

Variante S.S.1 Aurelia – Variante in Comune di Massa 1°Lotto (Canal Magro – Stazione).

PROGETTO DEFINITIVO

COD. F1397

| | | | |
|--|--------------|--|--|
| PROGETTAZIONE: RAGGRUPPAMENTO TEMPORANEO PROGETTISTI | | MANDATARIA:  | MANDANTI:   |
| IL RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE: Ing. Andrea Renso – TECHNITAL Ordine Ingegneri Provincia di Verona n. A2413 | | IL PROGETTISTA: GRUPPO DI PROGETTAZIONE: COORDINAMENTO PROGETTAZIONE, PROGETTAZIONE STRADALE, GEOTECNICA ED OPERE STRUTTURALI: Ing. Marcello Mancone – POLITECNICA ordine ingegneri Provincia di Firenze n.5723 STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE: Arch. Paola Gabrielli – POLITECNICA ordine Architetti Provincia di Bologna n. 2921 CANTIERIZZAZIONE E FASI ESECUTIVE: Ing. Alessio Gori – POLITECNICA ordine ingegneri Provincia di Firenze n.5969 IDROLOGIA ED IDRAULICA: Ing. Alessandro Cecchelli – POLITECNICA ordine ingegneri Provincia di Grosseto n.760 COLLABORATORI DI PROGETTO: Ing. Massimo Palermo – POLITECNICA Ing. Mattia De Caro – POLITECNICA Ing. Giulio Melosi – POLITECNICA Geom. Franco Mariotti – POLITECNICA | |
| IL GEOLOGO: Geol. Pietro Accolti Gil – POLITECNICA Ordine Geologi Regione Toscana n° 728 | | | |
| IL COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE: Ing. Marcello Mancone – POLITECNICA ordine ingegneri Provincia di Firenze n.5723 | | | |
| VISTO: IL RESP. DEL PROCEDIMENTO: Ing. Raffaele Franco Carso | | | |
| PROTOCOLLO: | DATA: | | |

03 – IDROLOGIA E IDRAULICA

Relazione idrologica idraulica

| | | | | | | |
|--|--------------------------------|-----------------------------------|-------------|----------------------|-------------|-------------|
| CODICE PROGETTO PROGETTO LIV. PROG. N. PROG. D P F I 1 0 D 1 9 0 1 | | NOME FILE 0302_T00ID00IDRRE02B | | PROGR. ELAB. 0302 | REV. B | SCALA: - |
| CODICE ELAB. | | T 0 0 I D 0 0 I D R R E 0 2 | | | | |
| D | | | | | | |
| C | | | | | | |
| B | REVISIONE PER ISTRUTTORIA ANAS | 10/2020 | POLITECNICA | G. MELOSI | A. CECHELLI | A. RENSO |
| A | EMISSIONE | 06/2020 | POLITECNICA | G. MELOSI | A. CECHELLI | A. RENSO |
| REV. | DESCRIZIONE | DATA | SOCIETA' | REDATTO | VERIFICATO | APPROVATO |

SOMMARIO

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | PREMESSA | 1 |
| 2 | MODIFICHE AL PROGETTO PRELIMINARE | 3 |
| 3 | INQUADRAMENTO IDROGRAFICO DELL'AREA | 6 |
| 4 | OBIETTIVI E CRITERI DELLA PROGETTAZIONE IDRAULICA | 7 |
| 5 | ANALISI IDROLOGICA | 9 |
| 5.1 | Analisi geomorfologica..... | 9 |
| 5.2 | Uso del suolo..... | 11 |
| 5.3 | Analisi statistica delle piogge: Curve di Possibilità Pluviometrica..... | 13 |
| 5.3.1 | Eventi di durata superiore ai 30 minuti..... | 13 |
| 5.3.2 | Eventi di durata inferiore ai 30 minuti..... | 14 |
| 5.3.3 | Determinazione dello ietogramma di progetto..... | 17 |
| 5.4 | Calcolo degli idrogrammi di progetto..... | 18 |
| 6 | MODELLAZIONE IDRAULICA | 23 |
| 6.1 | Modello matematico a moto vario monodimensionale..... | 23 |
| 6.2 | Modello di calcolo a moto vario bidimensionale..... | 24 |
| 6.3 | Caratteristiche geometriche del modello idraulico..... | 26 |
| 6.3.1 | Parametri di scabrezza e coefficienti di perdita concentrata..... | 28 |
| 6.3.2 | Condizioni al contorno..... | 28 |
| 6.4 | Verifica opere idrauliche principali..... | 28 |
| 6.4.1 | OP.01..... | 29 |
| 6.4.2 | OP.02..... | 31 |
| 6.4.3 | OP.04..... | 33 |
| 6.5 | Rivestimento dell'alveo..... | 36 |
| 6.6 | Posizionamento delle spalle dei ponti..... | 38 |
| 6.7 | Modellazione di trasporto solido nel Torrente Canalmagro..... | 38 |
| 7 | DRENAGGIO DELLE ACQUE DI PIATTAFORMA | 45 |
| 7.1 | Rete di drenaggio esistente..... | 45 |

| | | |
|----------|---|-----------|
| 7.2 | Determinazione della pioggia critica | 46 |
| 7.3 | Determinazione dell'interasse delle caditoie/embrici | 47 |
| 7.4 | Dimensionamento dei collettori di recapito delle acque di piattaforma | 48 |
| 7.5 | Drenaggio delle acque di infiltrazione | 49 |
| 8 | TRINCEE DRENANTI E BACINI DISPERDENTI..... | 50 |
| 8.1 | Trincee drenanti | 50 |
| 8.2 | Bacini disperdenti..... | 53 |
| 9 | ATTRAVERAMENTI IDRAULICI MINORI..... | 56 |

1 PREMESSA

Il presente Progetto Definitivo sviluppa quanto previsto dal Progetto Preliminare redatto nel 2013 per conto del Comune di Massa nell'ambito della Convenzione stipulata con Anas SpA, Provincia di Massa – Carrara e Regione Toscana, denominata “Variante SS1 Aurelia Opere Infrastrutturali per il potenziamento ed il miglioramento funzionale degli accessi alla Città di Massa”.

La via Aurelia costituisce una delle principali connessioni viabilistiche all'interno del panorama viario nazionale, mettendo in relazione i principali insediamenti del territorio attraversato (da Roma al confine con la Francia).

Come riportato nel Piano Urbano del Traffico e della Mobilità del Comune di Massa (anno 2010), la via Aurelia, che assolve la funzione originaria di strada di scorrimento a scala regionale e attraversa il centro cittadino, allo stato attuale risulta profondamente inadeguata a soddisfare le tipologie di traffico dalle quali è interessata.

Le principali problematiche sono le seguenti:

- Presenza di diversi accessi liberi, senza particolare differenziazione nelle intersezioni, tutte a raso e spesso prive di regolazione semaforica;
- La piattaforma stradale misura mediamente 7 m;
- Il tracciato planimetrico è in alcuni tratti tortuoso e attraversa alcune zone altamente urbanizzate.

A questo si aggiungono i problemi di inquinamento atmosferico e acustico causati dalle frequenti code che si formano nel centro abitato, per cui è comprensibile come la realizzazione della variante SS. 1 sia quanto mai urgente e prioritaria.

Il presente Progetto Definitivo si riferisce alla zona di accesso est della città, prevedendo il collegamento viario dalla stazione ferroviaria all'Ospedale Pediatrico (situato ad est del Canal Magro), col tracciato in variante a partire dall'intersezione via Pellegrini – via Del Papino. Tale sistema di collegamento viario viene denominato nella presente fase di progettazione definitiva Lotto 1, mentre era denominato Lotto 3 all'interno del Progetto Preliminare.

Come mostrato nella seguente immagine, buona parte del tracciato stradale è previsto in affiancamento dell'esistente rilevato ferroviario.



Figura 1 – Planimetria di progetto su orto foto

La presente “Relazione Idrologica Idraulica” riguarda le scelte tipologiche e progettuali, il dimensionamento e la verifica delle opere idrauliche previste a servizio del nuovo asse viario di progetto.

In particolare si articola innanzitutto nell’inquadramento idrografico dell’area e successivamente nell’esposizione della metodologia utilizzata per sviluppare l’analisi idrologica. Quindi vengono mostrati i dimensionamenti e le verifiche degli attraversamenti idraulici di progetto del reticolo idrografico principale, della rete di drenaggio delle acque di piattaforma, dei fossi di guardia e degli attraversamenti idraulici minori.

Nel dettaglio, le opere oggetto di dimensionamento sono:

- Opere d’arte di attraversamento dei corsi d’acqua principali
- Opere di raccolta delle acque di piattaforma tramite sistema aperto (caditoie/embrici, collettori)
- Fossi di guardia al piede del rilevato
- Tombini idraulici di attraversamento del rilevato stradale

Prima dell’esposizione tecnica progettuale vengono mostrati i parametri e le valutazioni di carattere idrologico/idraulico che hanno portato alla definizione del tracciato stradale e alla modifica di parte del tracciato previsto dal Progetto Preliminare.

2 MODIFICHE AL PROGETTO PRELIMINARE

Il presente Progetto Definitivo aggiorna e implementa il Progetto Preliminare del 2012 redatto dal Comune di Massa.

In termini idraulici, il principale presupposto che ha portato all'aggiornamento e alla modifica del tracciato stradale è stato l'aggiornamento dei piani vincolistici idraulici. Difatti, al 2012 era vigente il PAI (Piano Assetto Idrogeologico), mentre ad oggi il piano vigente in termini di pericolosità idraulica è il PGRA (Piano di Gestione del Rischio da Alluvioni).

Quest'ultimo, risulta avere una perimetrazione delle aree di esondazione molto più estesa del piano precedente. Il motivo di tale aspetto è l'aggiornamento, da parte della Regione Toscana, delle curve di possibilità pluviometrica dopo le grandi alluvioni che hanno colpito la regione e in particolar modo la Lunigiana (Toscana Nord) nel 2012.

Una porzione della prima rotatoria di raccordo alla viabilità esistente e una porzione di tracciati a raso, per come previsti dal PP, risulterebbero posizionati in aree classificate a pericolosità idraulica molto elevata. Essendo entrambi gli elementi a raso, non sono realizzabili ai sensi delle norme di attuazione del PGRA. Di seguito è mostrato uno stralcio planimetrico di quanto descritto.

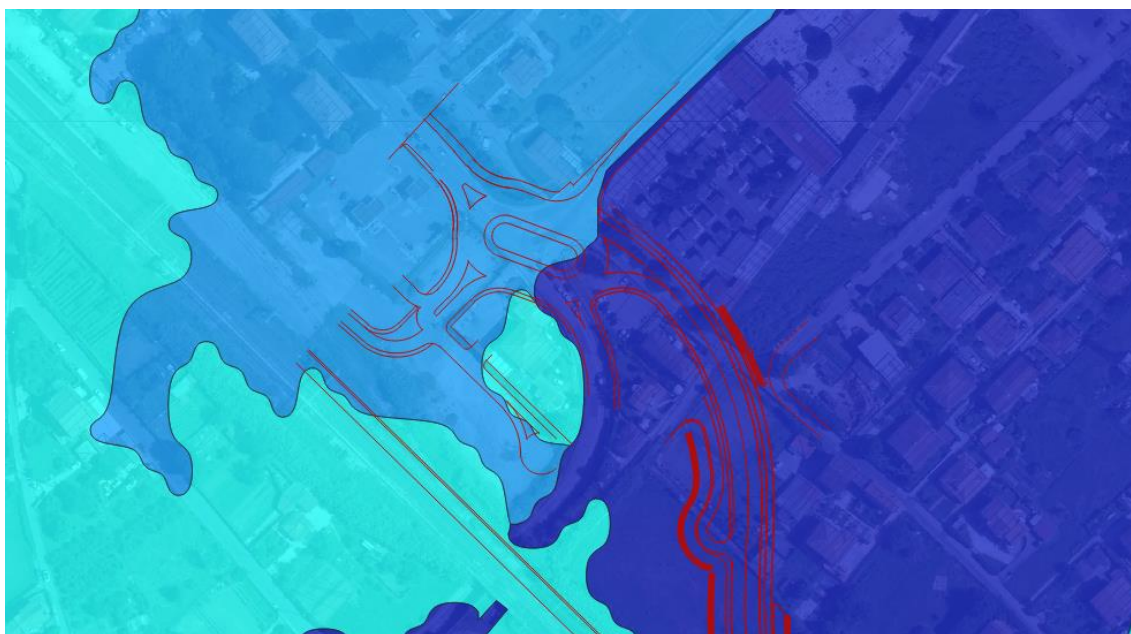


Figura 2 – Progetto Preliminare inquadrato nel vigente PGRA

Oltre all'incremento dell'estensione delle aree a pericolosità idraulica, è evidente che l'incremento delle LSPP ha influito anche sulle portate di riferimento per le verifiche idrauliche, le quali risultano più elevate rispetto ai valori dimensionanti del Progetto Preliminare.

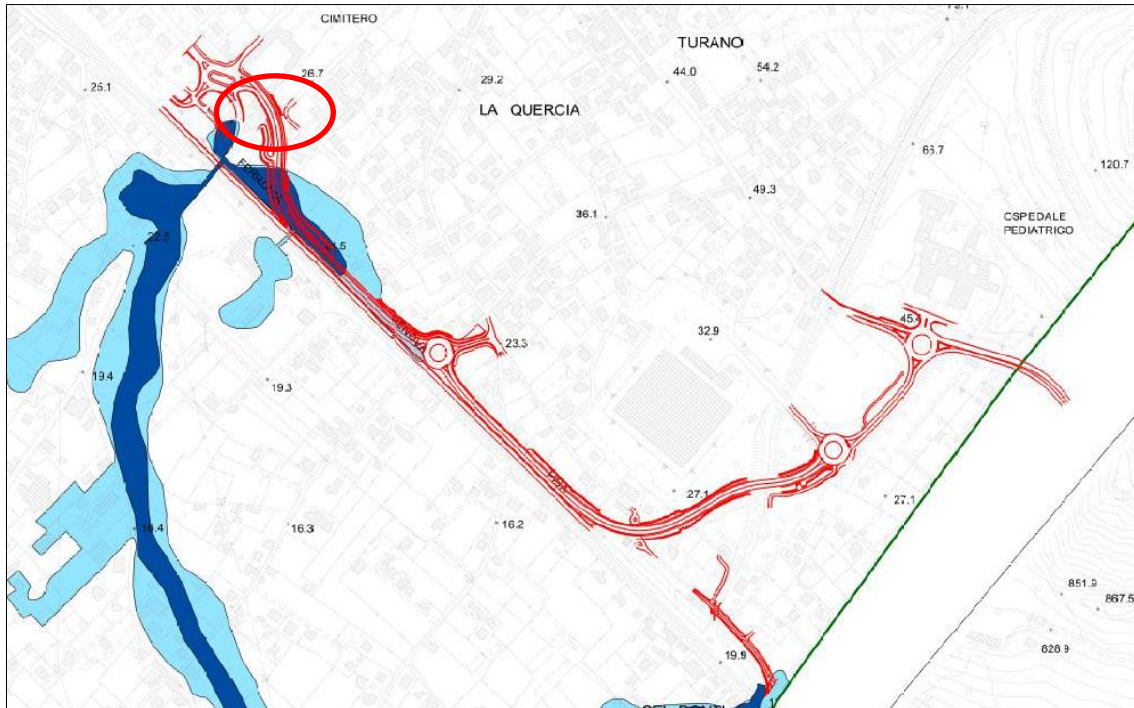


Figura 3 – Progetto Preliminare – inquadramento sulle mappe del PAI

Nel punto attenzionato in figura (presso Via delle Gorine), il Progetto Preliminare prevedeva l'attraversamento del Fosso Magliano mediante incremento della sezione idraulica dello scatolare esistente.

In fase di disamina del PP e verifica dello stesso ai sensi delle vigenti normative e degli input idrologici aggiornati è emerso che l'attraversamento del fosso Magliano in quel tratto non è realizzabile per motivi di incompatibilità con le quote stradali al fine di ottemperare alle specifiche ANAS e alla NTC 2018 in termini di franco di sicurezza idraulica.

Ne è conseguita la scelta di attraversare il fosso Magliano più a valle, prolungando l'esistente attraversamento idraulico del rilevato ferroviario, che risulta verificato con un adeguato grado di riempimento per portate relative ad un tempo di ritorno pari a 200 anni. Questa scelta ha quindi portato a modificare il tratto iniziale del progetto stradale, prolungando la porzione di tracciato in adiacenza al rilevato ferroviario e spostando la rotatoria di raccordo alla viabilità esistente nell'area ad oggi occupata dalla stazione di servizio.

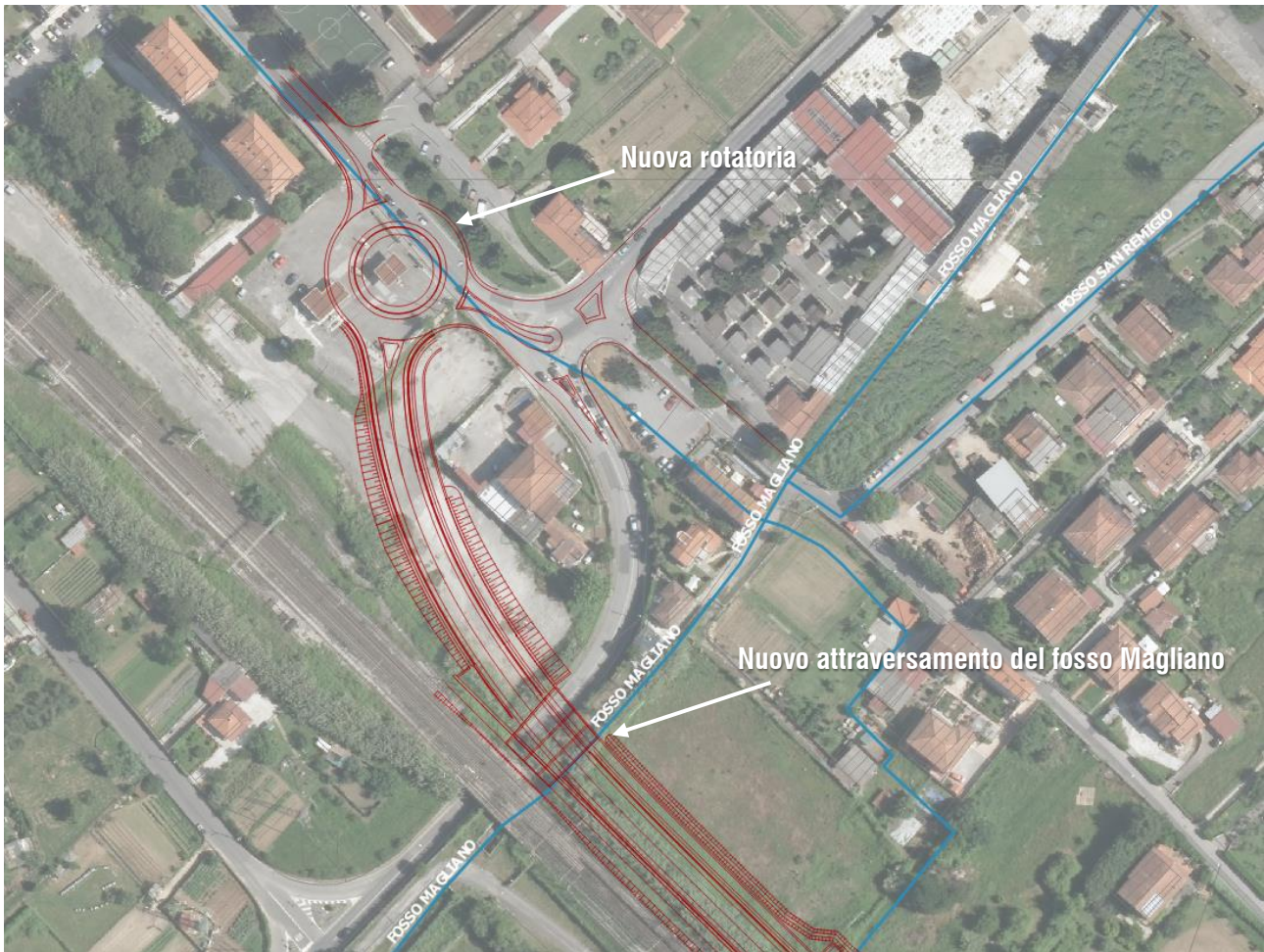


Figura 4 – Progetto Definitivo - Tratto iniziale del tracciato stradale

Le scelte progettuali appena descritte sono state condivise in fase di progettazione con gli enti preposti ed accolte dagli stessi.

3 INQUADRAMENTO IDROGRAFICO DELL'AREA

Il tracciato, dal suo inizio all'intersezione via Pellegrini – via Del Papino fino all'Ospedale Pediatrico interferisce i seguenti corsi d'acqua del reticolo idrografico principale:

- Fosso Magliano, poco a valle della confluenza dei fossi Grondini e San Remigio;
- Canale demaniale irriguo Canale di Centro
- Torrente Canalmagro

Di seguito si riporta un estratto del reticolo idrografico e di gestione, individuato dalla Regione Toscana in attuazione a quanto disposto dall'art. 22, comma 2, lett. e) della Legge Regionale 79/2012, aggiornato all'anno 2019.



Figura 5 – Inquadramento idrografico

Interposta tra i bacini idrografici del Fosso San Remigio e del Torrente Canalmagro vi è un'area drenante secondaria, le cui portate defluenti attraversano il rilevato ferroviario di progetto mediante 5 tombini idraulici.

Per un maggior dettaglio dei bacini idrografici si rimanda all'elaborato "0303_T00ID00IDRC001A - Corografia del reticolo idrografico".

4 OBIETTIVI E CRITERI DELLA PROGETTAZIONE IDRAULICA

Il progetto idraulico, basato sull'analisi idrologica esposta dettagliatamente nei capitoli successivi, prevede il dimensionamento di opere adeguate a:

- La messa in sicurezza del corpo stradale;
- Il drenaggio, la raccolta e il recapito delle acque meteoriche intercettate dalla piattaforma stradale;
- La limitazione delle alterazioni al deflusso delle acque meteoriche dello stato di fatto dei luoghi;
- Rispettare i franchi di sicurezza idraulici imposti dalle vigenti normative.

Il dimensionamento e la verifica delle opere idrauliche, coerentemente con quanto previsto nelle fasi progettuali precedenti, dalle norme tecniche ANAS e dalla NTC 2018, sono stati sviluppati con riferimento ai seguenti tempi di ritorno:

- Tubazioni di drenaggio della piattaforma stradale: $T_R = 25$ anni
- Interasse caditoie/embrici: $T_R = 25$ anni
- Trincee drenanti/bacini disperdenti: $T_R = 25$ anni
- Attraversamenti idraulici delle aree drenanti minori: $T_R = 50$ anni
- Attraversamenti idraulici del reticolo idrografico principale. $T_R = 200$ anni

I criteri per la verifica idraulica dei manufatti sono i seguenti:

- **Collettori di drenaggio delle acque meteoriche:** dimensionamento dei manufatti di drenaggio delle acque di piattaforma confrontando la portata di progetto con la portata massima smaltibile, calcolata con il metodo cinematico ed in condizioni di moto uniforme in riferimento al valore dell'altezza di precipitazione fornita dalla curva di possibilità pluviometrica relativa a brevi durate ed elevate intensità per un tempo di ritorno pari a 25 anni. Si assume un grado di riempimento massimo accettato pari al 50% per diametri inferiori a 400mm e pari al 70% per diametri superiori o uguali a 400 mm.
- **Caditoie/embrici:** determinazione dell'interasse imponendo che a fronte di uno scroscio di pioggia con tempo di ritorno di 25 anni, la vena liquida sia contenuta 1.0 m di distanza dal ciglio esterno della banchina, non essendo presente nessun elemento lineare al ciglio per la raccolta delle acque.
- **Trincee drenanti/bacini disperdenti:** verifica del volume necessario alla laminazione delle portate provenienti dai collettori di drenaggio a fronte di una portata uscente dal sistema drenante pari a quella infiltrata nel terreno.
- **Attraversamenti idraulici minori:** verifica in condizioni di moto permanente, effettuata confrontando la portata di progetto con la portata massima smaltibile, calcolata considerando un franco idraulico superiore al 33% dell'altezza utile dell'opera;

- **Attraversamenti idraulici principali (ponti):** verifica in condizioni di moto vario considerando un franco idraulico non inferiore ad 1.50m
- **Attraversamenti idraulici principali (scatolari $Q_{200} < 50 \text{ mc/s}$):** verifica in condizioni di moto permanente, effettuata confrontando la portata di progetto con la portata massima smaltibile, calcolata considerando un franco idraulico superiore al 33% dell'altezza utile dell'opera, e comunque non inferiore a 50cm;

5 ANALISI IDROLOGICA

In questo capitolo si espone la metodologia che ha portato allo sviluppo degli idrogrammi di progetto definiti come input dei modelli idraulici, sia per i corsi d'acqua principali che per le aree drenanti minori.

Lo studio idrologico è stato sviluppato inizialmente con un'analisi geomorfologica dei bacini idrografici principali e secondari, al fine di calcolarne il tempo di corrivazione. Quindi è stata sviluppata l'analisi idrologica con l'utilizzo del software HEC-HMS e la metodologia dell'SCS Curve Number.

5.1 Analisi geomorfologica

Con l'utilizzo del DTM Idrologico (10m x 10m) e del LIDAR (1m x 1m) disponibile sui portali della Regione Toscana e l'utilizzo di un software applicativo GIS sono stati determinati:

- L'estensione dell'area drenante del Fosso Magliano e dei suoi due affluenti, il Fosso delle Grondini e il Fosso San Remigio, del Torrente Canalmagro e del Fosso della Tomba, oltre alle aree drenanti secondarie;
- Le caratteristiche geomorfologiche dei bacini idrografici;
- Il tempo di corrivazione, mediante l'utilizzo delle più note formule presenti in bibliografia (Giandotti, Ventura, Pezzoli, Tournon, Puglisi, Pasini, California) e scegliendo poi i valori che meglio si pongono in funzione delle caratteristiche dei singoli bacini.

Per il calcolo del tempo di corrivazioni sono state individuate e calcolate le seguenti caratteristiche geomorfologiche:

- h_{\min} = Altezza assoluta minima del bacino (alla sezione di chiusura), ricavata dai modelli digitali del terreno;
- h_{\max} = Altezza assoluta massima del bacino, ricavata dai modelli digitali del terreno;
- h_m = Altezza media del bacino, calcolata come media pesata del modello digitale del terreno;
- A = Estensione del bacino, ricavata dai modelli digitali del terreno;
- i_b = Pendenza media del bacino, calcolata come $Lc \cdot e/A$, dove Lc è la lunghezza complessiva delle curve di livello dell'area, e e è la distanza tra le curve di livello, A è l'estensione dell'area;
- L = Lunghezza dell'asta principale, misurata sulla base del reticolo idrografico regionale;
- h_{\max_a} = Altezza massima dell'asta principale, ricavata dai modelli digitali del terreno;

I tempi di corrivazione sono stati calcolati utilizzando in prima battuta le formule più comuni presenti in letteratura, successivamente sono stati esclusi i risultati anomali o quelli derivanti da formule non consone alla tipologia del bacino idrografico, quindi è stata calcolata la media dei valori ritenuti appropriati.

Le formule utilizzate per il calcolo del tempo di corrivazione, espresso in ore, sono:

- **Giandotti** $t_c = \frac{4\sqrt{A}+1.5L}{0.8\sqrt{h_m}}$
- **Ventura** $t_c = 0.127 \sqrt{\frac{A}{i_a}}$
- **Pezzoli** $t_c = 0.055 \frac{L}{\sqrt{i_a}}$
- **Tournon** $t_c = 0.369 \frac{L}{\sqrt{i_a}} \left[\frac{A}{L^2 \sqrt{i_b}} \right]^{0.72}$
- **Puglisi** $t_c = 6 L^{\frac{2}{3}} (h_{max} - h_{min})^{-\frac{1}{3}}$
- **Pasini** $t_c = 0.108 \frac{(SL)^{\frac{1}{3}}}{0.8 \sqrt{i_a}}$
- **California** $t_c = 0.0195 \frac{L^3}{(h_{max} - h_{min})^{0.385}}$

Si specifica che il tempo di corrivazione non è stato utilizzato per il calcolo diretto delle portate con il metodo razionale, bensì come dato di base per andare ad individuare la durata critica di ciascun bacino idrografico. Come mostrato nei seguenti paragrafi, difatti, per ciascun bacino sono state modellate diverse durate di pioggia e poi è stata scelta come critica quella che massimizza il picco dell'idrogramma.

Di seguito si mostra in forma tabellare le caratteristiche geomorfologiche e i tempi di corrivazione di ciascun bacino idrografico.

Tabella 1 – Caratteristiche geomorfologiche e tempi di corrivazione

| BACINO | H_min [m slm] | H_max [m slm] | H_m [m slm] | A [ha] | i_b [m/m] | L [km] | H_max a [m slm] | Tempo di corrivazione [ore] |
|----------------------|---------------|---------------|-------------|--------|-----------|--------|-----------------|-----------------------------|
| Fosso Magliano | 25.0 | 606.0 | 220.0 | 187.00 | 0.42 | 3.04 | 556.0 | 0.78 |
| Fosso delle Grondini | 25.0 | 611.0 | 247.0 | 149.00 | 0.44 | 3.04 | 556.0 | 0.60 |
| Fosso San Remigio | 26.0 | 369.0 | 128.0 | 38.00 | 0.37 | 1.51 | 312.0 | 0.30 |
| Torrente Canalmagro | 16.0 | 715.0 | 125.0 | 159.00 | 0.48 | 2.80 | 403.0 | 0.61 |
| Fosso della Tomba | 15.0 | 420.0 | 137.0 | 105.00 | 0.39 | 2.32 | 330.0 | 0.40 |
| Attraversamento 1 | 21.5 | 42.0 | 28.8 | 7.80 | 0.04 | 0.50 | 42.0 | 0.14 |
| Attraversamento 2 | 23.0 | 219.0 | 57.0 | 16.00 | 0.16 | 1.10 | 200.0 | 0.14 |
| Attraversamento 3 | 21.0 | 66.0 | 45.0 | 6.10 | 0.06 | 0.77 | 65.0 | 0.16 |
| Attraversamento 4 | 21.0 | 52.0 | 33.0 | 5.20 | 0.06 | 0.52 | 52.0 | 0.12 |
| Attraversamento 5 | 20.0 | 51.0 | 35.0 | 11.00 | 0.07 | 0.47 | 51.0 | 0.12 |

5.2 Uso del suolo

Per la definizione dell'uso del suolo si è fatto riferimento al metodo del Curve Number, proposto dal Soil Conservation Service. Tale procedura è indispensabile per la modellazione afflussi/deflussi e il calcolo delle piogge nette.

Il metodo consiste nell'assegnare ad una determinata area un numero adimensionale (CN) che varia tra 100 (per corpi idrici e suoli completamente impermeabili) e circa 30 (per suoli con elevati tassi di infiltrazione). Con valori di CN uguali o prossimi allo 0, si è in presenza di una superficie assimilabile alla perfetta "spugna". Viene assorbita e trattenuta la totalità o quasi della precipitazione. Con valori di CN uguali o prossimi a 100, siamo in presenza di terreni o superfici impermeabili dove la precipitazione si trasforma interamente, o quasi, in deflusso.

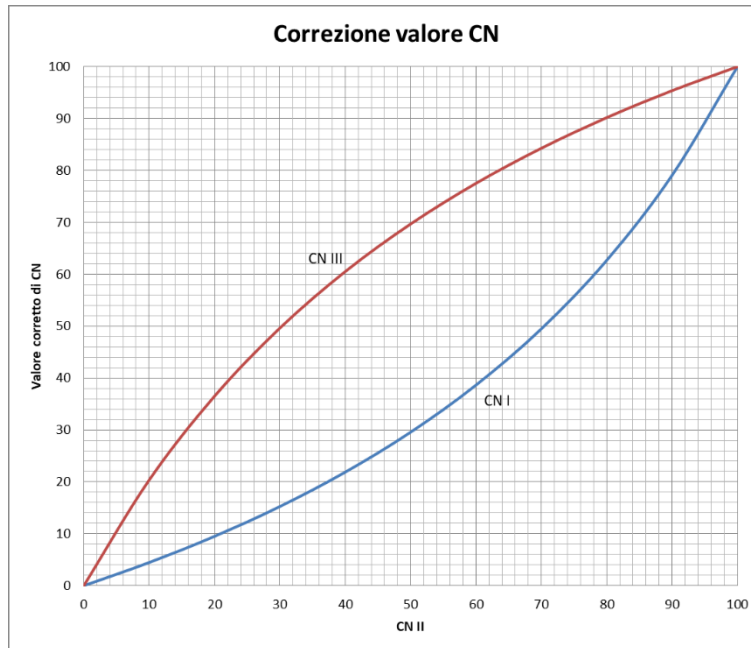
Il CN è essenzialmente correlato ai seguenti fattori:

- Natura litologica del suolo;
- Tipo di copertura (uso del suolo)
- Condizioni iniziali di umidità del suolo antecedenti un evento meteorico;
- Stagione di riposo o crescita della vegetazione.

Le condizioni di saturazione del terreno sono fondamentali per la corretta valutazione delle curve di frequenza delle portate al colmo. Difatti, a parità di precipitazione, le diverse condizioni del terreno incidono sulla risposta del bacino e sulla portata al colmo. Il metodo esprime lo stato di saturazione attraverso le condizioni di umidità del terreno antecedenti l'inizio dell'evento (AMC, Antecedent Moisture Condition). L'SCS individua tre classi, AMC I, AMC II e AMC III, in relazione al valore assunto dall'altezza di pioggia caduta nei 5 giorni precedenti l'evento meteorico. L'attribuzione della classe AMC si basa sui criteri riportati nella tabella di seguito:

| Classe AMC | Stagione di riposo | Stagione di crescita |
|------------|--------------------|----------------------|
| I | < 12.7 mm | <35.5 mm |
| II | 12.7-28.0 mm | 35.5-53.3 mm |
| III | >28.0 mm | >53.3 mm |

Generalmente il CN fornito si riferisce alla classe AMC II. Per condizioni antecedenti l'evento molto umide, AMC III, o molto asciutte, AMC I, si possono derivare i relativi valori di CN, determinati con il seguente grafico o le seguenti espressioni:



$$CN I = \frac{4.2 CN II}{10 - 0.058 CN II}$$

$$CN III = \frac{23 CN II}{10 + 0.13 CN II}$$

La Regione Toscana mette a disposizione uno shape file da utilizzare in ambiente GIS contenente un database spatialite con l'archivio poligonale dell'uso e copertura del suolo. Tra le informazioni consultabili nel database, si può individuare il valore del CN II assegnato ad ogni area omogenea. Con questo strumento è stato possibile calcolare tramite media pesata il valore di CN II di ciascun bacino idrografico.

Ai presenti fini progettuali, si è ritenuto corretto utilizzare una classe media di saturazione, dunque un CN di seconda categoria.

Di seguito sono riportati i valori del CN per ciascuna area drenante:

Tabella 2 – Valori CN di progetto

| Bacino idrografico | CN |
|----------------------|----|
| Fosso Magliano | 67 |
| Fosso delle Grondini | 66 |
| Fosso San Remigio | 72 |
| Torrente Canalmagro | 63 |
| Fosso della Tomba | 66 |
| Aree drenanti minori | 77 |

5.3 Analisi statistica delle piogge: Curve di Possibilità Pluviometrica

Come anticipato l'analisi idrologica ed in particolare il calcolo della pluviometria necessaria al dimensionamento della rete idraulica di cui alla presente è stata sviluppata seguendo due metodologie distinte in funzione della durata dell'evento critico di riferimento, poiché, come premesso, il dimensionamento idraulico della rete di drenaggio delle acque di piattaforma è stato sviluppato per eventi brevi ed intensi mentre il calcolo degli idrogrammi dei corsi d'acqua è stato impostato per le durate critiche dei bacini, che risultano di più lunga durata.

Per un'analisi accurata si sono quindi distinte le Linee Segnalatrici di Possibilità Pluviometrica per eventi meteorici di durate superiori o inferiori ai 30 minuti, poiché eventi molto brevi risultano estremamente sovrastimati se calcolati con le curve di possibilità pluviometrica di eventi superiori alla mezz'ora.

5.3.1 Eventi di durata superiore ai 30 minuti

Per la stima delle piogge intense si è fatto riferimento al modello TCEV, in particolare alle curve di possibilità pluviometrica dedotte nell'ambito dell' "Accordo di Collaborazione Scientifica RT-UNIFI - Analisi di frequenza regionale delle precipitazioni estreme", di cui alla DGRT 1133/2012 e basata sulle elaborazioni dei dati di pioggia aggiornati fino al 2012.

Il modello a doppia componente TCEV interpreta gli eventi massimi annuali come il risultato di una miscela di due popolazioni distinte: la prima relativa agli eventi massimi ordinari, più frequenti ma meno intensi, e la seconda agli eventi massimi straordinari, meno frequenti e spesso catastrofici. La distribuzione TCEV ha espressione:

$$P(x) = \exp[-\lambda_1 \exp(-x/\theta_1) - \lambda_2 \exp(-x/\theta_2)]$$

dove $P(x)$ indica la probabilità di non superamento del valore x della generica variabile casuale X mentre λ_i e θ_i ($i = 1,2$) sono i quattro parametri (positivi) della distribuzione.

La forma canonica della distribuzione (1) è:

$$P(z) = \exp[-\exp(-z) - \lambda \exp(-z/\theta)], \quad z = (x - \varepsilon_1)/\theta_1;$$
$$\varepsilon_1 = \theta_1 \ln \lambda_1, \quad \theta = \theta_2/\theta_1, \quad \lambda = \lambda_2/(\lambda_1)^{\theta};$$

Per la stima dei parametri della distribuzione è stato seguito un approccio gerarchico di regionalizzazione.

Attraverso l'analisi di frequenza regionale sono state stimate su tutto il territorio regionale le altezze di pioggia per le durate 1, 3, 6, 12, 24 ore ed i tempi di ritorno 2, 5, 10, 20, 30, 50, 100, 150, 200, 500. Attraverso una regressione lineare sono stati calcolati i parametri delle linee segnalatrici di possibilità pluviometrica a ed n , grazie ai quali è possibile calcolare, per qualsiasi durata, in qualsiasi punto del territorio regionale l'altezza di pioggia per i tempi di ritorno 2, 5, 10, 20, 30, 50, 100, 150, 200, 500.

I parametri a ed n forniti sono in formato raster con una risoluzione di 1kmx1km.

La tabella seguente, per completezza espositiva, riporta i valori medi di a ed n per i bacini idrografici individuati, per i tempi di ritorno di 30, 50 e 200 anni:

Tabella 3 – Parametri LSPP

| BACINO IDROGRAFICO | TR 200 | | TR 30 | | TR50 | |
|------------------------|---------|-------|--------|-------|--------|-------|
| | a | n | a | n | a | n |
| Fosso Magliano | 103.800 | 0.340 | 74.595 | 0.315 | - | - |
| Fosso delle Grondini | 104.110 | 0.345 | 74.816 | 0.319 | - | - |
| Fosso San Remigio | 102.600 | 0.323 | 73.729 | 0.297 | - | - |
| Canalmagro | 104.782 | 0.349 | 75.295 | 0.323 | - | - |
| Fosso della Tomba | 103.057 | 0.339 | 74.055 | 0.313 | - | - |
| Attraversamenti minori | - | - | - | - | 80.764 | 0.295 |

La stima delle altezze di pioggia per ciascun bacino, durata e tempo di ritorno è stata calcolata in ambiente GIS. In ogni cella dei raster contenenti i parametri a ed n è stato calcolato

$$h = a t^n$$

e successivamente è stata calcolata la media pesata delle altezze di pioggia all'interno del perimetro di ciascuna area drenante.

5.3.2 Eventi di durata inferiore ai 30 minuti

Al fine di ricavare le Linee Segnalatrici di Possibilità Pluviometrica relative ad eventi critici con durate inferiori ai 30 minuti, sono stati utilizzati sia metodi statistici che metodi empirici.

Sono state sviluppate analisi di frequenza statistica delle precipitazioni, utilizzando le metodologie di Gumbel e di Weibull, sui dati raccolti negli anni dalla stazione meteorologica dotata di pluviometro di "Cerreto". Inoltre è stata stimata l'altezza di pioggia per durate inferiori all'ora mediante la formulazione empirica di Bell.

Infine, per i calcoli idraulici, è stato scelto il valore di altezza di pioggia più cautelativo.

Di seguito si riportano i valori massimi annuali delle altezze di pioggia registrate dal 1999 al 2017 per durate da 15 minuti a 24 ore.

Tabella 4 – Valori massimi annuali altezze di pioggia

| anno | 15' | 30' | 1h | 3h | 6h | 12h | 24h |
|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|
| 1998 | | 28 | 38.4 | 49.6 | 61.2 | 77.6 | 82.4 |
| 2002 | 17 | 24 | 32.2 | 38.6 | 53.2 | 56.6 | 87 |
| 2003 | 18.8 | 26 | 42.2 | 51.4 | 52.4 | 78 | 93.8 |
| 2004 | 13 | 18.8 | 29.6 | 49.4 | 52.2 | 58.6 | 73 |
| 2005 | 24.4 | 36.8 | 51.2 | 68 | 90.2 | 97.2 | 98.2 |
| 2006 | 9.6 | 13.4 | 17.6 | 30.6 | 38.2 | 61 | 79.2 |
| 2007 | 18.6 | 19.2 | 19.8 | 20.8 | 33 | 43 | 54.4 |
| 2008 | 10.2 | 15.2 | 23.8 | 35.6 | 37.4 | 60.6 | 79.2 |
| 2009 | 18.8 | 36.4 | 60.2 | 93.6 | 102.8 | 112.2 | 123 |
| 2010 | 21.8 | 37.8 | 53.6 | 63.2 | 83.2 | 104.2 | 197.4 |
| 2011 | 25.6 | 41.2 | 49.8 | 58.6 | 100 | 127 | 137.6 |
| 2012 | 28.6 | 49.6 | 80 | 96 | 114.2 | 145.2 | 152.6 |
| 2013 | 24.6 | 42.8 | 62.8 | 69.6 | 92.8 | 106.8 | 109 |
| 2014 | 24.2 | 32.6 | 45.6 | 67.4 | 76.2 | 77.2 | 90.6 |
| 2015 | 22 | 24.4 | 31.2 | 38.4 | 59.2 | 74 | 94 |
| 2016 | 13.4 | 24.6 | 40.8 | 74.6 | 80.2 | 90.2 | 93.8 |

Di questi dati sono stati utilizzati i valori da 15 minuti ad 1 ora per l'applicazione di analisi di frequenza statistica, basata sulle metodologie di Gumbel e Weibull per il calcolo dei parametri a ed n delle LSPP. Di seguito si riportano le due procedure.

Metodologia di Gumbel

Il metodo consiste nel calcolare inizialmente i due parametri α e u con le seguenti formule:

$$\alpha = \frac{\sqrt{6} s}{\pi}$$

$$u = m - 0.5772 \alpha$$

dove m e s sono rispettivamente la media e la deviazione standard dei valori massimi annuali per ciascuna durata.

Con questi due valori, è possibile calcolare per ciascuna durata e per ciascun tempo di ritorno Tr l'altezza di pioggia con la seguente formula

$$h = u + \alpha \left(-\ln \left(\ln \left(\frac{Tr}{Tr - 1} \right) \right) \right)$$

Infine, con una regressione logaritmica si ricavano i valori dei parametri a ed n per ciascun tempo di ritorno, in modo che si possa calcolare le altezze di pioggia mediante la formula

$$h = a t^n$$

dove t è una qualsiasi durata inferiore ai 30 minuti.

I valori di a ed n determinati sono:

a = 76.838

n = 0.646

Metodologia di Weibull

Il primo passo dell'analisi di frequenza di Weibull è la classificazione dei dati sulle precipitazioni. In questo caso, i dati devono essere ordinati in ordine crescente. Successivamente viene assegnato un numero di serie (r) che va da 1 a n (numero di osservazioni) e deve essere determinata la probabilità cumulata di non superamento di ciascuna delle altezze di pioggia, ossia elaborate sommando le probabilità di accadimento di tutti gli eventi inferiori ad un determinato valore.

Poiché queste probabilità sono sconosciute, le probabilità di non superamento devono essere stimate: in questo studio è stato utilizzato a questo scopo il metodo della Plotting Position. Le probabilità saranno le posizioni di tracciamento dei dati di pioggia classificati nel diagramma delle probabilità, come mostrato ad esempio nella tabella seguente.

| Number | 15' | | | 30' | | | 1h | | | 3h | | | 6h | | | 12h | | | 24h | | |
|--------|-------|--------|------|-------|--------|------|-------|--------|------|-------|--------|------|-------|--------|-------|-------|--------|-------|-------|--------|-------|
| | PP | G | Data | PP | G | Data | PP | G | Data | PP | G | Data | PP | G | Data | PP | G | Data | PP | G | Data |
| 1 | 0.056 | -1.061 | 9.6 | 0.056 | -1.061 | 13.4 | 0.056 | -1.061 | 17.6 | 0.056 | -1.061 | 20.8 | 0.056 | -1.061 | 33.0 | 0.056 | -1.061 | 43.0 | 0.056 | -1.061 | 54.4 |
| 2 | 0.111 | -0.787 | 10.2 | 0.111 | -0.787 | 15.2 | 0.111 | -0.787 | 19.8 | 0.111 | -0.787 | 30.6 | 0.111 | -0.787 | 37.4 | 0.111 | -0.787 | 56.4 | 0.111 | -0.787 | 73.0 |
| 3 | 0.167 | -0.583 | 13.0 | 0.167 | -0.583 | 17.4 | 0.167 | -0.583 | 23.8 | 0.167 | -0.583 | 35.6 | 0.167 | -0.583 | 38.2 | 0.167 | -0.583 | 56.6 | 0.167 | -0.583 | 79.2 |
| 4 | 0.222 | -0.408 | 13.0 | 0.222 | -0.408 | 18.8 | 0.222 | -0.408 | 29.2 | 0.222 | -0.408 | 38.4 | 0.222 | -0.408 | 47.4 | 0.222 | -0.408 | 58.6 | 0.222 | -0.408 | 79.2 |
| 5 | 0.278 | -0.248 | 13.4 | 0.278 | -0.248 | 19.2 | 0.278 | -0.248 | 29.6 | 0.278 | -0.248 | 38.6 | 0.278 | -0.248 | 52.2 | 0.278 | -0.248 | 60.6 | 0.278 | -0.248 | 82.4 |
| 6 | 0.333 | -0.094 | 17.0 | 0.333 | -0.094 | 24.0 | 0.333 | -0.094 | 31.2 | 0.333 | -0.094 | 39.8 | 0.333 | -0.094 | 52.4 | 0.333 | -0.094 | 61.0 | 0.333 | -0.094 | 84.4 |
| 7 | 0.389 | 0.057 | 18.6 | 0.389 | 0.057 | 24.4 | 0.389 | 0.057 | 32.2 | 0.389 | 0.057 | 49.4 | 0.389 | 0.057 | 53.2 | 0.389 | 0.057 | 74.0 | 0.389 | 0.057 | 87.0 |
| 8 | 0.444 | 0.210 | 18.8 | 0.444 | 0.210 | 24.6 | 0.444 | 0.210 | 38.4 | 0.444 | 0.210 | 49.6 | 0.444 | 0.210 | 59.2 | 0.444 | 0.210 | 77.2 | 0.444 | 0.210 | 90.6 |
| 9 | 0.500 | 0.367 | 18.8 | 0.500 | 0.367 | 26.0 | 0.500 | 0.367 | 40.8 | 0.500 | 0.367 | 51.4 | 0.500 | 0.367 | 61.2 | 0.500 | 0.367 | 77.6 | 0.500 | 0.367 | 93.8 |
| 10 | 0.556 | 0.531 | 19.0 | 0.556 | 0.531 | 28.0 | 0.556 | 0.531 | 42.2 | 0.556 | 0.531 | 58.6 | 0.556 | 0.531 | 76.2 | 0.556 | 0.531 | 78.0 | 0.556 | 0.531 | 93.8 |
| 11 | 0.611 | 0.708 | 21.8 | 0.611 | 0.708 | 32.6 | 0.611 | 0.708 | 45.6 | 0.611 | 0.708 | 63.2 | 0.611 | 0.708 | 80.2 | 0.611 | 0.708 | 90.2 | 0.611 | 0.708 | 94.0 |
| 12 | 0.667 | 0.903 | 22.0 | 0.667 | 0.903 | 36.4 | 0.667 | 0.903 | 49.8 | 0.667 | 0.903 | 67.4 | 0.667 | 0.903 | 83.2 | 0.667 | 0.903 | 97.2 | 0.667 | 0.903 | 98.2 |
| 13 | 0.722 | 1.123 | 24.2 | 0.722 | 1.123 | 36.8 | 0.722 | 1.123 | 51.2 | 0.722 | 1.123 | 68.0 | 0.722 | 1.123 | 90.2 | 0.722 | 1.123 | 104.2 | 0.722 | 1.123 | 109.0 |
| 14 | 0.778 | 1.381 | 24.4 | 0.778 | 1.381 | 37.8 | 0.778 | 1.381 | 53.6 | 0.778 | 1.381 | 69.6 | 0.778 | 1.381 | 92.8 | 0.778 | 1.381 | 106.8 | 0.778 | 1.381 | 123.0 |
| 15 | 0.833 | 1.702 | 24.6 | 0.833 | 1.702 | 41.2 | 0.833 | 1.702 | 60.2 | 0.833 | 1.702 | 74.6 | 0.833 | 1.702 | 100.0 | 0.833 | 1.702 | 112.2 | 0.833 | 1.702 | 137.6 |
| 16 | 0.889 | 2.139 | 25.6 | 0.889 | 2.139 | 42.8 | 0.889 | 2.139 | 62.8 | 0.889 | 2.139 | 93.6 | 0.889 | 2.139 | 102.8 | 0.889 | 2.139 | 127.0 | 0.889 | 2.139 | 152.6 |
| 17 | 0.944 | 2.862 | 28.6 | 0.944 | 2.862 | 49.6 | 0.944 | 2.862 | 80.0 | 0.944 | 2.862 | 96.0 | 0.944 | 2.862 | 114.2 | 0.944 | 2.862 | 145.2 | 0.944 | 2.862 | 197.4 |

Applicando una regressione lineare ai valori tabellati si ottengono i parametri della distribuzione di Weibull.

| Duration | A = β | B | γ |
|----------|-------|--------|--------|
| 15' | 0.182 | -2.941 | 16.137 |
| 30' | 0.091 | -2.136 | 23.589 |
| 1h | 0.064 | -2.141 | 33.538 |

Utilizzando la formula

$$h = \gamma - \left(\frac{1}{\beta}\right) \ln \left[-\ln \left(1 - \frac{1}{Tr} \right) \right]$$

si ottengono le altezze di pioggia per ciascuna durata e tempo di ritorno. Con un'ulteriore regressione e interpolazione logaritmica sui valori delle altezze di pioggia si individuano banalmente i valori di a ed n. Nel caso in esame sono stati utilizzati i dati relativi a registrazioni di 15 min, 30 min e 1 ora per l'individuazione dei parametri delle curve di possibilità pluviometrica di durata inferiore ai 60 minuti.

I valori di a ed n determinati con la metodologia di Weibull sono:

$$a = 86.601$$

$$n = 0.656$$

Formula di Bell

La formula empirica di Bell (Generalized Rainfall Duration Frequency Relationship” – Journal of the Hydraulics Division – Proceedings of American Society of Civil Engineers – volume 95, issue 1 – gennaio 1969) permette di individuare l'altezza di pioggia per durate inferiori ai 30 minuti utilizzando come input l'altezza di pioggia oraria.. Bell ha osservato che i rapporti tra le altezze di durata τ molto breve ed inferiori all'ora e l'altezza oraria sono relativamente poco dipendenti dalla località in cui si verificano, tant'è che tale formula viene utilizzata a livello globale.

La formula risulta essere:

$$\frac{h_{\tau,TR}}{h_{60,TR}} = 0.54 \tau^{0.25} - 0.50$$

La seguente tabella riepilogativa riporta le altezze di pioggia per diverse durate di pioggia inferiori ai 60 minuti, per il tempo di ritorno pari a 25 anni e per le 3 diverse metodologie, al fine di mostrarne le differenze.

| t | GUMBEL | WEIBULL | BELL ($h_{1ora} = 70.55\text{mm}$) |
|-------|--------|---------|--------------------------------------|
| [min] | [mm] | [mm] | [mm] |
| 5 | 15.4 | 17.0 | 21.7 |
| 10 | 24.1 | 26.7 | 32.5 |
| 15 | 31.4 | 34.9 | 39.7 |
| 20 | 37.8 | 42.1 | 45.3 |

È chiaro che i valori risultanti dalla formula di Bell sono i più cautelativi. Saranno dunque quelli che verranno presi a riferimento per il dimensionamento della rete di drenaggio delle acque di piattaforma.

5.3.3 Determinazione dello ietogramma di progetto

Nelle simulazioni condotte si è scelto di utilizzare uno ietogramma di forma triangolare con picco a metà della durata dell'evento di pioggia. Solitamente tra gli ietogrammi di forma comune, quello triangolare risulta massimizzare il picco dell'idrogramma a parità di volume di pioggia caduto.

Date le dimensioni contenute dei bacini oggetto di studio non si sono cautelativamente applicati fattori di ragguaglio all'area delle precipitazioni.

Come premesso, sono state svolte simulazioni per durate di pioggia variabili da 30 minuti a 2 ore, per poi scegliere l'idrogramma con il picco di portata più alto.

5.4 Calcolo degli idrogrammi di progetto

Per il calcolo degli idrogrammi di progetto è stato utilizzato il metodo afflussi deflussi dell'SCS-CN.

Tale modello è concentrato nello spazio e nel tempo e si basa sulla semplificazione concettuale del processo idrologico. La sua formulazione deriva dall'equazione di bilancio fra i valori cumulati nel tempo dei principali termini dell'afflusso e quelli del deflusso. Si ipotizza che durante l'intero evento preso in considerazione resti invariata la seguente relazione di proporzionalità tra le perdite per infiltrazione e il deflusso superficiale:

$$\frac{F}{S} = \frac{Q}{P - I_a}$$

dove F = perdite effettive generate durante l'evento [mm]

S = massima capacità di ritenzione idrica del suolo [mm]

Q = pioggia netta cumulata [mm]

P = pioggia lorda cumulata [mm]

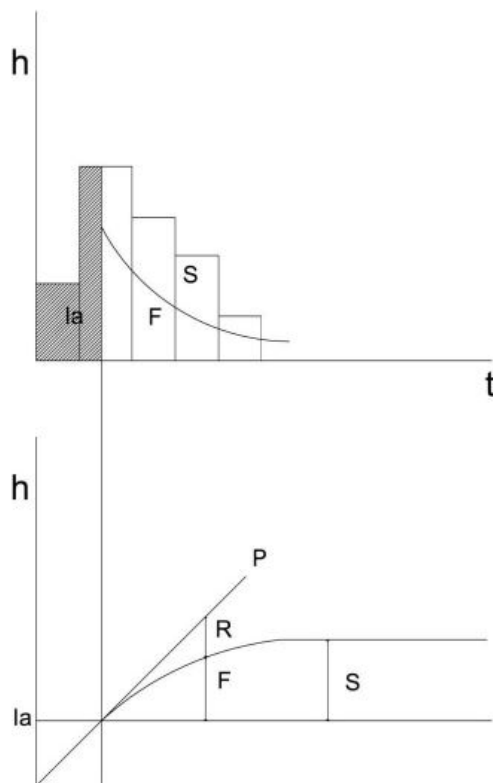
I_a = perdite iniziali dovute all'intercettazione, all'infiltrazione e alla saturazione delle depressioni superficiali [mm]

Dopo una serie di semplici passaggi ed assumendo $F = P - Q$, la pioggia netta (P_e) o deflusso superficiale (Q) risulta pari a:

$$Q = P_e = \frac{(P - I_a)^2}{P - I_a + S} \quad \text{se } P > I_a$$

$$Q = 0 \quad \text{se } P \leq I_a$$

Per comprendere meglio il significato del parametro S e di I_a è utile ragionare in termini di altezze di pioggia in funzione dell'altezza di precipitazione.



Come si può osservare dalla figura precedente, I_a corrisponde alla precipitazione per cui si ha l'inizio del deflusso mentre S rappresenta il volume disponibile all'interno del suolo per immagazzinare l'acqua infiltrata.

Le grandezze S ed I_a sono definite in base al parametro CN, Curve Number, tramite le relazioni:

$$S = K \left(\frac{100}{CN} - 1 \right)$$

$$I_a = \lambda S$$

dove K è un fattore di scala, che dipende dall'unità di misura adottata e che per valori di S , F , P misurati in mm, è pari a 254 mm e λ è un coefficiente di proporzionalità di valore 0,2.

Gli idrogrammi di piena sono stati calcolati utilizzando il software sviluppato dal centro di ingegneria idraulica dell'esercito statunitense HEC-HMS e permette di simulare la risposta di un bacino idrografico investito da un evento meteorico di caratteristiche note. Il funzionamento del programma è stato testato in varie zone geografiche ed è risultato utile per schematizzare una grande serie di situazioni che si possono trovare in natura; sia riferiti a grandi bacini idrografici che a piccole aree urbane o naturali.

Il programma necessita come input la struttura del bacino (*Basin Models*), la tipologia di modellazione idrologica (*Meteorologic Models e Time-Series Data*), e i parametri temporali dell'evento meteorico (*Control Specification*).

Di seguito si riportano gli idrogrammi di progetto per i tempi di ritorno pari a 30 e 200 anni per i bacini dei corsi d'acqua principali, ossia quelli appartenenti al reticolo idrografico regionale, e per il tempo di ritorno di 50 anni per i bacini drenanti minori defluenti negli attraversamenti idraulici secondari.

Si specifica che, l'attraversamento idraulico n°1 verrà dimensionato con la portata duecentennale in quanto a servizio anche del canale irriguo Canale Centrale, che pur essendo un canale secondario di bonifica, è stato inserito nel reticolo idrografico principale.

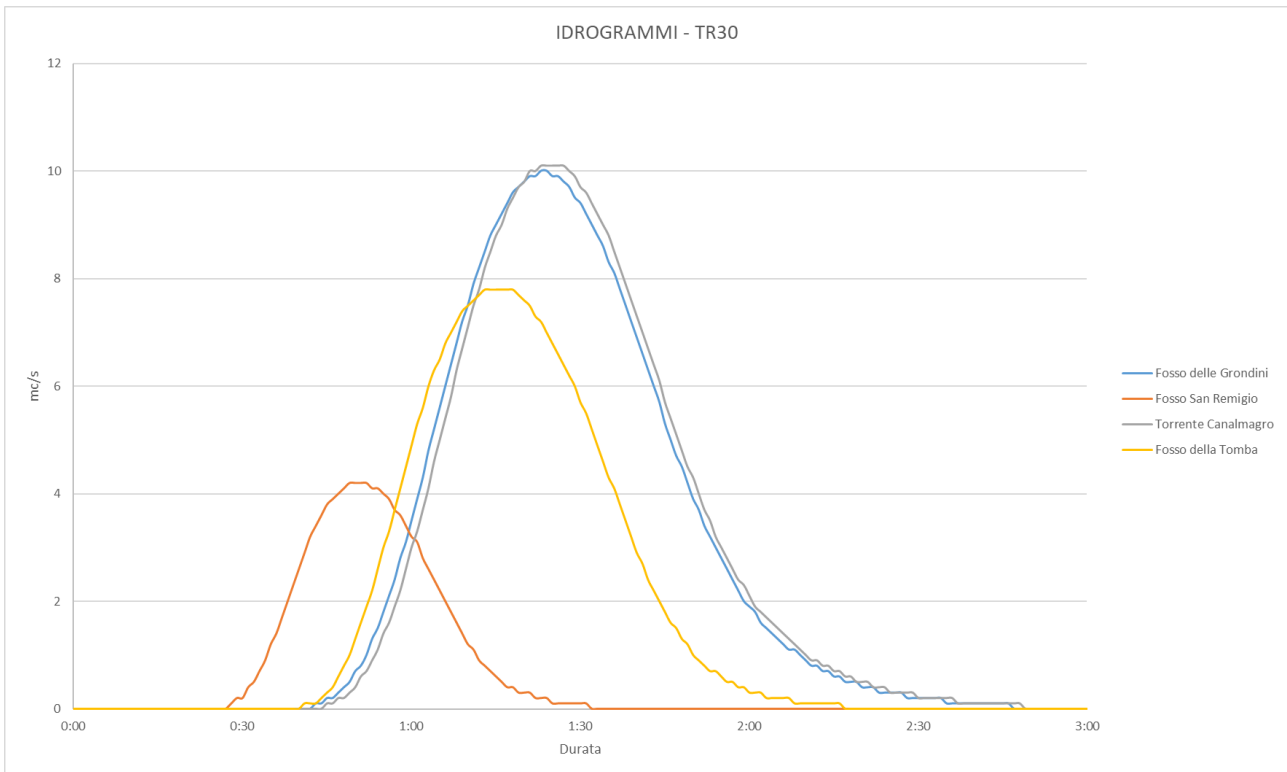


Figura 6 – Idrogrammi di progetto – tempo di ritorno 30 anni

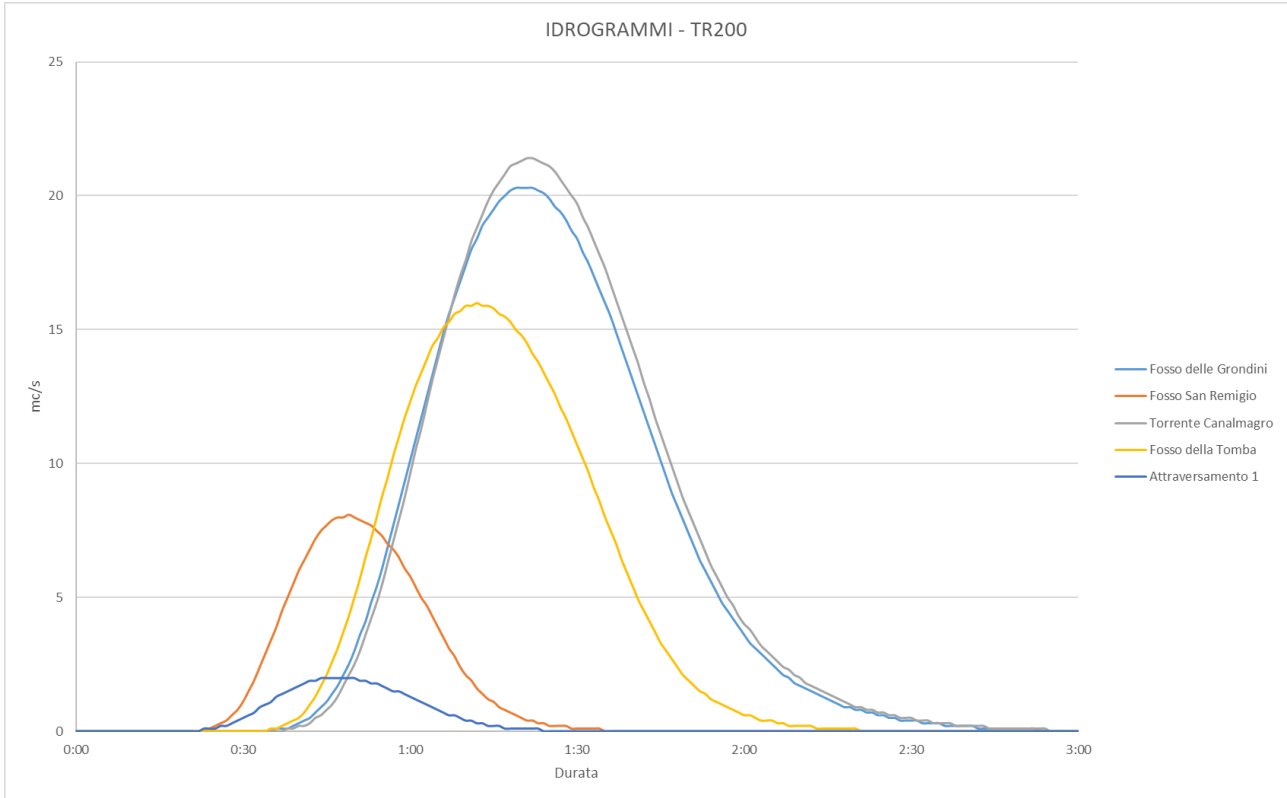


Figura 7 – Idrogrammi di progetto – tempo di ritorno 200 anni

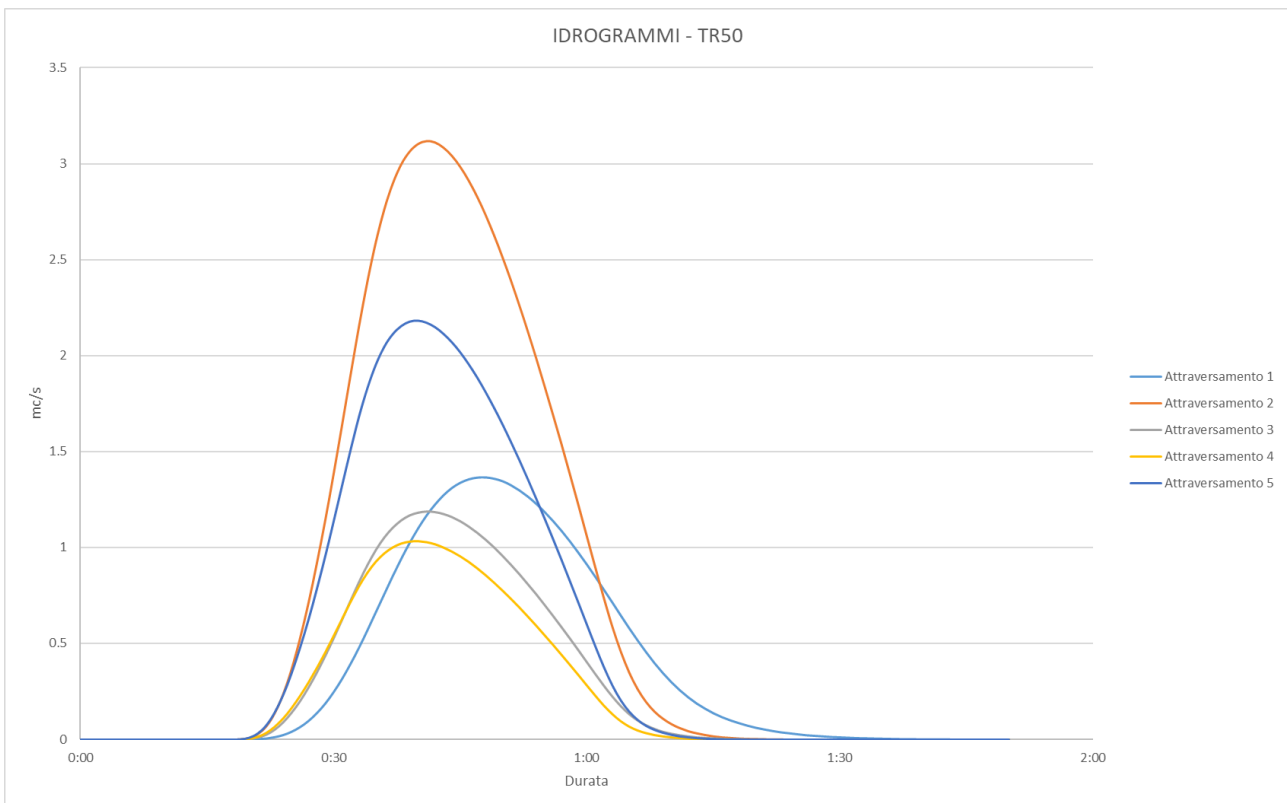


Figura 8 – Idrogrammi di progetto – tempo di ritorno 50 anni

Di seguito si riepilogano i risultati in forma tabellare, indicando per ciascun bacino idrografico l'area drenata, il tempo di corrivazione, le portate al colmo ed il corrispondente coefficiente udometrico.

| BACINO IDROGRAFICO | area | tempo di corrivazione | PORTATA AL COLMO tr30 | PORTATA AL COLMO tr200 | COEFFICIENTE UDOMETRICO tr30 | | COEFFICIENTE UDOMETRICO tr200 | |
|----------------------|-------|-----------------------|-----------------------|------------------------|------------------------------|----------|-------------------------------|----------|
| | [kmq] | [ore] | [mc/s] | [mc/s] | [mc/s/kmq] | [l/s/ha] | [mc/s/kmq] | [l/s/ha] |
| Fosso delle Grondini | 1.490 | 0.6 | 10 | 20.3 | 6.7 | 67 | 13.6 | 136 |
| Fosso San Remigio | 0.380 | 0.3 | 4.2 | 8.1 | 11.1 | 111 | 21.3 | 213 |
| Torrente Canalmagro | 1.590 | 0.611 | 10.1 | 21.4 | 6.4 | 64 | 13.5 | 135 |
| Fosso della Tomba | 1.050 | 0.4 | 7.8 | 16 | 7.4 | 74 | 15.2 | 152 |

| BACINO IDROGRAFICO | area | tempo di corrivazione | PORTATA AL COLMO tr50 | COEFFICIENTE UDOMETRICO tr50 | |
|--------------------|-------|-----------------------|-----------------------|------------------------------|------------|
| | [kmq] | [ore] | [mc/s] | [mc/s/kmq] | [mc/s/kmq] |
| Attr.1 | 0.080 | 0.14 | 1.4 | 17.5 | 218.8 |
| Attr.2 | 0.160 | 0.14 | 3.1 | 19.375 | 121.1 |
| Attr.3 | 0.060 | 0.16 | 1.2 | 20 | 333.3 |
| Attr.4 | 0.050 | 0.12 | 1 | 20 | 400.0 |
| Attr.5 | 0.110 | 0.12 | 2.2 | 20 | 181.8 |

I coefficienti udometrici risultano avere valori consoni sia in termini qualitativi che quantitativi. Difatti si riscontra un valore più elevato dei coefficienti udometrici per le aree drenate dagli attraversamenti minori, che si trovano in zone maggiormente urbanizzate, che solitamente generano la portata di picco per tempi di corrivazione più brevi rispetto a bacini idrografici in un contesto naturale.

Inoltre, la macro area in cui si sta sviluppando la progettazione è tra le zone più piovose d'Italia, i valori risultano infatti leggermente più elevati dei valori medi di riferimento riportati in letteratura, sia per aree antropiche che naturali.

Questi risultati sono serviti anche come dato di taratura delle analisi idrologiche, ad esempio nella scelta del Curve Number e nella valutazione che per queste aree, l'utilizzo di un CN di terza categoria risulta eccessivamente cautelativo.

6 MODELLAZIONE IDRAULICA

La modellazione idraulica per la verifica delle opere d'arte idrauliche principali in progetto è stata condotta mediante il software HEC-RAS 5.0.5 (Hydrologic Engineering Center – River Analysis System) prodotto dal Corpo degli Ingegneri dell'esercito americano (USACE) utilizzando uno schema di calcolo a moto vario monodimensionale per la modellazione delle aste fluviali e bidimensionale per la modellazione delle aree golenali e di esondazione.

Le opere d'arte dimensionate e verificate con la modellazione di seguito descritta sono:

- Prolungamento dell'attraversamento idraulico del Fosso Magliano (OP.04);
- Ponte sul Torrente Canalmagro dell'asse principale di progetto (OP.01) e rivestimento dell'alveo in prossimità del ponte stesso;
- Ponte sul Torrente Canalmagro di Via delle Gorine (Op.02) e rivestimento dell'alveo in prossimità del ponte stesso;

A seguire si riporta una breve descrizione dei modelli matematici di HEC-RAS, rimandando direttamente ai manuali del software per maggiori dettagli.

6.1 Modello matematico a moto vario monodimensionale

La forma delle equazioni del moto vario (o equazioni di De Saint Venant) utilizzate in HEC-RAS è la seguente:

Equazione di continuità:

$$\frac{(\partial A)}{(\partial t)} + \frac{(\partial(\Phi \cdot Q))}{(\partial x_c)} + \frac{(\partial[(1 - \Phi) \cdot Q])}{(\partial x_f)} = 0$$

Equazione di conservazione della quantità di moto:

$$\frac{(\partial Q)}{(\partial t)} + \frac{(\partial(\Phi^2 Q^2/A_c))}{(\partial x_c)} + \frac{(\partial((1 - \Phi^2) Q^2/A_f))}{(\partial x_f)} + gA_c \left[\frac{(\partial Z)}{(\partial x_c)} + S_{fc} \right] + gA_f \left[\frac{(\partial Z)}{(\partial x_f)} + S_{ff} \right] = 0$$

con:

$$Q_c = \Phi \cdot Q; \quad \Phi = (K_c)/(K_c + K_f)$$

I pedici *c* ed *f* si riferiscono rispettivamente al *main channel* (alveo centrale) ed alle *floodplain* (aree golenali), *Q* rappresenta la portata, *g* l'accelerazione di gravità, *x* l'ascissa, *t* il tempo, *K* la *conveyance* (o fattore di trasporto) della sezione, *Z* la quota del pelo libero (somma della quota di fondo *z* e dell'altezza liquida *y*), *A* l'area liquida, *S_f* la pendenza della linea dell'energia.

HEC-RAS utilizza generalmente il modello completo delle equazioni di De Saint Venant. Nelle analisi in moto vario le tecniche di soluzione numerica delle equazioni del moto assumono un'importanza maggiore rispetto alle analisi a moto permanente. La soluzione numerica di tali equazioni in regime di corrente lenta è basata su un metodo alle

differenze finite di tipo implicito a quattro punti, noto in letteratura come *box scheme*. Dalla discretizzazione alle differenze finite delle equazioni del moto applicate ad un tratto di corso d'acqua, e dall'applicazione delle condizioni al contorno, risulta un sistema lineare di N equazioni in N incognite, con N pari a 2 volte il numero di sezioni in cui è stato suddiviso il corso d'acqua meno le sezioni in cui sono state assegnate le condizioni al contorno. Tale sistema deve essere risolto ad ogni successivo istante di calcolo. Il sistema di equazioni lineari viene risolto con metodo iterativo, utilizzando l'algoritmo *skyline*, specificatamente pensato per la soluzione dei problemi di moto vario nelle reti a pelo libero.

Nel caso di corrente mista lenta o veloce HEC-RAS utilizza la tecnica LPI "*Local Partial Inertia*", mediante la quale si passa gradualmente dalla soluzione delle equazioni complete del moto alla soluzione del modello parabolico delle equazioni del moto vario. Il modello parabolico viene applicato dal programma soltanto nei tratti di corso d'acqua in cui si ha un numero di Froude maggiore di un valore soglia definibile dall'utente (generalmente si assume $Fr=1$, corrispondente al passaggio della corrente attraverso lo stato critico). Il modello matematico riesce così a garantire una buona stabilità di calcolo anche nei tratti interessati da corrente veloce o mista, pur mantenendo un'adeguata accuratezza di calcolo.

Per ulteriori dettagli sulle equazioni e gli algoritmi di calcolo si rimanda alla manualistica di HEC-RAS ed in particolare all'*Hydraulic Reference Manual*.

6.2 Modello di calcolo a moto vario bidimensionale

Il modello matematico bidimensionale utilizza le equazioni di conservazione della massa e della quantità di moto, che vengono risolte con uno schema ai volumi finiti

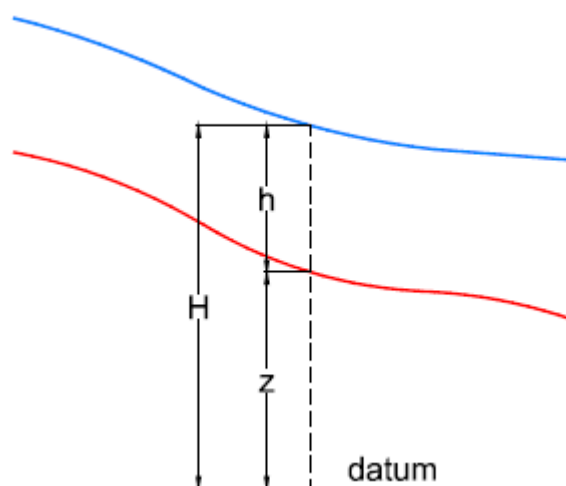


Figura 9 - Sistema di riferimento di Hec-Ras 2D: la quota del terreno è indicata con $z(x,y)$ l'altezza idrica con $h(x,y,t)$; la quota del pelo libero con $H(x,y,t) = z(x,y) + h(x,y,t)$

Conservazione della massa: assumendo il fluido incomprimibile, l'equazione differenziale della conservazione della massa (continuità) in moto vario è:

$$\frac{\partial H}{\partial t} + \frac{\partial(h \cdot u)}{\partial x} + \frac{\partial(h \cdot v)}{\partial y} + q = 0$$

in cui t è il tempo, u e v sono rispettivamente le componenti di velocità lungo le direzioni x ed y e q è la portata in ingresso ed in uscita dovuta a immissioni od uscite di acqua.

Conservazione della quantità di moto: quando la dimensione orizzontale caratteristica dell'area di studio è molto maggiore della dimensione verticale, gli effetti legati alla componente verticale della velocità possono essere trascurati e si può assumere una distribuzione idrostatica delle pressioni, a partire dalle equazioni di Navier-Stokes. In tali ipotesi e nell'ipotesi di densità del fluido costante, l'equazione di conservazione della quantità di moto assume la seguente forma:

$$\frac{\partial u}{\partial t} + u \cdot \frac{\partial u}{\partial x} + v \cdot \frac{\partial v}{\partial y} = -g \cdot \frac{\partial H}{\partial x} + \nu_t \cdot \left(\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} \right) - c_f \cdot u + f \cdot v$$

$$\frac{\partial v}{\partial t} + u \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} = -g \frac{\partial H}{\partial y} + \nu_t \left(\frac{\partial^2 v}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial y^2} \right) - c_f v - f u$$

in cui oltre ai simboli già illustrati, g è l'accelerazione di gravità, ν_t è il coefficiente di viscosità turbolenta, c_f è il coefficiente di attrito al fondo, ed f è il coefficiente di Coriolis.

Utilizzando la formula di Chézy il coefficiente di scabrezza sul fondo è dato da:

$$c_f = \frac{g \cdot |V|}{C^2 \cdot R}$$

in cui g è l'accelerazione di gravità, $|V|$ è il modulo del vettore velocità, C è il coefficiente di Chézy ed R è il raggio idraulico. Utilizzando la formula di Manning $C = R^{1/6}/n$, in cui n è il coefficiente di scabrezza di Manning, pertanto si ha:

$$c_f = \frac{n^2 \cdot g \cdot |V|}{R^{4/3}}$$

Per la modellazione del campo di moto HEC-RAS utilizza l'approccio batimetrico sub-grid sviluppato da Casulli. Con tale approccio si riesce a sfruttare informazioni topografiche ad alta risoluzione (ad esempio dati Lidar con passo della griglia pari ad 1m) pur utilizzando celle di calcolo a dimensione caratteristica maggiore rispetto alla risoluzione dei dati in ingresso. Per ogni singola cella di calcolo infatti in fase di pre-processione viene ricavata la legge di variazione con la quota del pelo libero delle grandezze idrauliche caratteristiche, basandosi sui dati topografici ad alta risoluzione relativi alla cella stessa. Vengono così determinate: curva di vaso della cella, area, contorno bagnato e

raggio idraulico su ogni bordo della cella. Tale schema di risoluzione consente di sfruttare al massimo il dettaglio dei dati in ingresso.

6.3 Caratteristiche geometriche del modello idraulico

La geometria dello stato di progetto è stata sviluppata come segue:

- Sezioni idrauliche delle aste fluviali, dei tratti tombati e degli attraversamenti idraulici ricavate da apposivi rilievi topografici per la definizione del modello monodimensionale mediante elementi *Cross Section*, *Bridge* e *Culvert*.
- Inserimento delle seguenti opere idrauliche di progetto:
 - Prolungamento dell'attraversamento idraulico del Fosso Magliano (OP.04). Per i dettagli geometrici si rimanda agli elaborati grafici 0517_T00ST01STRPL01A e 0518_T00ST01STRPL02A;
 - Ponte sul Torrente Canalmagro dell'asse principale di progetto (OP.01) e rivestimento con massi ciclopici dell'alveo in prossimità del ponte stesso. Per i dettagli geometrici si rimanda alla tavola 0502_T00VI01STRPL01A;
 - Ponte sul Torrente Canalmagro di Via delle Gorine (Op.02) e rivestimento con massi ciclopici dell'alveo in prossimità del ponte stesso. Per i dettagli geometrici si rimanda all'elaborato 0506_T00VI01STRPL01A.
 - Prolungamento degli attraversamenti idraulici secondari del rilevato ferroviario (AI.01, AI.02, AI.03, AI.04, AI.05).
- Elaborazione del modello digitale del terreno LIDAR con l'inserimento dei modelli 3d del rilevato stradale e dei fossi di guardia provenienti dal software di modellazione stradale.

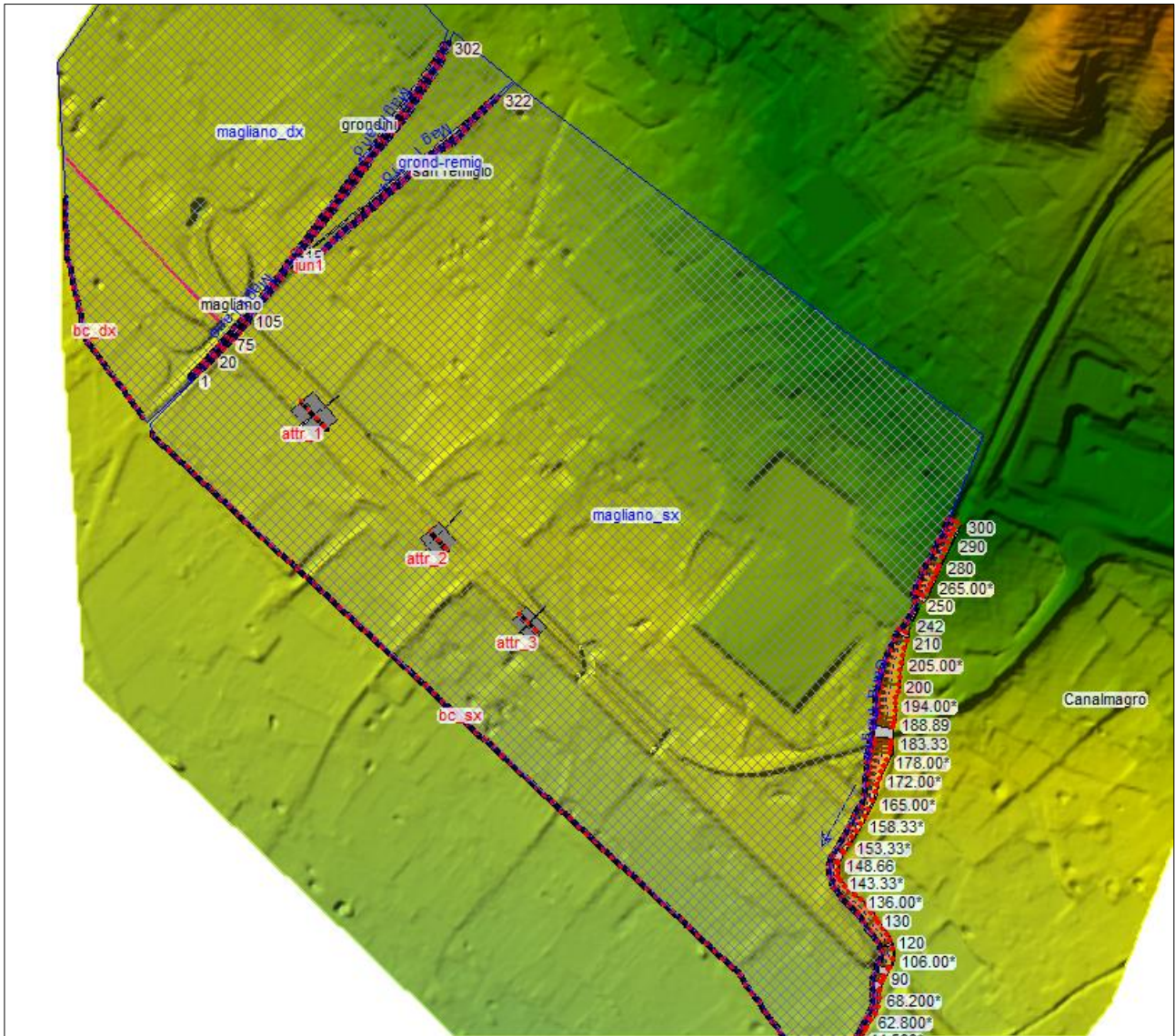


Figura 10 – Geometria stato post-operam – Ambiente Hec-Ras

Il modello inizia a circa 500 metri a monte del rilevato ferroviario esistente, dove i tombamenti dei fossi Grondini e San Remigio presentano il punto di discontinuità più prossimo all'area di intervento e dove sono state riscontrate le prime criticità in termini di insufficienza idraulica delle sezioni ed esondazioni, mentre per quanto riguarda il Torrente Canalmagro il modello inizia sufficientemente a monte al fine di avere la stabilità di calcolo necessaria alla prima opera di progetto.

La condizione al contorno di valle è stata posta a circa 150 metri a valle del rilevato ferroviario, distanza ritenuta sufficiente al fine di rendere il modello stabile e non risentire delle condizioni al contorno di valle impostate nel modello.

6.3.1 Parametri di scabrezza e coefficienti di perdita concentrata

I coefficienti di scabrezza n di Manning adottati nel presente studio sono stati così impostati:

- Superficie posta tra gli argini delle aste fluviali nell'elemento *Cross Section*: 0.04
- Superficie golenale delle aste fluviali nell'elemento *Cross Section*: 0.06
- Superficie delle aree golenali nell'elemento *2D Flow Area*: 0.06
- Tratti tombati: 0.014
- Rivestimenti dell'alveo sotto ai ponti: 0.02

I valori dei coefficienti di perdita concentrata per i tratti tombati, per gli attraversamenti idraulici e per i ponti sono stati impostati pari a 0.5 (coeff. di contrazione) e 1 (coeff. di espansione).

6.3.2 Condizioni al contorno

Le condizioni al contorno sono state impostate così come segue:

- Condizioni al contorno di monte:
 - idrogrammi relativi a scenari con tempo di ritorno pari a 30 e 200 anni per le durate critiche dei bacini idrografici del Fosso delle Grondini, del Fosso San Remigio e del Torrente Canalmagro, come elemento *Flow Hydrograph*;
 - Idrogramma relativo a scenari con tempo di ritorno pari a 30 e 200 anni per la durata critica del bacino idrografico del Fosso della Tomba come elemento *Lateral Inflow Hydrograph* inserito alla sezione di confluenza nel Torrente Canalmagro.
- Condizione al contorno di valle: pendenza pari a 0.1% impostata come elemento *Normal Depth*, ossia la pendenza media del terreno e la pendenza media degli alvei in direzione mare dalla fine del modello idraulico.

Gli idrogrammi di progetto sono stati mostrati nel dettaglio nel paragrafo 4.5.

6.4 Verifica opere idrauliche principali

Di seguito si riportano le verifiche dei tre attraversamenti idraulici sul Fosso Magliano e sul Torrente Canalmagro, ricordando che sono:

- Ponte sul Torrente Canalmagro dell'asse principale di progetto (OP.01)
- Ponte sul Torrente Canalmagro di Via delle Gorine (Op.02)
- Prolungamento dell'attraversamento idraulico del Fosso Magliano (OP.04)

Le verifiche sono state effettuate ai sensi della NTC 2018, rispettando un franco idraulico di 1.50 m per i ponti sul Canal Magro e un grado di riempimento pari ai 2/3 della luce utile dell'attraversamento per il prolungamento dello scatolare sul Fosso Magliano.

6.4.1 OP.01

Di seguito si riportano pianta, profilo e sezione dell'elemento *Bridge* del modello idraulico, corrispondente al ponte di progetto dell'asse stradale principale sul Torrente Canalmagro.

L'opera, secondo la NTC e la sua circolare applicativa, per sua conformazione è da considerarsi "ponte" e non "tombino" se pur la portata transitante è inferiore a 50 mc/s.

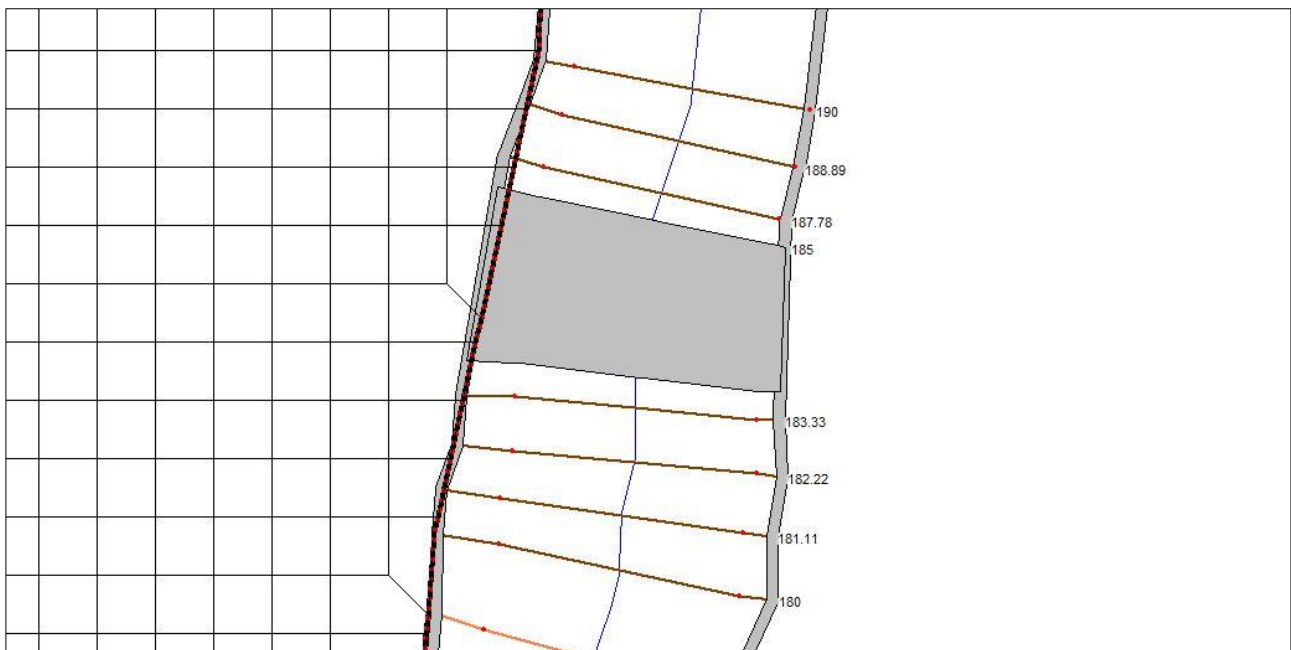


Figura 11 – Opera OP.01 – Pianta modello idraulico

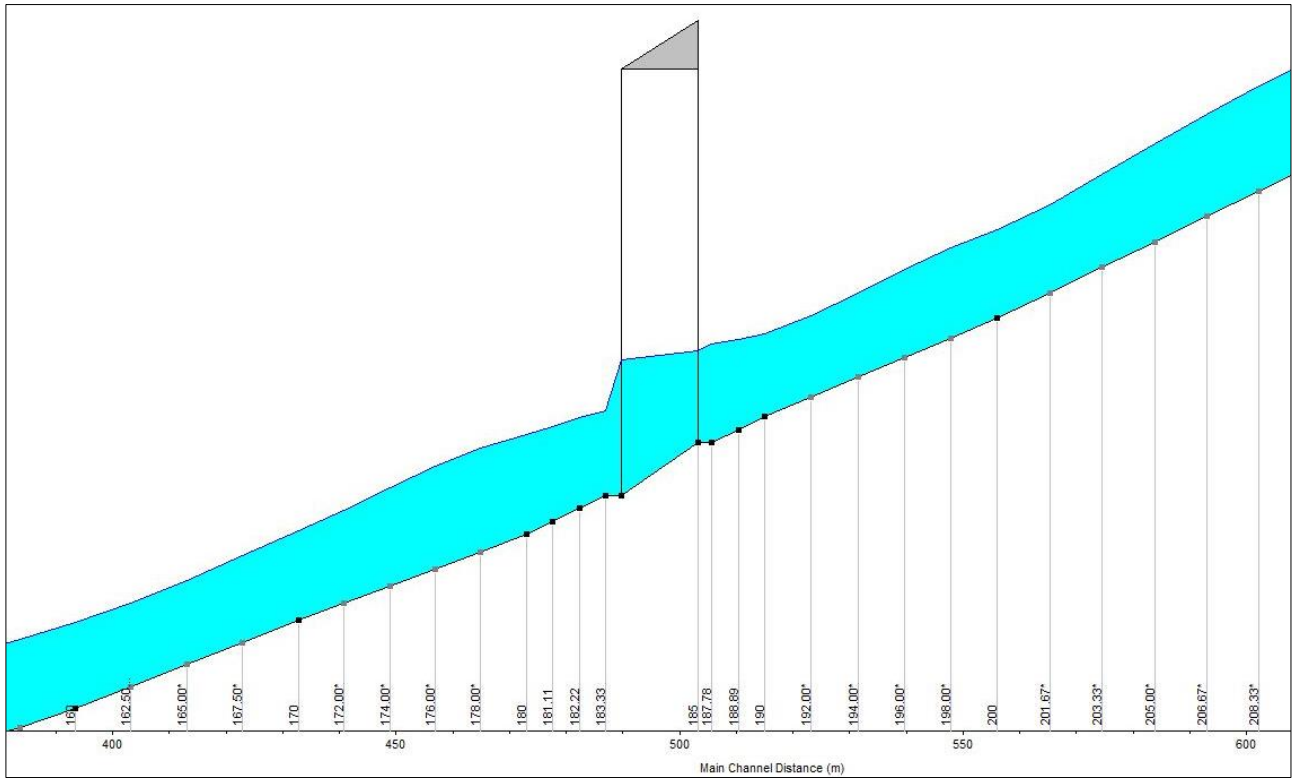


Figura 12 – Opera OP.01 – Profilo modello idraulico – Verifica tr200

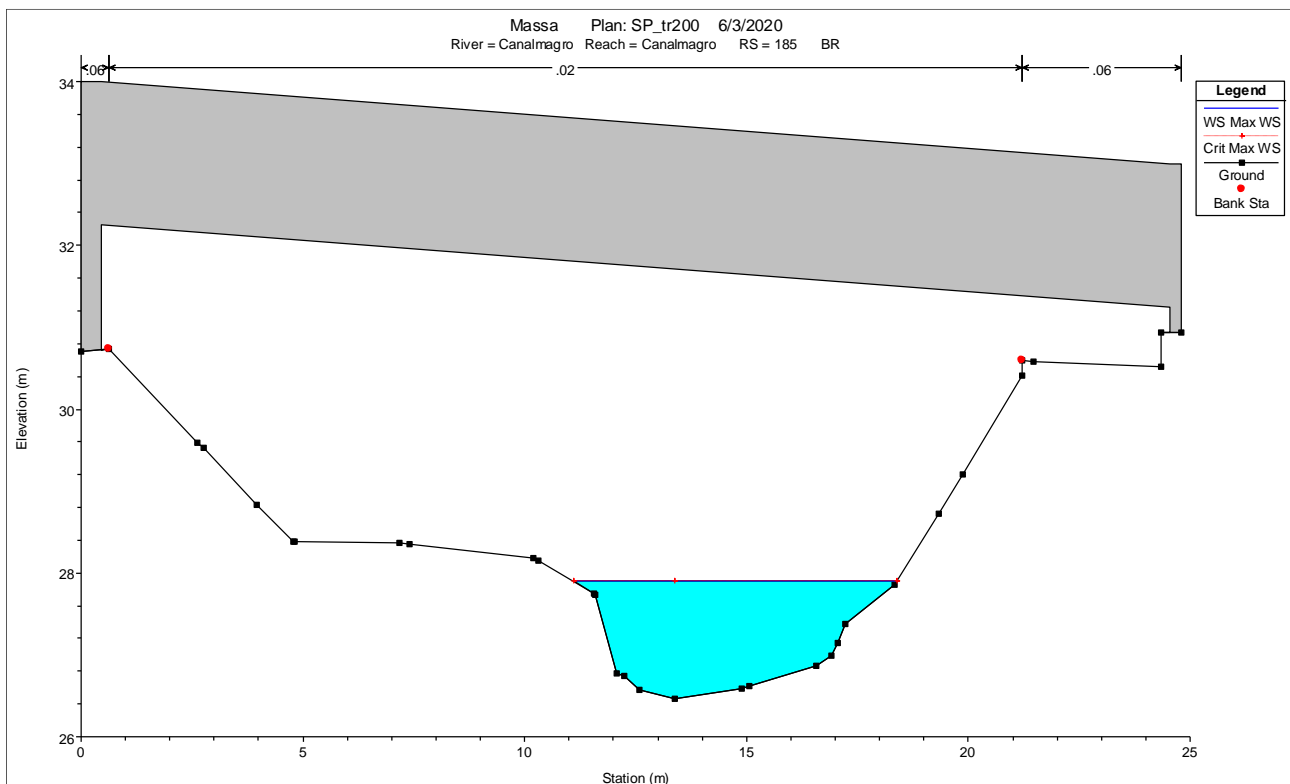


Figura 13 – Opera OP.01 – Sezione modello idraulico - Verifica tr200

La quota del pelo libero per il tempo di ritorno duecentennale è pari a 27.90 m slm, mentre la quota dell'intradosso dell'impalcato ha varia da 32.16 m slm 31.16 m slm. La compatibilità idraulica dell'opera in esame è ampiamente verificata, essendo il franco idraulico nettamente superiore ad 1.50m.

6.4.2 OP.02

Di seguito si riportano pianta, profilo e sezione dell'elemento *Bridge* del modello idraulico, corrispondente al ponte di progetto della nuova Via delle Gorine sul Torrente Canalmagro.

Anche quest'opera, secondo la NTC e la sua circolare applicativa, per sua conformazione è da considerarsi "ponte" e non "tombino" se pur la portata transitante è inferiore a 50 mc/s.



Figura 14 - Opera OP.02 – Pianta modello idraulico

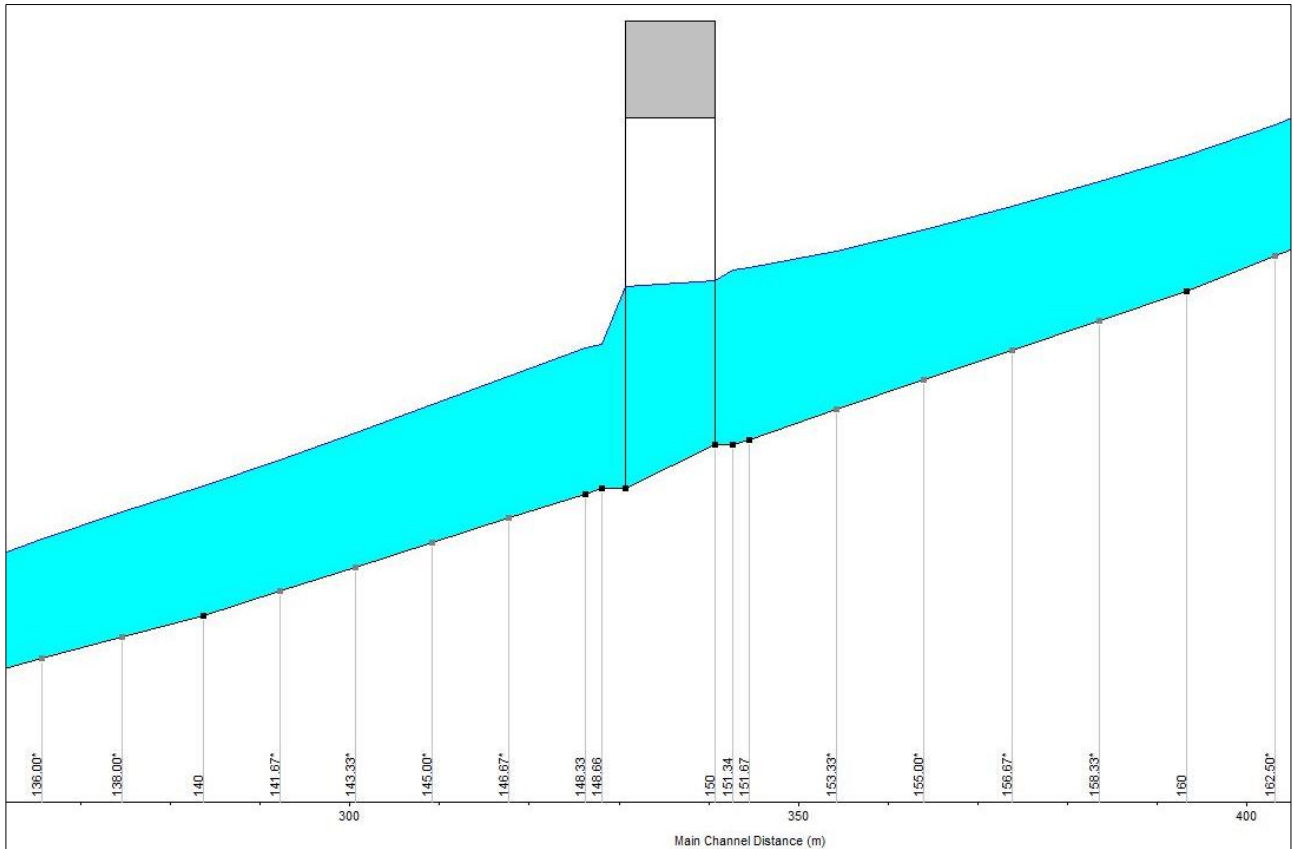


Figura 15 - Opera OP.21 – Profilo modello idraulico – Verifica tr200

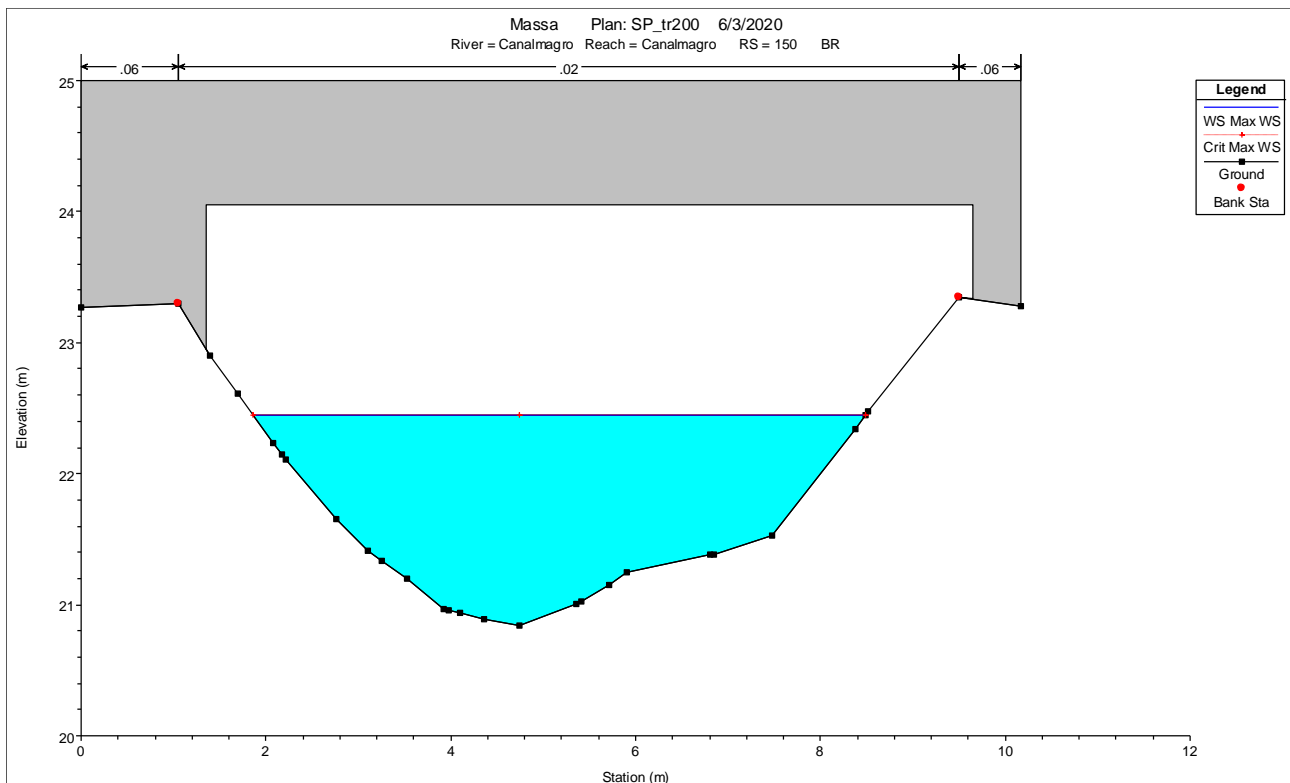


Figura 16 – Opera OP.02 – Sezione modello idraulica - Verifica tr200

La quota del pelo libero per il tempo di ritorno duecentennale è pari a 22.44 m slm, mentre la quota dell'intradosso dell'impalcato è pari a 24.05. Il franco idraulico risulta quindi pari a 1.61 m. La compatibilità idraulica in ottemperanza al paragrafo 5.1.2.3 della NTC 2018 è quindi verificata.

6.4.3 OP.04

Prima di mostrare le verifiche dell'opera in esame è necessario fare una premessa in termini di contesto idraulico ed idrografico dell'area in cui si trova l'opera esistente, che da progetto dovrà essere prolungata.

La seguente immagine mostra in dettaglio l'intervento di progetto ed il reticolo idrografico.

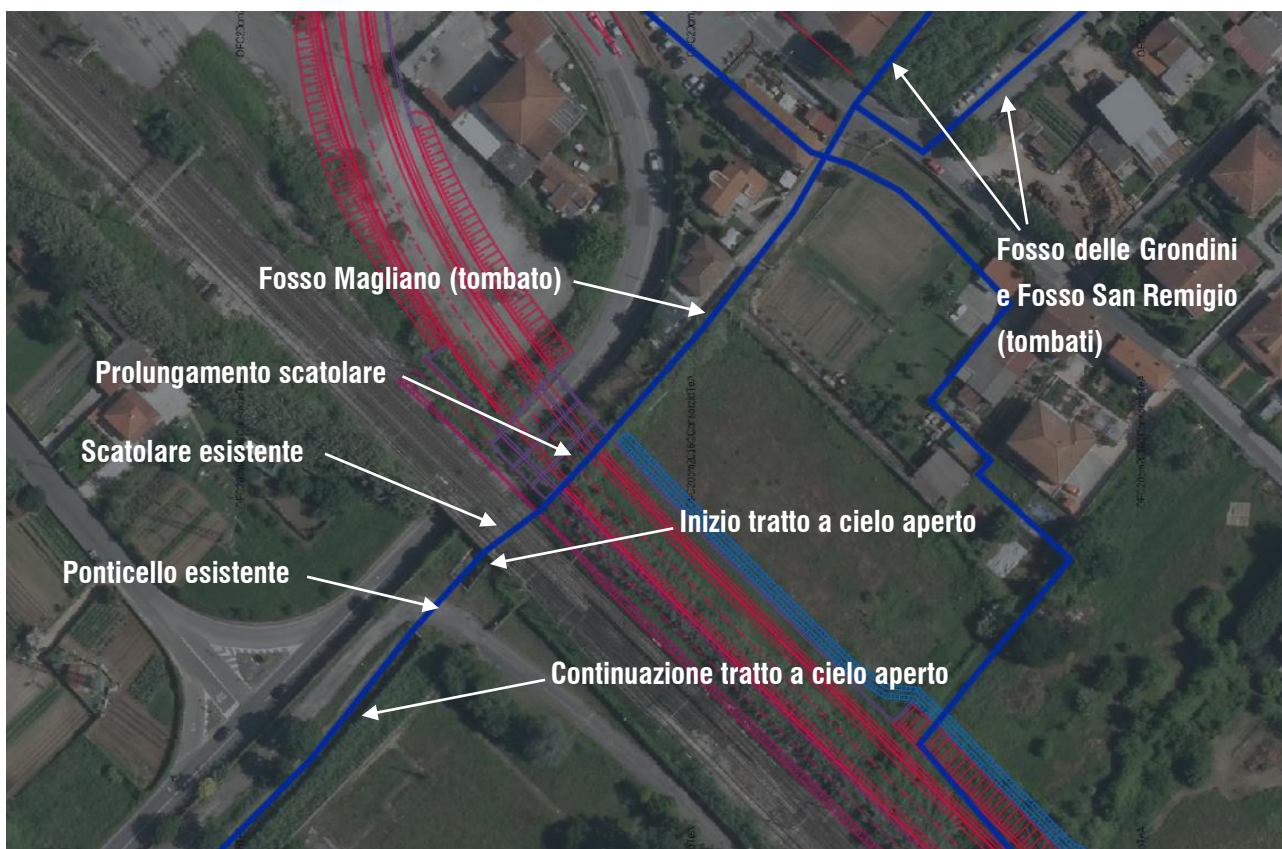


Figura 17 – OP.04 – Contesto idrografico

Come mostrato dettagliatamente nello "Studio di compatibilità idraulica" i fossi Magliano, Grondini e San Remigio, nei loro tratti cittadini risultano tombati. Le sezioni idrauliche dei tombamenti sono insufficienti a smaltire la portata associata sia ad un tempo di ritorno di 200 anni che di 30 anni. Anche il ponticello a valle del rilevato ferroviario ha una sezione idraulica insufficiente a smaltire la portata duecentennale, inducendo un fenomeno di rigurgito che innalza i livelli all'interno dello scatolare di attraversamento e fenomeni di esondazione in destra e sinistra idraulica. A causa di queste numerose criticità idrauliche tutta l'area in esame risulta classificata ad alta pericolosità idraulica (P3) nel PGRA.

In questa configurazione, ipotizzando come sezione di chiusura del bacino idrografico del Fosso Magliano l'attraversamento idraulico oggetto di studio, a causa delle perdite per esondazione dei volumi in transito nel reticolo idrografico (localizzate nei punti di discontinuità dei predetti tombamenti), l'idrogramma di deflusso è soltanto una quota parte rispetto all'idrogramma complessivo dell'area drenante.

Tale condizione (reale e testimoniata) la si è riscontrata puntualmente nei modelli idraulici. La portata alla sezione di chiusura dell'asta fluviale del Fosso Magliano (posta poco a valle del ponticello esistente mostrato in figura) risulta essere il 30% delle portate inserite come input idrologico.

In fase di consulto con gli enti Genio Civile e Consorzio di Bonifica si è potuto constatare che è presente un piano a lungo termine di adeguamento del reticolo idrografico nel Comune di Massa, che prevede di riportare a cielo aperto i tratti tombati dei territori urbanizzati, con una sezione idraulica tale da ridurre le condizioni di pericolosità e rischio idraulico.

Per questo motivo è stata sviluppata la verifica idraulica in due distinte condizioni idrauliche:

- Stato di fatto della configurazione idrografica a monte e a valle dell'opera idraulica
- Condizione di totale adeguamento dei corsi d'acqua a monte del rilevato ferroviario e demolizione/rifacimento del ponticello a valle.

Ai sensi della circolare applicativa della NTC 2018, l'opera OP.04 è da ritenersi a tutti gli effetti un tombino, la verifica è stata quindi condotta rispettando il criterio che il tirante idrico non dovrà superare i 2/3 dell'altezza della sezione, garantendo comunque un franco minimo di 0,50 m.

La figura seguente mostra il livello idrico all'interno dello scatolare di progetto nella condizione idrografica attuale.

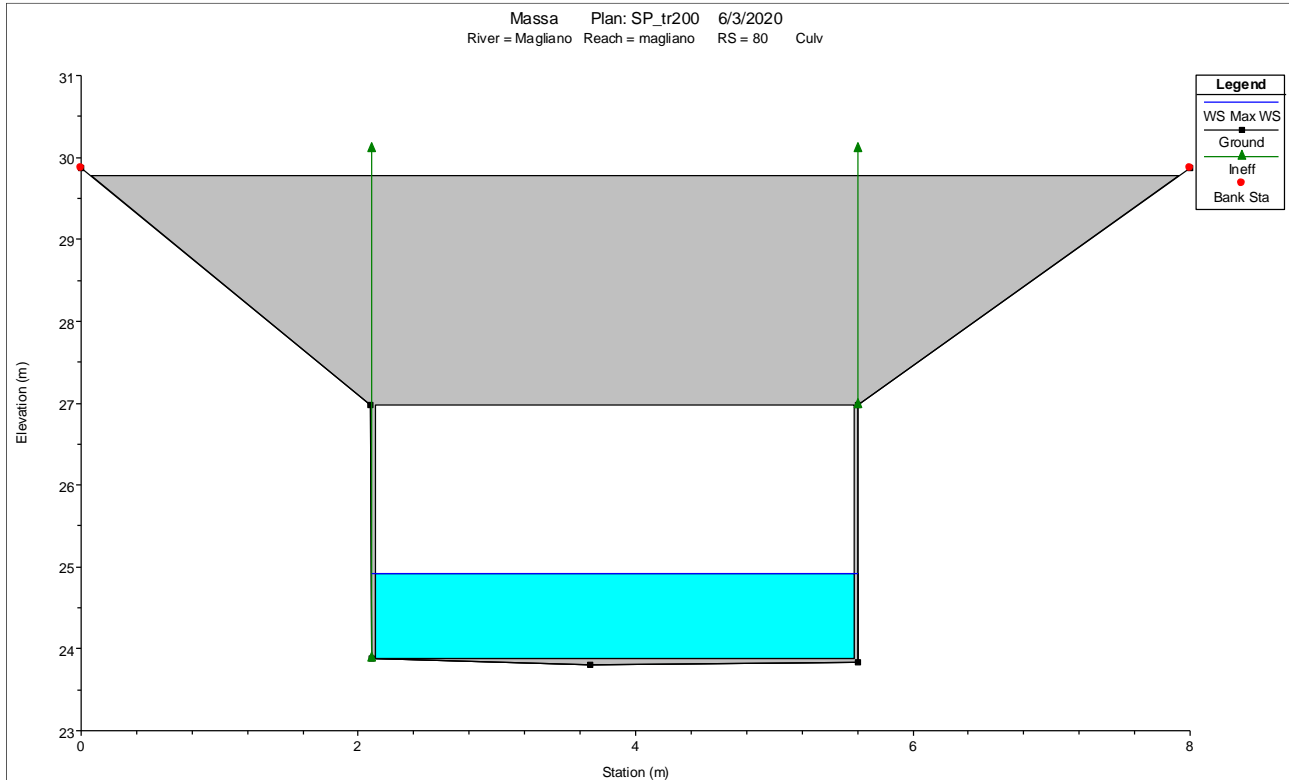


Figura 18 – Verifica idraulica OP.04 – TR200 – Configurazione idrografica attuale

Come si evince dalla figura, la sezione dello scatolare risulta abbondantemente sufficiente a smaltire la portate duecentennale nelle condizioni attuali. Tali condizioni non sono però sufficienti a ritenere lo scatolare di progetto verificato, essendo la portata non rappresentativa di uno scenario con tempo di ritorno pari a 200 anni.

La prossima figura mostra la verifica idraulica dello scatolare di progetto nelle condizioni di adeguamento del reticolo idrografico, ipotizzando che l'intero idrogramma corrispondente ad un evento con tempo di ritorno pari a 200 anni transiti nell'opera d'arte.

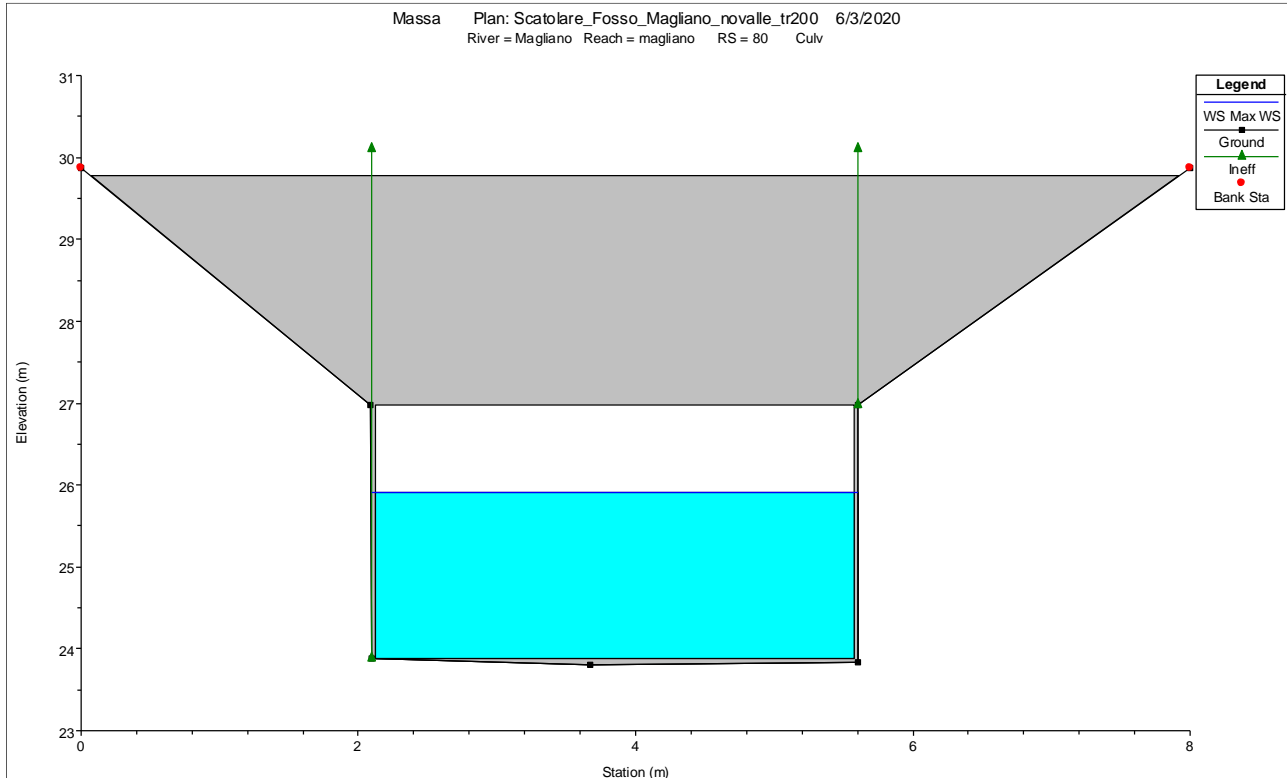


Figura 19 - Verifica idraulica OP.04 – TR200 – Configurazione idrografica di completo adeguamento

L'altezza idrica nello scatolare risulta essere pari a 2.03m a fronte di una luce di 3.10m. Lo scatolare risulta quindi verificato ai sensi della NTC 2018.

6.5 Rivestimento dell'alveo

Come premesso, è previsto il rivestimento in massi ciclopici dell'alveo del Torrente Canalmagro in prossimità dei nuovi ponti di progetto. L'intervento ha una duplice finalità:

- Limitare la manutenzione dell'alveo a causa dell'impossibilità di accesso e attraversamento dei mezzi di lavoro al di sotto dell'impalcato dei ponti di progetto;
- Evitare lo scalzamento da parte della corrente delle fondazioni delle spalle dei due ponti.

Il problema progettuale cardine, nel caso delle difese con massi, consiste nella determinazione del diametro equivalente minimo dei massi costituenti l'opera di protezione che garantisca la stabilità della stessa. Per il dimensionamento del pietrame da utilizzare nel rivestimento delle nuove inalveazioni si è fatto riferimento ad una procedura progettuale consolidata, proposta da Armanini e Scotton (Armanini A. e Scotton P., 1995) relativa alla realizzazione di opere a scogliera. La formulazione sviluppata da Armanini e Scotton è stata ripresa dal manuale "Sistemazione dei corsi d'acqua" di Luigi da Deppo, Claudio Datei e Paolo Salantin.

I criteri che stanno alla base dell'impostazione seguita da Armanini e Scotton derivano dalla teoria del moto incipiente di Shields, portando in conto l'effetto delle forze di gravità nel caso di sponde inclinate o di pendenza del fondo non trascurabile.

La procedura risolve il problema della determinazione del diametro minimo da assegnare in fase di progetto ai massi quando nel corso d'acqua, del quale si conoscono le caratteristiche geometriche della sezione trasversale e la pendenza, fluisce una portata Q. Il metodo di calcolo è iterativo e consiste nei seguenti passi:

1. Si considera un valore di primo tentativo del diametro d dei massi;
2. La tensione tangenziale massima τ_0 è stata ricavata direttamente dalla modellazione Hec-Ras.
3. Si determina la velocità di

$$u^* = \sqrt{\frac{\tau_0}{\rho}}$$

4. Si calcola il parametro di mobilità di Shields θ_c utilizzando la formula proposta da Armanini e Scotton (1995) che tiene conto della bassa sommergezza.

$$\theta^*_c = 0.06 \cdot \left(1 + 0.67 \cdot \sqrt{\frac{D}{Y}} \right)$$

5. Il parametro di Shields è stato corretto al fine di tenere conto anche della pendenza del fondo alveo mediante il parametro K_1 , posti Φ l'angolo d'attrito del materiale (nel caso specifico a favore di sicurezza si assume un valore di 45°) e α l'inclinazione del fondo alveo sull'orizzontale

$$K_1 = \cos \alpha - \frac{\sin \alpha}{\tan \phi}$$

6. A questo punto, noto θ_c , si può determinare il minimo diametro del masso che risulta stabile D' mediante la seguente formula

$$D' = \frac{(u^*)^2}{g \cdot \Delta \cdot \theta_c}$$

$$\Delta = \frac{\gamma_s - \gamma_w}{\gamma_w}$$

con γ_s peso specifico del pietrame pari a 2200 Kg/m^2

7. Il processo viene quindi iterato fino alla convergenza dei diametri D e D' .

Nella seguente tabella è riportato il diametro equivalente minimo dei massi da predisporre a protezione dell'alveo, valore determinato con un tempo di ritorno di 200 anni mediante l'applicazione della metodologia sopra esposta nei tratti di corso d'acqua sottostanti i ponti di progetto.

Tabella 5 – Verifica a trascinamento dei massi ciclopici di rivestimento

| Opera | Y0 | i | τ | u^* | D' | V | Peso | CATEGORIA |
|-------|------|--------|---------------------|-------|------|--------|------|-----------------------------------|
| | [m] | [m/m] | [N/m ²] | [m/s] | [m] | [mc] | [kg] | |
| OP.01 | 1.31 | 0.0450 | 72.76 | 0.27 | 0.09 | 0.0004 | 0.00 | I [^] cat. - 0,2-1,0 ton |
| OP.02 | 1.41 | 0.0307 | 64.16 | 0.25 | 0.08 | 0.0003 | 0.00 | I [^] cat. - 0,2-1,0 ton |

6.6 Posizionamento delle spalle dei ponti

Per motivi legati alla progettazione stradale e strutturale, al fine di evitare una dimensione della luce dei ponti ed una eccessiva altezza utile e spessore degli impalcati, in accordo con gli enti preposti è stato scelto di derogare il RD 523/1904 e la LR 41/2018 in termini di distanza delle spalle dagli argini e dai cigli degli alvei attraversati dalle opere.

Le spalle risultano infatti ad una distanza inferiore a 10 metri dagli argini/cigli, come indicato di seguito

- OP_01: 1
- OP_02: 0.50 m

Tale posizionamento è stato concordato informalmente con l'ente competente, ottemperando alla richiesta di eliminare aree di difficile accesso agli alvei con conseguenti criticità sugli interventi manutentivi.

6.7 Modellazione di trasporto solido nel Torrente Canalmagro

I processi torrentizi che si verificano nei bacini lungo la rete idrografica minore, caratterizzati da ripidi pendii e tempi di corrivazione relativamente brevi, presentano un grande potere distruttivo per la rapidità, l'intensità e la difficile prevedibilità con la quale accadono. Lo studio delle cause predisponenti e delle condizioni di innesco ed evoluzione dei fenomeni, è di fondamentale importanza per la prevenzione del rischio ad essi connesso.

In particolare, le colate detritiche sono processi torrentizi comuni nei piccoli bacini montani. Questa forma di movimento in massa, costituito da acqua, sedimento e materiale organico di diversa dimensione, rappresenta una delle minacce più significative per i tratti vallivi, soprattutto in corrispondenza degli attraversamenti idraulici.

L'individuazione preliminare delle aste torrentizie con caratteristiche di potenziale criticità per il verificarsi di colate detritiche rappresenta un passaggio fondamentale nell'ambito della valutazione della pericolosità e, di conseguenza, per una migliore programmazione degli interventi di mitigazione del rischio ad esse collegato, in zone abitate o di conoide.

Diversi sono i fattori che influiscono sulla dinamica del sedimento lungo il reticolo idrografico ma certamente un ruolo fondamentale è attribuibile all'assetto topografico del terreno. La morfologia esprime infatti la presenza di un gradiente energetico necessario per l'attivazione di processi di trasporto. In particolare, area contribuente e pendenza locale possono essere considerate rispettivamente come indici del potenziale verificarsi di una concentrazione di deflusso e della potenzialità erosiva dello stesso.

Il PAI vigente classifica l'intera asta fluviale del Canal Magro come area PFME (Pericolosità da Frana Molto Elevata), mentre nella Carta della Pericolosità Geologica del Comune di Massa il corso d'acqua è classificato come area G.4 (Pericolosità molto elevata). Tale classe include le aree che possono essere coinvolte da processi a cinematica rapida e veloce quali quelli soggetti a colate rapide incanalate di detrito e terra.

Dal punto di vista geomorfologico, nelle aree a monte del bacino del Torrente Canalmagro sono presenti aree potenzialmente sorgenti di materiale detritico. Lo stesso corso d'acqua è caratterizzato dalla presenza di depositi di materiale detritico sul fondo e sulle sponde che potrebbe essere mobilitato, trasportato ed eventualmente depositato più a valle dalle piene di elevato tempo di ritorno.

In questo senso sono state effettuate valutazioni sui fenomeni di trasporto solido del corso d'acqua, al fine di analizzare possibili fenomeni di erosione/deposizione che potrebbero potenzialmente verificarsi in corrispondenza delle due opere di attraversamento in progetto (OP.01, OP.02).

Specificatamente per quel che riguarda i potenziali fenomeni di deposizione del materiale trasportato da monte, lo scopo è la valutazione di eventuali e parziali ostruzioni della luce utile al deflusso sotto gli attraversamenti di progetto.

Come anticipato, le zone di pericolo da colata detritica possono essere indagate in maniera preliminare attraverso metodologie semplificate che mettono in relazione diverse caratteristiche geomorfologiche del bacino idrografico, prima su tutte le pendenze dei pendii e delle linee d'acqua. Secondo diversi autori (Montgomery e Foufoula-Georgiou, 1993; Desmet et al., 1999, Zimmermann et al. 1997) parametri topografici che combinano l'area contribuyente e la pendenza locale sono in grado di identificare, analizzando il modello digitale del terreno di un bacino, i possibili punti di inizio delle colate detritiche.

Il modo più rapido per ricavare tali caratteristiche (area contribuyente, linee di flusso e pendenze) sono una serie di algoritmi sviluppati in qualsiasi applicativo GIS. Nel dettaglio, sono stati utilizzati gli algoritmi disponibili sul software open source QGIS applicati al "DTM Idrologico", un modello digitale del terreno a maglia 10x10 fornito dalla Regione Toscana particolarmente indicato per analisi idrologiche e idrauliche su ampia scala.

L'individuazione dei possibili punti di innesco di colata detritica è stata effettuata sulla base di una relazione empirica tra pendenza locale e area contribuyente di ciascuna cella del raster di partenza:

$$S = 0.32 A^{-0.2}$$

dove S è la pendenza locale (m/m) e A l'area contribuyente (km²). Le celle classificate come potenziale innesco sono quelle in cui questa soglia viene superata.

L'immagine seguente mostra i punti di innesco delle colate detritiche per il bacino idrografico del Torrente Canalmagro.

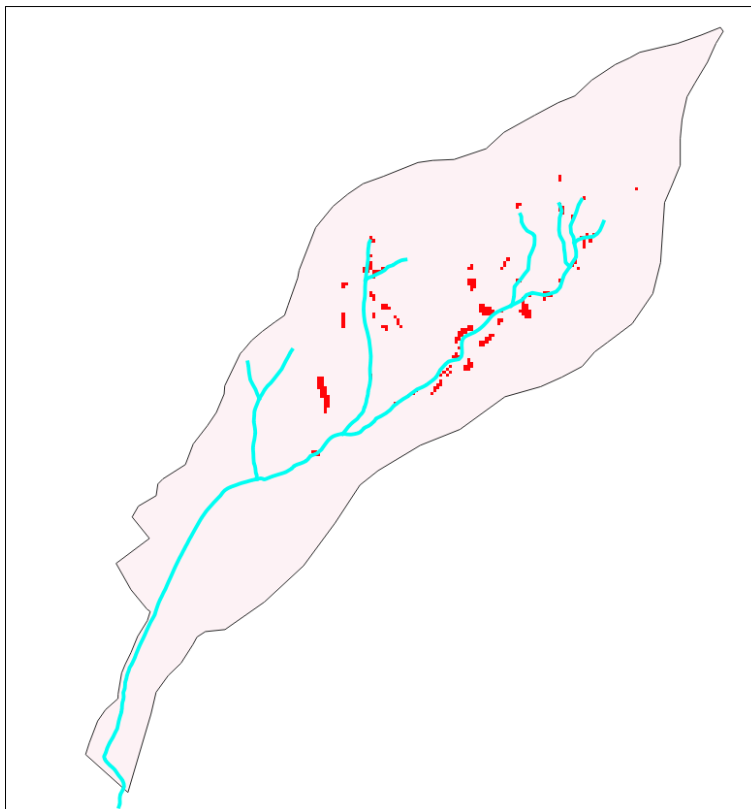


Figura 20 – Punti di innesco delle colate detritiche

Per classificare la rete idrografica in relazione alla pericolosità da colata detritica, una volta individuati i possibili punti d’inizio del fenomeno, è necessario determinare le zone del reticolo propense al deposito del materiale trasportato. Una colata può iniziare a depositare il materiale trasportato per valori di pendenza di circa 6°-10° mentre si arresta solitamente per valori attorno ai 3°-5° (Vandre, 1985; Benda 1985). Si ritiene che soglie critiche di pendenza locale di 3° per l’arresto ed 8° per l’inizio del deposito possano ritenersi una scelta cautelativa per le finalità di questo studio.

Ogni pixel del reticolo sintetico è classificato nel seguente modo:

- possibile punto d’innesco: nel caso sia superata la soglia critica della (3);
- rallentamento: quando la pendenza locale del pixel è compresa tra 3° e 8°;
- arresto per pendenze locali del pixel inferiori ai 3°;
- propagazione per le restanti celle del reticolo.

Per quanto riguarda la disponibilità di sedimento, nel presente studio si è assunto che per valori di pendenza locale maggiori di 38°, valore prossimo all’angolo di attrito interno caratteristico di materiali detritici spesso presenti nelle zone d’inizio delle colate detritiche in ambito alpino, la quantità di materiale detritico mobilizzabile sia modesta o trascurabile e quindi tali aree sono state escluse dalle possibili zone d’innesco di colata.

Di seguito è mostrata la classificazione dei pixel del reticolo idrografico:

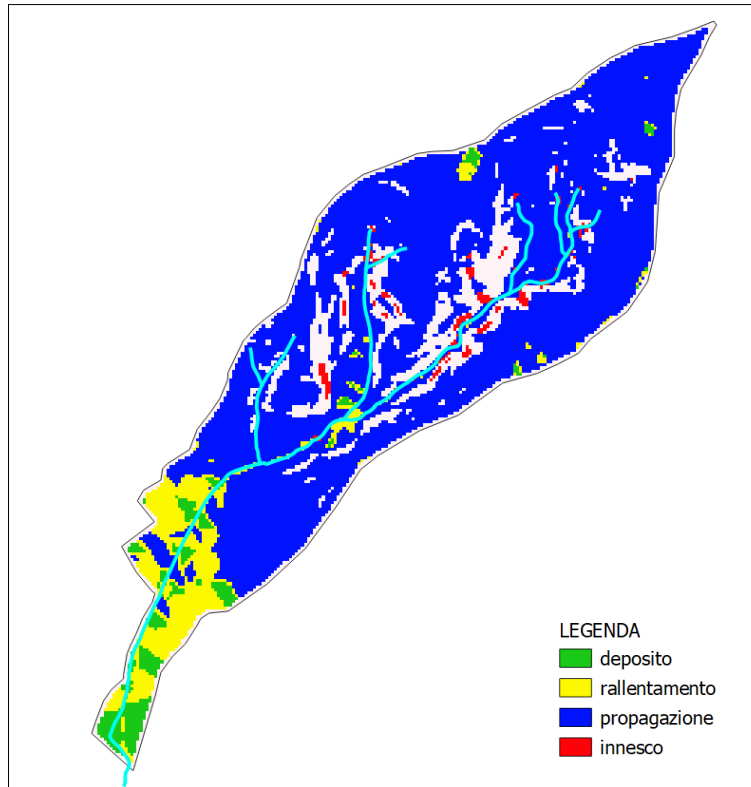


Figura 21 – Classificazione del modello digitale del terreno in termini di propagazione, rallentamento e deposito delle colate detritiche

È evidente la netta distinzione tra le porzioni di monte e di valle del bacino idrografico. La prima è caratterizzata da alte e costanti pendenze, che non si attenuano fino al raggiungimento della parte valliva del bacino.

Il reticolo classificato in base ad innesco, propagazione, rallentamento e deposito non descrive però in maniera esauriente la fenomenologia della colata detritica lungo tutte le aste torrentizie. Pertanto, la procedura prevede un'analisi del profilo longitudinale delle linee d'impluvio volta ad individuare la distanza di arresto della colata detritica.

Tra i molti approcci empirici proposti in letteratura una formula che rappresenta il miglior compromesso tra semplicità e affidabilità è derivata da uno studio di Vandre (1985) in cui la distanza d'arresto è data da:

$$w = \alpha \Delta H$$

Dove w è la distanza d'arresto, ΔH è la differenza di quota tra il punto di innesco e il punto in cui inizia la fase di deposizione e α una frazione derivata empiricamente. Secondo i dati di Vandre (1985) il valore di α può essere considerato pari a 0.4.

Un criterio per il calcolo della distanza di arresto basato empiricamente sull'equazione precedente proposto da Burton e Bathurst (1998) determina l'arresto della colata quando:

$$\left(\begin{array}{c} \text{distanza percorsa su pendenze} \\ \text{comprese tra } 4^\circ \text{ e } 10^\circ \end{array} \right) > 0.4 \cdot \left(\begin{array}{c} \text{perdita di quota su} \\ \text{pendenze } > 10^\circ \end{array} \right)$$

In cui le distanze sono misurate lungo le aste fluviali.

La traiettoria potenziale della colata detritica ha inizio con un punto di innesco e segue il reticolo idrografico fino al suo eventuale arresto. Le regole applicate per il controllo del trasporto e della deposizione del sedimento sono le seguenti:

- per pendenze maggiori di 10°, la colata prosegue nel suo movimento;
- per pendenze comprese tra 4° e 10° la colata si arresta quando supera la distanza d’arresto;
- per pendenze inferiori ai 4° la colata si arresta incondizionatamente e deposita tutto il materiale rimanente.

Posto che la differenza di quota tra la il punto di innesco della colata detritica più a valle del bacino e l’inizio delle aree di deposito è di circa 150m, la distanza di arresto è pari a 60m. L’immagine riportata in seguito mostra il punto di arresto delle colate, ossia il punto lungo l’asta fluviale che dista 60 metri dal primo pixel di deposito.

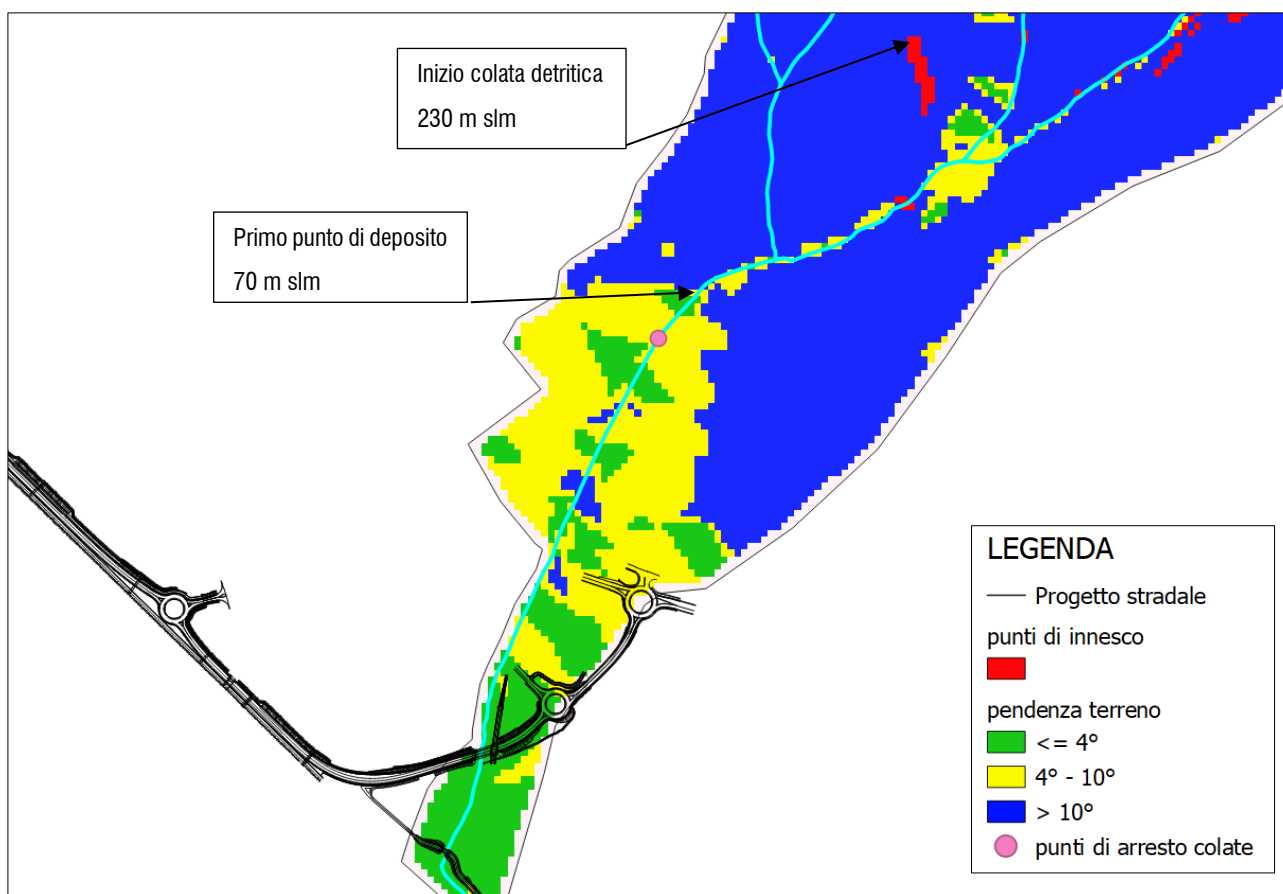


Figura 22 -Risultati del modello di trasporto solido

Stante l’assenza di ulteriori zone di innesco a valle dei punti indicati nell’immagine, si può affermare che i due ponti di progetto si trovano in aree che non vengono raggiunte da fenomeni di colate detritiche provenienti dai versanti e dalle aste fluviali di monte.

Inoltre, essendo modeste le pendenze del tratto vallivo del torrente, anche eventuali volumi erosi negli stessi tratti, da considerarsi comunque trascurabili in termini di possibili ostruzioni delle sezioni idrauliche, secondo le analisi effettuate non raggiungerebbero le due strutture di progetto.

Posto che il progetto prevede il rivestimento dell'alveo nei pressi dei due ponti di progetto, deve essere in ogni modo garantita la manutenzione e la pulizia dell'alveo, sia a lungo termine che in seguito ad eventi estremi che prescindono dalle analisi morfologiche effettuate ai fini del presente studio.

Le seguenti fotografie scattate in fase di sopralluogo confermano quanto esposto finora. La seguente immagine mostra lo stato attuale dell'alveo in prossimità dell'attraversamento idraulico di Via delle Jare:



Figura 23 – Torrente Canalmagro - Attraversamento idraulico Via delle Jare

L'immagine mostra un deposito di materiale all'interno dell'attraversamento, che ha una pendenza pari quasi a zero. Il materiale può essere riconducibile ad un trasporto solido di versante, essendo la forma dei detriti di tipo arrotondato e di provenienza naturale.

Le prossime immagini invece mostrano un tratto di alveo compreso tra i due attraversamenti di progetto:



Figura 24 – Torrente Canalmagro – alveo in corrispondenza degli attraversamenti di progetto

Il materiale depositato in alveo non pare essere di derivazione naturale, bensì proveniente da sversamenti artificiali non autorizzati, essendo presente in grandi quantità materiale di risulta di demolizioni edilizie quali laterizi e frammenti di calcestruzzo.

Le fotografie mostrate sembrano confermare le valutazioni effettuate in ambiente GIS, ossia che il materiale trasportato dalla corrente si ferma più a monte del tratto di intervento, dove le pendenze sono molto inferiori rispetto ai tratti d'alveo di monte.

7 DRENAGGIO DELLE ACQUE DI PIATTAFORMA

Il sistema di drenaggio in progetto sarà a servizio della piattaforma stradale in tutto il suo sviluppo.

Lo smaltimento delle acque di piattaforma avviene secondo un sistema di drenaggio di tipo “aperto”, ossia senza il trattamento delle acque meteoriche di prima pioggia.

Il sistema di smaltimento delle acque di piattaforma è composto da:

- Caditoie di raccolta delle acque di piattaforma collocate ad un interasse di 15m;
- Collettori che raccolgono l’acqua intercettata dalle caditoie e la convogliano nelle trincee drenanti
- Trincee drenanti/Bacini disperdenti: il recapito ultimo delle acque raccolte sono sistemi a dispersione nel terreno.

Le verifiche idrauliche dei collettori sono state effettuate con il metodo cinematico in condizioni di moto uniforme.

Per i dettagli planimetrici si rimanda alle tavole 0305_T00ID00IDRPP01B - Planimetria idraulica di piattaforma – Tav.1/2 e 0306_T00ID00IDRPP02B - Planimetria idraulica di piattaforma - Tav.2/2.

7.1 Rete di drenaggio esistente

La scelta di realizzare dei sistemi a dispersione per lo smaltimento delle acque meteoriche intercettate dalla nuova piattaforma stradale è dettata dalla mancanza di recapiti adeguati a drenare le portate uscenti dalla rete di drenaggio di progetto. Il progetto preliminare, e una prima fase della presente progettazione definitiva, prevedevano il recapito di tali portate nei prolungamenti degli attraversamenti idraulici del rilevato ferroviario e a valle di questi nella rete di drenaggio esistente.

In data 29/10/2020 è stato effettuato un sopralluogo in presenza dei tecnici dell’ufficio fognature del Comune di Massa al fine di integrare il quadro conoscitivo della rete di drenaggio esistente a servizio delle aree di interesse, in particolare sono state ispezionate le fognature della rete meteorica a valle del rilevato ferroviario.

Durante il sopralluogo è emerso quanto segue:

- A seguito dello sviluppo antropico delle aree limitrofe alla ferrovia, gli attraversamenti idraulici esistenti a servizio della stessa non hanno più un recapito nel reticolo superficiale di bonifica, bensì sono stati realizzati dei sistemi di intercettazione mediante griglia e recapito in fognatura;
- Le fognature risultano essere inadeguate a smaltire le portate in ingresso, avendo diametri ridotti, nell’ordine dei 250mm;
- Le suddette tubazioni fognarie non hanno un recapito nei collettori principali, ma sfociano nelle aree a verde presenti a valle della ferrovia;

- Testimonianze dei locali hanno confermato quanto deducibile dalle informazioni elencate finora, ossia che la rete di drenaggio esistente non è sufficiente a smaltire le acque meteoriche, causando soventi allagamenti.

Detto ciò, si ritiene che non sia possibile sovraccaricare ulteriormente la rete, recapitando nella stessa le acque provenienti dalla piattaforma stradale di progetto e incrementando i contributi idrici in una rete che presenta già allo stato di fatto criticità di carattere idraulico.

Questa situazione ha dettato la scelta progettuale di non far recapitare la nuova rete di drenaggio all'interno delle fognature esistenti, dunque si prevede la realizzazione di sistemi a dispersione realizzati a monte del rilevato di progetto. Questi sistemi non solo saranno sufficienti a drenare interamente i volumi intercettati dalla nuova infrastruttura, ma avranno abbastanza capacità da intercettare una quota parte delle acque che la rete esistente non è in grado di smaltire, migliorando quindi le condizioni di stato attuale.

Per maggiori dettagli sul dimensionamento dei sistemi disperdenti si rimanda al capitolo **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**

7.2 Determinazione della pioggia critica

Secondo il metodo cinematico (descritto nello specifico nel successivo paragrafo), le condizioni critiche si verificano quando il tempo di pioggia t risulta pari al tempo di corrivazione t_c . La durata di pioggia critica per il generico bacino è stata determinata con la seguente formula

$$T_c = T_e + T_p$$

dove T_c è la durata critica di pioggia; T_e è il “tempo di afflusso o di entrata” in rete, ossia il tempo massimo necessario alle gocce di pioggia per raggiungere la rete di drenaggio dal punto di caduta (il “tempo di entrata” è funzione generalmente della densità della rete di drenaggio e della natura delle superfici scolanti); infine T_p è il “tempo di traslazione” lungo i rami costituenti il percorso idraulicamente più lungo (“asta principale”).

Il tempo di traslazione T_p alla generica sezione può essere valutato con la seguente relazione:

$$T_p = \sum_{i=1}^N \frac{l_i}{v_i}$$

Dove:

N = numero di tronchi della rete a monte della generica sezione, facenti parte dell’asta principale

l_i = lunghezza del tronco i -esimo

v_i = velocità del tronco i -esimo

Avendo posto le caditoie stradali ad una distanza massima di 15 metri (per il dimensionamento si rimanda al paragrafo successivo), essendo la lunghezza massima dei collettori principali pari circa a 100-200 metri ed ipotizzando una velocità media nella rete principale tra 1.00 e 2.00 m/s, la somma di entrambe le durate T_e e T_p è stata assunta pari a **5 min**. Di conseguenza è stata assunta una durata dell'evento di pioggia pari a 5 minuti.

Con riferimento al paragrafo 5.3.2 l'altezza di pioggia dimensionante la rete di drenaggio è quella calcolata con la formulazione di Bell per un tempo di ritorno di 25 anni, pari a 22 mm, la quale è stata distribuita secondo uno ietogramma costante in intervalli di 1 minuto con un'intensità di **4.40 mm/min**.

7.3 Determinazione dell'interasse delle caditoie/embrici

Il progetto non prevede la posa di una canaletta al ciglio esterno della banchina, a causa dell'incompatibilità con la presenza della barriera di sicurezza, dunque le acque intercettate dalla piattaforma saranno contenute all'interno della sola banchina.

Il drenaggio delle acque di piattaforma avviene inoltre secondo due sistemi diversificati:

- Scarico mediante caditoie e rete di collettori in presenza dei muri di sostegno;
- Scarico mediante canalette ad embrici nei fossi di guardia e trincee drenanti in presenza di rilevato in terra.

Il dimensionamento dell'interasse da assegnare alle caditoie o agli embrici, viene determinato imponendo che a fronte di uno scroscio di pioggia con tempo di ritorno di 25 anni, la vena liquida sia contenuta all'interno della sola banchina, per una larghezza massima di 1.00m.

L'interasse B [m] degli imbocchi delle caditoie è valutato con la seguente formula:

$$B = \frac{Q_{\max}}{q_0}$$

dove q_0 [l/s] è la massima portata convogliabile dal margine della pavimentazione, calcolata col metodo razionale, assumendo un tempo di corrivazione di 5 minuti e un coefficiente di deflusso pari a 0.9, mentre Q_{\max} [l/s] è la massima portata convogliabile dal margine della pavimentazione. La portata smaltita al margine della pavimentazione può essere calcolata nell'ipotesi di moto uniforme con la formula di Chézy:

$$Q = K_s AR^{2/3} s_L^{1/2}$$

dove K_s [$m^{1/3}/s$] è il coefficiente di scabrezza di Gauckler-Strickler, assunto in questo caso pari a 70, A [m^2] è l'area bagnata della sezione liquida, R [m] è il raggio idraulico corrispondente e s_L [m/m] è la pendenza longitudinale della strada.

Il valore dell'interasse B di progetto è stato fissato pari a 10, 15, 20 o 30 metri in funzione delle caratteristiche della piattaforma stradale (larghezza della piattaforma e pendenze longitudinali e trasversali).

Ogni caditoia è provvista di un pozzetto di raccolta e di ispezione dei collettori.

Nell'allegato A sono mostrati i risultati del calcolo dell'interasse delle caditoie/embrici.

7.4 Dimensionamento dei collettori di recapito delle acque di piattaforma

Posto che il recapito finale della rete di drenaggio sono i sistemi a dispersione nel terreno, è evidente la necessità di avere un numero di scarichi sufficiente a distribuire le portate all'interno delle trincee drenanti. Per questo è stato scelto di limitare la dimensione dei collettori ad un diametro massimo di 315mm, e realizzare uno scarico ogni qualvolta il collettore non sia più sufficiente a smaltire le portate e comunque ad una distanza massima di 60 metri dal recapito precedente.

I collettori sono previsti in PEAD (cat. SN8) e sono stati garantendo un grado di riempimento massimo del 50%, come da prescrizioni ANAS.

Nelle tavole 0305_T00ID00IDRPP01A e 0305_T00ID00IDRPP02A è mostrata la planimetria della rete di drenaggio, dove è possibile individuare la posizione dei pozzetti, degli embrici e le dimensioni dei collettori.

I collettori sono stati dimensionati confrontando la portata di progetto con la portata massima smaltibile dalle tubazioni.

La carreggiata di progetto ha una superficie pavimentata di 10.50 m, con pendenza longitudinale e trasversale variabile. La portata per unità di lunghezza scolante dalla carreggiata è stata calcolata in ogni sezione stradale e ne è stata calcolata la cumulata per ogni tratto elementare in cui si mantengono costanti le caratteristiche geometriche (pendenza longitudinale, trasversale).

La portata di deflusso della piattaforma stradale è stata calcolata con il metodo cinematico, ad ogni intervallo tra due sezioni stradali, calcolata con la seguente formula:

$$Q = \frac{C A h}{t}$$

Dove:

C = coefficiente di deflusso, assunto pari a 0.9

A = superficie drenata

h = altezza di pioggia

t = tempo di corrivazione, pari alla durata critica del tratto calcolato

La massima portata smaltibile è stata calcolata nell'ipotesi di moto uniforme con la formula di Chézy:

$$Q = k_s A R^{\frac{2}{3}} s_L^{\frac{1}{2}}$$

Dove K_s [$m^{1/3}/s$] è il coefficiente di scabrezza di Gauckler-Strickler (assunto pari a 90), A [m^2] è l'area della sezione della tubazione, R [m] è il raggio idraulico corrispondente e s_L [m/m] è la pendenza longitudinale della livelletta stradale.

Si attenziona che i collettori avranno la stessa pendenza della livelletta stradale, con un approfondimento rispetto al piano finito di 90 cm, calcolato dal cielo tubo. Tale approfondimento è legato all'eventuale interferenza delle tubazioni con il raggio di funzionamento del montante della barriera, che ha una profondità di infissione di 90 cm.

Nell'allegato A sono riportati i risultati in forma tabellare delle verifiche idrauliche dei collettori.

Nelle tavole 0305_T00ID00IDRPP01B e 0305_T00ID00IDRPP02B è mostrata la planimetria della rete di drenaggio, dove è possibile individuare la posizione dei pozzetti, degli embrici e le dimensioni dei collettori, mentre nelle tavole 0307_T00ID00IDRDC01B e 0307_T00ID00IDRDC02B possono essere consultati i particolari delle opere idrauliche.

7.5 Drenaggio delle acque di infiltrazione

In aggiunta ai collettori di smaltimento delle acque meteoriche provenienti dalla piattaforma stradale è stata prevista in progetto l'implementazione di una rete di drenaggio per le acque di infiltrazione, posta al piede della ciabatta di fondazione dei muri di sostegno e del muro anti-deragliamento, lato ferrovia.

Per la raccolta delle acque di infiltrazione/percolazione si prevede la realizzazione di un dreno formato da inerti di idonea granulometria, avvolto in uno strato di tessuto non-tessuto, con alloggiata all'interno una tubazione in PP microforata di diametro pari a 200mm. Anche il sistema di drenaggio recapiterà nelle trincee drenanti.

8 TRINCEE DRENANTI E BACINI DISPUDENTI

Da un punto di vista idraulico l'assenza di corpi idrici recettori (canali superficiali o fognature) in cui poter recapitare le acque intercettate dalla piattaforma stradale di progetto, ha comportato la necessità di prevedere lo smaltimento delle acque meteoriche attraverso sistemi disperdenti.

In particolare sono previsti due diversi sistemi disperdenti:

- Trincee drenanti per gli assi principali di progetto, realizzate in affiancamento agli stessi;
- Bacini disperdenti per la piattaforma stradale delle rotatorie, realizzati all'interno delle stesse.

8.1 Trincee drenanti

Le trincee drenanti hanno uno sviluppo in orizzontale e la dispersione avviene attraverso la superficie laterale ed il fondo delle stesse. Le trincee saranno realizzate al di sotto dei fossi di guardia a presidio dei rilevati, avranno quindi una larghezza pari al fondo dei fossi, 1.00m, ed una profondità di 3.00m. E' previsto il riempimento delle trincee con materiale grossolano avvolto da uno strato di geotessuto, come mostrato nello schema grafico seguente:

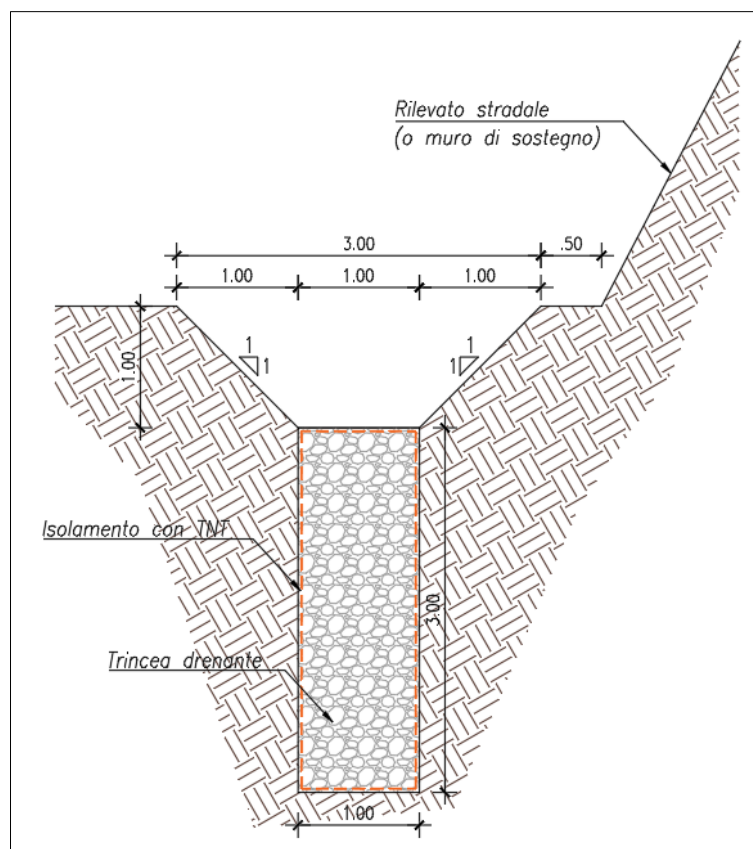


Figura 25 – Tipologico trincea drenante

Il dimensionamento dei sistemi d'infiltrazione va eseguito confrontando le portate in arrivo al sistema con la capacità d'infiltrazione del terreno e con l'eventuale volume immagazzinato. Tale confronto viene espresso mediante l'equazione di continuità, che rappresenta il bilancio delle portate entranti ed uscenti per il mezzo filtrante, in cui è stata trascurata l'evapotraspirazione:

$$(Q_{in} - Q_{out}) t = W$$

Dove

Q_{in} = portata in ingresso

Q_{out} = portata infiltrata uscente

t = intervallo di tempo

W = volume invasato nel mezzo filtrante nell'intervallo di tempo temporale t

La portata influente nel sistema è stata stimata con il metodo razionale, facendo variare la durata dell'evento da 5 minuti a 24 ore, in modo tale da individuare la durata critica di laminazione e verificare che il sistema sia funzionante anche per lunghe durata di pioggia, durante le quali gli apporti in termini di volume sono decisamente più significati degli eventi brevi ed intensi che invece tendono a massimizzare le portate e con i quali sono stati dimensionati i collettori della rete di drenaggio.

La capacità di infiltrazione è stata stimata mediante la legge di Darcy:

$$Q = K_s J A$$

Dove:

Q = portata d'infiltrazione (m³/s)

Ks = coefficiente di permeabilità (m/s)

J = cadente piezometrica (m/m)

A = superficie d'infiltrazione (m²)

Le indagini geologiche, per i dettagli delle quali si rimanda agli elaborati specifici, hanno evidenziato la presenza della linea di falda molto profonda rispetto al piano campagna, variabile dagli 11 ai 25 metri di profondità che risulta essere molto più profonda dell'intradosso delle trincee, motivo per il quale la cadente piezometrica può essere assunta pari ad 1.

Dalle stesse indagini è stato dedotto il valore del coefficiente di permeabilità Ks. Dai risultati dei carotaggi e delle prove granulometriche effettuate si evince che nei primi metri di terreno, nel quale verranno realizzati i sistemi perdenti, sono presenti ghiaie e sabbie con presenza di limo. Essendo comunque questi tipi di conoide molto eterogenee, si è

assunto in via cautelativa un coefficiente di permeabilità pari a 1×10^{-6} alla quale è stato applicato in fase di calcolo un coefficiente di sicurezza pari a 0.5.

Si attenziona che le trincee, per come sono state dimensionate, hanno un funzionamento predominante in termini di volume di accumulo, mentre i volumi di infiltrazione sono una quota parte decisamente inferiore. L'effettivo valore di K_s , al di là del valore stimato, non inficerà sull'effetto laminativo del sistema se non per quanto riguarda il tempo di svuotamento delle trincee drenanti.

L'area di piattaforma stradale a servizio delle trincee drenanti è pari a circa 15300 m^2 (coefficiente di deflusso 0.9) mentre le aree delle scarpate è pari a circa 2000 m^2 (coefficiente di deflusso 0.3) a fronte di una lunghezza totale delle trincee drenanti pari a circa 1100 metri.

La verifica è stata effettuata quindi calcolando la variazione di volume all'interno delle trincee drenanti così come segue:

$$\Delta V = V_{\text{ingresso}} - V_{\text{acc tot}} - V_{\text{infiltrato}}$$

Con

$$V_{\text{acc tot}} = V_{\text{fosso}} + V_{\text{trincea}}$$

Dove il volume della trincea drenante è stato calcolato considerando un indice dei vuoti del materiale di riempimento pari a 0.25.

Se il volume da smaltire è minore della sommatoria tra volume accumulabile totale e volume infiltrabile allora la trincea drenante risulta verificata.

$$V_{\text{acc tot}} + V_{\text{infiltrato}} > V_{\text{ingresso}} \rightarrow \text{VERIFICATO}$$

Di seguito sono riportate in forma tabellare le verifiche idrauliche delle trincee drenanti, al variare della durata dell'evento di pioggia considerato:

| TABELLA RIEPILOGATIVA TRINCEA DRENANTE CON DIVERSI SCENARI DI PIOGGIA | | | | |
|---|-----------------|------------------------|------------------------|-----------------|
| Durata Evento [min] | V ingresso [mc] | Volume infiltrato [mc] | Volume accumulato [mc] | ΔV [mc] |
| 5 | 312 | 2.3 | 3025 | 2716 |
| 30 | 827 | 6.9 | 3025 | 2205 |
| 60 | 1006 | 13.9 | 3025 | 2032 |
| 180 | 1380 | 41.6 | 3025 | 1686 |
| 360 | 1725 | 166.3 | 3025 | 1466 |
| 540 | 1941 | 124.7 | 3025 | 1209 |
| 1440 | 2519 | 332.6 | 3025 | 839 |
| 2280 | 2404 | 526.7 | 3025 | 1148 |

Di seguito si riporta invece il tempo di svuotamento necessario alle trincee drenanti in funzione del coefficiente di permeabilità K_s :

| STIMA TEMPO DI SVUOTAMENTO IN FUNZIONE DI K_s | | | | |
|---|-------------------------|---------------------------|--------------------------|----------------------------|
| K_s | Volume in ingresso [mc] | Superficie filtrante [mq] | Portata filtrante [mc/s] | tempo di svuotamento [ore] |
| 1×10^{-3} | 2519 | 7700 | 7.70000 | 0.09 |
| 1×10^{-4} | 2519 | 7700 | 0.77000 | 0.91 |
| 1×10^{-5} | 2519 | 7700 | 0.07700 | 9.09 |
| 1×10^{-6} | 2519 | 7700 | 0.00770 | 90.87 |
| 1×10^{-7} | 2519 | 7700 | 0.00077 | 908.73 |

Come si evince dalle tabelle appena mostrate e come è stato premesso, le trincee drenanti, così come dimensionate, sono abbondantemente verificate, questo al fine che siano sufficienti a smaltire una quota parte delle acque di versante che non possono essere drenate dagli attraversamenti secondari e dalla rete fognaria esistente.

Per stimare quanto questi sistemi a dispersione siano migliorativi dello stato di fatto dei luoghi è stato calcolato il volume generato dagli idrogrammi mostrati in Figura 8 al paragrafo 5.4 relativi all'evento critico per le aree di versante in uno scenario con tempo di ritorno pari a 50 anni.

Di seguito sono riportati tali volumi.

| | |
|---------------|-------|
| Attr. 1 | 2385 |
| Attr. 2 | 4892 |
| Attr. 3 | 1865 |
| Attr. 4 | 1590 |
| Attr. 5 | 3363 |
| Volume totale | 14095 |

Posto che gli idrogrammi sono stati costruiti sulla base pluviometrica di una pioggia critica di 30 minuti, le trincee drenanti saranno capaci di smaltire circa il 15% dell'afflusso proveniente dalle aree di versante.

In conclusione, il sistema a dispersione previsto a monte del nuovo rilevato ferroviario non solo è capace di drenare e smaltire la totalità delle acque meteoriche provenienti dalla nuova piattaforma stradale, ma avrà un effetto migliorativo in termini di drenaggio urbano nelle aree esistenti limitrofe all'infrastruttura di progetto.

8.2 Bacini disperdenti

Al fine di limitare l'estensione delle reti di drenaggio, per lo smaltimento delle acque di piattaforma delle rotatorie, è prevista la realizzazione di bacini disperdenti all'interno delle rotatorie stesse.

La realizzazione delle vasche prevede uno scavo di 50cm dal piano finito delle aree a verde delle rotatorie e un ulteriore scavo di 2.00 metri riempito di materiale grossolano avvolto in uno strato dei geotessuto, analogamente alla realizzazione delle trincee drenanti.

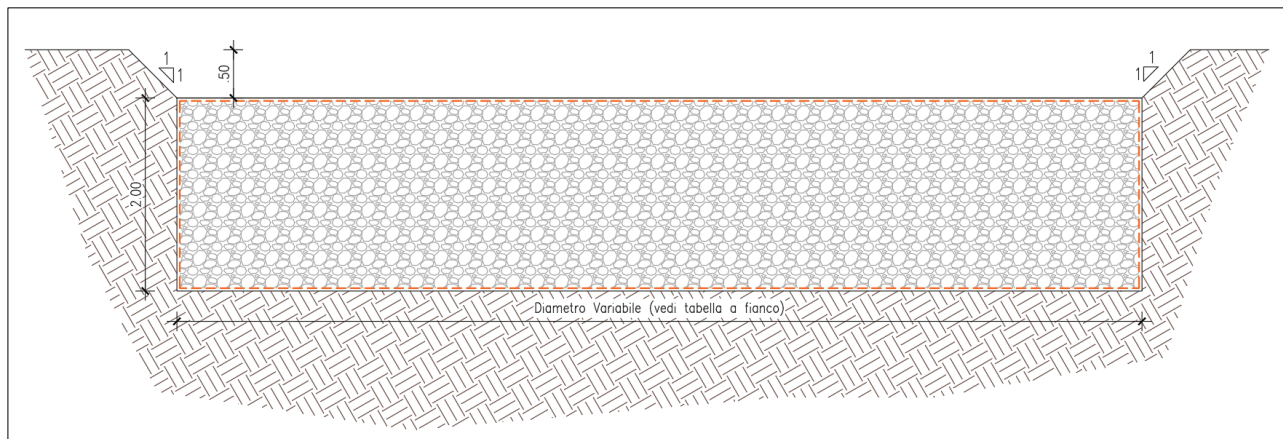


Figura 26 – Sezione tipologica bacino disperdente

Il dimensionamento dei bacini disperdenti è stato condotto secondo la medesima procedura delle trincee drenanti e si riportano soltanto i risultati dei dimensionamenti.

Il diametro dei bacini è funzione dell'area drenata dagli stessi, di seguito se ne riporta quindi le dimensioni:

| ROTATORIA | AREA DRENATA [mq] | DIAMETRO [m] |
|-----------|-------------------|--------------|
| R.01 | 1640 | 20 |
| R.02 | 900 | 15 |
| R.03 | 900 | 15 |
| R.04 | 1100 | 15 |

I risultati dei calcoli per il dimensionamento, suddivisi per le diverse rotatoria sono quindi:

Rotatoria R.01

| TABELLA RIEPILOGATIVA POZZI PERDENTI CON DIVERSI SCENARI DI PIOGGIA | | | | |
|---|-----------------|------------------------|------------------------|---------|
| Durata Evento [min] | V ingresso [mc] | Volume infiltrato [mc] | Volume accumulato [mc] | ΔV [mc] |
| 5 | 31.98 | 0.01 | 314.15 | 282.18 |
| 30 | 84.87 | 0.06 | 314.15 | 229.34 |
| 60 | 103.32 | 0.12 | 314.15 | 210.95 |
| 180 | 141.70 | 0.36 | 314.15 | 172.81 |
| 360 | 173.58 | 0.71 | 314.15 | 141.29 |
| 540 | 199.26 | 1.07 | 314.15 | 115.96 |
| 1140 | 204.72 | 2.25 | 314.15 | 111.68 |
| 2280 | 246.79 | 4.50 | 314.15 | 71.87 |

Rotatorie R.02 e R.03

| TABELLA RIEPILOGATIVA POZZI PERDENTI CON DIVERSI SCENARI DI PIOGGIA | | | | |
|---|-----------------|------------------------|------------------------|-----------------|
| Durata Evento [min] | V ingresso [mc] | Volume infiltrato [mc] | Volume accumulato [mc] | ΔV [mc] |
| 5 | 17.55 | 0.01 | 176.71 | 159.17 |
| 30 | 46.58 | 0.05 | 176.71 | 130.18 |
| 60 | 56.70 | 0.09 | 176.71 | 120.10 |
| 180 | 77.76 | 0.27 | 176.71 | 99.22 |
| 360 | 95.26 | 0.54 | 176.71 | 82.00 |
| 540 | 109.35 | 0.81 | 176.71 | 68.18 |
| 1140 | 112.35 | 1.72 | 176.71 | 66.08 |
| 2280 | 135.43 | 3.44 | 176.71 | 44.72 |

Rotatoria R.04

| TABELLA RIEPILOGATIVA POZZI PERDENTI CON DIVERSI SCENARI DI PIOGGIA | | | | |
|---|-----------------|------------------------|------------------------|-----------------|
| Durata Evento [min] | V ingresso [mc] | Volume infiltrato [mc] | Volume accumulato [mc] | ΔV [mc] |
| 5 | 21.45 | 0.01 | 176.71 | 155.27 |
| 30 | 56.93 | 0.05 | 176.71 | 119.83 |
| 60 | 69.30 | 0.09 | 176.71 | 107.50 |
| 180 | 95.04 | 0.27 | 176.71 | 81.94 |
| 360 | 116.42 | 0.54 | 176.71 | 60.83 |
| 540 | 133.65 | 0.81 | 176.71 | 43.88 |
| 1140 | 137.31 | 1.72 | 176.71 | 41.12 |
| 2280 | 165.53 | 3.44 | 176.71 | 14.62 |

A differenza delle trincee drenanti, i bacini disperdenti saranno funzionali al solo smaltimento delle acque di piattaforma.

9 ATTRAVERAMENTI IDRAULICI MINORI

Le acque defluenti attraverso il reticolo idrografico superficiale e intercettate dal corpo stradale, in assenza di ponti o viadotti sono trasferite da monte a valle mediante tombini, che consentono di mantenere la continuità delle vie d'acqua e intercettano l'acqua raccolta dai fossi di guardia. I tombini sono stati opportunamente dimensionati sia dal punto di vista idraulico che strutturale.

Lungo l'esistente rilevato ferroviario sono stati individuati 5 attraversamenti idraulici. Di questi, come anticipato, il primo (AI.01) è a servizio anche di un canale irriguo (Canale di Centro) inserito del reticolo idrografico regionale principale, quindi è stato verificato con una portata duecentennale mentre gli altri 4 sono stati verificati con la portata di un tempo di ritorno pari a 50 anni.

Si precisa che in fase di confronto con l'ente Comune di Massa è emerso che è stata dismessa la funzione irrigua del Canale di Centro e che è previsto in una programmazione a medio termine l'inserimento ufficiale del canale all'interno della rete fognaria meteorica.

Le sezioni idrauliche dei tombini esistenti risultano insufficienti a smaltire le portate di progetto. Non potendo intervenire in ambito ferroviario, i prolungamenti dei tombini sono stati dunque dimensionati con una sezione maggiore, che permette di smaltire la portate calcolate, presupponendo che in futuro FF.SS. possa adeguare gli attraversamenti sotto al rilevato ferroviario in funzione delle verifiche della presente relazione e che da parte del Comune di Massa possa esserci, seppur ad oggi non previsto, l'implementazione della rete fognaria esistente a valle del rilevato stesso. E' chiaro che in assenza di tale adeguamento i tombini esistenti hanno l'effetto di bocca tarata ai prolungamenti di progetto, inducendo un effetto di rigurgito. Come descritto dettagliatamente nel precedente capitolo, tale criticità sarà in parte mitigata dalla realizzazione dei sistemi disperdenti.

Per la verifica, data la fase di progettazione definitiva si è scelto di superare il dimensionamento in moto uniforme previsto dal Progetto Preliminare e di affinare l'analisi del deflusso adottando l'ipotesi di moto permanente utilizzato come input idrologico il picco di portata degli idrogrammi mostrati al capitolo 4.5.

In particolare, è stato usato il software HY-8 Culvert Analysis (version 7.0), sviluppato da FHWA (U.S. Department of Transportation, Federal Highway Administration). HY-8 assiste nella verifica dei tombini riproducendo la curva di deflusso e il profilo di rigurgito all'interno del tombino, risolvendo diversi tipi di profilo in moto permanente con alcune ipotesi semplificative. E' possibile inoltre includere gli effetti delle diverse tipologie di imbocco e sbocco, riprodurre correnti rigurgitate a valle e la tracimazione della corrente oltre la piattaforma stradale. Il software si basa sulla procedura di calcolo descritta nel Report "Hydraulic Design Series 5, Hydraulic Design of Highway Culverts" (HDS-5) dell' U.S. EPA, a cui si rimanda per maggiori dettagli.

Per le opere di attraversamento è stata adottata la tipologia in c.a (sezioni scatolari).

I modelli prevedono come dati in ingresso: la geometria del tombino, il diametro D o larghezza B e altezza H della sezione, quote di imbocco z_i e sbocco z_s assolute e rispetto al terreno naturale e la scabrezza. Per la scabrezza in questo caso è stato utilizzato il coefficiente di Manning n (in quanto richiesto dal software) con valore pari a 0.014 m^{-1/3s} per i tombini in c.a., corrispondenti al coefficiente di Gauckler-Strickler pari a 70.

Il recapito degli attraversamenti idraulici rimane invariato, e sarà l'esistente rete di drenaggio a valle del rilevato ferroviario.

Nell'Allegato B sono riportate le verifiche per ciascuna opera di attraversamento minore.

ALLEGATO A

Risultati del calcolo dell'interasse delle caditoie e degli embrici
e del dimensionamento dei collettori della rete di drenaggio delle acque di piattaforma

CALCOLO DELL'INTERASSE DELLE CADITOIE E DEGLI EMBRICI

Di seguito è riportata la tabella con il dimensionamento dell'interasse delle caditoie di raccolta dell'acqua piovana e dell'interasse degli embrici.

Legenda della tabella:

| | |
|---|----------------------------|
| R | Tratto in rettilineo |
| S | Tratto in curva a sinistra |
| D | Tratto in curva a destra |

| CARATTERISTICHE PIATTAFORMA | | | | | | | CALCOLO | | | |
|-----------------------------|---------------------|---------------------|----------------|-----------------|-----------------|---|---------|------------------|-------------------|--------------------|
| SEZ. _{iniz} | SEZ. _{fin} | L _{tratto} | S _L | S _{sx} | S _{dx} | | q | Q _{max} | interasse calcolo | interasse progetto |
| 1 A | 2 A | 26.69 | 0.002 | -0.070 | 0.070 | S | 0.68 | 11.19 | 16 | 15 |
| 2 A | 3 A | 26.69 | 0.002 | -0.070 | 0.070 | S | 0.68 | 11.19 | 16 | 15 |
| 3 A | 4 A | 24.62 | 0.006 | -0.070 | 0.070 | S | 0.68 | 19.78 | 29 | 15 |
| 4 A | 5 A | 22.00 | 0.005 | -0.070 | 0.070 | S | 0.68 | 17.77 | 26 | 15 |
| 5 A | 6 A | 16.80 | 0.003 | -0.060 | 0.060 | S | 0.68 | 10.67 | 16 | 15 |
| 6 A | 7 A | 23.70 | -0.007 | -0.045 | 0.045 | S | 0.68 | 10.19 | 15 | 15 |
| 7 A | 8 A | 25.00 | -0.010 | -0.040 | 0.040 | S | 0.68 | 10.04 | 15 | 15 |
| 8 A | 9 A | 23.89 | -0.012 | -0.025 | -0.025 | R | 0.34 | 5.08 | 15 | 15 |
| 9 A | 10 A | 20.61 | -0.012 | -0.025 | -0.025 | R | 0.34 | 5.08 | 15 | 15 |
| 10 A | 11 A | 19.00 | -0.012 | -0.025 | -0.025 | R | 0.34 | 5.08 | 15 | 15 |
| 11 A | 12 A | 32.48 | -0.012 | -0.025 | -0.025 | R | 0.34 | 5.08 | 15 | 15 |
| 12 A | 13 A | 24.52 | -0.012 | -0.025 | -0.025 | R | 0.34 | 5.08 | 15 | 15 |
| 13 A | 14 A | 25.00 | -0.012 | -0.025 | -0.025 | R | 0.34 | 5.08 | 15 | 15 |
| 14 A | 15 A | 22.56 | -0.012 | -0.025 | -0.025 | R | 0.34 | 5.08 | 15 | 15 |
| 15 A | 16 A | 5.94 | -0.010 | -0.025 | -0.025 | R | 0.34 | 4.52 | 13 | 10 |
| 16 A | 17 A | 25.50 | -0.007 | -0.025 | -0.019 | R | 0.34 | 3.82 | 11 | 10 |
| 17 A | 18 A | 25.00 | -0.006 | -0.040 | 0.040 | S | 0.68 | 7.92 | 12 | 10 |
| 18 A | 19 A | 31.31 | -0.006 | -0.040 | 0.040 | S | 0.68 | 7.92 | 12 | 10 |
| 19 A | 20 A | 26.67 | -0.006 | -0.039 | 0.039 | S | 0.68 | 7.52 | 11 | 10 |
| 20 A | 21 A | 25.02 | -0.006 | -0.048 | 0.048 | S | 0.68 | 10.85 | 16 | 15 |
| 21 A | 22 A | 20.56 | -0.006 | -0.058 | 0.058 | S | 0.68 | 14.37 | 21 | 15 |
| 22 A | 23 A | 20.33 | -0.006 | -0.065 | 0.065 | S | 0.68 | 17.54 | 26 | 15 |
| 23 A | 24A | 21.61 | -0.006 | -0.065 | 0.065 | S | 0.68 | 17.54 | 26 | 15 |

| | | | | | | | | | | |
|-----|-----|-------|--------|--------|--------|---|------|-------|----|----|
| 1 B | 2 B | 27.09 | 0.005 | -0.025 | -0.025 | R | 0.34 | 3.28 | 10 | 10 |
| 2 B | 3 B | 27.09 | 0.005 | -0.070 | 0.070 | S | 0.68 | 17.69 | 26 | 20 |
| 3 B | 4 B | 27.09 | 0.013 | -0.070 | 0.070 | S | 0.68 | 28.72 | 42 | 20 |
| 4 B | 5 B | 27.09 | 0.015 | -0.025 | -0.025 | S | 0.34 | 5.68 | 17 | 15 |
| 5 B | 6 B | 24.63 | 0.007 | -0.025 | -0.025 | R | 0.34 | 3.97 | 12 | 10 |
| 6 B | 7 B | 25.00 | -0.010 | -0.025 | -0.025 | R | 0.34 | 4.73 | 14 | 10 |
| 7 B | 8 B | 21.21 | -0.028 | -0.025 | -0.025 | R | 0.34 | 7.69 | 23 | 20 |
| 8 B | 9 B | 24.79 | -0.037 | -0.025 | -0.025 | R | 0.34 | 8.94 | 26 | 20 |

| CARATTERISTICHE PIATTAFORMA | | | | | | | CALCOLO | | | |
|-----------------------------|---------|---------|----------------|-----------------|-----------------|---|---------|-------|-------------------|--------------------|
| SEZ.iniz | SEZ.fin | Ltratto | S _L | S _{sx} | S _{dx} | | q | Qmax | interasse calcolo | interasse progetto |
| 9 B | 10 B | 28.76 | -0.027 | -0.025 | -0.025 | R | 0.34 | 7.57 | 22 | 20 |
| 10 B | 11 B | 30.24 | -0.013 | -0.025 | -0.025 | R | 0.34 | 5.29 | 15 | 15 |
| 11 B | 12 B | 20.94 | -0.004 | -0.060 | 0.060 | S | 0.68 | 12.44 | 18 | 15 |
| 12 B | 13 B | 29.23 | 0.004 | -0.060 | 0.060 | S | 0.68 | 11.94 | 17 | 15 |
| 13 B | 14 B | 23.09 | 0.013 | -0.060 | 0.060 | S | 0.98 | 21.88 | 22 | 20 |
| 14 B | 15 B | 21.37 | 0.022 | -0.070 | 0.070 | S | 0.98 | 36.99 | 38 | 30 |
| 15 B | 16 B | 22.12 | 0.030 | -0.070 | 0.070 | S | 0.98 | 43.12 | 44 | 30 |
| 16 B | 17 B | 4.90 | 0.037 | -0.070 | 0.070 | S | 0.98 | 48.38 | 50 | 30 |
| 17 B | 18 B | 15.35 | 0.041 | -0.065 | 0.065 | S | 0.98 | 44.61 | 46 | 30 |
| 18 B | 19 B | 23.79 | 0.041 | -0.065 | 0.065 | S | 0.98 | 44.61 | 46 | 30 |
| 19 B | 20 B | 26.21 | 0.041 | -0.040 | 0.040 | S | 0.98 | 20.34 | 21 | 20 |
| 20 B | 21 B | 17.82 | 0.041 | -0.025 | -0.006 | R | 0.34 | 9.39 | 27 | 20 |
| 21 B | 22 B | 13.79 | 0.041 | -0.025 | -0.025 | R | 0.34 | 9.39 | 27 | 20 |
| 22 B | 23 B | 14.39 | 0.041 | -0.025 | -0.025 | R | 0.34 | 9.39 | 27 | 20 |
| 23 B | 24 B | 17.99 | 0.041 | -0.025 | -0.025 | R | 0.34 | 9.39 | 27 | 20 |
| 24 B | 25 B | 16.01 | 0.041 | -0.025 | -0.025 | R | 0.34 | 9.39 | 27 | 20 |
| 25 B | 26 B | 14.49 | 0.041 | -0.025 | -0.025 | R | 0.34 | 9.39 | 27 | 20 |
| 26 B | 27 B | 17.61 | 0.041 | -0.025 | -0.025 | R | 0.34 | 9.39 | 27 | 20 |
| 27 B | 28 B | 21.94 | 0.041 | -0.025 | -0.025 | R | 0.34 | 9.39 | 27 | 20 |
| 28 B | 29 B | 11.19 | 0.041 | -0.032 | 0.032 | S | 0.68 | 14.10 | 21 | 20 |
| 29 B | 30 B | 11.88 | 0.041 | -0.045 | 0.045 | S | 0.68 | 24.60 | 36 | 30 |
| 30 B | 31 B | 14.43 | 0.041 | -0.070 | 0.070 | S | 0.68 | 50.62 | 74 | 30 |
| 31 B | 32 B | 15.65 | 0.036 | -0.070 | 0.070 | S | 0.68 | 47.78 | 70 | 30 |
| 32 B | 33 B | 9.41 | 0.029 | -0.070 | 0.070 | S | 0.68 | 42.57 | 62 | 30 |
| 33 B | 34 B | 10.59 | 0.023 | -0.070 | 0.070 | S | 0.68 | 37.68 | 55 | 30 |
| 34 B | 35 B | 17.21 | 0.020 | -0.050 | 0.050 | S | 0.68 | 20.46 | 30 | 30 |

| | | | | | | | | | | |
|-----|-----|-------|-------|--------|--------|---|------|-------|----|----|
| 1 C | 2 C | 22.92 | 0.032 | -0.035 | 0.035 | S | 0.68 | 14.43 | 21 | 20 |
| 2 C | 3 C | 22.92 | 0.032 | -0.050 | 0.050 | S | 0.68 | 25.99 | 38 | 30 |
| 3 C | 4 C | 19.15 | 0.055 | -0.025 | -0.025 | R | 0.34 | 10.82 | 32 | 30 |
| 4 C | 5 C | 19.63 | 0.055 | -0.025 | -0.002 | R | 0.34 | 10.85 | 32 | 30 |
| 5 C | 6 C | 20.37 | 0.063 | -0.047 | 0.047 | S | 0.68 | 33.38 | 49 | 30 |
| 6 C | 7 C | 18.41 | 0.064 | -0.047 | 0.047 | S | 0.68 | 33.66 | 49 | 30 |
| 7 C | 8 C | 22.79 | 0.064 | -0.070 | 0.070 | S | 0.68 | 63.40 | 93 | 30 |
| 8 C | 9 C | 22.79 | 0.059 | -0.070 | 0.070 | S | 0.68 | 60.91 | 89 | 30 |

DIMENSIONAMENTO DEI COLLETTORI DELLA RETE DI DRENAGGIO

Di seguito è riportata la tabella con il dimensionamento e la verifica dei collettori di raccolta delle acque di piattaforma.

Legenda della tabella:

| | |
|---|----------------------------|
| R | Tratto in rettilo |
| S | Tratto in curva a sinistra |
| D | Tratto in curva a destra |

| CARATTERISTICHE PIATTAFORMA | | | | | | | TUBAZIONE | | |
|-----------------------------|---------------------|---------------------|----------------|-----------------|-----------------|---|-----------|-----|----------------------|
| SEZ. _{iniz} | SEZ. _{fin} | L _{tratto} | S _L | S _{sx} | S _{sx} | | DIREZIONE | DN | Grado di riempimento |
| 1 A | 2 A | 26.69 | 0.003 | -0.070 | 0.070 | S | ↑ | 315 | 50% |
| 2 A | 3 A | 26.69 | 0.003 | -0.025 | 0.001 | S | ↑ | 315 | 37% |
| 3 A | 4 A | 24.62 | 0.006 | -0.070 | 0.070 | S | ↑ | 315 | 29% |
| 4 A | 5 A | 22.00 | 0.005 | -0.057 | 0.057 | S | ↑ | 315 | 38% |
| 5 A | 6 A | 16.80 | 0.001 | -0.046 | 0.046 | S | ↑ | 315 | 44% |
| 6 A | 7 A | 23.70 | 0.003 | -0.037 | 0.037 | S | ↓ | 315 | 34% |
| 7 A | 8 A | 25.00 | 0.007 | -0.025 | 0.024 | S | ↓ | 315 | 39% |
| 8 A | 9 A | 23.89 | 0.011 | -0.025 | -0.001 | R | ↓ | 315 | 40% |
| 9 A | 10 A | 20.61 | 0.011 | -0.025 | -0.025 | R | ↓ | 315 | 17% |
| 10 A | 11 A | 19.00 | 0.011 | -0.025 | -0.025 | R | ↓ | 315 | 23% |
| 11 A | 12 A | 32.48 | 0.011 | -0.025 | -0.025 | R | ↓ | 315 | 30% |
| 12 A | 13 A | 24.52 | 0.011 | -0.025 | -0.025 | R | ↓ | 315 | 18% |
| 13 A | 14 A | 25.00 | 0.011 | -0.025 | -0.025 | R | ↓ | 315 | 25% |
| 14 A | 15 A | 22.56 | 0.011 | -0.025 | -0.025 | R | ↓ | 315 | 17% |
| 15 A | 16 A | 5.94 | 0.010 | -0.025 | -0.025 | R | ↓ | 315 | 20% |
| 16 A | 17 A | 25.50 | 0.007 | -0.025 | -0.019 | R | ↓ | 315 | 29% |
| 17 A | 18 A | 25.00 | 0.006 | -0.025 | 0.006 | S | ↓ | 315 | 30% |
| 18 A | 19 A | 31.31 | 0.006 | -0.027 | 0.027 | S | ↓ | 315 | 45% |
| 19 A | 20 A | 26.67 | 0.006 | -0.039 | 0.039 | S | ↓ | 315 | 31% |
| 20 A | 21 A | 25.02 | 0.006 | -0.048 | 0.048 | S | ↓ | 315 | 43% |
| 21 A | 22 A | 20.56 | 0.006 | -0.058 | 0.058 | S | ↓ | 315 | 51% |
| 22 A | 23 A | 20.33 | 0.006 | -0.065 | 0.065 | S | ↓ | 315 | 27% |
| 23 A | 24A | 21.61 | 0.006 | -0.001 | 0.001 | S | ↓ | 315 | 38% |

| | | | | | | | | | |
|-----|------|-------|-------|--------|--------|---|---|---------|-----|
| 1 B | 2 B | 27.09 | 0.004 | -0.025 | -0.025 | R | ↑ | 315 | 24% |
| 2 B | 3 B | 27.09 | 0.004 | -0.001 | 0.001 | S | ↑ | 315 | 35% |
| 3 B | 4 B | 27.09 | 0.013 | -0.070 | 0.070 | S | ↑ | 315 | 39% |
| 4 B | 5 B | 27.09 | 0.015 | -0.025 | 0.023 | S | ↑ | 315 | 29% |
| 5 B | 6 B | 24.63 | 0.007 | -0.025 | -0.025 | R | ↑ | 315 | 20% |
| 6 B | 7 B | 25.00 | 0.010 | -0.025 | -0.025 | R | ↓ | 315 | 18% |
| 7 B | 8 B | 21.21 | 0.028 | -0.025 | -0.025 | R | ↓ | 315 | 19% |
| 8 B | 9 B | 24.79 | 0.037 | -0.025 | -0.025 | R | ↓ | embrace | |
| 9 B | 10 B | 28.76 | 0.027 | -0.025 | -0.025 | R | ↓ | embrace | |

| CARATTERISTICHE PIATTAFORMA | | | | | | | | TUBAZIONE | |
|-----------------------------|---------------------|---------------------|----------------|-----------------|-----------------|---|-----------|-----------|----------------------|
| SEZ. _{iniz} | SEZ. _{fin} | L _{tratto} | S _L | S _{sx} | S _{sx} | | DIREZIONE | DN | Grado di riempimento |
| 10 B | 11 B | 30.24 | 0.013 | -0.025 | -0.025 | R | ↓ | embrice | |
| 11 B | 12 B | 20.94 | 0.004 | -0.025 | 0.005 | S | ↓ | embrice | |
| 12 B | 13 B | 29.23 | 0.004 | -0.026 | 0.026 | S | ↑ | embrice | |
| 13 B | 14 B | 23.09 | 0.013 | -0.051 | 0.051 | S | ↑ | embrice | |
| 14 B | 15 B | 21.37 | 0.022 | -0.070 | 0.070 | S | ↑ | 315 | 34% |
| 15 B | 16 B | 22.12 | 0.030 | -0.070 | 0.070 | S | ↑ | 315 | 26% |
| 16 B | 17 B | 4.90 | 0.037 | -0.070 | 0.070 | S | ↑ | 315 | 17% |
| 17 B | 18 B | 15.35 | 0.041 | -0.065 | 0.065 | S | ↑ | embrice | |
| 18 B | 19 B | 23.79 | 0.041 | -0.048 | 0.048 | S | ↑ | embrice | |
| 19 B | 20 B | 26.21 | 0.041 | -0.025 | 0.023 | S | ↑ | embrice | |
| 20 B | 21 B | 17.82 | 0.041 | -0.025 | -0.006 | R | ↑ | embrice | |
| 21 B | 22 B | 13.79 | 0.041 | -0.025 | -0.025 | R | ↑ | embrice | |
| 22 B | 23 B | 14.39 | 0.041 | -0.025 | -0.025 | R | ↑ | embrice | |
| 23 B | 24 B | 17.99 | 0.041 | -0.025 | -0.025 | R | ↑ | embrice | |
| 24 B | 25 B | 16.01 | 0.041 | -0.025 | -0.025 | R | ↑ | embrice | |
| 25 B | 26 B | 14.49 | 0.041 | -0.025 | -0.025 | R | ↑ | embrice | |
| 26 B | 27 B | 17.61 | 0.041 | -0.025 | -0.025 | R | ↑ | embrice | |
| 27 B | 28 B | 21.94 | 0.041 | -0.025 | -0.025 | R | ↑ | embrice | |
| 28 B | 29 B | 11.19 | 0.041 | -0.025 | 0.021 | S | ↑ | embrice | |
| 29 B | 30 B | 11.88 | 0.041 | -0.045 | 0.045 | S | ↑ | embrice | |
| 30 B | 31 B | 14.43 | 0.041 | -0.070 | 0.070 | S | ↑ | embrice | |
| 31 B | 32 B | 15.65 | 0.036 | -0.070 | 0.070 | S | ↑ | embrice | |
| 32 B | 33 B | 9.41 | 0.029 | -0.070 | 0.070 | S | ↑ | embrice | |
| 33 B | 34 B | 10.59 | 0.023 | -0.025 | 0.025 | S | ↑ | embrice | |
| 34 B | 35 B | 17.21 | 0.020 | -0.001 | 0.001 | S | ↑ | embrice | |

| | | | | | | | | | |
|-----|-----|-------|-------|--------|--------|---|---|---------|--|
| 1 C | 2 C | 22.92 | 0.032 | -0.001 | 0.001 | S | ↑ | embrice | |
| 2 C | 3 C | 22.92 | 0.032 | -0.001 | 0.001 | S | ↑ | embrice | |
| 3 C | 4 C | 19.15 | 0.055 | -0.025 | -0.025 | R | ↑ | embrice | |
| 4 C | 5 C | 19.63 | 0.055 | -0.025 | -0.002 | R | ↑ | embrice | |
| 5 C | 6 C | 20.37 | 0.063 | -0.025 | 0.022 | S | ↑ | embrice | |
| 6 C | 7 C | 18.41 | 0.064 | -0.047 | 0.047 | S | ↑ | embrice | |
| 7 C | 8 C | 22.79 | 0.064 | -0.070 | 0.070 | S | ↑ | embrice | |
| 8 C | 9 C | 22.79 | 0.059 | -0.001 | 0.001 | S | ↑ | embrice | |

ALLEGATO B

Risultati delle verifiche degli attraversamenti idraulici minori

AI.01

Dimensione: 2.50m x 2.50m

Lunghezza: 37.50 m

Pendenza: 0.5%

Portata di progetto: 2.10 mc/s

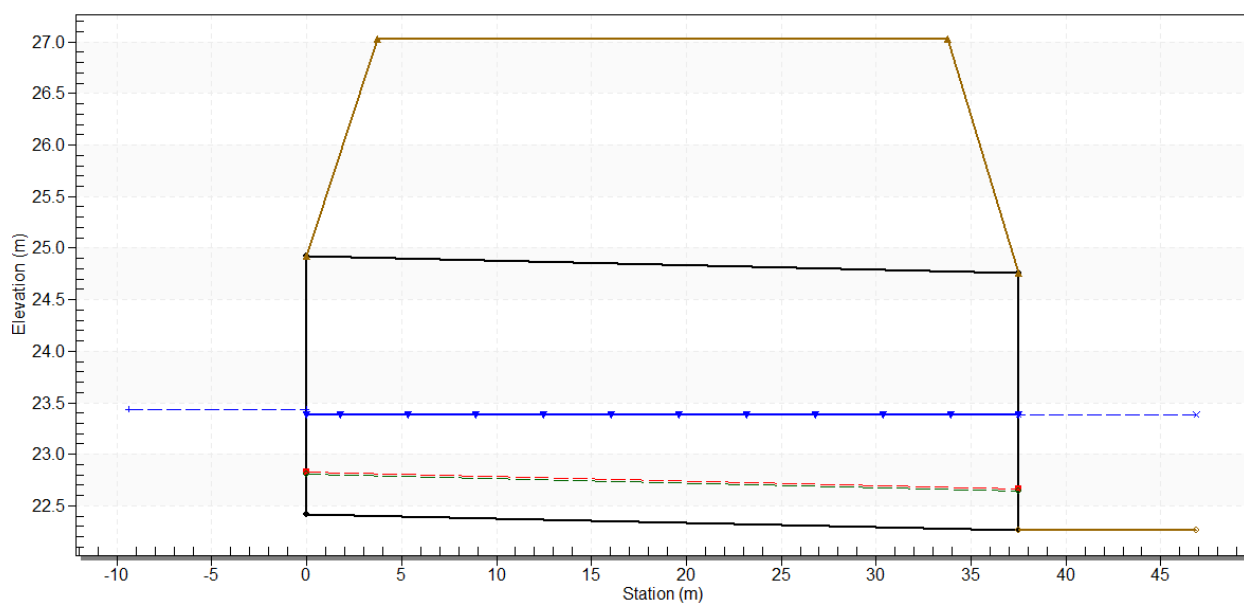


Figura 1 – OP.01 – Risultati verifica idraulica – Curva di deflusso

Tabella 1 - OP.01 – Risultati verifica idraulica – Valori tabellari

| Culvert Discharge (cms) | Inlet Control Depth(m) | Normal Depth (m) | Critical Depth (m) | Outlet Depth (m) | Outlet Velocity (m/s) |
|-------------------------|------------------------|------------------|--------------------|------------------|-----------------------|
| 0.10 | 0.09 | 0.05 | 0.05 | 0.26 | 0.16 |
| 0.29 | 0.19 | 0.11 | 0.11 | 0.45 | 0.26 |
| 0.48 | 0.27 | 0.15 | 0.16 | 0.58 | 0.33 |
| 0.67 | 0.33 | 0.18 | 0.19 | 0.68 | 0.40 |
| 0.86 | 0.39 | 0.22 | 0.23 | 0.76 | 0.45 |
| 1.05 | 0.45 | 0.25 | 0.26 | 0.83 | 0.50 |
| 1.24 | 0.50 | 0.27 | 0.29 | 0.90 | 0.55 |
| 1.43 | 0.55 | 0.30 | 0.32 | 0.96 | 0.59 |
| 1.62 | 0.60 | 0.33 | 0.35 | 1.02 | 0.64 |
| 1.81 | 0.64 | 0.35 | 0.38 | 1.07 | 0.68 |
| 2.00 | 0.69 | 0.38 | 0.40 | 1.12 | 0.72 |

Grado di riempimento: 45%

AI.02

Dimensione: 2.50m x 2.50m

Lunghezza: 42.75

Pendenza: 0.5%

Portata di progetto: 3.10 mc/s

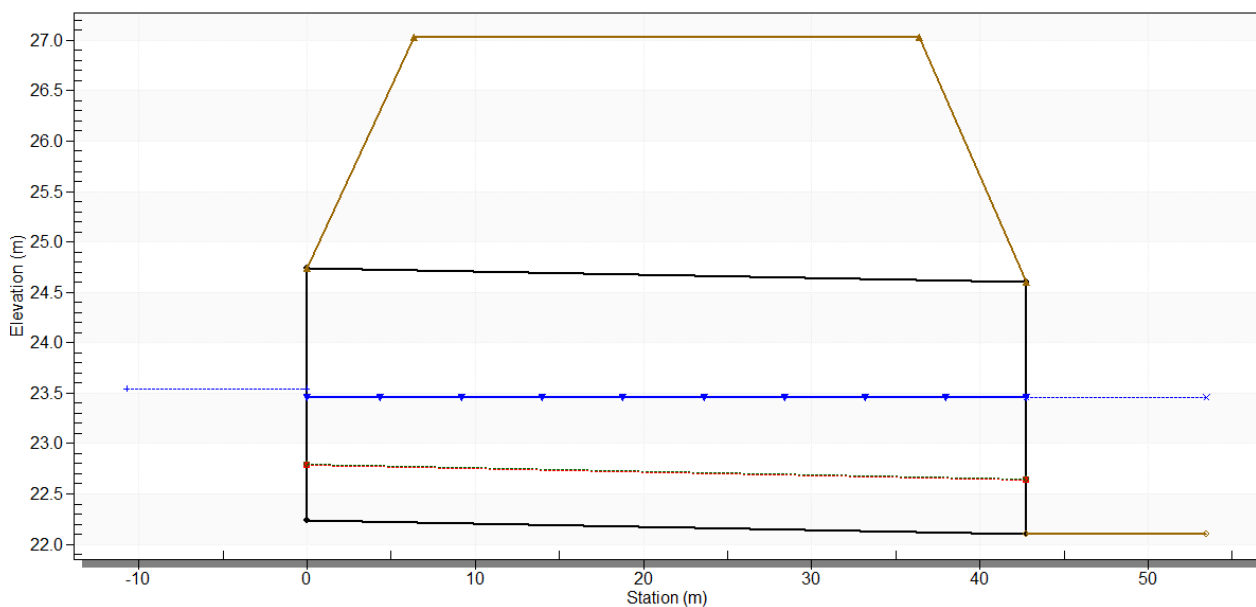


Figura 2 - OP.02 – Risultati verifica idraulica – Curva di deflusso

Tabella 2 - OP.02 – Risultati verifica idraulica – Valori tabellari

| Culvert Discharge (cms) | Inlet Control Depth(m) | Normal Depth (m) | Critical Depth (m) | Outlet Depth (m) | Outlet Velocity (m/s) |
|-------------------------|------------------------|------------------|--------------------|------------------|-----------------------|
| 0.10 | 0.09 | 0.06 | 0.05 | 0.26 | 0.16 |
| 0.40 | 0.24 | 0.14 | 0.14 | 0.53 | 0.30 |
| 0.70 | 0.34 | 0.21 | 0.20 | 0.69 | 0.41 |
| 1.00 | 0.43 | 0.26 | 0.25 | 0.82 | 0.49 |
| 1.30 | 0.52 | 0.31 | 0.30 | 0.92 | 0.56 |
| 1.60 | 0.59 | 0.35 | 0.35 | 1.01 | 0.63 |
| 1.90 | 0.67 | 0.40 | 0.39 | 1.09 | 0.70 |
| 2.20 | 0.73 | 0.44 | 0.43 | 1.17 | 0.75 |
| 2.50 | 0.80 | 0.48 | 0.47 | 1.23 | 0.81 |
| 2.80 | 0.86 | 0.52 | 0.50 | 1.30 | 0.86 |
| 3.10 | 0.92 | 0.55 | 0.54 | 1.36 | 0.91 |

Grado di riempimento: 54%

AI.03

Dimensione: 2.50m x 2.50m

Lunghezza: 29.50

Pendenza: 0.5%

Portata di progetto: 1.20 mc/s

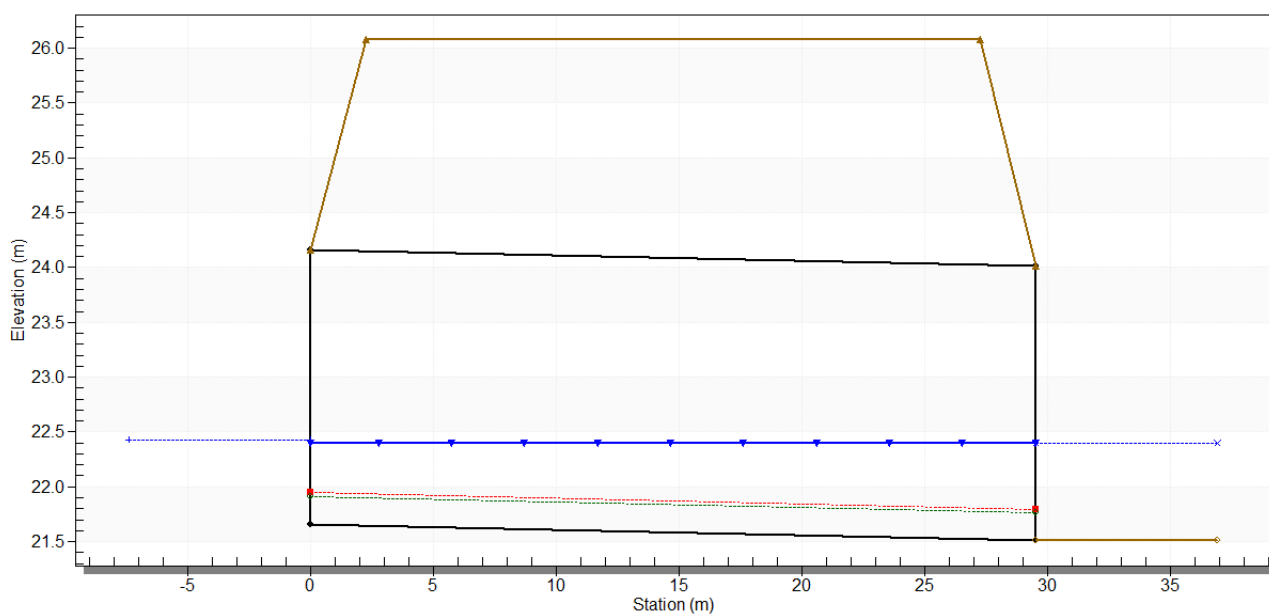


Figura 3 - OP.03 – Risultati verifica idraulica – Curva di deflusso

Tabella 3 - OP.03 – Risultati verifica idraulica – Valori tabellari

| Culvert Discharge (cms) | Inlet Control Depth(m) | Normal Depth (m) | Critical Depth (m) | Outlet Depth (m) | Outlet Velocity (m/s) |
|-------------------------|------------------------|------------------|--------------------|------------------|-----------------------|
| 0.10 | 0.09 | 0.05 | 0.05 | 0.26 | 0.16 |
| 0.21 | 0.15 | 0.08 | 0.09 | 0.38 | 0.22 |
| 0.32 | 0.20 | 0.11 | 0.12 | 0.47 | 0.27 |
| 0.43 | 0.25 | 0.13 | 0.14 | 0.55 | 0.32 |
| 0.54 | 0.29 | 0.15 | 0.17 | 0.61 | 0.35 |
| 0.65 | 0.33 | 0.17 | 0.19 | 0.67 | 0.39 |
| 0.76 | 0.36 | 0.19 | 0.21 | 0.72 | 0.42 |
| 0.87 | 0.39 | 0.21 | 0.23 | 0.76 | 0.46 |
| 0.98 | 0.43 | 0.22 | 0.25 | 0.81 | 0.48 |
| 1.09 | 0.46 | 0.24 | 0.27 | 0.85 | 0.51 |
| 1.20 | 0.49 | 0.25 | 0.29 | 0.89 | 0.54 |

Grado di rimpimento: 36%

AI.04

Dimensione: 1.00m x 1.00m

Lunghezza: 21.00 m

Pendenza: 0.5%

Portata di progetto: 1.00

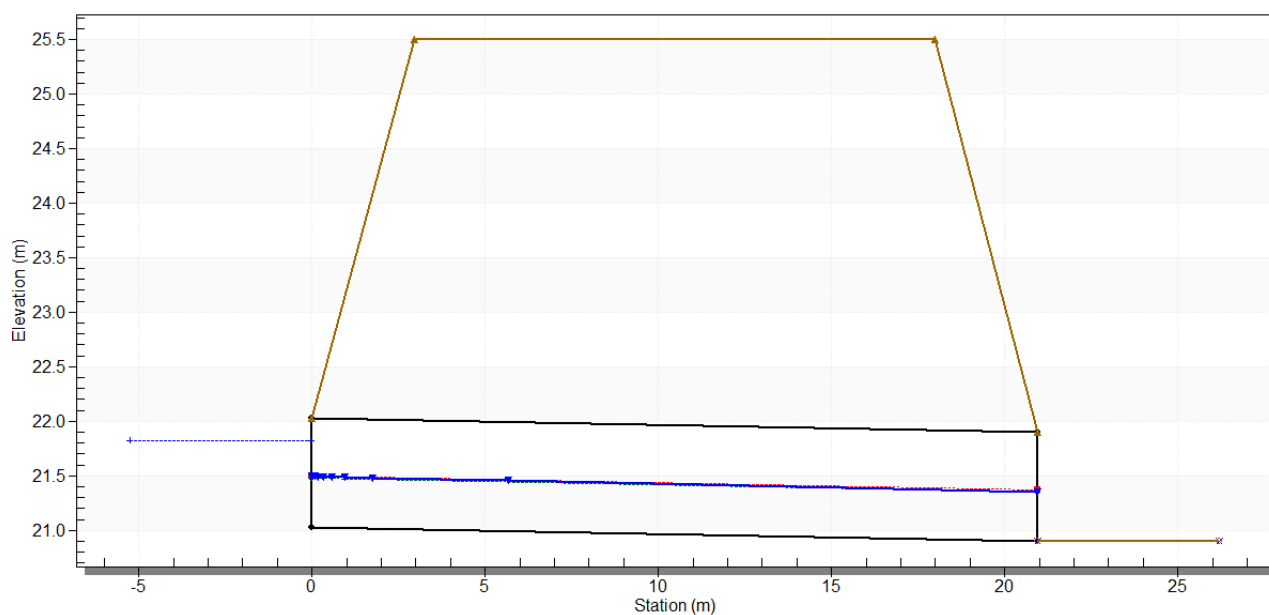


Figura 4 - OP.04 – Risultati verifica idraulica – Curva di deflusso

Tabella 4 - OP.04 – Risultati verifica idraulica – Valori tabellari

| Culvert Discharge (cms) | Inlet Control Depth(m) | Normal Depth (m) | Critical Depth (m) | Outlet Depth (m) | Outlet Velocity (m/s) |
|-------------------------|------------------------|------------------|--------------------|------------------|-----------------------|
| 0.10 | 0.17 | 0.09 | 0.10 | 0.09 | 1.08 |
| 0.19 | 0.26 | 0.14 | 0.15 | 0.14 | 1.35 |
| 0.28 | 0.34 | 0.18 | 0.20 | 0.18 | 1.53 |
| 0.37 | 0.41 | 0.22 | 0.24 | 0.22 | 1.68 |
| 0.46 | 0.47 | 0.26 | 0.28 | 0.26 | 1.79 |
| 0.55 | 0.53 | 0.29 | 0.31 | 0.29 | 1.89 |
| 0.64 | 0.59 | 0.32 | 0.35 | 0.32 | 1.98 |
| 0.73 | 0.64 | 0.36 | 0.38 | 0.37 | 2.00 |
| 0.82 | 0.69 | 0.39 | 0.41 | 0.39 | 2.12 |
| 0.91 | 0.74 | 0.42 | 0.44 | 0.42 | 2.18 |
| 1.00 | 0.79 | 0.45 | 0.47 | 0.45 | 2.23 |

Grado di riempimento: 45%

AI.05

Dimensione: 2.00m x 1.00m

Lunghezza: 32.65 m

Pendenza: 0.5%

Portata di progetto: 2.20 mc/s

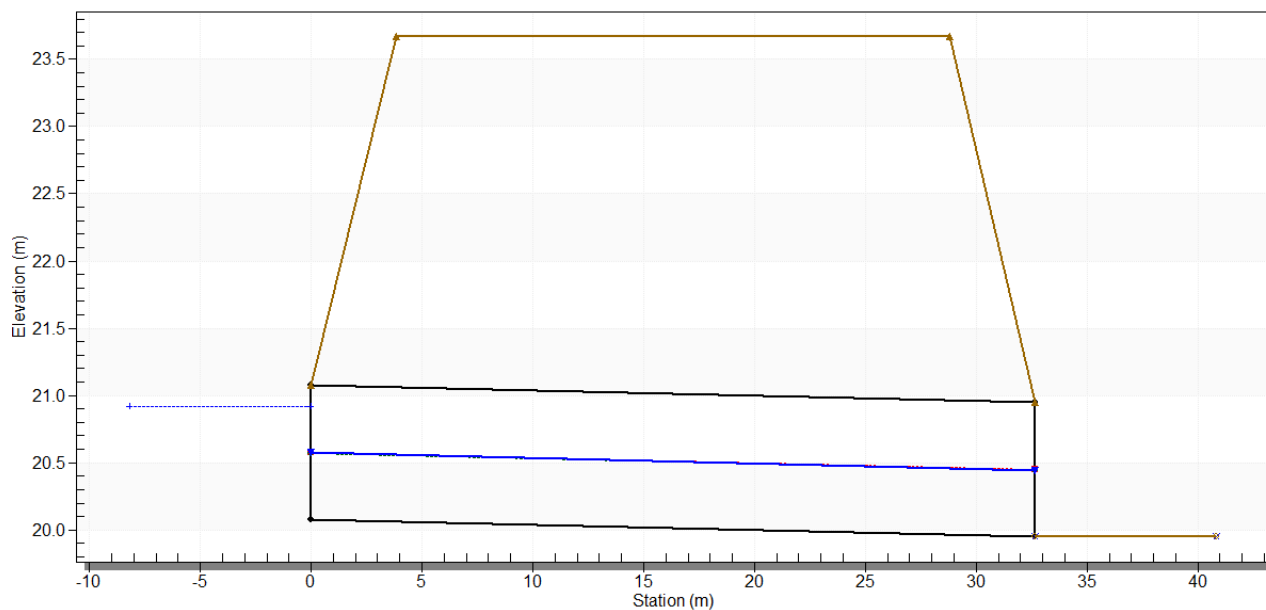


Figura 5 - OP.05 – Risultati verifica idraulica – Curva di deflusso

Tabella 5 - OP.05 – Risultati verifica idraulica – Valori tabellari

| Culvert Discharge (cms) | Inlet Control Depth(m) | Normal Depth (m) | Critical Depth (m) | Outlet Depth (m) | Outlet Velocity (m/s) |
|-------------------------|------------------------|------------------|--------------------|------------------|-----------------------|
| 0.10 | 0.11 | 0.07 | 0.06 | 0.06 | 0.79 |
| 0.31 | 0.23 | 0.14 | 0.13 | 0.13 | 1.15 |
| 0.52 | 0.33 | 0.19 | 0.19 | 0.19 | 1.38 |
| 0.73 | 0.41 | 0.23 | 0.24 | 0.23 | 1.55 |
| 0.94 | 0.48 | 0.28 | 0.28 | 0.28 | 1.70 |
| 1.15 | 0.55 | 0.32 | 0.32 | 0.32 | 1.82 |
| 1.36 | 0.61 | 0.35 | 0.36 | 0.35 | 1.92 |
| 1.57 | 0.67 | 0.39 | 0.40 | 0.39 | 2.01 |
| 1.78 | 0.73 | 0.42 | 0.43 | 0.42 | 2.09 |
| 1.99 | 0.79 | 0.46 | 0.47 | 0.46 | 2.17 |
| 2.20 | 0.84 | 0.49 | 0.50 | 0.49 | 2.24 |

Grado di riempimento: 49%

ALLEGATO C

Risultati modellazione idraulica mediante software HEC-RAS

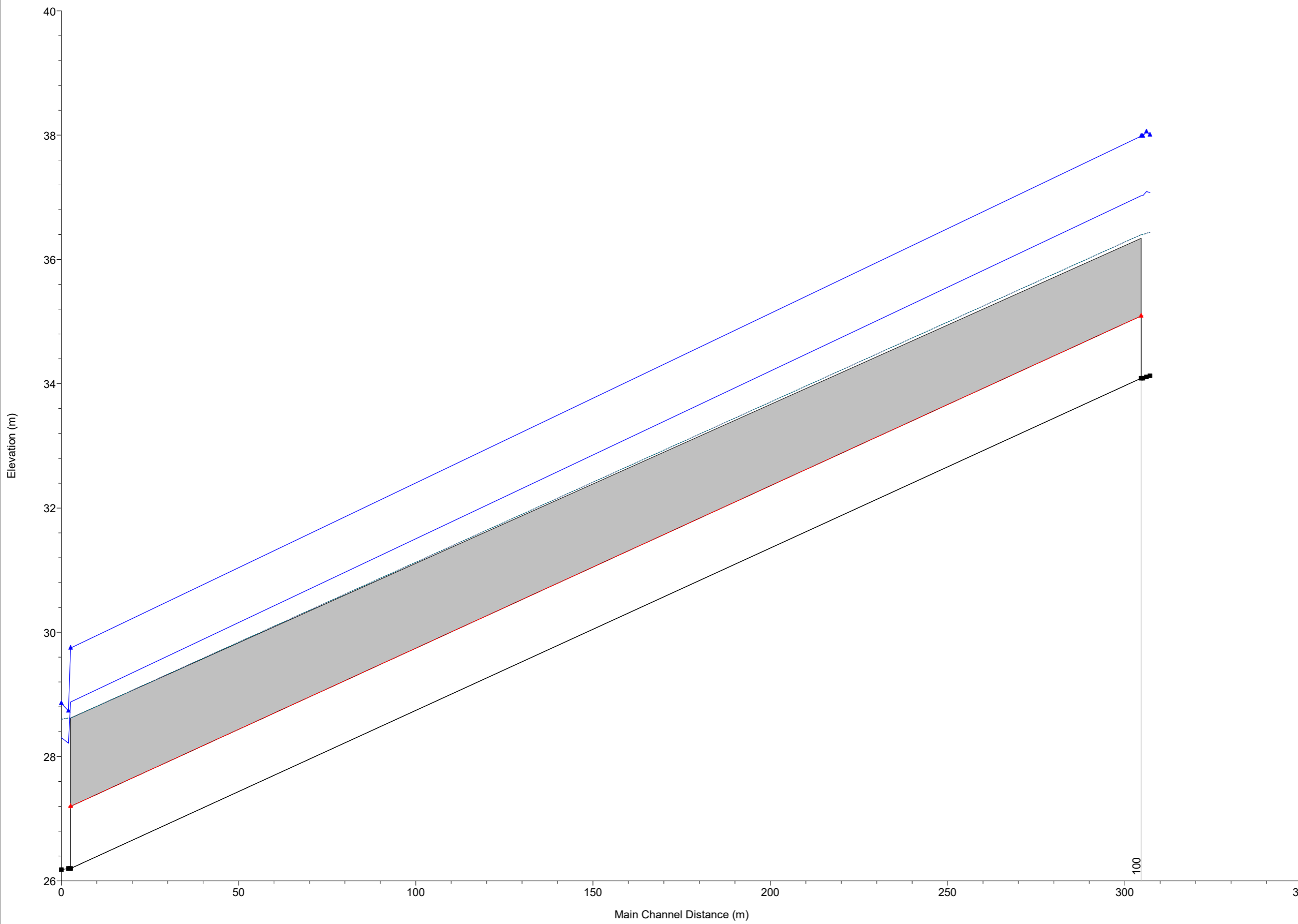
Stato attuale e stato di progetto

TR30 – TR200

Massa Plan: 1) SA_tr30 2) SA_tr200
Grondini

Legend

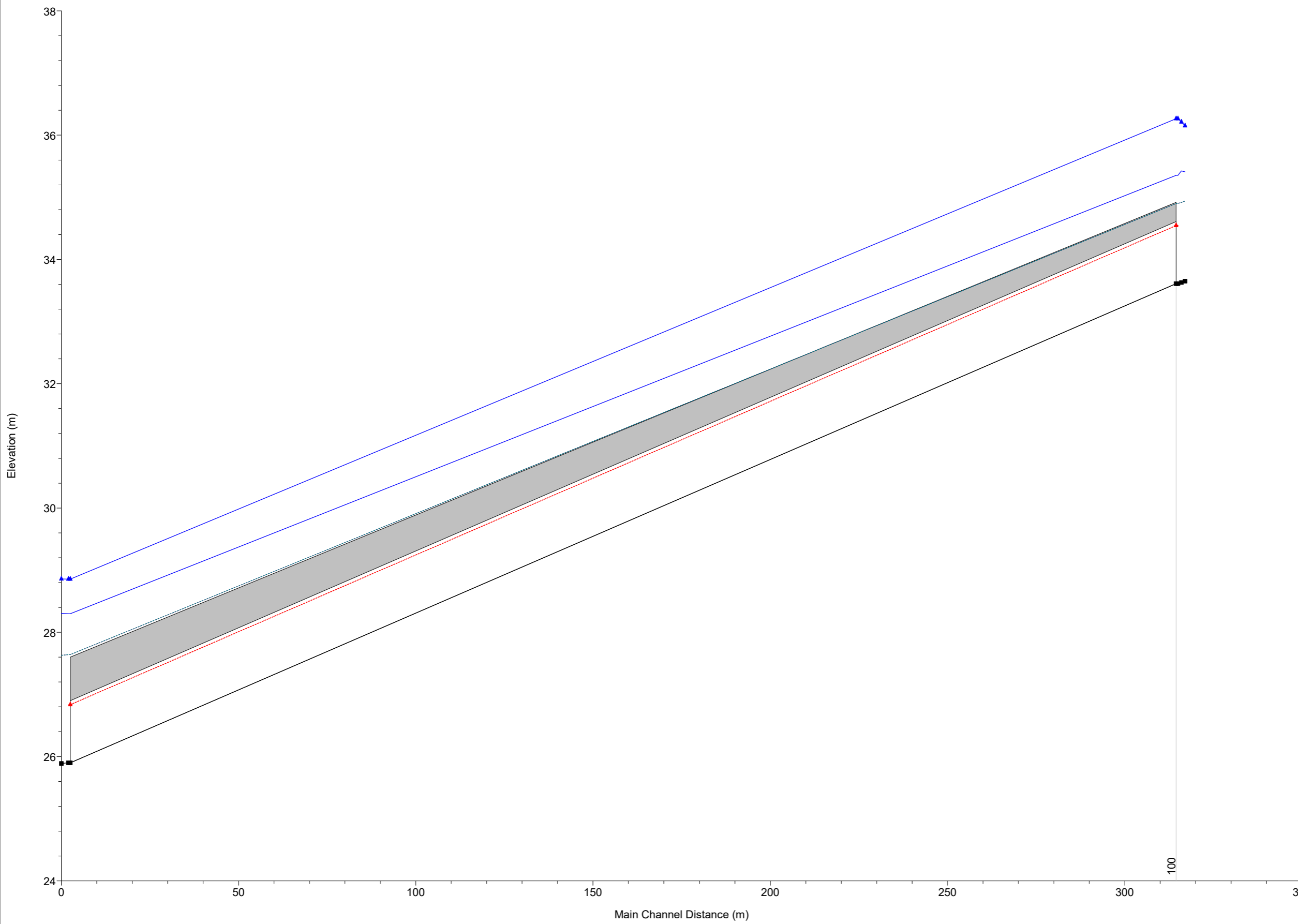
- WS Max WS - SA_tr200
- WS Max WS - SA_tr30
- Crit Max WS - SA_tr30
- Crit Max WS - SA_tr200
- Ground
- LOB
- ROB



Massa Plan: 1) SA_tr30 2) SA_tr200
San Remigio

Legend

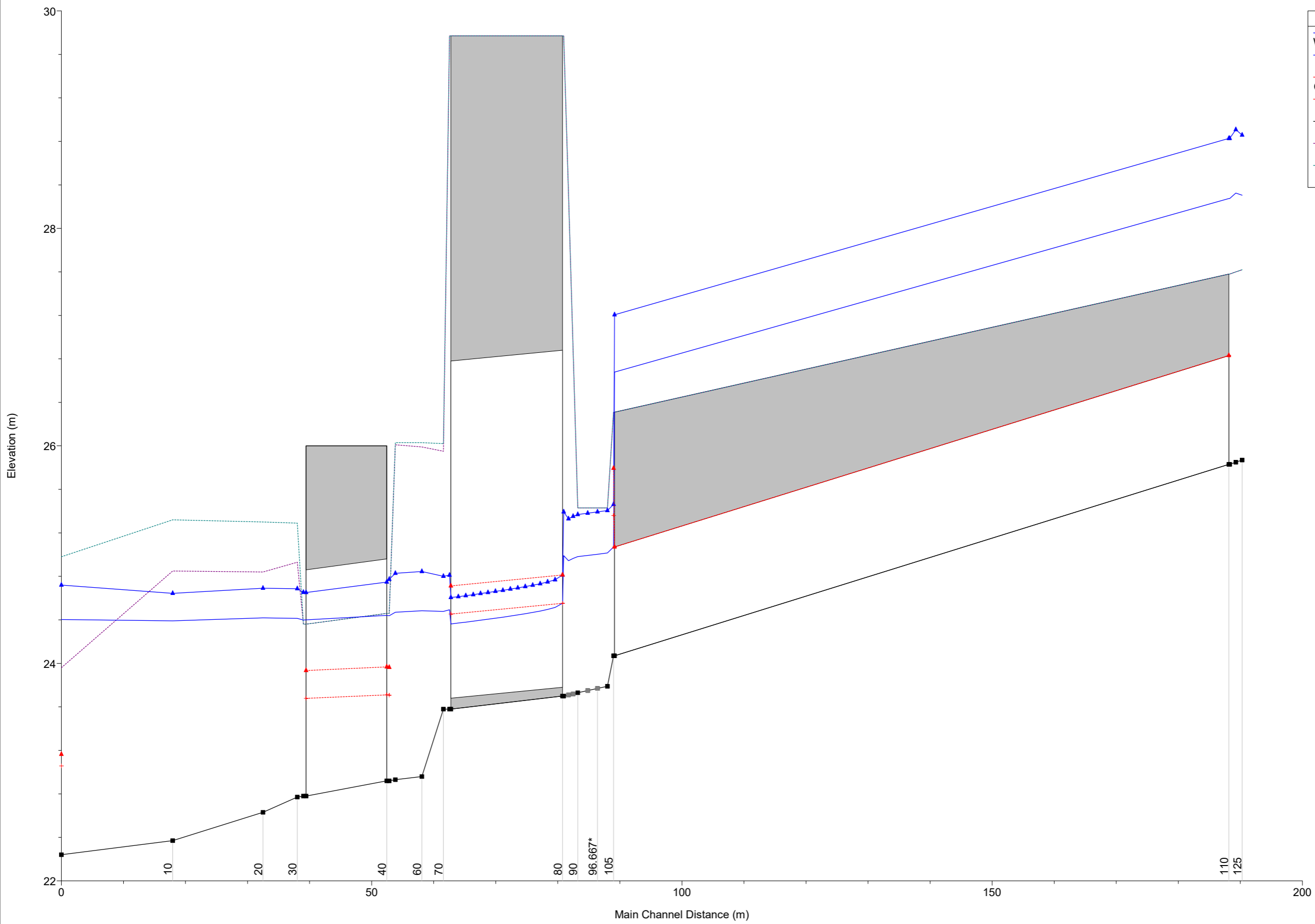
- WS Max WS - SA_tr200
- WS Max WS - SA_tr30
- Crit Max WS - SA_tr30
- Crit Max WS - SA_tr200
- Ground
- LOB
- ROB



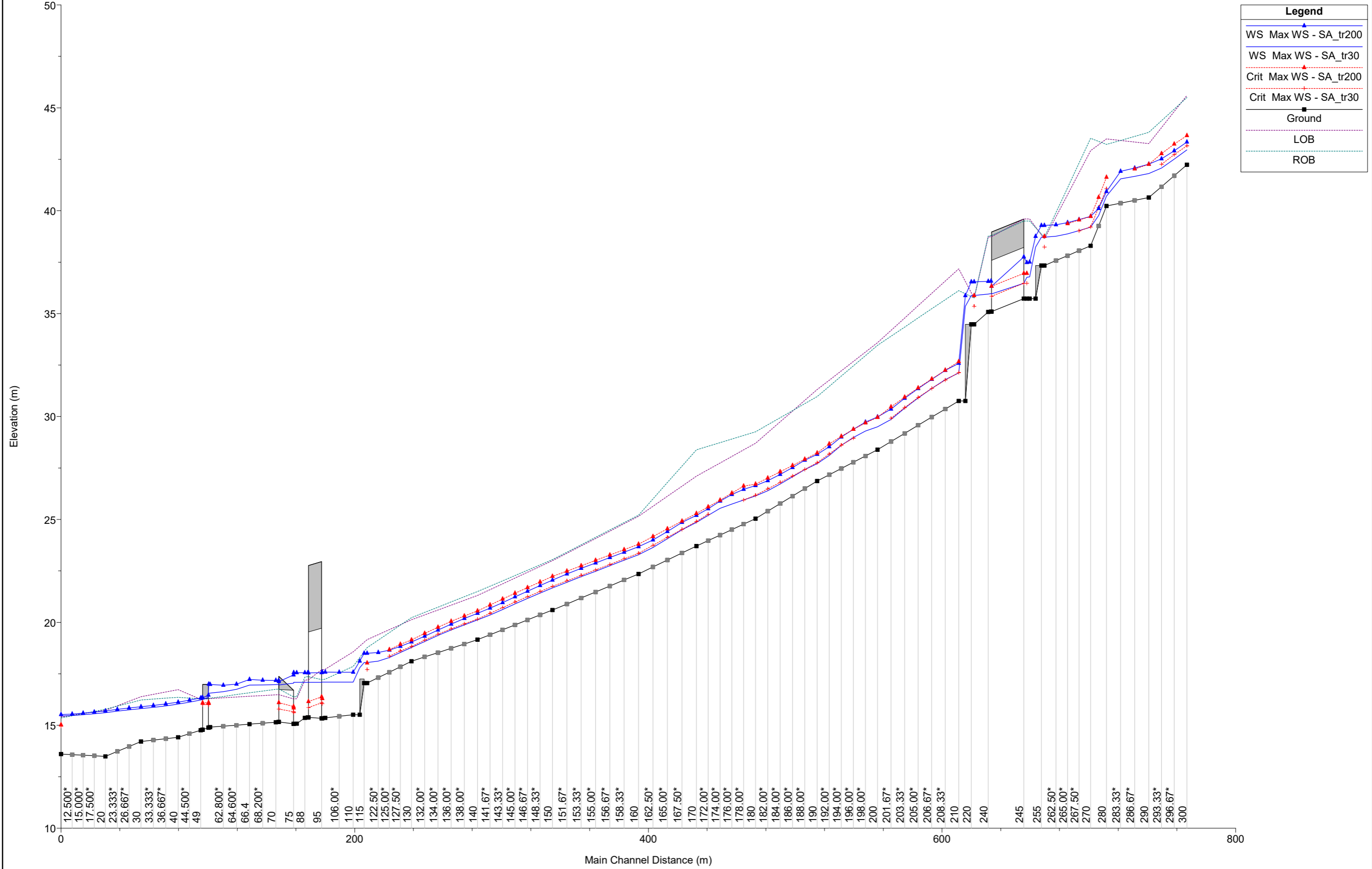
Massa Plan: 1) SA_tr30 2) SA_tr200
Magliano

Legend

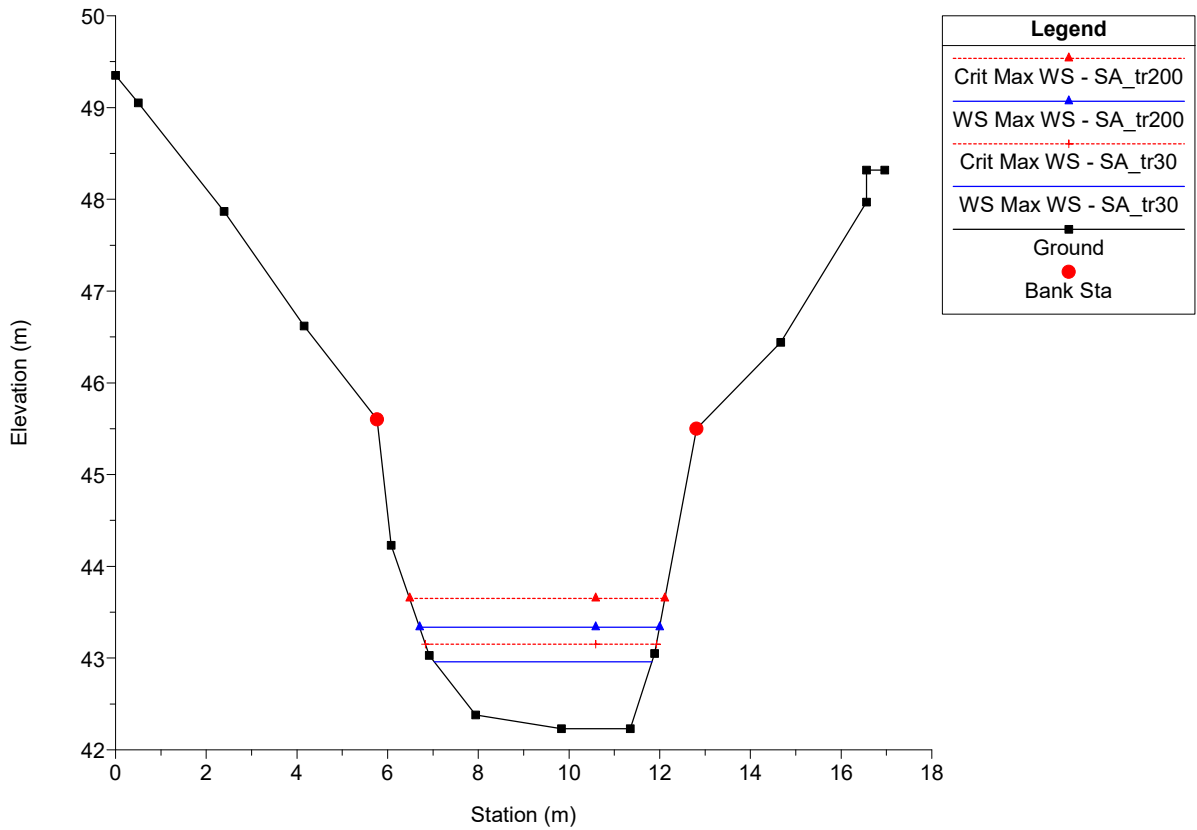
- WS Max WS - SA_tr200 (Blue line with triangles)
- WS Max WS - SA_tr30 (Light blue line)
- Crit Max WS - SA_tr200 (Red dashed line with triangles)
- Crit Max WS - SA_tr30 (Red dashed line with squares)
- Ground (Black line with squares)
- LOB (Purple dotted line)
- ROB (Cyan dotted line)



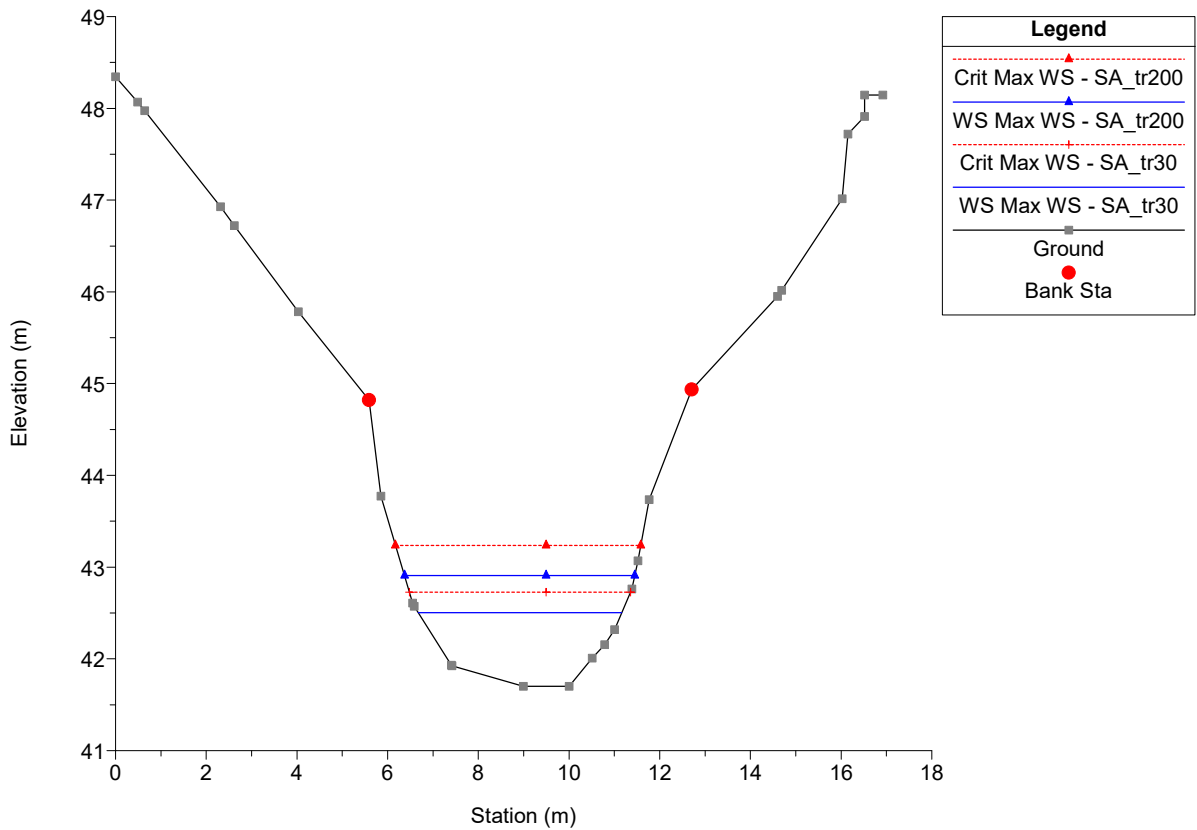
Massa Plan: 1) SA_tr30 2) SA_tr200
Canalmagro



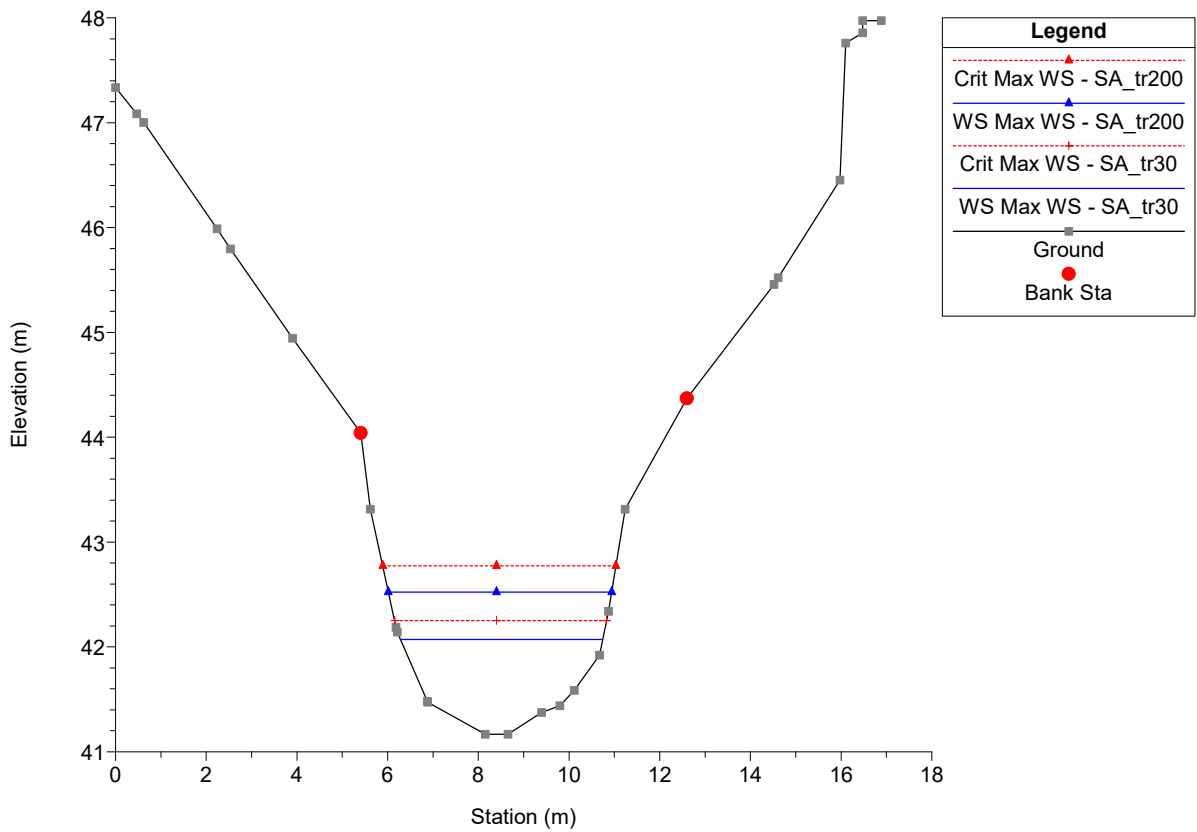
Massa Plan: 1) SA_tr30 2) SA_tr200
 River = Canalmagro Reach = Canalmagro RS = 300



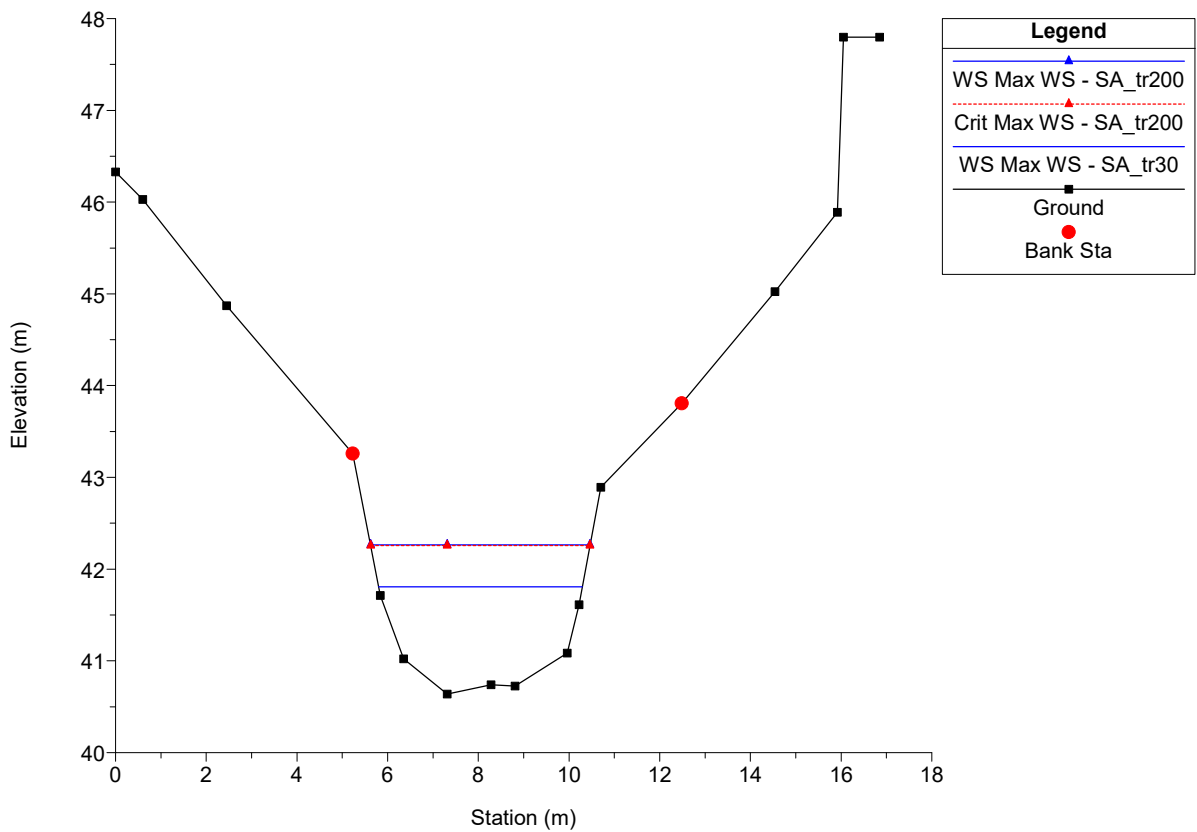
Massa Plan: 1) SA_tr30 2) SA_tr200
 River = Canalmagro Reach = Canalmagro RS = 296.67*



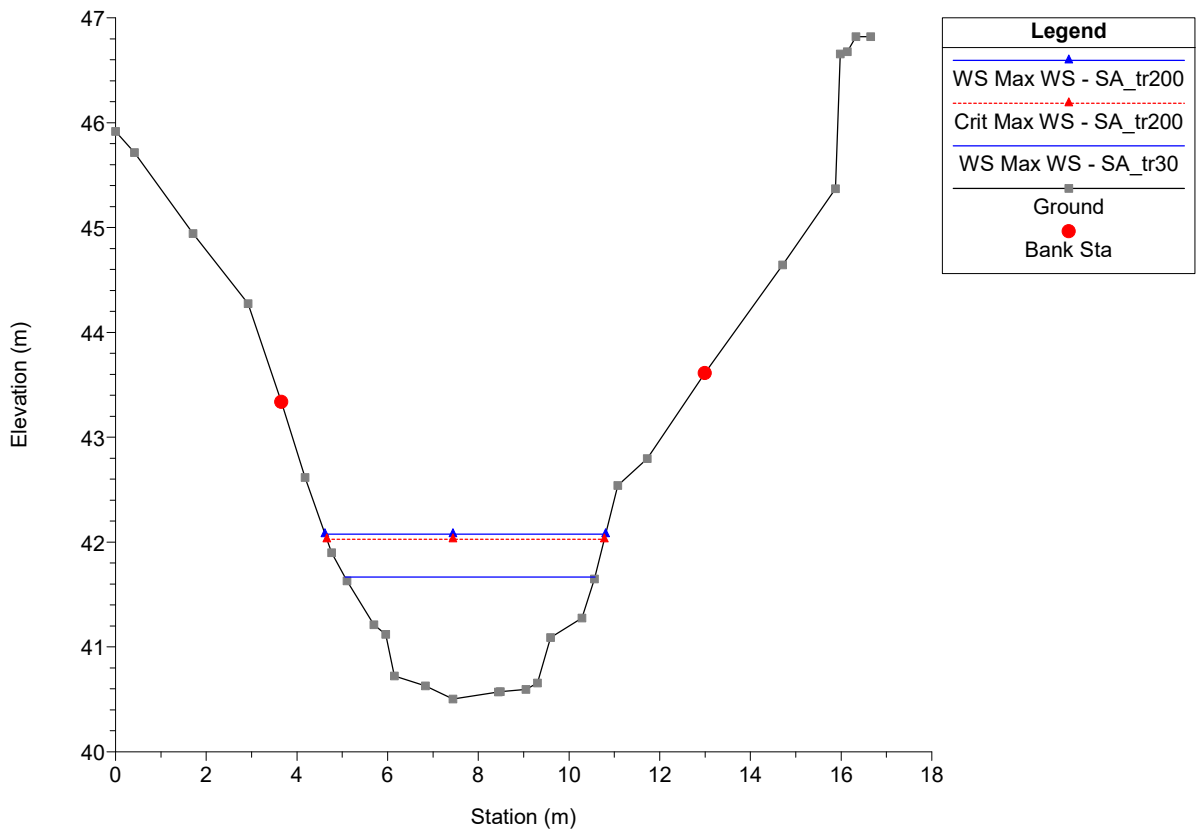
Massa Plan: 1) SA_tr30 2) SA_tr200
 River = Canalmagro Reach = Canalmagro RS = 293.33*



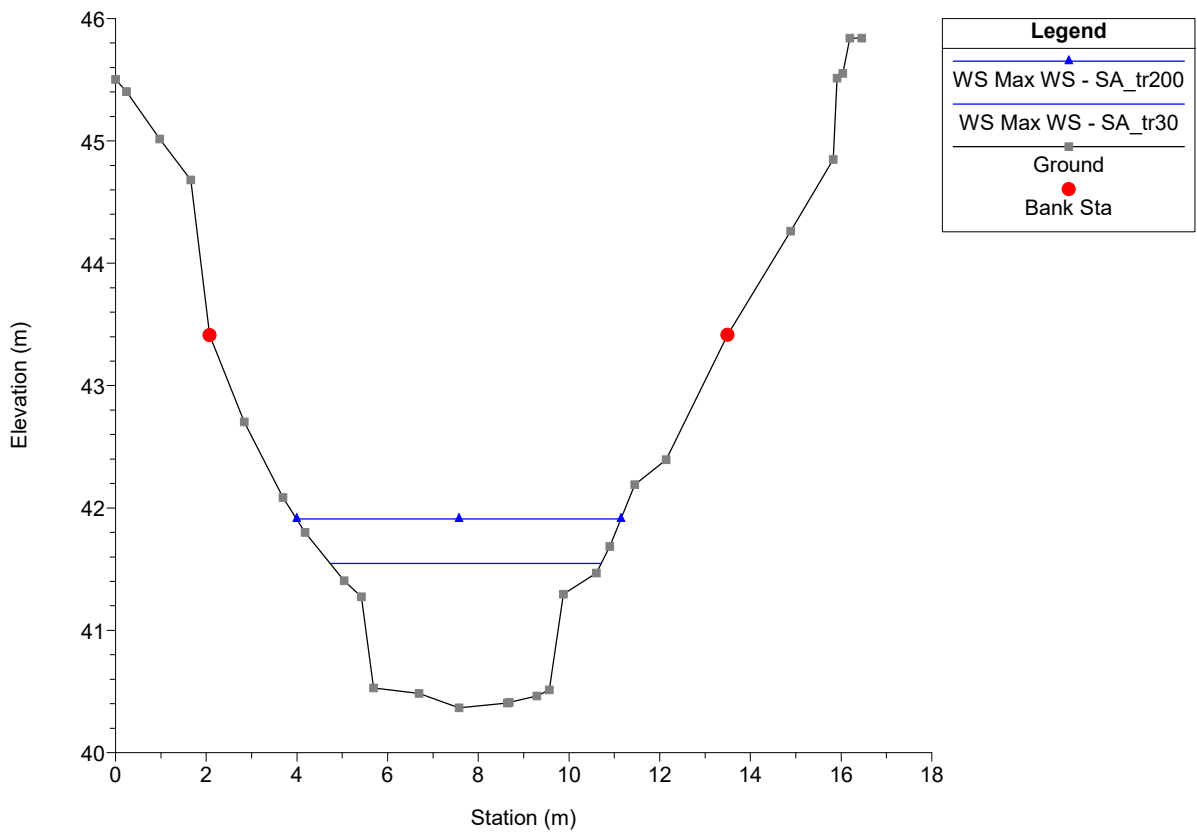
Massa Plan: 1) SA_tr30 2) SA_tr200
 River = Canalmagro Reach = Canalmagro RS = 290



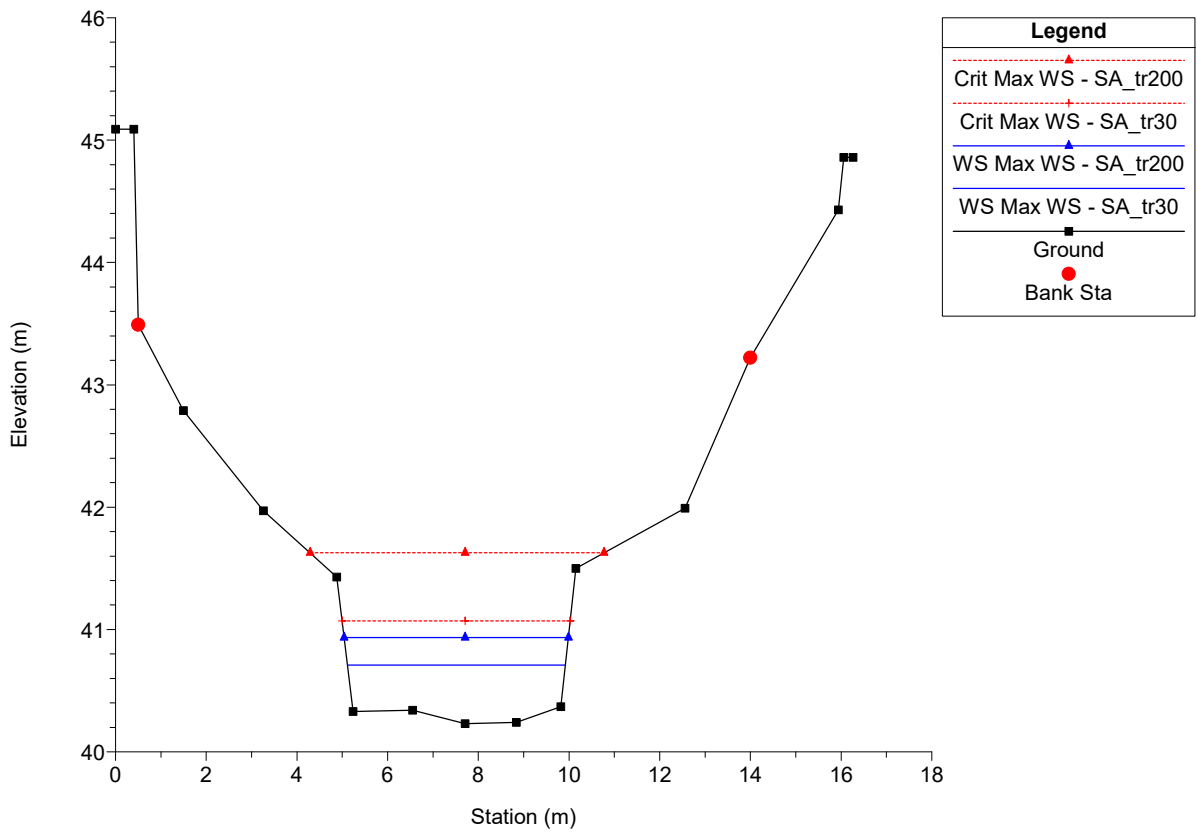
Massa Plan: 1) SA_tr30 2) SA_tr200
 River = Canalmagro Reach = Canalmagro RS = 286.67*



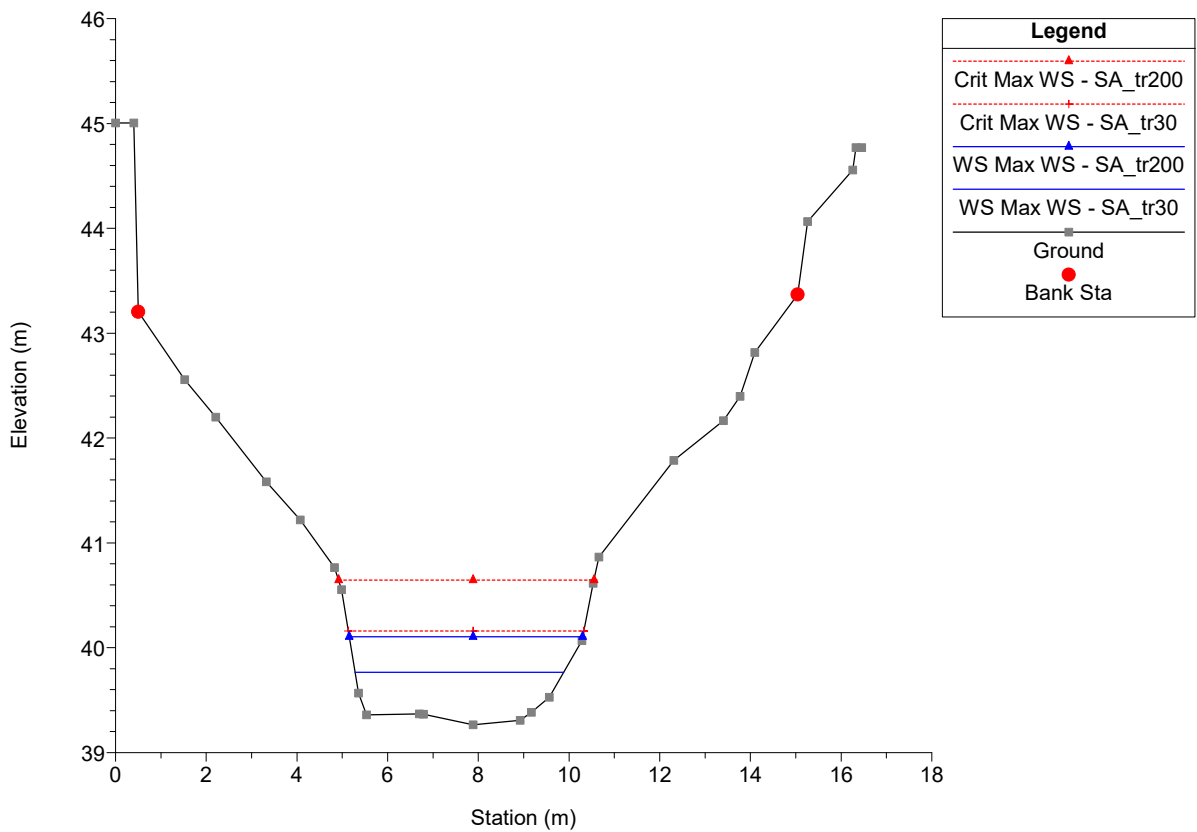
Massa Plan: 1) SA_tr30 2) SA_tr200
 River = Canalmagro Reach = Canalmagro RS = 283.33*



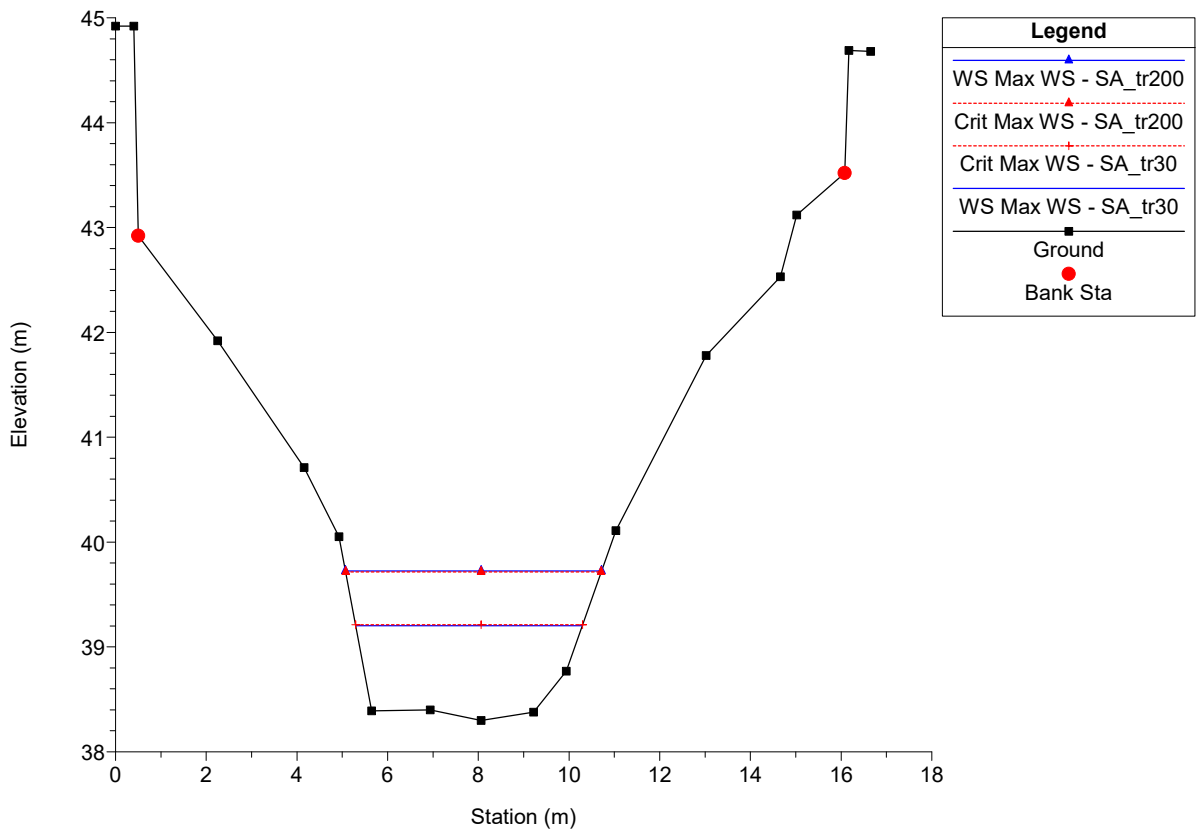
Massa Plan: 1) SA_tr30 2) SA_tr200
 River = Canalmagro Reach = Canalmagro RS = 280



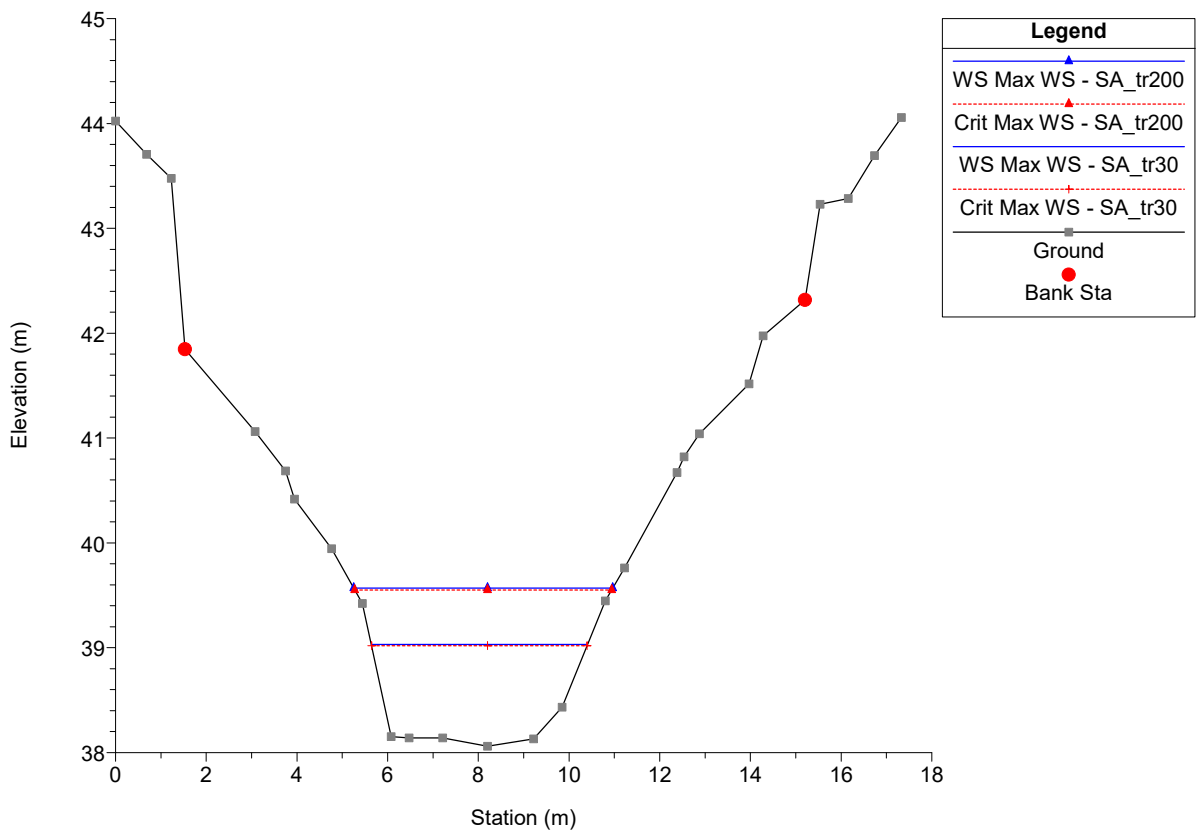
Massa Plan: 1) SA_tr30 2) SA_tr200
 River = Canalmagro Reach = Canalmagro RS = 275.00*



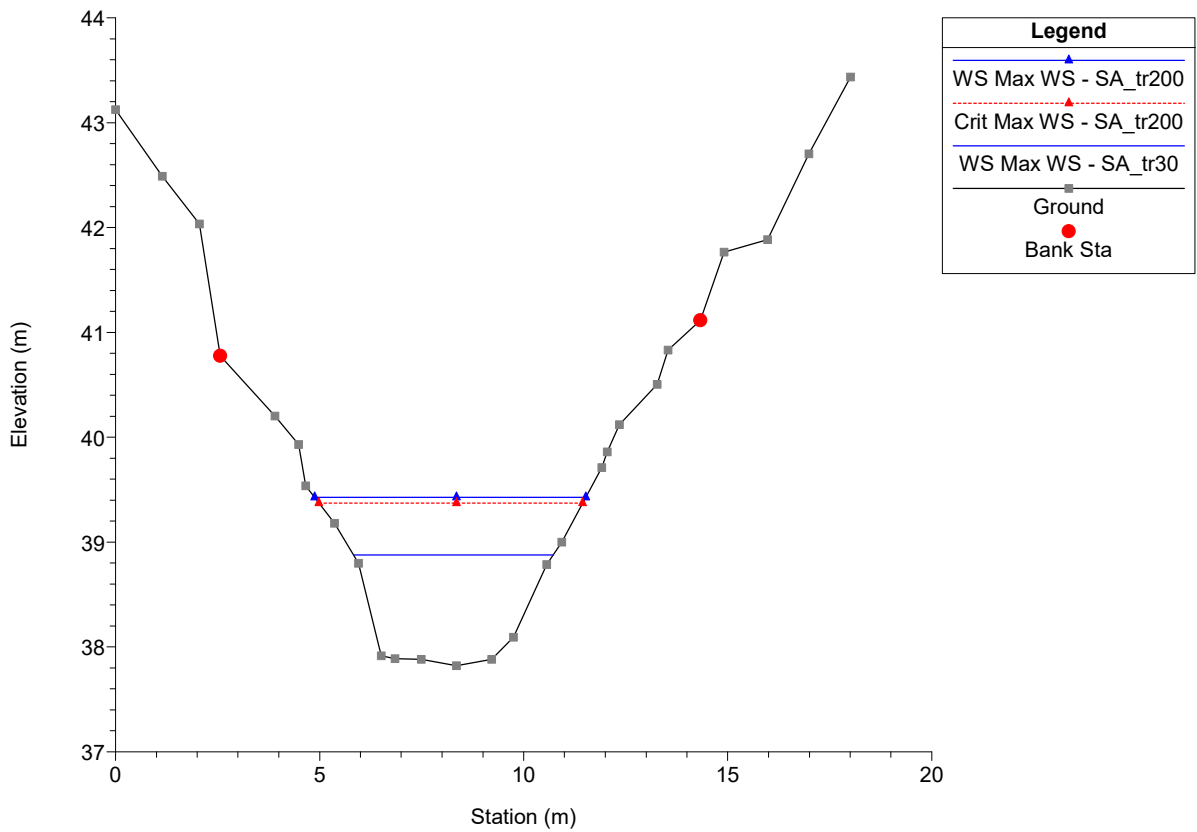
Massa Plan: 1) SA_tr30 2) SA_tr200
 River = Canalmagro Reach = Canalmagro RS = 270



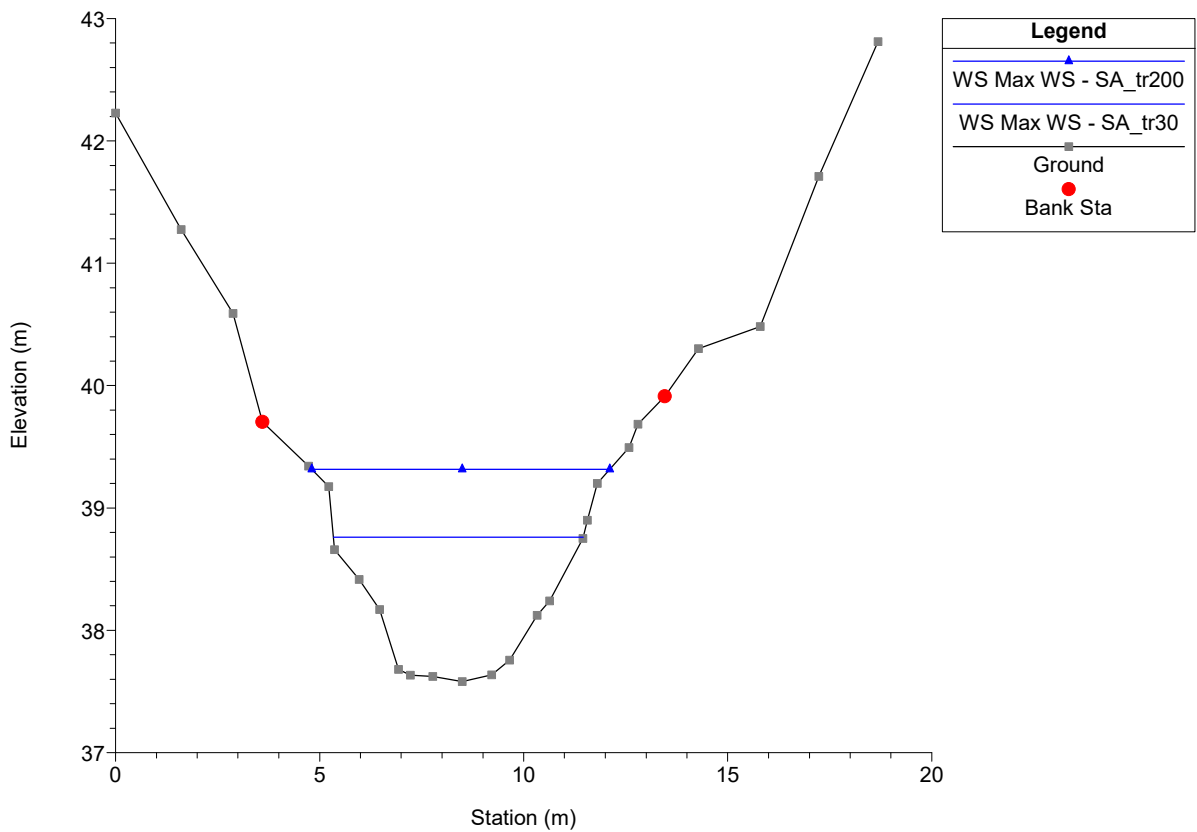
Massa Plan: 1) SA_tr30 2) SA_tr200
 River = Canalmagro Reach = Canalmagro RS = 267.50*



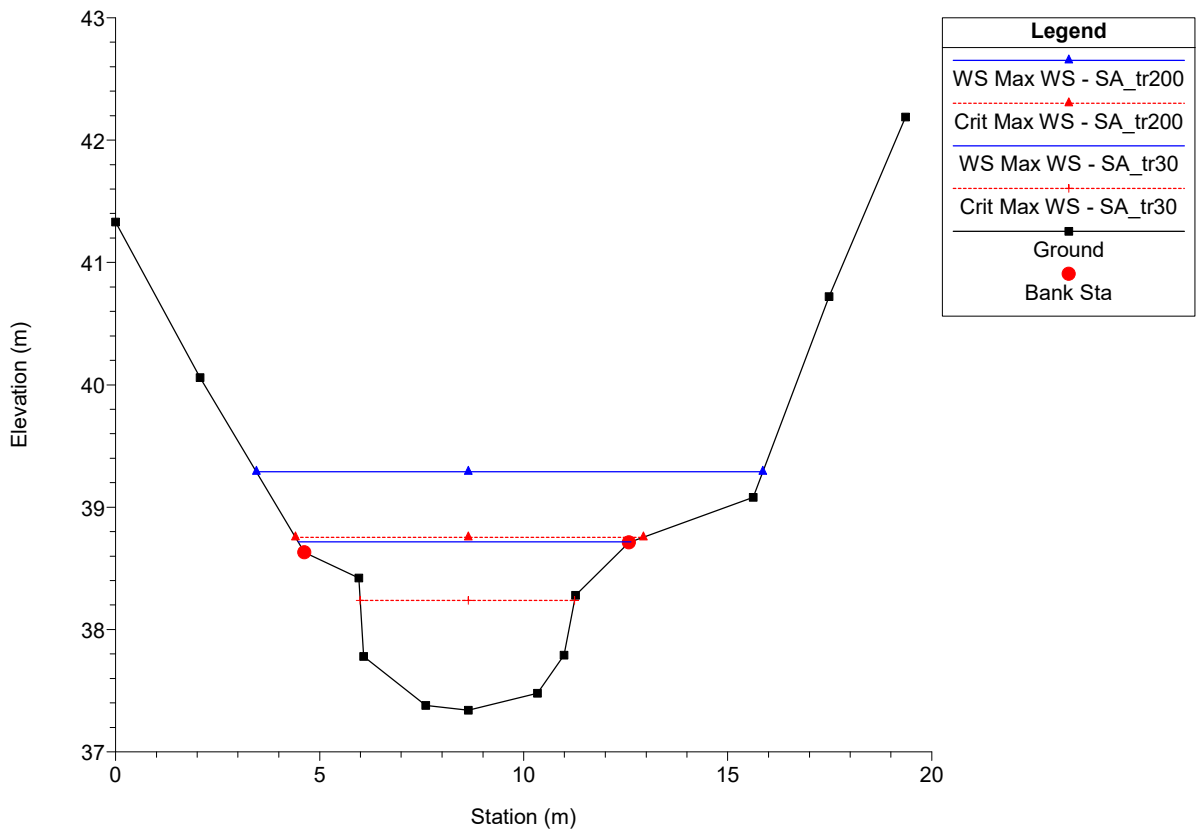
Massa Plan: 1) SA_tr30 2) SA_tr200
 River = Canalmagro Reach = Canalmagro RS = 265.00*



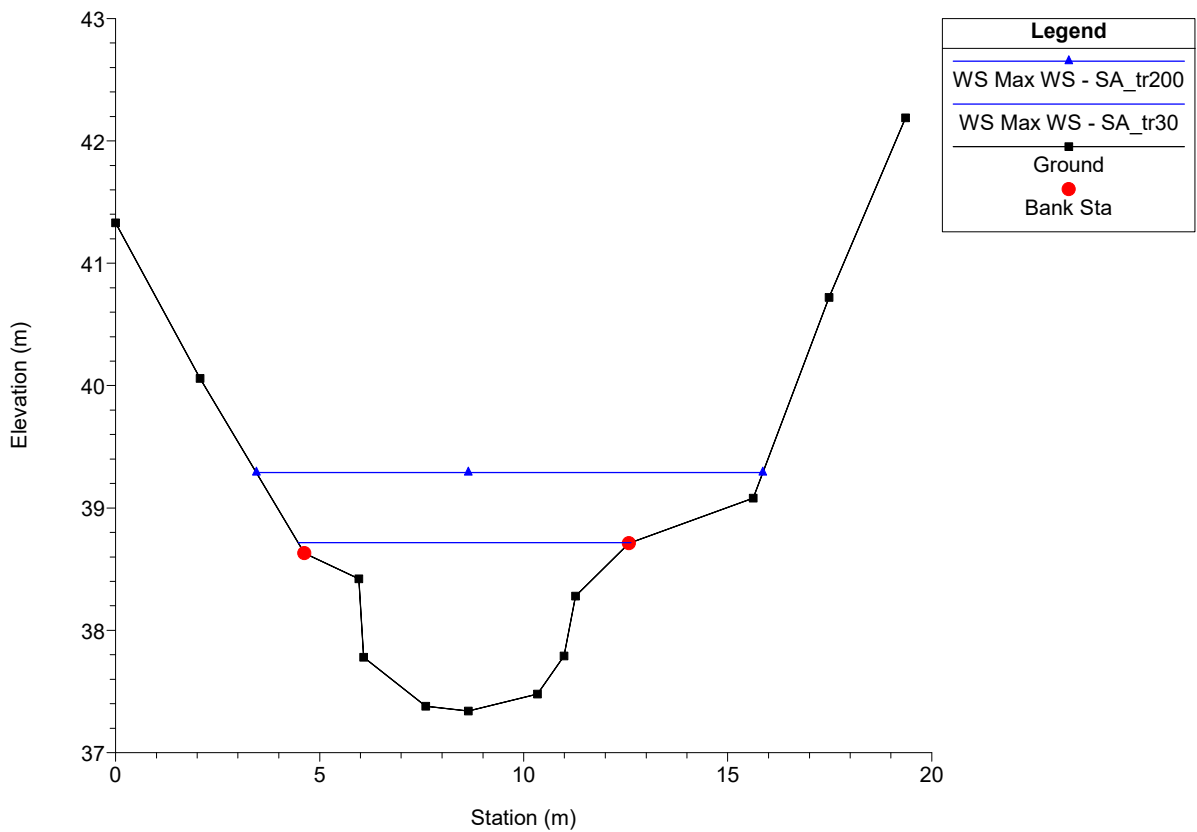
Massa Plan: 1) SA_tr30 2) SA_tr200
 River = Canalmagro Reach = Canalmagro RS = 262.50*



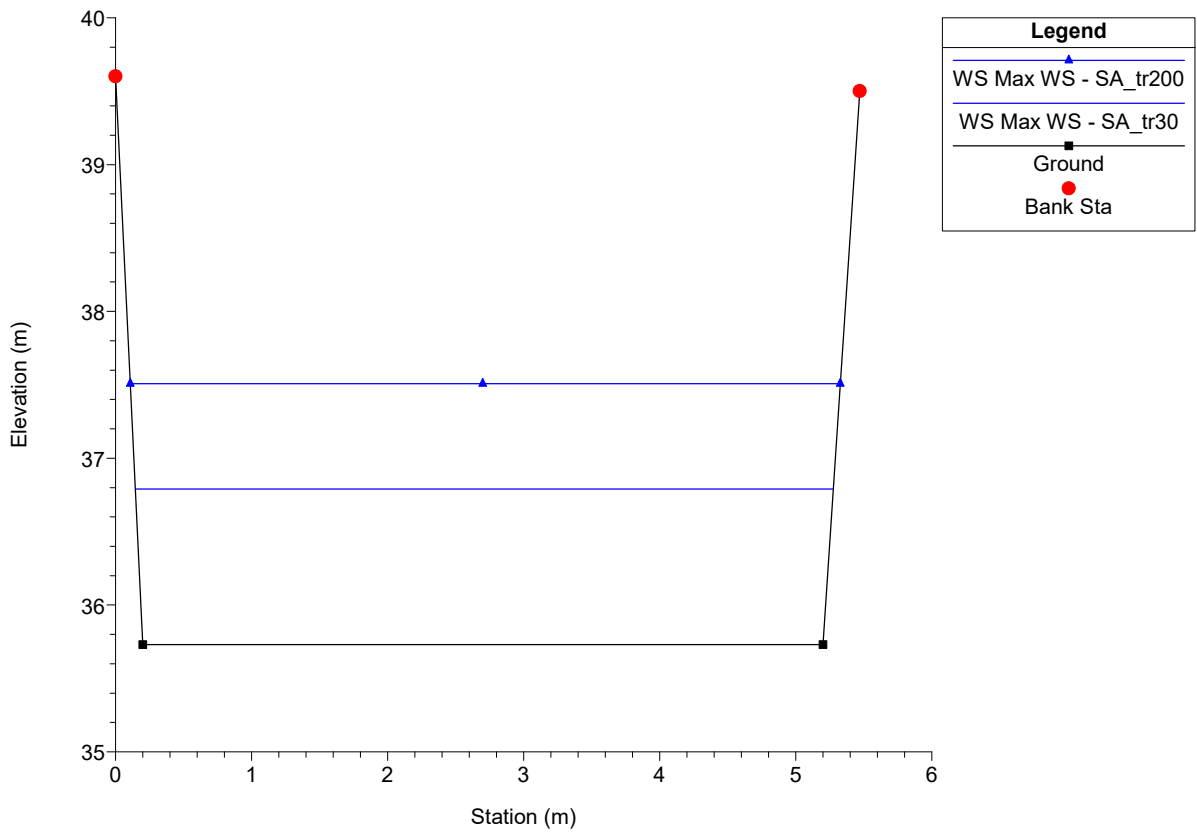
Massa Plan: 1) SA_tr30 2) SA_tr200
 River = Canalmagro Reach = Canalmagro RS = 260



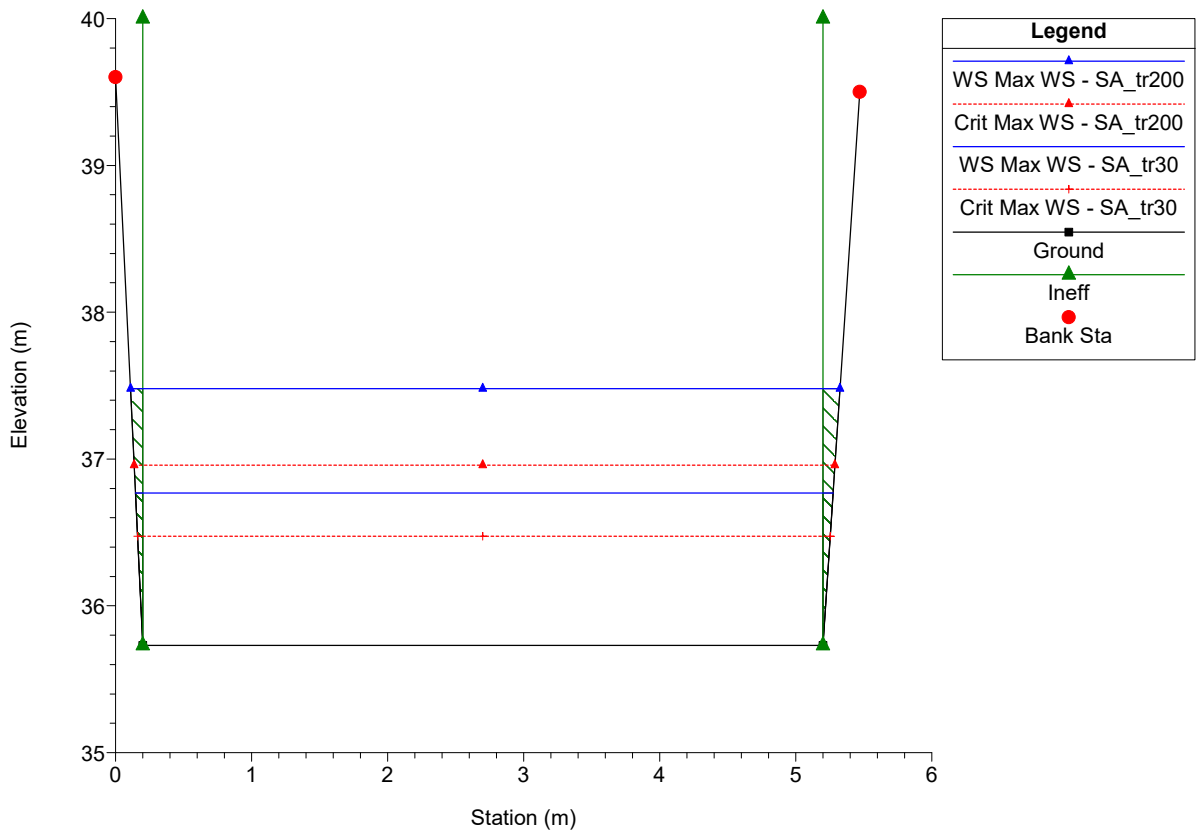
Massa Plan: 1) SA_tr30 2) SA_tr200
 River = Canalmagro Reach = Canalmagro RS = 255 IS



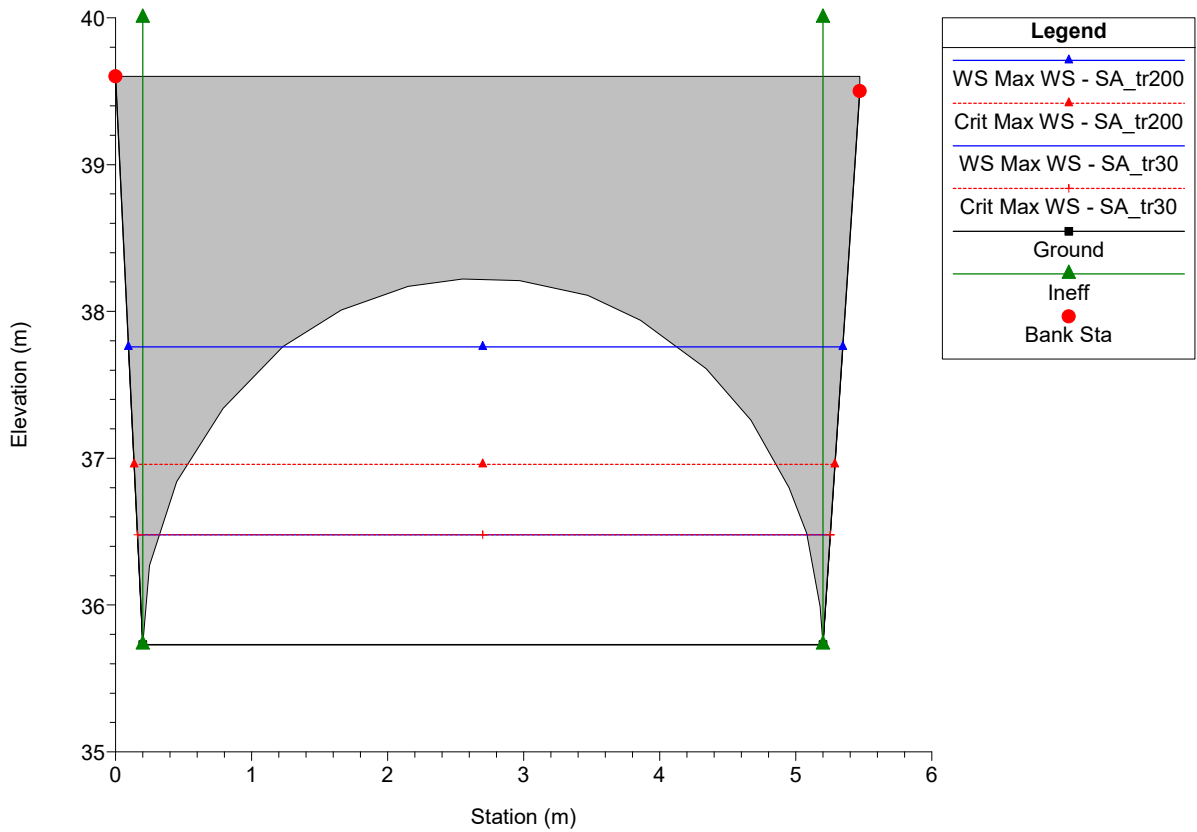
Massa Plan: 1) SA_tr30 2) SA_tr200
 River = Canalmagro Reach = Canalmagro RS = 250



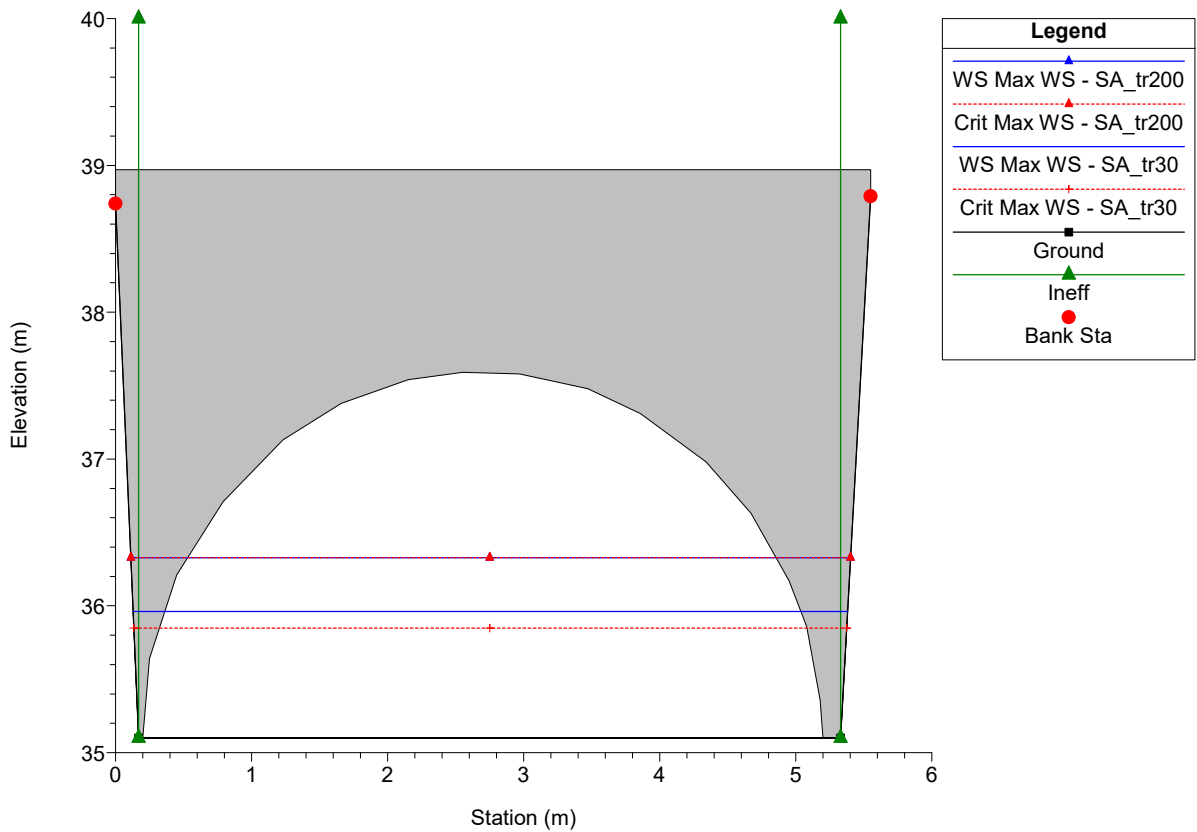
Massa Plan: 1) SA_tr30 2) SA_tr200
 River = Canalmagro Reach = Canalmagro RS = 248



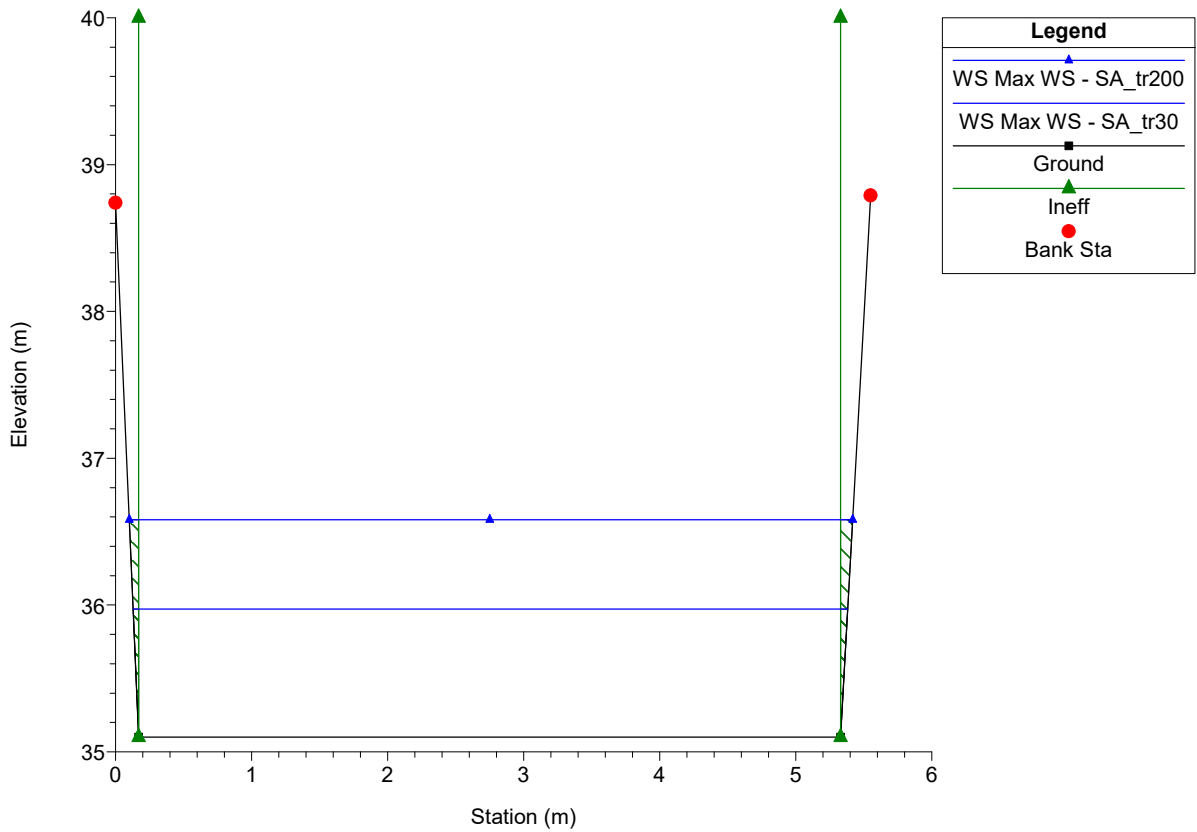
Massa Plan: 1) SA_tr30 2) SA_tr200
 River = Canalmagro Reach = Canalmagro RS = 245 BR



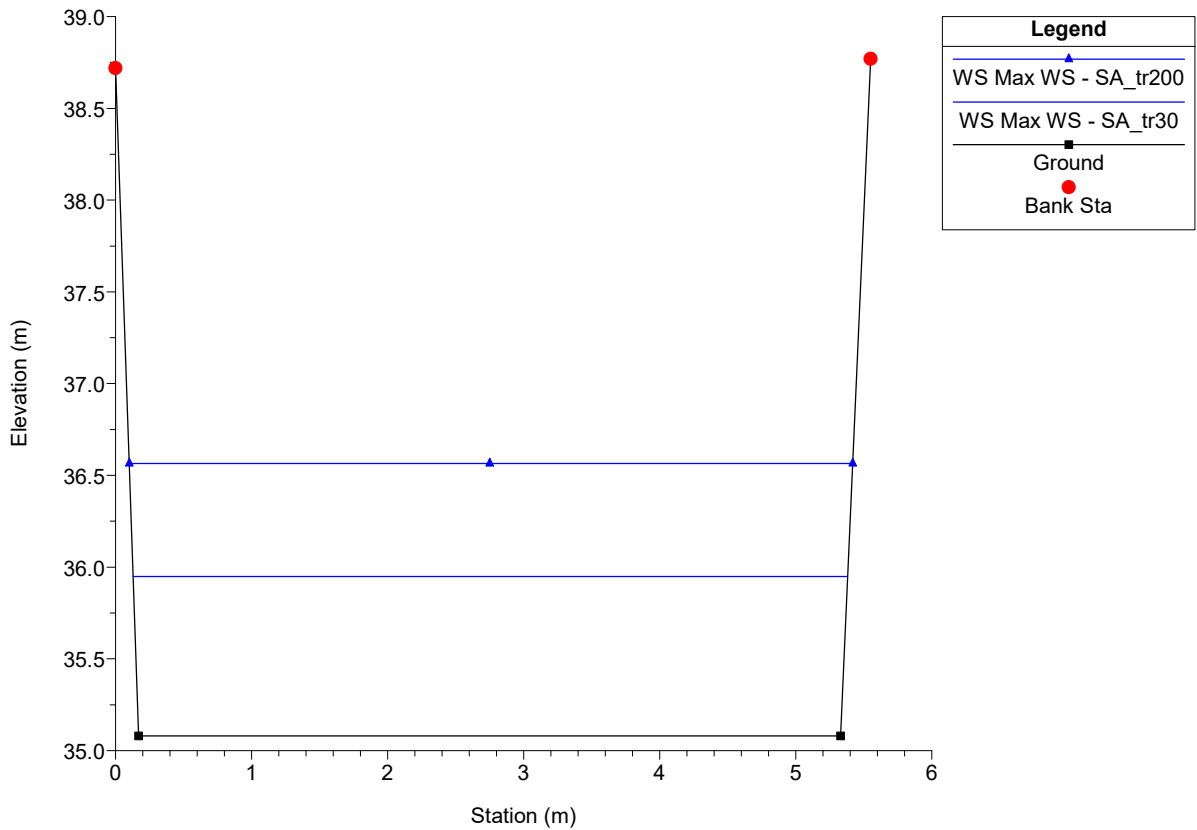
Massa Plan: 1) SA_tr30 2) SA_tr200
 River = Canalmagro Reach = Canalmagro RS = 245 BR



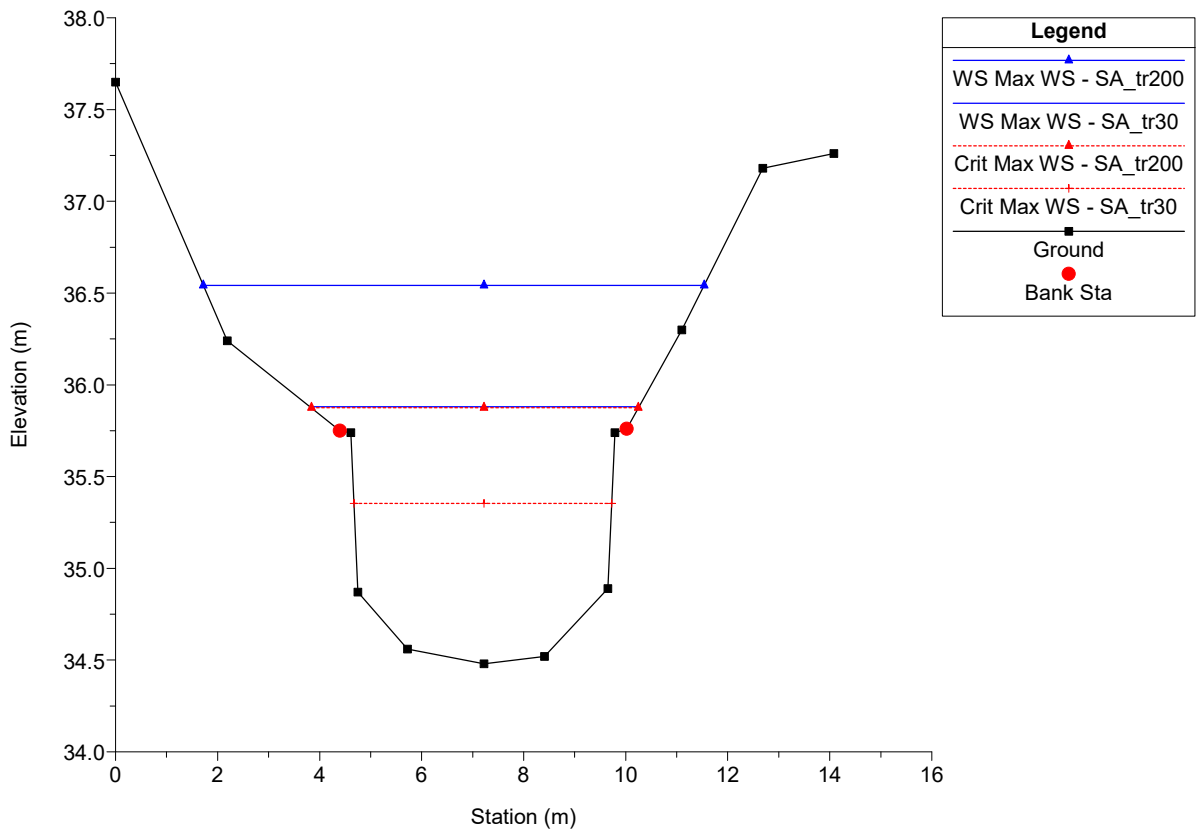
Massa Plan: 1) SA_tr30 2) SA_tr200
River = Canalmagro Reach = Canalmagro RS = 242



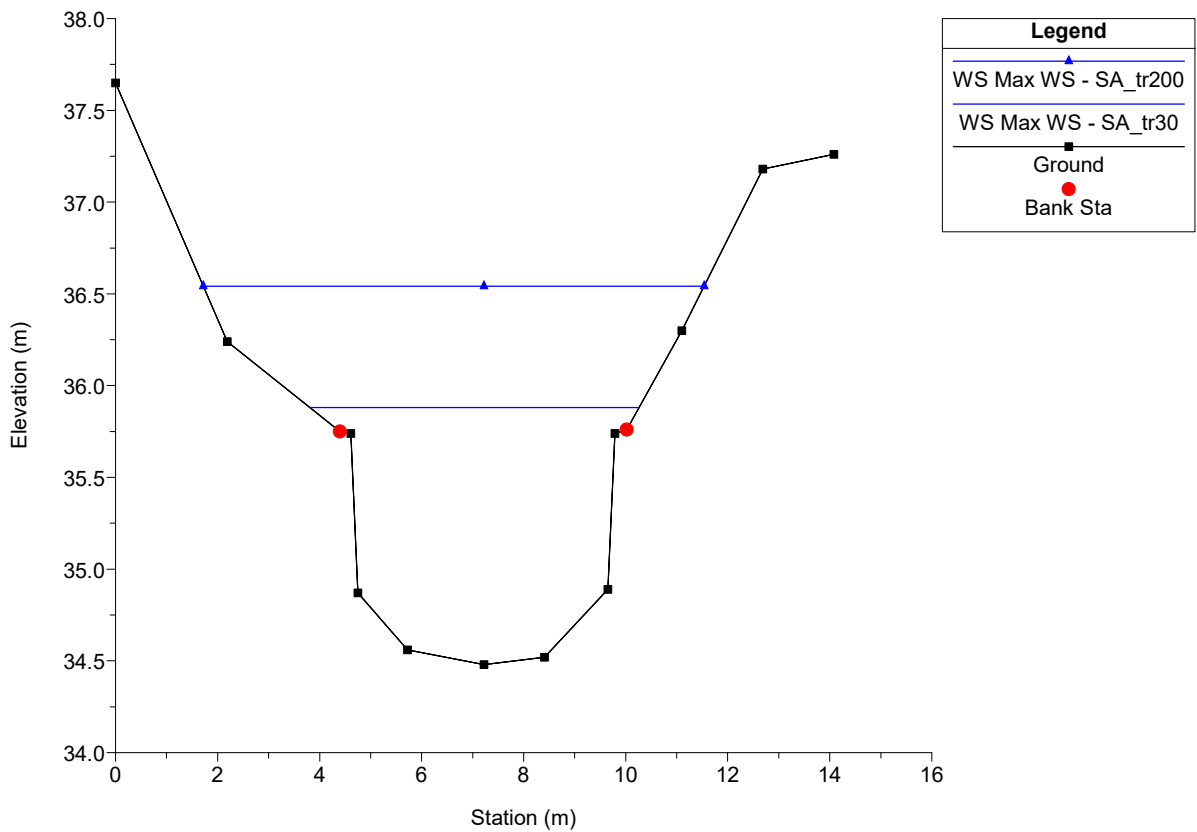
Massa Plan: 1) SA_tr30 2) SA_tr200
River = Canalmagro Reach = Canalmagro RS = 240



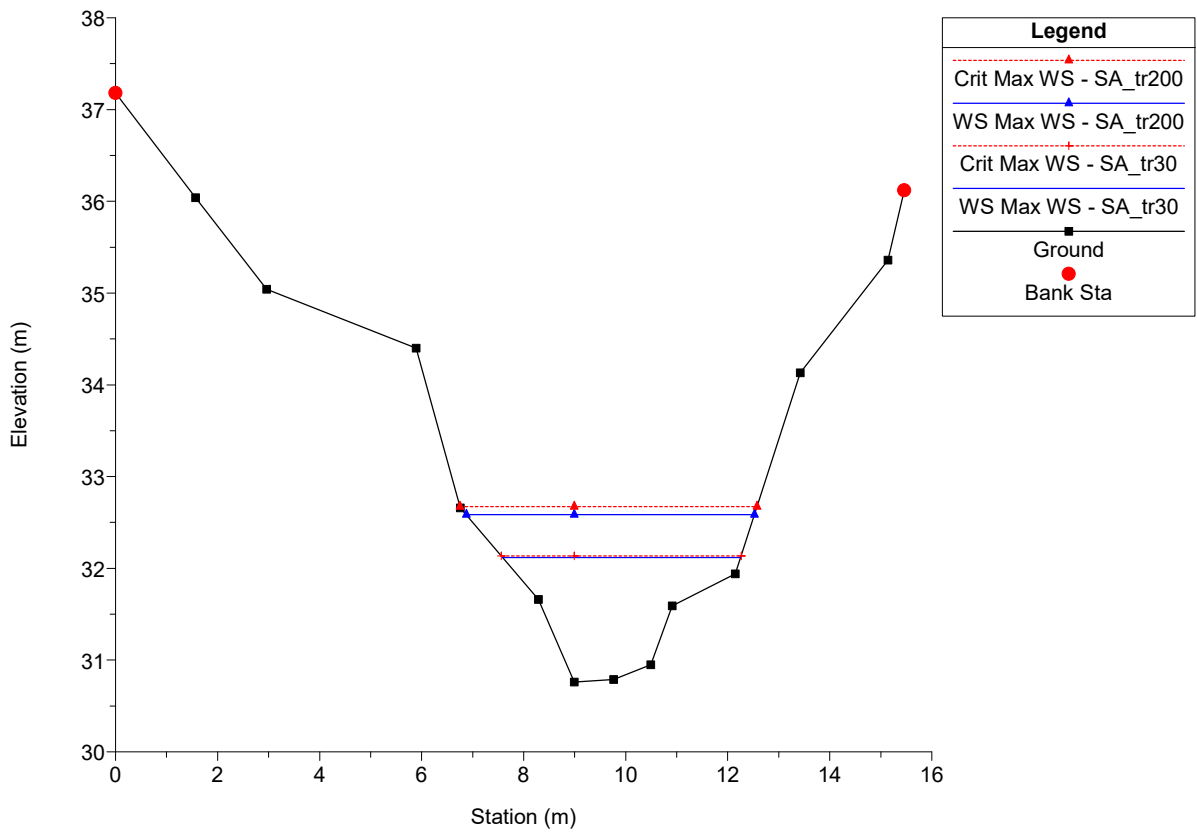
Massa Plan: 1) SA_tr30 2) SA_tr200
 River = Canalmagro Reach = Canalmagro RS = 230



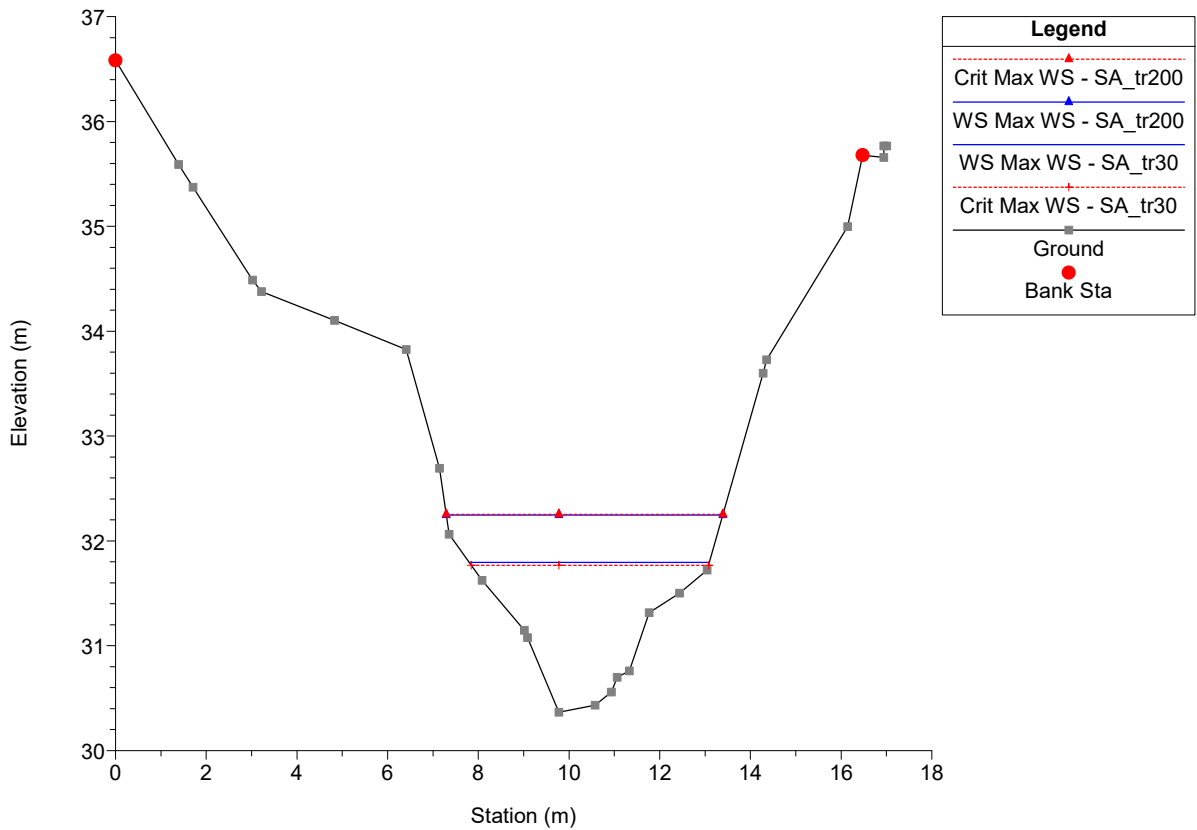
Massa Plan: 1) SA_tr30 2) SA_tr200
 River = Canalmagro Reach = Canalmagro RS = 220 IS



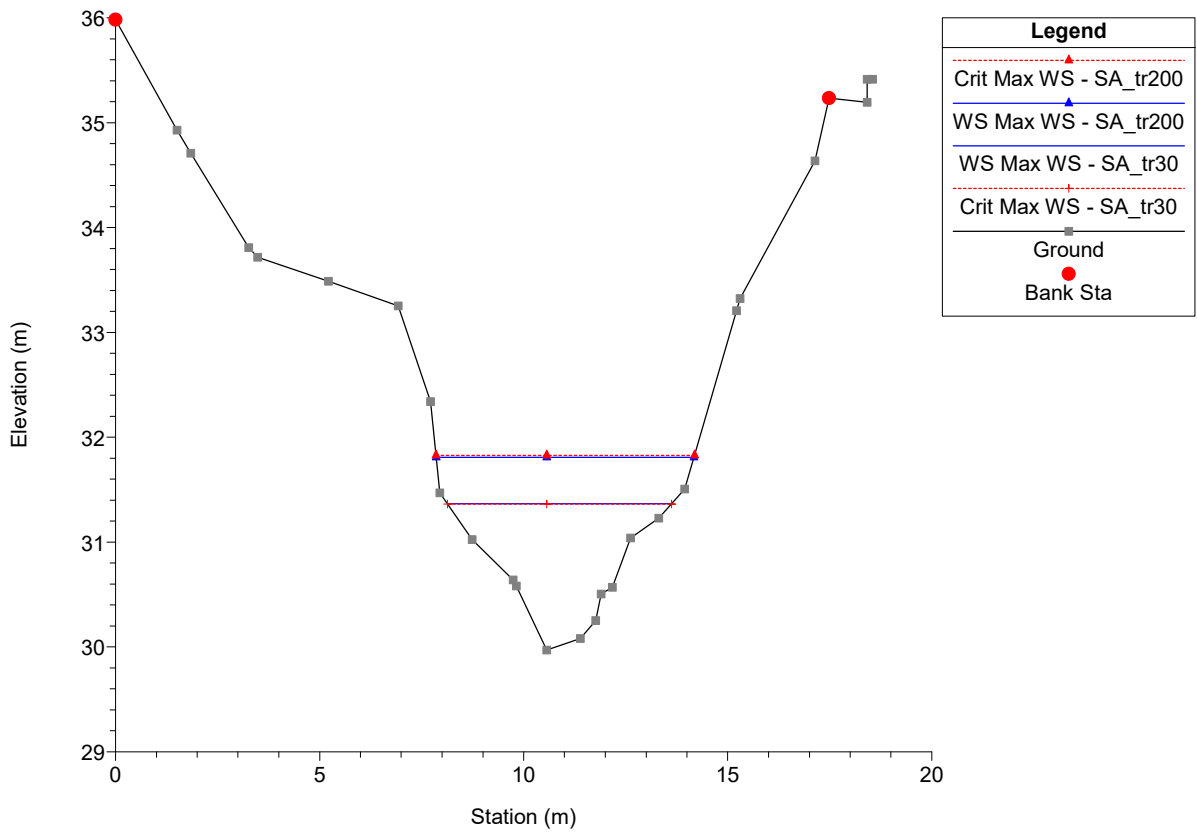
Massa Plan: 1) SA_tr30 2) SA_tr200
 River = Canalmagro Reach = Canalmagro RS = 210



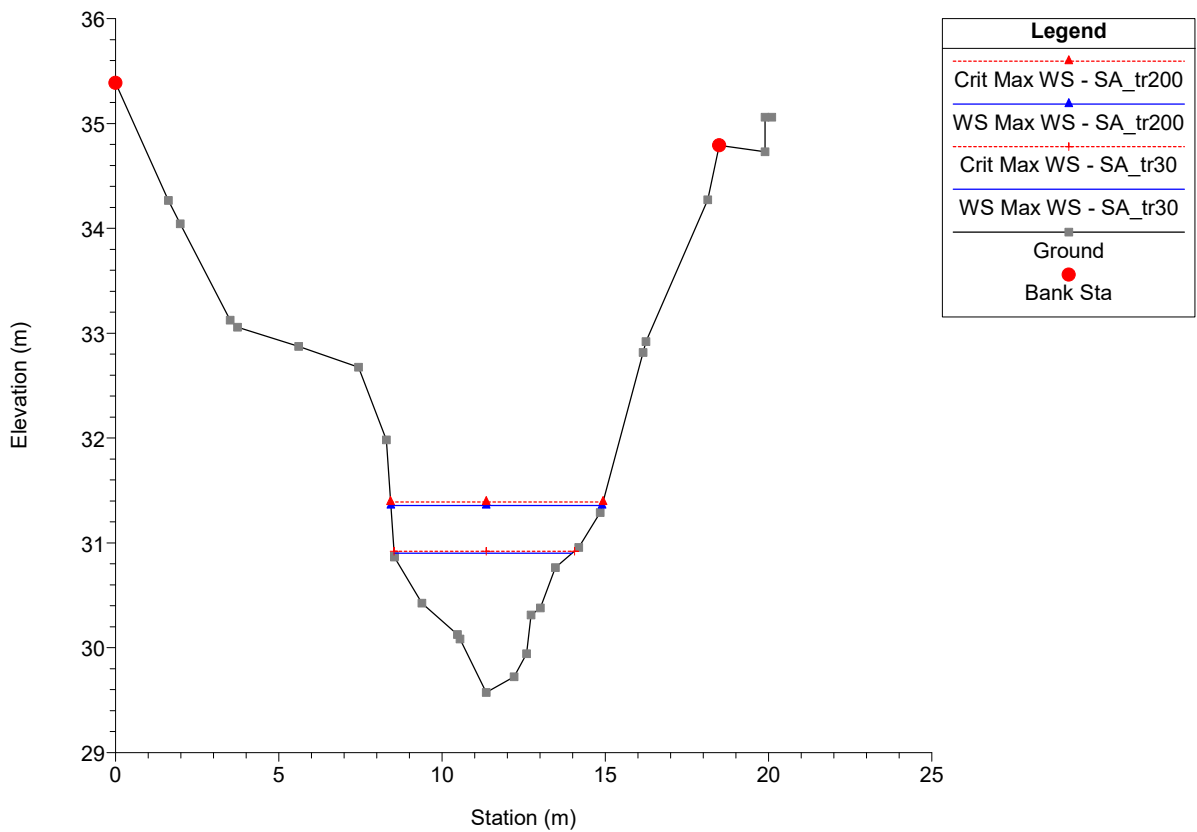
Massa Plan: 1) SA_tr30 2) SA_tr200
 River = Canalmagro Reach = Canalmagro RS = 208.33*



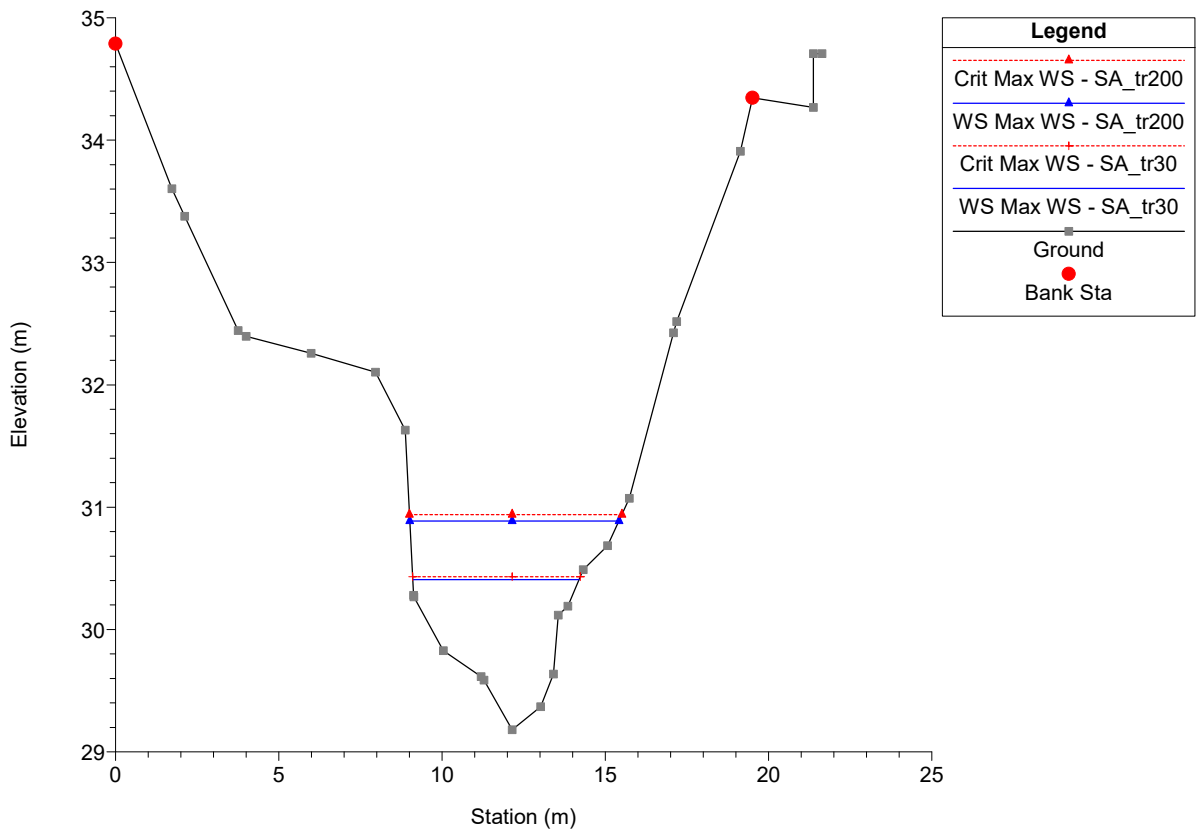
Massa Plan: 1) SA_tr30 2) SA_tr200
 River = Canalmagro Reach = Canalmagro RS = 206.67*



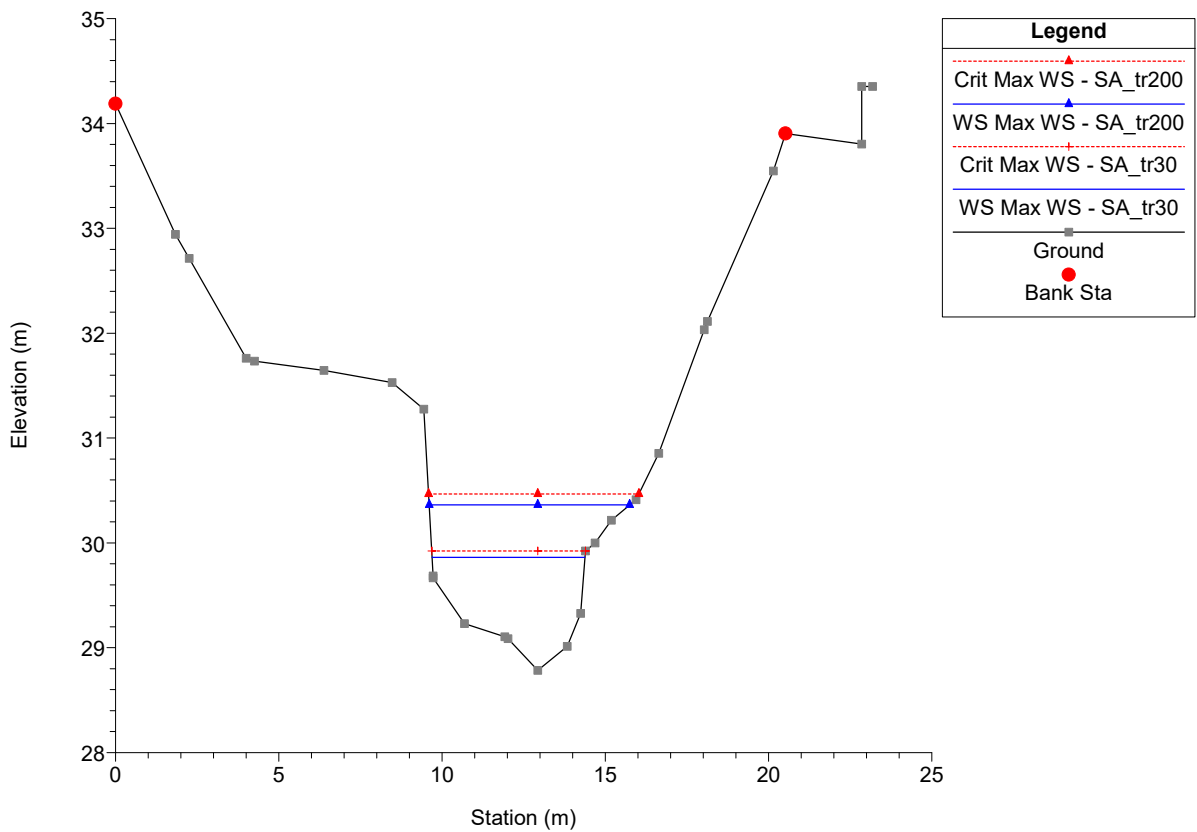
Massa Plan: 1) SA_tr30 2) SA_tr200
 River = Canalmagro Reach = Canalmagro RS = 205.00*



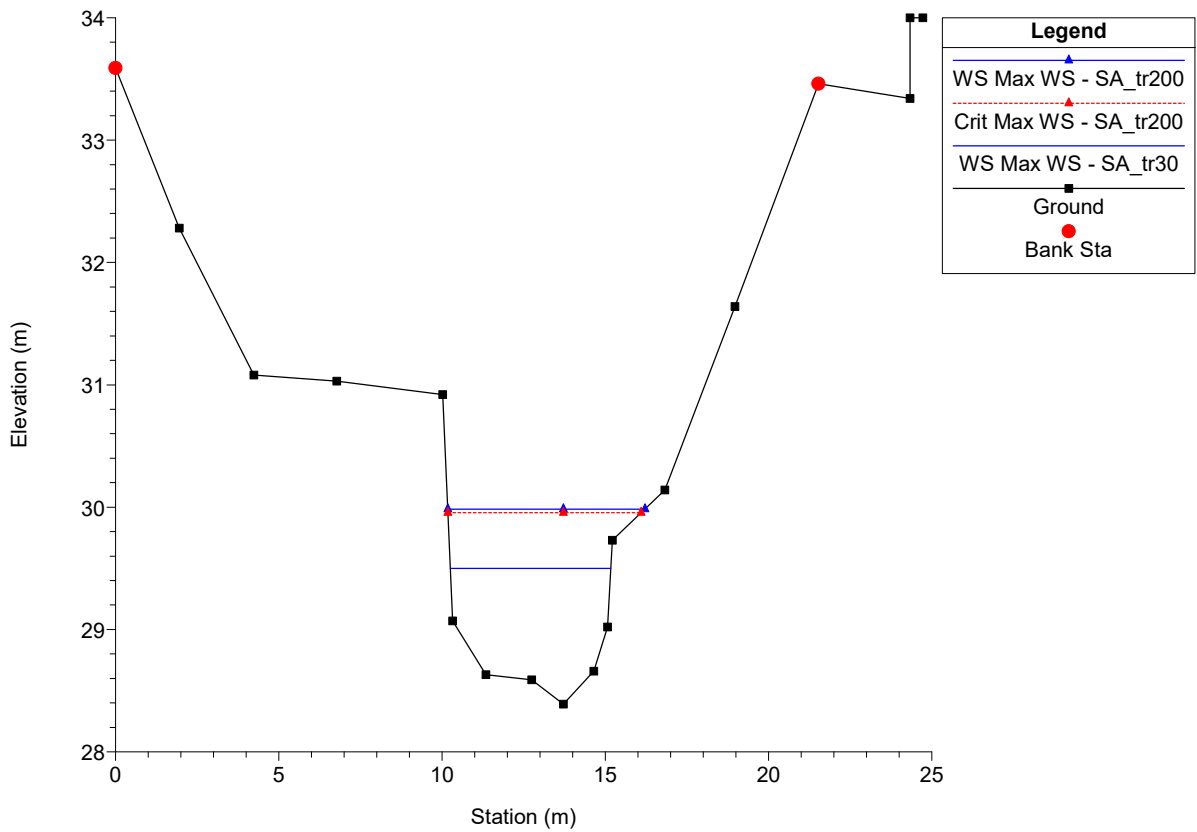
Massa Plan: 1) SA_tr30 2) SA_tr200
 River = Canalmagro Reach = Canalmagro RS = 203.33*



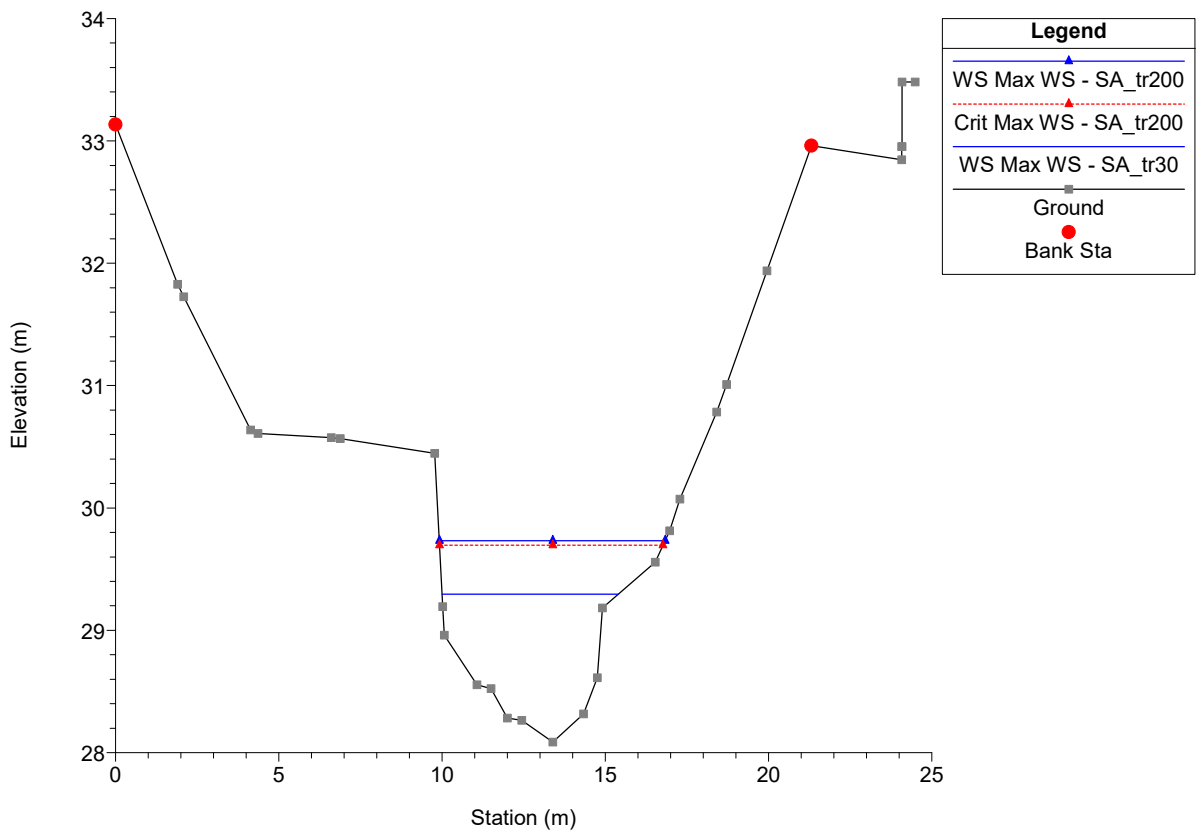
Massa Plan: 1) SA_tr30 2) SA_tr200
 River = Canalmagro Reach = Canalmagro RS = 201.67*



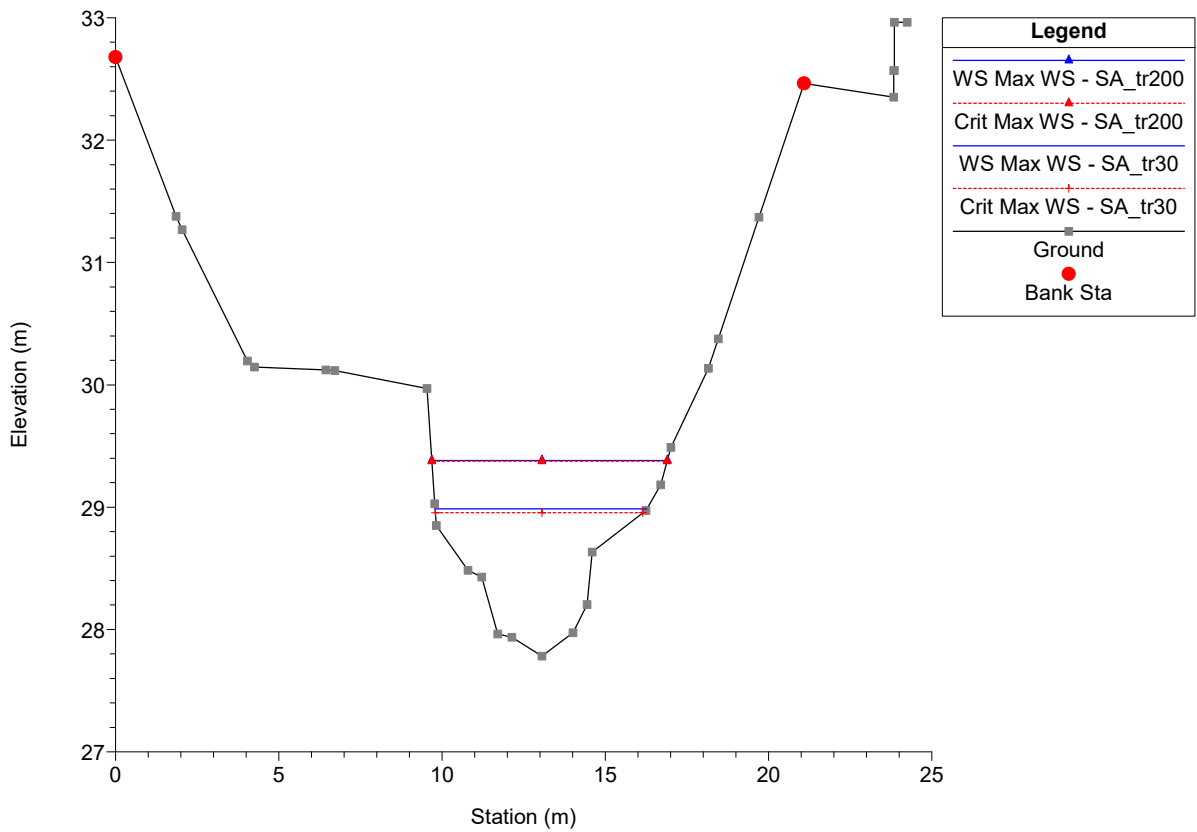
Massa Plan: 1) SA_tr30 2) SA_tr200
 River = Canalmagro Reach = Canalmagro RS = 200



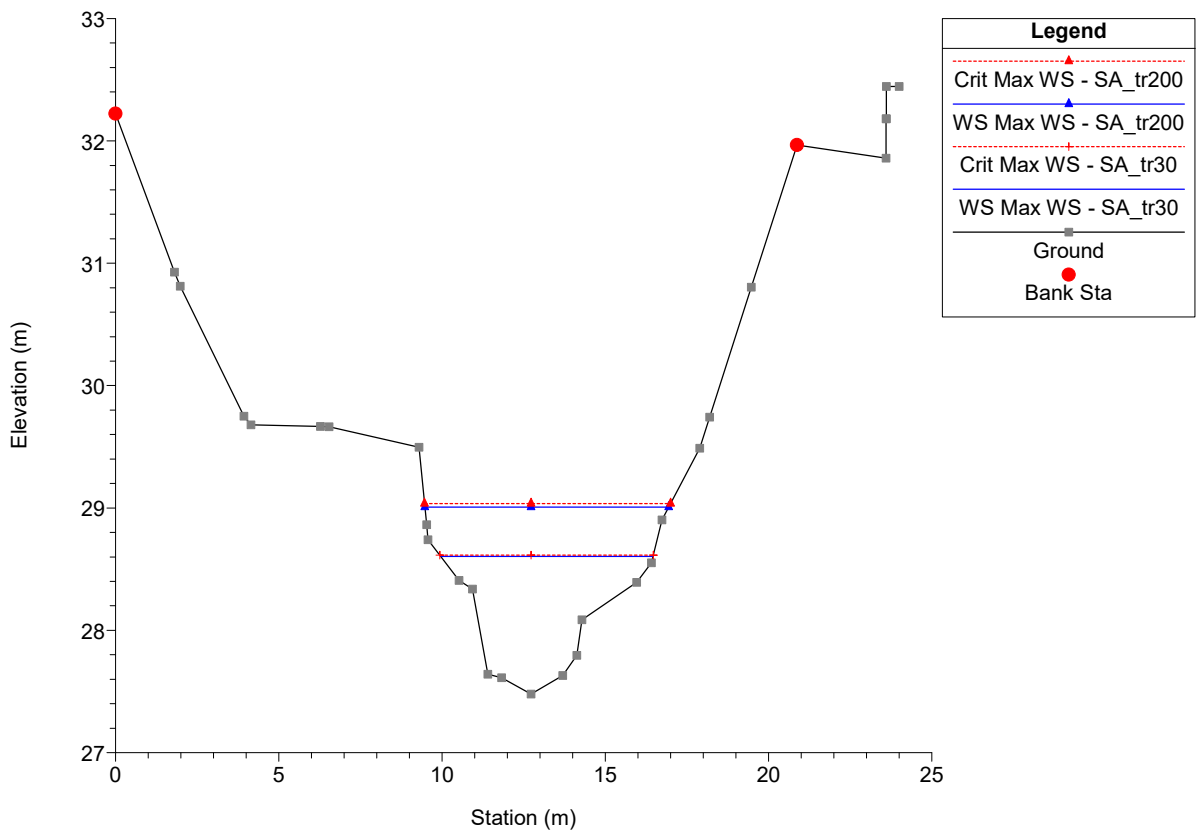
Massa Plan: 1) SA_tr30 2) SA_tr200
 River = Canalmagro Reach = Canalmagro RS = 198.00*



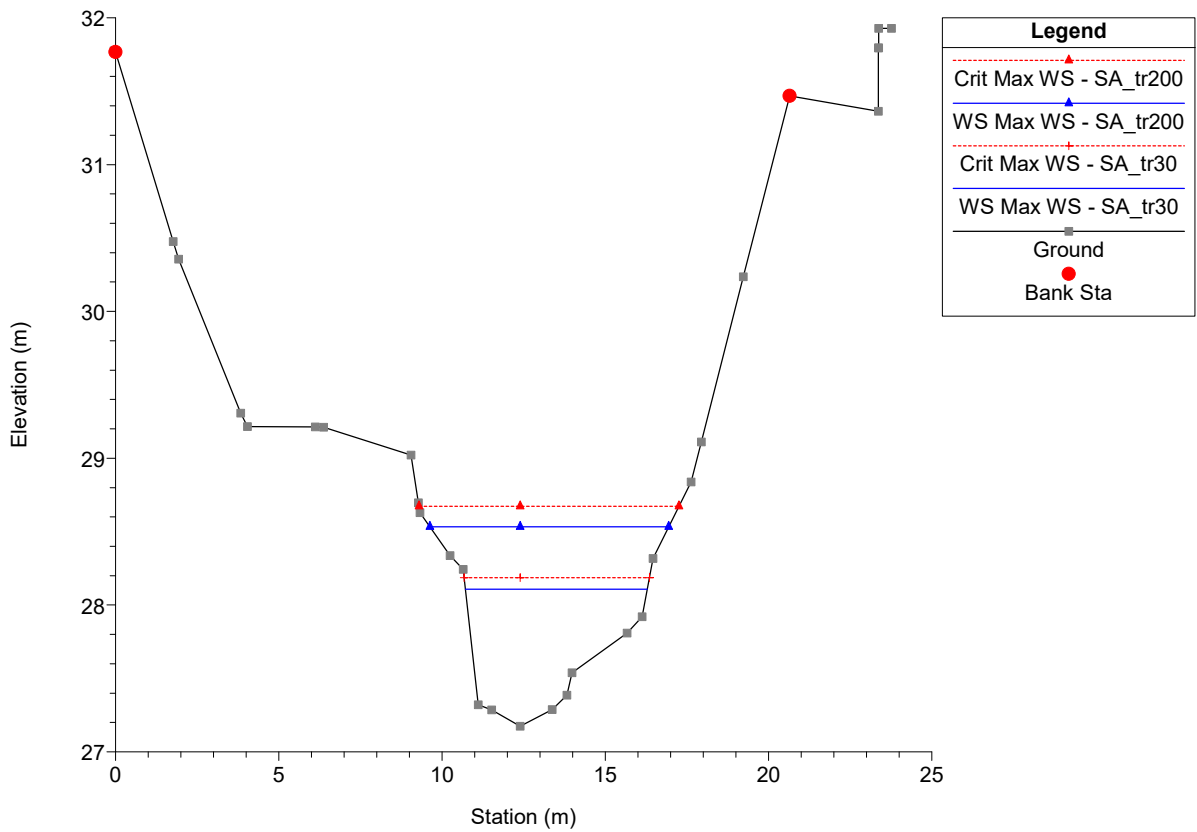
Massa Plan: 1) SA_tr30 2) SA_tr200
 River = Canalmagro Reach = Canalmagro RS = 196.00*



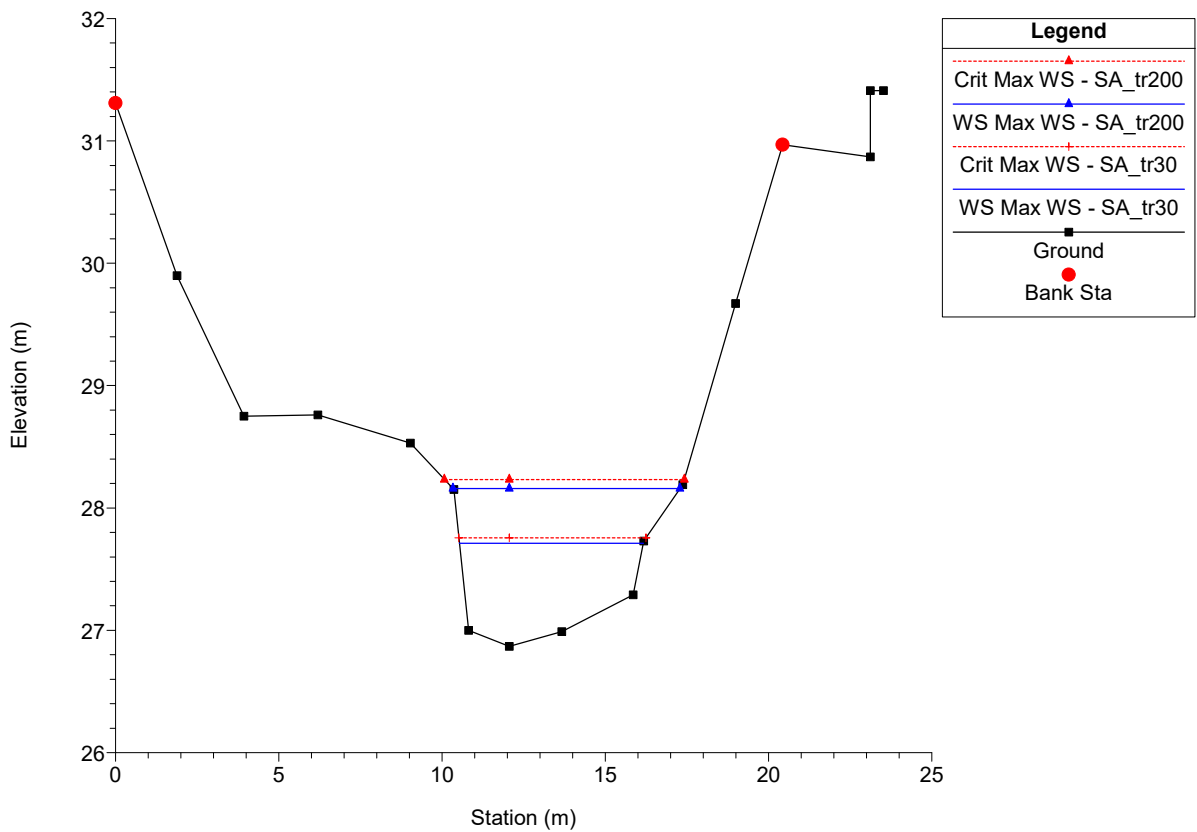
Massa Plan: 1) SA_tr30 2) SA_tr200
 River = Canalmagro Reach = Canalmagro RS = 194.00*



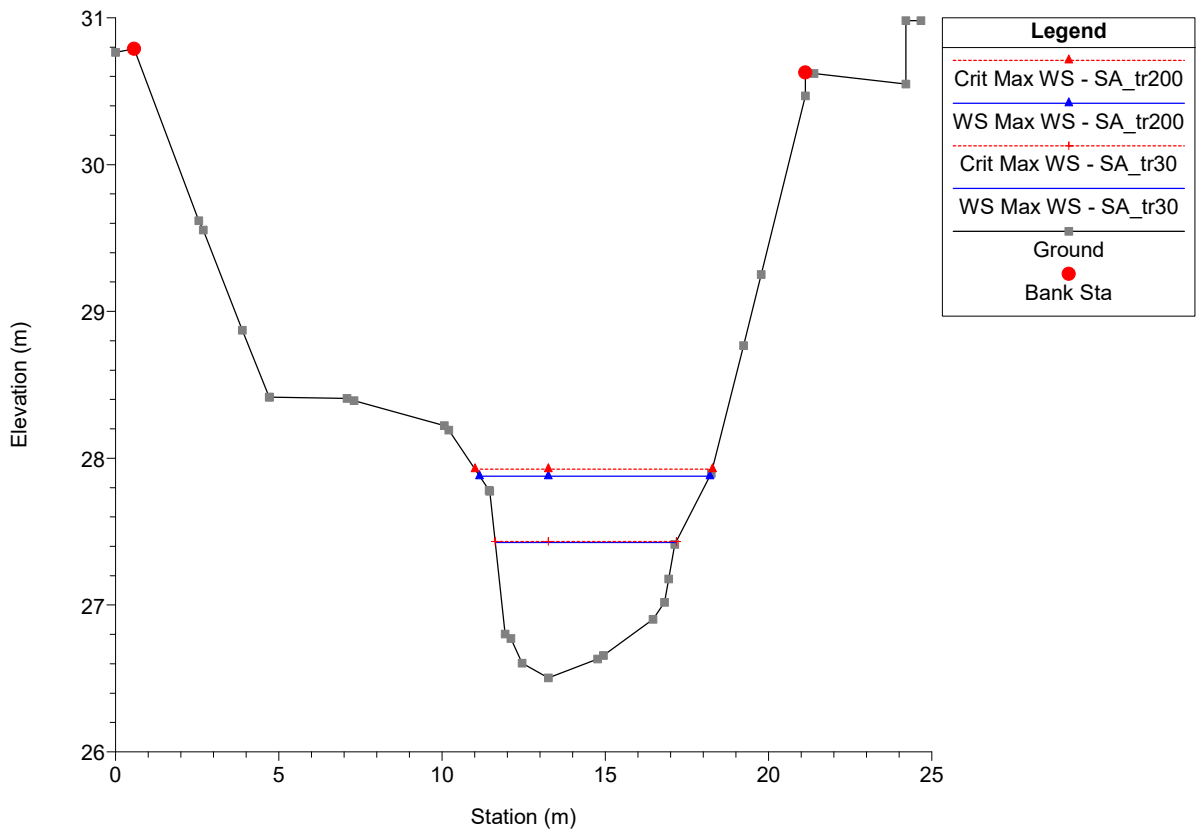
Massa Plan: 1) SA_tr30 2) SA_tr200
 River = Canalmagro Reach = Canalmagro RS = 192.00*



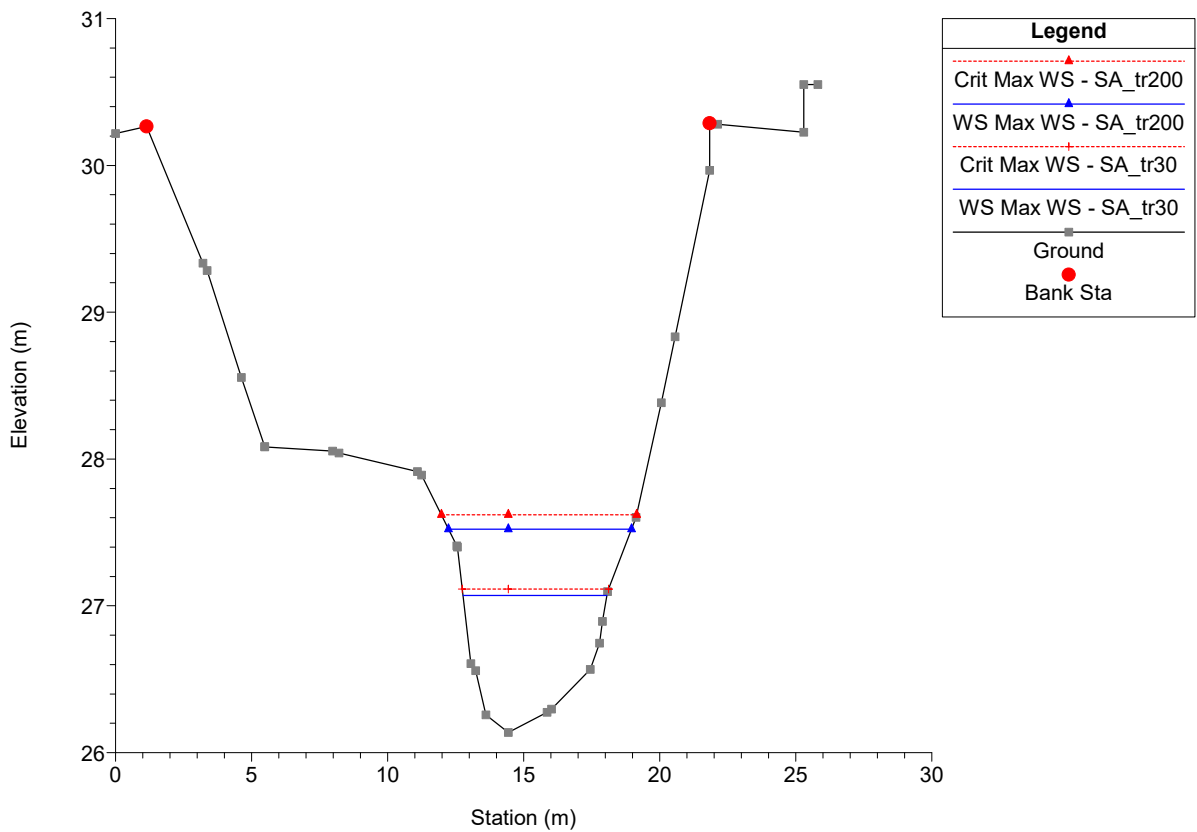
Massa Plan: 1) SA_tr30 2) SA_tr200
 River = Canalmagro Reach = Canalmagro RS = 190



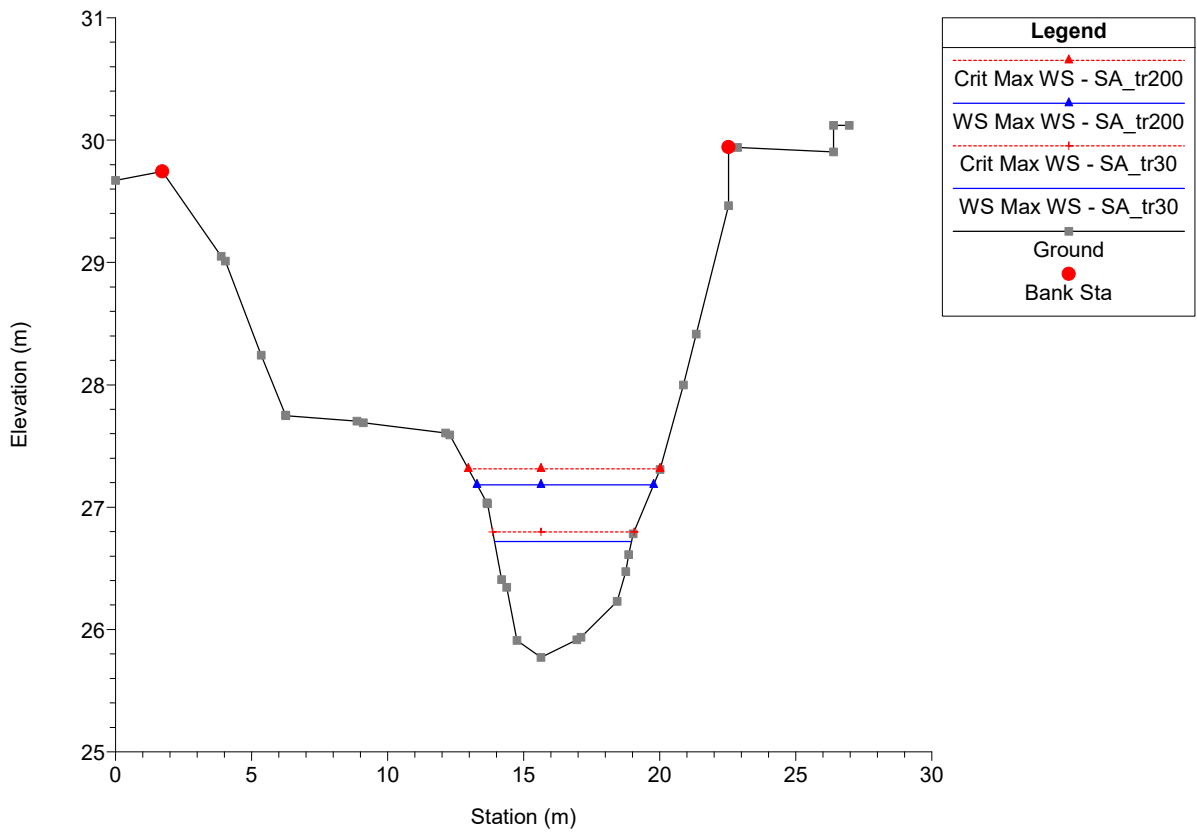
Massa Plan: 1) SA_tr30 2) SA_tr200
 River = Canalmagro Reach = Canalmagro RS = 188.00*



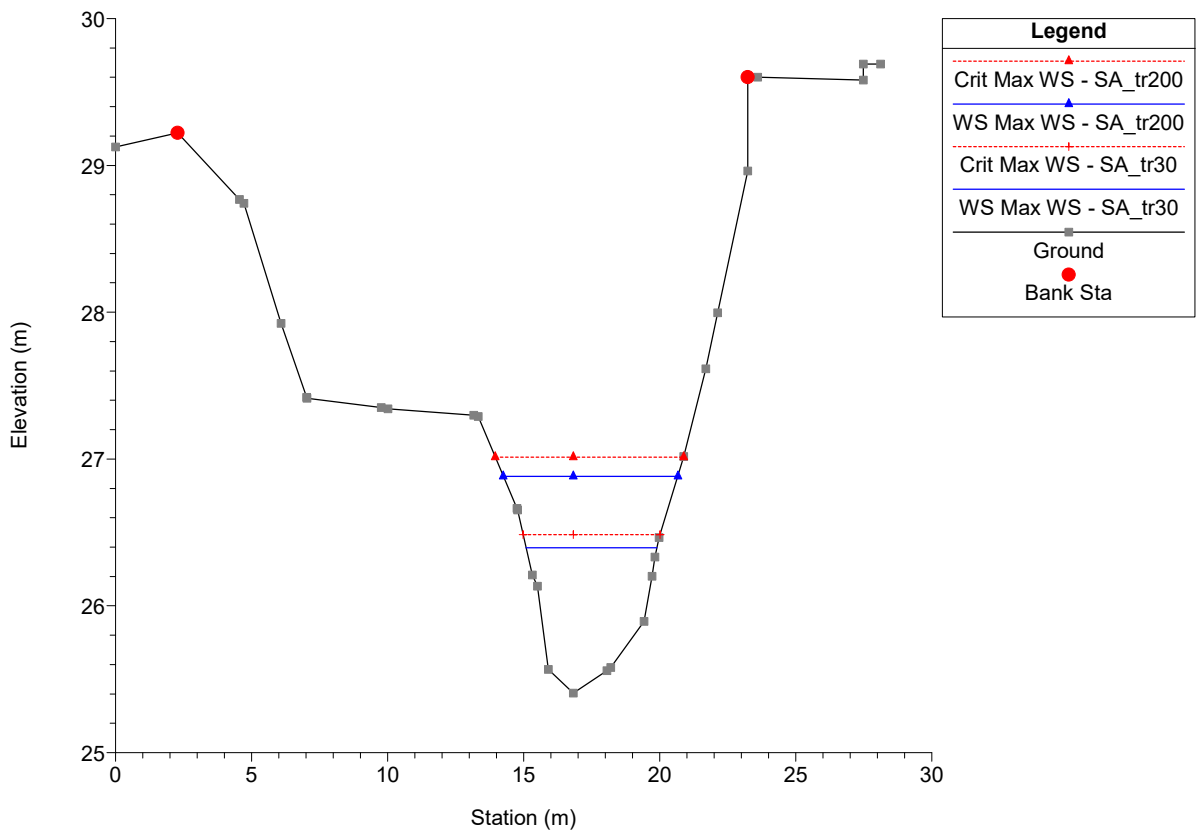
Massa Plan: 1) SA_tr30 2) SA_tr200
 River = Canalmagro Reach = Canalmagro RS = 186.00*



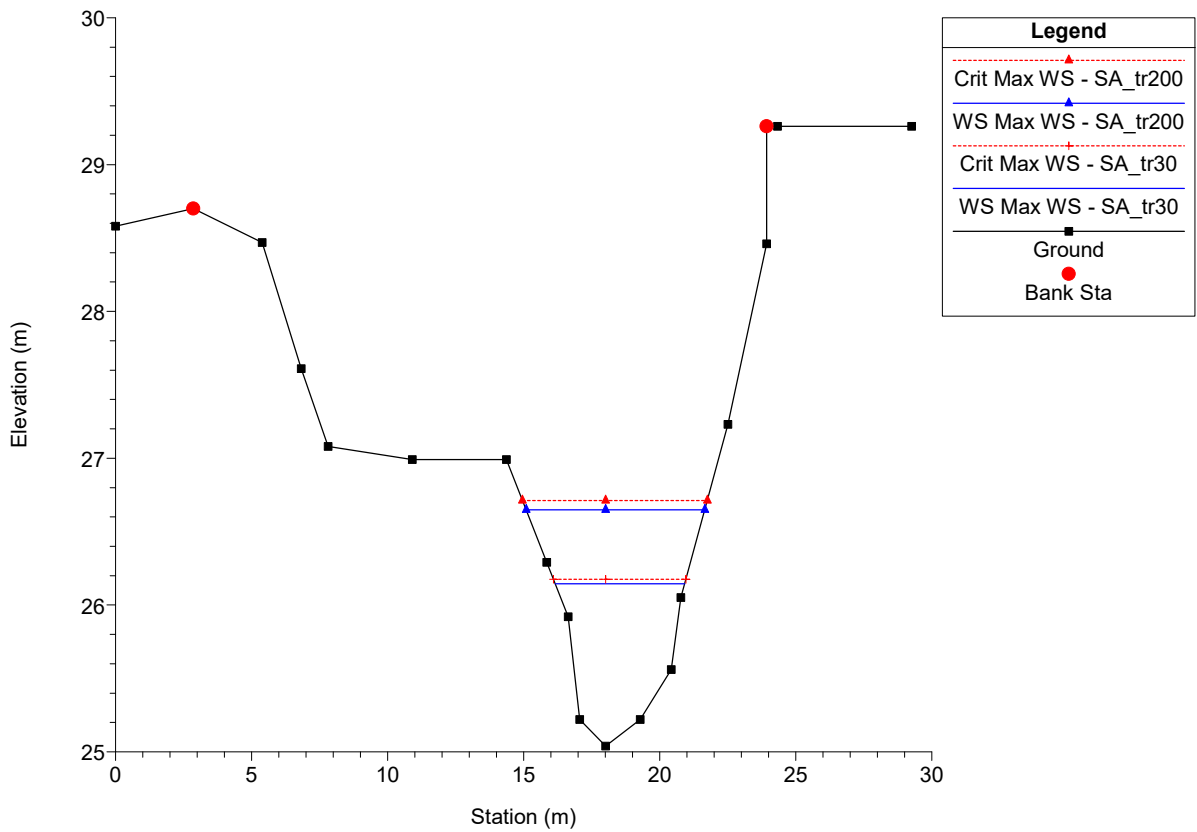
Massa Plan: 1) SA_tr30 2) SA_tr200
 River = Canalmagro Reach = Canalmagro RS = 184.00*



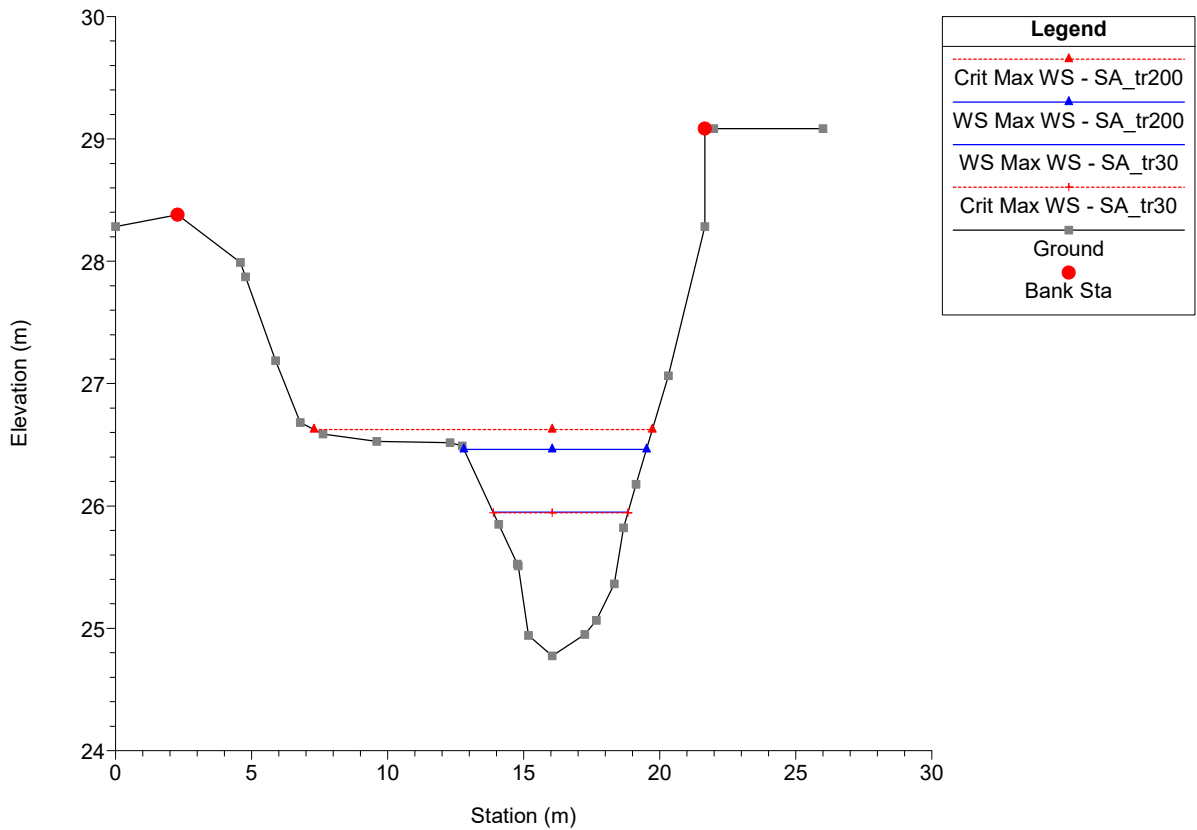
Massa Plan: 1) SA_tr30 2) SA_tr200
 River = Canalmagro Reach = Canalmagro RS = 182.00*



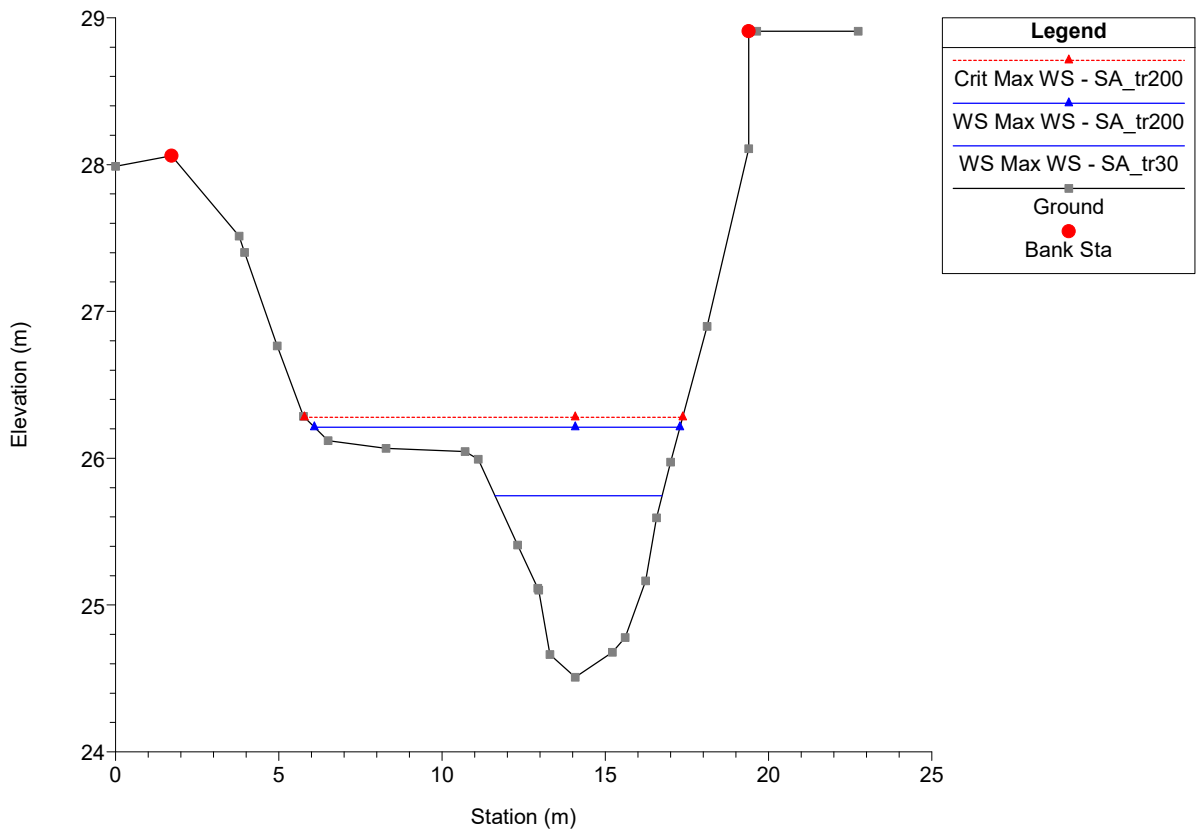
Massa Plan: 1) SA_tr30 2) SA_tr200
 River = Canalmagro Reach = Canalmagro RS = 180



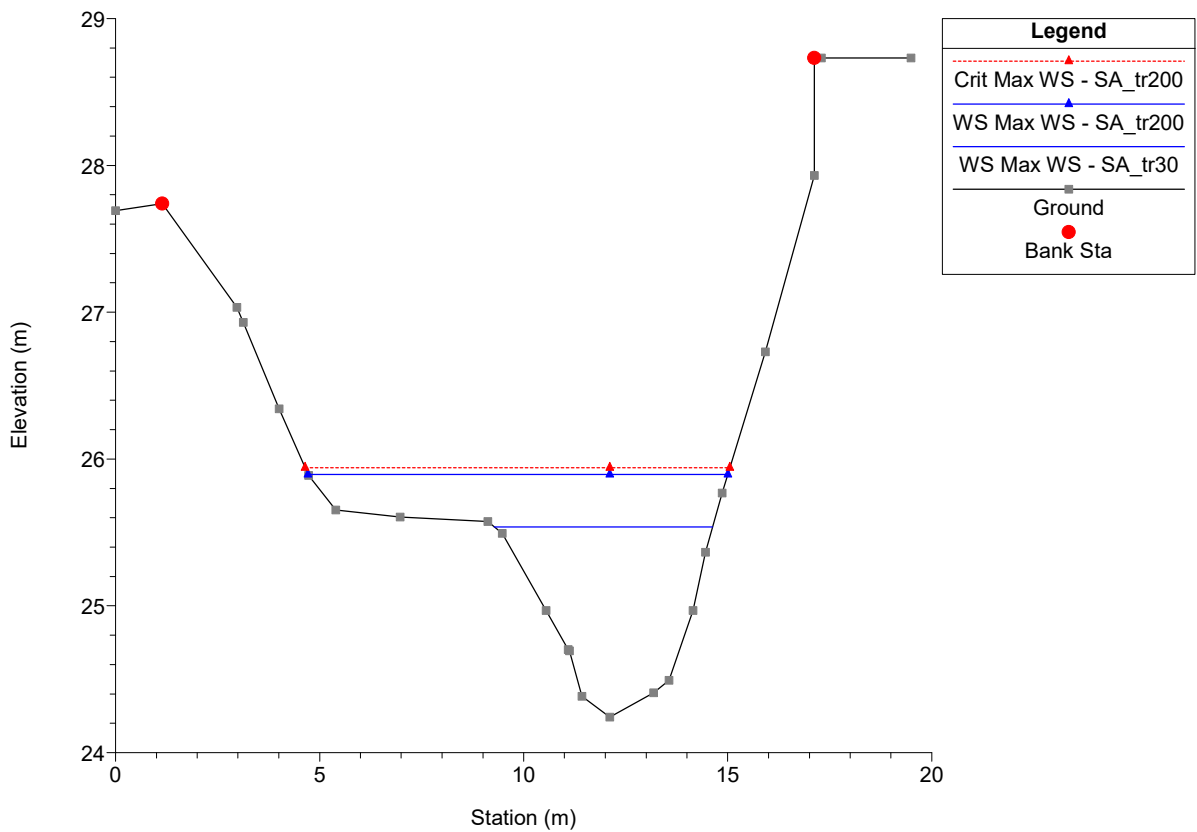
Massa Plan: 1) SA_tr30 2) SA_tr200
 River = Canalmagro Reach = Canalmagro RS = 178.00*



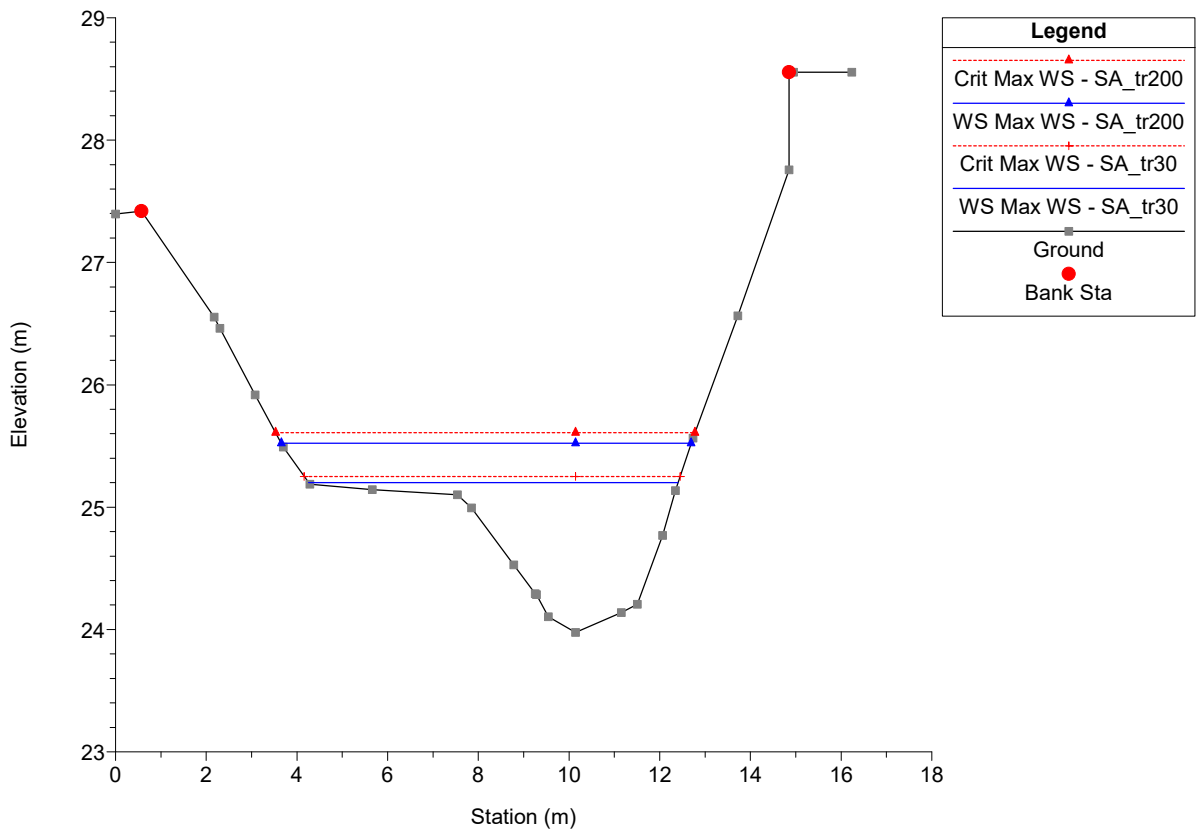
Massa Plan: 1) SA_tr30 2) SA_tr200
 River = Canalmagro Reach = Canalmagro RS = 176.00*



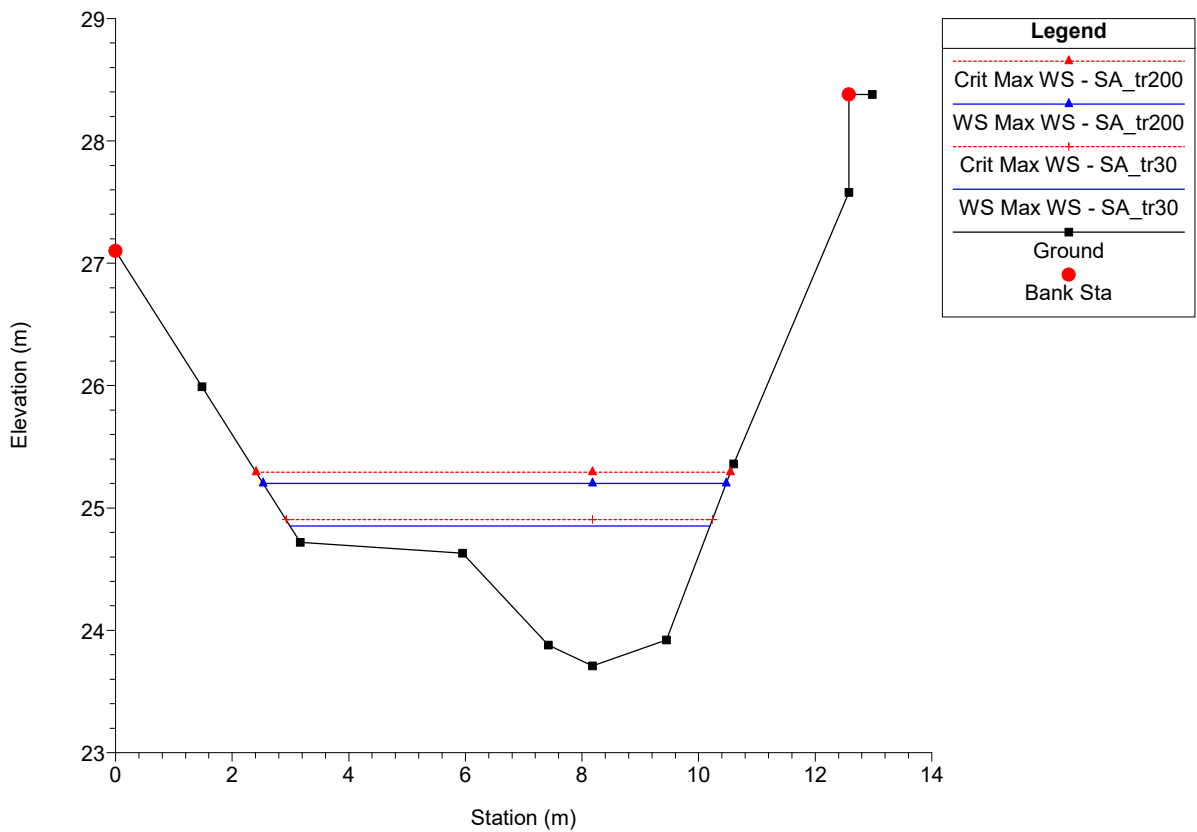
Massa Plan: 1) SA_tr30 2) SA_tr200
 River = Canalmagro Reach = Canalmagro RS = 174.00*



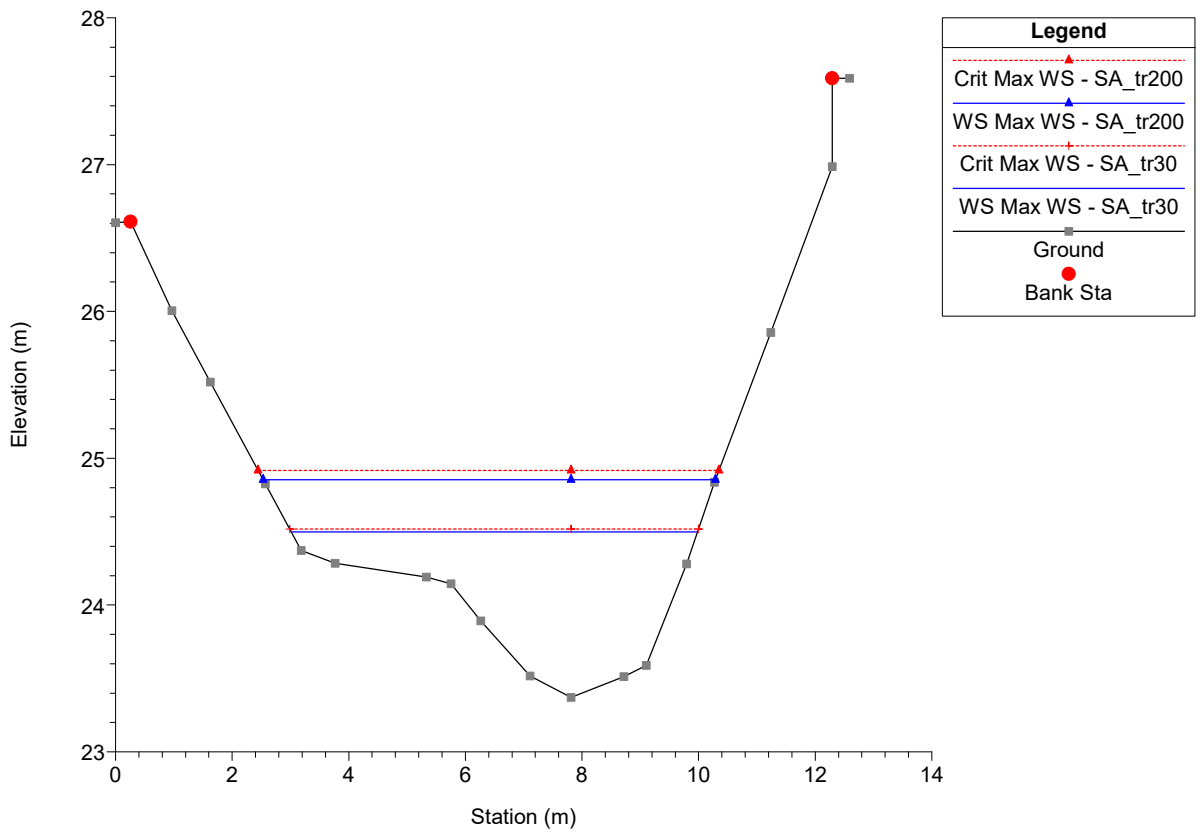
Massa Plan: 1) SA_tr30 2) SA_tr200
 River = Canalmagro Reach = Canalmagro RS = 172.00*



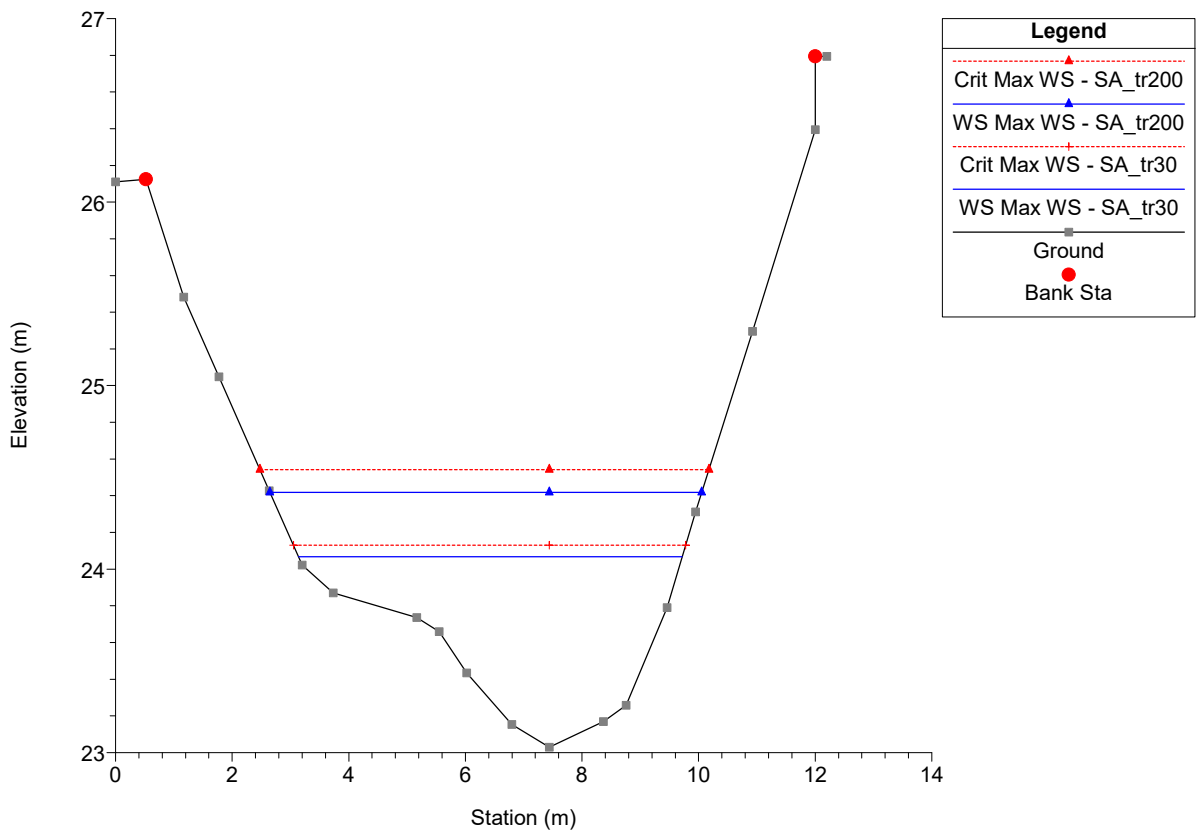
Massa Plan: 1) SA_tr30 2) SA_tr200
 River = Canalmagro Reach = Canalmagro RS = 170



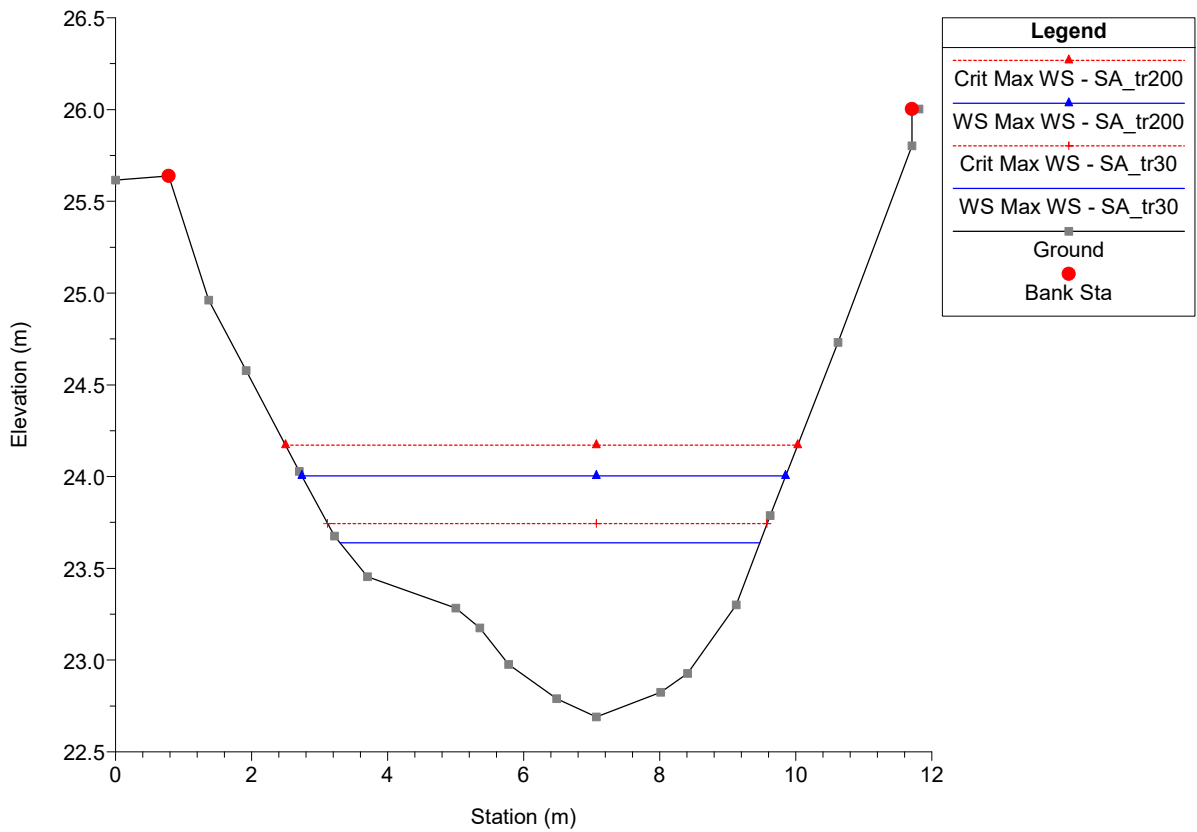
Massa Plan: 1) SA_tr30 2) SA_tr200
 River = Canalmagro Reach = Canalmagro RS = 167.50*



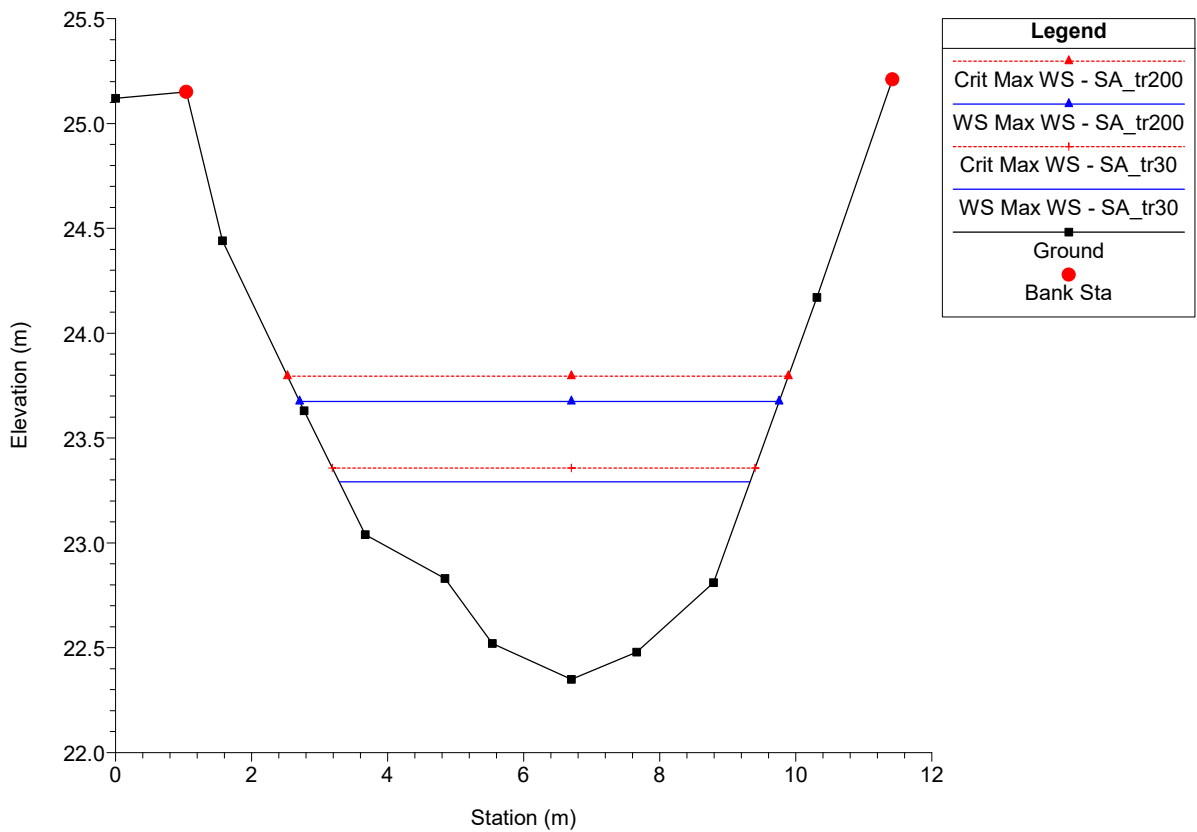
Massa Plan: 1) SA_tr30 2) SA_tr200
 River = Canalmagro Reach = Canalmagro RS = 165.00*



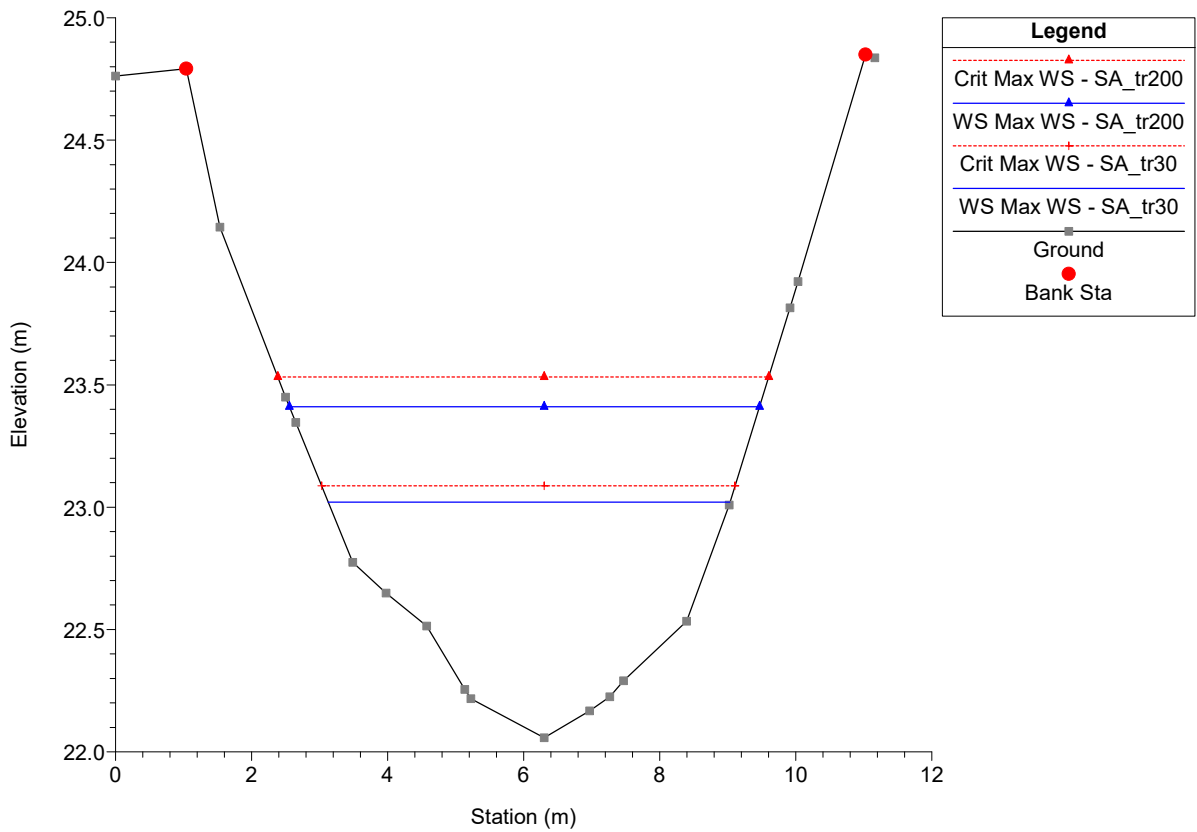
Massa Plan: 1) SA_tr30 2) SA_tr200
 River = Canalmagro Reach = Canalmagro RS = 162.50*



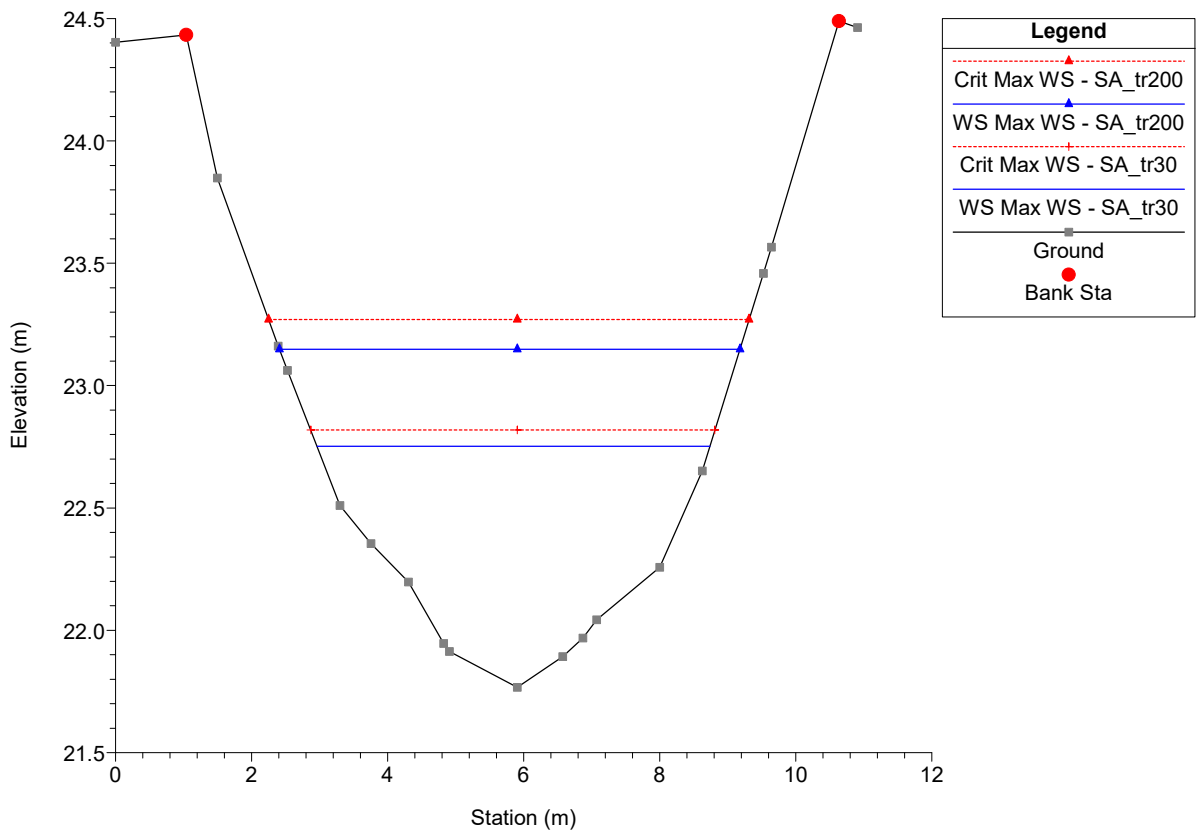
Massa Plan: 1) SA_tr30 2) SA_tr200
 River = Canalmagro Reach = Canalmagro RS = 160



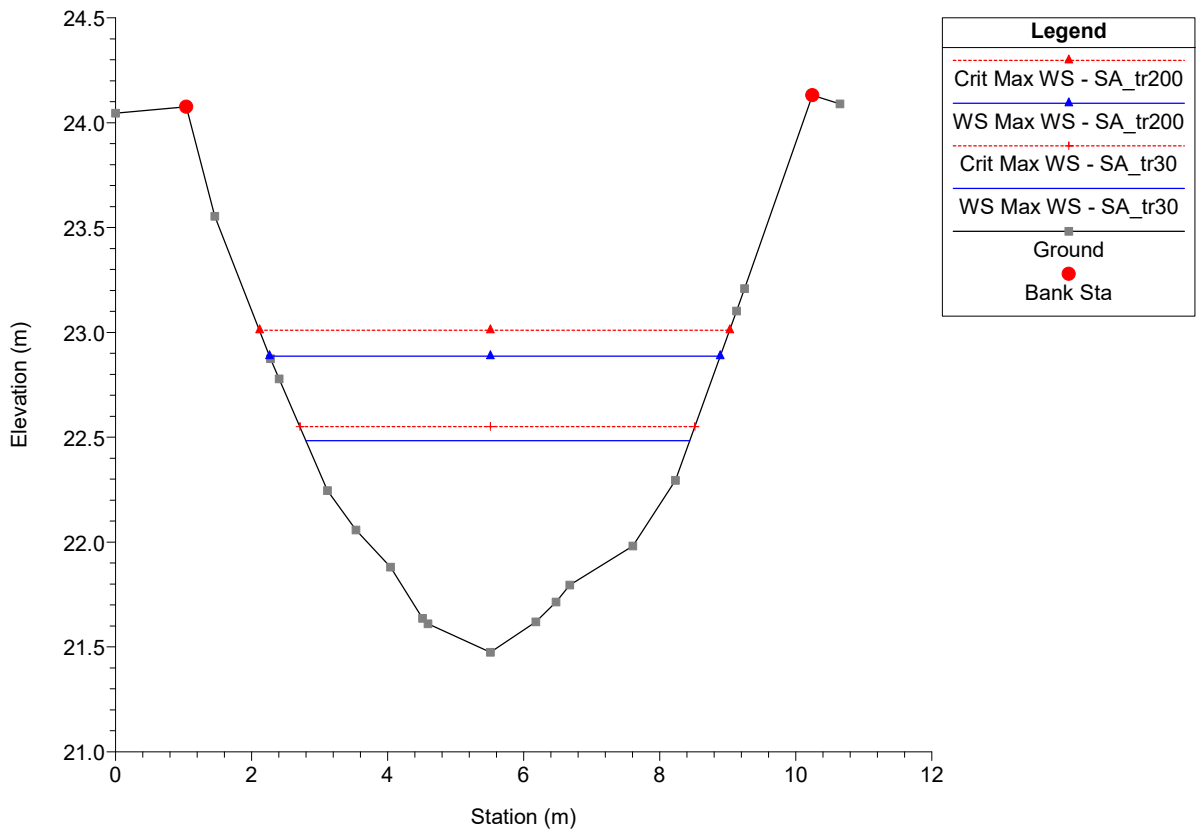
Massa Plan: 1) SA_tr30 2) SA_tr200
 River = Canalmagro Reach = Canalmagro RS = 158.33*



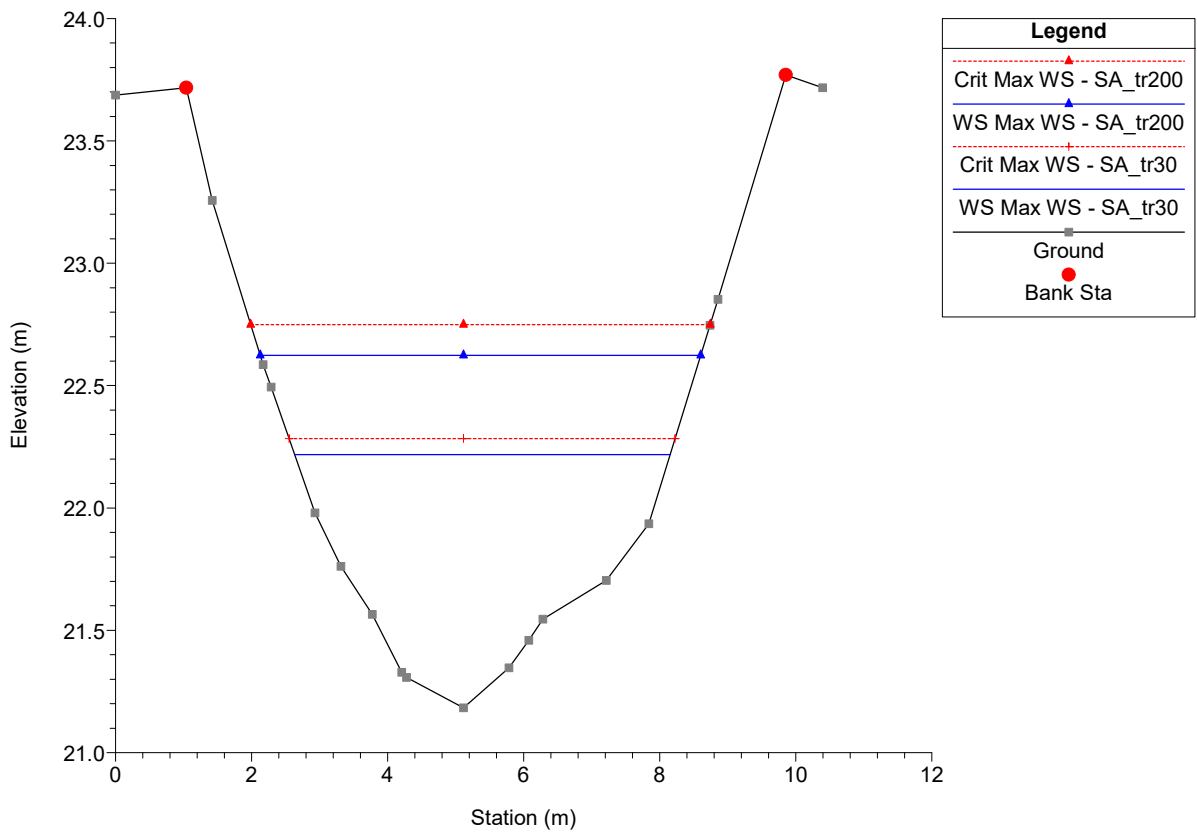
Massa Plan: 1) SA_tr30 2) SA_tr200
 River = Canalmagro Reach = Canalmagro RS = 156.67*



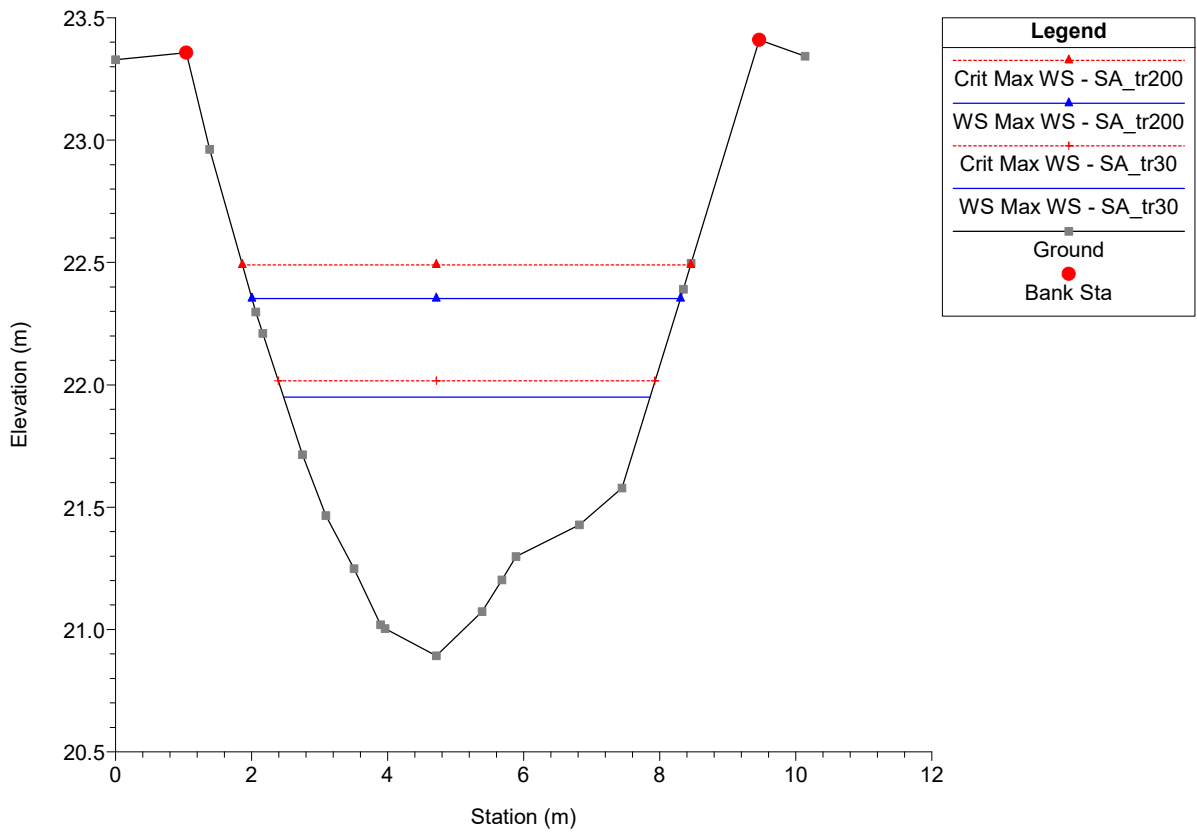
Massa Plan: 1) SA_tr30 2) SA_tr200
 River = Canalmagro Reach = Canalmagro RS = 155.00*



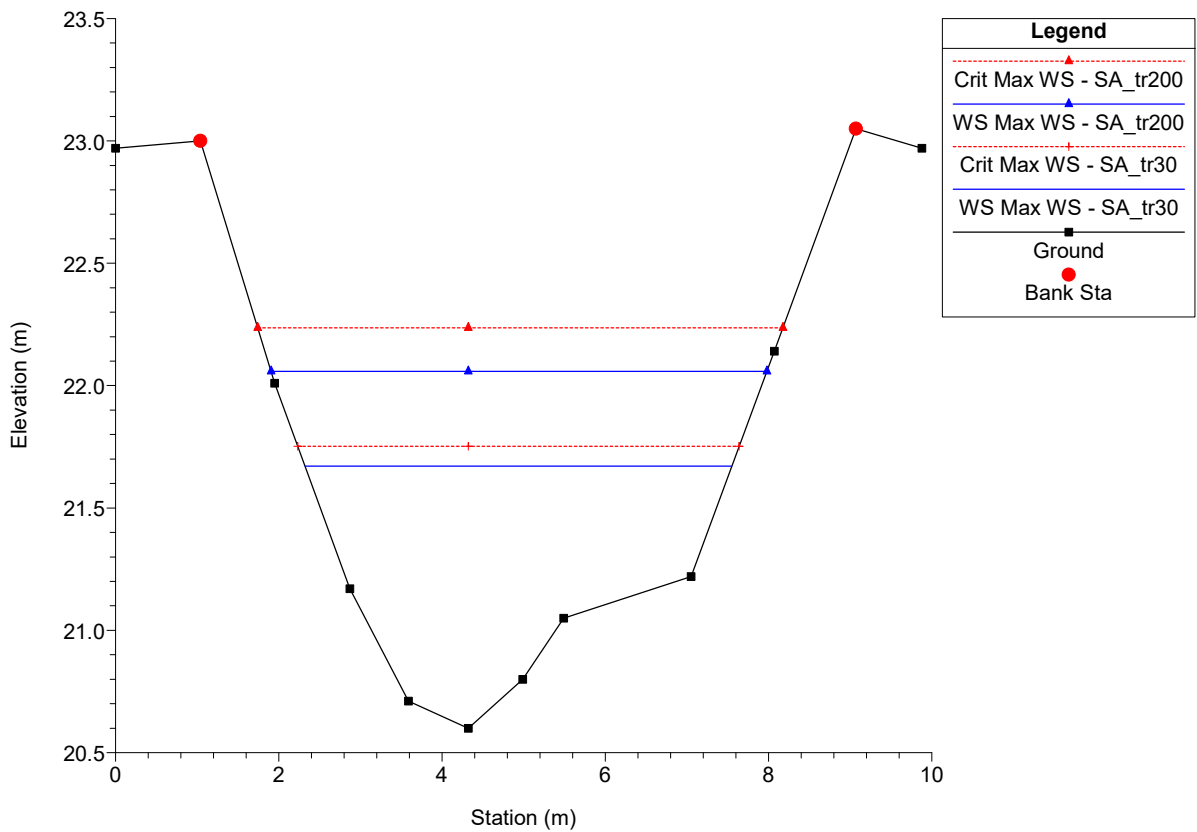
Massa Plan: 1) SA_tr30 2) SA_tr200
 River = Canalmagro Reach = Canalmagro RS = 153.33*



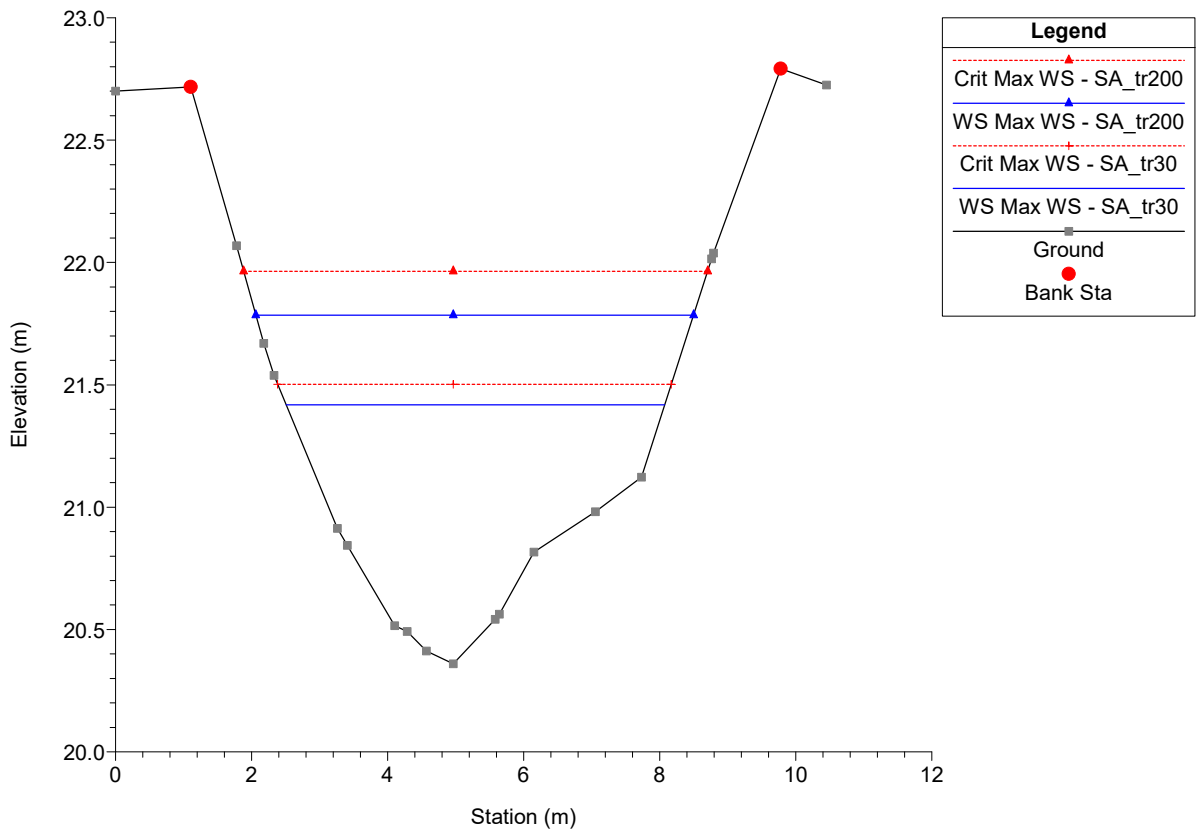
Massa Plan: 1) SA_tr30 2) SA_tr200
 River = Canalmagro Reach = Canalmagro RS = 151.67*



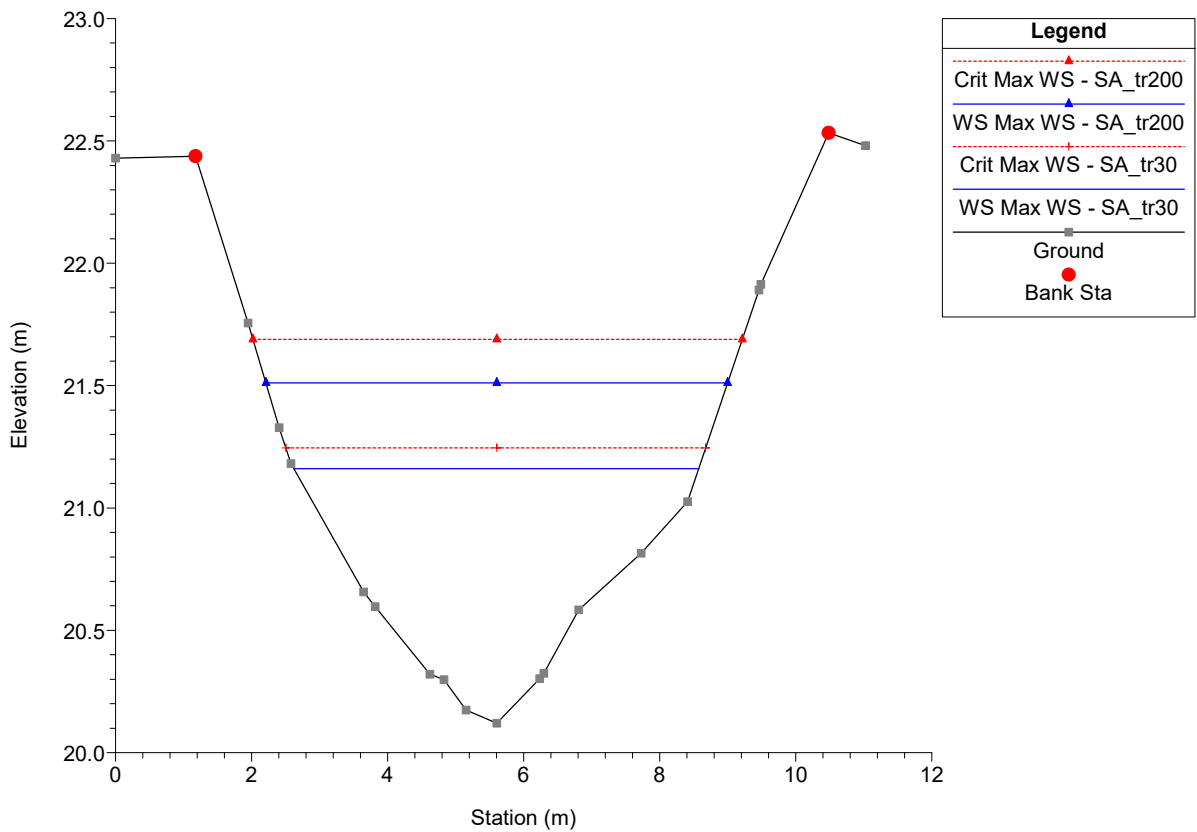
Massa Plan: 1) SA_tr30 2) SA_tr200
 River = Canalmagro Reach = Canalmagro RS = 150



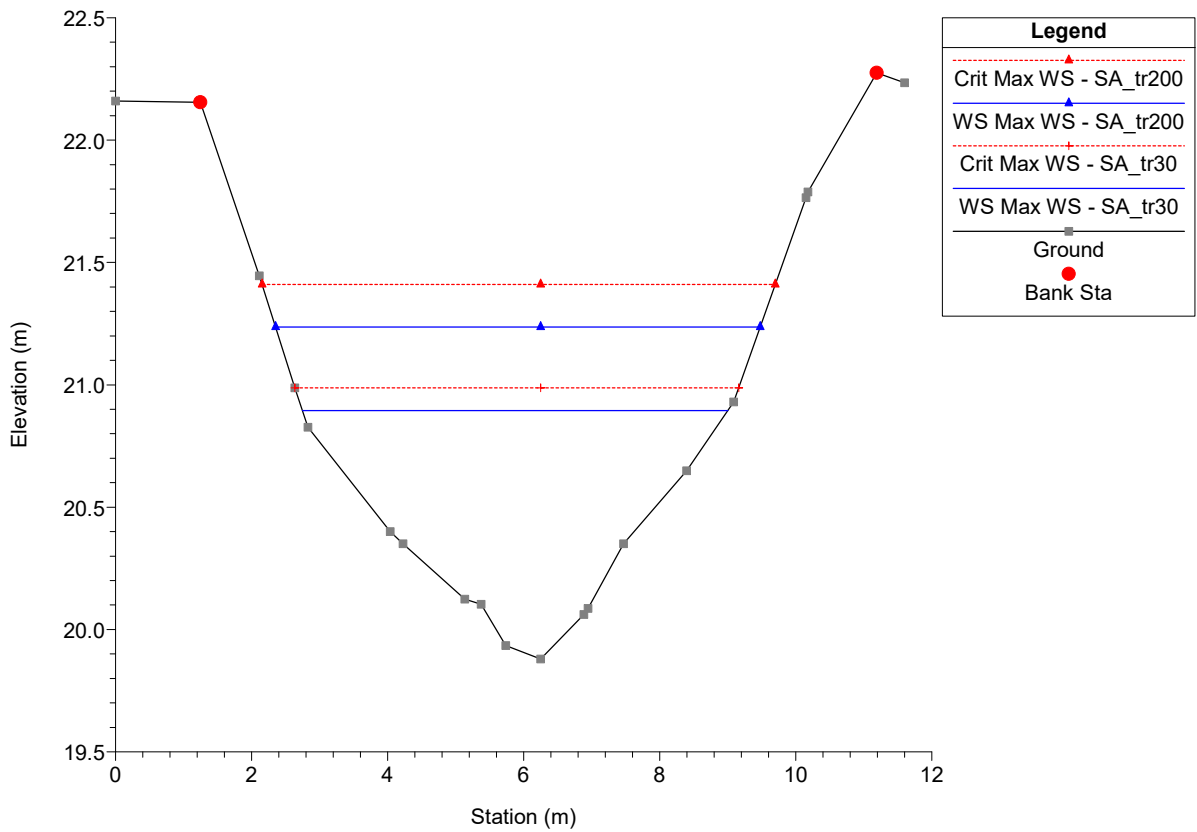
Massa Plan: 1) SA_tr30 2) SA_tr200
 River = Canalmagro Reach = Canalmagro RS = 148.33*



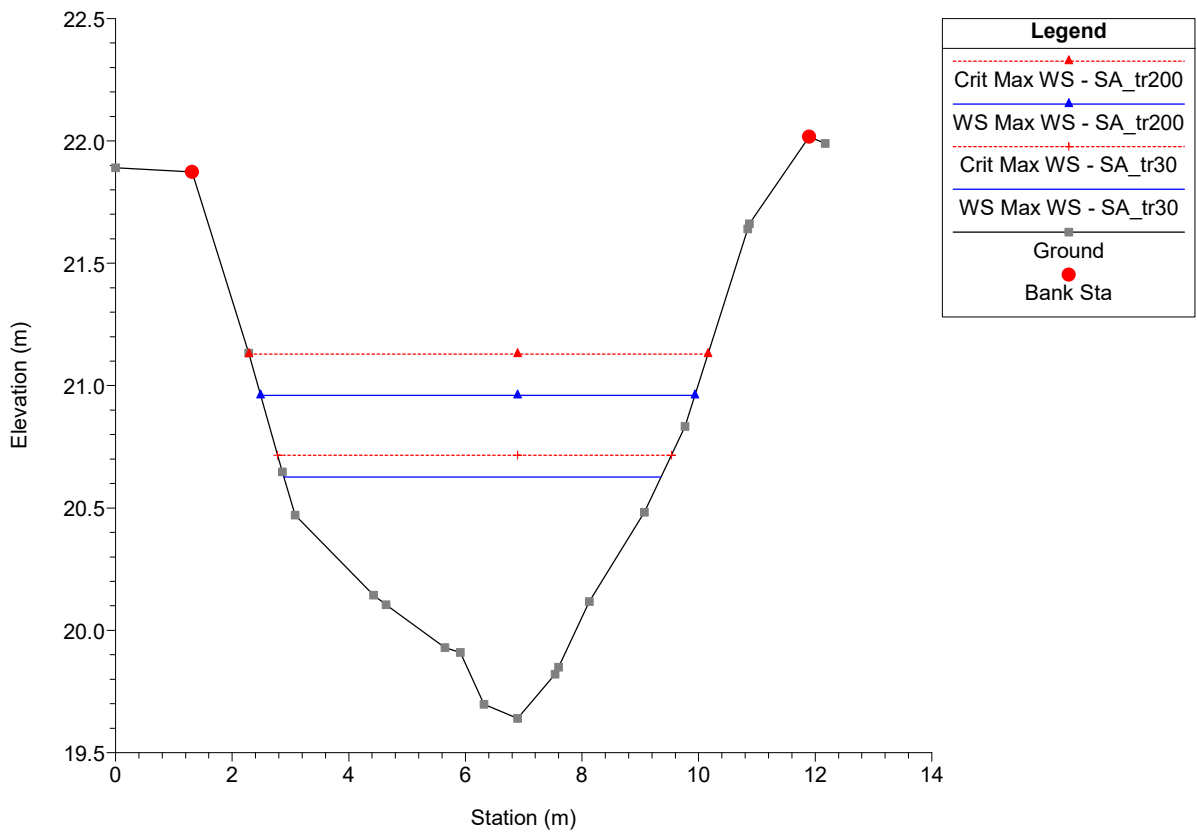
Massa Plan: 1) SA_tr30 2) SA_tr200
 River = Canalmagro Reach = Canalmagro RS = 146.67*



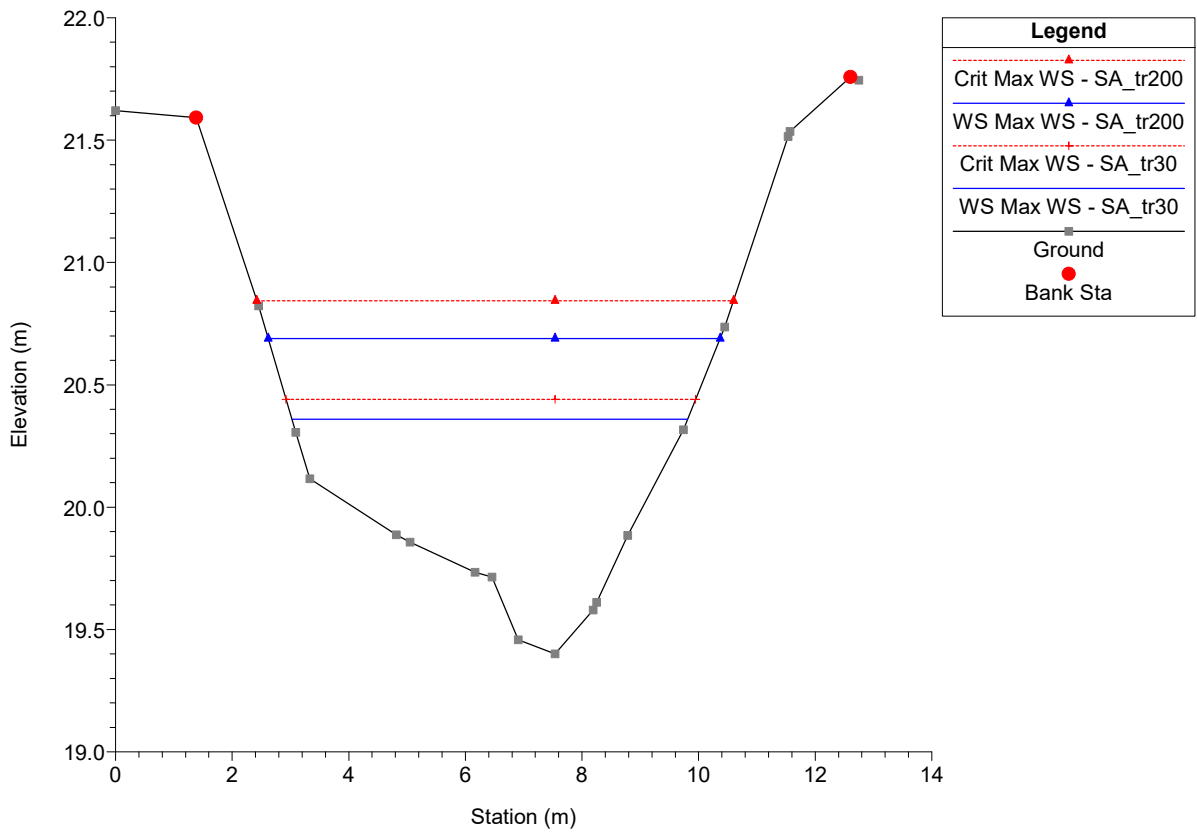
Massa Plan: 1) SA_tr30 2) SA_tr200
 River = Canalmagro Reach = Canalmagro RS = 145.00*



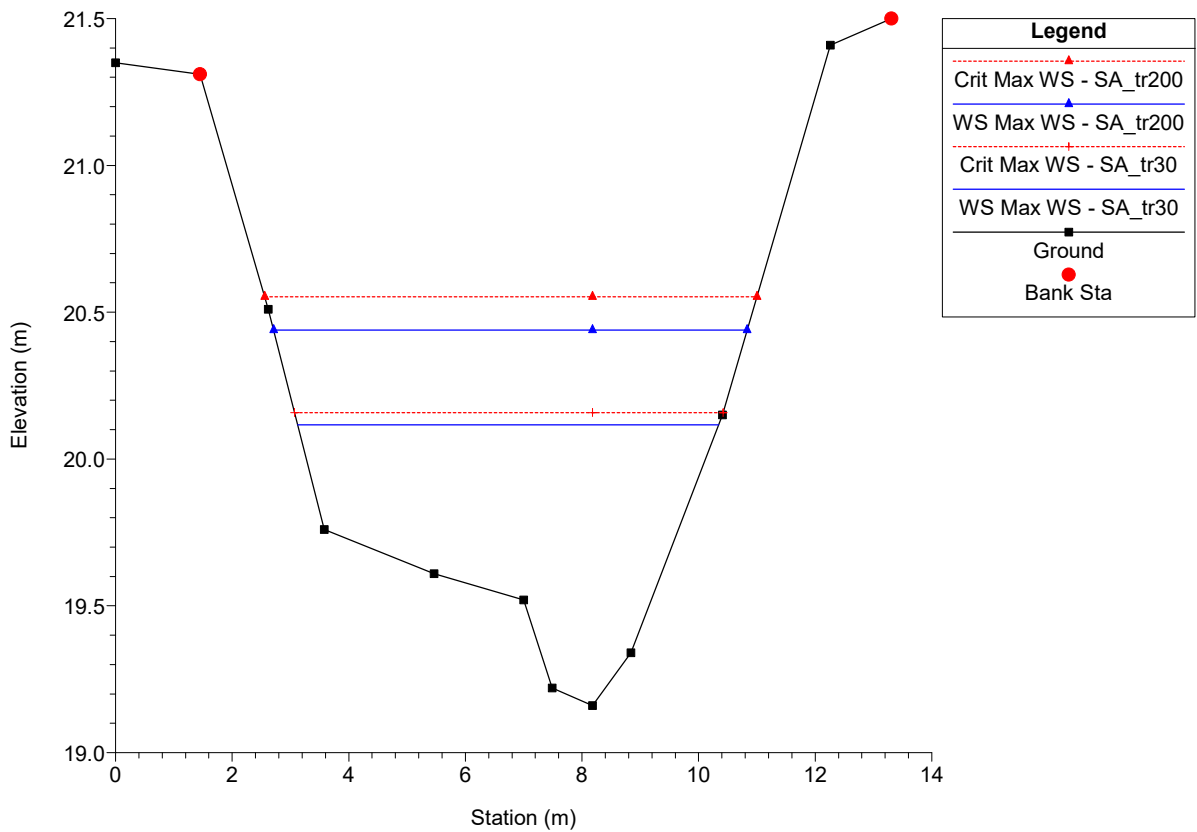
Massa Plan: 1) SA_tr30 2) SA_tr200
 River = Canalmagro Reach = Canalmagro RS = 143.33*



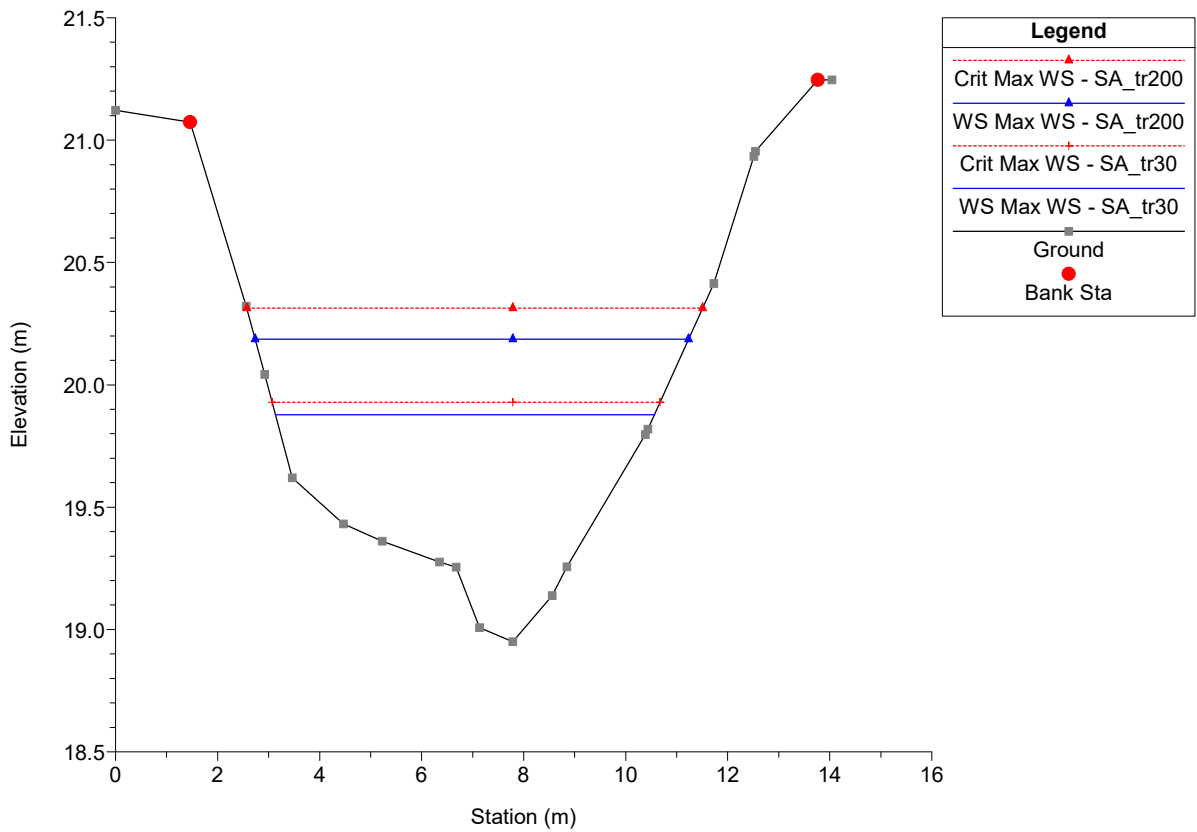
Massa Plan: 1) SA_tr30 2) SA_tr200
 River = Canalmagro Reach = Canalmagro RS = 141.67*



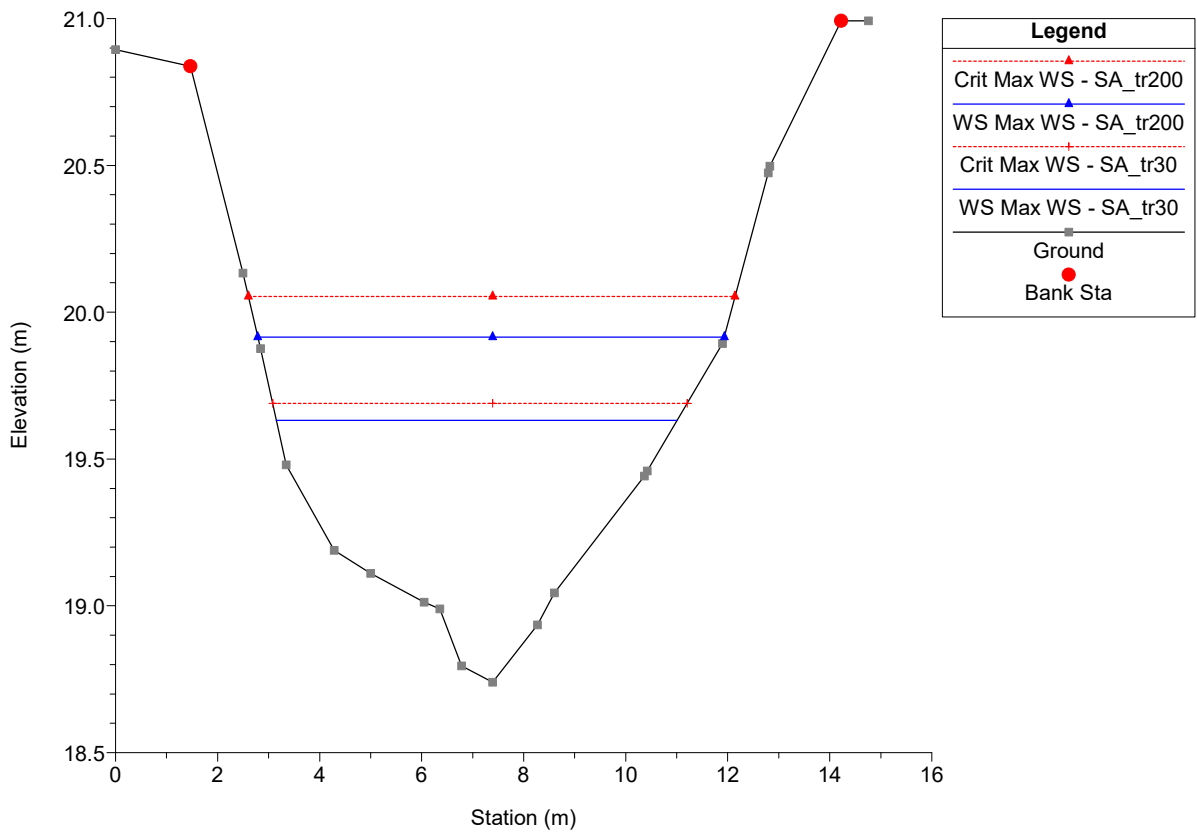
Massa Plan: 1) SA_tr30 2) SA_tr200
 River = Canalmagro Reach = Canalmagro RS = 140



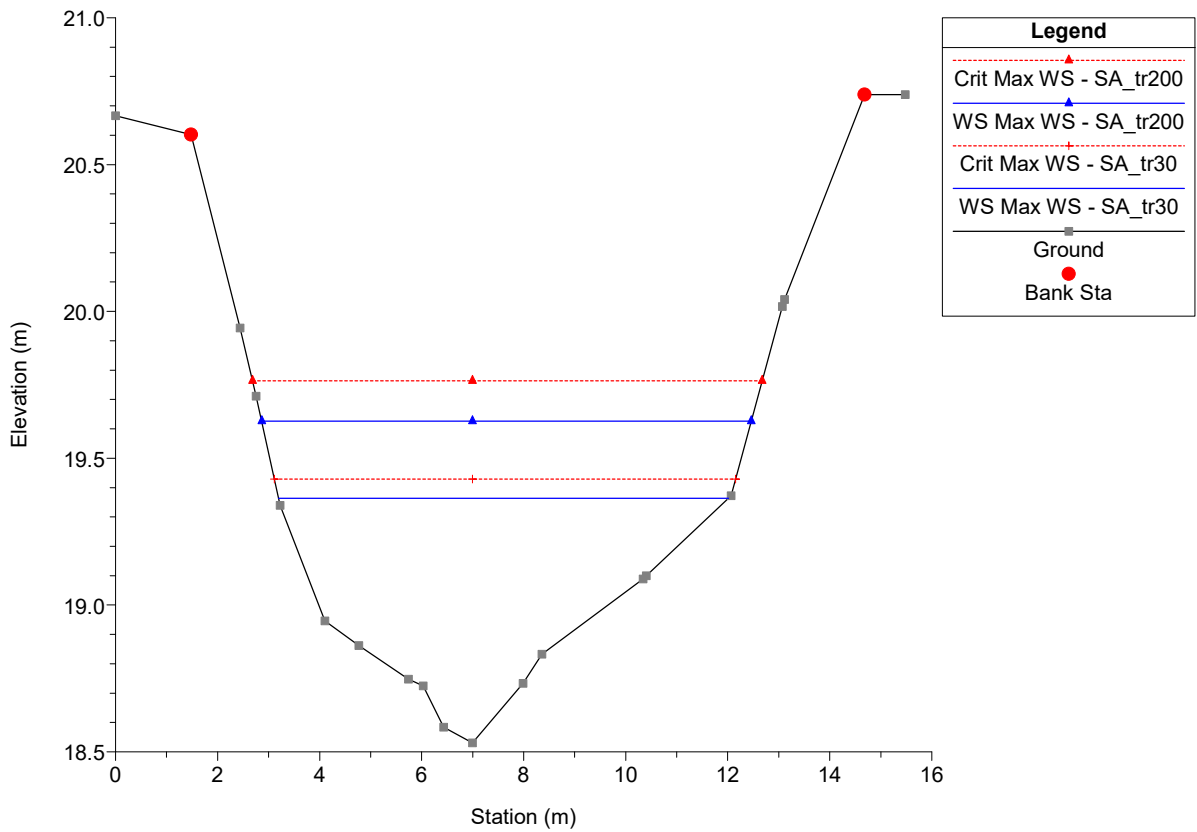
Massa Plan: 1) SA_tr30 2) SA_tr200
 River = Canalmagro Reach = Canalmagro RS = 138.00*



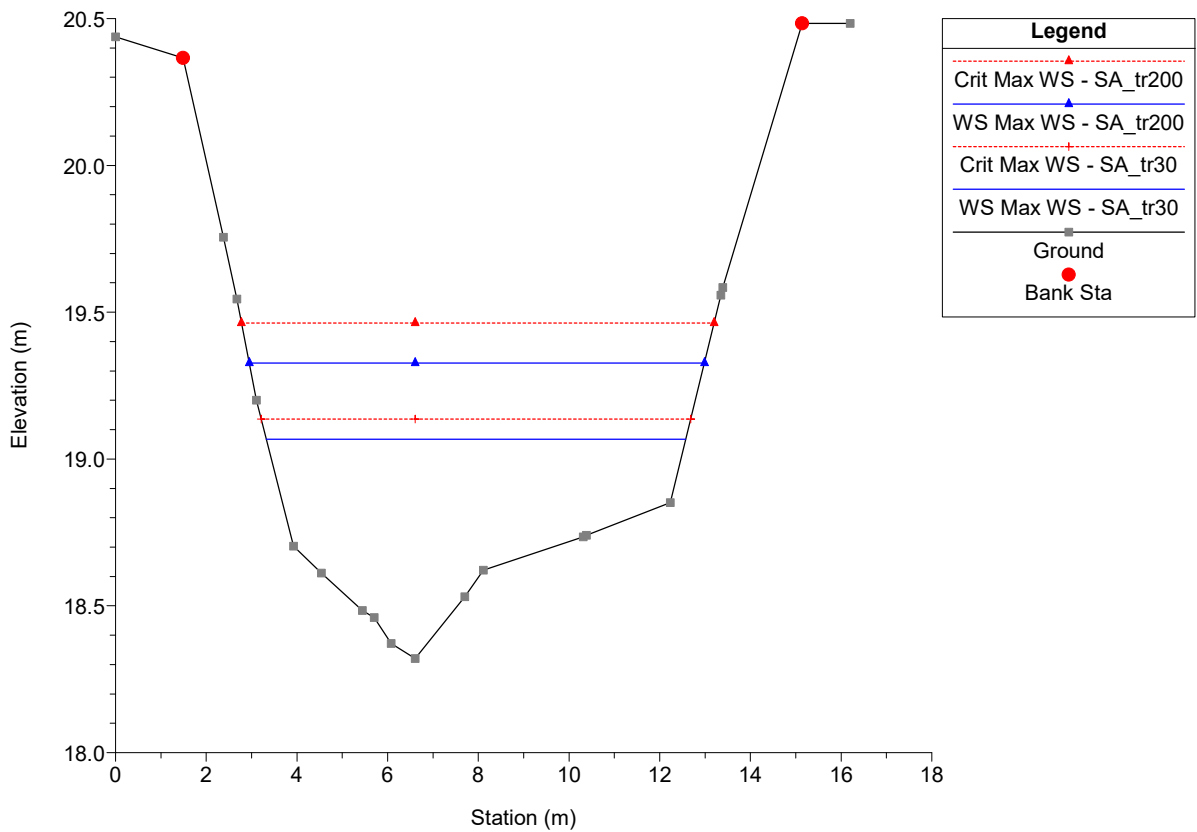
Massa Plan: 1) SA_tr30 2) SA_tr200
 River = Canalmagro Reach = Canalmagro RS = 136.00*



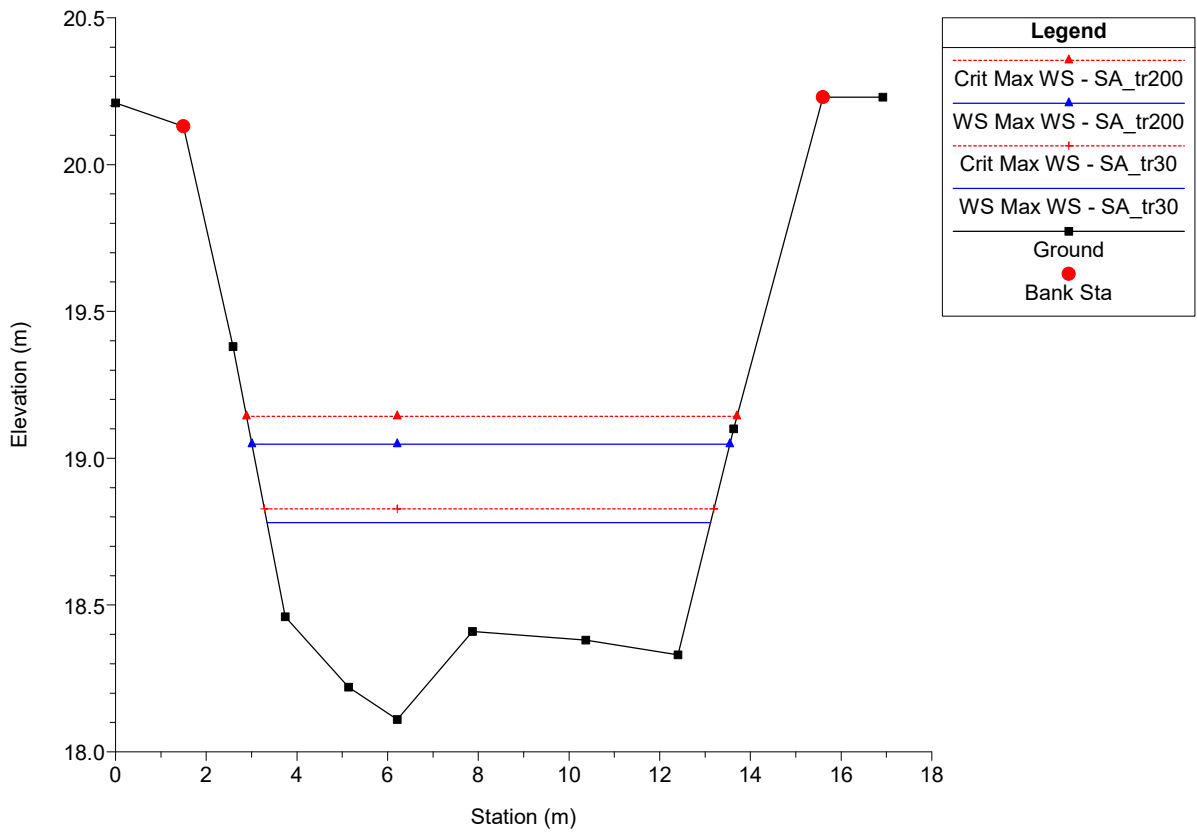
Massa Plan: 1) SA_tr30 2) SA_tr200
 River = Canalmagro Reach = Canalmagro RS = 134.00*



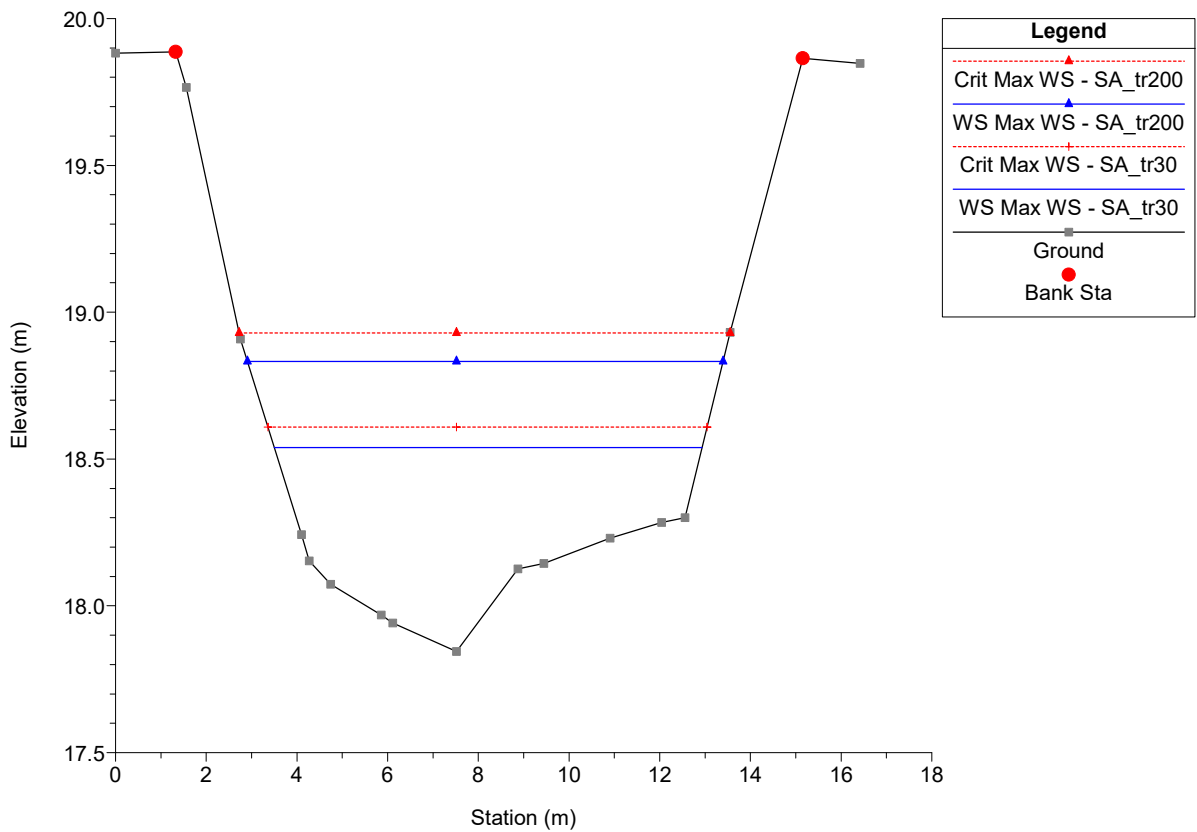
Massa Plan: 1) SA_tr30 2) SA_tr200
 River = Canalmagro Reach = Canalmagro RS = 132.00*



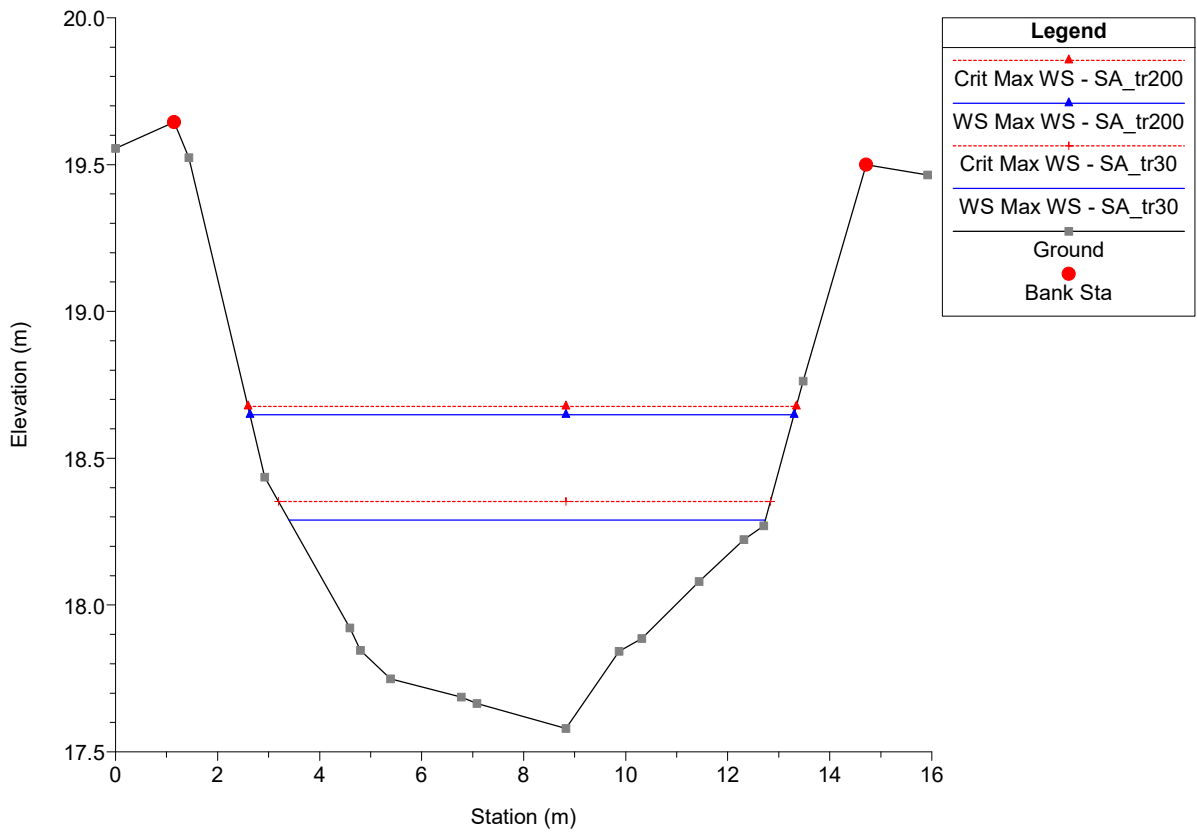
Massa Plan: 1) SA_tr30 2) SA_tr200
 River = Canalmagro Reach = Canalmagro RS = 130



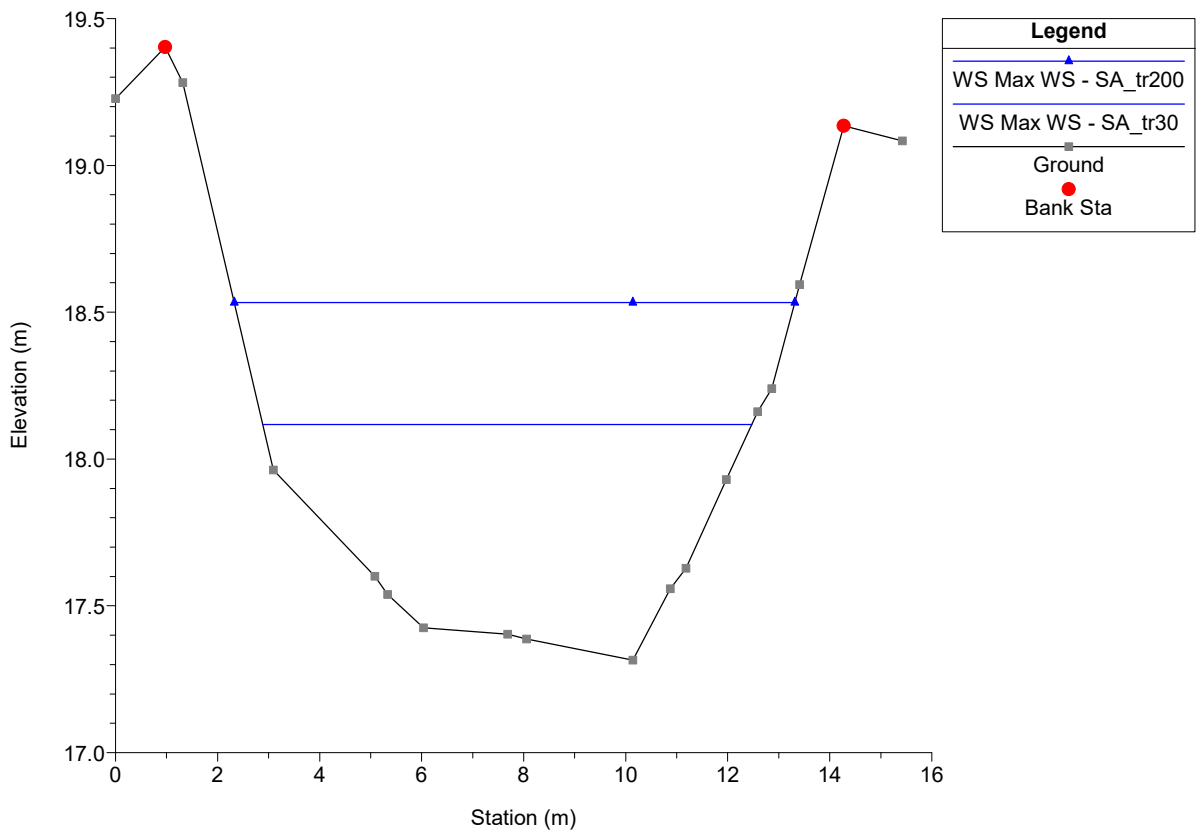
Massa Plan: 1) SA_tr30 2) SA_tr200
 River = Canalmagro Reach = Canalmagro RS = 127.50*



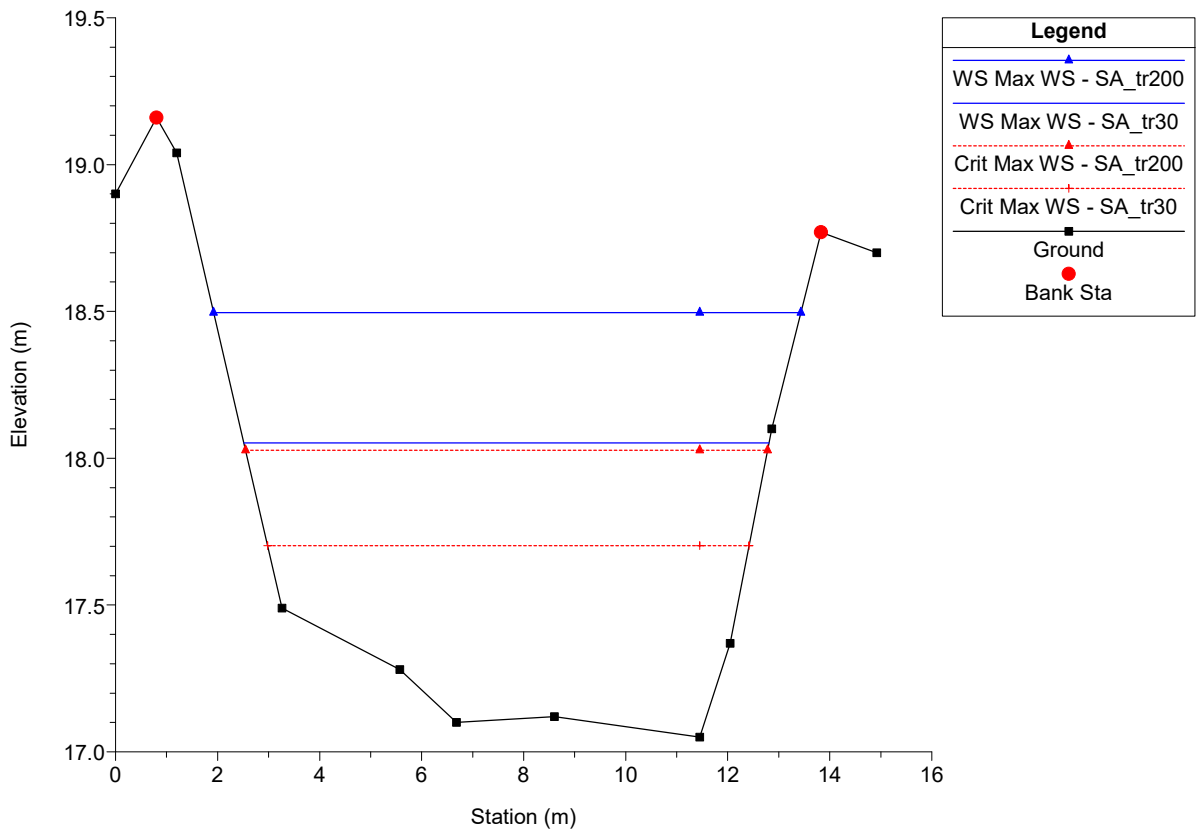
Massa Plan: 1) SA_tr30 2) SA_tr200
 River = Canalmagro Reach = Canalmagro RS = 125.00*



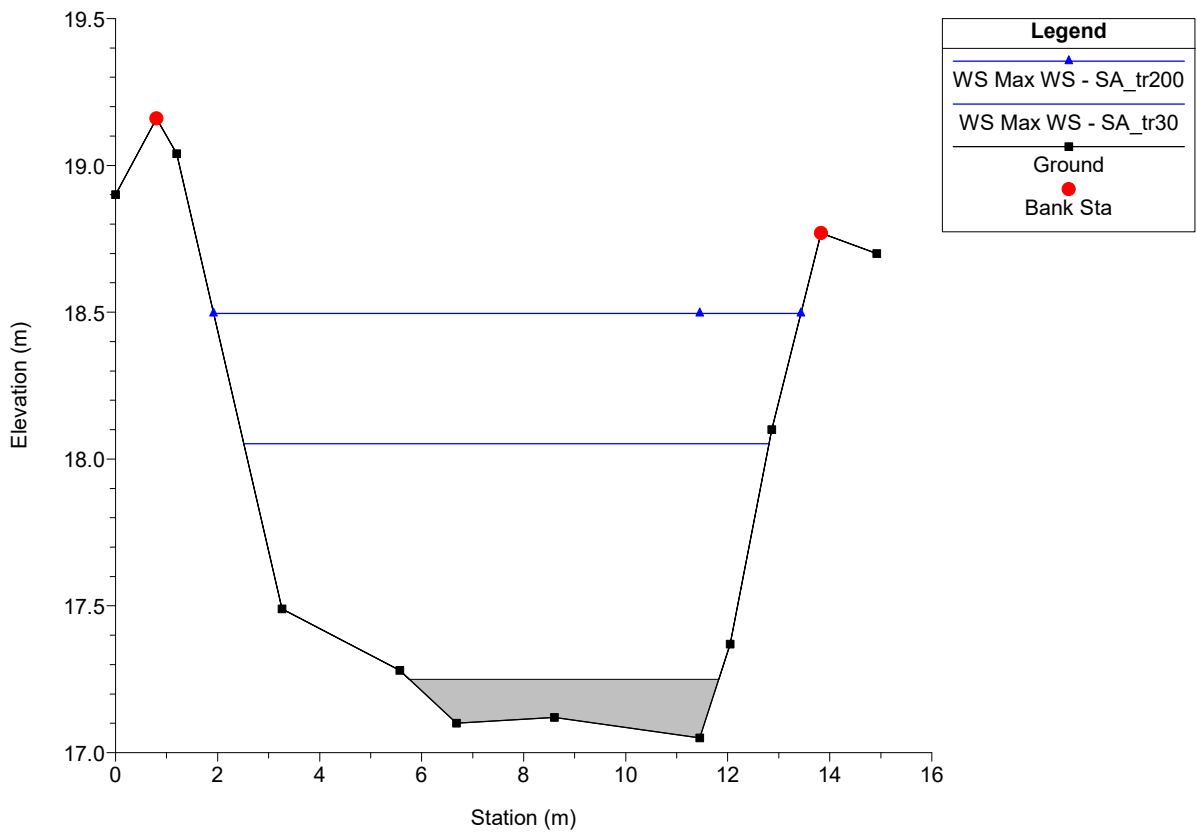
Massa Plan: 1) SA_tr30 2) SA_tr200
 River = Canalmagro Reach = Canalmagro RS = 122.50*



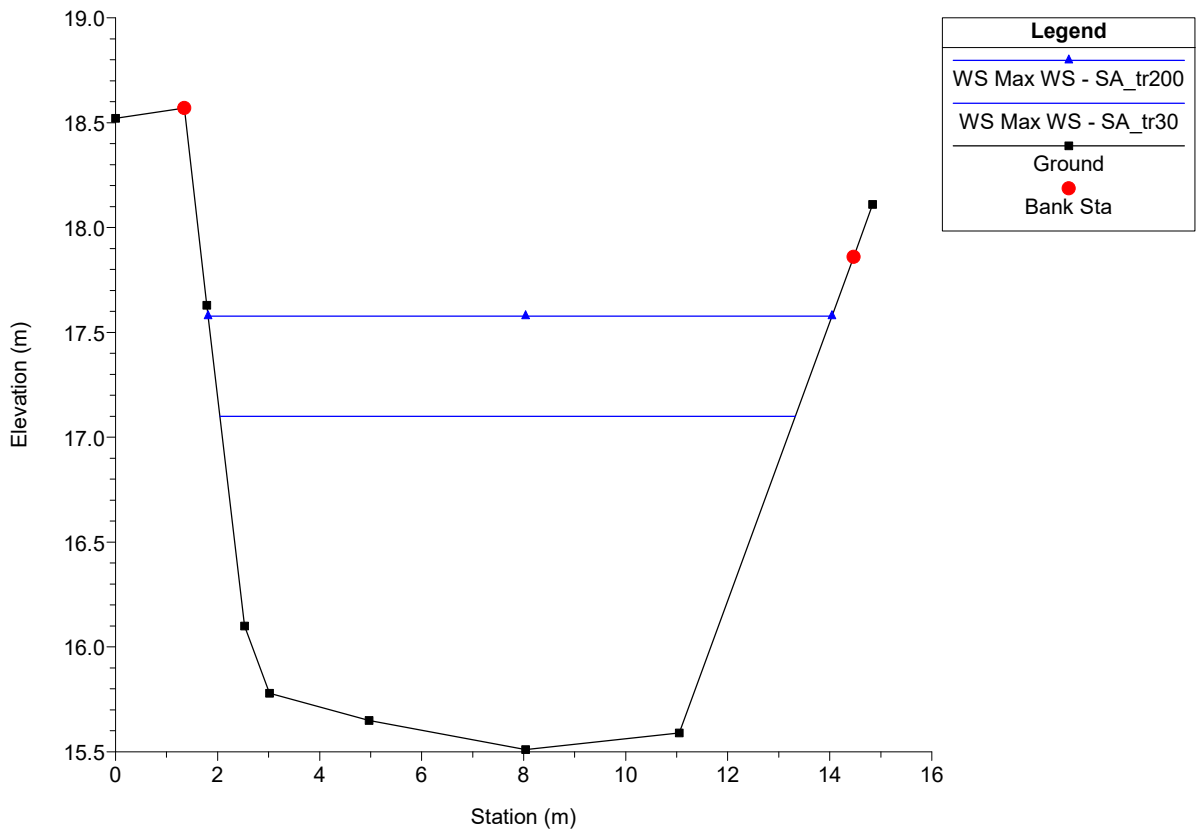
Massa Plan: 1) SA_tr30 2) SA_tr200
 River = Canalmagro Reach = Canalmagro RS = 120



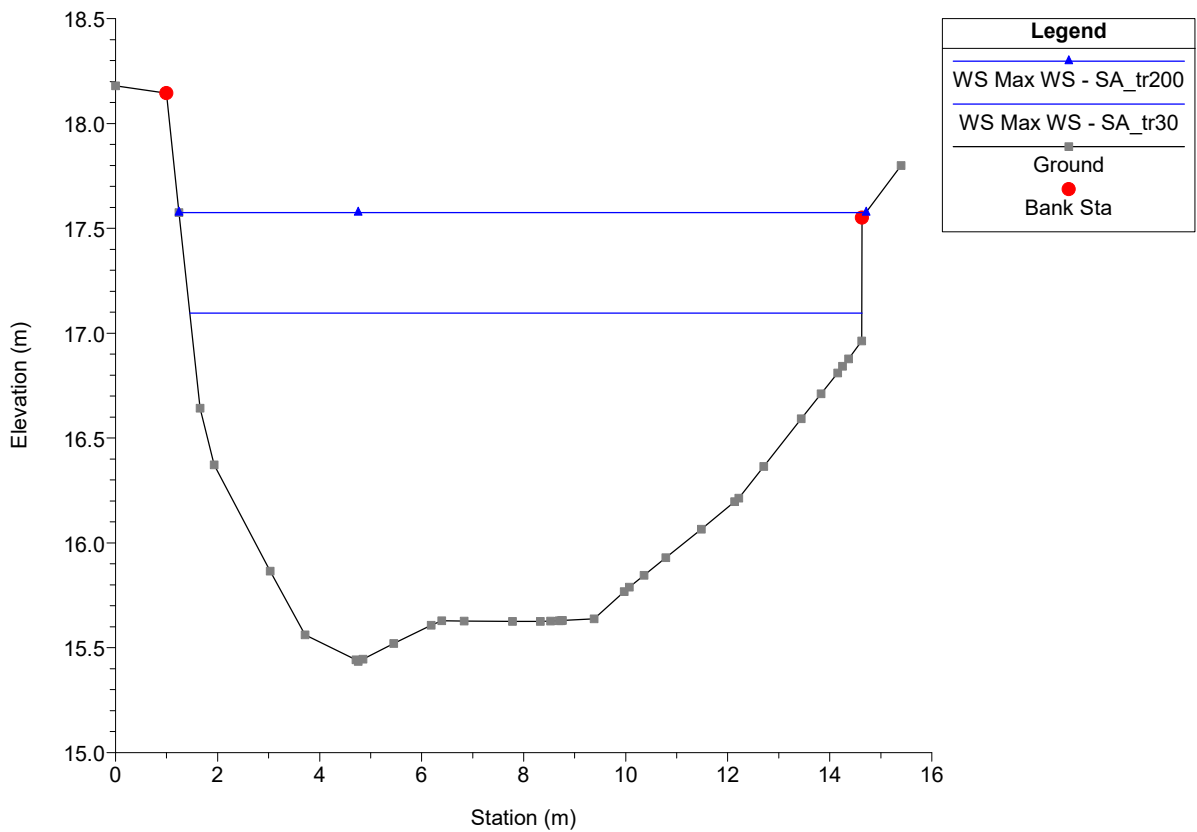
Massa Plan: 1) SA_tr30 2) SA_tr200
 River = Canalmagro Reach = Canalmagro RS = 115 IS



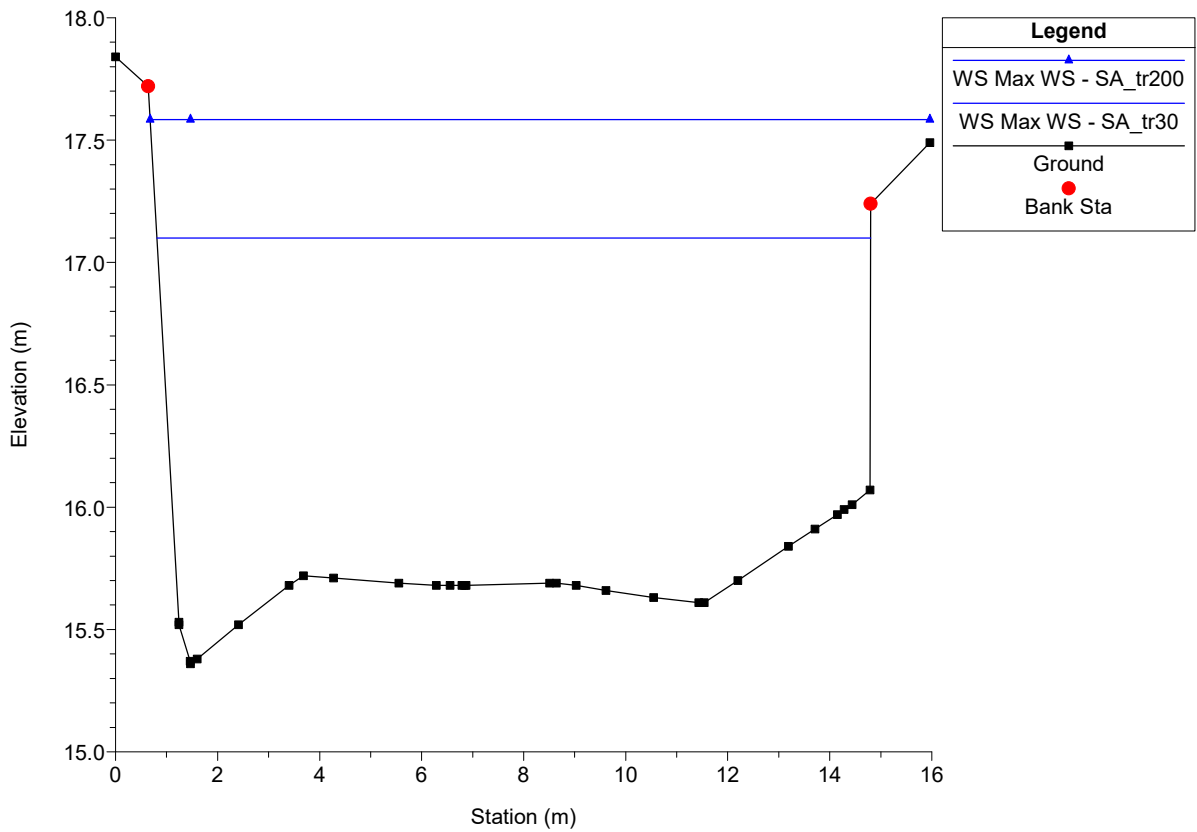
Massa Plan: 1) SA_tr30 2) SA_tr200
 River = Canalmagro Reach = Canalmagro RS = 110



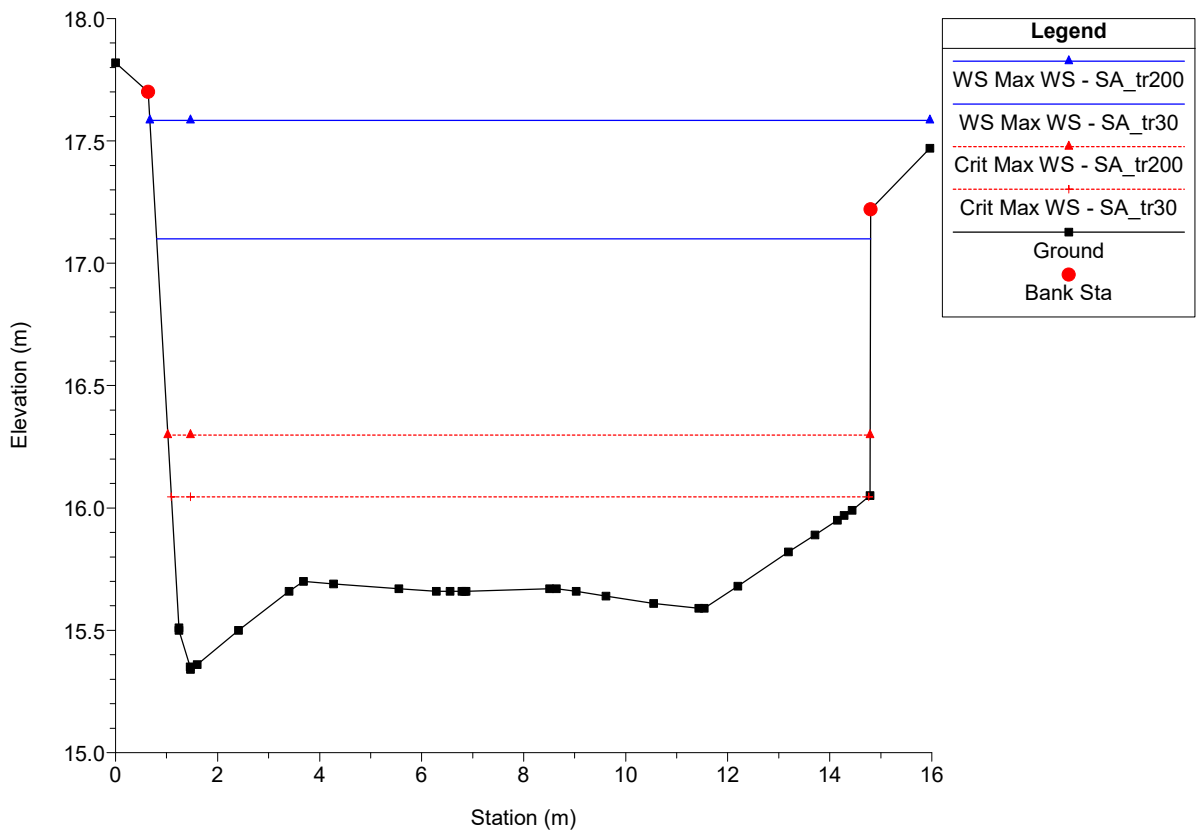
Massa Plan: 1) SA_tr30 2) SA_tr200
 River = Canalmagro Reach = Canalmagro RS = 106.00*



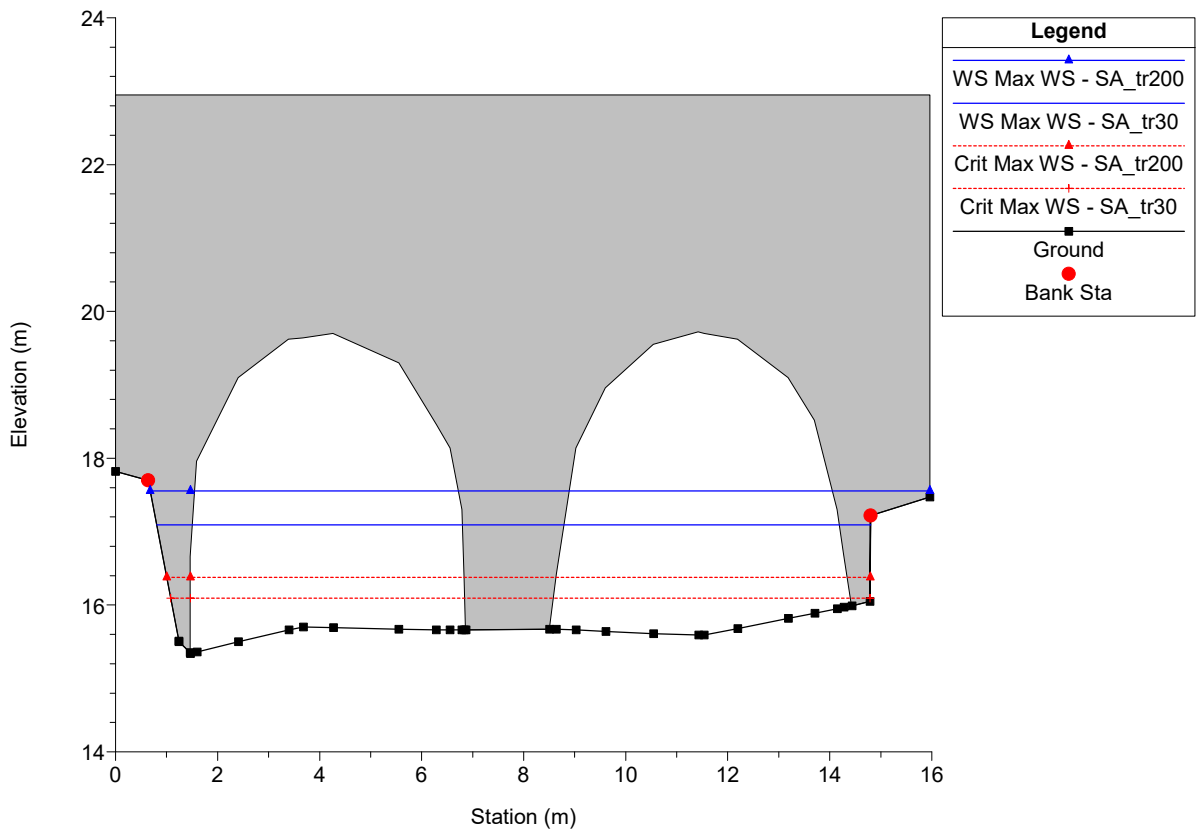
Massa Plan: 1) SA_tr30 2) SA_tr200
 River = Canalmagro Reach = Canalmagro RS = 102



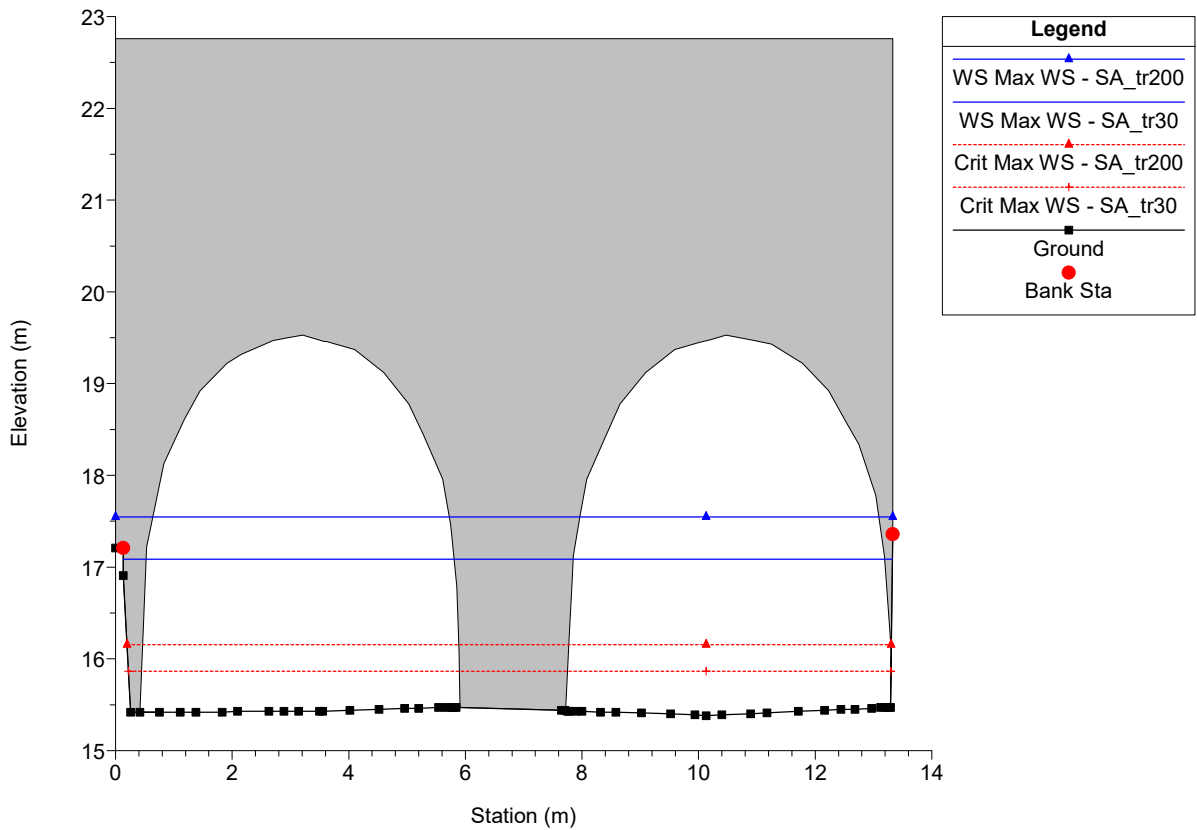
Massa Plan: 1) SA_tr30 2) SA_tr200
 River = Canalmagro Reach = Canalmagro RS = 100



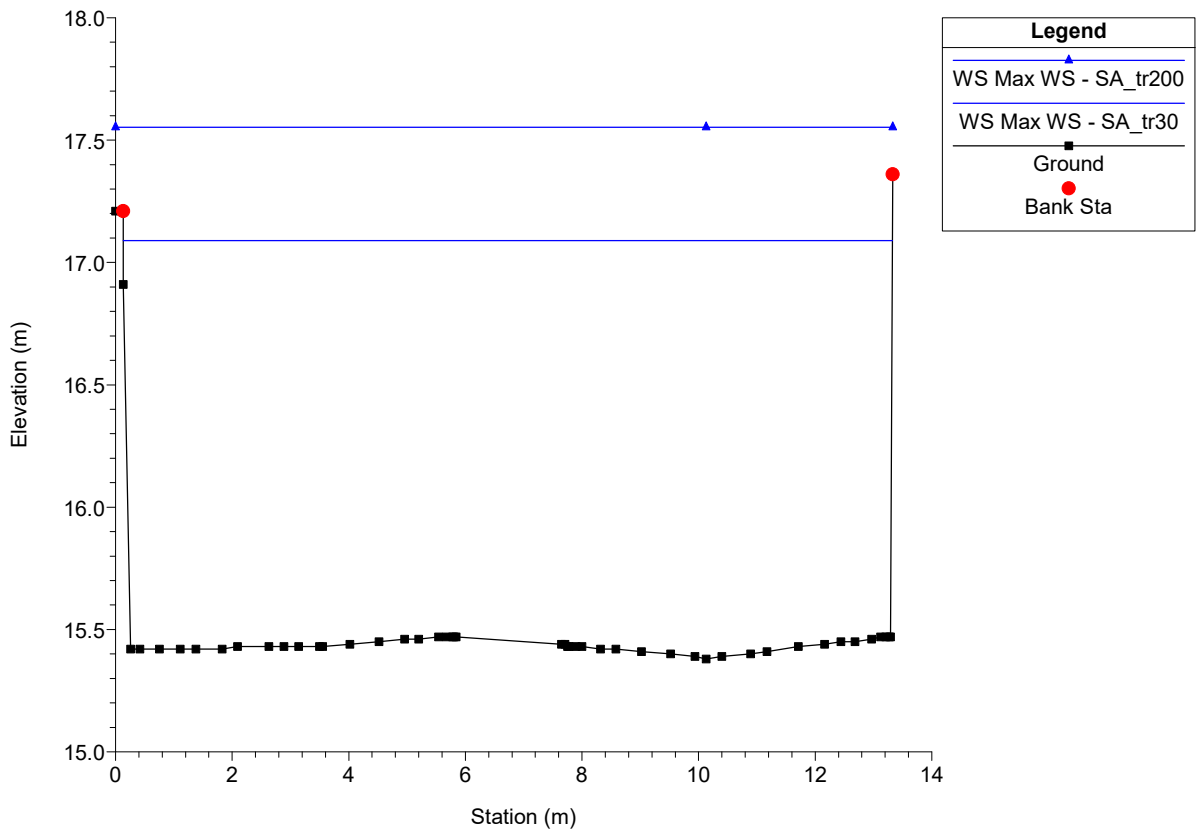
Massa Plan: 1) SA_tr30 2) SA_tr200
 River = Canalmagro Reach = Canalmagro RS = 95 BR



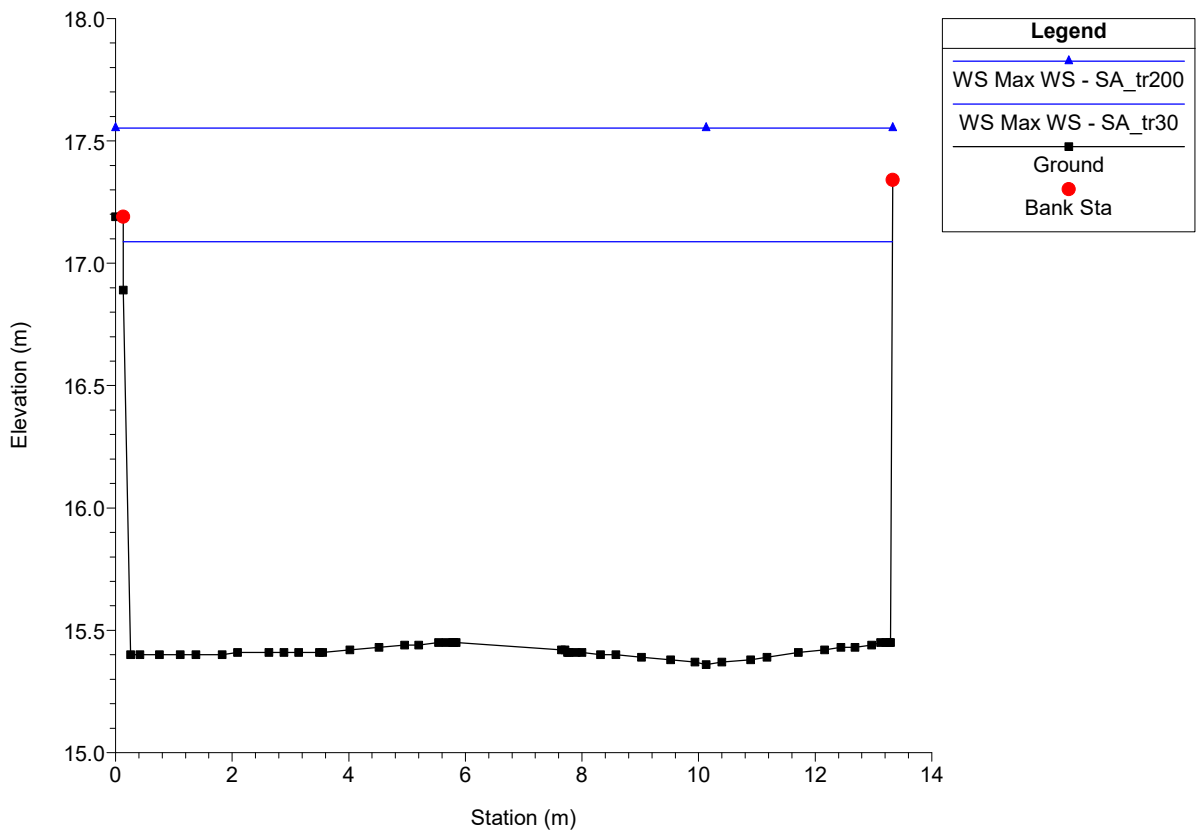
Massa Plan: 1) SA_tr30 2) SA_tr200
 River = Canalmagro Reach = Canalmagro RS = 95 BR



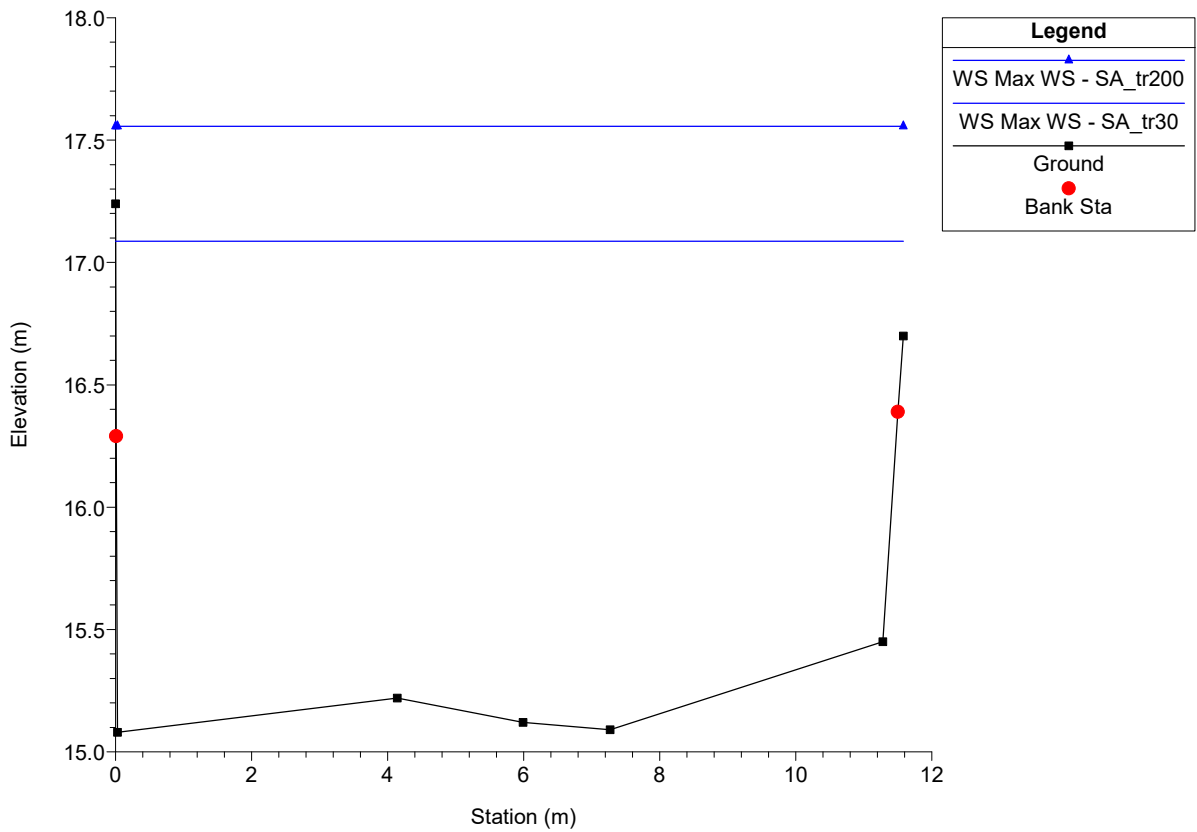
Massa Plan: 1) SA_tr30 2) SA_tr200
River = Canalmagro Reach = Canalmagro RS = 90



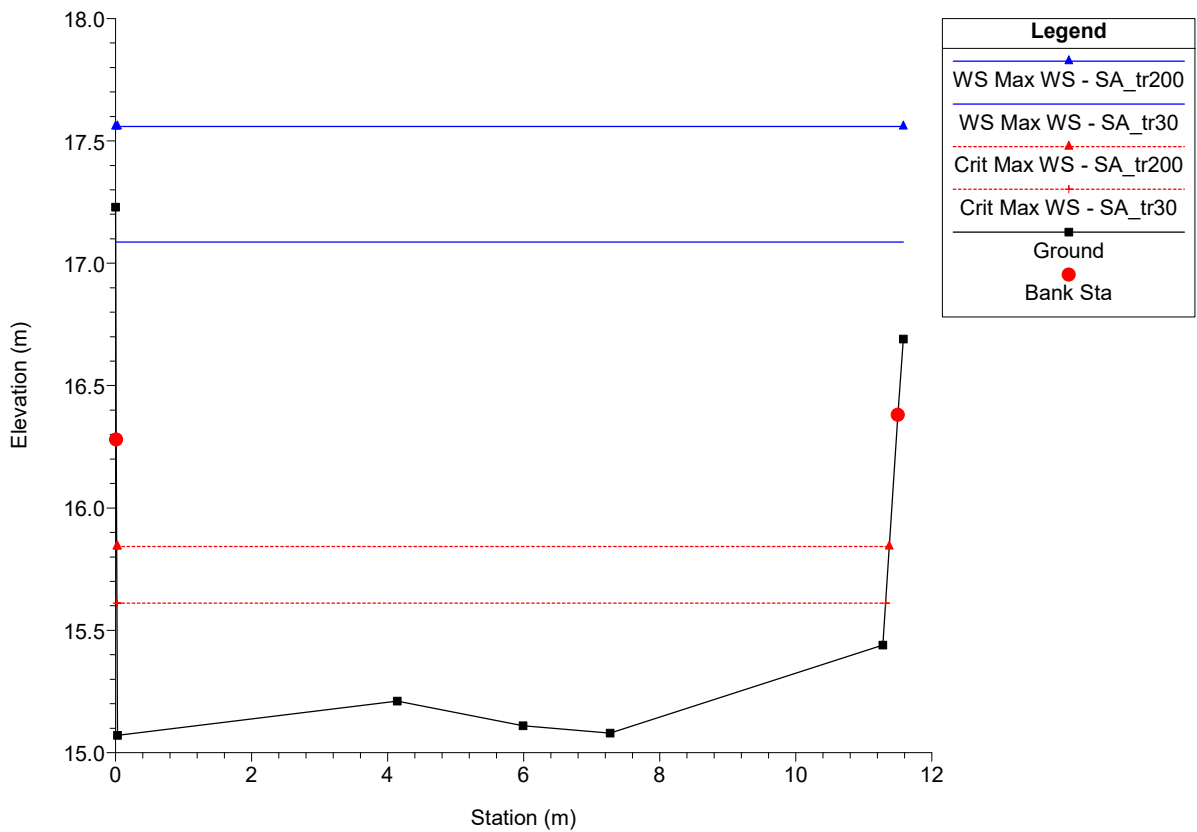
Massa Plan: 1) SA_tr30 2) SA_tr200
River = Canalmagro Reach = Canalmagro RS = 88



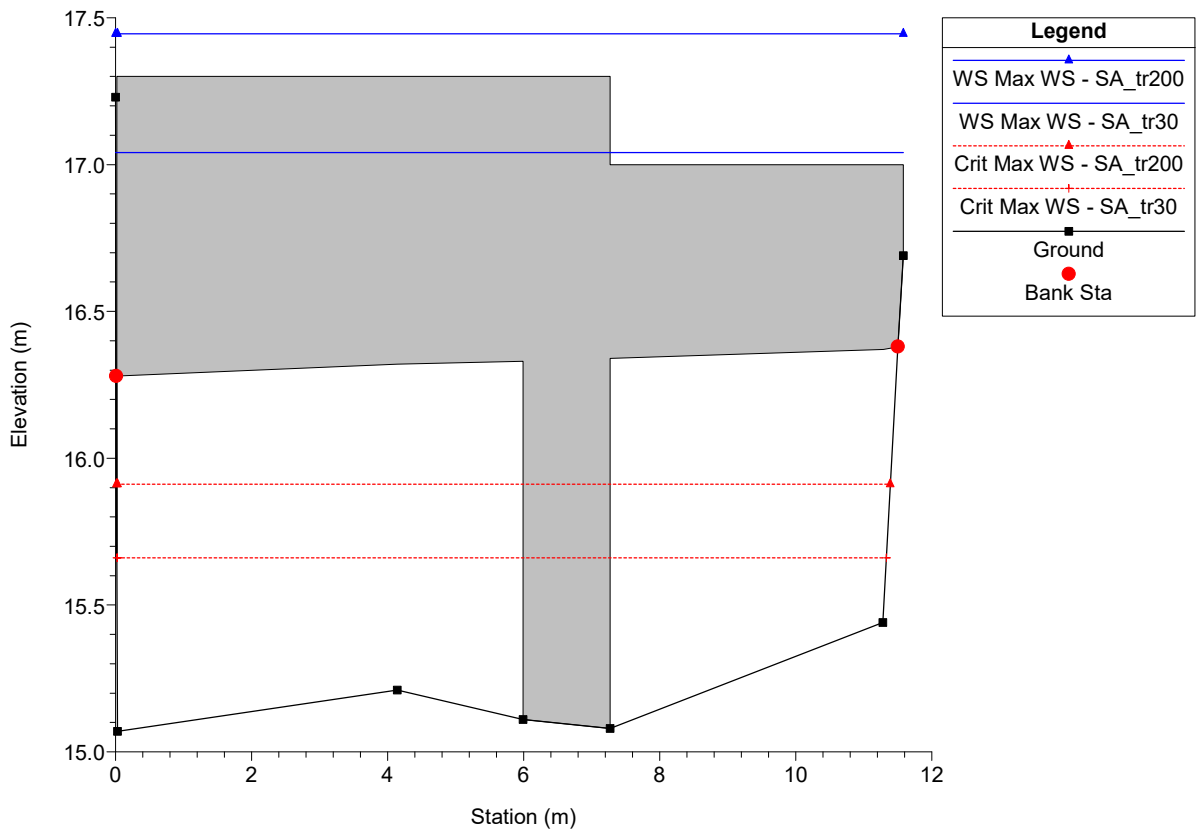
Massa Plan: 1) SA_tr30 2) SA_tr200
 River = Canalmagro Reach = Canalmagro RS = 80



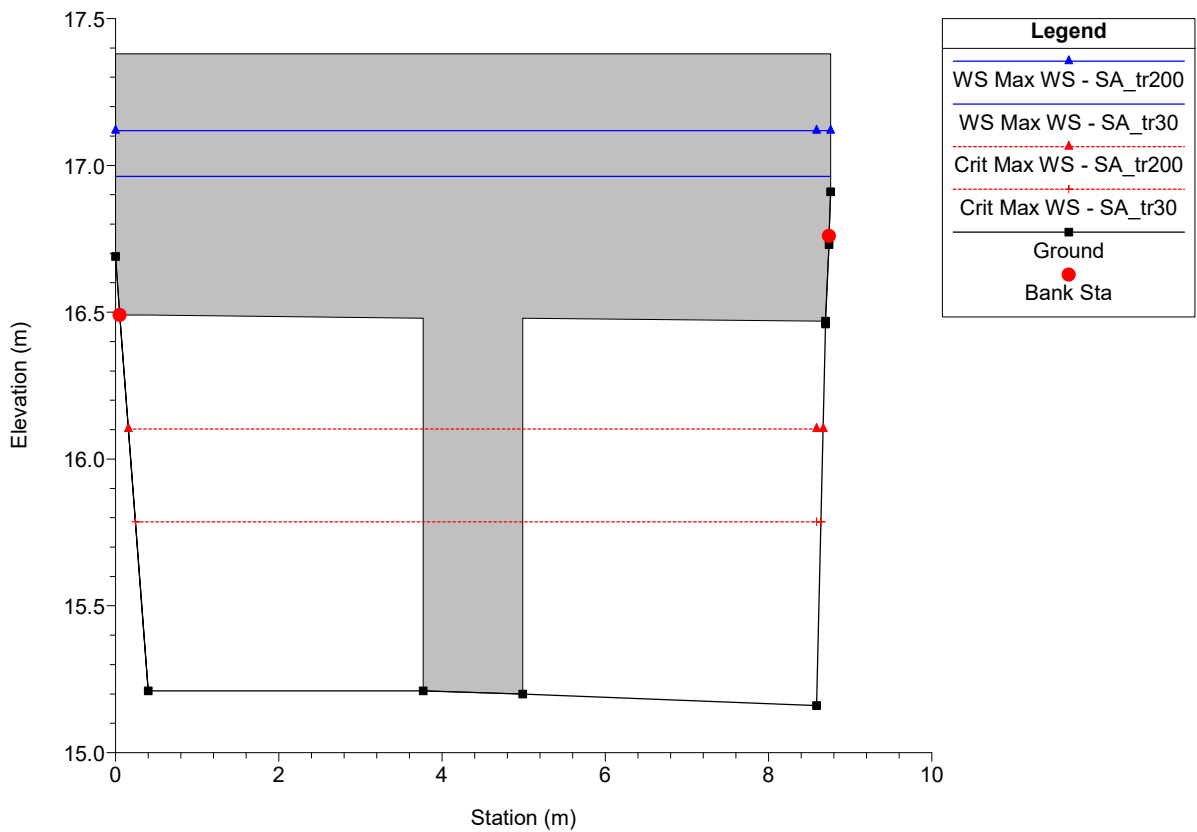
Massa Plan: 1) SA_tr30 2) SA_tr200
 River = Canalmagro Reach = Canalmagro RS = 78



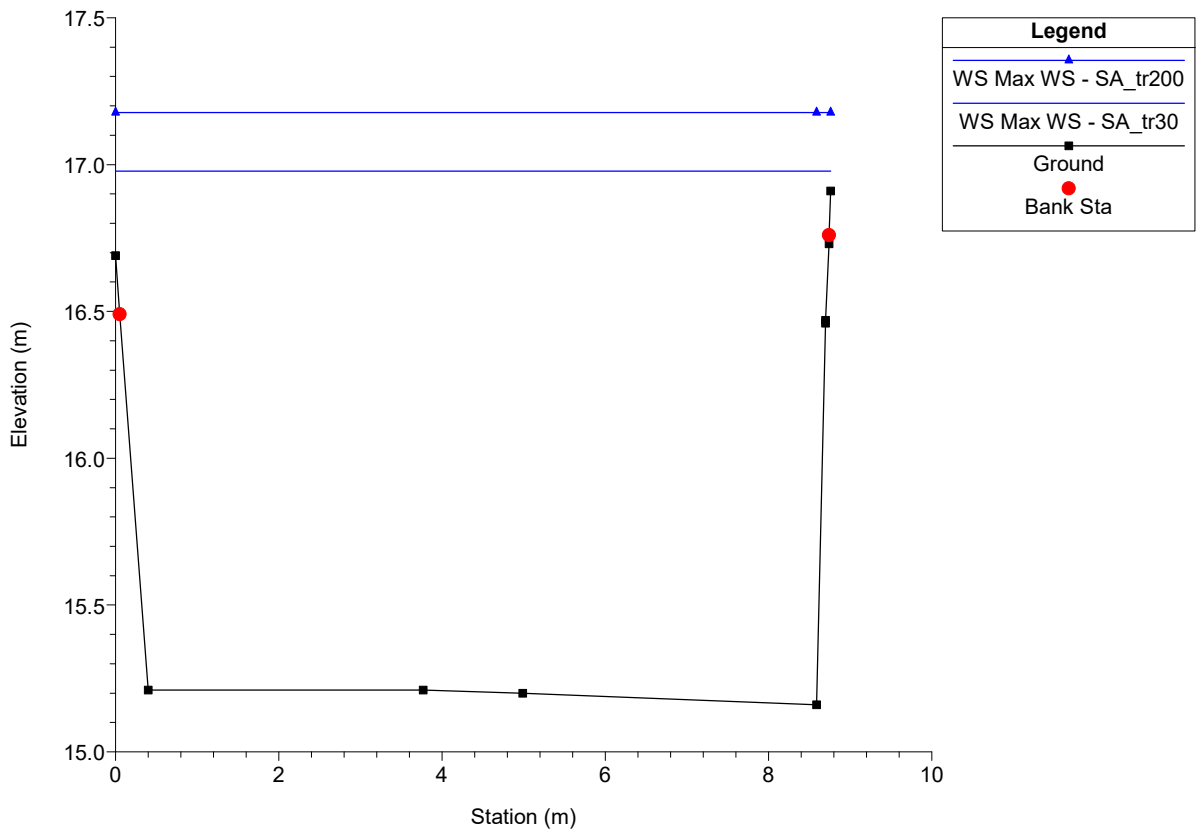
Massa Plan: 1) SA_tr30 2) SA_tr200
 River = Canalmagro Reach = Canalmagro RS = 75 BR



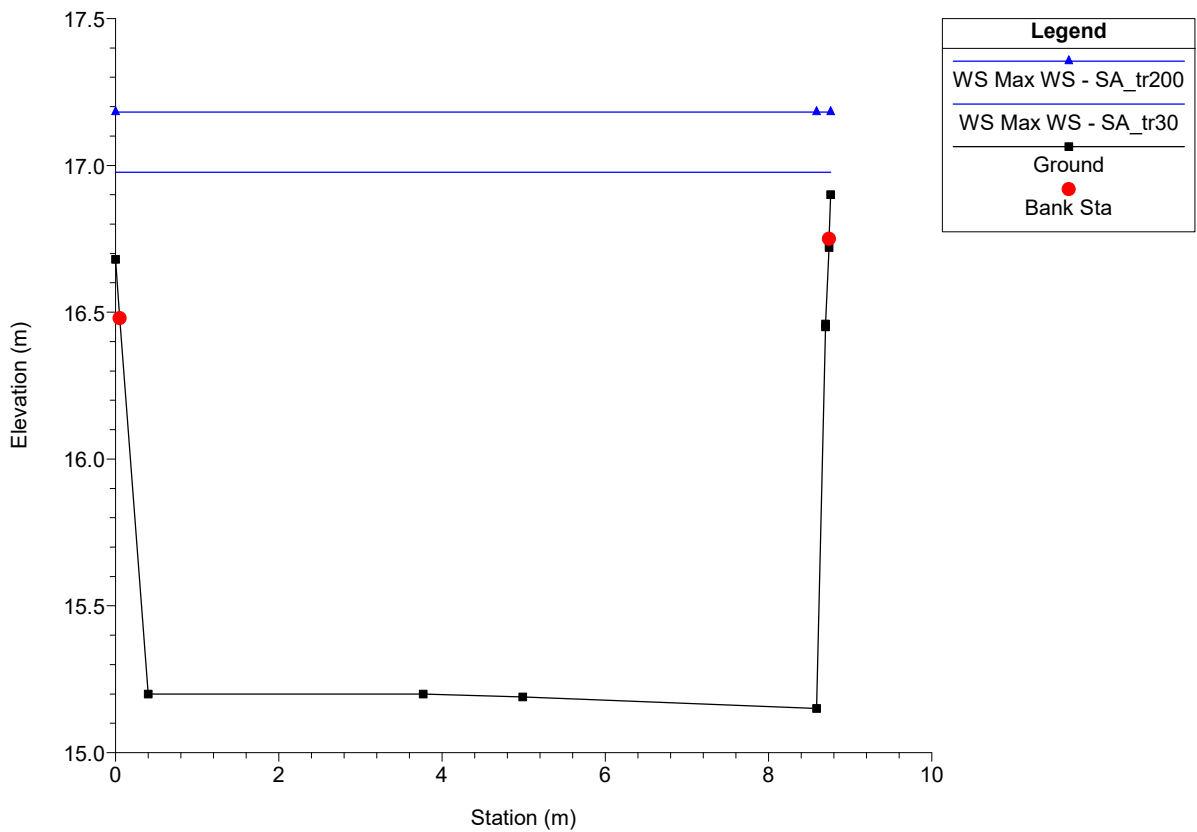
Massa Plan: 1) SA_tr30 2) SA_tr200
 River = Canalmagro Reach = Canalmagro RS = 75 BR



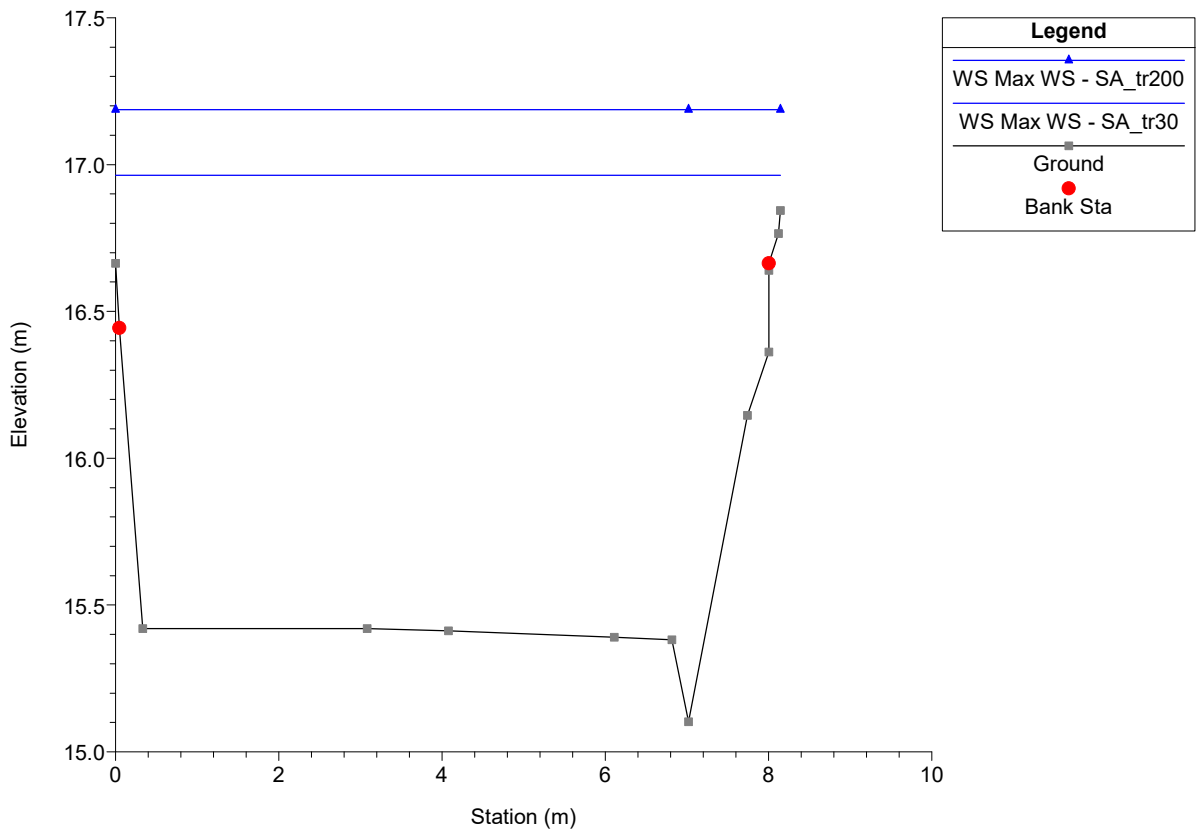
Massa Plan: 1) SA_tr30 2) SA_tr200
River = Canalmagro Reach = Canalmagro RS = 72



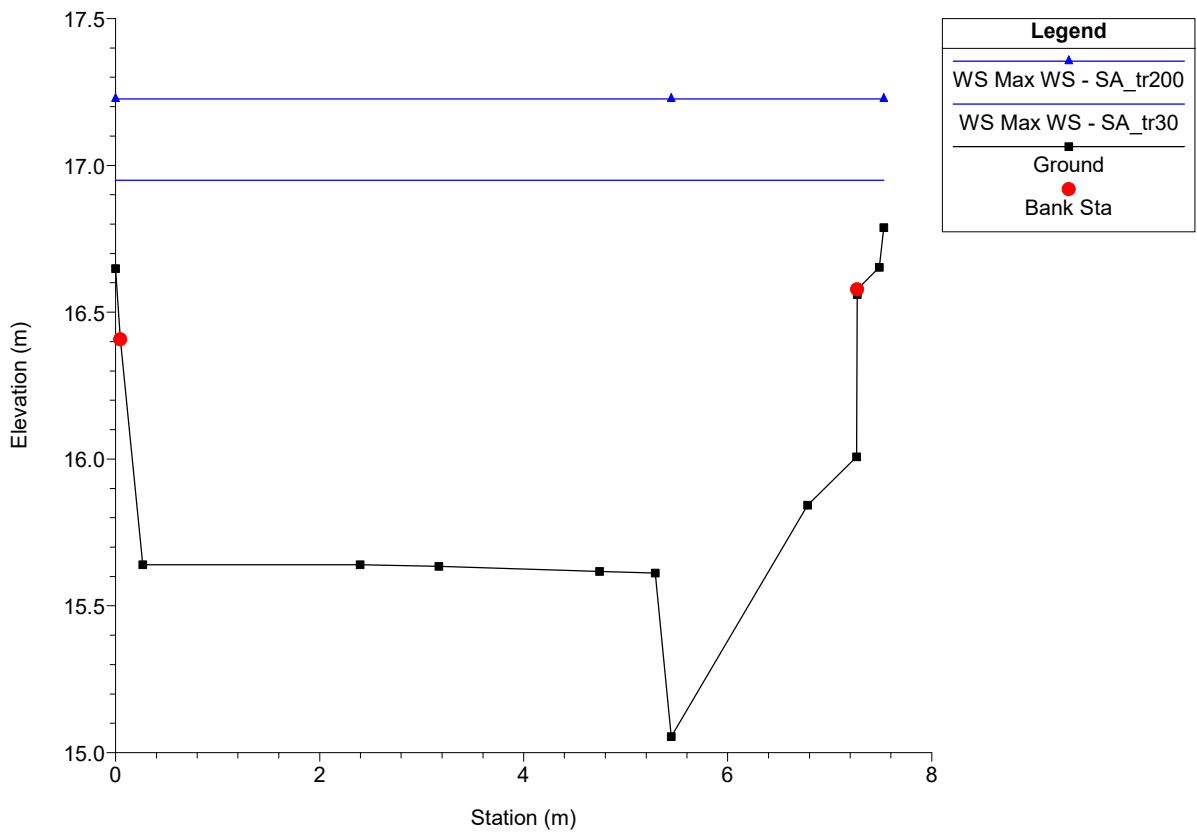
Massa Plan: 1) SA_tr30 2) SA_tr200
River = Canalmagro Reach = Canalmagro RS = 70



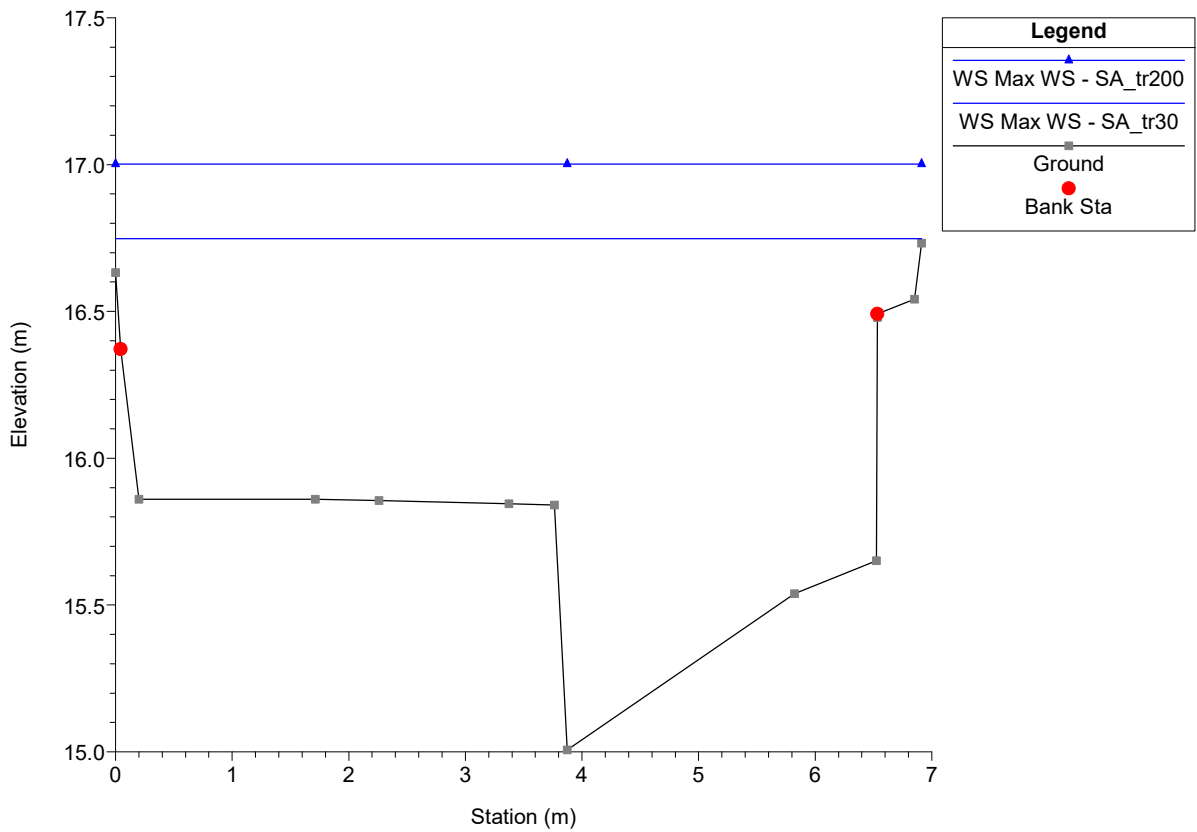
Massa Plan: 1) SA_tr30 2) SA_tr200
 River = Canalmagro Reach = Canalmagro RS = 68.200*



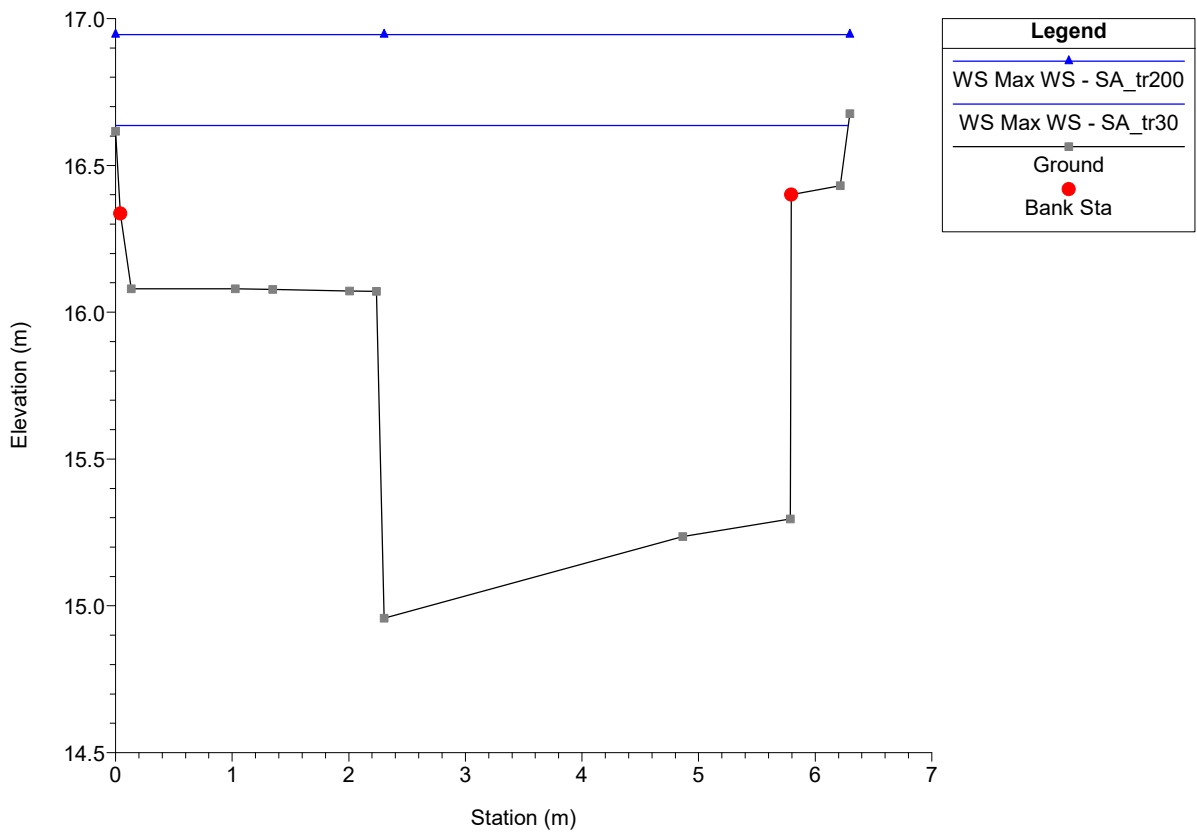
Massa Plan: 1) SA_tr30 2) SA_tr200
 River = Canalmagro Reach = Canalmagro RS = 66.4



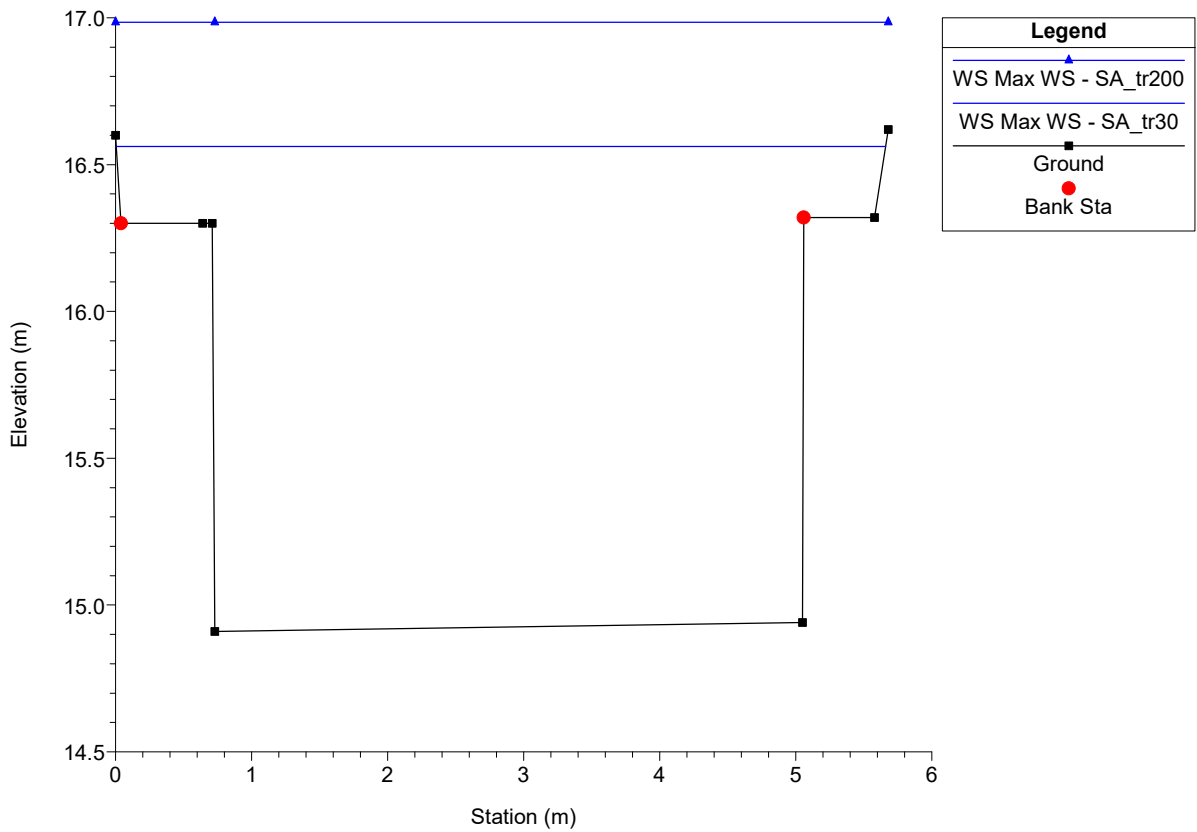
Massa Plan: 1) SA_tr30 2) SA_tr200
River = Canalmagro Reach = Canalmagro RS = 64.600*



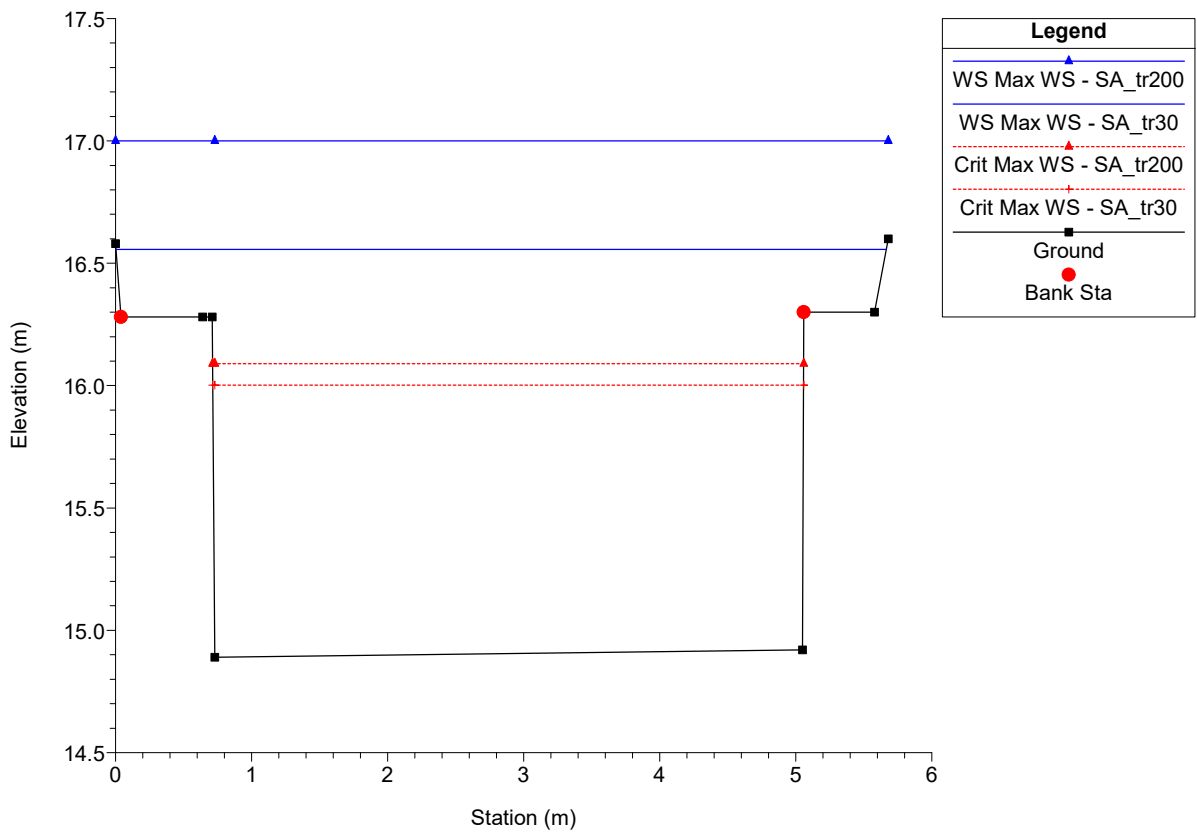
Massa Plan: 1) SA_tr30 2) SA_tr200
River = Canalmagro Reach = Canalmagro RS = 62.800*



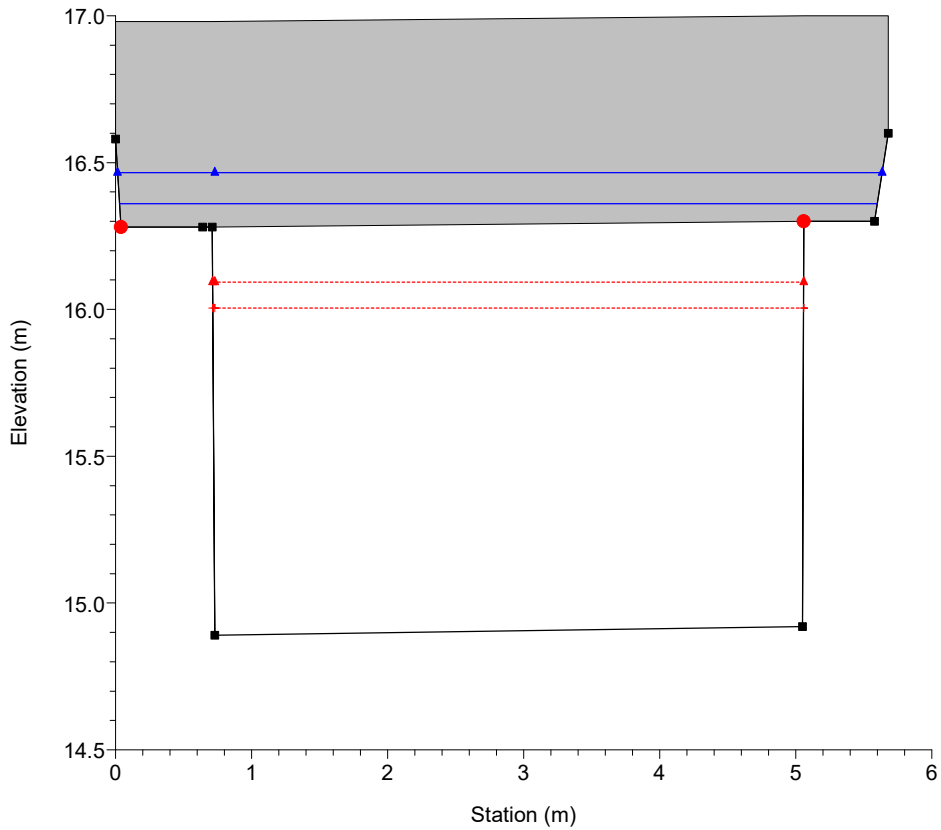
Massa Plan: 1) SA_tr30 2) SA_tr200
 River = Canalmagro Reach = Canalmagro RS = 61



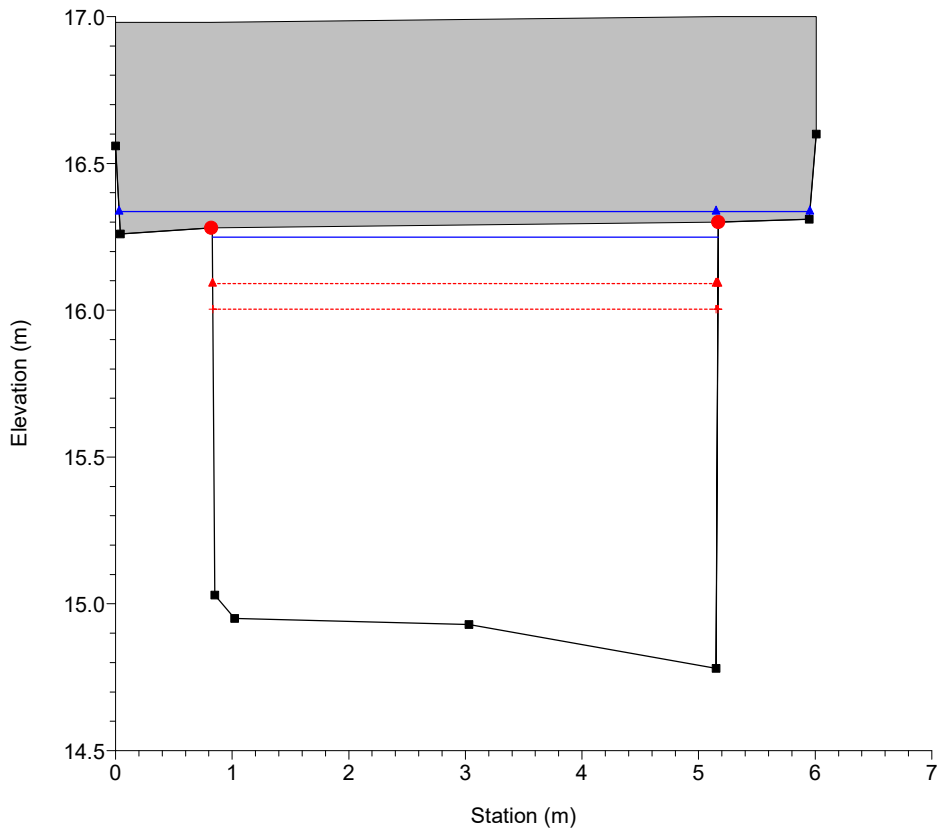
Massa Plan: 1) SA_tr30 2) SA_tr200
 River = Canalmagro Reach = Canalmagro RS = 60



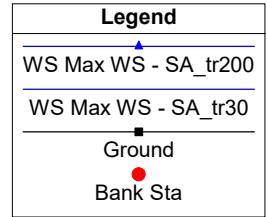
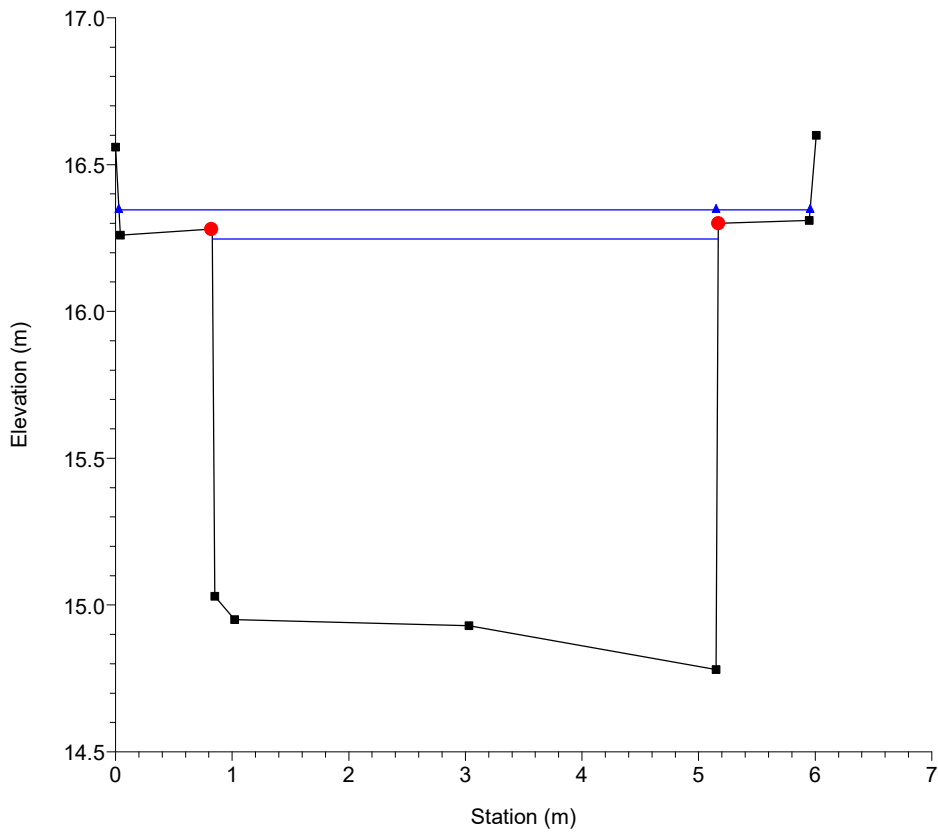
Massa Plan: 1) SA_tr30 2) SA_tr200
 River = Canalmagro Reach = Canalmagro RS = 55 BR



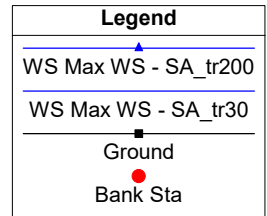
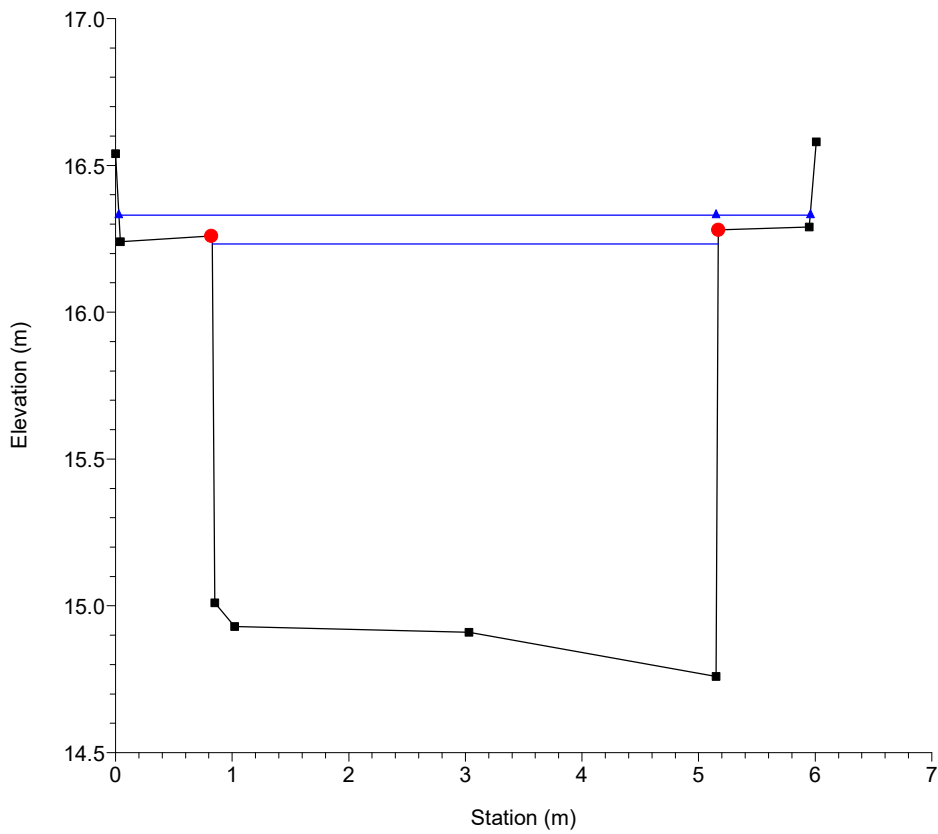
Massa Plan: 1) SA_tr30 2) SA_tr200
 River = Canalmagro Reach = Canalmagro RS = 55 BR



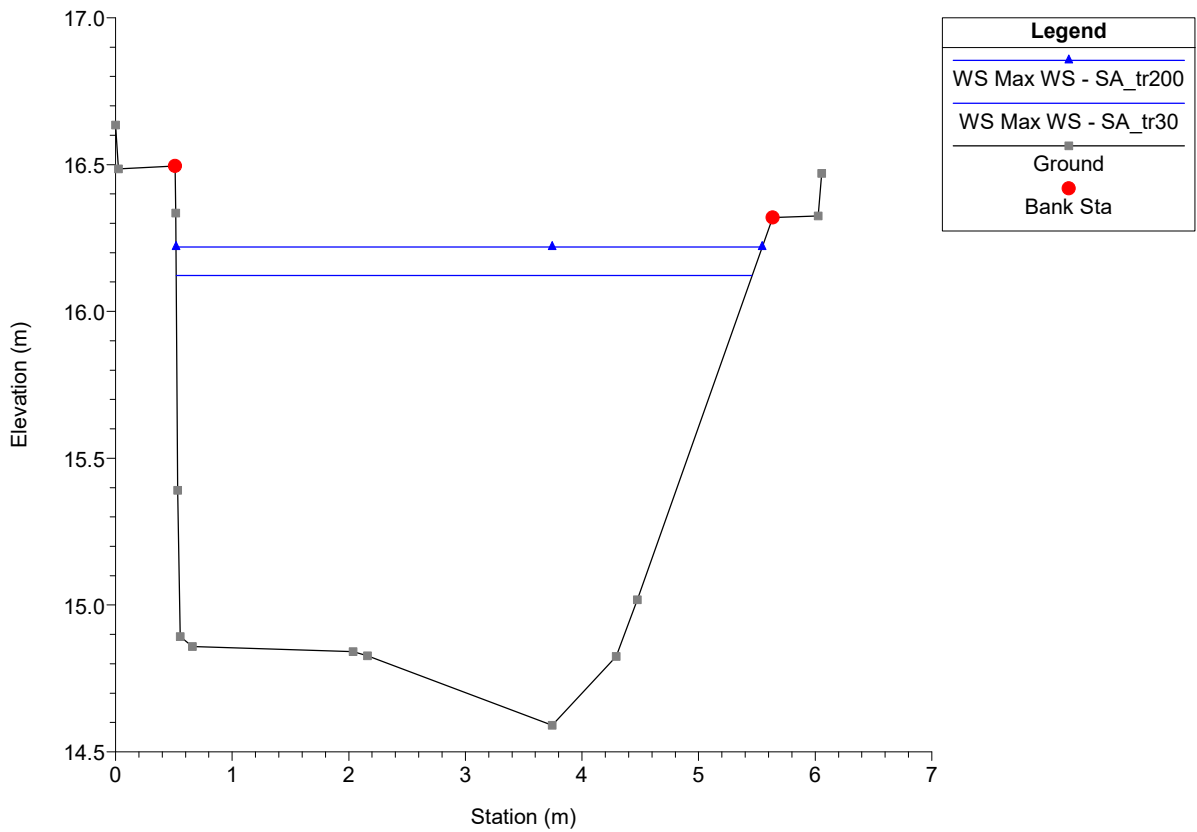
Massa Plan: 1) SA_tr30 2) SA_tr200
River = Canalmagro Reach = Canalmagro RS = 50



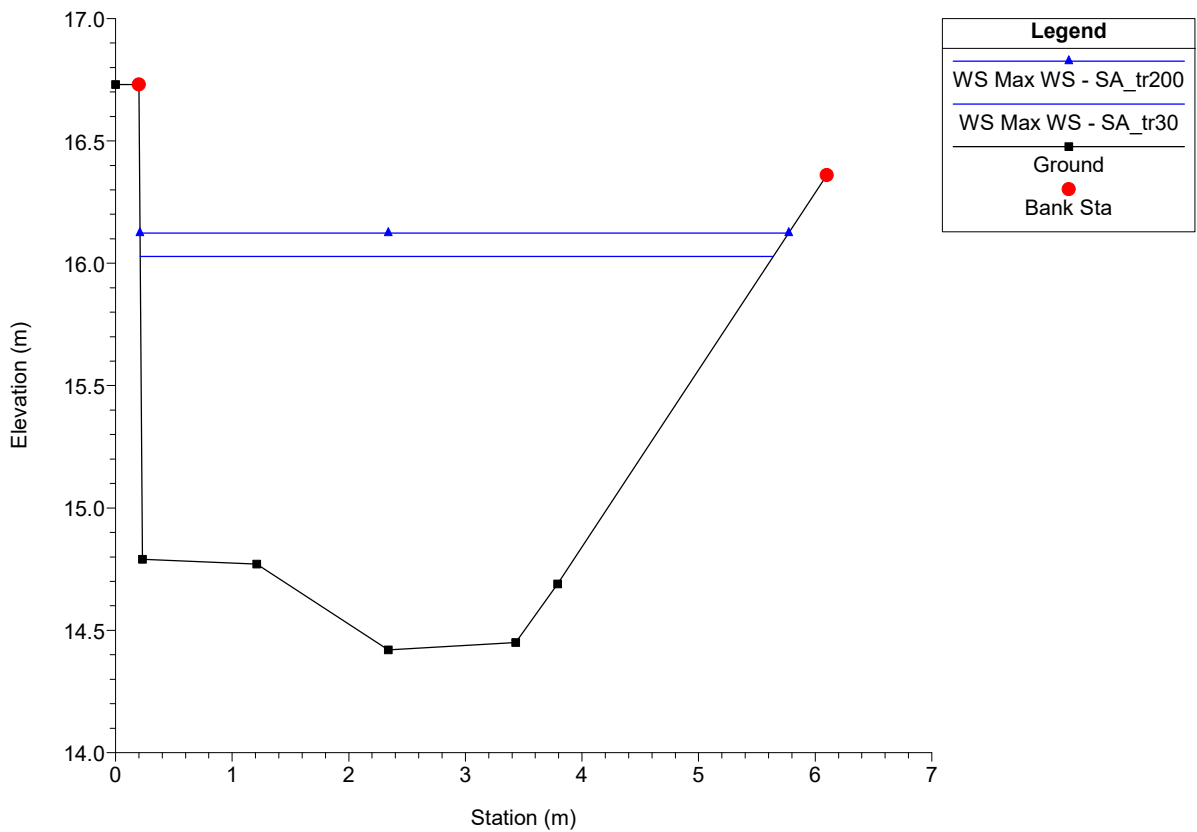
Massa Plan: 1) SA_tr30 2) SA_tr200
River = Canalmagro Reach = Canalmagro RS = 49



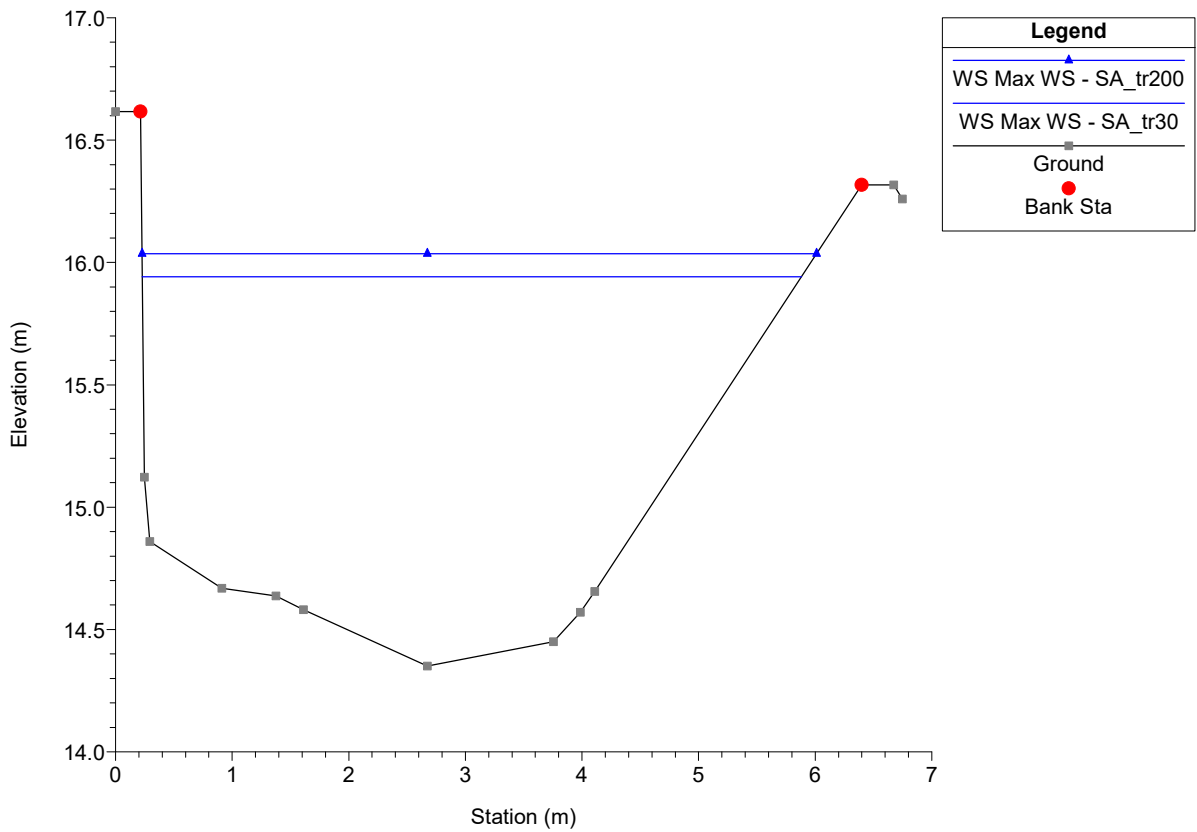
Massa Plan: 1) SA_tr30 2) SA_tr200
 River = Canalmagro Reach = Canalmagro RS = 44.500*



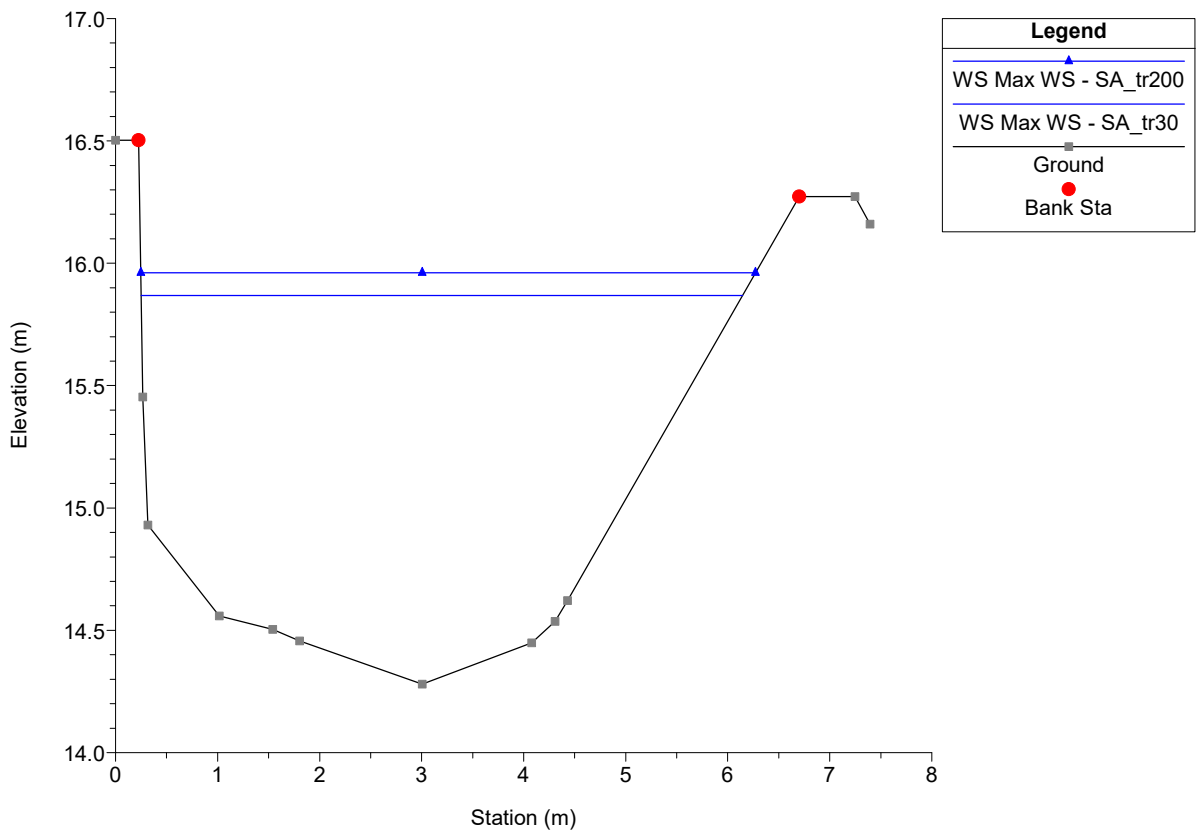
Massa Plan: 1) SA_tr30 2) SA_tr200
 River = Canalmagro Reach = Canalmagro RS = 40



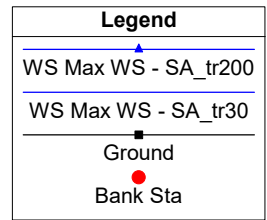
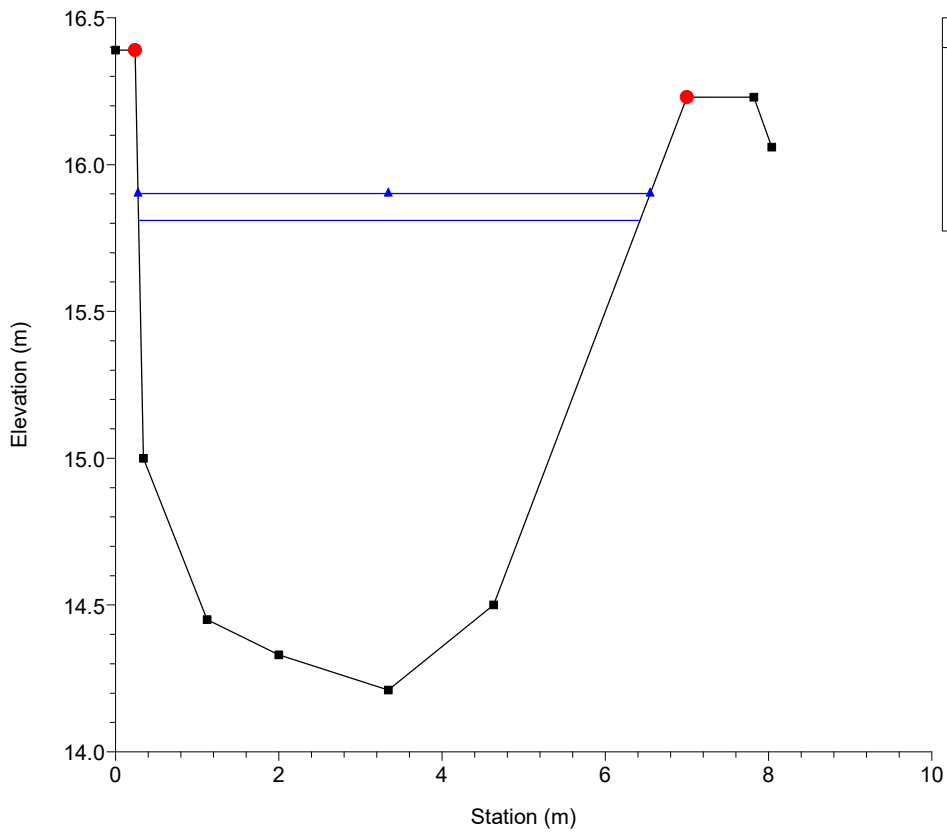
Massa Plan: 1) SA_tr30 2) SA_tr200
 River = Canalmagro Reach = Canalmagro RS = 36.667*



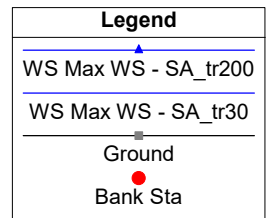
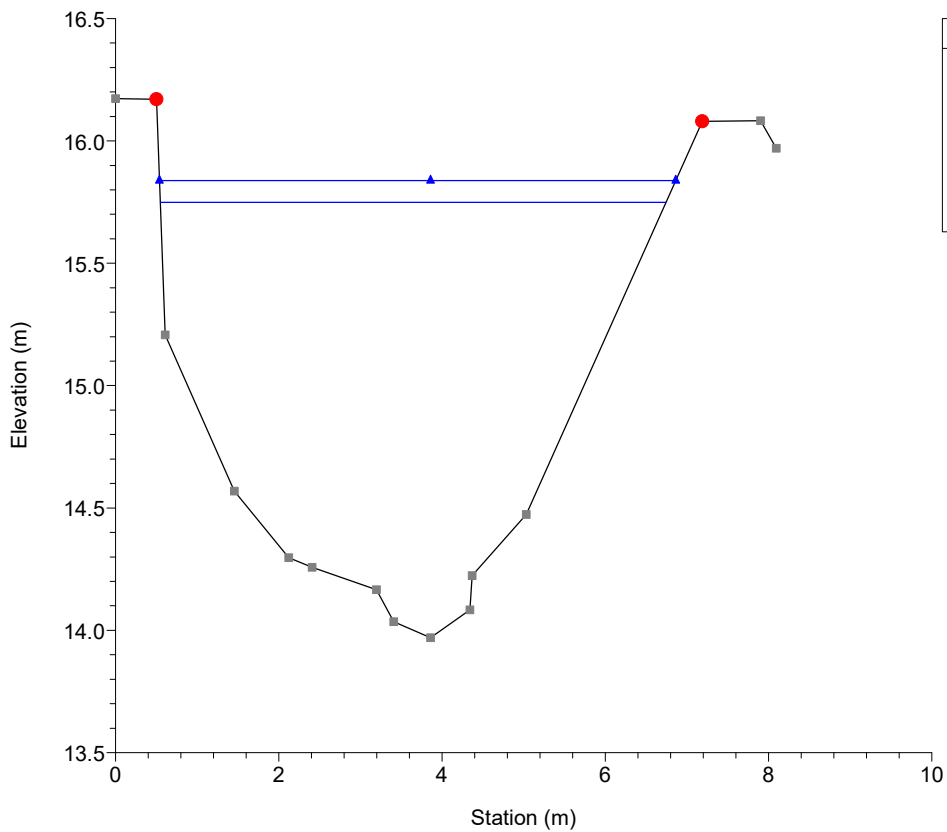
Massa Plan: 1) SA_tr30 2) SA_tr200
 River = Canalmagro Reach = Canalmagro RS = 33.333*



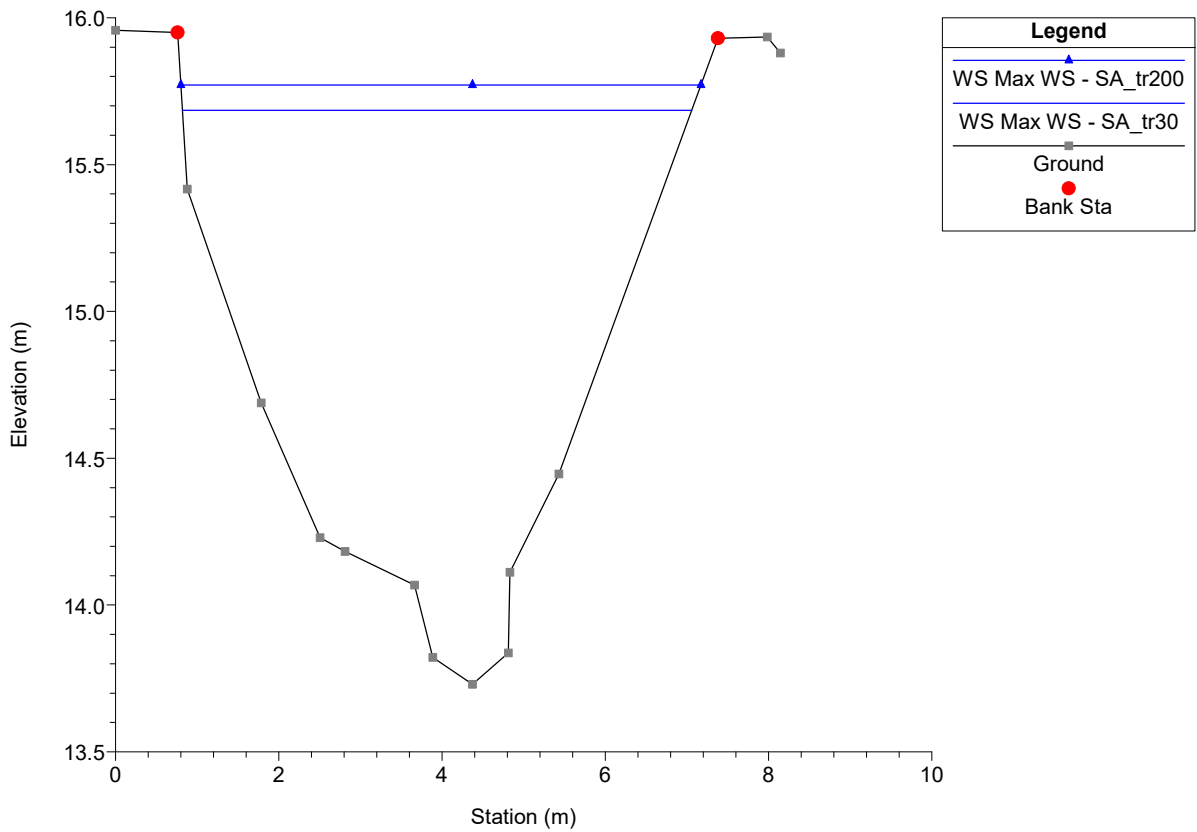
Massa Plan: 1) SA_tr30 2) SA_tr200
 River = Canalmagro Reach = Canalmagro RS = 30



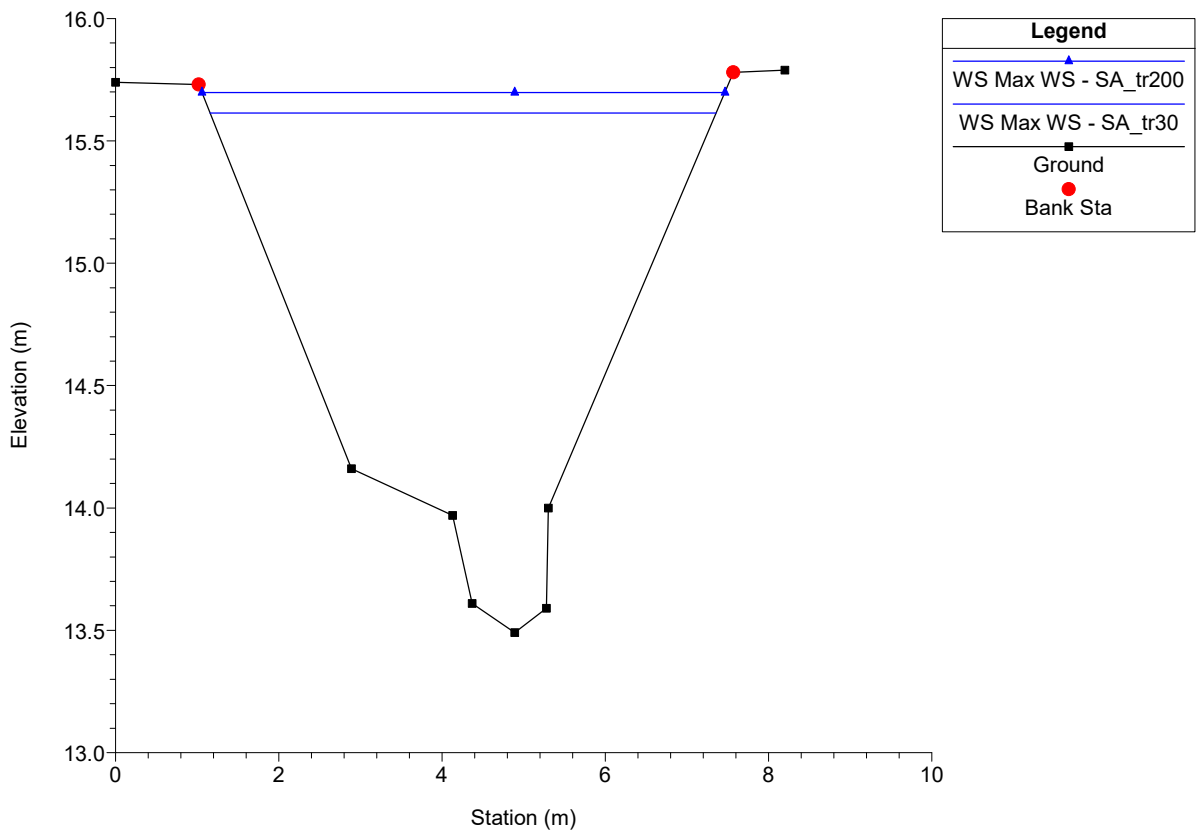
Massa Plan: 1) SA_tr30 2) SA_tr200
 River = Canalmagro Reach = Canalmagro RS = 26.667*



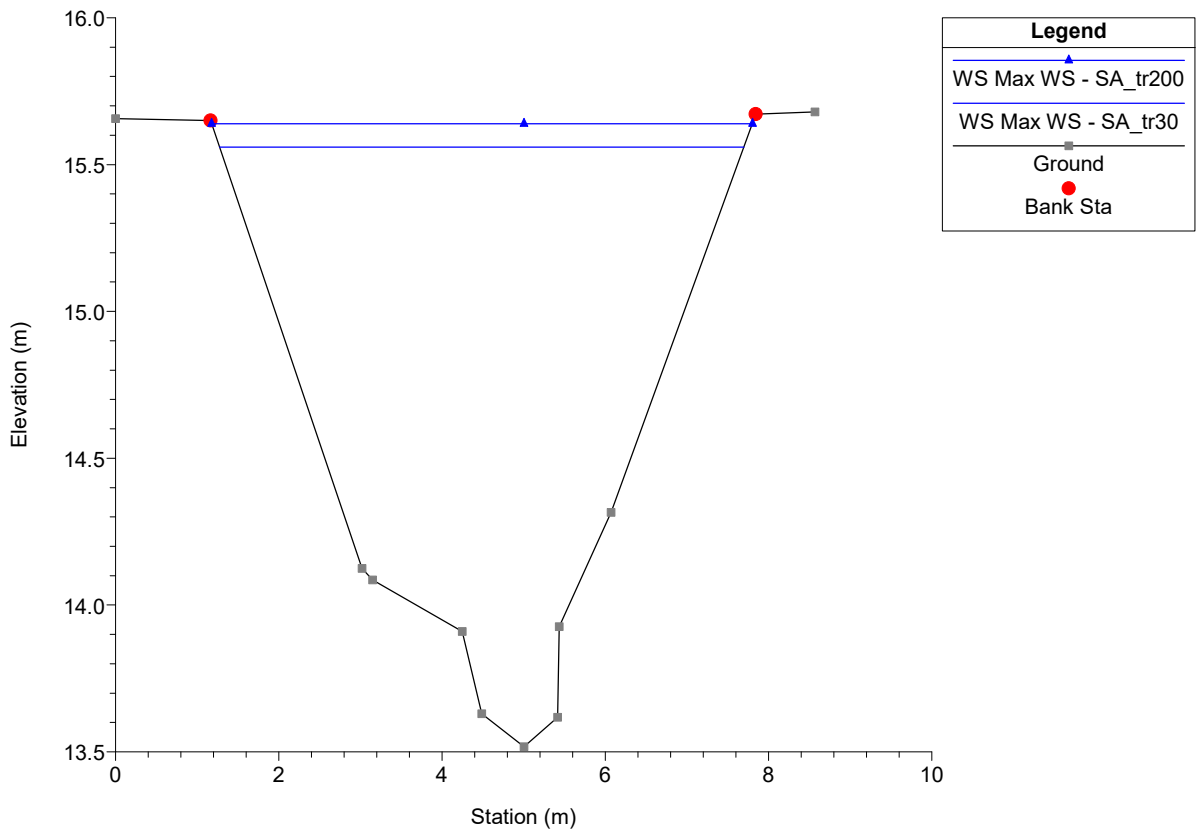
Massa Plan: 1) SA_tr30 2) SA_tr200
River = Canalmagro Reach = Canalmagro RS = 23.333*



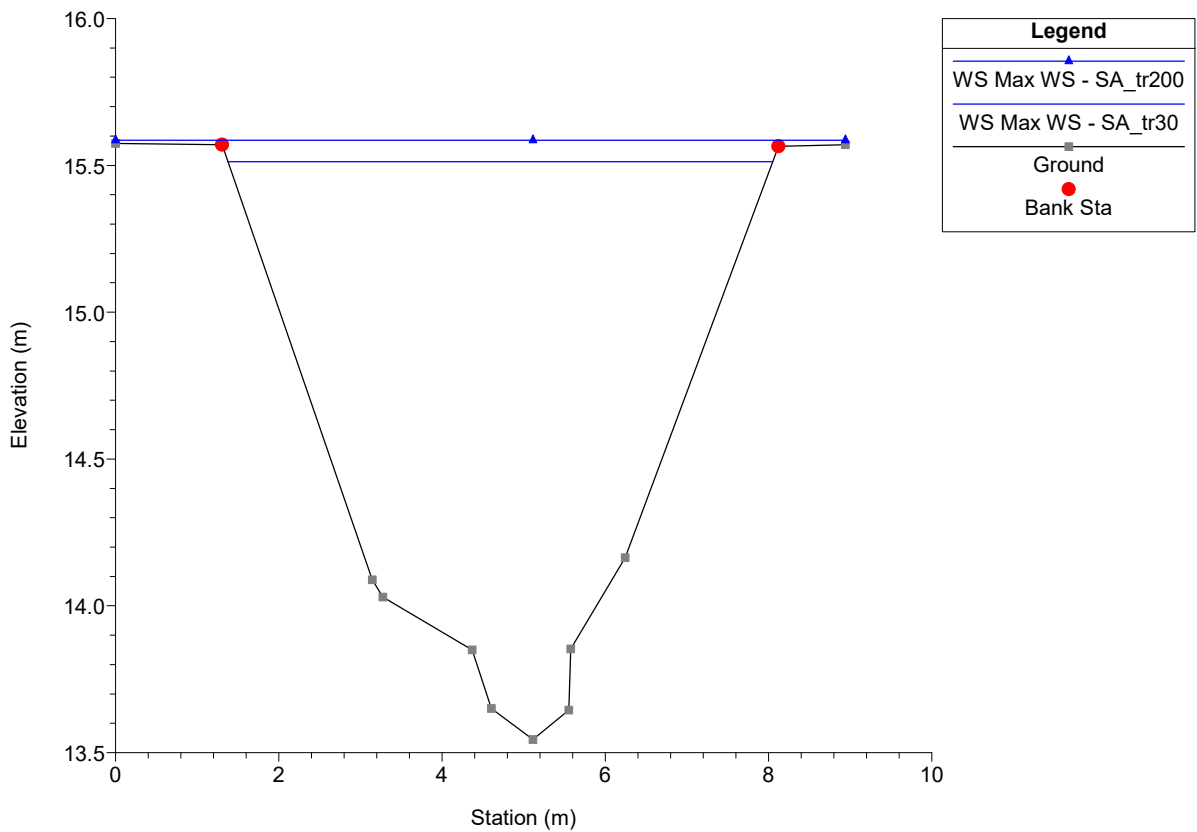
Massa Plan: 1) SA_tr30 2) SA_tr200
River = Canalmagro Reach = Canalmagro RS = 20



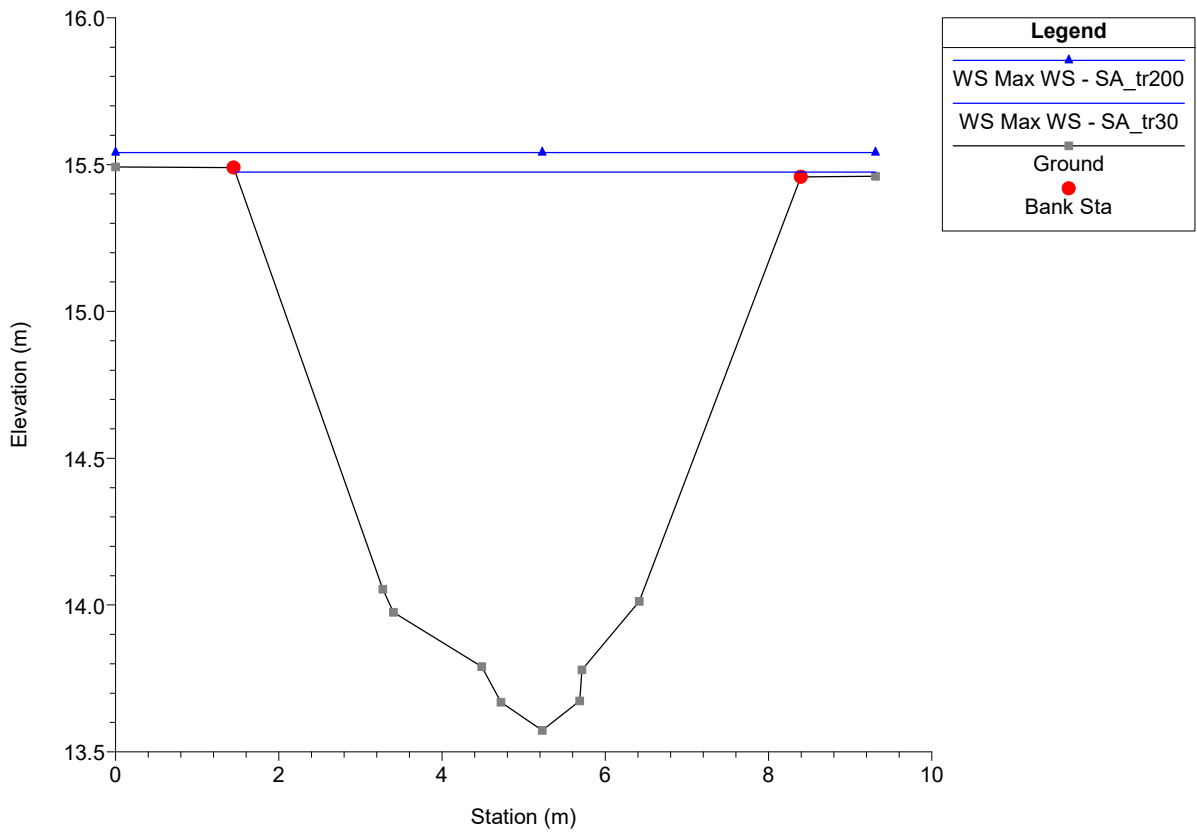
Massa Plan: 1) SA_tr30 2) SA_tr200
River = Canalmagro Reach = Canalmagro RS = 17.500*



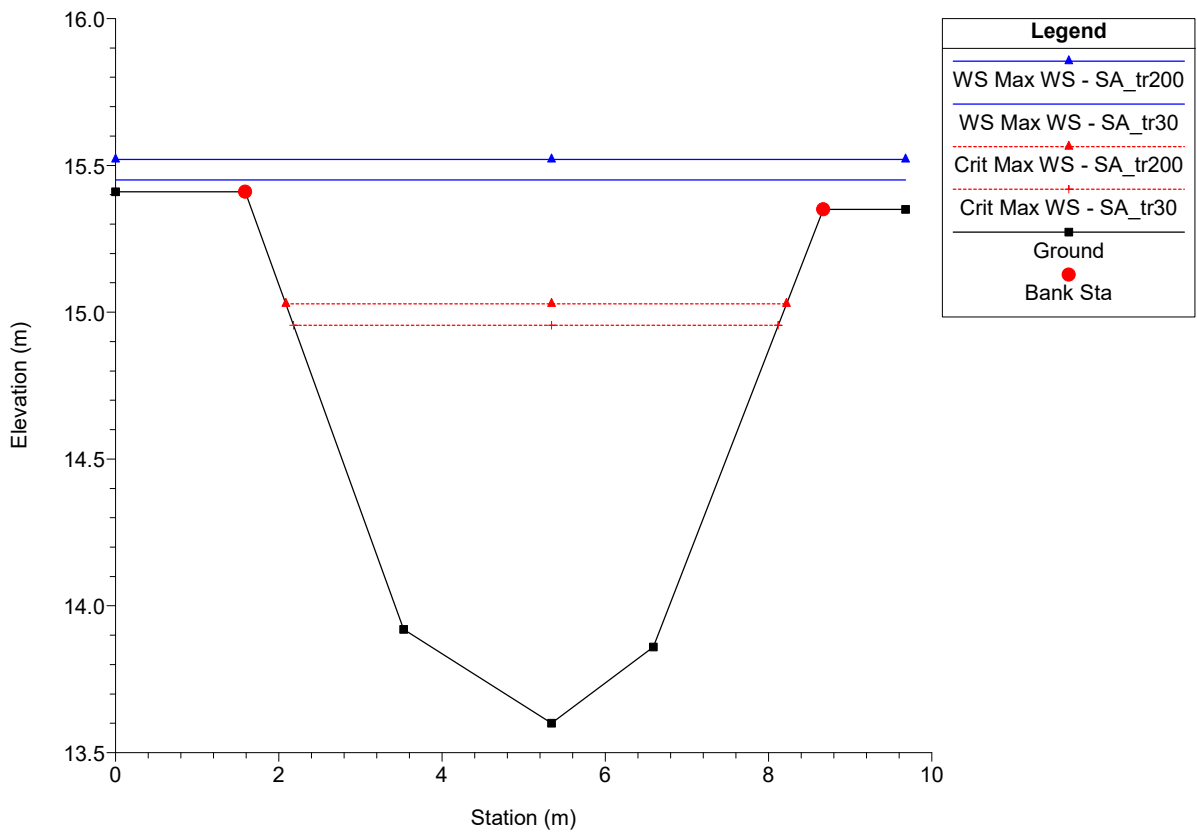
Massa Plan: 1) SA_tr30 2) SA_tr200
River = Canalmagro Reach = Canalmagro RS = 15.000*



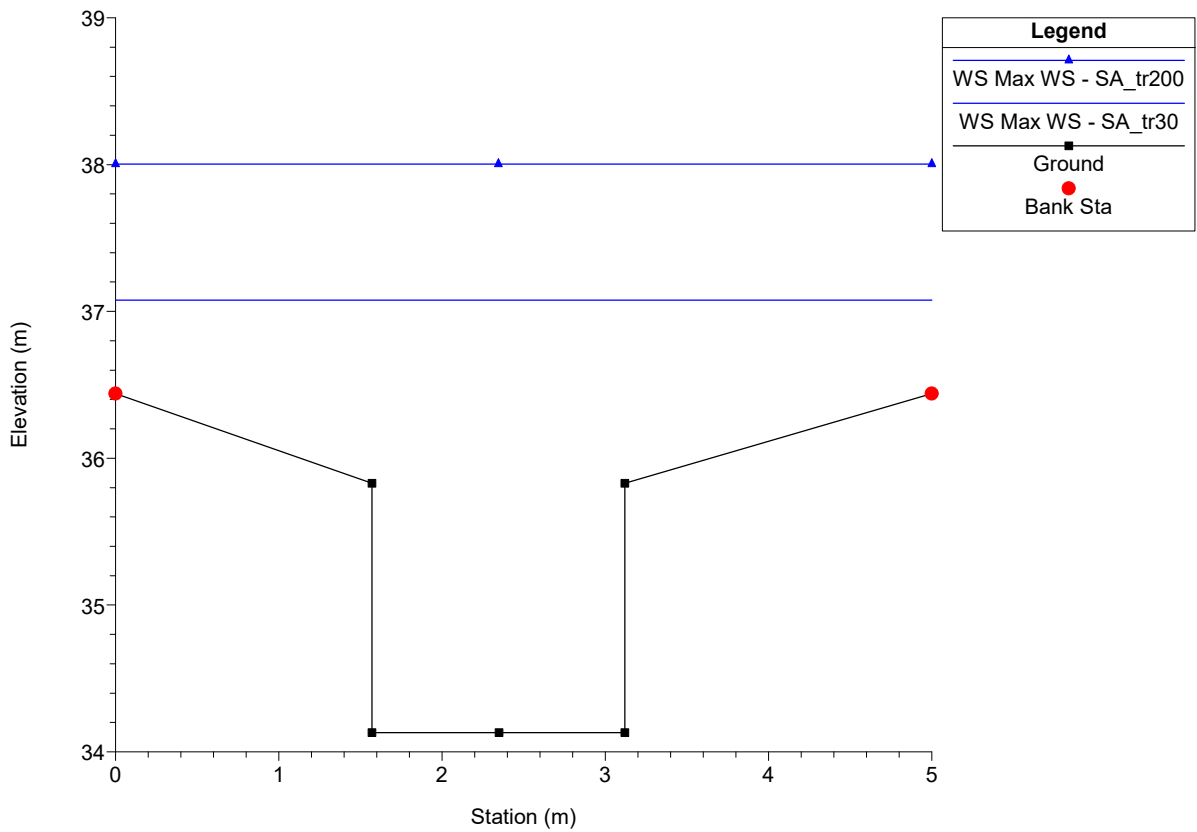
Massa Plan: 1) SA_tr30 2) SA_tr200
 River = Canalmagro Reach = Canalmagro RS = 12.500*



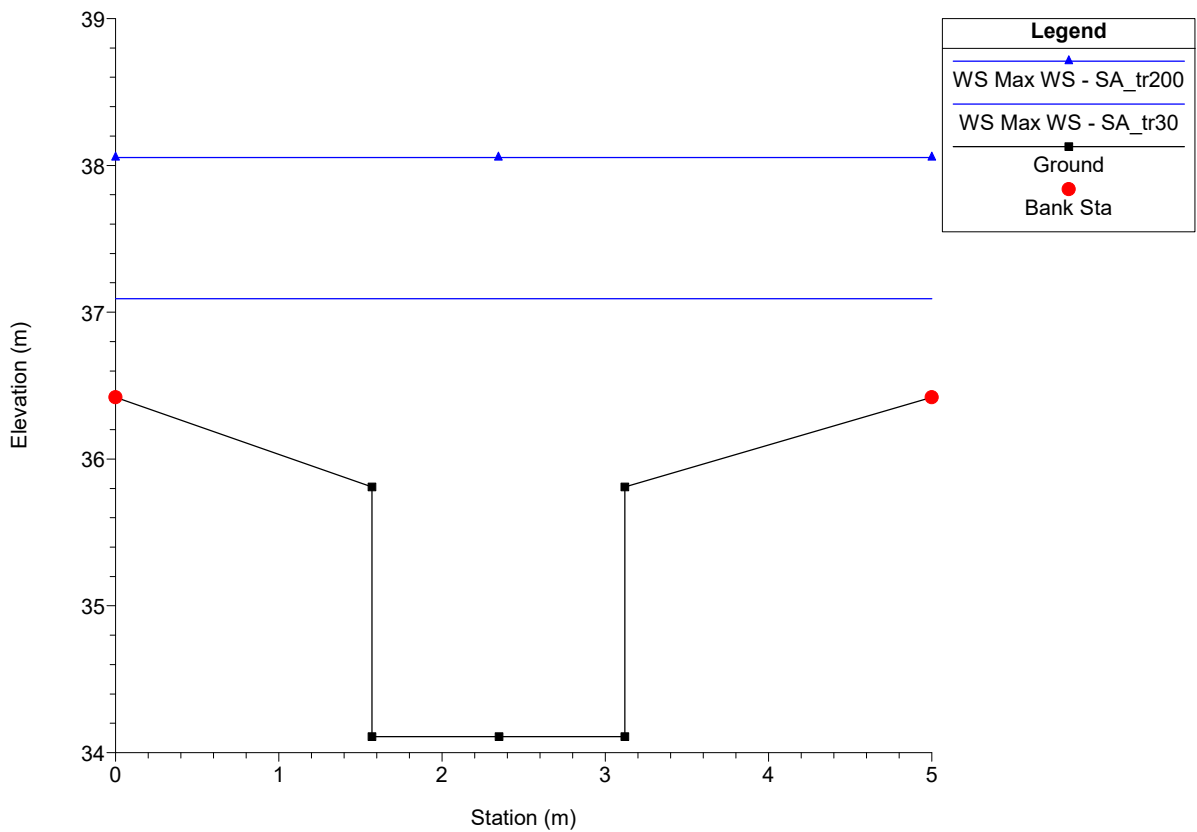
Massa Plan: 1) SA_tr30 2) SA_tr200
 River = Canalmagro Reach = Canalmagro RS = 10



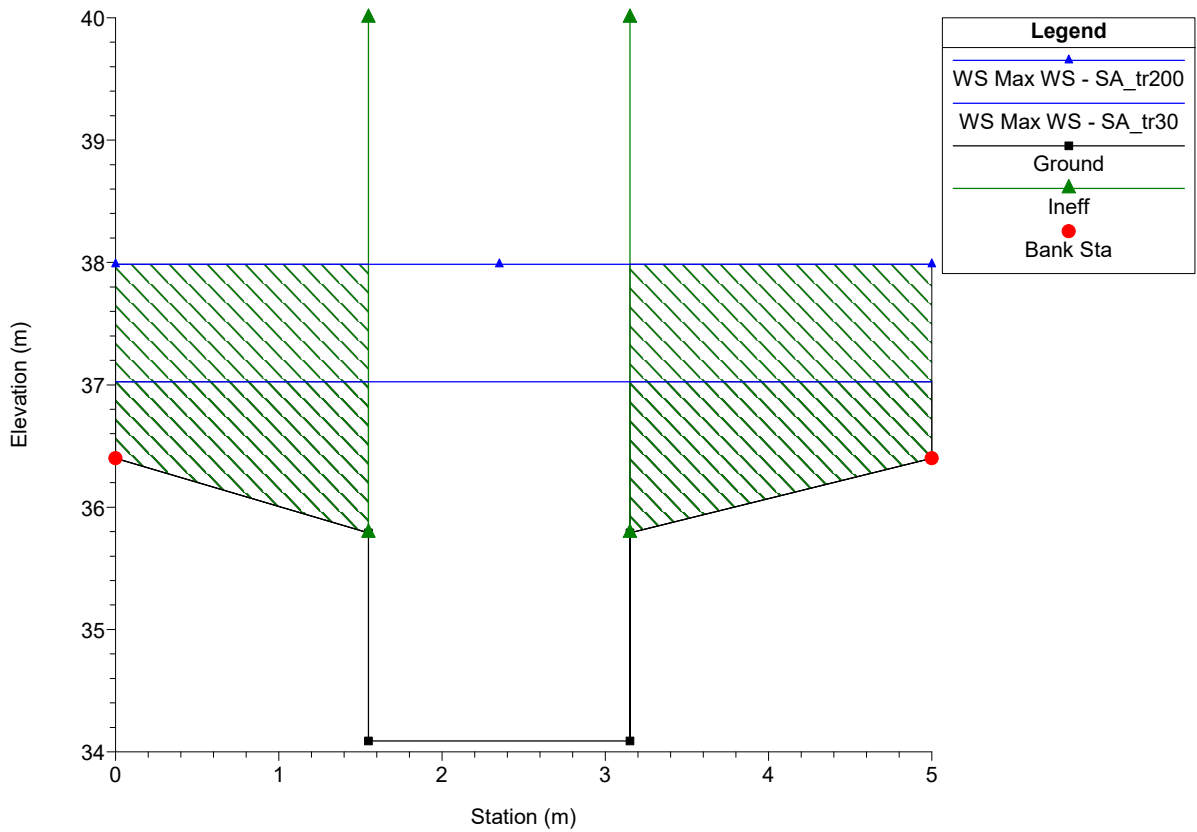
Massa Plan: 1) SA_tr30 2) SA_tr200
River = Magliano Reach = grondini RS = 302



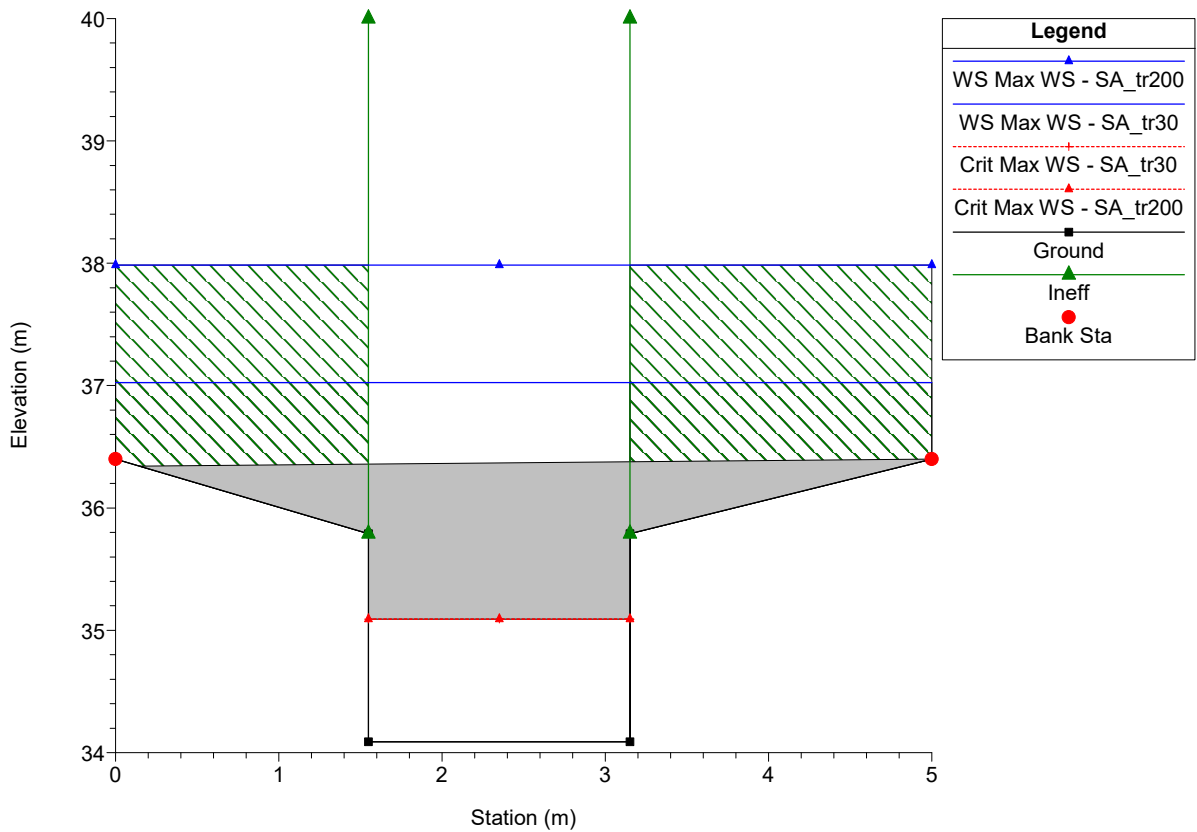
Massa Plan: 1) SA_tr30 2) SA_tr200
River = Magliano Reach = grondini RS = 301



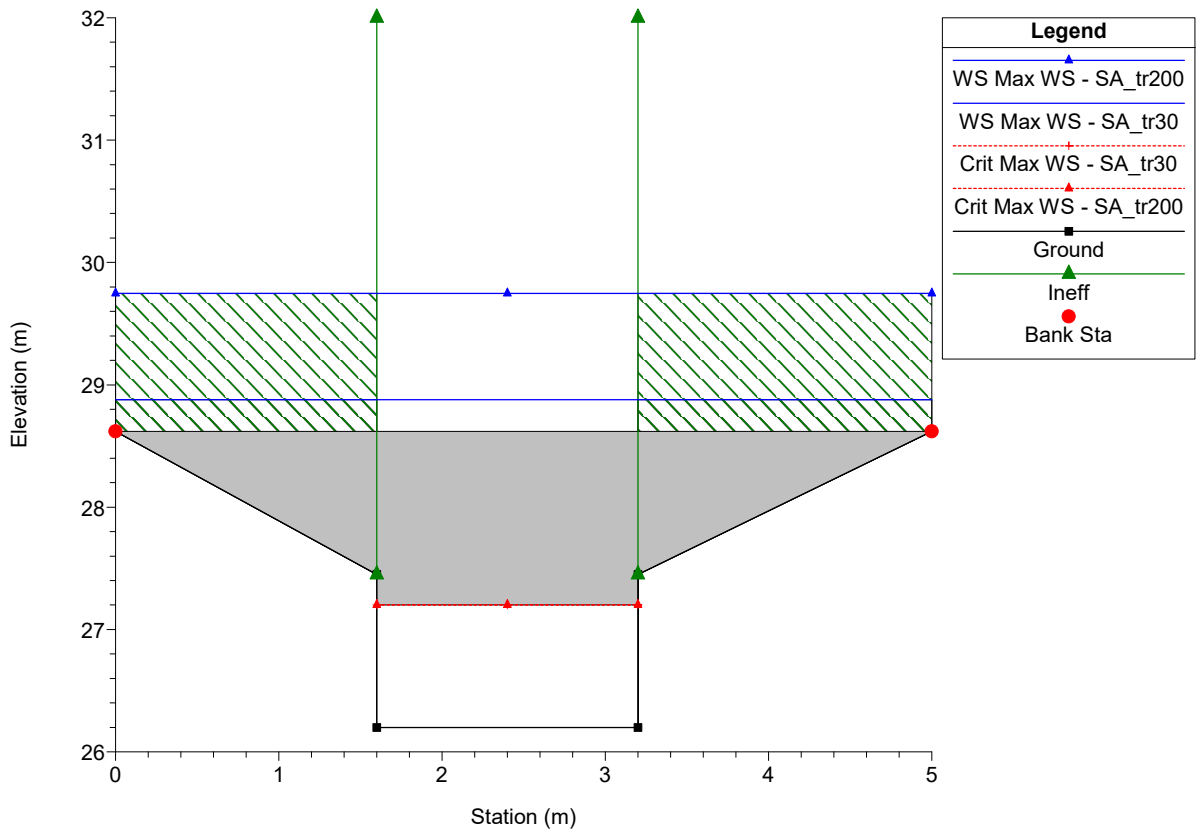
Massa Plan: 1) SA_tr30 2) SA_tr200
 River = Magliano Reach = grondini RS = 300



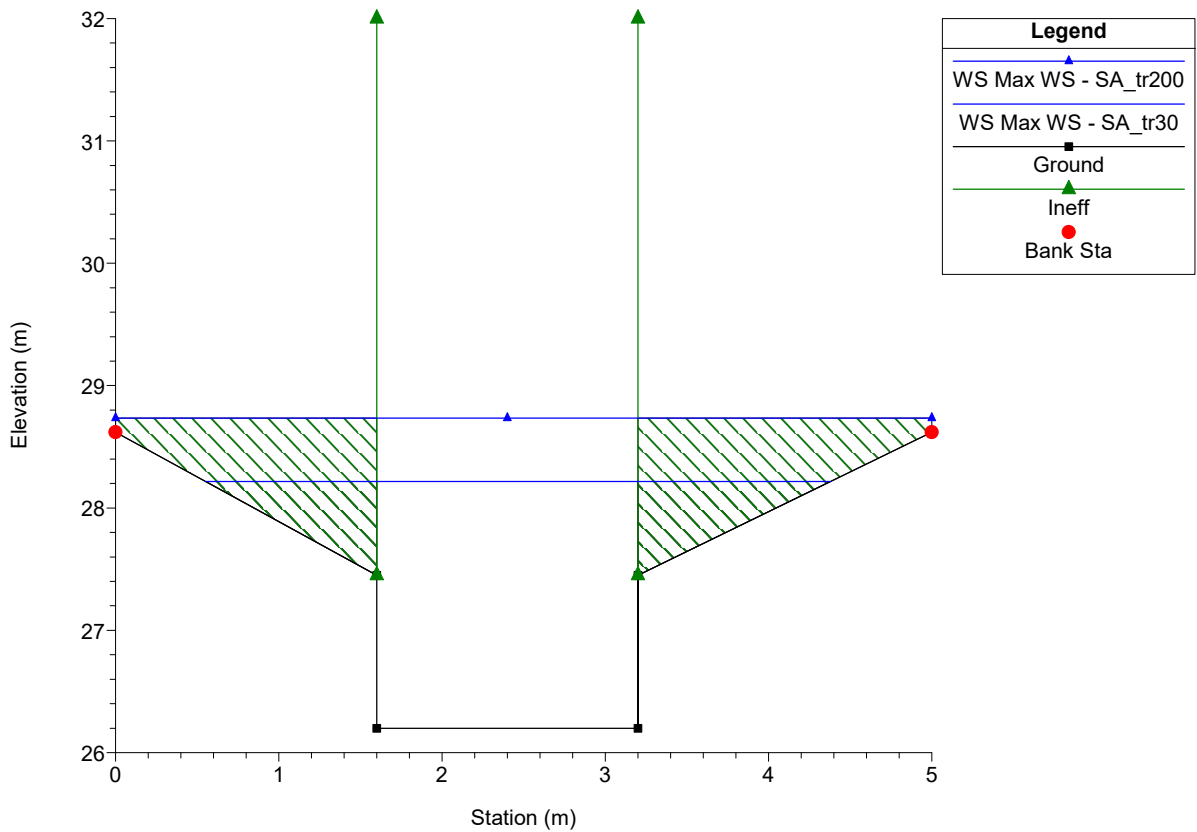
Massa Plan: 1) SA_tr30 2) SA_tr200
 River = Magliano Reach = grondini RS = 100 Culv



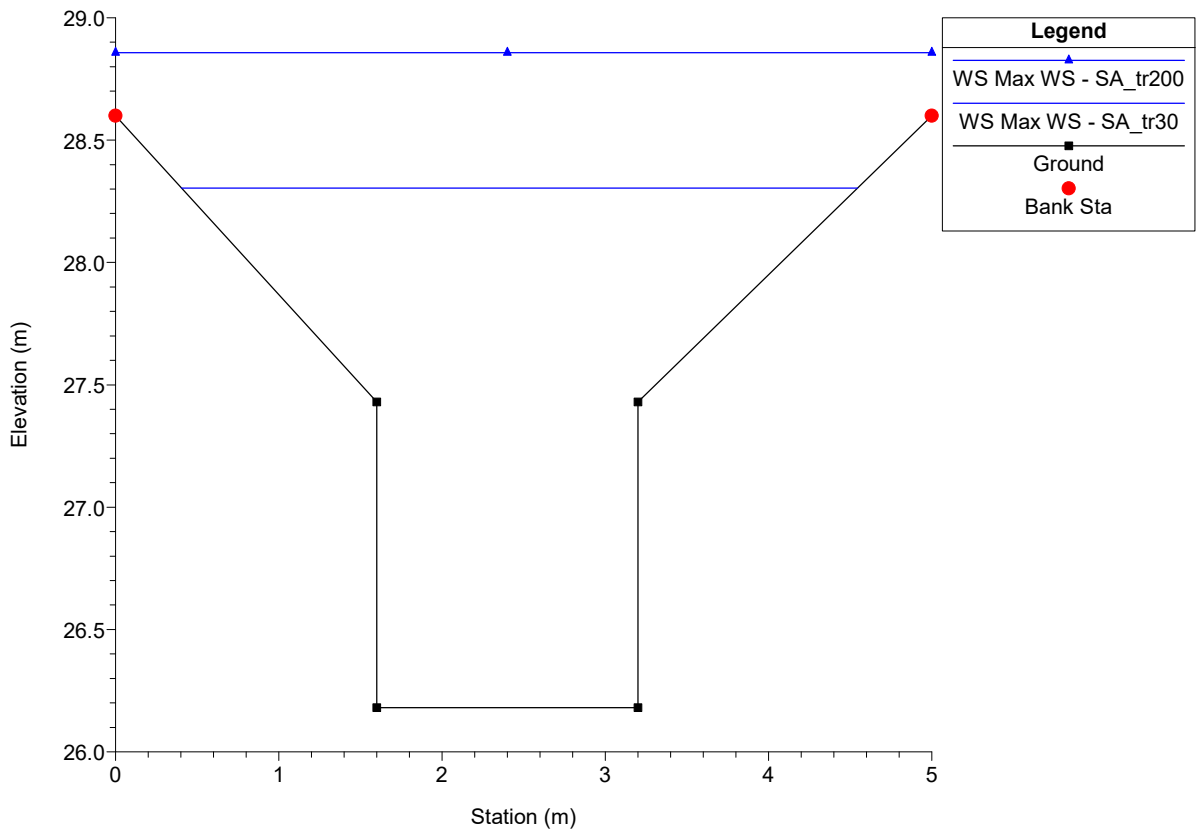
Massa Plan: 1) SA_tr30 2) SA_tr200
 River = Magliano Reach = grondini RS = 100 Culv



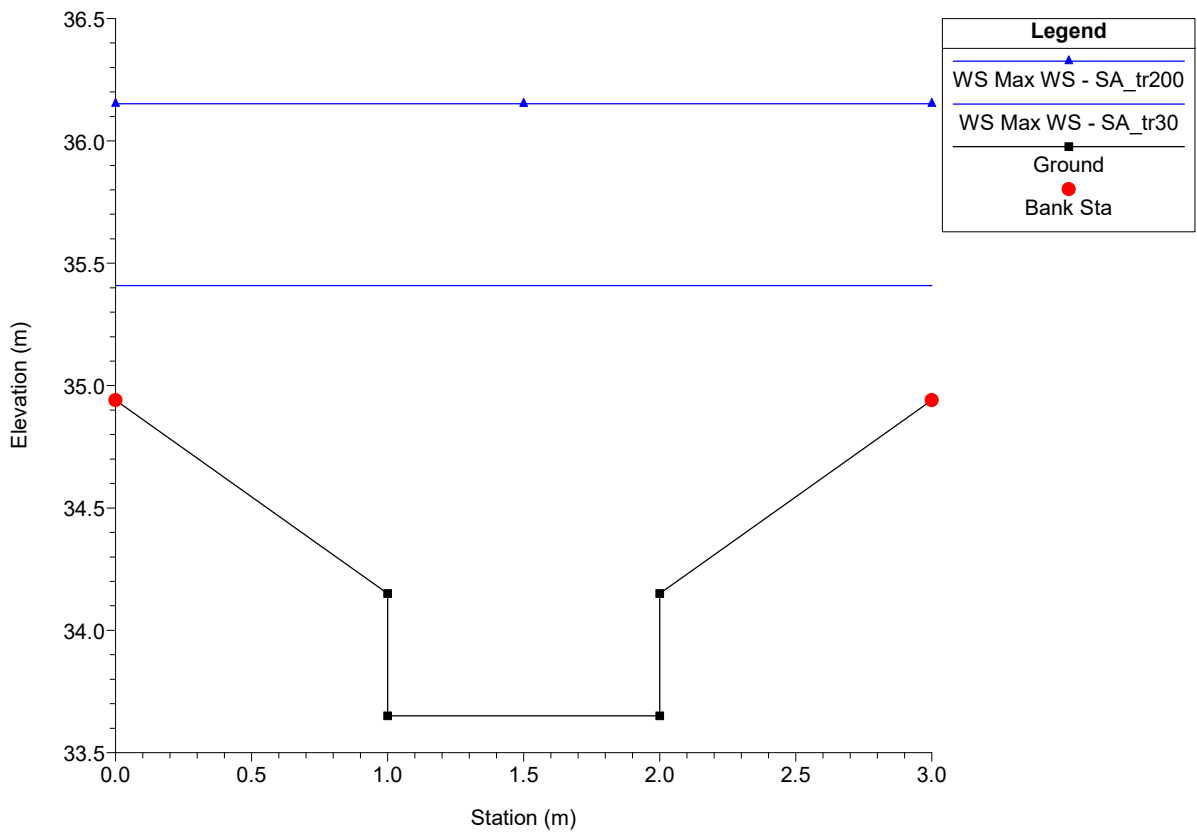
Massa Plan: 1) SA_tr30 2) SA_tr200
 River = Magliano Reach = grondini RS = 15



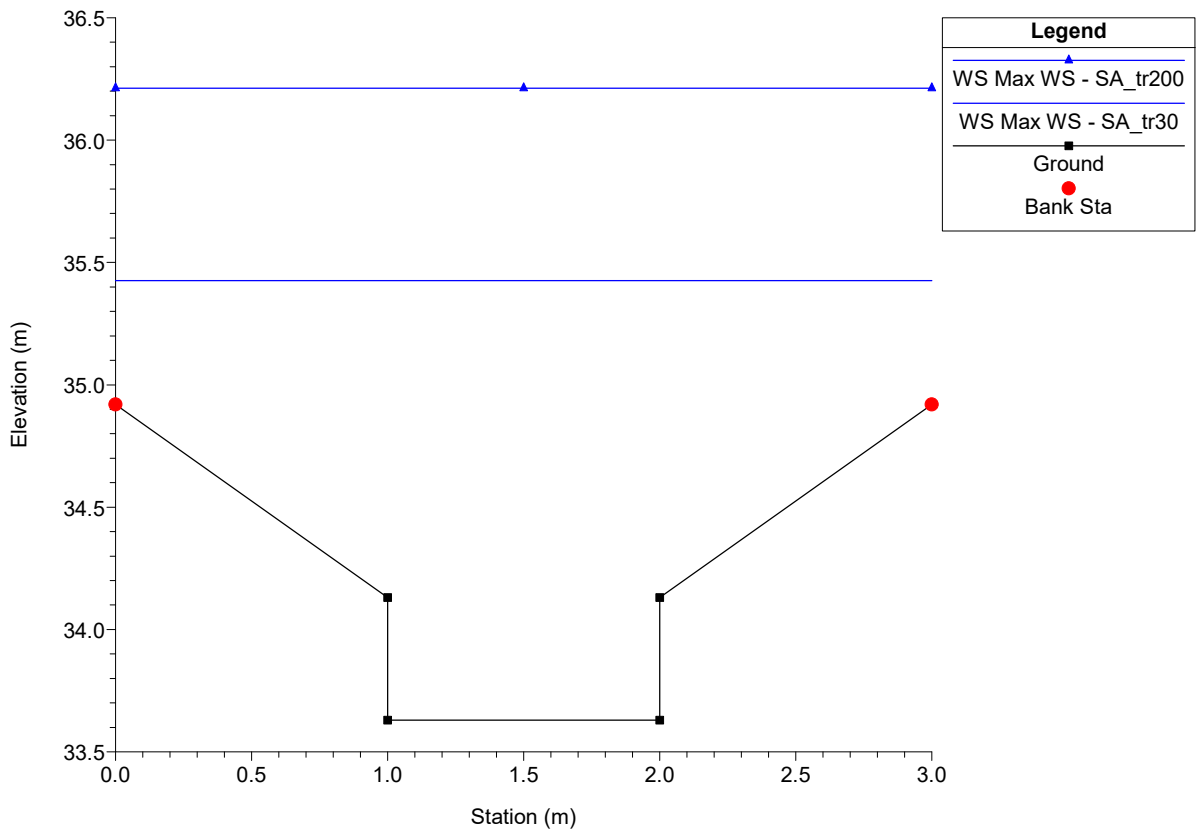
Massa Plan: 1) SA_tr30 2) SA_tr200
River = Magliano Reach = grondini RS = 10



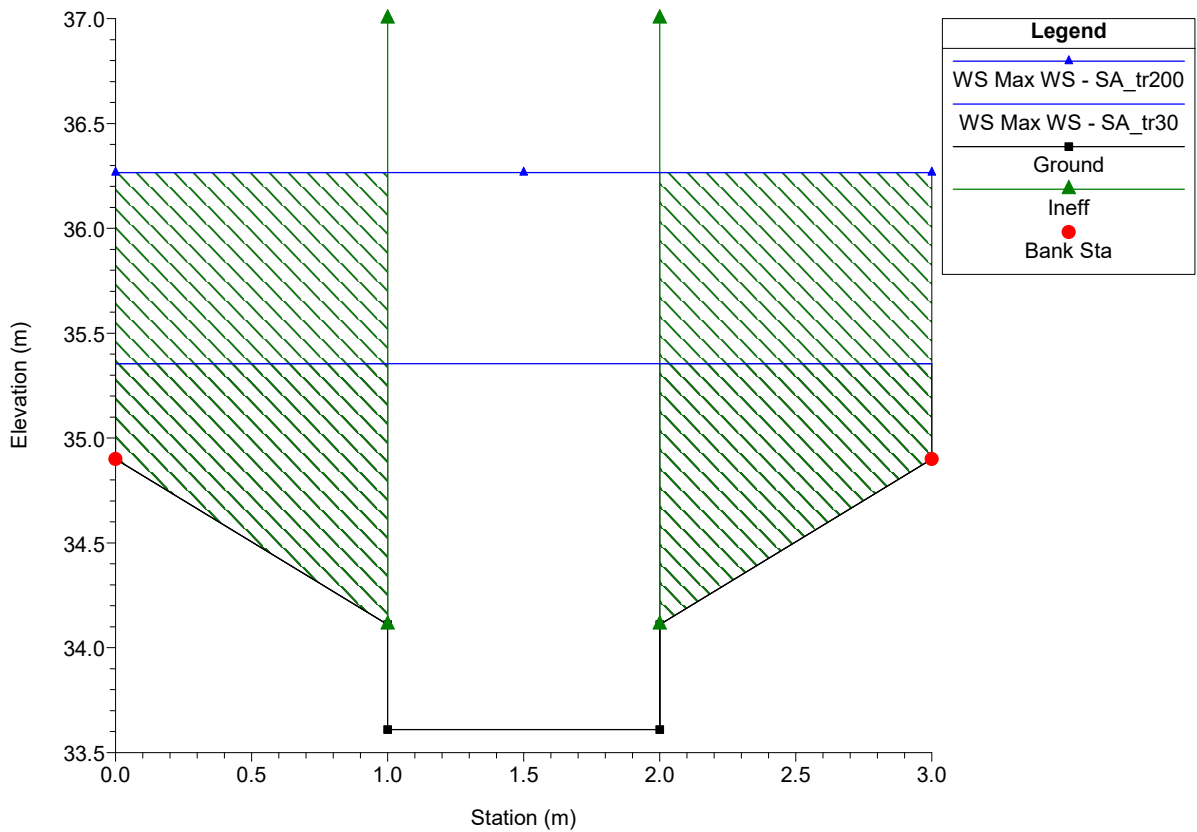
Massa Plan: 1) SA_tr30 2) SA_tr200
River = Magliano Reach = san remigio RS = 322



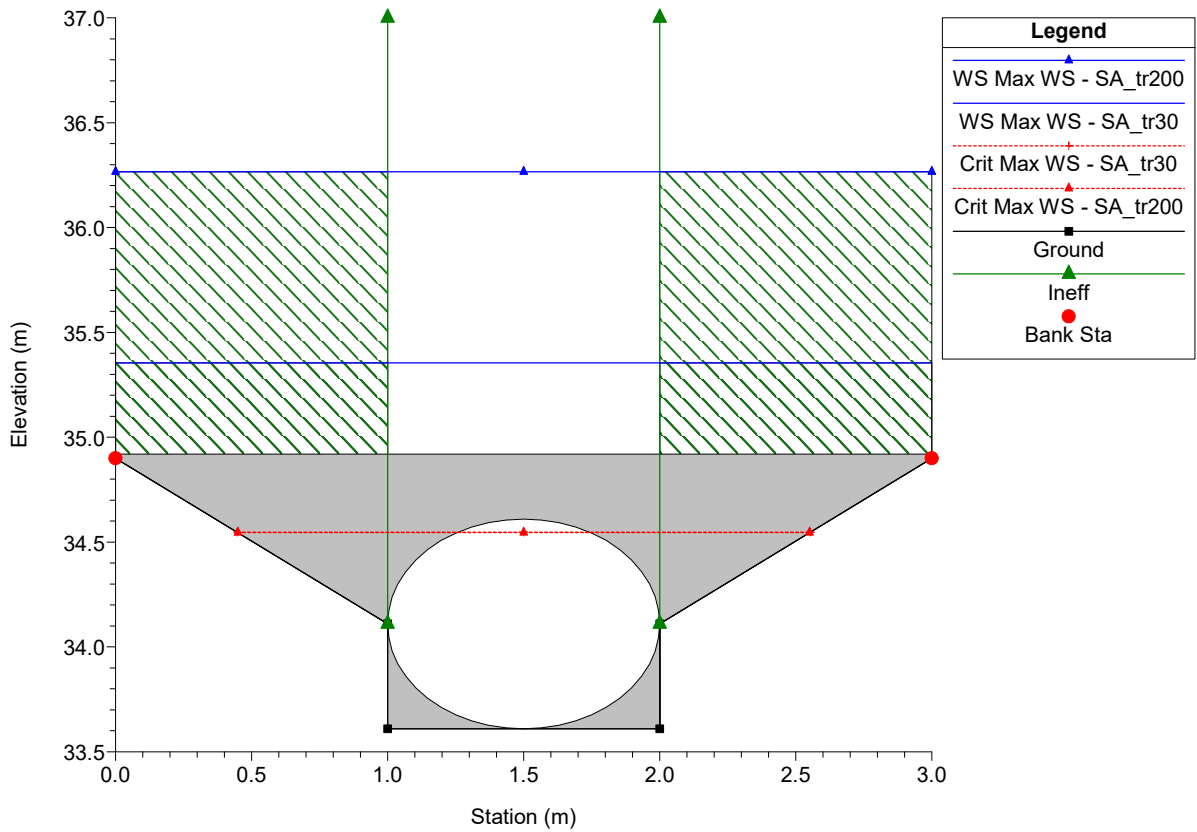
Massa Plan: 1) SA_tr30 2) SA_tr200
River = Magliano Reach = san remigio RS = 321



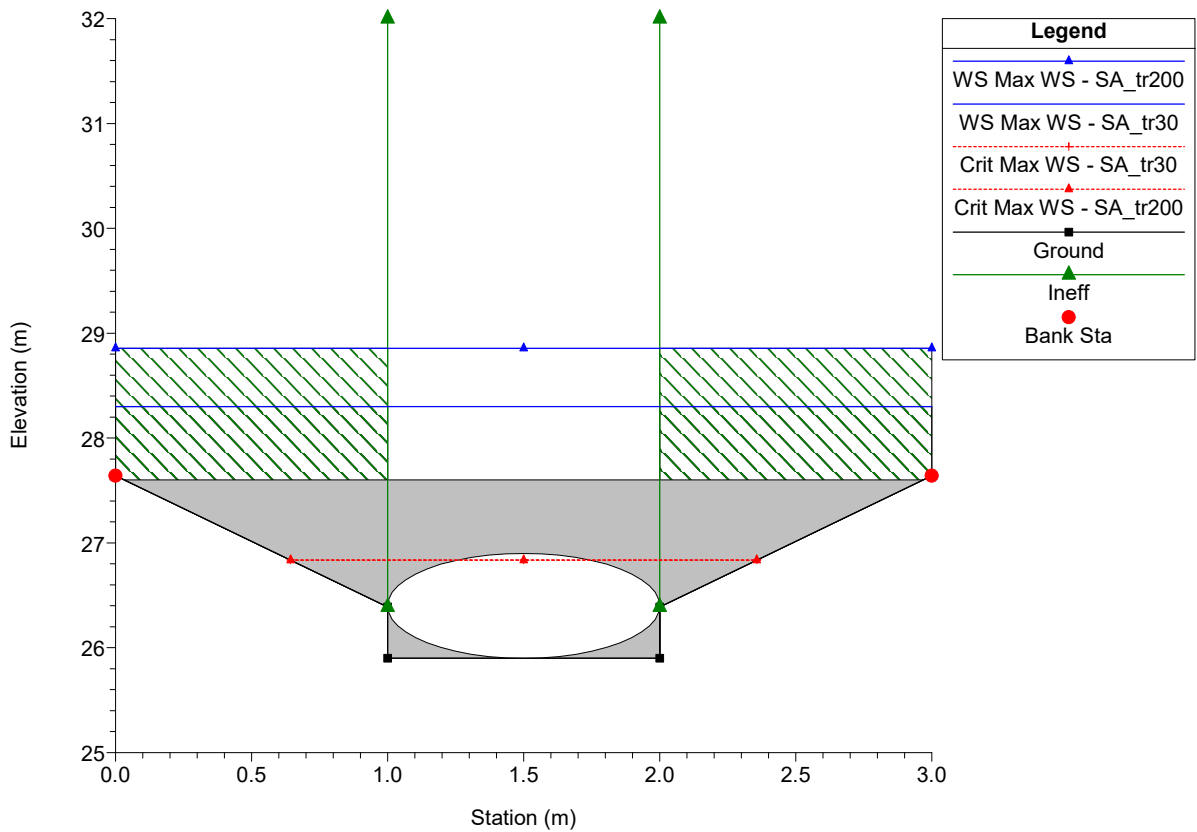
Massa Plan: 1) SA_tr30 2) SA_tr200
River = Magliano Reach = san remigio RS = 320



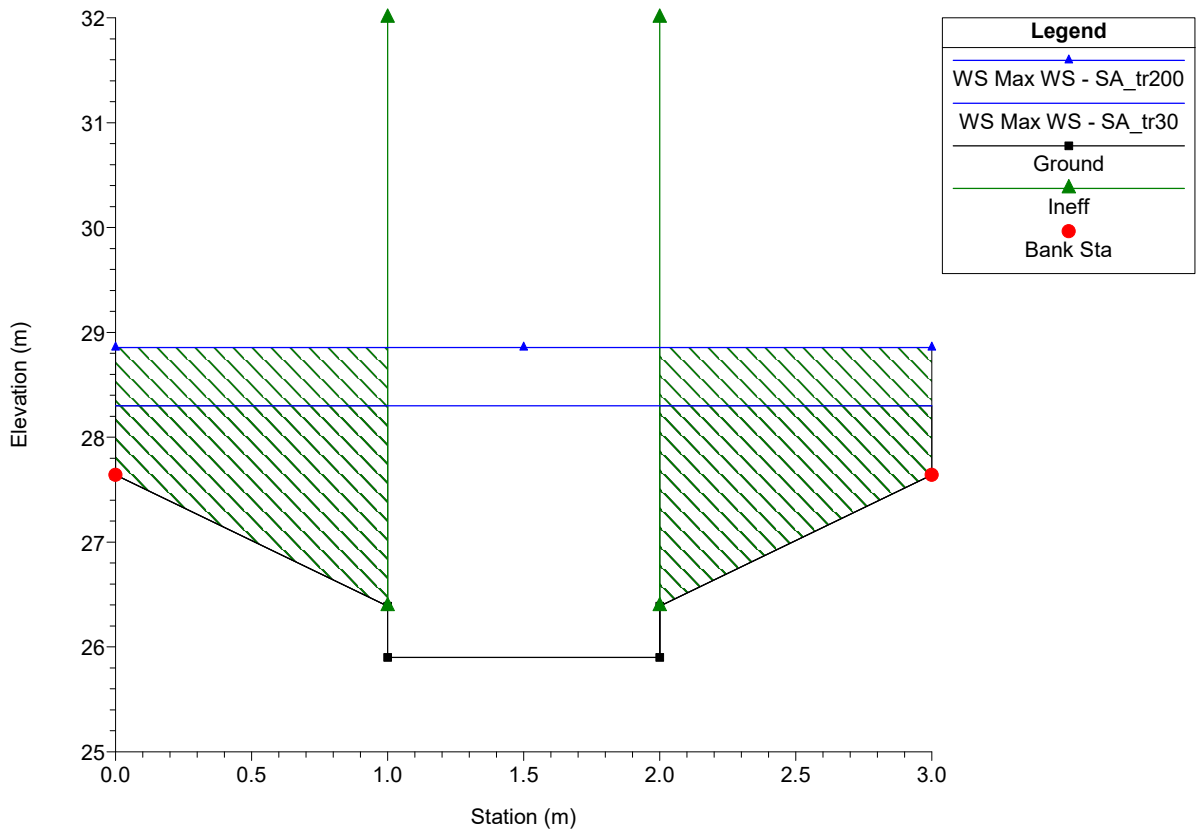
Massa Plan: 1) SA_tr30 2) SA_tr200
 River = Magliano Reach = san remigio RS = 100 Culv



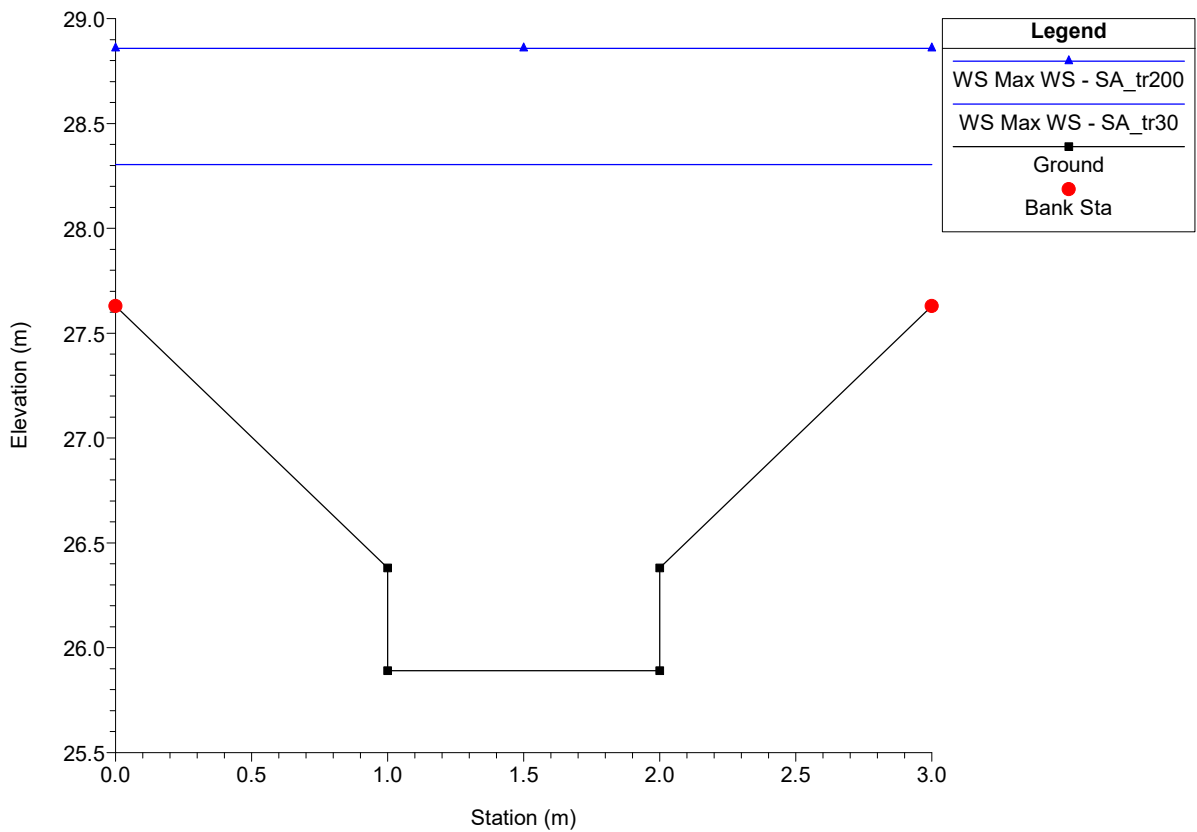
Massa Plan: 1) SA_tr30 2) SA_tr200
 River = Magliano Reach = san remigio RS = 100 Culv



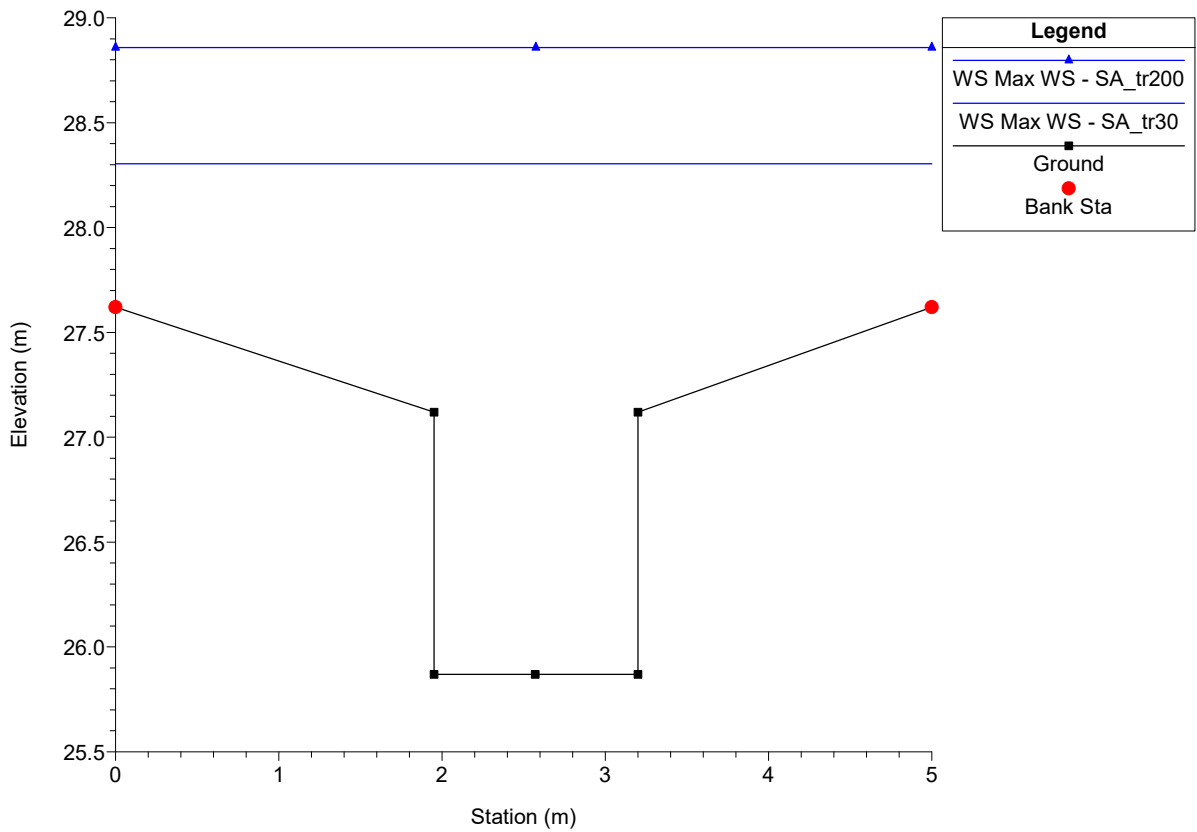
Massa Plan: 1) SA_tr30 2) SA_tr200
 River = Magliano Reach = san remigio RS = 12



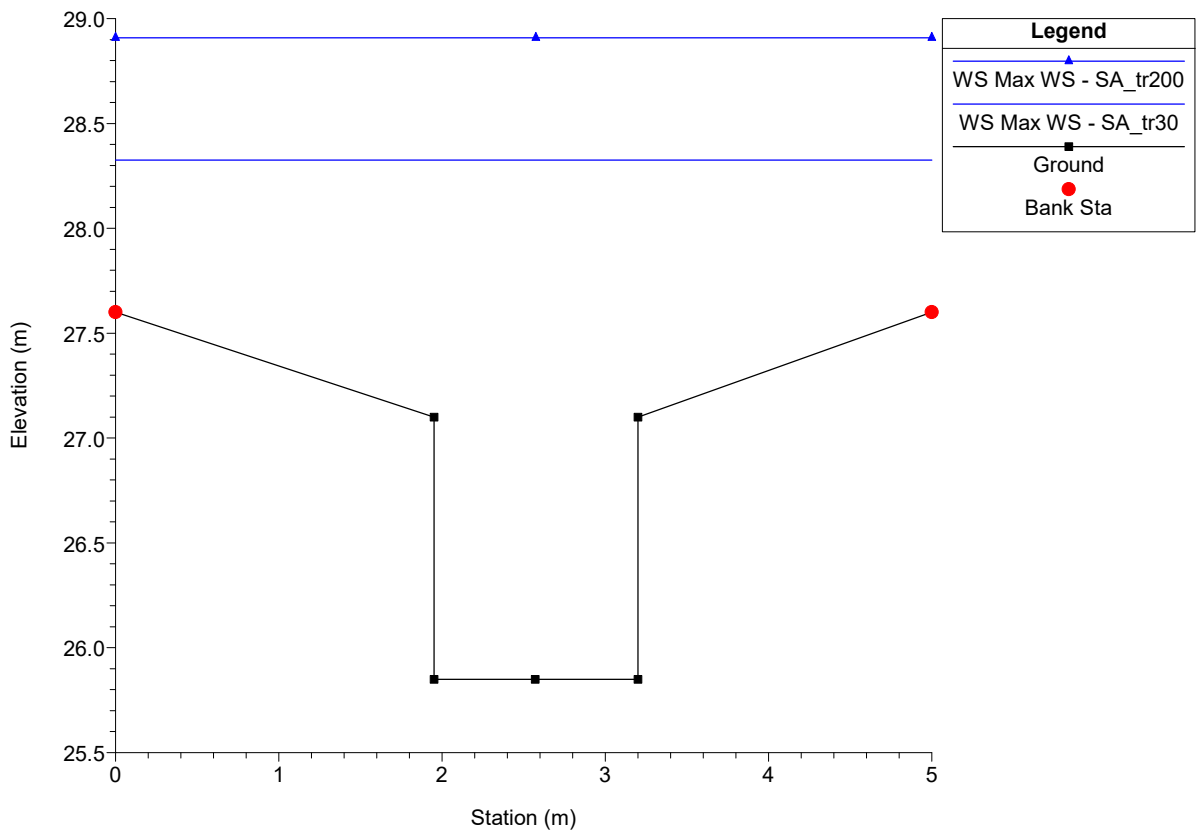
Massa Plan: 1) SA_tr30 2) SA_tr200
 River = Magliano Reach = san remigio RS = 10



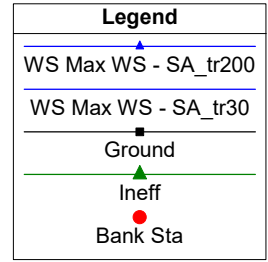
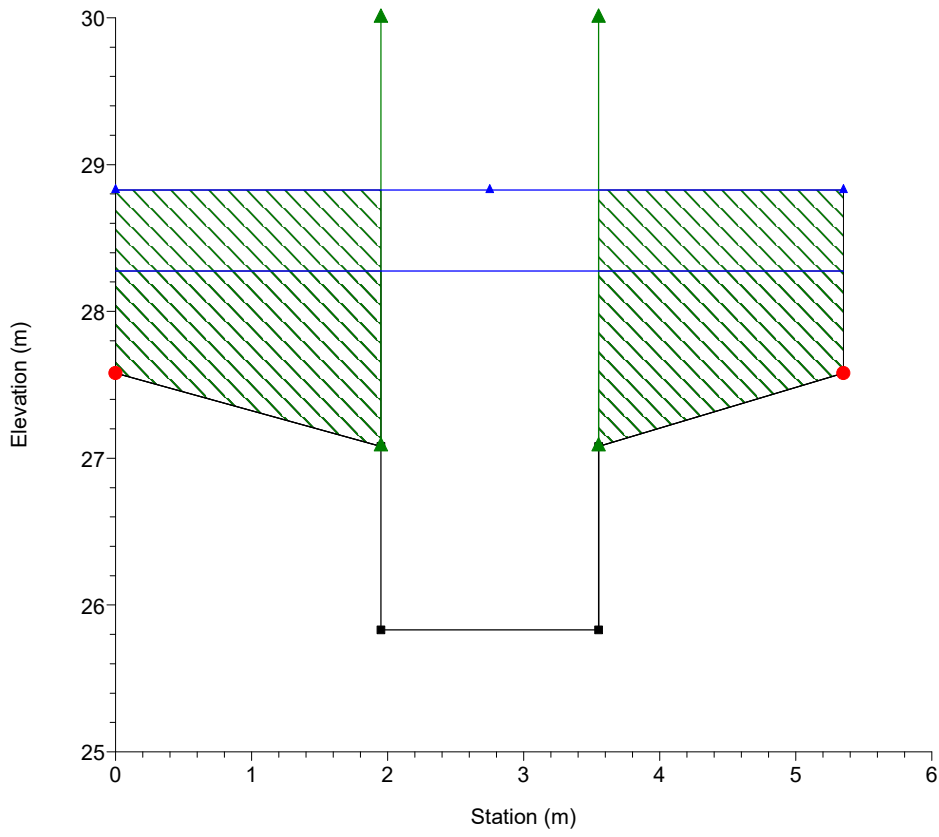
Massa Plan: 1) SA_tr30 2) SA_tr200
River = Magliano Reach = magliano RS = 125



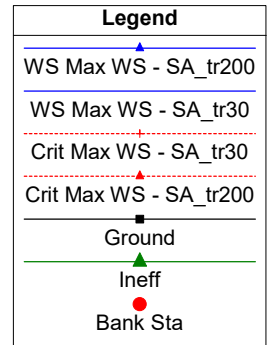
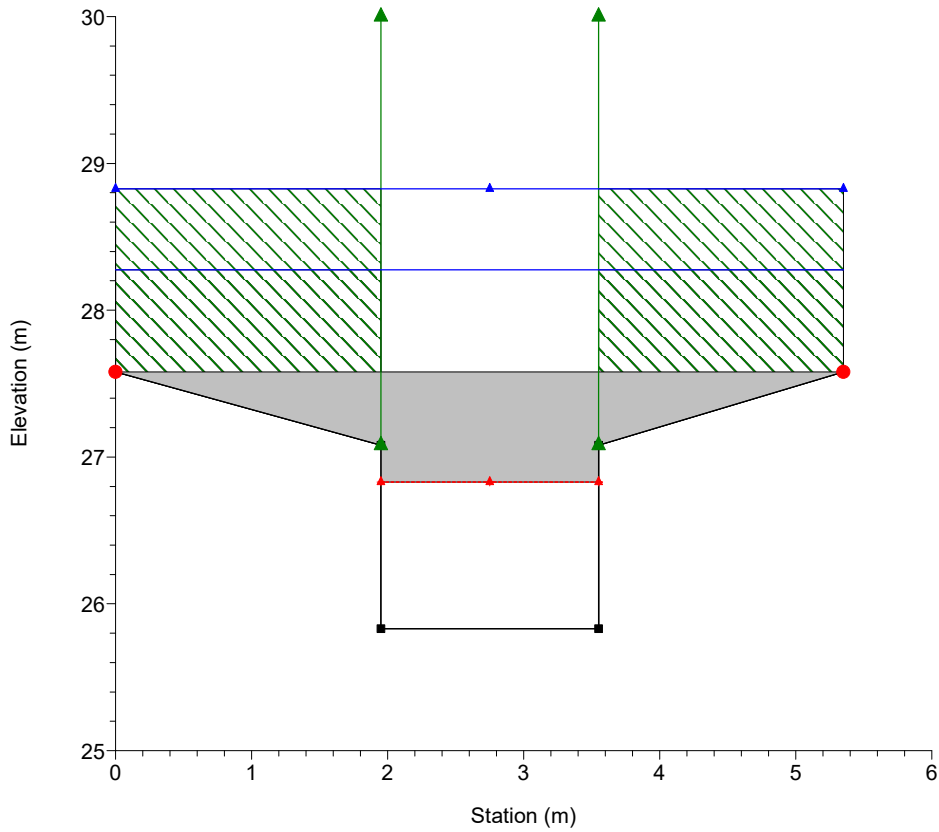
Massa Plan: 1) SA_tr30 2) SA_tr200
River = Magliano Reach = magliano RS = 120



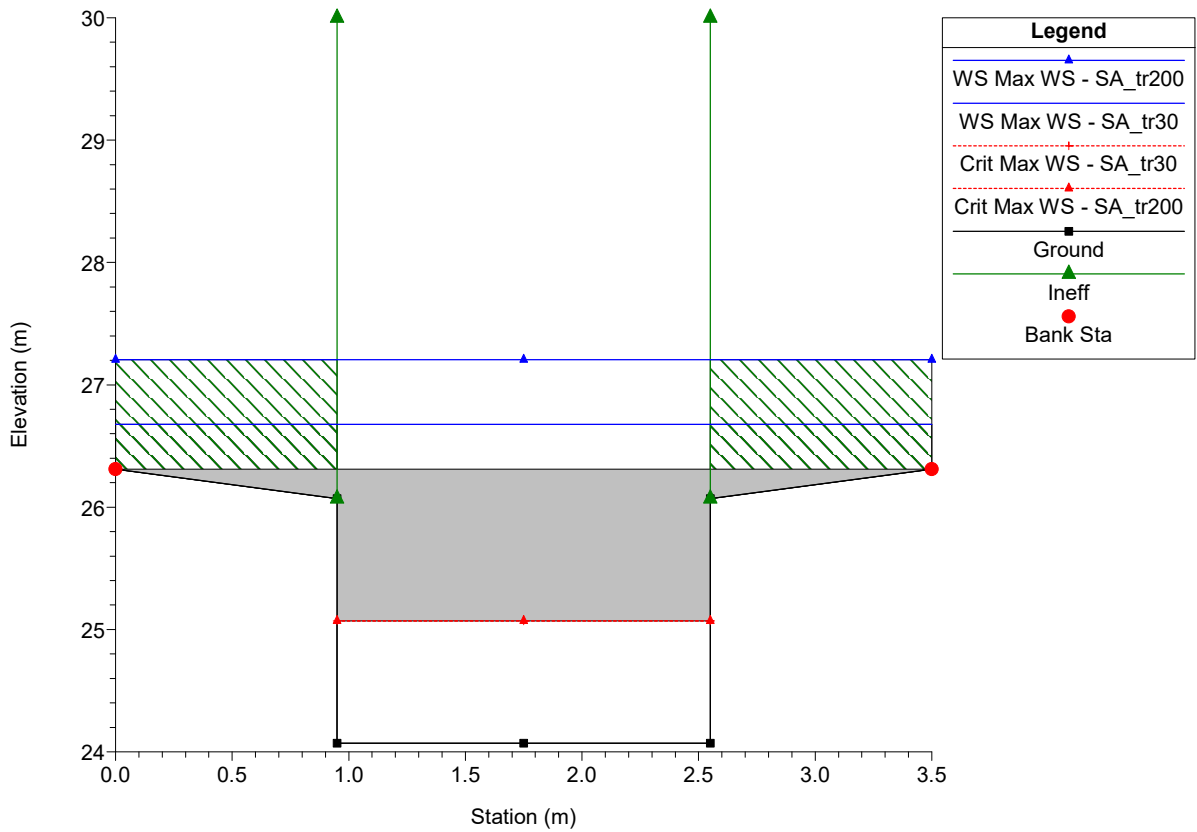
Massa Plan: 1) SA_tr30 2) SA_tr200
 River = Magliano Reach = magliano RS = 115



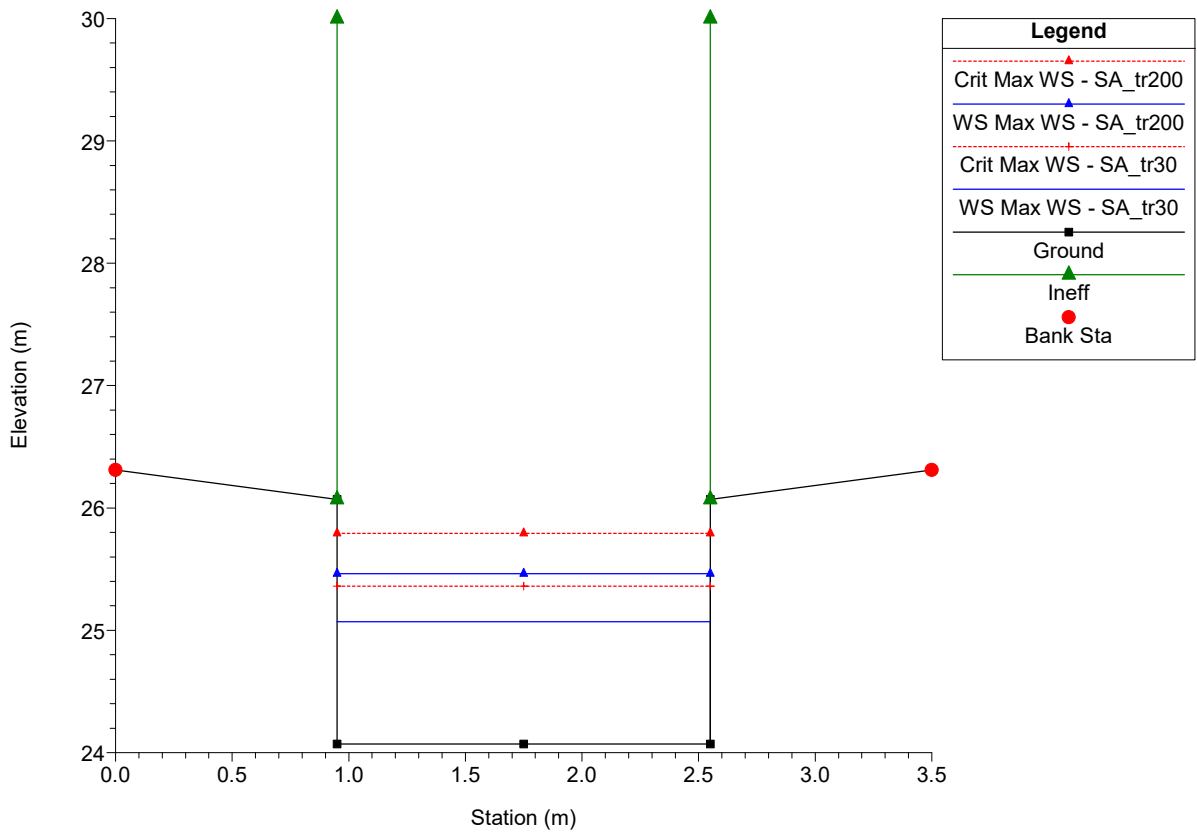
Massa Plan: 1) SA_tr30 2) SA_tr200
 River = Magliano Reach = magliano RS = 110 Culv



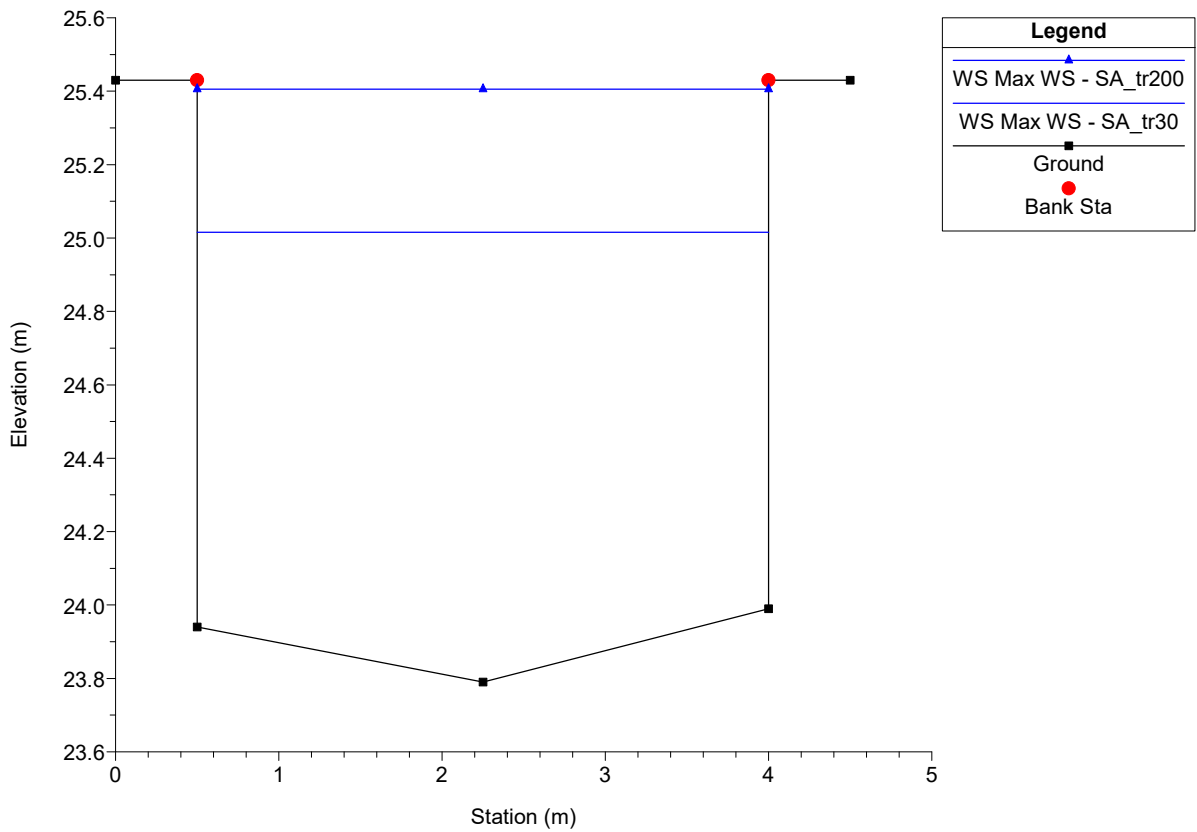
Massa Plan: 1) SA_tr30 2) SA_tr200
 River = Magliano Reach = magliano RS = 110 Culv



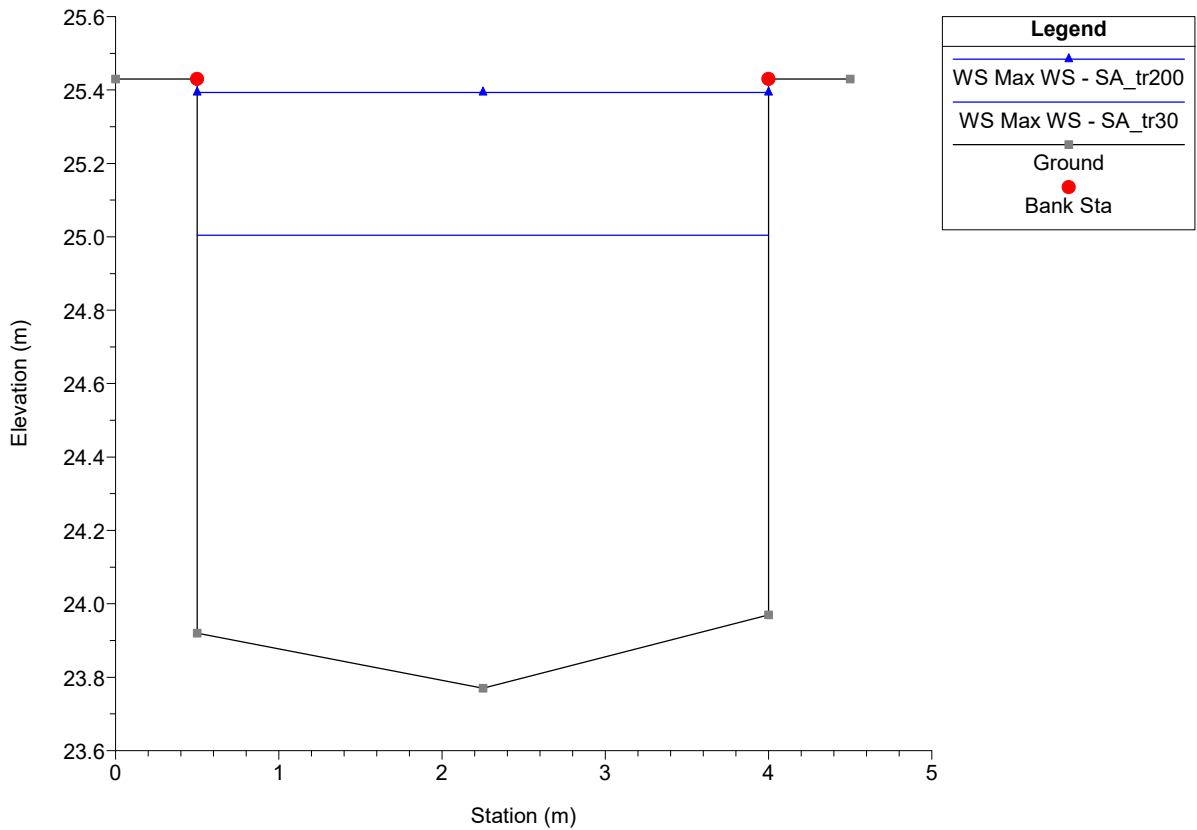
Massa Plan: 1) SA_tr30 2) SA_tr200
 River = Magliano Reach = magliano RS = 105



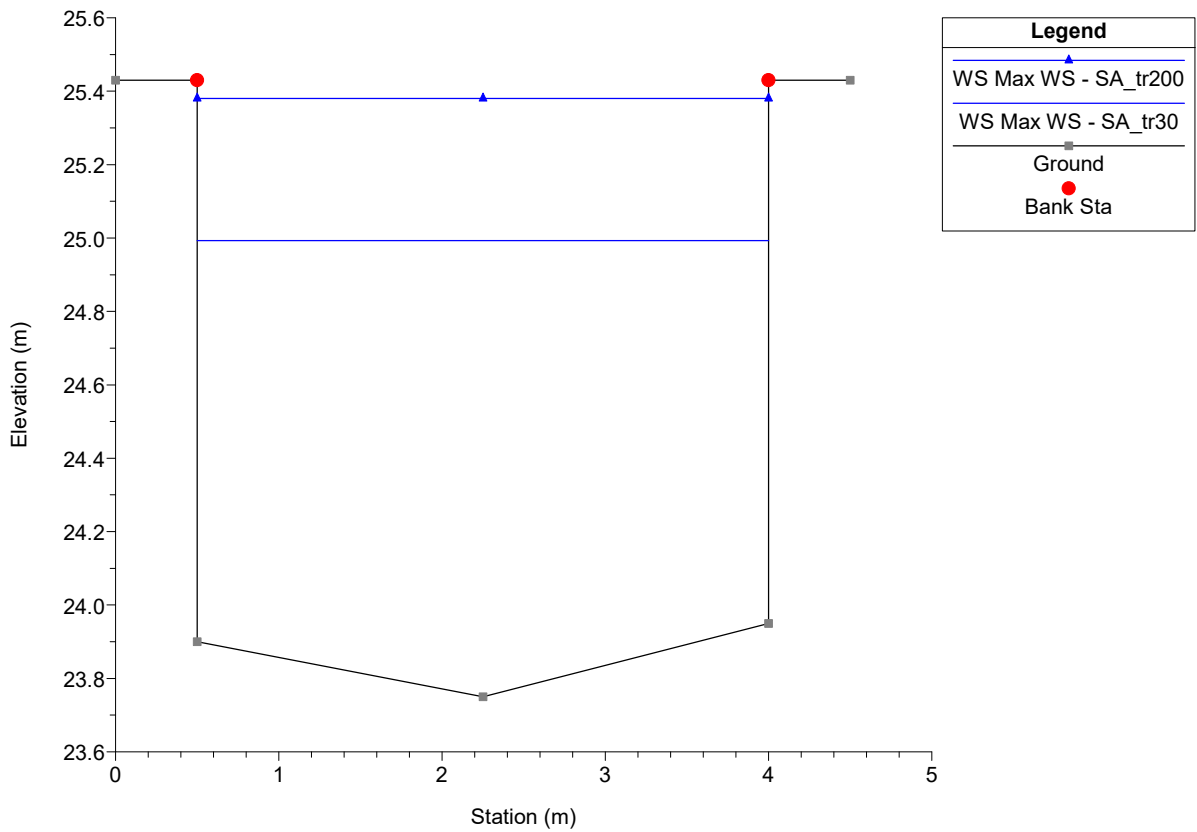
Massa Plan: 1) SA_tr30 2) SA_tr200
River = Magliano Reach = magliano RS = 100



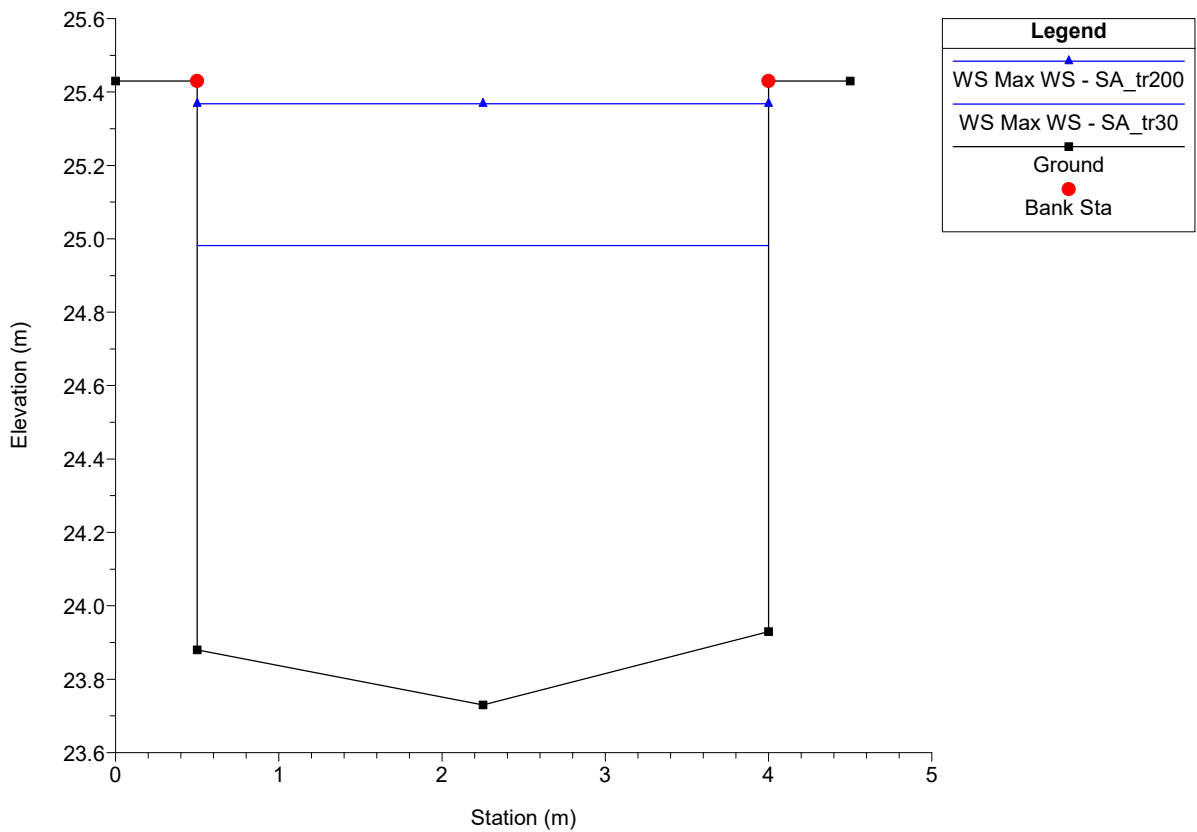
Massa Plan: 1) SA_tr30 2) SA_tr200
River = Magliano Reach = magliano RS = 96.667*



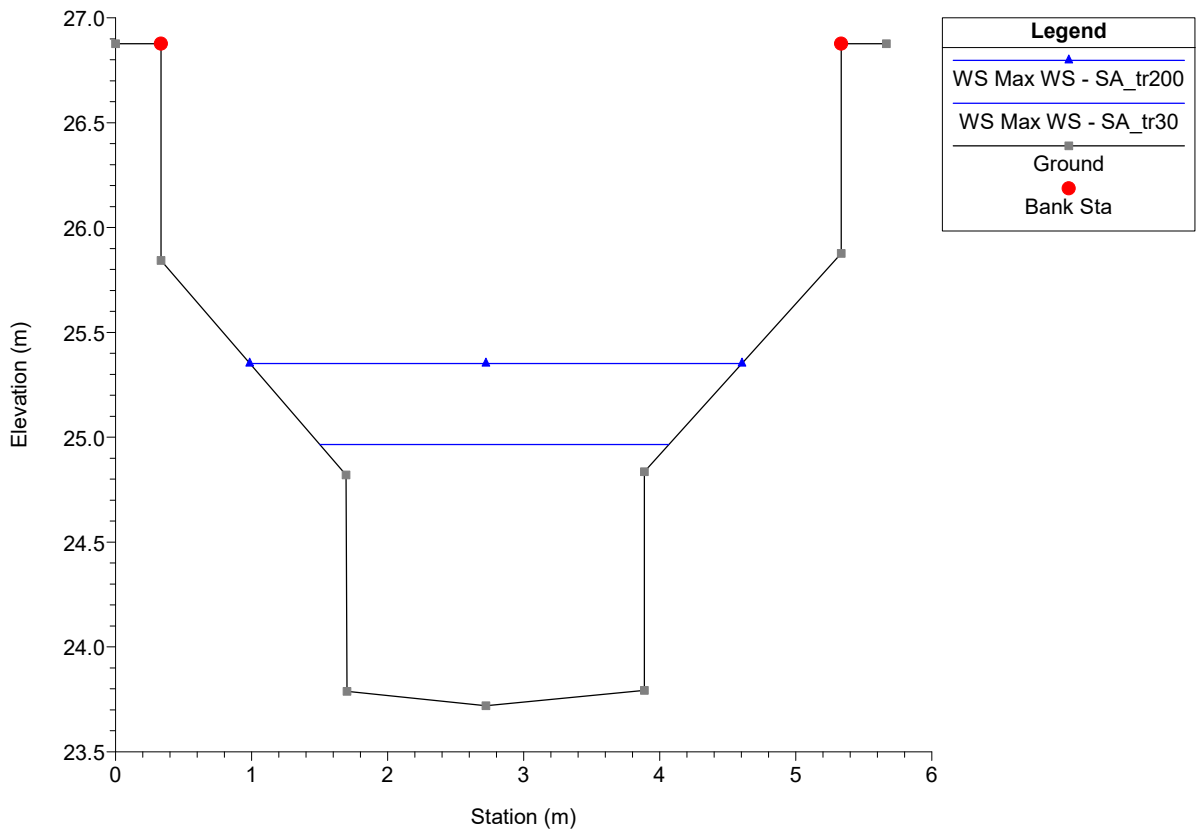
Massa Plan: 1) SA_tr30 2) SA_tr200
River = Magliano Reach = magliano RS = 93.333*



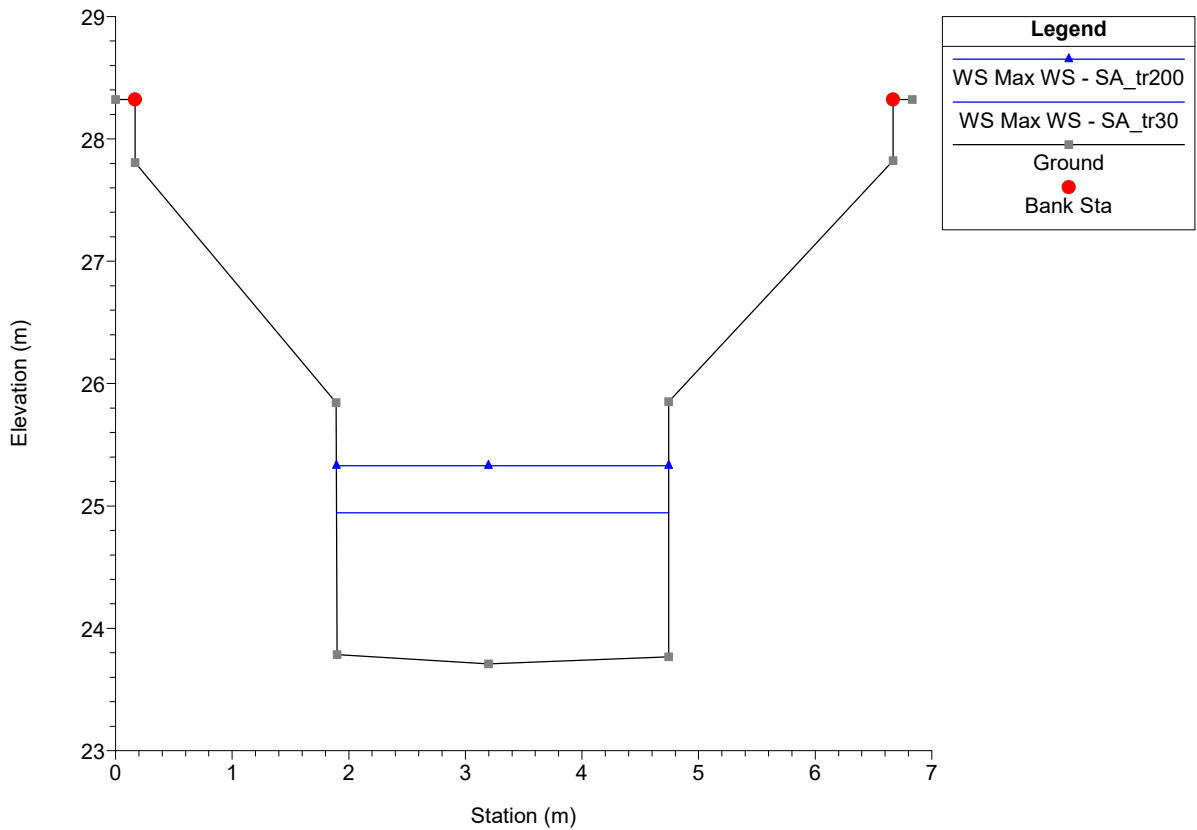
Massa Plan: 1) SA_tr30 2) SA_tr200
River = Magliano Reach = magliano RS = 90

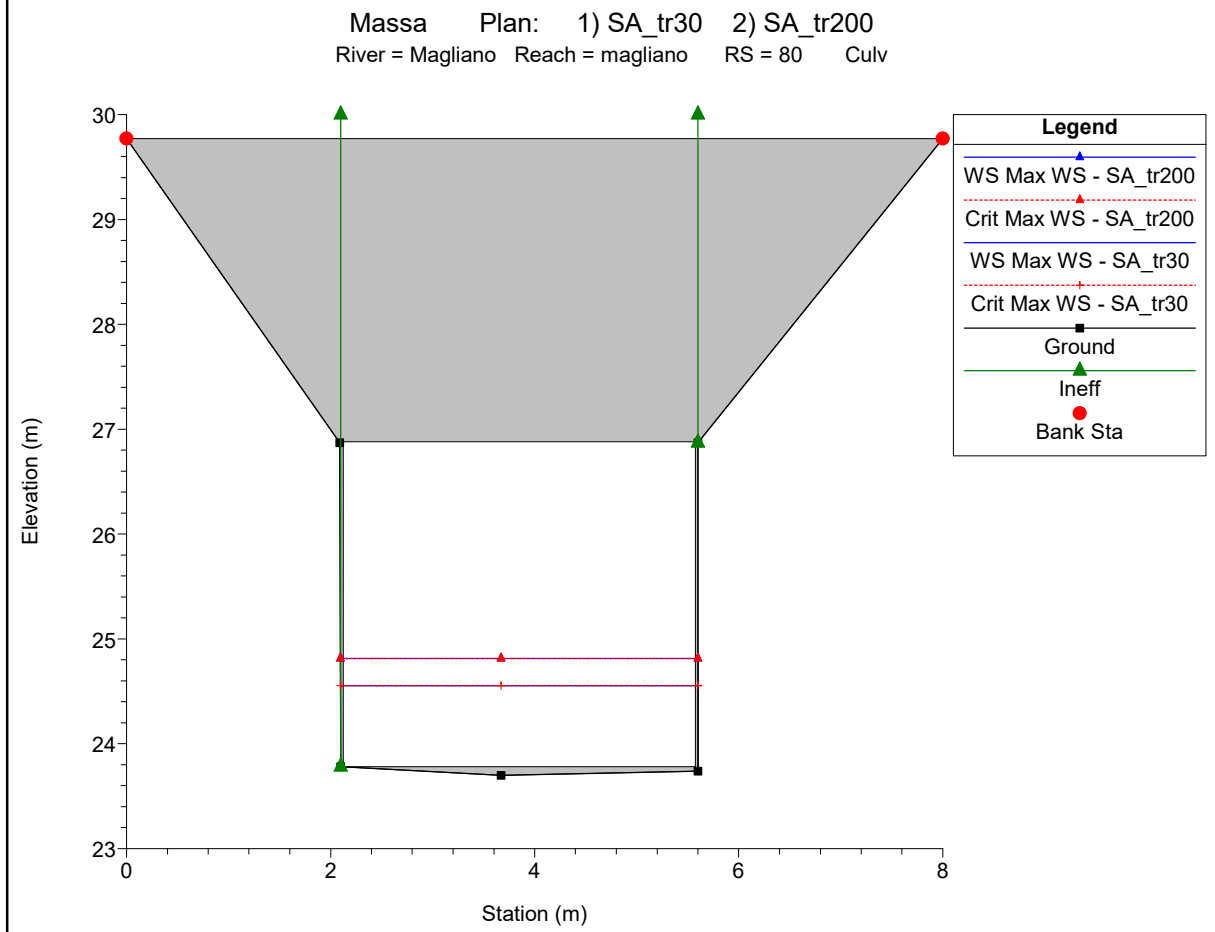
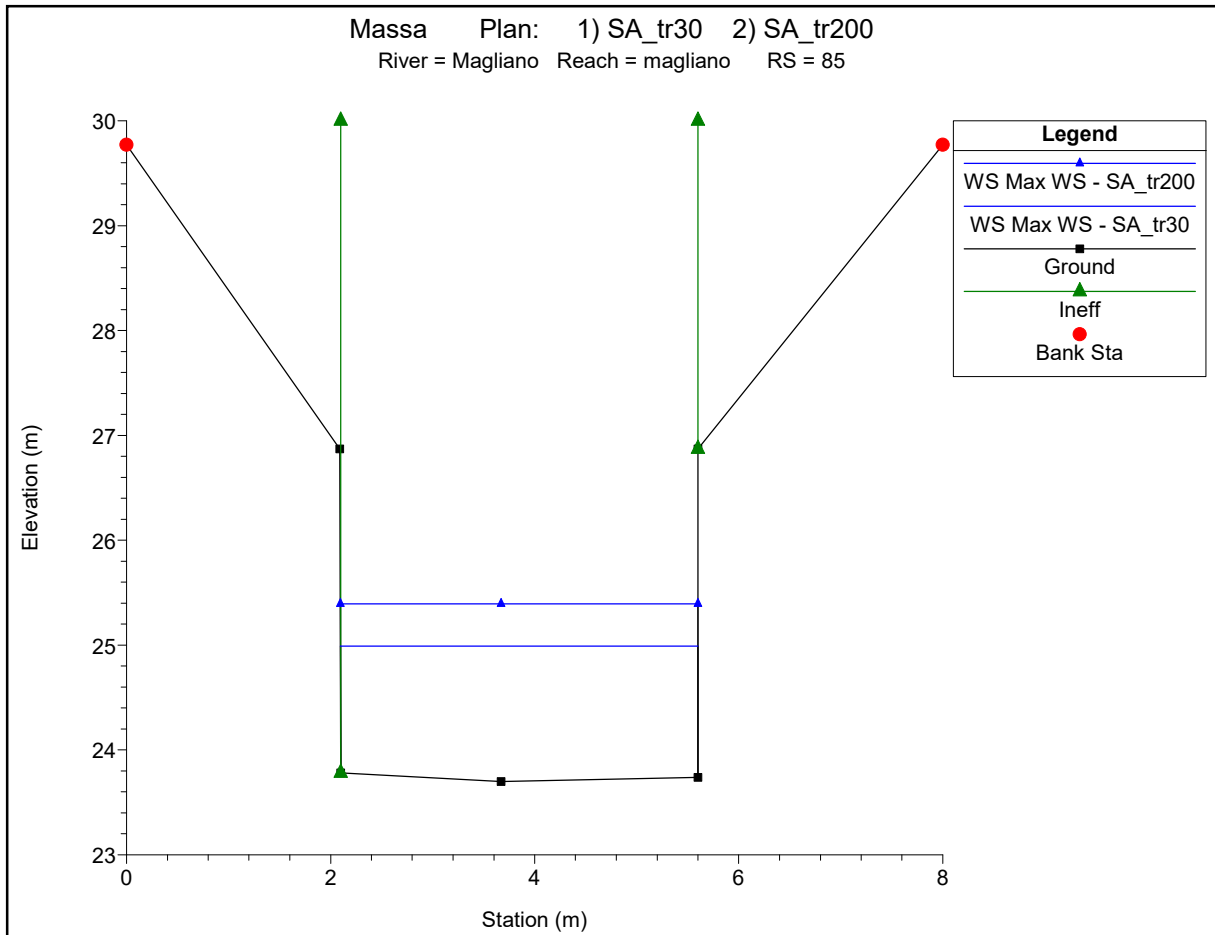


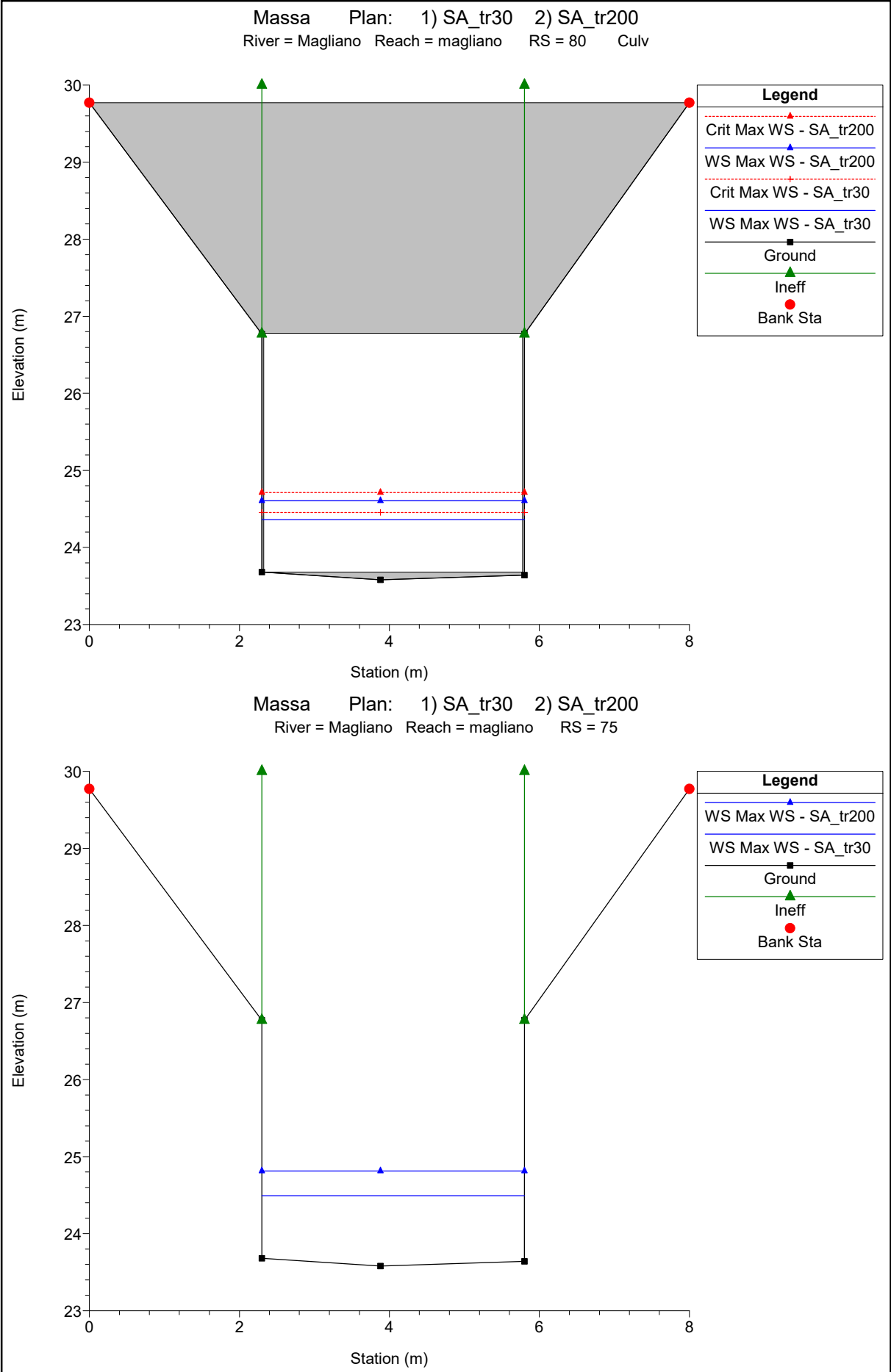
Massa Plan: 1) SA_tr30 2) SA_tr200
River = Magliano Reach = magliano RS = 88.333*



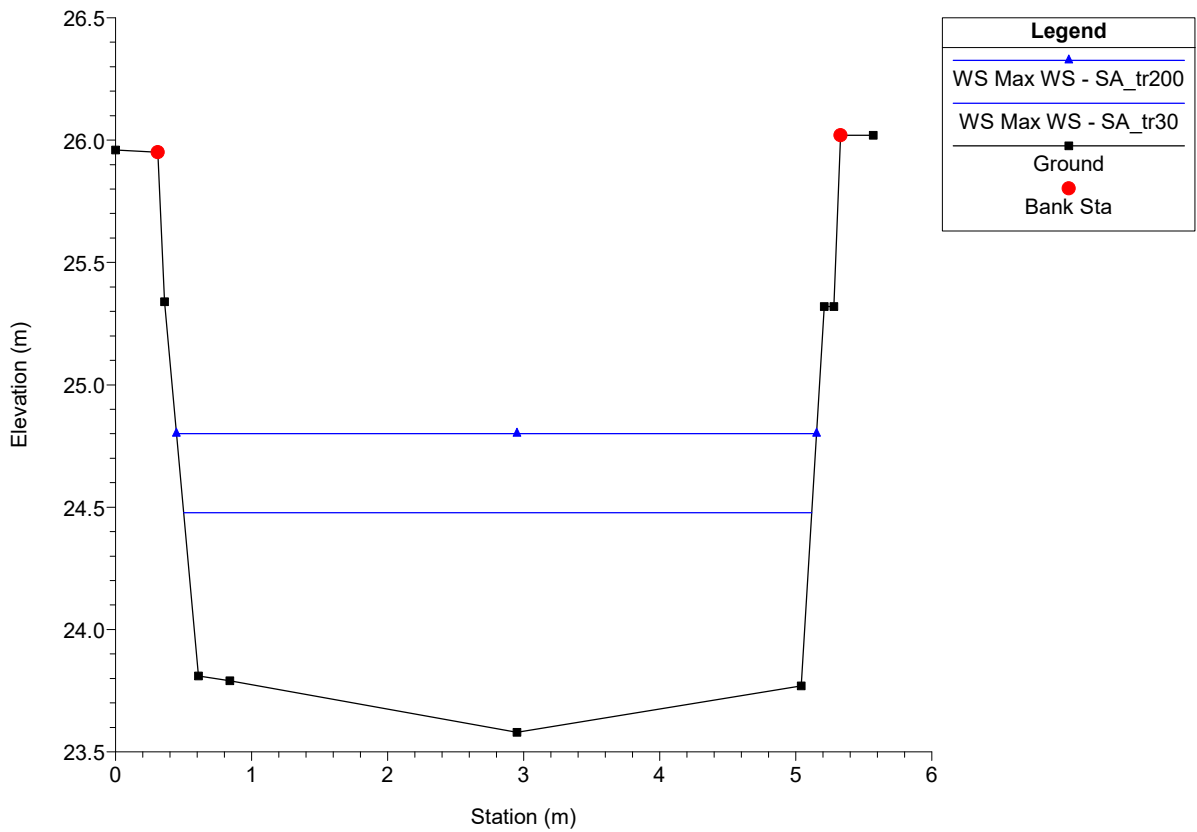
Massa Plan: 1) SA_tr30 2) SA_tr200
River = Magliano Reach = magliano RS = 86.667*



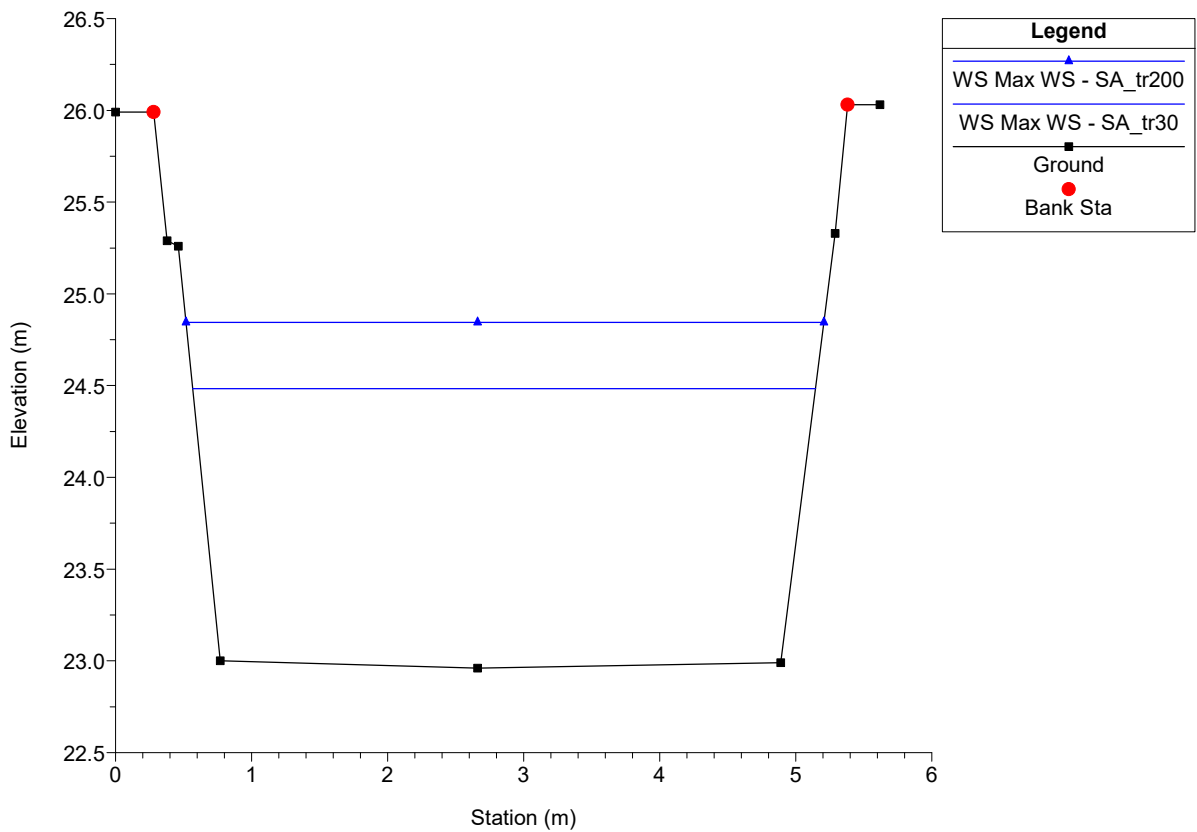




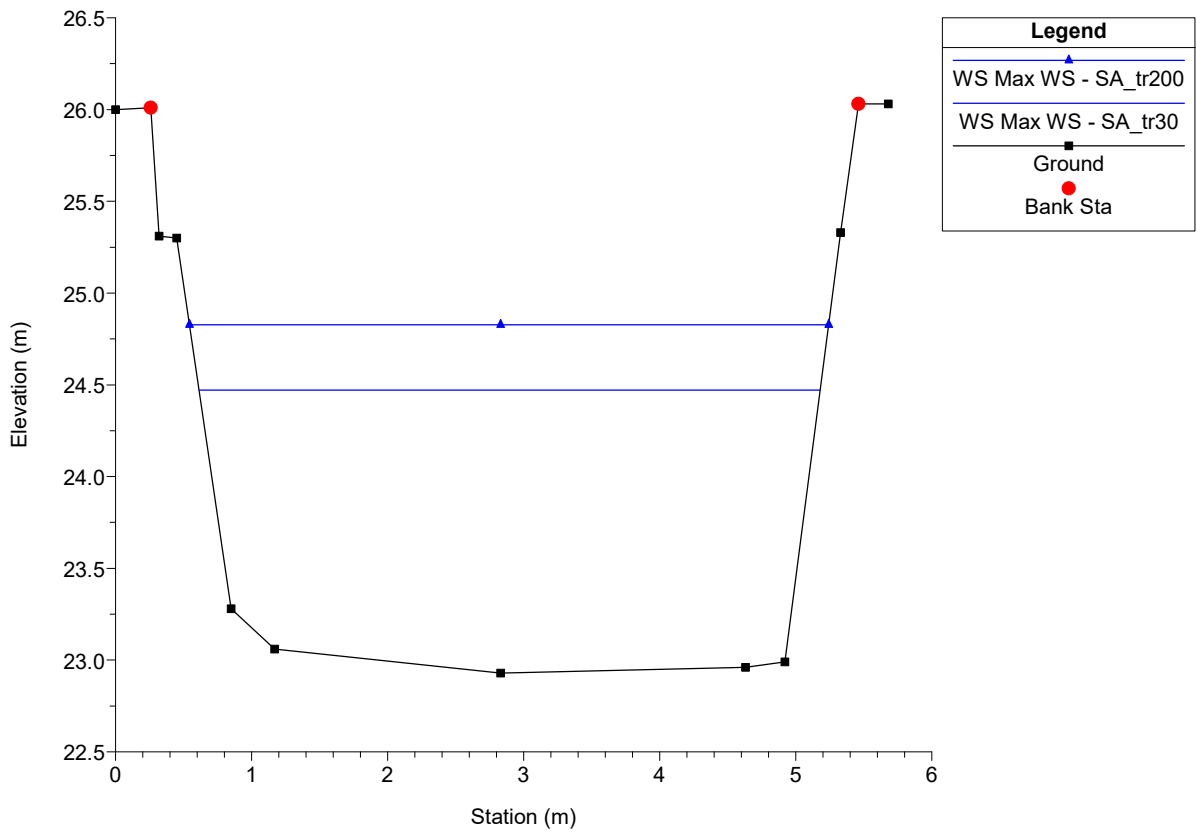
Massa Plan: 1) SA_tr30 2) SA_tr200
River = Magliano Reach = magliano RS = 70



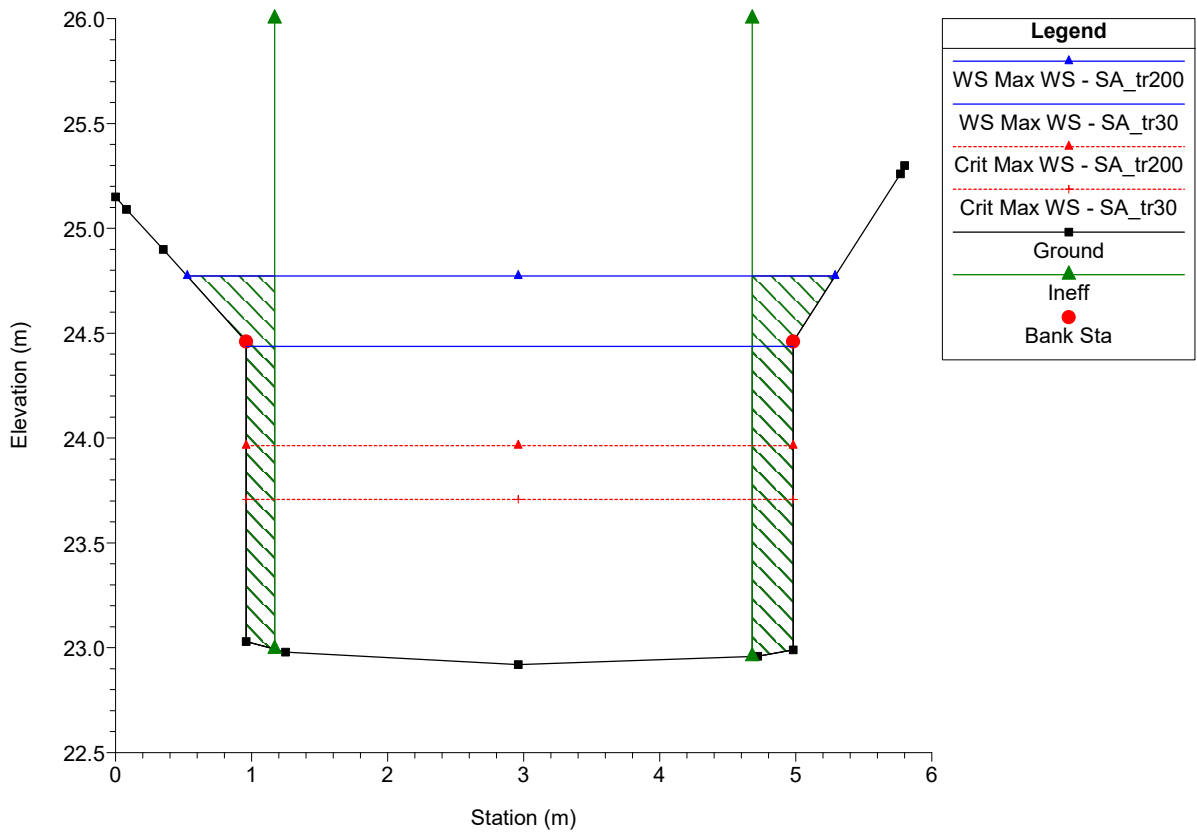
Massa Plan: 1) SA_tr30 2) SA_tr200
River = Magliano Reach = magliano RS = 60



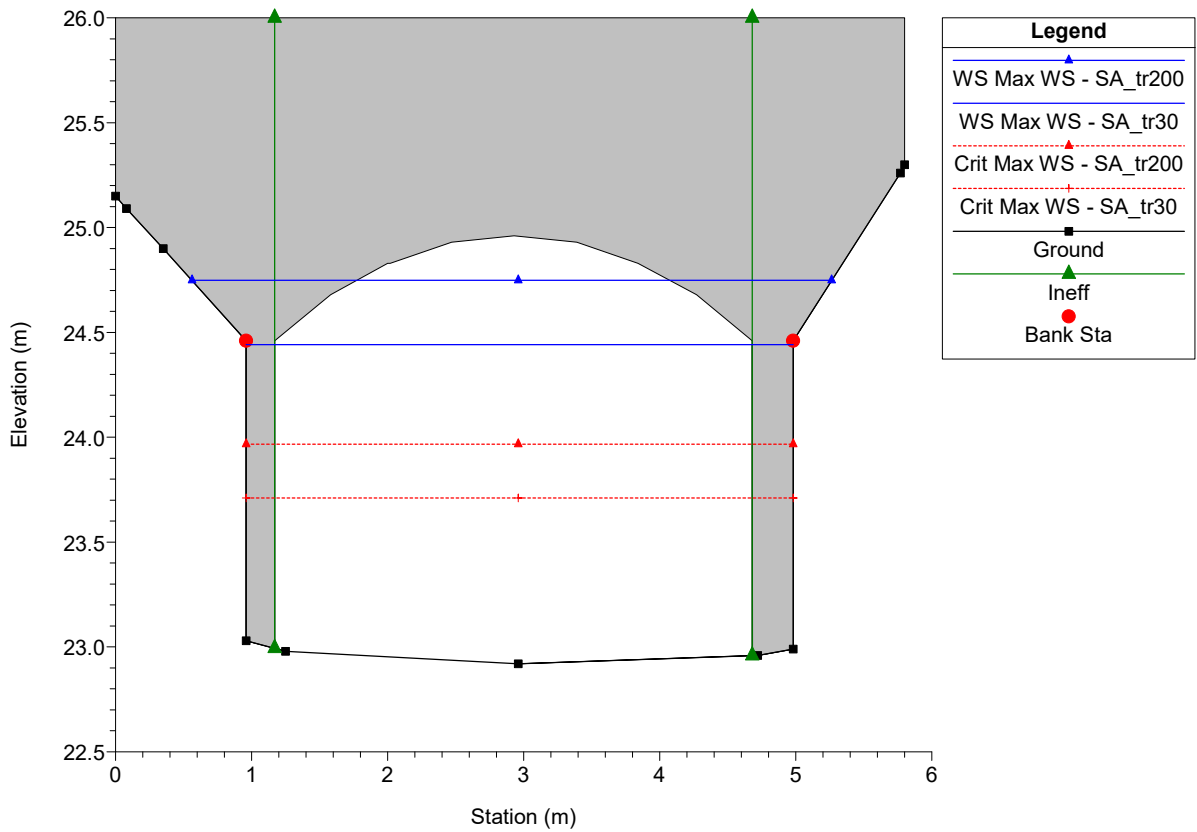
Massa Plan: 1) SA_tr30 2) SA_tr200
 River = Magliano Reach = magliano RS = 50



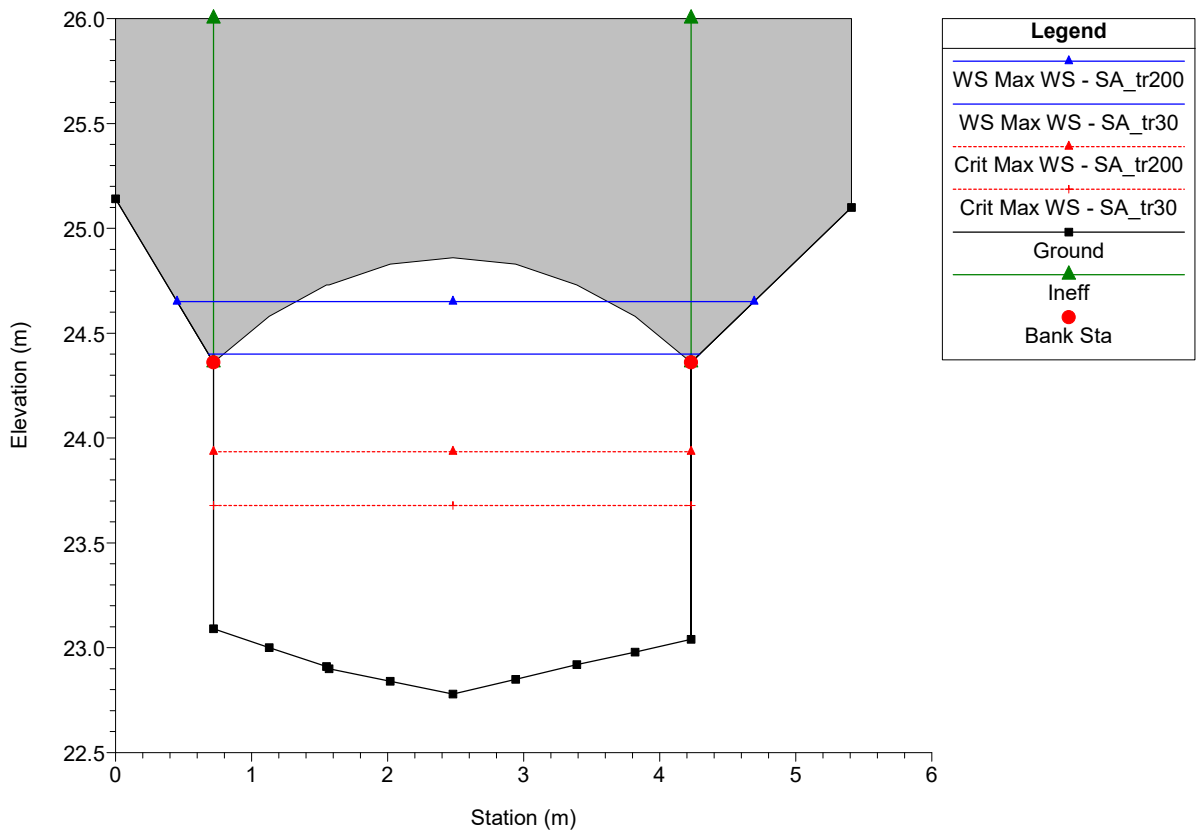
Massa Plan: 1) SA_tr30 2) SA_tr200
 River = Magliano Reach = magliano RS = 45



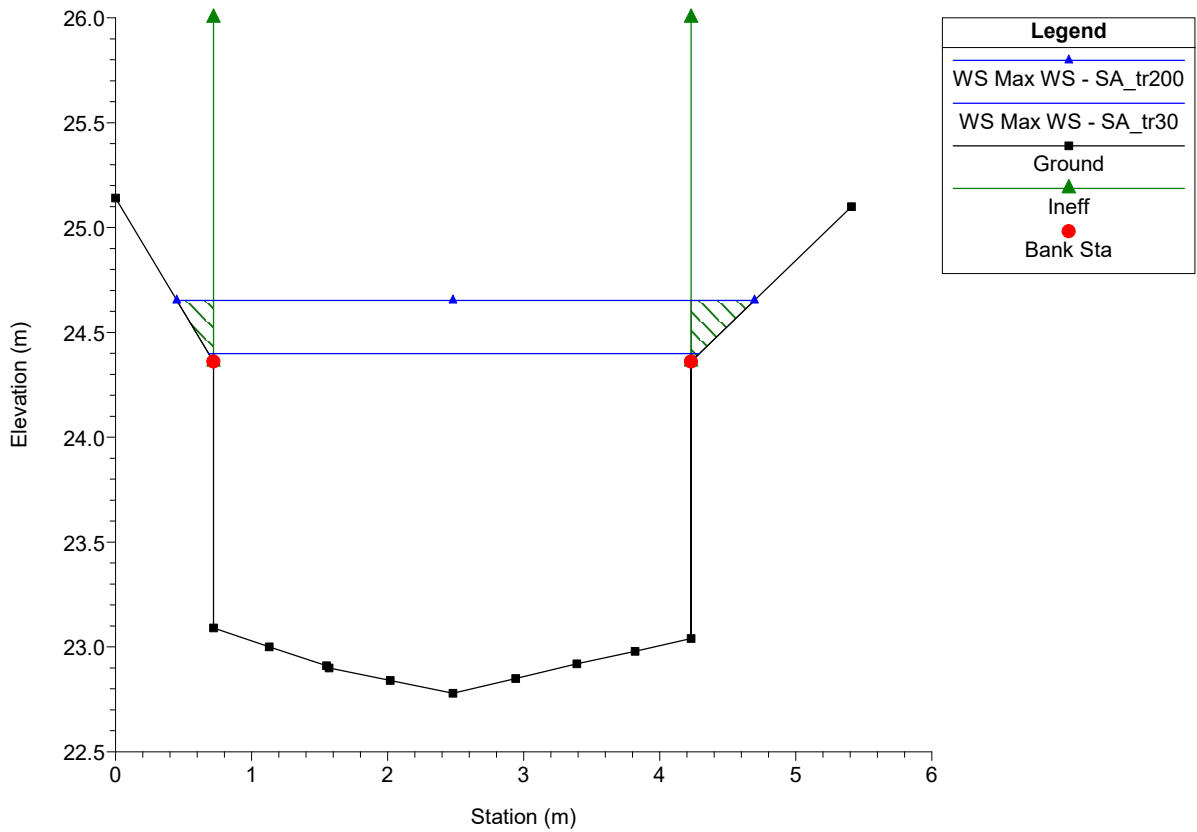
Massa Plan: 1) SA_tr30 2) SA_tr200
 River = Magliano Reach = magliano RS = 40 BR



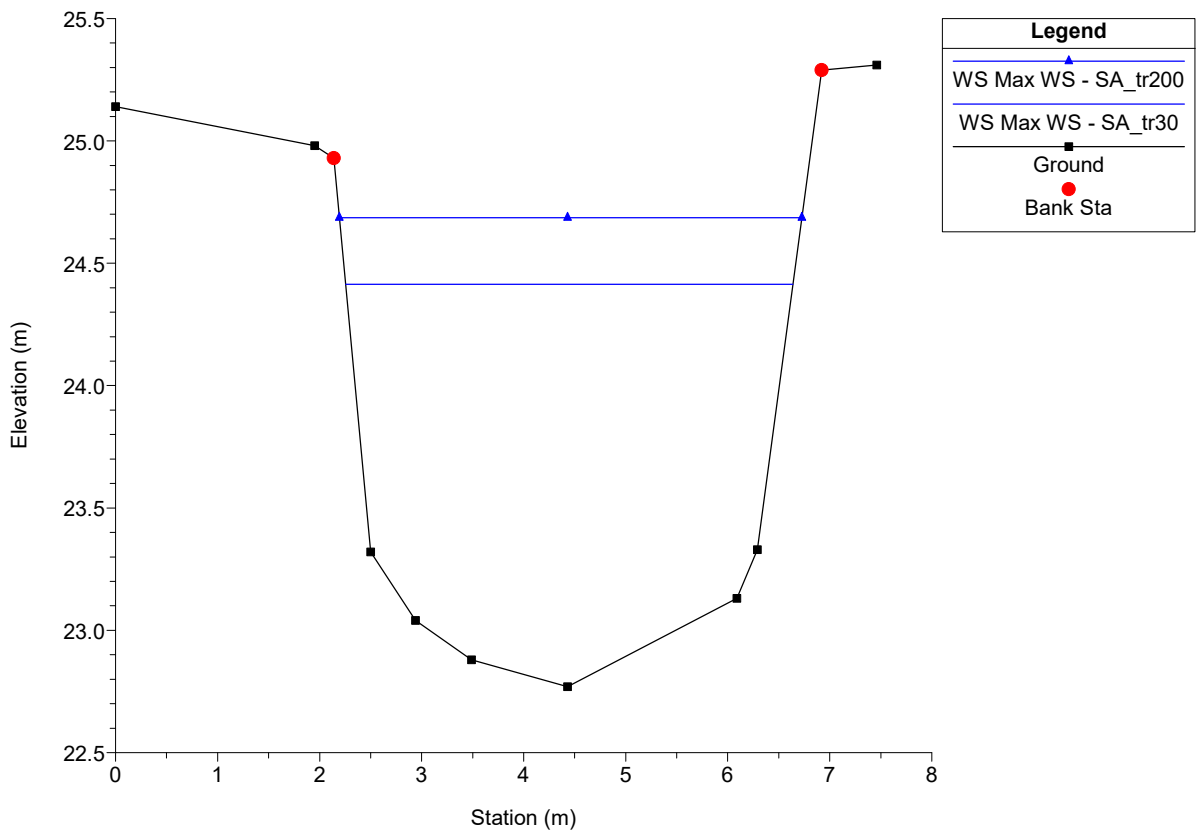
Massa Plan: 1) SA_tr30 2) SA_tr200
 River = Magliano Reach = magliano RS = 40 BR



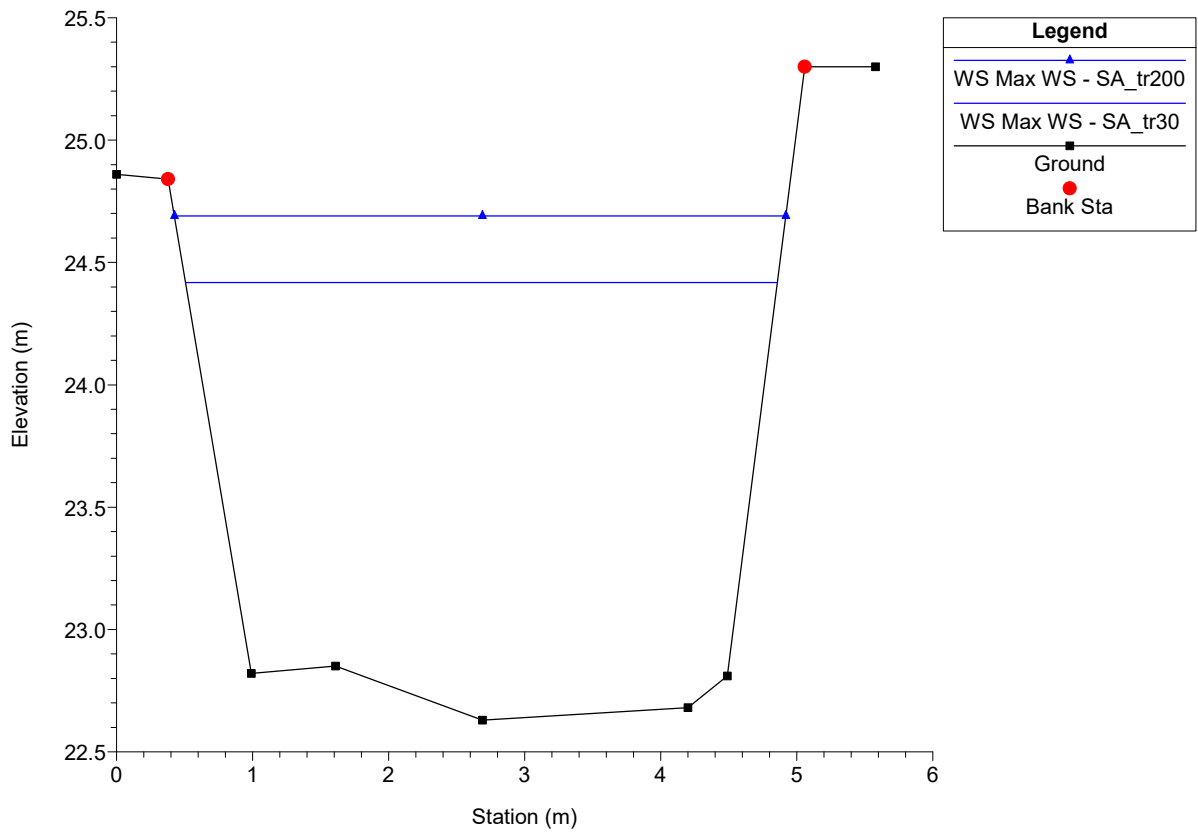
Massa Plan: 1) SA_tr30 2) SA_tr200
 River = Magliano Reach = magliano RS = 35



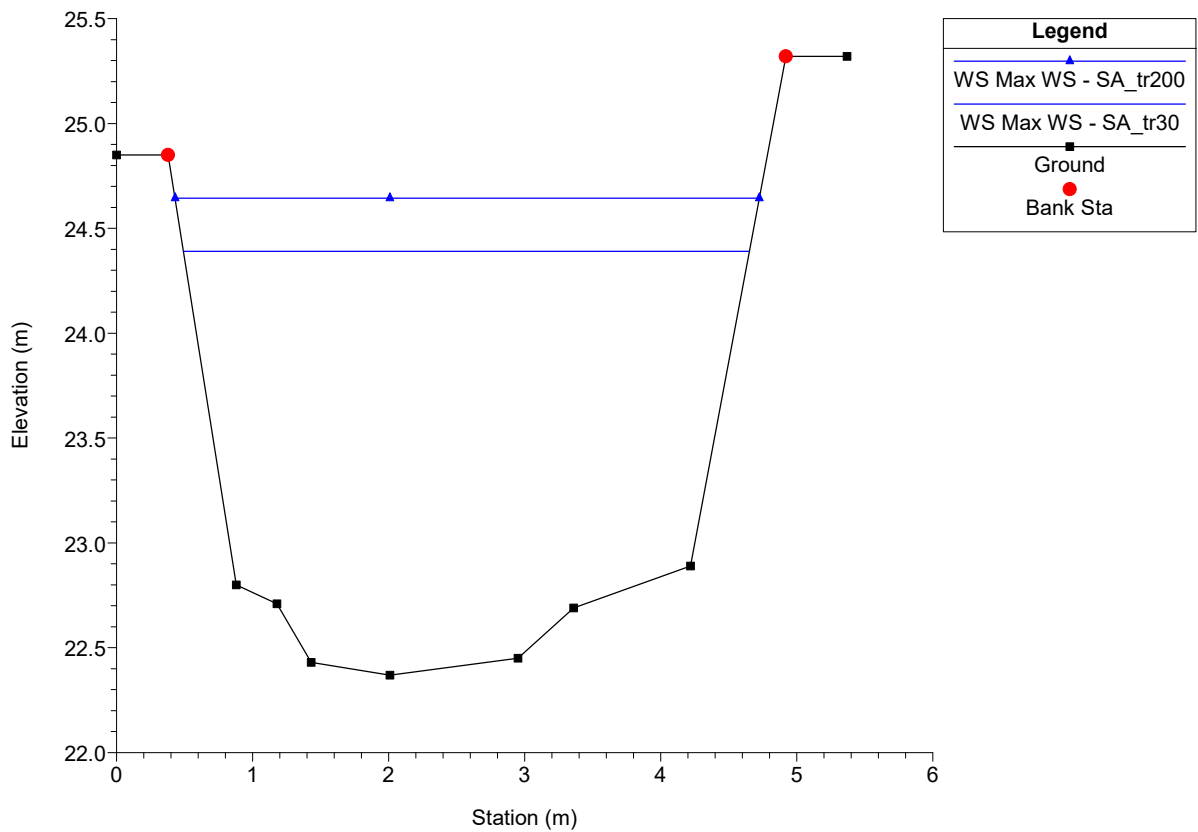
Massa Plan: 1) SA_tr30 2) SA_tr200
 River = Magliano Reach = magliano RS = 30



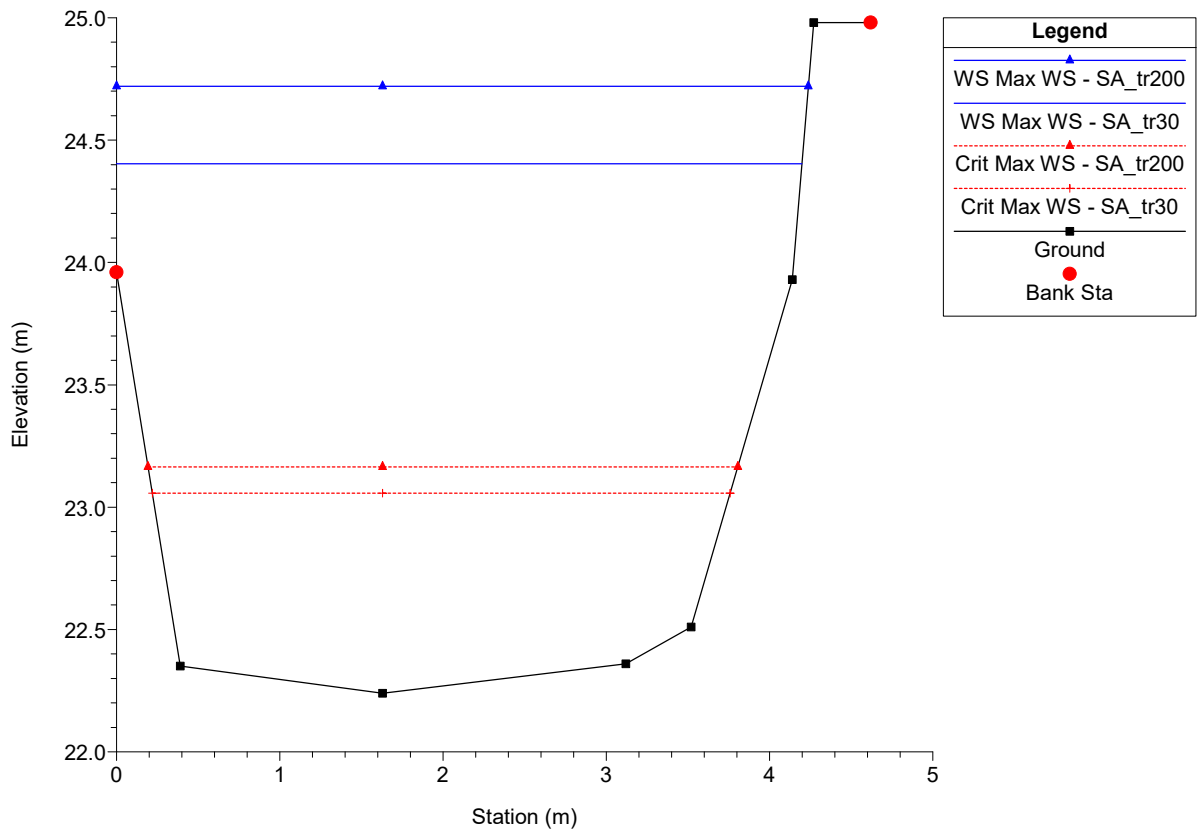
Massa Plan: 1) SA_tr30 2) SA_tr200
River = Magliano Reach = magliano RS = 20



Massa Plan: 1) SA_tr30 2) SA_tr200
River = Magliano Reach = magliano RS = 10



Massa Plan: 1) SA_tr30 2) SA_tr200
River = Magliano Reach = magliano RS = 1



HEC-RAS Profile: Max WS

| River | Reach | River Sta | Profile | Plan | 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 |
|----------|-------------|-----------|---------|----------|-------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|---------------------|-------------------|-------------------|------------------|--------------|
| Magliano | grondini | 302 | Max WS | SA_tr30 | 10.00 | 34.13 | 37.08 | | 37.16 | 0.003587 | 1.28 | 7.81 | 5.00 | 0.33 |
| Magliano | grondini | 302 | Max WS | SA_tr200 | 20.30 | 34.13 | 38.00 | | 38.14 | 0.003935 | 1.63 | 12.45 | 5.00 | 0.33 |
| Magliano | grondini | 301.99 | | | | | | | | | | | | |
| Magliano | grondini | 301.98 | | | | | | | | | | | | |
| Magliano | grondini | 301 | Max WS | SA_tr30 | 9.48 | 34.11 | 37.09 | | 37.16 | 0.003014 | 1.19 | 7.99 | 5.00 | 0.30 |
| Magliano | grondini | 301 | Max WS | SA_tr200 | 18.27 | 34.11 | 38.05 | | 38.16 | 0.002947 | 1.43 | 12.81 | 5.00 | 0.28 |
| Magliano | grondini | 300 | Max WS | SA_tr30 | 8.46 | 34.09 | 37.03 | | 37.19 | 0.005638 | 1.80 | 4.70 | 5.00 | 0.34 |
| Magliano | grondini | 300 | Max WS | SA_tr200 | 14.23 | 34.09 | 37.98 | | 38.25 | 0.006224 | 2.28 | 6.23 | 5.00 | 0.37 |
| Magliano | grondini | 100 | | | | | | | | | | | | |
| Magliano | grondini | 15 | Max WS | SA_tr30 | 8.43 | 26.20 | 28.22 | | 28.56 | 0.015063 | 2.61 | 3.23 | 3.82 | 0.59 |
| Magliano | grondini | 15 | Max WS | SA_tr200 | 14.22 | 26.20 | 28.73 | | 29.36 | 0.019960 | 3.51 | 4.06 | 5.00 | 0.70 |
| Magliano | grondini | 10 | Max WS | SA_tr30 | 8.38 | 26.18 | 28.30 | | 28.48 | 0.010273 | 1.86 | 4.51 | 4.14 | 0.57 |
| Magliano | grondini | 10 | Max WS | SA_tr200 | 14.43 | 26.18 | 28.86 | | 29.07 | 0.008518 | 2.02 | 7.15 | 5.00 | 0.54 |
| Magliano | san remigio | 322 | Max WS | SA_tr30 | 4.20 | 33.65 | 35.41 | | 35.48 | 0.009554 | 1.20 | 3.49 | 3.00 | 0.36 |
| Magliano | san remigio | 322 | Max WS | SA_tr200 | 8.10 | 33.65 | 36.15 | | 36.25 | 0.009418 | 1.42 | 5.72 | 3.00 | 0.33 |
| Magliano | san remigio | 321.99 | | | | | | | | | | | | |
| Magliano | san remigio | 321.98 | | | | | | | | | | | | |
| Magliano | san remigio | 321 | Max WS | SA_tr30 | 3.86 | 33.63 | 35.43 | | 35.48 | 0.007402 | 1.07 | 3.60 | 3.00 | 0.31 |
| Magliano | san remigio | 321 | Max WS | SA_tr200 | 6.68 | 33.63 | 36.21 | | 36.28 | 0.005757 | 1.12 | 5.96 | 3.00 | 0.25 |
| Magliano | san remigio | 320 | Max WS | SA_tr30 | 3.06 | 33.61 | 35.35 | | 35.51 | 0.013328 | 1.76 | 1.74 | 3.00 | 0.42 |
| Magliano | san remigio | 320 | Max WS | SA_tr200 | 3.64 | 33.61 | 36.27 | | 36.36 | 0.004641 | 1.37 | 2.66 | 3.00 | 0.27 |
| Magliano | san remigio | 100 | | | | | | | | | | | | |
| Magliano | san remigio | 12 | Max WS | SA_tr30 | 1.00 | 25.90 | 28.30 | | 28.31 | 0.000484 | 0.42 | 2.40 | 3.00 | 0.09 |
| Magliano | san remigio | 12 | Max WS | SA_tr200 | 1.00 | 25.90 | 28.86 | | 28.86 | 0.000241 | 0.34 | 2.96 | 3.00 | 0.06 |
| Magliano | san remigio | 10 | Max WS | SA_tr30 | 0.49 | 25.89 | 28.30 | | 28.30 | 0.000049 | 0.10 | 5.01 | 3.00 | 0.02 |
| Magliano | san remigio | 10 | Max WS | SA_tr200 | 1.22 | 25.89 | 28.86 | | 28.86 | 0.000144 | 0.18 | 6.67 | 3.00 | 0.04 |
| Magliano | magliano | 125 | Max WS | SA_tr30 | 8.87 | 25.87 | 28.30 | | 28.40 | 0.004490 | 1.36 | 6.55 | 5.00 | 0.38 |
| Magliano | magliano | 125 | Max WS | SA_tr200 | 15.65 | 25.87 | 28.86 | | 29.00 | 0.005036 | 1.88 | 9.31 | 5.00 | 0.39 |
| Magliano | magliano | 124 | | | | | | | | | | | | |
| Magliano | magliano | 123 | | | | | | | | | | | | |
| Magliano | magliano | 120 | Max WS | SA_tr30 | 8.22 | 25.85 | 28.33 | | 28.40 | 0.003522 | 1.22 | 6.75 | 5.00 | 0.33 |
| Magliano | magliano | 120 | Max WS | SA_tr200 | 14.21 | 25.85 | 28.91 | | 29.02 | 0.003739 | 1.47 | 9.67 | 5.00 | 0.34 |
| Magliano | magliano | 115 | Max WS | SA_tr30 | 6.97 | 25.83 | 28.27 | | 28.44 | 0.005407 | 1.78 | 3.91 | 5.35 | 0.36 |
| Magliano | magliano | 115 | Max WS | SA_tr200 | 11.33 | 25.83 | 28.83 | | 29.11 | 0.007258 | 2.36 | 4.79 | 5.35 | 0.44 |
| Magliano | magliano | 110 | | | | | | | | | | | | |
| Magliano | magliano | 105 | Max WS | SA_tr30 | 7.34 | 24.07 | 25.07 | 25.36 | 26.14 | 0.099453 | 4.59 | 1.60 | 1.60 | 1.47 |
| Magliano | magliano | 105 | Max WS | SA_tr200 | 11.33 | 24.07 | 25.46 | 25.79 | 26.78 | 0.102351 | 5.09 | 2.23 | 1.60 | 1.38 |
| Magliano | magliano | 100 | Max WS | SA_tr30 | 7.34 | 23.79 | 25.02 | | 25.19 | 0.008602 | 1.84 | 3.98 | 3.50 | 0.55 |
| Magliano | magliano | 100 | Max WS | SA_tr200 | 11.33 | 23.79 | 25.41 | | 25.63 | 0.009125 | 2.12 | 5.35 | 3.50 | 0.55 |
| Magliano | magliano | 96.667* | Max WS | SA_tr30 | 7.34 | 23.77 | 25.00 | | 25.17 | 0.008431 | 1.83 | 4.01 | 3.50 | 0.55 |
| Magliano | magliano | 96.667* | Max WS | SA_tr200 | 11.33 | 23.77 | 25.39 | | 25.62 | 0.009013 | 2.11 | 5.37 | 3.50 | 0.54 |
| Magliano | magliano | 93.333* | Max WS | SA_tr30 | 7.34 | 23.75 | 24.99 | | 25.16 | 0.008246 | 1.82 | 4.04 | 3.50 | 0.54 |
| Magliano | magliano | 93.333* | Max WS | SA_tr200 | 11.33 | 23.75 | 25.38 | | 25.61 | 0.008893 | 2.10 | 5.40 | 3.50 | 0.54 |
| Magliano | magliano | 90 | Max WS | SA_tr30 | 7.34 | 23.73 | 24.98 | | 25.15 | 0.008066 | 1.80 | 4.08 | 3.50 | 0.53 |
| Magliano | magliano | 90 | Max WS | SA_tr200 | 11.33 | 23.73 | 25.37 | | 25.59 | 0.008771 | 2.09 | 5.43 | 3.50 | 0.54 |
| Magliano | magliano | 88.333* | Max WS | SA_tr30 | 7.34 | 23.72 | 24.97 | | 25.35 | 0.035967 | 2.74 | 2.68 | 2.57 | 0.86 |
| Magliano | magliano | 88.333* | Max WS | SA_tr200 | 11.33 | 23.72 | 25.35 | | 25.79 | 0.034241 | 2.93 | 3.87 | 3.62 | 0.90 |
| Magliano | magliano | 86.667* | Max WS | SA_tr30 | 7.34 | 23.71 | 24.94 | | 25.18 | 0.022590 | 2.15 | 3.42 | 2.85 | 0.63 |
| Magliano | magliano | 86.667* | Max WS | SA_tr200 | 11.33 | 23.71 | 25.33 | | 25.65 | 0.025567 | 2.51 | 4.52 | 2.85 | 0.64 |
| Magliano | magliano | 85 | Max WS | SA_tr30 | 7.34 | 23.70 | 24.99 | | 25.13 | 0.004871 | 1.66 | 4.42 | 3.50 | 0.47 |
| Magliano | magliano | 85 | Max WS | SA_tr200 | 11.33 | 23.70 | 25.39 | | 25.59 | 0.005146 | 1.95 | 5.83 | 3.51 | 0.48 |
| Magliano | magliano | 80 | | | | | | | | | | | | |
| Magliano | magliano | 75 | Max WS | SA_tr30 | 7.34 | 23.58 | 24.49 | | 24.79 | 0.018552 | 2.40 | 3.06 | 3.50 | 0.82 |
| Magliano | magliano | 75 | Max WS | SA_tr200 | 11.33 | 23.58 | 24.81 | | 25.19 | 0.018308 | 2.71 | 4.18 | 3.50 | 0.79 |
| Magliano | magliano | 70 | Max WS | SA_tr30 | 7.34 | 23.58 | 24.48 | | 24.69 | 0.013063 | 2.06 | 3.57 | 4.62 | 0.75 |
| Magliano | magliano | 70 | Max WS | SA_tr200 | 11.33 | 23.58 | 24.80 | | 25.06 | 0.011068 | 2.23 | 5.08 | 4.70 | 0.69 |
| Magliano | magliano | 60 | Max WS | SA_tr30 | 7.34 | 22.96 | 24.48 | | 24.55 | 0.002254 | 1.12 | 6.55 | 4.58 | 0.30 |
| Magliano | magliano | 60 | Max WS | SA_tr200 | 11.33 | 22.96 | 24.84 | | 24.94 | 0.002866 | 1.38 | 8.22 | 4.69 | 0.33 |
| Magliano | magliano | 50 | Max WS | SA_tr30 | 7.34 | 22.93 | 24.47 | | 24.54 | 0.002336 | 1.15 | 6.38 | 4.57 | 0.31 |
| Magliano | magliano | 50 | Max WS | SA_tr200 | 11.33 | 22.93 | 24.83 | | 24.93 | 0.002954 | 1.41 | 8.03 | 4.70 | 0.34 |
| Magliano | magliano | 45 | Max WS | SA_tr30 | 7.34 | 22.92 | 24.44 | 23.71 | 24.54 | 0.001847 | 1.40 | 5.24 | 4.02 | 0.37 |
| Magliano | magliano | 45 | Max WS | SA_tr200 | 11.33 | 22.92 | 24.77 | 23.96 | 24.93 | 0.002241 | 1.77 | 6.41 | 4.76 | 0.42 |
| Magliano | magliano | 40 | | | | | | | | | | | | |
| Magliano | magliano | 35 | Max WS | SA_tr30 | 7.34 | 22.78 | 24.40 | | 24.50 | 0.003958 | 1.41 | 5.21 | 3.61 | 0.37 |
| Magliano | magliano | 35 | Max WS | SA_tr200 | 11.33 | 22.78 | 24.65 | | 24.83 | 0.005577 | 1.86 | 6.10 | 4.25 | 0.45 |
| Magliano | magliano | 30 | Max WS | SA_tr30 | 7.34 | 22.77 | 24.41 | | 24.50 | 0.002807 | 1.26 | 5.83 | 4.38 | 0.35 |
| Magliano | magliano | 30 | Max WS | SA_tr200 | 11.33 | 22.77 | 24.69 | | 24.82 | 0.003995 | 1.61 | 7.04 | 4.53 | 0.41 |

HEC-RAS Profile: Max WS (Continued)

| River | Reach | River Sta | Profile | Plan | Q Total (m ³ /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 (m ²) | Top Width (m) | Froude # Chl |
|------------|------------|-----------|---------|----------|--------------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|---------------------|-------------------|--------------------------------|------------------|--------------|
| Magliano | magliano | 20 | Max WS | SA tr30 | 7.34 | 22.63 | 24.42 | | 24.48 | 0.002062 | 1.11 | 6.62 | 4.35 | 0.29 |
| Magliano | magliano | 20 | Max WS | SA tr200 | 11.33 | 22.63 | 24.69 | | 24.80 | 0.003132 | 1.45 | 7.83 | 4.50 | 0.35 |
| Magliano | magliano | 10 | Max WS | SA tr30 | 7.34 | 22.37 | 24.39 | | 24.45 | 0.001929 | 1.09 | 6.72 | 4.16 | 0.27 |
| Magliano | magliano | 10 | Max WS | SA tr200 | 11.33 | 22.37 | 24.64 | | 24.75 | 0.003105 | 1.46 | 7.79 | 4.29 | 0.35 |
| Magliano | magliano | 1 | Max WS | SA tr30 | 6.41 | 22.24 | 24.40 | 23.06 | 24.44 | 0.001000 | 0.82 | 7.77 | 4.20 | 0.19 |
| Magliano | magliano | 1 | Max WS | SA tr200 | 7.89 | 22.24 | 24.72 | 23.16 | 24.76 | 0.001000 | 0.87 | 9.10 | 4.24 | 0.19 |
| Canalmagro | Canalmagro | 300 | Max WS | SA tr30 | 10.10 | 42.23 | 42.96 | 43.15 | 43.63 | 0.050371 | 3.62 | 2.79 | 4.80 | 1.52 |
| Canalmagro | Canalmagro | 300 | Max WS | SA tr200 | 21.40 | 42.23 | 43.34 | 43.65 | 44.39 | 0.048954 | 4.56 | 4.70 | 5.29 | 1.54 |
| Canalmagro | Canalmagro | 299 | | | | Lat Struct | | | | | | | | |
| Canalmagro | Canalmagro | 298 | | | | Lat Struct | | | | | | | | |
| Canalmagro | Canalmagro | 296.67* | Max WS | SA tr30 | 10.10 | 41.70 | 42.50 | 42.73 | 43.25 | 0.054844 | 3.84 | 2.63 | 4.49 | 1.60 |
| Canalmagro | Canalmagro | 296.67* | Max WS | SA tr200 | 21.40 | 41.70 | 42.91 | 43.24 | 44.02 | 0.049510 | 4.66 | 4.59 | 5.08 | 1.57 |
| Canalmagro | Canalmagro | 293.33* | Max WS | SA tr30 | 10.10 | 41.17 | 42.07 | 42.25 | 42.73 | 0.045046 | 3.61 | 2.80 | 4.46 | 1.45 |
| Canalmagro | Canalmagro | 293.33* | Max WS | SA tr200 | 21.40 | 41.17 | 42.52 | 42.77 | 43.48 | 0.039171 | 4.34 | 4.94 | 4.92 | 1.38 |
| Canalmagro | Canalmagro | 290 | Max WS | SA tr30 | 10.10 | 40.64 | 41.81 | | 42.13 | 0.015836 | 2.54 | 3.98 | 4.49 | 0.86 |
| Canalmagro | Canalmagro | 290 | Max WS | SA tr200 | 21.40 | 40.64 | 42.26 | 42.26 | 42.89 | 0.021239 | 3.50 | 6.11 | 4.84 | 1.00 |
| Canalmagro | Canalmagro | 286.67* | Max WS | SA tr30 | 10.10 | 40.50 | 41.67 | | 41.93 | 0.013484 | 2.27 | 4.44 | 5.51 | 0.81 |
| Canalmagro | Canalmagro | 286.67* | Max WS | SA tr200 | 21.40 | 40.50 | 42.08 | 42.03 | 42.57 | 0.017563 | 3.12 | 6.85 | 6.19 | 0.95 |
| Canalmagro | Canalmagro | 283.33* | Max WS | SA tr30 | 10.10 | 40.37 | 41.55 | | 41.76 | 0.011397 | 2.07 | 4.88 | 5.98 | 0.73 |
| Canalmagro | Canalmagro | 283.33* | Max WS | SA tr200 | 21.40 | 40.37 | 41.91 | | 42.35 | 0.017119 | 2.94 | 7.28 | 7.15 | 0.93 |
| Canalmagro | Canalmagro | 280 | Max WS | SA tr30 | 10.10 | 40.23 | 40.71 | 41.07 | 42.07 | 0.162782 | 5.16 | 1.96 | 4.80 | 2.58 |
| Canalmagro | Canalmagro | 280 | Max WS | SA tr200 | 21.40 | 40.23 | 40.93 | 41.63 | 43.44 | 0.186251 | 7.02 | 3.05 | 4.94 | 2.85 |
| Canalmagro | Canalmagro | 275.00* | Max WS | SA tr30 | 10.10 | 39.26 | 39.77 | 40.16 | 41.33 | 0.186921 | 5.55 | 1.82 | 4.60 | 2.81 |
| Canalmagro | Canalmagro | 275.00* | Max WS | SA tr200 | 21.40 | 39.26 | 40.11 | 40.65 | 42.04 | 0.121444 | 6.15 | 3.48 | 5.15 | 2.39 |
| Canalmagro | Canalmagro | 270 | Max WS | SA tr30 | 10.10 | 38.30 | 39.20 | 39.21 | 39.59 | 0.022604 | 2.76 | 3.66 | 4.99 | 1.03 |
| Canalmagro | Canalmagro | 270 | Max WS | SA tr200 | 21.40 | 38.30 | 39.73 | 39.72 | 40.29 | 0.019949 | 3.32 | 6.45 | 5.65 | 0.99 |
| Canalmagro | Canalmagro | 267.50* | Max WS | SA tr30 | 10.10 | 38.06 | 39.03 | 39.02 | 39.41 | 0.020748 | 2.72 | 3.71 | 4.77 | 0.99 |
| Canalmagro | Canalmagro | 267.50* | Max WS | SA tr200 | 21.40 | 38.06 | 39.57 | 39.55 | 40.12 | 0.019527 | 3.29 | 6.50 | 5.71 | 0.99 |
| Canalmagro | Canalmagro | 265.00* | Max WS | SA tr30 | 10.10 | 37.82 | 38.88 | | 39.22 | 0.018300 | 2.81 | 3.87 | 4.89 | 0.94 |
| Canalmagro | Canalmagro | 265.00* | Max WS | SA tr200 | 21.40 | 37.82 | 39.43 | 39.37 | 39.90 | 0.017041 | 3.05 | 7.03 | 6.64 | 0.95 |
| Canalmagro | Canalmagro | 262.50* | Max WS | SA tr30 | 10.10 | 37.58 | 38.76 | | 38.99 | 0.011399 | 2.11 | 4.78 | 6.12 | 0.76 |
| Canalmagro | Canalmagro | 262.50* | Max WS | SA tr200 | 21.40 | 37.58 | 39.32 | | 39.65 | 0.010680 | 2.55 | 8.39 | 7.30 | 0.76 |
| Canalmagro | Canalmagro | 260 | Max WS | SA tr30 | 10.10 | 37.34 | 38.72 | 38.24 | 38.83 | 0.004953 | 1.47 | 6.87 | 8.15 | 0.51 |
| Canalmagro | Canalmagro | 260 | Max WS | SA tr200 | 21.40 | 37.34 | 39.29 | 38.75 | 39.45 | 0.003766 | 1.80 | 13.04 | 12.41 | 0.48 |
| Canalmagro | Canalmagro | 255 | | | | Int Struct | | | | | | | | |
| Canalmagro | Canalmagro | 250 | Max WS | SA tr30 | 10.10 | 35.73 | 36.79 | | 36.97 | 0.008245 | 1.88 | 5.37 | 5.13 | 0.59 |
| Canalmagro | Canalmagro | 250 | Max WS | SA tr200 | 21.40 | 35.73 | 37.51 | | 37.79 | 0.008218 | 2.36 | 9.08 | 5.22 | 0.57 |
| Canalmagro | Canalmagro | 248 | Max WS | SA tr30 | 10.10 | 35.73 | 36.77 | 36.47 | 36.96 | 0.005768 | 1.95 | 5.19 | 5.13 | 0.61 |
| Canalmagro | Canalmagro | 248 | Max WS | SA tr200 | 21.40 | 35.73 | 37.48 | 36.96 | 37.78 | 0.004550 | 2.45 | 8.74 | 5.22 | 0.59 |
| Canalmagro | Canalmagro | 245 | | | | Bridge | | | | | | | | |
| Canalmagro | Canalmagro | 242 | Max WS | SA tr30 | 10.10 | 35.10 | 35.97 | | 36.23 | 0.009665 | 2.24 | 4.50 | 5.25 | 0.77 |
| Canalmagro | Canalmagro | 242 | Max WS | SA tr200 | 21.40 | 35.10 | 36.58 | | 36.98 | 0.007442 | 2.80 | 7.64 | 5.32 | 0.74 |
| Canalmagro | Canalmagro | 240 | Max WS | SA tr30 | 10.10 | 35.08 | 35.95 | | 36.20 | 0.014001 | 2.23 | 4.52 | 5.25 | 0.77 |
| Canalmagro | Canalmagro | 240 | Max WS | SA tr200 | 21.40 | 35.08 | 36.56 | | 36.95 | 0.012870 | 2.75 | 7.77 | 5.32 | 0.73 |
| Canalmagro | Canalmagro | 230 | Max WS | SA tr30 | 10.10 | 34.48 | 35.88 | 35.35 | 36.00 | 0.004438 | 1.56 | 6.54 | 6.45 | 0.46 |
| Canalmagro | Canalmagro | 230 | Max WS | SA tr200 | 21.40 | 34.48 | 36.54 | 35.87 | 36.73 | 0.003957 | 1.99 | 12.10 | 9.82 | 0.47 |
| Canalmagro | Canalmagro | 220 | | | | Int Struct | | | | | | | | |
| Canalmagro | Canalmagro | 210 | Max WS | SA tr30 | 10.10 | 30.76 | 32.12 | 32.14 | 32.53 | 0.024881 | 2.85 | 3.54 | 4.66 | 1.05 |
| Canalmagro | Canalmagro | 210 | Max WS | SA tr200 | 21.40 | 30.76 | 32.58 | 32.67 | 33.24 | 0.026421 | 3.60 | 5.95 | 5.65 | 1.12 |
| Canalmagro | Canalmagro | 208.33* | Max WS | SA tr30 | 10.10 | 30.37 | 31.79 | 31.77 | 32.14 | 0.044973 | 2.58 | 3.91 | 5.29 | 0.96 |
| Canalmagro | Canalmagro | 208.33* | Max WS | SA tr200 | 21.40 | 30.37 | 32.25 | 32.25 | 32.80 | 0.047052 | 3.29 | 6.51 | 6.10 | 1.02 |
| Canalmagro | Canalmagro | 206.67* | Max WS | SA tr30 | 10.10 | 29.97 | 31.36 | 31.36 | 31.72 | 0.048263 | 2.62 | 3.85 | 5.49 | 1.00 |
| Canalmagro | Canalmagro | 206.67* | Max WS | SA tr200 | 21.40 | 29.97 | 31.81 | 31.83 | 32.36 | 0.047840 | 3.28 | 6.52 | 6.31 | 1.03 |
| Canalmagro | Canalmagro | 205.00* | Max WS | SA tr30 | 10.10 | 29.58 | 30.90 | 30.92 | 31.27 | 0.052170 | 2.70 | 3.74 | 5.45 | 1.04 |
| Canalmagro | Canalmagro | 205.00* | Max WS | SA tr200 | 21.40 | 29.58 | 31.36 | 31.39 | 31.91 | 0.049596 | 3.29 | 6.50 | 6.47 | 1.05 |
| Canalmagro | Canalmagro | 203.33* | Max WS | SA tr30 | 10.10 | 29.18 | 30.41 | 30.43 | 30.81 | 0.054871 | 2.80 | 3.61 | 5.09 | 1.06 |
| Canalmagro | Canalmagro | 203.33* | Max WS | SA tr200 | 21.40 | 29.18 | 30.89 | 30.94 | 31.46 | 0.052302 | 3.35 | 6.39 | 6.41 | 1.07 |
| Canalmagro | Canalmagro | 201.67* | Max WS | SA tr30 | 10.10 | 28.79 | 29.86 | 29.92 | 30.32 | 0.063099 | 3.00 | 3.37 | 4.68 | 1.13 |
| Canalmagro | Canalmagro | 201.67* | Max WS | SA tr200 | 21.40 | 28.79 | 30.36 | 30.47 | 31.01 | 0.061651 | 3.56 | 6.02 | 6.14 | 1.15 |
| Canalmagro | Canalmagro | 200 | Max WS | SA tr30 | 10.10 | 28.39 | 29.50 | | 29.81 | 0.015815 | 2.46 | 4.11 | 4.92 | 0.86 |
| Canalmagro | Canalmagro | 200 | Max WS | SA tr200 | 21.40 | 28.39 | 29.98 | 29.96 | 30.51 | 0.019999 | 3.21 | 6.67 | 6.04 | 0.98 |
| Canalmagro | Canalmagro | 198.00* | Max WS | SA tr30 | 10.10 | 28.09 | 29.30 | | 29.58 | 0.033546 | 2.35 | 4.31 | 5.40 | 0.84 |
| Canalmagro | Canalmagro | 198.00* | Max WS | SA tr200 | 21.40 | 28.09 | 29.73 | 29.69 | 30.20 | 0.041533 | 3.03 | 7.05 | 6.91 | 0.96 |
| Canalmagro | Canalmagro | 196.00* | Max WS | SA tr30 | 10.10 | 27.78 | 28.99 | 28.95 | 29.27 | 0.042036 | 2.38 | 4.24 | 6.48 | 0.94 |
| Canalmagro | Canalmagro | 196.00* | Max WS | SA tr200 | 21.40 | 27.78 | 29.38 | 29.38 | 29.86 | 0.043730 | 3.07 | 6.97 | 7.21 | 1.00 |
| Canalmagro | Canalmagro | 194.00* | Max WS | SA tr30 | 10.10 | 27.48 | 28.60 | 28.61 | 28.93 | 0.050714 | 2.53 | 3.99 | 6.50 | 1.03 |
| Canalmagro | Canalmagro | 194.00* | Max WS | SA tr200 | 21.40 | 27.48 | 29.01 | 29.04 | 29.51 | 0.047781 | 3.14 | 6.82 | 7.46 | 1.05 |
| Canalmagro | Canalmagro | 192.00* | Max WS | SA tr30 | 10.10 | 27.17 | 28.11 | 28.19 | 28.55 | 0.070428 | 2.95 | 3.42 | 5.57 | 1.20 |

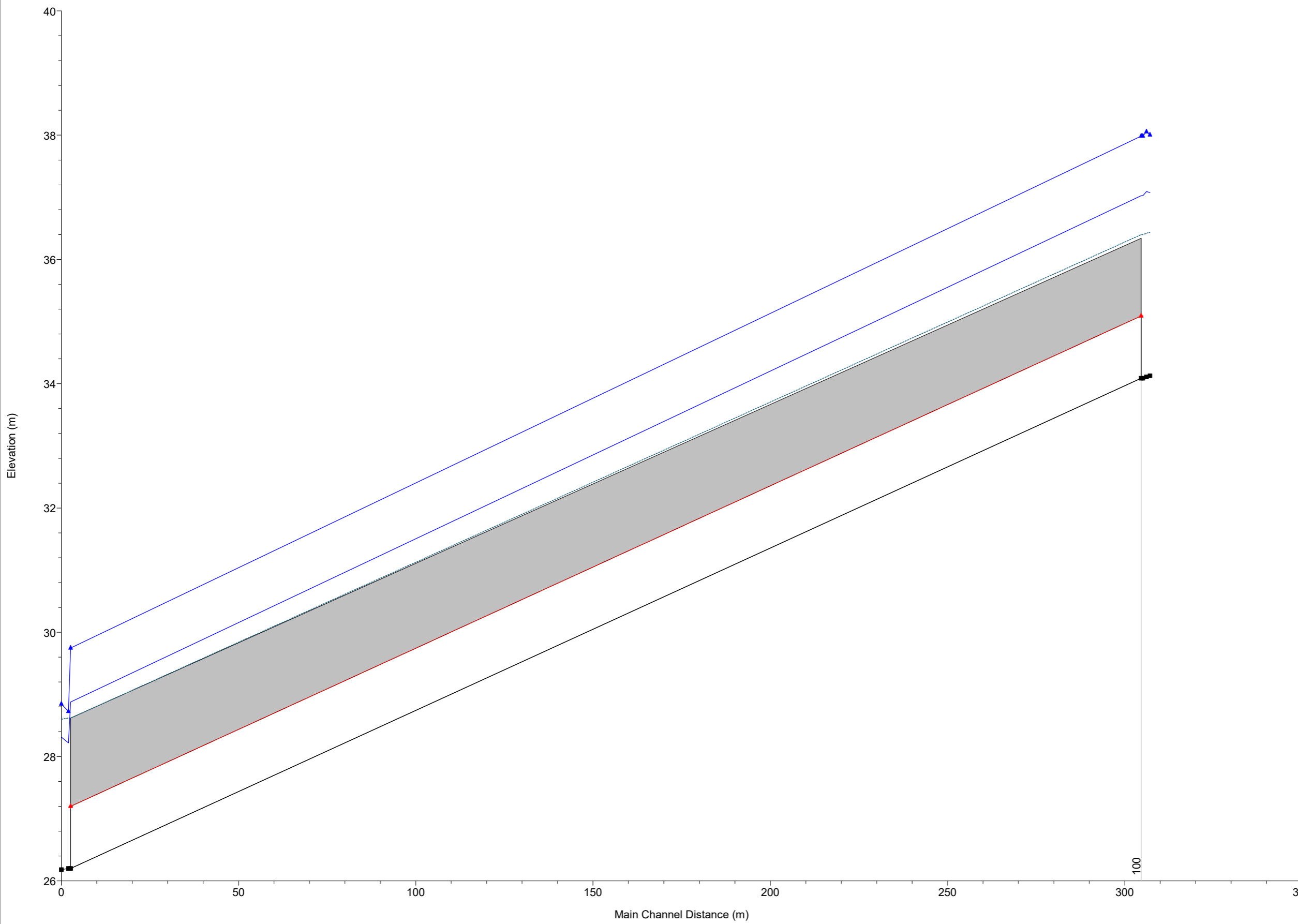
HEC-RAS Profile: Max WS (Continued)

| River | Reach | River Sta | Profile | Plan | 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 |
|------------|------------|-----------|---------|----------|-------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|---------------------|-------------------|-------------------|------------------|--------------|
| Canalmagro | Canalmagro | 192.00* | Max WS | SA_tr200 | 21.40 | 27.17 | 28.53 | 28.67 | 29.16 | 0.067304 | 3.52 | 6.08 | 7.32 | 1.23 |
| Canalmagro | Canalmagro | 190 | Max WS | SA_tr30 | 10.10 | 26.87 | 27.71 | 27.76 | 28.10 | 0.025858 | 2.77 | 3.64 | 5.64 | 1.10 |
| Canalmagro | Canalmagro | 190 | Max WS | SA_tr200 | 21.40 | 26.87 | 28.16 | 28.23 | 28.72 | 0.023861 | 3.32 | 6.44 | 6.96 | 1.10 |
| Canalmagro | Canalmagro | 188.00* | Max WS | SA_tr30 | 10.10 | 26.50 | 27.43 | 27.43 | 27.79 | 0.042403 | 2.86 | 3.80 | 5.52 | 1.02 |
| Canalmagro | Canalmagro | 188.00* | Max WS | SA_tr200 | 21.40 | 26.50 | 27.88 | 27.93 | 28.41 | 0.042941 | 3.24 | 6.61 | 7.06 | 1.07 |
| Canalmagro | Canalmagro | 186.00* | Max WS | SA_tr30 | 10.10 | 26.14 | 27.07 | 27.11 | 27.48 | 0.042169 | 2.83 | 3.57 | 5.28 | 1.10 |
| Canalmagro | Canalmagro | 186.00* | Max WS | SA_tr200 | 21.40 | 26.14 | 27.52 | 27.62 | 28.12 | 0.041795 | 3.43 | 6.24 | 6.72 | 1.14 |
| Canalmagro | Canalmagro | 184.00* | Max WS | SA_tr30 | 10.10 | 25.77 | 26.72 | 26.80 | 27.18 | 0.041214 | 3.00 | 3.37 | 5.04 | 1.17 |
| Canalmagro | Canalmagro | 184.00* | Max WS | SA_tr200 | 21.40 | 25.77 | 27.18 | 27.31 | 27.83 | 0.038995 | 3.58 | 5.98 | 6.49 | 1.19 |
| Canalmagro | Canalmagro | 182.00* | Max WS | SA_tr30 | 10.10 | 25.41 | 26.40 | 26.48 | 26.88 | 0.036005 | 3.07 | 3.29 | 4.81 | 1.19 |
| Canalmagro | Canalmagro | 182.00* | Max WS | SA_tr200 | 21.40 | 25.41 | 26.88 | 27.01 | 27.54 | 0.032714 | 3.58 | 5.98 | 6.41 | 1.18 |
| Canalmagro | Canalmagro | 180 | Max WS | SA_tr30 | 10.10 | 25.04 | 26.14 | 26.18 | 26.56 | 0.023837 | 2.85 | 3.54 | 4.76 | 1.06 |
| Canalmagro | Canalmagro | 180 | Max WS | SA_tr200 | 21.40 | 25.04 | 26.65 | 26.71 | 27.22 | 0.022702 | 3.35 | 6.40 | 6.57 | 1.08 |
| Canalmagro | Canalmagro | 178.00* | Max WS | SA_tr30 | 10.10 | 24.77 | 25.95 | 25.94 | 26.32 | 0.025008 | 2.70 | 3.74 | 4.96 | 0.99 |
| Canalmagro | Canalmagro | 178.00* | Max WS | SA_tr200 | 21.40 | 24.77 | 26.46 | 26.62 | 26.98 | 0.023629 | 3.17 | 6.74 | 6.72 | 1.01 |
| Canalmagro | Canalmagro | 176.00* | Max WS | SA_tr30 | 10.10 | 24.51 | 25.74 | | 26.08 | 0.025533 | 2.55 | 3.96 | 5.12 | 0.93 |
| Canalmagro | Canalmagro | 176.00* | Max WS | SA_tr200 | 21.40 | 24.51 | 26.21 | 26.28 | 26.65 | 0.038863 | 2.92 | 7.33 | 11.20 | 1.15 |
| Canalmagro | Canalmagro | 174.00* | Max WS | SA_tr30 | 10.10 | 24.24 | 25.54 | | 25.83 | 0.025936 | 2.40 | 4.20 | 5.35 | 0.87 |
| Canalmagro | Canalmagro | 174.00* | Max WS | SA_tr200 | 21.40 | 24.24 | 25.89 | 25.94 | 26.32 | 0.039806 | 2.90 | 7.39 | 10.29 | 1.09 |
| Canalmagro | Canalmagro | 172.00* | Max WS | SA_tr30 | 10.10 | 23.98 | 25.20 | 25.25 | 25.53 | 0.057830 | 2.53 | 4.00 | 8.15 | 1.15 |
| Canalmagro | Canalmagro | 172.00* | Max WS | SA_tr200 | 21.40 | 23.98 | 25.52 | 25.61 | 26.03 | 0.052906 | 3.17 | 6.76 | 9.04 | 1.17 |
| Canalmagro | Canalmagro | 170 | Max WS | SA_tr30 | 10.10 | 23.71 | 24.85 | 24.91 | 25.20 | 0.028568 | 2.62 | 3.88 | 7.20 | 1.14 |
| Canalmagro | Canalmagro | 170 | Max WS | SA_tr200 | 21.40 | 23.71 | 25.20 | 25.29 | 25.75 | 0.026560 | 3.29 | 6.50 | 7.94 | 1.16 |
| Canalmagro | Canalmagro | 167.50* | Max WS | SA_tr30 | 10.10 | 23.37 | 24.50 | 24.52 | 24.82 | 0.043496 | 2.50 | 4.05 | 6.97 | 1.05 |
| Canalmagro | Canalmagro | 167.50* | Max WS | SA_tr200 | 21.40 | 23.37 | 24.85 | 24.92 | 25.38 | 0.044301 | 3.21 | 6.66 | 7.76 | 1.11 |
| Canalmagro | Canalmagro | 165.00* | Max WS | SA_tr30 | 10.10 | 23.03 | 24.07 | 24.13 | 24.45 | 0.043898 | 2.73 | 3.70 | 6.58 | 1.16 |
| Canalmagro | Canalmagro | 165.00* | Max WS | SA_tr200 | 21.40 | 23.03 | 24.42 | 24.54 | 25.03 | 0.043965 | 3.48 | 6.15 | 7.41 | 1.22 |
| Canalmagro | Canalmagro | 162.50* | Max WS | SA_tr30 | 10.10 | 22.69 | 23.64 | 23.74 | 24.09 | 0.043008 | 2.97 | 3.40 | 6.17 | 1.28 |
| Canalmagro | Canalmagro | 162.50* | Max WS | SA_tr200 | 21.40 | 22.69 | 24.00 | 24.17 | 24.69 | 0.040029 | 3.67 | 5.83 | 7.11 | 1.30 |
| Canalmagro | Canalmagro | 160 | Max WS | SA_tr30 | 10.10 | 22.35 | 23.29 | 23.36 | 23.69 | 0.027749 | 2.82 | 3.59 | 6.04 | 1.17 |
| Canalmagro | Canalmagro | 160 | Max WS | SA_tr200 | 21.40 | 22.35 | 23.67 | 23.80 | 24.30 | 0.027043 | 3.51 | 6.09 | 7.05 | 1.21 |
| Canalmagro | Canalmagro | 158.33* | Max WS | SA_tr30 | 10.10 | 22.06 | 23.02 | 23.09 | 23.43 | 0.027637 | 2.84 | 3.56 | 5.91 | 1.17 |
| Canalmagro | Canalmagro | 158.33* | Max WS | SA_tr200 | 21.40 | 22.06 | 23.41 | 23.53 | 24.05 | 0.026909 | 3.53 | 6.06 | 6.91 | 1.20 |
| Canalmagro | Canalmagro | 156.67* | Max WS | SA_tr30 | 10.10 | 21.77 | 22.75 | 22.82 | 23.17 | 0.027444 | 2.85 | 3.54 | 5.77 | 1.16 |
| Canalmagro | Canalmagro | 156.67* | Max WS | SA_tr200 | 21.40 | 21.77 | 23.15 | 23.27 | 23.79 | 0.026787 | 3.55 | 6.03 | 6.77 | 1.20 |
| Canalmagro | Canalmagro | 155.00* | Max WS | SA_tr30 | 10.10 | 21.47 | 22.48 | 22.55 | 22.90 | 0.027343 | 2.87 | 3.52 | 5.65 | 1.16 |
| Canalmagro | Canalmagro | 155.00* | Max WS | SA_tr200 | 21.40 | 21.47 | 22.89 | 23.01 | 23.54 | 0.026832 | 3.57 | 5.99 | 6.63 | 1.20 |
| Canalmagro | Canalmagro | 153.33* | Max WS | SA_tr30 | 10.10 | 21.18 | 22.22 | 22.28 | 22.64 | 0.027266 | 2.88 | 3.50 | 5.52 | 1.16 |
| Canalmagro | Canalmagro | 153.33* | Max WS | SA_tr200 | 21.40 | 21.18 | 22.62 | 22.75 | 23.29 | 0.027175 | 3.61 | 5.93 | 6.47 | 1.20 |
| Canalmagro | Canalmagro | 151.67* | Max WS | SA_tr30 | 10.10 | 20.89 | 21.95 | 22.02 | 22.38 | 0.027568 | 2.91 | 3.47 | 5.39 | 1.16 |
| Canalmagro | Canalmagro | 151.67* | Max WS | SA_tr200 | 21.40 | 20.89 | 22.35 | 22.49 | 23.04 | 0.028332 | 3.67 | 5.82 | 6.30 | 1.22 |
| Canalmagro | Canalmagro | 150 | Max WS | SA_tr30 | 10.10 | 20.60 | 21.67 | 21.75 | 22.13 | 0.029612 | 2.99 | 3.38 | 5.23 | 1.19 |
| Canalmagro | Canalmagro | 150 | Max WS | SA_tr200 | 21.40 | 20.60 | 22.06 | 22.24 | 22.81 | 0.032002 | 3.84 | 5.57 | 6.07 | 1.28 |
| Canalmagro | Canalmagro | 148.33* | Max WS | SA_tr30 | 10.10 | 20.36 | 21.42 | 21.50 | 21.86 | 0.029858 | 2.95 | 3.42 | 5.57 | 1.20 |
| Canalmagro | Canalmagro | 148.33* | Max WS | SA_tr200 | 21.40 | 20.36 | 21.78 | 21.96 | 22.52 | 0.032074 | 3.80 | 5.63 | 6.43 | 1.30 |
| Canalmagro | Canalmagro | 146.67* | Max WS | SA_tr30 | 10.10 | 20.12 | 21.16 | 21.25 | 21.60 | 0.030729 | 2.92 | 3.46 | 5.95 | 1.22 |
| Canalmagro | Canalmagro | 146.67* | Max WS | SA_tr200 | 21.40 | 20.12 | 21.51 | 21.69 | 22.23 | 0.032273 | 3.76 | 5.70 | 6.79 | 1.31 |
| Canalmagro | Canalmagro | 145.00* | Max WS | SA_tr30 | 10.10 | 19.88 | 20.90 | 20.99 | 21.32 | 0.031637 | 2.90 | 3.48 | 6.26 | 1.24 |
| Canalmagro | Canalmagro | 145.00* | Max WS | SA_tr200 | 21.40 | 19.88 | 21.24 | 21.41 | 21.94 | 0.032448 | 3.71 | 5.77 | 7.13 | 1.31 |
| Canalmagro | Canalmagro | 143.33* | Max WS | SA_tr30 | 10.10 | 19.64 | 20.63 | 20.72 | 21.04 | 0.031653 | 2.86 | 3.53 | 6.47 | 1.24 |
| Canalmagro | Canalmagro | 143.33* | Max WS | SA_tr200 | 21.40 | 19.64 | 20.96 | 21.13 | 21.64 | 0.032421 | 3.65 | 5.86 | 7.45 | 1.31 |
| Canalmagro | Canalmagro | 141.67* | Max WS | SA_tr30 | 10.10 | 19.40 | 20.36 | 20.44 | 20.76 | 0.030915 | 2.79 | 3.62 | 6.79 | 1.22 |
| Canalmagro | Canalmagro | 141.67* | Max WS | SA_tr200 | 21.40 | 19.40 | 20.69 | 20.84 | 21.33 | 0.031292 | 3.56 | 6.02 | 7.75 | 1.29 |
| Canalmagro | Canalmagro | 140 | Max WS | SA_tr30 | 10.10 | 19.16 | 20.12 | 20.16 | 20.46 | 0.026323 | 2.59 | 3.90 | 7.22 | 1.12 |
| Canalmagro | Canalmagro | 140 | Max WS | SA_tr200 | 21.40 | 19.16 | 20.44 | 20.55 | 21.01 | 0.027472 | 3.35 | 6.38 | 8.12 | 1.21 |
| Canalmagro | Canalmagro | 138.00* | Max WS | SA_tr30 | 10.10 | 18.95 | 19.88 | 19.93 | 20.22 | 0.026819 | 2.59 | 3.90 | 7.43 | 1.14 |
| Canalmagro | Canalmagro | 138.00* | Max WS | SA_tr200 | 21.40 | 18.95 | 20.19 | 20.31 | 20.76 | 0.028814 | 3.37 | 6.36 | 8.50 | 1.24 |
| Canalmagro | Canalmagro | 136.00* | Max WS | SA_tr30 | 10.10 | 18.74 | 19.63 | 19.69 | 19.97 | 0.027826 | 2.57 | 3.93 | 7.86 | 1.16 |
| Canalmagro | Canalmagro | 136.00* | Max WS | SA_tr200 | 21.40 | 18.74 | 19.92 | 20.05 | 20.50 | 0.031347 | 3.37 | 6.35 | 9.14 | 1.29 |
| Canalmagro | Canalmagro | 134.00* | Max WS | SA_tr30 | 10.10 | 18.53 | 19.36 | 19.43 | 19.70 | 0.031952 | 2.57 | 3.93 | 8.82 | 1.23 |
| Canalmagro | Canalmagro | 134.00* | Max WS | SA_tr200 | 21.40 | 18.53 | 19.63 | 19.76 | 20.20 | 0.033083 | 3.37 | 6.35 | 9.60 | 1.32 |
| Canalmagro | Canalmagro | 132.00* | Max WS | SA_tr30 | 10.10 | 18.32 | 19.07 | 19.14 | 19.40 | 0.034023 | 2.57 | 3.94 | 9.25 | 1.26 |
| Canalmagro | Canalmagro | 132.00* | Max WS | SA_tr200 | 21.40 | 18.32 | 19.33 | 19.46 | 19.89 | 0.033566 | 3.32 | 6.44 | 10.04 | 1.32 |
| Canalmagro | Canalmagro | 130 | Max WS | SA_tr30 | 10.10 | 18.11 | 18.78 | 18.83 | 19.08 | 0.029932 | 2.41 | 4.19 | 9.78 | 1.18 |
| Canalmagro | Canalmagro | 130 | Max WS | SA_tr200 | 21.40 | 18.11 | 19.05 | 19.14 | 19.54 | 0.028582 | 3.10 | 6.91 | 10.54 | 1.22 |
| Canalmagro | Canalmagro | 127.50* | Max WS | SA_tr30 | 10.10 | 17.85 | 18.54 | 18.61 | 18.87 | 0.034010 | 2.55 | 3.96 | 9.43 | 1.26 |
| Canalmagro | Canalmagro | 127.50* | Max WS | SA_tr200 | 21.40 | 17.85 | 18.83 | 18.93 | 19.32 | 0.028251 | 3.10 | 6.89 | 10.49 | 1.22 |
| Canalmagro | Canalmagro | 125.00* | Max WS | SA_tr30 | 10.10 | 17.58 | 18.29 | 18.35 | 18.61 | 0.031990 | 2.52 | 4.01 | 9.34 | 1.23 |
| Canalmagro | Canalmagro | 125.00* | Max WS | SA_tr200 | 21.40 | 17.58 | 18.65 | 18.68 | 19.05 | 0.020485 | 2.80 | 7.63 | 10.67 | 1.06 |
| Canalmagro | Canalmagro | 122.50* | Max WS | SA_tr30 | 10.10 | 17.32 | 18.12 | | 18.30 | 0.013515 | 1.92 | 5.27 | 9.59 | 0.83 |

Massa Plan: 1) SP_tr30 2) SP_tr200
Grondini

Legend

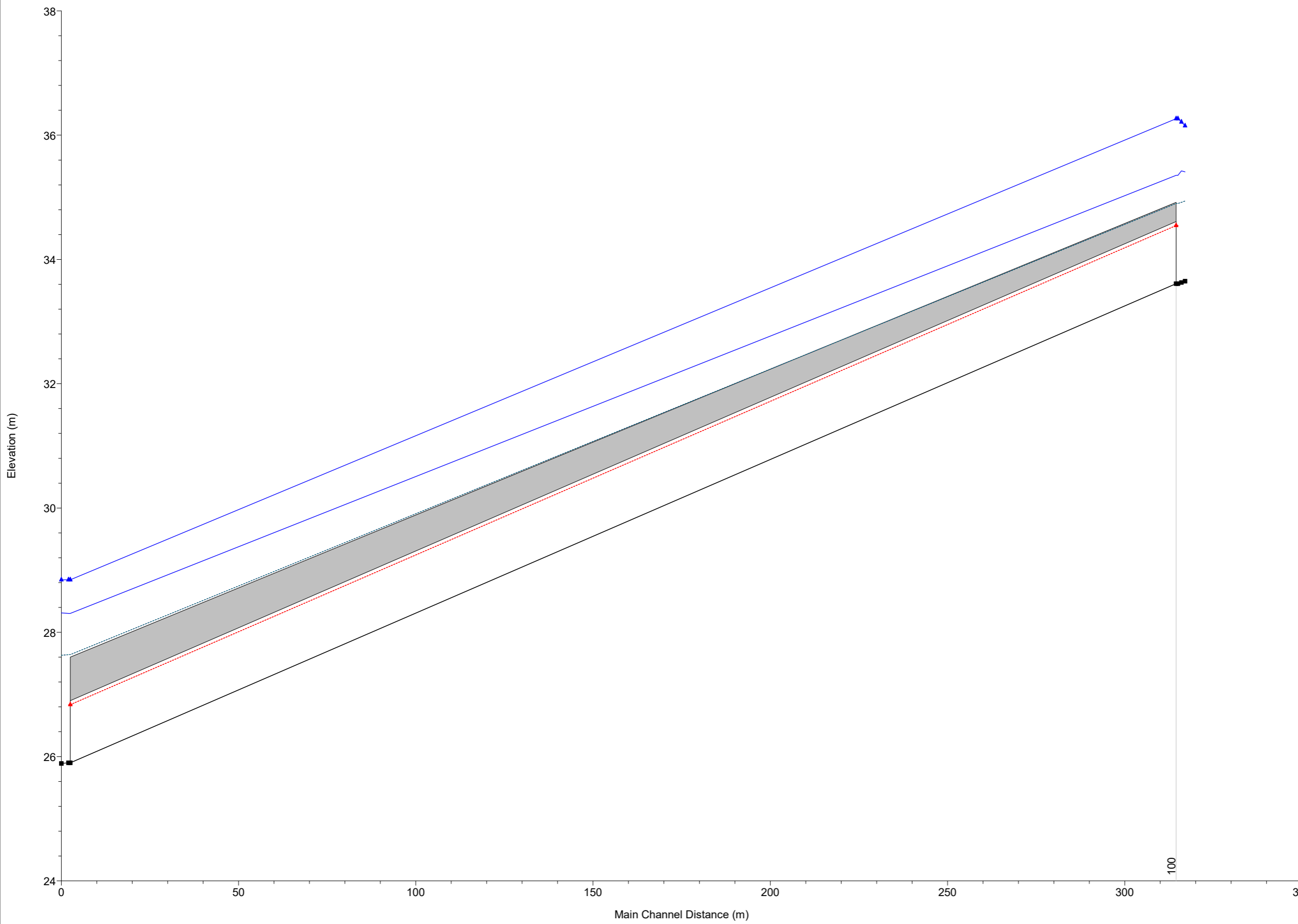
- WS Max WS - SP_tr200
- WS Max WS - SP_tr30
- Crit Max WS - SP_tr30
- Crit Max WS - SP_tr200
- Ground
- LOB
- ROB



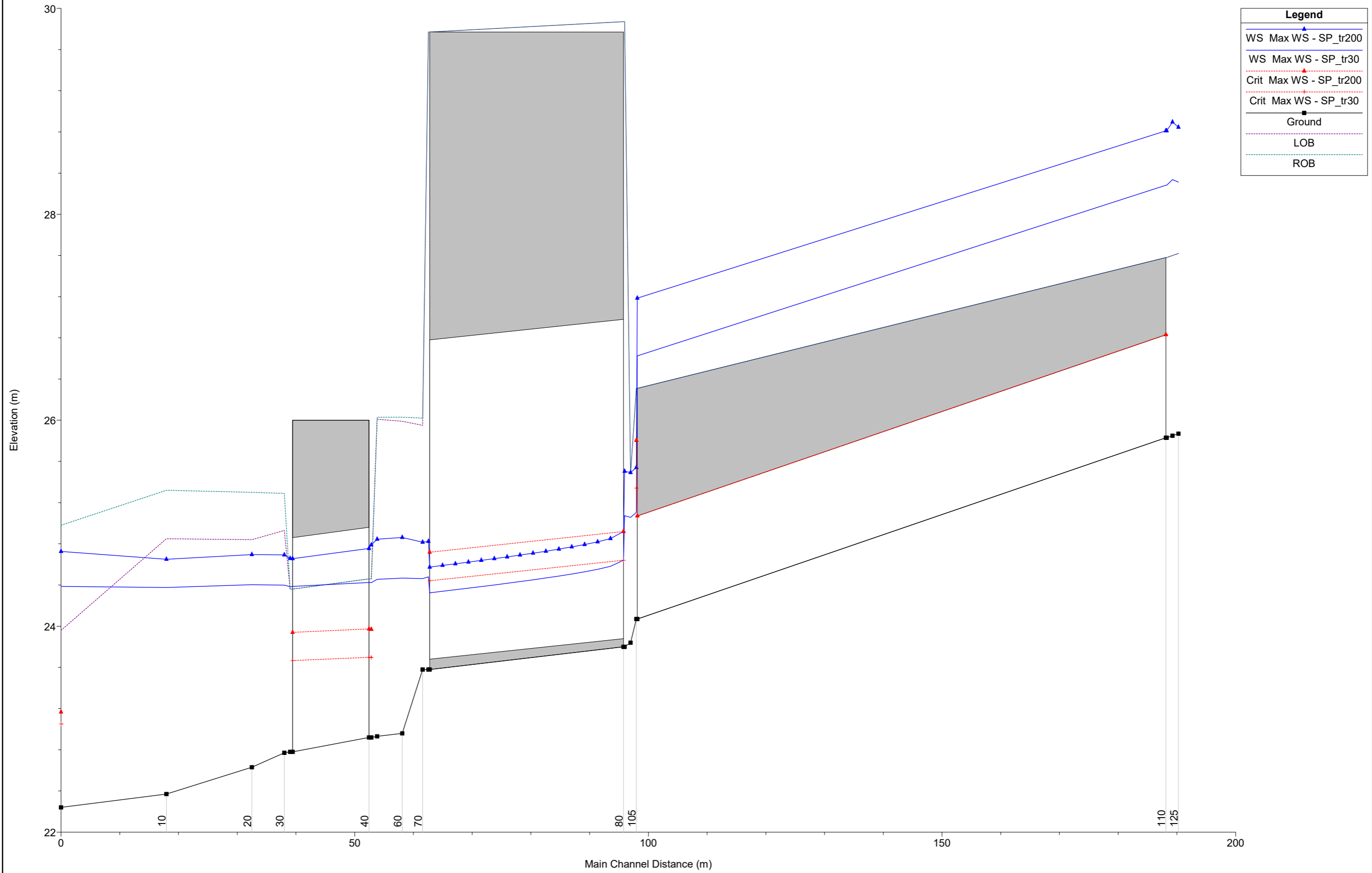
Massa Plan: 1) SP_tr30 2) SP_tr200
San Remigio

Legend

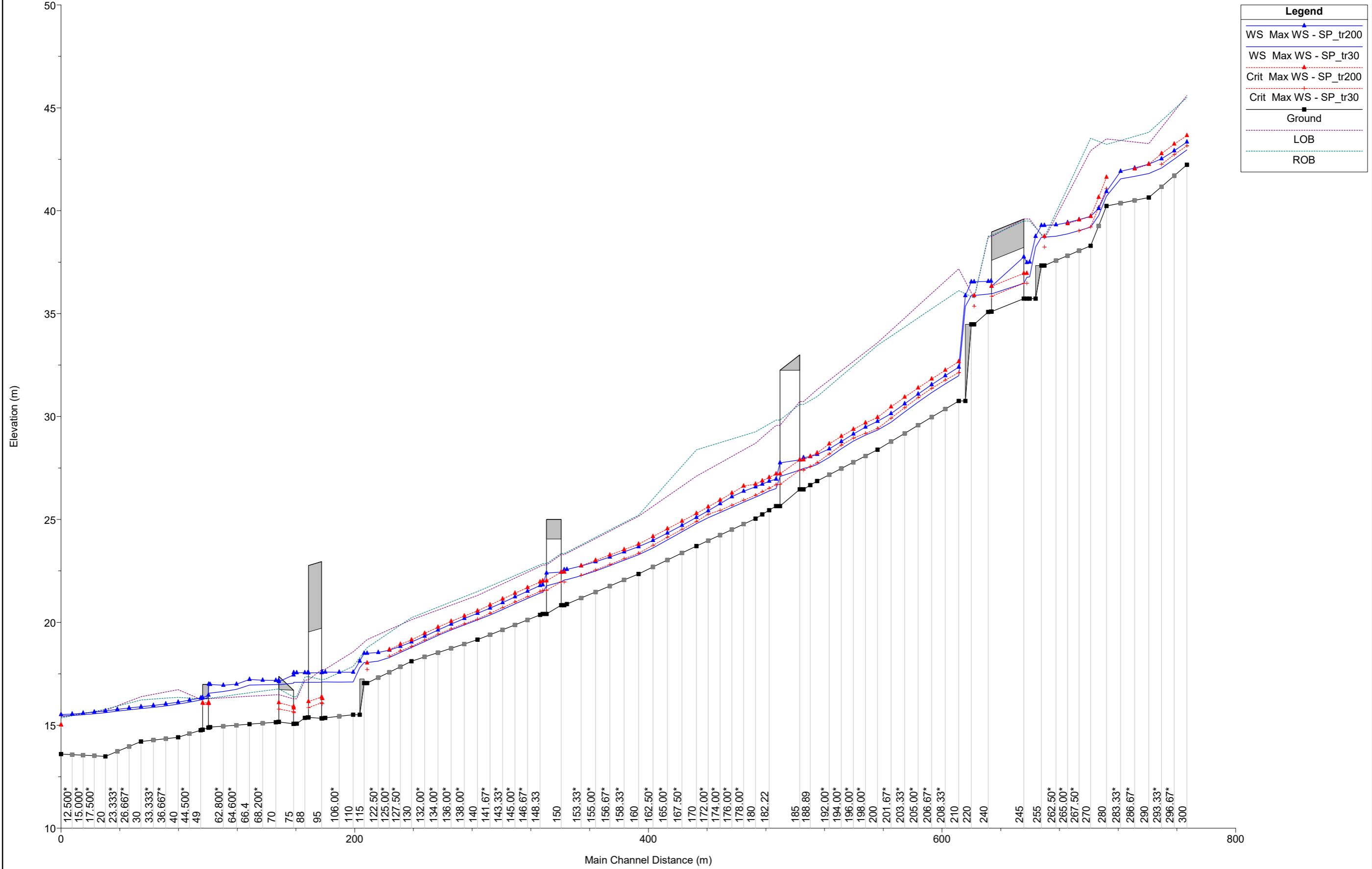
- WS Max WS - SP_tr200
- WS Max WS - SP_tr30
- Crit Max WS - SP_tr30
- Crit Max WS - SP_tr200
- Ground
- LOB
- ROB



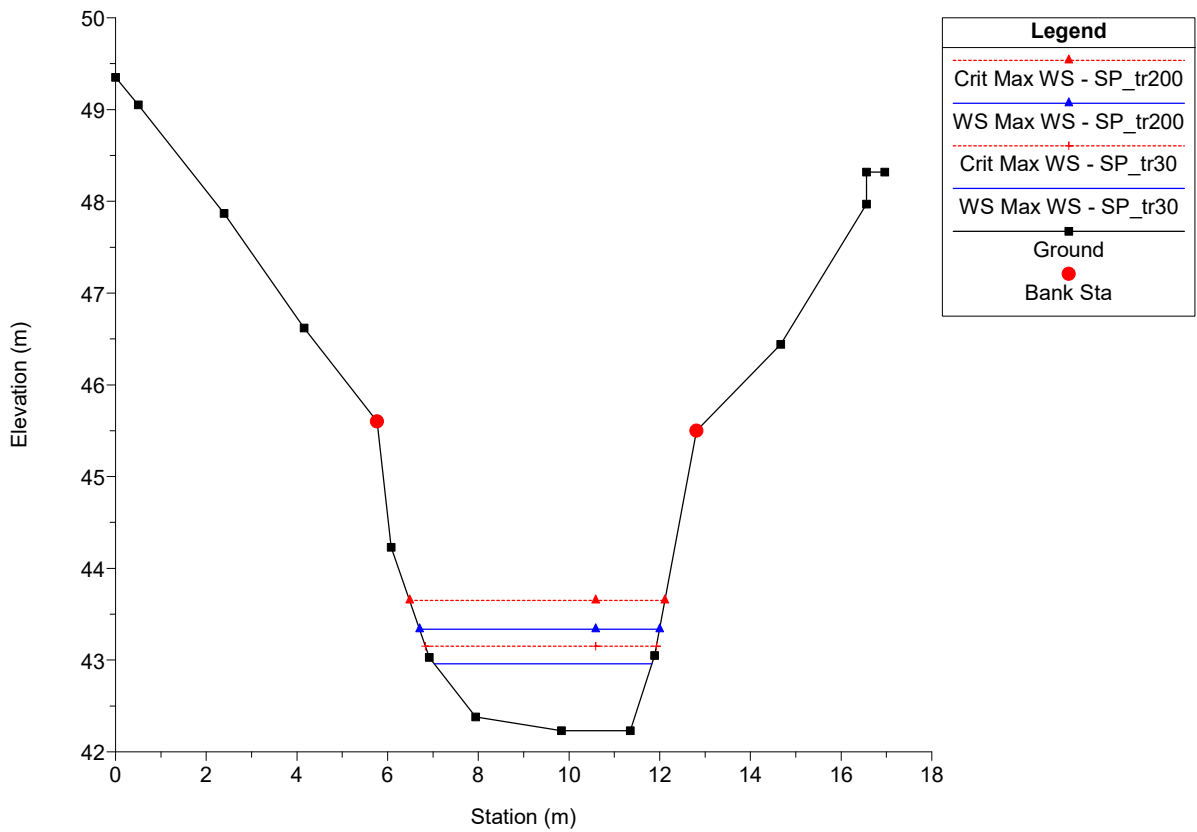
Massa Plan: 1) SP_tr30 2) SP_tr200
Magliano



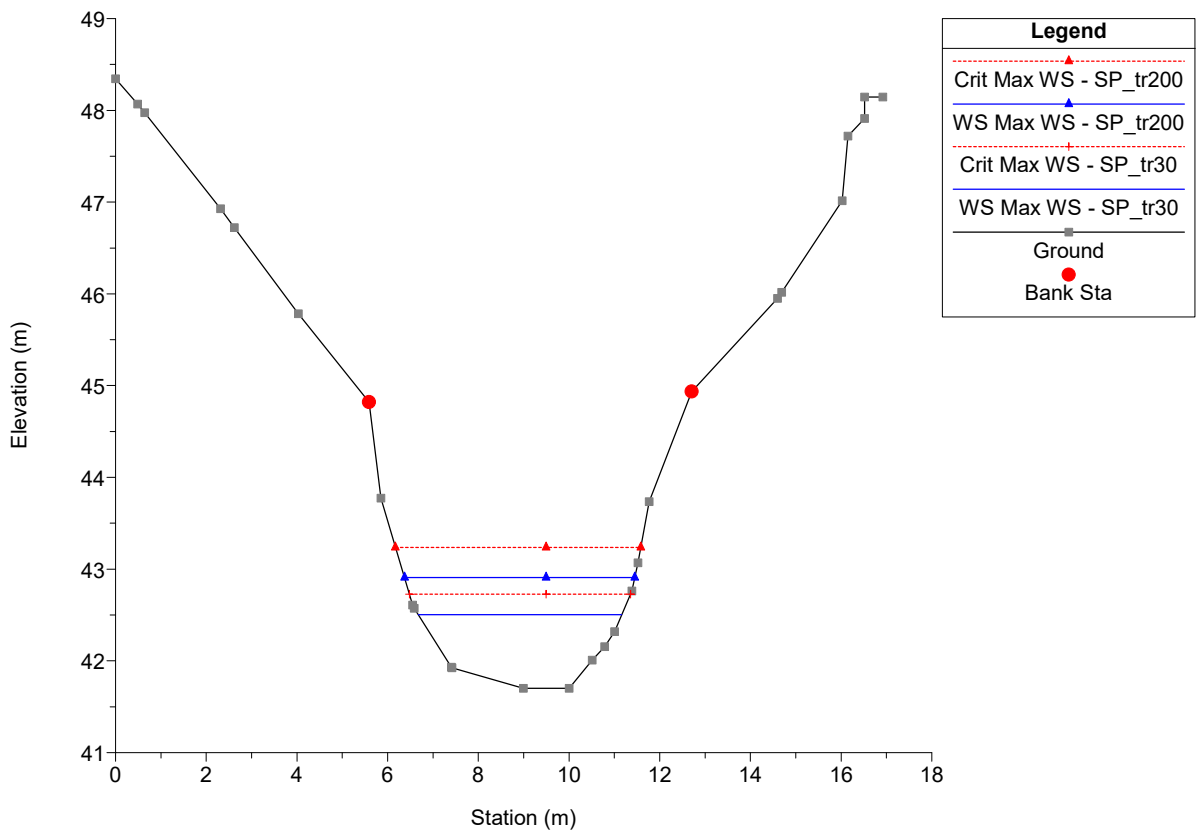
Massa Plan: 1) SP_tr30 2) SP_tr200
Canalmagro



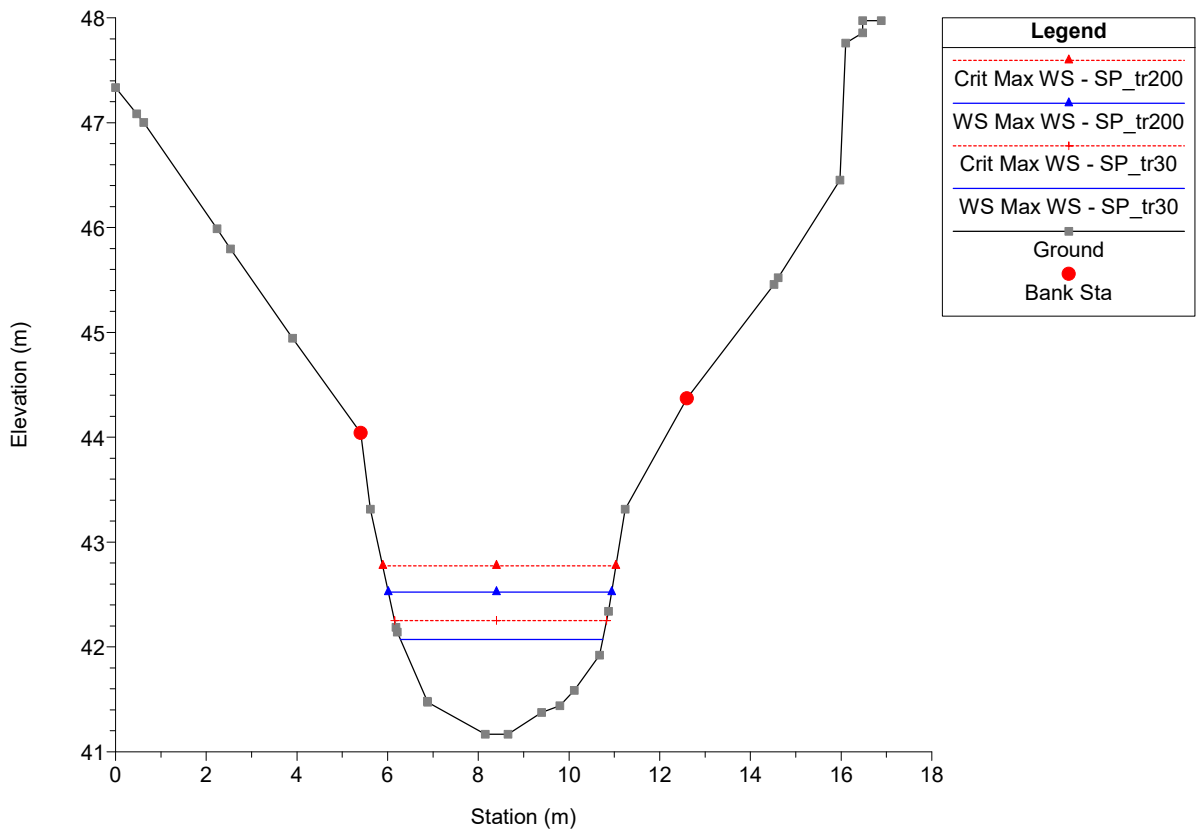
Massa Plan: 1) SP_tr30 2) SP_tr200
 River = Canalmagro Reach = Canalmagro RS = 300



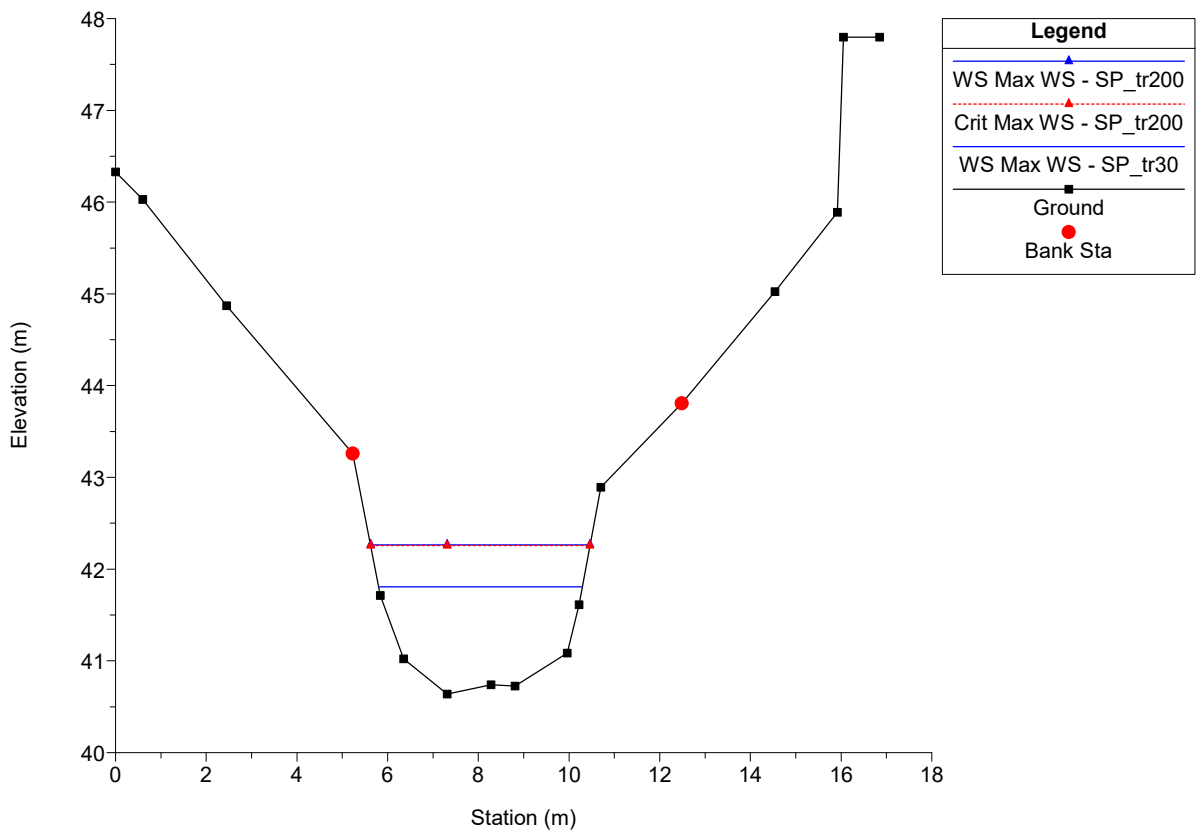
Massa Plan: 1) SP_tr30 2) SP_tr200
 River = Canalmagro Reach = Canalmagro RS = 296.67*



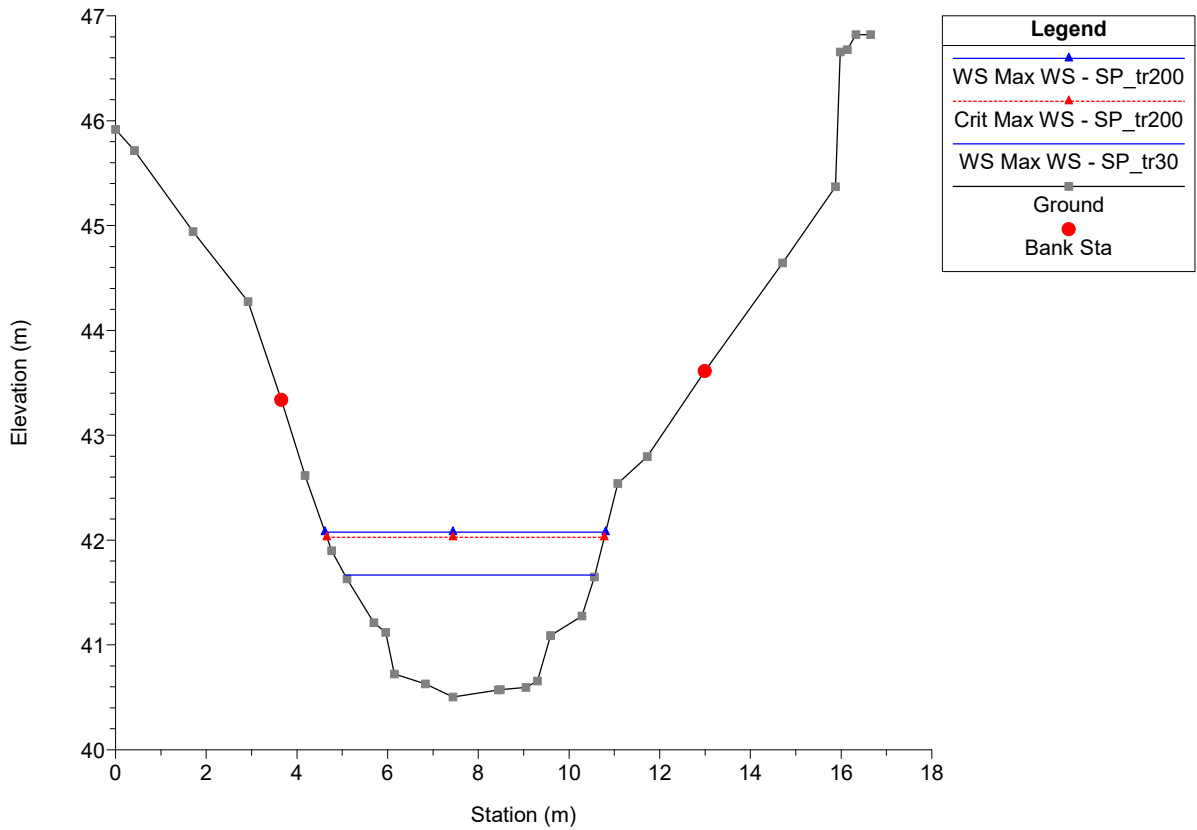
Massa Plan: 1) SP_tr30 2) SP_tr200
 River = Canalmagro Reach = Canalmagro RS = 293.33*



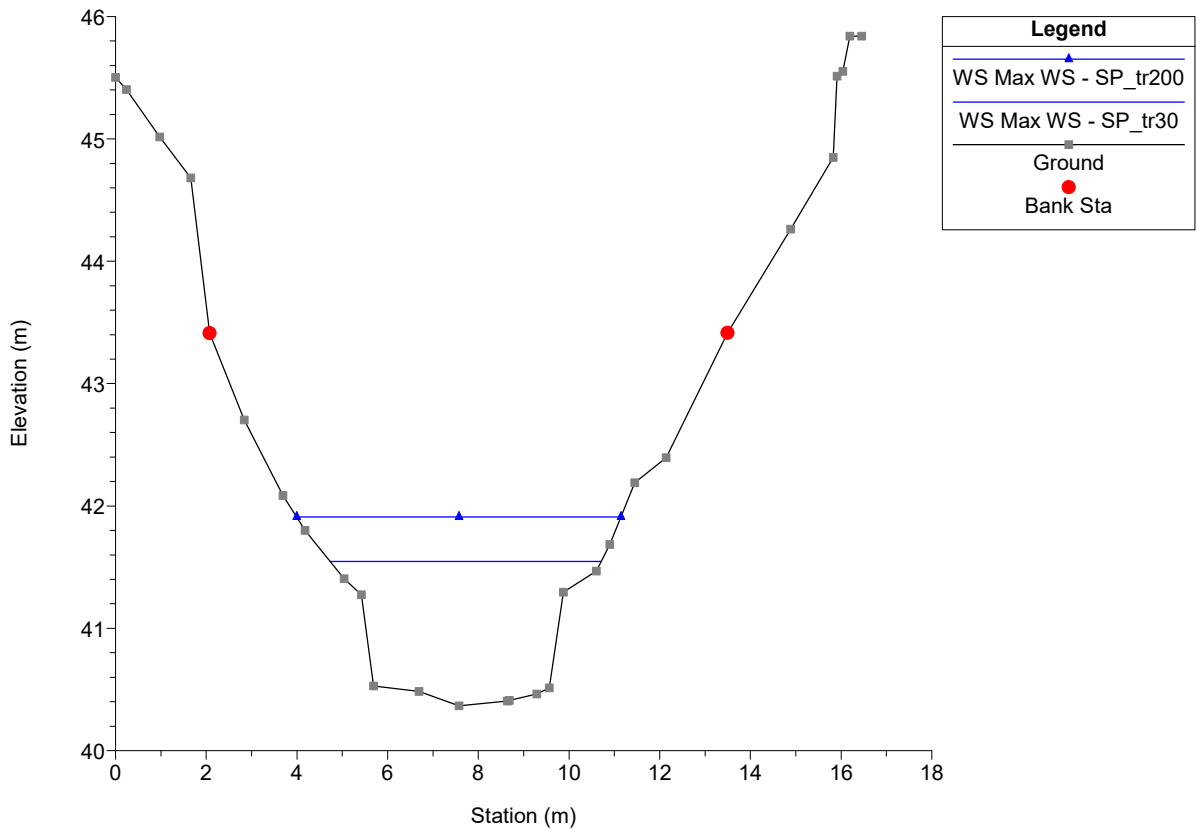
Massa Plan: 1) SP_tr30 2) SP_tr200
 River = Canalmagro Reach = Canalmagro RS = 290



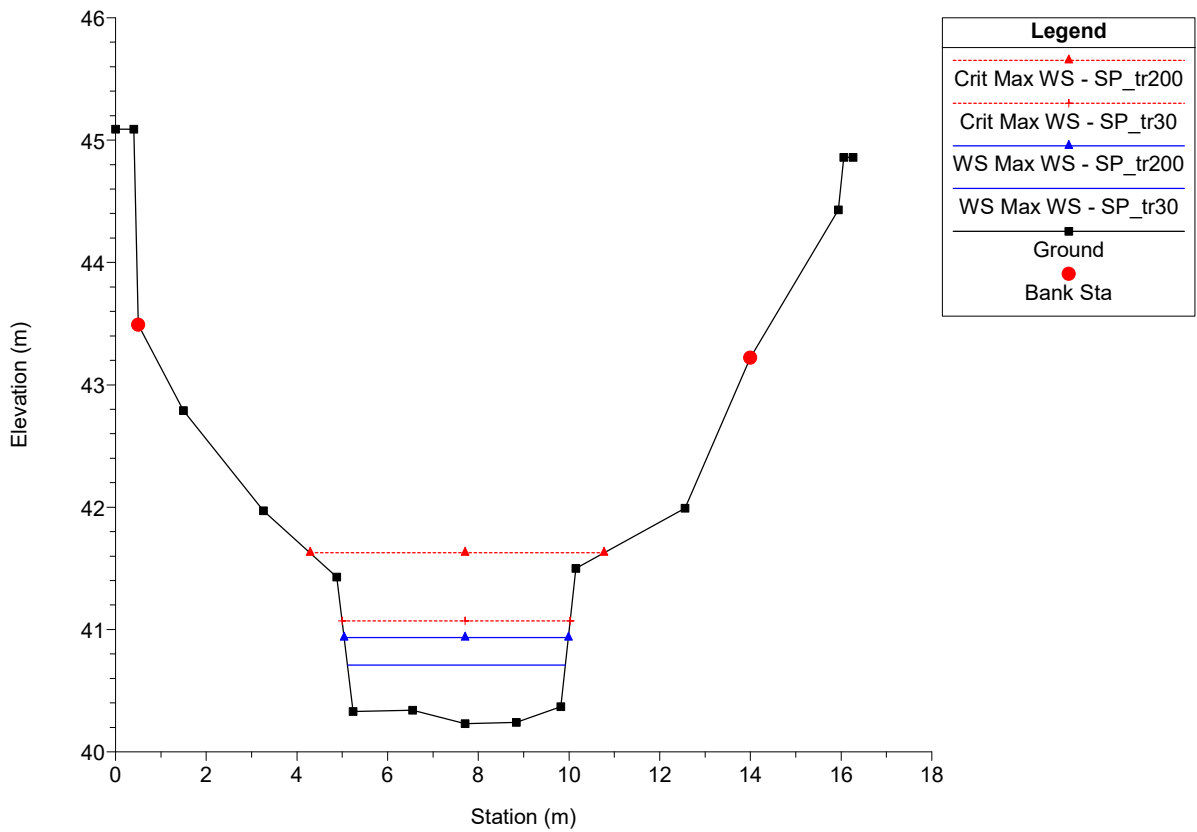
Massa Plan: 1) SP_tr30 2) SP_tr200
 River = Canalmagro Reach = Canalmagro RS = 286.67*



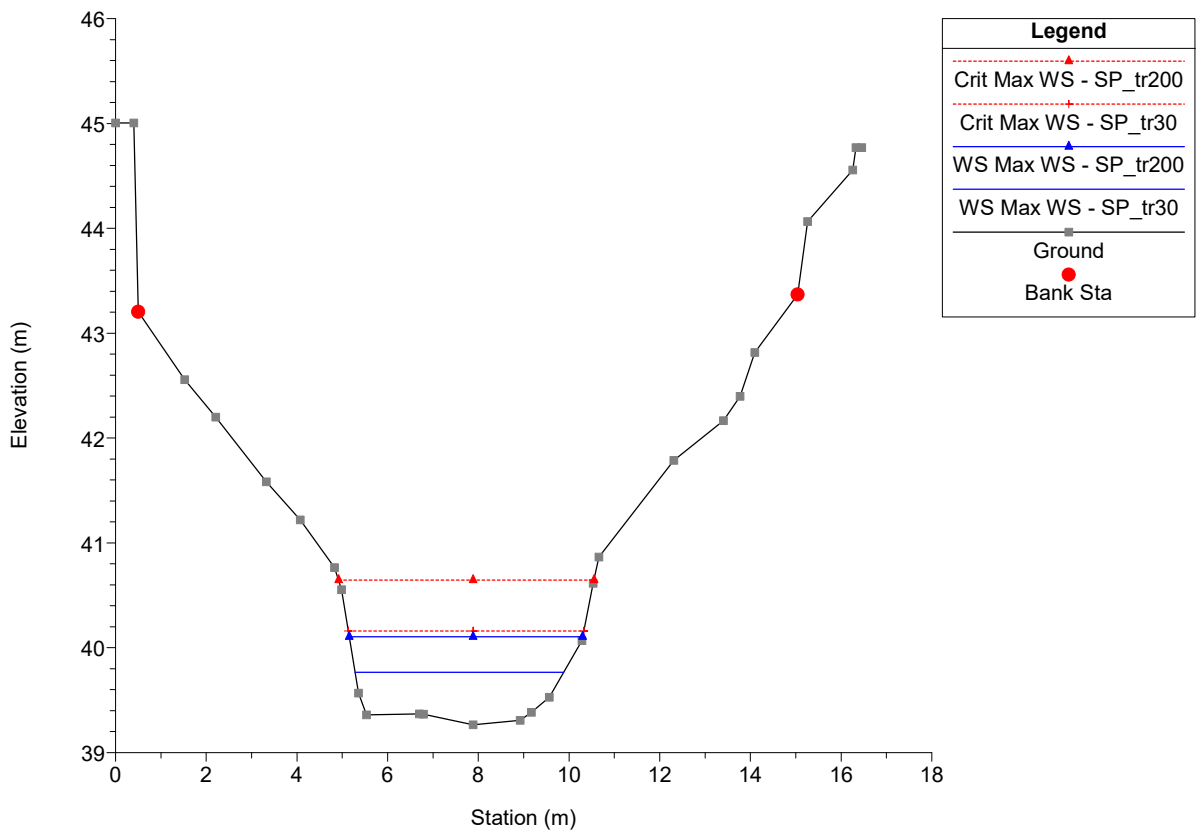
Massa Plan: 1) SP_tr30 2) SP_tr200
 River = Canalmagro Reach = Canalmagro RS = 283.33*



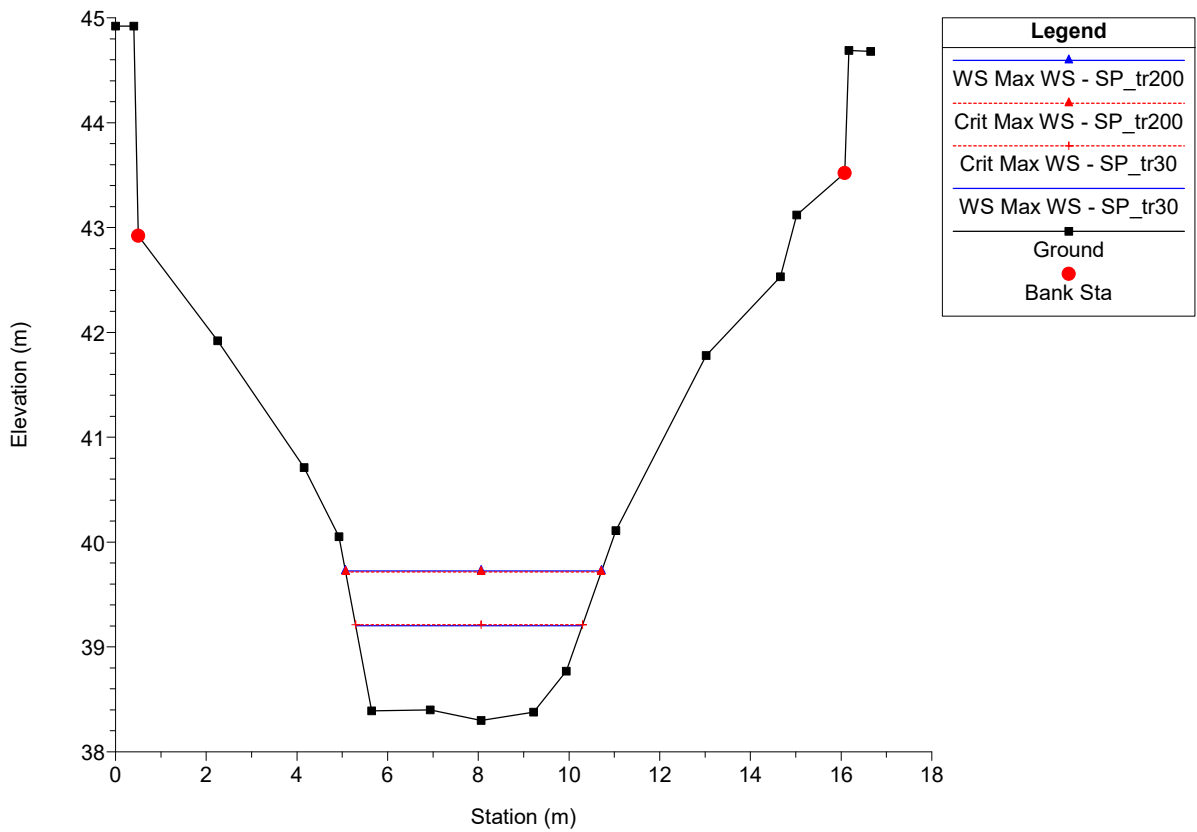
Massa Plan: 1) SP_tr30 2) SP_tr200
 River = Canalmagro Reach = Canalmagro RS = 280



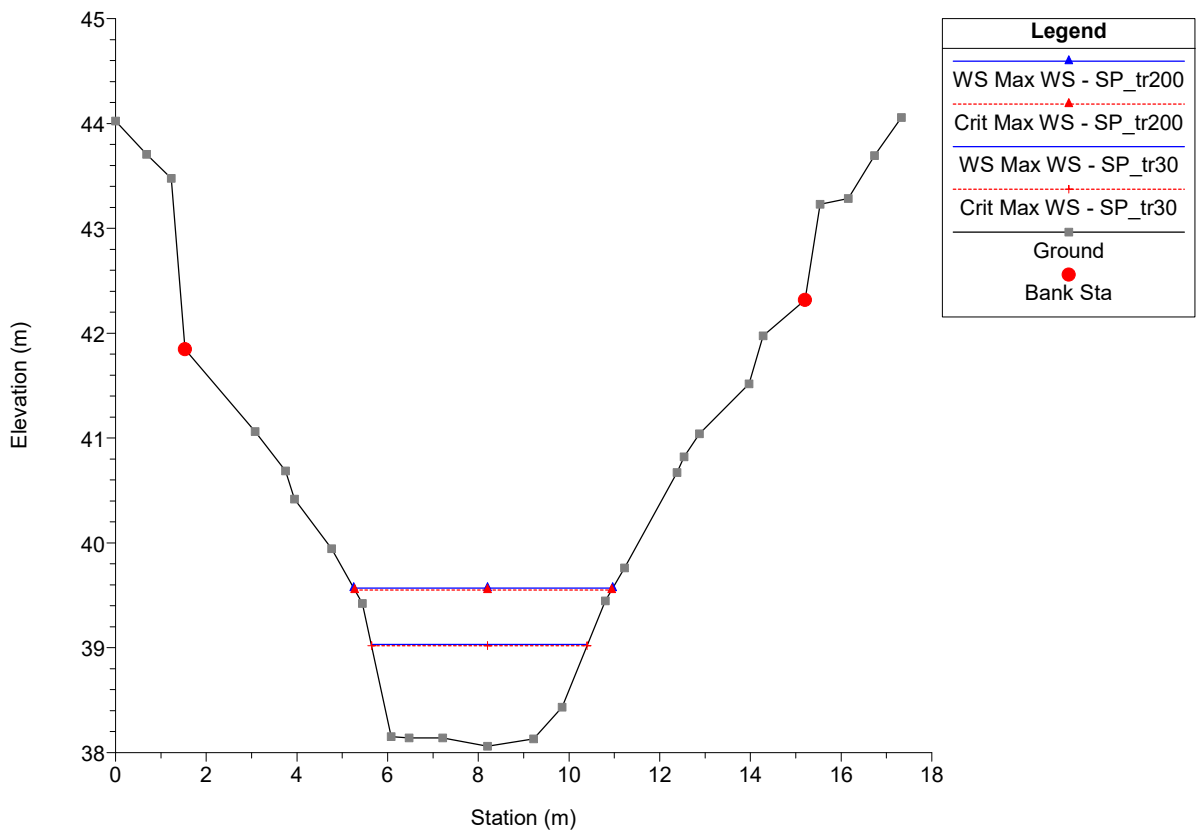
Massa Plan: 1) SP_tr30 2) SP_tr200
 River = Canalmagro Reach = Canalmagro RS = 275.00*



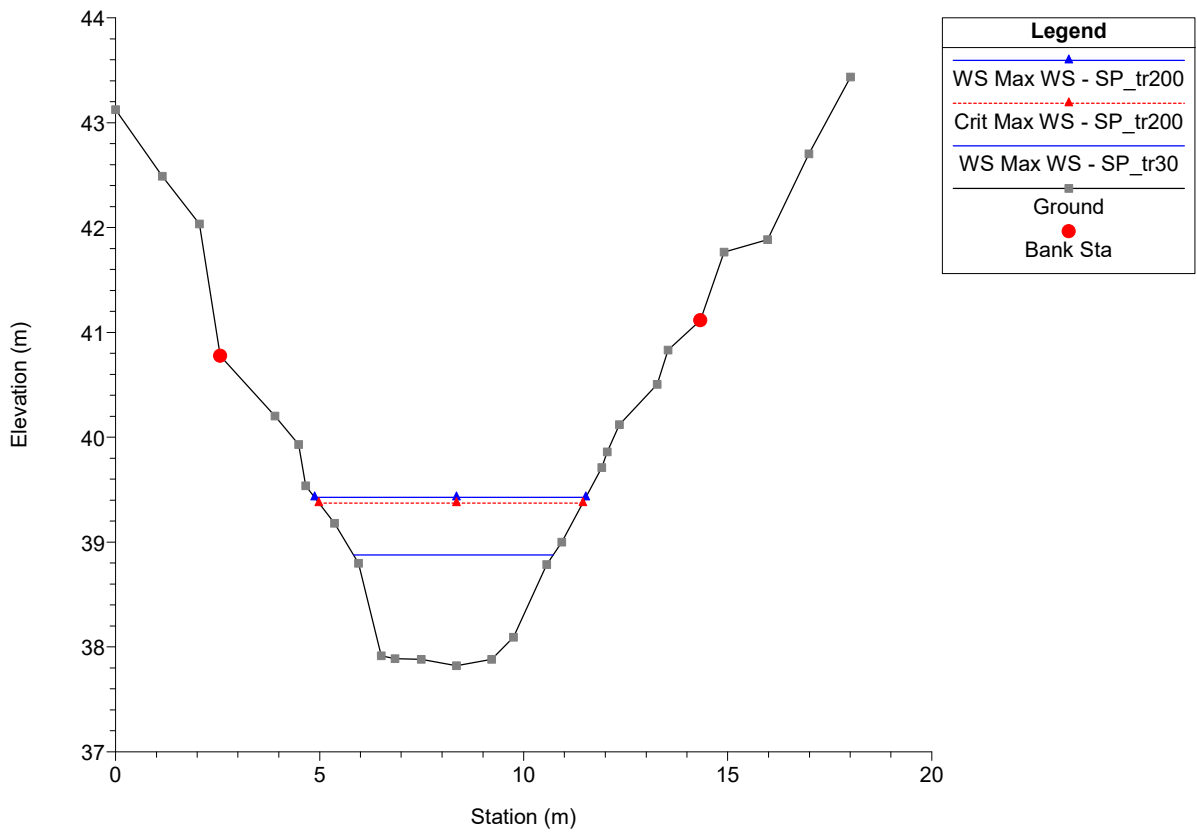
Massa Plan: 1) SP_tr30 2) SP_tr200
 River = Canalmagro Reach = Canalmagro RS = 270



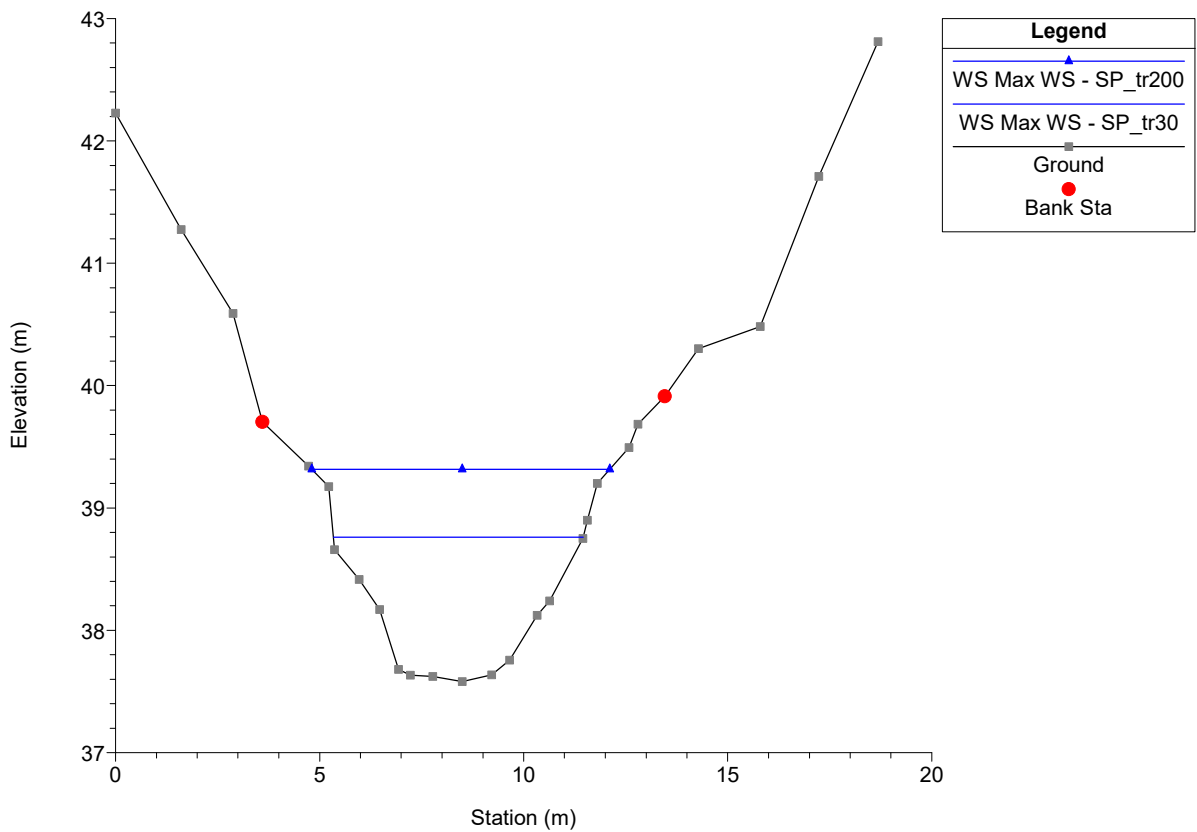
Massa Plan: 1) SP_tr30 2) SP_tr200
 River = Canalmagro Reach = Canalmagro RS = 267.50*



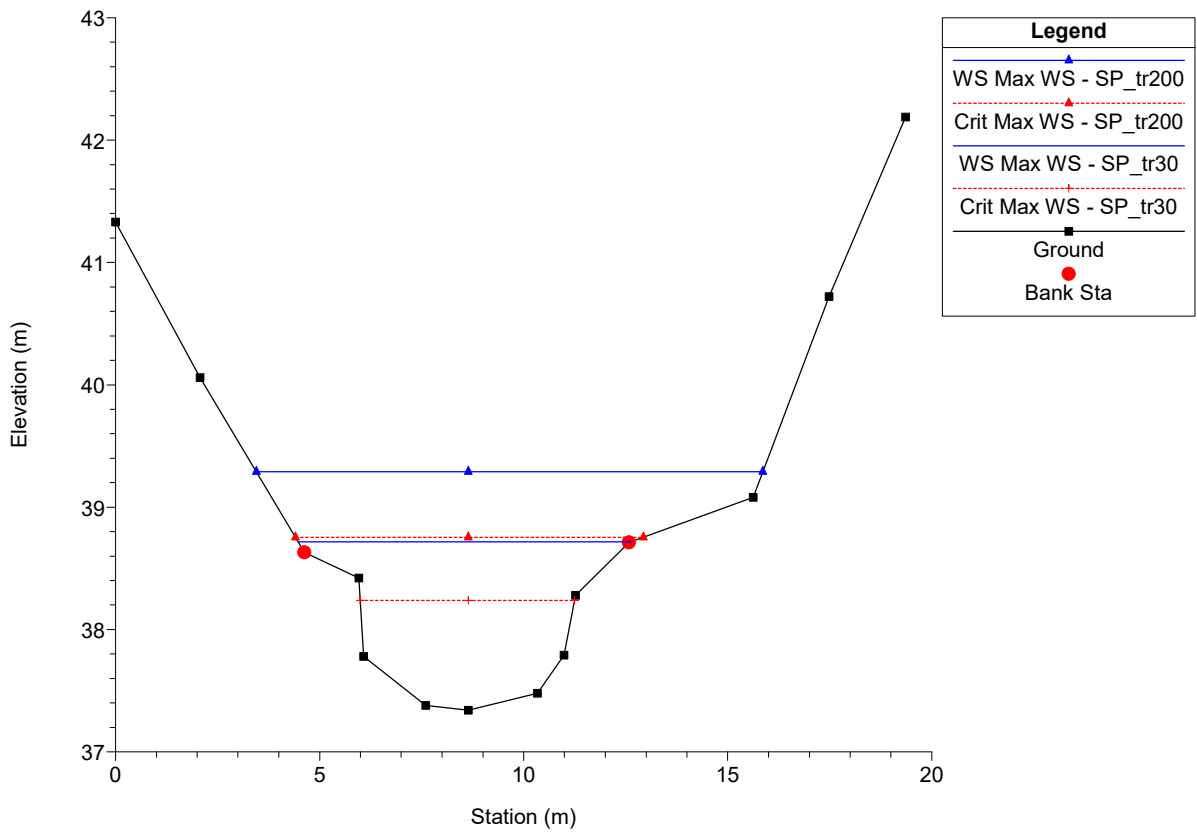
Massa Plan: 1) SP_tr30 2) SP_tr200
 River = Canalmagro Reach = Canalmagro RS = 265.00*



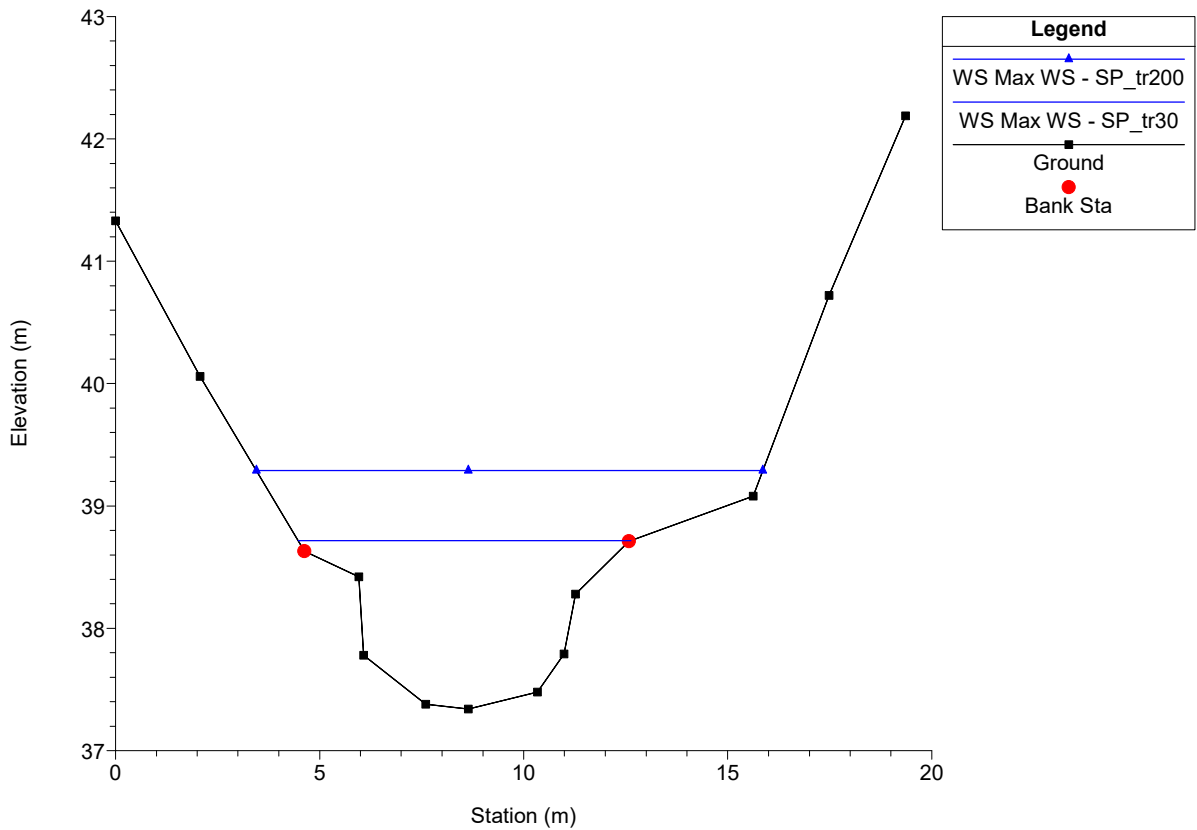
Massa Plan: 1) SP_tr30 2) SP_tr200
 River = Canalmagro Reach = Canalmagro RS = 262.50*



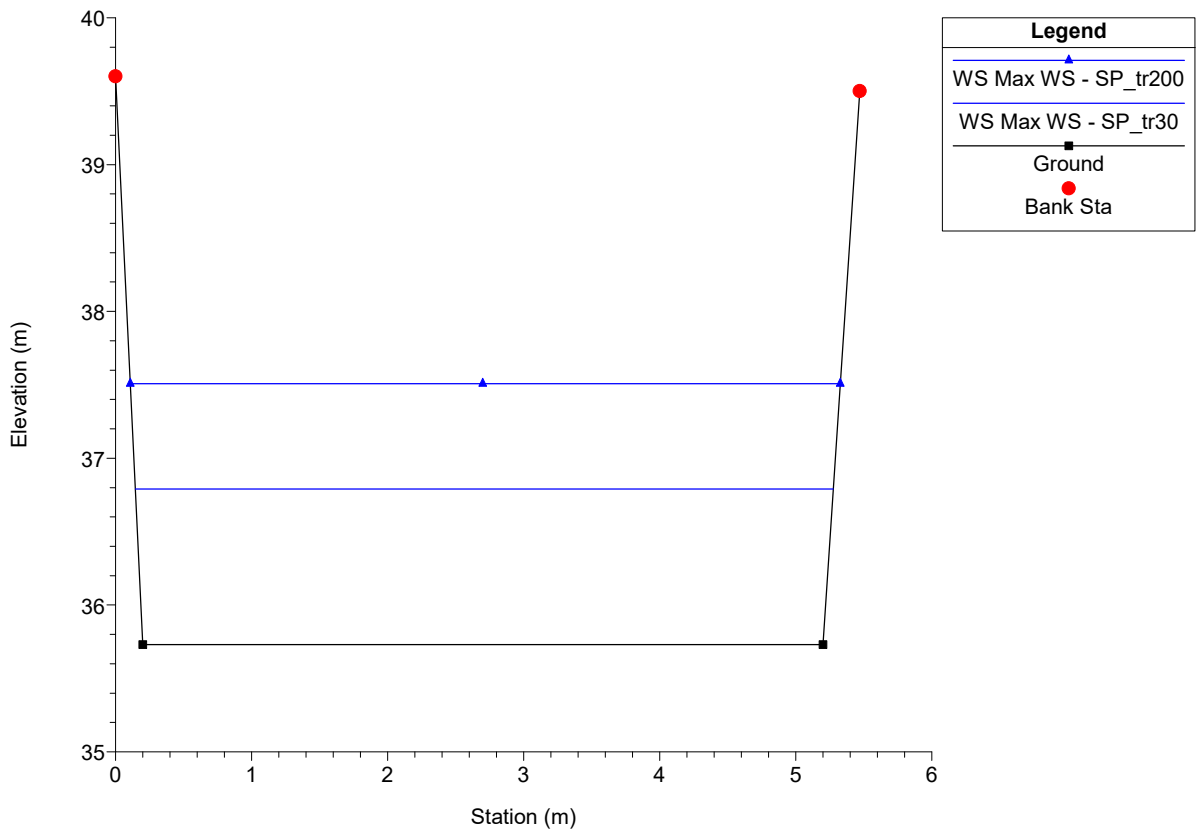
Massa Plan: 1) SP_tr30 2) SP_tr200
 River = Canalmagro Reach = Canalmagro RS = 260



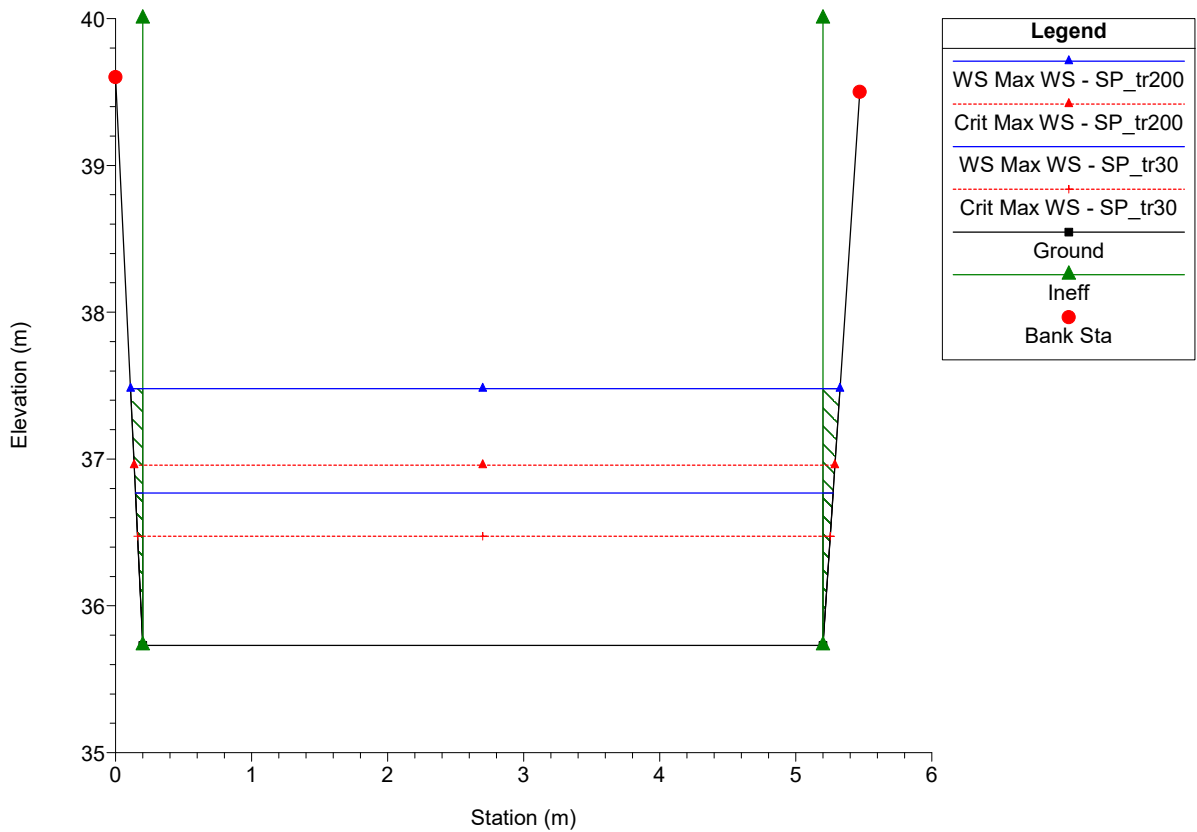
Massa Plan: 1) SP_tr30 2) SP_tr200
 River = Canalmagro Reach = Canalmagro RS = 255 IS



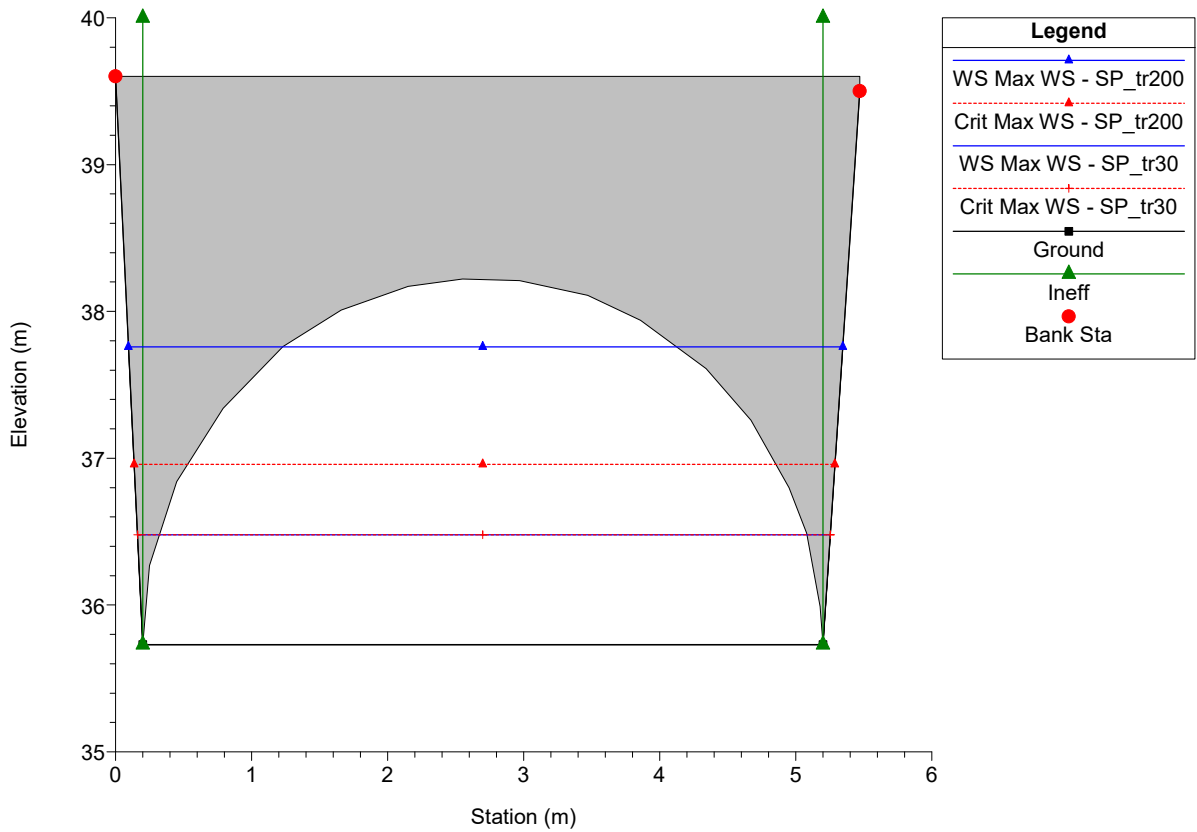
Massa Plan: 1) SP_tr30 2) SP_tr200
 River = Canalmagro Reach = Canalmagro RS = 250



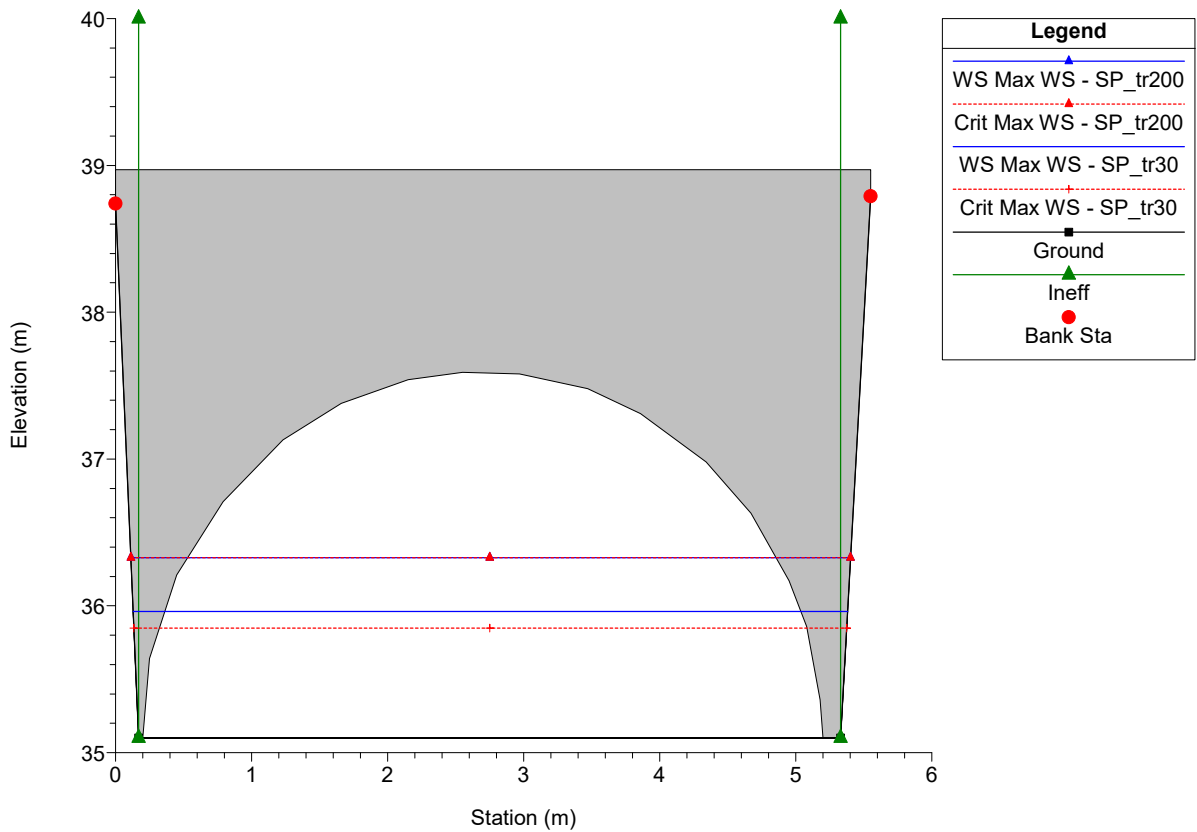
Massa Plan: 1) SP_tr30 2) SP_tr200
 River = Canalmagro Reach = Canalmagro RS = 248



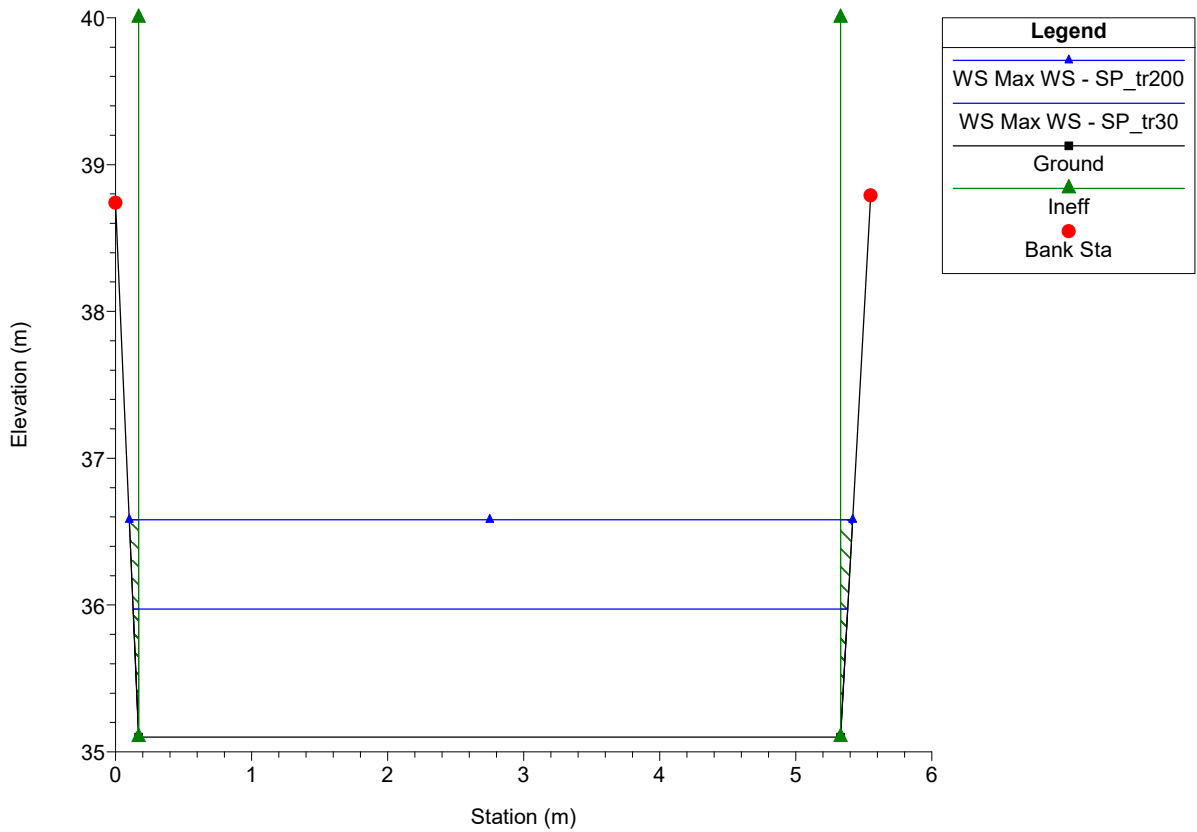
Massa Plan: 1) SP_tr30 2) SP_tr200
 River = Canalmagro Reach = Canalmagro RS = 245 BR



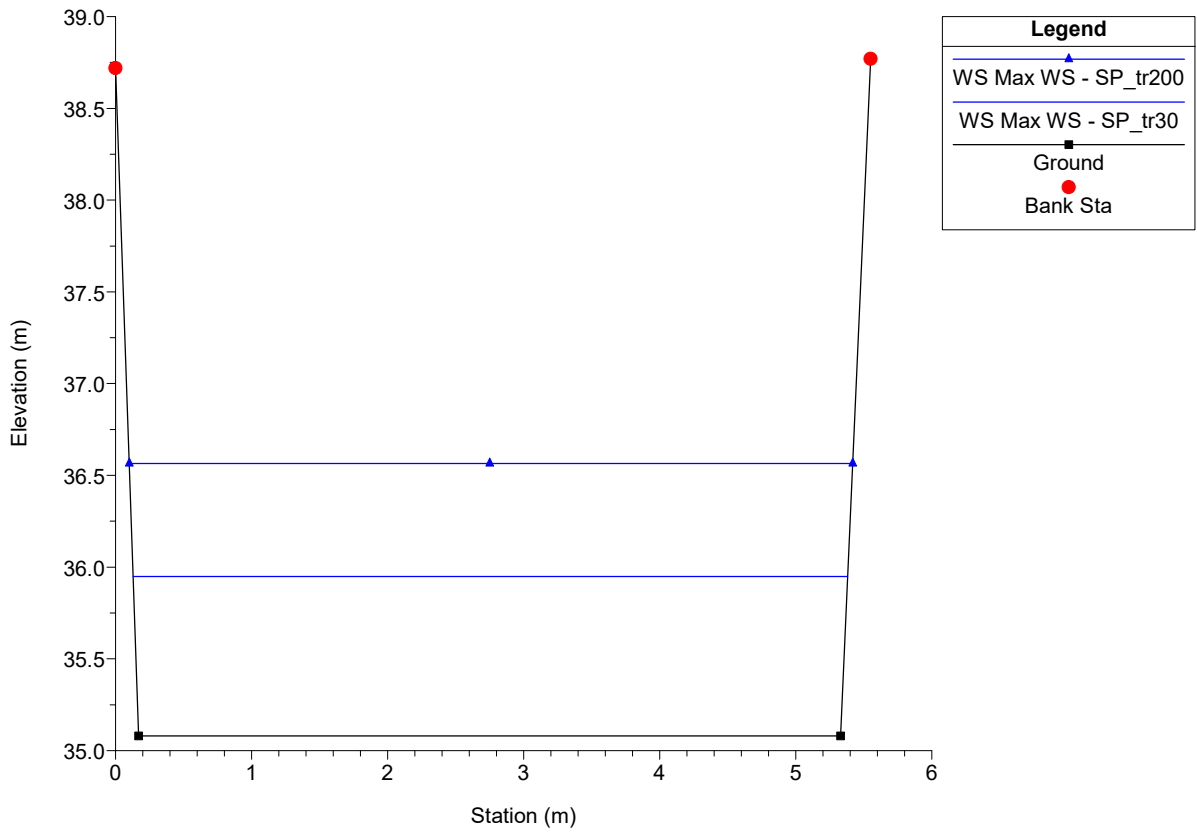
Massa Plan: 1) SP_tr30 2) SP_tr200
 River = Canalmagro Reach = Canalmagro RS = 245 BR



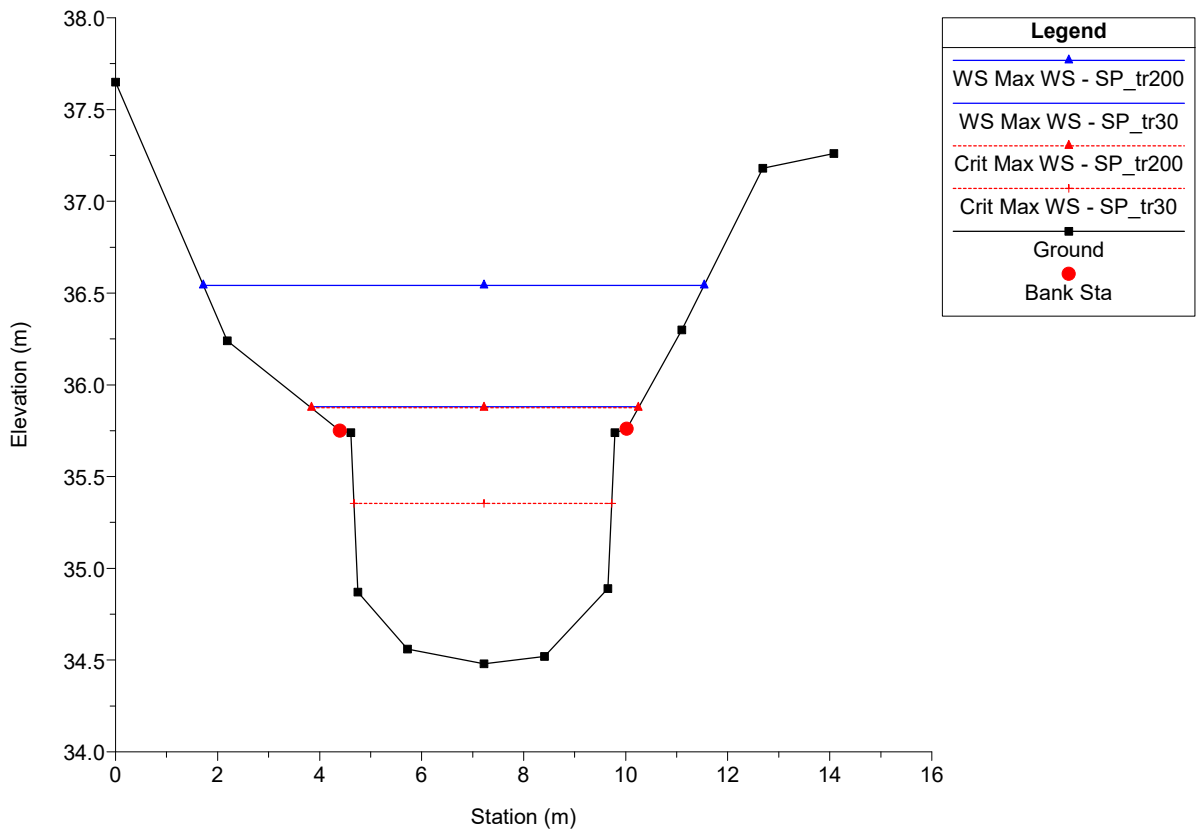
Massa Plan: 1) SP_tr30 2) SP_tr200
River = Canalmagro Reach = Canalmagro RS = 242



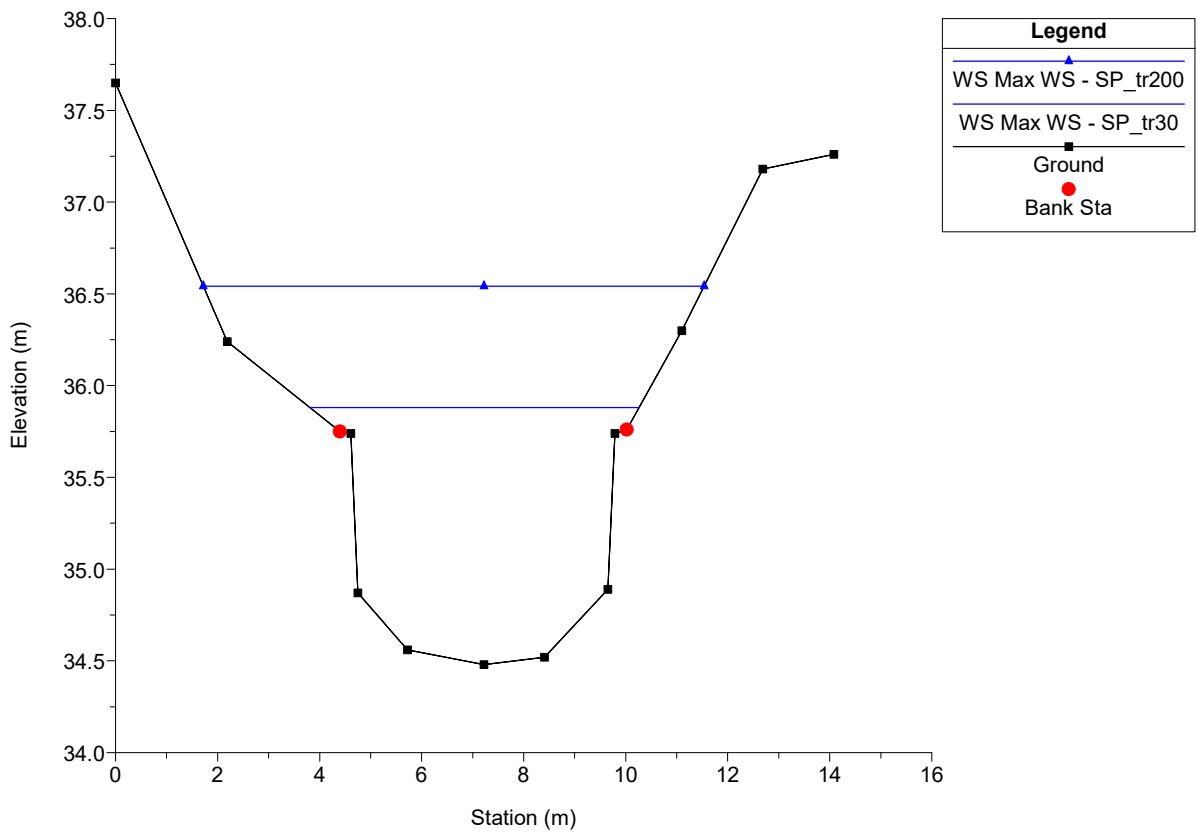
Massa Plan: 1) SP_tr30 2) SP_tr200
River = Canalmagro Reach = Canalmagro RS = 240



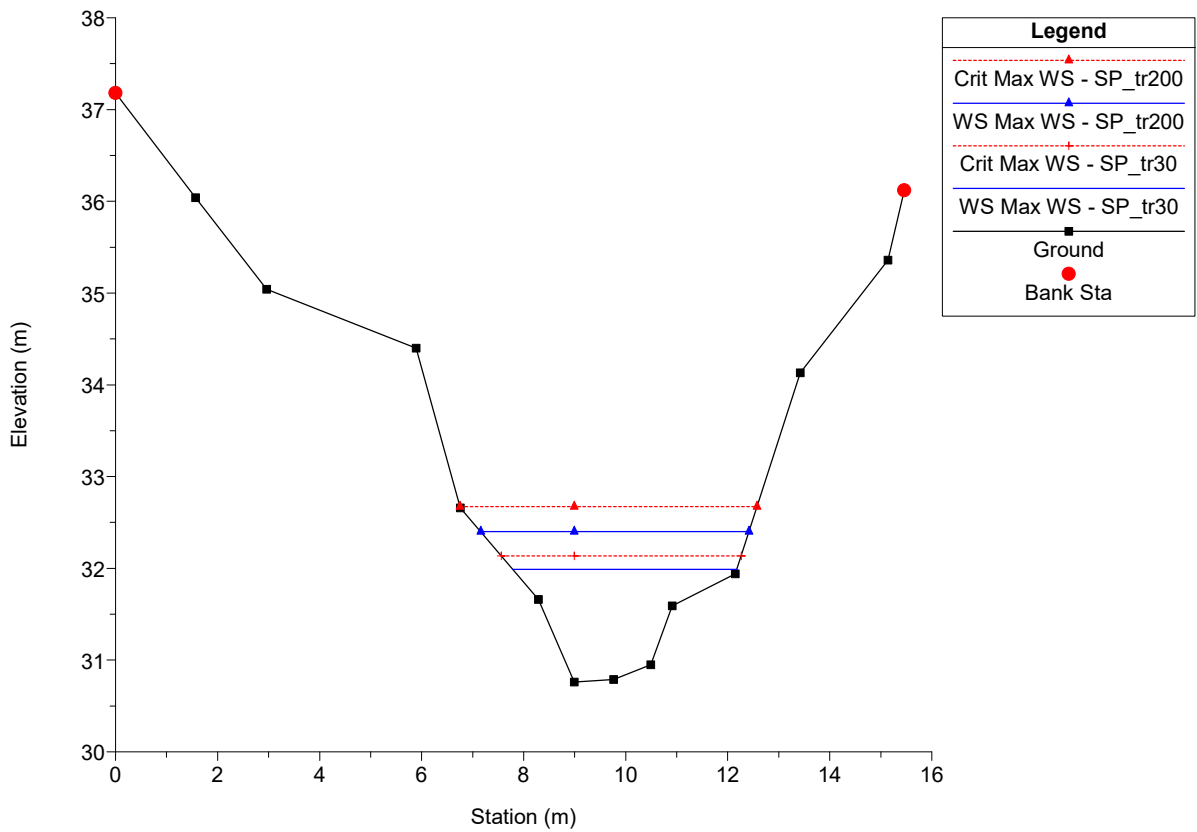
Massa Plan: 1) SP_tr30 2) SP_tr200
 River = Canalmagro Reach = Canalmagro RS = 230



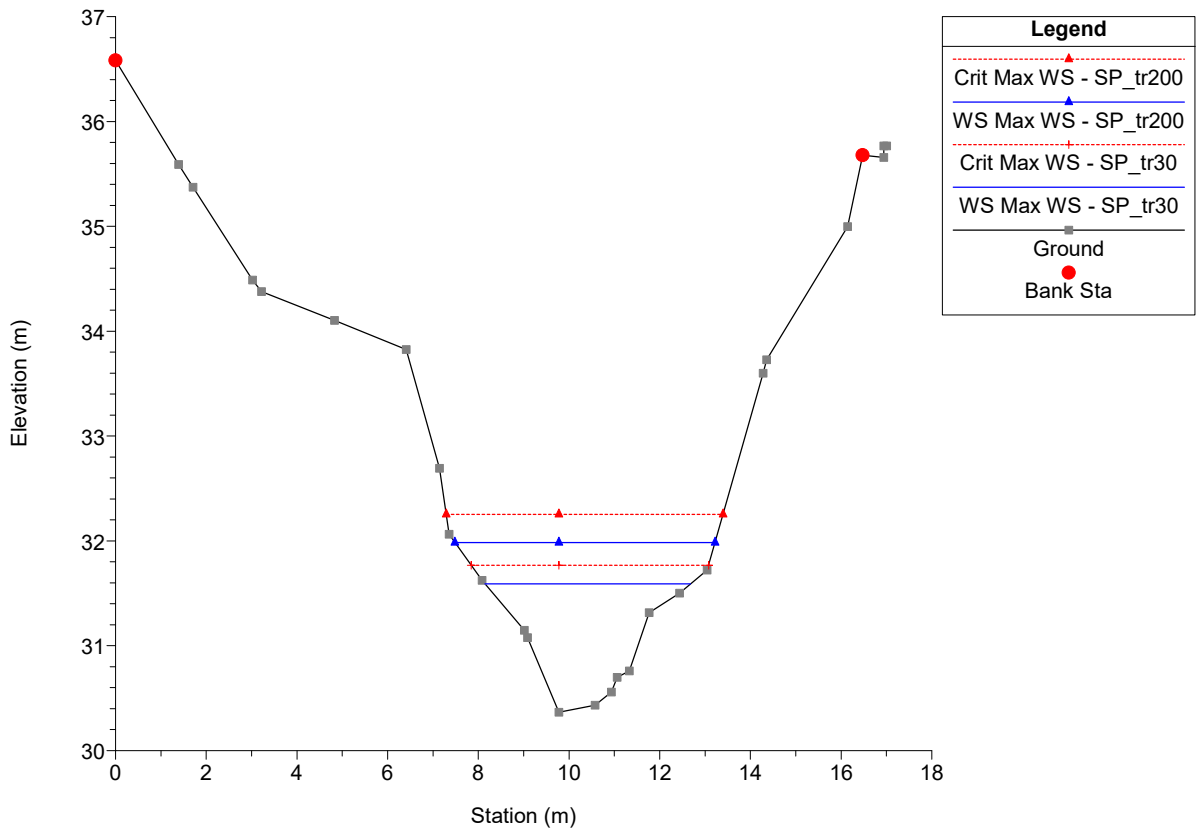
Massa Plan: 1) SP_tr30 2) SP_tr200
 River = Canalmagro Reach = Canalmagro RS = 220 IS



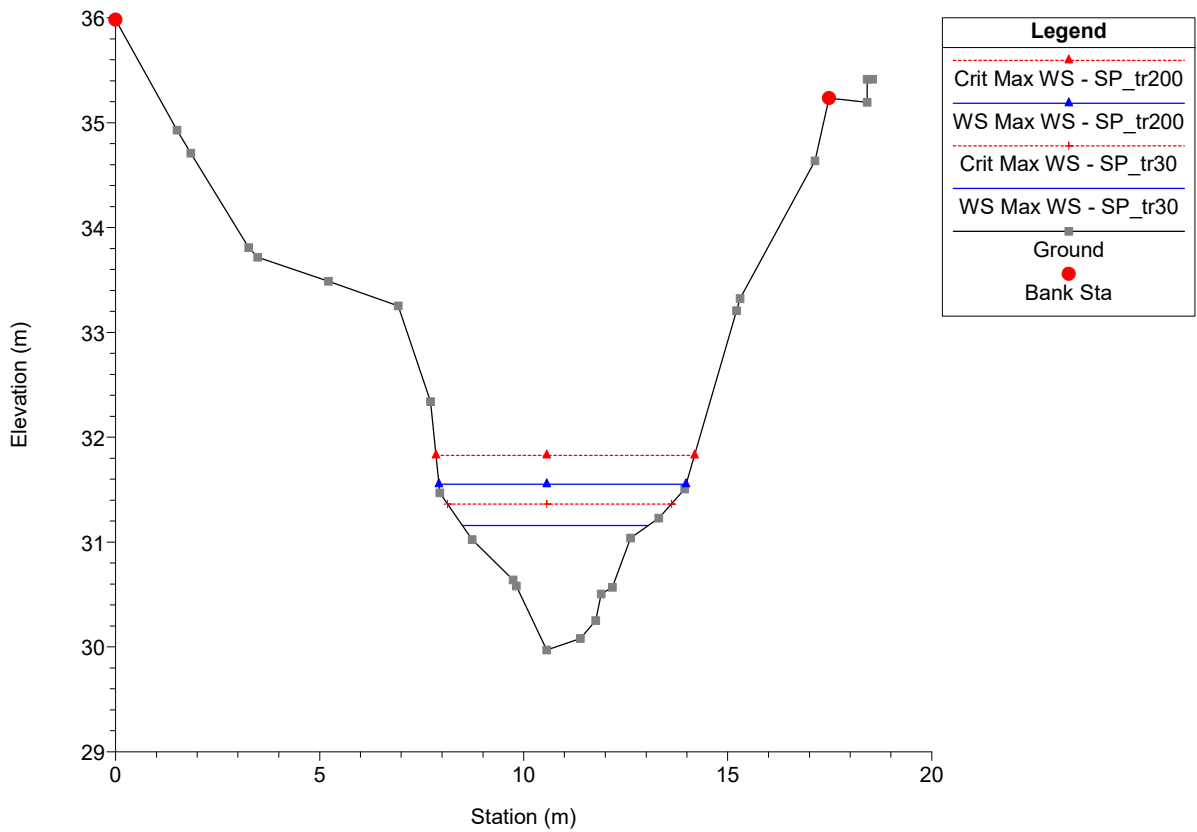
Massa Plan: 1) SP_tr30 2) SP_tr200
 River = Canalmagro Reach = Canalmagro RS = 210



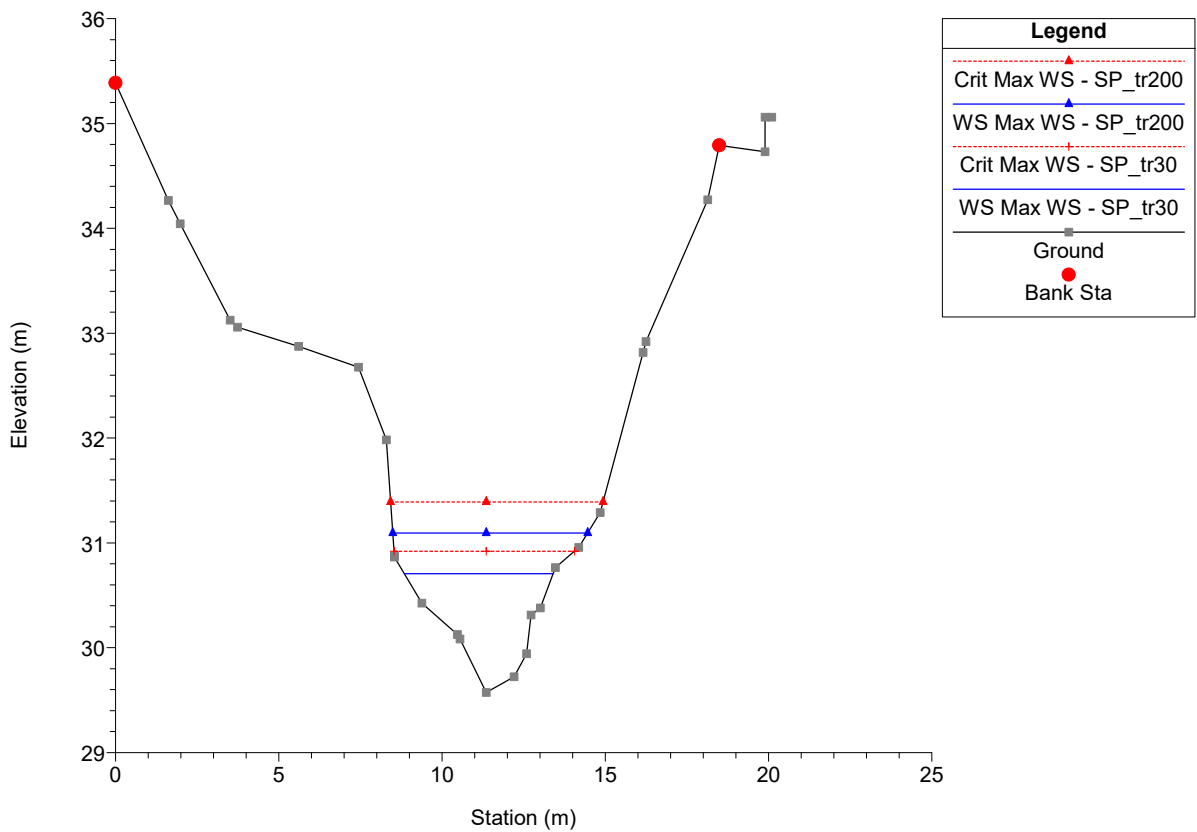
Massa Plan: 1) SP_tr30 2) SP_tr200
 River = Canalmagro Reach = Canalmagro RS = 208.33*



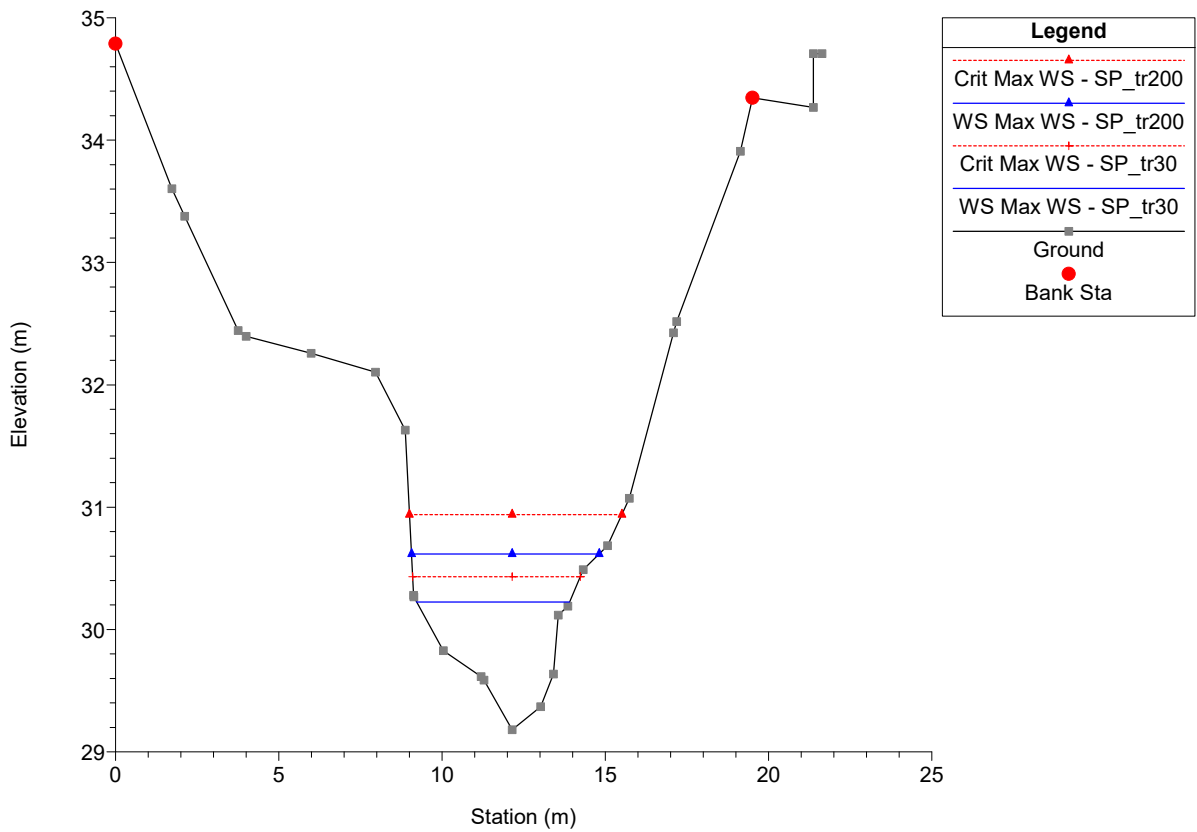
Massa Plan: 1) SP_tr30 2) SP_tr200
 River = Canalmagro Reach = Canalmagro RS = 206.67*



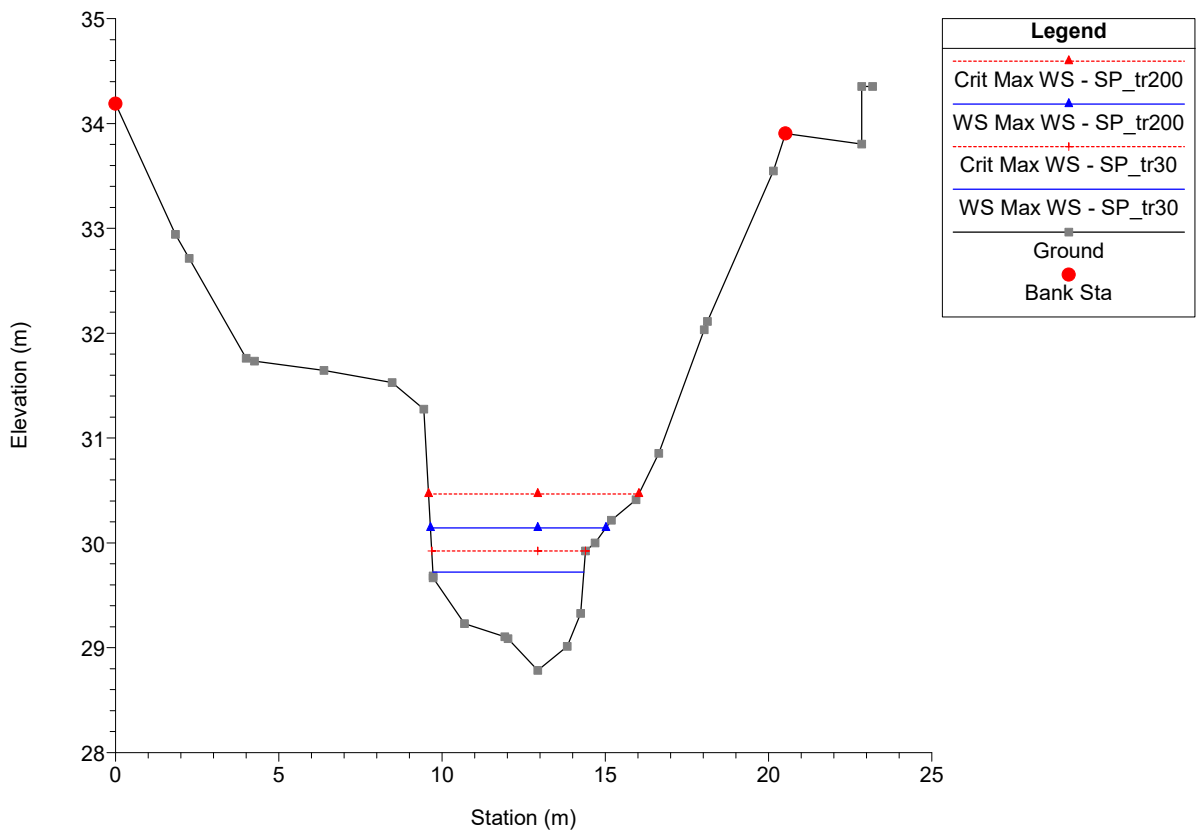
Massa Plan: 1) SP_tr30 2) SP_tr200
 River = Canalmagro Reach = Canalmagro RS = 205.00*



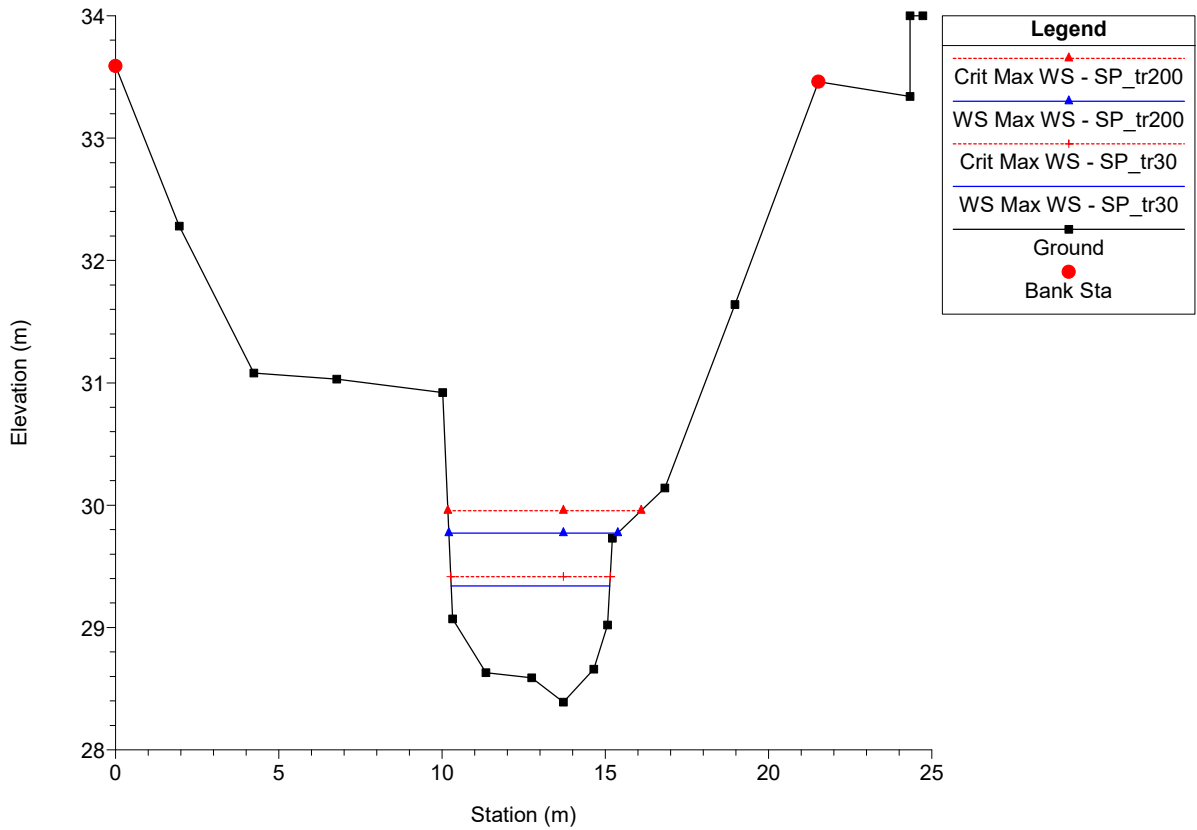
Massa Plan: 1) SP_tr30 2) SP_tr200
 River = Canalmagro Reach = Canalmagro RS = 203.33*



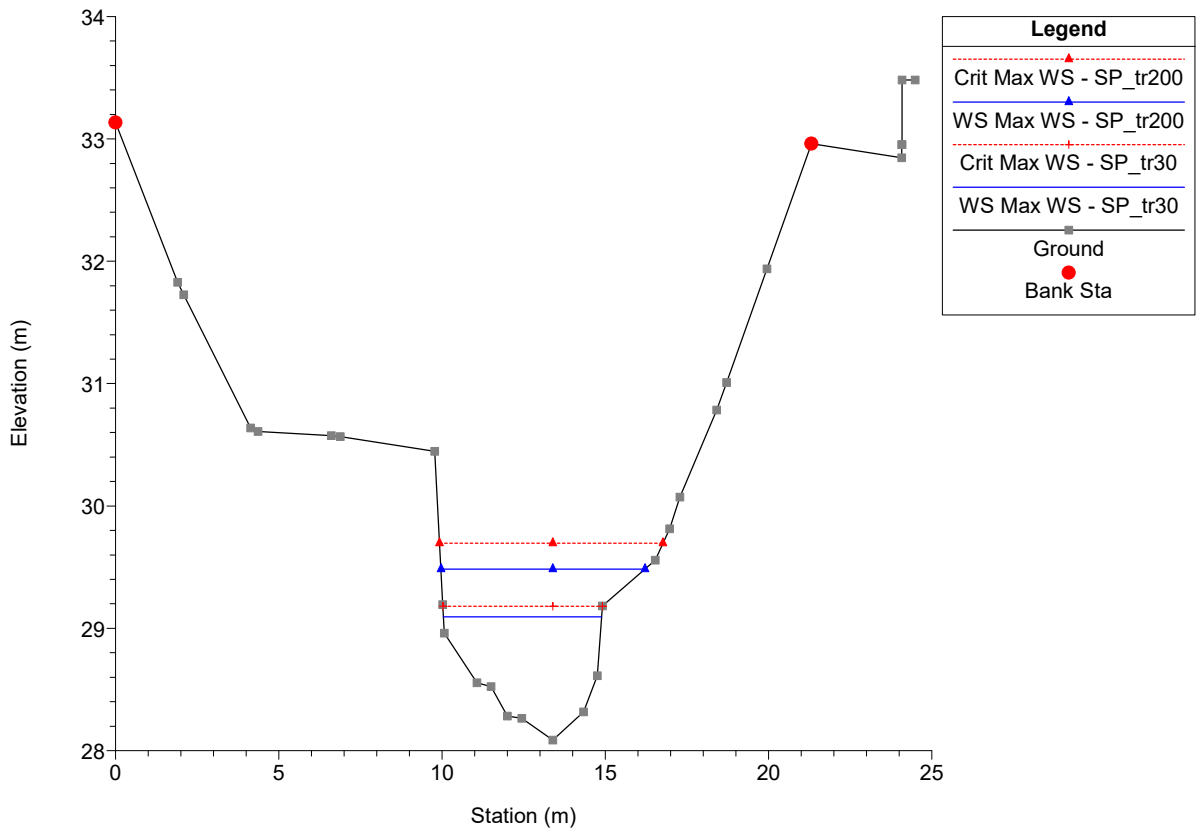
Massa Plan: 1) SP_tr30 2) SP_tr200
 River = Canalmagro Reach = Canalmagro RS = 201.67*



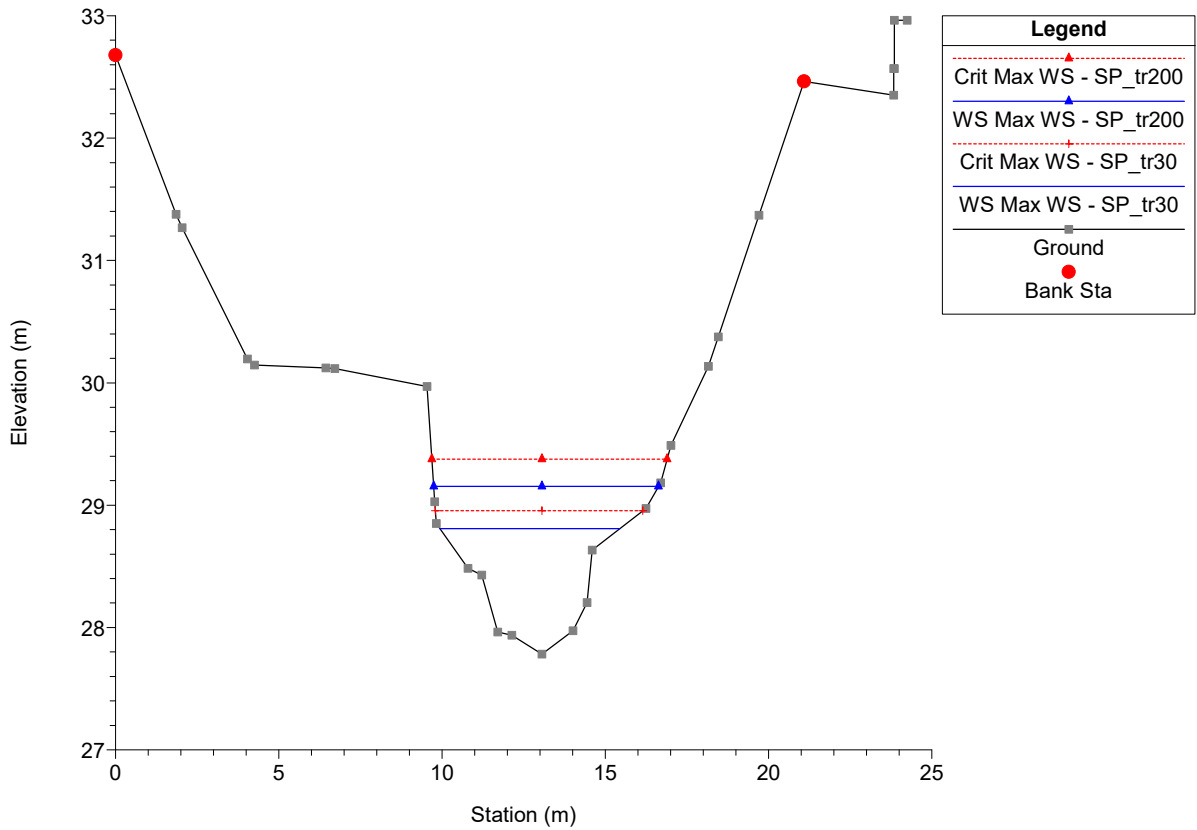
Massa Plan: 1) SP_tr30 2) SP_tr200
 River = Canalmagro Reach = Canalmagro RS = 200



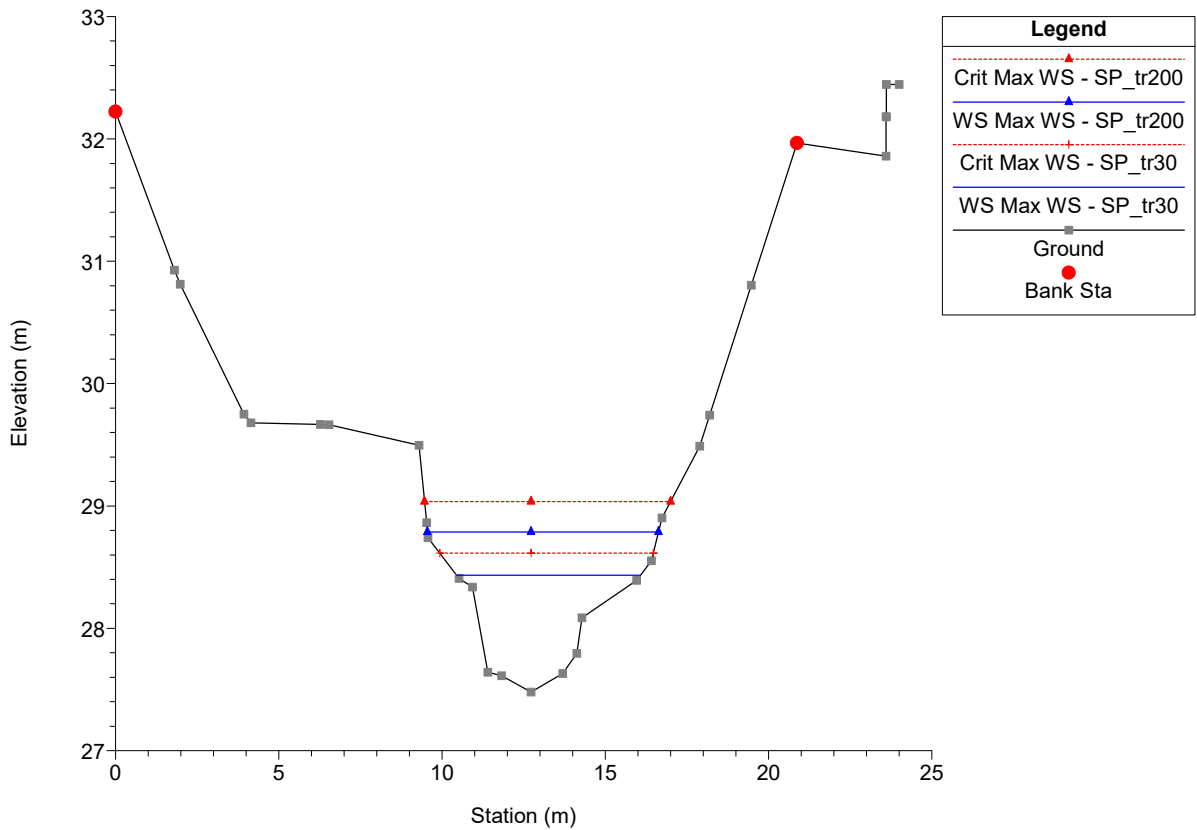
Massa Plan: 1) SP_tr30 2) SP_tr200
 River = Canalmagro Reach = Canalmagro RS = 198.00*



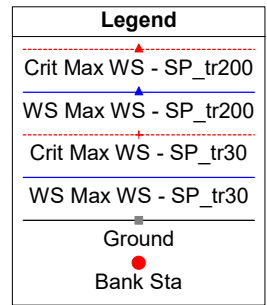
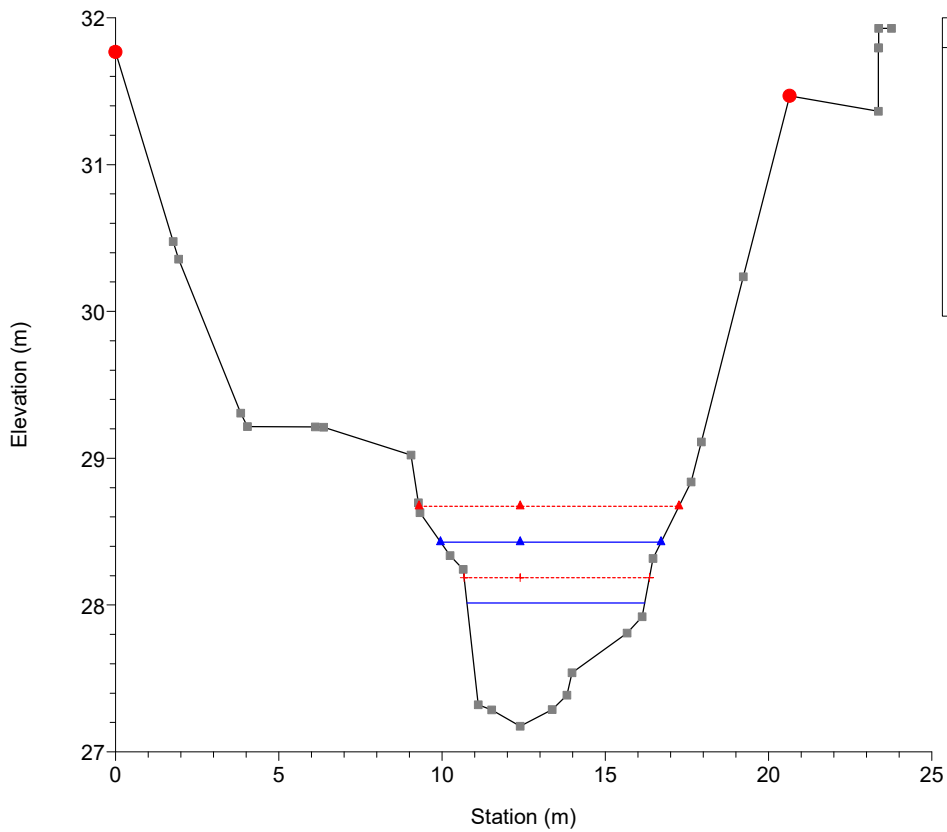
Massa Plan: 1) SP_tr30 2) SP_tr200
 River = Canalmagro Reach = Canalmagro RS = 196.00*



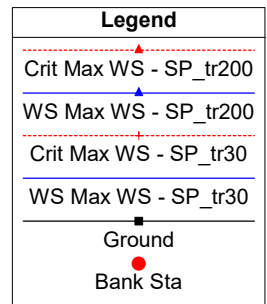
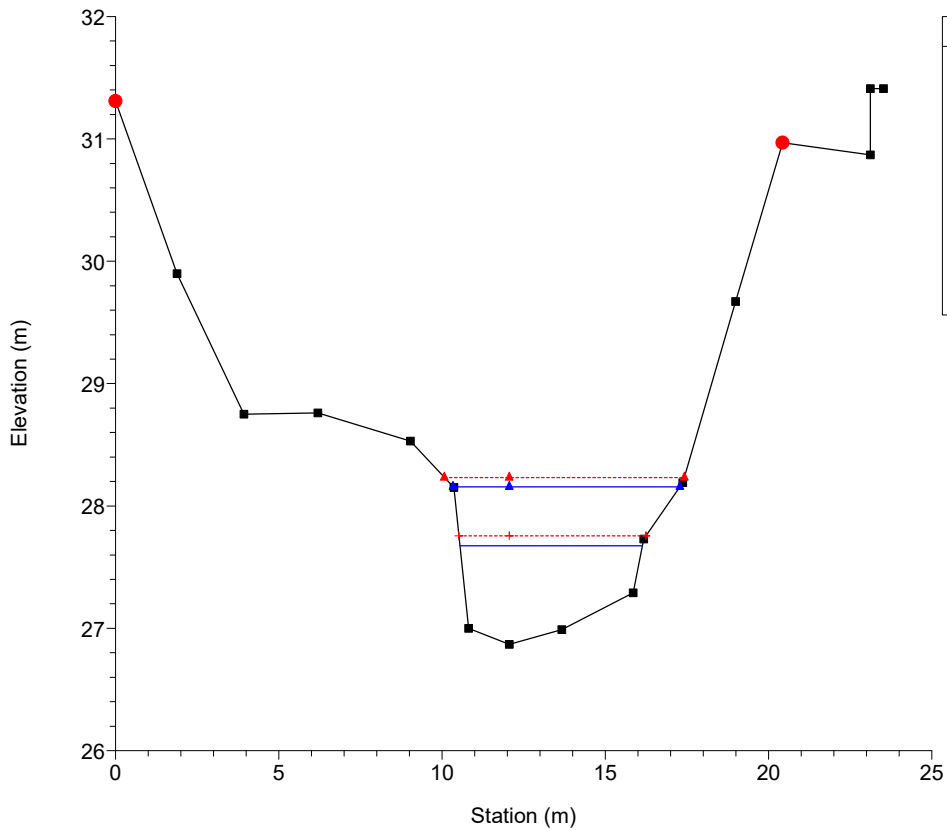
Massa Plan: 1) SP_tr30 2) SP_tr200
 River = Canalmagro Reach = Canalmagro RS = 194.00*



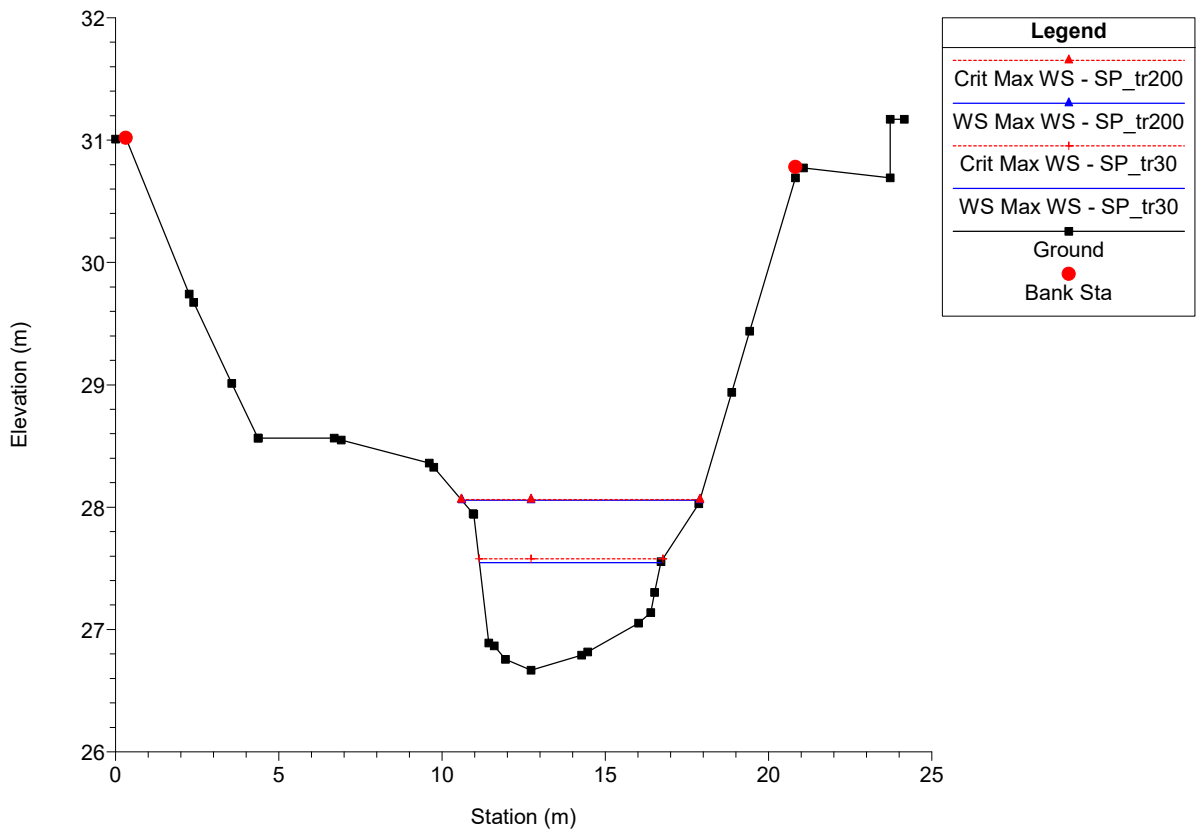
Massa Plan: 1) SP_tr30 2) SP_tr200
 River = Canalmagro Reach = Canalmagro RS = 192.00*



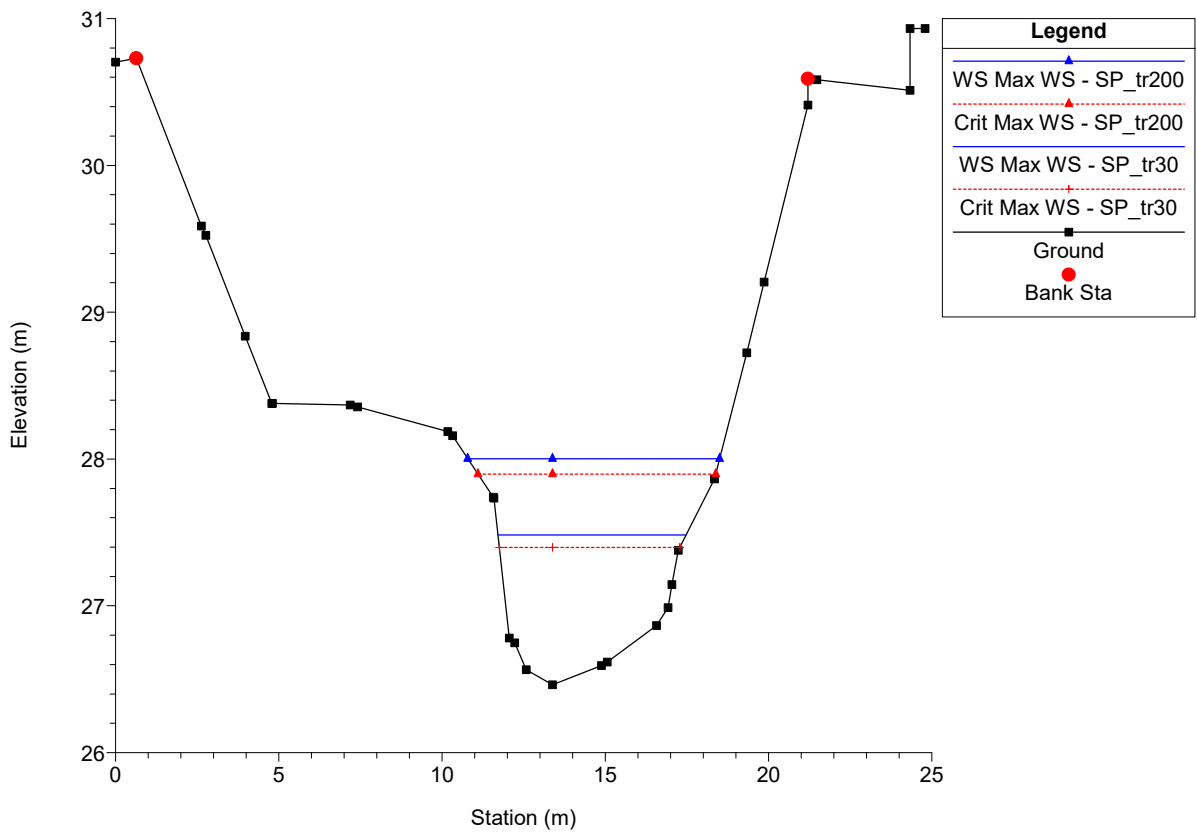
Massa Plan: 1) SP_tr30 2) SP_tr200
 River = Canalmagro Reach = Canalmagro RS = 190



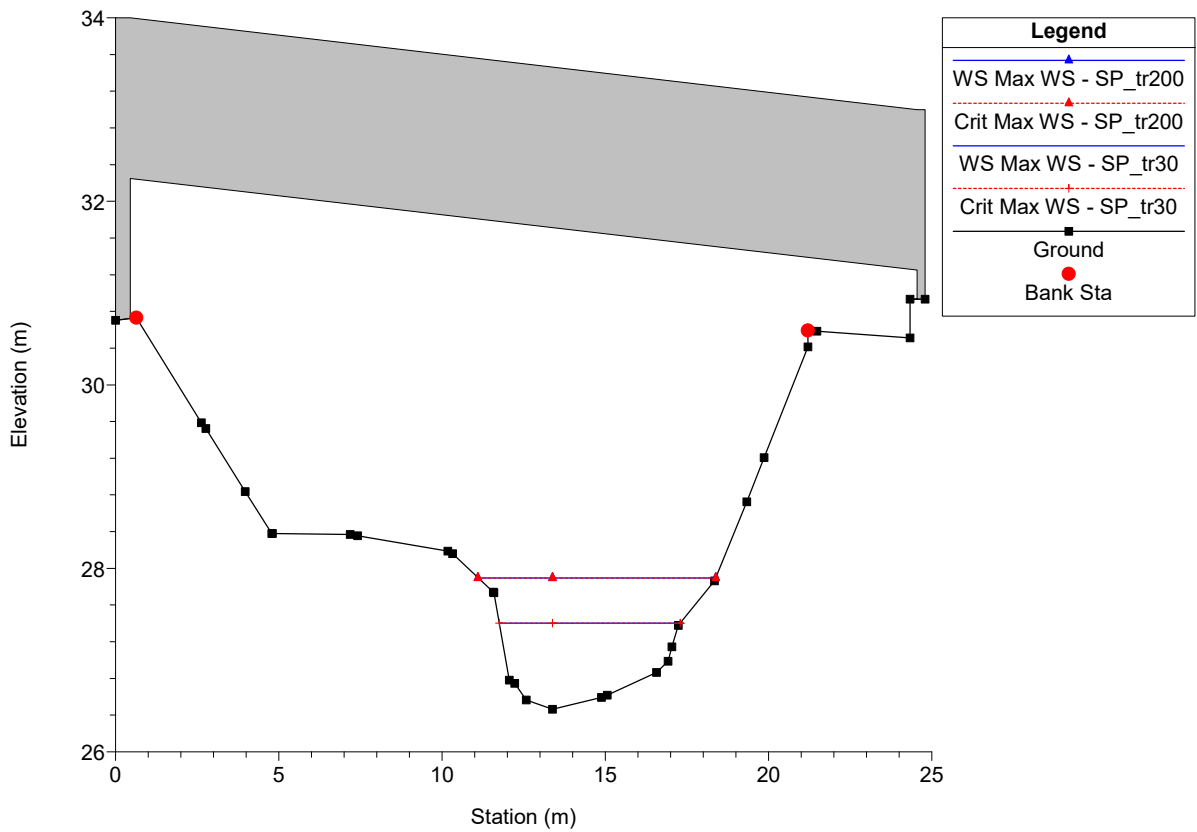
Massa Plan: 1) SP_tr30 2) SP_tr200
 River = Canalmagro Reach = Canalmagro RS = 188.89



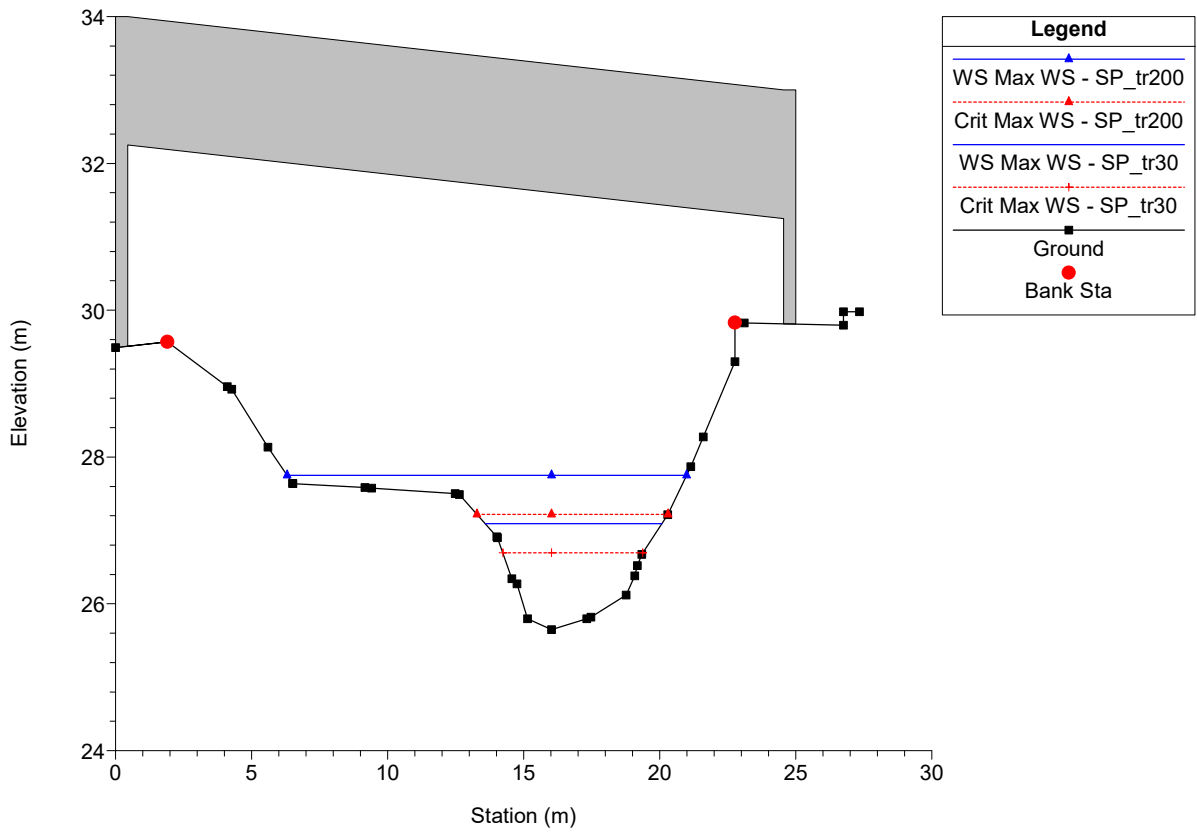
Massa Plan: 1) SP_tr30 2) SP_tr200
 River = Canalmagro Reach = Canalmagro RS = 187.78



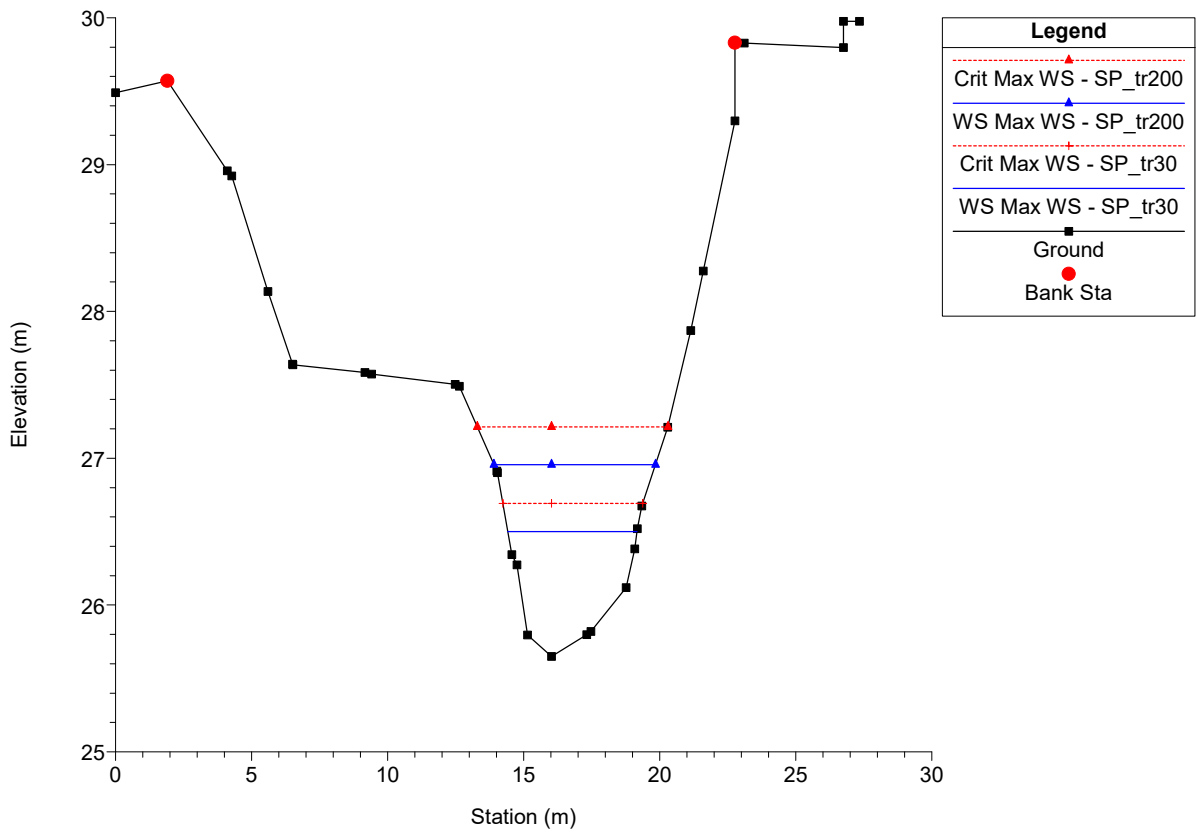
Massa Plan: 1) SP_tr30 2) SP_tr200
 River = Canalmagro Reach = Canalmagro RS = 185 BR



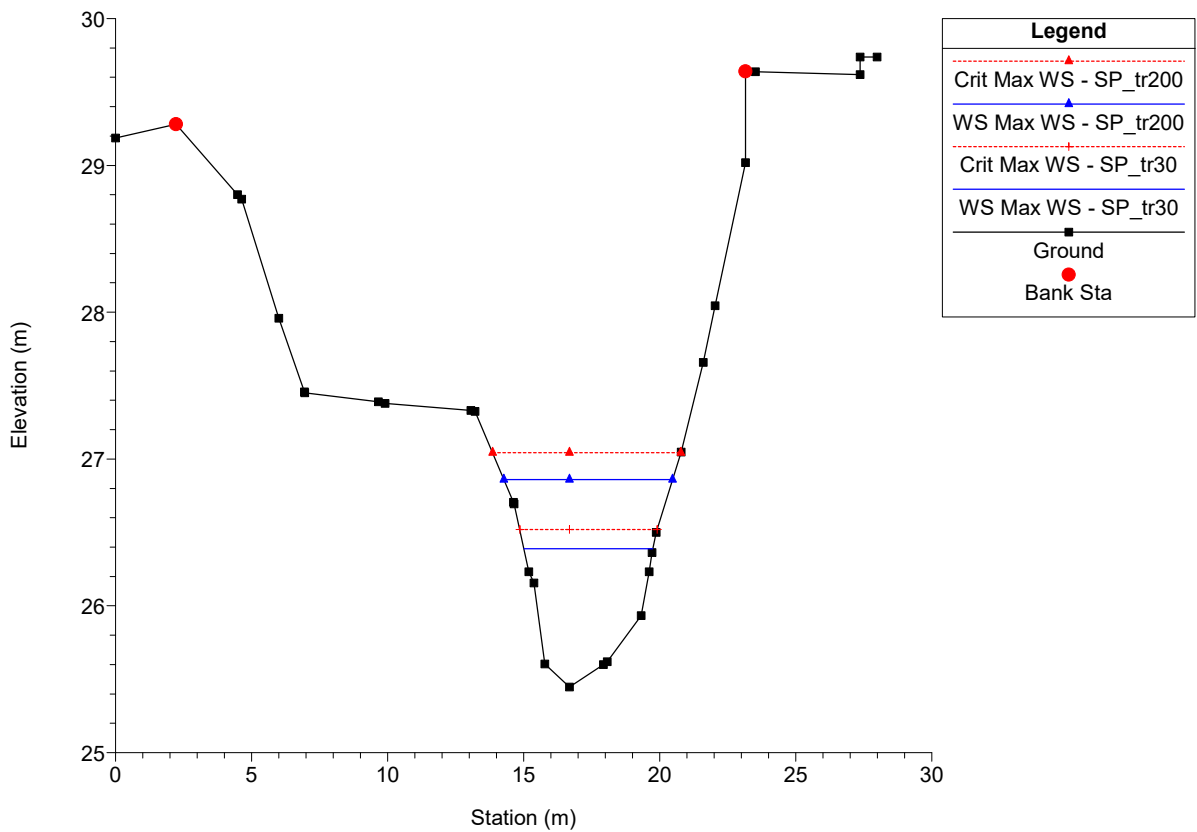
Massa Plan: 1) SP_tr30 2) SP_tr200
 River = Canalmagro Reach = Canalmagro RS = 185 BR



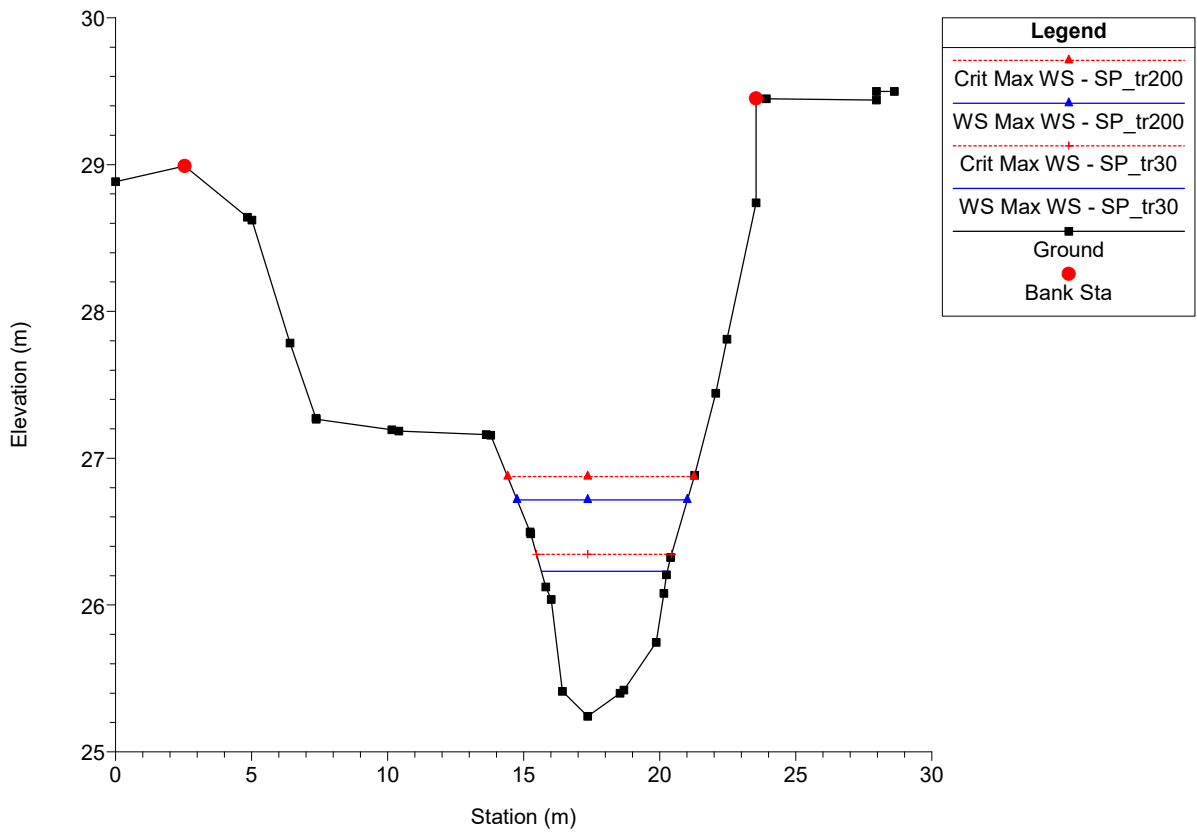
Massa Plan: 1) SP_tr30 2) SP_tr200
 River = Canalmagro Reach = Canalmagro RS = 183.33



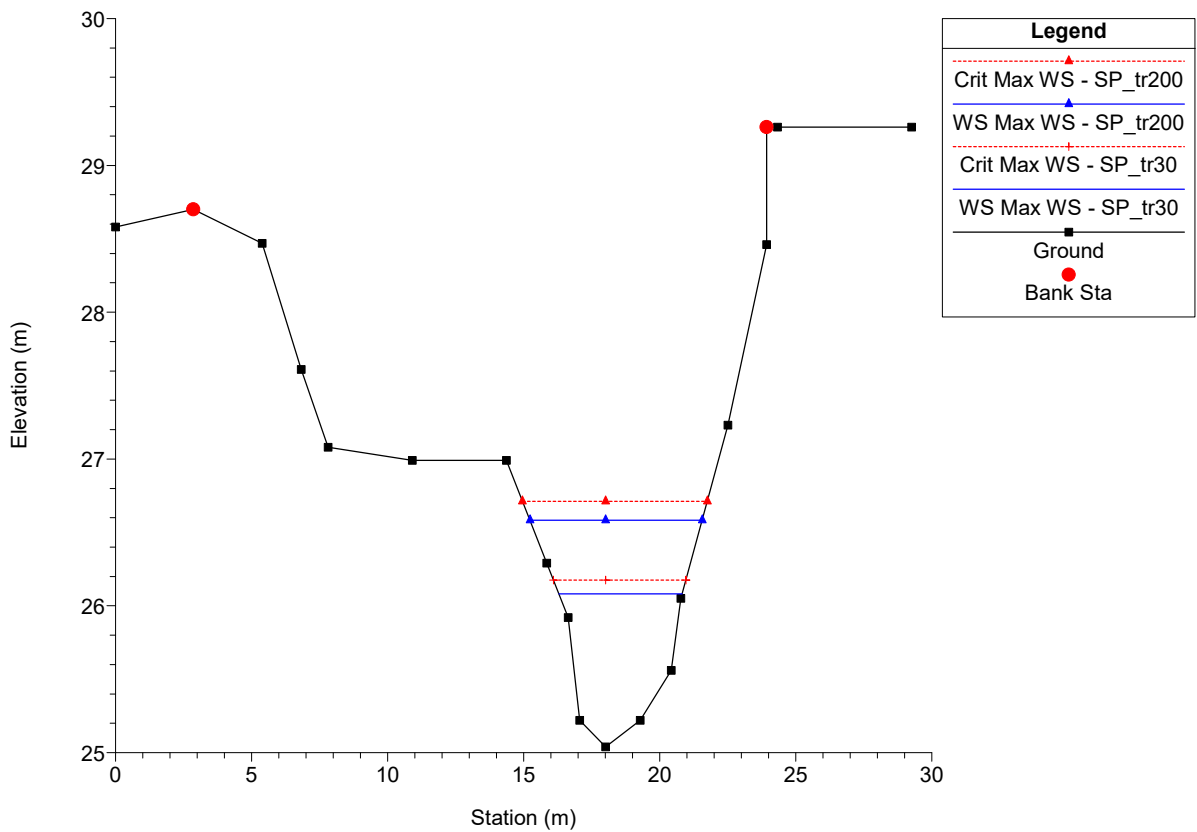
Massa Plan: 1) SP_tr30 2) SP_tr200
 River = Canalmagro Reach = Canalmagro RS = 182.22



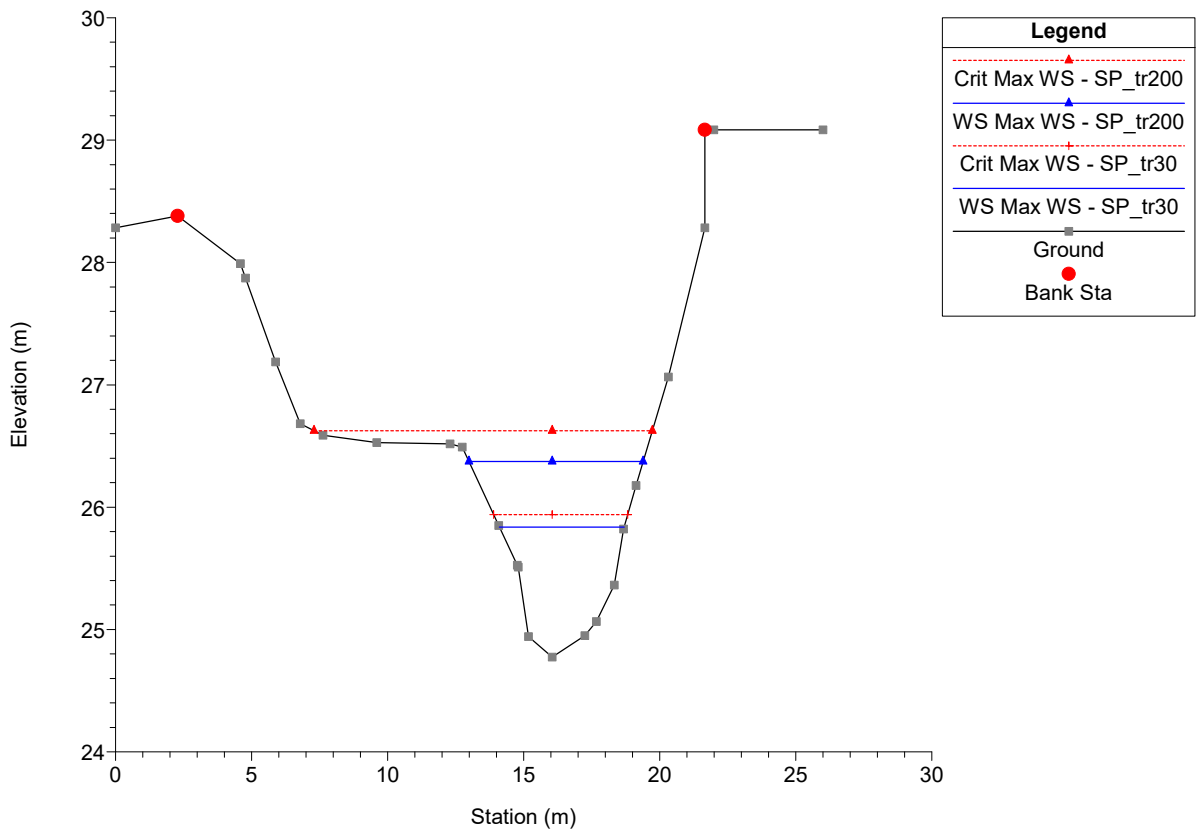
Massa Plan: 1) SP_tr30 2) SP_tr200
 River = Canalmagro Reach = Canalmagro RS = 181.11



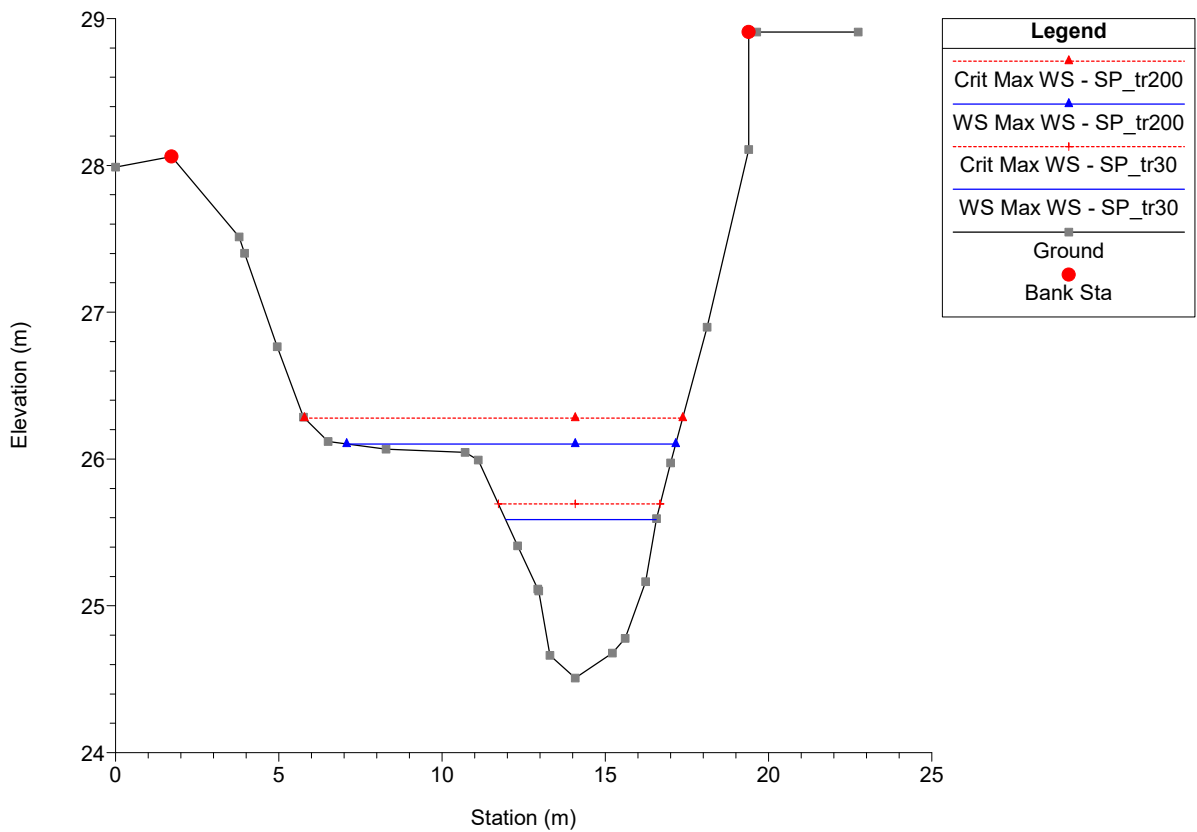
Massa Plan: 1) SP_tr30 2) SP_tr200
 River = Canalmagro Reach = Canalmagro RS = 180



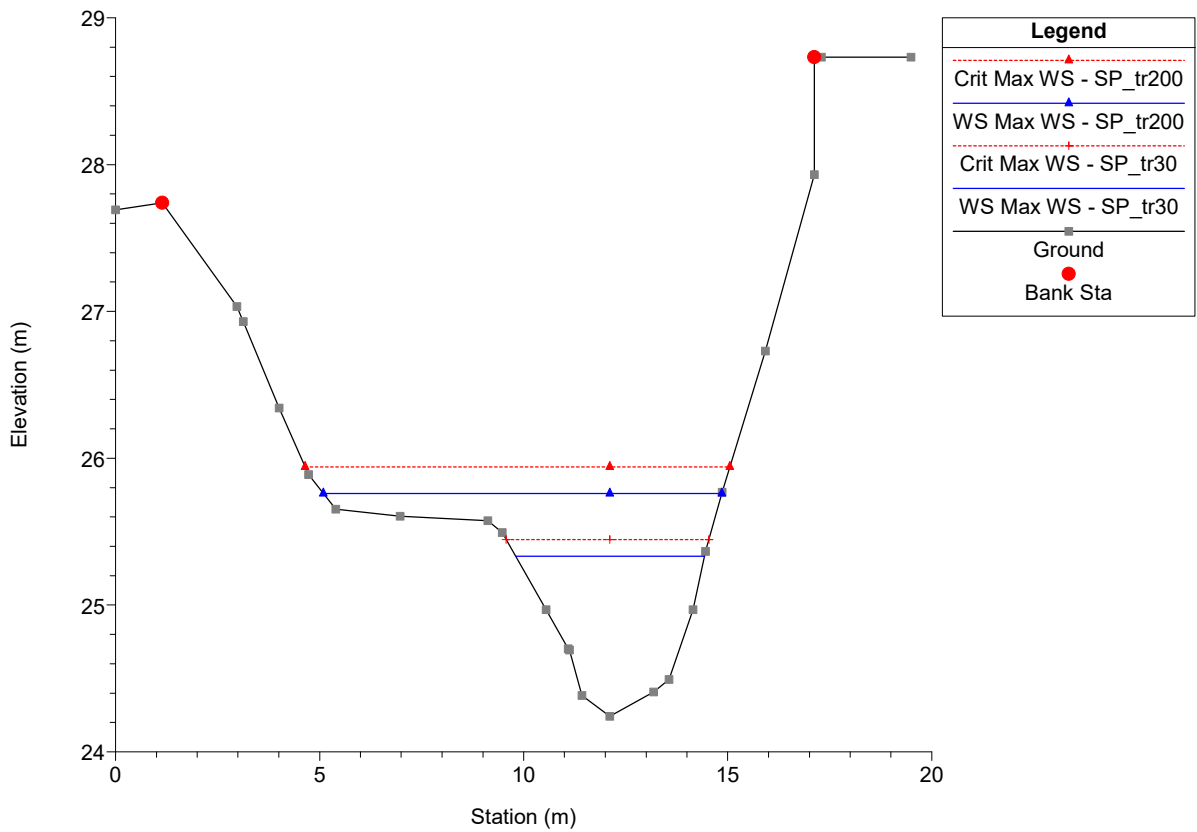
Massa Plan: 1) SP_tr30 2) SP_tr200
 River = Canalmagro Reach = Canalmagro RS = 178.00*



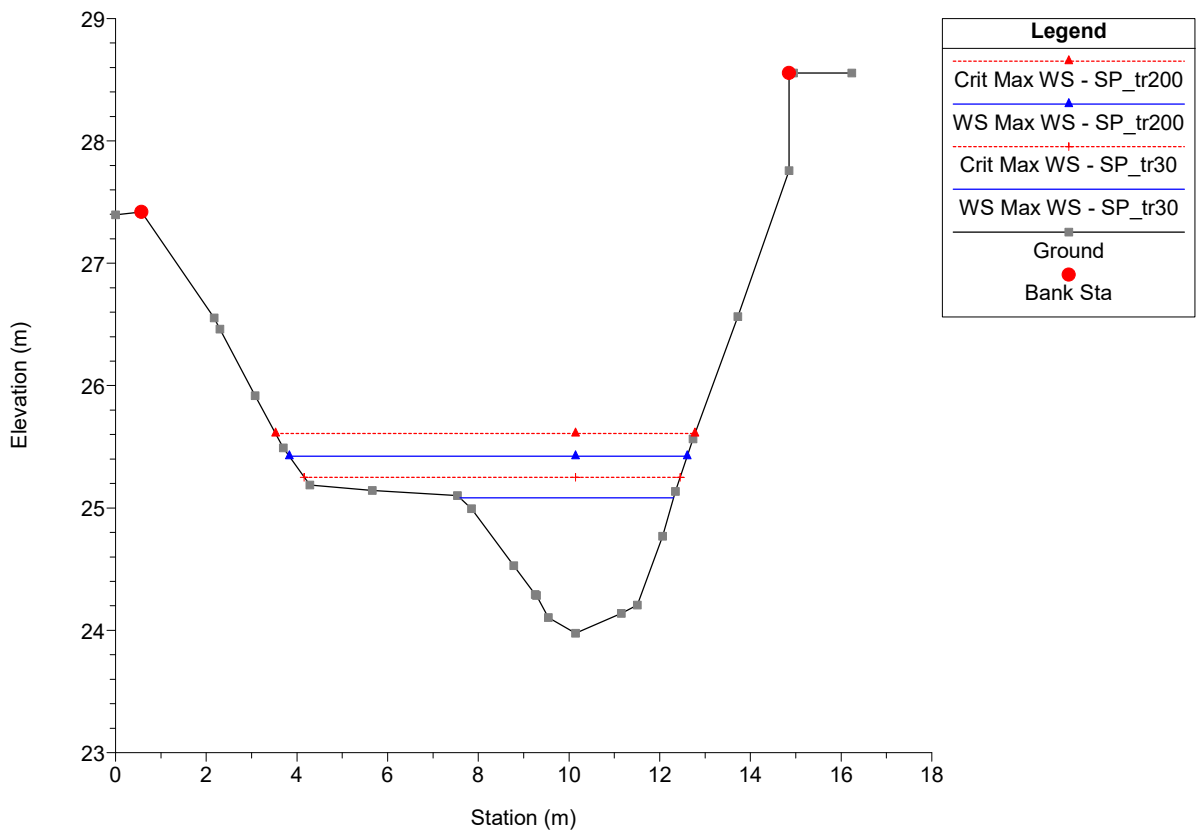
Massa Plan: 1) SP_tr30 2) SP_tr200
 River = Canalmagro Reach = Canalmagro RS = 176.00*



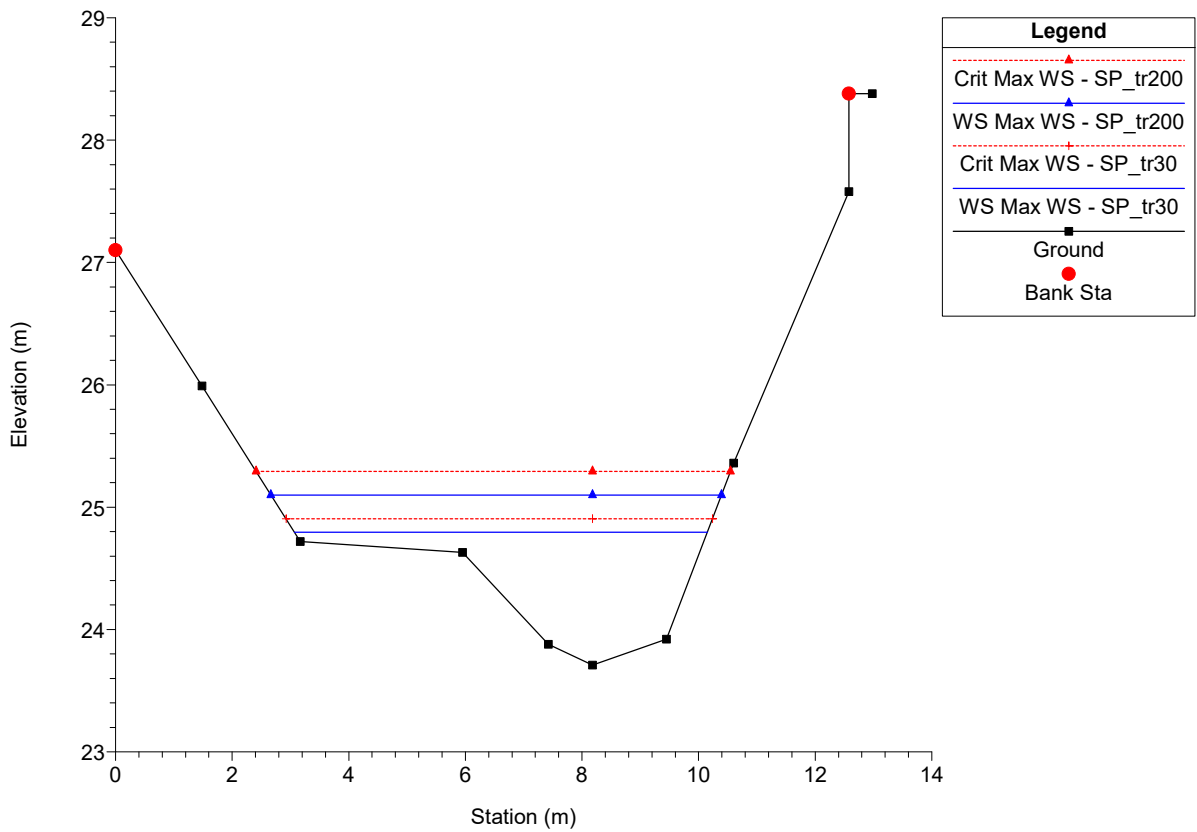
Massa Plan: 1) SP_tr30 2) SP_tr200
 River = Canalmagro Reach = Canalmagro RS = 174.00*



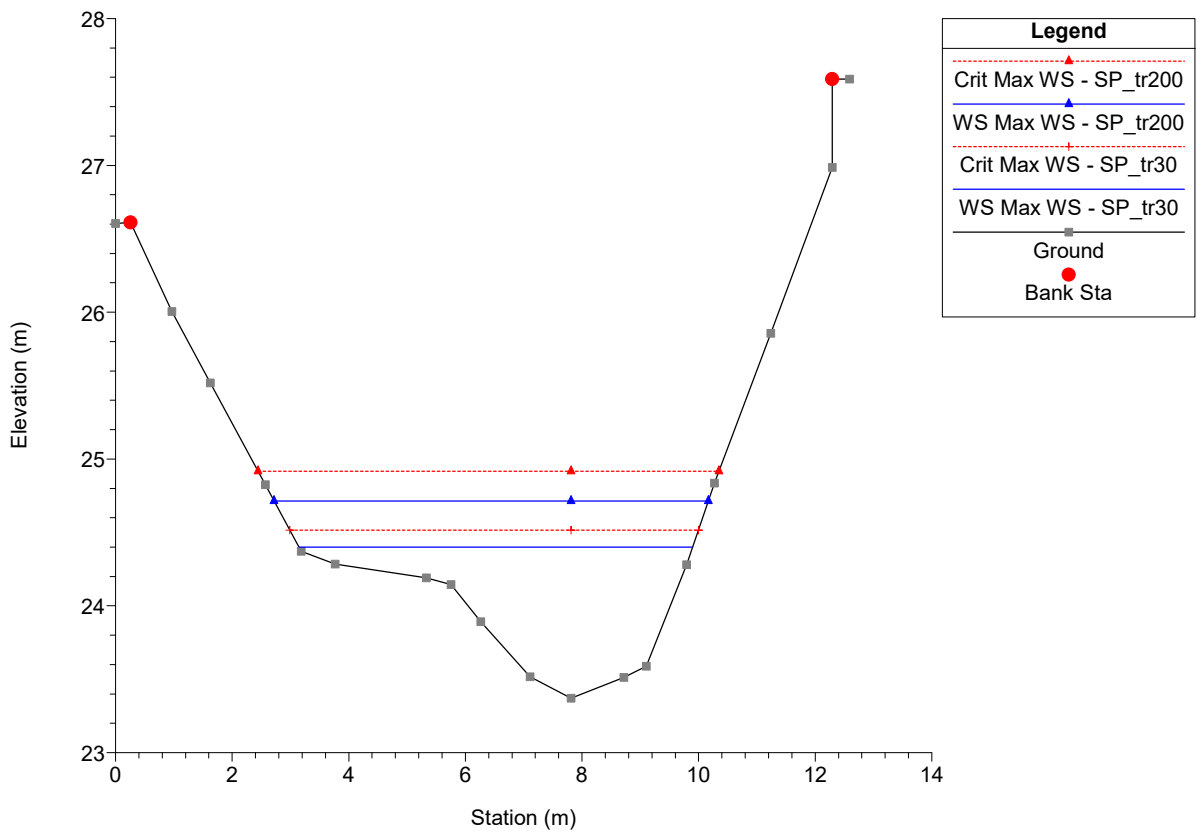
Massa Plan: 1) SP_tr30 2) SP_tr200
 River = Canalmagro Reach = Canalmagro RS = 172.00*



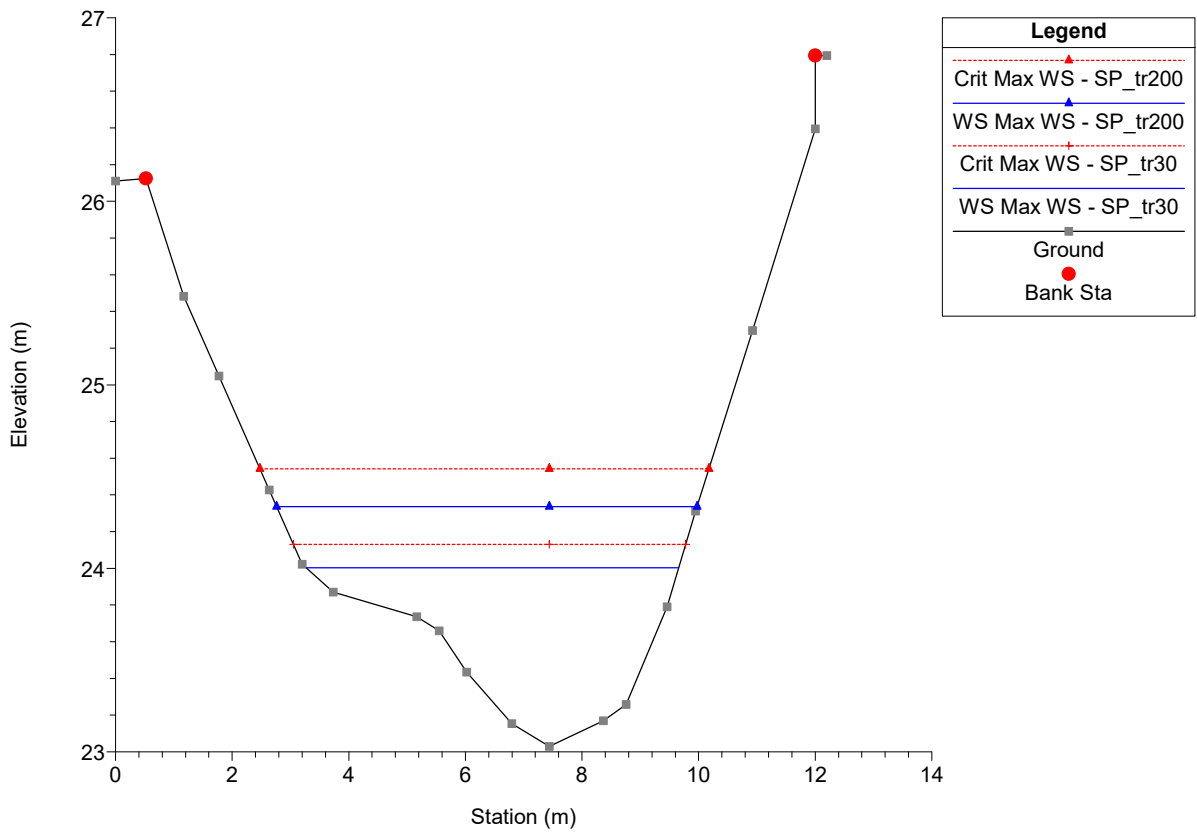
Massa Plan: 1) SP_tr30 2) SP_tr200
 River = Canalmagro Reach = Canalmagro RS = 170



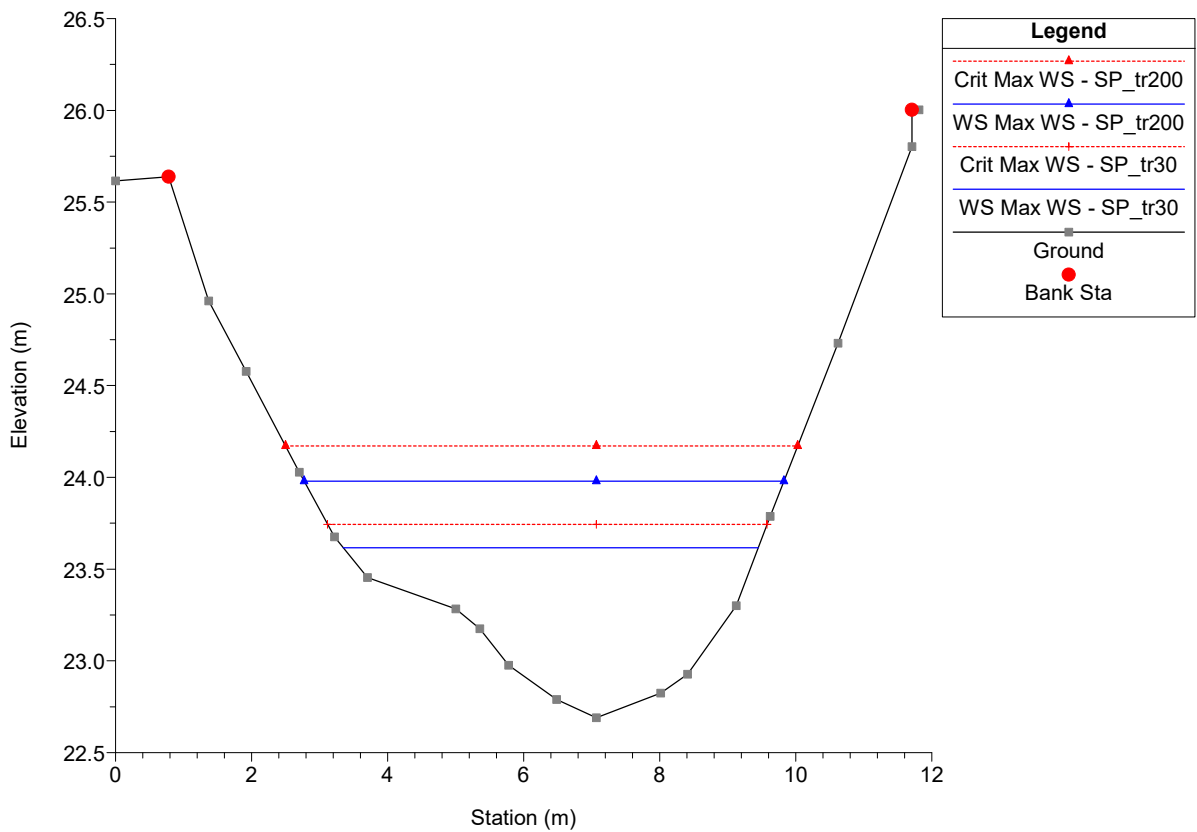
Massa Plan: 1) SP_tr30 2) SP_tr200
 River = Canalmagro Reach = Canalmagro RS = 167.50*



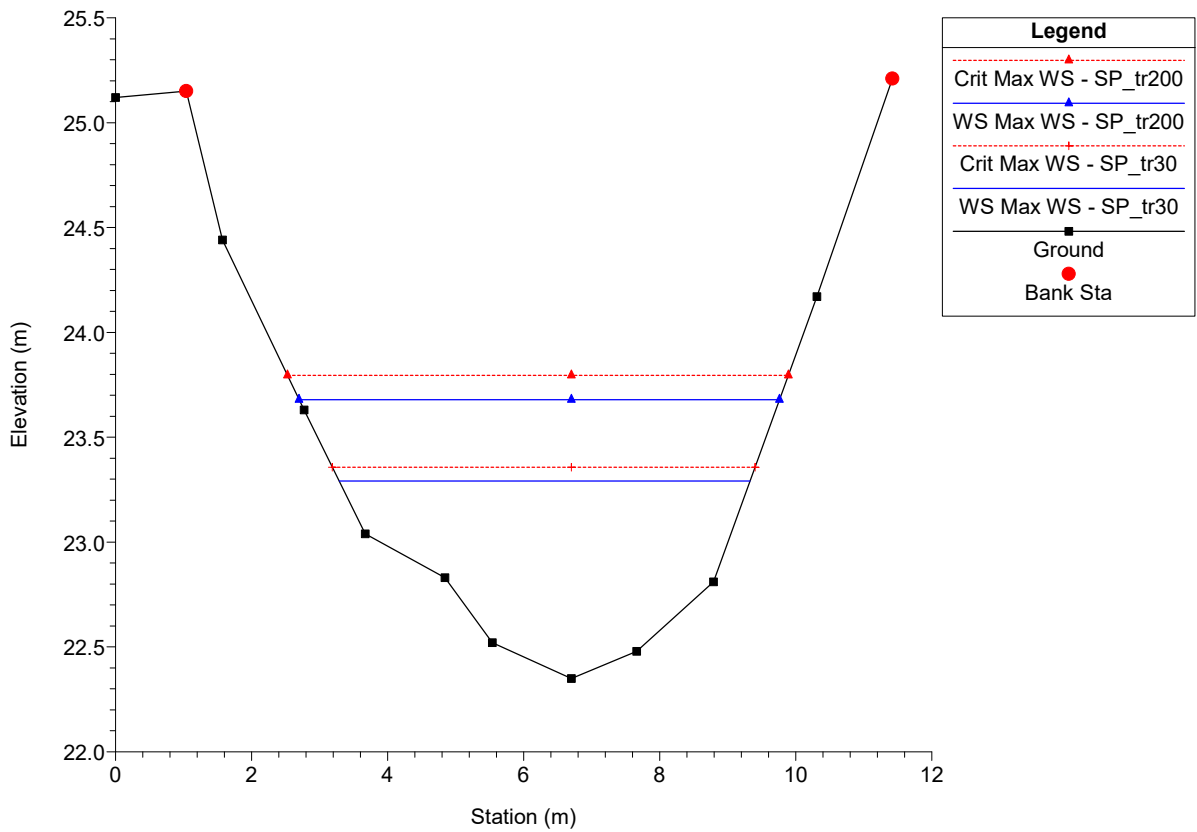
Massa Plan: 1) SP_tr30 2) SP_tr200
 River = Canalmagro Reach = Canalmagro RS = 165.00*



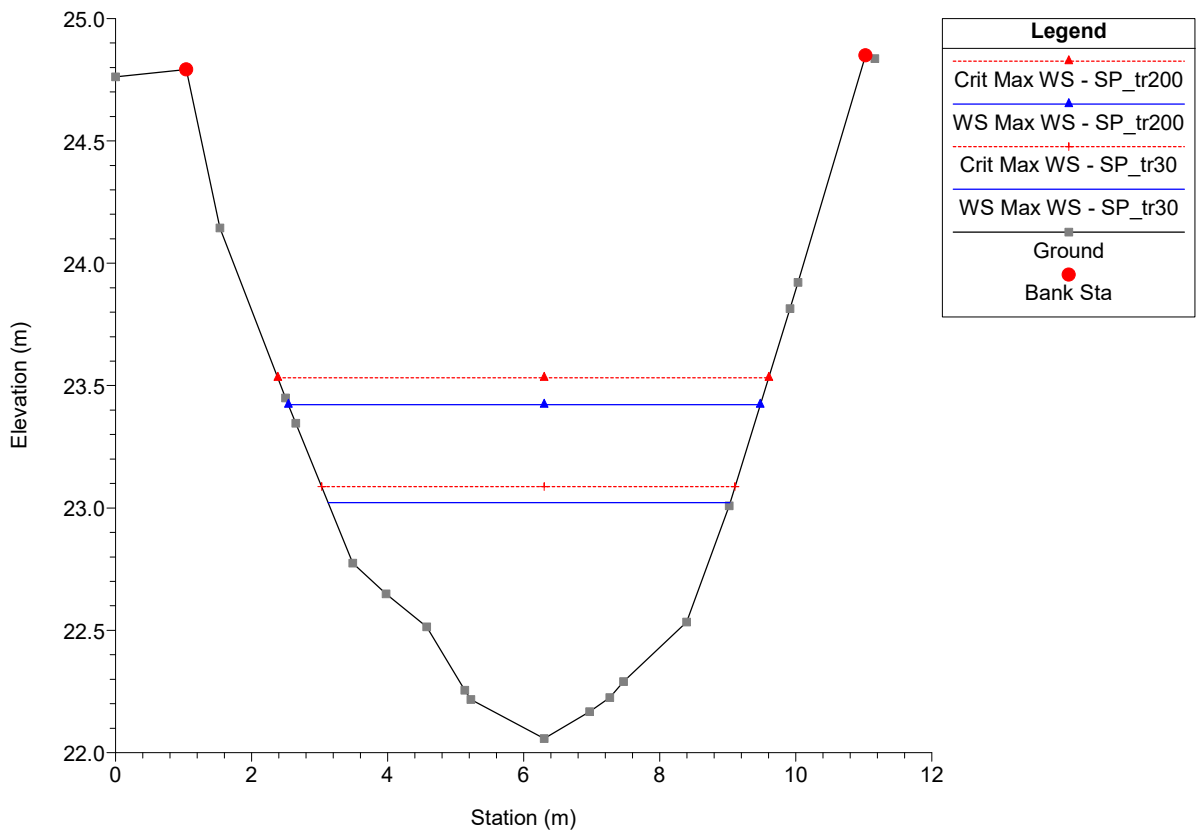
Massa Plan: 1) SP_tr30 2) SP_tr200
 River = Canalmagro Reach = Canalmagro RS = 162.50*



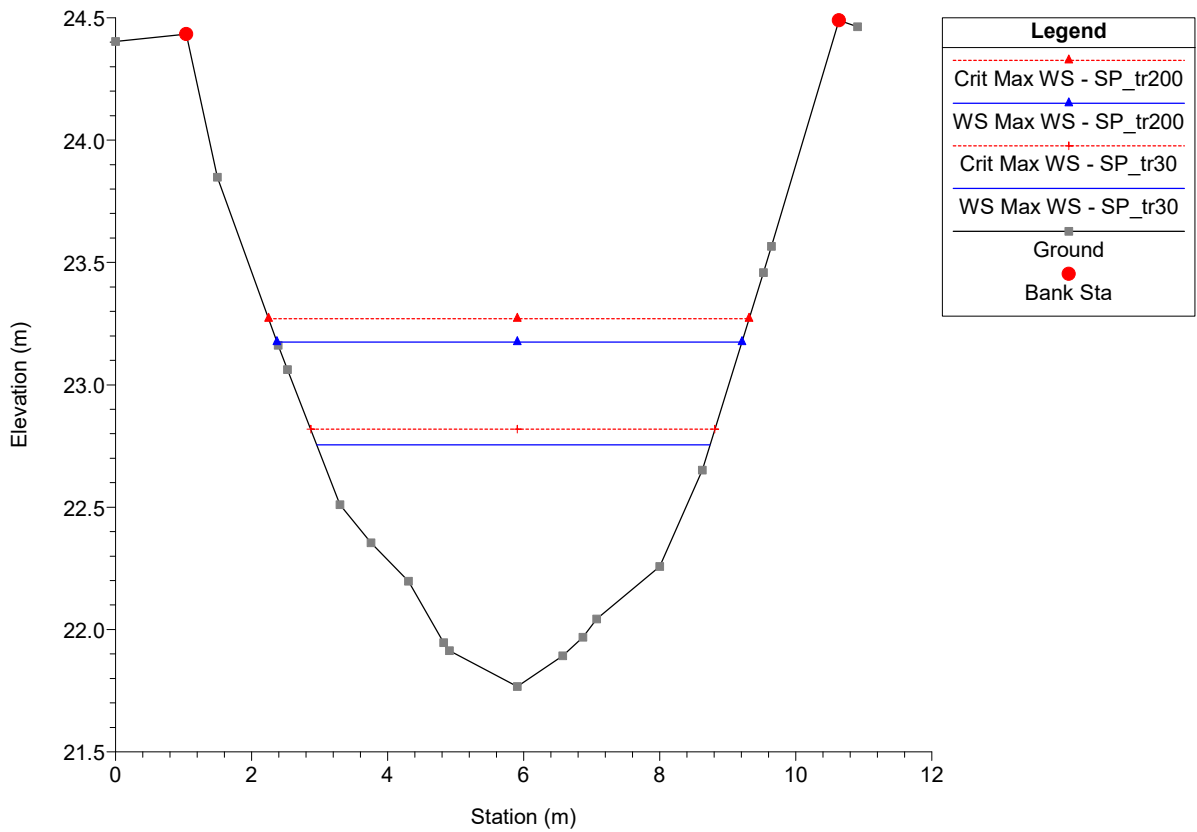
Massa Plan: 1) SP_tr30 2) SP_tr200
 River = Canalmagro Reach = Canalmagro RS = 160



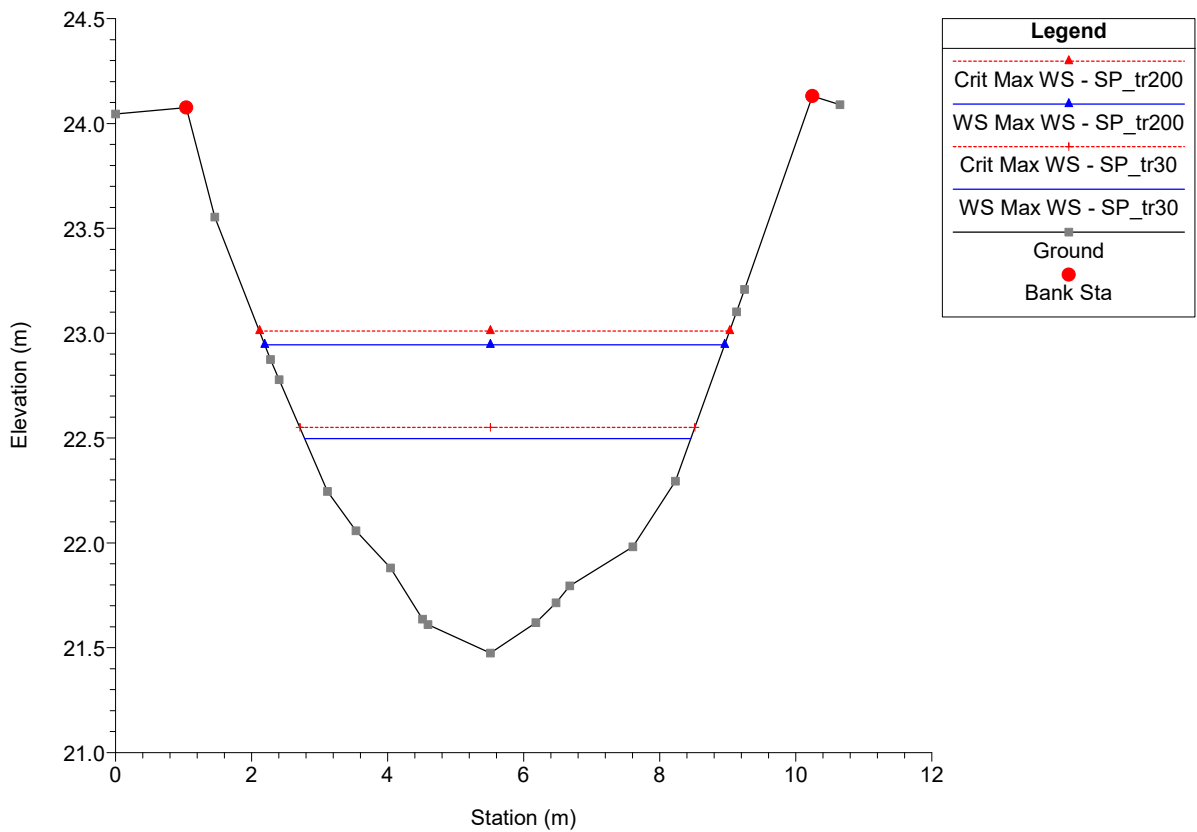
Massa Plan: 1) SP_tr30 2) SP_tr200
 River = Canalmagro Reach = Canalmagro RS = 158.33*



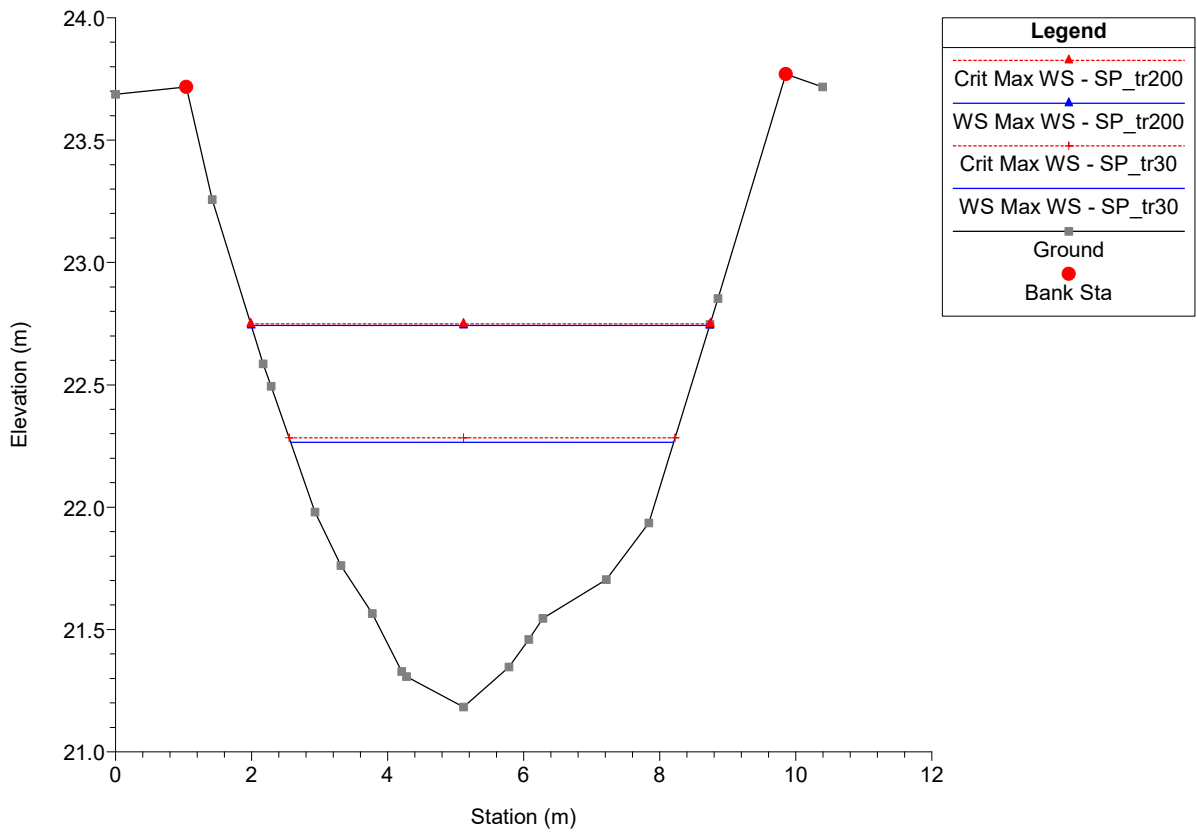
Massa Plan: 1) SP_tr30 2) SP_tr200
 River = Canalmagro Reach = Canalmagro RS = 156.67*



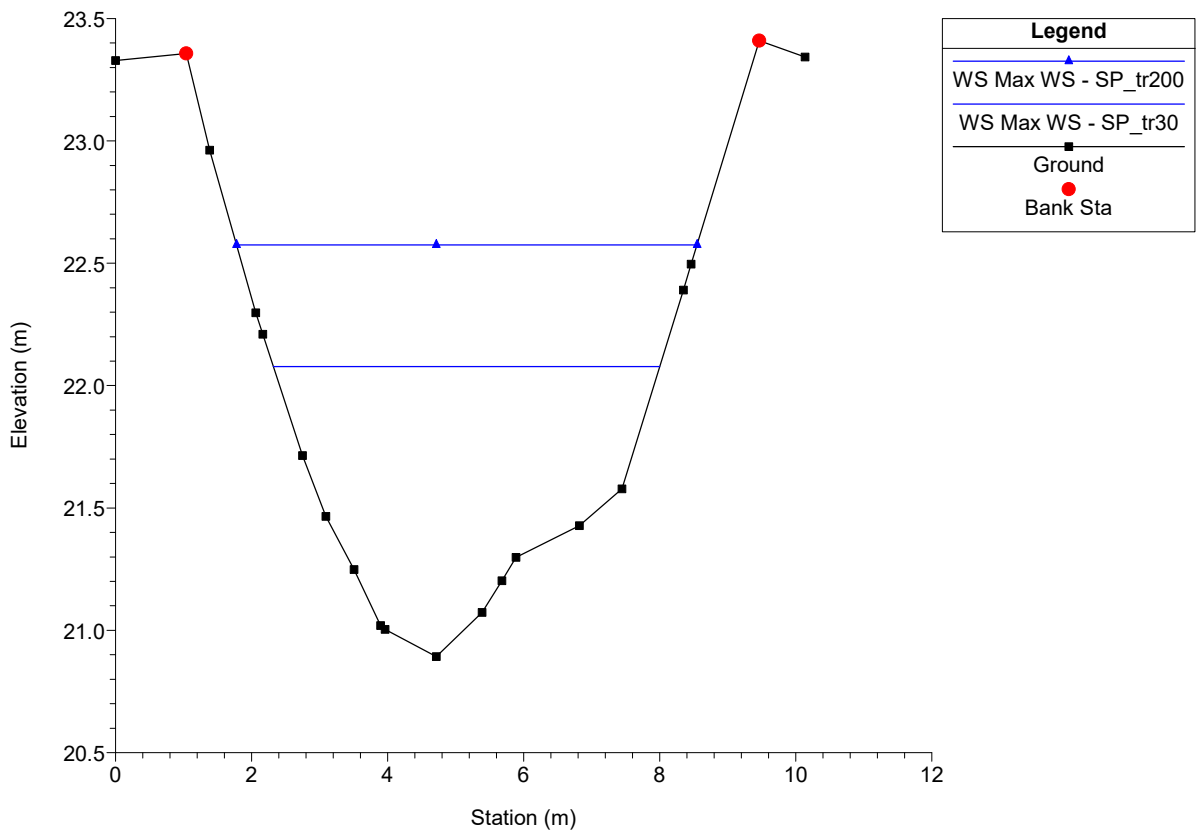
Massa Plan: 1) SP_tr30 2) SP_tr200
 River = Canalmagro Reach = Canalmagro RS = 155.00*



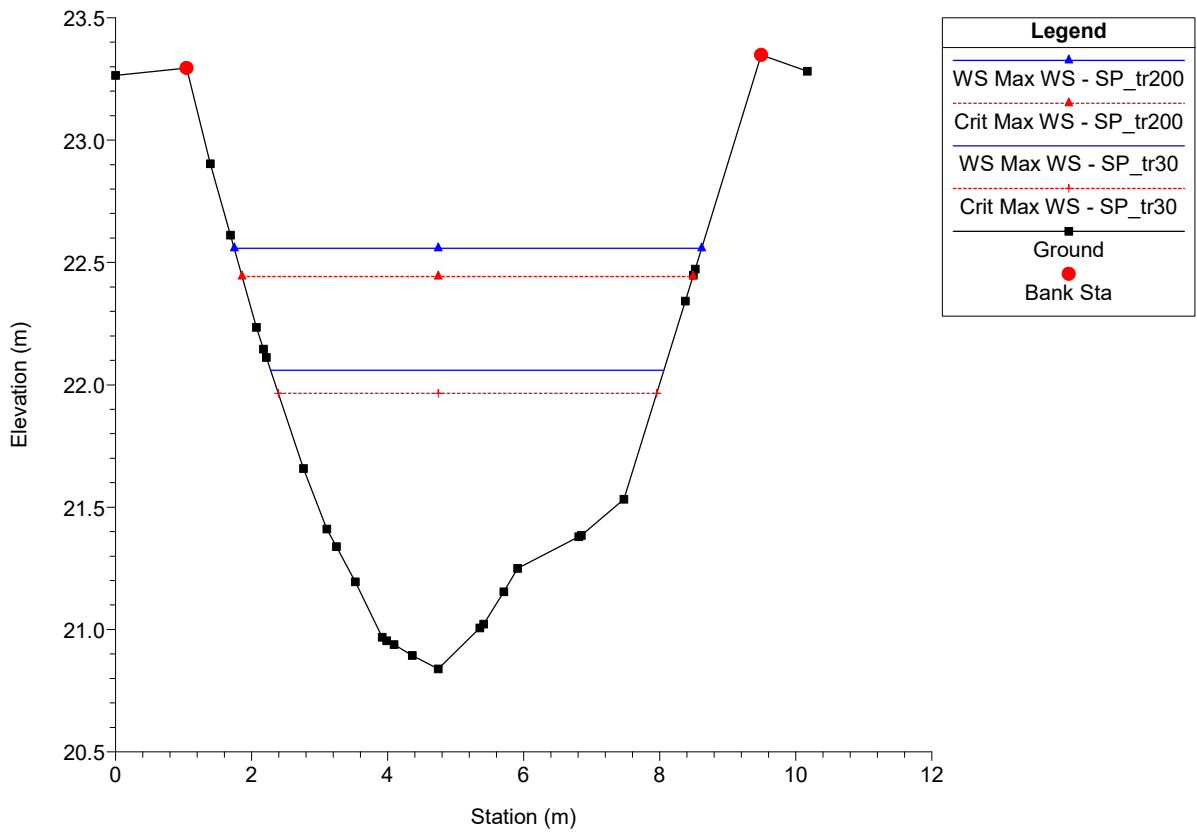
Massa Plan: 1) SP_tr30 2) SP_tr200
 River = Canalmagro Reach = Canalmagro RS = 153.33*



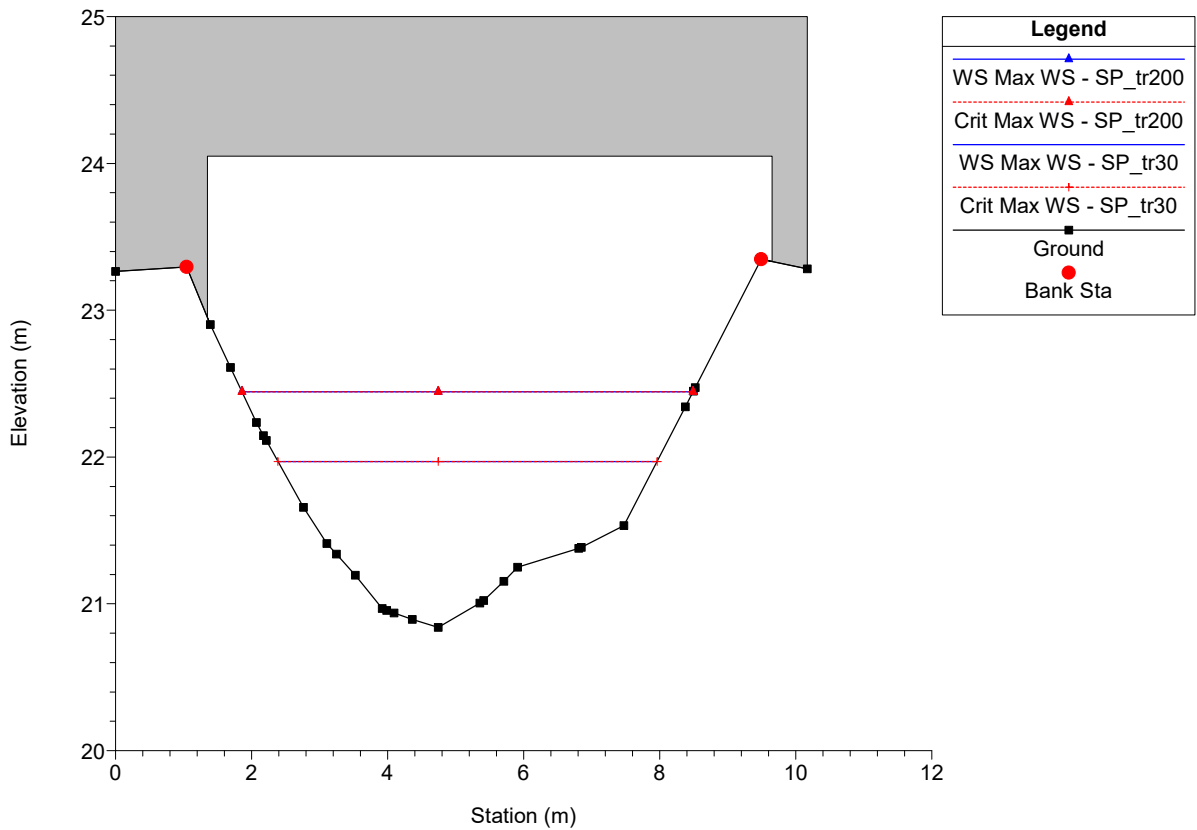
Massa Plan: 1) SP_tr30 2) SP_tr200
 River = Canalmagro Reach = Canalmagro RS = 151.67



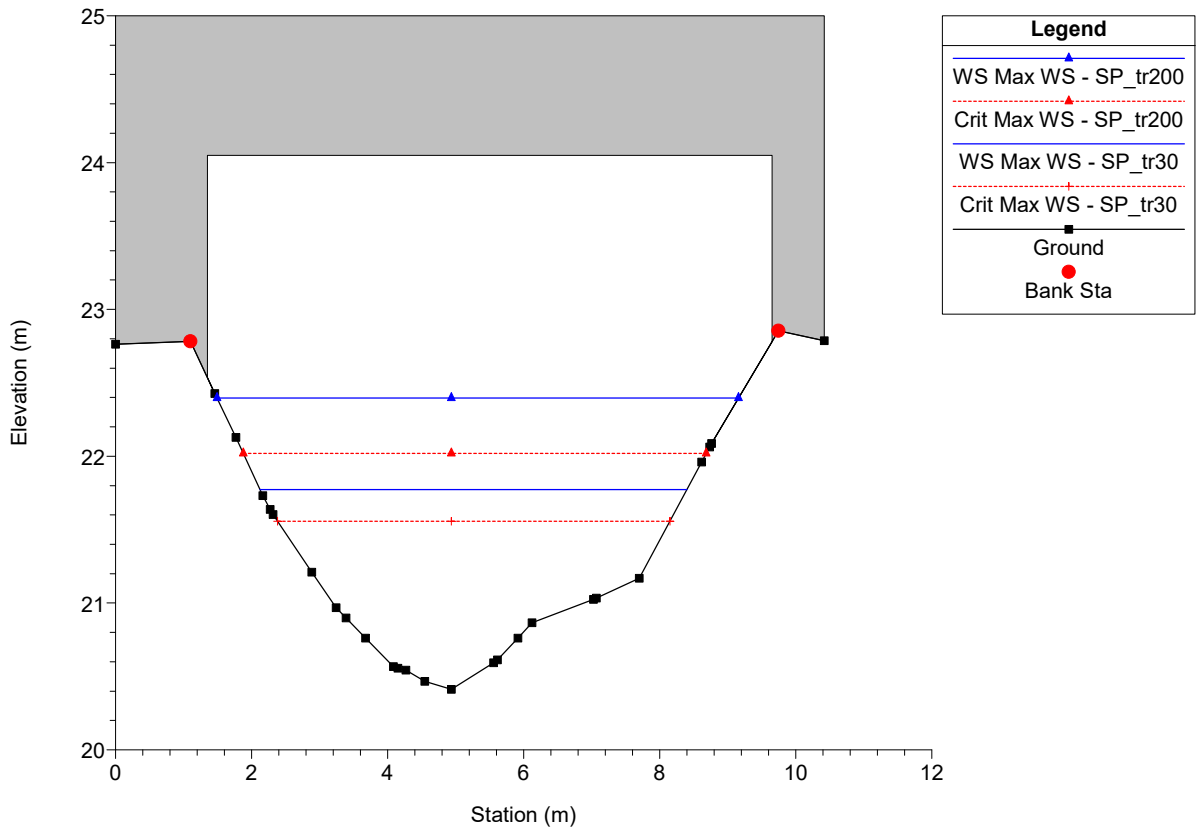
Massa Plan: 1) SP_tr30 2) SP_tr200
 River = Canalmagro Reach = Canalmagro RS = 151.34



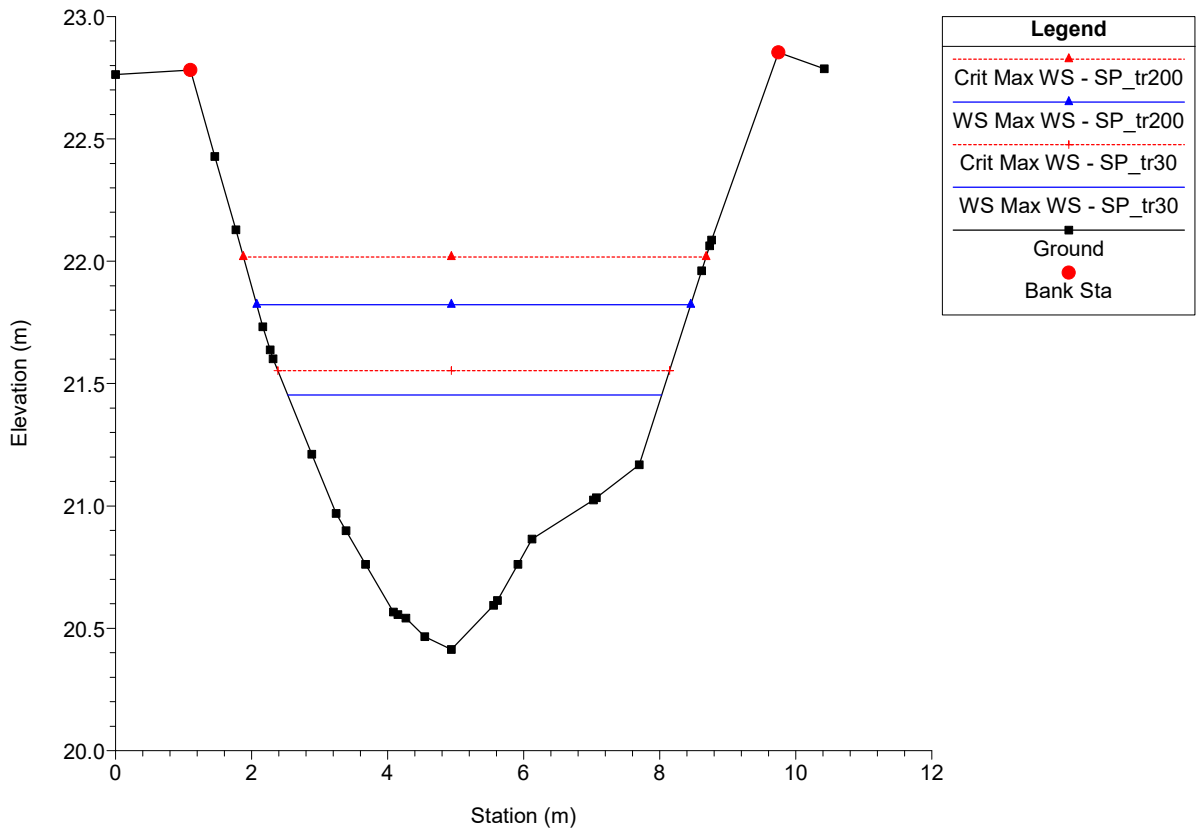
Massa Plan: 1) SP_tr30 2) SP_tr200
 River = Canalmagro Reach = Canalmagro RS = 150 BR



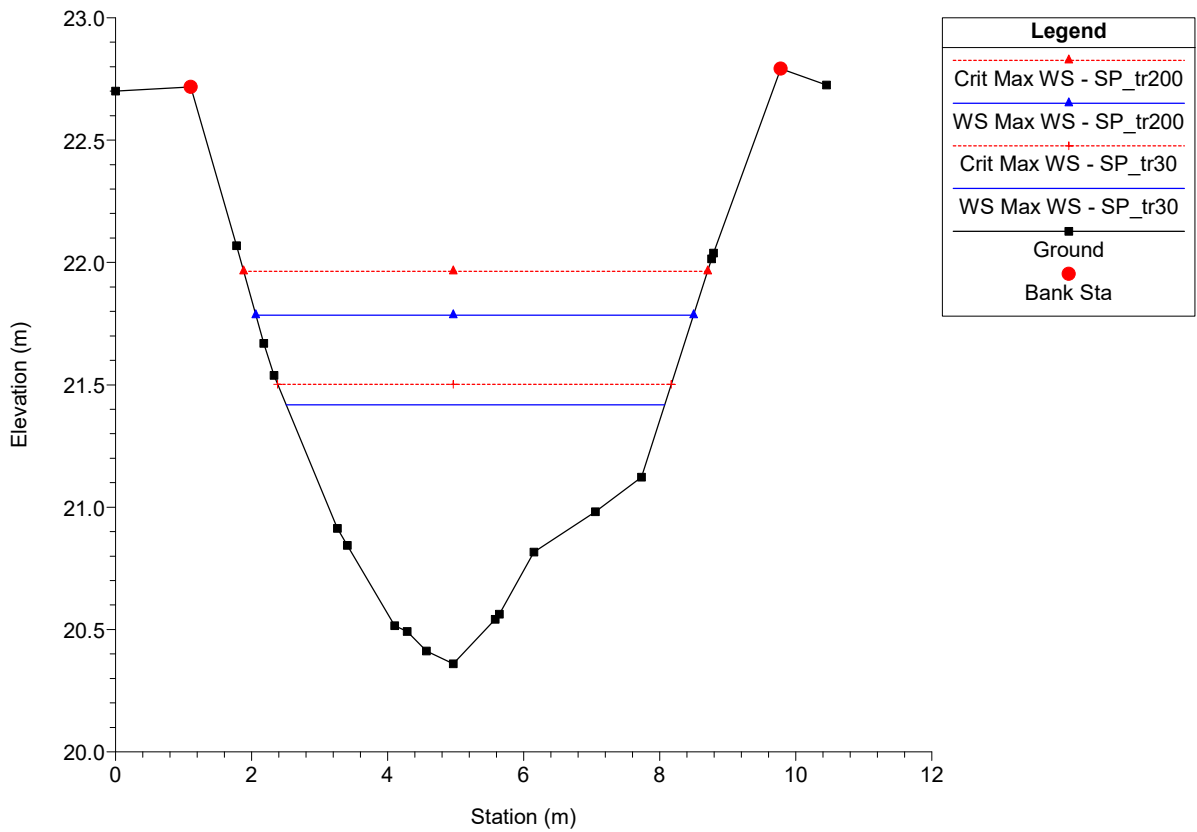
Massa Plan: 1) SP_tr30 2) SP_tr200
 River = Canalmagro Reach = Canalmagro RS = 150 BR



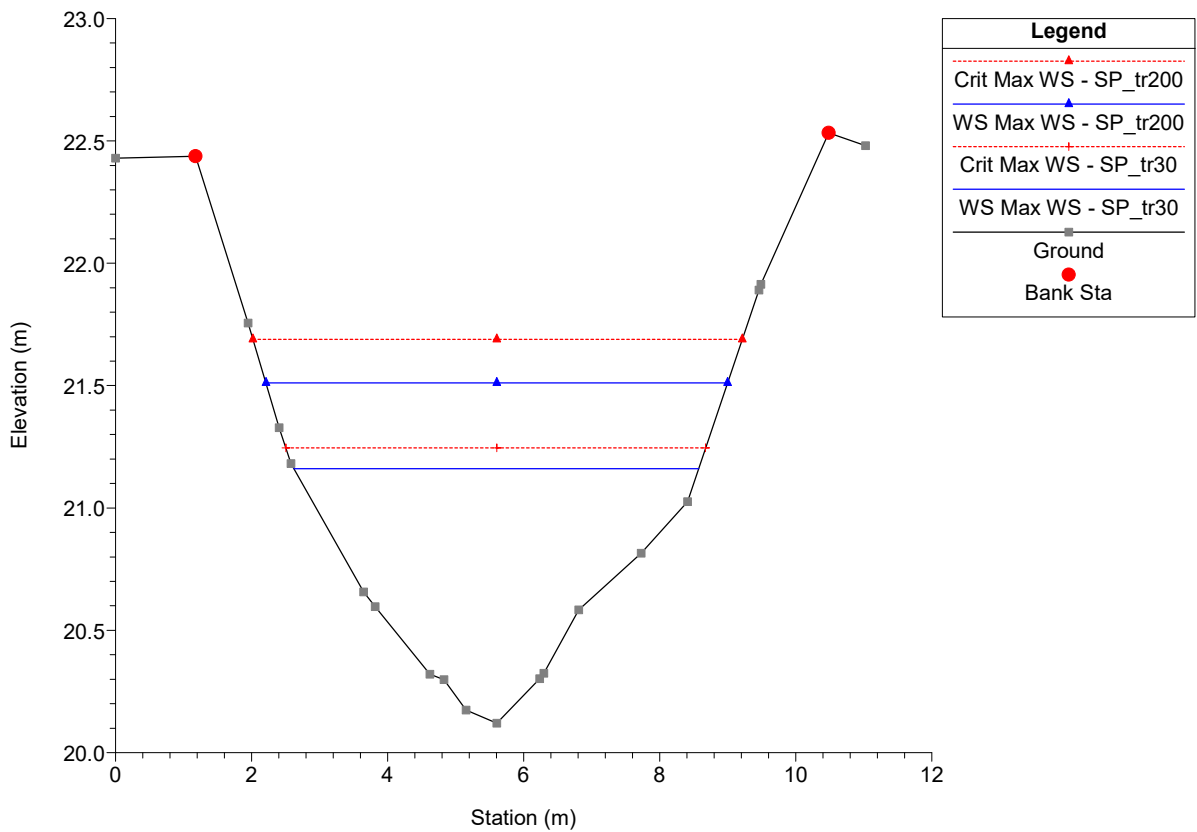
Massa Plan: 1) SP_tr30 2) SP_tr200
 River = Canalmagro Reach = Canalmagro RS = 148.66



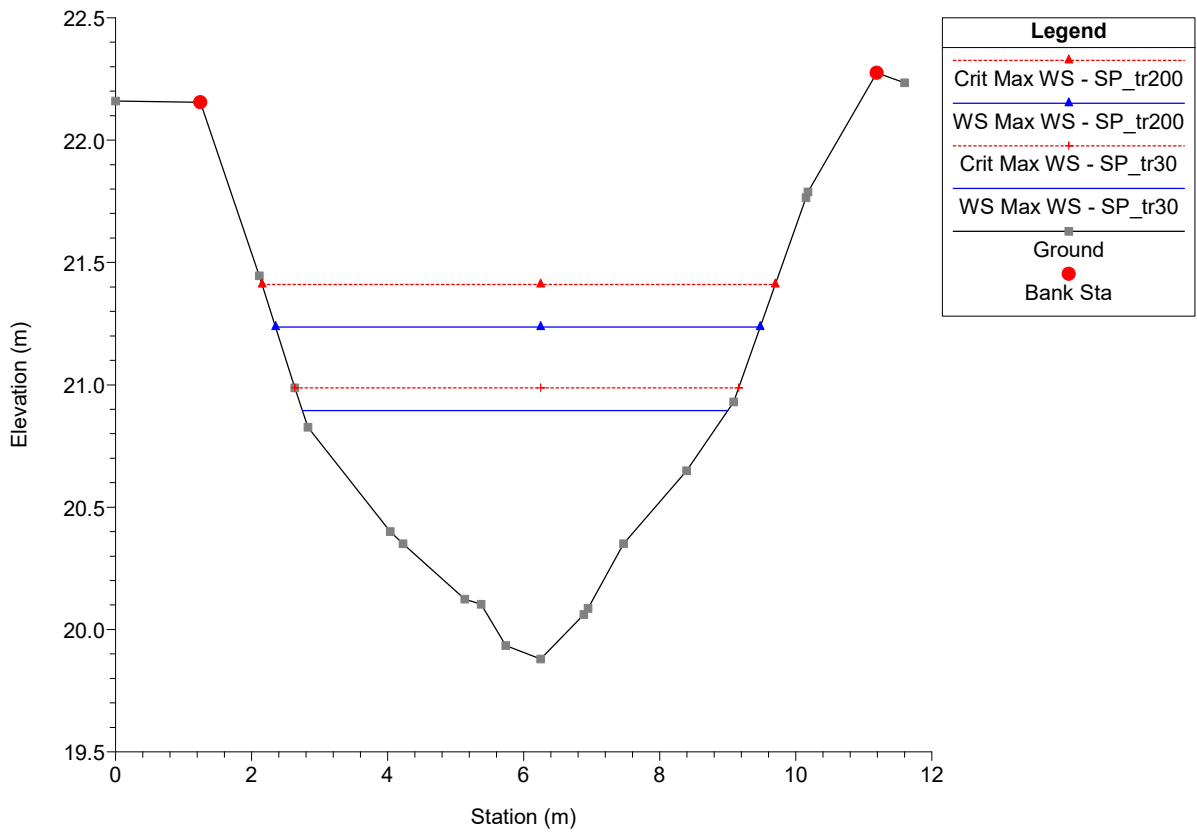
Massa Plan: 1) SP_tr30 2) SP_tr200
 River = Canalmagro Reach = Canalmagro RS = 148.33



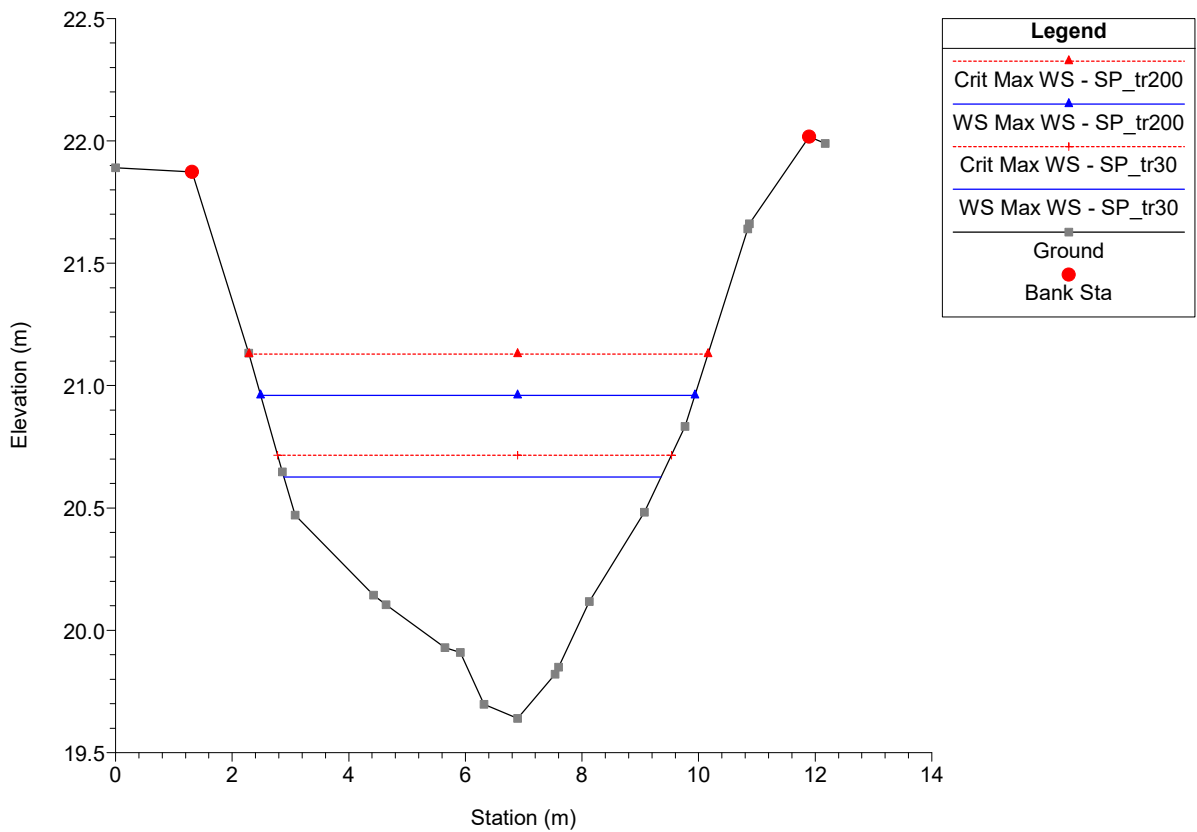
Massa Plan: 1) SP_tr30 2) SP_tr200
 River = Canalmagro Reach = Canalmagro RS = 146.67*



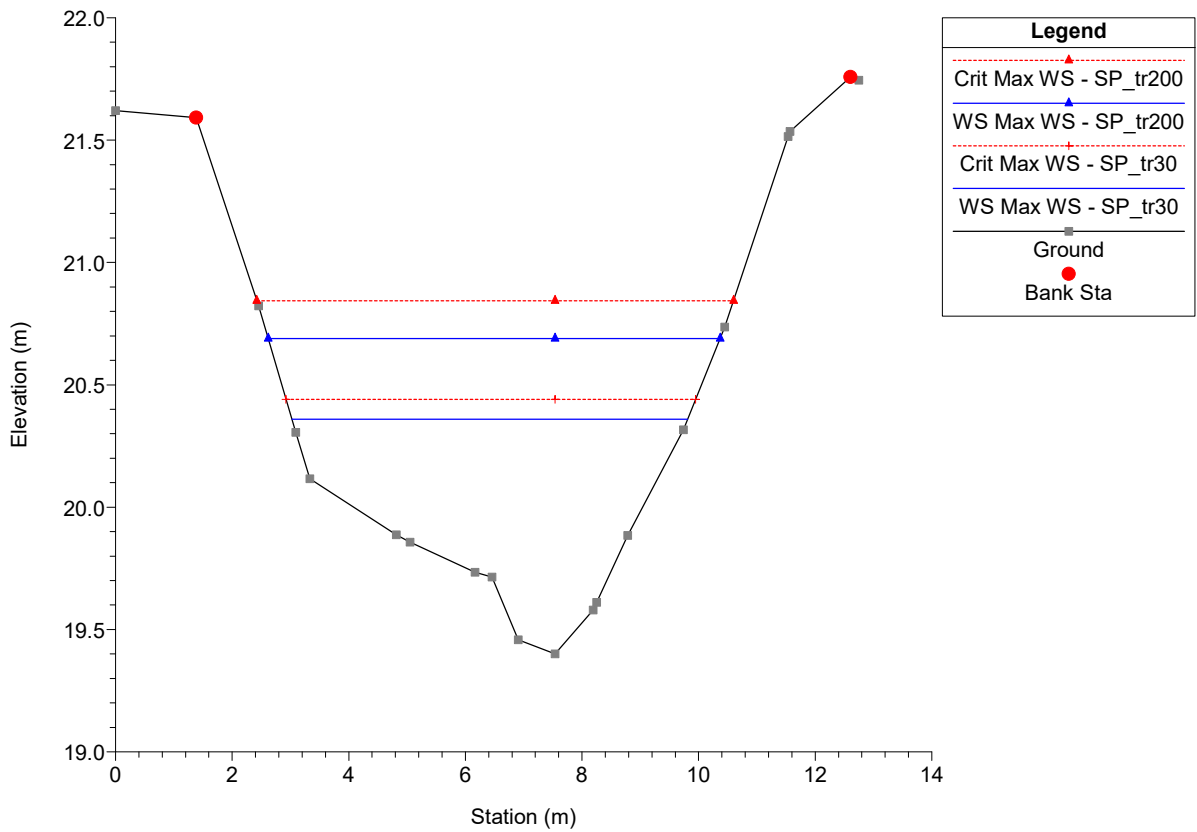
Massa Plan: 1) SP_tr30 2) SP_tr200
 River = Canalmagro Reach = Canalmagro RS = 145.00*



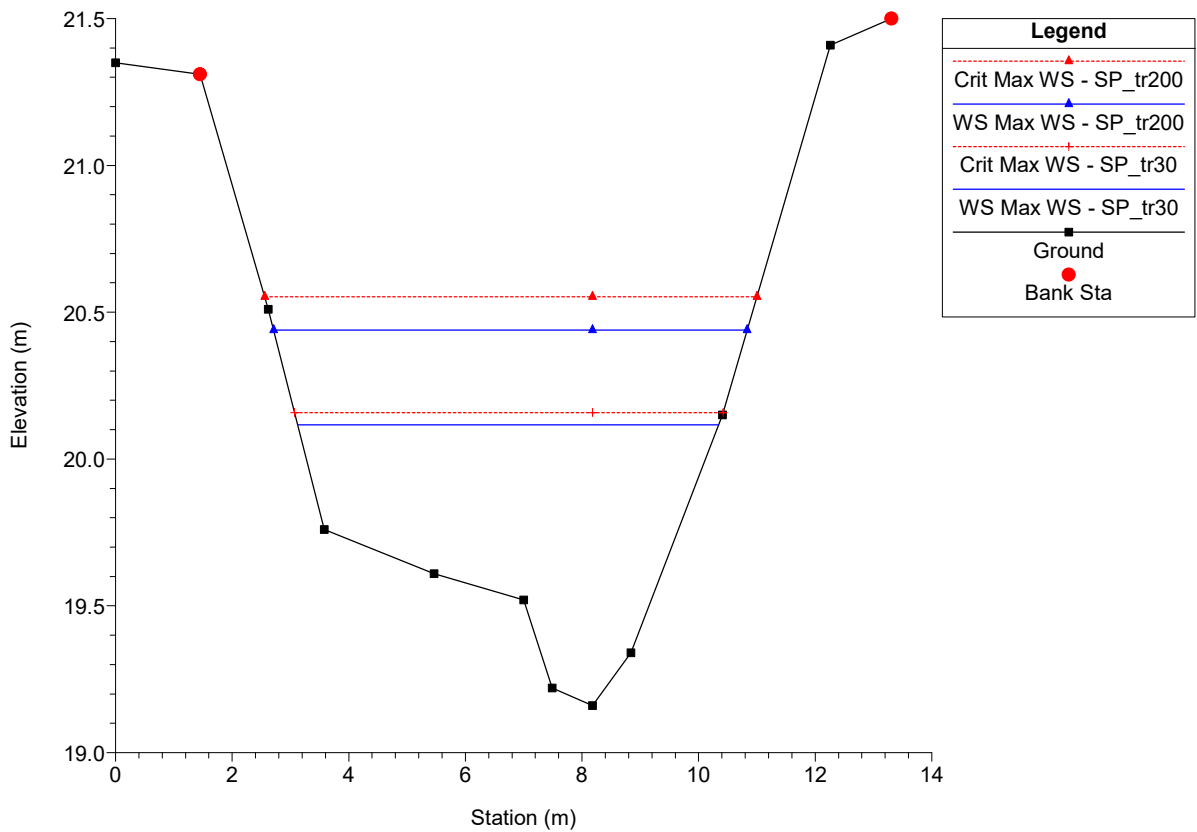
Massa Plan: 1) SP_tr30 2) SP_tr200
 River = Canalmagro Reach = Canalmagro RS = 143.33*



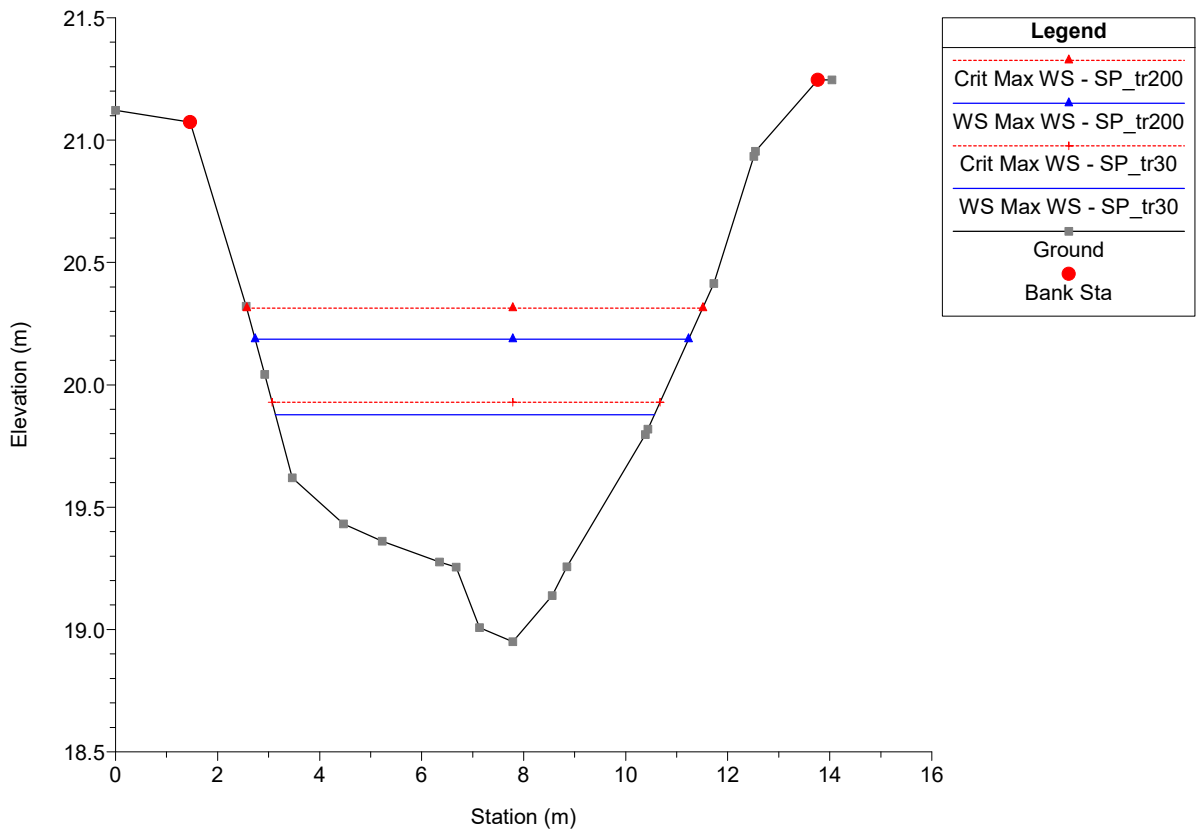
Massa Plan: 1) SP_tr30 2) SP_tr200
 River = Canalmagro Reach = Canalmagro RS = 141.67*



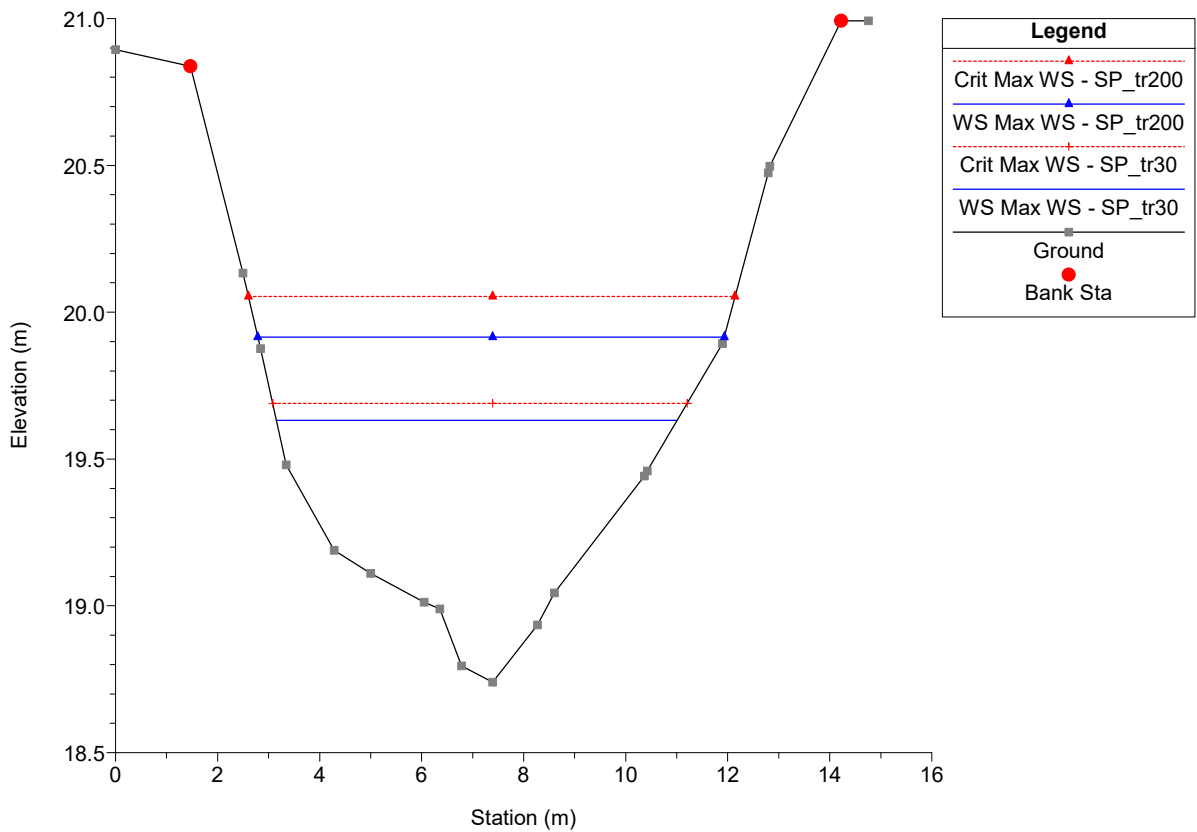
Massa Plan: 1) SP_tr30 2) SP_tr200
 River = Canalmagro Reach = Canalmagro RS = 140



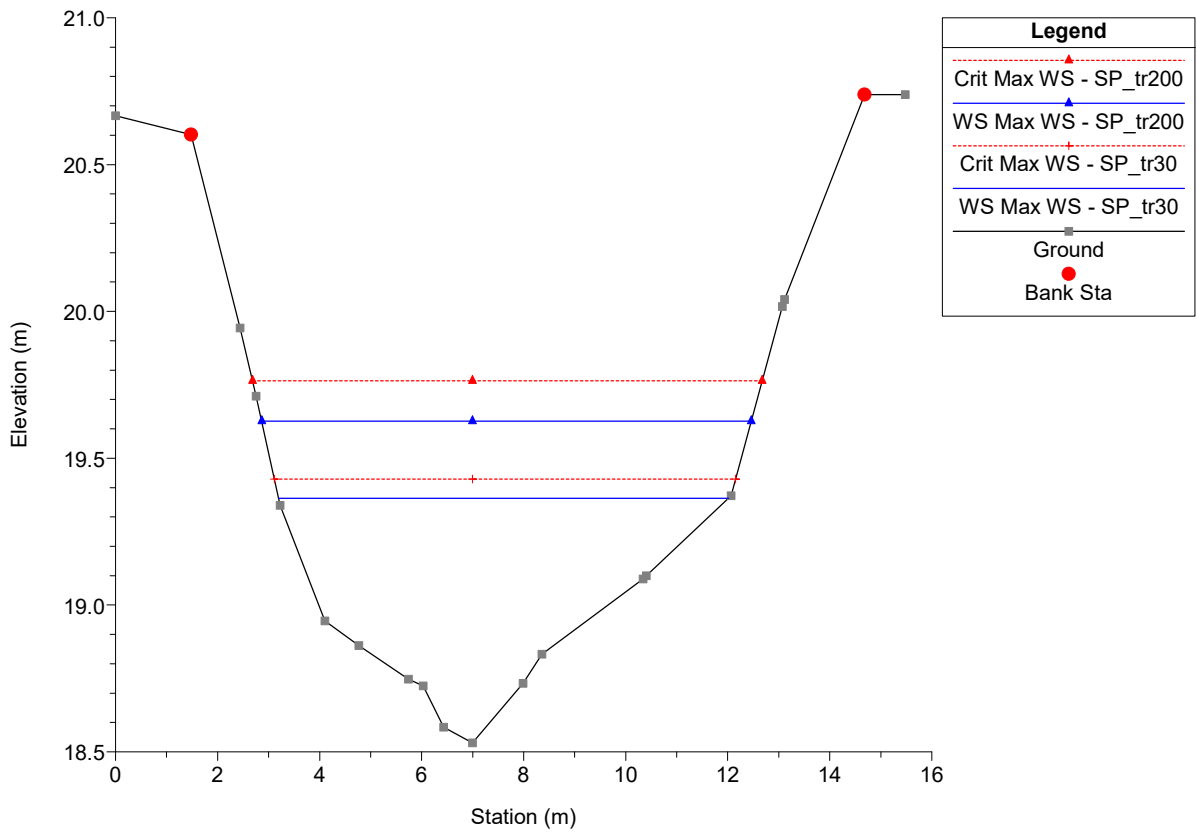
Massa Plan: 1) SP_tr30 2) SP_tr200
 River = Canalmagro Reach = Canalmagro RS = 138.00*



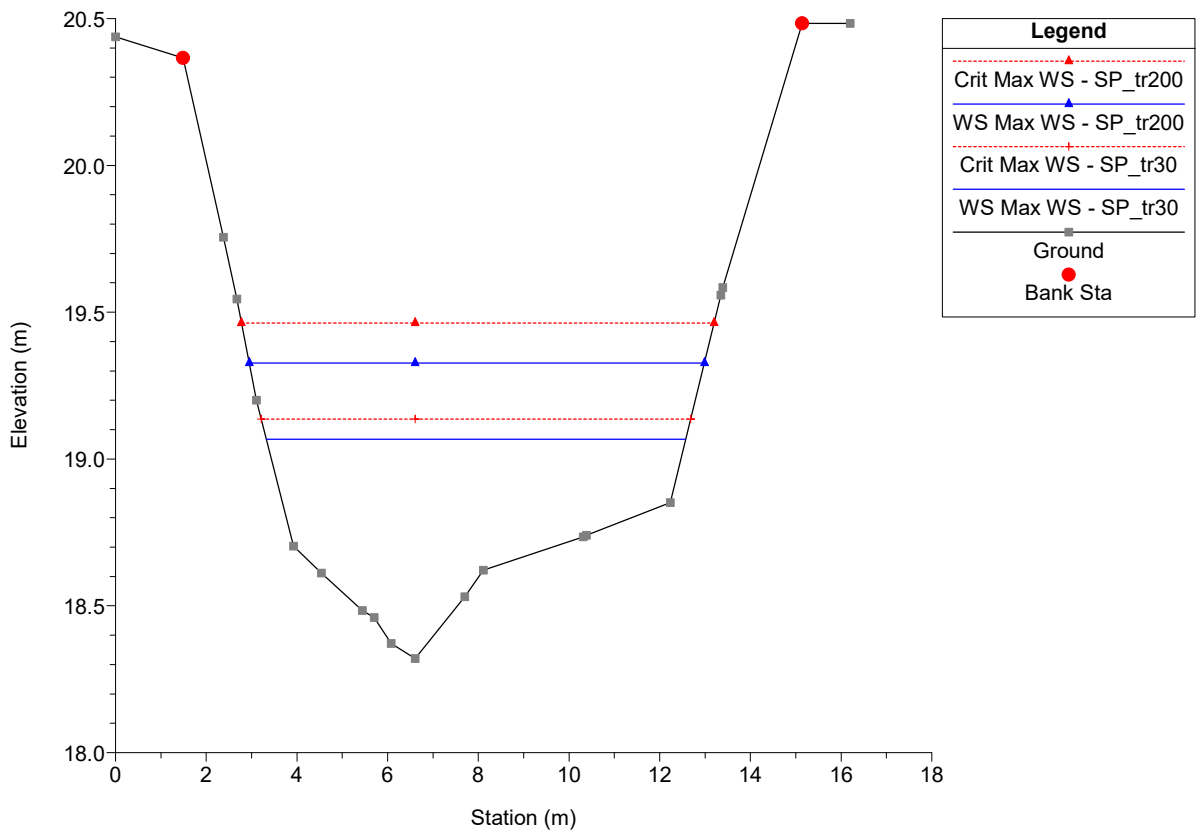
Massa Plan: 1) SP_tr30 2) SP_tr200
 River = Canalmagro Reach = Canalmagro RS = 136.00*



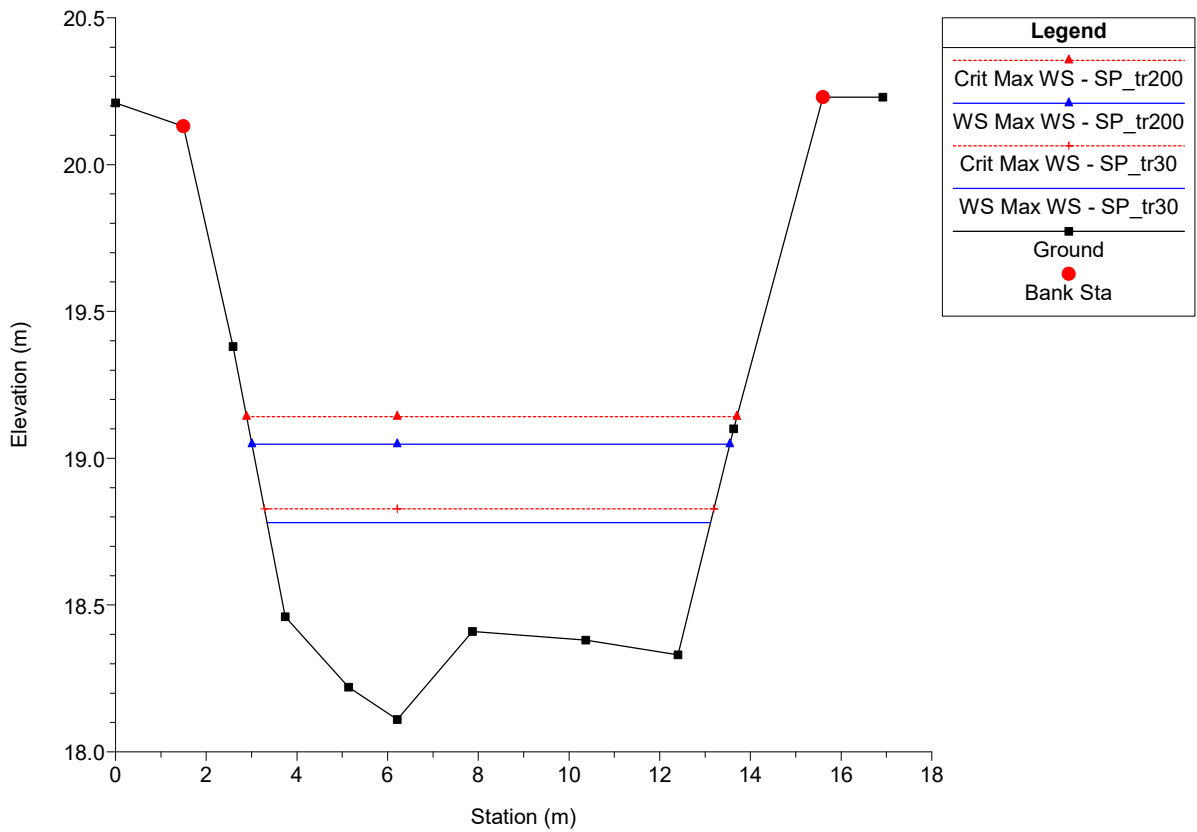
Massa Plan: 1) SP_tr30 2) SP_tr200
 River = Canalmagro Reach = Canalmagro RS = 134.00*



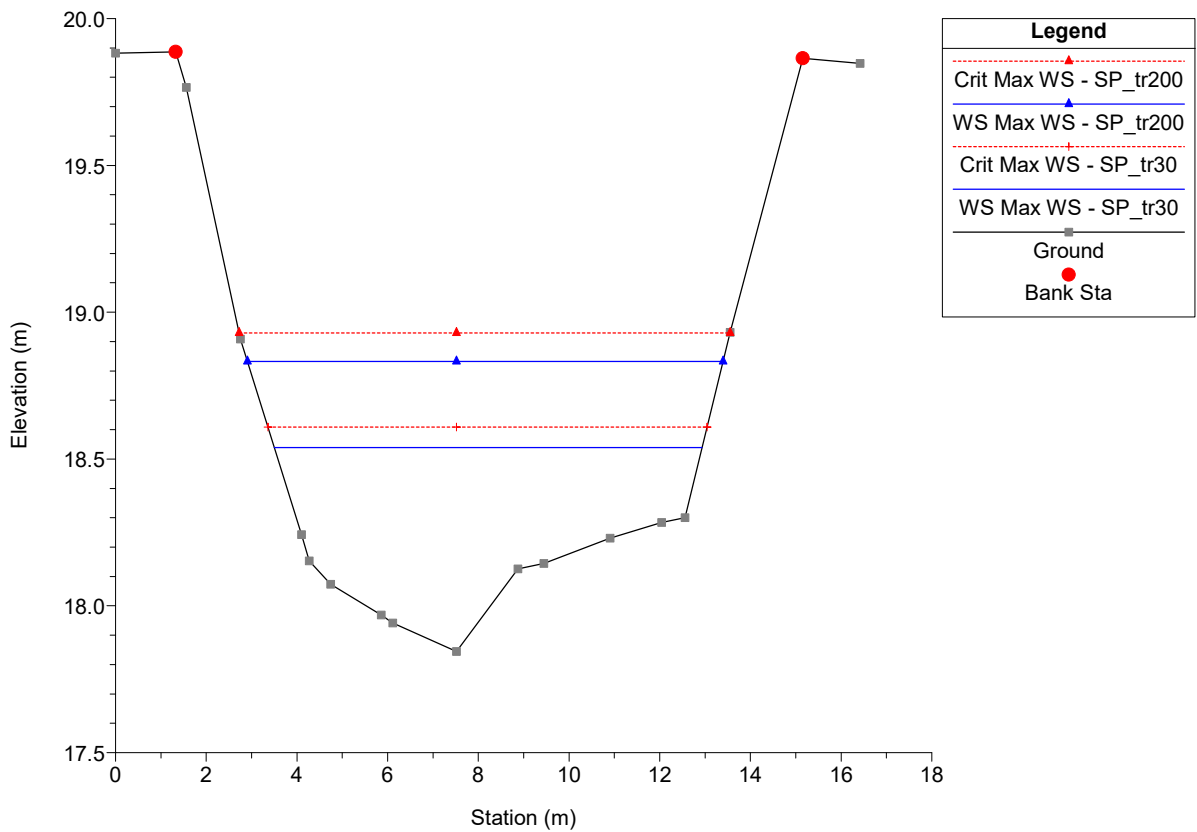
Massa Plan: 1) SP_tr30 2) SP_tr200
 River = Canalmagro Reach = Canalmagro RS = 132.00*



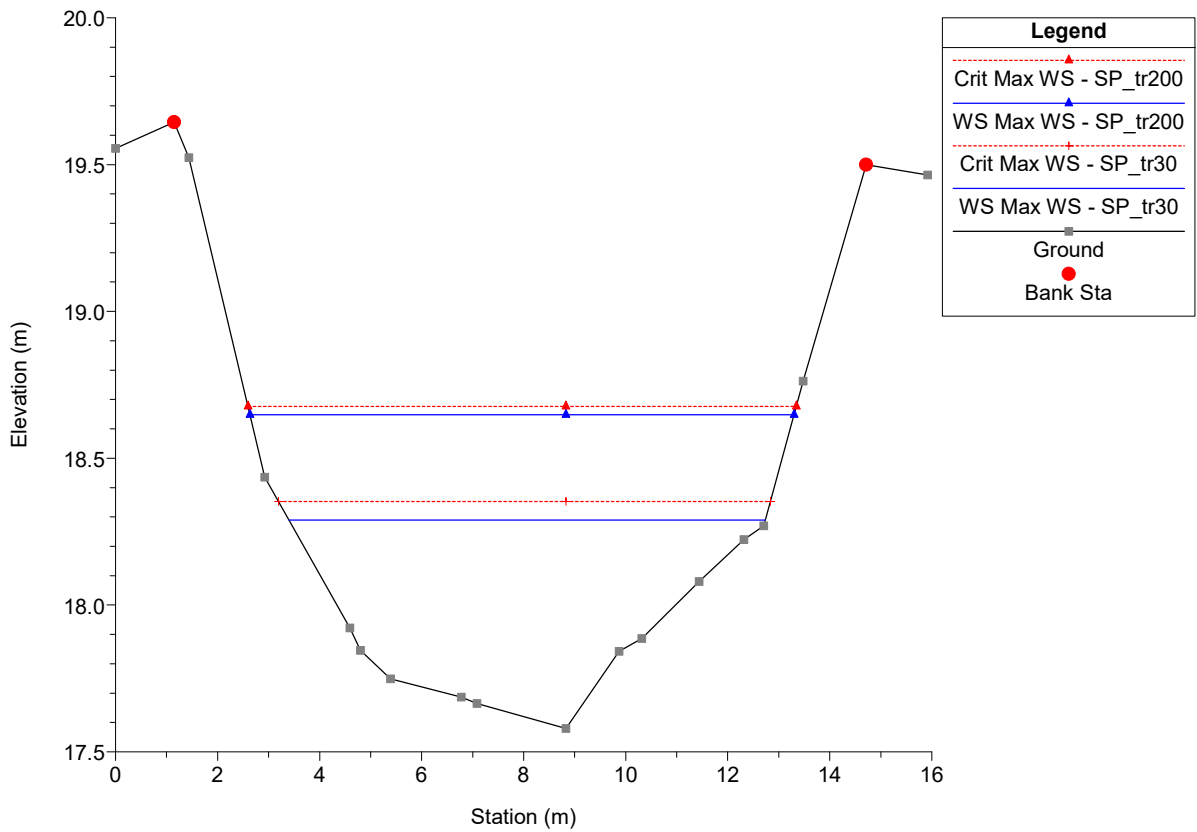
Massa Plan: 1) SP_tr30 2) SP_tr200
 River = Canalmagro Reach = Canalmagro RS = 130



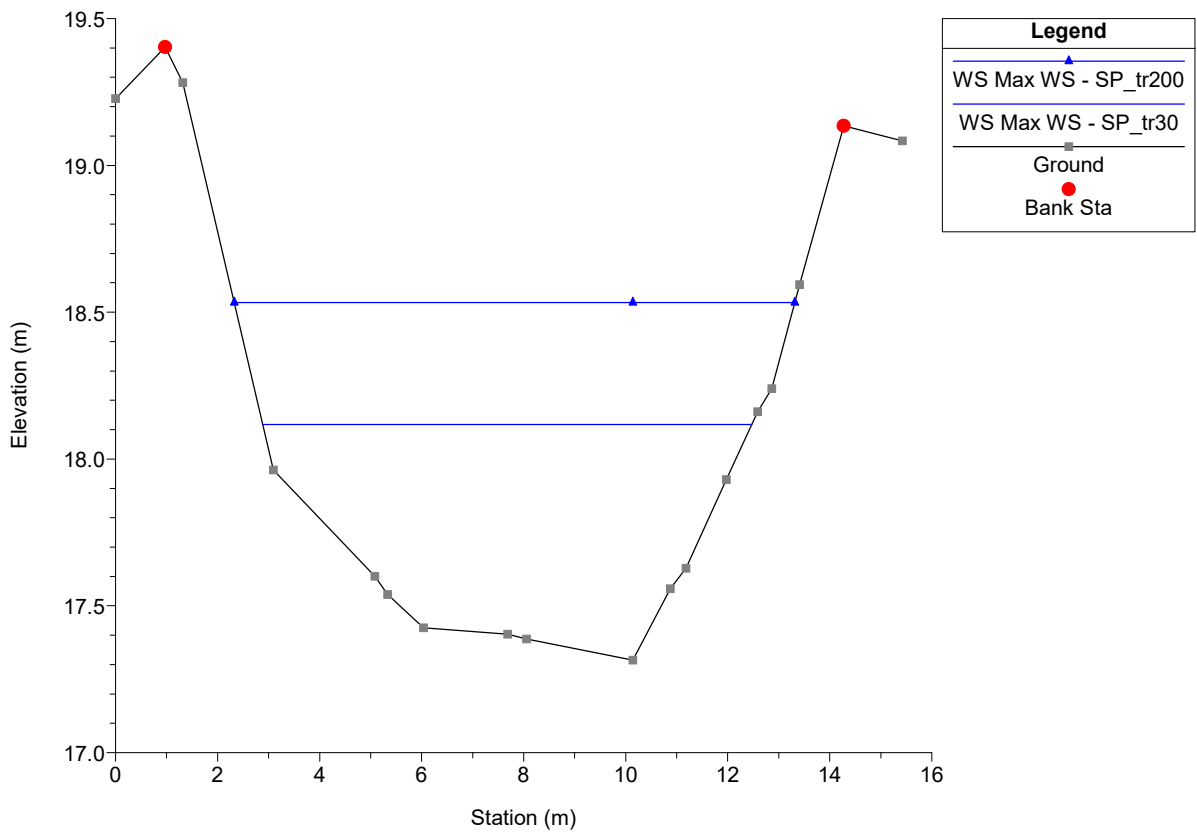
Massa Plan: 1) SP_tr30 2) SP_tr200
 River = Canalmagro Reach = Canalmagro RS = 127.50*



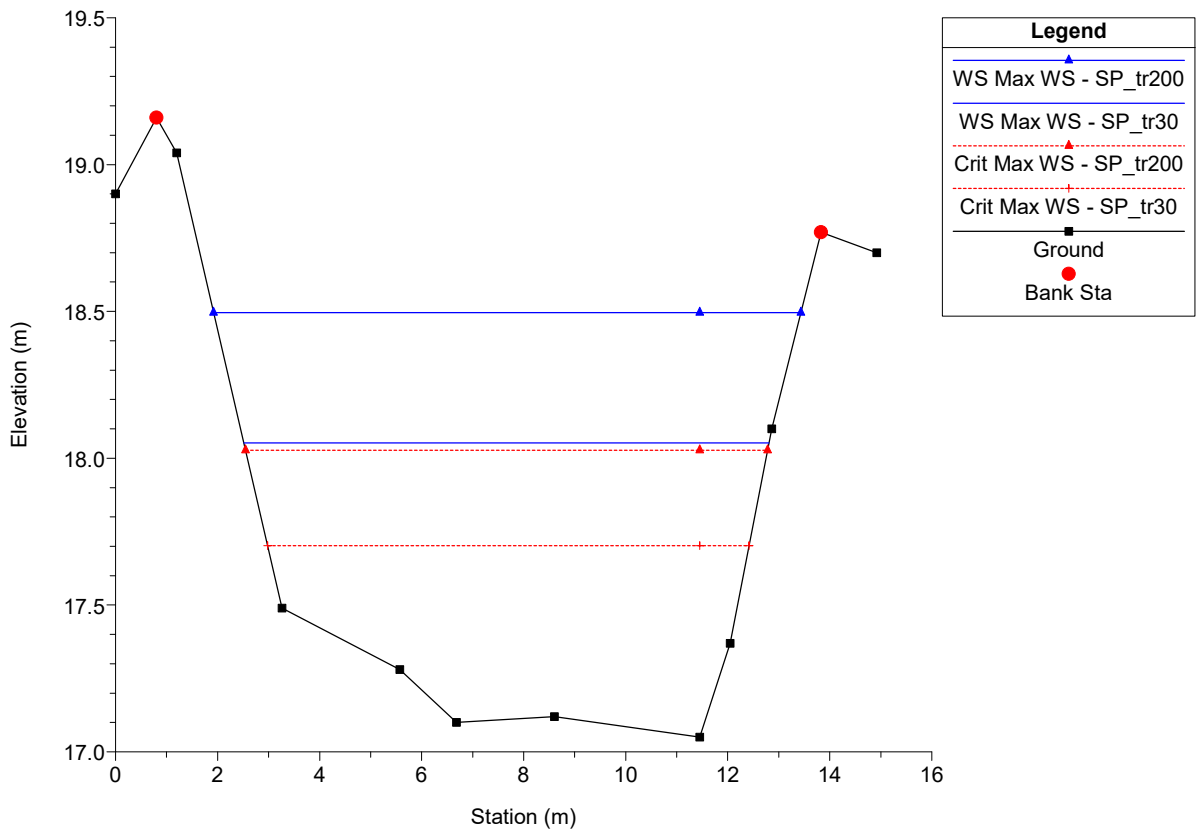
Massa Plan: 1) SP_tr30 2) SP_tr200
 River = Canalmagro Reach = Canalmagro RS = 125.00*



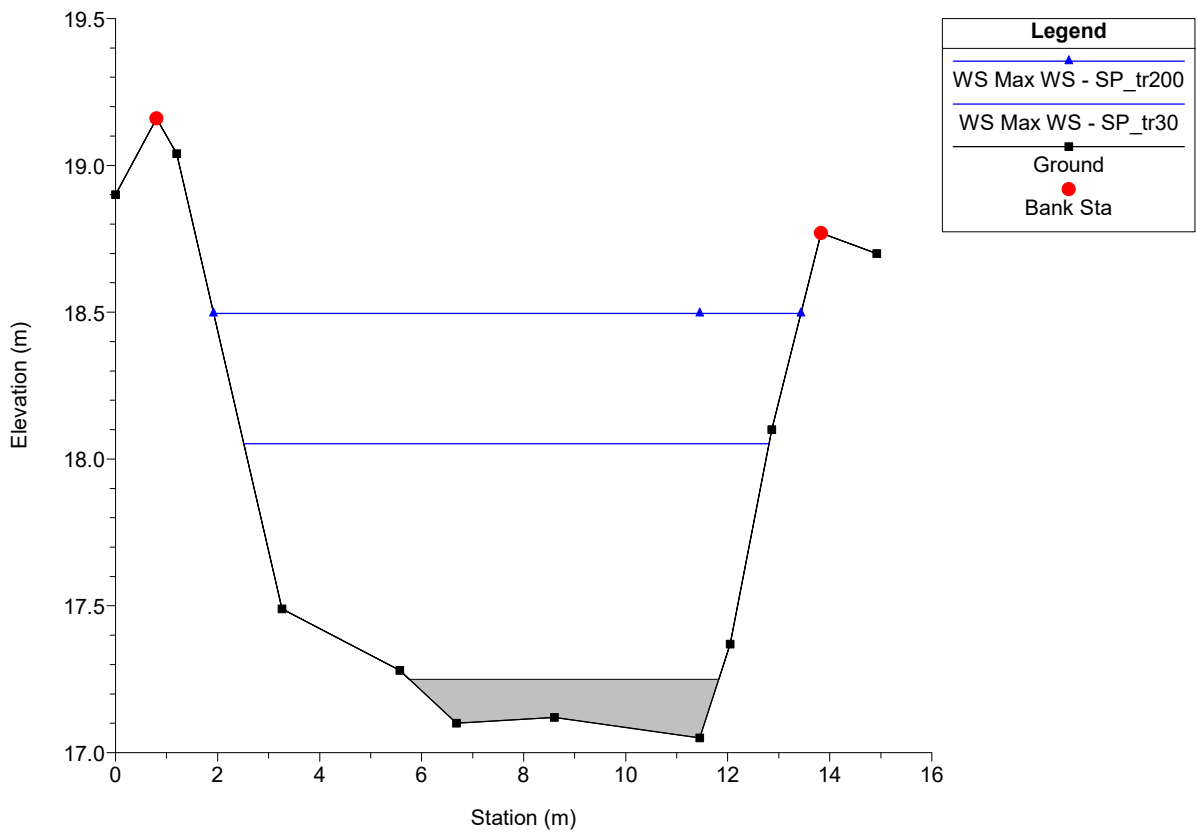
Massa Plan: 1) SP_tr30 2) SP_tr200
 River = Canalmagro Reach = Canalmagro RS = 122.50*



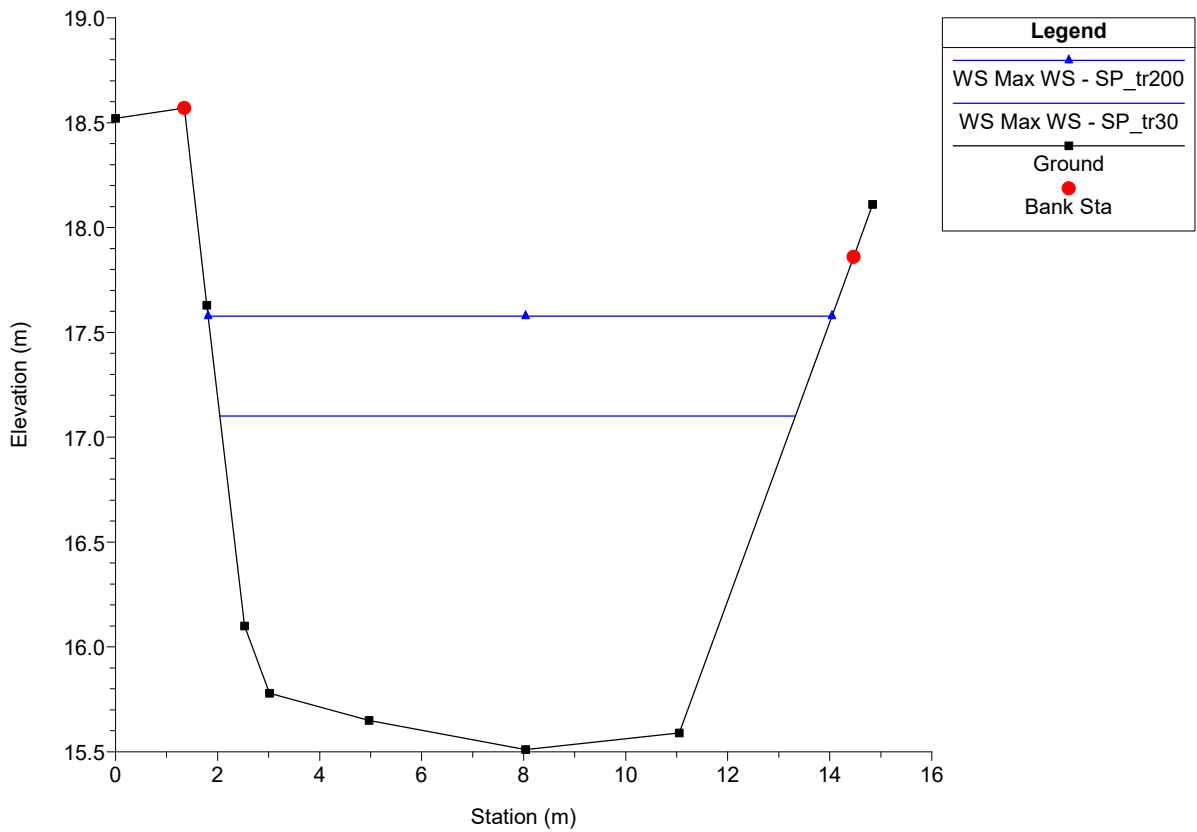
Massa Plan: 1) SP_tr30 2) SP_tr200
 River = Canalmagro Reach = Canalmagro RS = 120



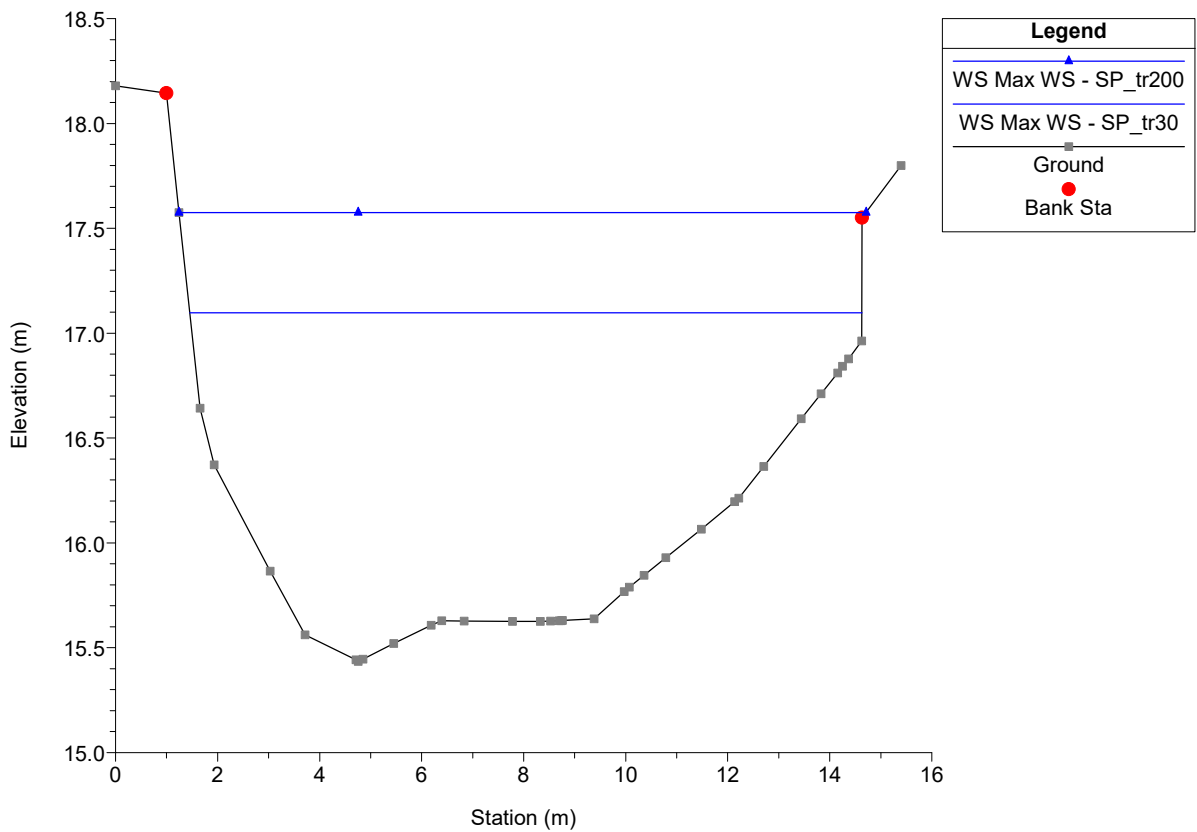
Massa Plan: 1) SP_tr30 2) SP_tr200
 River = Canalmagro Reach = Canalmagro RS = 115 IS



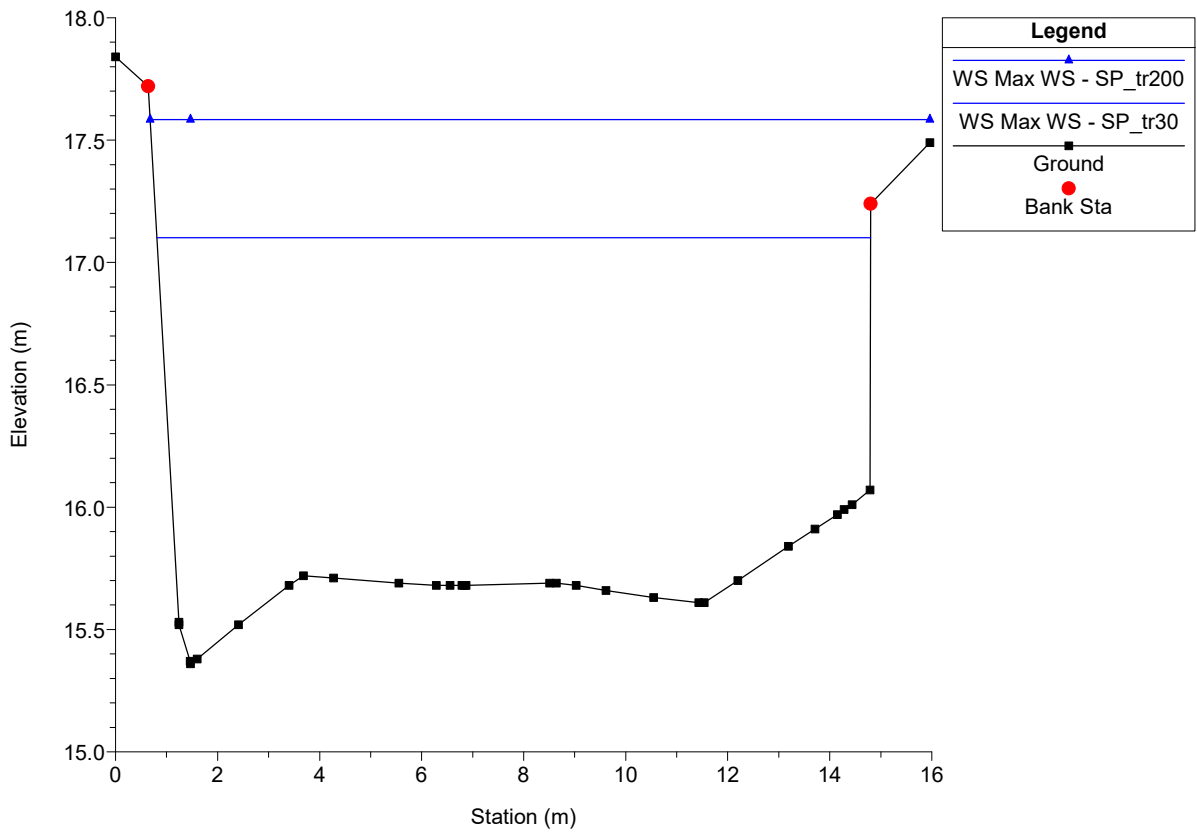
Massa Plan: 1) SP_tr30 2) SP_tr200
 River = Canalmagro Reach = Canalmagro RS = 110



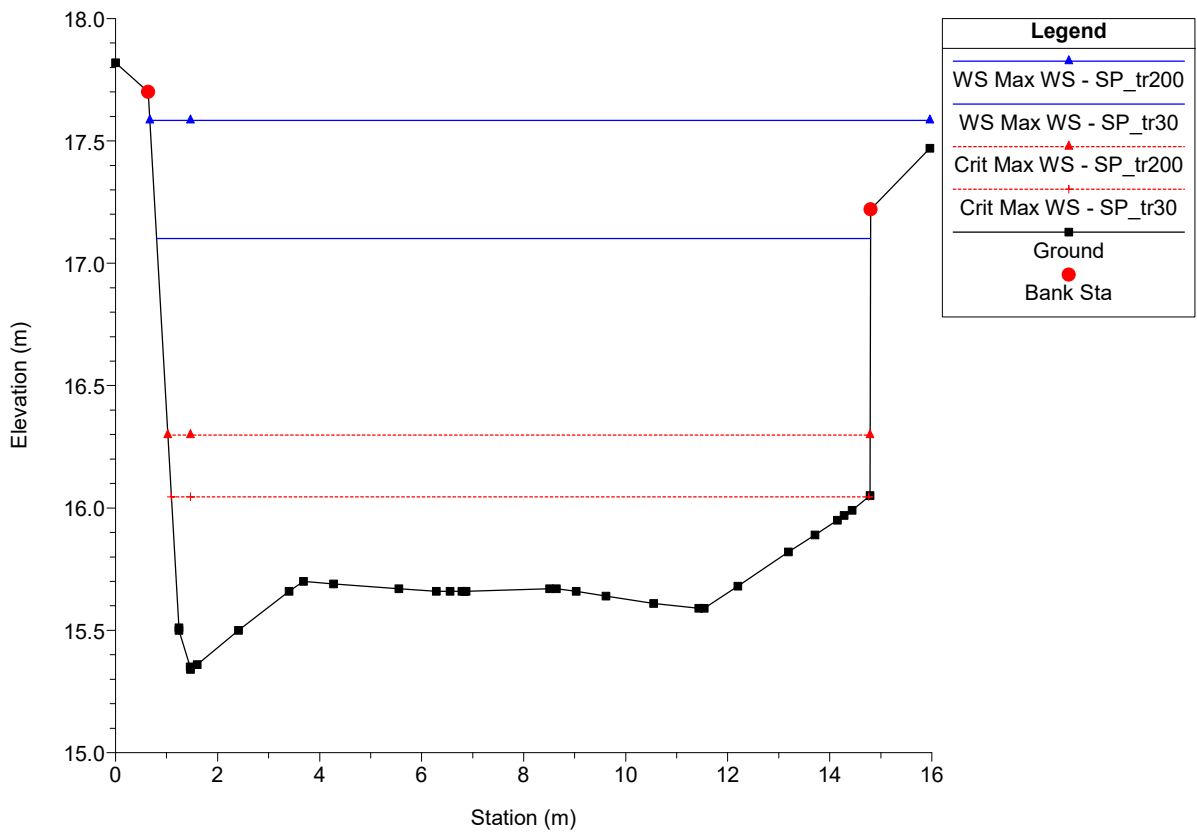
Massa Plan: 1) SP_tr30 2) SP_tr200
 River = Canalmagro Reach = Canalmagro RS = 106.00*



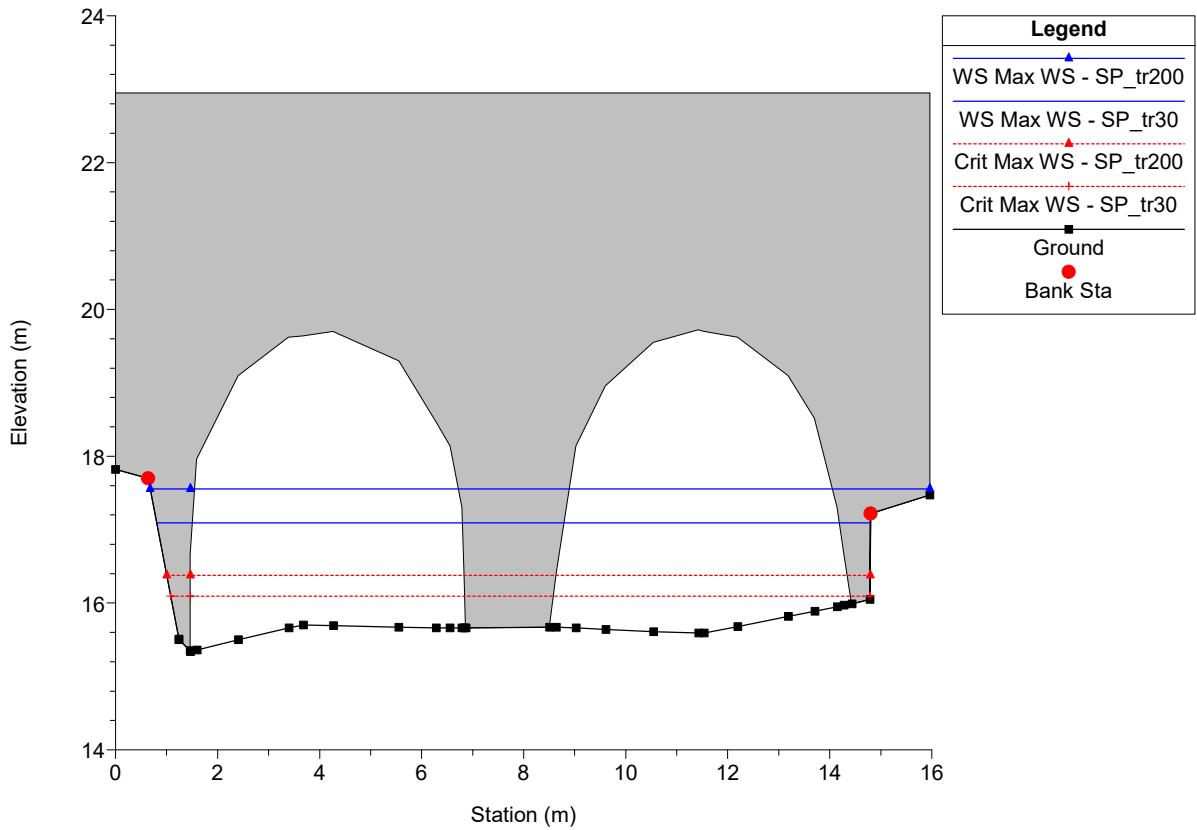
Massa Plan: 1) SP_tr30 2) SP_tr200
 River = Canalmagro Reach = Canalmagro RS = 102



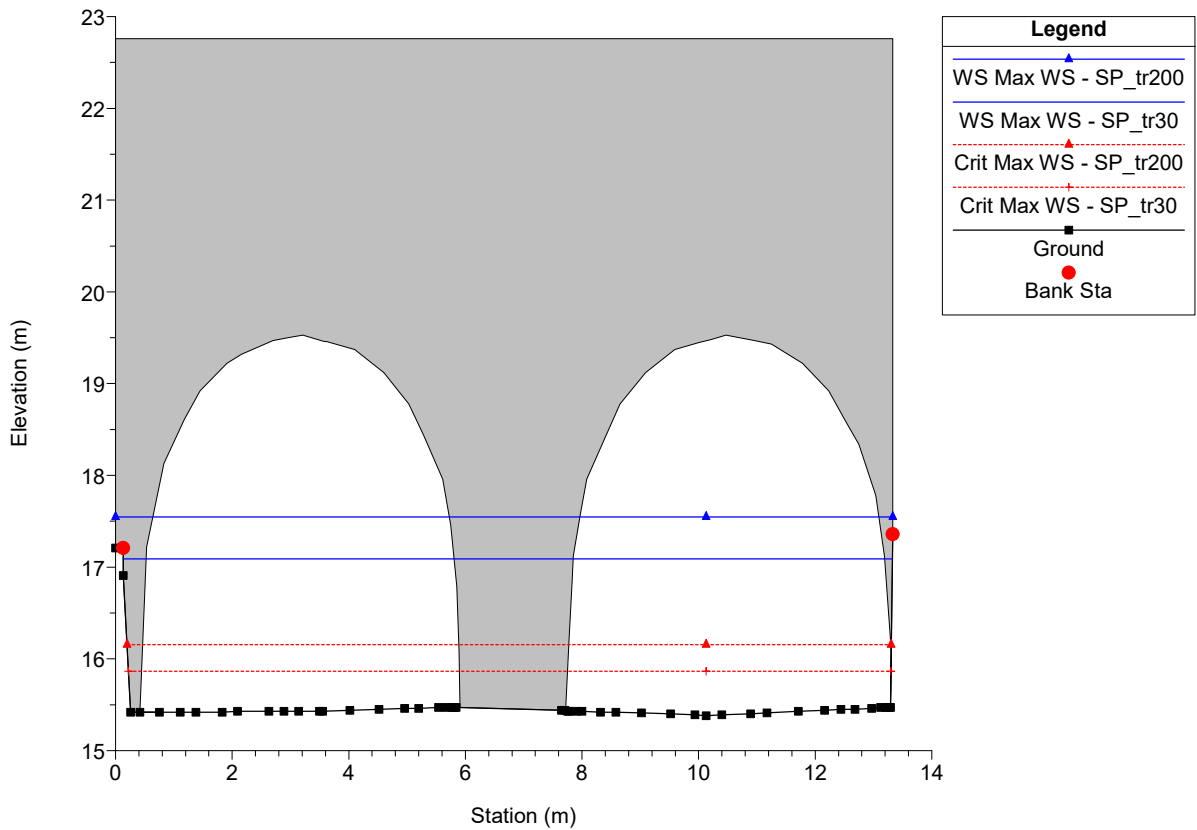
Massa Plan: 1) SP_tr30 2) SP_tr200
 River = Canalmagro Reach = Canalmagro RS = 100



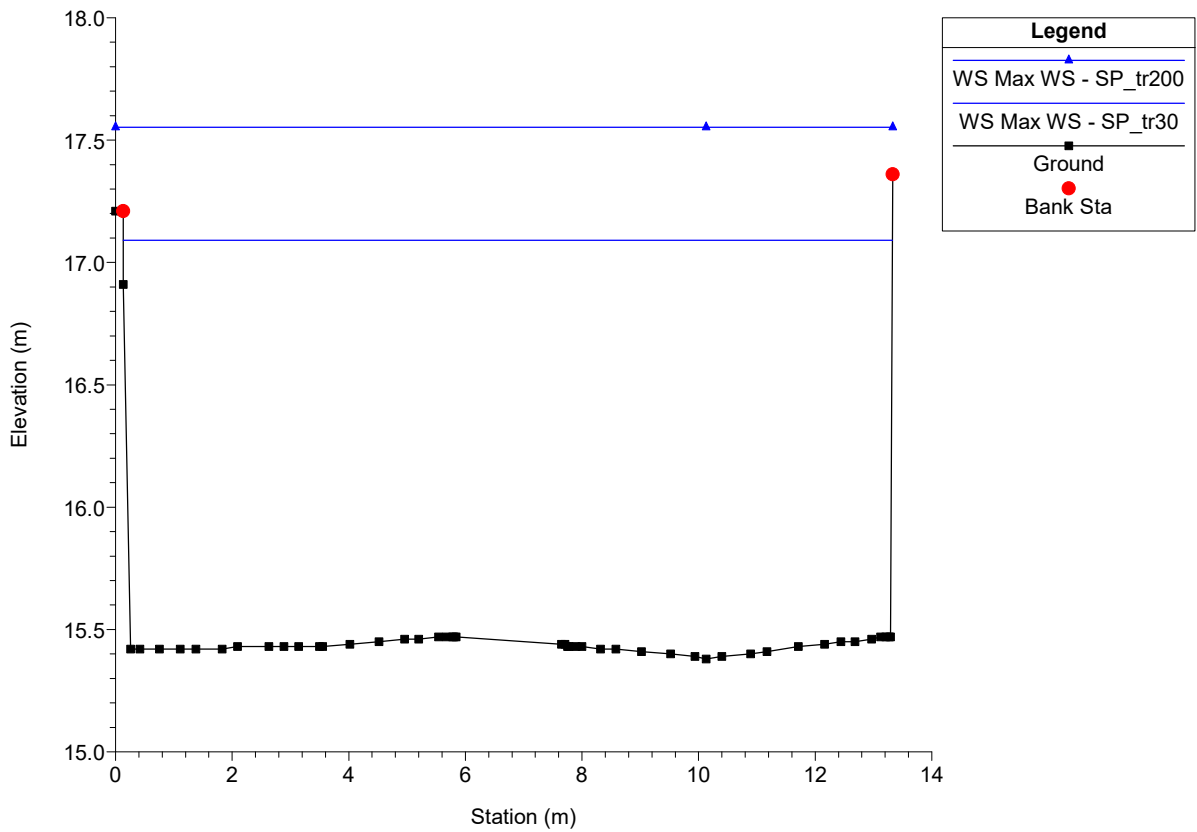
Massa Plan: 1) SP_tr30 2) SP_tr200
 River = Canalmagro Reach = Canalmagro RS = 95 BR



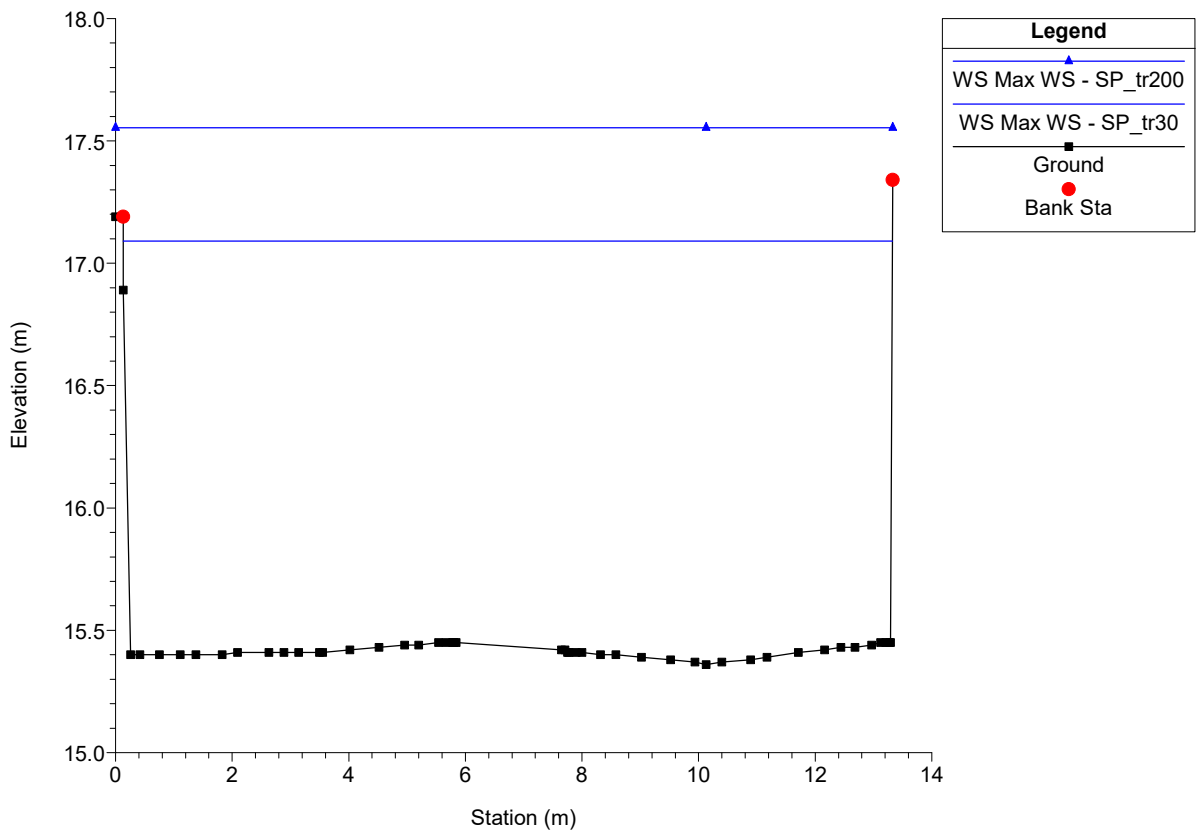
Massa Plan: 1) SP_tr30 2) SP_tr200
 River = Canalmagro Reach = Canalmagro RS = 95 BR



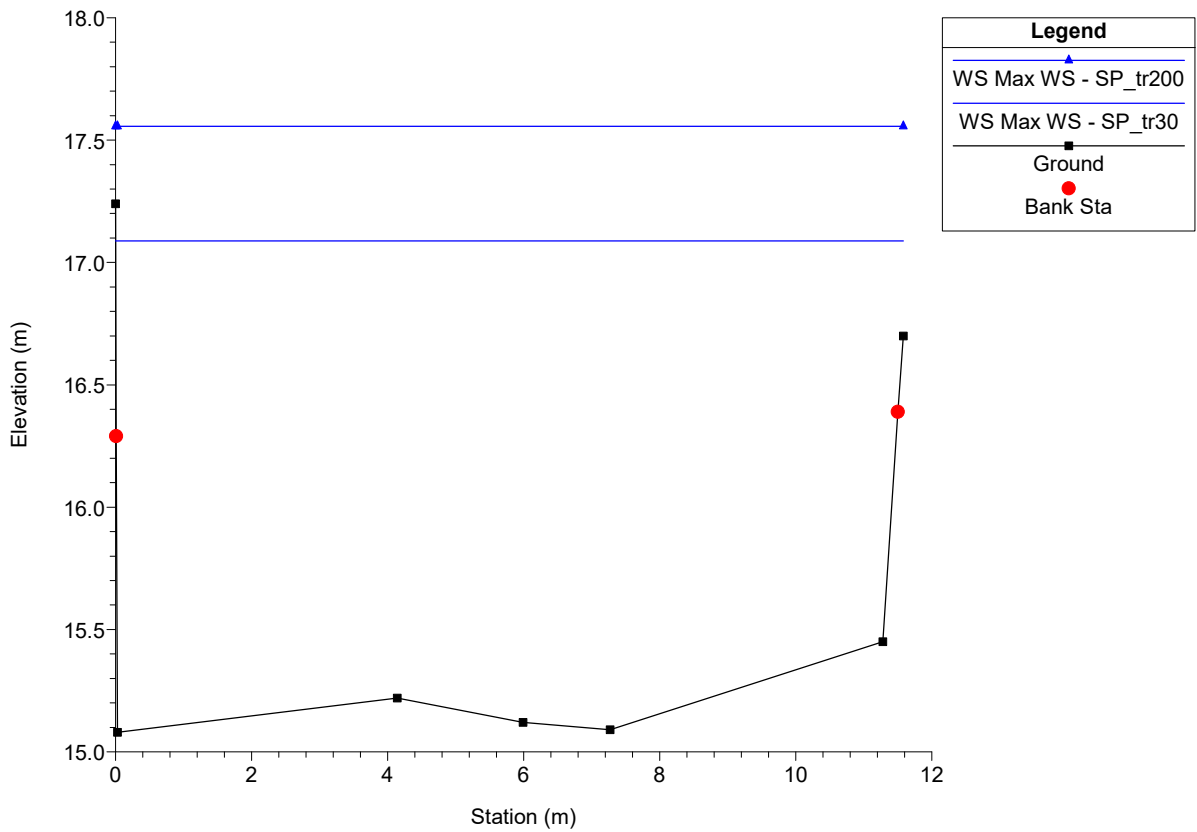
Massa Plan: 1) SP_tr30 2) SP_tr200
River = Canalmagro Reach = Canalmagro RS = 90



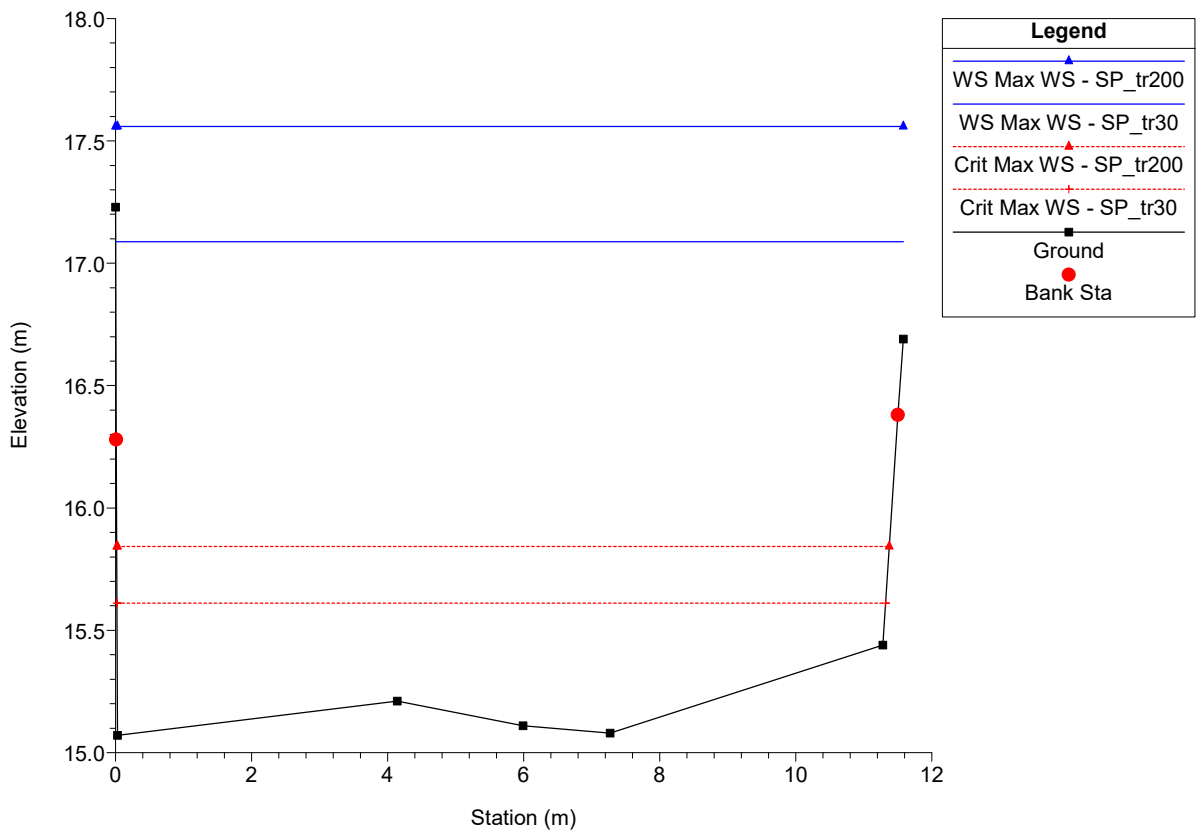
Massa Plan: 1) SP_tr30 2) SP_tr200
River = Canalmagro Reach = Canalmagro RS = 88



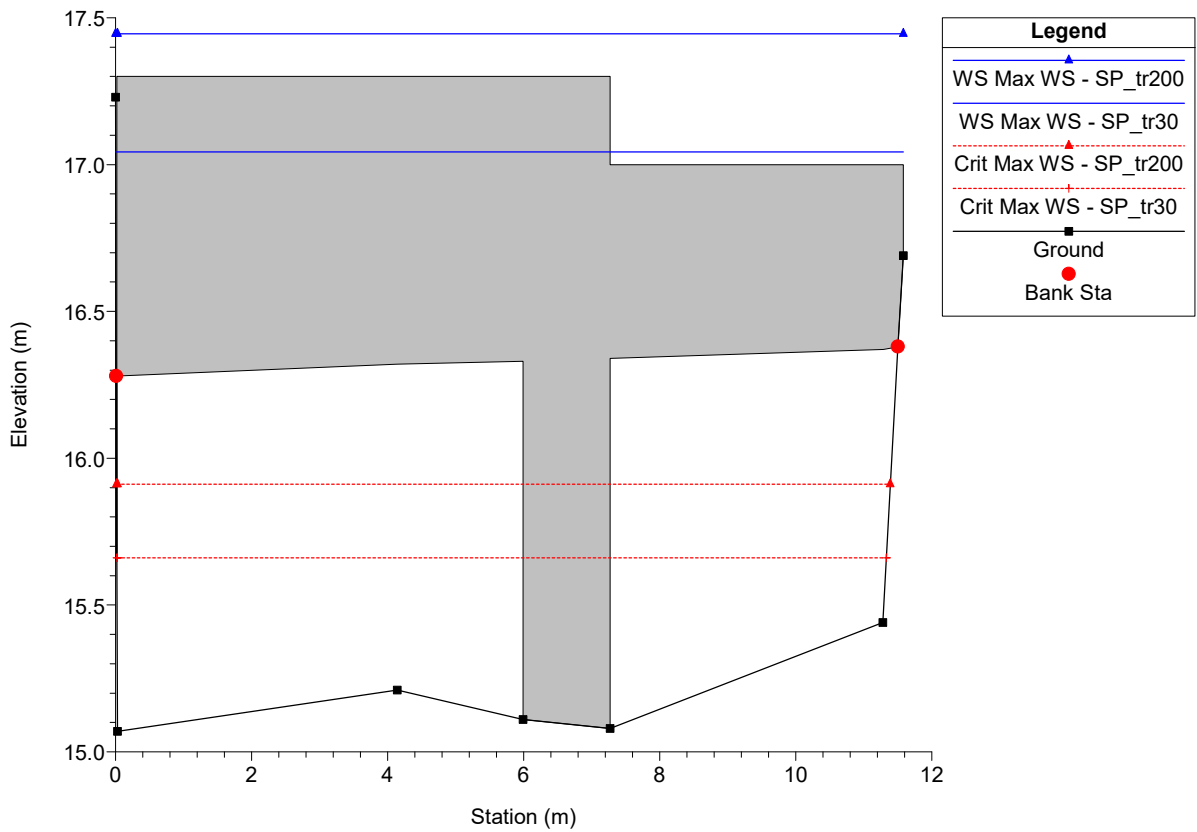
Massa Plan: 1) SP_tr30 2) SP_tr200
River = Canalmagro Reach = Canalmagro RS = 80



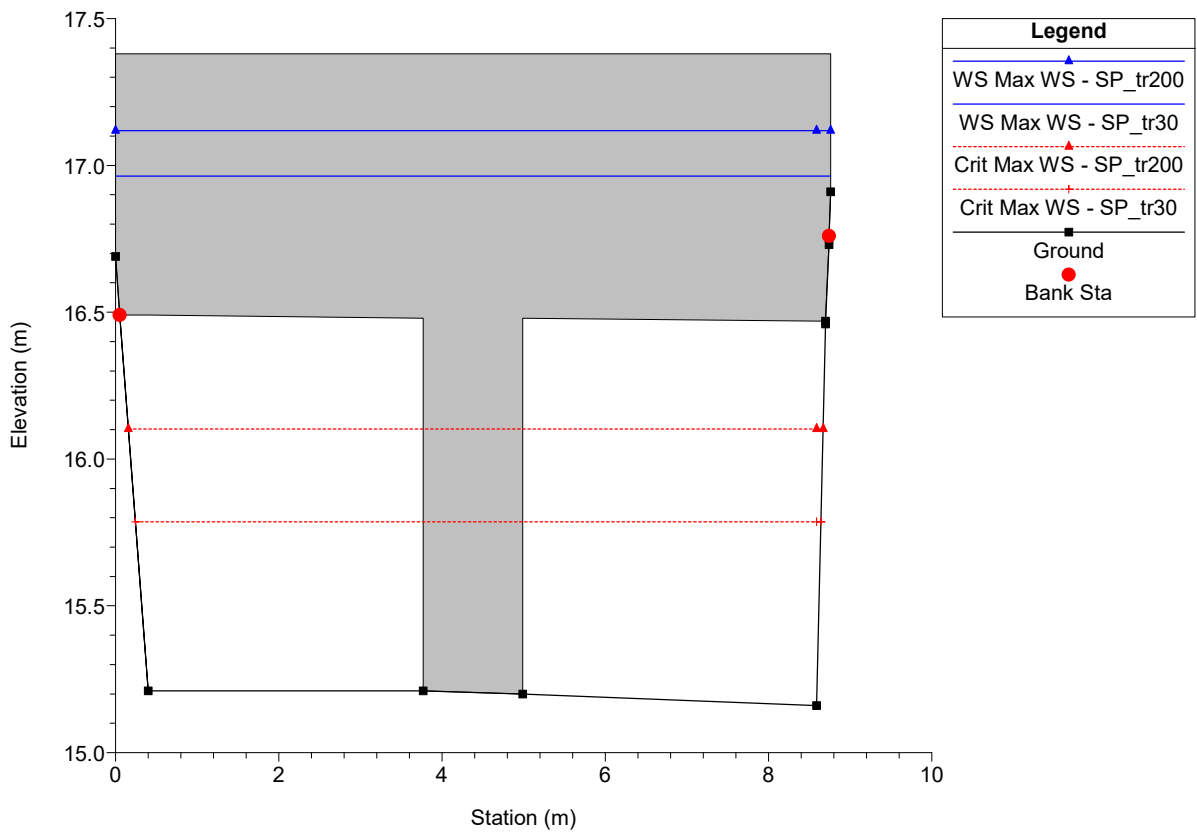
Massa Plan: 1) SP_tr30 2) SP_tr200
River = Canalmagro Reach = Canalmagro RS = 78



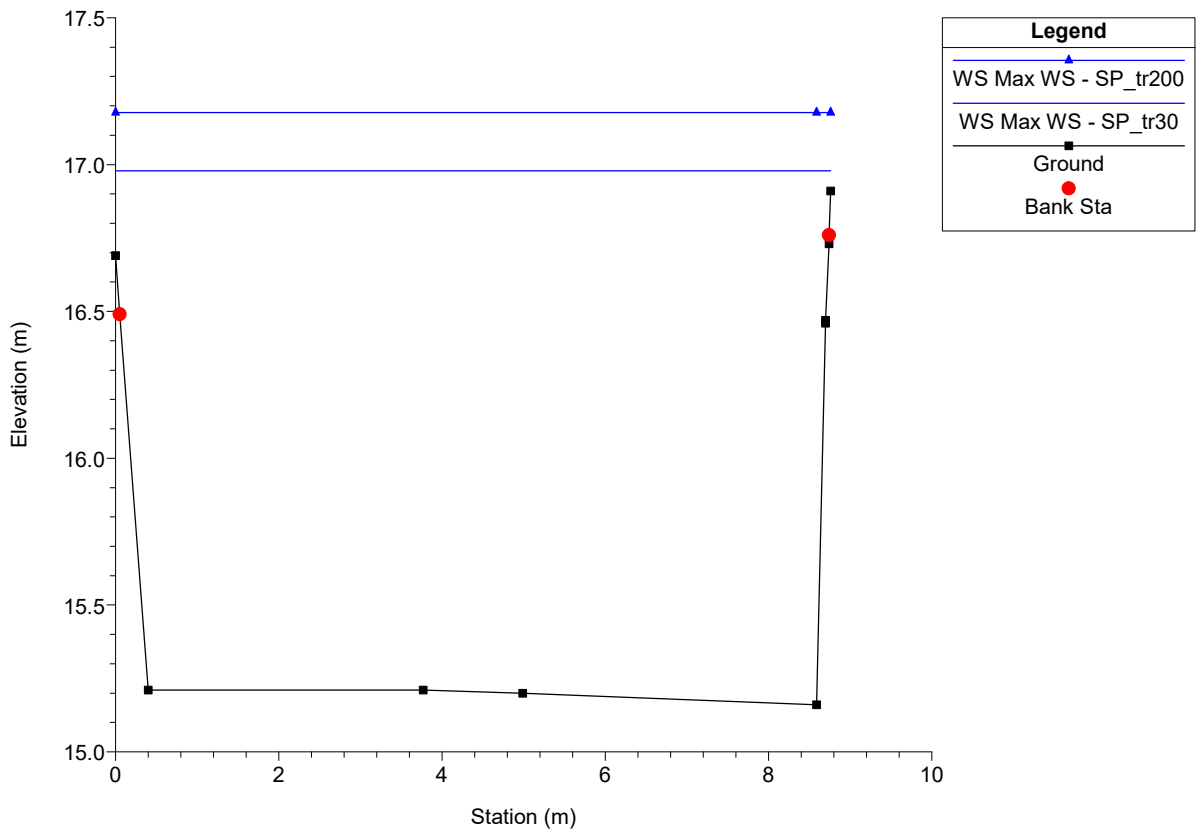
Massa Plan: 1) SP_tr30 2) SP_tr200
 River = Canalmagro Reach = Canalmagro RS = 75 BR



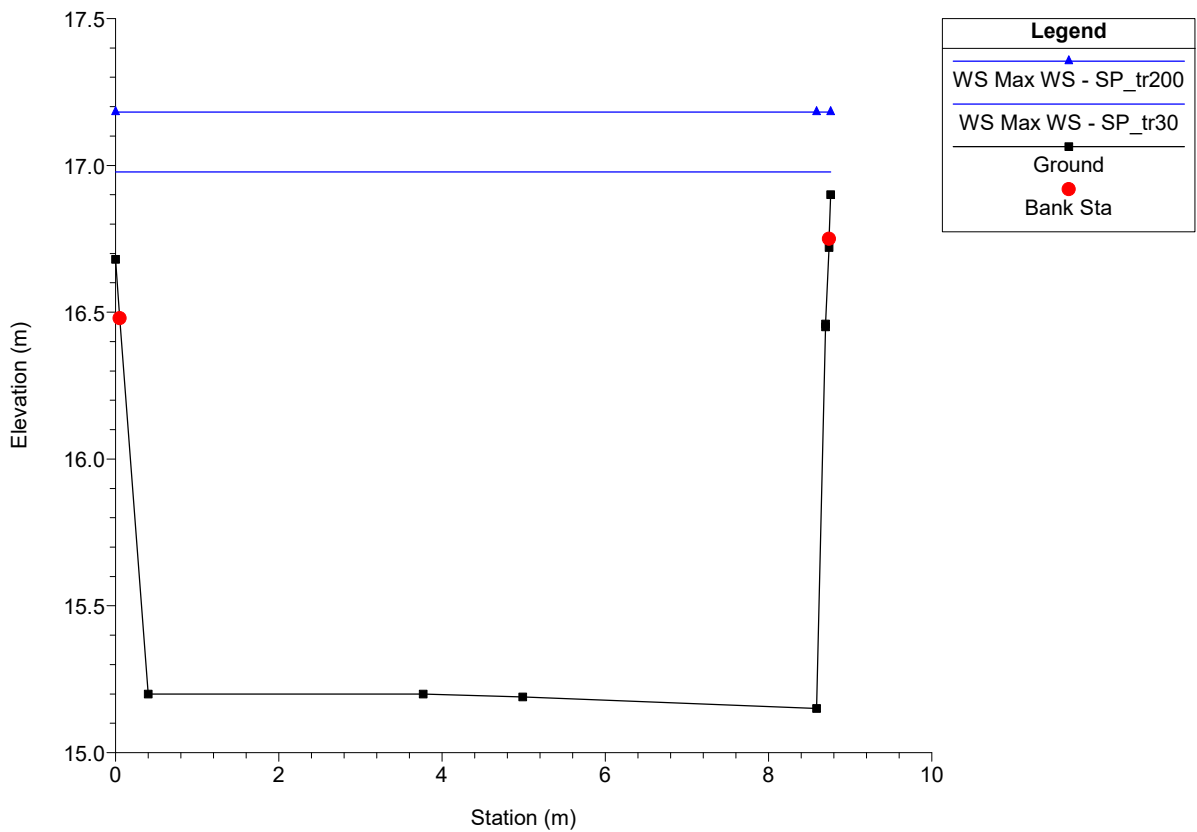
Massa Plan: 1) SP_tr30 2) SP_tr200
 River = Canalmagro Reach = Canalmagro RS = 75 BR



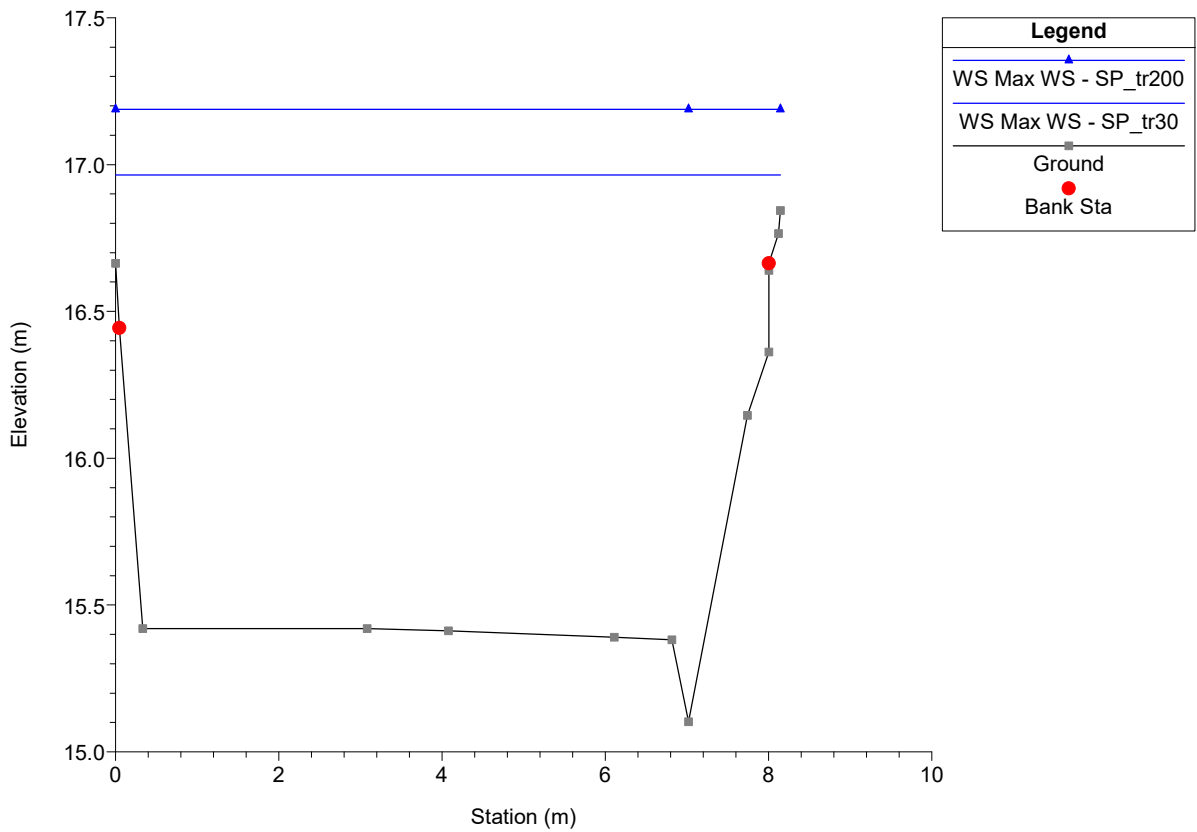
Massa Plan: 1) SP_tr30 2) SP_tr200
River = Canalmagro Reach = Canalmagro RS = 72



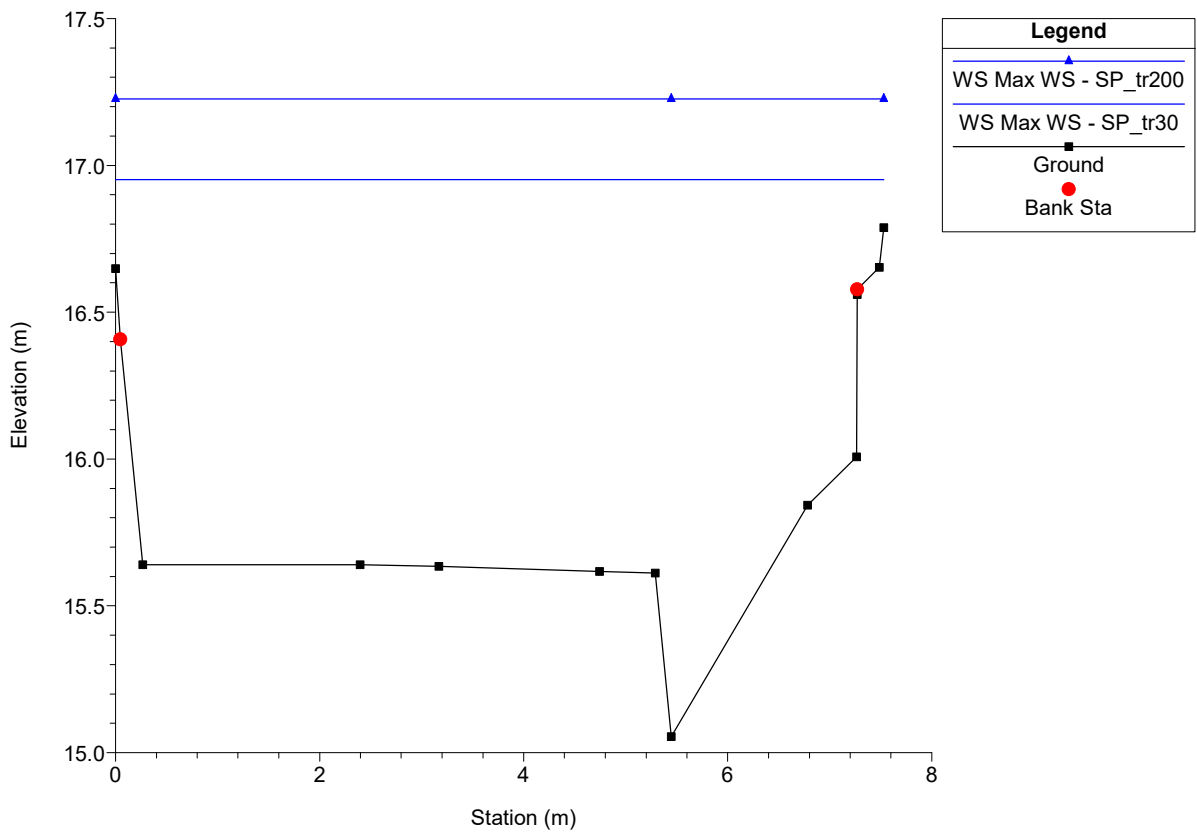
Massa Plan: 1) SP_tr30 2) SP_tr200
River = Canalmagro Reach = Canalmagro RS = 70



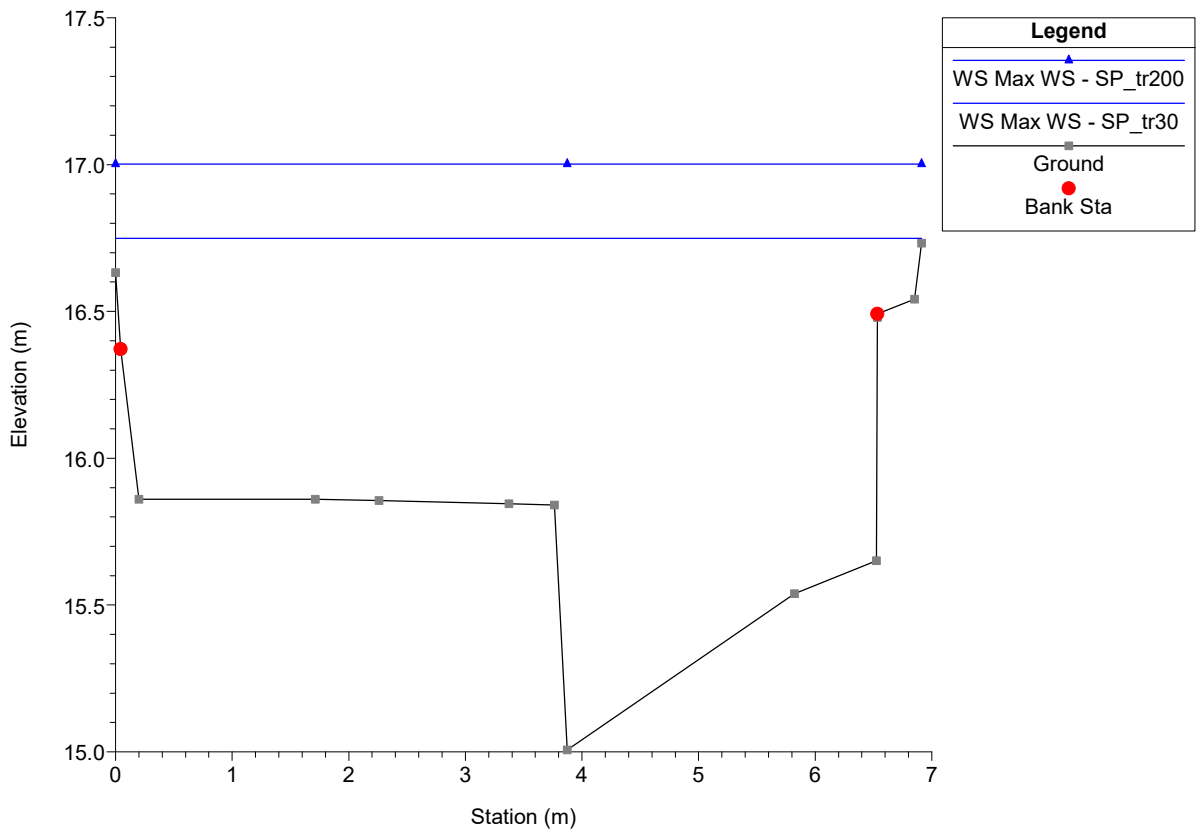
Massa Plan: 1) SP_tr30 2) SP_tr200
River = Canalmagro Reach = Canalmagro RS = 68.200*



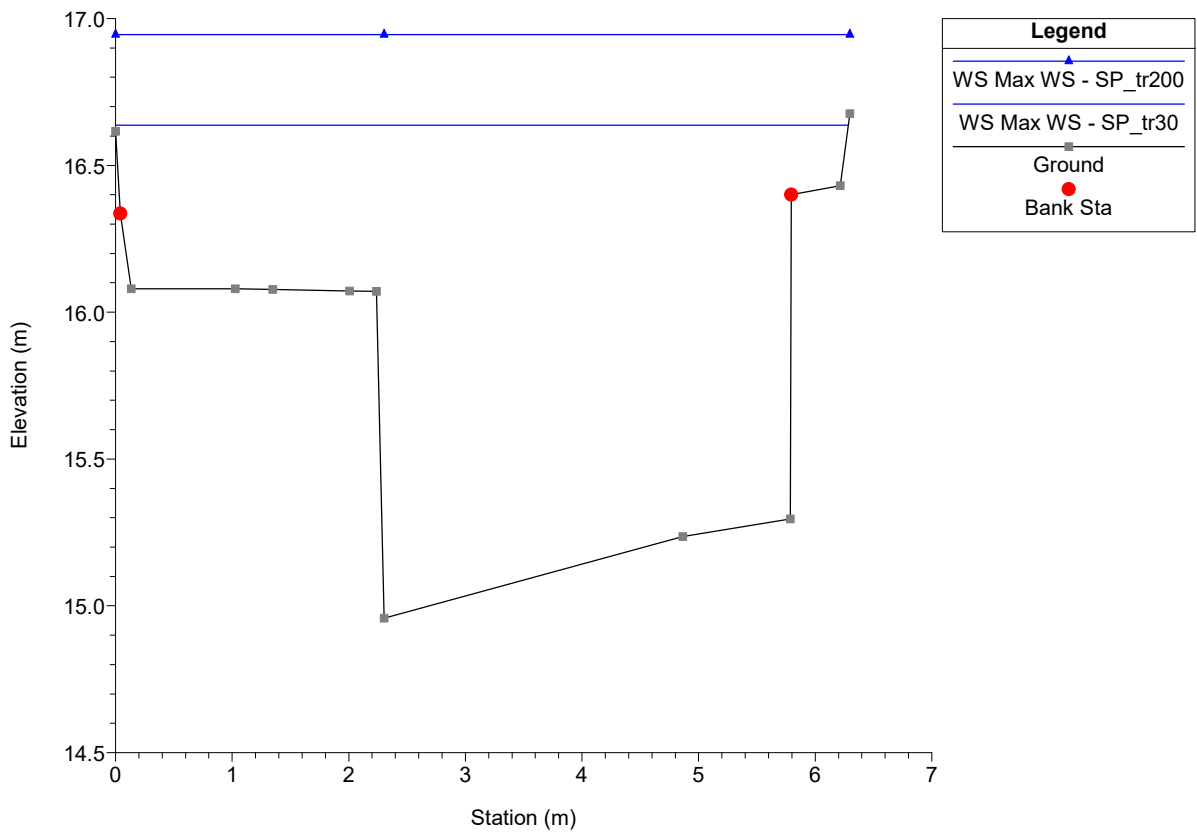
Massa Plan: 1) SP_tr30 2) SP_tr200
River = Canalmagro Reach = Canalmagro RS = 66.4



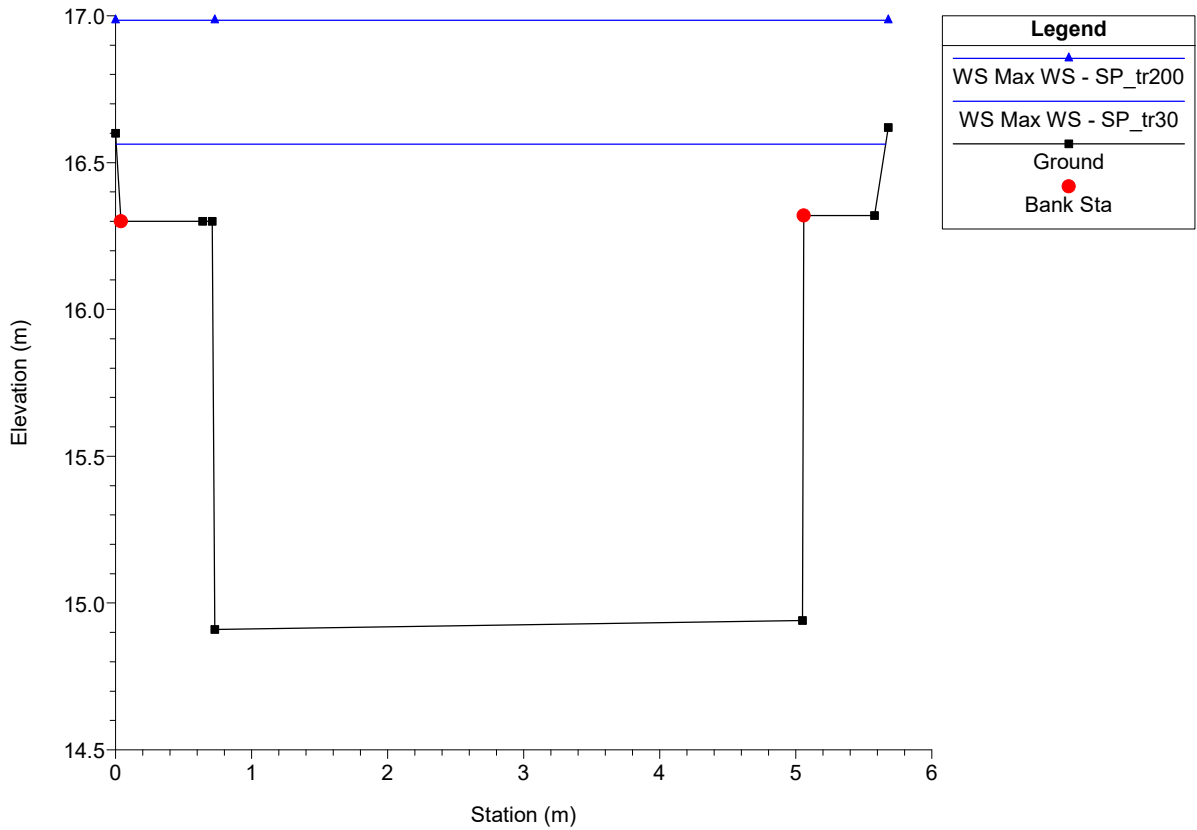
Massa Plan: 1) SP_tr30 2) SP_tr200
River = Canalmagro Reach = Canalmagro RS = 64.600*



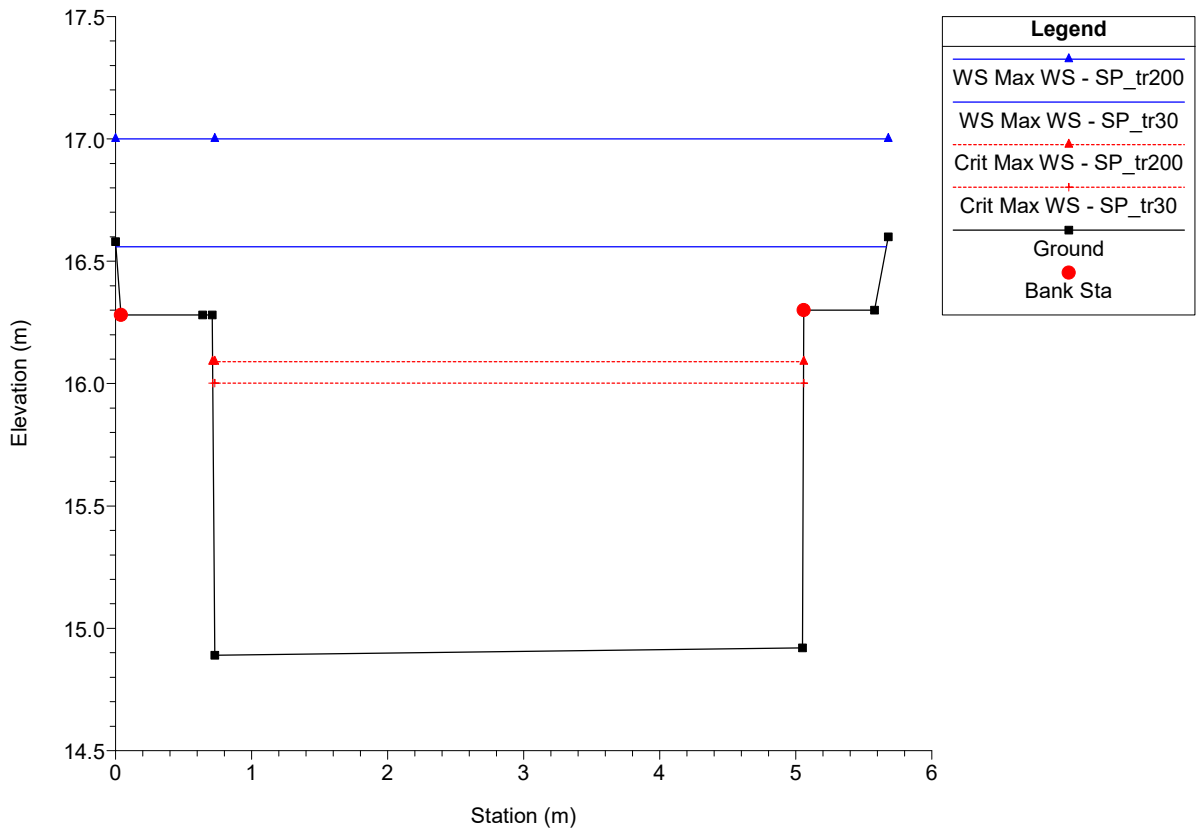
Massa Plan: 1) SP_tr30 2) SP_tr200
River = Canalmagro Reach = Canalmagro RS = 62.800*



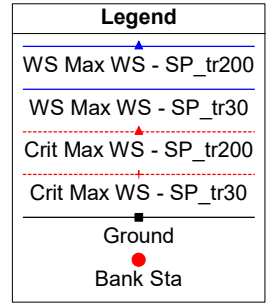
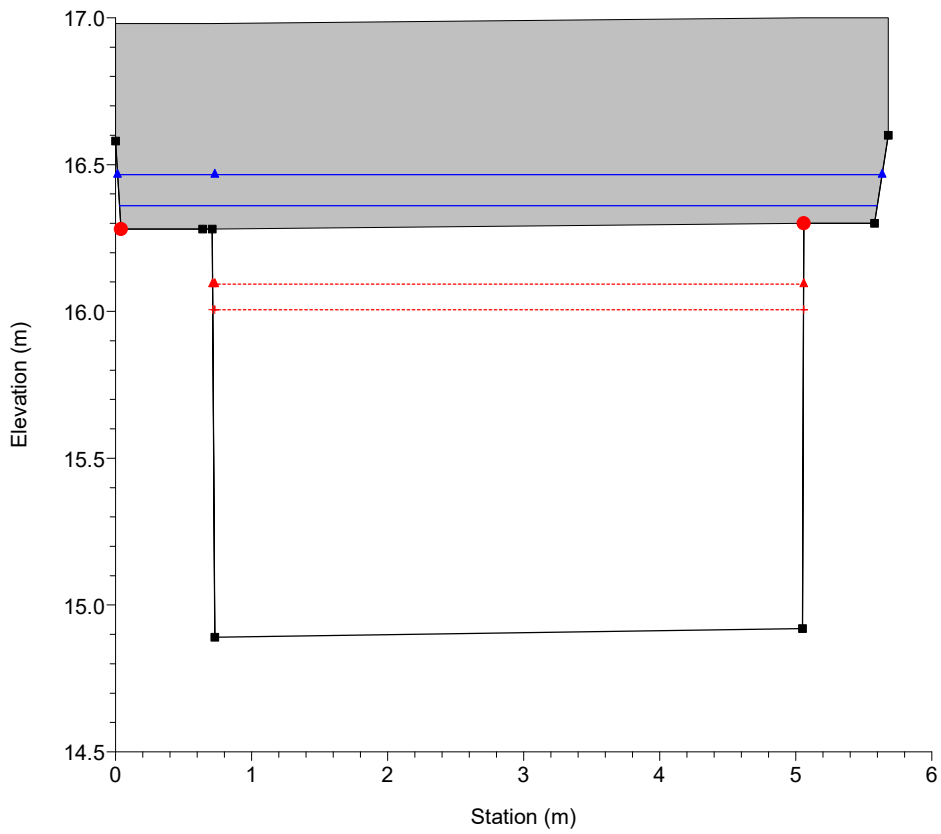
Massa Plan: 1) SP_tr30 2) SP_tr200
River = Canalmagro Reach = Canalmagro RS = 61



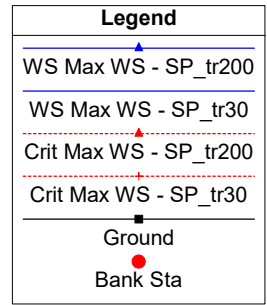
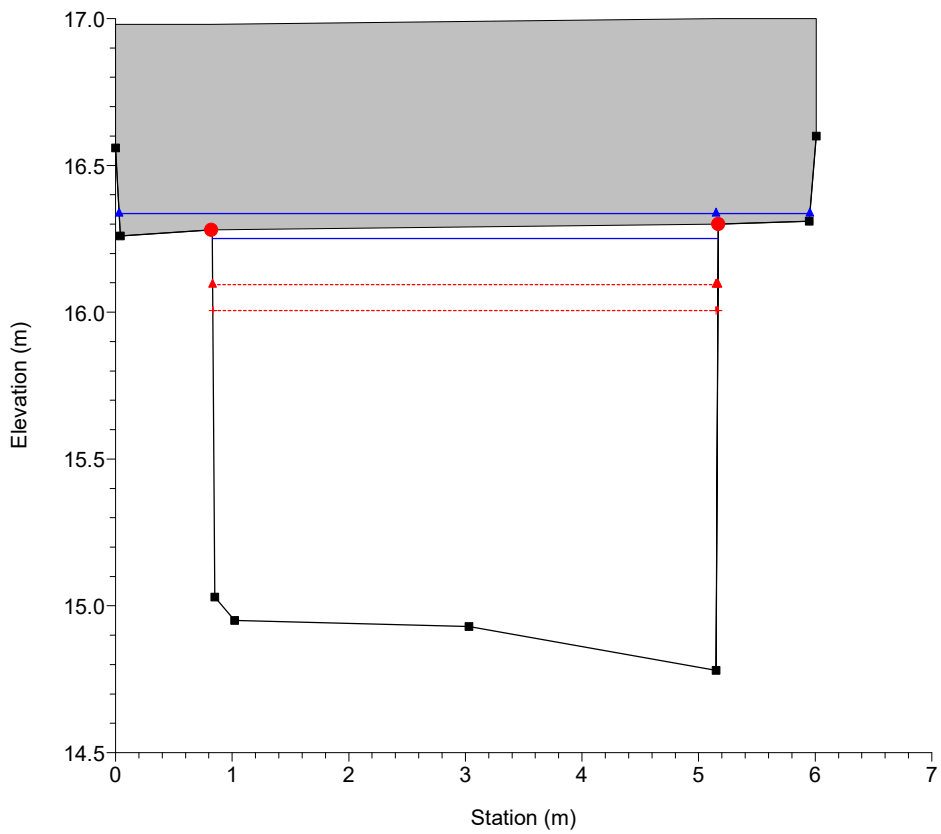
Massa Plan: 1) SP_tr30 2) SP_tr200
River = Canalmagro Reach = Canalmagro RS = 60



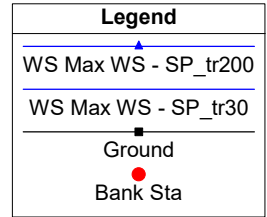
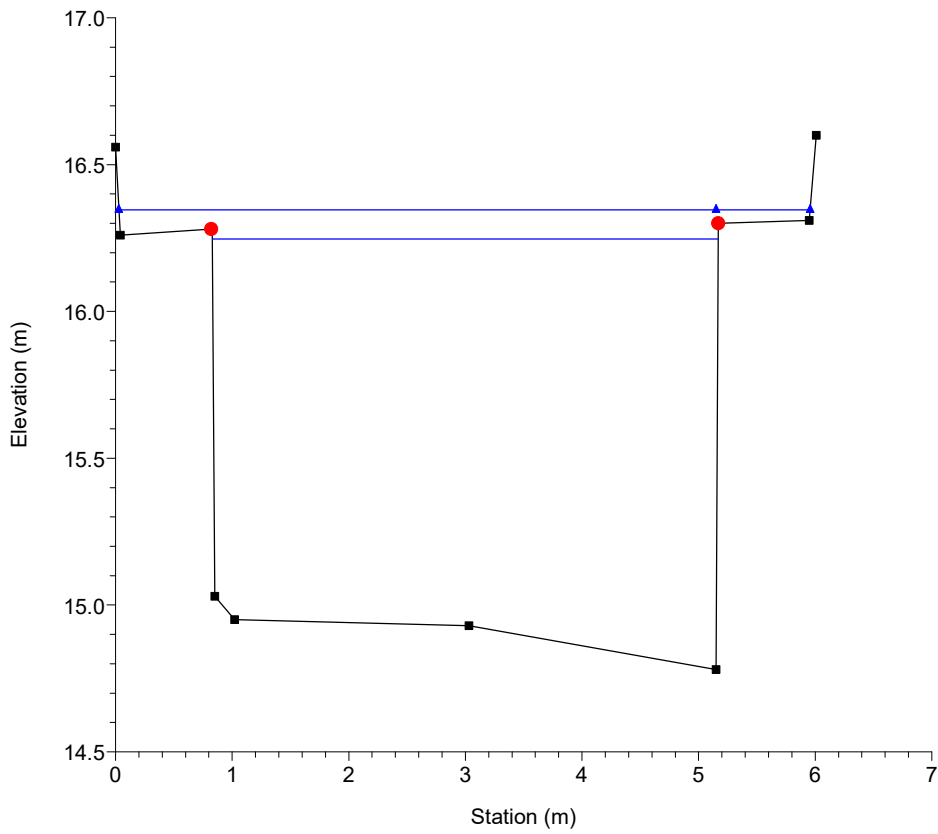
Massa Plan: 1) SP_tr30 2) SP_tr200
 River = Canalmagro Reach = Canalmagro RS = 55 BR



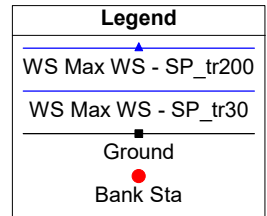
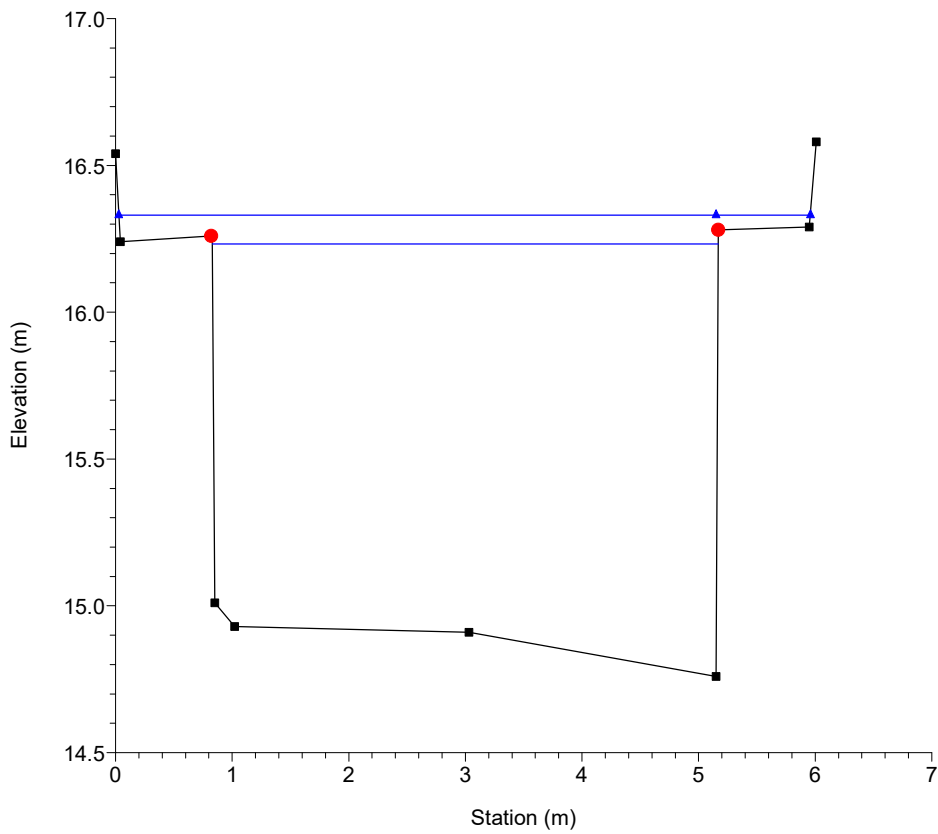
Massa Plan: 1) SP_tr30 2) SP_tr200
 River = Canalmagro Reach = Canalmagro RS = 55 BR



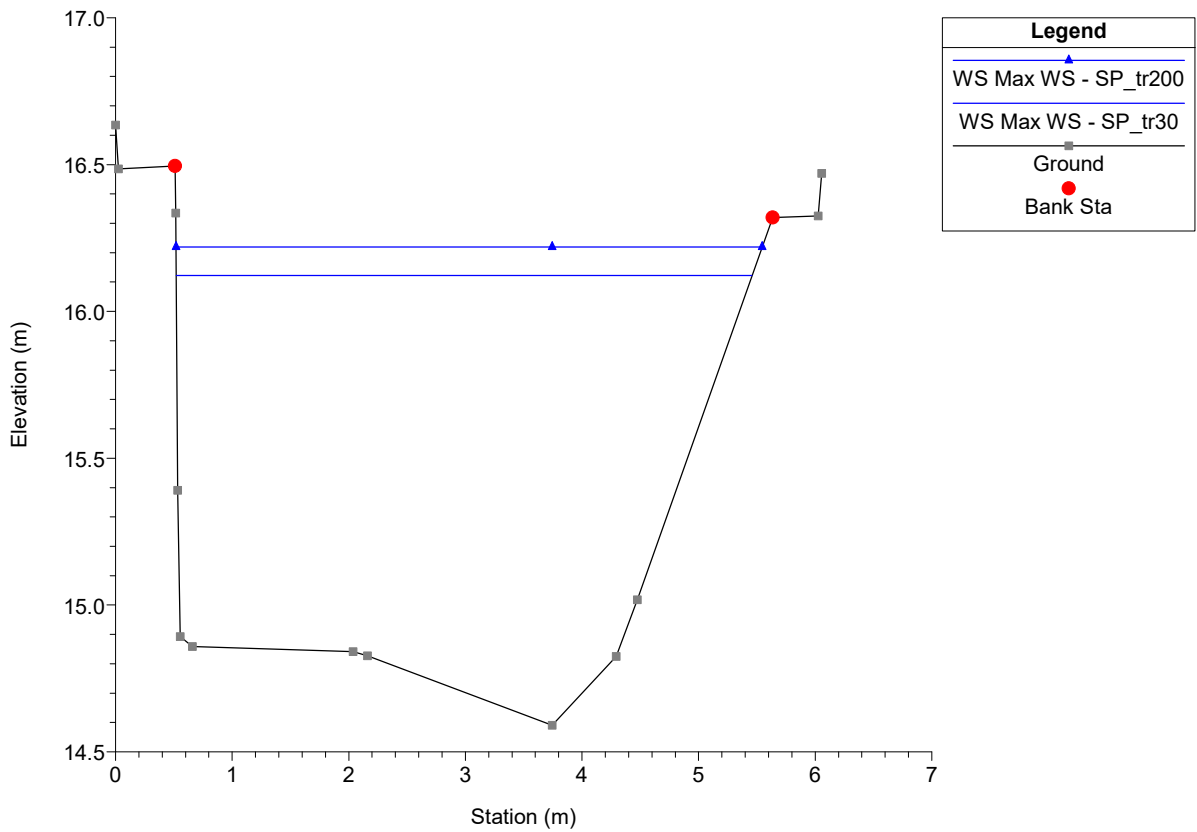
Massa Plan: 1) SP_tr30 2) SP_tr200
River = Canalmagro Reach = Canalmagro RS = 50



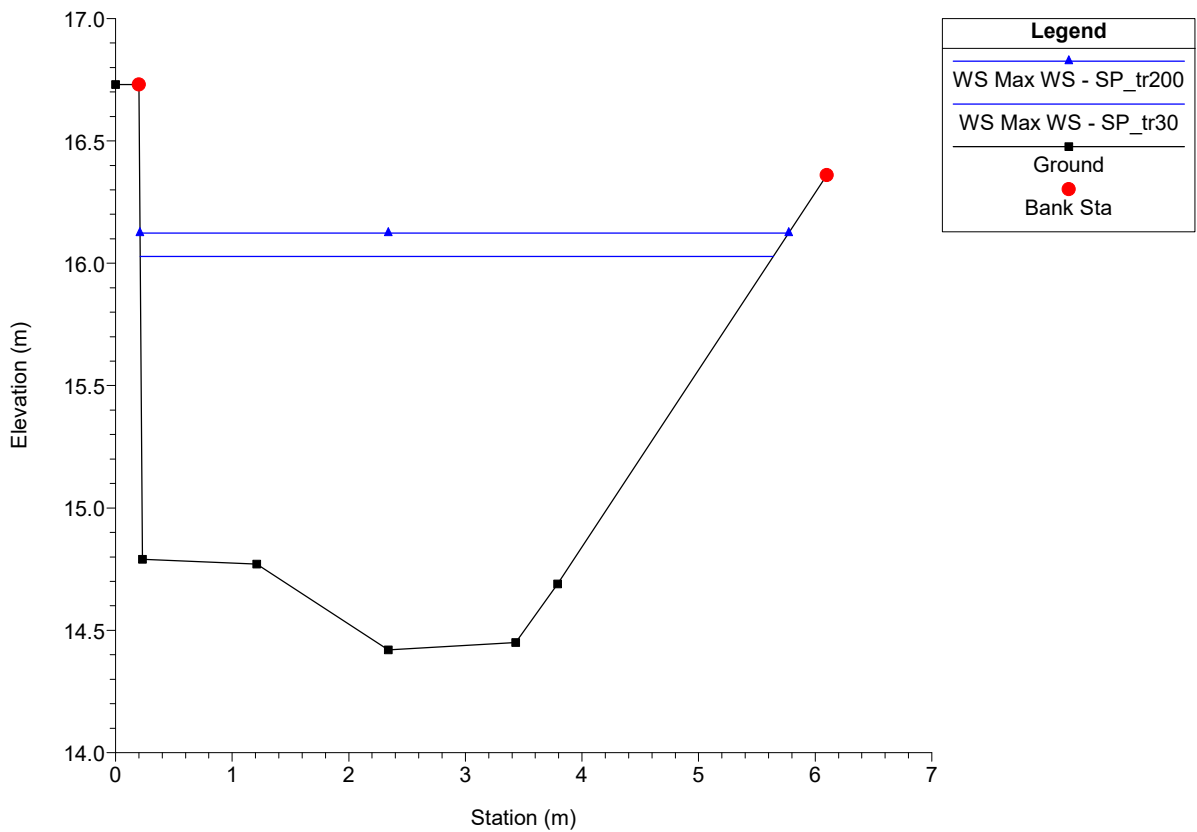
Massa Plan: 1) SP_tr30 2) SP_tr200
River = Canalmagro Reach = Canalmagro RS = 49



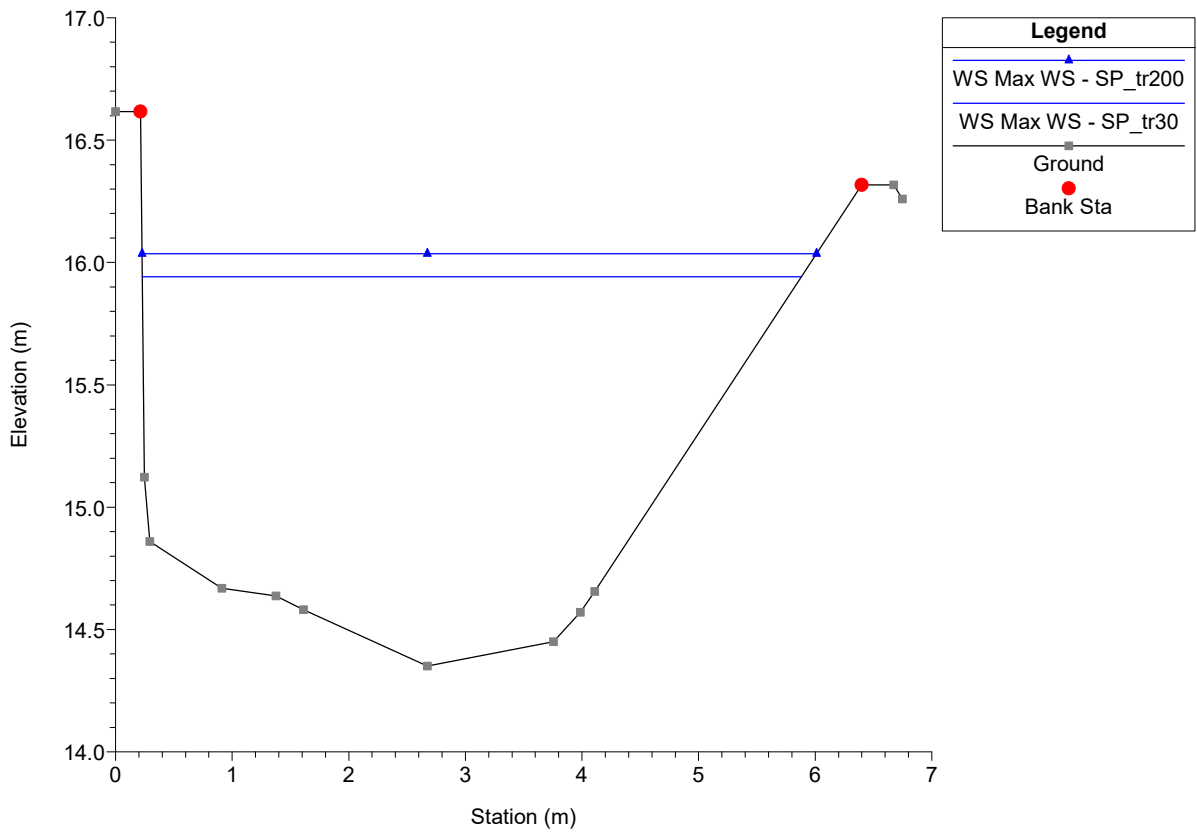
Massa Plan: 1) SP_tr30 2) SP_tr200
 River = Canalmagro Reach = Canalmagro RS = 44.500*



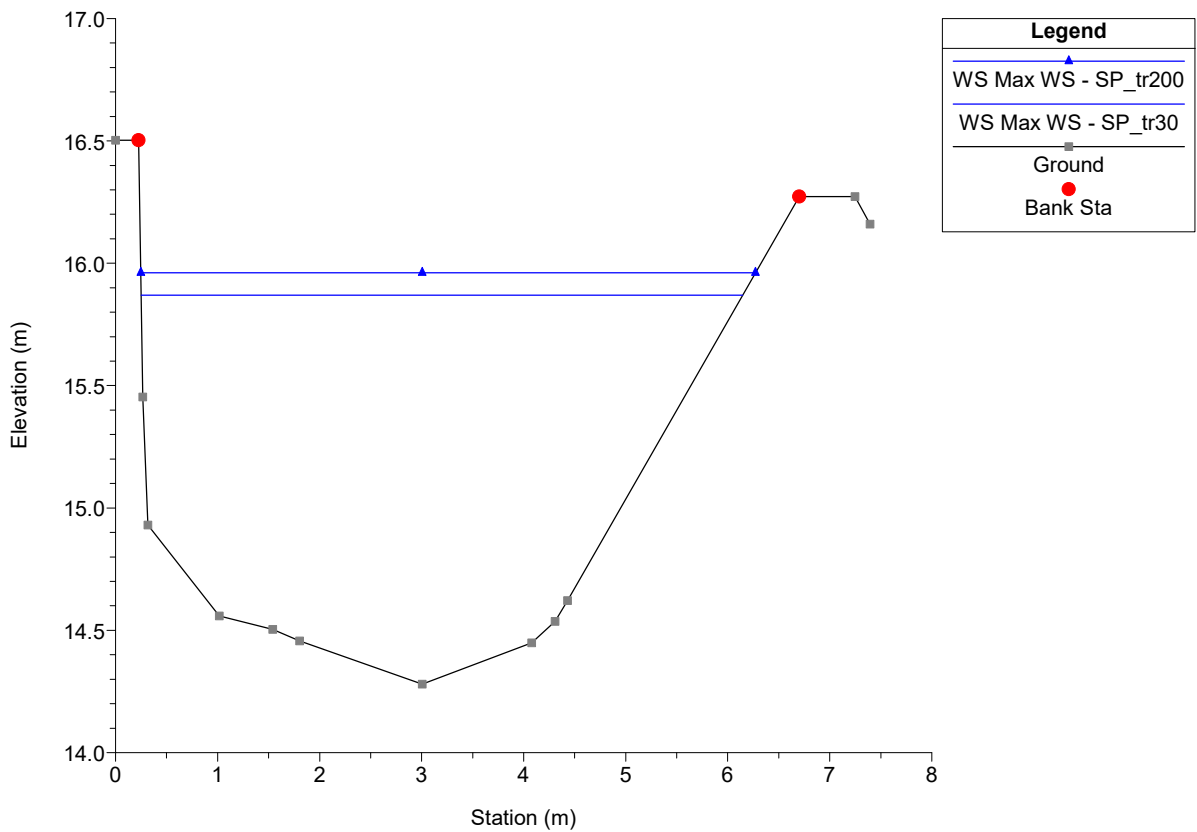
Massa Plan: 1) SP_tr30 2) SP_tr200
 River = Canalmagro Reach = Canalmagro RS = 40



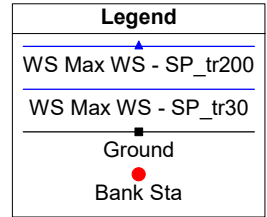
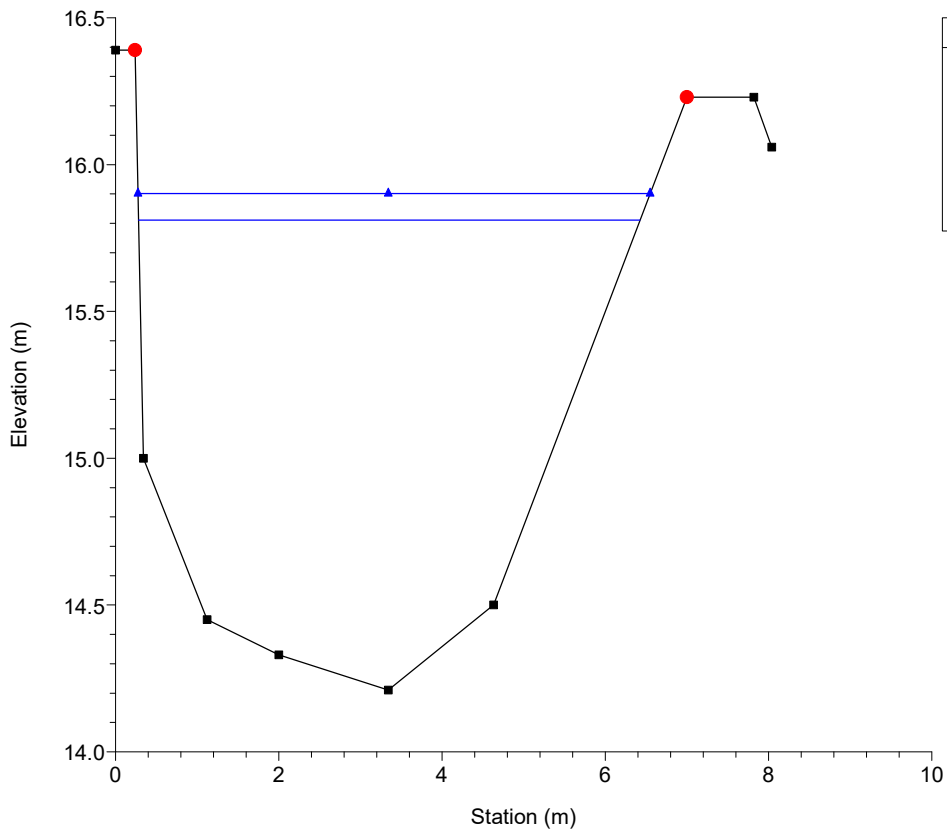
Massa Plan: 1) SP_tr30 2) SP_tr200
 River = Canalmagro Reach = Canalmagro RS = 36.667*



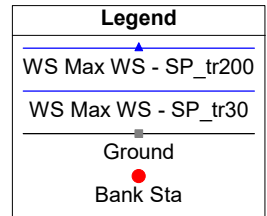
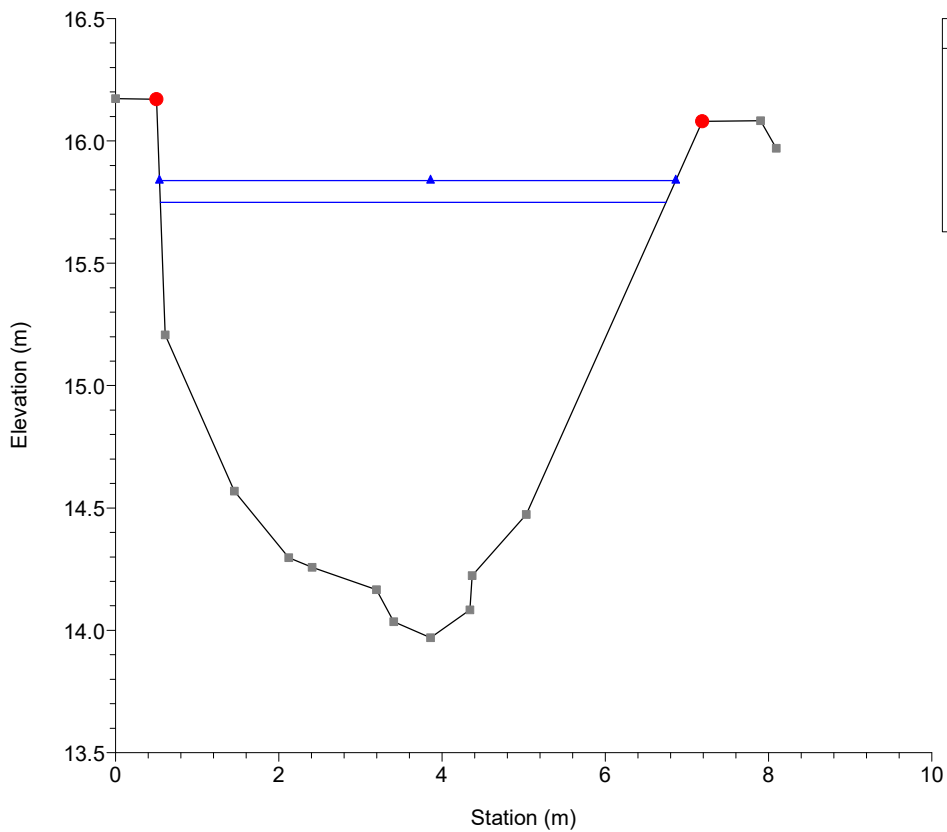
Massa Plan: 1) SP_tr30 2) SP_tr200
 River = Canalmagro Reach = Canalmagro RS = 33.333*



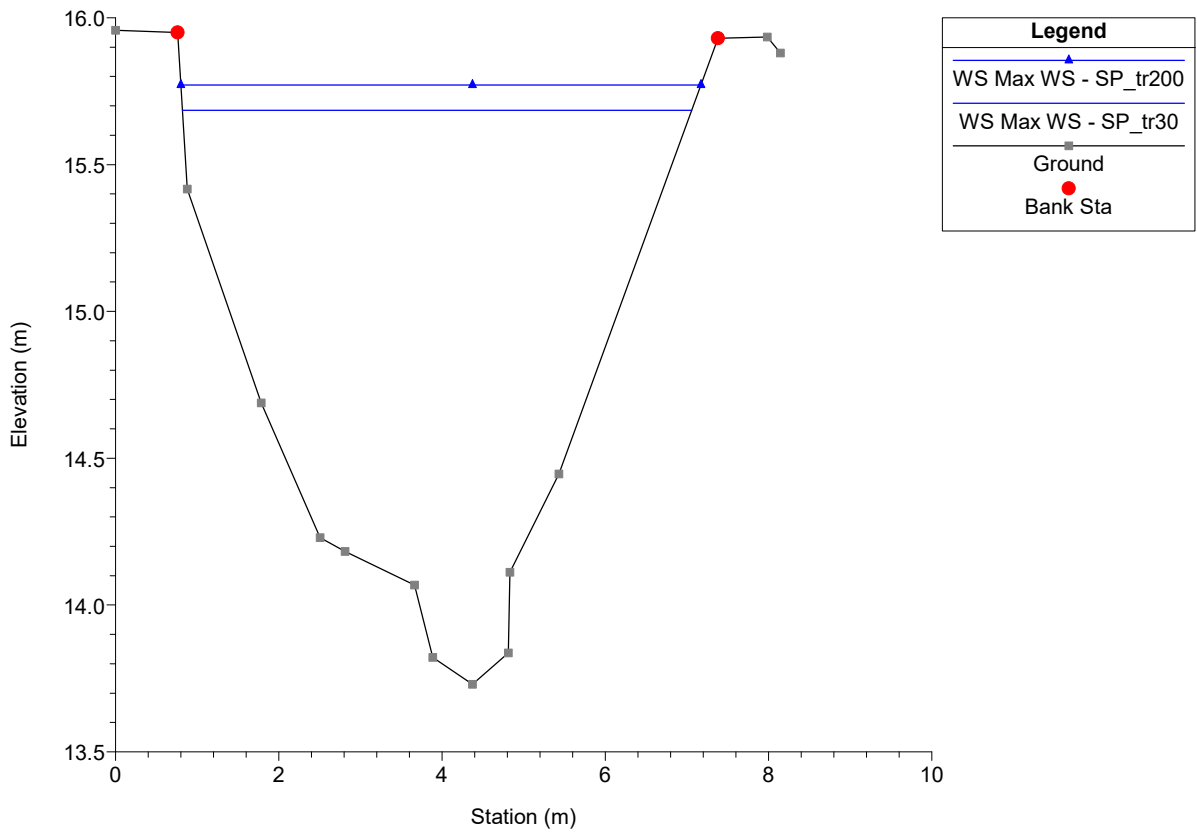
Massa Plan: 1) SP_tr30 2) SP_tr200
 River = Canalmagro Reach = Canalmagro RS = 30



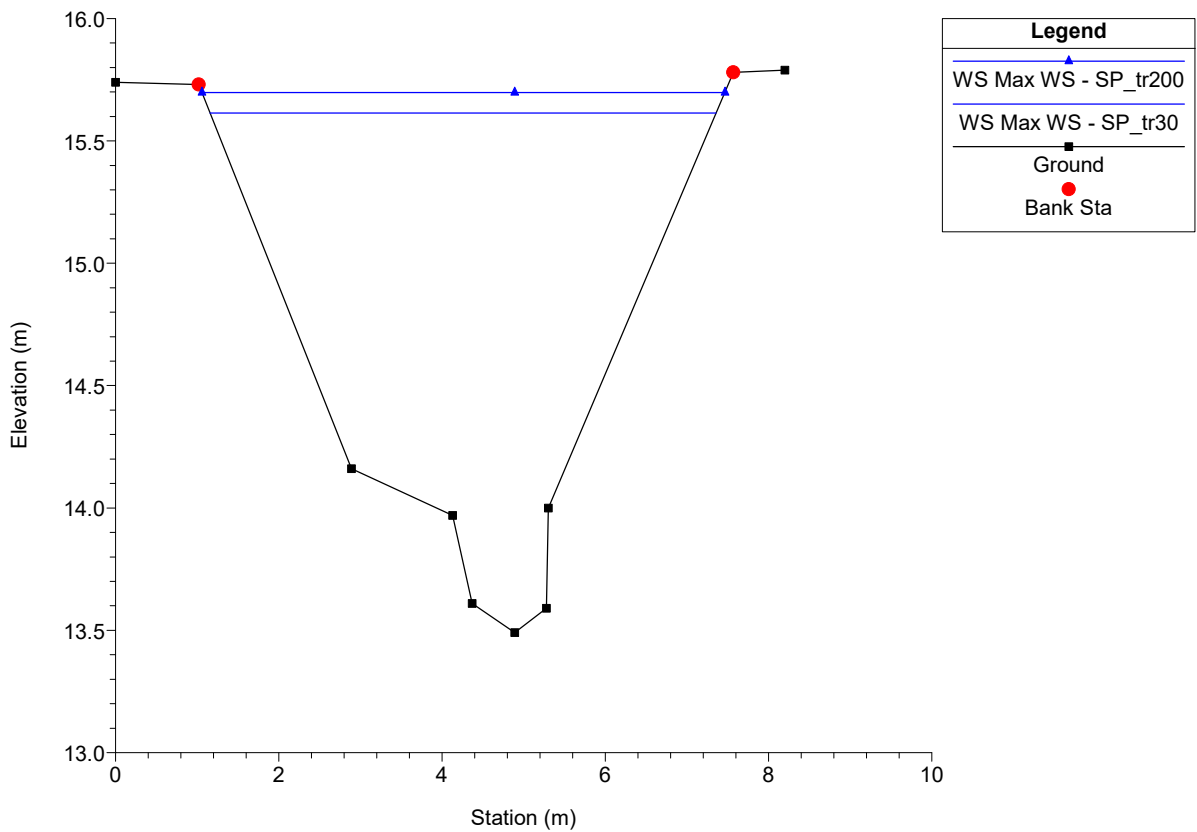
Massa Plan: 1) SP_tr30 2) SP_tr200
 River = Canalmagro Reach = Canalmagro RS = 26.667*



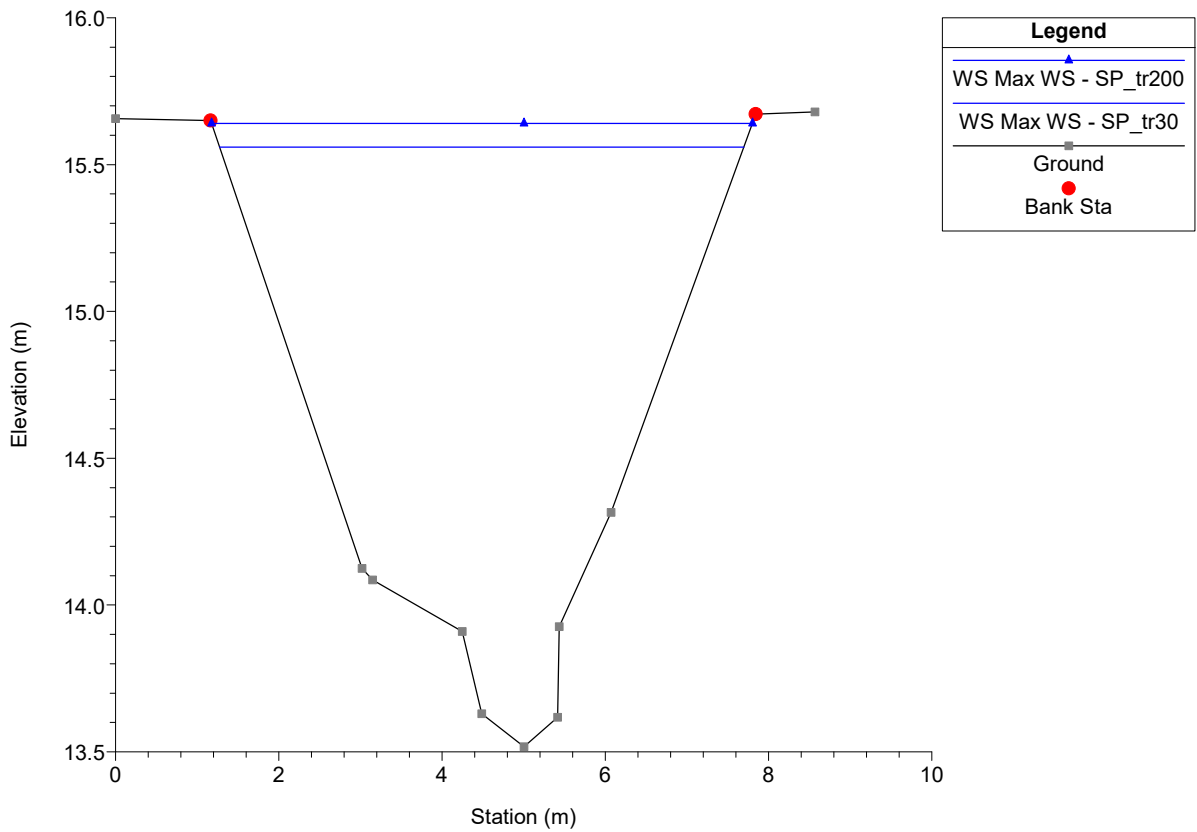
Massa Plan: 1) SP_tr30 2) SP_tr200
 River = Canalmagro Reach = Canalmagro RS = 23.333*



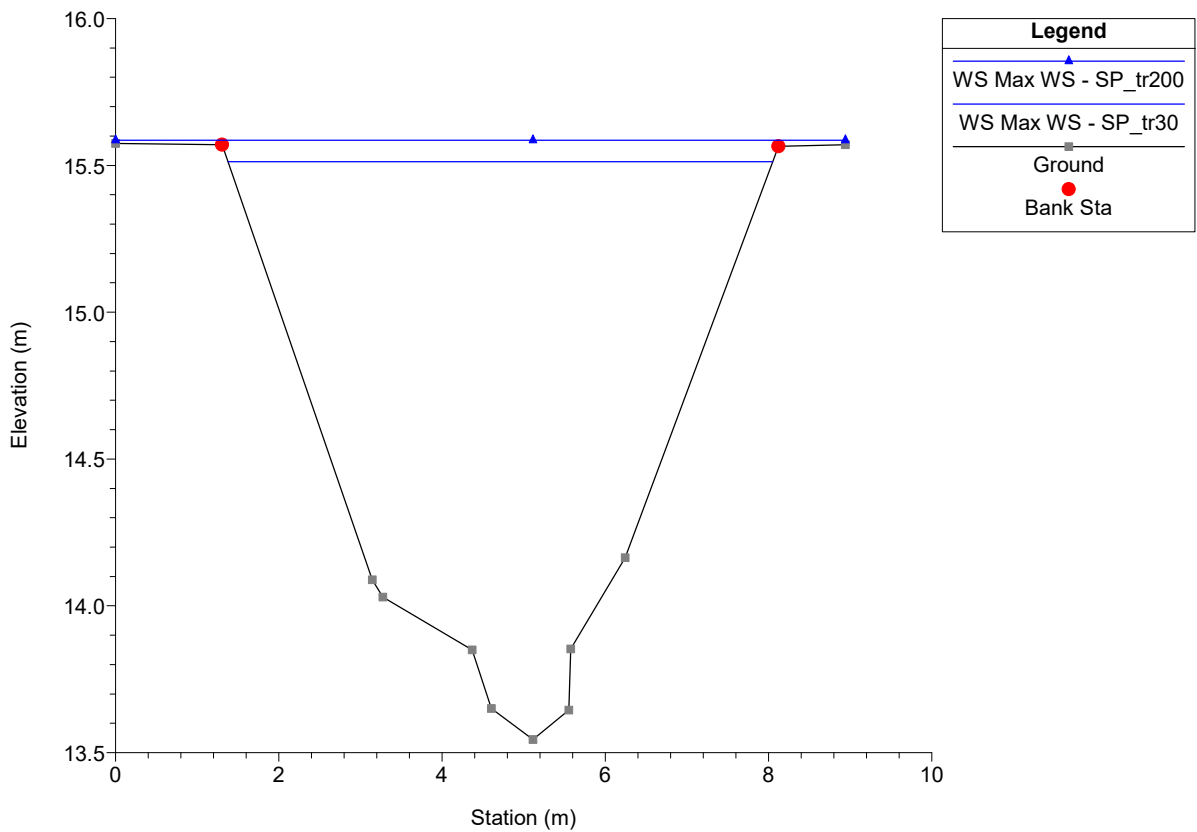
Massa Plan: 1) SP_tr30 2) SP_tr200
 River = Canalmagro Reach = Canalmagro RS = 20



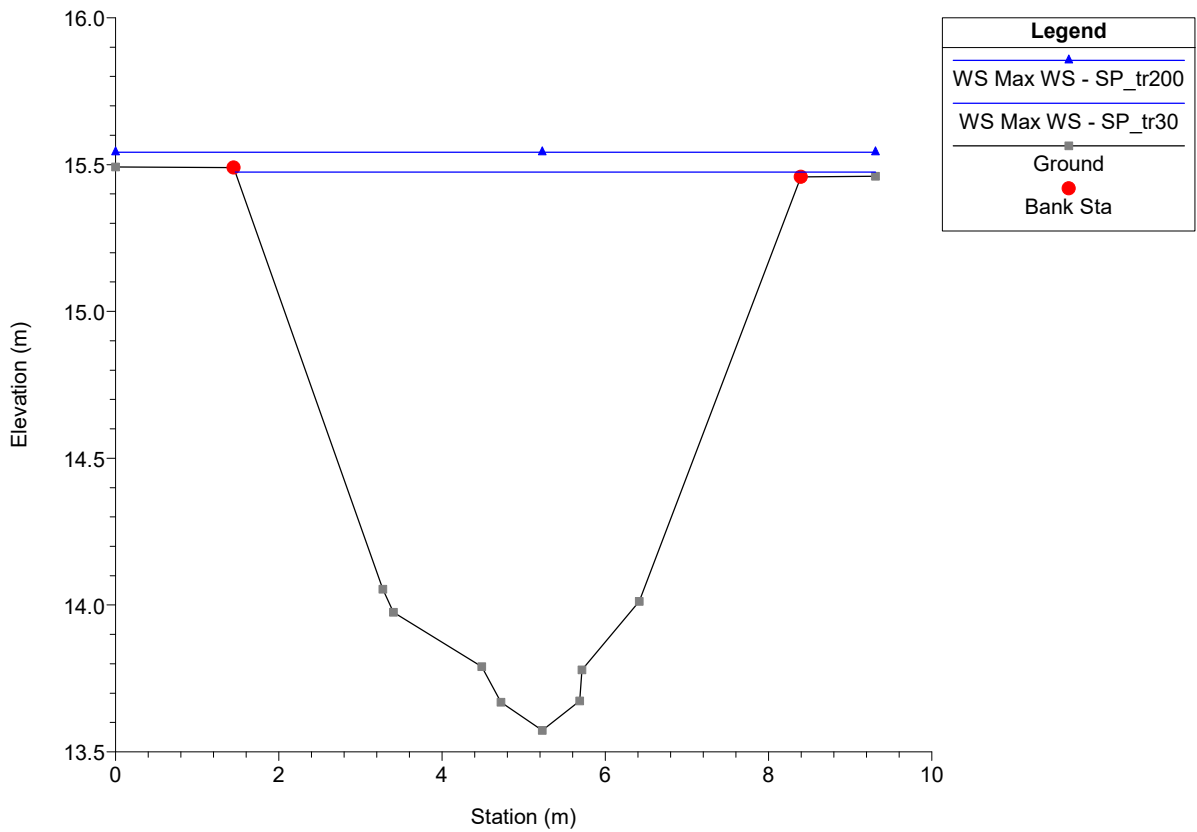
Massa Plan: 1) SP_tr30 2) SP_tr200
River = Canalmagro Reach = Canalmagro RS = 17.500*



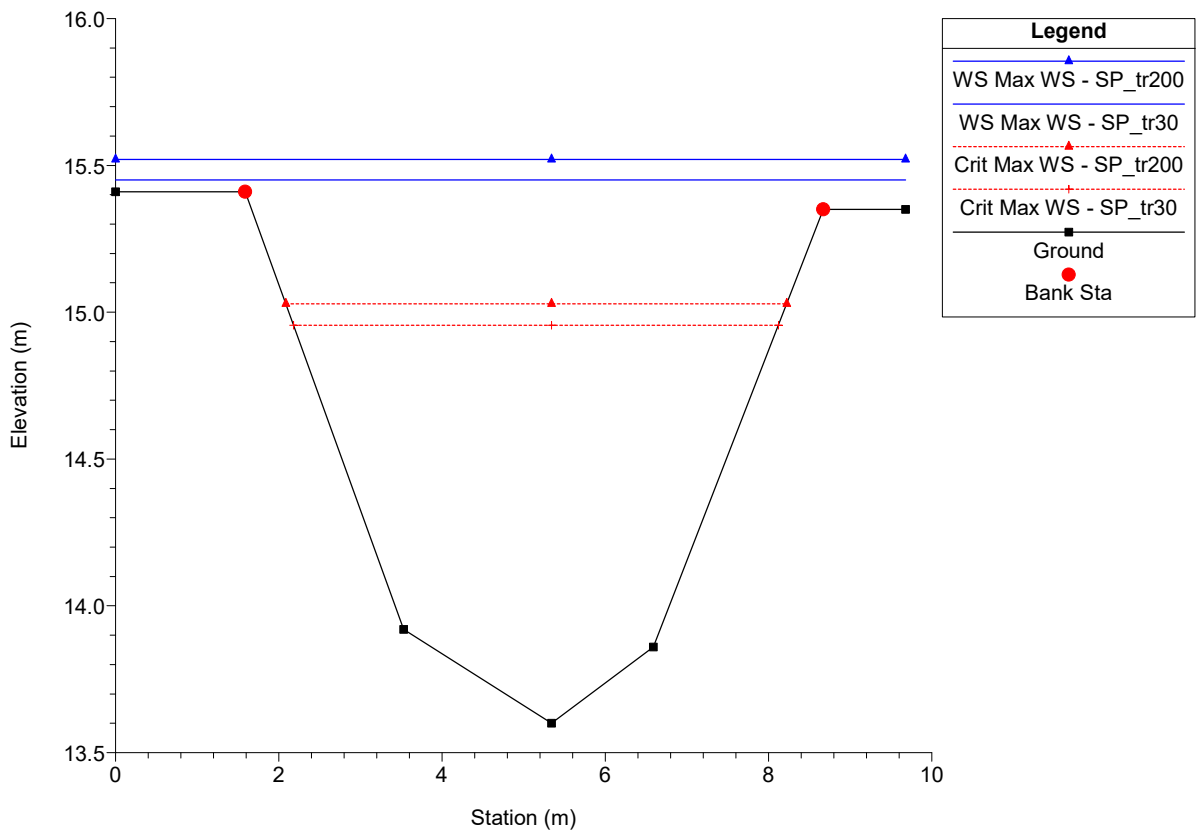
Massa Plan: 1) SP_tr30 2) SP_tr200
River = Canalmagro Reach = Canalmagro RS = 15.000*



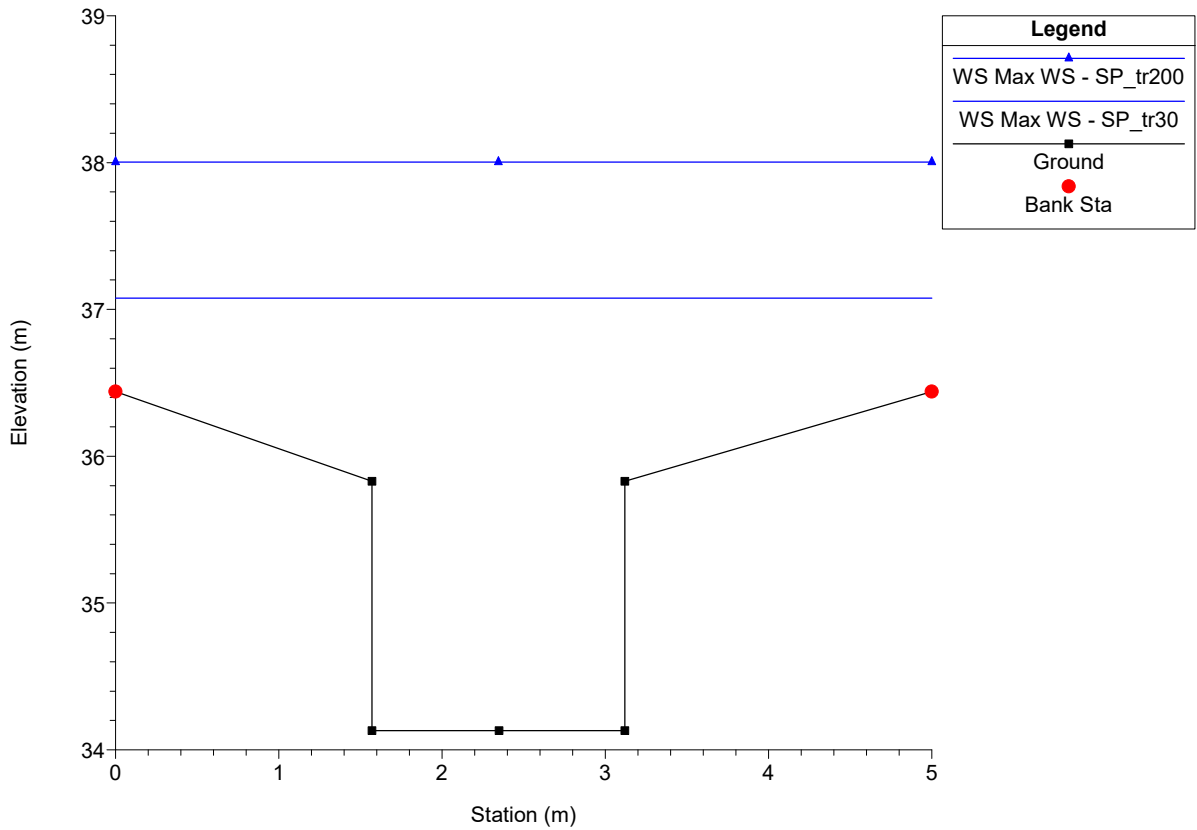
Massa Plan: 1) SP_tr30 2) SP_tr200
 River = Canalmagro Reach = Canalmagro RS = 12.500*



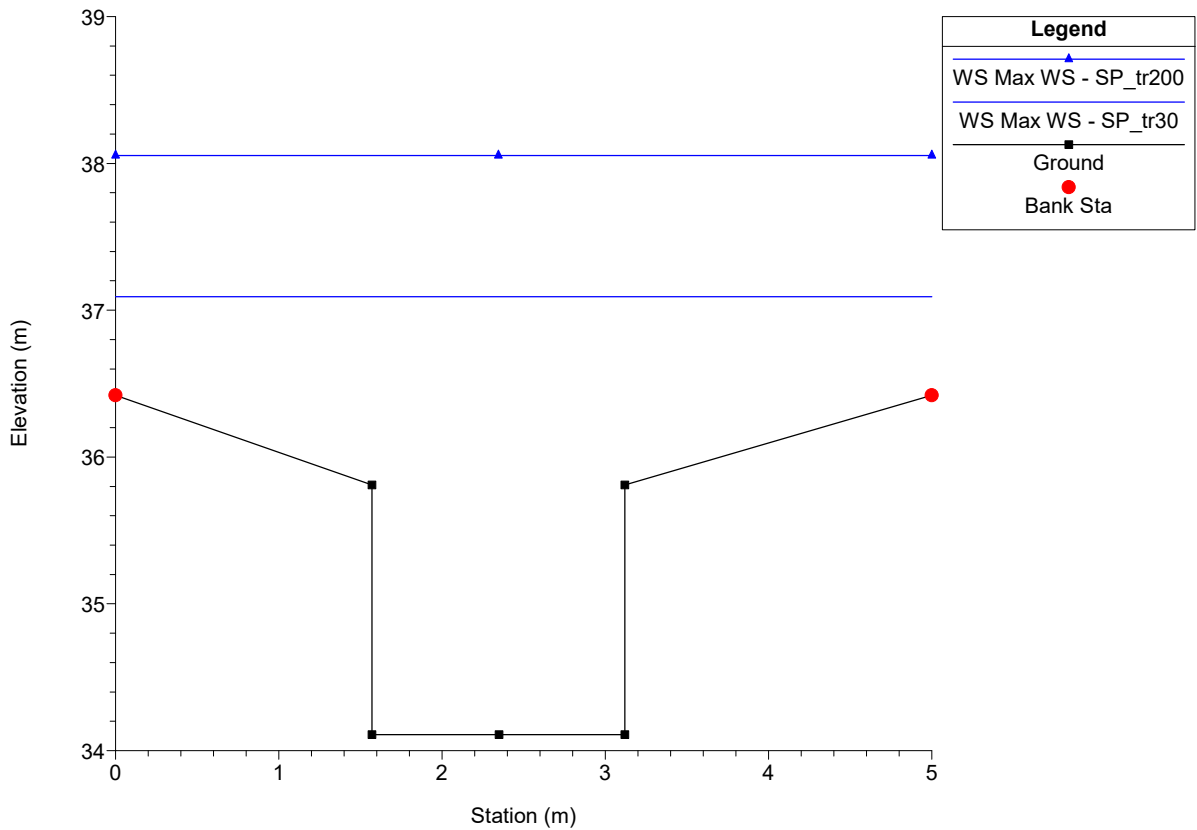
Massa Plan: 1) SP_tr30 2) SP_tr200
 River = Canalmagro Reach = Canalmagro RS = 10



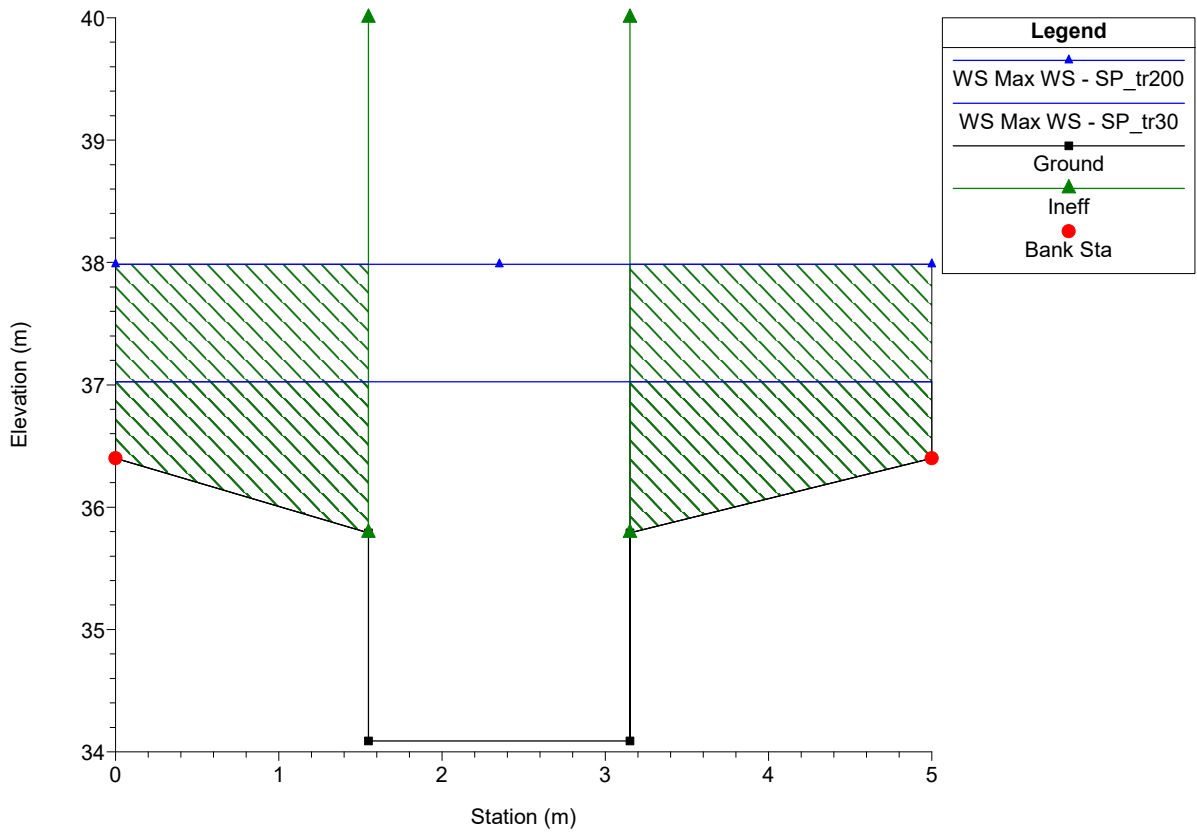
Massa Plan: 1) SP_tr30 2) SP_tr200
River = Magliano Reach = grondini RS = 302



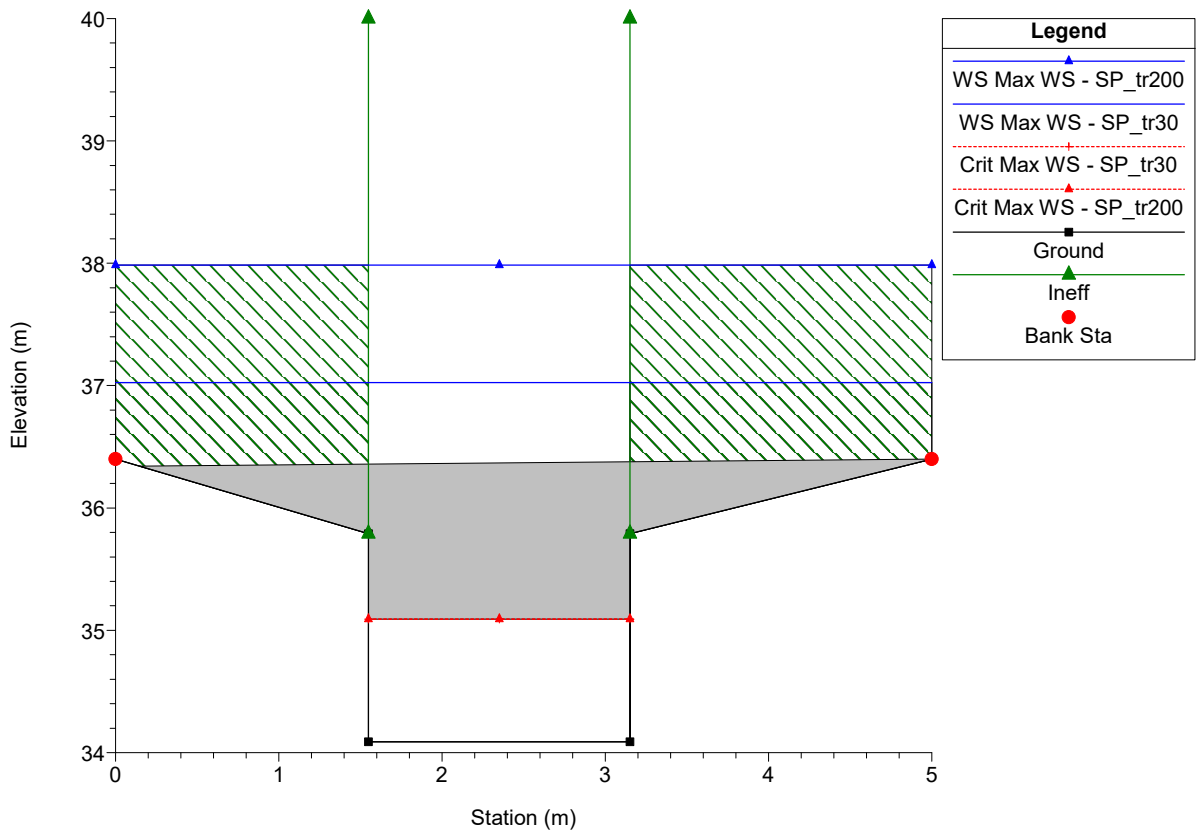
Massa Plan: 1) SP_tr30 2) SP_tr200
River = Magliano Reach = grondini RS = 301



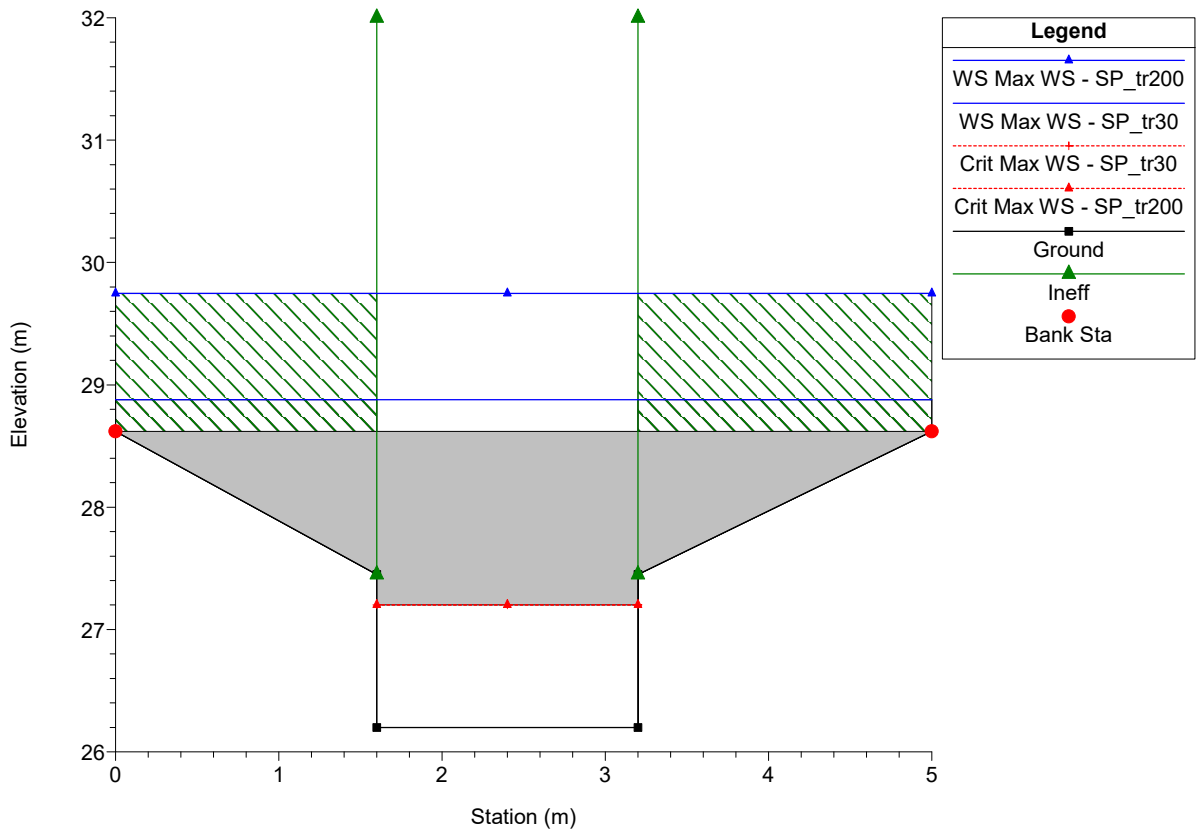
Massa Plan: 1) SP_tr30 2) SP_tr200
 River = Magliano Reach = grondini RS = 300



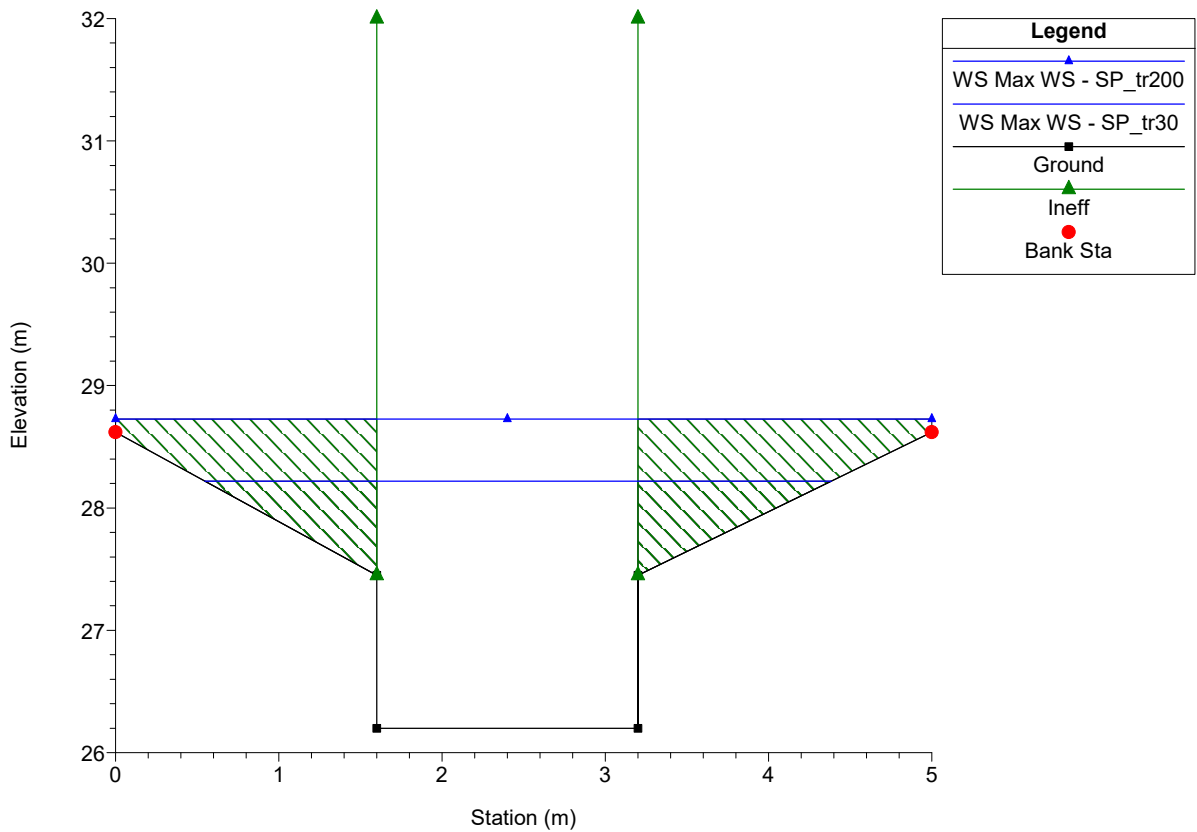
Massa Plan: 1) SP_tr30 2) SP_tr200
 River = Magliano Reach = grondini RS = 100 Culv



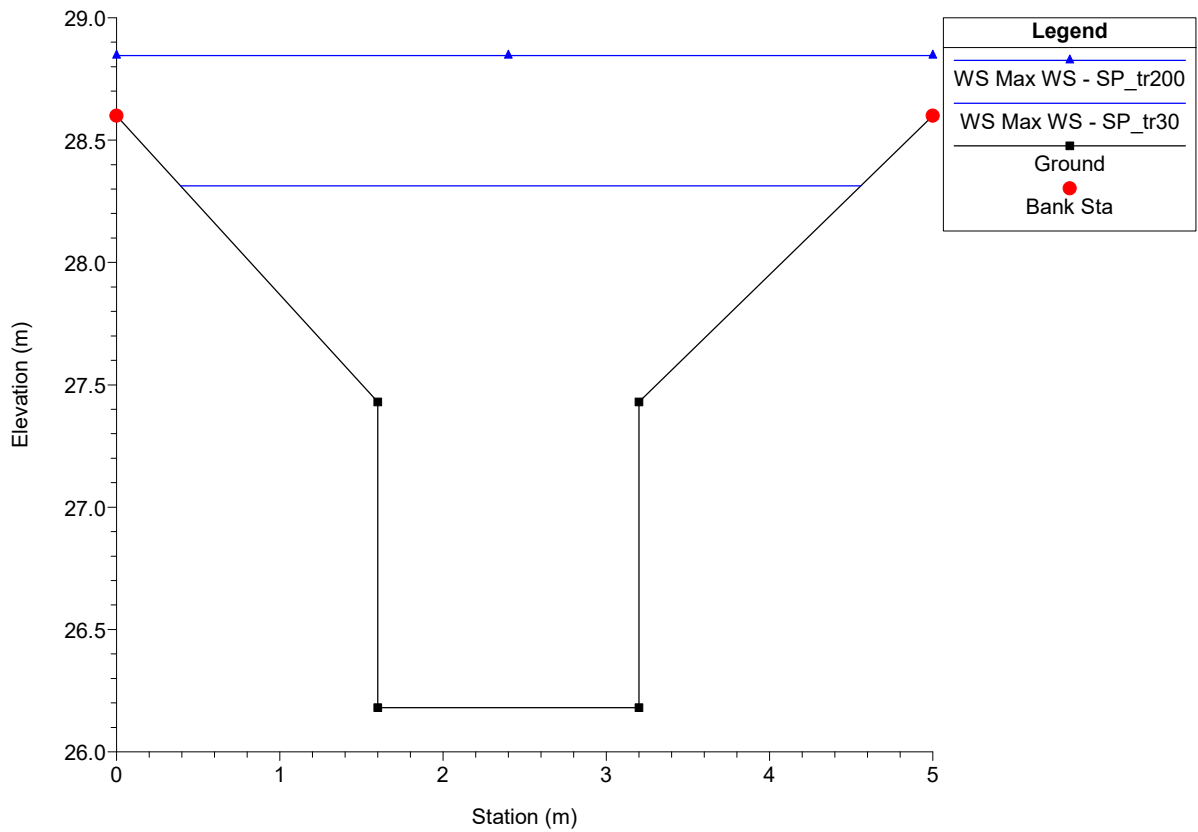
Massa Plan: 1) SP_tr30 2) SP_tr200
 River = Magliano Reach = grondini RS = 100 Culv



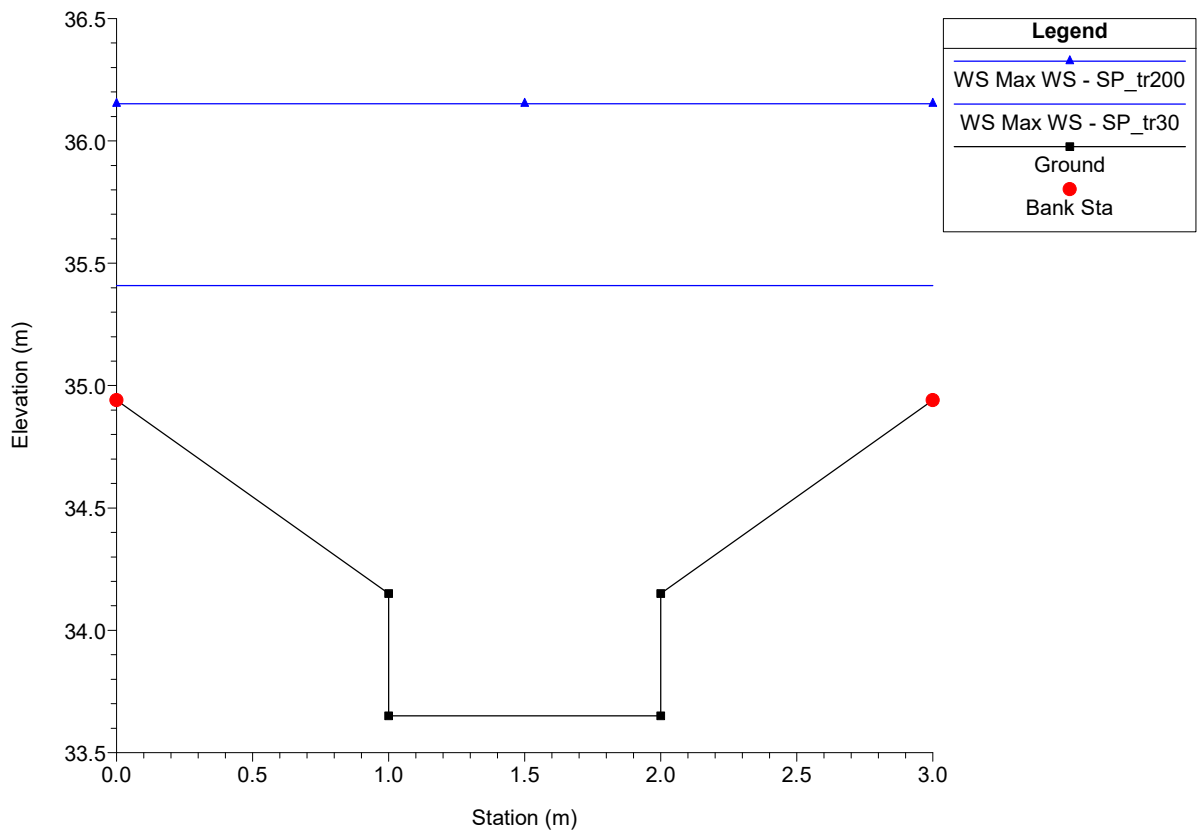
Massa Plan: 1) SP_tr30 2) SP_tr200
 River = Magliano Reach = grondini RS = 15



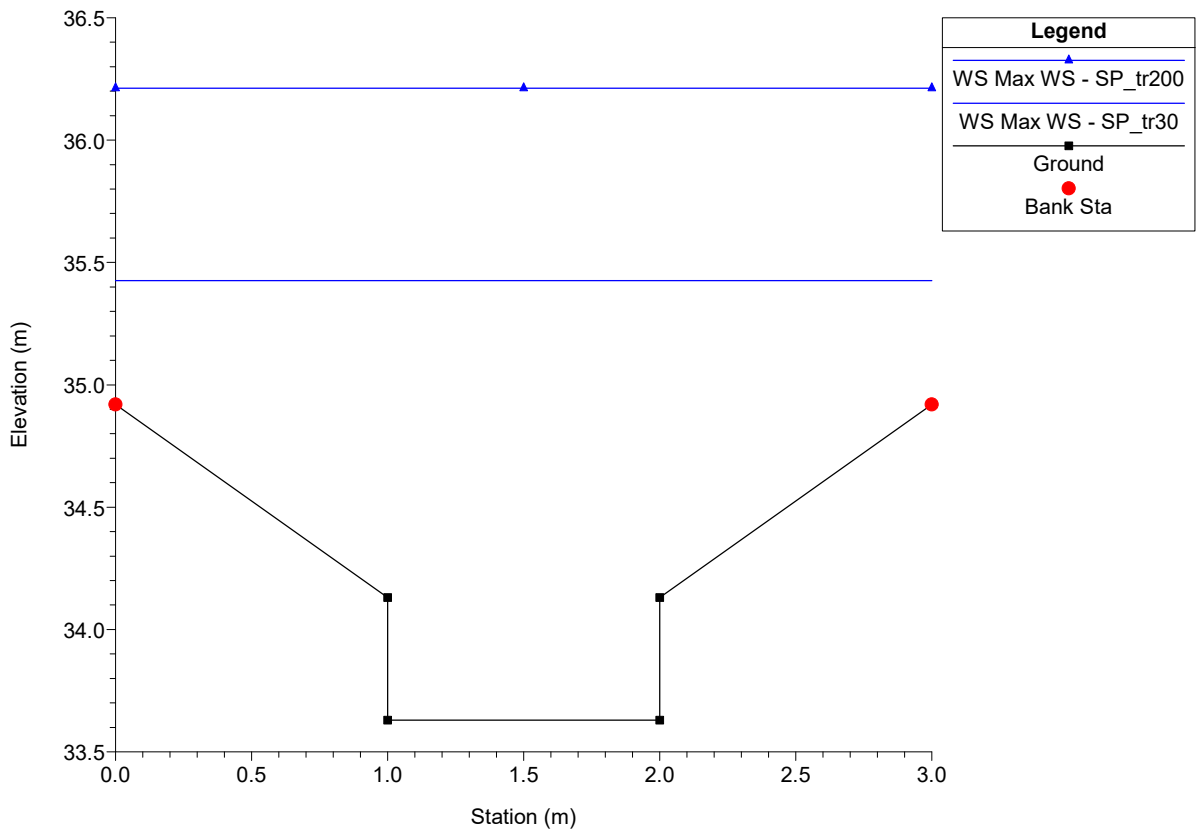
Massa Plan: 1) SP_tr30 2) SP_tr200
River = Magliano Reach = grondini RS = 10



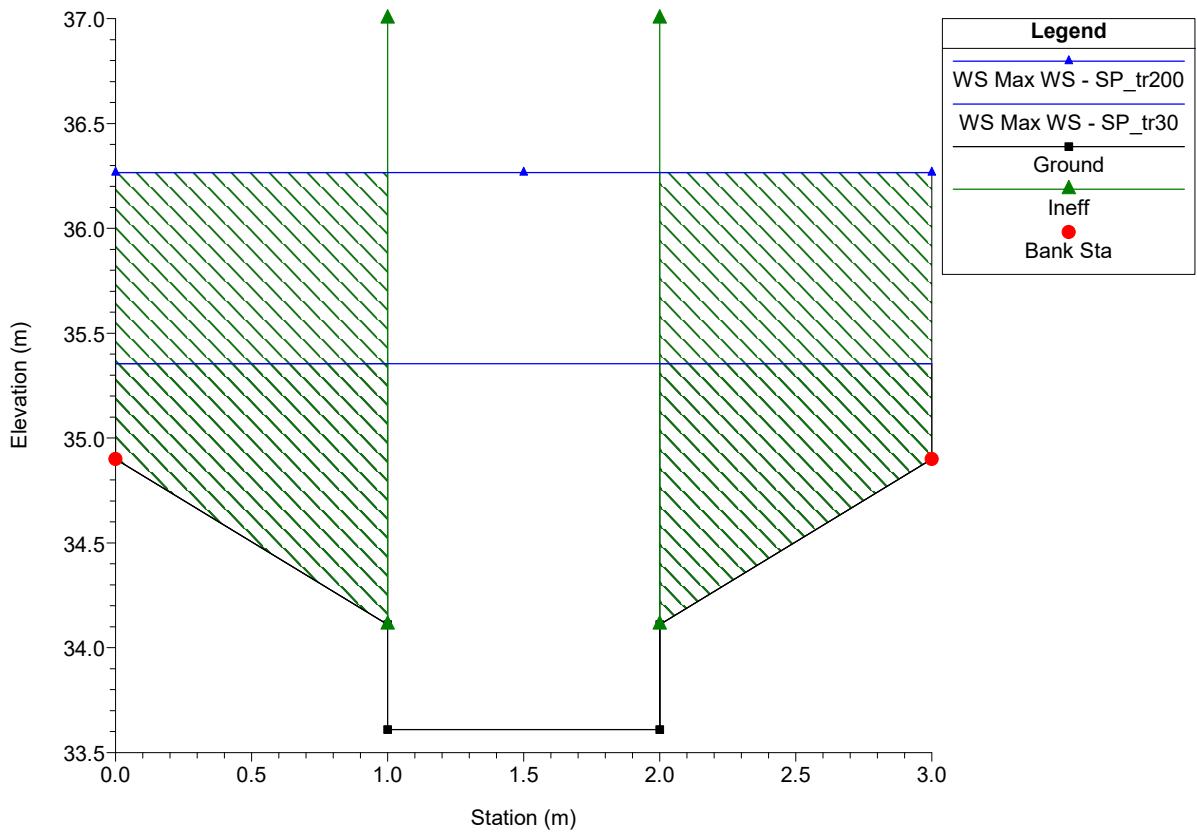
Massa Plan: 1) SP_tr30 2) SP_tr200
River = Magliano Reach = san remigio RS = 322



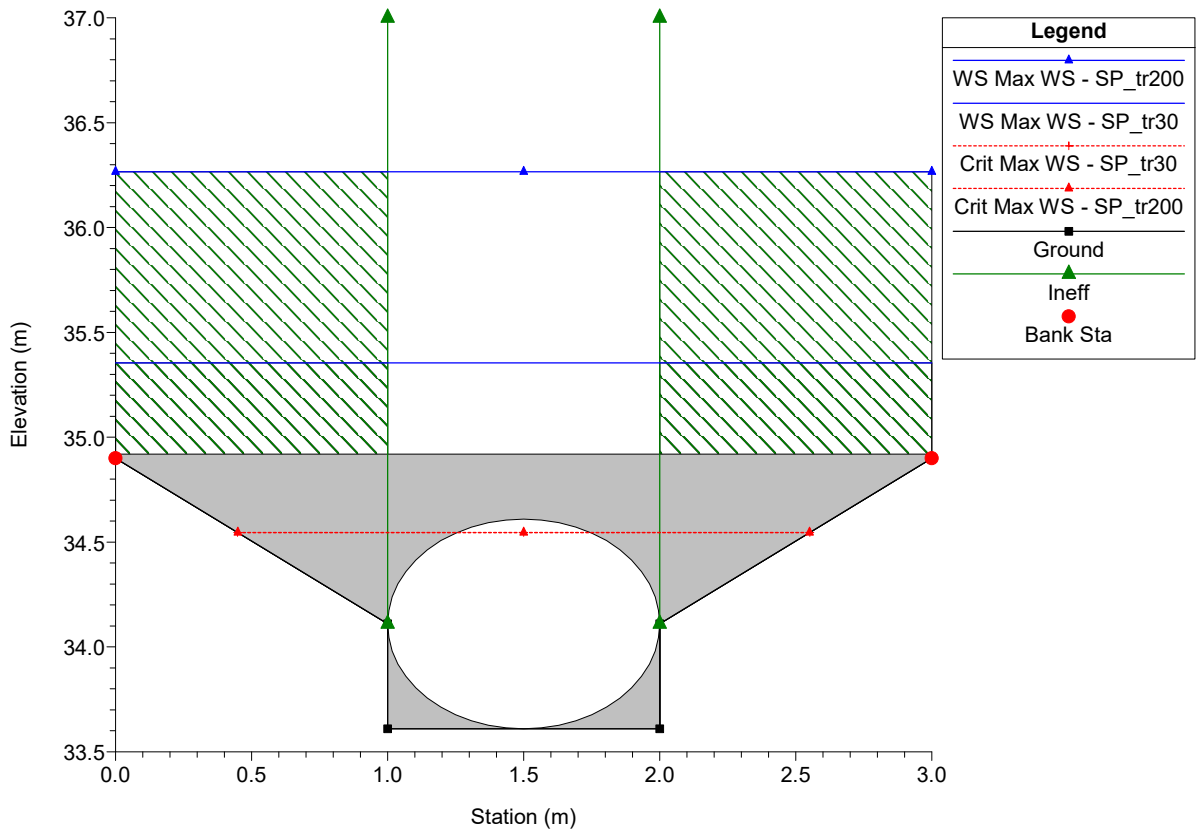
Massa Plan: 1) SP_tr30 2) SP_tr200
 River = Magliano Reach = san remigio RS = 321



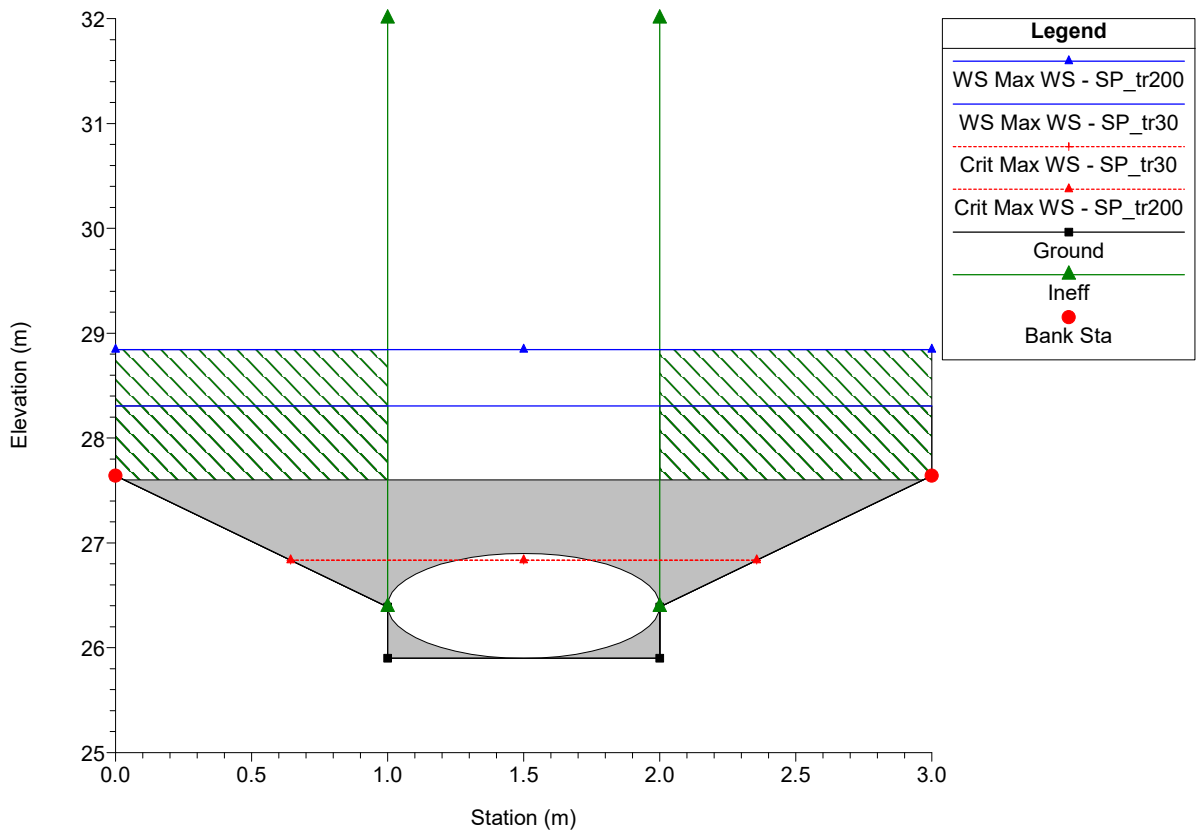
Massa Plan: 1) SP_tr30 2) SP_tr200
 River = Magliano Reach = san remigio RS = 320



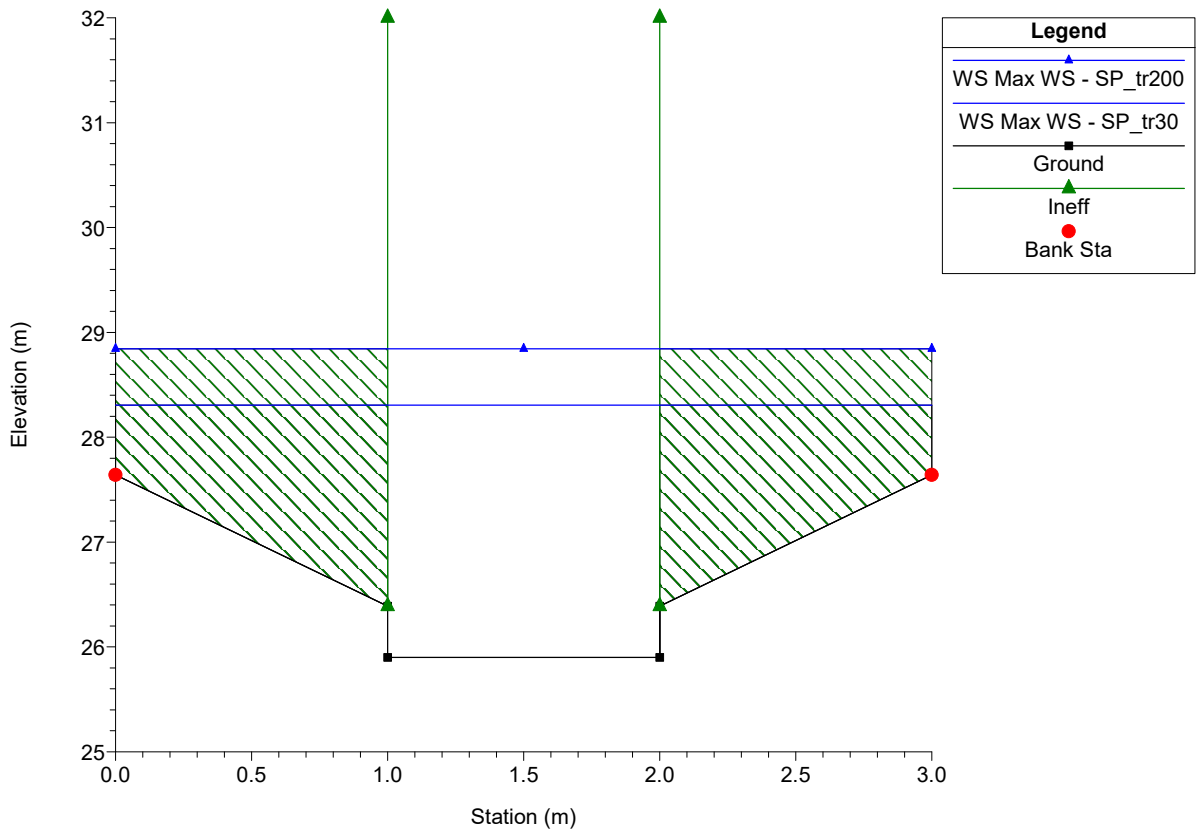
Massa Plan: 1) SP_tr30 2) SP_tr200
 River = Magliano Reach = san remigio RS = 100 Culv



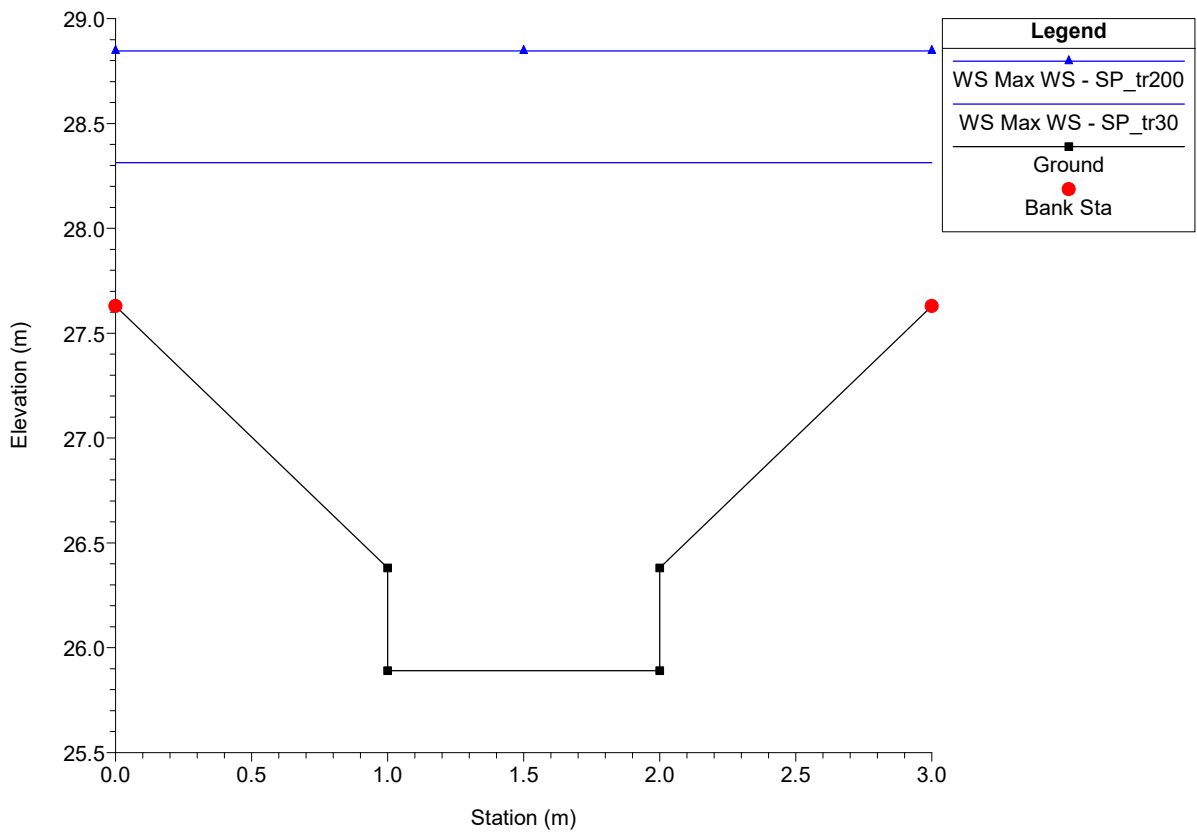
Massa Plan: 1) SP_tr30 2) SP_tr200
 River = Magliano Reach = san remigio RS = 100 Culv



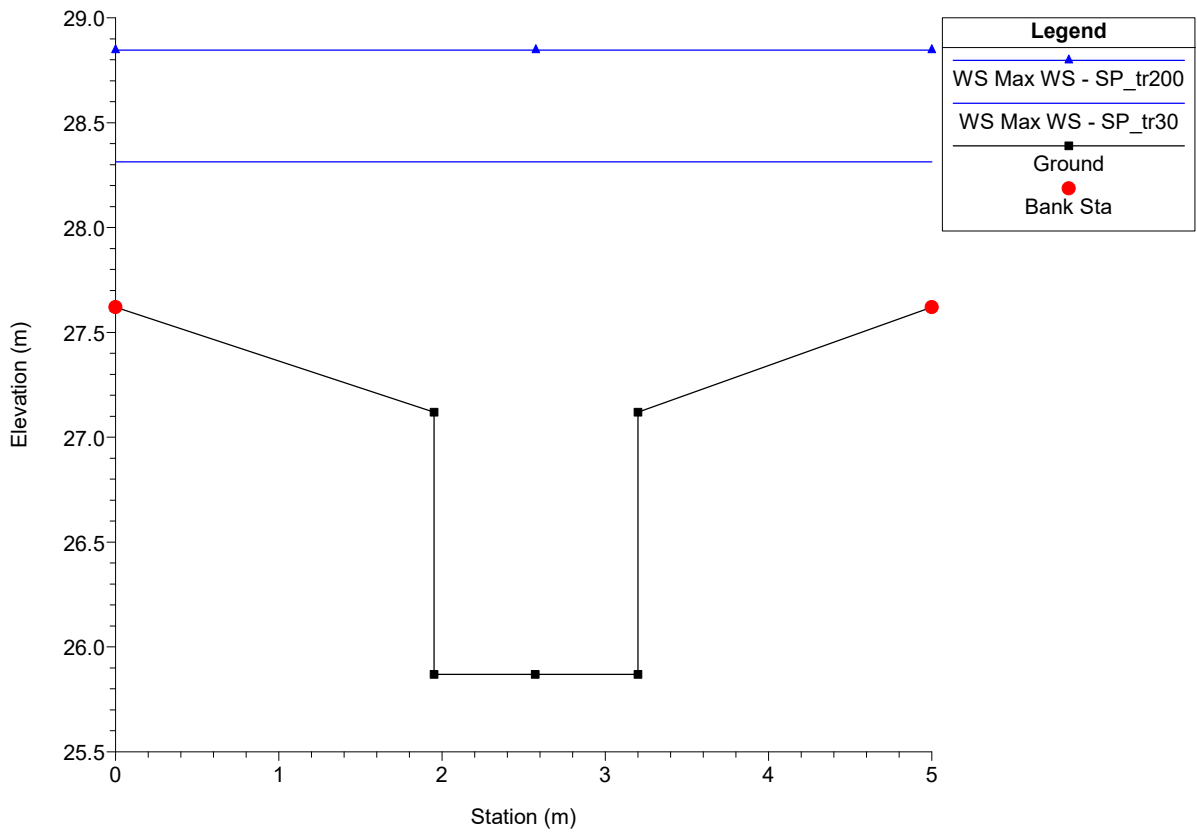
Massa Plan: 1) SP_tr30 2) SP_tr200
 River = Magliano Reach = san remigio RS = 12



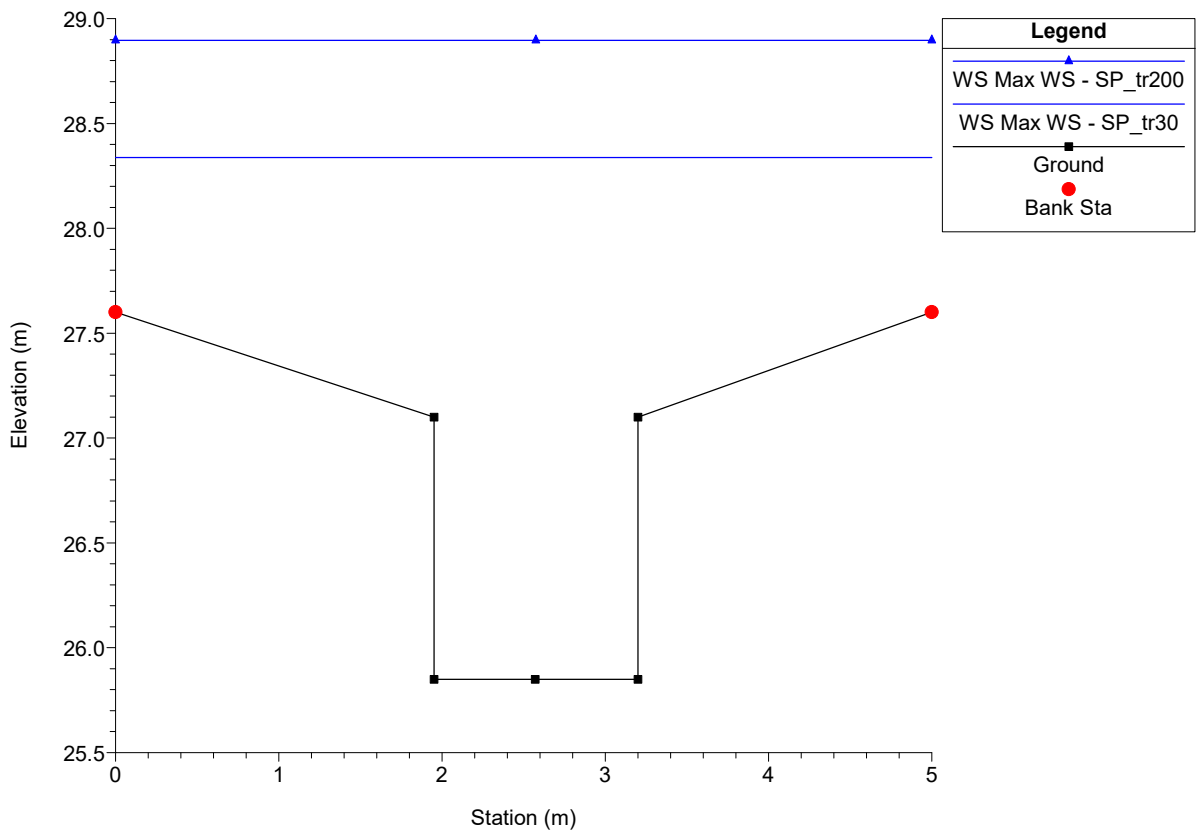
Massa Plan: 1) SP_tr30 2) SP_tr200
 River = Magliano Reach = san remigio RS = 10



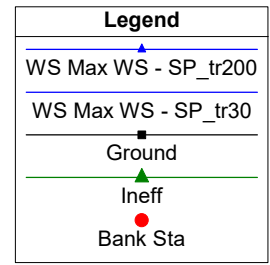
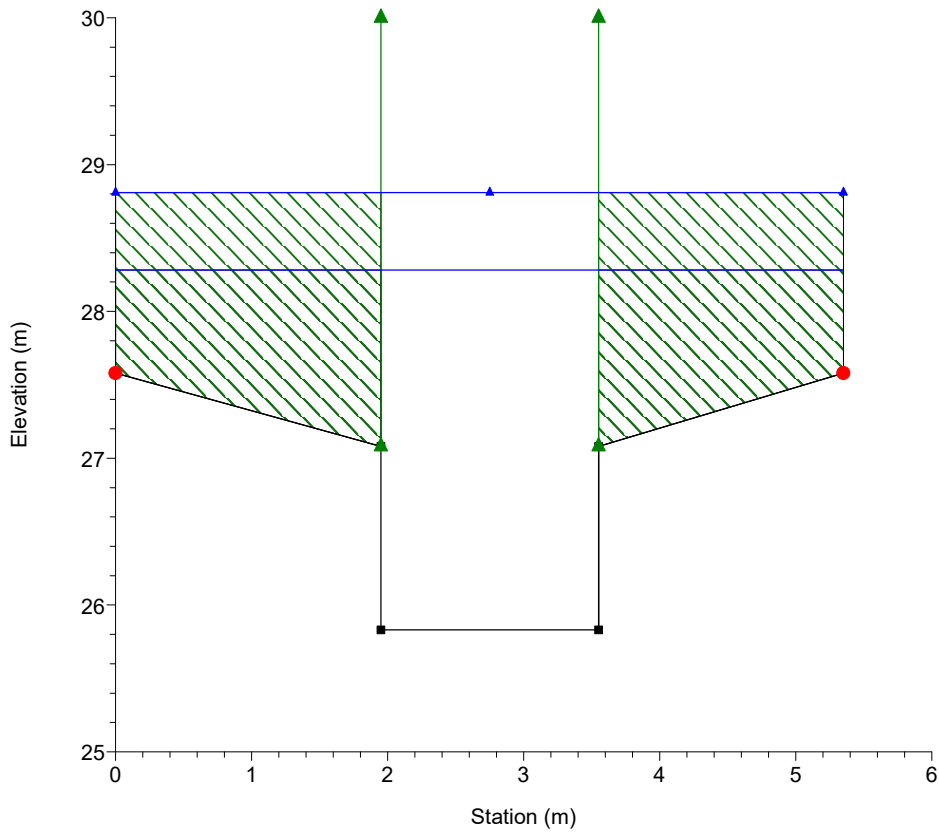
Massa Plan: 1) SP_tr30 2) SP_tr200
River = Magliano Reach = magliano RS = 125



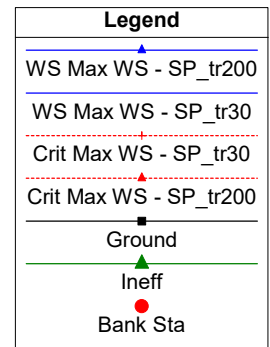
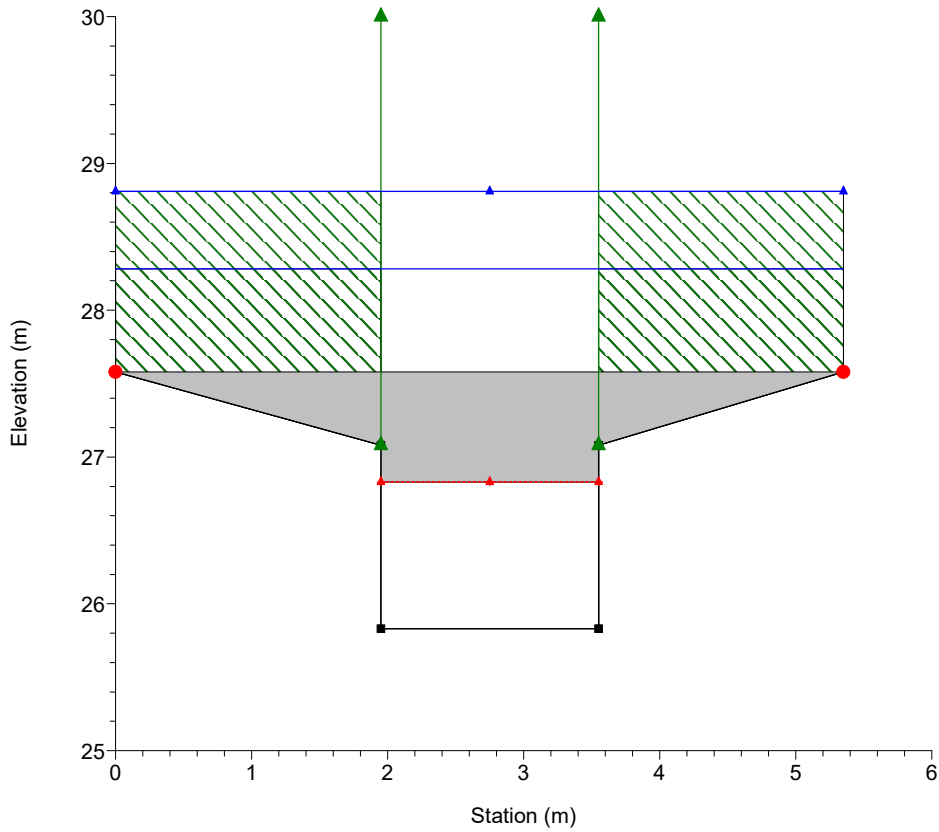
Massa Plan: 1) SP_tr30 2) SP_tr200
River = Magliano Reach = magliano RS = 120



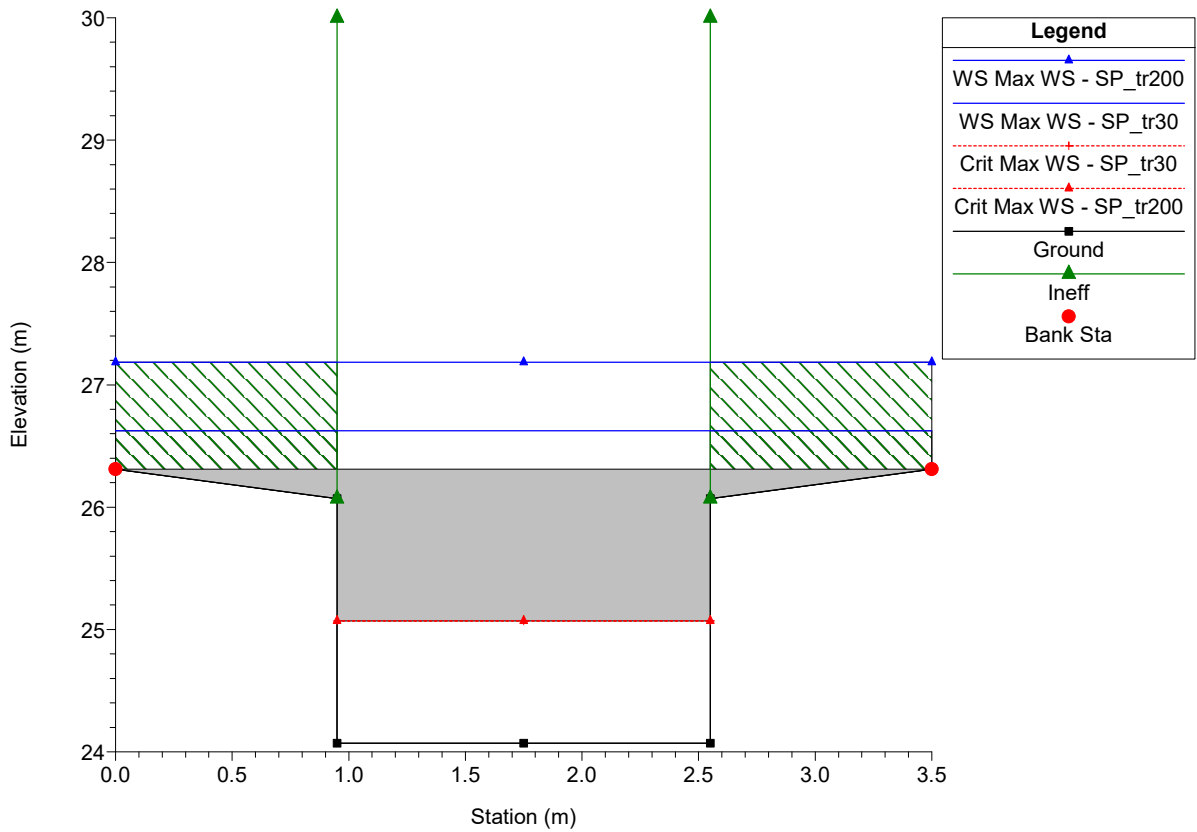
Massa Plan: 1) SP_tr30 2) SP_tr200
 River = Magliano Reach = magliano RS = 115



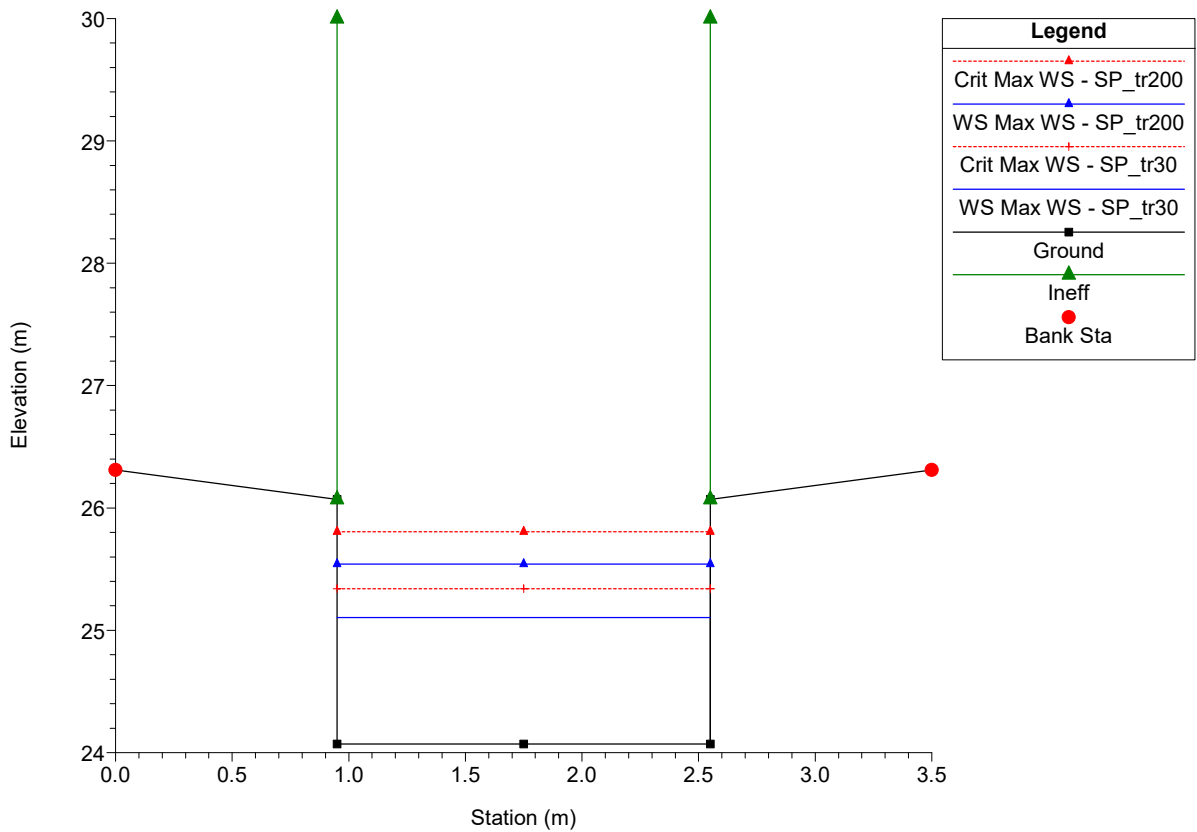
Massa Plan: 1) SP_tr30 2) SP_tr200
 River = Magliano Reach = magliano RS = 110 Culv



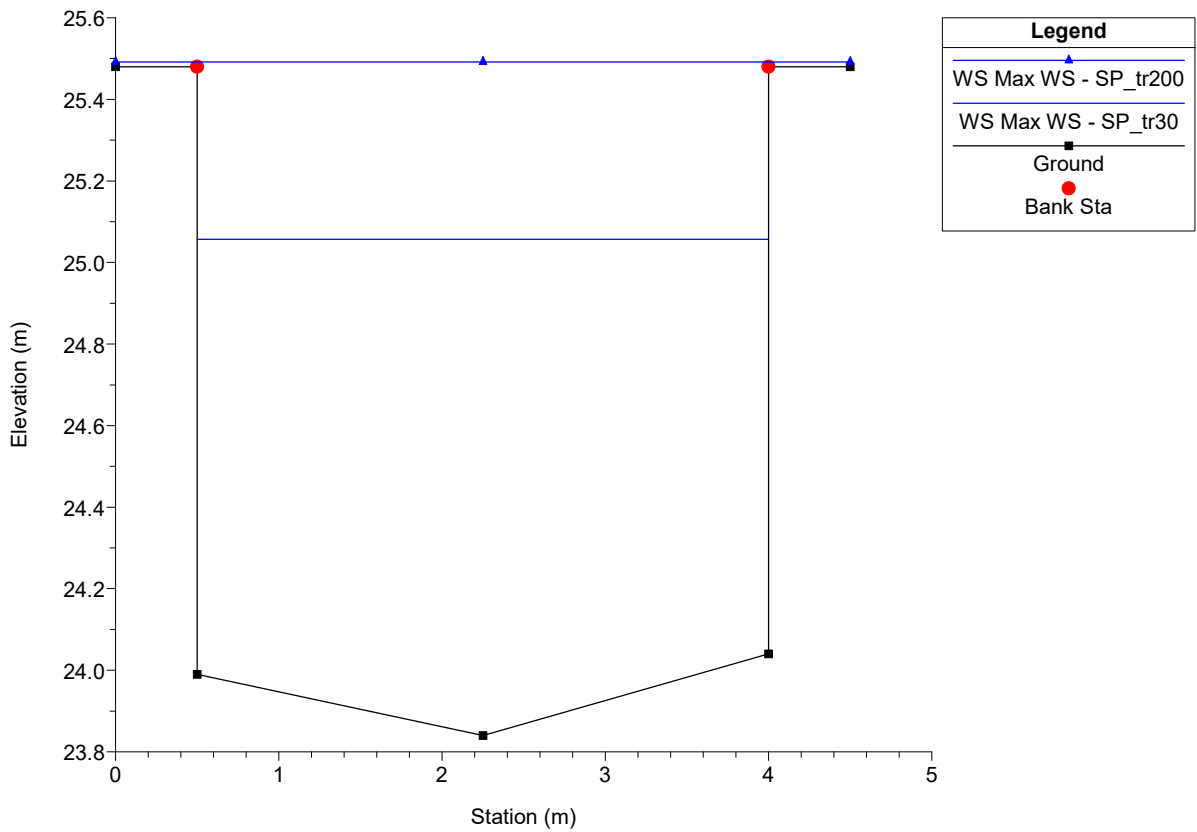
Massa Plan: 1) SP_tr30 2) SP_tr200
 River = Magliano Reach = magliano RS = 110 Culv



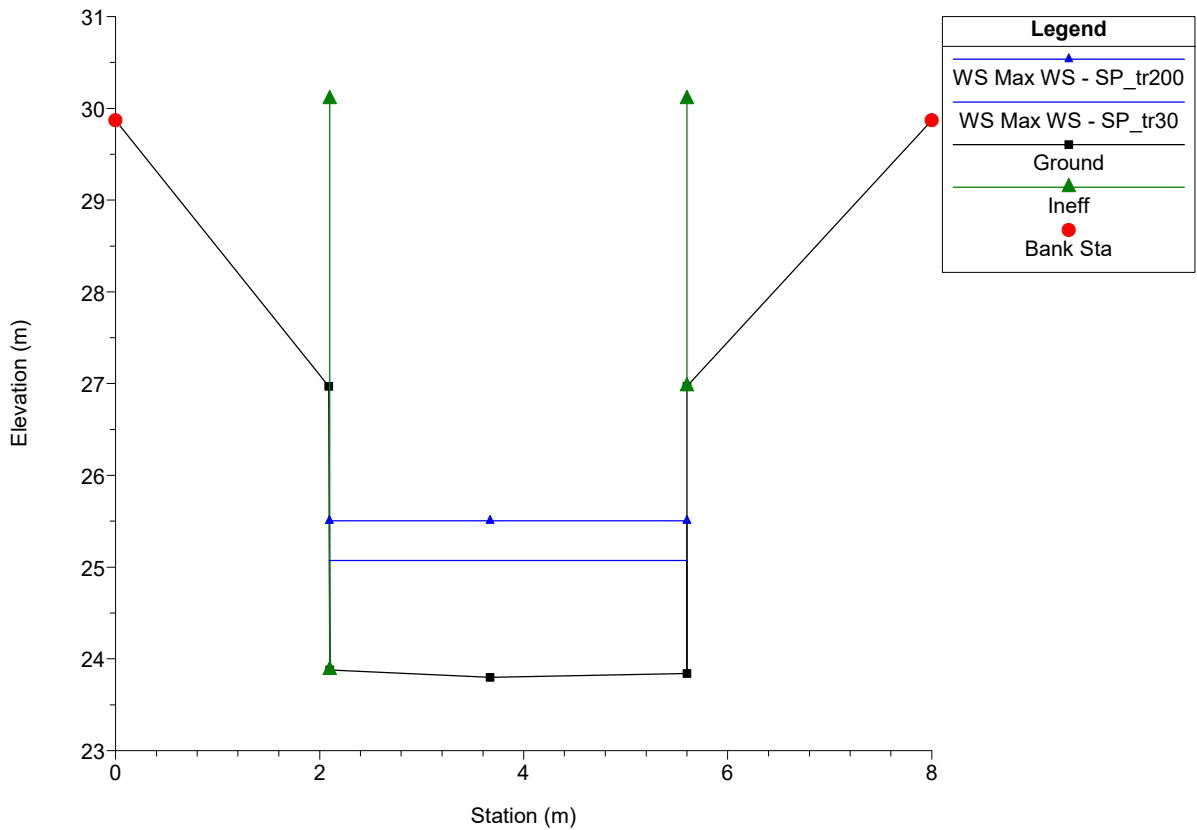
Massa Plan: 1) SP_tr30 2) SP_tr200
 River = Magliano Reach = magliano RS = 105



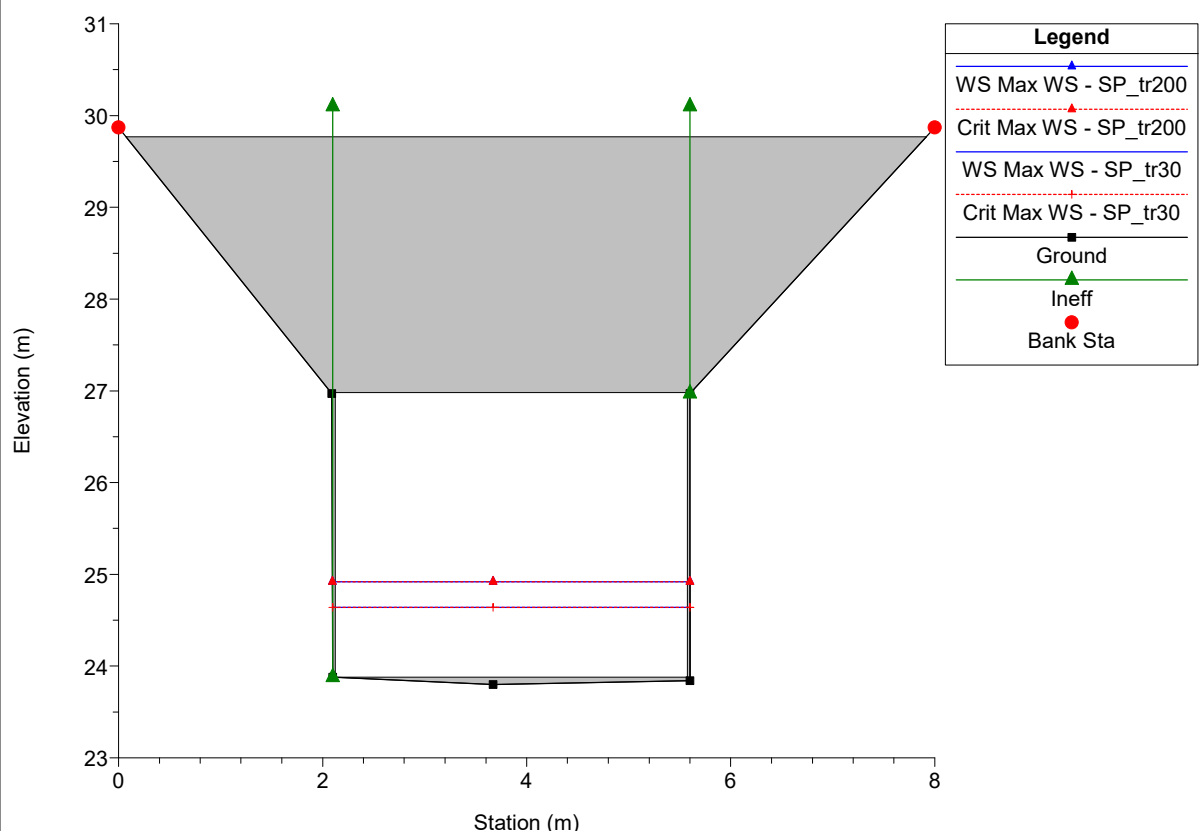
Massa Plan: 1) SP_tr30 2) SP_tr200
 River = Magliano Reach = magliano RS = 100



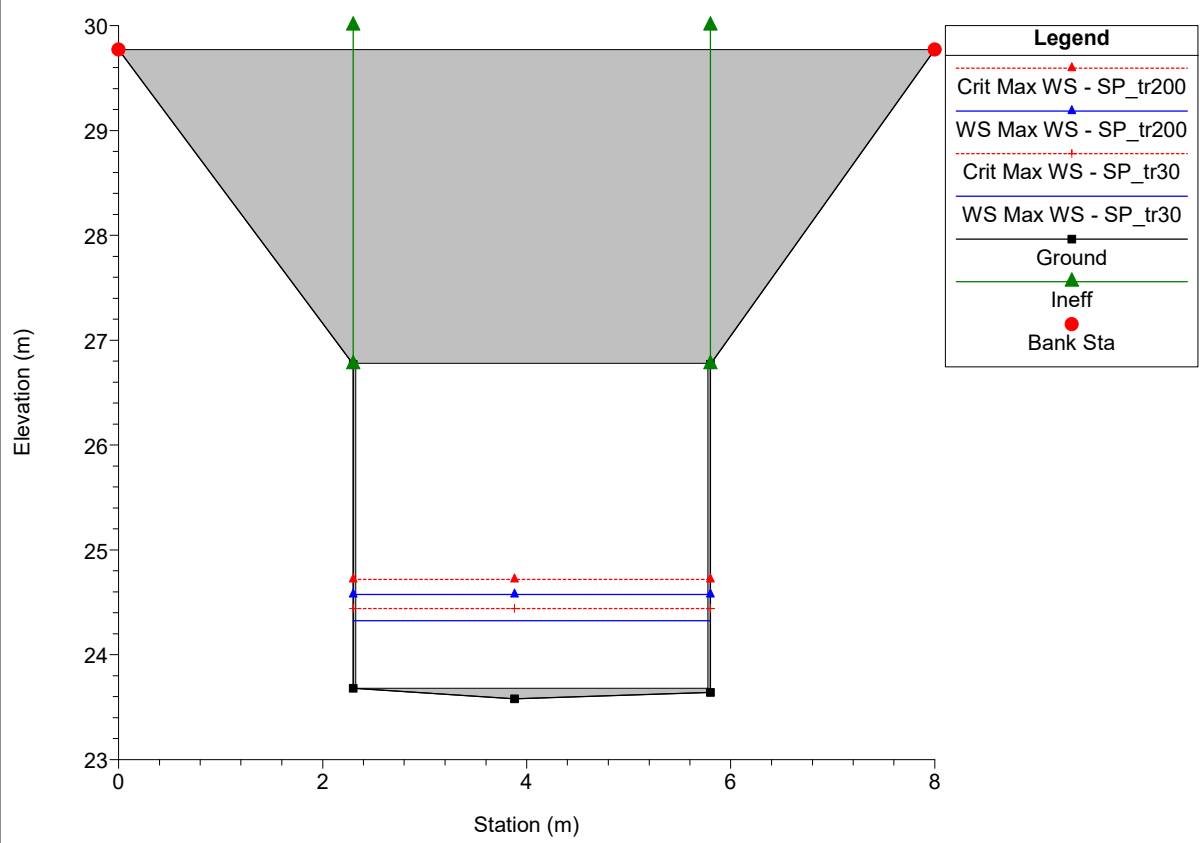
Massa Plan: 1) SP_tr30 2) SP_tr200
 River = Magliano Reach = magliano RS = 85

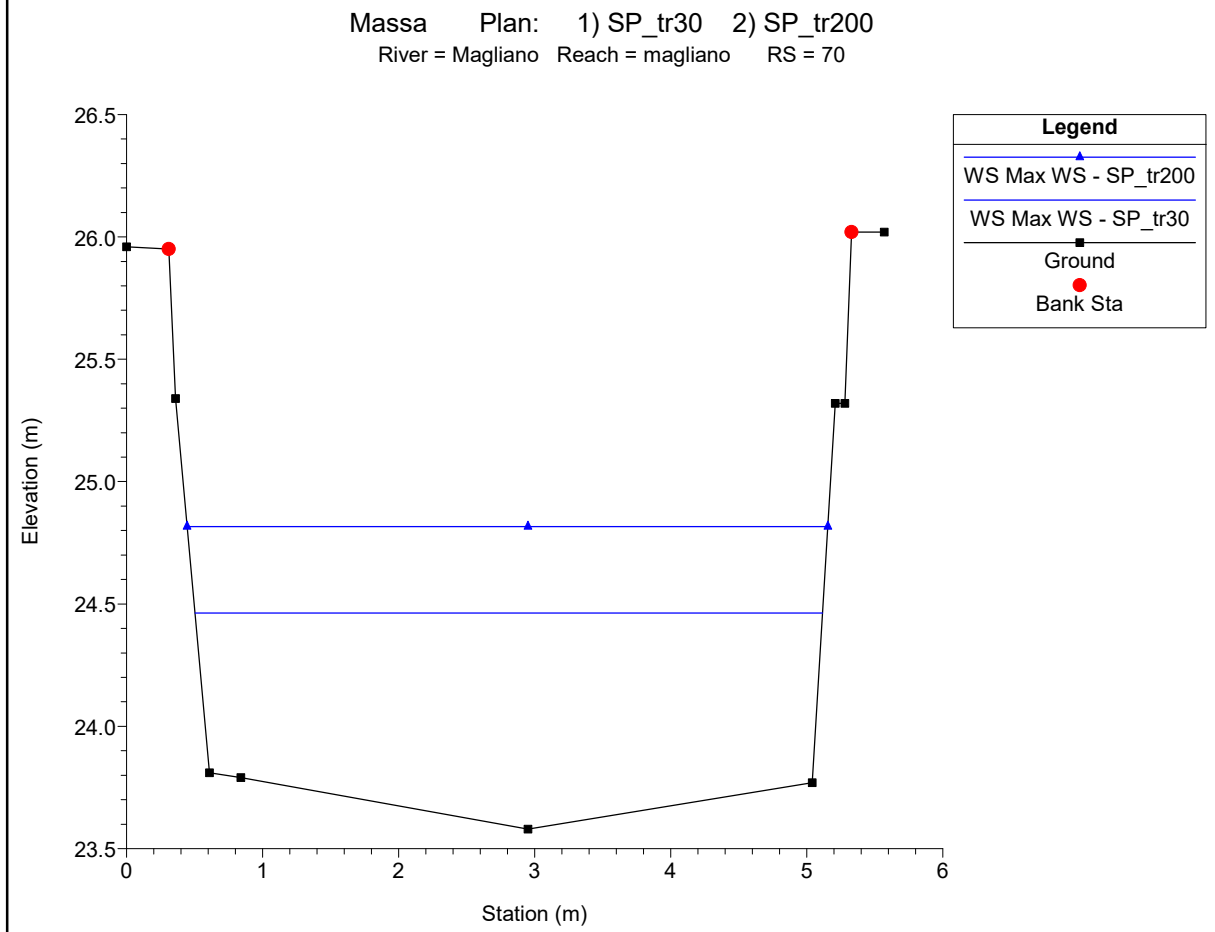
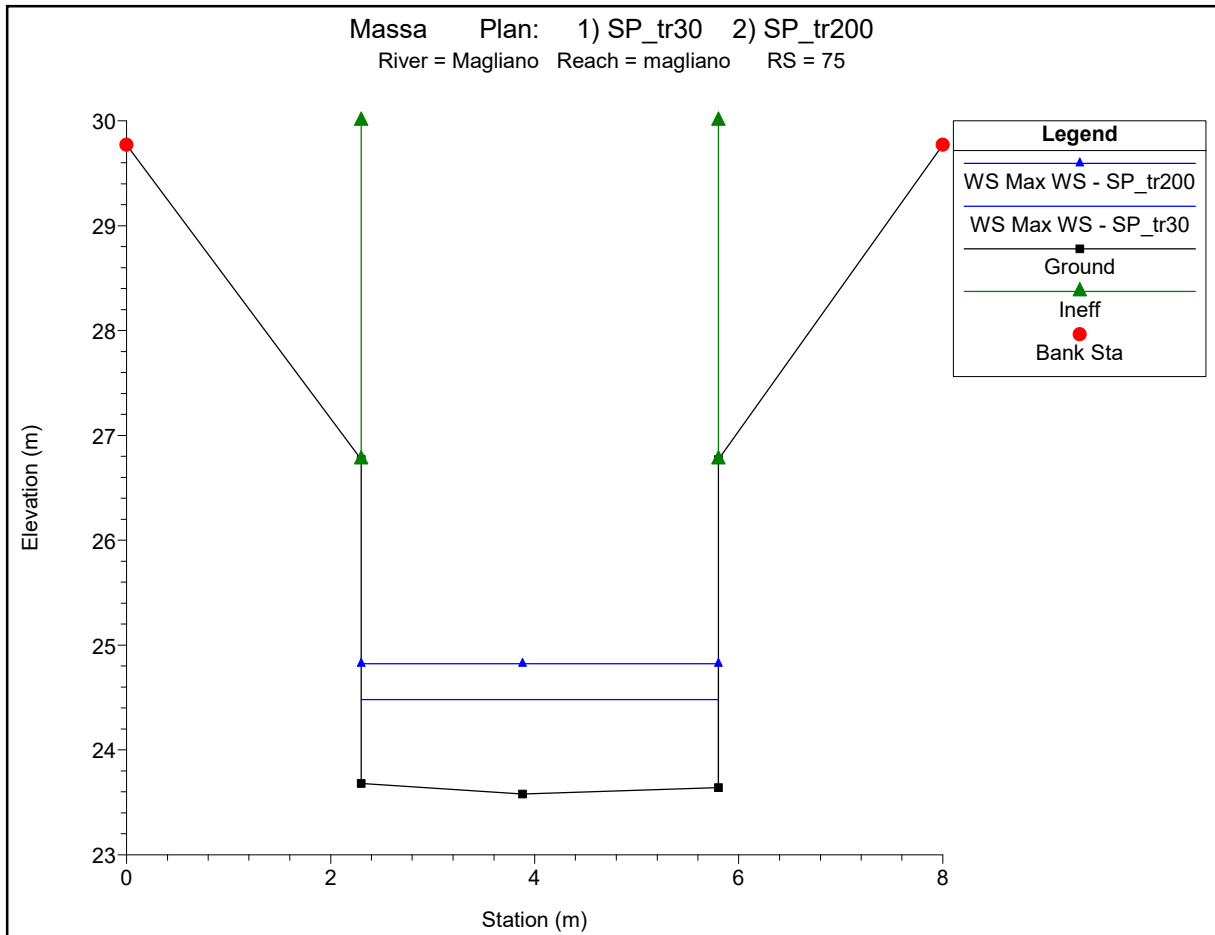


Massa Plan: 1) SP_tr30 2) SP_tr200
 River = Magliano Reach = magliano RS = 80 Culv

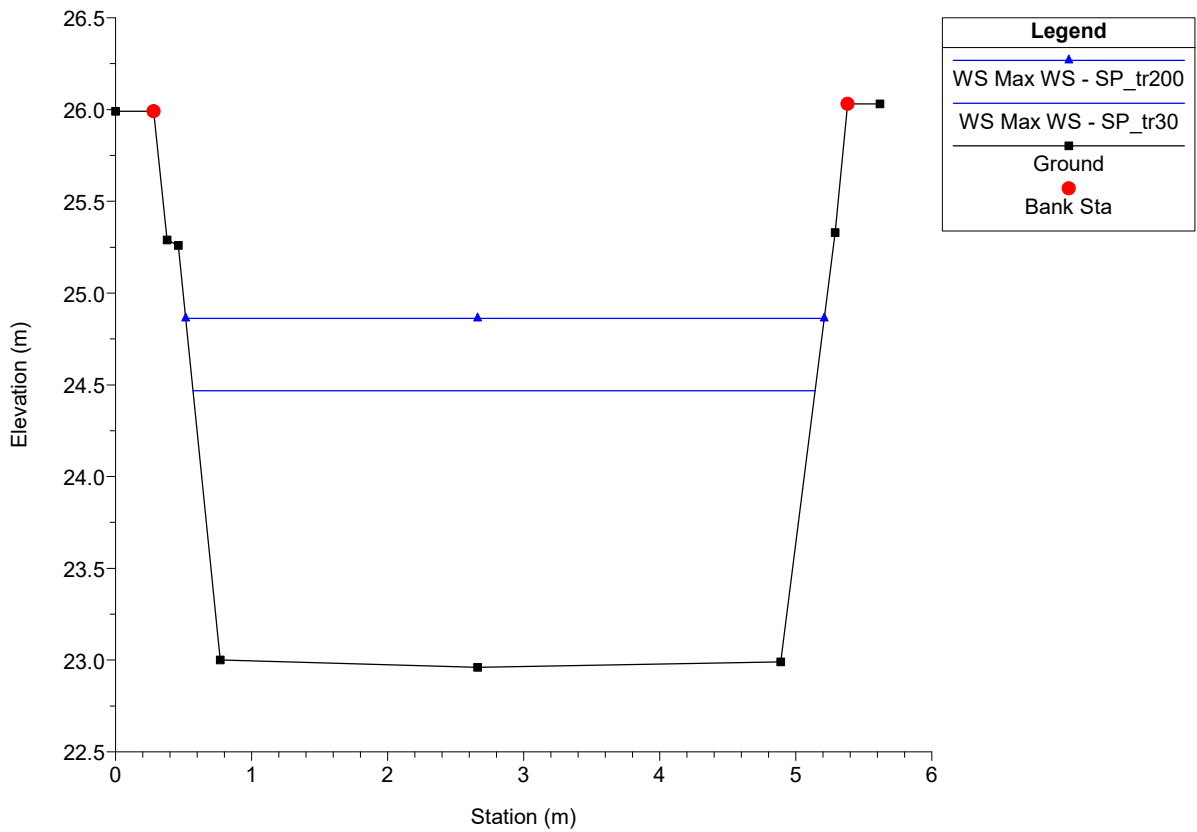


Massa Plan: 1) SP_tr30 2) SP_tr200
 River = Magliano Reach = magliano RS = 80 Culv

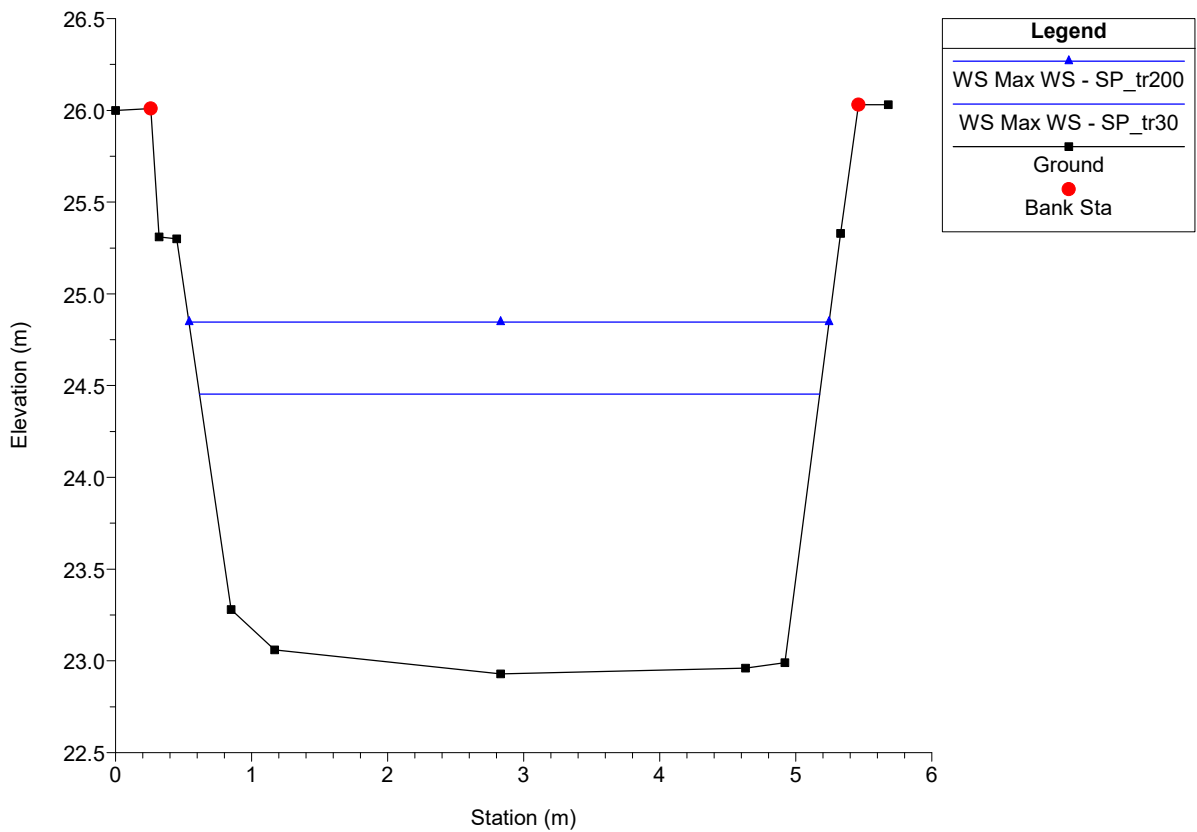




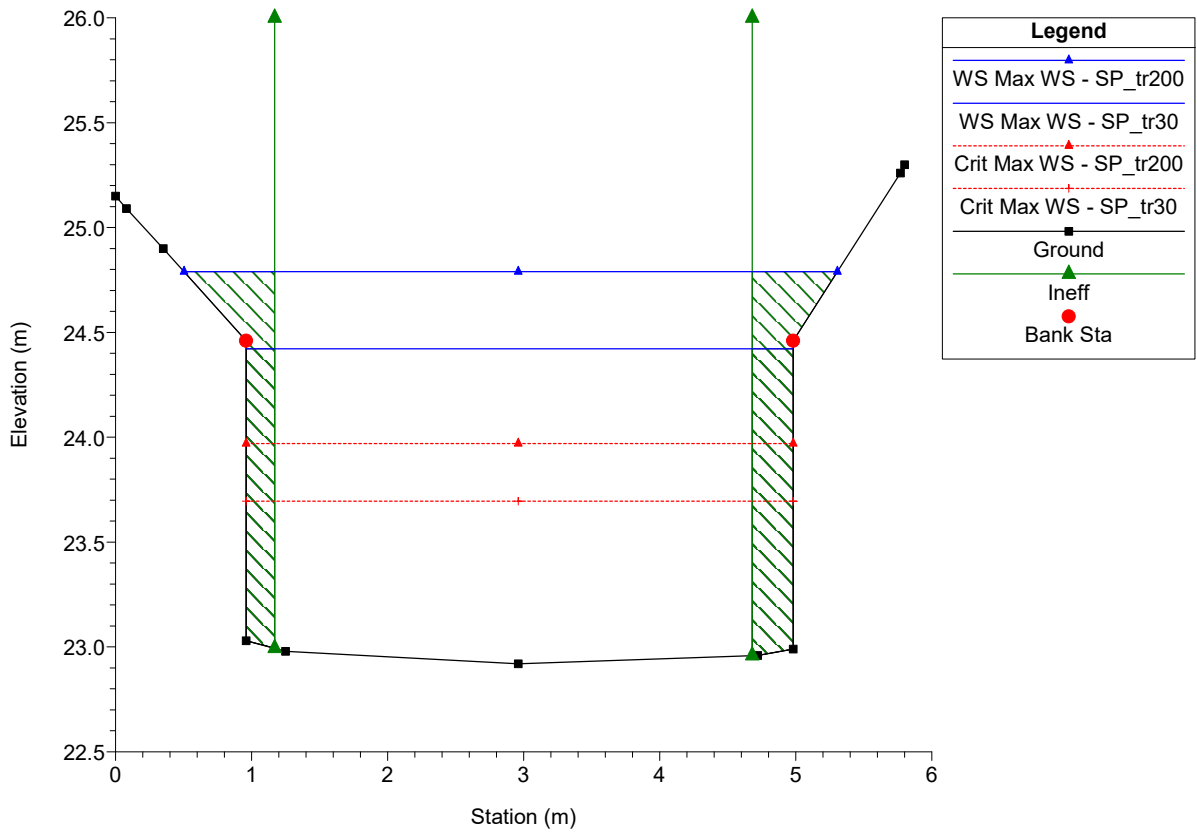
Massa Plan: 1) SP_tr30 2) SP_tr200
River = Magliano Reach = magliano RS = 60



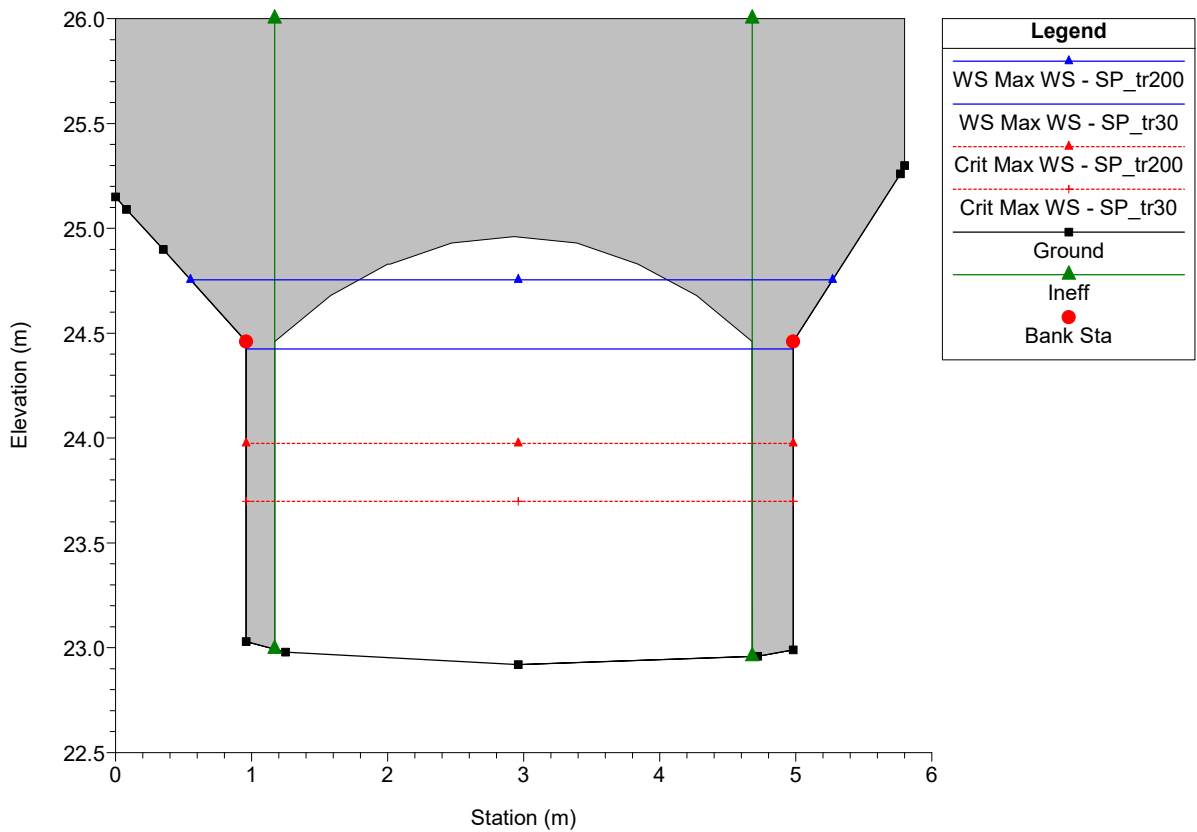
Massa Plan: 1) SP_tr30 2) SP_tr200
River = Magliano Reach = magliano RS = 50



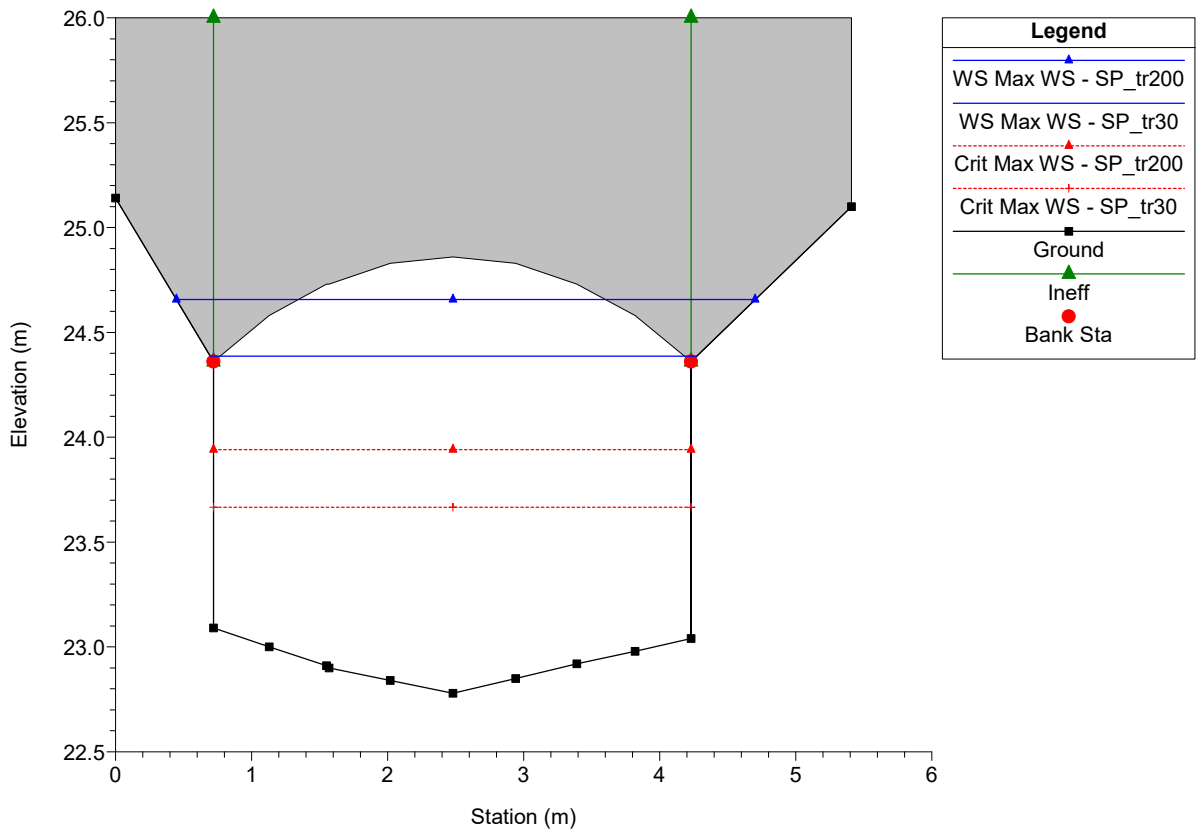
Massa Plan: 1) SP_tr30 2) SP_tr200
 River = Magliano Reach = magliano RS = 45



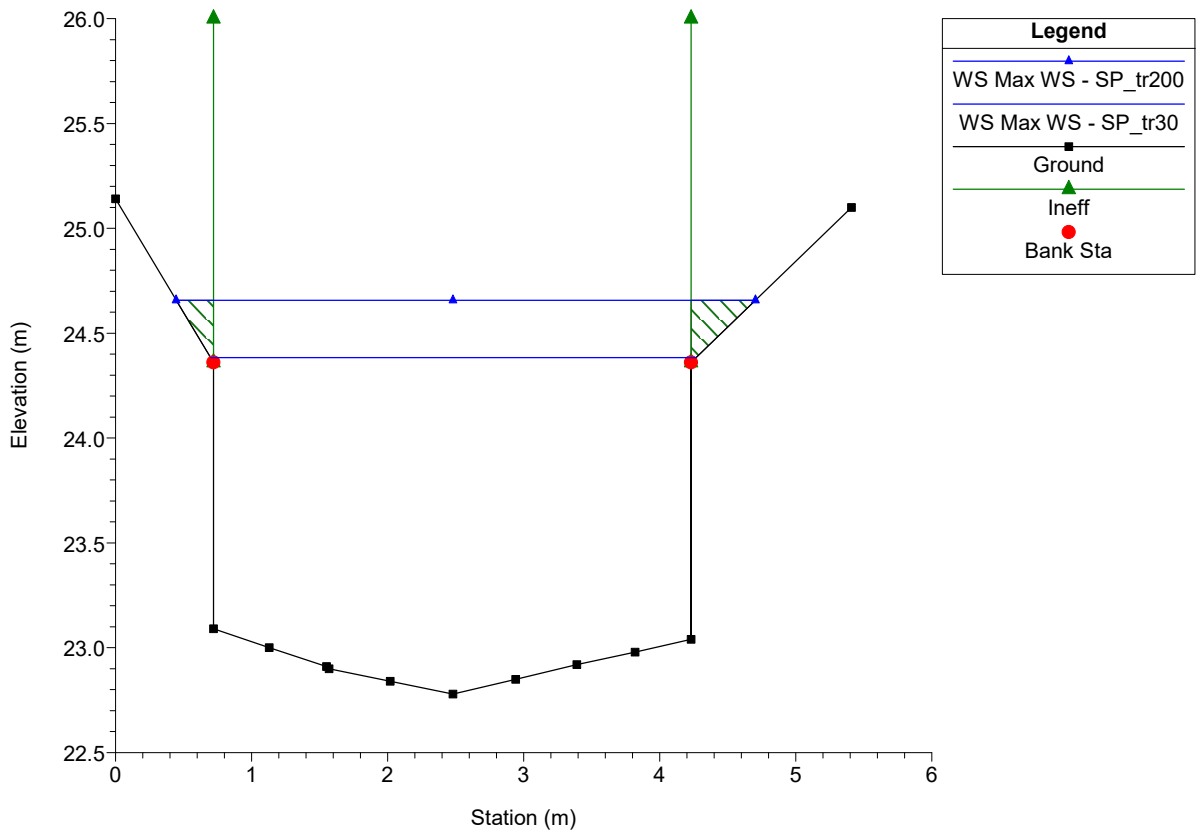
Massa Plan: 1) SP_tr30 2) SP_tr200
 River = Magliano Reach = magliano RS = 40 BR



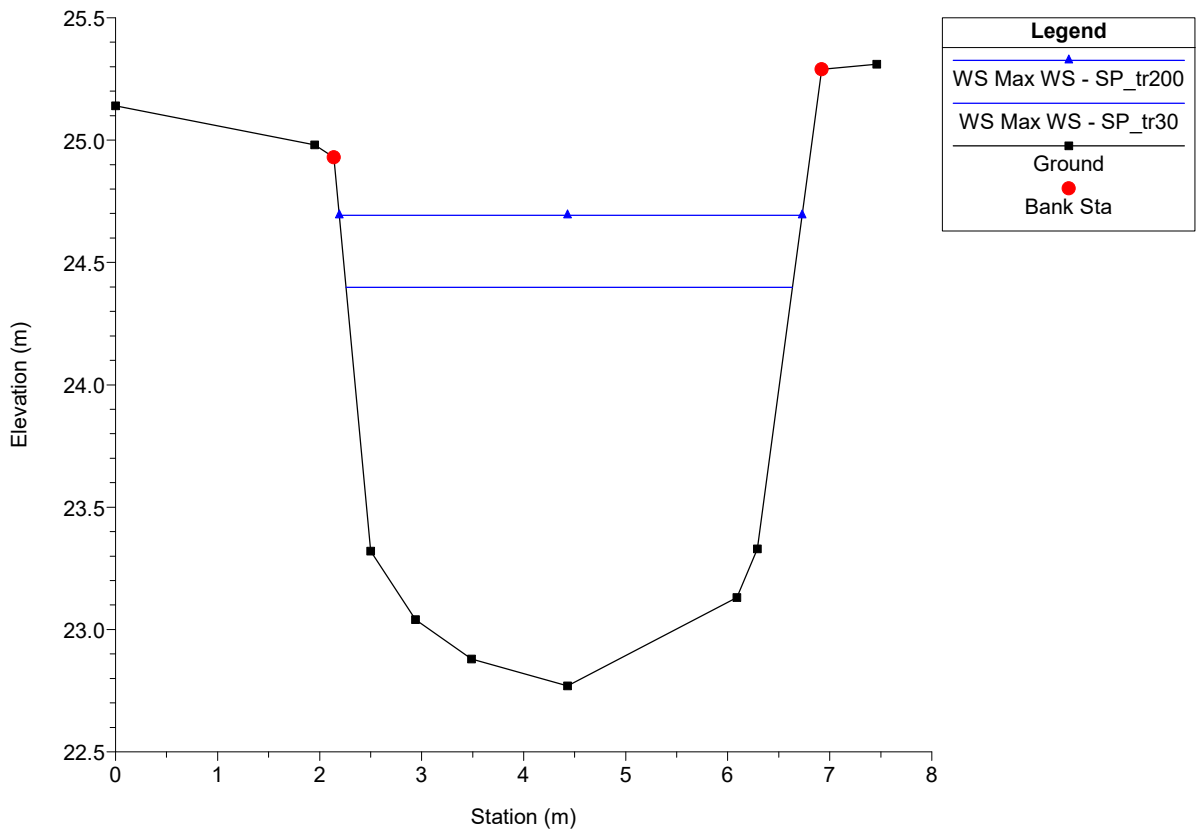
Massa Plan: 1) SP_tr30 2) SP_tr200
 River = Magliano Reach = magliano RS = 40 BR



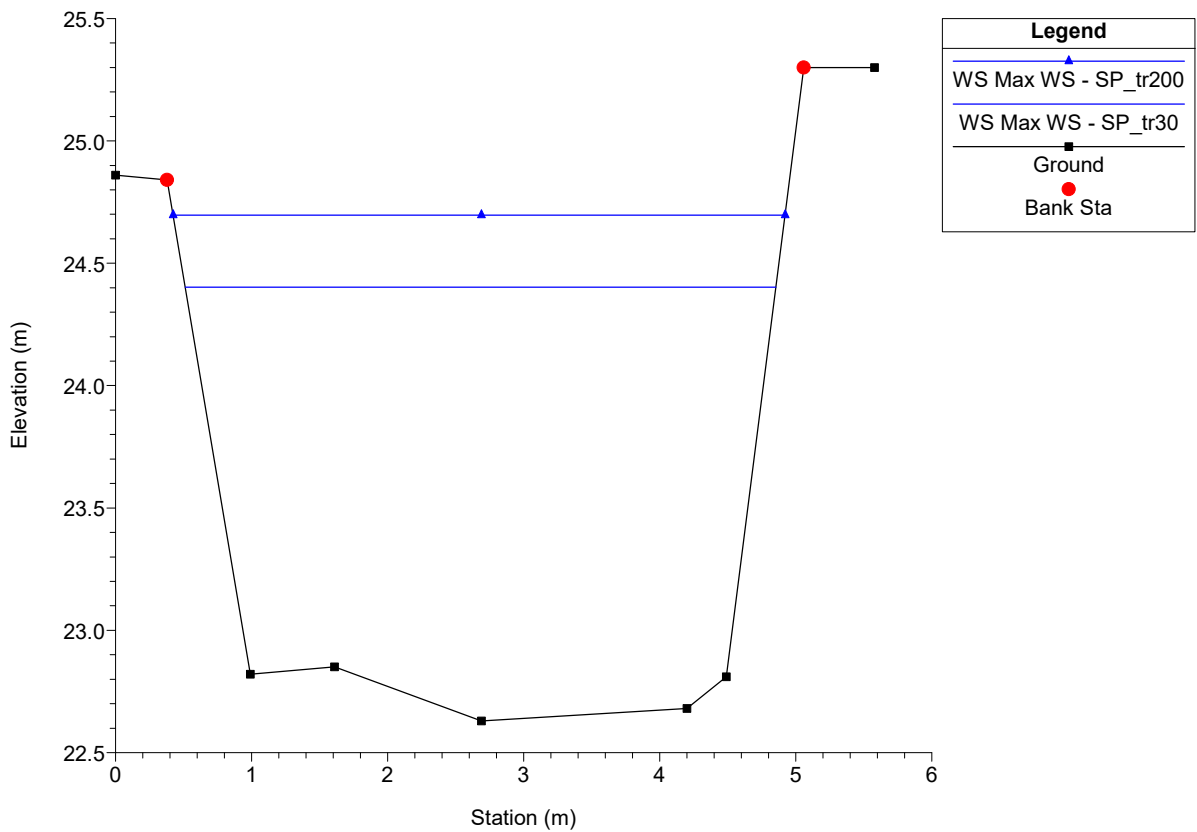
Massa Plan: 1) SP_tr30 2) SP_tr200
 River = Magliano Reach = magliano RS = 35



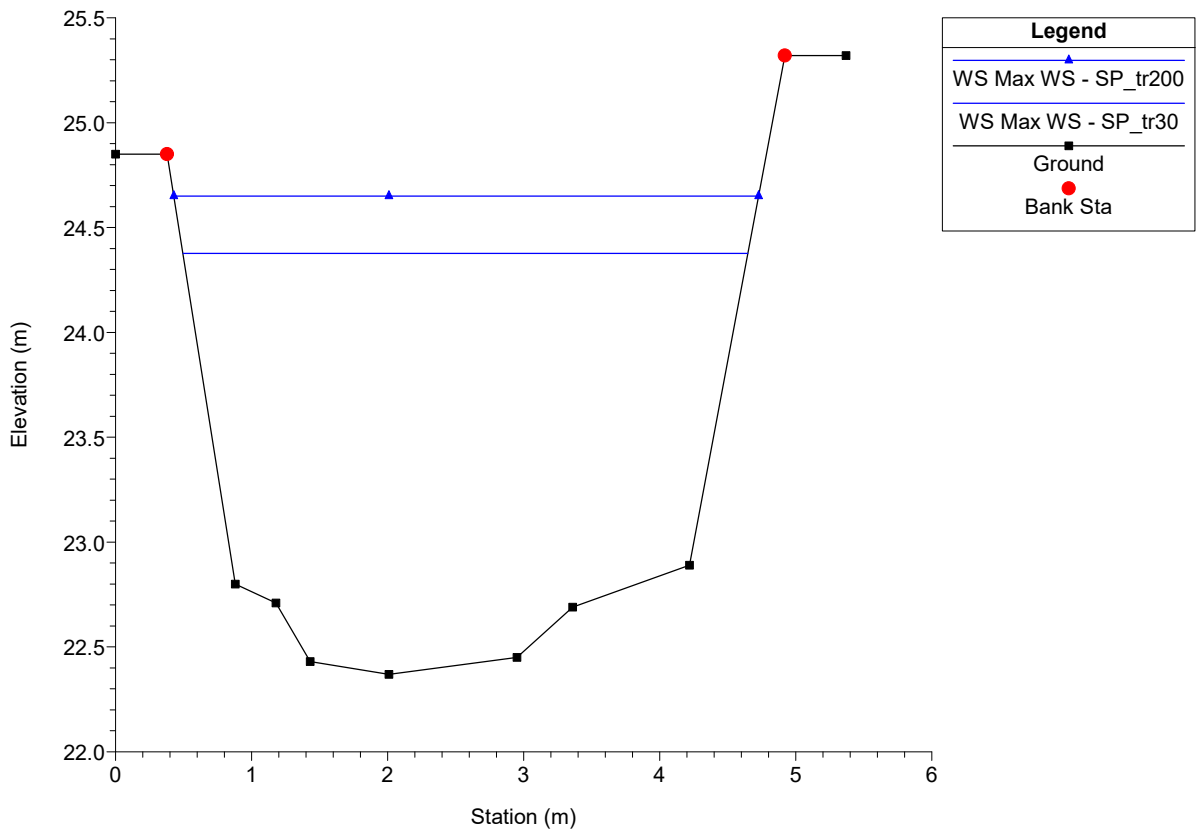
Massa Plan: 1) SP_tr30 2) SP_tr200
River = Magliano Reach = magliano RS = 30



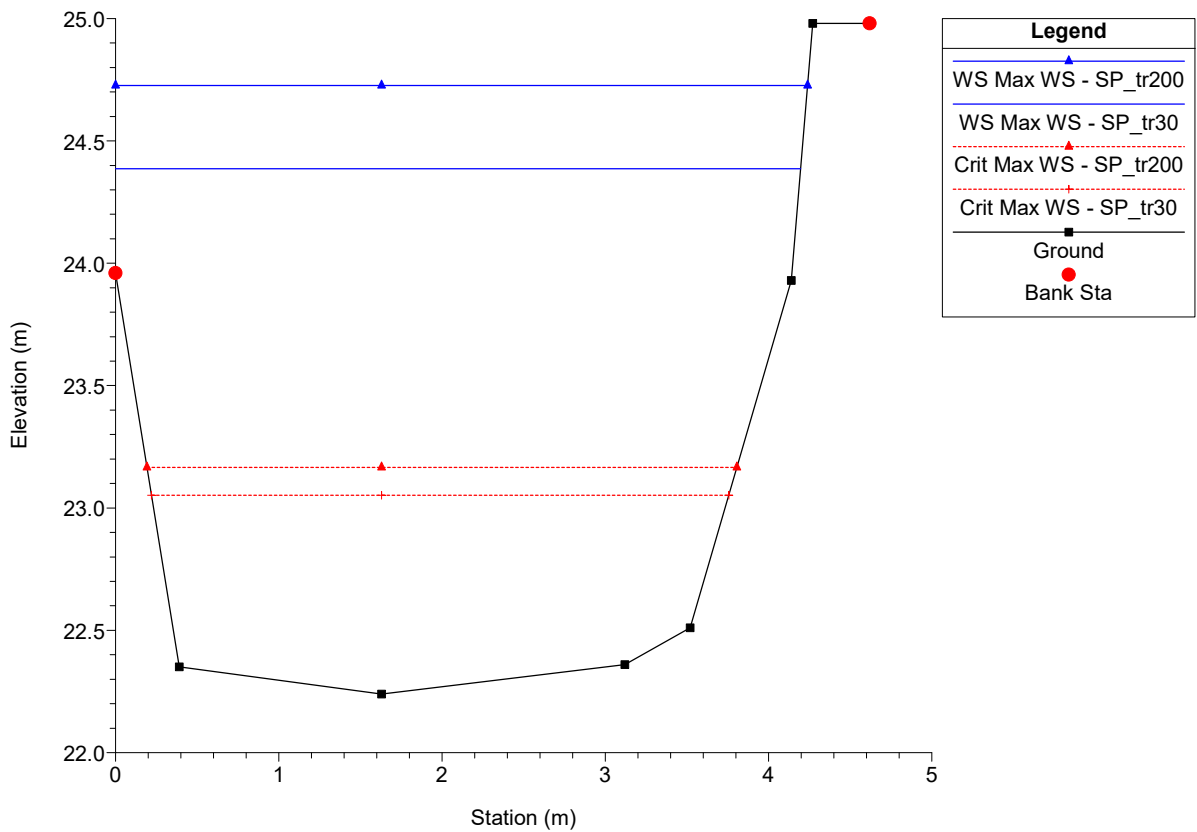
Massa Plan: 1) SP_tr30 2) SP_tr200
River = Magliano Reach = magliano RS = 20



Massa Plan: 1) SP_tr30 2) SP_tr200
 River = Magliano Reach = magliano RS = 10



Massa Plan: 1) SP_tr30 2) SP_tr200
 River = Magliano Reach = magliano RS = 1



HEC-RAS Profile: Max WS (Continued)

| River | Reach | River Sta | Profile | Plan | Q Total (m ³ /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 (m ²) | Top Width (m) | Froude # Chl |
|------------|------------|-----------|---------|----------|--------------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|---------------------|-------------------|--------------------------------|------------------|--------------|
| Canalmagro | Canalmagro | 298 | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| Canalmagro | Canalmagro | 296.67* | Max WS | SP_tr30 | 10.10 | 41.70 | 42.50 | 42.73 | 43.25 | 0.054844 | 3.84 | 2.63 | 4.49 | 1.60 |
| Canalmagro | Canalmagro | 296.67* | Max WS | SP_tr200 | 21.40 | 41.70 | 42.91 | 43.24 | 44.02 | 0.049510 | 4.66 | 4.59 | 5.08 | 1.57 |
| Canalmagro | Canalmagro | 293.33* | Max WS | SP_tr30 | 10.10 | 41.17 | 42.07 | 42.25 | 42.73 | 0.045046 | 3.81 | 2.80 | 4.46 | 1.45 |
| Canalmagro | Canalmagro | 293.33* | Max WS | SP_tr200 | 21.40 | 41.17 | 42.52 | 42.77 | 43.48 | 0.039171 | 4.34 | 4.94 | 4.92 | 1.38 |
| Canalmagro | Canalmagro | 290 | Max WS | SP_tr30 | 10.10 | 40.64 | 41.81 | | 42.13 | 0.015836 | 2.54 | 3.98 | 4.49 | 0.86 |
| Canalmagro | Canalmagro | 290 | Max WS | SP_tr200 | 21.40 | 40.64 | 42.26 | 42.26 | 42.89 | 0.021239 | 3.50 | 6.11 | 4.84 | 1.00 |
| Canalmagro | Canalmagro | 286.67* | Max WS | SP_tr30 | 10.10 | 40.50 | 41.67 | | 41.93 | 0.013484 | 2.27 | 4.44 | 5.51 | 0.81 |
| Canalmagro | Canalmagro | 286.67* | Max WS | SP_tr200 | 21.40 | 40.50 | 42.08 | 42.03 | 42.57 | 0.017563 | 3.12 | 6.85 | 6.19 | 0.95 |
| Canalmagro | Canalmagro | 283.33* | Max WS | SP_tr30 | 10.10 | 40.37 | 41.55 | | 41.76 | 0.011397 | 2.07 | 4.88 | 5.98 | 0.73 |
| Canalmagro | Canalmagro | 283.33* | Max WS | SP_tr200 | 21.40 | 40.37 | 41.91 | | 42.35 | 0.017119 | 2.94 | 7.28 | 7.15 | 0.93 |
| Canalmagro | Canalmagro | 280 | Max WS | SP_tr30 | 10.10 | 40.23 | 40.71 | 41.07 | 42.07 | 0.162781 | 5.16 | 1.96 | 4.80 | 2.58 |
| Canalmagro | Canalmagro | 280 | Max WS | SP_tr200 | 21.40 | 40.23 | 40.93 | 41.63 | 43.44 | 0.186252 | 7.02 | 3.05 | 4.94 | 2.85 |
| Canalmagro | Canalmagro | 275.00* | Max WS | SP_tr30 | 10.10 | 39.26 | 39.77 | 40.16 | 41.33 | 0.186921 | 5.55 | 1.82 | 4.60 | 2.81 |
| Canalmagro | Canalmagro | 275.00* | Max WS | SP_tr200 | 21.40 | 39.26 | 40.11 | 40.65 | 42.04 | 0.121443 | 6.15 | 3.48 | 5.15 | 2.39 |
| Canalmagro | Canalmagro | 270 | Max WS | SP_tr30 | 10.10 | 38.30 | 39.20 | 39.21 | 39.59 | 0.022605 | 2.76 | 3.66 | 4.99 | 1.03 |
| Canalmagro | Canalmagro | 270 | Max WS | SP_tr200 | 21.40 | 38.30 | 39.73 | 39.72 | 40.29 | 0.019949 | 3.32 | 6.45 | 5.65 | 0.99 |
| Canalmagro | Canalmagro | 267.50* | Max WS | SP_tr30 | 10.10 | 38.06 | 39.03 | 39.02 | 39.41 | 0.020748 | 2.72 | 3.71 | 4.77 | 0.99 |
| Canalmagro | Canalmagro | 267.50* | Max WS | SP_tr200 | 21.40 | 38.06 | 39.57 | 39.55 | 40.12 | 0.019527 | 3.29 | 6.50 | 5.71 | 0.99 |
| Canalmagro | Canalmagro | 265.00* | Max WS | SP_tr30 | 10.10 | 37.82 | 38.88 | | 39.22 | 0.018300 | 2.61 | 3.87 | 4.89 | 0.94 |
| Canalmagro | Canalmagro | 265.00* | Max WS | SP_tr200 | 21.40 | 37.82 | 39.43 | 39.37 | 39.90 | 0.017042 | 3.05 | 7.03 | 6.64 | 0.95 |
| Canalmagro | Canalmagro | 262.50* | Max WS | SP_tr30 | 10.10 | 37.58 | 38.76 | | 38.99 | 0.011399 | 2.11 | 4.78 | 6.12 | 0.76 |
| Canalmagro | Canalmagro | 262.50* | Max WS | SP_tr200 | 21.40 | 37.58 | 39.32 | | 39.65 | 0.010680 | 2.55 | 8.39 | 7.30 | 0.76 |
| Canalmagro | Canalmagro | 260 | Max WS | SP_tr30 | 10.10 | 37.34 | 38.72 | 38.24 | 38.83 | 0.004953 | 1.47 | 6.87 | 8.15 | 0.51 |
| Canalmagro | Canalmagro | 260 | Max WS | SP_tr200 | 21.40 | 37.34 | 39.29 | 38.75 | 39.45 | 0.003766 | 1.80 | 13.04 | 12.41 | 0.48 |
| Canalmagro | Canalmagro | 255 | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| Canalmagro | Canalmagro | 250 | Max WS | SP_tr30 | 10.10 | 35.73 | 36.79 | | 36.97 | 0.008245 | 1.88 | 5.37 | 5.13 | 0.59 |
| Canalmagro | Canalmagro | 250 | Max WS | SP_tr200 | 21.40 | 35.73 | 37.51 | | 37.79 | 0.008218 | 2.36 | 9.08 | 5.22 | 0.57 |
| Canalmagro | Canalmagro | 248 | Max WS | SP_tr30 | 10.10 | 35.73 | 36.77 | 36.47 | 36.96 | 0.005768 | 1.95 | 5.19 | 5.13 | 0.61 |
| Canalmagro | Canalmagro | 248 | Max WS | SP_tr200 | 21.40 | 35.73 | 37.48 | 36.96 | 37.78 | 0.004550 | 2.45 | 8.74 | 5.22 | 0.59 |
| Canalmagro | Canalmagro | 245 | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| Canalmagro | Canalmagro | 242 | Max WS | SP_tr30 | 10.10 | 35.10 | 35.97 | | 36.23 | 0.009665 | 2.24 | 4.50 | 5.25 | 0.77 |
| Canalmagro | Canalmagro | 242 | Max WS | SP_tr200 | 21.40 | 35.10 | 36.58 | | 36.98 | 0.007442 | 2.80 | 7.64 | 5.32 | 0.74 |
| Canalmagro | Canalmagro | 240 | Max WS | SP_tr30 | 10.10 | 35.08 | 35.95 | | 36.20 | 0.014001 | 2.23 | 4.52 | 5.25 | 0.77 |
| Canalmagro | Canalmagro | 240 | Max WS | SP_tr200 | 21.40 | 35.08 | 36.56 | | 36.95 | 0.012870 | 2.75 | 7.77 | 5.32 | 0.73 |
| Canalmagro | Canalmagro | 230 | Max WS | SP_tr30 | 10.10 | 34.48 | 35.88 | 35.35 | 36.00 | 0.004438 | 1.56 | 6.54 | 6.45 | 0.46 |
| Canalmagro | Canalmagro | 230 | Max WS | SP_tr200 | 21.40 | 34.48 | 36.54 | 35.87 | 36.73 | 0.003957 | 1.99 | 12.10 | 9.82 | 0.47 |
| Canalmagro | Canalmagro | 220 | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| Canalmagro | Canalmagro | 210 | Max WS | SP_tr30 | 10.10 | 30.76 | 31.99 | 32.14 | 32.58 | 0.041519 | 3.42 | 2.95 | 4.39 | 1.33 |
| Canalmagro | Canalmagro | 210 | Max WS | SP_tr200 | 21.40 | 30.76 | 32.40 | 32.67 | 33.36 | 0.044055 | 4.33 | 4.94 | 5.26 | 1.43 |
| Canalmagro | Canalmagro | 208.33* | Max WS | SP_tr30 | 10.10 | 30.37 | 31.59 | 31.77 | 32.21 | 0.044700 | 3.50 | 2.89 | 4.53 | 1.40 |
| Canalmagro | Canalmagro | 208.33* | Max WS | SP_tr200 | 21.40 | 30.37 | 31.99 | 32.25 | 32.93 | 0.045770 | 4.31 | 4.96 | 5.73 | 1.48 |
| Canalmagro | Canalmagro | 206.67* | Max WS | SP_tr30 | 10.10 | 29.97 | 31.16 | 31.36 | 31.82 | 0.048307 | 3.59 | 2.81 | 4.56 | 1.46 |
| Canalmagro | Canalmagro | 206.67* | Max WS | SP_tr200 | 21.40 | 29.97 | 31.55 | 31.83 | 32.51 | 0.048360 | 4.33 | 4.94 | 6.05 | 1.53 |
| Canalmagro | Canalmagro | 205.00* | Max WS | SP_tr30 | 10.10 | 29.58 | 30.71 | 30.92 | 31.38 | 0.049621 | 3.63 | 2.78 | 4.56 | 1.48 |
| Canalmagro | Canalmagro | 205.00* | Max WS | SP_tr200 | 21.40 | 29.58 | 31.10 | 31.39 | 32.08 | 0.050465 | 4.40 | 4.86 | 5.97 | 1.56 |
| Canalmagro | Canalmagro | 203.33* | Max WS | SP_tr30 | 10.10 | 29.18 | 30.22 | 30.43 | 30.93 | 0.055214 | 3.72 | 2.71 | 4.68 | 1.56 |
| Canalmagro | Canalmagro | 203.33* | Max WS | SP_tr200 | 21.40 | 29.18 | 30.62 | 30.94 | 31.66 | 0.053181 | 4.52 | 4.74 | 5.75 | 1.59 |
| Canalmagro | Canalmagro | 201.67* | Max WS | SP_tr30 | 10.10 | 28.79 | 29.72 | 29.92 | 30.43 | 0.053474 | 3.72 | 2.72 | 4.62 | 1.55 |
| Canalmagro | Canalmagro | 201.67* | Max WS | SP_tr200 | 21.40 | 28.79 | 30.14 | 30.47 | 31.17 | 0.049199 | 4.48 | 4.78 | 5.38 | 1.52 |
| Canalmagro | Canalmagro | 200 | Max WS | SP_tr30 | 10.10 | 28.39 | 29.34 | 29.42 | 29.81 | 0.029379 | 3.02 | 3.34 | 4.86 | 1.16 |
| Canalmagro | Canalmagro | 200 | Max WS | SP_tr200 | 21.40 | 28.39 | 29.77 | 29.96 | 30.55 | 0.031624 | 3.91 | 5.47 | 5.18 | 1.21 |
| Canalmagro | Canalmagro | 198.00* | Max WS | SP_tr30 | 10.10 | 28.09 | 29.09 | 29.18 | 29.57 | 0.030318 | 3.06 | 3.30 | 4.84 | 1.18 |
| Canalmagro | Canalmagro | 198.00* | Max WS | SP_tr200 | 21.40 | 28.09 | 29.48 | 29.69 | 30.28 | 0.038290 | 3.96 | 5.41 | 6.25 | 1.36 |
| Canalmagro | Canalmagro | 196.00* | Max WS | SP_tr30 | 10.10 | 27.78 | 28.81 | 28.95 | 29.33 | 0.039786 | 3.19 | 3.16 | 5.51 | 1.35 |
| Canalmagro | Canalmagro | 196.00* | Max WS | SP_tr200 | 21.40 | 27.78 | 29.15 | 29.38 | 29.97 | 0.042529 | 4.00 | 5.35 | 6.88 | 1.45 |
| Canalmagro | Canalmagro | 194.00* | Max WS | SP_tr30 | 10.10 | 27.48 | 28.43 | 28.61 | 29.03 | 0.051064 | 3.42 | 2.95 | 5.64 | 1.51 |
| Canalmagro | Canalmagro | 194.00* | Max WS | SP_tr200 | 21.40 | 27.48 | 28.79 | 29.04 | 29.64 | 0.046125 | 4.08 | 5.25 | 7.08 | 1.51 |
| Canalmagro | Canalmagro | 192.00* | Max WS | SP_tr30 | 10.10 | 27.17 | 28.01 | 28.19 | 28.63 | 0.051569 | 3.48 | 2.90 | 5.45 | 1.52 |
| Canalmagro | Canalmagro | 192.00* | Max WS | SP_tr200 | 21.40 | 27.17 | 28.43 | 28.67 | 29.25 | 0.041747 | 4.01 | 5.34 | 6.75 | 1.44 |
| Canalmagro | Canalmagro | 190 | Max WS | SP_tr30 | 10.10 | 26.87 | 27.67 | 27.76 | 28.12 | 0.030909 | 2.94 | 3.43 | 5.59 | 1.20 |
| Canalmagro | Canalmagro | 190 | Max WS | SP_tr200 | 21.40 | 26.87 | 28.16 | 28.23 | 28.72 | 0.023936 | 3.33 | 6.43 | 6.95 | 1.10 |
| Canalmagro | Canalmagro | 188.89 | Max WS | SP_tr30 | 10.10 | 26.67 | 27.55 | 27.58 | 27.93 | 0.023911 | 2.73 | 3.70 | 5.55 | 1.07 |
| Canalmagro | Canalmagro | 188.89 | Max WS | SP_tr200 | 21.40 | 26.67 | 28.06 | 28.06 | 28.54 | 0.019755 | 3.10 | 6.91 | 7.28 | 1.02 |
| Canalmagro | Canalmagro | 187.78 | Max WS | SP_tr30 | 10.10 | 26.46 | 27.48 | 27.40 | 27.76 | 0.003782 | 2.34 | 4.32 | 5.76 | 0.86 |
| Canalmagro | Canalmagro | 187.78 | Max WS | SP_tr200 | 21.40 | 26.46 | 28.00 | 27.90 | 28.39 | 0.003593 | 2.76 | 7.76 | 7.72 | 0.88 |
| Canalmagro | Canalmagro | 185 | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| Canalmagro | Canalmagro | 183.33 | Max WS | SP_tr30 | 10.10 | 25.65 | 26.50 | 26.69 | 27.16 | 0.012102 | 3.61 | 2.80 | 4.75 | 1.50 |
| Canalmagro | Canalmagro | 183.33 | Max WS | SP_tr200 | 21.40 | 25.65 | 26.96 | 27.21 | 27.82 | 0.009685 | 4.12 | 5.19 | 5.93 | 1.41 |

HEC-RAS Profile: Max WS (Continued)

| River | Reach | River Sta | Profile | Plan | 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 |
|------------|------------|-----------|---------|----------|-------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|---------------------|-------------------|-------------------|------------------|--------------|
| Canalmagro | Canalmagro | 182.22 | Max WS | SP_tr30 | 10.10 | 25.45 | 26.39 | 26.52 | 26.93 | 0.035521 | 3.27 | 3.09 | 4.74 | 1.29 |
| Canalmagro | Canalmagro | 182.22 | Max WS | SP_tr200 | 21.40 | 25.45 | 26.86 | 27.04 | 27.60 | 0.031674 | 3.81 | 5.62 | 6.20 | 1.28 |
| Canalmagro | Canalmagro | 181.11 | Max WS | SP_tr30 | 10.10 | 25.24 | 26.23 | 26.35 | 26.76 | 0.033221 | 3.21 | 3.14 | 4.62 | 1.24 |
| Canalmagro | Canalmagro | 181.11 | Max WS | SP_tr200 | 21.40 | 25.24 | 26.72 | 26.87 | 27.42 | 0.029717 | 3.71 | 5.76 | 6.25 | 1.23 |
| Canalmagro | Canalmagro | 180 | Max WS | SP_tr30 | 10.10 | 25.04 | 26.08 | 26.18 | 26.58 | 0.029797 | 3.11 | 3.25 | 4.53 | 1.17 |
| Canalmagro | Canalmagro | 180 | Max WS | SP_tr200 | 21.40 | 25.04 | 26.58 | 26.71 | 27.24 | 0.027251 | 3.59 | 5.97 | 6.33 | 1.18 |
| Canalmagro | Canalmagro | 178.00* | Max WS | SP_tr30 | 10.10 | 24.77 | 25.84 | 25.94 | 26.34 | 0.030845 | 3.14 | 3.21 | 4.59 | 1.20 |
| Canalmagro | Canalmagro | 178.00* | Max WS | SP_tr200 | 21.40 | 24.77 | 26.37 | 26.62 | 26.99 | 0.024885 | 3.48 | 6.15 | 6.41 | 1.13 |
| Canalmagro | Canalmagro | 176.00* | Max WS | SP_tr30 | 10.10 | 24.51 | 25.59 | 25.69 | 26.10 | 0.031528 | 3.17 | 3.19 | 4.61 | 1.22 |
| Canalmagro | Canalmagro | 176.00* | Max WS | SP_tr200 | 21.40 | 24.51 | 26.10 | 26.28 | 26.72 | 0.042339 | 3.48 | 6.15 | 10.08 | 1.42 |
| Canalmagro | Canalmagro | 174.00* | Max WS | SP_tr30 | 10.10 | 24.24 | 25.33 | 25.45 | 25.85 | 0.031581 | 3.17 | 3.19 | 4.63 | 1.22 |
| Canalmagro | Canalmagro | 174.00* | Max WS | SP_tr200 | 21.40 | 24.24 | 25.76 | 25.94 | 26.40 | 0.042890 | 3.54 | 6.04 | 9.77 | 1.44 |
| Canalmagro | Canalmagro | 172.00* | Max WS | SP_tr30 | 10.10 | 23.98 | 25.08 | 25.25 | 25.58 | 0.030719 | 3.12 | 3.23 | 4.71 | 1.20 |
| Canalmagro | Canalmagro | 172.00* | Max WS | SP_tr200 | 21.40 | 23.98 | 25.42 | 25.61 | 26.10 | 0.041015 | 3.64 | 5.88 | 8.78 | 1.42 |
| Canalmagro | Canalmagro | 170 | Max WS | SP_tr30 | 10.10 | 23.71 | 24.80 | 24.91 | 25.23 | 0.040338 | 2.93 | 3.45 | 7.08 | 1.34 |
| Canalmagro | Canalmagro | 170 | Max WS | SP_tr200 | 21.40 | 23.71 | 25.10 | 25.29 | 25.82 | 0.039326 | 3.76 | 5.70 | 7.73 | 1.40 |
| Canalmagro | Canalmagro | 167.50* | Max WS | SP_tr30 | 10.10 | 23.37 | 24.40 | 24.52 | 24.86 | 0.040310 | 3.00 | 3.37 | 6.75 | 1.36 |
| Canalmagro | Canalmagro | 167.50* | Max WS | SP_tr200 | 21.40 | 23.37 | 24.71 | 24.92 | 25.46 | 0.038926 | 3.82 | 5.61 | 7.45 | 1.41 |
| Canalmagro | Canalmagro | 165.00* | Max WS | SP_tr30 | 10.10 | 23.03 | 24.00 | 24.13 | 24.48 | 0.040075 | 3.07 | 3.29 | 6.39 | 1.37 |
| Canalmagro | Canalmagro | 165.00* | Max WS | SP_tr200 | 21.40 | 23.03 | 24.34 | 24.54 | 25.09 | 0.037893 | 3.85 | 5.56 | 7.21 | 1.40 |
| Canalmagro | Canalmagro | 162.50* | Max WS | SP_tr30 | 10.10 | 22.69 | 23.62 | 23.74 | 24.11 | 0.038410 | 3.10 | 3.26 | 6.10 | 1.35 |
| Canalmagro | Canalmagro | 162.50* | Max WS | SP_tr200 | 21.40 | 22.69 | 23.98 | 24.17 | 24.71 | 0.034532 | 3.79 | 5.65 | 7.05 | 1.35 |
| Canalmagro | Canalmagro | 160 | Max WS | SP_tr30 | 10.10 | 22.35 | 23.29 | 23.36 | 23.69 | 0.027707 | 2.81 | 3.59 | 6.04 | 1.17 |
| Canalmagro | Canalmagro | 160 | Max WS | SP_tr200 | 21.40 | 22.35 | 23.68 | 23.80 | 24.30 | 0.026641 | 3.49 | 6.13 | 7.06 | 1.20 |
| Canalmagro | Canalmagro | 158.33* | Max WS | SP_tr30 | 10.10 | 22.06 | 23.02 | 23.09 | 23.43 | 0.027515 | 2.83 | 3.56 | 5.91 | 1.16 |
| Canalmagro | Canalmagro | 158.33* | Max WS | SP_tr200 | 21.40 | 22.06 | 23.42 | 23.53 | 24.04 | 0.025926 | 3.49 | 6.14 | 6.94 | 1.18 |
| Canalmagro | Canalmagro | 156.67* | Max WS | SP_tr30 | 10.10 | 21.77 | 22.76 | 22.82 | 23.17 | 0.027011 | 2.84 | 3.56 | 5.78 | 1.16 |
| Canalmagro | Canalmagro | 156.67* | Max WS | SP_tr200 | 21.40 | 21.77 | 23.18 | 23.27 | 23.78 | 0.024646 | 3.45 | 6.21 | 6.84 | 1.15 |
| Canalmagro | Canalmagro | 155.00* | Max WS | SP_tr30 | 10.10 | 21.47 | 22.50 | 22.55 | 22.90 | 0.025666 | 2.81 | 3.60 | 5.68 | 1.13 |
| Canalmagro | Canalmagro | 155.00* | Max WS | SP_tr200 | 21.40 | 21.47 | 22.95 | 23.01 | 23.52 | 0.022454 | 3.35 | 6.38 | 6.76 | 1.10 |
| Canalmagro | Canalmagro | 153.33* | Max WS | SP_tr30 | 10.10 | 21.18 | 22.26 | 22.28 | 22.63 | 0.022142 | 2.68 | 3.76 | 5.63 | 1.05 |
| Canalmagro | Canalmagro | 153.33* | Max WS | SP_tr200 | 21.40 | 21.18 | 22.74 | 22.75 | 23.26 | 0.019126 | 3.18 | 6.72 | 6.74 | 1.02 |
| Canalmagro | Canalmagro | 151.67 | Max WS | SP_tr30 | 10.10 | 20.89 | 22.08 | | 22.38 | 0.016201 | 2.42 | 4.18 | 5.68 | 0.90 |
| Canalmagro | Canalmagro | 151.67 | Max WS | SP_tr200 | 21.40 | 20.89 | 22.58 | | 23.02 | 0.015122 | 2.94 | 7.28 | 6.77 | 0.91 |
| Canalmagro | Canalmagro | 151.34 | Max WS | SP_tr30 | 10.10 | 20.84 | 22.06 | 21.97 | 22.33 | 0.003558 | 2.31 | 4.38 | 5.78 | 0.85 |
| Canalmagro | Canalmagro | 151.34 | Max WS | SP_tr200 | 21.40 | 20.84 | 22.56 | 22.44 | 22.97 | 0.003441 | 2.84 | 7.54 | 6.87 | 0.87 |
| Canalmagro | Canalmagro | 150 | | | | Bridge | | | | | | | | |
| Canalmagro | Canalmagro | 148.66 | Max WS | SP_tr30 | 10.10 | 20.41 | 21.45 | 21.55 | 21.92 | 0.008087 | 3.04 | 3.32 | 5.50 | 1.25 |
| Canalmagro | Canalmagro | 148.66 | Max WS | SP_tr200 | 21.40 | 20.41 | 21.82 | 22.02 | 22.59 | 0.008447 | 3.88 | 5.52 | 6.38 | 1.33 |
| Canalmagro | Canalmagro | 148.33 | Max WS | SP_tr30 | 10.10 | 20.36 | 21.42 | 21.50 | 21.86 | 0.029858 | 2.95 | 3.42 | 5.57 | 1.20 |
| Canalmagro | Canalmagro | 148.33 | Max WS | SP_tr200 | 21.40 | 20.36 | 21.78 | 21.96 | 22.52 | 0.032076 | 3.80 | 5.63 | 6.43 | 1.30 |
| Canalmagro | Canalmagro | 146.67* | Max WS | SP_tr30 | 10.10 | 20.12 | 21.16 | 21.25 | 21.60 | 0.030729 | 2.92 | 3.46 | 5.95 | 1.22 |
| Canalmagro | Canalmagro | 146.67* | Max WS | SP_tr200 | 21.40 | 20.12 | 21.51 | 21.69 | 22.23 | 0.032275 | 3.76 | 5.70 | 6.79 | 1.31 |
| Canalmagro | Canalmagro | 145.00* | Max WS | SP_tr30 | 10.10 | 19.88 | 20.90 | 20.99 | 21.32 | 0.031637 | 2.90 | 3.48 | 6.26 | 1.24 |
| Canalmagro | Canalmagro | 145.00* | Max WS | SP_tr200 | 21.40 | 19.88 | 21.24 | 21.41 | 21.94 | 0.032450 | 3.71 | 5.77 | 7.13 | 1.32 |
| Canalmagro | Canalmagro | 143.33* | Max WS | SP_tr30 | 10.10 | 19.64 | 20.63 | 20.72 | 21.04 | 0.031653 | 2.86 | 3.53 | 6.47 | 1.24 |
| Canalmagro | Canalmagro | 143.33* | Max WS | SP_tr200 | 21.40 | 19.64 | 20.96 | 21.13 | 21.64 | 0.032423 | 3.65 | 5.86 | 7.45 | 1.31 |
| Canalmagro | Canalmagro | 141.67* | Max WS | SP_tr30 | 10.10 | 19.40 | 20.36 | 20.44 | 20.76 | 0.030915 | 2.79 | 3.62 | 6.79 | 1.22 |
| Canalmagro | Canalmagro | 141.67* | Max WS | SP_tr200 | 21.40 | 19.40 | 20.69 | 20.84 | 21.33 | 0.031294 | 3.56 | 6.02 | 7.75 | 1.29 |
| Canalmagro | Canalmagro | 140 | Max WS | SP_tr30 | 10.10 | 19.16 | 20.12 | 20.16 | 20.46 | 0.026323 | 2.59 | 3.90 | 7.22 | 1.12 |
| Canalmagro | Canalmagro | 140 | Max WS | SP_tr200 | 21.40 | 19.16 | 20.44 | 20.55 | 21.01 | 0.027473 | 3.35 | 6.38 | 8.12 | 1.21 |
| Canalmagro | Canalmagro | 138.00* | Max WS | SP_tr30 | 10.10 | 18.95 | 19.88 | 19.93 | 20.22 | 0.026819 | 2.59 | 3.90 | 7.43 | 1.14 |
| Canalmagro | Canalmagro | 138.00* | Max WS | SP_tr200 | 21.40 | 18.95 | 20.19 | 20.31 | 20.76 | 0.028815 | 3.37 | 6.36 | 8.50 | 1.24 |
| Canalmagro | Canalmagro | 136.00* | Max WS | SP_tr30 | 10.10 | 18.74 | 19.63 | 19.69 | 19.97 | 0.027826 | 2.57 | 3.93 | 7.86 | 1.16 |
| Canalmagro | Canalmagro | 136.00* | Max WS | SP_tr200 | 21.40 | 18.74 | 19.92 | 20.05 | 20.50 | 0.031348 | 3.37 | 6.35 | 9.14 | 1.29 |
| Canalmagro | Canalmagro | 134.00* | Max WS | SP_tr30 | 10.10 | 18.53 | 19.36 | 19.43 | 19.70 | 0.031952 | 2.57 | 3.93 | 8.82 | 1.23 |
| Canalmagro | Canalmagro | 134.00* | Max WS | SP_tr200 | 21.40 | 18.53 | 19.63 | 19.76 | 20.20 | 0.033085 | 3.37 | 6.35 | 9.60 | 1.32 |
| Canalmagro | Canalmagro | 132.00* | Max WS | SP_tr30 | 10.10 | 18.32 | 19.07 | 19.14 | 19.40 | 0.034023 | 2.57 | 3.94 | 9.25 | 1.26 |
| Canalmagro | Canalmagro | 132.00* | Max WS | SP_tr200 | 21.40 | 18.32 | 19.33 | 19.46 | 19.89 | 0.033568 | 3.32 | 6.44 | 10.04 | 1.32 |
| Canalmagro | Canalmagro | 130 | Max WS | SP_tr30 | 10.10 | 18.11 | 18.78 | 18.83 | 19.08 | 0.029932 | 2.41 | 4.19 | 9.78 | 1.18 |
| Canalmagro | Canalmagro | 130 | Max WS | SP_tr200 | 21.40 | 18.11 | 19.05 | 19.14 | 19.54 | 0.028584 | 3.10 | 6.91 | 10.54 | 1.22 |
| Canalmagro | Canalmagro | 127.50* | Max WS | SP_tr30 | 10.10 | 17.85 | 18.54 | 18.61 | 18.87 | 0.034010 | 2.55 | 3.96 | 9.43 | 1.26 |
| Canalmagro | Canalmagro | 127.50* | Max WS | SP_tr200 | 21.40 | 17.85 | 18.83 | 18.93 | 19.32 | 0.028253 | 3.10 | 6.89 | 10.49 | 1.22 |
| Canalmagro | Canalmagro | 125.00* | Max WS | SP_tr30 | 10.10 | 17.58 | 18.29 | 18.35 | 18.61 | 0.031989 | 2.52 | 4.01 | 9.34 | 1.23 |
| Canalmagro | Canalmagro | 125.00* | Max WS | SP_tr200 | 21.40 | 17.58 | 18.65 | 18.68 | 19.05 | 0.020486 | 2.80 | 7.63 | 10.67 | 1.06 |
| Canalmagro | Canalmagro | 122.50* | Max WS | SP_tr30 | 10.10 | 17.32 | 18.12 | | 18.30 | 0.013515 | 1.92 | 5.27 | 9.59 | 0.83 |
| Canalmagro | Canalmagro | 122.50* | Max WS | SP_tr200 | 21.40 | 17.32 | 18.53 | | 18.79 | 0.010196 | 2.24 | 9.57 | 10.99 | 0.77 |
| Canalmagro | Canalmagro | 120 | Max WS | SP_tr30 | 10.10 | 17.05 | 18.05 | 17.70 | 18.13 | 0.003770 | 1.26 | 8.04 | 10.29 | 0.45 |
| Canalmagro | Canalmagro | 120 | Max WS | SP_tr200 | 21.40 | 17.05 | 18.50 | 18.03 | 18.64 | 0.004183 | 1.66 | 12.87 | 11.51 | 0.50 |

