



## Comune di Celle Ligure SERVIZIO LAVORI PUBBLICI E MANUTENTIVI

### *committente*

Comune di Celle Ligure  
SERVIZIO LAVORI PUBBLICI  
Via Boagno 11 – Celle Ligure

Responsabile di servizio  
Ing. Enrica Bonorino



### PIANO DI PROTEZIONE CIVILE COMUNALE

### AGGIORNAMENTO DELLA DOCUMENTAZIONE RELATIVA AL RIO SANTA BRIGIDA

### *progettista*

Ing. Roberto Desalvo  
Corso Italia 22/6 17100 Savona

### *collaboratori*

Ing. Parodi Paola  
Ing. Forella Andrea  
Ing. Tondelli Fabio  
Ing. Toso Luca

LIVELLO: AGGIORNAMENTO		
Aggiorn. 1	Aggiorn. 2	Aggiorn. 3
OGGETTO: PERIZIA TECNICA		
SCALA:	DATA: GENNAIO 2021	
FORMATO:	CODICE:	

Progetto n.		Pag. N°	2 of 19
Committente	Comune di Celle Ligure		
Titolo Progetto	Aggiornamento piano di protezione civile		
Documento	Relazione idraulica		

## PREMESSA

Il sottoscritto Ing. Desalvo Roberto, amministratore unico e direttore tecnico della StAigeS Ingegneria s.r.l. con sede in Savona Corso Italia 22/6 ed iscritto all'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Savona con posizione n. 1228, su incarico dell'Amministrazione comunale di Celle Ligure redige la presente perizia tecnica finalizzata alla valutazione delle attuali condizioni di deflusso delle portate del rio Santa Brigida, con particolare riferimento allo stato attuale della tombinatura posta al di sotto della S.S. n. 1 Aurelia, oggetto di un intervento di adeguamento idraulico attuata da ANAS S.p.a. in qualità di ente gestore della viabilità.

## STATO DEI LUOGHI

L'area oggetto del presente studio riguarda il tratto terminale del rio Santa Brigida, compreso tra le aree poste a monte della tombinatura e lo sbocco a mare, per una lunghezza di circa 450 m. L'alveo del rio si presenta per gran parte tombinato (tra Piazza Servettaz e Piazza Costa, fino allo sbocco a mare, per una lunghezza di circa 300 m).

L'attuale configurazione del corso d'acqua è il risultato della messa in atto di una serie di interventi di adeguamento idraulico che si sono succeduti nel tempo, con l'obiettivo della mitigazione del rischio idraulico. La tombinatura terminale, con particolare riferimento al tratto compreso tra piazza Volta e lo sbocco a mare, si presentava infatti originariamente caratterizzata da dimensioni geometriche decisamente ridotte, tali da non consentire il deflusso in sicurezza di portate anche molto ridotte caratterizzate da tempi di ritorno di pochi anni. La gravità della situazione ha portato all'individuazione delle fasce di inondabilità e delle relative aree di rischio idraulico, tutt'ora contenute nel Piano di Bacino del torrente Sanda della Regione Liguria.

Al fine di provvedere alla mitigazione del rischio idraulico, l'Amministrazione comunale di Celle Ligure ha provveduto a finanziare un primo intervento di sistemazione idraulica a carico del tratto di tombinatura posto in corrispondenza di piazza Costa (immediatamente a monte dello sbocco a mare), che ha portato alla realizzazione di un nuovo canale in calcestruzzo armato di sezione interna netta pari a 4,5 m x 2,0 m (anni 2010-2012).

Nel 2015 il Comitato Tecnico di Bacino della regione Liguria ha espresso parere favorevole (parere n. 4/2015) relativamente alla proposta progettuale preliminare predisposta dal comune di

Emesso	L. Toso	Verificato	P. Parodi	Approvato	R. Desalvo	Revisione	
--------	---------	------------	-----------	-----------	------------	-----------	--

Progetto n.		Pag. N°	3 of 19
Committente	Comune di Celle Ligure		
Titolo Progetto	Aggiornamento piano di protezione civile		
Documento	Relazione idraulica		

Celle Ligure finalizzata alla sistemazione idraulica estesa all'intero tratto tombinato e comprensiva di interventi da effettuarsi anche nel tratto a cielo aperto posto a monte dell'imbocco della tombinatura.

In attuazione della progettazione preliminare complessiva, il comune di Celle Ligure ha dato seguito alla realizzazione degli interventi di propria competenza, relativamente quindi al tratto di tombinatura posto al di sotto di via Santa Brigida ed agli interventi di sistemazione idraulica nel tratto a cielo aperto. In dettaglio sono stati effettuati i seguenti interventi:

- 1) rifacimento del tratto tombinato al di sotto di via Santa Brigida, con realizzazione di un nuovo canale in calcestruzzo avente sezione netta pari a 4,5 m x 2,0 m (coerente con il progetto preliminare approvato e con quanto già eseguito in corrispondenza di piazza Costa);
- 2) adeguamento della vasca di sedimentazione posta immediatamente a monte dell'imbocco della tombinatura;
- 3) arretramento dell'imbocco del tratto tombinato verso valle, mediante demolizione di circa 8 m di copertura;
- 4) consolidamento e locale innalzamento del muro di sponda in sinistra orografica del rio al fine di consentire il contenimento in alveo della portata con tempo di ritorno 200-ennale.

Preliminarmente all'intervento di adeguamento della tombinatura di via Santa Brigida, l'Amministrazione comunale ha provveduto allo spostamento della fognatura comunale, originariamente posta all'interno del canale interrato, mediante realizzazione di una nuova linea di scarico parallela al corso d'acqua.

Gli interventi fin ad ora realizzati, di pertinenza comunale, non hanno riguardato naturalmente il tratto tombinato del rio Santa Brigida posto sotto alla via Aurelia, in quanto di competenza di ANAS S.p.a., ente gestore della suddetta strada. Nell'Ottobre 2019 ANAS S.p.a. ha dato il via ai lavori di rifacimento del tratto di tombinatura di propria competenza, in continuità con i tratti di rio già oggetto di adeguamento. Durante i lavori, tuttavia, si sono verificati alcuni cedimenti nel terreno circostante l'area di scavo che hanno causato la fessurazione degli edifici presenti nella zona interessata dagli stessi. Le lavorazioni sono quindi state sospese anche se il nuovo canale risultava

Emesso	L. Toso	Verificato	P. Parodi	Approvato	R. Desalvo	Revisione	
--------	---------	------------	-----------	-----------	------------	-----------	--

Progetto n.		Pag. N°	4 of 19
Committente	Comune di Celle Ligure		
Titolo Progetto	Aggiornamento piano di protezione civile		
Documento	Relazione idraulica		

ancora incompleto: nella parte finale, immediatamente a monte di piazza Volta per una lunghezza di circa 30 m, la vecchia tombinatura, ormai completamente demolita, è stata in parte sostituita da un canale provvisorio circolare in lamiera corrugata tipo Finsider avente diametro pari a 1800 mm e superficie decisamente inferiore alla sezione di progetto (rif. **Foto 1** e **Allegato 1**), posto in posizione baricentrica rispetto alla sezione rettangolare in calcestruzzo.



**Foto 1:** vista da monte verso valle del raccordo tra il tratto di tombinatura già adeguato e la porzione di canale provvisorio circolare

Come si può notare dall'analisi della suddetta immagine, il raccordo tra le due sezioni è stato realizzato mediante una parete in calcestruzzo priva di armatura metallica di scarsa consistenza strutturale.

Si realizza quindi una **evidente discontinuità idraulica** lungo il tratto tombinato che allo stato attuale risulta quasi totalmente adeguato secondo quanto previsto dal progetto di sistemazione complessiva approvato e costituito da un canale a sezione rettangolare 4,50 m x 2,00 m.

Oggetto della presente relazione è pertanto lo studio del comportamento idraulico del rio Santa Brigida nella configurazione attuale al fine di valutare se essa risulta sufficiente a garantire un livello di sicurezza idraulico accettabile e compatibile con l'elevato grado di urbanizzazione che caratterizza le aree circostanti il corso d'acqua. A tale scopo si è provveduto ad effettuare due differenti modellazioni idrauliche, provvedendo successivamente al confronto tra i risultati ottenuti.

Emesso	L. Toso	Verificato	P. Parodi	Approvato	R. Desalvo	Revisione	
--------	---------	------------	-----------	-----------	------------	-----------	--

Progetto n.		Pag. N°	5 of 19
Committente	Comune di Celle Ligure		
Titolo Progetto	Aggiornamento piano di protezione civile		
Documento	Relazione idraulica		

## CODICE DI CALCOLO UTILIZZATO

La determinazione dei profili di rigurgito del rio Santa Brigida è stata condotta mediante lo specifico pacchetto software HEC-RAS (U.S. Army Corps of Engineers – Hydrologic Engineering Center, versione 5.5.0), che prevede la risoluzione dell'equazione del moto delle correnti a pelo libero nella schematizzazione monodimensionale.

La soluzione dell'equazione dei profili di rigurgito avviene nel software mediante l'applicazione dello schema di Euler-Cauchy, noto nella letteratura anglosassone con il nome di "*Standard Step Method*".

Il profilo è determinato in modo iterativo risolvendo l'equazione dell'energia tra due sezioni trasversali successive.

L'equazione dell'energia utilizzata dal programma è:

$$Y_2 + Z_2 + \frac{\alpha_2 V_2^2}{2g} = Y_1 + Z_1 + \frac{\alpha_1 V_1^2}{2g} + \Delta H \quad (2.1)$$

dove:

- $Y_1, Y_2$  : tirante idrico nelle sezioni considerate;
- $Z_1, Z_2$  : quote del fondo alveo;
- $V_1, V_2$  : velocità medie (portata totale/area bagnata);
- $\alpha_1, \alpha_2$  : coefficienti riduttori dell'energia cinetica;
- $g$  : accelerazione di gravità;
- $\Delta H$  : perdita di carico.

Le condizioni al contorno sono applicate all'estremo di monte o di valle del tronco fluviale a seconda che ci si trovi nel caso di correnti rispettivamente veloci o lente. La soluzione si propaga alla sezione successiva dopo che il carico fra le due sezioni contigue risulta bilanciato con una tolleranza assegnata.

Emesso	L. Toso	Verificato	P. Parodi	Approvato	R. Desalvo	Revisione	
--------	---------	------------	-----------	-----------	------------	-----------	--

Progetto n.		Pag. N°	6 of 19
Committente	Comune di Celle Ligure		
Titolo Progetto	Aggiornamento piano di protezione civile		
Documento	Relazione idraulica		

Qualora si verifichi una transizione da regime supercritico a subcritico, o viceversa, si è in presenza di moto rapidamente variato, l'equazione precedente non è più applicabile. Tale passaggio può essere causato da diversi fattori, quali per esempio un cambio significativo della pendenza del fondo, brusche variazioni di sezione o restringimenti determinati ad esempio dalla presenza di ponti con pile in alveo, confluenze, ecc.

In alcuni di questi casi è possibile fare uso di equazioni empiriche, in altri è necessario applicare l'equazione del momento. L'espressione per la variazione del momento nell'unità di tempo può essere scritta come:

$$P_2 - P_1 + W_x - F_f = Q \cdot \rho \cdot \Delta V_x \quad (2.2)$$

dove:

- $P$  : pressione idrostatica nelle due sezioni consecutive del corso d'acqua;
- $W_x$  : forza peso dell'acqua nella direzione x (direzione del moto);
- $F_f$  : forza d'attrito;
- $Q$  : portata del corso d'acqua;
- $\rho$  : densità dell'acqua;
- $\Delta V_x$  : variazione della velocità tra le due sezioni consecutive.

Il pacchetto di calcolo richiede diversi dati di input tra i quali:

- descrizione geometrica completa del tronco fluviale, costituita dalla rappresentazione geometrica delle sezioni trasversali e dal loro posizionamento piano – altimetrico, dalle lunghezze dei singoli tratti e dalle quote del fondo alveo e delle altezze arginali;
- caratterizzazione della resistenza dell'alveo mediante la definizione del coefficiente di scabrezza di Manning  $n$  e dei coefficienti di contrazione  $C_c$  e di espansione  $C_e$  ;
- condizioni idrauliche al contorno di valle o di monte per correnti lente o veloci all'inizio e alla fine del tratto analizzato;

Emesso	L. Toso	Verificato	P. Parodi	Approvato	R. Desalvo	Revisione	
--------	---------	------------	-----------	-----------	------------	-----------	--

Progetto n.		Pag. N°	7 of 19
Committente	Comune di Celle Ligure		
Titolo Progetto	Aggiornamento piano di protezione civile		
Documento	Relazione idraulica		

- definizione geometrica ed idraulica di eventuali singolarità presenti in alveo (ponti, confluenze, etc.);
- definizione della portata di progetto.

### ***Definizione geometrica del corso d'acqua***

Il calcolo del profilo di rigurgito ha richiesto come prima cosa la definizione geometrica del corso d'acqua. Nella presente modellazione si è considerato un tratto lungo complessivamente circa 470 m, in analogia con quanto effettuato preliminarmente alle diverse progettazioni già portate a compimento.

### ***Parametri idraulici***

#### **- I parametri di scabrezza:**

Nella modellazione di moto permanente monodimensionale il parametro di scabrezza per il tronco fluviale compreso fra due sezioni di calcolo porta in conto la natura, le condizioni vegetazionali e di manutenzione dell'alveo e delle sponde e le macroresistenze dovute alla variabilità longitudinale della geometria o a possibili variazioni brusche del perimetro bagnato al crescere della portata. Il parametro di scabrezza di Gauckler-Strickler è stato calibrato per ogni sezione in base alle reali caratteristiche dell'alveo e delle sponde, soprattutto per quanto riguarda il tratto tombinato che presenta connotati diversi lungo il suo sviluppo longitudinale dovuti alla presenza o meno di sedimenti sul fondo ed alle diverse condizioni di conservazione del calcestruzzo costituente le pareti ed il fondo della tombinatura. Nella seguente **Tabella 1** si riportano i valori del coefficiente di Gauckler-Strickler espresso in  $m^{1/3}s^{-1}$  (e tra parentesi il corrispondente valore del coefficiente di Manning, espresso in  $m^{-1/3}s$ ) utilizzati nella modellazione idraulica.

Emesso	L. Toso	Verificato	P. Parodi	Approvato	R. Desalvo	Revisione	
--------	---------	------------	-----------	-----------	------------	-----------	--



Progetto n.		Pag. N°	8 of 19
Committente	Comune di Celle Ligure		
Titolo Progetto	Aggiornamento piano di protezione civile		
Documento	Relazione idraulica		

	argine sinistro	canale principale	argine destro
sez. 39 - sez. 25	25 (0,04)	25 (0,04)	25 (0,04)
sez. 24 – sez. 19	40 (0,025)	40 (0,025)	40 (0,025)
sez. 18 – sez. 11	40 (0,025)	35 (0,029)	40 (0,025)
sez. 10 – sez. 2.51	35 (0,025)	35 (0,025)	35 (0,025)
sez. 2.5 – sez. 1	40 (0,025)	40 (0,025)	40 (0,025)

$k_s=25 \text{ m}^{1/3}\text{s}^{-1}$ : tratti di corsi d'acqua naturali con salti, rocce o vegetazione anche arbustiva-arborea in alveo;  
 $k_s=35 \text{ m}^{1/3}\text{s}^{-1}$ : corsi d'acqua naturali con vegetazione e movimento di materiale sul fondo;  
 $k_s=40 \text{ m}^{1/3}\text{s}^{-1}$ : tratti urbanizzati di corsi d'acqua naturali con argini cementati (e/o platee) in buono stato.

**Tabella 1:** valori del parametro di scabrezza utilizzati nello studio idraulico (cfr. Allegato 3, punto 4) della Normativa di Piano di Bacino

### - I coefficienti di contrazione ed espansione:

I coefficienti di contrazione ed espansione vengono usati per il calcolo delle perdite dovute alle transizioni d'alveo, intendendo con il termine "transizione" cambiamenti nella geometria delle sezioni d'alveo, siano essi restringimenti, allargamenti o presenza di manufatti, quali ponti o coperture.

In particolare si definisce un coefficiente di contrazione quando il carico cinetico nella sezione a valle di un ponte è maggiore del carico cinetico nella sezione a monte del restringimento. Viceversa, quando il carico cinetico nella sezione del restringimento è maggiore del carico cinetico della sezione dell'allargamento, ovvero della sezione di valle, si ha un'espansione del flusso della corrente: si definisce in questo caso un coefficiente di espansione.

I tipici valori assunti in un regime subcritico dai coefficienti di contrazione ed espansione sono riportati in **Tabella 2:**

	Contrazione	Espansione
Assenza di transizioni	0	0
Transizioni graduali	0.1	0.3
Sezioni in prossimità di ponti	0.3	0.5
Cambiamenti repentini	0.6	0.8

**Tabella 2:** coefficienti di espansione e contrazione – REGIME SUBCRITICO

Per un regime supercritico, invece, i valori dei coefficienti sono inferiori (cfr. **Tabella 3**):



Progetto n.		Pag. N°	9 of 19
Committente	Comune di Celle Ligure		
Titolo Progetto	Aggiornamento piano di protezione civile		
Documento	Relazione idraulica		

	Contrazione	Espansione
Assenza di transizioni	0	0
Transizioni graduali	0.1	0.15
Sezioni in prossimità di ponti	0.1	0.2
Cambiamenti repentini	0.3	0.5

**Tabella 3:** coefficienti di espansione e contrazione – REGIME SUPERCRITICO

### - Regime di moto e condizioni al contorno:

Definite le geometrie, resta da stabilire il tipo di regime di moto con cui effettuare il calcolo del profilo di rigurgito. Poiché non è possibile ipotizzare a priori un regime prettamente subcritico o supercritico per tutta la lunghezza del tratto d'alveo considerato, la scelta è ricaduta su un regime di moto di tipo misto, che richiede la definizione delle condizioni al contorno sia di monte che di valle.

La scelta delle condizioni al contorno è necessaria per determinare l'altezza che il pelo libero raggiunge in alveo.

Le condizioni al contorno che è possibile assegnare nel pacchetto software Hec-Ras sono essenzialmente tre:

1. un livello idrico noto;
2. il livello di moto uniforme per l'assegnata portata e pendenza di fondo nota;
3. il livello di stato critico per l'assegnata portata.

La prima condizione, da preferire quando è possibile, si verifica quando il corso d'acqua in esame è collegato (a monte o a valle) ad un recipiente idrico (corso d'acqua maggiore, lago o mare) il cui livello possa considerarsi invariante nel tempo. La stessa condizione può essere applicata quando il livello da assegnare sia noto perché misurato in situ.

Quando non sia disponibile un valore noto del livello, è possibile ipotizzare l'instaurarsi delle condizioni di moto uniforme nel tratto a valle (per le correnti lente) o in quello a monte (per le correnti veloci). Tale condizione, tuttavia, potrebbe risultare affetta da errore elevato in quanto i

Progetto n.		Pag. N°	10 of 19
Committente	Comune di Celle Ligure		
Titolo Progetto	Aggiornamento piano di protezione civile		
Documento	Relazione idraulica		

corsi d'acqua naturali sono, per la loro intrinseca estrema variabilità, sempre molto lontani dalle condizioni ideali di moto uniforme.

Più facilmente, nei corsi d'acqua naturali si possono trovare situazioni morfologiche per le quali si stabiliscono per la corrente condizioni di deflusso in stato critico. Ciò accade, ad esempio, in corrispondenza di restringimenti dovuti ad un attraversamento, di una soglia di fondo, di un salto di fondo, ecc. Quindi le sezioni estreme dei tratti dei corsi d'acqua, sia a monte che a valle, dovrebbero essere rilevate, per quanto possibile, in corrispondenza di tali situazioni, così da facilitare l'individuazione delle condizioni al contorno da assegnare.

Qualora non si abbiano elementi sufficienti per assegnare le condizioni al contorno con limitata incertezza, la soluzione consiste nel prolungare il tratto in studio verso monte e verso valle, rispettivamente per correnti veloci e correnti lente. In tal modo la condizione al contorno viene assegnata lontano dal tratto di effettivo interesse. Errori di valutazione nei livelli idrici da assegnare esercitano, in questo modo, una minore influenza sui valori delle caratteristiche idrometriche nel tratto considerato.

La lunghezza di prolungamento a valle o a monte richiesta per smorzare gli effetti di variazioni sulle condizioni al contorno dipende da diversi fattori: portata, scabrezza, pendenza e geometria della sezione.

È da sottolineare che quasi mai è possibile stabilire a priori il regime con cui si svolge il moto, soprattutto in corsi d'acqua naturali, dove per la estrema irregolarità della geometria si possono verificare vari cambiamenti di regime. È necessario, quindi, assegnare sempre entrambe le condizioni al contorno, a monte e a valle.

A seguito di tali premesse utili alla definizione delle condizioni al contorno, per il calcolo del profilo di rigurgito per l'asta terminale del rio S. Brigida sono state effettuate le seguenti scelte:

- livello idrico noto nella sezione di valle pari a 1 m, al fine di tenere conto della concomitanza tra l'evento piovoso e condizioni marine avverse dovute ad una mareggiata intensa;
- Pendenza di moto uniforme nella sezione di monte.

Progetto n.		Pag. N°	11 of 19
Committente	Comune di Celle Ligure		
Titolo Progetto	Aggiornamento piano di protezione civile		
Documento	Relazione idraulica		

## - Modellazione della tombinatura:

L'analisi del deflusso delle portate in corrispondenza della tombinatura è stata eseguita utilizzando la modellazione a "lid" che consente di simulare lunghi tratti tombati a sezione variabile. La geometria del terreno viene usata per descrivere la parte inferiore del tunnel, mentre l'opzione "lid" definisce la parte superiore. Il programma computa le sezioni munite di "lid" come se fossero sezioni a cielo aperto, utilizzando l'equazione dell'energia per il bilanciamento del profilo del pelo libero, con l'unica differenza che quando il pelo libero viene a contatto con la copertura il software sottrae area ed aumenta il perimetro bagnato. La modellazione tramite "lid" è consigliata nel caso di modellazione di tratti tombati che presentano aperture grigliate verso l'esterno.

## MODELLAZIONE IDRAULICA

Il modello idraulico dello stato attuale dei luoghi (**Modello 1**) rappresenta fedelmente la configurazione geometrica rilevabile, caratterizzata quindi dalla presenza del tratto di condotta circolare (diametro 1800 mm, lunghezza 30 m circa) a partire dalla sezione di monte della tombinatura posta al di sotto di piazza Costa (sezione 2.5, rif. **Allegato 1**). Il resto dell'alveo è stato definito come nella configurazione già adeguata, in quanto tutte le altre lavorazioni previste risultano completate. La tubazione risulta posta in posizione baricentrica rispetto alla sezione rettangolare. Il **coefficiente di scabrezza di Gaukler-Strickler** lungo il tubo FINSIDER è stato assunto **pari a  $35 \text{ m}^{1/3}\text{s}^{-1}$** , valore leggermente inferiore a quello utilizzato nel canale in calcestruzzo ( $40 \text{ m}^{1/3}\text{s}^{-1}$ ) per tenere conto dell'effetto sfavorevole nei confronti del transito della portata dovuto alle ondulazioni della lamiera che facilitano la formazione di depositi di sedimenti sul fondo dello stesso.

Di notevole rilievo è anche la definizione dei **coefficienti di contrazione ed espansione** utilizzati in questa particolare configurazione, in quanto in corrispondenza dell'imbocco e della fine del tubo si verifica una brusca variazione nella sezione del canale; per tale motivo i suddetti coefficienti sono stati impostati come segue:

Emesso	L. Toso	Verificato	P. Parodi	Approvato	R. Desalvo	Revisione	
--------	---------	------------	-----------	-----------	------------	-----------	--

Progetto n.		Pag. N°	12 of 19
Committente	Comune di Celle Ligure		
Titolo Progetto	Aggiornamento piano di protezione civile		
Documento	Relazione idraulica		

Corrente lenta ( $Fr < 1$ )		Corrente veloce ( $Fr > 1$ )	
Contrazione	Espansione	Contrazione	Espansione
0.6	0.8	0.3	0.5

**Tabella 4:** coefficienti di contrazione ed espansione nei pressi del tubo tipo FINSIDER

Nel caso specifico si sono adoperati i valori per la corrente lenta all'imbocco della tubazione, e quelli per la corrente veloce nella sezione terminale della stessa, in ragione del differente regime di moto che si va ad instaurare. Nelle sezioni a monte ed a valle della condotta i coefficienti utilizzati risultano invece i seguenti:

Corrente lenta ( $Fr < 1$ )		Corrente veloce ( $Fr > 1$ )	
Contrazione	Espansione	Contrazione	Espansione
0.1	0.3	0.1	0.15

**Tabella 5:** coefficienti di contrazione ed espansione nei tratti di alveo già ultimati

Il raffronto è stato eseguito con la configurazione pre-intervento relativamente al solo tratto tominato posto sotto la S.S. n. 1 Aurelia (**Modello 2**) in cui tutti gli interventi di competenza comunale risultano completati mentre la tominatura al di sotto della S.S. n. 1 Aurelia è ancora nella configurazione originaria.

Tutte le analisi sono state condotte utilizzando come input le portate di progetto previste dal Piano di Bacino Stralcio per il Rischio Idrogeologico, per i tempi di ritorno pari a 50, 200 e 500 anni, riportate di seguito:

Nome	Q ( $m^3/s$ )
Portata cinquantennale	16,9
Portata duecentennale	24,5
Portata cinquecentennale	29,4

**Tabella 6:** valori delle portate di progetto utilizzate nelle modellazioni idrauliche

Progetto n.		Pag. N°	13 of 19
Committente	Comune di Celle Ligure		
Titolo Progetto	Aggiornamento piano di protezione civile		
Documento	Relazione idraulica		

## RISULTATI DELLE MODELLAZIONI IDRAULICHE ANALIZZATE

Le analisi condotte hanno evidenziato come **l'attuale configurazione geometrica (Modello 1), caratterizzata dal brusco restringimento della sezione trasversale** in corrispondenza della tubazione circolare in lamiera ondulata, **determini un consistente peggioramento delle condizioni di deflusso delle portate del rio Santa Brigida rispetto alla configurazione pre-intervento (Modello 2).**

Come si evince dal confronto tra i profili di rigurgito delle portate riportati nell'**Allegato 2**, nel quale si confrontano per una maggiore facilità di lettura le sole portate duecentennali relative ai due modelli descritti riferite alla geometria attuale, si osserva un notevole incremento del livello idrico causato dal repentino restringimento della sezione trasversale (ridotta da  $9 \text{ m}^2$  a circa  $2,54 \text{ m}^2$  in corrispondenza della condotta circolare) che causa l'inevitabile rigurgito verso monte delle portate a partire proprio dalla strozzatura causata dalla tubazione metallica. Ciò significa che **la geometria attuale risulta addirittura peggiorativa rispetto alla configurazione pre-intervento (quindi con la tombinatura al di sotto della via Aurelia ancora nella morfologia originaria).**

Tale fenomeno evidenzia come la tombinatura preesistente, nonostante le dimensioni assolutamente inadeguate ulteriormente ridotte dalla presenza di numerosi sottoservizi, presentasse un comportamento comunque migliore di quanto attualmente riscontrabile data la gradualità nella riduzione della sezione trasversale che non presentava brusche modifiche dimensionali. La morfologia attuale, al contrario, presenta una improvvisa diminuzione della superficie di deflusso che risulta idraulicamente sfavorevole e determina un rigurgito verso monte ancora più intenso.

L'innalzamento del livello idrico all'interno della tombinatura ha come conseguenza il deflusso in pressione delle portate all'interno del canale, con conseguente insorgenza di sottospinte agenti all'intradosso della soletta di copertura che potrebbero comportare danneggiamenti a carico della stessa o sollevamento dei chiusini presenti lungo la tombinatura in corrispondenza delle aperture di accesso richieste da necessità manutentive, con conseguente esondazione delle portate. Si sottolinea inoltre che in tali condizioni le condotte di scarico delle acque meteoriche non riuscirebbero a garantire il corretto smaltimento delle portate drenate verso il rio, con conseguenti allagamenti delle aree circostanti.

Emesso	L. Toso	Verificato	P. Parodi	Approvato	R. Desalvo	Revisione	
--------	---------	------------	-----------	-----------	------------	-----------	--

Progetto n.		Pag. N°	14 of 19
Committente	Comune di Celle Ligure		
Titolo Progetto	Aggiornamento piano di protezione civile		
Documento	Relazione idraulica		

## CONCLUSIONI

In base alle modellazioni idrauliche effettuate, riportate in maniera estensiva negli **Allegati 3 e 4** relativi rispettivamente al **Modello 1** ed al **Modello 2** precedentemente descritti, si può concludere che la configurazione attuale del rio Santa Brigida, determinata dal mancato completamento dell'intervento di adeguamento idraulico di competenza Anas S.p.a., determina un peggioramento delle condizioni di deflusso delle portate rispetto alla configurazione originaria pre-intervento. La brusca riduzione della sezione di deflusso, che passa dai 9 m<sup>2</sup> del tratto già adeguato ai 2,50 m<sup>2</sup> in corrispondenza della tubazione circolare provvisoria, determina l'inevitabile rigurgito verso monte delle portate e l'innalzamento del livello idrico all'interno della tombinatura con deflusso in pressione delle portate all'interno della stessa. In tale condizione la tombinatura non risulta evidentemente in grado di consentire lo smaltimento delle acque bianche in arrivo dalla rete pubblica di raccolta, con conseguenti allagamenti delle aree circostanti. L'incremento delle sottospinte idrauliche al di sotto dell'impalcato della soletta di copertura, inoltre, potrebbe determinare nella peggiore delle ipotesi anche lo sfondamento della struttura con conseguenze ancora più gravi in termini di esondazioni e rischio per la pubblica e privata incolumità, nonché con conseguenti danni alle proprietà pubbliche e private circostanti,

Si segnala altresì come il raccordo tra la tubazione metallica provvisoria e la sezione in calcestruzzo, con particolare riferimento alla sezione di monte, sia realizzata mediante una parete in calcestruzzo non armato priva di qualsiasi valenza strutturale. Non è quindi possibile escludere che in concomitanza di un evento piovoso intenso che comporti il deflusso di importanti portate si possa verificare una erosione a carico della suddetta spalla tale da determinare la sconnessione tra i due diversi tronchi della tombinatura.

Risulta pertanto assolutamente indispensabile procedere rapidamente alla rimozione della tubazione provvisoria e al completamento dei lavori previsti, al fine di consentire il transito in sicurezza delle portate di progetto previste dal Piano di Bacino.

Nel periodo transitorio, stante l'incremento del rischio idraulico correlato alla particolare configurazione geometrica del rio Santa Brigida, risulta necessario procedere all'aggiornamento del piano di protezione civile comunale attualmente in uso mediante inserimento di procedure

Emesso	L. Toso	Verificato	P. Parodi	Approvato	R. Desalvo	Revisione	
--------	---------	------------	-----------	-----------	------------	-----------	--

Progetto n.		Pag. N°	15 of 19
Committente	Comune di Celle Ligure		
Titolo Progetto	Aggiornamento piano di protezione civile		
Documento	Relazione idraulica		

specifiche dedicate alla tutela degli elementi a maggior rischio individuati nell'area potenzialmente interessata dall'esondazione del corso d'acqua.

Si evidenzia infine che il completamento della tombinatura secondo le previsioni progettuali risulta la logica ed insostituibile conclusione di un intervento assolutamente indispensabile ai fini della mitigazione del rischio idraulico nel centro urbano di Celle Ligure, in accordo con quanto autorizzato dalla regione Liguria. Solo l'ultimazione delle lavorazioni nella loro completezza potrà garantire il raggiungimento degli obiettivi di riduzione del rischio idraulico che comporteranno la ripermetrazione delle fasce di inondabilità del rio Santa Brigida.

Savona, Gennaio 2021

*Il Tecnico*

Ing. Desalvo Roberto

Emesso	L. Toso	Verificato	P. Parodi	Approvato	R. Desalvo	Revisione	
--------	---------	------------	-----------	-----------	------------	-----------	--



Progetto n.		Pag. N°	16 of 19
Committente	Comune di Celle Ligure		
Titolo Progetto	Aggiornamento piano di protezione civile		
Documento	Relazione idraulica		

## ***ALLEGATO 1***

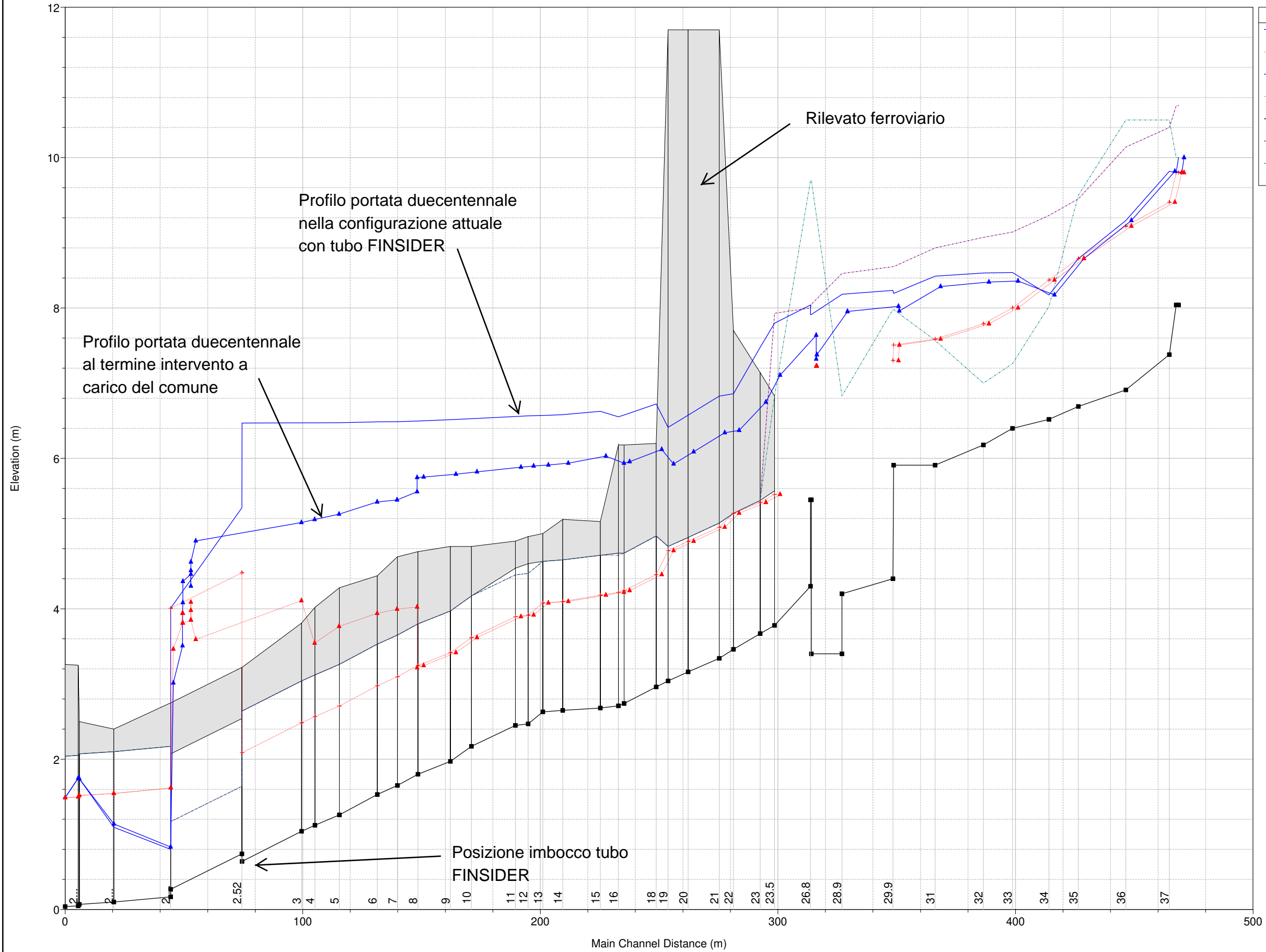
Emesso	L. Toso	Verificato	P. Parodi	Approvato	R. Desalvo	Revisione	
--------	---------	------------	-----------	-----------	------------	-----------	--



Progetto n.		Pag. N°	17 of 19
Committente	Comune di Celle Ligure		
Titolo Progetto	Aggiornamento piano di protezione civile		
Documento	Relazione idraulica		

## **ALLEGATO 2**

Emesso	L. Toso	Verificato	P. Parodi	Approvato	R. Desalvo	Revisione	
--------	---------	------------	-----------	-----------	------------	-----------	--



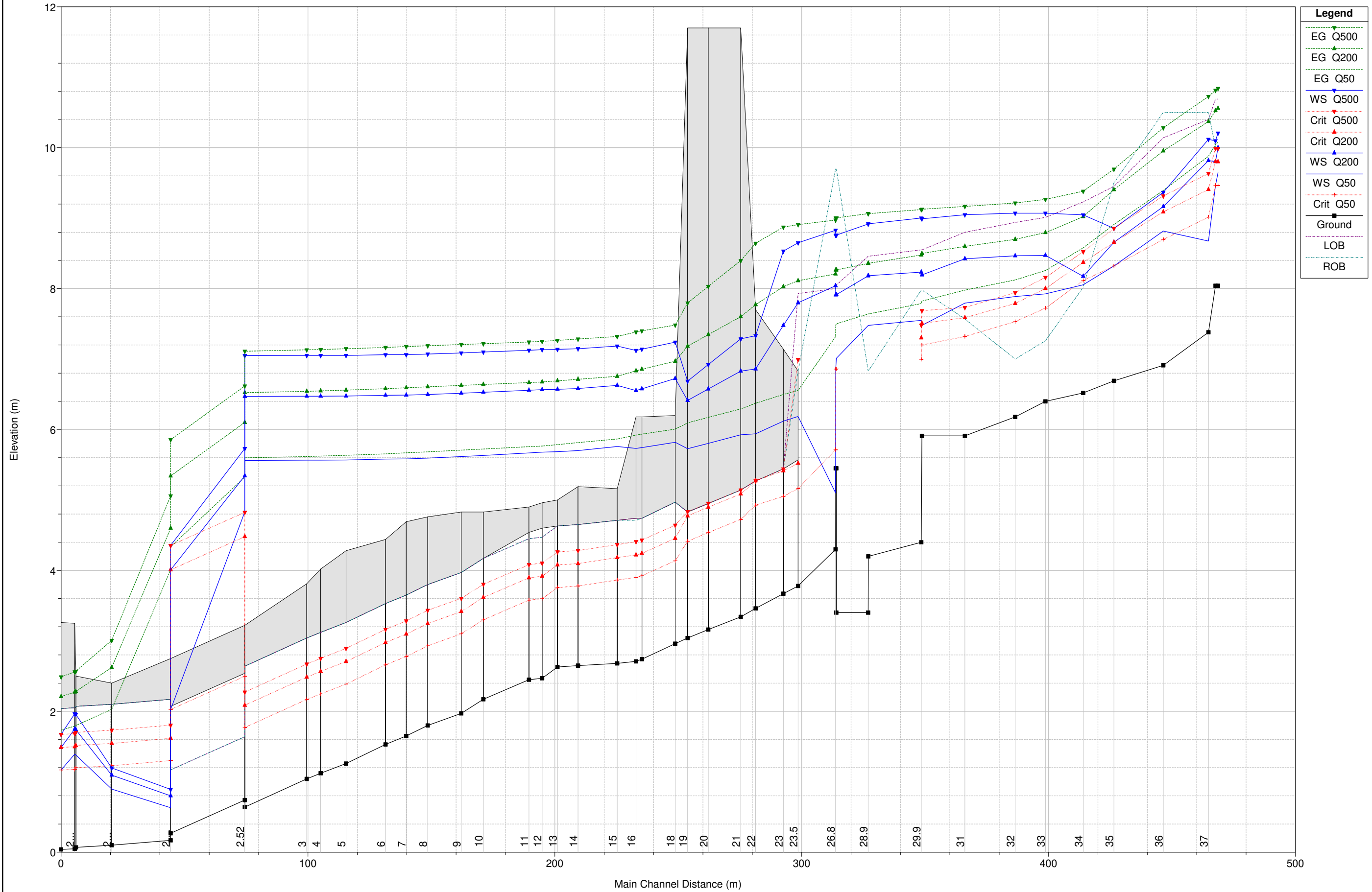
Legend	
WS Q200 - Max Q con finsider	Blue line with triangles
Crit Q200 - Max Q con finsider	Red line with triangles
WS Q200 - Max Q dopo int comune	Blue line with triangles
Crit Q200 - Max Q dopo int comune	Red line with triangles
Ground	Black line with squares
LOB	Purple dashed line
ROB	Green dashed line

Progetto n.		Pag. N°	18 of 19
Committente	Comune di Celle Ligure		
Titolo Progetto	Aggiornamento piano di protezione civile		
Documento	Relazione idraulica		

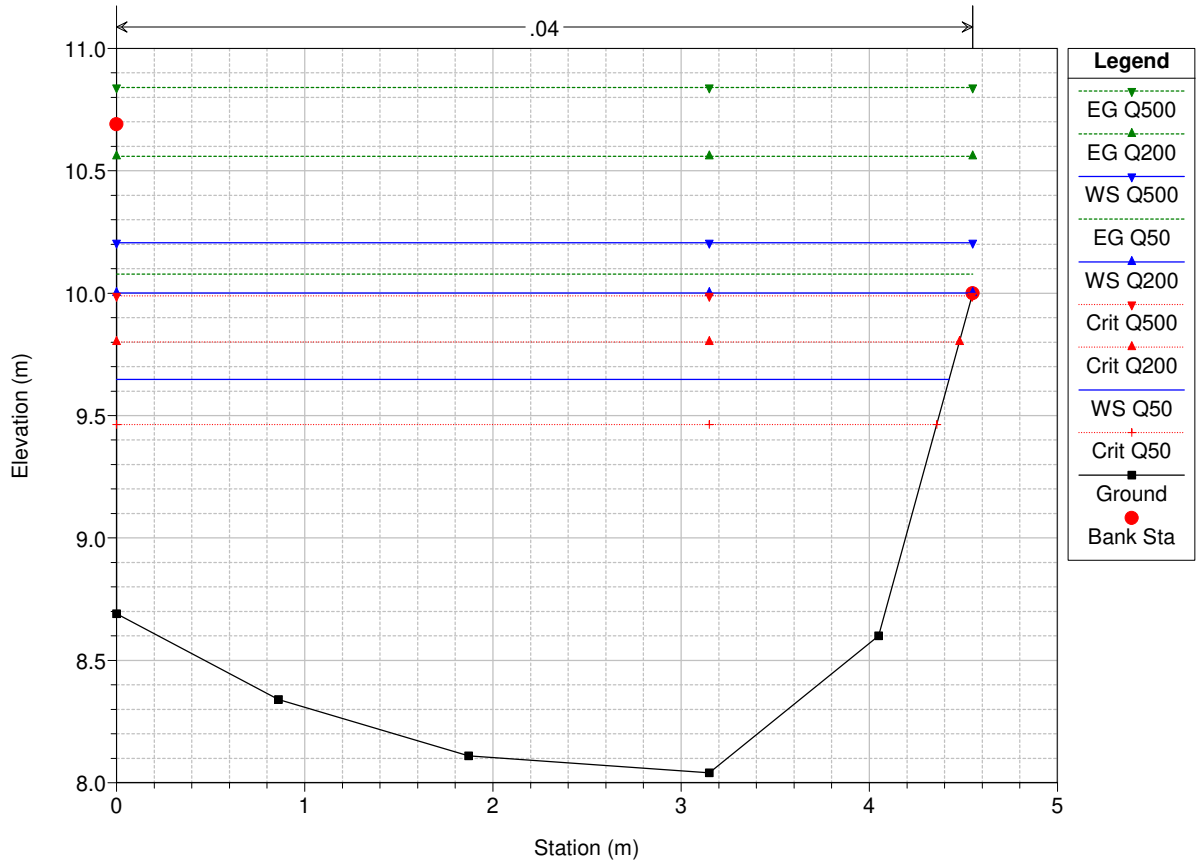
## **ALLEGATO 3**

Emesso	L. Toso	Verificato	P. Parodi	Approvato	R. Desalvo	Revisione	
--------	---------	------------	-----------	-----------	------------	-----------	--

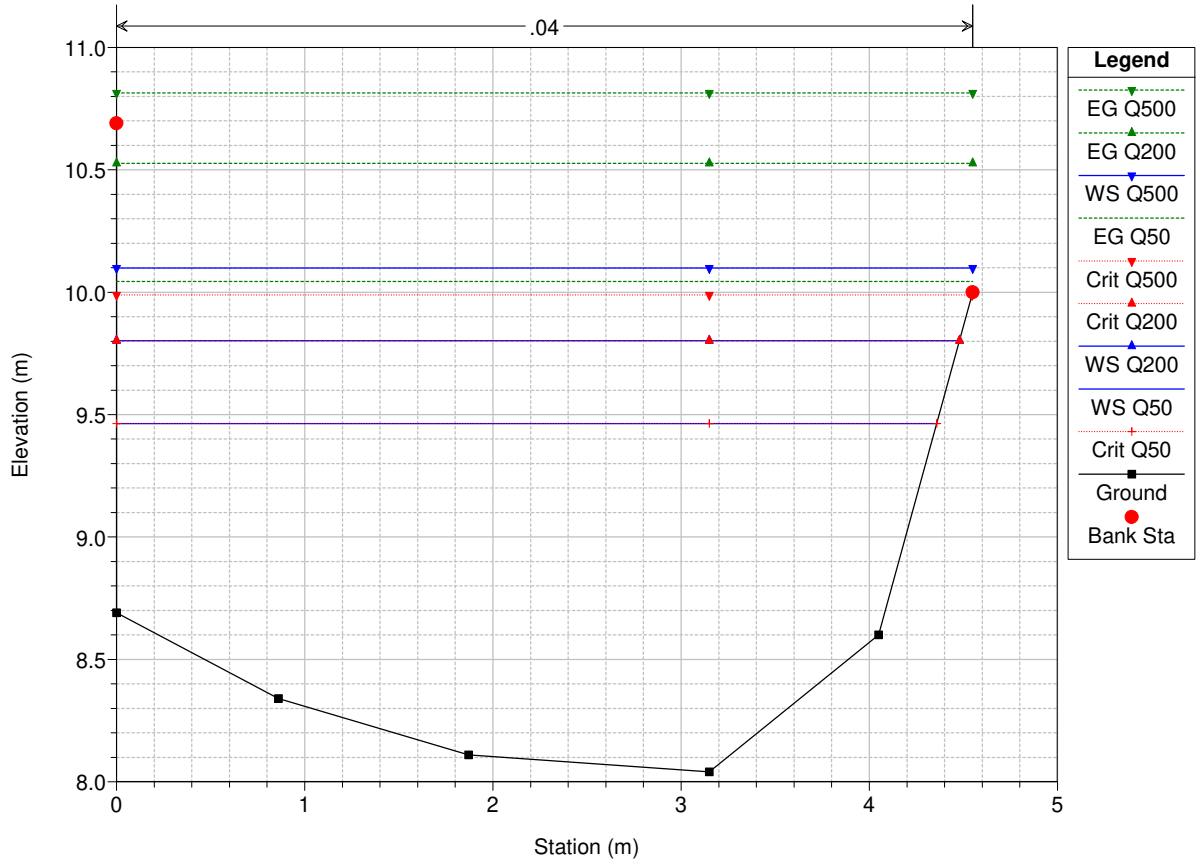




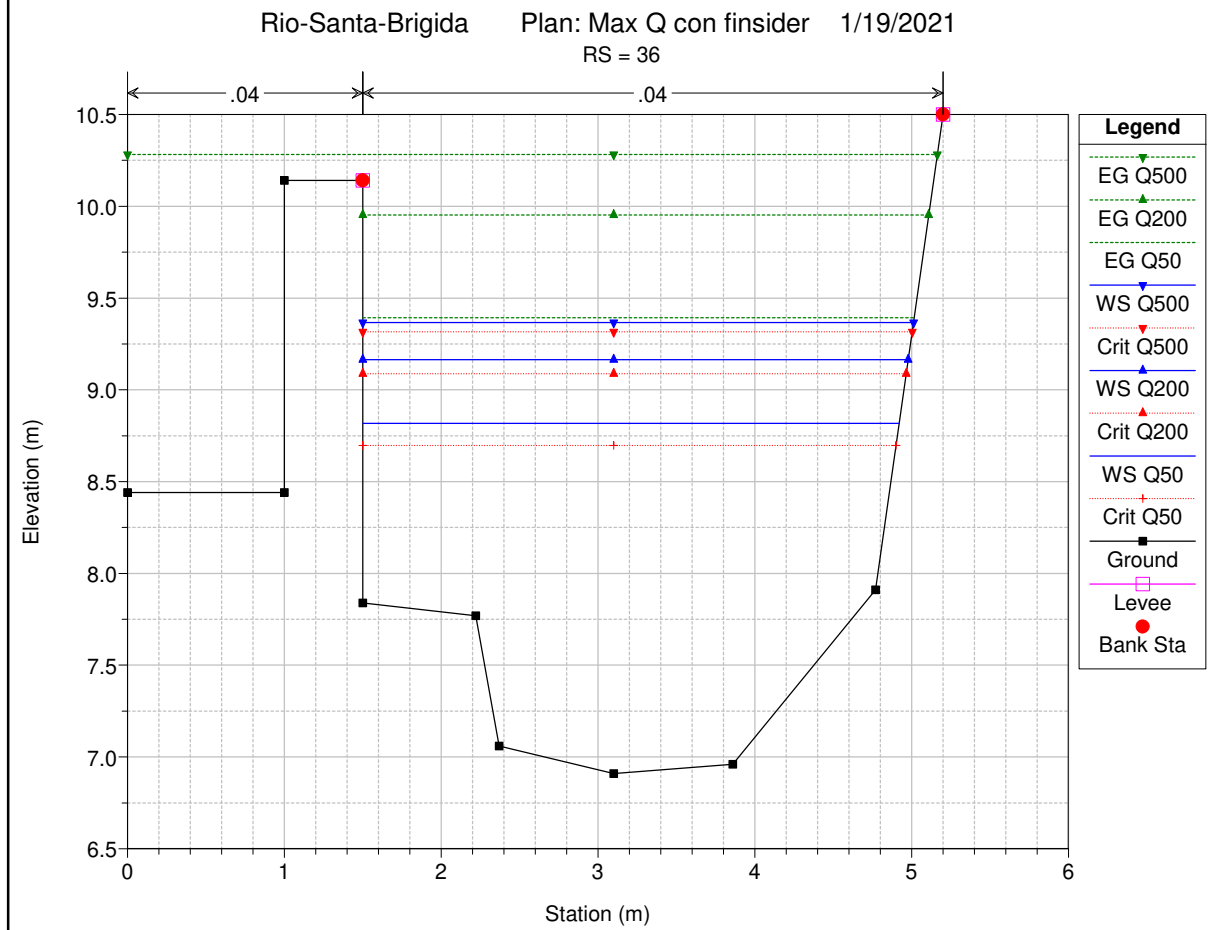
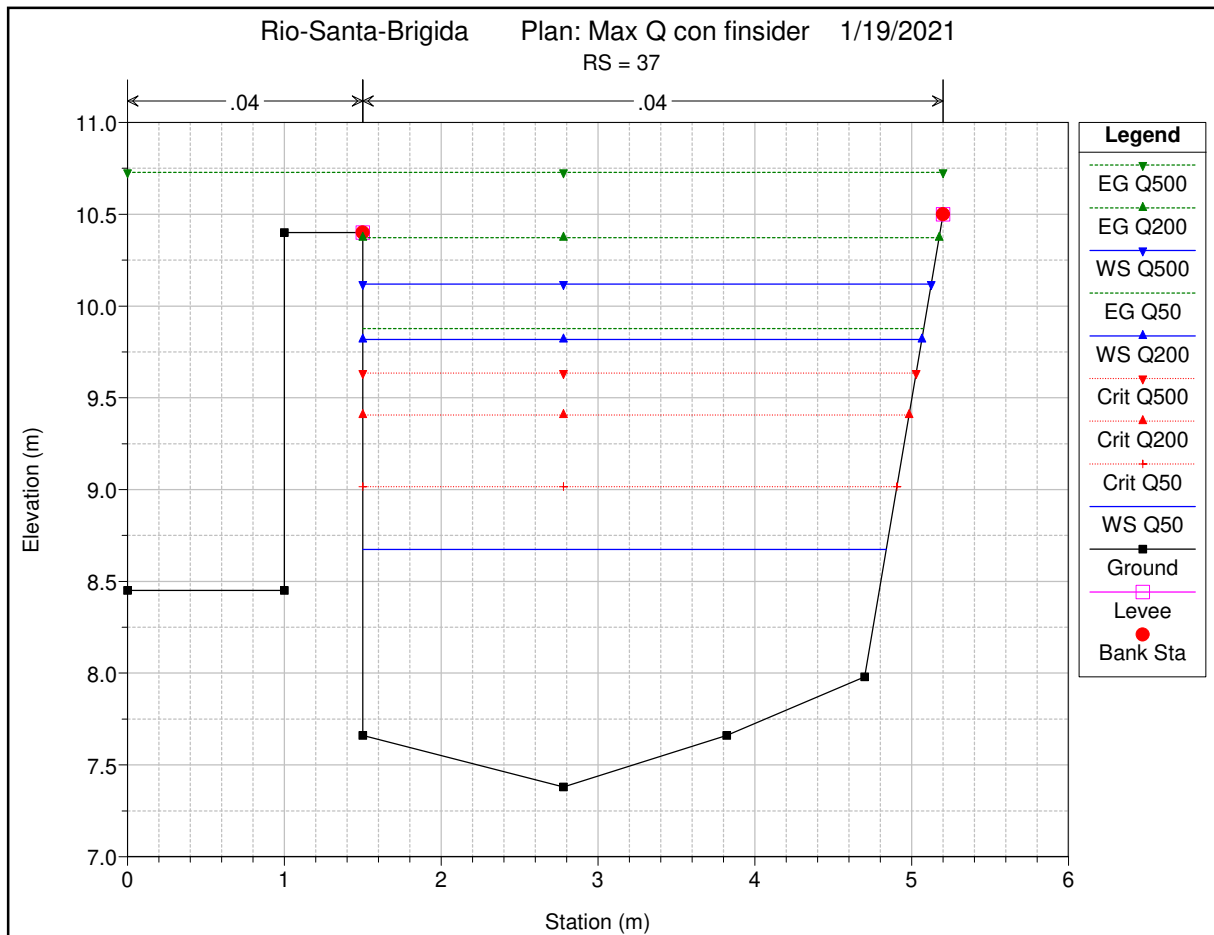
Rio-Santa-Brigida Plan: Max Q con finsider 1/19/2021  
RS = 39

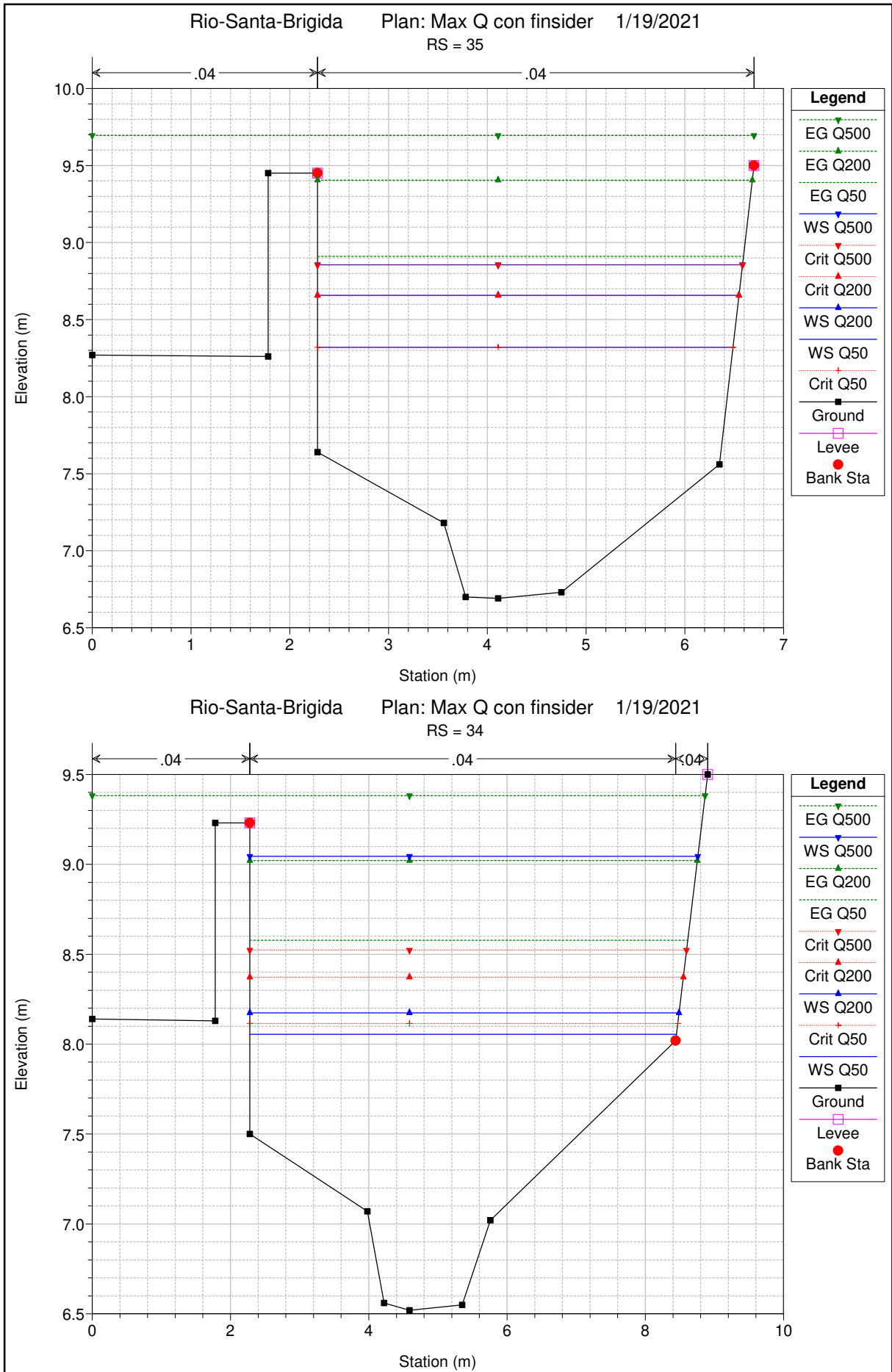


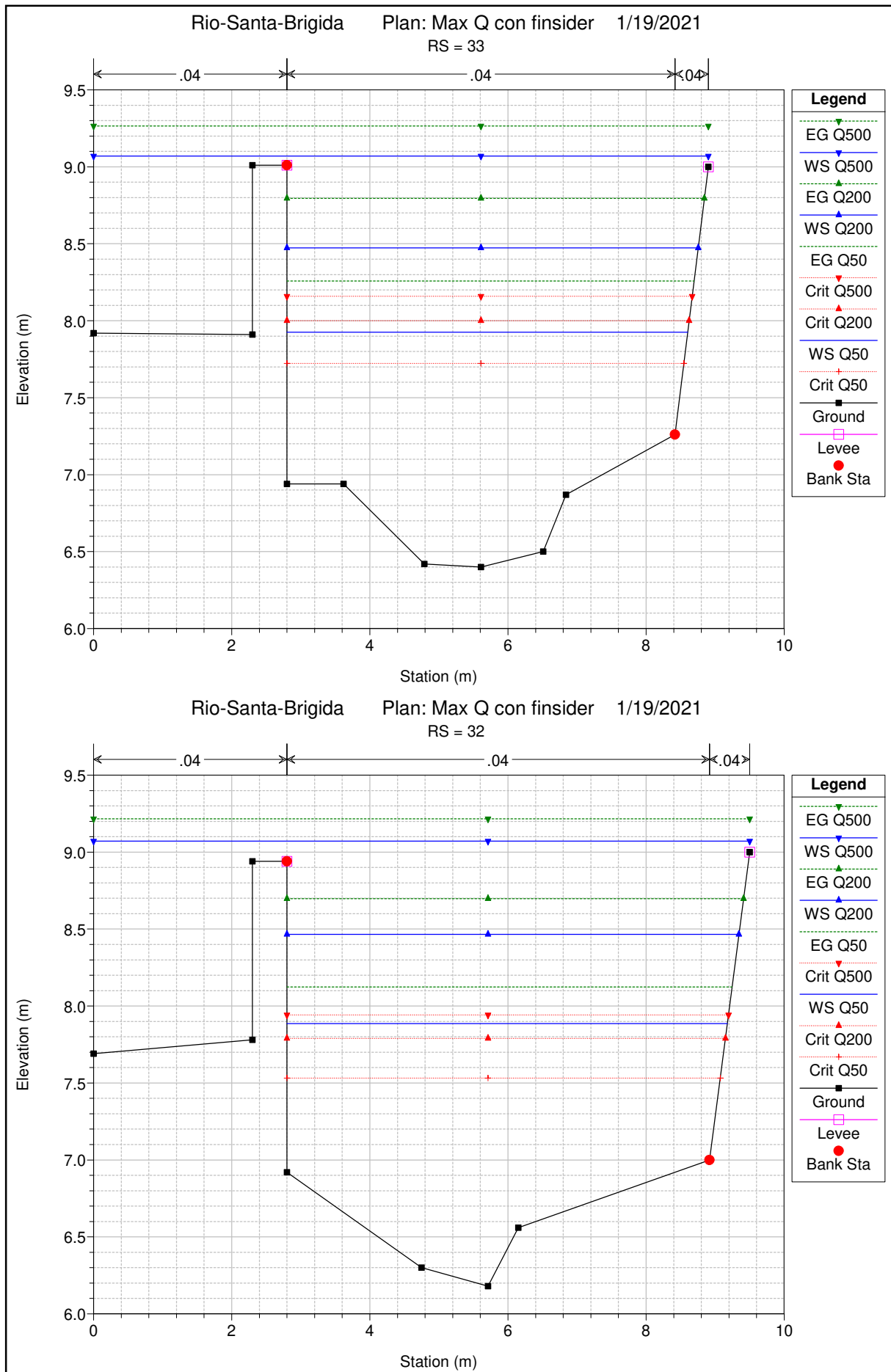
Rio-Santa-Brigida Plan: Max Q con finsider 1/19/2021  
RS = 38

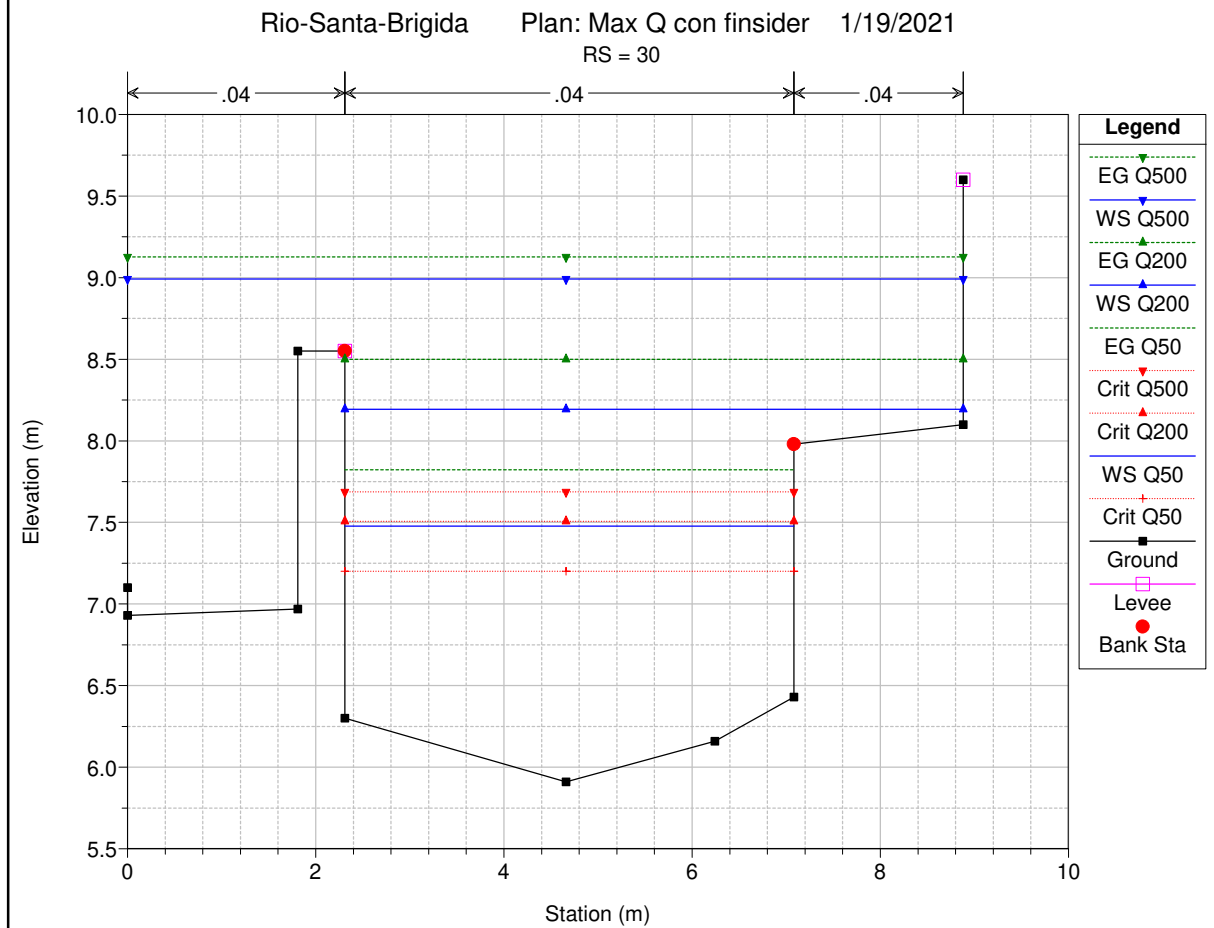
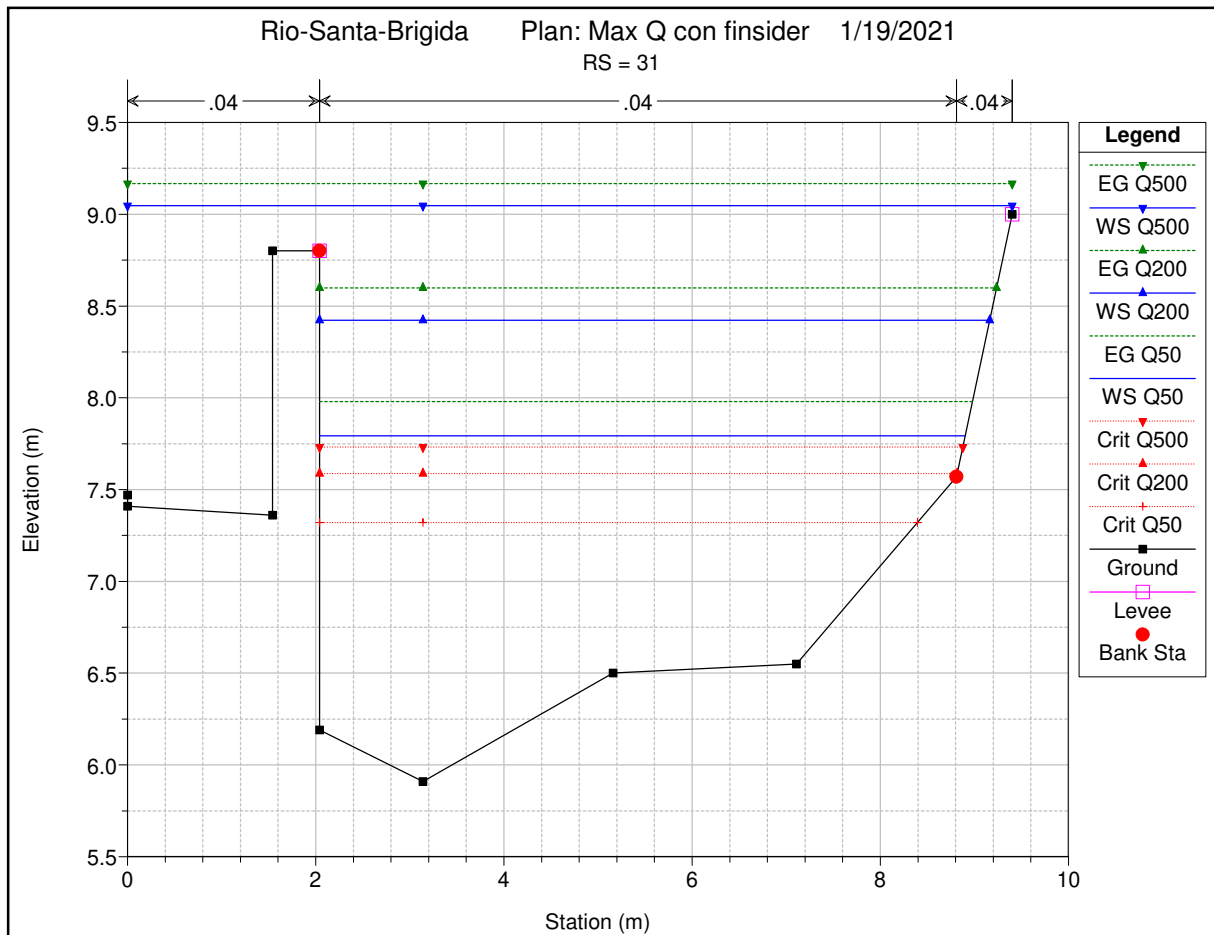


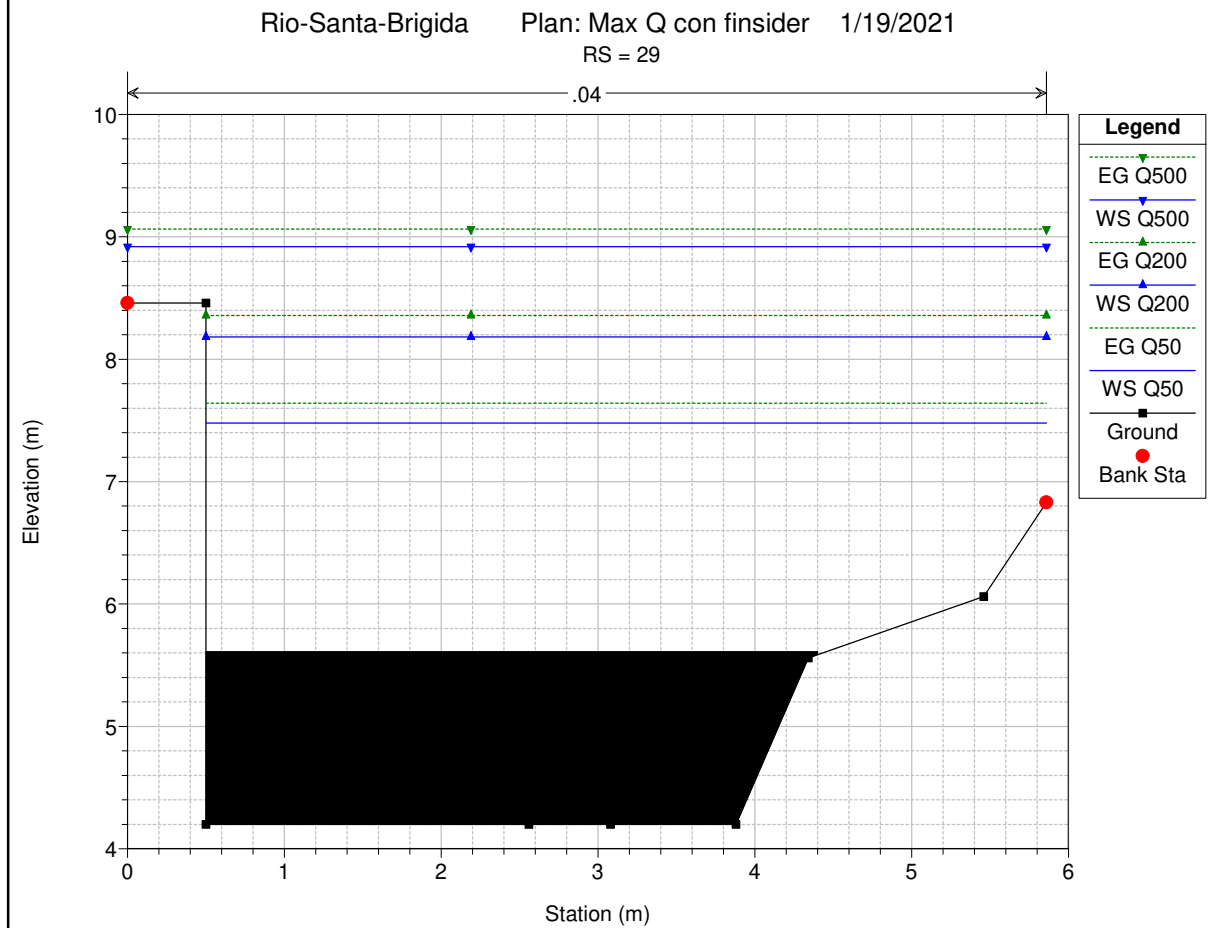
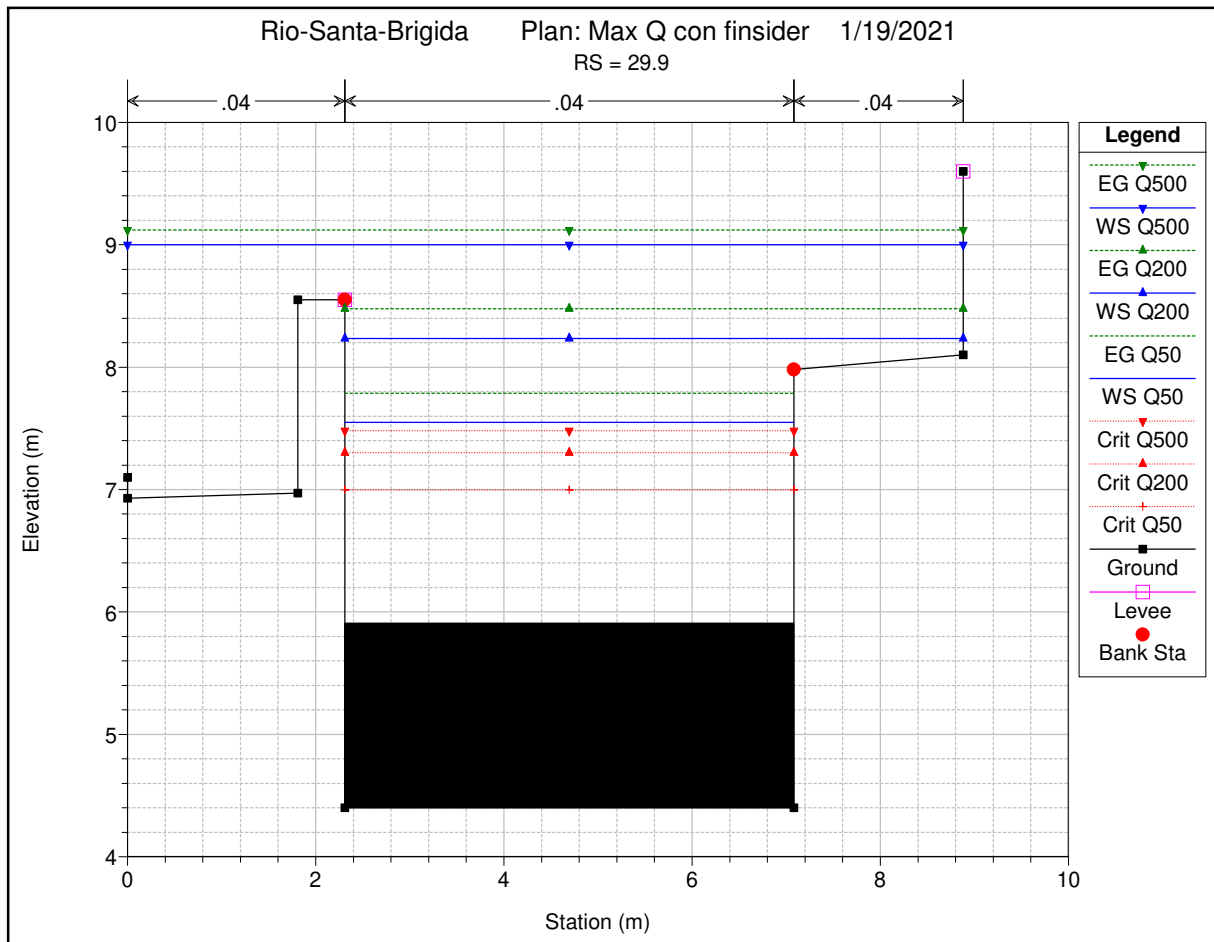




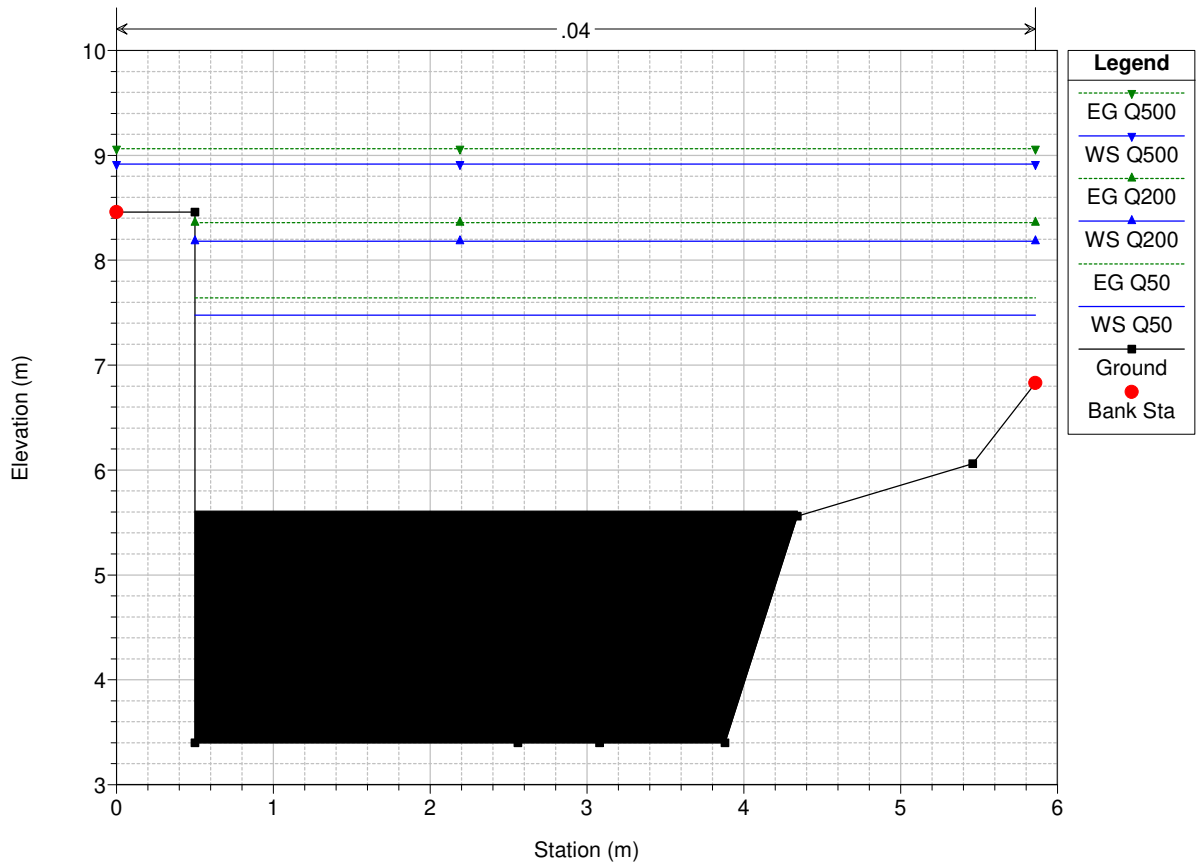




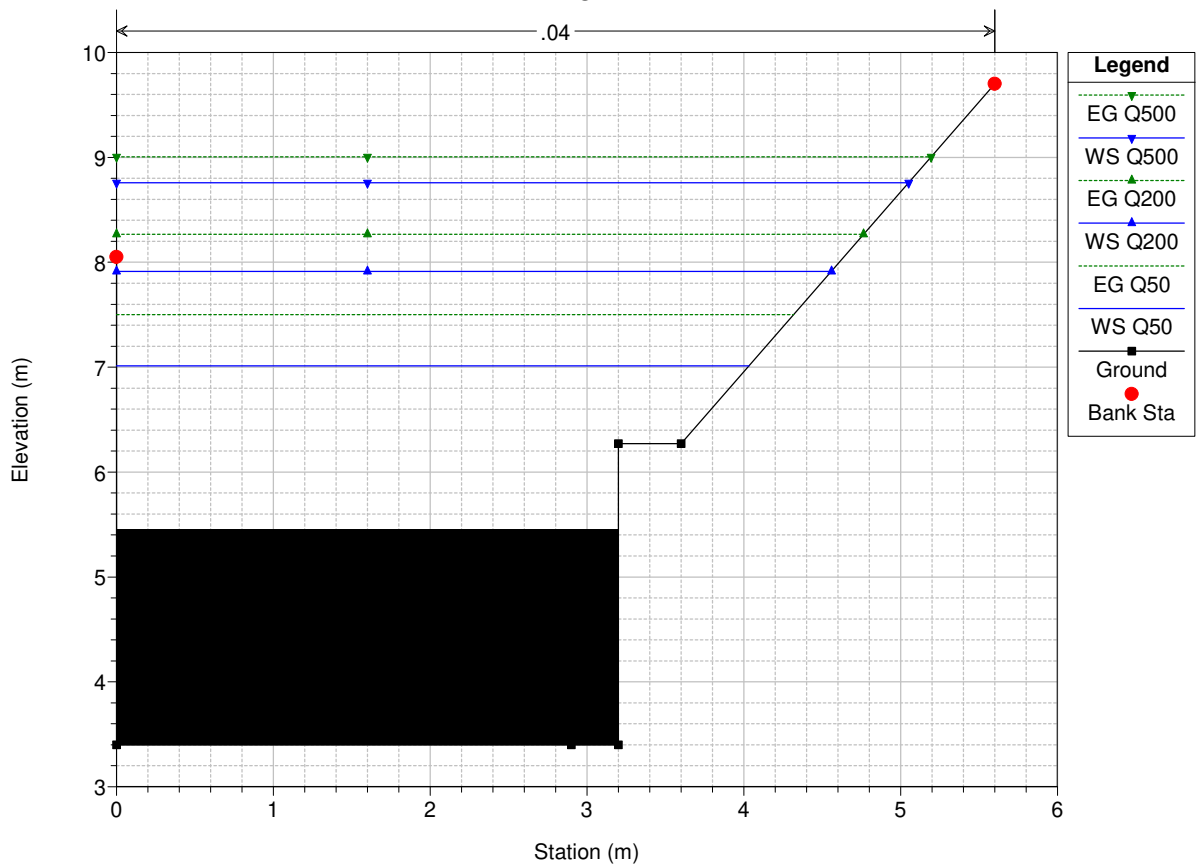




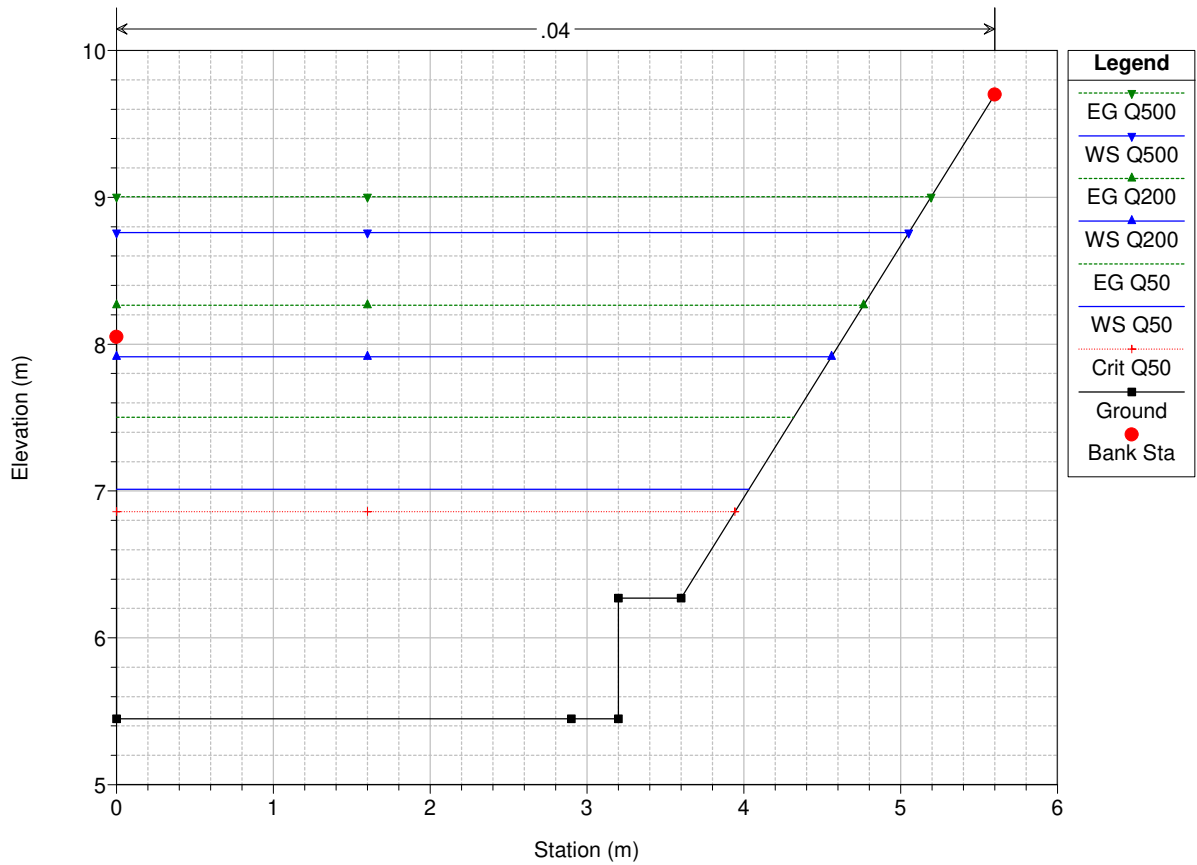
Rio-Santa-Brigida Plan: Max Q con finsider 1/19/2021  
RS = 28.9



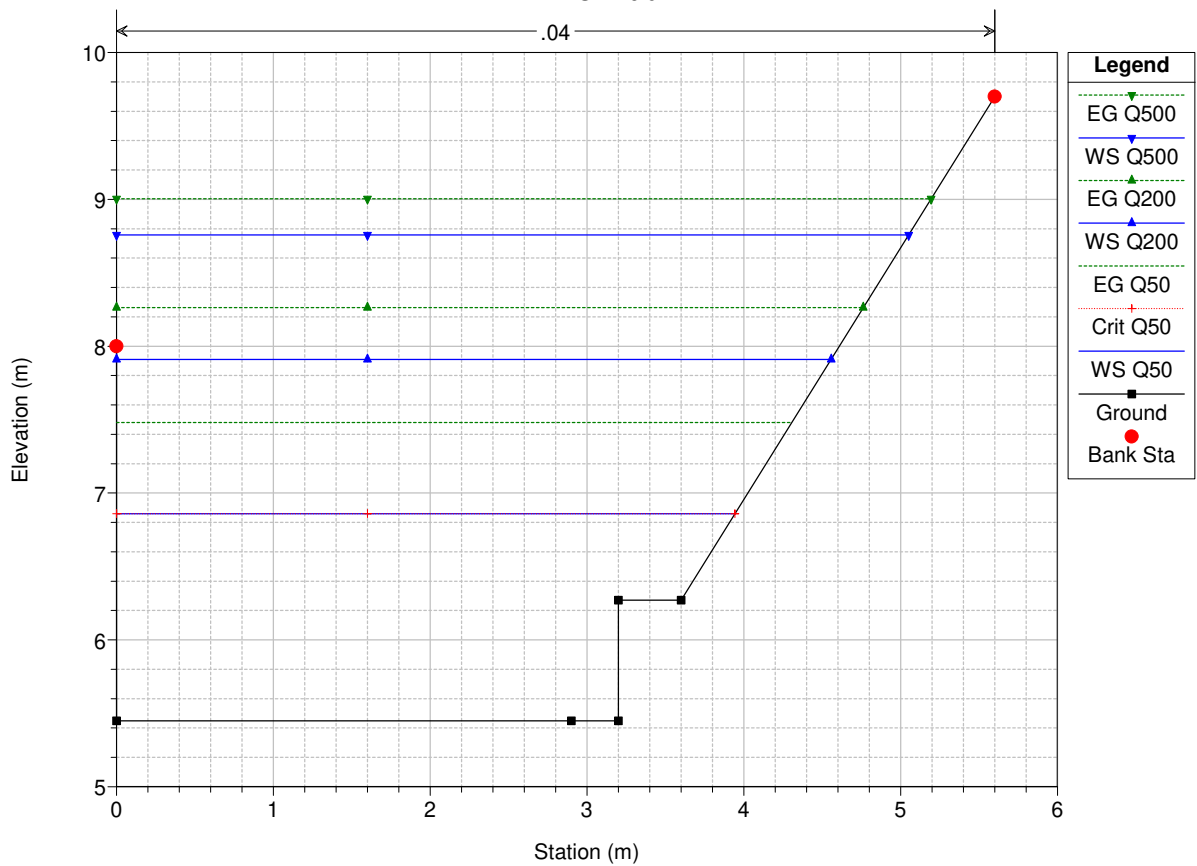
Rio-Santa-Brigida Plan: Max Q con finsider 1/19/2021  
RS = 27.1



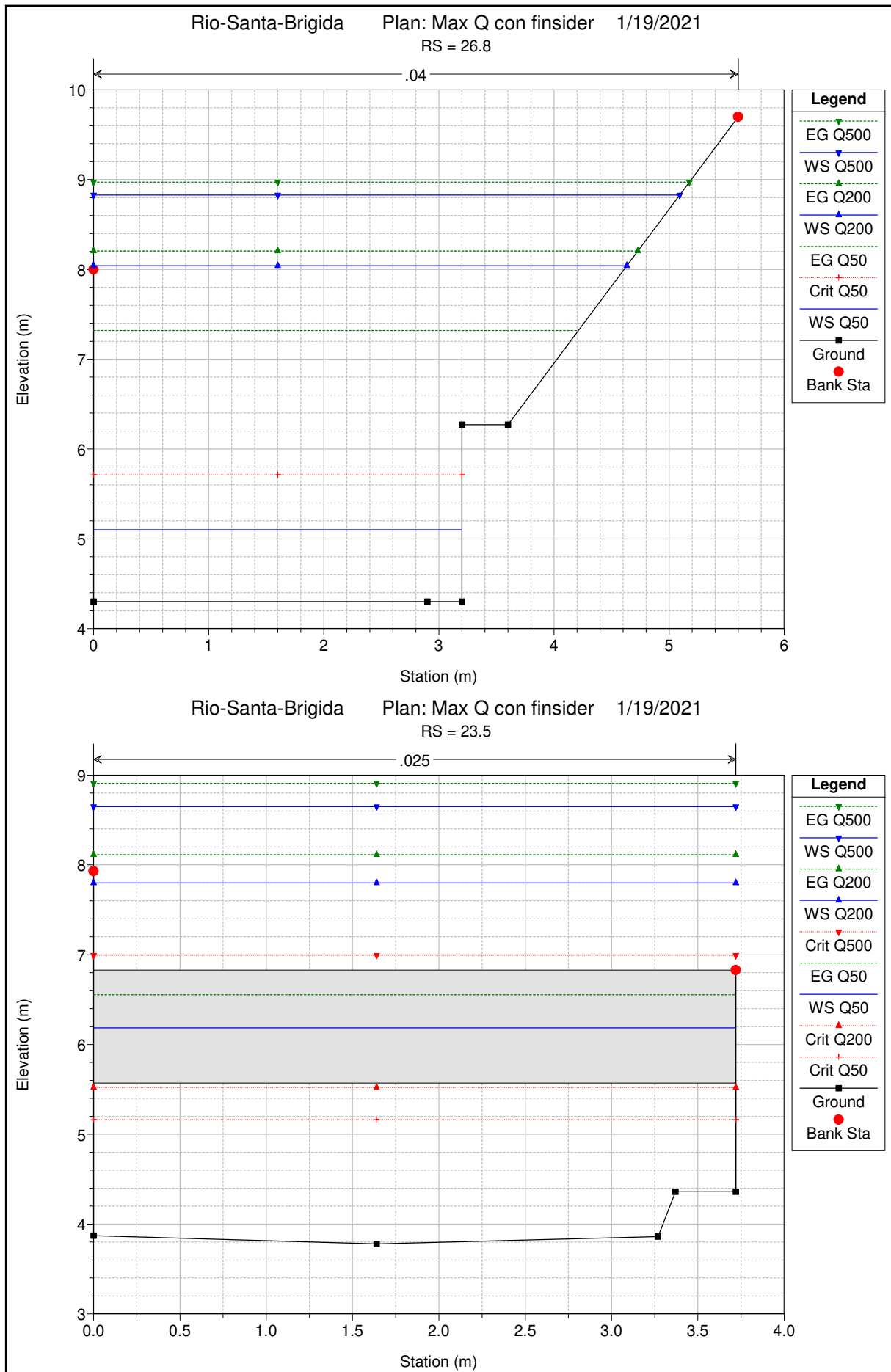
Rio-Santa-Brigida Plan: Max Q con finsider 1/19/2021  
RS = 27



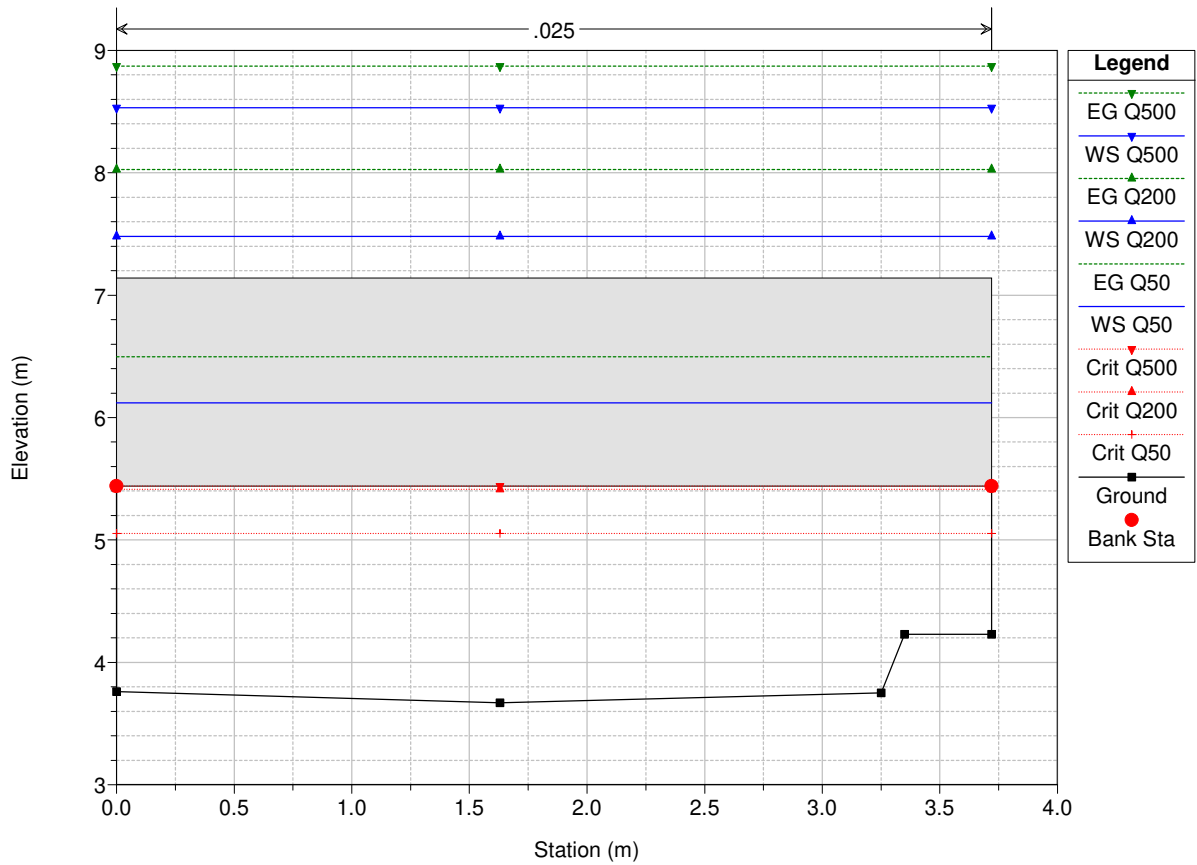
Rio-Santa-Brigida Plan: Max Q con finsider 1/19/2021  
RS = 26.9



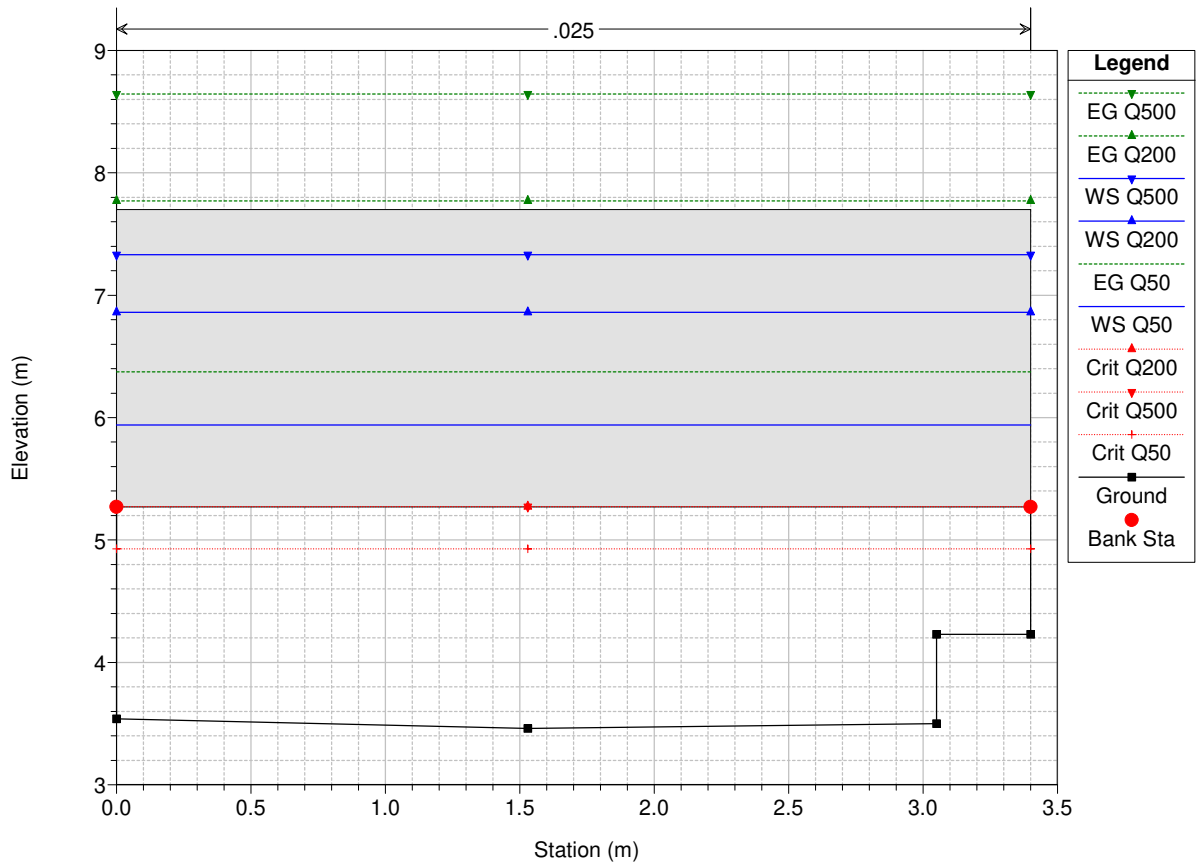




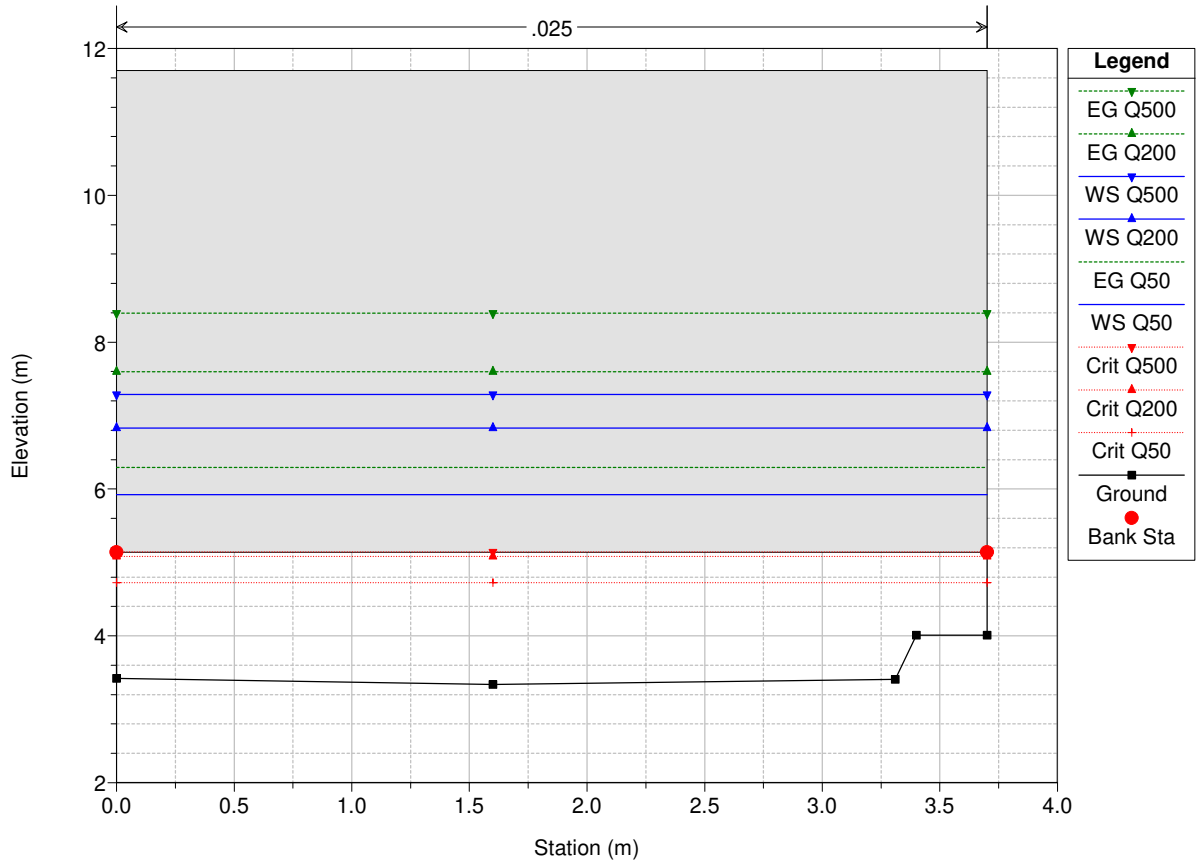
Rio-Santa-Brigida Plan: Max Q con finsider 1/19/2021  
RS = 23



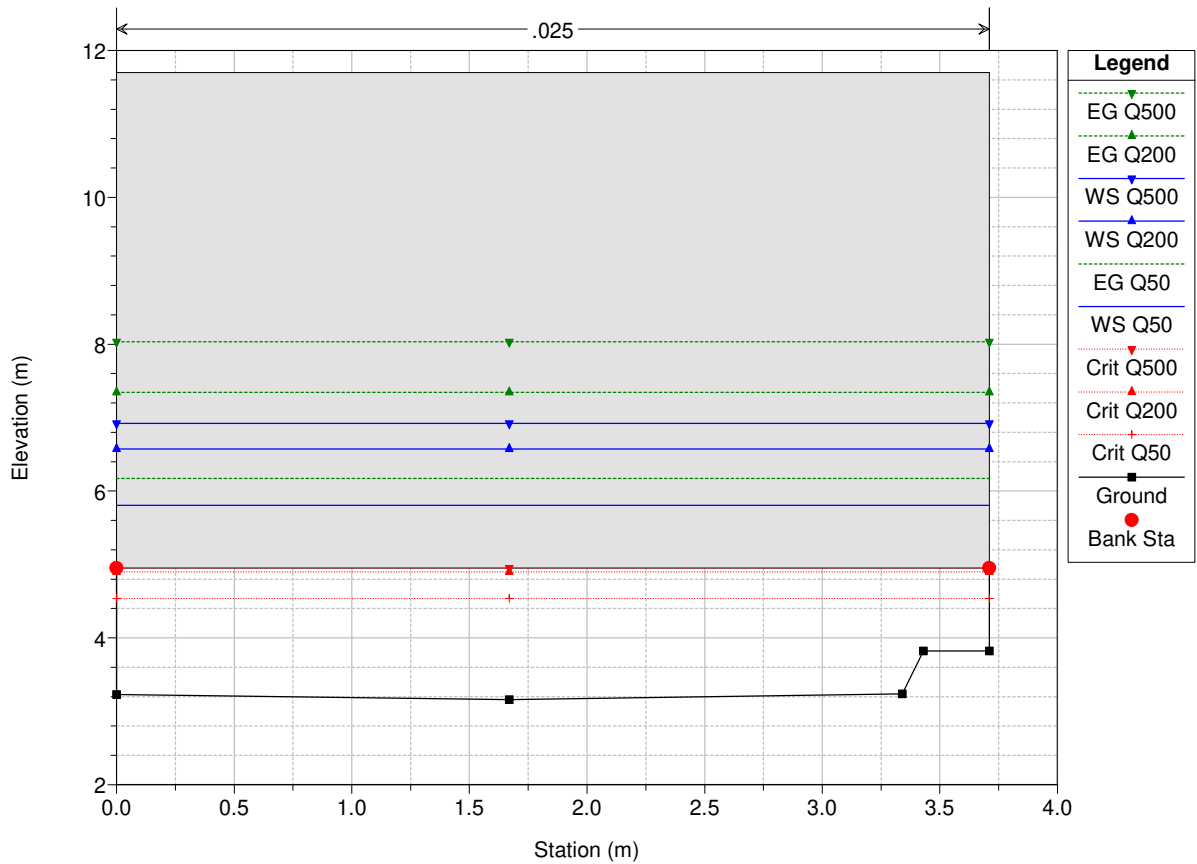
Rio-Santa-Brigida Plan: Max Q con finsider 1/19/2021  
RS = 22



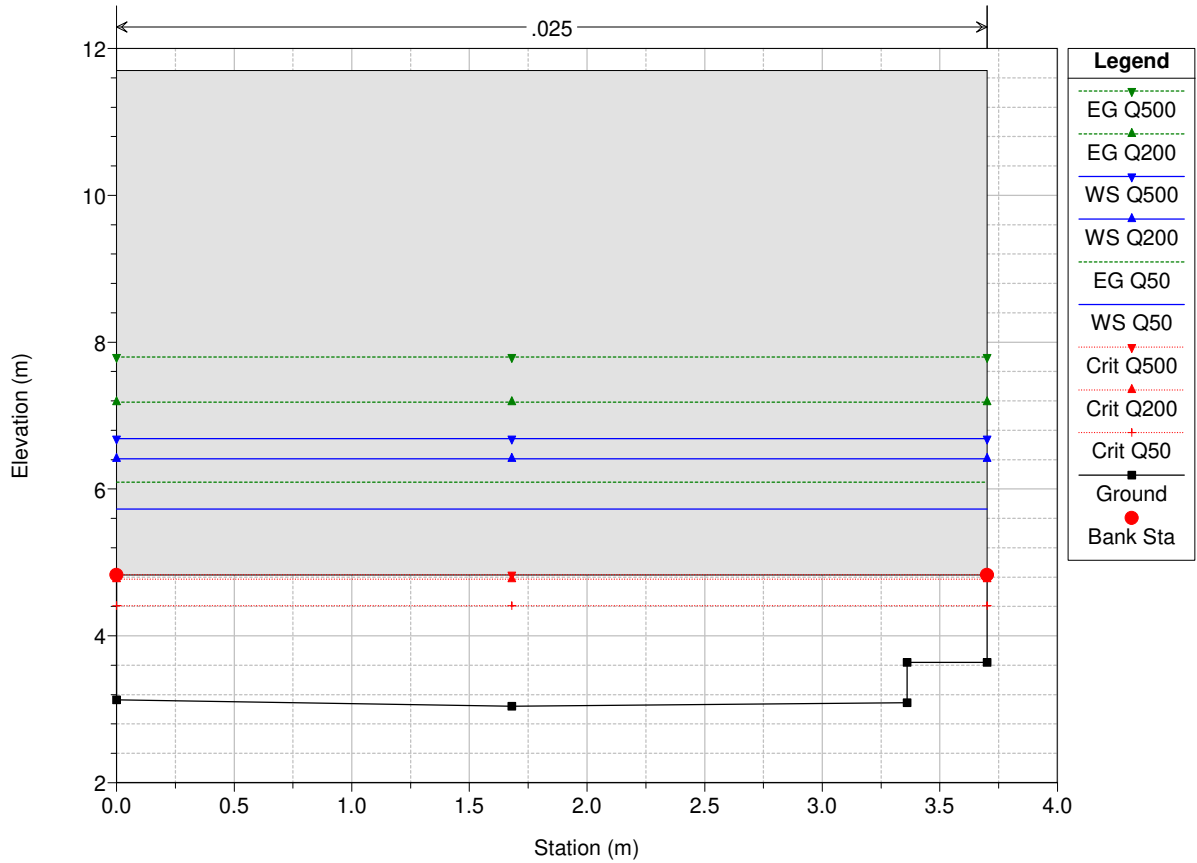
Rio-Santa-Brigida Plan: Max Q con finsider 1/19/2021  
RS = 21



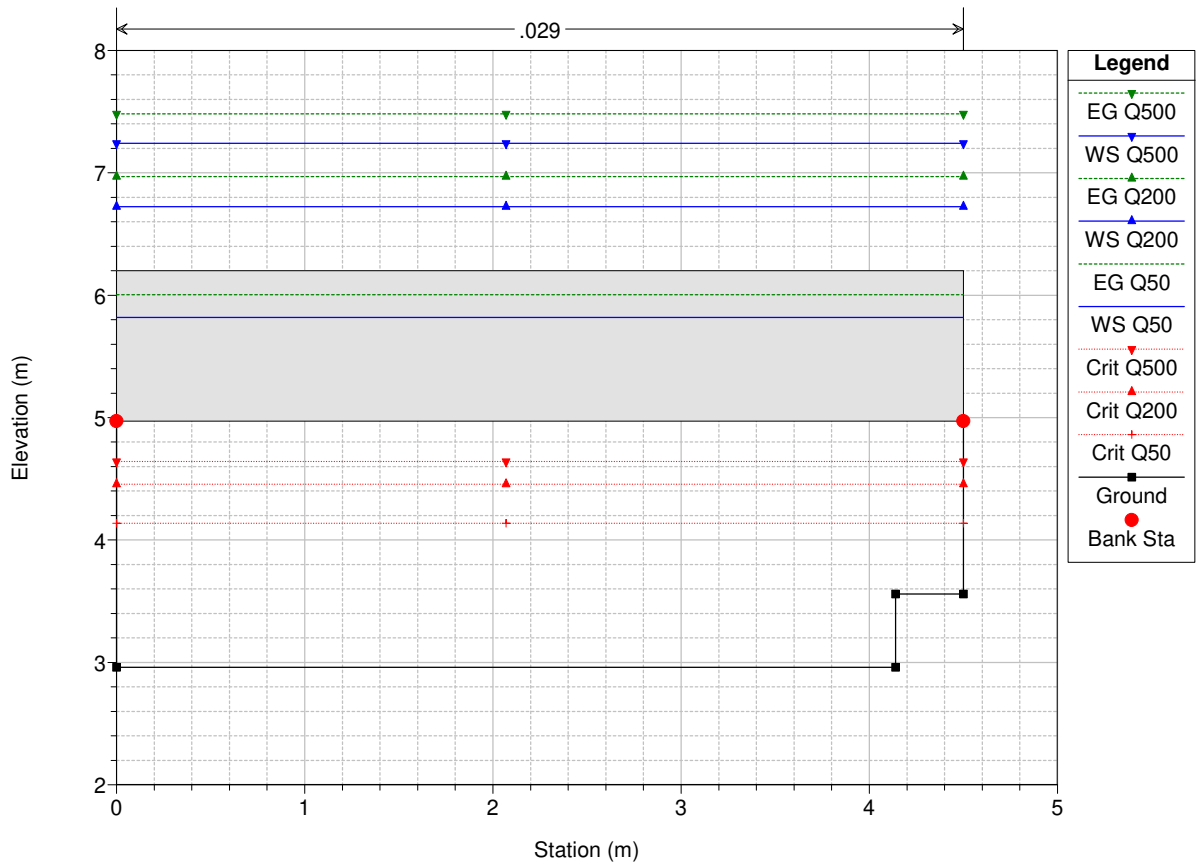
Rio-Santa-Brigida Plan: Max Q con finsider 1/19/2021  
RS = 20



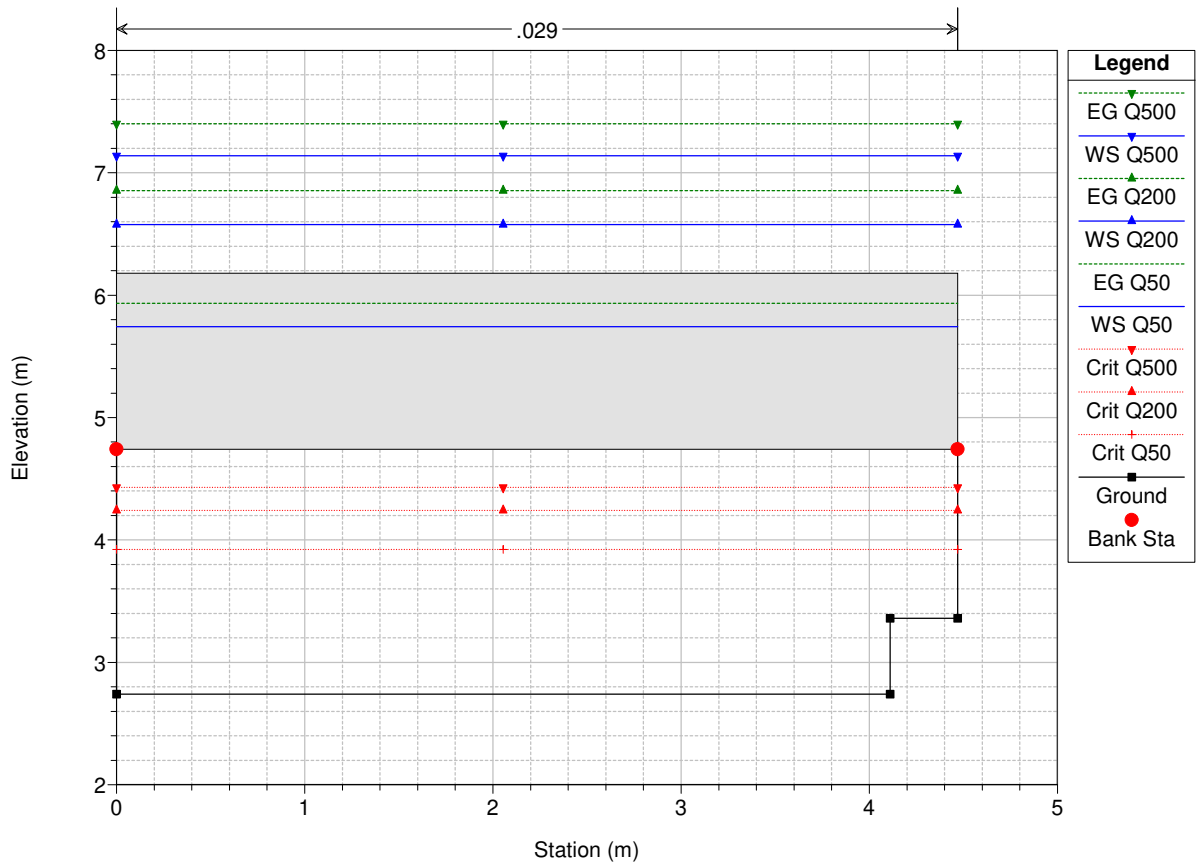
Rio-Santa-Brigida Plan: Max Q con finsider 1/19/2021  
RS = 19



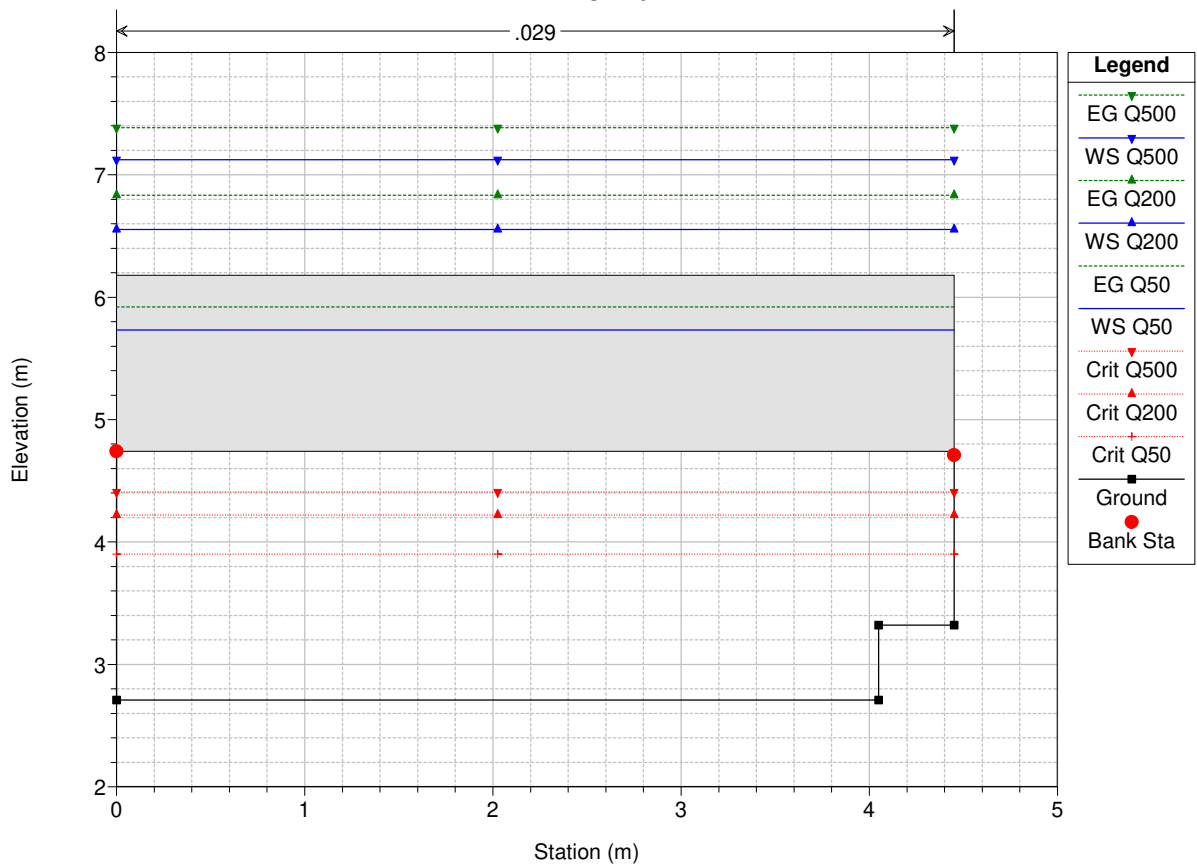
Rio-Santa-Brigida Plan: Max Q con finsider 1/19/2021  
RS = 18



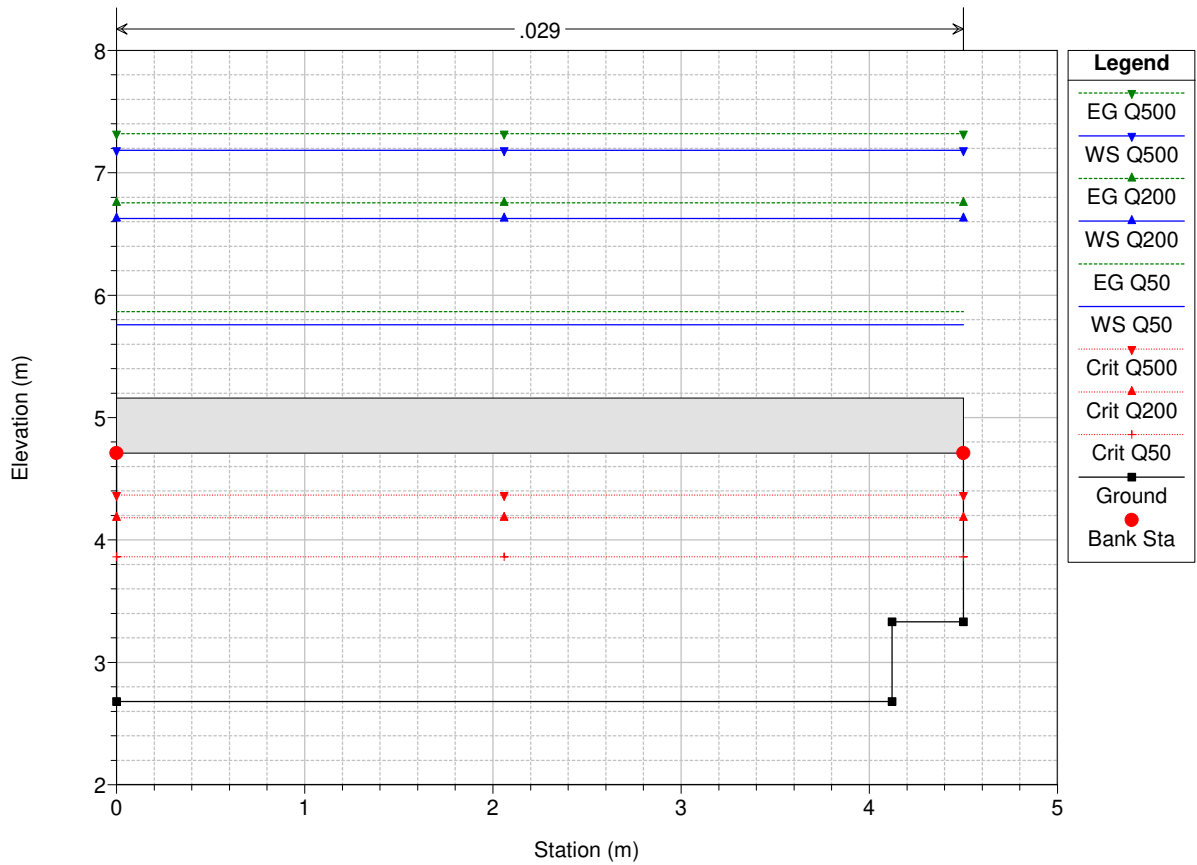
Rio-Santa-Brigida Plan: Max Q con finsider 1/19/2021  
RS = 17



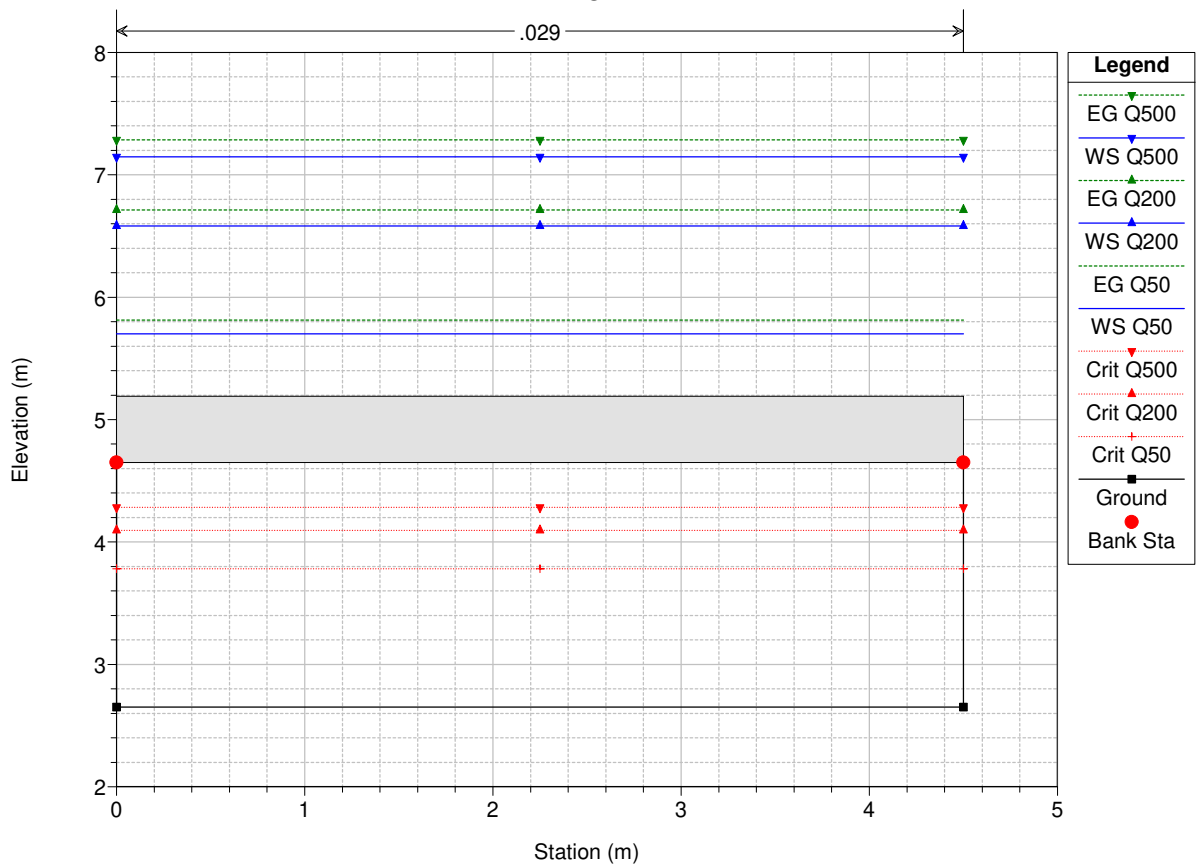
Rio-Santa-Brigida Plan: Max Q con finsider 1/19/2021  
RS = 16



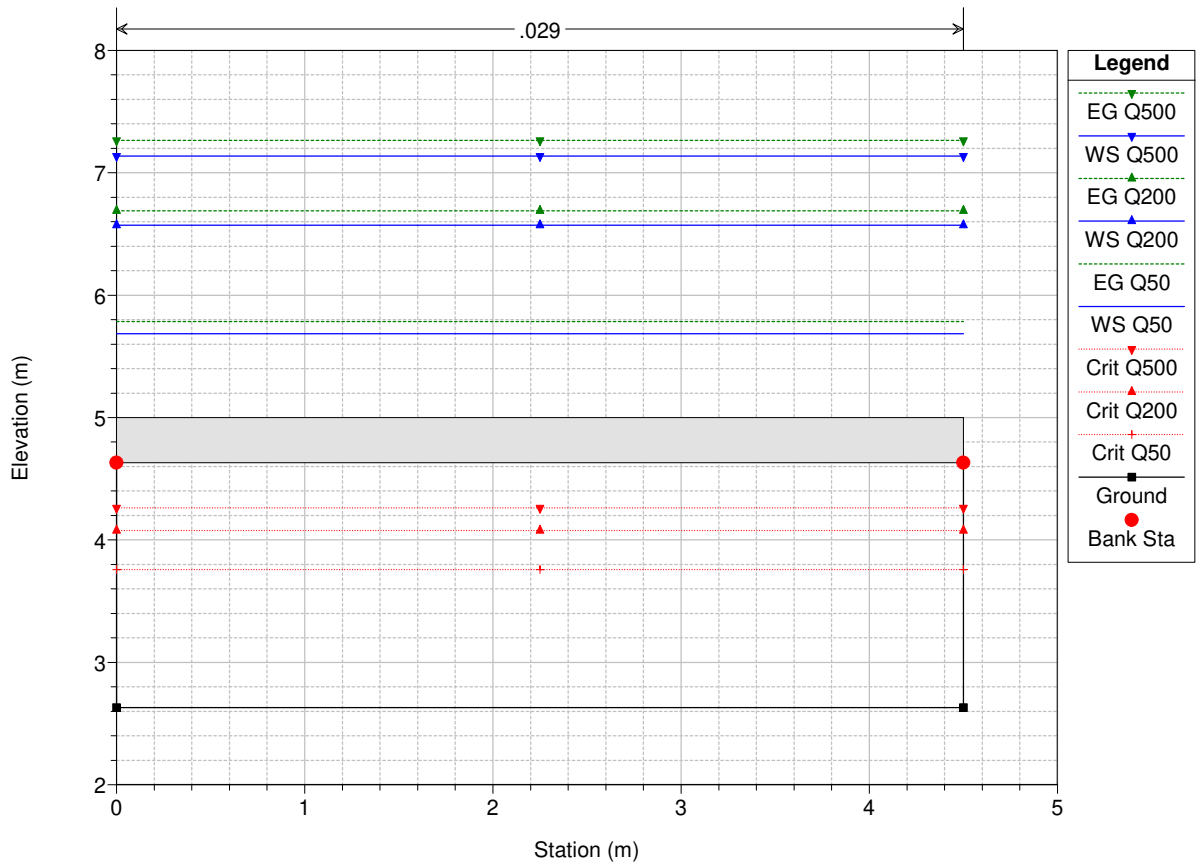
Rio-Santa-Brigida Plan: Max Q con finsider 1/19/2021  
RS = 15



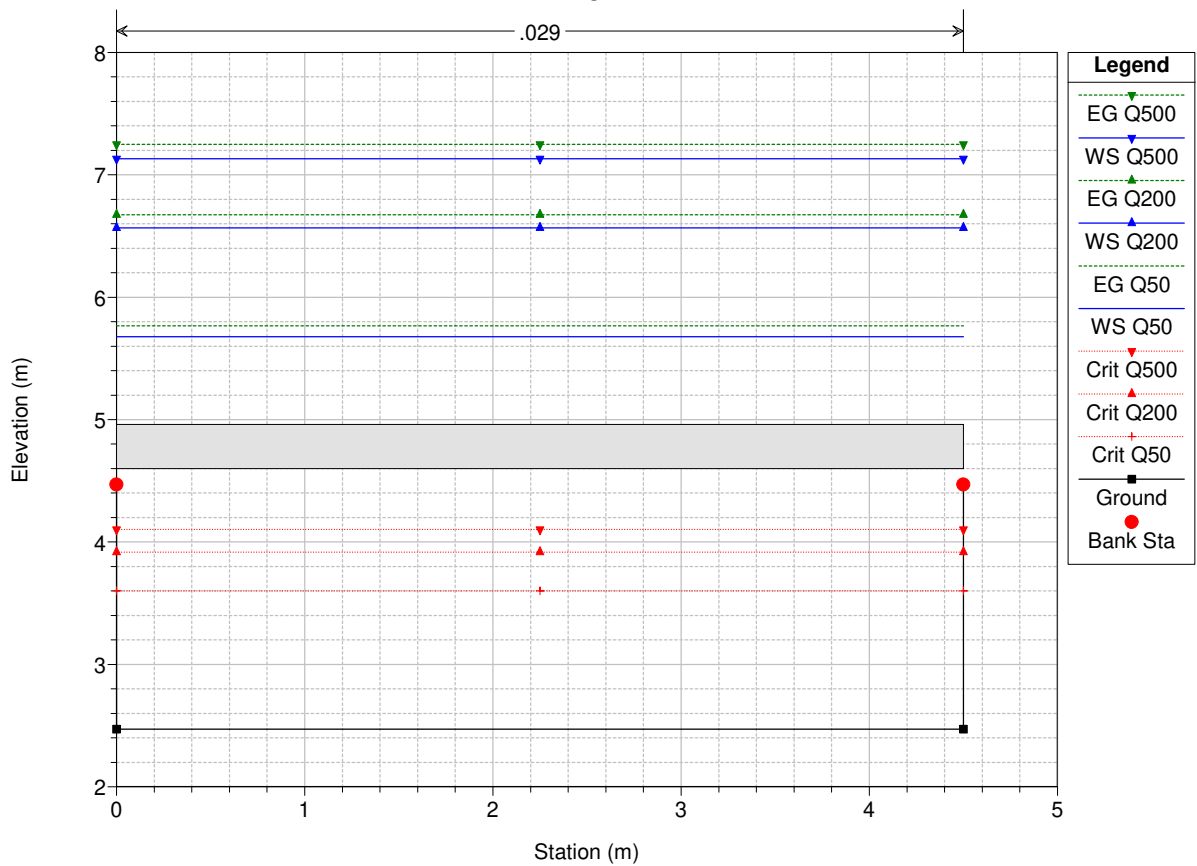
Rio-Santa-Brigida Plan: Max Q con finsider 1/19/2021  
RS = 14



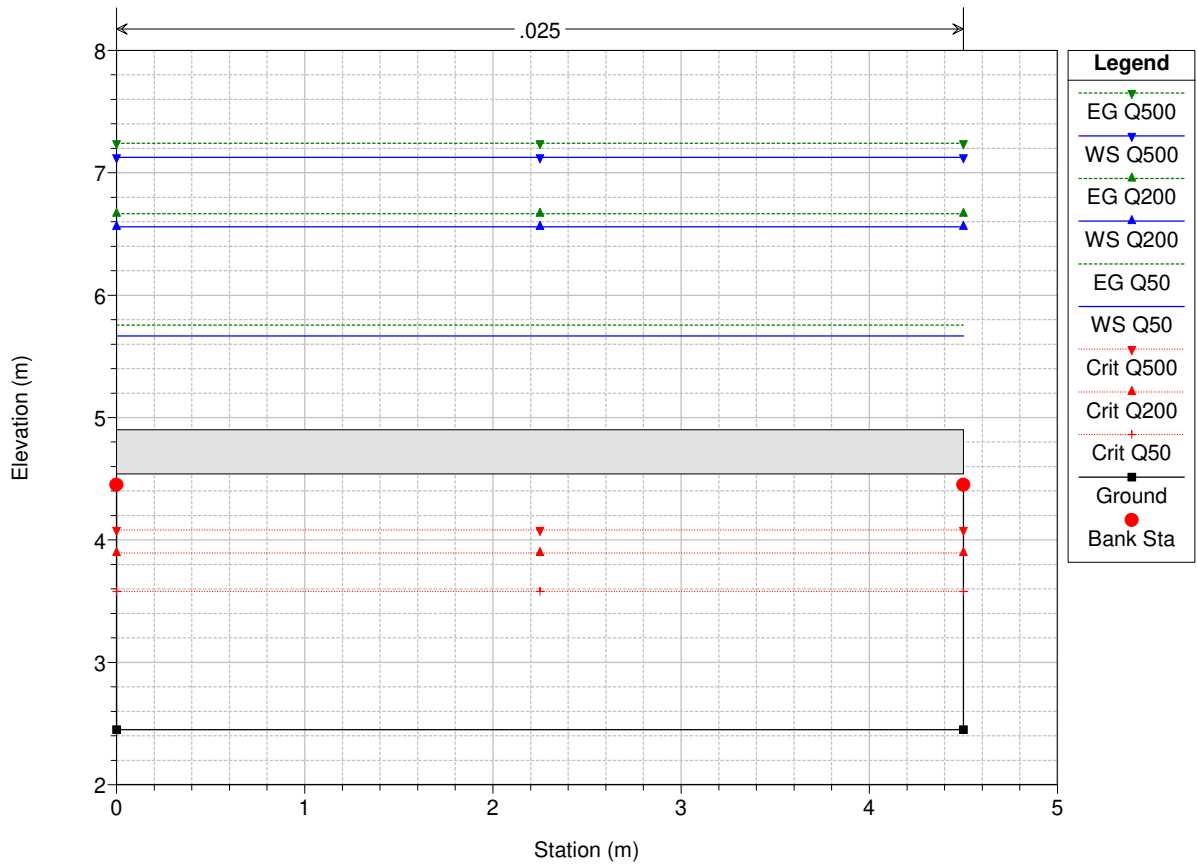
Rio-Santa-Brigida Plan: Max Q con finsider 1/19/2021  
RS = 13



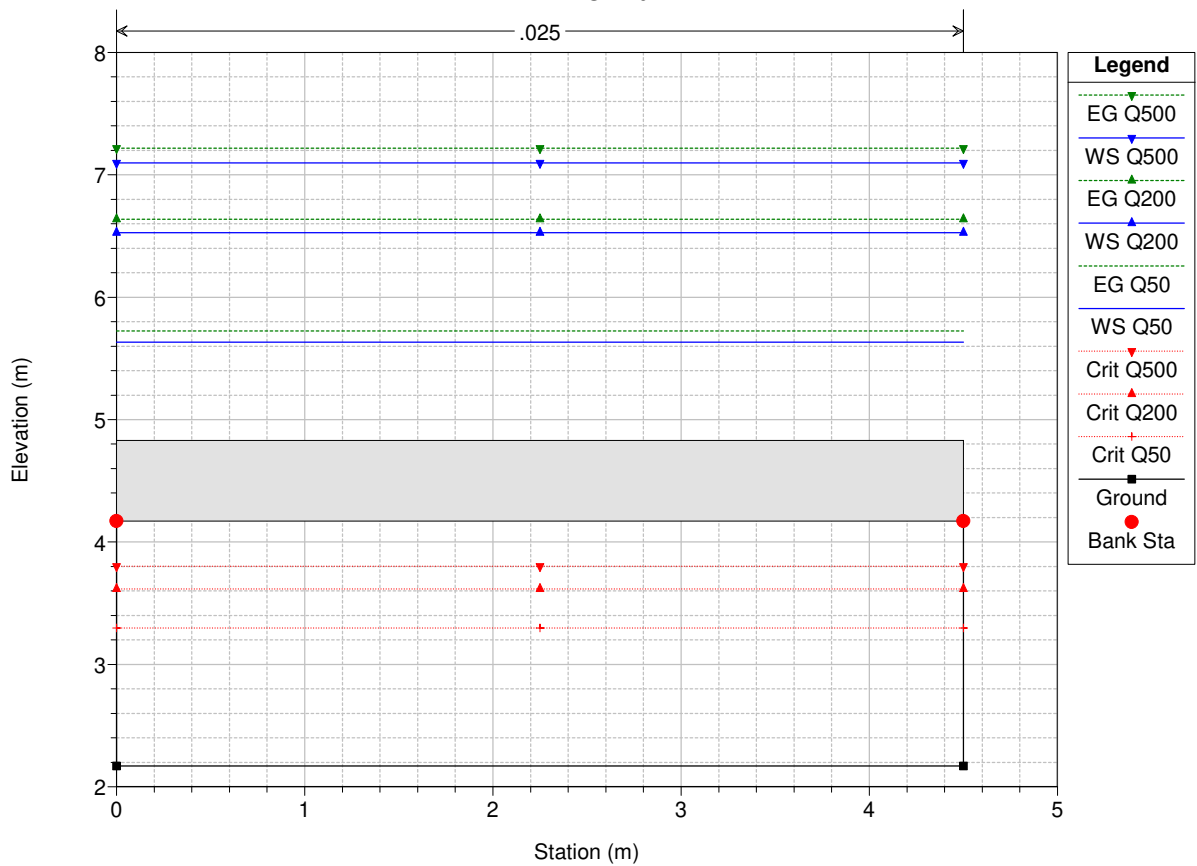
Rio-Santa-Brigida Plan: Max Q con finsider 1/19/2021  
RS = 12



Rio-Santa-Brigida Plan: Max Q con finsider 1/19/2021  
RS = 11

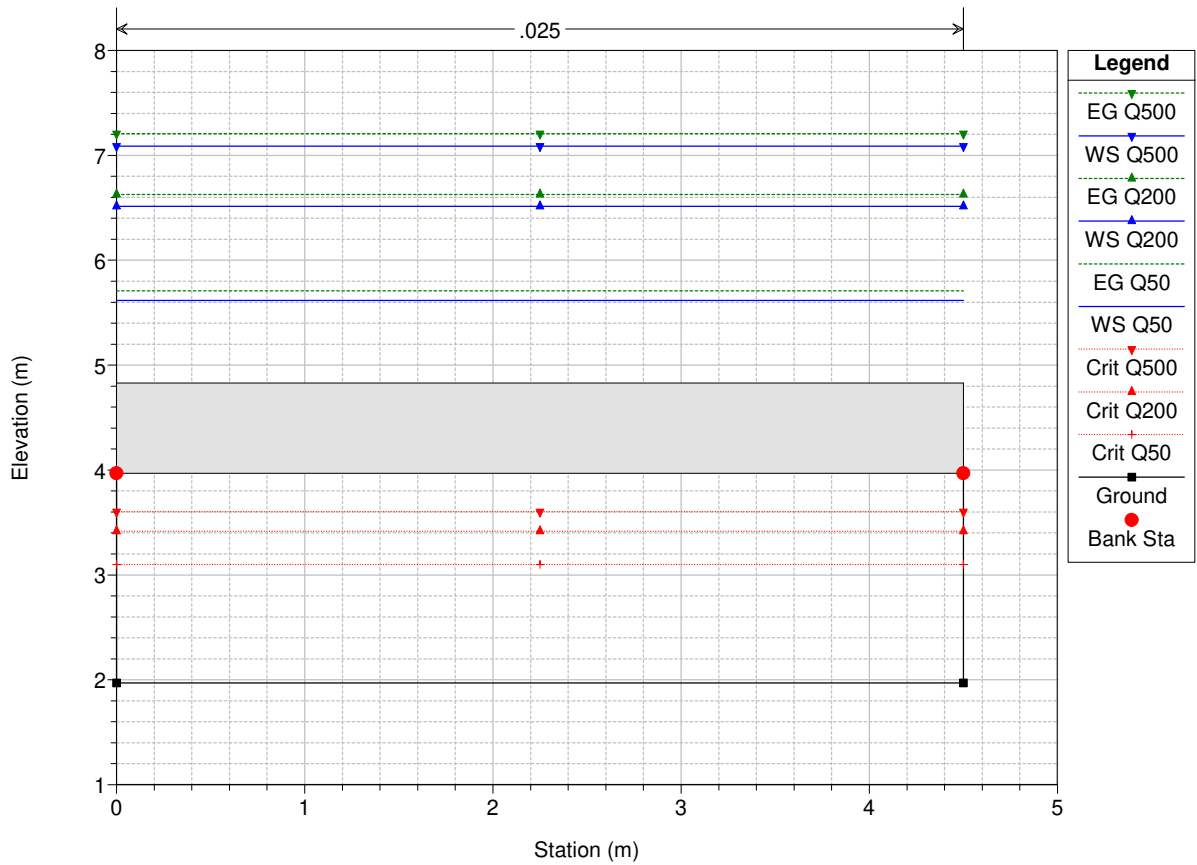


Rio-Santa-Brigida Plan: Max Q con finsider 1/19/2021  
RS = 10

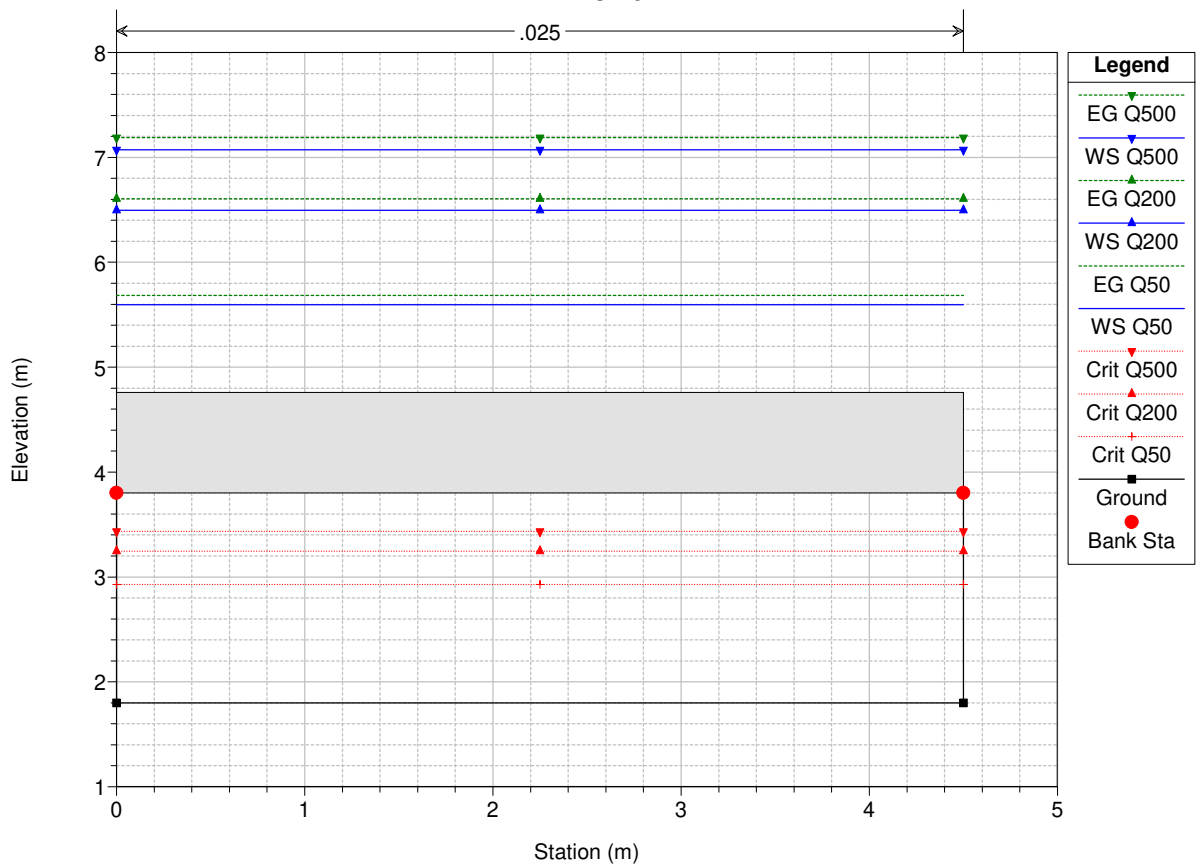




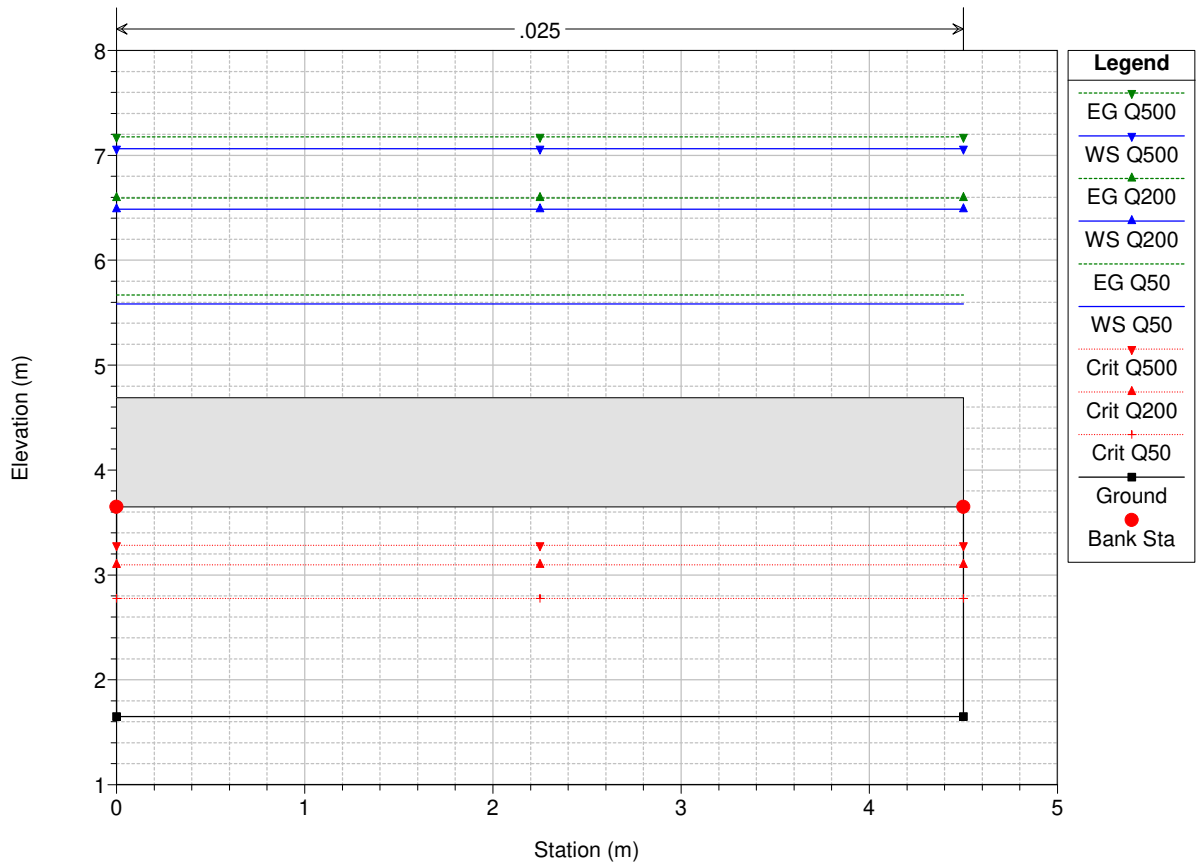
Rio-Santa-Brigida Plan: Max Q con finsider 1/19/2021  
RS = 9



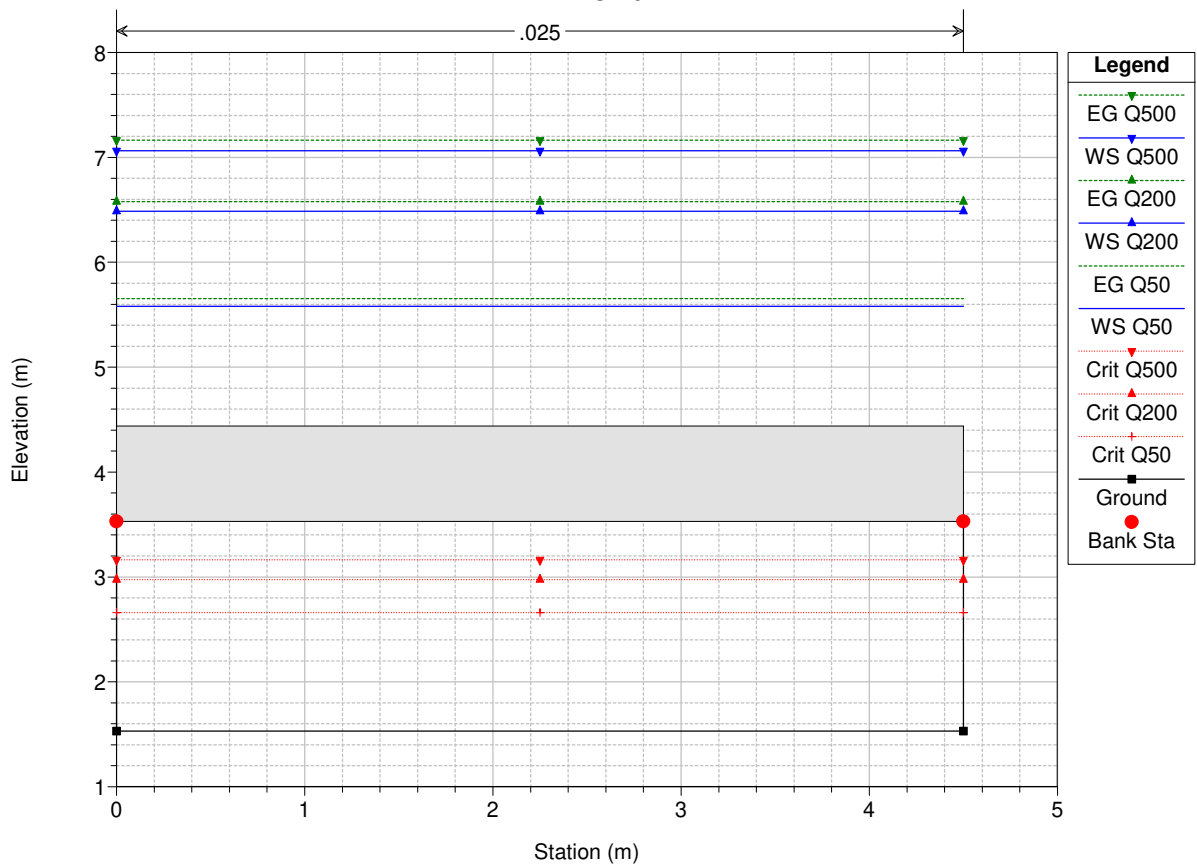
Rio-Santa-Brigida Plan: Max Q con finsider 1/19/2021  
RS = 8



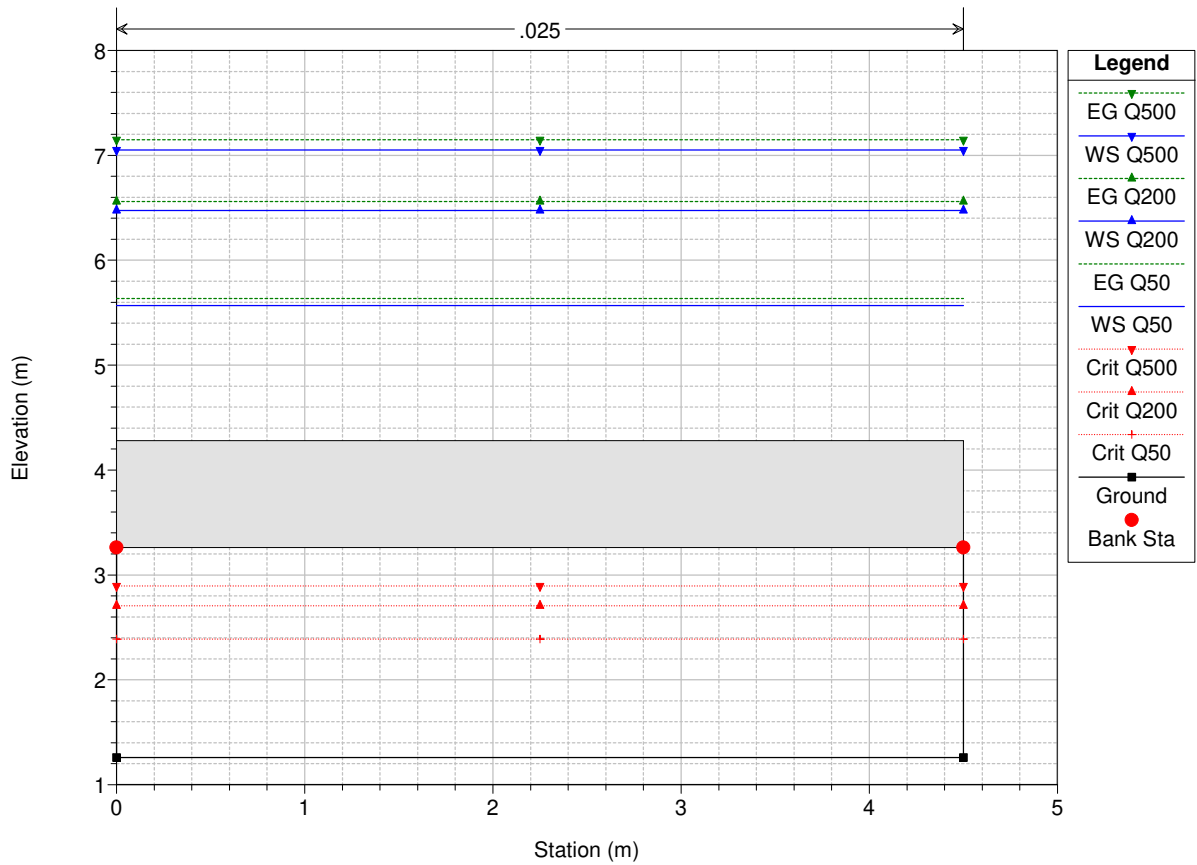
Rio-Santa-Brigida Plan: Max Q con finsider 1/19/2021  
RS = 7



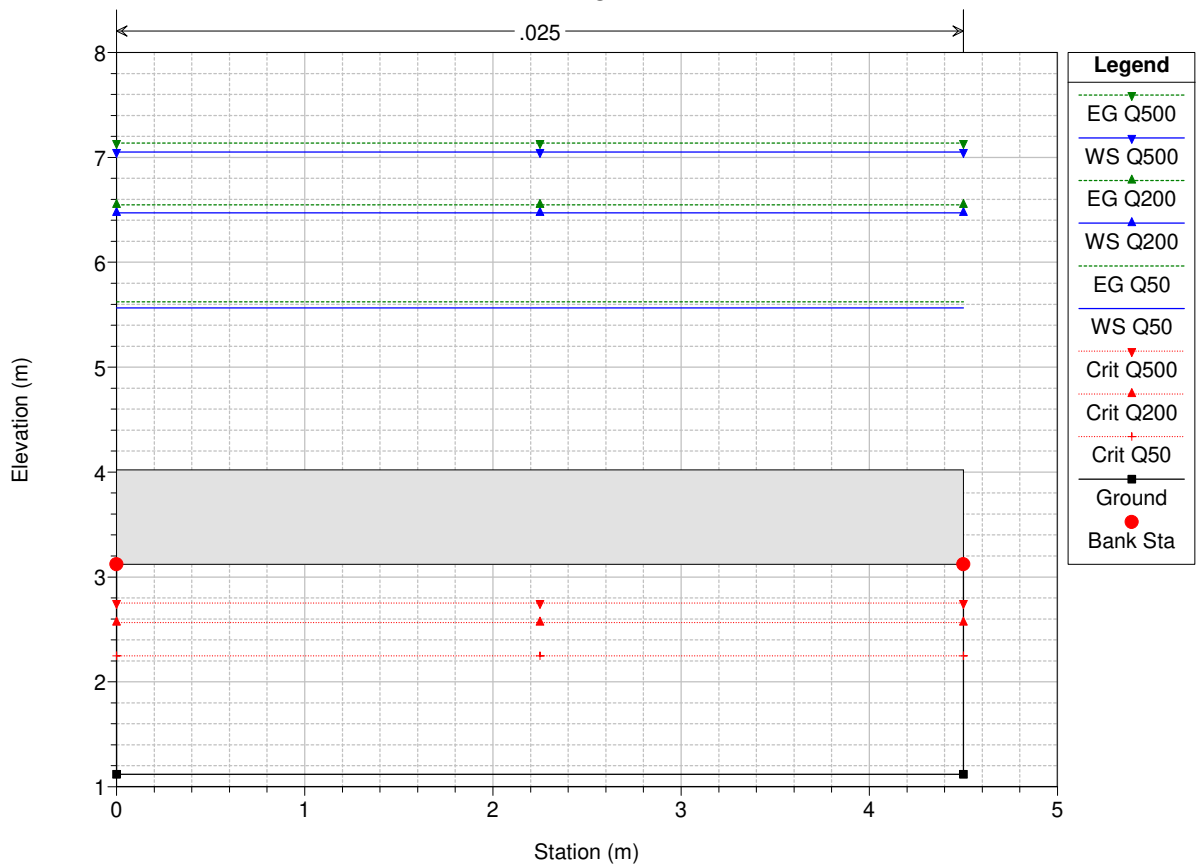
Rio-Santa-Brigida Plan: Max Q con finsider 1/19/2021  
RS = 6



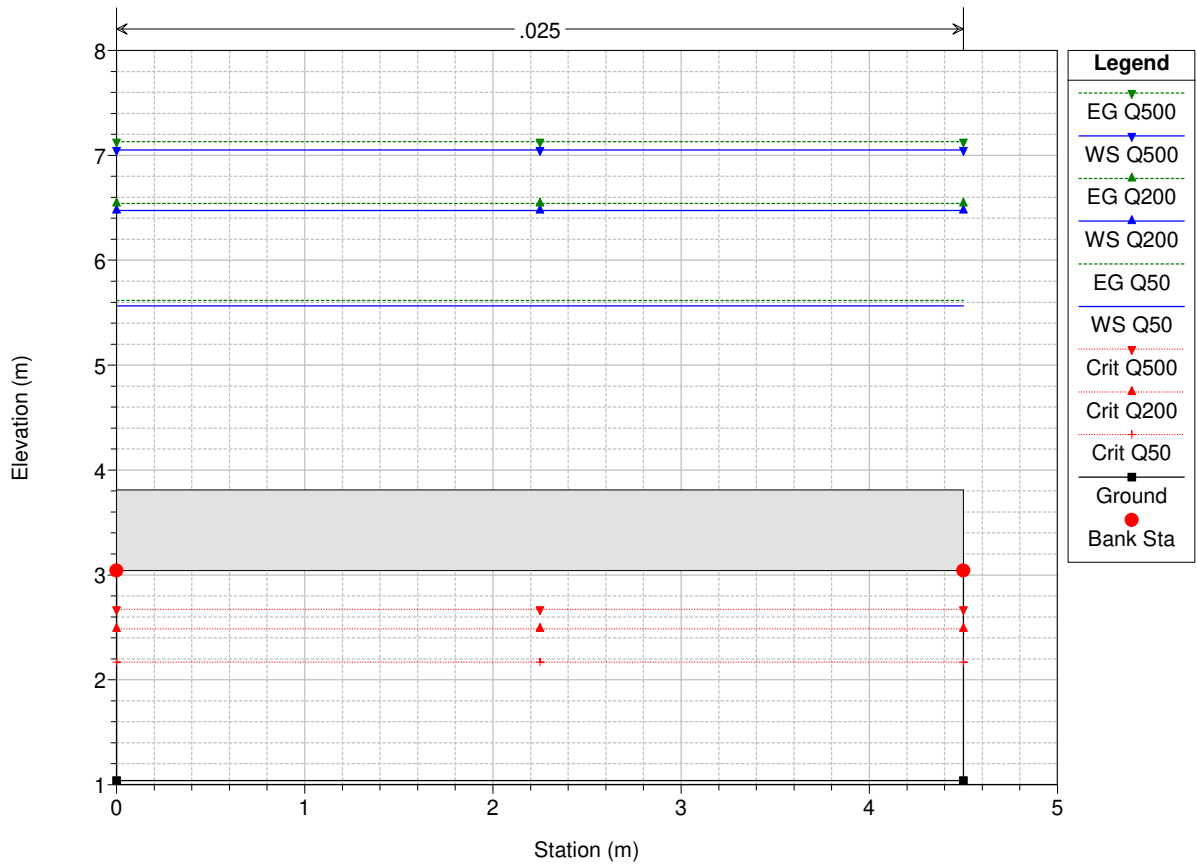
Rio-Santa-Brigida Plan: Max Q con finsider 1/19/2021  
RS = 5



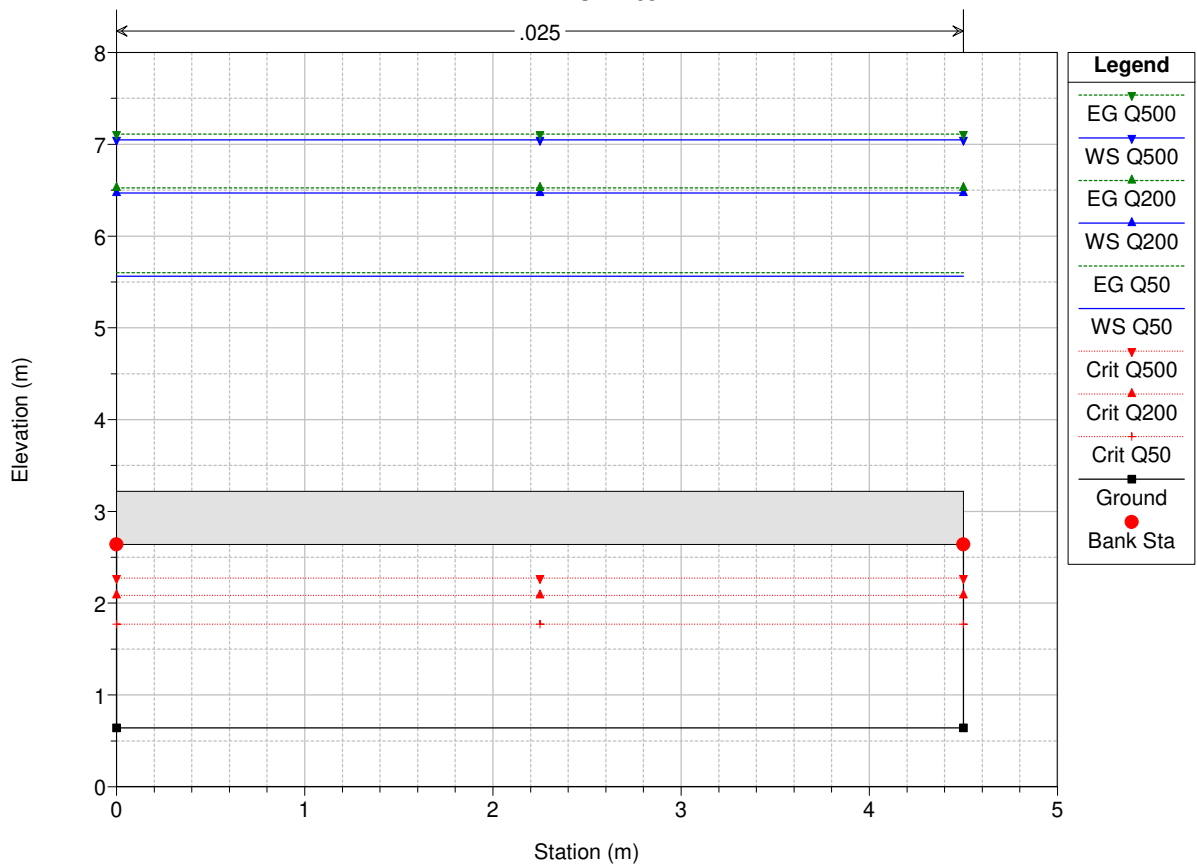
Rio-Santa-Brigida Plan: Max Q con finsider 1/19/2021  
RS = 4



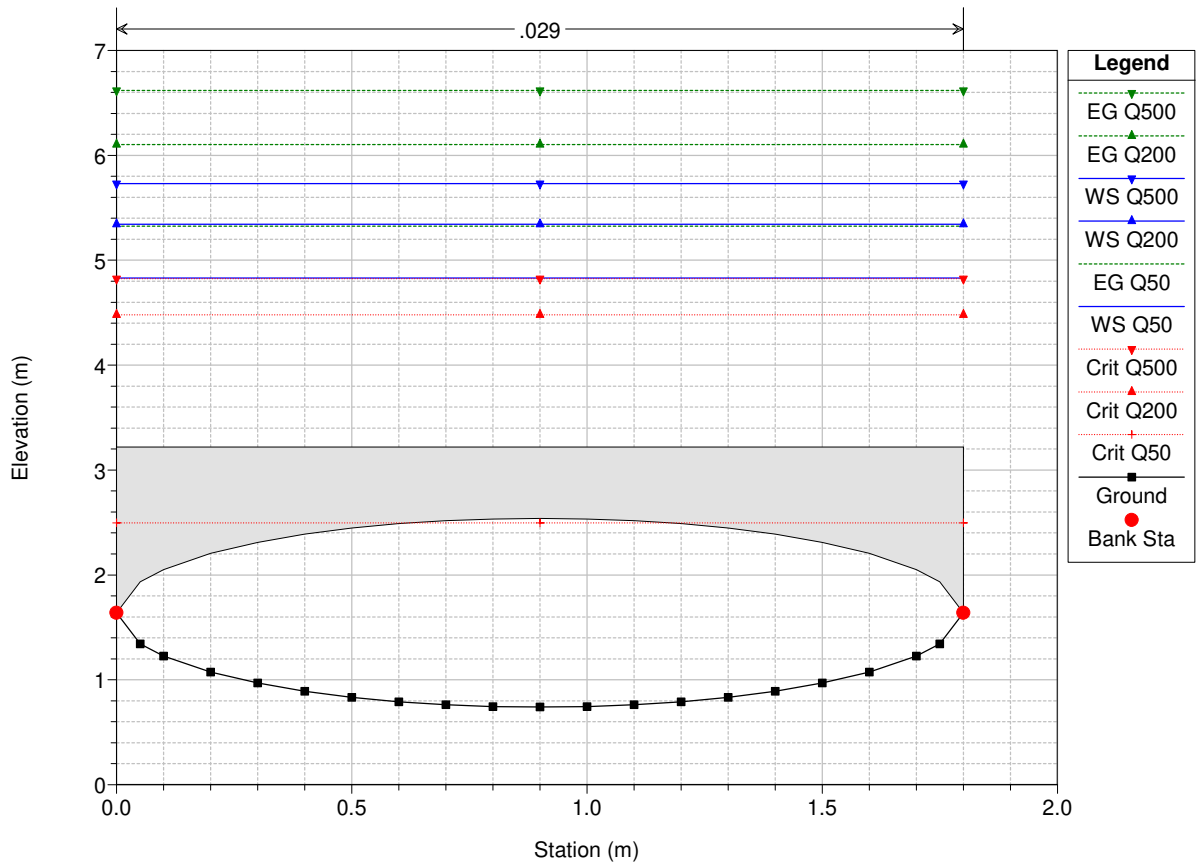
Rio-Santa-Brigida Plan: Max Q con finsider 1/19/2021  
RS = 3



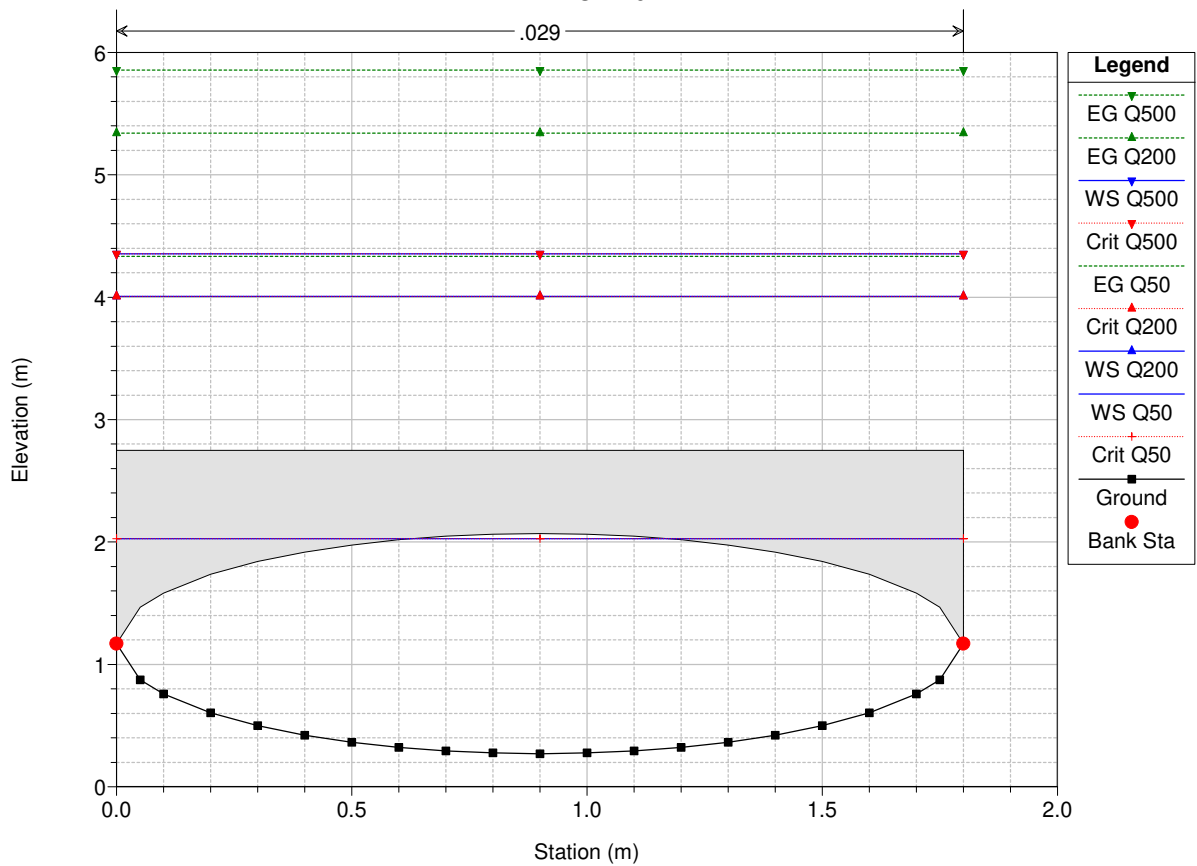
Rio-Santa-Brigida Plan: Max Q con finsider 1/19/2021  
RS = 2.53



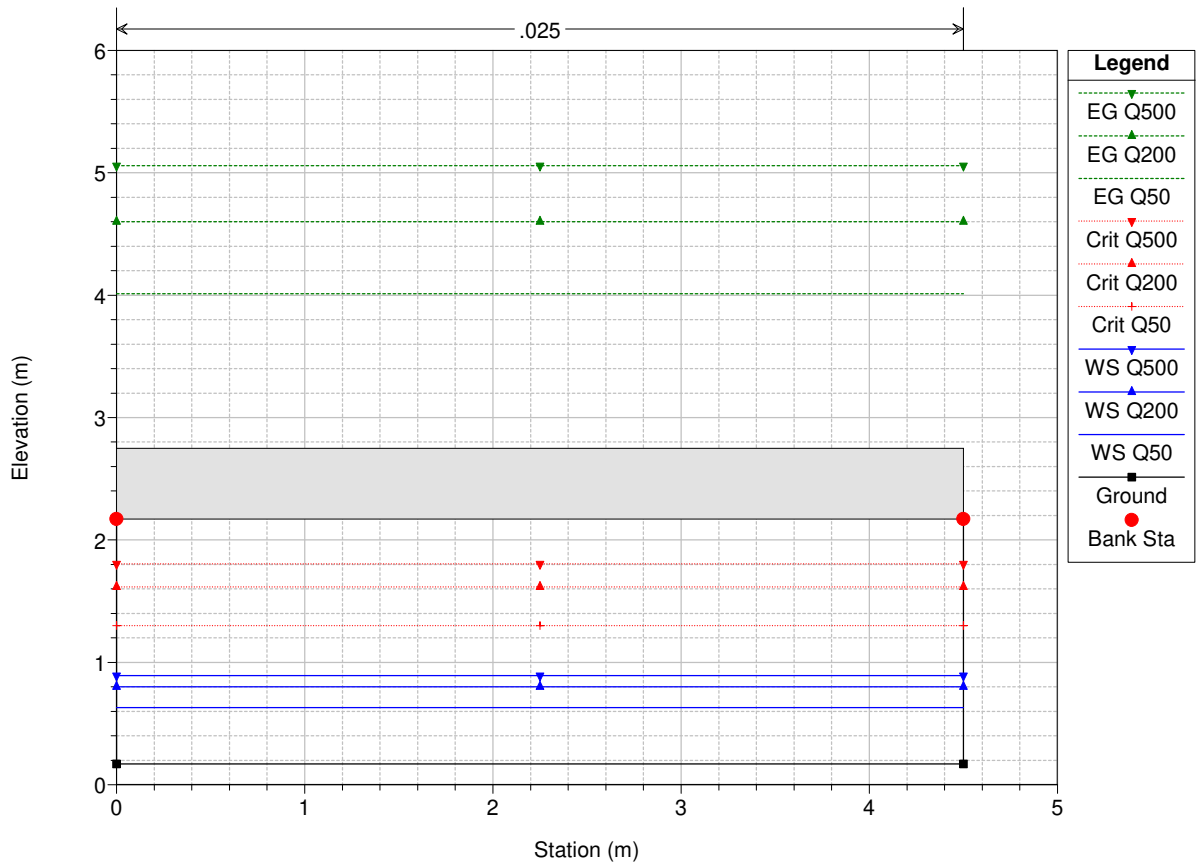
Rio-Santa-Brigida Plan: Max Q con finsider 1/19/2021  
RS = 2.52



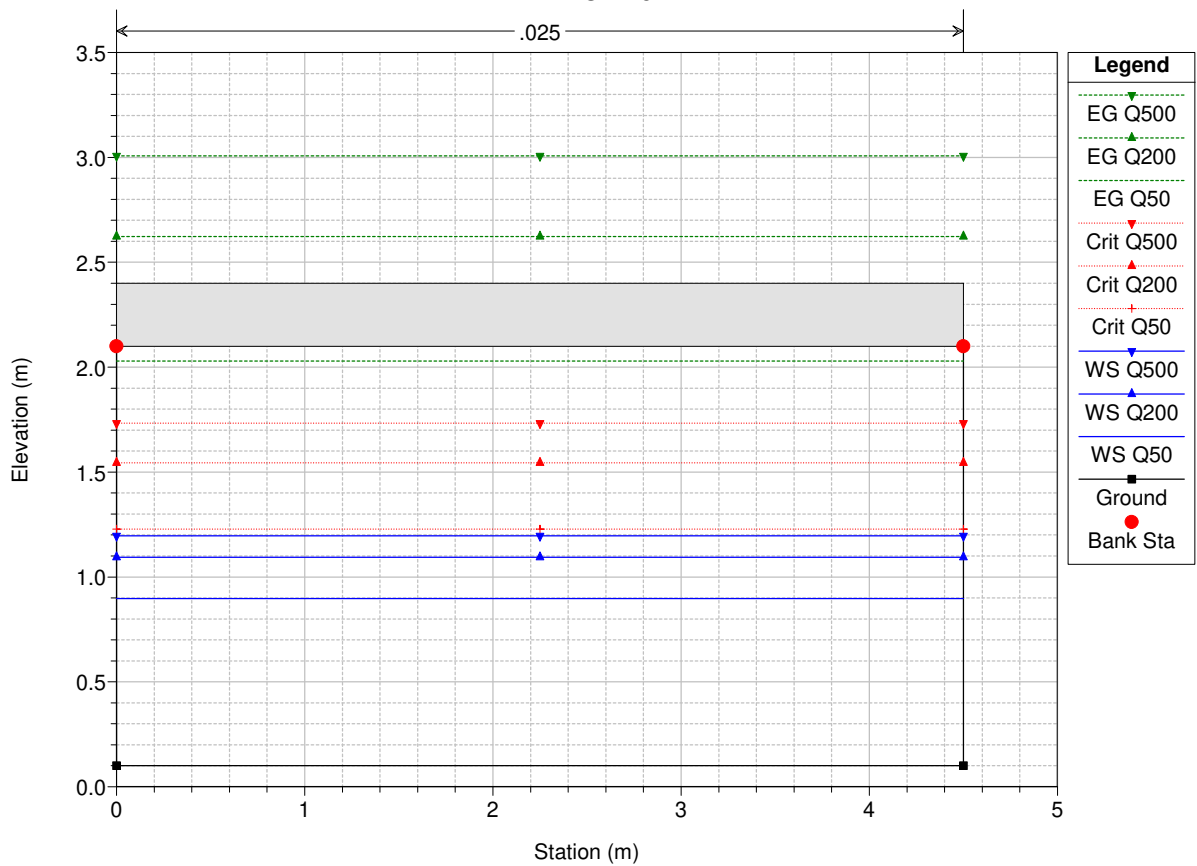
Rio-Santa-Brigida Plan: Max Q con finsider 1/19/2021  
RS = 2.51



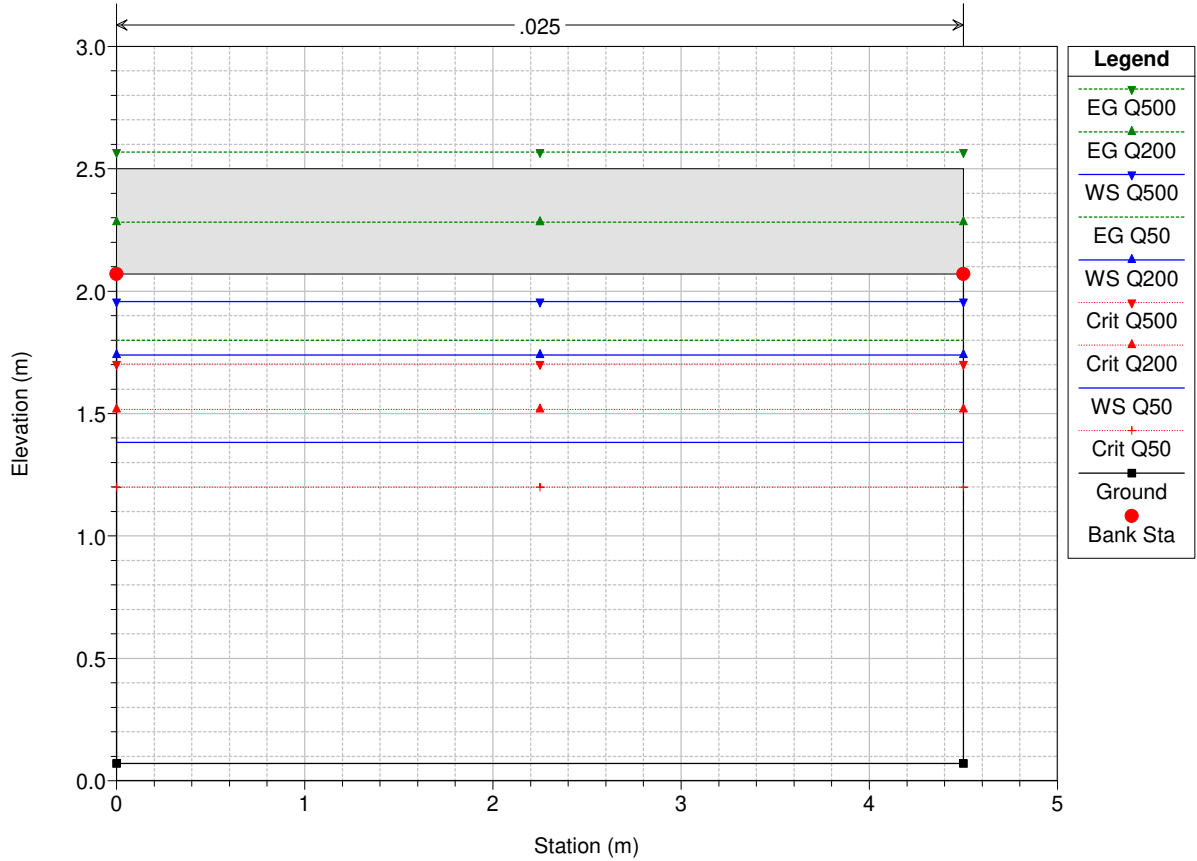
Rio-Santa-Brigida Plan: Max Q con finsider 1/19/2021  
RS = 2.5



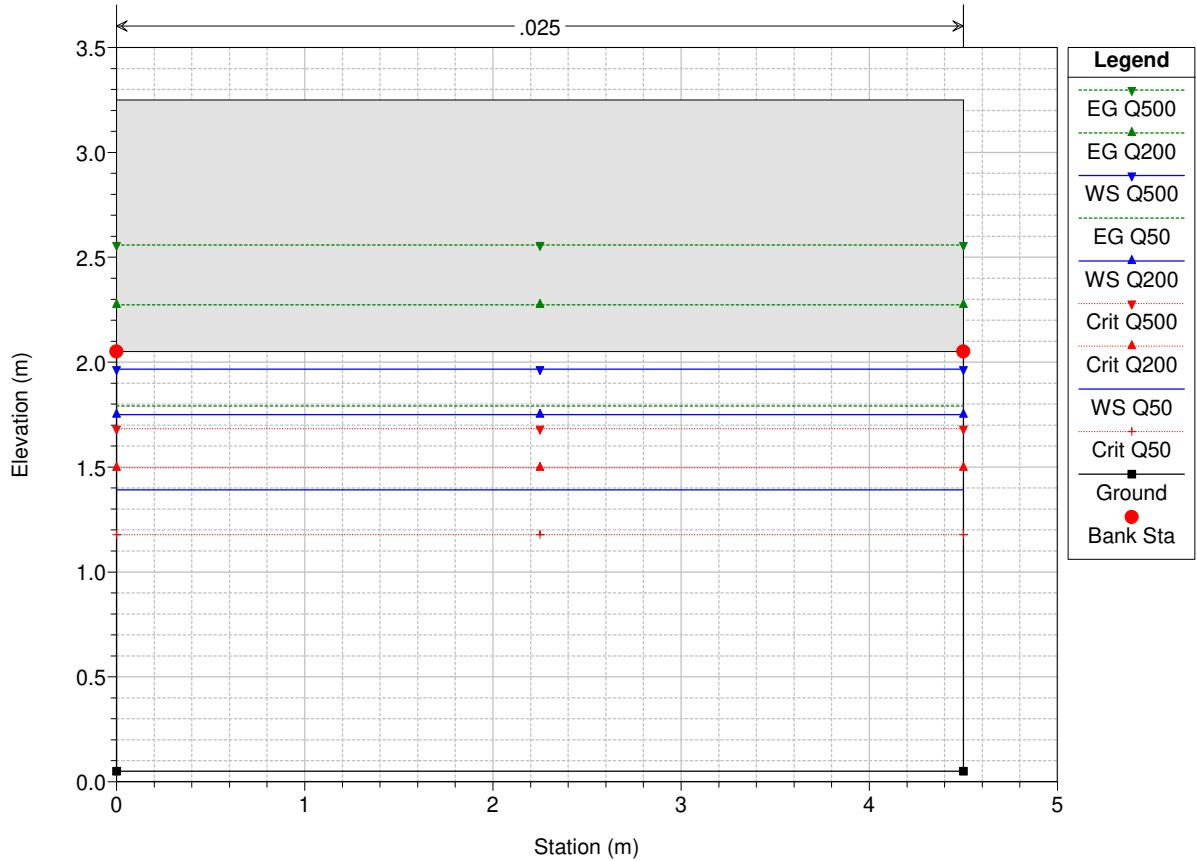
Rio-Santa-Brigida Plan: Max Q con finsider 1/19/2021  
RS = 2.3



Rio-Santa-Brigida Plan: Max Q con finsider 1/19/2021  
RS = 2.1

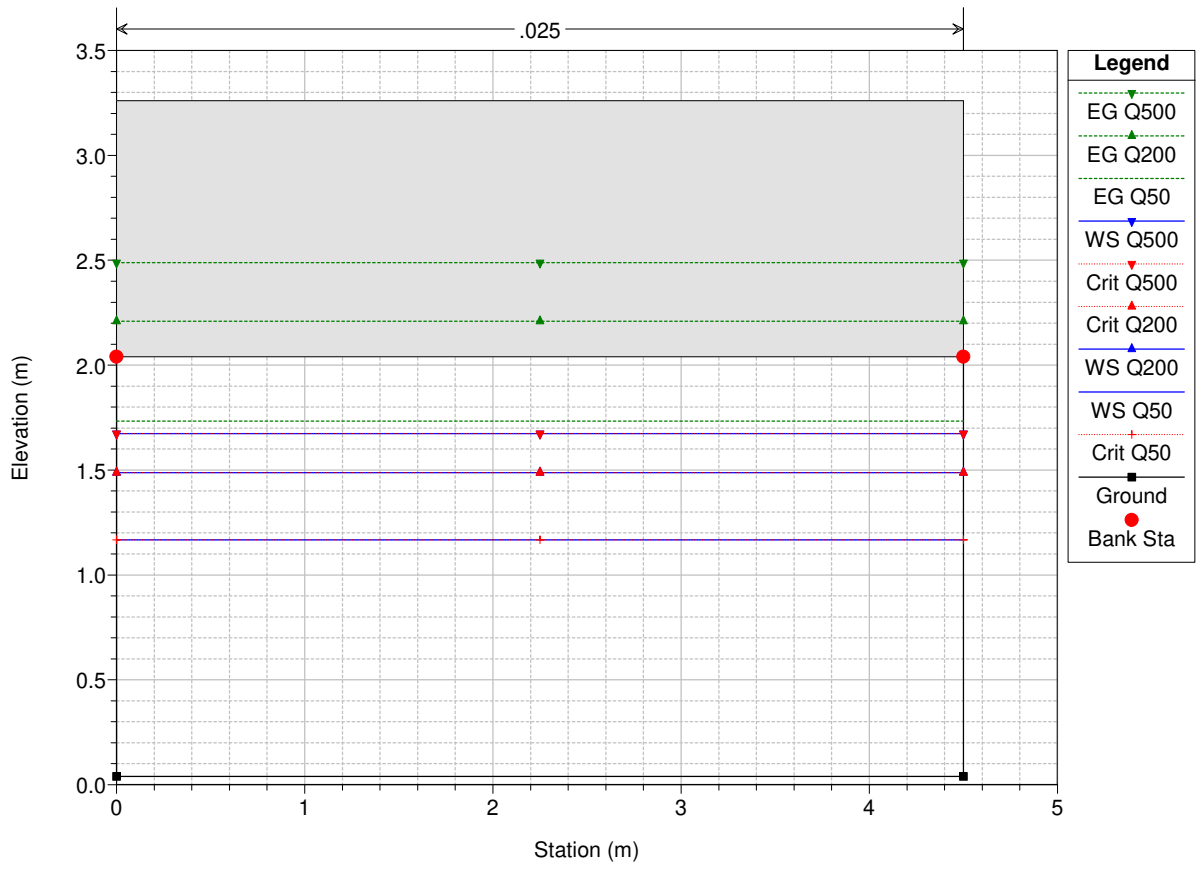


Rio-Santa-Brigida Plan: Max Q con finsider 1/19/2021  
RS = 2





Rio-Santa-Brigida Plan: Max Q con finsider 1/19/2021  
RS = 1



HEC-RAS Plan: Max Q con finsider River: Rio Santa Brigid Reach: Rio S. Brigida

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 S. Brigida	39	Q50	16.90	8.04	9.65	9.46	10.08	0.015281	2.91	5.82	4.42	0.81
Rio S. Brigida	39	Q200	24.50	8.04	10.00	9.80	10.56	0.016618	3.31	7.40	4.55	0.83
Rio S. Brigida	39	Q500	29.40	8.04	10.21	9.99	10.84	0.017331	3.53	8.34	4.55	0.83
Rio S. Brigida	38	Q50	16.90	8.04	9.46	9.46	10.04	0.023212	3.38	5.01	4.36	1.01
Rio S. Brigida	38	Q200	24.50	8.04	9.80	9.80	10.53	0.023596	3.77	6.50	4.48	1.00
Rio S. Brigida	38	Q500	29.40	8.04	10.10	9.99	10.81	0.020417	3.75	7.84	4.55	0.91
Rio S. Brigida	37	Q50	16.90	7.38	8.67	9.02	9.88	0.061997	4.86	3.48	3.34	1.52
Rio S. Brigida	37	Q200	24.50	7.38	9.82	9.41	10.37	0.017217	3.30	7.42	3.56	0.73
Rio S. Brigida	37	Q500	29.40	7.38	10.12	9.63	10.73	0.017496	3.46	8.51	3.62	0.72
Rio S. Brigida	36	Q50	16.90	6.91	8.82	8.70	9.39	0.023636	3.36	5.03	3.42	0.88
Rio S. Brigida	36	Q200	24.50	6.91	9.16	9.09	9.95	0.028175	3.93	6.23	3.48	0.94
Rio S. Brigida	36	Q500	29.40	6.91	9.37	9.32	10.28	0.030622	4.24	6.94	3.51	0.96
Rio S. Brigida	35	Q50	16.90	6.69	8.32	8.32	8.91	0.024414	3.40	4.97	4.21	1.00
Rio S. Brigida	35	Q200	24.50	6.69	8.66	8.66	9.41	0.025461	3.83	6.39	4.27	1.00
Rio S. Brigida	35	Q500	29.40	6.69	8.86	8.86	9.69	0.026100	4.06	7.24	4.30	1.00
Rio S. Brigida	34	Q50	16.90	6.52	8.05	8.11	8.58	0.026221	3.20	5.27	6.17	1.11
Rio S. Brigida	34	Q200	24.50	6.52	8.17	8.37	9.02	0.036436	4.08	6.01	6.21	1.32
Rio S. Brigida	34	Q500	29.40	6.52	9.05	8.52	9.38	0.007174	2.58	11.54	6.48	0.61
Rio S. Brigida	33	Q50	16.90	6.40	7.93	7.72	8.26	0.011128	2.55	6.67	5.80	0.75
Rio S. Brigida	33	Q200	24.50	6.40	8.47	8.00	8.79	0.007186	2.52	9.89	5.95	0.61
Rio S. Brigida	33	Q500	29.40	6.40	9.07	8.16	9.27	0.003468	2.04	16.18	8.90	0.43
Rio S. Brigida	32	Q50	16.90	6.18	7.89	7.53	8.12	0.006907	2.16	7.92	6.38	0.61
Rio S. Brigida	32	Q200	24.50	6.18	8.47	7.79	8.70	0.004570	2.14	11.66	6.55	0.50
Rio S. Brigida	32	Q500	29.40	6.18	9.07	7.94	9.22	0.002277	1.76	18.81	9.50	0.36
Rio S. Brigida	31	Q50	16.90	5.91	7.79	7.32	7.98	0.005775	1.91	8.86	6.86	0.53
Rio S. Brigida	31	Q200	24.50	5.91	8.42	7.59	8.60	0.003573	1.86	13.26	7.12	0.43
Rio S. Brigida	31	Q500	29.40	5.91	9.05	7.73	9.17	0.001852	1.58	20.47	9.40	0.31
Rio S. Brigida	30	Q50	16.90	5.91	7.48	7.20	7.82	0.012157	2.60	6.50	4.77	0.71
Rio S. Brigida	30	Q200	24.50	5.91	8.19	7.51	8.50	0.007619	2.45	10.19	6.57	0.54
Rio S. Brigida	30	Q500	29.40	5.91	8.99	7.69	9.13	0.002646	1.75	19.34	8.88	0.33
Rio S. Brigida	29.9	Q50	16.90	5.91	7.55	7.00	7.79	0.007773	2.16	7.82	4.77	0.54
Rio S. Brigida	29.9	Q200	24.50	5.91	8.24	7.30	8.48	0.005947	2.19	11.44	6.57	0.46
Rio S. Brigida	29.9	Q500	29.40	5.91	9.00	7.48	9.12	0.002389	1.64	20.41	8.88	0.30
Rio S. Brigida	29	Q50	16.90	5.59	7.48		7.64	0.004416	1.79	9.45	5.36	0.43
Rio S. Brigida	29	Q200	24.50	5.59	8.18		8.36	0.003716	1.85	13.23	5.36	0.38
Rio S. Brigida	29	Q500	29.40	5.59	8.92		9.06	0.002735	1.69	17.40	5.86	0.31
Rio S. Brigida	28.9	Q50	16.90	5.61	7.48		7.64	0.004440	1.79	9.42	5.36	0.43
Rio S. Brigida	28.9	Q200	24.50	5.61	8.18		8.36	0.003725	1.86	13.20	5.36	0.38
Rio S. Brigida	28.9	Q500	29.40	5.61	8.92		9.06	0.002738	1.69	17.37	5.86	0.31
Rio S. Brigida	27.1	Q50	16.90	5.45	7.01		7.50	0.020772	3.10	5.45	4.03	0.85
Rio S. Brigida	27.1	Q200	24.50	5.45	7.91		8.27	0.010188	2.63	9.33	4.56	0.59
Rio S. Brigida	27.1	Q500	29.40	5.45	8.76		9.00	0.005655	2.20	13.39	5.05	0.43
Rio S. Brigida	27	Q50	16.90	5.45	7.01	6.86	7.50	0.020789	3.10	5.45	4.03	0.85
Rio S. Brigida	27	Q200	24.50	5.45	7.91		8.27	0.010190	2.63	9.33	4.56	0.59
Rio S. Brigida	27	Q500	29.40	5.45	8.76		9.00	0.005655	2.20	13.39	5.05	0.43
Rio S. Brigida	26.9	Q50	16.90	5.45	6.86	6.86	7.48	0.028910	3.49	4.84	3.94	1.01
Rio S. Brigida	26.9	Q200	24.50	5.45	7.91		8.26	0.010240	2.63	9.31	4.56	0.59
Rio S. Brigida	26.9	Q500	29.40	5.45	8.76		9.00	0.005666	2.20	13.38	5.05	0.43
Rio S. Brigida	26.8	Q50	16.90	4.30	5.10	5.71	7.32	0.160693	6.59	2.56	3.20	2.35
Rio S. Brigida	26.8	Q200	24.50	4.30	8.04		8.21	0.004091	1.80	13.59	4.63	0.34
Rio S. Brigida	26.8	Q500	29.40	4.30	8.83		8.97	0.003104	1.69	17.42	5.09	0.29
Rio S. Brigida	23.5	Q50	16.90	3.78	6.19	5.16	6.55	0.009268	2.69	6.28		0.55
Rio S. Brigida	23.5	Q200	24.50	3.78	7.80	5.52	8.11	0.006956	2.48	9.89	3.72	0.39
Rio S. Brigida	23.5	Q500	29.40	3.78	8.65	6.99	8.91	0.004017	2.25	13.05	3.72	0.33
Rio S. Brigida	23	Q50	16.90	3.67	6.12	5.05	6.50	0.009605	2.72	6.21		0.56
Rio S. Brigida	23	Q200	24.50	3.67	7.48	5.41	8.03	0.016204	3.28	7.47	3.72	0.54
Rio S. Brigida	23	Q500	29.40	3.67	8.53	5.44	8.87	0.005724	2.58	11.39	3.72	0.37
Rio S. Brigida	22	Q50	16.90	3.46	5.94	4.93	6.37	0.011462	2.92	5.79		0.59
Rio S. Brigida	22	Q200	24.50	3.46	6.86	5.27	7.77	0.024089	4.23	5.79		0.73
Rio S. Brigida	22	Q500	29.40	3.46	7.33	5.27	8.64	0.034689	5.08	5.79		0.82
Rio S. Brigida	21	Q50	16.90	3.34	5.93	4.72	6.29	0.009182	2.68	6.30		0.53
Rio S. Brigida	21	Q200	24.50	3.34	6.83	5.08	7.60	0.019297	3.89	6.30		0.66
Rio S. Brigida	21	Q500	29.40	3.34	7.29	5.14	8.40	0.027788	4.66	6.30		0.75
Rio S. Brigida	20	Q50	16.90	3.16	5.80	4.54	6.17	0.009205	2.68	6.30		0.53

HEC-RAS Plan: Max Q con fnsider River: Rio Santa Brigid Reach: Rio S. Brigida (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
Rio S. Brigida	20	Q200	24.50	3.16	6.57	4.90	7.35	0.019347	3.89	6.30		0.67
Rio S. Brigida	20	Q500	29.40	3.16	6.92	4.95	8.03	0.027859	4.67	6.30		0.77
Rio S. Brigida	19	Q50	16.90	3.04	5.73	4.41	6.09	0.009272	2.68	6.30		0.52
Rio S. Brigida	19	Q200	24.50	3.04	6.41	4.77	7.18	0.019487	3.89	6.30		0.68
Rio S. Brigida	19	Q500	29.40	3.04	6.69	4.83	7.80	0.028062	4.67	6.30		0.78
Rio S. Brigida	18	Q50	16.90	2.96	5.82	4.14	6.01	0.005171	1.91	8.83		0.36
Rio S. Brigida	18	Q200	24.50	2.96	6.72	4.46	6.97	0.007337	2.19	11.19	4.50	0.36
Rio S. Brigida	18	Q500	29.40	2.96	7.24	4.64	7.48	0.005625	2.18	13.52	4.50	0.34
Rio S. Brigida	17	Q50	16.90	2.74	5.74	3.92	5.93	0.005355	1.94	8.72		0.36
Rio S. Brigida	17	Q200	24.50	2.74	6.58	4.24	6.86	0.009010	2.34	10.49	4.47	0.38
Rio S. Brigida	17	Q500	29.40	2.74	7.14	4.43	7.40	0.006345	2.26	13.00	4.47	0.34
Rio S. Brigida	16	Q50	16.90	2.71	5.73	3.90	5.92	0.005218	1.92	8.79		0.35
Rio S. Brigida	16	Q200	24.50	2.71	6.55	4.22	6.83	0.009141	2.35	10.45	4.45	0.38
Rio S. Brigida	16	Q500	29.40	2.71	7.12	4.41	7.38	0.006372	2.26	12.99	4.45	0.34
Rio S. Brigida	15	Q50	16.90	2.68	5.76	3.86	5.87	0.003123	1.46	11.58	4.50	0.27
Rio S. Brigida	15	Q200	24.50	2.68	6.63	4.18	6.75	0.002488	1.58	15.49	4.50	0.25
Rio S. Brigida	15	Q500	29.40	2.68	7.18	4.37	7.32	0.002171	1.63	18.00	4.50	0.25
Rio S. Brigida	14	Q50	16.90	2.65	5.70	3.78	5.81	0.003375	1.50	11.30	4.50	0.27
Rio S. Brigida	14	Q200	24.50	2.65	6.58	4.10	6.71	0.002599	1.60	15.27	4.50	0.26
Rio S. Brigida	14	Q500	29.40	2.65	7.15	4.28	7.29	0.002241	1.65	17.80	4.50	0.25
Rio S. Brigida	13	Q50	16.90	2.63	5.69	3.76	5.78	0.002697	1.40	12.08	4.50	0.26
Rio S. Brigida	13	Q200	24.50	2.63	6.57	4.08	6.69	0.002190	1.52	16.07	4.50	0.25
Rio S. Brigida	13	Q500	29.40	2.63	7.14	4.26	7.26	0.001931	1.58	18.62	4.50	0.24
Rio S. Brigida	12	Q50	16.90	2.47	5.68	3.60	5.77	0.002261	1.32	12.81	4.50	0.24
Rio S. Brigida	12	Q200	24.50	2.47	6.57	3.92	6.67	0.001922	1.46	16.81	4.50	0.23
Rio S. Brigida	12	Q500	29.40	2.47	7.13	4.10	7.25	0.001728	1.52	19.36	4.50	0.22
Rio S. Brigida	11	Q50	16.90	2.45	5.67	3.58	5.76	0.001650	1.31	12.86	4.50	0.23
Rio S. Brigida	11	Q200	24.50	2.45	6.56	3.89	6.67	0.001405	1.45	16.86	4.50	0.23
Rio S. Brigida	11	Q500	29.40	2.45	7.13	4.08	7.24	0.001264	1.51	19.42	4.50	0.22
Rio S. Brigida	10	Q50	16.90	2.17	5.63	3.30	5.72	0.001737	1.34	12.61	4.50	0.23
Rio S. Brigida	10	Q200	24.50	2.17	6.53	3.62	6.64	0.001448	1.47	16.64	4.50	0.23
Rio S. Brigida	10	Q500	29.40	2.17	7.10	3.80	7.22	0.001293	1.53	19.21	4.50	0.22
Rio S. Brigida	9	Q50	16.90	1.97	5.62	3.10	5.71	0.001772	1.35	12.54	4.50	0.23
Rio S. Brigida	9	Q200	24.50	1.97	6.51	3.42	6.63	0.001467	1.48	16.58	4.50	0.22
Rio S. Brigida	9	Q500	29.40	1.97	7.09	3.60	7.21	0.001305	1.53	19.16	4.50	0.22
Rio S. Brigida	8	Q50	16.90	1.80	5.59	2.93	5.68	0.001673	1.33	12.75	4.50	0.22
Rio S. Brigida	8	Q200	24.50	1.80	6.50	3.24	6.61	0.001399	1.46	16.81	4.50	0.21
Rio S. Brigida	8	Q500	29.40	1.80	7.07	3.43	7.19	0.001251	1.52	19.40	4.50	0.21
Rio S. Brigida	7	Q50	16.90	1.65	5.58	2.78	5.67	0.001562	1.30	13.02	4.50	0.21
Rio S. Brigida	7	Q200	24.50	1.65	6.49	3.10	6.59	0.001326	1.43	17.09	4.50	0.21
Rio S. Brigida	7	Q500	29.40	1.65	7.06	3.28	7.18	0.001193	1.49	19.68	4.50	0.21
Rio S. Brigida	6	Q50	16.90	1.53	5.58	2.66	5.65	0.001189	1.20	14.13	4.50	0.19
Rio S. Brigida	6	Q200	24.50	1.53	6.49	2.98	6.58	0.001074	1.35	18.21	4.50	0.19
Rio S. Brigida	6	Q500	29.40	1.53	7.06	3.16	7.16	0.000992	1.41	20.80	4.50	0.19
Rio S. Brigida	5	Q50	16.90	1.26	5.57	2.39	5.63	0.001020	1.14	14.79	4.50	0.18
Rio S. Brigida	5	Q200	24.50	1.26	6.47	2.71	6.56	0.000952	1.30	18.88	4.50	0.18
Rio S. Brigida	5	Q500	29.40	1.26	7.05	2.89	7.15	0.000892	1.37	21.47	4.50	0.18
Rio S. Brigida	4	Q50	16.90	1.12	5.56	2.25	5.62	0.000794	1.06	15.95	4.50	0.16
Rio S. Brigida	4	Q200	24.50	1.12	6.47	2.57	6.55	0.000780	1.22	20.04	4.50	0.17
Rio S. Brigida	4	Q500	29.40	1.12	7.05	2.75	7.14	0.000748	1.30	22.63	4.50	0.17
Rio S. Brigida	3	Q50	16.90	1.04	5.57	2.17	5.62	0.000655	1.00	16.90	4.50	0.15
Rio S. Brigida	3	Q200	24.50	1.04	6.47	2.49	6.54	0.000669	1.17	20.98	4.50	0.16
Rio S. Brigida	3	Q500	29.40	1.04	7.05	2.67	7.13	0.000652	1.25	23.58	4.50	0.16
Rio S. Brigida	2.53	Q50	16.90	0.64	5.56	1.77	5.60	0.000404	0.87	19.54	4.50	0.12
Rio S. Brigida	2.53	Q200	24.50	0.64	6.47	2.09	6.52	0.000451	1.04	23.62	4.50	0.14
Rio S. Brigida	2.53	Q500	29.40	0.64	7.05	2.27	7.11	0.000458	1.12	26.22	4.50	0.14
Rio S. Brigida	2.52	Q50	16.90	0.74	4.83	2.50	5.33	0.012418	3.11	5.43	1.80	0.49
Rio S. Brigida	2.52	Q200	24.50	0.74	5.34	4.48	6.10	0.015502	3.86	6.35	1.80	0.57
Rio S. Brigida	2.52	Q500	29.40	0.74	5.73	4.82	6.62	0.015766	4.17	7.04	1.80	0.60
Rio S. Brigida	2.51	Q50	16.90	0.27	2.03	2.03	4.33	0.097705	6.73	2.51	0.54	1.62
Rio S. Brigida	2.51	Q200	24.50	0.27	4.01	4.01	5.34	0.039552	5.11	4.79	1.80	0.84
Rio S. Brigida	2.51	Q500	29.40	0.27	4.35	4.35	5.86	0.037895	5.43	5.42	1.80	0.86
Rio S. Brigida	2.5	Q50	16.90	0.17	0.63	1.30	4.01	0.149047	8.14	2.08	4.50	3.83
Rio S. Brigida	2.5	Q200	24.50	0.17	0.80	1.62	4.60	0.119688	8.63	2.84	4.50	3.47

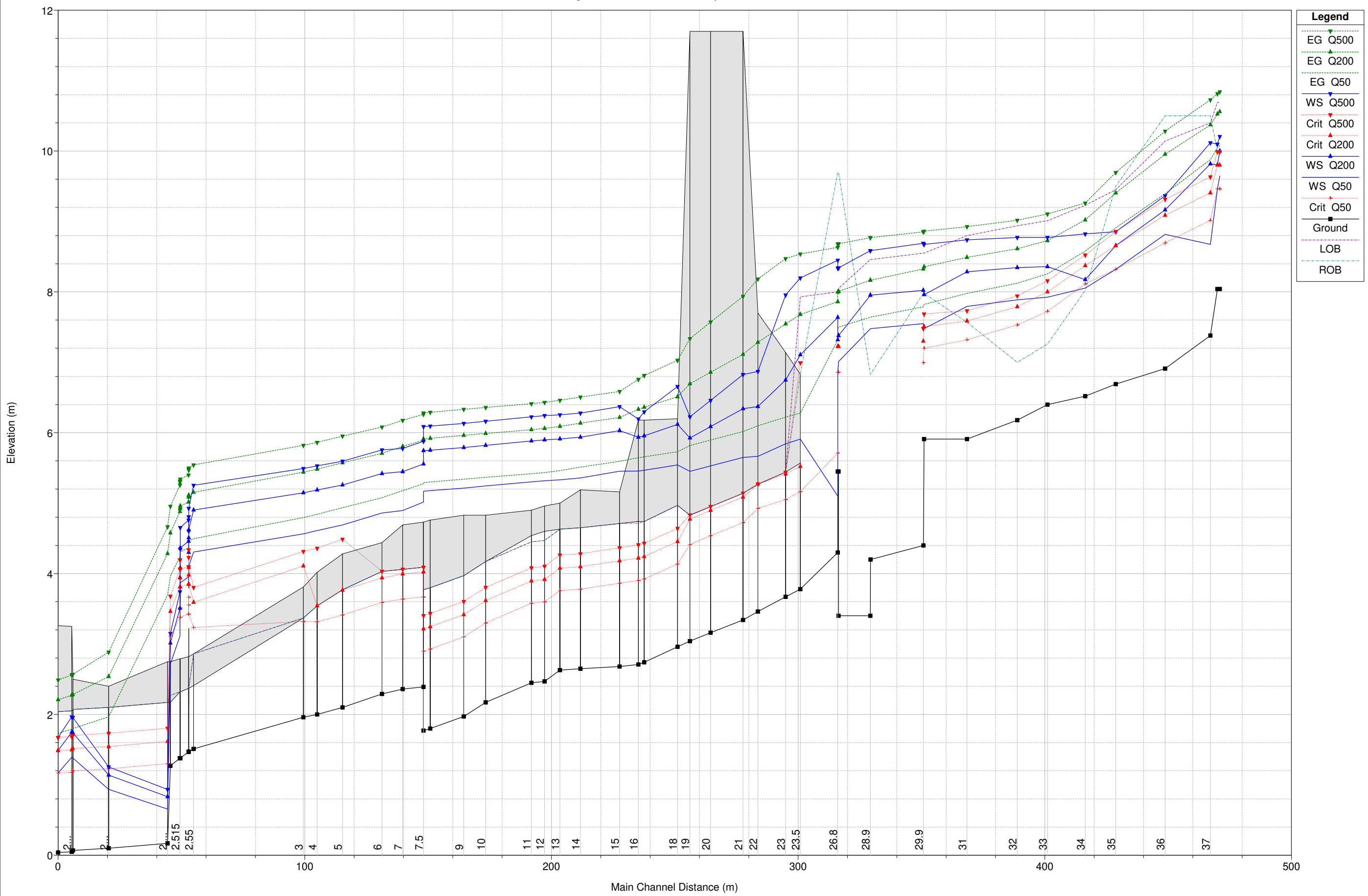
HEC-RAS Plan: Max Q con finsider River: Rio Santa Brigid Reach: Rio S. Brigida (Continued)

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
Rio S. Brigida	2.5	Q500	29.40	0.17	0.89	1.80	5.06	0.114070	9.04	3.25	4.50	3.39
Rio S. Brigida	2.3	Q50	16.90	0.10	0.90	1.23	2.03	0.028156	4.71	3.59	4.50	1.69
Rio S. Brigida	2.3	Q200	24.50	0.10	1.09	1.54	2.62	0.030781	5.48	4.47	4.50	1.75
Rio S. Brigida	2.3	Q500	29.40	0.10	1.20	1.73	3.01	0.033370	5.96	4.93	4.50	1.82
Rio S. Brigida	2.1	Q50	16.90	0.07	1.38	1.20	1.80	0.006575	2.86	5.91	4.50	0.80
Rio S. Brigida	2.1	Q200	24.50	0.07	1.74	1.52	2.28	0.007034	3.26	7.51	4.50	0.81
Rio S. Brigida	2.1	Q500	29.40	0.07	1.96	1.70	2.57	0.007232	3.46	8.49	4.50	0.80
Rio S. Brigida	2	Q50	16.90	0.05	1.39	1.18	1.79	0.006172	2.80	6.04	4.50	0.77
Rio S. Brigida	2	Q200	24.50	0.05	1.75	1.50	2.27	0.006699	3.20	7.65	4.50	0.78
Rio S. Brigida	2	Q500	29.40	0.05	1.97	1.68	2.56	0.006932	3.41	8.63	4.50	0.79
Rio S. Brigida	1	Q50	16.90	0.04	1.17	1.17	1.73	0.010156	3.33	5.07	4.50	1.00
Rio S. Brigida	1	Q200	24.50	0.04	1.49	1.49	2.21	0.010477	3.76	6.51	4.50	1.00
Rio S. Brigida	1	Q500	29.40	0.04	1.67	1.67	2.49	0.010762	4.00	7.35	4.50	1.00

Progetto n.		Pag. N°	19 of 19
Committente	Comune di Celle Ligure		
Titolo Progetto	Aggiornamento piano di protezione civile		
Documento	Relazione idraulica		

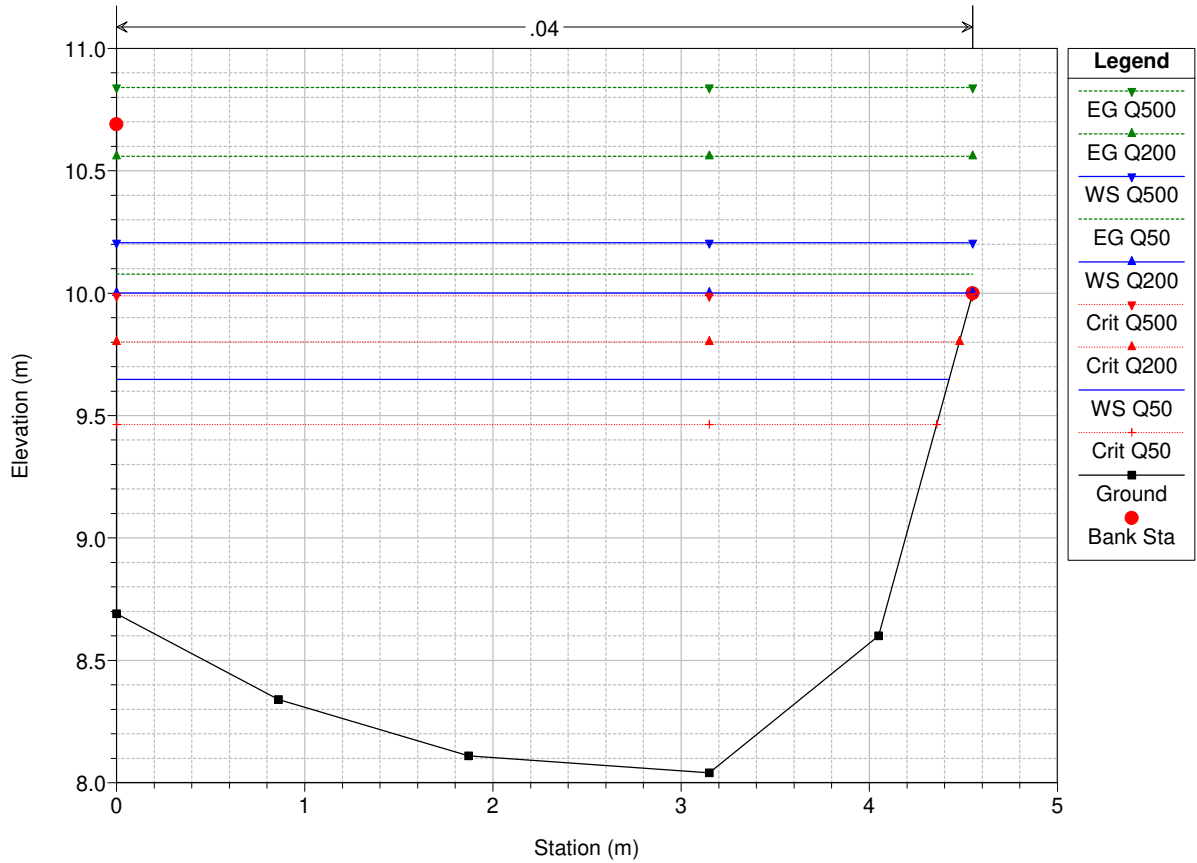
## **ALLEGATO 4**

Emesso	L. Toso	Verificato	P. Parodi	Approvato	R. Desalvo	Revisione	
--------	---------	------------	-----------	-----------	------------	-----------	--

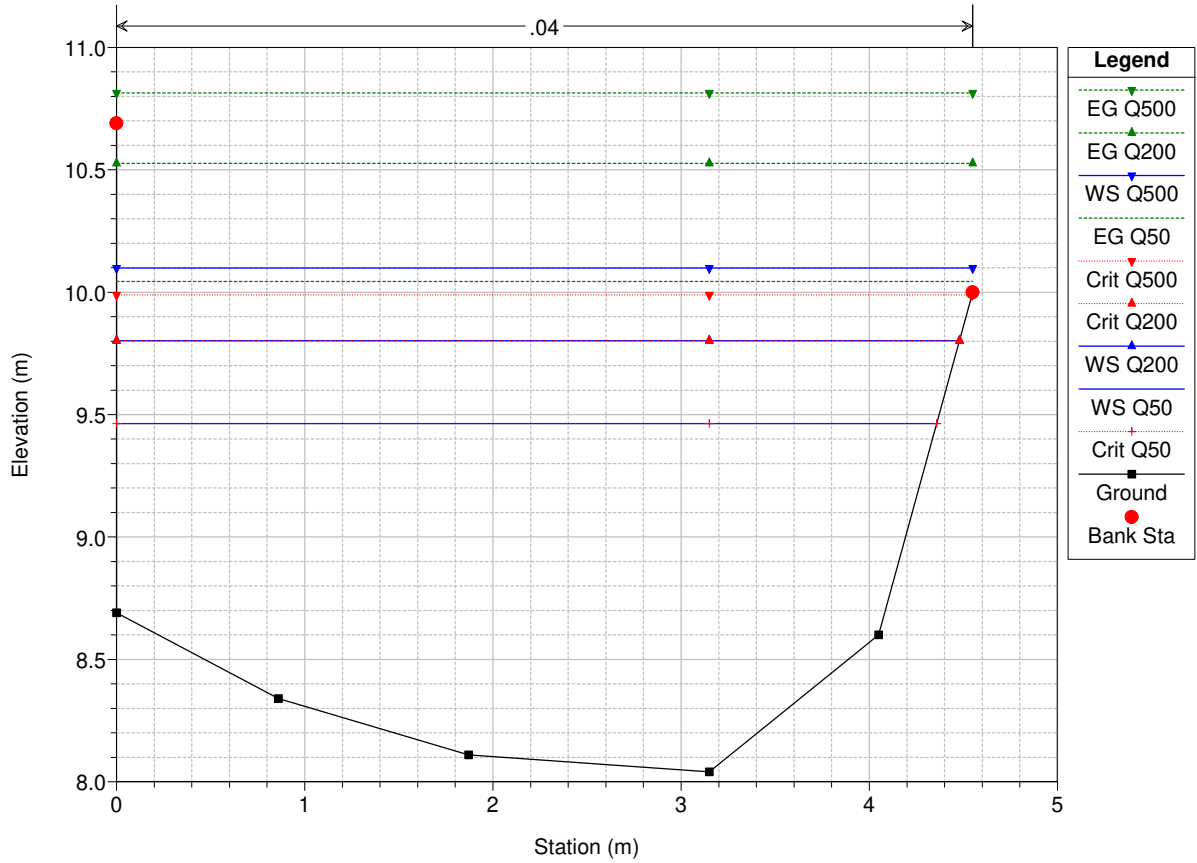


Legend	
EG Q500	Green inverted triangle
EG Q200	Green triangle
EG Q50	Green diamond
WS Q500	Blue inverted triangle
Crit Q500	Red inverted triangle
Crit Q200	Red triangle
WS Q200	Blue triangle
WS Q50	Blue diamond
Crit Q50	Red diamond
Ground	Black square
LOB	Purple dashed line
ROB	Cyan dashed line

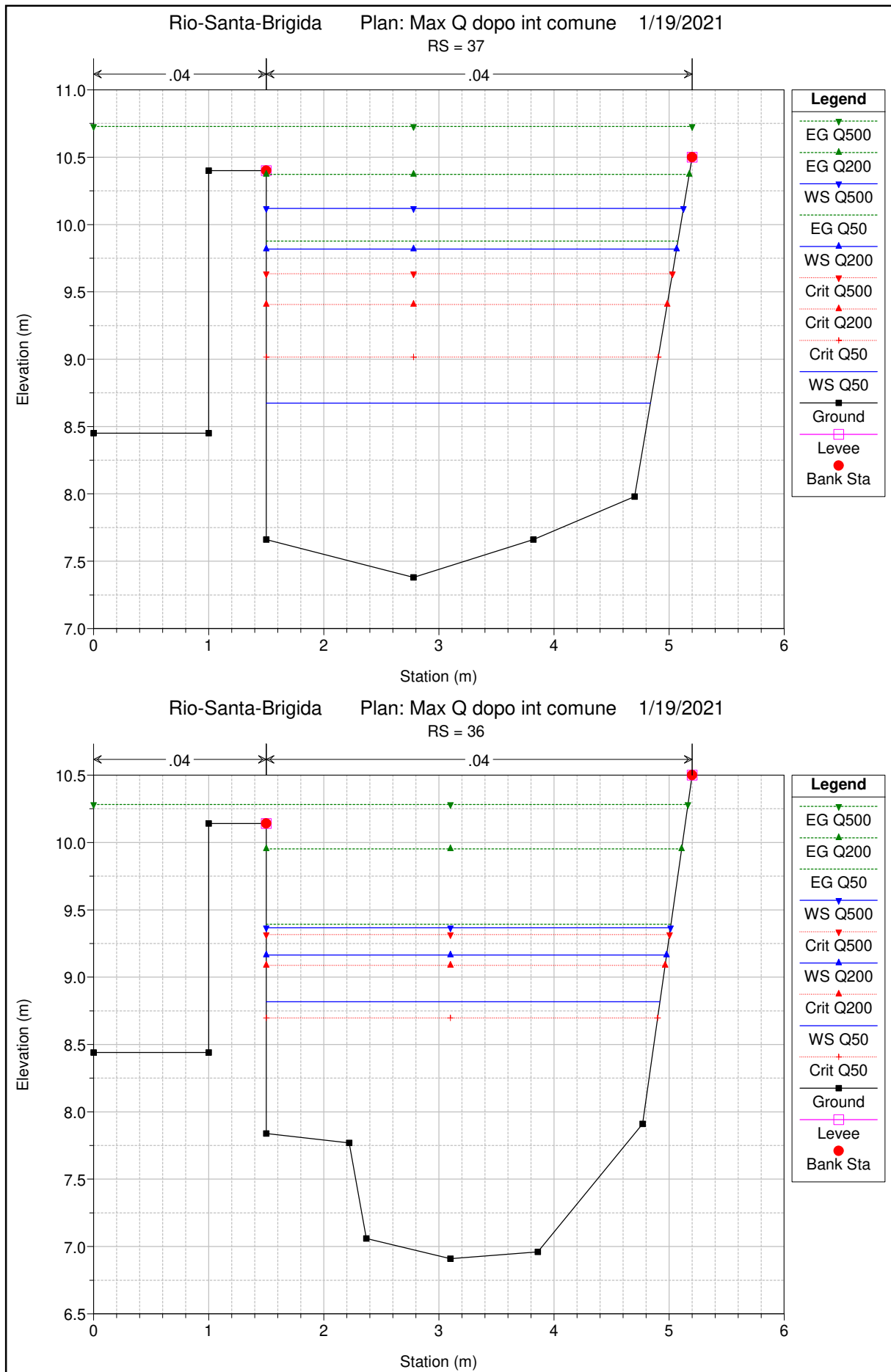
Rio-Santa-Brigida Plan: Max Q dopo int comune 1/19/2021  
RS = 39

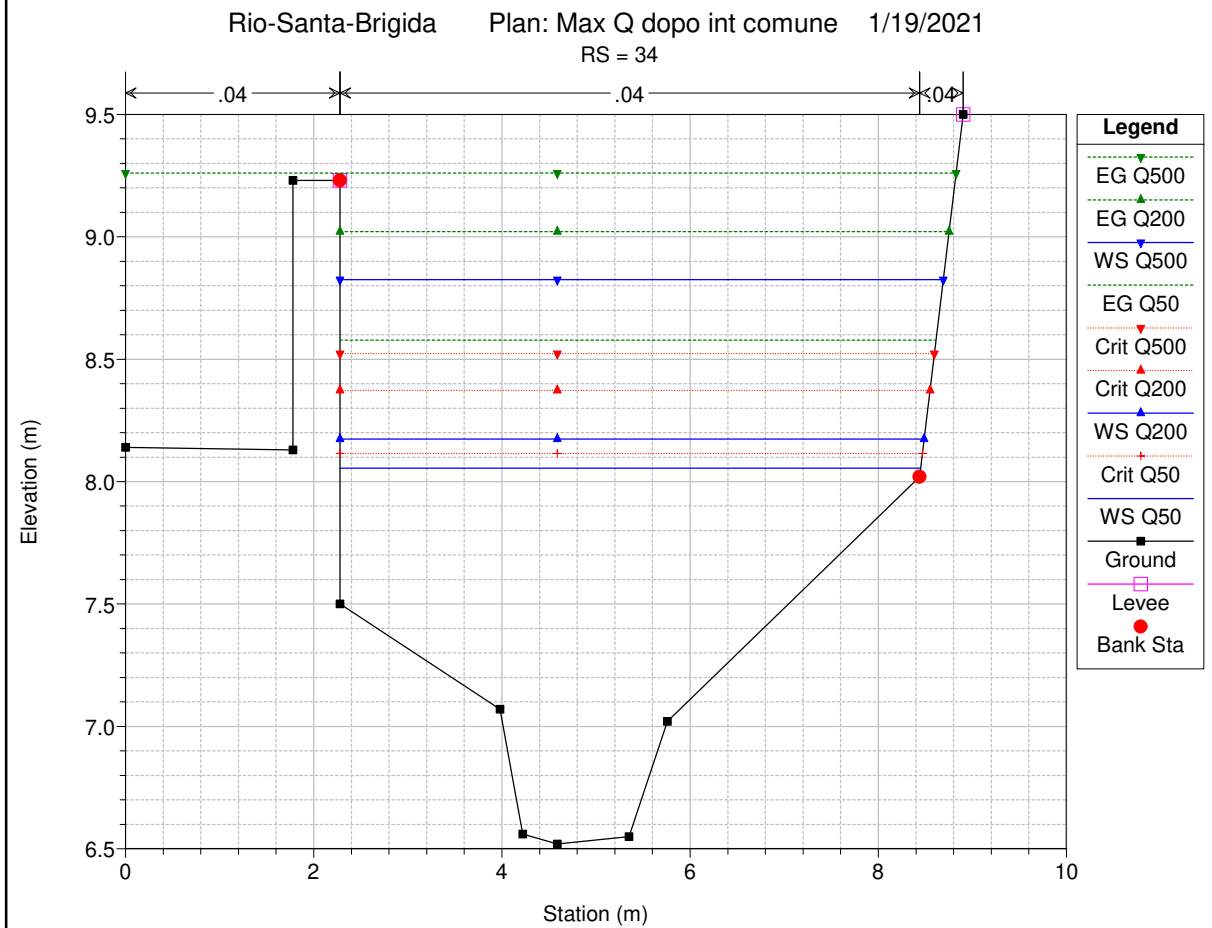
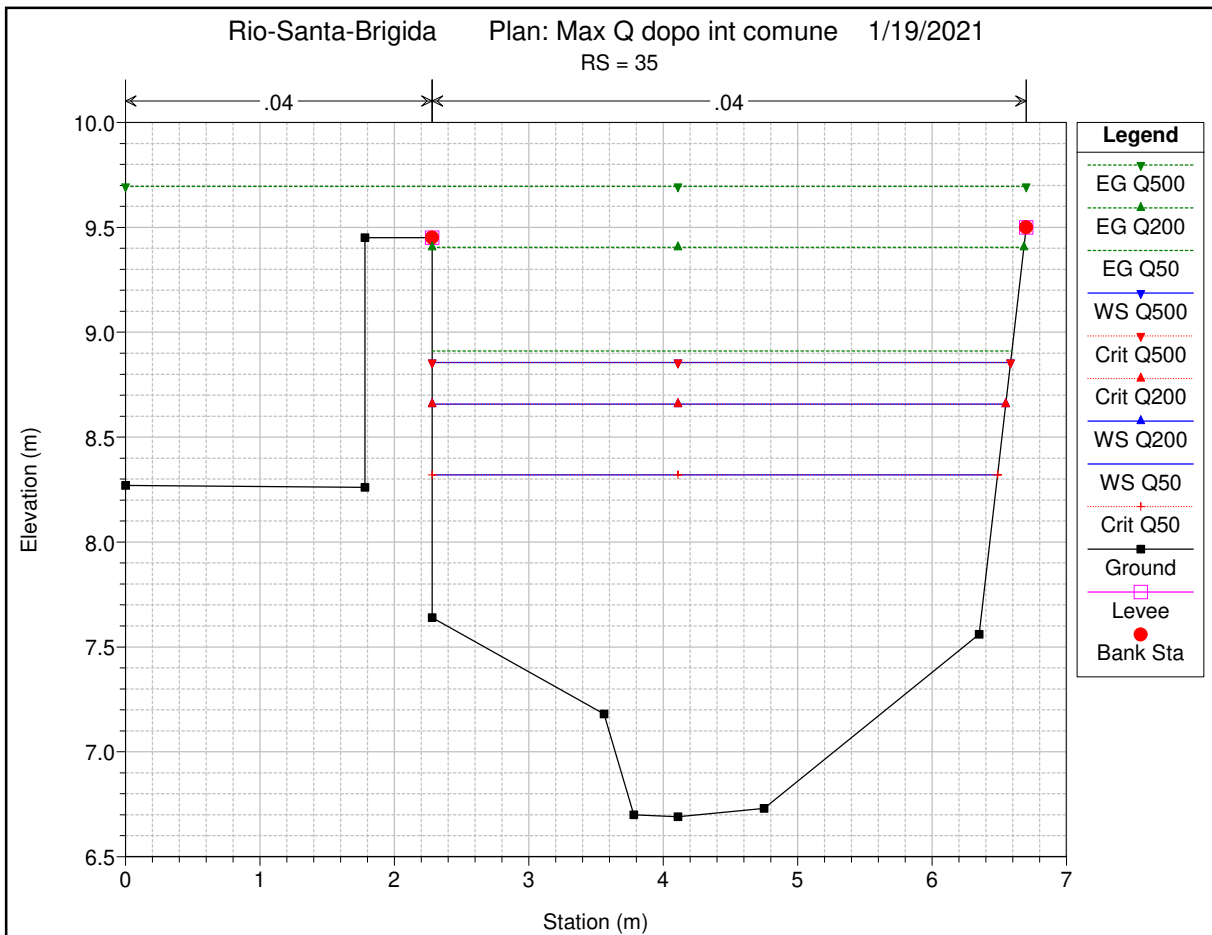


Rio-Santa-Brigida Plan: Max Q dopo int comune 1/19/2021  
RS = 38

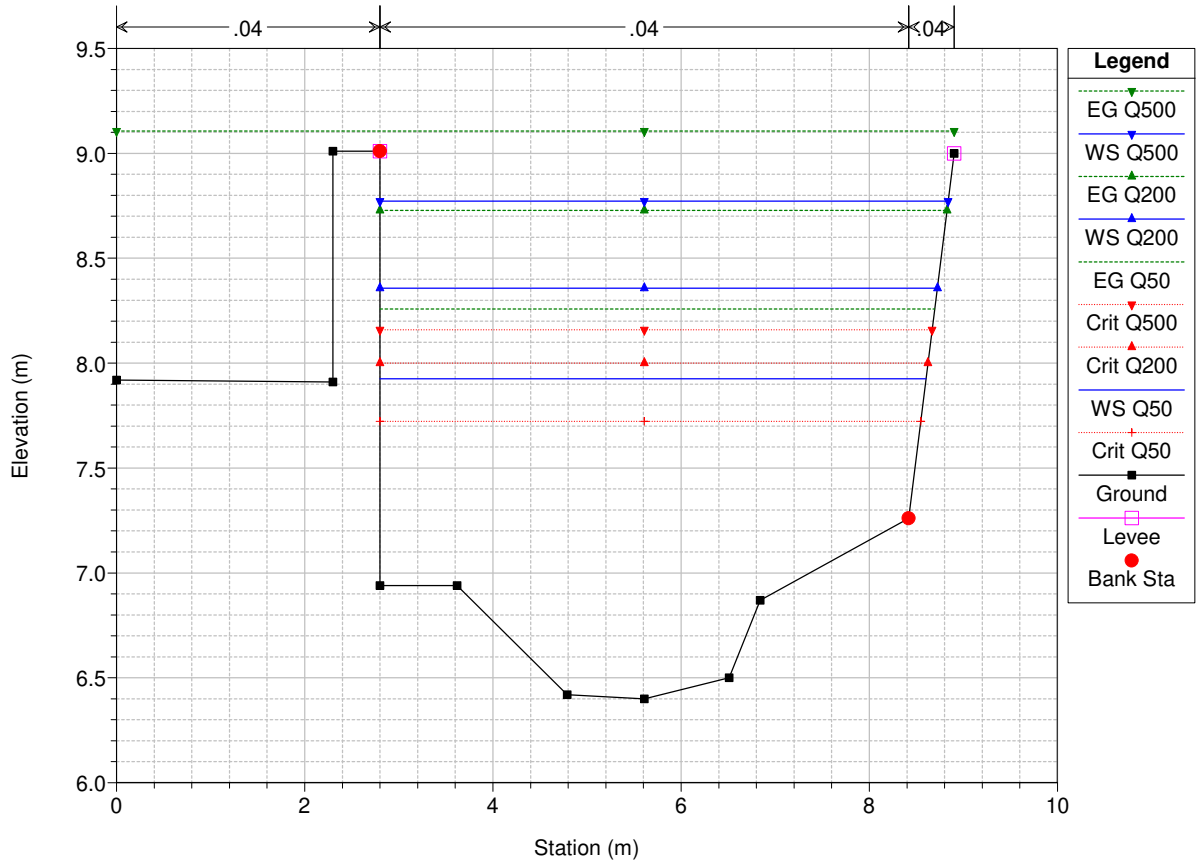




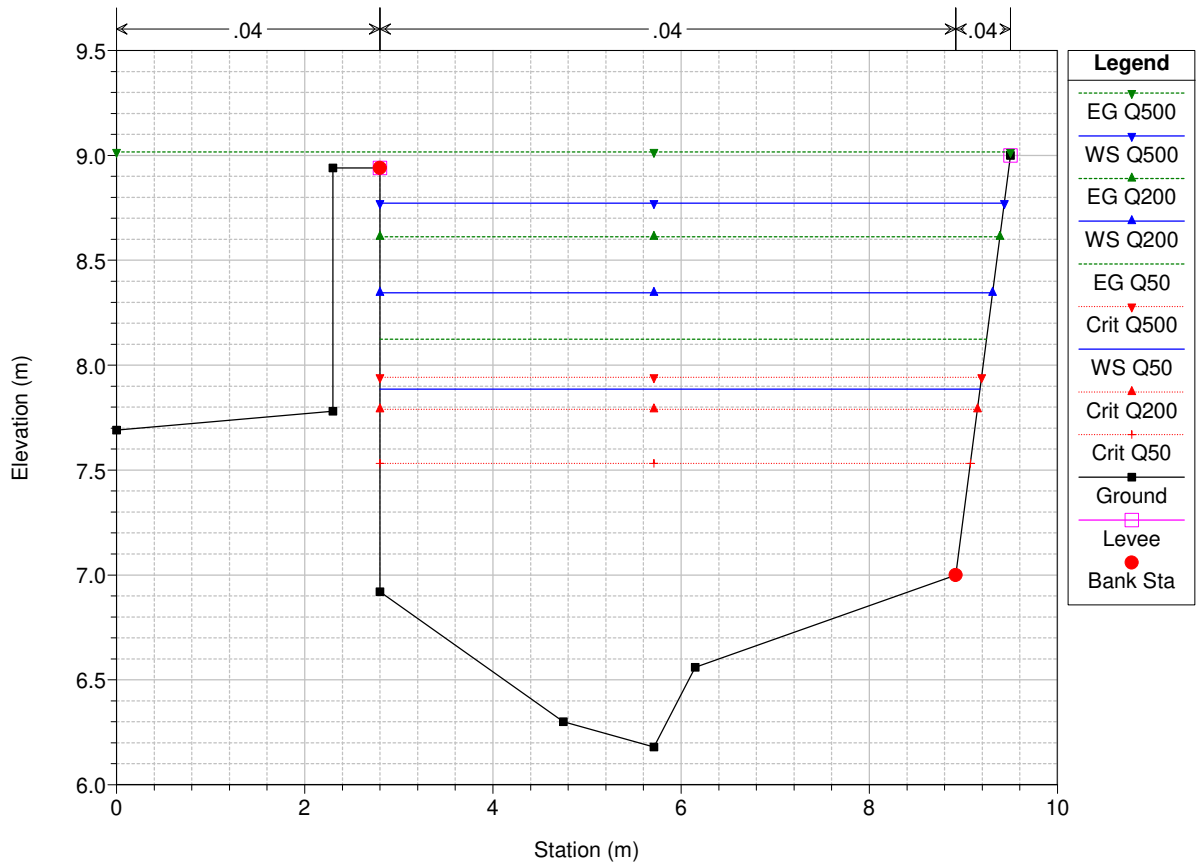


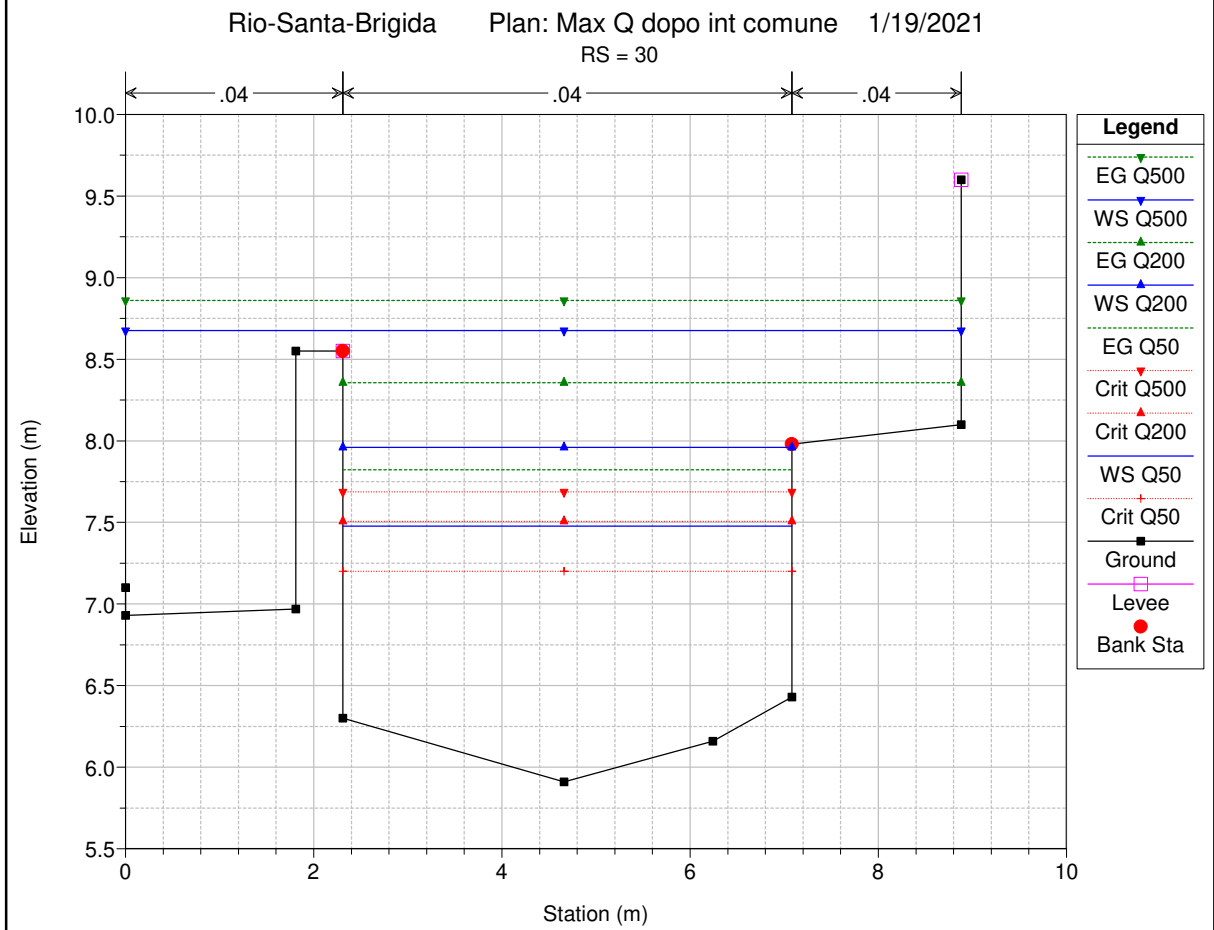
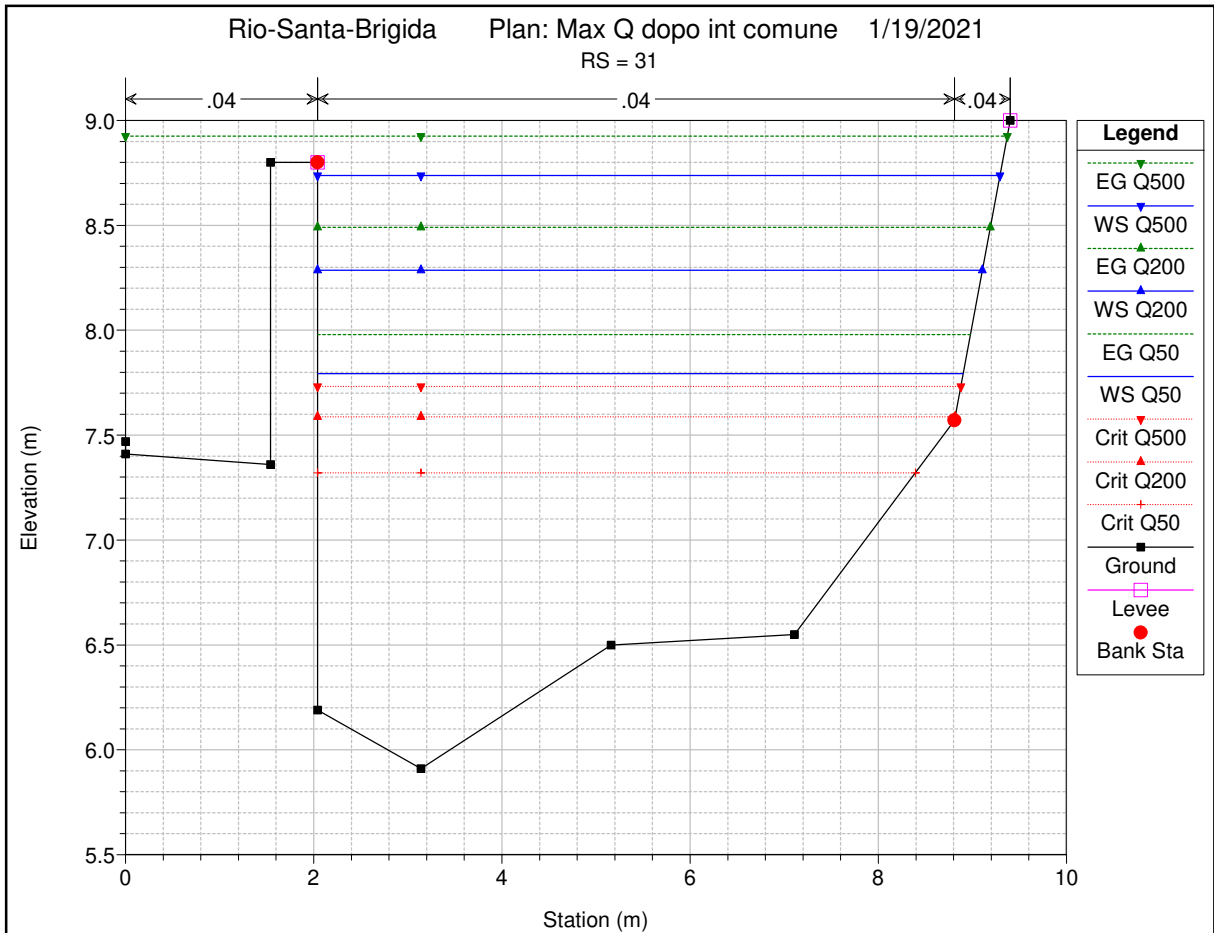


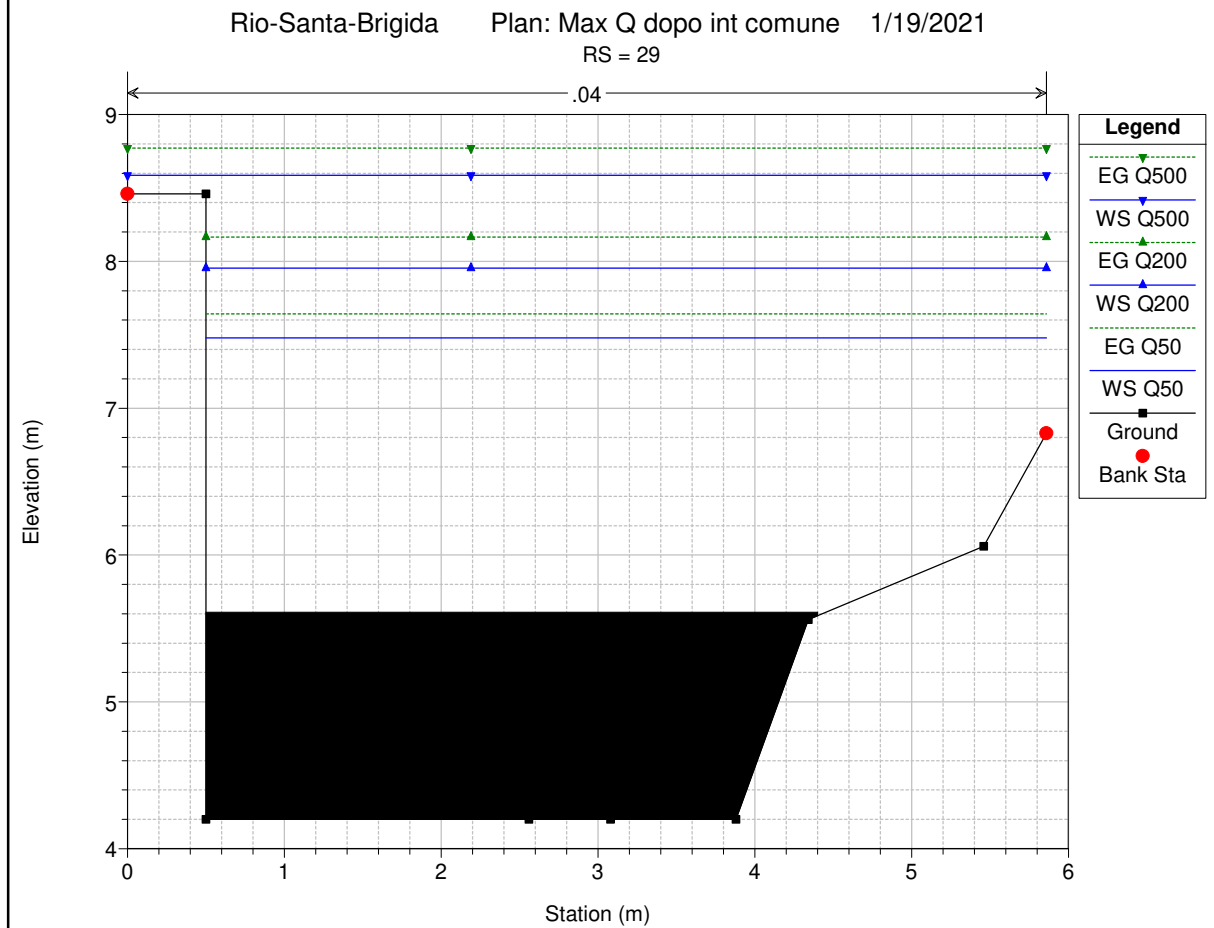
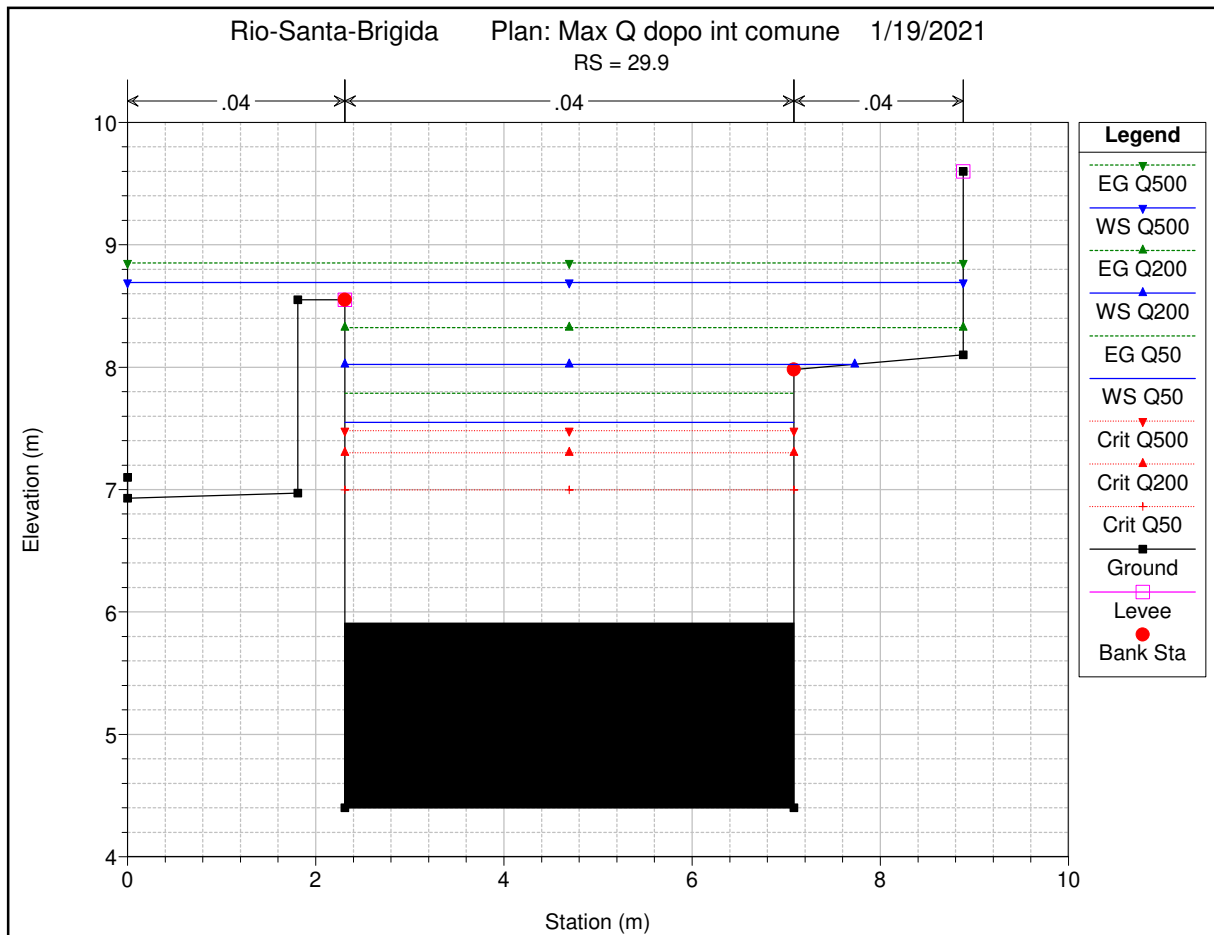
Rio-Santa-Brigida Plan: Max Q dopo int comune 1/19/2021  
RS = 33

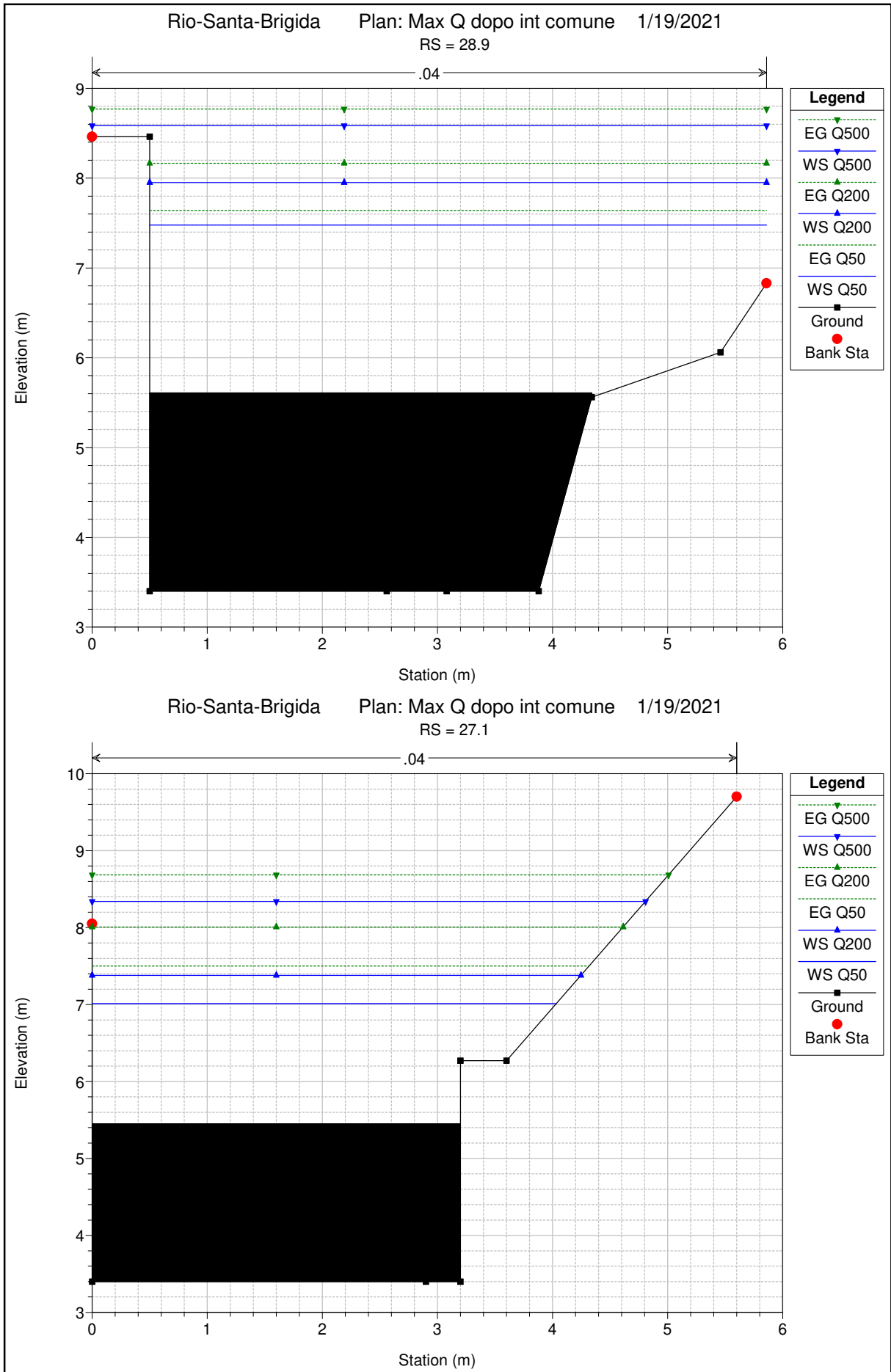


Rio-Santa-Brigida Plan: Max Q dopo int comune 1/19/2021  
RS = 32

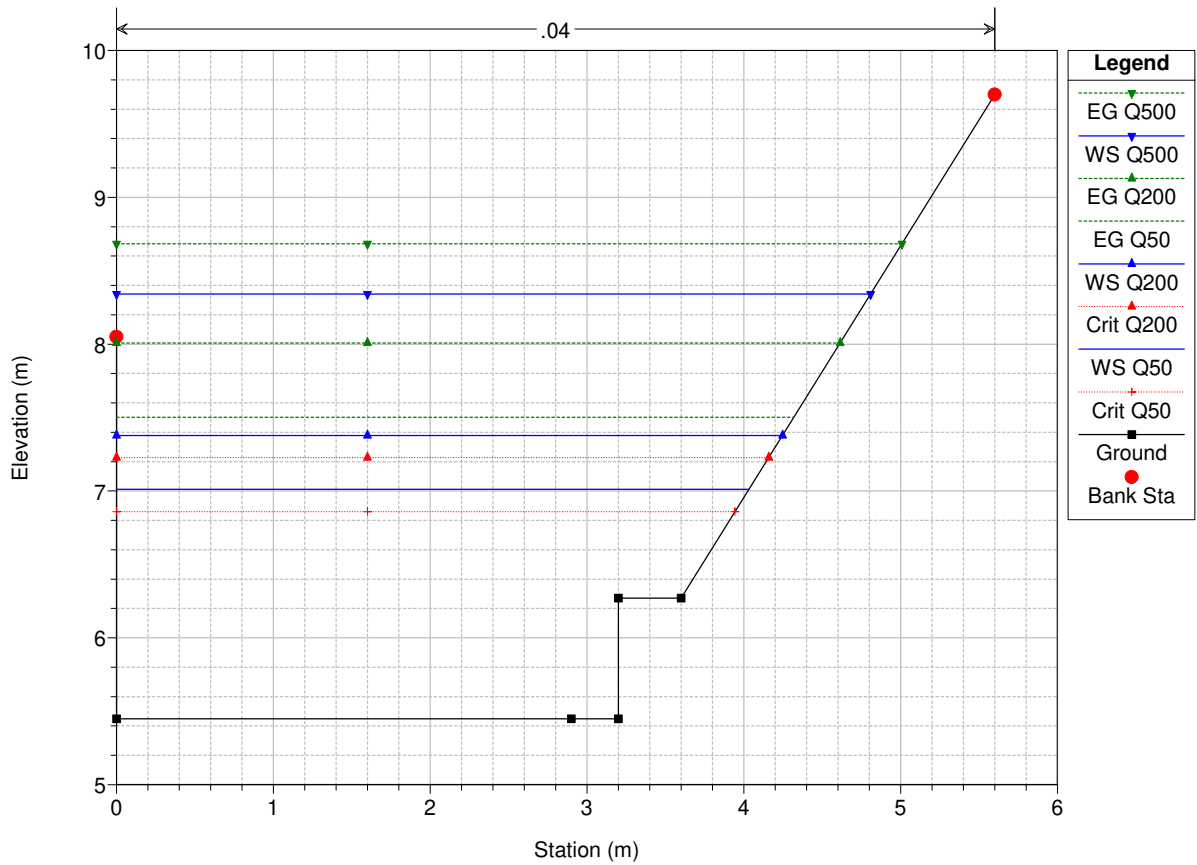




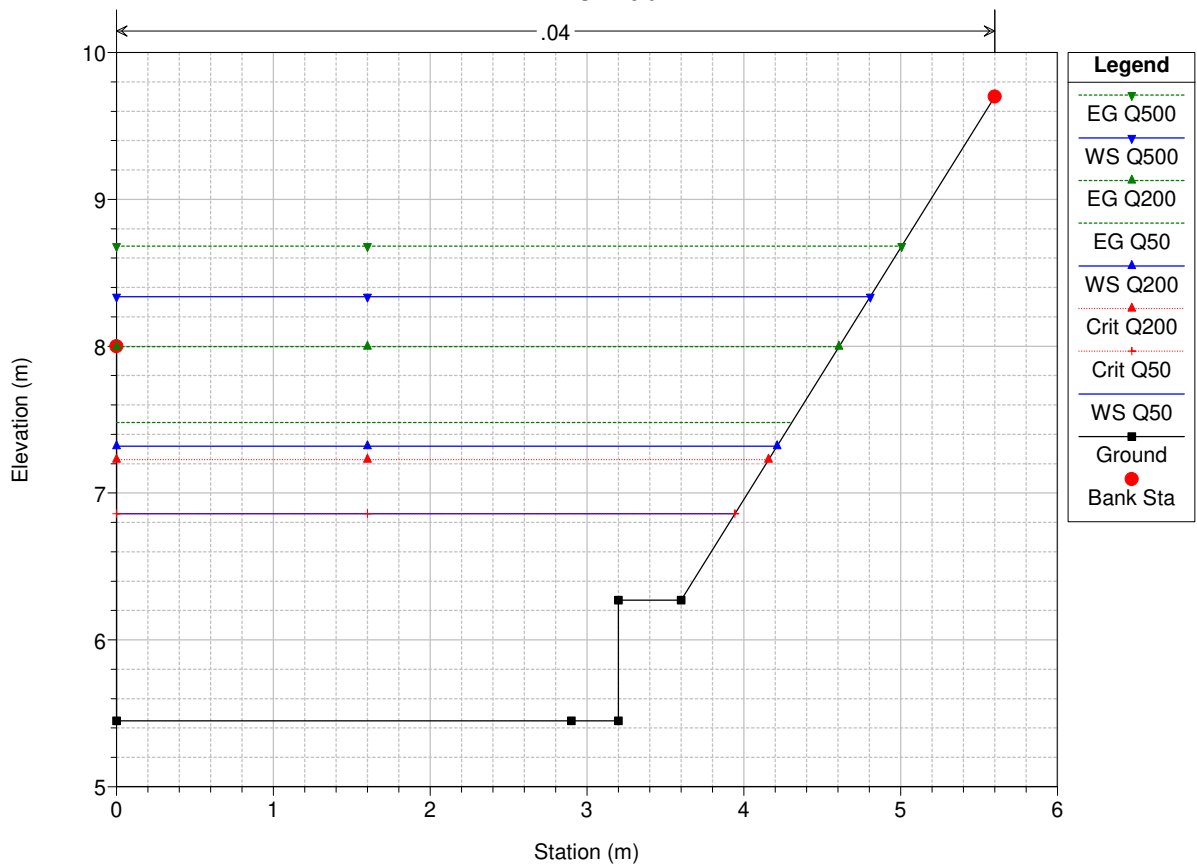




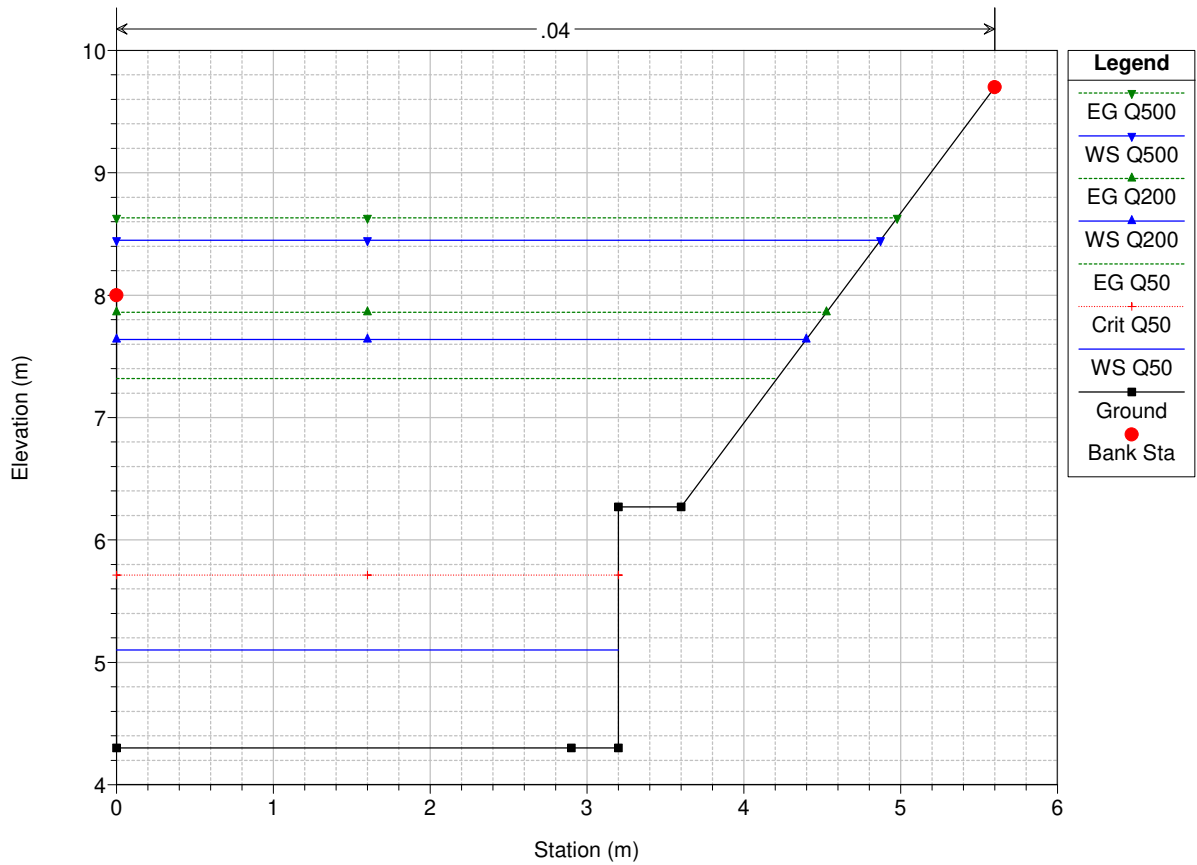
Rio-Santa-Brigida Plan: Max Q dopo int comune 1/19/2021  
RS = 27



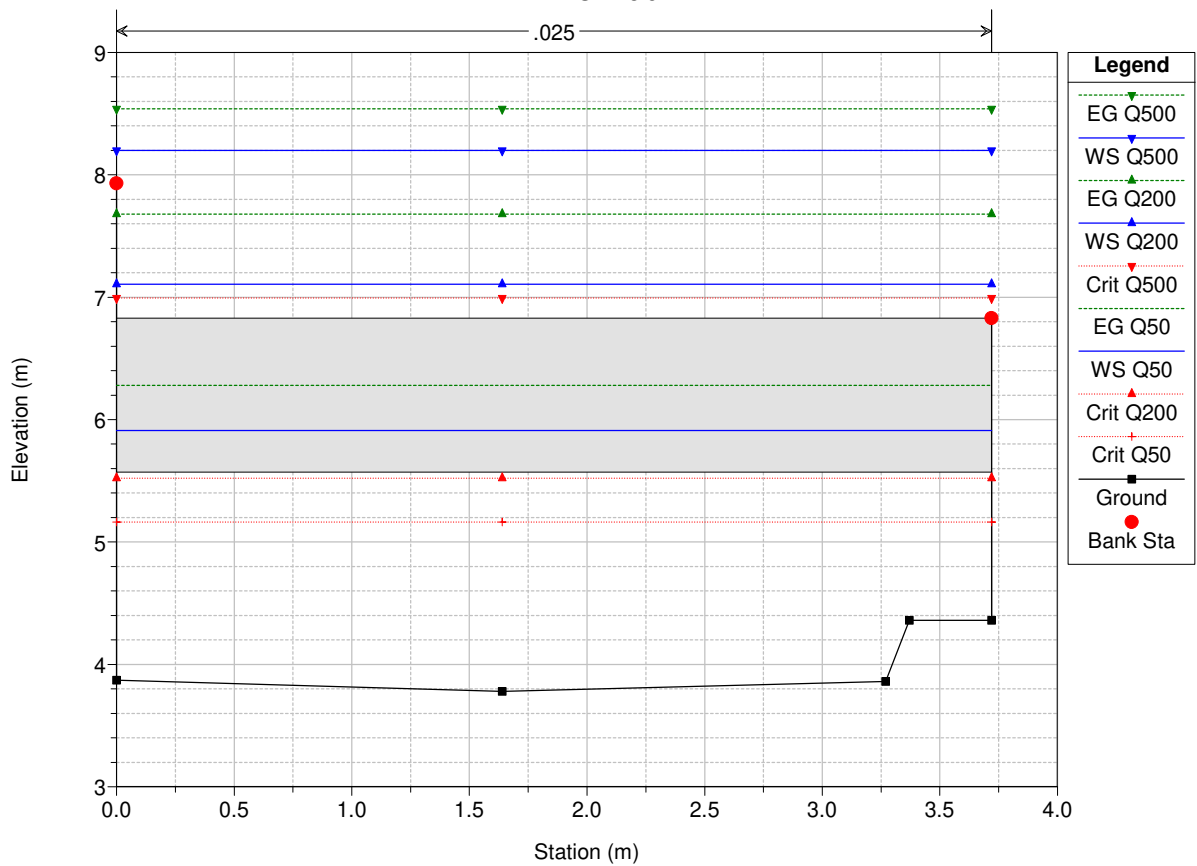
Rio-Santa-Brigida Plan: Max Q dopo int comune 1/19/2021  
RS = 26.9



Rio-Santa-Brigida Plan: Max Q dopo int comune 1/19/2021  
RS = 26.8

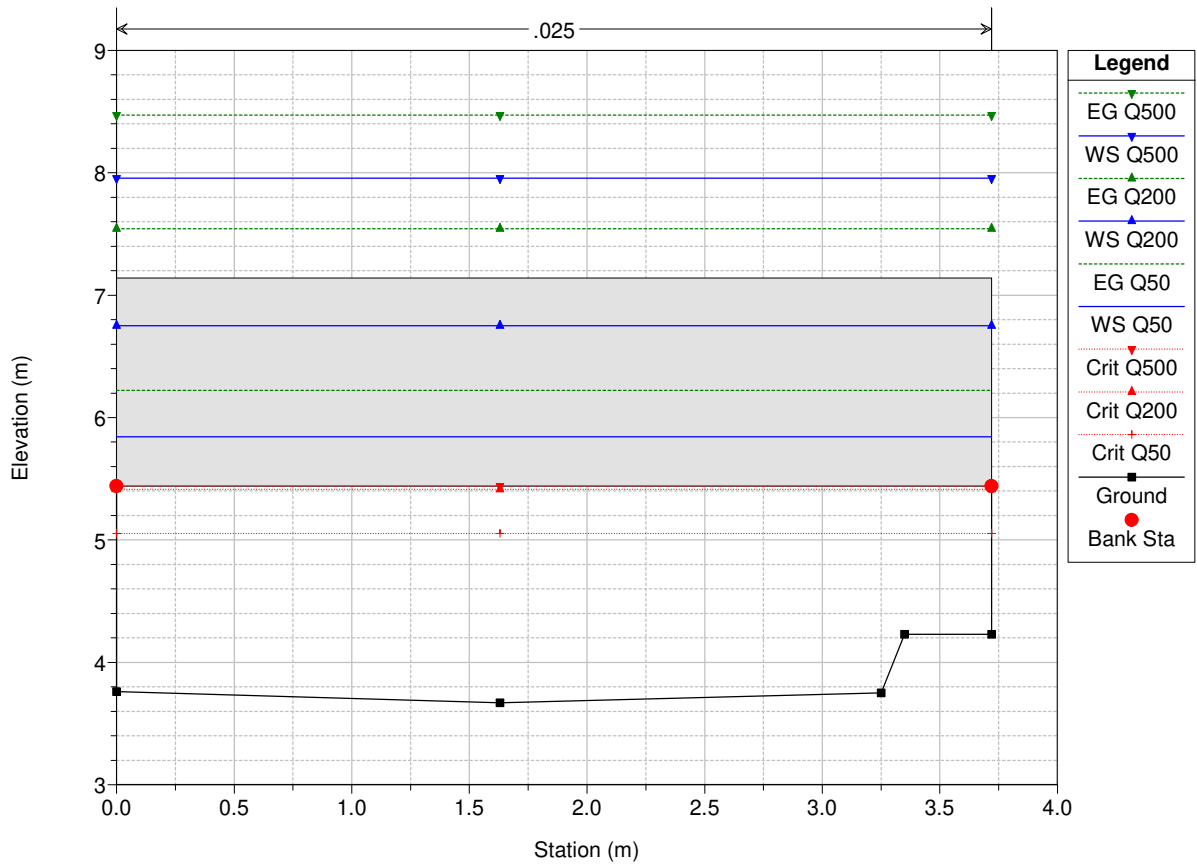


Rio-Santa-Brigida Plan: Max Q dopo int comune 1/19/2021  
RS = 23.5

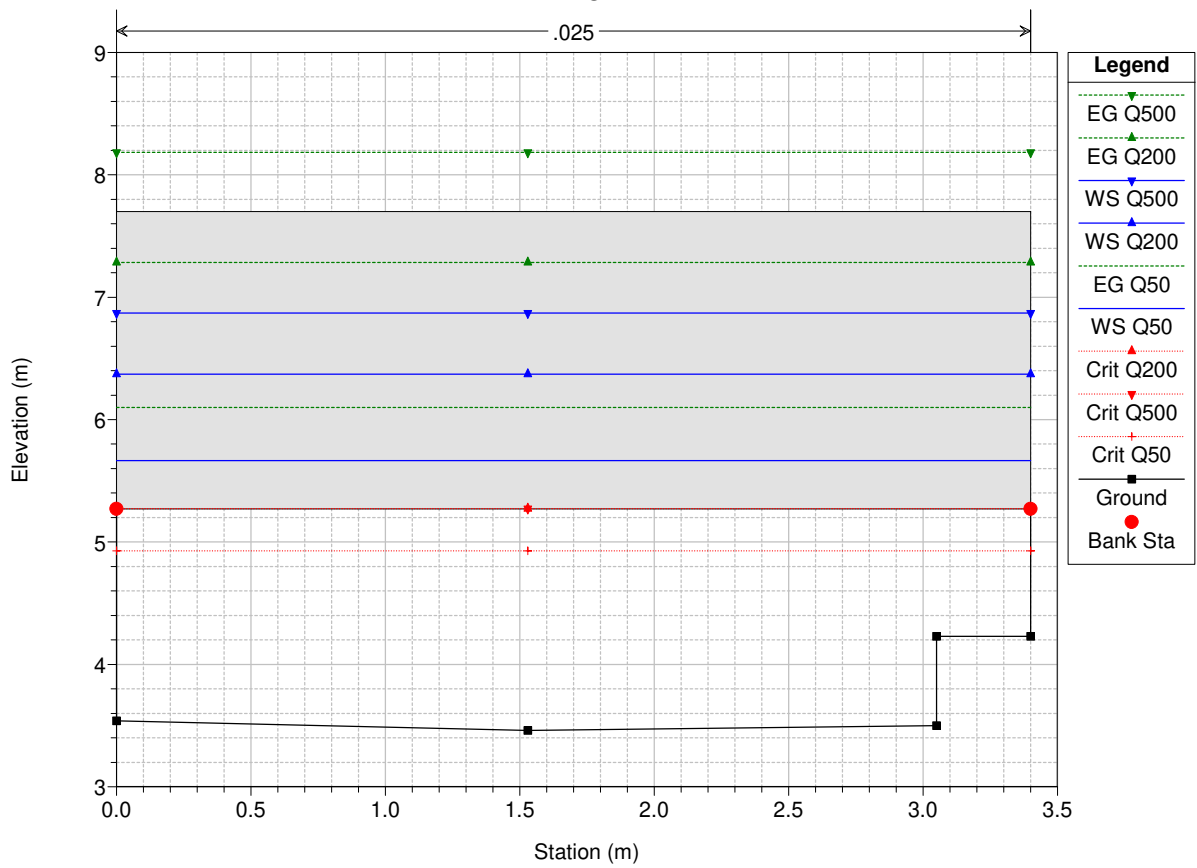




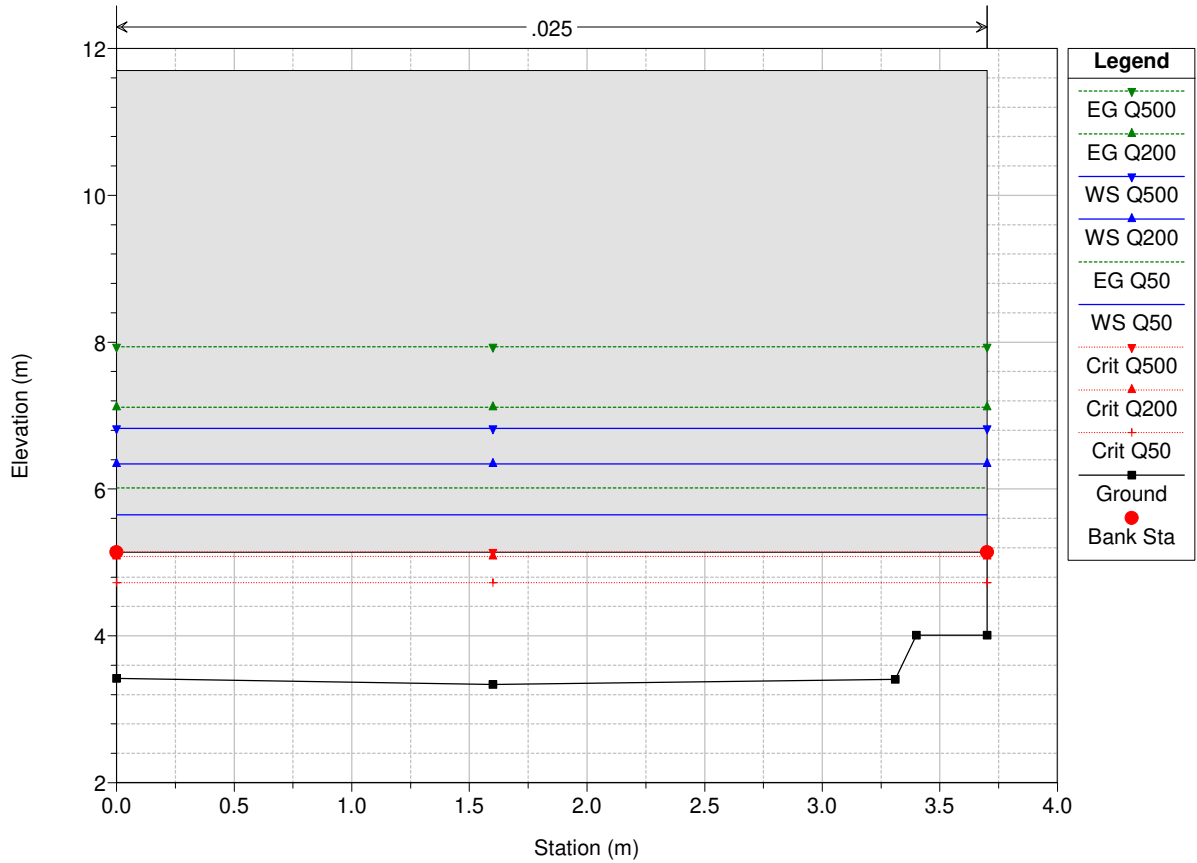
Rio-Santa-Brigida Plan: Max Q dopo int comune 1/19/2021  
RS = 23



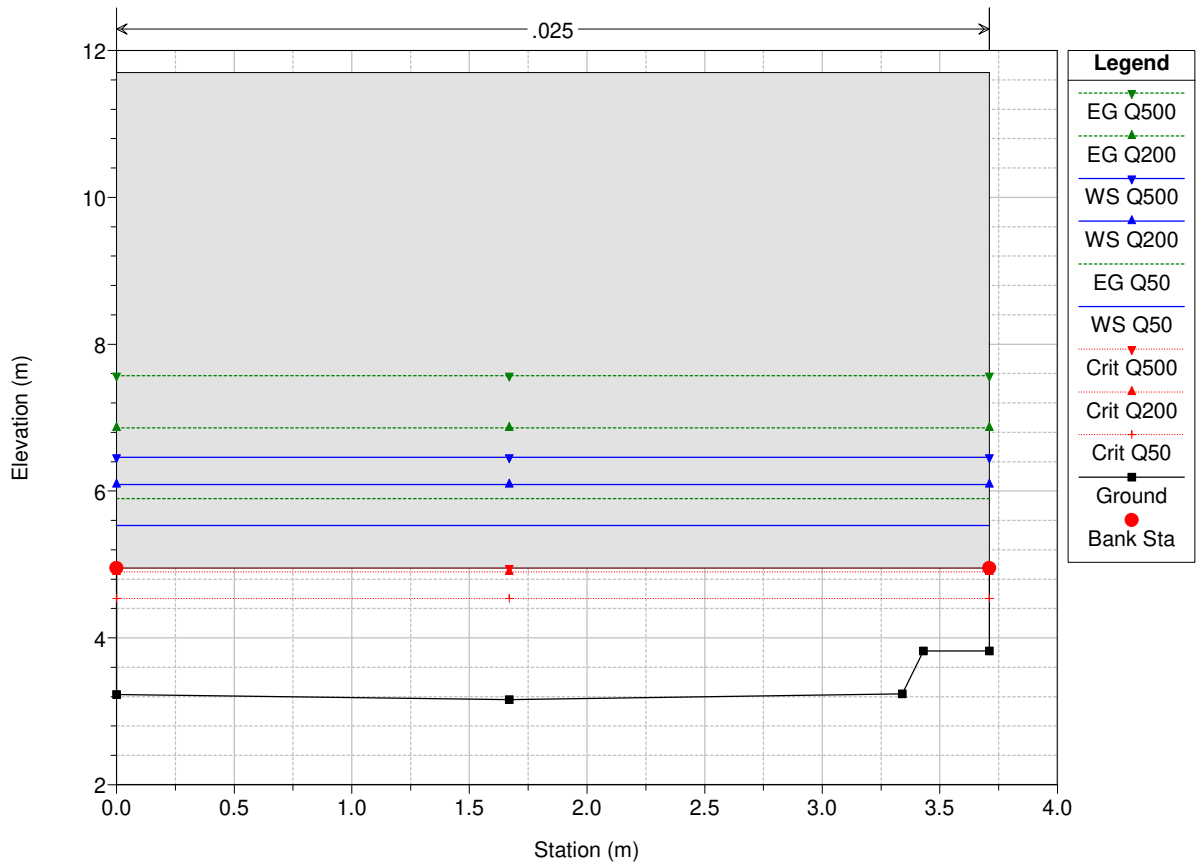
Rio-Santa-Brigida Plan: Max Q dopo int comune 1/19/2021  
RS = 22



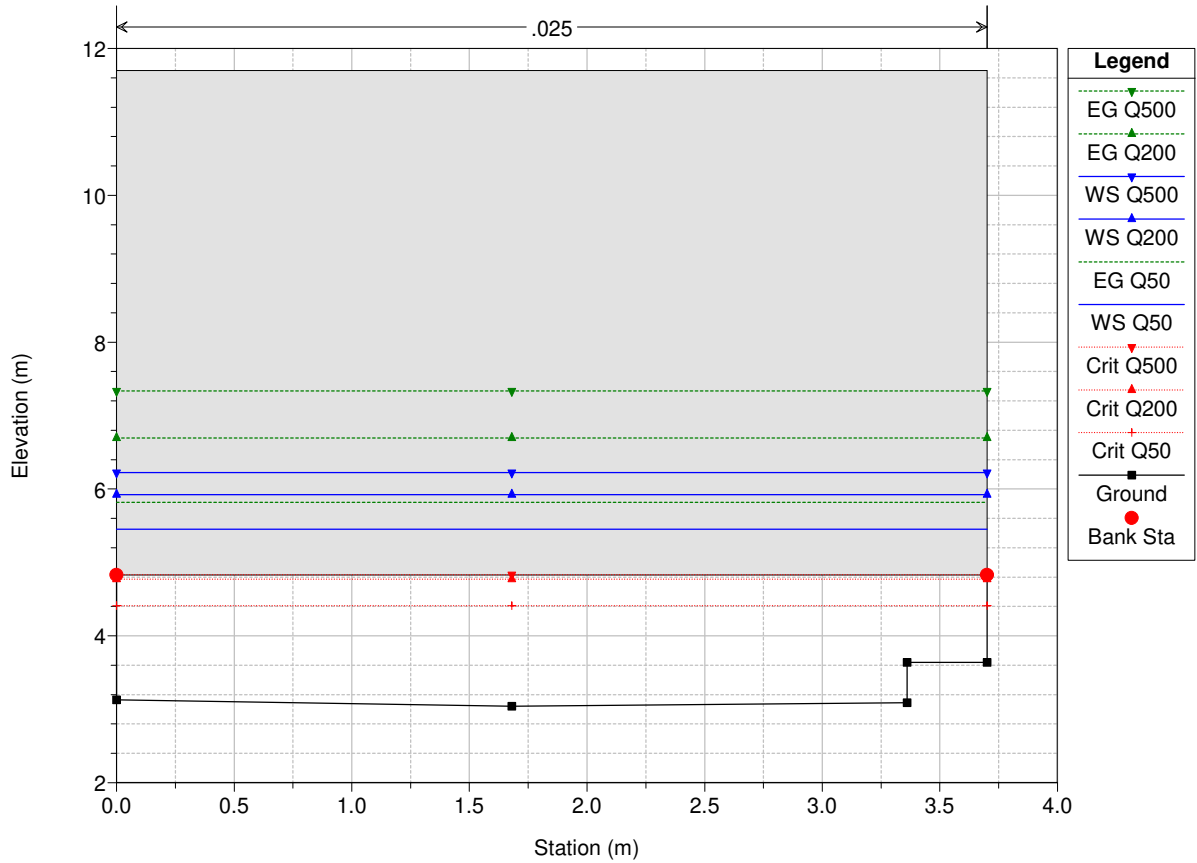
Rio-Santa-Brigida Plan: Max Q dopo int comune 1/19/2021  
RS = 21



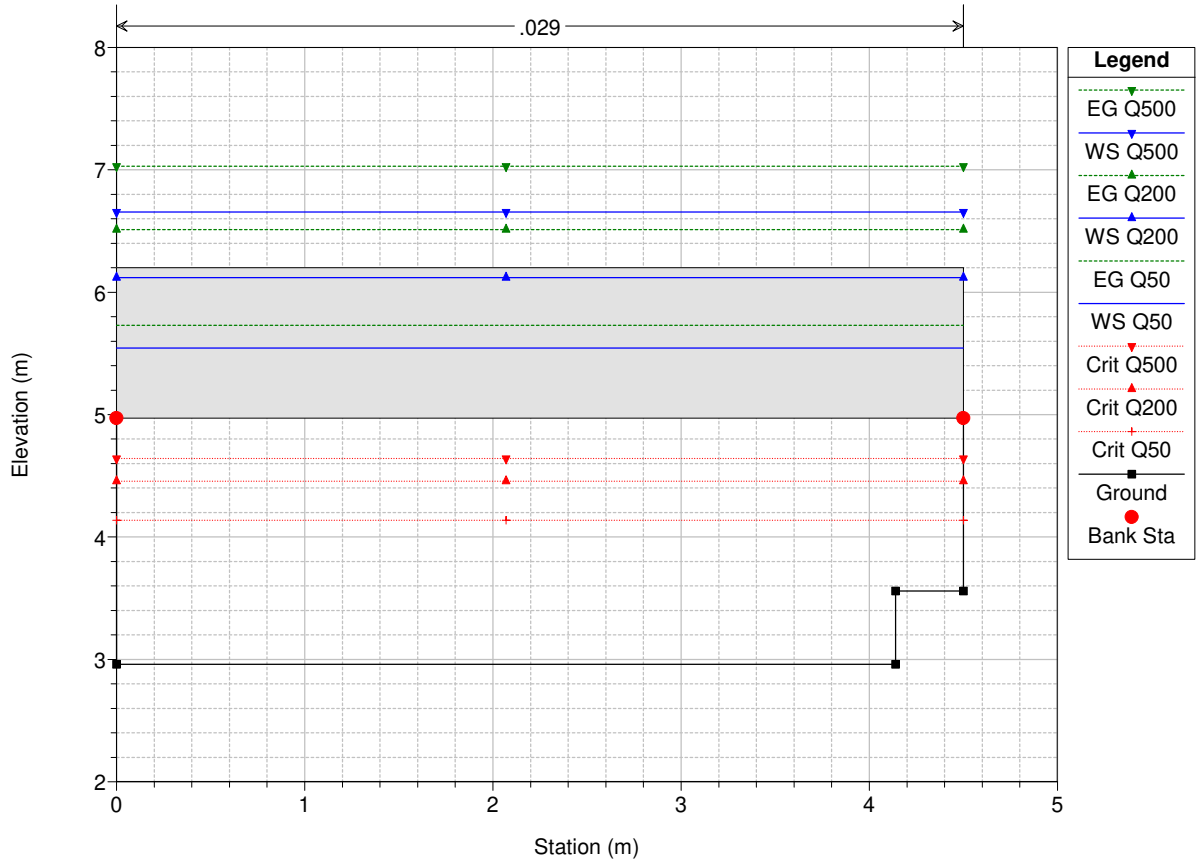
Rio-Santa-Brigida Plan: Max Q dopo int comune 1/19/2021  
RS = 20



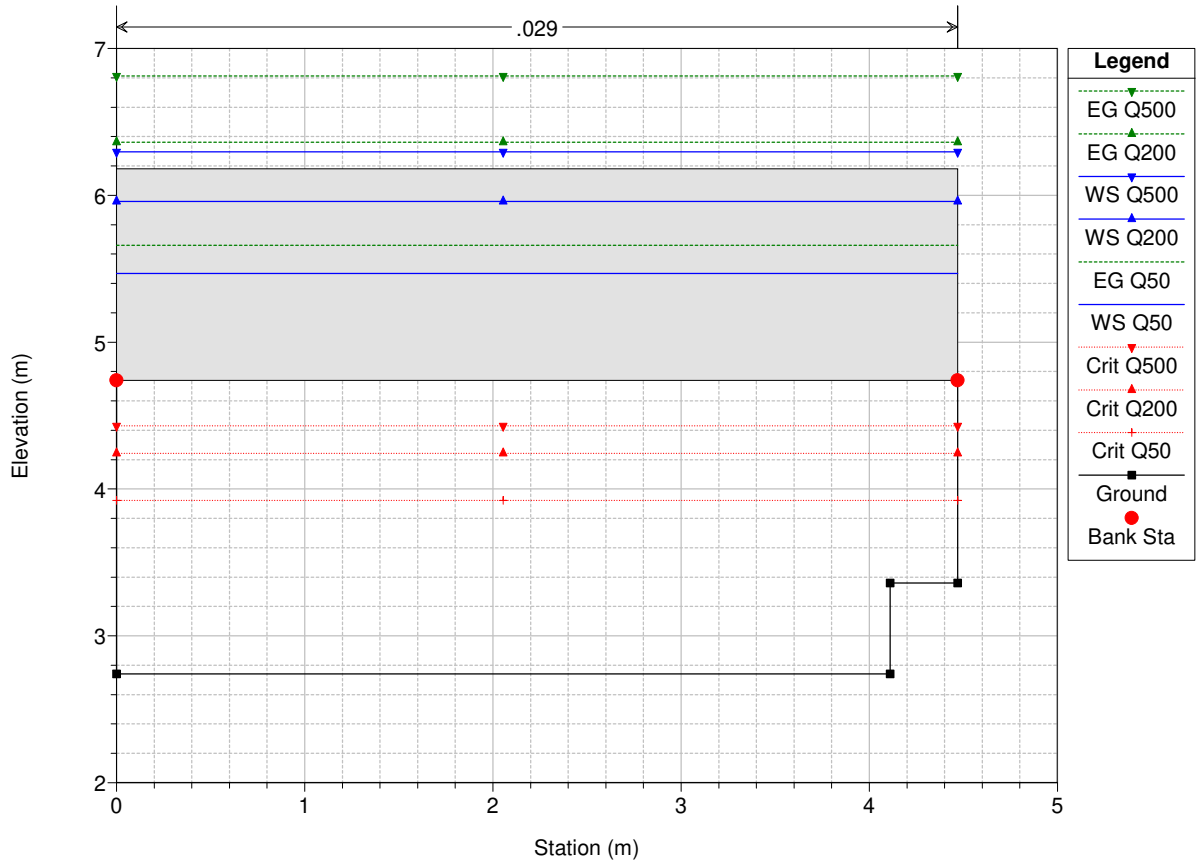
Rio-Santa-Brigida Plan: Max Q dopo int comune 1/19/2021  
RS = 19



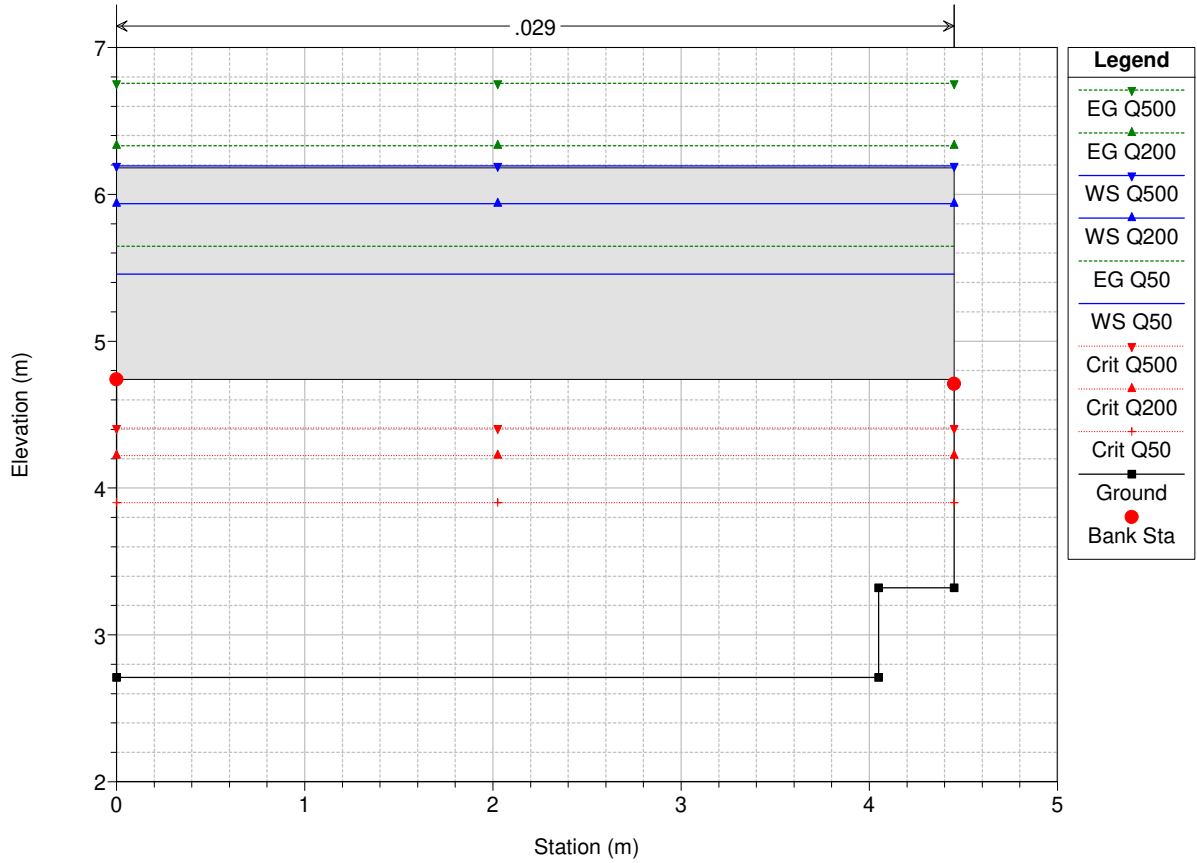
Rio-Santa-Brigida Plan: Max Q dopo int comune 1/19/2021  
RS = 18



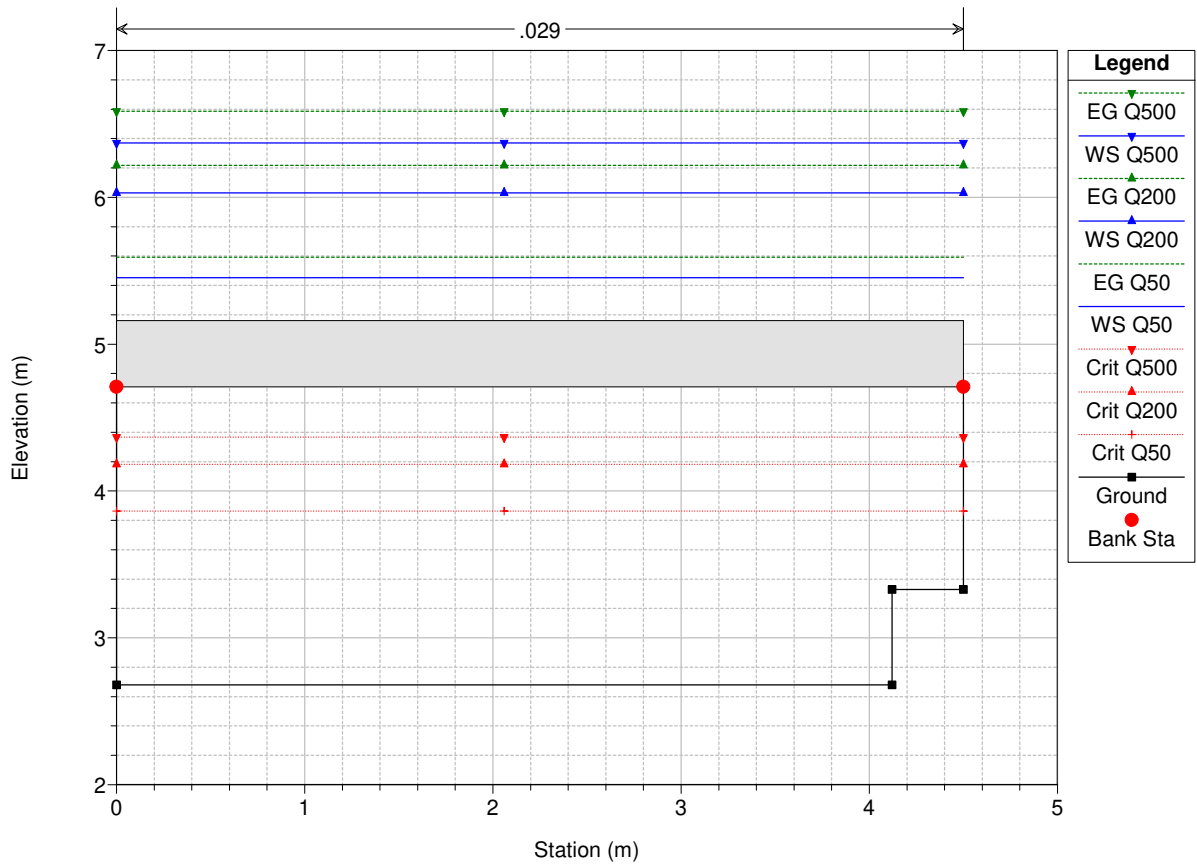
Rio-Santa-Brigida Plan: Max Q dopo int comune 1/19/2021  
RS = 17



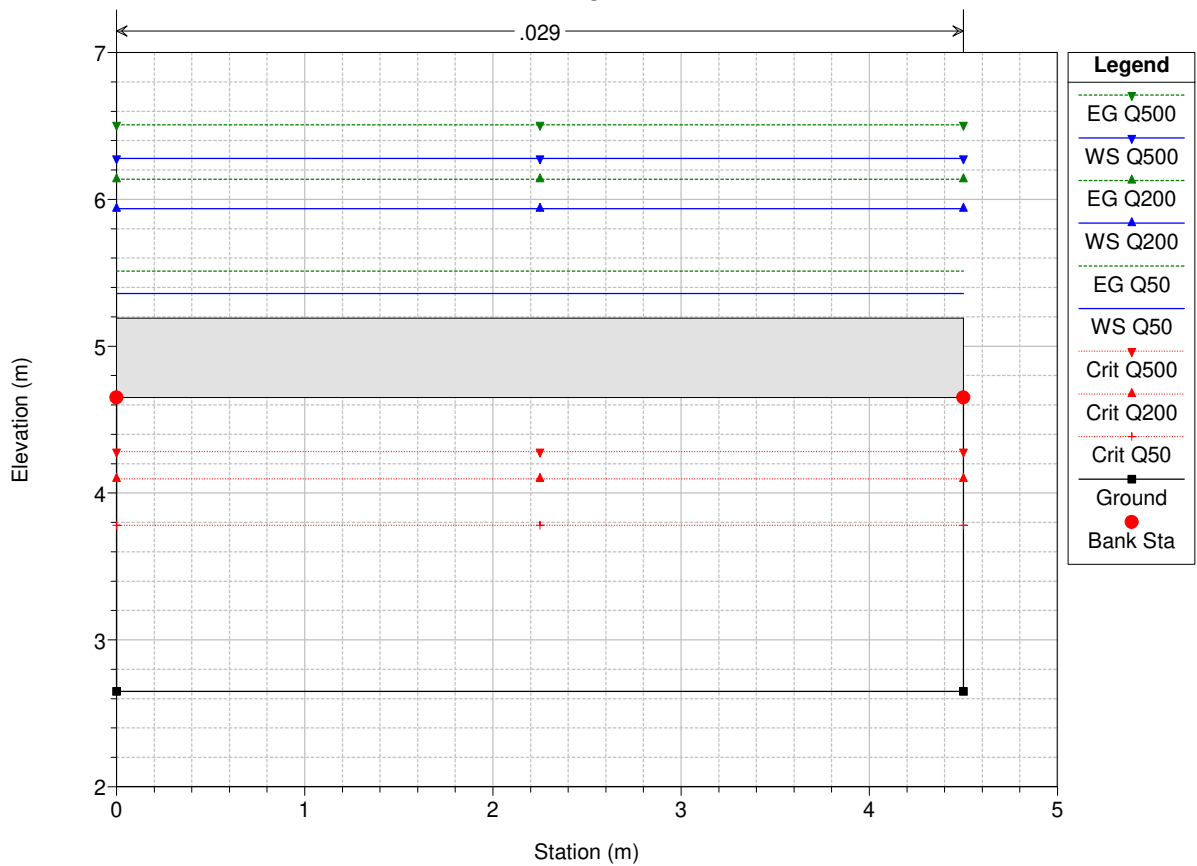
Rio-Santa-Brigida Plan: Max Q dopo int comune 1/19/2021  
RS = 16



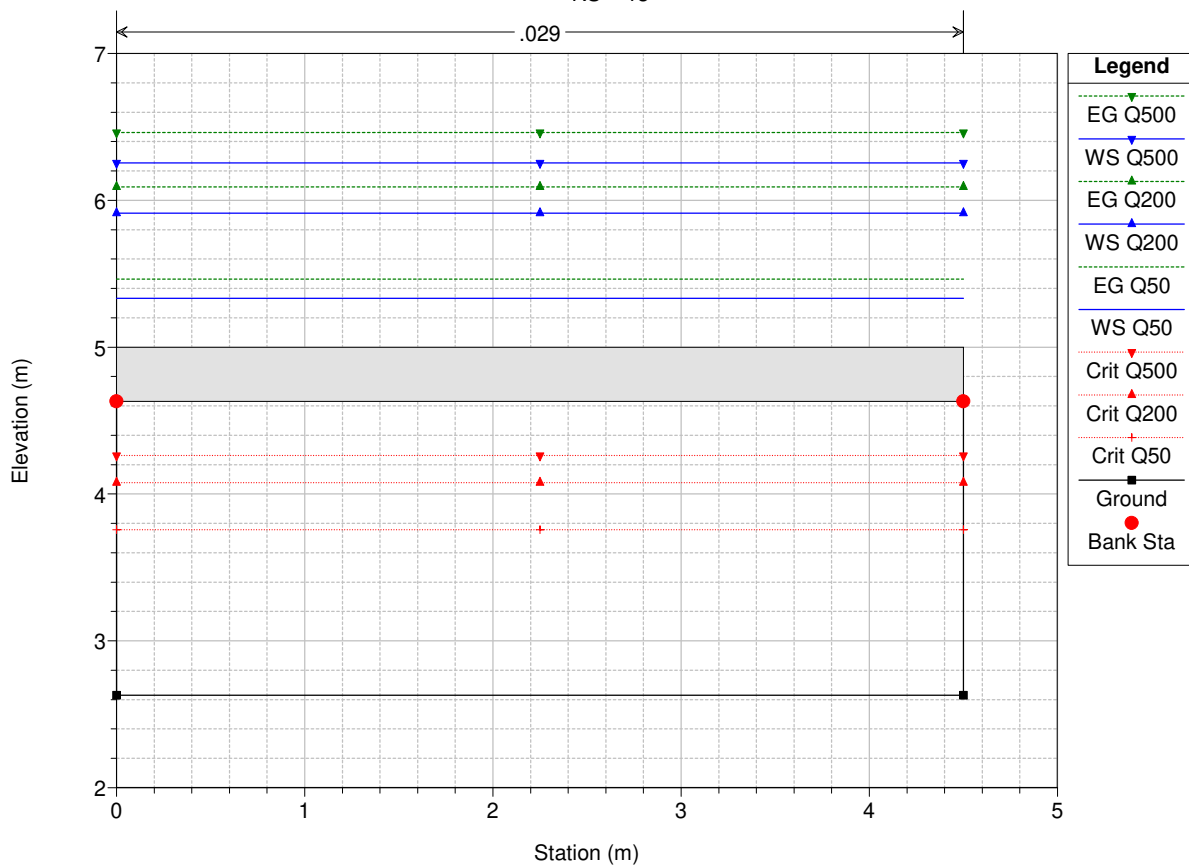
Rio-Santa-Brigida Plan: Max Q dopo int comune 1/19/2021  
RS = 15



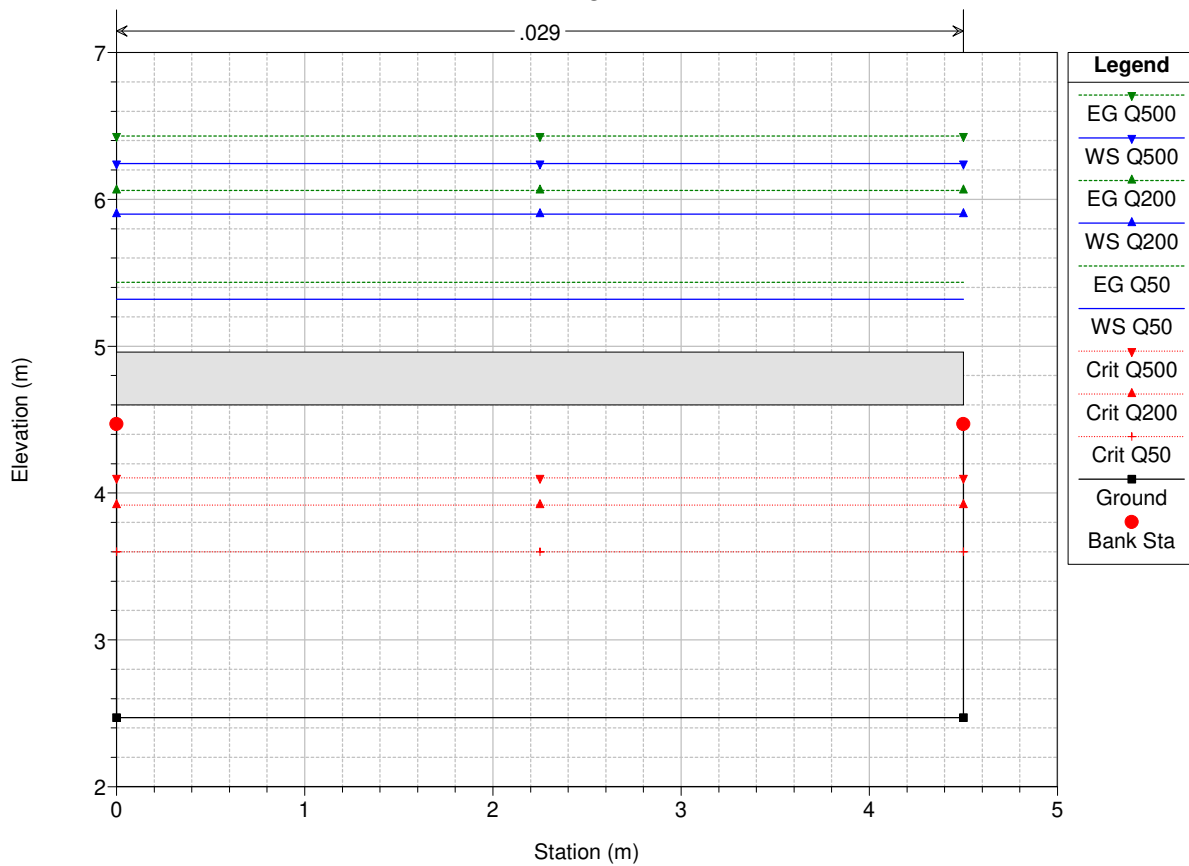
Rio-Santa-Brigida Plan: Max Q dopo int comune 1/19/2021  
RS = 14



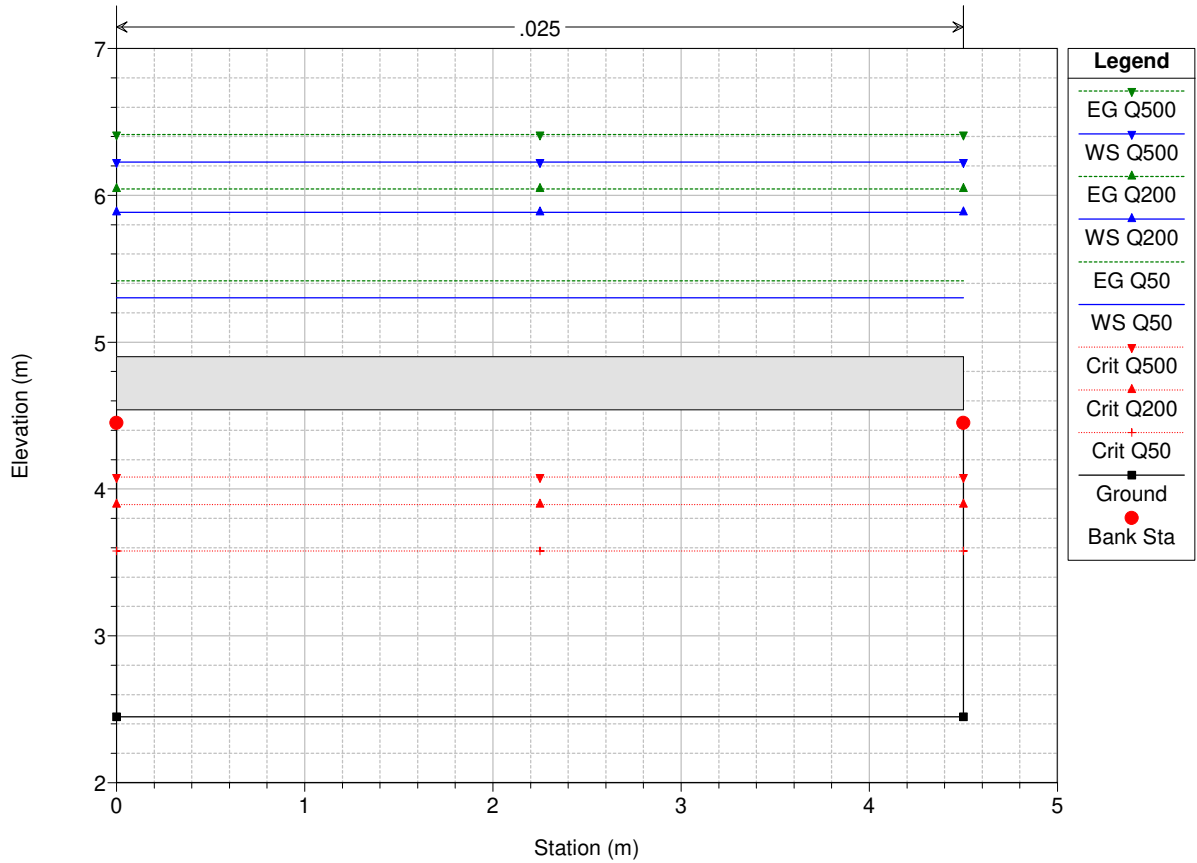
Rio-Santa-Brigida Plan: Max Q dopo int comune 1/19/2021  
RS = 13



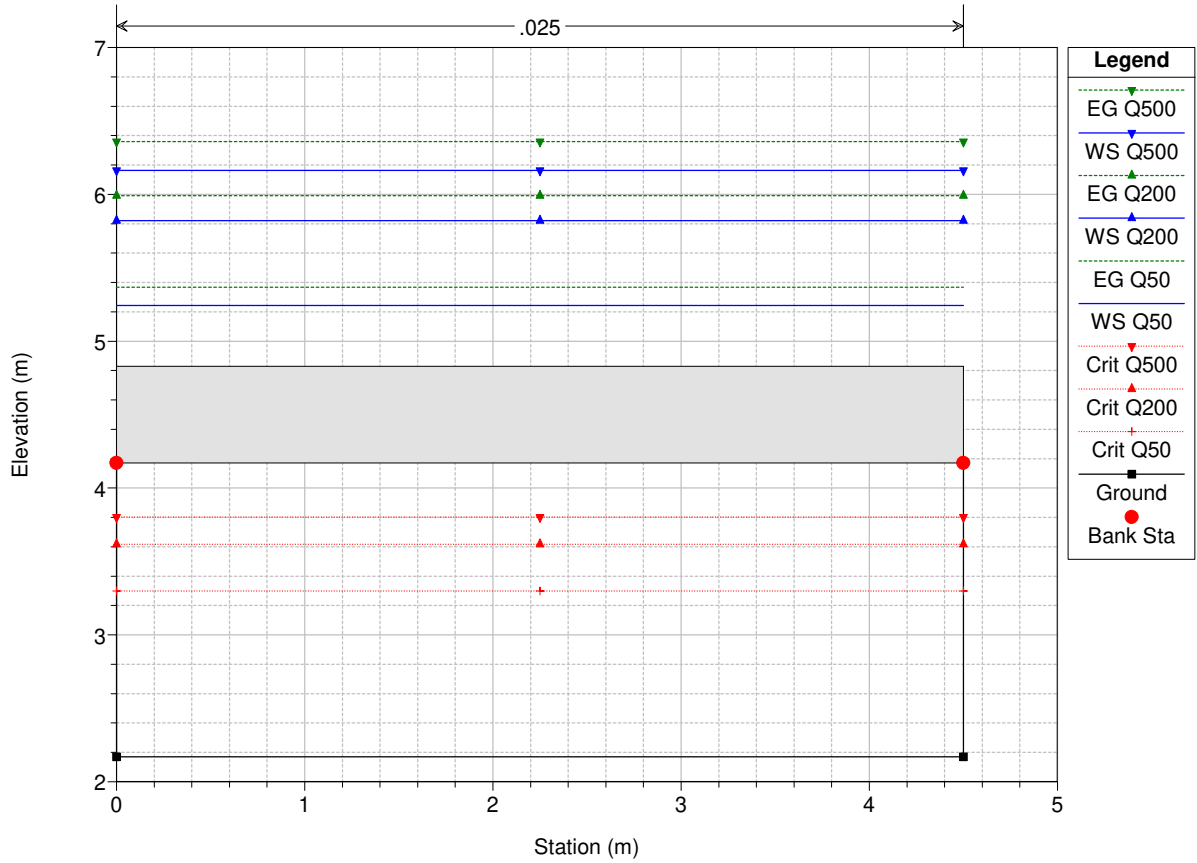
Rio-Santa-Brigida Plan: Max Q dopo int comune 1/19/2021  
RS = 12



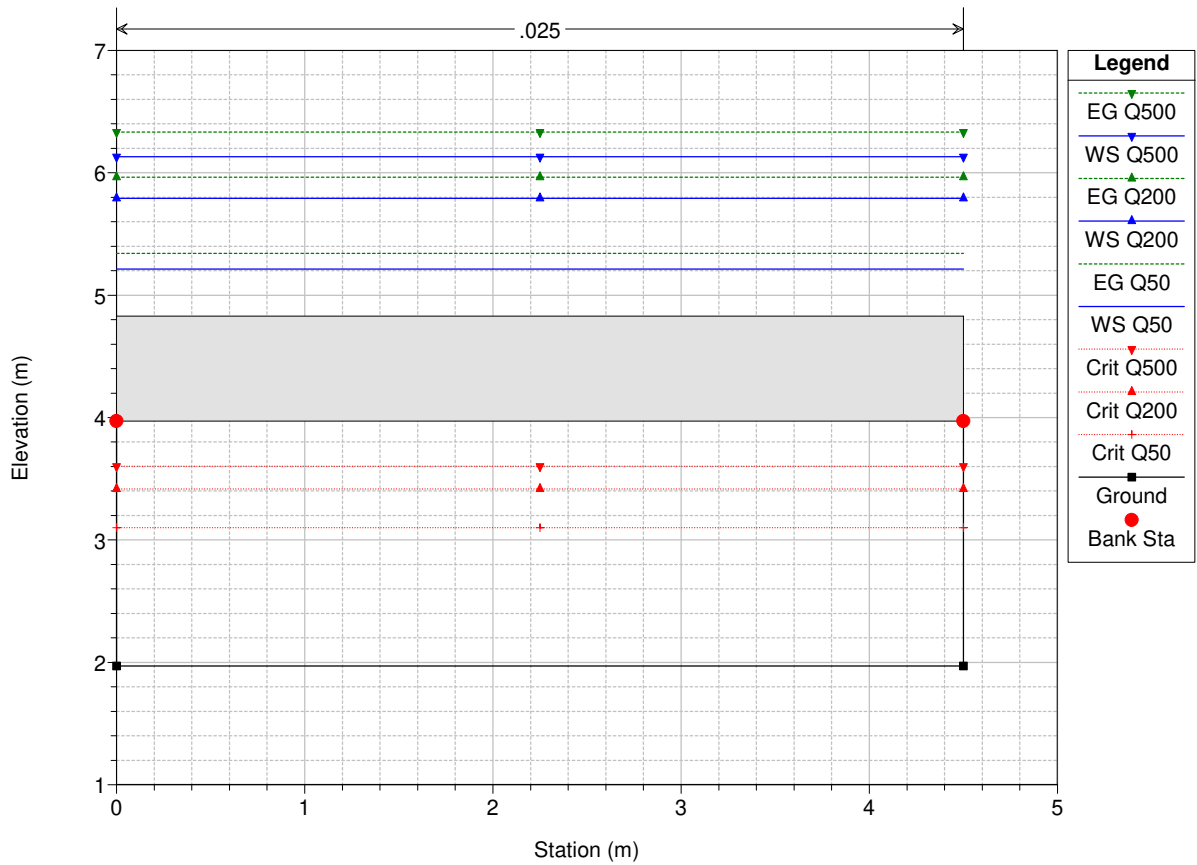
Rio-Santa-Brigida Plan: Max Q dopo int comune 1/19/2021  
RS = 11



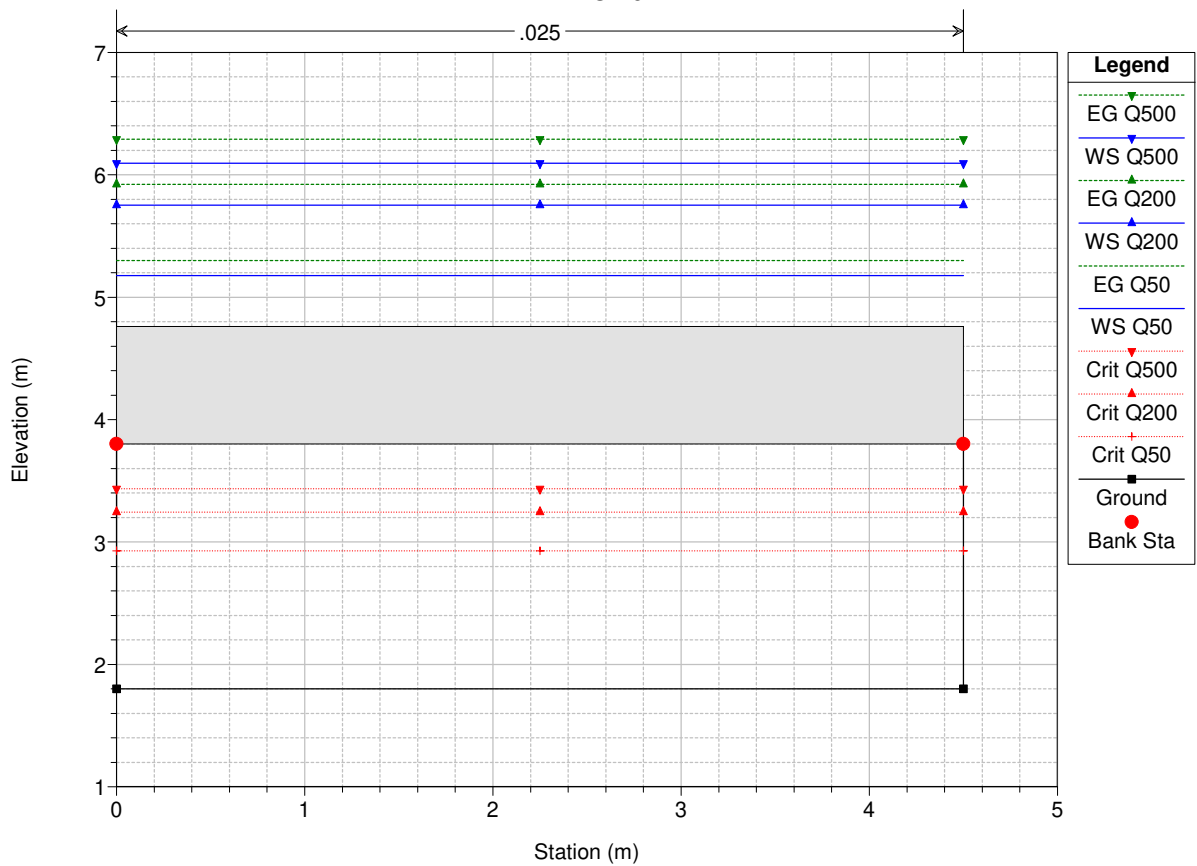
Rio-Santa-Brigida Plan: Max Q dopo int comune 1/19/2021  
RS = 10



Rio-Santa-Brigida Plan: Max Q dopo int comune 1/19/2021  
RS = 9

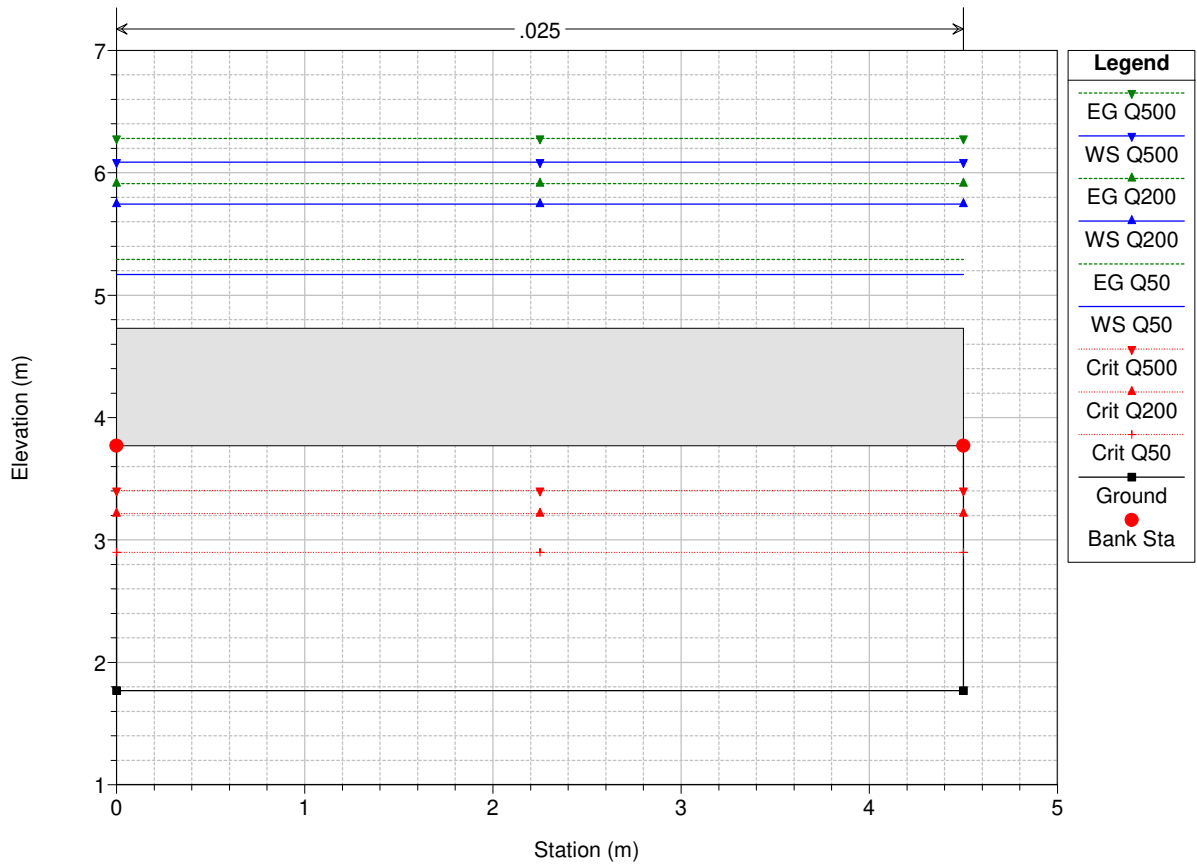


Rio-Santa-Brigida Plan: Max Q dopo int comune 1/19/2021  
RS = 8

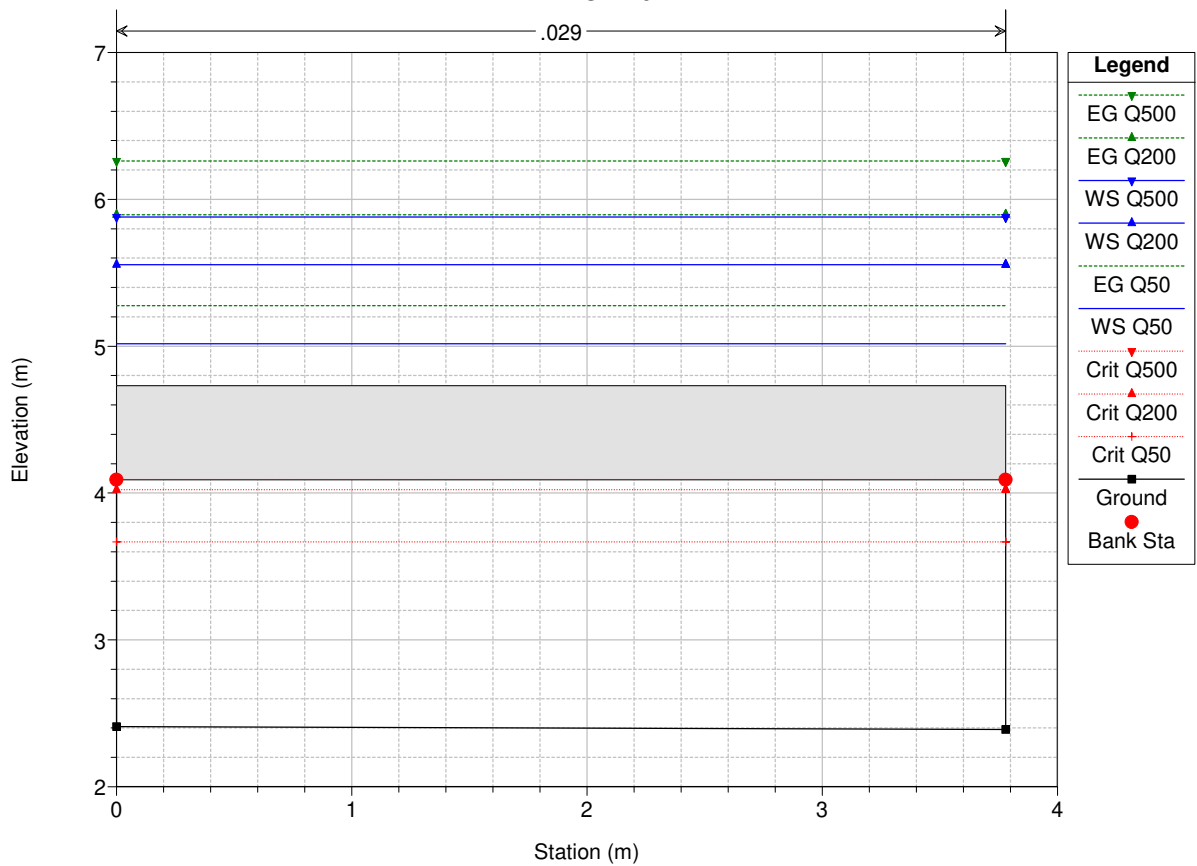




Rio-Santa-Brigida Plan: Max Q dopo int comune 1/19/2021  
RS = 7.9

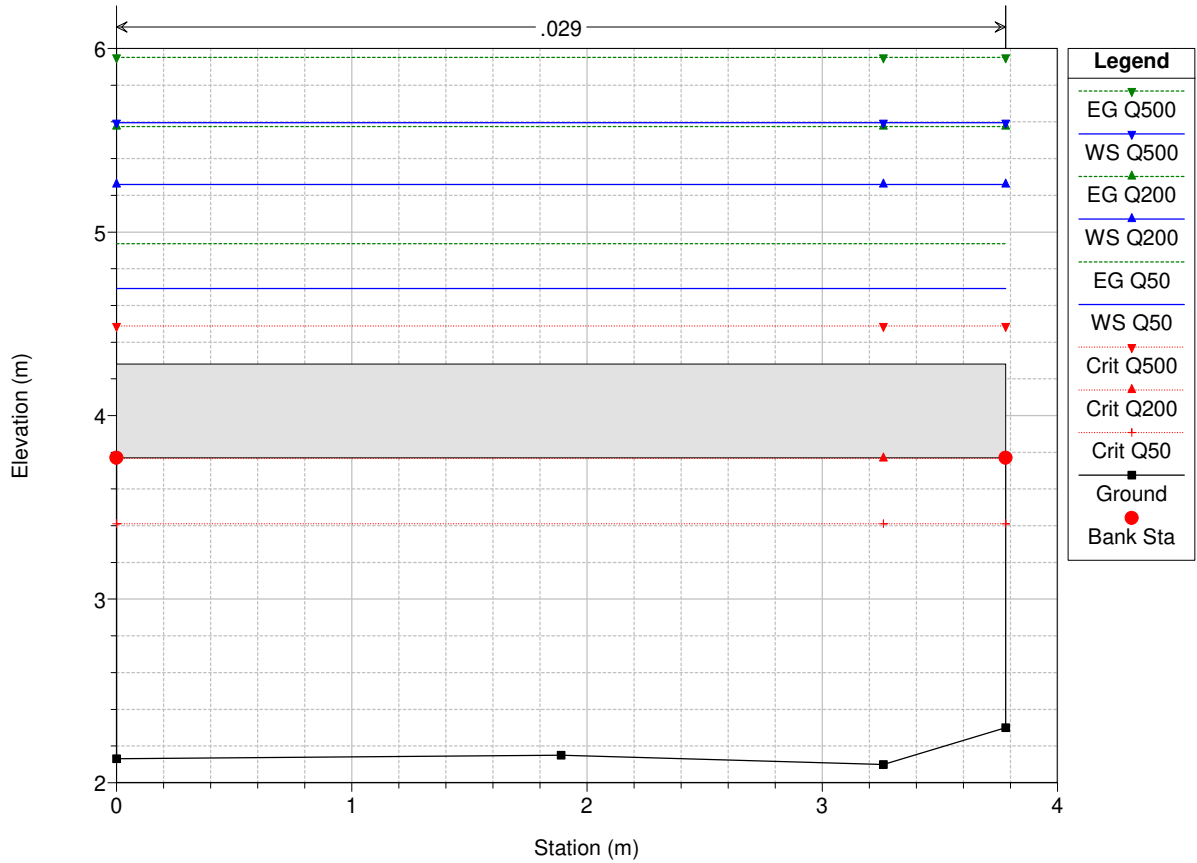


Rio-Santa-Brigida Plan: Max Q dopo int comune 1/19/2021  
RS = 7.5

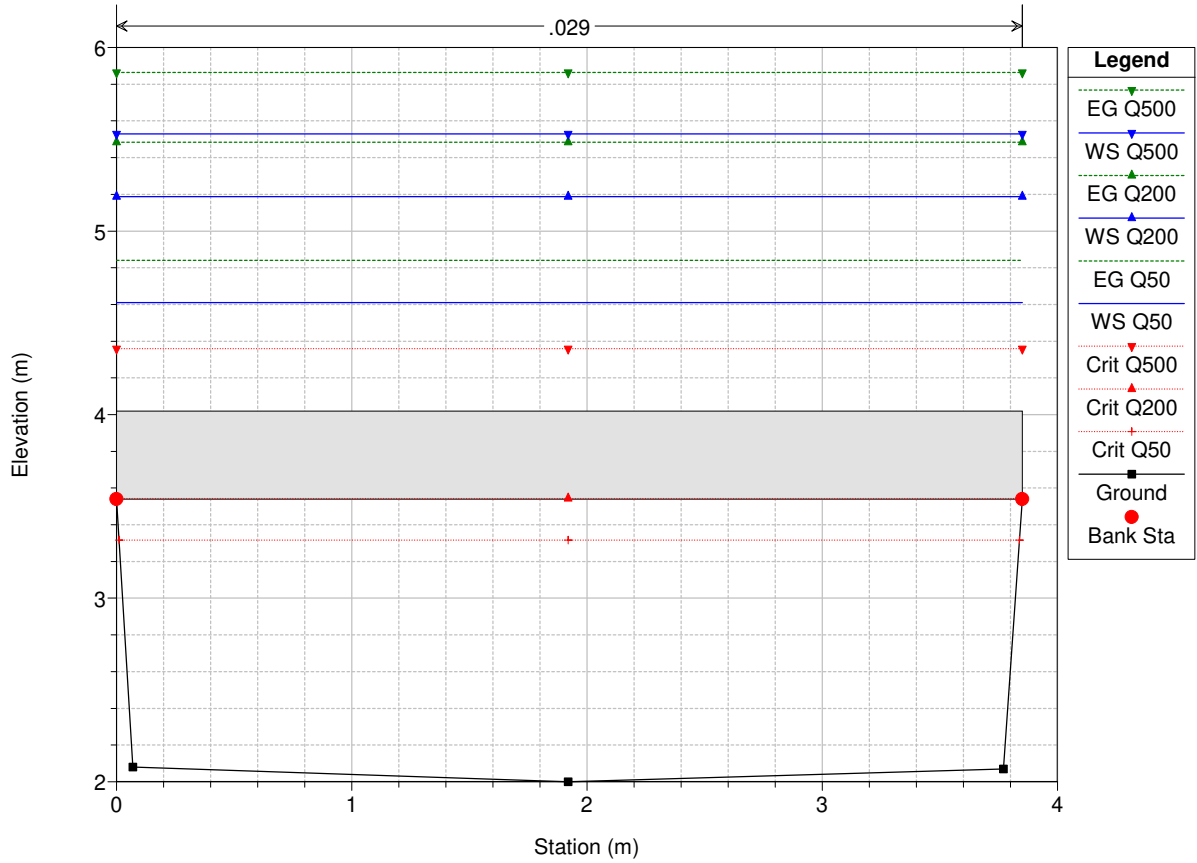




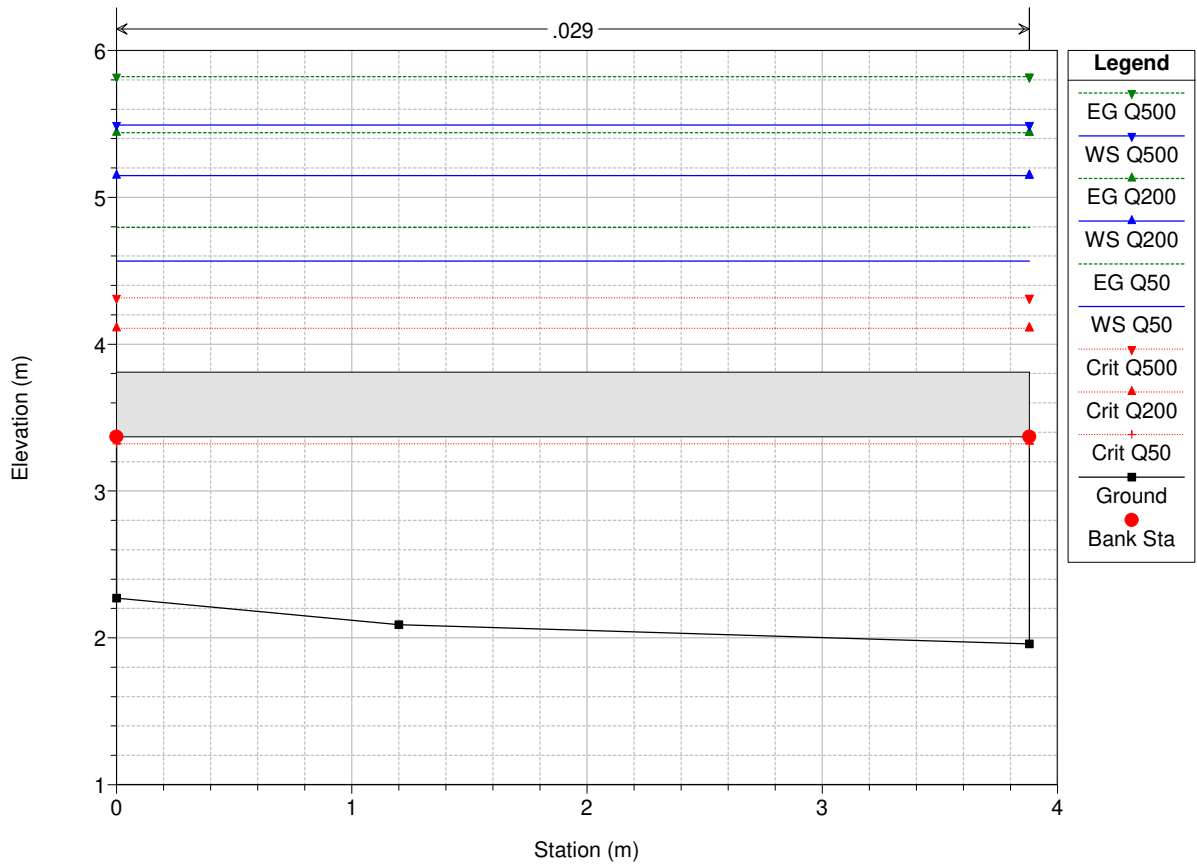
Rio-Santa-Brigida Plan: Max Q dopo int comune 1/19/2021  
RS = 5



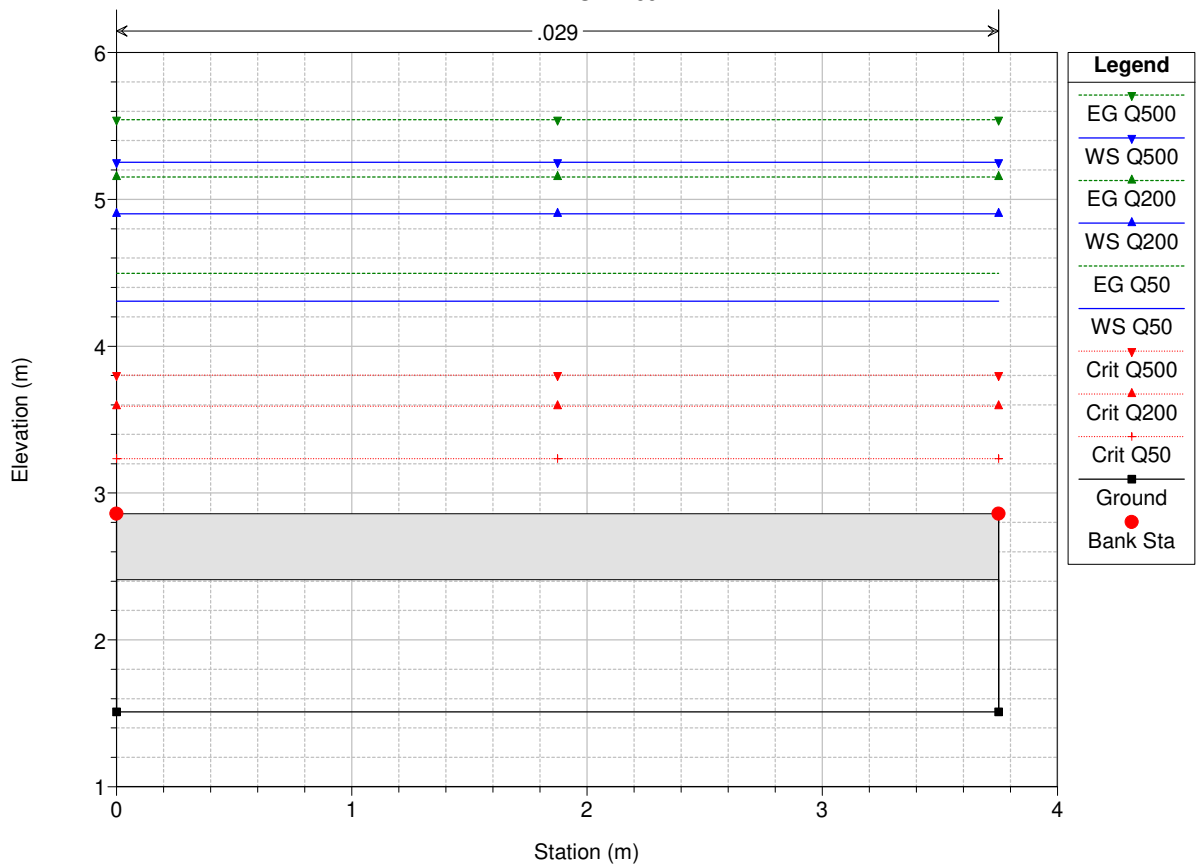
Rio-Santa-Brigida Plan: Max Q dopo int comune 1/19/2021  
RS = 4

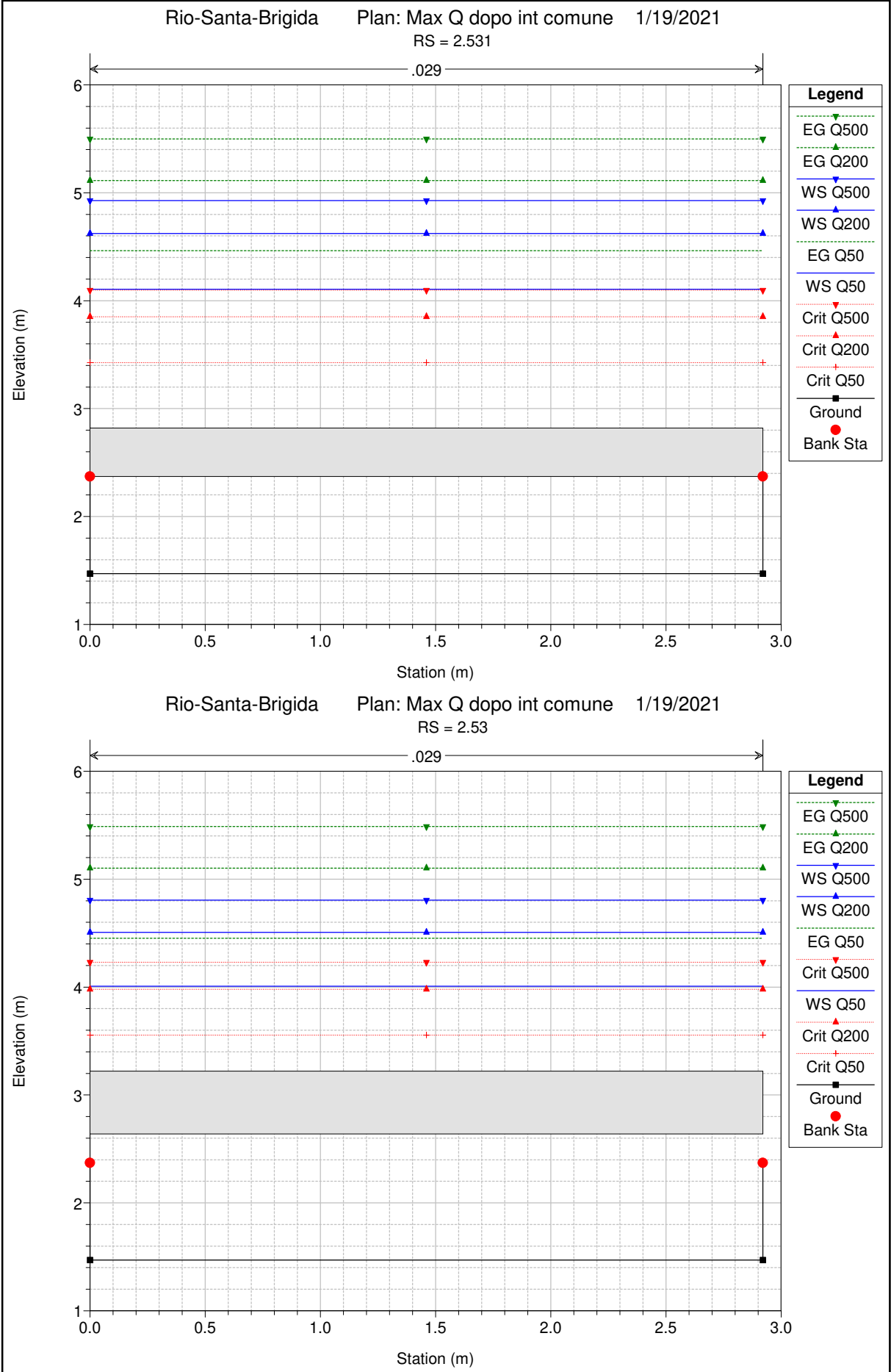


Rio-Santa-Brigida Plan: Max Q dopo int comune 1/19/2021  
RS = 3

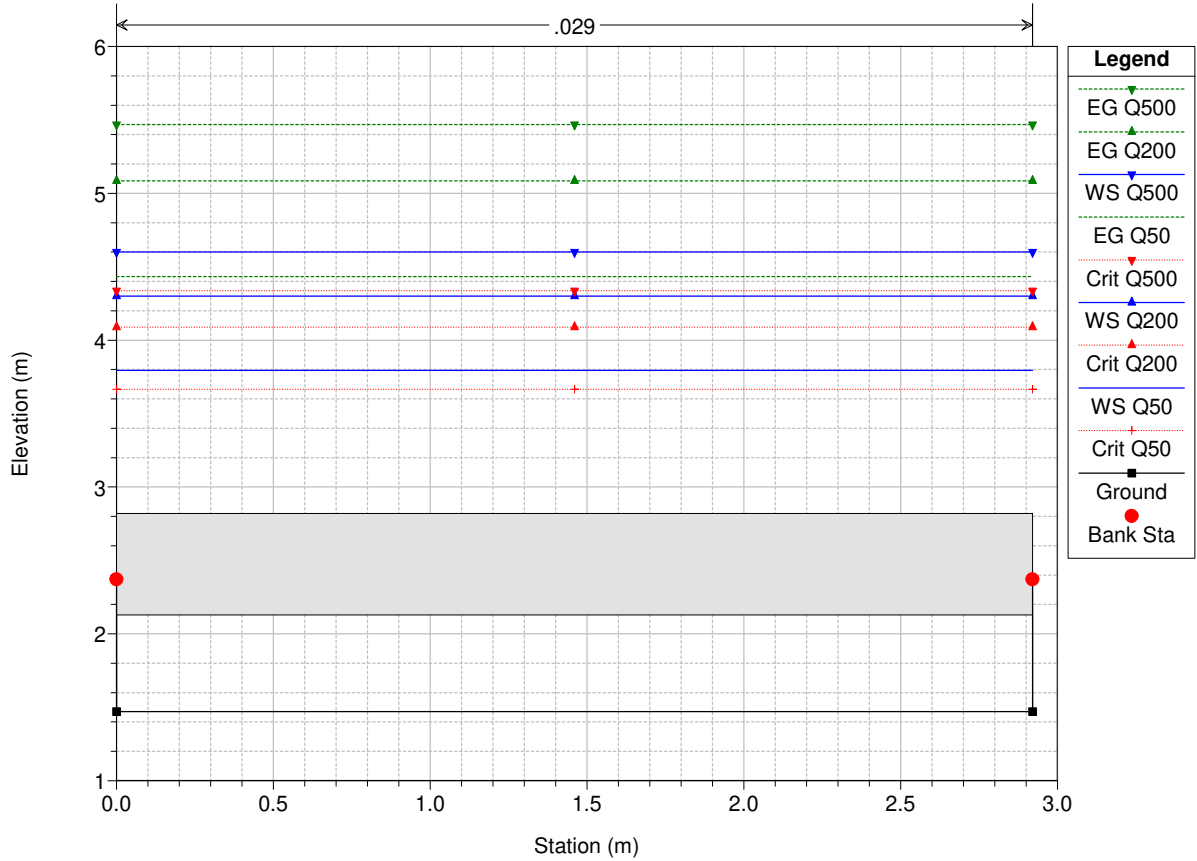


Rio-Santa-Brigida Plan: Max Q dopo int comune 1/19/2021  
RS = 2.55

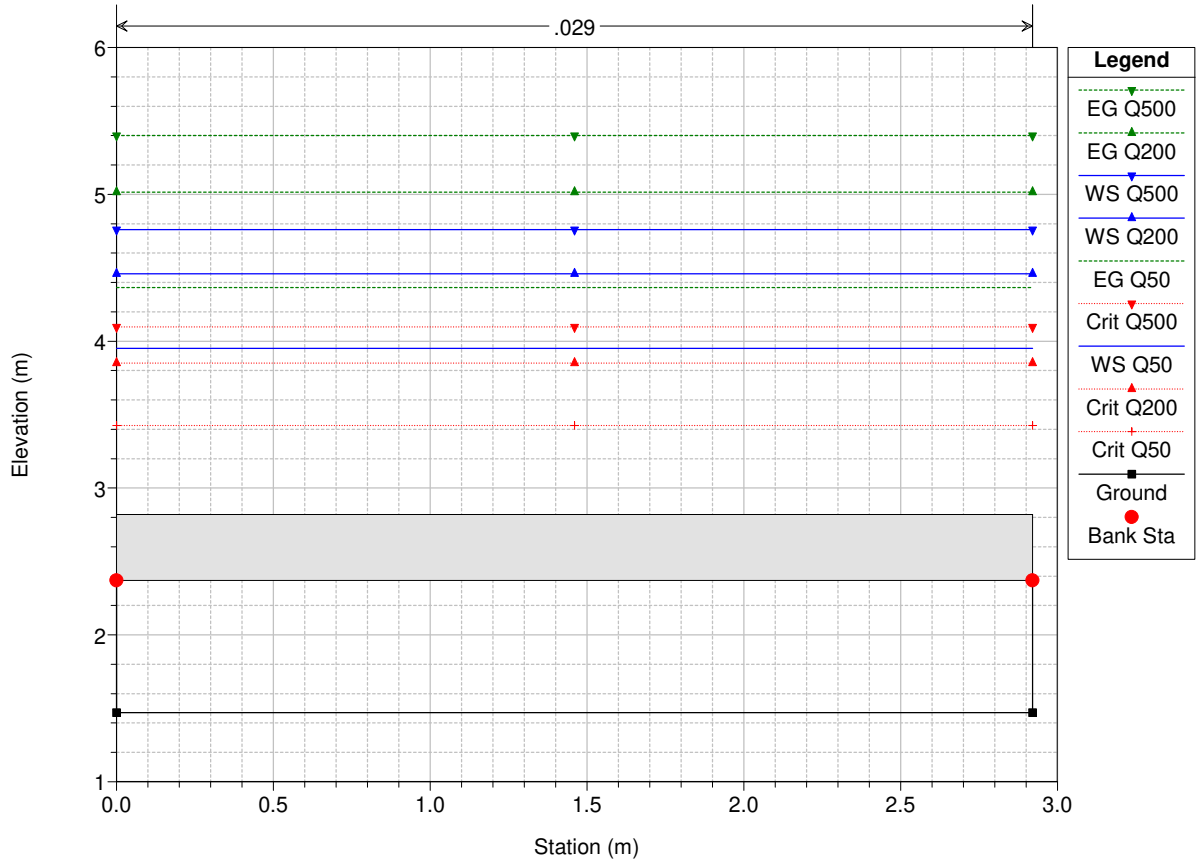




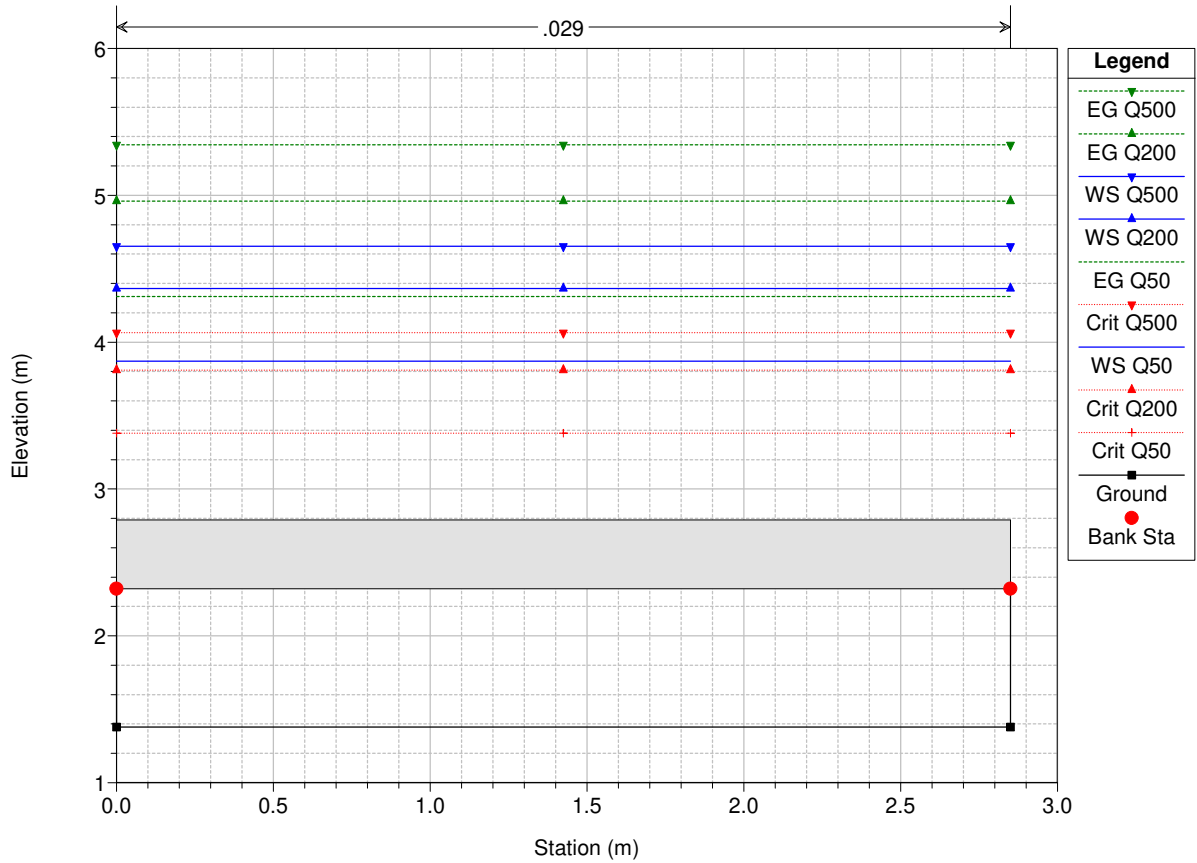
Rio-Santa-Brigida Plan: Max Q dopo int comune 1/19/2021  
RS = 2.52



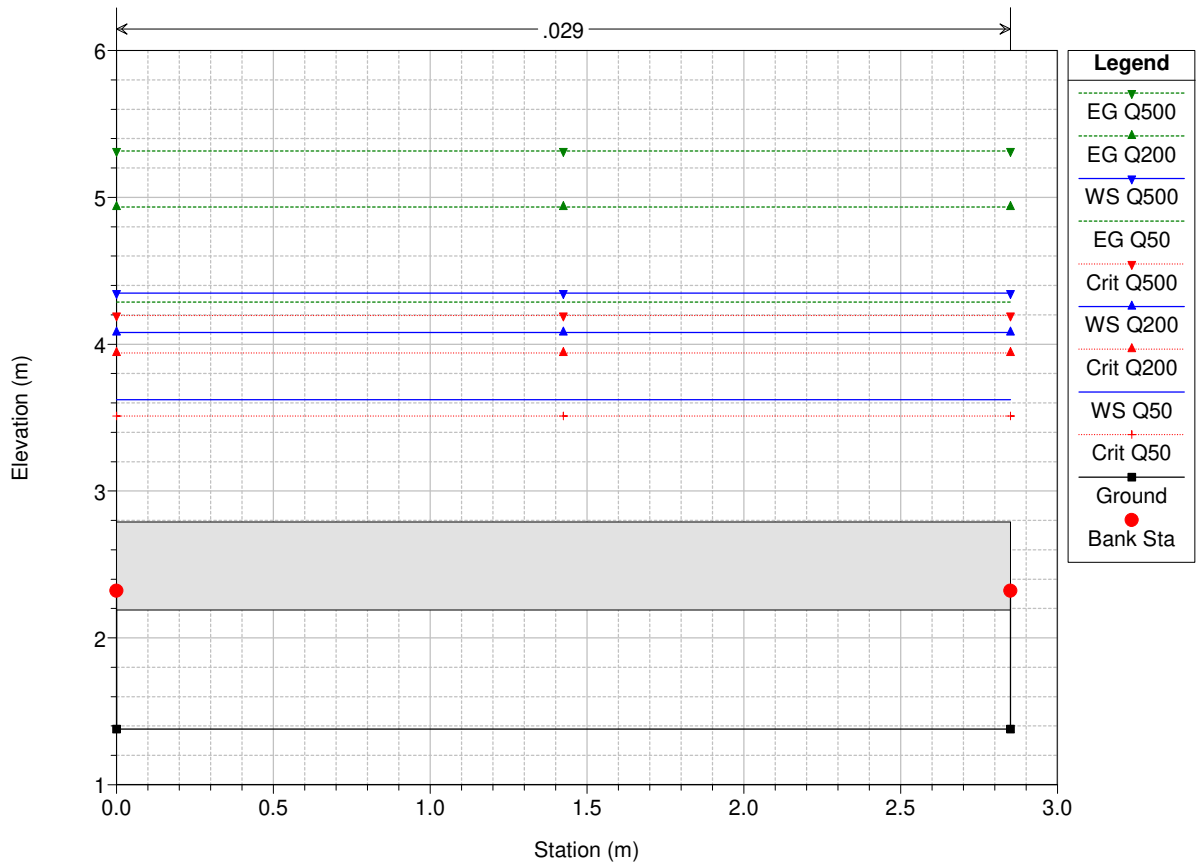
Rio-Santa-Brigida Plan: Max Q dopo int comune 1/19/2021  
RS = 2.519



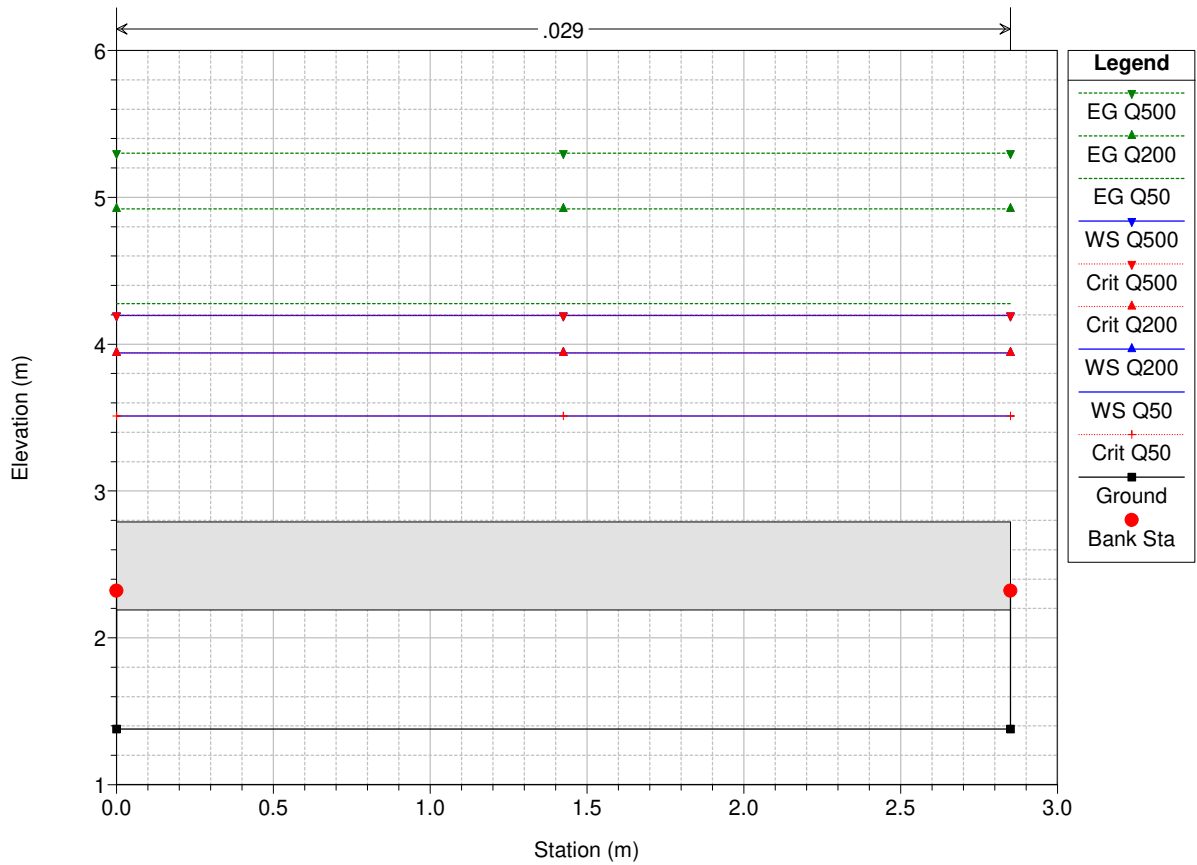
Rio-Santa-Brigida Plan: Max Q dopo int comune 1/19/2021  
RS = 2.518



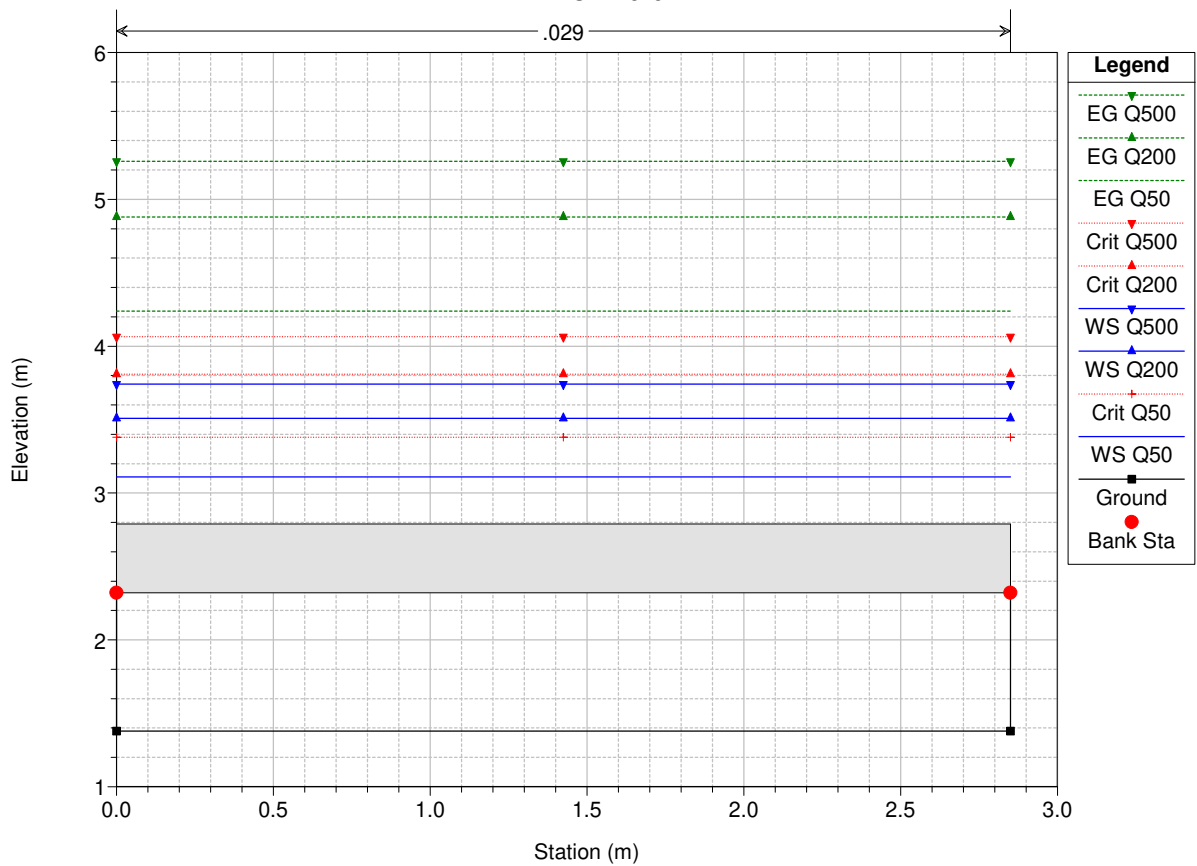
Rio-Santa-Brigida Plan: Max Q dopo int comune 1/19/2021  
RS = 2.517



Rio-Santa-Brigida Plan: Max Q dopo int comune 1/19/2021  
RS = 2.516

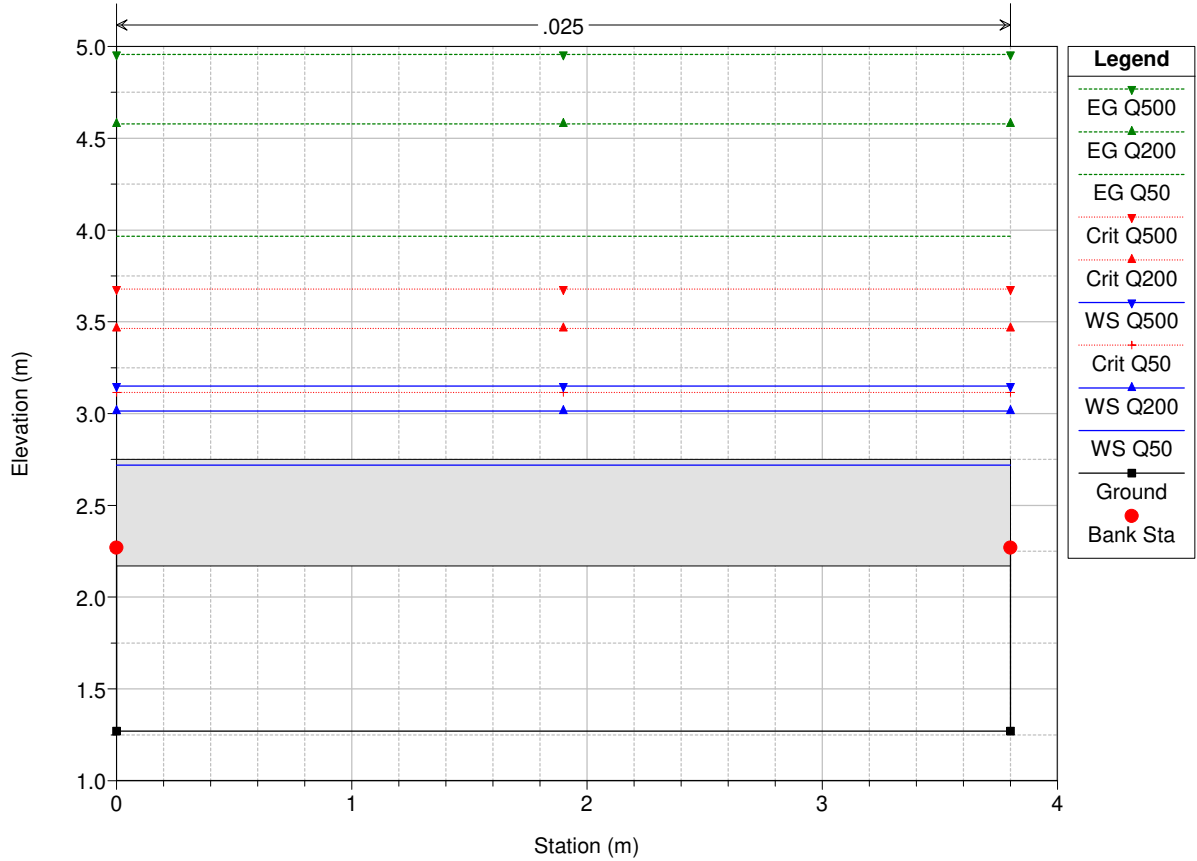


Rio-Santa-Brigida Plan: Max Q dopo int comune 1/19/2021  
RS = 2.515

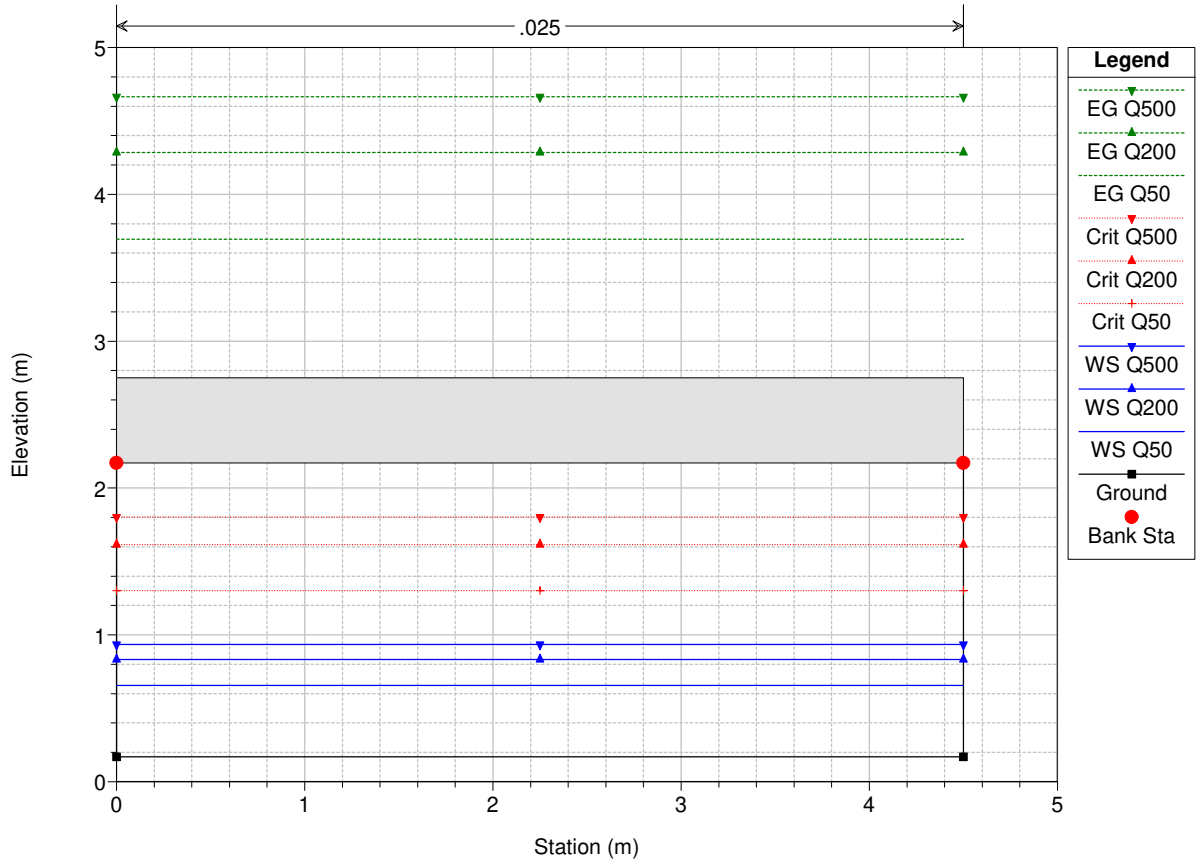




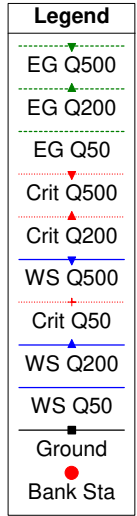
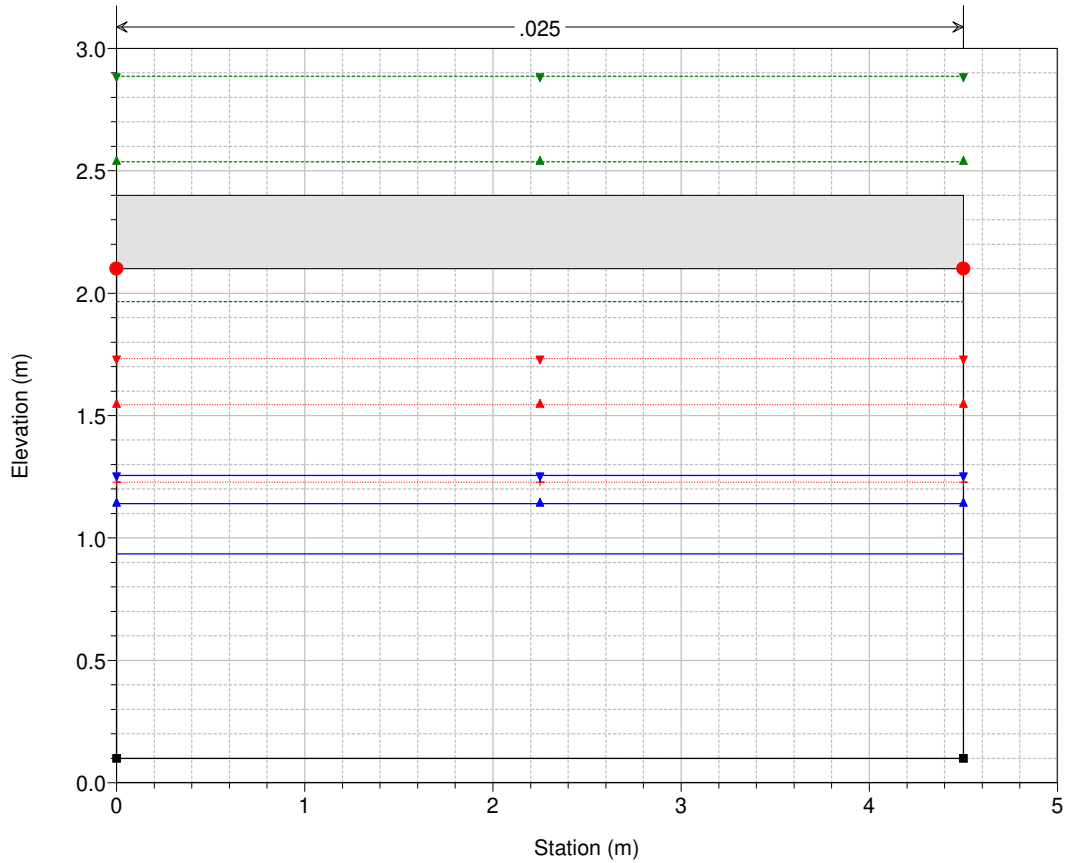
Rio-Santa-Brigida Plan: Max Q dopo int comune 1/19/2021  
RS = 2.51



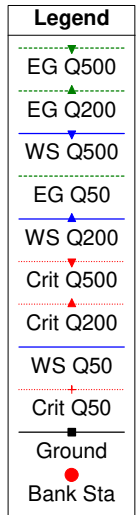
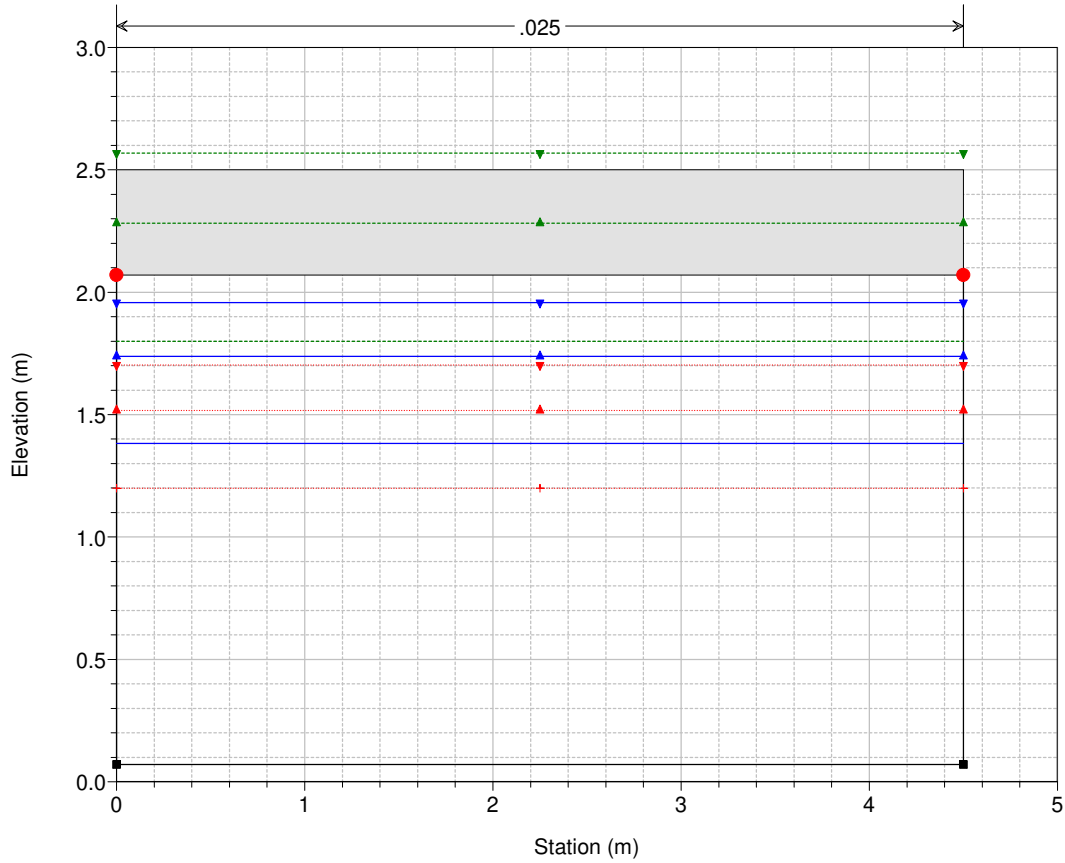
Rio-Santa-Brigida Plan: Max Q dopo int comune 1/19/2021  
RS = 2.5



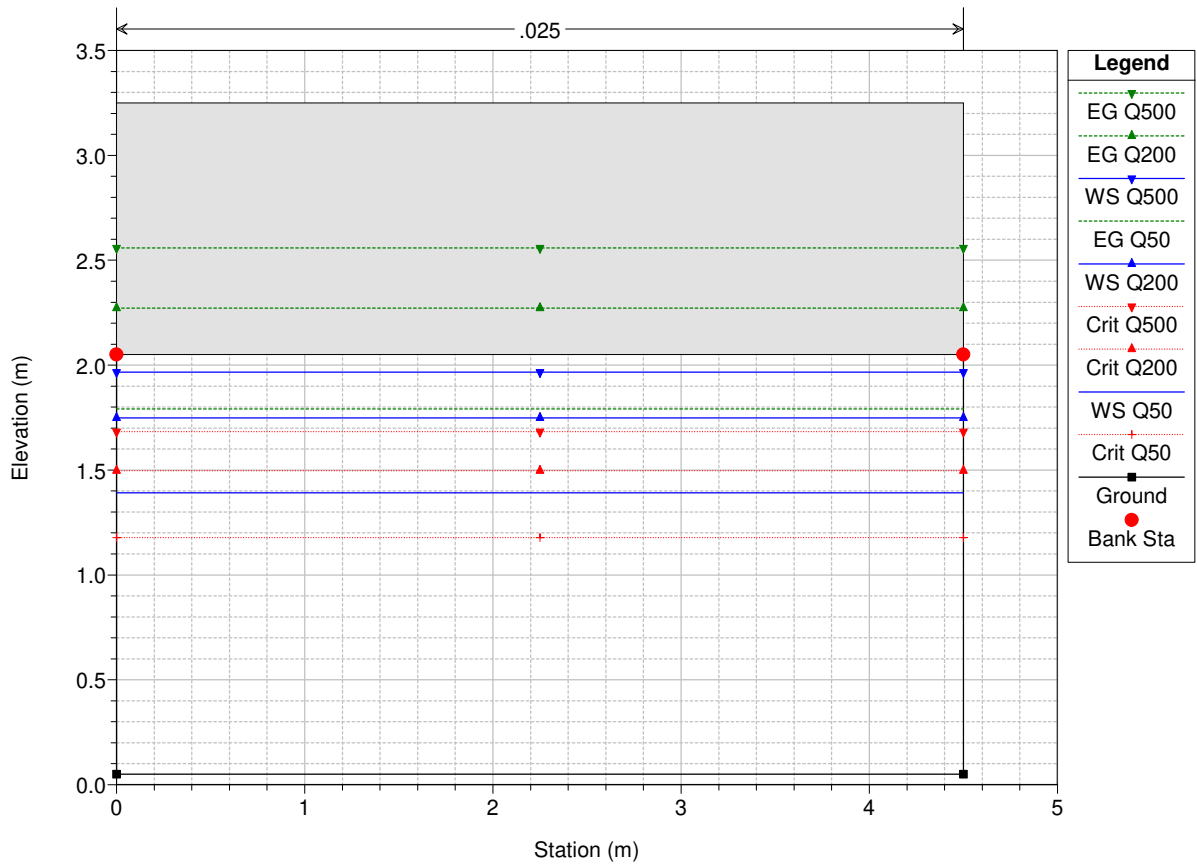
Rio-Santa-Brigida Plan: Max Q dopo int comune 1/19/2021  
RS = 2.3



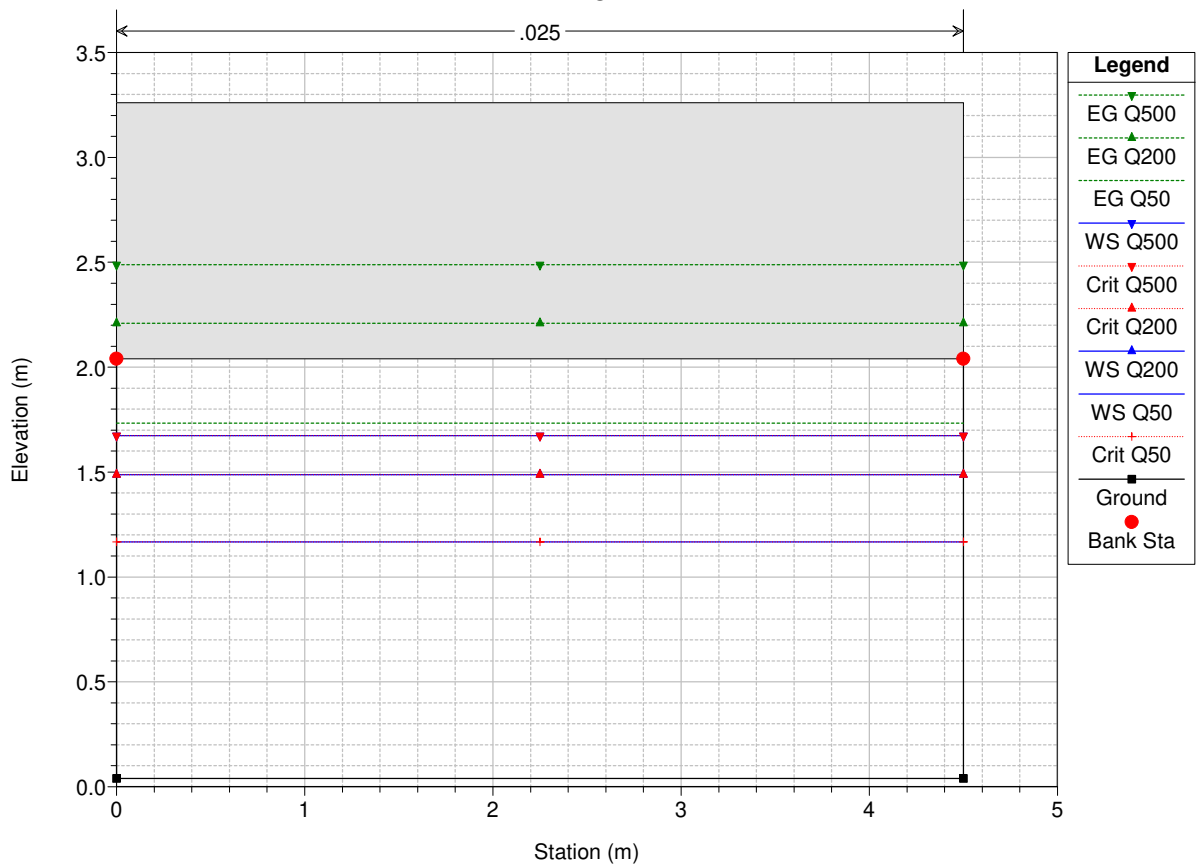
Rio-Santa-Brigida Plan: Max Q dopo int comune 1/19/2021  
RS = 2.1



Rio-Santa-Brigida Plan: Max Q dopo int comune 1/19/2021  
RS = 2



Rio-Santa-Brigida Plan: Max Q dopo int comune 1/19/2021  
RS = 1



HEC-RAS Plan: Max Q dopo int comune River: Rio Santa Brigid Reach: Rio S. Brigida

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 S. Brigida	39	Q50	16.90	8.04	9.65	9.46	10.08	0.015281	2.91	5.82	4.42	0.81
Rio S. Brigida	39	Q200	24.50	8.04	10.00	9.80	10.56	0.016618	3.31	7.40	4.55	0.83
Rio S. Brigida	39	Q500	29.40	8.04	10.21	9.99	10.84	0.017331	3.53	8.34	4.55	0.83
Rio S. Brigida	38	Q50	16.90	8.04	9.46	9.46	10.04	0.023212	3.38	5.01	4.36	1.01
Rio S. Brigida	38	Q200	24.50	8.04	9.80	9.80	10.53	0.023596	3.77	6.50	4.48	1.00
Rio S. Brigida	38	Q500	29.40	8.04	10.10	9.99	10.81	0.020418	3.75	7.84	4.55	0.91
Rio S. Brigida	37	Q50	16.90	7.38	8.67	9.02	9.88	0.061997	4.86	3.48	3.34	1.52
Rio S. Brigida	37	Q200	24.50	7.38	9.82	9.41	10.37	0.017221	3.30	7.42	3.56	0.73
Rio S. Brigida	37	Q500	29.40	7.38	10.12	9.63	10.73	0.017497	3.46	8.51	3.62	0.72
Rio S. Brigida	36	Q50	16.90	6.91	8.82	8.70	9.39	0.023636	3.36	5.03	3.42	0.88
Rio S. Brigida	36	Q200	24.50	6.91	9.16	9.09	9.95	0.028154	3.93	6.23	3.48	0.94
Rio S. Brigida	36	Q500	29.40	6.91	9.37	9.32	10.28	0.030620	4.24	6.94	3.51	0.96
Rio S. Brigida	35	Q50	16.90	6.69	8.32	8.32	8.91	0.024414	3.40	4.97	4.21	1.00
Rio S. Brigida	35	Q200	24.50	6.69	8.66	8.66	9.41	0.025461	3.83	6.39	4.27	1.00
Rio S. Brigida	35	Q500	29.40	6.69	8.86	8.86	9.69	0.026100	4.06	7.24	4.30	1.00
Rio S. Brigida	34	Q50	16.90	6.52	8.05	8.11	8.58	0.026221	3.20	5.27	6.17	1.11
Rio S. Brigida	34	Q200	24.50	6.52	8.17	8.37	9.02	0.036436	4.08	6.01	6.21	1.32
Rio S. Brigida	34	Q500	29.40	6.52	8.82	8.52	9.26	0.010606	2.93	10.12	6.41	0.73
Rio S. Brigida	33	Q50	16.90	6.40	7.93	7.72	8.26	0.011128	2.55	6.67	5.80	0.75
Rio S. Brigida	33	Q200	24.50	6.40	8.36	8.00	8.73	0.008882	2.70	9.20	5.92	0.68
Rio S. Brigida	33	Q500	29.40	6.40	8.77	8.16	9.11	0.006370	2.57	11.68	6.04	0.58
Rio S. Brigida	32	Q50	16.90	6.18	7.89	7.53	8.12	0.006907	2.16	7.92	6.38	0.61
Rio S. Brigida	32	Q200	24.50	6.18	8.34	7.79	8.61	0.005615	2.29	10.87	6.51	0.56
Rio S. Brigida	32	Q500	29.40	6.18	8.77	7.94	9.02	0.004138	2.20	13.68	6.63	0.48
Rio S. Brigida	31	Q50	16.90	5.91	7.79	7.32	7.98	0.005775	1.91	8.86	6.86	0.53
Rio S. Brigida	31	Q200	24.50	5.91	8.29	7.59	8.49	0.004479	2.01	12.29	7.07	0.48
Rio S. Brigida	31	Q500	29.40	5.91	8.74	7.73	8.93	0.003235	1.92	15.52	7.25	0.41
Rio S. Brigida	30	Q50	16.90	5.91	7.48	7.20	7.82	0.012157	2.60	6.50	4.77	0.71
Rio S. Brigida	30	Q200	24.50	5.91	7.96	7.51	8.36	0.011018	2.78	8.80	4.77	0.65
Rio S. Brigida	30	Q500	29.40	5.91	8.68	7.69	8.86	0.004163	2.03	16.54	8.88	0.40
Rio S. Brigida	29.9	Q50	16.90	5.91	7.55	7.00	7.79	0.007774	2.16	7.82	4.77	0.54
Rio S. Brigida	29.9	Q200	24.50	5.91	8.02	7.30	8.32	0.008069	2.43	10.09	5.42	0.53
Rio S. Brigida	29.9	Q500	29.40	5.91	8.69	7.48	8.85	0.003622	1.88	17.66	8.88	0.36
Rio S. Brigida	29	Q50	16.90	5.59	7.48		7.64	0.004417	1.79	9.45	5.36	0.43
Rio S. Brigida	29	Q200	24.50	5.59	7.95		8.17	0.004828	2.04	12.00	5.36	0.44
Rio S. Brigida	29	Q500	29.40	5.59	8.59		8.77	0.003761	1.90	15.46	5.86	0.37
Rio S. Brigida	28.9	Q50	16.90	5.61	7.48		7.64	0.004440	1.79	9.42	5.36	0.43
Rio S. Brigida	28.9	Q200	24.50	5.61	7.95		8.17	0.004845	2.05	11.97	5.36	0.44
Rio S. Brigida	28.9	Q500	29.40	5.61	8.59		8.77	0.003769	1.91	15.42	5.86	0.38
Rio S. Brigida	27.1	Q50	16.90	5.45	7.01		7.50	0.020777	3.10	5.45	4.03	0.85
Rio S. Brigida	27.1	Q200	24.50	5.45	7.38		8.01	0.022282	3.51	6.97	4.25	0.88
Rio S. Brigida	27.1	Q500	29.40	5.45	8.34		8.68	0.008775	2.60	11.33	4.81	0.54
Rio S. Brigida	27	Q50	16.90	5.45	7.01	6.86	7.50	0.020794	3.10	5.45	4.03	0.85
Rio S. Brigida	27	Q200	24.50	5.45	7.38	7.23	8.01	0.022298	3.51	6.97	4.25	0.88
Rio S. Brigida	27	Q500	29.40	5.45	8.34		8.68	0.008776	2.60	11.33	4.81	0.54
Rio S. Brigida	26.9	Q50	16.90	5.45	6.86	6.86	7.48	0.028910	3.49	4.84	3.94	1.01
Rio S. Brigida	26.9	Q200	24.50	5.45	7.32	7.23	8.00	0.024593	3.64	6.72	4.21	0.92
Rio S. Brigida	26.9	Q500	29.40	5.45	8.34		8.68	0.008807	2.60	11.31	4.81	0.54
Rio S. Brigida	26.8	Q50	16.90	4.30	5.10	5.71	7.32	0.160693	6.59	2.56	3.20	2.35
Rio S. Brigida	26.8	Q200	24.50	4.30	7.64		7.86	0.005935	2.08	11.78	4.40	0.41
Rio S. Brigida	26.8	Q500	29.40	4.30	8.45		8.63	0.004169	1.89	15.54	4.87	0.34
Rio S. Brigida	23.5	Q50	16.90	3.78	5.91	5.16	6.28	0.009268	2.69	6.28		0.59
Rio S. Brigida	23.5	Q200	24.50	3.78	7.11	5.52	7.68	0.017870	3.35	7.32	3.72	0.59
Rio S. Brigida	23.5	Q500	29.40	3.78	8.20	6.99	8.54	0.006352	2.58	11.38	3.72	0.39
Rio S. Brigida	23	Q50	16.90	3.67	5.84	5.05	6.22	0.009605	2.72	6.21		0.59
Rio S. Brigida	23	Q200	24.50	3.67	6.75	5.41	7.54	0.020187	3.95	6.21		0.72
Rio S. Brigida	23	Q500	29.40	3.67	7.96	5.44	8.47	0.011475	3.18	9.24	3.72	0.49
Rio S. Brigida	22	Q50	16.90	3.46	5.66	4.93	6.10	0.011462	2.92	5.79		0.63
Rio S. Brigida	22	Q200	24.50	3.46	6.37	5.27	7.28	0.024089	4.23	5.79		0.79
Rio S. Brigida	22	Q500	29.40	3.46	6.87	5.27	8.18	0.034689	5.08	5.79		0.88
Rio S. Brigida	21	Q50	16.90	3.34	5.65	4.72	6.02	0.009182	2.68	6.30		0.56
Rio S. Brigida	21	Q200	24.50	3.34	6.34	5.08	7.11	0.019297	3.89	6.30		0.72
Rio S. Brigida	21	Q500	29.40	3.34	6.83	5.14	7.94	0.027788	4.66	6.30		0.80
Rio S. Brigida	20	Q50	16.90	3.16	5.53	4.54	5.90	0.009205	2.68	6.30		0.56

HEC-RAS Plan: Max Q dopo int comune River: Rio Santa Brigid Reach: Rio S. Brigida (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
Rio S. Brigida	20	Q200	24.50	3.16	6.09	4.90	6.86	0.019347	3.89	6.30		0.73
Rio S. Brigida	20	Q500	29.40	3.16	6.46	4.95	7.57	0.027859	4.67	6.30		0.82
Rio S. Brigida	19	Q50	16.90	3.04	5.45	4.41	5.82	0.009272	2.68	6.30		0.55
Rio S. Brigida	19	Q200	24.50	3.04	5.92	4.77	6.70	0.019487	3.89	6.30		0.73
Rio S. Brigida	19	Q500	29.40	3.04	6.23	4.83	7.34	0.028062	4.67	6.30		0.83
Rio S. Brigida	18	Q50	16.90	2.96	5.54	4.14	5.73	0.005171	1.91	8.83		0.38
Rio S. Brigida	18	Q200	24.50	2.96	6.12	4.46	6.51	0.010867	2.77	8.83		0.50
Rio S. Brigida	18	Q500	29.40	2.96	6.66	4.64	7.03	0.011576	2.70	10.88	4.50	0.45
Rio S. Brigida	17	Q50	16.90	2.74	5.47	3.92	5.66	0.005355	1.94	8.72		0.37
Rio S. Brigida	17	Q200	24.50	2.74	5.96	4.24	6.36	0.011255	2.81	8.72		0.50
Rio S. Brigida	17	Q500	29.40	2.74	6.30	4.43	6.81	0.019853	3.18	9.23	4.47	0.54
Rio S. Brigida	16	Q50	16.90	2.71	5.46	3.90	5.65	0.005218	1.92	8.79		0.37
Rio S. Brigida	16	Q200	24.50	2.71	5.94	4.22	6.33	0.010967	2.79	8.79		0.50
Rio S. Brigida	16	Q500	29.40	2.71	6.19	4.41	6.76	0.022864	3.32	8.85	4.45	0.57
Rio S. Brigida	15	Q50	16.90	2.68	5.45	3.86	5.59	0.004751	1.66	10.21	4.50	0.32
Rio S. Brigida	15	Q200	24.50	2.68	6.03	4.18	6.22	0.004692	1.91	12.80	4.50	0.33
Rio S. Brigida	15	Q500	29.40	2.68	6.37	4.37	6.59	0.004635	2.05	14.34	4.50	0.34
Rio S. Brigida	14	Q50	16.90	2.65	5.36	3.78	5.51	0.005503	1.73	9.75	4.50	0.34
Rio S. Brigida	14	Q200	24.50	2.65	5.94	4.10	6.14	0.005255	1.98	12.36	4.50	0.35
Rio S. Brigida	14	Q500	29.40	2.65	6.28	4.28	6.51	0.005118	2.12	13.90	4.50	0.35
Rio S. Brigida	13	Q50	16.90	2.63	5.33	3.76	5.46	0.004317	1.61	10.49	4.50	0.31
Rio S. Brigida	13	Q200	24.50	2.63	5.91	4.08	6.09	0.004323	1.87	13.10	4.50	0.33
Rio S. Brigida	13	Q500	29.40	2.63	6.26	4.26	6.46	0.004295	2.01	14.65	4.50	0.34
Rio S. Brigida	12	Q50	16.90	2.47	5.32	3.60	5.43	0.003542	1.51	11.20	4.50	0.29
Rio S. Brigida	12	Q200	24.50	2.47	5.90	3.92	6.06	0.003698	1.77	13.81	4.50	0.31
Rio S. Brigida	12	Q500	29.40	2.47	6.24	4.10	6.43	0.003739	1.91	15.36	4.50	0.31
Rio S. Brigida	11	Q50	16.90	2.45	5.30	3.58	5.42	0.002602	1.51	11.22	4.50	0.28
Rio S. Brigida	11	Q200	24.50	2.45	5.88	3.89	6.04	0.002721	1.77	13.83	4.50	0.31
Rio S. Brigida	11	Q500	29.40	2.45	6.23	4.08	6.41	0.002753	1.91	15.37	4.50	0.31
Rio S. Brigida	10	Q50	16.90	2.17	5.24	3.30	5.37	0.002857	1.56	10.86	4.50	0.28
Rio S. Brigida	10	Q200	24.50	2.17	5.82	3.62	5.99	0.002938	1.82	13.46	4.50	0.30
Rio S. Brigida	10	Q500	29.40	2.17	6.16	3.80	6.36	0.002948	1.96	15.00	4.50	0.31
Rio S. Brigida	9	Q50	16.90	1.97	5.21	3.10	5.34	0.002975	1.57	10.73	4.50	0.28
Rio S. Brigida	9	Q200	24.50	1.97	5.79	3.42	5.96	0.003040	1.84	13.32	4.50	0.30
Rio S. Brigida	9	Q500	29.40	1.97	6.13	3.60	6.33	0.003040	1.98	14.86	4.50	0.31
Rio S. Brigida	8	Q50	16.90	1.80	5.18	2.93	5.30	0.002845	1.55	10.88	4.50	0.27
Rio S. Brigida	8	Q200	24.50	1.80	5.75	3.24	5.92	0.002934	1.82	13.47	4.50	0.29
Rio S. Brigida	8	Q500	29.40	1.80	6.09	3.43	6.29	0.002945	1.96	15.01	4.50	0.30
Rio S. Brigida	7.9	Q50	16.90	1.77	5.17	2.90	5.29	0.002755	1.54	10.98	4.50	0.27
Rio S. Brigida	7.9	Q200	24.50	1.77	5.75	3.21	5.91	0.002860	1.81	13.57	4.50	0.29
Rio S. Brigida	7.9	Q500	29.40	1.77	6.09	3.40	6.28	0.002878	1.95	15.11	4.50	0.30
Rio S. Brigida	7.5	Q50	16.90	2.39	5.02	3.67	5.28	0.010634	2.26	7.47	3.78	0.45
Rio S. Brigida	7.5	Q200	24.50	2.39	5.56	4.02	5.89	0.009990	2.58	9.51	3.78	0.46
Rio S. Brigida	7.5	Q500	29.40	2.39	5.88	4.09	6.26	0.009619	2.74	10.73	3.78	0.47
Rio S. Brigida	7	Q50	16.90	2.36	4.90	3.64	5.18	0.012225	2.36	7.16	3.78	0.47
Rio S. Brigida	7	Q200	24.50	2.36	5.45	4.00	5.80	0.010969	2.65	9.25	3.78	0.48
Rio S. Brigida	7	Q500	29.40	2.36	5.78	4.06	6.18	0.010374	2.80	10.49	3.78	0.48
Rio S. Brigida	6	Q50	16.90	2.29	4.86	3.59	5.08	0.007942	2.07	8.17	3.88	0.41
Rio S. Brigida	6	Q200	24.50	2.29	5.42	3.94	5.71	0.007592	2.37	10.35	3.88	0.43
Rio S. Brigida	6	Q500	29.40	2.29	5.76	4.03	6.08	0.007376	2.52	11.65	3.88	0.43
Rio S. Brigida	5	Q50	16.90	2.10	4.69	3.41	4.94	0.009383	2.19	7.71	3.78	0.43
Rio S. Brigida	5	Q200	24.50	2.10	5.26	3.77	5.57	0.008708	2.49	9.85	3.78	0.45
Rio S. Brigida	5	Q500	29.40	2.10	5.60	4.49	5.95	0.008359	2.64	11.12	3.78	0.45
Rio S. Brigida	4	Q50	16.90	2.00	4.61	3.32	4.84	0.008371	2.13	7.94	3.85	0.42
Rio S. Brigida	4	Q200	24.50	2.00	5.19	3.54	5.48	0.007735	2.41	10.16	3.85	0.43
Rio S. Brigida	4	Q500	29.40	2.00	5.53	4.36	5.86	0.007418	2.56	11.48	3.85	0.44
Rio S. Brigida	3	Q50	16.90	1.96	4.57	3.32	4.79	0.008168	2.12	7.96	3.88	0.42
Rio S. Brigida	3	Q200	24.50	1.96	5.15	4.11	5.44	0.007471	2.40	10.22	3.88	0.43
Rio S. Brigida	3	Q500	29.40	1.96	5.49	4.32	5.82	0.007141	2.54	11.56	3.88	0.43
Rio S. Brigida	2.55	Q50	16.90	1.51	4.31	3.23	4.49	0.005242	1.92	8.80	3.75	0.37
Rio S. Brigida	2.55	Q200	24.50	1.51	4.90	3.59	5.15	0.005191	2.22	11.03	3.75	0.39
Rio S. Brigida	2.55	Q500	29.40	1.51	5.25	3.80	5.54	0.005131	2.38	12.35	3.75	0.39
Rio S. Brigida	2.531	Q50	16.90	1.47	4.11	3.43	4.46	0.011549	2.65	6.38	2.92	0.52
Rio S. Brigida	2.531	Q200	24.50	1.47	4.62	3.85	5.11	0.011969	3.11	7.89	2.92	0.56

HEC-RAS Plan: Max Q dopo int comune River: Rio Santa Brigid Reach: Rio S. Brigida (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
Rio S. Brigida	2.531	Q500	29.40	1.47	4.93	4.10	5.50	0.012058	3.35	8.78	2.92	0.58
Rio S. Brigida	2.53	Q50	16.90	1.47	4.01	3.56	4.45	0.017810	2.96	5.72	2.92	0.59
Rio S. Brigida	2.53	Q200	24.50	1.47	4.51	3.98	5.10	0.017529	3.41	7.18	2.92	0.63
Rio S. Brigida	2.53	Q500	29.40	1.47	4.81	4.23	5.49	0.017227	3.65	8.05	2.92	0.64
Rio S. Brigida	2.52	Q50	16.90	1.47	3.79	3.67	4.43	0.028629	3.54	4.77	2.92	0.74
Rio S. Brigida	2.52	Q200	24.50	1.47	4.30	4.09	5.08	0.024429	3.92	6.25	2.92	0.74
Rio S. Brigida	2.52	Q500	29.40	1.47	4.60	4.34	5.47	0.022697	4.12	7.13	2.92	0.74
Rio S. Brigida	2.519	Q50	16.90	1.47	3.95	3.43	4.37	0.014725	2.85	5.93	2.92	0.58
Rio S. Brigida	2.519	Q200	24.50	1.47	4.46	3.85	5.02	0.014716	3.30	7.41	2.92	0.61
Rio S. Brigida	2.519	Q500	29.40	1.47	4.76	4.10	5.40	0.014595	3.55	8.29	2.92	0.62
Rio S. Brigida	2.518	Q50	16.90	1.38	3.87	3.38	4.31	0.015982	2.93	5.76	2.85	0.59
Rio S. Brigida	2.518	Q200	24.50	1.38	4.36	3.81	4.96	0.016212	3.42	7.17	2.85	0.63
Rio S. Brigida	2.518	Q500	29.40	1.38	4.65	4.06	5.34	0.016264	3.68	7.99	2.85	0.65
Rio S. Brigida	2.517	Q50	16.90	1.38	3.62	3.51	4.29	0.030829	3.61	4.68	2.85	0.77
Rio S. Brigida	2.517	Q200	24.50	1.38	4.08	3.94	4.93	0.028566	4.09	5.99	2.85	0.80
Rio S. Brigida	2.517	Q500	29.40	1.38	4.35	4.19	5.32	0.027594	4.36	6.75	2.85	0.81
Rio S. Brigida	2.516	Q50	16.90	1.38	3.51	3.51	4.28	0.038992	3.87	4.36	2.85	0.85
Rio S. Brigida	2.516	Q200	24.50	1.38	3.94	3.94	4.92	0.035993	4.39	5.58	2.85	0.88
Rio S. Brigida	2.516	Q500	29.40	1.38	4.19	4.19	5.30	0.034508	4.66	6.31	2.85	0.89
Rio S. Brigida	2.515	Q50	16.90	1.38	3.11	3.38	4.24	0.077059	4.70	3.59	2.85	1.14
Rio S. Brigida	2.515	Q200	24.50	1.38	3.51	3.81	4.88	0.065035	5.19	4.72	2.85	1.14
Rio S. Brigida	2.515	Q500	29.40	1.38	3.74	4.06	5.26	0.060356	5.46	5.39	2.85	1.13
Rio S. Brigida	2.51	Q50	16.90	1.27	2.72	3.11	3.97	0.058807	4.94	3.42		1.31
Rio S. Brigida	2.51	Q200	24.50	1.27	3.01	3.46	4.58	0.082225	5.54	4.43	3.80	1.34
Rio S. Brigida	2.51	Q500	29.40	1.27	3.15	3.68	4.96	0.082090	5.95	4.94	3.80	1.39
Rio S. Brigida	2.5	Q50	16.90	0.17	0.66	1.30	3.69	0.126309	7.72	2.19	4.50	3.53
Rio S. Brigida	2.5	Q200	24.50	0.17	0.83	1.62	4.28	0.103547	8.23	2.98	4.50	3.23
Rio S. Brigida	2.5	Q500	29.40	0.17	0.93	1.80	4.66	0.096671	8.55	3.44	4.50	3.12
Rio S. Brigida	2.3	Q50	16.90	0.10	0.94	1.23	1.97	0.024432	4.49	3.76	4.50	1.57
Rio S. Brigida	2.3	Q200	24.50	0.10	1.14	1.54	2.54	0.026987	5.24	4.68	4.50	1.64
Rio S. Brigida	2.3	Q500	29.40	0.10	1.26	1.73	2.89	0.028643	5.65	5.20	4.50	1.68
Rio S. Brigida	2.1	Q50	16.90	0.07	1.38	1.20	1.80	0.006575	2.86	5.91	4.50	0.80
Rio S. Brigida	2.1	Q200	24.50	0.07	1.74	1.52	2.28	0.007045	3.26	7.51	4.50	0.81
Rio S. Brigida	2.1	Q500	29.40	0.07	1.96	1.70	2.57	0.007231	3.46	8.49	4.50	0.80
Rio S. Brigida	2	Q50	16.90	0.05	1.39	1.18	1.79	0.006172	2.80	6.04	4.50	0.77
Rio S. Brigida	2	Q200	24.50	0.05	1.75	1.50	2.27	0.006709	3.21	7.64	4.50	0.79
Rio S. Brigida	2	Q500	29.40	0.05	1.97	1.68	2.56	0.006931	3.41	8.63	4.50	0.79
Rio S. Brigida	1	Q50	16.90	0.04	1.17	1.17	1.73	0.010156	3.33	5.07	4.50	1.00
Rio S. Brigida	1	Q200	24.50	0.04	1.49	1.49	2.21	0.010477	3.76	6.51	4.50	1.00
Rio S. Brigida	1	Q500	29.40	0.04	1.67	1.67	2.49	0.010762	4.00	7.35	4.50	1.00