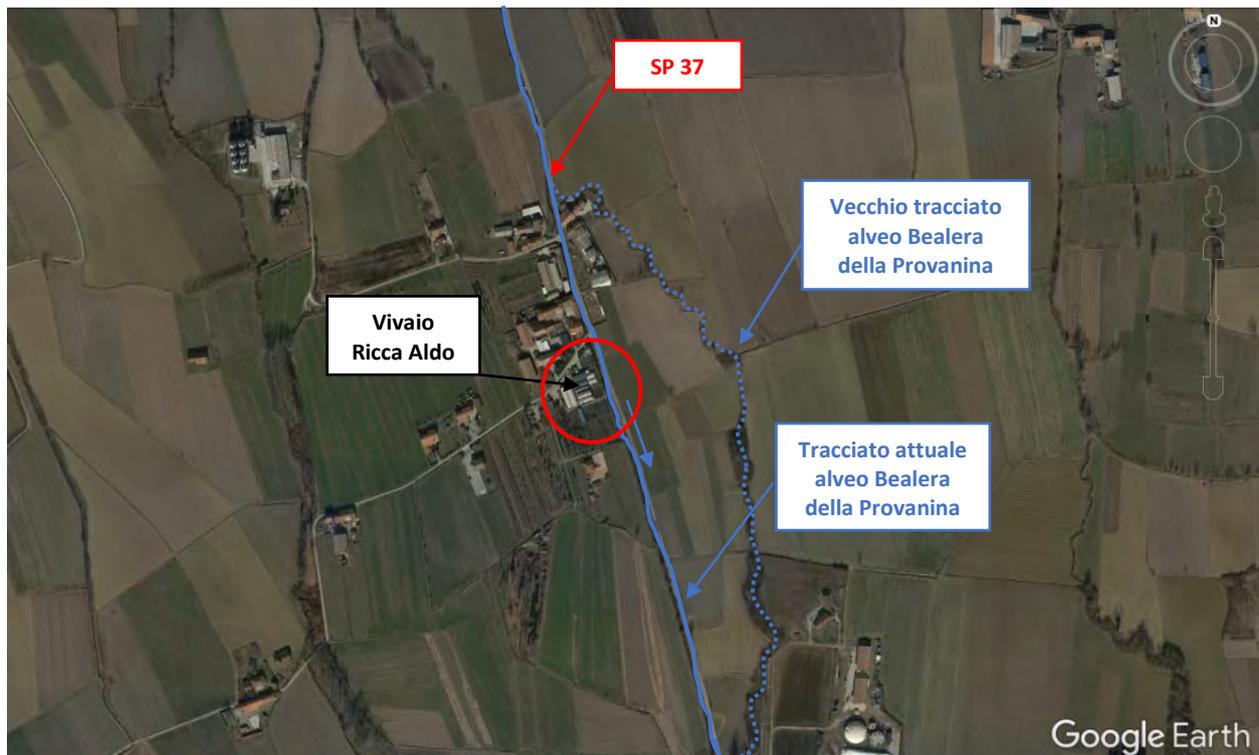


Figura 51 - Inquadramento puntuale area oggetto di studio.

Con riferimento alla Relazione Idraulica inserita nel Progetto Esecutivo relativo a "Adeguamento ed ammodernamento della ex SS 460 nel tratto Rivarolo C.se – Lombardone 1° LOTTO" (dell'agosto 2004) a firma dell'ing. G. Noascono, si sono estrapolati i parametri idrologici e geometrici di interesse.

In particolare, riferendosi allo schema del bacino della Bealera della Provanina, estratto dalla Relazione Idraulica su menzionata (figura 52), esso è stato chiuso all'altezza dell'isoipsa 260 m s.l.m., prossima al "Vivaio Ricca Aldo", oggetto delle verifiche idrauliche esposte nel seguito, in quanto l'obiettivo è quello di calcolare la portata di competenza e la conseguente quota raggiunta dal pelo libero, per le diverse portate di piena relative ai diversi tempi di ritorno, ai fini di valutare le eventuali aree di esondazione del corso d'acqua.

Le caratteristiche del bacino sono prettamente di pianura, la superficie sottesa fino a tale sezione risulta pari a 5,83 km² e la lunghezza dell'asta principale, dalla sezione di chiusura fino al punto idraulicamente più lontano è di circa 5,7 km; la quota di presa è a circa 295 m s.l.m.

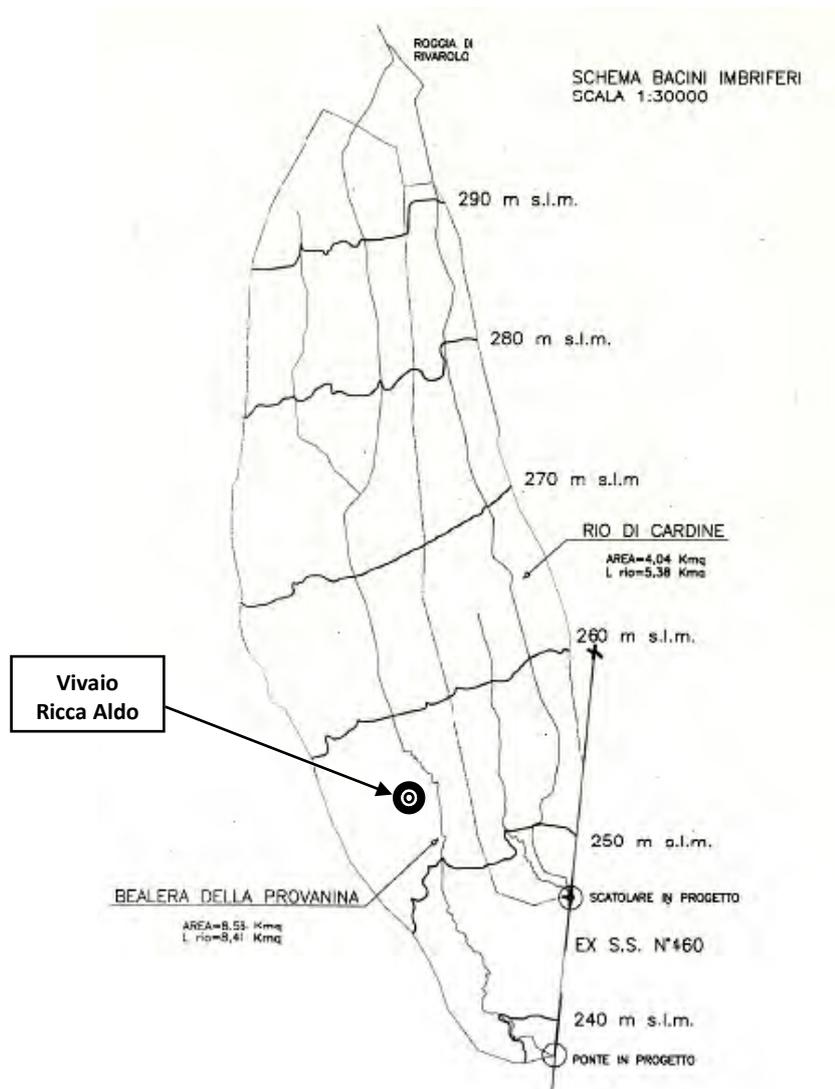


Figura 52 - Schema del bacino della Bealera della Provanina estratto dalla Relazione Idraulica relativa a "Adeguamento ed ammodernamento della ex SS460 nel tratto Rivarolo C.se – Lombardone 1° LOTTO" (08/2004).

8.1.2 Modellazione monodimensionale – HEC-RAS

Il tratto della Bealera della Provanina di interesse ai fini delle verifiche idrauliche è situato, come si è detto, nelle immediate vicinanze del "Vivaio Ricca Aldo". Esso si sviluppa per una lunghezza di circa 160 m e scorre confinato in destra dal muro perimetrale del suddetto vivaio, mentre in sinistra si trova il fianco del rilevato stradale della SP 37, che dal comune di Rivarolo porta fino all'abitato di Rivarossa (figura 53).

È stata effettuata una simulazione idraulica realizzando un modello monodimensionale in regime di moto uniforme e permanente del tratto suddetto tramite il software HEC-RAS con la finalità di valutare, per le diverse portate di riferimento (per TR pari a 20, 50, 100, 200, 300, 500) il livello idrico raggiunto. La metodologia computazionale e le caratteristiche del software sono riportate al paragrafo (6.1.1) della presente relazione.



8.1.2.1 Sezioni di calcolo

Il modello è stato realizzato su un tratto di asta fluviale pari a 160 m che comprende quattro sezioni estratte da rilievo topografico di dettaglio (*Allegato 6*) ad interessare tutto lo sviluppo del “Vivaio Ricca Aldo” in oggetto.

Nell’ALLEGATO 6 sono riportate le sezioni di rilievo topografico e fotografico del tratto in studio.



Figura 53 - Area di studio e sezioni implementate nel modello di calcolo.

8.1.2.2 Parametri di scabrezza

Per quanto riguarda le condizioni di scabrezza della Bealera della Provanina sono stati utilizzati valori del parametro n di Manning differenti per quanto riguarda la porzione centrale dell’alveo e le sponde laterali:

- $n = 0,035 \text{ s m}^{-1/3}$ per la porzione centrale dell’alveo;
- $n = 0,050 \text{ s m}^{-1/3}$ per le sponde laterali.

Tali valori sono stati applicati al modello in relazione al tipo di terreno caratterizzante le diverse porzioni di alveo.



8.1.2.3 Calcolo portate

Le condizioni di deflusso sono state simulate riferendosi a sei differenti portate al colmo di piena, legate ad un corrispettivo tempo di ritorno, ovvero a TR = 20, 50, 100, 200, 300, 500 anni. Tali portate sono state desunte a partire dalle portate al colmo di piena indicate nella Relazione Idraulica suddetta e riportate nella seguente tabella:

Tabella 9 - Portate al colmo di piena per la Bealera della Provanina estratte dalla Relazione Idraulica relativa a "Adeguamento ed ammodernamento della ex SS460 nel tratto Rivarolo C.se – Lombardone 1° LOTTO" (08/2004).

TR [anni]	20	100	200	500
Q [mc/s]	17,5	22,4	24,4	27,2

In primo luogo sono stati interpolati i valori delle portate indicate in *tabella 9* in funzione dei relativi tempi di ritorno con la finalità di ricavare i valori di portata riferiti ai tempi di ritorno di 50 e 300 anni. L'interpolazione è stata eseguita mediante una curva logaritmica ottenendo l'espressione:

$$Q = 3,0083 \ln(\text{TR}) + 8,50$$

Dove Q rappresenta la portata espressa in m³/s e TR il tempo di ritorno espresso in anni. Le portate ottenute sono le seguenti:

Tabella 10 - Portate al colmo di piena per la Bealera della Provanina estrapolate dalla curva di interpolazione.

TR [anni]	50	300
Q [mc/s]	20,3	25,7

Tali portate fanno però riferimento al bacino della Bealera della Provanina chiuso circa 3 km più a valle della sezione di chiusura imposta in questa sede. Si è perciò applicato il criterio di similitudine idrologica in base al quale le portate espresse nella *Tabella 9* sono state moltiplicate per il rapporto tra la superficie del bacino sotteso dalla sezione di chiusura qui imposta (5,83 km²) e la superficie del bacino per la quale sono state estratte (8,41 km²).

Questo ha permesso di ottenere le portate al colmo di piena per i medesimi tempi di ritorno su indicati e relative alla superficie di bacino di interesse nella presente verifica:

Tabella 11 - Portate al colmo di piena per la Bealera della Provanina usate per la presente verifica.

TR [anni]	20	50	100	200	300	500
Q [mc/s]	11,9	13,8	15,2	16,6	17,4	18,5



8.1.3 Risultati

Il modello idraulico della Bealera della Provanina, nel tratto in analisi, evidenzia come il deflusso di piena è contenuto nelle sponde d'alveo per tutte le portate utilizzate, compresa quella relativa al TR = 500 anni, anche se in sponda sinistra risulta al limite del ciglio di sponda. Il moto avviene in regime sub-critico, per tutte le simulazioni effettuate, pertanto il flusso è influenzato dalle condizioni al contorno imposte all'estremo di valle. Presenta inoltre un comportamento crescente verso valle sia in termini di velocità media del flusso che di tirante idrico.

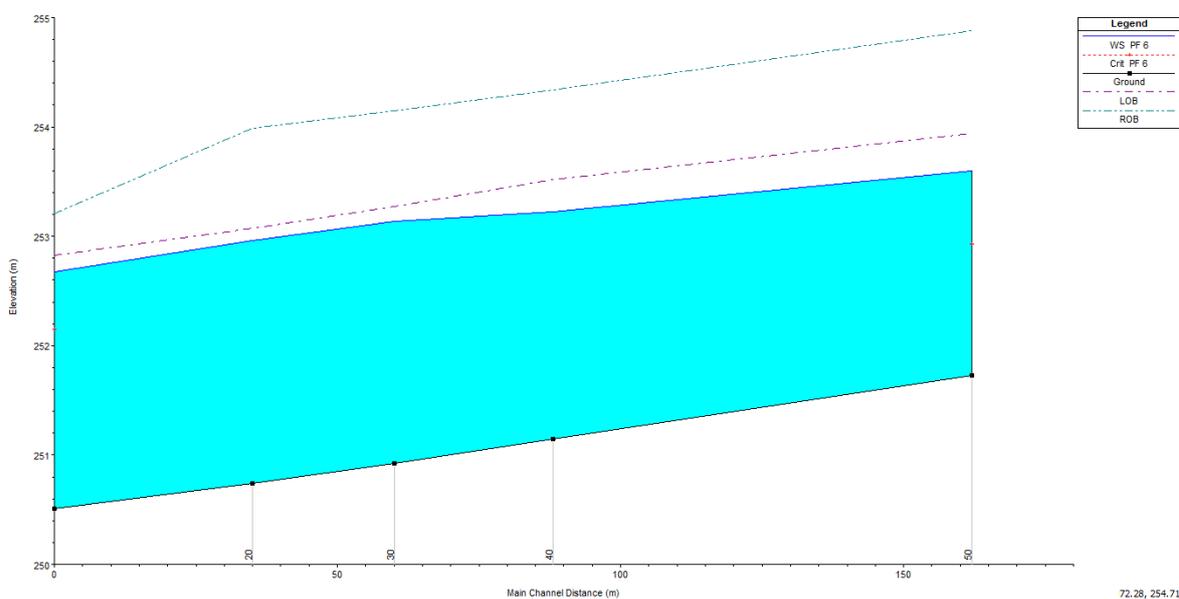


Figura 54 - Profilo di piena della Bealera della Provanina nel tratto in studio per TR = 500 anni.



I livelli del pelo libero raggiunti nelle successive sezioni sono riportati nelle figure seguenti:

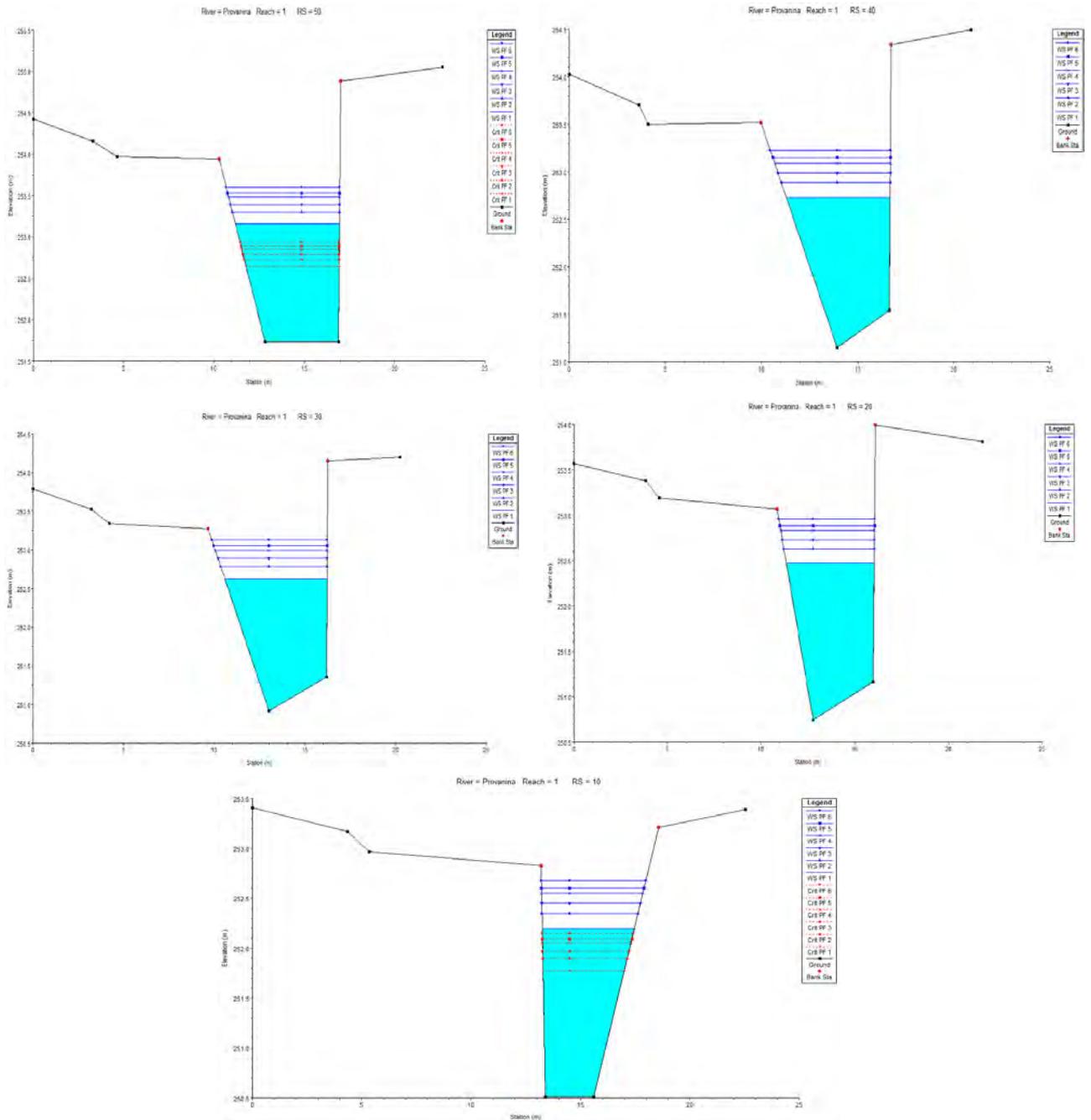


Figura 55 - Livelli idrici raggiunti nelle successive sezioni per le diverse portate di riferimento



Tabella 12 - Risultati numerici del modello della Bealera della Provanina per le diverse portate di riferimento per ciascuna sezione.

Si riportano inoltre i risultati numerici relativi a ciascuna sezione per le diverse portate di riferimento:

Sezione	Q Total (m ³ /s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m ²)	Top Width (m)	Froude (/)
XS 50	11.9	251.73	253.16	253.31	0.003933	1.69	7.04	5.77	0.49
	13.8	251.73	253.3	253.46	0.003941	1.76	7.82	5.93	0.49
	15.2	251.73	253.39	253.56	0.003941	1.81	8.39	6.04	0.49
	16.6	251.73	253.48	253.66	0.003938	1.86	8.94	6.15	0.49
	17.4	251.73	253.53	253.71	0.003935	1.88	9.26	6.21	0.49
	18.5	251.73	253.6	253.79	0.00393	1.91	9.68	6.29	0.49
XS 40	11.9	251.15	252.73	252.94	0.006303	2.02	5.9	5.41	0.62
	13.8	251.15	252.88	253.1	0.00592	2.05	6.73	5.67	0.6
	15.2	251.15	252.99	253.21	0.005683	2.07	7.34	5.85	0.59
	16.6	251.15	253.09	253.31	0.005477	2.09	7.95	6.02	0.58
	17.4	251.15	253.15	253.37	0.005371	2.1	8.29	6.12	0.58
	18.5	251.15	253.22	253.45	0.005236	2.11	8.76	6.25	0.57
XS 30	11.9	250.92	252.63	252.78	0.004167	1.74	6.84	5.65	0.5
	13.8	250.92	252.78	252.95	0.003992	1.78	7.75	5.87	0.5
	15.2	250.92	252.89	253.06	0.003889	1.81	8.4	6.03	0.49
	16.6	250.92	253	253.17	0.003802	1.84	9.04	6.18	0.49
	17.4	250.92	253.06	253.23	0.003758	1.85	9.4	6.26	0.48
	18.5	250.92	253.13	253.31	0.003702	1.87	9.89	6.37	0.48
XS 20	11.9	250.74	252.47	252.66	0.005155	1.92	6.19	4.7	0.54
	13.8	250.74	252.63	252.83	0.005118	2	6.91	4.84	0.53
	15.2	250.74	252.73	252.94	0.005108	2.05	7.43	4.93	0.53
	16.6	250.74	252.83	253.06	0.005109	2.09	7.93	5.01	0.53
	17.4	250.74	252.89	253.12	0.005113	2.12	8.21	5.06	0.53
	18.5	250.74	252.96	253.2	0.005125	2.16	8.58	5.12	0.53
XS 10	11.9	250.51	252.2	252.44	0.007306	2.19	5.44	4.22	0.61
	13.8	250.51	252.35	252.61	0.007302	2.27	6.09	4.4	0.62
	15.2	250.51	252.45	252.73	0.007301	2.32	6.55	4.52	0.62
	16.6	250.51	252.55	252.84	0.007301	2.37	7	4.64	0.62
	17.4	250.51	252.6	252.9	0.007303	2.4	7.25	4.7	0.62
	18.5	250.51	252.68	252.98	0.007311	2.44	7.59	4.79	0.62

La sezione maggiormente problematica risulta essere l'estrema di valle (XS10) dove le velocità medie oscillano tra i valori di 2,0 – 2,5 m/s per le diverse portate utilizzate e i livelli idrici raggiunti risultano, in particolar modo quelli relativi alla portata legata al TR = 500 anni, contenuti nelle sponde d'alveo, con un franco idraulico dal piano stradale (sponda sinistra) che risulta inferiore a 10 centimetri (figura 55). Infatti, la quota alla quale il pelo libero si dispone per tale portata risulta essere 252,7 m s.l.m., mentre le quote relative ai margini delle sponde in sinistra e in destra sono rispettivamente 252,83 m s.l.m. e 253,21 m s.l.m.

In conclusione, dalle verifiche idrauliche l'area in cui è ubicato il vivaio Ricca, risulta a una quota altimetrica tale da non essere interessata da esondazioni da parte della roggia. Si precisa comunque che la verifica idraulica



riguarda unicamente il tratto lungo lo sviluppo del “Vivaio Ricca Aldo” e dunque non è possibile in questa sede escludere la possibilità di locali esondazioni in alcune sezioni a monte o a valle dell’area in studio; in ogni caso, l’area su cui è ubicato il vivaio si trova rialzata rispetto al territorio circostante e quindi non è interessata da possibili fenomeni indiretti correlati a interferenze presenti a monte e valle.

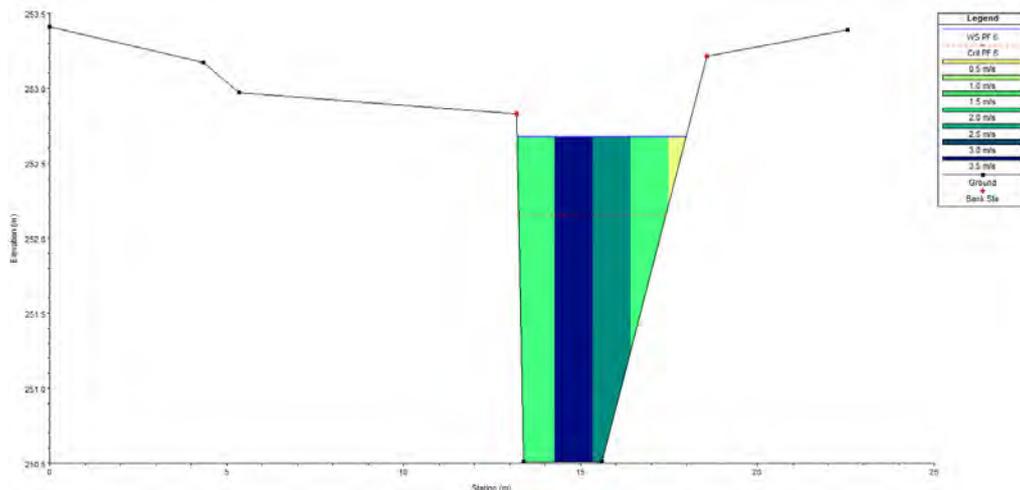


Figura 56 - Sezione di valle XS10 caratteristiche del deflusso per la portata di piena legata al TR = 500 anni.

8.2 INTERFERENZA DELLA PROPOSTA DI CIRCONVALLAZIONE OVEST DI RIVAROLO C.SE

Nel presente studio si riportano alcune considerazioni preliminari sulla compatibilità idraulica della proposta di tracciato della nuova circonvallazione ovest di Rivarolo C.se. Come evidenziato nelle due immagini seguenti, il tracciato della circonvallazione (in verde) risulta posizionato per buona parte all’interno della fascia fluviale B del torrente Orco in sponda destra, sia secondo la perimetrazione vigente, sia in relazione allo schema di progetto di variante delle nuove fasce fluviali del torrente Orco del maggio 2017 dell’Autorità di Bacino.

La compatibilità idraulica dell’infrastruttura deve pertanto essere valutata ai sensi dell’art. 38 delle NdA del PAI: “Interventi per la realizzazione di opere pubbliche o di interesse pubblico”:

1. Fatto salvo quanto previsto agli artt. 29 e 30, all'interno delle Fasce A e B è consentita la realizzazione di opere pubbliche o di interesse pubblico, riferite a servizi essenziali non altrimenti localizzabili, a condizione che non modifichino i fenomeni idraulici naturali e le caratteristiche di particolare rilevanza naturale dell'ecosistema fluviale che possono aver luogo nelle fasce, che non costituiscano significativo ostacolo al deflusso e non limitino in modo significativo la capacità di invaso, e che non concorrano ad incrementare il carico insediativo. “

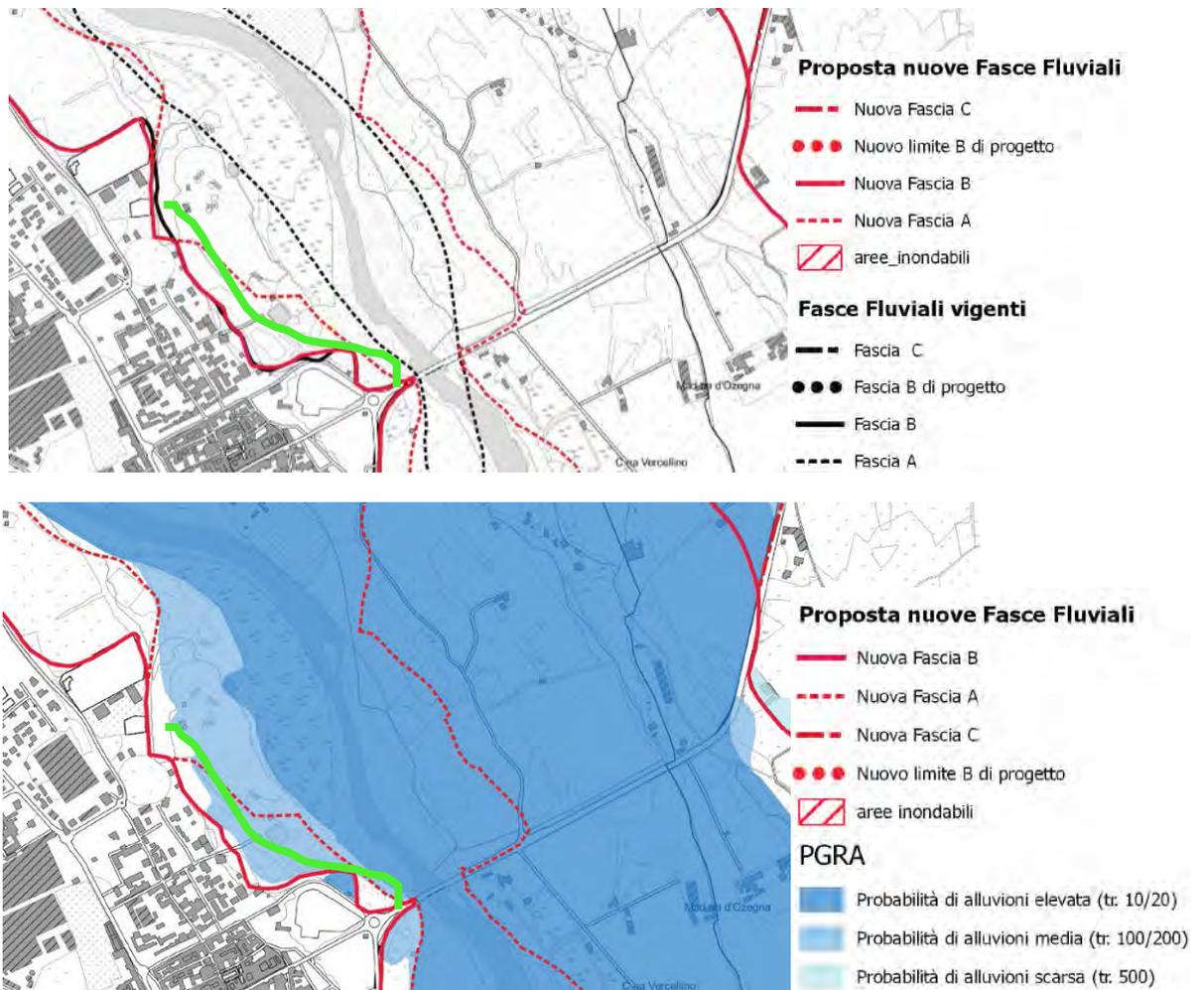


Figura 57 – Sovrapposizione del tracciato della proposta di nuova circonvallazione ovest di Rivarolo C.Se con le fasce fluviali del PAI vigenti e di quelle previste nello schema di progetto di variante del PAI (2017).

A tal fine, i progetti devono essere corredati da uno studio di compatibilità, che documenti l'assenza dei suddetti fenomeni e delle eventuali modifiche alle suddette caratteristiche, da sottoporre all'Autorità competente, così come individuata dalla direttiva di cui la comma successivo, per l'espressione di parere rispetto la pianificazione di bacino.

Si evidenzia pertanto che la proposta di tracciato della nuova circonvallazione risulta in via preliminare compatibile a livello urbanistico nell'ambito della pianificazione di bacino (Autorità di Bacino), anche se posizionata all'interno delle fasce fluviali A e B, poiché di pubblico interesse e non altrimenti localizzabile. **Occorrerà pertanto sottoporre successivamente il progetto definitivo dell'opera alla verifica di compatibilità idraulica ai sensi dell'art. 38 delle NdA del PAI.**

In via del tutto preliminare, si può osservare dagli studi idraulici condotti nell'ambito del PRGC, anche con l'ausilio della modellistica bidimensionale, che il nuovo tracciato sarebbe interessato da deflussi di piena a basso tirante idraulico e basse velocità, pertanto l'opera risulterebbe compatibile idraulicamente, tramite l'utilizzo di



soluzioni tecniche volte ad evitare la formazione di ostacolo al deflusso di piena (ad esempio: culvert lungo il rilevato e rivestimenti antirosivi delle scarpate del rilevato, ...).

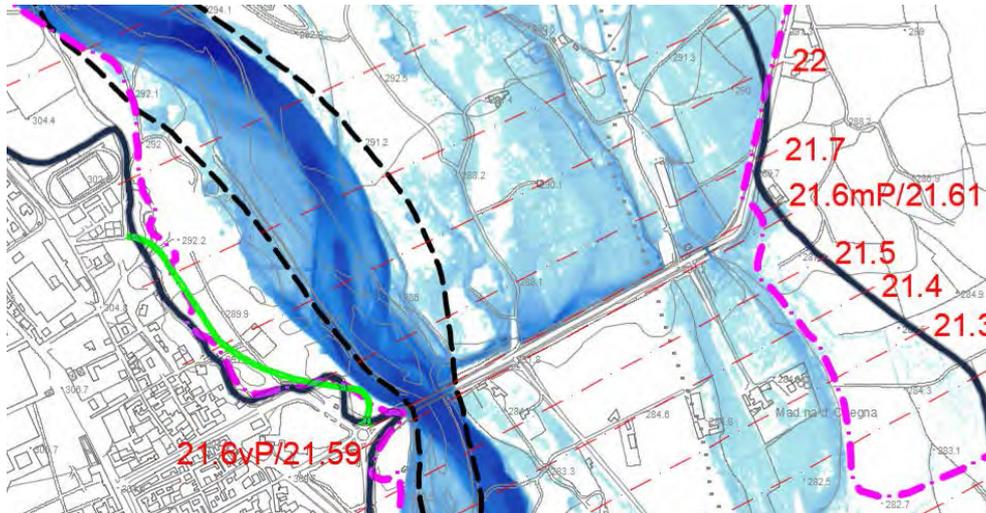


Figura 58 – Sovrapposizione del tracciato della proposta di nuova circonvallazione ovest di Rivarolo C.se con le simulazioni idrauliche bidimensionali condotte nell'ambito del PRGC.



9. CONCLUSIONI

Il presente studio idraulico costituisce un importante approfondimento delle dinamiche del deflusso di piena cui è soggetto il territorio comunale di Rivarolo C.se, per azione del deflusso di piena del torrente Orco e dell'idrografia secondaria direttamente interessata dalle esondazioni nelle aree perifluviali (rio Vercellino) o esterna ad esse (rio Levesa).

I risultati delle simulazioni di calibrazione, ricostruendo lo scenario e la dinamica di esondazione dell'evento alluvionale dell'ottobre 2000, confermano l'accuratezza e l'affidabilità del modello di calcolo bidimensionale in moto vario del torrente Orco. Il modello idraulico monodimensionale del rio Levesa rappresenta inoltre un approfondimento della dinamica di deflusso di piena su un tratto molto esteso, di circa 2,5 km, che interessa la parte maggiormente urbanizzata del territorio comunale, dal confine con Oglianico alla frazione Bolleri, a sud del concentrico.

I risultati del presente studio costituiscono gli approfondimenti idraulici a supporto della Variante Generale al P.R.G.C., ma contengono anche aspetti connessi all'adozione nel dicembre 2015 del Piano Generale del Rischio da Alluvione (P.G.R.A.); essi possono pertanto essere spunto per eventuali futuri approfondimenti, anche in relazione alla proposta delle nuove fasce fluviali del torrente Orco, introdotte con la recente adozione (giugno 2017) dello schema di variante al PAI del torrente Orco da Cuornè alla confluenza nel fiume Po.

Si precisa, comunque, che i **risultati qui illustrati sono finalizzati unicamente a fornire gli elementi idraulici (livelli e velocità) di supporto agli studi geologici di approfondimento e non costituiscono pertanto una mappatura della pericolosità geologica e idraulica**, che deve essere invece supportata dallo studio degli aspetti geomorfologici, a integrazione dei risultati idraulici.



REGIONE PIEMONTE – Città metropolitana di Torino
Comune di Rivarolo Canavese

*P.R.G.C. - VARIANTE GENERALE
PROGETTO DEFINITIVO*

**STUDIO IDRAULICO DEL TORRENTE ORCO
E DELLA RETE IDROGRAFICA SECONDARIA**



ALLEGATI



REGIONE PIEMONTE – Città metropolitana di Torino
Comune di Rivarolo Canavese

*P.R.G.C. - VARIANTE GENERALE
PROGETTO DEFINITIVO*

**STUDIO IDRAULICO DEL TORRENTE ORCO
E DELLA RETE IDROGRAFICA SECONDARIA**

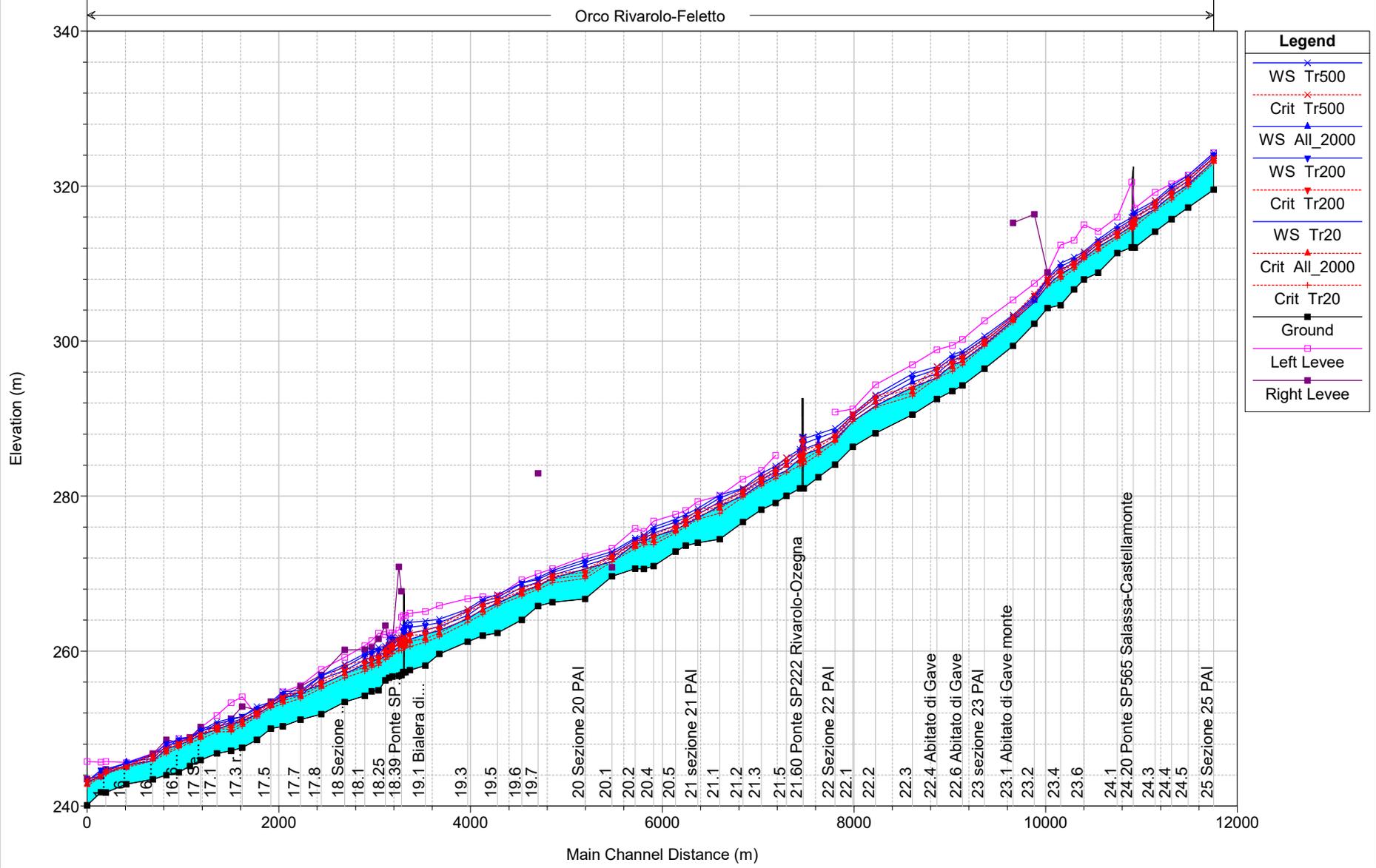


ALLEGATO 1

– Risultati simulazione modello 1D - torrente Orco

Orco_1D_completo Plan: Orco_1D_completo

Orco Rivarolo-Feletto



Legend	
WS Tr500	Blue line with 'x' markers
Crit Tr500	Red dashed line with 'x' markers
WS All_2000	Blue line with triangle markers
WS Tr200	Blue line with inverted triangle markers
Crit Tr200	Red dashed line with inverted triangle markers
WS Tr20	Magenta line with square markers
Crit All_2000	Red dashed line with triangle markers
Crit Tr20	Red dashed line with plus markers
Ground	Black line with square markers
Left Levee	Cyan shaded area
Right Levee	Cyan shaded area

HEC-RAS Plan: completo River: Orco Reach: Rivarolo-Feletto

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Rivarolo-Feletto	25	Tr20	1270.00	319.54	323.33	322.98	323.60	0.008709	2.74	626.64	453.37	0.70
Rivarolo-Feletto	25	All_2000	1800.00	319.54	323.73	323.24	324.05	0.009079	2.98	830.73	554.61	0.73
Rivarolo-Feletto	25	Tr200	2370.00	319.54	324.05	323.53	324.43	0.009001	3.28	1007.41	579.89	0.75
Rivarolo-Feletto	25	Tr500	2870.00	319.54	324.29	323.62	324.73	0.009066	3.53	1150.71	591.93	0.76
Rivarolo-Feletto	24.5	Tr20	1270.00	317.22	320.16	319.93	320.72	0.011785	3.37	407.36	284.67	0.84
Rivarolo-Feletto	24.5	All_2000	1800.00	317.22	320.63	320.40	321.27	0.010341	3.64	554.77	344.81	0.81
Rivarolo-Feletto	24.5	Tr200	2370.00	317.22	321.07	320.80	321.77	0.009432	3.85	721.18	419.95	0.79
Rivarolo-Feletto	24.5	Tr500	2870.00	317.22	321.39	321.10	322.14	0.008842	4.05	862.73	473.21	0.79
Rivarolo-Feletto	24.4	Tr20	1270.00	315.72	318.82	318.25	319.26	0.006065	3.12	490.52	261.59	0.64
Rivarolo-Feletto	24.4	All_2000	1800.00	315.72	319.33	318.69	319.89	0.006137	3.56	644.19	354.31	0.66
Rivarolo-Feletto	24.4	Tr200	2370.00	315.72	319.76	319.07	320.43	0.006410	3.98	821.24	492.55	0.69
Rivarolo-Feletto	24.4	Tr500	2870.00	315.72	320.03	319.48	320.80	0.006829	4.32	964.96	555.13	0.72
Rivarolo-Feletto	24.3	Tr20	1270.00	314.13	317.03	316.89	317.66	0.015075	3.93	404.84	261.33	0.95
Rivarolo-Feletto	24.3	All_2000	1800.00	314.13	317.43	317.38	318.24	0.015996	4.47	528.37	343.67	1.00
Rivarolo-Feletto	24.3	Tr200	2370.00	314.13	317.88	317.88	318.73	0.016156	4.67	706.08	446.48	1.02
Rivarolo-Feletto	24.3	Tr500	2870.00	314.13	318.15	318.14	319.08	0.015321	4.92	838.12	528.23	1.01
Rivarolo-Feletto	24.21	Tr20	1270.00	312.07	315.54	314.82	315.81	0.005237	2.68	675.47	404.06	0.58
Rivarolo-Feletto	24.21	All_2000	1800.00	312.07	316.00	315.22	316.32	0.005204	3.03	863.44	433.98	0.60
Rivarolo-Feletto	24.21	Tr200	2370.00	312.07	316.41	315.57	316.80	0.005208	3.34	1063.08	540.66	0.61
Rivarolo-Feletto	24.21	Tr500	2870.00	312.07	316.72	315.86	317.17	0.005389	3.63	1234.92	563.57	0.64
Rivarolo-Feletto	24.20	Bridge										
Rivarolo-Feletto	24.19	Tr20	1270.00	312.10	314.86	314.44	315.21	0.007549	2.96	572.97	359.12	0.69
Rivarolo-Feletto	24.19	All_2000	1800.00	312.10	315.26	314.76	315.72	0.007918	3.45	726.89	414.46	0.72
Rivarolo-Feletto	24.19	Tr200	2370.00	312.10	315.66	315.10	316.19	0.007624	3.76	897.87	451.26	0.73
Rivarolo-Feletto	24.19	Tr500	2870.00	312.10	315.97	315.49	316.55	0.007320	3.96	1045.12	497.47	0.73
Rivarolo-Feletto	24.1	Tr20	1270.00	311.36	313.62	313.30	314.04	0.008283	2.94	471.66	295.82	0.71
Rivarolo-Feletto	24.1	All_2000	1800.00	311.36	314.08	313.65	314.59	0.007519	3.27	608.89	309.87	0.70
Rivarolo-Feletto	24.1	Tr200	2370.00	311.36	314.52	313.98	315.12	0.007007	3.56	752.22	357.49	0.70
Rivarolo-Feletto	24.1	Tr500	2870.00	311.36	314.88	314.26	315.54	0.006583	3.75	889.34	417.64	0.59
Rivarolo-Feletto	24	Tr20	1270.00	308.81	312.16	311.65	312.56	0.006656	2.83	458.70	253.77	0.64
Rivarolo-Feletto	24	All_2000	1800.00	308.81	312.56	312.06	313.11	0.007286	3.30	564.15	274.65	0.69
Rivarolo-Feletto	24	Tr200	2370.00	308.81	312.87	312.46	313.60	0.008157	3.81	655.59	303.02	0.75
Rivarolo-Feletto	24	Tr500	2870.00	308.81	313.10	312.77	313.99	0.008945	4.21	729.68	347.73	0.79
Rivarolo-Feletto	23.6	Tr20	1270.00	307.97	310.70	310.54	311.20	0.013285	3.18	422.78	349.73	0.86
Rivarolo-Feletto	23.6	All_2000	1800.00	307.97	311.00	310.90	311.65	0.013803	3.64	536.38	395.91	0.90
Rivarolo-Feletto	23.6	Tr200	2370.00	307.97	311.30	311.24	312.07	0.013414	3.99	656.16	408.96	0.91
Rivarolo-Feletto	23.6	Tr500	2870.00	307.97	311.54	311.47	312.41	0.012984	4.24	756.55	417.06	0.92
Rivarolo-Feletto	23.5	Tr20	1270.00	306.65	309.65	309.27	310.05	0.009142	2.80	468.46	337.36	0.72
Rivarolo-Feletto	23.5	All_2000	1800.00	306.65	310.11	309.70	310.56	0.007619	2.99	631.72	366.07	0.69
Rivarolo-Feletto	23.5	Tr200	2370.00	306.65	310.51	310.02	311.03	0.006931	3.23	783.30	383.97	0.68
Rivarolo-Feletto	23.5	Tr500	2870.00	306.65	310.85	310.27	311.41	0.006376	3.39	912.51	391.06	0.66
Rivarolo-Feletto	23.4	Tr20	1270.00	304.63	308.67	308.03	309.04	0.005676	2.69	474.95	241.31	0.60
Rivarolo-Feletto	23.4	All_2000	1800.00	304.63	309.17	308.45	309.63	0.005782	3.03	620.19	327.39	0.62
Rivarolo-Feletto	23.4	Tr200	2370.00	304.63	309.61	308.87	310.16	0.005565	3.32	768.65	343.65	0.63
Rivarolo-Feletto	23.4	Tr500	2870.00	304.63	310.05	309.22	310.63	0.004877	3.43	922.94	347.45	0.60
Rivarolo-Feletto	23.3	Tr20	1270.00	304.28	307.15	307.15	307.94	0.011074	4.10	386.50	293.55	0.86
Rivarolo-Feletto	23.3	All_2000	1800.00	304.28	307.62	307.62	308.54	0.010634	4.53	529.63	313.29	0.86
Rivarolo-Feletto	23.3	Tr200	2370.00	304.28	308.02	308.02	309.08	0.010737	4.98	655.83	322.40	0.89
Rivarolo-Feletto	23.3	Tr500	2870.00	304.28	308.18	308.18	309.53	0.012918	5.65	709.37	327.06	0.98
Rivarolo-Feletto	23.2	Tr20	1270.00	302.24	305.00	305.19	305.81	0.024098	4.41	388.29	385.26	1.17
Rivarolo-Feletto	23.2	All_2000	1800.00	302.24	305.24	305.52	306.33	0.027408	5.21	484.77	417.41	1.28
Rivarolo-Feletto	23.2	Tr200	2370.00	302.24	305.49	305.89	306.82	0.028427	5.82	592.10	449.97	1.33
Rivarolo-Feletto	23.2	Tr500	2870.00	302.24	305.75	306.12	307.13	0.025767	6.02	711.95	475.07	1.29
Rivarolo-Feletto	23.1	Tr20	1270.00	299.39	302.68	302.40	303.03	0.008714	2.78	544.61	442.21	0.71
Rivarolo-Feletto	23.1	All_2000	1800.00	299.39	302.96	302.73	303.44	0.009652	3.26	673.28	476.32	0.77
Rivarolo-Feletto	23.1	Tr200	2370.00	299.39	303.19	303.03	303.83	0.011016	3.76	789.89	512.17	0.84
Rivarolo-Feletto	23.1	Tr500	2870.00	299.39	303.38	303.27	304.13	0.011718	4.10	888.48	527.28	0.87
Rivarolo-Feletto	23	Tr20	1270.00	296.44	299.52	299.35	299.97	0.012457	3.00	429.33	328.50	0.83
Rivarolo-Feletto	23	All_2000	1800.00	296.44	299.92	299.69	300.45	0.010654	3.22	568.66	347.63	0.80
Rivarolo-Feletto	23	Tr200	2370.00	296.44	300.34	299.98	300.92	0.008810	3.38	714.12	351.20	0.75
Rivarolo-Feletto	23	Tr500	2870.00	296.44	300.68	300.21	301.30	0.007825	3.51	835.40	359.48	0.72
Rivarolo-Feletto	22.6	Tr20	1270.00	294.28	297.41	296.97	297.91	0.006732	3.24	454.46	256.39	0.67
Rivarolo-Feletto	22.6	All_2000	1800.00	294.28	297.93	297.44	298.55	0.006563	3.65	590.10	265.77	0.69
Rivarolo-Feletto	22.6	Tr200	2370.00	294.28	298.36	297.86	299.13	0.006879	4.10	706.94	279.77	0.72
Rivarolo-Feletto	22.6	Tr500	2870.00	294.28	298.69	298.18	299.58	0.007073	4.43	803.29	299.30	0.74
Rivarolo-Feletto	22.5	Tr20	1270.00	293.56	296.95	296.11	297.32	0.004180	2.87	558.63	315.19	0.54
Rivarolo-Feletto	22.5	All_2000	1800.00	293.56	297.49	296.64	297.95	0.004271	3.26	744.47	359.30	0.57
Rivarolo-Feletto	22.5	Tr200	2370.00	293.56	297.89	297.14	298.47	0.004779	3.71	895.13	394.64	0.61
Rivarolo-Feletto	22.5	Tr500	2870.00	293.56	298.24	297.48	298.89	0.004926	4.00	1035.45	412.84	0.63
Rivarolo-Feletto	22.4	Tr20	1270.00	292.54	295.26	295.26	296.13	0.015533	4.49	353.61	217.89	1.00
Rivarolo-Feletto	22.4	All_2000	1800.00	292.54	295.78	295.78	296.79	0.013779	4.91	486.81	308.83	0.98
Rivarolo-Feletto	22.4	Tr200	2370.00	292.54	296.35	296.35	297.34	0.011030	5.01	687.11	392.62	0.90
Rivarolo-Feletto	22.4	Tr500	2870.00	292.54	296.71	296.71	297.78	0.010454	5.25	836.36	420.56	0.89

HEC-RAS Plan: completo River: Orco Reach: Rivarolo-Feletto (Continued)

Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
			(m ³ /s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m ²)	(m)	
Rivarolo-Feletto	22.3	Tr20	1270.00	290.51	294.04	292.94	294.31	0.002720	2.38	631.46	276.48	0.44
Rivarolo-Feletto	22.3	All_2000	1800.00	290.51	294.71	293.41	295.03	0.002577	2.65	826.97	300.74	0.45
Rivarolo-Feletto	22.3	Tr200	2370.00	290.51	295.29	293.82	295.68	0.002598	2.94	1008.21	330.46	0.46
Rivarolo-Feletto	22.3	Tr500	2870.00	290.51	295.78	294.13	296.21	0.002534	3.13	1176.67	361.66	0.46
Rivarolo-Feletto	22.2	Tr20	1270.00	288.12	291.65	291.48	292.54	0.008542	4.41	378.50	222.19	0.79
Rivarolo-Feletto	22.2	All_2000	1800.00	288.12	292.15	292.15	293.27	0.009280	5.06	494.86	241.55	0.84
Rivarolo-Feletto	22.2	Tr200	2370.00	288.12	292.69	292.69	293.92	0.008978	5.45	638.66	291.71	0.85
Rivarolo-Feletto	22.2	Tr500	2870.00	288.12	293.07	292.94	294.45	0.009259	5.87	760.79	341.36	0.87
Rivarolo-Feletto	22.1	Tr20	1270.00	286.35	289.66	289.66	290.41	0.009183	4.45	465.69	311.60	0.82
Rivarolo-Feletto	22.1	All_2000	1800.00	286.35	290.10	290.12	290.98	0.009561	4.97	619.75	361.55	0.85
Rivarolo-Feletto	22.1	Tr200	2370.00	286.35	290.38	290.54	291.50	0.011523	5.75	727.37	419.56	0.95
Rivarolo-Feletto	22.1	Tr500	2870.00	286.35	290.62	290.62	291.89	0.012578	6.26	834.89	463.51	1.00
Rivarolo-Feletto	22	Tr20	1270.00	284.05	287.25	286.95	287.72	0.009285	3.21	451.79	269.06	0.75
Rivarolo-Feletto	22	All_2000	1800.00	284.05	287.75	287.32	288.32	0.008084	3.51	588.42	273.55	0.73
Rivarolo-Feletto	22	Tr200	2370.00	284.05	288.33	287.68	288.94	0.006605	3.68	747.87	287.66	0.69
Rivarolo-Feletto	22	Tr500	2870.00	284.05	288.84	287.97	289.47	0.005498	3.74	898.82	292.58	0.64
Rivarolo-Feletto	21.7	Tr20	1270.00	282.43	286.02	285.40	286.48	0.005655	3.03	452.98	219.19	0.62
Rivarolo-Feletto	21.7	All_2000	1800.00	282.43	286.81	285.85	287.30	0.004288	3.17	625.54	221.49	0.56
Rivarolo-Feletto	21.7	Tr200	2370.00	282.43	287.56	286.32	288.09	0.003562	3.33	806.34	269.55	0.53
Rivarolo-Feletto	21.7	Tr500	2870.00	282.43	288.16	286.67	288.74	0.003240	3.48	975.44	288.55	0.52
Rivarolo-Feletto	21.61	Tr20	1270.00	280.98	285.36	284.14	285.82	0.003436	3.02	443.52	132.67	0.51
Rivarolo-Feletto	21.61	All_2000	1800.00	280.98	286.03	284.72	286.66	0.003850	3.58	532.21	133.93	0.56
Rivarolo-Feletto	21.61	Tr200	2370.00	280.98	286.64	285.28	287.47	0.004213	4.11	615.69	138.69	0.60
Rivarolo-Feletto	21.61	Tr500	2870.00	280.98	287.12	285.73	288.12	0.004483	4.51	682.98	144.42	0.63
Rivarolo-Feletto	21.60		Mult Open									
Rivarolo-Feletto	21.59	Tr20	1270.00	280.98	284.80	283.89	285.38	0.004925	3.39	383.79	125.75	0.60
Rivarolo-Feletto	21.59	All_2000	1800.00	280.98	285.35	284.50	286.19	0.005814	4.09	453.39	127.43	0.67
Rivarolo-Feletto	21.59	Tr200	2370.00	280.98	285.80	285.08	286.96	0.006855	4.79	516.28	166.80	0.74
Rivarolo-Feletto	21.59	Tr500	2870.00	280.98	286.10	285.55	287.55	0.007945	5.40	571.62	206.98	0.81
Rivarolo-Feletto	21.5	Tr20	1270.00	280.04	283.34	283.34	284.35	0.010728	4.60	337.82	194.62	0.87
Rivarolo-Feletto	21.5	All_2000	1800.00	280.04	283.98	283.98	285.12	0.009772	5.02	471.75	218.54	0.86
Rivarolo-Feletto	21.5	Tr200	2370.00	280.04	284.47	284.47	285.79	0.009875	5.51	588.84	249.84	0.88
Rivarolo-Feletto	21.5	Tr500	2870.00	280.04	284.89	284.89	286.31	0.009578	5.81	699.72	268.66	0.89
Rivarolo-Feletto	21.4	Tr20	1270.00	279.12	282.64	282.26	283.23	0.006750	3.79	500.95	296.40	0.70
Rivarolo-Feletto	21.4	All_2000	1800.00	279.12	283.11	282.87	283.83	0.007173	4.31	641.86	302.96	0.74
Rivarolo-Feletto	21.4	Tr200	2370.00	279.12	283.55	283.27	284.39	0.007431	4.75	775.40	307.96	0.77
Rivarolo-Feletto	21.4	Tr500	2870.00	279.12	283.88	283.58	284.83	0.007670	5.09	888.45	363.46	0.79
Rivarolo-Feletto	21.3	Tr20	1270.00	278.26	281.64	281.36	282.17	0.007155	3.60	532.37	343.56	0.70
Rivarolo-Feletto	21.3	All_2000	1800.00	278.26	282.09	281.84	282.71	0.007307	4.03	685.94	345.89	0.73
Rivarolo-Feletto	21.3	Tr200	2370.00	278.26	282.45	282.18	283.20	0.007904	4.51	812.00	348.44	0.77
Rivarolo-Feletto	21.3	Tr500	2870.00	278.26	282.91	282.46	283.66	0.006925	4.59	974.87	359.50	0.74
Rivarolo-Feletto	21.2	Tr20	1270.00	276.64	280.02	279.88	280.61	0.010077	3.76	471.55	311.04	0.81
Rivarolo-Feletto	21.2	All_2000	1800.00	276.64	280.49	280.35	281.18	0.009644	4.18	626.66	342.18	0.82
Rivarolo-Feletto	21.2	Tr200	2370.00	276.64	280.94	280.69	281.69	0.008831	4.44	781.93	344.22	0.80
Rivarolo-Feletto	21.2	Tr500	2870.00	276.64	281.02	280.96	282.04	0.011648	5.19	810.97	349.59	0.83
Rivarolo-Feletto	21.1	Tr20	1270.00	274.44	278.75	277.80	279.04	0.004157	2.51	582.75	282.29	0.53
Rivarolo-Feletto	21.1	All_2000	1800.00	274.44	279.28	278.39	279.65	0.004077	2.85	731.91	283.49	0.54
Rivarolo-Feletto	21.1	Tr200	2370.00	274.44	279.77	278.74	280.22	0.004078	3.16	870.87	286.25	0.55
Rivarolo-Feletto	21.1	Tr500	2870.00	274.44	280.15	279.03	280.52	0.003230	3.03	1399.78	661.70	0.50
Rivarolo-Feletto	21	Tr20	1270.00	273.98	277.19	277.01	277.79	0.007007	3.74	491.07	307.21	0.70
Rivarolo-Feletto	21	All_2000	1800.00	273.98	277.64	277.43	278.37	0.007430	4.24	630.80	309.01	0.74
Rivarolo-Feletto	21	Tr200	2370.00	273.98	278.06	277.82	278.91	0.007749	4.69	761.44	316.43	0.77
Rivarolo-Feletto	21	Tr500	2870.00	273.98	278.40	278.13	279.34	0.007929	5.02	868.14	321.91	0.79
Rivarolo-Feletto	20.6	Tr20	1270.00	273.61	276.35	276.08	276.82	0.007794	3.35	508.98	317.28	0.71
Rivarolo-Feletto	20.6	All_2000	1800.00	273.61	276.79	276.45	277.37	0.007723	3.76	651.96	325.06	0.73
Rivarolo-Feletto	20.6	Tr200	2370.00	273.61	277.22	276.80	277.89	0.007592	4.11	793.87	344.61	0.74
Rivarolo-Feletto	20.6	Tr500	2870.00	273.61	277.62	277.10	278.34	0.006984	4.27	934.45	354.98	0.73
Rivarolo-Feletto	20.5	Tr20	1270.00	272.83	275.68	275.24	276.04	0.006411	2.96	572.23	325.66	0.64
Rivarolo-Feletto	20.5	All_2000	1800.00	272.83	276.18	275.58	276.61	0.005914	3.27	737.16	342.16	0.64
Rivarolo-Feletto	20.5	Tr200	2370.00	272.83	276.65	275.91	277.15	0.005642	3.56	900.53	367.40	0.64
Rivarolo-Feletto	20.5	Tr500	2870.00	272.83	277.02	276.19	277.62	0.005949	3.93	1041.75	399.30	0.67
Rivarolo-Feletto	20.4	Tr20	1270.00	270.97	274.76	273.76	275.04	0.003179	2.37	604.36	319.63	0.47
Rivarolo-Feletto	20.4	All_2000	1800.00	270.97	275.24	274.23	275.60	0.003479	2.77	758.18	327.55	0.50
Rivarolo-Feletto	20.4	Tr200	2370.00	270.97	275.67	274.68	276.13	0.003754	3.13	904.34	342.06	0.53
Rivarolo-Feletto	20.4	Tr500	2870.00	270.97	276.02	274.96	276.55	0.003898	3.39	1022.18	343.40	0.55
Rivarolo-Feletto	20.3	Tr20	1270.00	270.60	274.15	273.75	274.59	0.006298	3.04	506.37	339.16	0.64
Rivarolo-Feletto	20.3	All_2000	1800.00	270.60	274.49	274.16	275.10	0.007422	3.62	627.88	371.06	0.72
Rivarolo-Feletto	20.3	Tr200	2370.00	270.60	274.78	274.60	275.56	0.008578	4.18	735.99	375.33	0.78
Rivarolo-Feletto	20.3	Tr500	2870.00	270.60	275.00	274.88	275.94	0.009464	4.61	820.13	388.58	0.83
Rivarolo-Feletto	20.2	Tr20	1270.00	270.62	273.85	273.25	274.07	0.004154	2.54	798.43	481.81	0.53
Rivarolo-Feletto	20.2	All_2000	1800.00	270.62	274.16	273.58	274.46	0.005001	3.03	949.99	507.17	0.59
Rivarolo-Feletto	20.2	Tr200	2370.00	270.62	274.40	273.85	274.80	0.006084	3.53	1075.47	533.43	0.66

HEC-RAS Plan: completo River: Orco Reach: Rivarolo-Feletto (Continued)

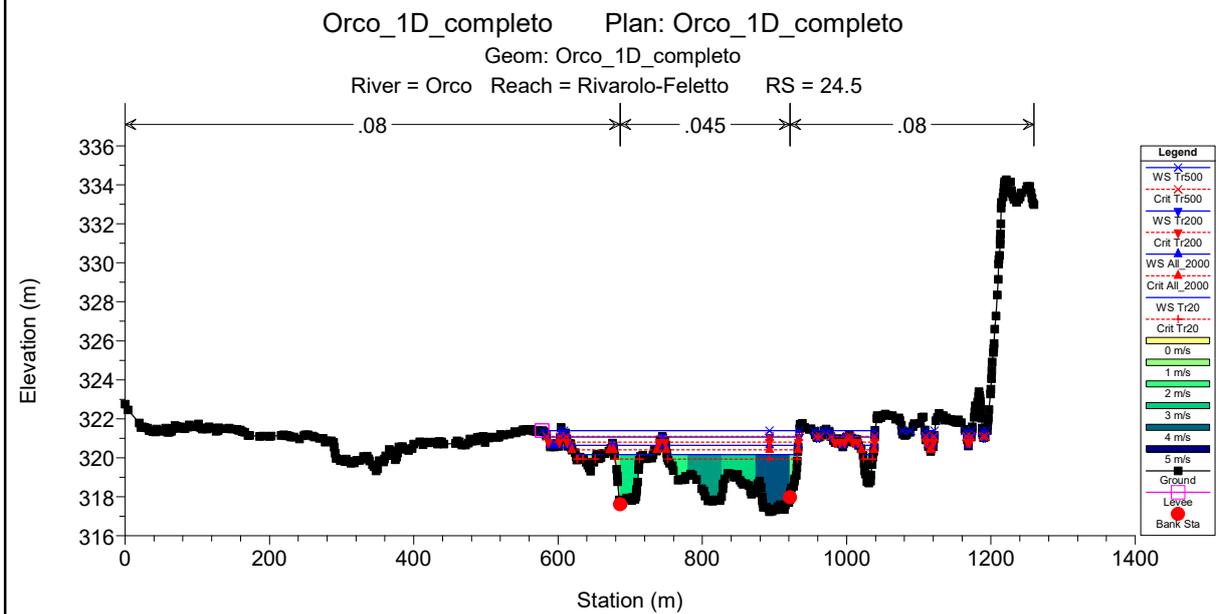
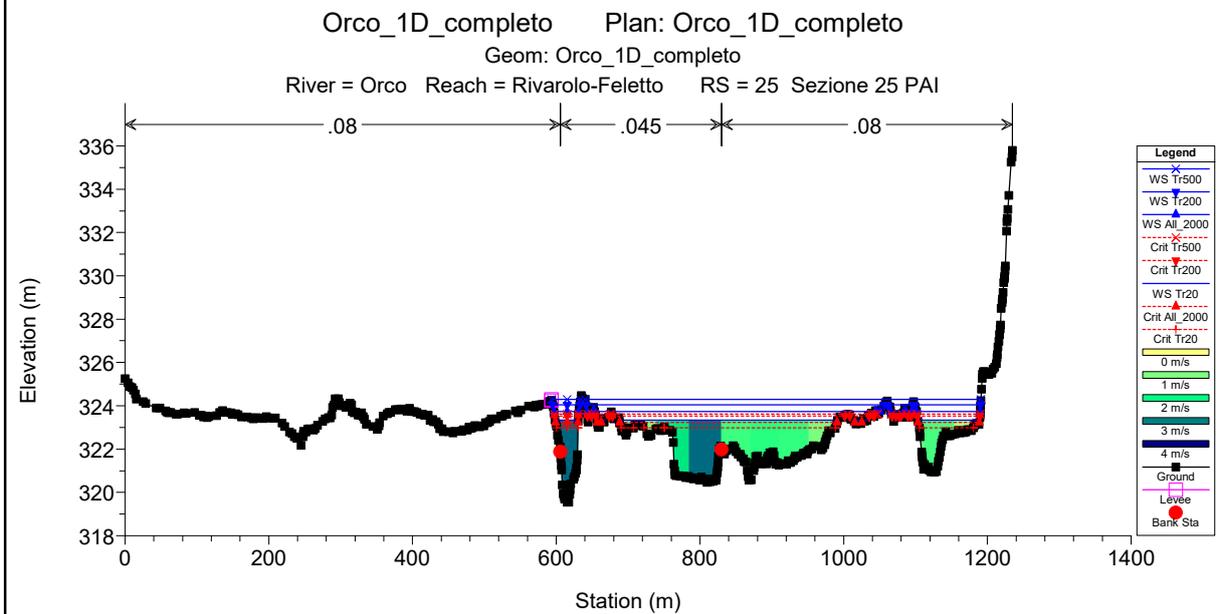
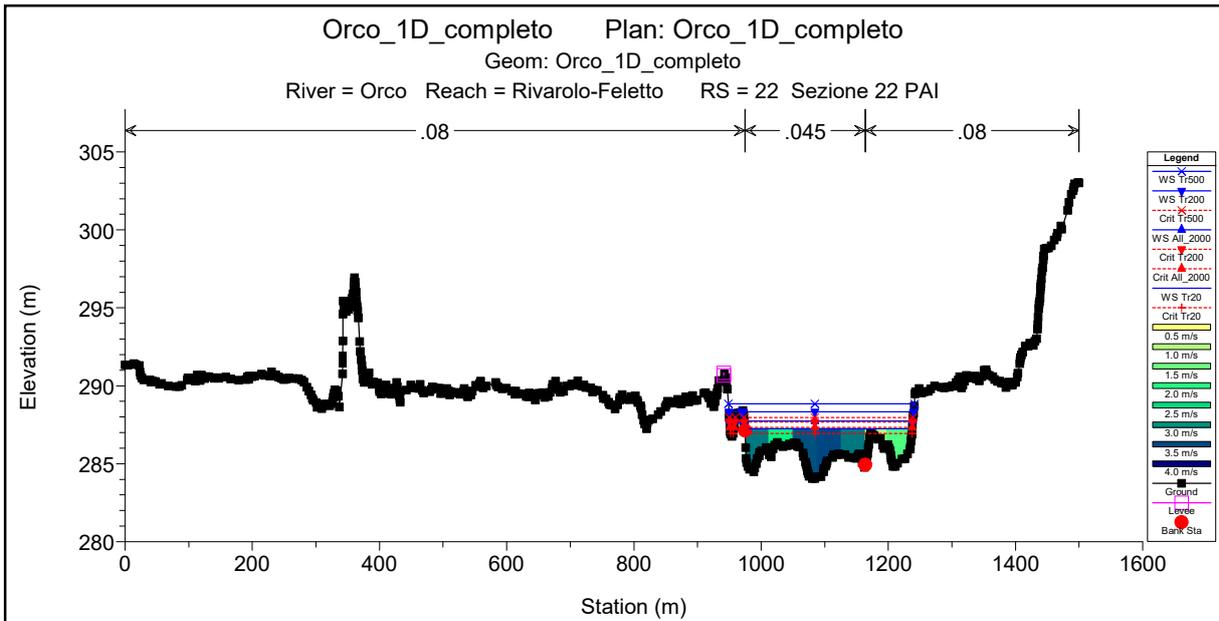
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Rivarolo-Feletto	20.2	Tr500	2870.00	270.62	274.60	274.07	275.09	0.006811	3.91	1183.22	562.30	0.70
Rivarolo-Feletto	20.1	Tr20	1270.00	269.64	271.56	271.56	272.14	0.019499	4.30	481.62	460.97	1.07
Rivarolo-Feletto	20.1	All_2000	1800.00	269.64	272.10	272.03	272.60	0.012729	4.20	798.38	675.73	0.91
Rivarolo-Feletto	20.1	Tr200	2370.00	269.64	272.52	272.30	272.97	0.009543	4.10	1103.46	740.31	0.81
Rivarolo-Feletto	20.1	Tr500	2870.00	269.64	272.85	272.50	273.27	0.007984	4.06	1350.92	752.17	0.76
Rivarolo-Feletto	20	Tr20	1270.00	266.72	270.59	269.35	270.78	0.002007	1.97	778.30	404.43	0.38
Rivarolo-Feletto	20	All_2000	1800.00	266.72	271.05	269.77	271.31	0.002344	2.35	985.02	537.33	0.42
Rivarolo-Feletto	20	Tr200	2370.00	266.72	271.45	270.16	271.76	0.002547	2.65	1222.88	645.10	0.44
Rivarolo-Feletto	20	Tr500	2870.00	266.72	271.78	270.44	272.13	0.002627	2.85	1447.92	688.28	0.46
Rivarolo-Feletto	19.8	Tr20	1270.00	266.29	269.39	268.83	269.70	0.005866	3.14	739.28	547.74	0.63
Rivarolo-Feletto	19.8	All_2000	1800.00	266.29	269.80	269.34	270.15	0.005740	3.43	978.17	651.64	0.64
Rivarolo-Feletto	19.8	Tr200	2370.00	266.29	270.13	269.68	270.53	0.005939	3.76	1216.52	753.32	0.66
Rivarolo-Feletto	19.8	Tr500	2870.00	266.29	270.39	269.93	270.85	0.006385	4.10	1421.04	821.43	0.70
Rivarolo-Feletto	19.7	Tr20	1270.00	265.80	268.44	268.00	268.77	0.006723	2.97	666.13	546.06	0.66
Rivarolo-Feletto	19.7	All_2000	1800.00	265.80	268.87	268.31	269.25	0.006334	3.27	929.61	667.71	0.66
Rivarolo-Feletto	19.7	Tr200	2370.00	265.80	269.26	268.31	269.66	0.005846	3.45	1197.65	707.23	0.65
Rivarolo-Feletto	19.7	Tr500	2870.00	265.80	269.47	268.81	269.92	0.006116	3.71	1351.99	710.62	0.67
Rivarolo-Feletto	19.6	Tr20	1270.00	264.03	267.68	267.14	267.90	0.003705	2.57	890.27	658.69	0.51
Rivarolo-Feletto	19.6	All_2000	1800.00	264.03	268.22	267.46	268.45	0.003222	2.71	1300.34	826.03	0.49
Rivarolo-Feletto	19.6	Tr200	2370.00	264.03	268.74	267.79	268.95	0.002632	2.71	1743.74	882.39	0.45
Rivarolo-Feletto	19.6	Tr500	2870.00	264.03	268.79	268.04	269.08	0.003604	3.20	1786.75	882.94	0.53
Rivarolo-Feletto	19.5	Tr20	1270.00	262.33	266.11	265.89	266.68	0.006891	3.84	535.07	375.02	0.71
Rivarolo-Feletto	19.5	All_2000	1800.00	262.33	266.58	266.34	267.28	0.007538	4.41	736.98	569.84	0.76
Rivarolo-Feletto	19.5	Tr200	2370.00	262.33	266.88	266.55	267.81	0.009325	5.19	922.37	638.31	0.85
Rivarolo-Feletto	19.5	Tr500	2870.00	262.33	267.27	267.23	267.92	0.006684	4.69	1404.02	1005.70	0.73
Rivarolo-Feletto	19.4	Tr20	1270.00	262.01	265.37	264.75	265.75	0.004957	2.98	625.92	501.85	0.59
Rivarolo-Feletto	19.4	All_2000	1800.00	262.01	265.97	265.27	266.35	0.004220	3.15	987.41	688.46	0.56
Rivarolo-Feletto	19.4	Tr200	2370.00	262.01	266.41	265.83	266.79	0.003848	3.27	1299.29	717.56	0.55
Rivarolo-Feletto	19.4	Tr500	2870.00	262.01	266.71	266.16	267.11	0.003807	3.43	1514.49	729.66	0.55
Rivarolo-Feletto	19.3	Tr20	1270.00	261.19	264.14	263.71	264.76	0.007811	3.60	416.10	280.22	0.73
Rivarolo-Feletto	19.3	All_2000	1800.00	261.19	264.61	264.34	265.41	0.008386	4.17	576.19	446.75	0.78
Rivarolo-Feletto	19.3	Tr200	2370.00	261.19	265.12	265.12	265.94	0.007413	4.37	848.99	596.09	0.75
Rivarolo-Feletto	19.3	Tr500	2870.00	261.19	265.41	265.41	266.26	0.007314	4.58	1028.96	630.17	0.76
Rivarolo-Feletto	19.2	Tr20	1270.00	259.64	262.66	261.86	263.00	0.004364	2.85	527.20	347.49	0.54
Rivarolo-Feletto	19.2	All_2000	1800.00	259.64	263.17	262.29	263.59	0.004291	2.99	755.77	512.56	0.56
Rivarolo-Feletto	19.2	Tr200	2370.00	259.64	263.65	262.84	264.11	0.004022	3.20	1020.82	604.25	0.55
Rivarolo-Feletto	19.2	Tr500	2870.00	259.64	264.11	263.24	264.55	0.003461	3.22	1325.43	709.34	0.52
Rivarolo-Feletto	19.1	Tr20	1270.00	258.12	262.17	261.13	262.45	0.003057	2.44	622.30	465.50	0.46
Rivarolo-Feletto	19.1	All_2000	1800.00	258.12	262.71	261.61	263.04	0.002967	2.70	953.02	685.97	0.47
Rivarolo-Feletto	19.1	Tr200	2370.00	258.12	263.31	262.13	263.61	0.002420	2.72	1379.52	740.88	0.44
Rivarolo-Feletto	19.1	Tr500	2870.00	258.12	263.87	262.66	264.13	0.001876	2.62	1805.63	789.10	0.39
Rivarolo-Feletto	19	Tr20	1270.00	257.54	261.50	260.59	261.89	0.003918	2.87	565.11	503.70	0.53
Rivarolo-Feletto	19	All_2000	1800.00	257.54	262.31	261.30	262.60	0.002500	2.69	1173.48	845.76	0.44
Rivarolo-Feletto	19	Tr200	2370.00	257.54	263.07	262.03	263.28	0.001588	2.42	1825.03	880.78	0.36
Rivarolo-Feletto	19	Tr500	2870.00	257.54	263.71	262.32	263.87	0.001194	2.29	2406.98	943.97	0.32
Rivarolo-Feletto	18.41	Tr20	1270.00	257.25	261.55	260.50	261.71	0.001713	2.07	1041.22	608.73	0.36
Rivarolo-Feletto	18.41	All_2000	1800.00	257.25	262.34	260.95	262.48	0.001285	2.06	1570.77	698.22	0.32
Rivarolo-Feletto	18.41	Tr200	2370.00	257.25	263.07	261.30	263.20	0.001035	2.06	2092.42	746.98	0.30
Rivarolo-Feletto	18.41	Tr500	2870.00	257.25	263.69	261.54	263.81	0.000899	2.08	2563.12	768.48	0.28
Rivarolo-Feletto	18.401		Mult Open									
Rivarolo-Feletto	18.40	Tr20	1270.00	257.25	261.27	260.50	261.49	0.002576	2.39	874.43	587.64	0.43
Rivarolo-Feletto	18.40	All_2000	1800.00	257.25	261.98	260.94	262.18	0.001982	2.40	1322.32	684.50	0.39
Rivarolo-Feletto	18.40	Tr200	2370.00	257.25	262.62	261.30	262.81	0.001622	2.41	1768.87	703.67	0.36
Rivarolo-Feletto	18.40	Tr500	2870.00	257.25	263.17	261.53	263.36	0.001420	2.44	2169.90	753.90	0.35
Rivarolo-Feletto	18.39	Tr20	1270.00	256.89	260.90	260.08	261.41	0.004917	3.21	433.68	191.42	0.60
Rivarolo-Feletto	18.39	All_2000	1800.00	256.89	261.33	260.70	262.08	0.006088	3.91	518.69	201.17	0.68
Rivarolo-Feletto	18.39	Tr200	2370.00	256.89	261.57	261.25	262.67	0.008256	4.77	566.86	202.98	0.80
Rivarolo-Feletto	18.39	Tr500	2870.00	256.89	261.74	261.65	263.18	0.010259	5.48	601.50	204.27	0.90
Rivarolo-Feletto	18.35	Tr20	1270.00	256.79	260.52	260.07	261.22	0.007672	3.75	386.87	291.84	0.73
Rivarolo-Feletto	18.35	All_2000	1800.00	256.79	260.95	260.88	261.86	0.008595	4.38	526.19	352.34	0.79
Rivarolo-Feletto	18.35	Tr200	2370.00	256.79	261.39	261.38	262.42	0.008563	4.78	685.18	366.62	0.81
Rivarolo-Feletto	18.35	Tr500	2870.00	256.79	261.70	261.70	262.83	0.008739	5.10	799.35	369.08	0.83
Rivarolo-Feletto	18.3	Tr20	1270.00	256.73	259.90	259.67	260.64	0.009981	3.86	366.89	302.21	0.81
Rivarolo-Feletto	18.3	All_2000	1800.00	256.73	260.44	260.32	261.27	0.008860	4.18	532.71	310.14	0.79
Rivarolo-Feletto	18.3	Tr200	2370.00	256.73	260.97	260.74	261.84	0.007787	4.40	697.32	312.85	0.77
Rivarolo-Feletto	18.3	Tr500	2870.00	256.73	261.82	261.05	261.96	0.001536	2.27	2429.52	975.21	0.35
Rivarolo-Feletto	18.27	Tr20	1270.00	256.56	259.62	259.29	260.28	0.009038	3.60	372.81	233.72	0.77
Rivarolo-Feletto	18.27	All_2000	1800.00	256.56	260.17	259.90	260.95	0.008300	3.99	513.99	271.06	0.76
Rivarolo-Feletto	18.27	Tr200	2370.00	256.56	260.70	260.35	261.56	0.007466	4.26	666.61	320.41	0.75
Rivarolo-Feletto	18.27	Tr500	2870.00	256.56	261.80	260.73	261.90	0.001080	1.96	2742.18	1019.87	0.30
Rivarolo-Feletto	18.25	Tr20	1270.00	256.22	259.26	258.97	259.93	0.009853	3.61	359.15	195.67	0.80
Rivarolo-Feletto	18.25	All_2000	1800.00	256.22	259.79	259.47	260.62	0.009250	4.06	469.02	230.94	0.80

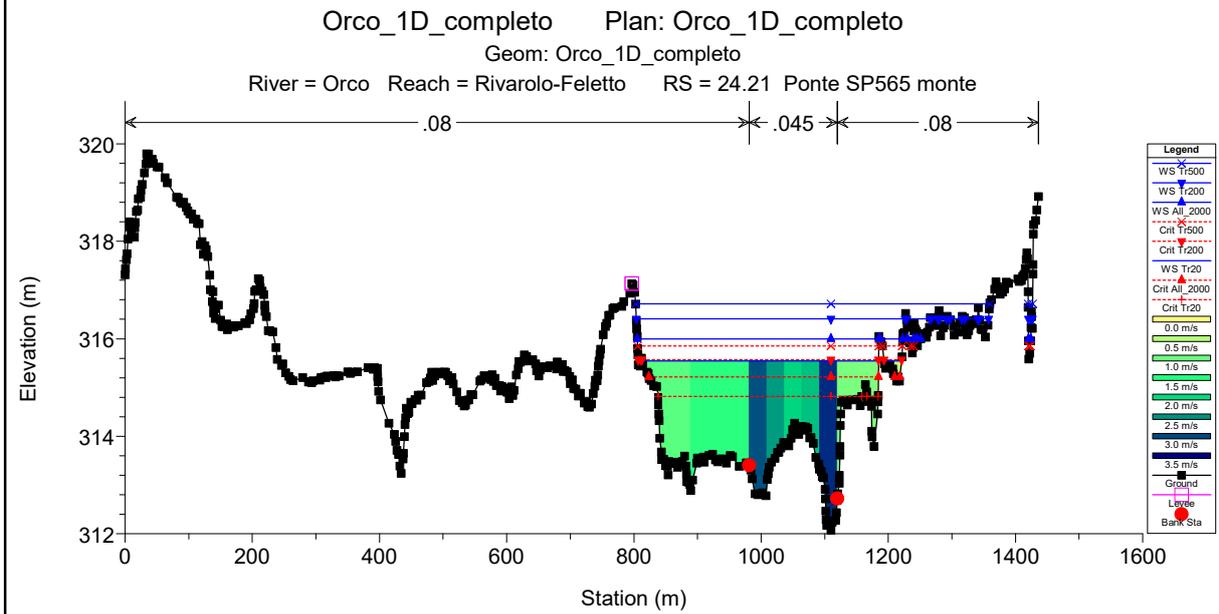
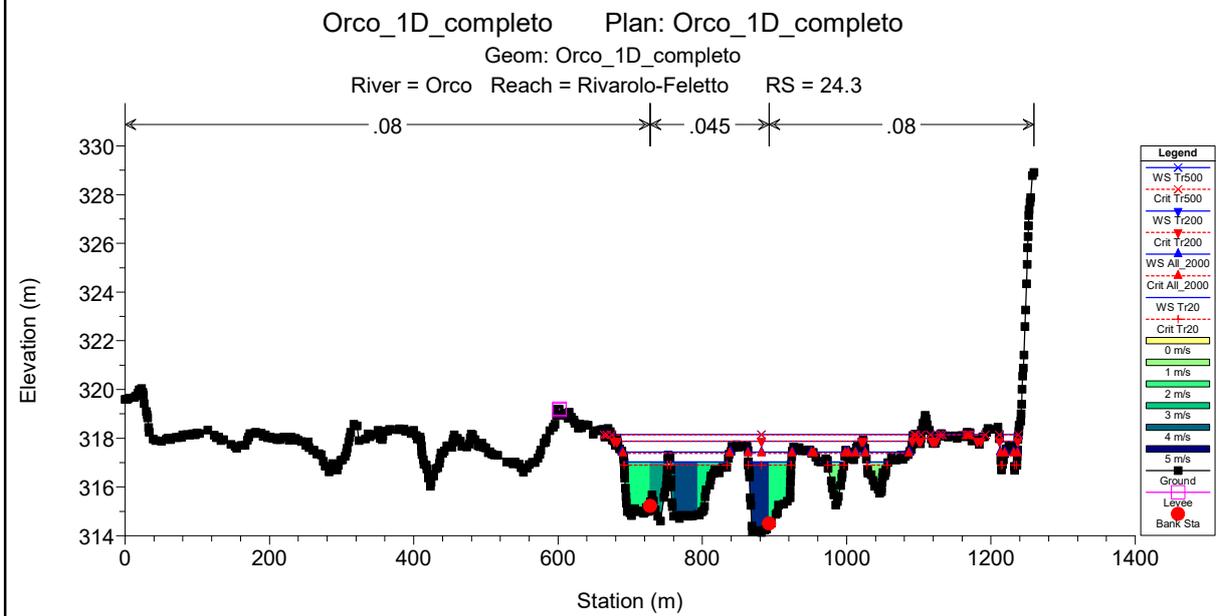
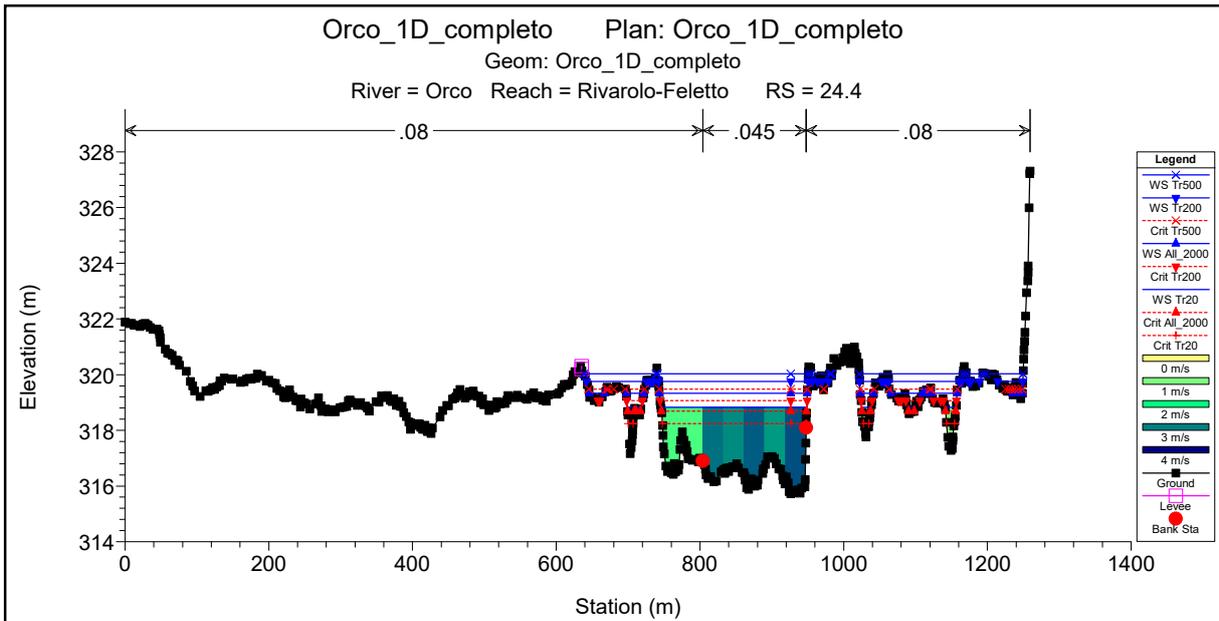
HEC-RAS Plan: completo River: Orco Reach: Rivarolo-Feletto (Continued)

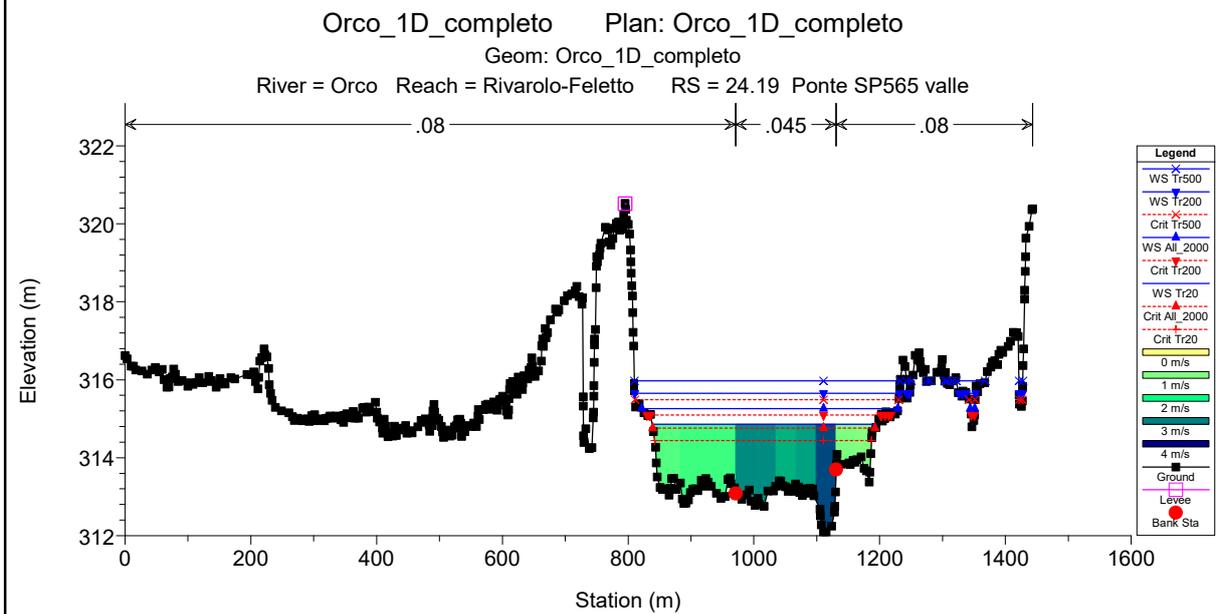
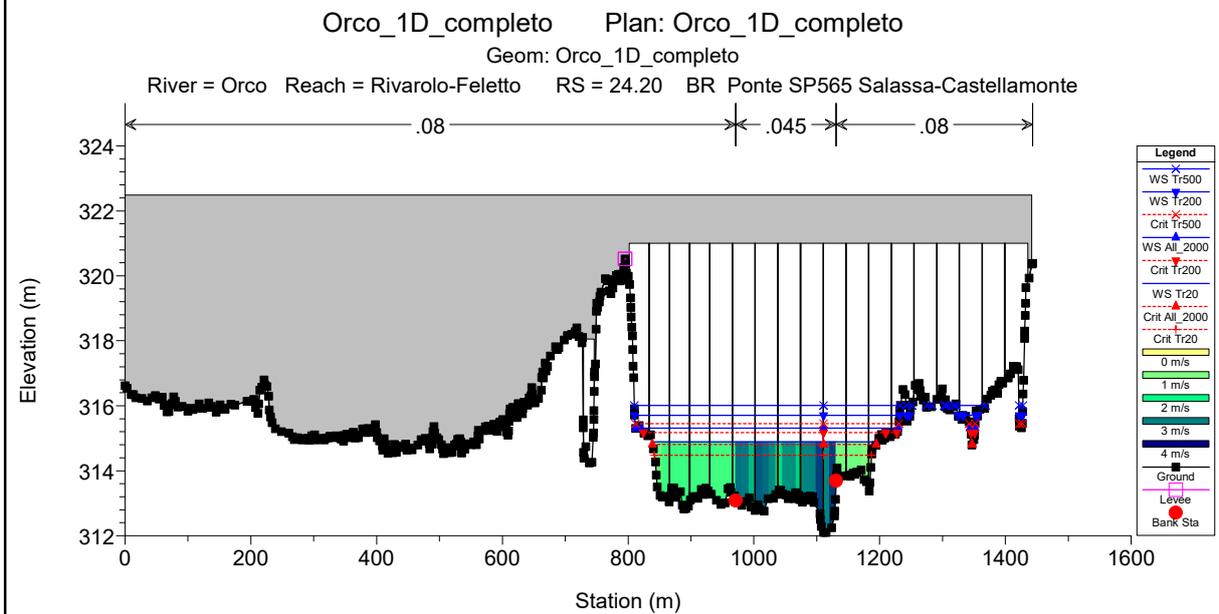
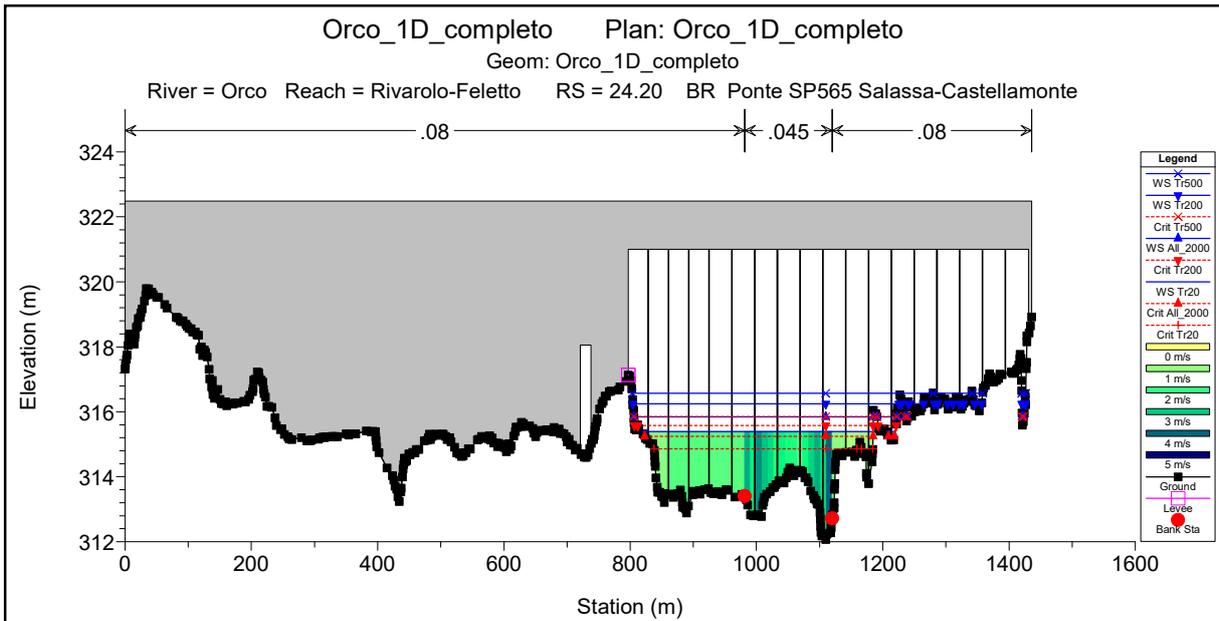
Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
			(m ³ /s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m ²)	(m)	
Rivarolo-Feletto	18.25	Tr200	2370.00	256.22	260.27	259.99	261.25	0.008870	4.45	595.23	291.28	0.81
Rivarolo-Feletto	18.25	Tr500	2870.00	256.22	260.64	260.42	261.72	0.008577	4.72	707.13	313.08	0.81
Rivarolo-Feletto	18.2	Tr20	1270.00	254.92	258.99	258.19	259.37	0.004521	2.74	477.45	221.14	0.55
Rivarolo-Feletto	18.2	All_2000	1800.00	254.92	259.57	258.64	260.06	0.004443	3.12	619.07	256.20	0.57
Rivarolo-Feletto	18.2	Tr200	2370.00	254.92	260.10	259.07	260.69	0.004383	3.45	756.22	260.15	0.58
Rivarolo-Feletto	18.2	Tr500	2870.00	254.92	260.47	259.49	261.16	0.004558	3.75	852.16	263.22	0.60
Rivarolo-Feletto	18.15	Tr20	1270.00	254.80	258.61	257.87	259.03	0.005059	2.87	445.48	189.31	0.58
Rivarolo-Feletto	18.15	All_2000	1800.00	254.80	259.19	258.32	259.72	0.004930	3.26	583.55	253.03	0.60
Rivarolo-Feletto	18.15	Tr200	2370.00	254.80	259.72	258.78	260.36	0.004848	3.59	718.36	257.60	0.61
Rivarolo-Feletto	18.15	Tr500	2870.00	254.80	260.03	259.20	260.80	0.005274	3.96	799.34	261.29	0.64
Rivarolo-Feletto	18.1	Tr20	1270.00	254.24	258.29	257.43	258.68	0.004371	2.79	469.97	211.93	0.55
Rivarolo-Feletto	18.1	All_2000	1800.00	254.24	258.87	257.90	259.38	0.004388	3.19	610.11	253.03	0.57
Rivarolo-Feletto	18.1	Tr200	2370.00	254.24	259.40	258.37	260.02	0.004398	3.54	745.37	256.31	0.58
Rivarolo-Feletto	18.1	Tr500	2870.00	254.24	259.66	258.81	260.43	0.005100	3.98	810.47	258.57	0.64
Rivarolo-Feletto	18	Tr20	1270.00	253.42	257.10	256.55	257.60	0.006393	3.45	489.41	299.51	0.67
Rivarolo-Feletto	18	All_2000	1800.00	253.42	257.51	257.08	258.19	0.007818	4.10	626.63	364.98	0.75
Rivarolo-Feletto	18	Tr200	2370.00	253.42	257.94	257.49	258.79	0.008389	4.63	803.03	424.72	0.79
Rivarolo-Feletto	18	Tr500	2870.00	253.42	258.32	258.15	259.17	0.007629	4.74	966.34	425.99	0.77
Rivarolo-Feletto	17.8	Tr20	1270.00	251.87	255.66	255.20	256.03	0.006202	2.78	510.02	308.35	0.63
Rivarolo-Feletto	17.8	All_2000	1800.00	251.87	256.38	255.58	256.75	0.004188	2.79	740.95	350.23	0.54
Rivarolo-Feletto	17.8	Tr200	2370.00	251.87	256.81	255.92	257.26	0.004263	3.11	905.71	400.37	0.56
Rivarolo-Feletto	17.8	Tr500	2870.00	251.87	256.88	256.20	257.51	0.005778	3.68	933.14	401.67	0.65
Rivarolo-Feletto	17.7	Tr20	1270.00	251.15	254.76	253.88	255.01	0.003524	2.26	579.21	275.70	0.48
Rivarolo-Feletto	17.7	All_2000	1800.00	251.15	254.27	254.27	255.13	0.016036	4.11	447.13	271.29	0.99
Rivarolo-Feletto	17.7	Tr200	2370.00	251.15	254.62	254.62	255.64	0.015146	4.50	541.93	274.34	0.99
Rivarolo-Feletto	17.7	Tr500	2870.00	251.15	254.90	254.90	256.06	0.014477	4.78	620.46	277.08	0.99
Rivarolo-Feletto	17.6	Tr20	1270.00	250.28	253.84	253.19	254.21	0.005240	2.70	477.58	236.27	0.58
Rivarolo-Feletto	17.6	All_2000	1800.00	250.28	254.07	253.59	254.14	0.001643	1.61	2050.51	1323.67	0.33
Rivarolo-Feletto	17.6	Tr200	2370.00	250.28	254.45	253.99	254.53	0.001458	1.68	2560.01	1331.83	0.32
Rivarolo-Feletto	17.6	Tr500	2870.00	250.28	254.76	254.07	254.84	0.001297	1.70	3104.40	1476.79	0.31
Rivarolo-Feletto	17.5	Tr20	1270.00	249.98	252.94	252.67	253.35	0.009220	2.93	479.37	327.10	0.74
Rivarolo-Feletto	17.5	All_2000	1800.00	249.98	253.29	253.03	253.72	0.008080	3.12	697.11	411.42	0.71
Rivarolo-Feletto	17.5	Tr200	2370.00	249.98	253.23	253.23	254.04	0.015642	4.26	672.68	410.82	0.99
Rivarolo-Feletto	17.5	Tr500	2870.00	249.98	253.44	253.44	254.37	0.015707	4.58	760.16	417.09	1.01
Rivarolo-Feletto	17.4	Tr20	1270.00	248.54	251.85	251.55	252.12	0.006764	2.50	616.33	424.23	0.63
Rivarolo-Feletto	17.4	All_2000	1800.00	248.54	252.32	251.73	252.62	0.005983	2.63	824.52	465.09	0.61
Rivarolo-Feletto	17.4	Tr200	2370.00	248.54	252.58	252.04	252.69	0.002791	1.88	2169.56	1583.36	0.42
Rivarolo-Feletto	17.4	Tr500	2870.00	248.54	252.85	252.20	252.96	0.002438	1.91	2606.38	1620.92	0.40
Rivarolo-Feletto	17.3	Tr20	1270.00	247.52	250.89	250.33	251.17	0.005447	2.38	560.05	358.09	0.57
Rivarolo-Feletto	17.3	All_2000	1800.00	247.52	251.25	250.68	251.62	0.006616	2.74	699.83	432.78	0.64
Rivarolo-Feletto	17.3	Tr200	2370.00	247.52	251.58	251.02	252.03	0.006676	3.02	852.80	475.05	0.66
Rivarolo-Feletto	17.3	Tr500	2870.00	247.52	251.51	251.32	252.22	0.010968	3.79	819.46	468.83	0.84
Rivarolo-Feletto	17.2	Tr20	1270.00	247.13	250.60	249.57	250.75	0.002223	1.78	779.70	457.98	0.38
Rivarolo-Feletto	17.2	All_2000	1800.00	247.13	250.82	249.89	251.07	0.003204	2.27	886.66	547.82	0.46
Rivarolo-Feletto	17.2	Tr200	2370.00	247.13	251.08	250.21	251.42	0.003848	2.66	1041.48	612.99	0.52
Rivarolo-Feletto	17.2	Tr500	2870.00	247.13	251.32	250.46	251.53	0.002633	2.33	2114.45	1637.74	0.43
Rivarolo-Feletto	17.1	Tr20	1270.00	246.78	249.85	249.57	250.23	0.006066	3.10	656.78	555.52	0.64
Rivarolo-Feletto	17.1	All_2000	1800.00	246.78	250.25	249.97	250.53	0.004613	2.99	1242.36	1240.62	0.57
Rivarolo-Feletto	17.1	Tr200	2370.00	246.78	250.59	250.24	250.85	0.004033	3.02	1729.08	1543.34	0.54
Rivarolo-Feletto	17.1	Tr500	2870.00	246.78	250.83	250.42	251.09	0.003948	3.14	2114.34	1618.24	0.54
Rivarolo-Feletto	17	Tr20	1270.00	245.92	249.24	248.64	249.43	0.003507	2.13	851.55	706.44	0.47
Rivarolo-Feletto	17	All_2000	1800.00	245.92	249.66	248.98	249.88	0.003297	2.34	1174.12	792.20	0.47
Rivarolo-Feletto	17	Tr200	2370.00	245.92	249.56	249.25	249.99	0.006911	3.29	1090.20	780.19	0.68
Rivarolo-Feletto	17	Tr500	2870.00	245.92	249.78	249.25	250.25	0.006860	3.48	1267.53	805.27	0.69
Rivarolo-Feletto	16.7	Tr20	1270.00	245.15	248.45	248.20	248.85	0.007386	3.37	669.52	575.15	0.70
Rivarolo-Feletto	16.7	All_2000	1800.00	245.15	248.62	248.62	249.22	0.010509	4.22	769.78	586.03	0.85
Rivarolo-Feletto	16.7	Tr200	2370.00	245.15	248.85	248.85	249.16	0.006632	3.55	1625.66	1624.63	0.68
Rivarolo-Feletto	16.7	Tr500	2870.00	245.15	248.92	248.89	249.33	0.008679	4.13	1736.79	1660.96	0.78
Rivarolo-Feletto	16.6	Tr20	1270.00	244.37	247.91	247.48	248.10	0.004537	2.41	928.57	805.23	0.54
Rivarolo-Feletto	16.6	All_2000	1800.00	244.37	248.25	247.78	248.31	0.001800	1.68	2252.82	1624.54	0.35
Rivarolo-Feletto	16.6	Tr200	2370.00	244.37	248.55	248.03	248.62	0.001727	1.78	2733.51	1624.54	0.35
Rivarolo-Feletto	16.6	Tr500	2870.00	244.37	248.73	248.18	248.81	0.001770	1.89	3172.98	1850.69	0.36
Rivarolo-Feletto	16.5	Tr20	1270.00	244.00	247.37	246.77	247.54	0.004004	1.98	811.00	593.58	0.49
Rivarolo-Feletto	16.5	All_2000	1800.00	244.00	247.76	246.99	247.97	0.003872	2.23	1046.97	617.28	0.50
Rivarolo-Feletto	16.5	Tr200	2370.00	244.00	248.07	247.24	248.28	0.003621	2.37	1444.13	820.16	0.49
Rivarolo-Feletto	16.5	Tr500	2870.00	244.00	247.45	247.45	248.21	0.017311	4.24	858.81	603.41	1.02
Rivarolo-Feletto	16.4	Tr20	1270.00	243.43	245.84	245.84	246.43	0.018757	3.40	375.03	316.90	1.00
Rivarolo-Feletto	16.4	All_2000	1800.00	243.43	246.15	246.15	246.89	0.017560	3.82	474.89	327.11	1.00
Rivarolo-Feletto	16.4	Tr200	2370.00	243.43	246.56	246.51	247.33	0.013865	3.91	639.38	476.25	0.92
Rivarolo-Feletto	16.4	Tr500	2870.00	243.43	246.74	246.74	246.82	0.002433	1.74	2810.04	1829.62	0.39
Rivarolo-Feletto	16.3	Tr20	1270.00	242.83	245.29	244.98	245.32	0.001380	1.08	2064.82	1798.02	0.28
Rivarolo-Feletto	16.3	All_2000	1800.00	242.83	245.64	245.11	245.67	0.001202	1.16	2728.49	1910.85	0.27
Rivarolo-Feletto	16.3	Tr200	2370.00	242.83	245.39	245.11	245.48	0.003662	1.85	2254.38	1802.86	0.46

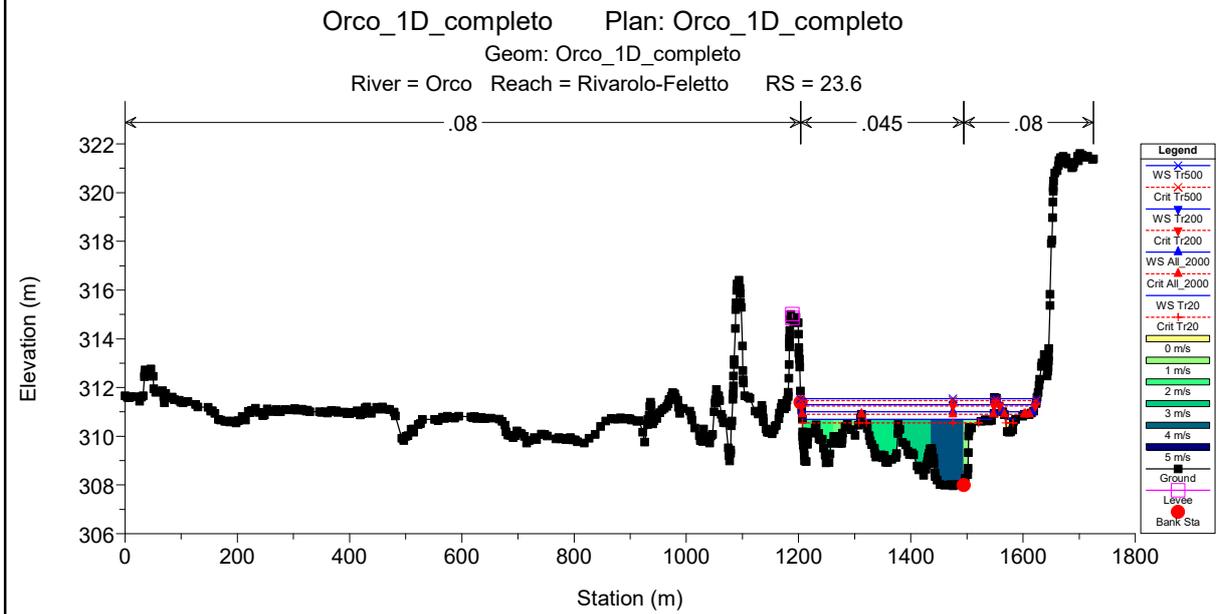
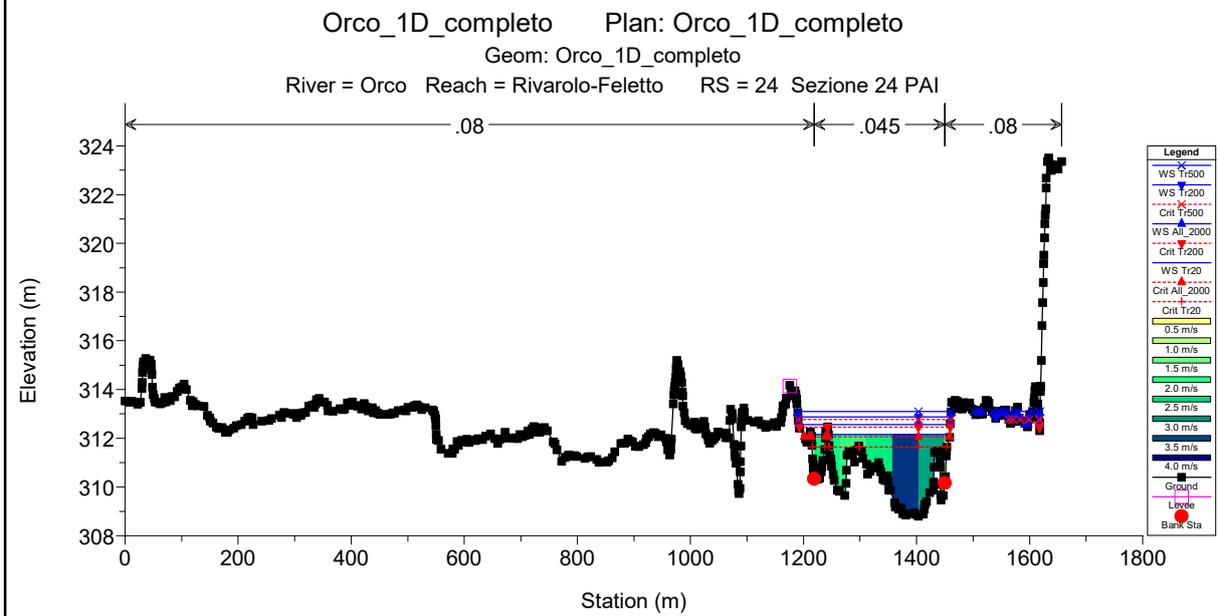
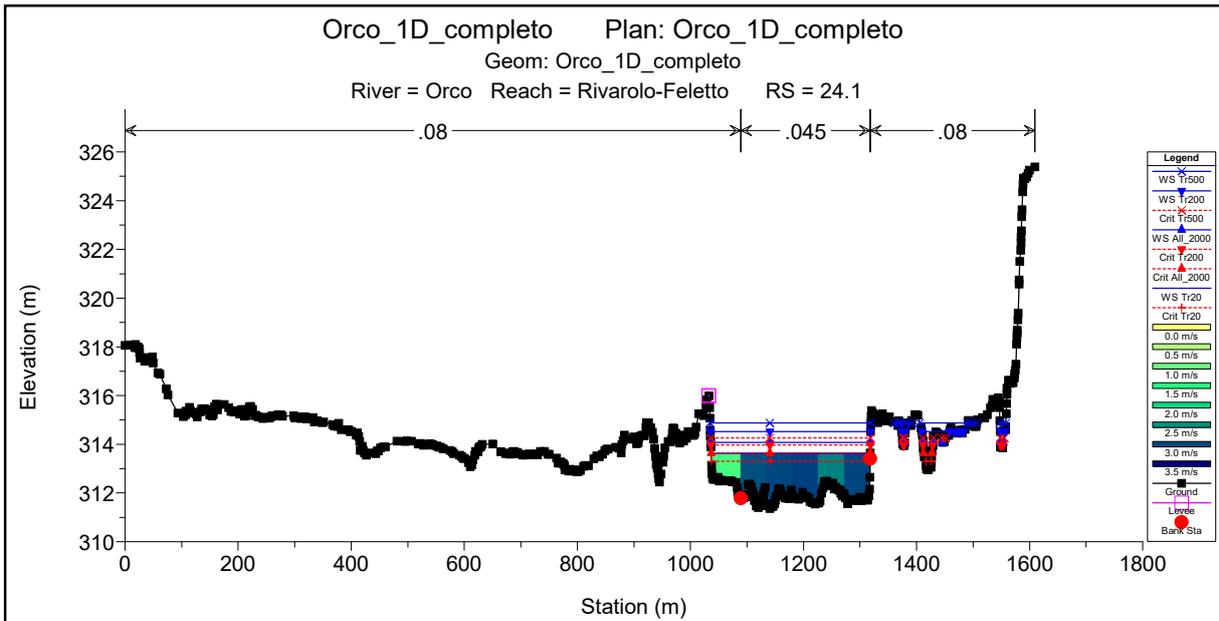
HEC-RAS Plan: completo River: Orco Reach: Rivarolo-Feletto (Continued)

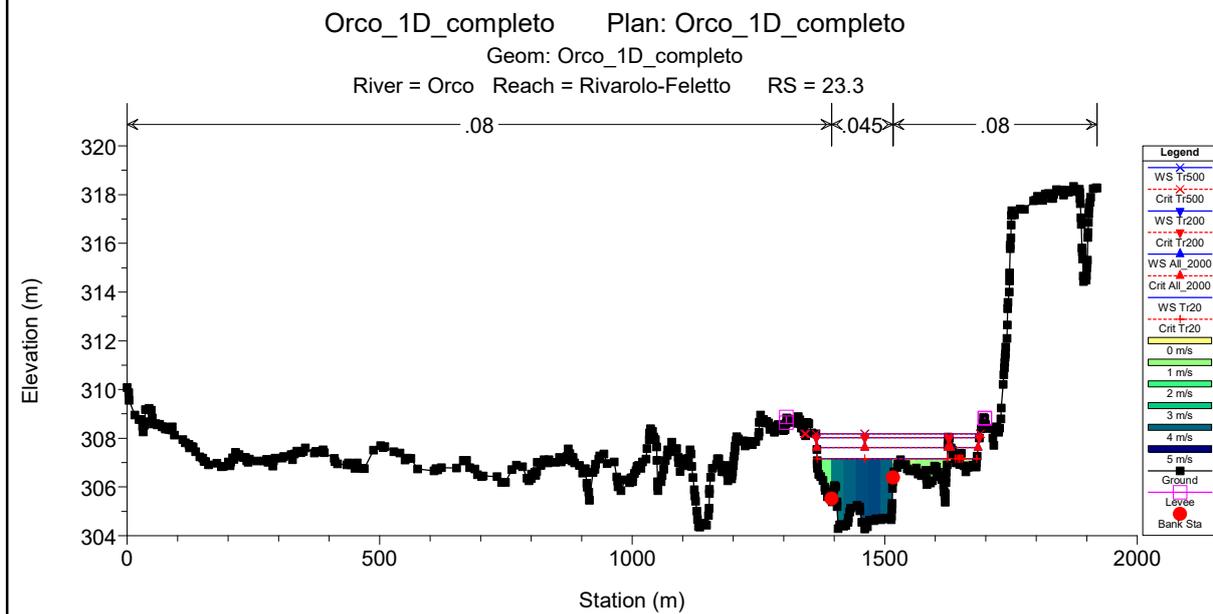
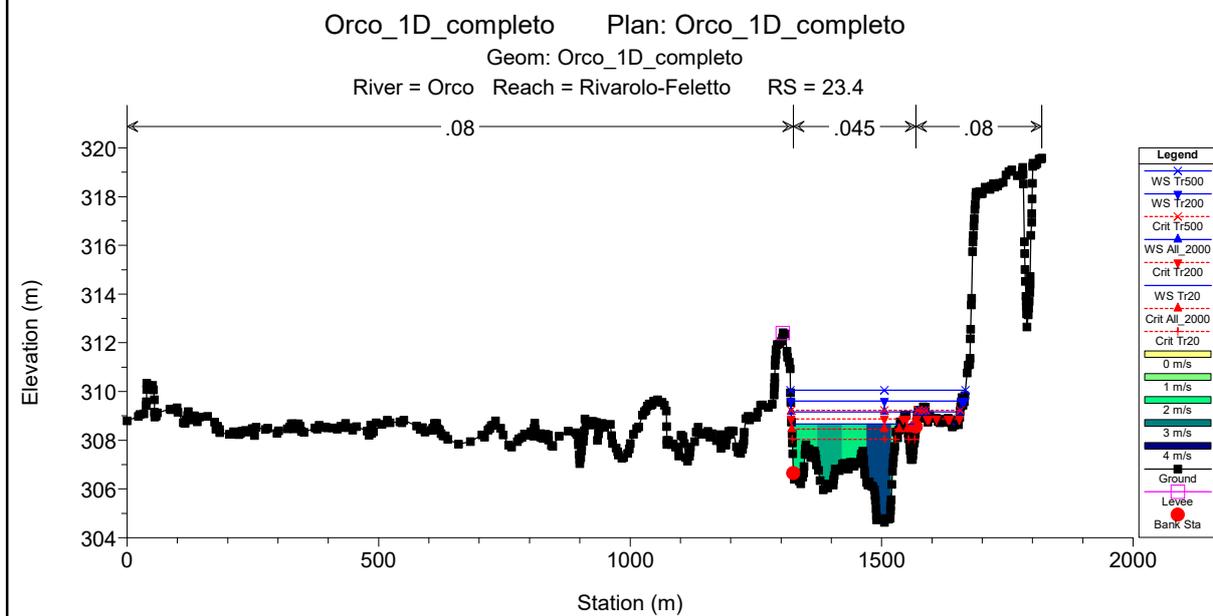
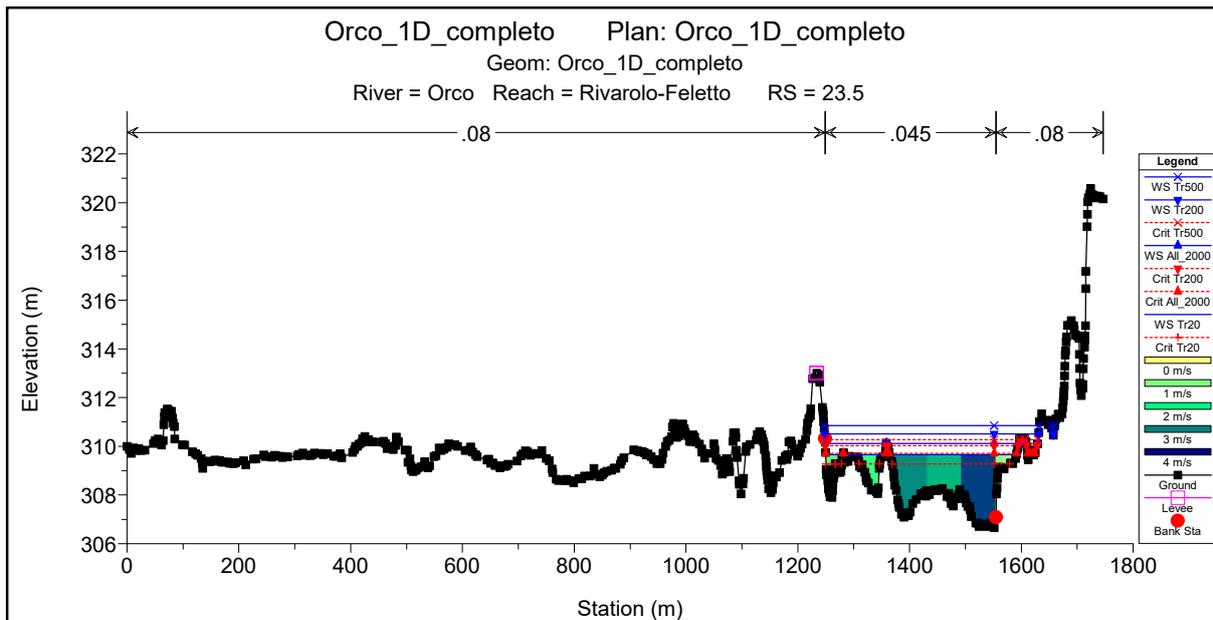
Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
			(m ³ /s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m ²)	(m)	
Rivarolo-Feletto	16.3	Tr500	2870.00	242.83	245.56	245.11	245.65	0.003667	1.97	2548.66	1810.02	0.47
Rivarolo-Feletto	16.2	Tr20	1270.00	241.77	244.19	244.19	244.70	0.015043	3.44	489.71	553.86	0.92
Rivarolo-Feletto	16.2	All_2000	1800.00	241.77	244.42	244.42	245.09	0.017069	4.04	629.37	698.71	1.01
Rivarolo-Feletto	16.2	Tr200	2370.00	241.77	244.80	244.42	244.91	0.003756	2.18	2192.26	1892.80	0.49
Rivarolo-Feletto	16.2	Tr500	2870.00	241.77	244.74	244.74	244.93	0.006300	2.77	2084.80	1887.46	0.63
Rivarolo-Feletto	16.1	Tr20	1270.00	241.78	243.92	243.84	244.00	0.003930	1.69	1212.82	1394.46	0.47
Rivarolo-Feletto	16.1	All_2000	1800.00	241.78	244.29	243.88	244.37	0.002952	1.72	1812.90	1768.49	0.42
Rivarolo-Feletto	16.1	Tr200	2370.00	241.78	244.67	243.88	244.75	0.002264	1.73	2531.90	1918.50	0.38
Rivarolo-Feletto	16.1	Tr500	2870.00	241.78	243.88	243.89	246.32	0.073606	7.15	470.57	520.27	2.01
Rivarolo-Feletto	16	Tr20	1270.00	240.10	243.03	242.54	243.31	0.005751	2.36	558.47	372.73	0.58
Rivarolo-Feletto	16	All_2000	1800.00	240.10	243.39	242.85	243.76	0.005941	2.72	704.29	442.75	0.61
Rivarolo-Feletto	16	Tr200	2370.00	240.10	243.15	243.15	243.99	0.015870	4.10	603.00	388.29	0.98
Rivarolo-Feletto	16	Tr500	2870.00	240.10	243.49	243.49	243.74	0.005409	2.66	1786.94	1607.27	0.59

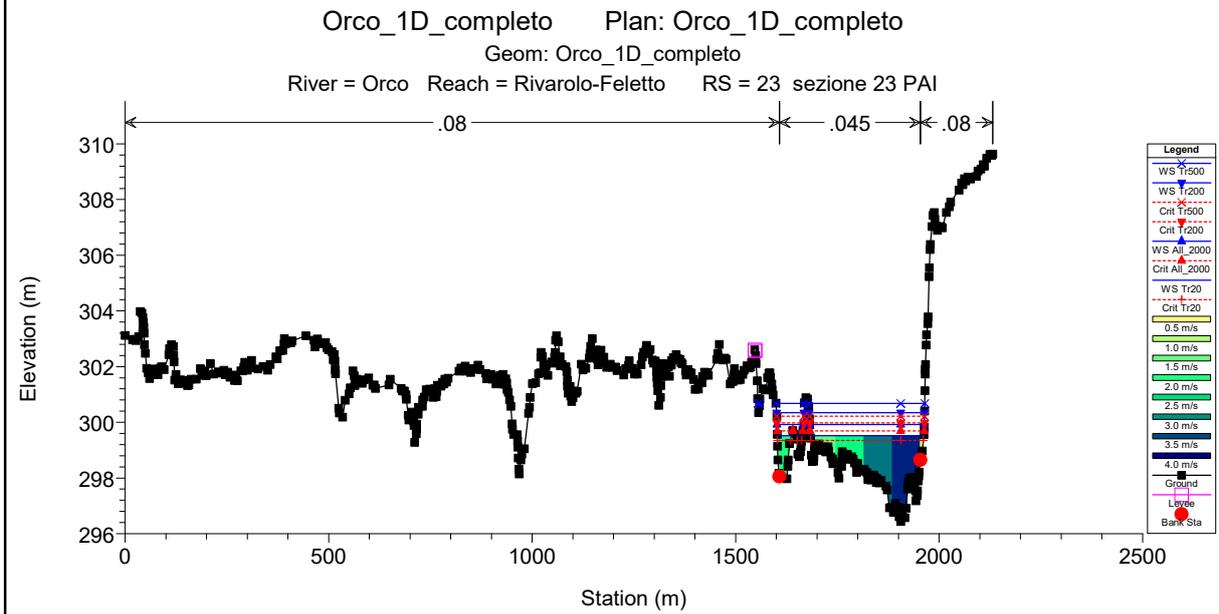
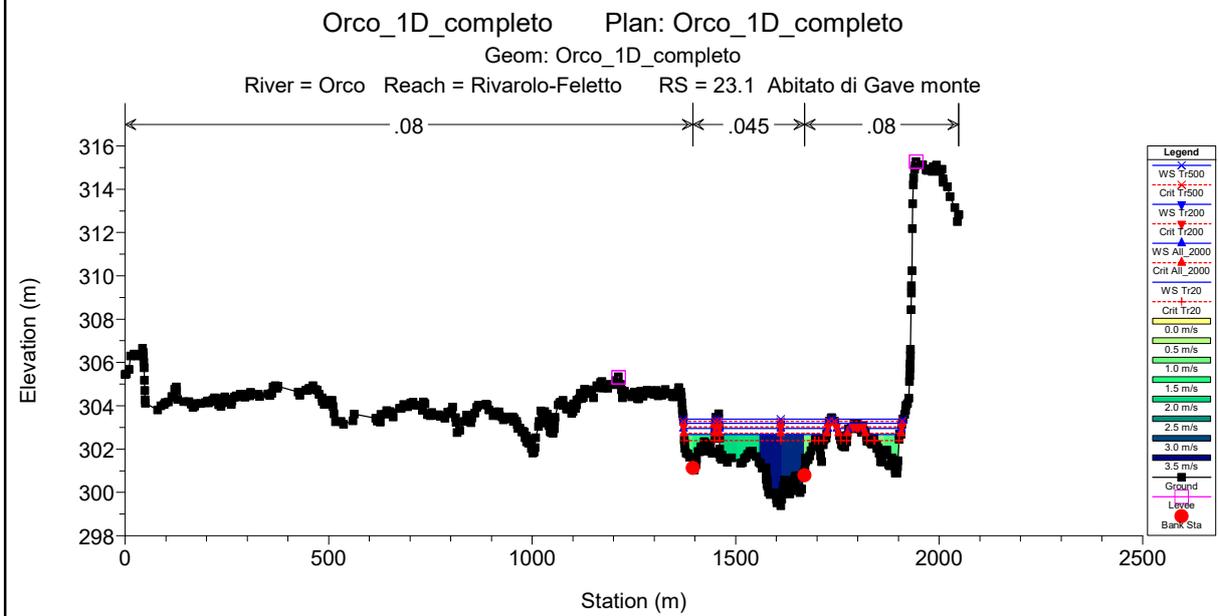
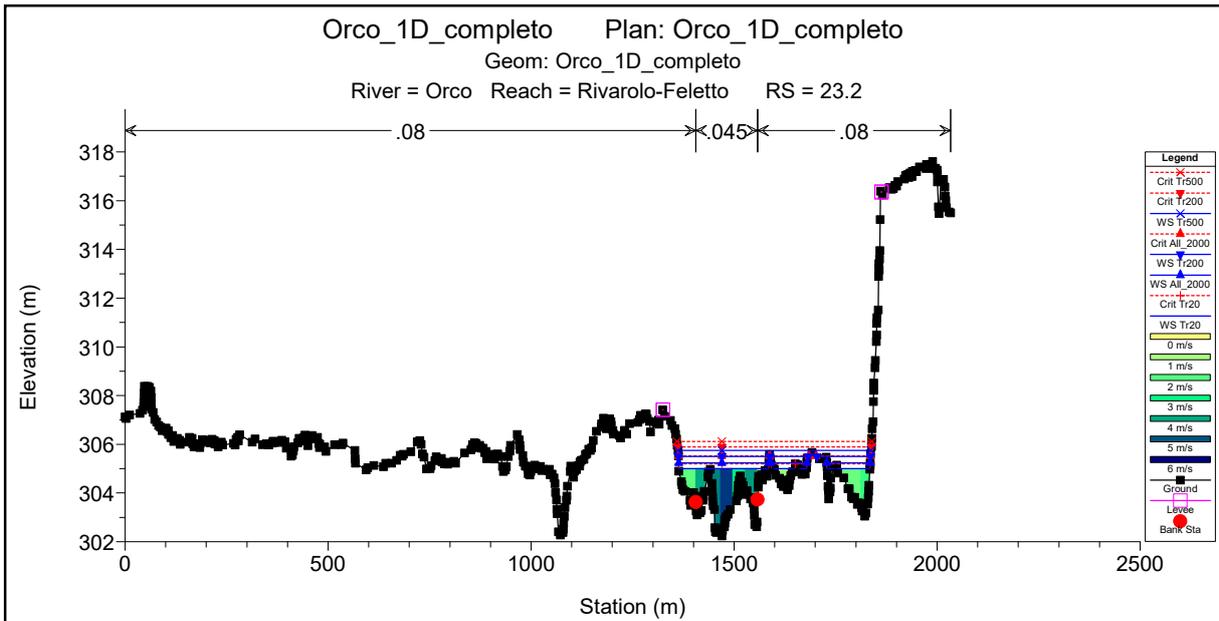


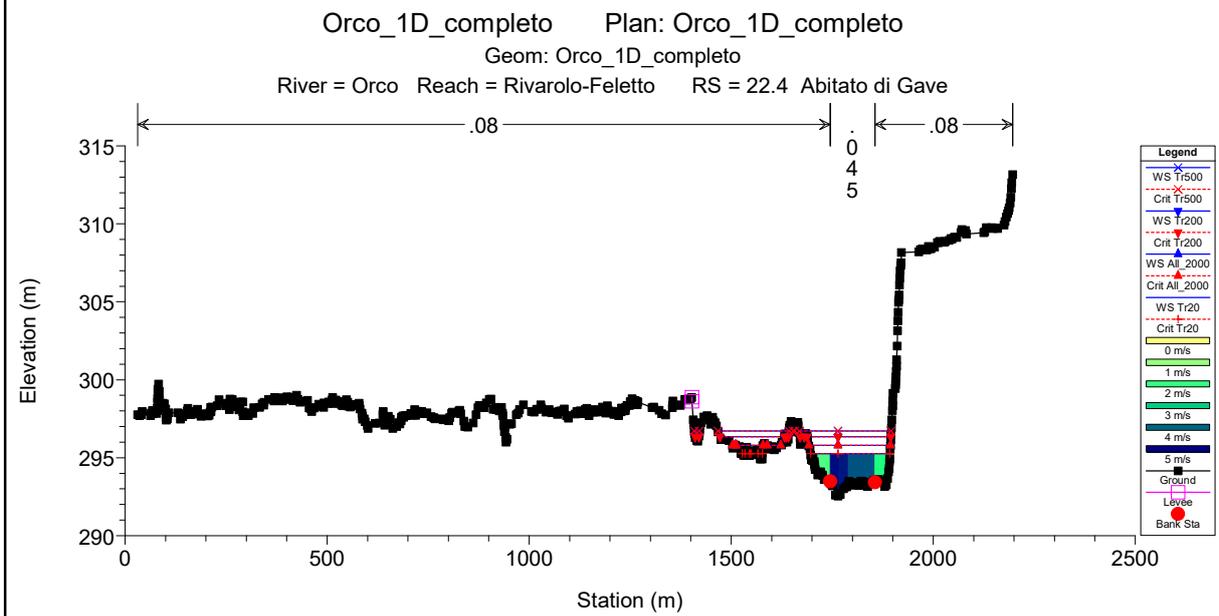
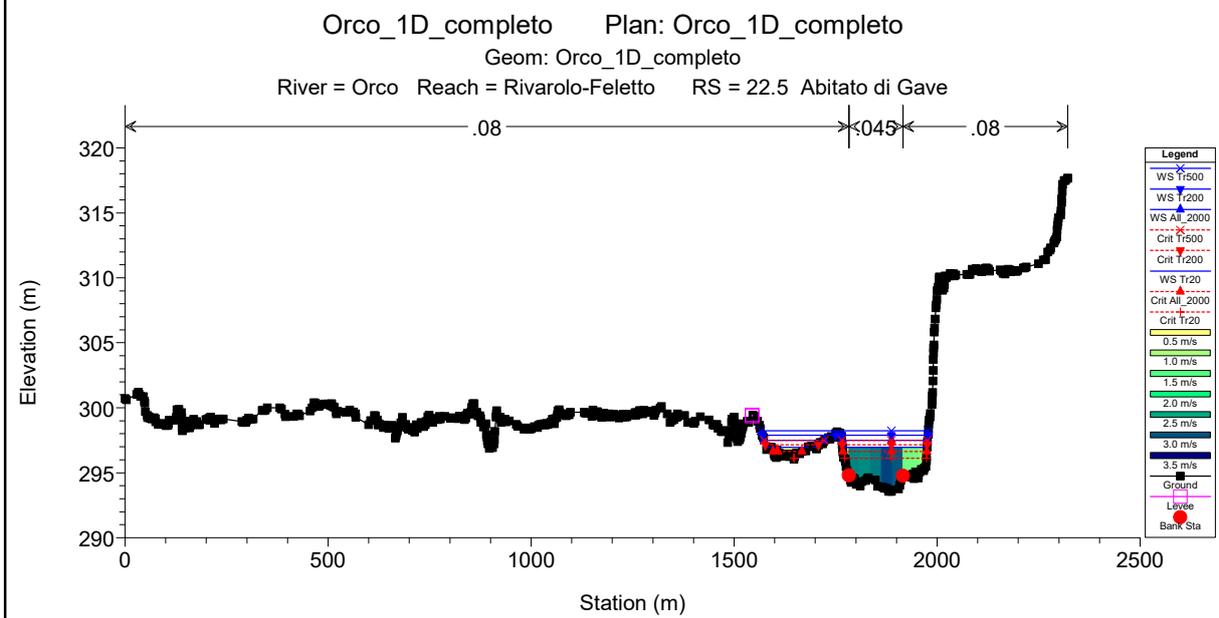
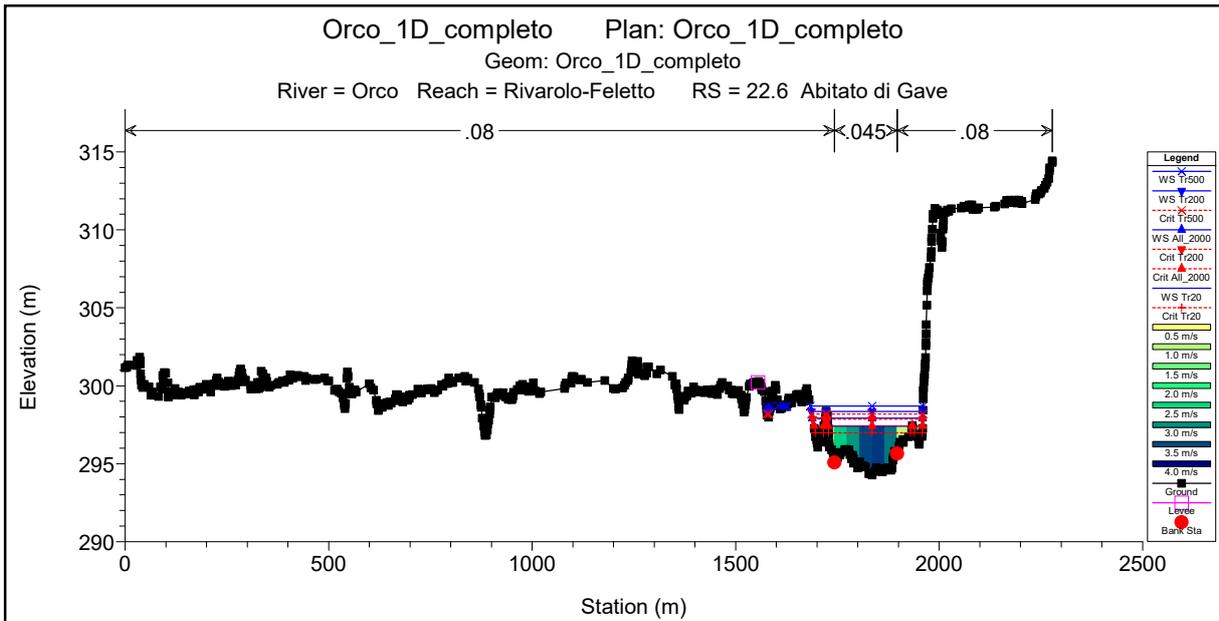


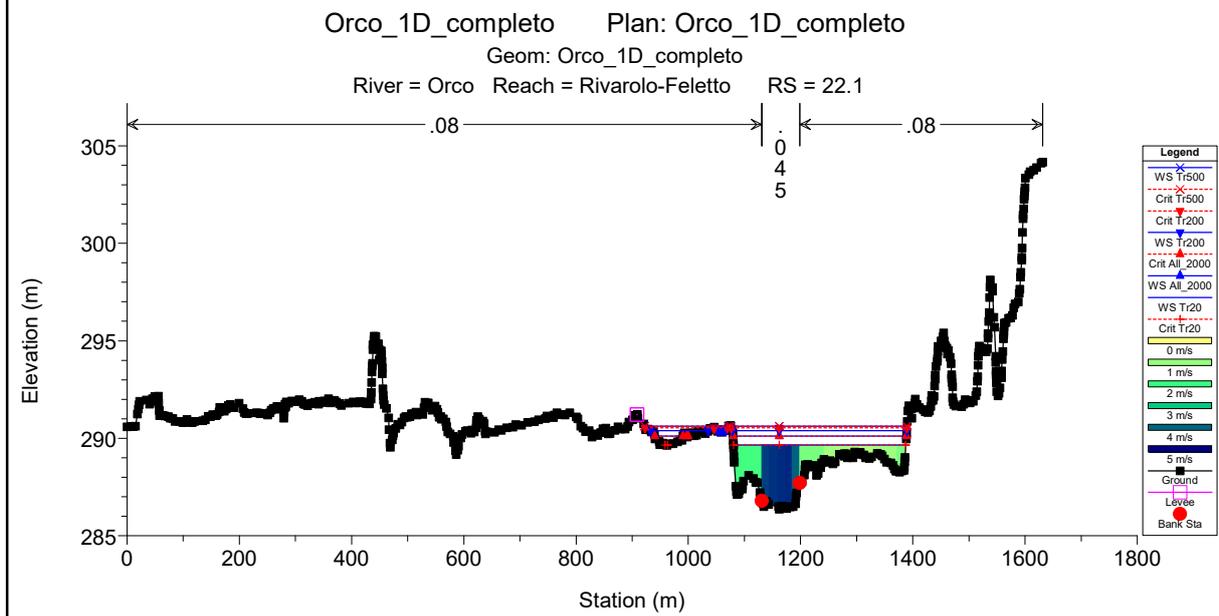
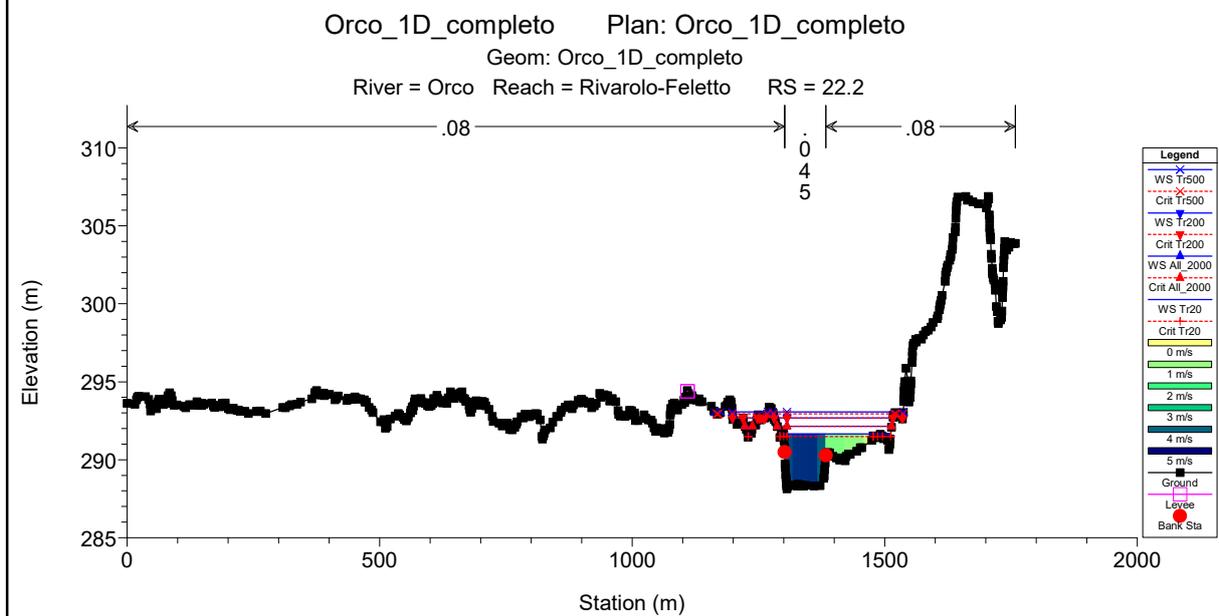
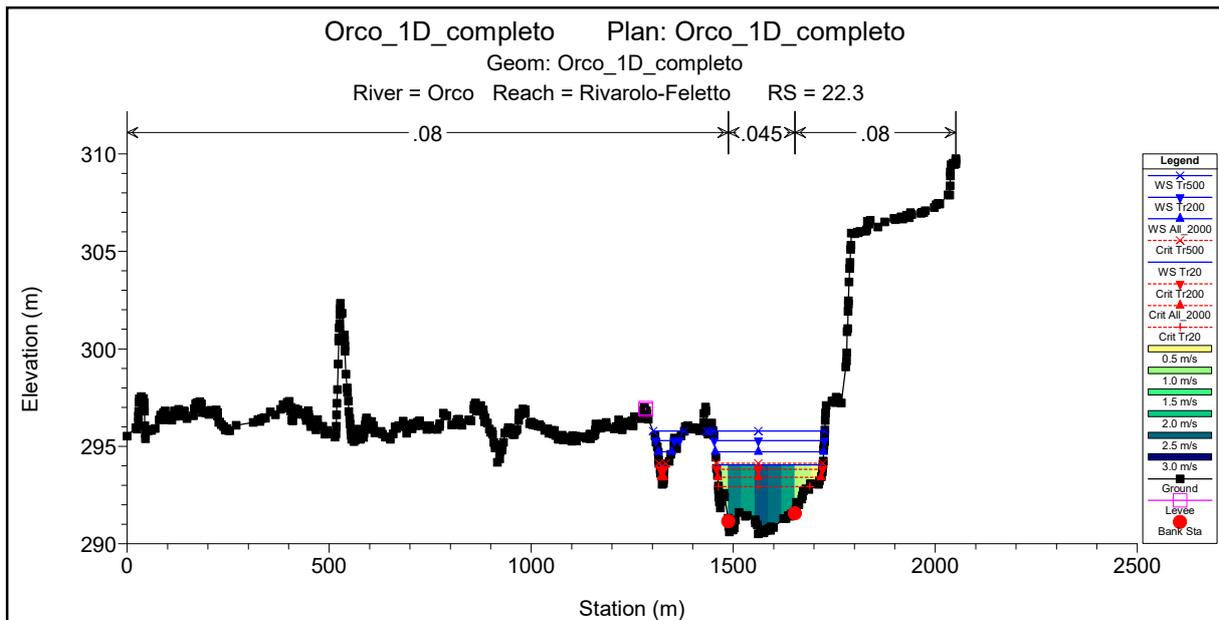


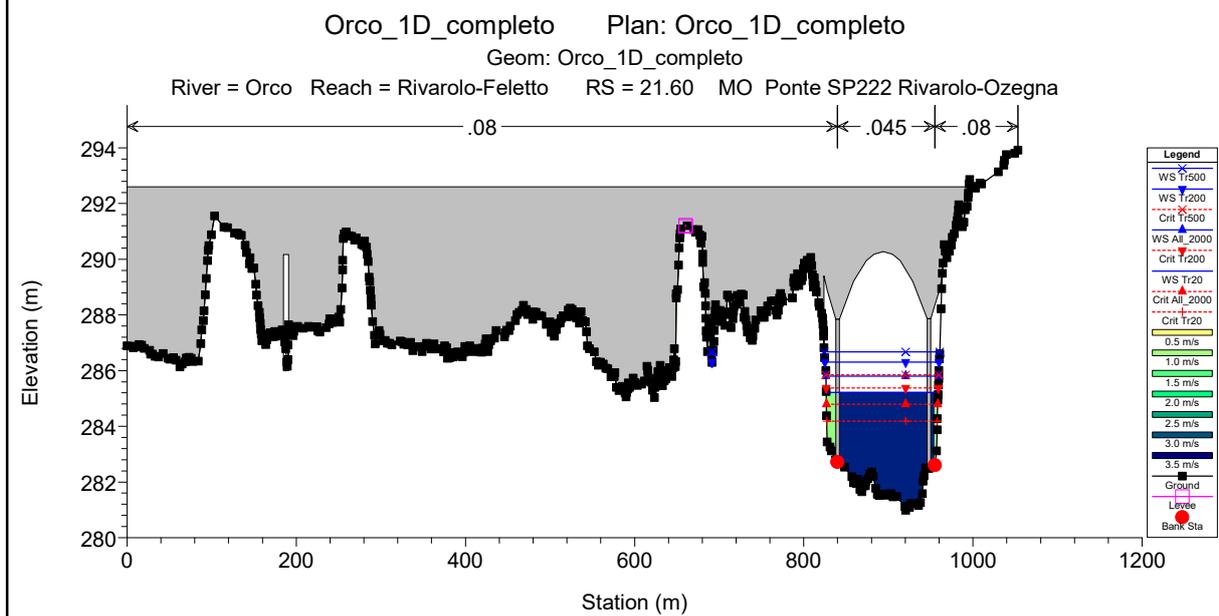
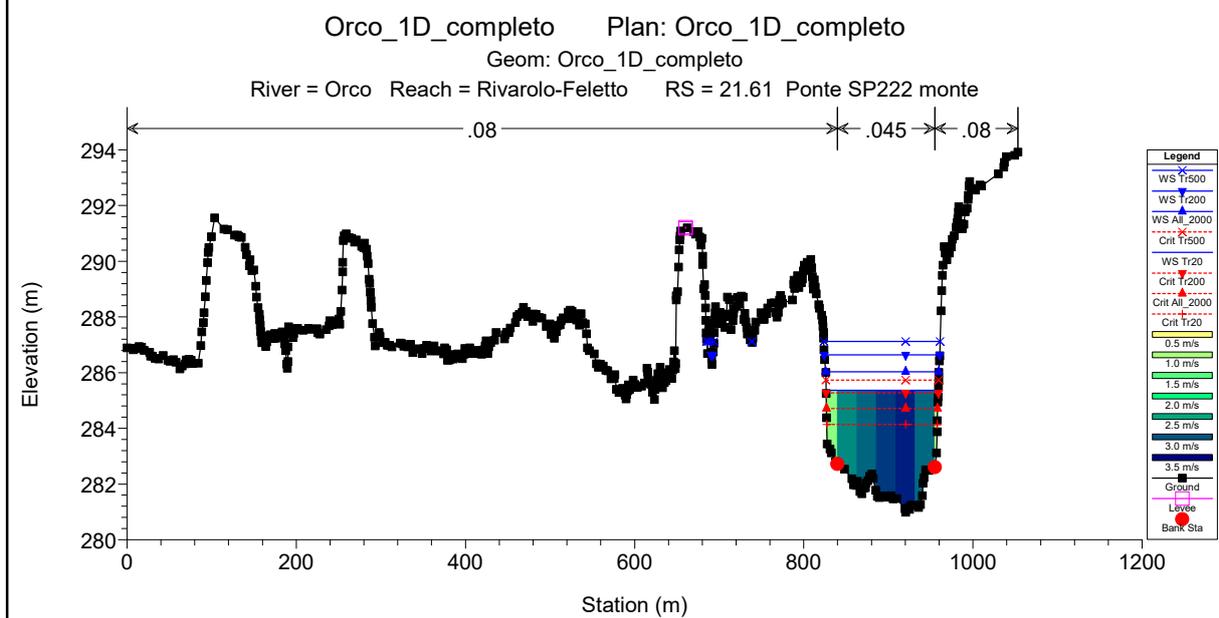
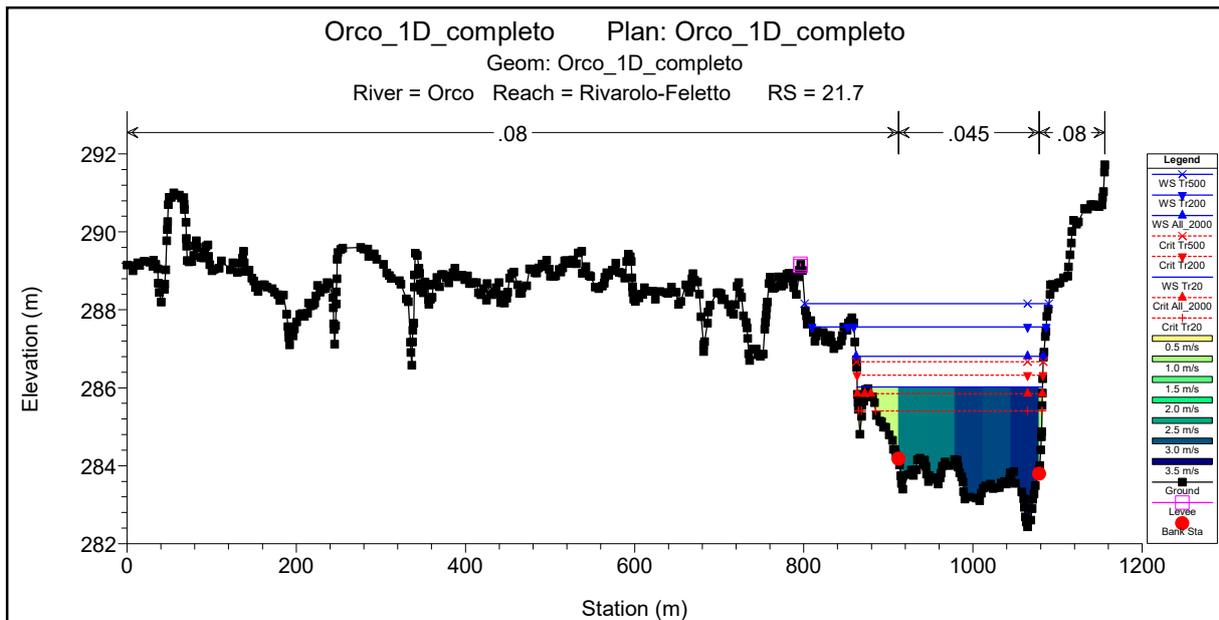


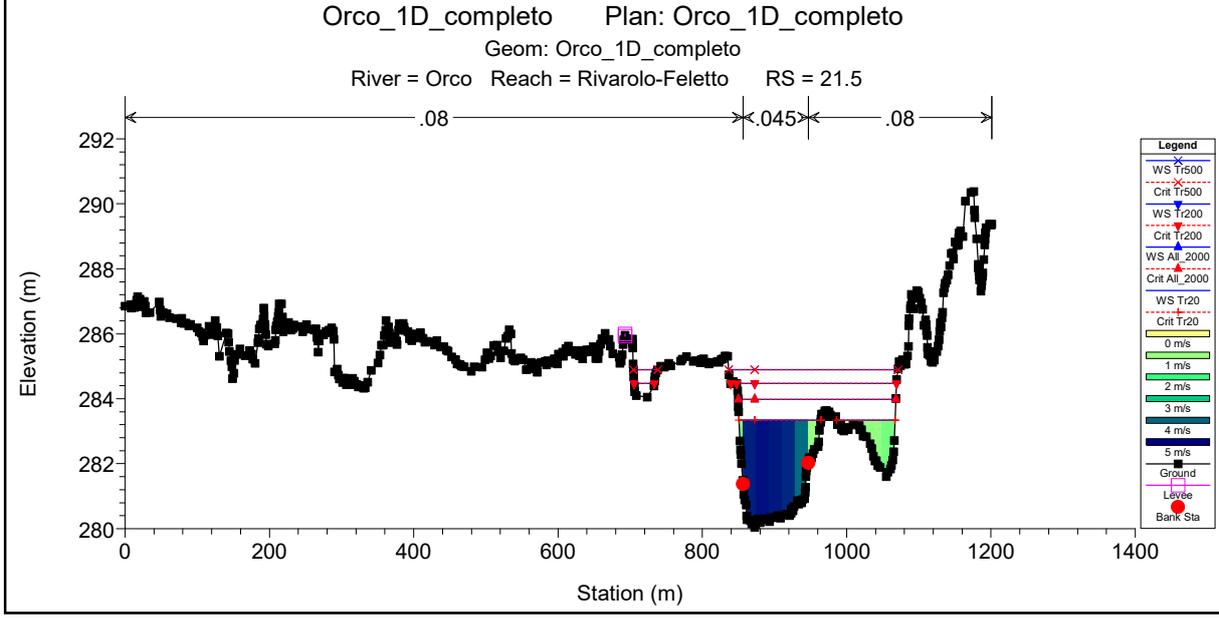
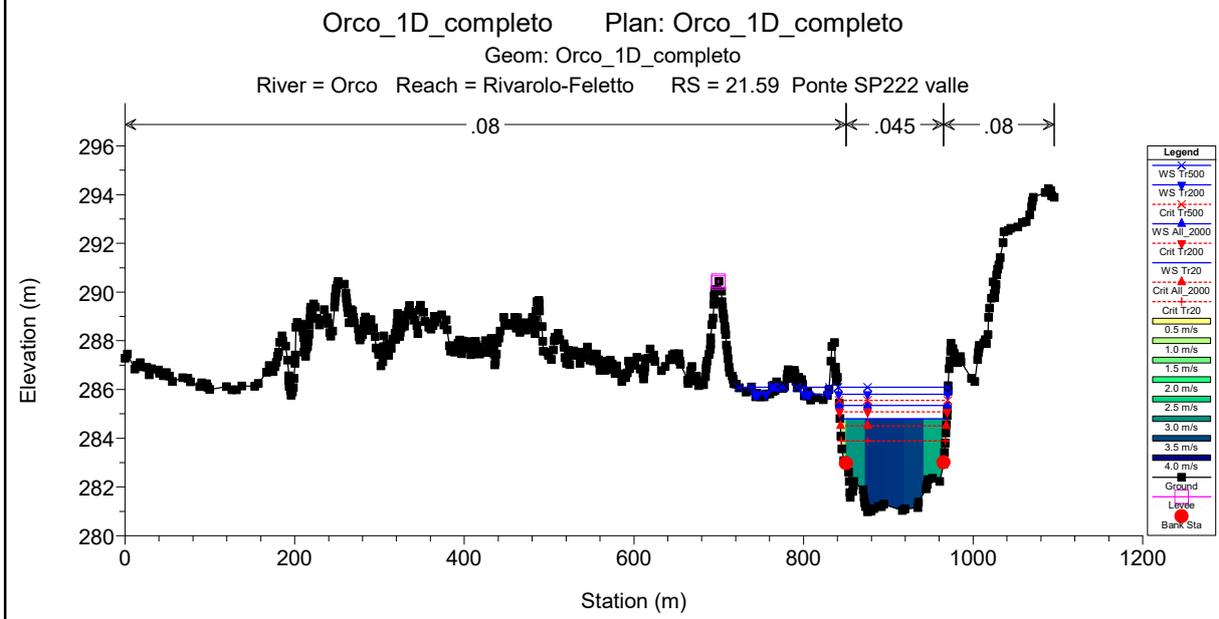
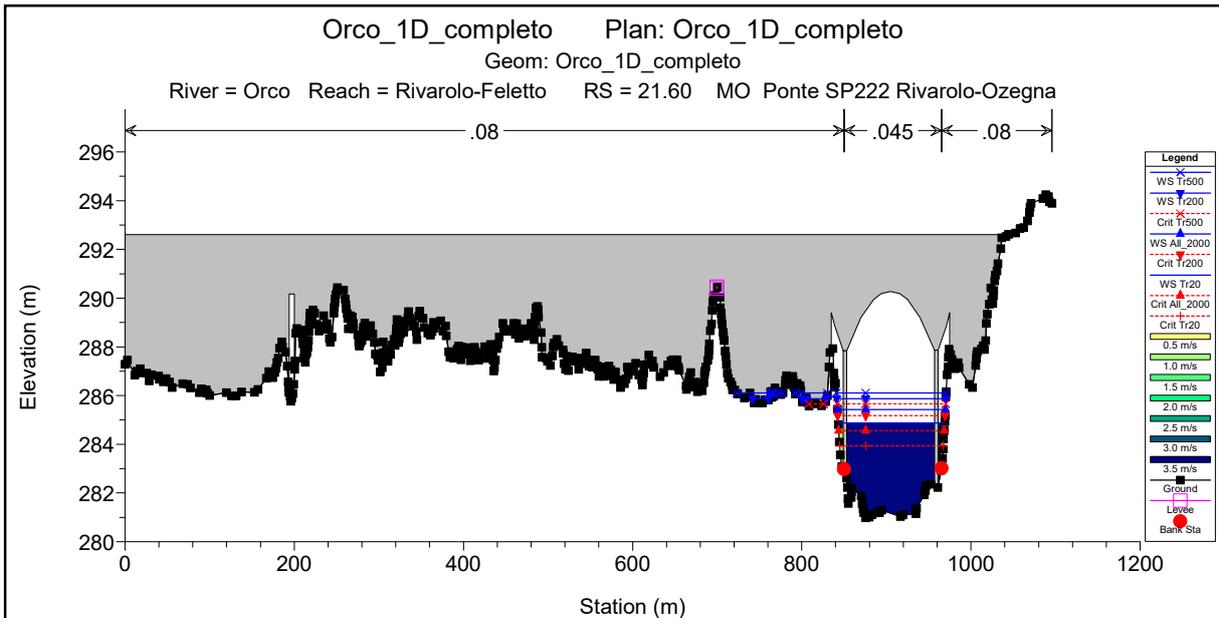


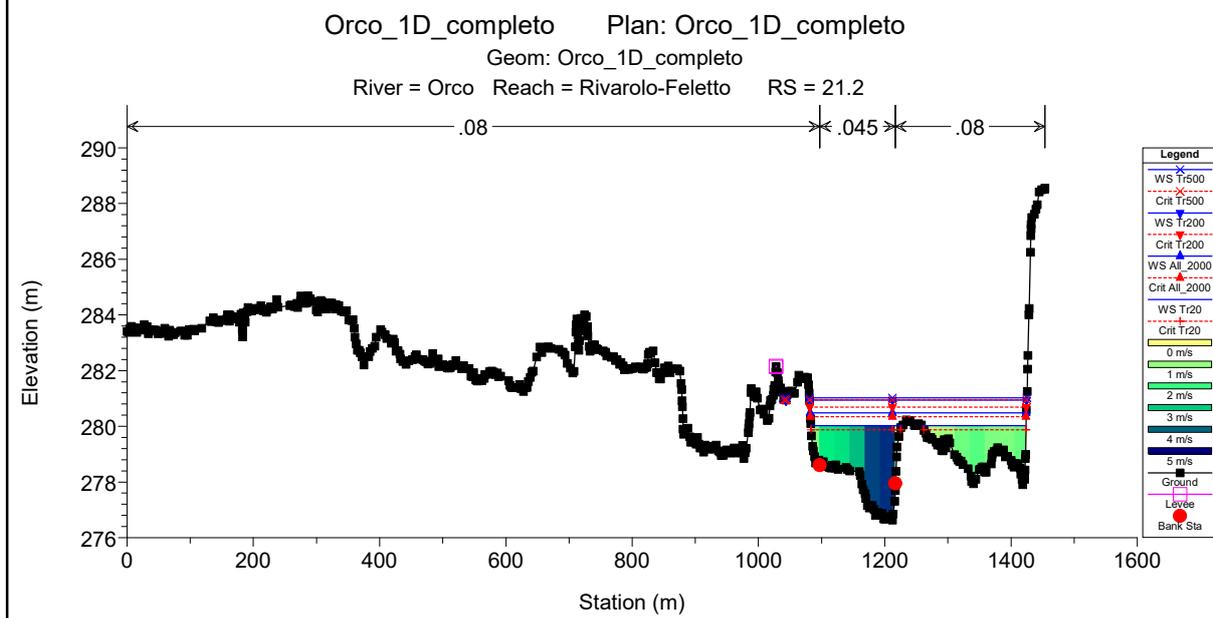
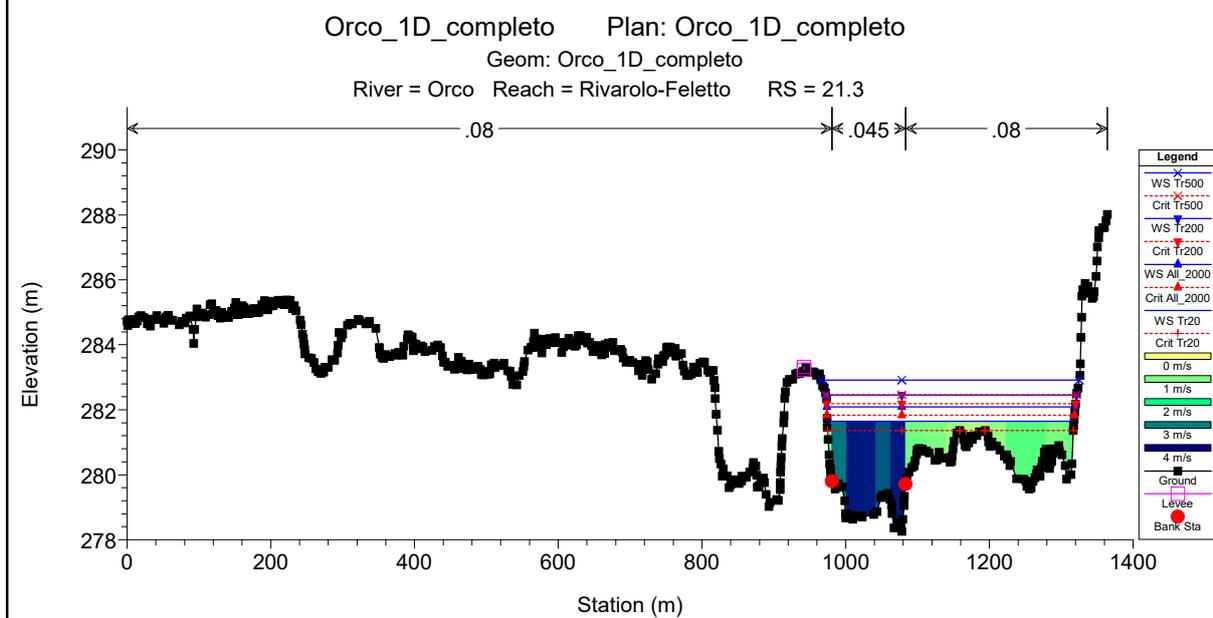
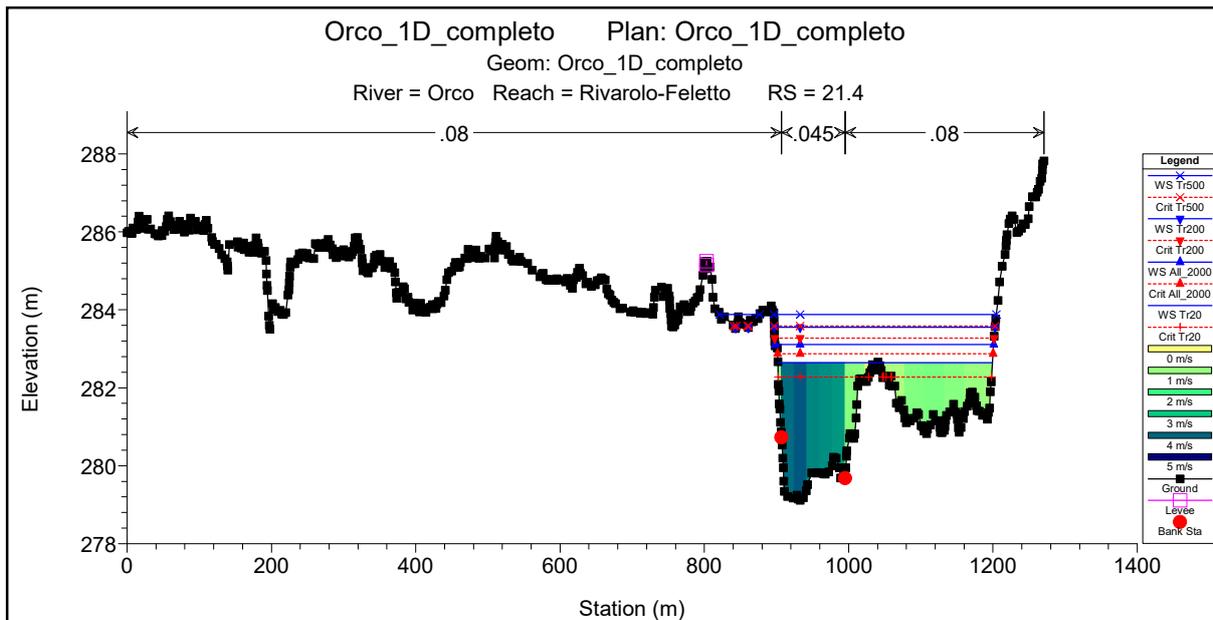


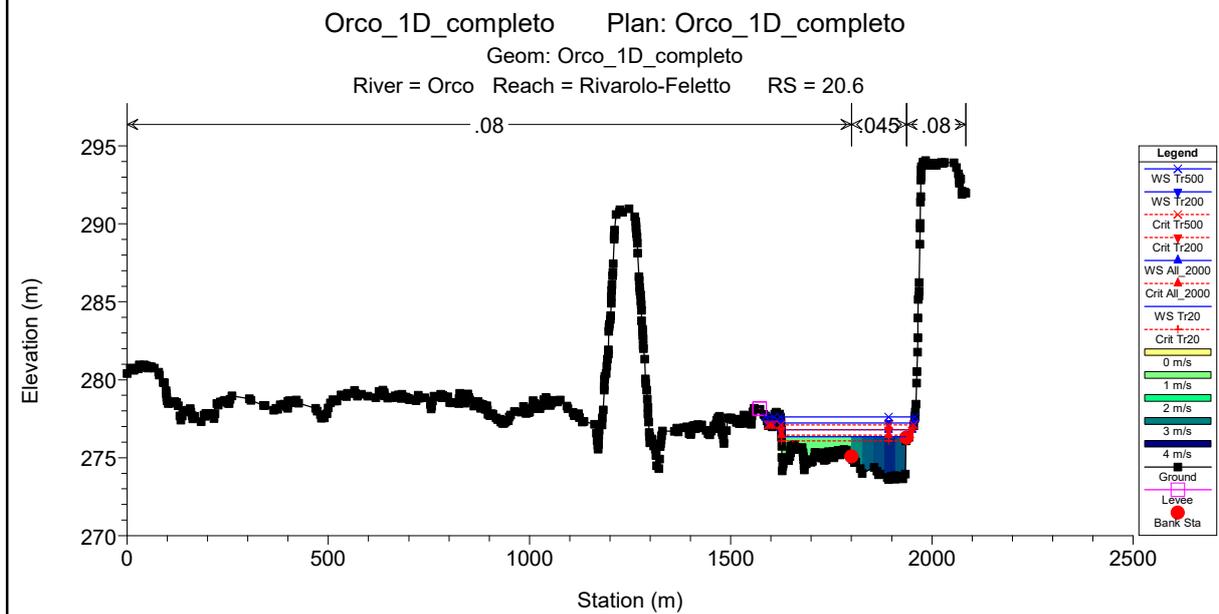
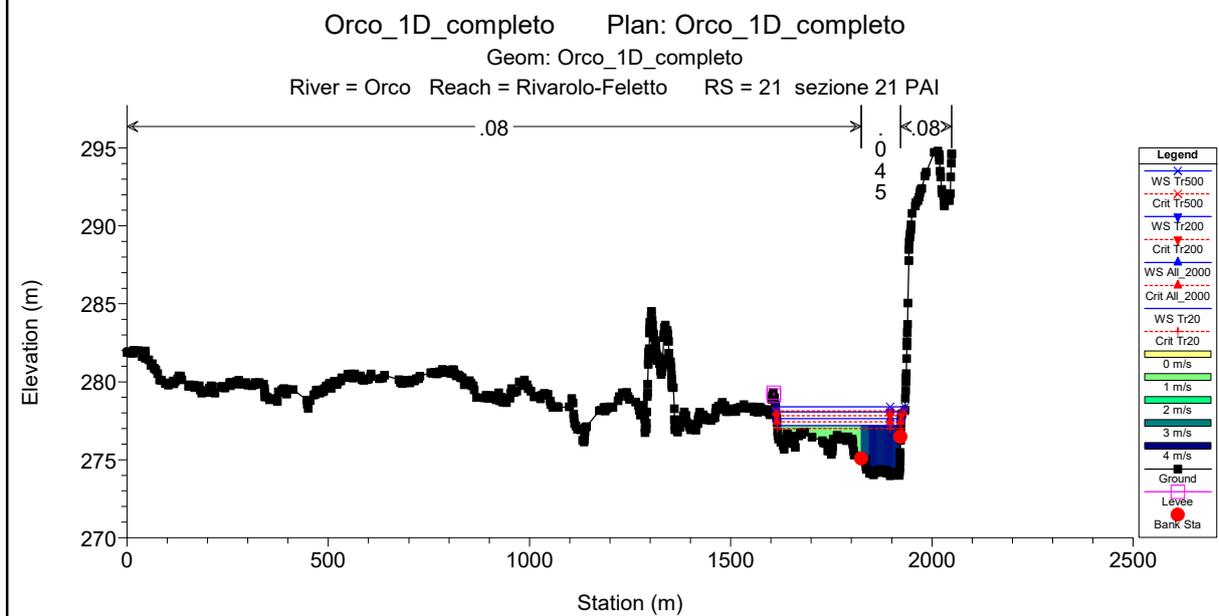
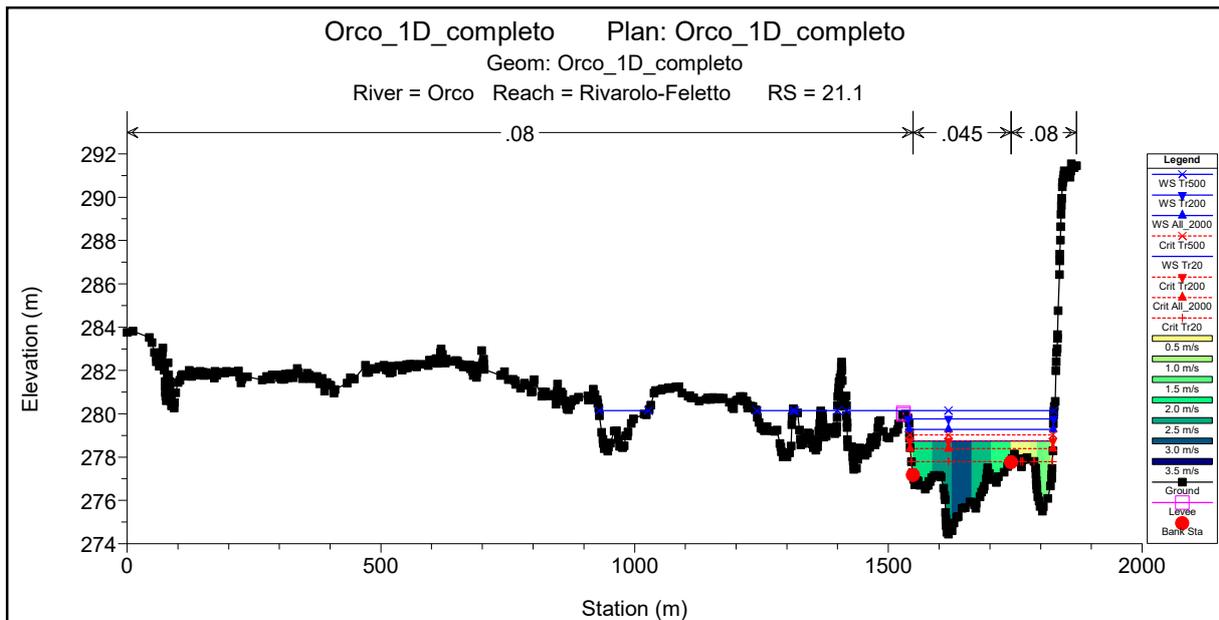


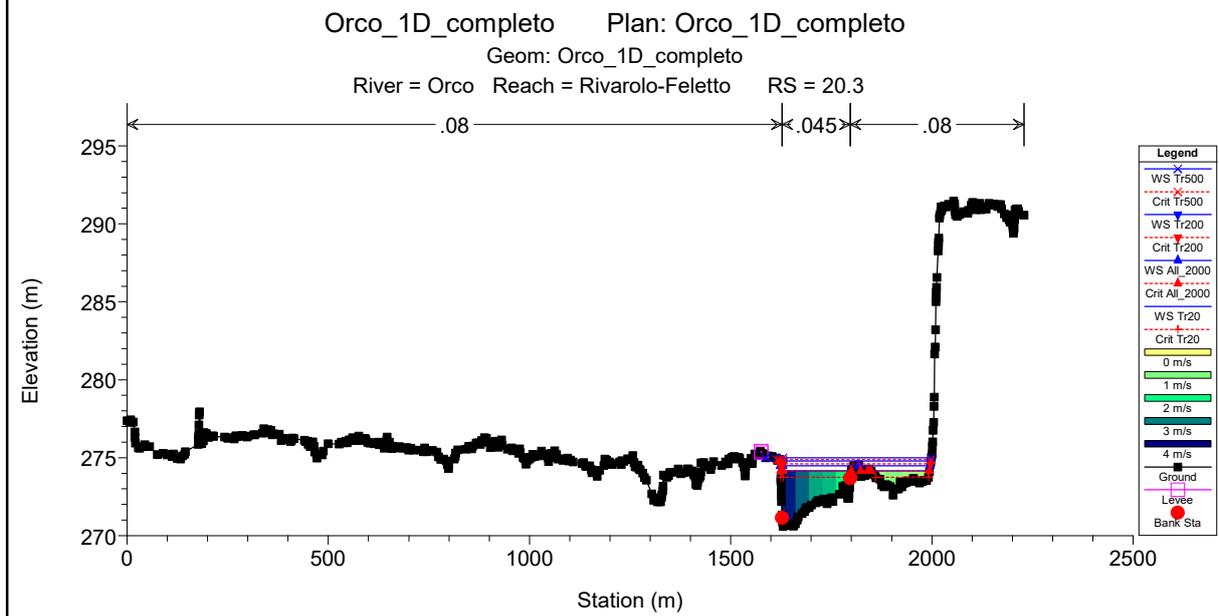
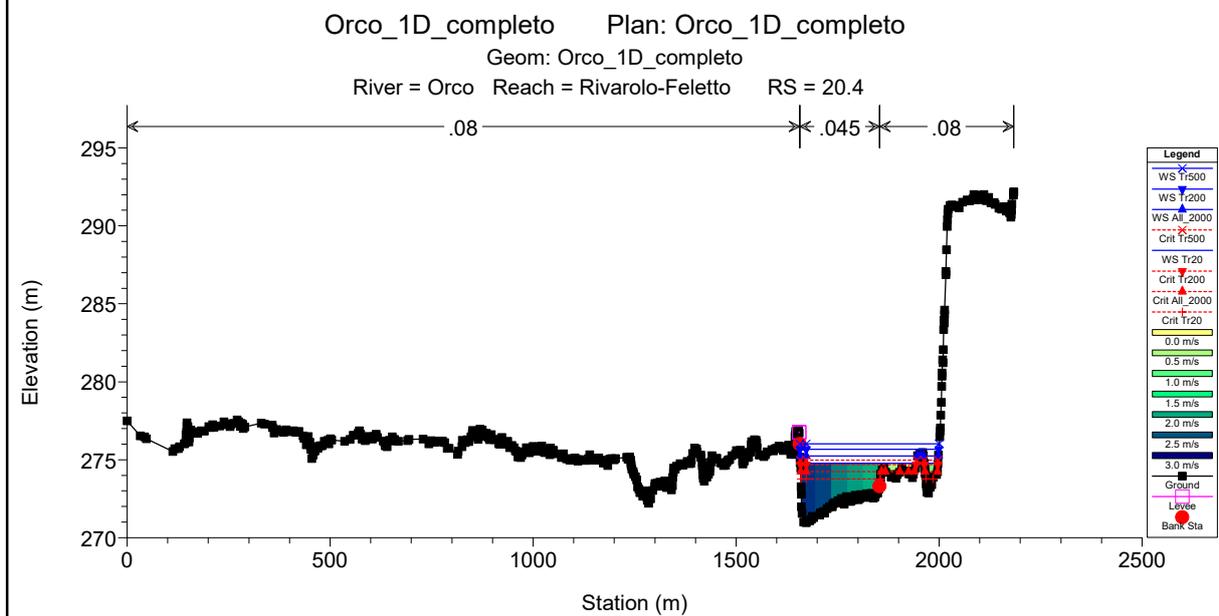
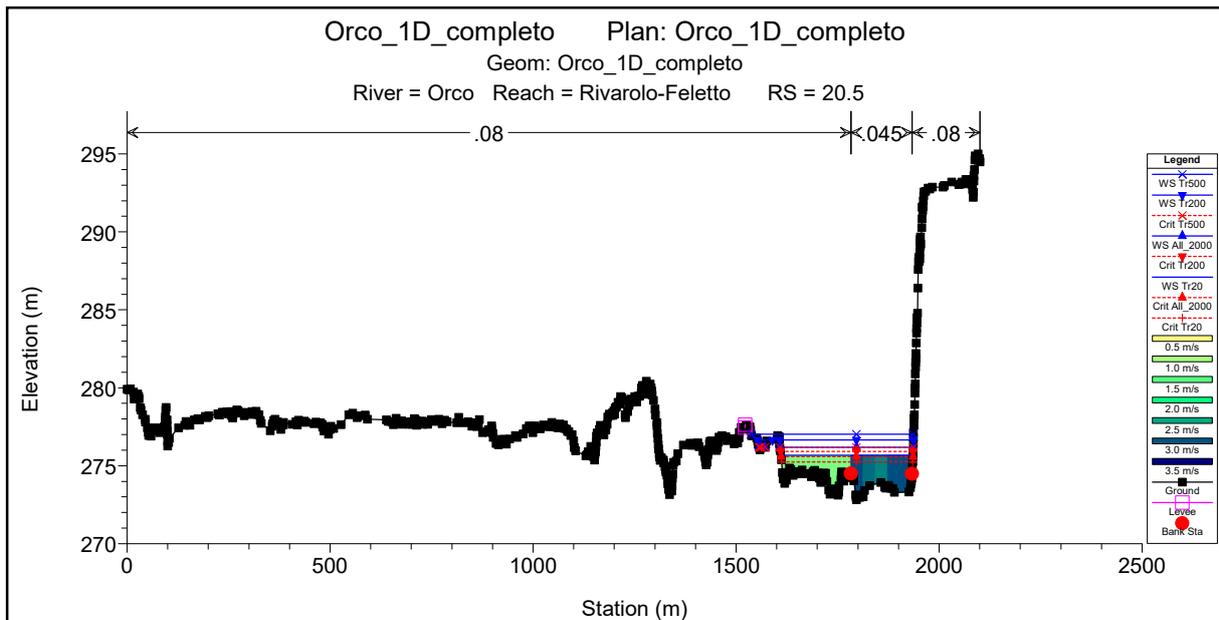


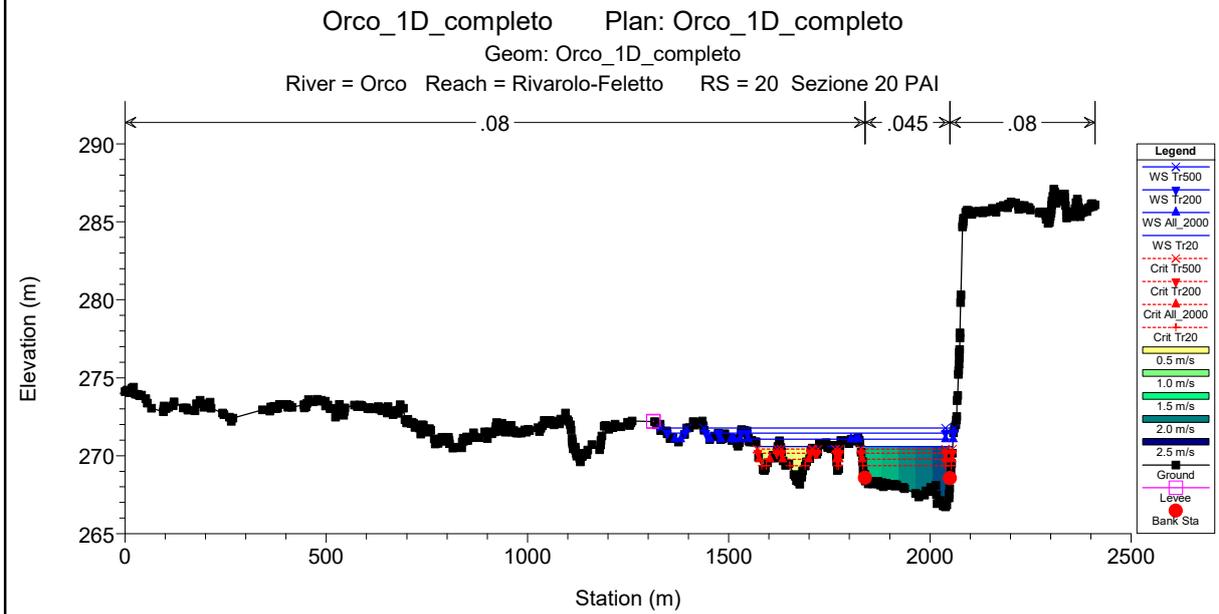
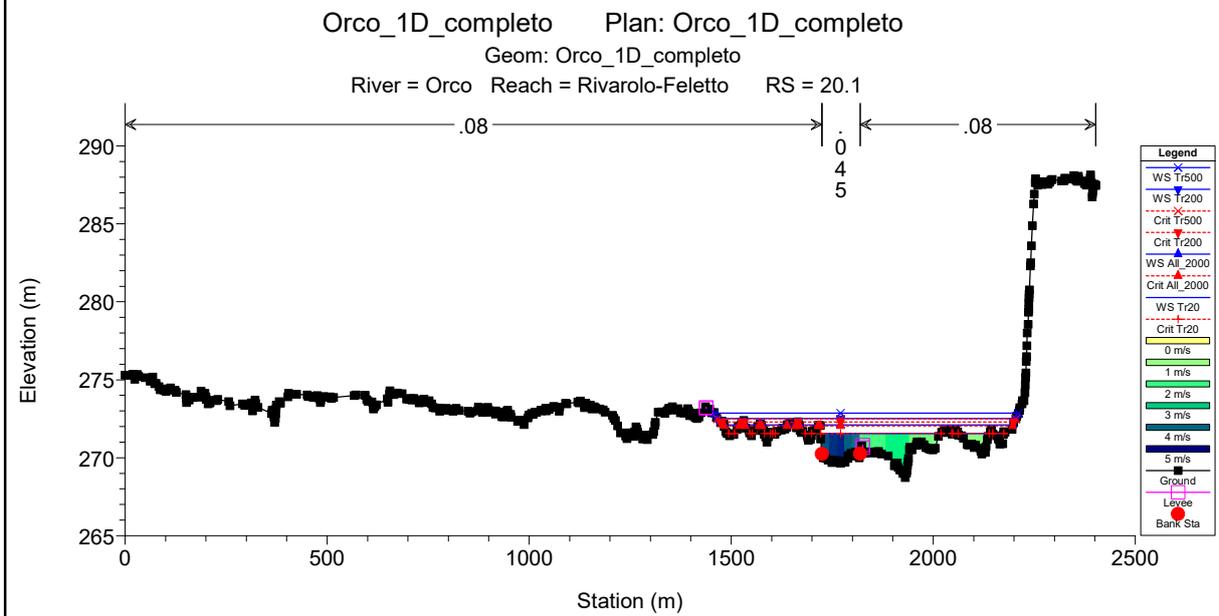
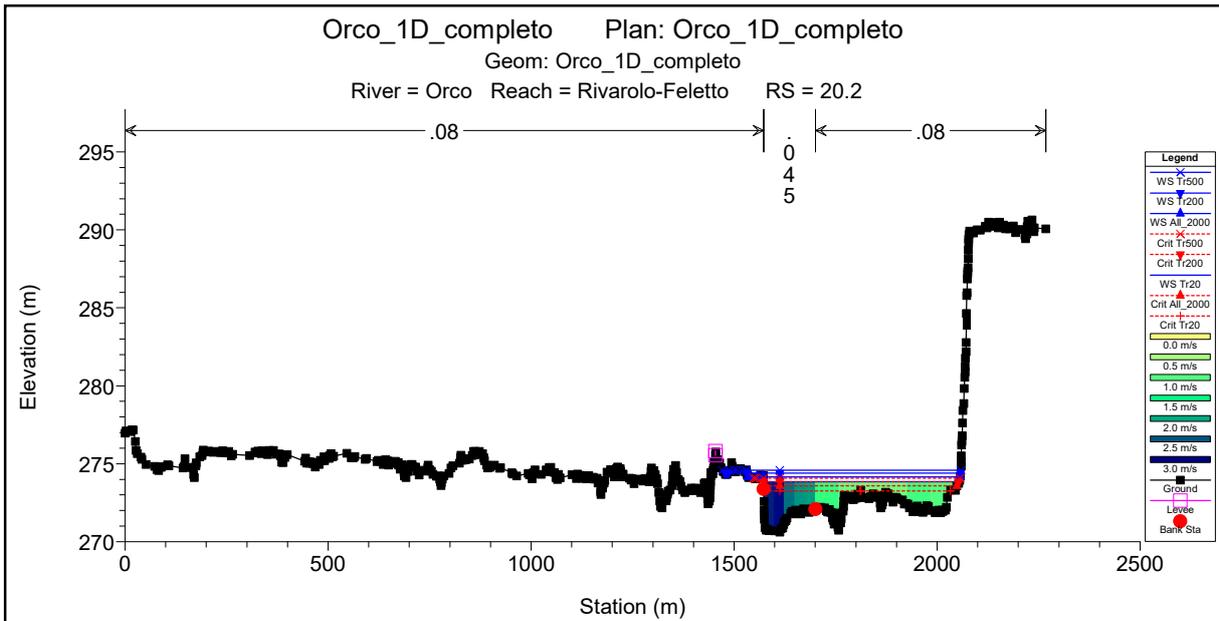


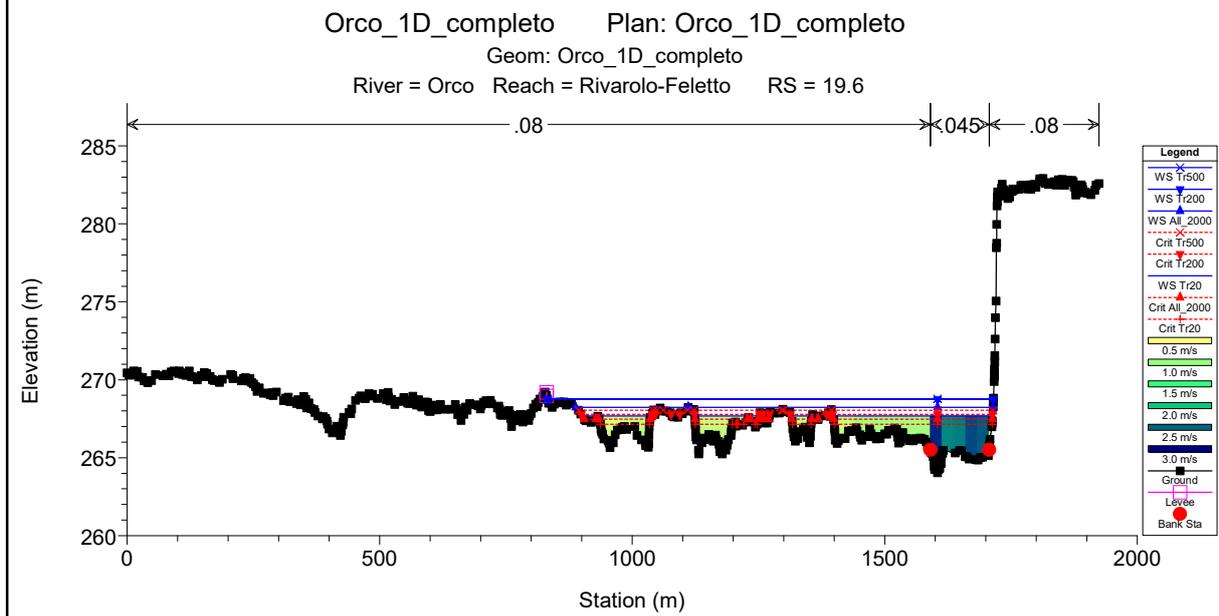
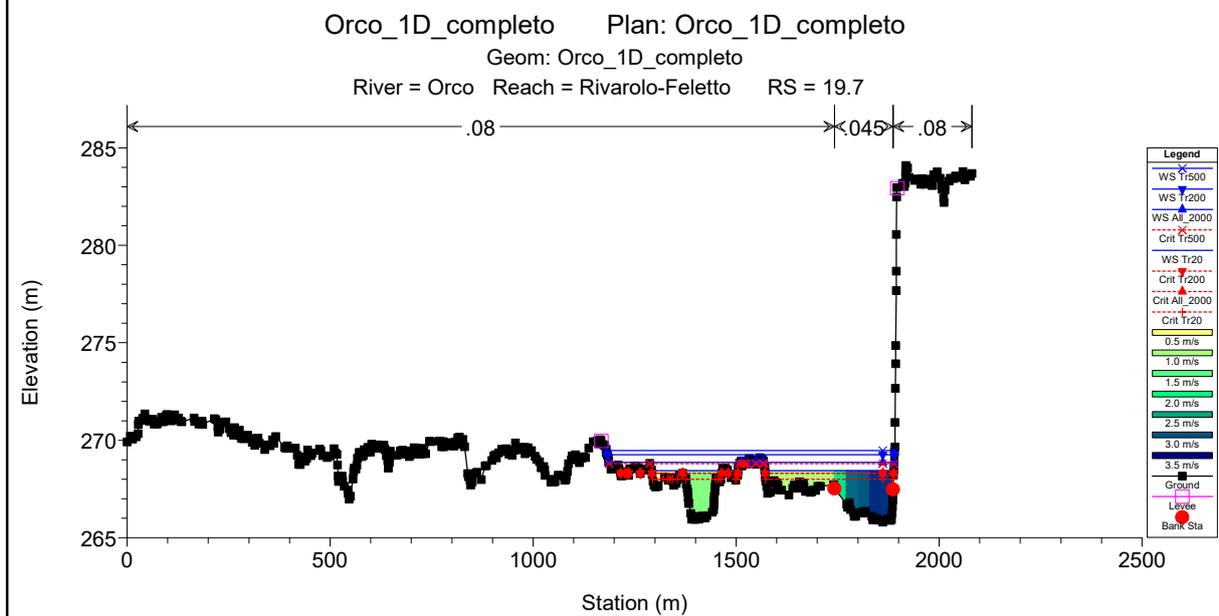
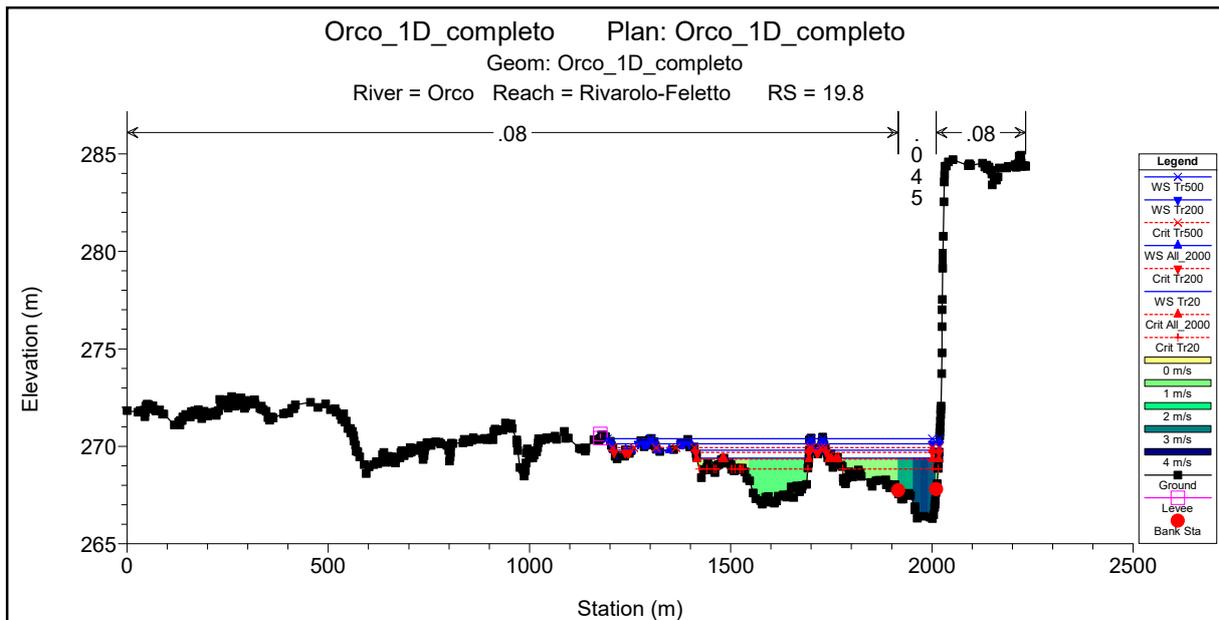


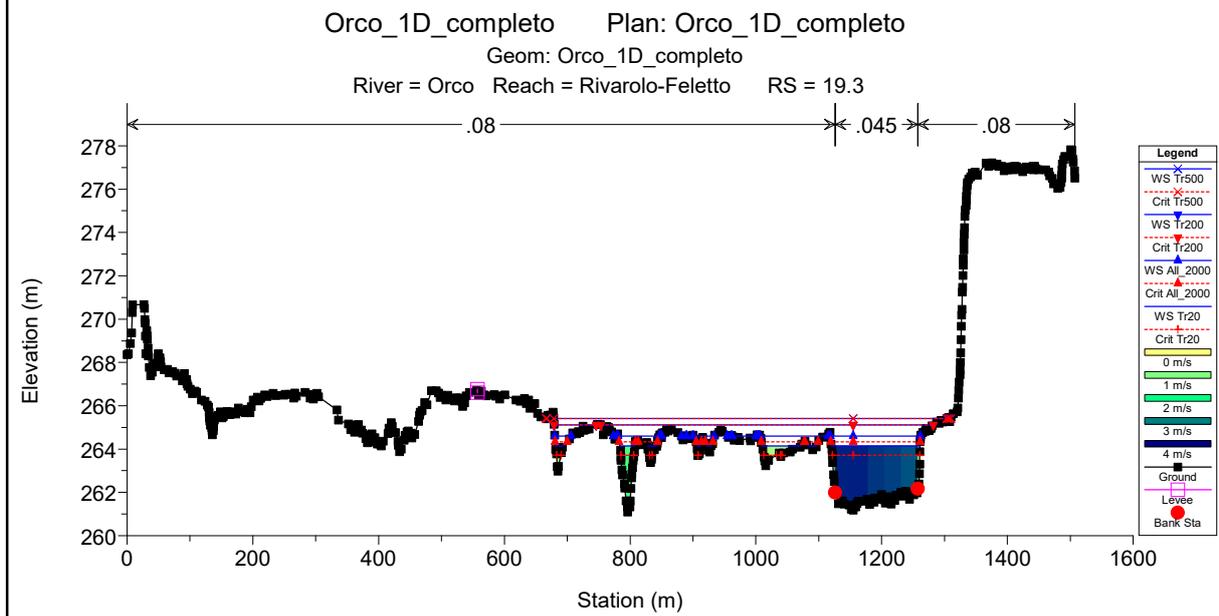
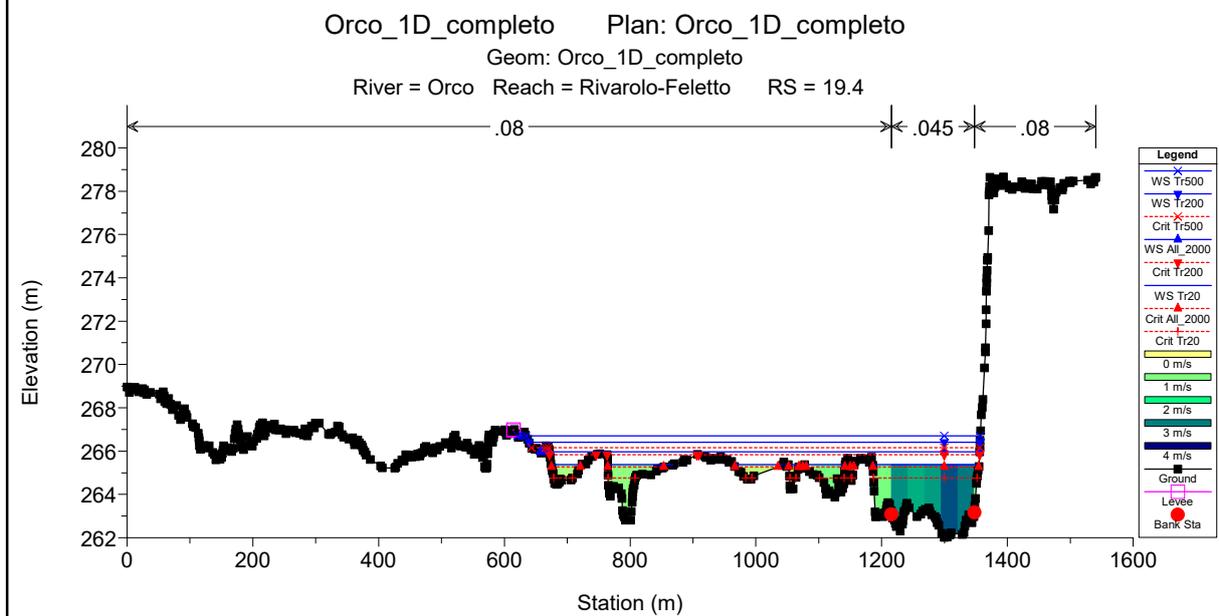
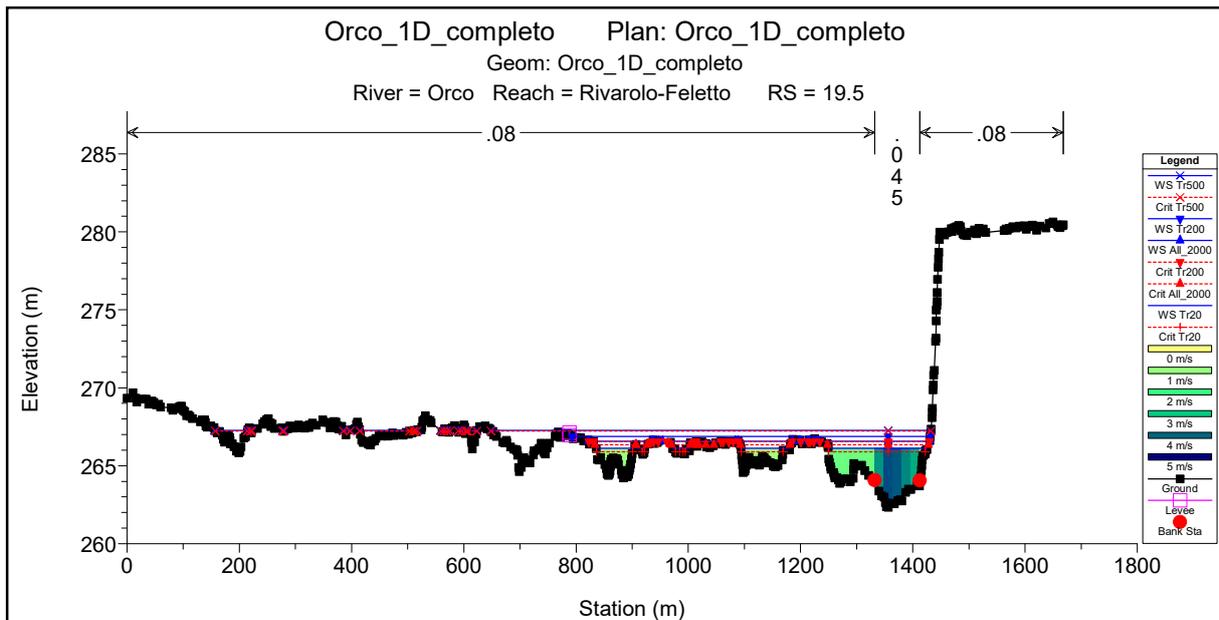


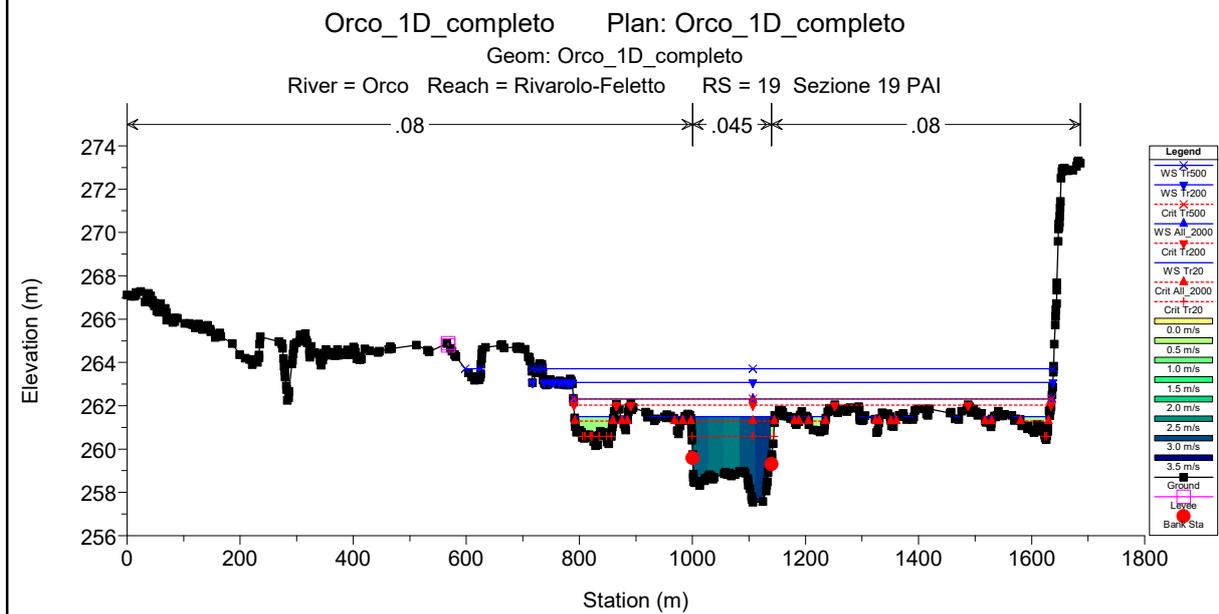
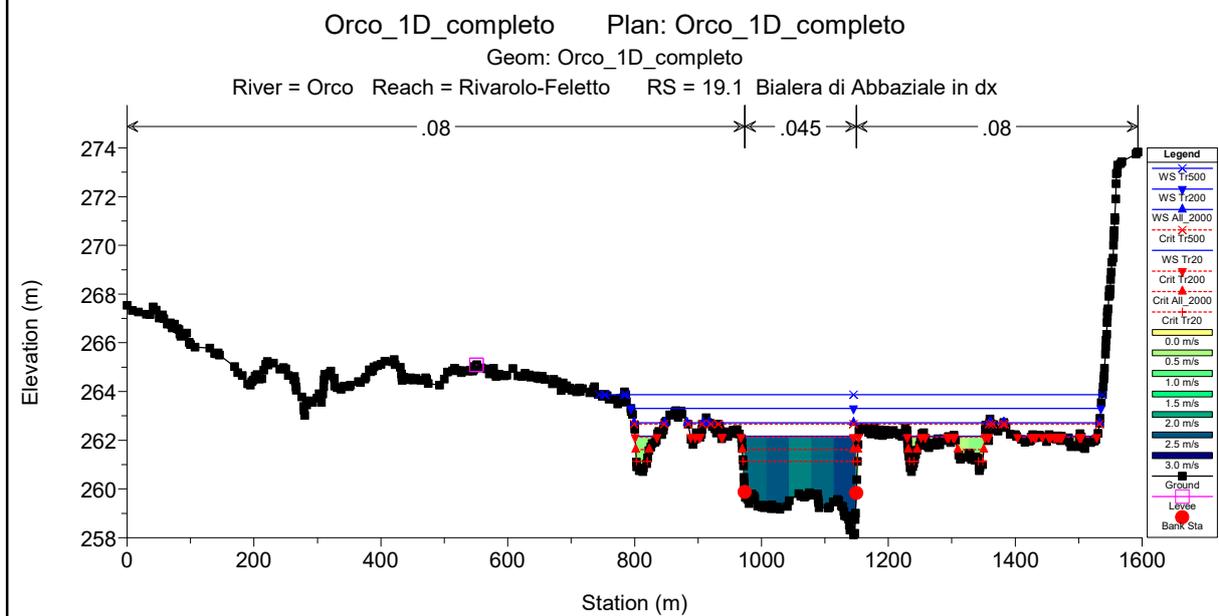
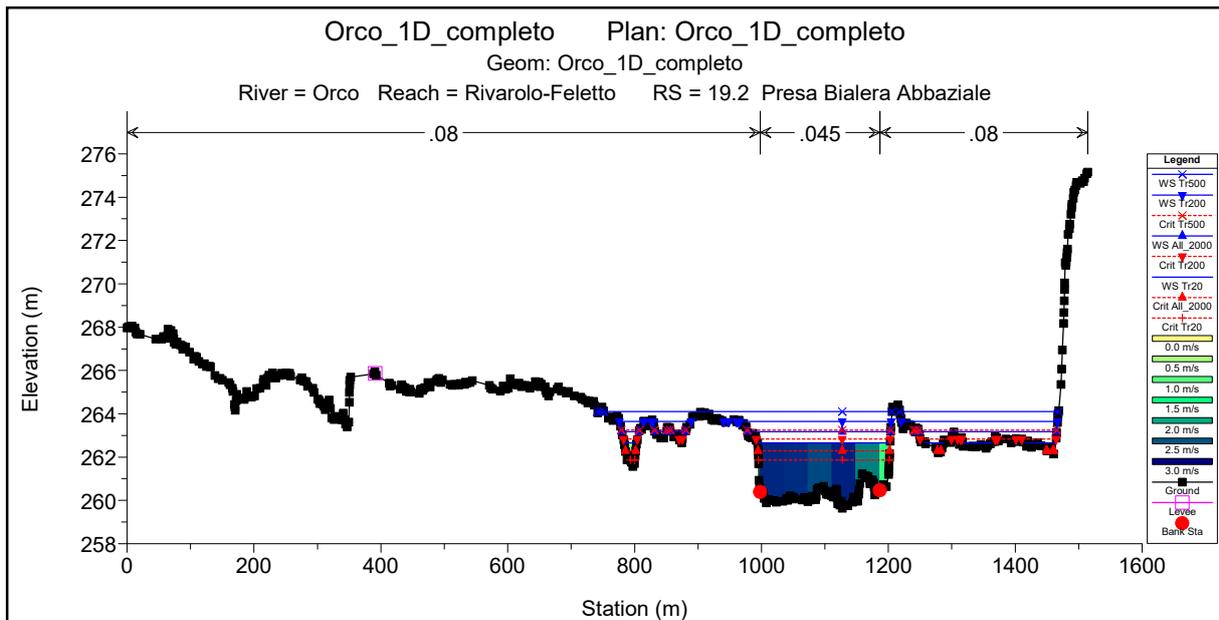


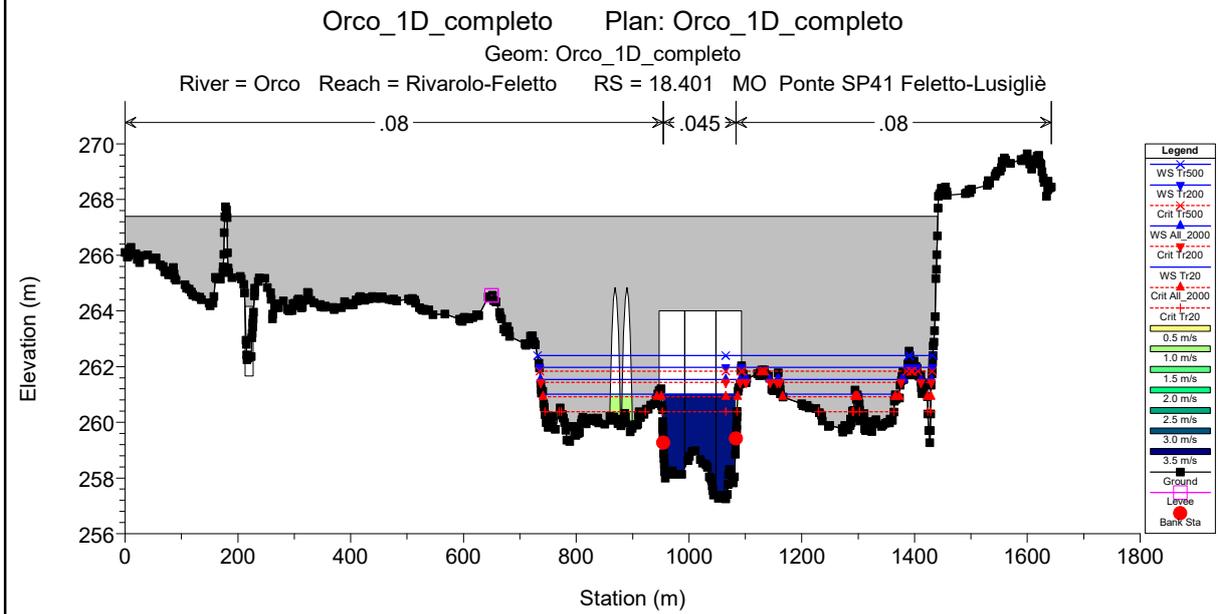
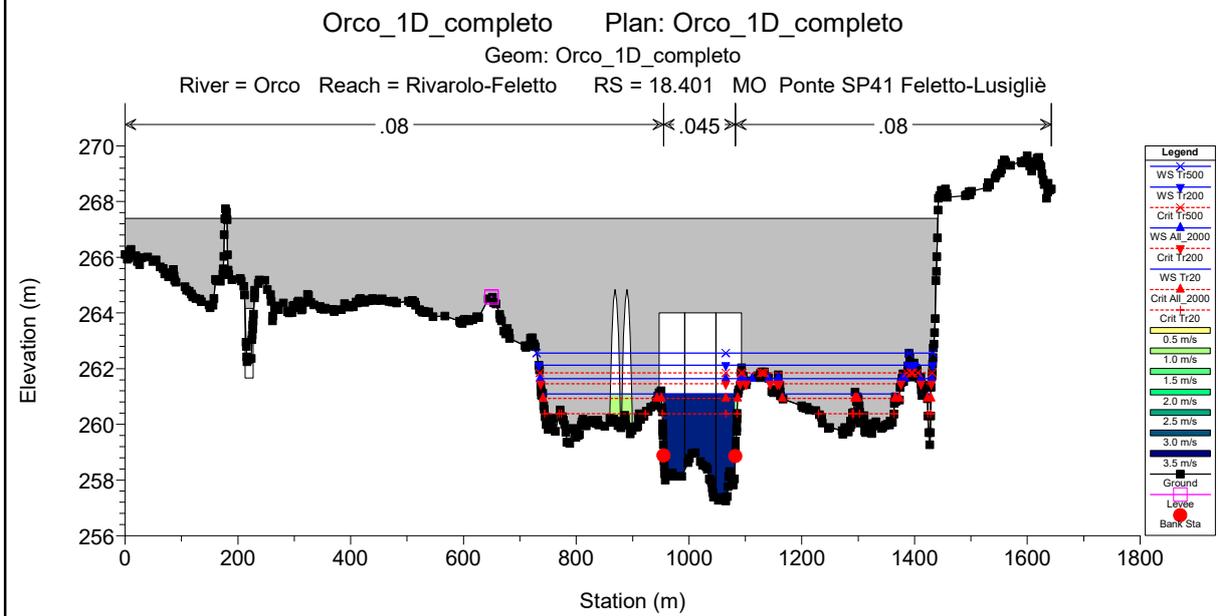
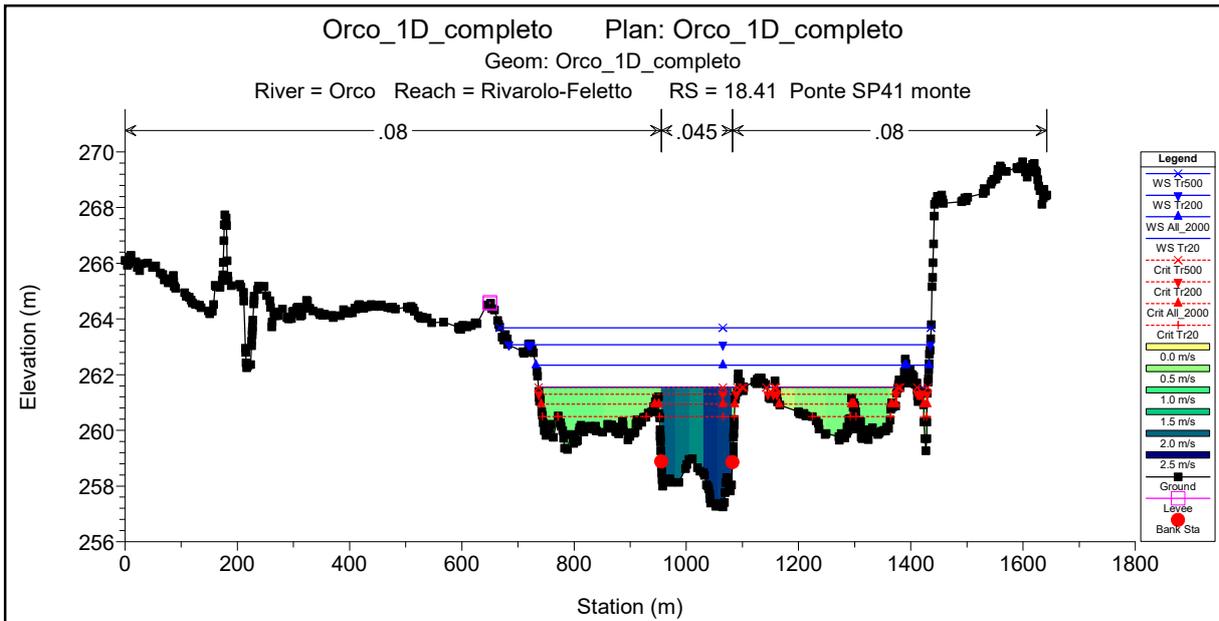


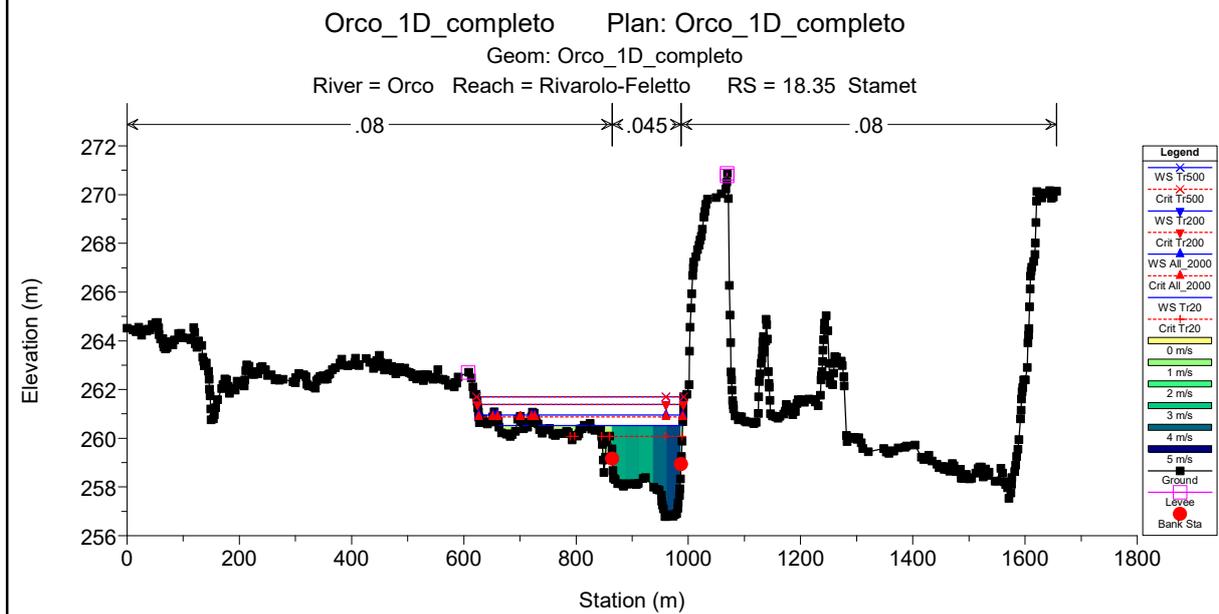
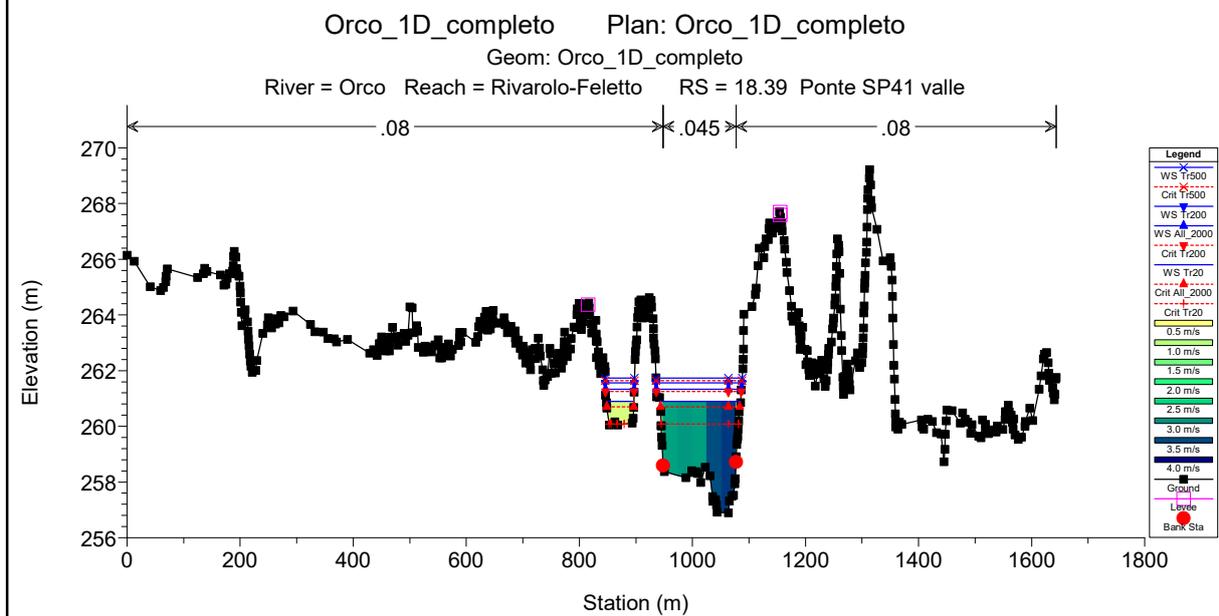
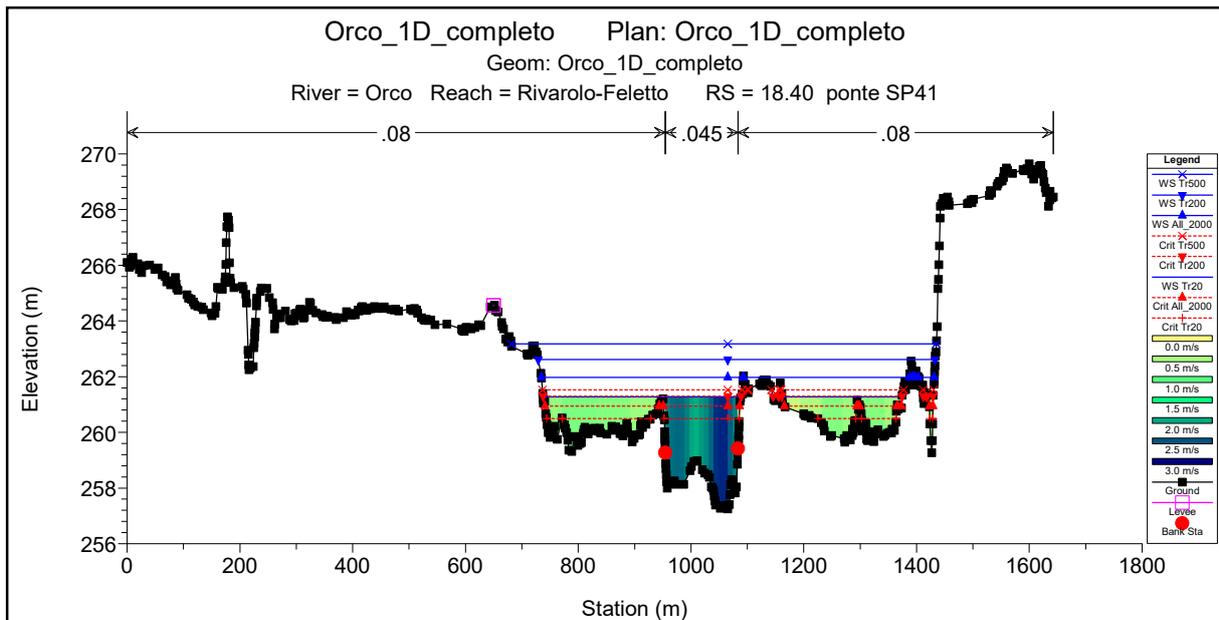


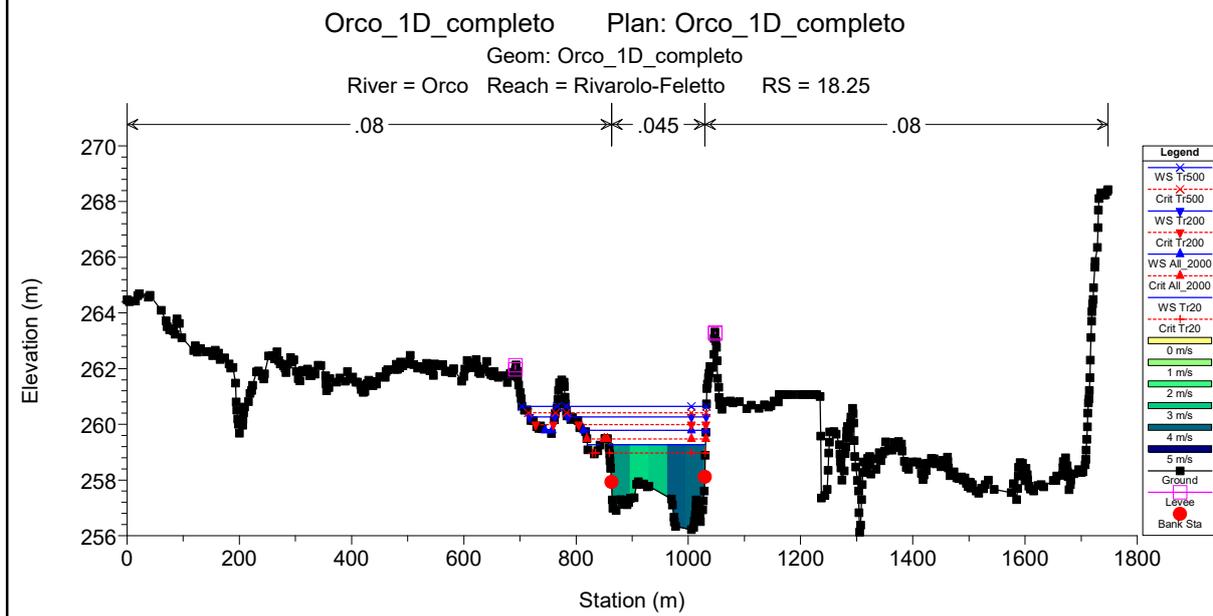
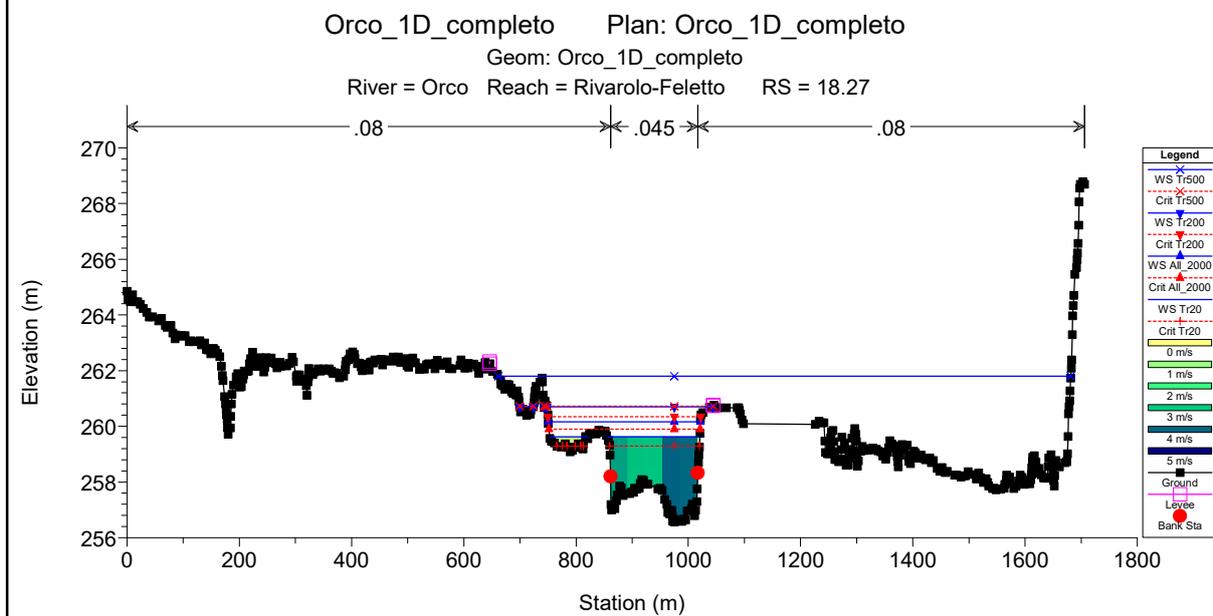
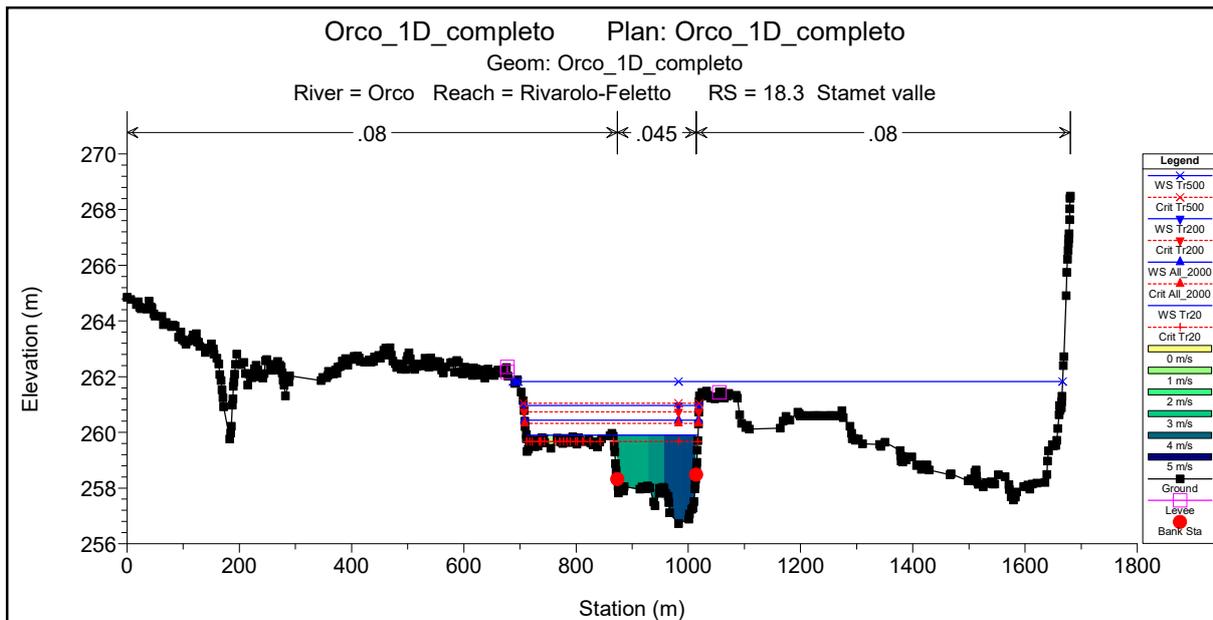


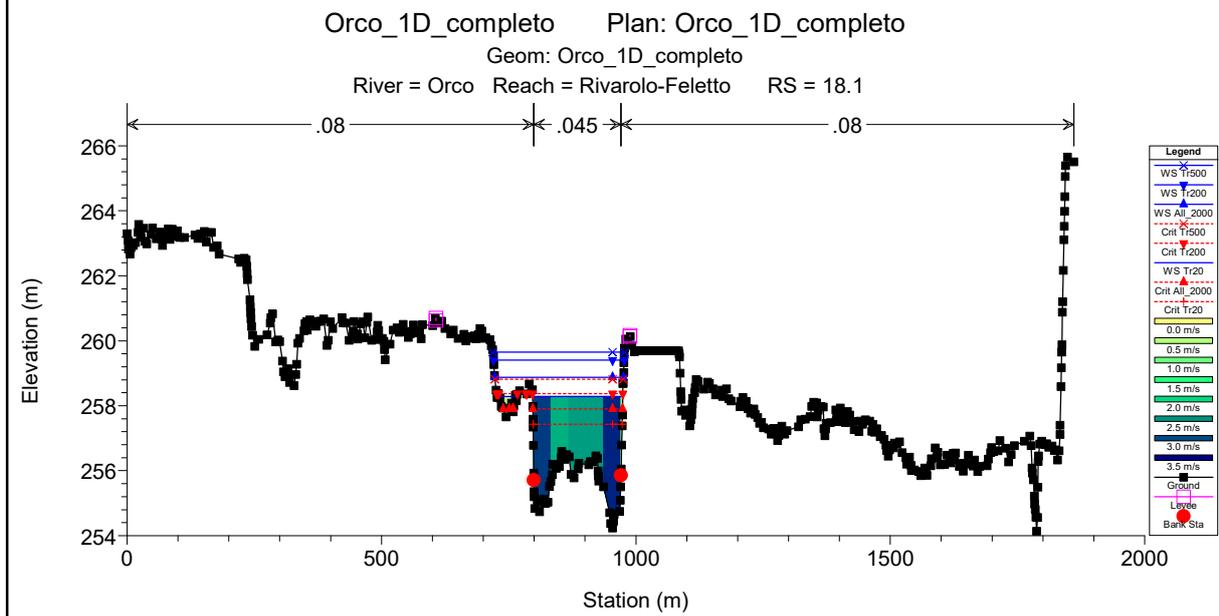
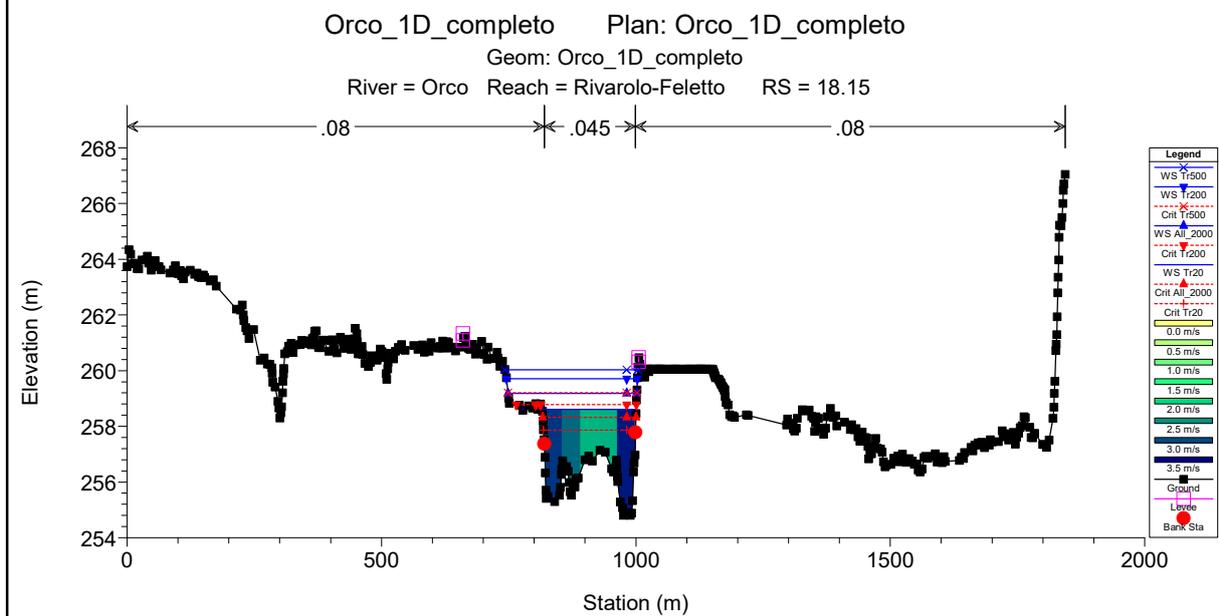
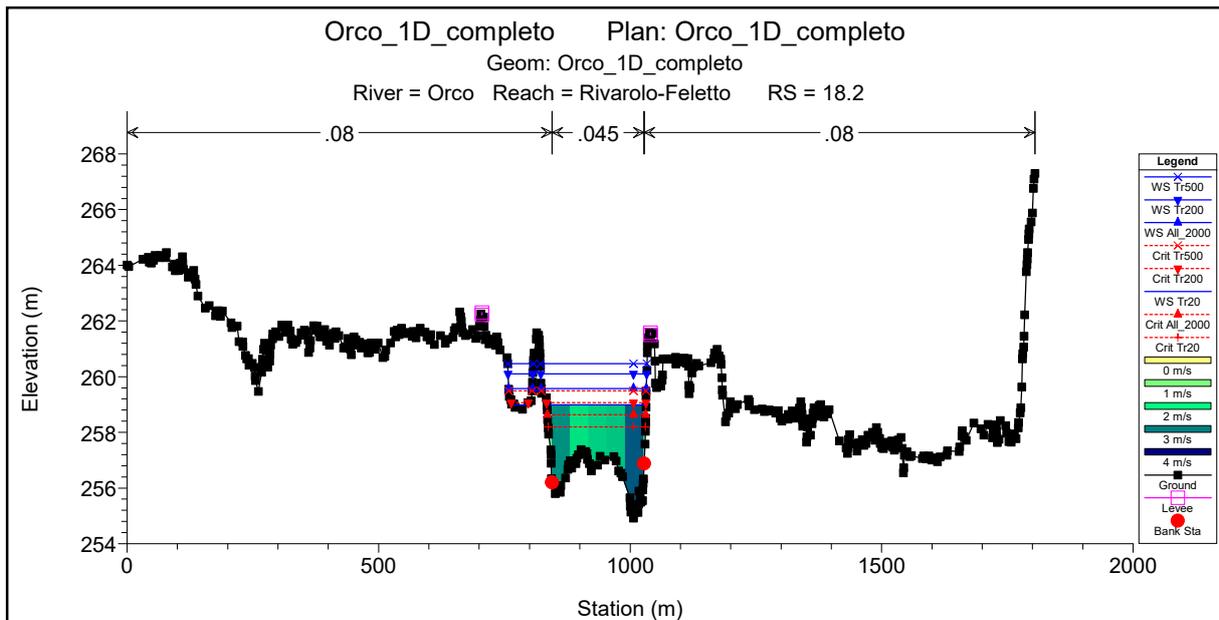


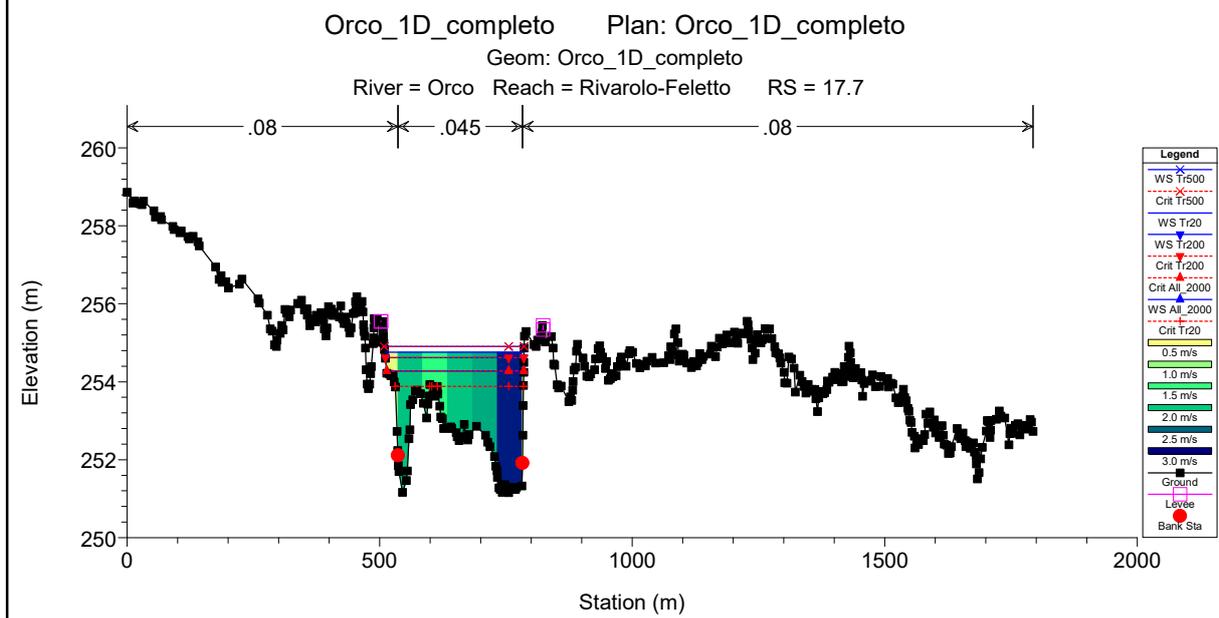
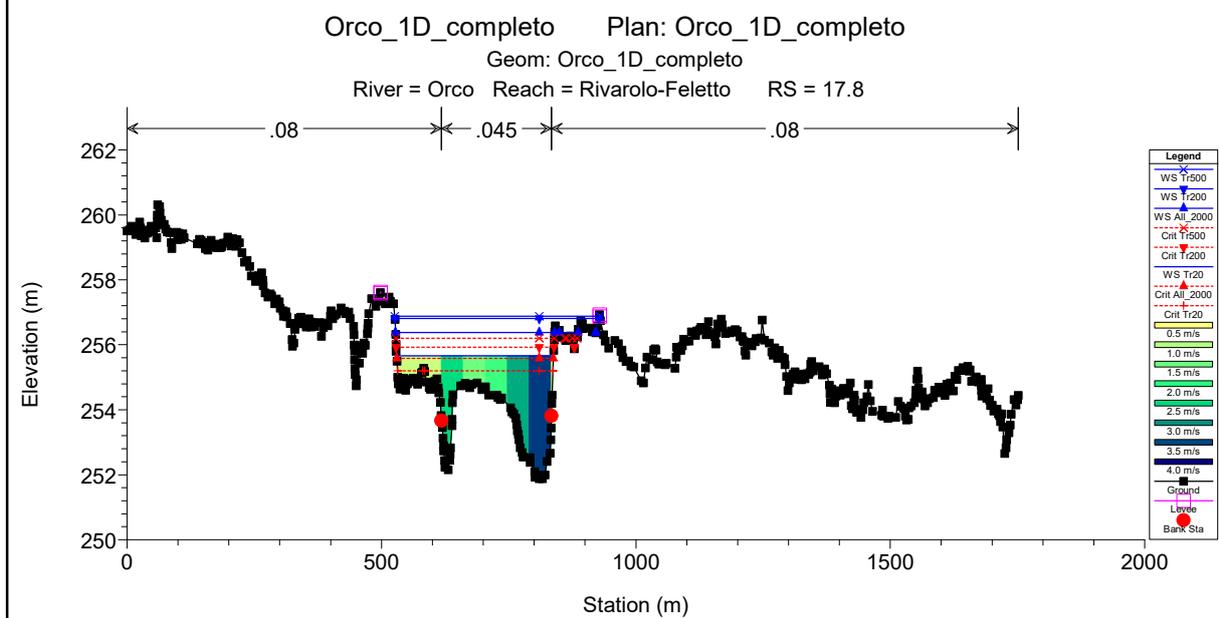
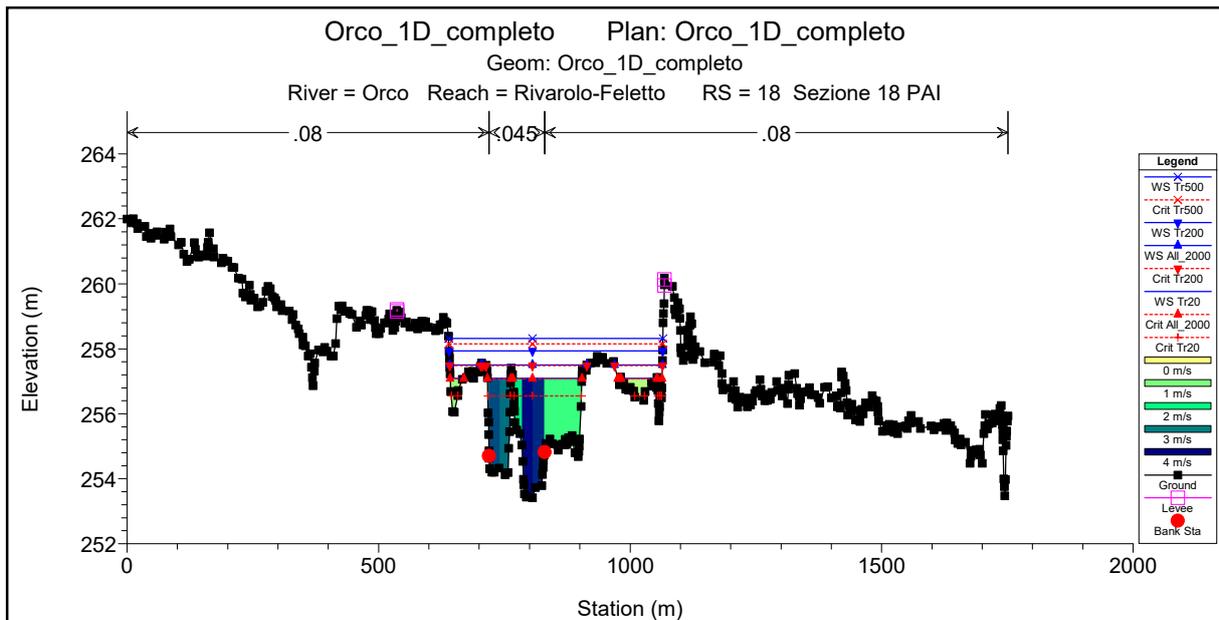


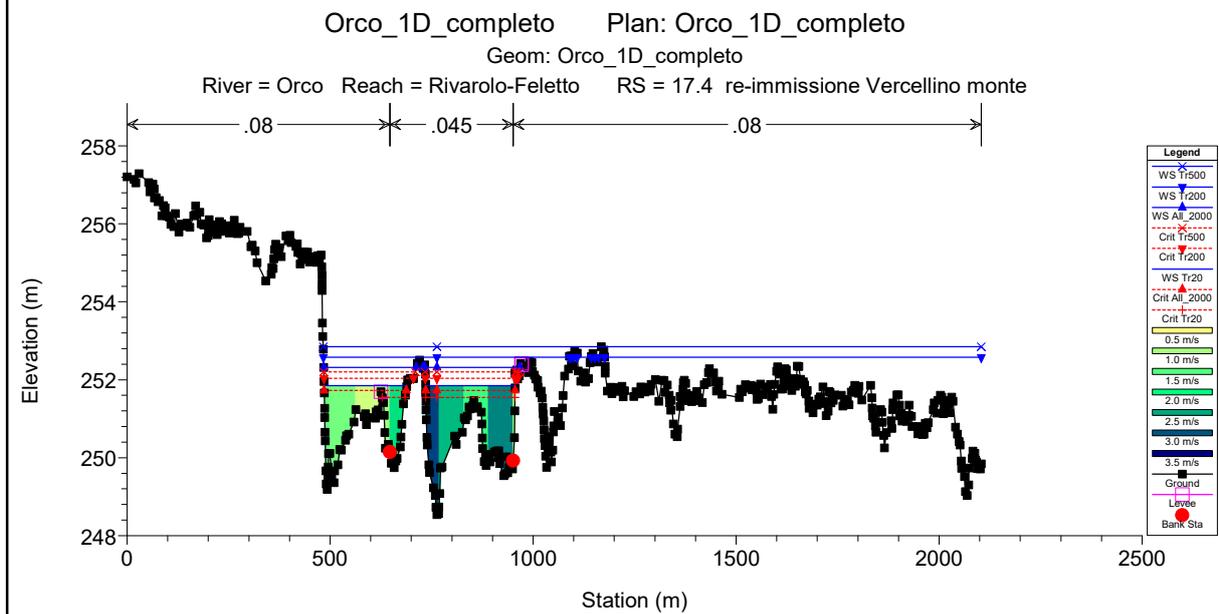
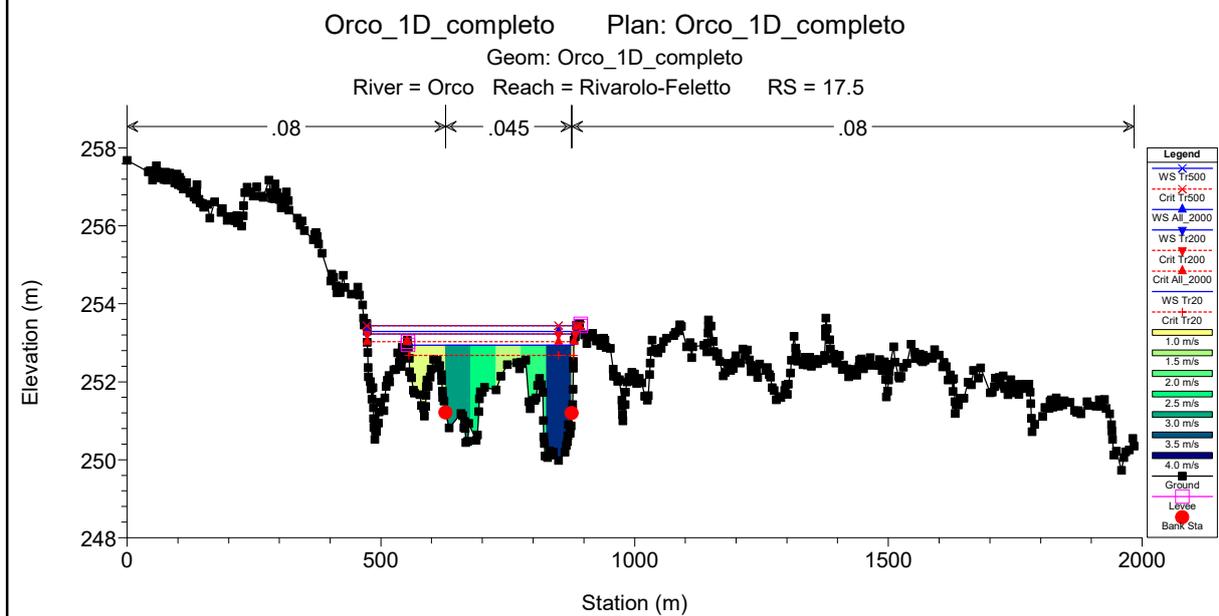
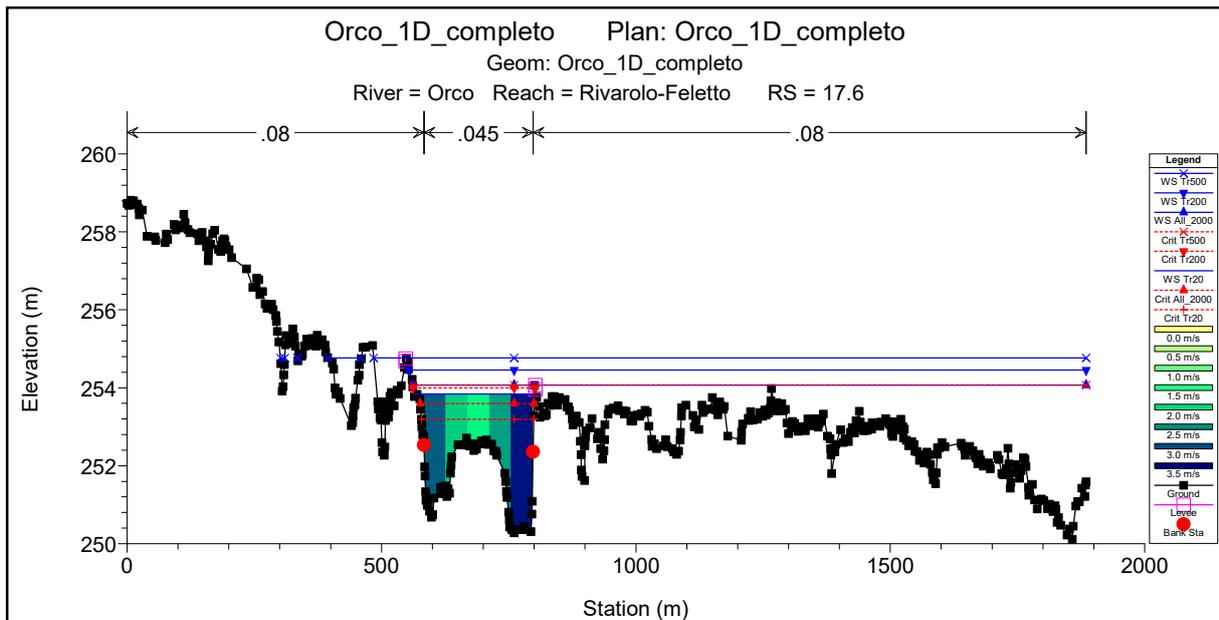


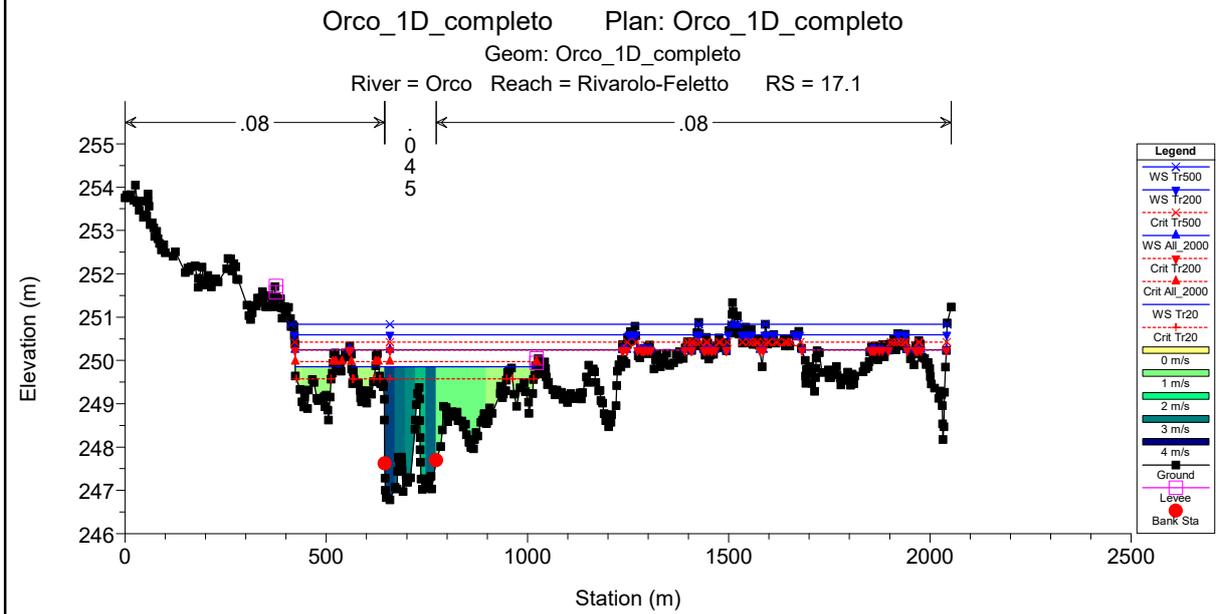
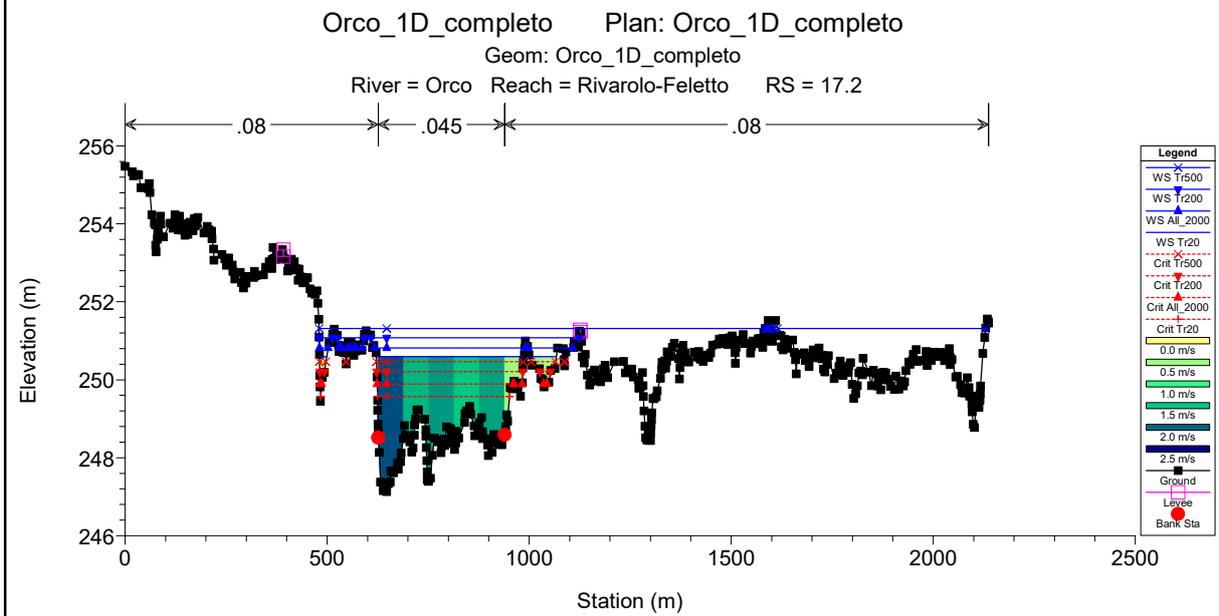
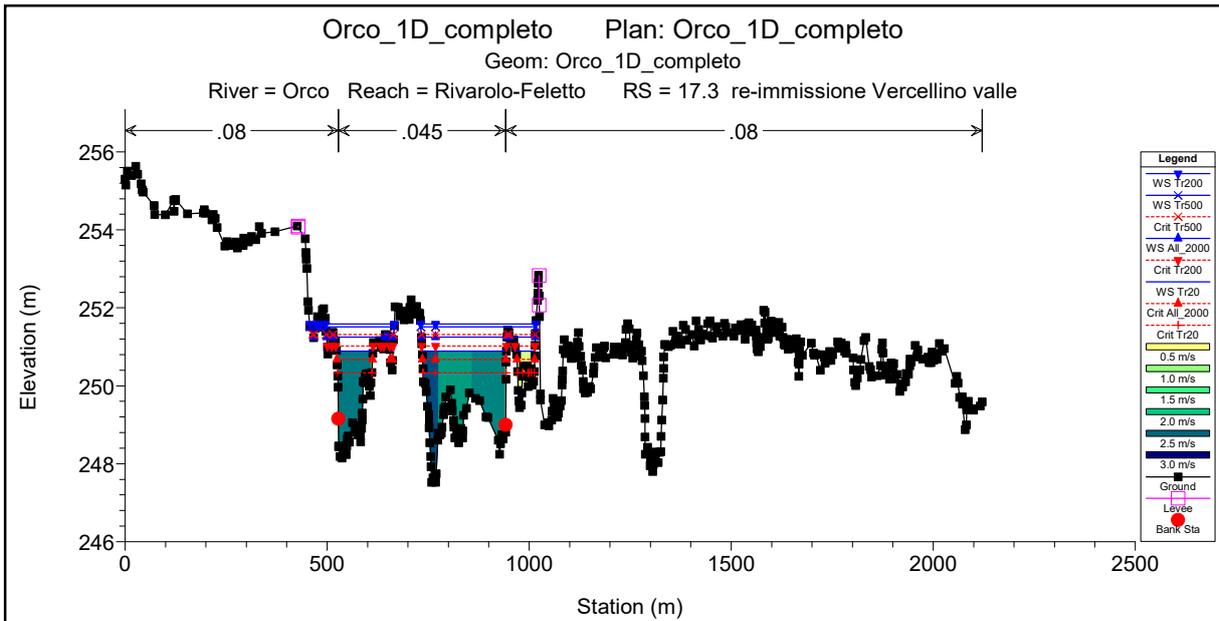


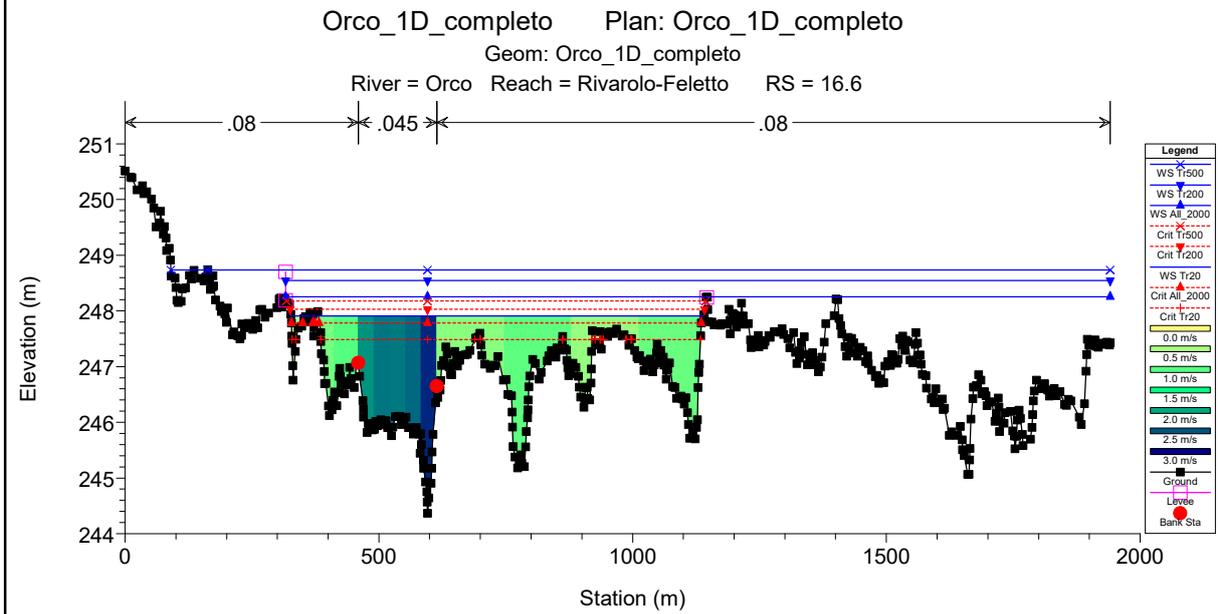
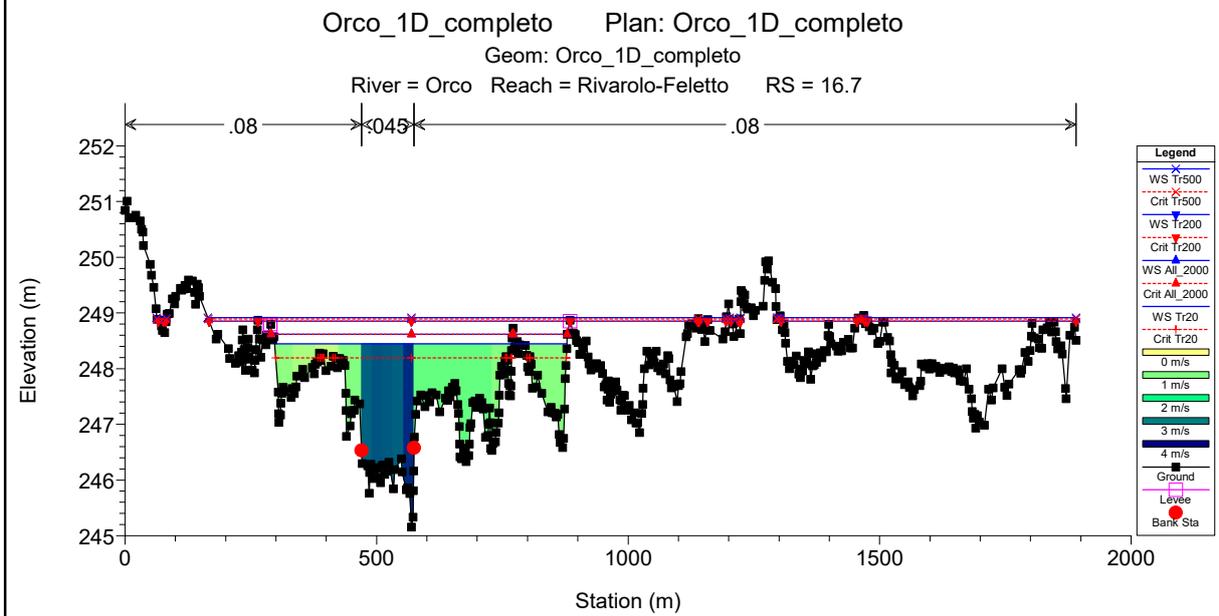
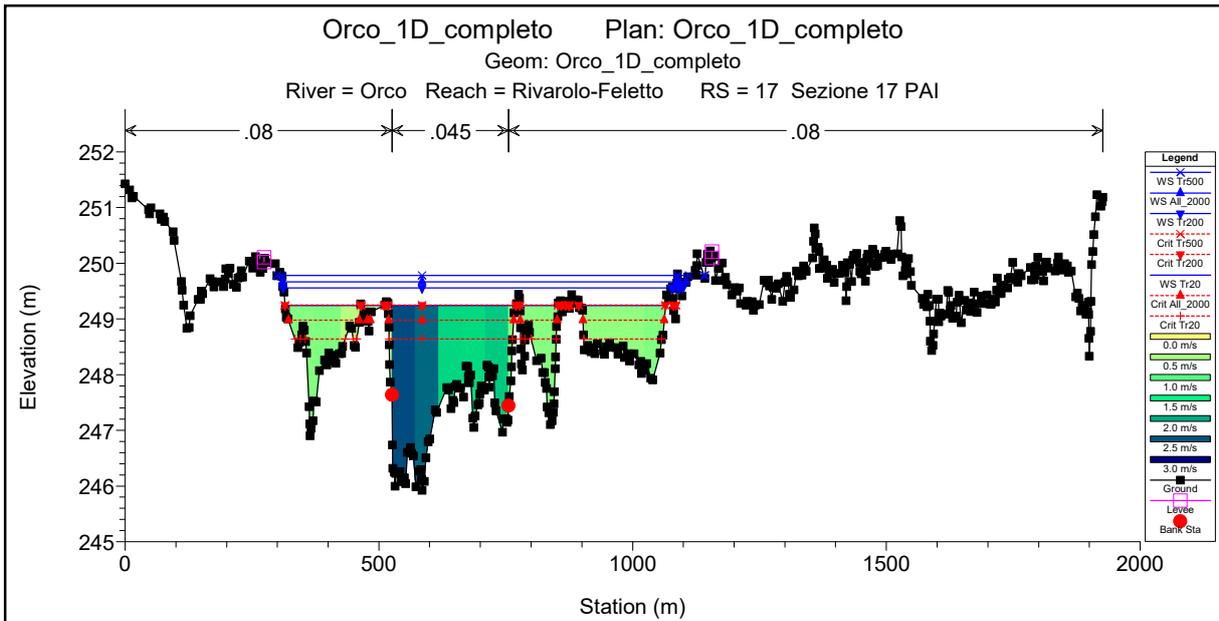


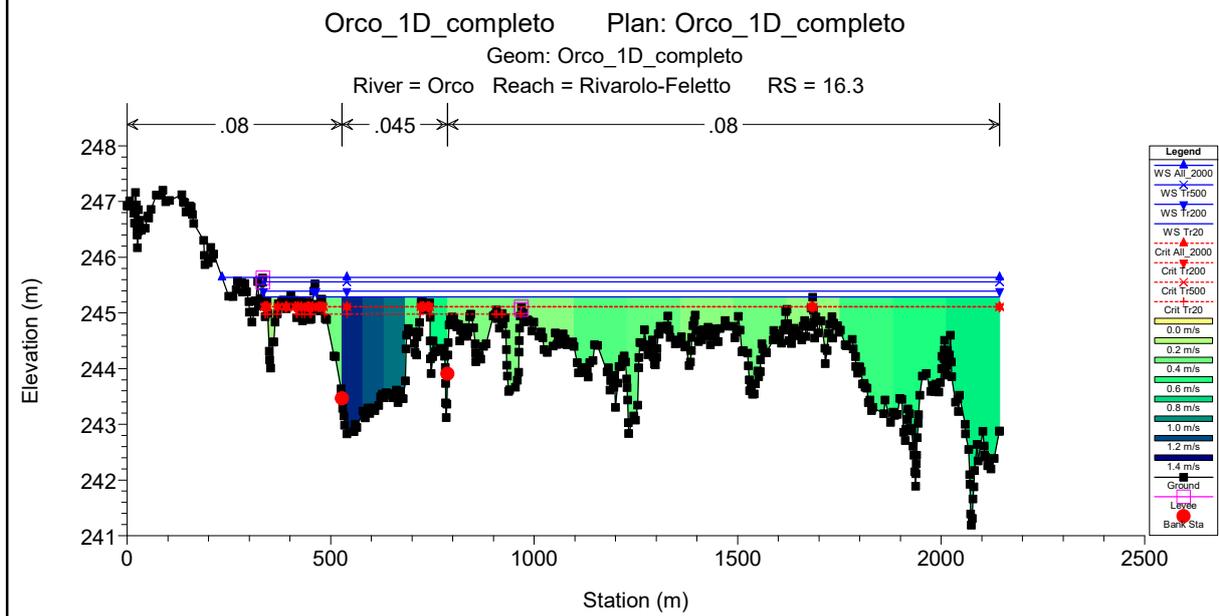
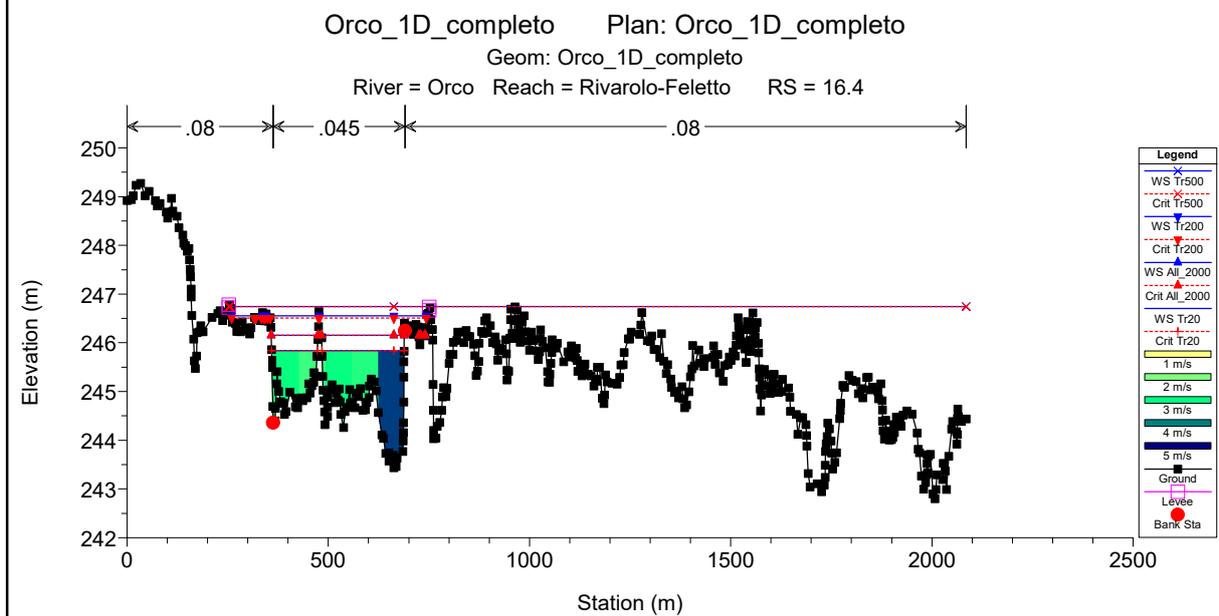
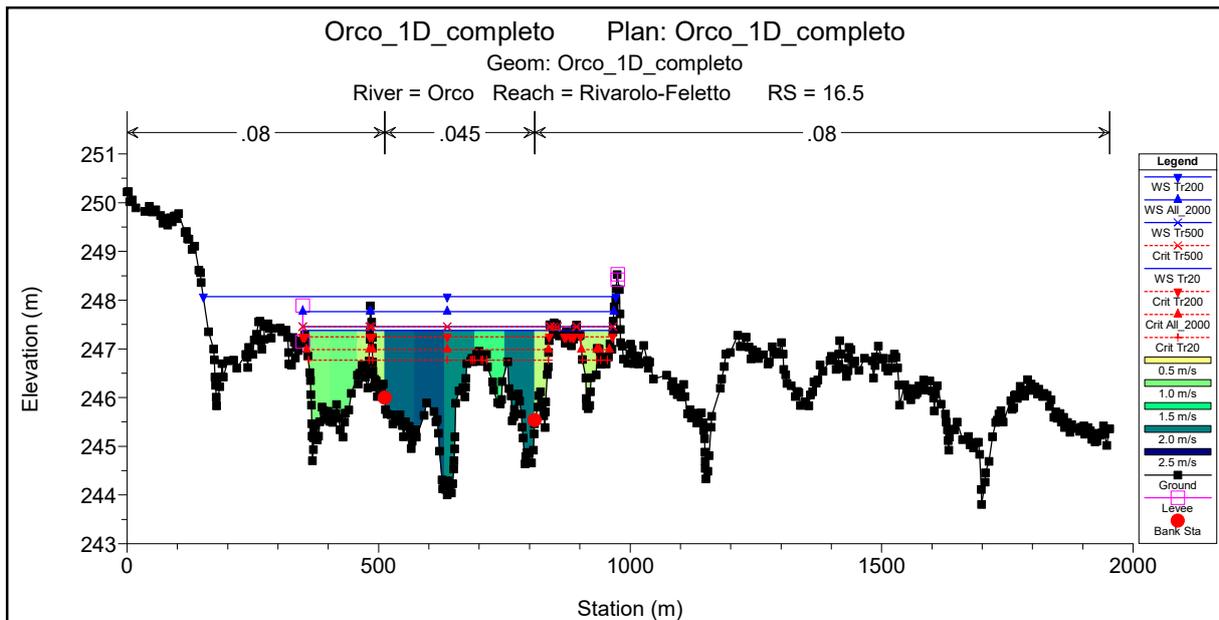


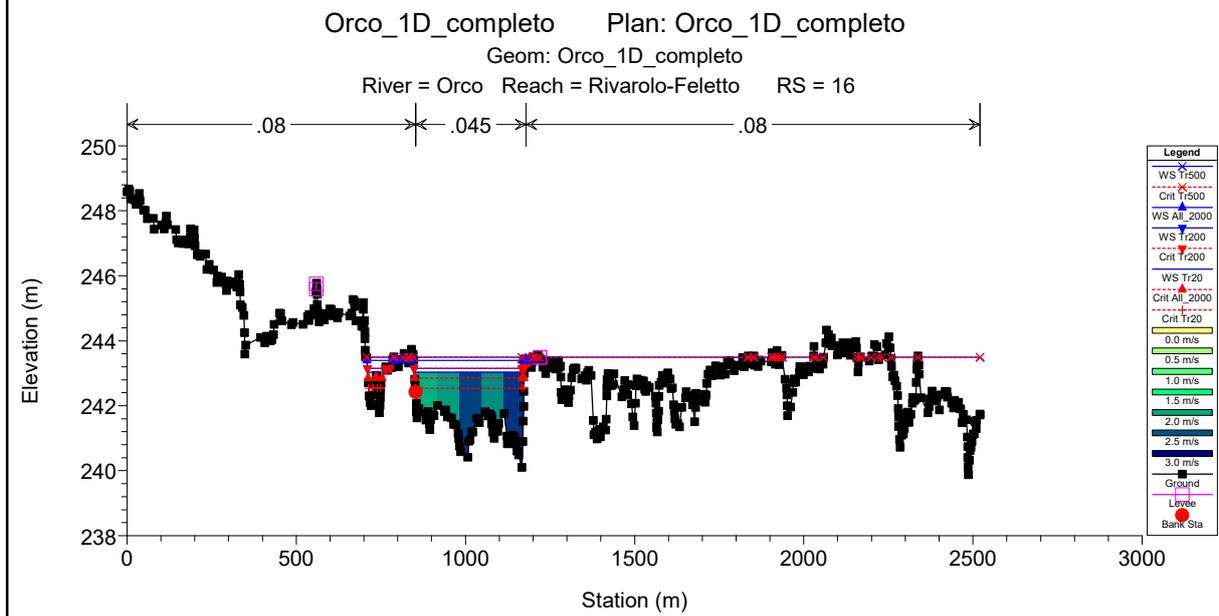
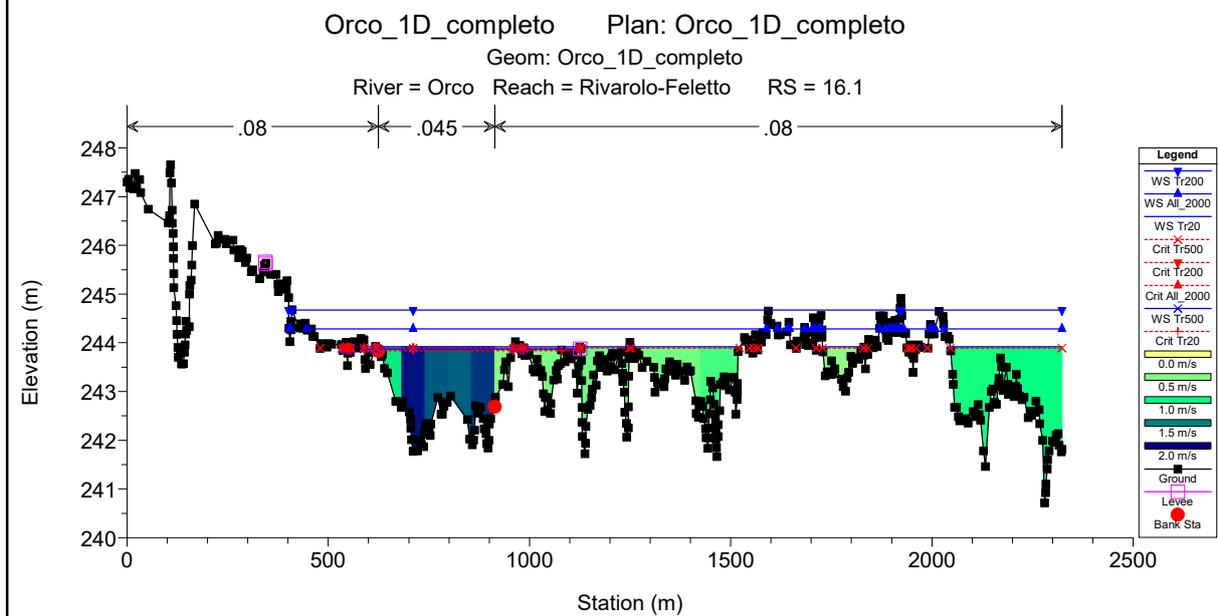
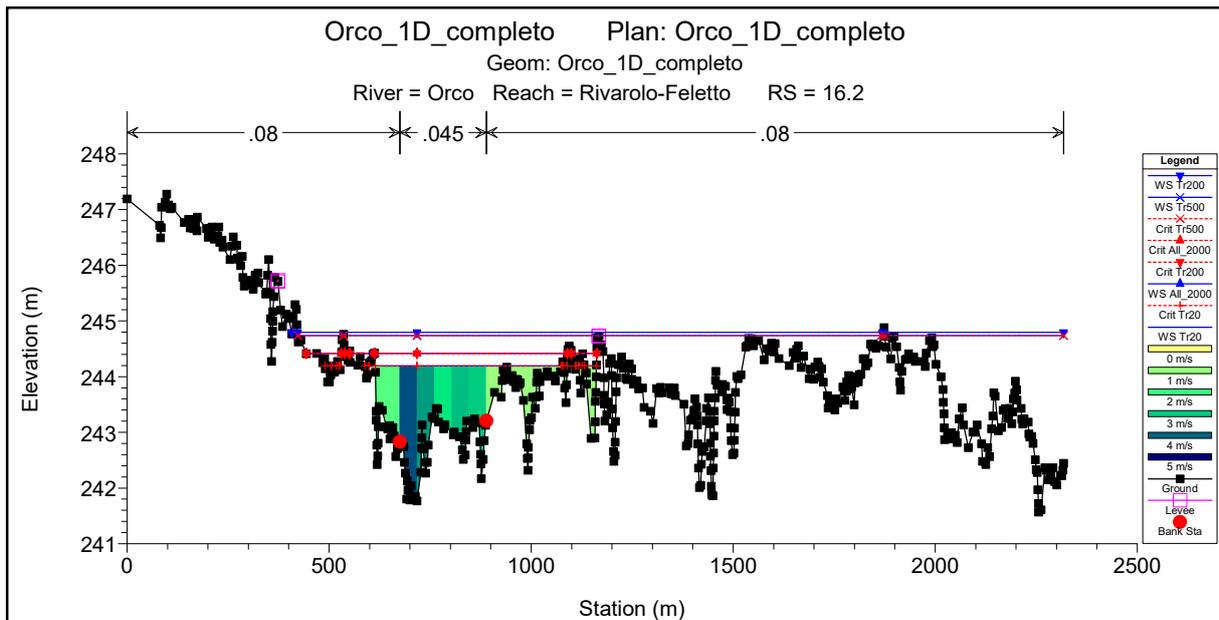














REGIONE PIEMONTE – Città metropolitana di Torino
Comune di Rivarolo Canavese

*P.R.G.C. - VARIANTE GENERALE
PROGETTO DEFINITIVO*

**STUDIO IDRAULICO DEL TORRENTE ORCO
E DELLA RETE IDROGRAFICA SECONDARIA**

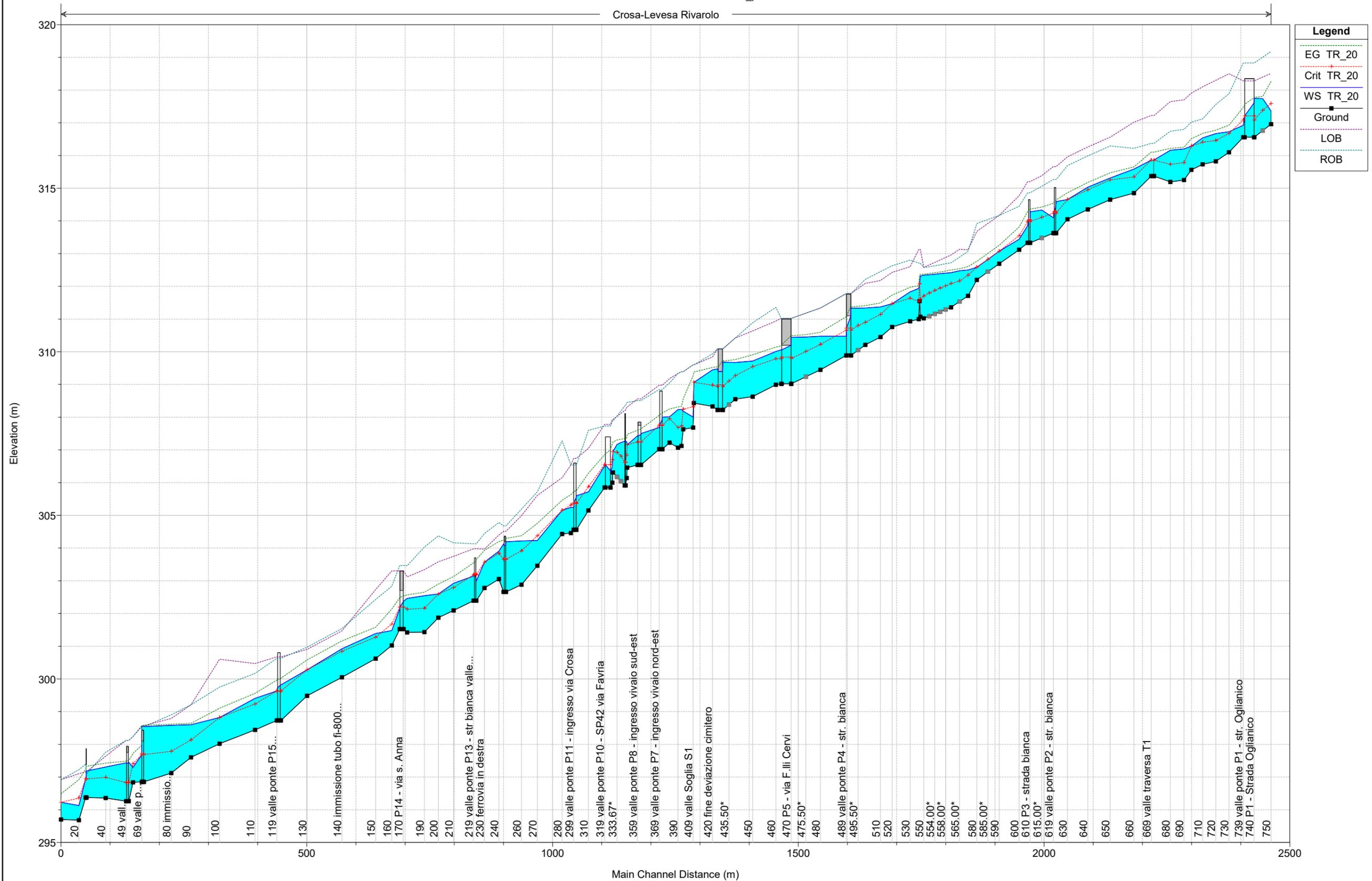


ALLEGATO 2

– Risultati simulazione modello 1D - rio Levesa

Crosa_Levesa_piena
Geom: Crosa-Levesa Flow: Q_piena

Crosa-Levesa Rivarolo



HEC-RAS Plan: piena River: Crosa-Levesa Reach: Rivarolo Profile: TR_20

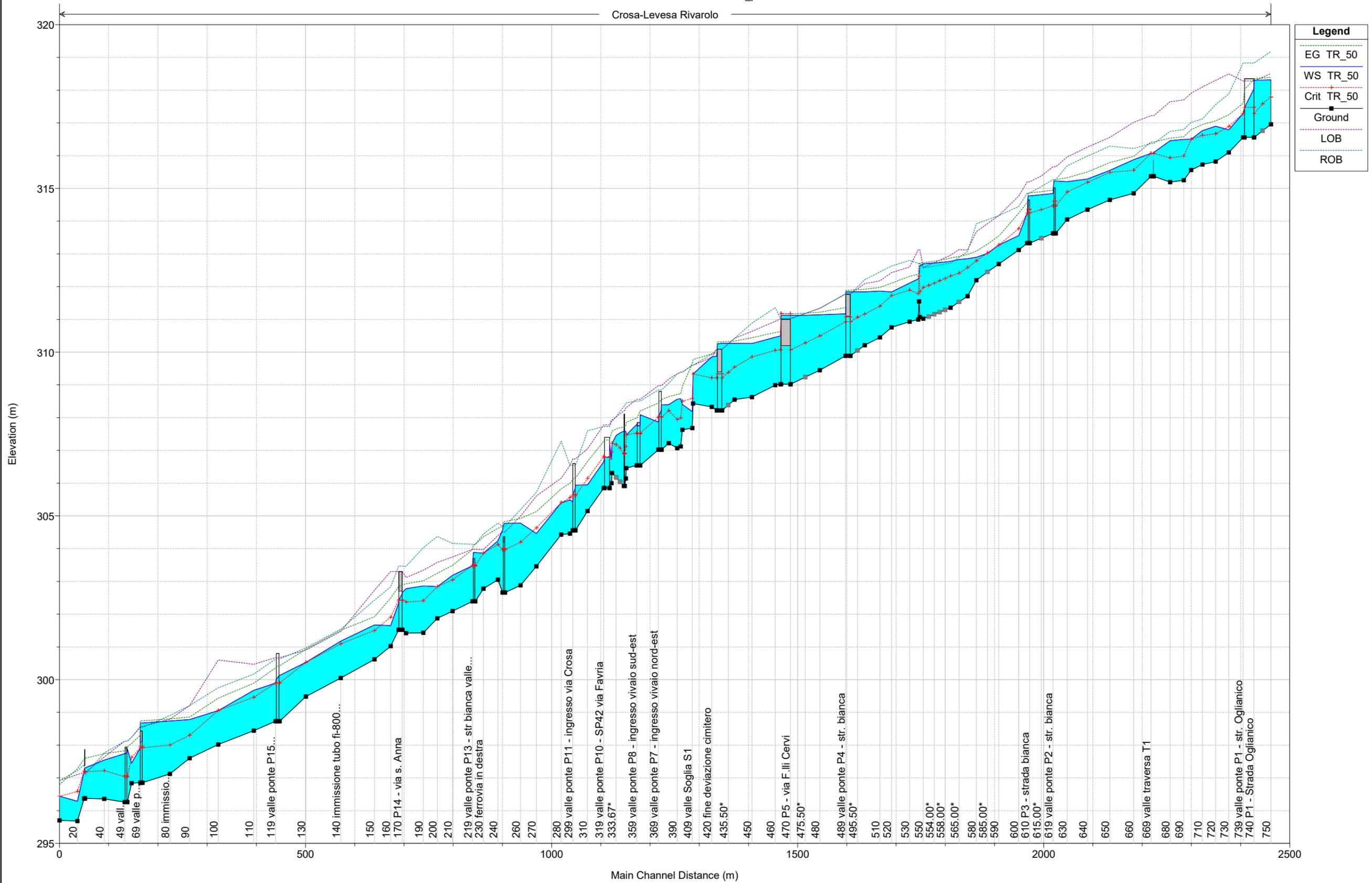
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Rivarolo	750	TR_20	4.30	316.96	317.36	317.59	318.27	0.080062	4.22	1.02	4.20	2.74
Rivarolo	741	TR_20	4.30	316.56	317.75	317.09	317.78	0.000599	0.83	5.18	5.07	0.26
Rivarolo	740											
Rivarolo	739	TR_20	4.30	316.56	316.92	317.09	317.47	0.038820	3.28	1.31	4.32	1.90
Rivarolo	730	TR_20	4.30	316.10	316.73	316.68	316.93	0.007308	1.97	2.18	4.18	0.87
Rivarolo	720	TR_20	4.30	315.82	316.67	316.46	316.78	0.003146	1.46	2.94	4.66	0.59
Rivarolo	710	TR_20	4.30	315.73	316.54	316.41	316.67	0.004519	1.63	2.64	4.81	0.70
Rivarolo	700	TR_20	4.30	315.56	316.29	316.29	316.52	0.009409	2.14	2.01	4.31	1.00
Rivarolo	690	TR_20	4.30	315.25	316.20	315.78	316.25	0.001382	1.05	4.08	5.41	0.39
Rivarolo	680	TR_20	4.30	315.19	316.16	315.73	316.22	0.001257	1.02	4.22	5.47	0.37
Rivarolo	671	TR_20	4.30	315.37	315.86	315.86	316.10	0.011026	2.18	1.97	4.02	0.99
Rivarolo	670											
Rivarolo	669	TR_20	4.30	315.37	315.86	315.86	316.10	0.011226	2.19	1.96	4.02	1.00
Rivarolo	660	TR_20	3.30	314.85	315.58	315.35	315.65	0.002238	1.16	2.84	5.05	0.50
Rivarolo	650	TR_20	3.30	314.65	315.31	315.26	315.47	0.006782	1.77	1.87	4.11	0.84
Rivarolo	640	TR_20	3.30	314.35	315.03	314.95	315.18	0.005908	1.69	1.96	4.15	0.79
Rivarolo	630	TR_20	3.30	314.05	314.66	314.66	314.86	0.009790	2.00	1.65	4.00	1.00
Rivarolo	621	TR_20	3.30	313.63	314.59	314.24	314.65	0.001435	1.03	3.19	4.70	0.40
Rivarolo	620											
Rivarolo	619	TR_20	3.30	313.63	314.10	314.24	314.54	0.031103	2.94	1.12	3.73	1.71
Rivarolo	611	TR_20	3.30	313.33	314.28	313.98	314.36	0.002328	1.25	2.63	3.98	0.49
Rivarolo	610											
Rivarolo	609	TR_20	3.30	313.33	313.85	313.98	314.29	0.025547	2.92	1.13	3.07	1.54
Rivarolo	600	TR_20	3.30	313.12	313.44	313.55	313.82	0.027224	2.71	1.22	4.09	1.59
Rivarolo	590	TR_20	3.30	312.69	313.07	313.07	313.26	0.010631	1.89	1.75	4.80	1.00
Rivarolo	580	TR_20	3.30	312.20	312.58	312.59	312.77	0.010779	1.90	1.74	4.78	1.01
Rivarolo	570	TR_20	3.20	311.71	312.50	312.34	312.61	0.004407	1.45	2.20	4.19	0.64
Rivarolo	560	TR_20	4.30	311.36	312.42	312.09	312.50	0.002488	1.26	3.42	4.85	0.48
Rivarolo	550	TR_20	4.30	311.02	312.34	311.71	312.37	0.001814	0.79	5.43	7.66	0.30
Rivarolo	541	TR_20	4.30	311.07	312.32	311.61	312.36	0.000675	0.93	4.63	3.99	0.28
Rivarolo	540	TR_20	4.30	311.55	312.08	312.08	312.34	0.006402	2.24	1.92	3.77	1.00
Rivarolo	539	TR_20	4.30	311.00	311.94	311.54	312.02	0.001676	1.26	3.40	3.83	0.43
Rivarolo	530	TR_20	4.30	310.93	311.83	311.64	311.97	0.003947	1.64	2.62	3.89	0.64
Rivarolo	520	TR_20	4.30	310.76	311.47	311.47	311.73	0.010941	2.28	1.89	3.57	1.00
Rivarolo	510	TR_20	4.30	310.45	311.37	311.14	311.49	0.003311	1.54	2.79	4.15	0.60
Rivarolo	500	TR_20	4.30	310.21	311.34	310.90	311.41	0.001567	1.18	3.65	4.53	0.42
Rivarolo	491	TR_20	4.30	309.89	311.34	310.66	311.38	0.000455	0.91	4.74	5.08	0.30
Rivarolo	490											
Rivarolo	489	TR_20	4.30	309.89	310.48	310.66	311.08	0.029892	3.43	1.25	3.05	1.71
Rivarolo	480	TR_20	4.30	309.45	310.48	310.22	310.59	0.003155	1.53	2.82	4.08	0.59
Rivarolo	471	TR_20	4.30	309.02	310.44	309.79	310.49	0.000536	0.97	4.42	4.68	0.32
Rivarolo	470											
Rivarolo	469	TR_20	4.30	309.02	310.06	309.79	310.18	0.003195	1.55	2.78	3.86	0.58
Rivarolo	460	TR_20	4.30	308.99	310.01	309.79	310.14	0.003573	1.62	2.66	3.79	0.62
Rivarolo	450	TR_20	4.30	308.63	309.72	309.54	309.91	0.006937	1.94	2.22	2.99	0.72
Rivarolo	440	TR_20	4.30	308.55	309.68	309.27	309.76	0.001898	1.27	3.38	4.23	0.46
Rivarolo	431	TR_20	4.30	308.22	309.68	308.94	309.72	0.000404	0.87	4.93	4.96	0.28
Rivarolo	430											
Rivarolo	429	TR_20	4.30	308.22	309.48	308.94	309.54	0.001240	1.09	3.95	4.51	0.37
Rivarolo	420	TR_20	4.90	308.33	309.45	308.98	309.52	0.001694	1.20	4.10	4.46	0.40
Rivarolo	411	TR_20	4.90	308.43	309.07	309.07	309.38	0.007016	2.49	1.97	3.17	1.01
Rivarolo	409	TR_20	4.90	307.68	308.00	308.32	309.26	0.089388	4.97	0.99	3.07	2.80
Rivarolo	401	TR_20	4.90	307.63	308.19	308.25	308.56	0.009430	2.72	1.80	3.28	1.17
Rivarolo	399	TR_20	4.90	307.12	308.24	307.74	308.33	0.001705	1.34	3.65	3.33	0.41
Rivarolo	390	TR_20	4.90	307.07	308.23	307.69	308.32	0.001524	1.29	3.80	3.34	0.39
Rivarolo	380	TR_20	4.90	307.22	308.01	307.95	308.25	0.008695	2.16	2.27	3.67	0.88
Rivarolo	371	TR_20	4.90	307.02	308.00	307.75	308.14	0.004138	1.65	2.98	3.96	0.61
Rivarolo	370											
Rivarolo	369	TR_20	4.90	307.02	307.69	307.75	308.05	0.015790	2.68	1.83	3.48	1.18
Rivarolo	361	TR_20	4.90	306.54	307.50	307.25	307.64	0.003841	1.67	2.94	4.05	0.63
Rivarolo	360											
Rivarolo	359	TR_20	4.90	306.54	307.43	307.25	307.60	0.004216	1.83	2.68	3.60	0.68
Rivarolo	351	TR_20	4.90	306.46	307.16	307.16	307.48	0.006673	2.50	1.96	3.09	1.00
Rivarolo	349	TR_20	4.90	306.14	307.25	306.84	307.37	0.002533	1.53	3.21	3.19	0.49
Rivarolo	341	TR_20	4.90	305.91	307.27	306.62	307.35	0.001361	1.22	4.00	3.26	0.35
Rivarolo	340											
Rivarolo	339	TR_20	4.90	305.91	307.27	306.61	307.34	0.001380	1.23	3.98	3.25	0.35
Rivarolo	331	TR_20	4.90	306.31	306.95	306.95	307.24	0.011413	2.39	2.05	3.51	1.00
Rivarolo	329	TR_20	4.90	306.00	306.50	306.70	307.17	0.040730	3.64	1.35	3.19	1.79
Rivarolo	321	TR_20	4.90	305.85	306.34	306.55	307.04	0.036110	3.72	1.32	3.18	1.85
Rivarolo	320											
Rivarolo	319	TR_20	4.90	305.85	306.51	306.55	306.86	0.012149	2.59	1.89	3.31	1.09
Rivarolo	310	TR_20	5.50	305.15	305.72	305.88	306.29	0.023036	3.34	1.65	3.36	1.52
Rivarolo	301	TR_20	5.50	304.56	305.60	305.36	305.76	0.003552	1.77	3.10	3.70	0.62
Rivarolo	300											
Rivarolo	299	TR_20	5.50	304.56	305.24	305.36	305.71	0.018580	3.05	1.80	3.58	1.37
Rivarolo	290	TR_20	5.50	304.46	305.25	305.31	305.63	0.013633	2.75	2.00	3.58	1.18
Rivarolo	280	TR_20	5.50	304.43	305.15	305.15	305.46	0.010119	2.45	2.24	3.67	1.00
Rivarolo	270	TR_20	5.50	303.46	304.23	304.37	304.75	0.018716	3.20	1.72	3.40	1.44
Rivarolo	260	TR_20	5.50	302.88	304.22	303.92	304.38	0.002960	1.75	3.13	3.50	0.59
Rivarolo	251	TR_20	5.50	302.66	304.19	303.65	304.29	0.001457	1.42	3.88	3.73	0.44
Rivarolo	250											
Rivarolo	249	TR_20	5.50	302.66	304.13	303.65	304.24	0.001729	1.51	3.64	3.63	0.48

HEC-RAS Plan: piena River: Crosa-Levesa Reach: Rivarolo Profile: TR_20 (Continued)

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Rivarolo	240	TR_20	5.50	303.05	303.90	303.84	304.20	0.007665	2.40	2.30	3.02	0.88
Rivarolo	230	TR_20	5.50	302.78	303.57	303.57	303.93	0.010222	2.66	2.07	2.86	1.00
Rivarolo	221	TR_20	5.50	302.39	303.00	303.18	303.65	0.025079	3.59	1.53	2.82	1.55
Rivarolo	220	Bridge										
Rivarolo	219	TR_20	5.50	302.39	303.14	303.18	303.55	0.012196	2.82	1.95	2.86	1.09
Rivarolo	210	TR_20	5.50	302.09	302.92	302.79	303.13	0.005571	2.03	2.72	3.79	0.76
Rivarolo	200	TR_20	5.50	301.87	302.60	302.60	302.90	0.009658	2.43	2.27	3.82	1.01
Rivarolo	190	TR_20	5.50	301.43	302.54	302.16	302.65	0.002131	1.45	3.79	4.13	0.48
Rivarolo	180	TR_20	5.50	301.42	302.46	302.13	302.57	0.002548	1.46	3.78	4.72	0.52
Rivarolo	171	TR_20	5.50	301.52	302.37	302.20	302.54	0.004166	1.80	3.06	4.18	0.67
Rivarolo	170	Bridge										
Rivarolo	169	TR_20	5.50	301.52	302.15	302.20	302.49	0.012142	2.57	2.14	4.04	1.12
Rivarolo	160	TR_20	5.50	301.02	301.48	301.68	302.14	0.035733	3.59	1.53	4.07	1.87
Rivarolo	150	TR_20	5.50	300.62	301.39	301.28	301.58	0.005453	1.94	2.83	4.36	0.77
Rivarolo	140	TR_20	5.50	300.05	300.92	300.85	301.16	0.006850	2.16	2.55	3.89	0.85
Rivarolo	130	TR_20	5.50	299.48	300.28	300.28	300.58	0.009681	2.43	2.26	3.80	1.01
Rivarolo	121	TR_20	5.50	298.73	299.82	299.63	300.02	0.004568	1.99	2.76	3.28	0.69
Rivarolo	120	Bridge										
Rivarolo	119	TR_20	5.50	298.73	299.63	299.63	299.96	0.009631	2.56	2.15	3.23	1.00
Rivarolo	110	TR_20	5.50	298.44	299.40	299.23	299.56	0.004263	1.75	3.14	4.58	0.68
Rivarolo	100	TR_20	5.50	298.02	298.82	298.82	299.10	0.009804	2.36	2.33	4.10	1.00
Rivarolo	90	TR_20	5.50	297.60	298.60	298.14	298.64	0.000864	0.93	5.91	7.12	0.33
Rivarolo	80	TR_20	5.50	297.12	298.58	297.79	298.61	0.000516	0.79	6.97	6.76	0.25
Rivarolo	71	TR_20	5.50	296.85	298.54	297.68	298.58	0.000558	0.88	6.63	14.85	0.26
Rivarolo	70	Bridge										
Rivarolo	69	TR_20	5.50	296.85	297.68	297.68	297.97	0.009580	2.38	2.31	4.07	1.01
Rivarolo	60	TR_20	5.50	296.84	297.29	297.41	297.72	0.020382	2.89	1.90	4.64	1.44
Rivarolo	51	TR_20	5.50	296.26	297.45	296.83	297.50	0.000795	0.99	5.58	5.20	0.30
Rivarolo	50	Bridge										
Rivarolo	49	TR_20	5.50	296.26	297.43	296.83	297.49	0.000832	1.00	5.49	5.18	0.31
Rivarolo	40	TR_20	5.50	296.36	297.31	296.99	297.42	0.002451	1.51	3.63	4.18	0.52
Rivarolo	31	TR_20	5.50	296.37	297.19	296.95	297.33	0.002267	1.68	3.29	4.97	0.60
Rivarolo	30	Inl Struct										
Rivarolo	29	TR_20	5.50	296.37	296.95	296.95	297.24	0.010170	2.39	2.30	4.02	1.01
Rivarolo	20	TR_20	5.50	295.68	296.13	296.36	296.92	0.048468	3.94	1.40	4.10	2.15
Rivarolo	10	TR_20	5.50	295.70	296.23	296.23	296.49	0.009369	2.25	2.44	4.77	1.01

Crosa_Levesa_piena
 Geom: Crosa-Levesa Flow: Q_piena

Crosa-Levesa Rivarolo



HEC-RAS Plan: piena River: Crosa-Levesa Reach: Rivarolo Profile: TR_50

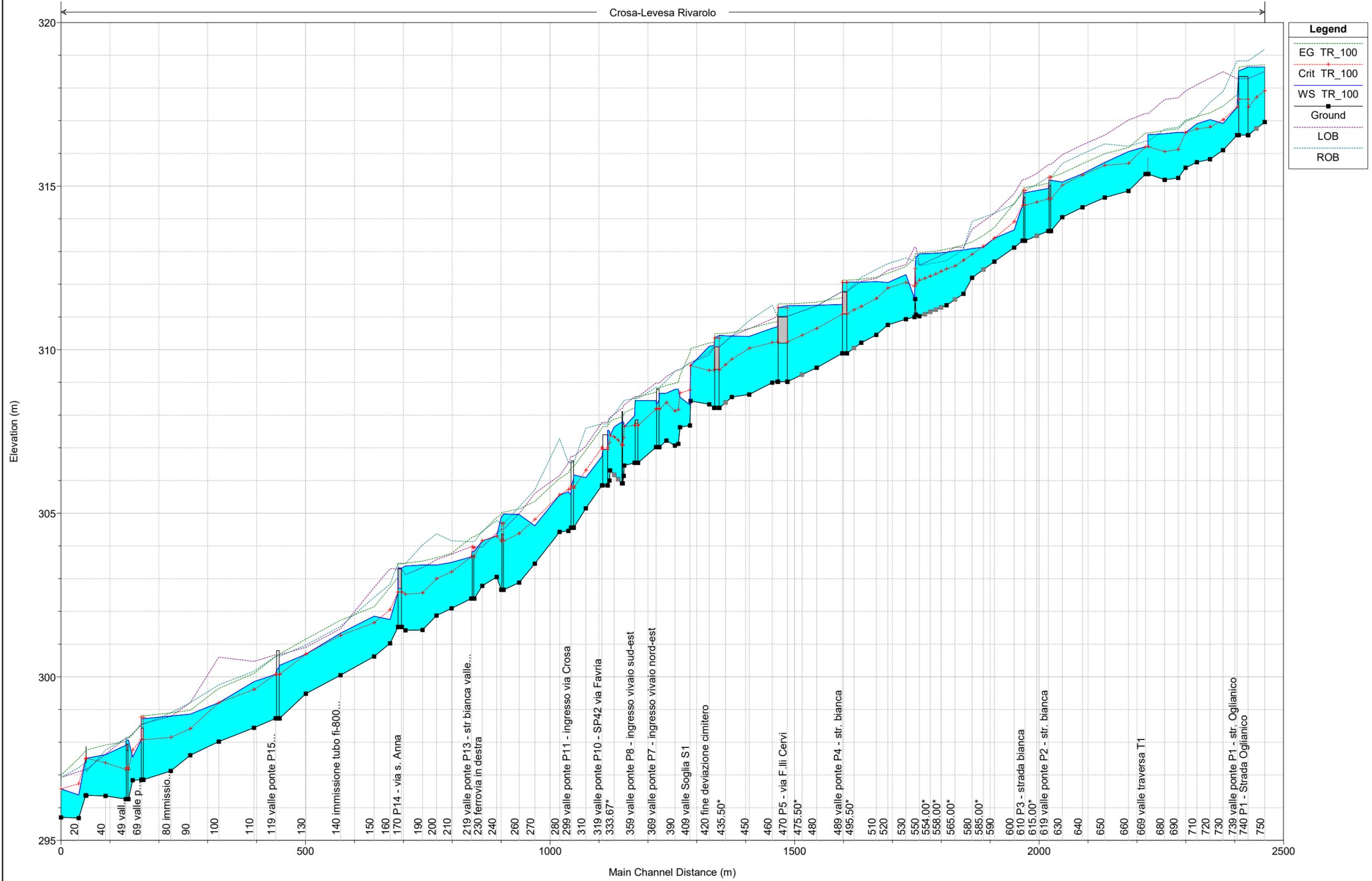
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Rivarolo	750	TR_50	7.30	316.96	318.32	317.79	318.39	0.001239	1.22	6.00	6.22	0.40
Rivarolo	741	TR_50	7.30	316.56	318.31	317.29	318.35	0.000464	0.89	8.28	11.44	0.23
Rivarolo	740			Bridge								
Rivarolo	739	TR_50	7.30	316.56	317.29	317.29	317.60	0.009187	2.48	2.94	4.65	1.00
Rivarolo	730	TR_50	7.30	316.10	316.79	316.89	317.25	0.015238	3.01	2.43	4.25	1.27
Rivarolo	720	TR_50	7.30	315.82	316.90	316.67	317.06	0.003576	1.80	4.06	5.04	0.64
Rivarolo	710	TR_50	7.30	315.73	316.77	316.62	316.95	0.004689	1.91	3.82	5.57	0.74
Rivarolo	700	TR_50	7.30	315.56	316.50	316.50	316.80	0.008788	2.40	3.04	5.14	1.00
Rivarolo	690	TR_50	7.30	315.25	316.50	315.99	316.58	0.001489	1.26	5.81	6.09	0.41
Rivarolo	680	TR_50	7.30	315.19	316.46	315.93	316.54	0.001396	1.23	5.94	6.14	0.40
Rivarolo	671	TR_50	7.30	315.37	316.10	316.07	316.42	0.009611	2.49	2.93	4.02	0.93
Rivarolo	670			Inl Struct								
Rivarolo	669	TR_50	7.30	315.37	316.07	316.07	316.41	0.010884	2.60	2.81	4.02	0.99
Rivarolo	660	TR_50	6.30	314.85	315.88	315.55	315.98	0.002307	1.43	4.41	5.71	0.52
Rivarolo	650	TR_50	6.30	314.65	315.55	315.49	315.79	0.006705	2.15	2.92	4.59	0.86
Rivarolo	640	TR_50	6.30	314.35	315.29	315.19	315.50	0.005695	2.04	3.10	4.67	0.80
Rivarolo	630	TR_50	6.30	314.05	315.21	314.89	315.32	0.002476	1.52	4.15	5.10	0.54
Rivarolo	621	TR_50	6.30	313.63	315.22	314.47	315.27	0.000908	0.95	6.63	6.59	0.30
Rivarolo	620			Bridge								
Rivarolo	619	TR_50	6.30	313.63	314.85	314.47	314.95	0.002030	1.41	4.46	5.21	0.49
Rivarolo	611	TR_50	6.30	313.33	314.77	314.25	314.86	0.001602	1.30	4.85	5.02	0.42
Rivarolo	610			Bridge								
Rivarolo	609	TR_50	6.30	313.33	314.25	314.25	314.57	0.009596	2.50	2.52	3.92	1.00
Rivarolo	600	TR_50	6.30	313.12	313.56	313.77	314.25	0.034868	3.68	1.71	4.31	1.86
Rivarolo	590	TR_50	6.30	312.69	313.27	313.27	313.55	0.010199	2.32	2.72	5.02	1.01
Rivarolo	580	TR_50	6.30	312.20	312.90	312.79	313.08	0.005704	1.91	3.30	5.10	0.76
Rivarolo	570	TR_50	6.20	311.71	312.85	312.58	312.99	0.003814	1.61	3.85	5.06	0.59
Rivarolo	560	TR_50	7.60	311.36	312.77	312.33	312.88	0.002937	1.42	5.44	9.29	0.49
Rivarolo	550	TR_50	7.60	311.02	312.70	311.97	312.73	0.001586	0.81	10.11	13.73	0.28
Rivarolo	541	TR_50	7.60	311.07	312.64	311.85	312.72	0.001041	1.28	5.91	4.14	0.34
Rivarolo	540	TR_50	7.60	311.55	312.33	312.33	312.69	0.006090	2.65	2.86	3.93	0.99
Rivarolo	539	TR_50	7.60	311.00	312.24	311.78	312.38	0.002191	1.66	4.57	3.97	0.49
Rivarolo	530	TR_50	7.60	310.93	312.11	311.90	312.32	0.004495	2.02	3.76	4.34	0.69
Rivarolo	520	TR_50	7.60	310.76	311.84	311.73	312.11	0.007324	2.28	3.33	4.17	0.82
Rivarolo	510	TR_50	7.60	310.45	311.86	311.40	311.98	0.001979	1.49	5.11	5.28	0.48
Rivarolo	500	TR_50	7.60	310.21	311.84	311.16	311.92	0.001156	1.22	6.22	5.64	0.37
Rivarolo	491	TR_50	7.60	309.89	311.84	310.93	311.89	0.000384	1.00	7.86	10.35	0.29
Rivarolo	490			Bridge								
Rivarolo	489	TR_50	7.60	309.89	311.17	310.93	311.36	0.003959	1.93	3.94	4.69	0.67
Rivarolo	480	TR_50	7.60	309.45	311.14	310.49	311.22	0.001245	1.26	6.05	5.65	0.39
Rivarolo	471	TR_50	7.60	309.02	311.13	310.07	311.17	0.000313	0.94	8.34	8.77	0.26
Rivarolo	470			Bridge								
Rivarolo	469	TR_50	7.60	309.02	310.49	310.07	310.63	0.002458	1.63	4.66	4.79	0.53
Rivarolo	460	TR_50	7.60	308.99	310.46	310.05	310.60	0.002580	1.68	4.52	4.51	0.54
Rivarolo	450	TR_50	7.60	308.63	310.26	309.86	310.44	0.004344	1.87	4.06	3.76	0.57
Rivarolo	440	TR_50	7.60	308.55	310.27	309.54	310.34	0.001126	1.22	6.25	5.51	0.36
Rivarolo	431	TR_50	7.60	308.22	310.27	309.21	310.32	0.000284	0.91	9.55	14.79	0.25
Rivarolo	430			Bridge								
Rivarolo	429	TR_50	7.60	308.22	309.88	309.22	309.96	0.001282	1.28	5.96	5.39	0.39
Rivarolo	420	TR_50	8.30	308.33	309.85	309.21	309.95	0.002212	1.35	6.17	6.39	0.42
Rivarolo	411	TR_50	8.30	308.43	309.33	309.33	309.77	0.007112	2.94	2.82	3.22	1.00
Rivarolo	409	TR_50	8.30	307.68	308.19	308.59	309.65	0.062133	5.36	1.55	3.10	2.42
Rivarolo	401	TR_50	8.30	307.63	308.40	308.50	308.96	0.010192	3.30	2.51	3.32	1.21
Rivarolo	399	TR_50	8.30	307.12	308.57	307.99	308.73	0.002270	1.74	4.77	3.37	0.47
Rivarolo	390	TR_50	8.30	307.07	308.56	307.95	308.71	0.002096	1.69	4.91	3.38	0.45
Rivarolo	380	TR_50	8.30	307.22	308.40	308.21	308.64	0.006120	2.18	3.81	4.27	0.74
Rivarolo	371	TR_50	8.30	307.02	308.39	308.01	308.55	0.003609	1.79	4.64	4.57	0.57
Rivarolo	370			Bridge								
Rivarolo	369	TR_50	8.30	307.02	307.86	308.01	308.44	0.019943	3.37	2.46	3.75	1.33
Rivarolo	361	TR_50	8.30	306.54	308.09	307.53	308.21	0.001878	1.50	5.54	4.71	0.44
Rivarolo	360			Bridge								
Rivarolo	359	TR_50	8.30	306.54	307.79	307.53	307.99	0.004091	1.99	4.18	4.40	0.65
Rivarolo	351	TR_50	8.30	306.46	307.48	307.48	307.86	0.008378	2.73	3.04	4.04	1.01
Rivarolo	349	TR_50	8.30	306.14	307.57	307.12	307.75	0.004082	1.89	4.40	4.25	0.59
Rivarolo	341	TR_50	8.30	305.91	307.61	306.89	307.73	0.002395	1.54	5.39	4.53	0.45
Rivarolo	340			Bridge								
Rivarolo	339	TR_50	8.30	305.91	307.59	306.89	307.72	0.002461	1.56	5.33	4.50	0.46
Rivarolo	331	TR_50	8.30	306.31	307.22	307.22	307.59	0.010027	2.71	3.07	4.09	1.00
Rivarolo	329	TR_50	8.30	306.00	306.72	306.96	307.52	0.029713	3.96	2.10	3.35	1.60
Rivarolo	321	TR_50	8.30	305.85	307.17	306.81	307.36	0.003559	1.93	4.31	4.32	0.62
Rivarolo	320			Bridge								
Rivarolo	319	TR_50	8.30	305.85	306.66	306.81	307.28	0.017855	3.50	2.37	3.41	1.34
Rivarolo	310	TR_50	9.10	305.15	305.95	306.14	306.66	0.019174	3.74	2.43	3.45	1.42
Rivarolo	301	TR_50	9.10	304.56	305.94	305.61	306.16	0.003477	2.07	4.39	3.82	0.62
Rivarolo	300			Bridge								
Rivarolo	299	TR_50	9.10	304.56	305.43	305.61	306.11	0.018960	3.66	2.49	3.64	1.41
Rivarolo	290	TR_50	9.10	304.46	305.49	305.56	306.00	0.012221	3.16	2.88	3.67	1.14
Rivarolo	280	TR_50	9.10	304.43	305.40	305.40	305.82	0.011051	2.87	3.17	3.74	1.00
Rivarolo	270	TR_50	9.10	303.46	304.46	304.64	305.13	0.016181	3.61	2.52	3.58	1.38
Rivarolo	260	TR_50	9.10	302.88	304.78	304.20	304.92	0.003564	1.66	5.47	5.36	0.53
Rivarolo	251	TR_50	9.10	302.66	304.77	303.96	304.83	0.001417	1.09	8.86	13.86	0.33
Rivarolo	250			Bridge								
Rivarolo	249	TR_50	9.10	302.66	304.57	303.96	304.69	0.002915	1.54	6.36	11.73	0.49

HEC-RAS Plan: piena River: Crosa-Levesa Reach: Rivarolo Profile: TR_50 (Continued)

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Rivarolo	240	TR_50	9.10	303.05	304.24	304.13	304.62	0.007171	2.75	3.31	3.10	0.85
Rivarolo	230	TR_50	9.10	302.78	303.86	303.86	304.36	0.010215	3.12	2.92	2.92	1.00
Rivarolo	221	TR_50	9.10	302.39	303.88	303.48	304.13	0.003767	2.20	4.14	3.05	0.60
Rivarolo	220		Bridge									
Rivarolo	219	TR_50	9.10	302.39	303.48	303.48	303.97	0.010124	3.11	2.92	2.94	1.00
Rivarolo	210	TR_50	9.10	302.09	303.19	303.05	303.49	0.005953	2.42	3.76	4.02	0.80
Rivarolo	200	TR_50	9.10	301.87	302.84	302.84	303.25	0.009328	2.82	3.22	4.02	1.01
Rivarolo	190	TR_50	9.10	301.43	302.86	302.40	303.02	0.002514	1.77	5.15	4.41	0.52
Rivarolo	180	TR_50	9.10	301.42	302.78	302.37	302.93	0.002621	1.69	5.38	5.30	0.54
Rivarolo	171	TR_50	9.10	301.52	302.67	302.43	302.89	0.004172	2.11	4.31	4.38	0.68
Rivarolo	170		Bridge									
Rivarolo	169	TR_50	9.10	301.52	302.34	302.43	302.84	0.013319	3.14	2.90	4.16	1.20
Rivarolo	160	TR_50	9.10	301.02	301.65	301.90	302.49	0.030261	4.06	2.24	4.23	1.78
Rivarolo	150	TR_50	9.10	300.62	301.67	301.50	301.92	0.005078	2.23	4.08	4.62	0.76
Rivarolo	140	TR_50	9.10	300.05	301.18	301.10	301.51	0.007031	2.55	3.58	4.18	0.88
Rivarolo	130	TR_50	9.10	299.48	300.53	300.53	300.93	0.009316	2.81	3.24	4.09	1.01
Rivarolo	121	TR_50	9.10	298.73	300.13	299.90	300.42	0.004898	2.39	3.81	3.36	0.72
Rivarolo	120		Bridge									
Rivarolo	119	TR_50	9.10	298.73	299.90	299.90	300.36	0.009572	3.01	3.02	3.30	1.00
Rivarolo	110	TR_50	9.10	298.44	299.68	299.46	299.89	0.004286	2.05	4.45	5.02	0.69
Rivarolo	100	TR_50	9.10	298.02	299.05	299.05	299.43	0.009371	2.73	3.34	4.39	1.00
Rivarolo	90	TR_50	9.10	297.60	298.78	298.30	298.86	0.001291	1.26	7.22	7.31	0.41
Rivarolo	80	TR_50	9.10	297.12	298.74	298.00	298.80	0.001330	1.12	8.14	7.96	0.35
Rivarolo	71	TR_50	9.10	296.85	298.68	297.92	298.74	0.000887	1.19	9.77	39.71	0.33
Rivarolo	70		Bridge									
Rivarolo	69	TR_50	9.10	296.85	297.92	297.92	298.31	0.009130	2.77	3.29	4.28	1.01
Rivarolo	60	TR_50	9.10	296.84	297.45	297.62	298.05	0.020852	3.45	2.64	4.93	1.51
Rivarolo	51	TR_50	9.10	296.26	297.88	297.03	297.95	0.000799	1.15	7.88	5.49	0.31
Rivarolo	50		Bridge									
Rivarolo	49	TR_50	9.10	296.26	297.74	297.03	297.82	0.001073	1.28	7.11	5.39	0.36
Rivarolo	40	TR_50	9.10	296.36	297.55	297.22	297.74	0.003239	1.96	4.63	4.23	0.60
Rivarolo	31	TR_50	9.10	296.37	297.30	297.18	297.59	0.003868	2.40	4.11	9.74	0.80
Rivarolo	30		Inl Struct									
Rivarolo	29	TR_50	9.10	296.37	297.21	297.21	297.58	0.009010	2.69	3.40	5.52	0.99
Rivarolo	20	TR_50	9.10	295.68	296.28	296.58	297.28	0.040759	4.42	2.06	4.33	2.05
Rivarolo	10	TR_50	9.10	295.70	296.44	296.44	296.79	0.008744	2.64	3.45	4.90	1.01

Crosa_Levesa_piena
Geom: Crosa-Levesa Flow: Q_piena

Crosa-Levesa Rivarolo



HEC-RAS Plan: piena River: Crosa-Levesa Reach: Rivarolo Profile: TR_100

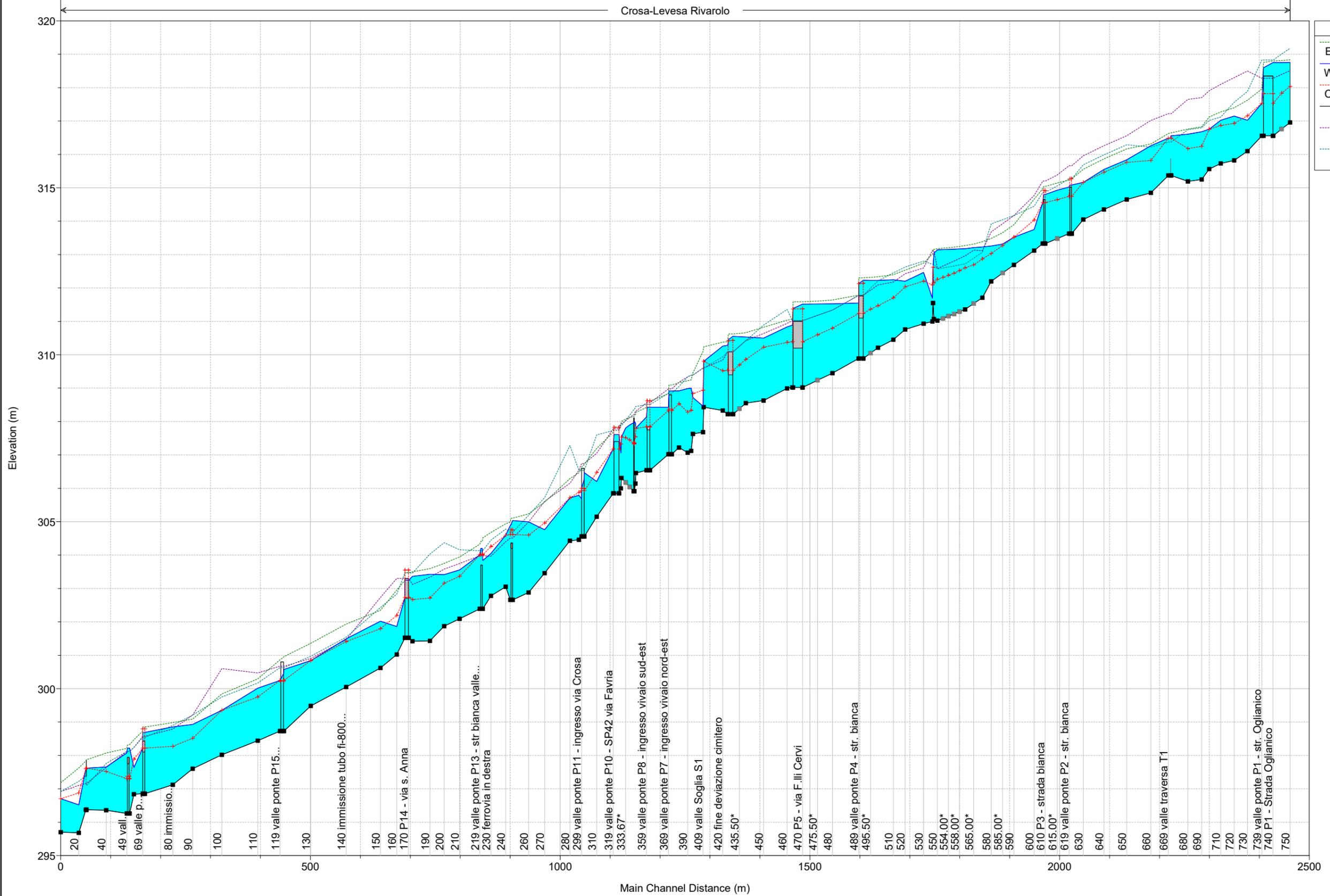
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Rivarolo	750	TR_100	9.60	316.96	318.64	317.92	318.71	0.000833	1.15	9.53	14.14	0.33
Rivarolo	741	TR_100	9.60	316.56	318.64	317.42	318.68	0.000378	0.90	13.08	14.74	0.22
Rivarolo	740											
Rivarolo	739	TR_100	9.60	316.56	317.42	317.42	317.79	0.008997	2.70	3.56	4.77	1.00
Rivarolo	730	TR_100	9.60	316.10	316.91	317.03	317.45	0.014538	3.24	2.97	4.39	1.26
Rivarolo	720	TR_100	9.60	315.82	317.04	316.80	317.24	0.003938	2.01	4.77	5.27	0.68
Rivarolo	710	TR_100	9.60	315.73	316.91	316.75	317.13	0.004794	2.07	4.63	6.04	0.76
Rivarolo	700	TR_100	9.60	315.56	316.64	316.64	316.97	0.008551	2.56	3.75	5.64	1.00
Rivarolo	690	TR_100	9.60	315.25	316.65	316.12	316.75	0.001718	1.43	6.73	6.42	0.45
Rivarolo	680	TR_100	9.60	315.19	316.60	316.06	316.70	0.001652	1.41	6.82	6.45	0.44
Rivarolo	671	TR_100	9.60	315.37	316.57	316.21	316.62	0.002197	1.05	10.65	30.12	0.55
Rivarolo	670											
Rivarolo	669	TR_100	9.60	315.37	316.21	316.21	316.62	0.011104	2.86	3.36	4.03	1.00
Rivarolo	660	TR_100	8.60	314.85	316.06	315.70	316.18	0.002338	1.57	5.47	6.13	0.53
Rivarolo	650	TR_100	8.60	314.65	315.73	315.63	315.99	0.006189	2.30	3.74	4.93	0.84
Rivarolo	640	TR_100	8.60	314.35	315.38	315.33	315.68	0.007373	2.44	3.52	4.84	0.92
Rivarolo	630	TR_100	8.60	314.05	315.12	315.03	315.39	0.006251	2.31	3.73	4.93	0.85
Rivarolo	621	TR_100	8.60	313.63	315.18	314.61	315.27	0.001809	1.36	6.31	6.31	0.44
Rivarolo	620											
Rivarolo	619	TR_100	8.60	313.63	314.93	314.61	315.09	0.002917	1.76	4.89	5.38	0.59
Rivarolo	611	TR_100	8.60	313.33	314.80	314.42	314.95	0.002774	1.73	4.98	5.08	0.56
Rivarolo	610											
Rivarolo	609	TR_100	8.60	313.33	314.42	314.42	314.79	0.009333	2.70	3.19	4.26	1.00
Rivarolo	600	TR_100	8.60	313.12	313.66	313.91	314.47	0.032501	3.99	2.16	4.50	1.84
Rivarolo	590	TR_100	8.60	312.69	313.41	313.41	313.73	0.009837	2.53	3.40	5.17	1.00
Rivarolo	580	TR_100	8.60	312.20	313.09	312.92	313.30	0.004880	1.99	4.32	5.30	0.70
Rivarolo	570	TR_100	8.40	311.71	313.05	312.73	313.20	0.004177	1.72	4.89	5.77	0.60
Rivarolo	560	TR_100	10.00	311.36	312.97	312.47	313.08	0.002777	1.46	7.78	13.92	0.47
Rivarolo	550	TR_100	10.00	311.02	312.93	312.12	312.96	0.001244	0.82	13.21	13.73	0.25
Rivarolo	541	TR_100	10.00	311.07	312.84	312.01	312.94	0.001676	1.44	7.33	7.20	0.39
Rivarolo	540	TR_100	10.00	311.55	312.48	312.48	312.91	0.006096	2.89	3.46	4.03	1.00
Rivarolo	539	TR_100	10.00	311.00	311.57	311.94	312.81	0.043297	4.92	2.03	3.67	2.11
Rivarolo	530	TR_100	10.00	310.93	312.29	312.06	312.54	0.004501	2.18	4.58	4.63	0.70
Rivarolo	520	TR_100	10.00	310.76	312.06	311.89	312.34	0.006564	2.34	4.27	4.52	0.77
Rivarolo	510	TR_100	10.00	310.45	312.08	311.56	312.21	0.001924	1.58	6.33	5.78	0.48
Rivarolo	500	TR_100	10.00	310.21	312.06	311.32	312.15	0.001203	1.33	7.51	6.13	0.38
Rivarolo	491	TR_100	10.00	309.89	312.07	311.09	312.13	0.000371	1.09	10.16	10.35	0.29
Rivarolo	490											
Rivarolo	489	TR_100	10.00	309.89	311.39	311.09	311.59	0.003592	2.00	5.01	5.20	0.65
Rivarolo	480	TR_100	10.00	309.45	311.36	310.65	311.45	0.001274	1.36	7.38	9.19	0.40
Rivarolo	471	TR_100	10.00	309.02	311.35	310.23	311.40	0.000322	1.05	10.37	9.68	0.27
Rivarolo	470											
Rivarolo	469	TR_100	10.00	309.02	310.70	310.24	310.86	0.002491	1.76	5.69	5.22	0.54
Rivarolo	460	TR_100	10.00	308.99	310.66	310.22	310.83	0.002686	1.83	5.45	4.83	0.55
Rivarolo	450	TR_100	10.00	308.63	310.41	310.04	310.65	0.005364	2.16	4.62	3.97	0.64
Rivarolo	440	TR_100	10.00	308.55	310.42	309.71	310.52	0.001374	1.40	7.12	5.84	0.41
Rivarolo	431	TR_100	10.00	308.22	310.44	309.38	310.49	0.000324	1.05	11.92	14.79	0.27
Rivarolo	430											
Rivarolo	429	TR_100	10.00	308.22	310.13	309.38	310.22	0.001240	1.36	7.44	10.65	0.39
Rivarolo	420	TR_100	10.90	308.33	310.11	309.37	310.21	0.001952	1.40	8.21	8.68	0.40
Rivarolo	411	TR_100	10.90	308.43	309.51	309.51	310.03	0.007243	3.20	3.40	3.26	1.00
Rivarolo	409	TR_100	10.90	307.68	308.32	308.77	309.91	0.052844	5.58	1.95	3.11	2.25
Rivarolo	401	TR_100	10.90	307.63	308.54	308.68	309.22	0.010660	3.65	2.99	3.34	1.23
Rivarolo	399	TR_100	10.90	307.12	308.80	308.17	308.99	0.002584	1.97	5.53	3.40	0.49
Rivarolo	390	TR_100	10.90	307.07	308.79	308.12	308.97	0.002420	1.93	5.66	3.40	0.48
Rivarolo	380	TR_100	10.90	307.22	308.67	308.38	308.91	0.005038	2.17	5.02	4.69	0.67
Rivarolo	371	TR_100	10.90	307.02	308.66	308.18	308.83	0.003228	1.83	5.95	4.99	0.54
Rivarolo	370											
Rivarolo	369	TR_100	10.90	307.02	308.45	308.18	308.70	0.005343	2.22	4.91	4.66	0.69
Rivarolo	361	TR_100	10.90	306.54	308.45	307.69	308.56	0.001552	1.50	7.26	5.05	0.40
Rivarolo	360											
Rivarolo	359	TR_100	10.90	306.54	307.98	307.69	308.22	0.004281	2.18	5.01	4.60	0.67
Rivarolo	351	TR_100	10.90	306.46	307.65	307.65	308.08	0.008573	2.90	3.76	4.38	1.00
Rivarolo	349	TR_100	10.90	306.14	307.77	307.31	307.99	0.004409	2.06	5.30	4.65	0.62
Rivarolo	341	TR_100	10.90	305.91	307.81	307.08	307.96	0.002740	1.72	6.35	4.93	0.48
Rivarolo	340											
Rivarolo	339	TR_100	10.90	305.91	307.79	307.08	307.94	0.002856	1.74	6.25	4.89	0.49
Rivarolo	331	TR_100	10.90	306.31	307.38	307.38	307.81	0.009522	2.89	3.77	4.45	1.00
Rivarolo	329	TR_100	10.90	306.00	307.51	307.16	307.74	0.003741	2.10	5.18	4.74	0.64
Rivarolo	321	TR_100	10.90	305.85	307.54	307.01	307.71	0.002474	1.79	6.09	5.14	0.53
Rivarolo	320											
Rivarolo	319	TR_100	10.90	305.85	306.74	307.01	307.60	0.022398	4.12	2.65	3.47	1.51
Rivarolo	310	TR_100	11.80	305.15	306.09	306.31	306.92	0.018662	4.04	2.92	3.50	1.41
Rivarolo	301	TR_100	11.80	304.56	306.17	305.77	306.43	0.003432	2.23	5.28	3.90	0.61
Rivarolo	300											
Rivarolo	299	TR_100	11.80	304.56	305.55	305.77	306.38	0.019257	4.02	2.94	3.69	1.44
Rivarolo	290	TR_100	11.80	304.46	305.65	305.73	306.24	0.011688	3.39	3.48	3.73	1.12
Rivarolo	280	TR_100	11.80	304.43	305.56	305.56	306.06	0.011877	3.13	3.77	3.78	1.00
Rivarolo	270	TR_100	11.80	303.46	304.62	304.81	305.36	0.014994	3.83	3.08	3.71	1.34
Rivarolo	260	TR_100	11.80	302.88	304.96	304.38	305.13	0.004718	1.81	6.50	6.28	0.57
Rivarolo	251	TR_100	11.80	302.66	304.98	304.15	305.03	0.001043	1.04	12.02	17.14	0.29
Rivarolo	250											
Rivarolo	249	TR_100	11.80	302.66	304.89	304.15	304.96	0.001477	1.18	10.54	15.69	0.34

HEC-RAS Plan: piena River: Crosa-Levesa Reach: Rivarolo Profile: TR_100 (Continued)

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Rivarolo	240	TR_100	11.80	303.05	304.30	304.30	304.88	0.010089	3.35	3.53	3.12	1.01
Rivarolo	230	TR_100	11.80	302.78	304.16	304.16	304.43	0.005075	2.50	5.41	9.17	0.71
Rivarolo	221	TR_100	11.80	302.39	303.83	303.67	304.28	0.007021	2.96	3.99	3.03	0.82
Rivarolo	220	Bridge										
Rivarolo	219	TR_100	11.80	302.39	303.67	303.67	304.25	0.010268	3.38	3.49	2.99	1.00
Rivarolo	210	TR_100	11.80	302.09	303.50	303.21	303.78	0.004341	2.34	5.05	4.29	0.69
Rivarolo	200	TR_100	11.80	301.87	303.42	303.00	303.64	0.003521	2.08	5.69	4.63	0.60
Rivarolo	190	TR_100	11.80	301.43	303.42	302.56	303.53	0.001813	1.49	8.04	8.47	0.39
Rivarolo	180	TR_100	11.80	301.42	303.39	302.52	303.47	0.001349	1.30	9.55	10.94	0.35
Rivarolo	171	TR_100	11.80	301.52	303.33	302.58	303.46	0.001625	1.60	7.42	7.75	0.44
Rivarolo	170	Bridge										
Rivarolo	169	TR_100	11.80	301.52	302.58	302.58	303.04	0.009006	2.99	3.95	4.32	1.00
Rivarolo	160	TR_100	11.80	301.02	301.75	302.05	302.74	0.029690	4.40	2.68	4.32	1.79
Rivarolo	150	TR_100	11.80	300.62	301.85	301.65	302.14	0.004911	2.39	4.94	4.79	0.75
Rivarolo	140	TR_100	11.80	300.05	301.34	301.26	301.73	0.007198	2.77	4.26	4.37	0.90
Rivarolo	130	TR_100	11.80	299.48	300.69	300.69	301.15	0.009035	3.00	3.93	4.28	1.00
Rivarolo	121	TR_100	11.80	298.73	300.35	300.08	300.69	0.004942	2.59	4.55	3.42	0.72
Rivarolo	120	Bridge										
Rivarolo	119	TR_100	11.80	298.73	300.08	300.08	300.62	0.009483	3.26	3.62	3.34	1.00
Rivarolo	110	TR_100	11.80	298.44	299.85	299.61	300.10	0.004269	2.20	5.35	5.30	0.70
Rivarolo	100	TR_100	11.80	298.02	299.21	299.21	299.65	0.009144	2.93	4.03	4.59	1.00
Rivarolo	90	TR_100	11.80	297.60	298.86	298.41	298.98	0.001710	1.51	7.82	7.39	0.47
Rivarolo	80	TR_100	11.80	297.12	298.80	298.15	298.90	0.002065	1.37	8.65	8.69	0.43
Rivarolo	71	TR_100	11.80	296.85	298.72	298.08	298.81	0.001201	1.41	11.52	44.69	0.39
Rivarolo	70	Bridge										
Rivarolo	69	TR_100	11.80	296.85	298.07	298.07	298.52	0.008834	2.97	3.97	4.42	1.00
Rivarolo	60	TR_100	11.80	296.84	297.54	297.76	298.27	0.020986	3.77	3.13	5.12	1.54
Rivarolo	51	TR_100	11.80	296.26	298.06	297.17	298.15	0.000958	1.33	8.88	5.61	0.34
Rivarolo	50	Bridge										
Rivarolo	49	TR_100	11.80	296.26	297.91	297.17	298.02	0.001278	1.47	8.02	5.51	0.39
Rivarolo	40	TR_100	11.80	296.36	297.62	297.37	297.91	0.004451	2.38	4.96	4.25	0.70
Rivarolo	31	TR_100	11.80	296.37	297.51	297.51	297.76	0.002831	2.35	7.22	19.37	0.70
Rivarolo	30	Inl Struct										
Rivarolo	29	TR_100	11.80	296.37	297.49	297.49	297.73	0.004583	2.28	6.87	18.77	0.76
Rivarolo	20	TR_100	11.80	295.68	296.39	296.73	297.50	0.037334	4.68	2.52	4.49	1.99
Rivarolo	10	TR_100	11.80	295.70	296.58	296.58	296.99	0.008477	2.86	4.12	4.98	1.01

Crosa_Levesa_piena
Geom: Crosa-Levesa Flow: Q_piena

Crosa-Levesa Rivarolo



HEC-RAS Plan: piena River: Crosa-Levesa Reach: Rivarolo Profile: TR_200

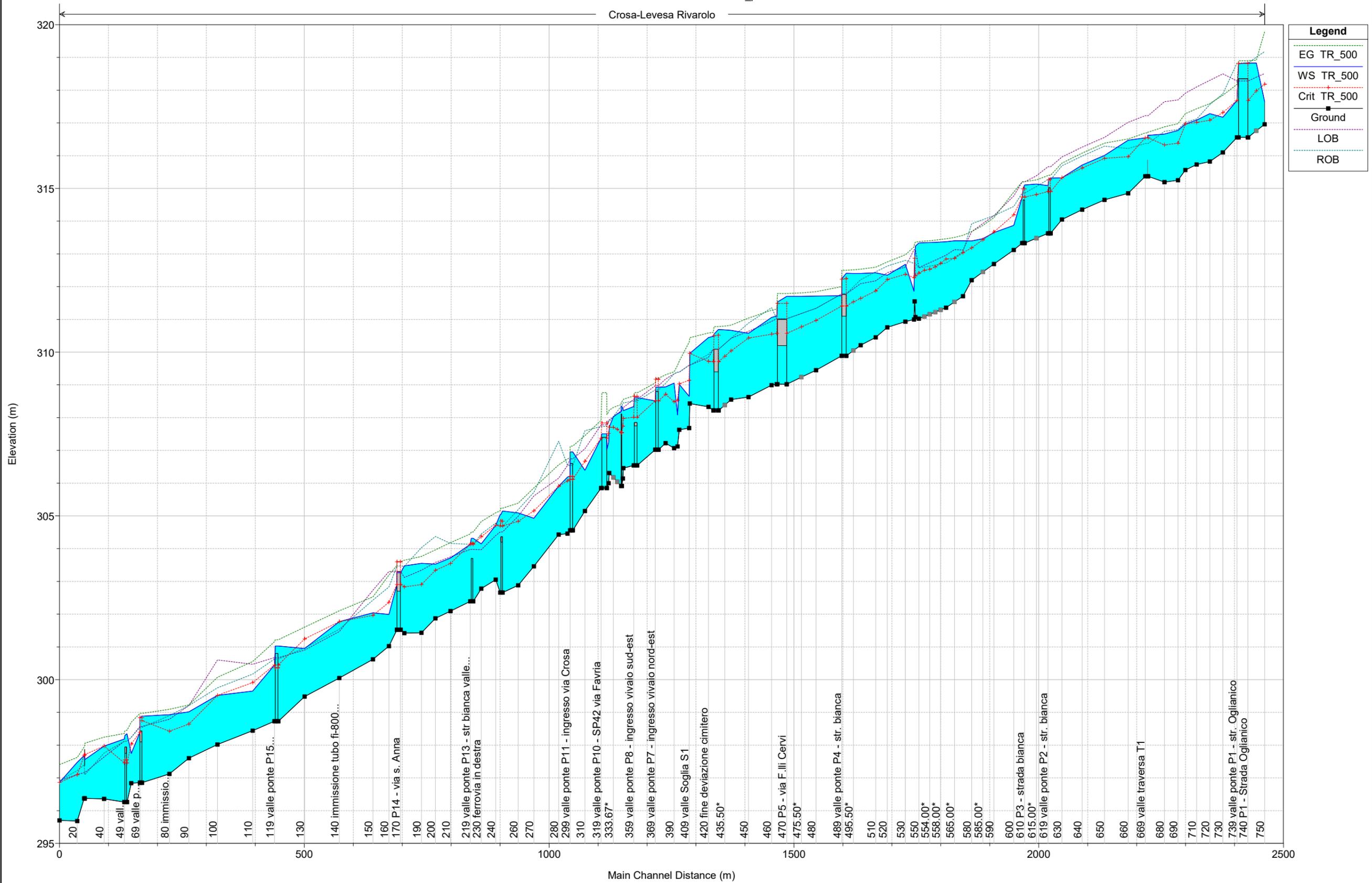
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Rivarolo	750	TR_200	11.90	316.96	318.76	318.04	318.83	0.000920	1.27	11.14	14.15	0.35
Rivarolo	741	TR_200	11.90	316.56	318.75	317.54	318.80	0.000456	1.02	14.74	14.74	0.24
Rivarolo	740											
Rivarolo	739	TR_200	11.90	316.56	317.54	317.54	317.96	0.008905	2.88	4.13	4.88	1.00
Rivarolo	730	TR_200	11.90	316.10	317.03	317.16	317.63	0.014100	3.43	3.47	4.52	1.25
Rivarolo	720	TR_200	11.90	315.82	317.15	316.93	317.40	0.004383	2.21	5.40	5.63	0.72
Rivarolo	710	TR_200	11.90	315.73	317.02	316.86	317.27	0.004944	2.22	5.36	6.43	0.78
Rivarolo	700	TR_200	11.90	315.56	316.76	316.76	317.12	0.008214	2.67	4.46	6.10	1.00
Rivarolo	690	TR_200	11.90	315.25	316.68	316.24	316.83	0.002404	1.71	6.96	6.50	0.53
Rivarolo	680	TR_200	11.90	315.19	316.61	316.18	316.76	0.002477	1.73	6.88	6.48	0.54
Rivarolo	671	TR_200	11.90	315.37	316.56	316.49	316.64	0.003636	1.36	10.21	29.75	0.72
Rivarolo	670											
Rivarolo	669	TR_200	11.90	315.37	316.49	316.49	316.63	0.005207	1.71	8.19	28.00	0.97
Rivarolo	660	TR_200	10.90	314.85	316.26	315.82	316.32	0.001387	1.14	12.51	26.52	0.52
Rivarolo	650	TR_200	10.90	314.65	315.84	315.76	316.16	0.006598	2.52	4.33	5.17	0.88
Rivarolo	640	TR_200	10.90	314.35	315.55	315.46	315.87	0.006336	2.48	4.39	5.19	0.86
Rivarolo	630	TR_200	10.90	314.05	315.16	315.16	315.56	0.008681	2.78	3.93	5.01	1.00
Rivarolo	621	TR_200	10.90	313.63	315.09	314.74	315.27	0.003236	1.89	5.76	5.84	0.61
Rivarolo	620											
Rivarolo	619	TR_200	10.90	313.63	315.02	314.74	315.23	0.003552	2.02	5.41	5.56	0.65
Rivarolo	611	TR_200	10.90	313.33	314.80	314.56	315.05	0.004434	2.18	4.99	5.08	0.70
Rivarolo	610											
Rivarolo	609	TR_200	10.90	313.33	314.56	314.56	314.97	0.009134	2.85	3.83	4.57	0.99
Rivarolo	600	TR_200	10.90	313.12	313.75	314.04	314.66	0.030587	4.22	2.58	4.67	1.81
Rivarolo	590	TR_200	10.90	312.69	313.52	313.52	313.90	0.009738	2.71	4.02	5.30	1.00
Rivarolo	580	TR_200	10.90	312.20	313.26	313.03	313.48	0.004602	2.09	5.21	5.47	0.68
Rivarolo	570	TR_200	10.80	311.71	313.23	312.87	313.39	0.003939	1.78	6.54	11.49	0.58
Rivarolo	560	TR_200	12.60	311.36	313.18	312.61	313.27	0.002193	1.42	11.01	16.53	0.41
Rivarolo	550	TR_200	12.60	311.02	313.14	312.25	313.18	0.001074	0.84	16.19	13.73	0.23
Rivarolo	541	TR_200	12.60	311.07	313.04	312.16	313.16	0.001673	1.55	8.79	7.21	0.39
Rivarolo	540	TR_200	12.60	311.55	312.62	312.62	313.12	0.006198	3.12	4.04	4.12	1.01
Rivarolo	539	TR_200	12.60	311.00	311.69	312.09	313.02	0.037672	5.09	2.47	3.72	2.00
Rivarolo	530	TR_200	12.60	310.93	312.47	312.21	312.74	0.004544	2.33	5.41	4.92	0.71
Rivarolo	520	TR_200	12.60	310.76	312.20	312.03	312.53	0.007002	2.54	4.96	4.76	0.80
Rivarolo	510	TR_200	12.60	310.45	312.25	311.70	312.40	0.002038	1.72	7.52	10.12	0.50
Rivarolo	500	TR_200	12.60	310.21	312.23	311.47	312.34	0.001304	1.47	8.87	11.53	0.41
Rivarolo	491	TR_200	12.60	309.89	312.23	311.24	312.31	0.000403	1.22	11.87	10.35	0.31
Rivarolo	490											
Rivarolo	489	TR_200	12.60	309.89	311.55	311.24	311.78	0.003699	2.14	5.88	5.58	0.67
Rivarolo	480	TR_200	12.60	309.45	311.53	310.80	311.64	0.001270	1.49	9.02	10.04	0.41
Rivarolo	471	TR_200	12.60	309.02	311.52	310.39	311.59	0.000355	1.18	12.09	10.39	0.28
Rivarolo	470											
Rivarolo	469	TR_200	12.60	309.02	310.89	310.39	311.07	0.002544	1.88	6.71	5.62	0.55
Rivarolo	460	TR_200	12.60	308.99	310.84	310.37	311.04	0.002836	1.99	6.34	5.12	0.57
Rivarolo	450	TR_200	12.60	308.63	310.50	310.22	310.82	0.006995	2.53	4.98	4.11	0.73
Rivarolo	440	TR_200	12.60	308.55	310.53	309.86	310.66	0.001605	1.61	8.52	15.76	0.45
Rivarolo	431	TR_200	12.60	308.22	310.55	309.53	310.63	0.000386	1.20	13.67	14.79	0.30
Rivarolo	430											
Rivarolo	429	TR_200	12.60	308.22	310.29	309.53	310.40	0.001268	1.49	9.70	14.79	0.40
Rivarolo	420	TR_200	13.60	308.33	310.26	309.52	310.38	0.002028	1.54	9.54	8.68	0.41
Rivarolo	411	TR_200	13.60	308.43	309.80	309.80	310.23	0.004723	2.98	5.65	9.17	0.83
Rivarolo	409	TR_200	13.60	307.68	308.46	308.94	310.10	0.044172	5.67	2.40	3.13	2.07
Rivarolo	401	TR_200	13.60	307.63	308.72	308.84	309.46	0.010014	3.81	3.57	3.37	1.18
Rivarolo	399	TR_200	13.60	307.12	309.00	308.33	309.25	0.002886	2.18	6.23	3.43	0.52
Rivarolo	390	TR_200	13.60	307.07	308.99	308.28	309.22	0.002732	2.14	6.36	3.43	0.50
Rivarolo	380	TR_200	13.60	307.22	308.92	308.53	309.16	0.004406	2.18	6.25	5.08	0.63
Rivarolo	371	TR_200	13.60	307.02	308.91	308.33	309.09	0.002925	1.86	7.51	8.03	0.51
Rivarolo	370											
Rivarolo	369	TR_200	13.60	307.02	308.43	308.33	308.83	0.008653	2.81	4.84	4.63	0.88
Rivarolo	361	TR_200	13.60	306.54	308.43	307.84	308.61	0.002489	1.89	7.18	5.04	0.51
Rivarolo	360											
Rivarolo	359	TR_200	13.60	306.54	308.14	307.84	308.42	0.004532	2.36	5.76	4.75	0.68
Rivarolo	351	TR_200	13.60	306.46	307.81	307.80	308.28	0.008595	3.03	4.49	4.71	0.99
Rivarolo	349	TR_200	13.60	306.14	307.96	307.54	308.20	0.004603	2.19	6.20	5.02	0.63
Rivarolo	341	TR_200	13.60	305.91	308.00	307.33	308.17	0.002987	1.86	7.32	5.30	0.50
Rivarolo	340											
Rivarolo	339	TR_200	13.60	305.91	307.97	307.33	308.15	0.003174	1.90	7.15	5.24	0.52
Rivarolo	331	TR_200	13.60	306.31	307.54	307.54	308.01	0.008915	3.02	4.50	4.80	1.00
Rivarolo	329	TR_200	13.60	306.00	307.06	307.33	307.94	0.021324	4.17	3.27	3.75	1.43
Rivarolo	321	TR_200	13.60	305.85	307.61	307.18	307.84	0.003461	2.11	6.43	5.34	0.62
Rivarolo	320											
Rivarolo	319	TR_200	13.60	305.85	307.18	307.18	307.68	0.009314	3.13	4.35	4.34	1.00
Rivarolo	310	TR_200	14.60	305.15	306.20	306.48	307.19	0.019585	4.40	3.32	3.54	1.45
Rivarolo	301	TR_200	14.60	304.56	306.47	305.93	306.73	0.002976	2.26	6.45	4.01	0.57
Rivarolo	300											
Rivarolo	299	TR_200	14.60	304.56	305.68	305.93	306.61	0.018731	4.27	3.42	3.73	1.42
Rivarolo	290	TR_200	14.60	304.46	305.79	305.88	306.47	0.011827	3.65	4.00	3.78	1.13
Rivarolo	280	TR_200	14.60	304.43	305.72	305.72	306.29	0.012568	3.35	4.35	3.82	1.00
Rivarolo	270	TR_200	14.60	303.46	304.76	304.96	305.59	0.014260	4.03	3.62	3.83	1.32
Rivarolo	260	TR_200	14.60	302.88	305.00	304.60	305.24	0.006813	2.17	6.74	6.94	0.68
Rivarolo	251	TR_200	14.60	302.66	305.03	304.62	305.11	0.001305	1.20	13.00	18.04	0.33
Rivarolo	250											
Rivarolo	249	TR_200	14.60	302.66	304.89	304.62	304.99	0.002251	1.46	10.56	15.71	0.42

HEC-RAS Plan: piena River: Crosa-Levesa Reach: Rivarolo Profile: TR_200 (Continued)

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Rivarolo	240	TR_200	14.60	303.05	304.60	304.60	304.94	0.005343	2.73	5.93	7.90	0.74
Rivarolo	230	TR_200	14.60	302.78	304.05	304.26	304.68	0.012184	3.70	4.47	8.34	1.09
Rivarolo	221	TR_200	14.60	302.39	303.84	304.01	304.52	0.010601	3.64	4.01	3.04	1.01
Rivarolo	220	Bridge										
Rivarolo	219	TR_200	14.60	302.39	304.01	304.01	304.32	0.005201	2.65	6.20	8.60	0.70
Rivarolo	210	TR_200	14.60	302.09	303.55	303.36	303.94	0.005820	2.76	5.29	4.34	0.80
Rivarolo	200	TR_200	14.60	301.87	303.42	303.16	303.75	0.005401	2.57	5.68	4.63	0.74
Rivarolo	190	TR_200	14.60	301.43	303.42	302.72	303.60	0.002766	1.84	8.06	8.55	0.48
Rivarolo	180	TR_200	14.60	301.42	303.36	302.67	303.50	0.002160	1.64	9.30	10.52	0.44
Rivarolo	171	TR_200	14.60	301.52	303.25	302.73	303.47	0.002803	2.09	6.98	5.01	0.57
Rivarolo	170	Bridge										
Rivarolo	169	TR_200	14.60	301.52	302.73	302.73	303.25	0.008989	3.19	4.58	4.42	1.00
Rivarolo	160	TR_200	14.60	301.02	301.86	302.19	302.95	0.027796	4.62	3.16	4.43	1.75
Rivarolo	150	TR_200	14.60	300.62	302.02	301.79	302.35	0.004819	2.53	5.78	4.95	0.75
Rivarolo	140	TR_200	14.60	300.05	301.49	301.41	301.93	0.007269	2.94	4.97	4.91	0.91
Rivarolo	130	TR_200	14.60	299.48	300.84	300.84	301.36	0.008918	3.18	4.59	4.46	1.00
Rivarolo	121	TR_200	14.60	298.73	300.58	300.25	300.96	0.004857	2.74	5.33	3.47	0.71
Rivarolo	120	Bridge										
Rivarolo	119	TR_200	14.60	298.73	300.25	300.25	300.86	0.009527	3.48	4.20	3.39	1.00
Rivarolo	110	TR_200	14.60	298.44	300.02	299.75	300.29	0.004227	2.33	6.26	5.57	0.70
Rivarolo	100	TR_200	14.60	298.02	299.35	299.35	299.84	0.009026	3.11	4.70	4.76	1.00
Rivarolo	90	TR_200	14.60	297.60	298.93	298.51	299.09	0.002160	1.75	8.34	7.47	0.53
Rivarolo	80	TR_200	14.60	297.12	298.85	298.27	298.98	0.002699	1.61	9.13	10.40	0.49
Rivarolo	71	TR_200	14.60	296.85	298.69	298.22	298.85	0.002105	1.85	10.41	41.60	0.51
Rivarolo	70	Bridge										
Rivarolo	69	TR_200	14.60	296.85	298.22	298.22	298.73	0.008731	3.16	4.62	4.56	1.00
Rivarolo	60	TR_200	14.60	296.84	297.64	297.89	298.47	0.021047	4.04	3.62	5.30	1.56
Rivarolo	51	TR_200	14.60	296.26	298.22	297.30	298.32	0.001001	1.43	11.83	16.99	0.35
Rivarolo	50	Bridge										
Rivarolo	49	TR_200	14.60	296.26	298.07	297.30	298.21	0.001437	1.63	8.94	5.62	0.41
Rivarolo	40	TR_200	14.60	296.36	297.65	297.52	298.07	0.006321	2.87	5.09	5.09	0.84
Rivarolo	31	TR_200	14.60	296.37	297.62	297.62	297.87	0.002598	2.40	9.54	20.42	0.68
Rivarolo	30	Inl Struct										
Rivarolo	29	TR_200	14.60	296.37	297.60	297.60	297.83	0.004060	2.31	9.08	20.42	0.73
Rivarolo	20	TR_200	14.60	295.68	296.52	296.88	297.63	0.029994	4.65	3.14	4.69	1.82
Rivarolo	10	TR_200	14.60	295.70	296.71	296.71	297.18	0.008287	3.06	4.78	5.07	1.01

Crosa_Levesa_piena
Geom: Crosa-Levesa Flow: Q_piena

Crosa-Levesa Rivarolo

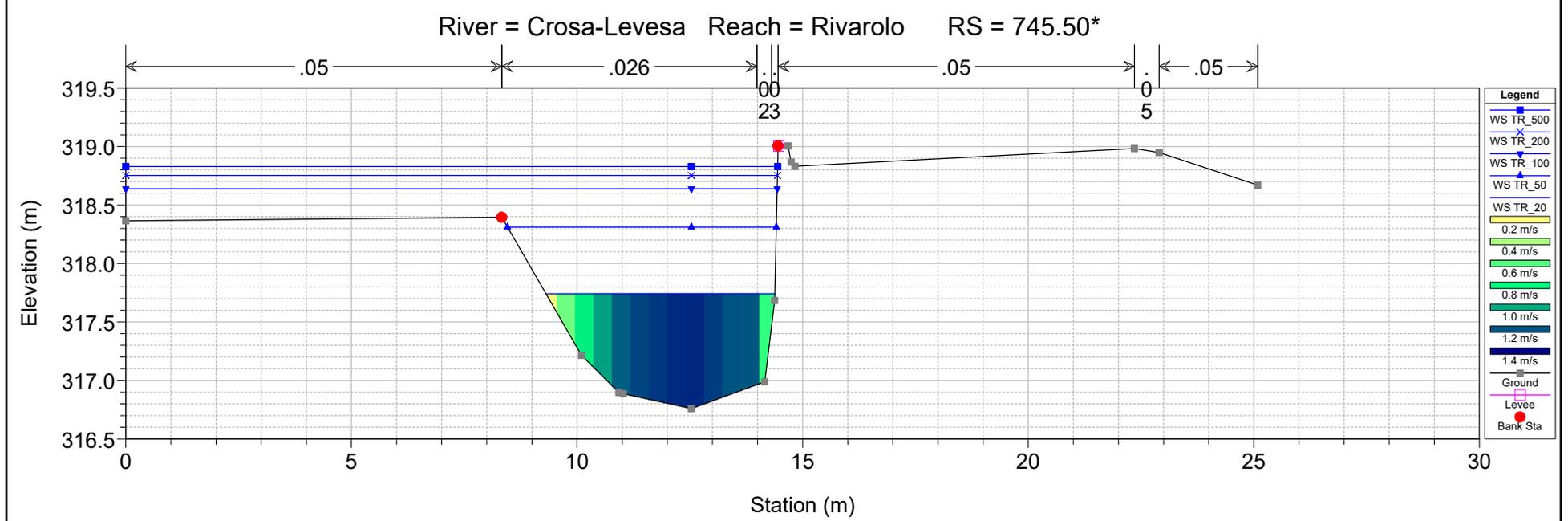
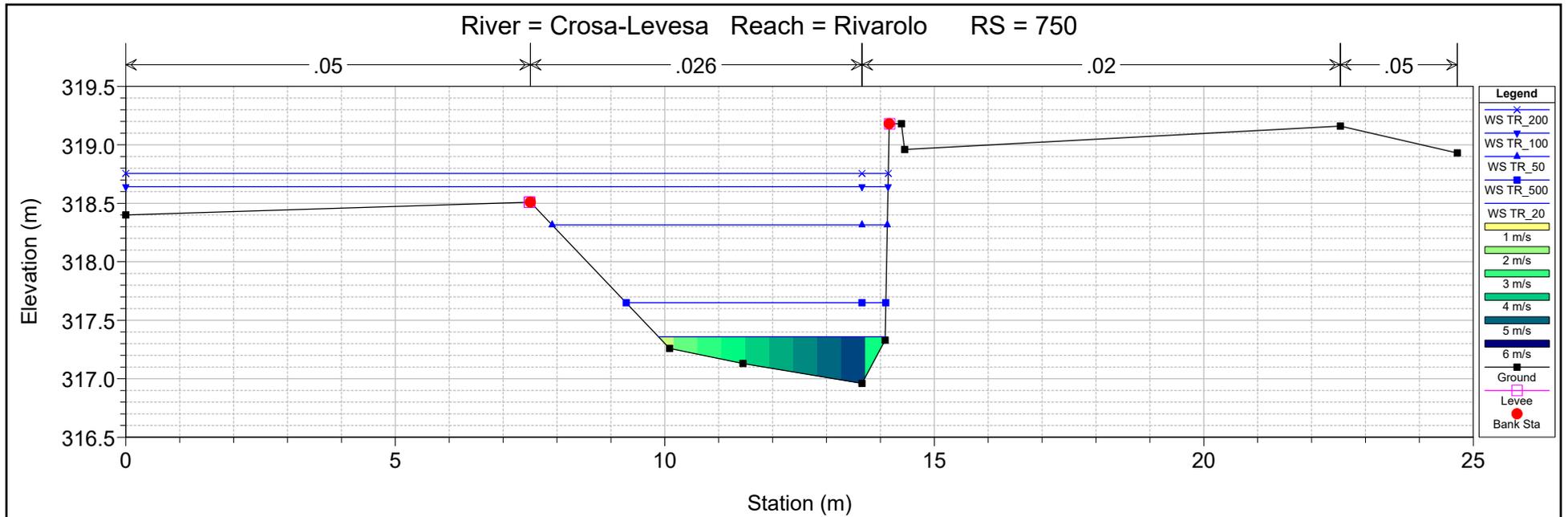


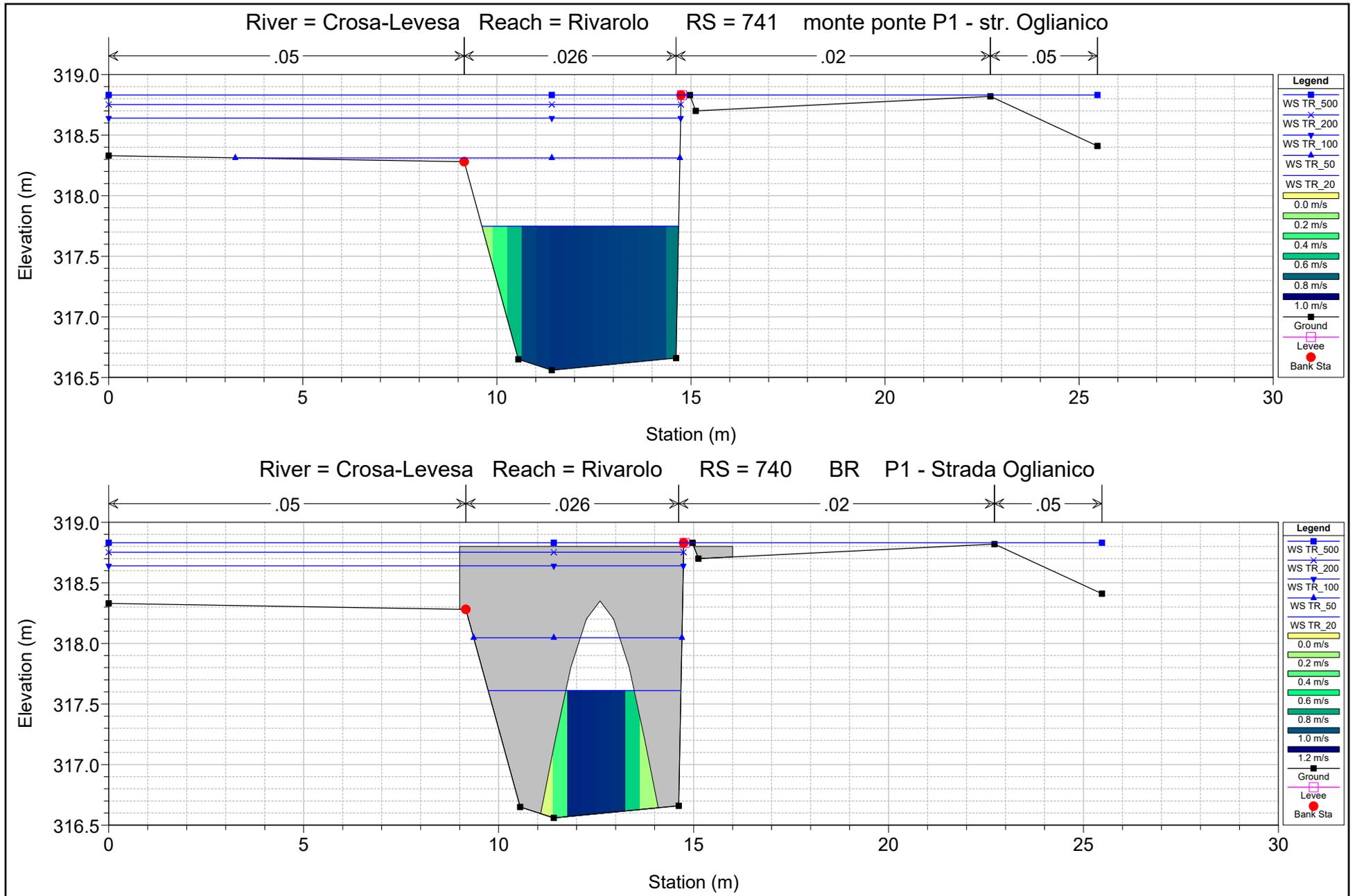
HEC-RAS Plan: piena River: Crosa-Levesa Reach: Rivarolo Profile: TR_500

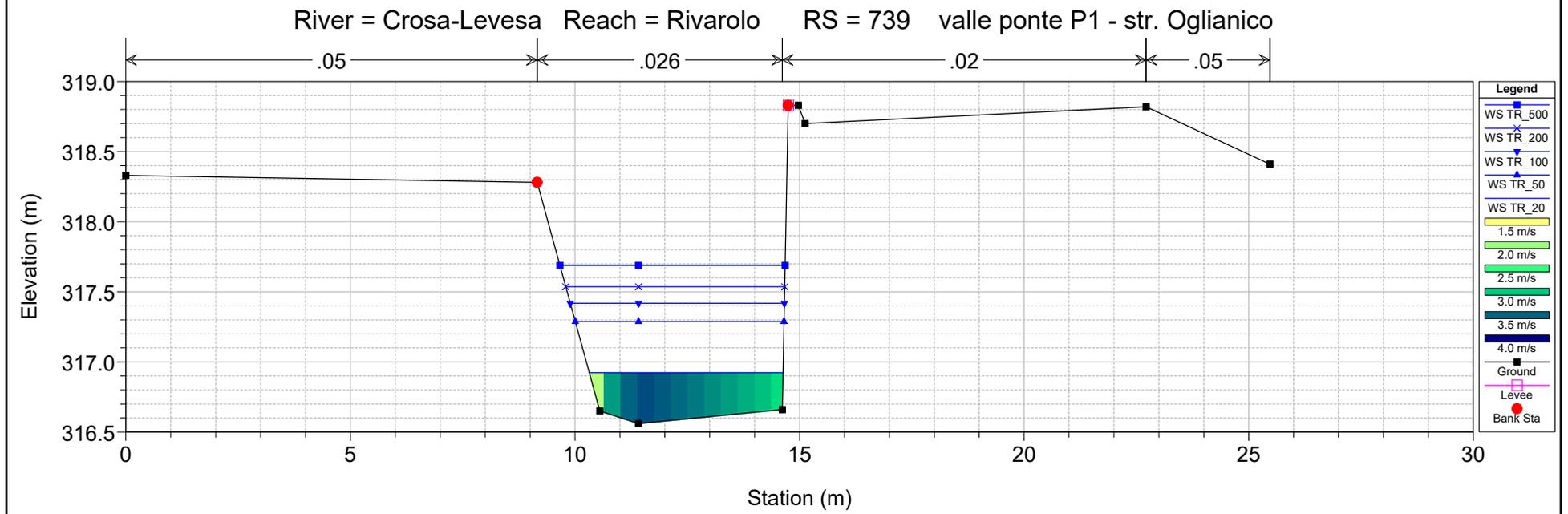
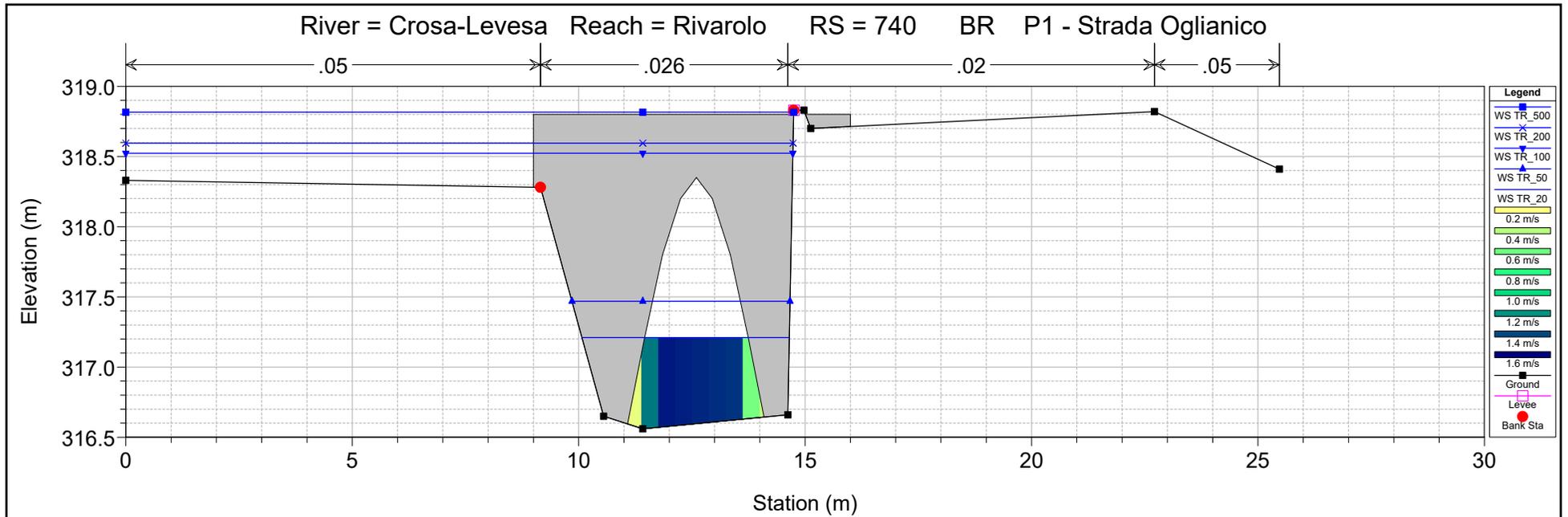
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chi
Rivarolo	750	TR_500	15.10	316.96	317.65	318.18	319.79	0.080034	6.48	2.33	4.82	2.97
Rivarolo	741	TR_500	15.10	316.56	318.83	317.69	318.90	0.000608	1.21	17.03	25.47	0.27
Rivarolo	740			Bridge								
Rivarolo	739	TR_500	15.10	316.56	317.69	317.69	318.18	0.008761	3.09	4.88	5.02	1.00
Rivarolo	730	TR_500	15.10	316.10	317.17	317.32	317.85	0.013435	3.63	4.16	4.69	1.23
Rivarolo	720	TR_500	15.10	315.82	317.28	317.08	317.59	0.005021	2.45	6.17	6.12	0.78
Rivarolo	710	TR_500	15.10	315.73	317.09	317.01	317.43	0.006336	2.61	5.79	7.11	0.92
Rivarolo	700	TR_500	15.10	315.56	316.97	316.97	317.28	0.005942	2.49	6.07	9.51	0.99
Rivarolo	690	TR_500	15.10	315.25	316.77	316.38	316.97	0.003019	1.99	7.58	7.56	0.64
Rivarolo	680	TR_500	15.10	315.19	316.66	316.33	316.88	0.003521	2.10	7.20	6.59	0.64
Rivarolo	671	TR_500	15.10	315.37	316.62	316.54	316.72	0.004222	1.42	12.22	31.39	0.72
Rivarolo	670			Inl Struct								
Rivarolo	669	TR_500	15.10	315.37	316.54	316.54	316.69	0.006304	1.80	9.78	29.39	0.97
Rivarolo	660	TR_500	14.10	314.85	316.47	315.97	316.51	0.000963	0.93	18.76	32.06	0.40
Rivarolo	650	TR_500	14.10	314.65	316.01	315.92	316.38	0.006594	2.71	5.21	5.49	0.89
Rivarolo	640	TR_500	14.10	314.35	315.71	315.63	316.08	0.006466	2.69	5.25	5.51	0.88
Rivarolo	630	TR_500	14.10	314.05	315.33	315.33	315.77	0.008394	2.95	4.78	5.33	1.00
Rivarolo	621	TR_500	14.10	313.63	315.32	314.90	315.40	0.002091	1.46	13.63	19.97	0.46
Rivarolo	620			Bridge								
Rivarolo	619	TR_500	14.10	313.63	315.09	314.90	315.39	0.005398	2.44	5.78	5.85	0.78
Rivarolo	611	TR_500	14.10	313.33	315.11	314.74	315.21	0.001831	1.59	13.58	21.89	0.52
Rivarolo	610			Bridge								
Rivarolo	609	TR_500	14.10	313.33	314.74	314.74	315.20	0.008953	3.03	4.66	4.94	1.00
Rivarolo	600	TR_500	14.10	313.12	313.87	314.19	314.89	0.028512	4.47	3.15	4.89	1.78
Rivarolo	590	TR_500	14.10	312.69	313.65	313.67	314.11	0.010370	3.00	4.70	5.44	1.03
Rivarolo	580	TR_500	14.10	312.20	313.40	313.18	313.68	0.005212	2.36	5.98	5.61	0.73
Rivarolo	570	TR_500	14.00	311.71	313.40	313.04	313.57	0.003558	1.89	8.82	14.94	0.56
Rivarolo	560	TR_500	16.00	311.36	313.37	312.84	313.46	0.001953	1.44	14.21	16.53	0.39
Rivarolo	550	TR_500	16.00	311.02	313.34	312.41	313.38	0.001101	0.92	18.82	13.73	0.24
Rivarolo	541	TR_500	16.00	311.07	313.24	312.34	313.36	0.001574	1.61	12.46	10.91	0.38
Rivarolo	540	TR_500	16.00	311.55	312.87	312.87	313.32	0.007704	3.01	5.73	7.20	0.94
Rivarolo	539	TR_500	16.00	311.00	311.86	312.27	313.21	0.030511	5.15	3.11	3.80	1.82
Rivarolo	530	TR_500	16.00	310.93	312.68	312.38	312.97	0.004238	2.42	7.15	8.24	0.69
Rivarolo	520	TR_500	16.00	310.76	312.35	312.22	312.76	0.007964	2.82	5.67	5.00	0.85
Rivarolo	510	TR_500	16.00	310.45	312.42	311.87	312.60	0.002095	1.87	9.32	10.33	0.52
Rivarolo	500	TR_500	16.00	310.21	312.40	311.64	312.53	0.001331	1.62	11.11	12.60	0.42
Rivarolo	491	TR_500	16.00	309.89	312.41	311.41	312.50	0.000449	1.38	13.70	10.35	0.33
Rivarolo	490			Bridge								
Rivarolo	489	TR_500	16.00	309.89	311.72	311.41	312.00	0.003891	2.32	6.90	6.00	0.69
Rivarolo	480	TR_500	16.00	309.45	311.71	310.97	311.85	0.001289	1.63	10.98	10.89	0.42
Rivarolo	471	TR_500	16.00	309.02	311.70	310.58	311.79	0.000400	1.34	14.06	10.73	0.31
Rivarolo	470			Bridge								
Rivarolo	469	TR_500	16.00	309.02	311.11	310.58	311.31	0.002437	2.00	8.20	8.71	0.55
Rivarolo	460	TR_500	16.00	308.99	311.06	310.55	311.28	0.002715	2.09	8.37	11.28	0.57
Rivarolo	450	TR_500	16.00	308.63	310.58	310.43	311.04	0.009588	3.02	5.30	4.22	0.86
Rivarolo	440	TR_500	16.00	308.55	310.67	310.04	310.83	0.001759	1.80	10.67	15.76	0.47
Rivarolo	431	TR_500	16.00	308.22	310.69	309.71	310.78	0.000455	1.37	15.73	14.79	0.32
Rivarolo	430			Bridge								
Rivarolo	429	TR_500	16.00	308.22	310.49	309.71	310.60	0.001200	1.58	12.66	14.79	0.40
Rivarolo	420	TR_500	17.10	308.33	310.45	309.72	310.59	0.002072	1.69	11.15	8.68	0.42
Rivarolo	411	TR_500	17.10	308.43	309.96	309.96	310.44	0.004653	3.20	7.13	9.17	0.84
Rivarolo	409	TR_500	17.10	307.68	308.65	309.14	310.31	0.035918	5.70	3.00	3.16	1.87
Rivarolo	401	TR_500	17.10	307.63	309.02	309.04	309.73	0.007944	3.73	4.58	3.41	1.03
Rivarolo	399	TR_500	17.10	307.12	308.08	308.53	309.60	0.032475	5.45	3.14	3.31	1.79
Rivarolo	390	TR_500	17.10	307.07	309.06	308.48	309.40	0.003913	2.60	6.59	3.44	0.60
Rivarolo	380	TR_500	17.10	307.22	308.94	308.71	309.31	0.006708	2.70	6.34	5.11	0.77
Rivarolo	371	TR_500	17.10	307.02	308.93	308.51	309.20	0.004487	2.32	7.62	8.05	0.63
Rivarolo	370			Bridge								
Rivarolo	369	TR_500	17.10	307.02	308.51	308.51	309.06	0.011162	3.27	5.23	4.76	1.00
Rivarolo	361	TR_500	17.10	306.54	308.62	308.01	308.76	0.002056	1.81	13.48	25.54	0.46
Rivarolo	360			Bridge								
Rivarolo	359	TR_500	17.10	306.54	308.34	308.01	308.67	0.004697	2.54	6.73	4.95	0.70
Rivarolo	351	TR_500	17.10	306.46	308.21	307.98	308.56	0.005332	2.61	6.55	5.78	0.76
Rivarolo	349	TR_500	17.10	306.14	308.29	307.74	308.52	0.004215	2.13	8.25	12.10	0.59
Rivarolo	341	TR_500	17.10	305.91	308.34	307.54	308.49	0.002459	1.73	10.67	13.74	0.45
Rivarolo	340			Bridge								
Rivarolo	339	TR_500	17.10	305.91	308.18	307.54	308.40	0.003721	2.05	8.33	6.02	0.55
Rivarolo	331	TR_500	17.10	306.31	307.71	307.71	308.23	0.008545	3.19	5.36	5.18	1.00
Rivarolo	329	TR_500	17.10	306.00	307.25	307.52	308.17	0.018840	4.26	4.01	4.17	1.39
Rivarolo	321	TR_500	17.10	305.85	307.03	307.37	308.09	0.021702	4.56	3.75	4.03	1.51
Rivarolo	320			Bridge								
Rivarolo	319	TR_500	17.10	305.85	307.37	307.37	307.92	0.009093	3.27	5.23	4.76	1.00
Rivarolo	310	TR_500	18.20	305.15	306.39	306.67	307.45	0.017787	4.57	3.98	3.61	1.39
Rivarolo	301	TR_500	18.20	304.56	306.95	306.12	307.13	0.001644	1.96	10.51	10.62	0.43
Rivarolo	300			Bridge								
Rivarolo	299	TR_500	18.20	304.56	306.22	306.12	306.78	0.007419	3.33	5.46	3.92	0.90
Rivarolo	290	TR_500	18.20	304.46	306.18	306.06	306.74	0.007242	3.30	5.51	3.93	0.89
Rivarolo	280	TR_500	18.20	304.43	305.91	305.91	306.56	0.013177	3.57	5.09	3.88	1.00
Rivarolo	270	TR_500	18.20	303.46	304.93	305.15	305.85	0.013769	4.26	4.27	3.96	1.31
Rivarolo	260	TR_500	18.20	302.88	305.09	304.83	305.39	0.008753	2.43	7.68	11.32	0.76
Rivarolo	251	TR_500	18.20	302.66	305.15	304.69	305.24	0.001362	1.29	15.24	20.26	0.34
Rivarolo	250			Bridge								
Rivarolo	249	TR_500	18.20	302.66	305.04	304.69	305.15	0.001968	1.48	13.16	18.18	0.40

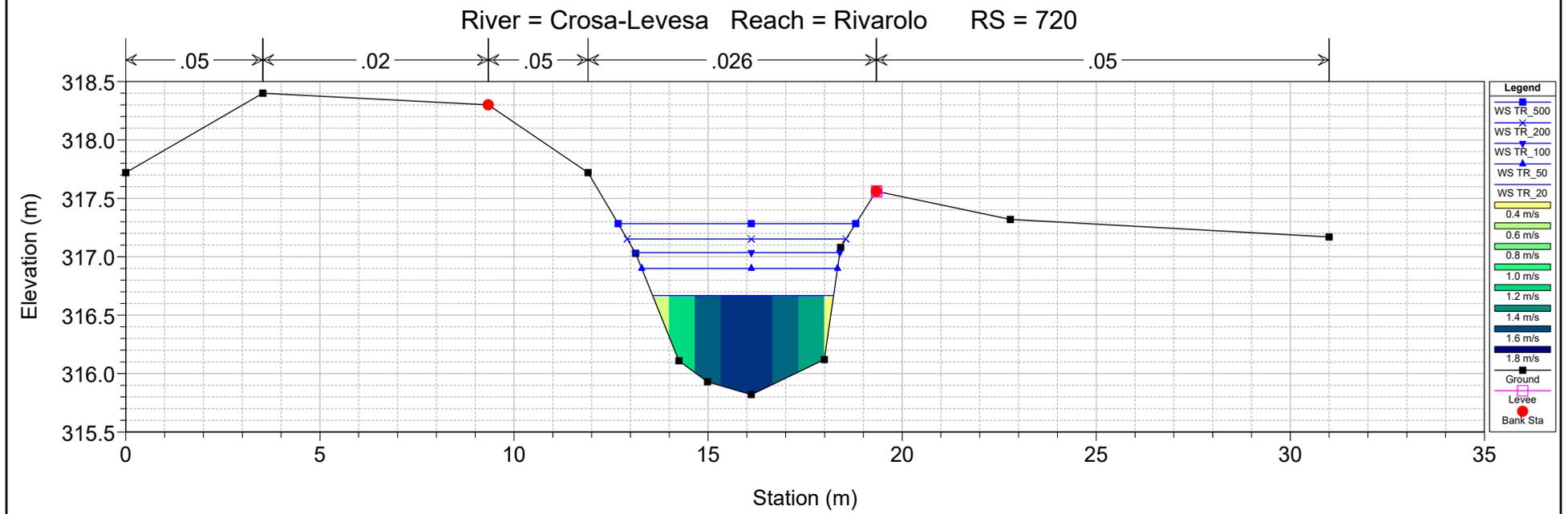
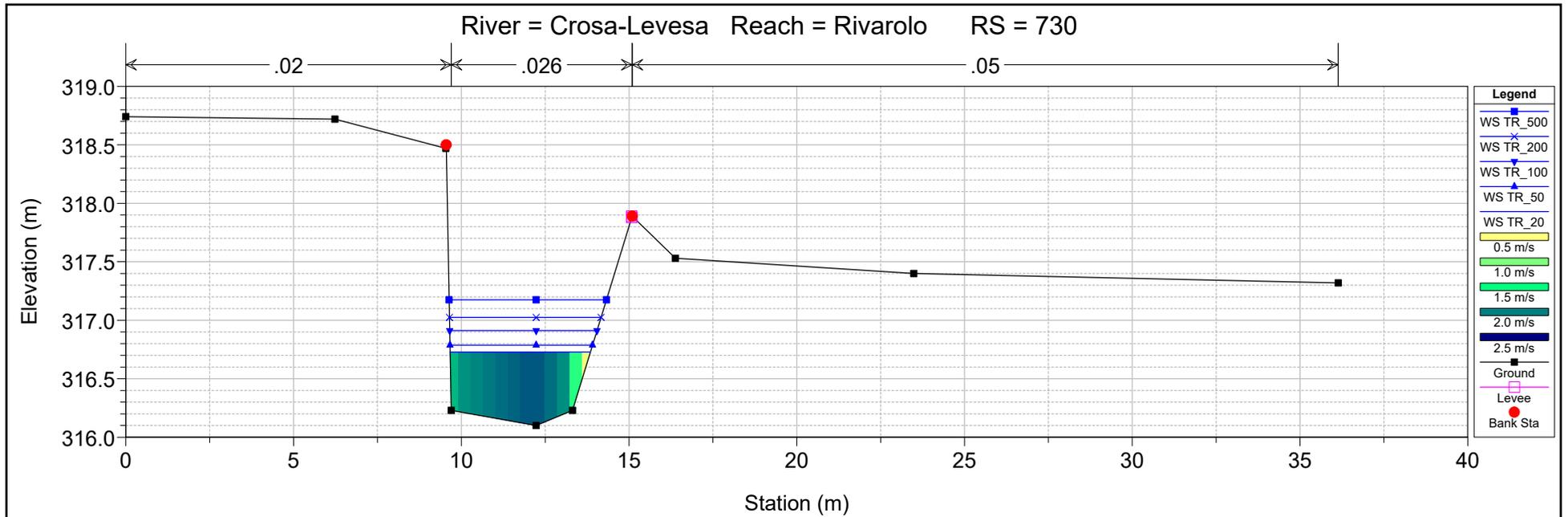
HEC-RAS Plan: piena River: Crosa-Levesa Reach: Rivarolo Profile: TR_500 (Continued)

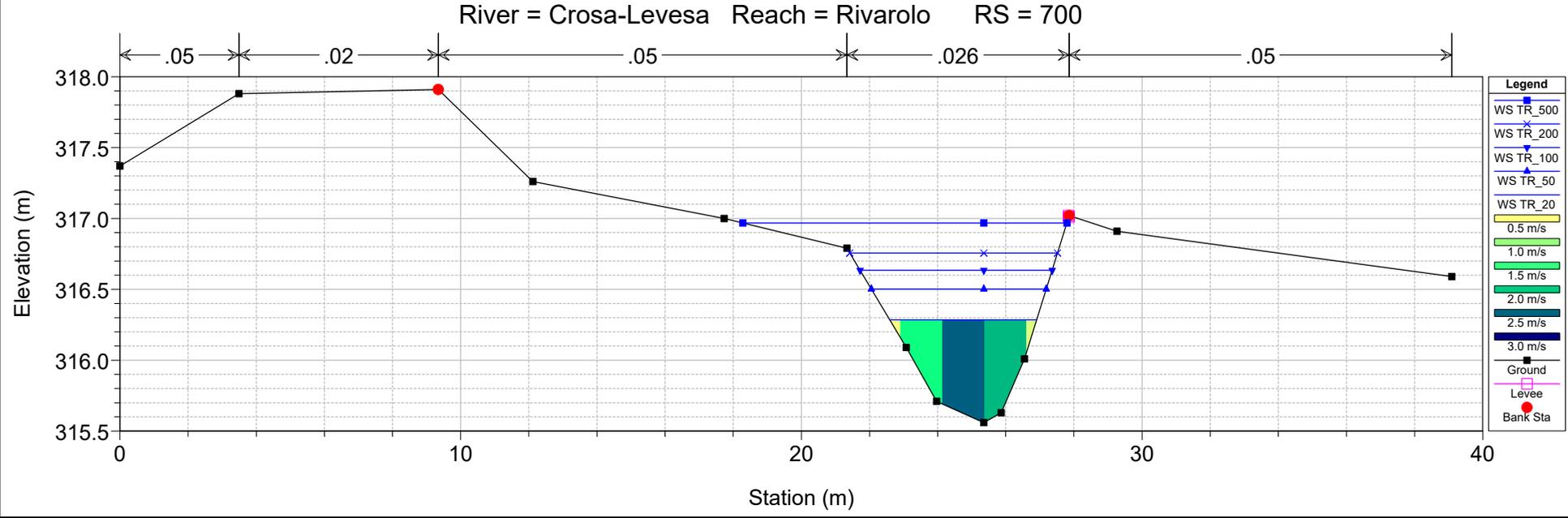
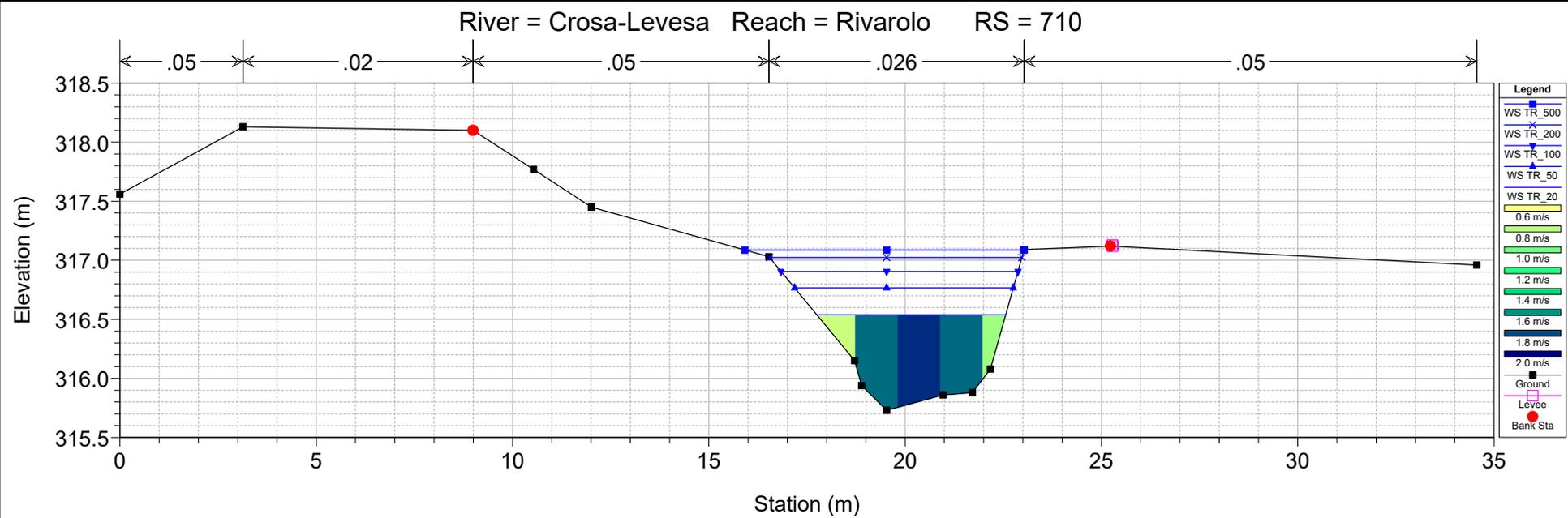
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Rivarolo	240	TR_500	18.20	303.05	304.71	304.71	305.10	0.005571	2.90	6.86	8.06	0.75
Rivarolo	230	TR_500	18.20	302.78	304.14	304.36	304.83	0.012665	3.93	5.30	9.08	1.12
Rivarolo	221	TR_500	18.20	302.39	304.31	304.13	304.51	0.002644	2.13	10.82	15.67	0.51
Rivarolo	220	Bridge										
Rivarolo	219	TR_500	18.20	302.39	304.13	304.13	304.45	0.005235	2.70	8.17	13.25	0.68
Rivarolo	210	TR_500	18.20	302.09	303.71	303.54	304.18	0.006399	3.04	5.99	4.47	0.84
Rivarolo	200	TR_500	18.20	301.87	303.53	303.34	303.97	0.007113	2.94	6.20	4.83	0.83
Rivarolo	190	TR_500	18.20	301.43	303.55	302.90	303.76	0.003358	2.05	9.46	13.23	0.53
Rivarolo	180	TR_500	18.20	301.42	303.47	302.83	303.65	0.002689	1.87	10.55	12.75	0.49
Rivarolo	171	TR_500	18.20	301.52	303.26	302.90	303.60	0.004290	2.58	7.05	5.12	0.70
Rivarolo	170	Bridge										
Rivarolo	169	TR_500	18.20	301.52	302.90	302.90	303.49	0.008951	3.40	5.35	4.53	1.00
Rivarolo	160	TR_500	18.20	301.02	301.99	302.36	303.20	0.026144	4.86	3.75	4.55	1.71
Rivarolo	150	TR_500	18.20	300.62	302.04	301.96	302.53	0.007164	3.10	5.87	4.96	0.91
Rivarolo	140	TR_500	18.20	300.05	301.77	301.77	302.10	0.004440	2.64	7.88	13.41	0.75
Rivarolo	130	TR_500	18.20	299.48	300.95	301.24	301.60	0.010755	3.58	5.09	5.29	1.12
Rivarolo	121	TR_500	18.20	298.73	301.03	300.45	301.22	0.002041	2.08	10.96	16.27	0.47
Rivarolo	120	Bridge										
Rivarolo	119	TR_500	18.20	298.73	300.45	300.45	301.16	0.009663	3.73	4.88	3.44	1.00
Rivarolo	110	TR_500	18.20	298.44	299.65	299.91	300.55	0.018580	4.21	4.33	4.98	1.44
Rivarolo	100	TR_500	18.20	298.02	299.52	299.52	300.07	0.008876	3.30	5.52	4.98	1.00
Rivarolo	90	TR_500	18.20	297.60	299.02	298.64	299.23	0.002694	2.03	8.98	7.55	0.59
Rivarolo	80	TR_500	18.20	297.12	298.93	298.43	299.10	0.003203	1.83	10.63	19.05	0.54
Rivarolo	71	TR_500	18.20	296.85	298.88	298.75	298.97	0.001203	1.53	18.97	46.09	0.40
Rivarolo	70	Bridge										
Rivarolo	69	TR_500	18.20	296.85	298.39	298.39	298.97	0.008710	3.37	5.40	4.71	1.01
Rivarolo	60	TR_500	18.20	296.84	297.75	298.04	298.70	0.021113	4.33	4.20	5.51	1.58
Rivarolo	51	TR_500	18.20	296.26	298.34	297.46	298.46	0.001129	1.59	13.84	16.99	0.37
Rivarolo	50	Bridge										
Rivarolo	49	TR_500	18.20	296.26	298.18	297.46	298.35	0.001696	1.84	11.23	16.99	0.45
Rivarolo	40	TR_500	18.20	296.36	297.97	297.97	298.24	0.003441	2.46	10.31	21.55	0.64
Rivarolo	31	TR_500	18.20	296.37	297.56	297.71	298.06	0.005365	3.33	8.25	20.42	0.98
Rivarolo	30	Inl Struct										
Rivarolo	29	TR_500	18.20	296.37	297.68	297.68	297.94	0.004212	2.48	10.81	20.43	0.75
Rivarolo	20	TR_500	18.20	295.68	297.48	297.10	297.63	0.003379	1.78	11.91	18.32	0.52
Rivarolo	10	TR_500	18.20	295.70	296.86	296.86	297.41	0.008092	3.27	5.57	5.17	1.00

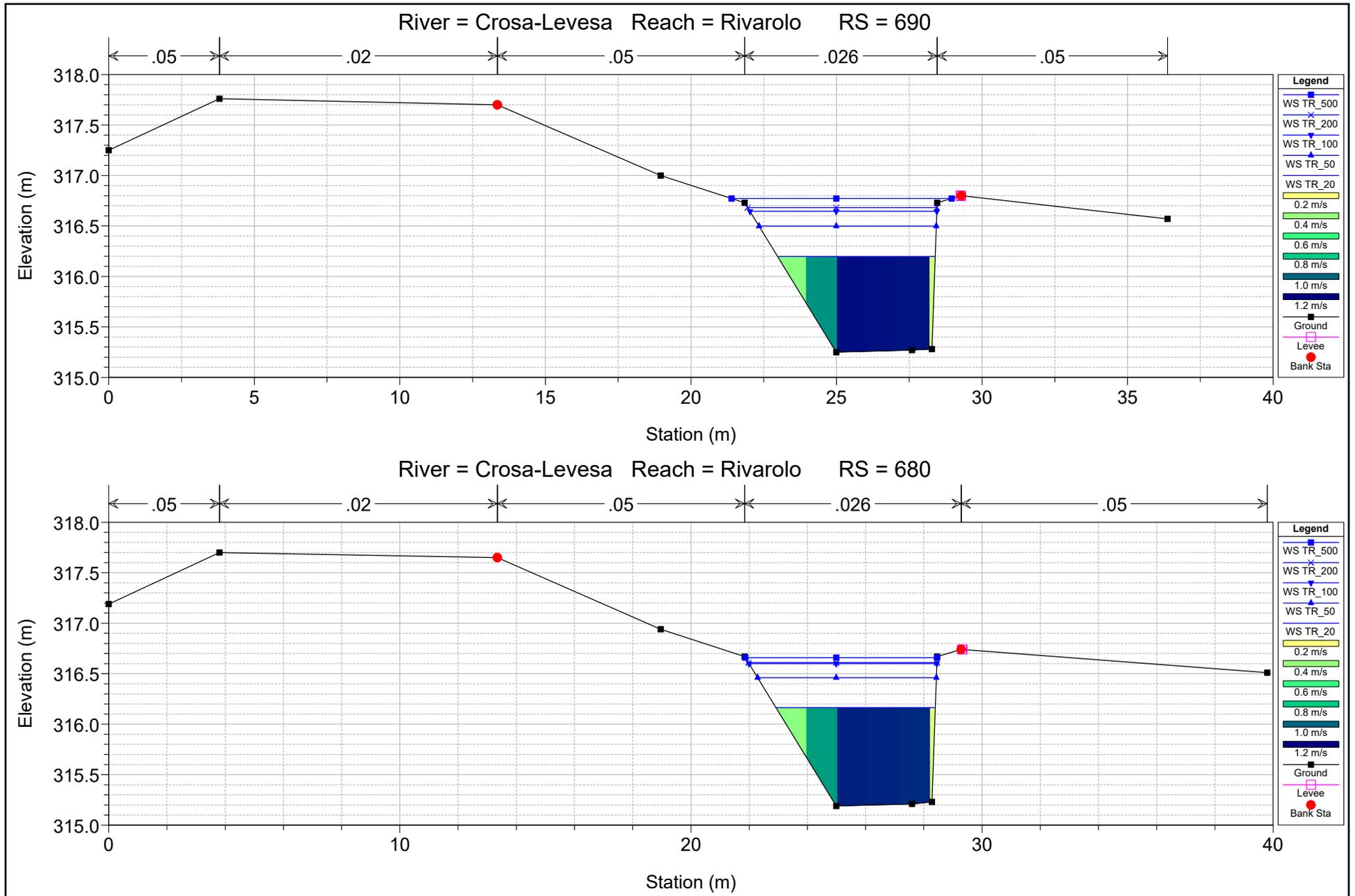


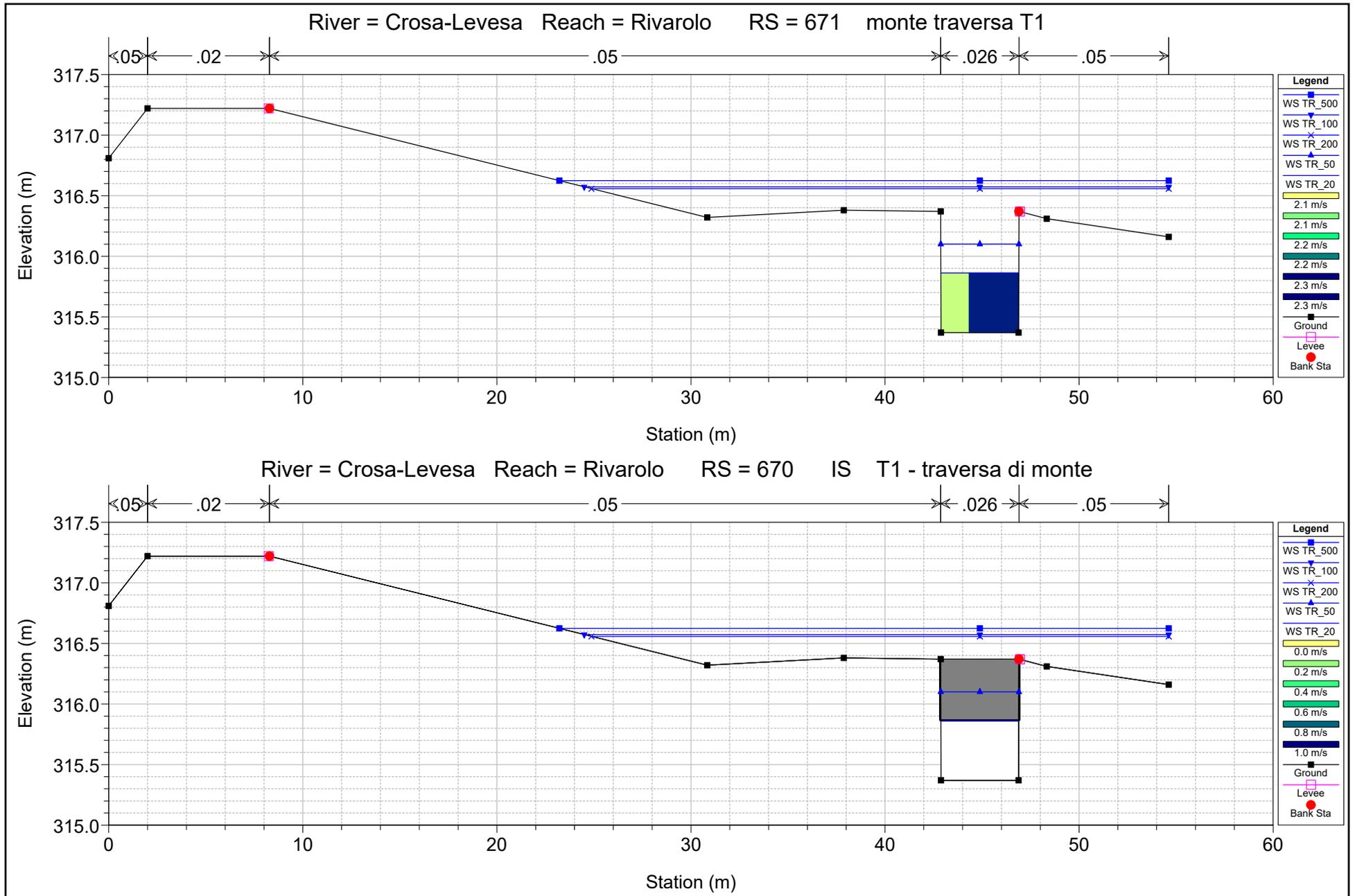


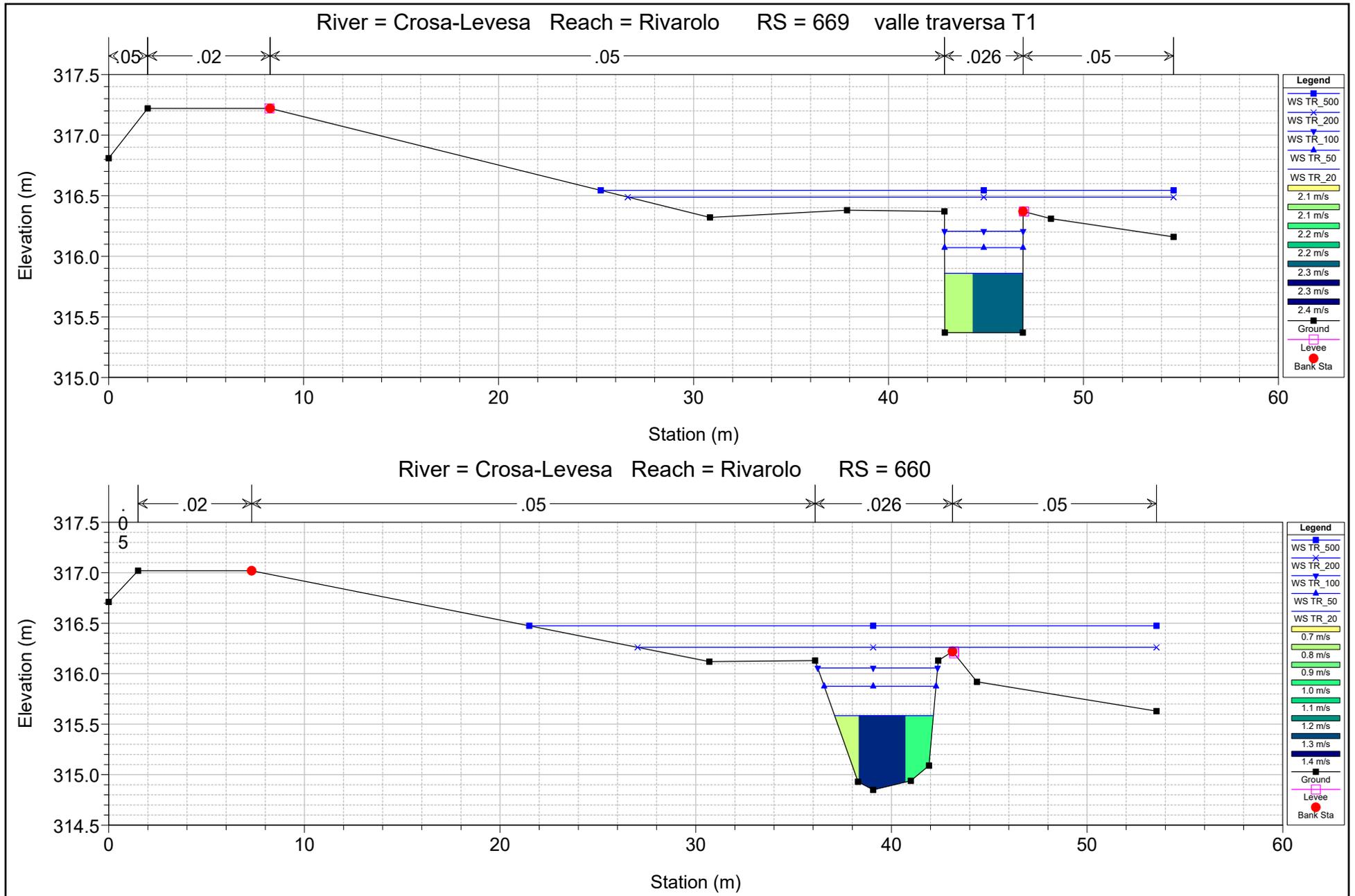


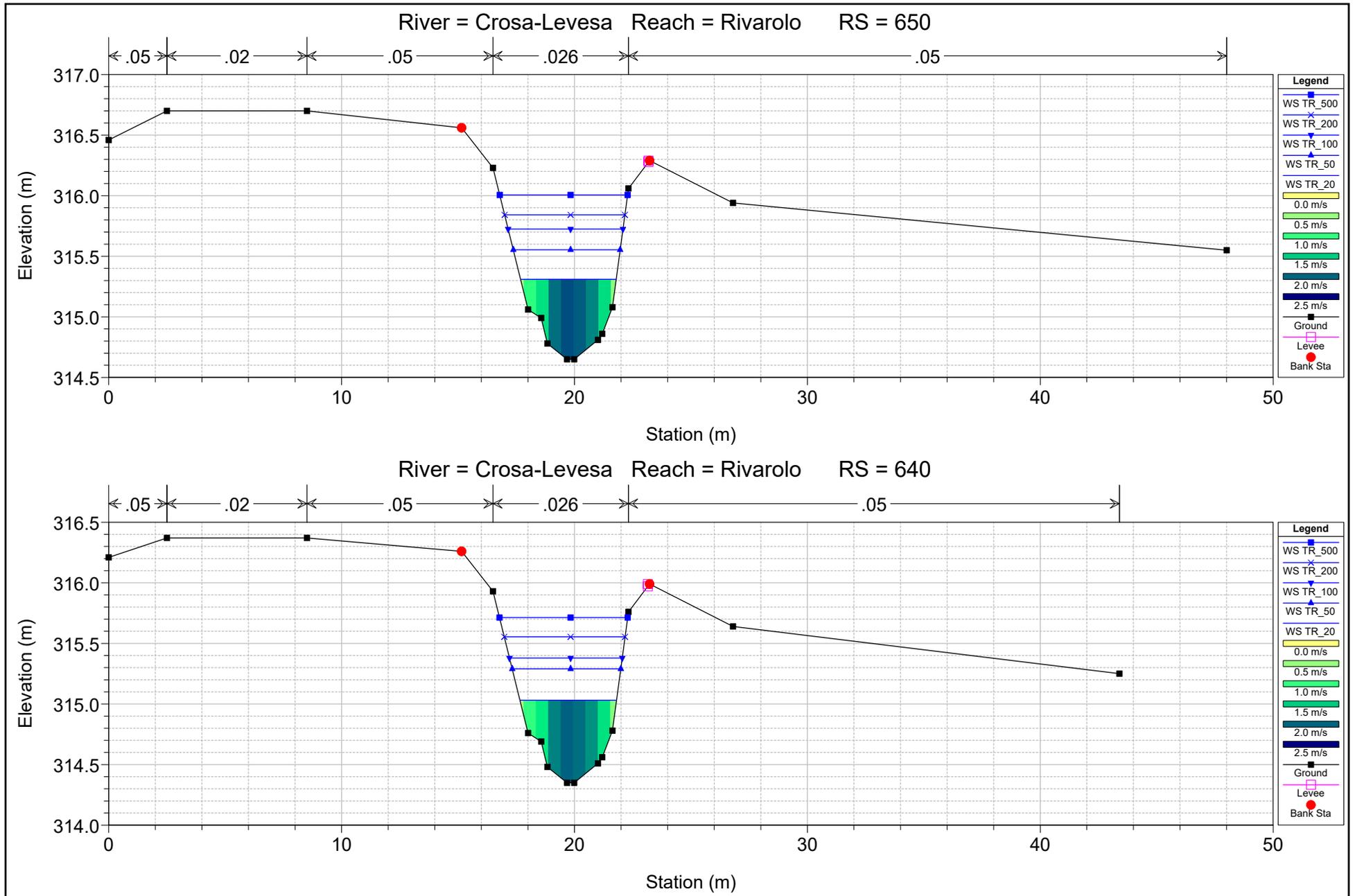


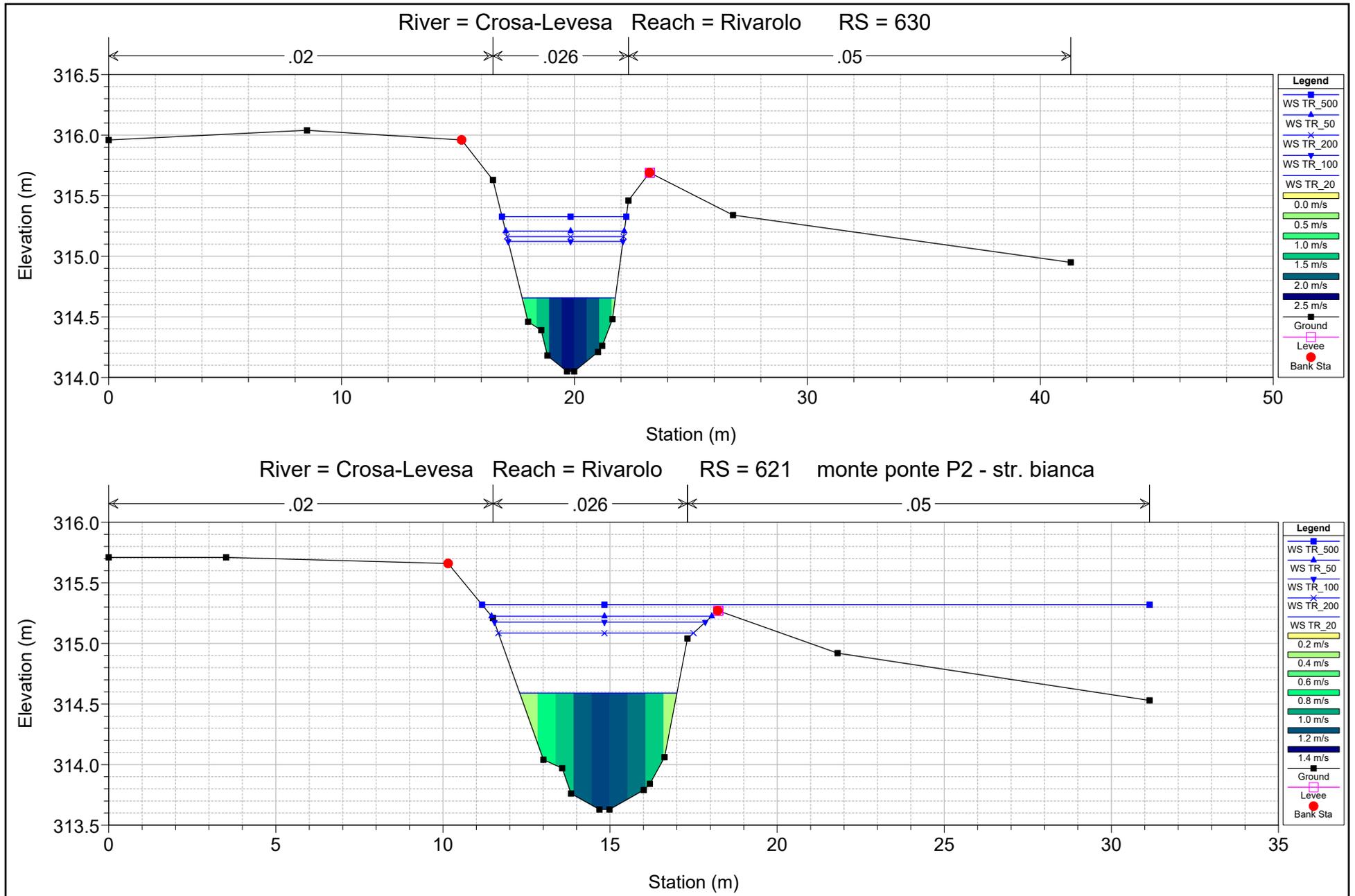


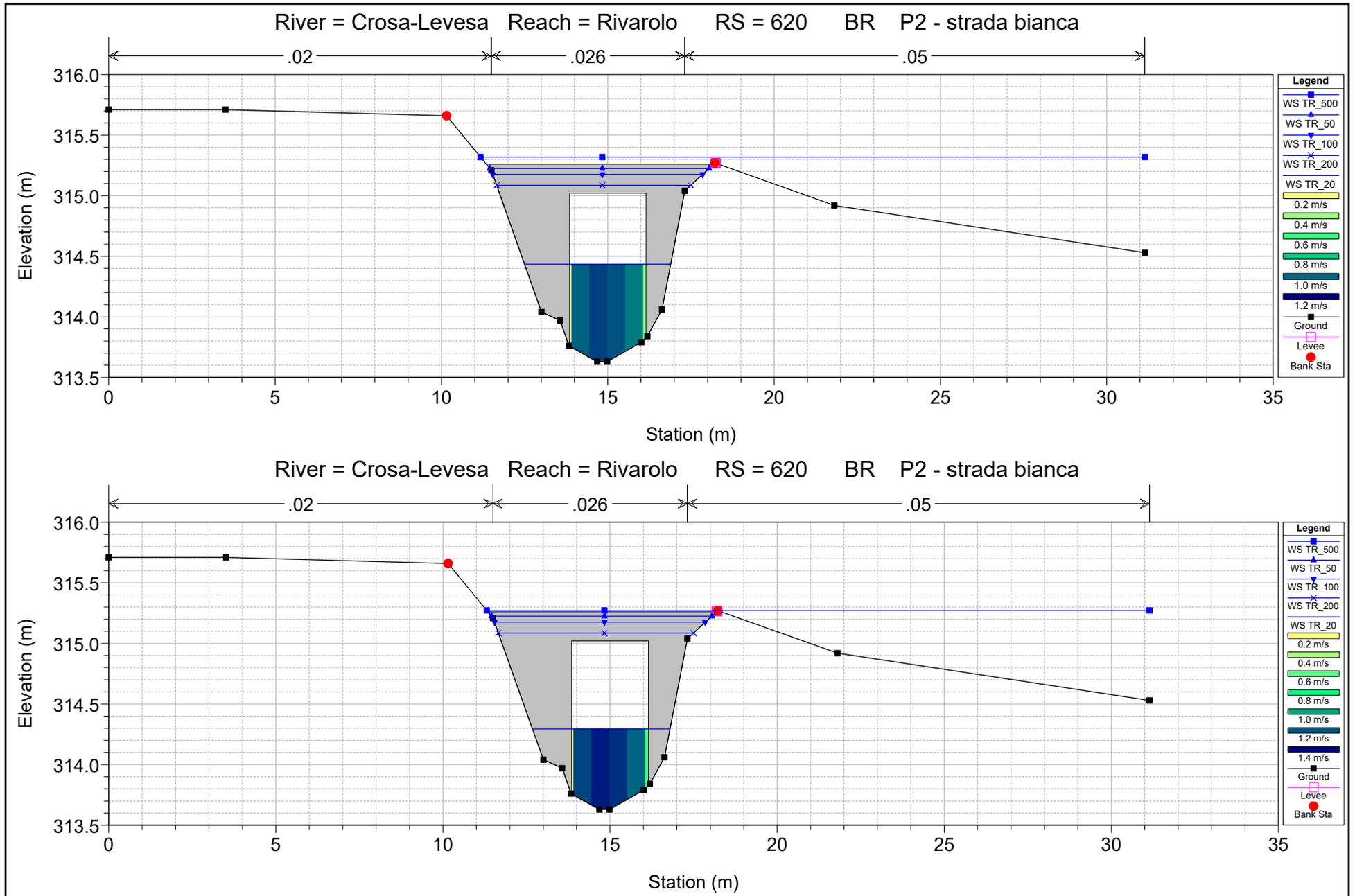


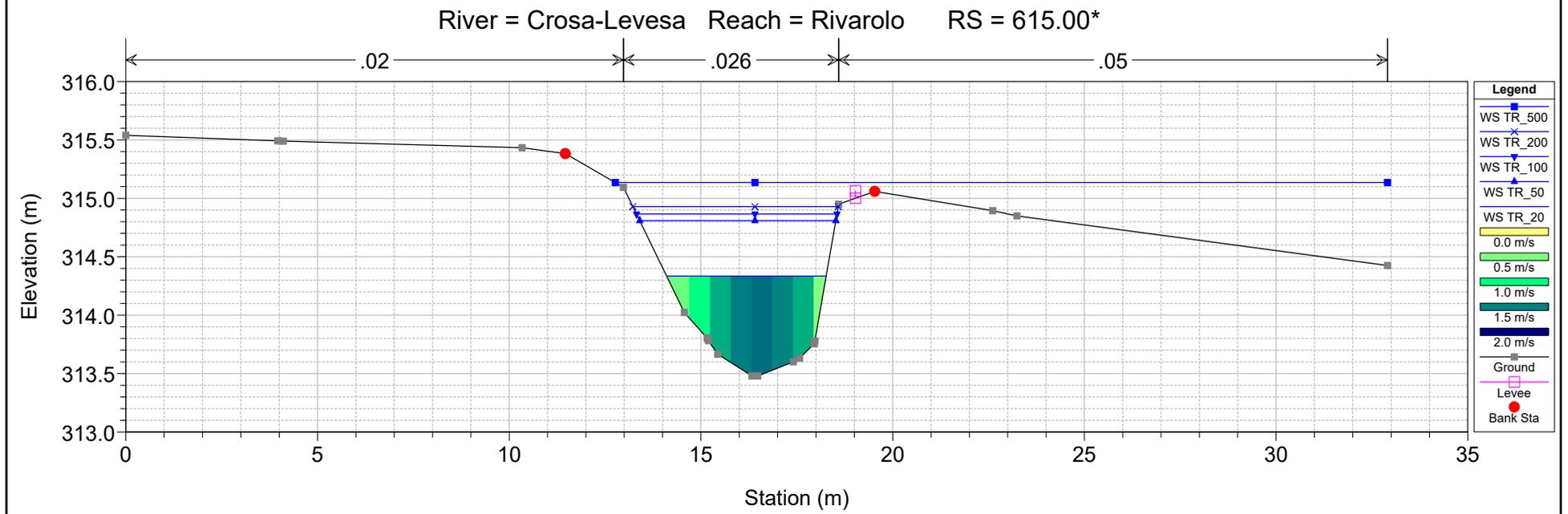
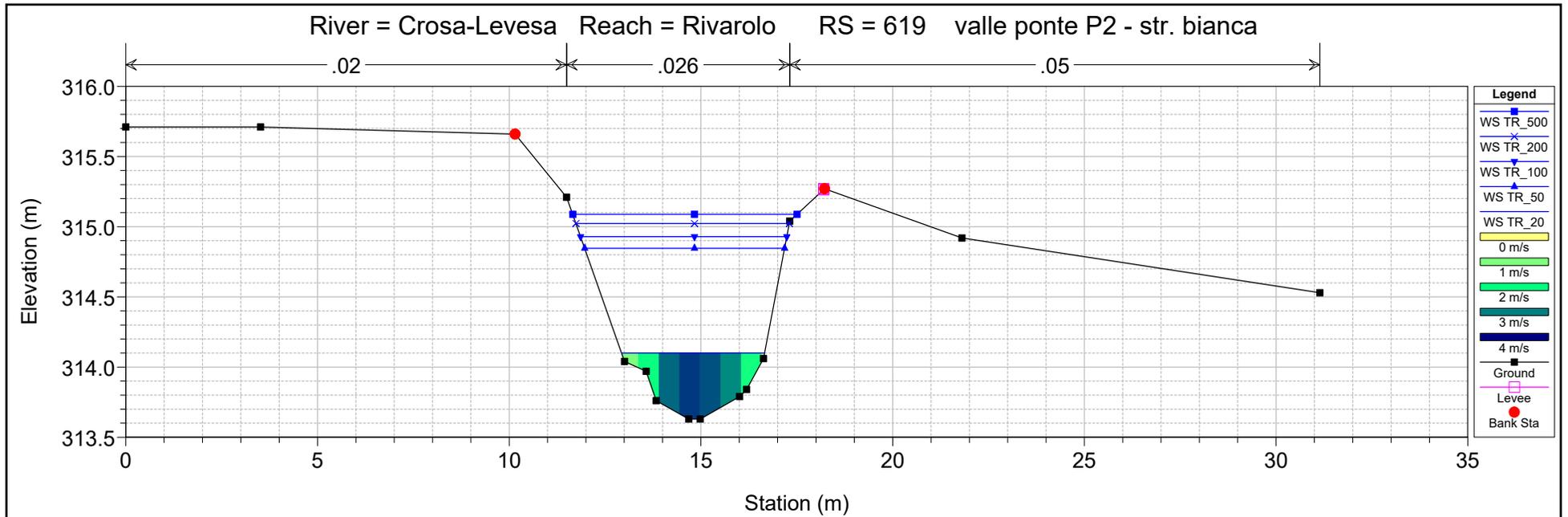


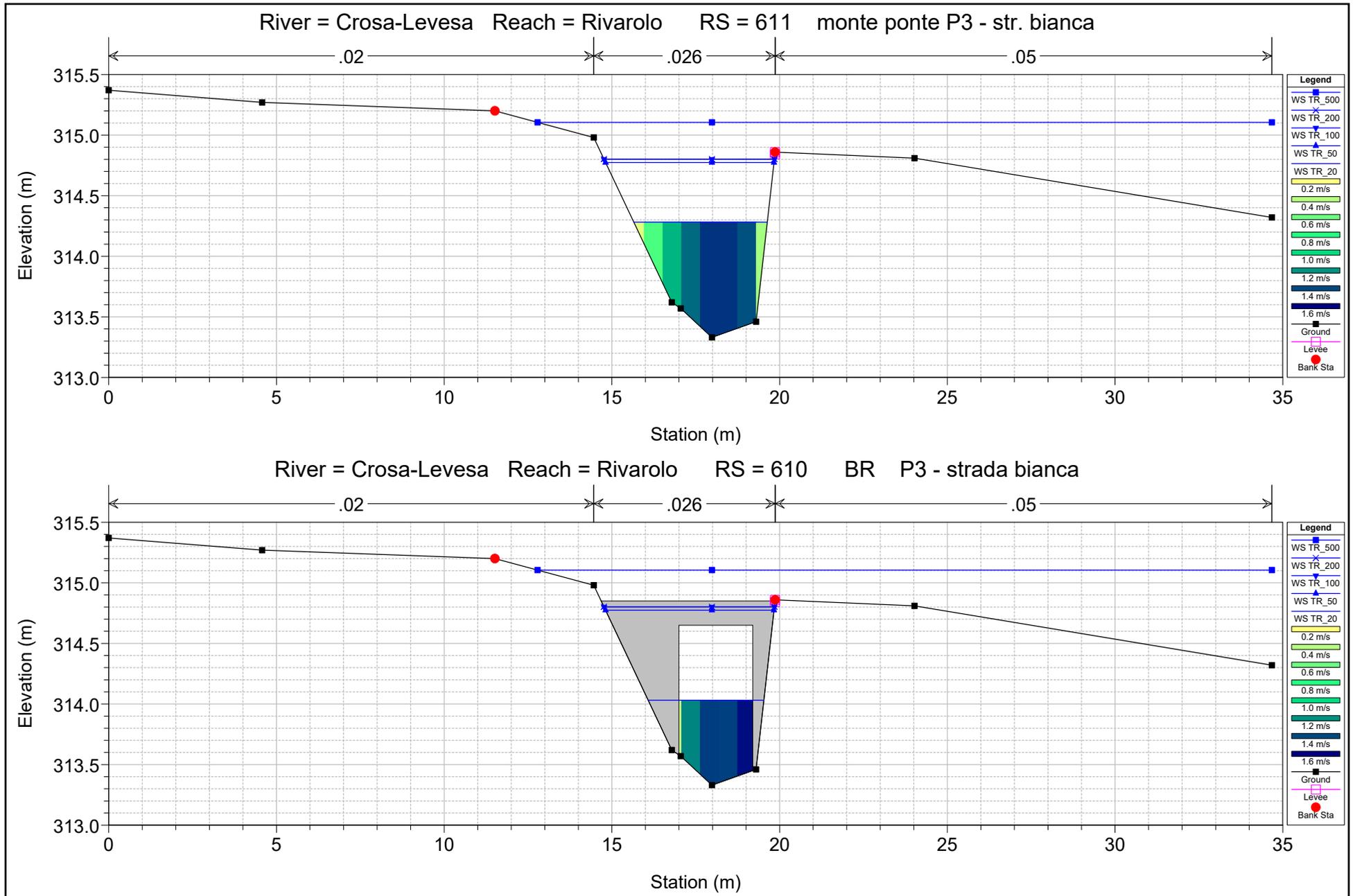


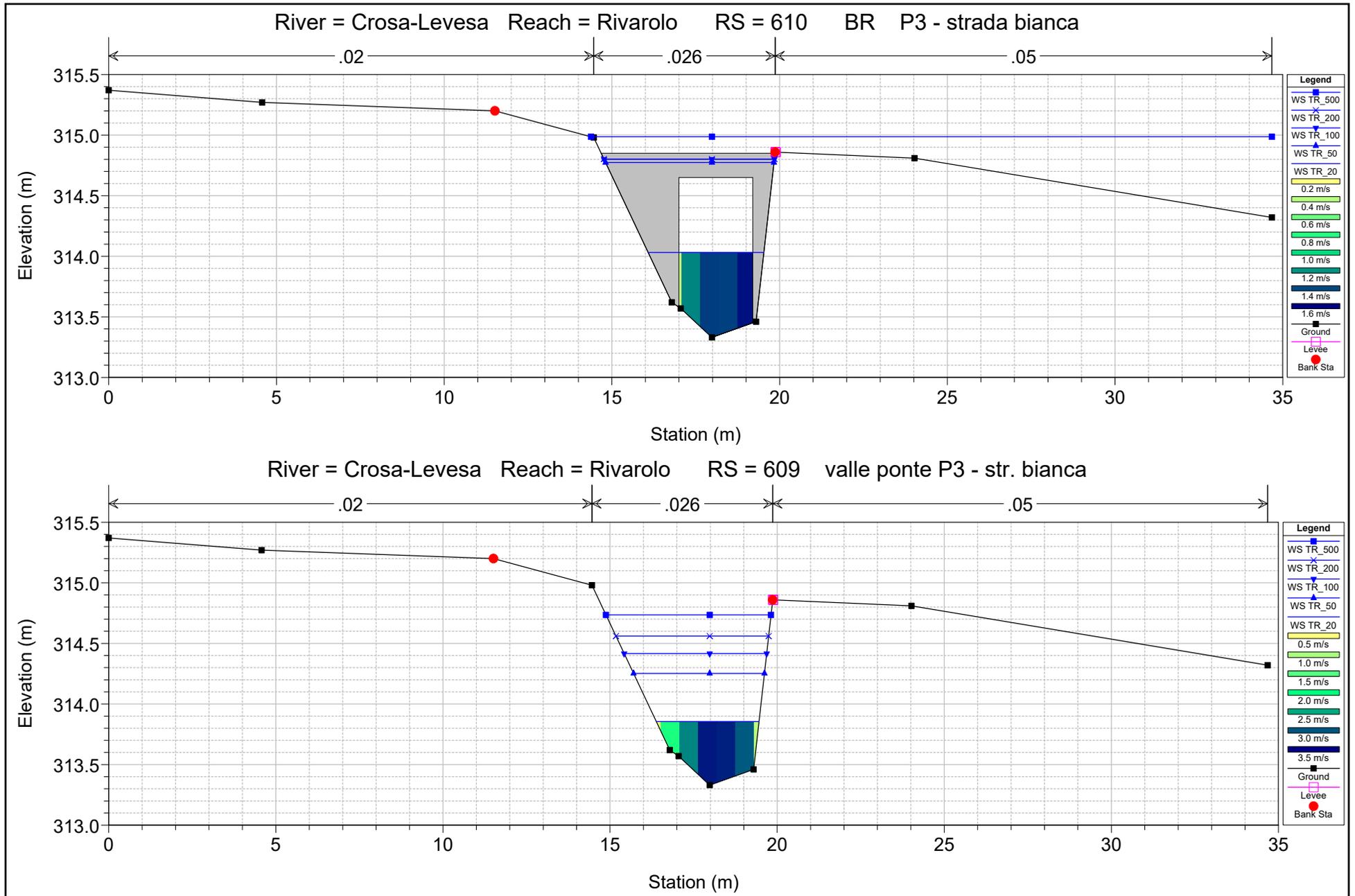


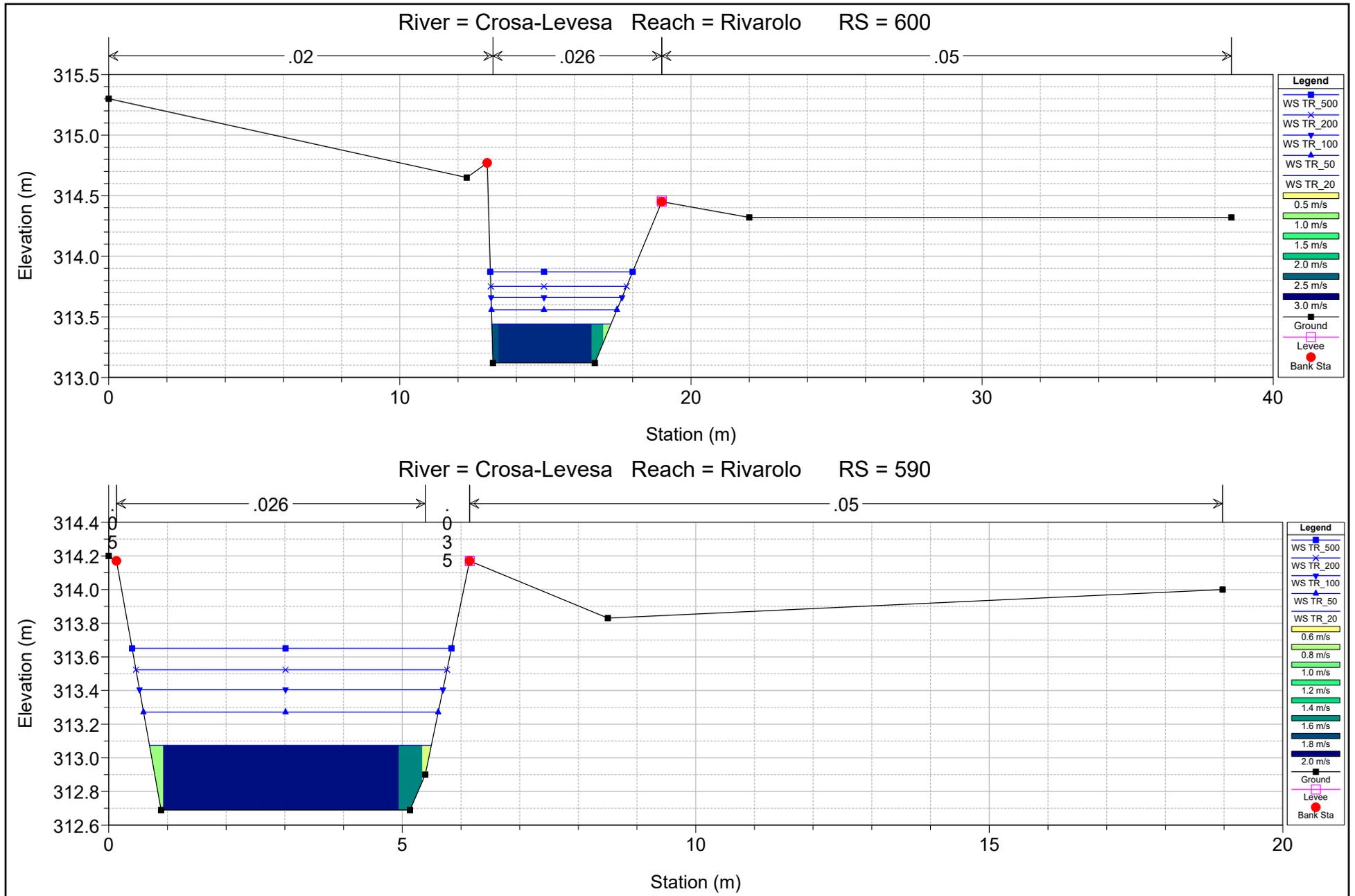


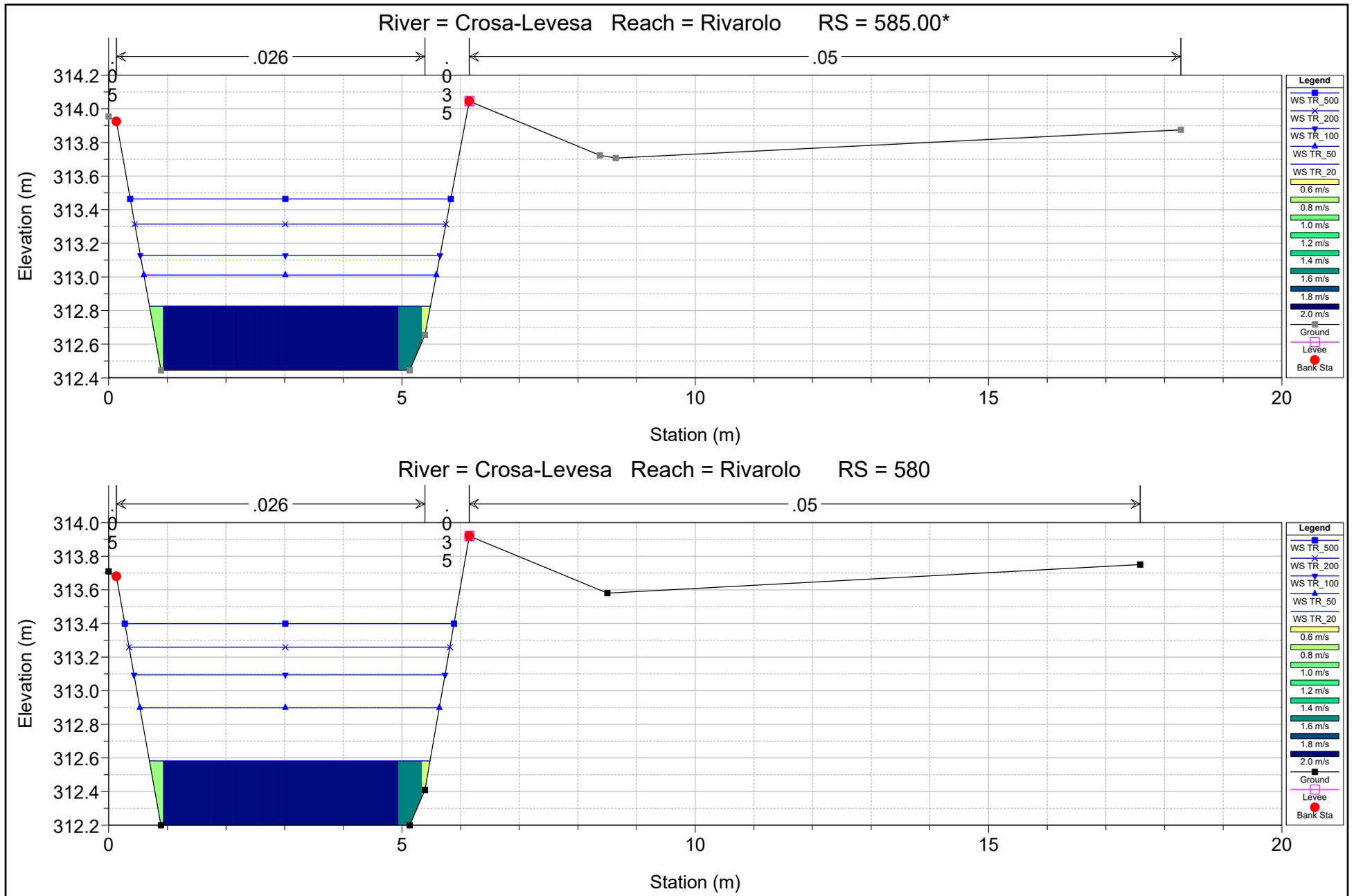


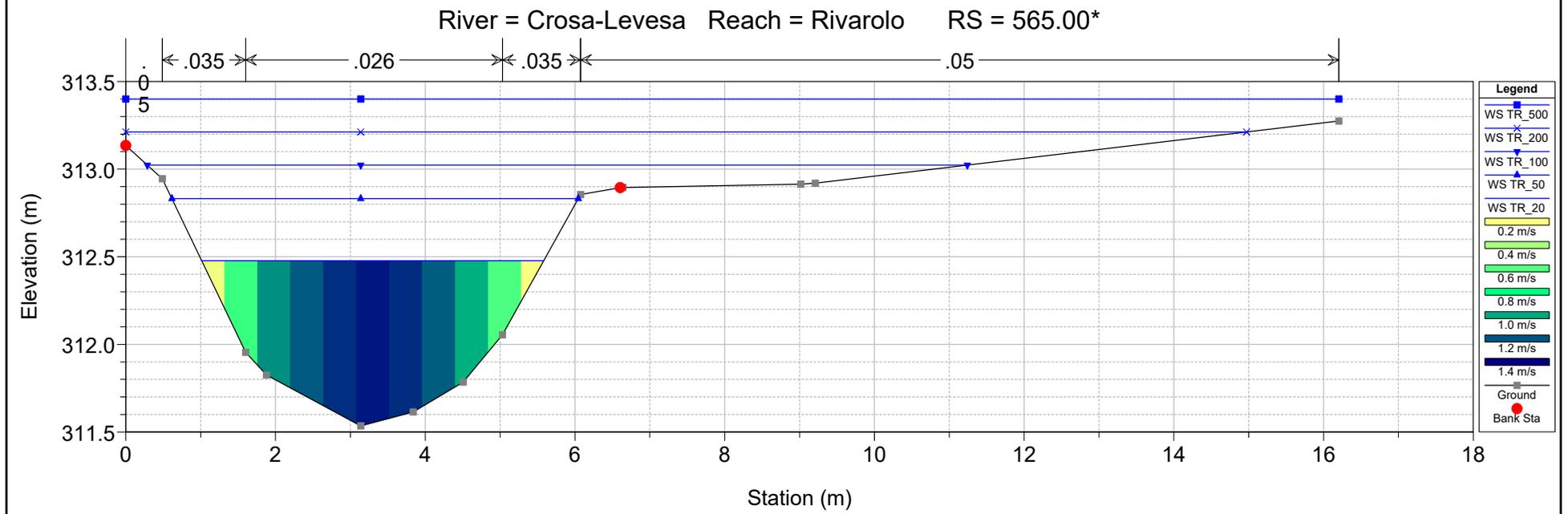
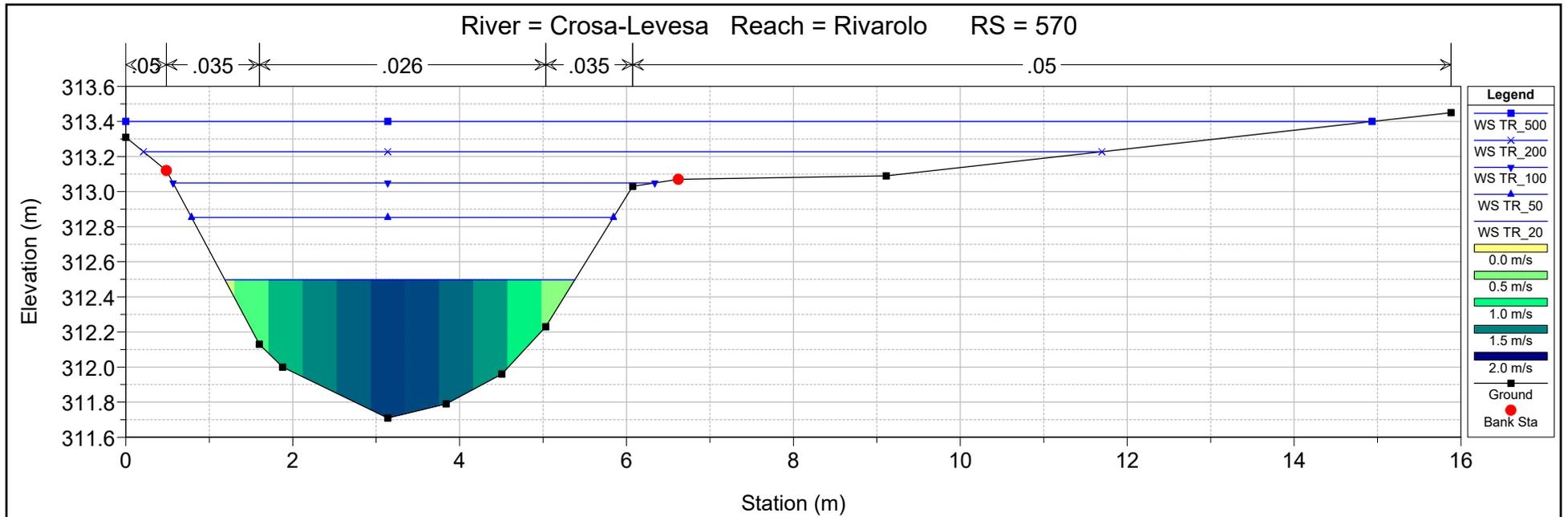


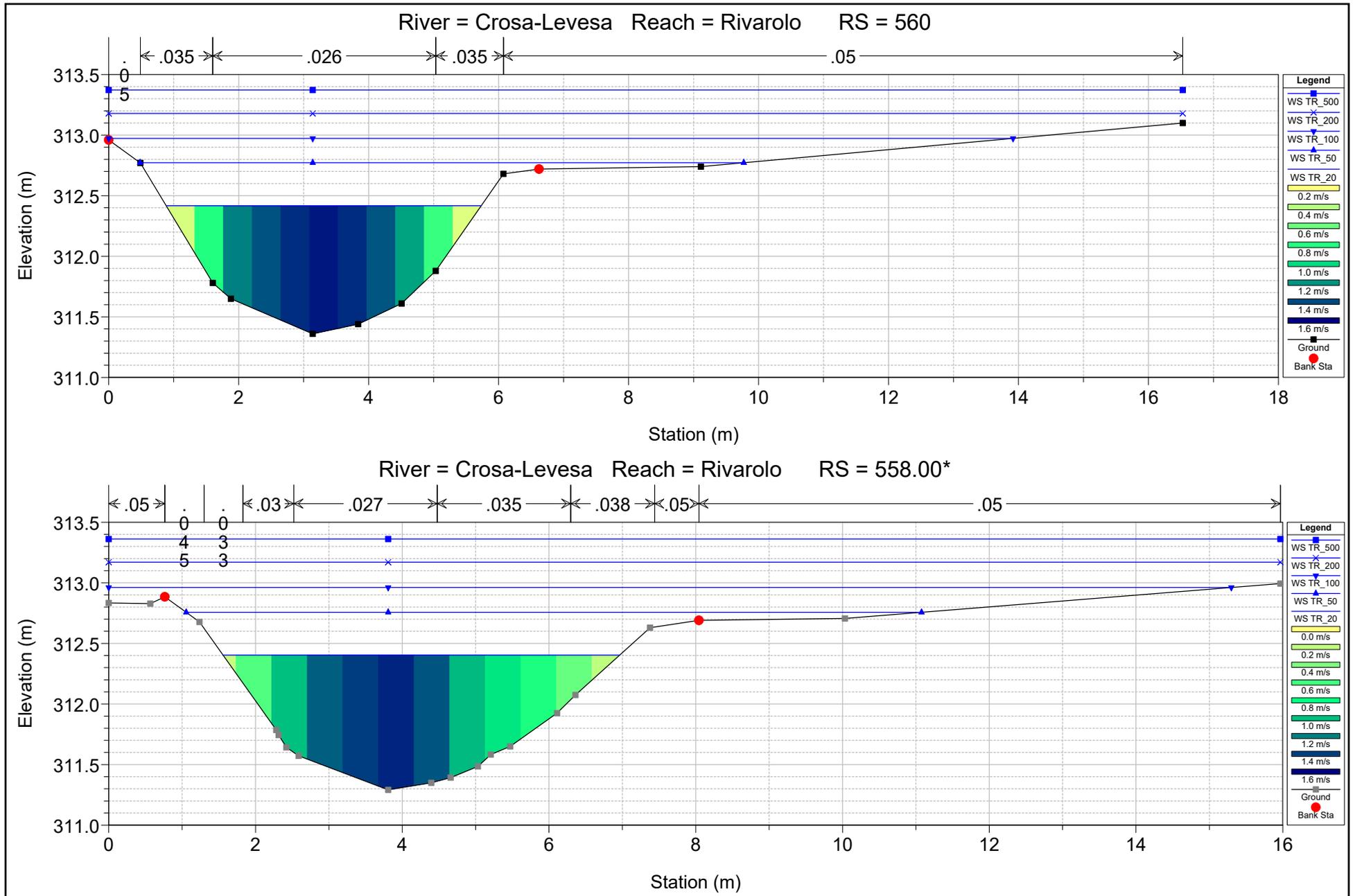


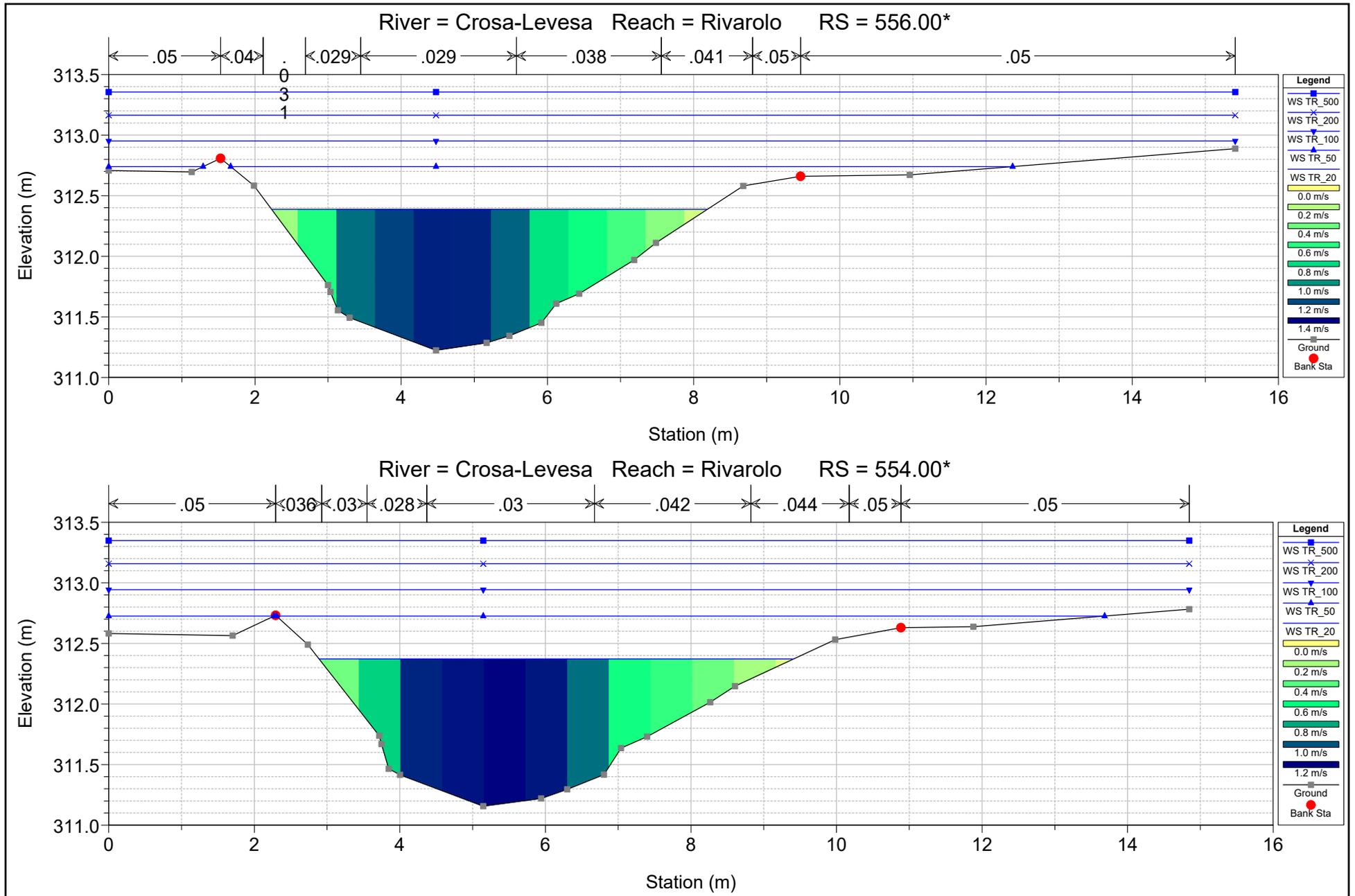


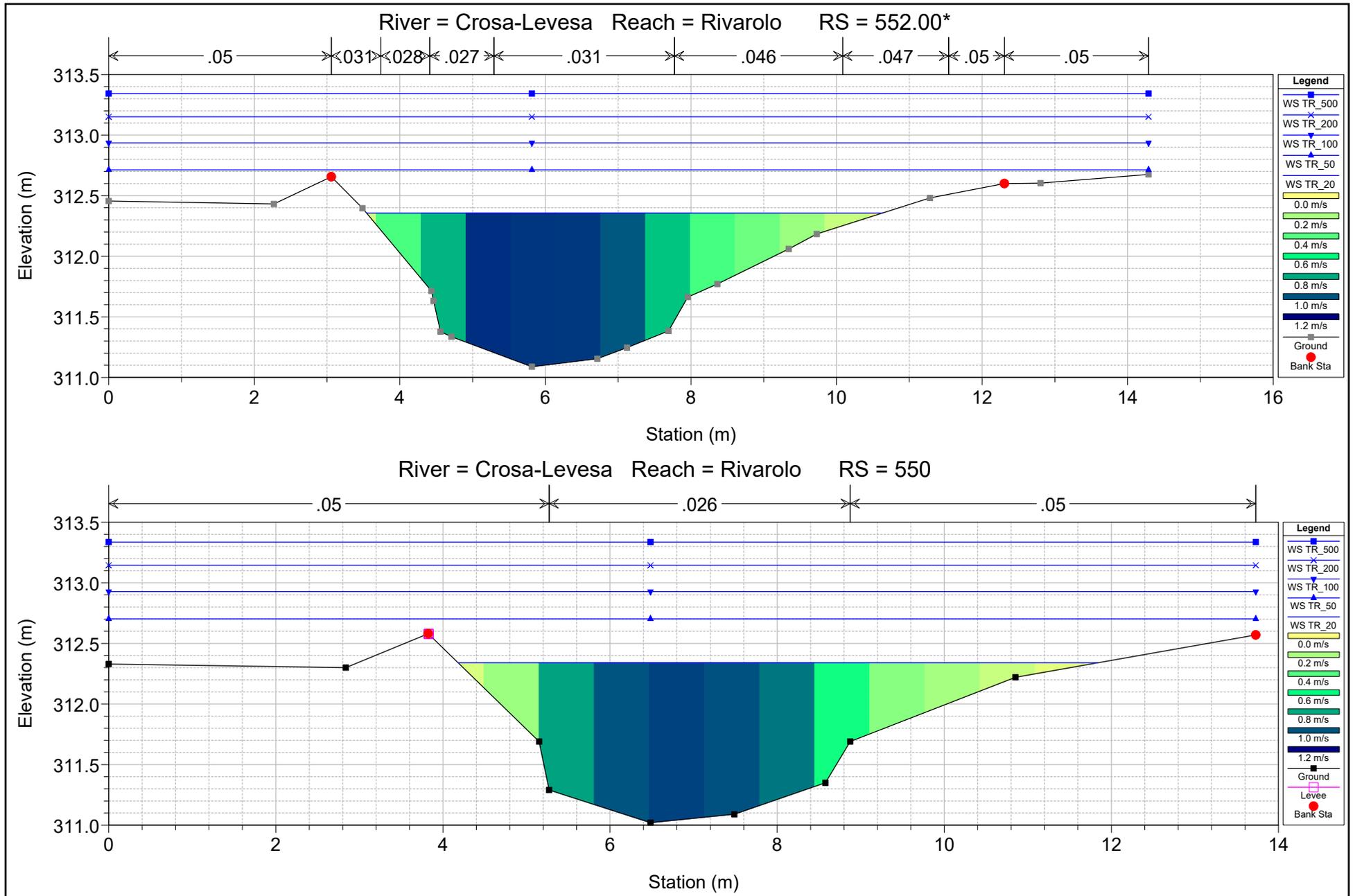


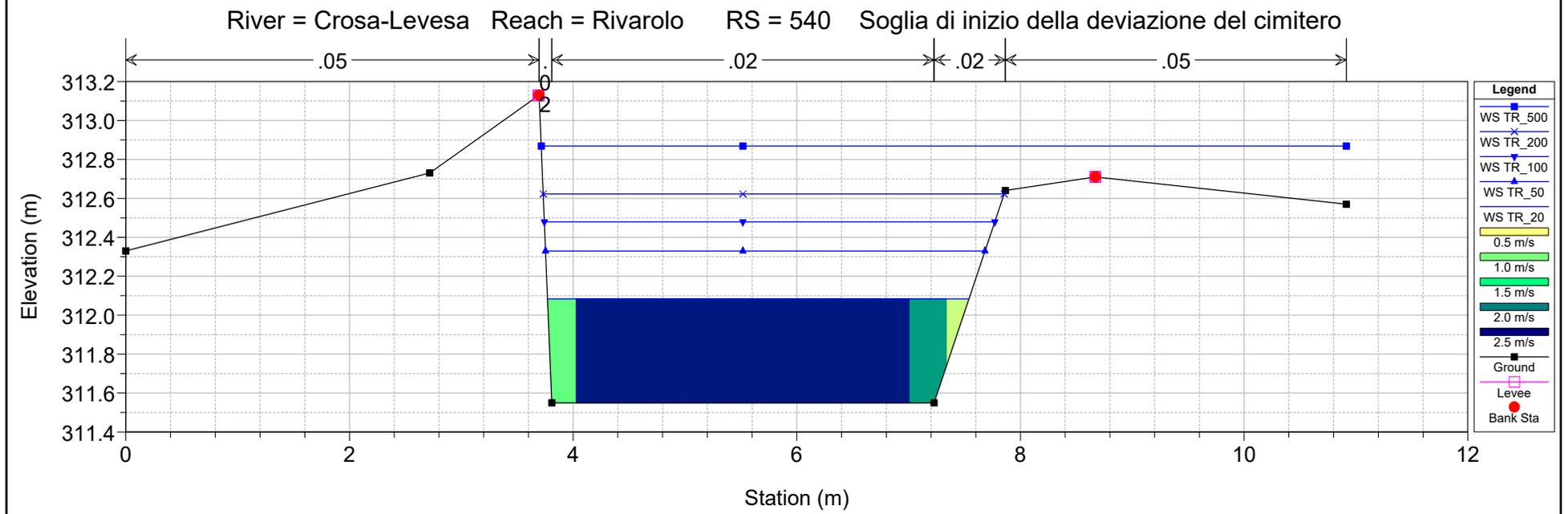
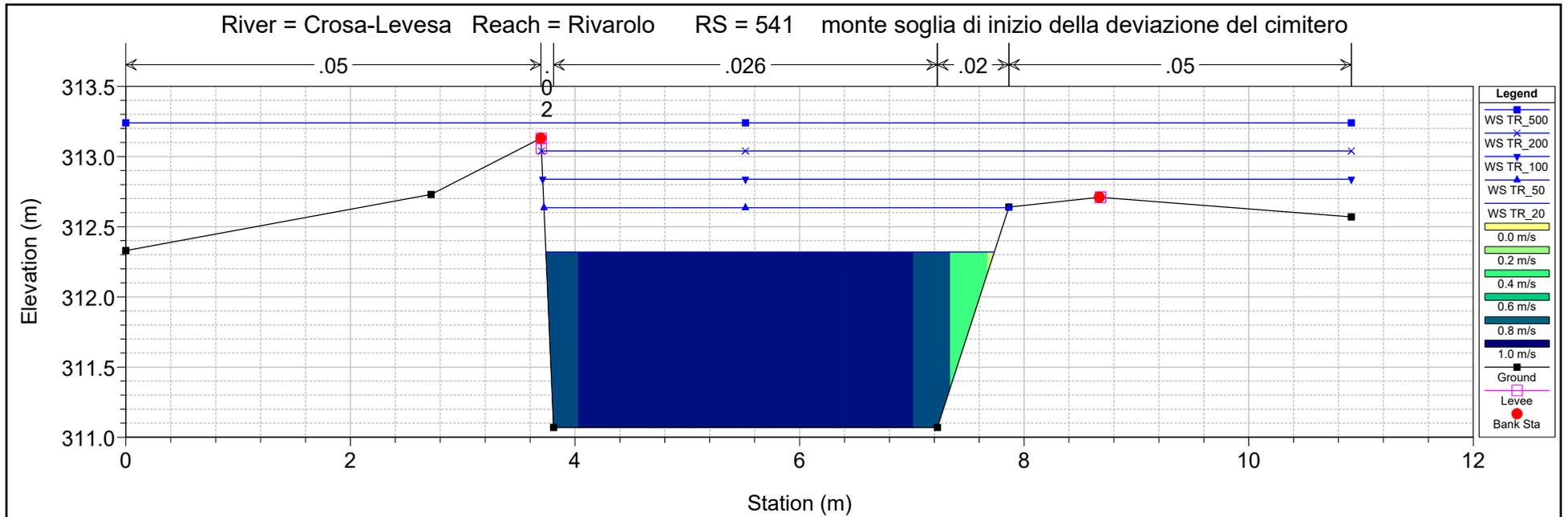


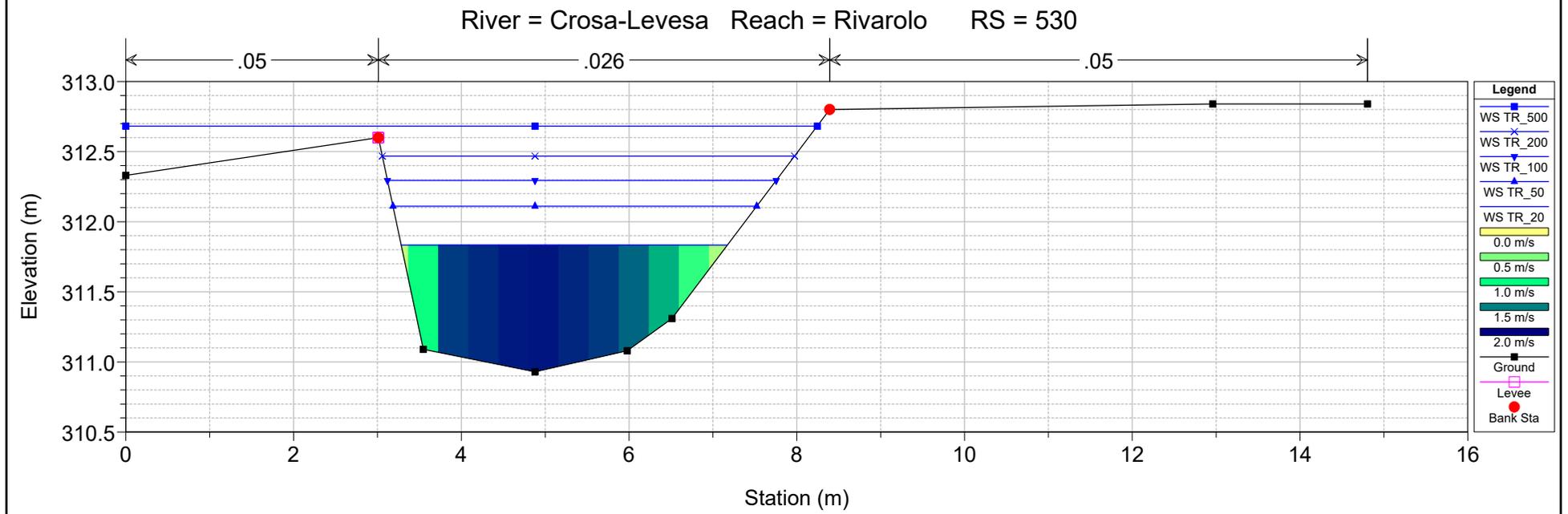
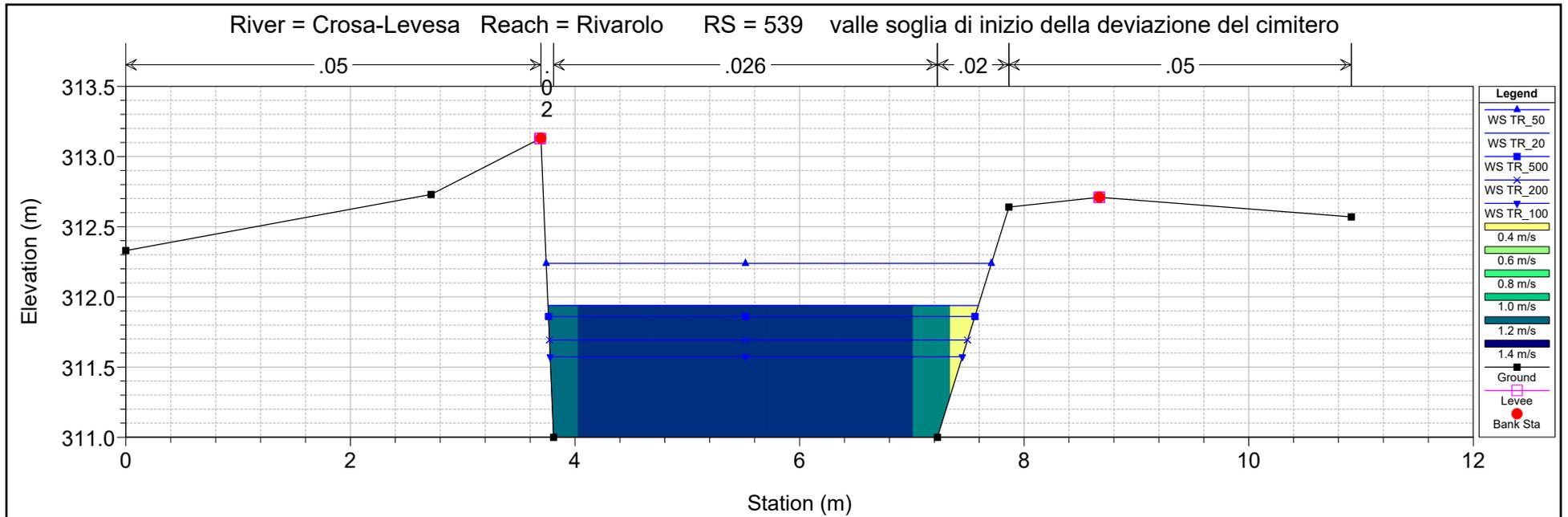


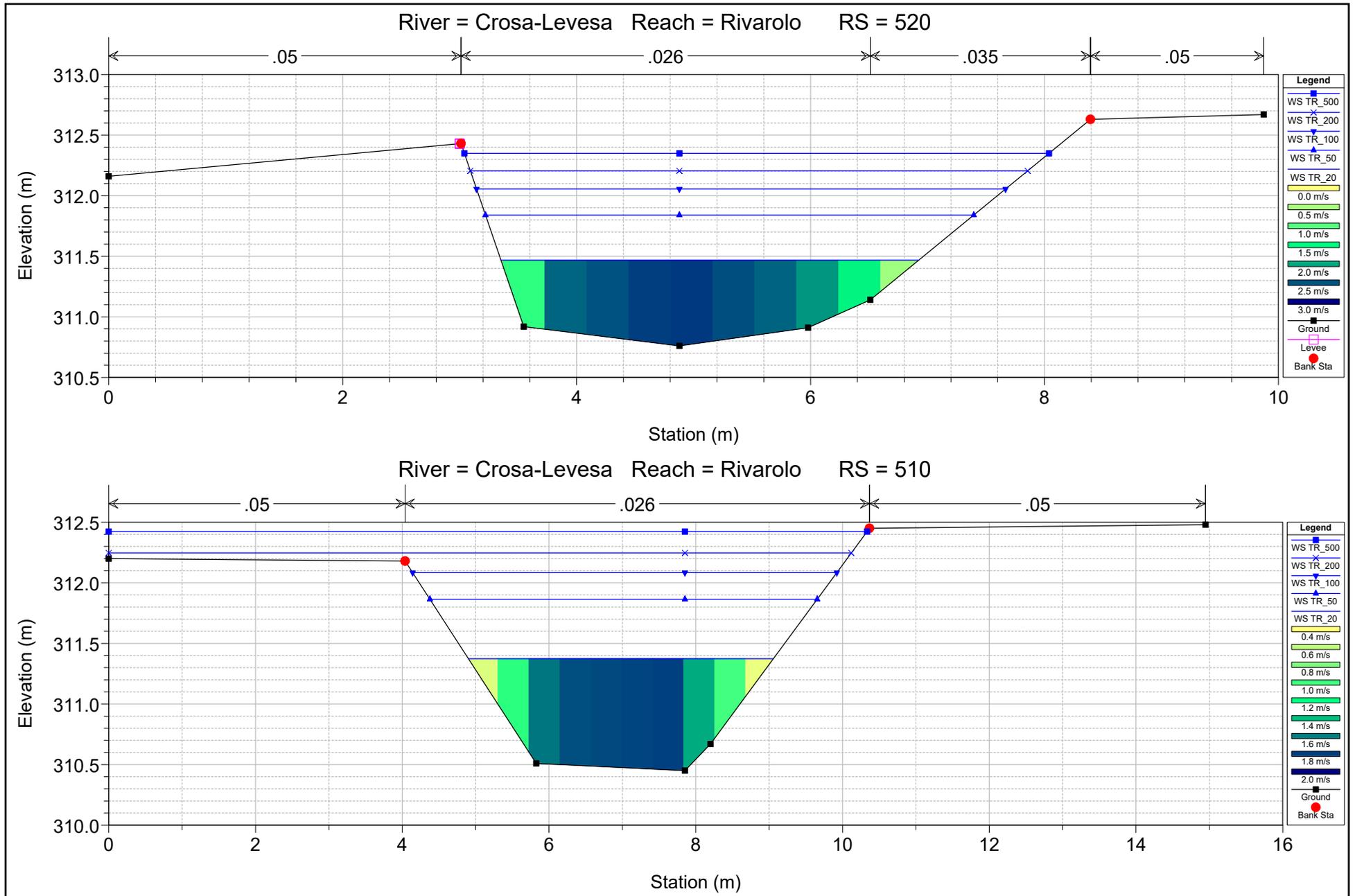


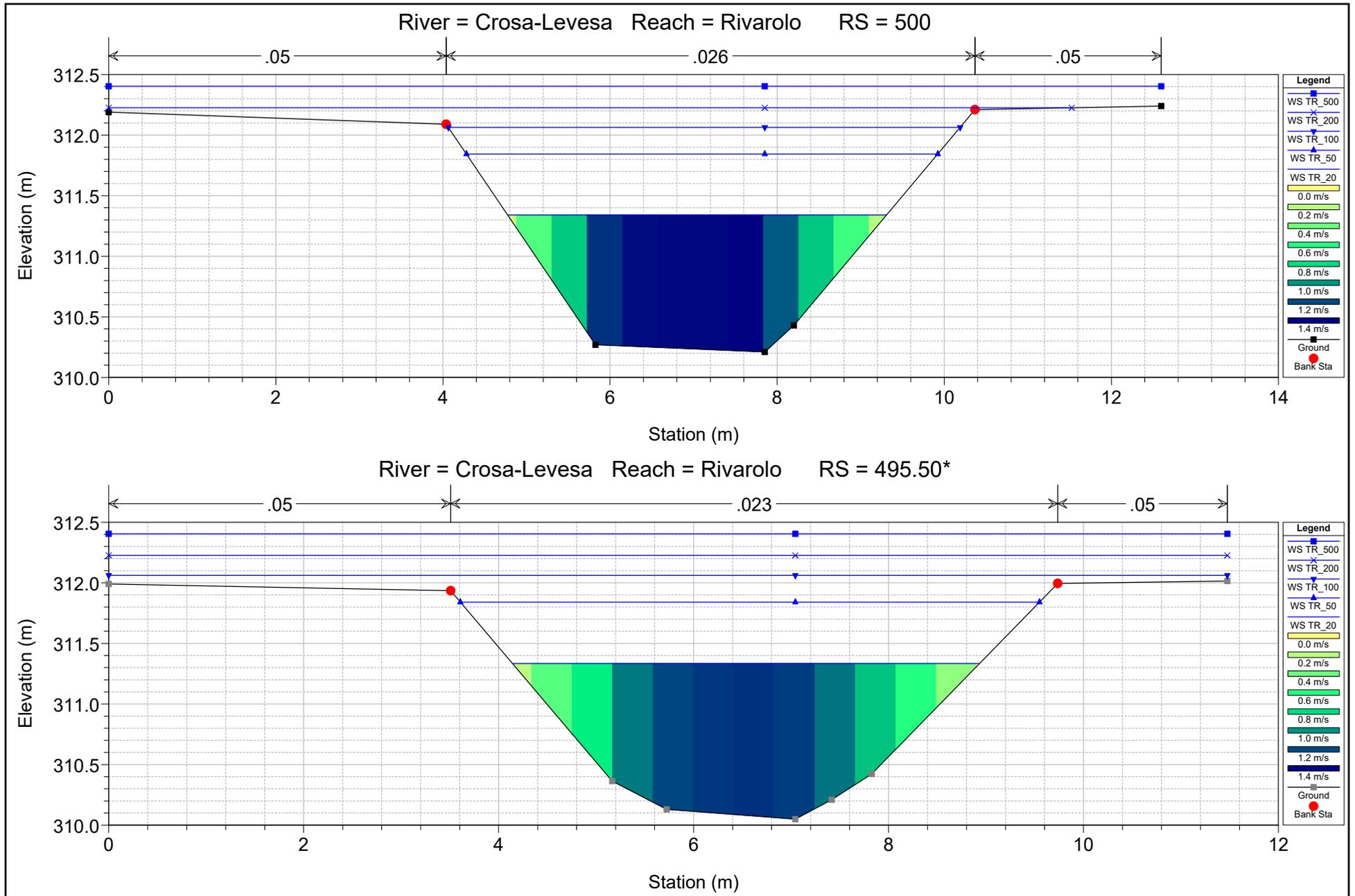


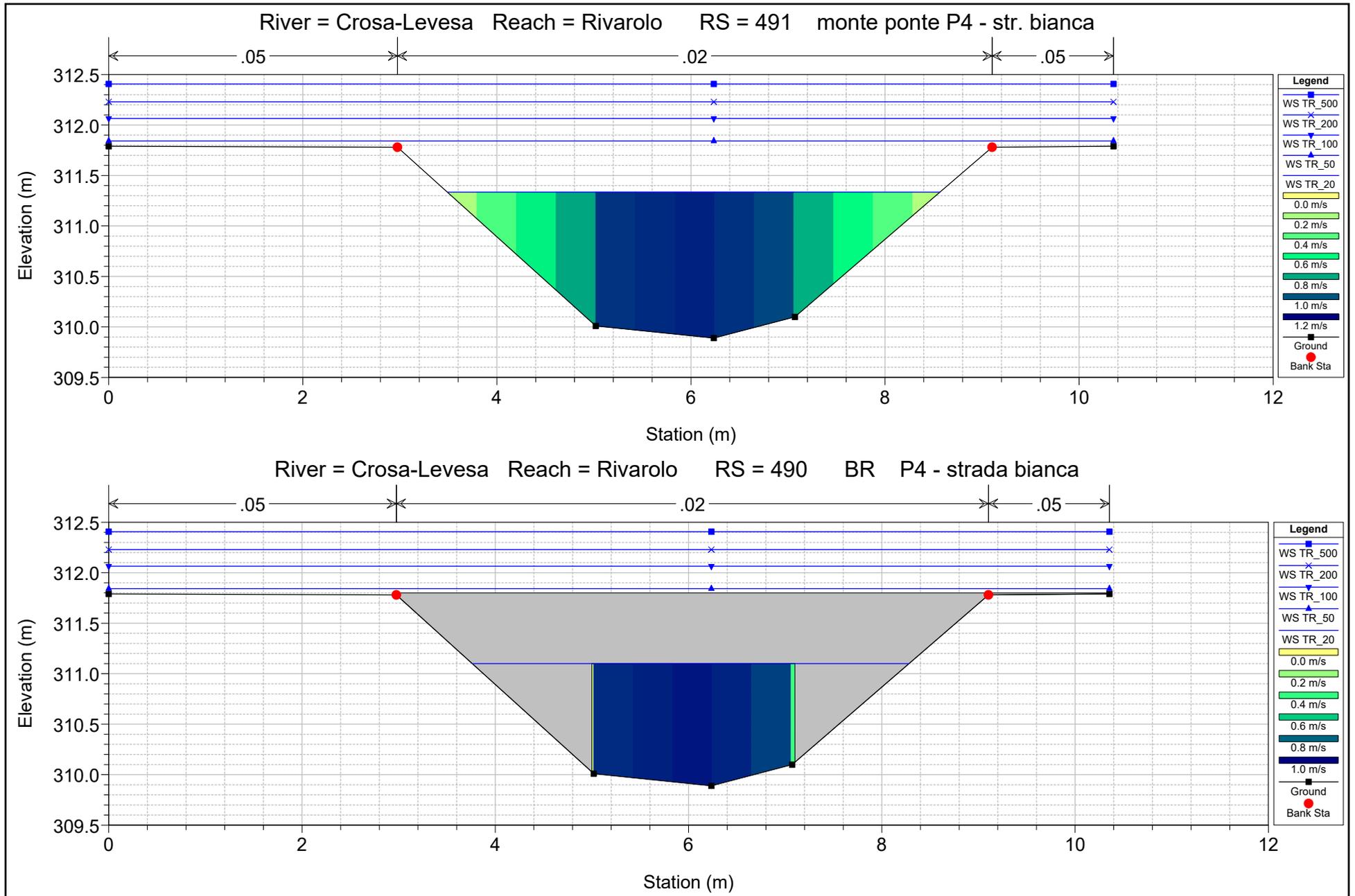


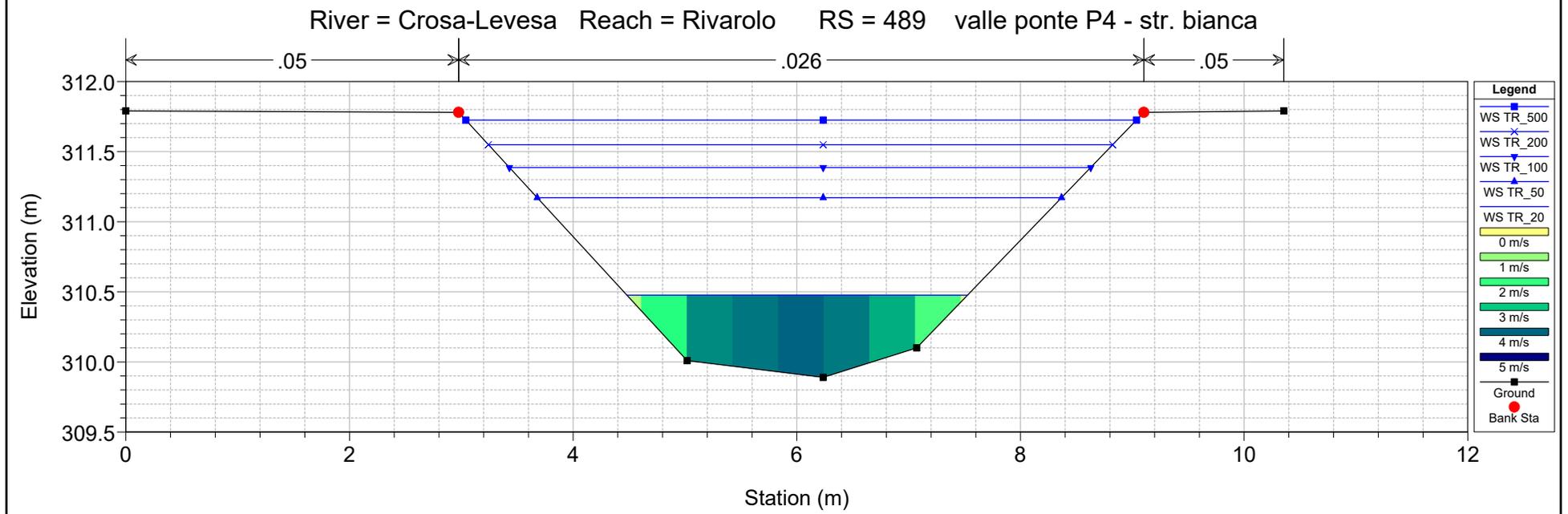
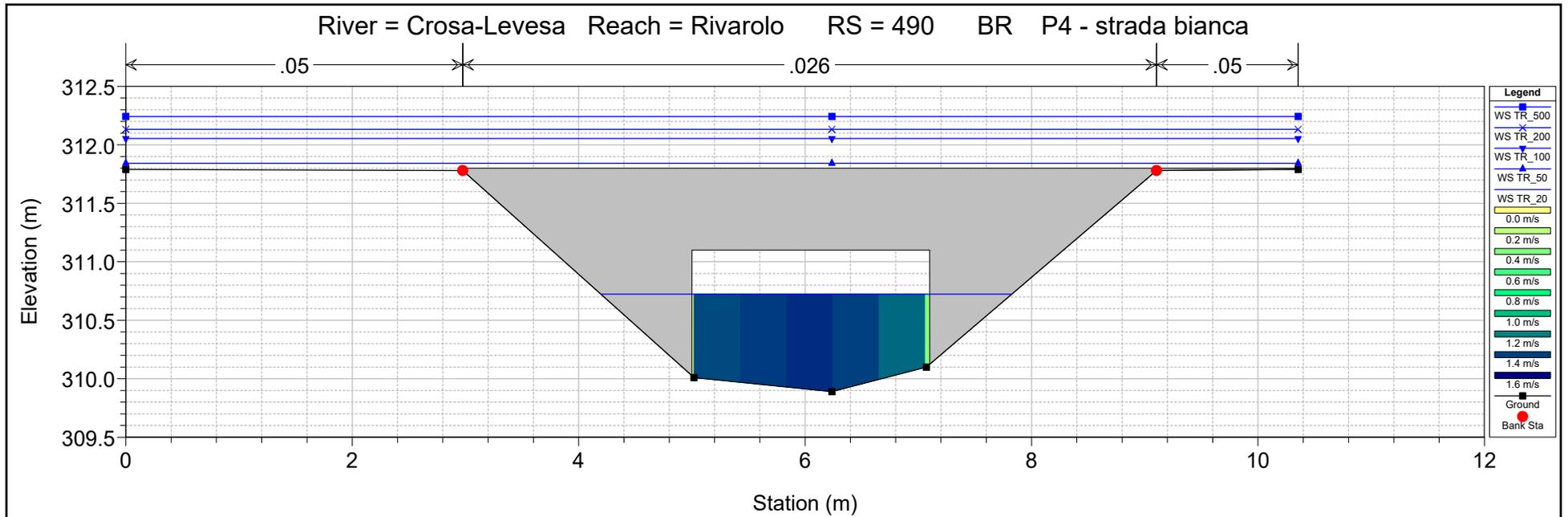


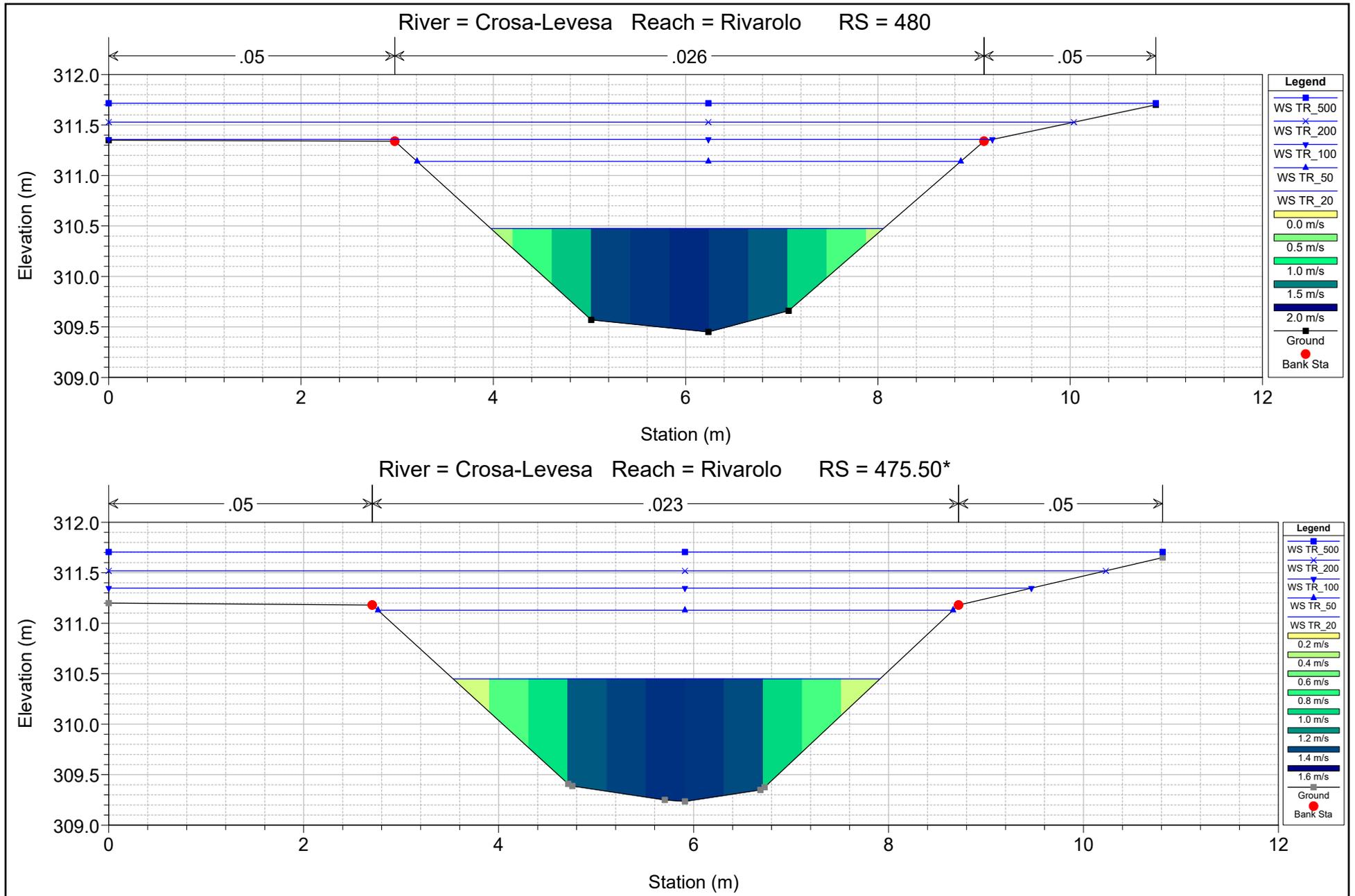


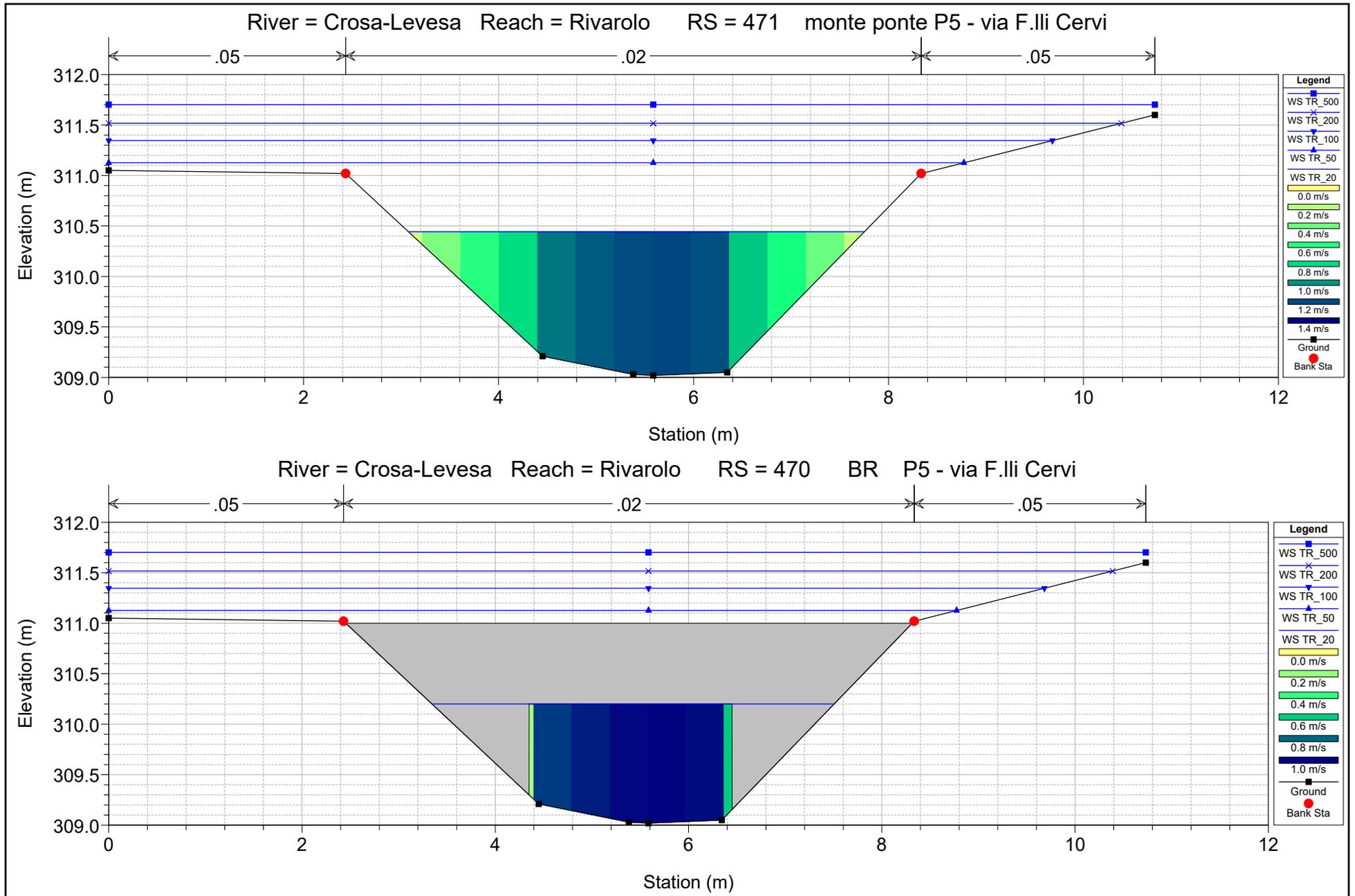


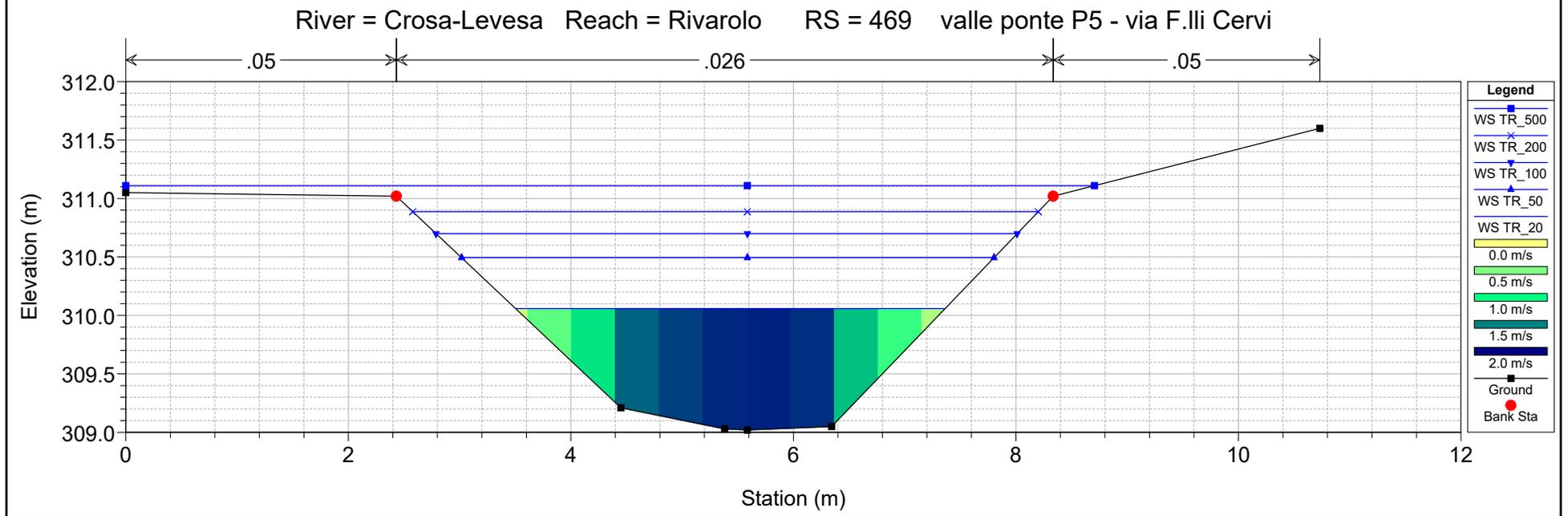
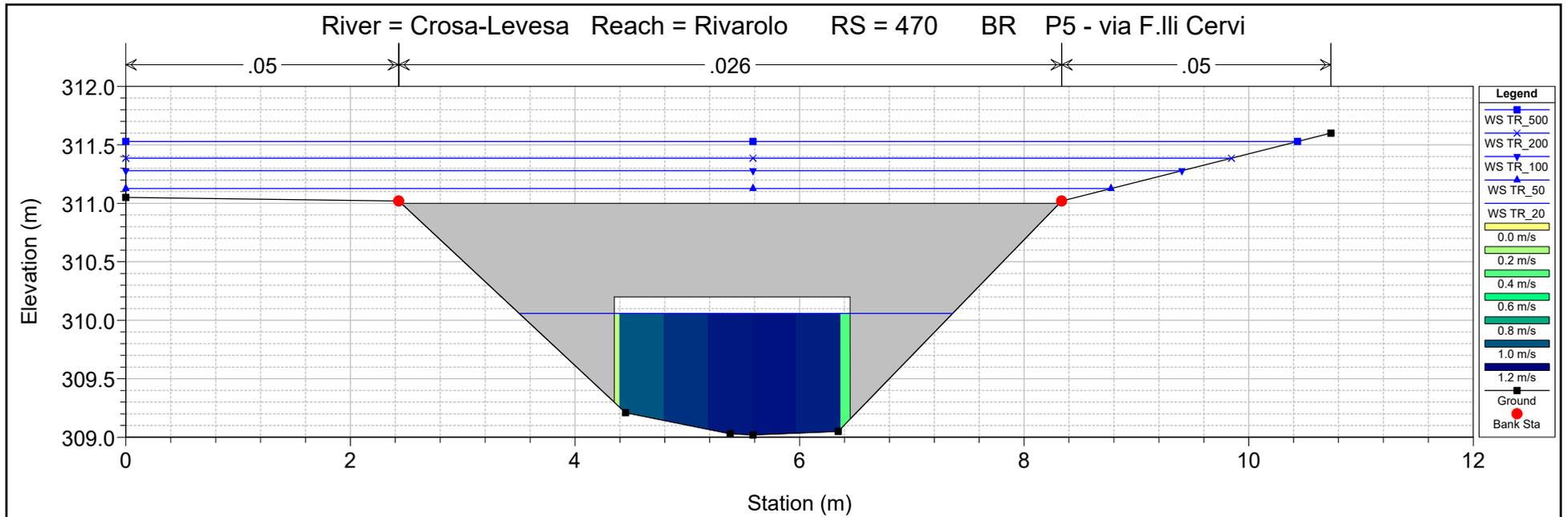


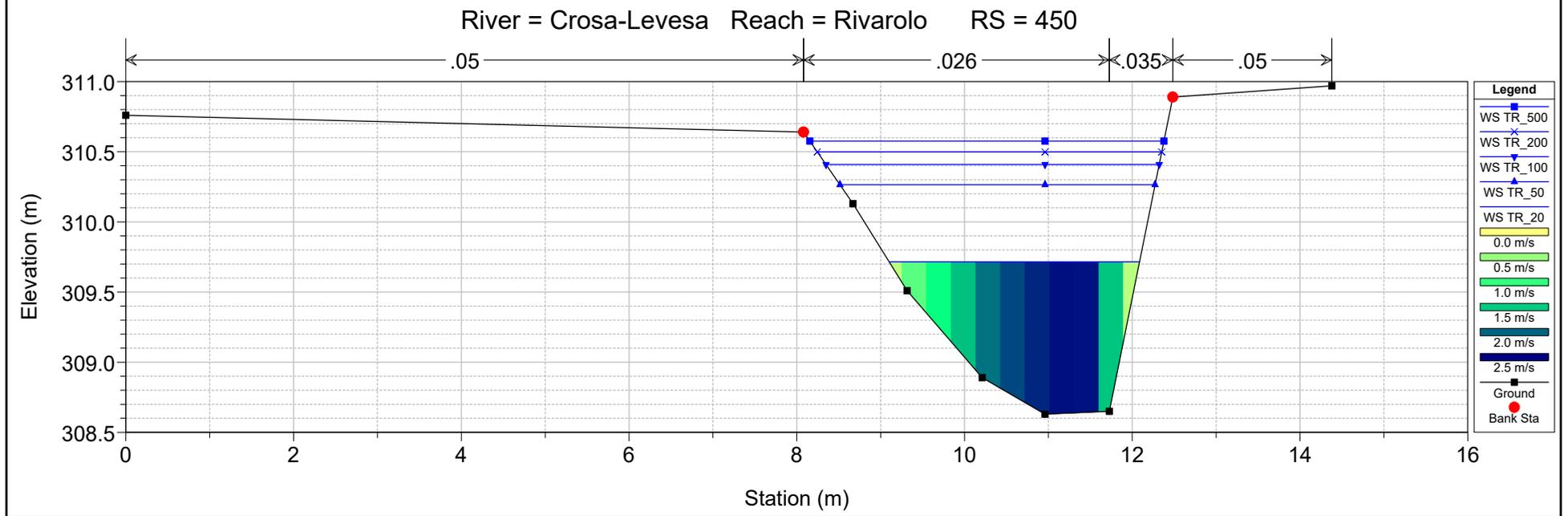
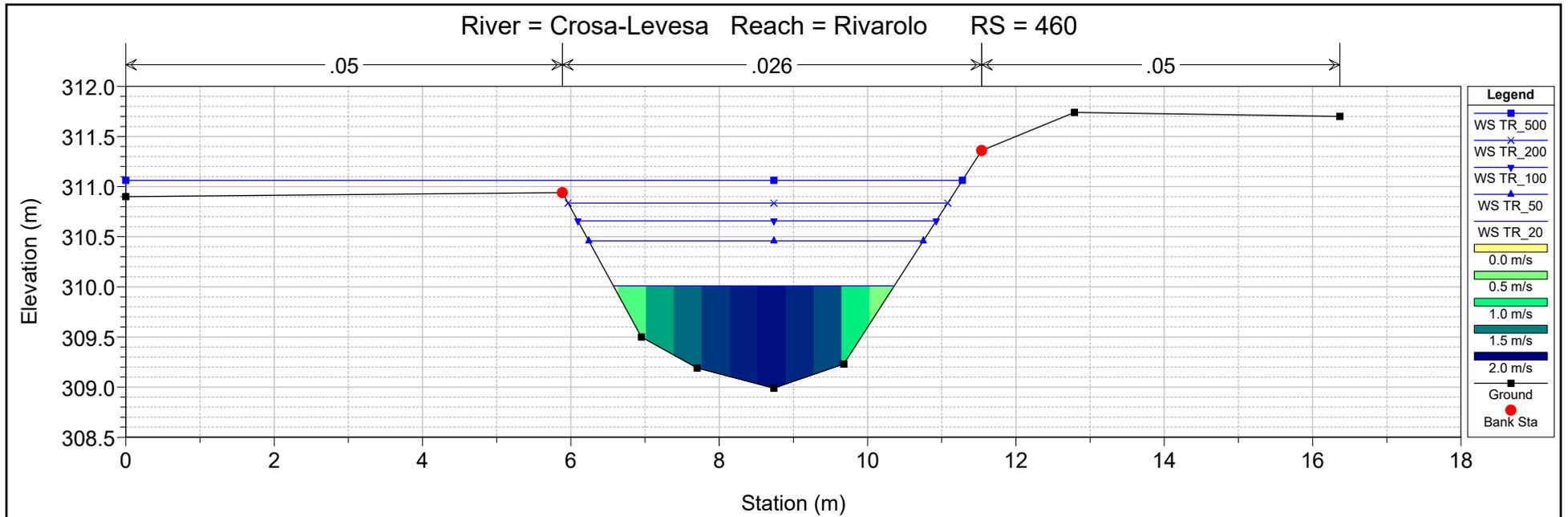


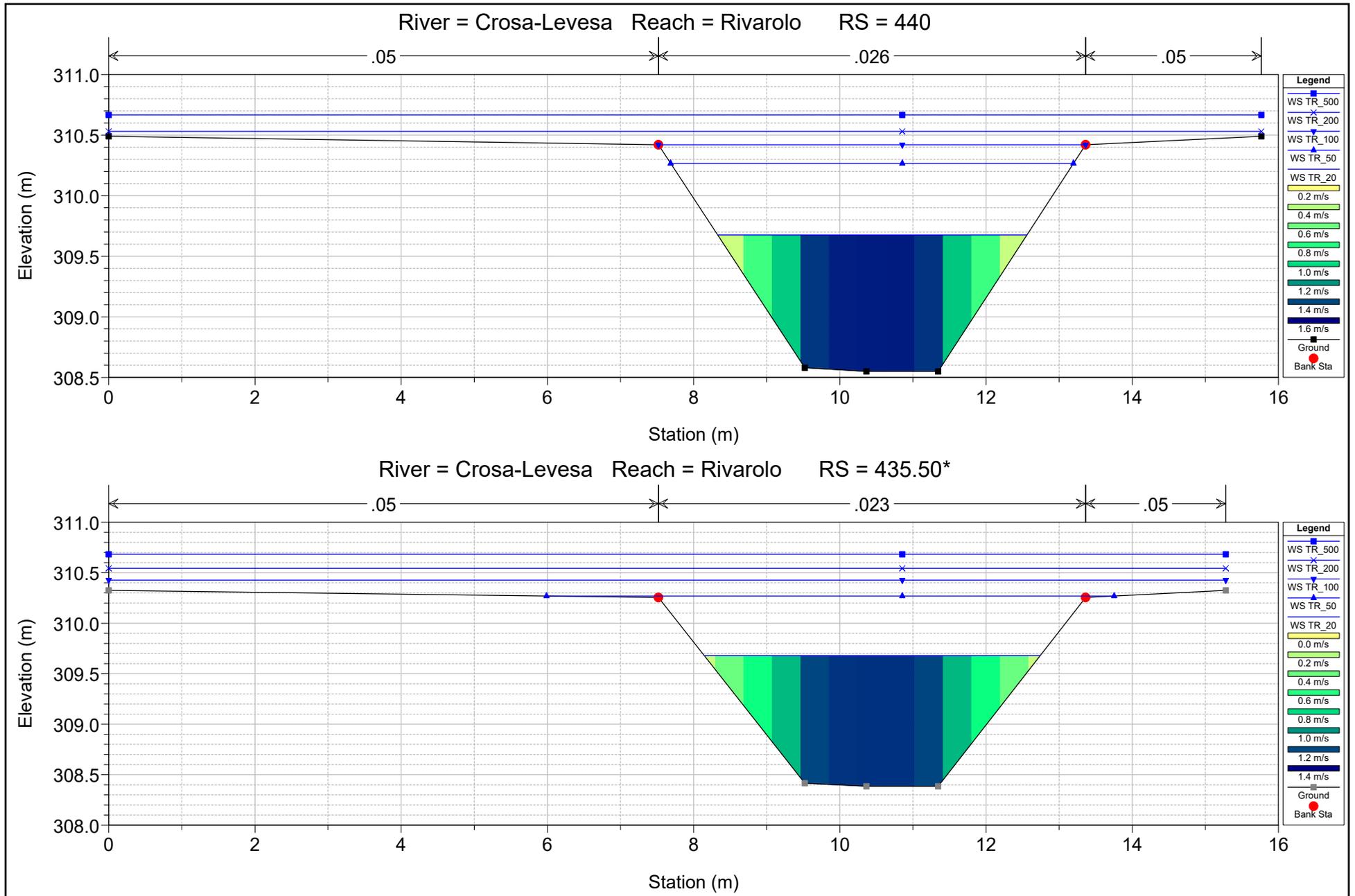


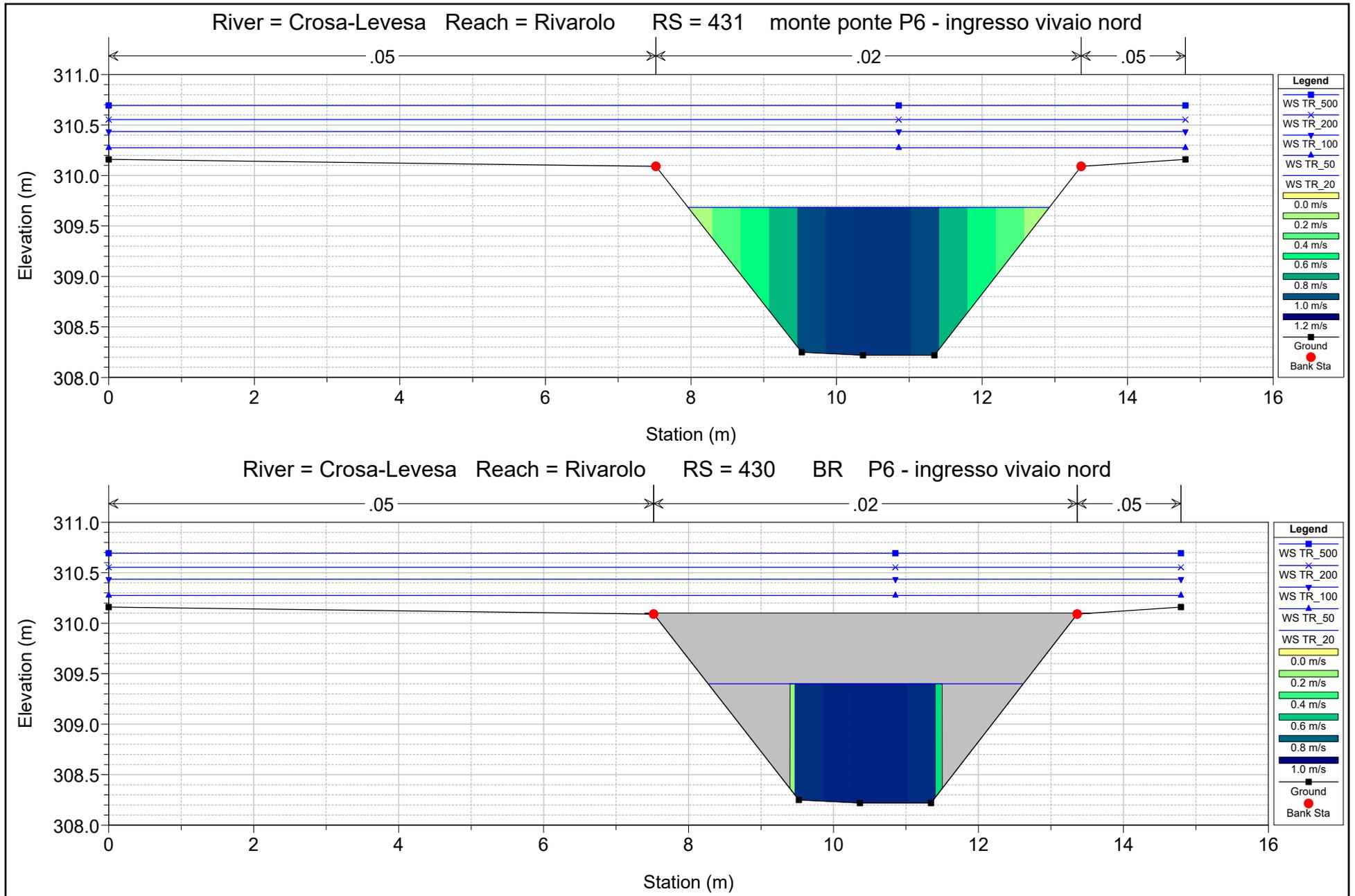


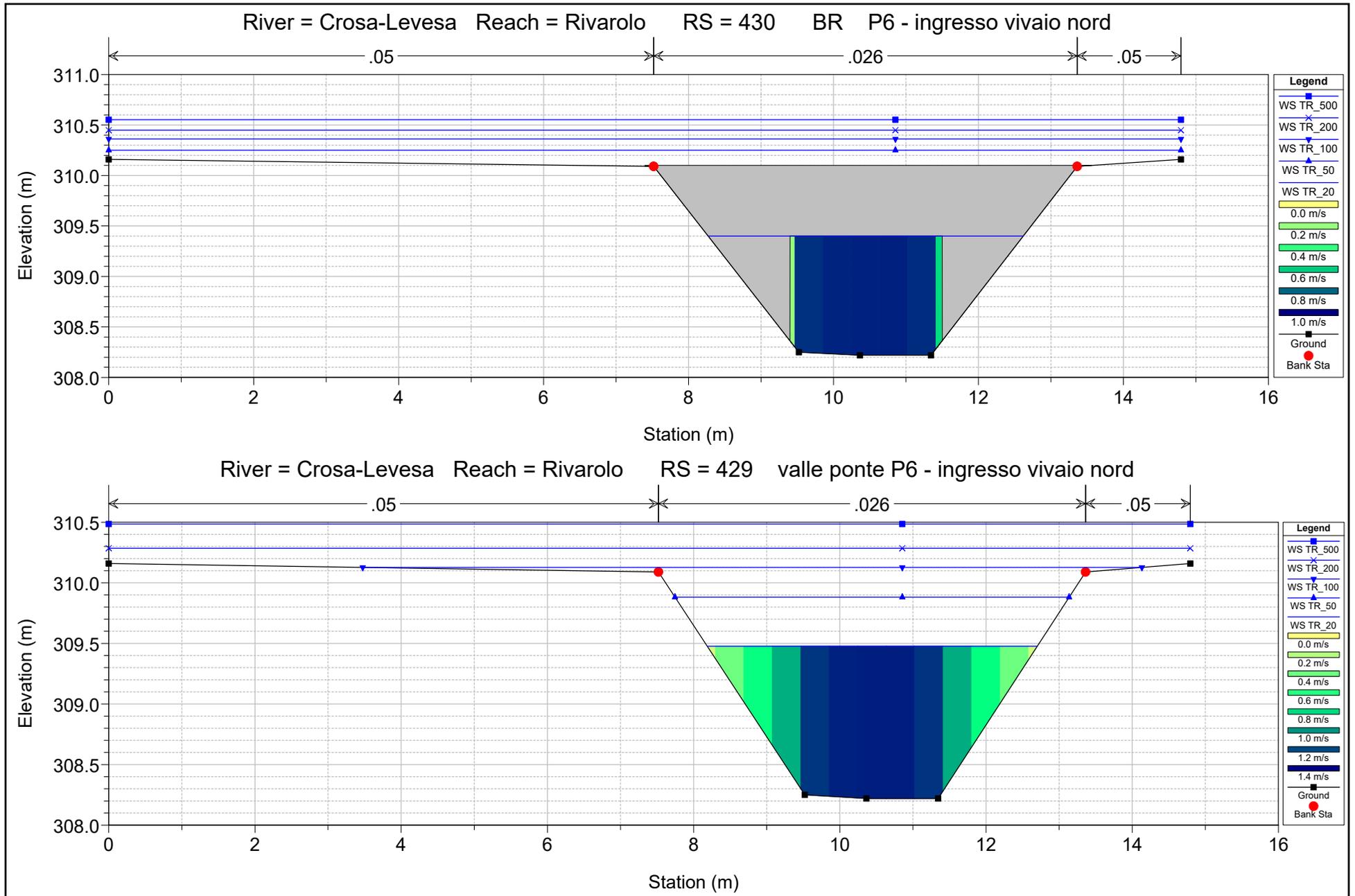


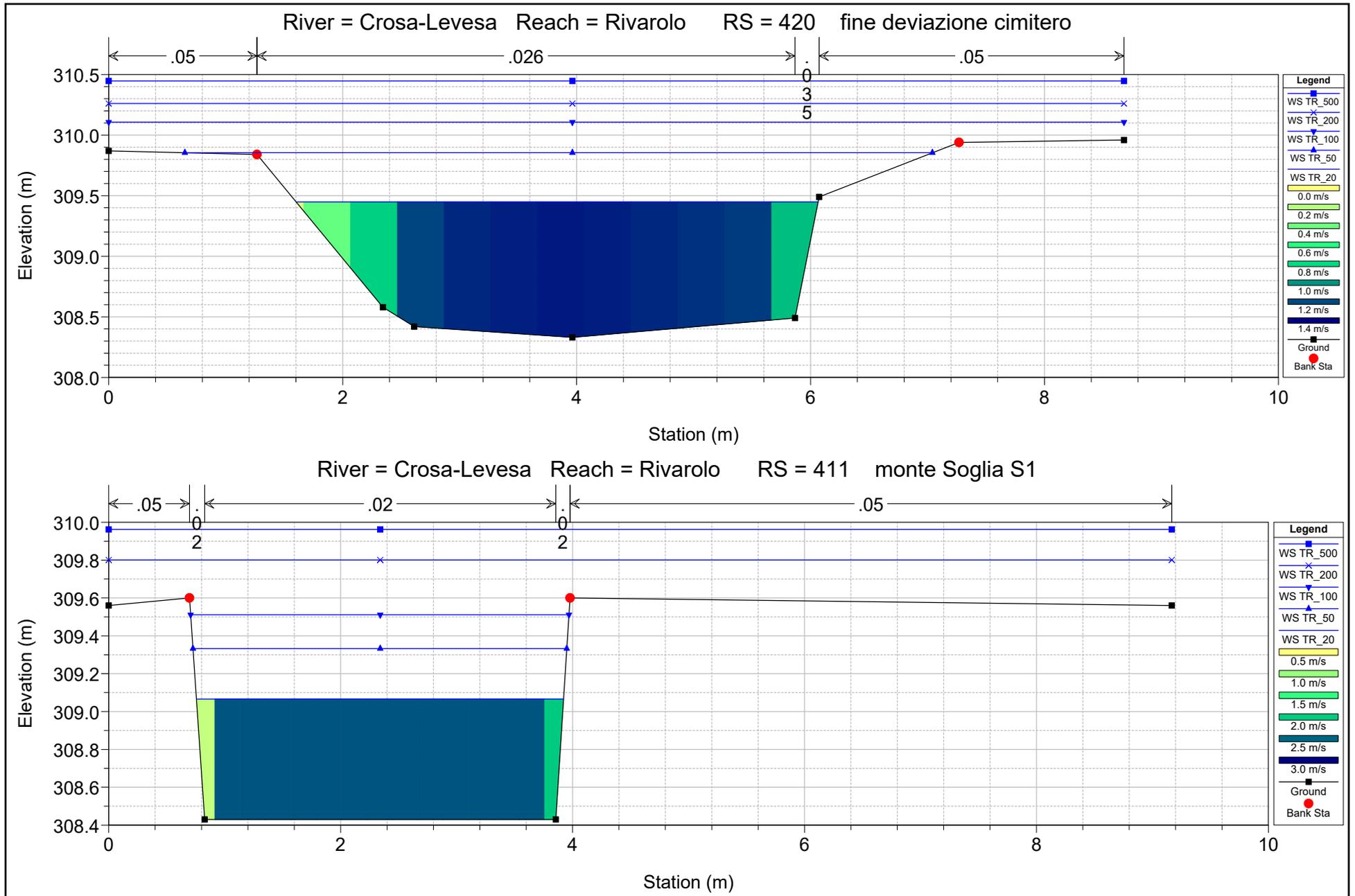


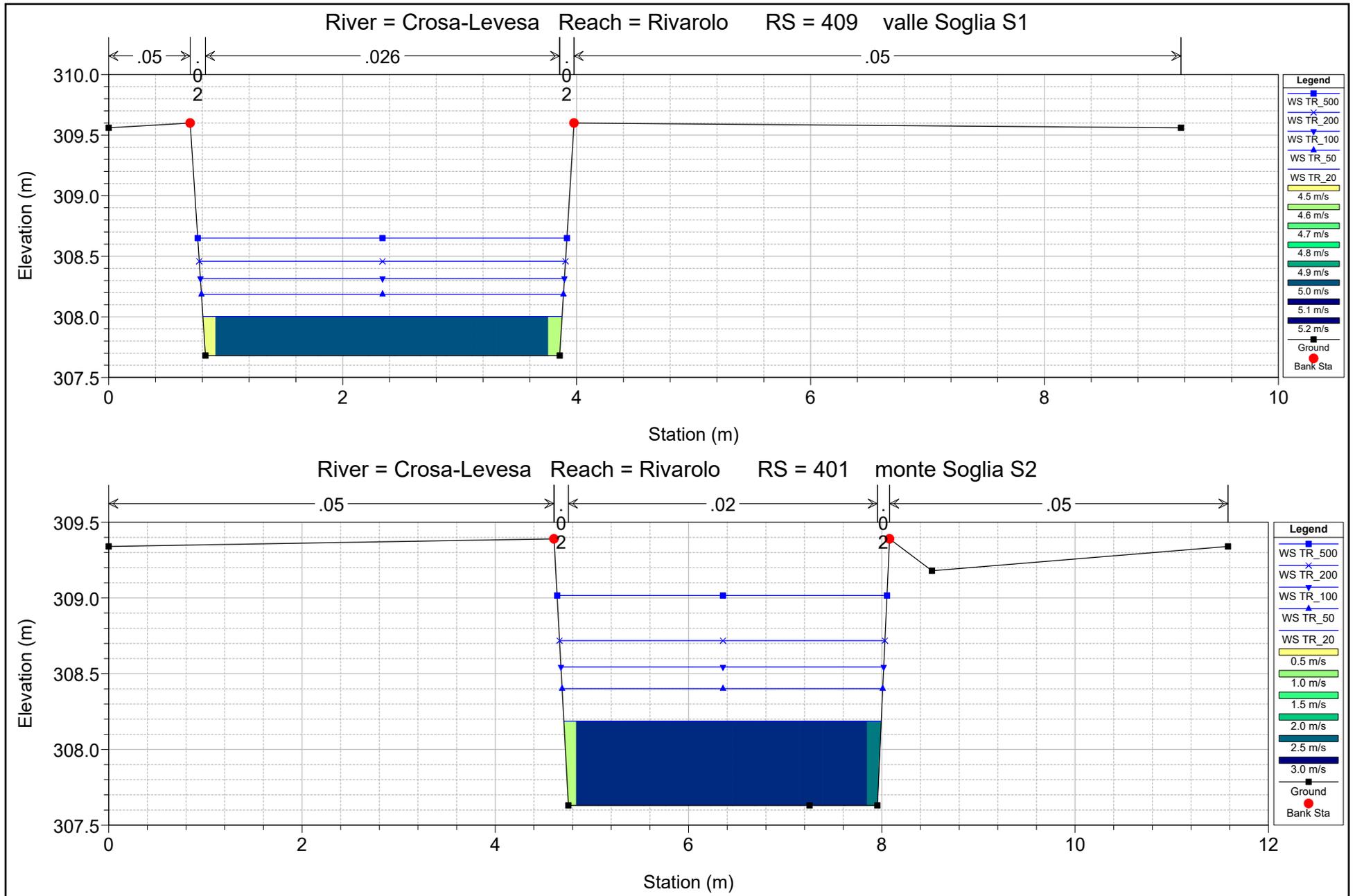


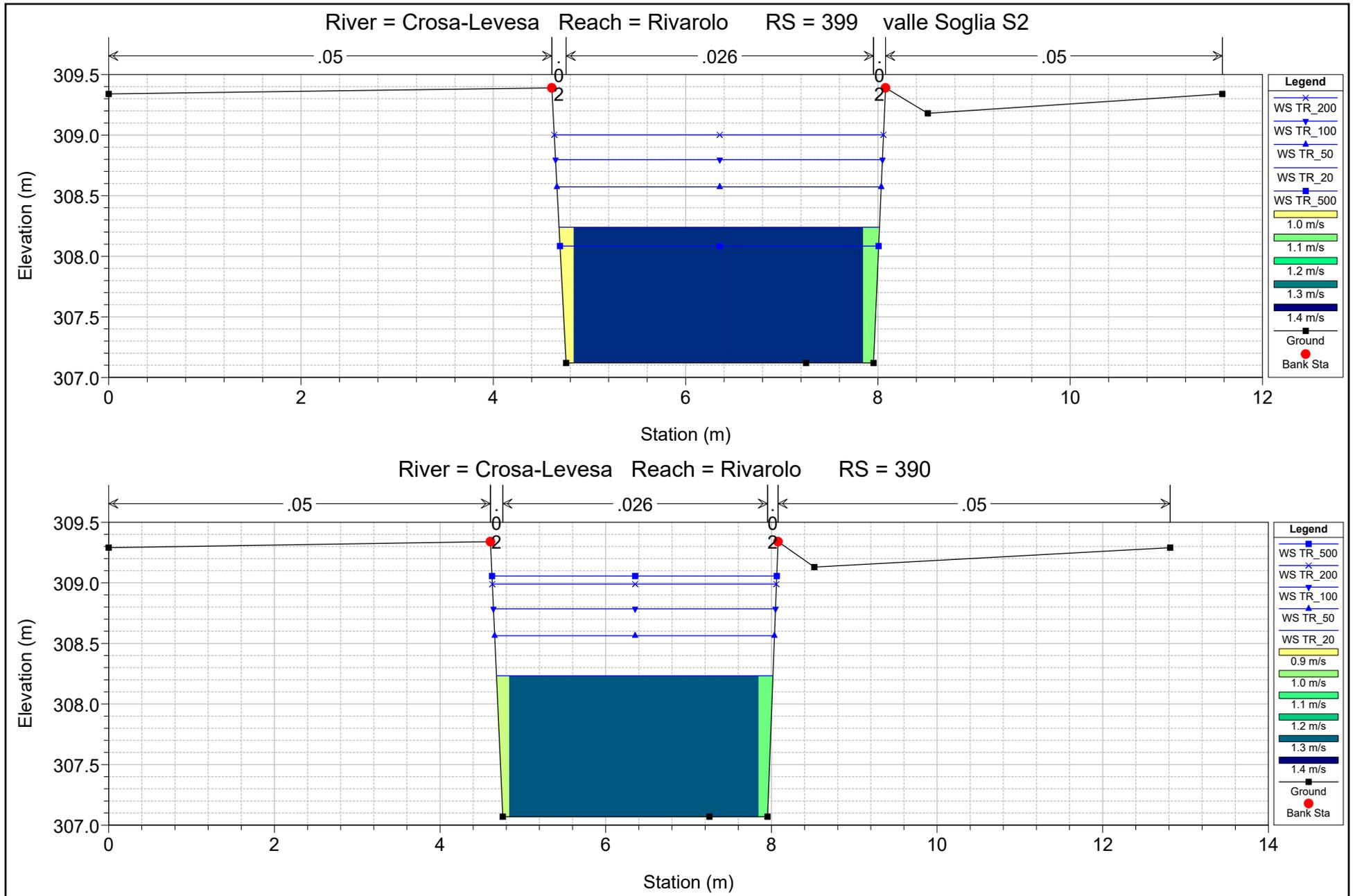


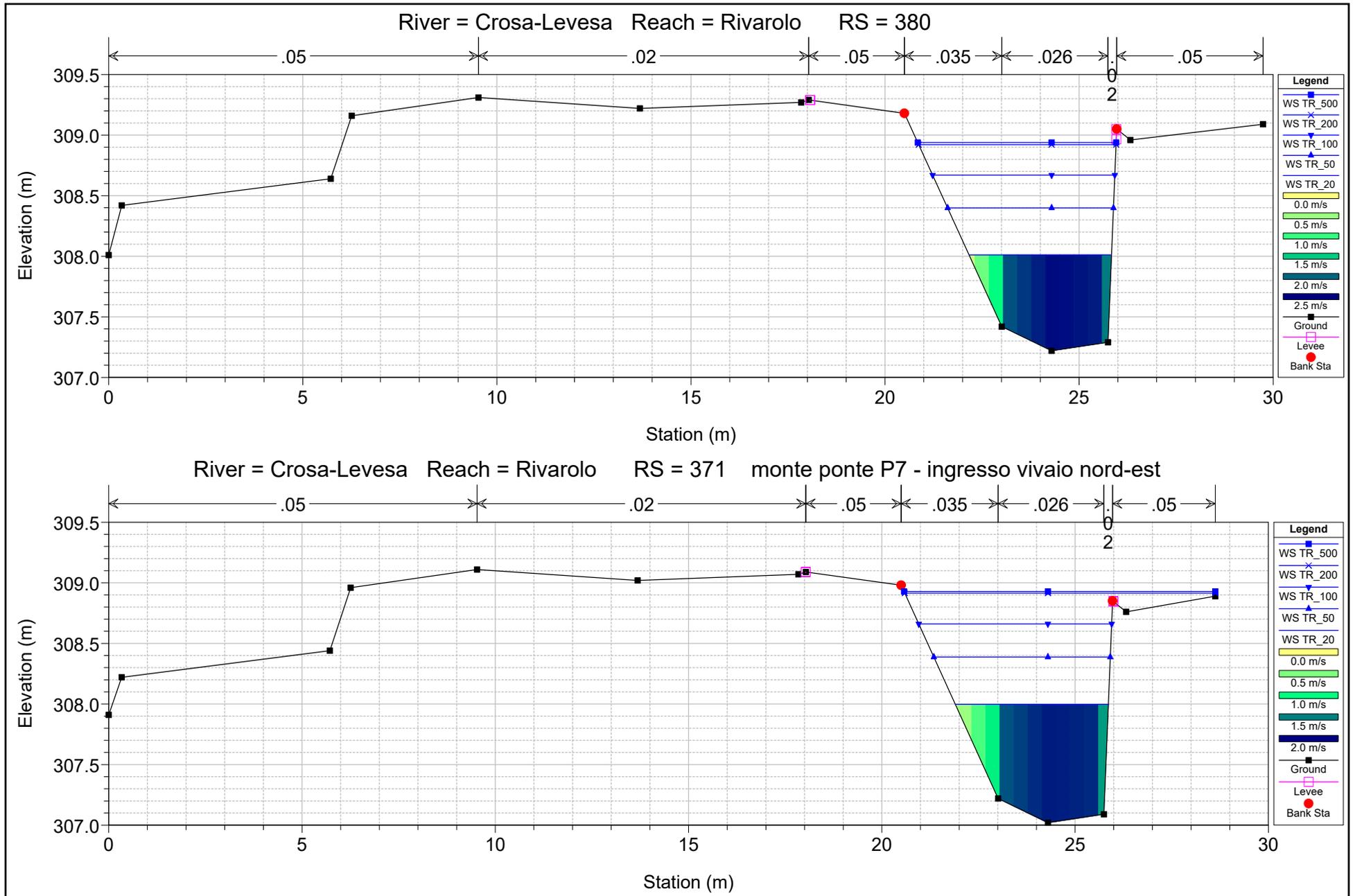


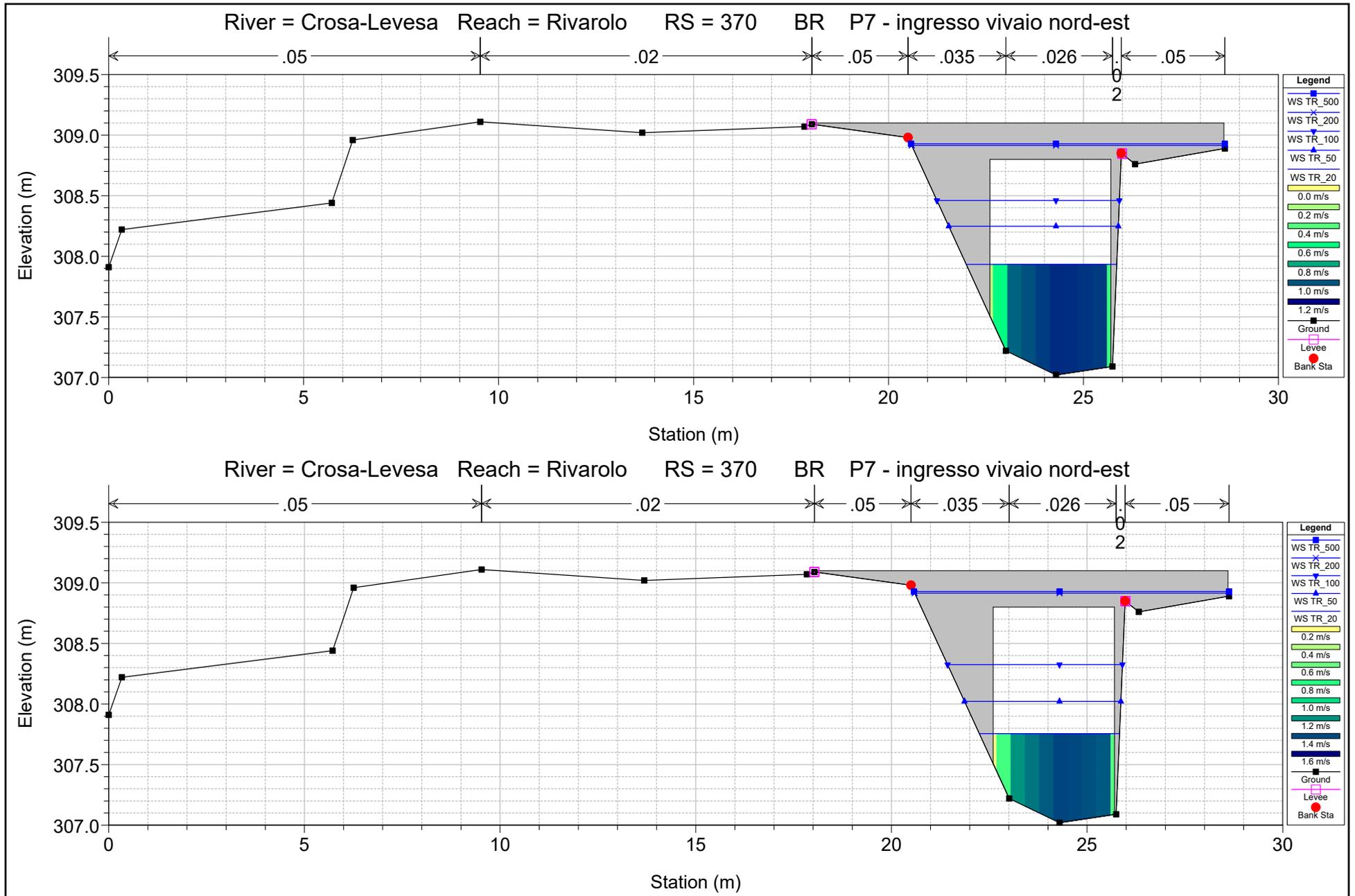


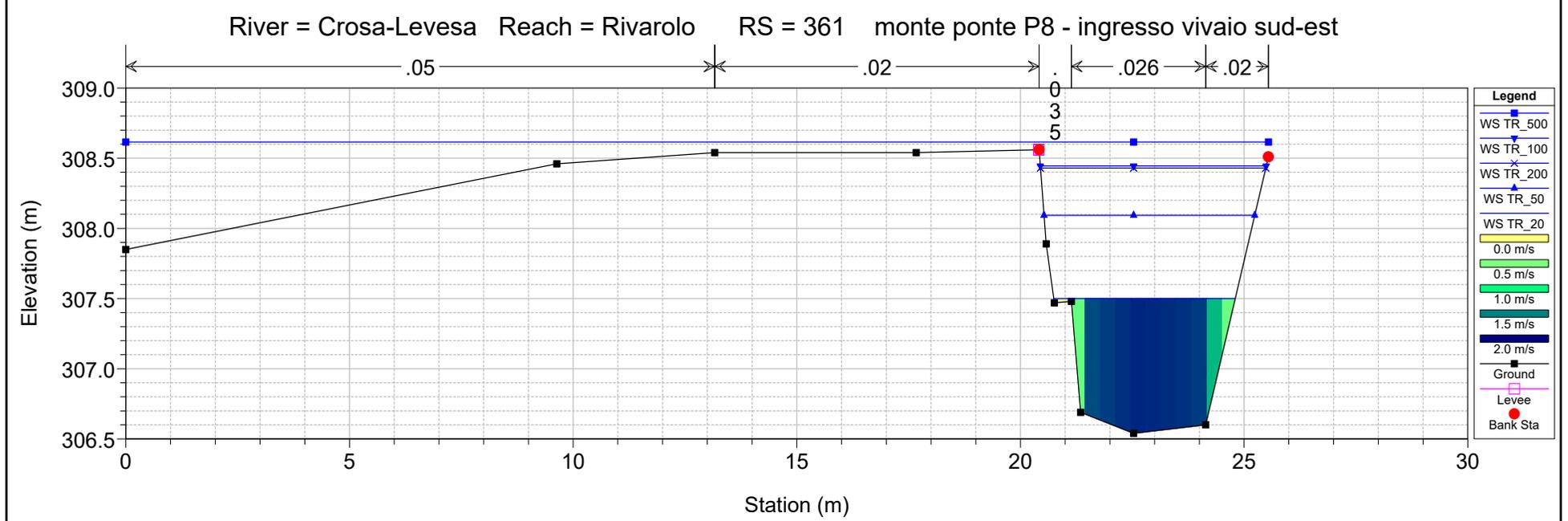
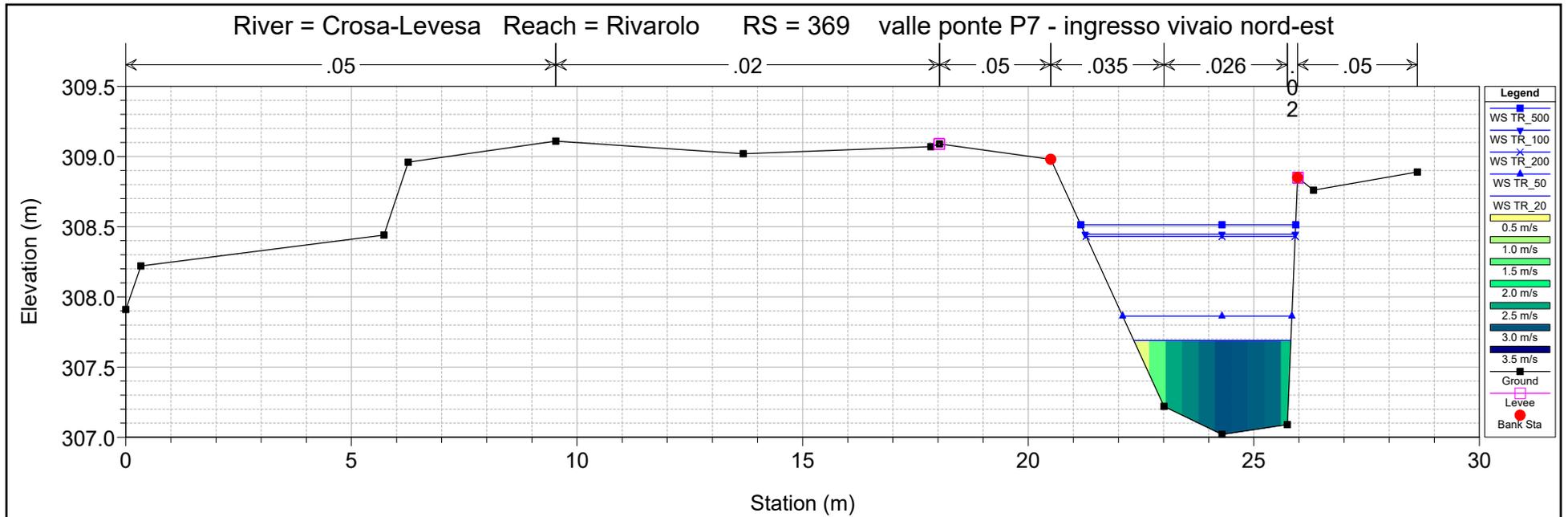


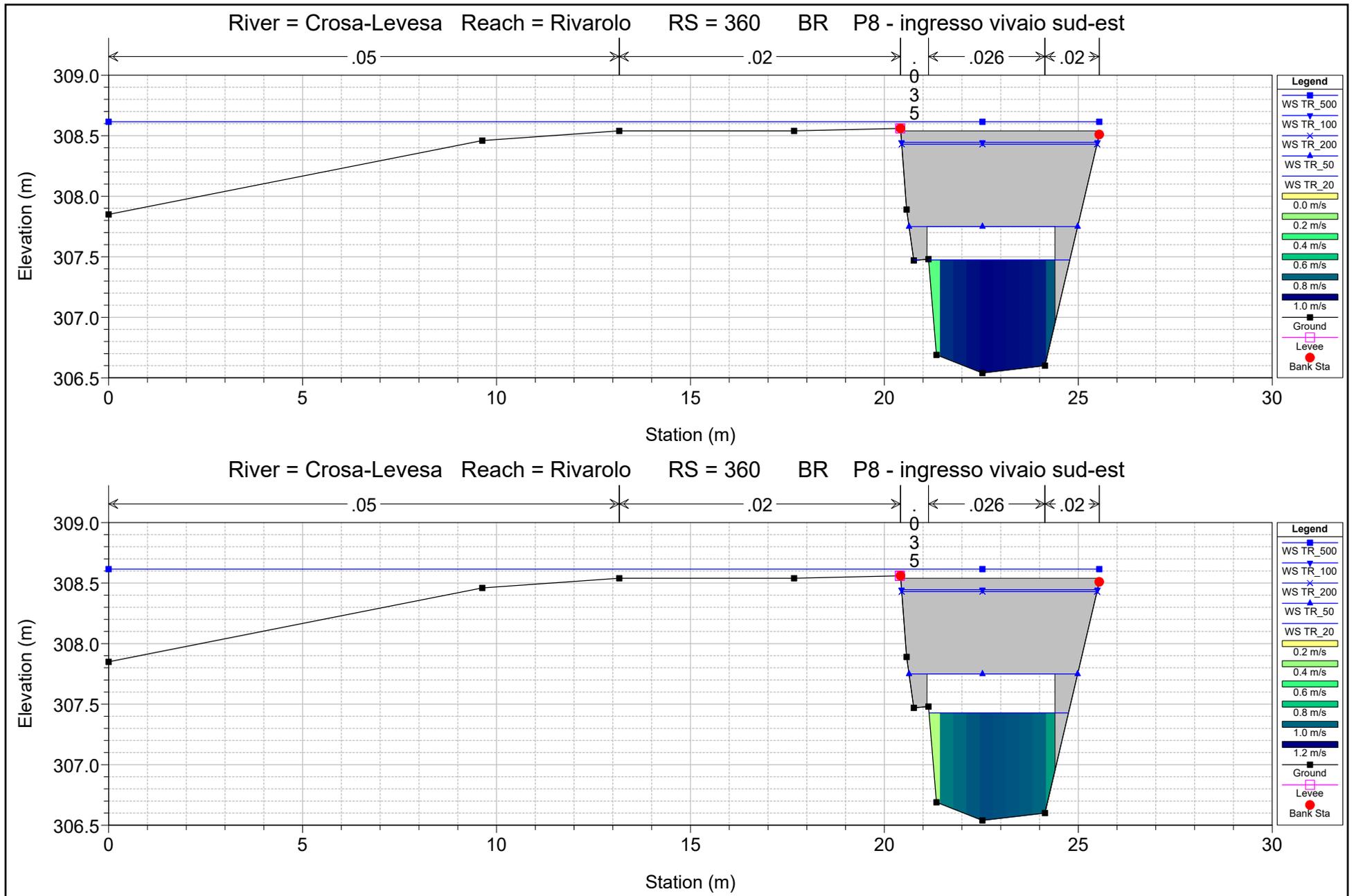


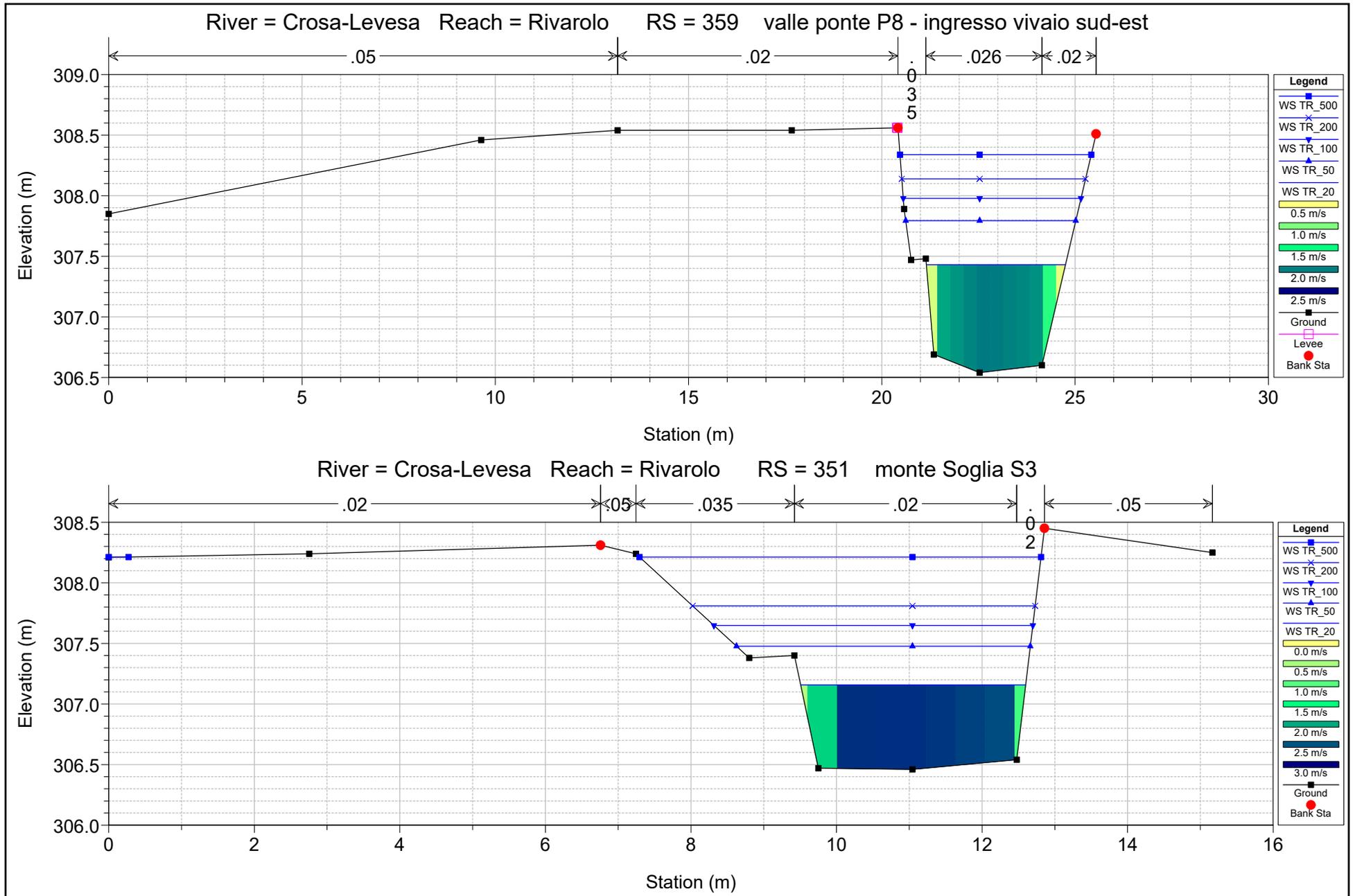


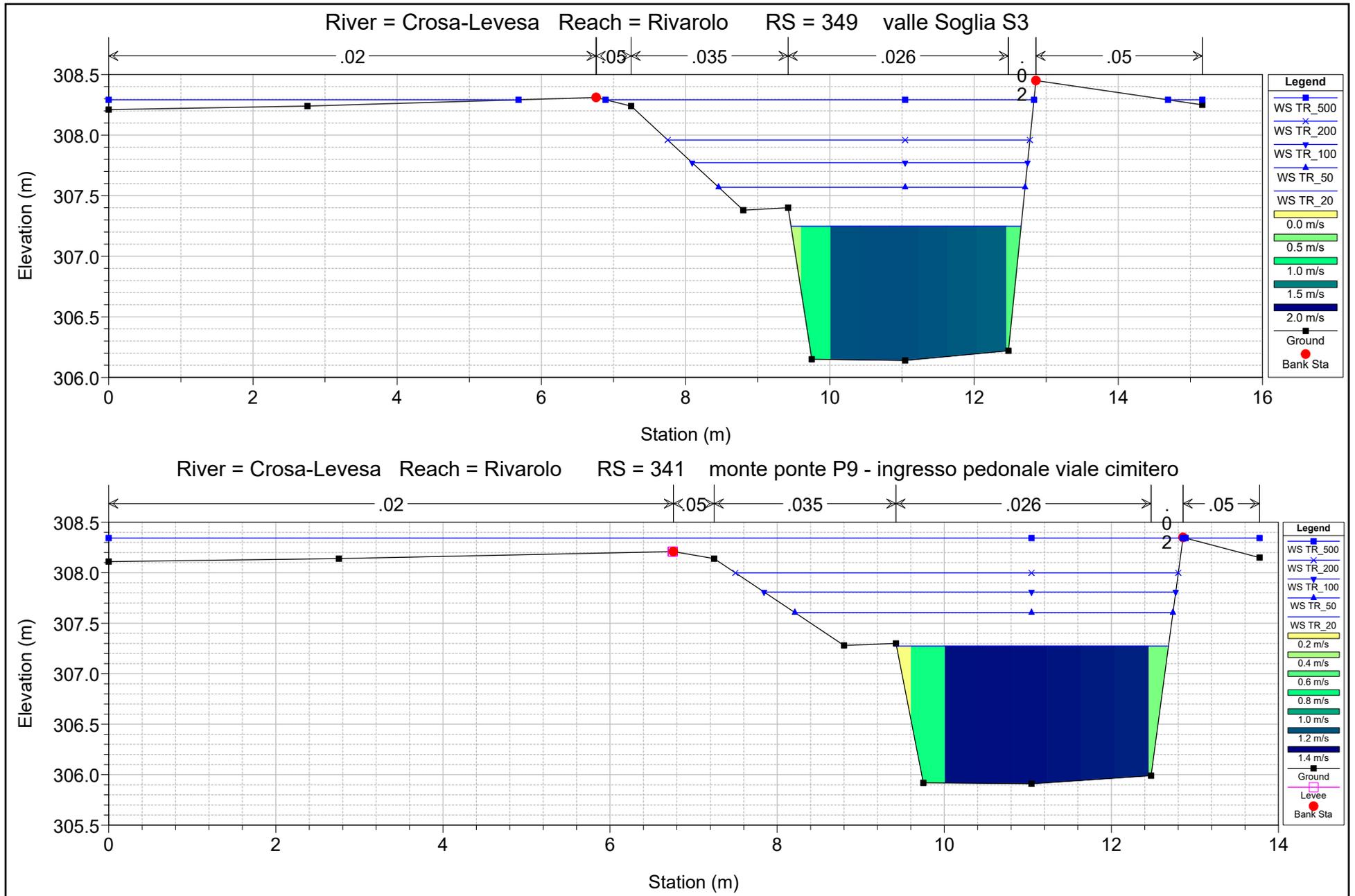


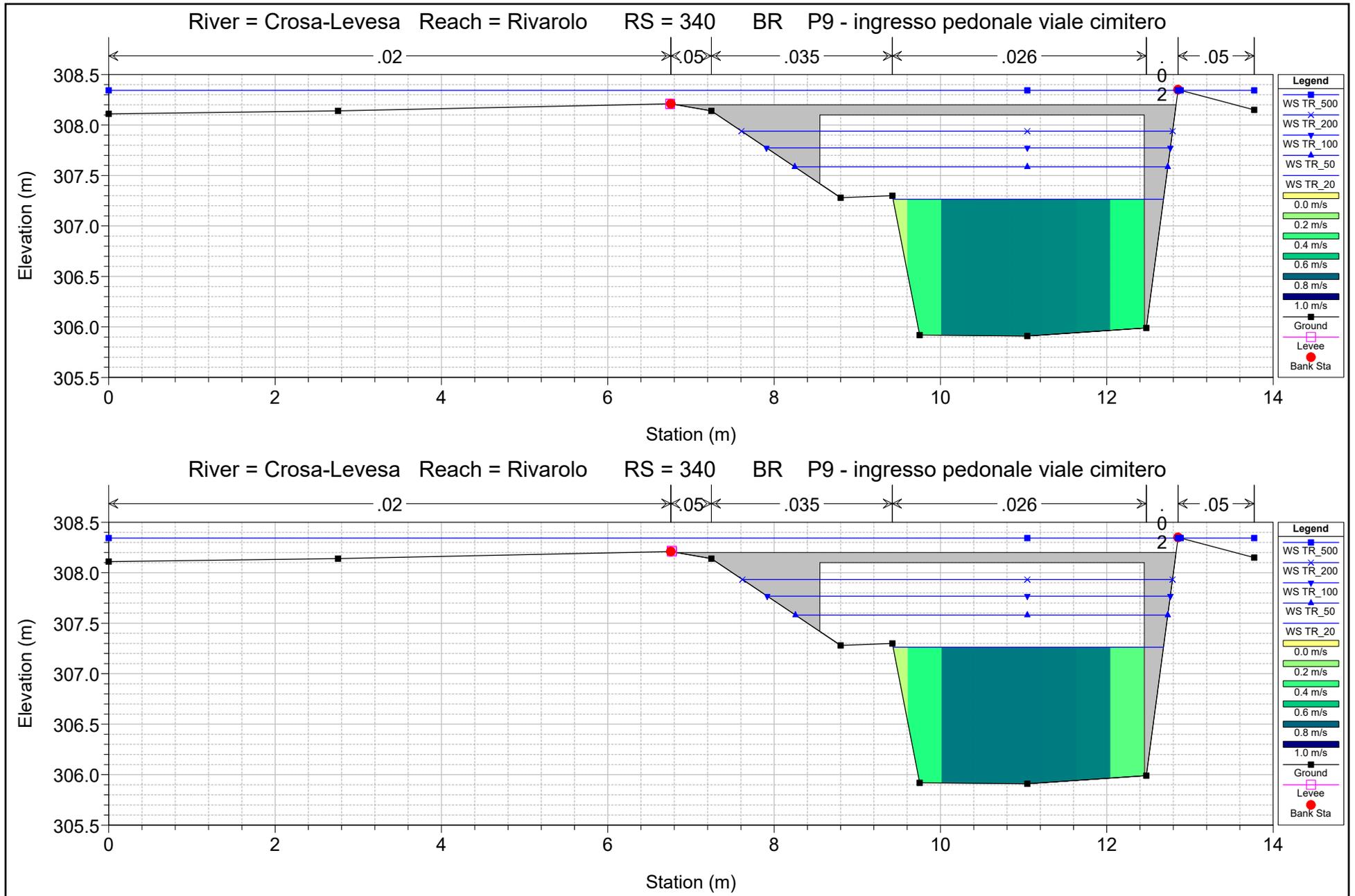


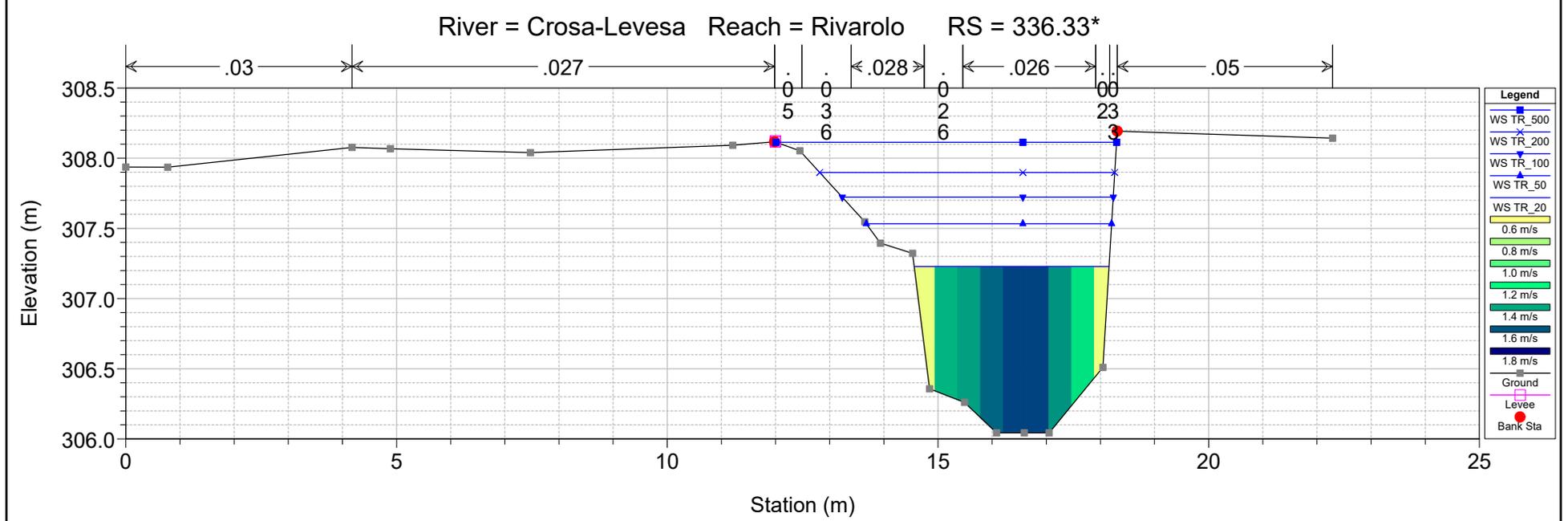
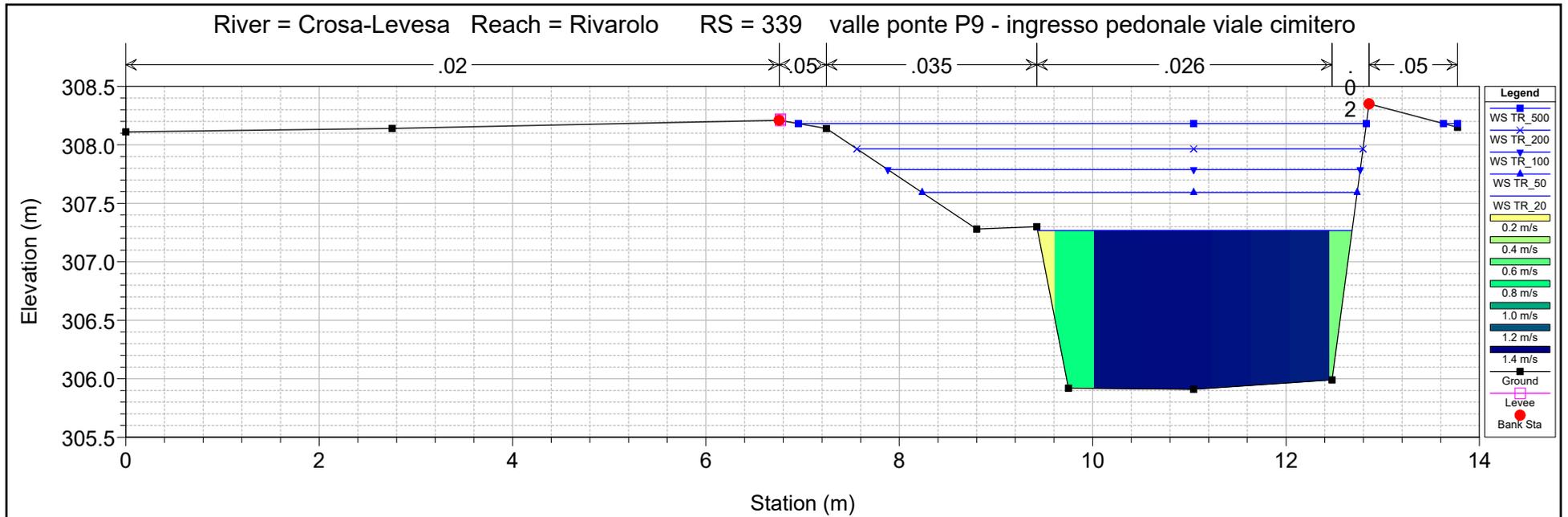


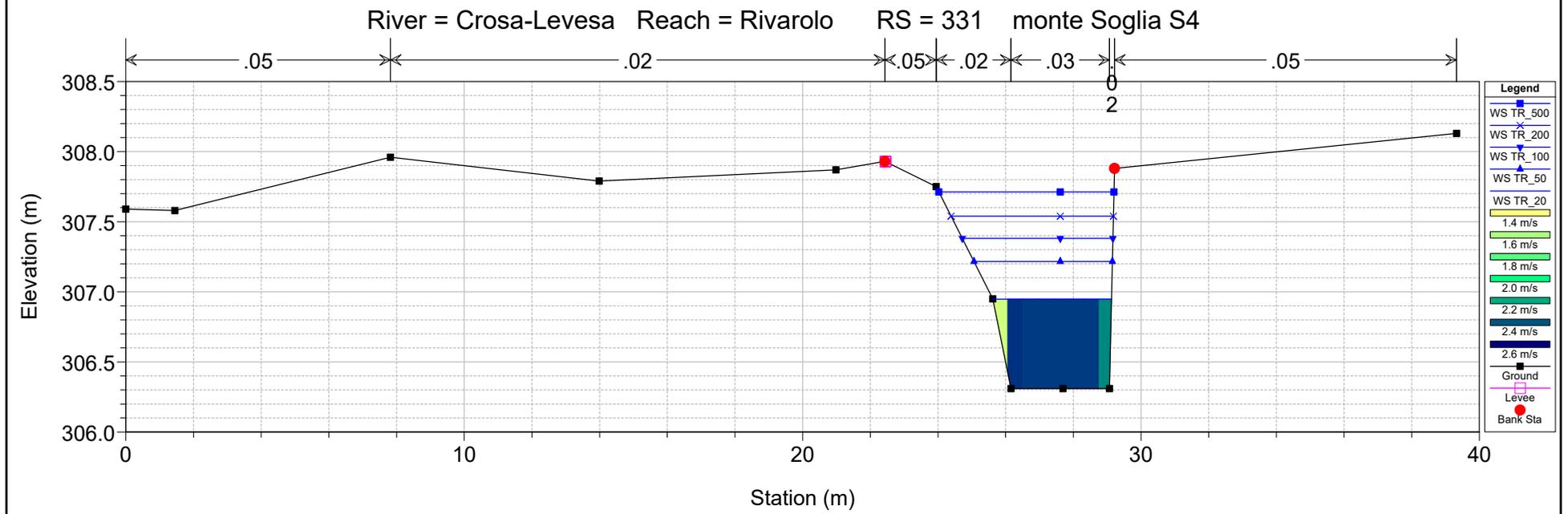
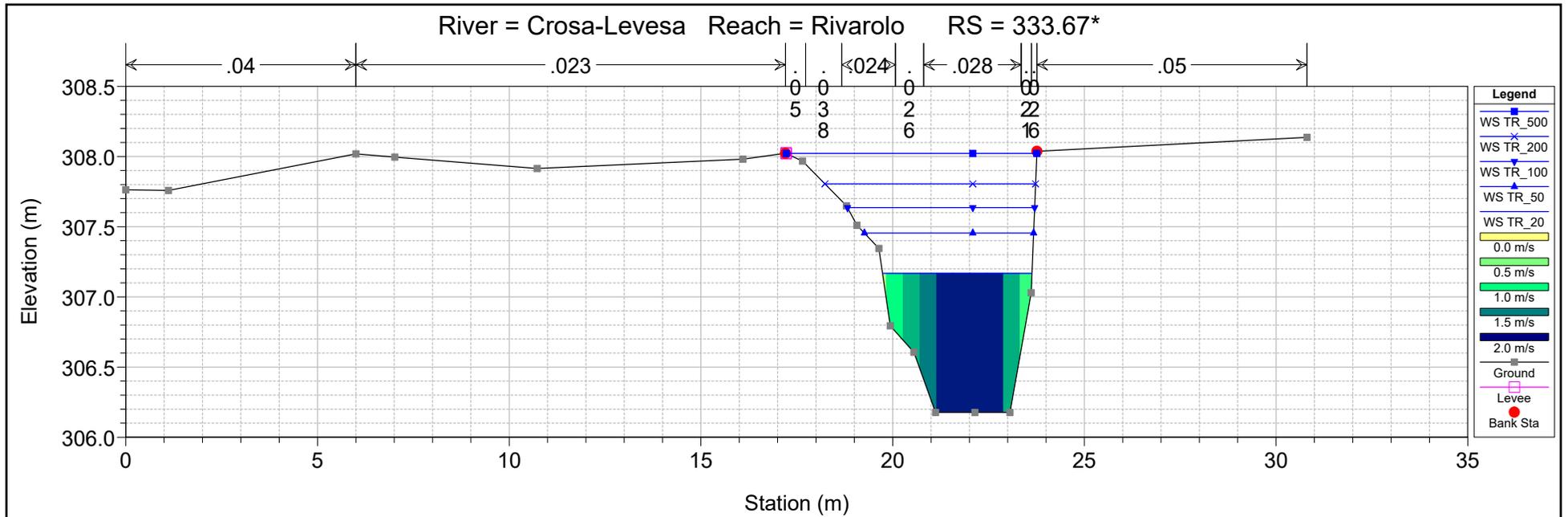


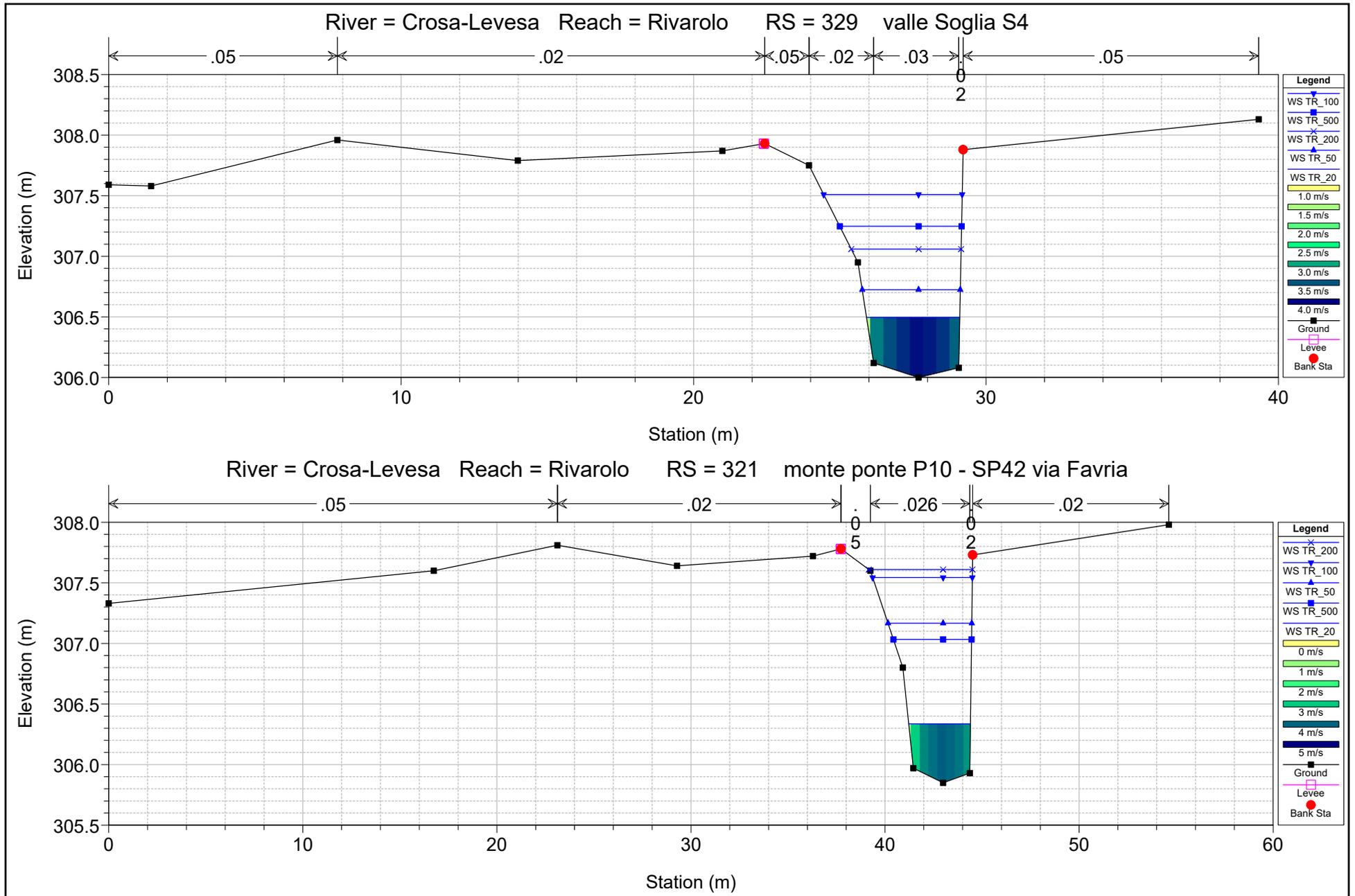


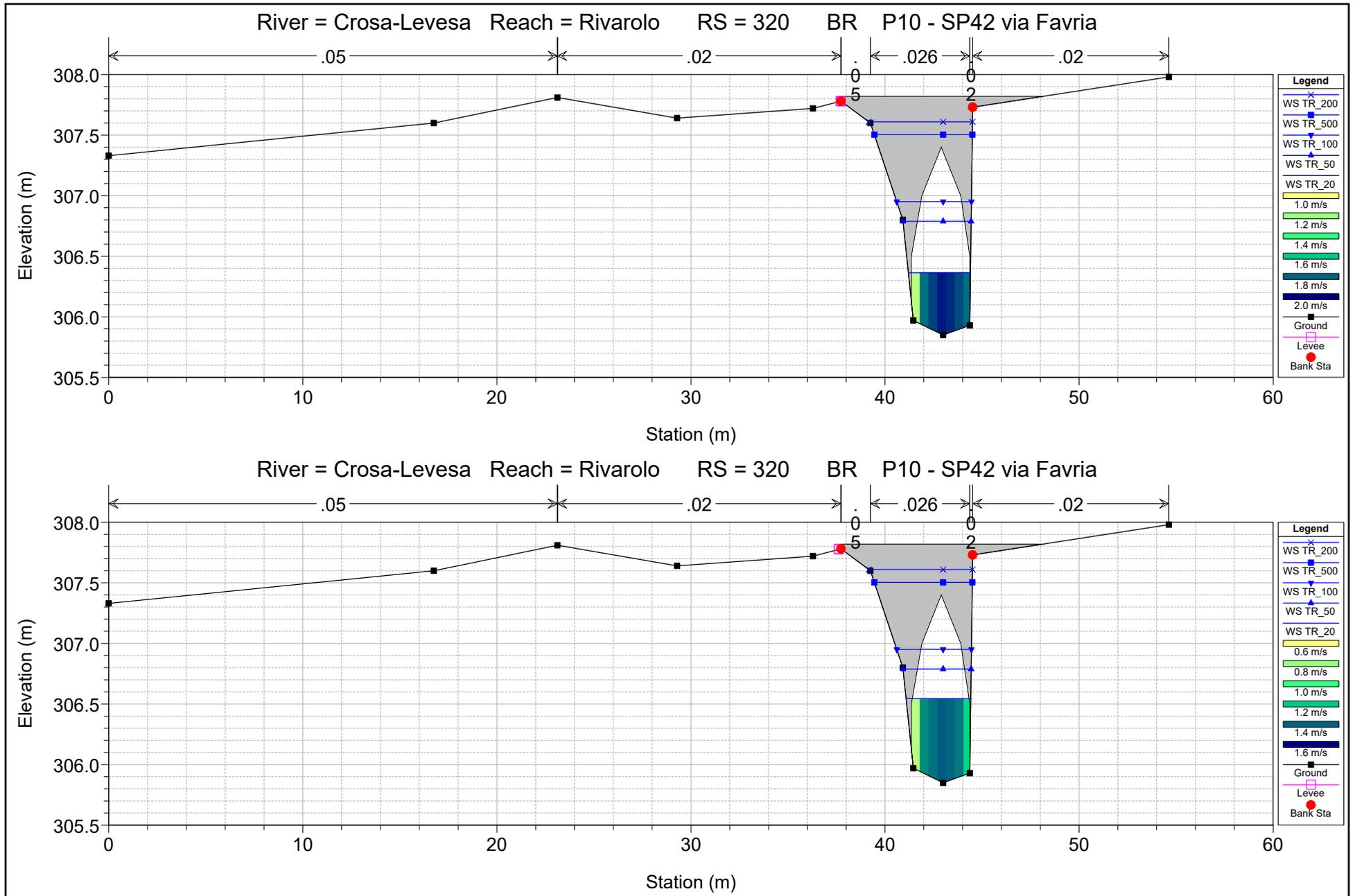


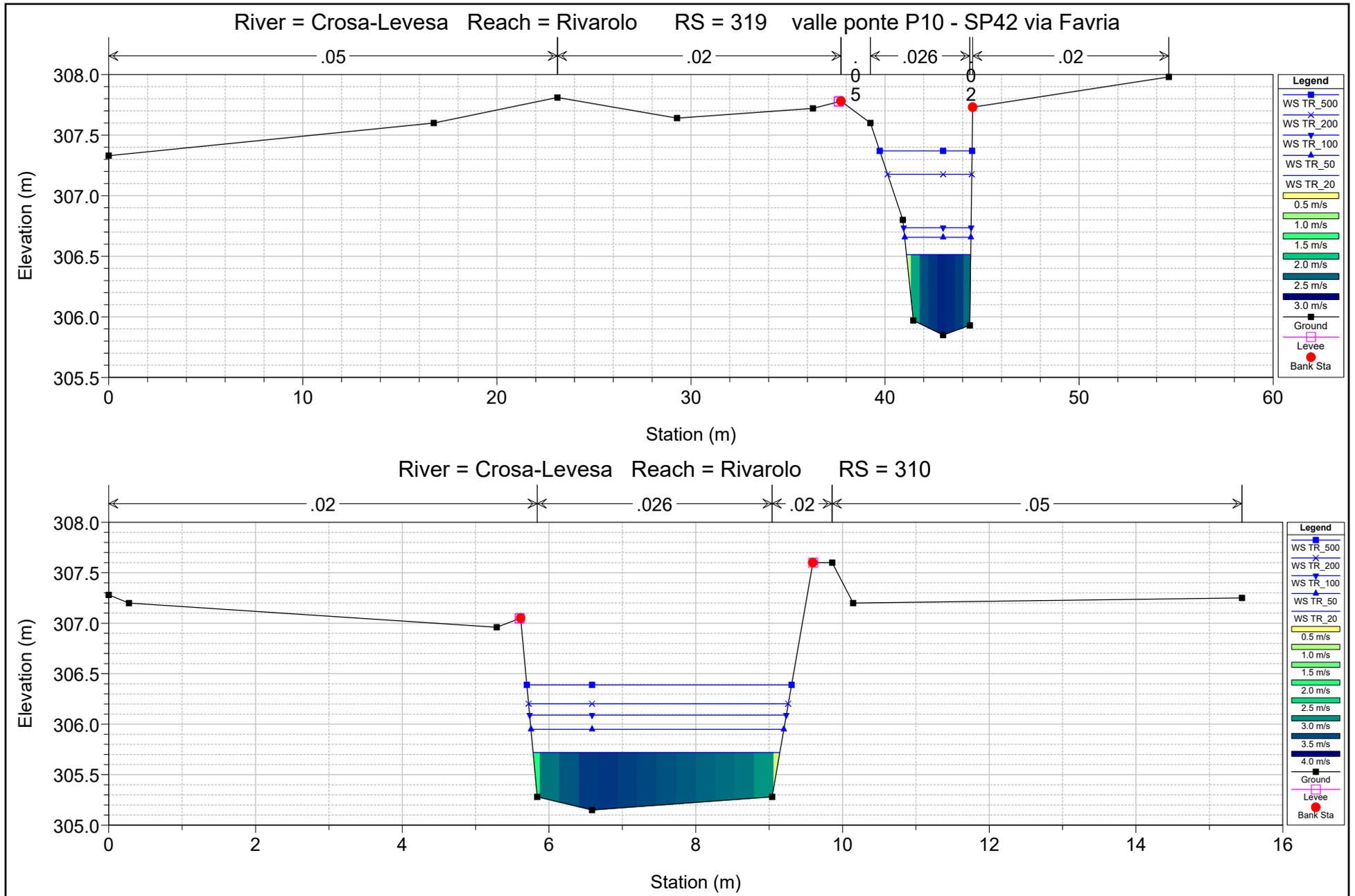


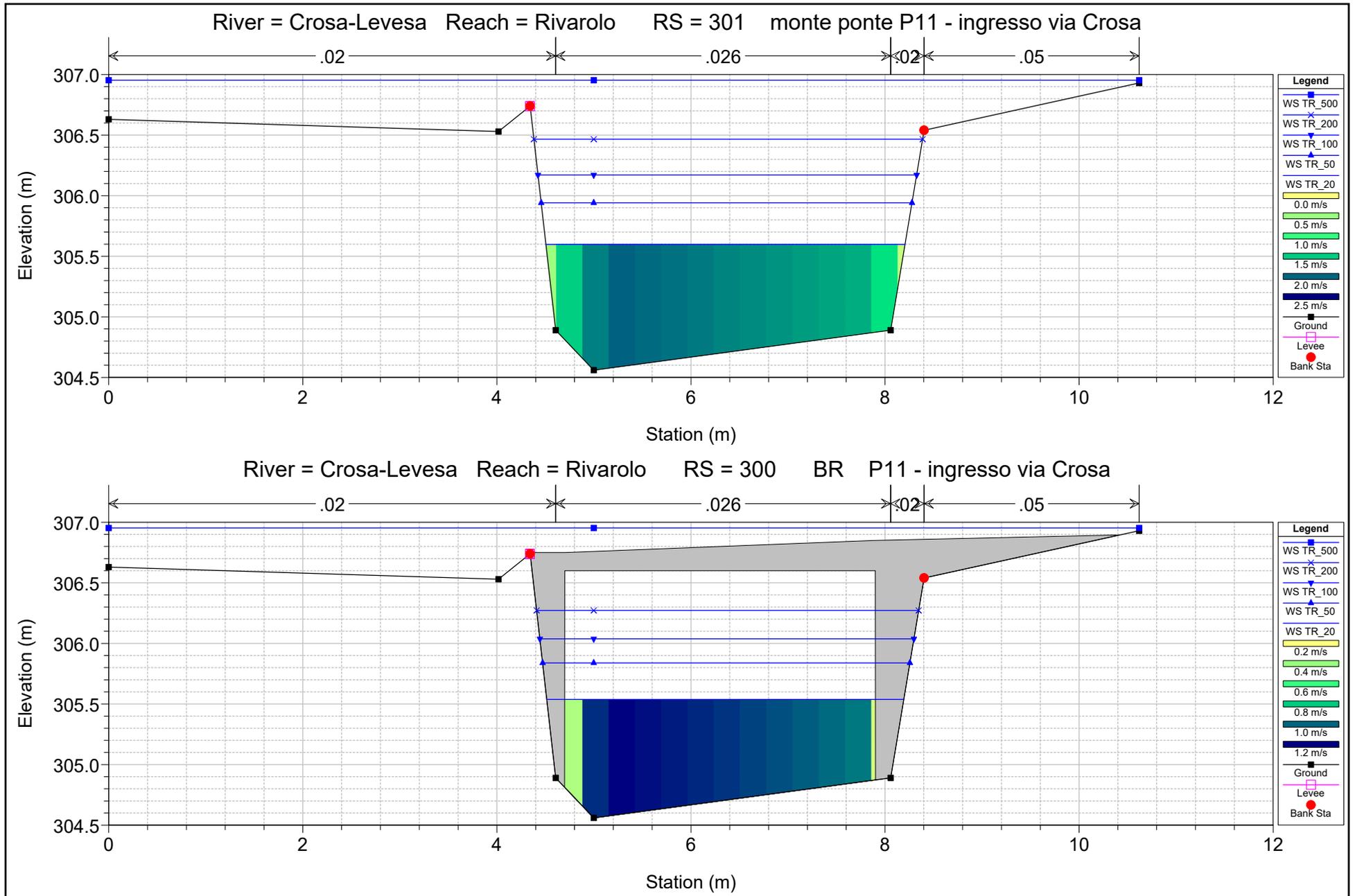


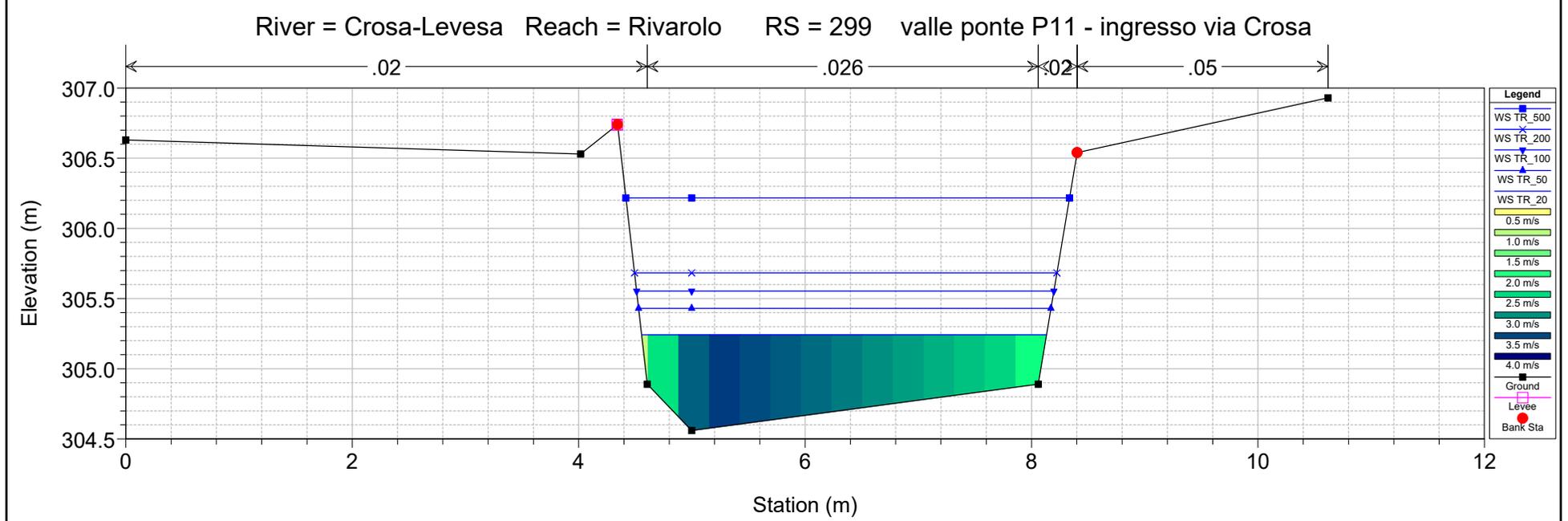
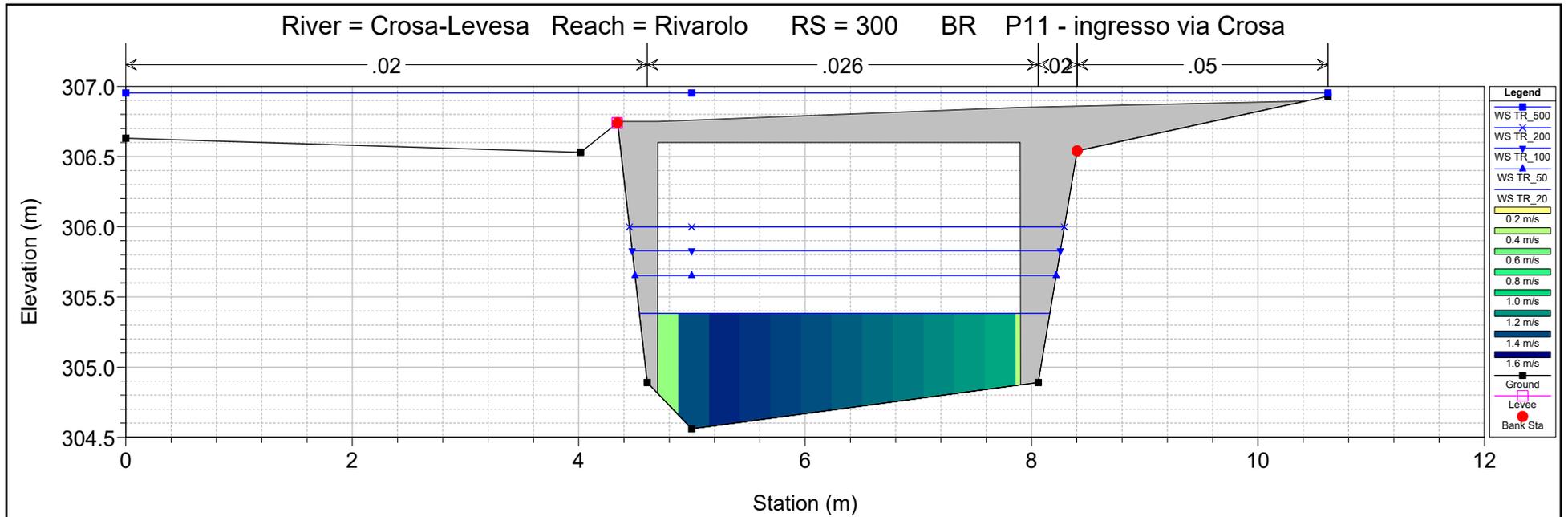


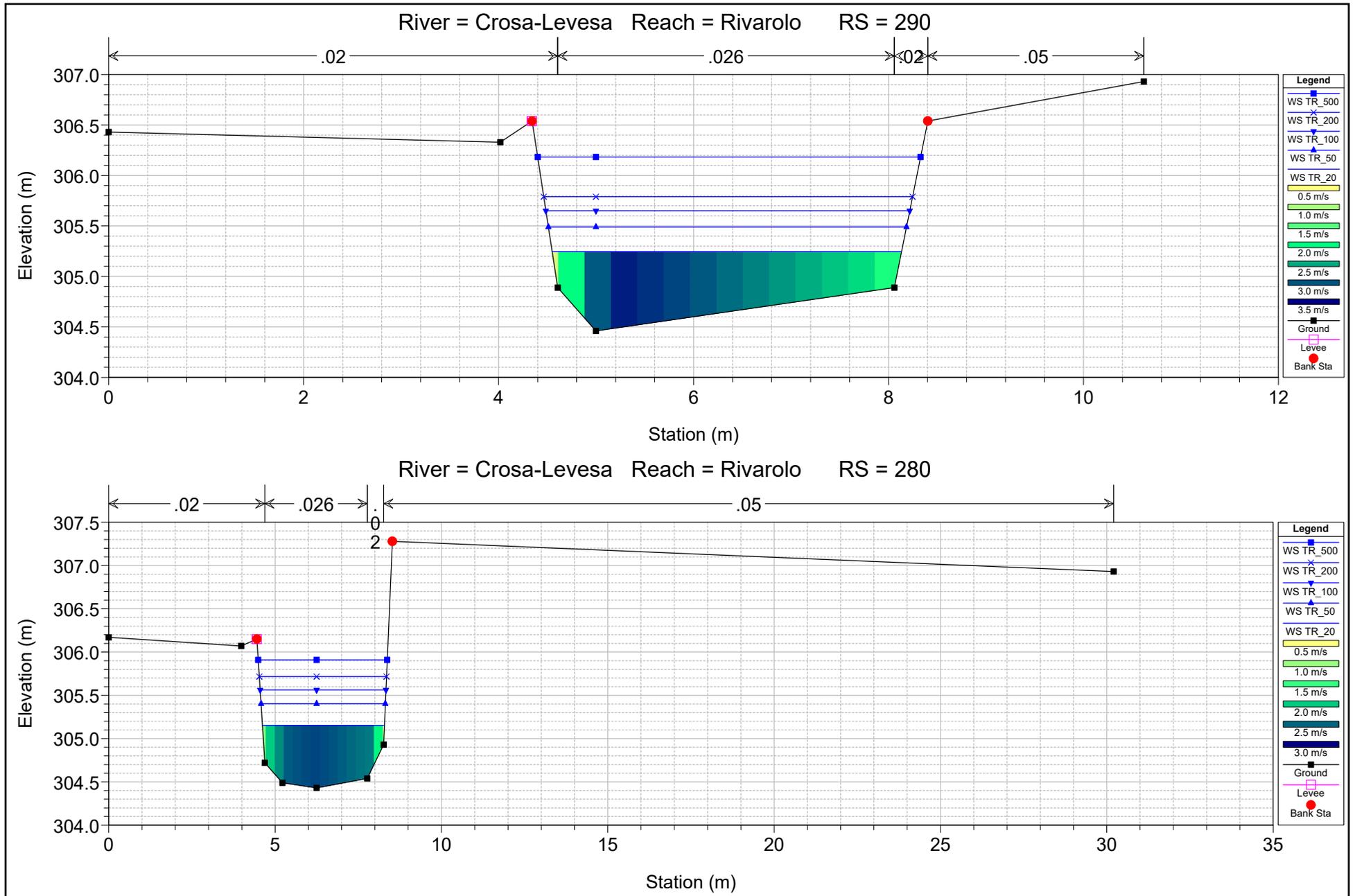


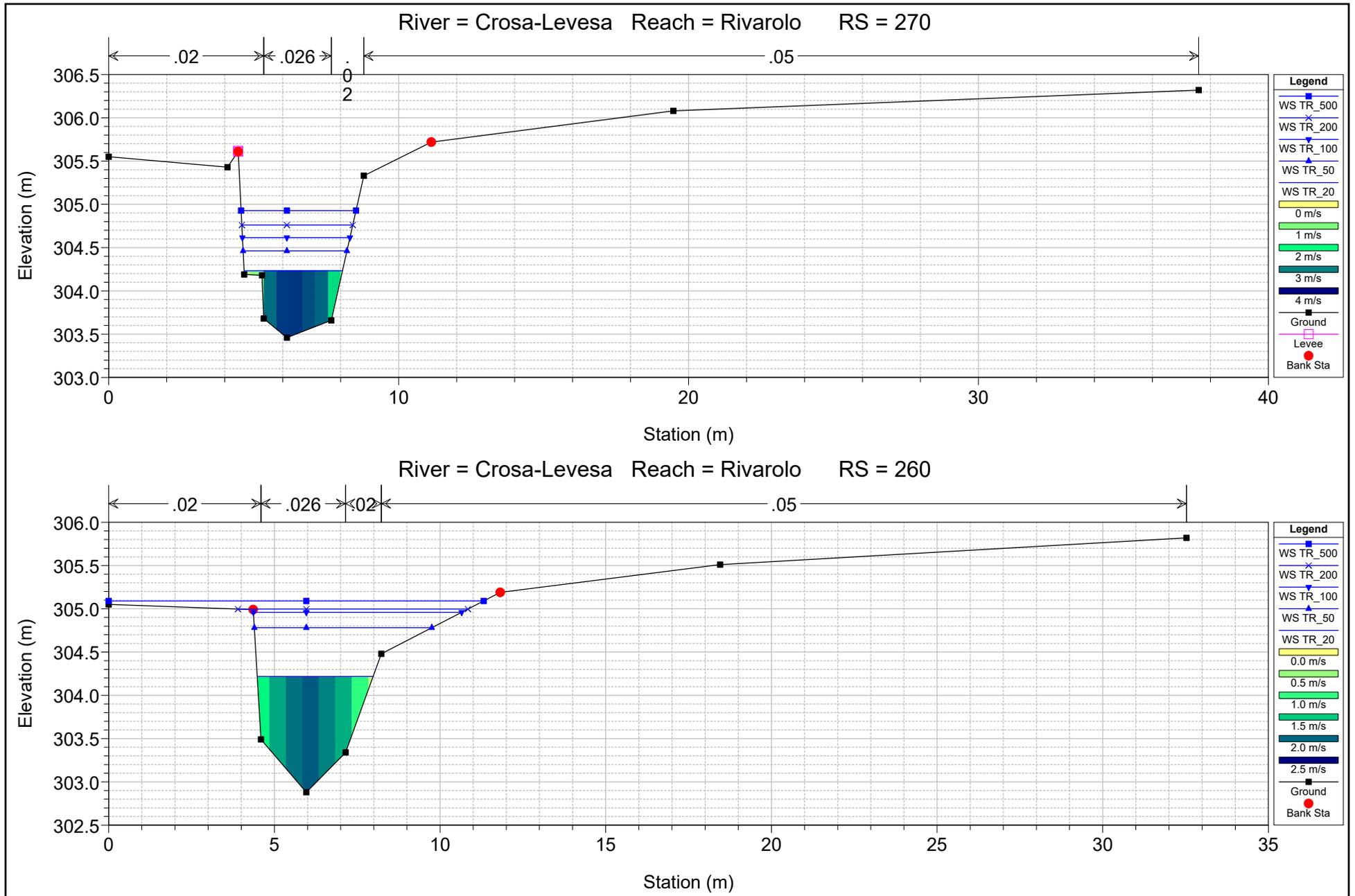


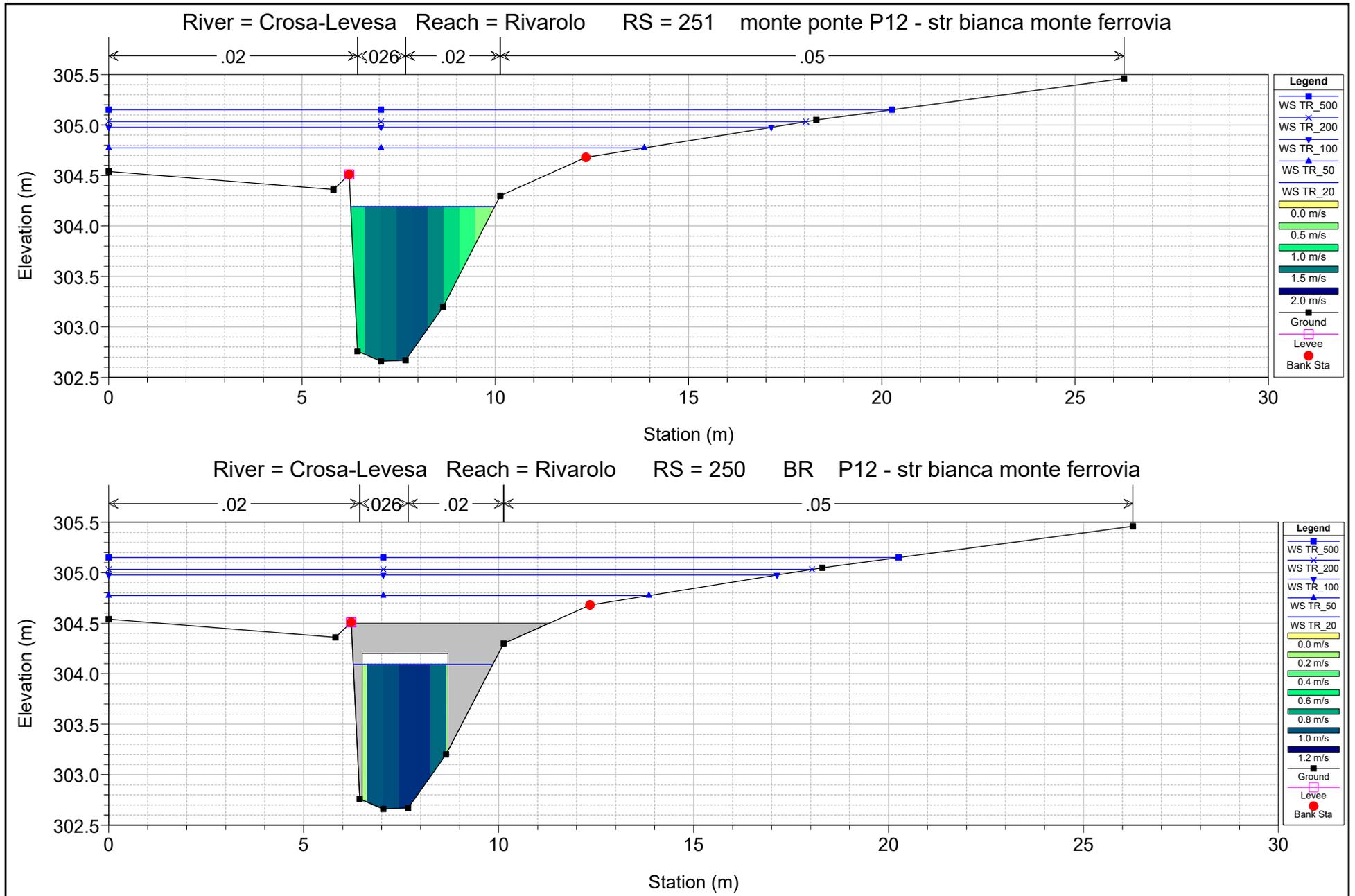


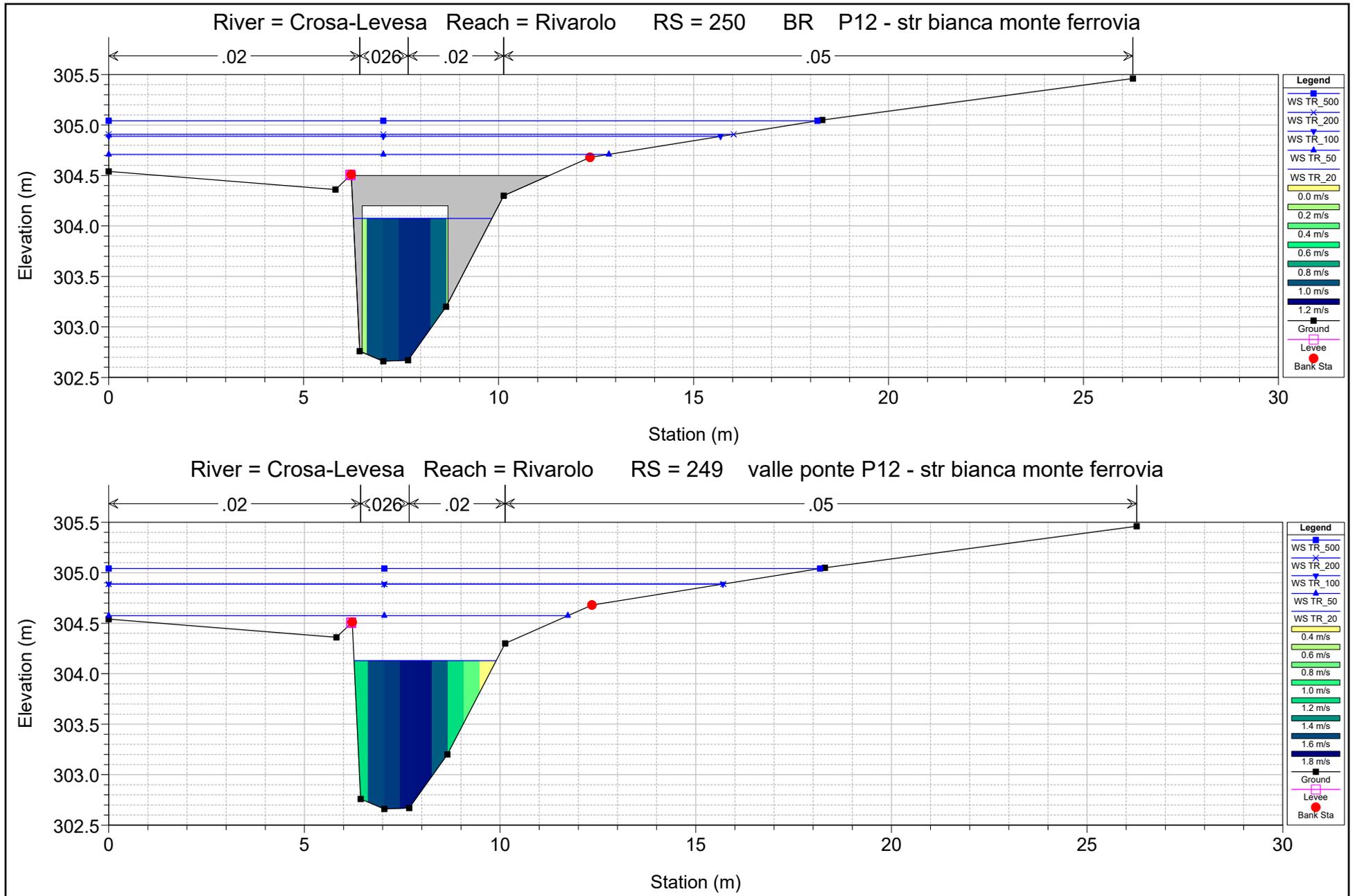


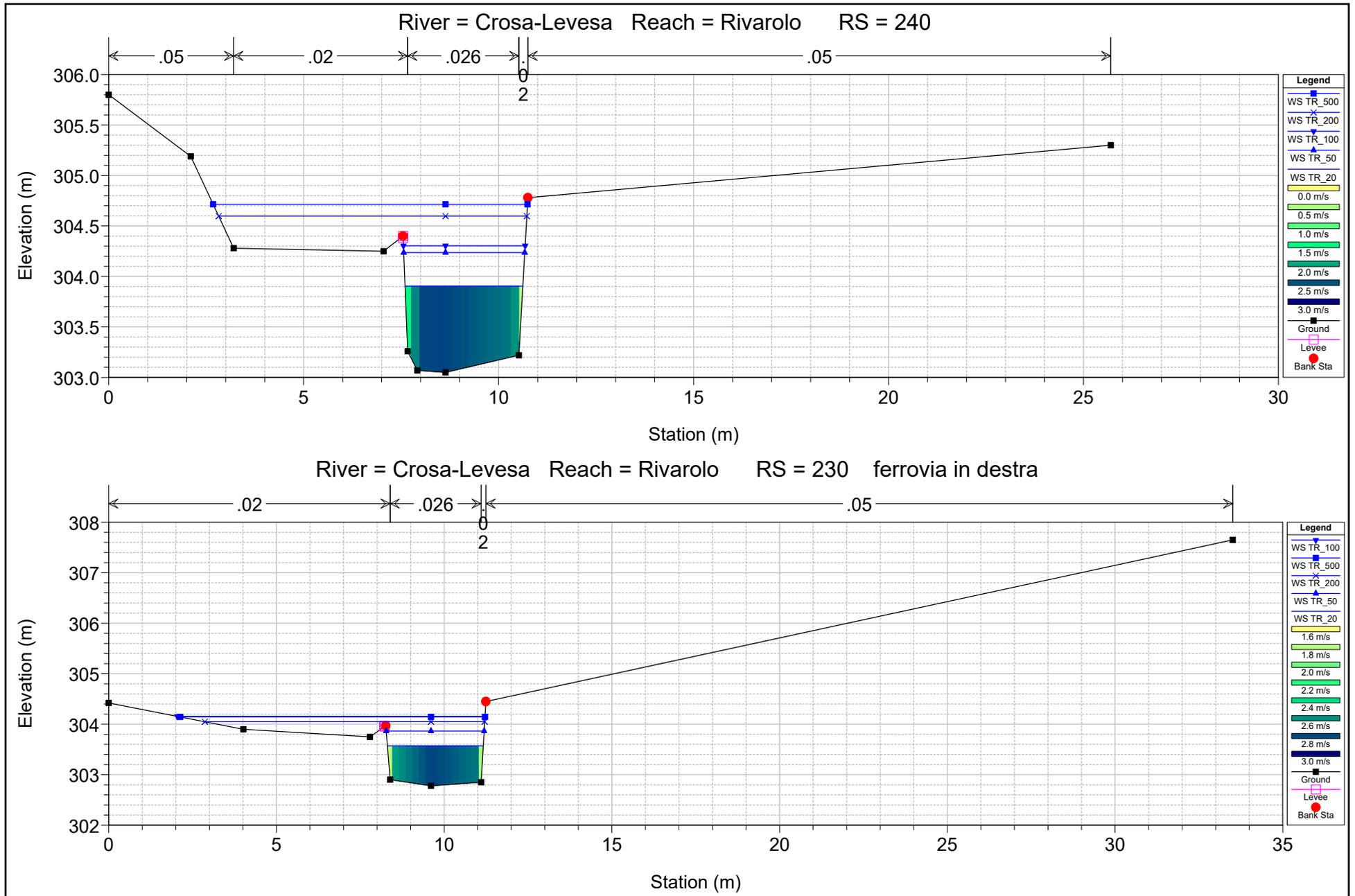


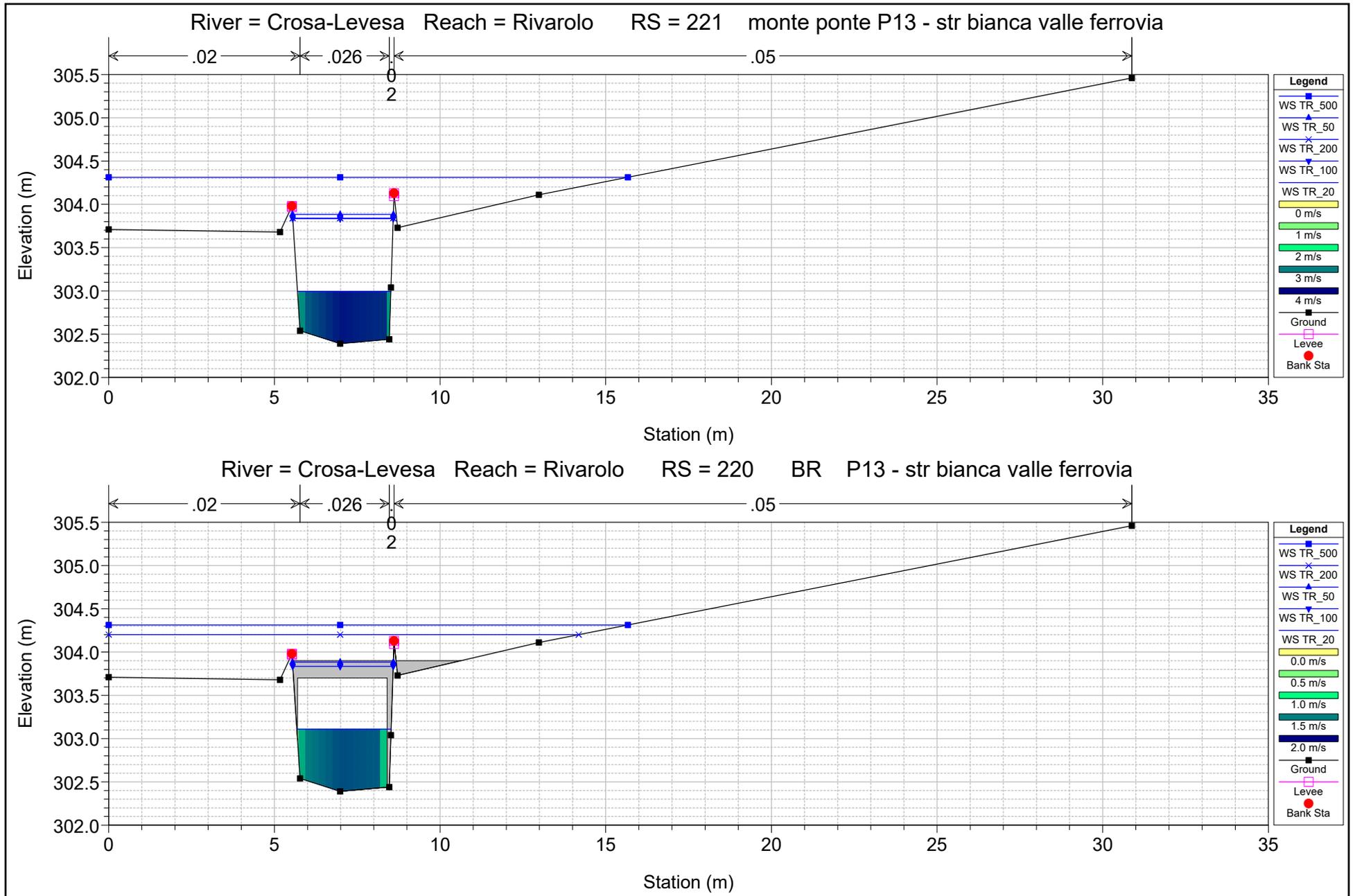


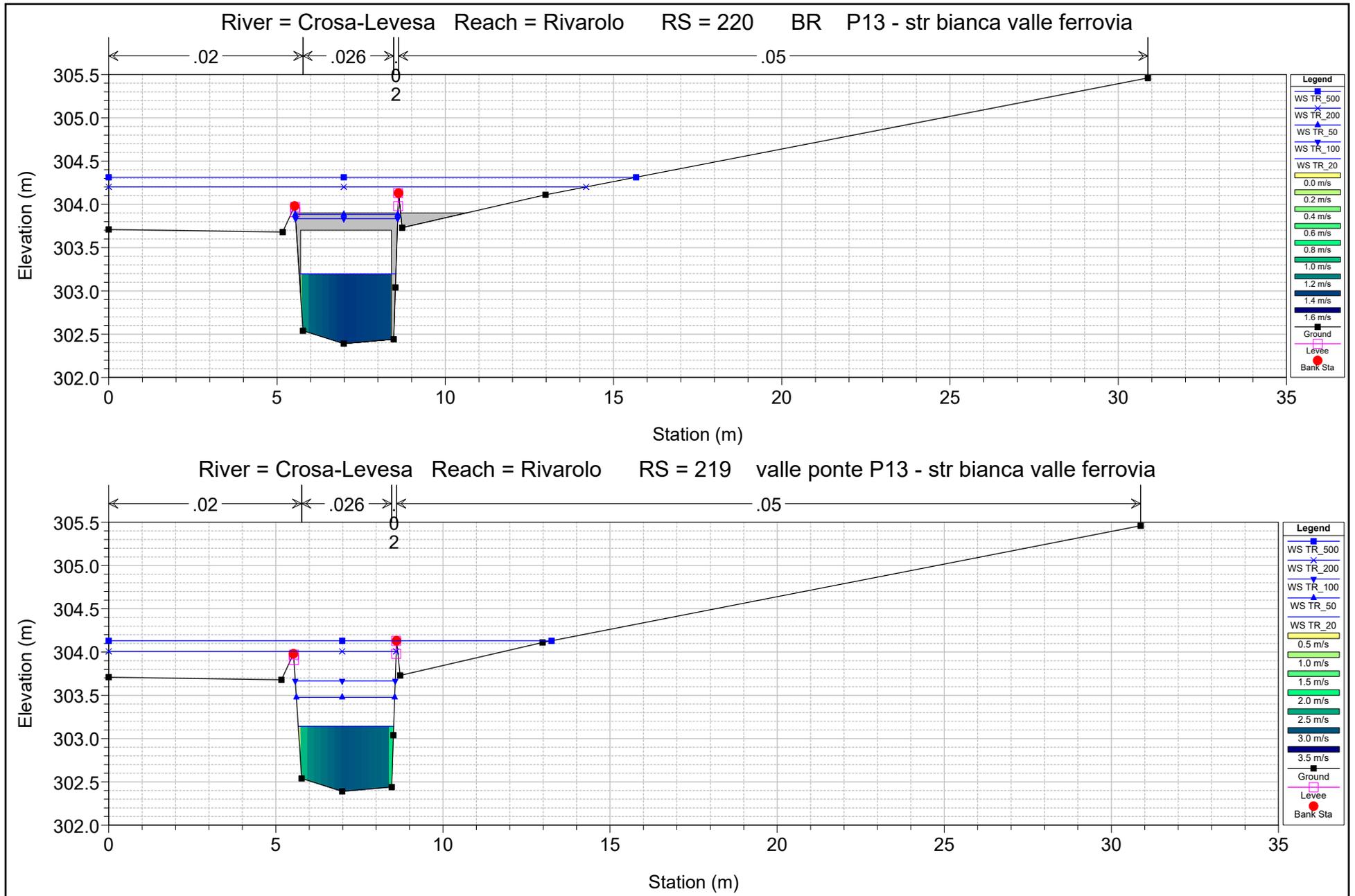


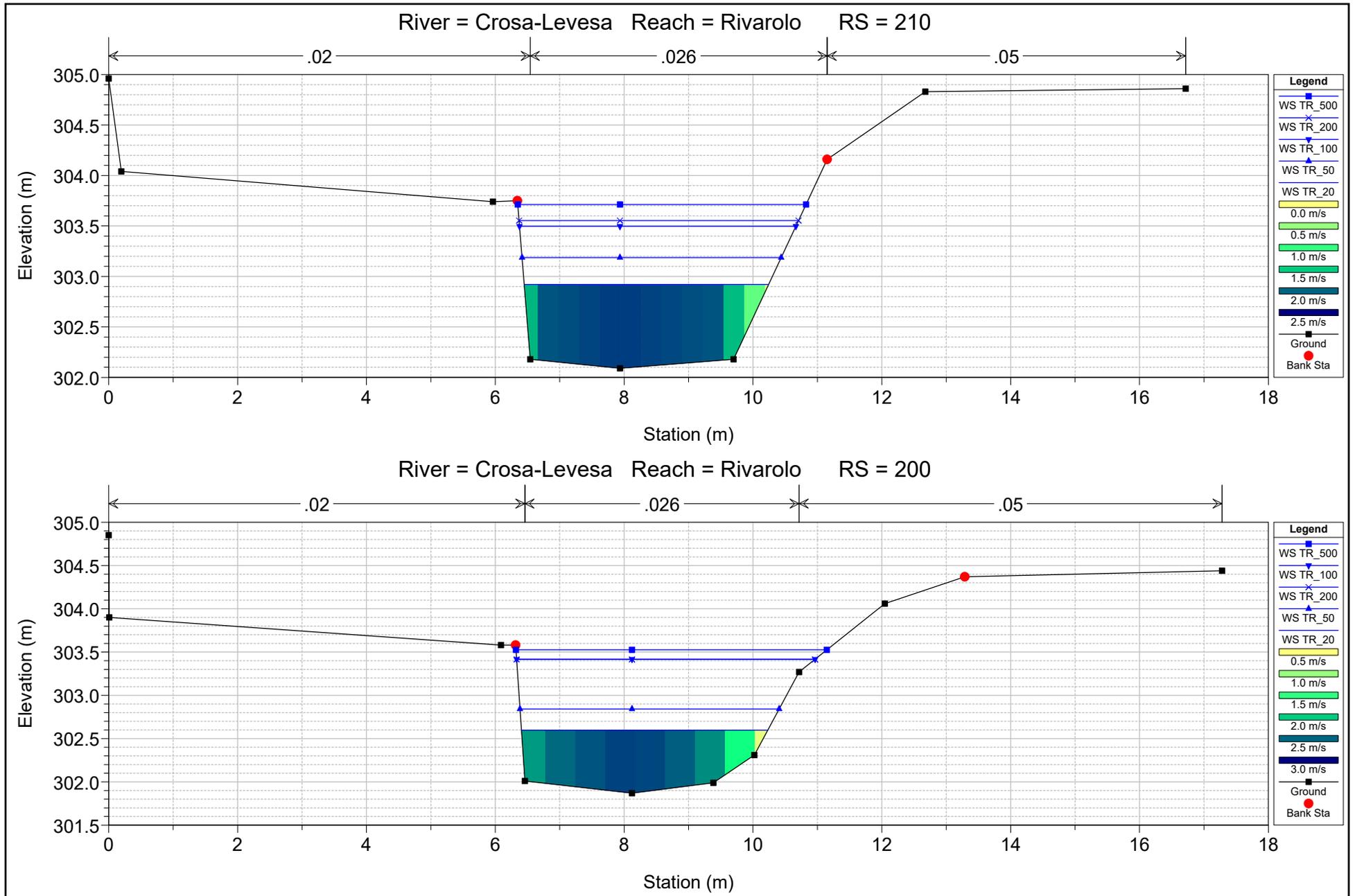


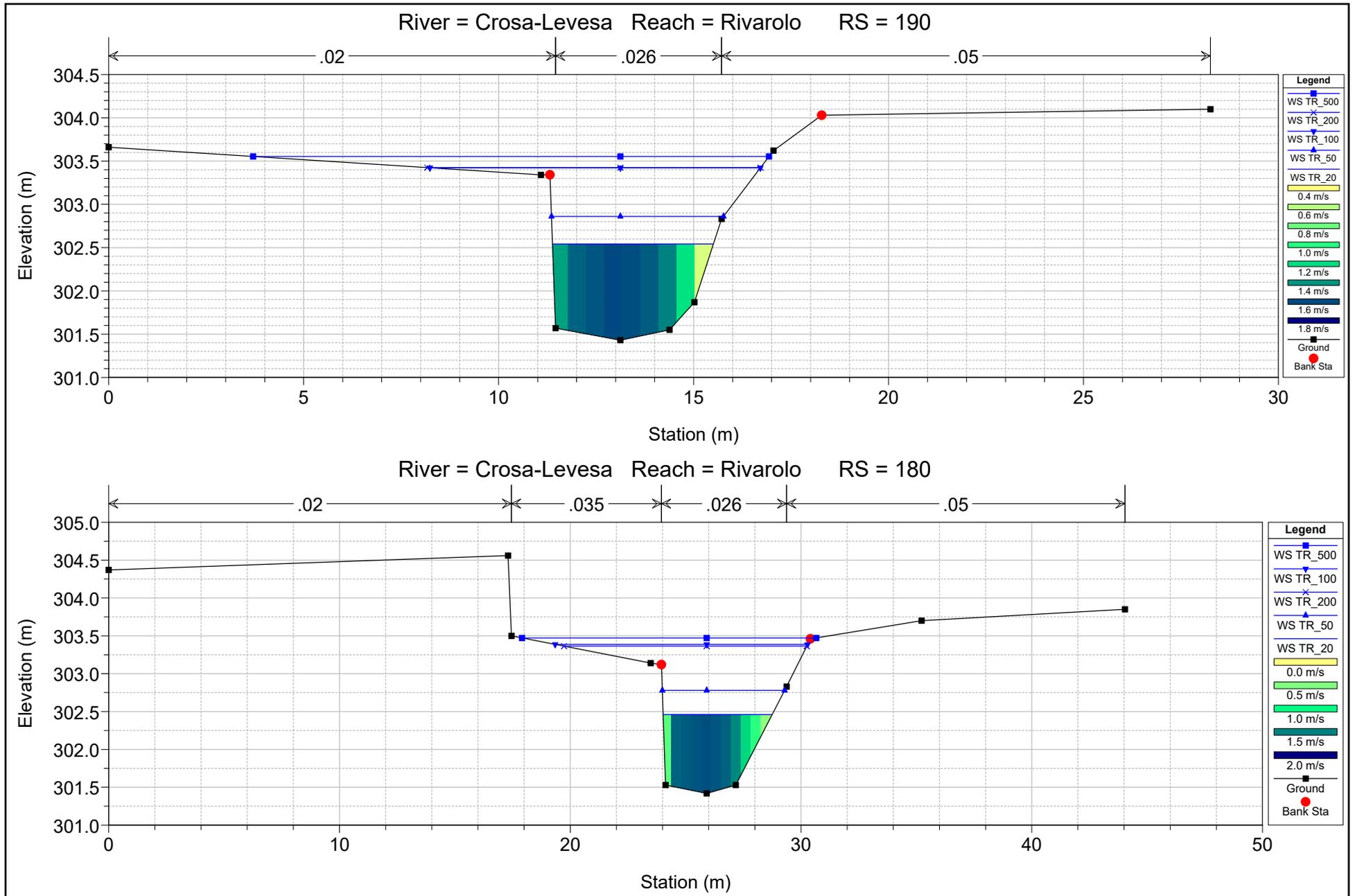


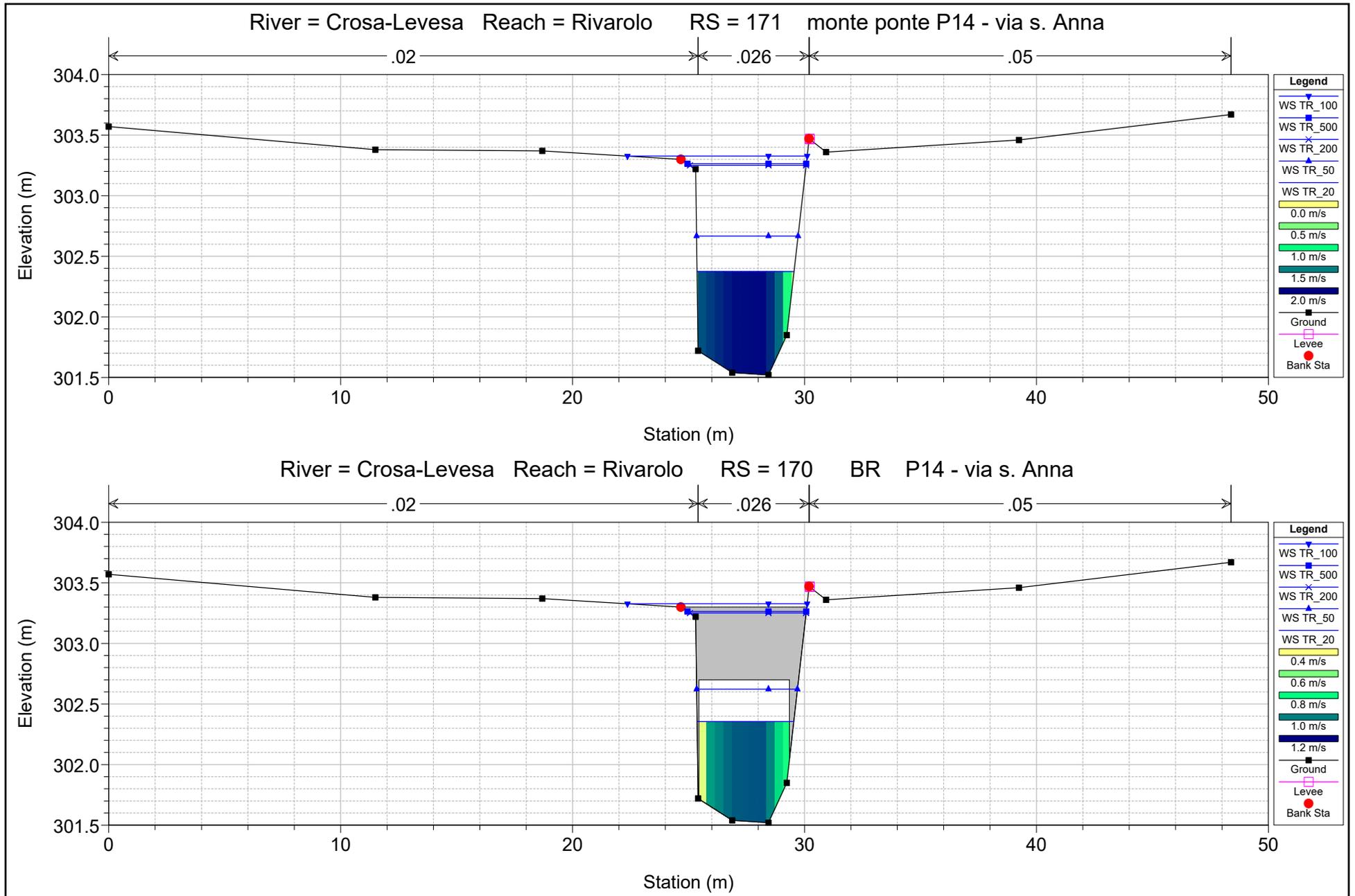


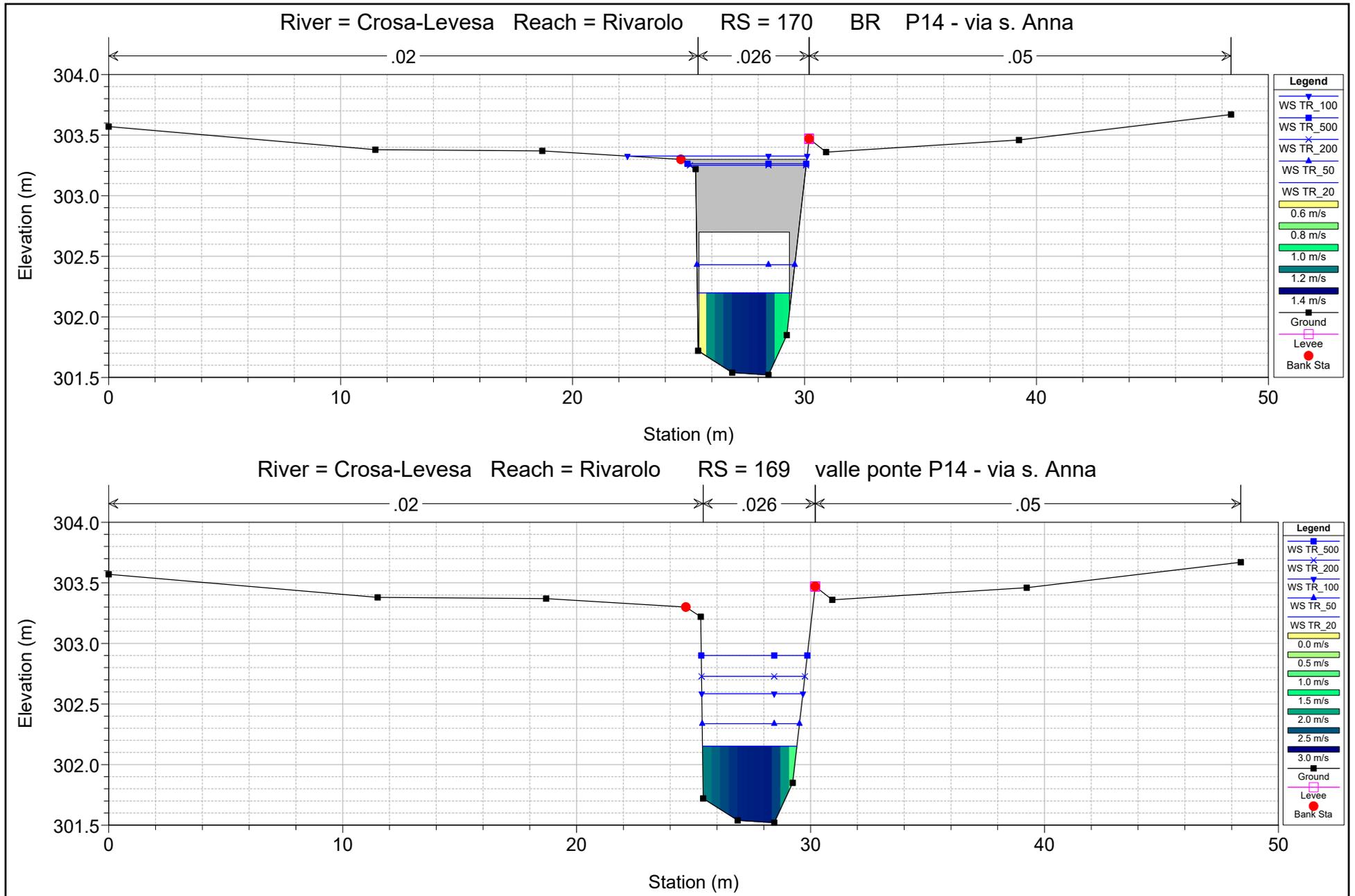


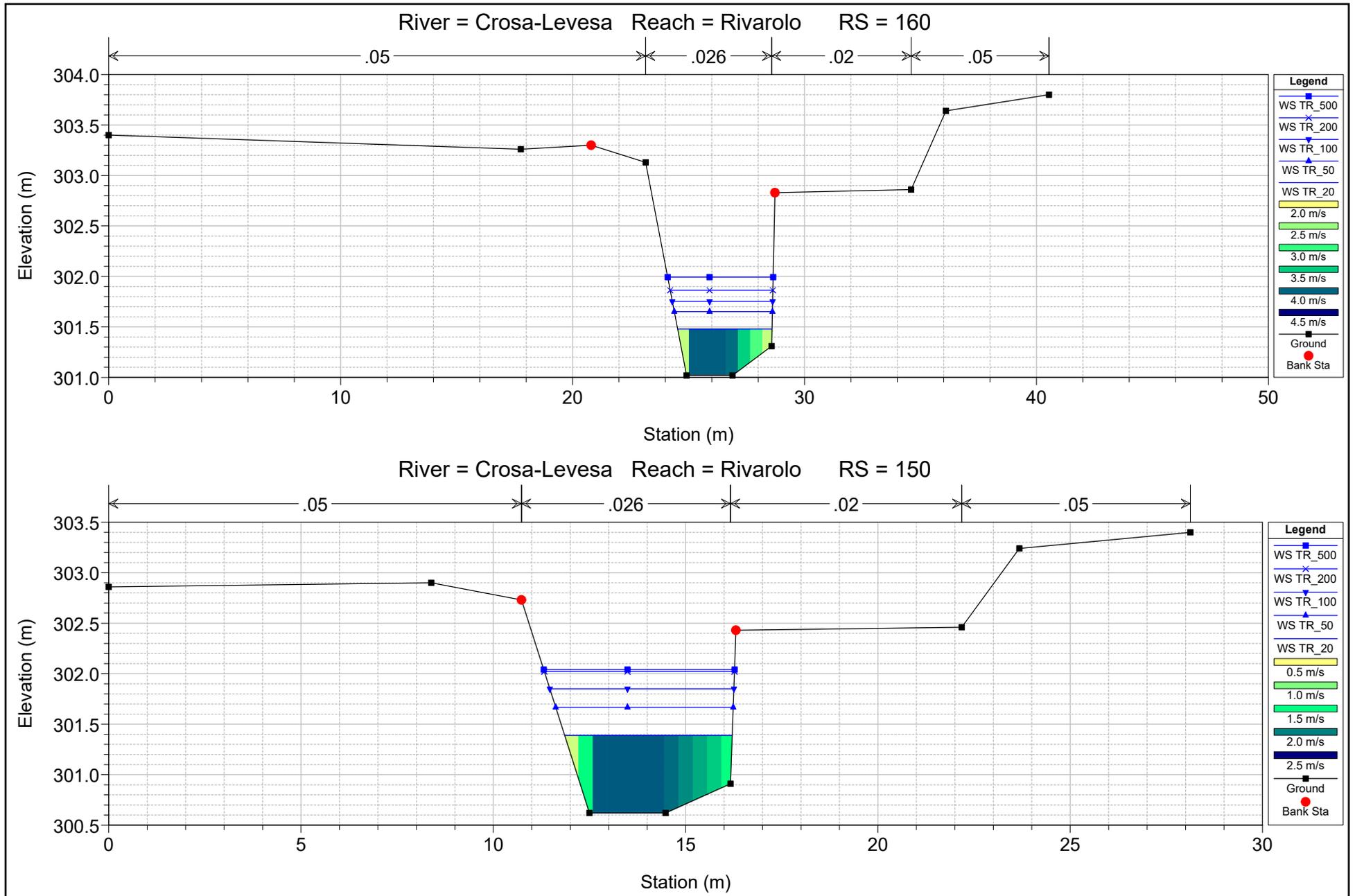


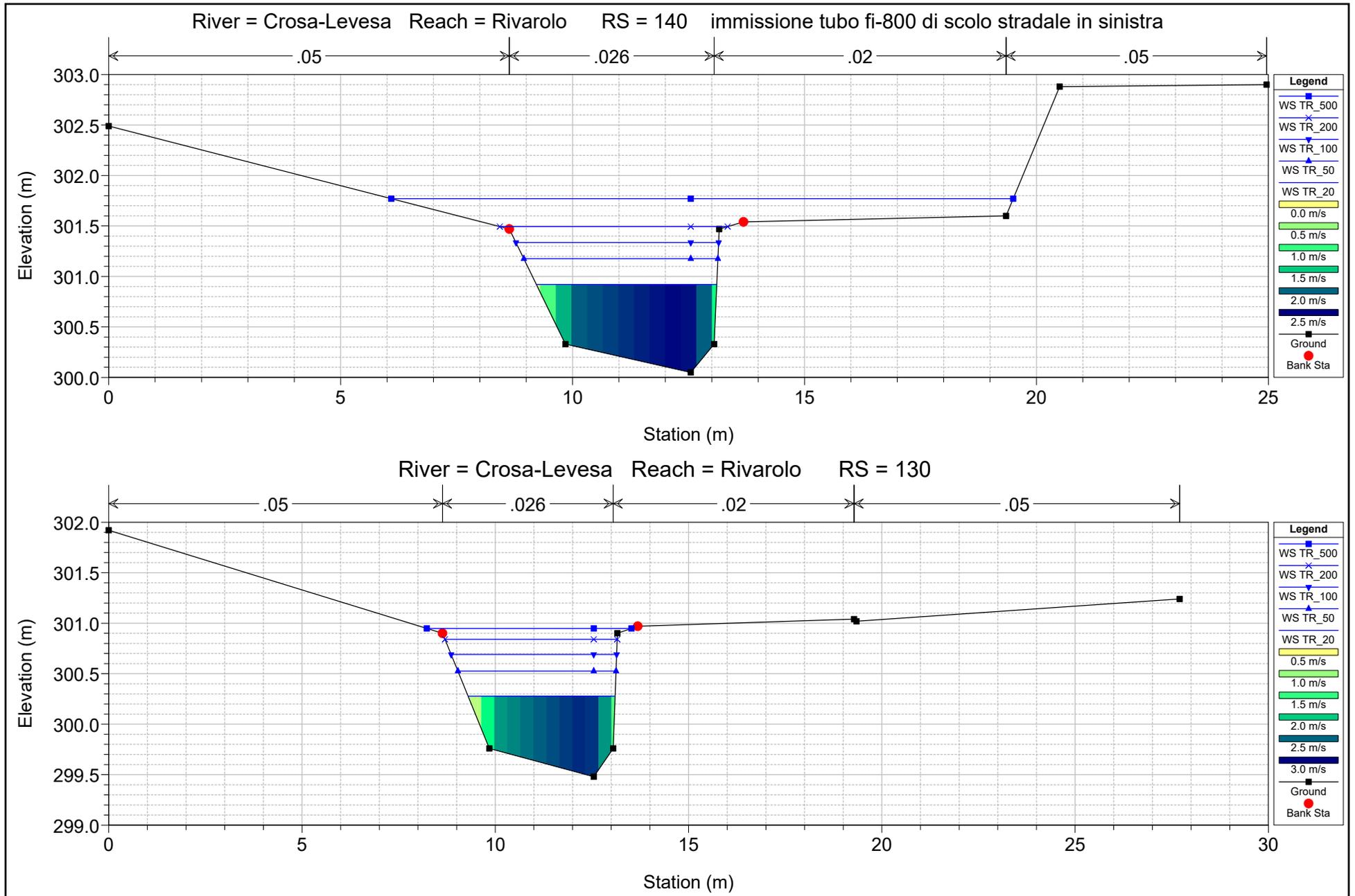


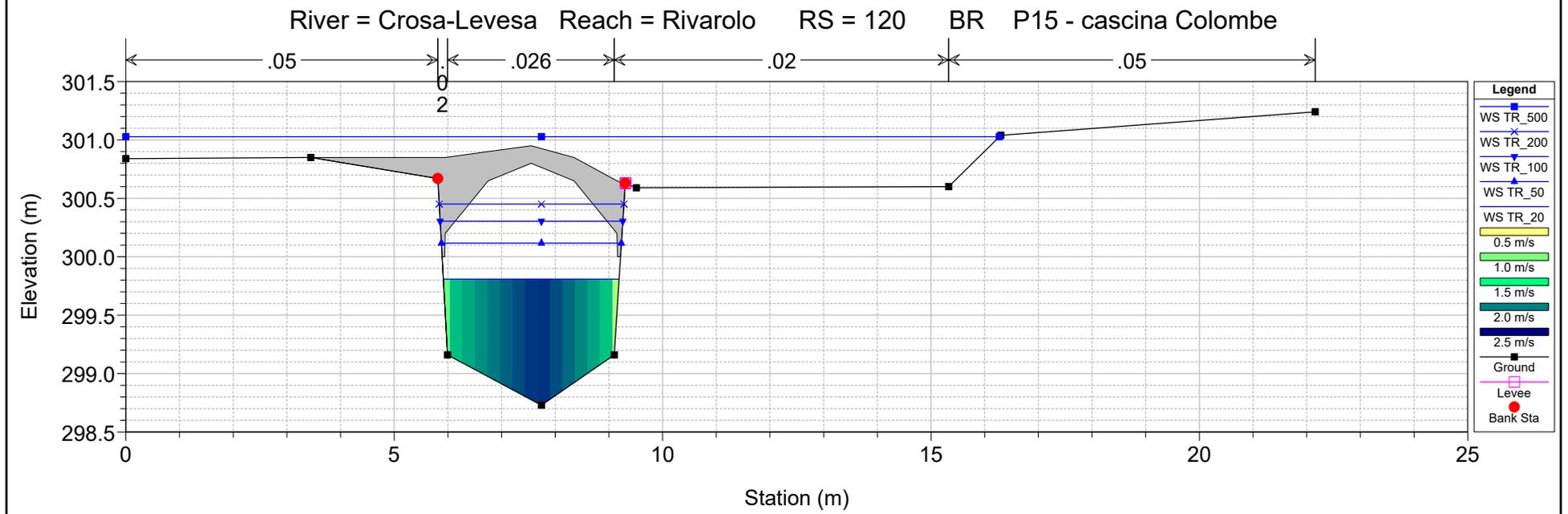
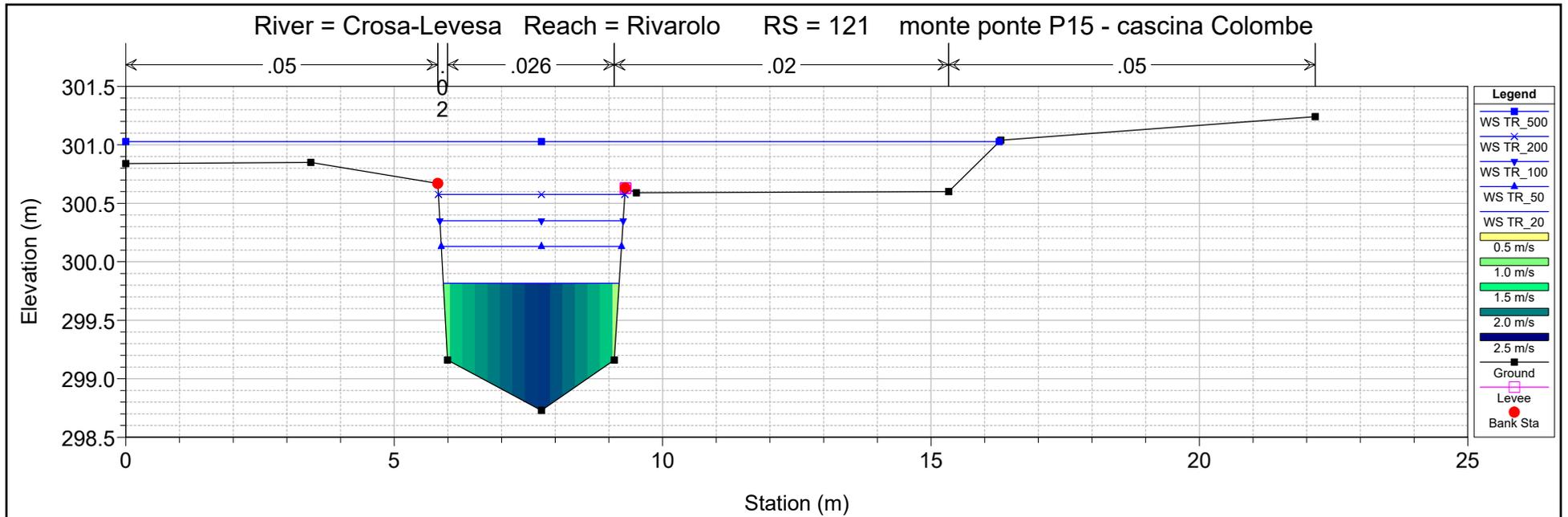


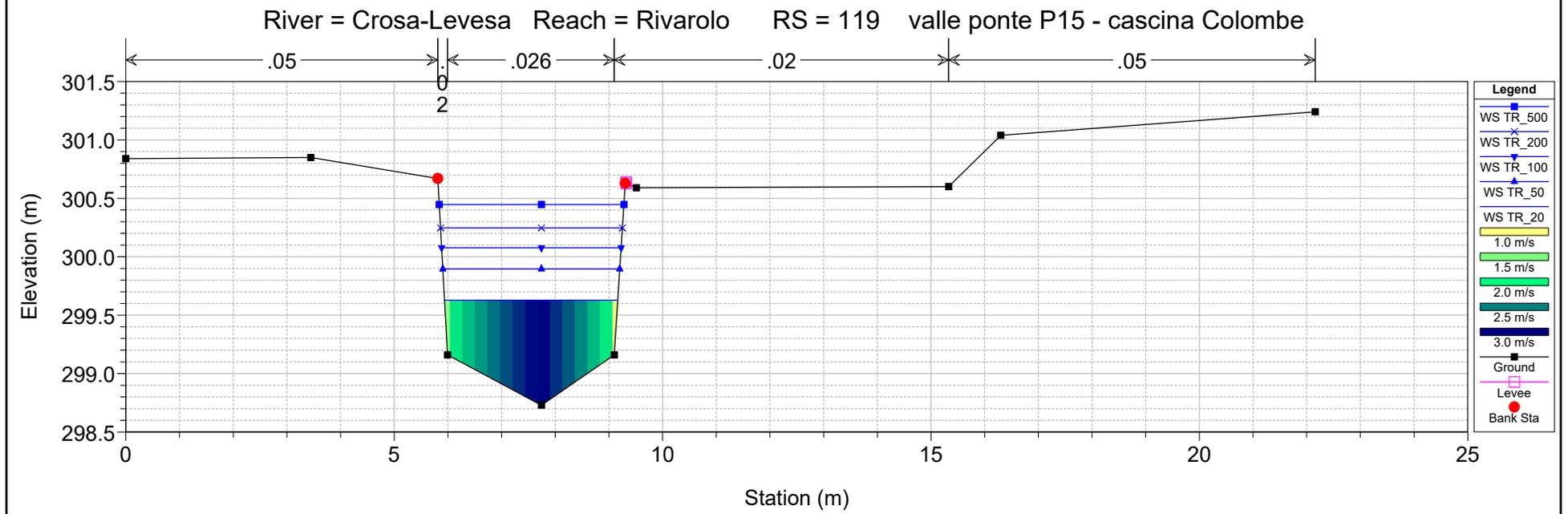
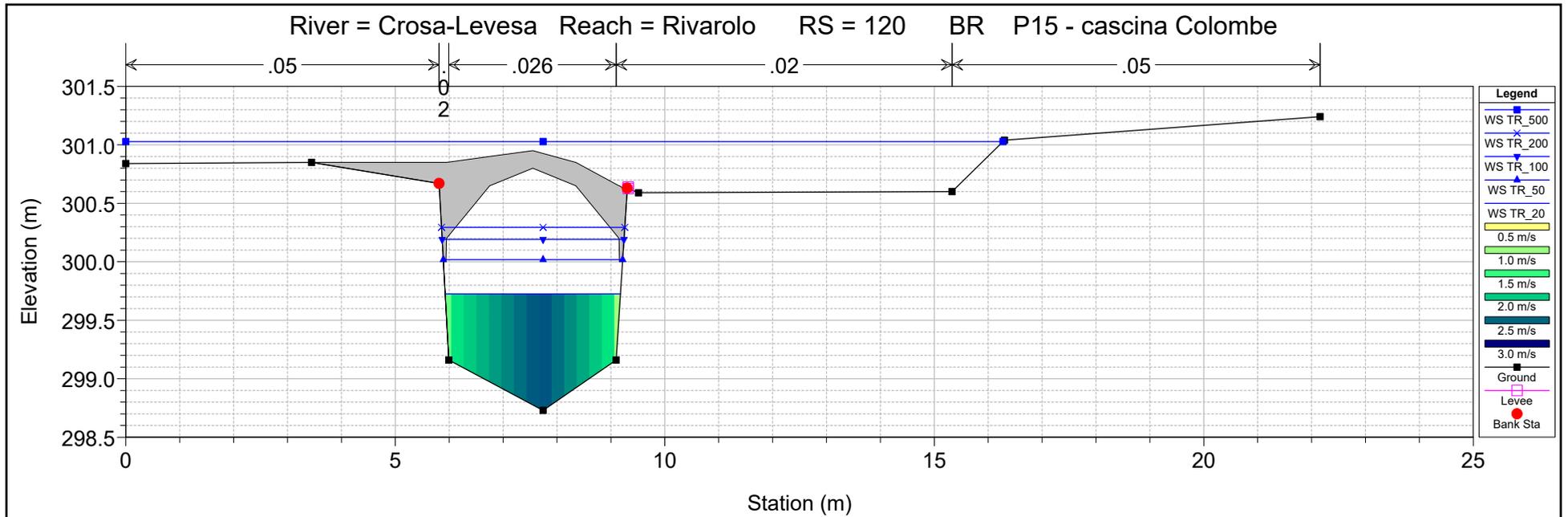


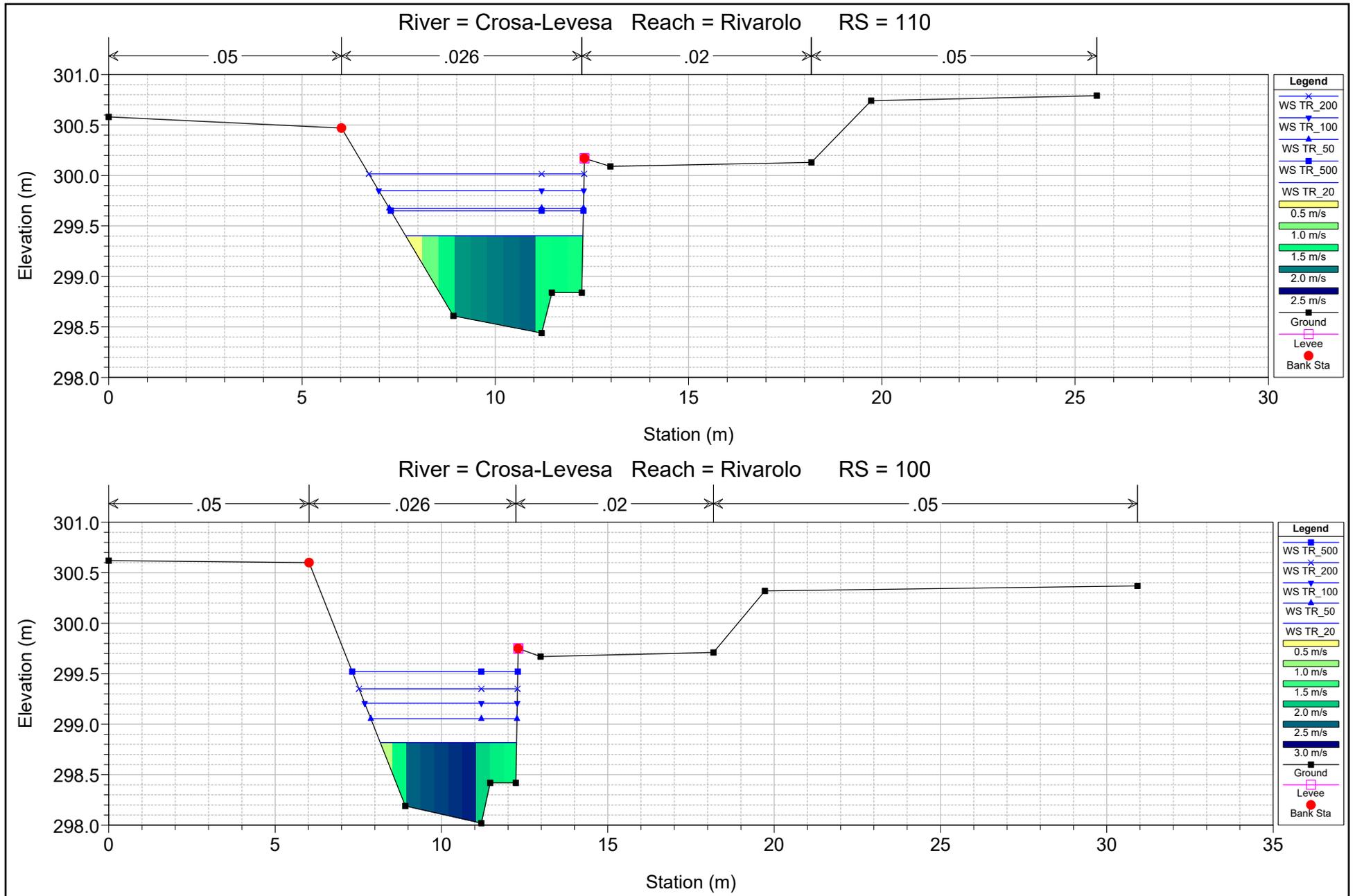


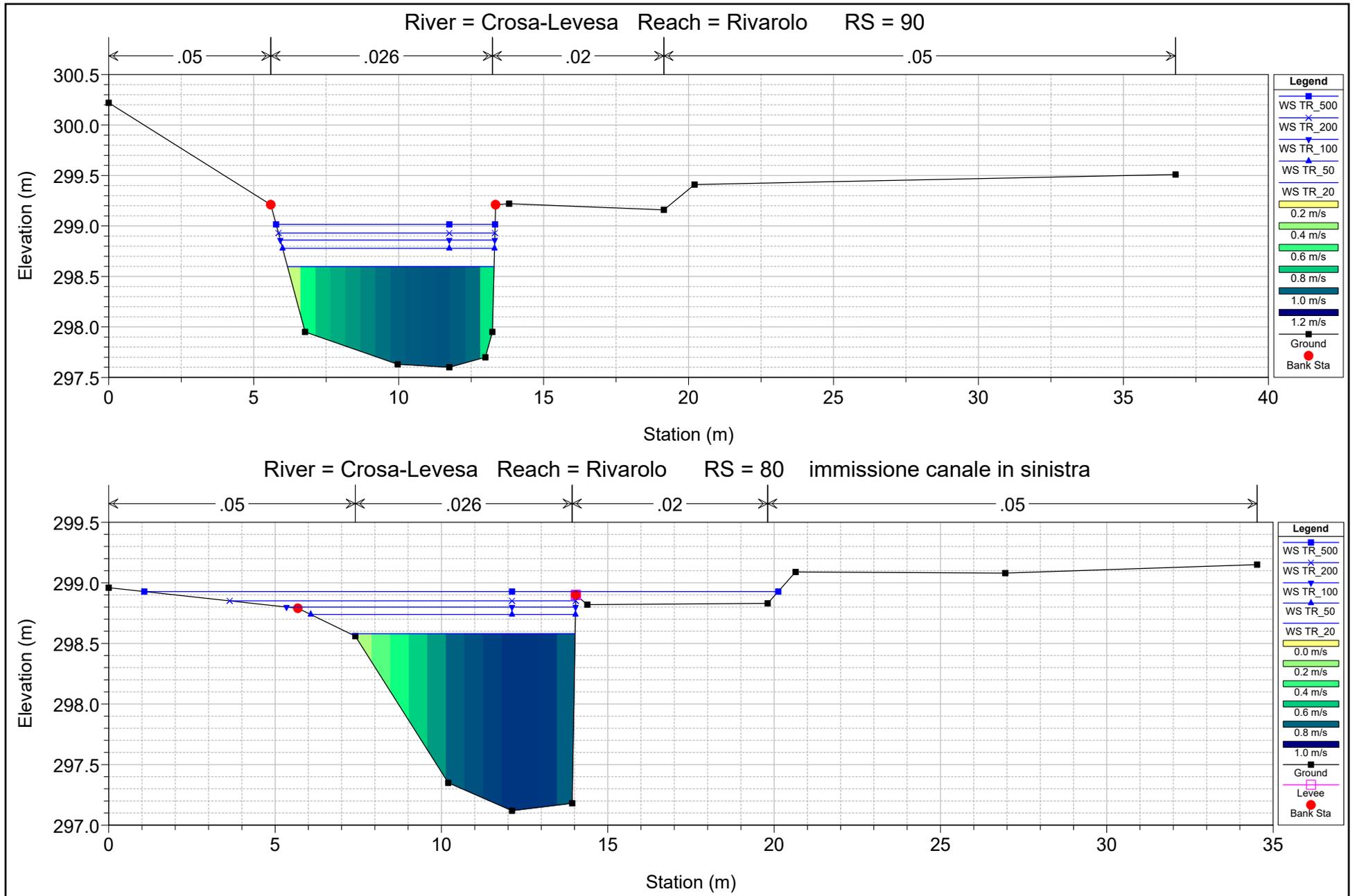


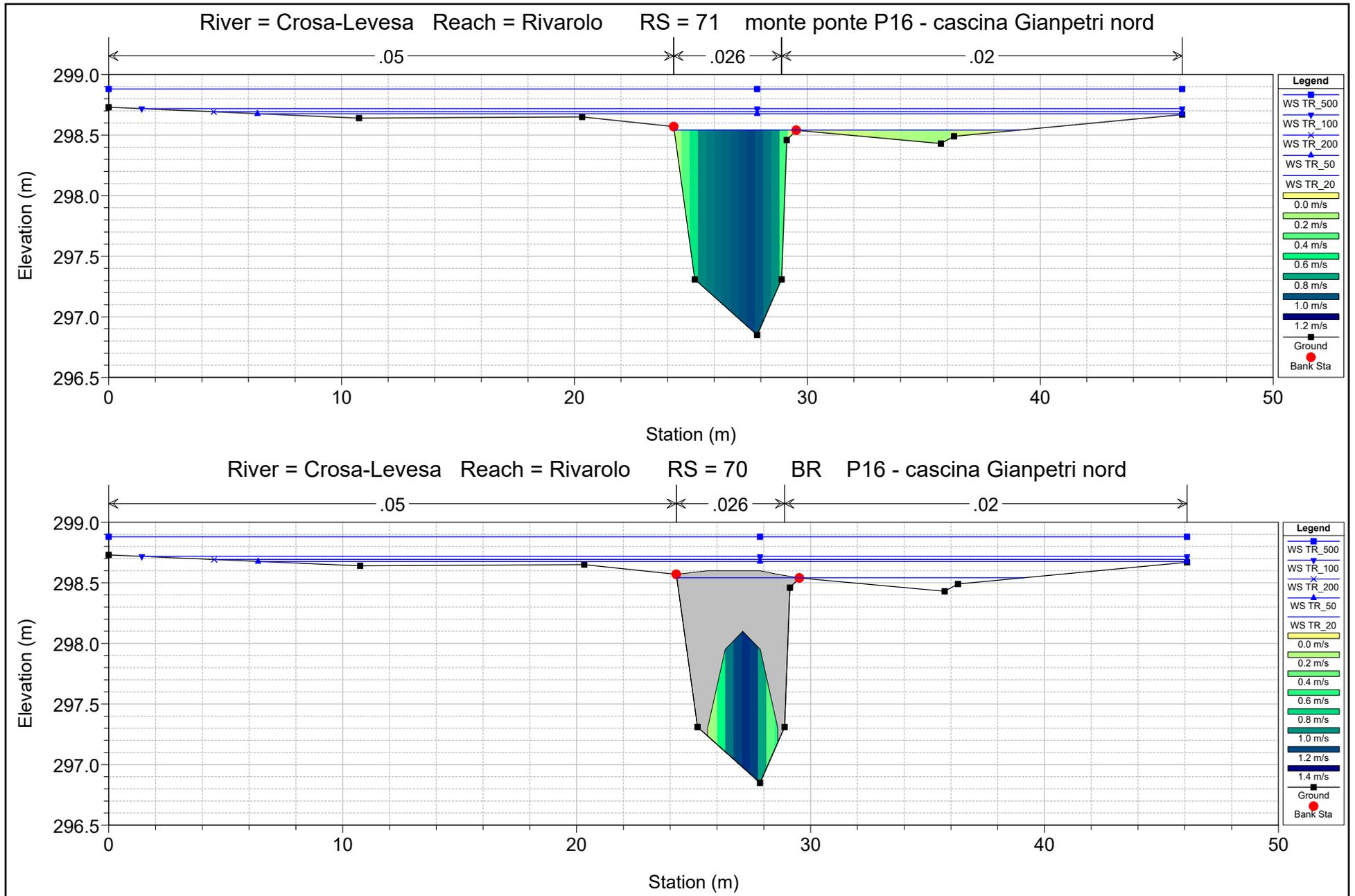


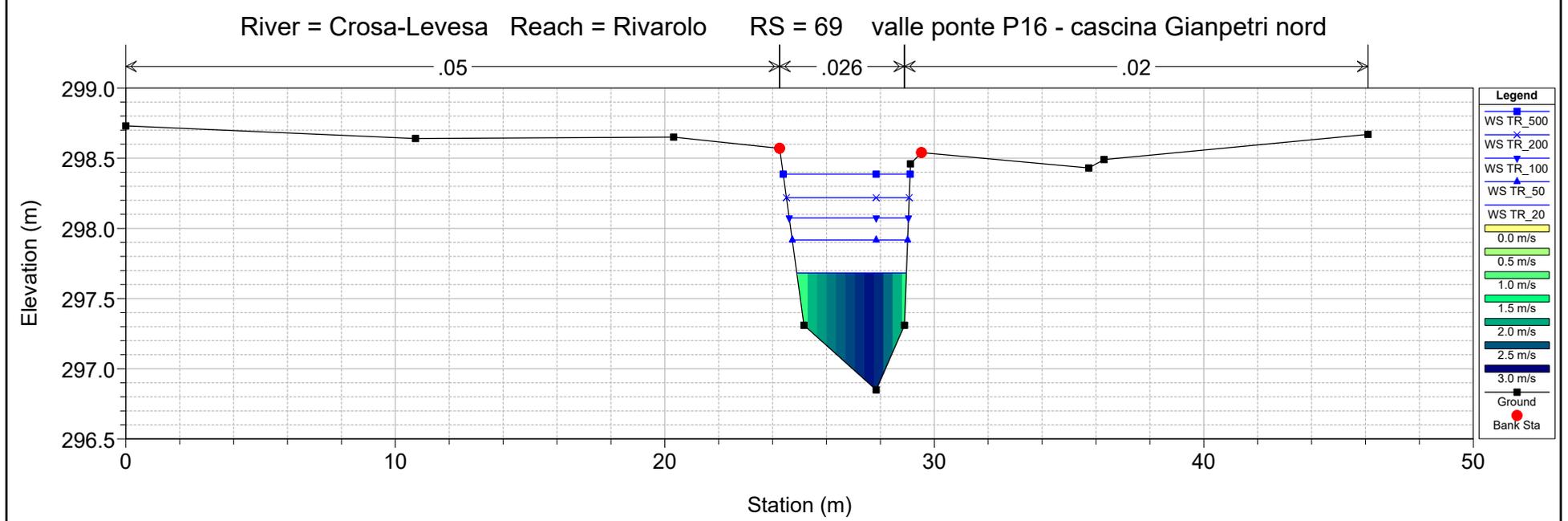
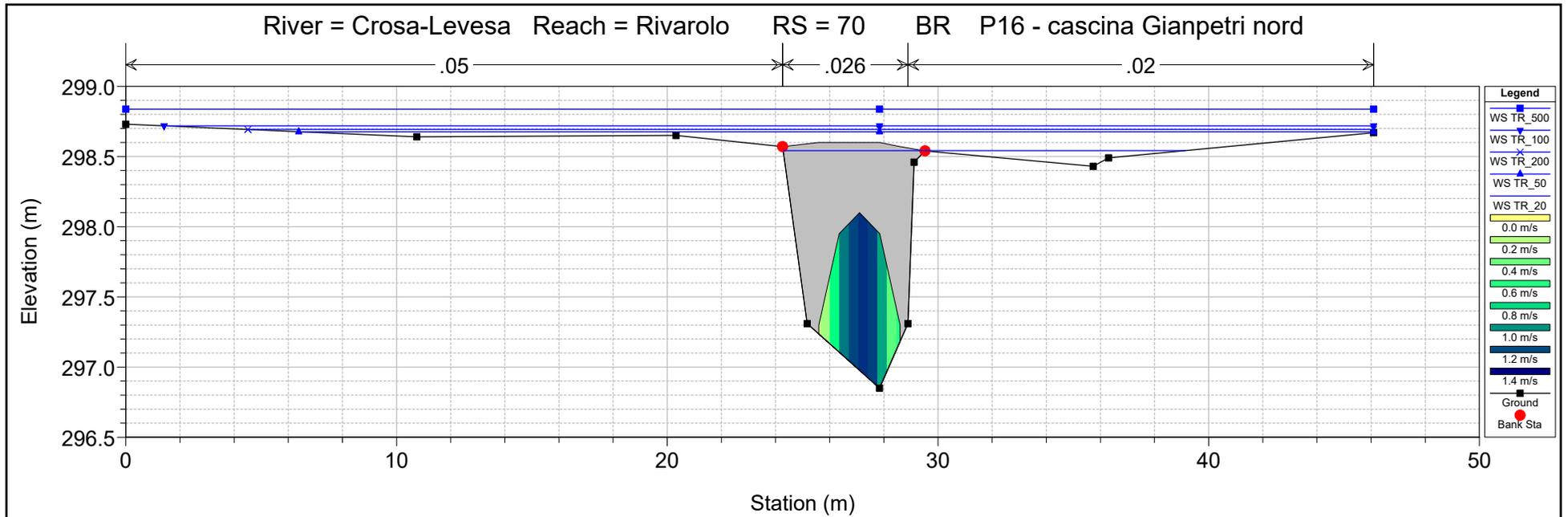


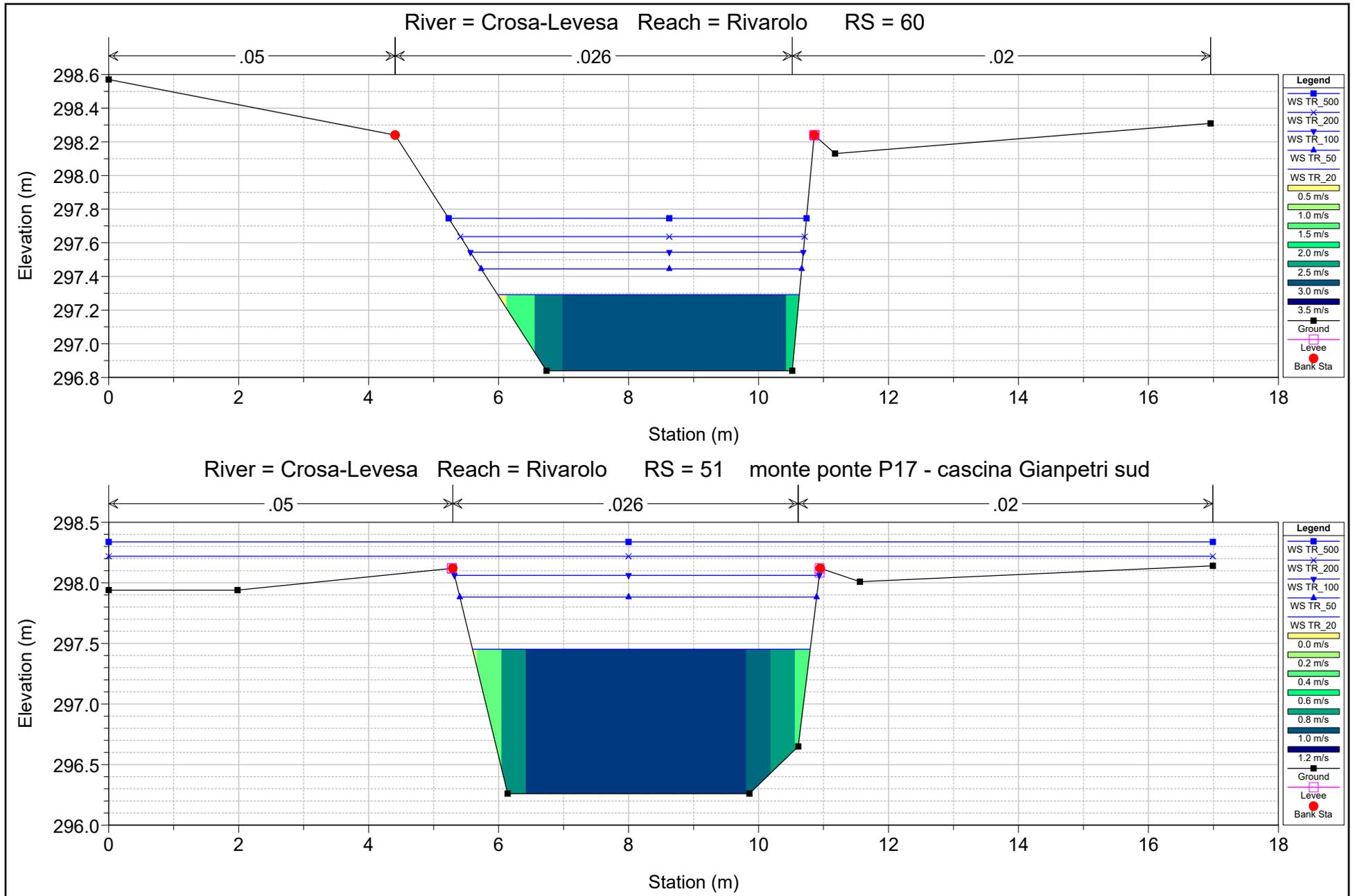


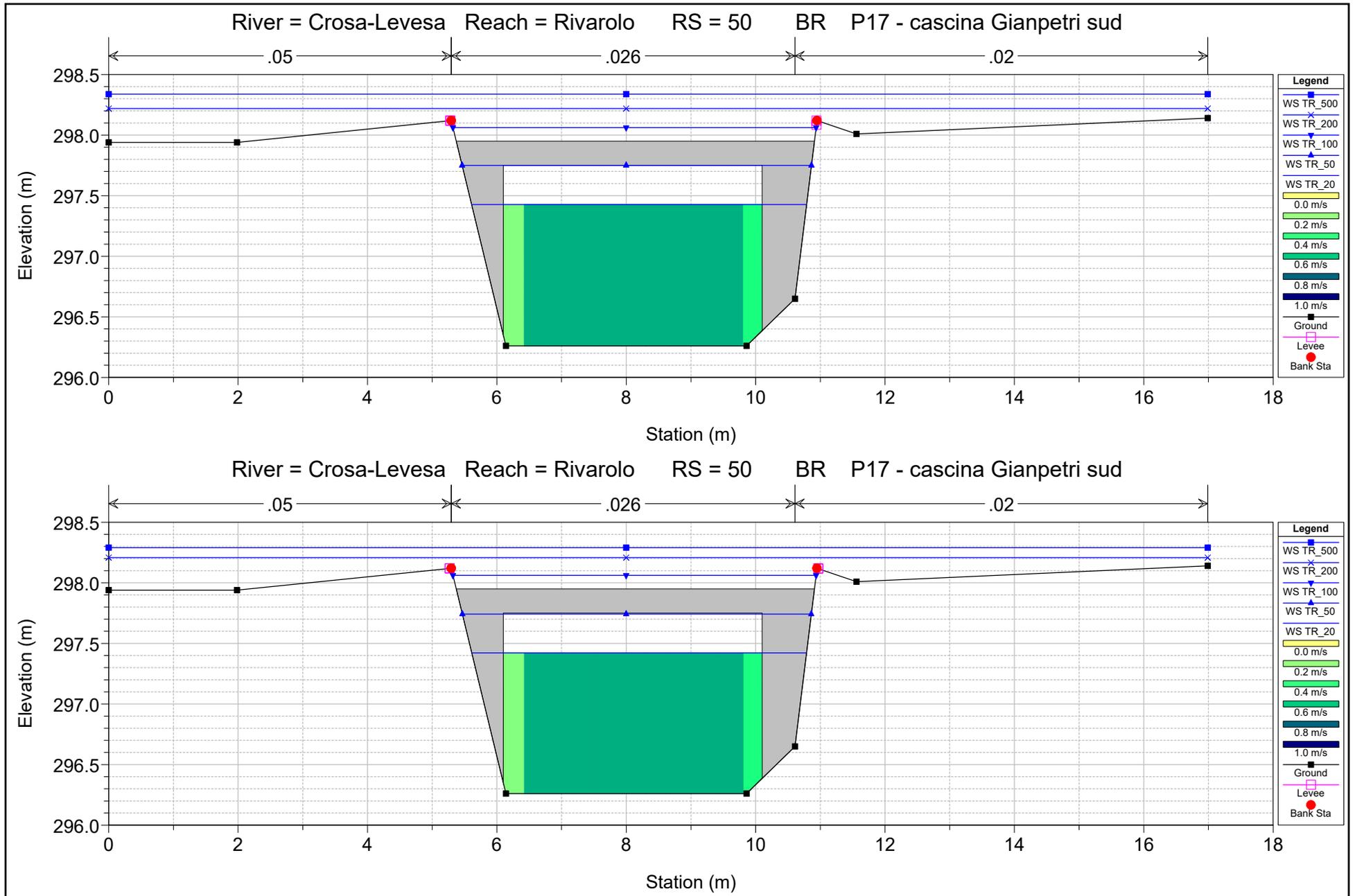


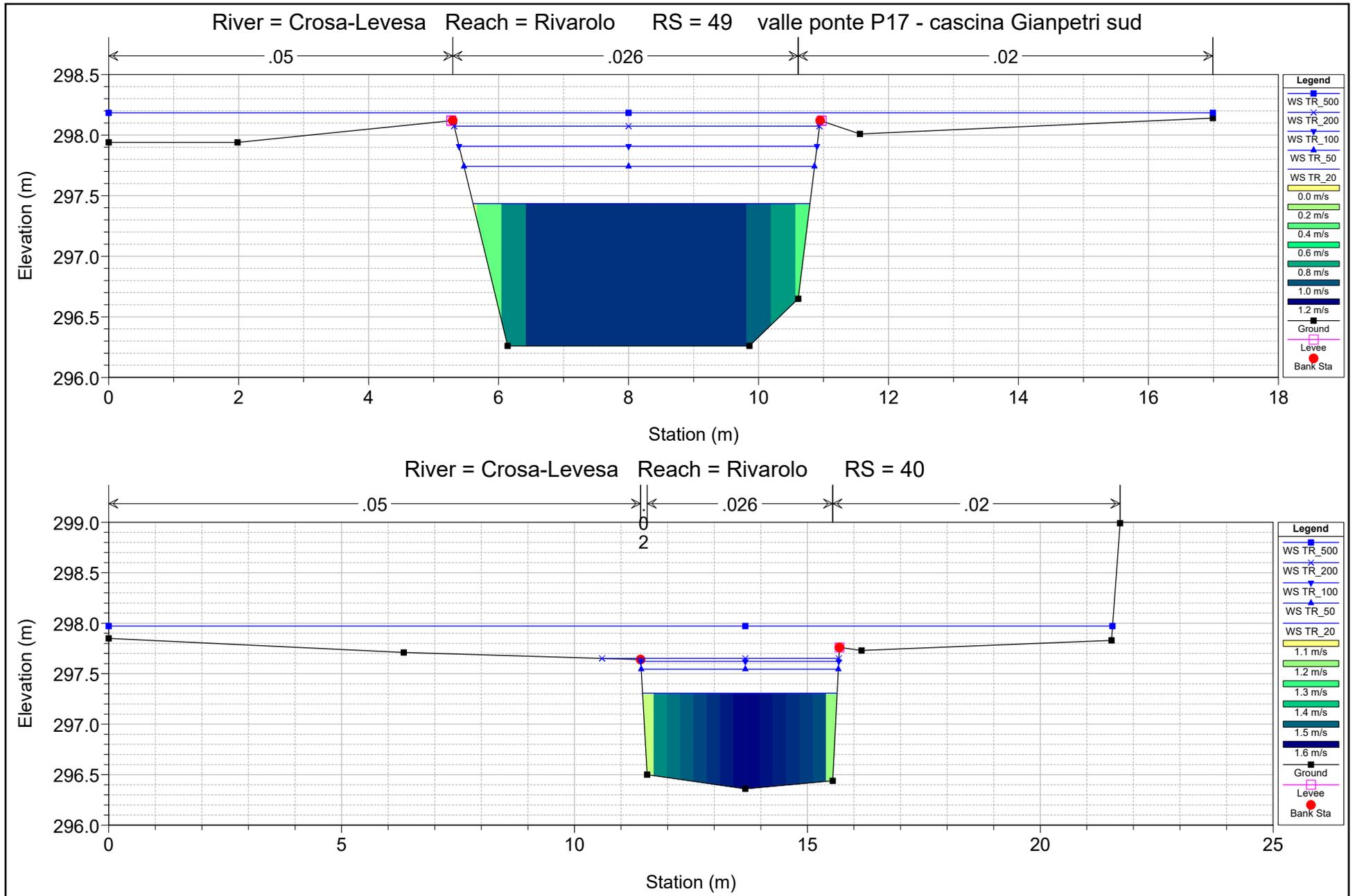


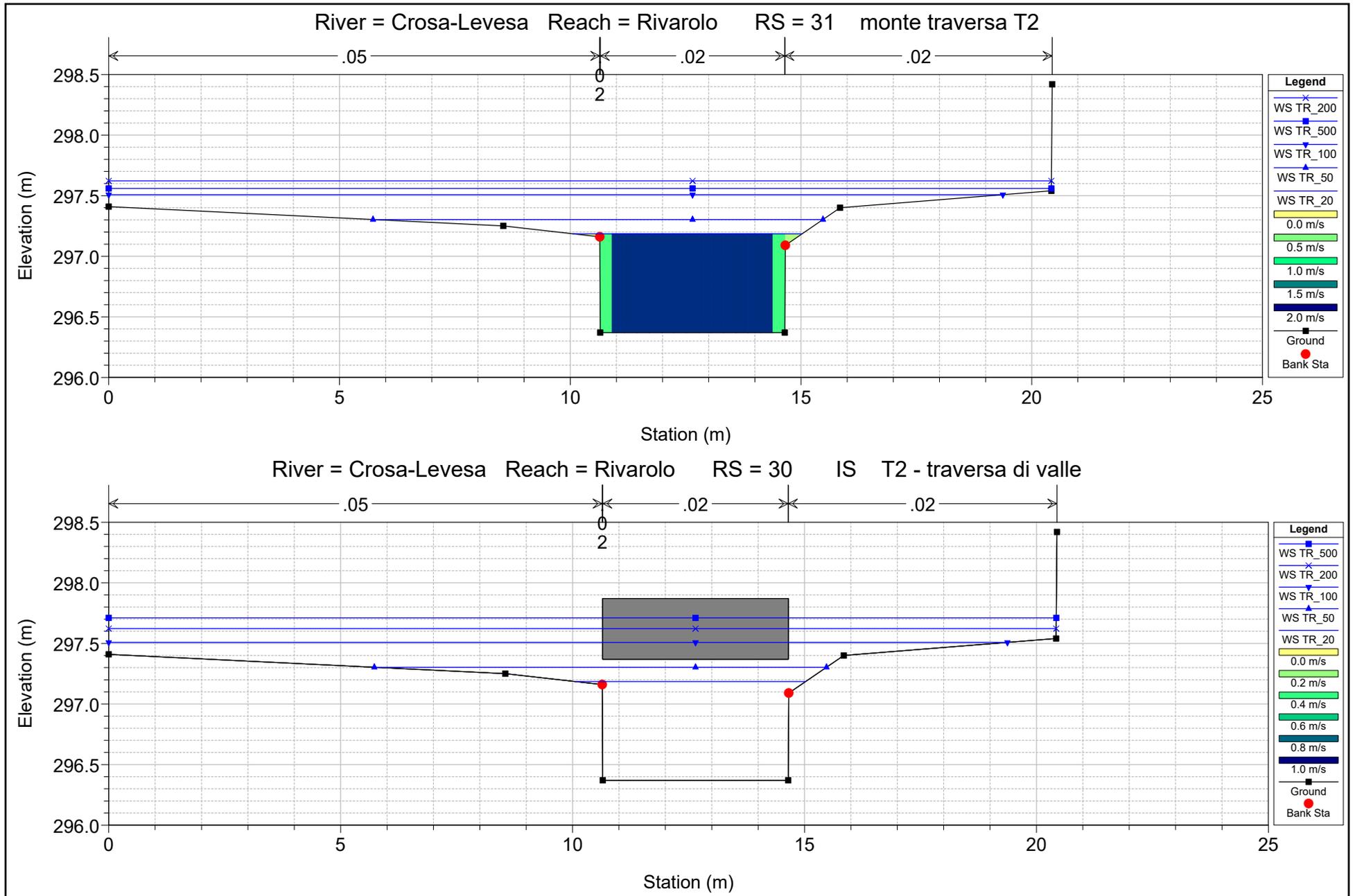


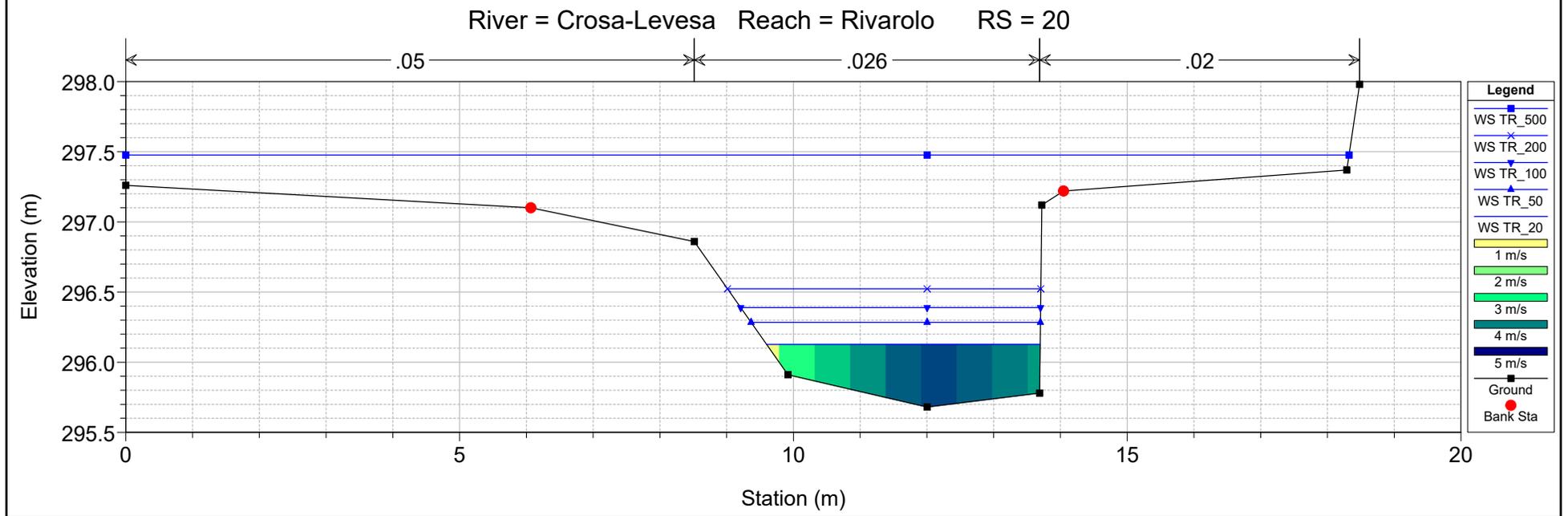
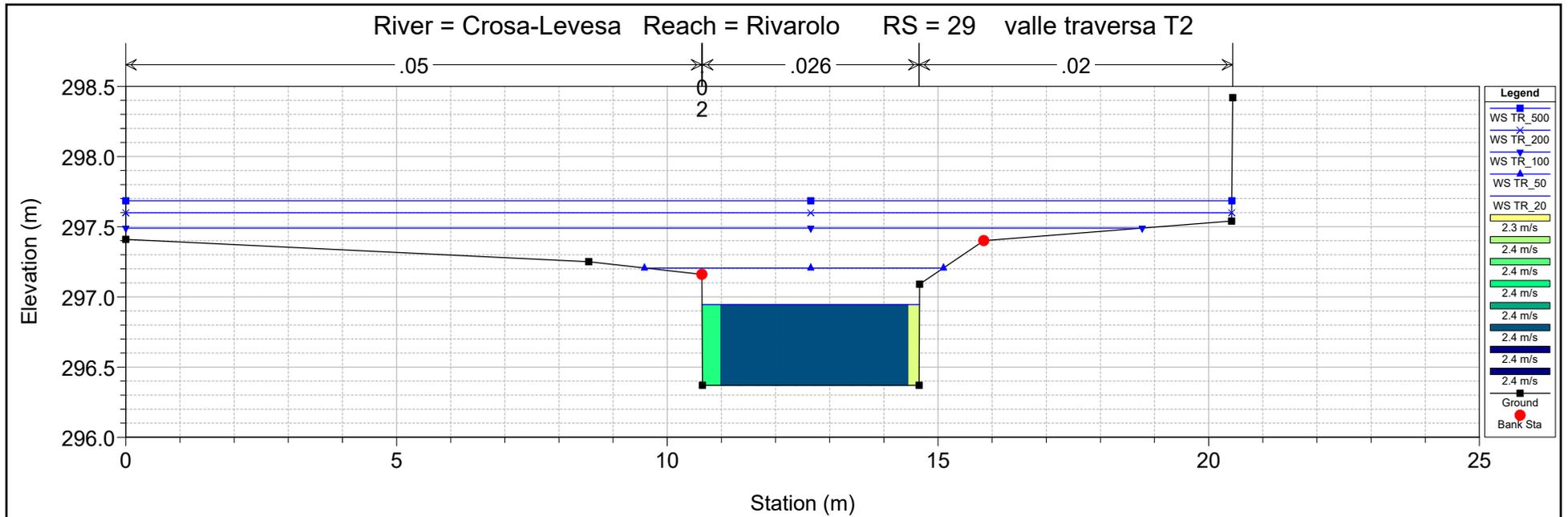




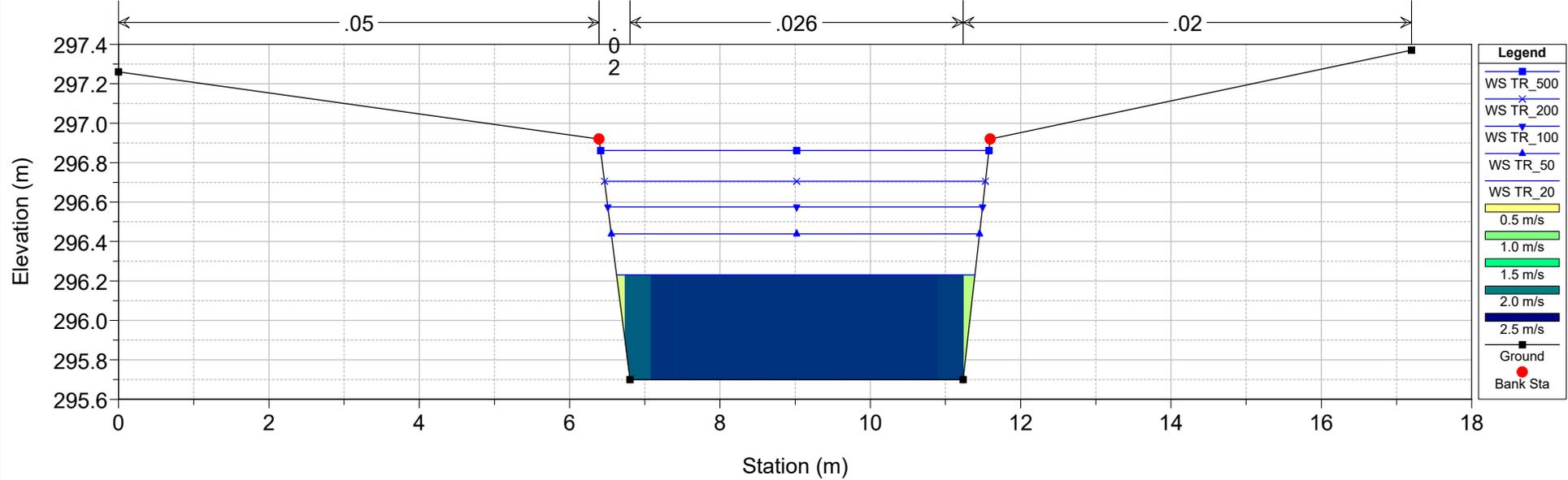








River = Crosa-Levesa Reach = Rivarolo RS = 10 soglia di partizione dei 2 canali





REGIONE PIEMONTE – Città metropolitana di Torino
Comune di Rivarolo Canavese

*P.R.G.C. - VARIANTE GENERALE
PROGETTO DEFINITIVO*

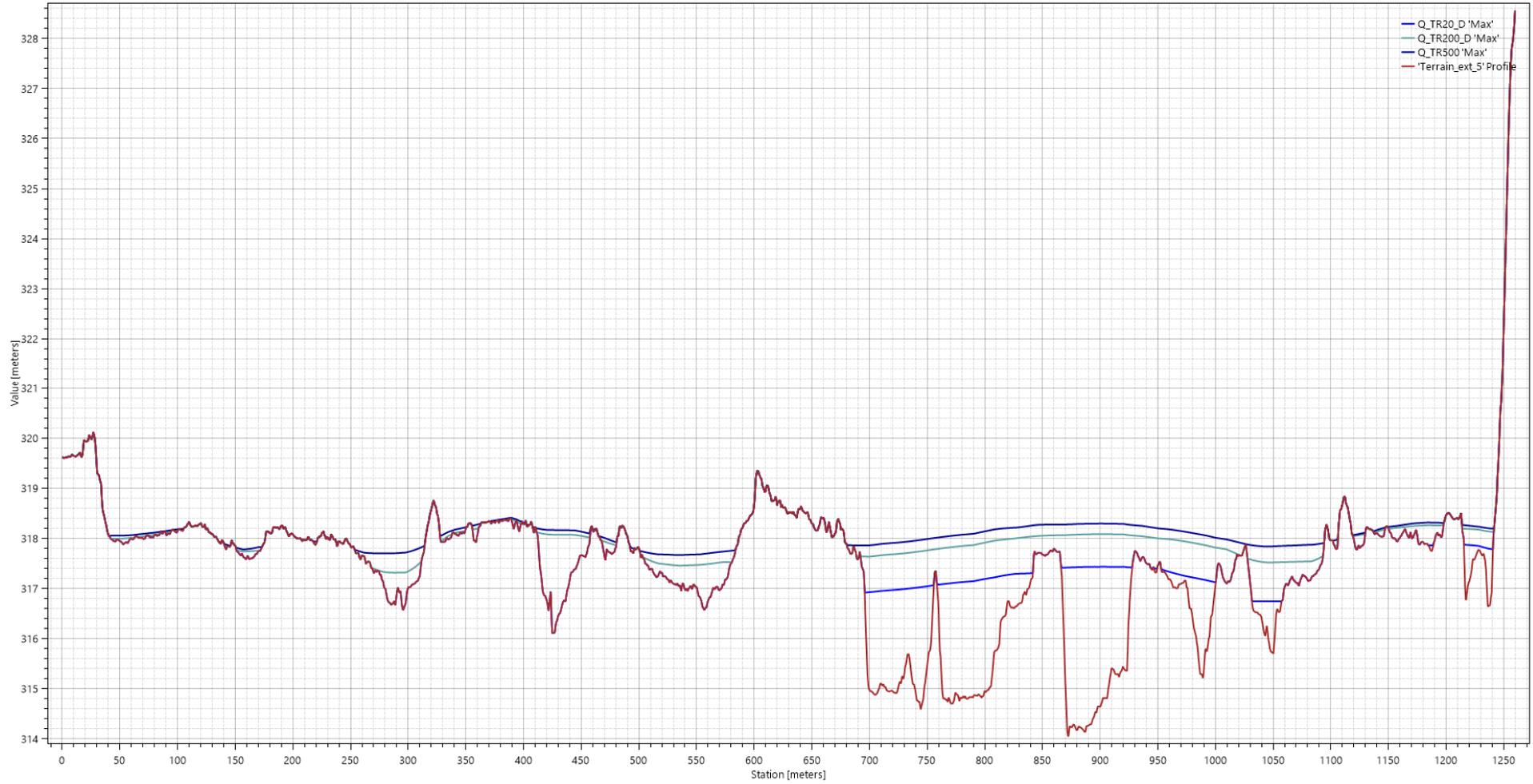
**STUDIO IDRAULICO DEL TORRENTE ORCO
E DELLA RETE IDROGRAFICA SECONDARIA**



ALLEGATO 3

– Risultati simulazione modello 2D in moto vario

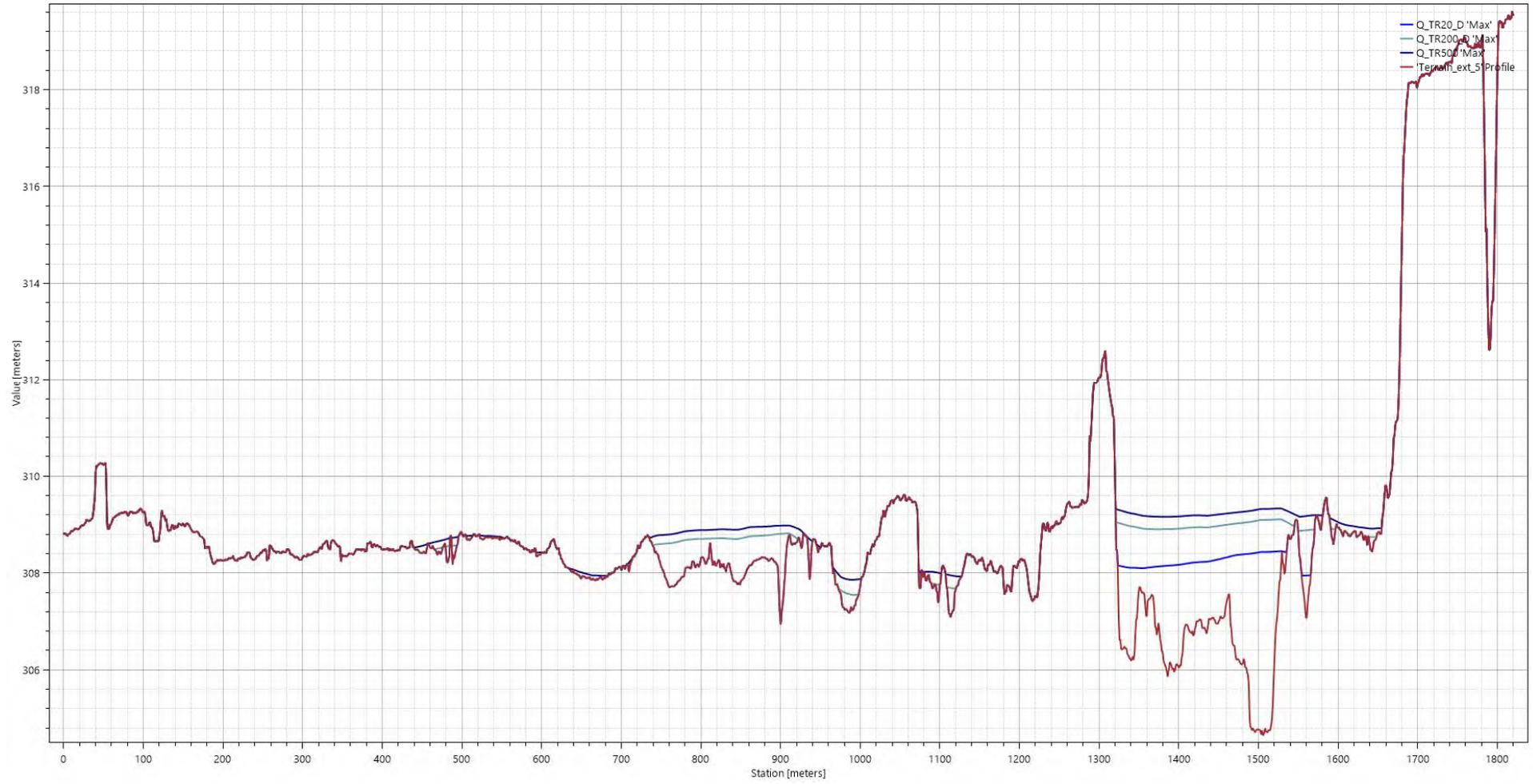
Water Surface Elevation on '24.3'



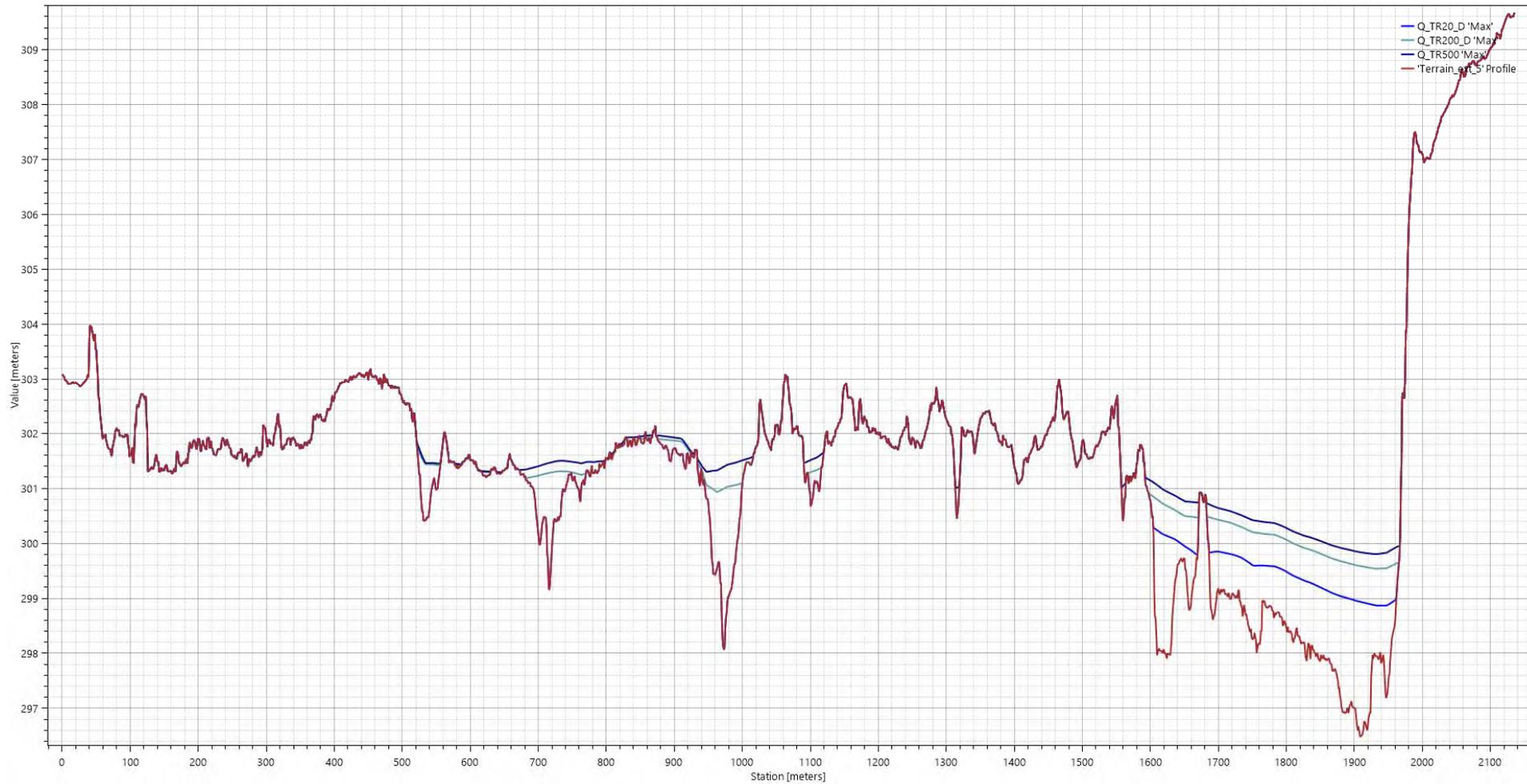
Water Surface Elevation on '24'



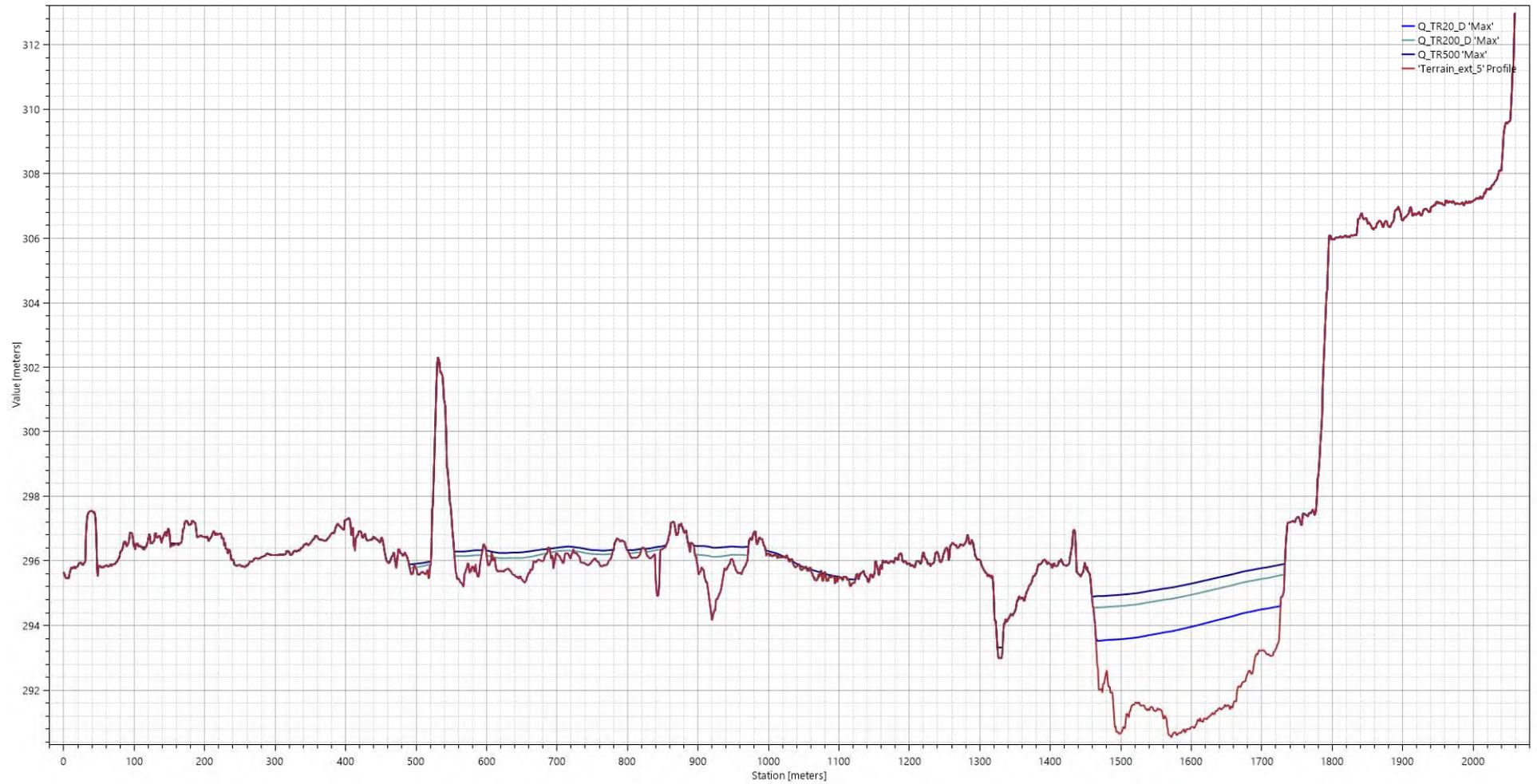
Water Surface Elevation on '23.4'



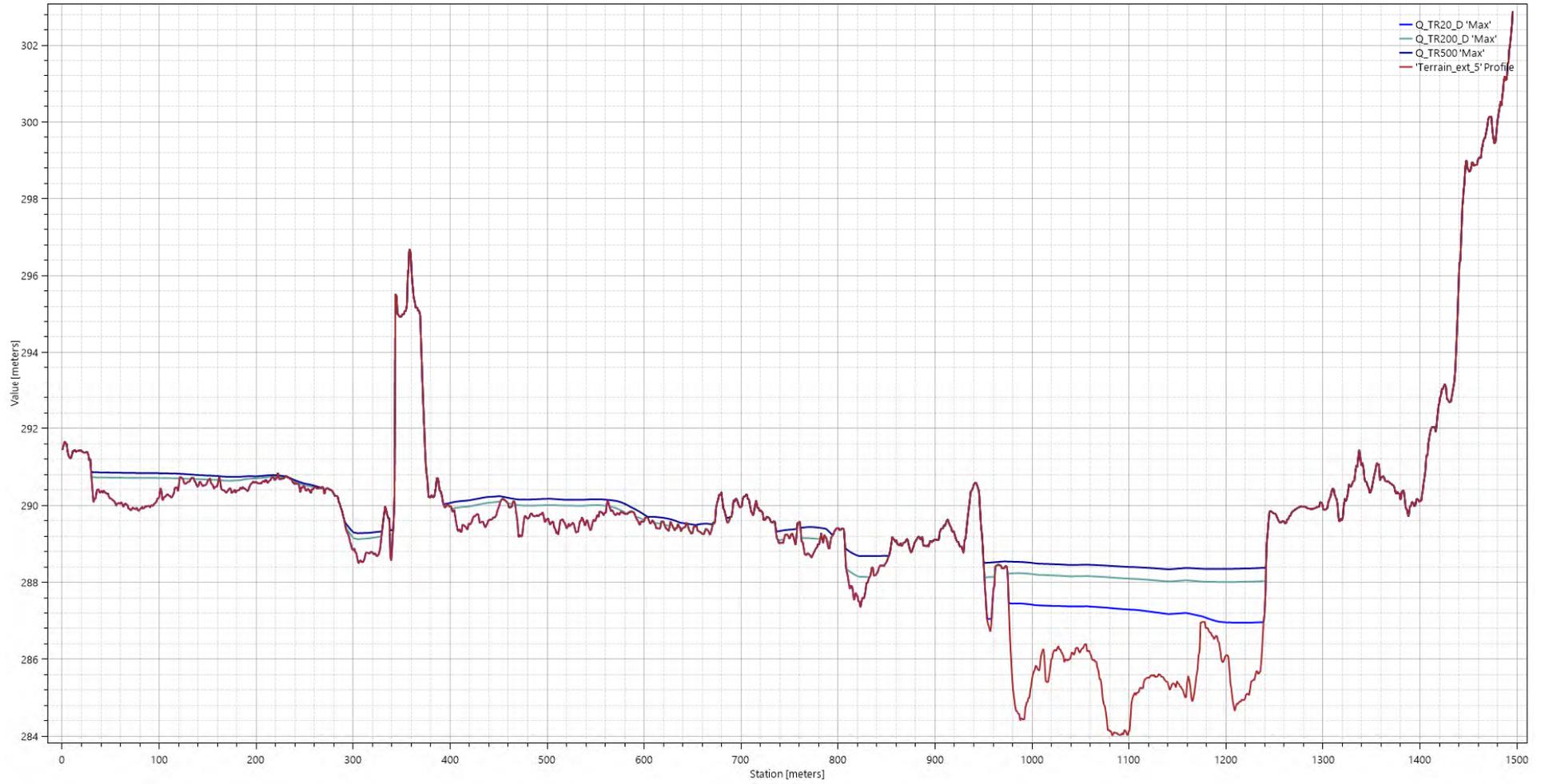
Water Surface Elevation on '23'



Water Surface Elevation on '22.3'



Water Surface Elevation on '22'



Water Surface Elevation on '21'



Water Surface Elevation on '20'



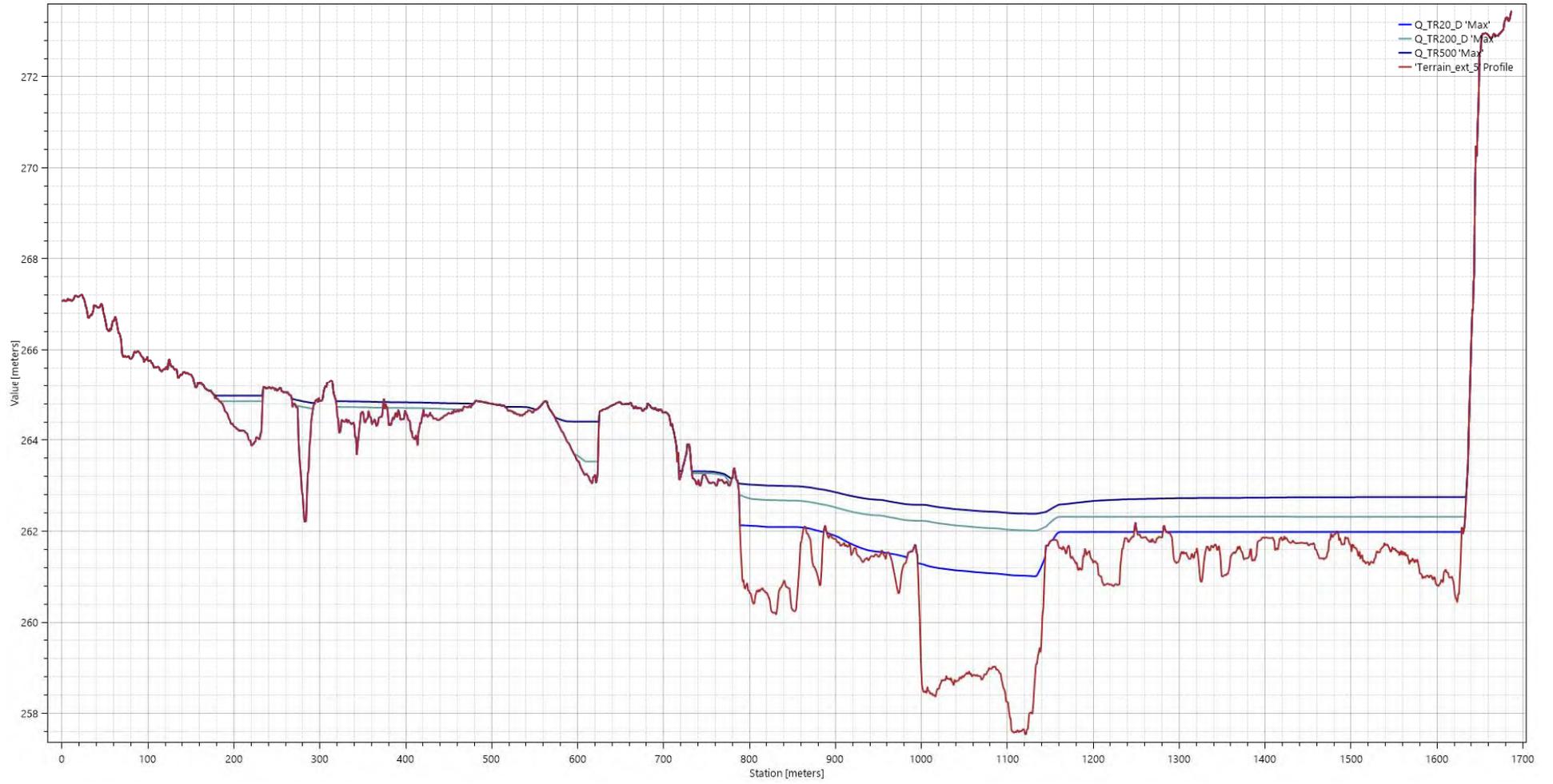
Water Surface Elevation on '19.5'



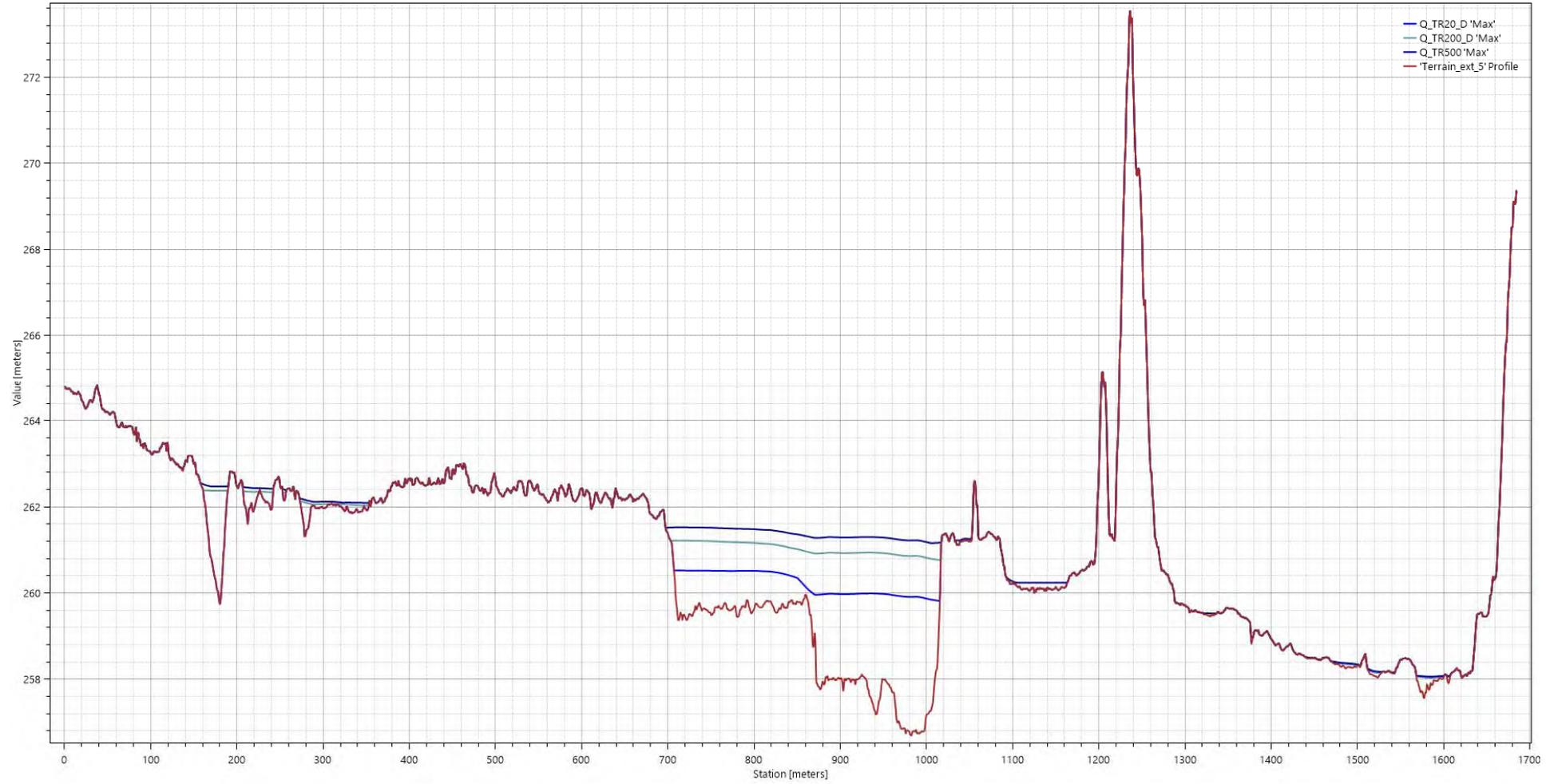
Water Surface Elevation on '19.4'



Water Surface Elevation on '19'



Water Surface Elevation on '18.3'



Water Surface Elevation on '18'



Water Surface Elevation on '17'





REGIONE PIEMONTE – Città metropolitana di Torino
Comune di Rivarolo Canavese

*P.R.G.C. - VARIANTE GENERALE
PROGETTO DEFINITIVO*

**STUDIO IDRAULICO DEL TORRENTE ORCO
E DELLA RETE IDROGRAFICA SECONDARIA**

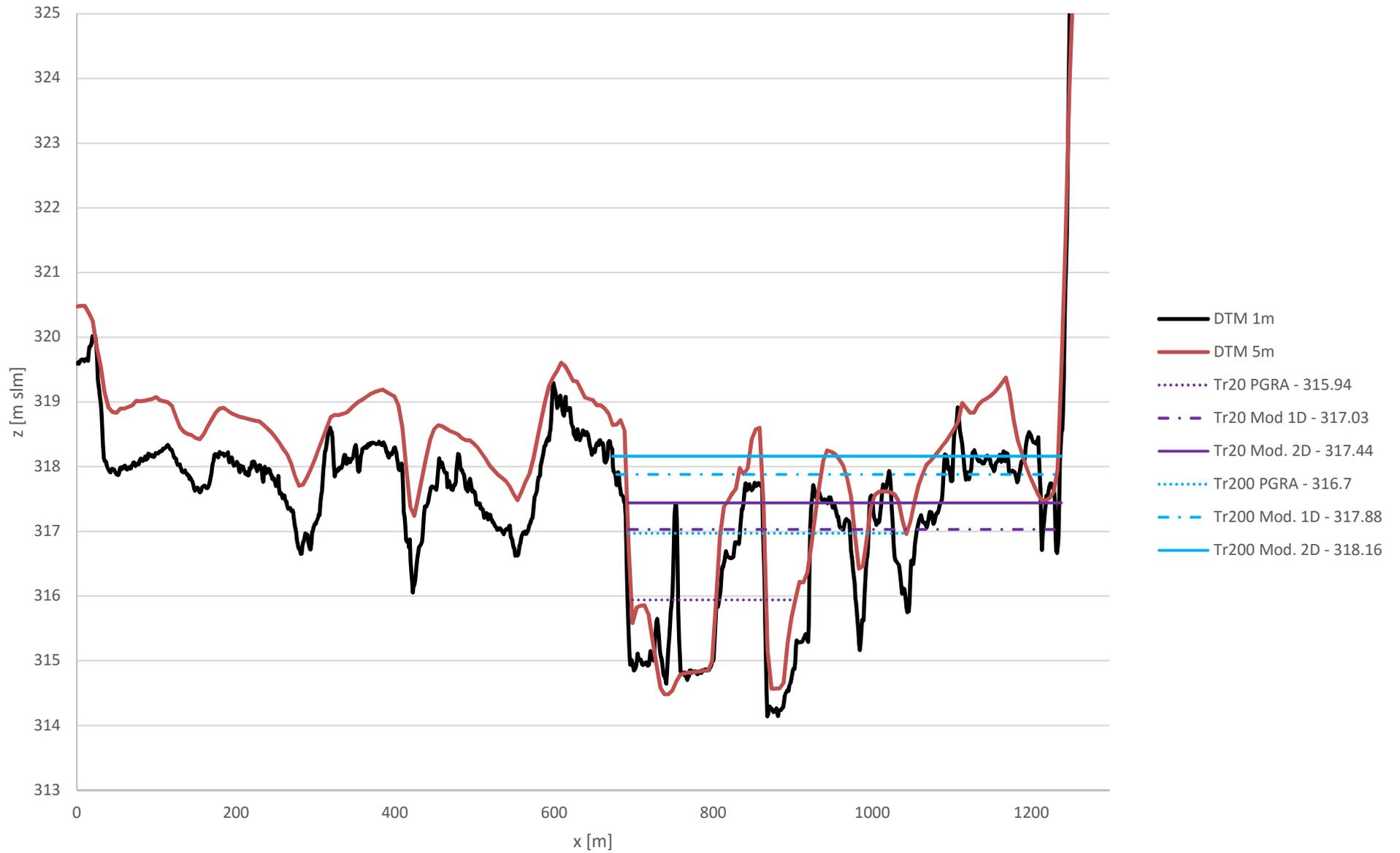


ALLEGATO 4

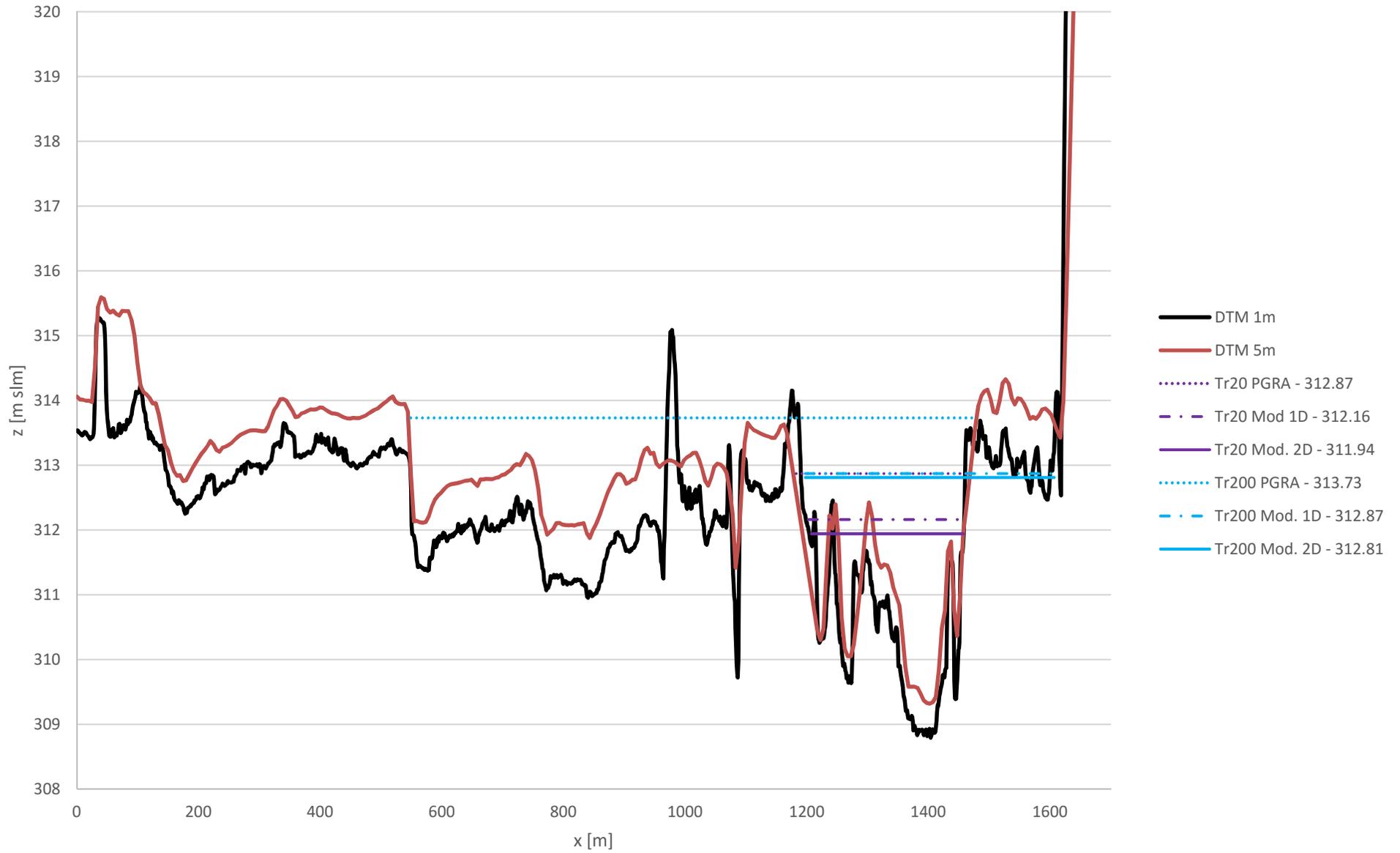
– Confronto tra DTM passo 1 e 5 metri e tra i livelli idrici dei modelli PGRA, 1D e 2D

Nel presente allegato viene assunto, per le simulazioni 2D, un livello idrico univoco mediato sull'intera sezione.

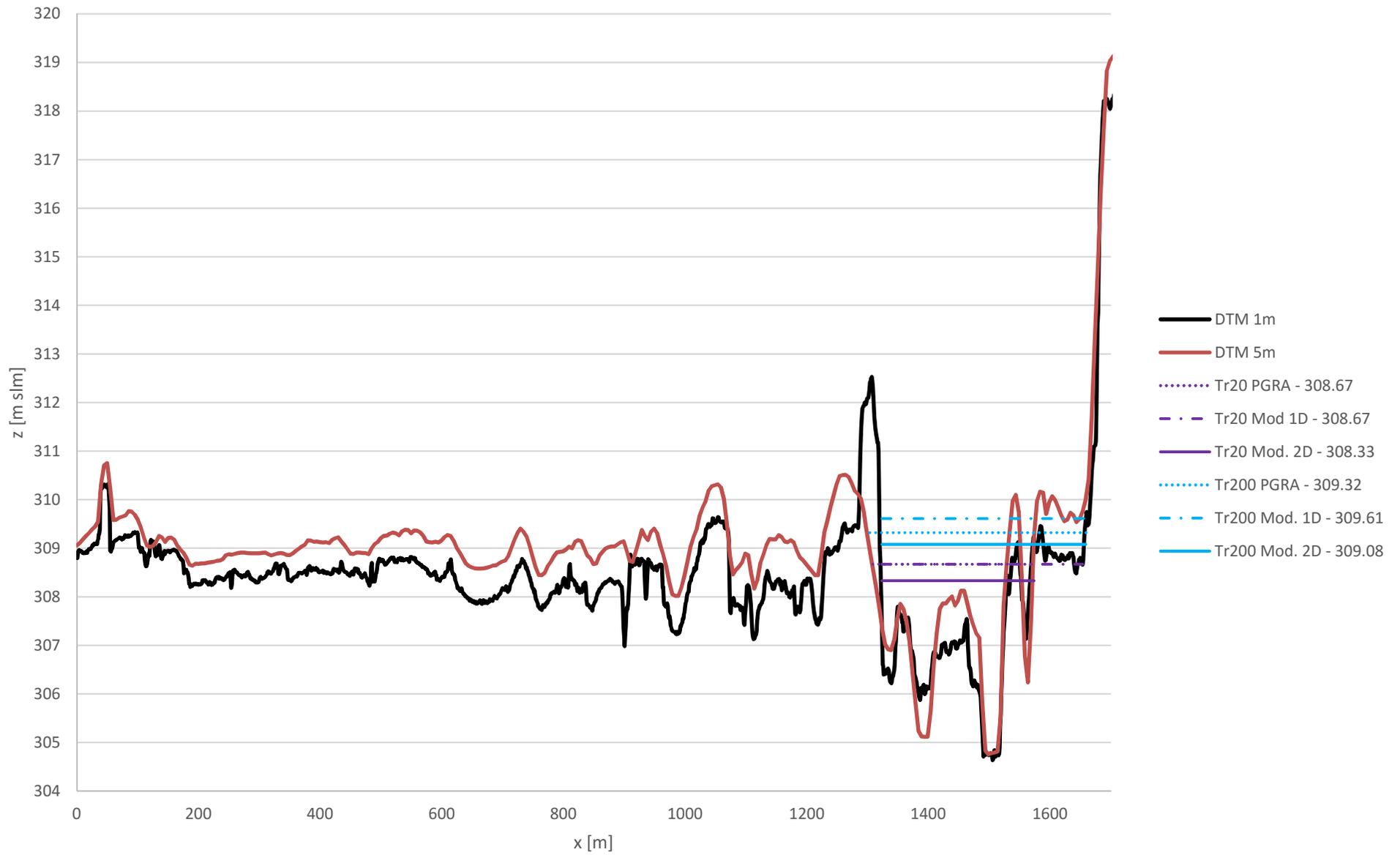
Sezione 24.3 - DTM e livelli di piena



Sezione 24 - DTM e livelli di piena



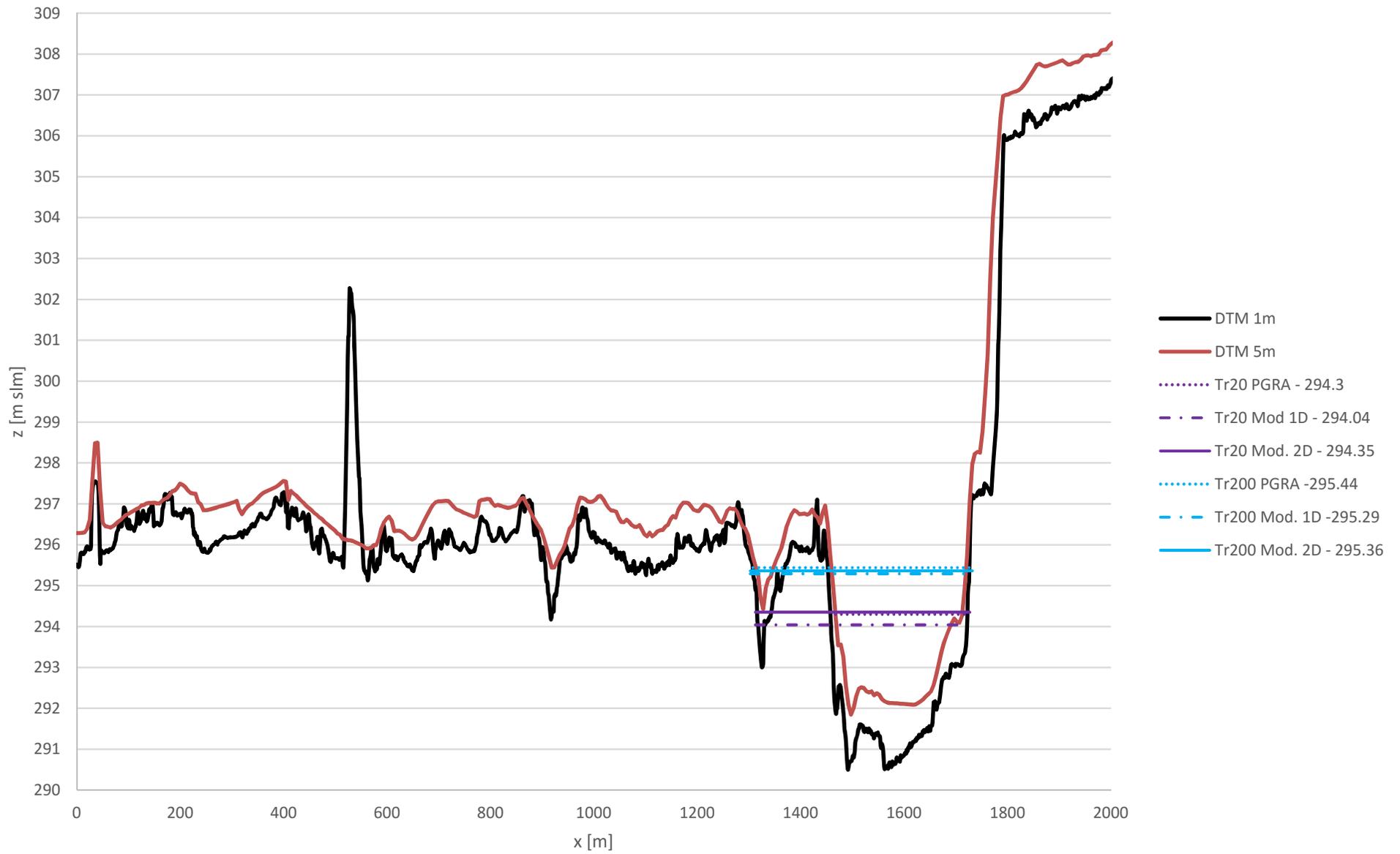
Sezione 23.4 - DTM e livelli di piena



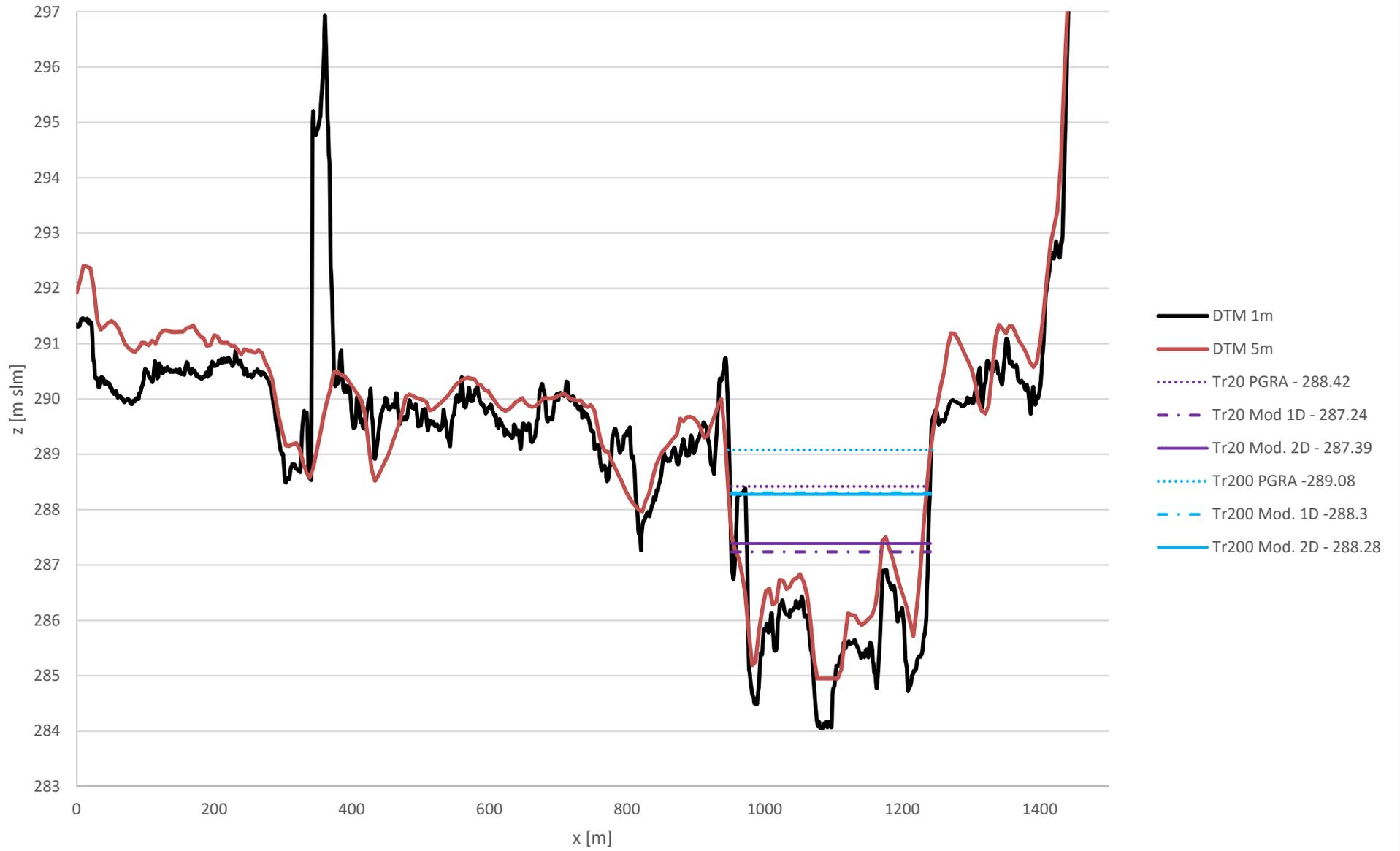
Sezione 23 - DTM e livelli di piena



Sezione 22.3 - DTM e livelli di piena



Sezione 22 - DTM e livelli di piena



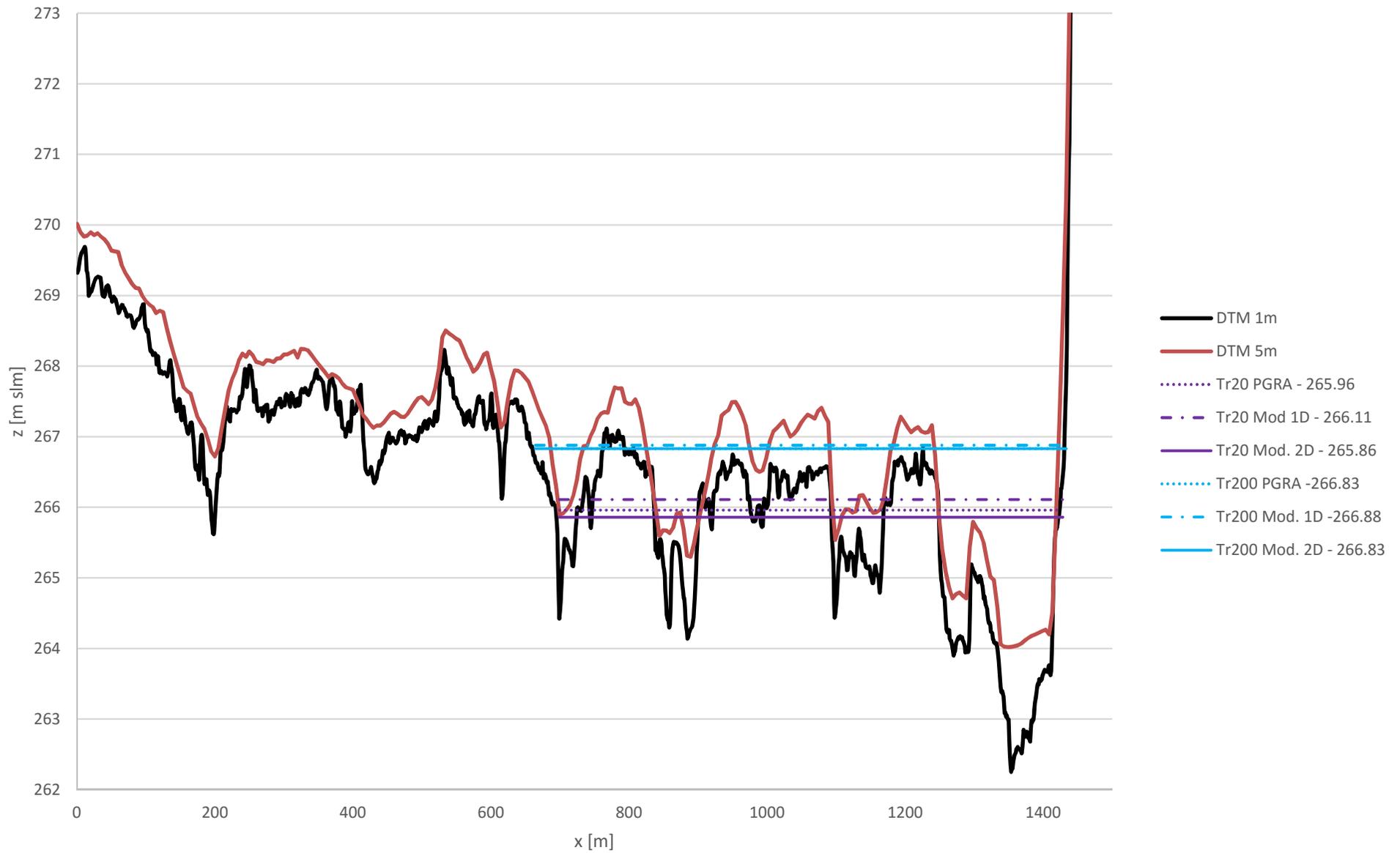
Sezione 21 - DTM e livelli di piena



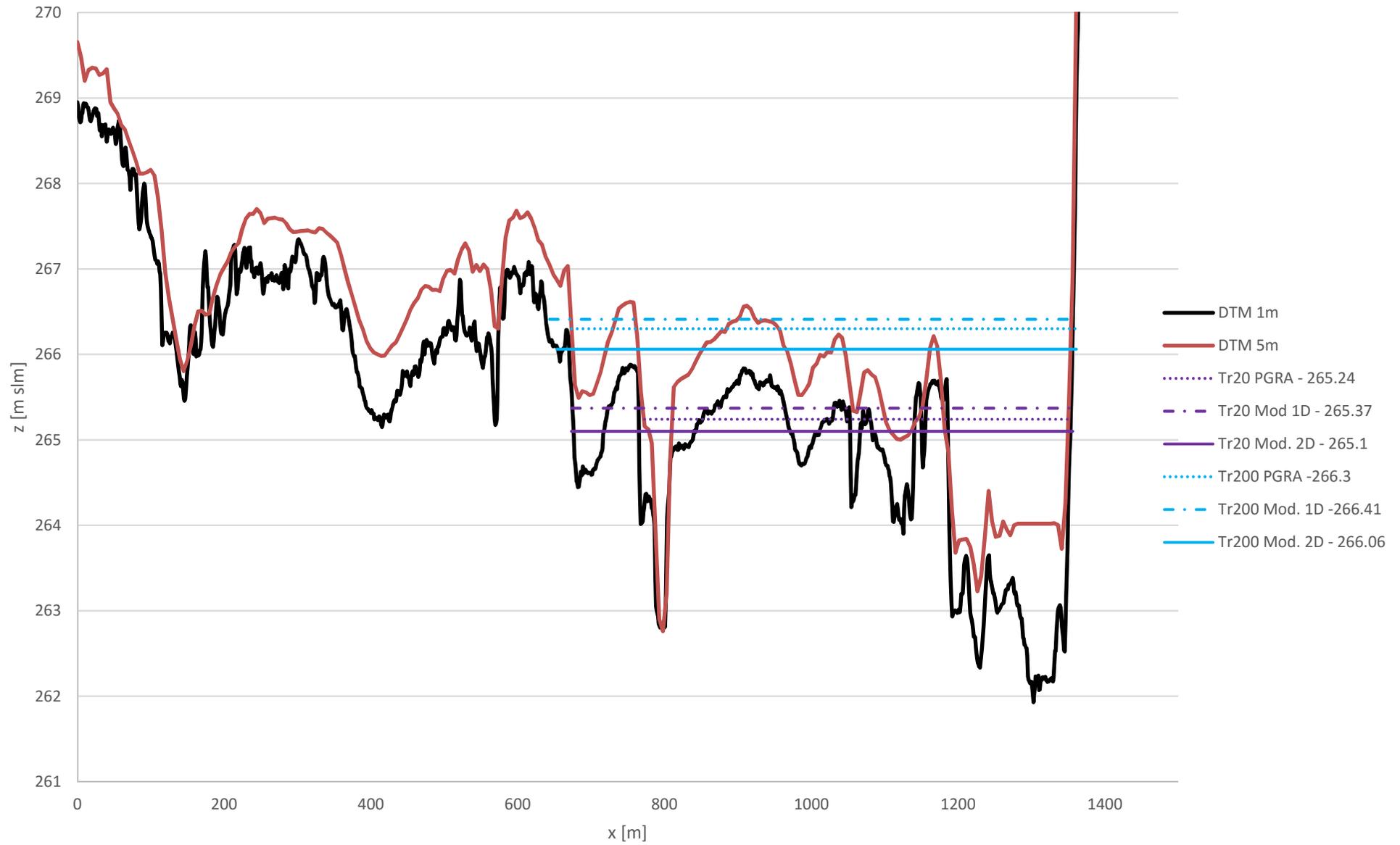
Sezione 20 - DTM e livelli di piena



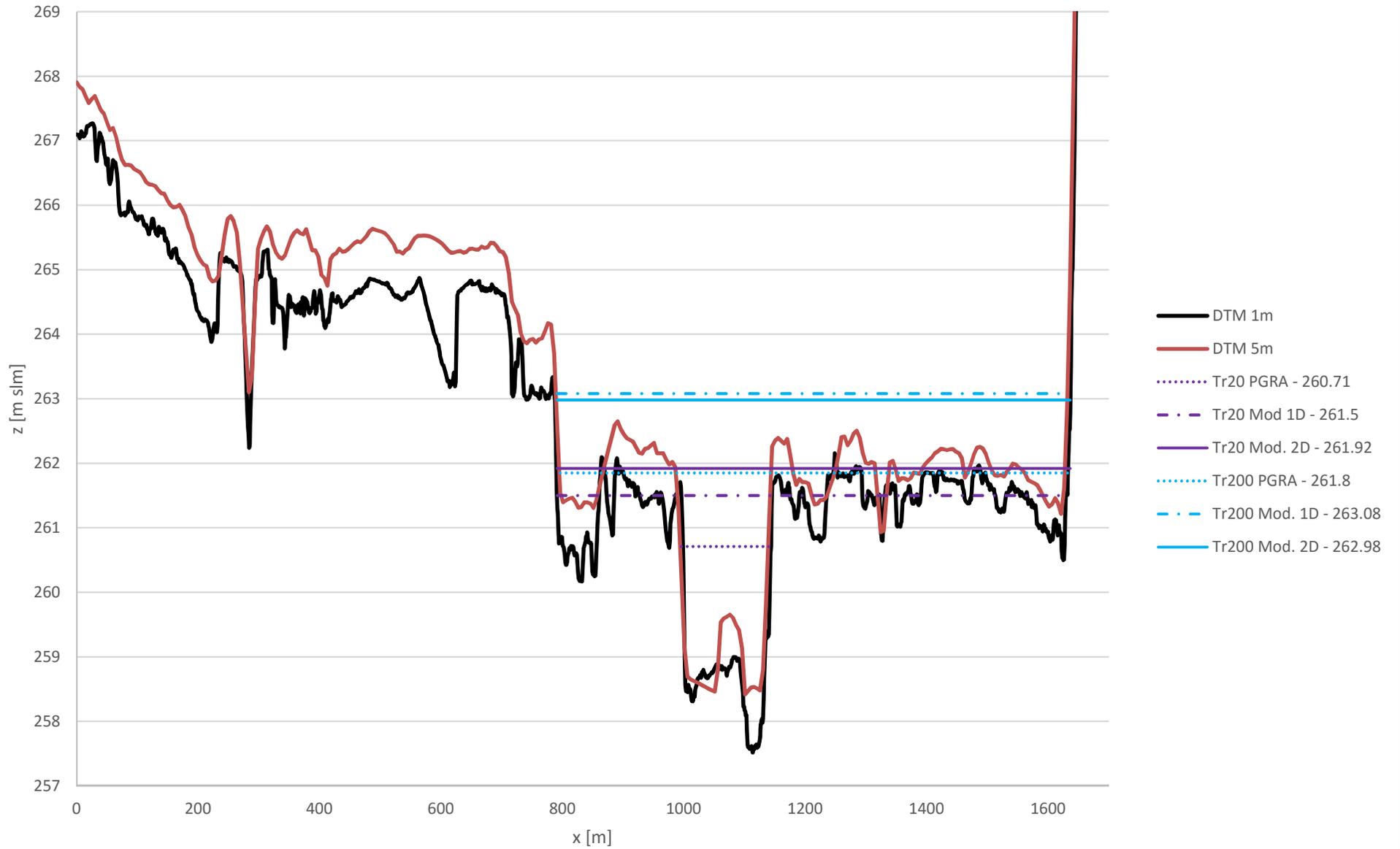
Sezione 19.5 - DTM e livelli di piena



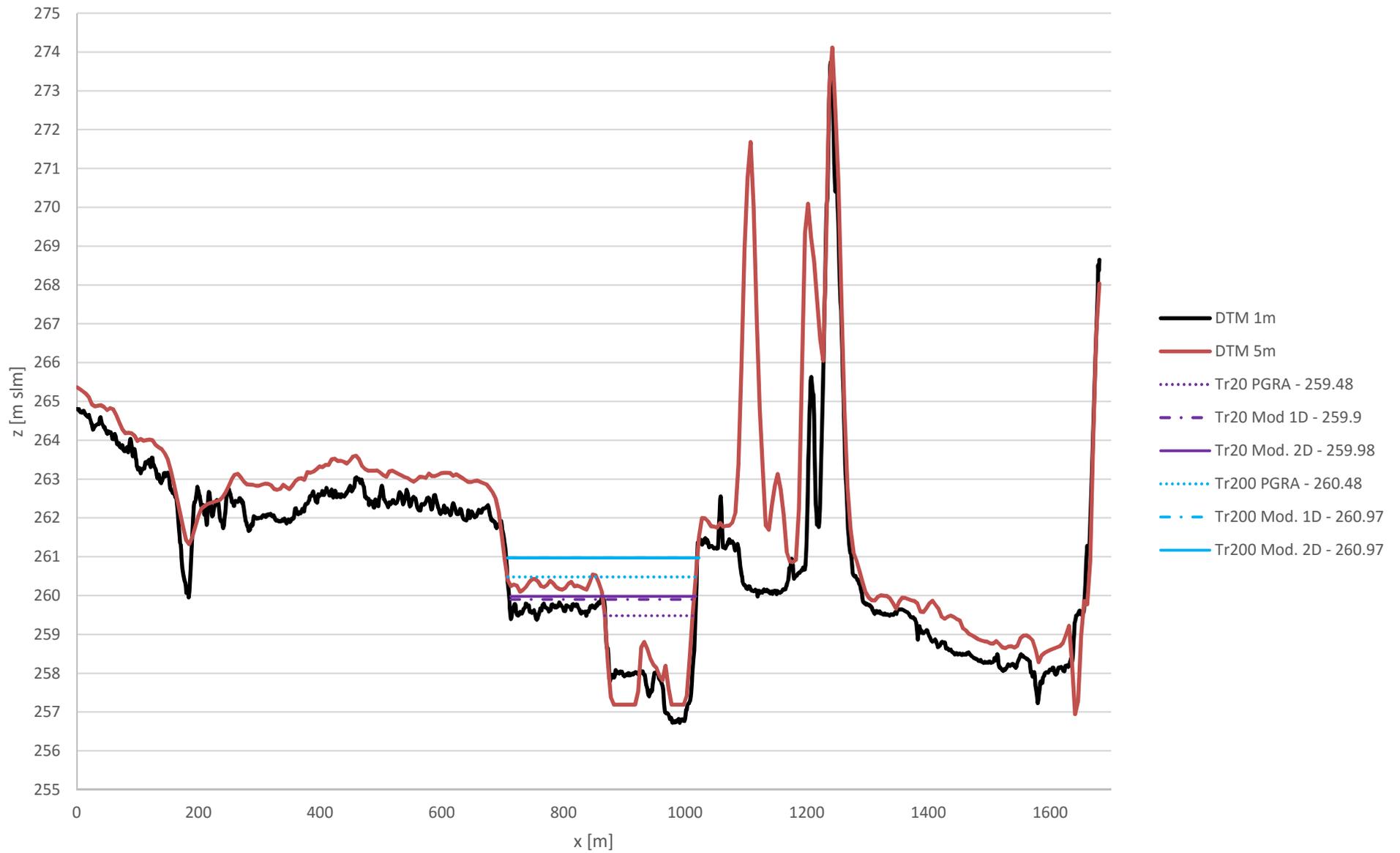
Sezione 19.4 - DTM e livelli di piena



Sezione 19 - DTM e livelli di piena



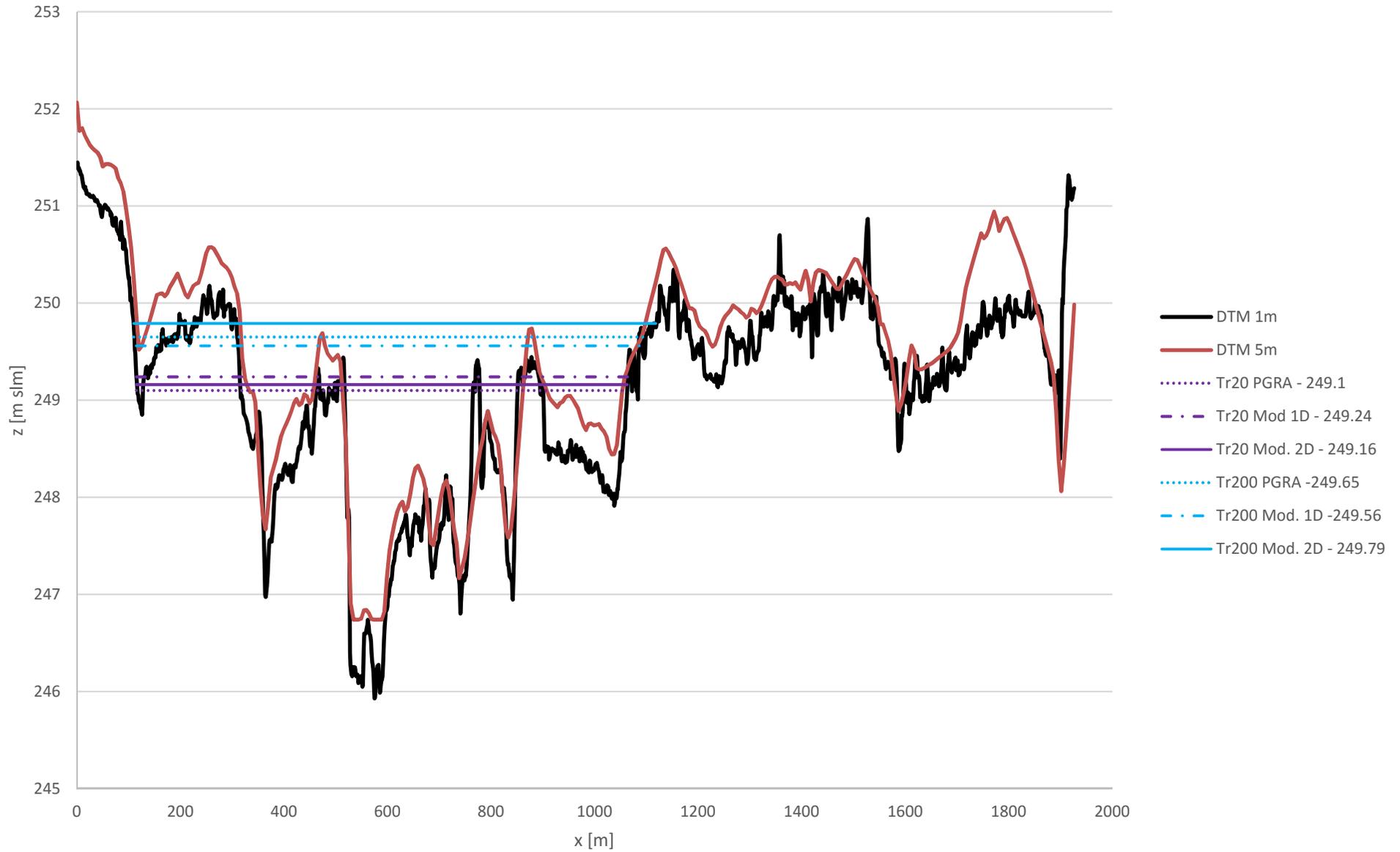
Sezione 18.3 - DTM e livelli di piena



Sezione 18 - DTM e livelli di piena



Sezione 17 - DTM e livelli di piena





REGIONE PIEMONTE – Città metropolitana di Torino
Comune di Rivarolo Canavese

*P.R.G.C. - VARIANTE GENERALE
PROGETTO DEFINITIVO*

**STUDIO IDRAULICO DEL TORRENTE ORCO
E DELLA RETE IDROGRAFICA SECONDARIA**

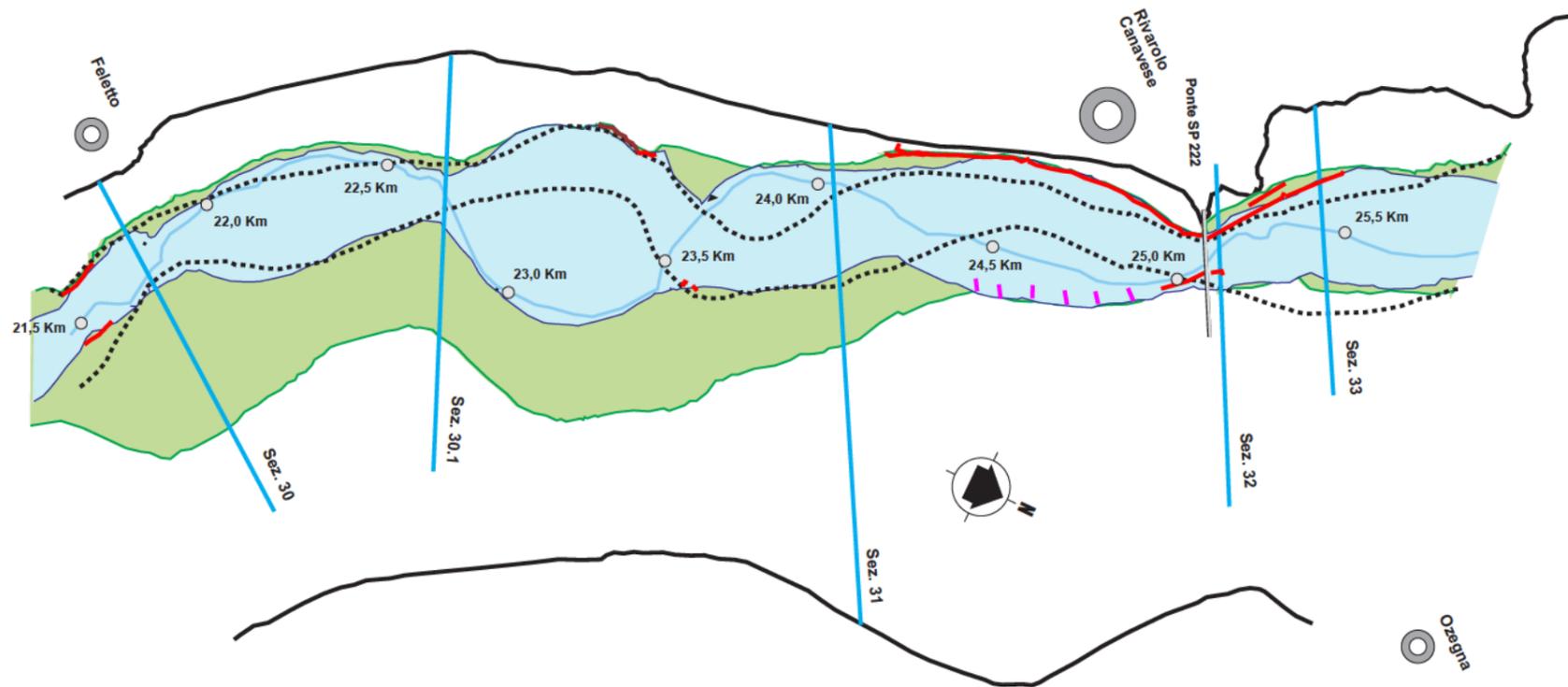


ALLEGATO 5

– Schede di assetto fluviale del Piano di Gestione dei Sedimenti – Tronco 07-08



- Legenda**
- Asse fluviale (2003)
 - Sezioni di rilievo (2003)
 - 0,5 Km Progressiva da modello idraulico (passo 500m)
 - Alveo a piene rive (2003)
 - Fascia di divagazione compatibile
 - Fascia Fluviale A (PAI)
 - Fascia Fluviale B (PAI)
 - Difesa longitudinale
 - Argine
 - Briglia e/o soglia
 - Traversa
 - Pennello
 - Ponte
 - Abitato



TRONCO 07

da Feletto a Rivarolo Canavese

Lunghezza tronco	3700 m
Sezioni trasversali	da Sez. 30 a Sez. 33
Portate di riferimento (Q m ³ /s)	
Tr 2 anni	373
Tr 5 anni	617
Tr 20 anni	1208
Tr 100 anni	1952
Tr 200 anni	2320
Tr 500 anni	2870

Ponti

SP 222 Luce di 140 m, con 2 pile in alveo; quota minima dell'intradosso dell'impalcato è pari a 292 m s.m.

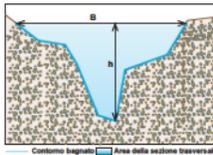
Tronco condizionato da opere nella prima parte (sez. 33 -31, in corrispondenza del ponte di Rivarolo e dell'abitato); la divagazione morfologica è libera a valle (sez. 31 e 30)

ALVEO ATTIVO Assetto attuale

Profilo di fondo Quota di fondo minimo a monte 283,99 m s.l.m.
Quota di fondo minimo a valle 262,68 m s.l.m.

Pendenza (%) 5,76

Sezione media (bordi pieni Q5)
B (m) 193
h (m) 2,49
A (m²) 248
v (m/s) 2,78



Altezza idrica piena di riferimento (Q200)
monte (m s.l.m.) 287,57
valle (m s.l.m.) 266,01
h media (m) 4,08
A media (m²) 830,00
v media (m/s) 3,86

Opere di sistemazione idraulica

Opere longitudinali difesa di sponda in dx da monte a valle del ponte (sezz. 33-31); difesa di sponda in sx a cavallo del ponte seguita da pennelli a valle

Opere trasversali ---

Argini ---

ALVEO DI PIENA Assetto attuale

Frequenza di allagamento portata limite di inondazione (Tr) 5 - 20

Altezza idrica media (Q200) dx (m) 1,45

Altezza idrica media (Q200) sx (m) 0,96

Larghezza media dx (m) ---

Larghezza media sx (m) 269

Velocità media (Q200) dx (m/s) ---

Velocità media (Q200) sx (m/s) 1,15

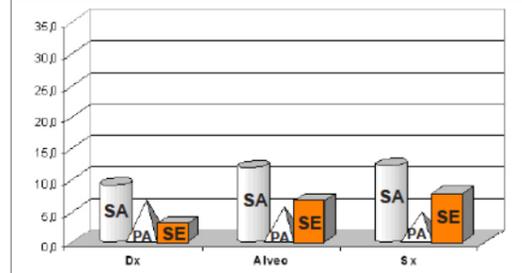
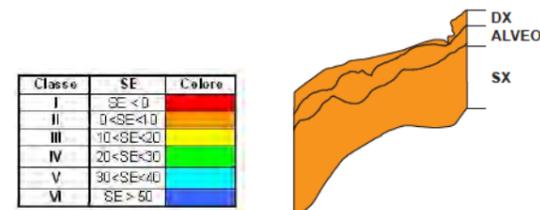
Rami riattivabili in piena (1993 - 2000) in sx in tutto il tratto a valle del ponte

Uso del suolo nella golena (prevelente) in sx fascia vegetazione arborea discontinua con prevalenza di coltivi e seminativi; in dx antropizzato

ANALISI AMBIENTALE

Stato ecologico (SE) = Stato Ambientale (SA) - Pressione Antropica (PA)

Indice	Dx	Alveo	Sx
Indice di Naturalità Vegetazionale (I-nv)	4,5	6,3	6,4
Indice di Varietà Biotipica (I-vb)	1,2	1,2	1,2
Presenza Habitat Protetti (I-hp)	1,0	1,0	1,0
Indice Quantità Faunistica (I-fa quantità)	2,7	2,7	2,7
Indice Qualità Faunistica (I-fa qualità)	-	-	-
Indice Faunistico (I-fa)	2,1	2,1	2,1
Indice Vegetazionale e Faunistico (I-vf)	11,3	16,0	16,1
Indice Effetto Filtro (I-ef)	4,4		4,4
Indice Integrità Vegetazionale riparia (I-iv)	1,4		1,5
Indice Funzionalità Ripariale (I-fr)	6,1		6,6
Stato Ecologico Corso d'Acqua (SECA)		6,0	
Stato Ambientale Corso d'Acqua (SACA)		6,0	
Indice Vegetazionale Acquatico (I-va)		1,0	
Indice di Qualità Alveo (I-qa)		6,0	
STATO AMBIENTALE (SA)	9,2	12,0	12,3
Indice di Uso del Suolo (I-us)	2,5	3,0	1,7
Indice di Modificazione dell'Alveo (I-ma)		0,7	
PRESSIONE ANTROPICA (PA)	6,2	5,3	4,4
STATO ECOLOGICO (SE)	3,0	6,7	7,9
STATO ECOLOGICO MEDIO		5,9	



TRONCO: 07 da Feletto a Rivarolo Canavese L= 3700 m

TAVOLA: 07_A

ELABORATO: Aspetto attuale dell'alveo attivo, dell'alveo di piena e analisi ambientale

CORSO D'ACQUA: Torrente Orco

REVISIONE: 0

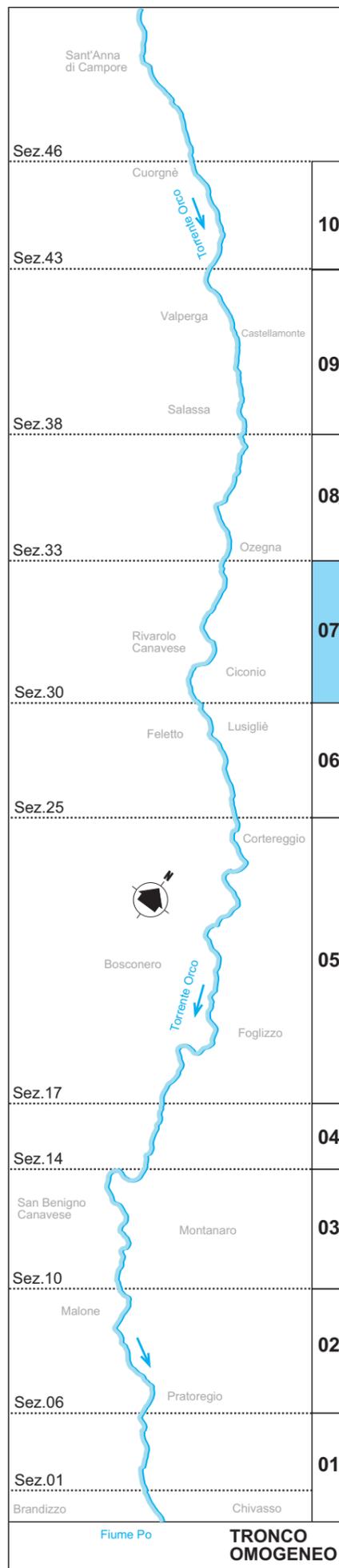
DATA: Maggio 2007

PROGRAMMA DI GESTIONE DEI SEDIMENTI PER I TORRENTI ORCO, PELLICE E CHISONE

POLITECNICO DI TORINO Dipartimento di Idraulica, Trasporti ed Infrastrutture Civili

REDAZIONE:

COMMITTENTE:



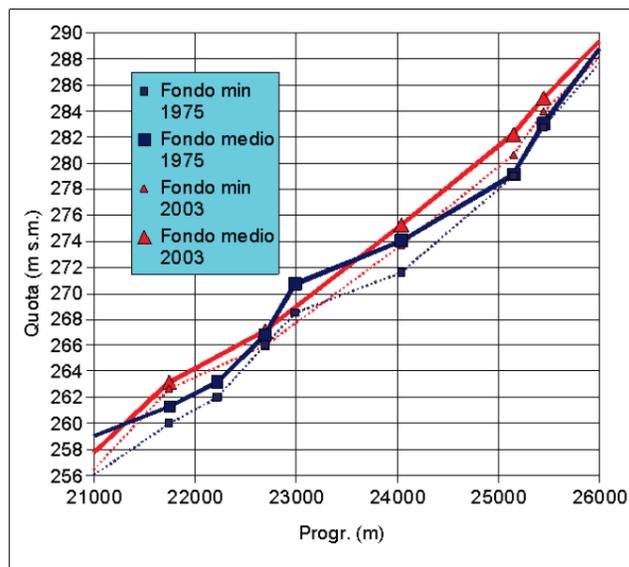
EVOLUZIONE ALTIMETRICA STORICA (1975 - 2003)

Variatione altimetrica fondo minimo (thalweg)
 Abbassamento massimo (m) **-0,80**
 Innalzamento massimo (m) **2,10**
 Variazione media (m) **1,53**

Variatione altimetrica fondo medio
 Abbassamento massimo (m) **-1,76**
 Innalzamento massimo (m) **3,08**
 Variazione media (m) **1,36**

Aumento medio sezione bagnata (Q5) **6%**

Variatione planimetrica
 alveo prevalentemente condizionato da opere di sponda e dall'attraversamento nel primo tratto; molto sollecitato idrodinamicamente sulle sponde con forte tendenza all'instabilità ove libero.



La variazione del fondo medio e del fondo minimo è prevalentemente positiva in tutto il tronco;
COMPLESSIVAMENTE LA VARIAZIONE DEL FONDO E' CLASSIFICABILE COME DI SEDIMENTAZIONE MODERATA

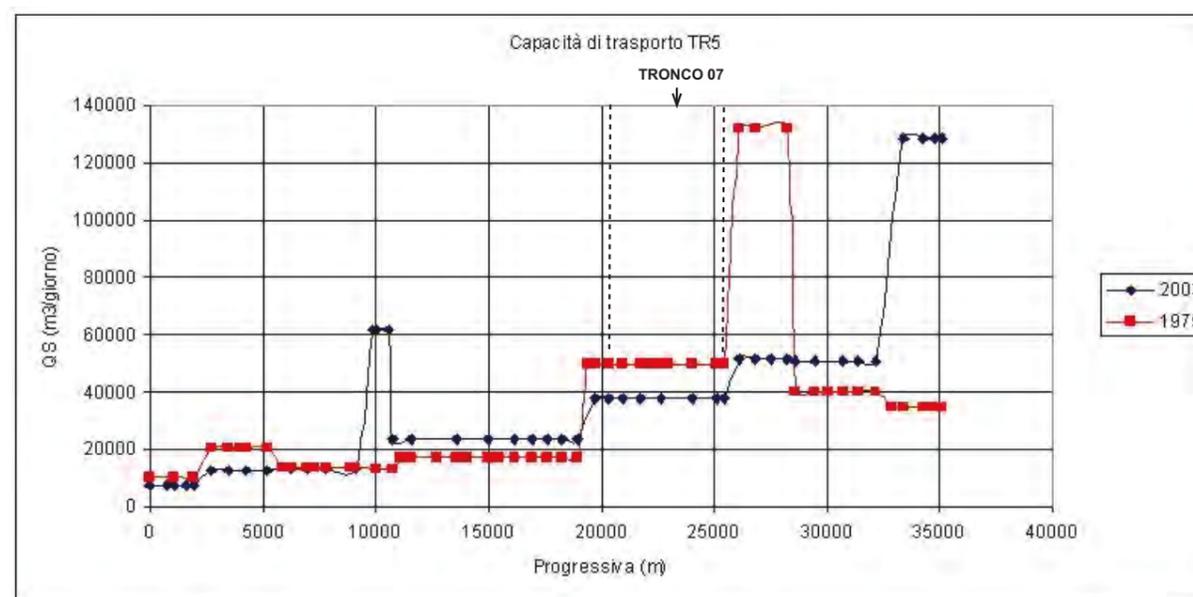
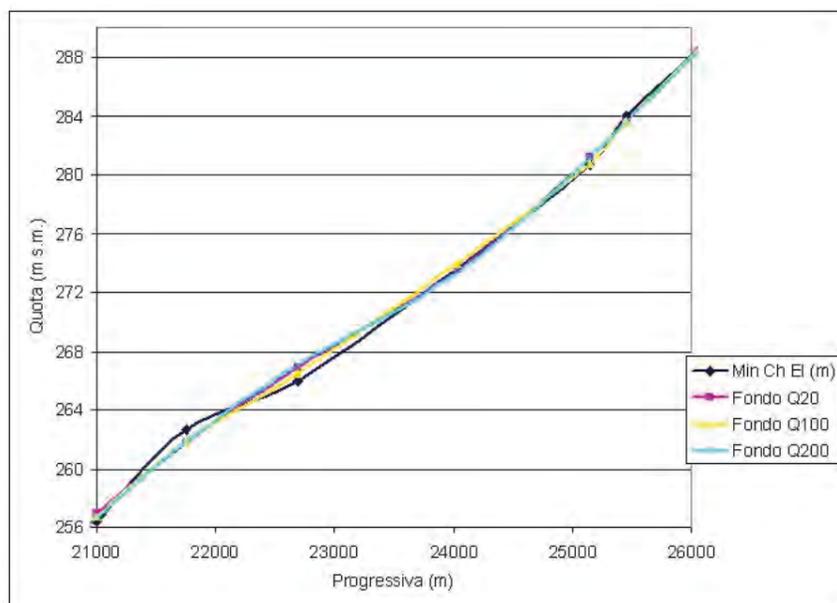
TENDENZA EVOLUTIVA

BREVE PERIODO
 fondo minimo (thalweg)

Abbassamento massimo (m) **-0,36**
 Innalzamento massimo (m) **1,08**

MEDIO PERIODO

In condizioni di portate di piena molto elevate, gli effetti idraulici paiono trascurabili in tutto il tronco. La capacità di trasporto solido del tronco per le portate minori è inferiore rispetto al tronco di monte (molto inferiore nella situazione attuale che in quella al 1975) ciò comporta sul lungo termine una situazione di tendenza alla sedimentazione nel tronco che pare confermata dalla variazione geometrica del fondo; è invece in contrasto con la tendenza evidenziata all'ampliamento della sezione.



MODIFICAZIONI PLANIMETRICHE
 (rispetto all'evento alluvionale del 2000)

tronco fortemente instabile a valle della parte confinata

TENDENZA: profilo altimetrico tendenzialmente stabile; possibilità di divagazione morfologica nei tratti non condizionati.

TRONCO OMOGENEO

TRONCO: 07
 da Feletto a Rivarolo Canavese
 L= 3700 m

TAVOLA: 07_B

CORSO D'ACQUA: Torrente Orco

REVISIONE: 0

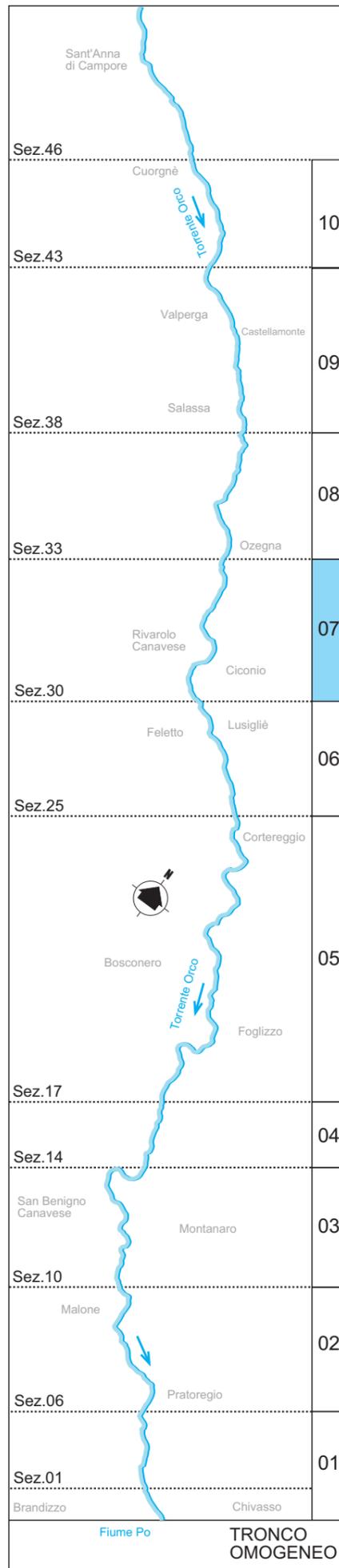
DATA: Maggio 2007

ELABORATO: Evoluzione altimetrica storica e tendenza evolutiva in atto

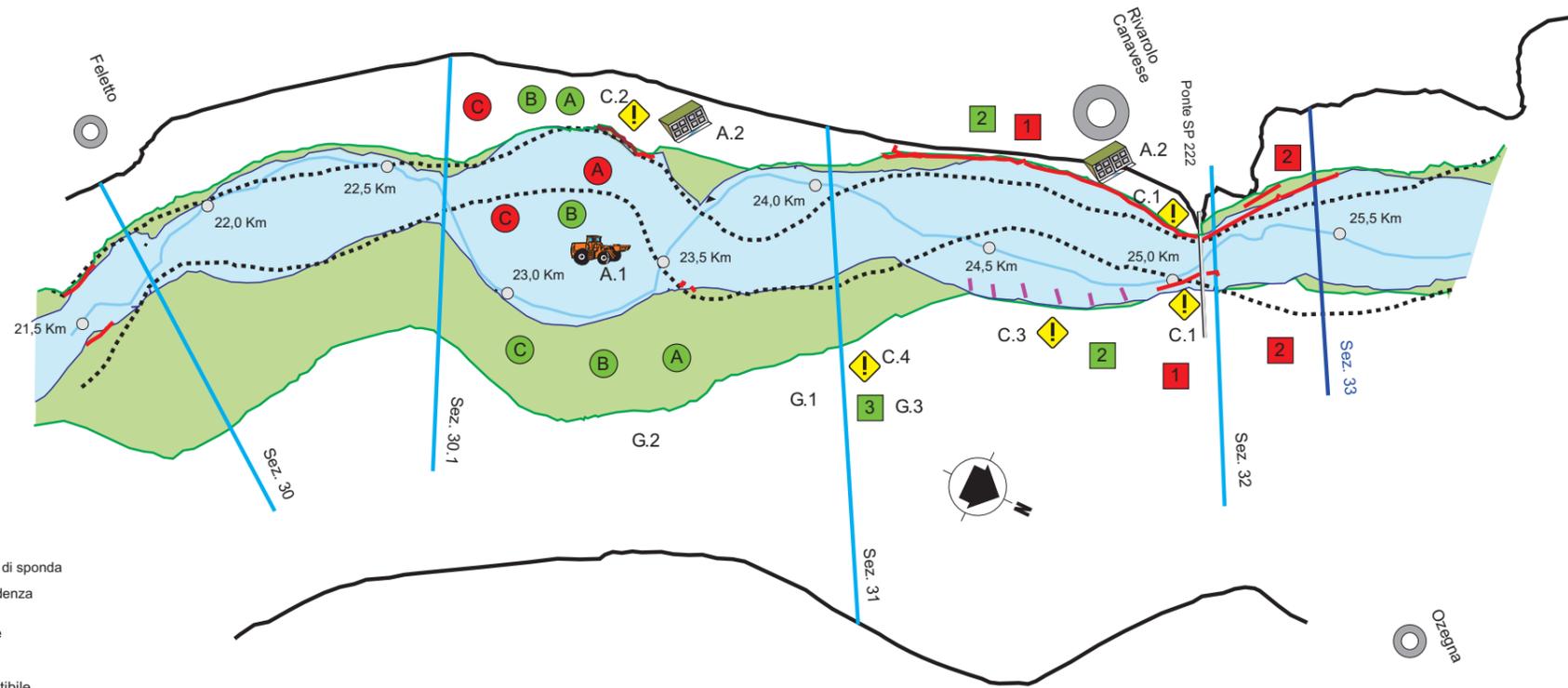
PROGRAMMA DI GESTIONE DEI SEDIMENTI PER I TORRENTI ORCO, PELLICE E CHISONE

REDAZIONE: POLITECNICO DI TORINO
 Dipartimento di Idraulica, Trasporti ed Infrastrutture Civili

COMMITTENTE:



- Legenda**
- Asse fluviale (2003)
 - Sezioni di rilievo (2003)
 - Progressiva da modello idraulico (passo 500m)
 - Alveo attivo a piene rive (2003)
 - Fascia di divagazione compatibile
 - Fascia Fluviale A (PAI)
 - Fascia Fluviale B (PAI)
 - Difesa longitudinale
 - Argine
 - Briglia e/o soglia
 - Traversa
 - Pennello
 - Ponte
 - Abitato
 - Sezioni di monitoraggio e campionamento granulometrico
 - Punti critici
- Linee d'intervento:**
- Alveo attivo:
 - Assetto morfologico dell'alveo
 - Adeguaumento/manutenzione opere di difesa di sponda
 - Adeguaumento assetto difensivo in corrispondenza infrastrutture di attraversamento
 - Alveo di piena (golene):
 - 1-2-3 non compatibile
 - 1-2-3 compatibile
 - interventi migliorativi stato ecologico:
 - compatibile
 - da valutare
 - non compatibile



PROGRAMMA DI GESTIONE DEI SEDIMENTI

CRITICITA'

- Punti critici**
- C.1 in corrispondenza del ponte, per sollecitazione sulle sponde e sui rilevati di accesso
 - C.2 in destra tra sez. 31 e 30.1 a causa della forte tendenza all'erosione di sponda e all'insufficienza delle opere di difesa
 - C.3 assetto sponda sinistra a valle del ponte a causa della forte tendenza all'erosione
 - C.4 criticità ambientale legata all'impianto di trattamento degli inerti su sez. 31
- MONITORAGGIO**
- Sezioni trasversali di controllo della morfologia dell'alveo e campionamento granulometrico: Sez. 33

OBIETTIVI

- Variatione compatibile del profilo di fondo**
- inviluppo fondi 1975/2003
- Divagazione planimetrica (fascia di divagazione compatibile)**
- in sponda dx appoggiata sulle opere nel tratto da monte a valle del ponte; posizione critica nel tratto a valle del ponte in adiacenza al rilevato stradale, nonostante le difese esistenti, fino un po' oltre sez. 31; appoggiata sulla sponda in erosione tra monte sez. 30.1 e 30 con necessità di controllo della progressiva erosione ulteriore in sx appoggiata sulle difese in corrispondenza del ponte; a valle va verificata l'opportunità di mantenere il limite della sponda attualmente difesa da pennelli o se invece arretrare ulteriormente; ancora a valle, appoggiata alla fascia '75/'03

LINEE D'INTERVENTO

- Alveo attivo:**
- Interventi sull'assetto morfologico dell'alveo: A.1 interventi di apertura rami secondari nell'alveo attivo tra sez. 31-30 con lo scopo di ridurre le sollecitazioni erosive sulla sponda destra
 - Interventi di adeguamento e/o manutenzione delle opere di difesa di sponda: A.2 integrazione sistema difensivo in destra a valle del ponte nelle zone di criticità segnalate
 - Interventi di adeguamento dell'assetto difensivo in corrispondenza delle infrastrutture di attraversamento

Alveo di piena (golene):

	Destra		Sinistra	
1	Apertura di canali secondari e restauro vegetazionale	non compatibile	G.1 compatibile a valle del ponte	
2	Riattivazione lanche	non compatibile	G.2 compatibile a valle del ponte	
3	Connessione idraulica e rinaturazione cave dismesse		G.3 recupero a lungo termine impianto di inerti sez. 31	

Interventi di miglioramento dello stato ecologico da integrare con quelli di gestione dei sedimenti per l'intero tronco:

	Destra	Alveo	Sinistra
(A) Ripristino naturalità vegetazionale	compatibile	non compatibile	compatibile
(B) Incremento superficie alveo attivo	compatibile	compatibile	compatibile
(C) Creazione di zone umide	non compatibile	non compatibile	compatibile

TRONCO: 07
da Feletto a Rivarolo Canavese L= 3700 m

TAVOLA: 07_C

CORSO D'ACQUA: Torrente Orco

REVISIONE: 0

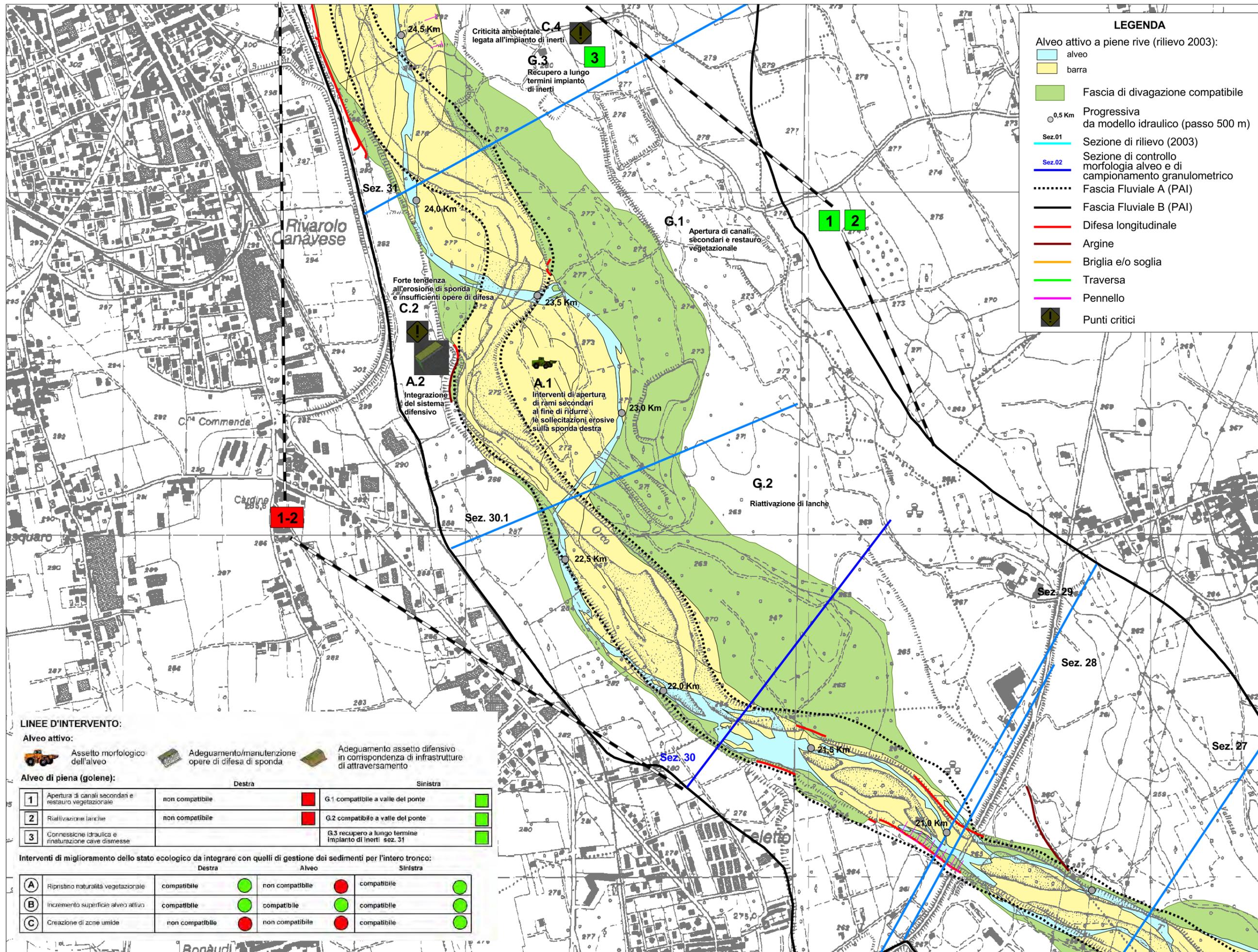
DATA: Maggio 2007

ELABORATO: Programma di gestione dei sedimenti

PROGETTO: PROGRAMMA DI GESTIONE DEI SEDIMENTI PER I TORRENTI ORCO, PELLICE E CHISONE

REDAZIONE: POLITECNICO DI TORINO
Dipartimento di Idraulica, Trasporti ed Infrastrutture Civili

COMMITTENTE:



LEGENDA

Alveo attivo a piene rive (rilievo 2003):

- alveo
- barra

Fascia di divagazione compatibile

- 0,5 Km
- Progressiva da modello idraulico (passo 500 m)
- Sez.01 Sezione di rilievo (2003)
- Sez.02 Sezione di controllo morfologia alveo e di campionamento granulometrico
- Fascia Fluviale A (PAI)
- Fascia Fluviale B (PAI)
- Difesa longitudinale
- Argine
- Briglia e/o soglia
- Traversa
- Pennello
- Punti critici

TRONCO: **07**
da Feletto a Rivarolo Canavese L = 3700m

SCALA: **1:10.000**
CORSO D'ACQUA: **Torrente Orco**

ELABORATO: **Fascia di divagazione compatibile**

REVISIONE: **0**
DATA: **Maggio 2007**

PROGRAMMA DI GESTIONE DEI SEDIMENTI PER I TORRENTI ORCO, PELLICE E CHISONE

REDAZIONE: **POLITECNICO DI TORINO**
Dipartimento di Idraulica, Trasporti ed Infrastrutture Civili

COMMITTENTE:

LINEE D'INTERVENTO:

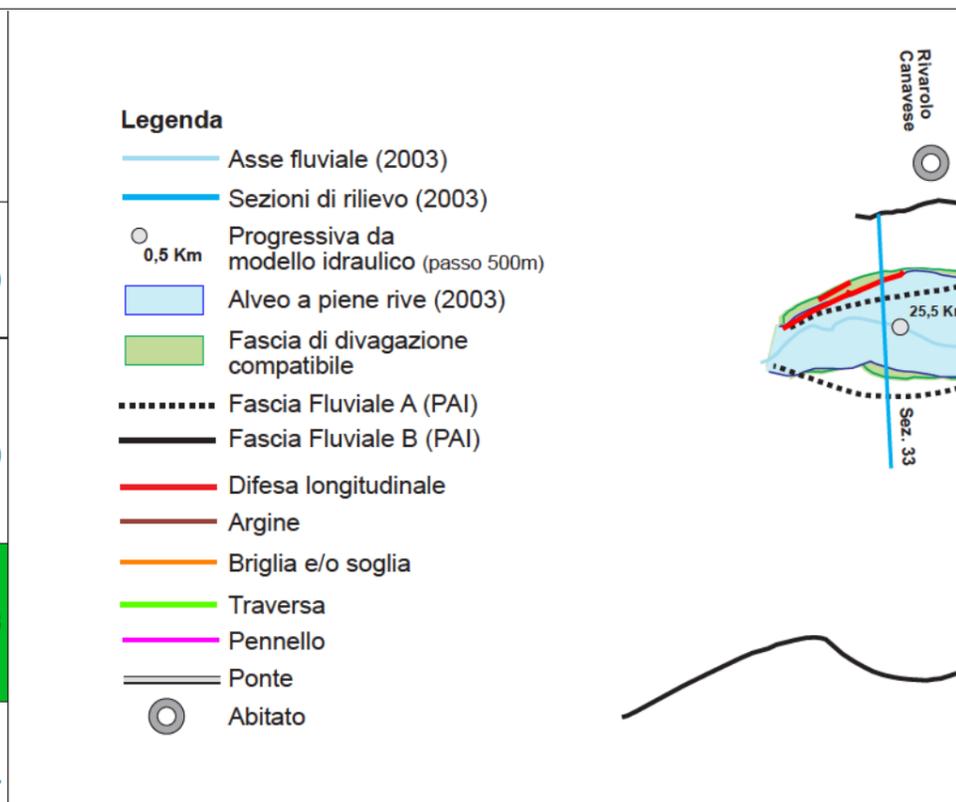
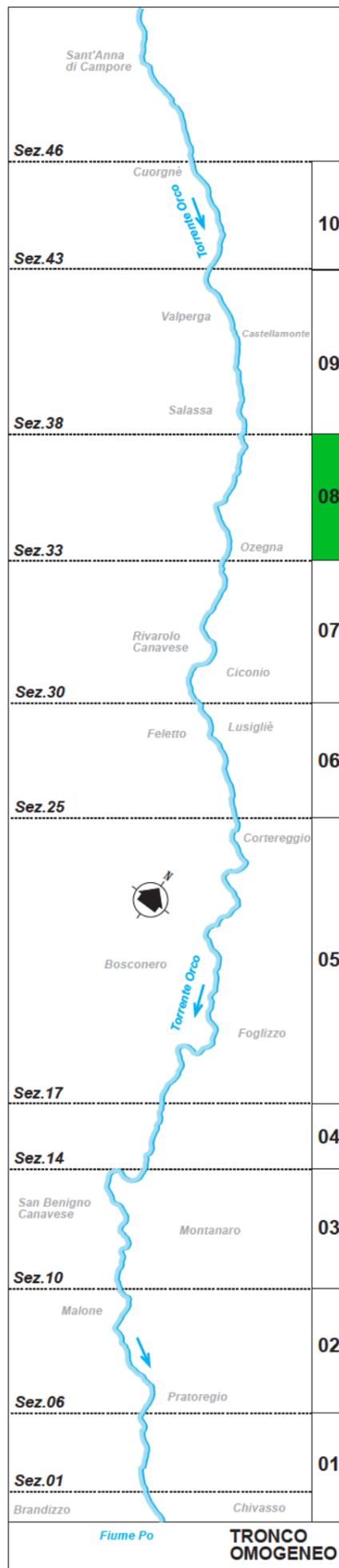
Alveo attivo:

- Aspetto morfologico dell'alveo
- Adeguamento/manutenzione opere di difesa di sponda
- Adeguamento assetto difensivo in corrispondenza di infrastrutture di attraversamento

	Destra		Sinistra
1	Apertura di canali secondari e restauro vegetazionale	non compatibile	G.1 compatibile a valle del ponte
2	Riattivazione lanche	non compatibile	G.2 compatibile a valle del ponte
3	Connessione idraulica e rinaturazione cave dismesse		G.3 recupero a lungo termine impianto di inerti sez. 31

Interventi di miglioramento dello stato ecologico da integrare con quelli di gestione dei sedimenti per l'intero tronco:

	Destra	Alveo	Sinistra
A	Ripristino naturalità vegetazionale	compatibile	compatibile
B	Incremento superficie alveo attivo	compatibile	compatibile
C	Creazione di zone umide	non compatibile	compatibile



- Legenda**
- Asse fluviale (2003)
 - Sezioni di rilievo (2003)
 - Progressiva da modello idraulico (passo 500m)
 - Alveo a piene rive (2003)
 - Fascia di divagazione compatibile
 - Fascia Fluviale A (PAI)
 - Fascia Fluviale B (PAI)
 - Difesa longitudinale
 - Argine
 - Briglia e/o soglia
 - Traversa
 - Pennello
 - Ponte
 - Abitato

TRONCO 08

da Rivarolo Canavese a ponte SS 565

Lunghezza tronco	3190 m
Sezioni trasversali	da Sez. 33 a Sez. 38
Portate di riferimento (Q m ³ /s)	
Tr 2 anni	373
Tr 5 anni	617
Tr 20 anni	1208
Tr 100 anni	1952
Tr 200 anni	2320
Tr 500 anni	2870

Ponti

SS 565 tra Salassa e Castellamonte luce 640 m, con 19 campate; quota minima intradosso 322.49 m s.m.

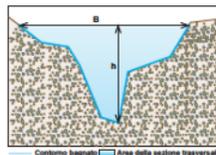
ALVEO ATTIVO Assetto attuale

Profilo di fondo Quota di fondo minimo a monte 311,31 m s.l.m.
Quota di fondo minimo a valle 283,99 m s.l.m.

Pendenza (%) 8,56

Sezione media (bordi pieni Q5)

B (m)	229
h (m)	2,55
A (m ²)	257
v (m/s)	2,61



Altezza idrica piena di riferimento (Q200)

monte (m s.l.m.)	315,67
valle (m s.l.m.)	287,57
h media (m)	3,98
A media (m ²)	717,00
v media (m/s)	3,83

Opere di sistemazione idraulica

Opere longitudinali opere longitudinali di sponda in dx quasi continue; sponda sx con difese in corrispondenza del ponte e alcune opere locali

Opere trasversali

Argini in sx a monte e a valle del ponte

Alveo prevalentemente condizionato in sponda dx da opere longitudinali (sezz. 37-34); sponda sx libera a valle del ponte.

ALVEO DI PIENA Assetto attuale

Frequenza di allagamento portata limite di inondazione (Tr) 5 - 100

Altezza idrica media (Q200) dx (m) 0,92

Altezza idrica media (Q200) sx (m) 0,37

Larghezza media dx (m) 68

Larghezza media sx (m) 133

Velocità media (Q200) dx (m/s) 1,14

Velocità media (Q200) sx (m/s) 0,68

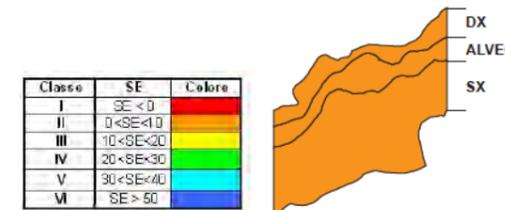
Rami riattivabili in piena (1993 - 2000) prevalenza a inizio e fine tronco

Uso del suolo nella golena (prevalente) in sx prevalenza di seminativi e coltivi con macchie di vegetazione arborea; in dx antropizzato e seminativo

ANALISI AMBIENTALE

Stato ecologico (SE) = Stato Ambientale (SA) - Pressione Antropica (PA)

Tratto Omogeneo n°8			
Indice	Dx	Alveo	Sx
Indice di Naturalità Vegetazionale (I-nv)	6,0	6,5	6,3
Indice di Varietà Biotipica (I-vb)	1,2	1,2	1,2
Presenza Habitat Protetti (I-hp)	1,0	1,0	1,0
Indice Quantità Faunistica (I-fa _{quantità})	2,1	2,1	2,1
Indice Qualità Faunistica (I-fa _{qualità})	-	-	-
Indice Faunistico (I-fa)	2,1	2,1	2,1
Indice Vegetazionale e Faunistico (I-vf)	15,1	16,4	15,8
Indice Effetto Filtro (I-ef)	5,5		5,7
Indice Integrità Vegetazionale Riparia (I-iv)	1,3		1,4
Indice Funzionalità Ripariale (I-fr)	7,2		8,0
Stato Ecologico Corso d'Acqua (SECA)		6,0	
Stato Ambientale Corso d'Acqua (SACA)		6,0	
Indice Vegetazionale Acquatico (I-va)		1,0	
Indice di Qualità Alveo (I-qa)		6,0	
STATO AMBIENTALE (SA)	11,9	12,3	12,7
Indice di Uso del Suolo (I-us)	1,9	3,0	1,9
Indice di Modificazione dell'Alveo (I-ma)		0,7	
PRESSIONE ANTROPICA (PA)	4,6	5,3	4,8
STATO ECOLOGICO (SE)	7,3	7,0	7,9
STATO ECOLOGICO MEDIO		7,4	



TRONCO: 08 da Rivarolo Canavese a ponte SS 565 L= 3190 m

TAVOLA: 08_A

ELABORATO: Aspetto attuale dell'alveo attivo, dell'alveo di piena e analisi ambientale

CORSO D'ACQUA: Torrente Orco

REVISIONE: 0

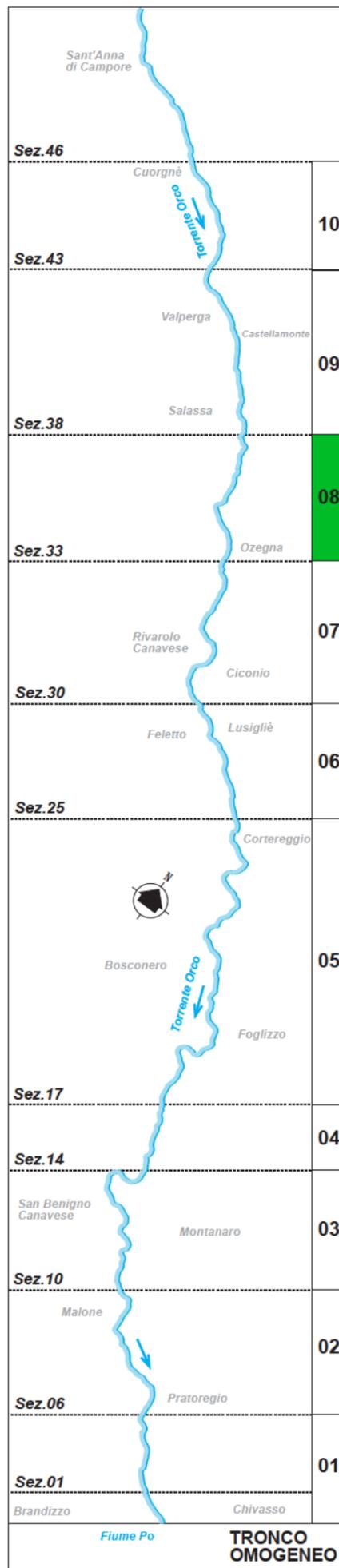
DATA: Maggio 2007

PROGRAMMA DI GESTIONE DEI SEDIMENTI PER I TORRENTI ORCO, PELLICE E CHISONE

POLITECNICO DI TORINO Dipartimento di Idraulica, Trasporti ed Infrastrutture Civili

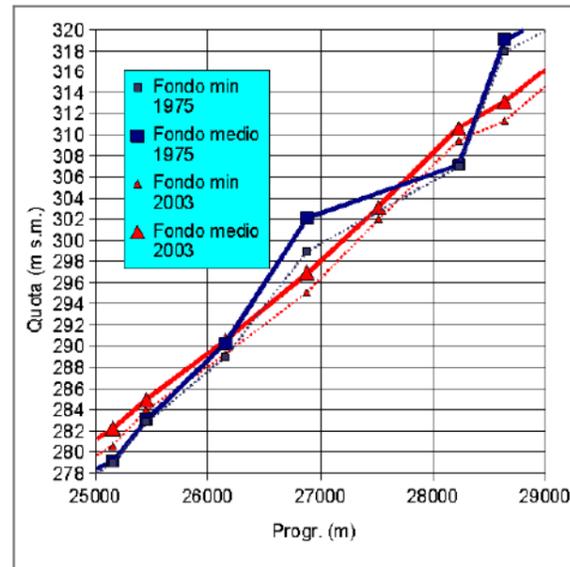
REDAZIONE:

COMMITTENTE:



EVOLUZIONE ALTIMETRICA STORICA (1975 - 2003)

Sez.46	10	Variatione altimetrica fondo minimo (thalweg)	Abbassamento massimo (m)	-6,69
			Innalzamento massimo (m)	2,48
			Variatione media (m)	-1,43
Sez.43	10	Variatione altimetrica fondo medio	Abbassamento massimo (m)	-5,93
			Innalzamento massimo (m)	3,50
			Variatione media (m)	-1,41
Sez.38	09	Aumento medio sezione bagnata (Q5)		35%
		Variatione planimetrica	alveo prevalentemente condizionato da opere di sponda in dx; forte tendenza all'instabilità	



Le variazioni del fondo medio e del fondo minimo sono fortemente disomogenee con valori locali elevati in positivo e in negativo. Il valore medio sul fondo è in senso negativo; il maggiore abbassamento si ha nella sezione del ponte. La differenza di conformazione tra 1975 e 2003 può dipendere dalla differenza idrologica (la situazione del 1975, meno regolare e più caratteristica del sistema riffle-pool, può essere un assetto di tendenza lontana da eventi di piena intensi).

COMPLESSIVAMENTE LA VARIAZIONE DEL FONDO E' CLASSIFICABILE COME DI INCISIONE MODERATA

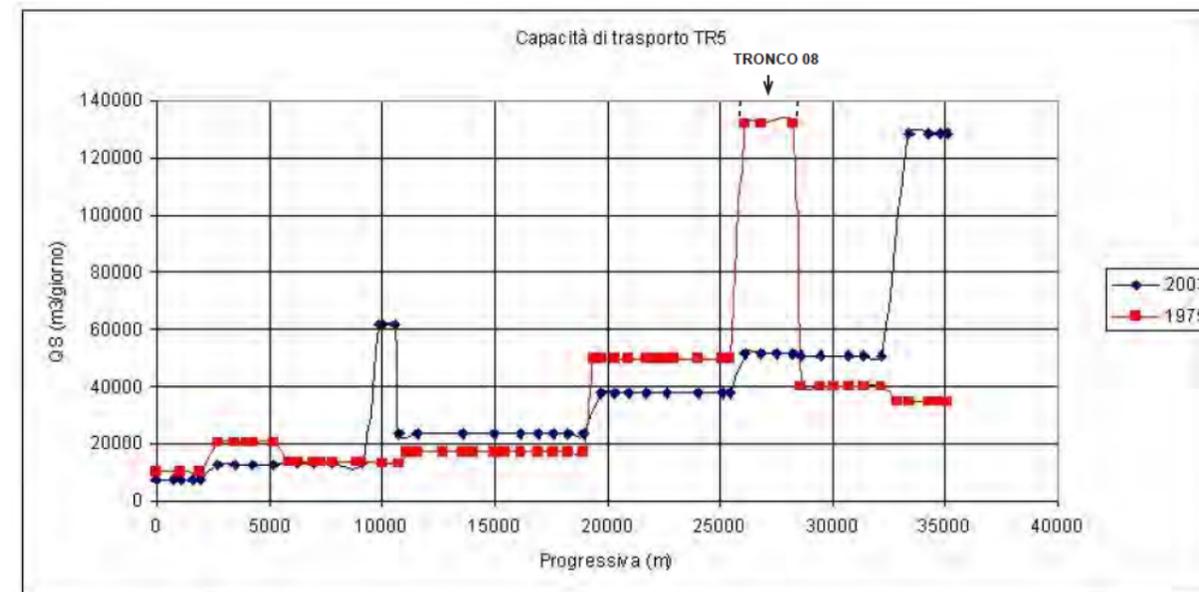
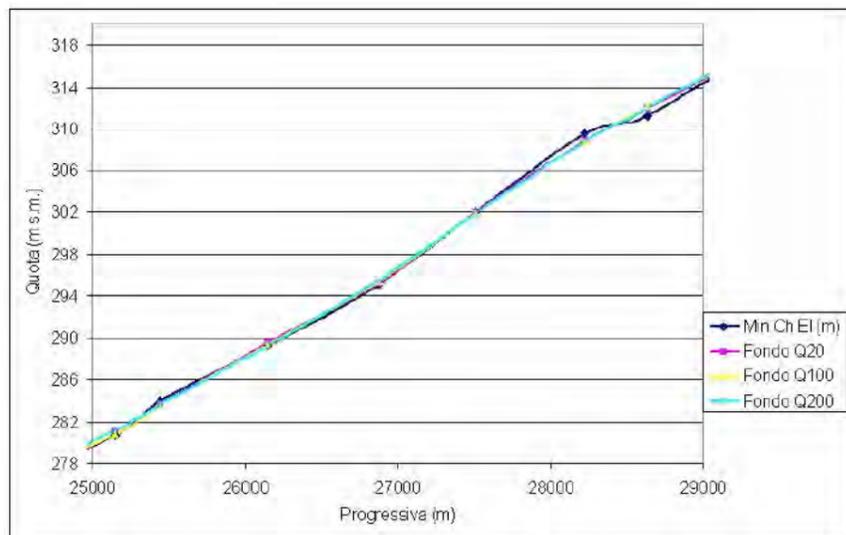
TENDENZA EVOLUTIVA

BREVE PERIODO
fondo minimo (thalweg)

Abbassamento massimo (m)	-0,79
Innalzamento massimo (m)	0,83

MEDIO PERIODO

In condizioni di portate di piena molto elevate, gli effetti idraulici sono modesti in tutto il tronco. La capacità di trasporto solido del tronco per le portate minori è paragonabile al tronco di monte (molto inferiore nella situazione attuale che in quella al 1975) ciò comporta sul lungo termine una possibile tendenza all'equilibrio dinamico.



MODIFICAZIONI PLANIMETRICHE
(rispetto all'evento alluvionale del 2000)

tronco fortemente instabile a valle della parte confinata

TENDENZA: profilo altimetrico con probabile tendenza all'incisione; possibilità di divagazione morfologica nei tratti non condizionati.

TRONCO: 08
da Rivarolo Canavese al ponte SS 665 L=3190 m

TAVOLA: 08_B

ELABORATO: Evoluzione altimetrica storica e tendenza evolutiva in atto

REVISIONE: 0

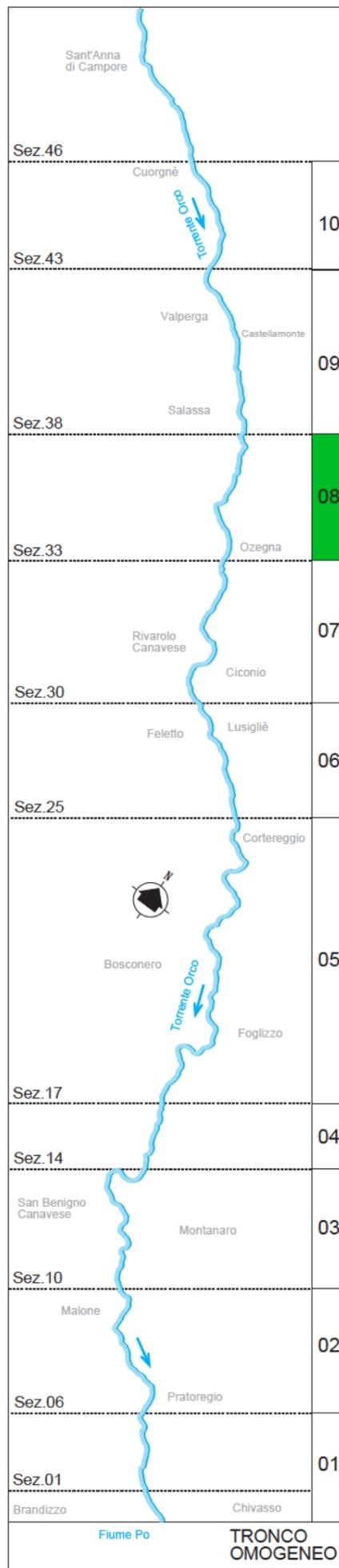
CORSO D'ACQUA: Torrente Orco

DATA: Maggio 2007

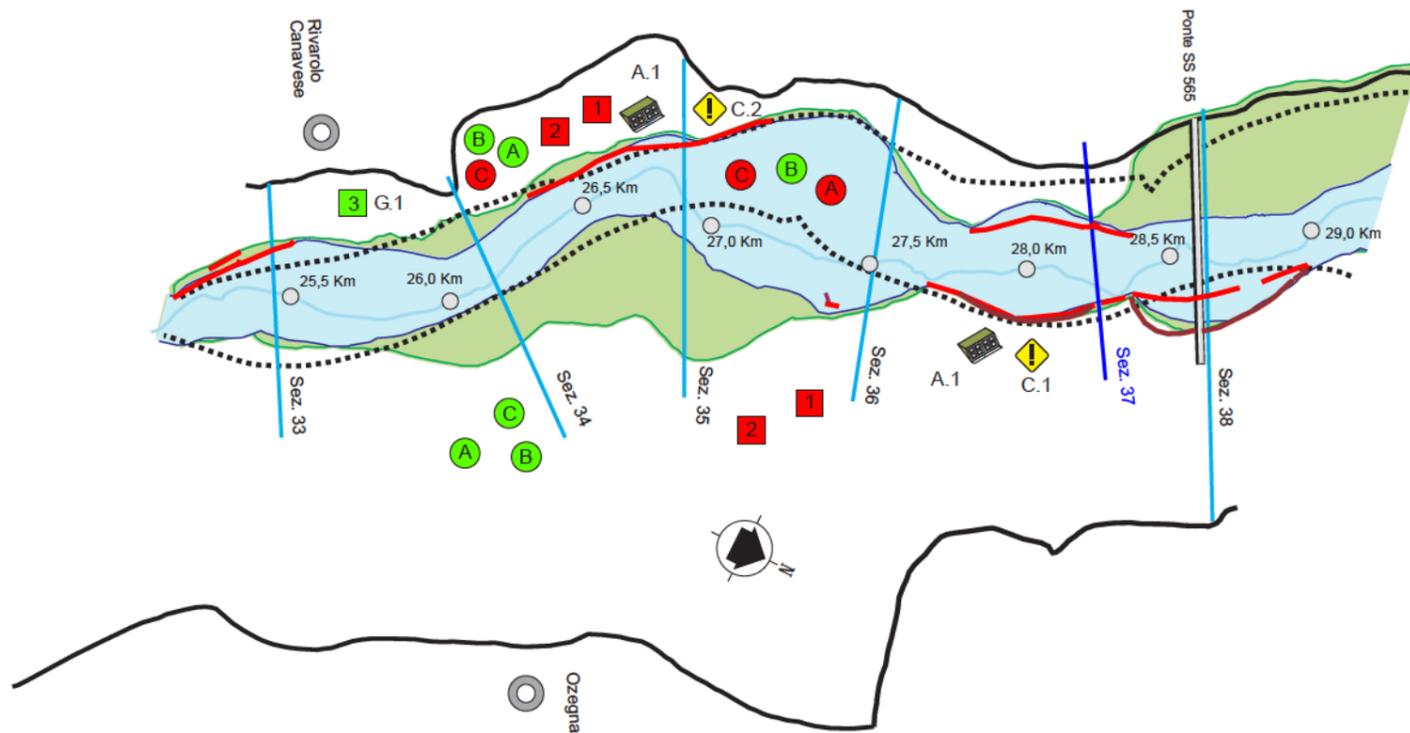
PROGRAMMA DI GESTIONE DEI SEDIMENTI PER I TORRENTI ORCO, PELLICE E CHISONE

REDAZIONE: POLITECNICO DI TORINO
Dipartimento di Idraulica, Trasporti ed Infrastrutture Civili

COMMITTENTE:



- Legenda**
- Asse fluviale (2003)
 - Sezioni di rilievo (2003)
 - Progressiva da modello idraulico (passo 500m)
 - Alveo attivo a piene rive (2003)
 - Fascia di divagazione compatibile
 - Fascia Fluviale A (PAI)
 - Fascia Fluviale B (PAI)
 - Difesa longitudinale
 - Argine
 - Briglia e/o soglia
 - Traversa
 - Pennello
 - Ponte
 - Abitato
 - Sezioni di monitoraggio e campionamento granulometrico
 - Punti critici
- Linee d'intervento:**
- Alveo attivo:
 - Aspetto morfologico dell'alveo
 - Adeguamento/manutenzione opere di difesa di sponda
 - Adeguamento assetto difensivo in corrispondenza infrastrutture di attraversamento
 - Alveo di piena (golene):
 - 1-2-3 interventi non compatibili
 - 1-2-3 interventi migliorativi stato ecologico
 - 1-2-3 compatibili
 - 1-2-3 da valutare
 - 1-2-3 non compatibili



PROGRAMMA DI GESTIONE DEI SEDIMENTI

CRITICITA'

- Punti critici**
- C.1 tratto arginato in sinistra a valle del ponte
 - C.2 sistema difensivo della sponda destra da monte di Vesignano fino a Rivarolo

MONITORAGGIO

- Sezioni trasversali di controllo della morfologia dell'alveo e campionamento granulometrico
- Sez. 37

OBIETTIVI

- Variatione compatibile del profilo di fondo: va mantenuto il fondo attuale con possibili escursioni nel senso dell'innalzamento
- Divagazione planimetrica (fascia di divagazione compatibile): in sponda dx appoggiata prevalentemente sulle opere, tenendo conto della divagazione storica e dei fenomeni erosivi nei tratti liberi

LINEE D'INTERVENTO

- Alveo attivo:**
- Interventi sull'assetto morfologico dell'alveo
 - Interventi di adeguamento e/o manutenzione delle opere di difesa di sponda
 - Interventi di adeguamento dell'assetto difensivo in corrispondenza delle infrastrutture di attraversamento
- Alveo di piena (golene):**
- A.1 necessità di verifica/integrazione del sistema difensivo nel tronco con riferimento sia al nodo in corrispondenza del ponte che alla difesa della sponda destra

		Destra		Sinistra
1	Apertura di canali secondari e restauro vegetazionale	non compatibile	■	non compatibile
2	Riattivazione lanche	non compatibile	■	non compatibile
3	Connessione idraulica e rinaturazione cave dismesse	G.1 a fine attività riconversione impianto inerti sez. 34-33	■	

Interventi di miglioramento dello stato ecologico da integrare con quelli di gestione dei sedimenti per l'intero tronco:

		Destra	Alveo	Sinistra
(A)	Ripristino naturalità vegetazionale	compatibile	●	compatibile
(B)	Incremento superficie alveo attivo	compatibile	●	compatibile
(C)	Creazione di zone umide	non compatibile	●	compatibile

TRONCO: 08
da Rivarolo Canavese a ponte SS 565
L= 3190 m

TAVOLA: 08_C

CORSO D'ACQUA: Torrente Orco

REVISIONE: 0

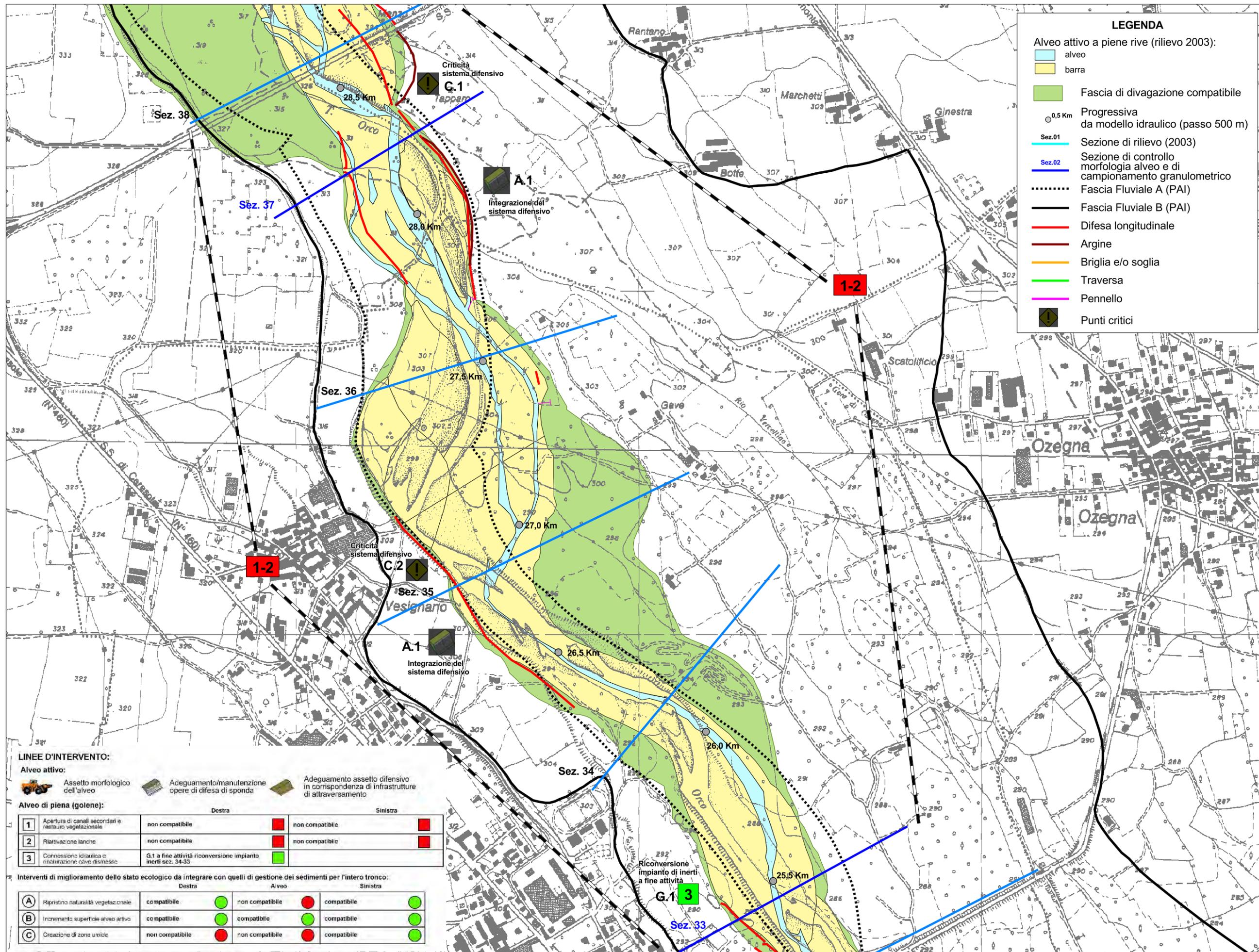
DATA: Maggio 2007

ELABORATO: Programma di gestione dei sedimenti

PROGETTO: PROGRAMMA DI GESTIONE DEI SEDIMENTI PER I TORRENTI ORCO, PELLICE E CHISONE

REDAZIONE: POLITECNICO DI TORINO
Dipartimento di Idraulica, Trasporti ed Infrastrutture Civili

COMMITTENTE:



LEGENDA

Alveo attivo a piene rive (rilievo 2003):

- alveo
- barra

Fascia di divagazione compatibile

- 0,5 Km
- Progressiva da modello idraulico (passo 500 m)
- Sez.01 Sezione di rilievo (2003)
- Sez.02 Sezione di controllo morfologia alveo e di campionamento granulometrico
- Fascia Fluviale A (PAI)
- Fascia Fluviale B (PAI)
- Difesa longitudinale
- Argine
- Briglia e/o soglia
- Traversa
- Pennello
- Punti critici

LINEE D'INTERVENTO:

- Alveo attivo:**
- Assetto morfologico dell'alveo
 - Adeguamento/manutenzione opere di difesa di sponda
 - Adeguamento assetto difensivo in corrispondenza di infrastrutture di attraversamento

Alveo di piena (golene):

	Destra		Sinistra
1	Apertura di canali secondari e riassetto vegetazionale	non compatibile	non compatibile
2	Riattivazione lanche	non compatibile	non compatibile
3	Connessione idraulica e riattivazione cave dismesse	G.1 a fine attività riconversione impianto inerti sez. 34-33	non compatibile

Interventi di miglioramento dello stato ecologico da integrare con quelli di gestione dei sedimenti per l'intero tronco:

	Destra	Alveo	Sinistra
A	Ripristino naturalità vegetazionale	compatibile	compatibile
B	Incremento superficie alveo attivo	compatibile	compatibile
C	Creazione di zone umide	non compatibile	compatibile

TRONCO: **08**
da Rivarolo Canavese a ponte SS 565 L = 3190m

SCALA: **1:10.000**

ELABORATO: **Fascia di divagazione compatibile**

PROGETTO: **PROGRAMMA DI GESTIONE DEI SEDIMENTI PER I TORRENTI ORCO, PELLICE E CHISONE**

REDAZIONE: **POLITECNICO DI TORINO**
Dipartimento di Idraulica, Trasporti ed Infrastrutture Civili

COMMITTENTE:

TAVOLA: **08_D**

CORSO D'ACQUA: **Torrente Orco**

REVISIONE: **0**

DATA: **Maggio 2007**



REGIONE PIEMONTE – Città metropolitana di Torino
Comune di Rivarolo Canavese

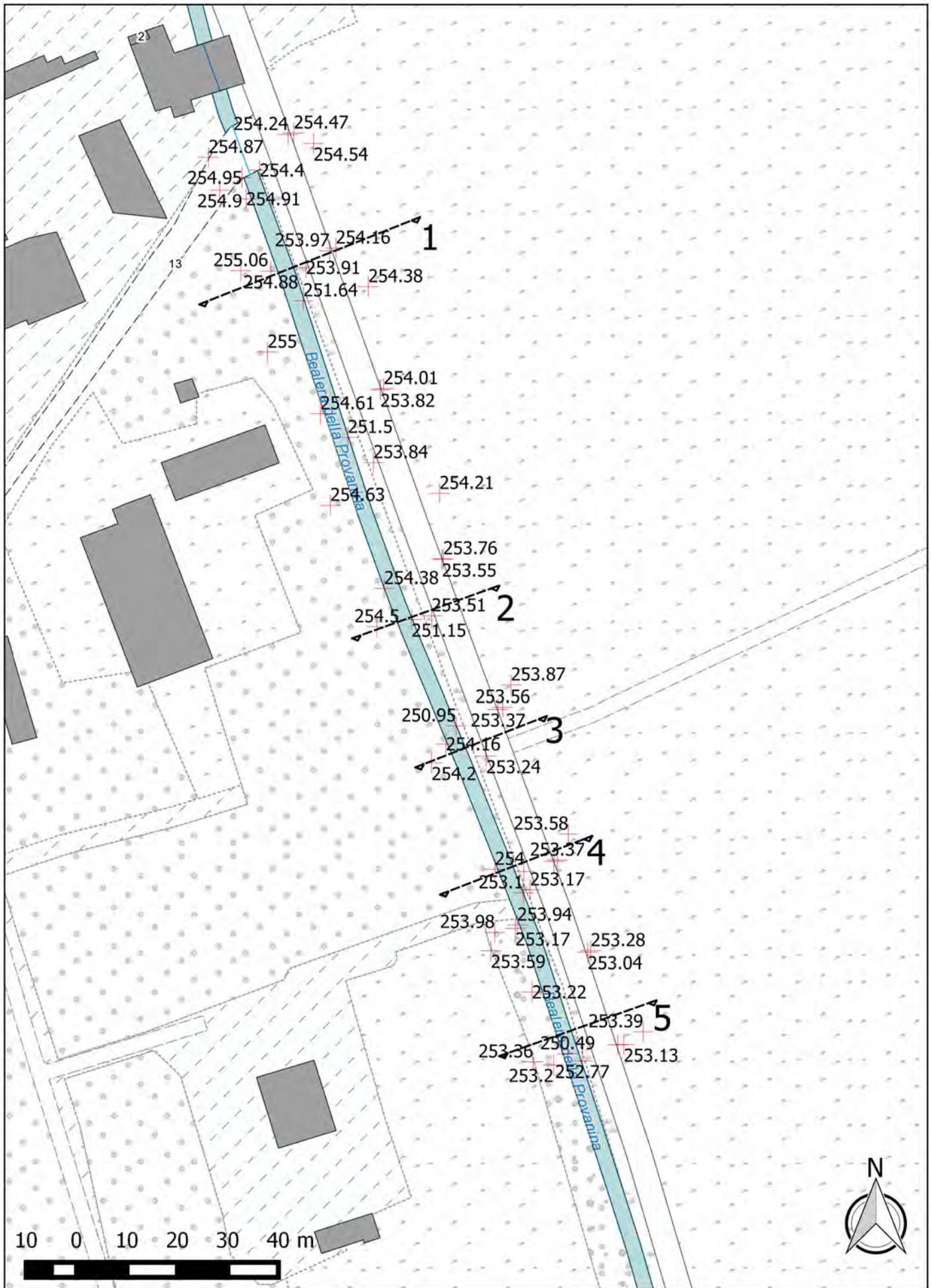
*P.R.G.C. - VARIANTE GENERALE
PROGETTO DEFINITIVO*

**STUDIO IDRAULICO DEL TORRENTE ORCO
E DELLA RETE IDROGRAFICA SECONDARIA**



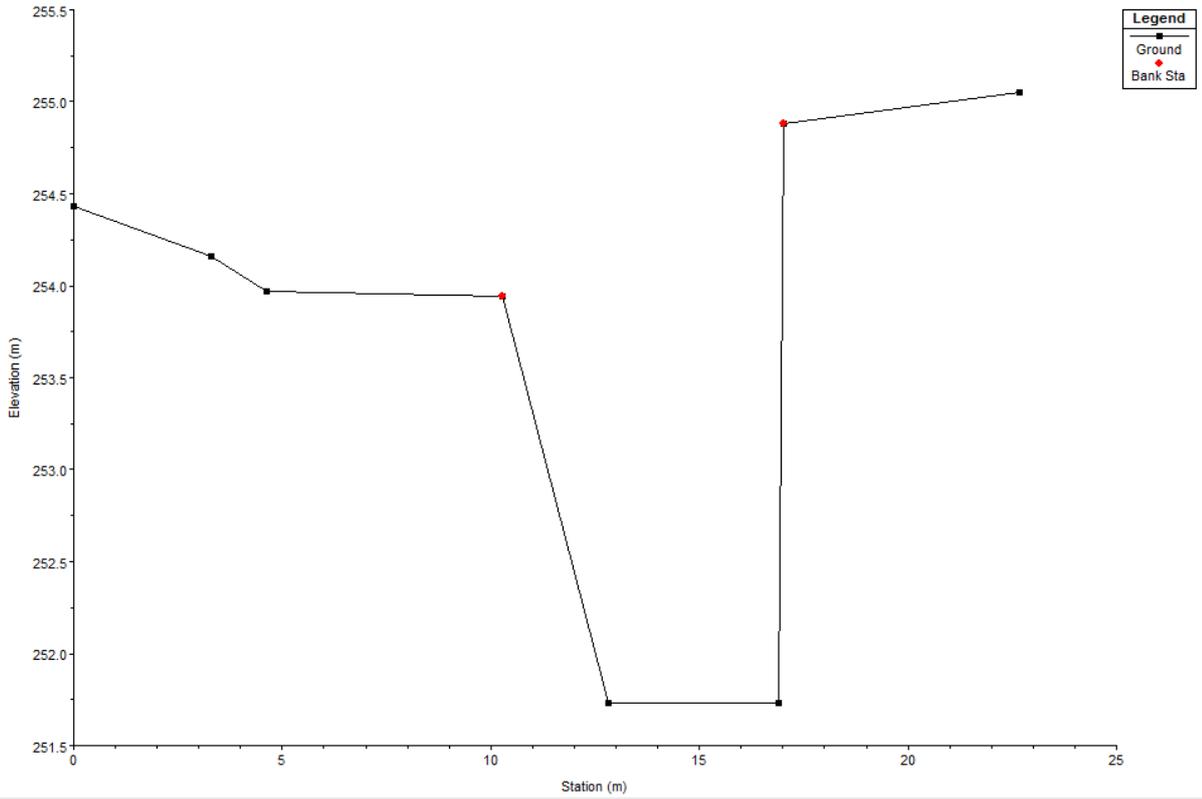
ALLEGATO 6

– Sezioni di rilievo della bealera della Provanina presso il vivaio Ricca

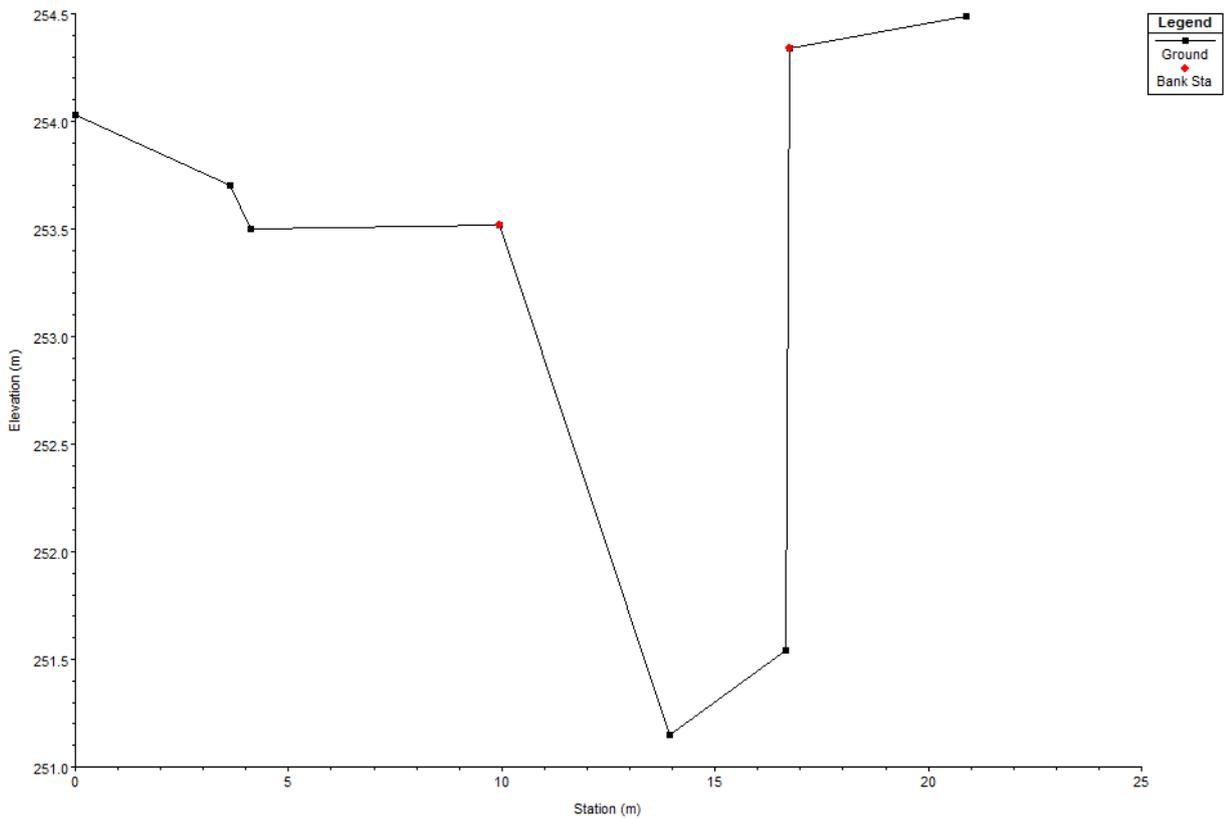


SEZIONI TOPOGRAFICHE

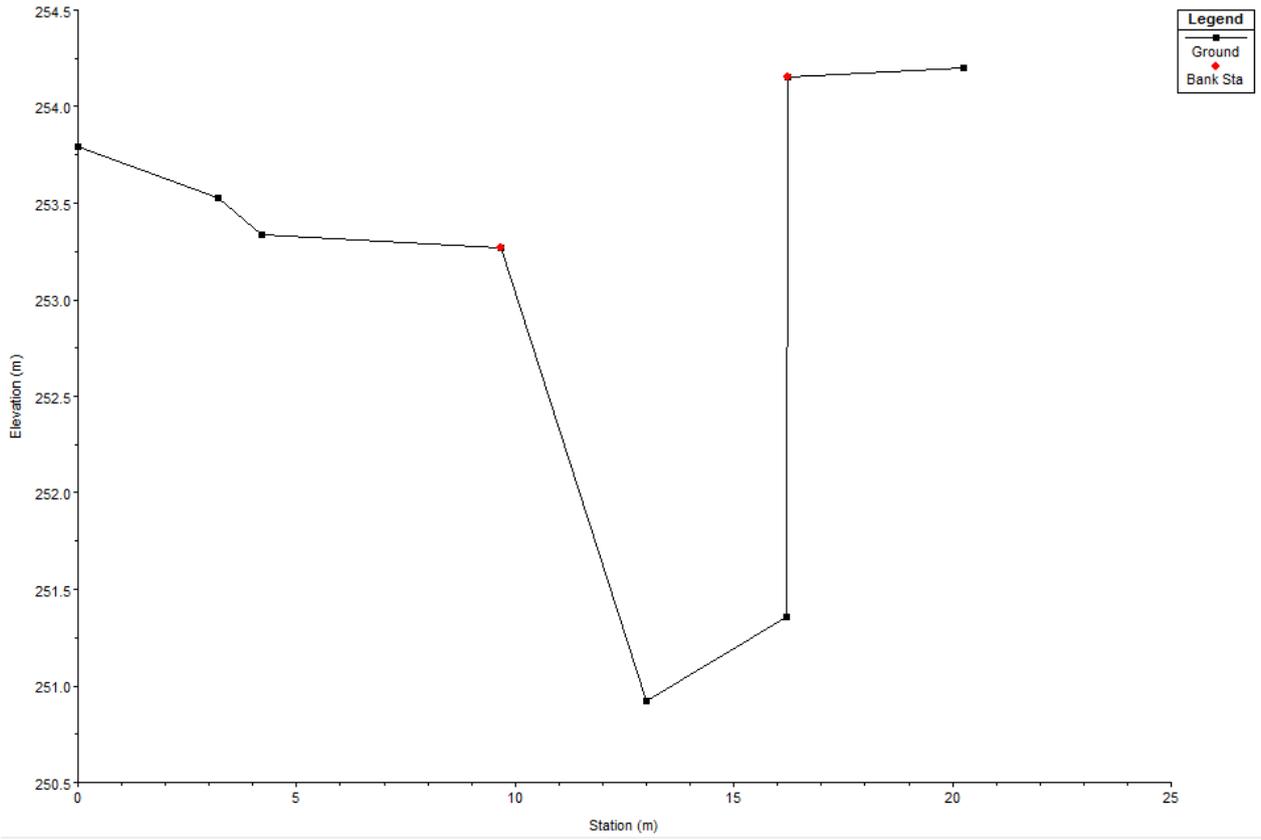
River = Provanina Reach = 1 RS = 50



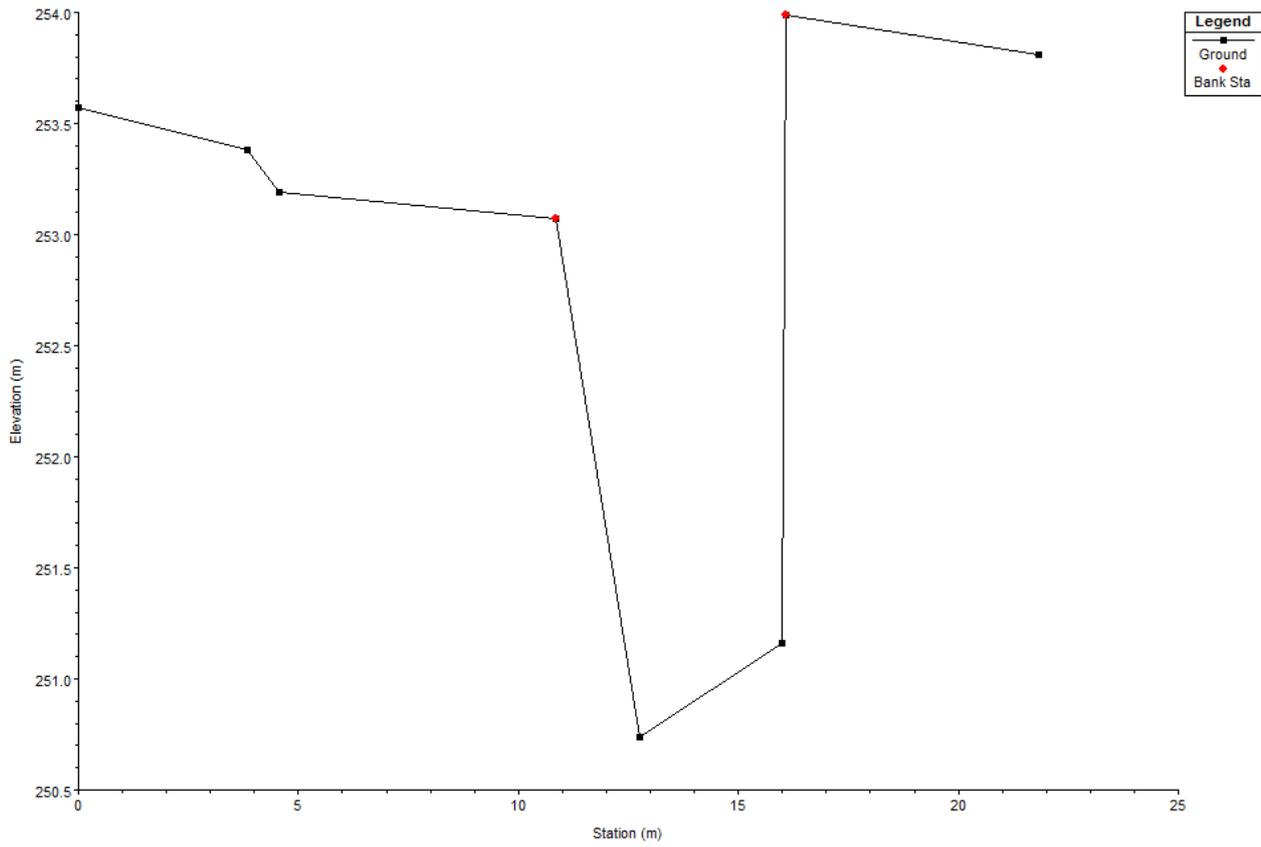
River = Provanina Reach = 1 RS = 40



River = Provanina Reach = 1 RS = 30



River = Provanina Reach = 1 RS = 20



River = Provanina Reach = 1 RS = 10

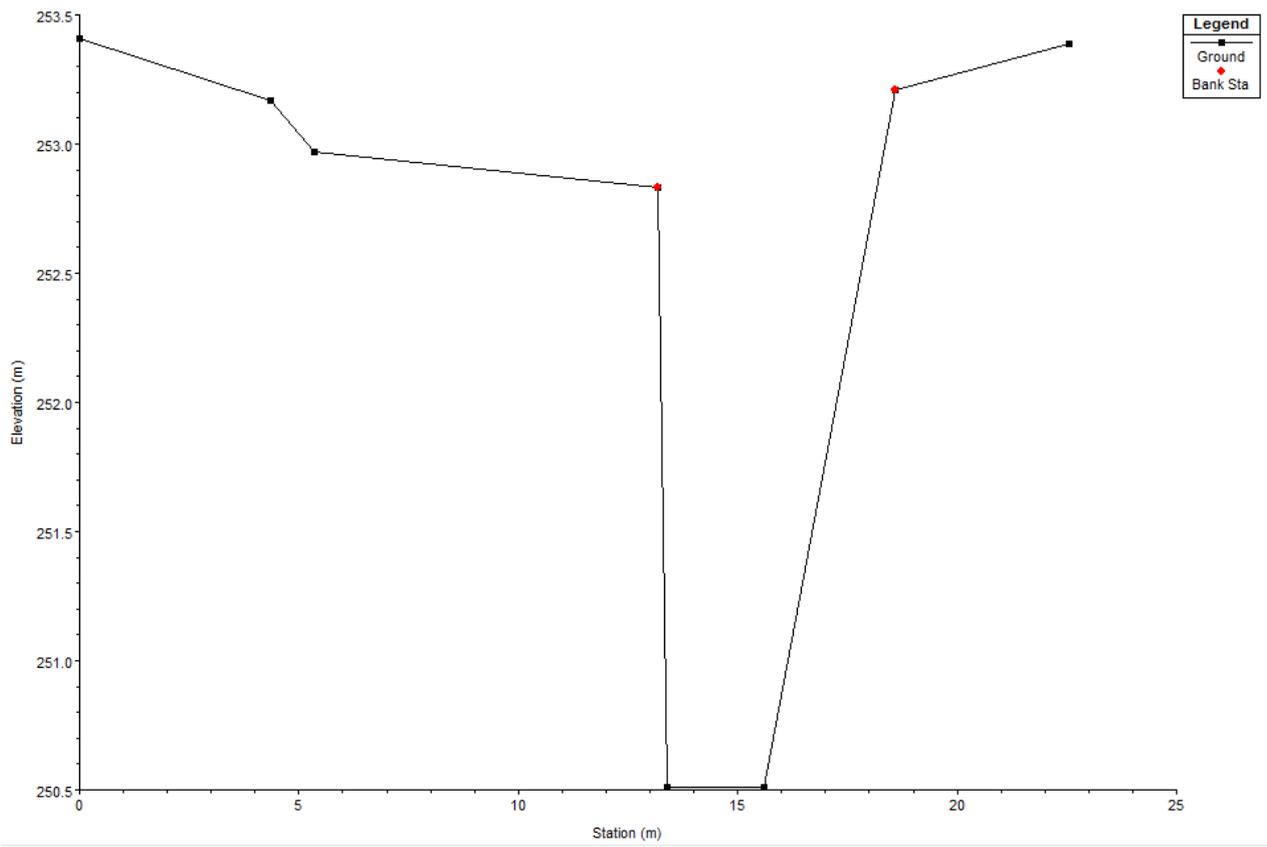




Foto 1: vista da monte



Foto 2: vista da valle