



COMUNE DI REVELLO

PIANO REGOLATORE GENERALE

VARIANTE 2007

ai sensi del comma 4, art. 17, L.R. 56/77 e s.m. ed i.,
con adeguamento al P.A.I. approvato con D.P.C.M. del 24/05/2001,

A1 - Relazione idrologica ed idraulica

PROGETTO PRELIMINARE

ADOTTATO CON

D.C. NR. 17

DEL 27/06/2007

PUBBLICATO

DAL

AL

PROGETTO DEFINITIVO

ADOTTATO CON

D.C. NR.

DEL

I PROGETTISTI

IL SINDACO

IL SEGRETARIO
COMUNALE

IL RESPONSABILE
DEL PROCEDIMENTO

IL RELATORE PER LO STUDIO IDRAULICO:

Ing. Stefano Ferrari

Studio di Ingegneria Ferrari e Giraudo

via Statuto 11 bis - 12100 CUNEO
tel.: 0171698783 fax.: 0171697676

REGIONE PIEMONTE

COMUNE DI REVELLO

Studio idraulico di adeguamento del PRGC al PAI

Allegato A1

RELAZIONE IDROLOGICA ED IDRAULICA

Ing. Stefano Ferrari

Studio di Ingegneria Ferrari e Giraudò

via Statuto 11 bis – 12100 CUNEO

tel.: 0171698783 fax.: 0171697676

stefano.ferrari@ferrariegiraudò.it

Premessa.....	3
Indagine storica degli eventi alluvionali	4
Eventi alluvionali conosciuti da fonti storiche.....	4
Recenti eventi alluvionali.....	4
Trasformazioni dell'uso del territorio circostante i canali in studio.....	5
Area 1 Rio Freddo / Bedale di Revello.....	6
Inquadramento geografico.....	6
I criteri di verifica.....	6
Stima delle portate.....	6
Gli afflussi.....	9
Le perdite	10
Trasformazione afflussi deflussi: idrogramma unitario SCS	11
Funzionamento dell'opera di presa	17
Limitazione delle portate di progetto in base alla geometria delle sezioni	19
Definizione delle portate di progetto.....	20
Condizioni di deflusso in piena.....	21
Considerazioni conseguenti l'analisi idraulica	23
Allegati Area 1 (Bedale di Revello).....	25
Area 2 Rio Tagliata.....	28
Inquadramento geografico.....	28
I criteri di verifica.....	28
Stima delle portate.....	28
Gli afflussi.....	30
Le perdite	31
Trasformazione afflussi deflussi: idrogramma unitario SCS	33
Condizioni di deflusso in piena.....	37
Considerazioni conseguenti l'analisi idraulica	40
Allegati Area 2 (Rio Tagliata).....	41

Premessa

La presente relazione analizza le condizioni di deflusso di piene con tempo di ritorno definito (20, 200 e 500 anni) al fine di definire il rischio idraulico del territorio secondo quanto indicato dalla D.G.R. 45-6656 *“Indirizzi per l’attuazione del PAI nel settore urbanistico”* (Supplemento al BUR numero 30 del 25.07.2002), finalizzata alla delimitazione delle classi di pericolosità Ee, Eb, Em.

Lo studio idraulico in moto permanente interesserà due aree, come richiesto:

- Area 1 : Rio Freddo / Bedale di Revello, nel tratto tra il confine comunale e il concentrico di Revello
- Area 2 : Rio Tagliata, tra la S.P. per Envie ed il confine comunale.

Inoltre si svolgono, in documento allegato, alcune considerazioni semplificate su bacini minori che appaiono di interesse per l'attuale assetto urbanistico

In seguito alla determinazione delle portate di progetto viene allestito, per entrambe le aree un modello idraulico in moto permanente che viene sovrapposto ad un rilievo topografico di dettaglio che consente di definire la pericolosità delle aree allagabili.

Indagine storica degli eventi alluvionali

Eventi alluvionali conosciuti da fonti storiche

Gli eventi alluvionali appaiono storicamente meno frequenti in alta Valle Po che non nelle valli contigue, tuttavia non meno gravi sono le conseguenze, come documentato sin da epoche lontane. A titolo di esempio si ricorda la grave inondazione del 20-21 maggio 1728 nell'alto bacino del Po, che interessò principalmente i Comuni di Ostana, Oncino e Crissolo. Sono inoltre segnalati i seguenti eventi.

1903. 3-4 giugno

Alluvione a Crissolo con gravi danni all'abitato

1904. 1° settembre

A Paesana si rilevano gravi danni alla Borgata Calcinere inf. a causa dell'esondazione e dell'erosione del Rio S. Antonio.

1966, 10 ottobre

« Saluzzo, 11... La pioggia caduta incessante in questi giorni ha causato danni gravissimi nei centri della valle Po compresi fra Revello e Paesana... Un casolare è stato abbattuto dalla furia dell'acqua a Rifreddo. Una donna è morta sotto le macerie» (La Stampa, 12 ottobre 1966).

1977, 18-20 maggio

Esondazione di rii minori a monte di Crissolo con gravi danni al centro abitato.

Recenti eventi alluvionali

Le alluvioni più recenti che hanno coinvolto alpi occidentali ed il bacino del Po, hanno interessato anche il territorio oggetto della presente indagine.

Le grosse piene del Fiume Po hanno indotto alcuni fenomeni erosivi lungo l'asta principale e del Torrente Poetto, ma non si sono verificate tracimazioni significative.

Non si sono registrati gravi danni nel concentrico di Revello, ad eccezione fatta per localizzate esondazioni a carico del Bedale di Revello in alcuni punti del concentrico e lungo l'asta del canale principale.

Trasformazioni dell'uso del territorio circostante i canali in studio

Per quanto attiene allo studio presente, esso si concentra in particolare su corsi d'acqua (Bedale di Revello, Rio Tagliata) che hanno una funzione sia irrigua sia di drenaggio naturale. In questo caso occorre porre attenzione, più che l'indagine storica pregressa, alla trasformazione del territorio circostante. Questo è particolarmente vero per il Bedale di Revello.

In origine il Bedale, fu concepito come corso d'acqua controllato alla presa per una funzione irrigua. nel contempo esso raccoglieva le acque defluenti dai vallonetti laterali in sinistra, e riversava con alcuni scaricatori le acque in esubero verso la rete di drenaggio in destra. Questo schema, comune nei territori pedemontani, poteva anche essere insufficiente, ed è verosimile che talvolta a fronte di piccole piene degli affluenti locali dal versante sinistro si siano realizzate esondazioni sul piano di campagna, dovute alla insufficienza della capacità di convogliamento dello stesso rio.

Oggi la condizione del territorio è piuttosto mutata. In particolare nel tratto a monte del concentrico di Revello, si è avuta una discreta estensione residenziale, concomitante con la copertura di lunghi tratti di canali. Tali aree assumono quindi un valore maggiore rispetto al passato e le possibili insufficienze della rete drenante che prima potevano essere accettate a fronte di modesti danni, oggi diventano assai meno accettabili.

In questo senso è opinione dello scrivente, che al di là della pura descrizione dello stato del dissesto in essere, sarebbe opportuno concepire un piccolo piano di riassetto idraulico, quantomeno comprendente la migliore definizione delle vie di scarico del Bedale ed eventualmente la predispizione di vasche di pioggia a tutela delle aree residenziali.

Area 1 Rio Freddo / Bedale di Revello

Inquadramento geografico

Il territorio di riferimento è collocato in sinistra idrografica nel settore basso montano della Valle Po. Il Bedale di Revello è un canale artificiale che si diparte dal Rio Freddo in corrispondenza di Loc. La Virginia. Il corso d'acqua naturale drena le acque di tutta la conca di Rio Freddo, che comprende la Croce di Rio Freddo (1303 m s.l.m.), appartenente al complesso del Monte Bracco. Nel Bedale di Revello vengono raccolte le acque superficiali di tutto il versante sud – est del monte Bracco compreso tra Rocca Costanza e Rocca Bionda, che nel caso di piogge molto intense possono contribuire in maniera determinante alle portate di piena.

A valle della presa il rio prende la denominazione di Rio Malfossa, che confluisce nel Rivo Poetto.

I criteri di verifica

Sotto il profilo delle verifiche idrologiche ed idrauliche ci si propone di :

- stimare l'idrogramma di progetto per assegnati tempi di ritorno (20 e 200 e 500 anni) nei diversi punti individuati lungo l'asta del Rio Freddo / Bedale di Revello
- elaborare un modello idraulico in moto permanente che consenta di simulare la situazione esistente nel corpo idrico in esame. Per realizzarlo è stato utilizzato il software Hec-Ras nella versione 3.1.1.

Stima delle portate

La stima idrologica è stata redatta facendo ricorso alla modellazione con idrogramma IUH tipo SCS, confrontata con il metodo razionale. Vengono illustrati i parametri morfologici e meteorologici comuni ad entrambe le elaborazioni.

La morfologia del bacino

Dalla carta tecnica regionale si è ricavato lo schema della rete idrografica del Rio Freddo – Bedale di Revello.

Le caratteristiche principali della morfologia del bacino, chiuso alla quota 358 m s.l.m. immediatamente a monte del centro storico di Revello

sezione di chiusura: 358 m s.l.m.

area drenata = 9,3 km²

lunghezza asta principale (Rio Freddo + Bedale) = 5,8 km.

Ai fini delle elaborazioni idrologiche si è suddiviso il territorio in 6 sottobacini, le cui caratteristiche morfologiche sono riportate in allegato e la cui disposizione è riportata nella seguente FIGURA 1:

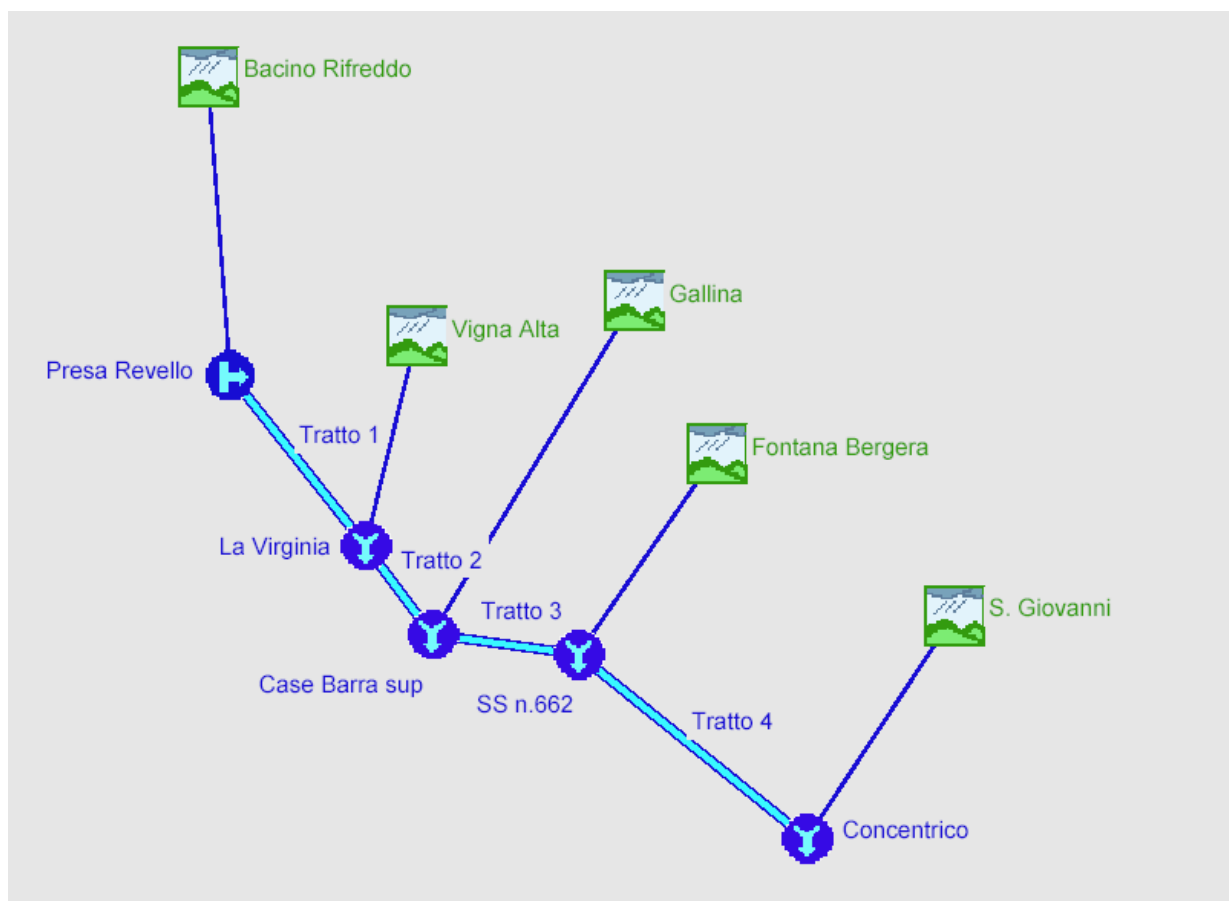


FIGURA 1 Rappresentazione schematica del reticolo idrografico del Bedale di Revello

Lo schema presentato evidenzia la presenza di 6 sottobacini che confluiscono successivamente nel Bedale di Revello. Il primo nodo idraulico (Presa Revello) è una derivazione (opera di presa del Bedale) e dal suo funzionamento dipende il regime idrologico per tutto il Bedale di Revello.

Verrà condotta una modellazione idrologica senza considerare le limitazioni delle portate indotte dall'opera di presa e dalle sezioni sottodimensionate e successivamente sarà imposta una taratura al modello idrologico relazionata alla frequenza della portata assunta come riferimento. Tali considerazioni sono riportate nell'apposito paragrafo.

Pioggia di progetto

Il bacino è posizionato, rispetto alla modellazione adottata dalla Autorità di Bacino per il Po¹, in corrispondenza della cella AJ 128. Da questa si derivano le curve di possibilità pluviometrica, legate ai tempi di ritorno di 20, 100, 200 e 500 anni, rispettivamente:

$$h = 47,07 t^{0,42}$$

$$h = 61,35 t^{0,42}$$

$$h = 67,42 t^{0,42}$$

$$h = 75,51 t^{0,42}$$

Se ne derivano le seguenti precipitazioni, per assegnata durata:

AJ128	TR 20	TR 100	TR 200	TR 500
a	47,07	61,35	67,42	75,51
n	0,42	0,42	0,42	0,42
5 minuti	16,49	21,71	23,98	26,92
15 minuti	26,22	34,37	37,87	42,48
30 minuti	35,13	45,92	50,53	56,63
1 ora	47,07	61,35	67,42	75,51
2 ore	63,06	81,97	89,95	100,68
3 ore	74,83	97,11	106,48	119,13
6 ore	100,26	129,74	142,07	158,83
12 ore	134,33	173,35	189,55	211,77
24 ore	179,97	231,6	252,9	282,35
48 ore	241,12	309,44	337,43	376,46

Tabella 1 Altezze di pioggia per eventi di durata variabile

¹ Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI), Norme di Attuazione:

Direttiva sulla piena di progetto da assumere per le progettazioni

Allegato 3 Distribuzione spaziale delle piogge intense, parametri delle linee segnalatrici di probabilità pluviometria per tempi di ritorno.

Ricostruzione Afflussi deflussi

Il modello applicato stima la formazione del deflusso diretto nel bacino sottraendo all'apporto meteorico la perdita iniziale per intercettazione più la perdita per piccoli invasi, e la successiva perdita per infiltrazione.

Il deflusso efficace viene quindi trasformato in idrogramma di portate mediante l'operazione di circonvoluzione con un idrogramma unitario. Si è disposto di un idrogramma sintetico derivato dallo schema SCS. Di seguito si illustrano le componenti del modello.

Gli afflussi

L'afflusso meteorico di progetto è stato studiato facendo riferimento alle piogge di progetto sopra riportate.

Nella definizione delle portate di piena assume un particolare rilievo la distribuzione delle piogge durante l'evento. Nel caso in esame si è stabilito di utilizzare il metodo della ripartizione temporale in cui la precipitazione è suddivisa in due periodi per il $\frac{3}{4}$ e $\frac{1}{4}$ della durata totale, a cui sono stati associati due valori di precipitazione in funzione della durata dell'evento, riportati nella seguente Tabella 2.

La durata totale dell'evento meteorico è stata stabilita in 4 ore: in questo modo lo scroscio finale di durata 1 ora permette di simulare le condizioni più critiche per i piccoli bacini laterali il cui tempo di corrivazione è mediamente di 30 - 60 minuti.

Durata evento totale	Ripartizione % nel 1° periodo
< 1 ora	40%
< 3 ore ; > 1 ora	45%
< 6 ore; > 3 ore	50%
< 12 ore; > 6 ore	60%
> 12 ore	65%

Tabella 2 Ripartizione percentuale della precipitazione totale

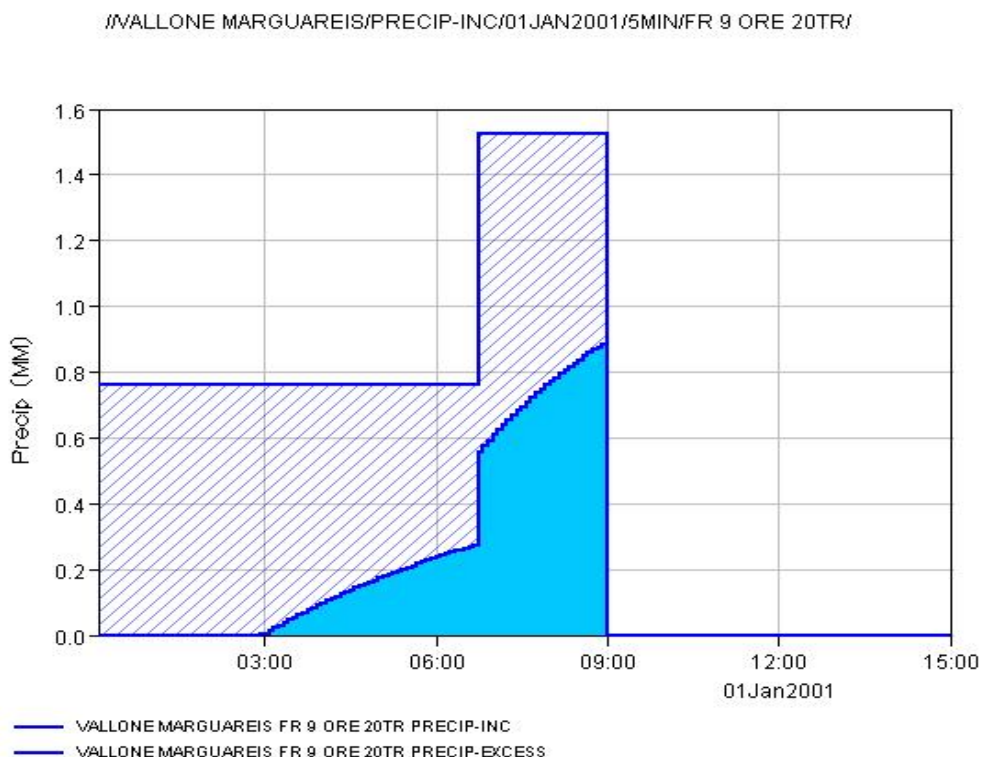


Grafico 1 Esempio di ietogramma con ripartizione temporale delle portate. In azzurro è riportata la pioggia efficace.

Le perdite

Le perdite iniziali sono dovute all'intercettazione fogliare ed ai piccoli invasi. Si è adottato come coefficiente di imbibimento iniziale il valore di 0.1 dell'assorbimento totale, valore più cautelativo del 0,2 suggerito dallo stesso S.C.S. e di consueto adottato in assenza di altre informazioni. Per i sottobacini in esame il valore di assorbimento adottato è di 16,93 mm.

Per modellare le successive perdite per infiltrazione sulla precipitazione totale nel caso in studio si è adottato il metodo noto come C.N., ovvero "Curve Number", elaborato dal Soil Conservation Center del Dipartimento U.S. dell'Agricoltura. Il metodo è particolarmente interessante per valutare l'impatto idrologico delle alterazioni di uso del suolo in quanto è basato su di una parametrizzazione anche qualitativa e pedologica piuttosto adattabile alle diverse condizioni.

Il metodo richiede in primo luogo la definizione delle caratteristiche di imbibimento iniziale del suolo, fondamentali per la stima delle perdite per infiltrazione. Nel lavoro si è fatto riferimento alla classe II relativa a condizioni di suolo medie, esprimenti il parametro CN II. Queste comportano

una precipitazione nei 5 giorni antecedenti compresa tra 13 e 28 mm nella stagione di riposo vegetativo.

Il metodo richiede quindi la definizione del tipo idrologico di suolo, che si è individuato, per ogni bacino, note le caratteristiche geopedologiche dei versanti del bacino drenato, nell'ambito del tipo B, caratterizzati da terricci di tipo marnoso e sabbioso.

Per questi tipi di suolo il valore del parametro CN II, in funzione dell'uso del suolo, varia da 61 a 79. Ai fini del presente calcolo si è scelto di usare utilizzare un valore unico per ogni sottobacino. Il valore adottato è di 60, rappresentativo per suoli mediamente profondi, ricoperti da vegetazione di discreta stabilità e copertura.

Tale parametro consente di stimare la massima ritenzione potenziale del suolo, indicata come V :

$$V = V_0 \left(\frac{100}{CNII} - I \right)$$

dove V_0 è una costante di scala pari a 254 mm, mentre I è il volume precipitato, ovvero l'afflusso.

Se P è il volume di deflusso superficiale, ovvero il ruscellamento cumulato, F il volume infiltrato, I_a è la quota persa per assorbimento iniziale dal volume precipitato, l'equazione di stima delle perdite è la

$$\frac{P}{V} = \frac{P}{I + I_a}$$

che combinata con l'equazione di conservazione della massa $F = I + I_a - P$ conduce all'espressione:

$$P = \frac{(I - I_a)^2}{I - I_a + V}$$

che consente, nota la serie di precipitazioni totali, di derivare le precipitazioni efficaci.

Trasformazione afflussi deflussi: idrogramma unitario SCS

In ogni sottobacino la trasformazione afflussi deflussi è simulata mediante una convoluzione delle piogge sull'idrogramma unitario istantaneo di tipo SCS.

La curva d'onda è caratterizzata da un valore del tempo di picco legato alla stima del tempo di ritardo del bacino (t_{lag}). Il modello di idrogramma unitario SCS è costituito da un idrogramma unimodale, quale quello mostrato nella FIGURA 2.

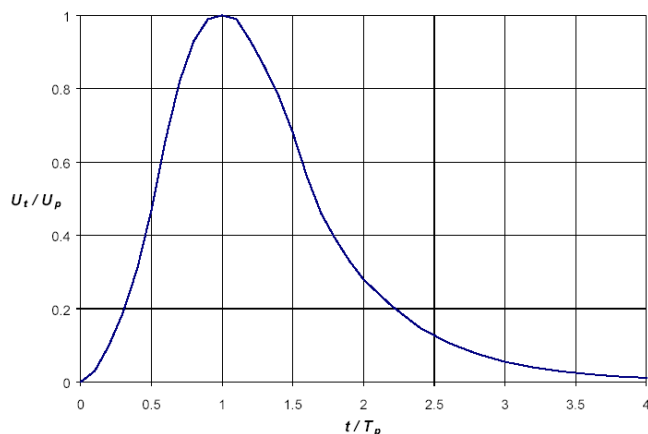


FIGURA 2 Idrogramma unitaria adimensionale SCS

Secondo il metodo il valore di picco U_p ed il tempo in cui questo si verifica T_p , sono legati dalla relazione:

$$U_p = C \frac{A}{T_p}$$

dove A = superficie drenata, e C = fattore di conversione (2.08 nel S.I.). Il tempo di picco è inoltre legato alla unità di tempo assunta come base di rappresentazione della precipitazione efficace dalla relazione:

$$T_p = \frac{\Delta t}{2} + t_{lag}$$

dove Δt = l'intervallo di tempo adottato come base di rappresentazione della precipitazione efficace, e t_{lag} = il tempo di "ritardo" del bacino, espresso come differenza tra il centro di massa della rappresentazione geometrica della pioggia efficace ed il picco dell'idrogramma unitario.

La stima del tempo di "ritardo" t_{lag} può farsi, secondo lo stesso SCS, con riferimento al tempo di concentrazione del bacino, tramite la relazione:

$$t_{lag} = 0.6 * t_c;$$

Il tempo di concentrazione t_c va qui inteso come parametro fisico. Ai fini della stima, esso è considerato fisicamente pari al massimo dei teorici tempi di trasporto dei deflussi lungo la rete di scorrimento superficiale e dunque calcolabile in base alla somma dei tempi di trasporto tramite i diversi segmenti del reticolo idrologico, secondo la relazione:

$$t_c = \max (t_{\text{sheet}} + t_{\text{shallow}} + t_{\text{channel}})$$

la somma si fa lungo il percorso idraulicamente più lungo, somma dei tre modi di rappresentare schematicamente il tipo di percorrenza: t_{sheet} = somma dei tempi di percorrenza lungo i versanti; t_{shallow} = somma dei tempi di percorrenza di tubazioni, canalizzazioni chiuse o anche deflusso di superficie concentrato in rivoletti; e infine t_{channel} = somma delle percorrenze in alvei naturali aperti.

$$t_{\text{sheet}} = \frac{0.007(NL)^{0.8}}{(P20)^{0.5} S^{0.4}}$$

dove L è la lunghezza del tratto a deflusso superficiale, P20 è la precipitazione con tempo di ritorno 20 anni, S la pendenza del versante. N è un coefficiente legato all'uso del suolo.

$$t_{\text{shallow}} = L/\alpha k S^{0.5}$$

in cui α è un fattore di conversione costante, pari a 10 nel S.I.

e k è un fattore adimensionale dipendente dall'uso del suolo.

Coefficienti per ruscellamento sul versante N	
0,08	bosco con abbondante lettiera
0,15	bosco e boscaglie rade
0,21	prati-pascoli
0,27	coltivazioni
Coefficienti per il deflusso in alveo α	
0,46	fondo erboso
0,49	fondo naturale
0,62	pavimentato

Tabella 3 Coefficienti proposti da NHI per ruscellamento e deflusso

Per quanto attiene alla stima del tempo di trasporto lungo i tratti incanalati, un metodo di riferimento con cui confrontare i risultati è quello di CHOW, (1988), secondo cui le velocità di trasporto possono essere stimate secondo la seguente.

Tipo di scorrimento	Pendenza (%)			
	0-3	4-7	8-11	> 12
A- Diffuso				
Boschi	0 - 0.45	0.45 - 0.75	0.75 - 1	> 1.0
Pascoli	0 - 0.75	0.75 - 1.0	1.0 - 1.25	> 1.25
Coltivi	0 - 0.9	0.9 - 1.35	1.35 - 1.65	> 1.65
Zone pavimentate	0 - 2.5	2.5 - 4.0	4.0 - 5.1	> 5.1
B Concentrato in alveo	0 - 0.6	0.6 - 1.20	1.20 - 2.10	> 2.10

Tabella 4 Velocità della corrente in scorrimento superficiale

da cui: $t_{channel} = L/V_{Chow}$

Per i sottobacini in cui il deflusso si articola prevalentemente in alveo dopo un breve tratto di deflusso superficiale e ruscellato su versante, si può ricorrere alla nota formula di Tournon con i coefficienti determinati da Merlo (1973) per i corsi d'acqua delle Alpi piemontesi, che fornisce i tempi di corrivazione, (che possono essere equiparati ai tempi di trasporto) in ore:

$$\bullet \quad t_c = 0.396L \frac{L}{\sqrt{i_a}} \left(\frac{A \sqrt{i_a}}{L^2 \sqrt{i_v}} \right)^{0.72}$$

dove i_a è la pendenza dell'asta principale e i_v la pendenza dei versanti;

da cui si ricava il t_{lag} secondo la formula già citata.

Il Tlag può essere inoltre determinato con la formula proposta da Giandotti

$$\bullet \quad t_c = (4 A^{0.5} + 1,5L)/(0,8 h_m^{0.5})$$

in cui A è l'area del bacino in km²,

L è la lunghezza dell'asta in km,

e h_m è l'altezza media del bacino rispetto alla sezione di chiusura considerata.

Quando si è stimato il tlag è possibile calcolare i valori di Tp e Up, da cui deriva la forma dell'idrogramma unitario che sarà usato per stimare la risposta del bacino alla precipitazione efficace.

I tempi ottenuti con i diversi metodi sono illustrati nell'allegato posto al termine della presente relazione. Vengono presentati di seguito i valori scelti come riferimento:

Sottobacino	Time lag (min)
Rio Freddo	55
Vigna alta	15
Gallina	15
Fontana Bergera	10
S. Giovanni	20

Risultati del modello SCS e taratura delle portate di progetto

Il modello idrologico allestito porta ai seguenti risultati, che, come già detto precedentemente, necessitano di una taratura per rendere conto delle caratteristiche geometriche e morfologiche dell'asta del Bedale di Revello.

I risultati della modellazione di base sono i seguenti:

PORTATE DI PROGETTO LUNGO L'ASTA PRINCIPALE

Tempo di ritorno **20 anni**

Corpo idrico	Riferimento allo schema HMS	Sezione di monte	Sezione di valle	Portata (m ³ /s)
Rio Freddo	Rio Freddo	680	620	14,3
Bedale di Revello	Tratto 1	610	570	14,3
Bedale di Revello	Tratto 2	560	540	14,4
Bedale di Revello	Tratto 3	530	430	14,6
Bedale di Revello	Tratto 4	420	330	14,6
Bedale di Revello	Concentrico	320	100	16,3

PORTATE DI PROGETTO LUNGO L'ASTA PRINCIPALE

Tempo di ritorno **200 anni**

Corpo idrico	Riferimento allo schema HMS	Sezione di monte	Sezione di valle	Portata (m ³ /s)
Rio Freddo	Rio Freddo	680	620	29,8
Bedale di Revello	Tratto 1	610	570	29,8
Bedale di Revello	Tratto 2	560	540	30,2
Bedale di Revello	Tratto 3	530	430	30,7
Bedale di Revello	Tratto 4	420	330	30,7
Bedale di Revello	Concentrico	320	100	34,8

PORTATE DI PROGETTO LUNGO L'ASTA PRINCIPALE

Tempo di ritorno **500 anni**

Corpo idrico	Riferimento allo schema HMS	Sezione di monte	Sezione di valle	Portata (m ³ /s)
Rio Freddo	Rio Freddo	680	620	36,5
Bedale di Revello	Tratto 1	610	570	36,5
Bedale di Revello	Tratto 2	560	540	36,9
Bedale di Revello	Tratto 3	530	430	37,6
Bedale di Revello	Tratto 4	420	330	37,7
Bedale di Revello	Concentrico	320	100	42,8

Funzionamento dell'opera di presa

Per la definizione delle portate realmente defluenti a valle dell'opera di regolazione si rende necessario stimare il funzionamento idraulico delle paratoie in relazione al tempo di ritorno delle piene assunte come riferimento (Q20, Q200 e Q500).

Si è scelto di legare alla rarità dell'evento considerato anche una tipologia di manovra o di posizionamento della paratoia. Si immagina che nel caso più frequente (Q20) l'operatore sia potuto intervenire e la luce netta sia regolata intorno ad un valore ordinario (10 cm).

Nel caso di eventi più rari (Q200 e Q500) si immagina che l'operatore sia potuto intervenire solo parzialmente o che le paratoie siano completamente aperte.

Lo schema grafico e le dimensioni dell'opera di presa sono riportate nella monografia attraversamenti riportata nel testo al termine del capitolo.

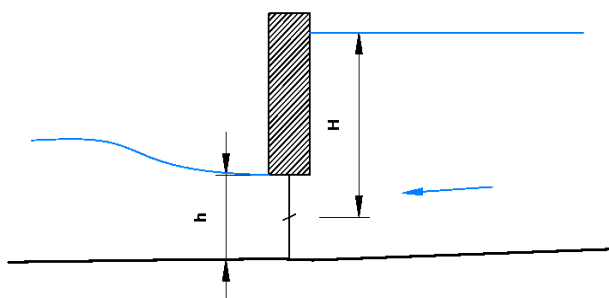
Si è stabilito di attribuire alla frequenza dell'evento alluvionale una specifica luce a battente.

<i>Portata</i>	<i>Funzionamento dell'opera di presa</i>
Q20	Le paratoie sono quasi completamente abbassate per un tempestivo intervento del personale addetto alla sorveglianza. L'altezza della luce libera è di 10 cm dal fondo
Q200	Le paratoie sono solo parzialmente abbassate e presentano una luce libera di altezza 60 cm. L'intervento del personale addetto alla sorveglianza è stato tardivo o assente.
Q500	Le paratoie sono completamente alzate e presentano quindi una luce libera di 120 cm. In tale situazione si stima che non sia possibile l'intervento umano nella limitazione delle portate defluenti con le paratoie.

Il calcolo delle portate defluenti a valle dell'opera di presa derivano dall'applicazione delle comuni formule delle luci a battente, in cui si è introdotta l'altezza del pelo libero dedotta dalla Modellazione Idraulica in HEC RAS.

I risultati sono riportati nelle seguenti tabelle:

Luce a battente



Luci a battente	Q20
Q Portata convogliata	1,367
H Altezza pelo libero/baricentro luce	1,6
h altezza della luce dal fondo	0,1
L Larghezza della base	4
Ce coefficiente di efflusso	0,61
In cui $Q = C_e L h (2g H)^{0,5}$	

Luci a battente	Q200
Q Portata convogliata	7,782
H Altezza pelo libero/baricentro luce	1,44
h altezza della luce dal fondo	0,6
L Larghezza della base	4
Ce coefficiente di efflusso	0,61
In cui $Q = C_e L h (2g H)^{0,5}$	

Luci a battente	Q500
Q Portata convogliata	13,848
H Altezza pelo libero/baricentro luce	1,14
h altezza della luce dal fondo	1,2
L Larghezza della base	4
Ce coefficiente di efflusso	0,61
In cui $Q = C_e L h (2g H)^{0,5}$	

Limitazione delle portate di progetto in base alla geometria delle sezioni

Nel contesto ambientale di riferimento, ossia di un corpo idrico di natura artificiale che non presenta aree golenali ma attraversa un territorio pianeggiante intensamente coltivato ed urbanizzato, la definizione delle portate è condizionata dalla presenza di attraversamenti e tombature che con luci variabili definiscono le portate convogliabili a valle.

A tal fine si sono individuate due sezioni che per la dimensione delle luci presenti e per la presenza di ampie superfici allagabili, rappresentano un sicuro punto di limitazione del deflusso e che pertanto convogliano a valle una portata massima ammissibile limitata.

Le sezioni in parola sono la sezione del ponte di Casc. Barra (sez. 520 – 510, Attraversamento 003) e la sezione del Molino a monte del concentrico di Revello (sez. 310, Attraversamento 009).

La limitazione delle portate lungo l'asta del Bedale di Revello non viene applicata nel caso della Q500, che, rappresenta una piena catastrofica e che si ritiene possa rientrare in alveo anche a valle di sezioni e attraversamenti sottodimensionati in ragione dell'elevata portata caratteristica.

Al fine di determinare quale sia la portata convogliabile a valle delle sezioni individuate come "limitanti" si è fatto riferimento alla portata compatibile "a piene rive" in corrispondenza di dette sezioni, intendendo che eventuali superi sarebbero destinati a versarsi al di fuori del canale, in particolare verso le aree agricole in destra.

La verifica in moto uniforme delle portate convogliabili dalle sezioni del canale nei due punti individuati portano ai seguenti risultati:

	Sezione 515 (Ponte 003)	Sezione 310
Portata Massima (m ³ /s)	4,6	3,6

E' possibile confrontare tali valori con le portate stimate per la Q20 e la Q200: si vede come di fatto le sezioni in parola introducono una limitazione che interessa la Q200 ma non la Q20 che di fatto non viene limitata. In particolare la Q200 viene effettivamente limitata in corrispondenza della sez. 515, dove si prevede un'ampia zona di allagamento a monte.

Definizione delle portate di progetto

Le portate di progetto sono stabilite a seguito della taratura del modello idrologico di base, ossia introducendo nei nodi idraulici dell'opera di presa (sezione 610) e nelle sezioni “strozzatura” (510 e 310) i valori di portata calcolati nei precedenti paragrafi.

Le portate ottenute, ed assunte come riferimento per le successive verifiche idrauliche, sono le seguenti:

PORTATE DI PROGETTO LUNGO L'ASTA PRINCIPALE

Tempo di ritorno **20 anni**

Corpo idrico	Sezione di monte	Sezione di valle	Portata (m ³ /s)
Rio Freddo	680	620	14,3
Bedale di Revello	610	570	1,36
Bedale di Revello	560	540	2,3
Bedale di Revello	530	430	4
Bedale di Revello	420	330	4,4
Bedale di Revello	320	310	6,9
Bedale di Revello	300	200	3,6
Bedale di Revello	190	100	3,6

PORTATE DI PROGETTO LUNGO L'ASTA PRINCIPALE

Tempo di ritorno **200 anni**

Corpo idrico	Sezione di monte	Sezione di valle	Portata (m ³ /s)
Rio Freddo	680	620	29,8
Bedale di Revello	610	570	7,8
Bedale di Revello	560	540	8,2
Bedale di Revello	530	520	10,8
Bedale di Revello	510	430	4,6
Bedale di Revello	420	330	5,2
Bedale di Revello	320	310	10,3
Bedale di Revello	300	200	3,6
Bedale di Revello	190	100	3,6

PORTATE DI PROGETTO LUNGO L'ASTA PRINCIPALE

Tempo di ritorno **500 anni**

Corpo idrico	Sezione di monte	Sezione di valle	Portata (m ³ /s)
Rio Freddo	680	620	36,5
Bedale di Revello	610	570	13,8
Bedale di Revello	560	540	14,4
Bedale di Revello	530	430	17,9
Bedale di Revello	420	330	18,6
Bedale di Revello	320	100	24,7

Si ricorda che per la Q500 la taratura è stata effettuata esclusivamente per il funzionamento dell'opera di presa, mentre non si è valutato l'effetto di laminazione indotto dalle sezioni e dagli attraversamenti fortemente sottodimensionati.

Condizioni di deflusso in piena

Il metodo di calcolo

Per la verifica idraulica il modello utilizzato è il software HEC-RAS (River Analysis System) dell'Hydrologic Engineering Center del U.S. Army Corps of Engineers di Davies nella versione 3.1.1. Il modello risolve le equazioni del moto permanente monodimensionali.

HEC-RAS è in grado di modellare il profilo della corrente in regime di corrente lenta e/o veloce prendendo in esame anche situazioni miste in cui siano possibili alternanze di tronchi in corrente lenta e veloce. Nel caso specifico, si è deciso di verificare il deflusso in condizioni di corrente mista.

Le normali perdite di energia meccanica sono valutate dal modello tenendo conto dell'attrito (grazie all'equazione di Manning) e di coefficienti di espansione-contrazione (moltiplicati per la variazione di velocità media della corrente), questi sono rispettivamente assunti pari a 0.1 e 0.3 nelle sezioni senza brusche variazioni e pari a 0.3 e 0.5 nelle sezioni con brusche variazioni (ad es. in corrispondenza dei ponti). Il modello permette di simulare gli effetti di vari ostacoli al deflusso come possono essere edifici, i ponti, i tombini e può calcolare i profili di corrente in corrispondenza di confluenze.

Il corso d'acqua è stato modellato secondo le misure effettuate in campo, riconducendole, nel caso di depositi alluvionali localizzati, a forme trapezoidali o simili, quali sono quelle che si producono durante il deflusso di piene rilevanti. Altro elemento fondamentale nel calcolo è la scabrezza: il modello richiede che la scabrezza sia espressa secondo la formula di Manning.

Per quanto riguarda la scabrezza si sono adottati numeri di Manning pari a 0.03 per le aree golenali, 0.07 per le sezioni d'alveo naturali, caratterizzate dalla presenza di massi ciclopici. Tali valori sono congruenti con quelli indicati nella letteratura di settore e nelle normative della Autorità di bacino.

Per una più chiara restituzione grafica, il rilievo topografico effettuato è stato sovrapposto alla CTR e viene riportato nelle tavole grafiche allegate al progetto.

Condizioni al contorno

Le condizioni al contorno di monte e di valle sono stabilite in moto uniforme assegnando alla pendenza media il valore del 1,35 % per la sezione 680 (monte) e di 1,0% per la sezione 100 (valle).

Scenari di riferimento

E' stato analizzato unicamente lo scenario esistente, in cui sono state allestite sulla base del rilievo topografico 57 sezioni idrauliche del Bedale di Revello/Rio Freddo.

I risultati di calcolo sono riportati in **allegato A**, dove sono illustrate le sezioni idrauliche, i profili e tutti i dati idraulici elaborati dal software relativi ai livelli idrici di piena.

Le seguenti variabili sono indicate nelle tabelle in lingua inglese:

W.S. Elev.:	quota del pelo libero (m)
Vel head:	termine cinetico (m)
E.G. Elev.:	quota della linea dell'energia (m)
Crit. W.S:	quota della profondità critica (m)
E.G. slope:	pendenza della linea dell'energia (m/m)
Q totale:	portata totale (m ³ /s)
Top Width:	larghezza del pelo libero (m)
Vel Total:	velocità media nella sezione (m/s)
Max Chl. Dpth:	profondità massima della corrente nell'alveo principale (m)
Min Ch El:	quota minima del fondo (m)
Left OB,	golena sinistra
Channel,	alveo principale
Right OB:	golena destra
Wt n-Val.:	valori della scabrezza secondo Manning
Reach Len.:	lunghezza del tronco d'alveo (distinta a seconda che si tratti dello sviluppo della golena e dell'alveo principale)

Flow area:	area bagnata (m ²)
Flow:	portata (m ³ /s)
Avg. vel.:	velocità media (in golena e nell'alveo principale; m/s)
Wetted Per.:	contorno bagnato (m)
Shear:	forza trattiva (N/m ²)

Considerazioni conseguenti l'analisi idraulica

La simulazione idraulica condotta ha evidenziato tre punti critici lungo l'asta oggetto della presente indagine:

- Zona della presa (loc. La Virginia; sez. 640 -sez. 610)

Nella zona a monte dell'opera di presa sul Rio Freddo/Bedale di Revello la presenza dell'ostruzione indotta dalle paratoie e in ragione della curva a 90° che compie il canale non regimentato, la portata Q200 non risulta contenuta nella sezione del canale interessando, con altezze d'acqua moderate le aree comprese tra Via Antica e la Strada Statale.

- Zona di Casc. Boglione (sez. 540 – sez. 510)

Nell'area compresa tra le sezioni 530 e 510 a causa del forte sottodimensionamento dell'attraversamento 003 e per la tortuosità del percorso (due bruschi cambiamenti di direzione con angolo di 90°), si verifica l'esondazione anche delle portate più frequenti (Q20) a danno delle aree comprese tra l'attraversamento e la Strada Statale.

Parimenti la Q200 a causa del restringimento delle sezioni tracimerà coinvolgendo, seppur con altezze d'acqua moderate, tutte le aree urbanizzate comprese tra Via Antica e la Strada Statale.

- Concentrico di Revello (da sez. a sez.)

Nel concentrico di Revello si è considerato che fosse improbabile l'estendersi di fenomeni di esondazione delle portate catastrofiche che avrebbero a disposizione ampie casse di espansione a monte dell'abitato. La pericolosità del concentrico è pertanto condizionata dalle portate più frequenti Q20 e Q200 che coincidono a causa della presenza di numerose sezioni

obbligate e attraversamenti sottodimensionati a monte dell'abitato. La simulazione condotta ha comunque evidenziato la presenza di tre sezioni particolarmente critiche in corrispondenza degli attraversamenti 009, 010, 011. In tali punti, come confermato da informazioni ottenute in loco, la tracimazione delle portate interessa per lo più la rete stradale coinvolgendo limitatamente le abitazioni prospicienti.

In tutti gli altri tratti dell'asta del Bedale di Revello si è stabilito di assegnare un rischio di tipo lineare medio/moderato ed un rischio medio moderato areale che si estende per 10 m per entrambe le sponde. Tale grado di rischio è assegnato in quanto per la presenza di sponde di altezza estremamente variabile è possibile che si verifichino esondazioni legate a piene di minore frequenza.

E' opportuno che tale fascia sia riservata a futuri interventi di ampliamento dei canali, di miglioramento delle capacità di convogliamento. La condizione del concentrico, ed in particolare della zona residenziale in destra del Bedale tra le sez. 400 e 300 è aggravata in particolare dall'afflusso dei valloni laterali "S. Giovanni" e "Fontana Bergera".

Questi sono ora condotti in tubazioni chiaramente non adeguate: si tratta di bacini con portate attese di alcuni m³/s che incontrano una rete di drenaggio, in corrispondenza delle zone abitate, che è inadeguata nelle dimensioni e disordinata planimetricamente.

Sarebbe necessario prevedere quindi, per le valli laterali di S. Giovanni e di Fontana Bergera, la riorganizzazione della rete di drenaggio terminale e la possibilità di realizzare uno scaricatore a valle per sgravare il bedale del carico di questi rii. Eventuali aree libere a monte della strada provinciale potrebbero essere correttamente adibite a vasche di laminazione dei suddetti rii.

In tutto il tratto in esame, le aree soggette ad allagamento per effetto della Q500, al di là delle considerazioni di livelli idrici frutto dell'analisi idraulica, devono essere intese in base ad un criterio morfologico, come quelle comprese tra la strada provinciale e la strada pedemontana. Inoltre, in corrispondenza dell'abitato, tali aree comprendono anche le porzioni residenziali a valle della strada provinciale siano prossime al drenaggio delle Bealere Broglio e Monastero.

Il Bedale di Revello termina, sotto il profilo catastale e toponomastico, in corrispondenza della sez. 100, ove le acque si ripartiscono tra tre canali di sedime demaniale. Lungo questi, come lungo tutti i canali sia di sedime demaniale, sia privato, sono presenti attraversamenti o tubazioni che non sono sufficienti a garantire il deflusso compatibile con le sezioni di monte e di valle. In generale tali restringimenti non sono gravi in quanto possono causare allagamenti localizzati e non coinvolgenti infrastrutture o aree residenziali.

Risulta invece significativo il restringimento presente nella sezione 90, lungo il canale “Bealera dietro il castello” in cui un lungo tratto è intubato in due condotti circolari di circa 60 cm di diametro. Sia per le dimensioni, sia per la facilità di intasamento dei tubi (a valle del concentrico il canale può facilmente trasportare sacchetti e ramaglie) è prevedibile l'interramento dell'imbocco dei tubi e la fuoriuscita dell'acqua dal tombino, con allagamenti della strada provinciale tra Revello ed Envie.

Allegati Area 1 (Bedale di Revello)

Allegato A

Area 1 Caratteristiche morfologiche dei sottobacini

Allegato B

Simulazione idraulica: profili sezioni e tabelle idrauliche

Allegato A

Area 1 Bedale di Revello

Caratteristiche morfologiche dei sottobacini

Allegato A

DATI MORFOLOGICI DEI BACINI AFFERENTI NEL BEDALE DI REVELLO

Bacino		Bacino Rifreddo
Superficie (km ²)		5,98
L versante (m)		1016
q max (m s.l.m.)		1200
q min (m.s.l.m.)		660
Pendenza versante		53%
L asta (m)		3010
q max (m s.l.m.)		660
q min (m s.l.m.)		402
Pendenza asta		8,6%
Altezza media del bacino		741
Bacino		Bacino Rifreddo
Tempi di concentrazione (min)		
Giandotti		64,44
Tournon		93,9
Velocità (Chow)		95,86
Metodo velocità (Shallow+Chow)		100,7
Time lag (min)		
Da Giandotti		38,67
da Tournon		56,3
da Velocità (solo Chow)		57,51
Dal Metodo velocità (Shallow+Chow)		60,4
Valore assunto		55,0

Tabella Chow (V in m/s)	
	0,7
Coeff shallow N	0,08
Coeff asta α	0,49

CN	60
la	assorbimento iniziale
	0,1 0,2
	16,93 33,87
S	massima ritenzione
	169,33

Bacino		Vigna Alta
Superficie (km ²)		0,35
L versante (m)		90
q max (m s.l.m.)		670
q min (m.s.l.m.)		630
Pendenza versante		44%
L asta (m)		894
q max (m s.l.m.)		630
q min (m s.l.m.)		397
Pendenza asta		26,1%
Altezza media del bacino		500
Bacino		Vigna Alta
Tempi di concentrazione (min)		
Giandotti		28,4
Tournon		18,9
Velocità (Chow)		23,43
Metodo velocità (Shallow+Chow)		24,1
Time lag (min)		
Da Giandotti		17,04
da Tournon		11,4
da Velocità (solo Chow)		14,06
Dal Metodo velocità (Shallow+Chow)		14,5
Valore assunto		15,0

Tabella Chow (V in m/s)	
	0,7
Coeff shallow N	0,08
Coeff asta α	0,49

CN	60
la	assorbimento iniziale
	0,1 0,2
	16,93 33,87
S	massima ritenzione
	169,33

Allegato A

Bacino		Gallina
Superficie (km ²)		0,48
L versante (m)		253
q max (m s.l.m.)		750
q min (m s.l.m.)		630
Pendenza versante		47%
L asta (m)		1170
q max (m s.l.m.)		630
q min (m s.l.m.)		387
Pendenza asta		20,8%
Altezza media del bacino		531
Bacino		Gallina
Tempi di concentrazione (min)		
Giandotti		30,66
Tournon		21,3
Velocità (Chow)		23,72
Metodo velocità (Shallow+Chow)		27,2
Time lag (min)		
Da Giandotti		18,4
da Tournon		12,8
da Velocità (solo Chow)		14,23
Dal Metodo velocità (Shallow+Chow)		16,3
Valore assunto		15,0

Tabella Chow (V in m/s)	
	1
Coeff shallow N	0,08
Coeff asta α	0,49

CN	
	60
Ia	assorbimento iniziale
	0,1 0,2
	16,93 33,87
S	massima ritenzione
	169,33

Bacino		Fontana Bergera
Superficie (km ²)		0,12
L versante (m)		520
q max (m s.l.m.)		550
q min (m s.l.m.)		385
Pendenza versante		32%
L asta (m)		50
q max (m s.l.m.)		380
q min (m s.l.m.)		379
Pendenza asta		2,0%
Altezza media del bacino		437
Bacino		Fontana Bergera
Tempi di concentrazione (min)		
Giandotti		22,07
Velocità (Chow)		31,67
Metodo velocità (Shallow+Chow)		13,0
Time lag (min)		
Da Giandotti		13,24
da Velocità (solo Chow)		19
Dal Metodo velocità (Shallow+Chow)		7,8
Valore assunto		10,0

Tabella Chow (V in m/s)	
	0,3
Coeff shallow N	0,15
Coeff asta α	0,46

CN	
	60
Ia	assorbimento iniziale
	0,1 0,2
	16,93 33,87
S	massima ritenzione
	169,33

Bacino		S. Giovanni
Superficie (km ²)		0,7
L versante (m)		45
q max (m s.l.m.)		564
q min (m s.l.m.)		540
Pendenza versante		53%
L asta (m)		1138
q max (m s.l.m.)		540
q min (m s.l.m.)		360
Pendenza asta		15,8%
Altezza media del bacino		433,8
Bacino		S. Giovanni
Tempi di concentrazione (min)		
Giandotti		44,69
Tournon		28,2
Velocità (Chow)		32,86
Metodo velocità (Shallow+Chow)		32,1
Time lag (min)		
Da Giandotti		26,81
da Tournon		16,9
da Velocità (solo Chow)		19,72
Dal Metodo velocità (Shallow+Chow)		19,3
Valore assunto		20,0

Tabella Chow (V in m/s)	
	0,6
Coeff shallow N	0,21
Coeff asta α	0,4

CN	
	60
Ia	assorbimento iniziale
	0,1 0,2
	16,93 33,87
S	massima ritenzione
	169,33

Allegato B

Area 1 Bedale di Revello

Simulazione idraulica: profili, sezioni, tabelle

HEC-RAS Plan: BED_lim River: Bedale di Revell Reach: Canale

Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude #	Chl
			(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)		
Canale	680	Q20	14.30	414.10	414.96	415.01	415.38	0.013505	2.88	4.97	7.09	1.10	
Canale	680	Q200	29.80	414.10	415.34	415.57	416.03	0.013509	3.72	8.65	16.63	1.17	
Canale	680	Q500	36.50	414.10	415.45	415.69	416.21	0.013504	3.97	10.44	17.32	1.18	
Canale	670	Q20	14.30	413.04	413.64	413.75	414.09	0.021761	3.00	4.77	9.56	1.36	
Canale	670	Q200	29.80	413.04	413.92	414.14	414.72	0.022900	3.97	7.51	10.10	1.47	
Canale	670	Q500	36.50	413.04	414.04	414.29	414.92	0.021468	4.17	8.76	10.34	1.44	
Canale	660	Q20	14.30	412.06	412.85	412.85	413.20	0.011030	2.61	5.49	8.04	1.01	
Canale	660	Q200	29.80	412.06	413.33	413.36	413.73	0.006990	2.87	11.72	17.61	0.87	
Canale	660	Q500	36.50	412.06	413.41	413.49	413.89	0.007838	3.19	13.16	18.32	0.93	
Canale	650	Q20	14.30	409.49	410.19	410.37	410.86	0.026315	3.61	3.96	6.11	1.43	
Canale	650	Q200	29.80	409.49	410.52	410.93	411.79	0.032521	4.98	5.98	6.20	1.62	
Canale	650	Q500	36.50	409.49	410.76	411.34	411.98	0.025239	4.89	7.46	6.26	1.43	
Canale	640	Q20	14.30	407.75	408.44	408.44	408.75	0.011098	2.49	5.73	8.96	1.00	
Canale	640	Q200	29.80	407.75	408.85	408.85	409.34	0.010199	3.12	9.54	9.71	1.01	
Canale	640	Q500	36.50	407.75	408.92	409.00	409.56	0.012203	3.55	10.29	9.85	1.11	
Canale	630	Q20	14.30	406.75	407.86	407.58	408.05	0.004719	1.97	7.27	7.92	0.66	
Canale	630	Q200	29.80	406.75	408.57	408.12	408.81	0.003041	2.19	14.21	10.00	0.55	
Canale	630	Q500	36.50	406.75	408.74	408.27	409.02	0.003276	2.40	15.91	10.00	0.57	
Canale	620	Q20	14.30	406.21	407.80	407.15	407.96	0.002808	1.77	8.44	9.00	0.45	
Canale	620	Q200	29.80	406.21	408.50	407.91	408.74	0.002759	2.24	14.79	9.00	0.47	
Canale	620	Q500	36.50	406.21	408.65	408.09	408.94	0.003240	2.53	16.10	9.00	0.52	
Canale	615		Bridge										
Canale	610	Q20	1.36	406.13	406.49	406.33	406.52	0.002334	0.75	1.82	5.01	0.40	
Canale	610	Q200	7.80	406.13	407.22	406.76	407.32	0.002672	1.43	5.44	5.01	0.44	
Canale	610	Q500	36.50	406.13	407.94	407.05	408.04	0.001548	1.43	10.44	9.00	0.34	
Canale	605		Bridge										
Canale	600	Q20	1.36	405.76	406.08	406.08	406.21	0.015438	1.58	0.86	3.43	1.01	
Canale	600	Q200	7.80	405.76	406.69	406.69	406.91	0.007079	2.17	4.18	10.33	0.79	
Canale	600	Q500	13.80	405.76	406.90	406.90	407.18	0.007063	2.56	6.50	10.80	0.83	
Canale	590	Q20	1.36	403.46	403.67	403.70	403.82	0.023446	1.69	0.81	4.09	1.22	
Canale	590	Q200	7.80	403.46	403.91	404.18	404.83	0.062051	4.25	1.84	4.72	2.17	
Canale	590	Q500	13.80	403.46	404.13	404.55	405.23	0.047176	4.65	2.97	5.32	1.99	
Canale	580	Q20	1.36	402.36	402.76	402.72	402.83	0.009260	1.14	1.19	5.41	0.78	
Canale	580	Q200	7.80	402.36	403.08	403.13	403.34	0.016196	2.30	3.42	9.47	1.14	
Canale	580	Q500	13.80	402.36	403.27	403.37	403.60	0.013060	2.62	5.77	14.61	1.08	
Canale	570	Q20	1.36	401.22	401.48	401.48	401.60	0.015840	1.54	0.88	3.86	1.00	
Canale	570	Q200	7.80	401.22	402.04	402.04	402.32	0.009923	2.38	3.50	7.23	0.88	
Canale	570	Q500	13.80	401.22	402.34	402.36	402.64	0.008127	2.60	6.25	11.03	0.81	
Canale	560	Q20	2.30	399.40	399.82	399.83	400.03	0.016064	1.99	1.15	3.00	1.03	
Canale	560	Q200	8.20	399.40	400.21	400.42	400.80	0.025053	3.43	2.39	3.49	1.32	
Canale	560	Q500	14.40	399.40	400.50	400.78	401.30	0.024225	4.03	3.93	8.60	1.32	
Canale	550	Q20	2.30	395.06	395.26	395.31	395.44	0.029580	1.87	1.23	6.40	1.36	
Canale	550	Q200	8.20	395.06	395.70	395.62	395.88	0.007797	1.89	4.35	7.72	0.80	
Canale	550	Q500	14.40	395.06	395.72	395.85	396.25	0.022051	3.22	4.48	7.77	1.35	
Canale	540	Q20	2.30	393.77	394.31	394.23	394.44	0.008306	1.61	1.43	3.35	0.78	
Canale	540	Q200	8.20	393.77	394.73	394.73	395.09	0.012095	2.64	3.11	4.60	1.01	
Canale	540	Q500	14.40	393.77	395.11	395.11	395.45	0.007267	2.70	6.09	9.47	0.83	
Canale	530	Q20	4.00	389.50	390.19	390.19	390.54	0.019142	2.61	1.53	2.21	1.00	
Canale	530	Q200	10.80	389.50	390.89	390.89	391.32	0.014057	3.03	3.86	4.22	0.82	
Canale	530	Q500	17.90	389.50	391.10	391.24	391.86	0.021989	4.04	4.75	4.22	1.02	
Canale	520	Q20	4.00	389.04	390.05	389.78	390.24	0.007893	1.91	2.30	8.00	0.61	
Canale	520	Q200	10.80	389.04	390.16	390.39	390.94	0.032975	4.17	3.12	8.00	1.26	
Canale	520	Q500	17.90	389.04	391.06	390.61	391.22	0.003158	1.92	10.38	8.00	0.43	
Canale	515		Bridge										
Canale	510	Q20	4.00	388.90	389.69	389.69	390.09	0.022166	2.80	1.43	1.81	1.00	
Canale	510	Q200	10.80	388.90	389.77	390.45	392.18	0.125667	6.88	1.57	1.82	2.36	
Canale	510	Q500	17.90	388.90	390.72	390.72	391.20	0.013815	3.40	6.00	5.82	0.81	
Canale	500	Q20	4.00	385.82	386.25	386.41	386.81	0.042703	3.30	1.21	2.80	1.60	
Canale	500	Q200	4.60	385.82	386.47	386.47	386.80	0.017078	2.53	1.81	2.80	1.01	
Canale	500	Q500	17.90	385.82	386.98	387.42	388.52	0.049409	5.49	3.26	2.81	1.63	
Canale	495		Bridge										
Canale	490	Q20	4.00	385.33	385.66	385.83	386.21	0.055768	3.28	1.22	4.39	1.98	
Canale	490	Q200	4.60	385.33	385.71	385.87	386.23	0.046006	3.22	1.43	4.58	1.83	
Canale	490	Q500	17.90	385.33	386.08	386.34	387.05	0.037618	4.67	4.77	15.00	1.85	

HEC-RAS Plan: BED_lim River: Bedale di Revell Reach: Canale (Continued)

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Canale	480	Q20	4.00	383.92	384.55	384.55	384.80	0.012887	2.21	1.83	3.99	1.00
Canale	480	Q200	4.60	383.92	384.65	384.66	384.86	0.009025	2.05	2.42	6.82	0.85
Canale	480	Q500	17.90	383.92	385.07	385.17	385.48	0.011393	3.26	7.13	13.97	1.04
Canale	470	Q20	4.00	382.51	382.95	383.09	383.39	0.035275	2.95	1.36	3.94	1.61
Canale	470	Q200	4.60	382.51	382.94	383.14	383.57	0.052074	3.53	1.30	3.87	1.94
Canale	470	Q500	17.90	382.51	383.45	383.67	384.26	0.028338	4.19	5.29	19.73	1.61
Canale	460	Q20	4.00	379.85	380.40	380.41	380.59	0.014646	1.94	2.07	5.96	1.05
Canale	460	Q200	4.60	379.85	380.44	380.44	380.64	0.013053	1.94	2.37	6.22	1.01
Canale	460	Q500	17.90	379.85	380.79	380.93	381.26	0.019061	3.22	6.68	20.18	1.31
Canale	450	Q20	4.00	378.25	378.78	378.89	379.08	0.020457	2.52	1.82	9.98	1.26
Canale	450	Q200	4.60	378.25	378.79	378.92	379.15	0.022955	2.73	1.99	11.96	1.34
Canale	450	Q500	17.90	378.25	379.04	379.17	379.48	0.021890	3.63	7.24	25.02	1.41
Canale	440	Q20	4.00	374.67	375.19	375.23	375.46	0.017761	2.32	1.73	4.28	1.16
Canale	440	Q200	4.60	374.67	375.24	375.28	375.52	0.015950	2.33	1.97	4.45	1.12
Canale	440	Q500	17.90	374.67	376.40	375.91	376.49	0.001279	1.52	14.65	14.56	0.39
Canale	430	Q20	4.00	373.87	375.03	374.50	375.07	0.001153	0.92	4.73	9.84	0.32
Canale	430	Q200	4.60	373.87	375.13	374.55	375.17	0.000979	0.90	5.73	9.95	0.30
Canale	430	Q500	17.90	373.87	376.40	375.29	376.44	0.000356	0.95	22.50	13.90	0.21
Canale	425		Bridge									
Canale	420	Q20	4.40	373.30	374.01	374.01	374.25	0.013447	2.16	2.04	4.40	1.01
Canale	420	Q200	5.20	373.30	374.07	374.07	374.33	0.013121	2.26	2.30	4.51	1.01
Canale	420	Q500	17.90	373.30	374.35	374.73	375.59	0.041328	4.94	3.62	5.03	1.86
Canale	410	Q20	4.40	370.18	371.19	370.72	371.23	0.001308	0.91	4.82	6.48	0.34
Canale	410	Q200	5.20	370.18	371.31	370.78	371.34	0.000742	0.74	7.95	12.60	0.26
Canale	410	Q500	18.60	370.18	372.03	371.32	372.10	0.000936	1.19	17.04	12.60	0.30
Canale	405		Bridge									
Canale	400	Q20	4.40	368.28	368.88	368.88	369.18	0.016517	2.44	1.80	3.01	1.01
Canale	400	Q200	5.20	368.28	368.95	368.95	369.29	0.016616	2.58	2.02	3.01	1.01
Canale	400	Q500	18.60	368.28	369.64	369.80	370.31	0.017108	3.83	5.56	7.00	1.05
Canale	390	Q20	4.40	365.63	366.02	366.37	367.35	0.120715	5.10	0.86	2.41	2.72
Canale	390	Q200	5.20	365.63	366.07	366.45	367.47	0.112279	5.24	0.99	2.46	2.64
Canale	390	Q500	18.60	365.63	366.79	367.47	368.72	0.063520	6.15	3.03	3.21	2.02
Canale	380	Q20	4.40	365.51	366.45	366.25	366.63	0.007122	1.88	2.34	2.98	0.68
Canale	380	Q200	5.20	365.51	366.54	366.33	366.74	0.007331	1.98	2.62	3.08	0.69
Canale	380	Q500	18.60	365.51	367.73	367.35	367.90	0.002846	2.01	10.66	8.81	0.46
Canale	375		Bridge									
Canale	370	Q20	4.40	364.24	365.04	364.81	365.17	0.005128	1.61	2.73	3.62	0.59
Canale	370	Q200	5.20	364.24	365.13	364.87	365.28	0.005122	1.70	3.06	3.67	0.59
Canale	370	Q500	18.60	364.24	366.78	365.68	366.82	0.000477	0.89	21.40	11.91	0.18
Canale	365		Bridge									
Canale	360	Q20	4.40	364.20	364.65	364.77	365.10	0.031303	2.97	1.48	3.44	1.44
Canale	360	Q200	5.20	364.20	364.70	364.83	365.20	0.031582	3.15	1.65	3.46	1.46
Canale	360	Q500	18.60	364.20	365.24	365.64	366.56	0.039231	5.11	3.78	7.24	1.65
Canale	350	Q20	4.40	363.55	364.40	364.09	364.45	0.001924	1.11	4.75	11.10	0.39
Canale	350	Q200	5.20	363.55	364.48	364.17	364.53	0.001689	1.09	5.68	11.11	0.37
Canale	350	Q500	18.60	363.55	365.65	364.68	365.70	0.000648	1.03	18.62	11.11	0.23
Canale	340	Q20	4.40	363.42	363.96	363.96	364.24	0.015685	2.32	1.90	3.51	1.01
Canale	340	Q200	5.20	363.42	364.03	364.03	364.33	0.015647	2.45	2.12	3.51	1.01
Canale	340	Q500	18.60	363.42	364.84	364.84	365.55	0.017383	3.74	4.97	3.52	1.00
Canale	330	Q20	4.40	361.92	362.14	362.46	363.76	0.246413	5.62	0.78	3.50	3.80
Canale	330	Q200	5.20	361.92	362.18	362.53	363.86	0.216439	5.74	0.91	3.50	3.61
Canale	330	Q500	18.60	361.92	362.70	363.34	365.09	0.096594	6.85	2.72	3.51	2.49
Canale	320	Q20	6.90	360.04	361.43	360.94	361.57	0.004165	1.74	4.52	7.00	0.47
Canale	320	Q200	10.30	360.04	361.90	361.43	362.00	0.002156	1.52	7.80	7.00	0.36
Canale	320	Q500	24.70	360.04	362.80	361.92	362.97	0.002219	2.01	14.11	7.00	0.39
Canale	315		Bridge									
Canale	310	Q20	6.90	359.18	359.85	359.85	360.00	0.007170	1.86	4.59	14.51	0.72
Canale	310	Q200	10.30	359.18	359.95	359.95	360.13	0.007867	2.11	6.02	14.51	0.77
Canale	310	Q500	24.70	359.18	360.23	360.23	360.56	0.010014	2.83	10.07	14.51	0.88
Canale	300	Q20	3.60	356.90	357.06	357.40	359.61	0.591898	7.07	0.51	3.20	5.66
Canale	300	Q200	3.60	356.90	357.06	357.40	359.74	0.645118	7.26	0.50	3.20	5.89
Canale	300	Q500	24.70	356.90	359.87	358.72	360.00	0.002371	1.76	16.22	13.22	0.33

HEC-RAS Plan: BED_lim River: Bedale di Revell Reach: Canale (Continued)

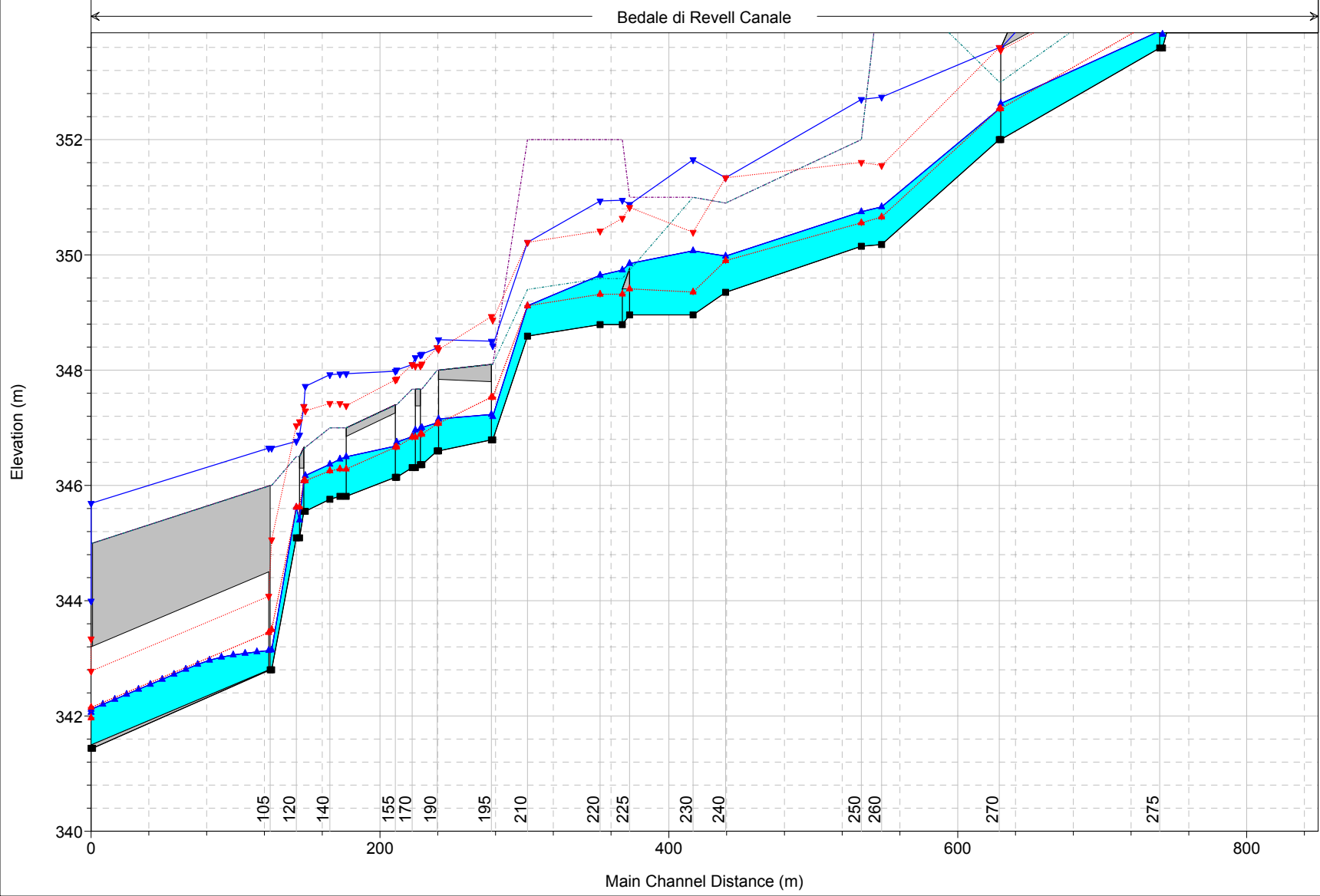
Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
			(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)	
Canale	290	Q20	3.60	354.79	355.48	355.48	355.83	0.020318	2.61	1.38	2.00	1.01
Canale	290	Q200	3.60	354.79	355.48	355.48	355.83	0.020318	2.61	1.38	2.00	1.01
Canale	290	Q500	24.70	354.79	358.36	357.28	358.96	0.014832	3.45	7.16	2.01	0.58
Canale	280	Q20	3.60	353.59	353.83	354.12	355.14	0.192692	5.08	0.71	2.99	3.33
Canale	280	Q200	3.60	353.59	353.83	354.12	355.14	0.192692	5.08	0.71	2.99	3.33
Canale	280	Q500	24.70	353.59	358.63	355.50	358.77	0.001959	1.63	15.17	3.01	0.23
Canale	275		Bridge									
Canale	270	Q20	3.60	352.00	352.53	352.53	352.80	0.016565	2.30	1.57	2.95	1.00
Canale	270	Q200	3.60	352.00	352.53	352.53	352.80	0.016565	2.30	1.57	2.95	1.00
Canale	270	Q500	24.70	352.00	353.60	353.60	354.01	0.011012	3.14	8.92	9.99	0.79
Canale	260	Q20	3.60	350.18	350.83	350.66	350.91	0.004912	1.21	2.96	5.72	0.54
Canale	260	Q200	3.60	350.18	350.83	350.66	350.91	0.004912	1.21	2.96	5.72	0.54
Canale	260	Q500	24.70	350.18	352.74	351.55	352.90	0.002276	1.78	13.88	5.73	0.37
Canale	250	Q20	3.60	350.15	350.75	350.56	350.84	0.004487	1.35	2.67	4.51	0.56
Canale	250	Q200	3.60	350.15	350.75	350.56	350.84	0.004487	1.35	2.67	4.51	0.56
Canale	250	Q500	24.70	350.15	352.70	351.60	352.87	0.002106	1.91	14.25	8.52	0.38
Canale	240	Q20	3.60	349.35	349.98	349.90	350.19	0.011324	2.04	1.77	2.81	0.82
Canale	240	Q200	3.60	349.35	349.98	349.90	350.19	0.011324	2.04	1.77	2.81	0.82
Canale	240	Q500	24.70	349.35	351.34	351.34	352.33	0.020769	4.42	5.61	2.90	1.00
Canale	230	Q20	3.60	348.96	350.07	349.36	350.10	0.000656	0.70	5.11	4.60	0.21
Canale	230	Q200	3.60	348.96	350.07	349.36	350.10	0.000656	0.70	5.11	4.60	0.21
Canale	230	Q500	24.70	348.96	351.65	350.39	351.81	0.001827	1.81	14.99	8.61	0.35
Canale	225		Bridge									
Canale	220	Q20	3.60	348.79	349.65	349.32	349.74	0.003782	1.38	2.74	5.99	0.48
Canale	220	Q200	3.60	348.79	349.65	349.32	349.74	0.003782	1.38	2.74	5.99	0.48
Canale	220	Q500	24.70	348.79	350.94	350.41	351.22	0.004854	2.45	10.47	6.00	0.53
Canale	210	Q20	3.60	348.59	349.12	349.12	349.38	0.016407	2.28	1.58	3.01	1.00
Canale	210	Q200	3.60	348.59	349.12	349.12	349.38	0.016407	2.28	1.58	3.01	1.00
Canale	210	Q500	24.70	348.59	350.22	350.22	350.81	0.013434	3.60	7.35	6.02	0.90
Canale	200	Q20	3.60	346.79	347.19	347.53	348.44	0.120968	4.95	0.73	1.81	2.49
Canale	200	Q200	3.60	346.79	347.19	347.53	348.44	0.120968	4.95	0.73	1.81	2.49
Canale	200	Q500	24.70	346.79	348.42	348.87	350.11	0.060438	6.28	4.63	7.00	1.57
Canale	195		Bridge									
Canale	190	Q20	3.60	346.60	347.09	347.07	347.31	0.014440	2.11	1.71	3.51	0.96
Canale	190	Q200	3.60	346.60	347.09	347.07	347.31	0.014440	2.11	1.71	3.51	0.96
Canale	190	Q500	24.70	346.60	348.39	348.39	348.67	0.006576	2.70	11.88	18.00	0.64
Canale	180	Q20	3.60	346.36	347.00	346.89	347.18	0.008972	1.86	1.94	3.01	0.74
Canale	180	Q200	3.60	346.36	347.00	346.89	347.18	0.008972	1.86	1.94	3.01	0.74
Canale	180	Q500	24.70	346.36	348.28	348.11	348.44	0.003768	2.08	14.87	18.00	0.48
Canale	175		Bridge									
Canale	170	Q20	3.60	346.31	346.85	346.84	347.10	0.015533	2.24	1.61	3.01	0.98
Canale	170	Q200	3.60	346.31	346.85	346.84	347.10	0.015533	2.24	1.61	3.01	0.98
Canale	170	Q500	24.70	346.31	348.10	348.10	348.37	0.007329	2.74	11.77	18.00	0.66
Canale	160	Q20	3.60	346.14	346.75	346.67	346.95	0.010509	1.96	1.84	3.01	0.80
Canale	160	Q200	3.60	346.14	346.75	346.67	346.95	0.010509	1.96	1.84	3.01	0.80
Canale	160	Q500	24.70	346.14	348.00	347.85	348.18	0.004266	2.20	14.02	17.00	0.52
Canale	155		Bridge									
Canale	150	Q20	3.60	345.81	346.46	346.28	346.59	0.006240	1.60	2.26	3.50	0.63
Canale	150	Q200	3.60	345.81	346.46	346.28	346.59	0.006240	1.60	2.26	3.50	0.63
Canale	150	Q500	24.70	345.81	347.93	347.42	348.01	0.001287	1.40	20.98	18.00	0.31
Canale	140	Q20	3.60	345.76	346.37	346.25	346.53	0.008588	1.80	2.00	3.31	0.74
Canale	140	Q200	3.60	345.76	346.37	346.25	346.53	0.008588	1.80	2.00	3.31	0.74
Canale	140	Q500	24.70	345.76	347.92	347.42	348.00	0.001352	1.41	20.72	18.00	0.31
Canale	130	Q20	3.60	345.55	346.17	346.08	346.37	0.010401	1.96	1.84	2.96	0.79
Canale	130	Q200	3.60	345.55	346.17	346.08	346.37	0.010401	1.96	1.84	2.96	0.79
Canale	130	Q500	24.70	345.55	347.72	347.29	347.95	0.004223	2.21	11.72	7.97	0.48
Canale	125		Bridge									
Canale	120	Q20	3.60	345.09	345.62	345.62	345.89	0.016587	2.30	1.57	2.96	1.01
Canale	120	Q200	3.60	345.09	345.62	345.62	345.89	0.016587	2.30	1.57	2.96	1.01
Canale	120	Q500	24.70	345.09	346.76	347.04	347.68	0.023059	4.44	6.28	7.97	1.10
Canale	110	Q20	3.60	342.80	343.14	343.50	345.01	0.258952	6.05	0.60	2.49	3.95
Canale	110	Q200	3.60	342.80	343.14	343.50	345.01	0.258952	6.05	0.60	2.49	3.95
Canale	110	Q500	24.70	342.80	346.65	345.06	346.76	0.002238	1.68	17.46	15.00	0.28

HEC-RAS Plan: BED_lim River: Bedale di Revell Reach: Canale (Continued)

Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
			(m ³ /s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m ²)	(m)	
Canale	105		Culvert									
Canale	100	Q20	3.60	341.44	342.06	341.97	342.25	0.010003	1.93	1.87	3.00	0.78
Canale	100	Q200	3.60	341.44	342.06	341.97	342.25	0.010003	1.93	1.87	3.00	0.78
Canale	100	Q500	24.70	341.44	343.99	343.34	344.52	0.010000	3.22	7.68	3.01	0.64

PAIRrevello Plan: BEDALE_portate limitate

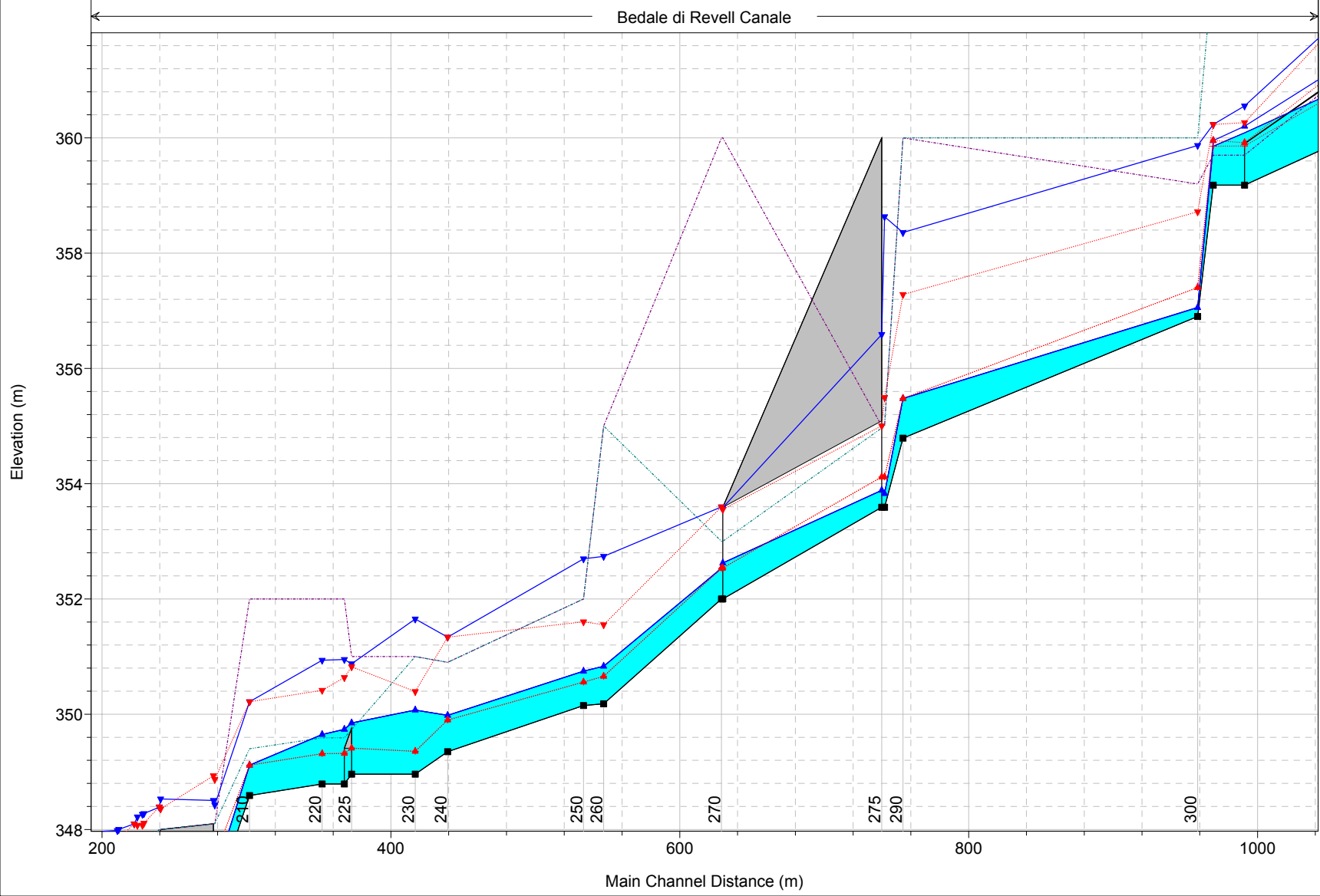
Bedale di Revell Canale



Legend	
WS Q500	Blue line with inverted triangles
Crit Q500	Red dotted line with inverted triangles
WS Q200	Blue line with triangles
WS Q20	Blue line with triangles
Crit Q200	Red dotted line with triangles
Crit Q20	Red dotted line with triangles
Ground	Black solid line with squares
LOB	Purple dotted line
ROB	Green dotted line

PAIRevello Plan: BEDALE_portate limitate

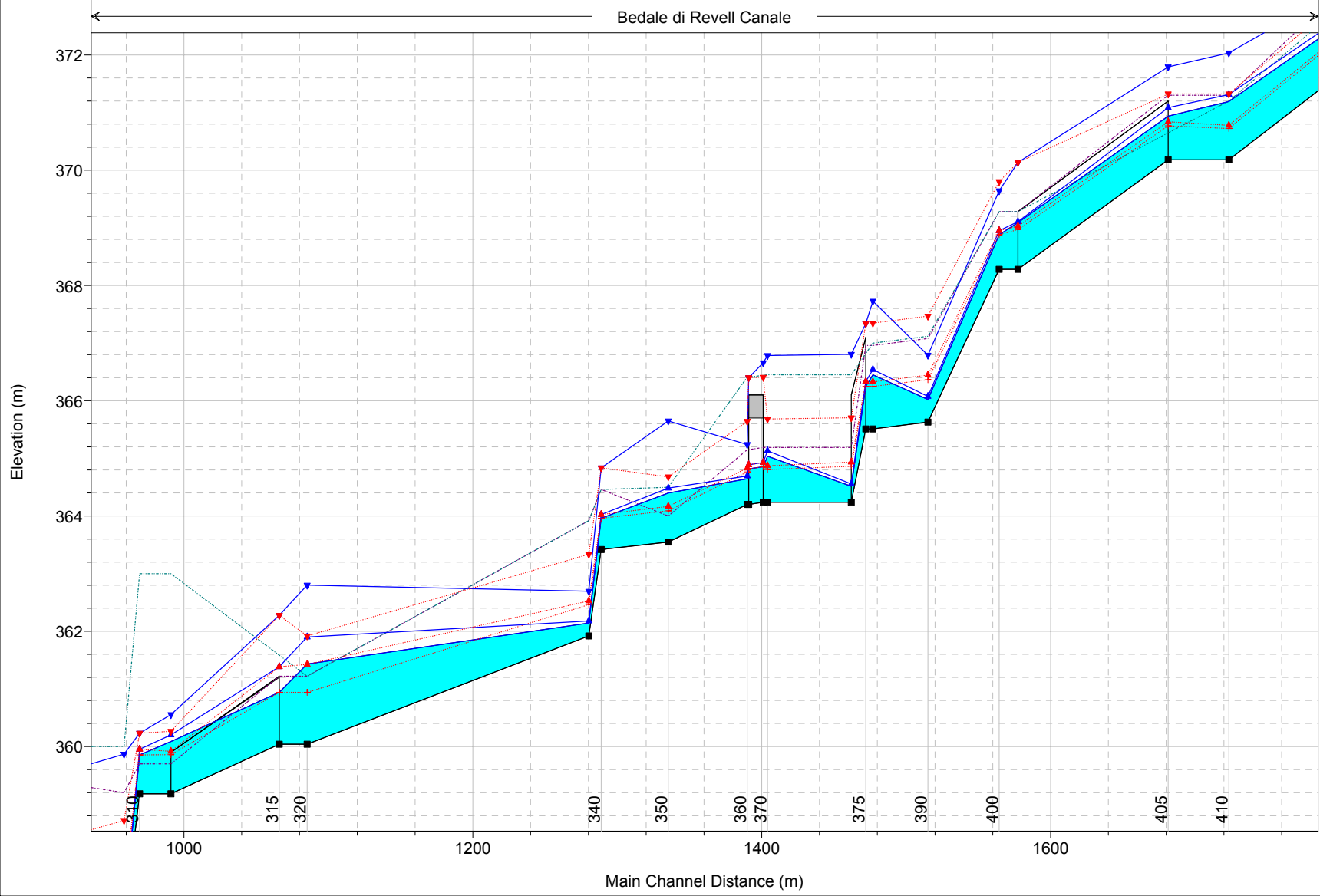
Bedale di Revell Canale



Legend	
WS Q500	Blue line with inverted triangles
Crit Q500	Red dotted line with inverted triangles
WS Q200	Blue line with triangles
WS Q20	Red dotted line with triangles
Crit Q200	Red dotted line with triangles
Crit Q20	Red dotted line with triangles
Ground	Black line with squares
LOB	Purple dotted line
ROB	Green dotted line

PAIRvello Plan: BEDALE_portate limitate

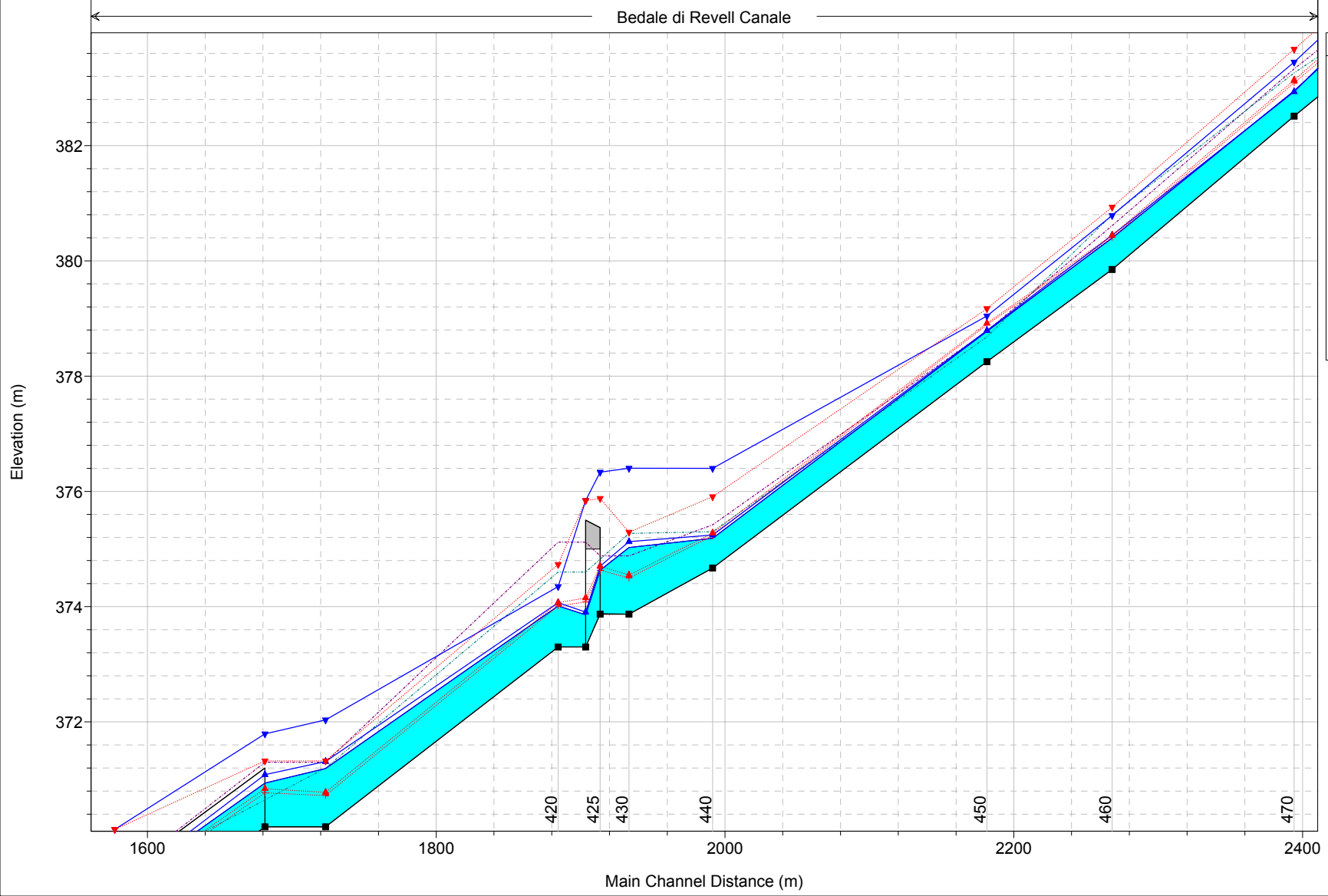
Bedale di Revell Canale



Legend	
WS Q500	Blue solid line with downward triangles
Crit Q500	Red dotted line with downward triangles
WS Q200	Blue solid line with upward triangles
WS Q20	Blue solid line with upward triangles
Crit Q200	Red dotted line with upward triangles
Crit Q20	Red dotted line with plus signs
Ground	Black solid line with squares
LOB	Purple dotted line
ROB	Green dotted line

PAIRvellolo Plan: BEDALE_portate limitate

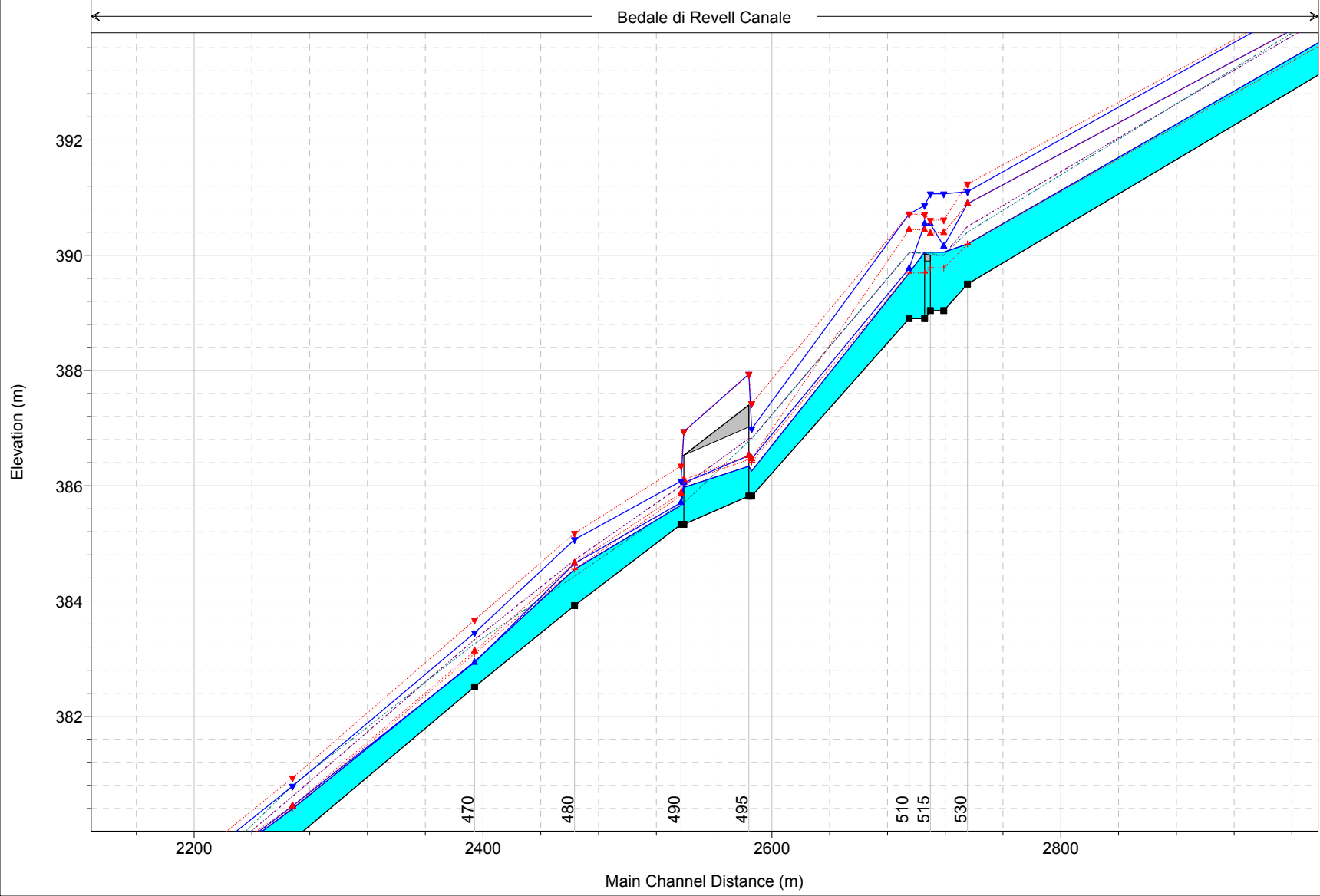
Bedale di Revell Canale



Legend	
WS Q500	—▲—
Crit Q500	...▼...
WS Q200	—▲—
WS Q20	—▲—
Crit Q200	...▼...
Crit Q20	...+...
Ground	—■—
LOB	--- ---
ROB	--- ---

PAIRvello Plan: BEDALE_portate limitate

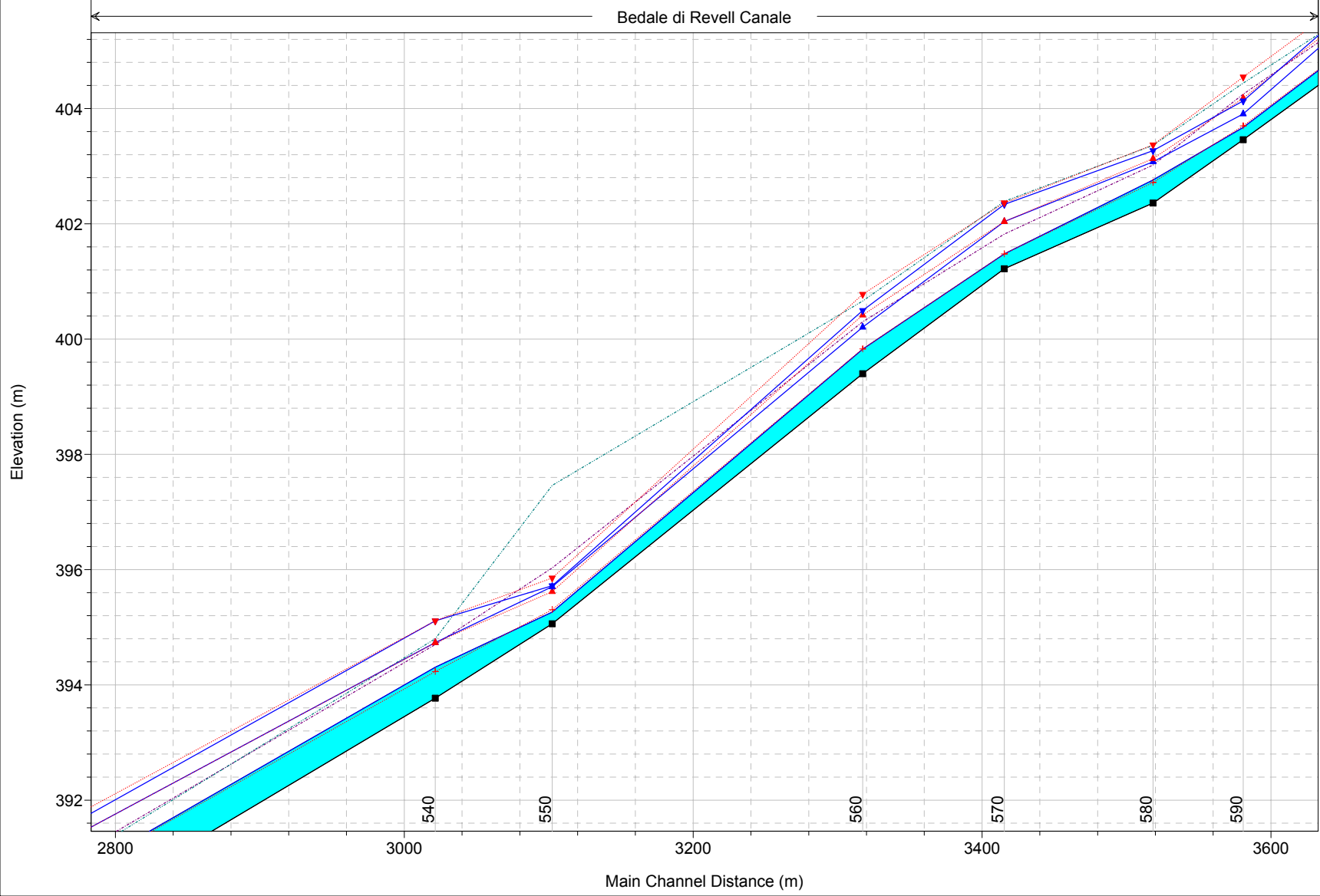
Bedale di Revell Canale



Legend	
WS Q500	Blue line with downward triangle
Crit Q500	Red dotted line with downward triangle
WS Q200	Blue line with upward triangle
WS Q20	Red dotted line with upward triangle
Crit Q200	Red dotted line with upward triangle
Crit Q20	Red dotted line with cross
Ground	Black solid line with square
LOB	Black dashed line
ROB	Black dotted line

PAIRrevello Plan: BEDALE_portate limitate

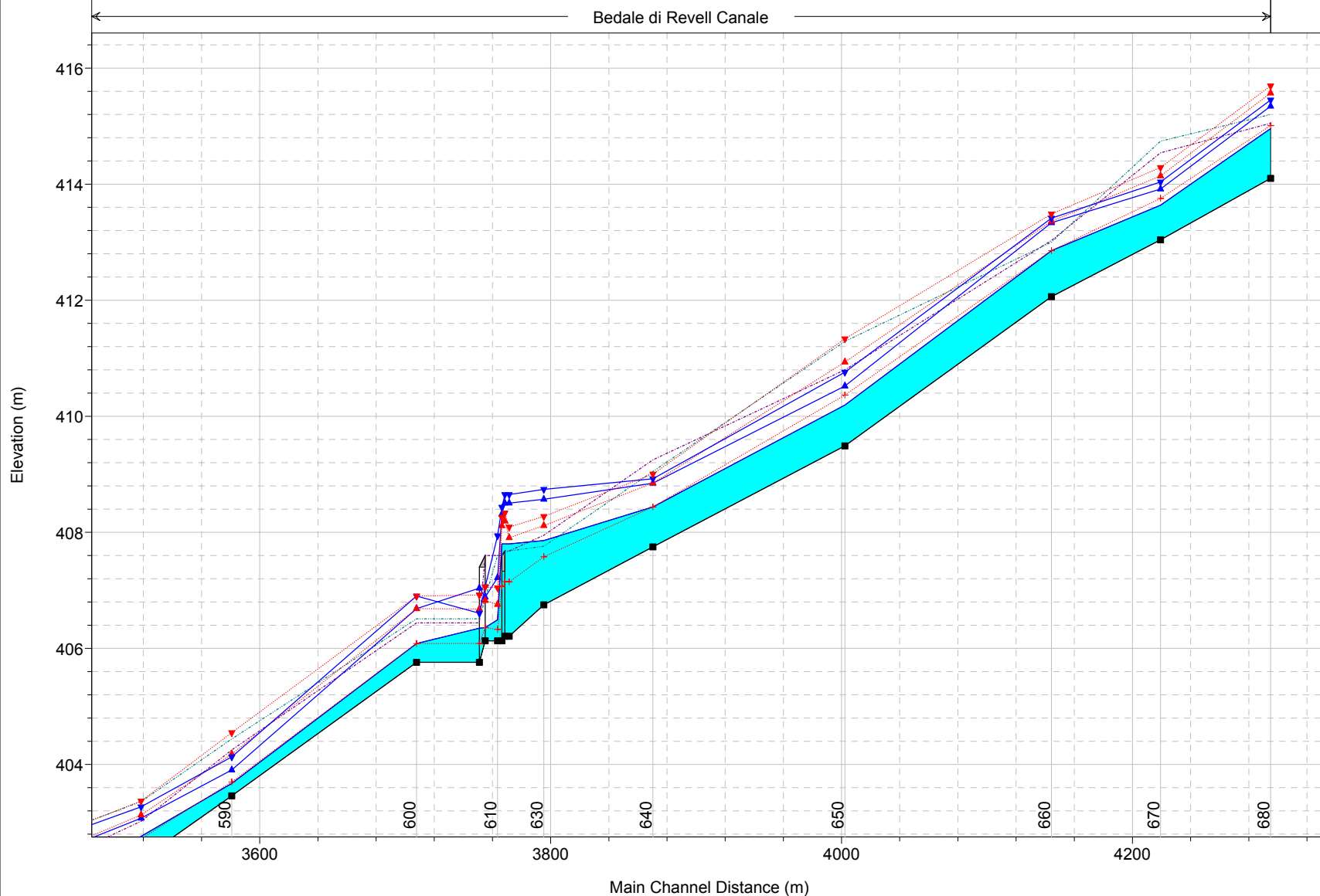
Bedale di Revell Canale



Legend	
WS Q500	Blue solid line with downward triangles
Crit Q500	Red dotted line with downward triangles
WS Q200	Blue solid line with upward triangles
WS Q20	Blue solid line with upward triangles
Crit Q200	Red dotted line with upward triangles
Crit Q20	Red dotted line with plus signs
Ground	Black solid line with squares
LOB	Purple dashed line
ROB	Green dotted line

PAIRvello Plan: BEDALE_portate limitate

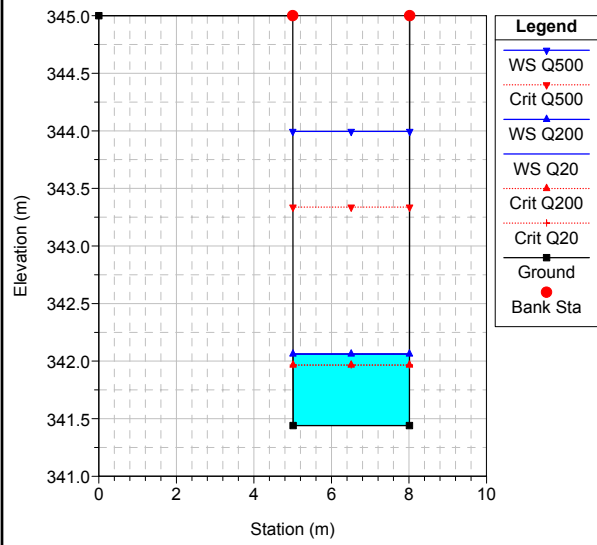
Bedale di Revell Canale

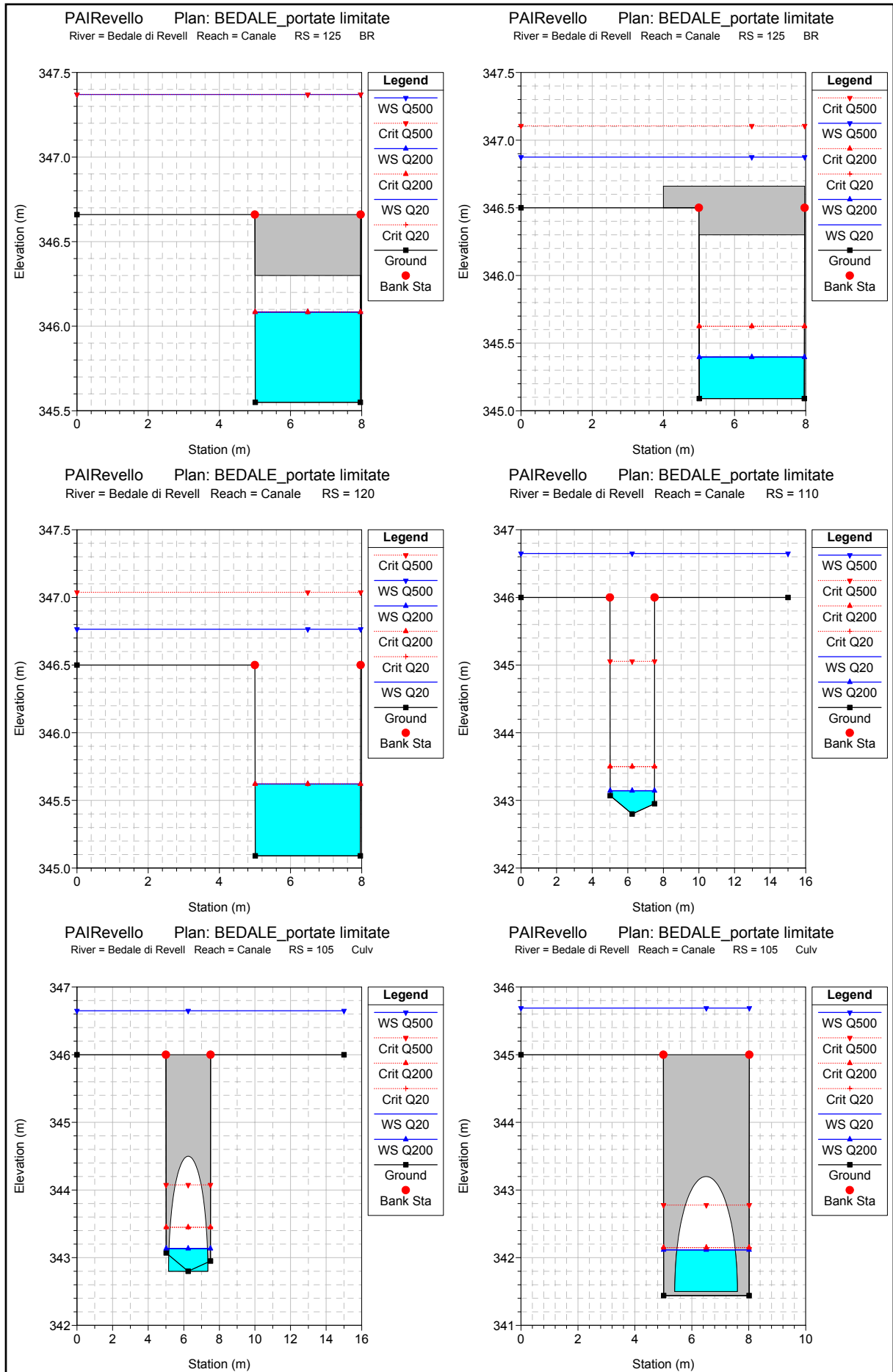


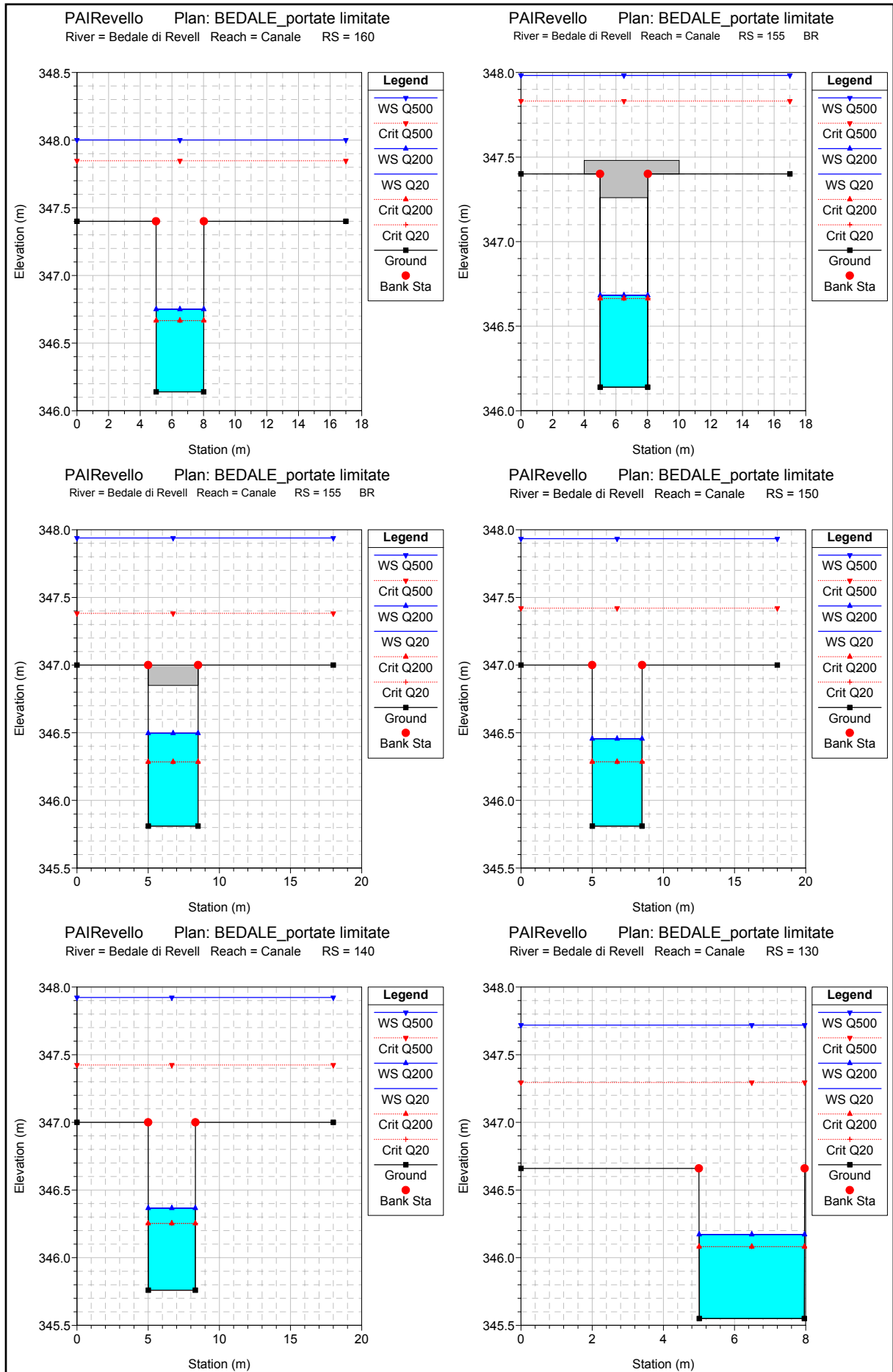
Legend

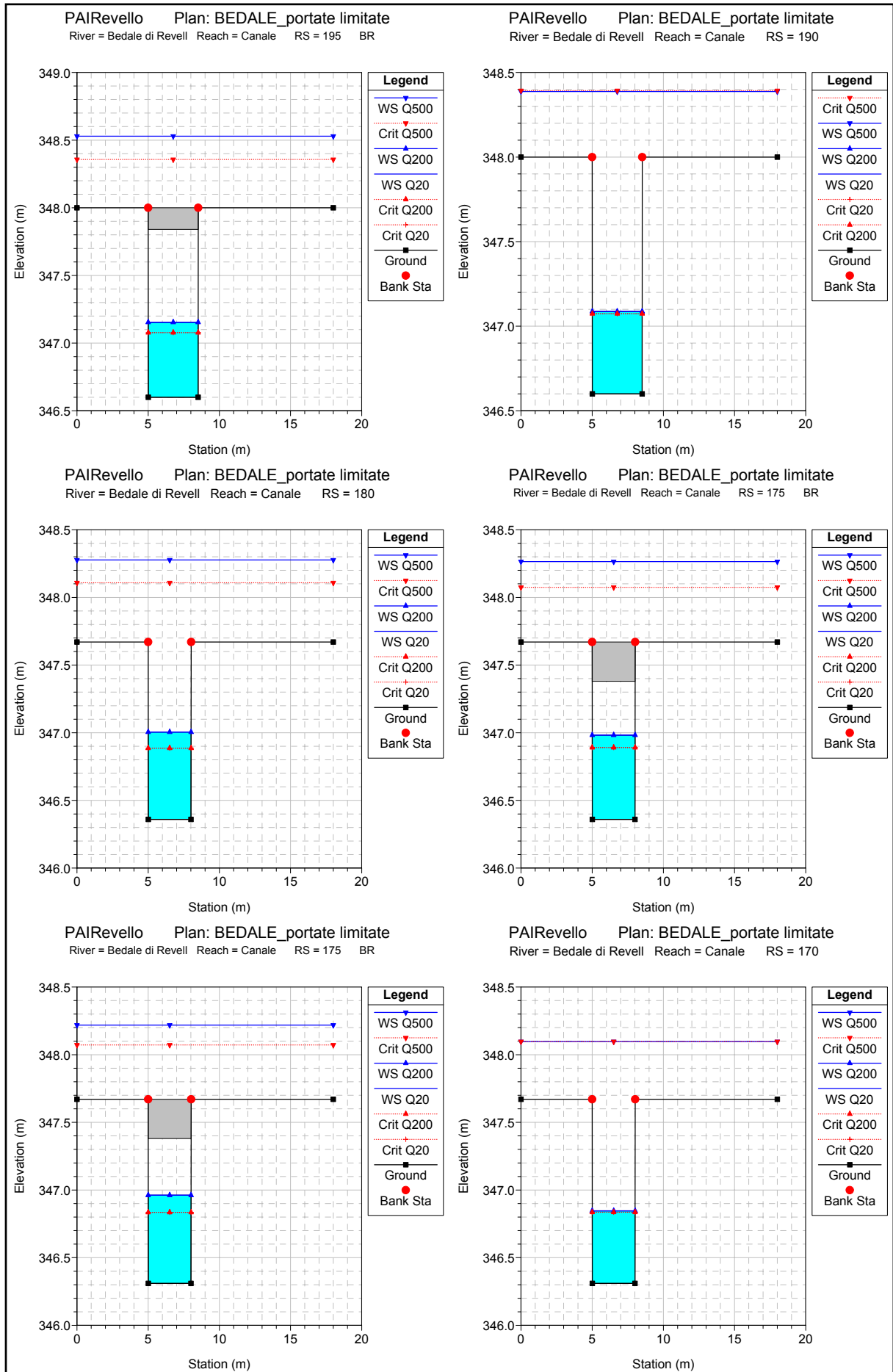
- WS Q500
- Crit Q500
- WS Q200
- WS Q20
- Crit Q200
- Crit Q20
- Ground
- LOB
- ROB

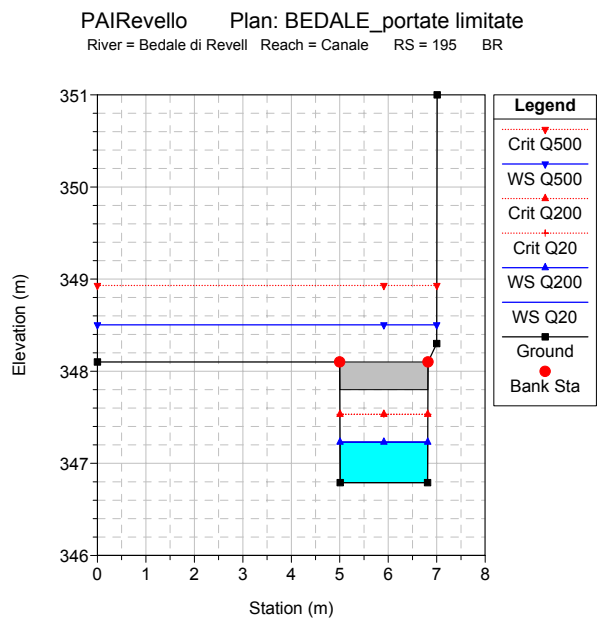
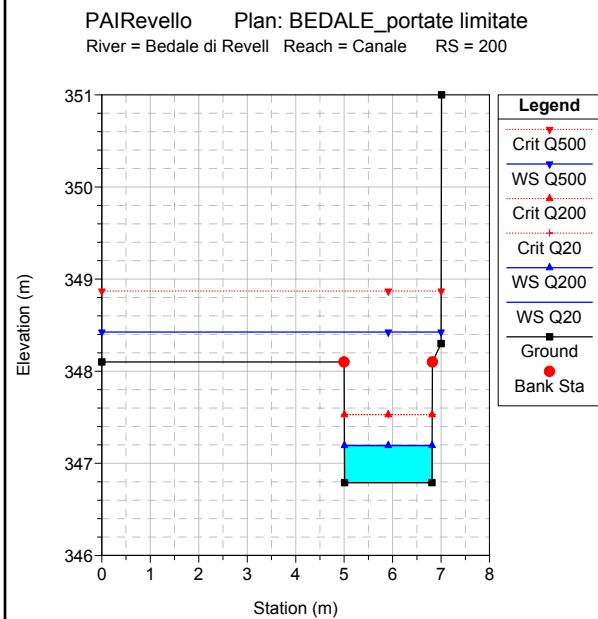
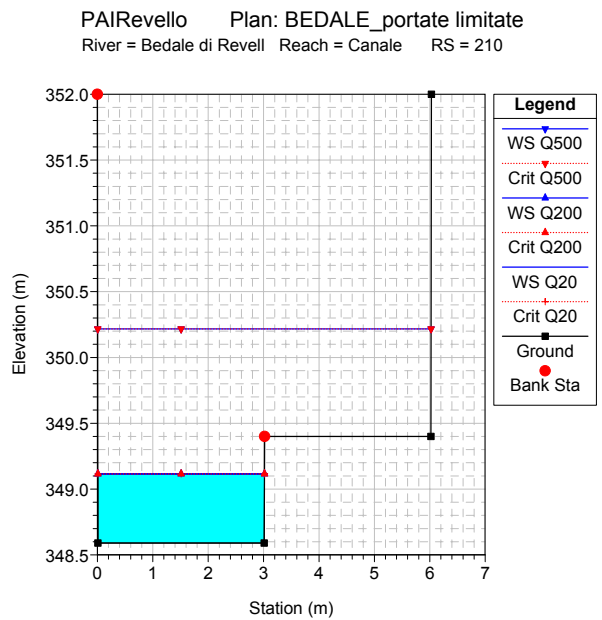
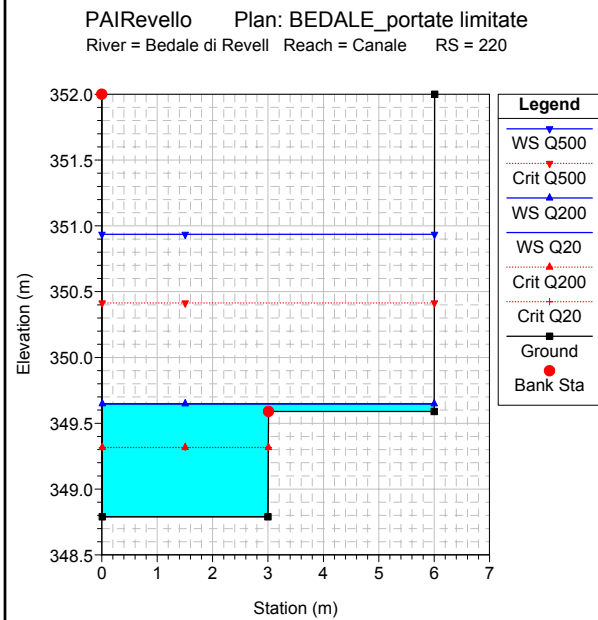
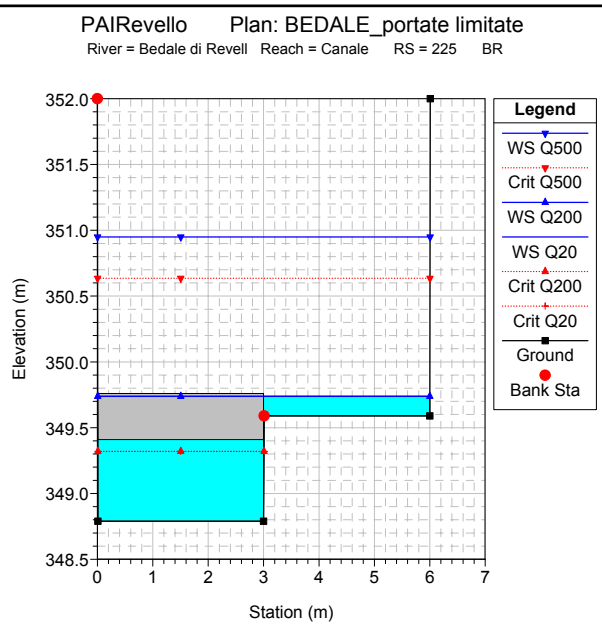
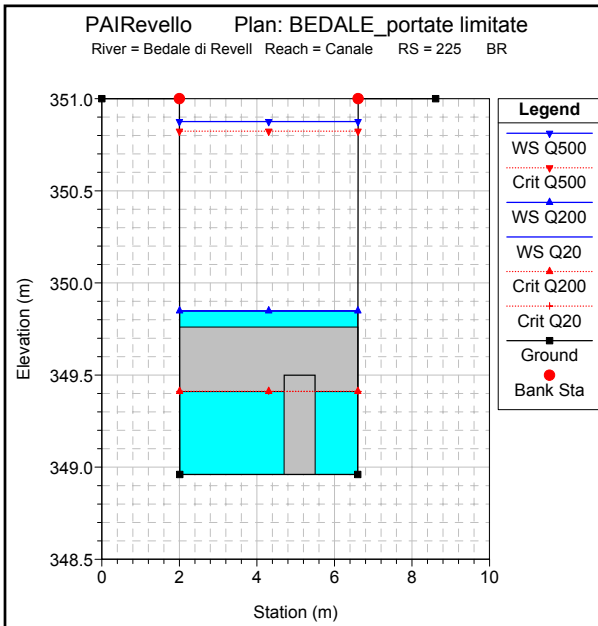
PAIRavello Plan: BEDALE_portate limitate
River = Bedale di Revell Reach = Canale RS = 100



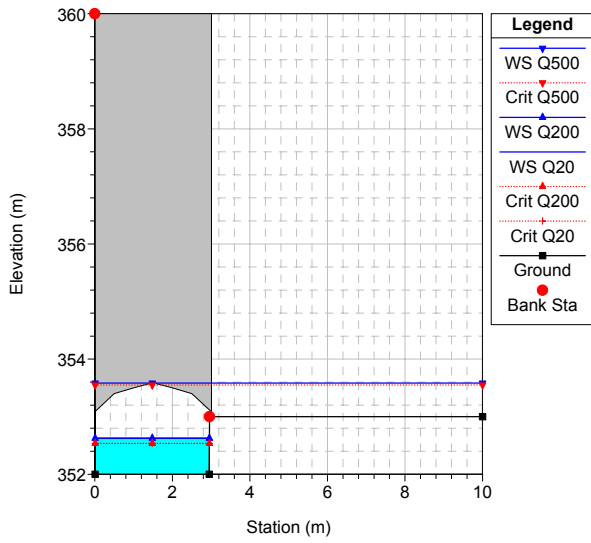




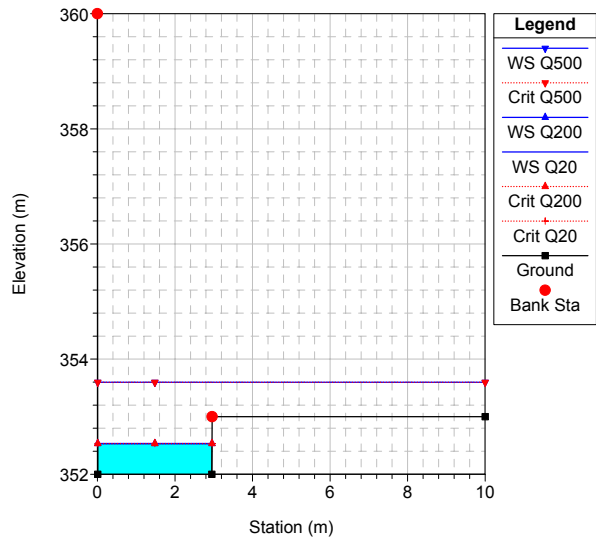




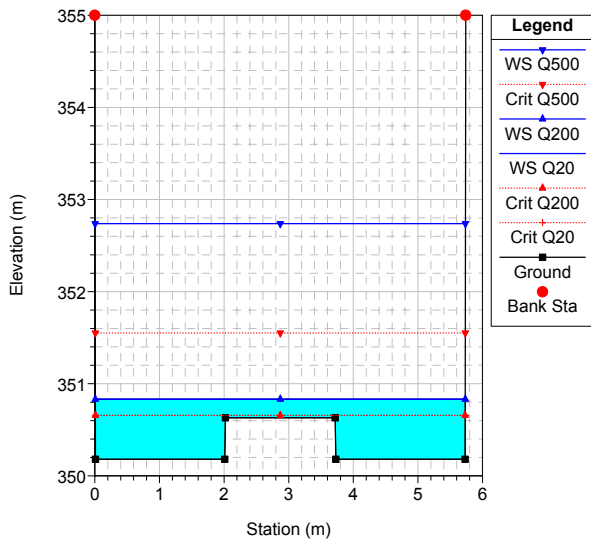
PAIRevello Plan: BEDALE_portate limitate
River = Bedale di Revell Reach = Canale RS = 275 BR



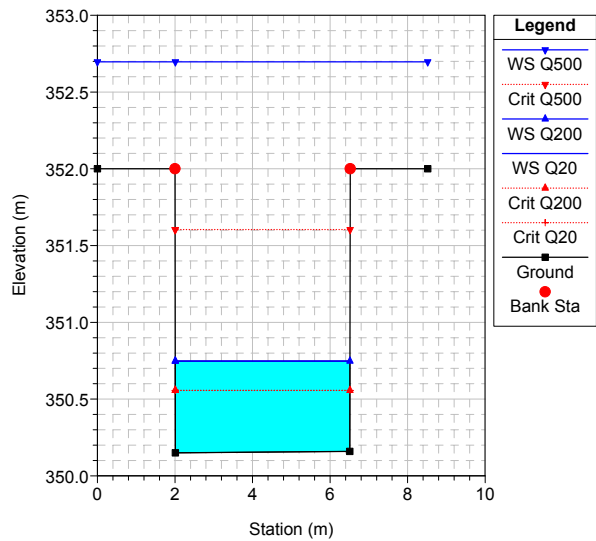
PAIRevello Plan: BEDALE_portate limitate
River = Bedale di Revell Reach = Canale RS = 270



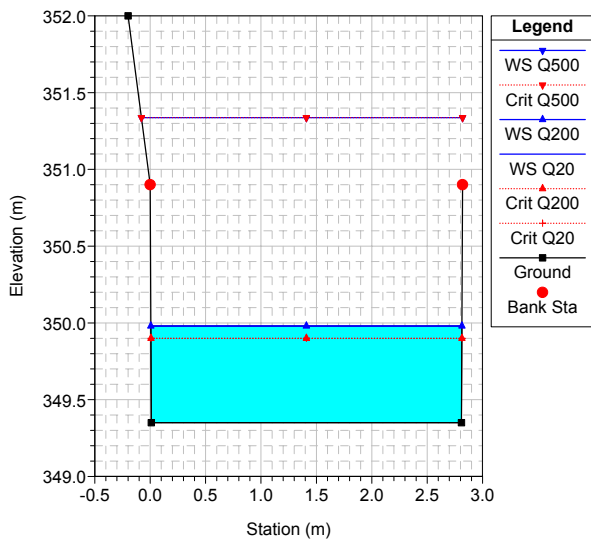
PAIRevello Plan: BEDALE_portate limitate
River = Bedale di Revell Reach = Canale RS = 260



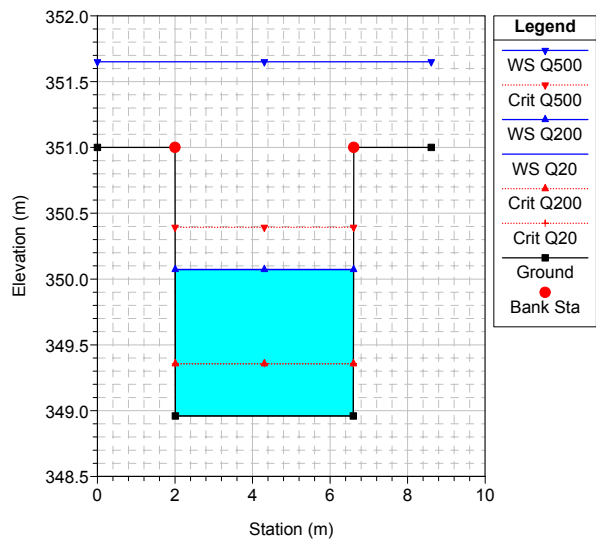
PAIRevello Plan: BEDALE_portate limitate
River = Bedale di Revell Reach = Canale RS = 250



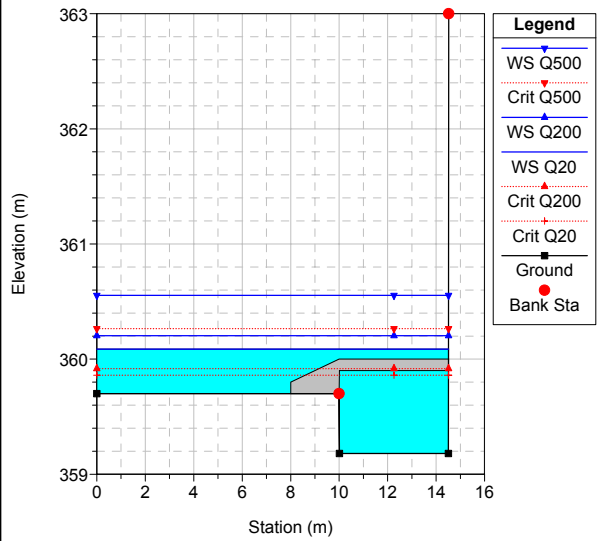
PAIRevello Plan: BEDALE_portate limitate
River = Bedale di Revell Reach = Canale RS = 240



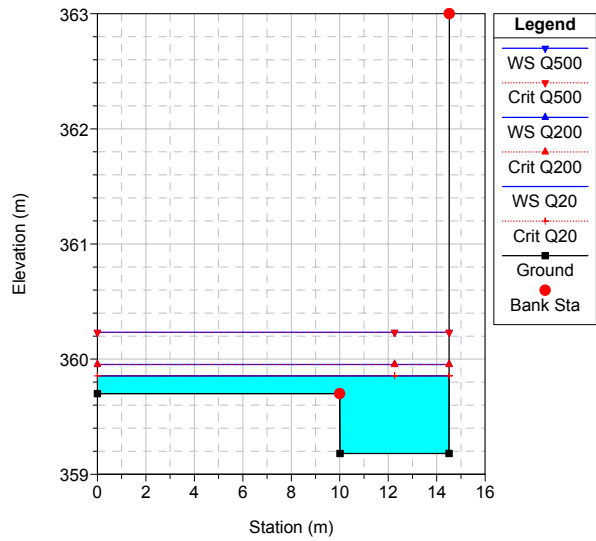
PAIRevello Plan: BEDALE_portate limitate
River = Bedale di Revell Reach = Canale RS = 230



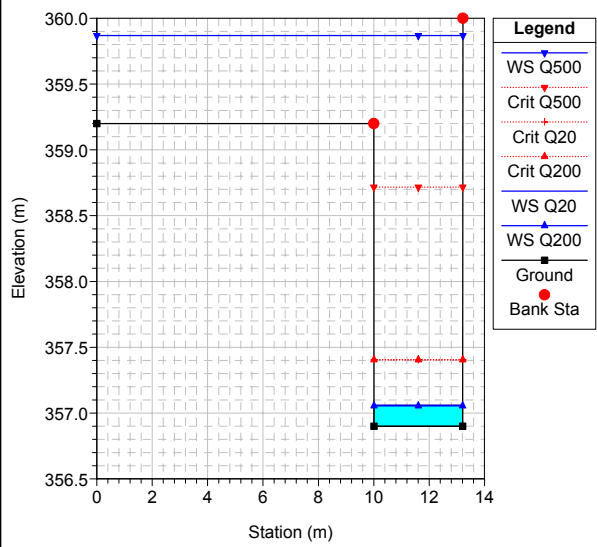
PAIRevello Plan: BEDALE_portate limitate
River = Bedale di Revell Reach = Canale RS = 315 BR



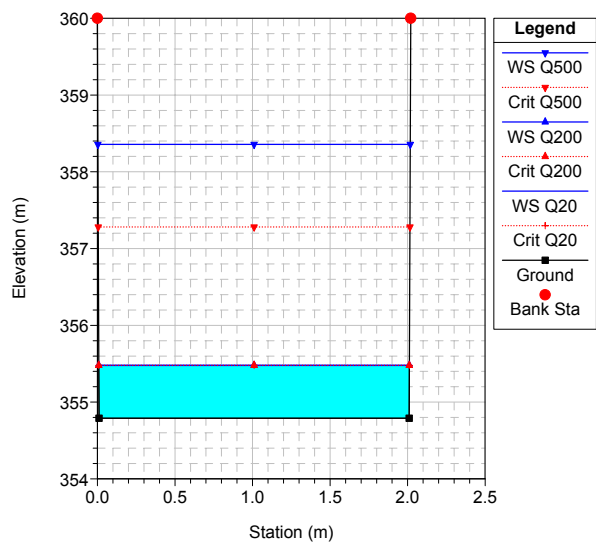
PAIRevello Plan: BEDALE_portate limitate
River = Bedale di Revell Reach = Canale RS = 310



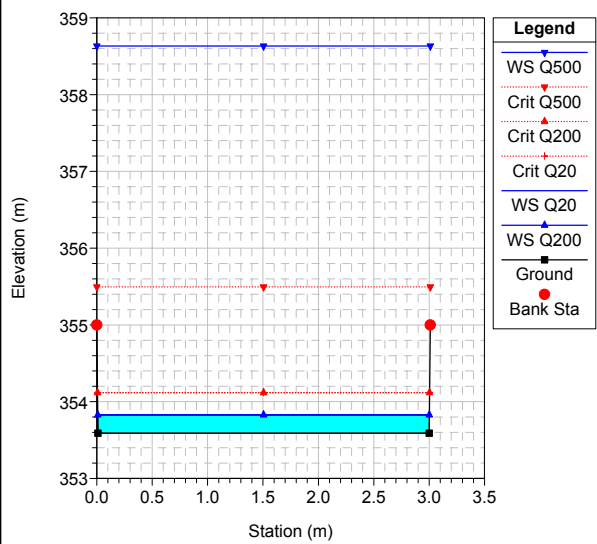
PAIRevello Plan: BEDALE_portate limitate
River = Bedale di Revell Reach = Canale RS = 300



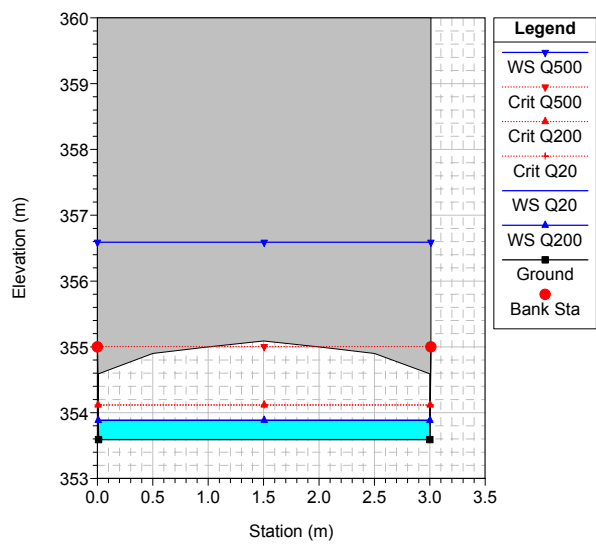
PAIRevello Plan: BEDALE_portate limitate
River = Bedale di Revell Reach = Canale RS = 290



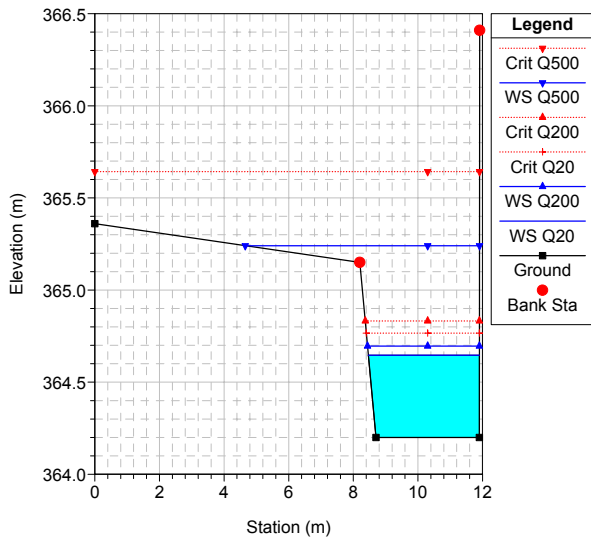
PAIRevello Plan: BEDALE_portate limitate
River = Bedale di Revell Reach = Canale RS = 280



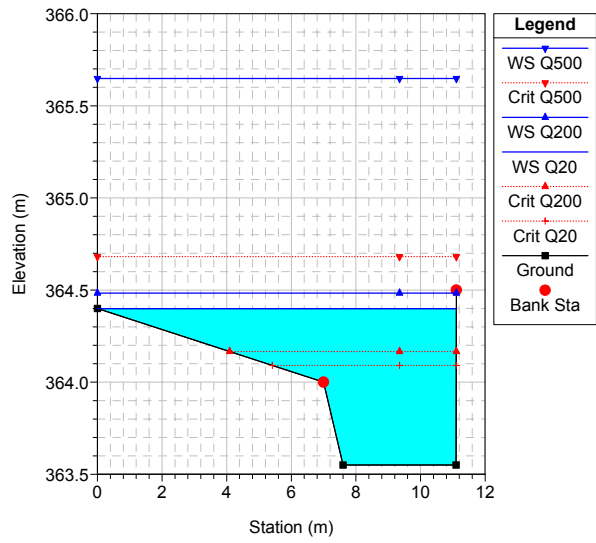
PAIRevello Plan: BEDALE_portate limitate
River = Bedale di Revell Reach = Canale RS = 275 BR



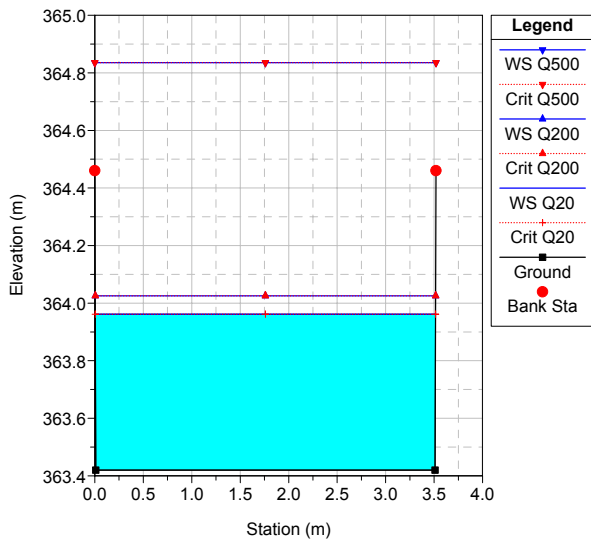
PAIRevello Plan: BEDALE_portate limitate
 River = Bedale di Revell Reach = Canale RS = 360



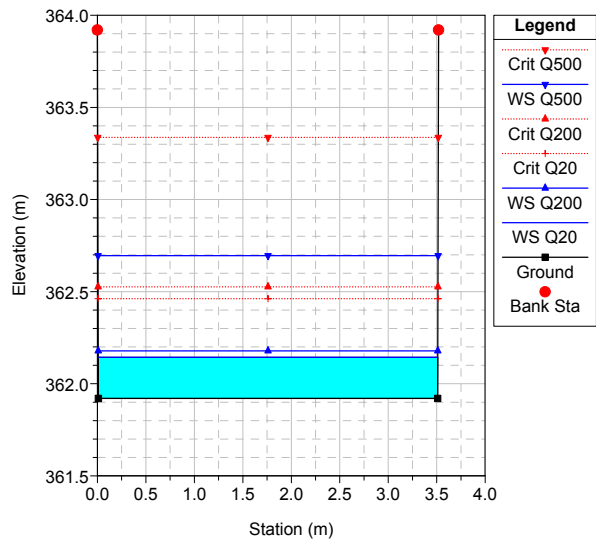
PAIRevello Plan: BEDALE_portate limitate
 River = Bedale di Revell Reach = Canale RS = 350



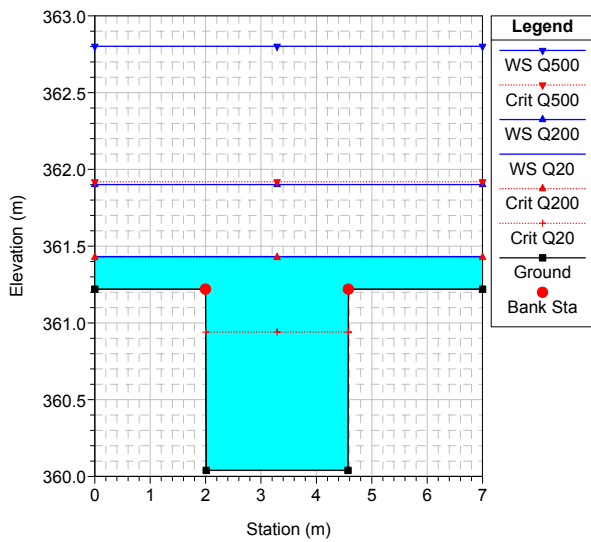
PAIRevello Plan: BEDALE_portate limitate
 River = Bedale di Revell Reach = Canale RS = 340



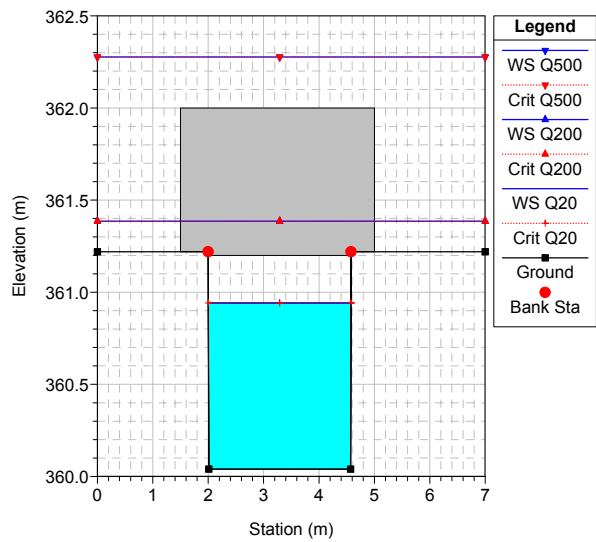
PAIRevello Plan: BEDALE_portate limitate
 River = Bedale di Revell Reach = Canale RS = 330 Attraversamento primo tratto cittadino

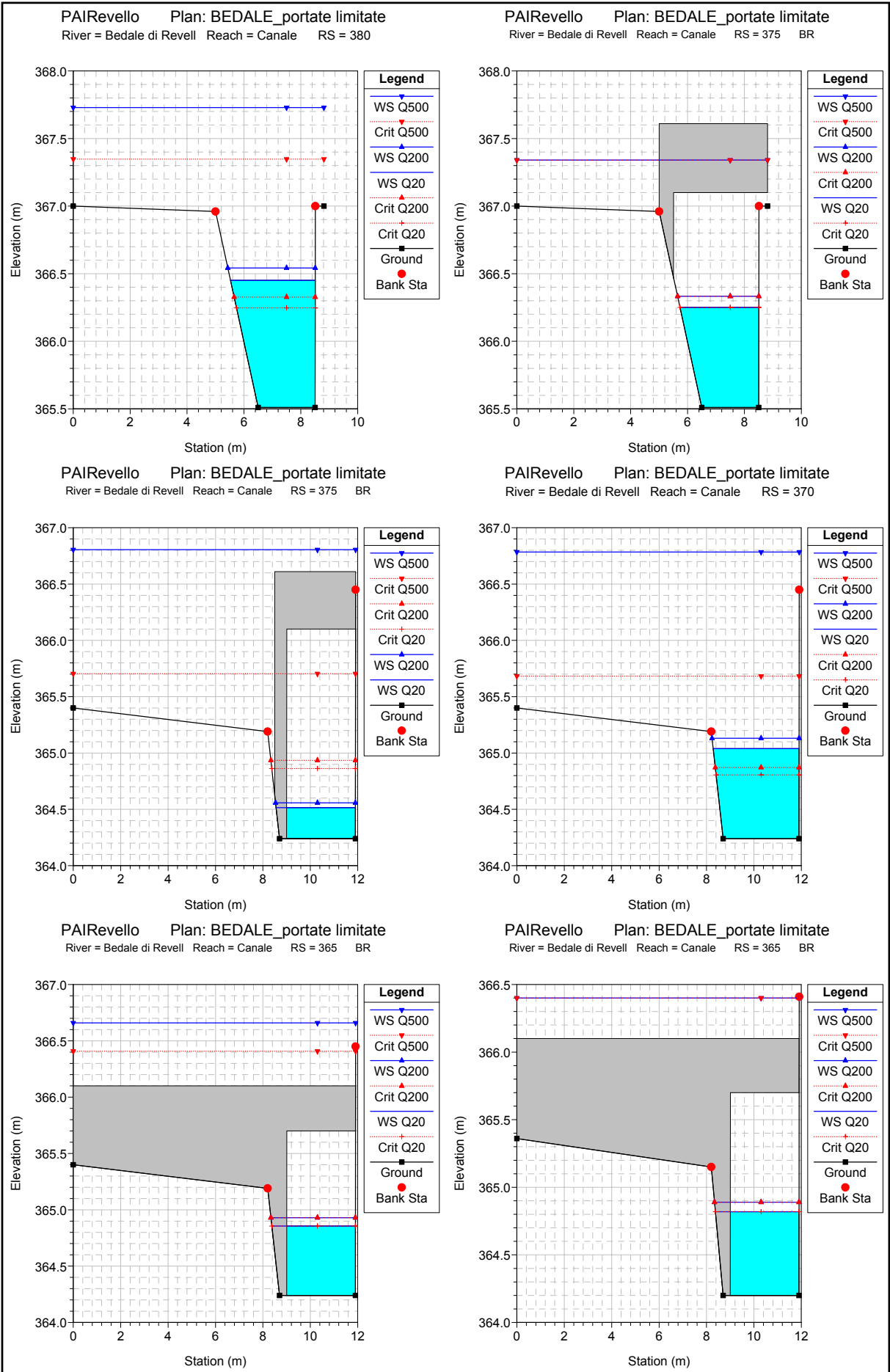


PAIRevello Plan: BEDALE_portate limitate
 River = Bedale di Revell Reach = Canale RS = 320

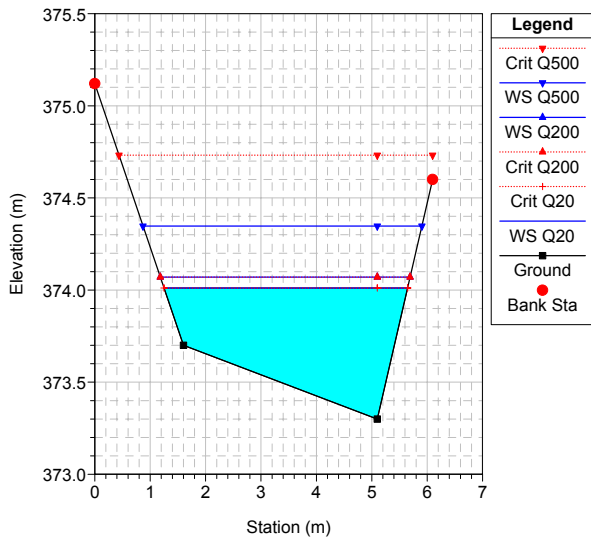


PAIRevello Plan: BEDALE_portate limitate
 River = Bedale di Revell Reach = Canale RS = 315 BR

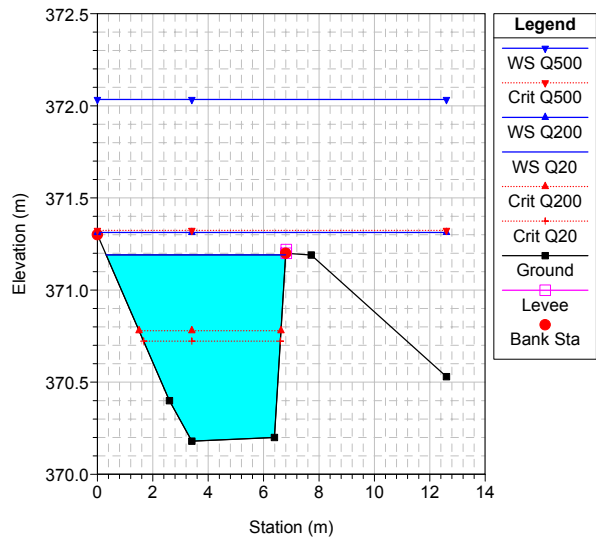




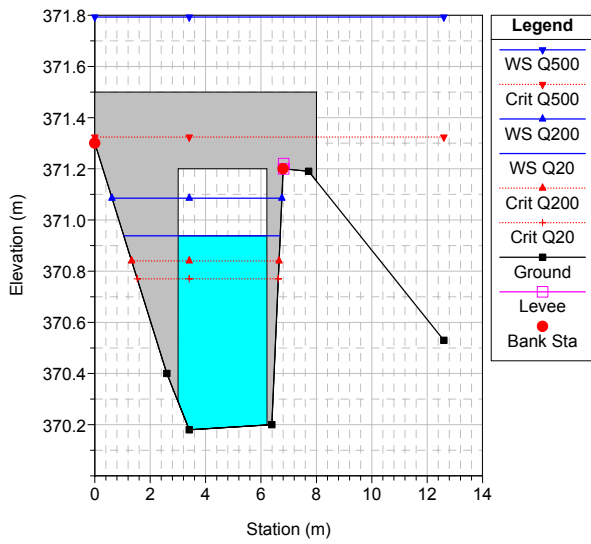
PAIRevello Plan: BEDALE_portate limitate
River = Bedale di Revell Reach = Canale RS = 420



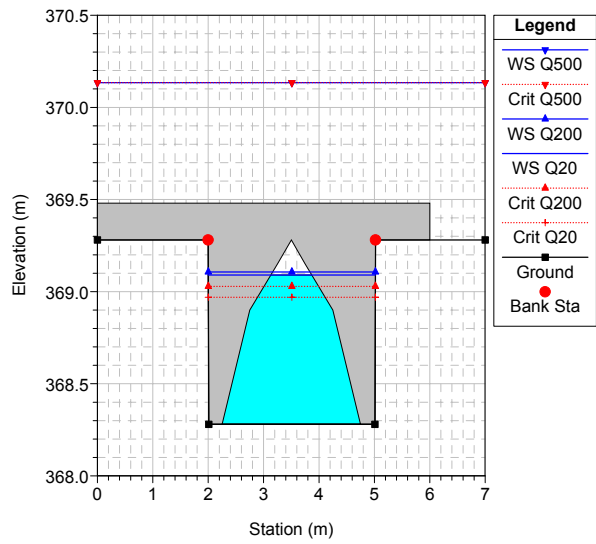
PAIRevello Plan: BEDALE_portate limitate
River = Bedale di Revell Reach = Canale RS = 410



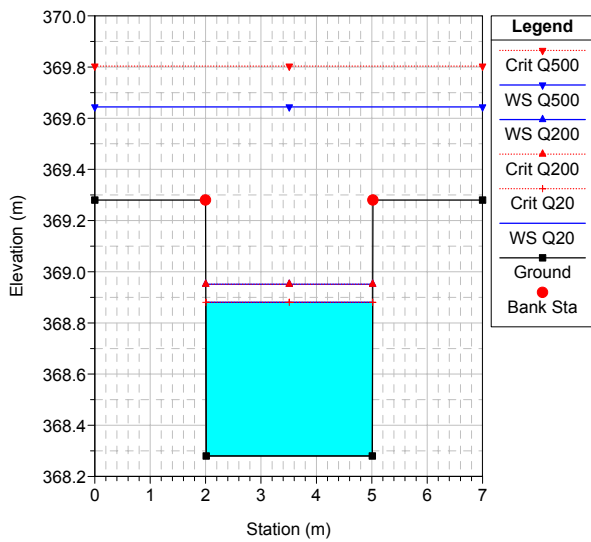
PAIRevello Plan: BEDALE_portate limitate
River = Bedale di Revell Reach = Canale RS = 405 BR



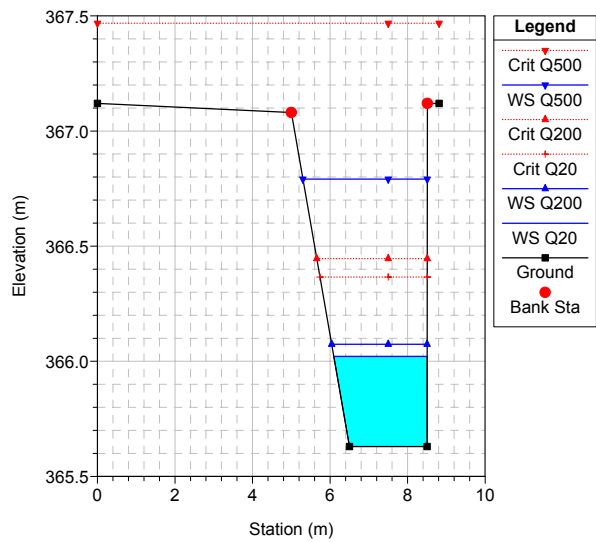
PAIRevello Plan: BEDALE_portate limitate
River = Bedale di Revell Reach = Canale RS = 405 BR



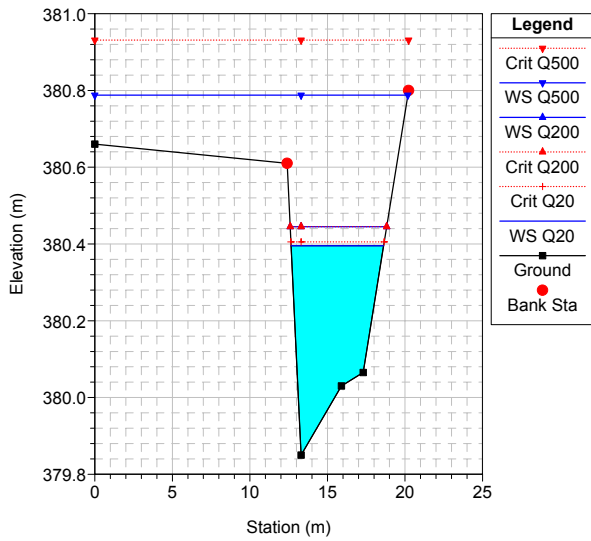
PAIRevello Plan: BEDALE_portate limitate
River = Bedale di Revell Reach = Canale RS = 400



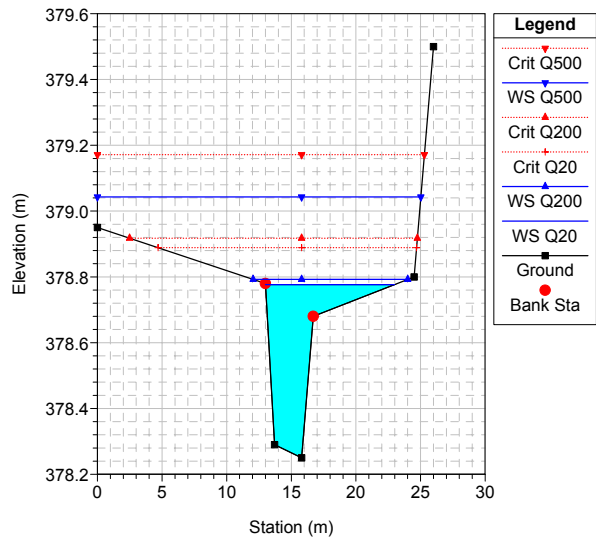
PAIRevello Plan: BEDALE_portate limitate
River = Bedale di Revell Reach = Canale RS = 390



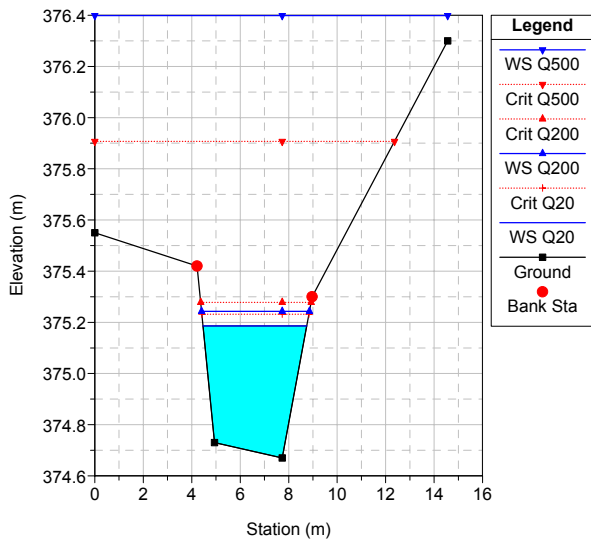
PAIRevello Plan: BEDALE_portate limitate
River = Bedale di Revell Reach = Canale RS = 460



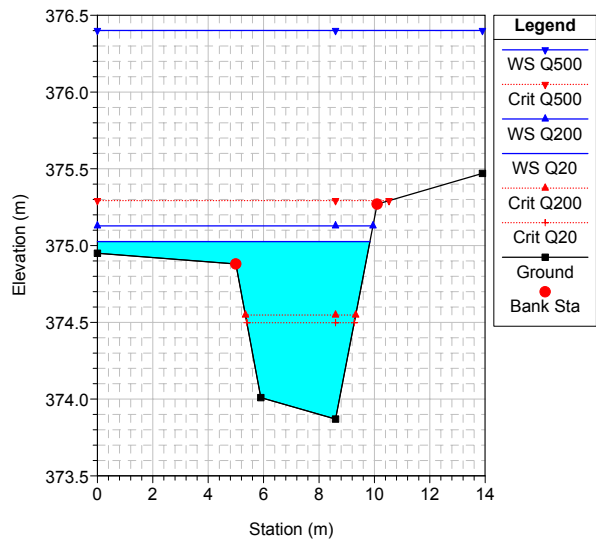
PAIRevello Plan: BEDALE_portate limitate
River = Bedale di Revell Reach = Canale RS = 450



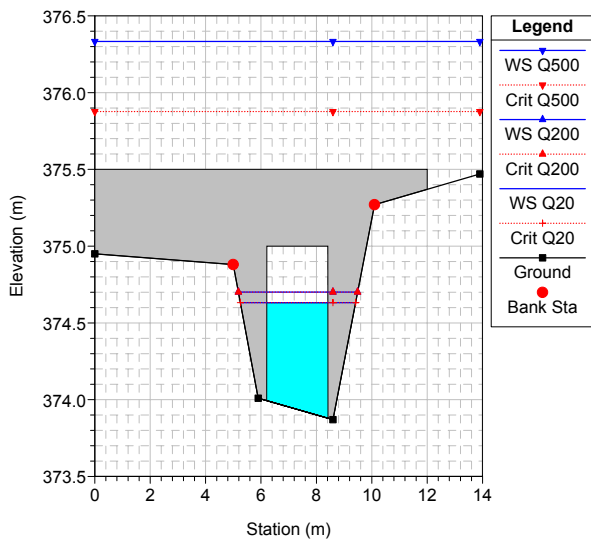
PAIRevello Plan: BEDALE_portate limitate
River = Bedale di Revell Reach = Canale RS = 440



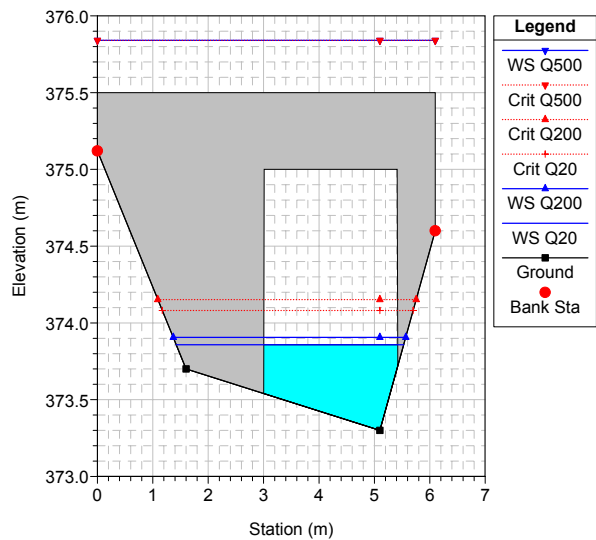
PAIRevello Plan: BEDALE_portate limitate
River = Bedale di Revell Reach = Canale RS = 430



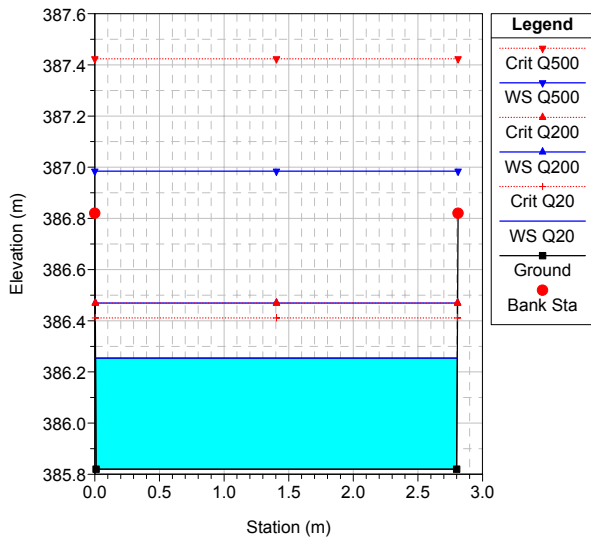
PAIRevello Plan: BEDALE_portate limitate
River = Bedale di Revell Reach = Canale RS = 425 BR



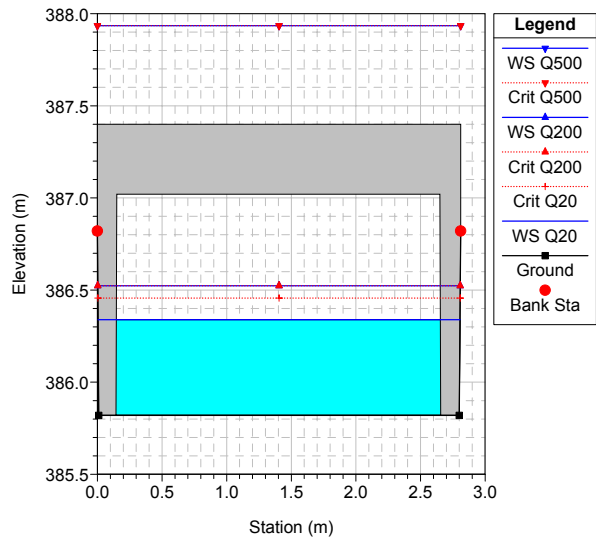
PAIRevello Plan: BEDALE_portate limitate
River = Bedale di Revell Reach = Canale RS = 425 BR



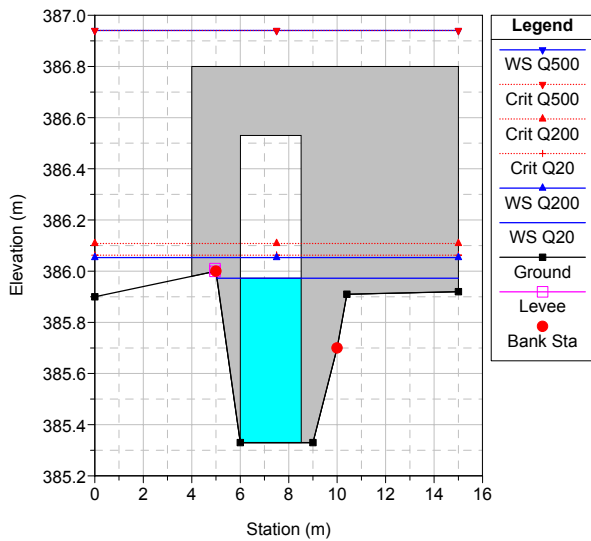
PAIRevello Plan: BEDALE_portate limitate
 River = Bedale di Revell Reach = Canale RS = 300



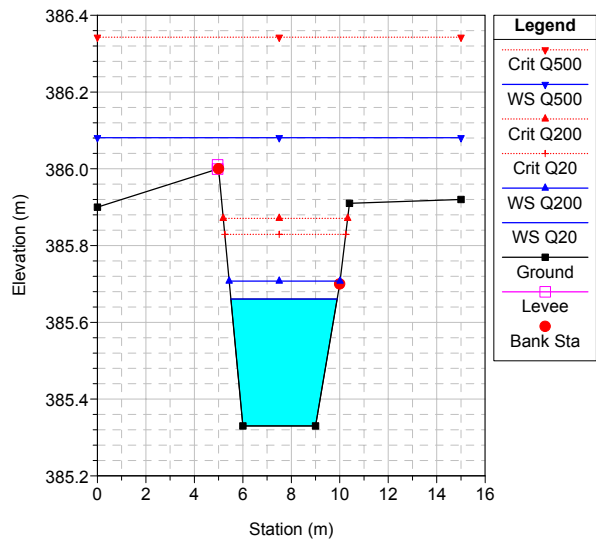
PAIRevello Plan: BEDALE_portate limitate
 River = Bedale di Revell Reach = Canale RS = 495 BR



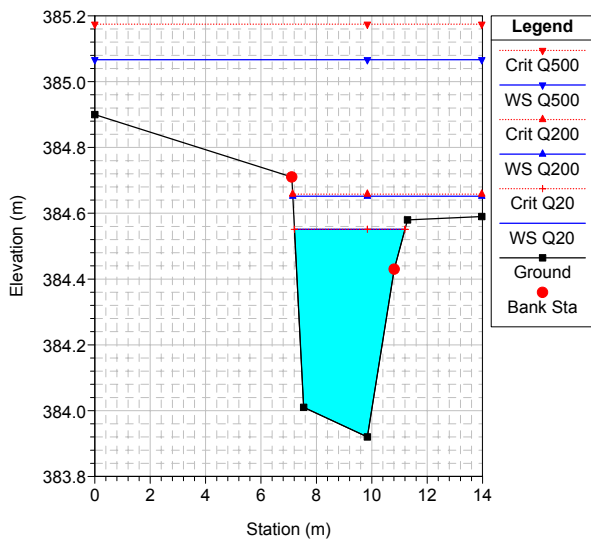
PAIRevello Plan: BEDALE_portate limitate
 River = Bedale di Revell Reach = Canale RS = 495 BR



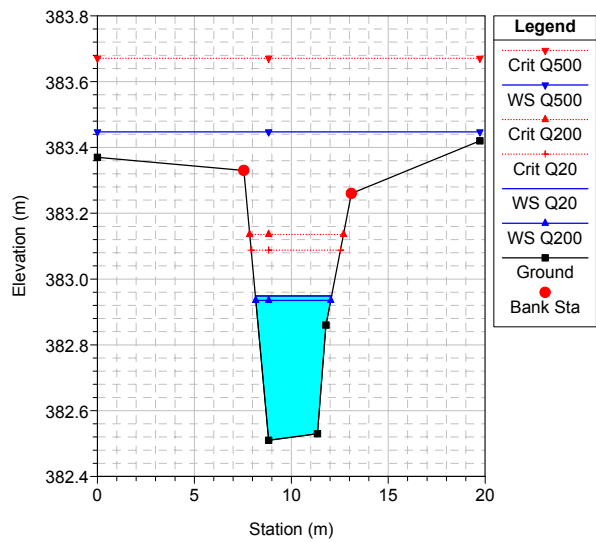
PAIRevello Plan: BEDALE_portate limitate
 River = Bedale di Revell Reach = Canale RS = 490

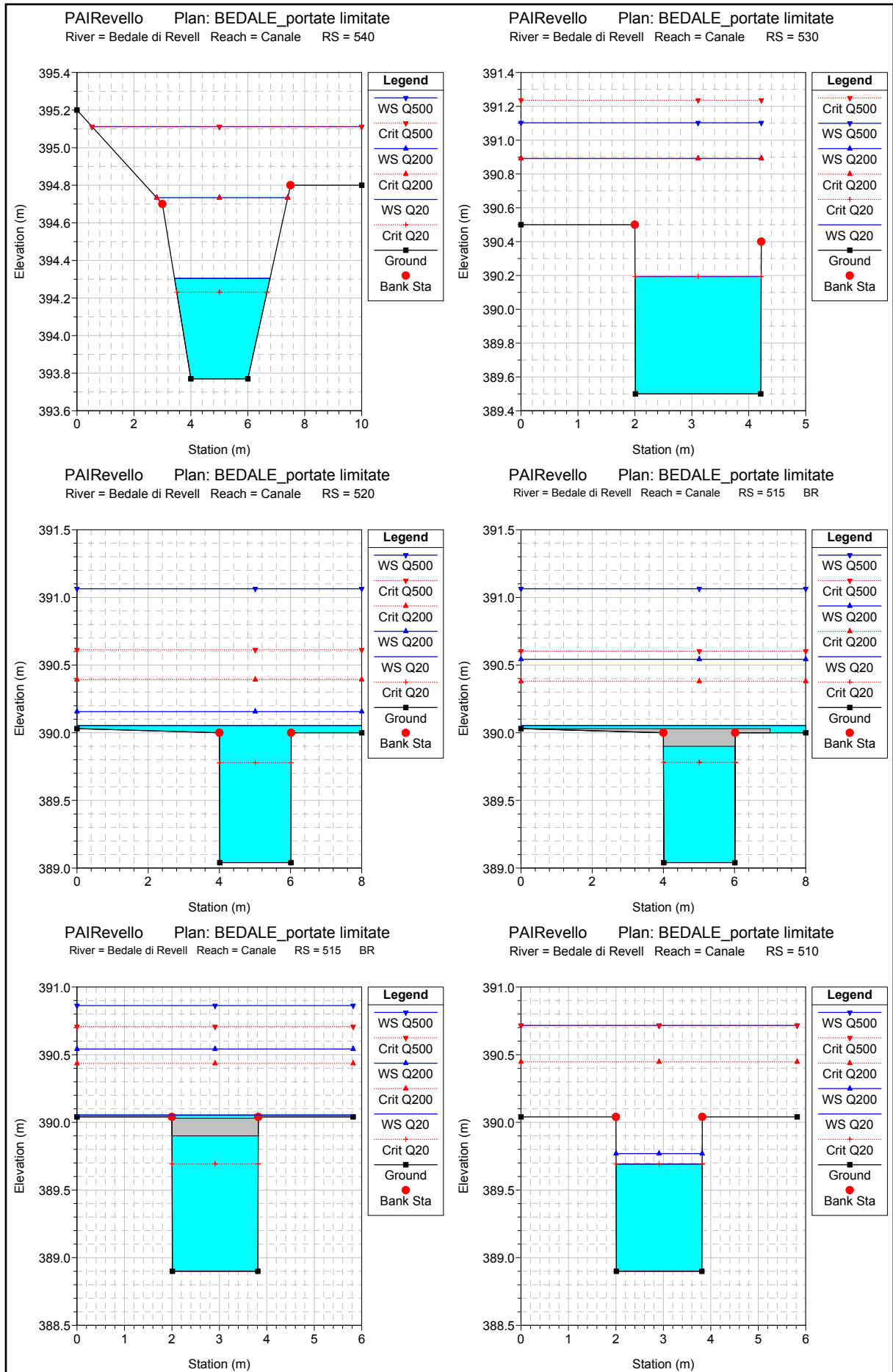


PAIRevello Plan: BEDALE_portate limitate
 River = Bedale di Revell Reach = Canale RS = 480

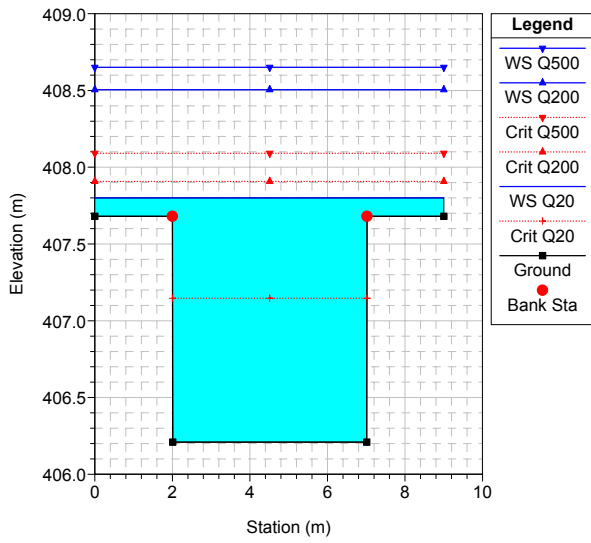


PAIRevello Plan: BEDALE_portate limitate
 River = Bedale di Revell Reach = Canale RS = 470

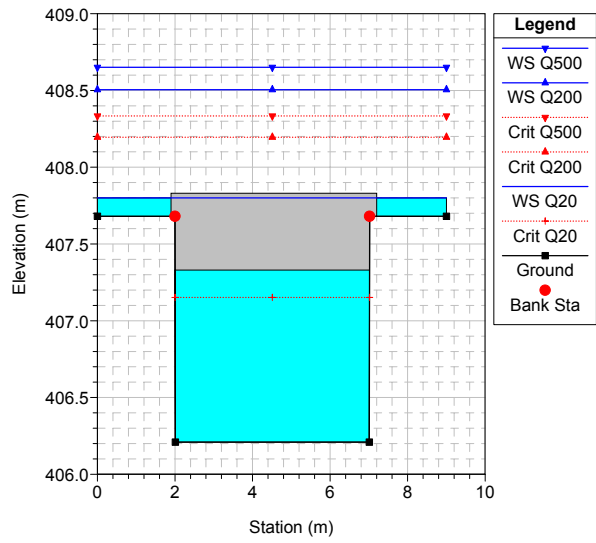




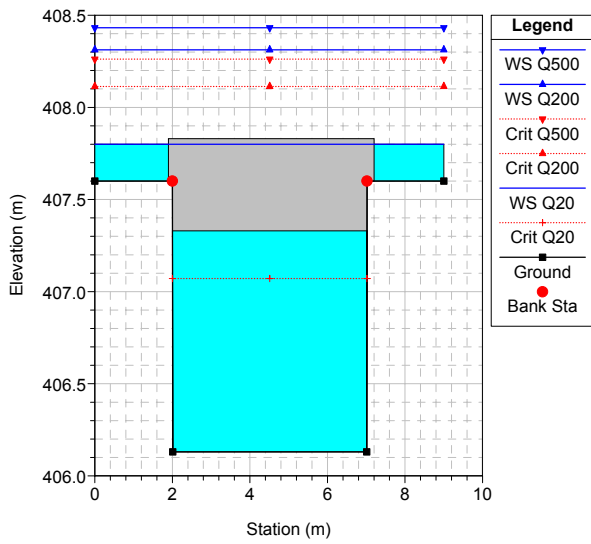
PAIRevello Plan: BEDALE_portate limitate
River = Bedale di Revell Reach = Canale RS = 620



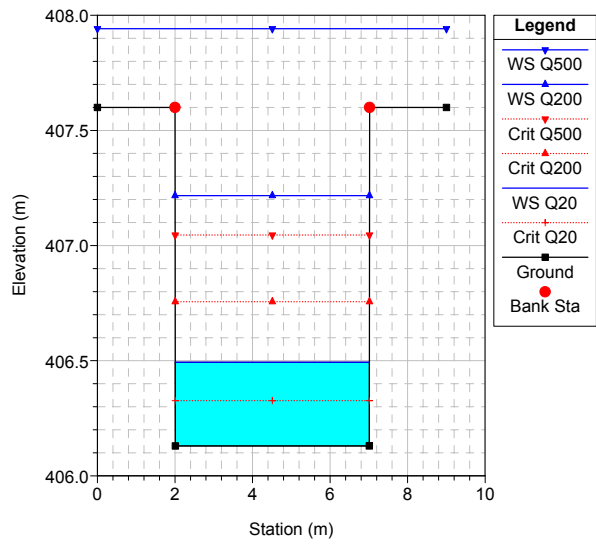
PAIRevello Plan: BEDALE_portate limitate
River = Bedale di Revell Reach = Canale RS = 615 BR Opera di Presa Bedale



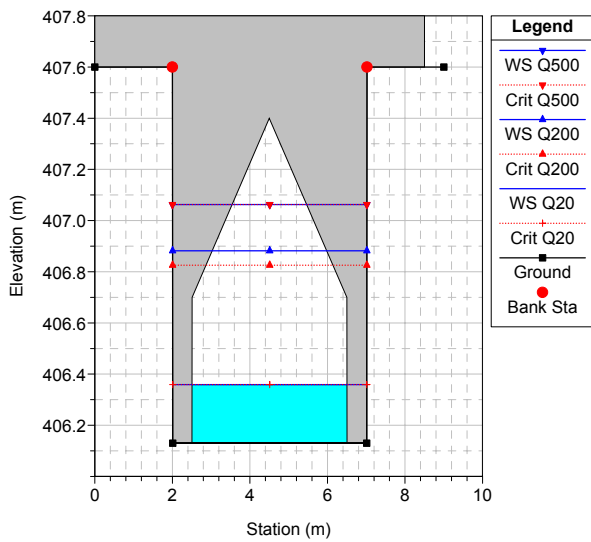
PAIRevello Plan: BEDALE_portate limitate
River = Bedale di Revell Reach = Canale RS = 615 BR Opera di Presa Bedale



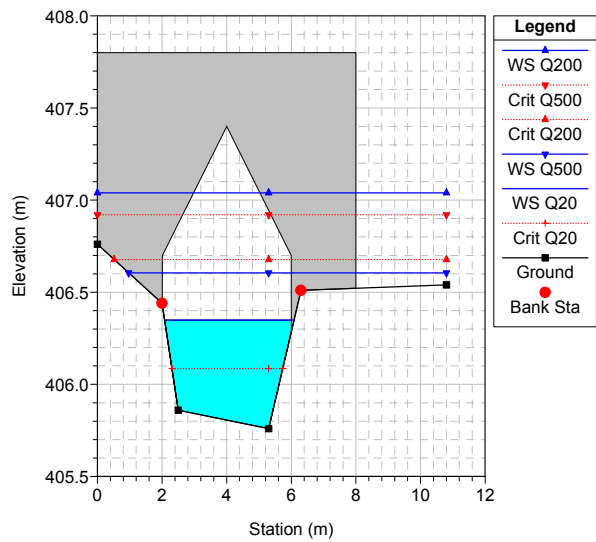
PAIRevello Plan: BEDALE_portate limitate
River = Bedale di Revell Reach = Canale RS = 610



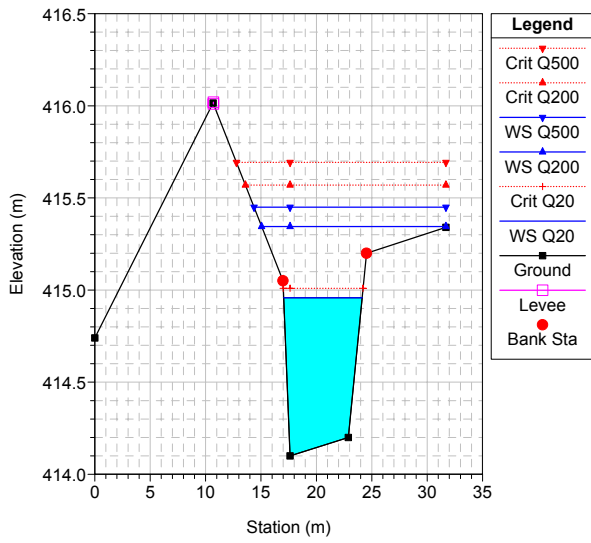
PAIRevello Plan: BEDALE_portate limitate
River = Bedale di Revell Reach = Canale RS = 605 BR Ponte la Virginia



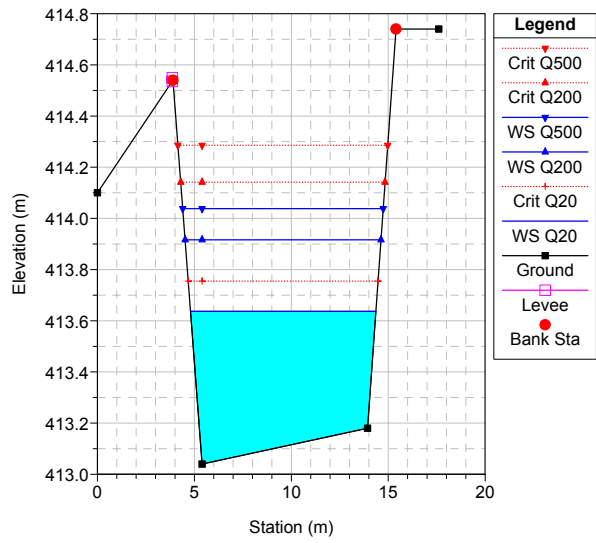
PAIRevello Plan: BEDALE_portate limitate
River = Bedale di Revell Reach = Canale RS = 605 BR Ponte la Virginia



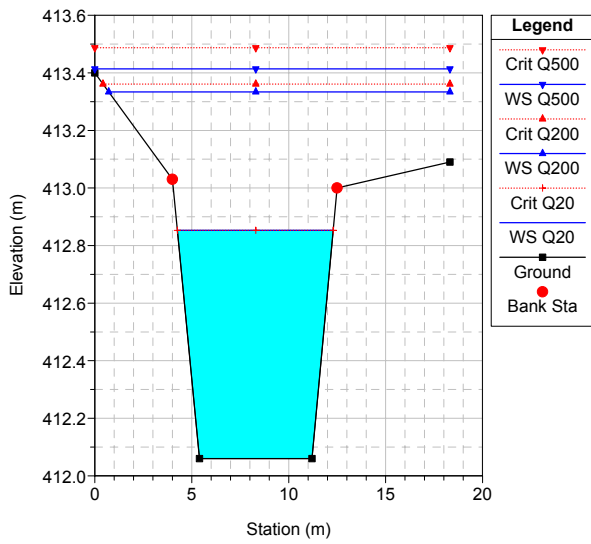
PAIRevello Plan: BEDALE_portate limitate
 River = Bedale di Revell Reach = Canale RS = 680



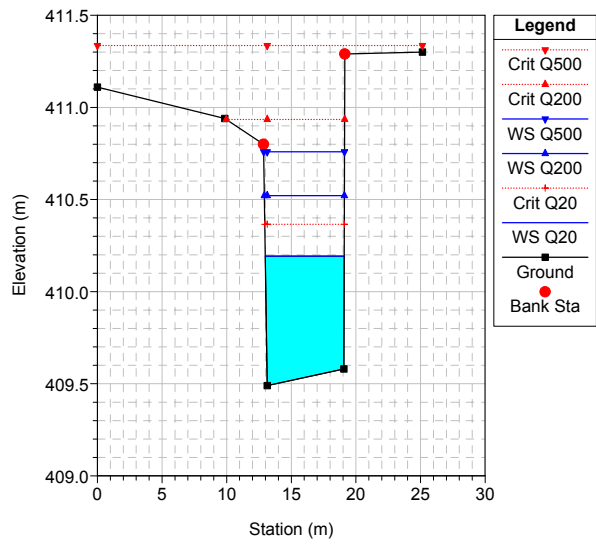
PAIRevello Plan: BEDALE_portate limitate
 River = Bedale di Revell Reach = Canale RS = 670



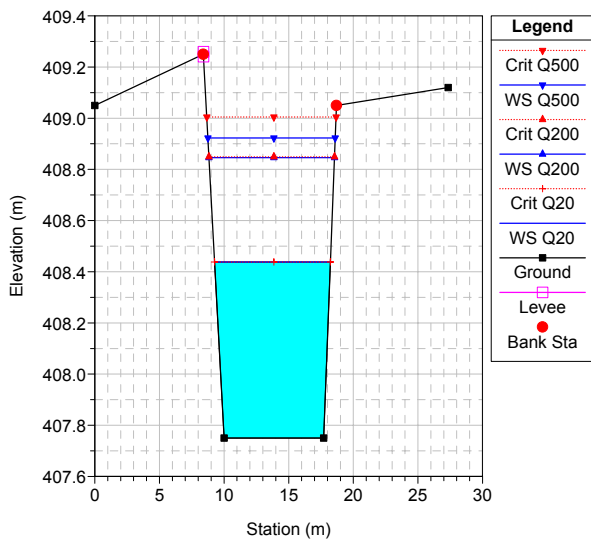
PAIRevello Plan: BEDALE_portate limitate
 River = Bedale di Revell Reach = Canale RS = 660



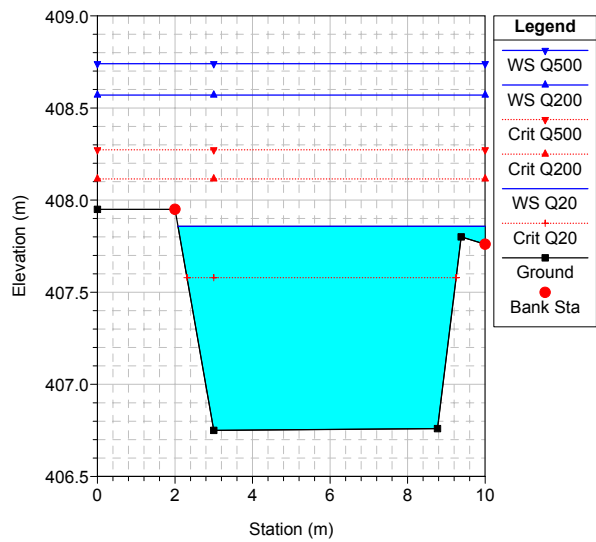
PAIRevello Plan: BEDALE_portate limitate
 River = Bedale di Revell Reach = Canale RS = 650



PAIRevello Plan: BEDALE_portate limitate
 River = Bedale di Revell Reach = Canale RS = 640



PAIRevello Plan: BEDALE_portate limitate
 River = Bedale di Revell Reach = Canale RS = 630



Area 2 Rio Tagliata

Inquadramento geografico

Il territorio di riferimento è collocato in sinistra idrografica nel settore basso montano della Valle Po. Il Rio Tagliata è un modesto corpo idrico che drena le acque superficiali dei versanti montuosi del Monte Giuliera e Monte S. Bernardo. La denominazione Tagliata è assegnata dalla confluenza di tre rii indicati sulla carta catastale come Rivo Pisaj, Rivo del Castello e Rivo Murazzano.

Poco più a valle, confluisce nel Rio Tagliata il Rio di S. Grato.

Il Rio Tagliata raggiunge il confine comunale con Envie e successivamente confluisce nel Rio Candellero, e successivamente Ghiandone e Grana.

I criteri di verifica

Sotto il profilo delle verifiche idrologiche ed idrauliche ci si propone di:

- stimare l'idrogramma di progetto per assegnati tempi di ritorno (20 e 200 e 500 anni) dei diversi Rii minori alla confluenza nel Rio Tagliata;
- elaborare un modello idraulico in moto permanente che consenta di simulare la situazione esistente e quella in progetto lungo il torrente in esame. Per realizzarlo è stato utilizzato il software Hec-Ras nella versione 3.1.1.

Stima delle portate

La stima idrologica è stata redatta facendo ricorso alla modellazione con idrogramma IUH tipo SCS, confrontata con il metodo razionale. Vengono illustrati i parametri morfologici e meteorologici comuni ad entrambe le elaborazioni.

La morfologia del bacino

Dalla carta tecnica regionale si è ricavato lo schema della rete idrografica del Rio Tagliata.

Come già accennato i bacini scolanti sono rii minori che drenano le acque superficiali degli impluvi localizzati sul versante tra Rocca Bionda e Monte S. Bernardo.

Lo schema idrografico è rappresentato nella seguente figura, estratta dal programma di modellazione idrologica HEC-HMS.

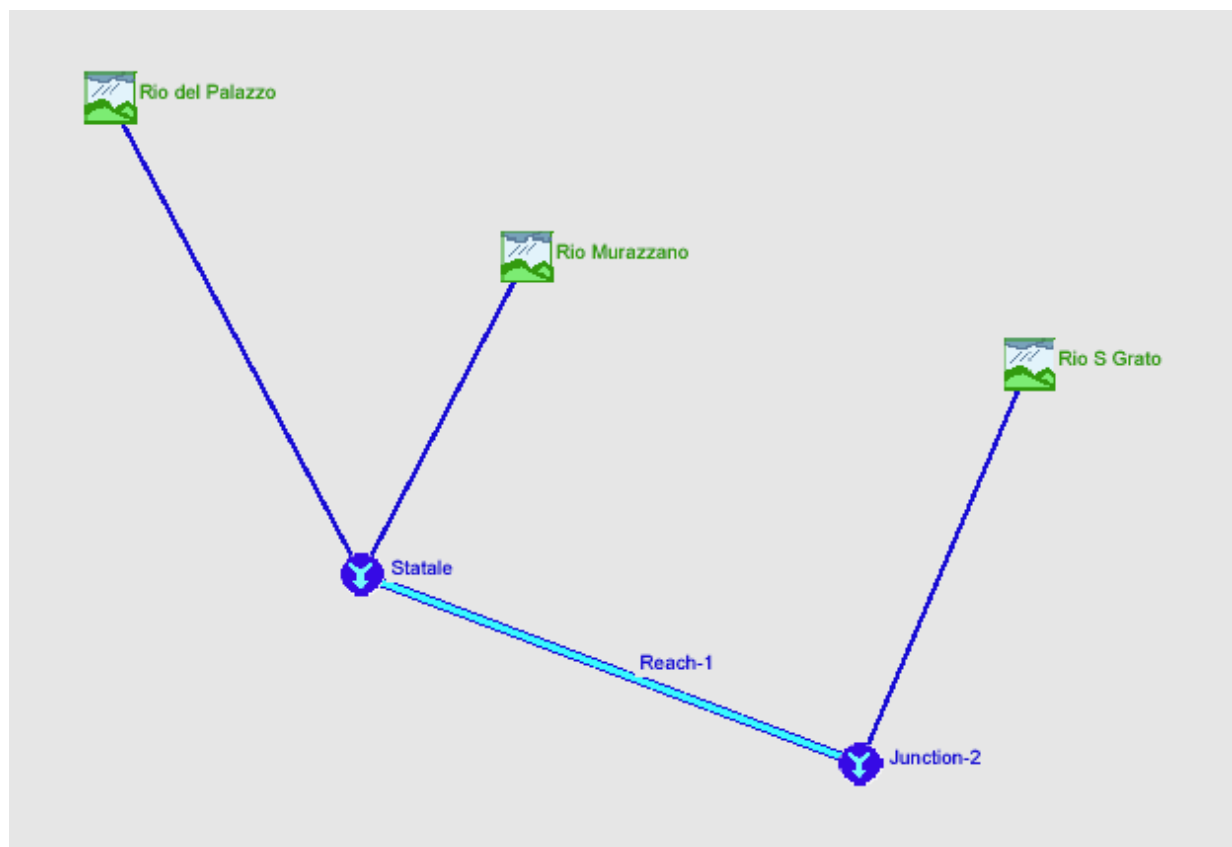


FIGURA 3 Rappresentazione schematica del reticolo idrografico del Rio Tagliata

Pioggia di progetto

Il bacino è posizionato, rispetto alla modellazione adottata dalla AdB, in corrispondenza della cella AJ 128. Da questa si derivano le curve di possibilità pluviometrica, legate ai tempi di ritorno di 20, 100, 200 e 500 anni, rispettivamente:

$$h = 47,07 t^{0,42}$$

$$h = 61,35 t^{0,42}$$

$$h = 67,42 t^{0,42}$$

$$h = 75,51 t^{0,42}$$

Se ne derivano le seguenti precipitazioni, per assegnata durata:

AJ128	TR 20	TR 100	TR 200	TR 500
a	47,07	61,35	67,42	75,51
n	0,42	0,42	0,42	0,42
5 minuti	16,49	21,71	23,98	26,92
15 minuti	26,22	34,37	37,87	42,48
30 minuti	35,13	45,92	50,53	56,63
1 ora	47,07	61,35	67,42	75,51
2 ore	63,06	81,97	89,95	100,68
3 ore	74,83	97,11	106,48	119,13
6 ore	100,26	129,74	142,07	158,83
12 ore	134,33	173,35	189,55	211,77
24 ore	179,97	231,6	252,9	282,35
48 ore	241,12	309,44	337,43	376,46

Tabella 5 Altezze di pioggia per eventi di durata variabile

Ricostruzione Afflussi deflussi

Il modello applicato stima la formazione del deflusso diretto nel bacino sottraendo all'apporto meteorico la perdita iniziale per intercettazione più la perdita per piccoli invasi, e la successiva perdita per infiltrazione.

Il deflusso efficace viene quindi trasformato in idrogramma di portate mediante l'operazione di circonvoluzione con un idrogramma unitario. Si è disposto di un idrogramma sintetico derivato dallo schema SCS. Di seguito si illustrano le componenti del modello.

Gli afflussi

L'afflusso meteorico di progetto è stato studiato facendo riferimento alle piogge di progetto sopra riportate.

Nella definizione delle portate di piena assume un particolare rilievo la distribuzione delle piogge durante l'evento. Nel caso in esame si è stabilito di utilizzare il metodo della ripartizione temporale in cui la precipitazione è suddivisa in due periodi per il ¾ e ¼ della durata totale, a cui sono stati associati due valori di precipitazione in funzione della durata dell'evento, riportati nella seguente Tabella 6.

La durata totale dell'evento meteorico è stata stabilita in 3 ore: in questo modo lo scroscio finale di durata 45 minuti permette di simulare le condizioni più critiche per i piccoli bacini laterali il cui tempo di corrivazione è mediamente inferiore a 30 min.

Durata evento totale	Ripartizione % nel 1° periodo
< 1 ora	40%
< 3 ore ; > 1 ora	45%
< 6 ore; > 3 ore	50%
< 12 ore; > 6 ore	60%
> 12 ore	65%

Tabella 6 Ripartizione percentuale della precipitazione totale

//VALLONE MARGUAREIS/PRECIP-INC/01JAN2001/5MIN/FR 9 ORE 20TR/

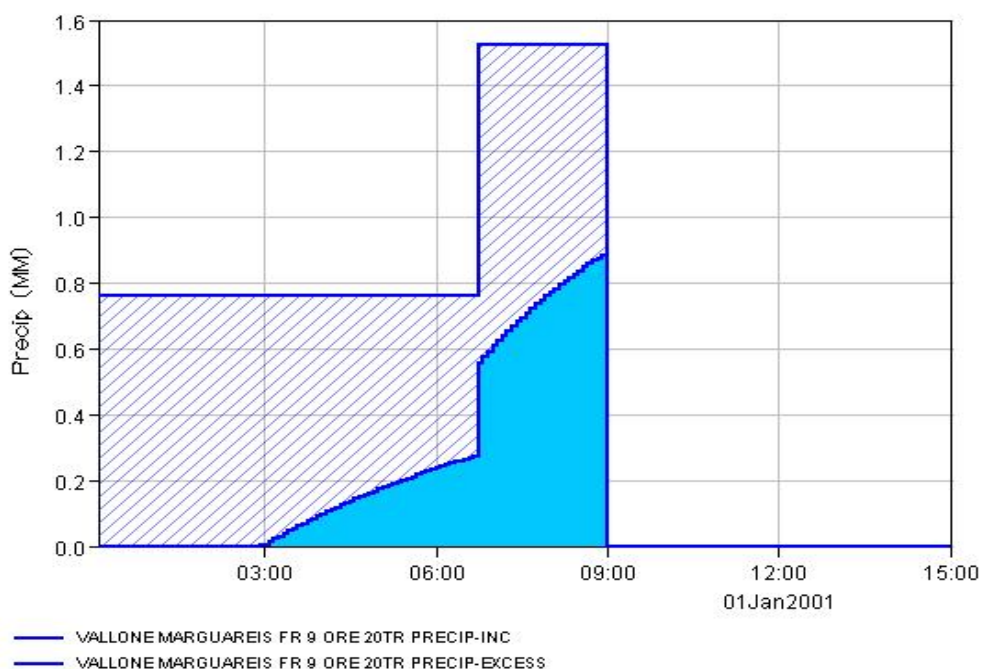


Grafico 2 Esempio di ietogramma con ripartizione temporale delle portate. In azzurro è riportata la pioggia efficace.

Le perdite

Le perdite iniziali sono dovute all'intercettazione fogliare ed ai piccoli invasi. Si è adottato come coefficiente di imbibimento iniziale il valore di 0.1 dell'assorbimento totale, valore più cautelativo del 0,2 suggerito dallo stesso S.C.S. e di consueto adottato in assenza di altre informazioni. Per i sottobacini in esame il valore di assorbimento adottato è di 16,93 mm.

Per modellare le successive perdite per infiltrazione sulla precipitazione totale nel caso in studio si è adottato il metodo noto come C.N., ovvero "Curve Number", elaborato dal Soil Conservation

Center del Dipartimento U.S. dell'Agricoltura. Il metodo è particolarmente interessante per valutare l'impatto idrologico delle alterazioni di uso del suolo in quanto è basato su di una parametrizzazione anche qualitativa e pedologica piuttosto adattabile alle diverse condizioni.

Il metodo richiede in primo luogo la definizione delle caratteristiche di imbibimento iniziale del suolo, fondamentali per la stima delle perdite per infiltrazione. Nel lavoro si è fatto riferimento alla classe II relativa a condizioni di suolo medie, esprimenti il parametro CN II. Queste comportano una precipitazione nei 5 giorni antecedenti compresa tra 13 e 28 mm nella stagione di riposo vegetativo.

Il metodo richiede quindi la definizione del tipo idrologico di suolo, che si è individuato, per ogni bacino, note le caratteristiche geopedologiche dei versanti del bacino drenato, nell'ambito del tipo B, caratterizzati da terricci di tipo marnoso e sabbioso.

Per questi tipi di suolo il valore del parametro CN II, in funzione dell'uso del suolo, varia da 61 a 79. Ai fini del presente calcolo si è scelto di usare utilizzare un valore unico per ogni sottobacino. Il valore adottato è di 60, rappresentativo per suoli mediamente profondi, ricoperti da vegetazione di discreta stabilità e copertura.

Tale parametro consente di stimare la massima ritenzione potenziale del suolo, indicata come V:

$$V = V_0 \left(\frac{100}{CNII} - I \right)$$

dove V_0 è una costante di scala pari a 254 mm, mentre I è il volume precipitato, ovvero l'afflusso.

Se P è il volume di deflusso superficiale, ovvero il ruscellamento cumulato, F il volume infiltrato, I_a è la quota persa per assorbimento iniziale dal volume precipitato, l'equazione di stima delle perdite è la

$$\frac{P}{V} = \frac{P}{I + I_a}$$

che combinata con l'equazione di conservazione della massa $F = I + I_a - P$ conduce all'espressione:

$$P = \frac{(I - I_a)^2}{I - I_a + V}$$

che consente, nota la serie di precipitazioni totali, di derivare le precipitazioni efficaci.

Trasformazione afflussi deflussi: idrogramma unitario SCS

In ogni sottobacino la trasformazione afflussi deflussi è simulata mediante una convoluzione delle piogge sull'idrogramma unitario istantaneo di tipo SCS.

La curva d'onda è caratterizzata da un valore del tempo di picco legato alla stima del tempo di ritardo del bacino (t_{lag}). Il modello di idrogramma unitario SCS è costituito da un idrogramma unimodale, quale quello mostrato nella FIGURA 4

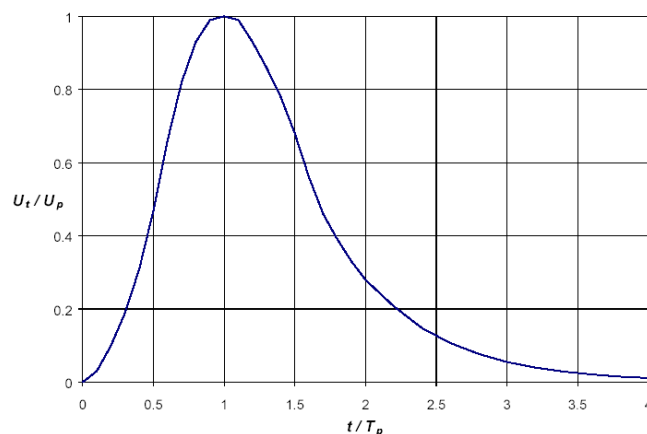


FIGURA 4 Idrogramma unitario adimensionale SCS

Secondo il metodo il valore di picco U_p ed il tempo in cui questo si verifica T_p , sono legati dalla relazione:

$$U_p = C \frac{A}{T_p}$$

dove A = superficie drenata, e C = fattore di conversione (2.08 nel S.I.). Il tempo di picco è inoltre legato alla unità di tempo assunta come base di rappresentazione della precipitazione efficace dalla relazione:

$$T_p = \frac{\Delta t}{2} + t_{lag}$$

dove Δt = l'intervallo di tempo adottato come base di rappresentazione della precipitazione efficace, e t_{lag} = il tempo di "ritardo" del bacino, espresso come differenza tra il centro di massa della rappresentazione geometrica della pioggia efficace ed il picco dell'idrogramma unitario.

La stima del tempo di "ritardo" t_{lag} può farsi, secondo lo stesso SCS, con riferimento al tempo di concentrazione del bacino, tramite la relazione:

$$t_{lag} = 0.6 * t_c;$$

Il tempo di concentrazione t_c va qui inteso come parametro fisico. Ai fini della stima, esso è considerato fisicamente pari al massimo dei teorici tempi di trasporto dei deflussi lungo la rete di scorrimento superficiale e dunque calcolabile in base alla somma dei tempi di trasporto tramite i diversi segmenti del reticolo idrologico, secondo la relazione:

$$t_c = \max (t_{sheet} + t_{shallow} + t_{channel})$$

la somma si fa lungo il percorso idraulicamente più lungo, somma dei tre modi di rappresentare schematicamente il tipo di percorrenza: t_{sheet} = somma dei tempi di percorrenza lungo i versanti; $t_{shallow}$ = somma dei tempi di percorrenza di tubazioni, canalizzazioni chiuse o anche deflusso di superficie concentrato in rivoletti; e infine $t_{channel}$ = somma delle percorrenze in alvei naturali aperti.

$$t_{sheet} = \frac{0.007(NL)^{0.8}}{(P20)^{0.5} S^{0.4}}$$

dove L è la lunghezza del tratto a deflusso superficiale, P20 è la precipitazione con tempo di ritorno 20 anni, S la pendenza del versante. N è un coefficiente legato all'uso del suolo.

$$t_{shallow} = L/\alpha k S^{0.5}$$

in cui α è un fattore di conversione costante, pari a 10 nel S.I.

e k è un fattore adimensionale dipendente dall'uso del suolo.

Coefficienti per ruscellamento sul versante N	
0,08	bosco con abbondante lettiera
0,15	bosco e boscaglie rade
0,21	prati-pascoli
0,27	coltivazioni
Coefficienti per il deflusso in alveo α	
0,46	fondo erboso
0,49	fondo naturale
0,62	pavimentato

Tabella 7 Coefficienti proposti da NHI per ruscellamento e deflusso

Per quanto attiene alla stima del tempo di trasporto lungo i tratti incanalati, un metodo di riferimento con cui confrontare i risultati è quello di CHOW, (1988), secondo cui le velocità di trasporto possono essere stimate secondo la seguente.

Tipo di scorrimento	Pendenza (%)			
	0-3	4-7	8-11	> 12
A- Diffuso				
Boschi	0 - 0.45	0.45 - 0.75	0.75 - 1	> 1.0
Pascoli	0 - 0.75	0.75 - 1.0	1.0 - 1.25	> 1.25
Coltivi	0 - 0.9	0.9 - 1.35	1.35 - 1.65	> 1.65
Zone pavimentate	0 - 2.5	2.5 - 4.0	4.0 - 5.1	> 5.1
B Concentrato in alveo	0 - 0.6	0.6 - 1.20	1.20 - 2.10	> 2.10

Tabella 8 Velocità della corrente in scorrimento superficiale

da cui: $t_{\text{channel}} = L/V_{\text{Chow}}$

Per i sottobacini in cui il deflusso si articola prevalentemente in alveo dopo un breve tratto di deflusso superficiale e ruscellato su versante, si può ricorrere alla nota formula di Tournon con i coefficienti determinati da Merlo (1973) per i corsi d'acqua delle Alpi piemontesi, che fornisce il tempo di corrivazione, (che possono essere equiparati ai tempi di trasporto) in ore:

$$t_c = 0.396L \frac{L}{\sqrt{i_a}} \left(\frac{A \sqrt{i_a}}{L^2 \sqrt{i_v}} \right)^{0.72}$$

dove i_a è la pendenza dell'asta principale e i_v la pendenza dei versanti;

da cui si ricava il t_{lag} secondo la formula già citata.

Il T_{lag} può essere inoltre determinato con la formula proposta da Giandotti

$$t_c = (4 A^{0.5} + 1,5L)/(0,8 h_m^{0.5})$$

in cui A è l'area del bacino in km^2 ,

L è la lunghezza dell'asta in km ,

e h_m è l'altezza media del bacino rispetto alla sezione di chiusura considerata.

Quando si è stimato il t_{lag} è possibile calcolare i valori di T_p e U_p , da cui deriva la forma dell'idrogramma unitario che sarà usato per stimare la risposta del bacino alla precipitazione efficace.

I tempi ottenuti con i diversi metodi sono illustrati nell'allegato posto al termine della presente relazione. Vengono presentati di seguito i valori scelti come riferimento:

Sottobacino	Time lag (min)
Rio Castello / Rio Pisaj	22
Rio Murazzano	18
Rio S. Grato	16

Portate di progetto

Le portate al colmo ottenute con il metodo SCS sono illustrate nella seguente e vengono assunte come portate di riferimento per le successive verifiche idrauliche:

Nodi idraulici (vedi FIGURA 3)	sez. n.	TR20 (m^3/s)	TR200 (m^3/s)	TR500 (m^3/s)
Rio Castello / Rio Pisaj	-	1,92	4,23	5,24
Rio Murazzano	-	2,08	4,52	5,57
Attraversamento statale	770	3,98	8,73	10,78
S. Grato	-	1,2	2,78	3,43
Confluenza S. Grato	730	5,2	11,51	14,21

Tabella 9 Portate di riferimento per il Rio Tagliata

Condizioni di deflusso in piena

Il metodo di calcolo

Per la verifica idraulica il modello utilizzato è il software HEC-RAS (River Analysis System) dell'Hydrologic Engineering Center del U.S. Army Corps of Engineers di Davies nella versione 3.1.1. Il modello risolve le equazioni del moto permanente monodimensionali.

HEC-RAS è in grado di modellare il profilo della corrente in regime di corrente lenta e/o veloce prendendo in esame anche situazioni miste in cui siano possibili alternanze di tronchi in corrente lenta e veloce. Nel caso specifico, si è deciso di verificare il deflusso in condizioni di corrente mista.

Le normali perdite di energia meccanica sono valutate dal modello tenendo conto dell'attrito (grazie all'equazione di Manning) e di coefficienti di espansione-contrazione (moltiplicati per la variazione di velocità media della corrente), questi sono rispettivamente assunti pari a 0.1 e 0.3 nelle sezioni senza brusche variazioni e pari a 0.3 e 0.5 nelle sezioni con brusche variazioni (ad es. in corrispondenza dei ponti). Il modello permette di simulare gli effetti di vari ostacoli al deflusso come possono essere edifici, i ponti, i tombini e può calcolare i profili di corrente in corrispondenza di confluenze.

Il corso d'acqua è stato modellato secondo le misure effettuate in campo, riconducendole, nel caso di depositi alluvionali localizzati, a forme trapezoidali o simili, quali sono quelle che si producono durante il deflusso di piene rilevanti. Altro elemento fondamentale nel calcolo è la scabrezza: il modello richiede che la scabrezza sia espressa secondo la formula di Manning.

Per quanto riguarda la scabrezza si sono adottati numeri di Manning pari a 0.035 per le aree golenali (prati e frutteti) e le sezioni d'alveo naturali. Tali valori sono congruenti con quelli indicati nella letteratura di settore e nelle normative della Autorità di bacino.

Per una più chiara restituzione grafica, il rilievo topografico effettuato è stato sovrapposto alla CTR e viene riportato nelle tavole grafiche allegate al progetto.

Condizioni al contorno

Il contorno di monte e di valle sono stabiliti come in moto uniforme, assegnando alla pendenza media il valore tratto dal rilievo topografico.

I risultati della simulazione idraulica

I risultati di calcolo sono riportati in **allegato B (stato esistente)** dove sono illustrate le sezioni idrauliche, i profili e tutti i dati idraulici elaborati dal software relativi ai livelli idrici di piena.

Nella simulazione, a monte della Strada Statale, si prende in considerazione l'asta del Rio Murazzano ma *non è verificata la sezione tombata che si collega all'attraversamento principale*. I calcoli delle tombature circolari sono proposti nel successivo paragrafo.

Le seguenti variabili sono indicate nelle tabelle in lingua inglese:

W.S. Elev.:	quota del pelo libero (m)
Vel head:	termine cinetico (m)
E.G. Elev.:	quota della linea dell'energia (m)
Crit. W.S:	quota della profondità critica (m)
E.G. slope:	pendenza della linea dell'energia (m/m)
Q totale:	portata totale (m ³ /s)
Top Width:	larghezza del pelo libero (m)
Vel Total:	velocità media nella sezione (m/s)
Max Chl. Dpth:	profondità massima della corrente nell'alveo principale (m)
Min Ch El:	quota minima del fondo (m)
Left OB,	golena sinistra
Channel,	alveo principale
Right OB:	golena destra
Wt n-Val.:	valori della scabrezza secondo Manning
Reach Len.:	lunghezza del tronco d'alveo (distinta a seconda che si tratti dello sviluppo della golena e dell'alveo principale)

Flow area:	area bagnata (m ²)
Flow:	portata (m ³ /s)
Avg. vel.:	velocità media (in golena e nell'alveo principale; m/s)
Wetted Per.:	contorno bagnato (m)
Shear:	forza trattiva (N/m ²)

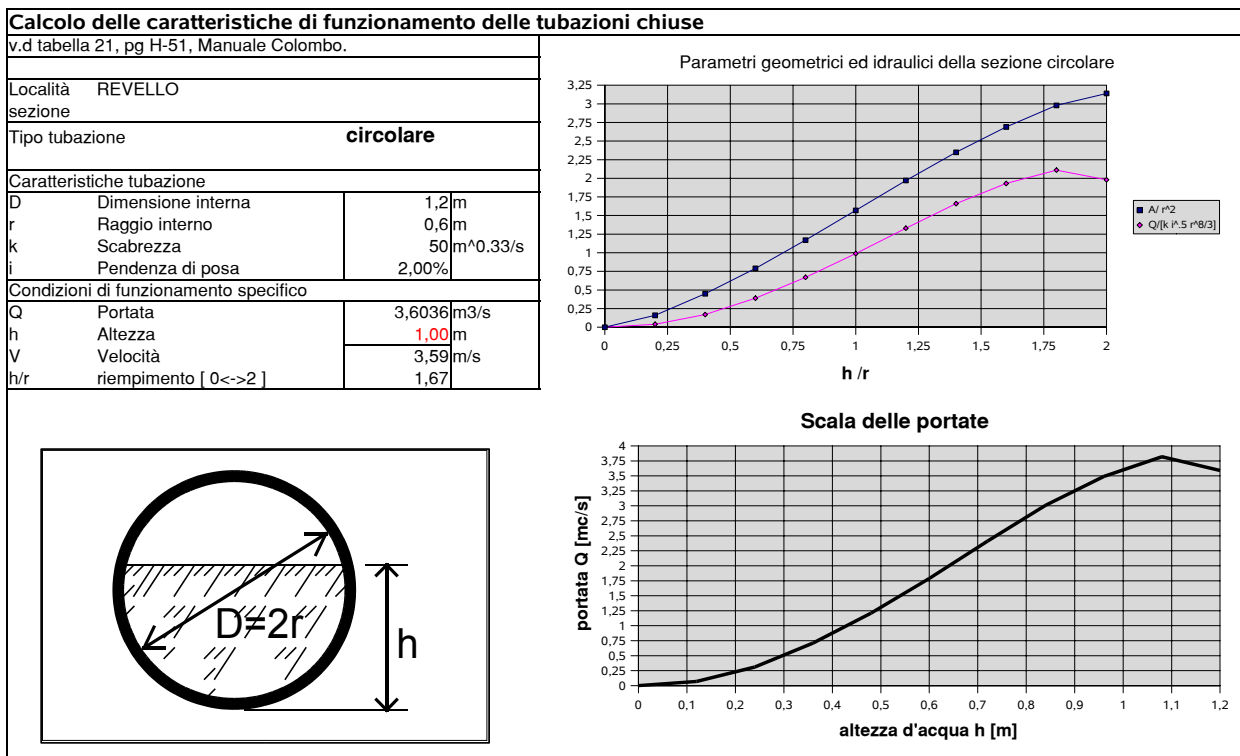
Verifica delle tombature

A monte della strada statale, sia il Rivo del Castello/Pisaj sia il Rio Murazzano sono intubati in una sezione circolare in calcestruzzo, prima di raggiungere l'attraversamento della Strada Statale, che invece presenta una sezione rettangolare di maggiori dimensioni (2,3 m X 1,3 m).

Si rende quindi necessario stimare la portata convogliabile dalle tombature circolari di diametro 1,2 m, che rappresentano il punto idraulicamente più critico nell'area dell'attraversamento della strada provinciale per Envie.

Nel seguente foglio di calcolo si presenta la verifica della sezione circolare di 1,2 m, posata con la pendenza del 2% con una sezione quasi completamente piena (h 1 m dal fondo).

Se ne deduce che le portate massime convogliabili siano inferiori a 3,6 m³/s.



Considerazioni conseguenti l'analisi idraulica

Nell'area del Rio Tagliata la pericolosità idraulica è condizionata dalla elevata portata che in condizioni di piena può essere drenata dai ripidi versanti scolanti.

Vengono illustrate le conclusioni distinguendo l'area a monte della Statale da quella a valle, in cui il Rio scorre con una debole pendenza e limitate velocità

- Nel raggiungere il corpo idrico principale, il Rio Tagliata, che assume tale denominazione nel tratto di pianura tra Revello ed Envie, i piccoli rii laterali sono costretti in sezioni obbligate di dimensione insufficiente a contenere le portate massime di riferimento (Q200 e Q500).

Infatti per quanto riguarda il Rio Murazzano ed il Rio Castello/Pisaj si ritiene che le portate di piena più frequenti (Q20), stimate in circa 2 m³/s, possano transitare nelle tombature in calcestruzzo ed essere convogliate nell'attraversamento principale della Strada Statale senza provocare esondazioni se non estremamente localizzate.

Diversamente, le portate Q200 e Q500, non risultano contenute, e nel caso del Rio Castello/Pisaj, la tracimazione delle portate di piena interesserà la sede stradale ed i campi

limitrofi fino al Fosso dietro il Castello. Per quanto riguarda il Rio Murazzano si osserva in sponda destra la presenza di un'area depressa rispetto all'argine, che si ritiene sia sufficiente a contenere le portate esondanti e che pertanto non coinvolgono la Strada Statale.

Lungo le aste dei rii afferenti viene attribuita una pericolosità elevata (Q200) per processo lineare, considerando che durante eventi particolarmente intensi si possano verificare smottamenti ed allagamenti localizzati.

- Nel tratto di pianura tra Revello ed Envie, il Rio Tagliata, presenta sezioni naturali di ridotte dimensioni che possono convogliare esclusivamente portate di piena relativamente frequenti (Q20). Portate maggiori, Q200 e Q500 esonderanno nei terreni limitrofi, con estensione maggiore delle aree allagate in sponda destra, dove le pendenze sono nulle o quasi. Nell'ultimo tratto del Rio Tagliata (sez. 700) in Comune di Revello, la sponda sinistra è artificiale e sufficientemente elevata da impedire tracimazioni.

Risulta in corso una proposta, da parte di soggetti privati, relativa alla rilocalizzazione ed al ridimensionamento del rio in parola nel tratto dalla sez. 720 alla sez. 690, che è migliorativo del dissesto in essere.

Allegati Area 2 (Rio Tagliata)

Allegato D

Area 2 Caratteristiche morfologiche dei sottobacini

Allegato E

Simulazione idraulica: profili sezioni e tabelle idrauliche

Dott. Ing. Stefano Ferrari

Allegato C

Area 2 Rio Tagliata

Caratteristiche morfologiche dei sottobacini

DATI MORFOLOGICI DEI BACINI AFFERENTI NEL RIO TAGLIATA

Bacino		Rivo del Palazzo
Superficie (km ²)		0,48
L versante (m)		315
q max (m s.l.m.)		754
q min (m s.l.m.)		650
Pendenza versante		33%
L asta (m)		1231
q max (m s.l.m.)		650
q min (m s.l.m.)		324
Pendenza asta		26,5%
Altezza media del bacino		501,3
Bacino		Rivo del Palazzo
Tempi di concentrazione (min)		
Giandotti		28,59
Tournon		22,8
Velocità (Chow)		17,18
Metodo velocità (Shallow+Chow)		18,0
Time lag (min)		
Da Giandotti		17,15
da Tournon		13,7
da Velocità (solo Chow)		10,31
Dal Metodo velocità (Shallow+Chow)		10,8
Valore assunto		22,0

Tabella Chow (V in m/s)	
Tabella Chow (V in m/s)	1,5
Coeff shallow N	0,21
Coeff asta α	0,4

CN	
60	
Ia assorbimento iniziale	
0,1	0,2
16,93	33,87
S massima ritenzione	
169,33	

Bacino		Rivo Murazzano
Superficie (km ²)		0,5
L versante (m)		71
q max (m s.l.m.)		694,7
q min (m s.l.m.)		650
Pendenza versante		63%
L asta (m)		1390
q max (m s.l.m.)		650
q min (m s.l.m.)		323
Pendenza asta		23,5%
Altezza media del bacino		474,12
Bacino		Rivo Murazzano
Tempi di concentrazione (min)		
Giandotti		30,58
Tournon		18,0
Velocità (Chow)		16,23
Metodo velocità (Shallow+Chow)		16,9
Time lag (min)		
Da Giandotti		18,35
da Tournon		10,8
da Velocità (solo Chow)		9,74
Dal Metodo velocità (Shallow+Chow)		10,2
Valore assunto		18,0

Tabella Chow (V in m/s)	
Tabella Chow (V in m/s)	1,5
Coeff shallow N	0,1
Coeff asta α	0,36

CN	
65	
Ia assorbimento iniziale	
0,1	0,2
13,68	27,35
S massima ritenzione	
136,77	

Bacino		Rivo S. Grato
Superficie (km ²)		0,29
L versante (m)		303
q max (m s.l.m.)		768,2
q min (m s.l.m.)		540
Pendenza versante		75%
L asta (m)		1199
q max (m s.l.m.)		540
q min (m s.l.m.)		315
Pendenza asta		18,8%
Altezza media del bacino		503,19
Bacino		Rivo S. Grato
Tempi di concentrazione (min)		
Giandotti		24,15
Tournon		12,7
Velocità (Chow)		16,69
Metodo velocità (Shallow+Chow)		16,1
Time lag (min)		
Da Giandotti		14,49
da Tournon		7,6
da Velocità (solo Chow)		10,01
Dal Metodo velocità (Shallow+Chow)		9,7
Valore assunto		16,0

Tabella Chow (V in m/s)	
Tabella Chow (V in m/s)	1,5
Coeff shallow	0,21
Coeff asta	0,4

CN	
65	
Ia assorbimento iniziale	
0,1	0,2
13,68	27,35
S massima ritenzione	
136,77	

Allegato D

Area 2 Rio Tagliata

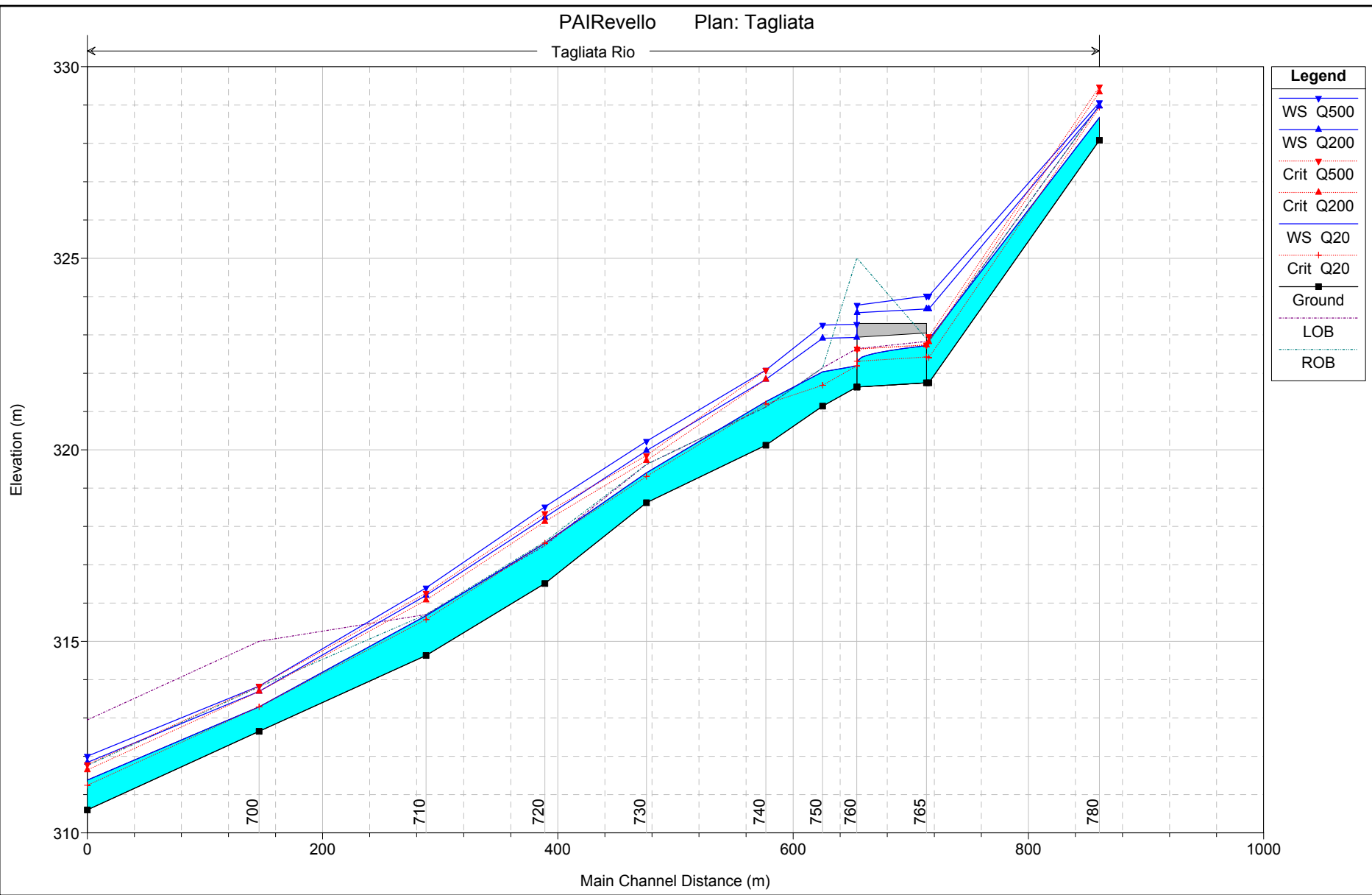
Simulazione idraulica: profili, sezioni, tabelle

HEC-RAS Plan: Tagliata River: Tagliata Reach: Rio

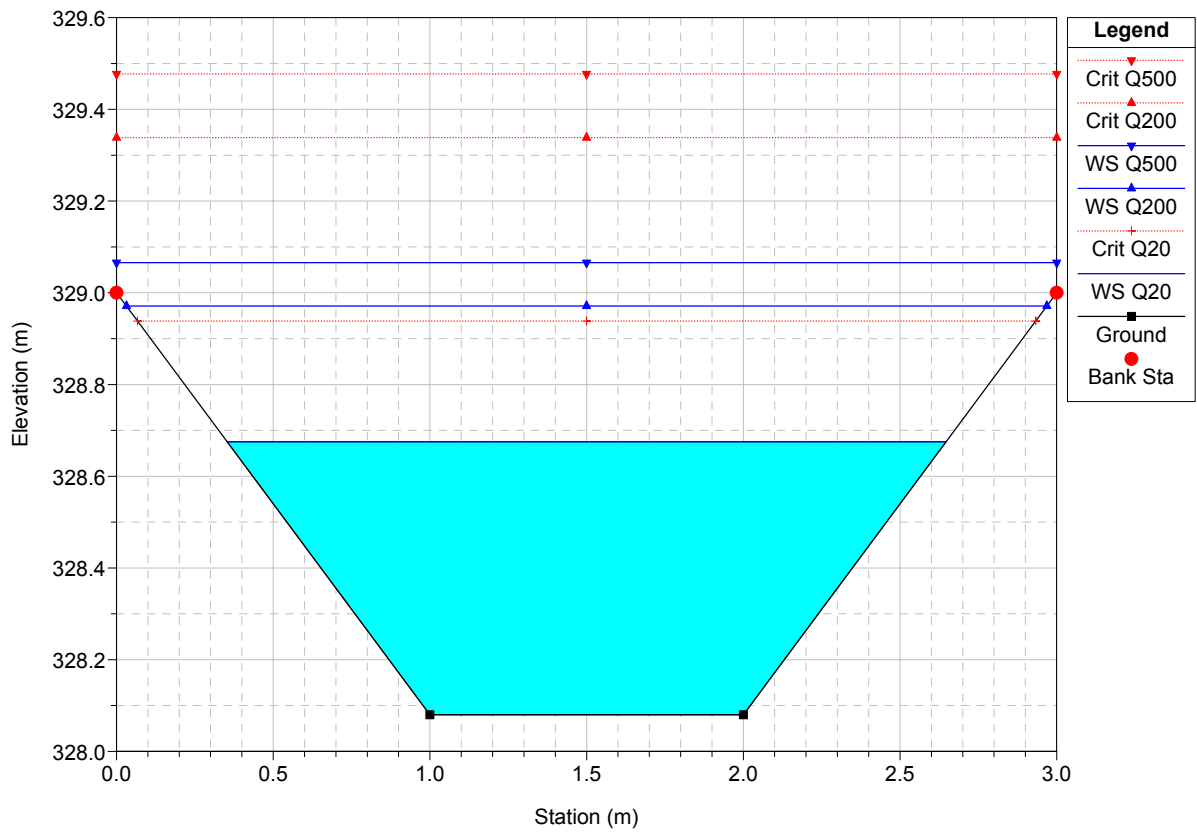
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Rio	780	Q20	3.98	328.08	328.68	328.94	329.51	0.080119	4.06	0.98	2.29	1.98
Rio	780	Q200	8.73	328.08	328.97	329.34	330.23	0.080084	4.98	1.75	2.94	2.06
Rio	780	Q500	10.78	328.08	329.07	329.48	330.49	0.080086	5.29	2.04	3.00	2.05
Rio	770	Q20	3.98	321.75	322.88	322.41	322.96	0.003411	1.27	3.14	3.30	0.41
Rio	770	Q200	8.73	321.75	323.68	322.82	323.79	0.003180	1.51	5.77	3.30	0.37
Rio	770	Q500	10.78	321.75	324.02	322.96	324.14	0.003076	1.57	6.89	3.30	0.35
Rio	765		Culvert									
Rio	760	Q20	3.98	321.64	322.19	322.19	322.46	0.020601	2.29	1.74	3.29	1.01
Rio	760	Q200	8.73	321.64	322.94		323.14	0.007321	2.03	4.31	3.54	0.59
Rio	760	Q500	10.76	321.64	323.28		323.47	0.005639	1.95	5.53	3.55	0.50
Rio	750	Q20	3.98	321.14	322.03	321.69	322.12	0.003892	1.29	3.08	3.89	0.46
Rio	750	Q200	8.73	321.14	322.91		323.00	0.002238	1.33	6.59	4.00	0.33
Rio	750	Q500	10.76	321.14	323.26		323.35	0.002050	1.35	7.97	4.00	0.31
Rio	740	Q20	3.98	320.12	321.26	321.20	321.67	0.031798	2.86	1.39	1.40	0.91
Rio	740	Q200	8.73	320.12	321.84	321.84	322.64	0.049251	3.96	2.21	1.40	1.01
Rio	740	Q500	10.76	320.12	322.08	322.08	322.99	0.053258	4.23	2.55	1.40	1.00
Rio	730	Q20	3.98	318.62	319.40	319.30	319.62	0.013366	2.06	1.93	2.94	0.81
Rio	730	Q200	8.73	318.62	319.98	319.72	320.25	0.010194	2.33	3.74	3.20	0.69
Rio	730	Q500	10.76	318.62	320.22	319.85	320.51	0.009236	2.37	4.53	3.20	0.64
Rio	720	Q20	5.26	316.51	317.56	317.56	317.98	0.025519	2.86	1.84	2.25	1.01
Rio	720	Q200	11.51	316.51	318.23	318.13	318.83	0.024911	3.43	3.36	2.25	0.90
Rio	720	Q500	14.21	316.51	318.51	318.34	319.16	0.024743	3.57	3.98	2.25	0.86
Rio	710	Q20	5.26	314.63	315.67	315.57	315.96	0.014874	2.38	2.21	2.76	0.85
Rio	710	Q200	11.51	314.63	316.20	316.08	316.69	0.017752	3.11	3.70	2.80	0.86
Rio	710	Q500	14.21	314.63	316.40	316.26	316.97	0.018842	3.34	4.25	2.80	0.87
Rio	700	Q20	5.26	312.65	313.29	313.29	313.58	0.019029	2.37	2.22	3.94	1.01
Rio	700	Q200	11.51	312.65	313.69	313.69	314.13	0.018089	2.93	3.92	4.52	1.01
Rio	700	Q500	14.21	312.65	313.83	313.83	314.33	0.018021	3.11	4.57	4.70	1.01
Rio	690	Q20	5.26	310.60	311.38	311.24	311.56	0.010006	1.89	2.78	4.14	0.74
Rio	690	Q200	11.51	310.60	311.84	311.64	312.13	0.010004	2.38	4.84	4.70	0.75
Rio	690	Q500	14.21	310.60	312.00	311.78	312.33	0.010010	2.54	5.60	4.70	0.74

PAIRevello Plan: Tagliata

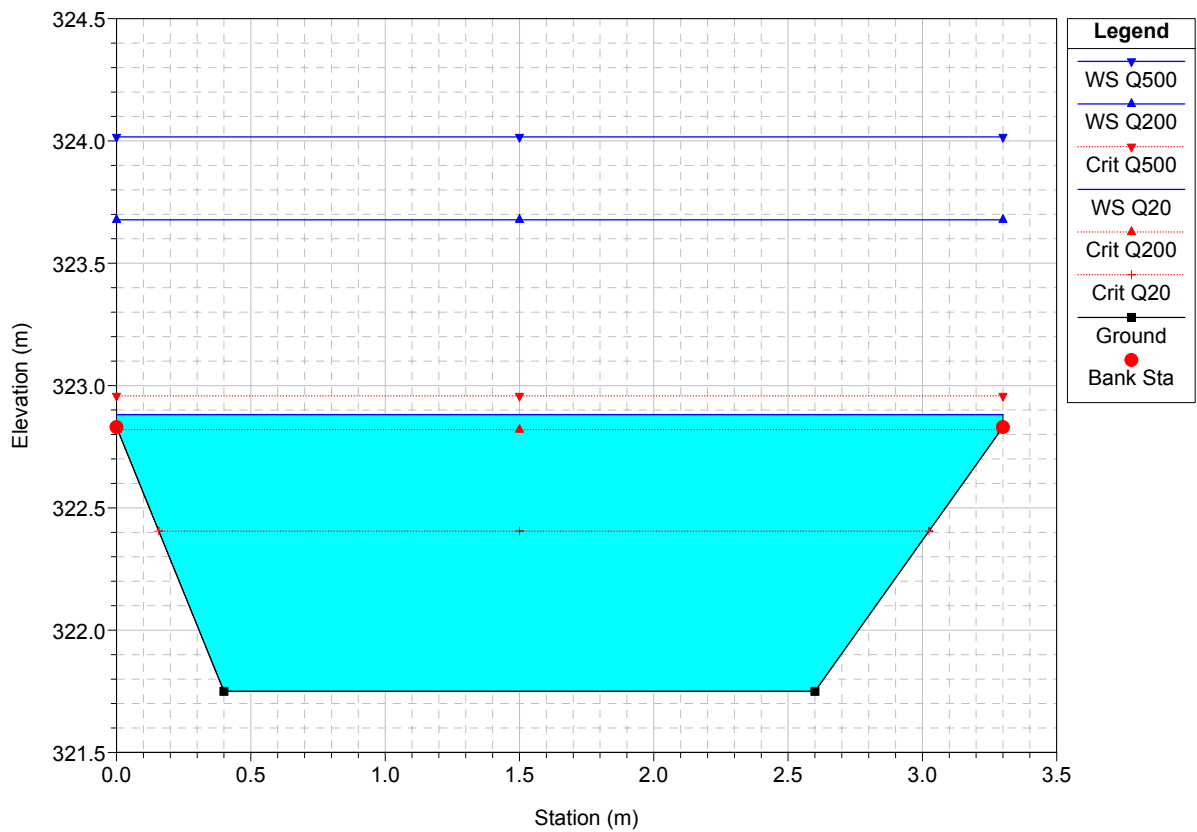
Tagliata Rio



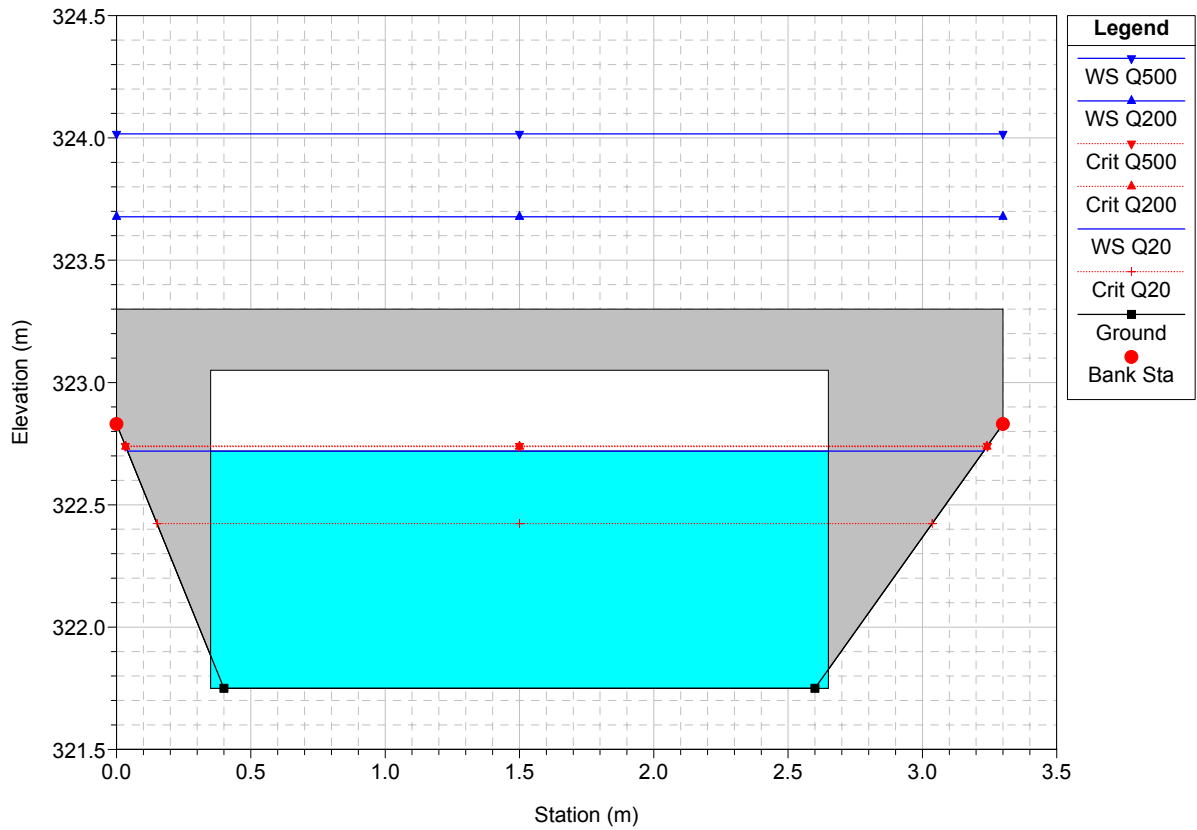
PAIRavello Plan: Tagliata
 River = Tagliata Reach = Rio RS = 780



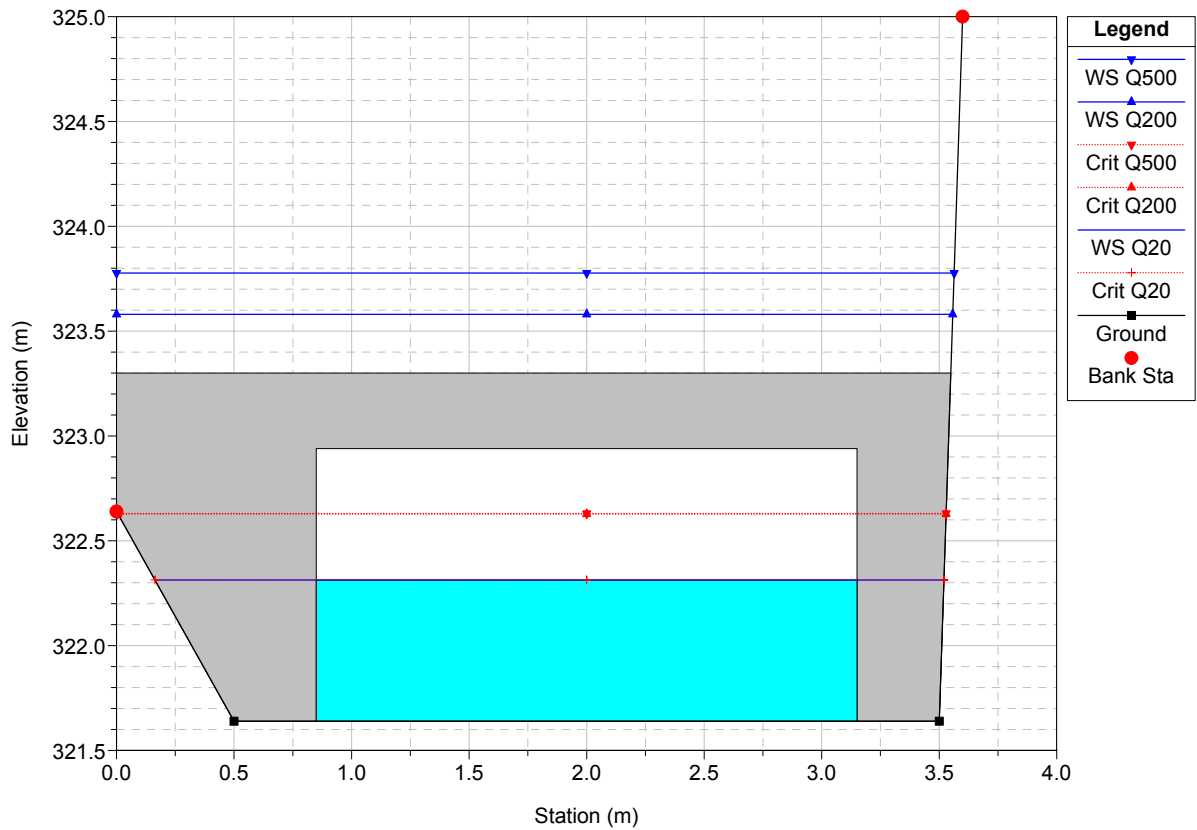
PAIRavello Plan: Tagliata
 River = Tagliata Reach = Rio RS = 770



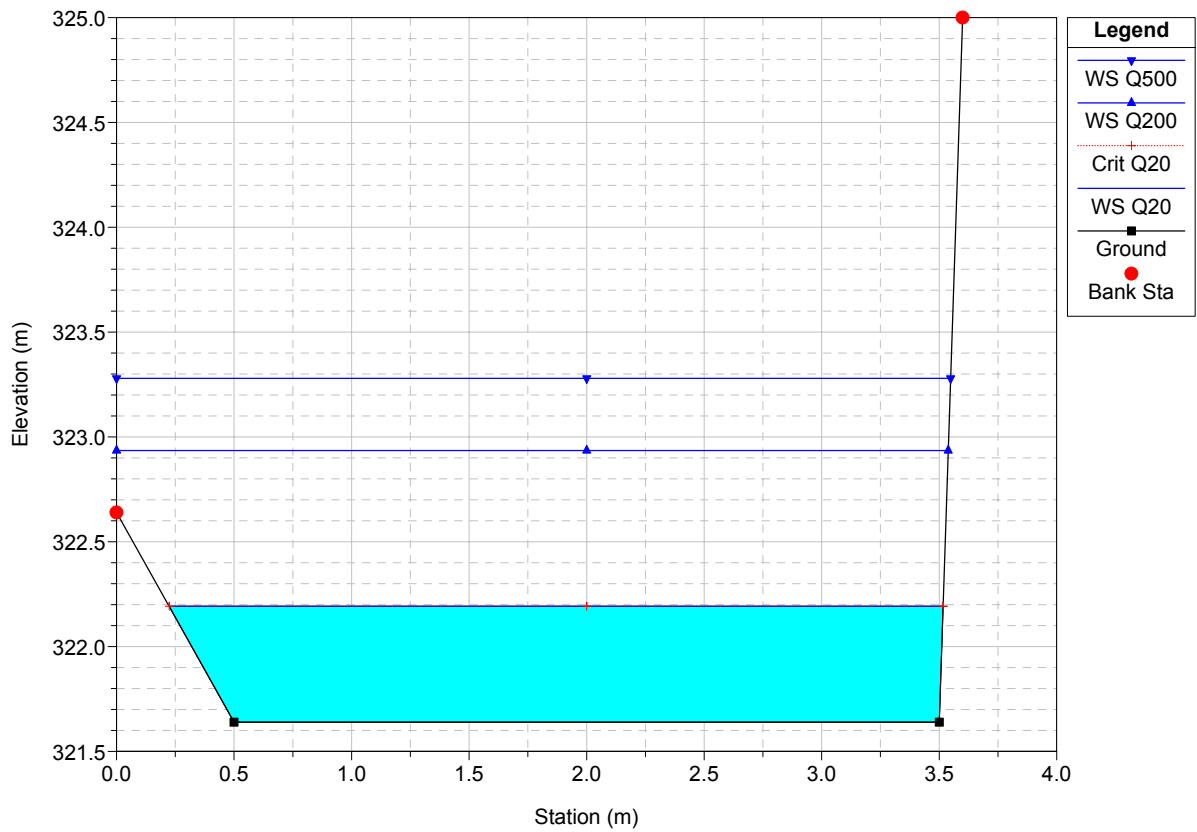
PAIRvello Plan: Tagliata
 River = Tagliata Reach = Rio RS = 765 Culv



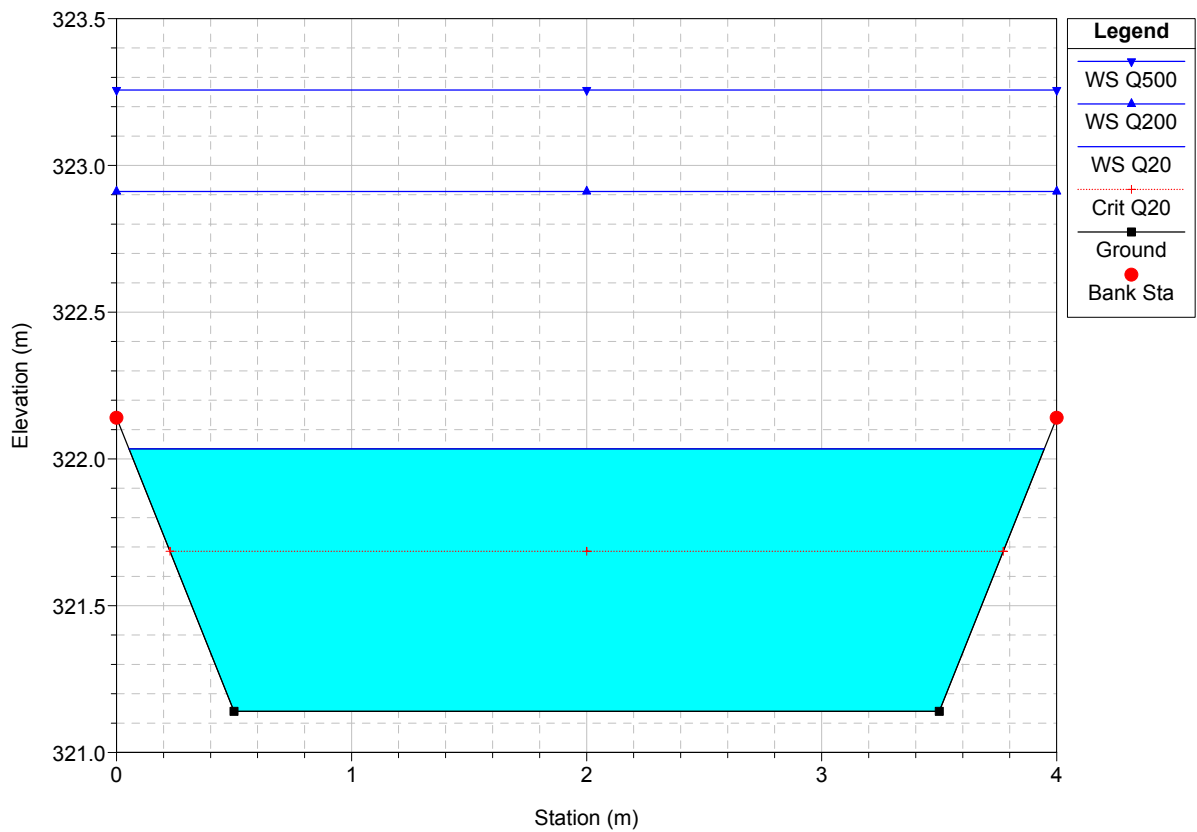
PAIRvello Plan: Tagliata
 River = Tagliata Reach = Rio RS = 765 Culv



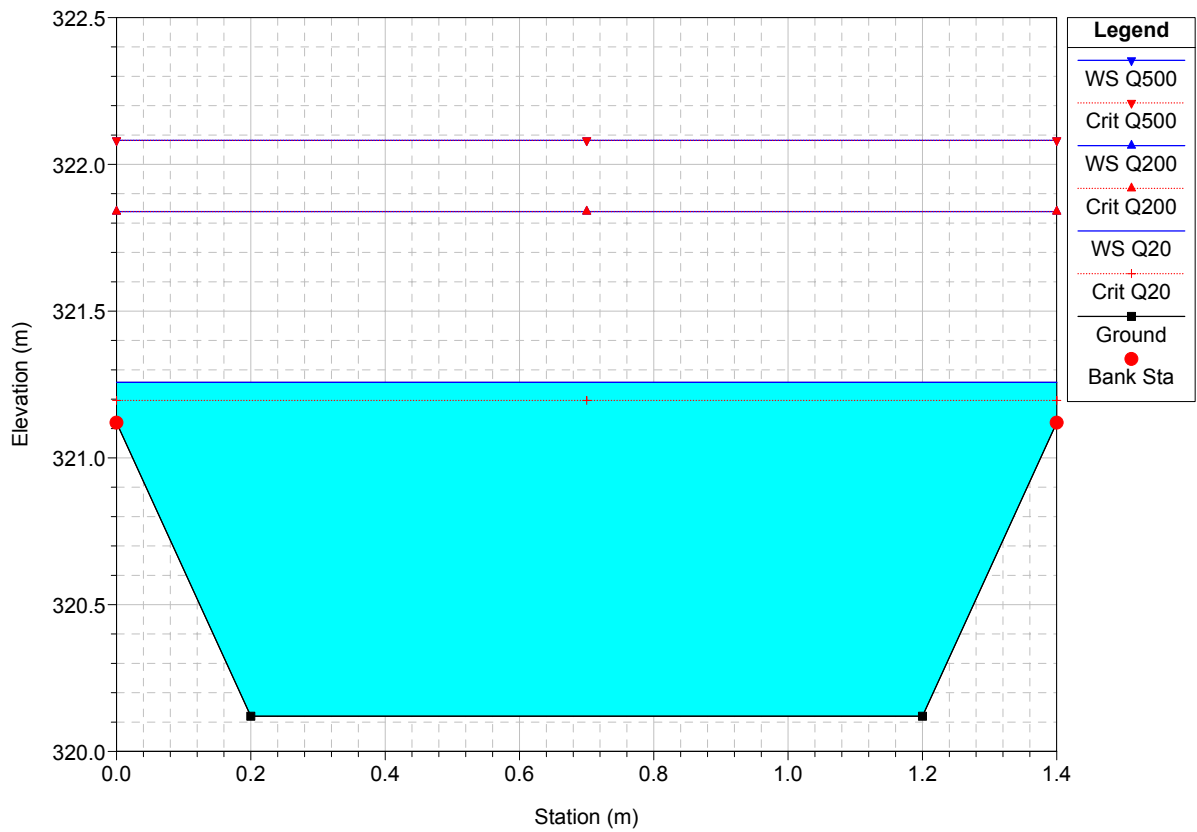
PAIRavello Plan: Tagliata
 River = Tagliata Reach = Rio RS = 760



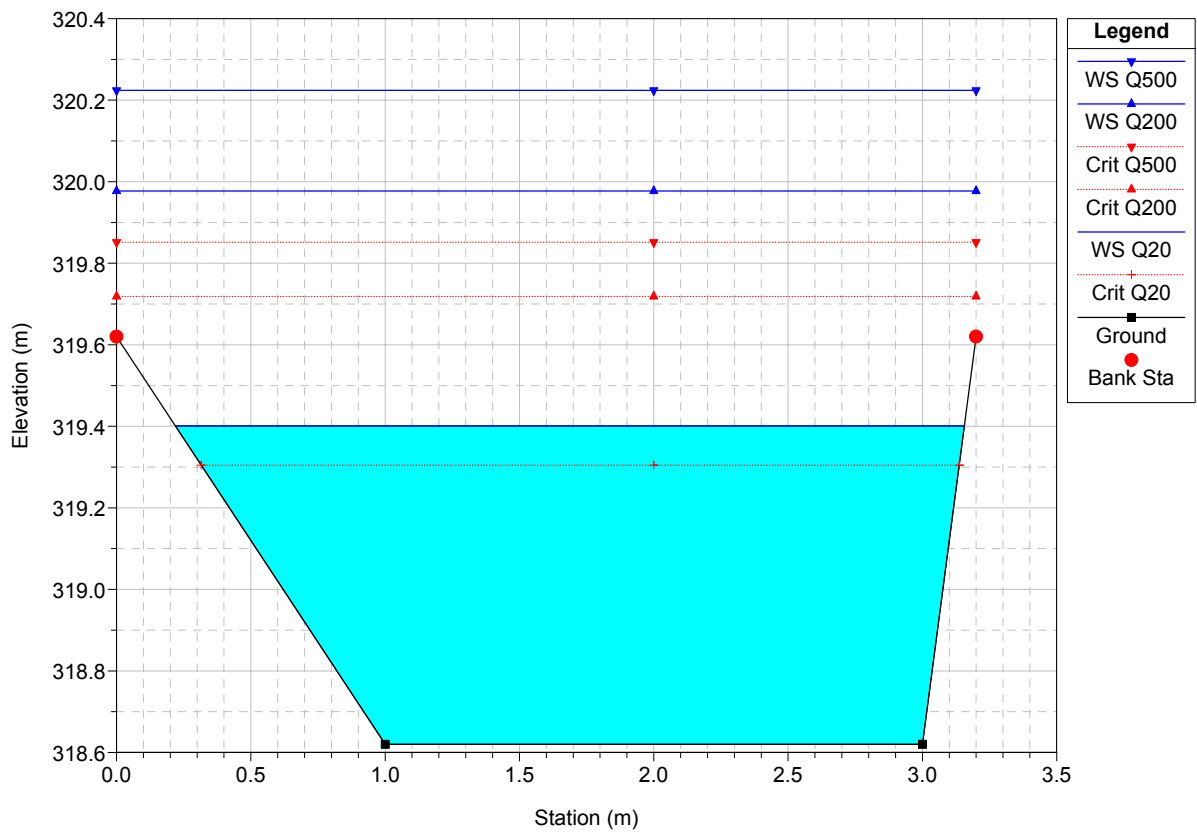
PAIRavello Plan: Tagliata
 River = Tagliata Reach = Rio RS = 750



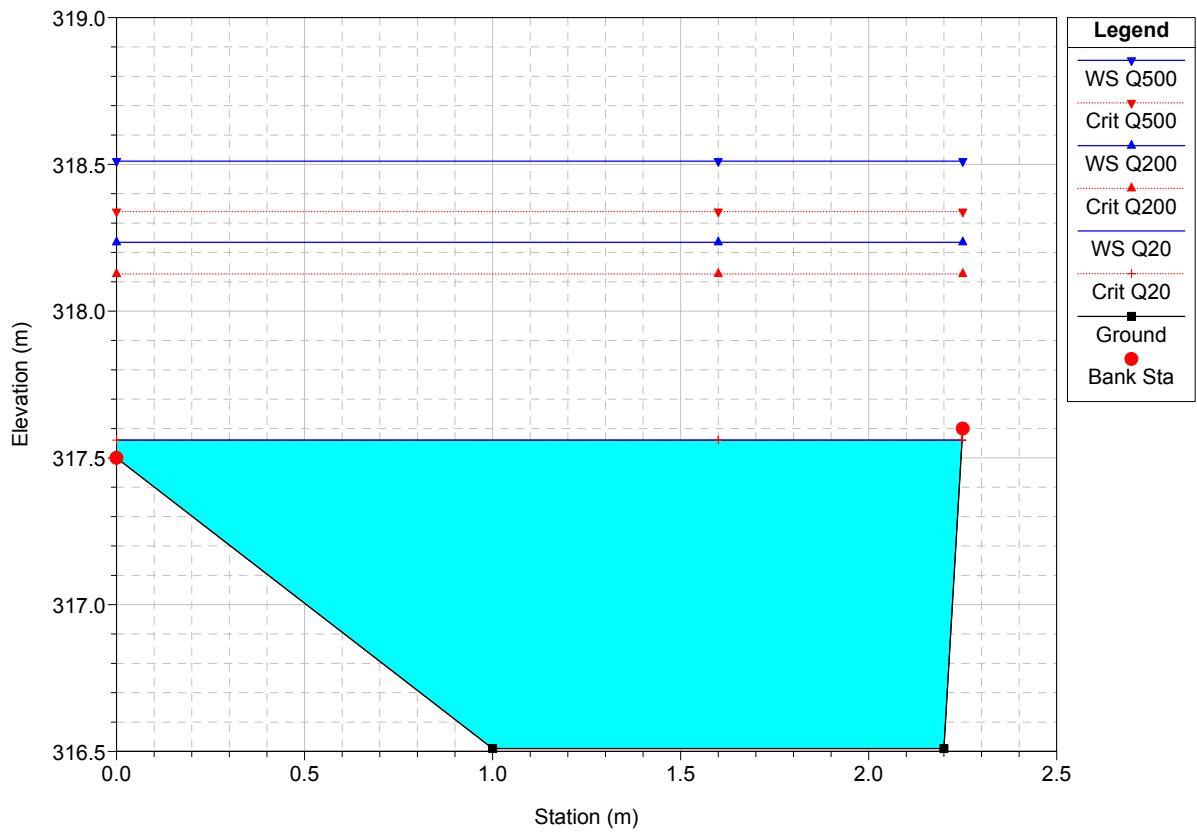
PAIRavello Plan: Tagliata
 River = Tagliata Reach = Rio RS = 740



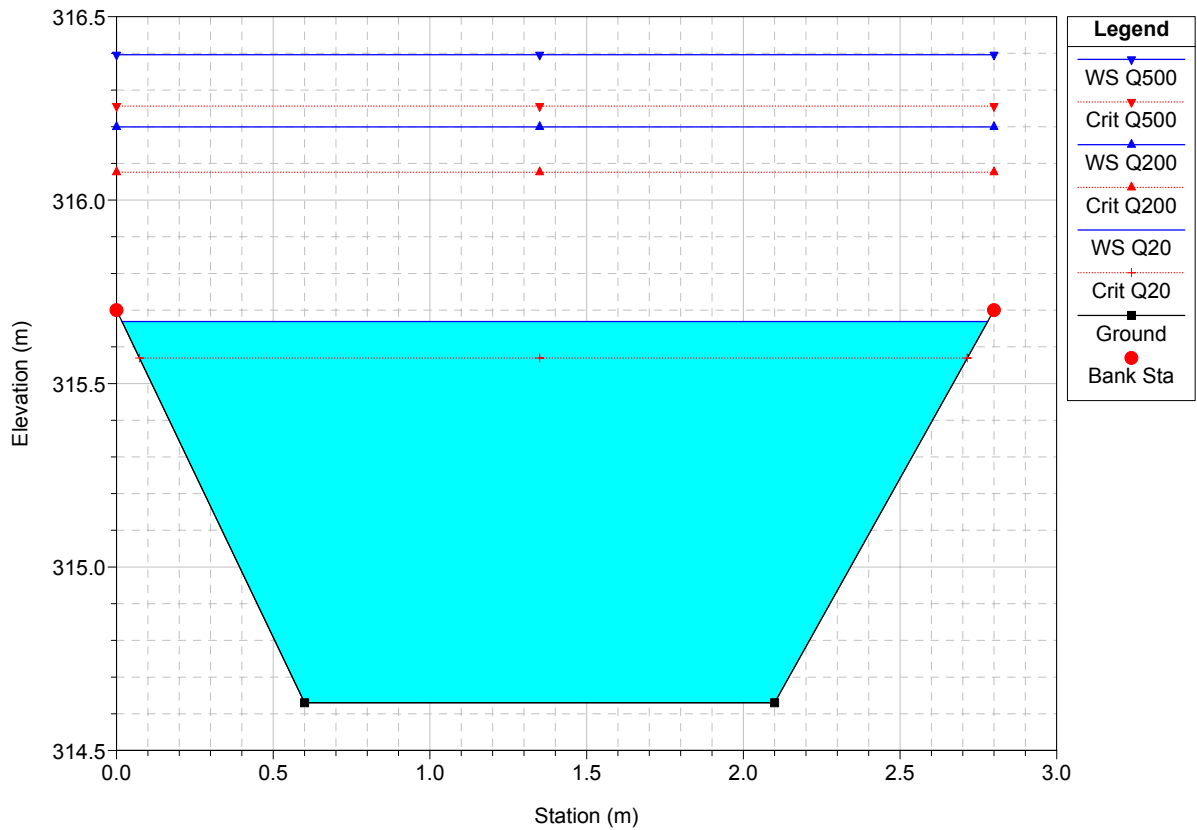
PAIRavello Plan: Tagliata
 River = Tagliata Reach = Rio RS = 730



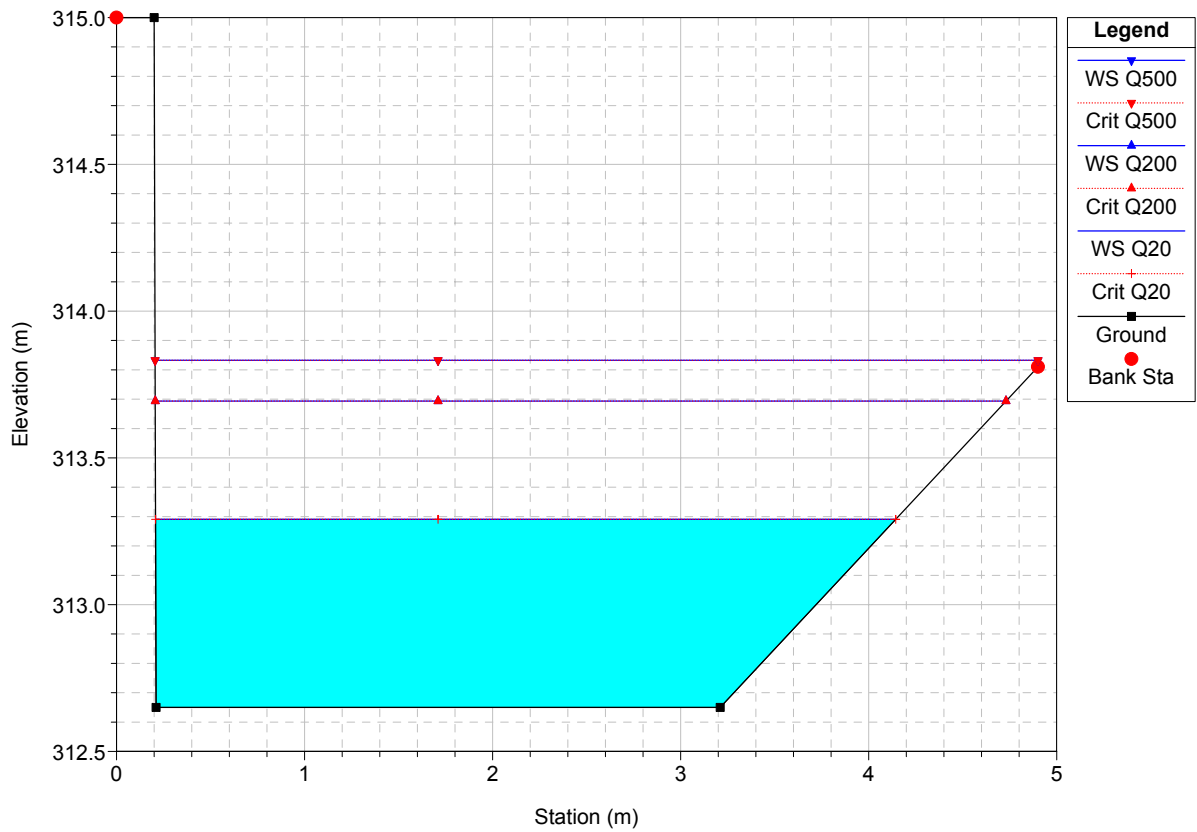
PAIRavello Plan: Tagliata
 River = Tagliata Reach = Rio RS = 720



PAIRavello Plan: Tagliata
 River = Tagliata Reach = Rio RS = 710



PAIRvello Plan: Tagliata
 River = Tagliata Reach = Rio RS = 700



PAIRvello Plan: Tagliata
 River = Tagliata Reach = Rio RS = 690

