



# CONSORZIO di BONIFICA dell' EMILIA CENTRALE

Corso Garibaldi n. 42 42121 Reggio Emilia - www.emiliacentrale.it - direzione@emiliacentrale.it  
Tel. 0522-443211 Fax. 0522-443254 C.F. 91149320359

M - PRG.  
18.01

Rev. 4  
del  
23.02.2021

Titolo:

## REALIZZAZIONE AREA DI LAMINAZIONE E MESSA IN SICUREZZA DEL RIO ENZOLA

(Codice intervento: 16948)

Importo:	<b>700.000,00</b>	Ente Finanziatore:	<b>RER</b>		
Tipologia Progetto		Riferimento Legislativo	Comune		
Fattibilità	Preliminare	Definitivo	Esecutivo	OCDP 503/2018 decreto RER n.18 del 24/02/21	<b>QUATTRO CASTELLA (RE)</b>
		X			

### ELABORATO

N.	Titolo:
<b>B</b>	<b>RELAZIONE IDROLOGICA IDRAULICA</b>
Scala:	

Il Progettista Generale:

**Dott. Ing. Roberto Zanzucchi  
F.to**



Consulenza Specialistica:

Il Responsabile del Procedimento:

**Dott. Agr. Aronne Ruffini  
F.to**

Area Progettazione: <b>SAAF</b>	Codice Progetto: <b>011/21/00</b>	Codice CUP: <b>G55H21000310001</b>	Codice CIG:
------------------------------------	--------------------------------------	---------------------------------------	-------------

Redatto:	Verificato:	Nome File:	Note:

Data Progetto Originale:	<b>Maggio 2021</b>	Data Aggiornamento:	
--------------------------	--------------------	---------------------	--

UNI EN ISO 9001:2015

UNI EN ISO 14001:2015

OHSAS 45001:2018



## INDICE

1. STUDI DI RIFERIMENTO .....	4
2. OBIETTIVI DI PROGETTO E LINEE GENERALI DI INTERVENTO .....	5
3. INQUADRAMENTO TERRITORIALE .....	7
3.1 Il Rio Enzola .....	7
3.2 Caratteristiche morfologiche del Rio Enzola (progetto LIFE Rii) .....	8
3.3 Caratteristiche ambientali .....	12
3.4 Caratteristiche geologiche .....	13
4. ANALISI IDROLOGICHE .....	15
5. Analisi idrauliche .....	17
5.1 Modello matematico .....	17
5.2 Scenari di riferimento .....	19
5.3 Geometria .....	19
5.3.1 Stato di fatto .....	19
5.3.2 Stato di progetto 1 .....	19
5.3.3 Stato di progetto 2 .....	20
5.4 Condizioni al contorno .....	21
5.5 Risultati delle simulazioni idrauliche .....	22
5.5.1 Risultati delle simulazioni – Scenario 1: Stato di fatto .....	22
5.5.2 Risultati delle simulazioni – Scenario 3: Stato di progetto - Dettaglio Casse .....	27
6. CONCLUSIONI .....	34

ALLEGATO A: RISULTATI ANALISI IDRAULICHE

## PREMESSA

Il progetto "REALIZZAZIONE AREA DI LAMINAZIONE E MESSA IN SICUREZZA DEL RIO ENZOLA" si sviluppa all'interno del territorio del Comune di Quattro Castella in Provincia di Reggio Emilia e fa parte di un più complessivo sistema di interventi per la messa in sicurezza del Rio Enzola che già diverse volte ha dato origine a locali esondazioni che hanno coinvolto anche gli abitati.

L'intervento è stato autorizzato da parte del capo del dipartimento nazionale della protezione civile con decreto del commissario delegato n. 18 del 24/2/2021 di approvazione del piano degli interventi urgenti tra cui 8-12 dicembre 2017 - OCDPC 503/2018 - annualità 2021, di cui all'articolo 2, comma 1 DPCM del 27 febbraio 2019 "assegnazione delle risorse finanziarie di cui all'articolo 1.

L'intervento è attuato con le modalità di cui all'Ordinanza del Capo Dipartimento della protezione civile (OCDPC) n. 558 del 15 novembre 2018 e successive modifiche.

La presente Relazione idrologica e idraulica analizza il Rio Enzola dalla sorgente alla foce con lo scopo di evidenziare, attraverso l'analisi dello stato di fatto, le principali criticità che hanno dato origine al manifestarsi delle esondazioni negli anni passati. Successivamente evidenzia il comportamento del Rio, attraverso l'analisi dello stato di progetto, conseguentemente agli interventi di sistemazione idraulica ipotizzati con lo scopo di verificarne l'efficacia e quindi provvedere al loro dimensionamento e progettazione.

Dalle analisi effettuate emerge che il Rio presenta una sezione idraulicamente adeguata al deflusso della piena bicentenaria nel tratto montano-collinare ed in quello di alta pianura, mentre la stessa risulta insufficiente nel tratto arginato pensile di pianura.

Le soluzioni proposte di realizzazione di una cassa d'espansione a Quattro Castella e del risezionamento dell'alveo nel tratto vallivo, arginato e pensile, da Quattro Castella a Bibbiano consentono di raggiungere gli obiettivi di messa in sicurezza del territorio attraversato dal Rio Enzola attraverso la laminazione delle portate di piena bicentenaria e la riduzione del colmo con conseguente deflusso della contenuto nella in alveo nel tratto risezionato fino alla foce nel Canale del Ghiardo senza superamento delle quote arginali.

## 1. STUDI DI RIFERIMENTO

---

Dal 2007 ad oggi sono stati svolti vari studi idrologici ed idraulici per l'approfondimento delle conoscenze del bacino imbrifero e dell'asta del Rio Enzola finalizzati a comprendere il grado di rischio idraulico delle aree circostanti, soprattutto degli abitati di Quattro Castella e Bibbiano, andando poi ad individuare possibili interventi di mitigazione del rischio.

1. Lo studio idraulico realizzato nel 2007 dal Comune di Quattro Castella "APPROFONDIMENTI DI NATURA IDRAULICA E IDROGEOLOGICA FINALIZZATI ALLA DEFINIZIONE DEL QUADRO DEL DISSESTO A SCALA COMUNALE E LINEE DI INTERVENTO PER LA MITIGAZIONE DEL RISCHIO" ha mostrato come il Rio Enzola provochi inondazioni nelle aree urbane, industriali e agricole di Quattro Castella e Bibbiano, già con portate relative a tempi di ritorno inferiori ai 20 anni.
2. Il Progetto: LIFE 11 ENV/IT/000243 LIFE RII "RIQUALIFICAZIONE INTEGRATA IDRAULICO-AMBIENTALE DEI RII APPARTENENTI ALLA FASCIA PEDEMONTANA DELL'EMILIA – ROMAGNA" ha preso in esame alcuni corsi d'acqua della fascia montano-collinare tra cui il Rio Enzola andando ad approfondire le conoscenze in campo naturalistico, geomorfologico ed idraulico, definendone le criticità e proponendo interventi di riqualificazione idraulico-ambientale in parte attuati ed in parte da completare.
3. Nel 2020 il Consorzio di Bonifica dell'Emilia Centrale ha elaborato lo Studio di fattibilità "INTERVENTI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDRAULICO NEL BACINO DEL RIO ENZOLA" nell'ambito del quale veniva svolta una approfondita analisi idraulica finalizzata a mettere in evidenza le criticità idrauliche del tratto di pianura del rio individuando gli interventi progettuali risolutivi riconducibili alla riduzione dei picchi di piena mediante laminazione delle portate e contestuale adeguamento della sezione idraulica del Rio, nel tratto arginale e pensile, da Quattro Castella alla foce.

Lo Studio di cui al punto 3, costituisce il primo livello di progettazione degli interventi del presente progetto ed ha sviluppato, già in fase preliminare, una approfondita analisi idraulica per la verifica del Rio Enzola nello stato di fatto e nello stato di progetto considerando gli interventi: Cassa di espansione e Risezionamento Rio Enzola. Le risultanze di tale studio sono attuali e confermate per quanto riguarda le analisi idrologiche e le analisi idrauliche della Cassa di laminazione mentre sono da aggiornare per quanto riguarda il Risezionamento a seguito delle modifiche apportate alla forma e tipologia delle sezioni di progetto del Rio Enzola e delle arginature ed all'andamento della livelletta di fondo alveo.

## 2. OBIETTIVI DI PROGETTO E LINEE GENERALI DI INTERVENTO

---

L'obiettivo principale del progetto è la riduzione del rischio idraulico generato dal Rio Enzola ai centri abitati di Quattro Castella e Bibbiano e causato dall'esondazione che già diverse volte ha interessato strade ed abitazioni da realizzarsi sia con interventi di aumento dei volumi d'acqua trattenuti a monte sia con adeguamento della sezione idraulica. Per tale motivo il progetto si inserisce negli interventi urgenti di Protezione Civile necessari a ridurre il rischio per la popolazione residente.

Gli obiettivi specifici consistono in

- adeguamento della sezione idraulica alle portate di riferimento fissata per la ricorrenza TR=200 anni;
- aumento delle aree allagabili e conseguente riduzione delle portate di valle;
- mantenimento e miglioramento dello stato ecologico del corso d'acqua adottando, negli interventi di progetto, soluzioni tecniche che conservino le caratteristiche naturali nel corso d'acqua e la sua valenza di corridoio ecologico prioritario.

La messa in sicurezza idraulica del Rio Enzola sarà attuata attraverso 3 azioni, tutte rientranti negli obiettivi e finanziamenti di Protezione Civile:

1. **Realizzazione area di laminazione e messa in sicurezza del rio Enzola (G55H21000310001);**
2. Messa in sicurezza e consolidamento delle arginature del rio Enzola (G55H21000320001);
3. Messa in sicurezza e consolidamento delle arginature del rio Enzola con realizzazione di manufatto derivatore in area di laminazione (G25H21000120001).

Le analisi idrologiche ed idrauliche hanno esaminato il Rio Enzola nello stato di fatto e nello stato di progetto considerando, in quest'ultimo, le 3 Azioni previste per la messa in sicurezza.

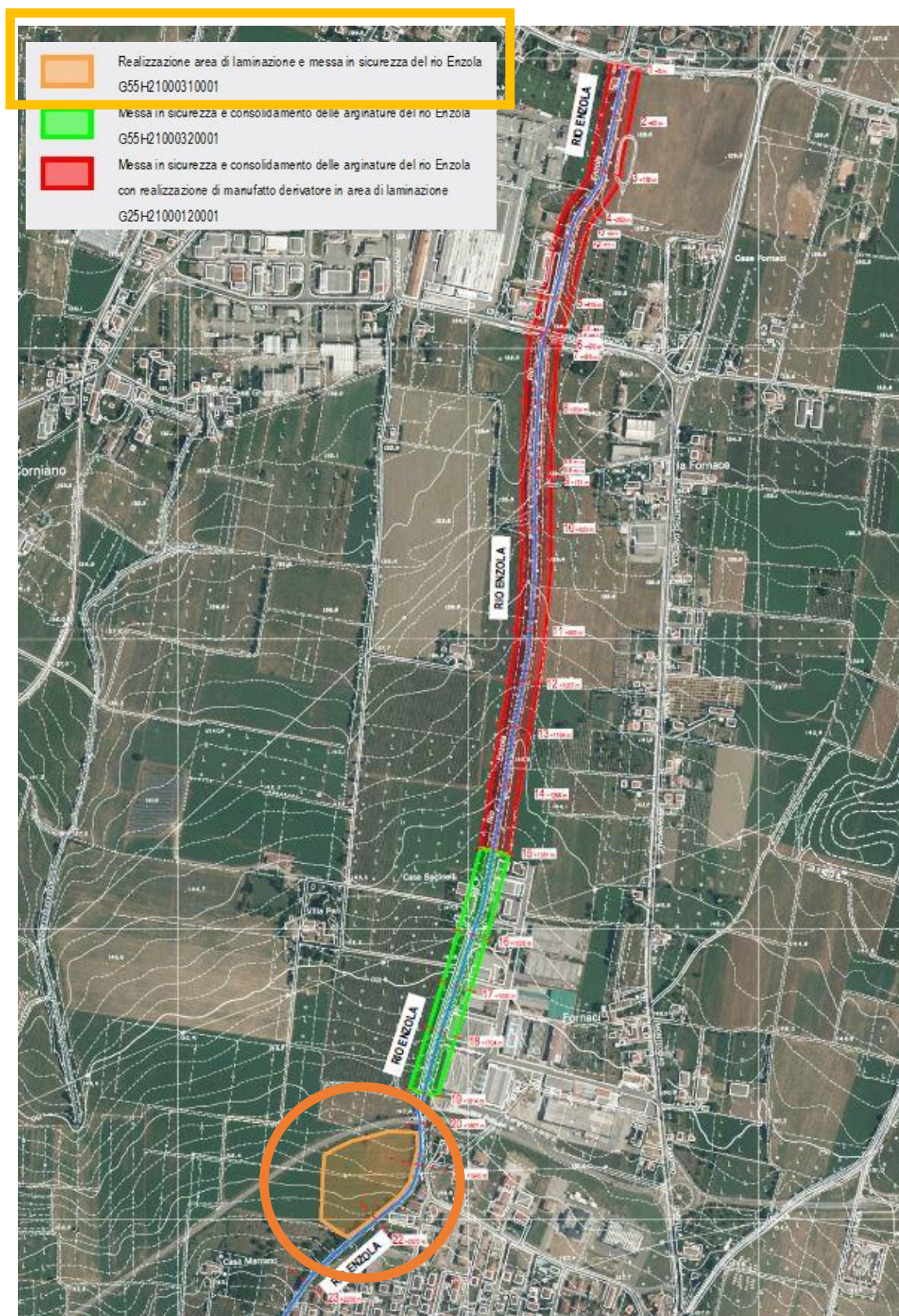


FIGURA 2-1 – INDIVIDUAZIONI AREA DI INTERVENTO

### 3. INQUADRAMENTO TERRITORIALE

---

#### 3.1 IL RIO ENZOLA

Il Rio Enzola ha origine nelle colline caratterizzate dalla presenza di formazioni calanchive presenti a monte dell'abitato di Quattro Castella, ove scorre in una stretta vallecchia affiancato su gran parte del percorso da una strada sterrata; il rio percorre l'ultimo tratto collinare scorrendo in un alveo naturalmente incassato compreso tra ripidi versanti, per poi entrare nell'alta pianura delimitato da terreni coltivati lievemente pendenti verso il rio. Fino all'abitato di Quattro Castella, il rio scorre in un alveo privo di opere che ne limitano la dinamica laterale.

Nel tratto di attraversamento dell'abitato di Quattro Castella, si osserva la presenza di salti di fondo e di alcuni attraversamenti: a sud del paese si ha un primo salto di fondo cui segue l'attraversamento, con manufatto scatolare 300x120cm, di una strada sterrata; successivamente si ha ancora un salto di fondo e l'attraversamento di via de Gasperi, realizzato con manufatto scatolare 240x120cm, a cui segue un salto di fondo e poi un tratto dove il Rio scorre entro un condotto scatolare 200x200cm sotto alcune aree cortilizie. Successivamente il Rio Enzola scorre arginato e pensile sulla campagna di destra e sinistra idraulica. Il Rio prosegue con questo andamento fino a Bibbiano attraversando la SP23, manufatto scatolare 300x85cm e la via Vittorio Veneto, manufatto scatolare 360x105cm.

L'assetto strutturale pensile è mantenuto dal rio sino alle porte del comune di Bibbiano punto in cui è presente uno scaricatore che permette alle acque di piena ( $Q_{max}$  ricevente dal Rio Enzola pari a 7 mc/s) di aggirare il centro di Bibbiano, evitando che entrino nel tratto tombato presente nell'abitato. Lo scolmatore scarica le acque nel Canale del Ghiardo, il quale alimenta il Torrente Modolena, principale affluente del Torrente Crostolo

Il bacino ha una superficie complessiva di 157.4 ha ed è caratterizzato da rilievi collinari modesti, in quanto il limite non giunge allo spartiacque appenninico e risente di precipitazioni non molto intense, tipiche della pianura; il regime pluviale è infatti contraddistinto da elevata piovosità solo nelle zone prossime al crinale, dovuta alla particolare intensità dei fronti, che per ragioni orografiche e per la vicinanza del mar Ligure tendono ad amplificare la loro azione; anche la morfologia del territorio, con pendenze deboli, e del relativo idrografico drenante concorrono a rendere modesti i contributi unitari di piena. Eventi meteorici intensi sono possibili in tutte le stagioni anche se il periodo compreso tra settembre e novembre è quello con la massima incidenza di eventi gravosi.

Le portate di piena del Rio evidenziano valori variabili da 8.4 m<sup>3</sup>/s per TR=20anni a 14.2 m<sup>3</sup>/s per TR=200anni in chiusura del bacino montano e valori variabili da 8.9 m<sup>3</sup>/s per TR=20anni a 14.8 m<sup>3</sup>/s per TR=200anni dopo l'abitato di Quattro Castella prima che il corso d'acqua diventi pensile. Come è evidente la maggior parte dei deflussi si forma nella parte alta del bacino mentre il contributo prodotto dall'abitato è modesto. Le analisi idrauliche mostrano come il Rio presenti una sezione adeguata alle portate di deflusso

solamente nel tratto montano dove corre incassato mentre nel tratto vallivo l'officiosità idraulica è inadeguata e si osservano allagamenti già per ricorrenze frequenti.

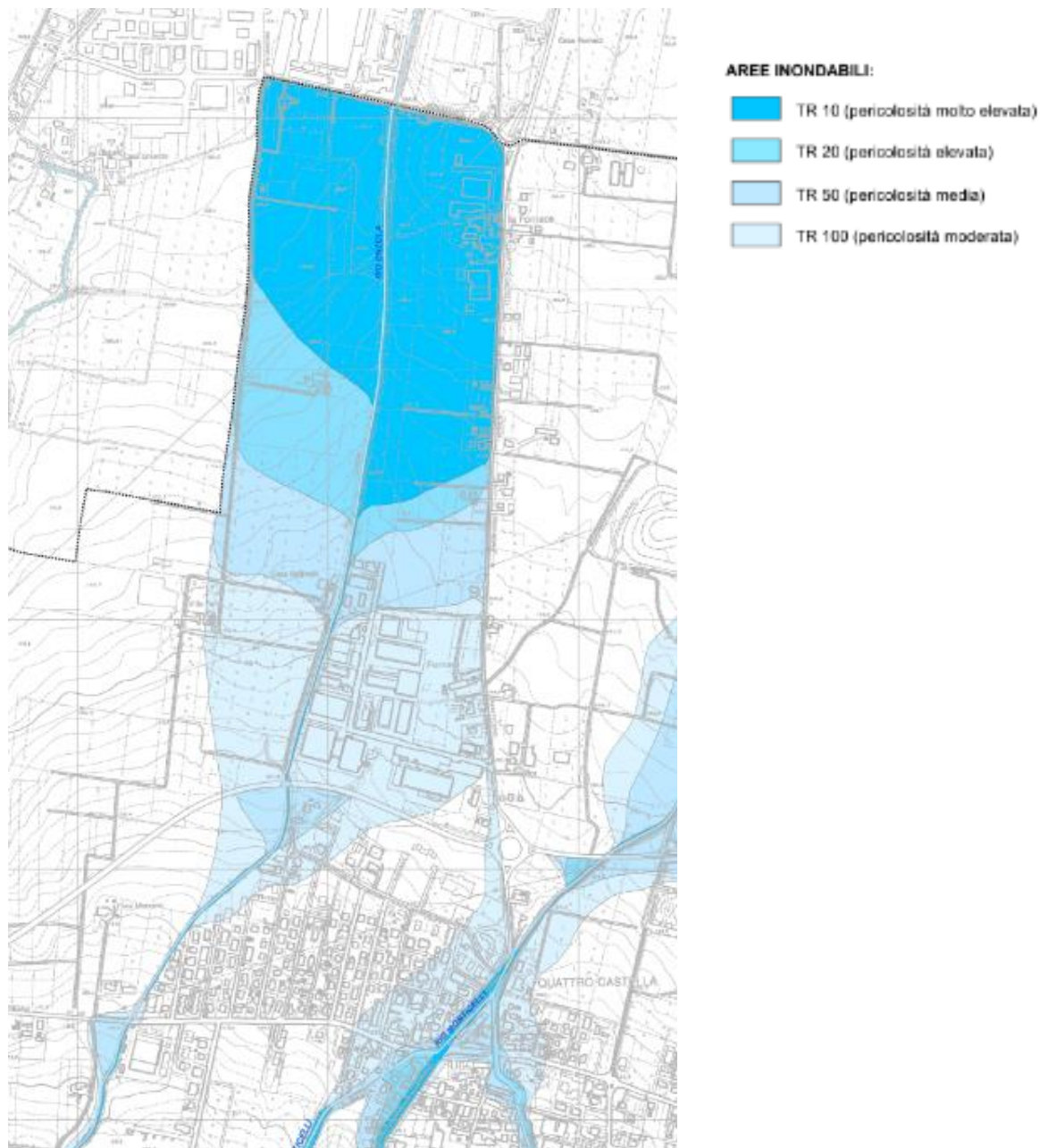


FIGURA 3-1 – ESTRATTO TAVOLA 08-1 PERICOLOSITÀ IDROGEOLOGICA: FENOMENI TORRENTIZI (STUDIO 2009)

### 3.2 CARATTERISTICHE MORFOLOGICHE DEL RIO ENZOLA (PROGETTO LIFE RII)

Nell'ambito del progetto Life Rii è stata condotta una specifica analisi morfologica sul Rio Enzola di cui si riporta la sintesi delle caratteristiche morfologiche dell'assetto attuale e le variazioni subite nel tempo, ciò ha consentito nel progetto Life Rii di definire i macro interventi di progetto.



In prima analisi è stato analizzato il corso d'acqua lungo l'intero tratto dalle sorgenti alla foce ed è stato suddiviso, mediante applicazione di analisi morfologica con indice IQM in tre tratti:

- tratto 1: coincide con il segmento confinato a canale singolo presente nell'area collinare appenninica
- tratto 2: coincide con il segmento non confinato sinuoso presente nell'alta pianura
- tratto 3: coincide con il segmento non confinato rettilineo presente nell'alta pianura

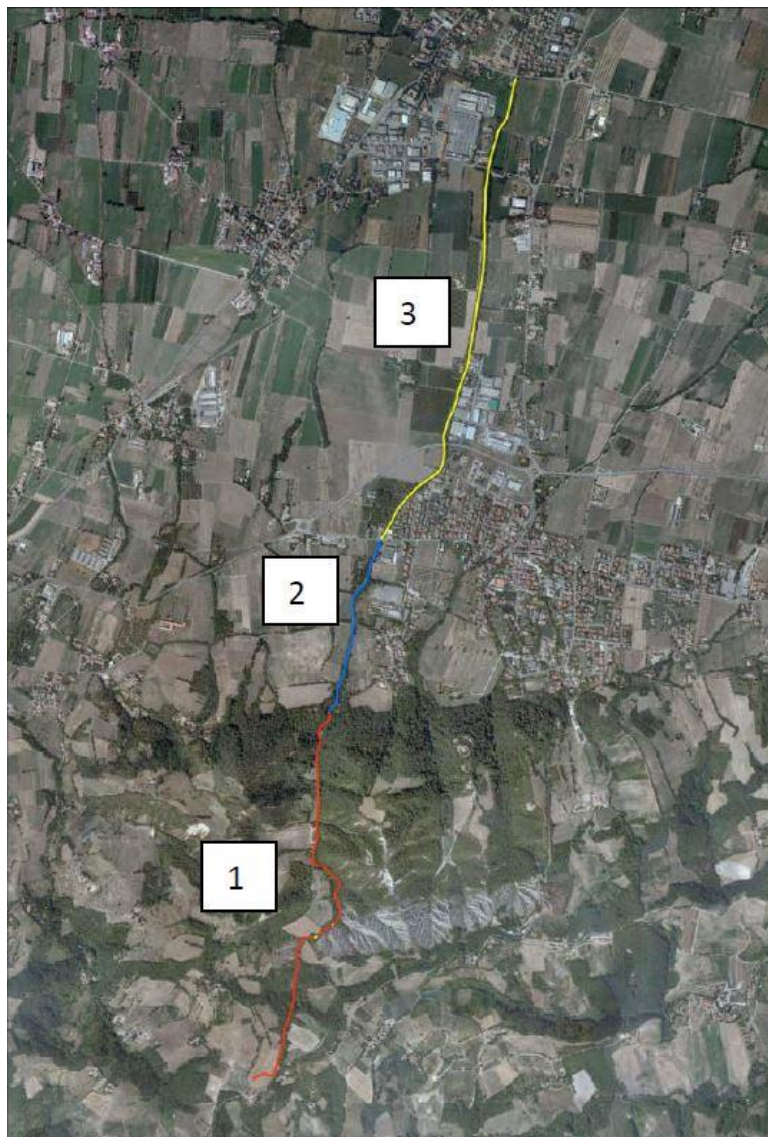


FIGURA 3-2 – ANALISI MORFOLOGICA RIO ENZOLA, SUDDIVISIONE IN TRATTI OMONEGENI (PROGETTO LIFE RII)

### Tratto 1 del Rio Enzola

Il tratto, confinato a canale singolo, appare essere in stato morfologico moderato.

La principale alterazione è causata dalla strada sterrata che affianca il rio lungo quasi tutto il tratto, inizialmente in sinistra idraulica e più a valle in destra, che limita la connessione tra il versante e il rio.

La configurazione morfologica appare essere lievemente alterata a causa della strada, in particolare per quanto riguarda la variabilità della sezione, probabilmente ristretta e con effetti anche su profondità, vegetazione, massi, ecc., mentre le forme di fondo appaiono essere coerenti con la pendenza media della valle, così come l'eterogeneità del substrato, in relazione alle diverse unità sedimentarie (step, pool, riffle) e al possibile clogging, non appare essere significativamente alterata.

Lungo tutto il tratto sono presenti ampie formazioni vegetali funzionali localizzate lungo il versante, mentre dal lato strada tali formazioni sono molto limitate, con un'ampiezza totale pari al 33+90% di tutta l'eventuale piana e dei versanti adiacenti (50 m da ogni sponda, escludendo le porzioni in roccia o in frana). La fascia delle formazioni funzionali ospita sia formazioni arboree che arbustive, con presenza significativa delle prime (copertura delle formazioni arboree > 33% della fascia).

È inoltre presente lungo il rio un breve tratto tombato che passa sotto la strada, a cui fa seguito un salto di fondo artificiale di circa 3m, che non pare però influire significativamente sul trasporto di sedimenti, mentre più probabili sembrano essere i potenziali effetti sul trasporto di materiale legnoso flottante di grandi dimensioni, che si esplicano però principalmente sul tratto seguente.

La strada agisce inoltre come potenziale difesa di sponda, in quanto possibili arretramenti non sono consentiti dagli Enti gestori del rio.

La manutenzione di sedimenti e vegetazione del tratto non sembrano essere significative e perlopiù limitate ad eventuali tagli localizzati e sporadici.

La configurazione morfologica appare in ogni caso essere modificata rispetto al riferimento (anni '50) a causa della strada, così come la larghezza, mentre la quota di fondo non appare aver subito significative variazioni se non localmente in corrispondenza del tratto tombato e del successivo salto di fondo.

## **Tratto 2 del Rio Enzola**

Il tratto, non confinato sinuoso, appare essere in stato morfologico moderato, considerato che sono presenti alterazioni localizzate principalmente nella parte terminale del tratto.

La continuità longitudinale del flusso di sedimenti e materiale legnoso è solo parzialmente limitata da un attraversamento sottodimensionato di una strada sterrata.

Più evidente invece l'alterazione della piana inondabile, pressoché assente sia nella porzione di monte, a causa dell'uso agricolo della piana, sia nella porzione di valle del tratto, ove prima una strada e poi case e campi occupano la piana inondabile.

I processi di arretramento delle sponde sono solo parzialmente possibili a causa delle alterazioni antropiche sopramenzionate, mentre è comunque presente almeno nella porzione di monte del tratto una fascia potenzialmente erodibile sia in destra che in sinistra idrografica con buona continuità (> 66% del tratto) e sufficientemente ampia, ovvero con larghezza media complessiva (somma sui due lati) di almeno 2 volte la larghezza dell'alveo.

La naturale eterogeneità del substrato non appare essere particolarmente alterata, con riferimento alle granulometrie dei sedimenti in relazione alle diverse unità sedimentarie presenti ed anche all'interno di una

stessa unità, con situazioni di corazzamento e/o clogging poco significativi, così come la presenza di materiale legnoso di grandi dimensioni.

Lungo la parte di monte del tratto è presente una fascia perfluviale monofilare ben sviluppata su entrambe le sponde, mentre nella parte finale questa appare essere meno continua e strutturata e non sempre presente su entrambe le sponde.

La manutenzione dei sedimenti del tratto non sembra essere significativa, così come quella della vegetazione, che appare essere ben sviluppata proprio grazie all'assenza da lungo tempo di tagli di una certa entità ed estensione.

La configurazione morfologica non appare essere stata modificata, mentre la larghezza sembra essere stata leggermente diminuita a causa della strada che affianca il rio nella parte finale del tratto occupando parzialmente quello che era il suo alveo originario.

### **Tratto 3 del Rio Enzola**

Il tratto, non confinato rettilineo, appare essere in scadente stato morfologico (IQM indicativamente pari a 0,46), a causa delle arginature pressoché continue e alla pensilità del fondo.

La continuità longitudinale del flusso di sedimenti e materiale legnoso non appare essere limitata da opere presenti nel tratto.

L'alterazione della piana inondabile è invece totale, a causa degli argini che limitano la connessione tra piana e alveo, se non in concomitanza di sormonti o rotture arginali, di nessun interesse dal punto di vista morfologico.

I processi di arretramento delle sponde sono totalmente preclusi, a causa della configurazione arginale che non può essere di per sé compatibile con la presenza di erosioni spondali; conseguentemente non è nemmeno presente una fascia potenzialmente erodibile.

La naturale eterogeneità di forme è sensibilmente alterata dall'assetto idraulico imposto al rio, che non permette lo sviluppo di forme e processi tipici della configurazione morfologica di riferimento.

La variabilità della sezione è anch'essa alterata a causa della sezione trapezia imposta, e mantenuta tale, al rio, così come la naturale eterogeneità del substrato.

Si rileva inoltre una molto limitata presenza di materiale legnoso di grandi dimensioni in quanto le dinamiche geomorfologiche che potrebbe indurre non sono compatibili con la configurazione arginata pensile imposta al rio.

Lungo tutto il rilevato arginale è presente una fascia perfluviale in parte autoctona ed in parte alloctona, di ampiezza limitata ad un assetto monofilare.

Il tombinamento presente a monte del tratto limita le portate solide, in particolare di legname flottante, così come anche i due attraversamenti tombati di due importanti arterie stradali.

Si segnala la presenza di salti di fondo lungo il tratto.

La manutenzione dei sedimenti e della vegetazione del tratto appaiono essere significativi, al fine di mantenere tal quale l'assetto artificiale imposto al rio.

Gli argini hanno inoltre modificato il tracciato, che ora appare essere artificialmente rettilineo, così come l'intera configurazione morfologica, la larghezza dell'alveo e la quota di fondo.

### 3.3 CARATTERISTICHE AMBIENTALI

Si riporta la caratterizzazione ambientale del Rio Enzola per il tratto da Quattro Castella a Bibbiano derivata dal progetto LIFE Rii e si rimanda allo studio originario del progetto LIFE Rii per l'approfondimento dei tratti montani dell'asta del corso d'acqua.

#### **Tratto 8 – dall'abitato di Quattro Castella alla SP23 (Comune di Quattro Castella)**

- Descrizione: Tratto pianiziale in gran parte pensile con vegetazione che richiama i boschi collinari presenti a monte. La fascia boscata coinvolge esclusivamente i rilevati arginali. Sottobosco con presenza di specie nemorali.
- Complessità strutturale delle cenosi: Questo tratto conserva una complessità strutturale buona con notevole presenza di specie nemorali e una fascia ripariale di buone dimensioni nonostante il rio sia pensile rispetto alle aree circostanti.
- Grado di naturalità/artificialità: L'ambiente risulta avere un buon grado di naturalità in continuità con i boschi collinari presenti dell'area a monte.
- Grado di diversità: Lo strato arboreo è composto da *Quercus pubescens*, con esemplari di buone dimensioni, *Robinia pseudoacacia*, *Ailanthus altissima*, *Juglans regia*, *Acer campestre*, *Ulmus minor*. Lo strato arbustivo ha prevalenza di *Sambucus nigra* con *Prunus* sp., *Hedera helix*, *Rubus ulmifolius*, *Ligustrum vulgare*, *Euonymus europaeus*, *Prunus spinosa*, *Crataegus monogyna*. Notevole lo stato erbaceo con presenza di: *Iris foetidissima*, *Viola odorata*, *Viola* sp., *Helleborus foetidus*, *Hepatica nobilis*, *Chaerophyllum temulum*, *Eranthis hyemalis*, *Lamium* sp., *Glechoma hederacea*, *Tamus communis*, *Bryonia cretica dioica*. Il grado di diversità biologica vegetale risulta pertanto buono
- Complessità e biodiversità in relazione al territorio circostante: Il tratto è posto tra insediamenti abitati e industriali ed un'area coltivata a vigneto. La biodiversità e la complessità risultano quindi altissime in rapporto alle aree circostanti.

#### **Tratto 9 – dall'area artigianale di Quattro Castella a via Vittorio Veneto (Comune di Quattro Castella)**

- Descrizione: tratto pianiziale completamente pensile con fascia boscata esclusivamente sui rilevati arginali. La vegetazione risulta in gran parte degradata con dominanza di *Robinia pseudoacacia*. Da notare la presenza di alcuni grossi esemplari di *Quercus pubescens*
- Complessità strutturale delle cenosi: La complessità generale di questo tratto risulta scarsa a causa della componente arborea in gran parte rappresentata da specie alloctone. La struttura risulta comunque equilibrata con la presenza di una discreta stratificazione.
- Grado di naturalità/artificialità: Nonostante la dominanza di specie alloctone lo stato di naturalità risulta discreto

- Grado di diversità: La componente arborea vede la presenza di alcuni esemplari di *Quercus pubescens* di discrete dimensioni oltre a *Robinia pseudoacacia*, *Ailanthus altissima*, *Ulmus minor*, *Acer campestre* e *Juglans regia*. Lo strato arbustivo contempla *Sambucus nigra*, *Rubus ulmifolius* e *Prunus sp.* La componente erbacea ha come dominate *Urtica dioica* con presenza di *Parietaria officinalis*, *Tamus communis*, *Bryonia cretica dioica*, *Glechoma hederacea*, *Silene latifolia alba* e *Viola sp.*. Il grado di diversità specifica risulta abbastanza basso
- Complessità e biodiversità in relazione al territorio circostante: Il tratto attraversa ambienti contraddistinti da agroecosistemi prativi e a vigneto. Nonostante la bassa complessità delle cenosi ripariali, queste rappresentano comunque uno dei pochi corridoi ecologici verso la pianura.

#### **Tratto 10: da via Vittorio Veneto a via San Giovanni Bosco (Comune di Bibbiano).**

- Descrizione: tratto pianiziale pensile fortemente antropizzato. La vegetazione arborea è composta, se si escludono alcune querce, da *Robinia pseudoacacia*.
- Complessità strutturale delle cenosi: L'area risulta avere una bassissima complessità strutturale con tratti a copertura arboreo arbustiva monospecifica
- Grado di naturalità/artificialità: Il grado di naturalità risulta, soprattutto nel tratto terminale, decisamente basso, il continuo taglio della vegetazione ripariale ha favorito l'instaurarsi di cenosi a *Robinia pseudoacacia*.
- Grado di diversità: Il tratto interessato è colonizzato prevalentemente da una componente arborea a dominanza di *Robinia pseudoacacia* con sporadica presenza di *Ulmus minor* e alcuni esemplari maturi di *Quercus pubescens*. Lo strato arbustivo è dominato da *Sambucus nigra* e da *Rubus ulmifolius*. Povero lo strato erbaceo dove sono presenti prevalentemente specie ruderali e nitrofile. Il grado di biodiversità vegetale risulta sostanzialmente basso.
- Complessità e biodiversità in relazione al territorio circostante: Il tratto attraversa ambienti contraddistinti da agroecosistemi prativi ed a vigneto. Nonostante la bassa complessità delle cenosi ripariali, queste rappresentano comunque uno dei pochi corridoi ecologici verso la pianura.

### **3.4 CARATTERISTICHE GEOLOGICHE**

Per quanto attiene agli aspetti geologici, l'areale interessato dal progetto per la realizzazione dell'area di laminazione del Rio Enzola risulta a tutti gli effetti stabile ed è priva di forme di degradazione o dissesti in atto o quiescenti.

I terreni sono caratterizzati dalla presenza di un sottile orizzonte superficiale di terreno vegetale che ricopre depositi argillosi e argilloso-limosi, di origine alluvionale, caratterizzati da una consistenza più elevata oltre la profondità di 2,00÷3,00 m da p.c.. All'interno di questi depositi fini si rinvencono localmente sottili intercalazioni lenticolari contenenti ghiaie.

Sulla base delle indagini geognostiche eseguite, la porzione superficiale risulta generalmente normal consolidata ed è attribuibile al Subsistema di Ravenna. Quella sottostante presenta caratteristiche di sovraconsolidazione ed è probabilmente attribuibile al Subsistema di Villa Verrucchio – Unità di Niviano.

I terreni di risulta derivanti dagli scavi per la realizzazione delle vasche sono idonei sotto il profilo litologico e geotecnico ad essere reimpiegati per la realizzazione dei rilevati arginali.

Gli scavi in progetto, la cui profondità massima è prevista pari a circa -2,20 m da p.c., non andranno ad interessare la falda, il cui tetto si colloca ad una profondità maggiore.

Ai fini costruttivi dovrà essere asportato l'orizzonte di suolo agrario superficiale sull'intera area di intervento, per uno spessore di circa 30-40 cm, per poi riposizionarlo sul fondo delle vasche e sui paramenti dei rilevati arginali, al fine di favorire il rapido inerbimento delle superfici.

Secondo la DGR n° 1164/2018 "Aggiornamento della classificazione sismica di prima applicazione dei comuni dell'Emilia-Romagna" il Comune di Quattro Castella è classificato sismico in Zona 3 e il sottosuolo di fondazione dell'area indagata è attribuibile alla categoria C, di cui al D.M. 17.01.2018 Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni».

Sotto il profilo sismico gli effetti locali sono rappresentati dalla possibile amplificazione del segnale sismico, conseguente alla presenza di depositi con velocità delle onde di taglio ( $V_s$ ) inferiori a 800 m/s, mentre l'assetto litostratigrafico permette di escludere potenziali fenomeni di cedimento o di liquefazione, ovvero di diminuzione della resistenza al taglio causata dall'aumento di pressione interstiziale durante il verificarsi di un evento sismico.

#### 4. ANALISI IDROLOGICHE

Le portate di piena di progetto devono essere conformi ai contenuti della "Direttiva sulla piena di progetto da assumere per le progettazioni e le verifiche di compatibilità idraulica" costituente parte integrante del Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) redatta dall'Autorità di Bacino del fiume Po.

La portata di piena da assumere, rispetto alle quali devono essere dimensionate le opere in progetto e garantite il superamento delle verifiche di compatibilità idraulica, deve essere caratterizzata da un tempo di ritorno di 200 anni.

Nell'ambito del presente lavoro si confermano le portate già definite nella Relazione idrologico-idraulica dello Studio di fattibilità *Interventi di mitigazione del rischio idraulico nel bacino del Rio Enzola*.

Per la sezione di chiusura di interesse, cui sottintende i bacini A+B+C+D, si verificano le seguenti portate al colmo calcolate per i diversi tempi di ritorno.

Bacino	Area (ha)	Area tot (ha)	tc (ore)	tc (min)	cd (tr10-tr20)	cd (tr50-tr200)	Q10 (m <sup>3</sup> /s)	Q20 (m <sup>3</sup> /s)	Q50 (m <sup>3</sup> /s)	Q100 (m <sup>3</sup> /s)	Q200 (m <sup>3</sup> /s)
A-Montano	128.3	128.3	0.55	33	0.36	0.43	7.3	8.4	11.7	12.9	14.2
B-Montano	21.3	149.6	0.63	38	0.38	0.46	8.2	9.3	13.2	14.6	16.0
C-Pianura	1.7	151.3	0.7	42	0.38	0.46	7.6	8.7	12.4	13.6	15.0
D-Urbano	6.1	157.4	0.77	46	0.4	0.47	<b>7.8</b>	<b>8.9</b>	<b>12.2</b>	<b>13.5</b>	<b>14.8</b>
E-Chiusura ambito comunale	0	157.4	0.97	58	0.4	0.47	6.6	7.5	10.3	11.4	12.5

TABELLA 1: RIO ENZOLA, PORTATE AL COLMO PER ASSEGNATI TEMPI DI RITORNO

Il valore al colmo della portata del Rio Enzola con tempo di ritorno di 200 anni nel tratto di interesse viene assunta pari a **Q<sub>200</sub>=14.8 m<sup>3</sup>/s**.

Se per le analisi in moto stazionario monodimensionale dell'asta del Rio Enzola è sufficiente la definizione delle portate al colmo ciò non è sufficiente per la definizione del modello idraulico bidimensionale in moto vario della cassa d'espansione per il quale occorre anche definire anche i volumi di piena e la forma degli idrogrammi.

Gli idrogrammi utilizzati per la modellazione della cassa d'espansione sono quindi di forma triangolare, con durata pari a 2 tc e picco in corrispondenza di tc. Il ramo di risalita, prima del picco è stato esteso fino ad una portata di 1.5 mc/s per poter garantire la stabilità di calcolo della simulazione in moto vario, essendo impossibile partire dalla condizione di alveo asciutto. Inoltre, anche il ramo di esaurimento è stato esteso fino ad una portata bassa oltre che nel tempo, in modo da far perdurare l'evento per una durata di 12 ore. Si è fatta tale valutazione per poter valutare interamente l'effetto di laminazione della cassa di espansione (l'effetto di laminazione della cassa può protrarsi per diverse ore dall'evento di piena).

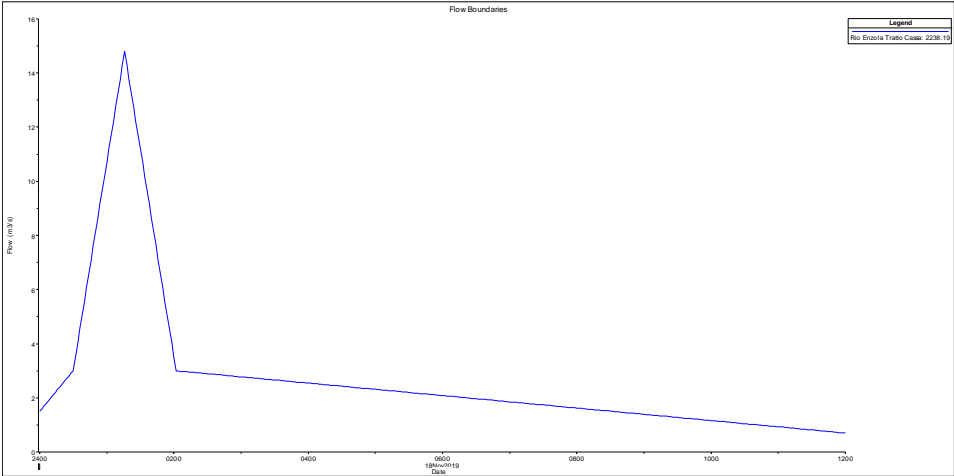


FIGURA 4-1 – RIO ENZOLA, IDROGRAMMA SIMULATO PER UN TEMPO DI RITORNO PARI A 200 ANNI



## 5. ANALISI IDRAULICHE

---

Le verifiche idrauliche sono state condotte conformemente a quanto previsto nelle NTA del PAI dell'Autorità di bacino del Po adottando come scenario di riferimento quello avente ricorrenza  $TR=200$  anni. L'analisi è finalizzata alla quantificazione delle caratteristiche idrauliche del moto della corrente in condizioni di piena, rappresentati dai valori dei livelli idrici e delle velocità di corrente all'interno dell'alveo inciso.

Le analisi idrauliche sono state sviluppate in modo unitario sull'intera asta del Rio Enzola dalla chiusura del bacino montano, ubicata a Monticelli a monte di Quattro Castella e fino alla foce.

Le verifiche nello stato di fatto e di progetto del Rio Enzola sono state aggiornate alla luce delle nuove scelte progettuali di risezionamento del Rio anche in ottemperanza a quanto concordato con il Servizio Regionale mentre le verifiche idrauliche della Cassa di laminazione sono confermate nella versione prodotta nella fase preliminare e quindi riferite alla Relazione idrologica ed idraulica del lavoro "*Interventi di mitigazione del rischio idraulico nel bacino del Rio Enzola*" elaborata dal Consorzio di Bonifica dell'Emilia Centrale nel febbraio 2020.

Di seguito si propongono i risultati di tale studio per la parte relativa allo scenario 3: STATO DI PROGETTO 2: DETTAGLIO CASSA DI LAMINAZIONE.

### 5.1 MODELLO MATEMATICO

Il metodo di calcolo adottato è quello che prevede la schematizzazione dei deflussi e degli effetti delle opere esistenti e/o di progetto in condizioni di moto stazionario monodimensionale con portata costante e geometria dell'alveo variabile.

Il modello utilizzato, è HEC-RAS River Analysis System, elaborato dall'Hydrologic Engineering Center dell'US Army Corps of Engineers degli U.S.A. (versione 5.0.7). Il modello è stato progettato per contenere vari moduli di analisi idraulica monodimensionale: analisi di moto permanente, analisi del moto vario, analisi del trasporto solido in letto mobile. Tra le diverse componenti quella utilizzata nel presente studio consiste nell'algoritmo di calcolo idraulico per la determinazione delle variazioni della portata, della velocità, della larghezza del pelo libero della corrente e di altre caratteristiche idrauliche del moto durante la propagazione verso valle della corrente idrica di portata nota, per effetto della capacità di laminazione naturale dell'alveo, della sua resistenza d'attrito, della presenza di opere interagenti con la corrente.

Il modello, calcola i profili del moto in regime di corrente lenta, veloce o mista. Il programma, è in grado di calcolare e gestire i profili per una rete di canali naturali o artificiali in un sistema ad albero od a singolo ramo. Le relazioni fondamentali della formulazione matematica sono le equazioni dei moti permanenti nell'espressione classica dell'equazione monodimensionale dell'energia secondo Manning. Le perdite valutate sono quelle d'attrito (secondo Manning), per le diverse parti della sezione trasversale, e quelle causate dalla contrazione o espansione delle sezioni (tramite un coefficiente che moltiplica la variazione dell'altezza cinetica). L'equazione della quantità di moto è utilizzata nei punti dove il profilo del pelo libero

subisce brusche variazioni ovvero in regime misto nel passaggio da corrente veloce a corrente lenta oppure, in corrispondenza di ponti, traverse e sottopassi o alla confluenza di più rami di una rete.

Il modello richiede, oltre alla geometria generale del corso d'acqua, profili e sezioni trasversali, i dati di portata in ingresso nella prima sezione di monte ed eventualmente in tutte le sezioni dove sono disponibili dati di portata, ed infine le condizioni al contorno dipendenti dal regime di moto della corrente.

L'equazione generale dell'energia è la seguente:

$$Y_2 + Z_2 + \alpha_2 \frac{V_2^2}{2g} = Y_1 + Z_1 + \alpha_1 \frac{V_1^2}{2g} + h_e$$

dove:

- Y1, Y2            altezza idrometrica nella sezione 1 e 2,
- Z1, Z2            quota del fondo alveo nelle sezioni 1 e 2,
- V1, V2            velocità medie (portata totale/area bagnata) nelle sezioni 1 e 2,
- $\alpha_1, \alpha_2$         coefficienti di velocità,
- he                perdita di carico nel tratto 1-2.

La perdita di carico tra due sezioni trasversali è calcolata come somma delle perdite distribuite per attrito e di quelle concentrate per effetto di contrazioni o allargamenti bruschi di sezione secondo l'equazione:

$$h_e = LS_f + C \left( \alpha_2 \frac{V_2^2}{2g} - \alpha_1 \frac{V_1^2}{2g} \right)$$

dove:

- L            distanza pesata, in funzione della portata, tra le due sezioni trasversali 1 e 2,
- Sf          pendenza motrice tra le sezioni 1 e 2,
- C            coefficiente di perdita di carico per contrazione o allargamento di sezione.

La pendenza d'attrito Sf è valutata secondo l'espressione di Manning:

$$Sf = n^2 Q|Q| / (A^2 R^{4/3})$$

dove n è il coefficiente di resistenza di Manning (che vale anche  $n=1/c$  con c di Gauckler-Strickler) ed R è il raggio idraulico.

L'equazione differenziale del moto viene integrata per via numerica, attraverso un insieme di fasi iterative che vengono ripetute più volte per affinarne la risoluzione; per la determinazione dei profili è quindi necessario fornire le condizioni iniziali di portata in ingresso e le condizioni al contorno in funzione del regime di moto.

## 5.2 SCENARI DI RIFERIMENTO

L'analisi idraulica, sviluppata per l'intera asta del Rio Enzola, è stata condotta considerando 3 scenari:

1. STATO DI FATTO: moto stazionario monodimensionale per valori di portata da  $Q=3\text{m}^3/\text{s}$  a  $Q_{200}=14.8\text{m}^3/\text{s}$ ;
2. STATO DI PROGETTO 1: moto stazionario monodimensionale per valori di portata  $Q_{20}$ ,  $Q_{100}$  e  $Q_{200}$ ;
3. STATO DI PROGETTO 2: dettaglio della cassa di laminazione: moto vario quasi bidimensionale per valori di portata  $Q_{200}$ .

Nelle verifiche si è poi considerato un set di portate comprese da  $3\text{mc/s}$  a  $15\text{mc/s}$ , per poter valutare in modo dettagliato la capacità idraulica del rio nelle diverse sezioni e verificare il transito delle portate ed il rispetto del franco idraulico imposto.

## 5.3 GEOMETRIA

### 5.3.1 Stato di fatto

La geometria del modello idraulico è stata ricostruita sulla base dei rilievi topografici messi a disposizione dal Consorzio di Bonifica dell'Emilia Centrale. Si tratta in tutto di 34 sezioni per una lunghezza totale di circa 3050 m. Tali sezioni sono state integrate con altre, inserite manualmente o interpolate automaticamente dal programma in prossimità dei manufatti idraulici (ponti, tombini, briglie, ecc.) e laddove la distanza tra due sezioni rilevate successive era elevata, in modo tale da ottenere risultati idraulici più accurati. Una volta implementate le sezioni, si sono inseriti nella geometria del modello le opere idrauliche presenti sul corso d'acqua.

### 5.3.2 Stato di progetto 1

Lo stato di progetto comprende i seguenti interventi implementati nel modello:

1. Tratto 34-21:
  - rifacimento ponte di via De Gasperi con manufatto a sezione rettangolare di luce  $3\times 2\text{m}$ ;
  - realizzazione casse d'espansione (non oggetto del presente progetto ma prevista nello stralcio 1);
2. Tratto 21-1:
  - adeguamento sezione Rio Enzola con manufatto artificiale ad U di sezione  $2.5\times 1.5\text{m}$  tra le sezioni 21 e 15 (non oggetto del presente progetto ma prevista nello stralcio 2);
  - adeguamento sezioni Rio Enzola con soluzione naturale in gabbioni tra la sezione 15 e la sezione 9 e adeguamento livelletta di fondo;
  - salto di quota di circa  $1.0\text{m}$  in corrispondenza della sezione 9;
  - adeguamento livelletta di fondo, abbassamento coronamento arginale e adeguamento sezioni Rio Enzola con soluzione naturale in terra tra la sezione 9 e la sezione 1;

- rifacimento ponte di via Vittorio Veneto con manufatto a sezione rettangolare di luce 3x2m.

### 5.3.3 Stato di progetto 2

Per una corretta simulazione del funzionamento delle casse di espansione di monte e di valle è stato adottato un modello con schema quasi-bidimensionale, costruito secondo uno schema monodimensionale all'interno del corso d'acqua in grado di quantificare le fuoriuscite dallo stesso mediante l'utilizzo di un manufatto regolatore e di sfioratori laterali, questi ultimi connessi a delle storage areas, ovvero delle aree che assolvono la funzione di serbatoio e che rappresentano schematicamente le vasche di laminazione.

Per il progetto in esame il volume di laminazione è realizzato su due casse in serie una di monte e una di valle, collegate tra loro tramite uno sfioratore di collegamento. Lo sfioratore laterale di monte ha una lunghezza pari a  $L=20$  m, mentre lo sfioratore di valle pari a  $L=10$  m e l'acqua inizia a sfiorare a quota rispettivamente di 162.50 m s.l.m. e 159.30 m s.l.m..

Grazie alla realizzazione del modello digitale del terreno (DTM) delle aree delle casse di espansione è stato possibile assegnare una curva quota terreno-volume alle storage areas per aumentare il grado di accuratezza del calcolo dei volumi idrici invasati.



FIGURA 5-1 – RIO ENZOLA, MODELLO DIGITALE DEL TERRENO DELLE CASSE D'ESPANSIONE

Si è inoltre costruita un'ulteriore geometria, circoscritta all'area delle vasche di laminazione, in cui gli sfioratori laterali sono stati connessi idraulicamente alle aree a deflusso 2D; queste aree sono state introdotte nel modello tramite l'inserimento di un poligono che rappresenta il perimetro di un'unica area 2D comprendente le casse di monte e di valle.

Una volta definite le aree a deflusso sono state create al loro interno le maglie di calcolo che hanno la funzione di controllare il movimento dell'acqua. In particolare, viene calcolata un'altezza della superficie dell'acqua per ciascun centro cella della griglia ad ogni passo temporale.

La figura seguente rappresenta lo schema delle casse di espansione con l'inserimento delle aree a deflusso bidimensionale.



FIGURA 5-2 – RIO ENZOLA, CASSE DI ESPANSIONE MODELLATE CON AREE A DEFLUSSO 2D

#### 5.4 CONDIZIONI AL CONTORNO

In assenza di dati idrometrici storici misurati utili alla calibrazione del modello si sono assunte a riferimento le condizioni di pendenza del moto uniforme nei tratti di monte e valle che risultano essere le più cautelative tra quelle proposte dal modello.

Come condizione al contorno di monte si è assunta una pendenza di moto uniforme pari alla pendenza media del tratto di monte, pari a 0.022 m/m.

Come condizione al contorno di valle, si è assunta una pendenza di moto uniforme pari alla pendenza media del tratto di valle, pari a 0.0058 m/m.

Per rappresentare la scabrezza dell'alveo, interessata dalla presenza di ghiaia con ciottoli, si è assunto un coefficiente di scabrezza secondo Manning pari a 0.04 m<sup>-1/3</sup>/s, mentre nei tratti interessati dai tombamenti si è utilizzato il coefficiente di scabrezza pari a 0.017 m<sup>-1/3</sup>/s caratterizzanti i canali con finitura in calcestruzzo e fondo con presenza di ghiaia e ciottoli.

## 5.5 RISULTATI DELLE SIMULAZIONI IDRAULICHE

Ai fini del presente studio e per comodità di lettura dei risultati il corso d'acqua viene suddiviso in due tratti di studio:

1. a monte delle casse di espansione da Monticelli fino alla SP23, tra la sezione 34 e la sezione 21, tratto in cui non sono previsti interventi estesi lungo l'asta ma solo il rifacimento del ponte di via De Gasperi;
2. a valle delle casse d'espansione, da SP23 a Bibbiano, tra la sezione 21 e la sezione 1, tratto in cui sono previsti interventi estensivi di adeguamento dell'alveo e delle arginature e rifacimento del ponte di via Vittorio Veneto. Il secondo tratto è, a sua volta, suddiviso in due parti:
  - a) dalla SP 23 a Fornaci, sez. 21-sez. 15, tratto in cui la sistemazione idraulica del Rio Enzola avviene con soluzione artificiale - manufatto in cemento armato con sezione ad U rivestito in mattoni;
  - b) da Fornaci a Bibbiano, sez. 15 – sez. 1, tratto in cui la sistemazione del Rio avviene con soluzione naturale.

### 5.5.1 Risultati delle simulazioni – Scenario 1: Stato di fatto

La finalità di questo scenario è quello di andare a valutare la compatibilità idraulica allo stato attuale del Rio Enzola.

Dai risultati delle simulazioni si evince che il rio in esame presenta criticità in diversi tratti, in particolare nel tratto compreso tra la S.P. 23 e lo scolmatore verso il Canale del Ghiardo.

È sufficiente infatti una portata inferiore a 5 mc/s affinché, in alcune zone, gli argini vengano sopraelevati e si verifichino allagamenti. Questo fatto è ulteriormente aggravato se si pensa che quel tratto è caratterizzato da una forte prensilità e che le arginature risultano, in alcuni tratti, esigue e potenzialmente compromesse dalla presenza di vegetazione arborea.

Nel tratto a monte della S.P. 23 dove la portata di riferimento è  $Q_{200}=14.8$  m<sup>3</sup>/s non si presentano particolari criticità se non in corrispondenza degli attraversamenti della strada sterrata e di via De Gasperi che non risultano sufficienti al transito delle portate e pertanto si osserva rigurgito a monte con funzionamento del tombino sotto pressione e tracimazioni d'acqua dalla sezione incisa a monte dell'attraversamento.

Per la portata al colmo di 200 anni i tiranti idrici in alveo sono compresi fra 0.50 e 2.80 m.

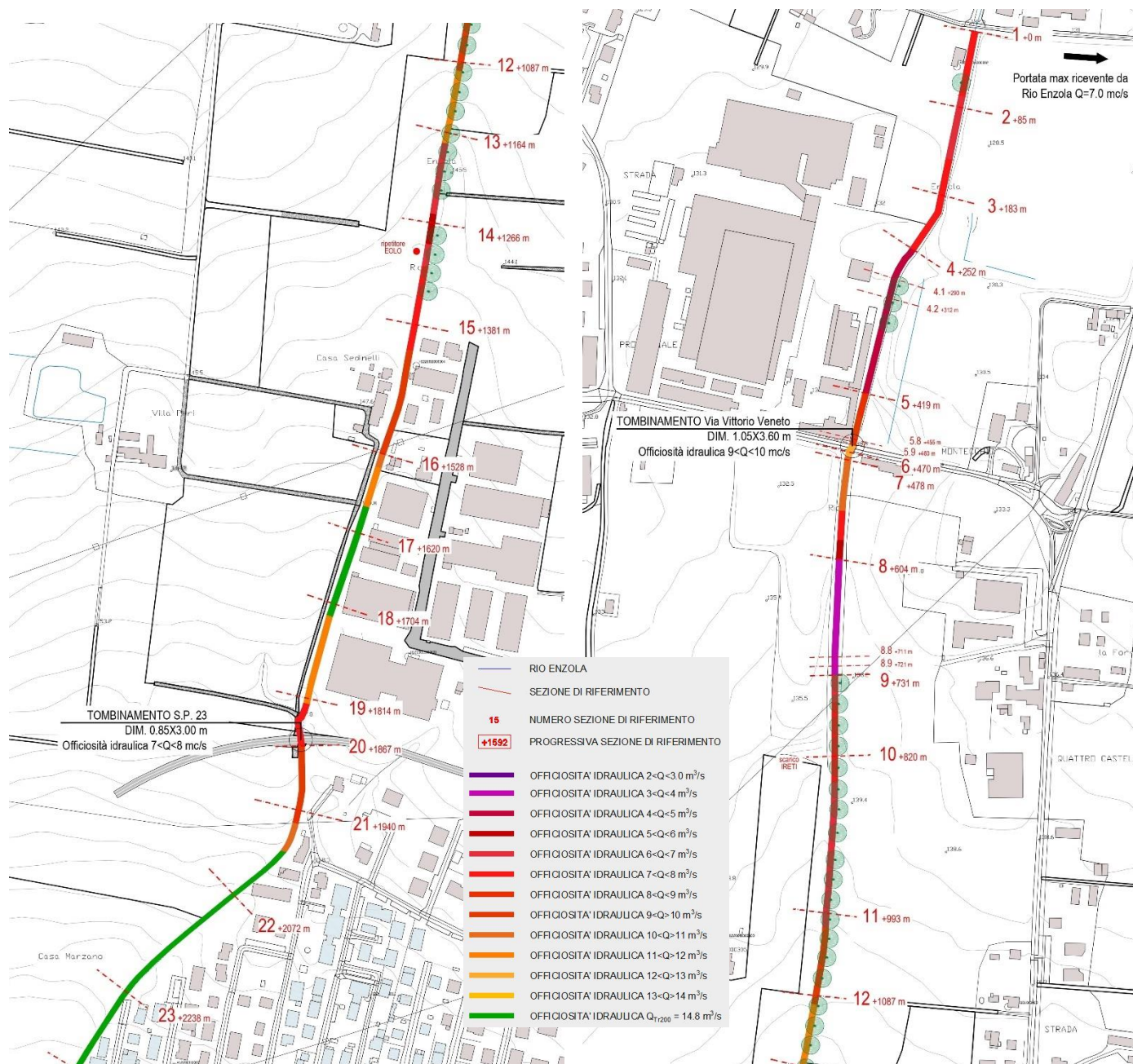
La corrente idrica è sostanzialmente lenta, a meno in corrispondenza delle briglie e salti di fondo, con valori moderati del numero di Froude, compresi fra 0.12 e 2.6.

Le velocità medie restano di norma comprese fra 0.5 e 3.0 m/s.

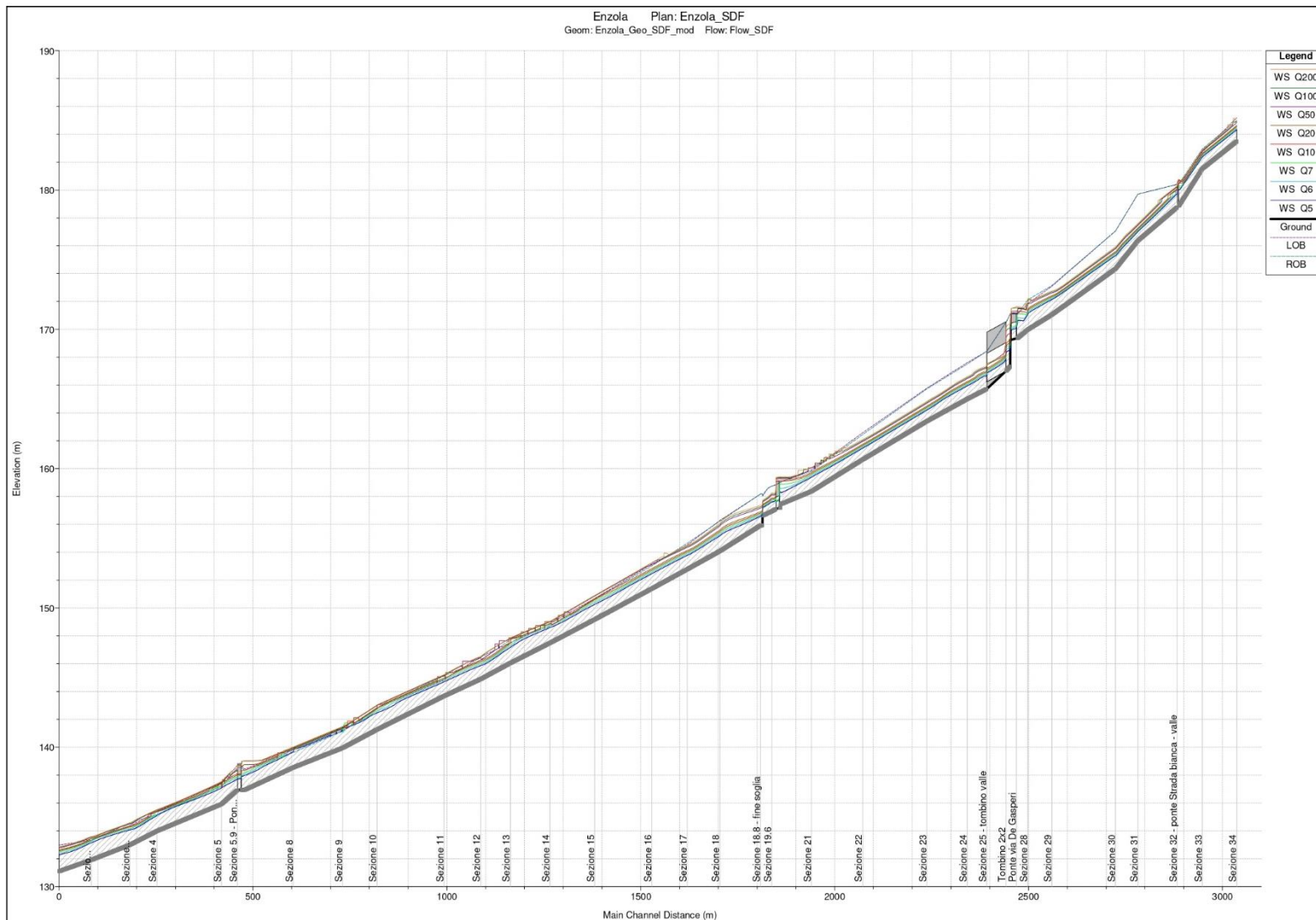
Nel tratto a valle della SP 23, dove la portata di riferimento è quella duecentennale laminata pari a  $Q_{200}=7.0$  m<sup>3</sup>/s, le criticità sono diffuse e frequenti sia lungo l'asta sia in corrispondenza dell'attraversamento di via Vittorio Veneto, anch'esso soggetto a rigurgito con funzionamento in pressione e fuoriuscite dalla sezione arginata di monte.

La corrente idrica è sostanzialmente lenta, a meno in corrispondenza delle briglie e salti di fondo, con valori moderati del numero di Froude, compresi fra 0.25 e 1.85.

Le velocità medie restano di norma comprese fra 0.95 e 3.0 m/s.



**FIGURA 5-3 – SDF: VERIFICA DELLE CRITICITÀ IDRAULICHE**



**FIGURA 5-4 – SDF: PROFILO LONGITUDINALE CON LIVELLI IDROMETRICI**



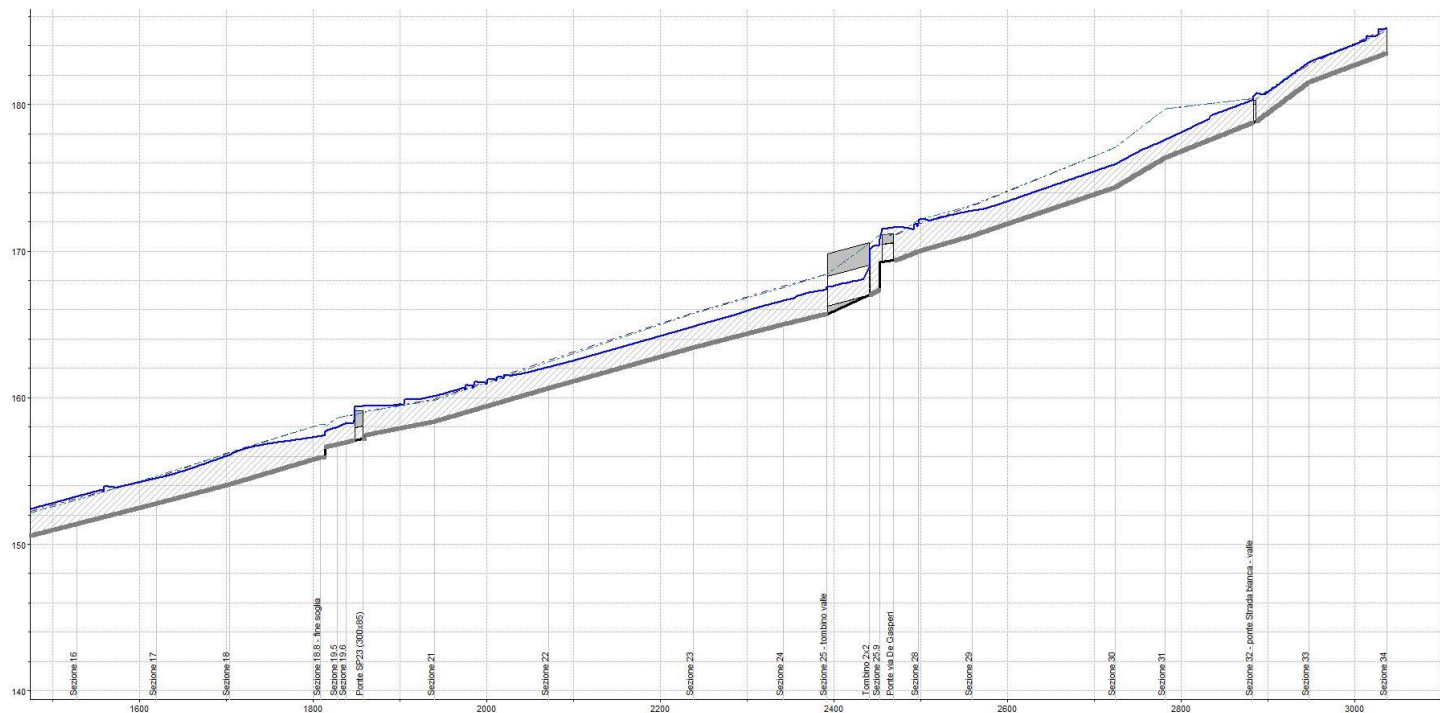


FIGURA 5-5 – SDF: PROFILO LONGITUDINALE Q200, TRATTO DI MONTE (SEZ34 – SEZ16)

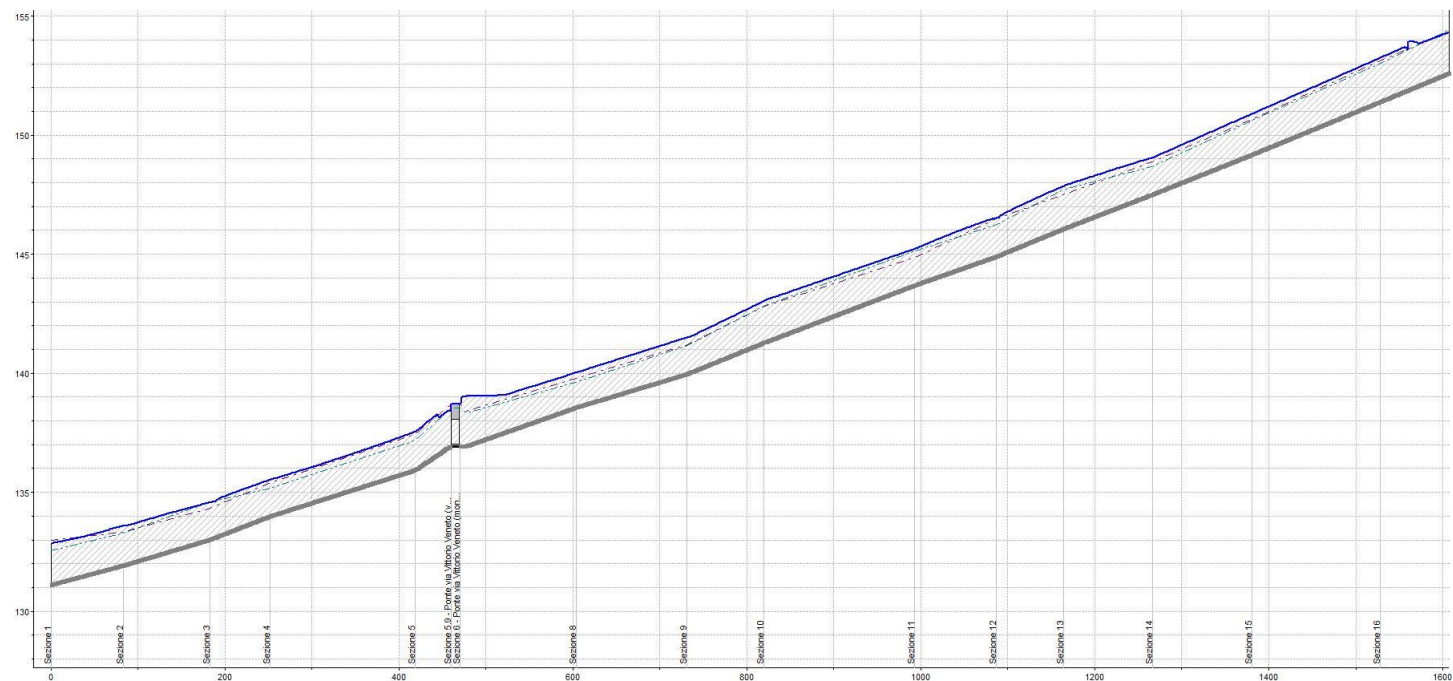


FIGURA 5-6 – SDF: PROFILO LONGITUDINALE Q200, TRATTO DI VALLE (SEZ16 – SEZ1)

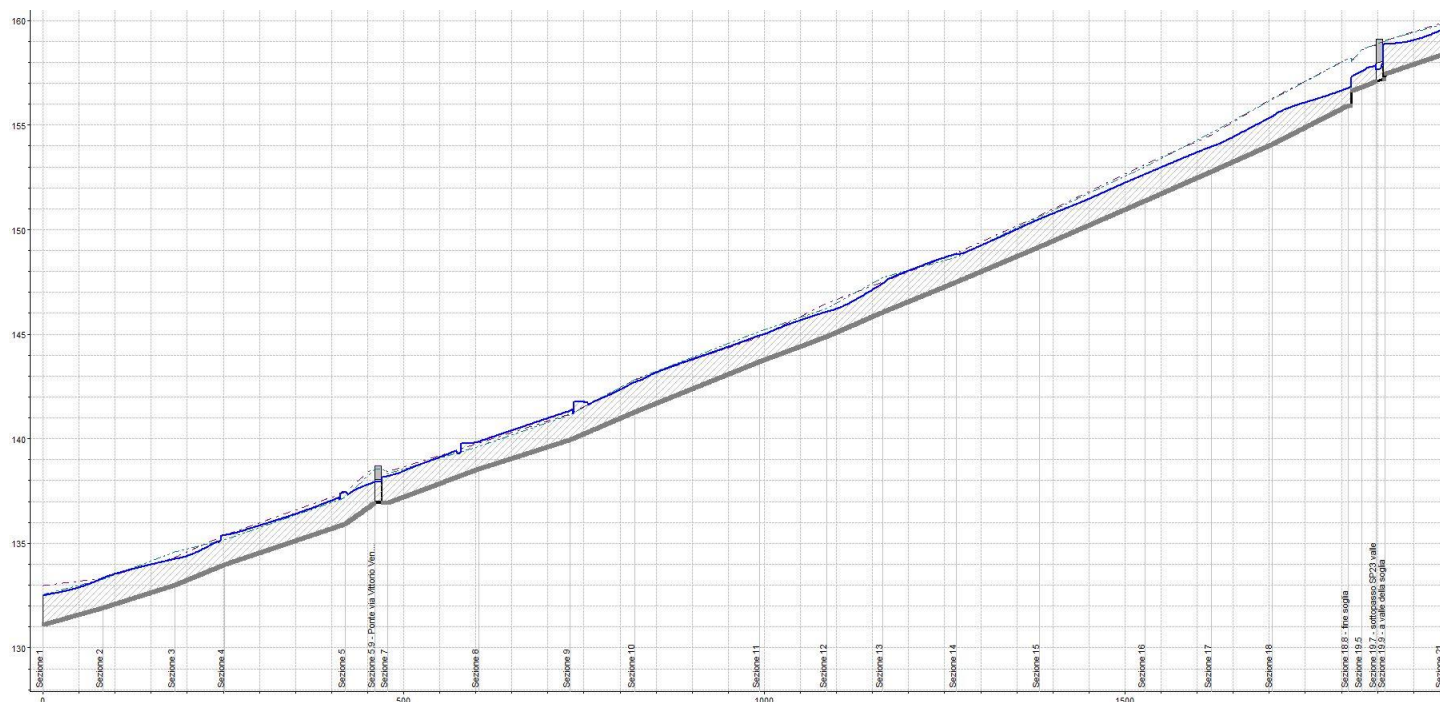


FIGURA 5-7 – SDF: PROFILO LONGITUDINALE  $Q=7\text{m}^3/\text{s}$ , TRATTO DI VALLE (SEZ21 – SEZ1)

Nelle immagini precedenti si è riportato il profilo longitudinale dell'asta del Rio Enzola per il tratto simulato dalla sezione 34 alla sezione 1 con l'andamento dei livelli idrometrici per tutto il set di portate simulate. Risulta evidente come i deflussi siano solo parzialmente contenuti in alveo mentre si osservano esondazioni laterali per diversi valori di portata.

Nel tratto di monte, tra la sezione 34 a Monticelli e la SP23 a Quattro Castella, si osserva il rigurgito dei livelli a monte dei manufatti di attraversamento della strada bianca e di Via De Gasperi che non risultano adeguati al transito della portata di riferimento,  $Q_{200}=14,8 \text{ m}^3/\text{s}$ , e pertanto rappresentano una strozzatura ai deflussi con funzionamento in pressione fino al potenziale sormonto delle opere.

Nel tratto di valle, tra la SP23 a Quattro Castella e la sezione 1 a Bibbiano (tratto arginato), si osserva la generalizzata insufficienza dell'officiosità idraulica del Rio Enzola con fuoriuscita generalizzata su tutto il tratto per portate  $Q_{200}$ . L'ultimo grafico riportata l'andamento dei livelli idrometrici per la portata  $Q=7.0 \text{ m}^3/\text{s}$  da cui si osserva che la stessa è in buona parte contenuta in alveo fatto salvo alcuni punti dove da origine ad esondazioni. Questo grafico consente di comprendere come attraverso l'adeguamento della sezione sia possibile raggiungere il contenimento, con franco di sicurezza, della portata  $Q=7\text{m}^3/\text{s}$  che rappresenta il valore della portata duecentennale laminata dalla cassa d'espansione di progetto.

### 5.5.2 Risultati delle simulazioni – Scenario 3: Stato di progetto - Dettaglio Casse

La simulazione dello scenario 3: STATO DI PROGETTO 2 – DETTAGLIO CASSA DI LAMINAZIONE è stata condotta su modello con schema quasi-bidimensionale con la schematizzazione delle casse di espansione attraverso aree di deflusso 2D. Si è utilizzato l'idrogramma di piena illustrato nel capitolo precedente.

Di seguito si riportano gli idrogrammi di piena che schematizzano il comportamento delle casse e che consentono di comprendere l'effetto laminativo e la sua efficacia.

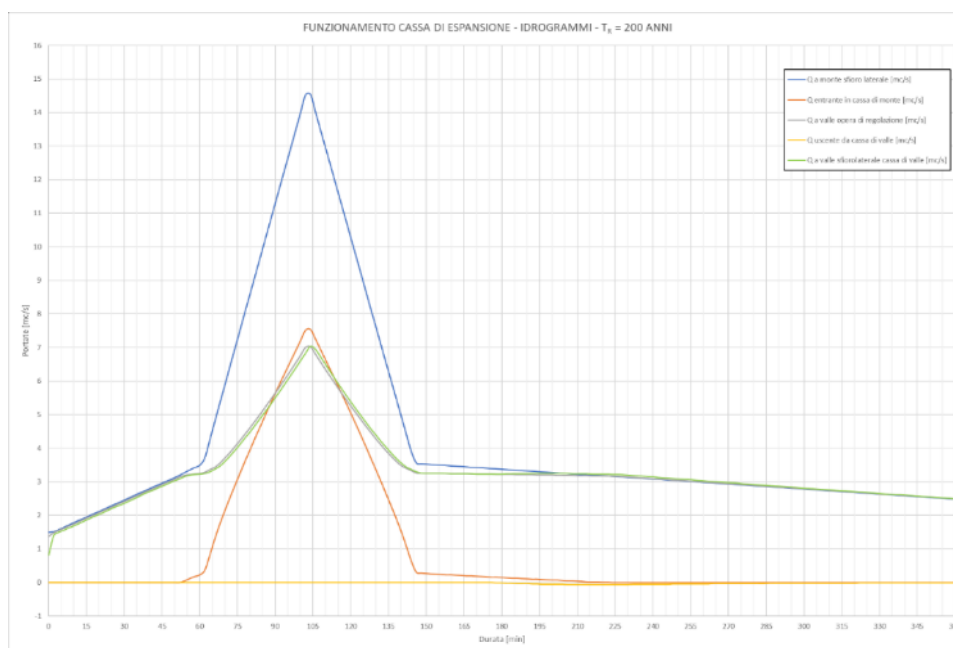
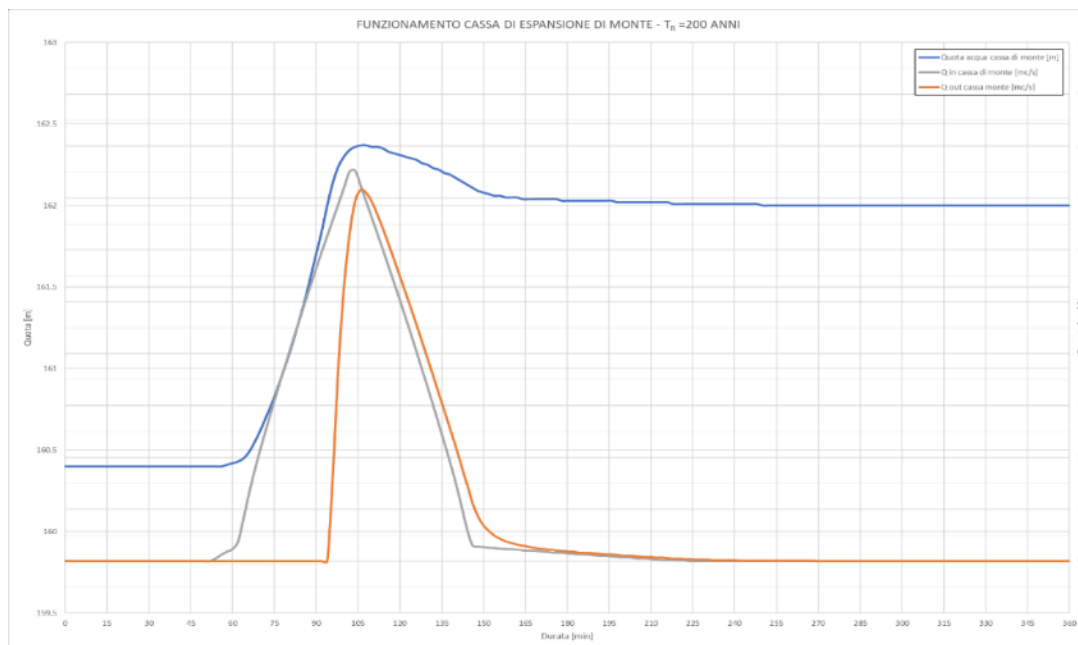
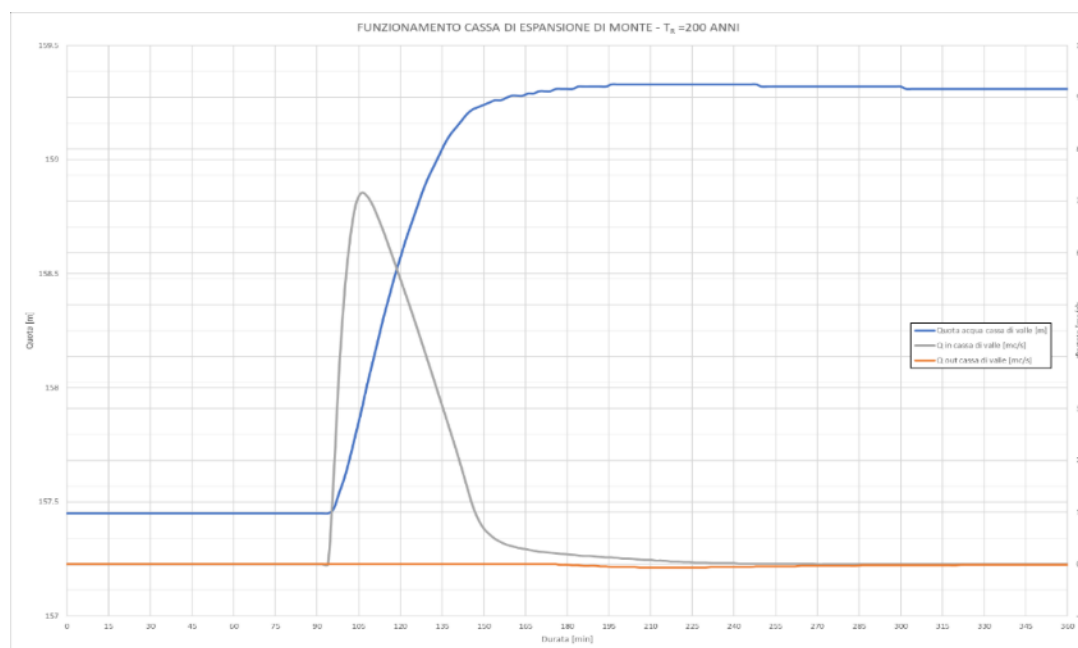


FIGURA 5-8 – IDROGRAMMI RAPPRESENTANTI IL FUNZIONAMENTO DELLE CASSE DI ESPANSIONE

Dalla figura si evince che nella cassa di monte viene laminata una portata massima avente valore circa  $Q=7.8$  mc/s, mentre rientrano dallo sfioratore in uscita della cassa di valle poche centinaia di litri che sommati alla portata già transitante formano i 7 mc/s compatibili con le soluzioni di progetto adottate per il corso d'acqua a valle. Ciò significa che le casse sono in grado di contenere i volumi laminati dalla piena. In particolare, la cassa di monte lamina un volume massimo di 9730 mc mentre la cassa di valle 15230 mc. I grafici seguenti riportano l'andamento dei tiranti idrici e delle portate delle casse di monte e valle.



**FIGURA 5-9 – QUOTA IDRICA E PORTATE IN INGRESSO ED USCITA CASSA DI MONTE**



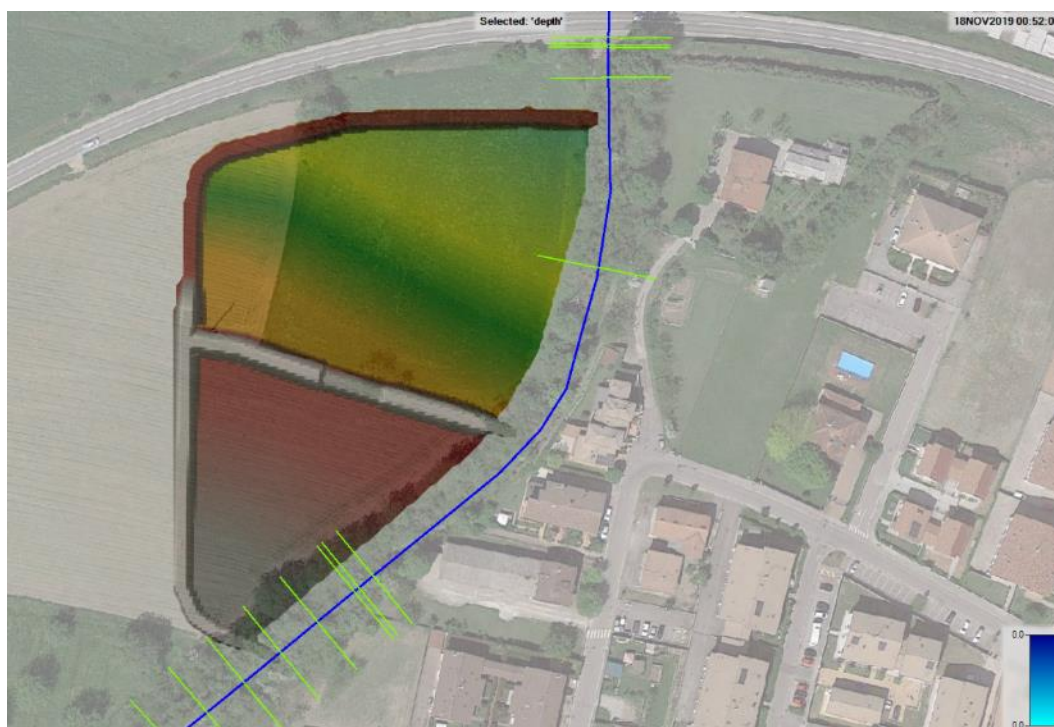
**FIGURA 5-10 – QUOTA IDRICA E PORTATE IN INGRESSO ED USCITA CASSA DI VALLE**

L'acqua contenuta all'interno della cassa di monte raggiunge una quota idrica di circa 162.40 msm, quindi sullo sfioratore di collegamento con la cassa di valle insiste un tirante idrico di circa 40 cm.

Dopo poco più di 90' entra in funzione anche la cassa di valle, nella quale l'acqua al può raggiunge una quota idrica pari a circa 159.35 msm, la quota dello sfioratore di uscita della cassa è 159.30 msm.

Di seguito si riportano le mappe di allagamento delle casse per i diversi istanti di tempo durante la propagazione della piena, in particolare ai minuti 52 (appena prima dell'entrata in funzione della cassa di monte), 60, 90, 97 (istante dell'entrata in funzione della cassa di valle), 100, 120, 150, 180 e 240 minuti. Dalle mappe si comprende l'andamento nel tempo dell'allagamento delle casse di laminazione e l'effetto di riduzione delle portate in alveo del Rio Enzola.

Lo scarico di fondo delle casse, non riportato nelle presenti modellazioni, dovrà essere realizzato con una tubazione sul fondo di collegamento tra la cassa di monte e quella di valle, e con una condotta finale di scarico in alveo nel Rio Enzola subito a valle della briglia esistente a monte dell'attraversamento con la S.P. 23.



**FIGURA 5-11 – MAPPA DI ALLAGAMENTO CASSE: SITUAZIONE AL MINUTO 52, (PRIMA DELL'ENTRATA IN FUNZIONE CASSA MONTE)**

I risultati di dettaglio delle analisi idrauliche sono riportati nell'Allegato A.

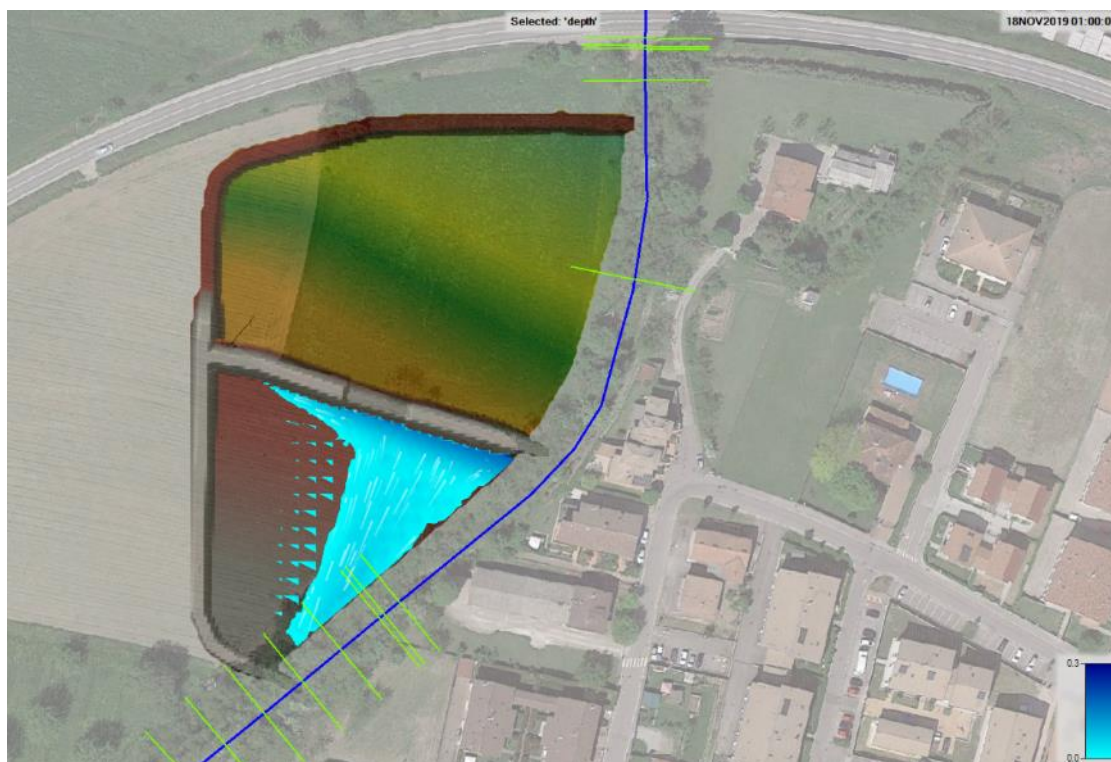


FIGURA 5-12 – MAPPA DI ALLAGAMENTO DELLE CASSE: SITUAZIONE AL MINUTO 60

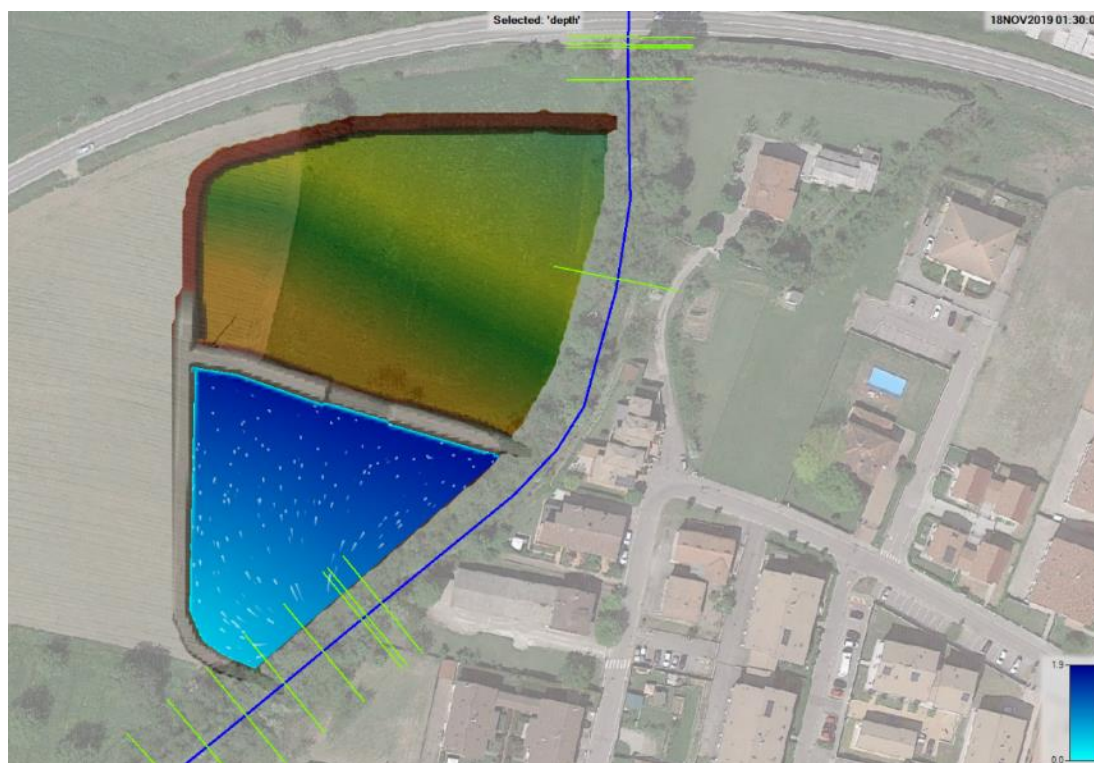


FIGURA 5-13 – MAPPA DI ALLAGAMENTO CASSE: SITUAZIONE AL MINUTO 90

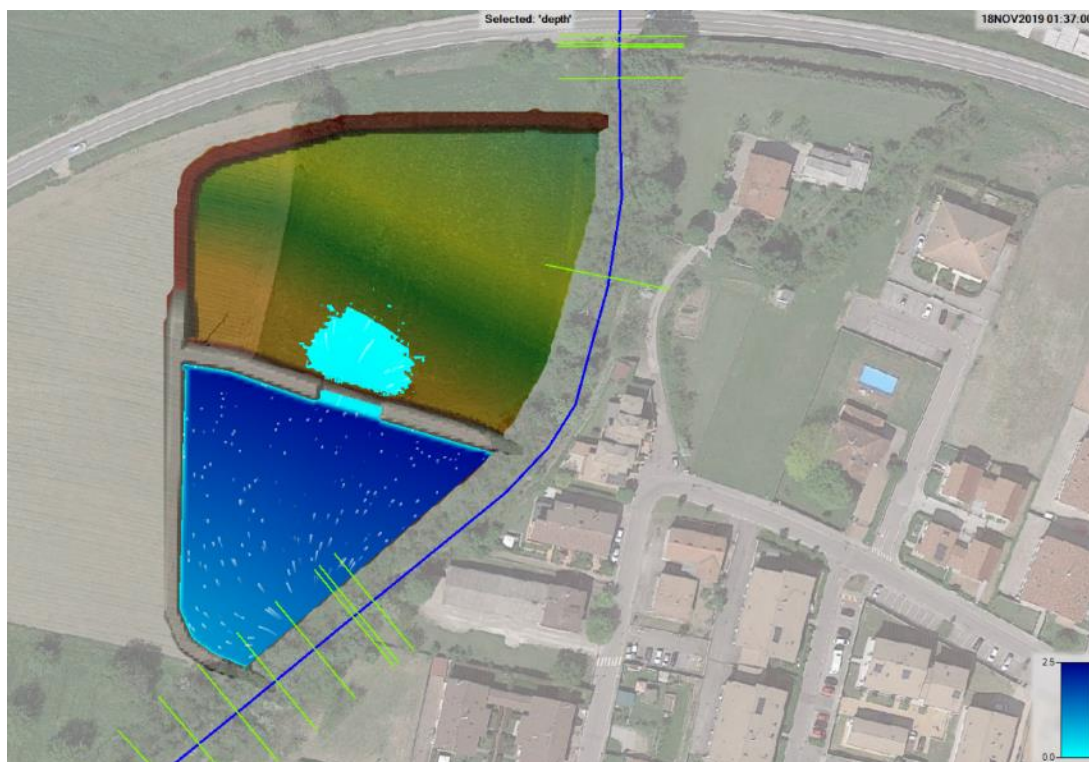


FIGURA 5-14 – MAPPA DI ALLAGAMENTO CASSE: SITUAZIONE AL MINUTO 97 (PRIMA DELL'ENTRATA IN FUNZIONE CASSA VALLE)

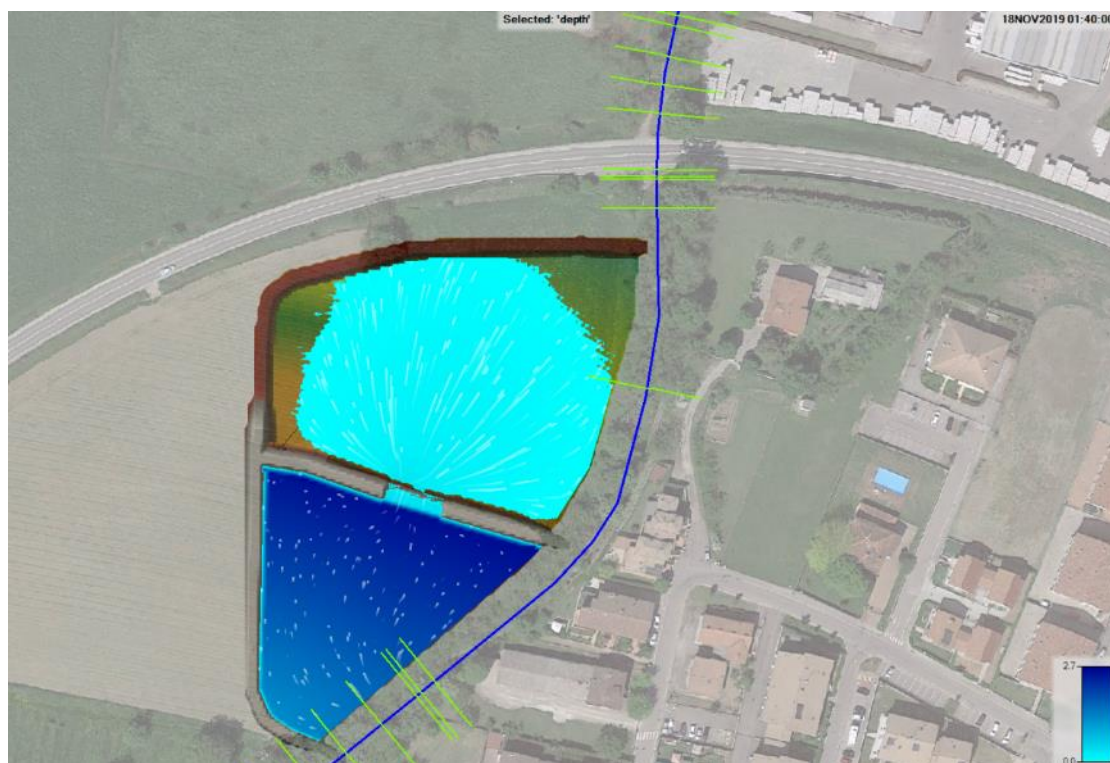


FIGURA 5-15 – MAPPA DI ALLAGAMENTO DELLE CASSE: SITUAZIONE AL MINUTO 100



FIGURA 5-16 – MAPPA DI ALLAGAMENTO DELLE CASSE: SITUAZIONE AL MINUTO 120



FIGURA 5-17 – MAPPA DI ALLAGAMENTO DELLE CASSE: SITUAZIONE AL MINUTO 150





FIGURA 5-18 – MAPPA DI ALLAGAMENTO DELLE CASSE: SITUAZIONE AL MINUTO 180

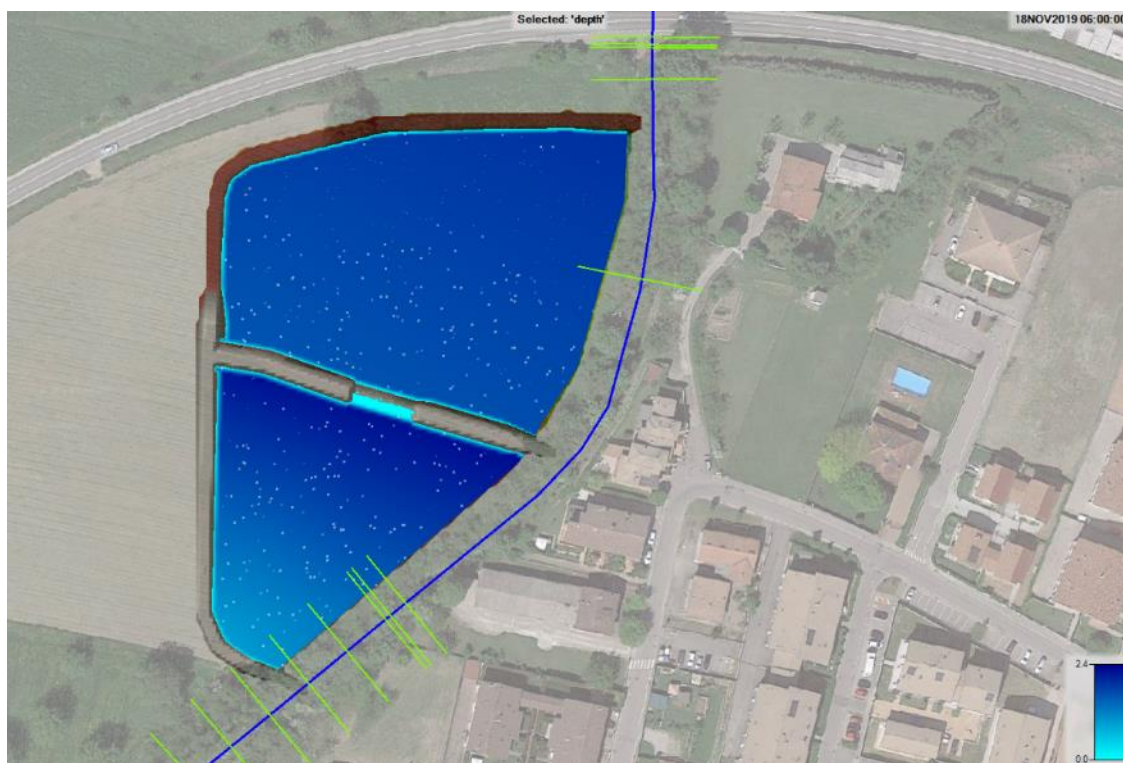


FIGURA 5-19 – MAPPA DI ALLAGAMENTO DELLE CASSE: SITUAZIONE AL MINUTO 240

## 6. CONCLUSIONI

---

Gli studi effettuati e descritti dimostrano che per ridurre il rischio idraulico e mettere in sicurezza l'area artigianale di Quattro Castella da un evento di piena duecentennale ( $Q_c=14.8$  mc/s) è necessario intervenire in maniera intensiva tramite la realizzazione di due casse di espansione in derivazione ubicate a monte dell'area che si vuole proteggere.

Le casse dovranno essere in grado di poter laminare un volume d'acqua complessivo di circa 24900 mc, così suddivisi:

- Cassa di monte circa 9700 mc;
- Cassa di valle circa 15200 mc.

La portata verrà limitata al valore di 7 mc/s, che è il valore massimo di portata compatibile dello scolmatore ricevente che convoglia le acque del Rio Enzola nel Canale del Ghiardo.

Come detto in premessa oltre agli interventi previsti nel presente progetto è necessario prevedere opere di sistemazione e adeguamento della sezione d'alveo del Rio Enzola. Al fine di poter garantire il passaggio della portata di riferimento  $Q_{200}=7.0$  m<sup>3</sup>/s nel tratto arginato e pensile del Rio Enzola, a valle della SP23, è necessario intervenire con il risezionamento dell'alveo per aumentare l'efficienza idraulica.

Per il transito della portata di riferimento occorre garantire una sezione idraulica minima di base  $B=2.5$  m e altezza  $H=1.70$  m, sezione che è stata ricavata con varie soluzioni tipologiche specificate nei Progetti definitivi:

2. Messa in sicurezza e consolidamento delle arginature del rio Enzola (G55H21000320001);
3. Messa in sicurezza e consolidamento delle arginature del rio Enzola con realizzazione di manufatto derivatore in area di laminazione (G25H21000120001).



# CONSORZIO di BONIFICA dell' EMILIA CENTRALE

Corso Garibaldi n. 42 42121 Reggio Emilia - www.emiliacentrale.it - direzione@emiliacentrale.it  
Tel. 0522-443211 Fax. 0522-443254 C.F. 91149320359

M - PRG.  
18.01

Rev. 4  
del  
23.02.2021

Titolo:

## REALIZZAZIONE AREA DI LAMINAZIONE E MESSA IN SICUREZZA DEL RIO ENZOLA

(Codice intervento: 16948)

Importo:	<b>700.000,00</b>	Ente Finanziatore:	<b>RER</b>
Tipologia Progetto		Riferimento Legislativo	Comune
Fattibilità	Preliminare	Definitivo	Esecutivo
		X	
		OCDFC 503/2018 decreto RER n.18 del 24/02/21	<b>QUATTRO CASTELLA (RE)</b>

### ELABORATO

N.	Titolo:
<b>B.A</b>	<b>RELAZIONE IDROLOGICA IDRAULICA</b>
	<b>ALLEGATO A: Risultati analisi idrauliche</b>

Scala:

Il Progettista Generale:  
**Dott. Ing. Roberto Zanzucchi**  
F.to



Consulenza Specialistica:

Il Responsabile del Procedimento:  
**Dott. Agr. Aronne Ruffini**  
F.to

Area Progettazione: <b>SAAF</b>	Codice Progetto: <b>011/21/00</b>	Codice CUP: <b>G55H21000310001</b>	Codice CIG:
------------------------------------	--------------------------------------	---------------------------------------	-------------

Redatto:	Verificato:	Nome File:	Note:

Data Progetto Originale:	<b>Maggio 2021</b>	Data Aggiornamento:	
--------------------------	--------------------	---------------------	--

UNI EN ISO 9001:2015

UNI EN ISO 14001:2015

OHSAS 45001:2018



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
.	3042	Q5	5.00	183.50	184.35	184.35	184.65	0.023277	2.42	2.06	3.47	1.00
.	3042	Q6	6.00	183.50	184.44	184.43	184.76	0.022760	2.52	2.38	3.66	1.00
.	3042	Q7	7.00	183.50	184.52	184.51	184.87	0.022437	2.62	2.67	3.83	1.00
.	3042	Q10	7.80	183.50	184.58	184.57	184.94	0.022173	2.68	2.91	3.96	1.00
.	3042	Q20	8.90	183.50	184.65	184.65	185.04	0.022209	2.78	3.20	4.12	1.01
.	3042	Q50	12.20	183.50	184.85	184.85	185.31	0.021549	2.98	4.09	4.56	1.01
.	3042	Q100	13.50	183.50	184.93	184.93	185.40	0.021287	3.05	4.43	4.72	1.00
.	3042	Q200	14.80	183.50	185.20	185.20	185.41	0.008783	2.20	9.91	27.24	0.66
.	2953	Q5	5.00	181.53	182.38	182.38	182.62	0.022838	2.18	2.30	4.80	1.00
.	2953	Q6	6.00	181.53	182.46	182.46	182.71	0.022018	2.20	2.73	5.50	1.00
.	2953	Q7	7.00	181.53	182.53	182.53	182.79	0.022025	2.26	3.10	6.05	1.01
.	2953	Q10	7.80	181.53	182.58	182.58	182.84	0.021425	2.27	3.43	6.49	1.00
.	2953	Q20	8.90	181.53	182.64	182.64	182.91	0.021263	2.33	3.83	6.99	1.00
.	2953	Q50	12.20	181.53	182.79	182.79	183.09	0.020065	2.44	5.02	8.80	1.00
.	2953	Q100	13.50	181.53	182.85	182.85	183.16	0.019179	2.47	5.52	9.64	0.98
.	2953	Q200	14.80	181.53	182.90	182.90	183.21	0.018569	2.51	6.02	10.41	0.98
.	2892	Q5	5.00	178.84	180.05	179.89	180.14	0.008106	1.32	3.78	7.67	0.60
.	2892	Q6	6.00	178.84	180.20	179.94	180.27	0.005255	1.21	4.96	8.29	0.50
.	2892	Q7	7.00	178.84	180.31	179.99	180.38	0.004351	1.19	5.88	8.74	0.46
.	2892	Q10	7.80	178.84	180.54	180.03	180.58	0.001875	0.93	9.99	23.77	0.32
.	2892	Q20	8.90	178.84	180.63	180.07	180.67	0.001582	0.91	12.22	24.03	0.30
.	2892	Q50	12.20	178.84	180.71	180.20	180.76	0.002143	1.12	14.05	24.24	0.35
.	2892	Q100	13.50	178.84	180.73	180.24	180.80	0.002350	1.19	14.70	24.32	0.37
.	2892	Q200	14.80	178.84	180.76	180.29	180.83	0.002551	1.26	15.32	24.39	0.38
.	2890		Bridge									
.	2888	Q5	5.00	178.76	179.73	179.73	180.05	0.024739	2.49	2.01	3.34	1.02
.	2888	Q6	6.00	178.76	179.99		180.14	0.014855	1.72	3.49	7.41	0.80
.	2888	Q7	7.00	178.76	180.00	179.97	180.20	0.018716	1.96	3.58	7.46	0.90
.	2888	Q10	7.80	178.76	180.04	180.00	180.25	0.018713	2.03	3.85	7.61	0.91
.	2888	Q20	8.90	178.76	180.08	180.05	180.31	0.018789	2.12	4.20	7.81	0.92
.	2888	Q50	12.20	178.76	180.21	180.18	180.49	0.018812	2.34	5.21	8.33	0.95
.	2888	Q100	13.50	178.76	180.25	180.23	180.55	0.018795	2.42	5.59	8.51	0.95
.	2888	Q200	14.80	178.76	180.29	180.27	180.61	0.018788	2.49	5.95	8.69	0.96
.	2787	Q5	5.00	176.37	177.02	177.02	177.29	0.024289	2.29	2.18	4.12	1.01
.	2787	Q6	6.00	176.37	177.10	177.10	177.39	0.023696	2.41	2.49	4.24	1.00
.	2787	Q7	7.00	176.37	177.16	177.16	177.49	0.023299	2.51	2.78	4.35	1.00
.	2787	Q10	7.80	176.37	177.22	177.22	177.56	0.023024	2.59	3.01	4.44	1.00
.	2787	Q20	8.90	176.37	177.28	177.28	177.65	0.022720	2.68	3.32	4.55	1.00
.	2787	Q50	12.20	176.37	177.47	177.47	177.90	0.022024	2.92	4.18	4.85	1.00
.	2787	Q100	13.50	176.37	177.53	177.53	177.99	0.021814	3.00	4.51	4.96	1.00
.	2787	Q200	14.80	176.37	177.60	177.60	178.08	0.021644	3.07	4.82	5.07	1.00
.	2729	Q5	5.00	174.34	175.29	175.25	175.56	0.019316	2.28	2.19	3.49	0.92
.	2729	Q6	6.00	174.34	175.38	175.34	175.67	0.019540	2.40	2.50	3.69	0.93
.	2729	Q7	7.00	174.34	175.45	175.42	175.77	0.019750	2.51	2.79	3.87	0.94
.	2729	Q10	7.80	174.34	175.51	175.48	175.85	0.019895	2.59	3.02	4.00	0.95
.	2729	Q20	8.90	174.34	175.58	175.56	175.95	0.020063	2.68	3.32	4.17	0.96
.	2729	Q50	12.20	174.34	175.78	175.77	176.21	0.020423	2.93	4.17	4.63	0.98
.	2729	Q100	13.50	174.34	175.85	175.84	176.31	0.020520	3.01	4.49	4.79	0.99
.	2729	Q200	14.80	174.34	175.91	175.91	176.39	0.020581	3.08	4.80	4.94	1.00
.	2565	Q5	5.00	171.05	172.15		172.31	0.013832	1.78	2.81	5.33	0.78
.	2565	Q6	6.00	171.05	172.23		172.40	0.013060	1.85	3.24	5.52	0.77
.	2565	Q7	7.00	171.05	172.30		172.49	0.012556	1.92	3.65	5.70	0.77
.	2565	Q10	7.80	171.05	172.35		172.55	0.012310	1.97	3.96	5.83	0.76
.	2565	Q20	8.90	171.05	172.43		172.64	0.011897	2.03	4.39	6.01	0.76
.	2565	Q50	12.20	171.05	172.62		172.86	0.011239	2.18	5.58	6.48	0.75
.	2565	Q100	13.50	171.05	172.69		172.94	0.010919	2.23	6.06	6.65	0.75
.	2565	Q200	14.80	171.05	172.76		173.02	0.010734	2.27	6.51	6.82	0.74
.	2503	Q5	5.00	169.98	171.06	171.06	171.37	0.024066	2.48	2.02	3.19	1.00
.	2503	Q6	6.00	169.98	171.15	171.15	171.49	0.023973	2.59	2.31	3.41	1.00
.	2503	Q7	7.00	169.98	171.24	171.24	171.60	0.023313	2.67	2.63	3.62	1.00
.	2503	Q10	7.80	169.98	171.30	171.30	171.68	0.022987	2.73	2.86	3.77	1.00
.	2503	Q20	8.90	169.98	171.39	171.39	171.79	0.022560	2.80	3.18	3.97	1.00
.	2503	Q50	12.20	169.98	171.86	171.60	172.01	0.007259	1.89	9.61	25.21	0.59
.	2503	Q100	13.50	169.98	171.67	171.67	172.15	0.021620	3.05	4.42	4.65	1.00
.	2503	Q200	14.80	169.98	172.19	171.75	172.24	0.002140	1.18	21.23	40.00	0.33
.	2476	Q5	5.00	169.35	170.52	170.13	170.68	0.004478	1.82	2.75	5.46	0.54
.	2476	Q6	6.00	169.35	170.67	170.23	170.86	0.004264	1.92	3.12	5.89	0.54
.	2476	Q7	7.00	169.35	170.98	170.32	171.15	0.002809	1.81	3.88	6.79	0.45
.	2476	Q10	7.80	169.35	171.14	170.39	171.31	0.002567	1.84	4.25	10.63	0.44
.	2476	Q20	8.90	169.35	171.30	170.49	171.49	0.002483	1.92	4.65	17.38	0.44
.	2476	Q50	12.20	169.35	171.09	170.75	171.53	0.006951	2.96	4.12	7.42	0.72
.	2476	Q100	13.50	169.35	171.55	170.85	171.60	0.001238	1.09	16.93	40.00	0.28
.	2476	Q200	14.80	169.35	171.62	170.94	171.68	0.001167	1.09	19.85	40.00	0.27

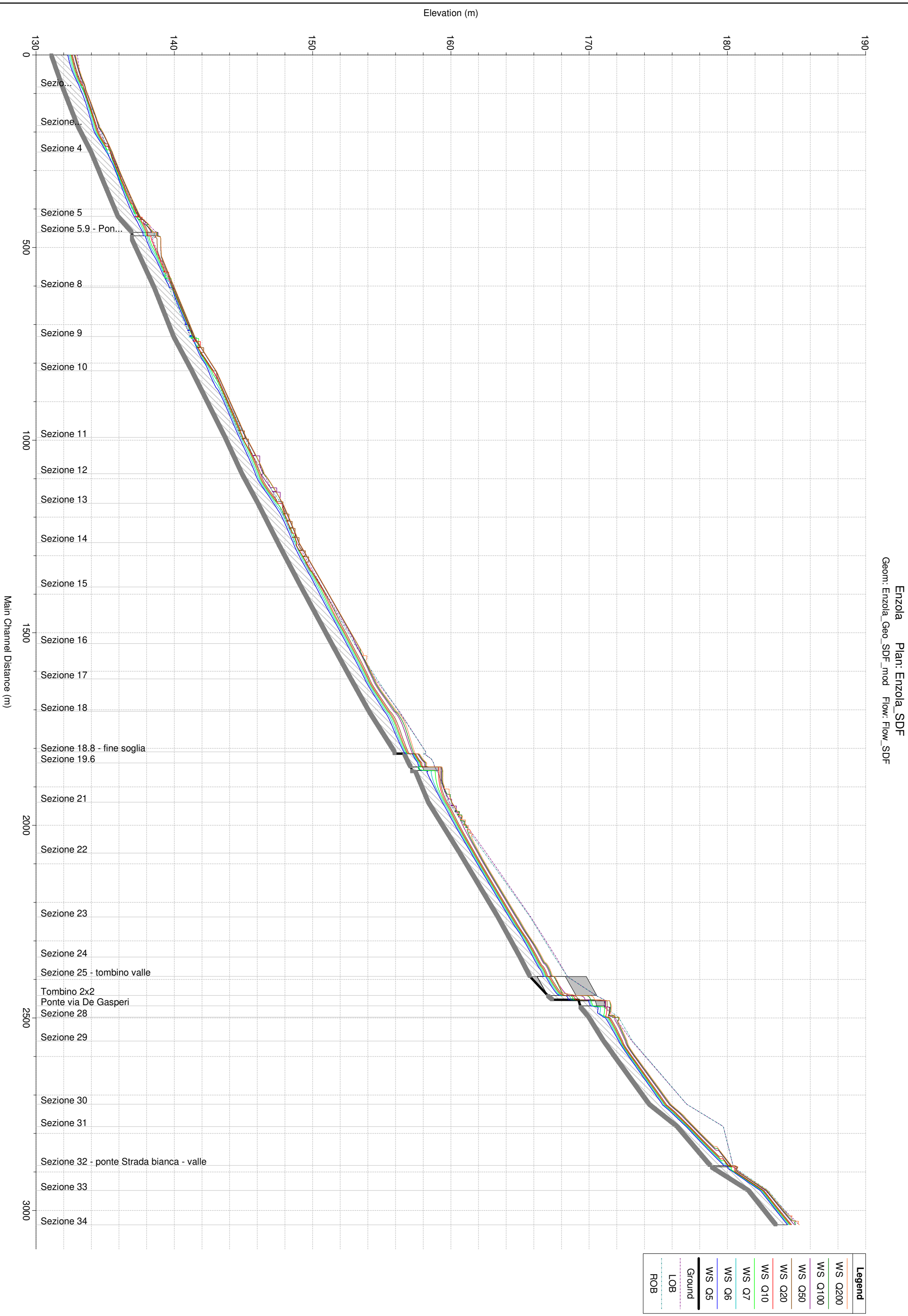
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
.	2466.71		Culvert									
.	2458	Q5	5.00	169.25	170.01	170.01	170.39	0.017173	2.73	1.83	4.70	1.00
.	2458	Q6	6.00	169.25	170.11	170.11	170.54	0.016404	2.90	2.07	4.71	1.00
.	2458	Q7	7.00	169.25	170.20	170.20	170.68	0.016004	3.06	2.29	4.72	1.00
.	2458	Q10	7.80	169.25	170.28	170.28	170.79	0.015523	3.17	2.46	4.73	1.00
.	2458	Q20	8.90	169.25	170.37	170.37	170.93	0.015191	3.32	2.68	4.73	1.00
.	2458	Q50	12.20	169.25	170.63	170.63	171.32	0.014025	3.68	3.32	4.76	1.00
.	2458	Q100	13.50	169.25	170.73	170.73	171.47	0.013692	3.80	3.55	4.77	1.00
.	2458	Q200	14.80	169.25	170.82	170.82	171.61	0.013614	3.94	3.76	4.77	1.00
.	2457.8	Q5	5.00	167.35	168.49		168.53	0.001669	0.87	5.74	5.03	0.26
.	2457.8	Q6	6.00	167.35	168.69		168.73	0.001534	0.89	6.70	5.04	0.25
.	2457.8	Q7	7.00	167.35	168.87		168.91	0.001452	0.92	7.61	5.04	0.24
.	2457.8	Q10	7.80	167.35	169.01		169.05	0.001408	0.94	8.31	5.04	0.23
.	2457.8	Q20	8.90	167.35	169.19		169.24	0.001366	0.96	9.24	5.05	0.23
.	2457.8	Q50	12.20	167.35	169.71		169.76	0.001301	1.03	11.85	5.06	0.21
.	2457.8	Q100	13.50	167.35	170.10		170.15	0.001046	0.97	13.87	5.07	0.19
.	2457.8	Q200	14.80	167.35	170.39		170.44	0.000967	0.97	15.33	5.08	0.18
.	2447	Q5	5.00	167.00	168.30	167.85	168.48	0.004077	1.90	2.63	2.04	0.53
.	2447	Q6	6.00	167.00	168.46	167.96	168.67	0.003915	2.02	2.97	2.05	0.53
.	2447	Q7	7.00	167.00	168.62	168.07	168.85	0.003783	2.12	3.30	2.05	0.53
.	2447	Q10	7.80	167.00	168.74	168.14	168.99	0.003693	2.20	3.54	2.05	0.53
.	2447	Q20	8.90	167.00	168.91	168.26	169.18	0.003586	2.30	3.87	2.05	0.53
.	2447	Q50	12.20	167.00	169.36	168.55	169.69	0.003298	2.55	4.79	2.06	0.53
.	2447	Q100	13.50	167.00	169.81	168.65	170.10	0.002256	2.37	5.71	2.06	0.45
.	2447	Q200	14.80	167.00	170.10	168.76	170.39	0.001948	2.35	6.30	2.07	0.43
.	2422		Culvert									
.	2397	Q5	5.00	165.72	166.63	166.63	167.06	0.016818	2.90	1.73	4.21	1.00
.	2397	Q6	6.00	165.72	166.74	166.74	167.22	0.016108	3.08	1.95	4.39	1.00
.	2397	Q7	7.00	165.72	166.85	166.85	167.38	0.015513	3.23	2.16	4.56	1.00
.	2397	Q10	7.80	165.72	166.93	166.93	167.50	0.015175	3.36	2.32	4.69	1.00
.	2397	Q20	8.90	165.72	167.03	167.03	167.66	0.014623	3.50	2.54	4.87	1.00
.	2397	Q50	12.20	165.72	167.33	167.33	168.10	0.013649	3.89	3.14	5.35	1.00
.	2397	Q100	13.50	165.72	167.43	167.43	168.26	0.013353	4.02	3.36	5.53	1.00
.	2397	Q200	14.80	165.72	167.54	167.54	168.42	0.013070	4.14	3.57	5.70	1.00
.	2342	Q5	5.00	165.00	165.94	165.84	166.15	0.014757	2.04	2.45	3.78	0.81
.	2342	Q6	6.00	165.00	166.03	165.93	166.27	0.014764	2.14	2.80	4.00	0.82
.	2342	Q7	7.00	165.00	166.12	166.01	166.37	0.014778	2.23	3.14	4.20	0.82
.	2342	Q10	7.80	165.00	166.18	166.06	166.44	0.014784	2.29	3.40	4.34	0.83
.	2342	Q20	8.90	165.00	166.25	166.14	166.54	0.014802	2.37	3.75	4.53	0.83
.	2342	Q50	12.20	165.00	166.46	166.34	166.80	0.014847	2.58	4.73	5.03	0.85
.	2342	Q100	13.50	165.00	166.53	166.41	166.89	0.014862	2.65	5.10	5.20	0.85
.	2342	Q200	14.80	165.00	166.60	166.48	166.98	0.014874	2.71	5.46	5.36	0.86
.	2238	Q5	5.00	163.41	164.21	164.14	164.43	0.016482	2.11	2.37	3.85	0.86
.	2238	Q6	6.00	163.41	164.29	164.22	164.54	0.016527	2.22	2.70	4.01	0.86
.	2238	Q7	7.00	163.41	164.36	164.29	164.64	0.016573	2.32	3.01	4.16	0.87
.	2238	Q10	7.80	163.41	164.42	164.35	164.71	0.016608	2.40	3.26	4.27	0.88
.	2238	Q20	8.90	163.41	164.50	164.42	164.81	0.016656	2.49	3.58	4.42	0.88
.	2238	Q50	12.20	163.41	164.69	164.62	165.07	0.016794	2.72	4.49	4.80	0.90
.	2238	Q100	13.50	163.41	164.76	164.69	165.16	0.016838	2.80	4.83	4.94	0.90
.	2238	Q200	14.80	163.41	164.83	164.76	165.25	0.016886	2.87	5.16	5.07	0.91
.	2072	Q5	5.00	160.65	161.47	161.40	161.68	0.015333	2.01	2.48	4.22	0.84
.	2072	Q6	6.00	160.65	161.55	161.47	161.78	0.015311	2.12	2.83	4.43	0.85
.	2072	Q7	7.00	160.65	161.62	161.54	161.87	0.015296	2.21	3.17	4.63	0.85
.	2072	Q10	7.80	160.65	161.68	161.60	161.94	0.015277	2.28	3.43	4.77	0.86
.	2072	Q20	8.90	160.65	161.75	161.67	162.03	0.015230	2.36	3.78	4.96	0.86
.	2072	Q50	12.20	160.65	161.94	161.85	162.27	0.015005	2.55	4.79	5.47	0.87
.	2072	Q100	13.50	160.65	162.01	161.92	162.36	0.014862	2.61	5.17	5.65	0.87
.	2072	Q200	14.80	160.65	162.08	161.98	162.44	0.014663	2.66	5.56	5.83	0.87
.	1940	Q5	5.00	158.37	159.38	159.25	159.60	0.015158	2.09	2.39	3.30	0.78
.	1940	Q6	6.00	158.37	159.47	159.35	159.72	0.015455	2.21	2.72	3.45	0.80
.	1940	Q7	7.00	158.37	159.57	159.43	159.84	0.015504	2.30	3.04	3.60	0.80
.	1940	Q10	7.80	158.37	159.64	159.50	159.92	0.015110	2.34	3.33	3.73	0.79
.	1940	Q20	8.90	158.37	159.73	159.57	160.03	0.015133	2.43	3.67	3.88	0.80
.	1940	Q50	12.20	158.37	160.07	160.03	160.18	0.005943	1.68	12.58	40.00	0.52
.	1940	Q100	13.50	158.37	160.06	160.05	160.20	0.007778	1.91	12.18	40.00	0.60
.	1940	Q200	14.80	158.37	160.08	160.08	160.23	0.008008	1.96	13.13	40.00	0.61
.	1861	Q5	5.00	157.45	158.27	158.12	158.44	0.011768	1.85	2.70	4.07	0.73
.	1861	Q6	6.00	157.45	158.37	158.20	158.69	0.005501	1.49	4.03	4.63	0.51
.	1861	Q7	7.00	157.45	158.47	158.28	158.95	0.003203	1.28	5.48	5.17	0.40
.	1861	Q10	7.80	157.45	159.11	158.33	159.17	0.002044	1.12	8.80	40.00	0.32
.	1861	Q20	8.90	157.45	159.22	158.40	159.27	0.001590	1.04	13.25	40.00	0.29
.	1861	Q50	12.20	157.45	159.32	158.59	159.37	0.001911	1.20	17.06	40.00	0.32
.	1861	Q100	13.50	157.45	159.37	158.67	159.42	0.001865	1.21	19.06	40.00	0.32

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
.	1861	Q200	14.80	157.45	159.42	158.73	159.47	0.001770	1.21	21.25	40.00	0.31
.	1860.6	Q5	5.00	157.20	158.33	157.79	158.41	0.004241	1.27	3.95	3.50	0.38
.	1860.6	Q6	6.00	157.20	158.60	157.86	158.67	0.003386	1.23	4.88	3.50	0.33
.	1860.6	Q7	7.00	157.20	158.87	157.94	158.95	0.002808	1.19	5.86	3.50	0.29
.	1860.6	Q10	7.80	157.20	159.12	158.00	159.17	0.002527	1.04	10.95	40.00	0.24
.	1860.6	Q20	8.90	157.20	159.23	158.07	159.26	0.001928	0.94	15.44	40.00	0.21
.	1860.6	Q50	12.20	157.20	159.33	158.27	159.37	0.002272	1.06	19.39	40.00	0.23
.	1860.6	Q100	13.50	157.20	159.38	158.35	159.42	0.002221	1.06	21.39	40.00	0.23
.	1860.6	Q200	14.80	157.20	159.43	158.42	159.47	0.002110	1.05	23.56	40.00	0.22
.	1858	Q5	5.00	157.20	158.27	157.86	158.40	0.003528	1.56	3.22	3.50	0.48
.	1858	Q6	6.00	157.20	158.55	157.94	158.66	0.002364	1.48	4.04	3.50	0.41
.	1858	Q7	7.00	157.20	158.83	158.02	158.94	0.001696	1.43	4.90	3.50	0.36
.	1858	Q10	7.80	157.20	159.11	158.09	159.16	0.002632	1.06	10.60	40.00	0.24
.	1858	Q20	8.90	157.20	159.22	158.17	159.26	0.001988	0.96	15.19	40.00	0.21
.	1858	Q50	12.20	157.20	159.32	158.39	159.36	0.002352	1.07	19.09	40.00	0.24
.	1858	Q100	13.50	157.20	159.37	158.48	159.41	0.002293	1.08	21.10	40.00	0.23
.	1858	Q200	14.80	157.20	159.43	158.56	159.46	0.002170	1.07	23.30	40.00	0.23
.	1853		Culvert									
.	1848	Q5	5.00	157.10	157.76	157.76	158.09	0.017848	2.53	1.98	3.50	0.99
.	1848	Q6	6.00	157.10	157.84	157.84	158.21	0.017263	2.69	2.23	3.50	1.00
.	1848	Q7	7.00	157.10	157.92	157.92	158.33	0.017014	2.85	2.45	3.50	1.01
.	1848	Q10	7.80	157.10	157.98	157.98	158.43	0.016337	2.94	2.65	3.50	1.00
.	1848	Q20	8.90	157.10	158.07	158.07	158.55	0.015740	3.07	2.90	3.50	1.00
.	1848	Q50	12.20	157.10	158.29	158.29	158.89	0.014854	3.42	3.57	3.57	1.00
.	1848	Q100	13.50	157.10	158.38	158.38	159.01	0.014337	3.52	3.83	3.64	1.00
.	1848	Q200	14.80	157.10	158.45	158.45	159.13	0.014164	3.64	4.06	3.70	1.00
.	1838	Q5	5.00	156.94	157.61	157.45	157.75	0.011422	1.71	2.93	4.40	0.67
.	1838	Q6	6.00	156.94	157.69	157.51	157.86	0.011541	1.82	3.29	4.40	0.67
.	1838	Q7	7.00	156.94	157.77	157.58	157.95	0.011733	1.93	3.63	4.40	0.68
.	1838	Q10	7.80	156.94	157.83	157.62	158.03	0.011859	2.00	3.89	4.40	0.68
.	1838	Q20	8.90	156.94	157.90	157.69	158.13	0.012052	2.10	4.24	4.40	0.68
.	1838	Q50	12.20	156.94	158.11	157.86	158.40	0.012810	2.37	5.16	4.40	0.70
.	1838	Q100	13.50	156.94	158.19	157.93	158.50	0.013162	2.46	5.48	4.40	0.70
.	1838	Q200	14.80	156.94	158.26	157.99	158.59	0.013494	2.55	5.80	4.40	0.71
.	1828	Q5	5.00	156.81	157.42	157.35	157.62	0.016397	1.97	2.54	4.28	0.82
.	1828	Q6	6.00	156.81	157.49	157.42	157.72	0.016825	2.11	2.84	4.32	0.83
.	1828	Q7	7.00	156.81	157.56	157.48	157.82	0.017063	2.23	3.13	4.35	0.84
.	1828	Q10	7.80	156.81	157.61	157.53	157.89	0.017354	2.33	3.35	4.37	0.85
.	1828	Q20	8.90	156.81	157.68	157.59	157.98	0.017769	2.45	3.64	4.40	0.86
.	1828	Q50	12.20	156.81	157.85	157.77	158.24	0.018844	2.76	4.42	4.49	0.89
.	1828	Q100	13.50	156.81	157.92	157.84	158.34	0.019227	2.86	4.71	4.51	0.90
.	1828	Q200	14.80	156.81	157.98	157.90	158.43	0.019592	2.97	4.99	4.54	0.90
.	1814	Q5	5.00	156.63	157.13	157.13	157.38	0.024502	2.19	2.28	4.68	1.00
.	1814	Q6	6.00	156.63	157.20	157.20	157.47	0.023834	2.31	2.59	4.71	1.00
.	1814	Q7	7.00	156.63	157.26	157.26	157.56	0.023520	2.43	2.88	4.75	1.00
.	1814	Q10	7.80	156.63	157.30	157.30	157.63	0.023744	2.53	3.08	4.77	1.00
.	1814	Q20	8.90	156.63	157.37	157.37	157.72	0.023267	2.63	3.39	4.80	1.00
.	1814	Q50	12.20	156.63	157.54	157.54	157.96	0.022953	2.90	4.21	4.90	1.00
.	1814	Q100	13.50	156.63	157.60	157.60	158.05	0.022808	2.99	4.52	4.93	1.00
.	1814	Q200	14.80	156.63	157.66	157.66	158.14	0.022925	3.08	4.80	4.96	1.00
.	1813.9	Q5	5.00	155.93	156.67	156.46	156.79	0.008243	1.56	3.20	4.66	0.60
.	1813.9	Q6	6.00	155.93	156.76	156.53	156.90	0.008314	1.66	3.61	4.74	0.61
.	1813.9	Q7	7.00	155.93	156.84	156.59	157.00	0.008355	1.75	4.01	4.81	0.61
.	1813.9	Q10	7.80	155.93	156.90	156.64	157.07	0.008369	1.81	4.31	4.86	0.61
.	1813.9	Q20	8.90	155.93	156.99	156.70	157.17	0.008355	1.88	4.72	4.94	0.62
.	1813.9	Q50	12.20	155.93	157.23	156.88	157.45	0.008015	2.04	5.97	5.16	0.61
.	1813.9	Q100	13.50	155.93	157.33	156.94	157.55	0.007834	2.09	6.47	5.24	0.60
.	1813.9	Q200	14.80	155.93	157.42	157.00	157.65	0.007641	2.12	6.97	5.33	0.59
.	1809	Q5	5.00	155.93	156.59	156.46	156.75	0.011968	1.77	2.83	4.59	0.72
.	1809	Q6	6.00	155.93	156.68	156.53	156.85	0.011578	1.86	3.23	4.66	0.71
.	1809	Q7	7.00	155.93	156.76	156.59	156.95	0.011171	1.93	3.63	4.74	0.70
.	1809	Q10	7.80	155.93	156.82	156.64	157.03	0.010933	1.98	3.93	4.80	0.70
.	1809	Q20	8.90	155.93	156.91	156.70	157.12	0.010619	2.05	4.35	4.87	0.69
.	1809	Q50	12.20	155.93	157.17	156.88	157.41	0.009507	2.17	5.63	5.10	0.66
.	1809	Q100	13.50	155.93	157.26	156.94	157.51	0.009117	2.20	6.13	5.19	0.65
.	1809	Q200	14.80	155.93	157.36	157.00	157.62	0.008731	2.23	6.64	5.27	0.63
.	1704	Q5	5.00	154.08	155.19	155.04	155.45	0.017417	2.27	2.21	2.57	0.78
.	1704	Q6	6.00	154.08	155.30	155.15	155.59	0.017707	2.39	2.51	2.67	0.79
.	1704	Q7	7.00	154.08	155.41	155.24	155.73	0.017981	2.50	2.80	2.76	0.79
.	1704	Q10	7.80	154.08	155.49	155.32	155.83	0.018192	2.58	3.03	2.83	0.80
.	1704	Q20	8.90	154.08	155.60	155.42	155.96	0.018468	2.67	3.33	2.92	0.80
.	1704	Q50	12.20	154.08	155.87	155.68	156.31	0.019186	2.93	4.17	3.16	0.81
.	1704	Q100	13.50	154.08	155.97	155.77	156.43	0.019382	3.01	4.49	3.25	0.82

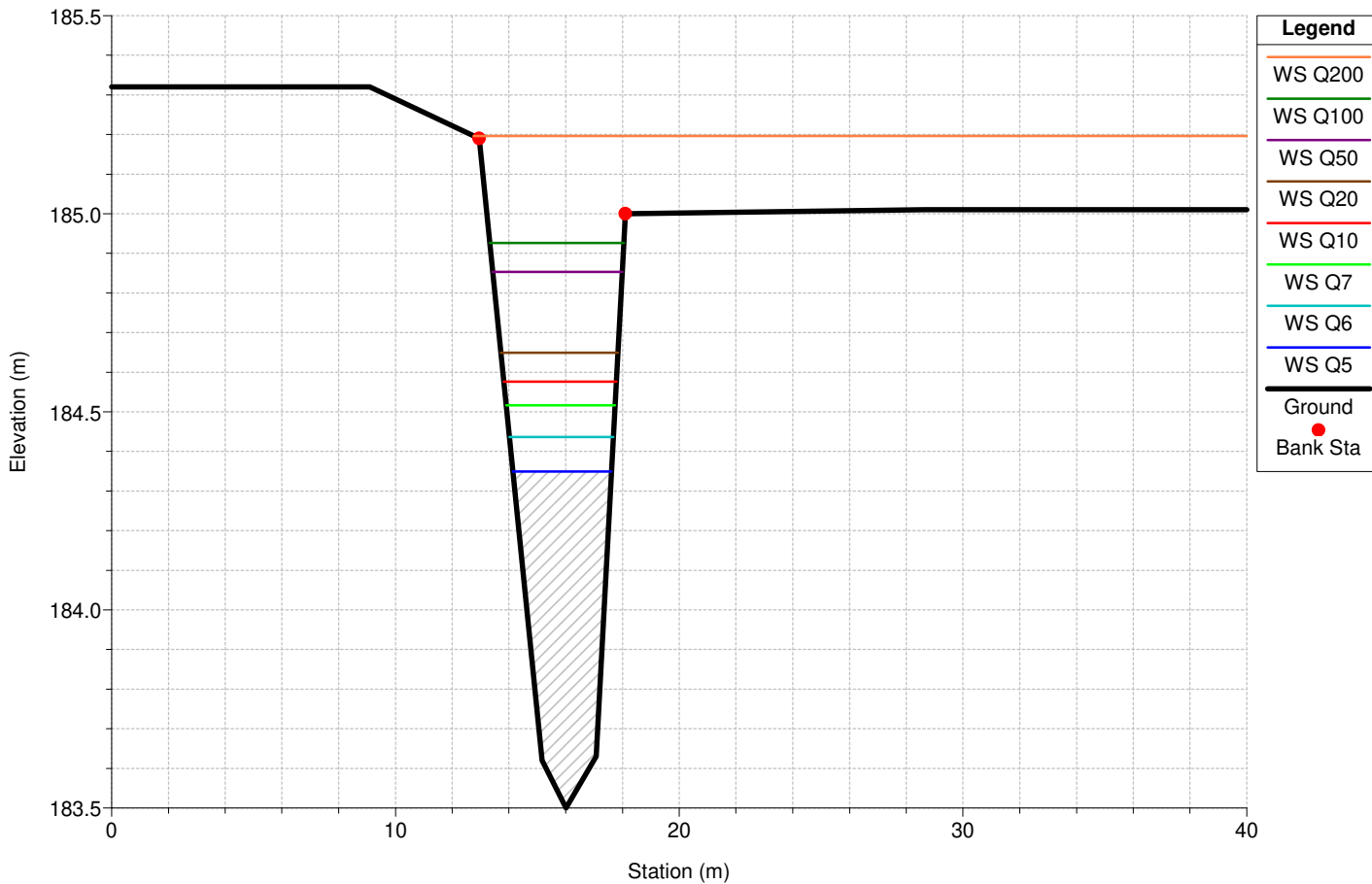
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
.	1704	Q200	14.80	154.08	156.07	155.86	156.55	0.019434	3.08	4.81	3.33	0.82
.	1620	Q5	5.00	152.78	153.78	153.63	153.98	0.013053	2.00	2.51	3.46	0.75
.	1620	Q6	6.00	152.78	153.88	153.72	154.10	0.013035	2.09	2.86	3.63	0.75
.	1620	Q7	7.00	152.78	153.97	153.81	154.22	0.013046	2.18	3.21	3.79	0.76
.	1620	Q10	7.80	152.78	154.04	153.87	154.30	0.013077	2.25	3.47	3.91	0.76
.	1620	Q20	8.90	152.78	154.13	153.95	154.41	0.013142	2.33	3.82	4.07	0.77
.	1620	Q50	12.20	152.78	154.35	154.17	154.69	0.013603	2.56	4.77	4.45	0.79
.	1620	Q100	13.50	152.78	154.42	154.24	154.78	0.013964	2.65	5.09	4.58	0.80
.	1620	Q200	14.80	152.78	154.49	154.32	154.87	0.014344	2.74	5.40	4.69	0.82
.	1528	Q5	5.00	151.38	152.45	152.32	152.67	0.014529	2.09	2.39	3.28	0.78
.	1528	Q6	6.00	151.38	152.56	152.42	152.80	0.014467	2.18	2.75	3.47	0.78
.	1528	Q7	7.00	151.38	152.65	152.50	152.91	0.014387	2.27	3.09	3.65	0.79
.	1528	Q10	7.80	151.38	152.72	152.57	153.00	0.014311	2.33	3.35	3.78	0.79
.	1528	Q20	8.90	151.38	152.82	152.65	153.11	0.014109	2.39	3.72	3.96	0.79
.	1528	Q50	12.20	151.38	153.09	152.91	153.35	0.014135	2.31	6.46	22.77	0.81
.	1528	Q100	13.50	151.38	153.22	153.22	153.37	0.008888	1.92	10.69	40.00	0.65
.	1528	Q200	14.80	151.38	153.24	153.24	153.40	0.008934	1.96	11.78	40.00	0.66
.	1381	Q5	5.00	149.17	150.25	150.04	150.47	0.014027	2.07	2.41	2.70	0.70
.	1381	Q6	6.00	149.17	150.38	150.15	150.62	0.014054	2.18	2.76	2.78	0.70
.	1381	Q7	7.00	149.17	150.50	150.24	150.76	0.014063	2.26	3.09	2.86	0.70
.	1381	Q10	7.80	149.17	150.59	150.31	150.86	0.015218	2.31	3.37	3.30	0.73
.	1381	Q20	8.90	149.17	150.66	150.40	150.95	0.016520	2.39	4.40	21.74	0.77
.	1381	Q50	12.20	149.17	150.85	150.85	150.98	0.008281	1.90	11.80	40.00	0.56
.	1381	Q100	13.50	149.17	150.87	150.87	151.01	0.008748	1.98	12.64	40.00	0.58
.	1381	Q200	14.80	149.17	150.89	150.89	151.03	0.009121	2.05	13.47	40.00	0.59
.	1266	Q5	5.00	147.49	148.60	148.33	148.78	0.010980	1.89	2.65	2.85	0.63
.	1266	Q6	6.00	147.49	148.75	148.42	148.91	0.009142	1.84	4.33	21.50	0.57
.	1266	Q7	7.00	147.49	148.83	148.51	148.96	0.007678	1.75	6.15	21.53	0.53
.	1266	Q10	7.80	147.49	148.87	148.58	149.00	0.007670	1.78	6.95	21.54	0.53
.	1266	Q20	8.90	147.49	149.03	148.87	149.08	0.003451	1.30	13.01	40.00	0.36
.	1266	Q50	12.20	147.49	149.00	148.99	149.12	0.008159	1.96	11.64	40.00	0.55
.	1266	Q100	13.50	147.49	149.02	149.01	149.15	0.008221	2.00	12.80	40.00	0.56
.	1266	Q200	14.80	147.49	149.05	149.03	149.18	0.008485	2.06	13.73	40.00	0.57
.	1164	Q5	5.00	146.05	147.18	147.02	147.45	0.018299	2.30	2.17	2.37	0.77
.	1164	Q6	6.00	146.05	147.30	147.12	147.60	0.018754	2.43	2.47	2.44	0.77
.	1164	Q7	7.00	146.05	147.42	147.22	147.74	0.019013	2.54	2.76	2.50	0.77
.	1164	Q10	7.80	146.05	147.51	147.30	147.85	0.022572	2.58	3.14	21.21	0.87
.	1164	Q20	8.90	146.05	147.86	147.40	147.91	0.003407	1.22	13.20	40.00	0.35
.	1164	Q50	12.20	146.05	147.80	147.80	147.94	0.009570	1.97	10.82	40.00	0.58
.	1164	Q100	13.50	146.05	147.82	147.82	147.96	0.009950	2.04	11.78	40.00	0.59
.	1164	Q200	14.80	146.05	147.85	147.85	147.99	0.010220	2.09	12.71	40.00	0.60
.	1087	Q5	5.00	144.89	145.86	145.65	146.03	0.010398	1.82	2.75	3.50	0.66
.	1087	Q6	6.00	144.89	145.98	145.74	146.16	0.010262	1.91	3.15	3.63	0.65
.	1087	Q7	7.00	144.89	146.08	145.82	146.28	0.010180	1.98	3.53	3.75	0.65
.	1087	Q10	7.80	144.89	146.15	145.88	146.37	0.010235	2.05	3.81	3.84	0.66
.	1087	Q20	8.90	144.89	146.25	145.96	146.48	0.010355	2.13	4.30	21.64	0.66
.	1087	Q50	12.20	144.89	146.41	146.17	146.63	0.009647	2.22	7.84	21.69	0.64
.	1087	Q100	13.50	144.89	146.46	146.46	146.67	0.009217	2.22	9.01	21.71	0.63
.	1087	Q200	14.80	144.89	146.51	146.49	146.72	0.008985	2.23	10.02	40.00	0.63
.	993	Q5	5.00	143.68	144.70	144.49	144.90	0.012643	1.98	2.52	2.91	0.68
.	993	Q6	6.00	143.68	144.81	144.59	145.04	0.013043	2.11	2.85	2.98	0.69
.	993	Q7	7.00	143.68	144.93	144.67	145.14	0.011407	2.07	4.45	21.36	0.65
.	993	Q10	7.80	143.68	144.97	144.74	145.17	0.010946	2.08	5.44	21.38	0.63
.	993	Q20	8.90	143.68	145.10	144.83	145.21	0.007607	1.71	8.21	22.01	0.54
.	993	Q50	12.20	143.68	145.16	145.15	145.30	0.010838	2.02	9.85	40.00	0.65
.	993	Q100	13.50	143.68	145.19	145.18	145.33	0.010725	2.05	11.10	40.00	0.65
.	993	Q200	14.80	143.68	145.22	145.21	145.36	0.010665	2.08	12.22	40.00	0.65
.	820	Q5	5.00	141.27	142.48	142.17	142.65	0.010354	1.83	2.73	2.89	0.60
.	820	Q6	6.00	141.27	142.59	142.27	142.79	0.010818	1.95	3.08	3.00	0.61
.	820	Q7	7.00	141.27	142.70	142.36	142.91	0.012019	2.06	3.40	3.36	0.65
.	820	Q10	7.80	141.27	142.77	142.43	143.00	0.014661	2.13	3.67	4.31	0.74
.	820	Q20	8.90	141.27	142.84	142.52	143.08	0.019092	2.16	4.75	40.00	0.86
.	820	Q50	12.20	141.27	143.00	143.00	143.12	0.010124	1.81	10.93	40.00	0.65
.	820	Q100	13.50	141.27	143.02	143.02	143.15	0.010399	1.87	11.83	40.00	0.66
.	820	Q200	14.80	141.27	143.04	143.04	143.18	0.010824	1.94	12.60	40.00	0.67
.	731	Q5	5.00	139.95	141.44	140.93	141.45	0.001690	0.78	12.91	40.00	0.21
.	731	Q6	6.00	139.95	141.30	141.05	141.40	0.008389	1.63	7.53	40.00	0.47
.	731	Q7	7.00	139.95	141.34	141.34	141.42	0.008383	1.66	8.77	40.00	0.47
.	731	Q10	7.80	139.95	141.35	141.35	141.44	0.008677	1.70	9.52	40.00	0.48
.	731	Q20	8.90	139.95	141.38	141.37	141.47	0.009010	1.76	10.49	40.00	0.49
.	731	Q50	12.20	139.95	141.44	141.42	141.53	0.010116	1.92	12.88	40.00	0.52
.	731	Q100	13.50	139.95	141.46	141.44	141.56	0.010439	1.97	13.74	40.00	0.53
.	731	Q200	14.80	139.95	141.49	141.45	141.58	0.009885	1.94	14.99	40.00	0.52

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
.	604	Q5	5.00	138.55	139.65	139.51	139.93	0.019987	2.36	2.53	21.11	0.77
.	604	Q6	6.00	138.55	139.83	139.82	139.92	0.008082	1.64	6.84	40.00	0.50
.	604	Q7	7.00	138.55	139.86	139.85	139.95	0.008350	1.70	8.06	40.00	0.51
.	604	Q10	7.80	138.55	139.88	139.87	139.97	0.008131	1.70	9.14	40.00	0.50
.	604	Q20	8.90	138.55	139.91	139.90	140.00	0.008517	1.76	10.13	40.00	0.52
.	604	Q50	12.20	138.55	139.97	139.95	140.07	0.009442	1.92	12.69	40.00	0.55
.	604	Q100	13.50	138.55	140.00	139.97	140.10	0.009023	1.91	13.99	40.00	0.54
.	604	Q200	14.80	138.55	140.03	139.99	140.12	0.009191	1.95	14.90	40.00	0.54
.	478	Q5	5.00	136.93	137.98	137.73	138.14	0.009741	1.76	2.84	3.53	0.63
.	478	Q6	6.00	136.93	138.09	137.82	138.27	0.009625	1.84	3.26	3.71	0.63
.	478	Q7	7.00	136.93	138.21	137.90	138.39	0.009378	1.90	3.69	3.88	0.62
.	478	Q10	7.80	136.93	138.35	137.96	138.51	0.009114	1.82	4.57	22.29	0.62
.	478	Q20	8.90	136.93	138.75	138.05	138.77	0.001113	0.78	19.58	40.00	0.23
.	478	Q50	12.20	136.93	139.01	138.27	139.03	0.000641	0.68	29.99	40.00	0.18
.	478	Q100	13.50	136.93	139.02	138.55	139.03	0.000772	0.75	30.17	40.00	0.20
.	478	Q200	14.80	136.93	139.03	138.58	139.05	0.000893	0.81	30.56	40.00	0.22
.	470	Q5	5.00	136.93	137.93	137.58	138.05	0.005230	1.50	3.34	3.93	0.50
.	470	Q6	6.00	136.93	138.05	137.66	138.18	0.005039	1.59	3.77	4.05	0.50
.	470	Q7	7.00	136.93	138.16	137.73	138.31	0.004882	1.68	4.18	4.18	0.50
.	470	Q10	7.80	136.93	138.31	137.79	138.45	0.004108	1.66	4.69	4.33	0.46
.	470	Q20	8.90	136.93	138.63	137.86	138.74	0.002579	1.52	5.84	13.65	0.38
.	470	Q50	12.20	136.93	138.83	138.06	139.00	0.003287	1.86	6.56	40.00	0.44
.	470	Q100	13.50	136.93	138.77	138.13	139.00	0.004435	2.12	6.38	40.00	0.51
.	470	Q200	14.80	136.93	138.71	138.20	139.00	0.006079	2.41	6.13	40.00	0.59
.	465		Culvert									
.	460	Q5	5.00	136.93	137.72	137.58	137.91	0.012643	1.95	2.57	3.69	0.74
.	460	Q6	6.00	136.93	137.82	137.66	138.03	0.011411	2.03	2.95	3.81	0.72
.	460	Q7	7.00	136.93	137.92	137.73	138.15	0.010672	2.12	3.30	3.91	0.71
.	460	Q10	7.80	136.93	137.99	137.79	138.24	0.010269	2.19	3.57	3.99	0.70
.	460	Q20	8.90	136.93	138.08	137.86	138.35	0.010008	2.29	3.89	4.09	0.70
.	460	Q50	12.20	136.93	138.29	138.06	138.64	0.010493	2.63	4.63	4.31	0.74
.	460	Q100	13.50	136.93	138.35	138.13	138.75	0.010997	2.78	4.86	4.38	0.76
.	460	Q200	14.80	136.93	138.40	138.20	138.84	0.011635	2.93	5.04	4.43	0.79
.	419	Q5	5.00	135.92	137.09	136.84	137.32	0.015363	2.14	2.34	2.32	0.68
.	419	Q6	6.00	135.92	137.26	136.95	137.43	0.013898	1.93	4.26	21.12	0.68
.	419	Q7	7.00	135.92	137.43	137.05	137.50	0.005761	1.38	7.93	21.15	0.44
.	419	Q10	7.80	135.92	137.38	137.13	137.50	0.010430	1.80	6.71	21.14	0.59
.	419	Q20	8.90	135.92	137.40	137.39	137.54	0.011393	1.91	7.26	21.14	0.62
.	419	Q50	12.20	135.92	137.48	137.47	137.64	0.013175	2.15	8.89	21.57	0.67
.	419	Q100	13.50	135.92	137.51	137.50	137.68	0.013170	2.19	9.63	21.94	0.68
.	419	Q200	14.80	135.92	137.55	137.52	137.71	0.013157	2.23	10.35	22.30	0.68
.	252	Q5	5.00	133.98	135.09	135.01	135.30	0.016198	2.06	2.43	4.07	0.85
.	252	Q6	6.00	133.98	135.17	135.09	135.41	0.016242	2.16	2.78	4.34	0.86
.	252	Q7	7.00	133.98	135.39	135.32	135.46	0.006392	1.33	7.78	24.45	0.55
.	252	Q10	7.80	133.98	135.36	135.35	135.47	0.009024	1.62	7.18	23.93	0.65
.	252	Q20	8.90	133.98	135.39	135.38	135.50	0.009913	1.66	7.98	40.00	0.68
.	252	Q50	12.20	133.98	135.47	135.45	135.58	0.009960	1.80	10.99	40.00	0.70
.	252	Q100	13.50	133.98	135.50	135.47	135.61	0.009858	1.84	12.06	40.00	0.70
.	252	Q200	14.80	133.98	135.52	135.49	135.64	0.009576	1.86	13.18	40.00	0.69
.	183	Q5	5.00	133.00	134.07	133.83	134.19	0.007274	1.53	3.27	4.77	0.59
.	183	Q6	6.00	133.00	134.17	133.91	134.30	0.007337	1.61	3.72	5.01	0.60
.	183	Q7	7.00	133.00	134.25	133.98	134.39	0.007425	1.69	4.14	5.23	0.61
.	183	Q10	7.80	133.00	134.30	134.03	134.46	0.007640	1.76	4.44	5.37	0.62
.	183	Q20	8.90	133.00	134.36	134.10	134.54	0.007943	1.85	5.35	23.03	0.63
.	183	Q50	12.20	133.00	134.49	134.28	134.68	0.008144	2.00	8.28	23.23	0.65
.	183	Q100	13.50	133.00	134.53	134.50	134.72	0.008121	2.04	9.26	23.29	0.66
.	183	Q200	14.80	133.00	134.58	134.54	134.76	0.007953	2.07	10.27	23.36	0.65
.	83	Q5	5.00	131.91	133.14	132.97	133.31	0.011284	1.81	2.76	4.18	0.71
.	83	Q6	6.00	131.91	133.25	133.06	133.42	0.014696	1.83	3.29	6.27	0.80
.	83	Q7	7.00	131.91	133.33	133.14	133.48	0.013115	1.74	4.75	40.00	0.77
.	83	Q10	7.80	131.91	133.42	133.39	133.51	0.007012	1.42	8.42	40.00	0.58
.	83	Q20	8.90	131.91	133.43	133.42	133.54	0.008491	1.58	8.74	40.00	0.64
.	83	Q50	12.20	131.91	133.53	133.48	133.62	0.006876	1.57	12.77	40.00	0.59
.	83	Q100	13.50	131.91	133.56	133.50	133.65	0.006966	1.61	13.78	40.00	0.59
.	83	Q200	14.80	131.91	133.58	133.52	133.68	0.007048	1.66	14.74	40.00	0.60
.	0	Q5	5.00	131.10	132.30	131.97	132.40	0.005804	1.42	3.51	4.59	0.52
.	0	Q6	6.00	131.10	132.41	132.05	132.52	0.005801	1.50	4.01	4.84	0.52
.	0	Q7	7.00	131.10	132.50	132.13	132.63	0.005805	1.56	4.49	5.07	0.53
.	0	Q10	7.80	131.10	132.57	132.18	132.70	0.005805	1.60	5.21	23.58	0.53
.	0	Q20	8.90	131.10	132.63	132.25	132.77	0.005808	1.65	6.67	23.69	0.54
.	0	Q50	12.20	131.10	132.77	132.45	132.90	0.005804	1.76	9.91	23.93	0.54
.	0	Q100	13.50	131.10	132.81	132.51	132.95	0.005801	1.79	10.98	24.01	0.55
.	0	Q200	14.80	131.10	132.85	132.75	132.99	0.005801	1.82	11.98	24.09	0.55

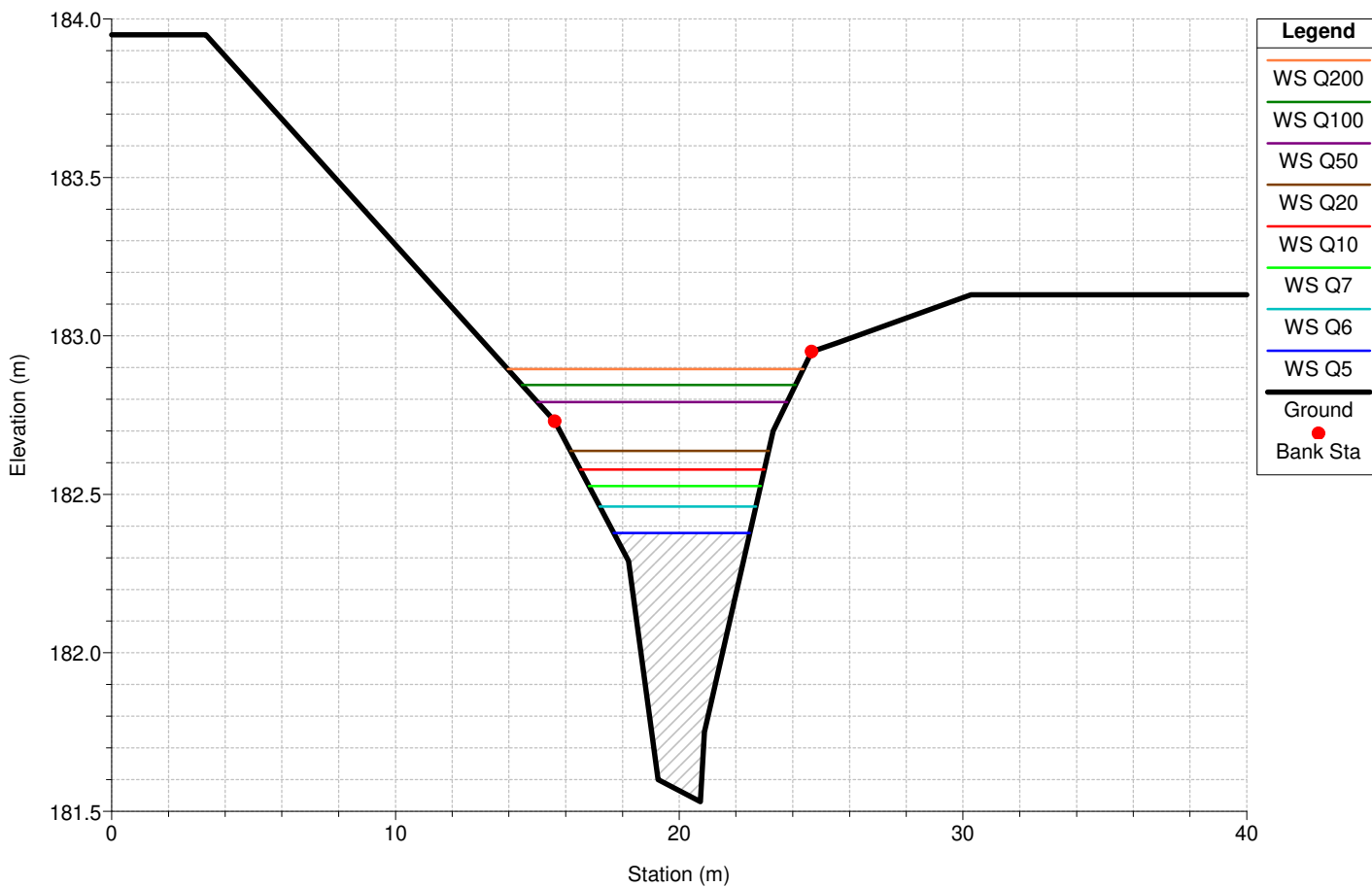




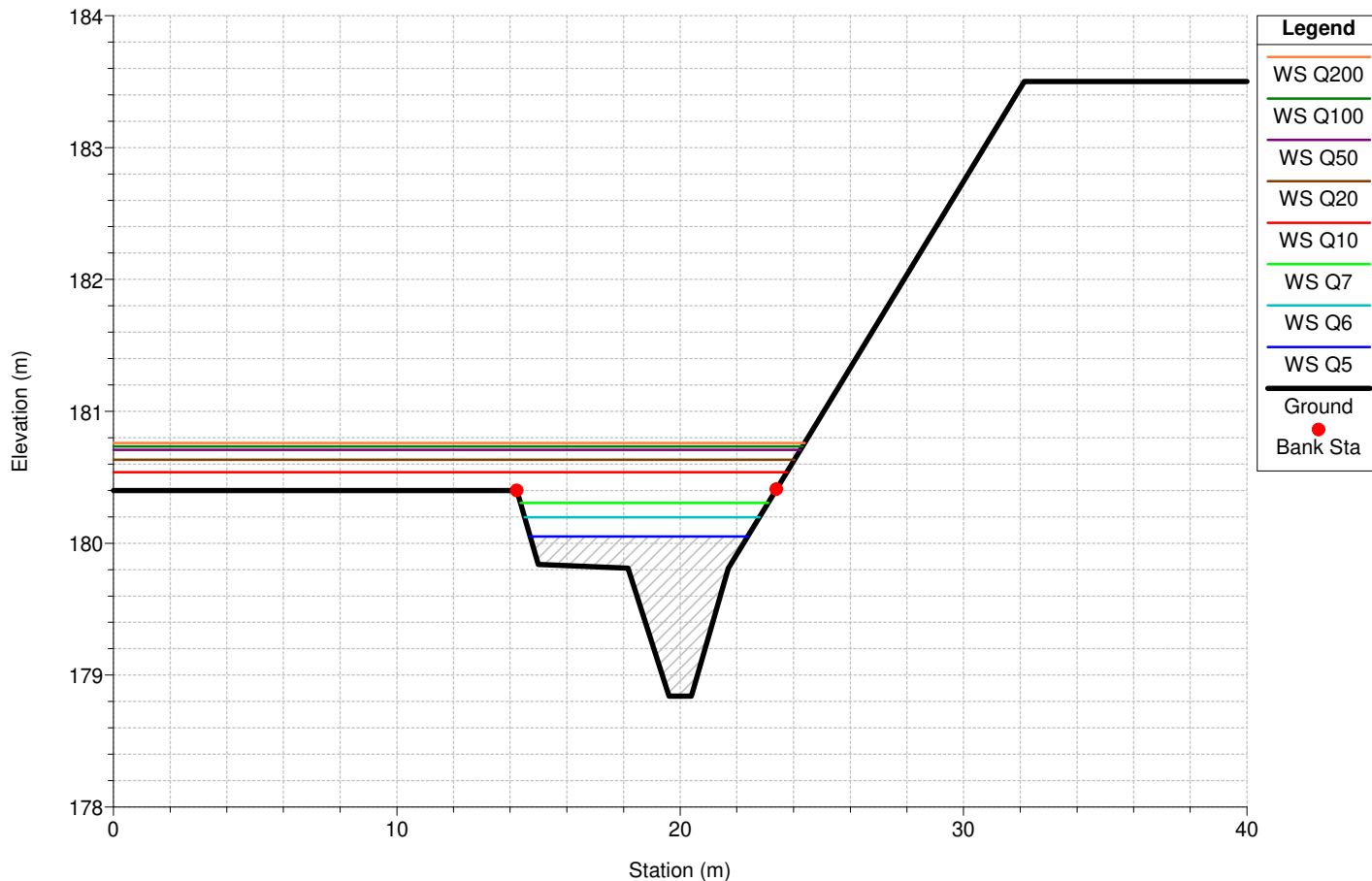
Enzola Plan: Enzola\_SDF  
 Geom: Enzola\_Geo\_SDF\_mod Flow: Flow\_SDF  
 River = Enzola Reach = . RS = 3042 Sezione 34



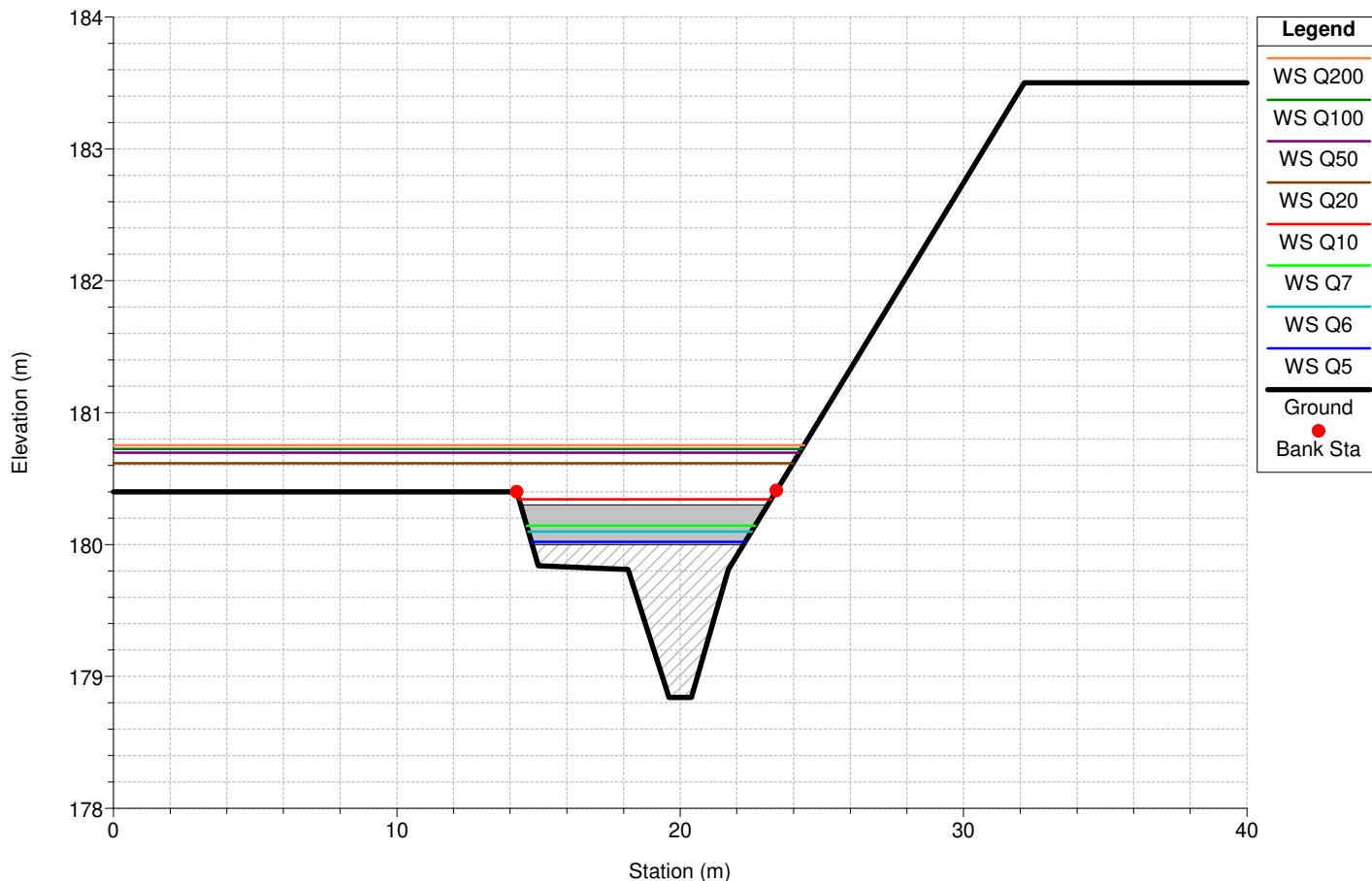
Enzola Plan: Enzola\_SDF  
 Geom: Enzola\_Geo\_SDF\_mod Flow: Flow\_SDF  
 River = Enzola Reach = . RS = 2953 Sezione 33



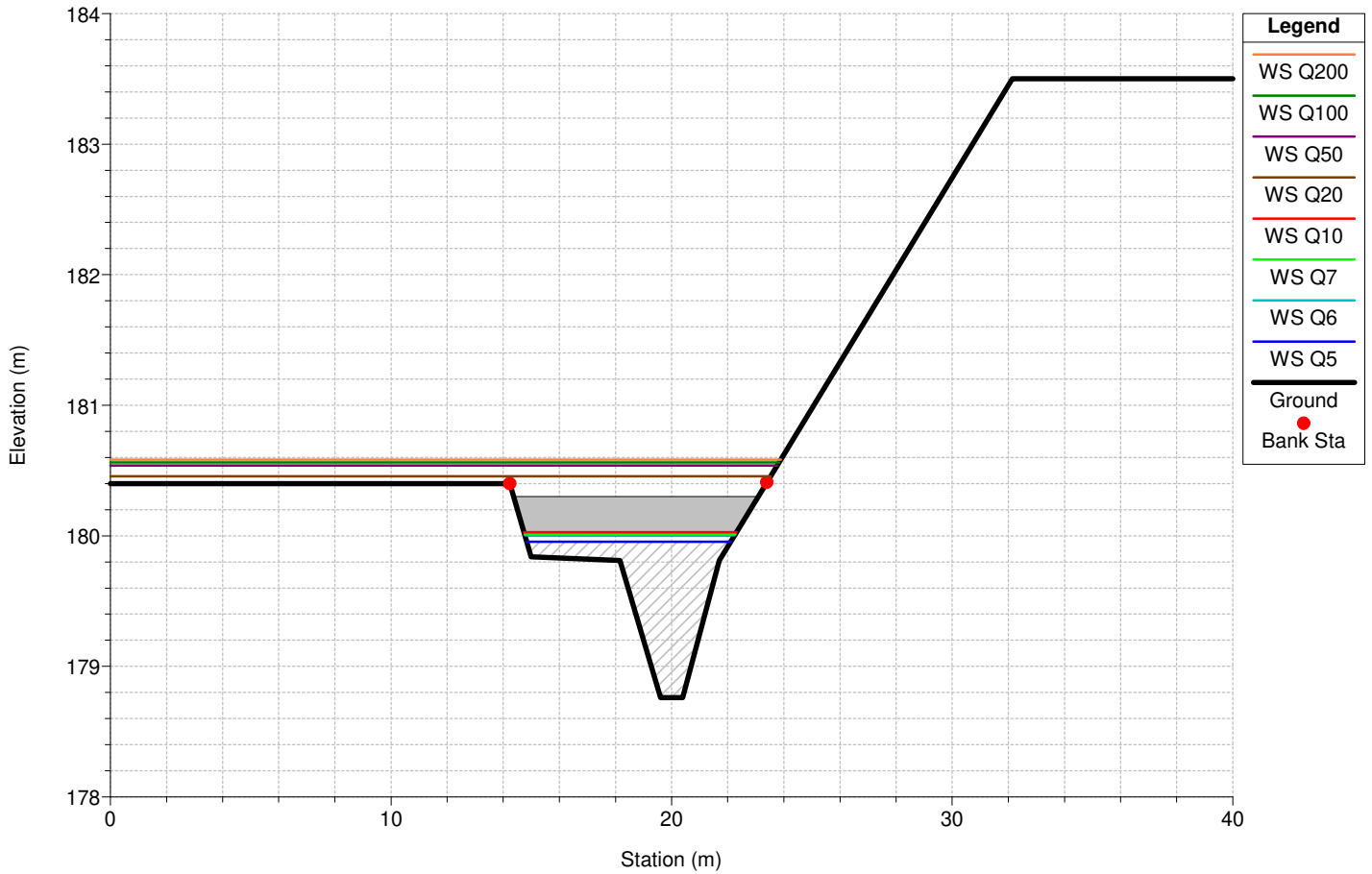
Enzola Plan: Enzola\_SDF  
 Geom: Enzola\_Geo\_SDF\_mod Flow: Flow\_SDF  
 River = Enzola Reach = . RS = 2892 Sezione 32.1 - Ponte strada bianca - monte



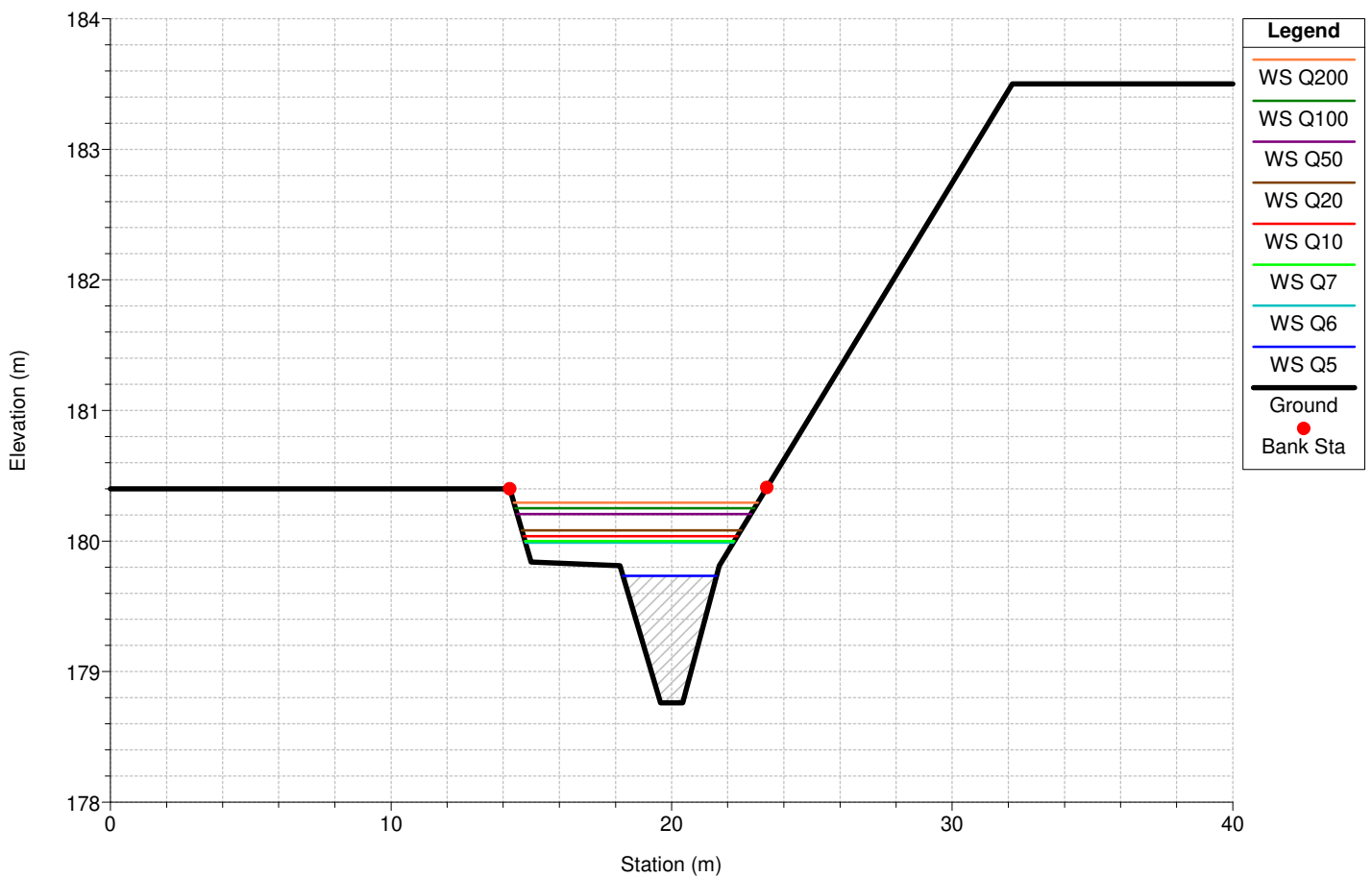
Enzola Plan: Enzola\_SDF  
 Geom: Enzola\_Geo\_SDF\_mod Flow: Flow\_SDF  
 River = Enzola Reach = . RS = 2890 BR Ponte Strada bianca



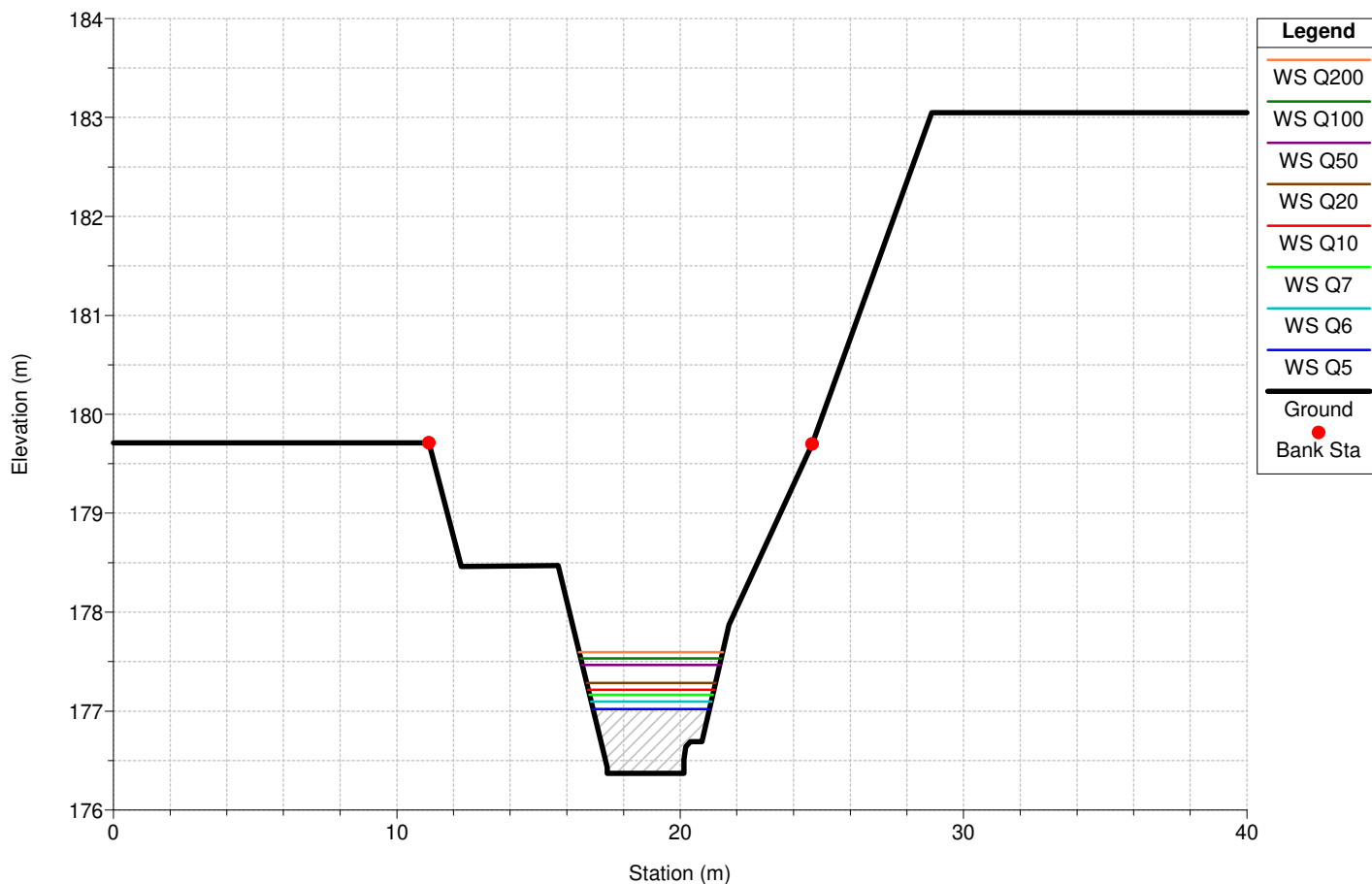
Enzola Plan: Enzola\_SDF  
 Geom: Enzola\_Geo\_SDF\_mod Flow: Flow\_SDF  
 River = Enzola Reach = . RS = 2890 BR Ponte Strada bianca



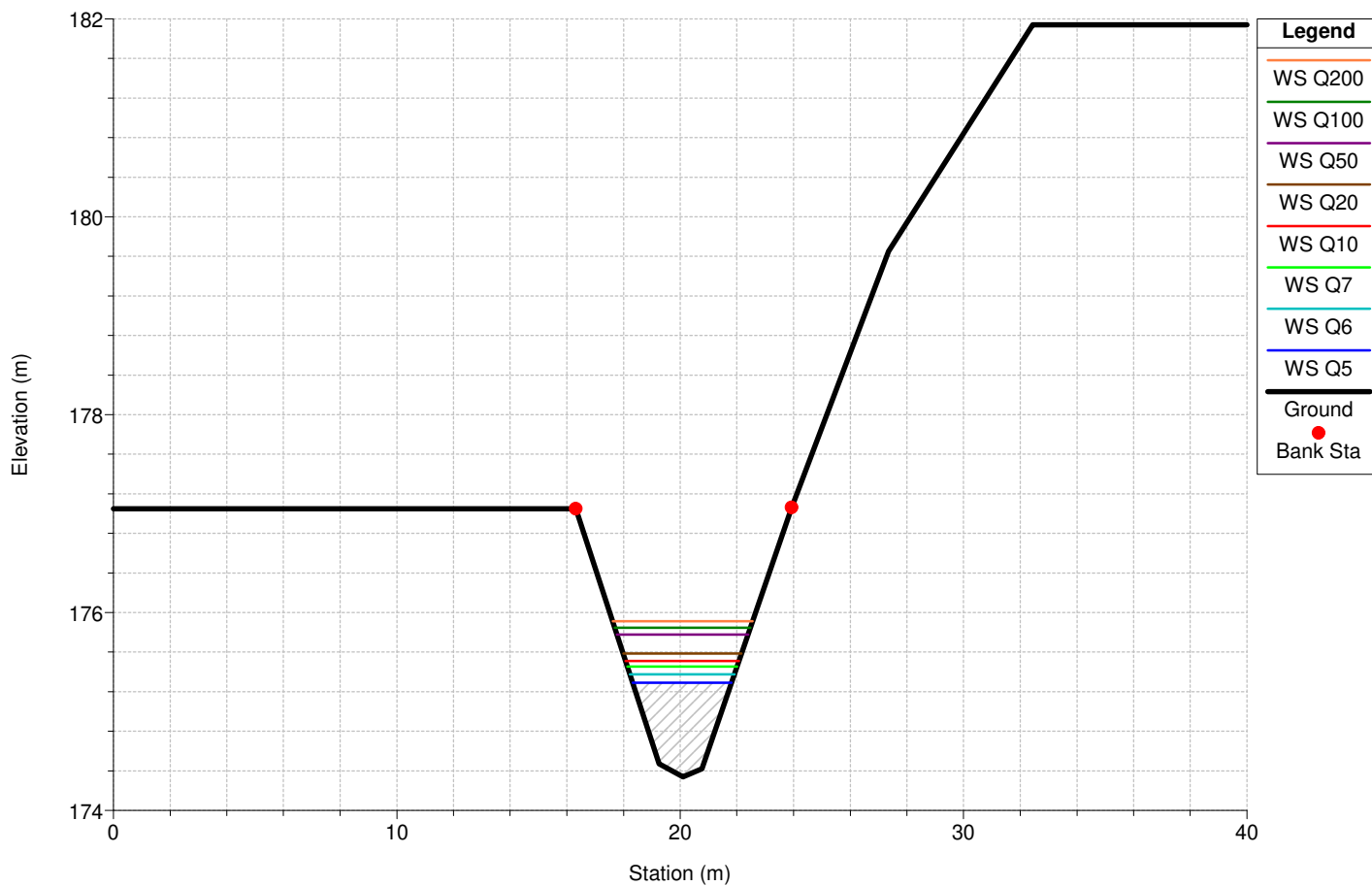
Enzola Plan: Enzola\_SDF  
 Geom: Enzola\_Geo\_SDF\_mod Flow: Flow\_SDF  
 River = Enzola Reach = . RS = 2888 Sezione 32 - ponte Strada bianca - valle



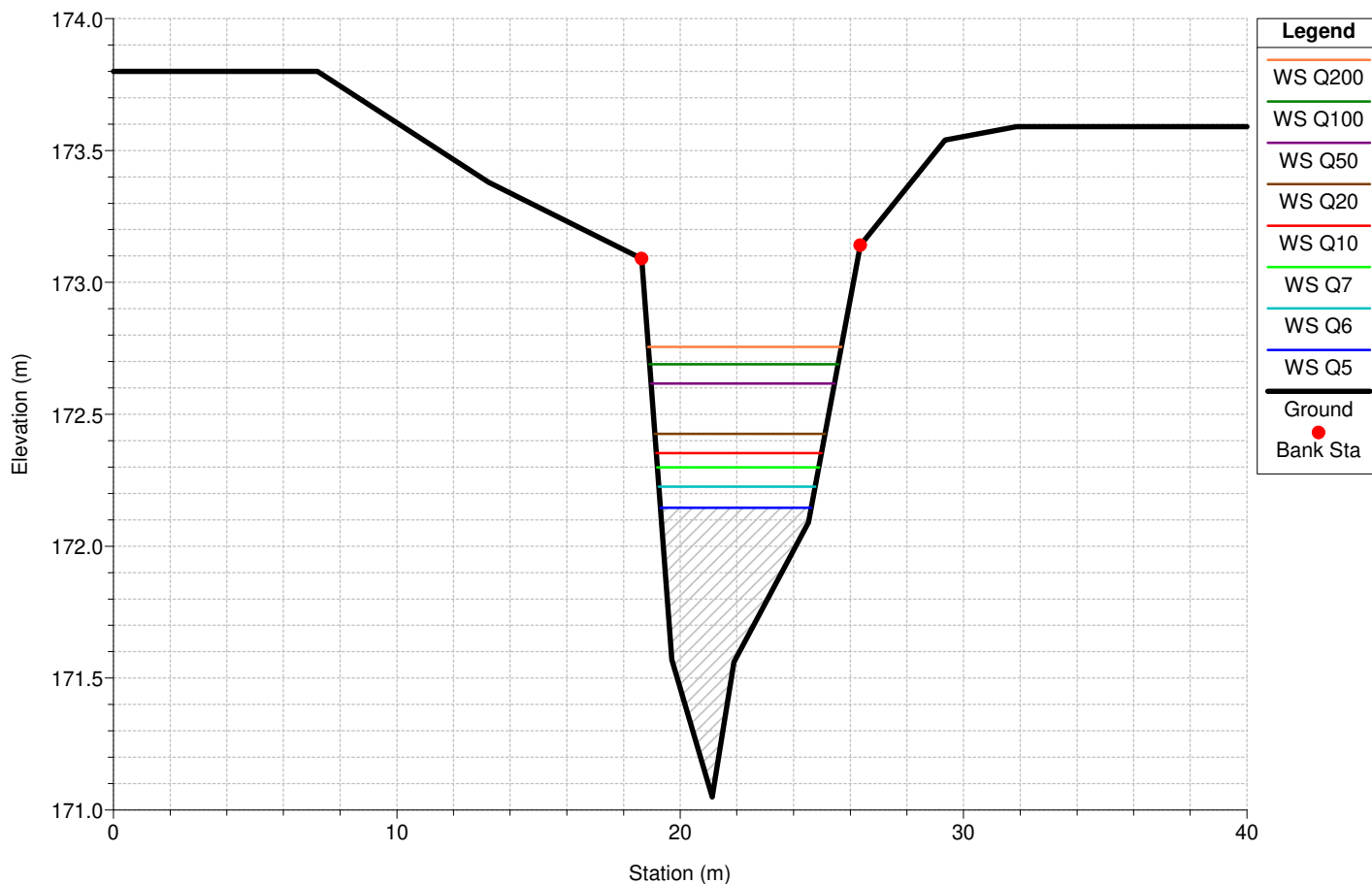
Enzola Plan: Enzola\_SDF  
 Geom: Enzola\_Geo\_SDF\_mod Flow: Flow\_SDF  
 River = Enzola Reach = . RS = 2787 Sezione 31



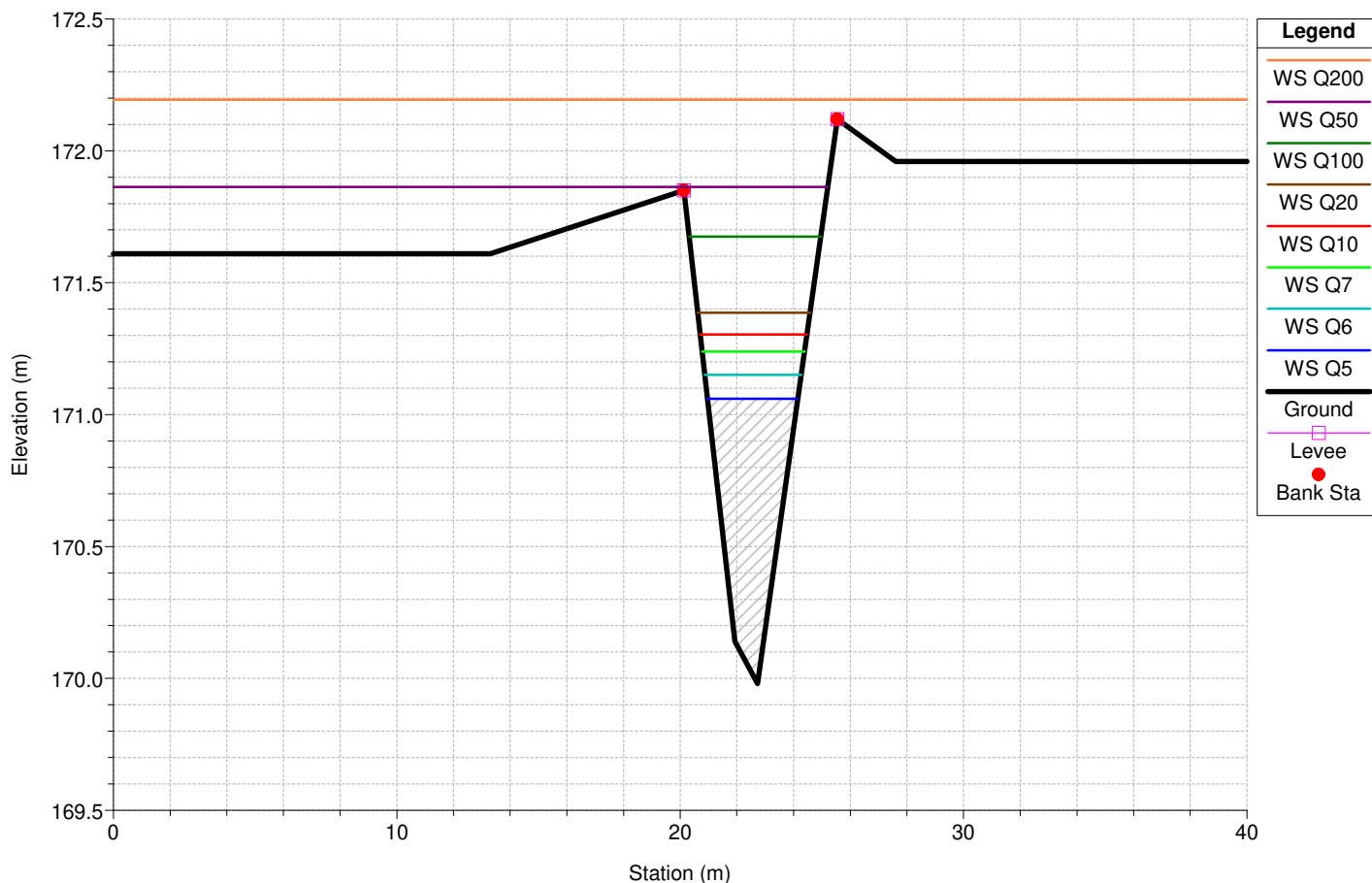
Enzola Plan: Enzola\_SDF  
 Geom: Enzola\_Geo\_SDF\_mod Flow: Flow\_SDF  
 River = Enzola Reach = . RS = 2729 Sezione 30



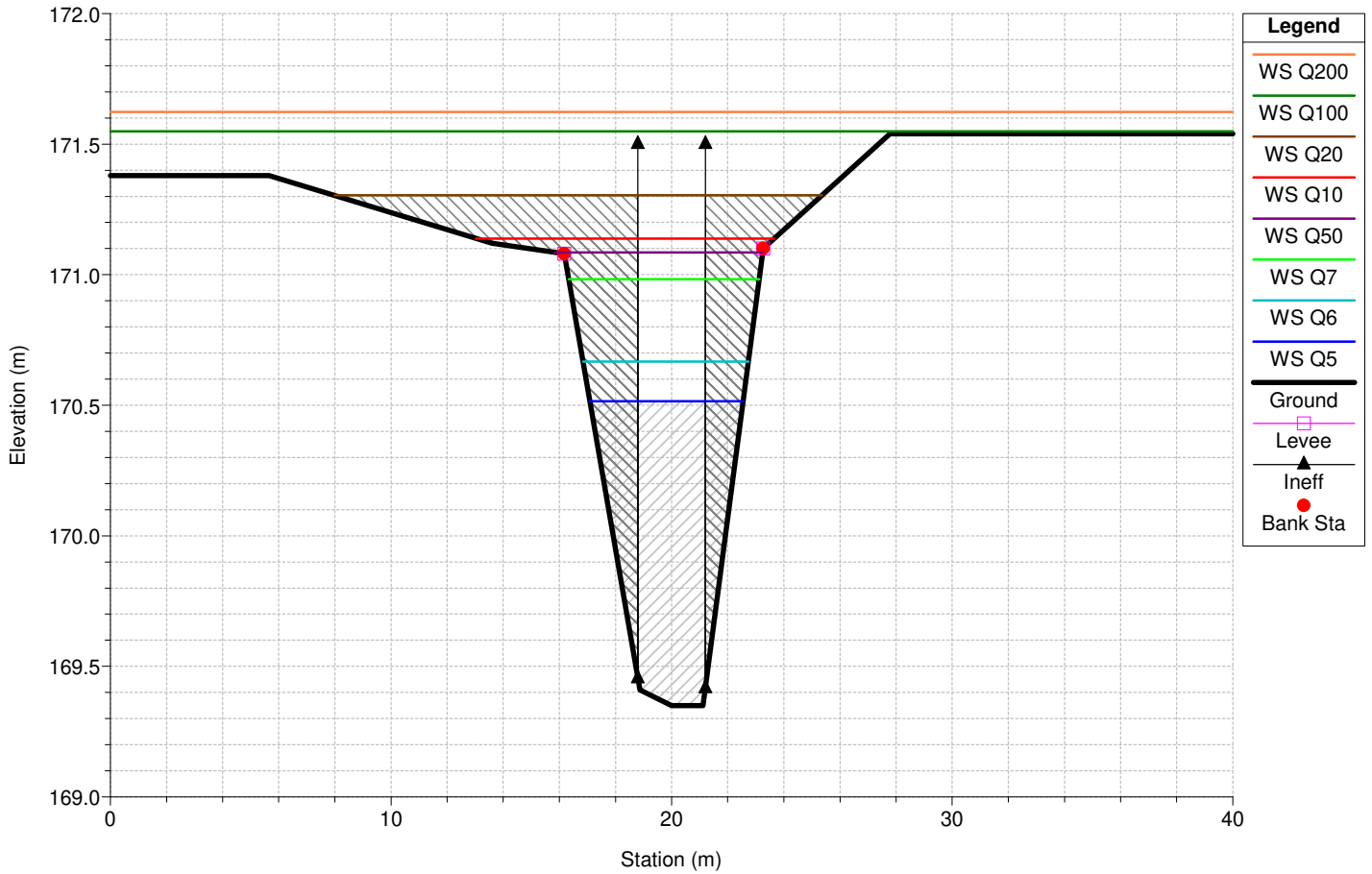
Enzola Plan: Enzola\_SDF  
 Geom: Enzola\_Geo\_SDF\_mod Flow: Flow\_SDF  
 River = Enzola Reach = . RS = 2565 Sezione 29



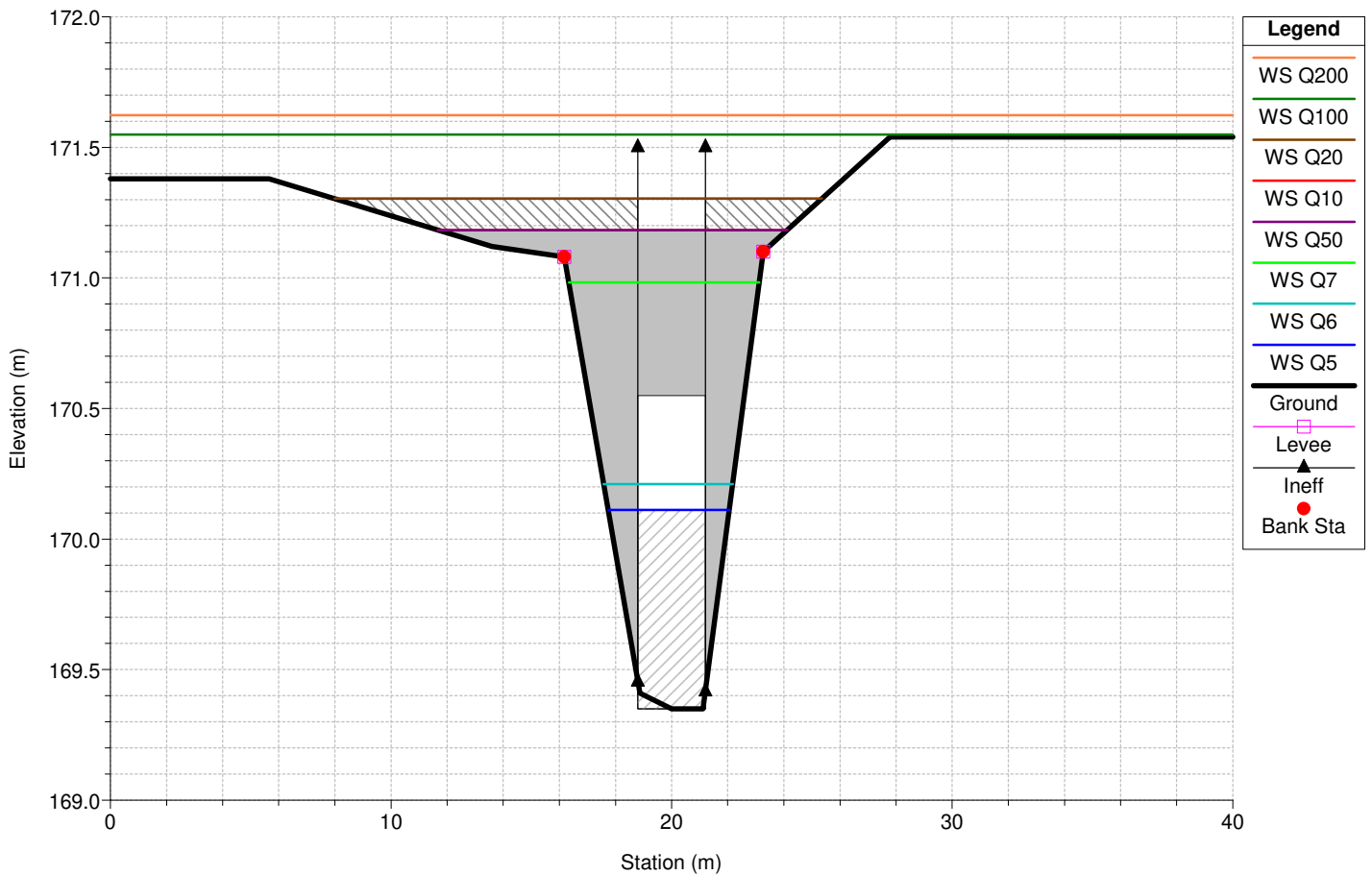
Enzola Plan: Enzola\_SDF  
 Geom: Enzola\_Geo\_SDF\_mod Flow: Flow\_SDF  
 River = Enzola Reach = . RS = 2503 Sezione 28



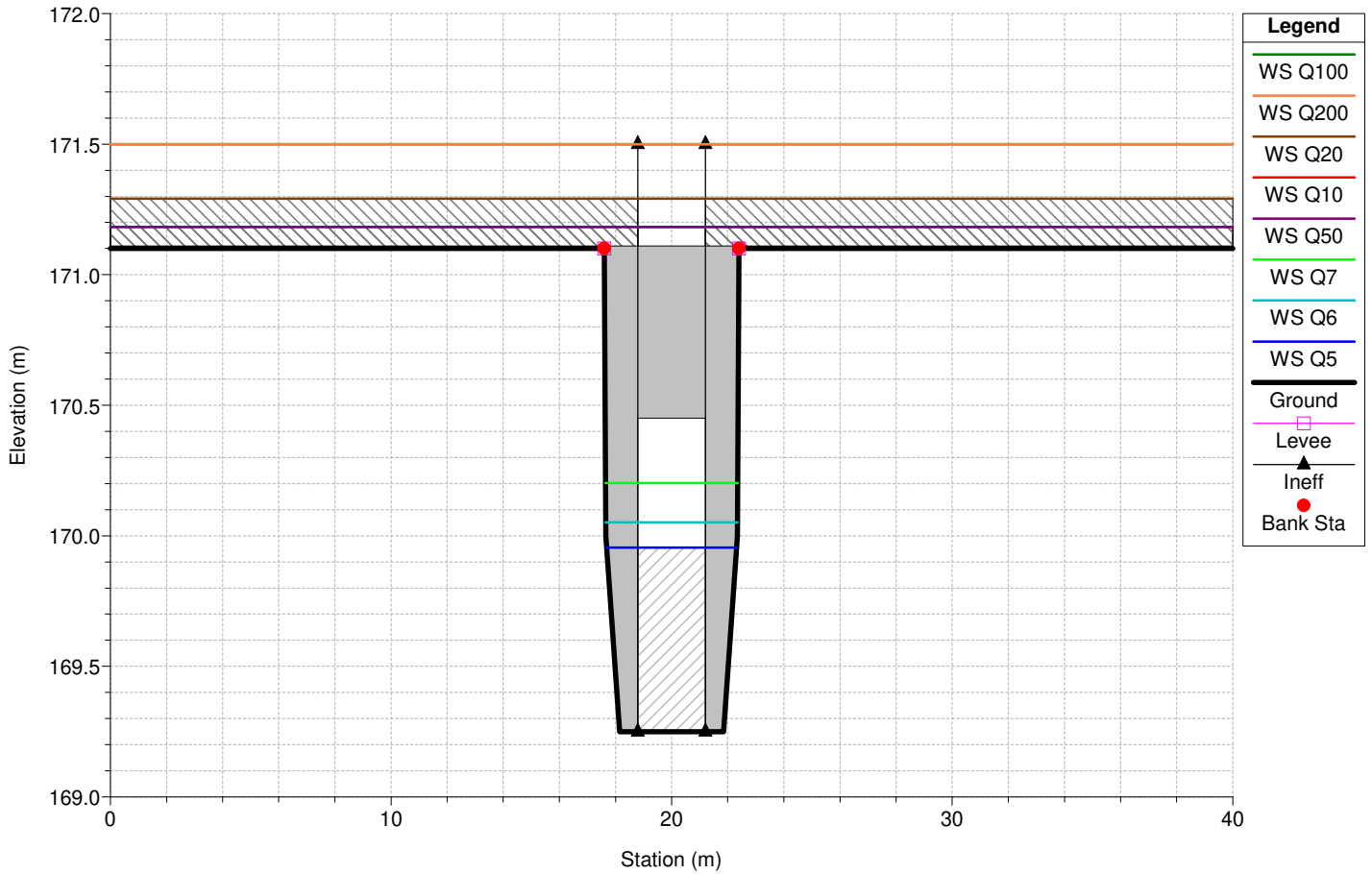
Enzola Plan: Enzola\_SDF  
 Geom: Enzola\_Geo\_SDF\_mod Flow: Flow\_SDF  
 River = Enzola Reach = . RS = 2476 Sezione 27 - ponte via De Gasperi monte



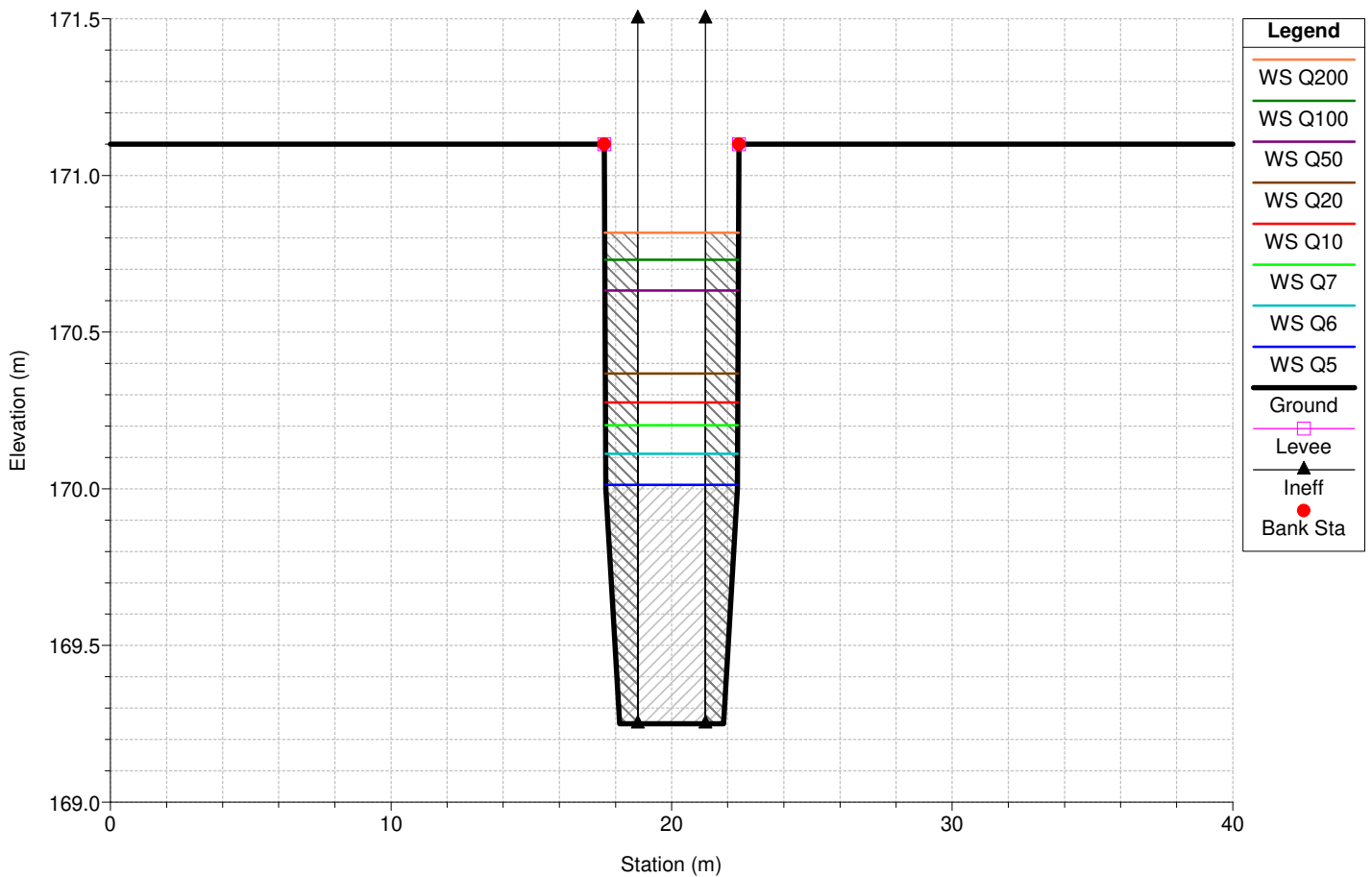
Enzola Plan: Enzola\_SDF  
 Geom: Enzola\_Geo\_SDF\_mod Flow: Flow\_SDF  
 River = Enzola Reach = . RS = 2466.71 Culv Ponte via De Gasperi



Enzola Plan: Enzola\_SDF  
 Geom: Enzola\_Geo\_SDF\_mod Flow: Flow\_SDF  
 River = Enzola Reach = . RS = 2466.71 Culv Ponte via De Gasperi

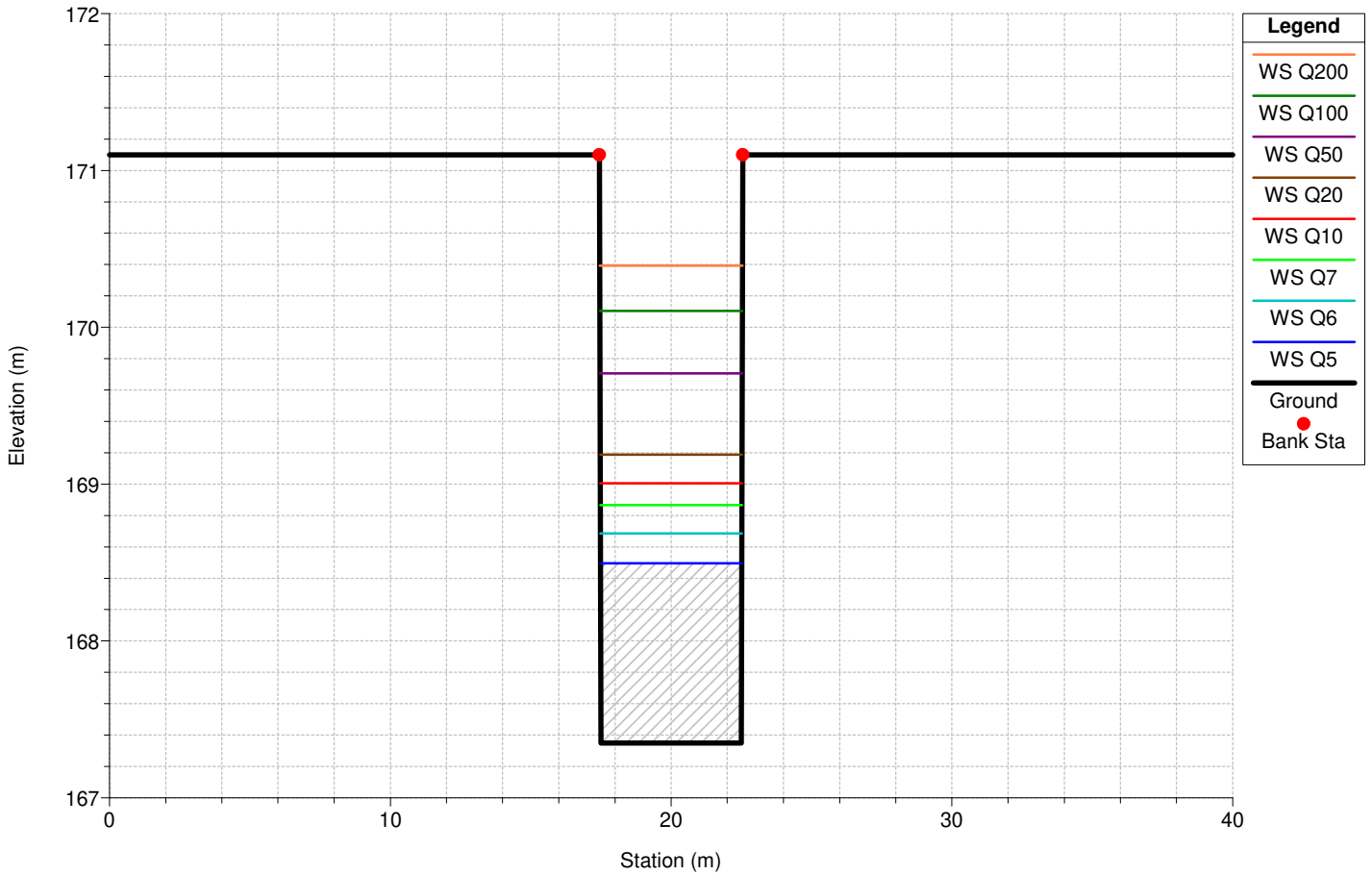


Enzola Plan: Enzola\_SDF  
 Geom: Enzola\_Geo\_SDF\_mod Flow: Flow\_SDF  
 River = Enzola Reach = . RS = 2458 Sezione 26 - ponte via De Gasperi valle

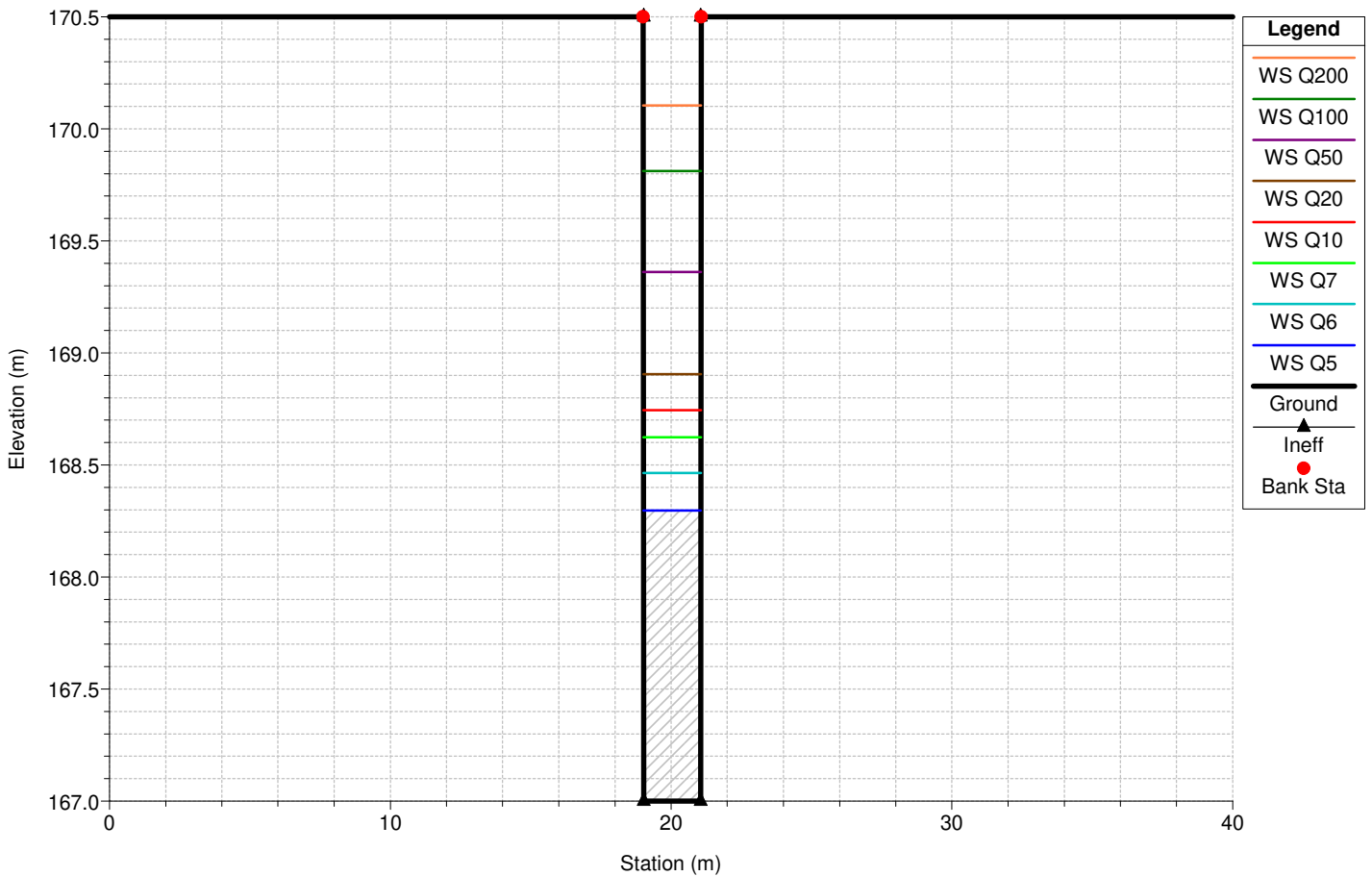




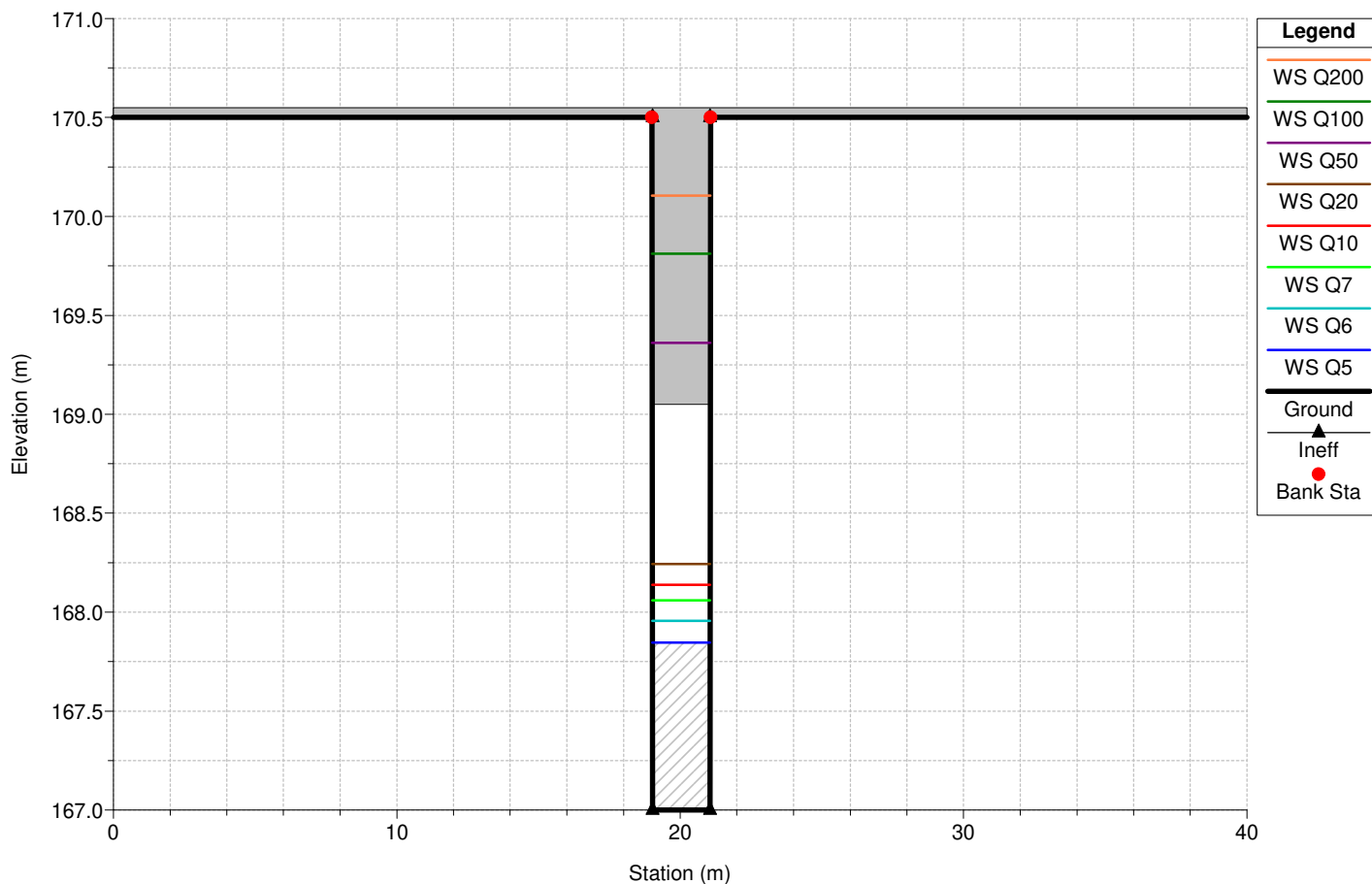
Enzola Plan: Enzola\_SDF  
 Geom: Enzola\_Geo\_SDF\_mod Flow: Flow\_SDF  
 River = Enzola Reach = . RS = 2457.8 Sezione 25.9



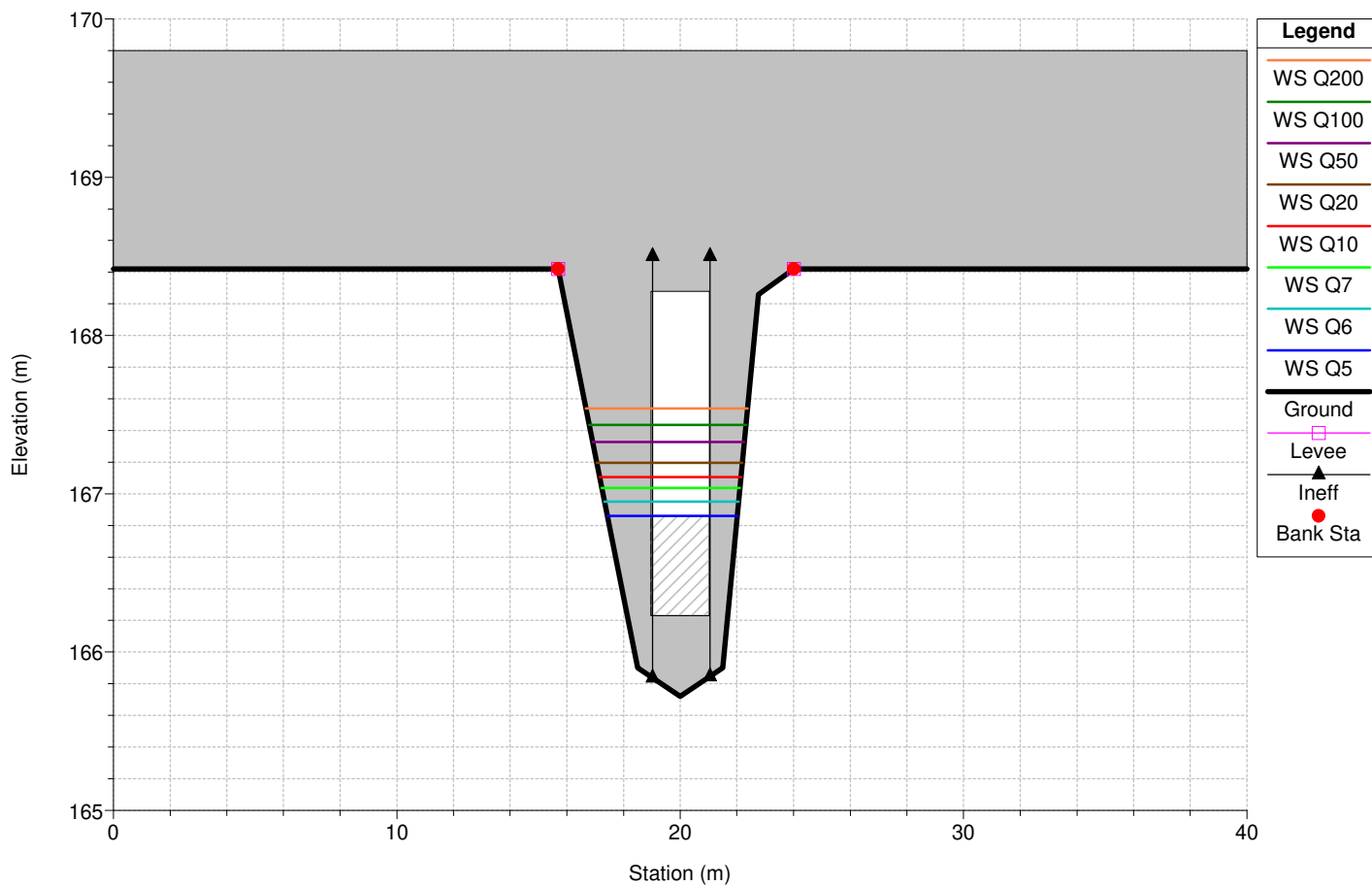
Enzola Plan: Enzola\_SDF  
 Geom: Enzola\_Geo\_SDF\_mod Flow: Flow\_SDF  
 River = Enzola Reach = . RS = 2447 Sezione 25.1 - tombino - monte



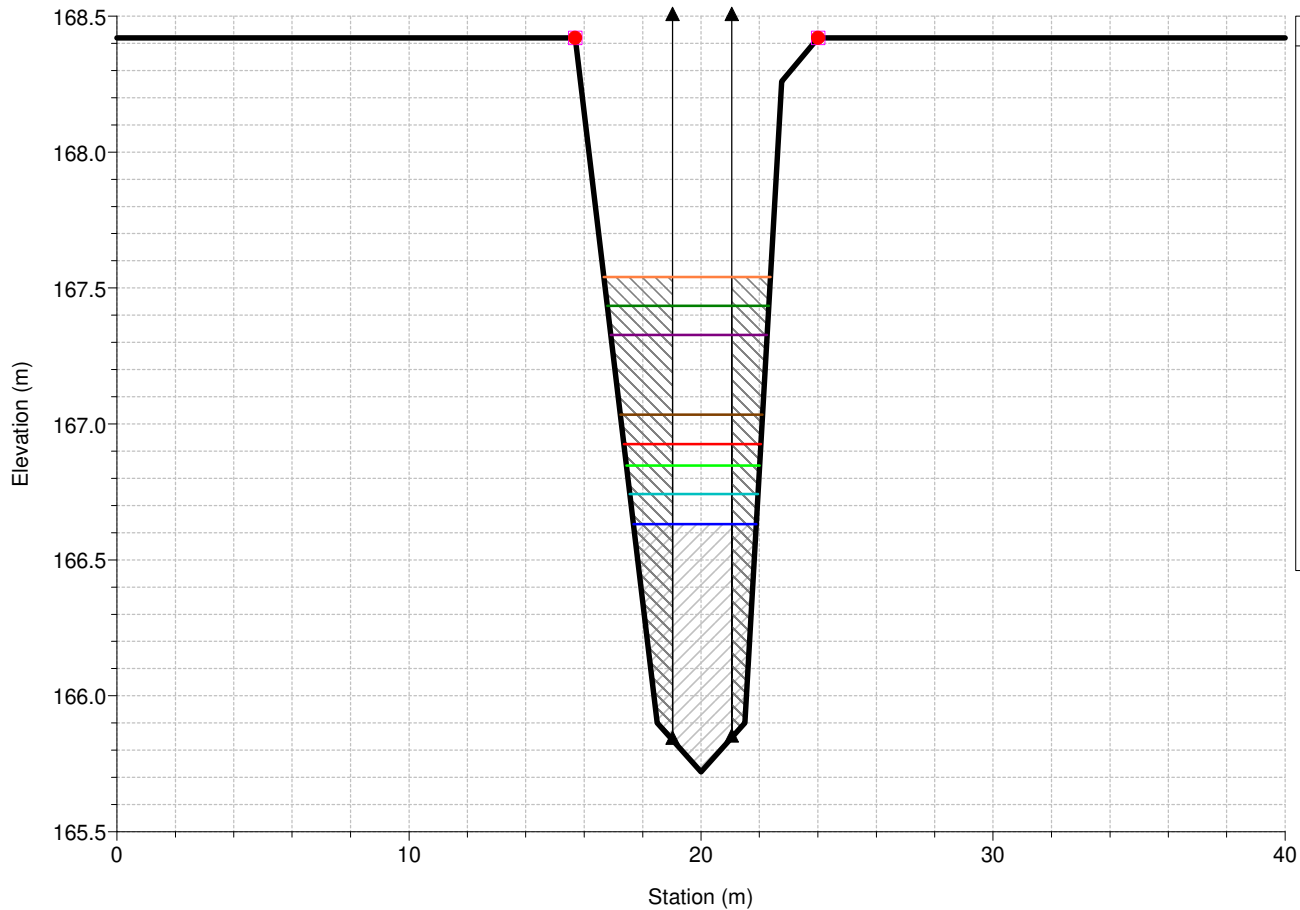
Enzola Plan: Enzola\_SDF  
 Geom: Enzola\_Geo\_SDF\_mod Flow: Flow\_SDF  
 River = Enzola Reach = . RS = 2422 Culv Tombino 2x2



Enzola Plan: Enzola\_SDF  
 Geom: Enzola\_Geo\_SDF\_mod Flow: Flow\_SDF  
 River = Enzola Reach = . RS = 2422 Culv Tombino 2x2

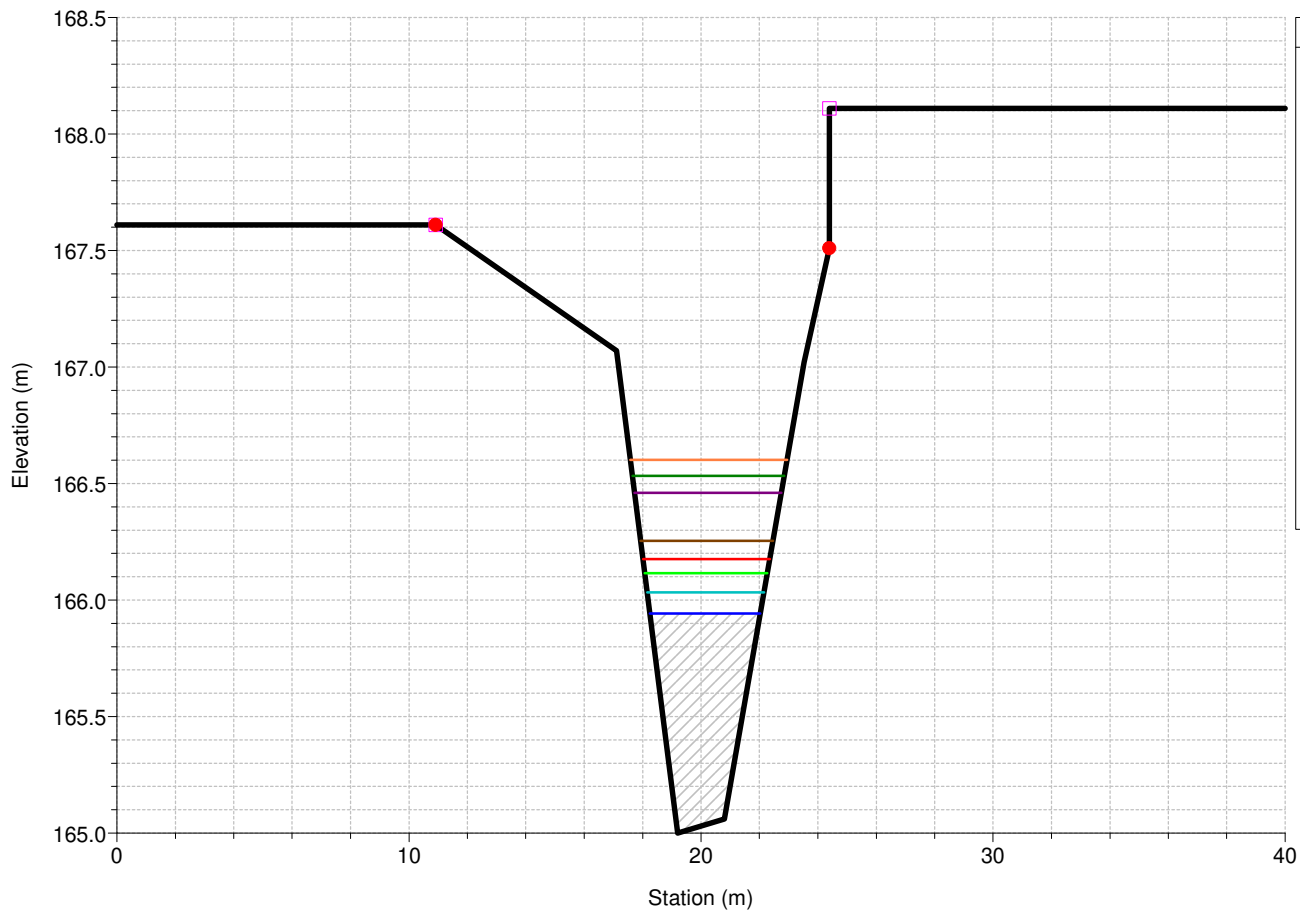


Enzola Plan: Enzola\_SDF  
 Geom: Enzola\_Geo\_SDF\_mod Flow: Flow\_SDF  
 River = Enzola Reach = . RS = 2397 Sezione 25 - tombino valle



Legend	
—	WS Q200
—	WS Q100
—	WS Q50
—	WS Q20
—	WS Q10
—	WS Q7
—	WS Q6
—	WS Q5
—	Ground
□	Levee
▲	Ineff
●	Bank Sta

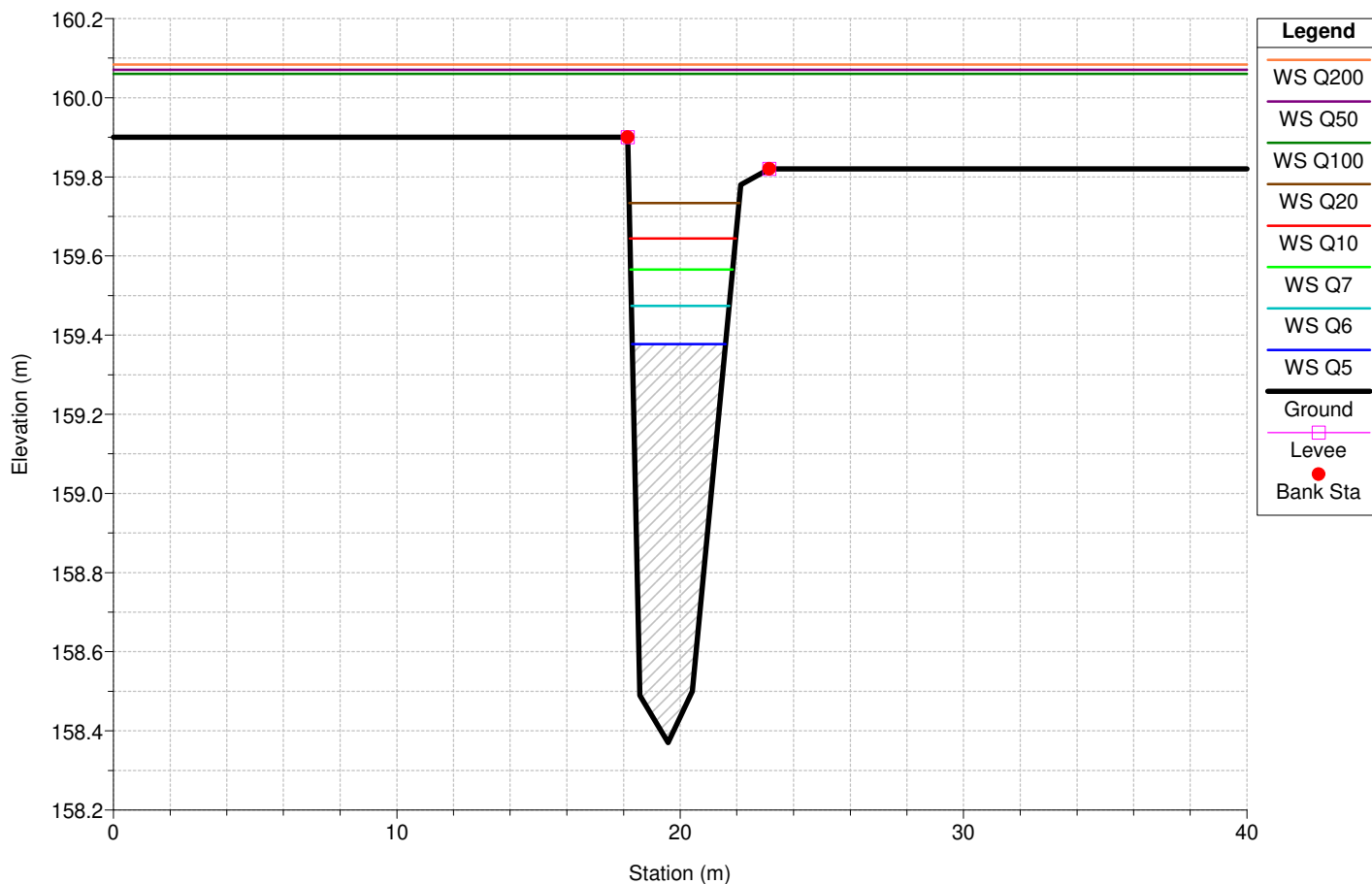
Enzola Plan: Enzola\_SDF  
 Geom: Enzola\_Geo\_SDF\_mod Flow: Flow\_SDF  
 River = Enzola Reach = . RS = 2342 Sezione 24



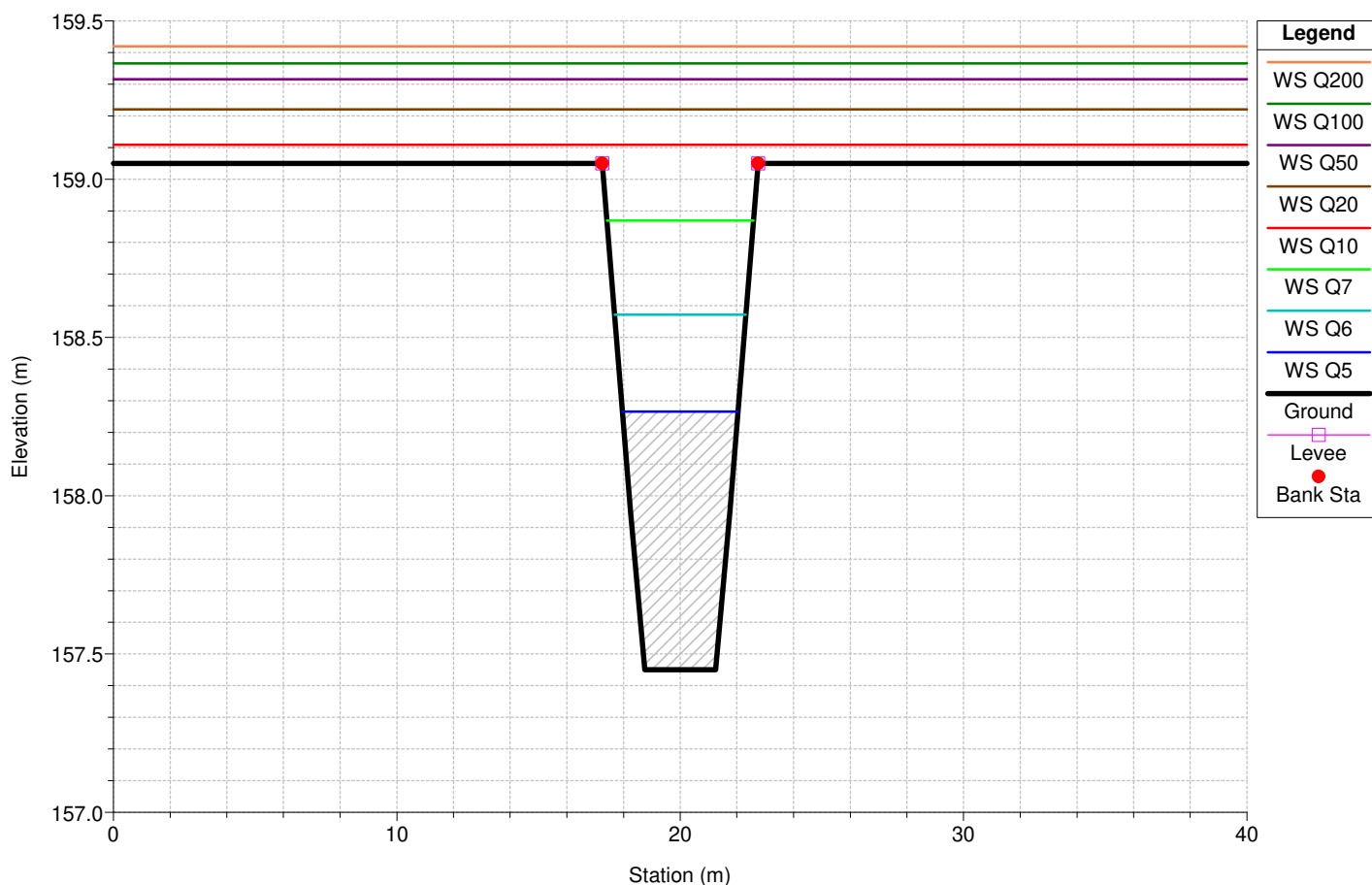
Legend	
—	WS Q200
—	WS Q100
—	WS Q50
—	WS Q20
—	WS Q10
—	WS Q7
—	WS Q6
—	WS Q5
—	Ground
□	Levee
●	Bank Sta



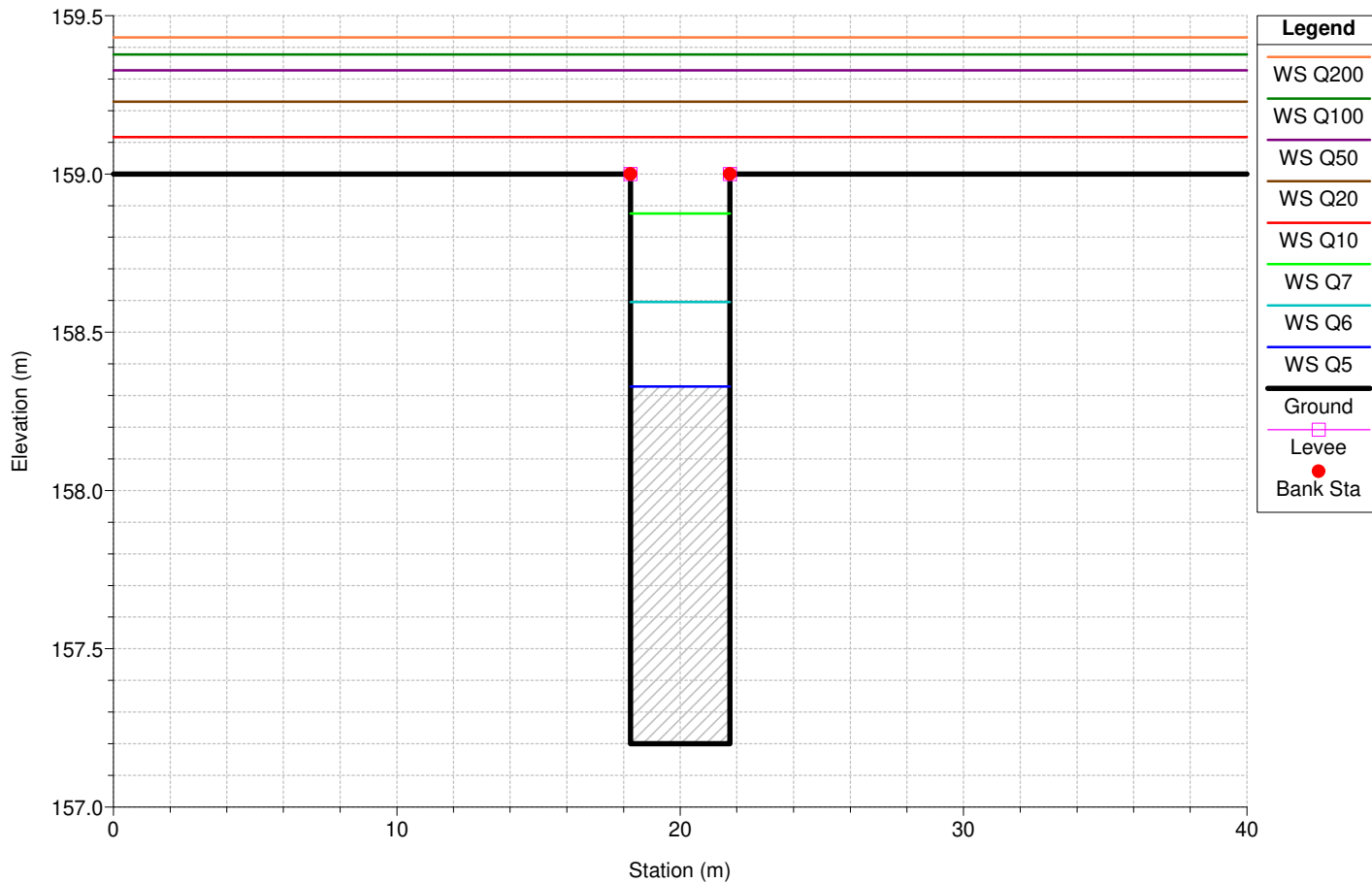
Enzola Plan: Enzola\_SDF  
 Geom: Enzola\_Geo\_SDF\_mod Flow: Flow\_SDF  
 River = Enzola Reach = . RS = 1940 Sezione 21



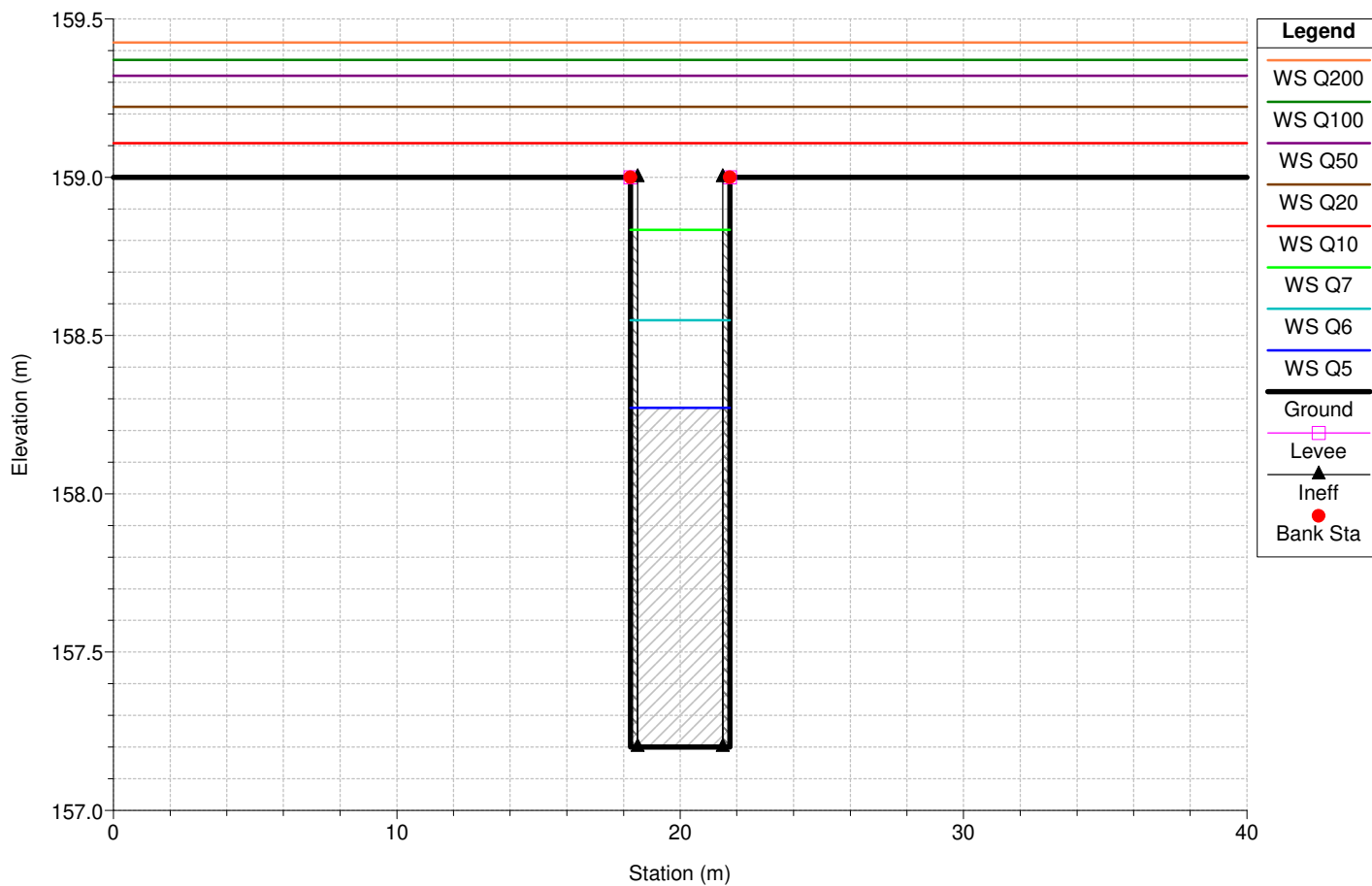
Enzola Plan: Enzola\_SDF  
 Geom: Enzola\_Geo\_SDF\_mod Flow: Flow\_SDF  
 River = Enzola Reach = . RS = 1861 Sezione 20 - a monte della soglia



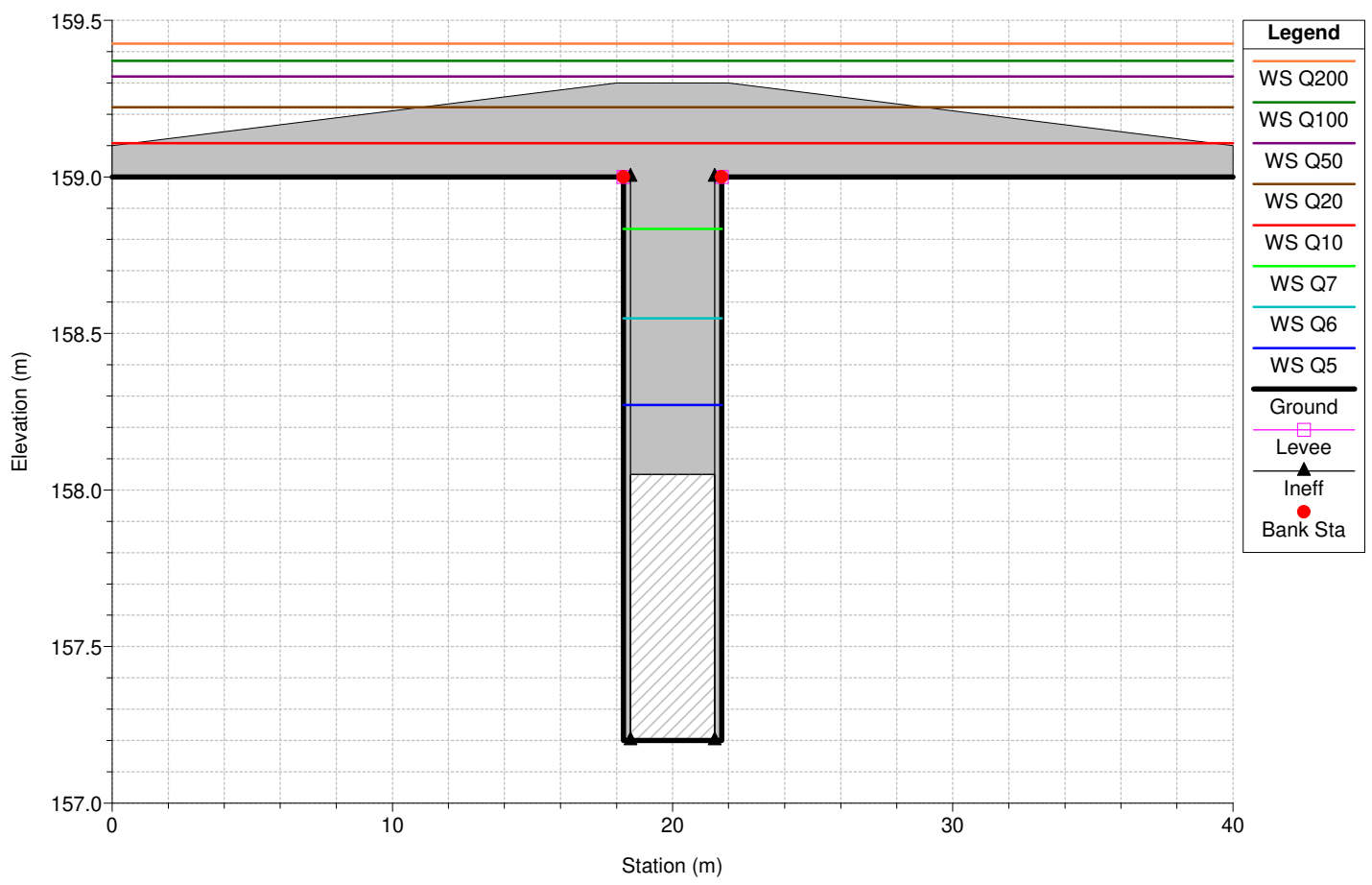
Enzola Plan: Enzola\_SDF  
 Geom: Enzola\_Geo\_SDF\_mod Flow: Flow\_SDF  
 River = Enzola Reach = . RS = 1860.6 Sezione 19.9 - a valle della soglia



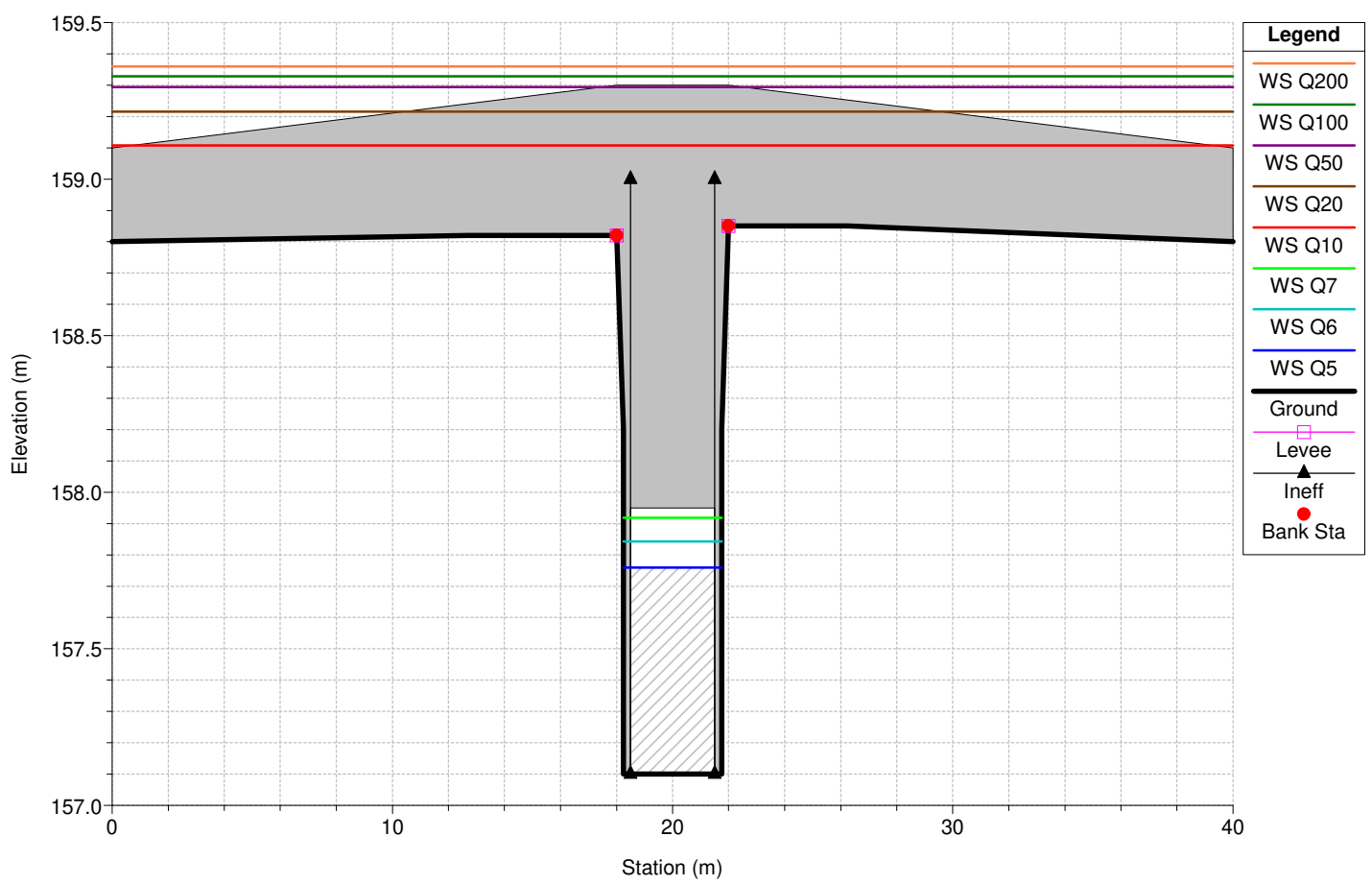
Enzola Plan: Enzola\_SDF  
 Geom: Enzola\_Geo\_SDF\_mod Flow: Flow\_SDF  
 River = Enzola Reach = . RS = 1858 Sezione 19.8 - sottopasso SP23 monte



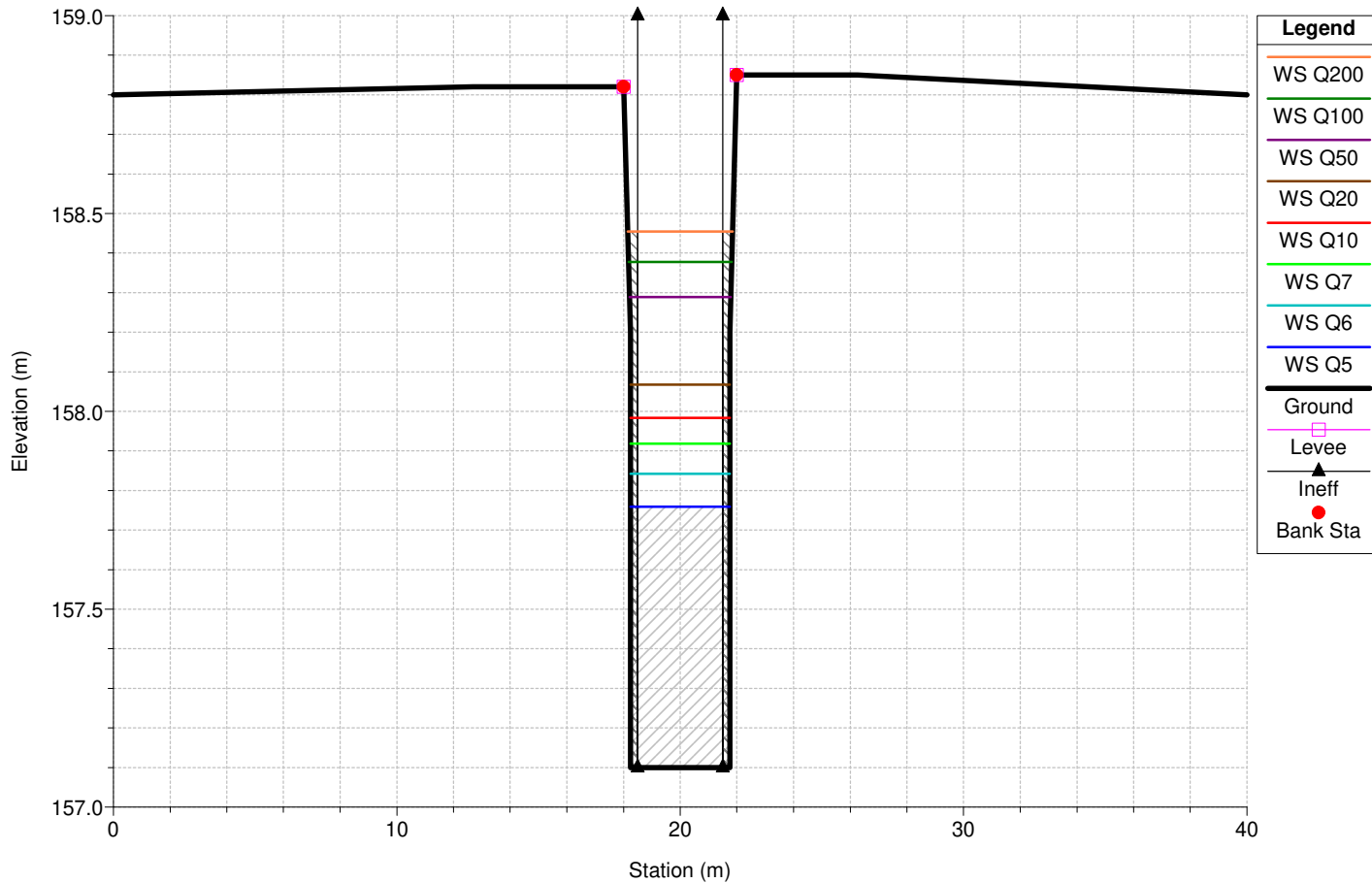
Enzola Plan: Enzola\_SDF  
 Geom: Enzola\_Geo\_SDF\_mod Flow: Flow\_SDF  
 River = Enzola Reach = . RS = 1853 Culv Ponte SP23 (300x85)



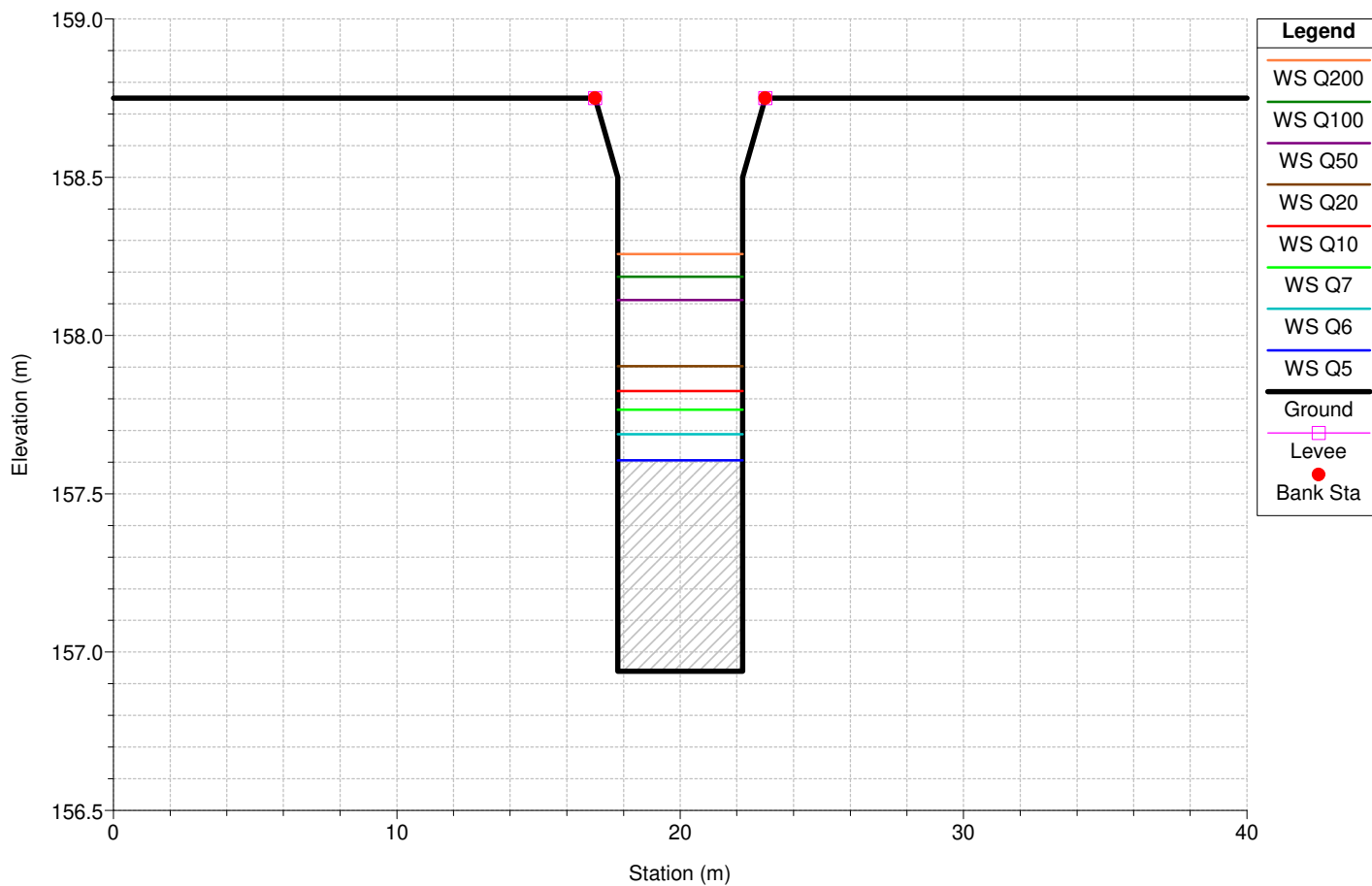
Enzola Plan: Enzola\_SDF  
 Geom: Enzola\_Geo\_SDF\_mod Flow: Flow\_SDF  
 River = Enzola Reach = . RS = 1853 Culv Ponte SP23 (300x85)



Enzola Plan: Enzola\_SDF  
 Geom: Enzola\_Geo\_SDF\_mod Flow: Flow\_SDF  
 River = Enzola Reach = . RS = 1848 Sezione 19.7 - sottopasso SP23 valle

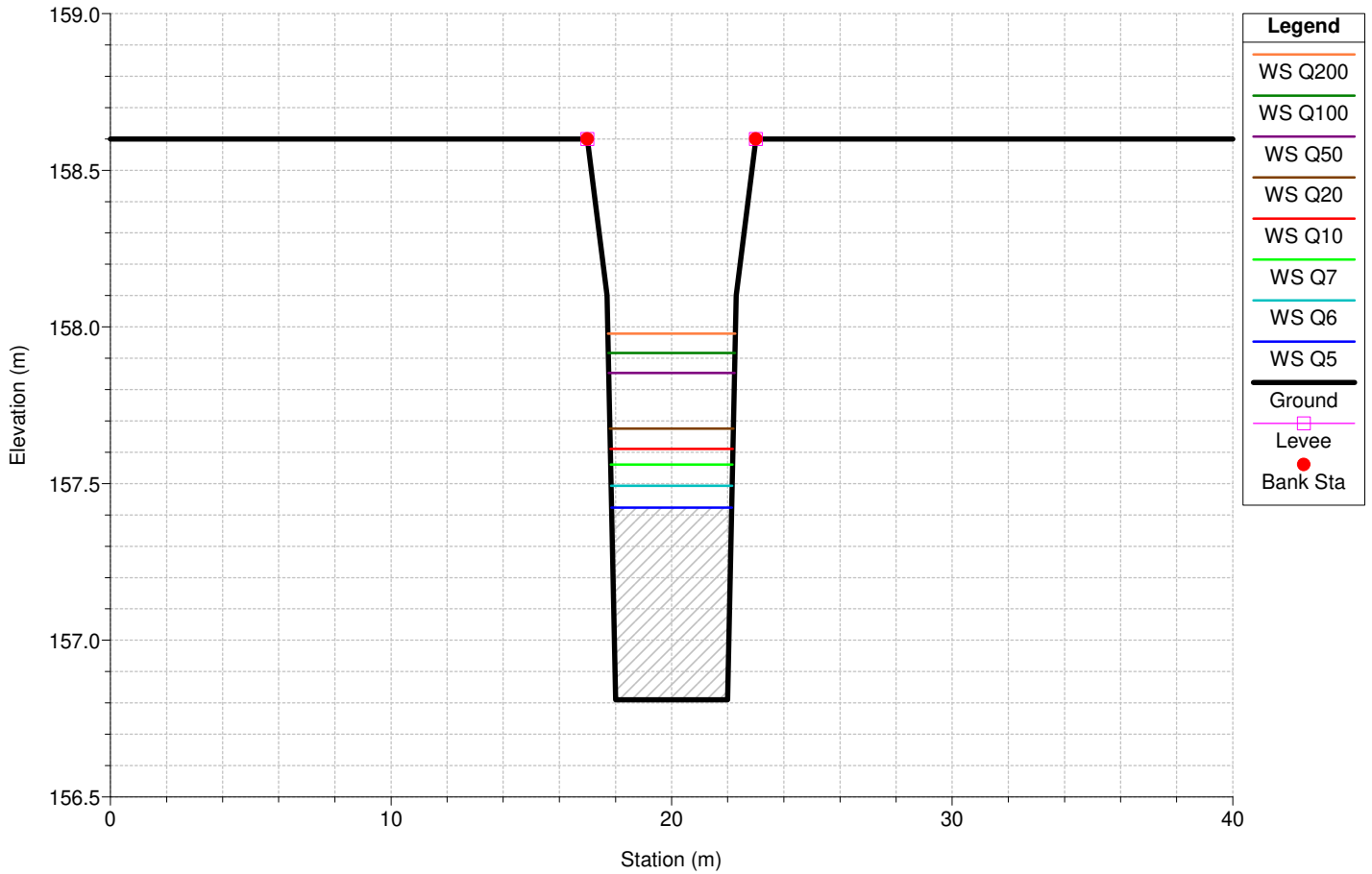


Enzola Plan: Enzola\_SDF  
 Geom: Enzola\_Geo\_SDF\_mod Flow: Flow\_SDF  
 River = Enzola Reach = . RS = 1838 Sezione 19.6

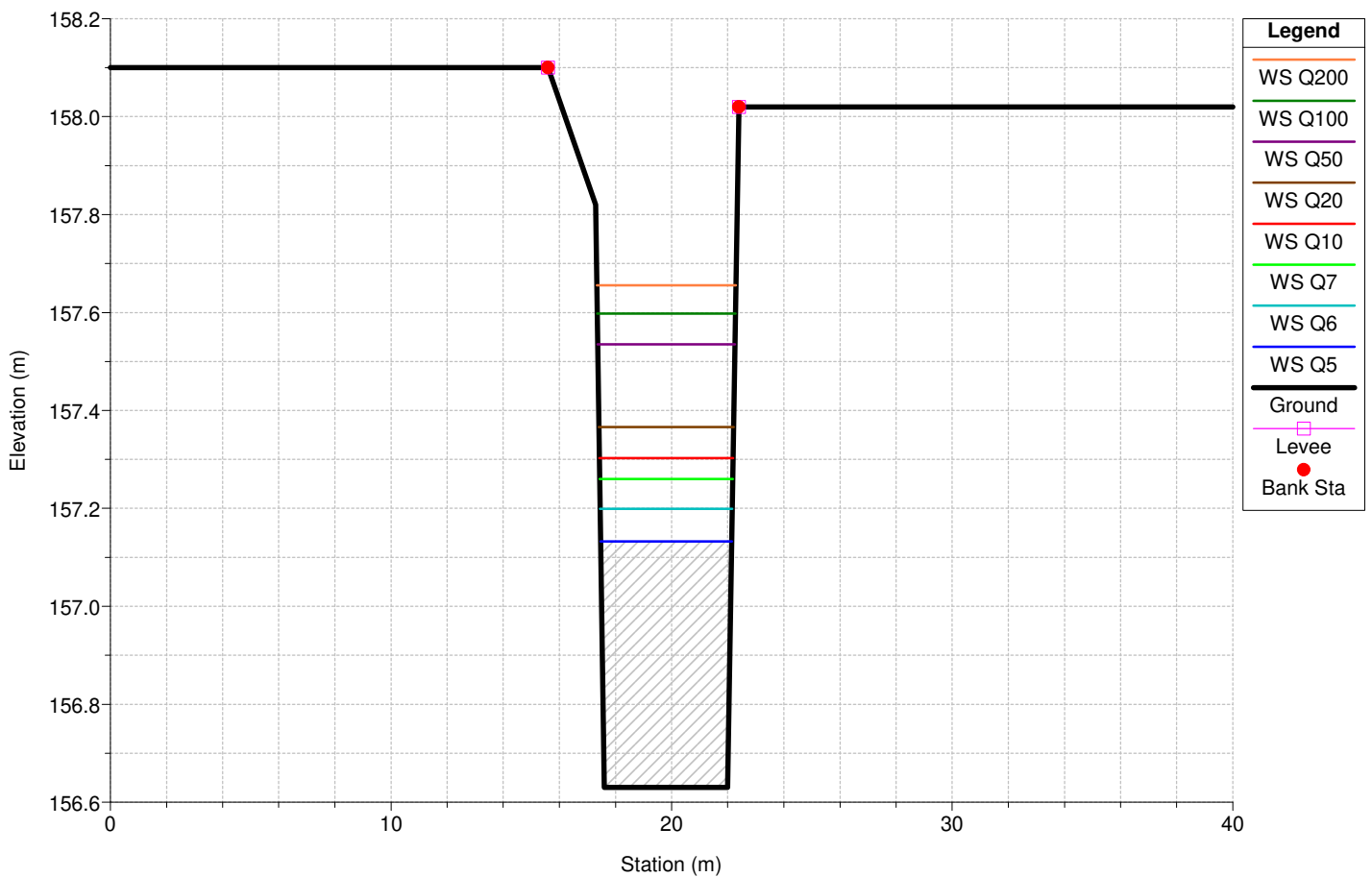




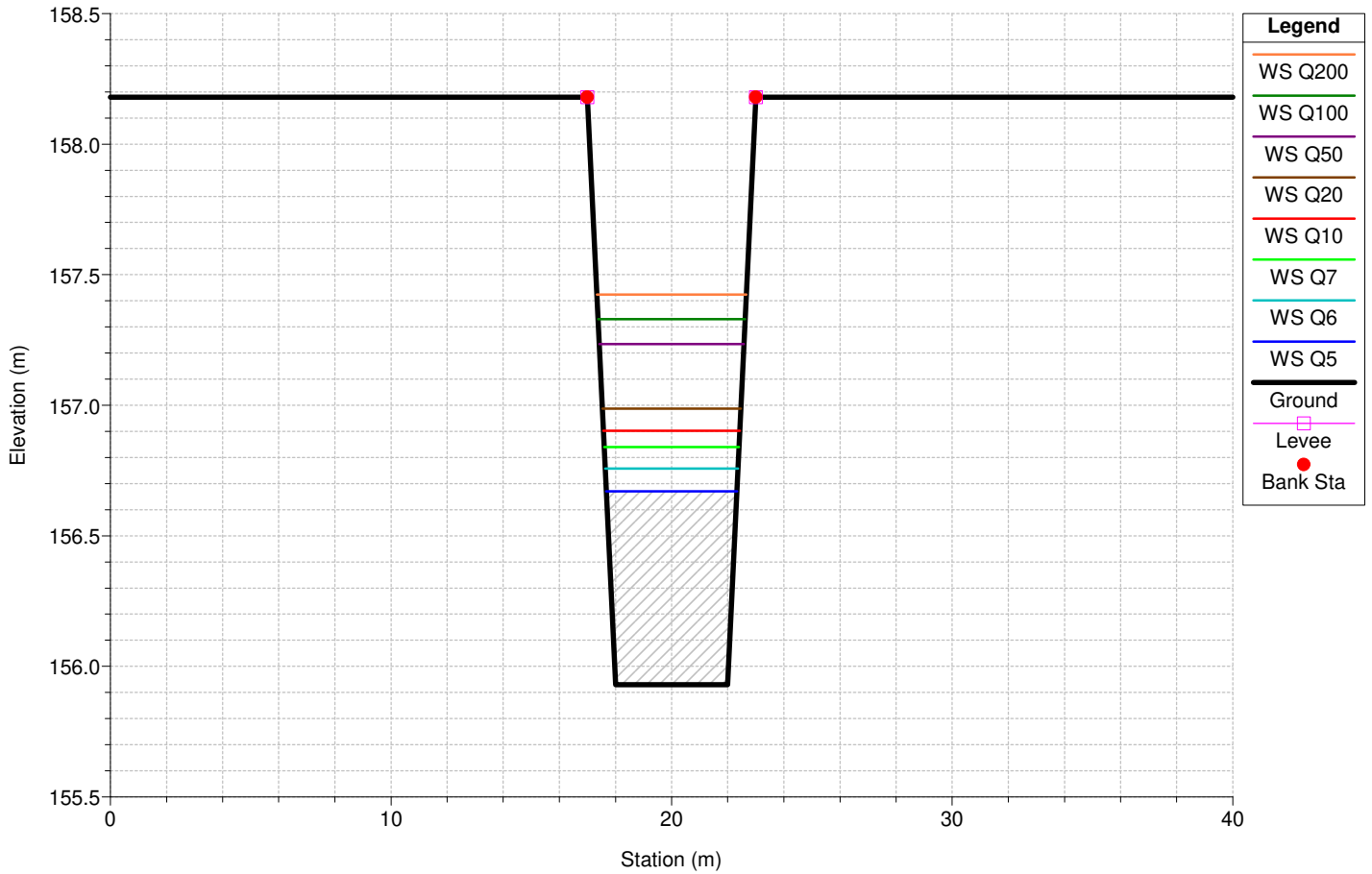
Enzola Plan: Enzola\_SDF  
 Geom: Enzola\_Geo\_SDF\_mod Flow: Flow\_SDF  
 River = Enzola Reach = . RS = 1828 Sezione 19.5



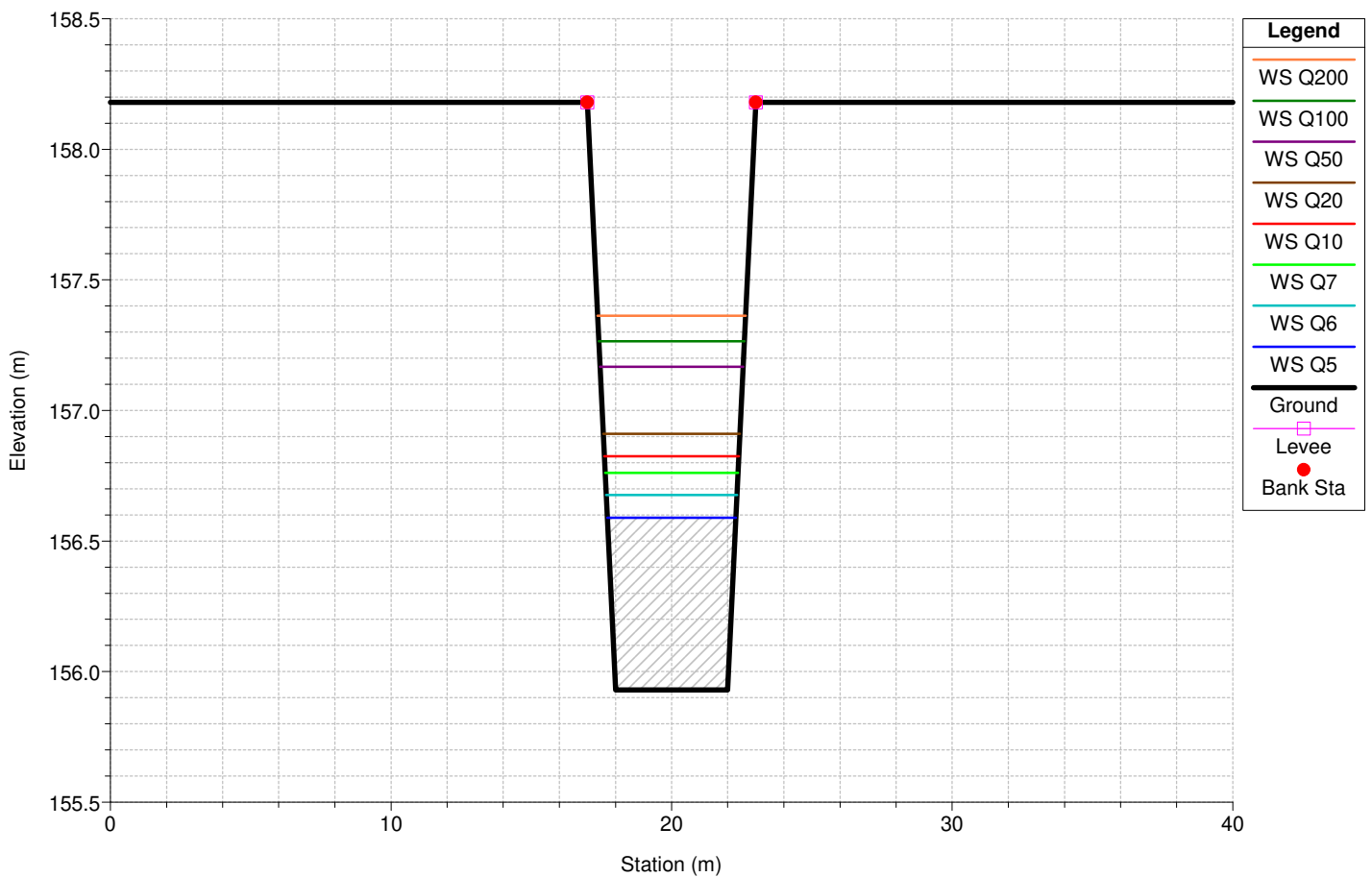
Enzola Plan: Enzola\_SDF  
 Geom: Enzola\_Geo\_SDF\_mod Flow: Flow\_SDF  
 River = Enzola Reach = . RS = 1814 Sezione 19 - soglia monte



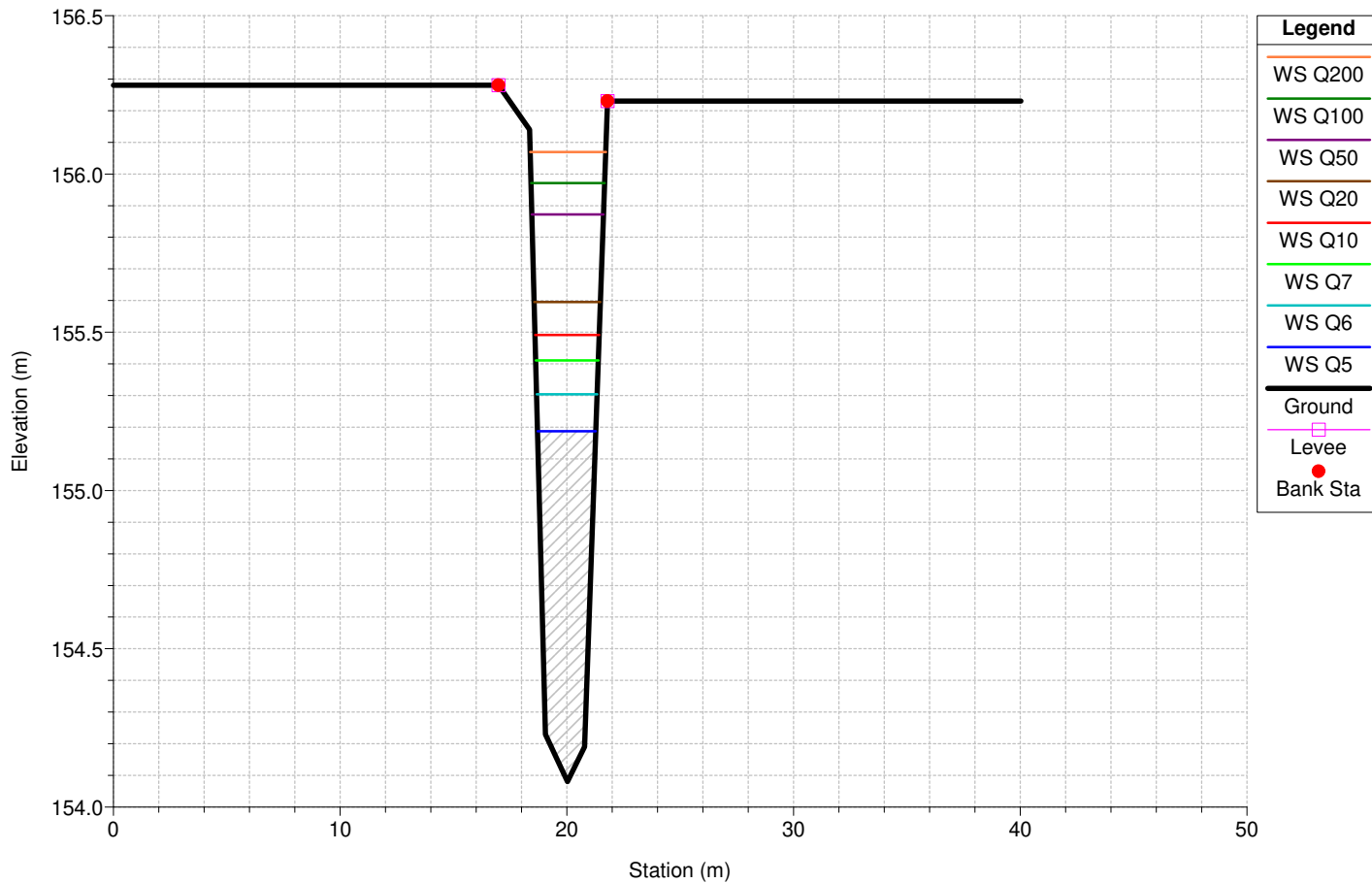
Enzola Plan: Enzola\_SDF  
 Geom: Enzola\_Geo\_SDF\_mod Flow: Flow\_SDF  
 River = Enzola Reach = . RS = 1813.9 Sezione 18.9 - a valle del salto



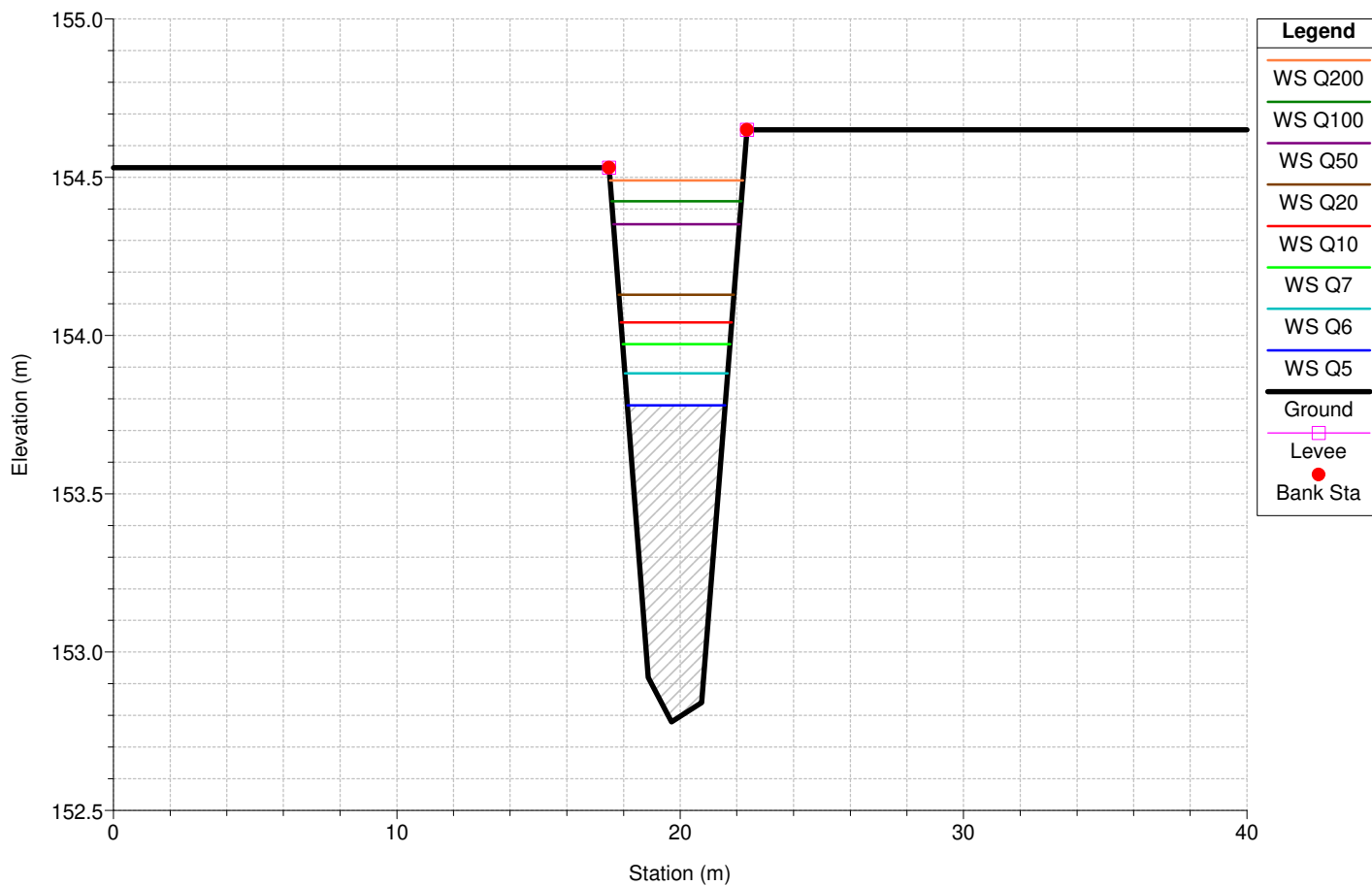
Enzola Plan: Enzola\_SDF  
 Geom: Enzola\_Geo\_SDF\_mod Flow: Flow\_SDF  
 River = Enzola Reach = . RS = 1809 Sezione 18.8 - fine soglia



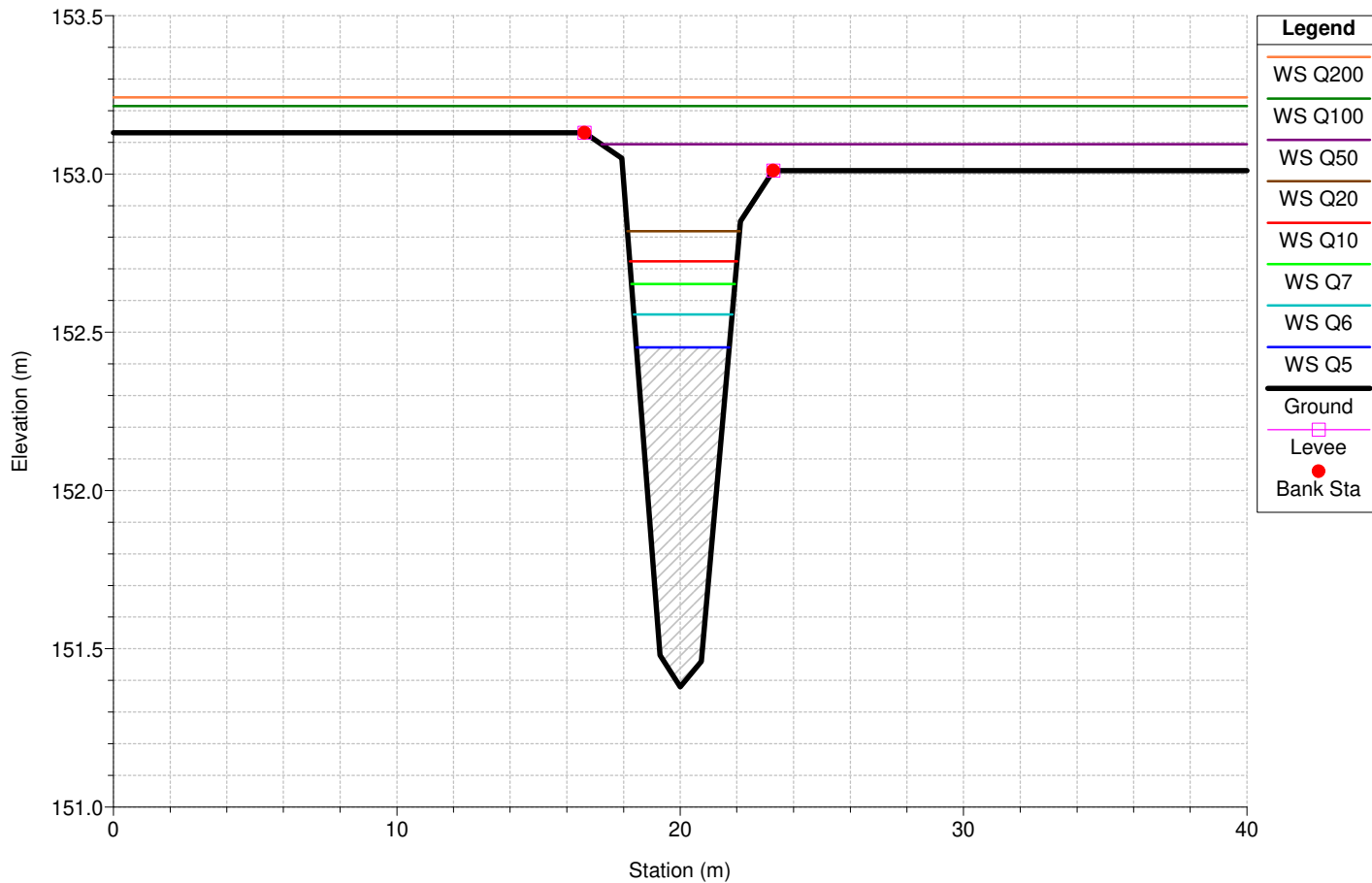
Enzola Plan: Enzola\_SDF  
 Geom: Enzola\_Geo\_SDF\_mod Flow: Flow\_SDF  
 River = Enzola Reach = . RS = 1704 Sezione 18



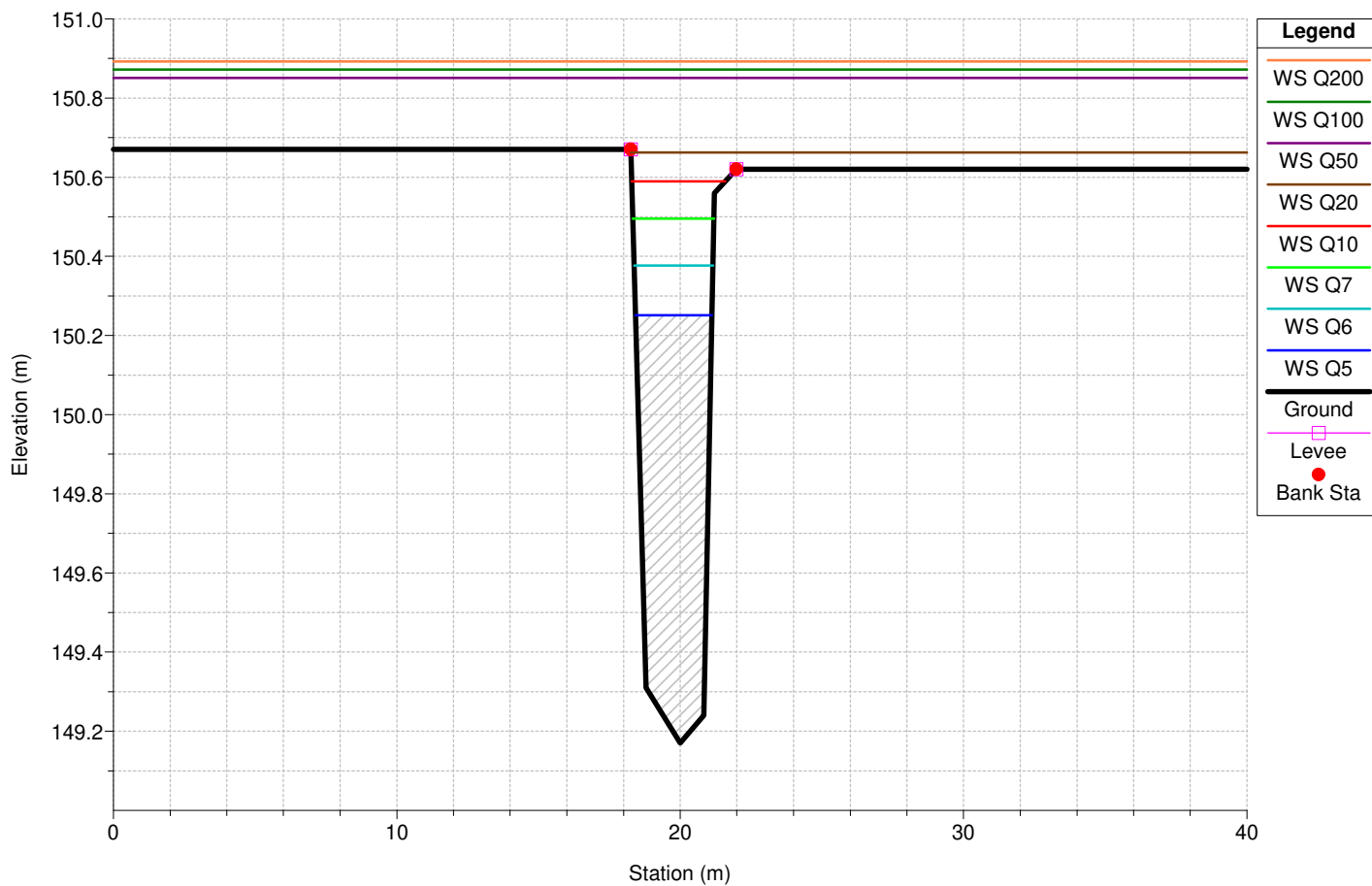
Enzola Plan: Enzola\_SDF  
 Geom: Enzola\_Geo\_SDF\_mod Flow: Flow\_SDF  
 River = Enzola Reach = . RS = 1620 Sezione 17



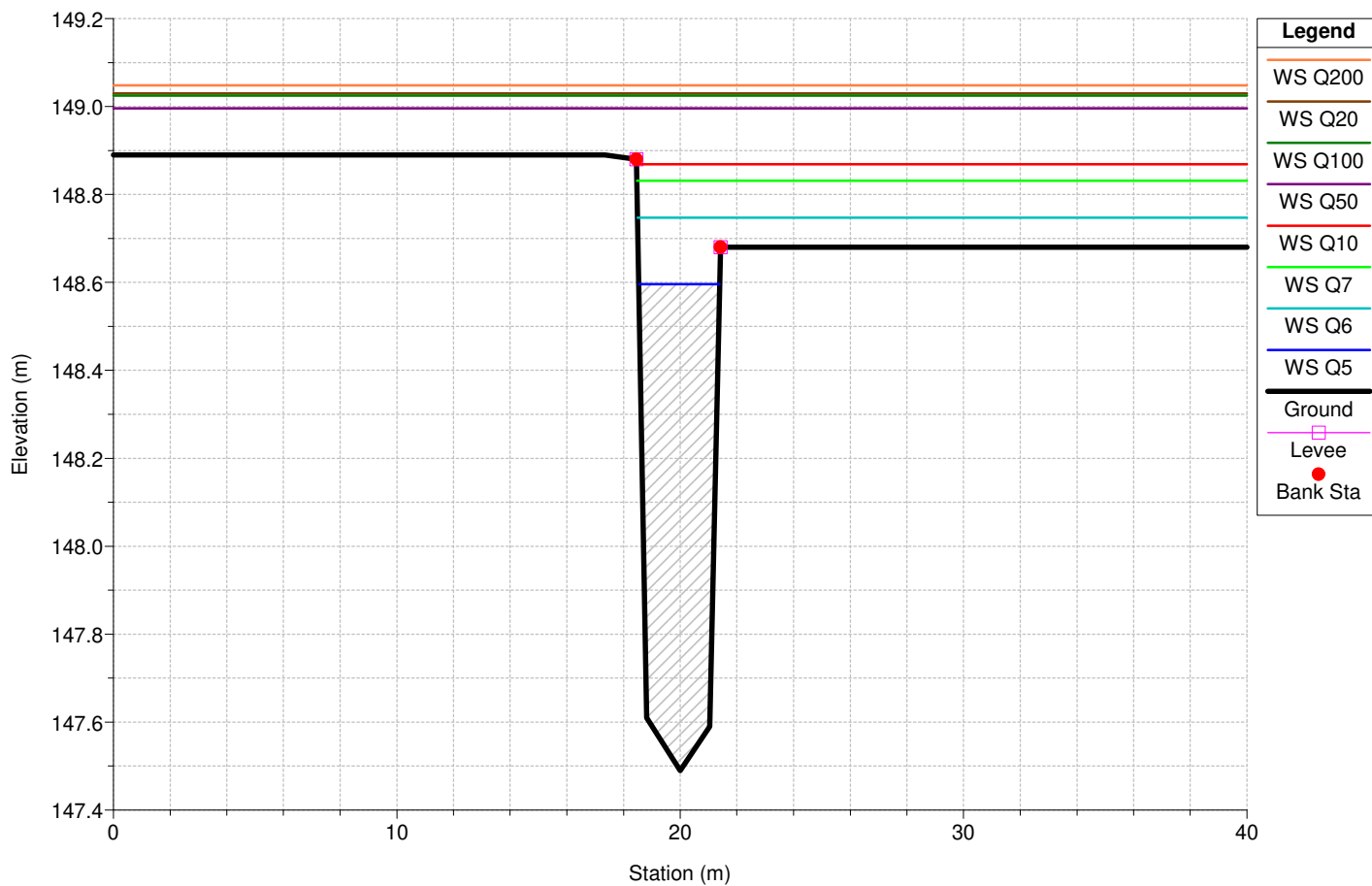
Enzola Plan: Enzola\_SDF  
 Geom: Enzola\_Geo\_SDF\_mod Flow: Flow\_SDF  
 River = Enzola Reach = . RS = 1528 Sezione 16



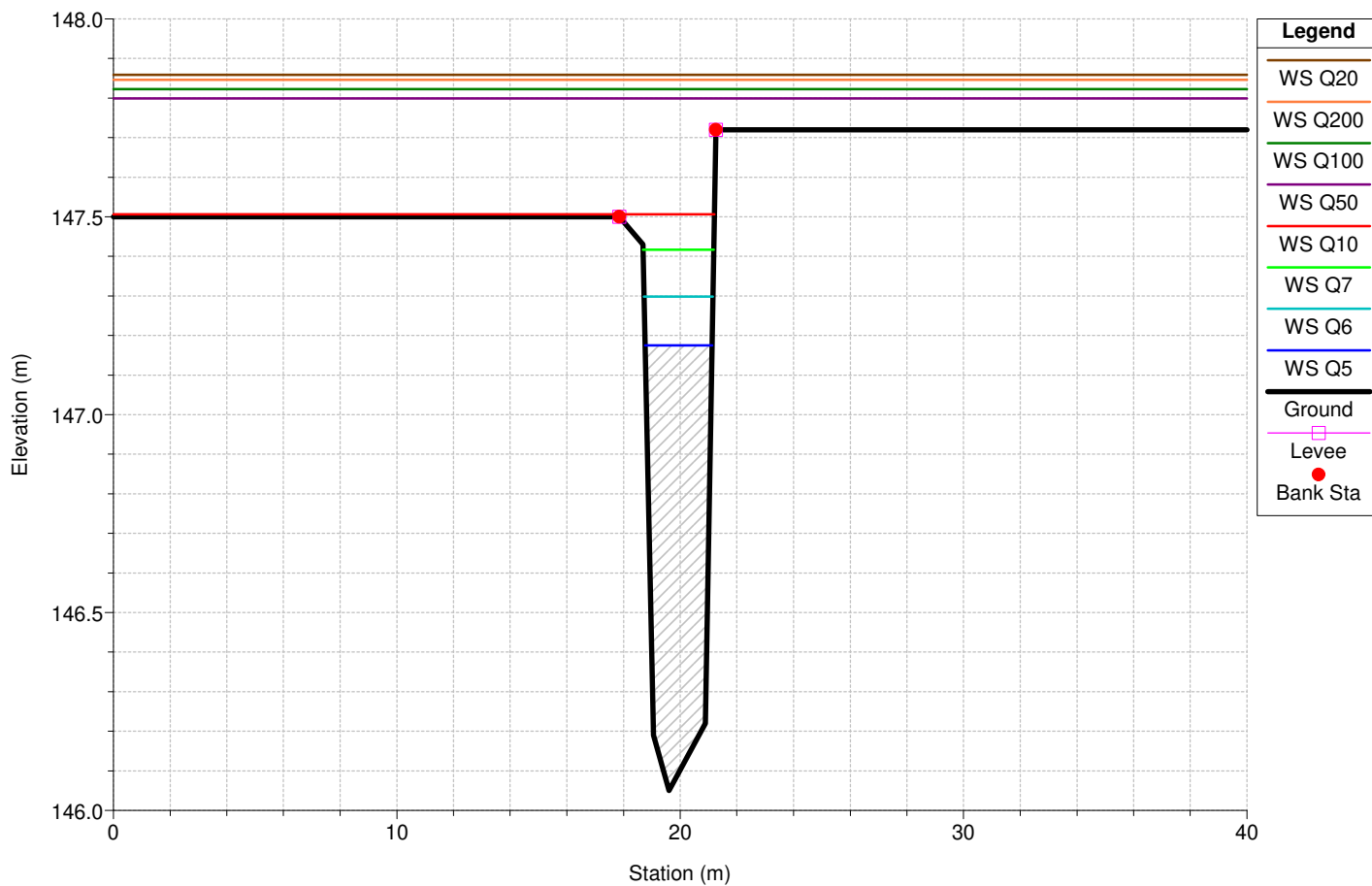
Enzola Plan: Enzola\_SDF  
 Geom: Enzola\_Geo\_SDF\_mod Flow: Flow\_SDF  
 River = Enzola Reach = . RS = 1381 Sezione 15



Enzola Plan: Enzola\_SDF  
 Geom: Enzola\_Geo\_SDF\_mod Flow: Flow\_SDF  
 River = Enzola Reach = . RS = 1266 Sezione 14

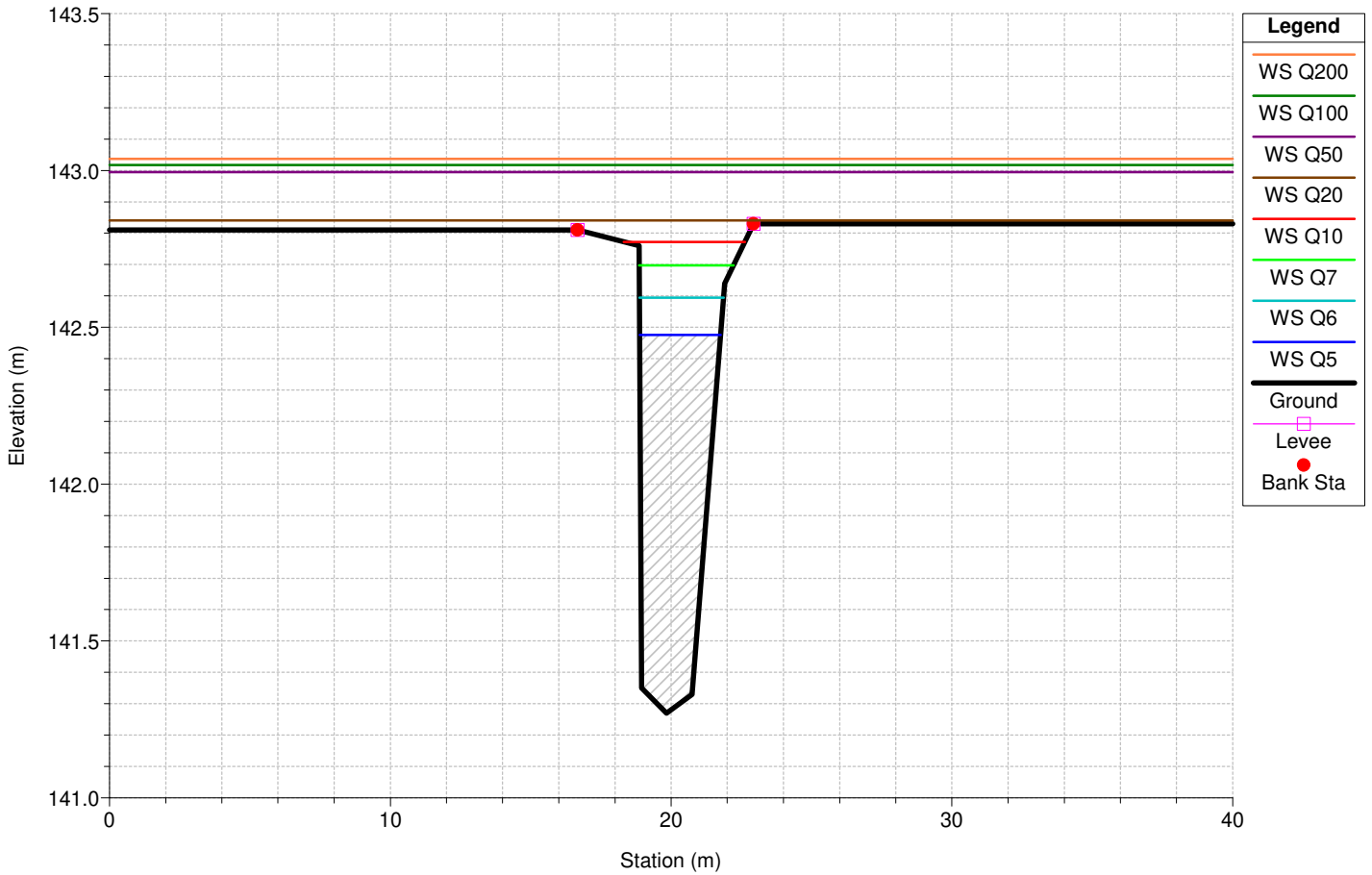


Enzola Plan: Enzola\_SDF  
 Geom: Enzola\_Geo\_SDF\_mod Flow: Flow\_SDF  
 River = Enzola Reach = . RS = 1164 Sezione 13

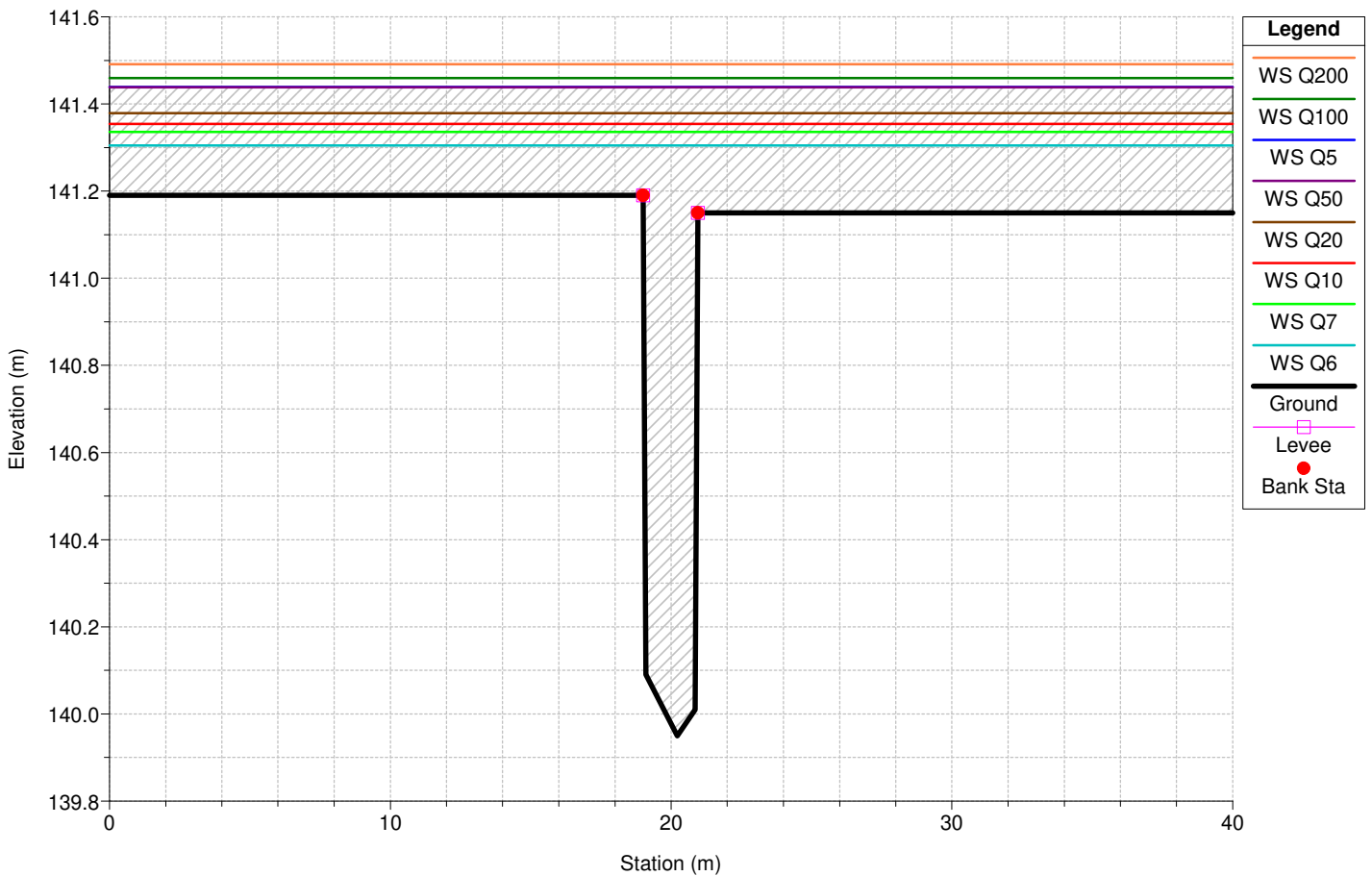




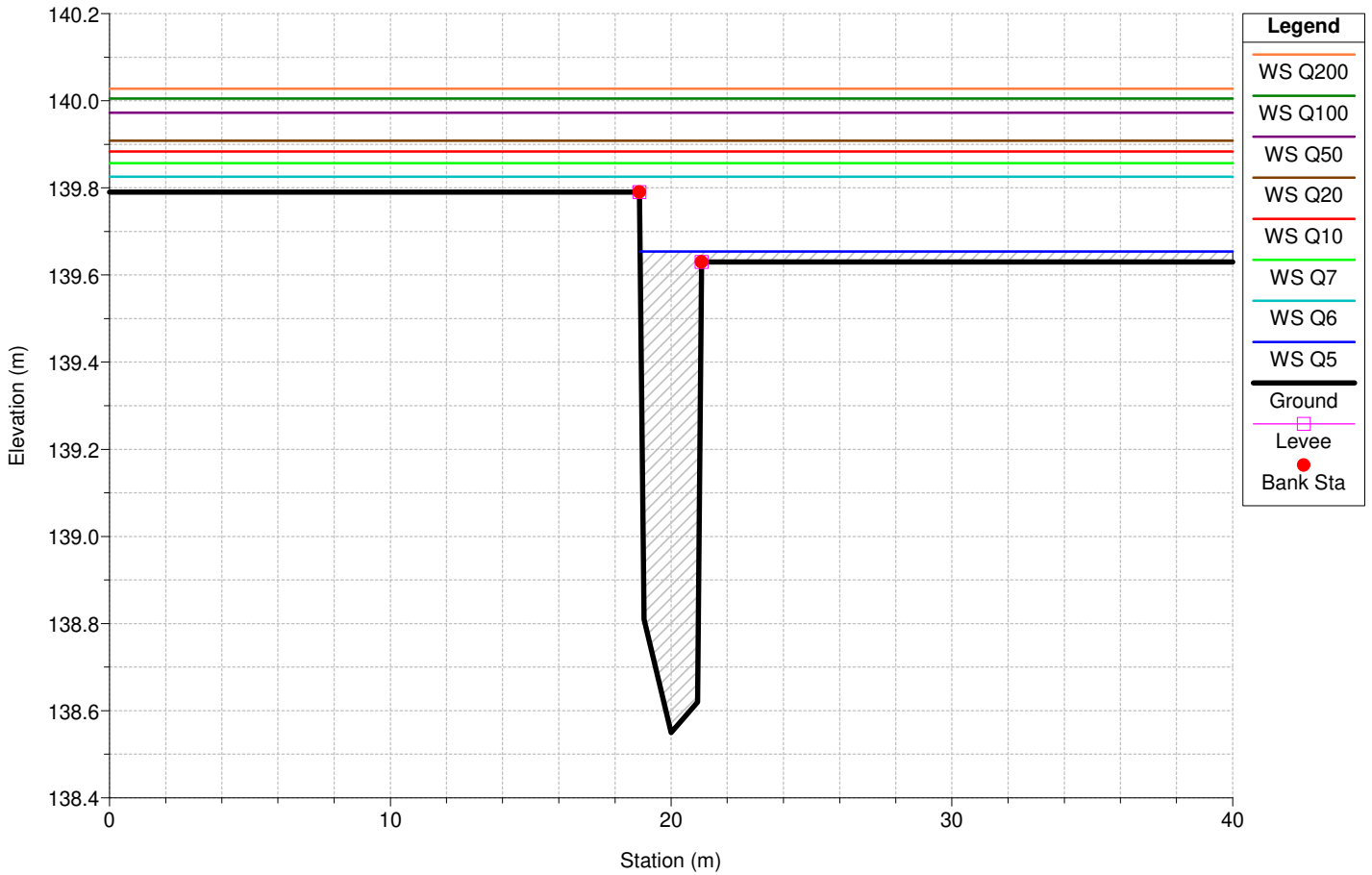
Enzola Plan: Enzola\_SDF  
 Geom: Enzola\_Geo\_SDF\_mod Flow: Flow\_SDF  
 River = Enzola Reach = . RS = 820 Sezione 10



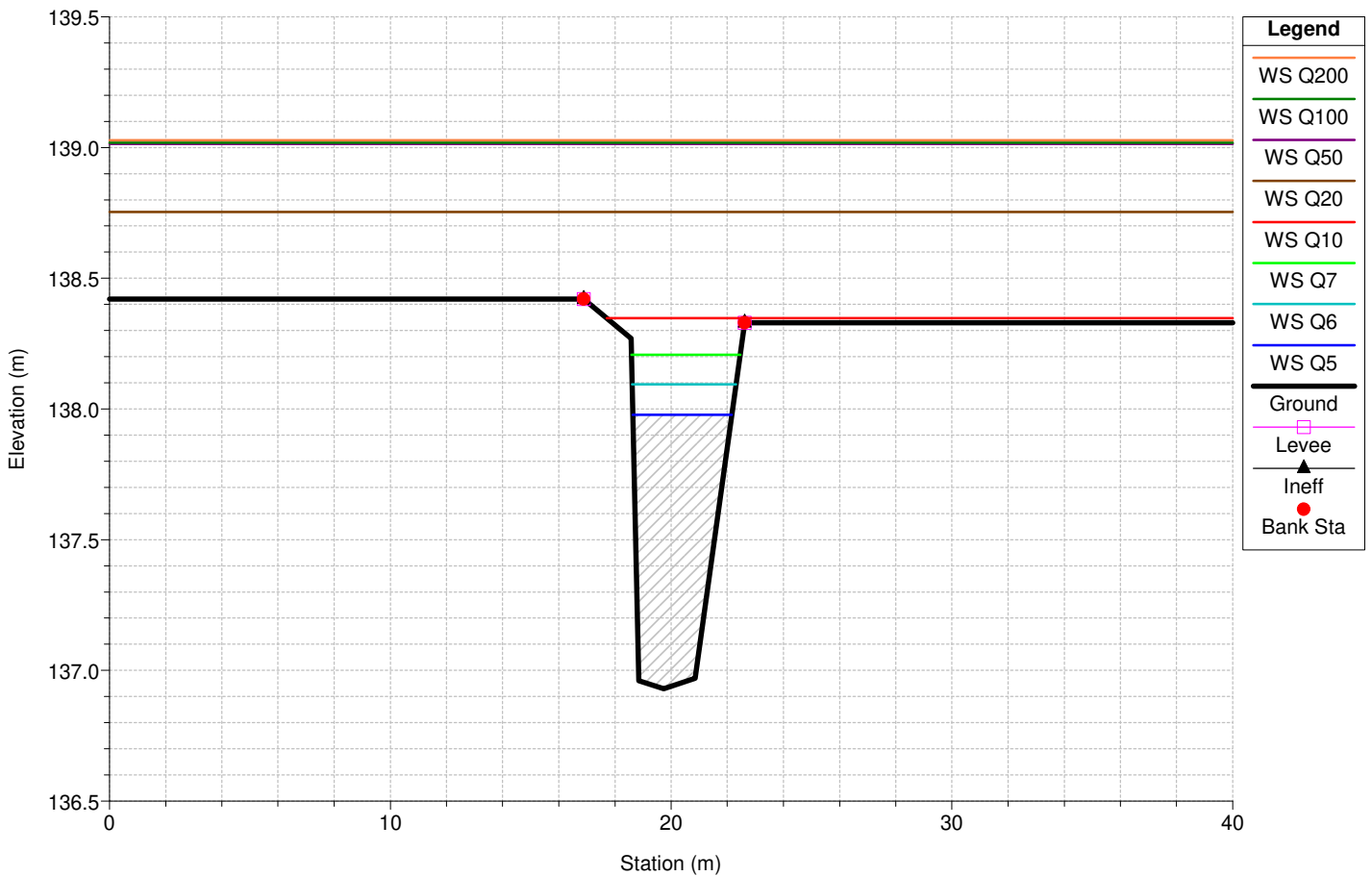
Enzola Plan: Enzola\_SDF  
 Geom: Enzola\_Geo\_SDF\_mod Flow: Flow\_SDF  
 River = Enzola Reach = . RS = 731 Sezione 9



Enzola Plan: Enzola\_SDF  
 Geom: Enzola\_Geo\_SDF\_mod Flow: Flow\_SDF  
 River = Enzola Reach = . RS = 604 Sezione 8



Enzola Plan: Enzola\_SDF  
 Geom: Enzola\_Geo\_SDF\_mod Flow: Flow\_SDF  
 River = Enzola Reach = . RS = 478 Sezione 7

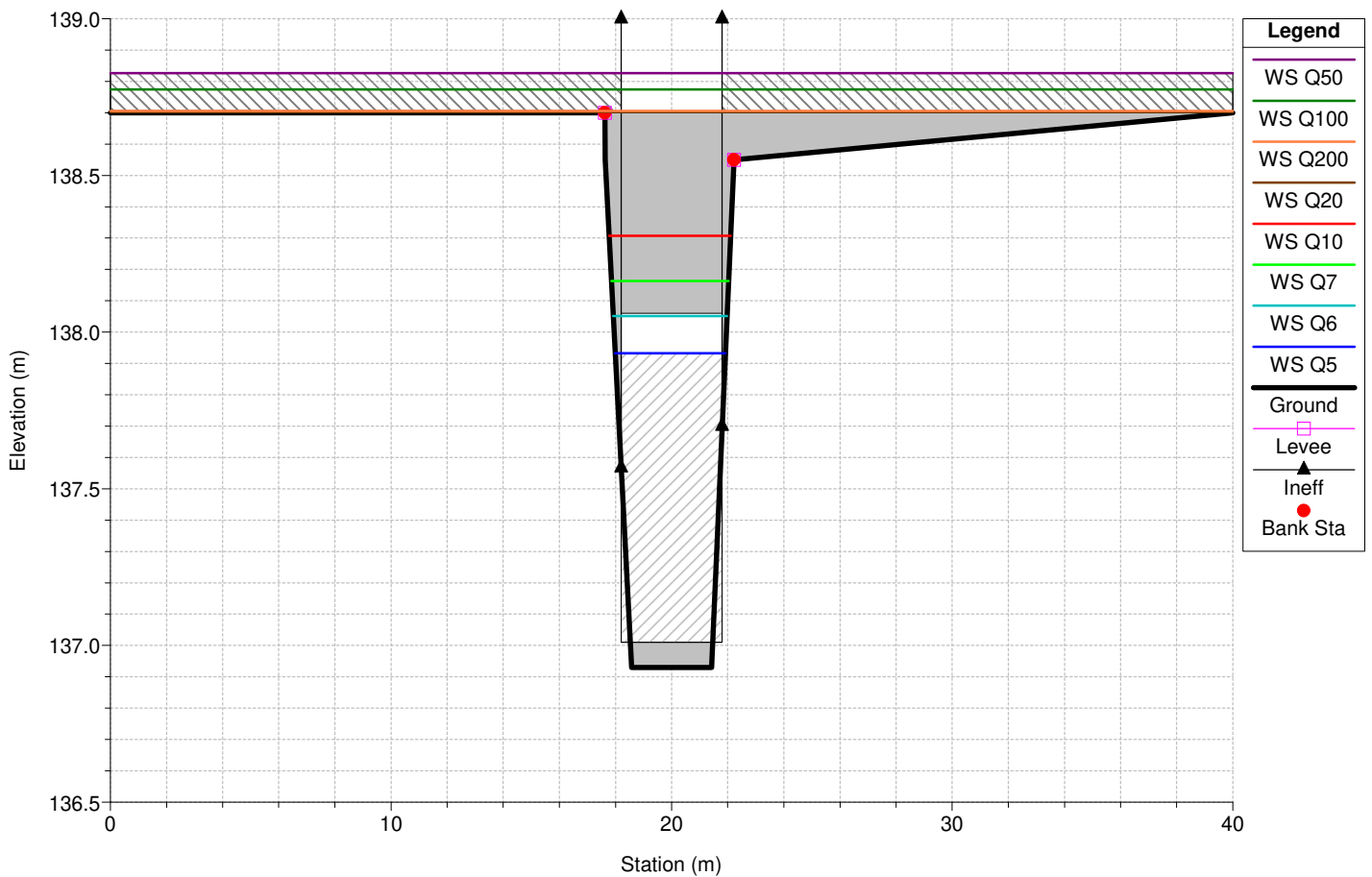




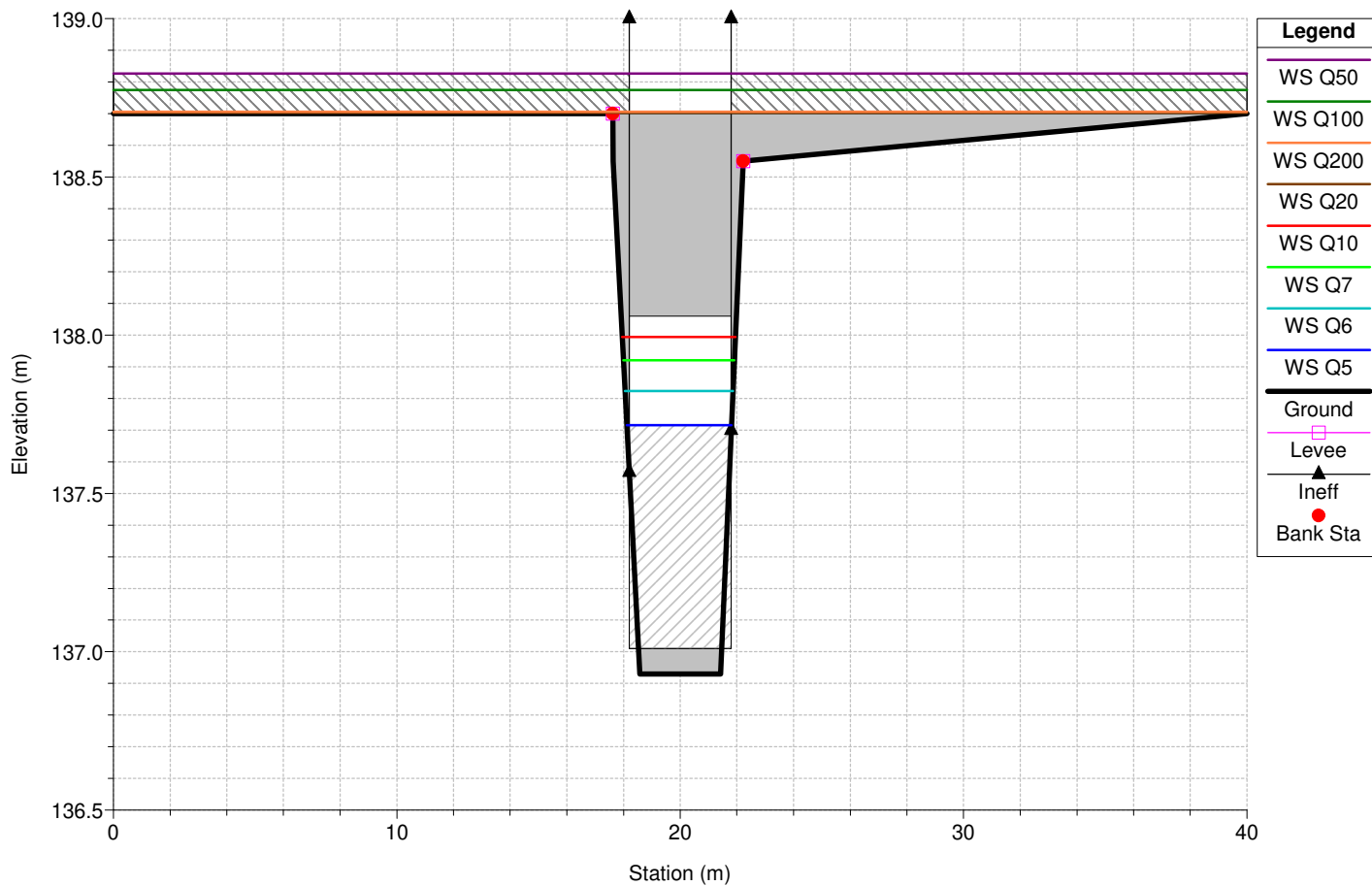
Enzola Plan: Enzola\_SDF  
 Geom: Enzola\_Geo\_SDF\_mod Flow: Flow\_SDF  
 River = Enzola Reach = . RS = 470 Sezione 6 - Ponte via Vittorio Veneto (monte)



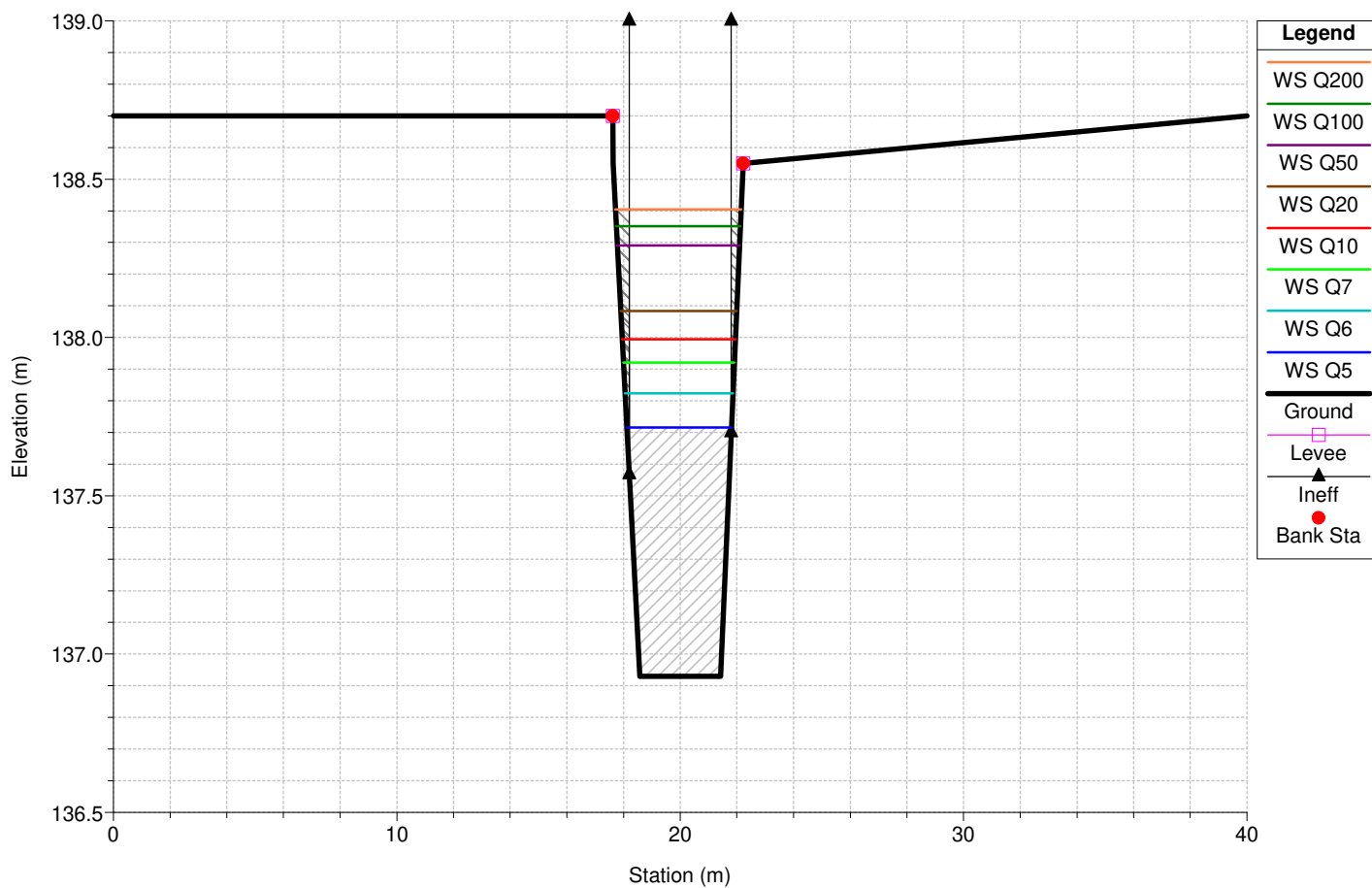
Enzola Plan: Enzola\_SDF  
 Geom: Enzola\_Geo\_SDF\_mod Flow: Flow\_SDF  
 River = Enzola Reach = . RS = 465 Culv Ponte Via Vittorio Veneto



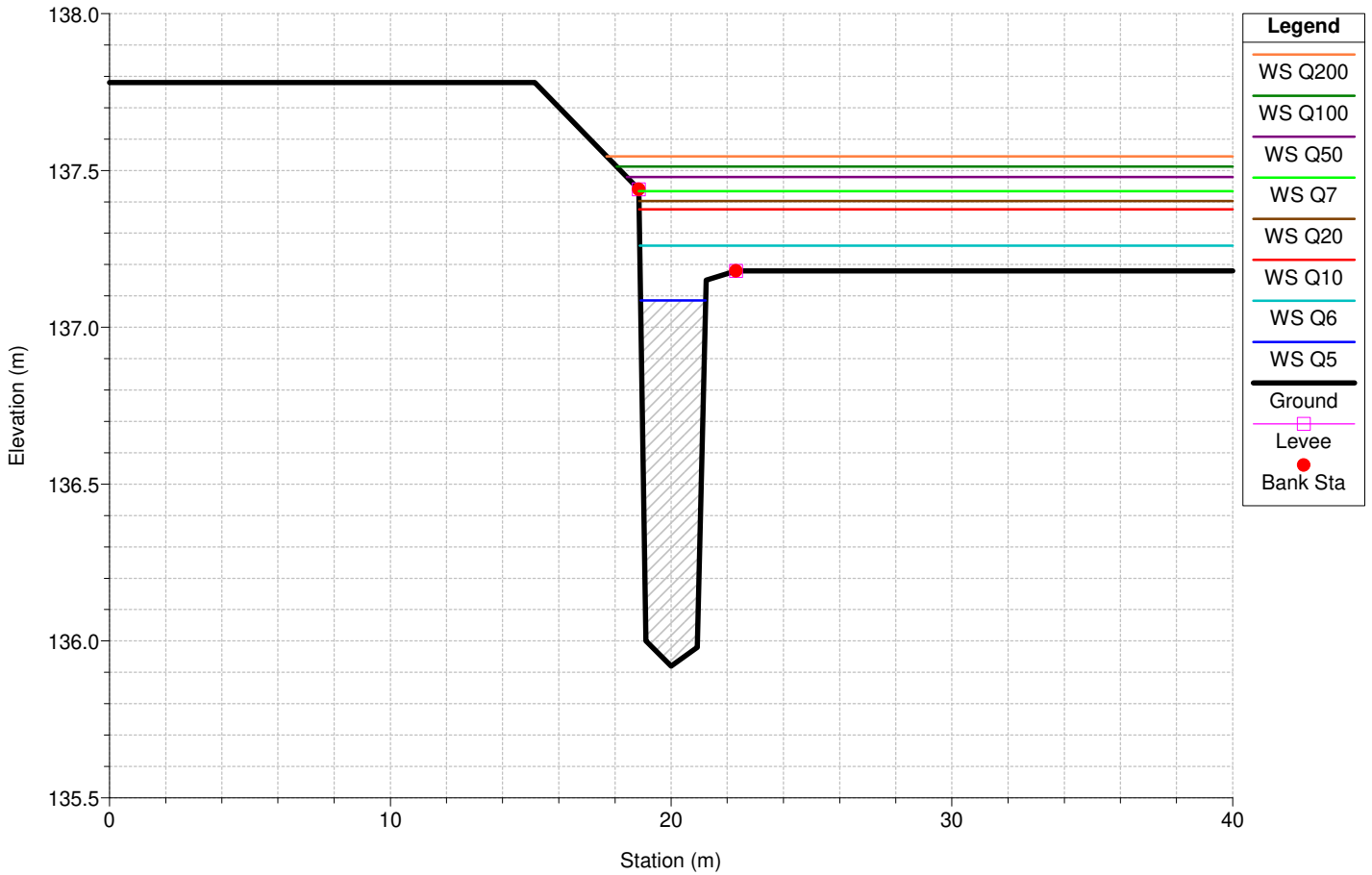
Enzola Plan: Enzola\_SDF  
 Geom: Enzola\_Geo\_SDF\_mod Flow: Flow\_SDF  
 River = Enzola Reach = . RS = 465 Culv Ponte Via Vittorio Veneto



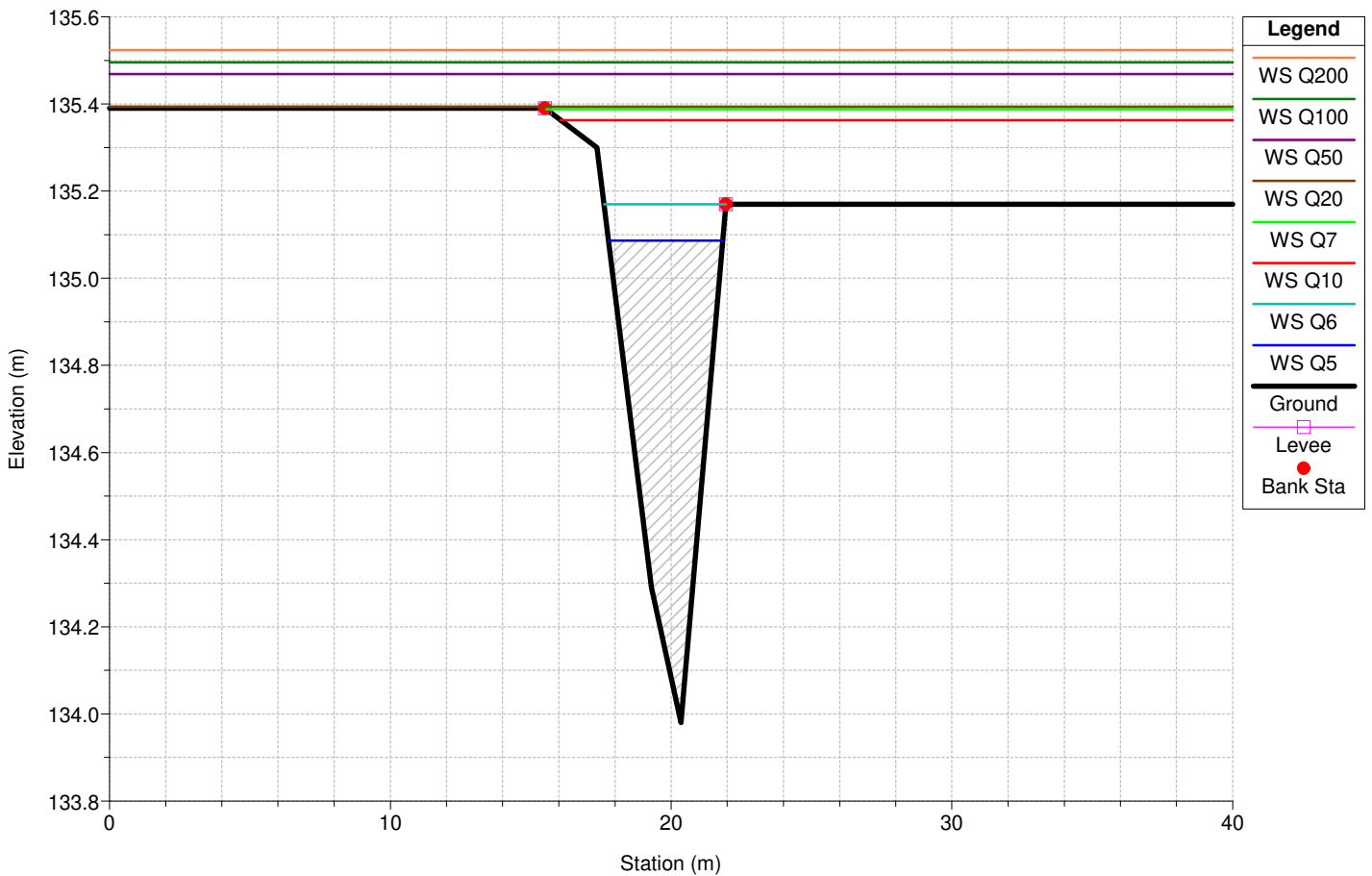
Enzola Plan: Enzola\_SDF  
 Geom: Enzola\_Geo\_SDF\_mod Flow: Flow\_SDF  
 River = Enzola Reach = . RS = 460 Sezione 5.9 - Ponte via Vittorio Veneto (valle)



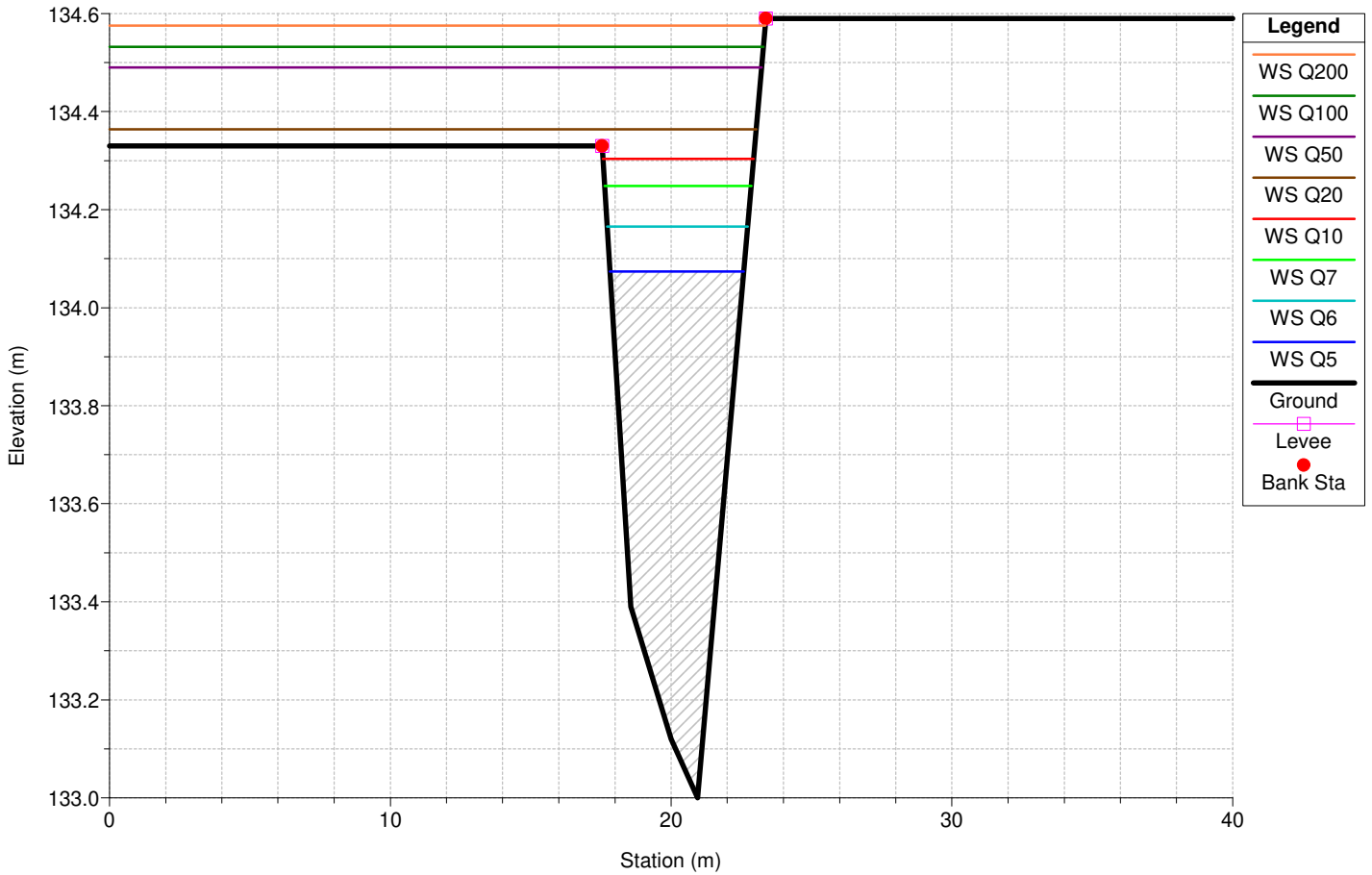
Enzola Plan: Enzola\_SDF  
 Geom: Enzola\_Geo\_SDF\_mod Flow: Flow\_SDF  
 River = Enzola Reach = . RS = 419 Sezione 5



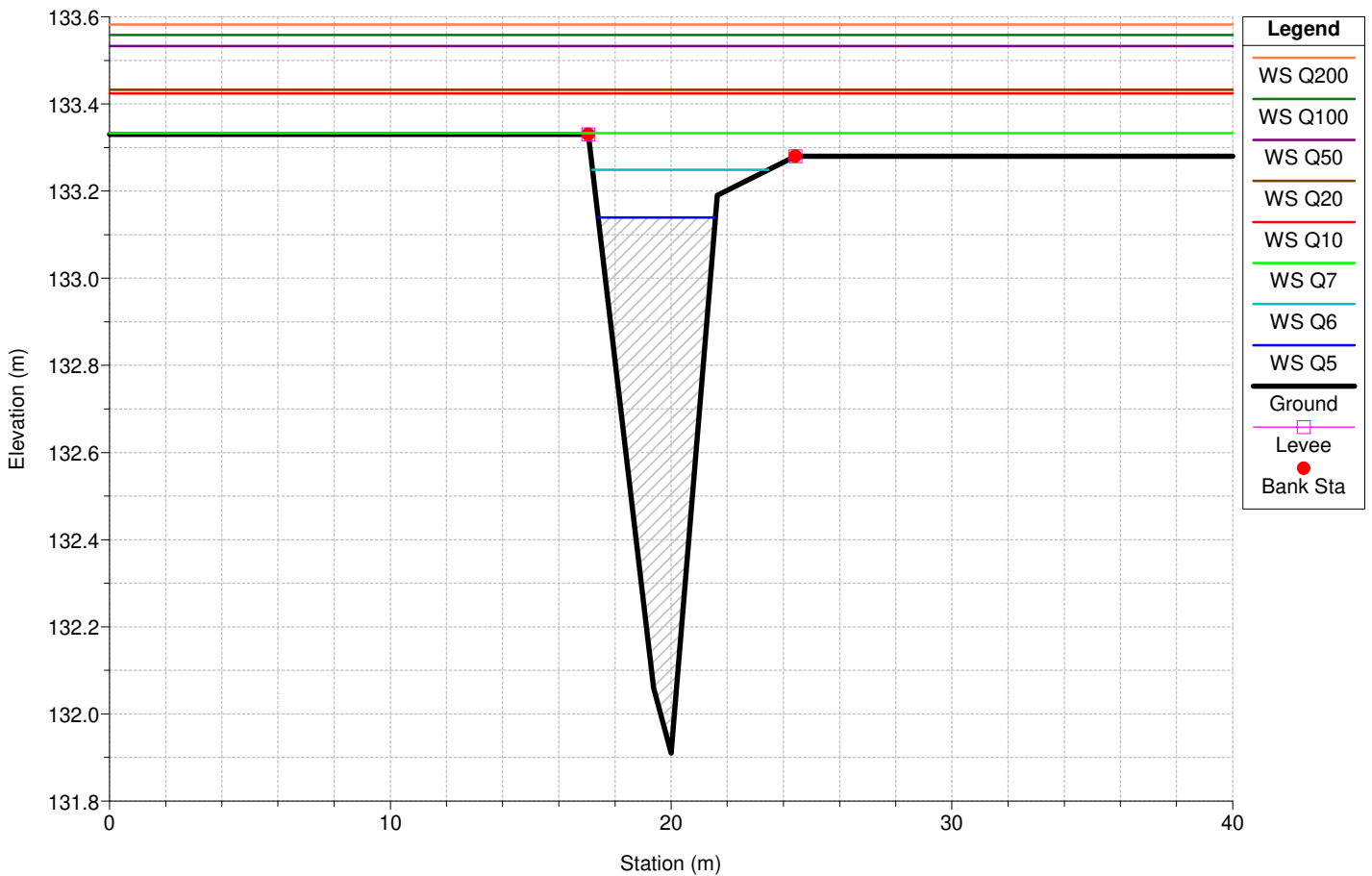
Enzola Plan: Enzola\_SDF  
 Geom: Enzola\_Geo\_SDF\_mod Flow: Flow\_SDF  
 River = Enzola Reach = . RS = 252 Sezione 4



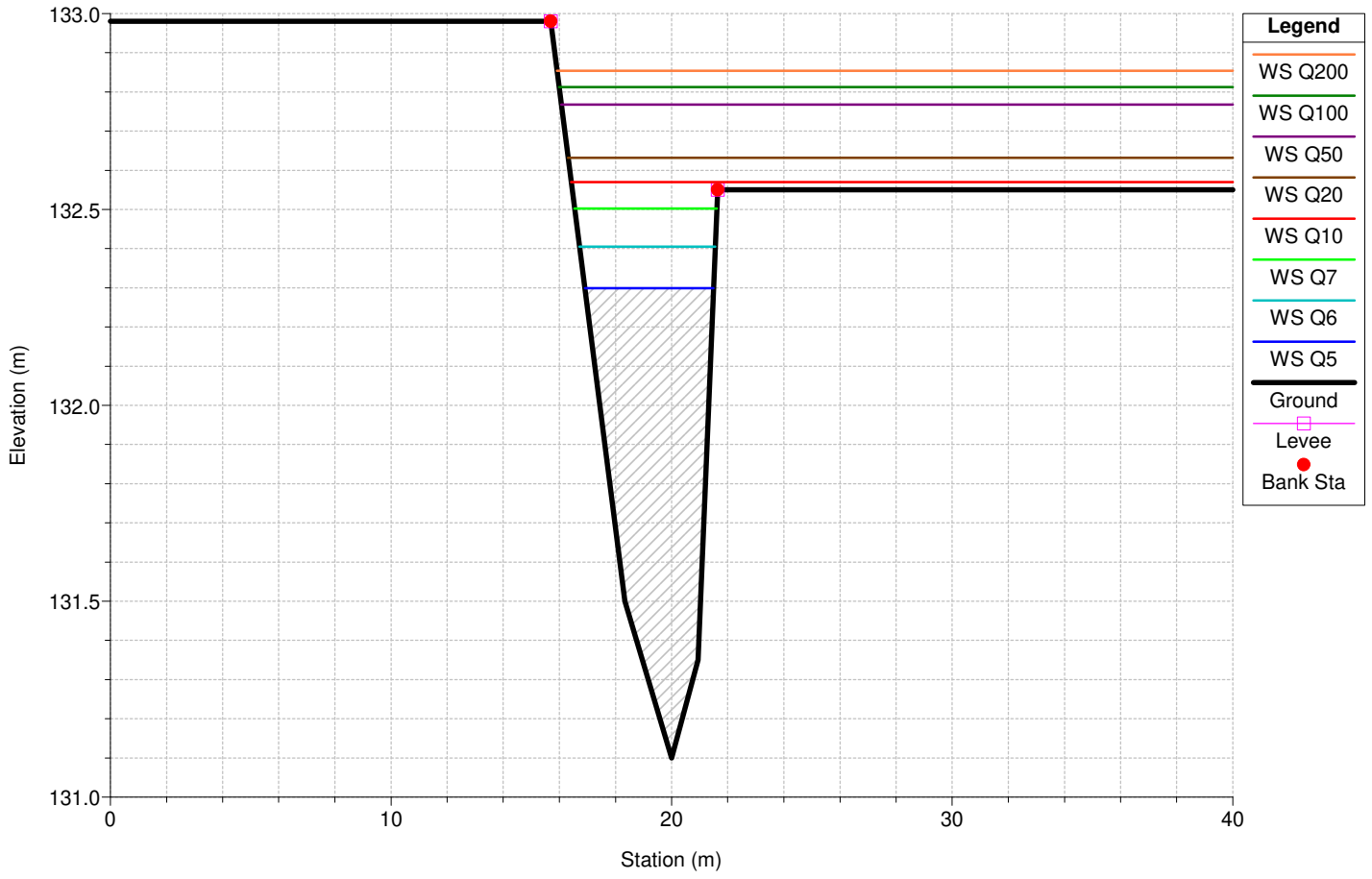
Enzola Plan: Enzola\_SDF  
 Geom: Enzola\_Geo\_SDF\_mod Flow: Flow\_SDF  
 River = Enzola Reach = . RS = 183 Sezione 3



Enzola Plan: Enzola\_SDF  
 Geom: Enzola\_Geo\_SDF\_mod Flow: Flow\_SDF  
 River = Enzola Reach = . RS = 83 Sezione 2



Enzola Plan: Enzola\_SDF  
Geom: Enzola\_Geo\_SDF\_mod Flow: Flow\_SDF  
River = Enzola Reach = . RS = 0 Sezione 1

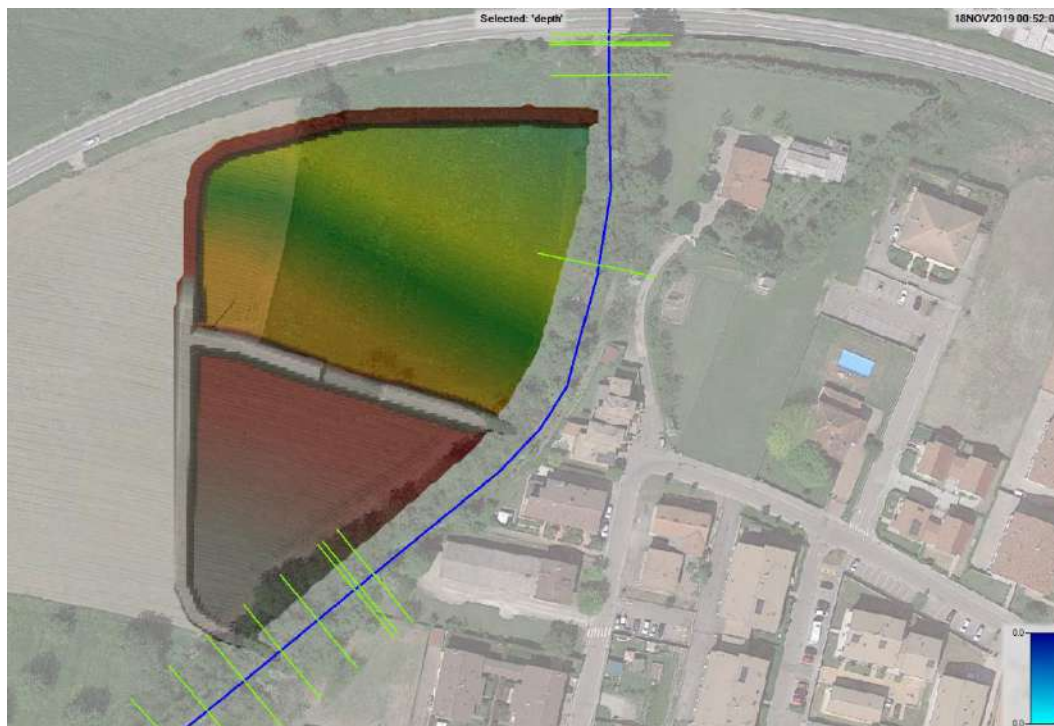


### **5.3 SCENARIO 3: STATO DI PROGETTO – DETTAGLIO CASSE**

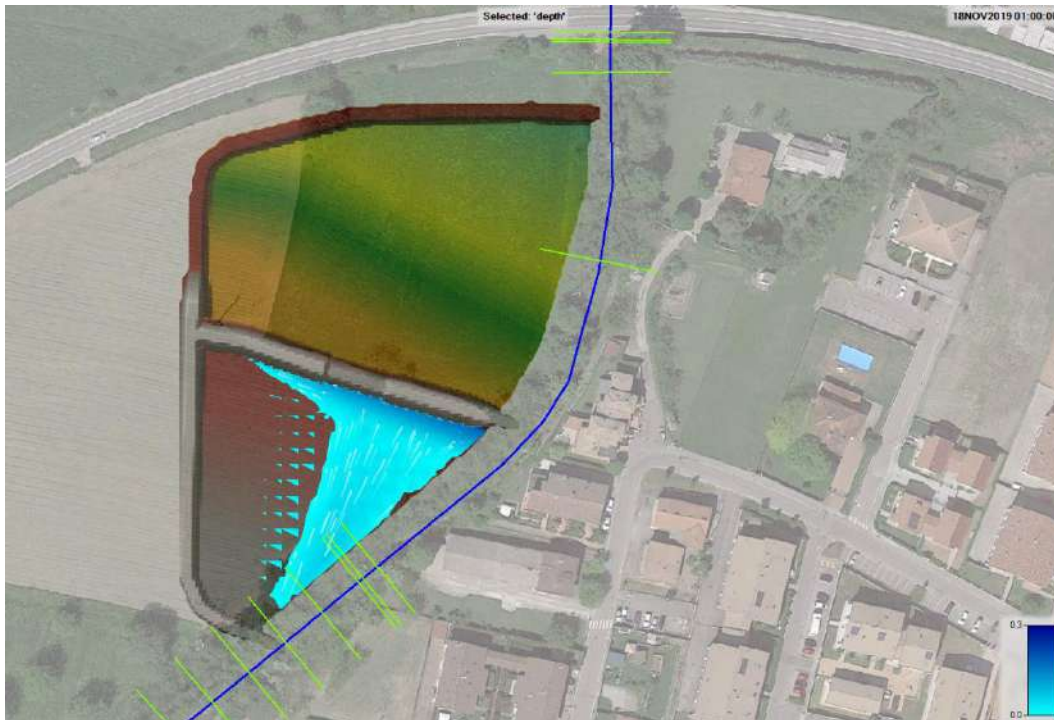
I risultati di questo scenario consentono di comprendere in modo più semplice ed intuitivo quello che è il funzionamento delle casse di espansione, in modo particolare vengono illustrate le mappe di allagamento delle stesse.

Basandosi su un modello digitale del terreno che descrive in maniera più accurata la geometria degli invasi, i risultati ottenuti da questo scenario sono più precisi rispetto a quelli ottenuti dallo scenario 2.

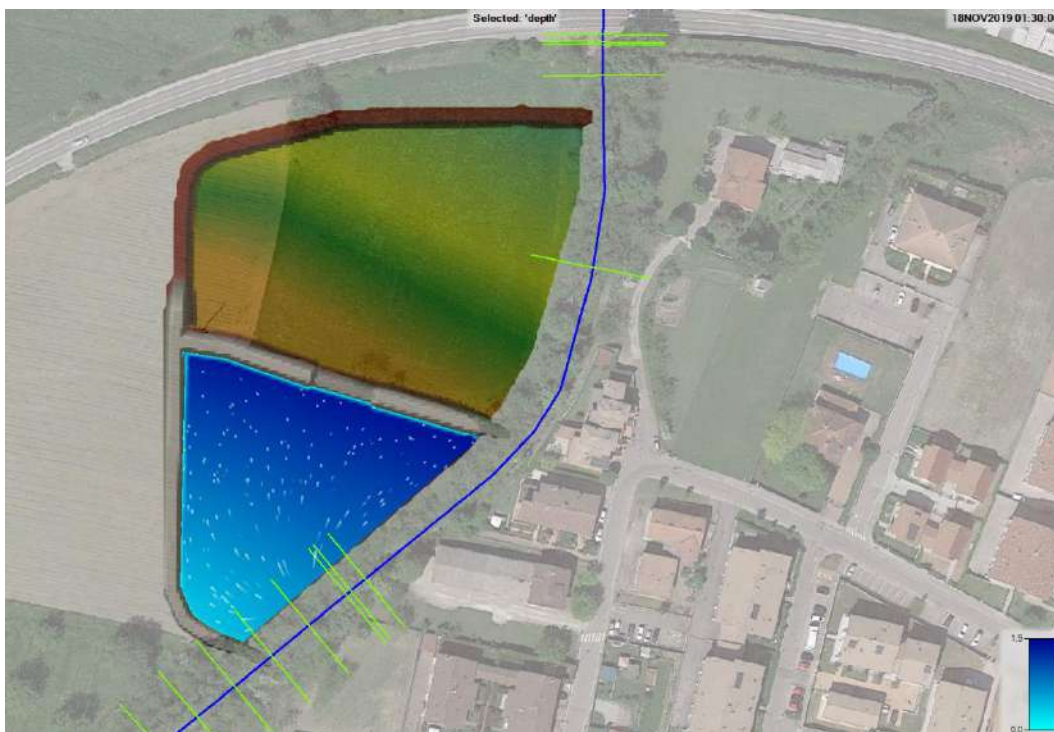
Di seguito verranno riportate le mappe di allagamento delle casse per i diversi istanti di tempo durante la propagazione della piena, in particolare ai minuti 52 (appena prima dell'entrata in funzione della cassa di monte), 60, 90, 97 (istante dell'entrata in funzione della cassa di valle), 100, 120, 150, 180 e 240 minuti.



**Figura 5-11 – Mappa di allagamento delle casse: situazione al minuto 52, istante precedente all'entrata in funzione della cassa di monte**

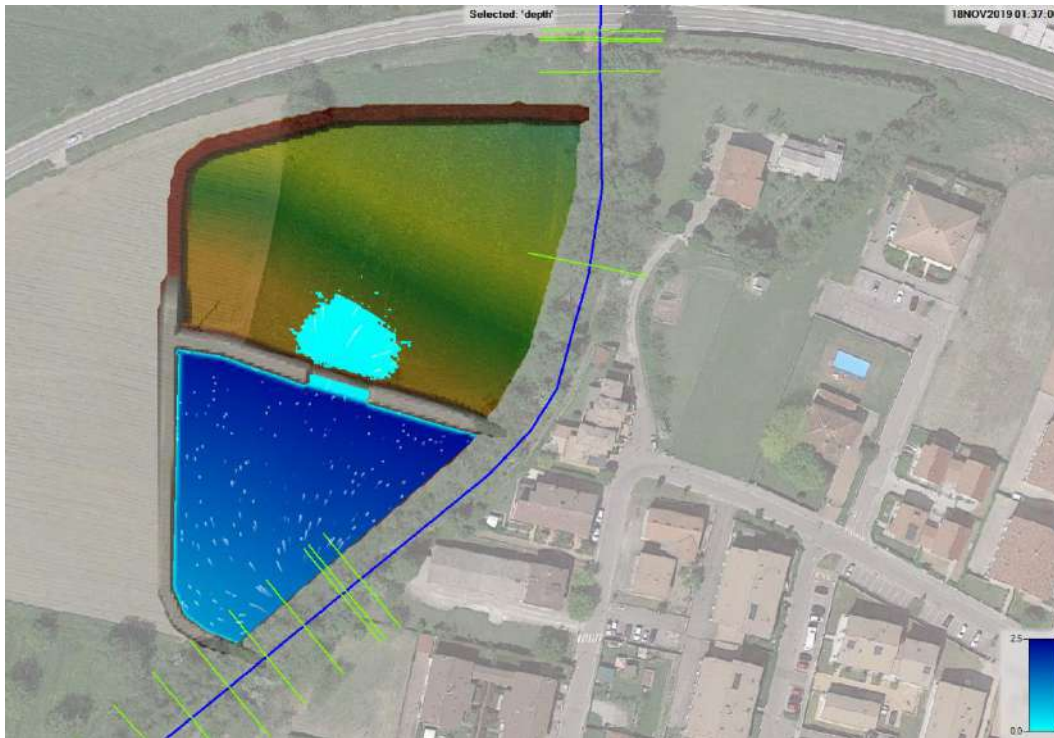


**Figura 5-12 – Mappa di allagamento delle casse: situazione al minuto 60  
(le frecce bianche indicano la direzione del flusso idrico e la velocità)**

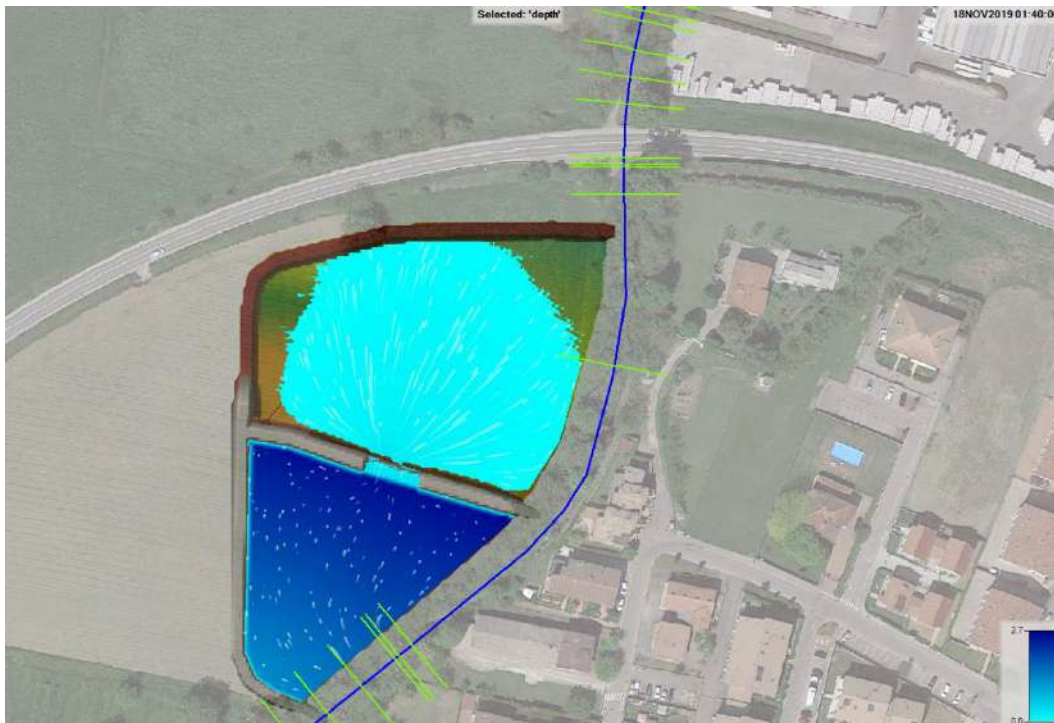


**Figura 5-13 – Mappa di allagamento delle casse: situazione al minuto 90  
(le frecce bianche indicano la direzione del flusso idrico e la velocità)**





**Figura 5-14 – Mappa di allagamento delle casse: situazione al minuto 97, istante entrata in funzione della cassa di valle (le frecce bianche indicano la direzione del flusso idrico e la velocità)**



**Figura 5-15 – Mappa di allagamento delle casse: situazione al minuto 100 (le frecce bianche indicano la direzione del flusso idrico e la velocità)**



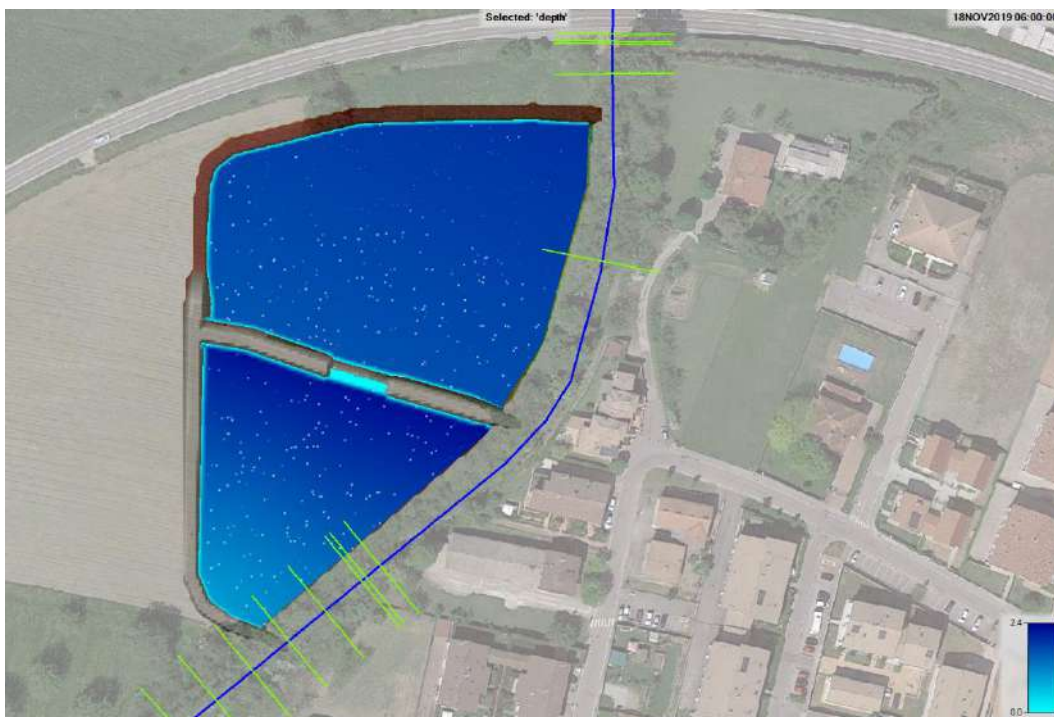
**Figura 5-16 – Mappa di allagamento delle casse: situazione al minuto 120  
(le frecce bianche indicano la direzione del flusso idrico e la velocità)**



**Figura 5-17 – Mappa di allagamento delle casse: situazione al minuto 150  
(le frecce bianche indicano la direzione del flusso idrico e la velocità)**



**Figura 5-18 – Mappa di allagamento delle casse: situazione al minuto 180  
(le frecce bianche indicano la direzione del flusso idrico e la velocità)**



**Figura 5-19 – Mappa di allagamento delle casse: situazione al minuto 240  
(le frecce bianche indicano la direzione del flusso idrico e la velocità)**

Si è individuata anche la mappa della massima quota riferita al livello medio mare raggiunta dalla superficie idrica nelle due casse e, per questa condizione, si sono tracciati due profili longitudinali, di cui uno tracciato sullo sfioratore di collegamento dei due invasi.

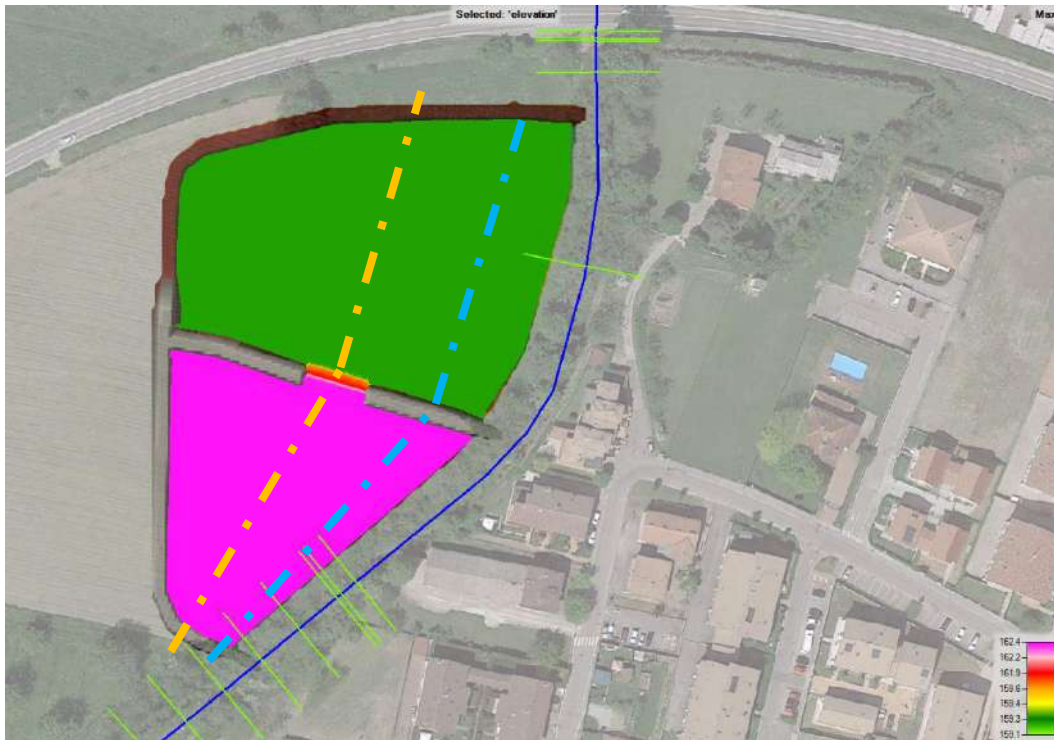


Figura 5-20 – Mappa della massima quota idrica

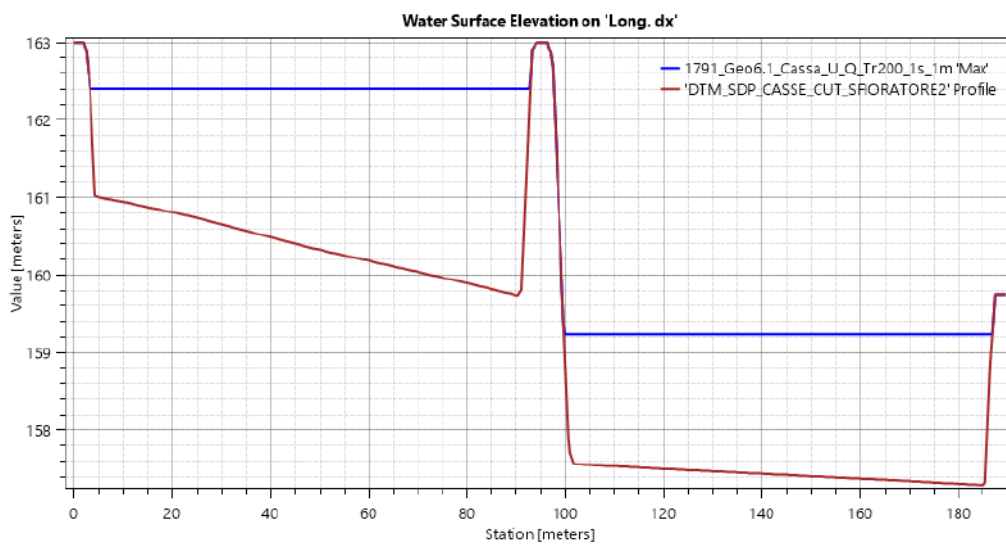
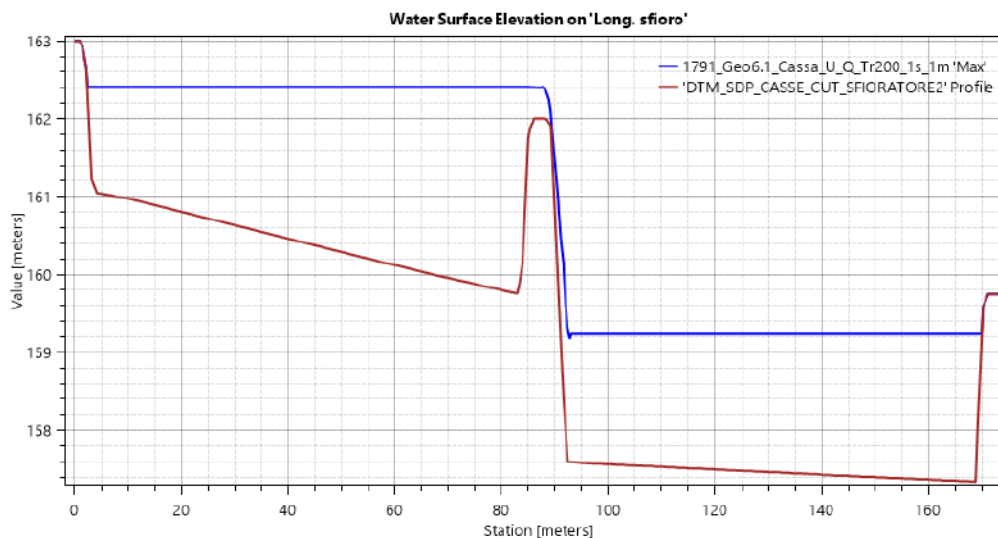


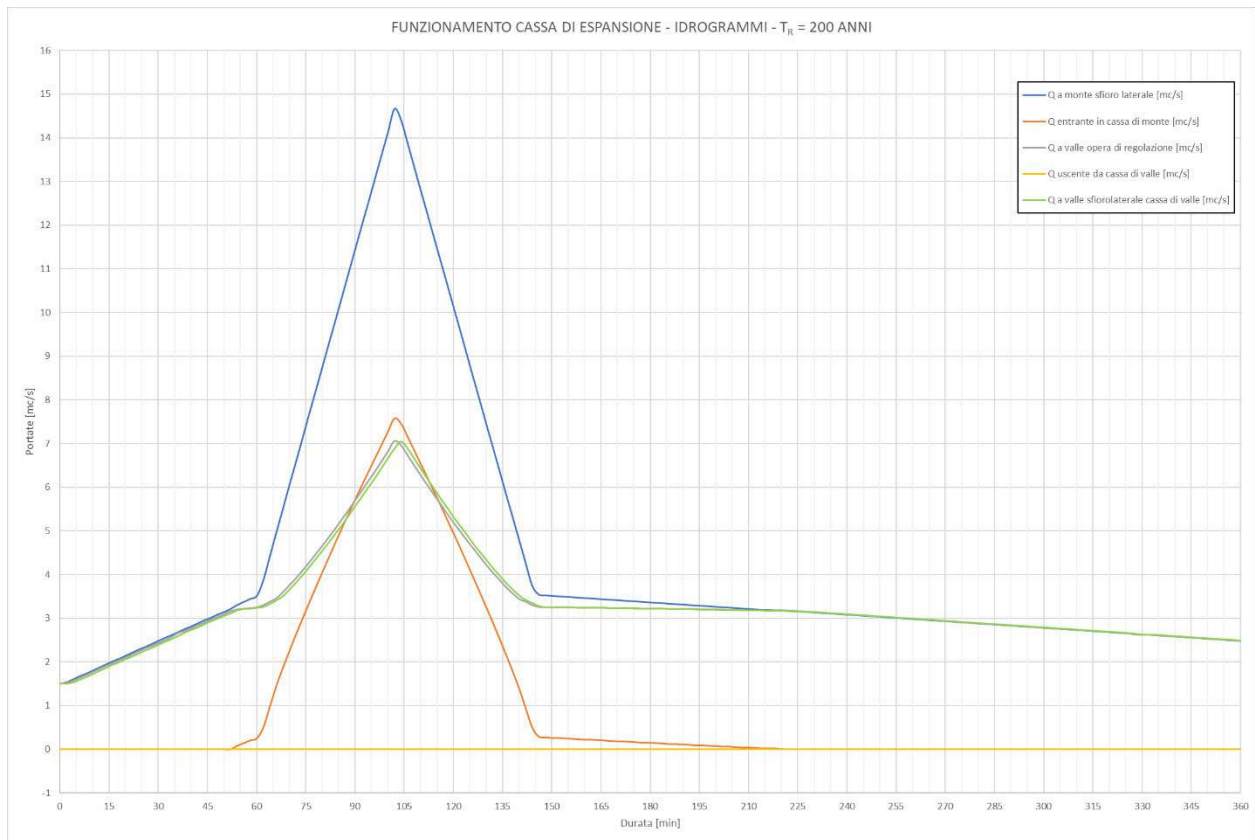
Figura 5-21 – Profilo longitudinale (linea tratteggiata di colore ciano della figura 5.20)



**Figura 5-22 – Profilo longitudinale in corrispondenza dello sfioratore di collegamento delle due casse  
(linea tratteggiata di colore arancione della figura 5.20)**

È doveroso osservare che i risultati ottenuti in questo scenario sono leggermente differenti rispetto a quelli conseguiti nello scenario 2. In questo caso, si nota che l'acqua invasata all'interno della cassa di valle raggiunge una quota idrica di circa 159.25 m s.l.m., non sufficiente per valicare lo sfioratore di uscita dalla cassa e rientrare nell'alveo. Ciò si può spiegare, come precedentemente detto, dal fatto che il volume capace di accogliere l'acqua è descritto in maniera più accurata attraverso la definizione del DTM.

Essendo la portata rientrante nell'alveo ottenuta nello scenario 2 piuttosto esigua, il funzionamento delle casse risulta essere pressoché identico, come si può vedere dalla figura successiva.



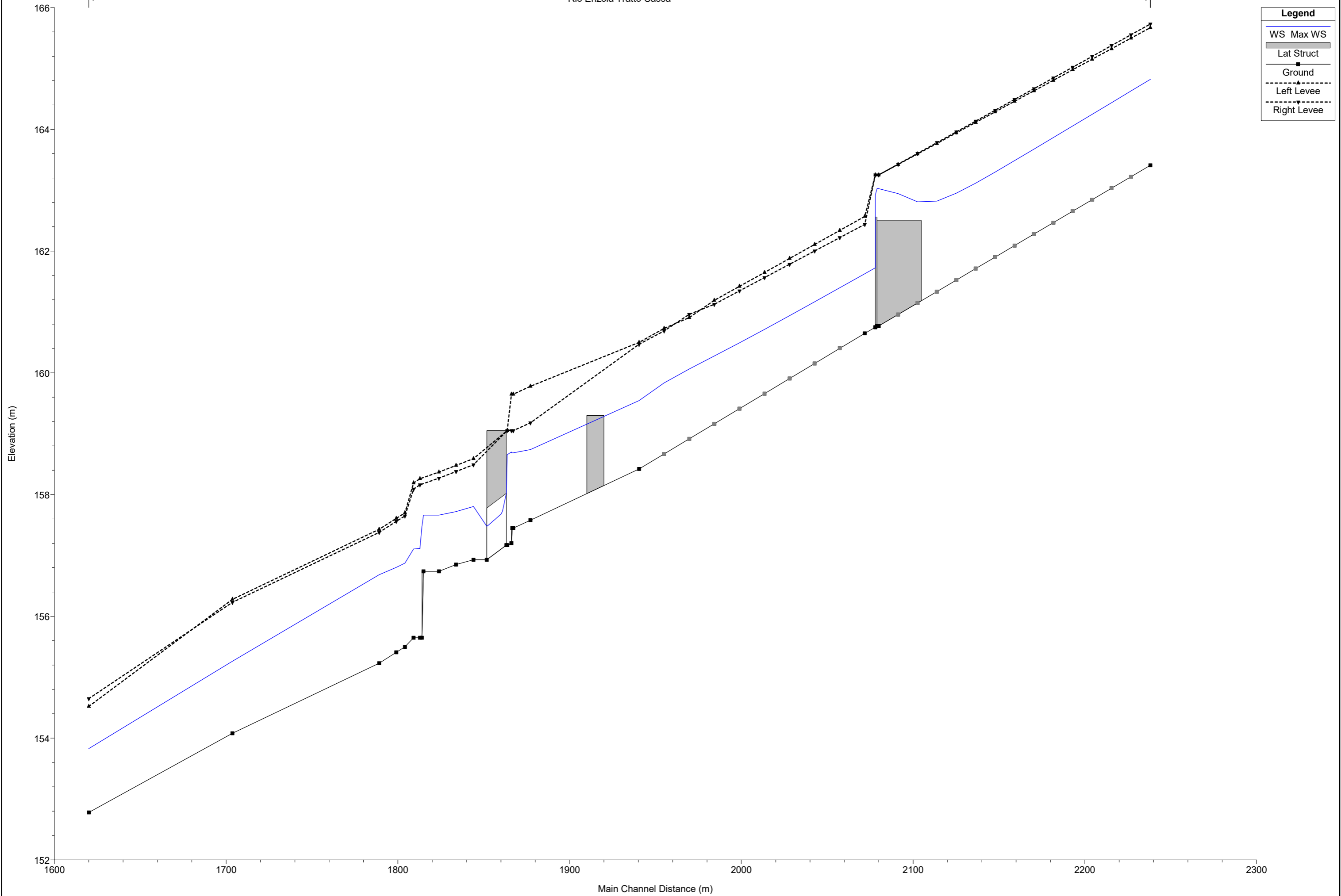
**Figura 5-23 – Idrogrammi rappresentanti il funzionamento delle casse di espansione**

Lo scarico di fondo delle case, non riportato nelle presenti modellazioni, dovrà essere realizzato con una tubazione sul fondo di collegamento tra la cassa di monte e quella di valle, e con una condotta finale di scarico in alveo nel Rio Enzola subito a valle della briglia esistente a monte dell’attraversamento con la S.P. 23.

**9 APPENDICE 3 – PROFILI DI MOTO VARIO ( $Q=Q_{max}$ ) SCENARIO 3 – STATO DI PROGETTO -  
DETTAGLIO CASSE**

<b>Portate al colmo naturali Rio Enzola</b>	
<b>TR</b>	<b>200</b>
<b>Qmax (mc/s)</b>	<b>14.8</b>

**Portate al colmo naturali di riferimento del Rio Enzola per le verifiche idrauliche**

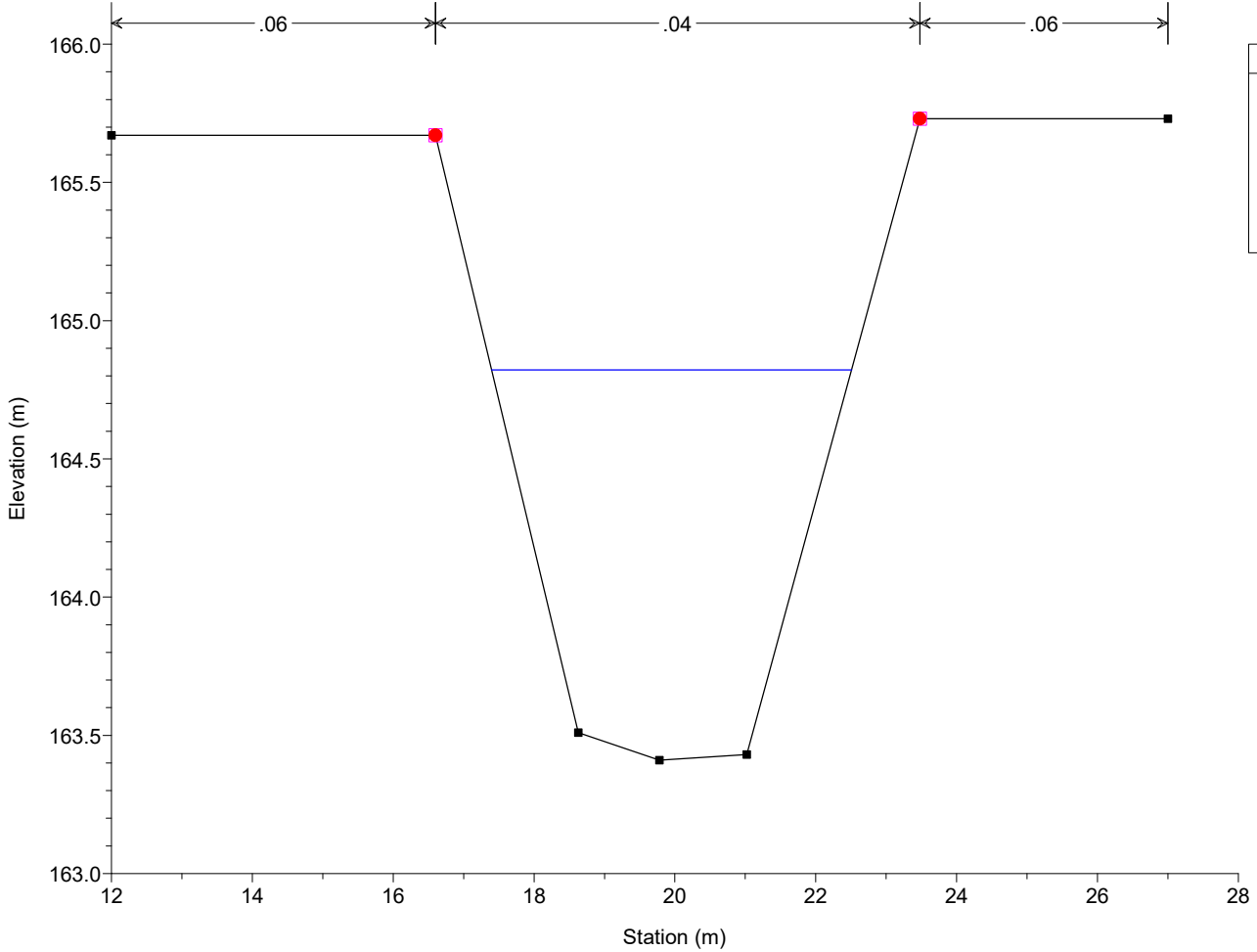


**Legend**

- WS Max WS
- Lat Struct
- Ground
- Left Levee
- Right Levee



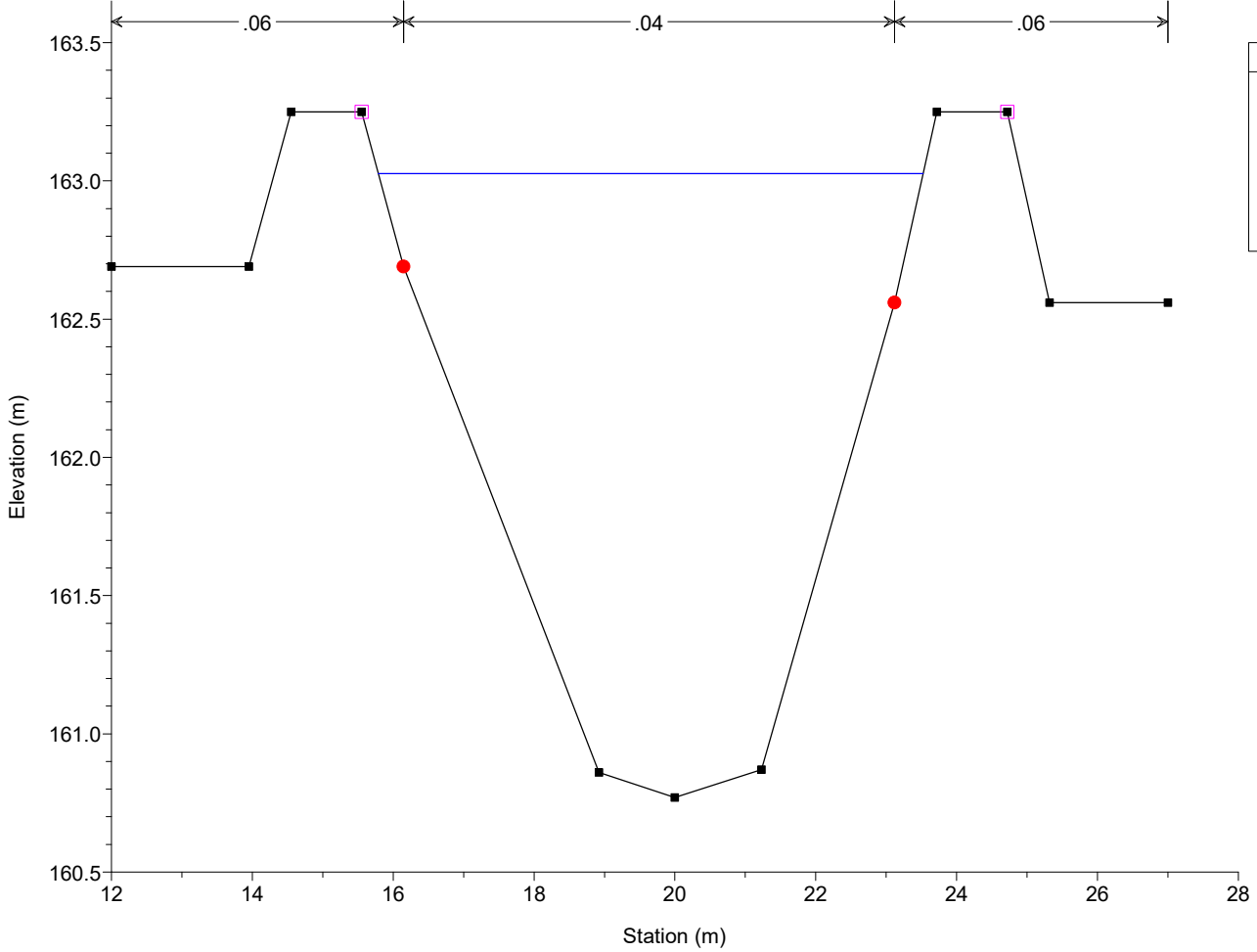
1791\_Rio\_Enzola\_Cassa Plan: 1791\_Geo6.1\_Cassa\_U\_Q\_Tr200\_1s\_1m 1/27/2020  
 RS = 2238.19 Sezione 23



**Legend**

- WS Max WS
- Ground
- Levee
- Bank Sta

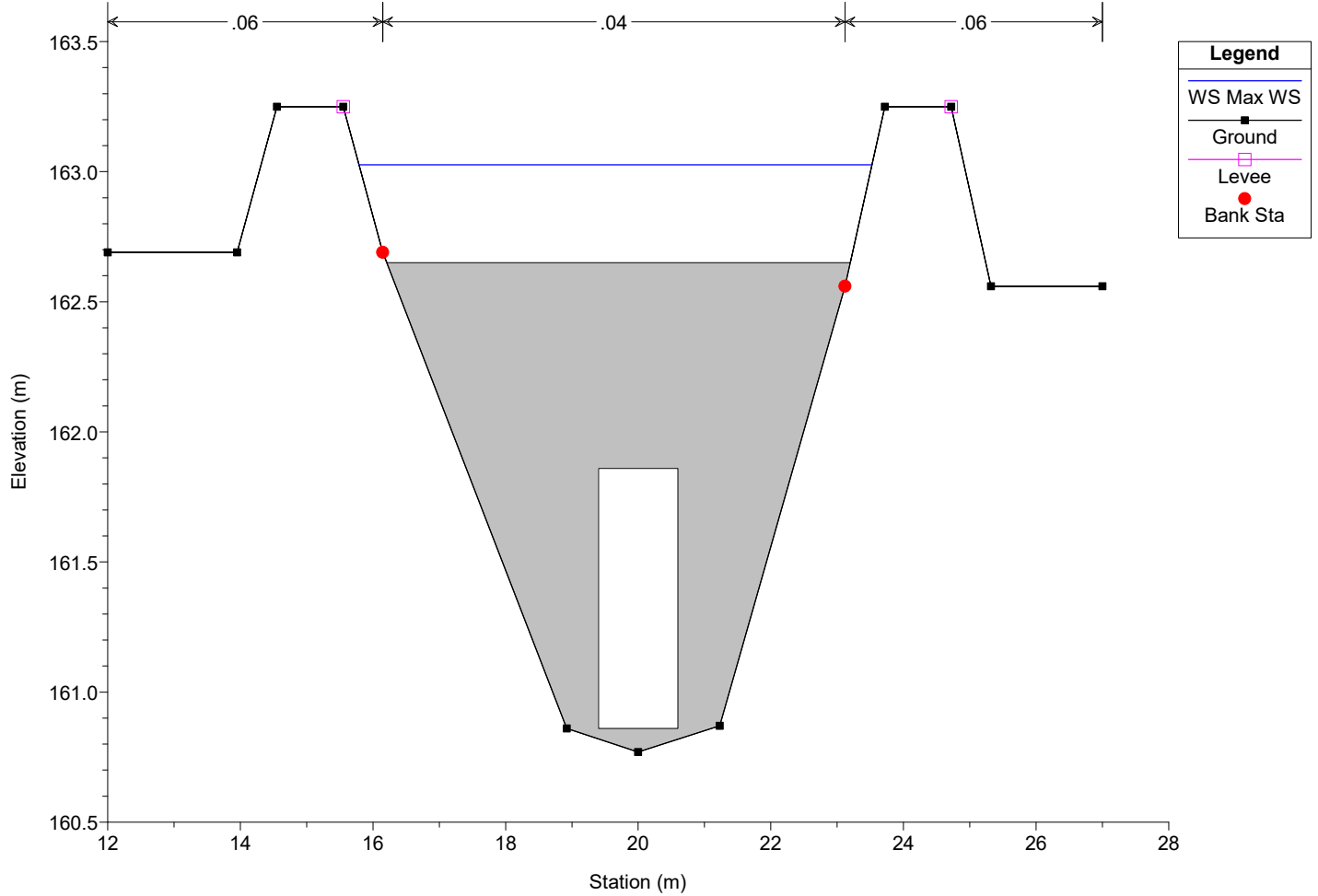
1791\_Rio\_Enzola\_Cassa Plan: 1791\_Geo6.1\_Cassa\_U\_Q\_Tr200\_1s\_1m 1/27/2020  
 RS = 2080 Sezione 22.2



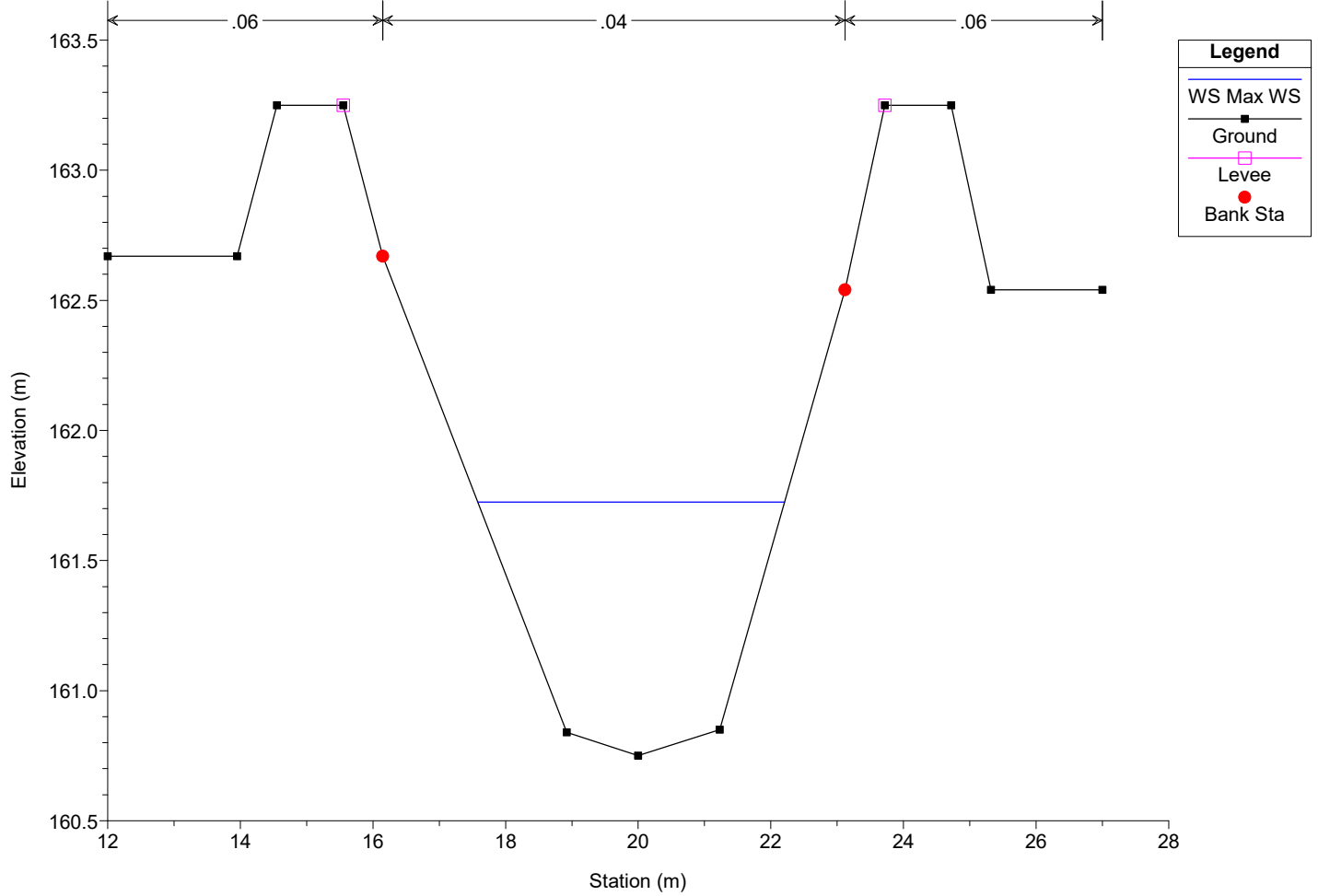
**Legend**

- WS Max WS
- Ground
- Levee
- Bank Sta

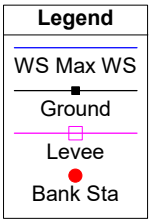
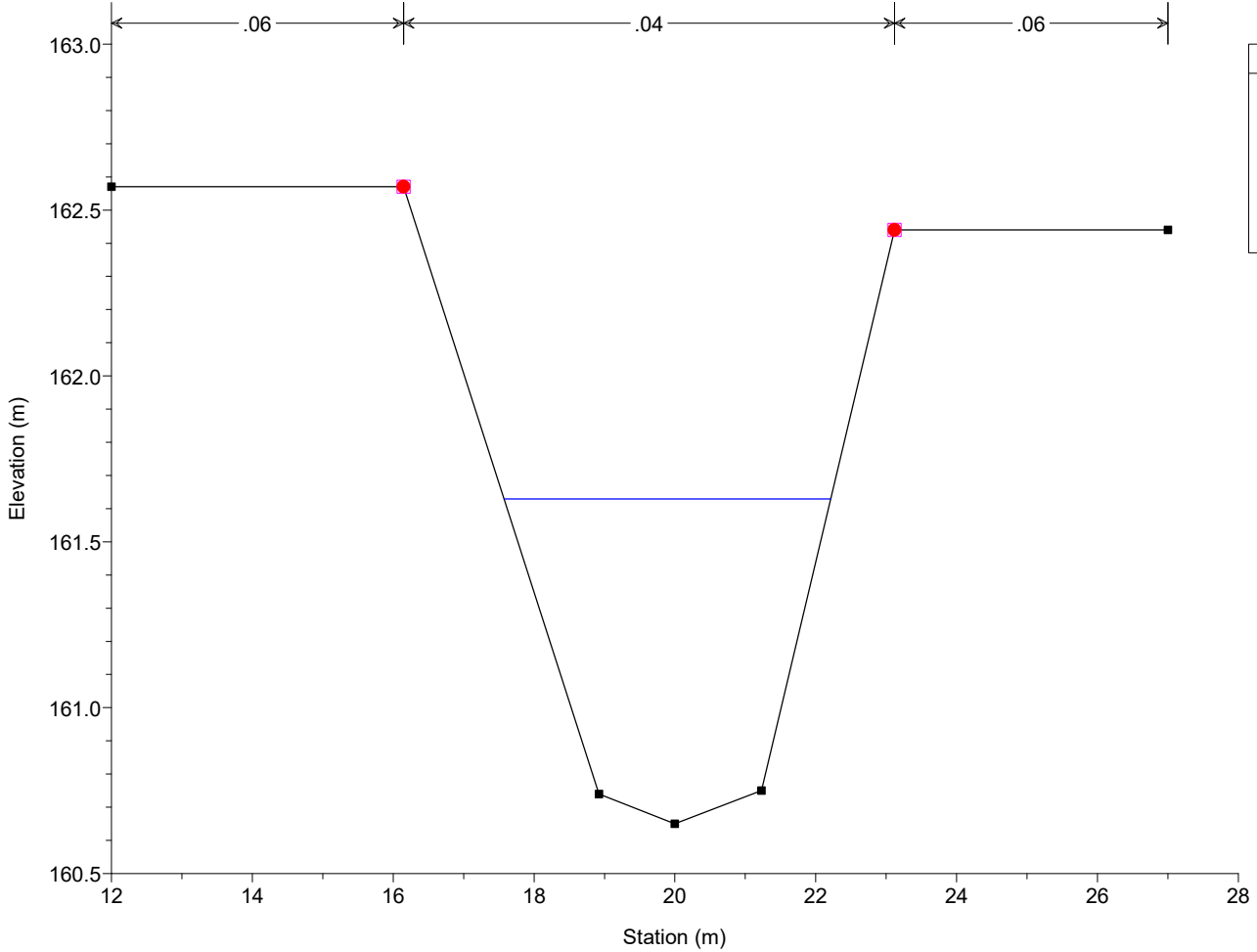
1791\_Rio\_Enzola\_Cassa Plan: 1791\_Geo6.1\_Cassa\_U\_Q\_Tr200\_1s\_1m 1/27/2020  
 RS = 2079 IS Opera di regolazione



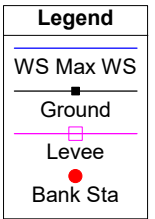
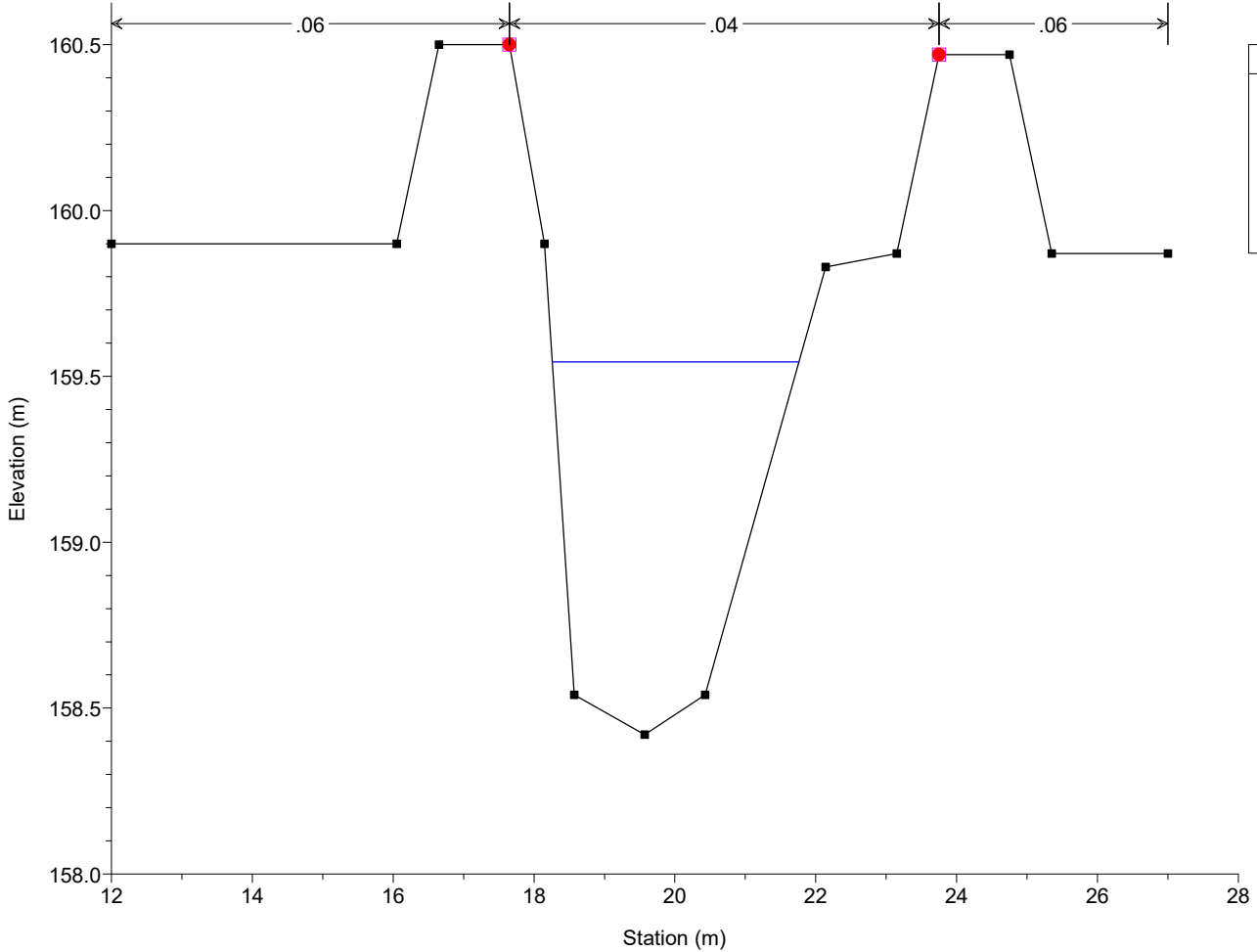
1791\_Rio\_Enzola\_Cassa Plan: 1791\_Geo6.1\_Cassa\_U\_Q\_Tr200\_1s\_1m 1/27/2020  
 RS = 2078 Sezione 22.1



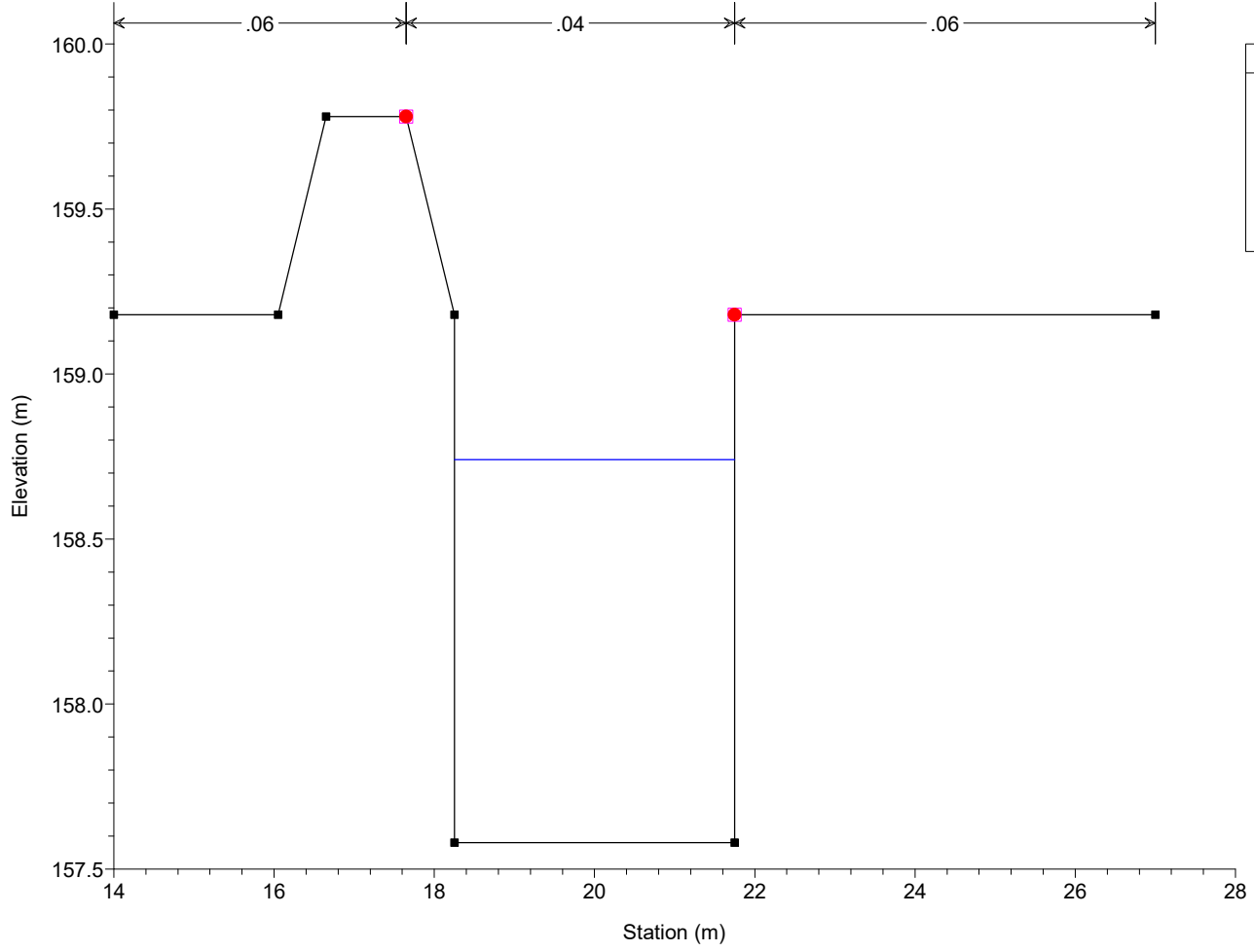
1791\_Rio\_Enzola\_Cassa Plan: 1791\_Geo6.1\_Cassa\_U\_Q\_Tr200\_1s\_1m 1/27/2020  
 RS = 2071.89 Sezione 22



1791\_Rio\_Enzola\_Cassa Plan: 1791\_Geo6.1\_Cassa\_U\_Q\_Tr200\_1s\_1m 1/27/2020  
 RS = 1940.45 Sezione 21



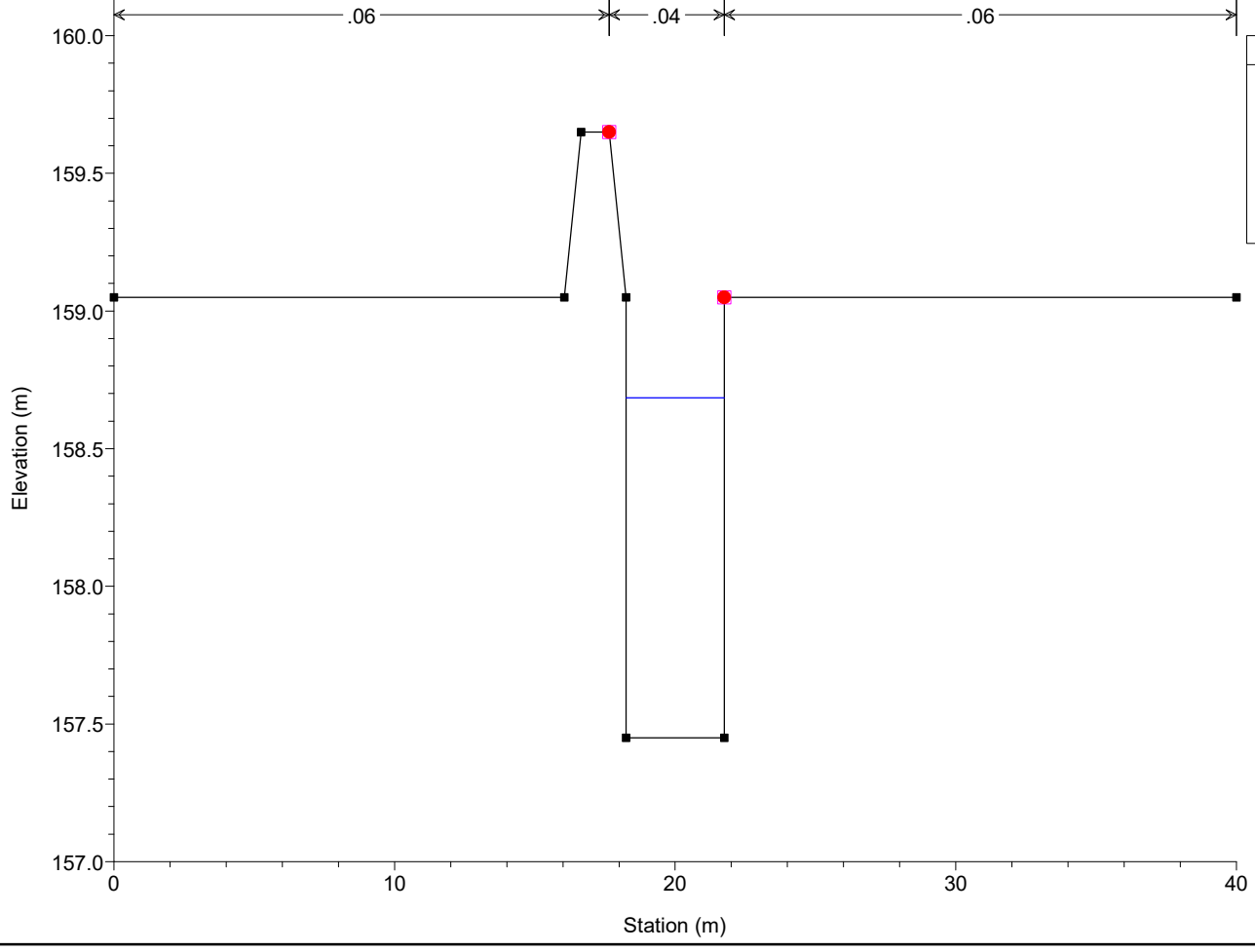
1791\_Rio\_Enzola\_Cassa Plan: 1791\_Geo6.1\_Cassa\_U\_Q\_Tr200\_1s\_1m 1/27/2020  
 RS = 1877.16 Sezione 20.2



**Legend**

- WS Max WS
- Ground
- Levee
- Bank Sta

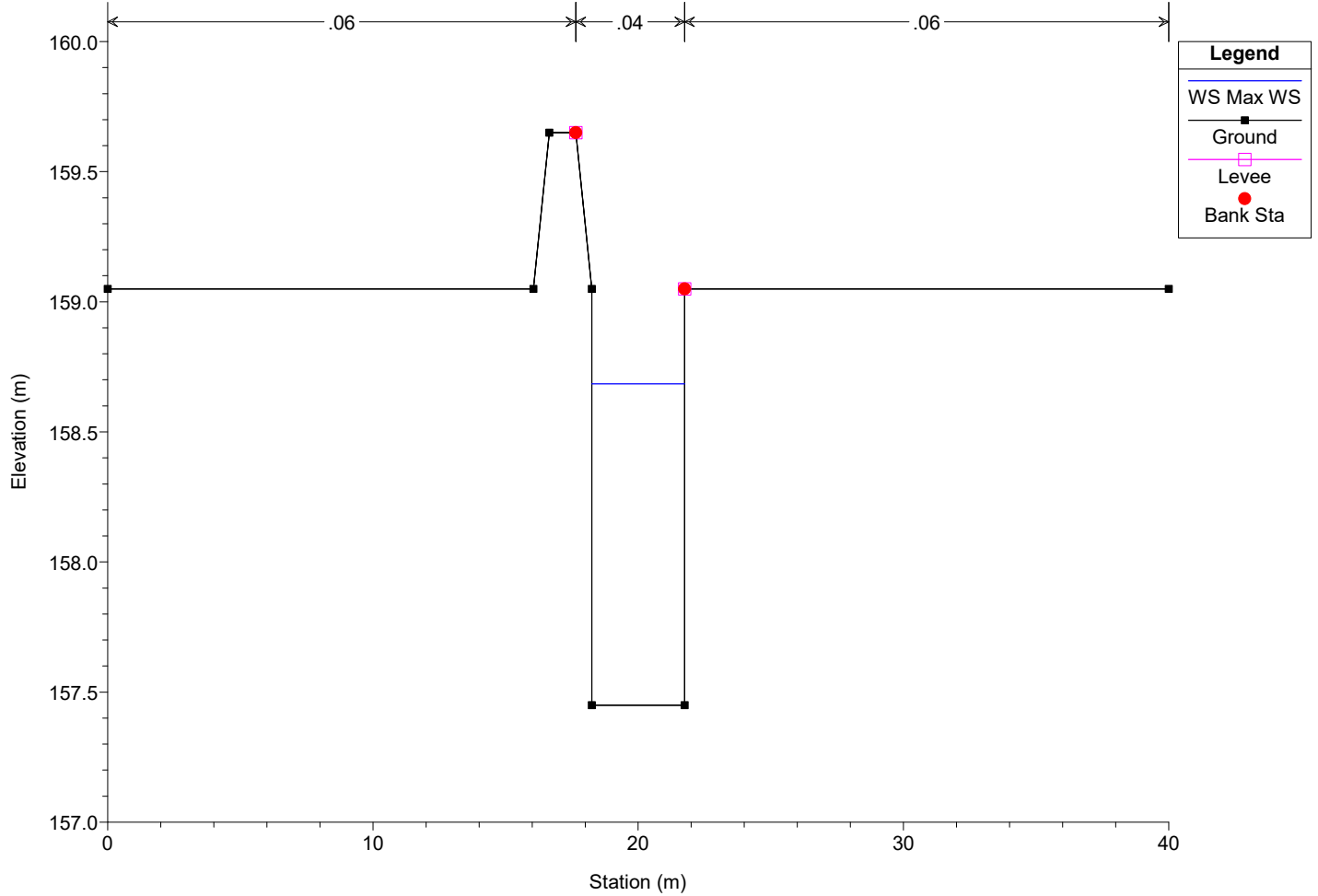
1791\_Rio\_Enzola\_Cassa Plan: 1791\_Geo6.1\_Cassa\_U\_Q\_Tr200\_1s\_1m 1/27/2020  
 RS = 1867.16 Sezione 20.1



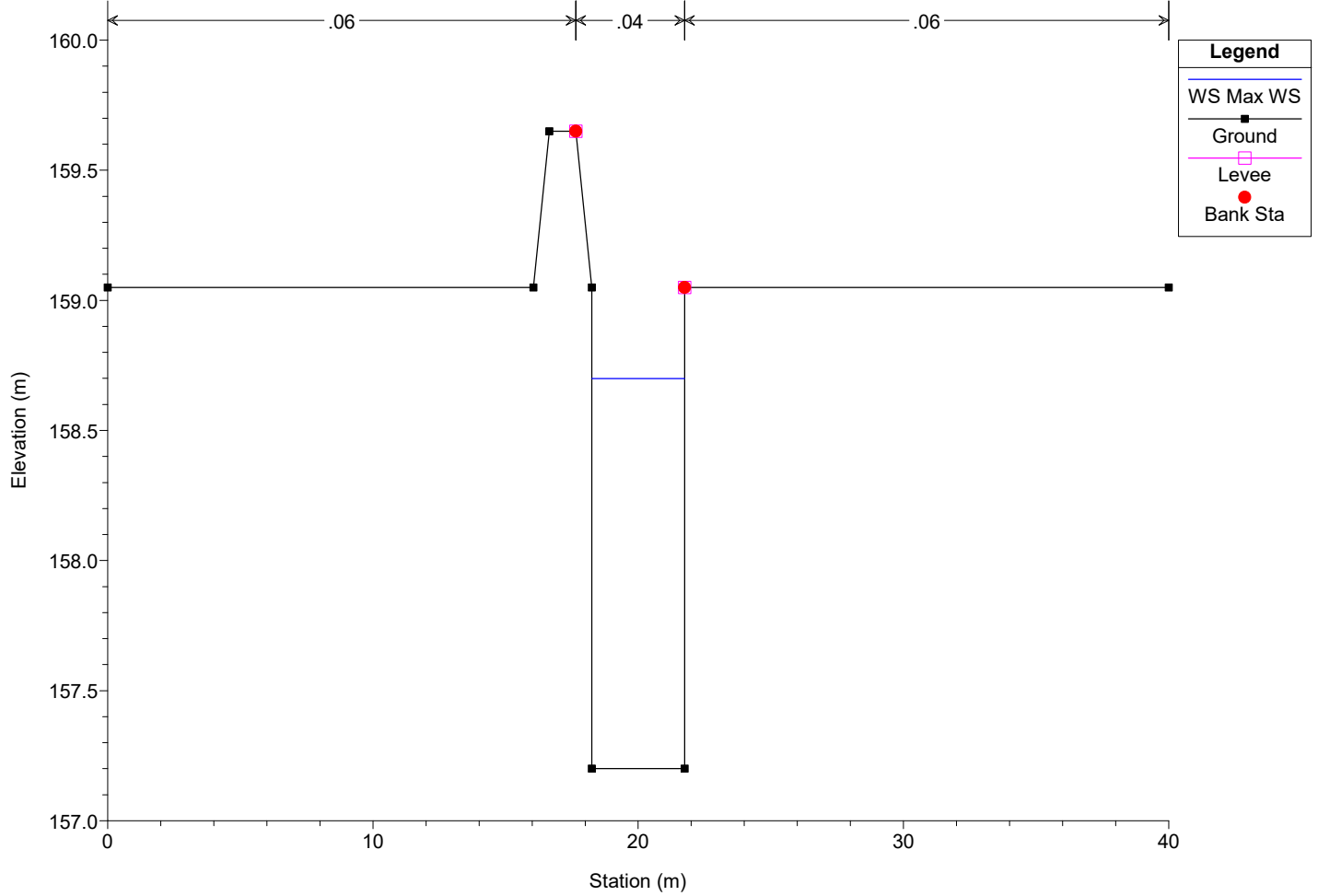
**Legend**

- WS Max WS
- Ground
- Levee
- Bank Sta

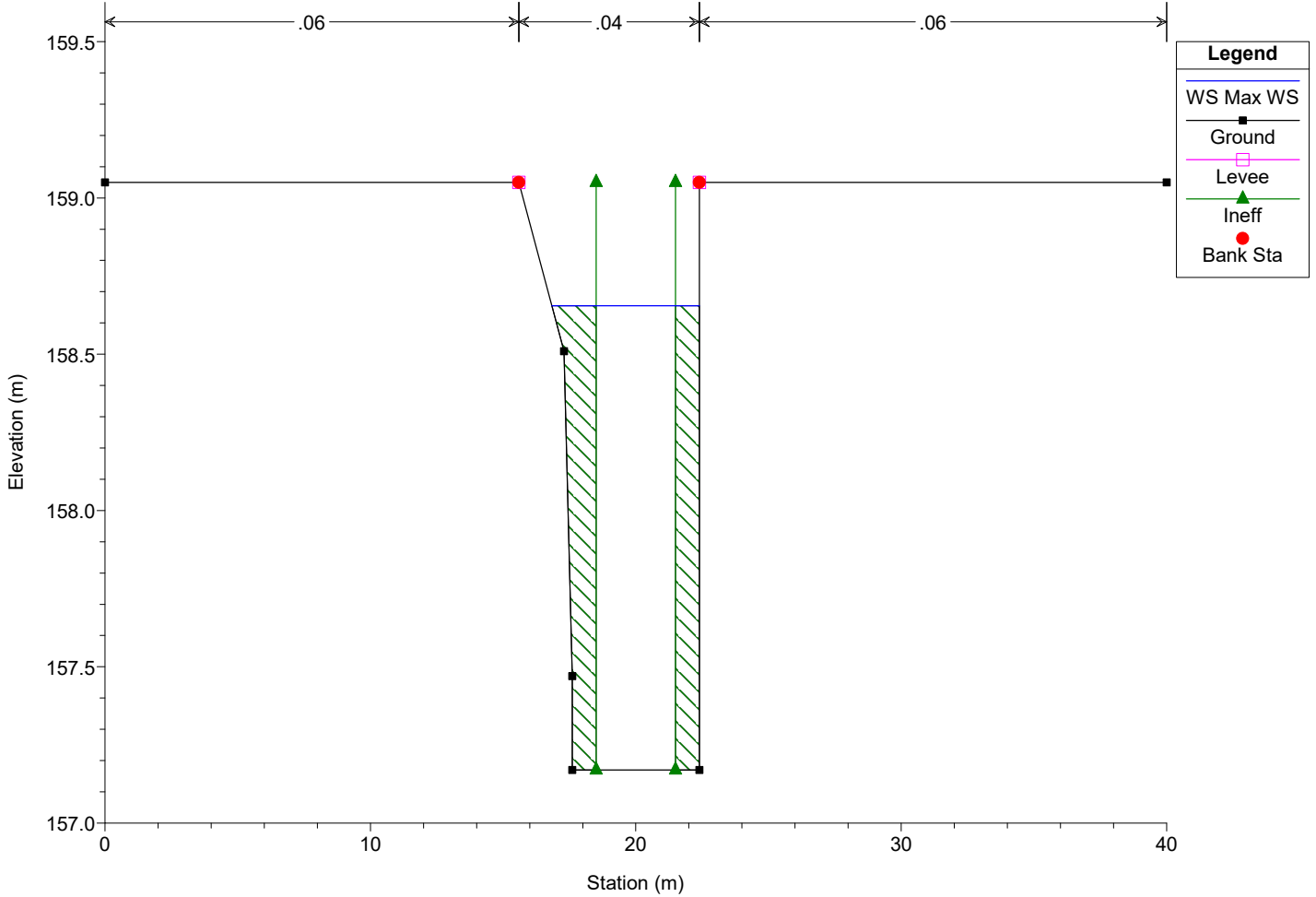
1791\_Rio\_Enzola\_Cassa Plan: 1791\_Geo6.1\_Cassa\_U\_Q\_Tr200\_1s\_1m 1/27/2020  
RS = 1866.66 IS Salto a monte della S.P.23



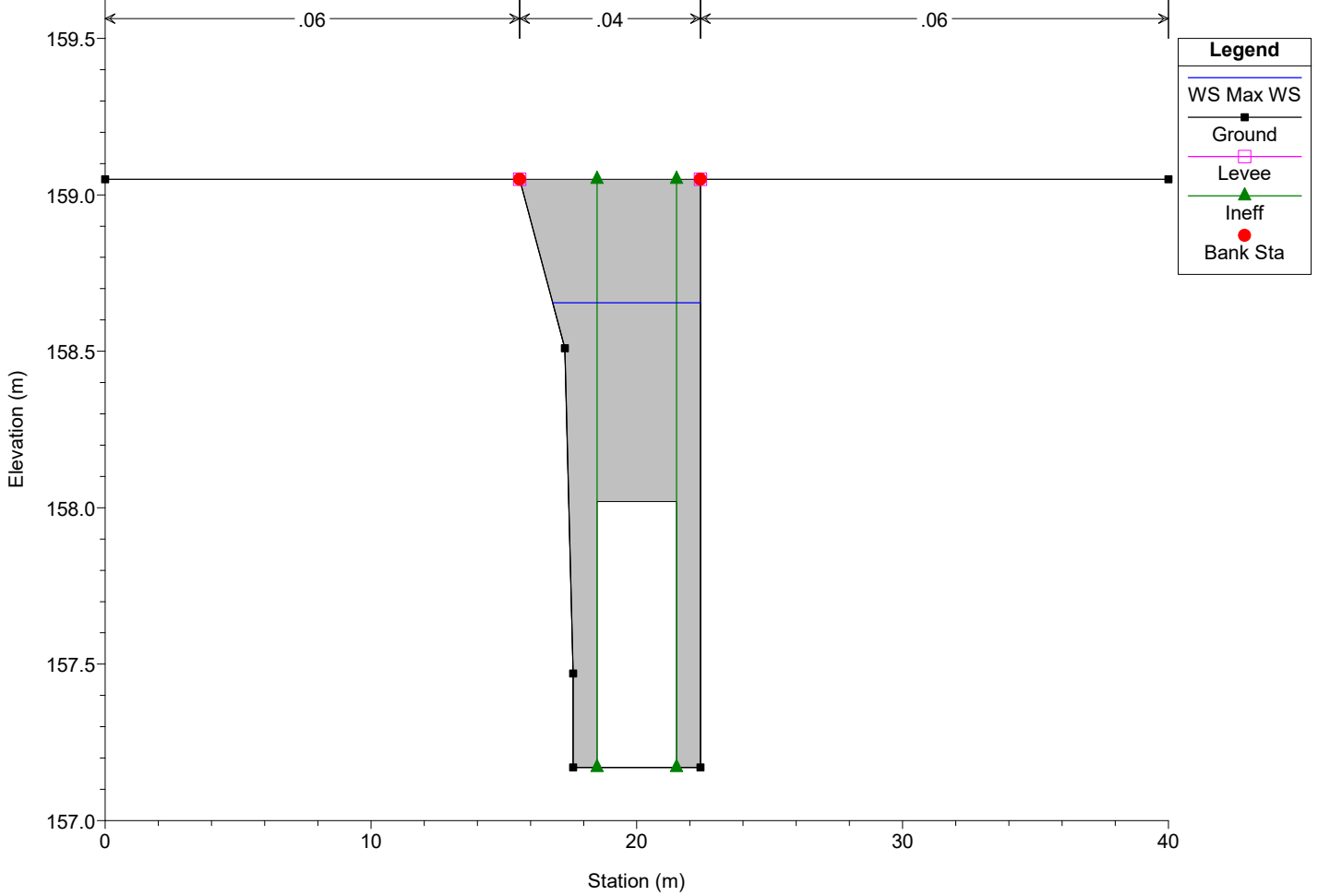
1791\_Rio\_Enzola\_Cassa Plan: 1791\_Geo6.1\_Cassa\_U\_Q\_Tr200\_1s\_1m 1/27/2020  
RS = 1866.16 Sezione19.5



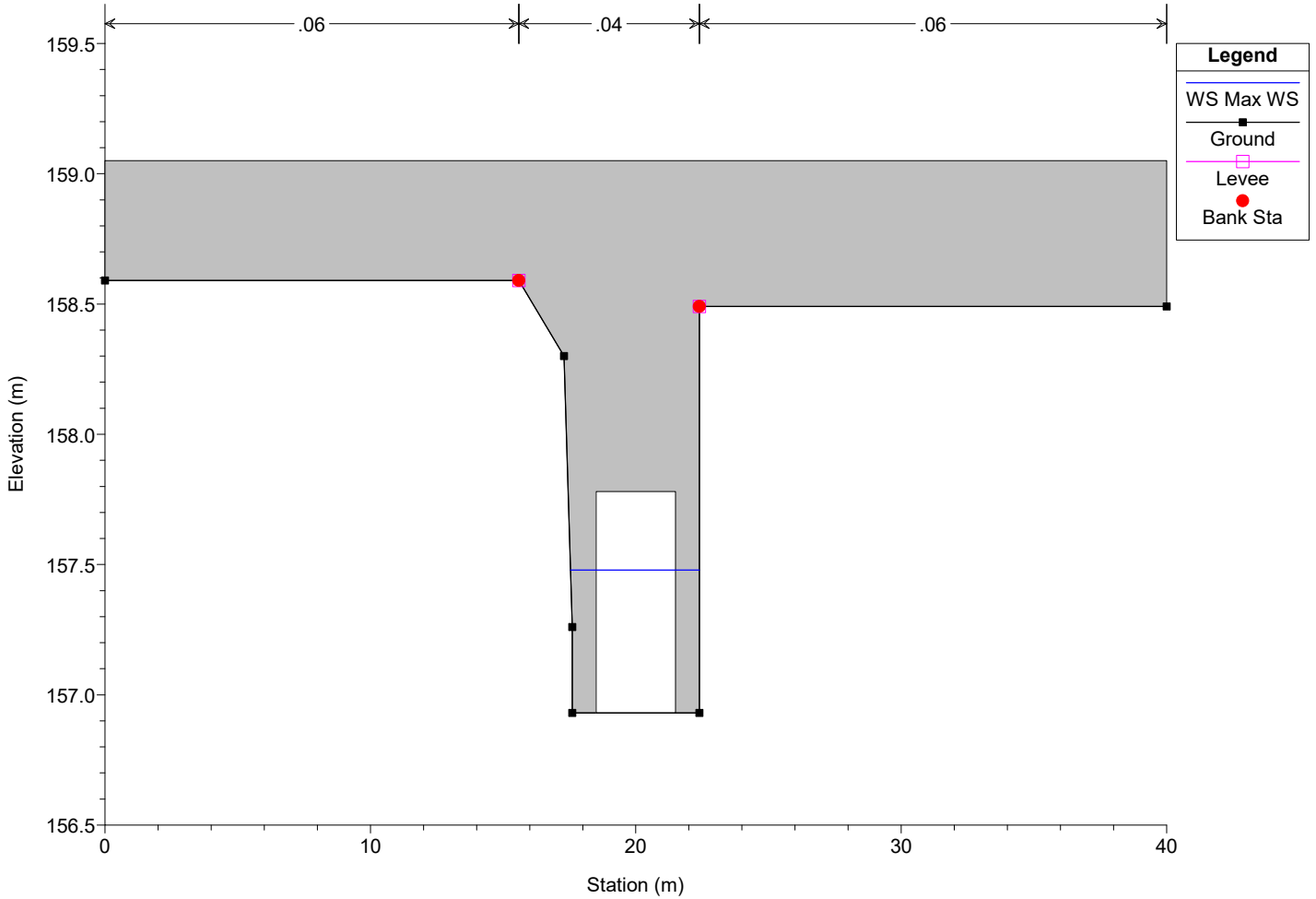
1791\_Rio\_Enzola\_Cassa Plan: 1791\_Geo6.1\_Cassa\_U\_Q\_Tr200\_1s\_1m 1/27/2020  
 RS = 1863.69 Sezione19.4



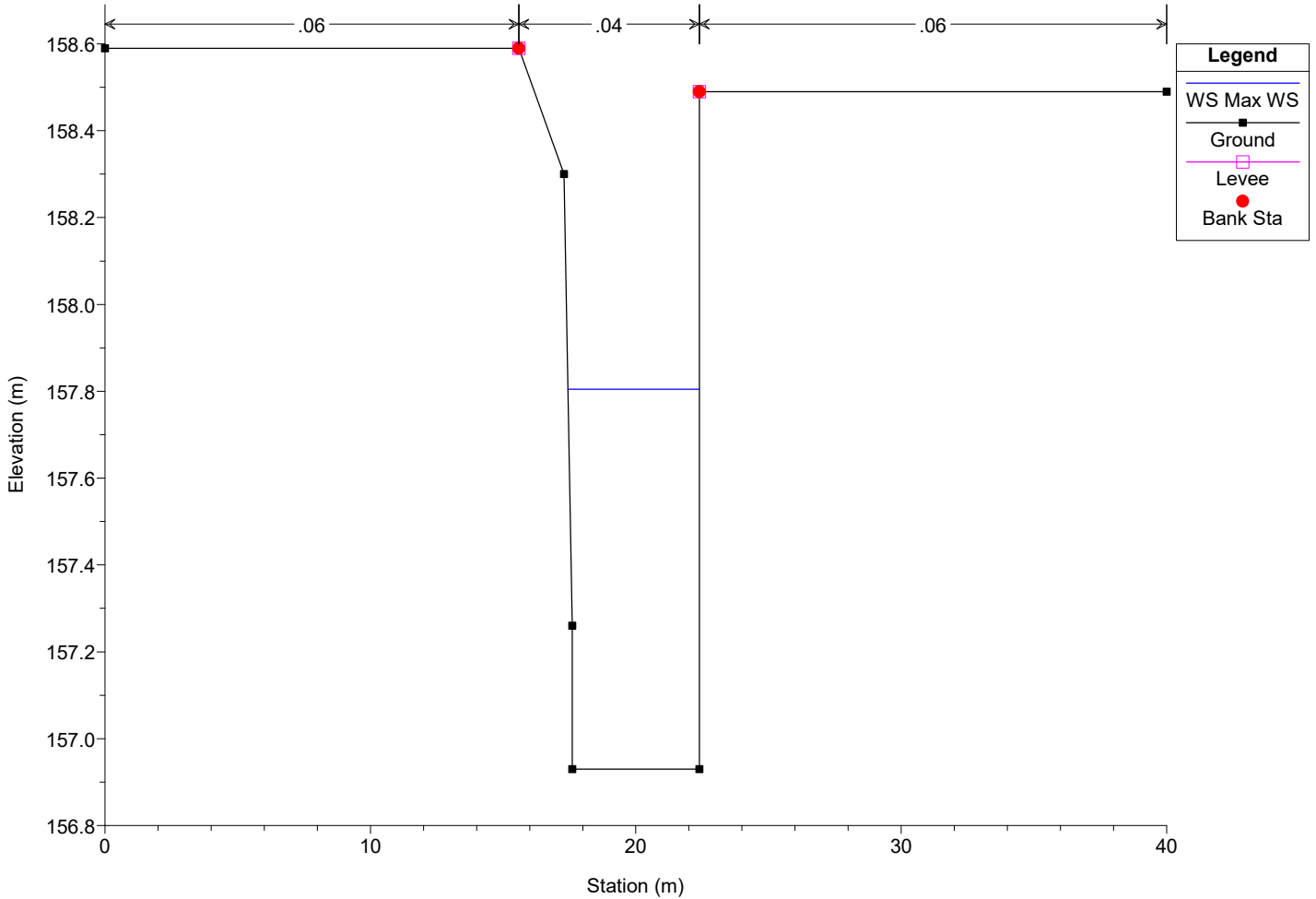
1791\_Rio\_Enzola\_Cassa Plan: 1791\_Geo6.1\_Cassa\_U\_Q\_Tr200\_1s\_1m 1/27/2020  
 RS = 1862.89 Culv Sottopassaggio S.P.23 (Tangenziale Quattro Castella)



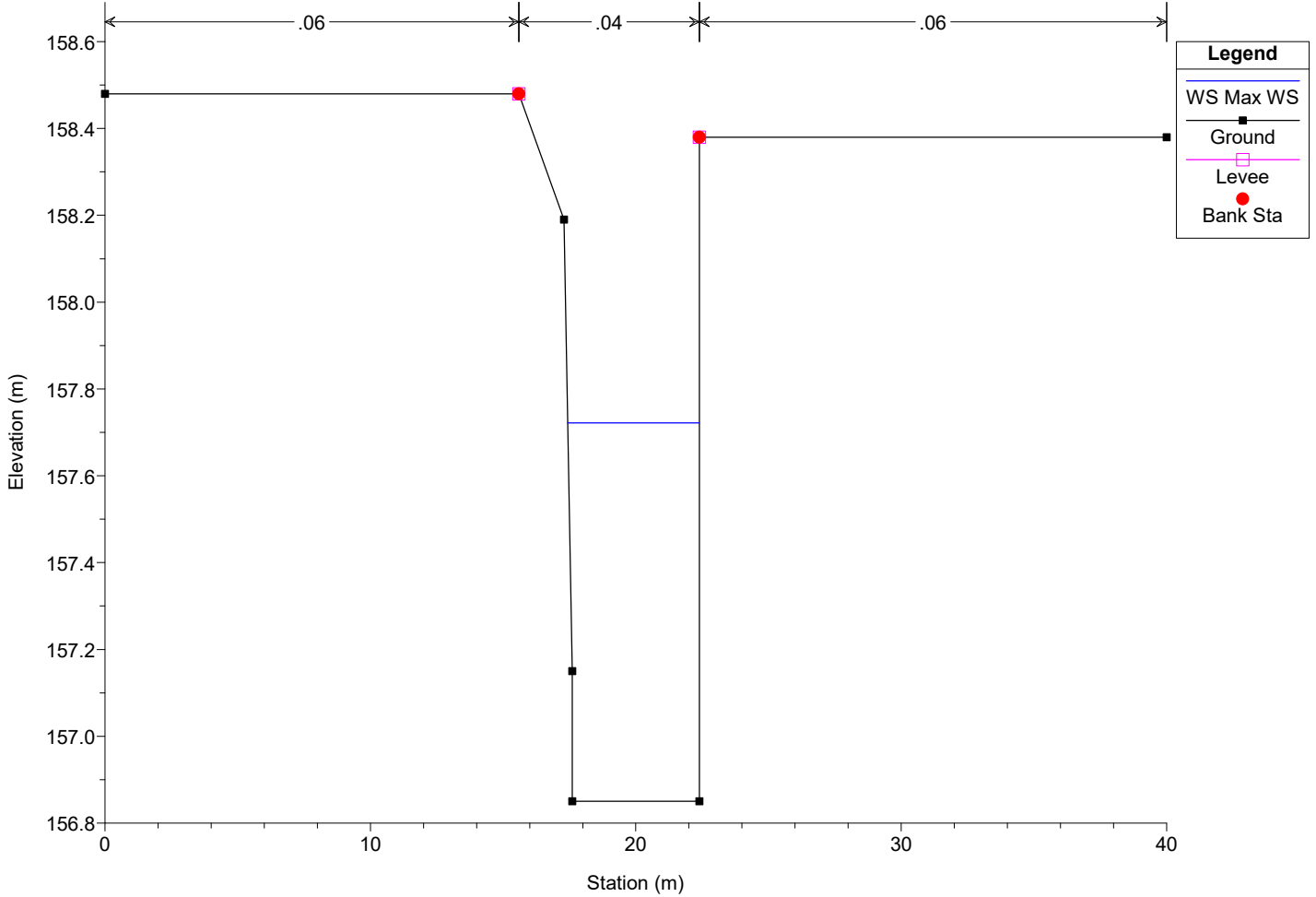
1791\_Rio\_Enzola\_Cassa Plan: 1791\_Geo6.1\_Cassa\_U\_Q\_Tr200\_1s\_1m 1/27/2020  
 RS = 1862.89 Culv Sottopassaggio S.P.23 (Tangenziale Quattro Castella)



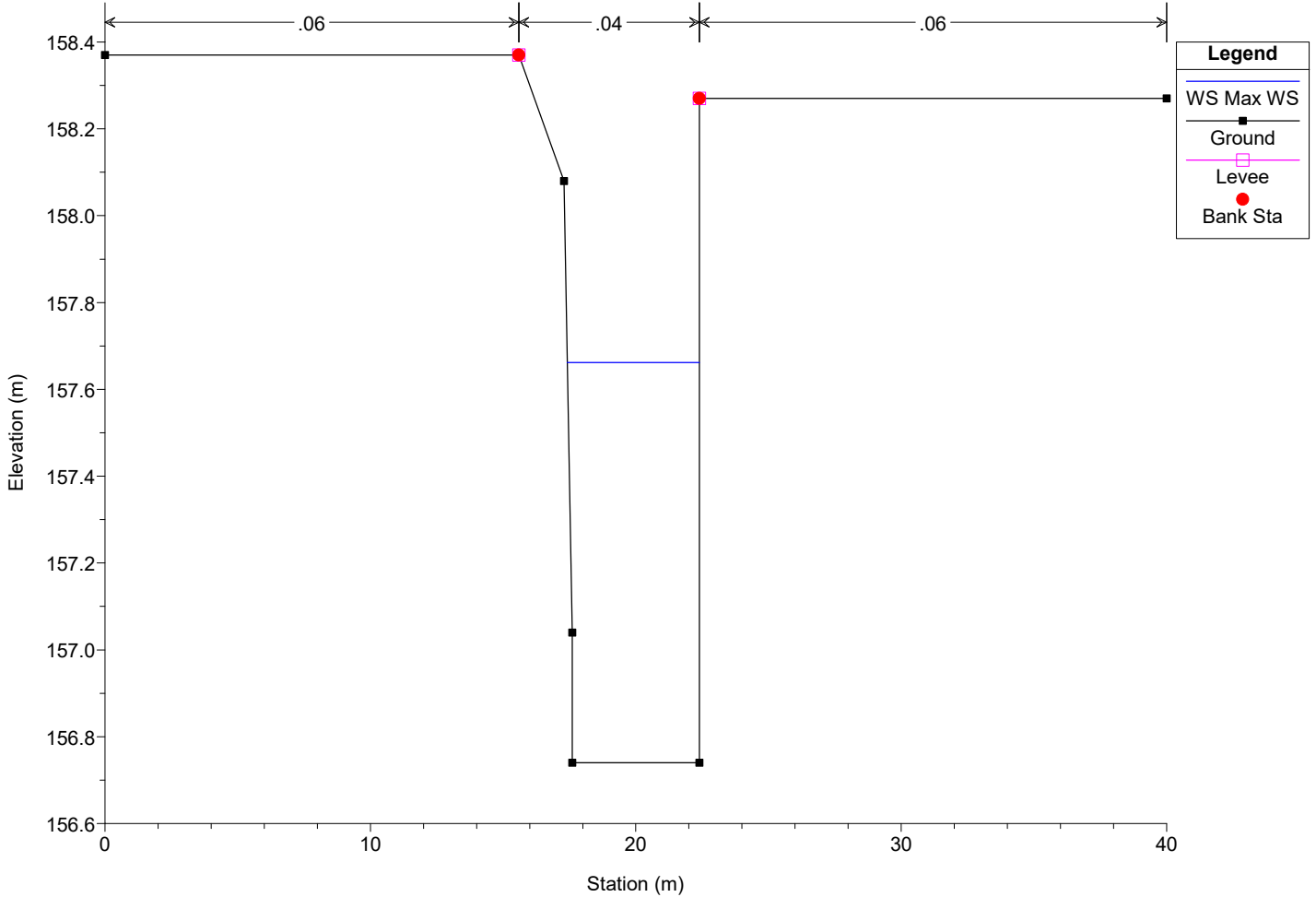
1791\_Rio\_Enzola\_Cassa Plan: 1791\_Geo6.1\_Cassa\_U\_Q\_Tr200\_1s\_1m 1/27/2020  
 RS = 1844 Sezione19.3



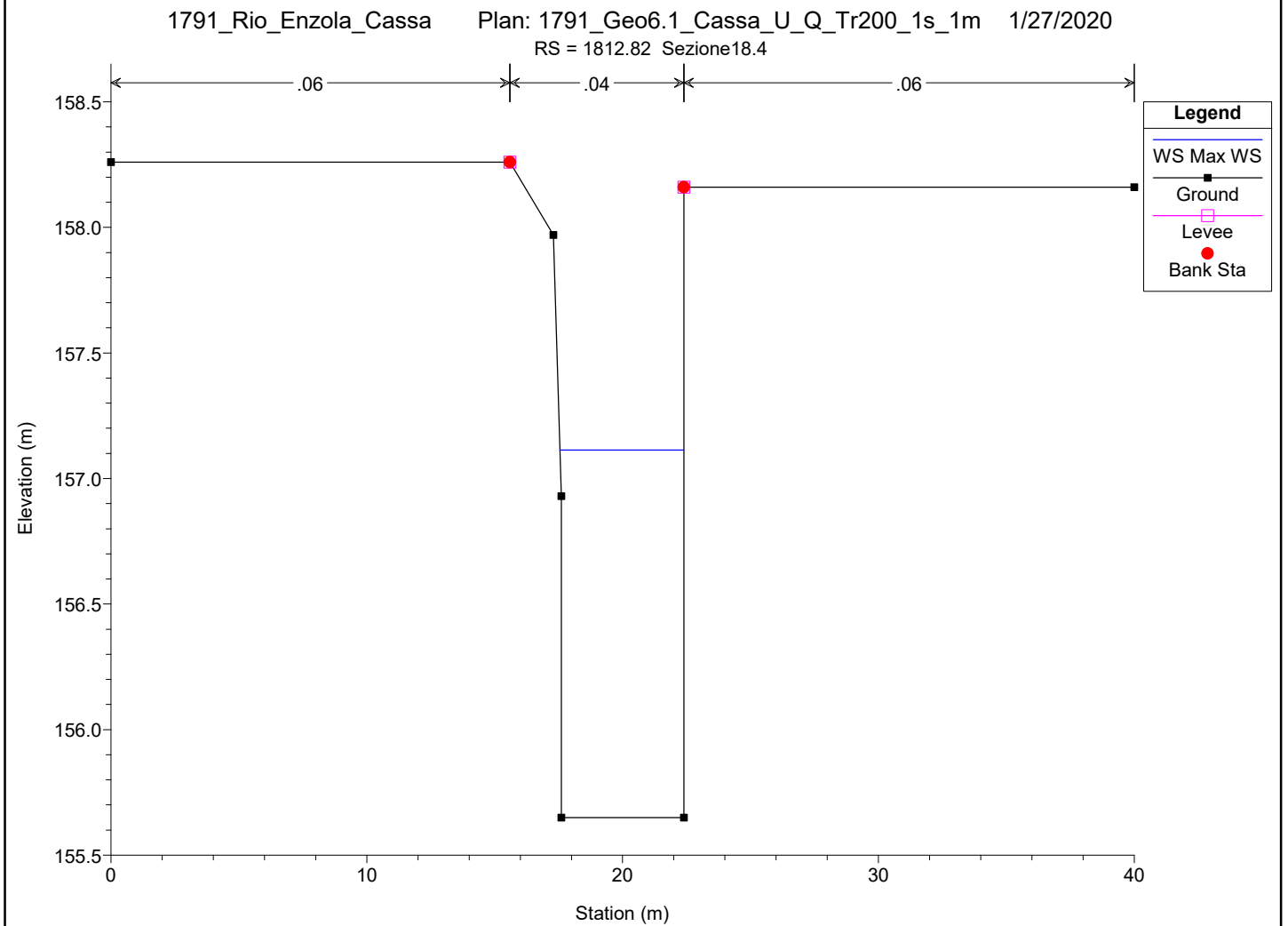
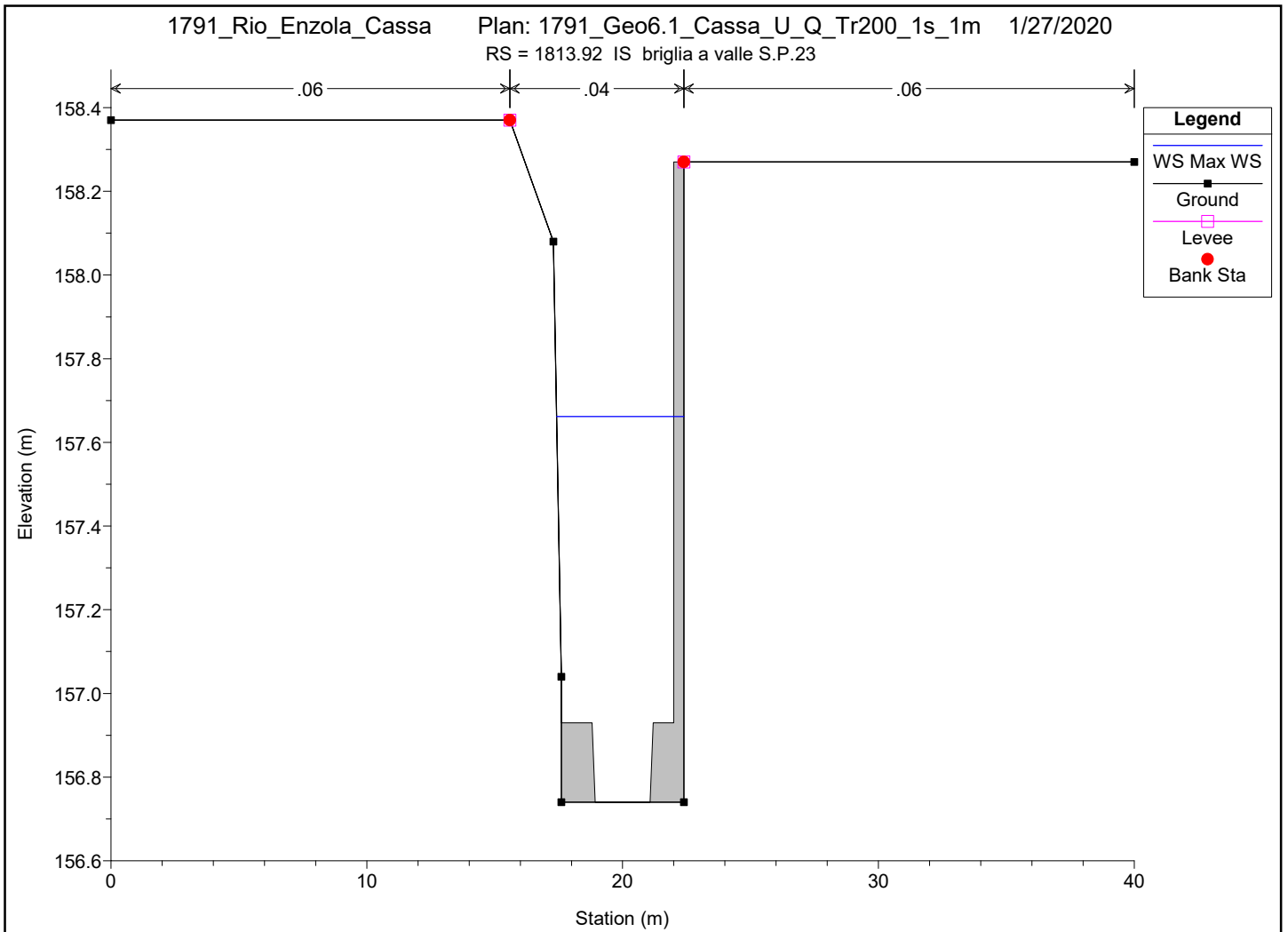
1791\_Rio\_Enzola\_Cassa Plan: 1791\_Geo6.1\_Cassa\_U\_Q\_Tr200\_1s\_1m 1/27/2020  
 RS = 1833.92 Sezione19.2



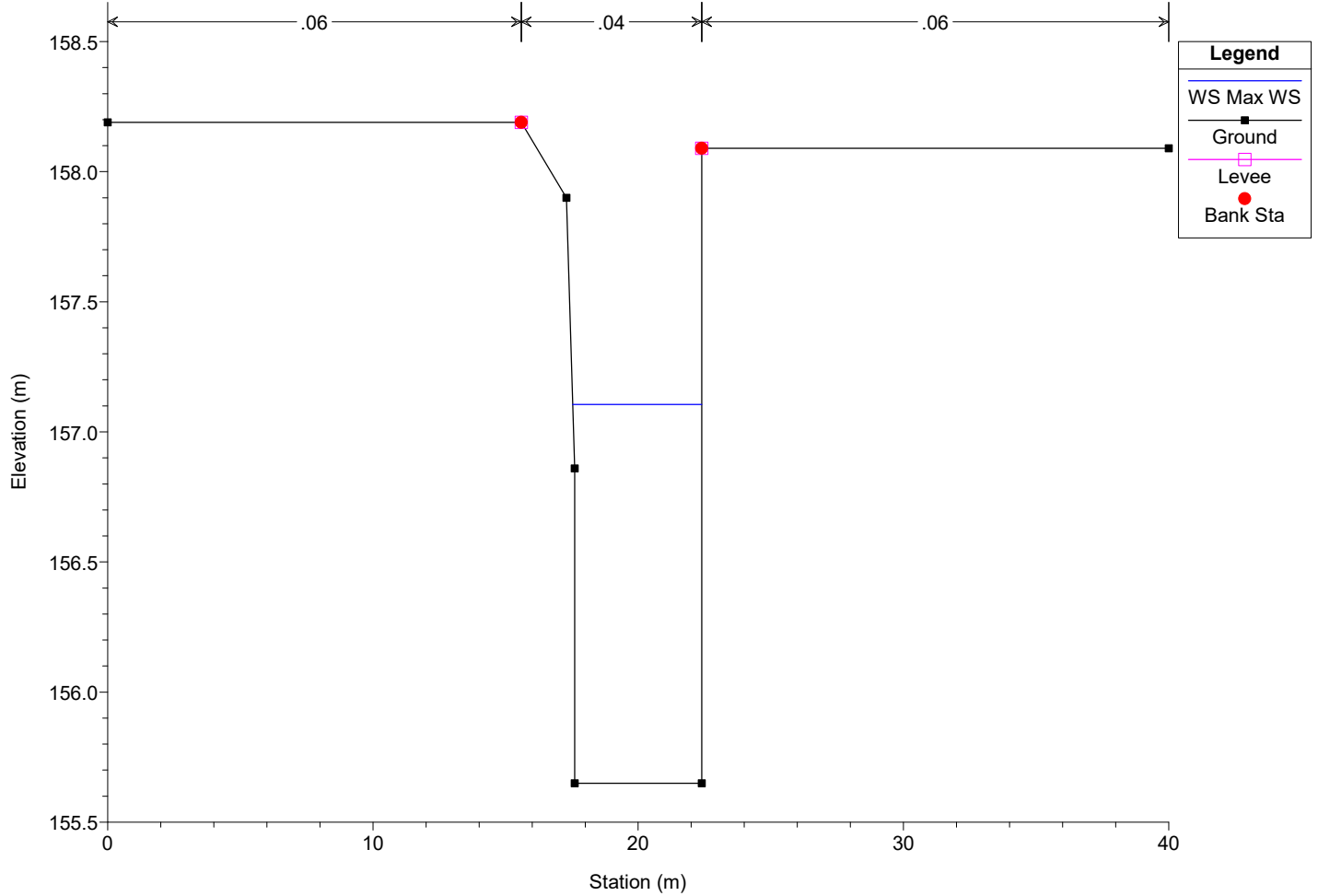
1791\_Rio\_Enzola\_Cassa Plan: 1791\_Geo6.1\_Cassa\_U\_Q\_Tr200\_1s\_1m 1/27/2020  
 RS = 1823.92 Sezione19.1



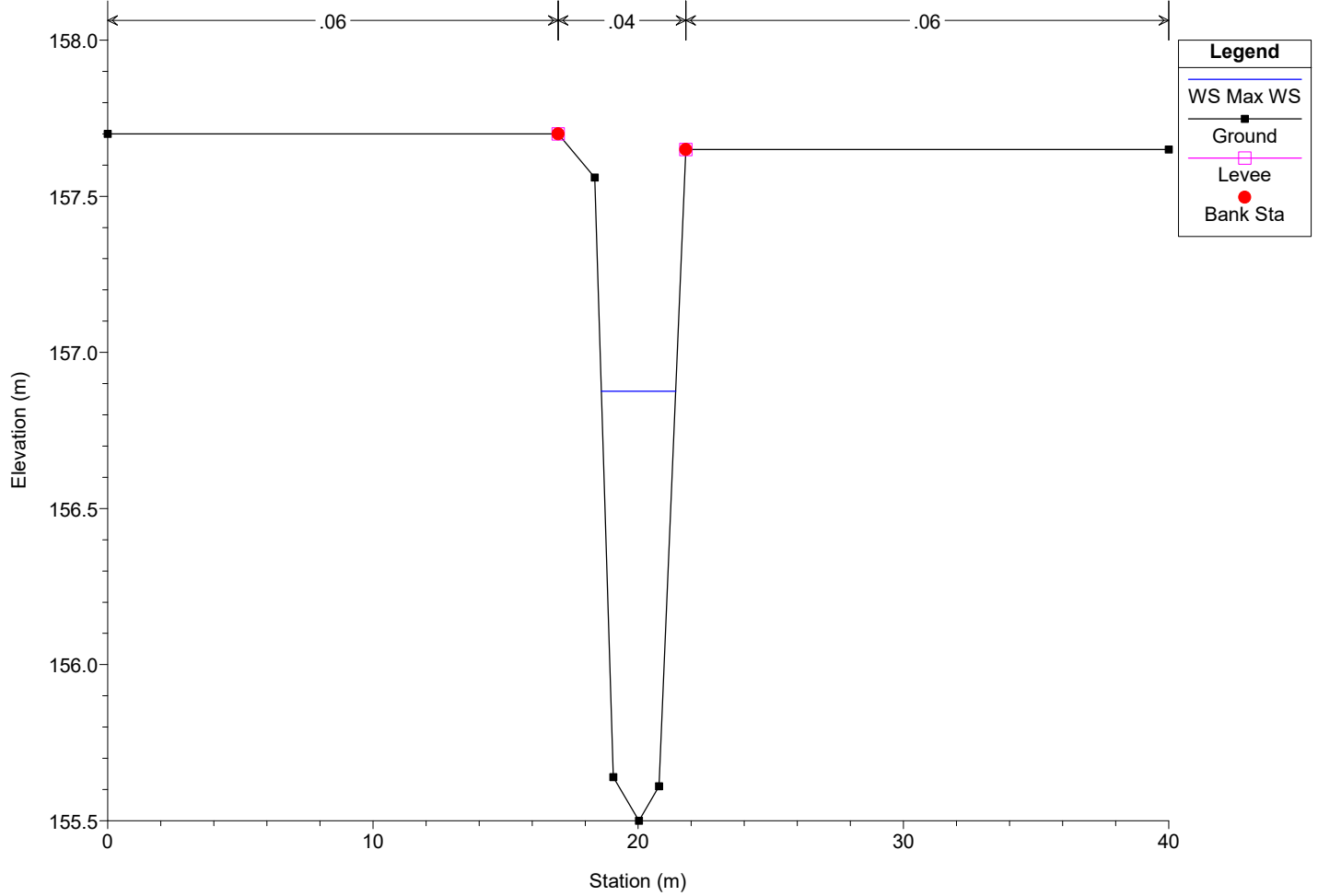




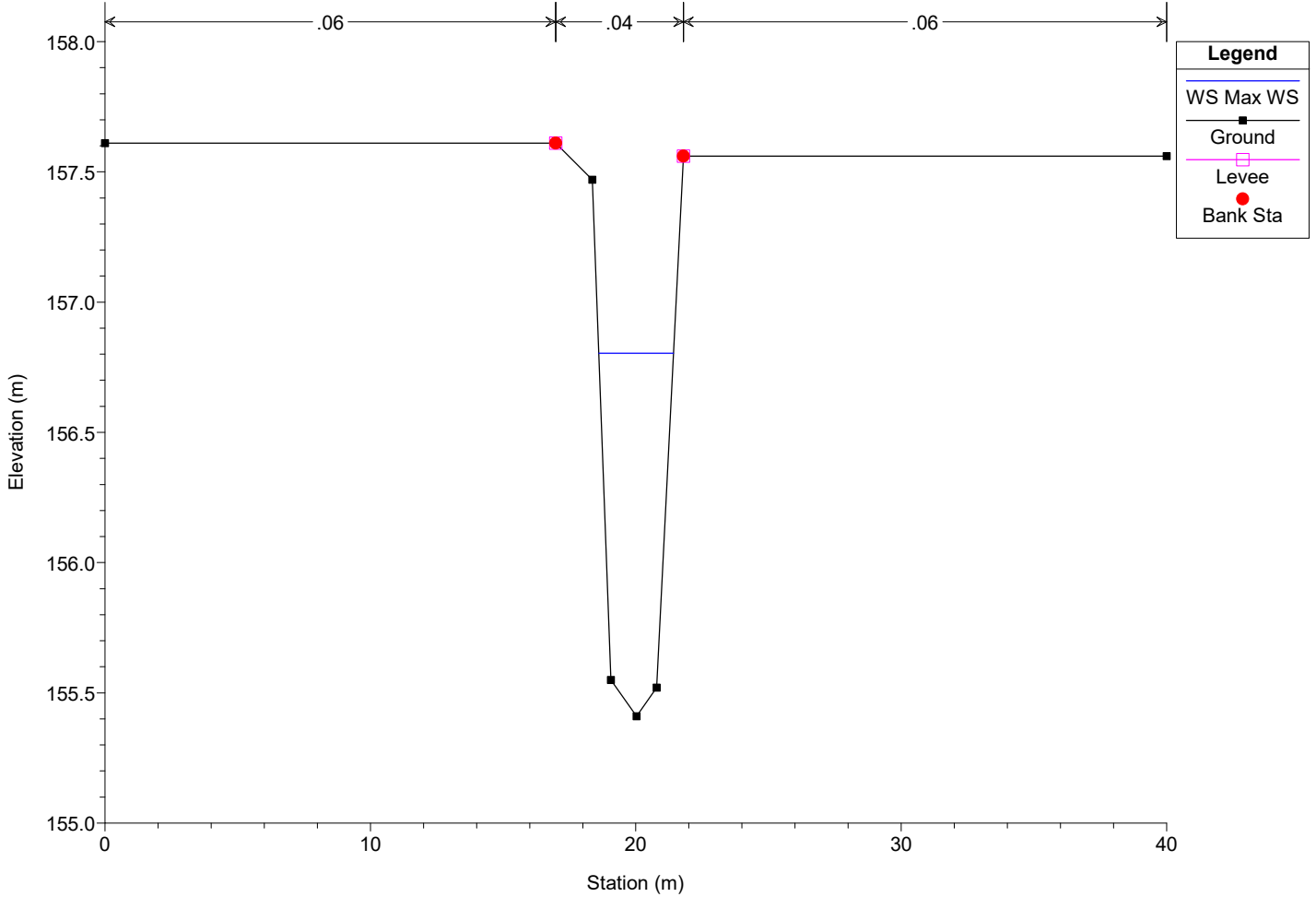
1791\_Rio\_Enzola\_Cassa Plan: 1791\_Geo6.1\_Cassa\_U\_Q\_Tr200\_1s\_1m 1/27/2020  
 RS = 1809.12 Sezione18.a



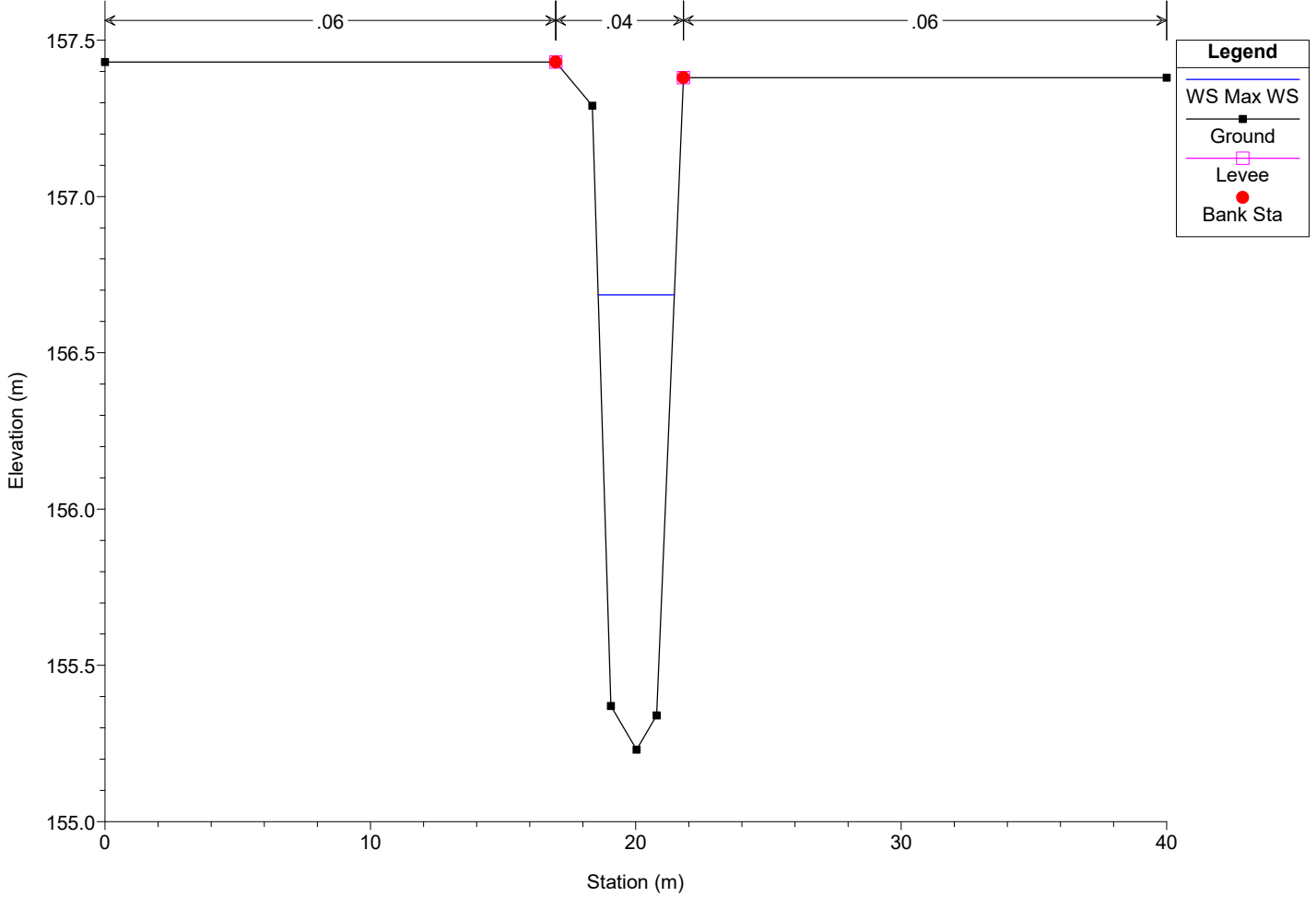
1791\_Rio\_Enzola\_Cassa Plan: 1791\_Geo6.1\_Cassa\_U\_Q\_Tr200\_1s\_1m 1/27/2020  
 RS = 1804.12 Sezione18.3



1791\_Rio\_Enzola\_Cassa Plan: 1791\_Geo6.1\_Cassa\_U\_Q\_Tr200\_1s\_1m 1/27/2020  
RS = 1799.12 Sezione18.2

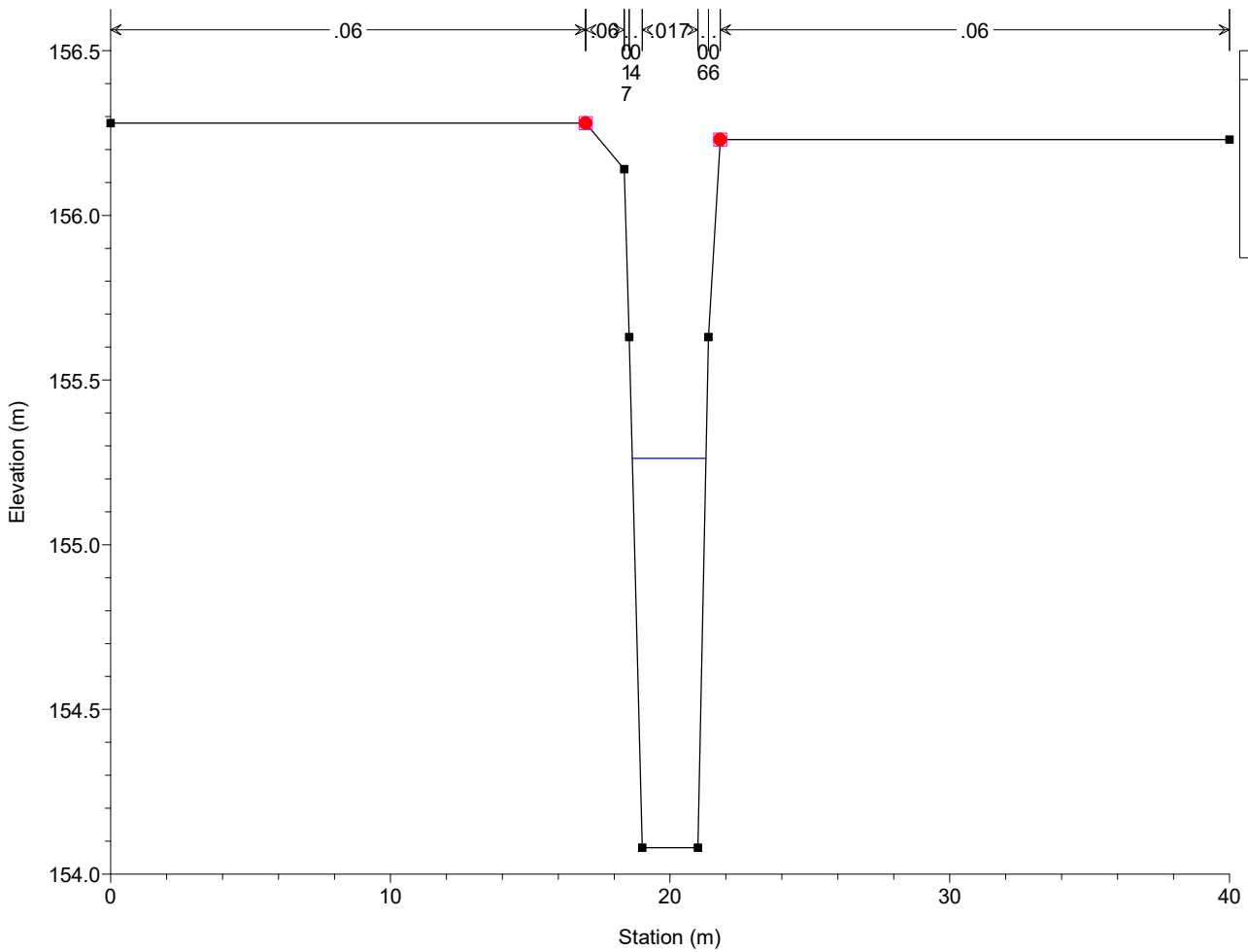


1791\_Rio\_Enzola\_Cassa Plan: 1791\_Geo6.1\_Cassa\_U\_Q\_Tr200\_1s\_1m 1/27/2020  
RS = 1789.12 Sezione18.1



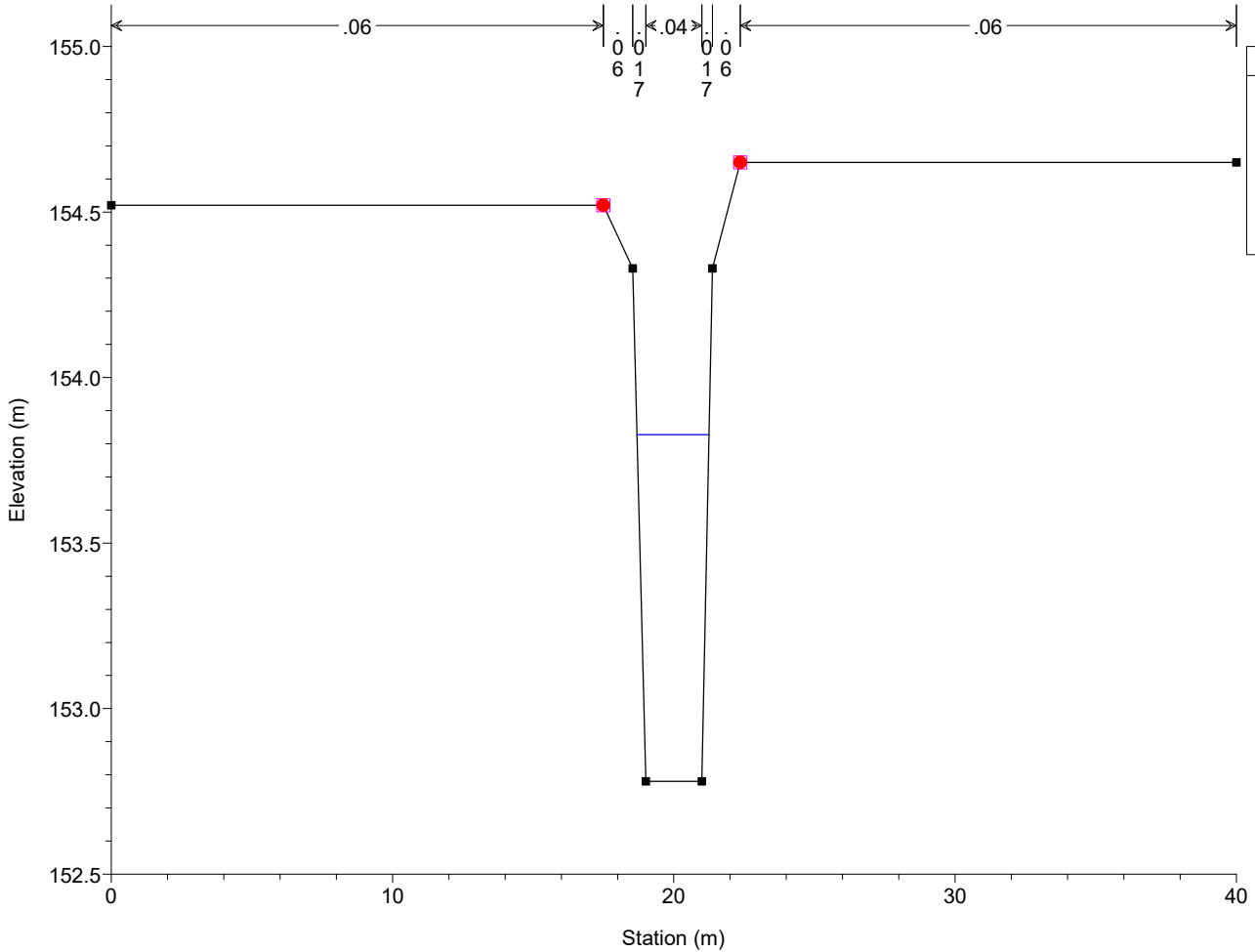
1791\_Rio\_Enzola\_Cassa Plan: 1791\_Geo6.1\_Cassa\_U\_Q\_Tr200\_1s\_1m 1/27/2020

RS = 1703.68 Sezione 18



1791\_Rio\_Enzola\_Cassa Plan: 1791\_Geo6.1\_Cassa\_U\_Q\_Tr200\_1s\_1m 1/27/2020

RS = 1620.03 Sezione 17



Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Levee El Left (m)	Levee El Right (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
Tratto Cassa	2238.19	Max WS	14.80	163.41	164.82	165.67	165.73		165.24	0.017084	2.88	5.15	5.11	0.92
Tratto Cassa	2105		Lat Struct											
Tratto Cassa	2080	Max WS	7.20	160.77	163.03	163.25	163.25	161.68	163.05	0.000454	0.65	11.20	7.74	0.17
Tratto Cassa	2079		Inl Struct											
Tratto Cassa	2078	Max WS	7.20	160.75	161.73	163.25	163.25		161.99	0.016243	2.28	3.16	4.63	0.88
Tratto Cassa	2071.89	Max WS	7.20	160.65	161.63	162.57	162.44		161.89	0.016000	2.26	3.18	4.64	0.87
Tratto Cassa	1940.45	Max WS	7.18	158.42	159.54	160.50	160.47		159.88	0.020298	2.56	2.80	3.50	0.91
Tratto Cassa	1920		Lat Struct											
Tratto Cassa	1877.16	Max WS	7.15	157.58	158.74	159.78	159.18		158.90	0.008009	1.76	4.06	3.50	0.52
Tratto Cassa	1867.16	Max WS	7.15	157.45	158.69	159.65	159.05	158.20	158.82	0.006724	1.65	4.32	3.50	0.47
Tratto Cassa	1866.66		Inl Struct											
Tratto Cassa	1866.16	Max WS	7.15	157.20	158.70	159.65	159.05		158.79	0.003947	1.36	5.25	3.50	0.36
Tratto Cassa	1863.69	Max WS	7.15	157.17	158.65	159.05	159.05		158.79	0.002431	1.60	4.45	5.57	0.42
Tratto Cassa	1862.89		Culvert											
Tratto Cassa	1844	Max WS	7.14	156.93	157.80	158.59	158.49		157.95	0.008132	1.68	4.24	4.96	0.58
Tratto Cassa	1833.92	Max WS	7.14	156.85	157.72	158.48	158.38		157.87	0.008188	1.69	4.23	4.97	0.58
Tratto Cassa	1823.92	Max WS	7.14	156.74	157.66	158.37	158.27	157.35	157.79	0.006909	1.59	4.48	4.99	0.54
Tratto Cassa	1813.92		Inl Struct											
Tratto Cassa	1812.82	Max WS	7.14	155.65	157.11	158.26	158.16		157.17	0.001877	1.02	7.03	4.85	0.27
Tratto Cassa	1809.12	Max WS	7.14	155.65	157.11	158.19	158.09		157.16	0.001902	1.02	7.00	4.87	0.27
Tratto Cassa	1804.12	Max WS	7.14	155.50	156.88	157.70	157.65		157.18	0.016587	2.43	2.93	2.80	0.76
Tratto Cassa	1799.12	Max WS	7.14	155.41	156.80	157.61	157.56		157.10	0.015831	2.39	2.99	2.82	0.74
Tratto Cassa	1789.12	Max WS	7.14	155.23	156.68	157.43	157.38		156.95	0.013625	2.26	3.16	2.87	0.69
Tratto Cassa	1703.68	Max WS	7.13	154.08	155.26	156.28	156.23		155.61	0.018102	2.60	2.74	2.63	0.82
Tratto Cassa	1620.03	Max WS	7.13	152.78	153.83	154.52	154.65	153.82	154.28	0.016000	2.99	2.39	2.56	0.99