



COMUNE DI LUSERNETTA

CITTA' METROPOLITANA DI TORINO

PIANO REGOLATORE GENERALE COMUNALE VARIANTE DI ADEGUAMENTO AL P.A.I. VERIFICHE DI COMPATIBILITA' IDRAULICA

Codice generale	Codice dell' opera	Lotto	Livello di progettazione	Area di progettazione	Numero elaborato	Tipo documento	Versione
Alut	002	0	CO	I	001	rel idro	5-23

IL SINDACO :

Alex Maurino

IL TECNICO:

Dott. Ing. Valter Ripamonti



Studio Tecnico Dott. Ing. Valter Ripamonti - Via Tessore n° 25 - 10064 Pinerolo - (TO)
Tel 0121/77445 - E-Mail:segreteria@ripamontistudio.com - tecnico@ripamontistudio.com

PROGETTO DEFINITIVO

OGGETTO

RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA

VERS.	MODIFICHE	DATA	REDATTORE	SCALA
0	Prima consegna	Settembre 2018	AR	
1	Aggiornamento	Gennaio 2020	AB	
2	Aggiornamento	Febbraio 2022	FR	
3	Aggiornamento	Settembre 2022	AB	
4	Aggiornamento	Marzo 2023	AB	
5	Aggiornamento	Novembre 2023	AB	

CITTA' METROPOLITANA DI TORINO
COMUNE DI LUSERNETTA
VERIFICHE DI COMPATIBILITA' IDRAULICA A SUPPORTO DELLA VARIANTE DI
ADEGUAMENTO AL PAI DEL P.R.G.C.
PROPOSTA TECNICA DEL PROGETTO DEFINITIVO
RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA

INDICE

PREMESSA	2
NORMATIVA DI RIFERIMENTO	4
INQUADRAMENTO GEOGRAFICO.....	4
RILIEVO TOPOGRAFICO.....	5
ANALISI BACINI IMBRIFERI	6
<i>TORRENTE LUSERNA</i>	<i>6</i>
<i>RIO SERBIAL.....</i>	<i>7</i>
<i>RIO COMBA LA LOSA</i>	<i>7</i>
<i>RIO CASSERE.....</i>	<i>7</i>
<i>GORA BECETTO.....</i>	<i>7</i>
STUDIO IDROLOGICO	8
DETERMINAZIONE DELLE PORTATE DI MASSIMA PIENA.....	12
VERIFICA IDRAULICA IN MOTO PERMANENTE	19
VERIFICA IDRAULICA SEMPLIFICATA ATTRAVERSAMENTI RIO COMBA LA LOSA	24
VERIFICA IDRAULICA SEMPLIFICATA SEZIONI E ATTRAVERSAMENTI RIO CASSERE	30
VERIFICA IDRAULICA SEMPLIFICATA ATTRAVERSAMENTO RIO SERBIAL.....	33
VERIFICA IDRAULICA SEMPLIFICATA PONTE PEGFPO009 – TORRENTE LUSERNA	35
VERIFICA IDRAULICA E CONSIDERAZIONI SUL CANALE BECETTO.....	36
CONCLUSIONI.....	39
VERIFICA IDRAULICA SEMPLIFICATA SEZIONI DI PROGETTO RIO CASSERE.....	43
ALLEGATO A - VERIFICHE IDRAULICHE IN MOTO PERMANENTE T. LUSERNA	46
ALLEGATO B - VERIFICHE IDRAULICHE IN MOTO PERMANENTE T. SERBIAL	47
ALLEGATO C - VERIFICHE IDRAULICHE IN MOTO PERMANENTE RIO CASSERE	48
ALLEGATO D - VERIFICHE IDRAULICHE IN MOTO PERMANENTE CANALE BECETTO	49

Premessa

Il presente studio è stato redatto, nell'ambito della predisposizione della Variante di Adeguamento al P.A.I. del Piano Regolatore Comunale, al fine di effettuare le verifiche di compatibilità idraulica della previsione dello strumento urbanistico relativamente al reticolo idrografico insistente sul territorio comunale.

In particolare l'individuazione, effettuata nel presente studio, delle aree interessate da dissesti di tipo idraulico legati alla dinamica del reticolo idrografico e dei relativi livelli di intensità/pericolosità, consentirà il completamento della carta di sintesi da parte del Geologo competente incaricato dall'Amministrazione comunale, nella quale sono definite e cartografate le varie situazioni di dissesto del territorio anche non direttamente legate agli aspetti specificatamente idraulici.

Le indagini di carattere idraulico condotte sono state effettuate con riferimento ai risultati degli studi predisposti nell'ambito del PAI (Progetto di Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico) – Interventi sulla rete idrografica e sui versanti, Legge 18 maggio 1989, n. 183, art. 17 comma 6 ter adottato con deliberazione del Comitato Istituzionale n. 18 in data 26 aprile 2001.

In riferimento alle problematiche legate alla dinamica fluviale, torrentizia e allo smaltimento delle acque di ruscellamento superficiale, si riportano i casi per i quali si è ritenuto opportuno integrare le valutazioni di natura geomorfologica con indicazioni di carattere idraulico elaborate in ottemperanza agli indirizzi normativi emanati in materia.

In particolare si sono eseguite verifiche idrauliche approfondite sui corsi d'acqua minori denominati Rio Serbial e T. Luserna, oltre ad un tratto a cielo aperto del Rio Cassere, prendendo in considerazione i tratti interessanti il centro abitato o la viabilità principale di accesso alle borgate, mentre si sono effettuate verifiche semplificate sui principali attraversamenti o tratti intubati del Rio Cassere e del Rio Comba La Losa.

I corsi d'acqua citati sono stati individuati in funzione della loro importanza e dell'estensione del bacino imbrifero sotteso; per essi si è ritenuto opportuno integrare le valutazioni di natura geomorfologica con indicazioni di carattere idraulico elaborate in ottemperanza agli indirizzi normativi emanati in materia.

Per quanto riguarda invece il T. Pellice, che non risulta interessato dalla delimitazione delle Fasce fluviali del PAI nel tratto a confine con il comune di Lusernetta, al fine di definire le aree interessate da potenziali dissesti idraulici si è fatto riferimento agli scenari di alluvione individuati dal Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (PGRA) nelle relative Carte della pericolosità da alluvione.

Come richiesto in sede di Conferenza di Copianificazione, la relazione idraulica è stata integrata con alcuni approfondimenti in merito alle verifiche condotte in particolare con riferimento al Rio Cassere e Rio Comba La Losa, per i quali si è adottato cautelativamente un coefficiente di deflusso maggiore a motivo delle caratteristiche dei rispettivi bacini imbriferi, aggiornando di conseguenza i risultati delle verifiche.

Per quanto riguarda il Rio Cassere si è inoltre effettuato uno studio di dettaglio a seguito di rilievo delle sezioni di deflusso a cielo aperto nel tratto adiacente all'area artigianale di futura espansione a monte della S.P. 156.

A seguito della 2^a seduta della **Conferenza di copianificazione e valutazione del 28.07.2022** si è provveduto ad approfondire ulteriormente gli aspetti individuati nel Contributo istruttorio fornito dal Settore Geologico della Regione Piemonte.

In particolare con riferimento al citato Contributo/parere, nella presente relazione e nella versione aggiornata degli elaborati dello studio idraulico prodotti si dà riscontro ai seguenti punti relativi agli aspetti di natura idraulica:

- stralcio del nuovo percorso del rio Cassere in progetto dagli elaborati dello studio idraulico
- analisi di dettaglio della sezione di deflusso del ramo del Rio Cassere a monte di Cascina Marsaglia
- analisi approfondita delle caratteristiche del Canale Becetto al fine di produrre il fascicolo descrittivo richiesto, con rilievo del tracciato e documentazione fotografica dello stesso, delle sezioni di deflusso (riportate sulla tavola grafica n. 009 vers. 3-22), analisi delle portate derivate e dei potenziali afflussi da monte e verifica dell'eventuale funzione di "gronda" dello stesso.

Lo studio è stato altresì aggiornato con il rilievo della sezione attuale dei canali ed attraversamenti in esame, alcuni dei quali sono stati nel frattempo interessati da interventi significativi sistemazione e di ampliamento delle sezioni di deflusso.

In particolare le modifiche hanno interessato il Canale o Gora del Becetto, che risulta attualmente intubata per un lungo tratto nella parte iniziale a partire dall'attraversamento di Via Traversero a monte della Loc. Possetti, e il Rio Comba la Losa, oggetto di importanti interventi di adeguamento delle sezioni degli attraversamenti PEGFPO012 e 013 con realizzazione di un nuovo attraversamento scatolare nel tratto intermedio denominato PEGFPO014.

Di conseguenza si è ridotta la criticità idraulica in corrispondenza degli attraversamenti stessi.

Le verifiche degli attraversamenti analizzati sono state infine aggiornate aumentando il franco idraulico minimo come richiesto dall'Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 17.01.2018, che è stato portato a 1.50 m.

Normativa di riferimento

Per la definizione dei criteri di valutazione delle portate di progetto si è fatto riferimento alle indicazioni fornite dalle seguenti disposizioni normative:

- P.A.I. (Progetto di Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico) – Interventi sulla rete idrografica e sui versanti. Legge 18 maggio 1989, n. 183, art. 17 comma 6 ter. Adottato con deliberazione del Comitato Istituzionale n. 18 in data 26 aprile 2001.
7. Norme di attuazione - direttiva sulla piena di progetto da assumere per le progettazioni e le verifiche di compatibilità idraulica.
- D.P.C.M. 29 settembre 1998 - Atto di indirizzo e coordinamento per l'individuazione dei criteri relativi agli adempimenti di cui all'art. 1 e 2, del DL 11 giugno 1998 n.180.
- Circolare P.G.R. 8 luglio 1999 n. 8/PET, relativa all'adeguamento degli strumenti urbanistici comunali al Piano Stralcio delle Fasce Fluviali.
- D.G.R. n.31-3749 del 6 agosto 2001 in riferimento alle aree inserite, ai sensi della C.P.G.R. n. 7/LAP/96, in classe IIIb ed ubicate all'interno delle fasce del P.S.F.F.
- Bollettino Ufficiale Regione Piemonte - Parte I e II Supplemento al numero 30 – 25 luglio 2002.

Deliberazione della Giunta Regionale 15 luglio 2002 n. 45-6656.

Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI). Deliberazione del Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino del fiume Po in data 26 aprile 2001, approvato con decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri in data 24 maggio 2001. Indirizzi per l'attuazione del PAI nel settore urbanistico.

allegato 1 - indirizzi per l'attuazione del PAI in materia urbanistica.

allegato 2 - legenda regionale per la redazione della carta geomorfologica e del dissesto dei P.R.G.C. redatte in conformità alla circolare P.G.R. n. 7/LAP/96 e successiva N.T.E./99.

allegato 3 - criteri per la valutazione della pericolosità e del rischio lungo il reticolo idrografico.

- Deliberazione della Giunta Regionale 7 aprile 2014, n. 64-7417 - Indirizzi procedurali e tecnici in materia di difesa del suolo e pianificazione urbanistica.

Inquadramento geografico

Il territorio comunale di Lusernetta, nella porzione interessata dal presente studio, è individuato sulla cartografia C.T.R. in scala 1:10.000 ai fogli 172-140, 172-150, 172-160, 190-020, 190-030,

190-040, 190-060, 190-070 e 190-080 e presenta caratteristiche di tipo montano, con il concentrico (510 m s.l.m. circa) addossato al versante orografico destro della bassa Val Pellice.

Il reticolo idrografico presente, oltre al T. Pellice che scorre nel fondovalle, è composto dal T. Luserna e dai corsi d'acqua secondari di versante, tra i quali sono compresi quelli oggetto di studio. I principali corsi d'acqua naturali analizzati sono (da Ovest verso Est):

- T. Luserna, affluente in sponda orografica destra del T. Pellice;
- Rio Comba La Losa, affluente in sponda orografica destra del T. Luserna;
- Rio Cassere, affluente in sponda orografica destra del T. Luserna;
- Rio Serbial, affluente in sponda orografica destra del T. Pellice.

E' stato inoltre analizzato in modo dettagliato il tracciato del Canale o Gora Becetto a partire dal tratto a valle della derivazione dello stesso dal T. Luserna fino al concentrico, valutandone le portate derivate e gli eventuali apporti dai sottobacini esistenti lungo il versante su cui si sviluppa lo stesso.

Rilievo topografico

Il reticolo idrografico esistente per quanto riguarda i rii in esame è stato ricostruito minuziosamente in base a diversi sopralluoghi e rilievi topografici, rilevandone le sezioni idrauliche e le caratteristiche di tutti i principali attraversamenti esistenti nei tratti oggetto di verifica.

In particolare per i due corsi d'acqua principali è stato condotto un rilievo topografico di dettaglio, che ha premesso di ricostruire i profili di fondo e le sezioni idrauliche nello stato attuale, che è alla base di una dettagliata analisi idraulica; dal rilievo sono state escluse le parti sommitali dei bacini dal momento che non rivestono particolare interesse ai fini del presente studio o risultano in ogni caso pressoché inaccessibili.

Le sezioni ed i punti di rilievo sono riportati nelle planimetrie di progetto, su base catastale.

Nella descrizione geometrica dei corsi d'acqua particolare attenzione è stata posta nell'individuazione delle singolarità presenti in alveo che potenzialmente possono influire sulla definizione dei livelli idrici e delle velocità della corrente all'interno dell'alveo inciso.

Per quanto riguarda il Torrente Luserna, sono state rilevate 15 sezioni d'alveo, oltre a 3 ponti esistenti, a partire dall'attraversamento sito a monte della località Fenoglia fino alla confluenza con il T. Pellice analizzando il profilo di piena per un tratto della lunghezza di circa 2988 metri.

Lungo il Rio Serbial sono state rilevate 18 sezioni d'alveo, oltre a 3 attraversamenti e 1 ponte esistente sulla S.P. 156, a partire dal tratto a monte dell'attraversamento identificato con il codice PEGFPO004 fino alla confluenza con il Torrente Luserna, analizzando il profilo di piena per un tratto della lunghezza di circa 1907 metri.

Lungo il Rio Cassere sono state rilevate 10 sezioni d'alveo nel tratto a cielo aperto a monte della S.P. 156, posto in fregio alla futura area a destinazione artigianale, analizzando il profilo di piena per un tratto della lunghezza di circa 290 metri.

Infine sono state rilevate n. 11 sezioni tipologiche del Canale Becetto, oltre ai numerosi tratti intubati, analizzando il profilo di deflusso per un tratto della lunghezza di circa 2.1 km.

La rappresentazione grafica di tali sezioni è riportata nelle tavole relative alle sezioni di deflusso.

Per quanto riguarda il Rio Comba La Losa sono stati rilevati in modo semplificato 3 attraversamenti fino alla confluenza nel T. Luserna, mentre relativamente al Rio Cassere sono stati identificati 2 attraversamenti o tratti tombinati, la cui rappresentazione grafica è altresì riportata nelle tavole relative alle sezioni di deflusso.

Analisi bacini imbriferi

Torrente Luserna

Il bacino del Torrente Luserna si estende nel settore Sud occidentale dell'arco alpino nella Provincia di Torino. Esso è delimitato verso sud-est dal bacino del Rio Serbial e negli altri settori da impluvi di versante minori.

Il Torrente Luserna ha origine nella Comba degli Uvert, in alta val Pellice, dalle pendici del Monte Frioland, a quota 1850 m s.l.m., e discende verso Lusernetta dopo il cui abitato confluisce nel fiume Pellice.

Il bacino ha carattere prevalentemente montano con un'estensione di circa 44.71 km² e la quota massima si trova ad un'altezza pari a circa 2720 m s.l.m.

Il ramo principale del torrente Luserna si sviluppa per una lunghezza pari a circa 11.4 km, fino alla confluenza con il T. Pellice.

Rio Serbial

Il bacino del Rio Serbial si estende sul versante orografico destro della bassa Val Pellice ed è delimitato nel settore ovest dai bacini dei Rii Comba La Losa e Cassere e negli altri settori da impluvi di versante minori.

Il bacino ha carattere prevalentemente montano, la quota massima si trova ad un'altezza pari a circa 1240 m s.l.m.

Il ramo principale del Rio Serbial si sviluppa per una lunghezza pari a circa 4.7 km, fino alla confluenza nel Torrente Pellice.

Rio Comba La Losa

Il bacino del Rio Comba La Losa rappresenta un sottobacino del Torrente Luserna, si estende sul versante orografico destro della bassa Val Pellice ed è delimitato nel settore sud-est dai bacini dei Rii Cassere e Serbial e negli altri settori da impluvi di versante minori.

Il bacino ha carattere prevalentemente montano, e la quota massima si trova in corrispondenza della località Pian Porcile ad una quota pari a circa 996 m s.l.m.

Il Rio Comba La Losa si sviluppa poi per una lunghezza pari a circa 1.63 km fino all'attraversamento del Canale artificiale del Becetto e della viabilità esistente, punto in cui è stata considerata la chiusura del bacino al fine della verifica idraulica degli attraversamenti esistenti.

Rio Cassere

Il bacino del Rio Cassere rappresenta un sottobacino del Torrente Pellice, si estende sul versante orografico destro della bassa Val Pellice ed è delimitato nel settore sud-est dai bacini dei Rii Comba La Losa e Serbial e negli altri settori da impluvi di versante minori.

Il bacino ha carattere prevalentemente montano, la quota massima si trova ad un'altezza pari a circa 880 m slm.

Il ramo principale del Rio Cassere si sviluppa per una lunghezza pari a circa 1.02 km, fino al punto in cui è stata effettuata la verifica idraulica degli attraversamenti esistenti.

Gora Becetto

I rilievi condotti hanno consentito di appurare che il canale irriguo, che presenta numerosi tratti intubati, non possiede un proprio bacino afferente, intersecando alcuni impluvi di versante minori (di cui uno individuato e denominato "affluente Becetto") e ricevendone potenzialmente le acque unicamente in alcuni punti, opportunamente individuati.

L'individuazione dei bacini idrografici precedentemente descritti e l'andamento dei singoli corsi d'acqua è riportato nell'apposita corografia allegata (Tav. 002).

Studio idrologico

I dati pluviometrici utilizzati per la definizione dell'evento pluviometrico di progetto sono quelli forniti dall'Autorità di Bacino del Fiume Po nell'ambito del PAI. Il Piano oltre ad avere calcolato le curve di possibilità pluviometrica nelle stazioni di misura, tramite elaborazione probabilistica dei dati osservati secondo la distribuzione EV-1, per $T_r = 20-100-200$ anni, per l'analisi delle piogge intense nei punti privi di misure dirette ha condotto un'interpolazione spaziale dei parametri "a" ed "n" delle linee segnalatrici, discretizzate in base ad un reticolo di 2 km di lato. I risultati sono riportati nell'Allegato 3 al Piano.

Le relazioni relative all'altezza di precipitazione $h = h(t)$ sono generalmente fornite nella seguente forma:

$$h = a t^n$$

dove:

h = altezza di pioggia (mm)

t = tempo di pioggia (ore)

nella quale le costanti **a** ed **n** (entrambe funzione del periodo di ritorno T_r) sono determinate caso per caso.

Le curve che si deducono sono generalmente denominate curve di possibilità climatica o pluviometrica.

I valori dei parametri **a** ed **n** utilizzati nel presente studio, relativi alle celle individuate sulla base della localizzazione geografica dei bacini, sono i seguenti:

Torrente Luserna:

	Dati pluviometrici					
	Tr = 20 anni		Tr = 100 anni		Tr = 200 anni	
	a	n	a	n	a	n
AB120	40.10	0.487	51.40	0.488	56.33	0.488
AB121	40.23	0.485	51.59	0.486	56.53	0.486
AB122	40.57	0.479	52.09	0.480	57.09	0.481
AB123	40.90	0.473	52.61	0.473	57.68	0.474
AC120	41.38	0.486	52.99	0.487	58.03	0.487
AC121	41.77	0.481	53.56	0.482	58.67	0.482
AC122	42.52	0.473	54.68	0.473	59.93	0.473
AC123	43.36	0.462	55.94	0.462	61.36	0.462
AD119	42.37	0.487	54.17	0.488	59.26	0.488
AD120	42.21	0.489	53.94	0.490	58.99	0.490
AD121	43.00	0.480	55.11	0.481	60.33	0.481
AD122	44.22	0.468	56.91	0.467	62.36	0.468
AE119	42.33	0.493	53.86	0.494	58.80	0.495
AE120	42.51	0.491	54.15	0.493	59.13	0.493
AE121	43.90	0.476	56.23	0.477	61.50	0.470
Media	42.09	0.481	53.949	0.481	59.066	0.481

Rio Serbial:

	Dati pluviometrici					
	Tr = 20 anni		Tr = 100 anni		Tr = 200 anni	
	a	n	a	n	a	n
AF119	43.58	0.479	55.57	0.480	60.63	0.480
AE119	42.33	0.493	53.86	0.494	58.80	0.495
AE120	42.51	0.491	54.15	0.493	59.13	0.493
AE121	43.90	0.476	56.23	0.477	61.50	0.470
Media	43.08	0.485	54.953	0.486	60.015	0.485

Rio Comba La Losa:

	Dati pluviometrici					
	Tr = 20 anni		Tr = 100 anni		Tr = 200 anni	
	a	n	a	n	a	n
AE119	42.33	0.493	53.86	0.494	58.80	0.495
AE120	42.51	0.491	54.15	0.493	59.13	0.493
Media	42.42	0.49	54.01	0.49	58.97	0.49

Rio Cassere:

	Dati pluviometrici					
	Tr = 20 anni		Tr = 100 anni		Tr = 200 anni	
	<i>a</i>	<i>n</i>	<i>a</i>	<i>n</i>	<i>a</i>	<i>n</i>
AE119	42.33	0.493	53.86	0.494	58.80	0.495
AE120	42.51	0.491	54.15	0.493	59.13	0.493
Media	42.42	0.492	54.01	0.494	58.97	0.494

Per la determinazione delle portate si è fatto inoltre riferimento al tempo di corrivazione del corso d'acqua valutato per le caratteristiche morfologiche del bacino in esame con la formula del Giandotti:

$$T_c = \frac{(4 \sqrt{S}) + (1,50 L)}{0,80 * \sqrt{(H_m - h)}}$$

dove:

T_c = tempo di corrivazione (ore)

S = superficie del bacino (Kmq.)

L = lunghezza dell'asta principale (Km.)

H_m = altitudine media del bacino (m.s.l.m.)

h = quota di chiusura del bacino (m.s.l.m.)

L'altitudine media dei bacini, in particolare quelli collinari, risulta determinata secondo la seguente espressione:

$$H_m = 0,50 * [(H_{max} * 0,9) + h]$$

nella quale:

H_m = altitudine media del bacino in esame

H_{max} = altezza massima del bacino (m.s.l.m.)

h = quota di chiusura del bacino (m.s.l.m.)

Introducendo i valori del tempo di corrivazione T_c così ottenuti nella relazione $h = a t^n$, si ottengono l'altezza critica “ h_c ” e l'intensità critica “ i_c ” per il tempo di ritorno prefissato:

$$h_c = a \times T_c^n$$

$$i_c = h_c / T_c$$

dove:

T_c = tempo di corrivazione (ora)

h_c = altezza critica (mm)

i_c = intensità critica di pioggia per un tempo $t = T_c$

I valori dei coefficienti ricavati per i vari corsi d'acqua o porzioni di bacino degli stessi nel caso dei principali sono raccolti nelle seguenti tabelle:

Tabella 1 - caratteristiche geometriche					
Corso d'acqua	Superficie bacino S (kmq)	Lunghezza dell'asta principale L (km)	Altezza massima del bacino Hmax (m s.l.m.)	Quota di chiusura del bacino h (m s.l.m.)	Altitudine media del bacino Hm (m s.l.m.)
Rio Comba La Losa	0.48	1.63	996.00	550.00	723.20
Rio Cassere	0.54	1.02	880.00	520.00	656.00
Rio Serbial	4.42	4.70	1240.00	475.00	795.50
Torrente Luserna	44.71	11.40	2720.00	475.00	1461.50

Tabella 2 - caratteristiche idrologiche				
Corso d'acqua	Tempo di corrivazione Tc (ore)	Intensità critica i_c (mm/ora) Tr = 20 anni	Intensità critica i_c (mm/ora) Tr = 100 anni	Intensità critica i_c (mm/ora) Tr = 200 anni
Rio Comba La Losa	0.50	60.61	77.08	84.13
Rio Cassere	0.48	61.65	78.40	85.57
Rio Serbial	1.08	41.42	52.84	57.70
Torrente Luserna	1.74	31.52	40.42	44.25

Determinazione delle portate di massima piena

Noto l'andamento delle massime precipitazioni presenti sui bacini in esame si ricava la portata di massima piena con il metodo cinematico.

La formula adottata è la seguente:

$$Q_{max} = \frac{ic \times S \times \varphi}{3,6}$$

Q_{max} =	portata di massima piena in mc/sec.
ic = hc / Tc =	intensità di pioggia per un tempo di pioggia pari al tempo di corrivazione (mm/ora)
hc =	altezza di precipitazioni in mm. per un tempo di pioggia pari al tempo di corrivazione (mm)
Tc =	tempo di corrivazione (ore)
S =	superficie del bacino (Kmq.)
φ =	coefficiente di deflusso

Il coefficiente di deflusso è valutato in funzione di molti fattori difficilmente quantificabili quali: la copertura vegetale, la permeabilità del suolo, l'acclività dei versanti, l'estensione della rete idrografica superficiale.

Analizzando attentamente i bacini in esame a tale coefficiente è stato generalmente attribuito il valore **φ = 0,40** valido per suoli con infiltrazione bassa, suoli argillosi e suoli con lenti argillose vicine alla superficie, strati di suolo sottile al di sopra di roccia impermeabile, boscati, secondo quanto raccomandato da "Handbook of Applied Hydrology", Ven Te Chow, 1964 (valori riportati dalla Direttiva sulla Piena di Progetto da assumere per le progettazioni e le verifiche di compatibilità idraulica).

Fanno eccezione i piccoli bacini imbriferi del Rio Cassere e Rio Comba la Losa ai quali è stato attribuito il valore **φ = 0,50**.

Sostituendo i valori prima elencati nella formula citata si ottengono le portate di massima piena per assegnati tempi di ritorno riportate nella tabella seguente:

Tabella 3 - portate idrologiche				
<i>Corso d'acqua</i>	<i>Coefficiente di deflusso φ</i>	<i>Portata Q (mc/s) $Tr = 20$ anni</i>	<i>Portata Q (mc/s) $Tr = 100$ anni</i>	<i>Portata Q (mc/s) $Tr = 200$ anni</i>
Rio Comba La Losa	0,50	4,04	5,14	5,61
Rio Cassere	0,50	4,62	5,88	6,42
Rio Serbial	0,40	20,34	25,95	28,34
Torrente Luserna	0,40	156,60	200,79	219,81

Al fine di ottenere le portate di verifica tali valori sono stati incrementati al fine di considerare il contributo del trasporto solido.

In corsi d'acqua montani il trasporto solido fornisce un grosso contributo ai volumi liquidi transitanti durante un evento di piena, influenzando quindi notevolmente i livelli idrici.

Il trasporto solido, in condizioni di saturazione della corrente, viene normalmente calcolato con formulazioni di carattere empirico che si basano sui principi dell'equilibrio dinamico.

E' evidente che i meccanismi che innescano i processi di trasporto sono piuttosto complessi e richiederebbero degli approfondimenti che esulano dagli obiettivi del presente studio. Per tale motivo per la stima del contributo del trasporto solido vengono usate le formulazioni semplificate qui di seguito riportate, funzione delle pendenze del fondo if :

AUTORE	Portata Solida
Smart & Jaegge	$Q_s = 2,55 * Q_{liq} * if^{2,6}$
Richenmann	$Q_s = 5,83 * Q_{liq} * if^2$
Mizuyama e Shimohigashi	$Q_s = 8,36 * Q_{liq} * if^2$
Mizuyama	$Q_s = 5,5 * Q_{liq} * if^2$

Lo studio condotto sui corsi d'acqua in esame, facendo riferimento in generale alla pendenza massima dei singoli tratti, conduce ad incrementi della portata liquida pari a circa il 40%.

In particolare si prende in esame per ciascun corso d'acqua il valore massimo ottenuto dalle formulazioni sopra riportate, come risulta dalle tabelle riportate nelle pagine seguenti.

Torrente Luserna

Valutazione della portata di massima piena					
Tr = 20 anni		Tr = 100 anni		Tr = 200 anni	
<i>hc (mm)</i>	<i>ic</i>	<i>hc (mm)</i>	<i>ic</i>	<i>hc (mm)</i>	<i>ic</i>
55.01	31.52	70.53	40.42	77.21	44.25
Q_{max} (mc/s)		Q_{max} (mc/s)		Q_{max} (mc/s)	
156.60		200.79		219.81	
Valutazione trasporto solido					
Tr = 20 anni		Tr = 100 anni		Tr = 200 anni	
<i>if</i>		0.20			
Q_{trasp.} (mc/s)		Q_{trasp.} (mc/s)		Q_{trasp.} (mc/s)	
Smart & Jaeggi					
30.41		38.99		42.68	
Richenmann					
36.52		46.82		51.26	
Mizuyama & Shimonigashi					
52.37		67.15		73.51	
Mizuyama					
34.45		44.17		48.36	
Valutazione della portata di verifica					
Tr = 20 anni		Tr = 100 anni		Tr = 200 anni	
Q_{tot} (mc/s)		Q_{tot} (mc/s)		Q_{tot} (mc/s)	
208.96		267.94		293.32	

Rio Serbial

Valutazione della portata di massima piena					
Tr = 20 anni		Tr = 100 anni		Tr = 200 anni	
<i>hc (mm)</i>	<i>ic</i>	<i>hc (mm)</i>	<i>ic</i>	<i>hc (mm)</i>	<i>ic</i>
44.71	41.42	57.03	52.84	62.28	57.70
Q_{max} (mc/s)		Q_{max} (mc/s)		Q_{max} (mc/s)	
20.34		25.95		28.34	
Valutazione trasporto solido					
Tr = 20 anni		Tr = 100 anni		Tr = 200 anni	
<i>if</i>		0.20			
Q_{trasp.} (mc/s)		Q_{trasp.} (mc/s)		Q_{trasp.} (mc/s)	
Smart & Jaeggi					
3.95		5.04		5.50	
Richenmann					
4.74		6.05		6.61	
Mizuyama & Shimonigashi					
6.80		8.68		9.48	
Mizuyama					
4.47		5.71		6.23	
Valutazione della portata di verifica					
Tr = 20 anni		Tr = 100 anni		Tr = 200 anni	
Q_{tot} (mc/s)		Q_{tot} (mc/s)		Q_{tot} (mc/s)	
27.14		34.63		37.81	

Rio Cassere

Valutazione della portata di massima piena					
Tr = 20 anni		Tr = 100 anni		Tr = 200 anni	
<i>hc (mm)</i>	<i>ic</i>	<i>hc (mm)</i>	<i>ic</i>	<i>hc (mm)</i>	<i>ic</i>
29,53	61,65	37,56	78,40	40,99	85,57
Qmax (mc/s)		Qmax (mc/s)		Qmax (mc/s)	
4,62		5,88		6,42	
Valutazione trasporto solido					
Tr = 20 anni		Tr = 100 anni		Tr = 200 anni	
<i>if</i>		0,20			
Qtrasp. (mc/s)		Qtrasp. (mc/s)		Qtrasp. (mc/s)	
Smart & Jaeggi					
0,90		1,14		1,25	
Richenmann					
1,08		1,37		1,50	
Mizuyama & Shimonigashi					
1,55		1,97		2,15	
Mizuyama					
1,02		1,29		1,41	
Valutazione della portata di verifica					
Tr = 20 anni		Tr = 100 anni		Tr = 200 anni	
Qtot (mc/s)		Qtot (mc/s)		Qtot (mc/s)	
6,17		7,85		8,56	

Rio Comba La Losa

Valutazione della portata di massima piena					
Tr = 20 anni		Tr = 100 anni		Tr = 200 anni	
<i>hc (mm)</i>	<i>ic</i>	<i>hc (mm)</i>	<i>ic</i>	<i>hc (mm)</i>	<i>ic</i>
30,03	60,61	38,19	77,08	41,68	84,13
Q_{max} (mc/s)		Q_{max} (mc/s)		Q_{max} (mc/s)	
4,04		5,14		5,61	
Valutazione trasporto solido					
Tr = 20 anni		Tr = 100 anni		Tr = 200 anni	
<i>if</i>		0,20			
Q_{trasp.} (mc/s)		Q_{trasp.} (mc/s)		Q_{trasp.} (mc/s)	
Smart & Jaeggi					
0,78		1,00		1,09	
Richenmann					
0,94		1,20		1,31	
Mizuyama & Shimonigashi					
1,35		1,72		1,88	
Mizuyama					
0,89		1,13		1,23	
Valutazione della portata di verifica					
Tr = 20 anni		Tr = 100 anni		Tr = 200 anni	
Q_{tot} (mc/s)		Q_{tot} (mc/s)		Q_{tot} (mc/s)	
5,39		6,86		7,48	

La tabella seguente riassume le portate complessive utilizzate per le verifiche idrauliche, alla luce delle considerazioni riportate nei paragrafi precedenti:

Tabella 4 - portate di verifica			
<i>Corso d'acqua</i>	<i>Portata Q (mc/s) Tr = 20 anni</i>	<i>Portata Q (mc/s) Tr = 100 anni</i>	<i>Portata Q (mc/s) Tr = 200 anni</i>
Rio Comba La Losa	5,39	6,86	7,48
Rio Cassere	6,17	7,85	8,56
Rio Serbial	27,14	34,63	37,81
Torrente Luserna	208,96	267,94	293,32

Verifica idraulica in moto permanente

Per le verifiche idrauliche è stato utilizzato il codice di calcolo “Hec Ras” del U.S. Army Corps of Engineers.

Il modello integra l’equazione della corrente a pelo libero in moto stazionario gradualmente variato, definisce in modo automatico i tratti di corrente lenta e veloce e la posizione dei risalti (HEC-2 water Surface Profile Program).

Il fenomeno idraulico fuori e dentro l’alveo è stato simulato considerando l’alveo trasversalmente come una sezione unica (piano golenale + alveo inciso), dal momento che tale ipotesi è l’unica ipotesi valida nel contesto della modellistica fluviale quando si ricorre alla simulazione degli alvei composti tramite i modelli monodimensionali (pelo libero orizzontale e linea dell’energia parallela al pelo libero).

L’equazione del moto utilizzata è la seguente:

$$\frac{d}{ds} \left(Y_m + \frac{Q^2}{2gA^2} \right) = -J - E_B \quad (1)$$

Le grandezze considerate sono:

A = area bagnata (m^2);

Q = portata (m^3/s);

s = coordinata lungo l’asse dell’alveo (m);

Y_m = quota media del pelo libero nella sezione (m s.m.);

J = cadente;

g = accelerazione di gravità: 9.81 m/s^2 ;

Le perdite di carico considerate sono:

a) perdita di carico continua espressa

$$J = \frac{Q^2}{K^2} \quad (2)$$

ove la conduttanza idraulica vale, per sezione semplice,

$$K = \frac{AR^{2/3}}{n}; \quad (2a)$$

n è il coefficiente di Manning e R è il raggio idraulico.

Per sezione composta da N parti e munita di variazioni di scabrezza lungo il perimetro bagnato si ha:

$$K = \sum_{i=1,N} \frac{A_i R_i^{2/3}}{n_i} \quad (2b)$$

b) perdite di carico concentrate sul tronco elementare ΔS che vale:

$$E_B = \frac{C}{\Delta S} \left| \alpha_2 \frac{V_2^2}{2g} - \alpha_1 \frac{V_1^2}{2g} \right| \quad (3)$$

ove

C = coefficiente tipo Borda (allargamento e restringimento brusco o graduale)

V = velocità della corrente nell' i -esima sezione;

d = coefficiente di ragguglio di Coriolis.

Le perdite di carico complessive sono ottenute

$$h_{f_{i-2}} = \bar{L}J + C \left| \alpha_2 \frac{V_2^2}{2g} - \alpha_1 \frac{V_1^2}{2g} \right| \quad (4)$$

dove

$$\bar{L} = \frac{L_1 Q_1 + L_2 Q_2 + L_3 Q_3}{Q_1 + Q_2 + Q_3}$$

\bar{L} = distanza pesata nelle portate tra due sezioni, consecutive, $i-i+1$, che caratterizzano l'alveo;

$L_{i=1,3}$ = distanza parziale tra le sezioni $i-i+1$ nei tronchi di corrente contenuti tra le golene e gli alvei di magra;

$Q_{i=1,3}$ = portata transitante nei tronchi di corrente contenuti tra le golene e gli alvei di magra delle sezioni consecutive i ed $i+1$.

Il sistema di equazioni (1), (2) e (3) è integrato alle differenze finite col metodo standard step. La risoluzione del sistema richiede la conoscenza di opportune condizioni al contorno: il valore della portata Q e il valore del tirante h nella sezione di monte e di valle del tratto in esame se la corrente è veloce o lenta rispettivamente.

Il tracciato dei profili di corrente viene effettuato da parte del codice tra le sezioni rilevate e le sezioni fittizie o intermedie. Tali sezioni sono distribuite spazialmente, tra le sezioni rilevate, ad una distanza parziale assegnata dall'utente. Le grandezze geometriche ed idrauliche delle sezioni intermedie vengono calcolate interpolando lungo l'ascissa i valori di tali grandezze nelle sezioni rilevate o topograficamente note localizzate negli estremi del tronco in esame.

I ponti sono trattati come singolarità all'interno del codice.

Il calcolo considera l'effetto che i ponti esercitano sul libero deflusso della corrente; sono simulabili le diverse condizioni del funzionamento:

1. Funzionamento a pelo libero:
 - 1^a - con transizione attraverso lo stato critico;
 - 1^b - con transizione in corrente lenta attraverso il restringimento.
2. Funzionamento in pressione:
 - 2^a - chiusura delle luci;
 - 2^b - chiusura delle luci con sormonto dell'impalcato del ponte.

Dal punto di vista della modellistica matematica, il problema viene affrontato da parte del codice facendo ricorso all'equazione globale della quantità di moto (basata sul principio proposto da Koch e Carstanjen) nel caso di funzionamento a pelo libero.

Sono affrontate ambedue le situazioni esistenti, cioè quella relativa alla transizione attraverso lo stato critico e quella relativa alla transizione in corrente lenta attraverso il restringimento.

Nel caso la corrente sia lenta attraverso il restringimento, il codice di calcolo presenta altre alternative:

- La formula di Yarnell

$$\frac{\Delta h}{h_3} = KF_{r3}^2 (K + 5F_{r3}^2 - 0.6) (\alpha + 15\alpha^4)$$

ove

Δh = il rigurgito in funzione delle condizioni della corrente di valle: h_1-h_3 ;

h_1, h_3 = tiranti idrici a monte e valle della singolarità;

F_{r3} = numero di Froude della corrente a valle;

$\alpha = 1 - \frac{b}{B}$ = rapporto di restringimento;

$B(h_3)$ = larghezza di superficie a valle del restringimento;

b = larghezza nella sezione ristretta;

K = costante determinata in base alla forma delle pile

- Perdita di carico concentrata

$$E_B = C \left| \alpha_2 \frac{V_2^2}{2g} - \alpha_1 \frac{V_1^2}{2g} \right|$$

C = 0.1-0.5

Nel caso di funzionamento in pressione con o senza tracimazione dell'impalcato, il codice ricorre alle leggi della foronomia. In questo caso parte dall'individuazione della curva $Q=Q(h)$, somma dei contributi di portata di tutte le luci a battente e di quelle a stramazzo con funzionamento rigurgitato

o non rigurgitato da valle. Da tale curva si legge il valore di altezza corrispondente alla portata transitante e si determina il valore di energia specifica corrispondente alla sezione di monte, in base alla quale viene ricavata la relativa altezza.

Le verifiche sono state effettuate in condizioni di moto stazionario monodimensionale, per cui è stato utilizzato un valore della portata costante con geometria dell'alveo variabile (questo tipo di moto rappresenta con buona approssimazione quello che si manifesta negli alvei naturali dei corsi d'acqua durante gli eventi di piena).

Tale metodologia permette, pertanto, una valutazione dei livelli di piena nelle sezioni del corso d'acqua più raffinata di quanto non lo consenta la schematizzazione del moto uniforme nelle singole sezioni dell'alveo. Con essa, infatti, è possibile calcolare i livelli idrici considerando l'influenza della variazione della geometria e delle singolarità idrauliche presenti nel tratto d'asta del corso d'acqua analizzato.

Il problema del tracciamento del profilo di superficie libera di un corso d'acqua naturale in moto permanente con una data portata Q si risolve con procedimenti di calcolo numerico.

L'operazione richiede la suddivisione del corso d'acqua in tronchi di lunghezza Δs , tali da poter confondere i valori medi della sezione e della velocità in ciascun tronco con i valori ad un estremo. La natura dell'alveo deve conservarsi, entro certi limiti, in ciascun tronco.

Siano i e $i + 1$ due sezioni consecutive, distanti Δx in asse, nella prima delle quali siano note tutte le grandezze idrauliche.

La variazione di carico idraulico ΔH tra le due sezioni si può calcolare mediante la seguente relazione alle differenze finite:

$$\Delta H = -[j]_i \cdot \Delta x$$

Si può ottenere così il carico totale H_{i+1} della sezione $i + 1$ e conseguentemente il carico piezometrico h_{i+1} , che rappresenta la quota del pelo libero rispetto ad un piano di riferimento orizzontale, risolvendo l'equazione:

$$H_{i+1} = h_{i+1} + \frac{Q^2}{2g \cdot \Omega_{i+1}^2}$$

È possibile in questo modo ricavare il carico piezometrico della corrente nelle sezioni di rilievo e da questo calcolare le caratteristiche idrauliche che il torrente presenta nel tratto in esame.

Per lo sviluppo delle verifiche idrauliche in questione è stato necessario determinare le seguenti condizioni al contorno e dati di base:

- geometria dell'alveo come definita con l'apposita campagna di rilievo precedentemente descritta;
- scabrezza e portate;
- altezza del pelo libero ad una delle estremità o ad entrambe, in funzione del tipo di corrente (lenta o veloce) che si viene ad instaurare sul corso d'acqua.

Condizioni al contorno

Le portate utilizzate nelle simulazioni idrauliche derivano dallo studio idrologico effettuato in precedenza.

Nello studio idrologico sono state considerate le portate di massima piena in relazione a tempi di ritorno pari a 20, 100 e 200 anni.

Nel caso del Canale Becetto è stata inoltre considerata la portata massima derivabile sulla base della concessione di derivazione dal T. Luserna in essere.

Le scabrezze dell'alveo utilizzate sono state dedotte dall'analisi della tipologia di materiale presente in alveo, dal tipo di terreno e di vegetazione presente nelle aree golenali e dal materiale costituente le pareti e la volta dei tratti coperti, confrontandoli con i valori riportati in letteratura (Hec Ras Hydraulic reference manual). In generale vengono utilizzati per ciascuna sezione due valori diversi di scabrezza: uno per l'alveo inciso ed uno per le aree golenali.

Il coefficiente di scabrezza è stato determinato secondo Manning confrontando le caratteristiche dell'alveo oggetto di studio con le relative tabelle di riferimento (Chow, 1959). In particolare, per l'alveo naturale si è adottato un valore di $0,045 \text{ m}^{-1/3\text{s}}$ per tutti i tratti dei torrenti analizzati mentre per le aree golenali si è utilizzato un coefficiente di scabrezza pari a $0,03 \text{ m}^{-1/3\text{s}}$.

Simulazioni effettuate

Le verifiche idrauliche sono state condotte considerando come dati di input della simulazione la situazione geometrica dell'alveo allo stato attuale, considerando valori di portata relativi a tempi di ritorno pari a 20, 100 e 200 anni.

I risultati delle simulazioni sopra descritte effettuate per il T. Luserna, il T. Serbial, il Canale Becetto ed un tratto del Rio Cassere sono allegati di seguito.

Si riporta invece di seguito la descrizione delle verifiche semplificate effettuate sui Rii minori (Rio Comba La Losa e attraversamenti Rio Cassere).

Verifica idraulica semplificata attraversamenti Rio Comba La Losa

Gli attraversamenti rilevati attualmente presenti lungo il Rio Comba La Losa sono costituiti da una tubazione in c.a. avente diametro 1000 mm oltre ad una tubazione in PEAD diametro 800 mm per quanto riguarda l'attraversamento identificato con il codice PEGFPO012, mentre gli attraversamenti identificati con il codice PEGFPO013 e PEGFPO014 presentano sezione scatolare in c.a. di dimensioni pari a 1600 x 1000 mm. Per questi manufatti è stata effettuata una valutazione semplificata in moto uniforme sulla base delle portate di progetto, delle sezioni di rilievo e delle pendenze del corso d'acqua nel tratto analizzato, che si riporta di seguito.

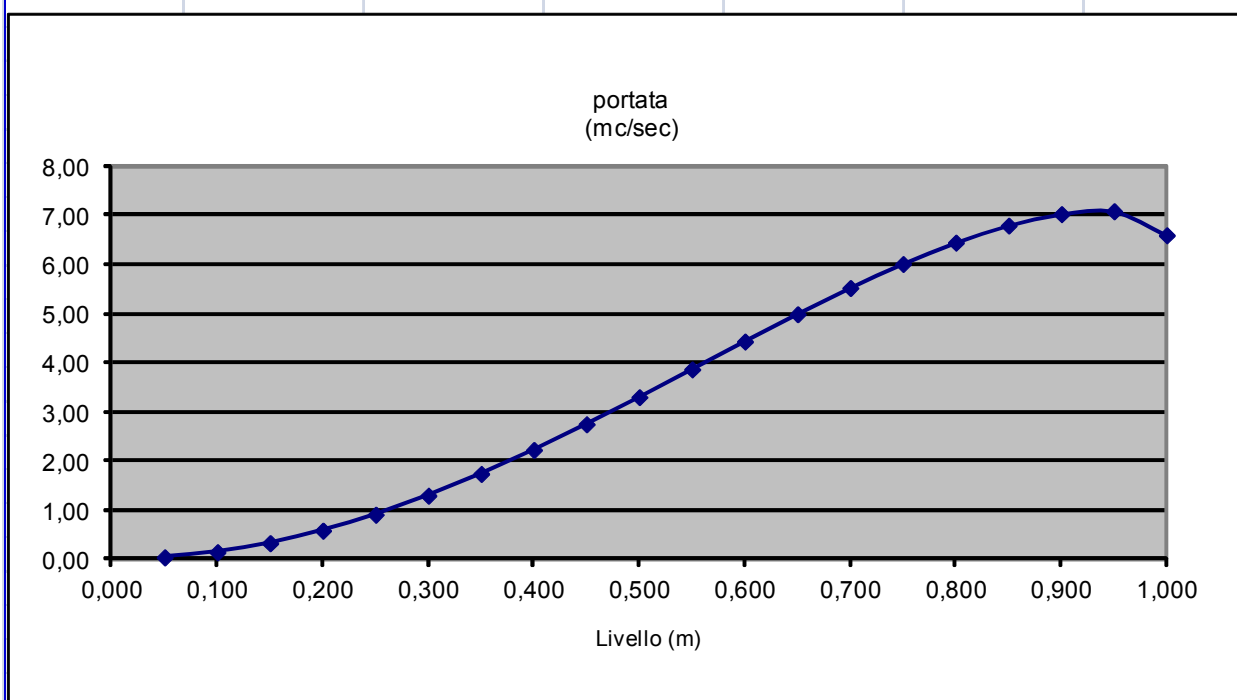
Le scale di deflusso relative ai tre attraversamenti citati sono riportate di seguito.

Gli attraversamenti risultano verificati al passaggio della portata di piena, pur senza il franco minimo previsto dalla normativa vigente date le dimensioni ridotte.

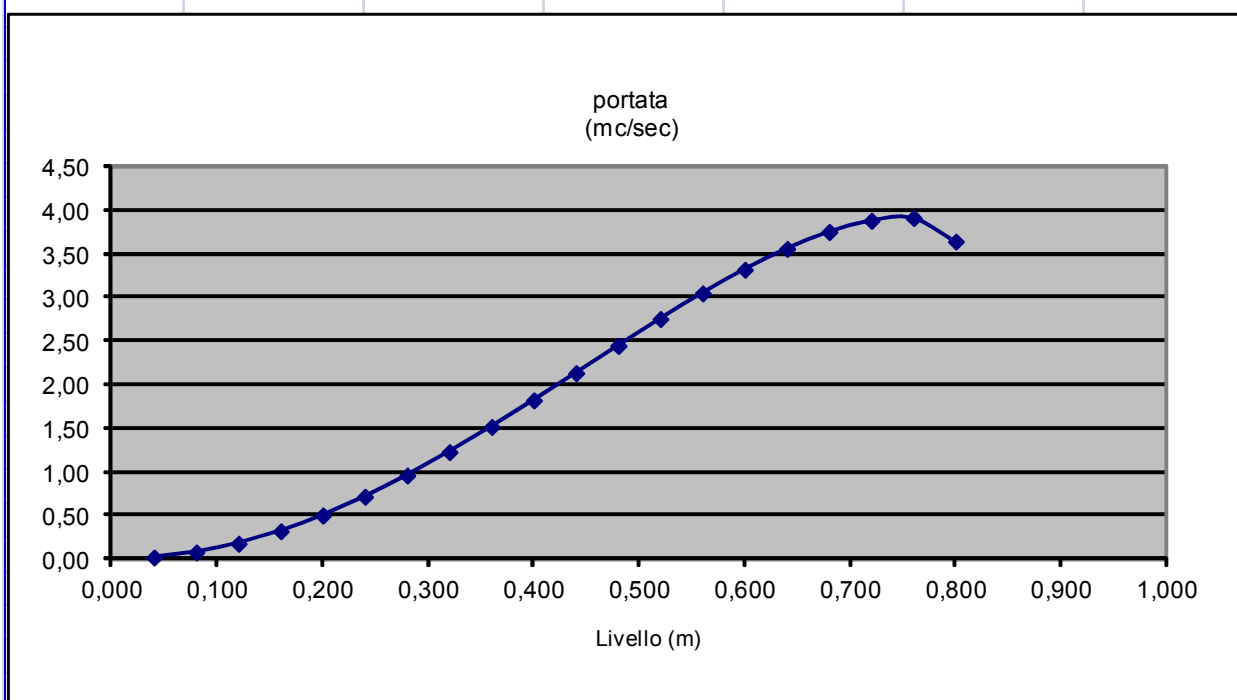
Nel caso dell'attraversamento PEGFPO012, il transito della portata di verifica è garantito effettuando la somma delle portate massime relative alle due tubazioni presenti.

Le tabelle seguenti riportano i risultati delle verifiche semplificate relative ai tre attraversamenti in questione.

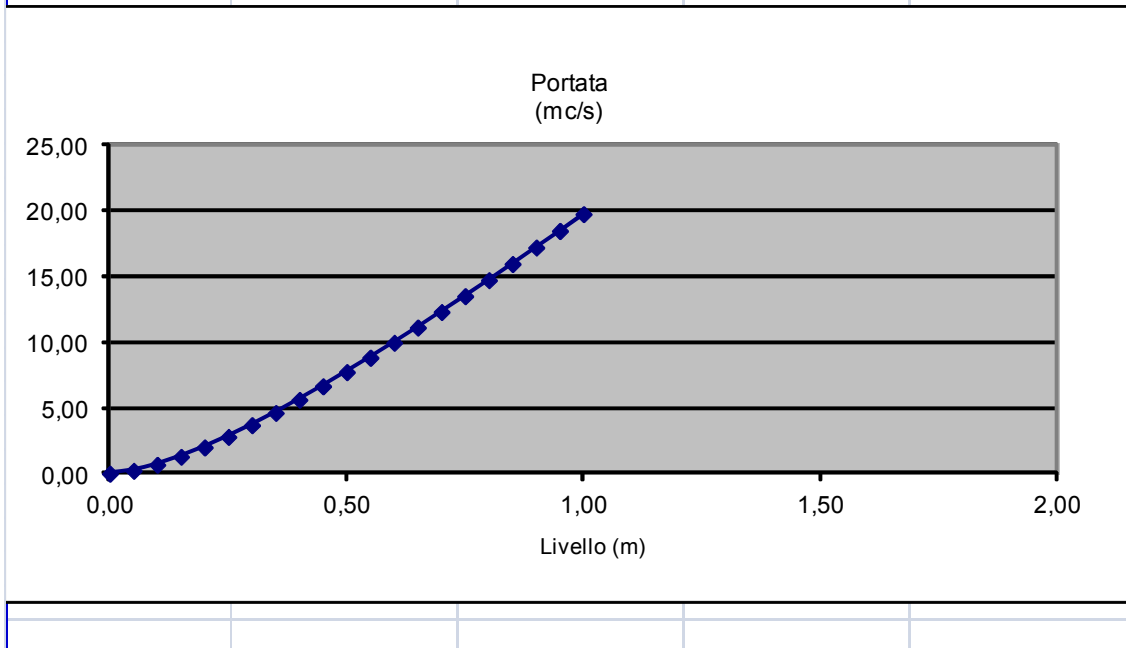
Scala di deflusso in moto uniforme						
Attraversamento PEGFPO012 - tubazione diametro 100 cm						
diametro esterno (mm)						
diametro interno (m)		1				
pendenza (m/m) =		0,07				
C di Strickler (m ^{1/3} /s) =		80				
livello (m)	h/D	sup (mq)	perimetro bagnato (m)	r idr (m)	velocità (m/s)	portata (mc/sec)
0,050	0,05	0,01	0,45	0,03	2,16	0,03
0,100	0,1	0,04	0,64	0,06	3,37	0,14
0,150	0,15	0,07	0,80	0,09	4,34	0,32
0,200	0,2	0,11	0,93	0,12	5,17	0,58
0,250	0,25	0,15	1,05	0,15	5,89	0,90
0,300	0,3	0,20	1,16	0,17	6,52	1,29
0,350	0,35	0,24	1,27	0,19	7,08	1,73
0,400	0,4	0,29	1,37	0,21	7,58	2,22
0,450	0,45	0,34	1,47	0,23	8,02	2,75
0,500	0,5	0,39	1,57	0,25	8,40	3,30
0,550	0,55	0,44	1,67	0,26	8,73	3,86
0,600	0,6	0,49	1,77	0,28	9,01	4,43
0,650	0,65	0,54	1,88	0,29	9,23	4,99
0,700	0,70	0,59	1,98	0,30	9,41	5,52
0,750	0,75	0,63	2,09	0,30	9,52	6,02
0,800	0,8	0,67	2,21	0,30	9,57	6,45
0,850	0,85	0,71	2,35	0,30	9,55	6,80
0,900	0,9	0,74	2,50	0,30	9,44	7,03
0,950	0,95	0,77	2,69	0,29	9,20	7,09
1,000	1	0,79	3,14	0,25	8,40	6,60



Scala di deflusso in moto uniforme						
Attraversamento PEGFPO012 - tubazione diametro 80 cm						
diametro esterno (mm)						
diametro interno (m)		0,8				
pendenza (m/m) =		0,07				
C di Strickler (m ^{1/3} /s) =		80				
livello (m)	h/D	sup (mq)	perimetro bagnato (m)	r idr (m)	velocità (m/s)	portata (mc/sec)
0,040	0,05	0,01	0,36	0,03	1,86	0,02
0,080	0,1	0,03	0,51	0,05	2,90	0,08
0,120	0,15	0,05	0,64	0,07	3,74	0,18
0,160	0,2	0,07	0,74	0,10	4,45	0,32
0,200	0,25	0,10	0,84	0,12	5,07	0,50
0,240	0,3	0,13	0,93	0,14	5,62	0,71
0,280	0,35	0,16	1,01	0,15	6,10	0,96
0,320	0,4	0,19	1,10	0,17	6,53	1,23
0,360	0,45	0,22	1,18	0,19	6,91	1,52
0,400	0,5	0,25	1,26	0,20	7,24	1,82
0,440	0,55	0,28	1,34	0,21	7,52	2,13
0,480	0,6	0,31	1,42	0,22	7,76	2,44
0,520	0,65	0,35	1,50	0,23	7,96	2,75
0,560	0,70	0,38	1,59	0,24	8,11	3,05
0,600	0,75	0,40	1,68	0,24	8,20	3,32
0,640	0,8	0,43	1,77	0,24	8,25	3,56
0,680	0,85	0,46	1,88	0,24	8,23	3,75
0,720	0,9	0,48	2,00	0,24	8,14	3,88
0,760	0,95	0,49	2,15	0,23	7,93	3,91
0,800	1	0,50	2,51	0,20	7,24	3,64



Scala di deflusso in moto uniforme				
Attraversamento PEGFPO013				
Larghezza del fondo (m)			1,60	
Pendenza (m/m)			0,0700	
C di Strickler (m ^{1/3} s ⁻¹)			80	
Altezza massima dal fondo			1	
livello (m)	superficie bagnata (mq)	raggio idraulico (m)	velocità (m/s)	portata (mc/s)
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,05	0,08	0,05	2,76	0,22
0,10	0,16	0,09	4,22	0,67
0,15	0,24	0,13	5,33	1,28
0,20	0,32	0,16	6,24	2,00
0,25	0,40	0,19	7,01	2,80
0,30	0,48	0,22	7,67	3,68
0,35	0,56	0,24	8,25	4,62
0,40	0,64	0,27	8,77	5,61
0,45	0,72	0,29	9,23	6,65
0,50	0,80	0,31	9,65	7,72
0,55	0,88	0,33	10,02	8,82
0,60	0,96	0,34	10,37	9,95
0,65	1,04	0,36	10,68	11,11
0,70	1,12	0,37	10,97	12,29
0,75	1,20	0,39	11,24	13,49
0,80	1,28	0,40	11,49	14,71
0,85	1,36	0,41	11,72	15,94
0,90	1,44	0,42	11,94	17,19
0,95	1,52	0,43	12,14	18,45
1,00	1,60	0,44	12,33	19,72



Verifica idraulica semplificata sezioni e attraversamenti Rio Cassere

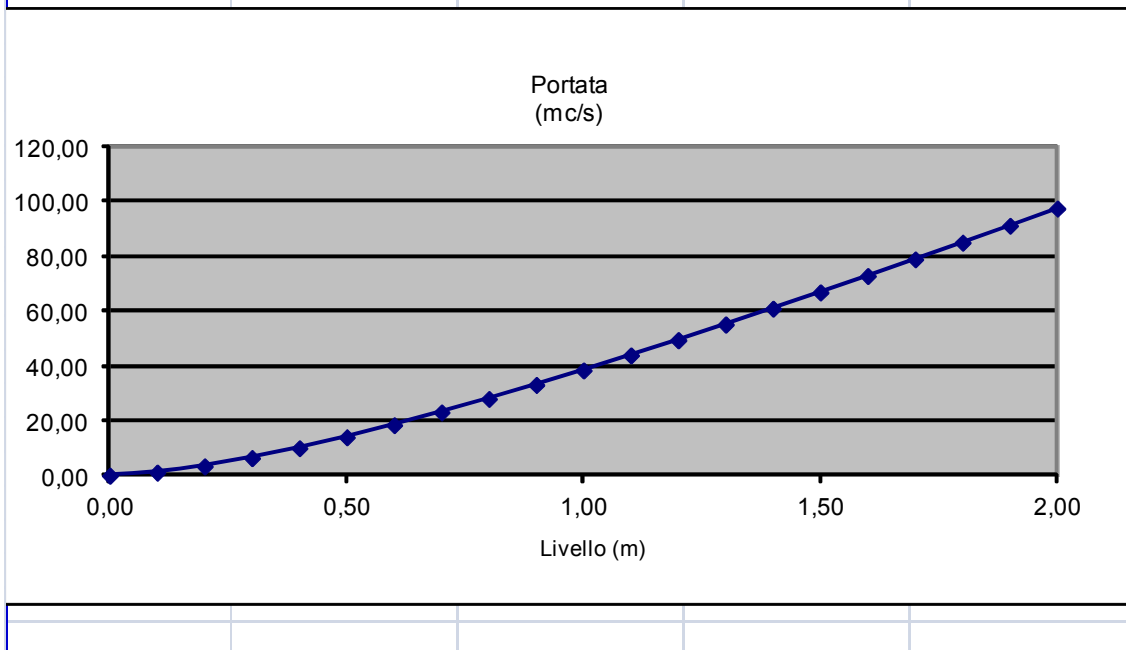
Anche in questo caso sono presenti due attraversamenti o tratti tombinati costituiti da un tubolare in c.a. del diametro di 1000mm (PEGFPO011) e uno scatolare di dimensioni 2x3 m in corrispondenza della spalla del ponte della S.P. 156 (PEGFPO010).

L'attraversamento ed il soprastante tratto tombinato PEGFPO011 non consente il passaggio della portata di massima piena prevista dalla normativa, mentre lo scatolare PEGFPO010 risulta ampiamente verificato con un franco di circa 1,70 m.

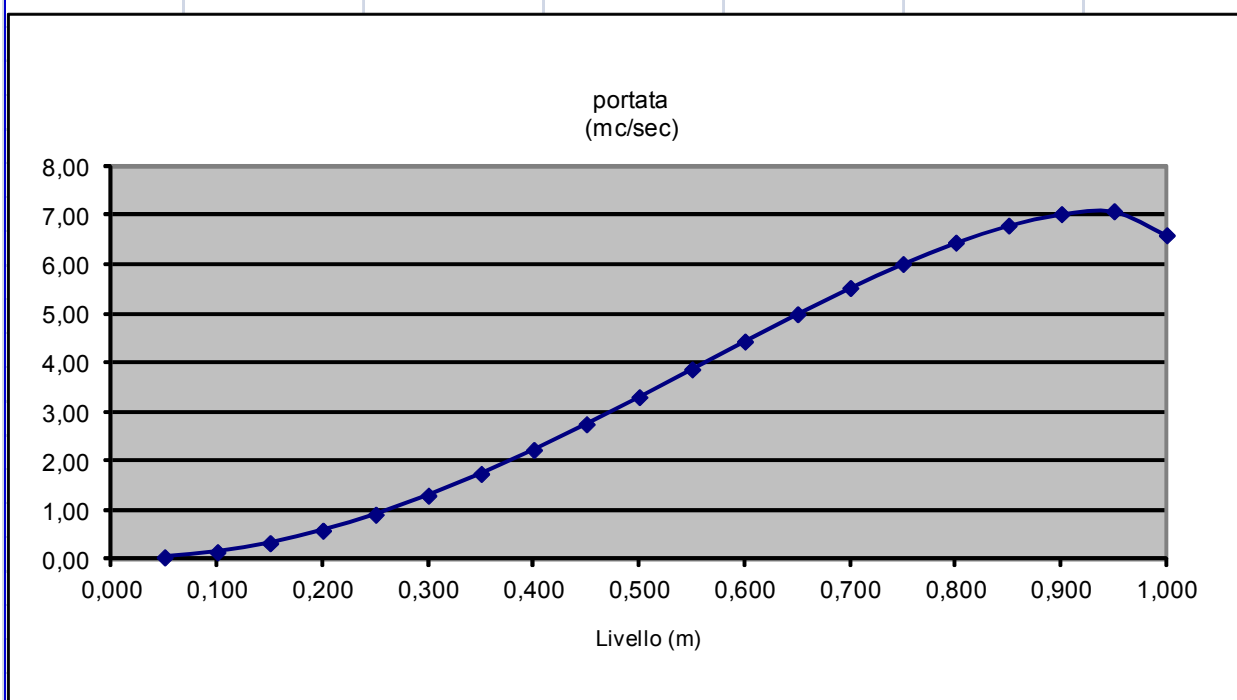
Per quanto riguarda invece la sezione di deflusso a cielo aperto del Rio nel tratto a monte dell'abitato, a valle della confluenza tra i tre rami esistenti più a monte, la stessa risulta verificata.

Le tabelle seguenti riportano i risultati delle verifiche semplificate relative alla sezione di deflusso minima e ai due attraversamenti in questione.

Scala di deflusso in moto uniforme				
Attraversamento PEGFPO010				
Larghezza del fondo (m)			3,00	
Pendenza (m/m)			0,0900	
C di Strickler (m ^{1/3} s ⁻¹)			60	
Altezza massima dal fondo			2	
livello (m)	superficie bagnata (mq)	raggio idraulico (m)	velocità (m/s)	portata (mc/s)
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,10	0,30	0,09	3,71	1,11
0,20	0,60	0,18	5,66	3,40
0,30	0,90	0,25	7,14	6,43
0,40	1,20	0,32	8,35	10,02
0,50	1,50	0,38	9,36	14,04
0,60	1,80	0,43	10,23	18,42
0,70	2,10	0,48	10,99	23,09
0,80	2,40	0,52	11,67	28,00
0,90	2,70	0,56	12,27	33,12
1,00	3,00	0,60	12,80	38,41
1,10	3,30	0,63	13,29	43,87
1,20	3,60	0,67	13,74	49,45
1,30	3,90	0,70	14,14	55,16
1,40	4,20	0,72	14,52	60,96
1,50	4,50	0,75	14,86	66,86
1,60	4,80	0,77	15,18	72,85
1,70	5,10	0,80	15,47	78,90
1,80	5,40	0,82	15,75	85,03
1,90	5,70	0,84	16,00	91,21
2,00	6,00	0,86	16,24	97,45



Scala di deflusso in moto uniforme						
Attraversamento PEGFPO011						
diametro esterno (mm)						
diametro interno (m)		1				
pendenza (m/m) =		0,07				
C di Strickler (m ^{1/3} /s) =		80				
livello (m)	h/D	sup (mq)	perimetro bagnato (m)	r idr (m)	velocità (m/s)	portata (mc/sec)
0,050	0,05	0,01	0,45	0,03	2,16	0,03
0,100	0,1	0,04	0,64	0,06	3,37	0,14
0,150	0,15	0,07	0,80	0,09	4,34	0,32
0,200	0,2	0,11	0,93	0,12	5,17	0,58
0,250	0,25	0,15	1,05	0,15	5,89	0,90
0,300	0,3	0,20	1,16	0,17	6,52	1,29
0,350	0,35	0,24	1,27	0,19	7,08	1,73
0,400	0,4	0,29	1,37	0,21	7,58	2,22
0,450	0,45	0,34	1,47	0,23	8,02	2,75
0,500	0,5	0,39	1,57	0,25	8,40	3,30
0,550	0,55	0,44	1,67	0,26	8,73	3,86
0,600	0,6	0,49	1,77	0,28	9,01	4,43
0,650	0,65	0,54	1,88	0,29	9,23	4,99
0,700	0,70	0,59	1,98	0,30	9,41	5,52
0,750	0,75	0,63	2,09	0,30	9,52	6,02
0,800	0,8	0,67	2,21	0,30	9,57	6,45
0,850	0,85	0,71	2,35	0,30	9,55	6,80
0,900	0,9	0,74	2,50	0,30	9,44	7,03
0,950	0,95	0,77	2,69	0,29	9,20	7,09
1,000	1	0,79	3,14	0,25	8,40	6,60

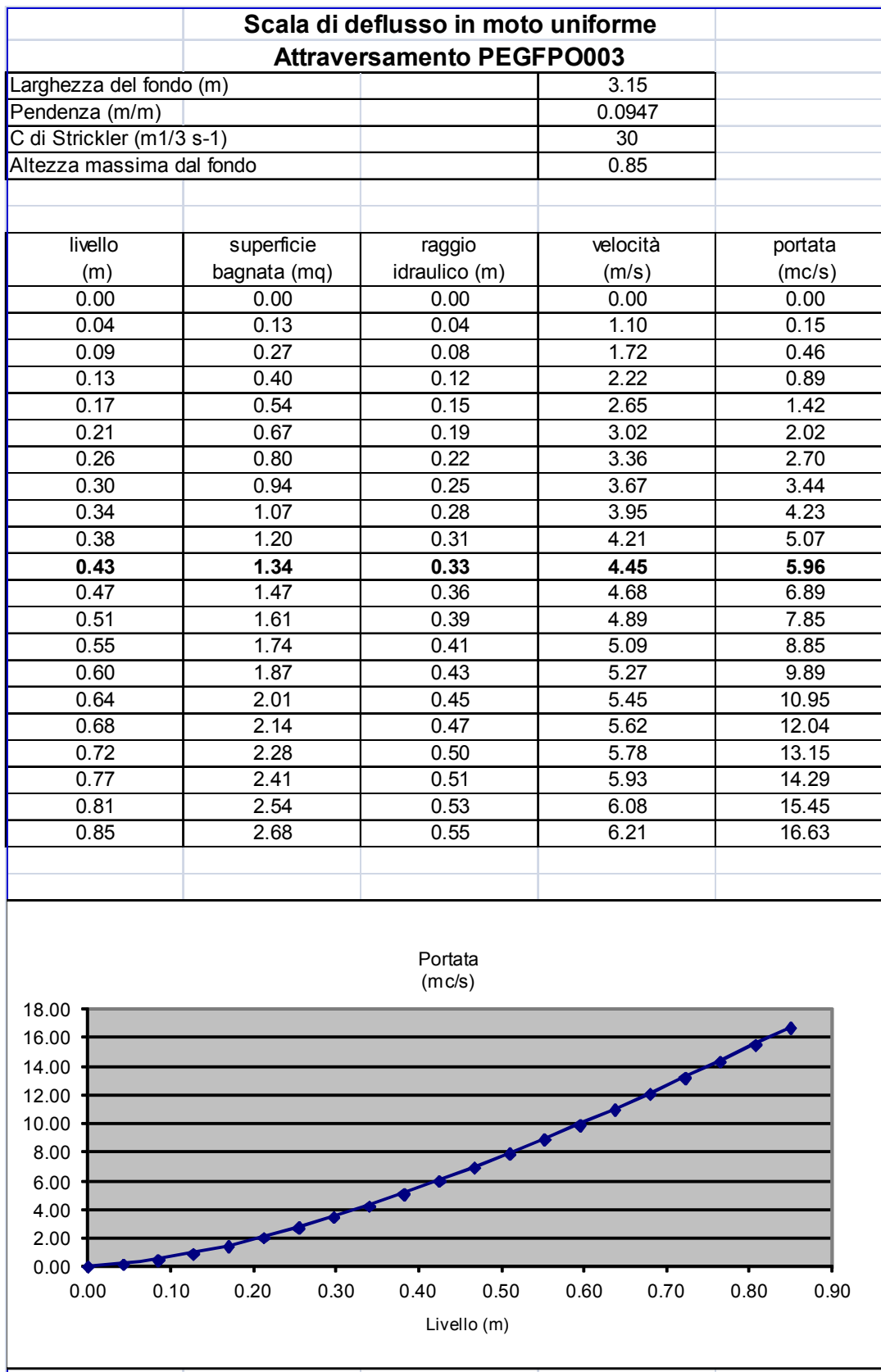


Verifica idraulica semplificata attraversamento Rio Serbial

L'attraversamento PEGFPO003 non è presente lungo l'asta del corso d'acqua oggetto di analisi in moto permanente, motivo per cui è stata effettuata la verifica semplificata prendendo in considerazione un sottobacino del Rio Serbial con chiusura in corrispondenza dell'attraversamento in analisi; la tabella seguente riporta i valori del bacino utili alla determinazione della portata di verifica:

Dati bacino					
<i>S (kmq)</i>	<i>L (km)</i>	<i>Hmax (m)</i>	<i>h (m)</i>	<i>Hm (m)</i>	<i>Tc (ore)</i>
0.52	0.86	700.00	510.00	570.00	0.67
Dati pluviometrici					
Tr = 20 anni		Tr = 100 anni		Tr = 200 anni	
<i>a</i>	<i>n</i>	<i>a</i>	<i>n</i>	<i>a</i>	<i>n</i>
42.33	0.493	53.86	0.494	58.80	0.495
42.33	0.493	53.86	0.494	58.80	0.495
Coefficiente di deflusso (j) =			0.4		
Valutazione della portata di massima piena					
Tr = 20 anni		Tr = 100 anni		Tr = 200 anni	
<i>hc (mm)</i>	<i>ic</i>	<i>hc (mm)</i>	<i>ic</i>	<i>hc (mm)</i>	<i>ic</i>
34.84	51.72	44.31	65.78	48.36	71.78
Qmax (mc/s)		Qmax (mc/s)		Qmax (mc/s)	
2.99		3.80		4.15	
Valutazione trasporto solido					
Tr = 20 anni		Tr = 100 anni		Tr = 200 anni	
<i>if</i>		0.20			
Qtrasp. (mc/s)		Qtrasp. (mc/s)		Qtrasp. (mc/s)	
Smart & Jaeggi		0.58		0.74	
0.58		0.74		0.81	
Richenmann		0.70		0.89	
0.70		0.89		0.97	
Mizuyama & Shimonigashi		1.00		1.27	
1.00		1.27		1.39	
Mizuyama		0.66		0.84	
0.66		0.84		0.91	
Valutazione della portata di verifica					
Tr = 20 anni		Tr = 100 anni		Tr = 200 anni	
Qtot (mc/s)		Qtot (mc/s)		Qtot (mc/s)	
3.99		5.07		5.53	

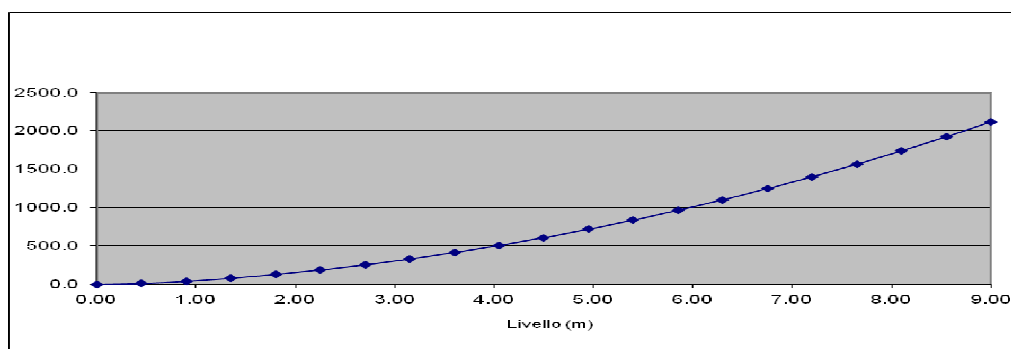
Per la verifica semplificata è stata considerata la forma rettangolare della parte inferiore dell'attraversamento (avente struttura ad arco): il franco idraulico risultante sui due terzi della luce dell'arco superiore è pari a circa 1,10 m, motivo per cui l'attraversamento si può ritenere verificato.



Verifica idraulica semplificata ponte PEGFPO009 – Torrente Luserna

L'attraversamento PEGFPO009, privato e ubicato molto più a monte rispetto all'abitato di Lusernetta, non è stato inserito nella modellazione in moto permanente, a motivo anche della notevole altezza, pertanto è stata effettuata la verifica semplificata dello stesso prendendo cautelativamente in considerazione la portata di verifica risultante dalla chiusura del bacino alla confluenza nel T. Pellice. Il ponte risulta ampiamente verificato con un franco idraulico di circa 5.80 m.

Scala di deflusso in moto uniforme						
Ponte PEGFPO009						
Larghezza del fondo (m)	9.3	Scarpa	vert.	su	orizz.	
Pendenza (m/m)	0.034	sponde	1			0.7
C di Strickler (m ^{1/3} s ⁻¹)	30	Altezza massima dal fondo		9		
livello (m)	larghezza pelo libero (m)	superficie bagnata (m ²)	perimetro bagnato (m)	raggio idraulico (m)	velocità (m/s)	portata (mc/s)
0.00	9.30	0.00	9.30	0.00	0.00	0.0
0.45	9.93	4.33	10.40	0.42	3.08	13.3
0.90	10.56	8.94	11.50	0.78	4.68	41.8
1.35	11.19	13.83	12.60	1.10	5.89	81.4
1.80	11.82	19.01	13.69	1.39	6.88	130.8
2.25	12.45	24.47	14.79	1.65	7.74	189.3
2.70	13.08	30.21	15.89	1.90	8.49	256.5
3.15	13.71	36.24	16.99	2.13	9.17	332.2
3.60	14.34	42.55	18.09	2.35	9.78	416.3
4.05	14.97	49.15	19.19	2.56	10.36	509.0
4.50	15.60	56.03	20.29	2.76	10.89	610.1
4.95	16.23	63.19	21.38	2.95	11.39	719.7
5.40	16.86	70.63	22.48	3.14	11.87	838.1
5.85	17.49	78.36	23.58	3.32	12.32	965.3
6.30	18.12	86.37	24.68	3.50	12.75	1101.3
6.75	18.75	94.67	25.78	3.67	13.17	1246.5
7.20	19.38	103.25	26.88	3.84	13.57	1400.9
7.65	20.01	112.11	27.98	4.01	13.96	1564.6
8.10	20.64	121.26	29.07	4.17	14.33	1737.9
8.55	21.27	130.69	30.17	4.33	14.70	1920.9
9.00	21.90	140.40	31.27	4.49	15.05	2113.7



Verifica idraulica e considerazioni sul Canale Becetto

Il canale è stato oggetto di rilievi di dettaglio condotti lungo tutto lo sviluppo dello stesso a partire da Via Traversero fino a valle del concentrico di Lusernetta, rilevandone le sezioni di deflusso ed il profilo di fondo. Ciò ha consentito l'implementazione di un modello realistico in moto permanente dello stesso, utilizzato per le verifiche idrauliche.

La Gora del Becetto è un canale artificiale che ha origine dalla derivazione posta lungo la sponda destra del T. Luserna codificata a livello regionale con il n. TO00197 in capo al Consorzio Irriguo Gora del Becetto, come risulta dalla consultazione del Sistema Informativo Risorse Idriche della Regione Piemonte.

La portata massima derivabile è pari a 165 l/s per tutto l'anno, per uso irriguo e domestico.

Il rilievo del tracciato e delle sezioni di deflusso ha consentito altresì di verificare l'orografia dei terreni a monte ed il comportamento del canale, al fine di valutare l'eventuale funzione di "gronda" dello stesso.

Allo stato attuale, come evidenziato nella documentazione fotografica allegata, è emerso che il canale è utilizzato principalmente per uso irriguo, e presenta ampi tratti intubati ed interrati, di diametro perlopiù pari a 60 cm.

I tratti intubati di maggiore lunghezza sono ubicati nel tratto iniziale a monte della località Possetti, a monte di Cascina Marsaglia in corrispondenza dell'attraversamento del Rio Comba La Losa e del primo ramo del Rio Cassere ed in corrispondenza del concentrico di Lusernetta.

Da ciò deriva l'impossibilità, in tali tratti, di ricevere l'apporto di acque provenienti dai rii e dai versanti a monte e pertanto di fungere da canale di gronda.

Lungo i tratti a cielo aperto sono stati rilevati unicamente due piccoli bacini potenzialmente afferenti al canale; il primo a monte di località Possetti e dell'attraversamento di Via Vista, che è stato denominato Affluente Becetto ed è stato oggetto di analisi idrologica per l'individuazione delle portate in arrivo.

Il secondo è costituito dal ramo centrale del Rio Cassere, che confluisce tramite tubazione diametro 60 cm nel canale per poi defluire verso valle nel proprio impluvio tramite lo sfioratore esistente pochi metri più a valle.

Nella verifica idraulica si è pertanto tenuto conto di tali potenziali apporti, individuando le aree eventualmente allagabili verso valle dal momento che il canale non consente il transito verso valle di portate significative, per via dei numerosi tratti intubati.

Si riportano di seguito le schede con la valutazione delle portate massime afferenti al canale dai bacini individuati.

<h1>Affluente Becetto</h1>						
Valutazione portate con la formula di Giandotti						
Dati bacino						
<i>S (kmq)</i>	<i>L (km)</i>	<i>Hmax (m)</i>	<i>h (m)</i>	<i>Hm (m)</i>	<i>Tc (ore)</i>	
0,10	0,35	829,00	545,00	645,55	0,22	
Dati pluviometrici						
Tr = 20 anni		Tr = 100 anni		Tr = 200 anni		
<i>a</i>	<i>n</i>	<i>a</i>	<i>n</i>	<i>a</i>	<i>n</i>	
AE119 42,33	0,493	53,86	0,494	58,80	0,495	
Coefficiente di deflusso (j) =			0,4			
Valutazione della portata di massima piena						
Tr = 20 anni		Tr = 100 anni		Tr = 200 anni		
<i>hc (mm)</i>	<i>ic</i>	<i>hc (mm)</i>	<i>ic</i>	<i>hc (mm)</i>	<i>ic</i>	
20,10	91,05	25,54	115,68	27,84	126,10	
Qmax (mc/s)		Qmax (mc/s)		Qmax (mc/s)		
0,98		1,25		1,36		
Valutazione trasporto solido						
Tr = 20 anni		Tr = 100 anni		Tr = 200 anni		
<i>if</i>		0,20				
Qtrasp. (mc/s)		Qtrasp. (mc/s)		Qtrasp. (mc/s)		
Smart & Jaeggi		0,19		0,24		0,26
Richenmann		0,23		0,29		0,32
Mizuyama & Shimonigashi		0,33		0,42		0,45
Mizuyama		0,22		0,27		0,30
Valutazione della portata di verifica						
Tr = 20 anni		Tr = 100 anni		Tr = 200 anni		
Qtot (mc/s)		Qtot (mc/s)		Qtot (mc/s)		
1,31		1,66		1,81		

<h1>Rio Cassere ramo centrale</h1>						
Valutazione portate con la formula di Giandotti						
Dati bacino						
<i>S (kmq)</i>	<i>L (km)</i>	<i>Hmax (m)</i>	<i>h (m)</i>	<i>Hm (m)</i>	<i>Tc (ore)</i>	
0,07	0,56	750,00	520,00	597,50	0,27	
Dati pluviometrici						
Tr = 20 anni		Tr = 100 anni		Tr = 200 anni		
<i>a</i>	<i>n</i>	<i>a</i>	<i>n</i>	<i>a</i>	<i>n</i>	
AE119	42,33	0,493	53,86	0,494	58,80	0,495
Media	42,33	0,493	53,86	0,494	58,80	0,495
Coefficiente di deflusso (j) =			0,4			
Valutazione della portata di massima piena						
Tr = 20 anni		Tr = 100 anni		Tr = 200 anni		
<i>hc (mm)</i>	<i>ic</i>	<i>hc (mm)</i>	<i>ic</i>	<i>hc (mm)</i>	<i>ic</i>	
22,18	82,29	28,18	104,56	30,73	114,00	
Qmax (mc/s)		Qmax (mc/s)		Qmax (mc/s)		
0,64		0,81		0,89		
Valutazione trasporto solido						
Tr = 20 anni		Tr = 100 anni		Tr = 200 anni		
<i>i f</i>		0,20				
Qtrasp. (mc/s)		Qtrasp. (mc/s)		Qtrasp. (mc/s)		
Smart & Jaeggi		0,12		0,16		0,17
Richenmann		0,15		0,19		0,21
Mizuyama & Shimonigashi		0,21		0,27		0,30
Mizuyama		0,14		0,18		0,20
Valutazione della portata di verifica						
Tr = 20 anni		Tr = 100 anni		Tr = 200 anni		
Qtot (mc/s)		Qtot (mc/s)		Qtot (mc/s)		
0,85		1,09		1,18		

Nell'ambito delle verifiche effettuate si è provveduto ad individuare la portata massima defluente all'interno delle tubazioni esistenti, ricavando un valore pari a circa 0.40 mc/s.

La portata è stata poi fatta variare lungo il canale imponendo il transito della portata di base in concessione, pari a 0.165 mc/s, oltre ad una portata di piena pari a quella in arrivo da monte dai bacini analizzati nei due tratti a cielo aperto, opportunamente ridotta verso valle in corrispondenza dei tratti intubati al valore massimo di deflusso pari a 0.40 mc/s.

Oltre ai due bacini analizzati non si rilevano ulteriori apporti nel canale, data l'orografia del terreno con pendenza verso gli impluvi naturali e vista la presenza di tratti del canale con sponde rialzate rispetto al terreno circostante dove lo stesso scorre all'interno di canalette in c.a.; alla luce di quanto rilevato e descritto in precedenza, viste le dimensioni molto ridotte del canale si ritiene di poter escludere che lo stesso possa fungere da "gronda" per gli impluvi di versante.

I risultati del calcolo effettuato sono riportati in forma grafica e tabellare in allegato.

Conclusioni

Dall'esame dei risultati di calcolo sono emerse alcune criticità idrauliche lungo i corsi d'acqua analizzati, legate perlopiù all'inadeguatezza di alcuni attraversamenti o sezioni di deflusso localizzate, riassunte nella planimetria riportata sulla Tav. 0010.

Si è riscontrata unicamente la presenza di 1 tratto tombinato non verificato al passaggio della portata di riferimento, peraltro su un rio minore, mentre alcuni altri sono verificati in assenza del franco idraulico minimo pari a 1.50 m viste le dimensioni ridotte degli stessi.

Sulla medesima tavola sono riportati i dissesti di tipo areale ottenuti per i rii maggiori dall'analisi in moto permanente, peraltro generalmente limitati alle porzioni più incassate degli impluvi, vista la notevole pendenza dei versanti.

La verifica di tutti gli attraversamenti rilevati si è effettuata sulla base di quanto previsto dalla Direttiva di Attuazione del Piano Stralcio delle Fasce Fluviali "Criteri di valutazione delle infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico all'interno delle fasce A e B" di cui alla deliberazione del Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino del Fiume PO in data 11/05/1999.

Le verifiche sono state condotte utilizzando la portata con tempo di ritorno $T_r = 200$ anni.

Il franco idraulico, nel caso di ponti ad arco, è stato poi verificato su di una lunghezza pari ai 2/3 della luce dei ponti, e sull'intera luce nel caso di ponti con impalcato rettilineo; il franco deve essere

pari a $0.5 \frac{V^2}{2g}$, (dove V è la velocità della corrente e g l'accelerazione di gravità) e comunque non inferiore ad 1 m.

Le verifiche degli attraversamenti analizzati sono state infine aggiornate aumentando il franco idraulico minimo come richiesto dall'Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 17.01.2018, che è stato portato a 1.50 m.

I risultati ottenuti sono stati riportati in forma grafica nelle planimetrie allegate, utilizzando una colorazione di tipo semaforico che permette la valutazione immediata della situazione.

In dettaglio, i ponti presenti sul Torrente Luserna risultano tutti verificati, vista anche la notevole altezza degli stessi; solamente il PO006 risulta verificato senza il franco minimo di 1.50 m.

Nel caso del ponte n. PO008 della S.P. 156 non sono state effettuate verifiche, vista l'altezza di alcune decine di metri dall'intradosso dell'impalcato al fondo alveo, e lo stesso non è stato inserito nella modellazione.

Per quanto riguarda il Rio Serbial, tutti i ponti risultano verificati allo smaltimento della portata di piena a $T_r=200$ anni ma senza franco idraulico minimo, ad eccezione del PO001.

Per quanto riguarda il Rio Comba La Losa, gli attraversamenti PEGFPO0012, PEGFPO0013 e PEGFPO0014 risultano verificati per lo smaltimento della portata di piena a $T_r=200$ anni ma senza franco idraulico minimo a causa delle dimensioni modeste degli stessi.

Per quanto riguarda il Canale Becetto, lo stesso è qualificabile come canale artificiale per uso principalmente irriguo, e le criticità emerse sono legate alla presenza di piccoli impluvi di versante che interessano tratti limitati dello stesso in corrispondenza dell'intersezione con gli impluvi stessi.

Vista la presenza di numerosi tratti intubati le criticità non sono in grado di propagarsi verso valle e verso il concentrico.

Il Rio Cassere infine presenta la sezione PEGFPO011 non verificata, mentre l'attraversamento scatolare PEGFPO010 risulta ampiamente verificato; La sezione minima di deflusso a cielo aperto rilevata a monte dell'abitato, peraltro nel tratto con pendenza minore, risulta anch'essa verificata, purché soggetta a pulizia periodica che ne eviti l'ostruzione da parte della vegetazione infestante.

Non si sono rilevate particolari criticità idrauliche in corrispondenza del muro esistente lungo un ramo del Rio Cassere a monte di Cascina Marsaglia; la sezione risulta adeguata al transito delle portate di piena di riferimento, con un lieve interessamento della sponda verso monte, mentre verso valle l'altezza del muro di contenimento risulta adeguata a contenere la stessa.

Al fine di risolvere le criticità idrauliche riscontrate lungo il Rio Cassere nell'area che interessa l'abitato a monte di Via Ponte Pietra e potenzialmente l'area di espansione artigianale ivi prevista, è stata individuata una soluzione progettuale di massima che prevede lo spostamento del Rio a margine della stessa e l'adeguamento delle sezioni di deflusso.

In particolare, a partire da valle si prevede la sostituzione della tubazione esistente diametro 1 m con una nuova tubazione diametro interno 1.50 m, mentre più a monte è prevista la realizzazione di una sezione a cielo aperto di larghezza minima pari a 1.50 m ed altezza minima pari a 1.40 m, utilizzando nuovamente la sezione circolare diametro 1.50 m in corrispondenza dell'attraversamento stradale previsto più a monte fino al raccordo con l'alveo esistente.

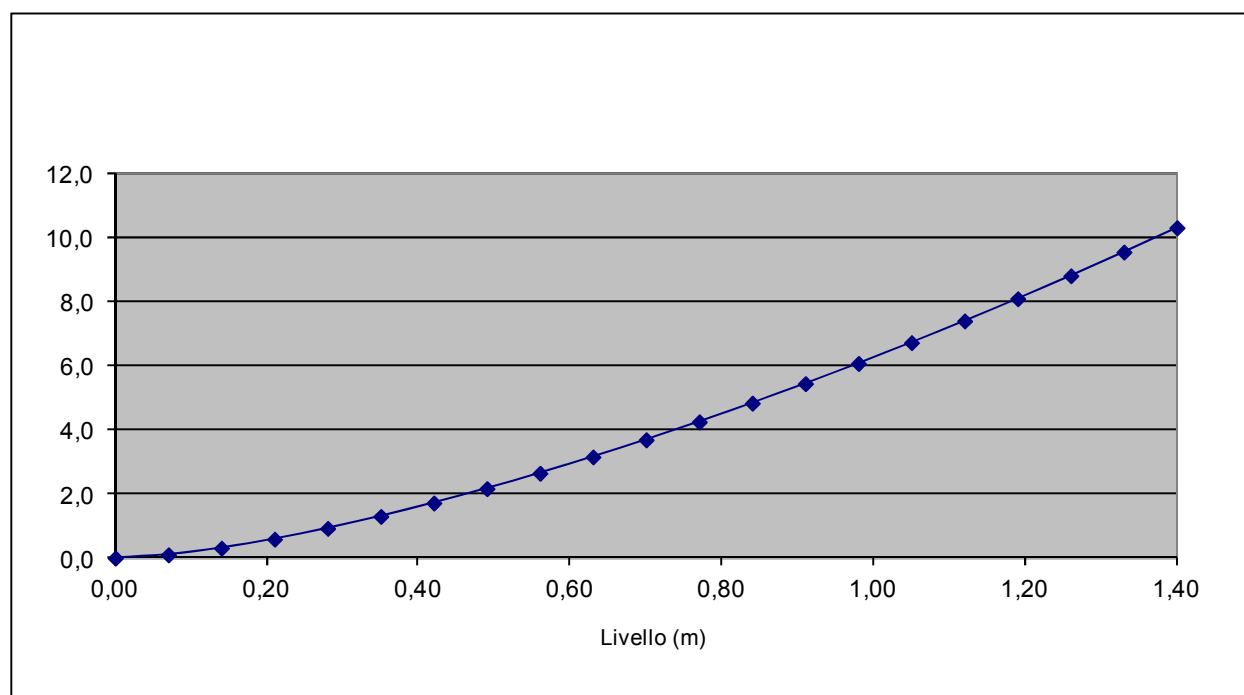
Si riporta di seguito la planimetria esplicativa con l'individuazione del nuovo tracciato, e le sezioni tipologiche descritte.

Si riportano inoltre di seguito le verifiche effettuate sulle sezioni tipologiche previste, utilizzando cautelativamente la pendenza minima prevista.

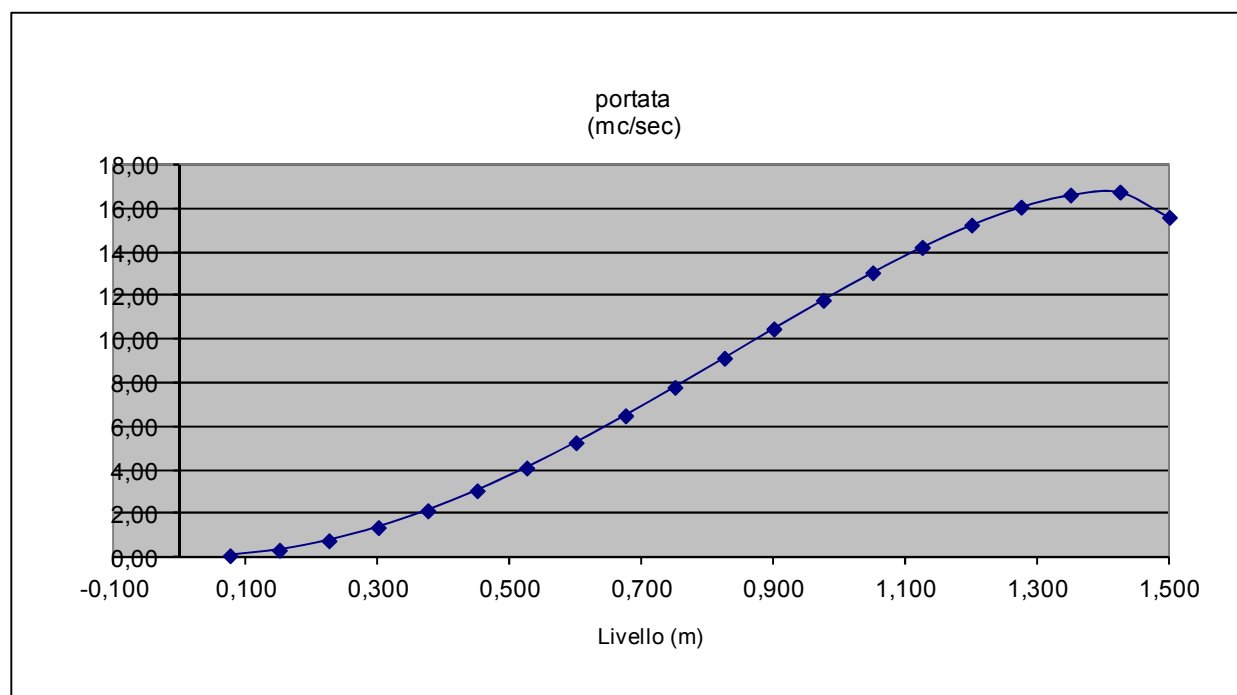
Tutte le sezioni risultano verificate al passaggio della portata di progetto per TR = 200 anni.

Verifica idraulica semplificata sezioni di progetto Rio Cassere

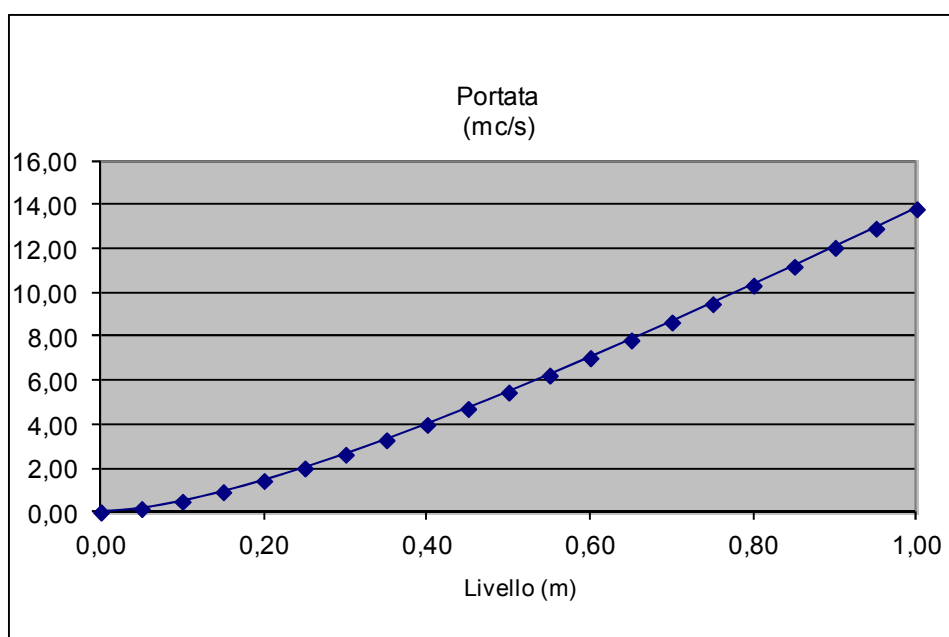
Scala di deflusso in moto uniforme						
Sezione di progetto Rio Cassere monte abitato sez. A:A						
Larghezza del fondo (m)	1,5	Scarpa	vert.	su	orizz.	
Pendenza (m/m)	0,040	sponde	1		0,2	
C di Strickler (m ^{1/3} s ⁻¹)	30	Altezza massima dal fondo		1,4		
livello (m)	larghezza pelo libero (m)	superficie bagnata (m ²)	perimetro bagnato (m)	raggio idraulico (m)	velocità (m/s)	portata (mc/s)
0,00	1,50	0,00	1,50	0,00	0,00	0,0
0,07	1,53	0,11	1,64	0,06	0,97	0,1
0,14	1,56	0,21	1,79	0,12	1,46	0,3
0,21	1,58	0,32	1,93	0,17	1,83	0,6
0,28	1,61	0,44	2,07	0,21	2,12	0,9
0,35	1,64	0,55	2,21	0,25	2,37	1,3
0,42	1,67	0,67	2,36	0,28	2,58	1,7
0,49	1,70	0,78	2,50	0,31	2,77	2,2
0,56	1,72	0,90	2,64	0,34	2,93	2,6
0,63	1,75	1,02	2,78	0,37	3,08	3,2
0,70	1,78	1,15	2,93	0,39	3,21	3,7
0,77	1,81	1,27	3,07	0,41	3,34	4,3
0,84	1,84	1,40	3,21	0,44	3,45	4,8
0,91	1,86	1,53	3,36	0,46	3,56	5,4
0,98	1,89	1,66	3,50	0,48	3,65	6,1
1,05	1,92	1,80	3,64	0,49	3,74	6,7
1,12	1,95	1,93	3,78	0,51	3,83	7,4
1,19	1,98	2,07	3,93	0,53	3,91	8,1
1,26	2,00	2,21	4,07	0,54	3,99	8,8
1,33	2,03	2,35	4,21	0,56	4,06	9,5
1,40	2,06	2,49	4,36	0,57	4,14	10,3



Scala di deflusso in moto uniforme						
Nuova tubazione rio Cassere in sostituzione dell'esistente sez. B:B						
diametro esterno (mm)						
diametro interno (m)		1,5				
pendenza (m/m)	=	0,045				
C di Strickler (m ^{1/3} /s)	=	80				
livello (m)	h/D	sup (mq)	perimetro bagnato (m)	r idr (m)	velocità (m/s)	portata (mc/sec)
0,075	0,05	0,03	0,68	0,05	2,27	0,07
0,150	0,1	0,09	0,97	0,10	3,54	0,33
0,225	0,15	0,17	1,19	0,14	4,56	0,76
0,300	0,2	0,25	1,39	0,18	5,43	1,37
0,375	0,25	0,35	1,57	0,22	6,18	2,14
0,450	0,3	0,45	1,74	0,26	6,85	3,05
0,525	0,35	0,55	1,90	0,29	7,44	4,10
0,600	0,4	0,66	2,05	0,32	7,96	5,26
0,675	0,45	0,77	2,21	0,35	8,42	6,50
0,750	0,5	0,88	2,36	0,38	8,83	7,80
0,825	0,55	1,00	2,51	0,40	9,17	9,13
0,900	0,6	1,11	2,66	0,42	9,46	10,48
0,975	0,65	1,22	2,81	0,43	9,70	11,80
1,050	0,70	1,32	2,97	0,44	9,88	13,06
1,125	0,75	1,42	3,14	0,45	10,00	14,22
1,200	0,8	1,52	3,32	0,46	10,06	15,24
1,275	0,85	1,60	3,52	0,45	10,04	16,07
1,350	0,9	1,68	3,75	0,45	9,92	16,62
1,425	0,95	1,73	4,04	0,43	9,66	16,76
1,500	1	1,77	4,71	0,38	8,83	15,60



Scala di deflusso in moto uniforme				
Scotolare rio Cassere esistente sez. C:C				
Larghezza del fondo (m)			1,45	
Pendenza (m/m)			0,045	
C di Strickler (m ^{1/3} s ⁻¹)			80	
Altezza massima dal fondo			1	
livello (m)	superficie bagnata (mq)	raggio idraulico (m)	velocità (m/s)	portata (l/s)
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,05	0,07	0,05	2,20	0,16
0,10	0,15	0,09	3,35	0,49
0,15	0,22	0,12	4,23	0,92
0,20	0,29	0,16	4,93	1,43
0,25	0,36	0,19	5,53	2,00
0,30	0,44	0,21	6,04	2,63
0,35	0,51	0,24	6,48	3,29
0,40	0,58	0,26	6,87	3,99
0,45	0,65	0,28	7,22	4,71
0,50	0,73	0,30	7,54	5,46
0,55	0,80	0,31	7,82	6,24
0,60	0,87	0,33	8,08	7,03
0,65	0,94	0,34	8,31	7,83
0,70	1,02	0,36	8,53	8,65
0,75	1,09	0,37	8,73	9,49
0,80	1,16	0,38	8,91	10,33
0,85	1,23	0,39	9,08	11,19
0,90	1,31	0,40	9,24	12,05
0,95	1,38	0,41	9,38	12,93
1,00	1,45	0,42	9,52	13,81



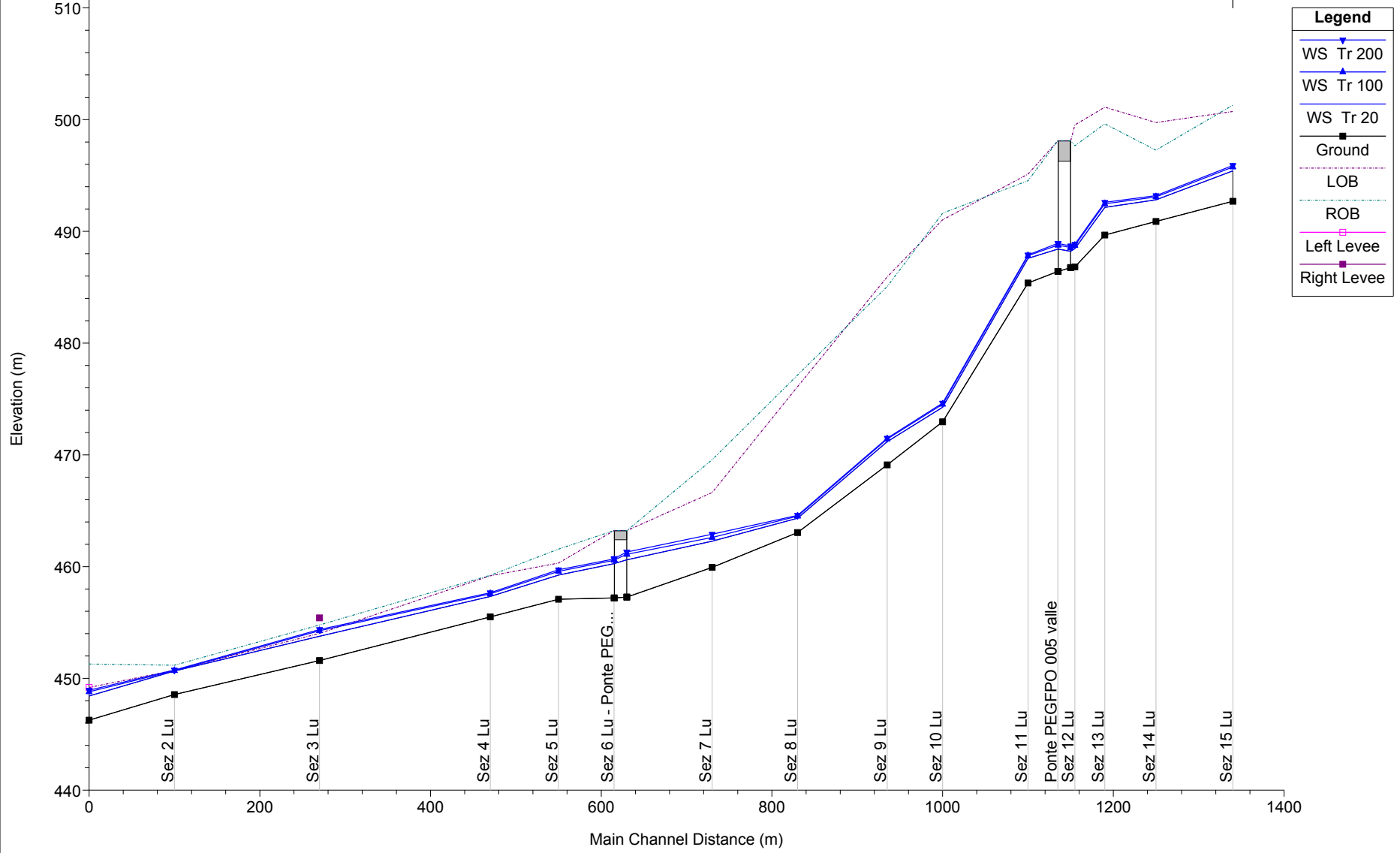
ALLEGATO A

VERIFICHE IDRAULICHE IN MOTO PERMANENTE

T. LUSERNA

Hec Ras Torrente Luserna - Lusernetta Plan: Plan 01 29/01/2020

Torrente Luserna Lusernetta



HEC-RAS Plan: Plan 01 River: Torrente Luserna Reach: Lusernetta

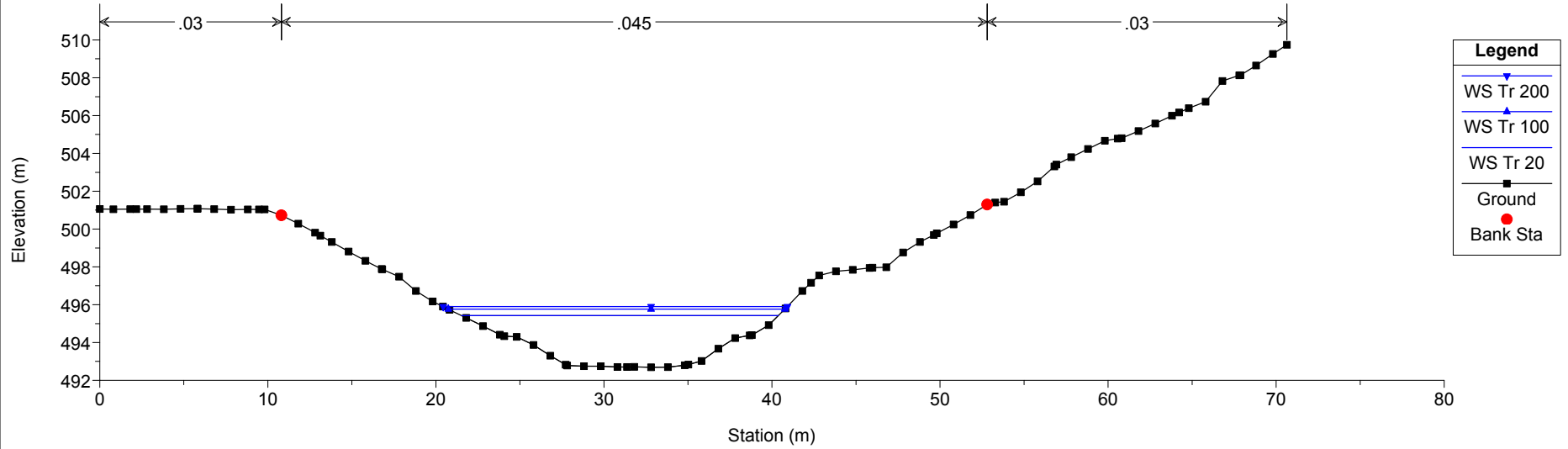
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	LOB Elev (m)	ROB Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Lusernetta	15	Tr 20	156.60	492.69	495.42	500.72	501.30	495.50	496.46	0.020006	4.52	34.68	18.85	1.06
Lusernetta	15	Tr 100	200.79	492.69	495.76	500.72	501.30	495.88	496.97	0.020009	4.86	41.34	20.03	1.08
Lusernetta	15	Tr 200	219.81	492.69	495.90	500.72	501.30	496.03	497.17	0.020010	4.99	44.07	20.48	1.09
Lusernetta	14	Tr 20	156.60	490.89	492.82	499.74	497.26	493.16	494.16	0.032934	5.12	30.59	20.44	1.34
Lusernetta	14	Tr 100	200.79	490.89	493.09	499.74	497.26	493.49	494.66	0.032729	5.56	36.14	21.11	1.36
Lusernetta	14	Tr 200	219.81	490.89	493.19	499.74	497.26	493.63	494.86	0.032586	5.72	38.43	21.36	1.36
Lusernetta	13	Tr 20	156.60	489.67	492.15	501.12	499.63	492.15	492.97	0.018088	4.02	39.00	24.14	1.01
Lusernetta	13	Tr 100	200.79	489.67	492.47	501.12	499.63	492.47	493.41	0.017249	4.29	46.77	25.07	1.00
Lusernetta	13	Tr 200	219.81	489.67	492.59	501.12	499.63	492.60	493.58	0.017006	4.39	50.03	25.57	1.00
Lusernetta	12	Tr 20	156.60	486.82	488.46	499.52	497.67	489.32	491.50	0.100225	7.73	20.25	16.89	2.26
Lusernetta	12	Tr 100	200.79	486.82	488.73	499.52	497.67	489.70	492.02	0.085834	8.03	25.00	17.25	2.13
Lusernetta	12	Tr 200	219.81	486.82	488.85	499.52	497.67	489.85	492.22	0.081006	8.13	27.02	17.41	2.08
Lusernetta	11.7	Tr 20	156.60	486.76	488.21	498.10	498.10	489.02	490.95	0.083894	7.33	21.38	14.70	1.94
Lusernetta	11.7	Tr 100	200.79	486.76	488.54	498.10	498.10	489.43	491.53	0.073342	7.66	26.22	14.70	1.83
Lusernetta	11.7	Tr 200	219.81	486.76	488.69	498.10	498.10	489.61	491.76	0.069399	7.76	28.32	14.70	1.79
Lusernetta	11.5	Bridge												
Lusernetta	11.3	Tr 20	156.60	486.41	488.42	498.10	498.10	488.67	489.85	0.031141	5.31	29.49	14.70	1.20
Lusernetta	11.3	Tr 100	200.79	486.41	488.77	498.10	498.10	489.07	490.48	0.031242	5.78	34.71	14.70	1.20
Lusernetta	11.3	Tr 200	219.81	486.41	488.93	498.10	498.10	489.24	490.72	0.030748	5.93	37.07	14.70	1.19
Lusernetta	11	Tr 20	156.60	485.38	487.59	495.13	494.54	487.80	488.82	0.025231	4.91	31.88	18.06	1.18
Lusernetta	11	Tr 100	200.79	485.38	487.82	495.13	494.54	488.16	489.40	0.028457	5.57	36.07	18.29	1.27
Lusernetta	11	Tr 200	219.81	485.38	487.90	495.13	494.54	488.31	489.64	0.030214	5.85	37.54	18.36	1.31
Lusernetta	10	Tr 20	156.60	472.95	474.26	491.04	491.63	475.70	481.99	0.325529	12.31	12.72	12.74	3.94
Lusernetta	10	Tr 100	200.79	472.95	474.52	491.04	491.63	476.14	482.28	0.272152	12.33	16.28	14.15	3.67
Lusernetta	10	Tr 200	219.81	472.95	474.63	491.04	491.63	476.31	482.40	0.248374	12.34	17.81	14.35	3.54
Lusernetta	9	Tr 20	156.60	469.11	471.19	485.93	485.06	471.78	473.15	0.054221	6.21	25.23	18.31	1.69
Lusernetta	9	Tr 100	200.79	469.11	471.41	485.93	485.06	472.14	473.78	0.055859	6.82	29.45	18.84	1.74
Lusernetta	9	Tr 200	219.81	469.11	471.50	485.93	485.06	472.27	474.05	0.057089	7.08	31.04	19.02	1.77
Lusernetta	8	Tr 20	156.60	463.05	464.33	476.10	477.14	464.95	466.35	0.078749	6.28	24.93	24.24	1.98
Lusernetta	8	Tr 100	200.79	463.05	464.52	476.10	477.14	465.24	466.90	0.078120	6.83	29.39	24.96	2.01
Lusernetta	8	Tr 200	219.81	463.05	464.59	476.10	477.14	465.35	467.11	0.077289	7.02	31.29	25.25	2.02

HEC-RAS Plan: Plan 01 River: Torrente Luserna Reach: Lusernetta (Continued)

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	LOB Elev (m)	ROB 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
Lusernetta	7	Tr 20	156.60	459.94	462.28	466.63	469.57	462.28	463.09	0.017813	3.98	39.33	24.41	1.00
Lusernetta	7	Tr 100	200.79	459.94	462.61	466.63	469.57	462.59	463.51	0.016695	4.21	47.68	25.81	0.99
Lusernetta	7	Tr 200	219.81	459.94	462.89	466.63	469.57	462.73	463.70	0.013498	3.97	55.32	27.82	0.90
Lusernetta	6.7	Tr 20	156.60	457.27	460.61	463.22	463.22	459.85	461.39	0.011138	3.90	40.12	12.00	0.68
Lusernetta	6.7	Tr 100	200.79	457.27	461.10	463.22	463.22	460.32	462.07	0.012456	4.37	45.96	12.00	0.71
Lusernetta	6.7	Tr 200	219.81	457.27	461.31	463.22	463.22	460.51	462.36	0.012847	4.53	48.49	12.00	0.72
Lusernetta	6.5	Bridge												
Lusernetta	6.3	Tr 20	156.60	457.20	460.26	463.22	463.22		461.19	0.014354	4.26	36.73	12.00	0.78
Lusernetta	6.3	Tr 100	200.79	457.20	460.57	463.22	463.22	460.26	461.83	0.017929	4.97	40.42	12.00	0.86
Lusernetta	6.3	Tr 200	219.81	457.20	460.68	463.22	463.22	460.45	462.09	0.019598	5.27	41.75	12.00	0.90
Lusernetta	5	Tr 20	156.60	457.08	459.25	460.32	461.56	459.25	460.14	0.017982	4.17	37.52	21.13	1.00
Lusernetta	5	Tr 100	200.79	457.08	459.58	460.32	461.56	459.58	460.61	0.017371	4.49	44.67	21.69	1.00
Lusernetta	5	Tr 200	219.81	457.08	459.72	460.32	461.56	459.72	460.80	0.017176	4.61	47.67	22.00	1.00
Lusernetta	4	Tr 20	156.60	455.50	457.33	459.18	459.22	457.54	458.39	0.026448	4.55	34.41	23.52	1.20
Lusernetta	4	Tr 100	200.79	455.50	457.57	459.18	459.22	457.87	458.85	0.027891	5.01	40.08	24.58	1.25
Lusernetta	4	Tr 200	219.81	455.50	457.66	459.18	459.22	457.99	459.03	0.028439	5.19	42.38	25.01	1.27
Lusernetta	3	Tr 20	156.60	451.60	453.77	454.02	454.78	453.77	454.62	0.017729	4.07	38.43	22.68	1.00
Lusernetta	3	Tr 100	200.79	451.60	454.27	454.02	454.78	454.29	455.01	0.013016	3.87	54.01	38.84	0.88
Lusernetta	3	Tr 200	219.81	451.60	454.36	454.02	454.78	454.44	455.15	0.013034	3.98	57.99	41.66	0.89
Lusernetta	2	Tr 20	156.60	448.55	450.66	450.73	451.18	450.88	451.35	0.020266	3.88	43.99	50.62	1.05
Lusernetta	2	Tr 100	200.79	448.55	450.70	450.73	451.18	451.04	451.74	0.030499	4.80	45.67	52.24	1.29
Lusernetta	2	Tr 200	219.81	448.55	450.75	450.73	451.18	451.10	451.85	0.031063	4.93	48.47	54.17	1.31
Lusernetta	1	Tr 20	156.60	446.26	448.42	449.19	451.29	448.50	449.30	0.020331	4.16	37.64	24.29	1.07
Lusernetta	1	Tr 100	200.79	446.26	448.80	449.19	451.29	448.80	449.72	0.017204	4.24	47.31	26.00	1.00
Lusernetta	1	Tr 200	219.81	446.26	448.94	449.19	451.29	448.94	449.89	0.016832	4.33	50.78	26.62	1.00

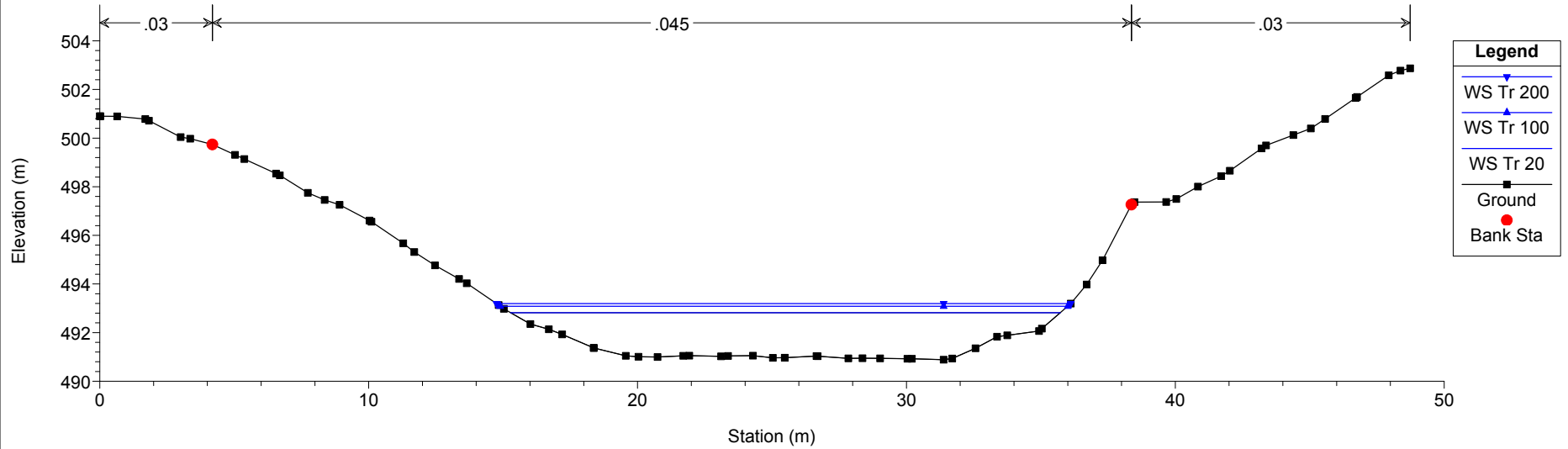
Hec Ras Torrente Luserna - Lusernetta Plan: Plan 01 29/01/2020

River = Torrente Luserna Reach = Lusernetta RS = 15 Sez 15 Lu



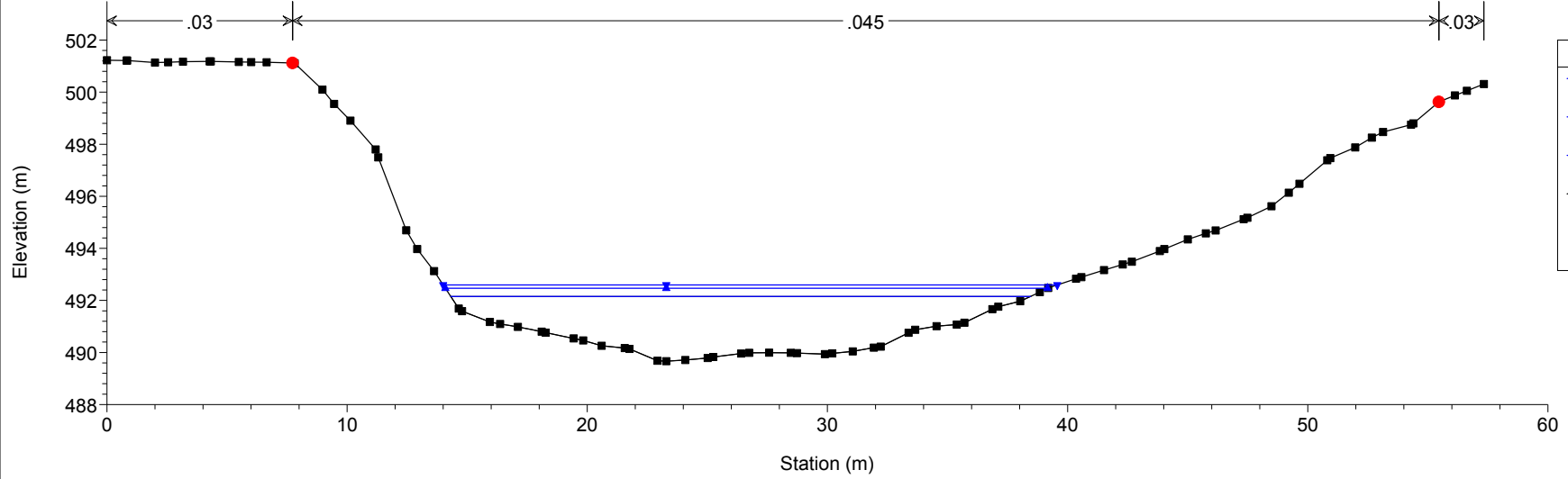
Hec Ras Torrente Luserna - Lusernetta Plan: Plan 01 29/01/2020

River = Torrente Luserna Reach = Lusernetta RS = 14 Sez 14 Lu



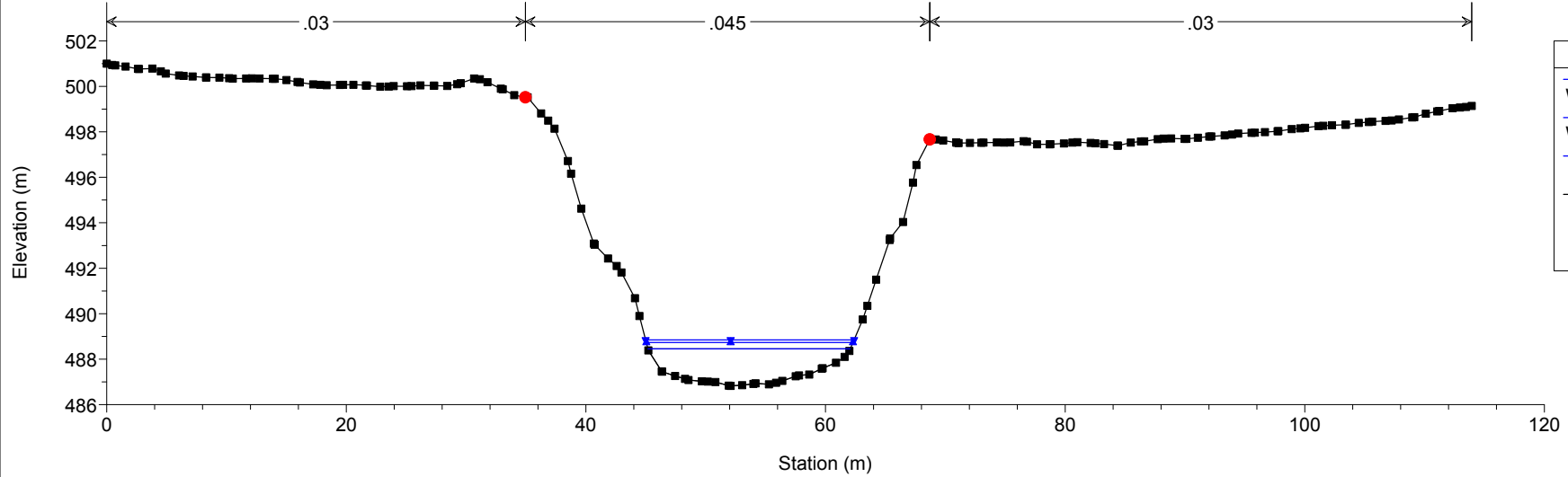
Hec Ras Torrente Luserna - Lusernetta Plan: Plan 01 29/01/2020

River = Torrente Luserna Reach = Lusernetta RS = 13 Sez 13 Lu



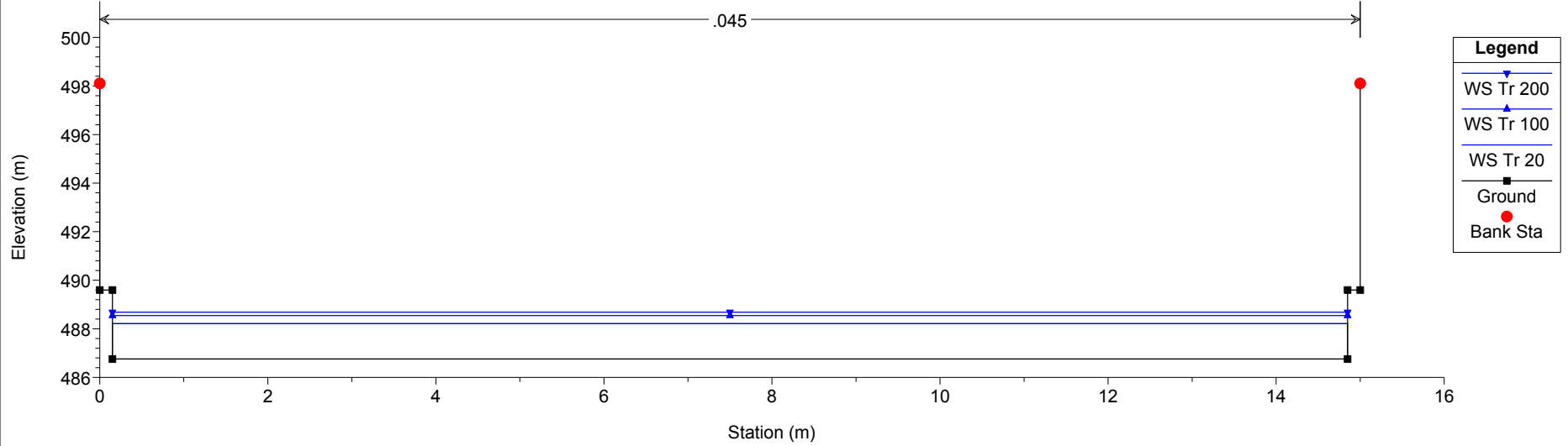
Hec Ras Torrente Luserna - Lusernetta Plan: Plan 01 29/01/2020

River = Torrente Luserna Reach = Lusernetta RS = 12 Sez 12 Lu



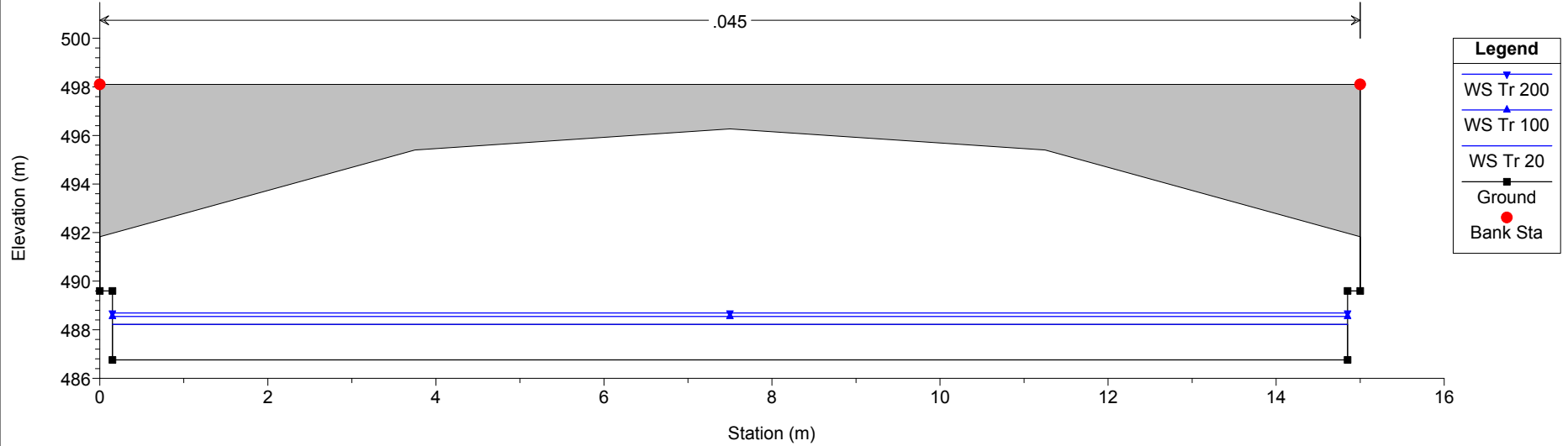
Hec Ras Torrente Luserna - Lusernetta Plan: Plan 01 29/01/2020

River = Torrente Luserna Reach = Lusernetta RS = 11.7 Ponte PEGFPO 005 monte



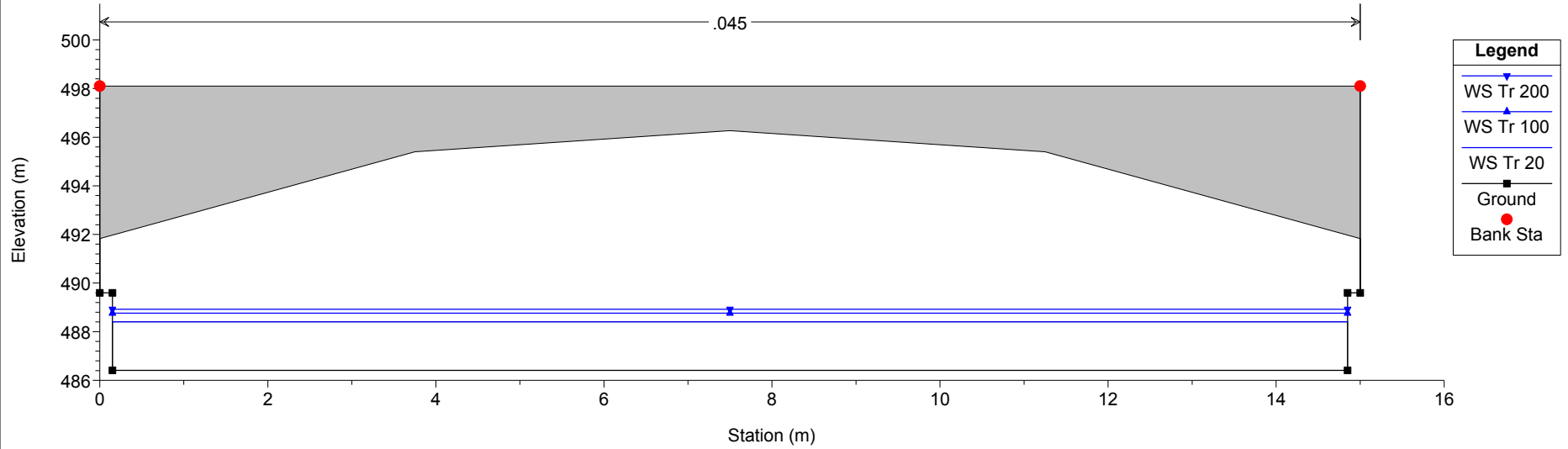
Hec Ras Torrente Luserna - Lusernetta Plan: Plan 01 29/01/2020

River = Torrente Luserna Reach = Lusernetta RS = 11.5 BR Ponte PEGFPO 005



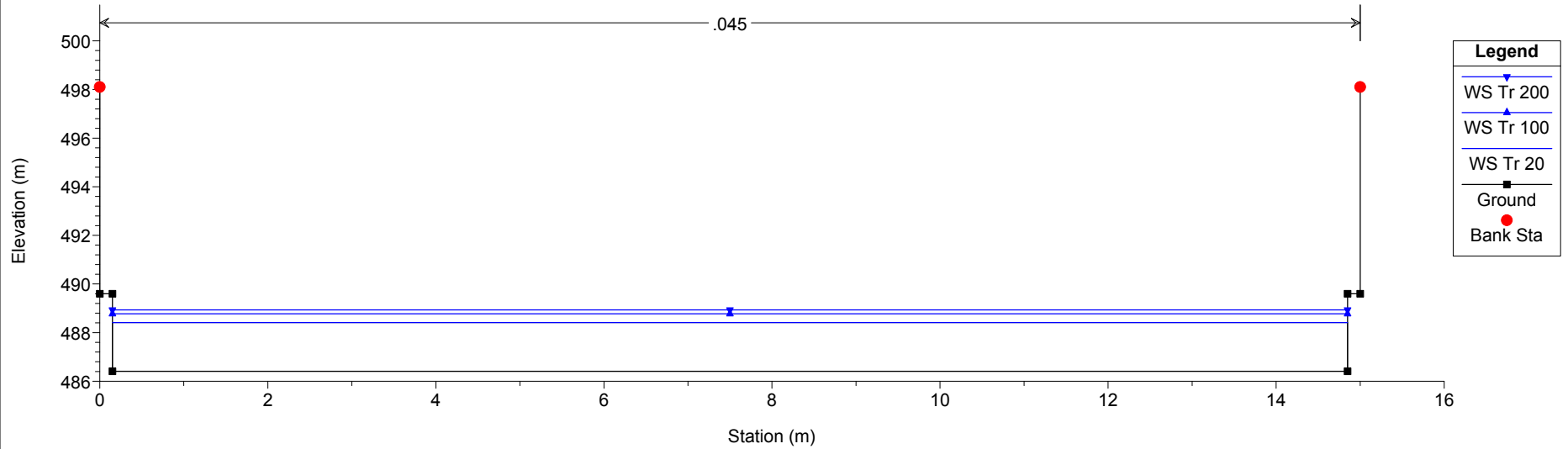
Hec Ras Torrente Luserna - Lusernetta Plan: Plan 01 29/01/2020

River = Torrente Luserna Reach = Lusernetta RS = 11.5 BR Ponte PEGFPO 005



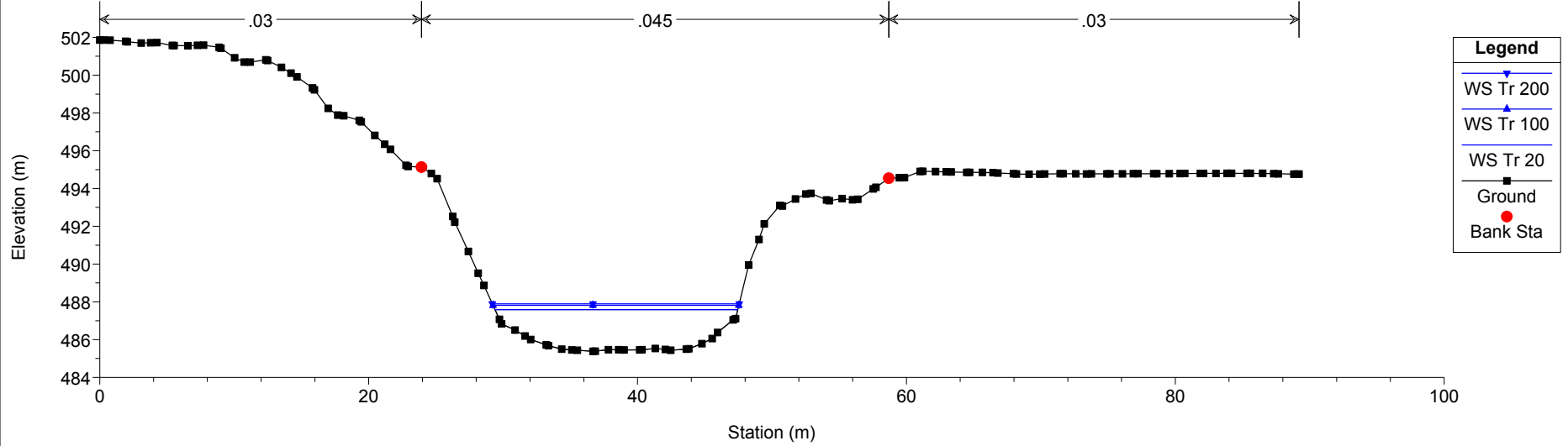
Hec Ras Torrente Luserna - Lusernetta Plan: Plan 01 29/01/2020

River = Torrente Luserna Reach = Lusernetta RS = 11.3 Ponte PEGFPO 005 valle



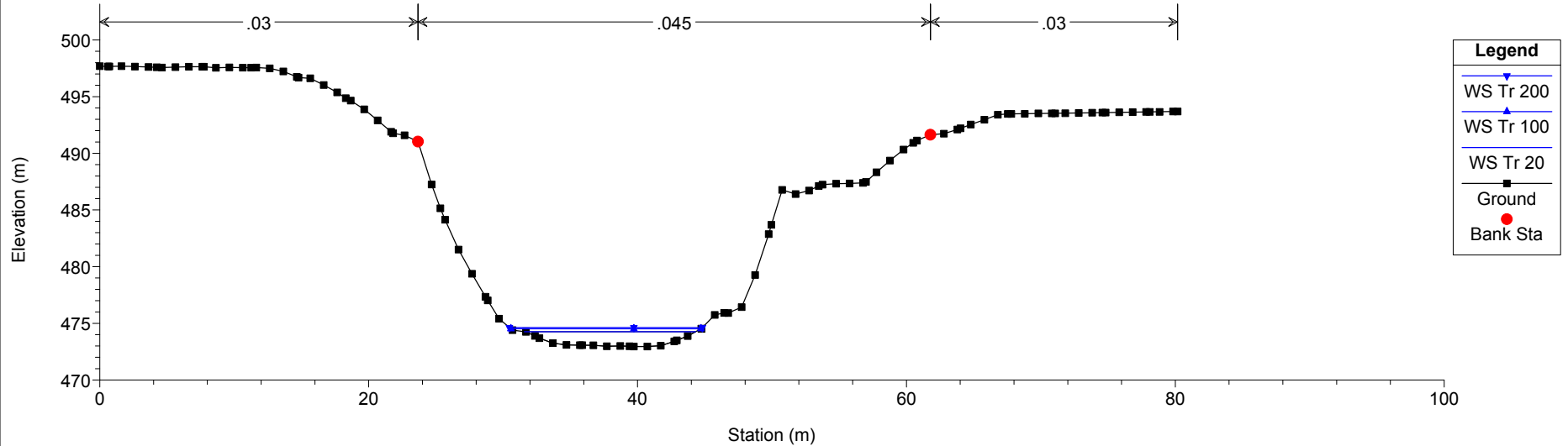
Hec Ras Torrente Luserna - Lusernetta Plan: Plan 01 29/01/2020

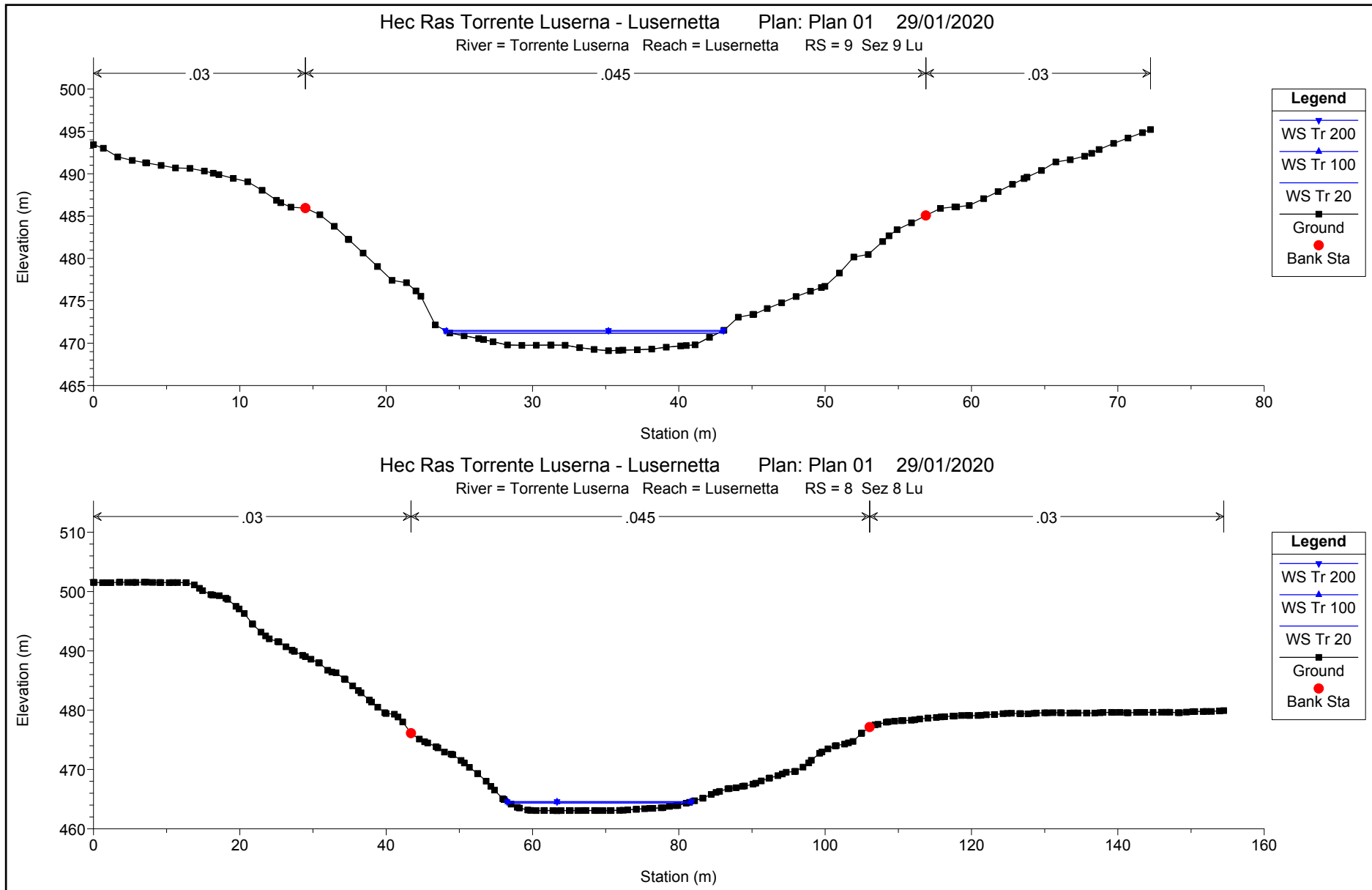
River = Torrente Luserna Reach = Lusernetta RS = 11 Sez 11 Lu



Hec Ras Torrente Luserna - Lusernetta Plan: Plan 01 29/01/2020

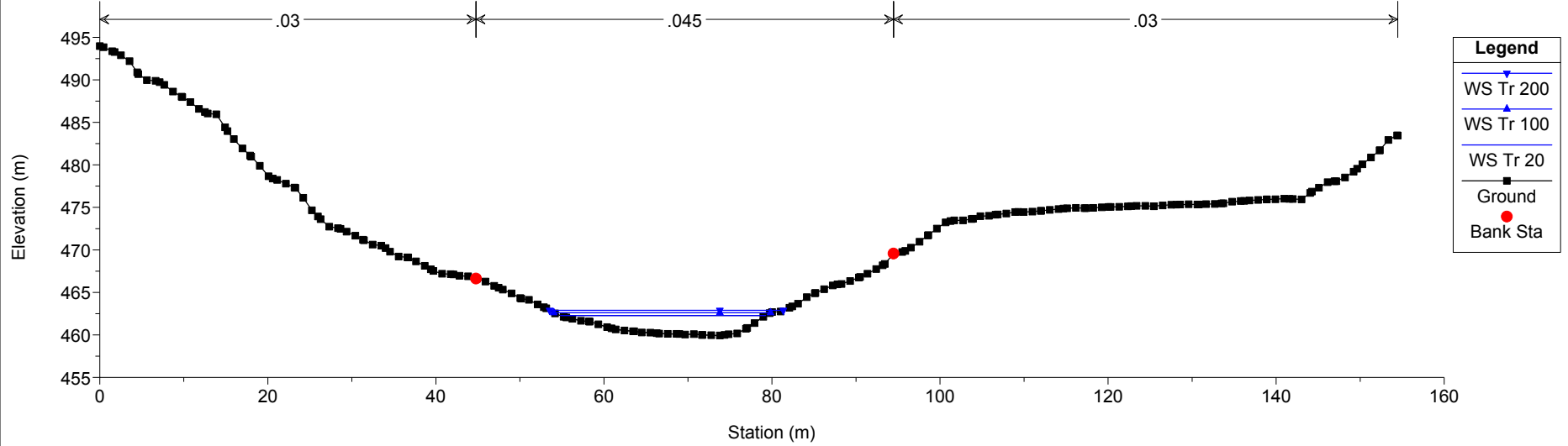
River = Torrente Luserna Reach = Lusernetta RS = 10 Sez 10 Lu





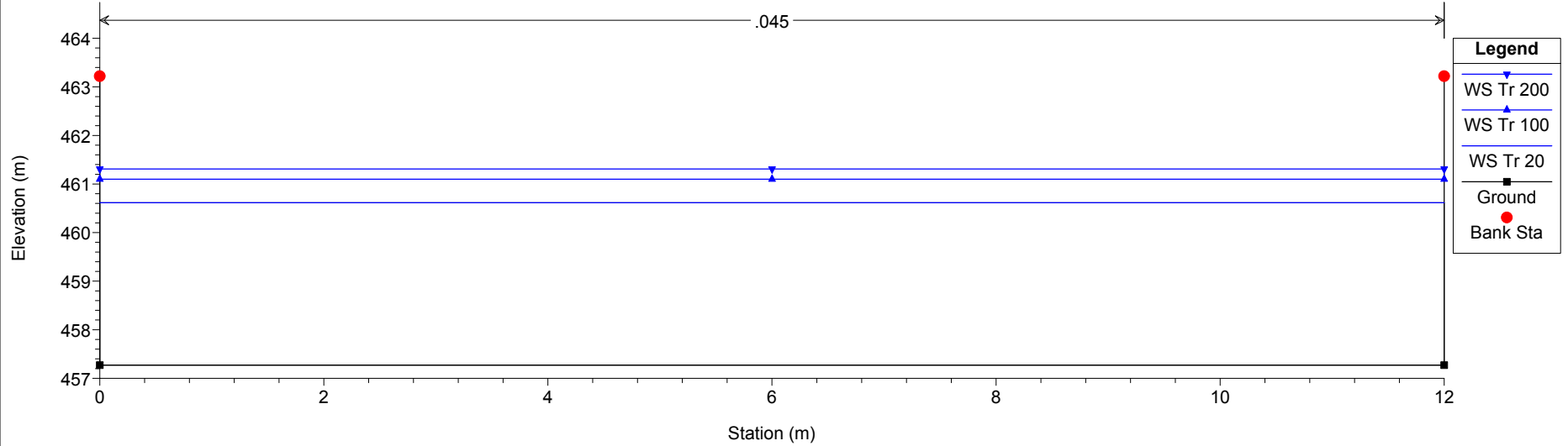
Hec Ras Torrente Luserna - Lusernetta Plan: Plan 01 29/01/2020

River = Torrente Luserna Reach = Lusernetta RS = 7 Sez 7 Lu

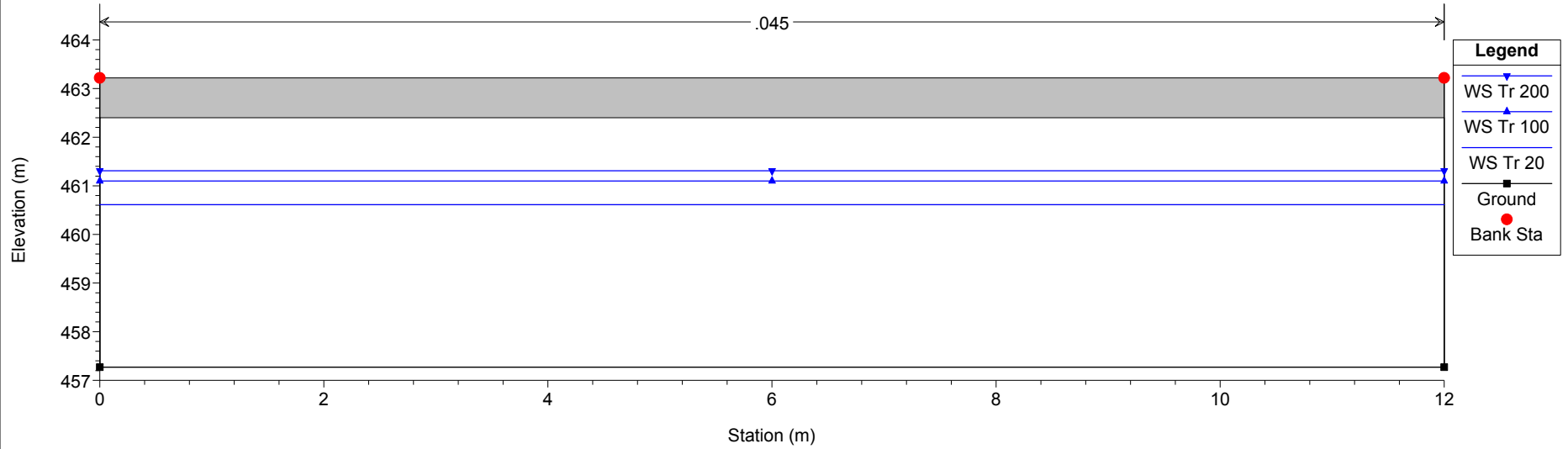


Hec Ras Torrente Luserna - Lusernetta Plan: Plan 01 29/01/2020

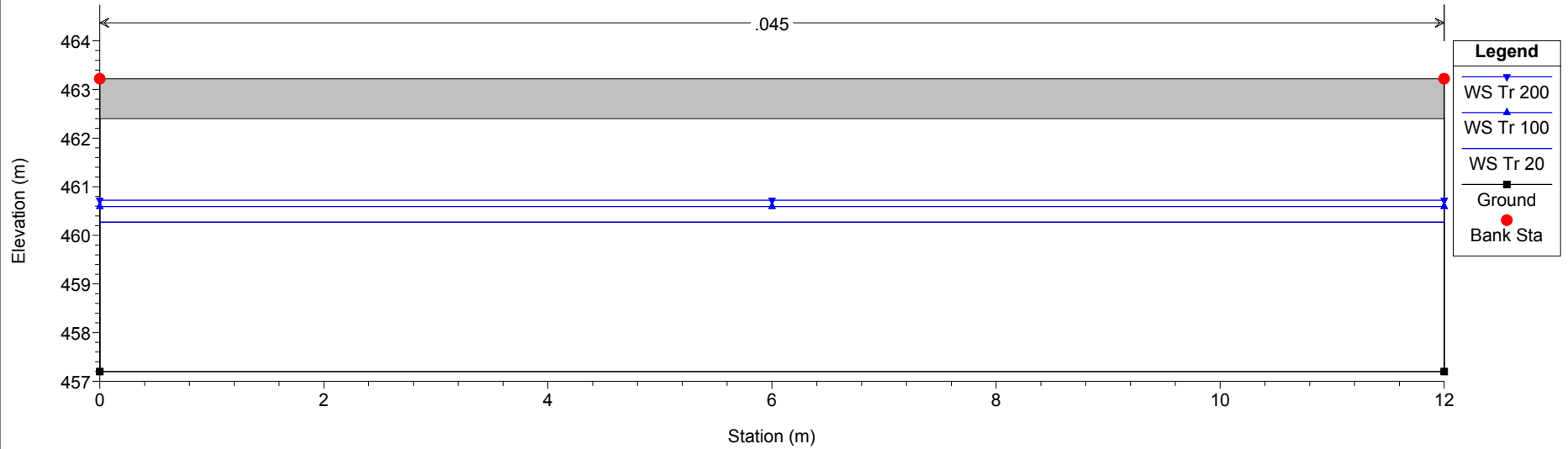
River = Torrente Luserna Reach = Lusernetta RS = 6.7 Sez 6 Lu - Ponte PEGFPO 006 monte



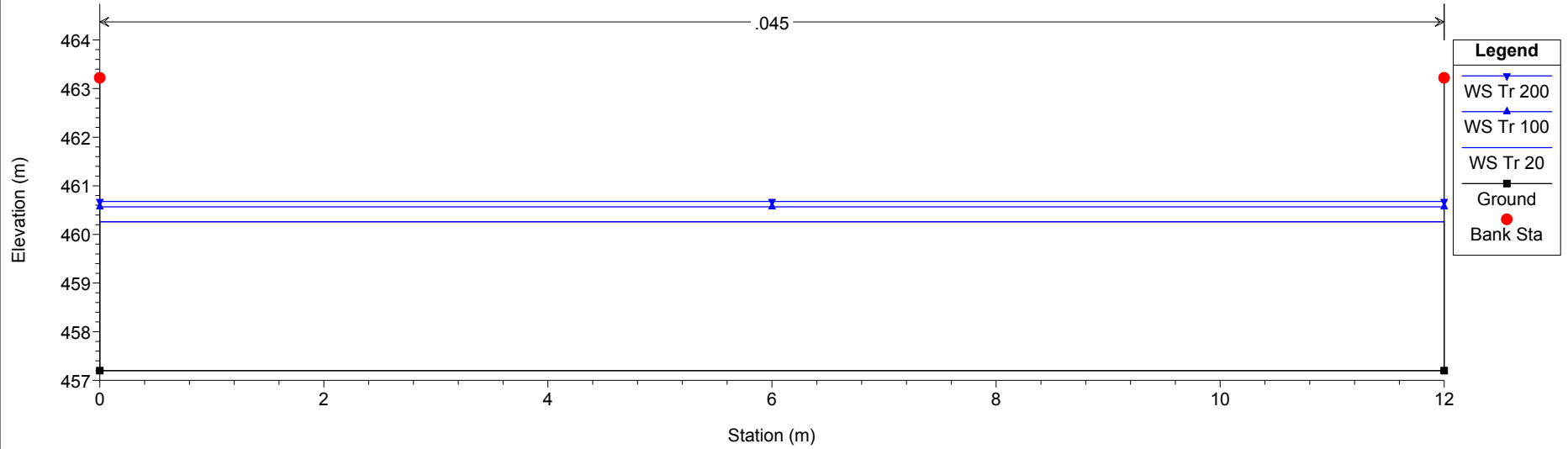
Hec Ras Torrente Luserna - Lusernetta Plan: Plan 01 29/01/2020
River = Torrente Luserna Reach = Lusernetta RS = 6.5 BR Ponte PEGFPO 006



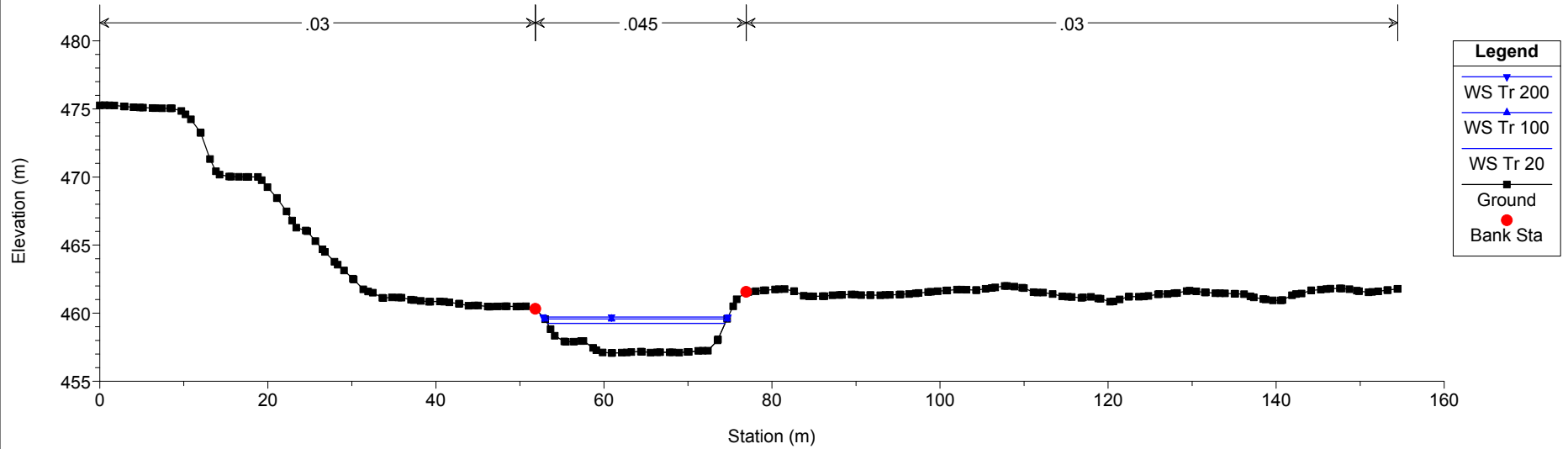
Hec Ras Torrente Luserna - Lusernetta Plan: Plan 01 29/01/2020
River = Torrente Luserna Reach = Lusernetta RS = 6.5 BR Ponte PEGFPO 006



Hec Ras Torrente Luserna - Lusernetta Plan: Plan 01 29/01/2020
 River = Torrente Luserna Reach = Lusernetta RS = 6.3 Sez 6 Lu - Ponte PEGFPO 006 valle

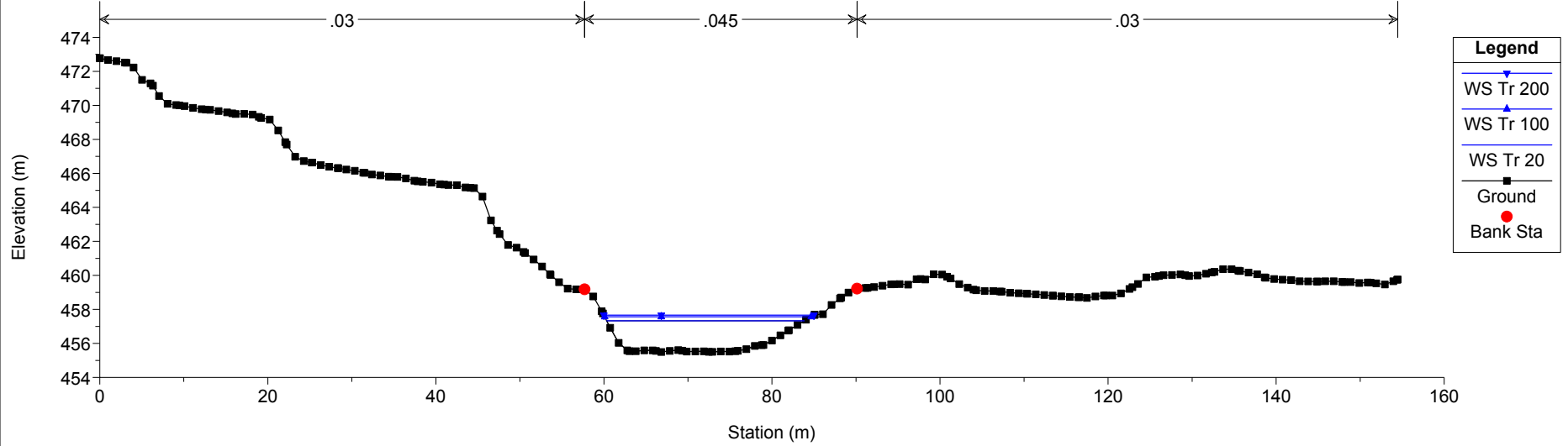


Hec Ras Torrente Luserna - Lusernetta Plan: Plan 01 29/01/2020
 River = Torrente Luserna Reach = Lusernetta RS = 5 Sez 5 Lu



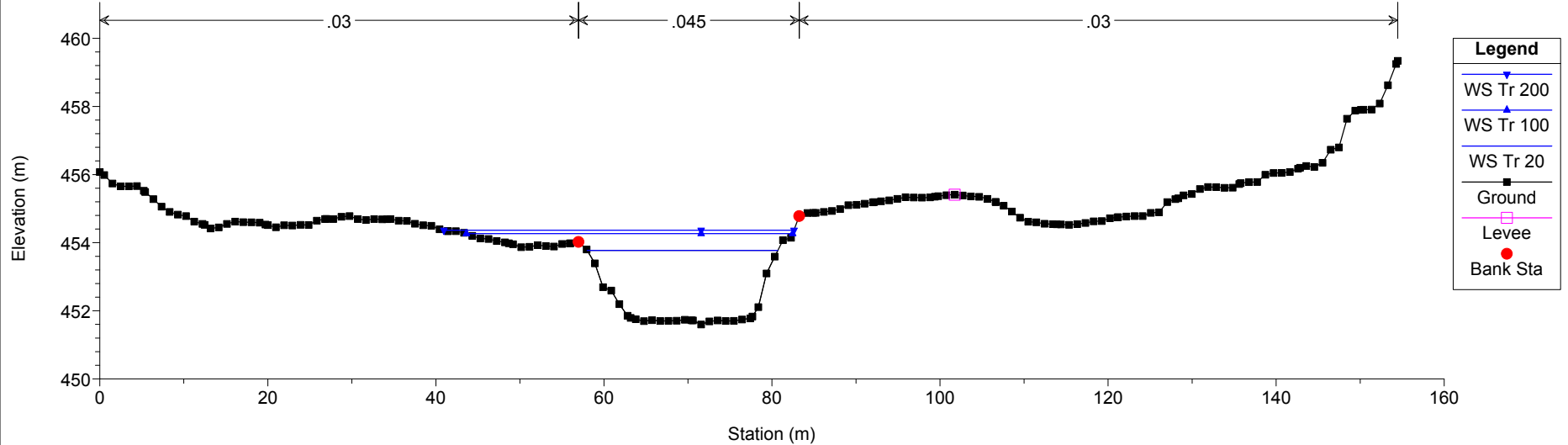
Hec Ras Torrente Luserna - Lusernetta Plan: Plan 01 29/01/2020

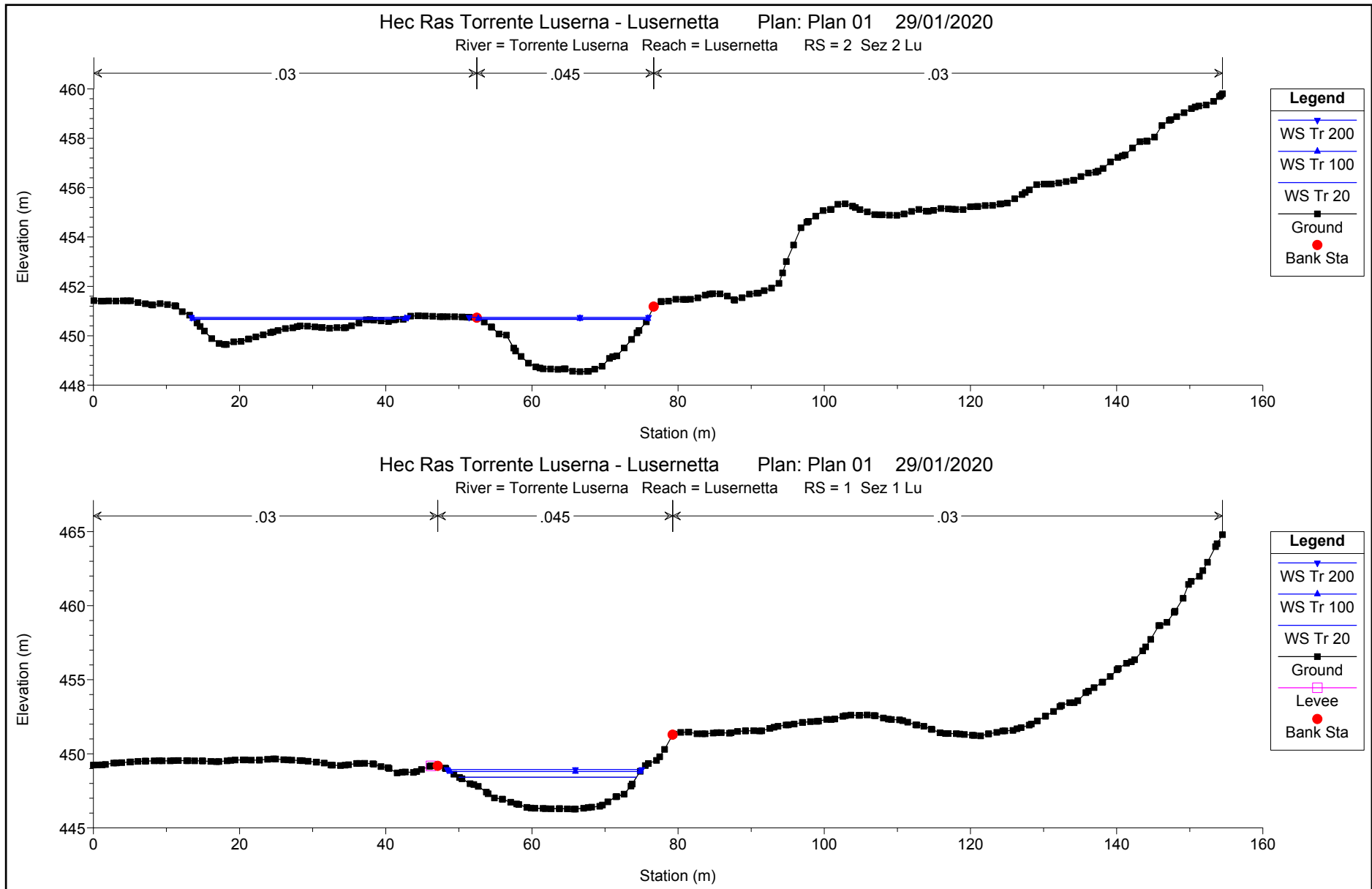
River = Torrente Luserna Reach = Lusernetta RS = 4 Sez 4 Lu



Hec Ras Torrente Luserna - Lusernetta Plan: Plan 01 29/01/2020

River = Torrente Luserna Reach = Lusernetta RS = 3 Sez 3 Lu





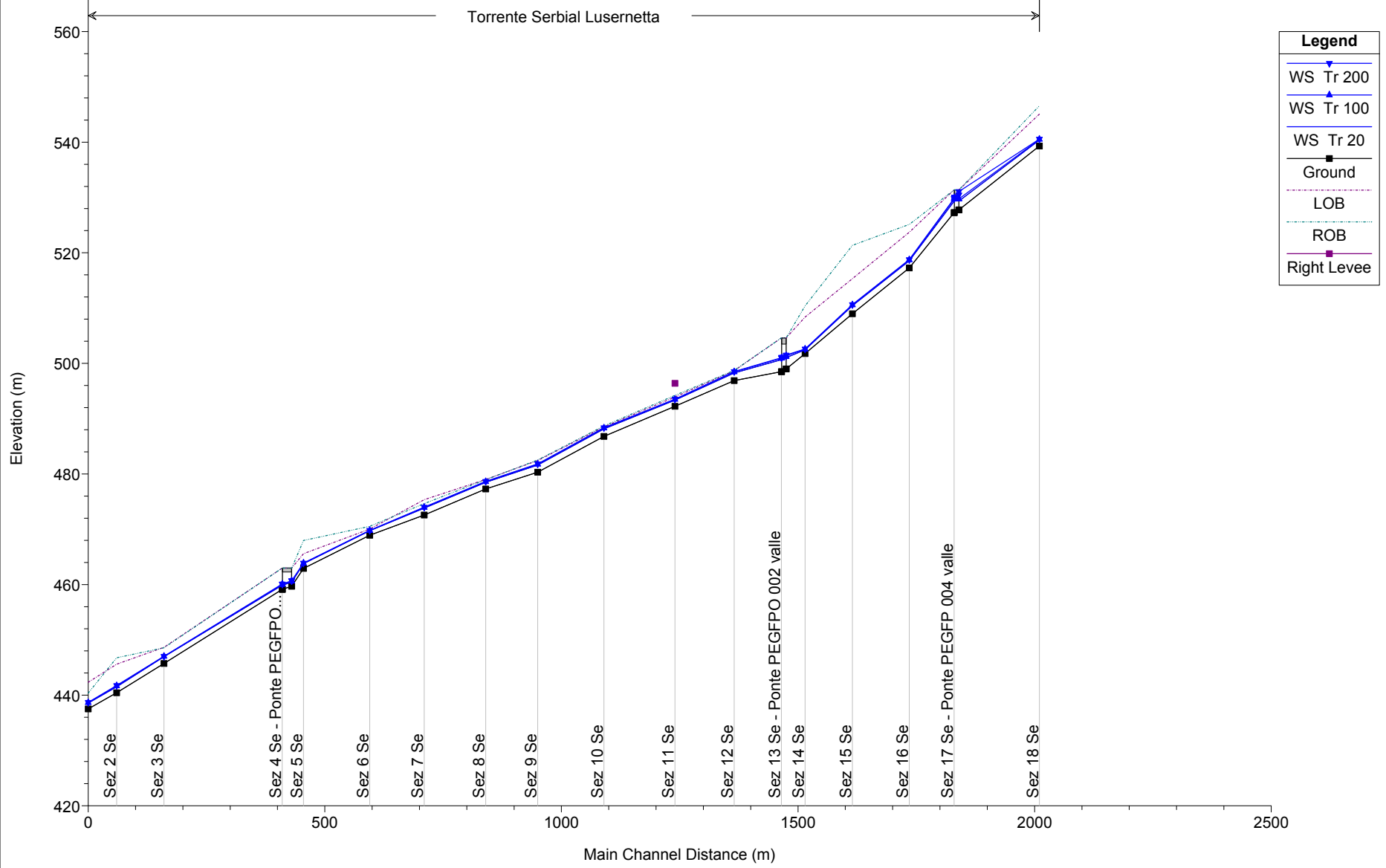
ALLEGATO B

VERIFICHE IDRAULICHE IN MOTO PERMANENTE

T. SERBIAL

Hec Ras Torrente Serbial Plan: Plan 01 24/01/2020

Torrente Serbial Lusernetta



HEC-RAS Plan: Plan 01 River: Torrente Serbial Reach: Lusernetta

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	LOB Elev (m)	ROB 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
Lusernetta	18	Tr 20	27.14	539.30	540.38	545.08	546.59	540.51	540.95	0.037007	3.36	8.08	11.27	1.27
Lusernetta	18	Tr 100	34.63	539.30	540.51	545.08	546.59	540.67	541.17	0.037012	3.60	9.62	12.07	1.29
Lusernetta	18	Tr 200	37.81	539.30	540.56	545.08	546.59	540.74	541.25	0.037011	3.69	10.24	12.38	1.30
Lusernetta	17.7	Tr 20	27.14	527.76	529.35	531.37	531.37	529.82	531.10	0.100243	5.86	4.63	2.92	1.49
Lusernetta	17.7	Tr 100	34.63	527.76	529.73	531.37	531.37	530.19	531.58	0.093178	6.03	5.74	2.92	1.37
Lusernetta	17.7	Tr 200	37.81	527.76	531.06	531.37	531.37	530.33	531.84	0.030717	3.93	9.63	2.92	0.69
Lusernetta	17.5		Bridge											
Lusernetta	17.3	Tr 20	27.14	527.26	529.32	531.37	531.37	529.32	530.36	0.050695	4.51	6.02	2.92	1.00
Lusernetta	17.3	Tr 100	34.63	527.26	529.69	531.37	531.37	529.69	530.90	0.054783	4.89	7.08	2.92	1.00
Lusernetta	17.3	Tr 200	37.81	527.26	529.83	531.37	531.37	529.83	531.12	0.056583	5.04	7.50	2.92	1.00
Lusernetta	16	Tr 20	27.14	517.26	518.56	523.71	525.13	519.27	521.41	0.217721	7.49	3.63	5.27	2.88
Lusernetta	16	Tr 100	34.63	517.26	518.71	523.71	525.13	519.49	521.74	0.200613	7.72	4.49	5.86	2.81
Lusernetta	16	Tr 200	37.81	517.26	518.77	523.71	525.13	519.58	521.86	0.194363	7.79	4.85	6.09	2.79
Lusernetta	15	Tr 20	27.14	508.98	510.43	515.32	521.34	510.63	511.17	0.041225	3.80	7.14	8.67	1.34
Lusernetta	15	Tr 100	34.63	508.98	510.57	515.32	521.34	510.81	511.44	0.043055	4.15	8.35	9.16	1.39
Lusernetta	15	Tr 200	37.81	508.98	510.62	515.32	521.34	510.89	511.55	0.043774	4.28	8.84	9.34	1.40
Lusernetta	14	Tr 20	27.14	501.77	502.45	508.38	510.40	502.88	503.96	0.152126	5.44	4.98	9.80	2.44
Lusernetta	14	Tr 100	34.63	501.77	502.55	508.38	510.40	503.03	504.21	0.141308	5.71	6.07	10.49	2.40
Lusernetta	14	Tr 200	37.81	501.77	502.60	508.38	510.40	503.09	504.31	0.137732	5.81	6.51	10.76	2.38
Lusernetta	13.7	Tr 20	27.14	499.00	501.03	504.60	504.60	500.87	501.83	0.035171	3.95	6.87	3.38	0.88
Lusernetta	13.7	Tr 100	34.63	499.00	501.38	504.60	504.60	501.20	502.32	0.038173	4.31	8.04	3.38	0.89
Lusernetta	13.7	Tr 200	37.81	499.00	501.52	504.60	504.60	501.33	502.52	0.039325	4.44	8.52	3.38	0.89
Lusernetta	13.5		Bridge											
Lusernetta	13.3	Tr 20	27.14	498.50	500.67	504.60	504.60		501.37	0.029684	3.70	7.33	3.38	0.80
Lusernetta	13.3	Tr 100	34.63	498.50	500.93	504.60	504.60	500.70	501.83	0.036309	4.22	8.20	3.38	0.87
Lusernetta	13.3	Tr 200	37.81	498.50	501.02	504.60	504.60	500.83	502.03	0.039117	4.43	8.53	3.38	0.89
Lusernetta	12	Tr 20	27.14	496.88	498.26	498.67	498.74	498.26	498.72	0.022609	2.98	9.10	10.20	1.01
Lusernetta	12	Tr 100	34.63	496.88	498.44	498.67	498.74	498.44	498.95	0.021759	3.14	11.03	11.08	1.01
Lusernetta	12	Tr 200	37.81	496.88	498.51	498.67	498.74	498.51	499.04	0.021643	3.21	11.78	11.41	1.01
Lusernetta	11	Tr 20	27.14	492.24	493.37	493.91	494.23	493.66	494.25	0.064499	4.16	6.52	9.95	1.64

HEC-RAS Plan: Plan 01 River: Torrente Serbial Reach: Lusernetta (Continued)

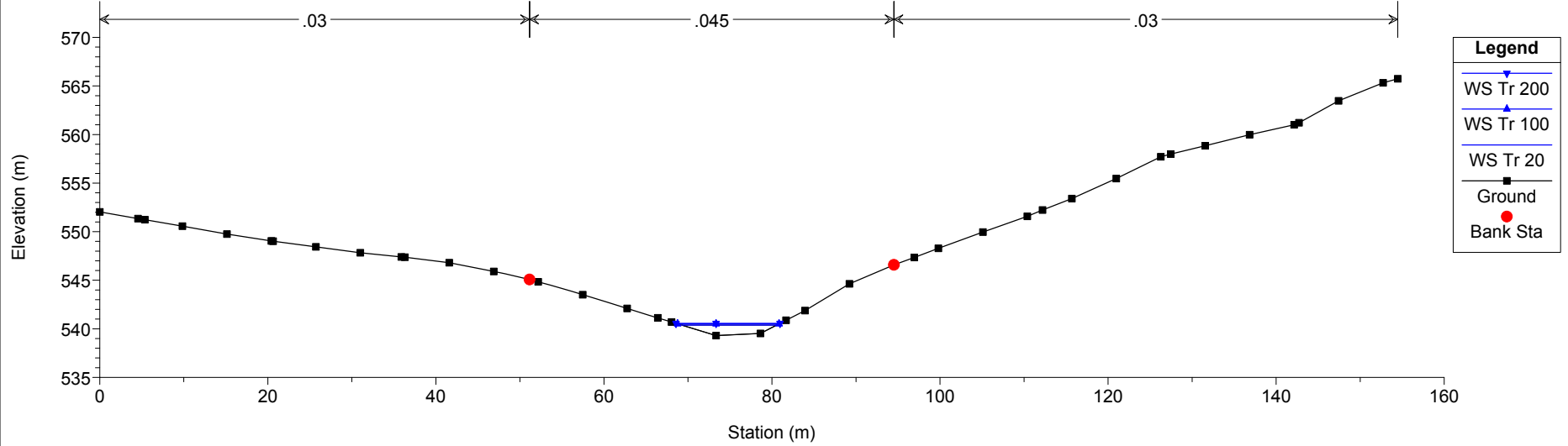
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	LOB Elev (m)	ROB Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Lusernetta	11	Tr 100	34.63	492.24	493.49	493.91	494.23	493.82	494.50	0.065512	4.45	7.78	10.82	1.68
Lusernetta	11	Tr 200	37.81	492.24	493.53	493.91	494.23	493.88	494.60	0.066386	4.58	8.26	11.15	1.70
Lusernetta	10	Tr 20	27.14	486.80	488.15	488.51	488.68	488.16	488.53	0.024097	2.74	9.89	13.49	1.02
Lusernetta	10	Tr 100	34.63	486.80	488.30	488.51	488.68	488.32	488.72	0.024070	2.87	12.09	15.44	1.03
Lusernetta	10	Tr 200	37.81	486.80	488.35	488.51	488.68	488.38	488.79	0.024005	2.93	12.89	15.85	1.04
Lusernetta	9	Tr 20	27.14	480.33	481.60	482.42	482.53	482.01	482.84	0.079218	4.93	5.50	7.33	1.82
Lusernetta	9	Tr 100	34.63	480.33	481.76	482.42	482.53	482.21	483.11	0.076139	5.14	6.74	8.17	1.81
Lusernetta	9	Tr 200	37.81	480.33	481.82	482.42	482.53	482.29	483.21	0.075190	5.22	7.24	8.49	1.81
Lusernetta	8	Tr 20	27.14	477.29	478.48	479.02	478.97	478.48	478.83	0.023263	2.60	10.43	15.16	1.00
Lusernetta	8	Tr 100	34.63	477.29	478.61	479.02	478.97	478.61	479.01	0.022740	2.80	12.35	15.74	1.01
Lusernetta	8	Tr 200	37.81	477.29	478.66	479.02	478.97	478.66	479.08	0.022092	2.86	13.22	16.00	1.00
Lusernetta	7	Tr 20	27.14	472.59	473.82	475.36	474.64	474.04	474.56	0.048540	3.83	7.09	9.81	1.44
Lusernetta	7	Tr 100	34.63	472.59	473.95	475.36	474.64	474.21	474.80	0.048282	4.08	8.49	10.61	1.46
Lusernetta	7	Tr 200	37.81	472.59	474.00	475.36	474.64	474.27	474.90	0.049365	4.21	8.98	10.87	1.48
Lusernetta	6	Tr 20	27.14	468.91	469.73	470.04	470.54	469.74	469.92	0.031903	1.96	13.88	40.02	1.06
Lusernetta	6	Tr 100	34.63	468.91	469.78	470.04	470.54	469.81	470.02	0.033694	2.18	15.89	40.54	1.11
Lusernetta	6	Tr 200	37.81	468.91	469.80	470.04	470.54	469.83	470.06	0.033755	2.25	16.78	40.78	1.12
Lusernetta	5	Tr 20	27.14	462.92	463.78	465.59	467.98	463.88	464.14	0.055105	2.66	10.21	27.71	1.40
Lusernetta	5	Tr 100	34.63	462.92	463.86	465.59	467.98	463.96	464.27	0.050906	2.84	12.20	28.24	1.38
Lusernetta	5	Tr 200	37.81	462.92	463.88	465.59	467.98	464.00	464.32	0.050532	2.93	12.92	28.44	1.39
Lusernetta	4.7	Tr 20	27.14	459.72	460.44	462.98	462.98	461.07	462.80	0.038885	6.80	3.99	5.53	2.55
Lusernetta	4.7	Tr 100	34.63	459.72	460.62	462.98	462.98	461.30	463.07	0.031995	6.93	5.00	5.53	2.32
Lusernetta	4.7	Tr 200	37.81	459.72	460.70	462.98	462.98	461.40	463.17	0.029641	6.95	5.44	5.53	2.24
Lusernetta	4.5		Bridge											
Lusernetta	4.3	Tr 20	27.14	459.12	459.88	462.98	462.98	460.47	462.01	0.033396	6.47	4.20	5.53	2.37
Lusernetta	4.3	Tr 100	34.63	459.12	460.03	462.98	462.98	460.70	462.43	0.030984	6.85	5.05	5.53	2.29
Lusernetta	4.3	Tr 200	37.81	459.12	460.10	462.98	462.98	460.80	462.56	0.029581	6.95	5.44	5.53	2.23
Lusernetta	3	Tr 20	27.14	445.72	446.96	448.66	448.57	447.26	447.96	0.106300	4.43	6.12	12.44	2.02
Lusernetta	3	Tr 100	34.63	445.72	447.01	448.66	448.57	447.41	448.32	0.124160	5.07	6.82	12.71	2.21
Lusernetta	3	Tr 200	37.81	445.72	447.03	448.66	448.57	447.47	448.51	0.136128	5.39	7.01	12.78	2.32

HEC-RAS Plan: Plan 01 River: Torrente Serbial Reach: Lusernetta (Continued)

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	LOB Elev (m)	ROB 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
Lusernetta	2	Tr 20	27.14	440.43	441.52	445.61	446.77	441.65	442.13	0.035607	3.46	7.85	10.07	1.25
Lusernetta	2	Tr 100	34.63	440.43	441.68	445.61	446.77	441.82	442.35	0.033278	3.65	9.50	10.65	1.23
Lusernetta	2	Tr 200	37.81	440.43	441.74	445.61	446.77	441.89	442.44	0.032207	3.70	10.21	10.88	1.22
Lusernetta	1	Tr 20	27.14	437.52	438.57	442.32	440.38	438.79	439.30	0.064234	3.79	7.15	12.57	1.61
Lusernetta	1	Tr 100	34.63	437.52	438.65	442.32	440.38	438.92	439.56	0.068557	4.21	8.22	12.93	1.69
Lusernetta	1	Tr 200	37.81	437.52	438.69	442.32	440.38	438.98	439.66	0.070390	4.38	8.64	13.07	1.72

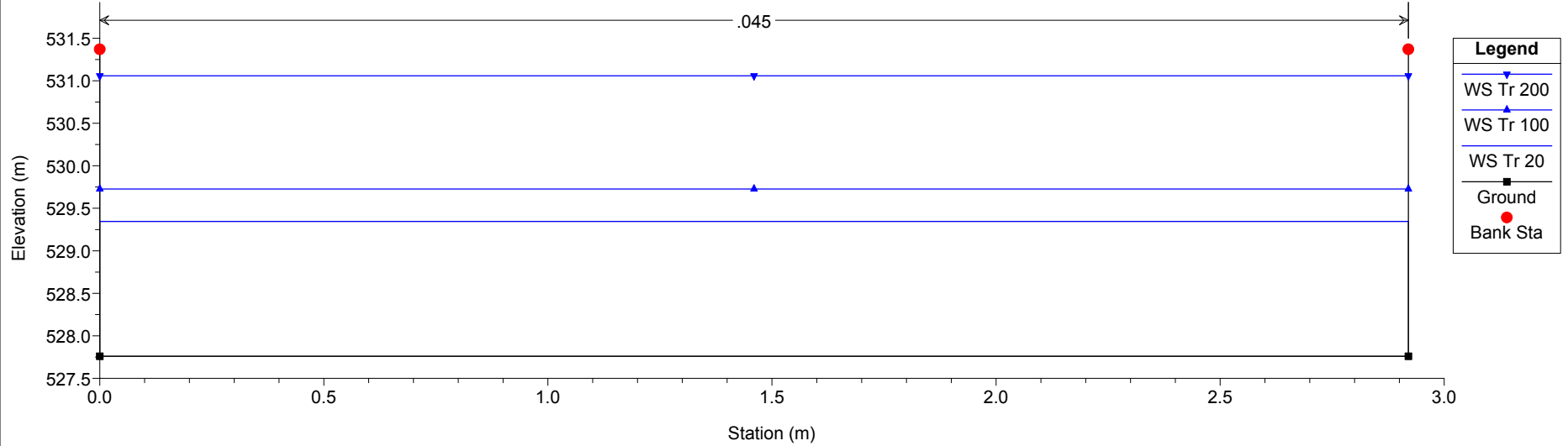
Hec Ras Torrente Serbial Plan: Plan 01 24/01/2020

River = Torrente Serbial Reach = Lusernetta RS = 18 Sez 18 Se

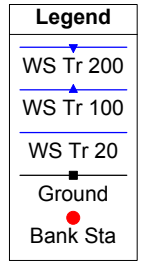
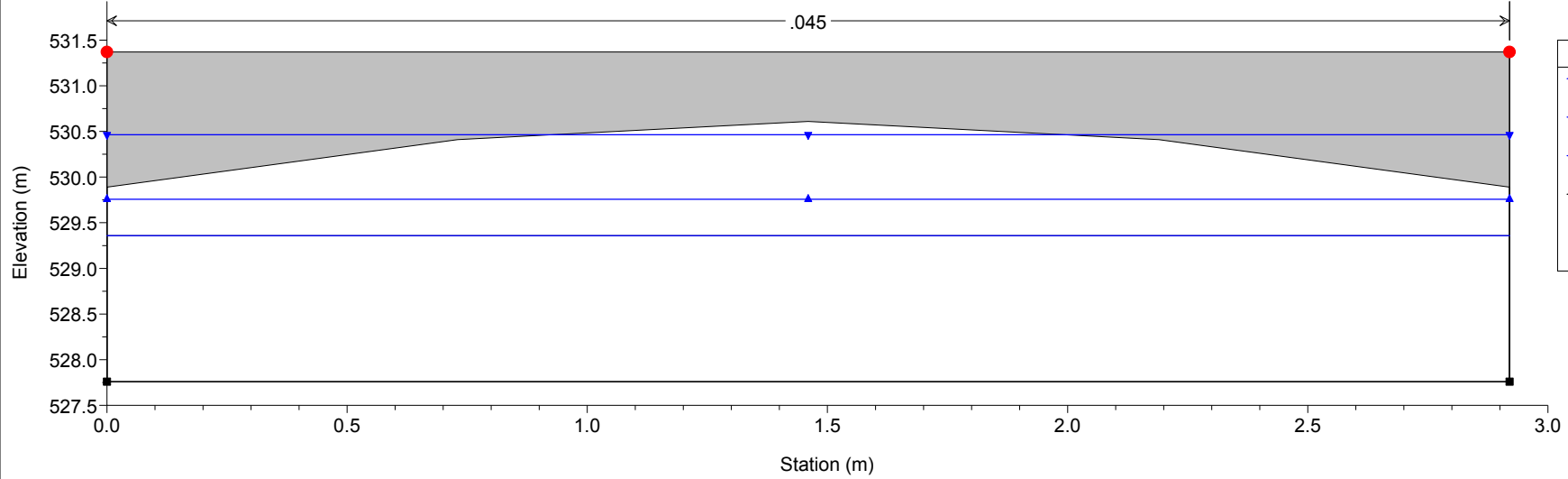


Hec Ras Torrente Serbial Plan: Plan 01 24/01/2020

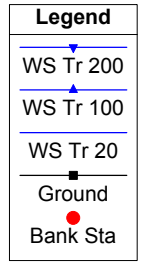
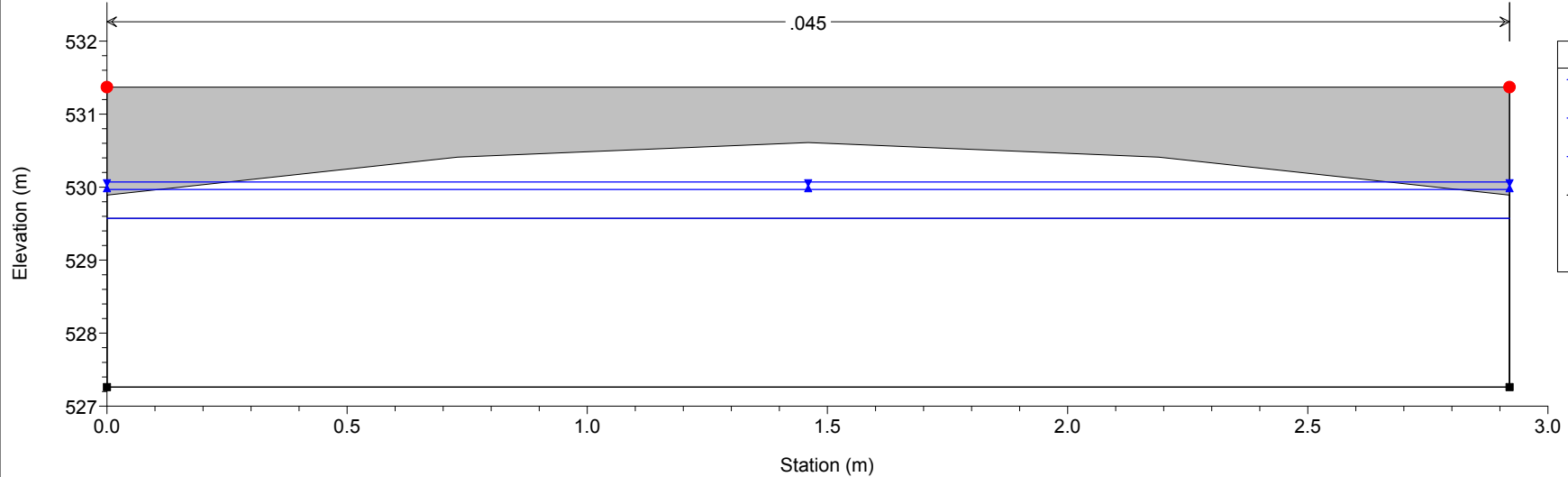
River = Torrente Serbial Reach = Lusernetta RS = 17.7 Sez 17 Se - Ponte PEGFP 004 monte

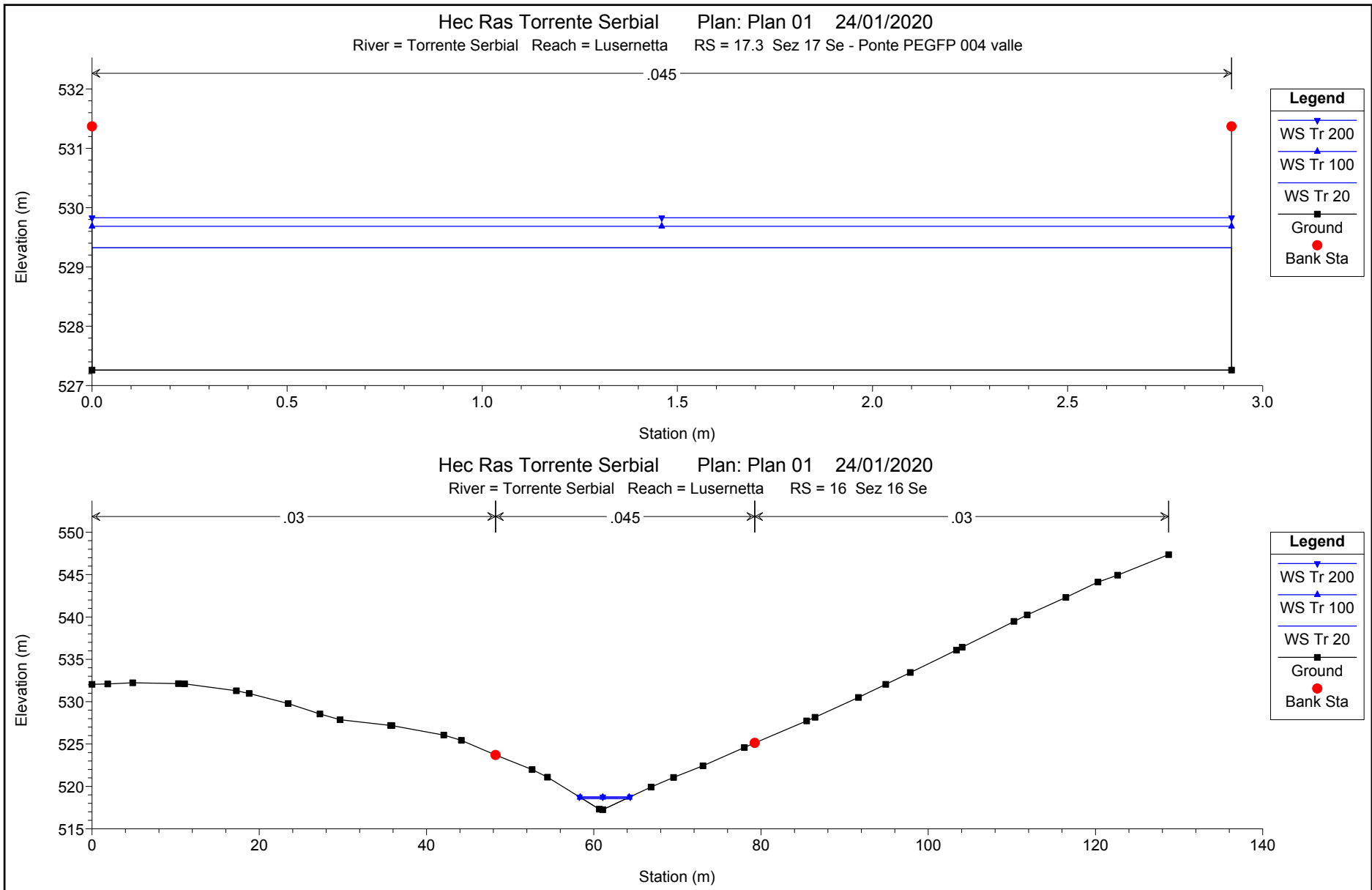


Hec Ras Torrente Serbial Plan: Plan 01 24/01/2020
River = Torrente Serbial Reach = Lusernetta RS = 17.5 BR Ponte PEGFPO 004



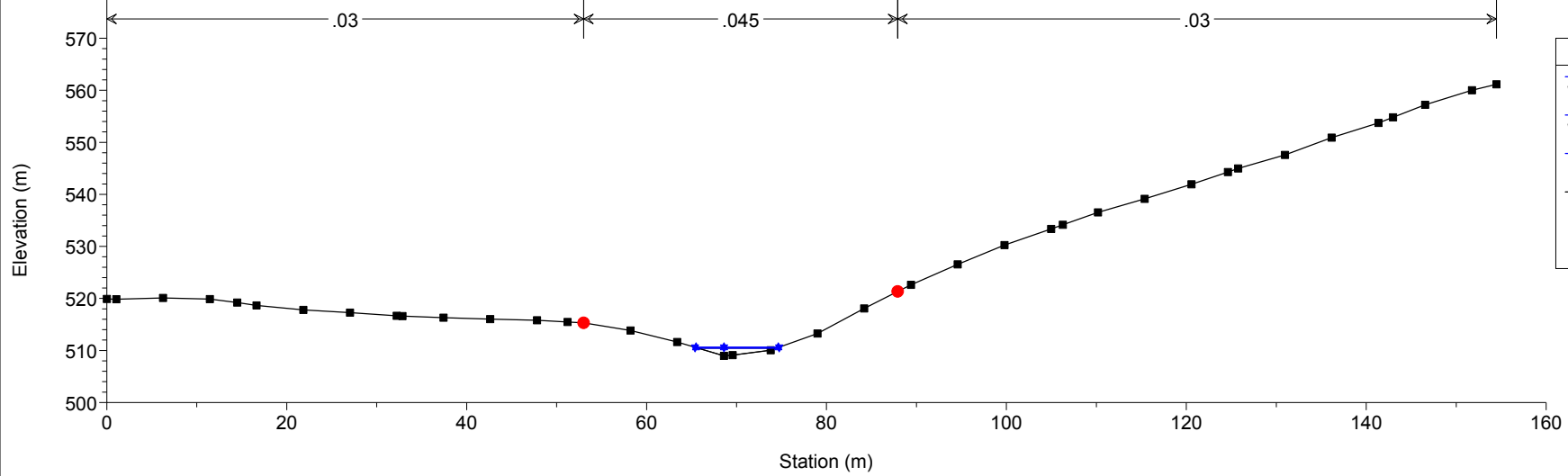
Hec Ras Torrente Serbial Plan: Plan 01 24/01/2020
River = Torrente Serbial Reach = Lusernetta RS = 17.5 BR Ponte PEGFPO 004





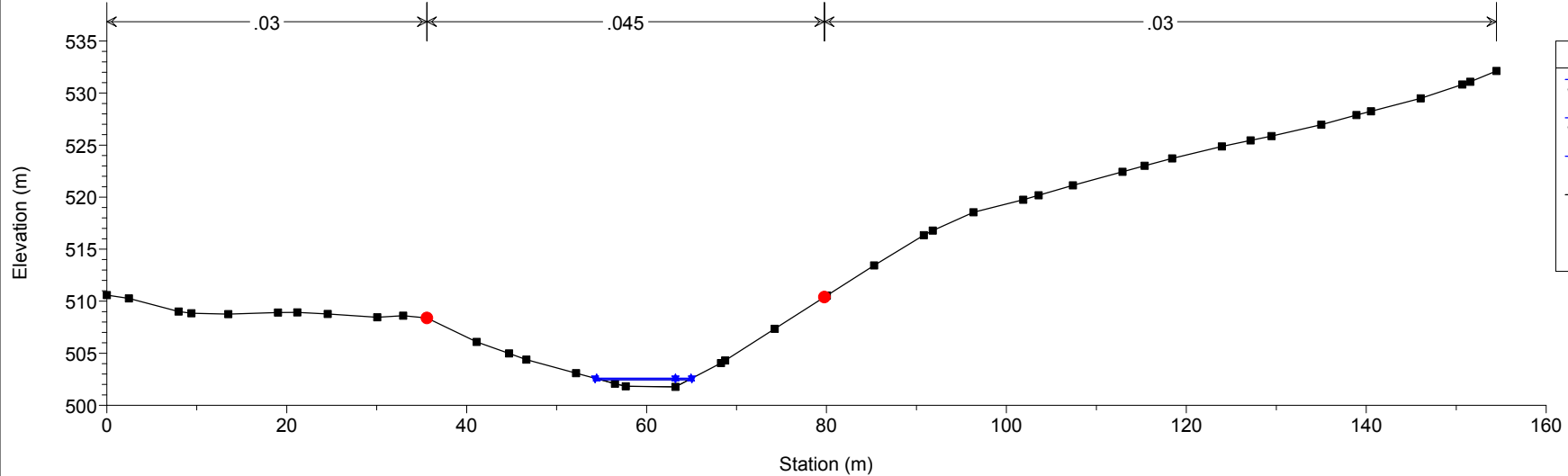
Hec Ras Torrente Serbial Plan: Plan 01 24/01/2020

River = Torrente Serbial Reach = Lusernetta RS = 15 Sez 15 Se

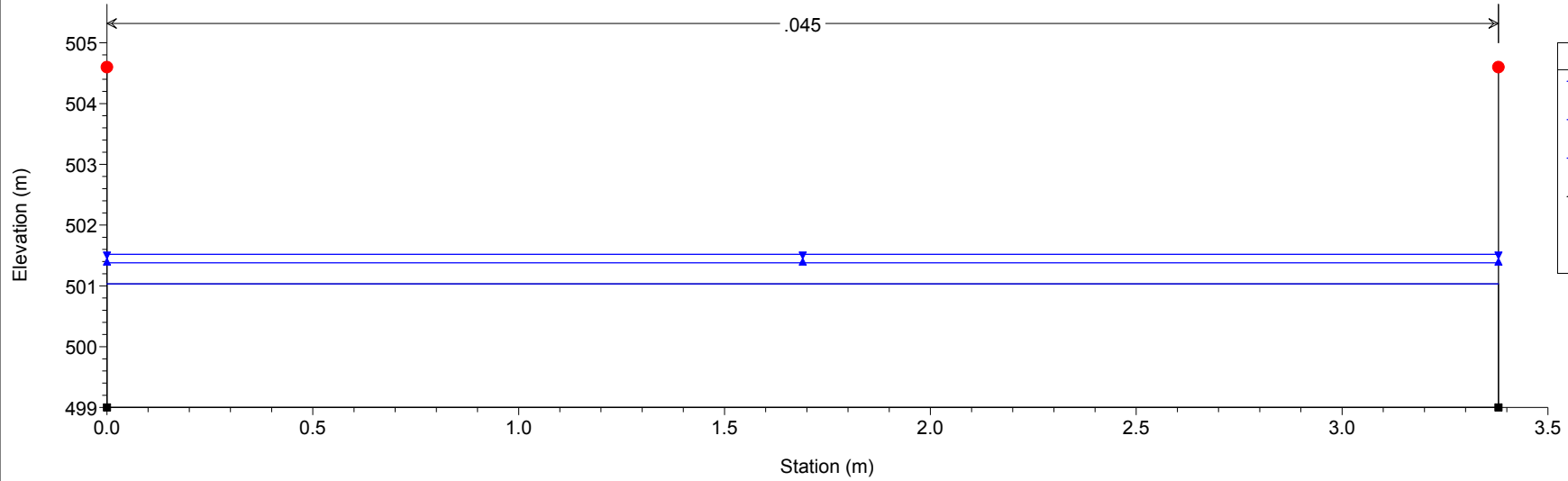


Hec Ras Torrente Serbial Plan: Plan 01 24/01/2020

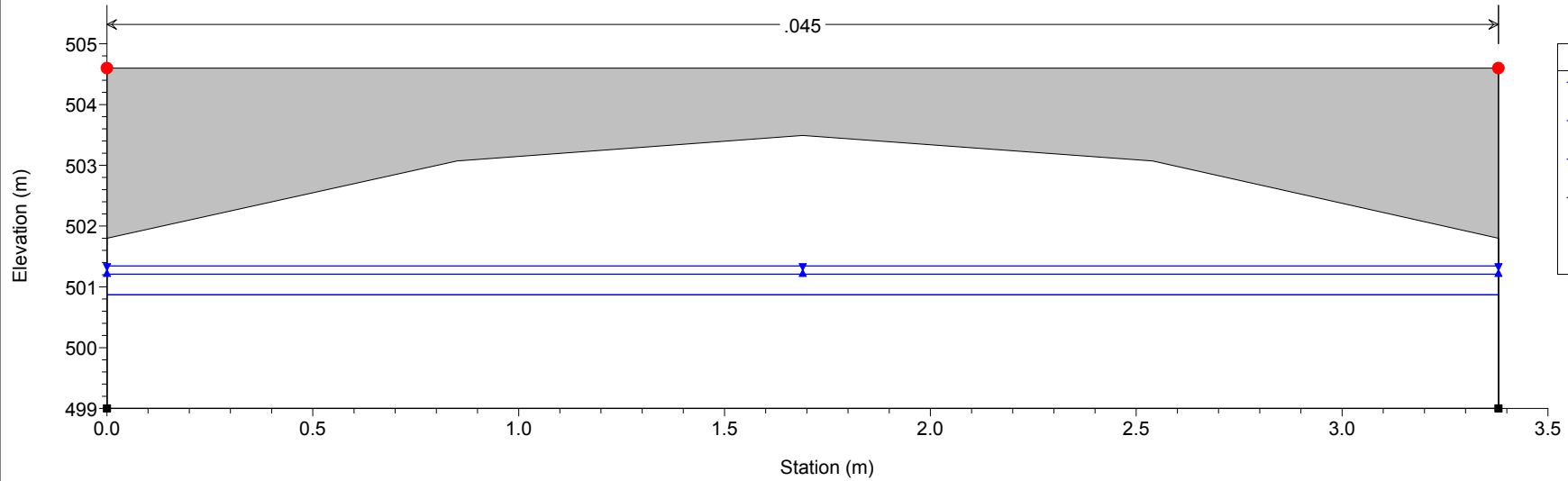
River = Torrente Serbial Reach = Lusernetta RS = 14 Sez 14 Se



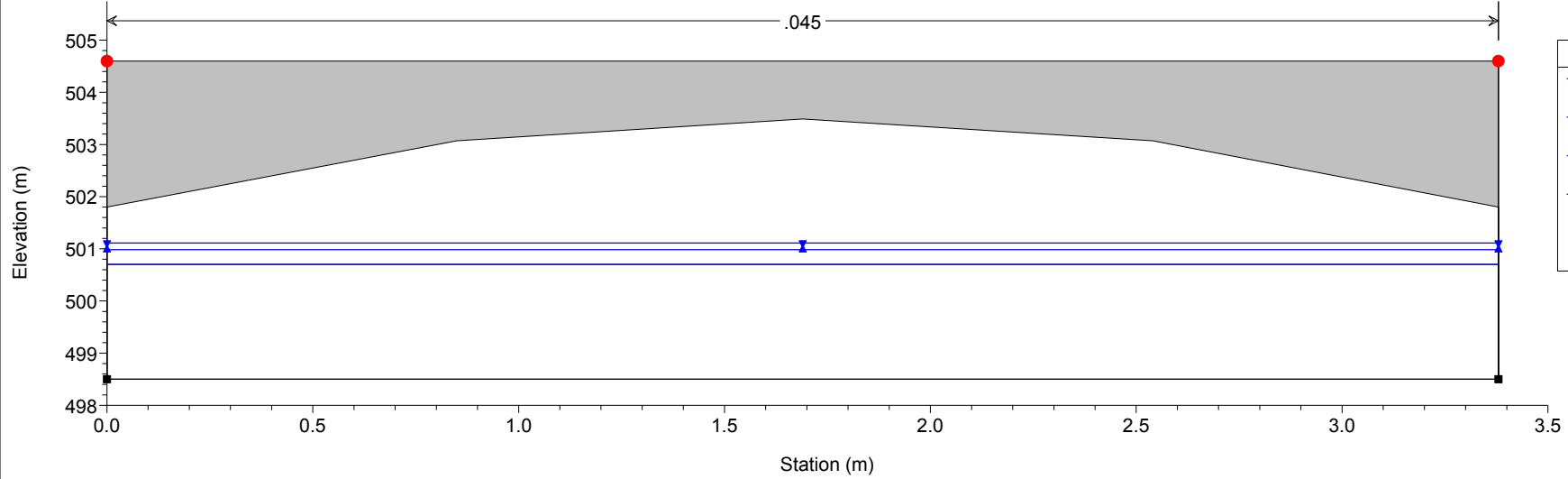
Hec Ras Torrente Serbial Plan: Plan 01 24/01/2020
River = Torrente Serbial Reach = Lusernetta RS = 13.7 Sez 13 Se - Ponte PEGFPO 002 monte



Hec Ras Torrente Serbial Plan: Plan 01 24/01/2020
River = Torrente Serbial Reach = Lusernetta RS = 13.5 BR Ponte PEGFPO 002



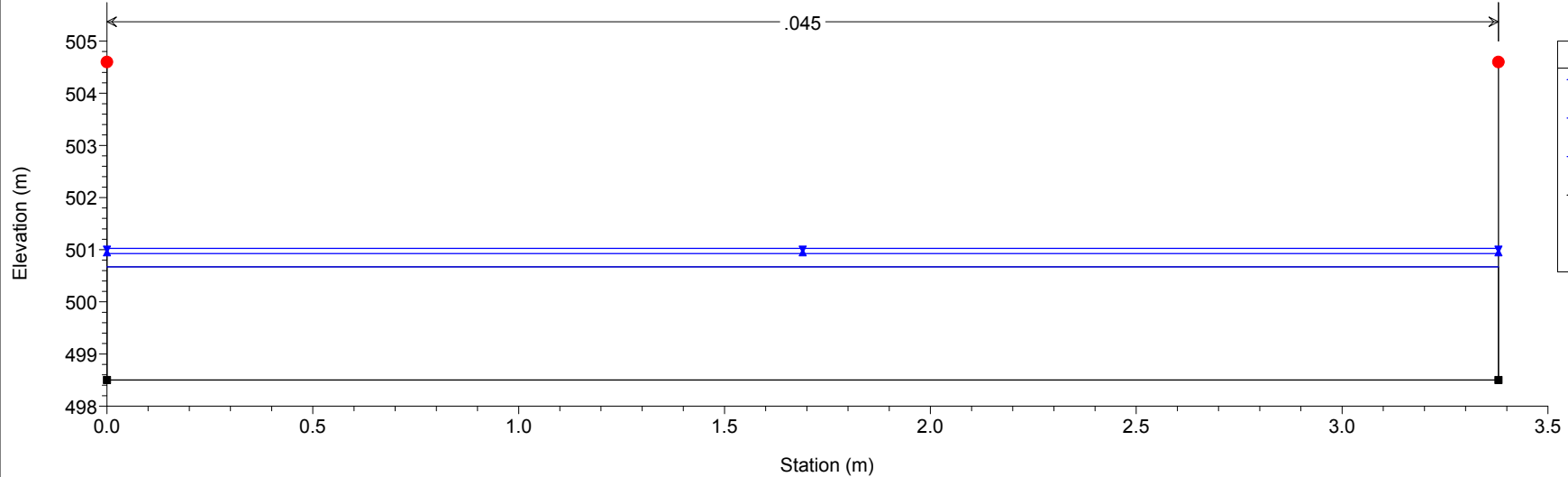
Hec Ras Torrente Serbial Plan: Plan 01 24/01/2020
River = Torrente Serbial Reach = Lusernetta RS = 13.5 BR Ponte PEGFPO 002



Legend

- WS Tr 200
- WS Tr 100
- WS Tr 20
- Ground
- Bank Sta

Hec Ras Torrente Serbial Plan: Plan 01 24/01/2020
River = Torrente Serbial Reach = Lusernetta RS = 13.3 Sez 13 Se - Ponte PEGFPO 002 valle

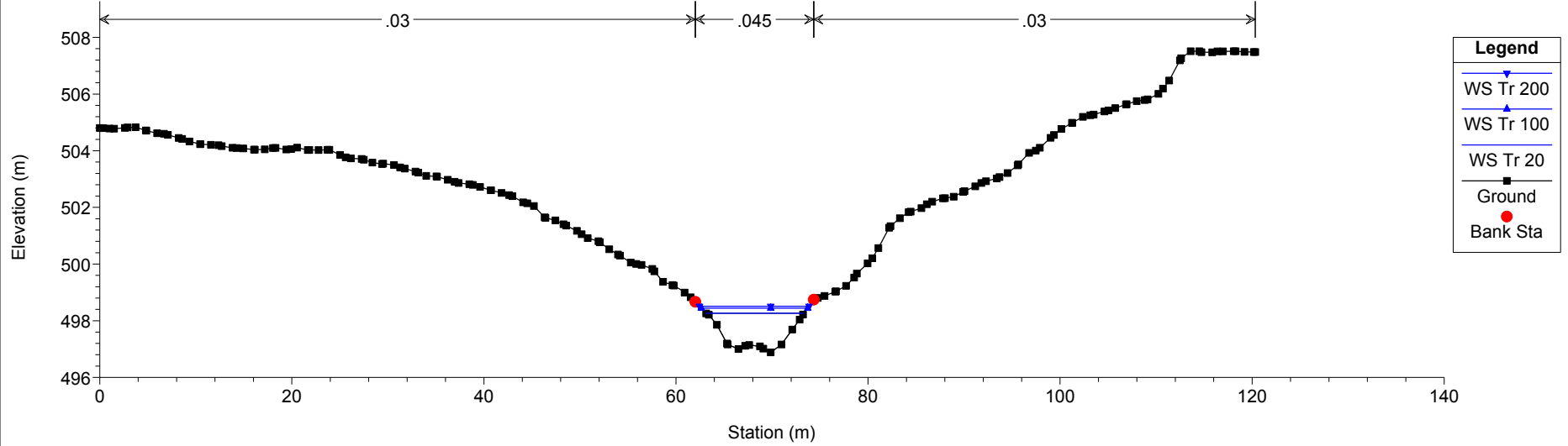


Legend

- WS Tr 200
- WS Tr 100
- WS Tr 20
- Ground
- Bank Sta

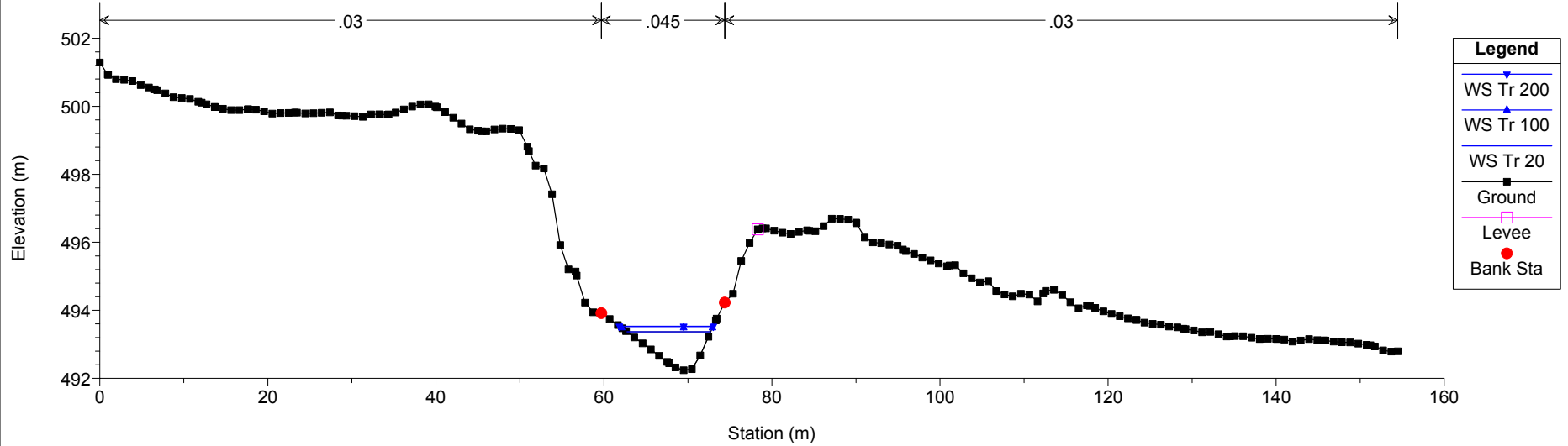
Hec Ras Torrente Serbial Plan: Plan 01 24/01/2020

River = Torrente Serbial Reach = Lusernetta RS = 12 Sez 12 Se



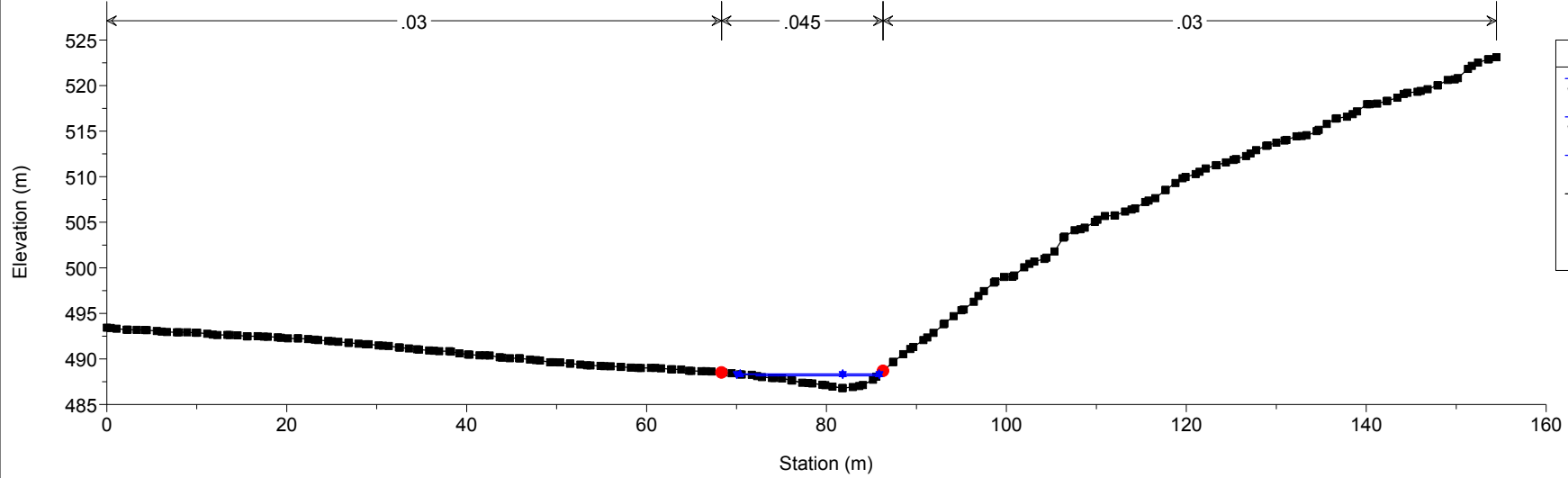
Hec Ras Torrente Serbial Plan: Plan 01 24/01/2020

River = Torrente Serbial Reach = Lusernetta RS = 11 Sez 11 Se



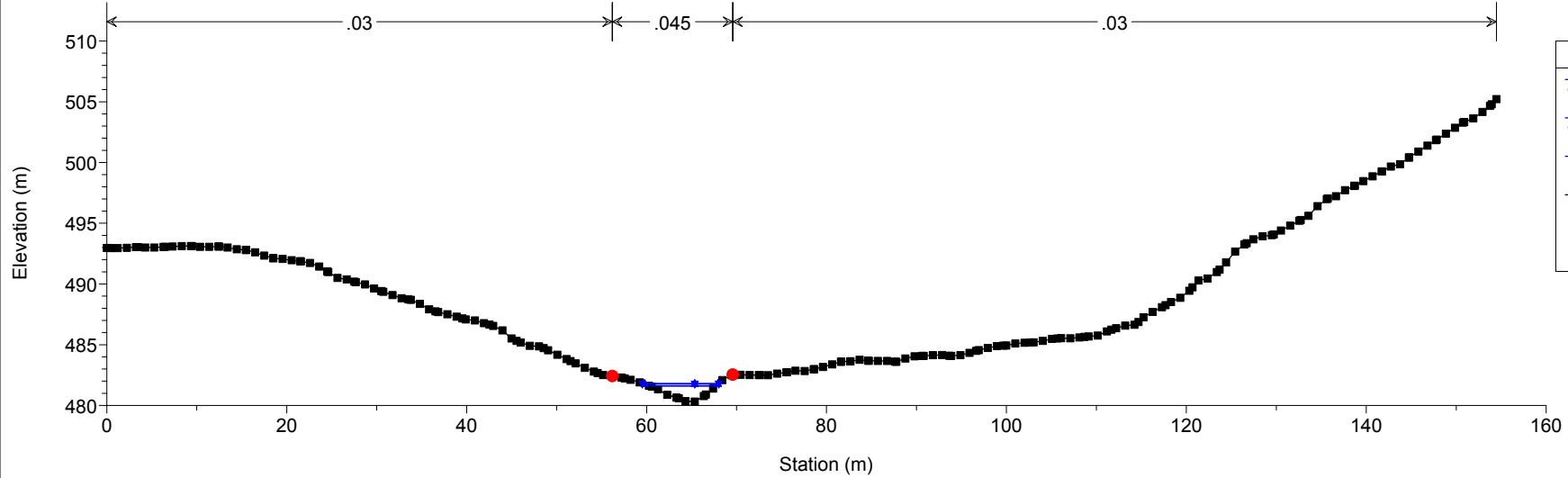
Hec Ras Torrente Serbial Plan: Plan 01 24/01/2020

River = Torrente Serbial Reach = Lusernetta RS = 10 Sez 10 Se



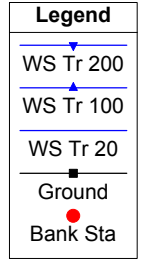
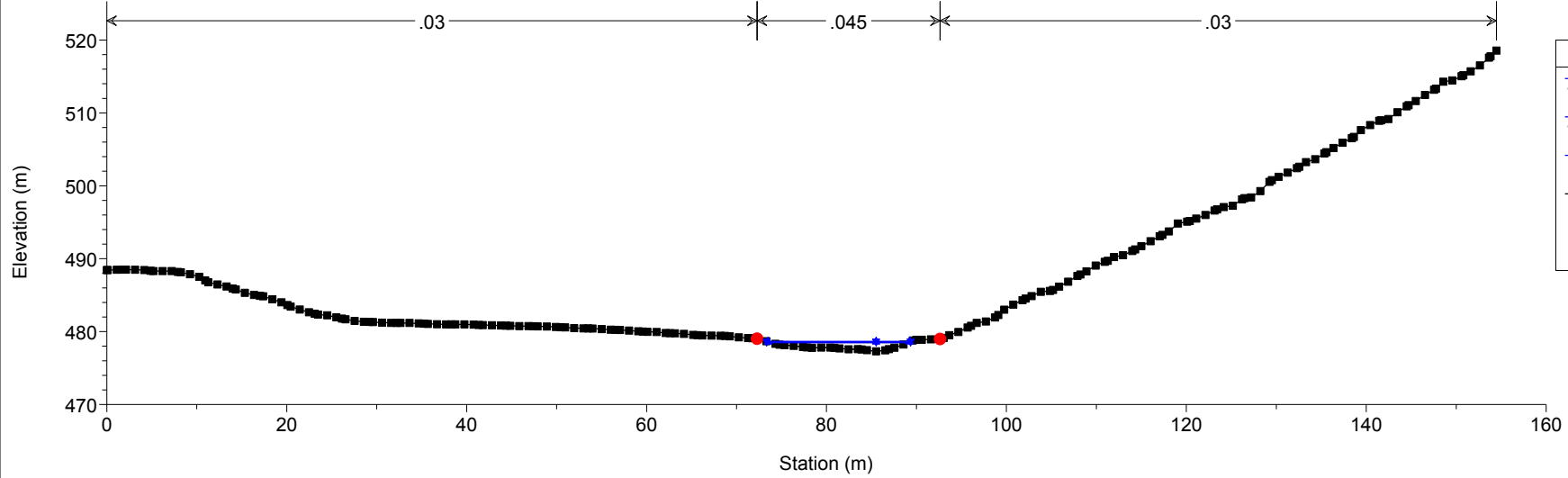
Hec Ras Torrente Serbial Plan: Plan 01 24/01/2020

River = Torrente Serbial Reach = Lusernetta RS = 9 Sez 9 Se



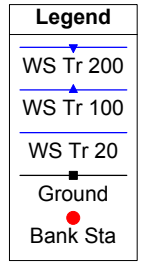
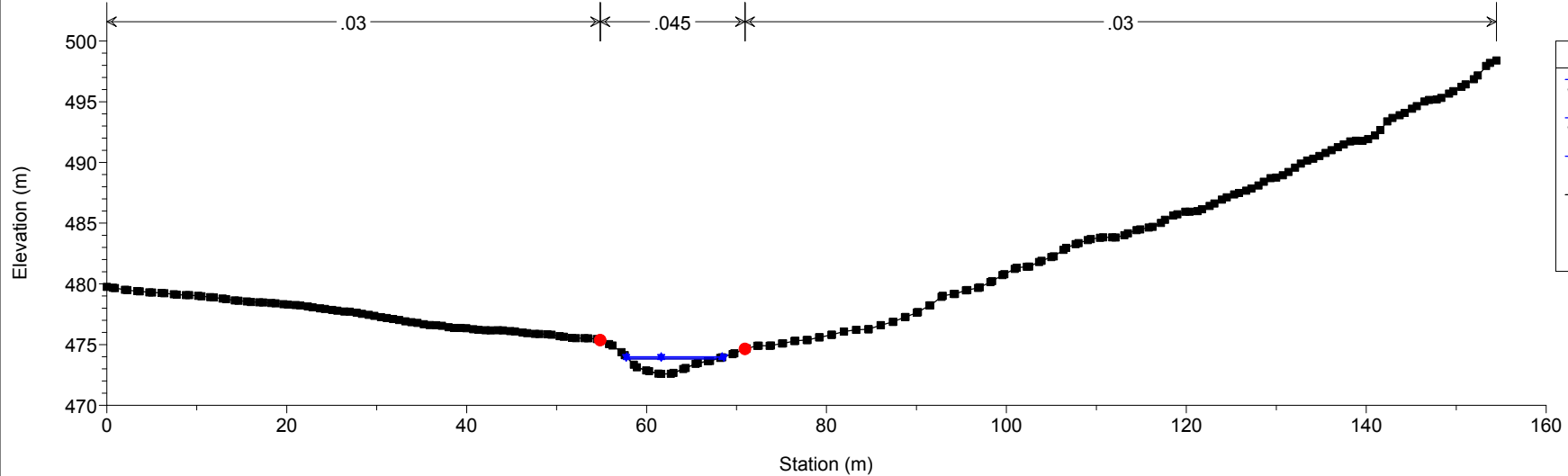
Hec Ras Torrente Serbial Plan: Plan 01 24/01/2020

River = Torrente Serbial Reach = Lusernetta RS = 8 Sez 8 Se



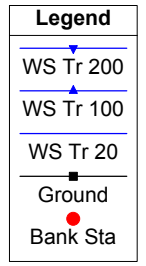
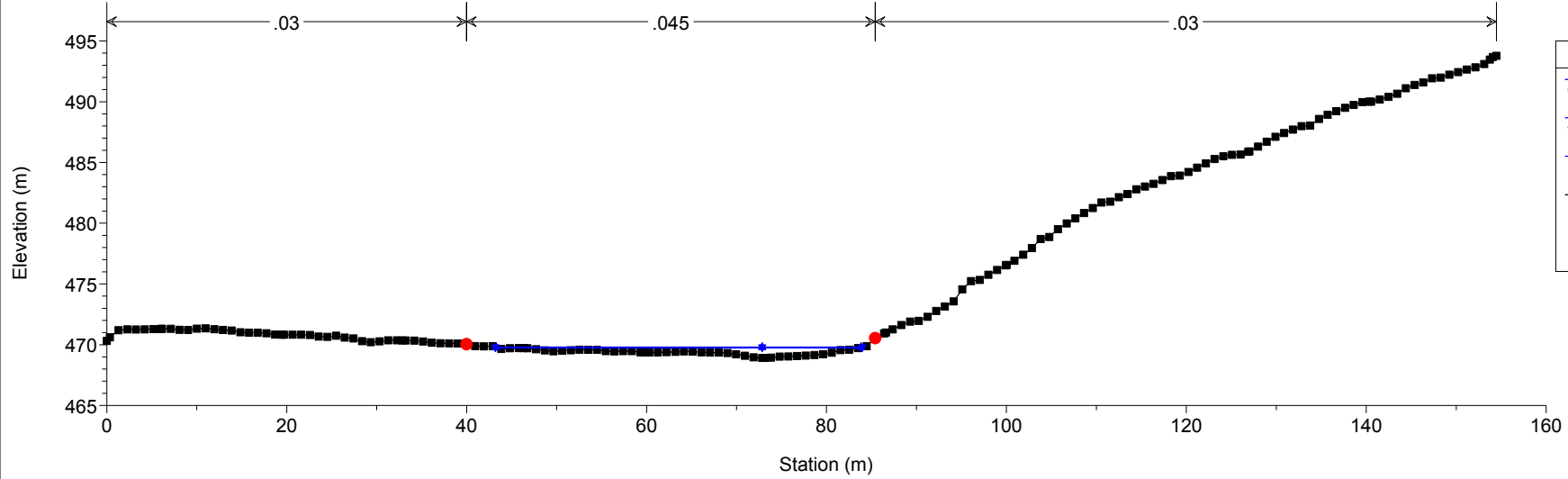
Hec Ras Torrente Serbial Plan: Plan 01 24/01/2020

River = Torrente Serbial Reach = Lusernetta RS = 7 Sez 7 Se



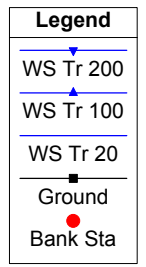
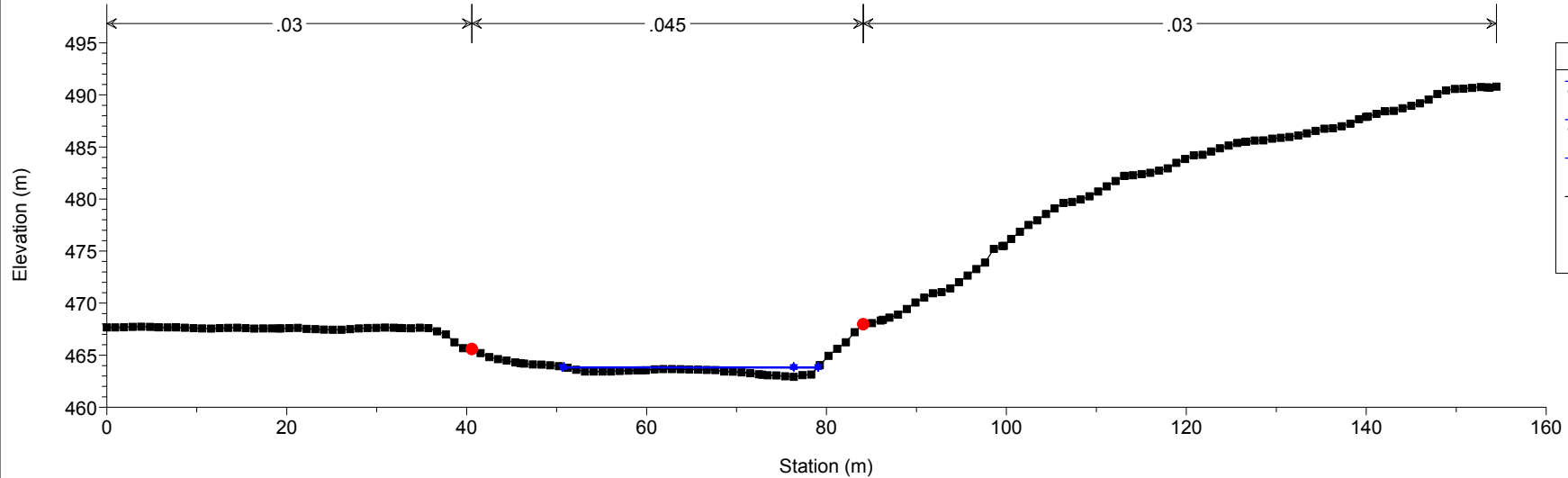
Hec Ras Torrente Serbial Plan: Plan 01 24/01/2020

River = Torrente Serbial Reach = Lusernetta RS = 6 Sez 6 Se

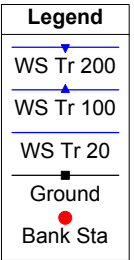
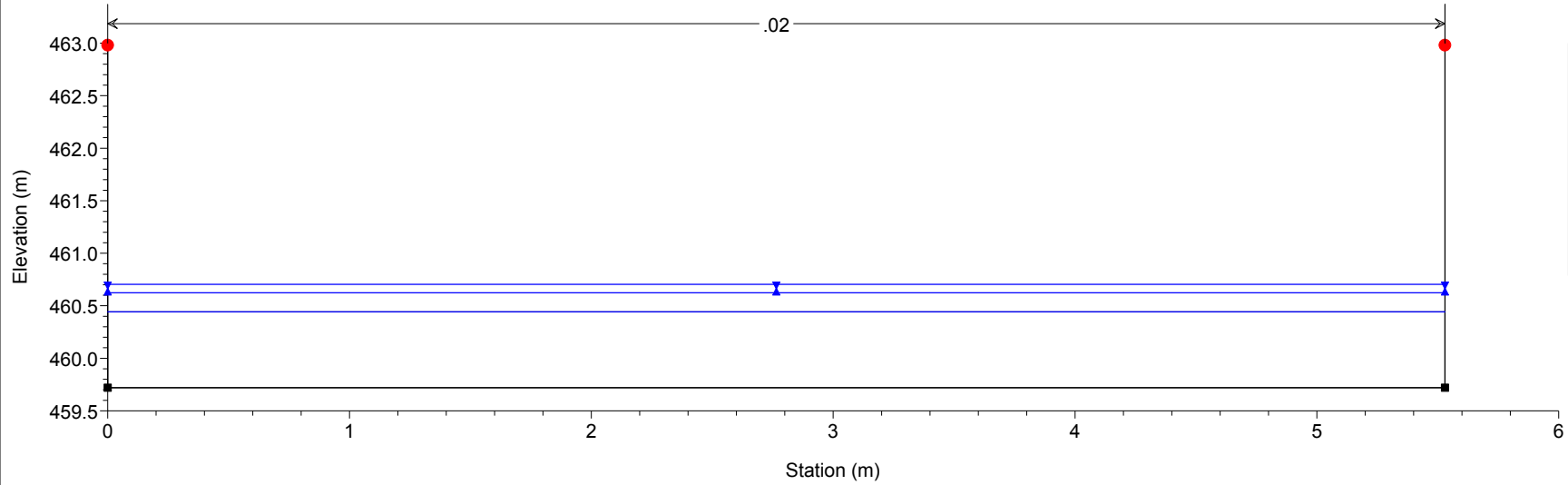


Hec Ras Torrente Serbial Plan: Plan 01 24/01/2020

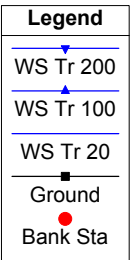
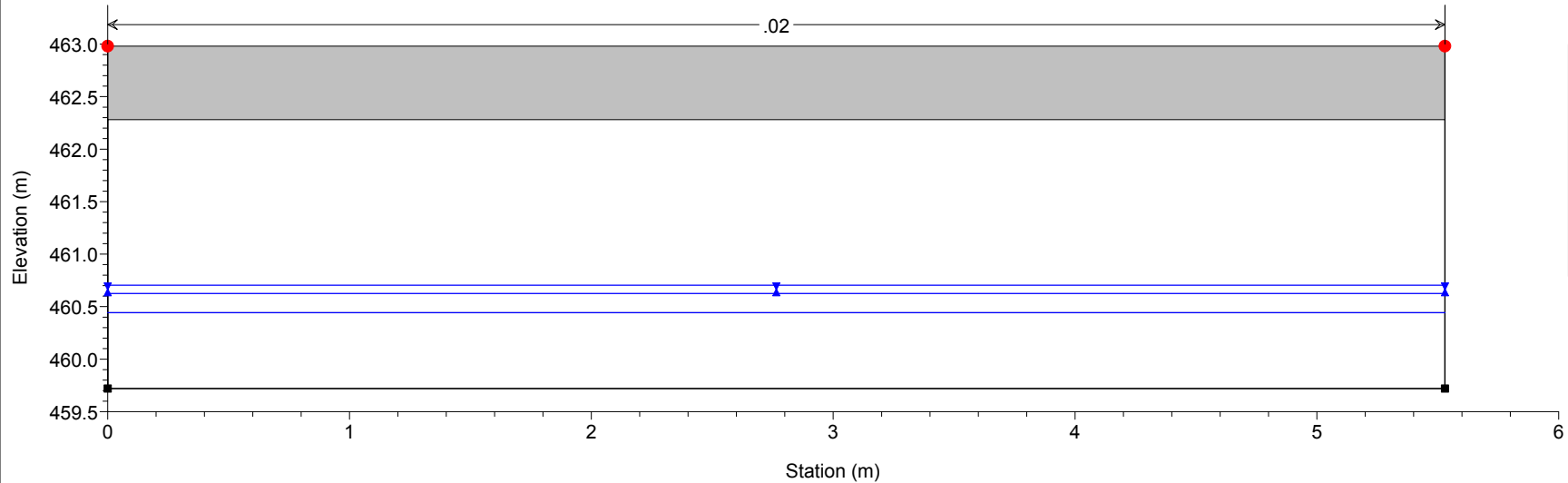
River = Torrente Serbial Reach = Lusernetta RS = 5 Sez 5 Se



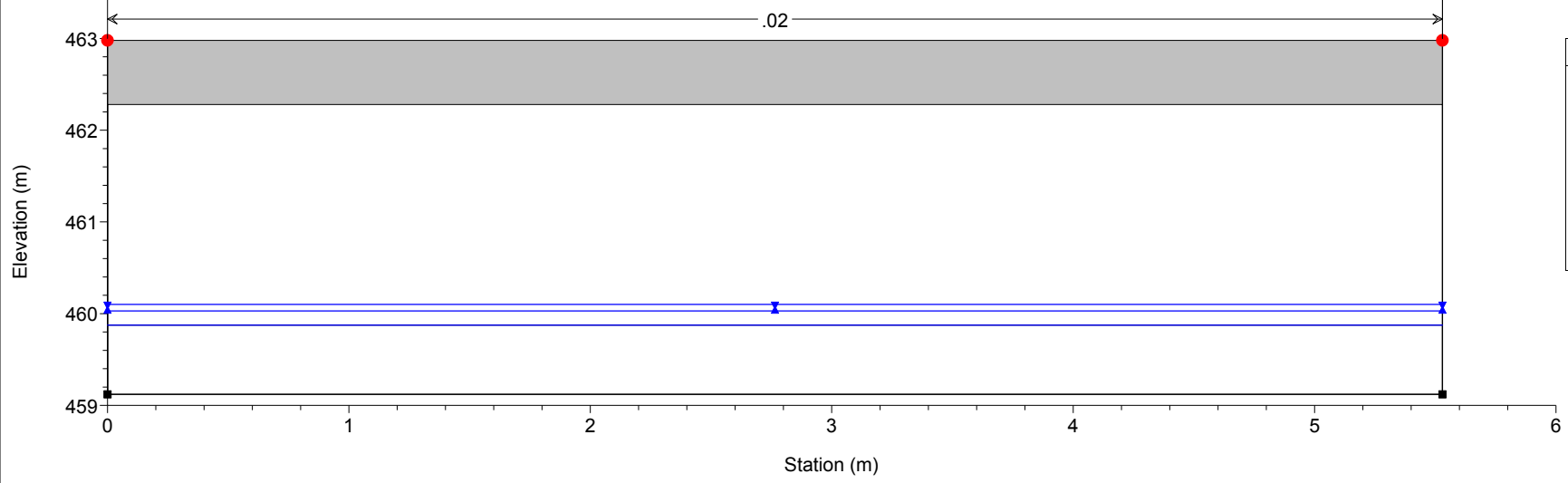
Hec Ras Torrente Serbial Plan: Plan 01 24/01/2020
River = Torrente Serbial Reach = Lusernetta RS = 4.7 Sez 4 Se - Ponte PEGFPO 001 monte



Hec Ras Torrente Serbial Plan: Plan 01 24/01/2020
River = Torrente Serbial Reach = Lusernetta RS = 4.5 BR Ponte PEGFPO 001

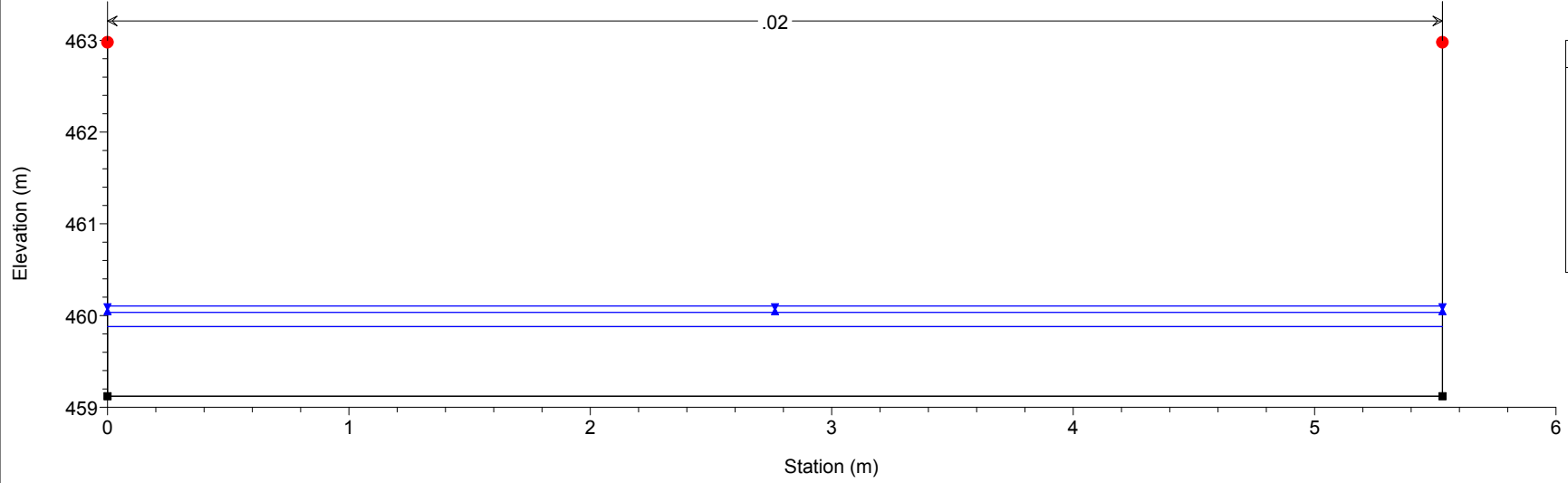


Hec Ras Torrente Serbial Plan: Plan 01 24/01/2020
River = Torrente Serbial Reach = Lusernetta RS = 4.5 BR Ponte PEGFPO 001



Legend	
WS Tr 200	▼
WS Tr 100	▲
WS Tr 20	—
Ground	■
Bank Sta	●

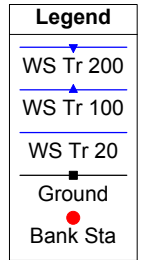
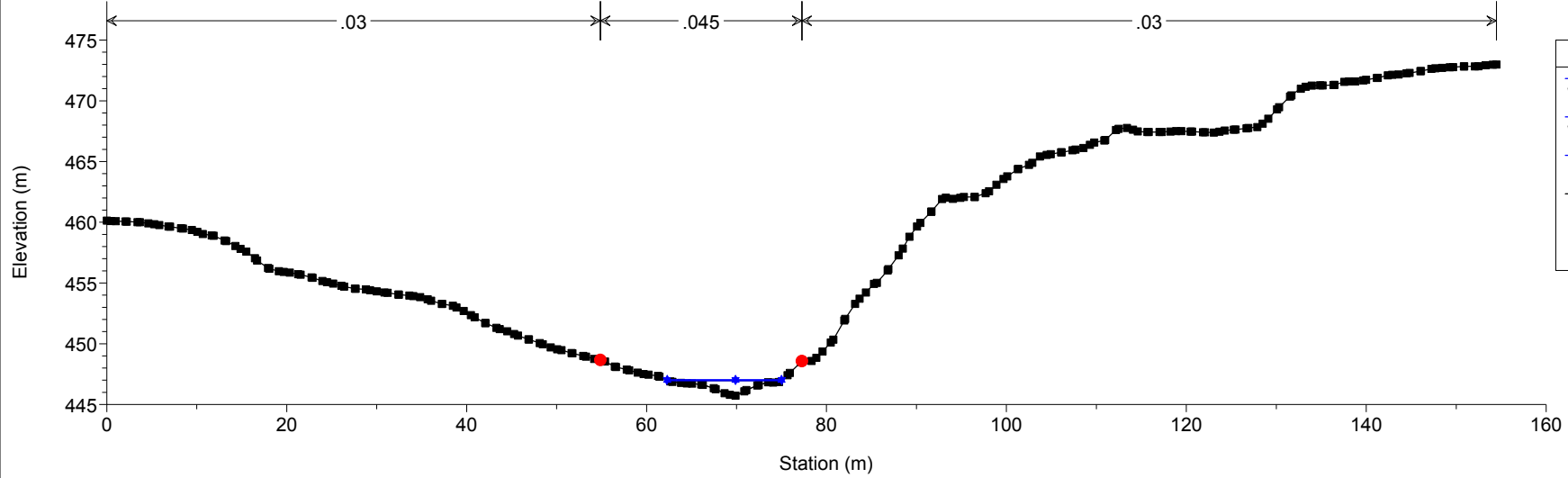
Hec Ras Torrente Serbial Plan: Plan 01 24/01/2020
River = Torrente Serbial Reach = Lusernetta RS = 4.3 Sez 4 Se - Ponte PEGFPO 001 valle



Legend	
WS Tr 200	▼
WS Tr 100	▲
WS Tr 20	—
Ground	■
Bank Sta	●

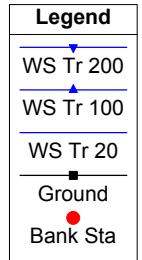
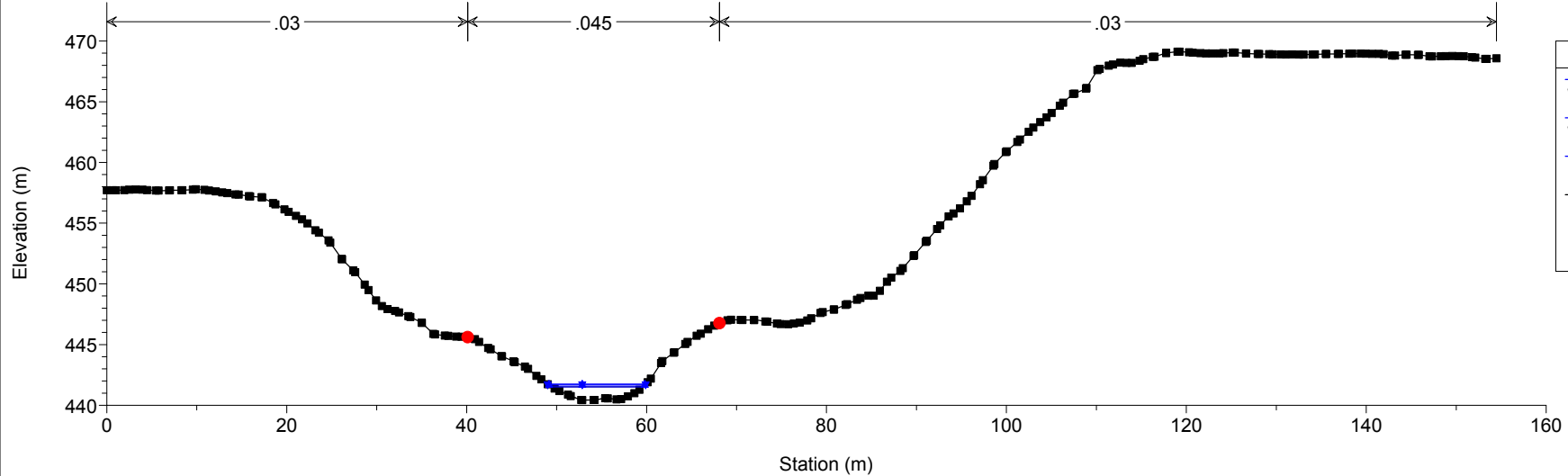
Hec Ras Torrente Serbial Plan: Plan 01 24/01/2020

River = Torrente Serbial Reach = Lusernetta RS = 3 Sez 3 Se



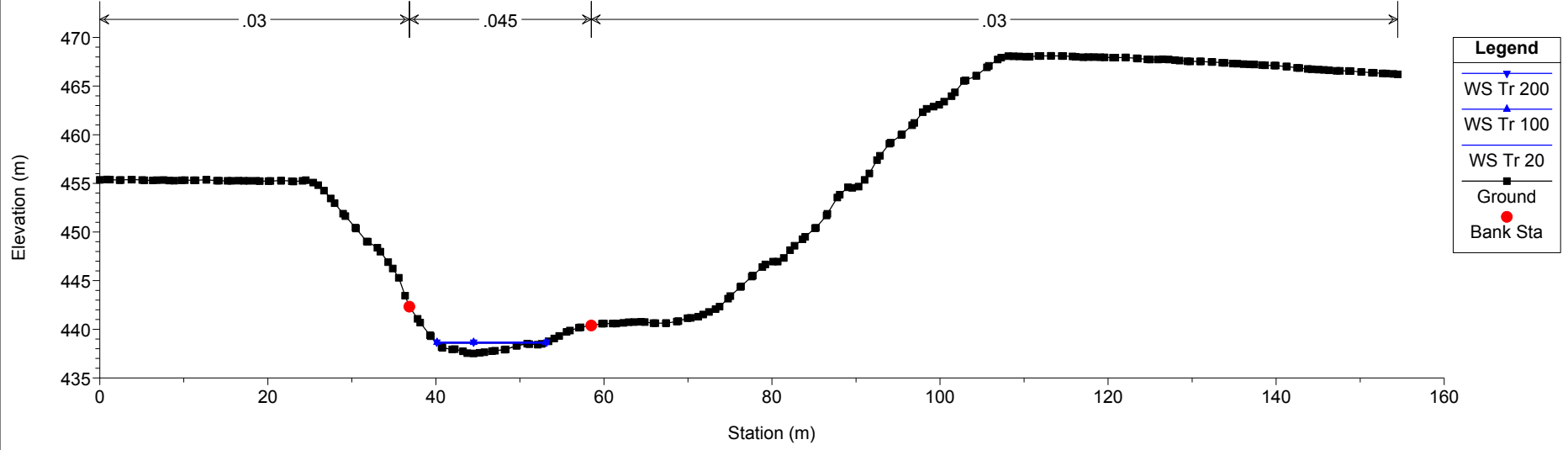
Hec Ras Torrente Serbial Plan: Plan 01 24/01/2020

River = Torrente Serbial Reach = Lusernetta RS = 2 Sez 2 Se



Hec Ras Torrente Serbial Plan: Plan 01 24/01/2020

River = Torrente Serbial Reach = Lusernetta RS = 1 Sez 1 Se

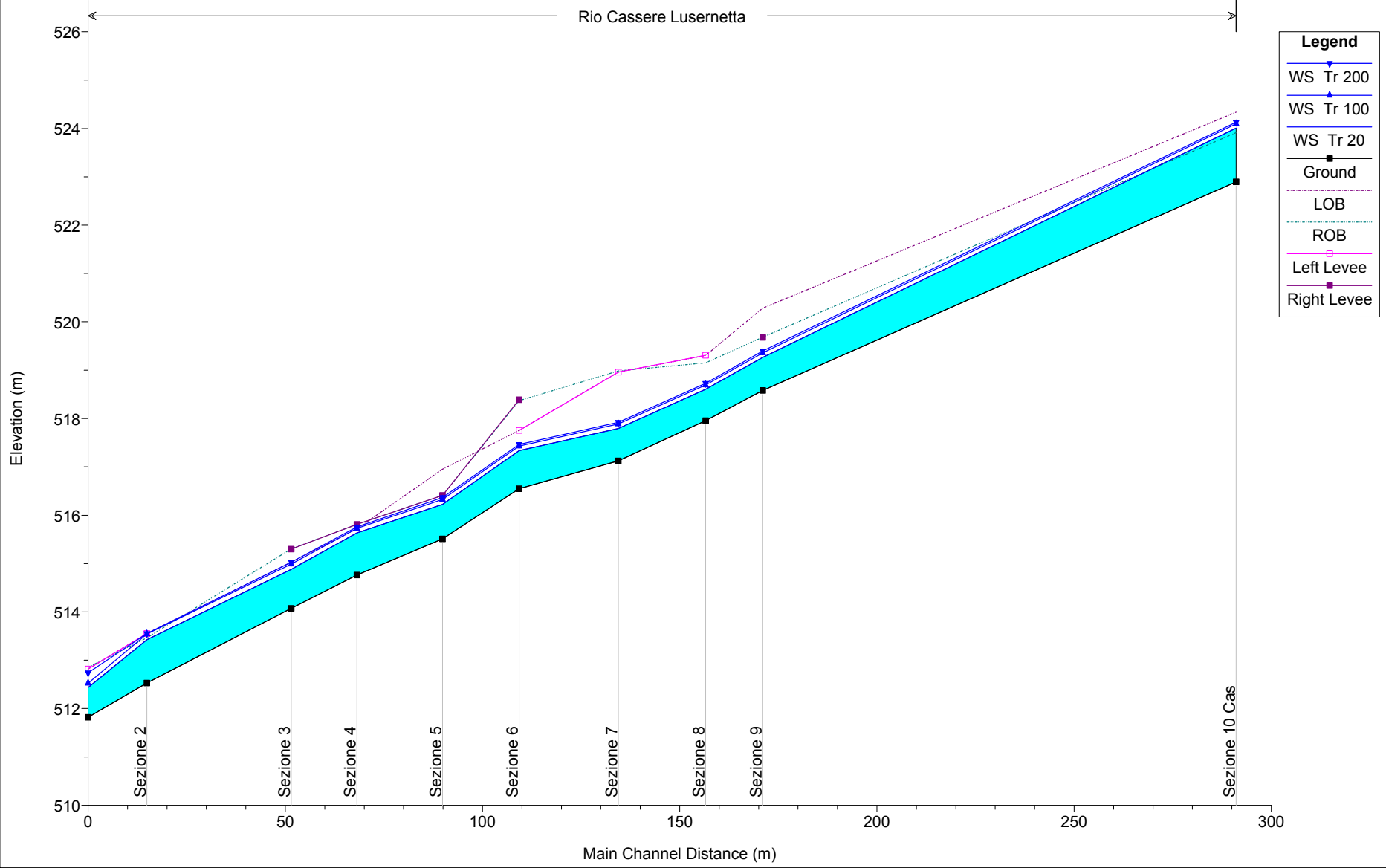


ALLEGATO C

VERIFICHE IDRAULICHE IN MOTO PERMANENTE

RIO CASSERE

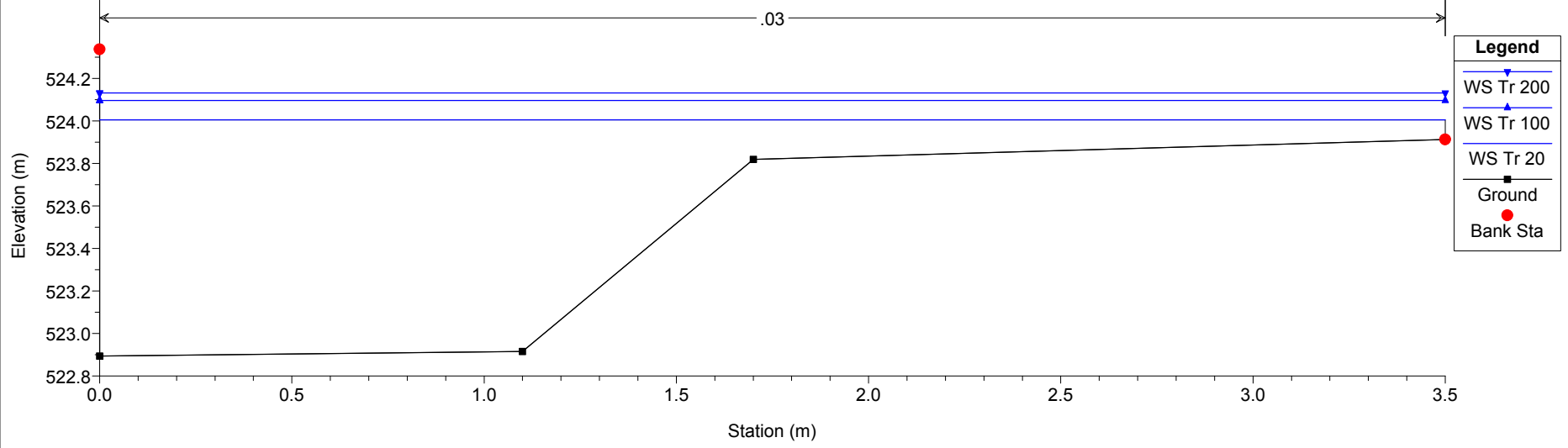
Rio Cassere Lusernetta



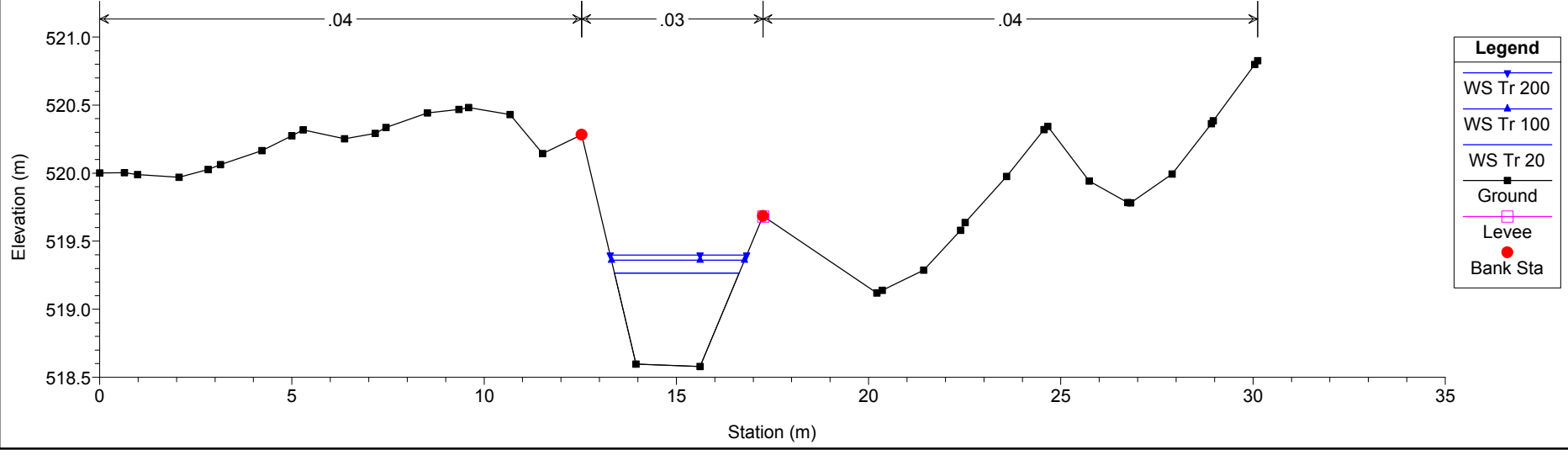
HEC-RAS Plan: Plan 01 River: Rio Cassere Reach: Lusernetta

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Area (m2)	W.P. Channel (m)	Hydr Depth C (m)	LOB Elev (m)	ROB 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
Lusernetta	10	Tr 20	6.17	522.89	524.01	1.84	5.19	0.53	524.34	523.91	524.16	524.58	0.040037	3.35	1.84	3.50	1.47
Lusernetta	10	Tr 100	7.85	522.89	524.10	2.16	5.37	0.62	524.34	523.91	524.27	524.77	0.040006	3.63	2.16	3.50	1.48
Lusernetta	10	Tr 200	8.56	522.89	524.13	2.29	5.44	0.65	524.34	523.91	524.33	524.84	0.040008	3.74	2.29	3.50	1.48
Lusernetta	9	Tr 20	6.17	518.58	519.27	1.67	3.77	0.51	520.28	519.68	519.49	519.97	0.036656	3.70	1.67	3.24	1.65
Lusernetta	9	Tr 100	7.85	518.58	519.36	1.98	4.06	0.57	520.28	519.68	519.62	520.16	0.036701	3.96	1.98	3.46	1.67
Lusernetta	9	Tr 200	8.56	518.58	519.40	2.11	4.17	0.59	520.28	519.68	519.67	520.23	0.036720	4.06	2.11	3.55	1.68
Lusernetta	8	Tr 20	6.17	517.96	518.60	1.58	3.79	0.47	519.31	519.15	518.85	519.38	0.043754	3.90	1.58	3.34	1.81
Lusernetta	8	Tr 100	7.85	517.96	518.69	1.89	4.06	0.53	519.31	519.15	518.97	519.57	0.043285	4.16	1.89	3.55	1.82
Lusernetta	8	Tr 200	8.56	517.96	518.73	2.01	4.17	0.55	519.31	519.15	519.02	519.65	0.043116	4.26	2.01	3.63	1.83
Lusernetta	7	Tr 20	6.17	517.12	517.80	1.69	3.84	0.51	518.96	518.99	518.01	518.47	0.035772	3.65	1.69	3.33	1.63
Lusernetta	7	Tr 100	7.85	517.12	517.89	2.00	4.10	0.57	518.96	518.99	518.13	518.67	0.036214	3.93	2.00	3.51	1.66
Lusernetta	7	Tr 200	8.56	517.12	517.92	2.12	4.20	0.59	518.96	518.99	518.18	518.75	0.036300	4.03	2.12	3.59	1.67
Lusernetta	6	Tr 20	6.17	516.55	517.34	2.15	4.35	0.56	517.75	518.37	517.43	517.76	0.019024	2.87	2.15	3.82	1.22
Lusernetta	6	Tr 100	7.85	516.55	517.43	2.52	4.64	0.62	517.75	518.37	517.55	517.93	0.019818	3.12	2.52	4.04	1.26
Lusernetta	6	Tr 200	8.56	516.55	517.47	2.66	4.75	0.65	517.75	518.37	517.59	517.99	0.020140	3.22	2.66	4.12	1.28
Lusernetta	5	Tr 20	6.17	515.51	516.22	1.46	3.50	0.48	516.95	516.41	516.41	517.13	0.051710	4.23	1.46	3.02	1.94
Lusernetta	5	Tr 100	7.85	515.51	516.33	1.79	3.84	0.54	516.95	516.41	516.41	517.31	0.047982	4.39	1.79	3.28	1.90
Lusernetta	5	Tr 200	8.56	515.51	516.37	1.93	3.97	0.57	516.95	516.41	516.41	517.38	0.046691	4.44	1.93	3.39	1.88
Lusernetta	4	Tr 20	6.17	514.76	515.64	1.81	3.76	0.58	515.71	515.81	515.81	516.23	0.028139	3.43	1.81	3.51	1.44
Lusernetta	4	Tr 100	7.85	514.76	515.73	2.22	4.02	0.63	515.71	515.81	515.81	516.42	0.029302	3.70	2.22	5.18	1.48
Lusernetta	4	Tr 200	8.56	514.76	515.76	2.37	4.06	0.66	515.71	515.81	515.81	516.49	0.029912	3.83	2.37	5.31	1.51
Lusernetta	3	Tr 20	6.17	514.07	514.88	1.58	3.55	0.53	515.03	515.30	515.16	515.66	0.040561	3.91	1.58	3.00	1.72
Lusernetta	3	Tr 100	7.85	514.07	514.99	1.91	3.90	0.58	515.03	515.30	515.30	515.84	0.039200	4.10	1.91	3.30	1.72
Lusernetta	3	Tr 200	8.56	514.07	515.03	2.08	4.03	0.61	515.03	515.30	515.30	515.91	0.038694	4.17	2.08	4.72	1.71
Lusernetta	2	Tr 20	6.17	512.53	513.42	1.56	3.32	0.64	513.55	513.46	513.55	514.22	0.038177	3.95	1.56	2.43	1.57
Lusernetta	2	Tr 100	7.85	512.53	513.54	1.90	3.51	0.73	513.55	513.46	513.55	514.44	0.037181	4.21	1.90	3.56	1.57
Lusernetta	2	Tr 200	8.56	512.53	513.55	8.77	3.52	0.74	513.55	513.46	513.55	513.60	0.003308	1.26	8.77	16.67	0.47
Lusernetta	1	Tr 20	6.17	511.82	512.43	1.36	3.34	0.48	512.82	512.86	512.76	513.48	0.061370	4.54	1.36	2.83	2.09
Lusernetta	1	Tr 100	7.85	511.82	512.52	1.62	3.60	0.54	512.82	512.86	512.82	513.72	0.060861	4.84	1.62	3.01	2.10
Lusernetta	1	Tr 200	8.56	511.82	512.74	2.33	4.22	0.67	512.82	512.86	512.82	513.43	0.026936	3.68	2.33	3.45	1.43

Hec Ras Rio Cassere Plan: Plan 01 18/10/2022
 River = Rio Cassere Reach = Lusernetta RS = 10 Sezione 10 Cas

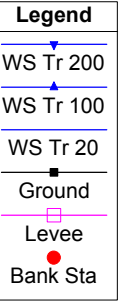
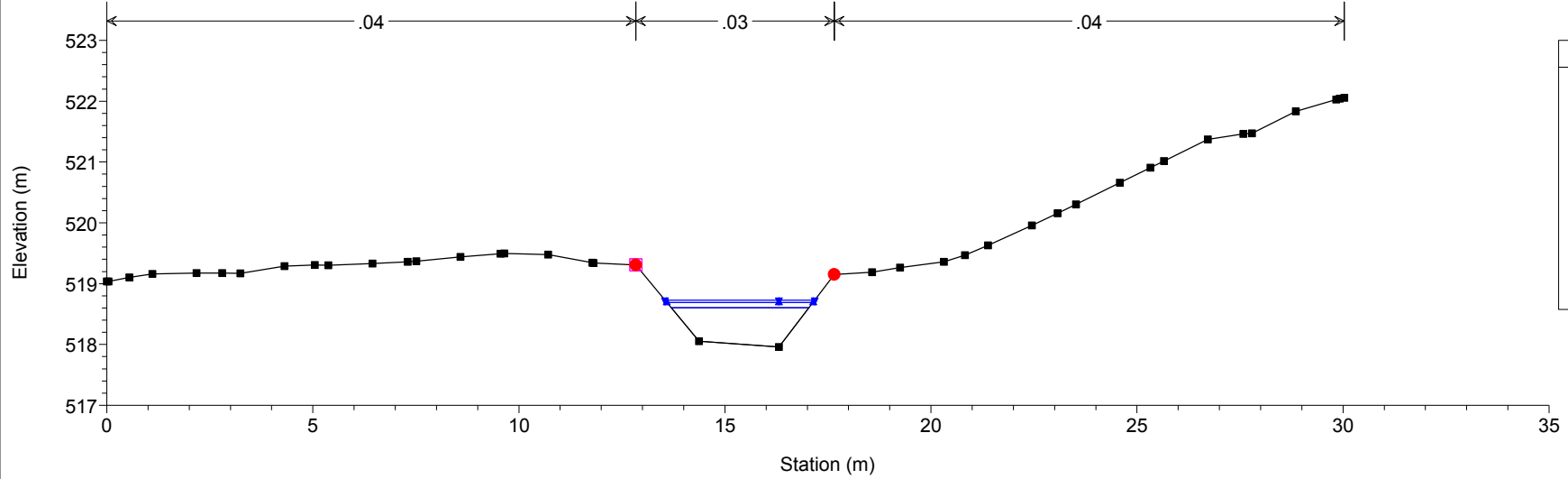


Hec Ras Rio Cassere Plan: Plan 01 18/10/2022
 River = Rio Cassere Reach = Lusernetta RS = 9 Sezione 9



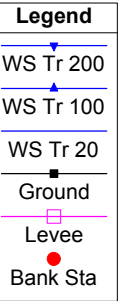
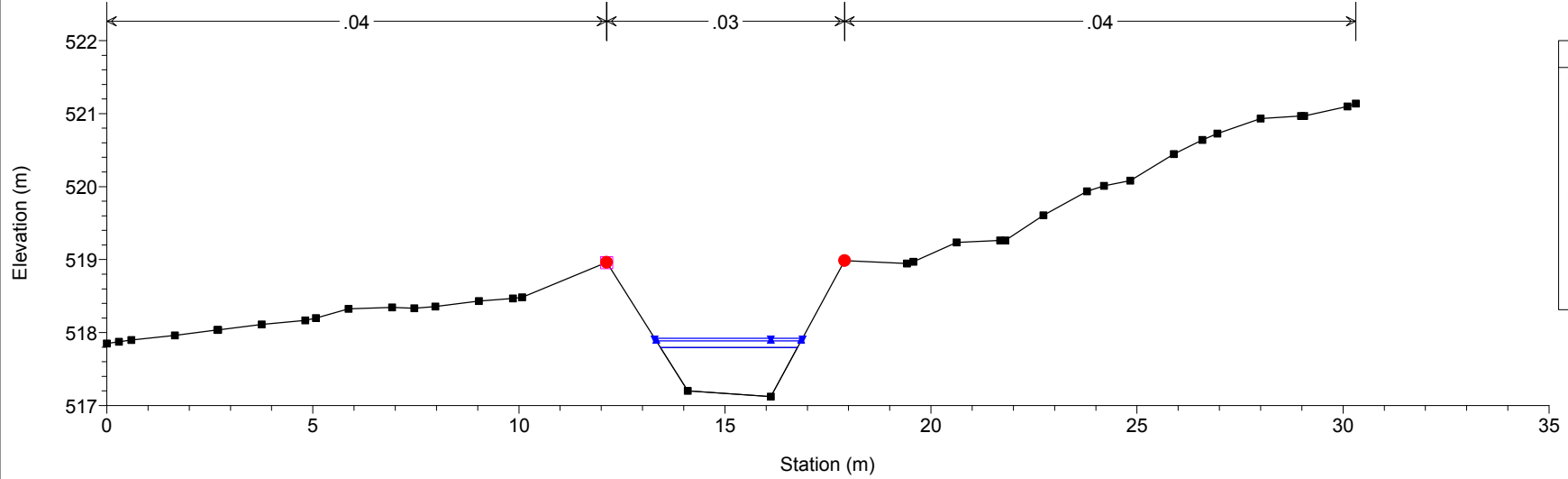
Hec Ras Rio Cassere Plan: Plan 01 18/10/2022

River = Rio Cassere Reach = Lusernetta RS = 8 Sezione 8



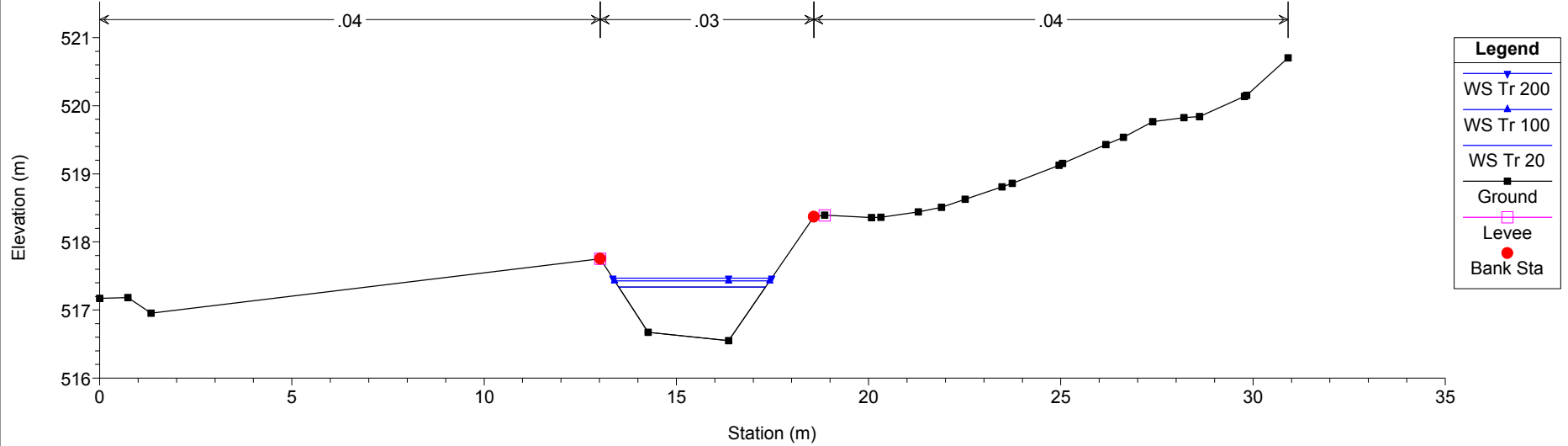
Hec Ras Rio Cassere Plan: Plan 01 18/10/2022

River = Rio Cassere Reach = Lusernetta RS = 7 Sezione 7



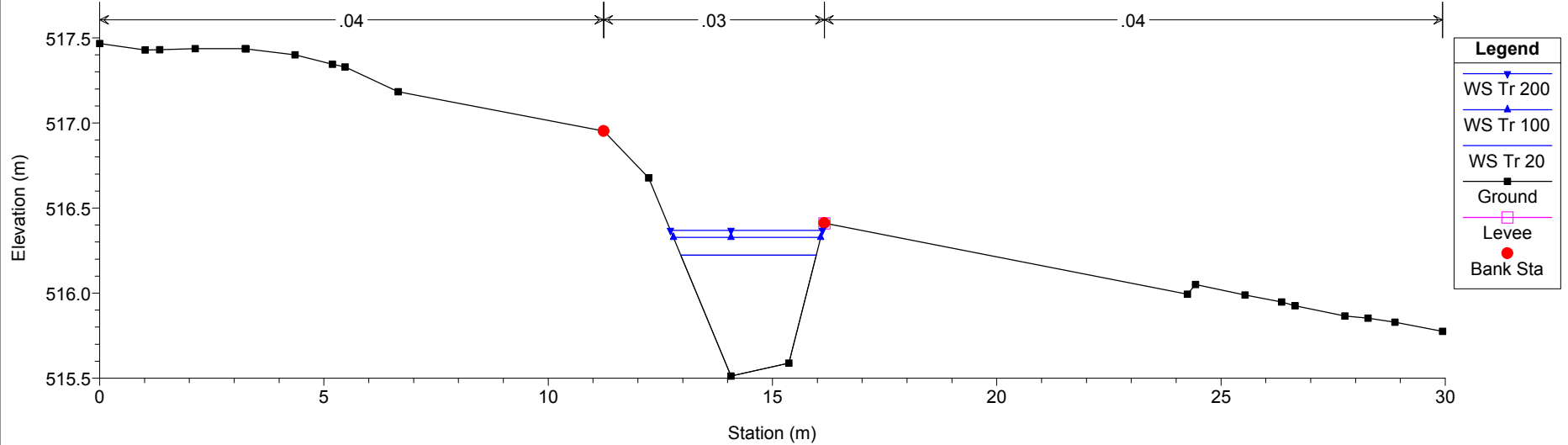
Hec Ras Rio Cassere Plan: Plan 01 18/10/2022

River = Rio Cassere Reach = Lusernetta RS = 6 Sezione 6



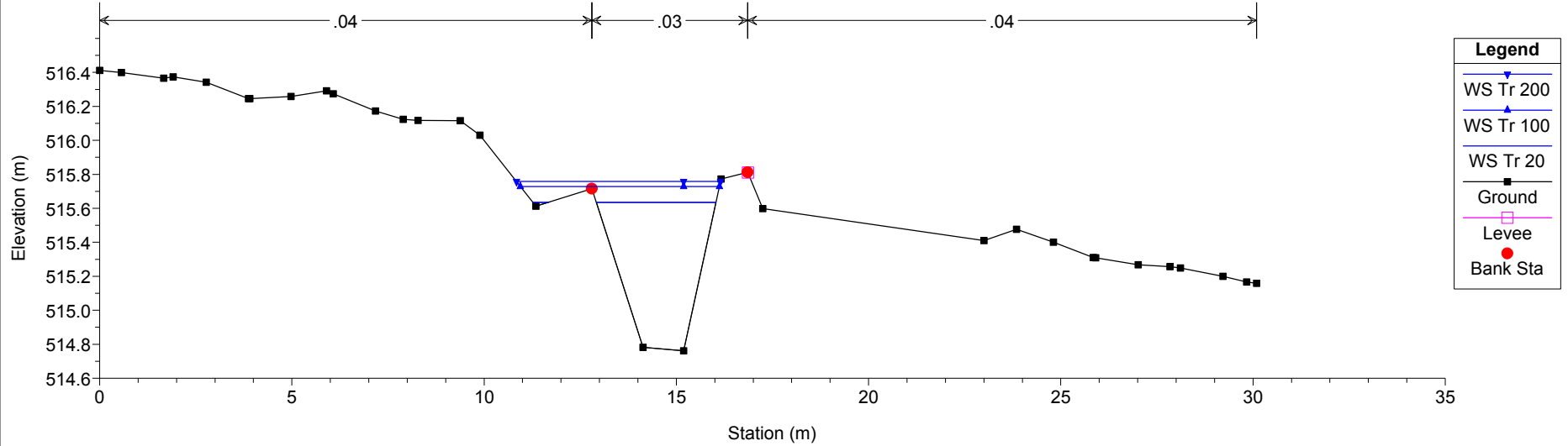
Hec Ras Rio Cassere Plan: Plan 01 18/10/2022

River = Rio Cassere Reach = Lusernetta RS = 5 Sezione 5



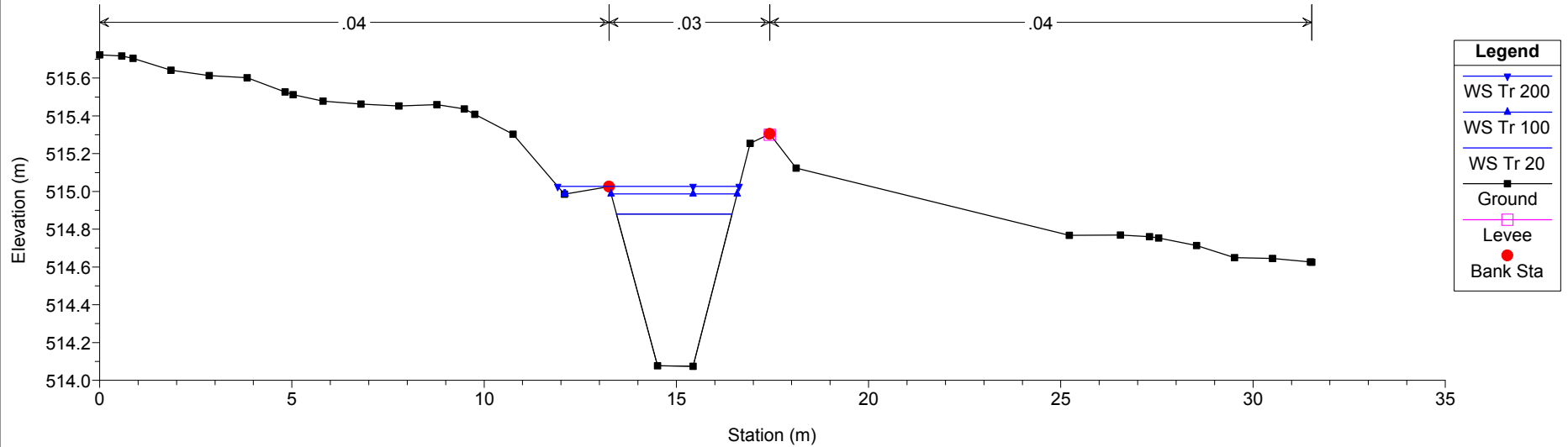
Hec Ras Rio Cassere Plan: Plan 01 18/10/2022

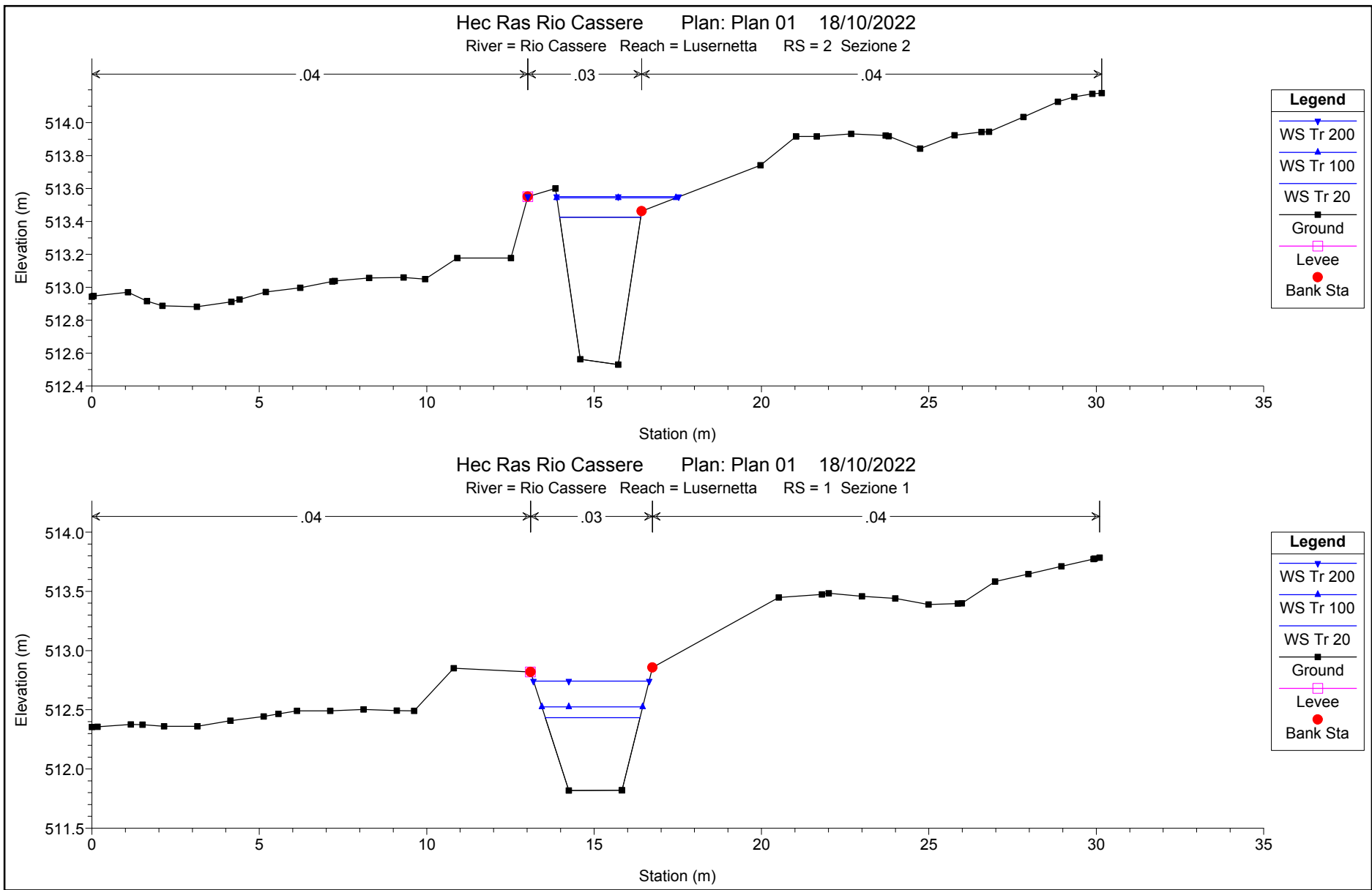
River = Rio Cassere Reach = Lusernetta RS = 4 Sezione 4



Hec Ras Rio Cassere Plan: Plan 01 18/10/2022

River = Rio Cassere Reach = Lusernetta RS = 3 Sezione 3

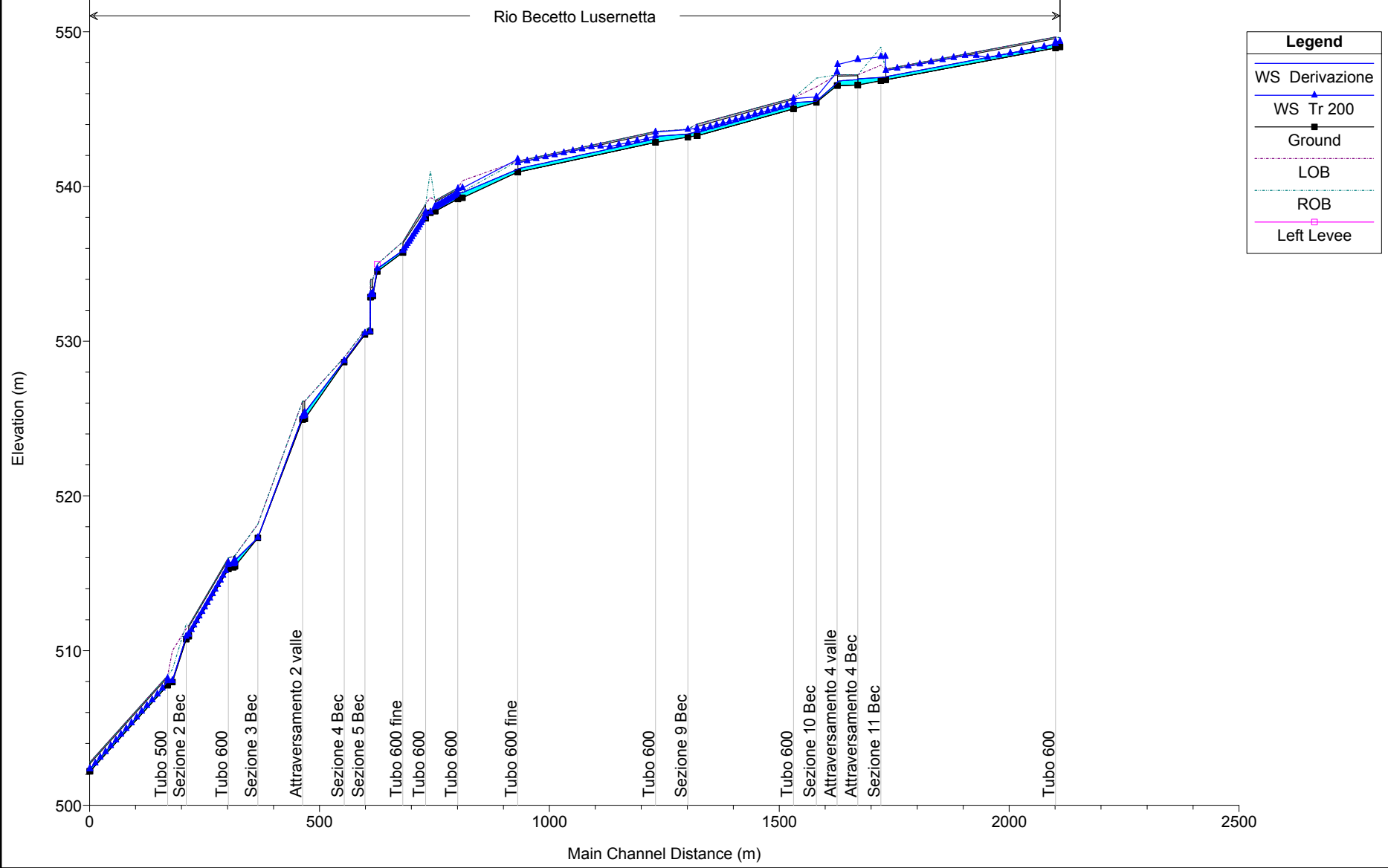




ALLEGATO D

**VERIFICHE IDRAULICHE IN MOTO PERMANENTE
CANALE BECETTO**

Rio Becetto Lusernetta



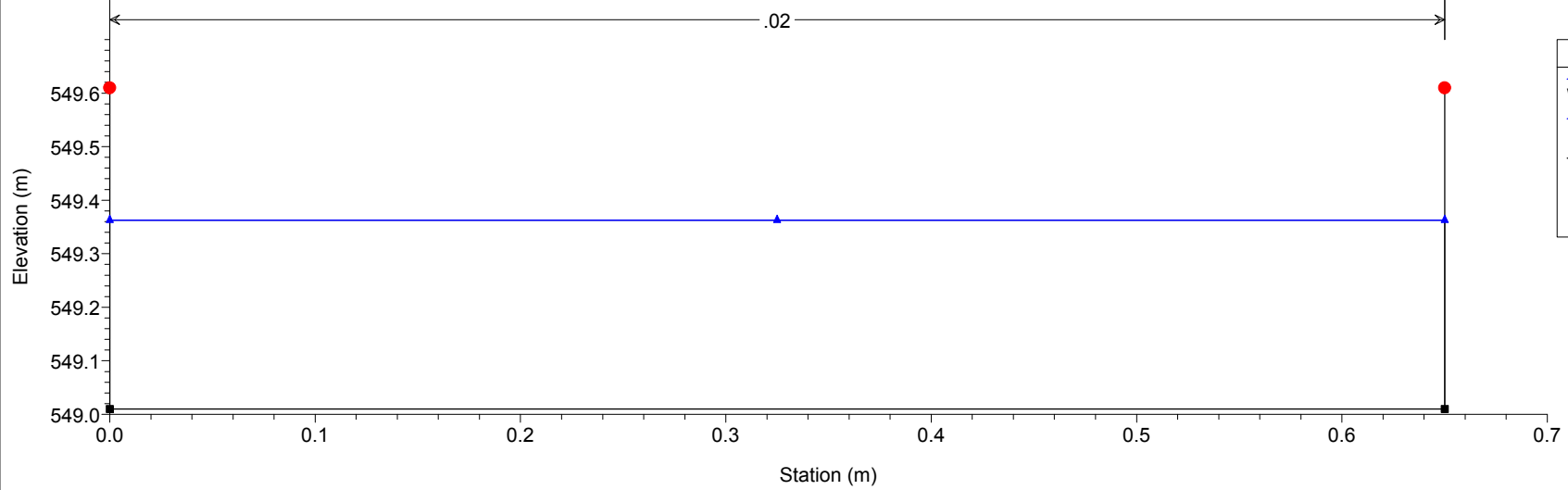
HEC-RAS Plan: Plan 01 River: Rio Becetto Reach: Lusernetta (Continued)

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Area (m2)	W.P. Channel (m)	Hydr Depth C (m)	LOB Elev (m)	ROB 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
Lusernetta	17	Derivazione	0.17	538.40	538.57	0.12	1.04	0.17	539.10	539.10	538.58	538.67	0.013891	1.39	0.12	0.70	1.08
Lusernetta	17	Tr 200	0.40	538.40	538.68	0.19	1.25	0.28	539.10	539.10	538.72	538.90	0.020523	2.06	0.19	0.70	1.25
Lusernetta	16	Derivazione	0.17	538.30	538.40	0.16	1.83	0.09	539.30	541.00	538.40	538.45	0.036578	1.06	0.16	1.71	1.12
Lusernetta	16	Tr 200	0.17	538.30	538.35	0.08	1.72	0.05	539.30	541.00	538.40	538.56	0.297444	2.03	0.08	1.66	2.93
Lusernetta	15	Derivazione	0.17	537.95	538.34	0.27	1.48	0.39	538.85	538.85	538.13	538.36	0.001380	0.60	0.27	0.70	0.31
Lusernetta	15	Tr 200	0.17	537.95	538.34	0.27	1.48	0.39	538.85	538.85	538.13	538.36	0.001380	0.60	0.27	0.70	0.31
Lusernetta	14.5	Culvert															
Lusernetta	14	Derivazione	0.17	535.73	535.86	0.09	0.97	0.13	536.43	536.43	535.90	536.02	0.027808	1.76	0.09	0.70	1.53
Lusernetta	14	Tr 200	0.17	535.73	535.86	0.09	0.97	0.13	536.43	536.43	535.90	536.02	0.027808	1.76	0.09	0.70	1.53
Lusernetta	13	Derivazione	0.17	534.50	534.69	0.12	1.03	0.19	534.98	534.98	534.69	534.78	0.037855	1.35	0.12	0.65	0.99
Lusernetta	13	Tr 200	0.17	534.50	534.69	0.12	1.03	0.19	534.98	534.98	534.69	534.78	0.037855	1.35	0.12	0.65	0.99
Lusernetta	12.5	Derivazione	0.17	532.94	533.00	0.04	0.82	0.06	534.00	534.00	533.12	533.84	0.362222	4.07	0.04	0.70	5.40
Lusernetta	12.5	Tr 200	0.17	532.94	533.00	0.04	0.82	0.06	534.00	534.00	533.12	533.84	0.362222	4.07	0.04	0.70	5.40
Lusernetta	12.25	Culvert															
Lusernetta	12	Derivazione	0.17	532.84	532.99	0.10	1.00	0.15	534.00	534.00	533.02	533.12	0.020501	1.59	0.10	0.70	1.31
Lusernetta	12	Tr 200	0.17	532.84	532.99	0.10	1.00	0.15	534.00	534.00	533.02	533.12	0.020501	1.59	0.10	0.70	1.31
Lusernetta	11.5	Derivazione	0.17	530.63	530.64	0.02	1.54	0.02	530.93	530.93	530.72	532.87	13.099140	6.61	0.02	1.53	16.51
Lusernetta	11.5	Tr 200	0.17	530.63	530.64	0.02	1.54	0.02	530.93	530.93	530.72	532.87	13.099140	6.61	0.02	1.53	16.51
Lusernetta	11	Derivazione	0.17	530.43	530.52	0.15	1.75	0.09	530.73	530.73	530.53	530.58	0.039570	1.10	0.15	1.66	1.17
Lusernetta	11	Tr 200	0.17	530.43	530.52	0.15	1.75	0.09	530.73	530.73	530.53	530.58	0.039570	1.10	0.15	1.66	1.17
Lusernetta	10	Derivazione	0.17	528.65	528.74	0.15	1.75	0.09	528.95	528.95	528.75	528.80	0.039574	1.10	0.15	1.66	1.17
Lusernetta	10	Tr 200	0.17	528.65	528.74	0.15	1.75	0.09	528.95	528.95	528.75	528.80	0.039574	1.10	0.15	1.66	1.17
Lusernetta	9.5	Derivazione	0.17	524.99	525.38	0.27	1.48	0.39	526.12	526.12	525.17	525.40	0.001380	0.60	0.27	0.70	0.31
Lusernetta	9.5	Tr 200	0.17	524.99	525.38	0.27	1.48	0.39	526.12	526.12	525.17	525.40	0.001380	0.60	0.27	0.70	0.31
Lusernetta	9.25	Culvert															
Lusernetta	9	Derivazione	0.17	524.94	525.12	0.12	1.06	0.18	526.12	526.12	525.12	525.21	0.012064	1.32	0.12	0.70	1.00
Lusernetta	9	Tr 200	0.17	524.94	525.12	0.12	1.06	0.18	526.12	526.12	525.12	525.21	0.012064	1.32	0.12	0.70	1.00
Lusernetta	8	Derivazione	0.17	517.28	517.30	0.02	1.24	0.02	518.18	518.18	517.40	520.46	17.459990	7.88	0.02	1.21	19.12
Lusernetta	8	Tr 200	0.17	517.28	517.30	0.02	1.24	0.02	518.18	518.18	517.40	520.46	17.459990	7.88	0.02	1.21	19.12
Lusernetta	7.5	Derivazione	0.17	515.45	515.84	0.27	1.48	0.39	516.15	516.15	515.63	515.86	0.001380	0.60	0.27	0.70	0.31
Lusernetta	7.5	Tr 200	0.17	515.45	515.84	0.27	1.48	0.39	516.15	516.15	515.63	515.86	0.001380	0.60	0.27	0.70	0.31
Lusernetta	7.25	Culvert															
Lusernetta	7	Derivazione	0.17	515.39	515.69	0.21	1.30	0.30	516.09	516.09		515.72	0.002771	0.78	0.21	0.70	0.45
Lusernetta	7	Tr 200	0.17	515.39	515.69	0.21	1.30	0.30	516.09	516.09		515.72	0.002771	0.78	0.21	0.70	0.45

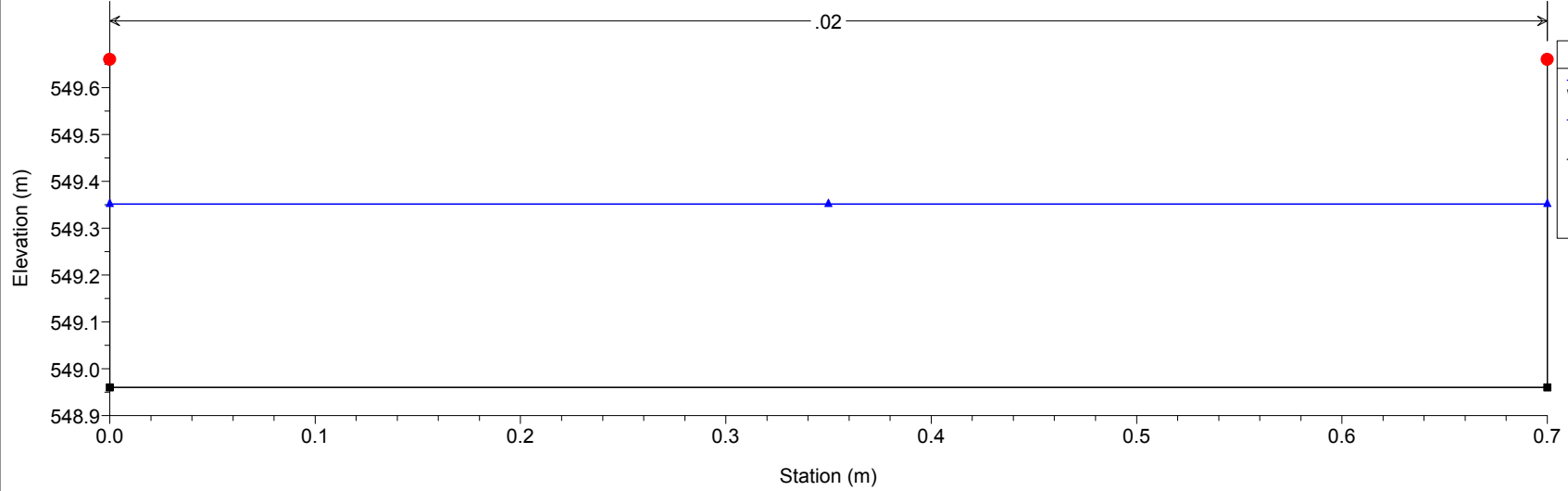
HEC-RAS Plan: Plan 01 River: Rio Becetto Reach: Lusernetta (Continued)

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Area (m2)	W.P. Channel (m)	Hydr Depth C (m)	LOB Elev (m)	ROB 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
Lusernetta	6	Derivazione	0.17	515.29	515.68	0.27	1.48	0.39	515.99	515.99	515.47	515.70	0.001380	0.60	0.27	0.70	0.31
Lusernetta	6	Tr 200	0.17	515.29	515.68	0.27	1.48	0.39	515.99	515.99	515.47	515.70	0.001380	0.60	0.27	0.70	0.31
Lusernetta	5.5	Culvert															
Lusernetta	5	Derivazione	0.17	510.93	511.06	0.09	0.96	0.13	511.63	511.63	511.11	511.23	0.030725	1.82	0.09	0.70	1.61
Lusernetta	5	Tr 200	0.17	510.93	511.06	0.09	0.96	0.13	511.63	511.63	511.11	511.23	0.030725	1.82	0.09	0.70	1.61
Lusernetta	4	Derivazione	0.17	510.73	510.91	0.11	0.97	0.18	511.43	511.72	510.93	511.03	0.050056	1.50	0.11	0.60	1.12
Lusernetta	4	Tr 200	0.17	510.73	510.91	0.11	0.97	0.18	511.43	511.72	510.93	511.03	0.050056	1.50	0.11	0.60	1.12
Lusernetta	3	Derivazione	0.17	507.97	508.06	0.05	0.77	0.09	510.00	508.77	508.17	508.58	0.149004	3.19	0.05	0.60	3.46
Lusernetta	3	Tr 200	0.17	507.97	508.06	0.05	0.77	0.09	510.00	508.77	508.17	508.58	0.149004	3.19	0.05	0.60	3.46
Lusernetta	2	Derivazione	0.17	507.77	508.19	0.25	1.44	0.42	508.37	508.37	507.97	508.22	0.001730	0.65	0.25	0.60	0.32
Lusernetta	2	Tr 200	0.17	507.77	508.19	0.25	1.44	0.42	508.37	508.37	507.97	508.22	0.001730	0.65	0.25	0.60	0.32
Lusernetta	1.5	Culvert															
Lusernetta	1	Derivazione	0.17	502.20	502.35	0.09	0.91	0.15	502.80	502.80	502.39	502.51	0.026906	1.79	0.09	0.60	1.45
Lusernetta	1	Tr 200	0.17	502.20	502.35	0.09	0.91	0.15	502.80	502.80	502.39	502.51	0.026906	1.79	0.09	0.60	1.45

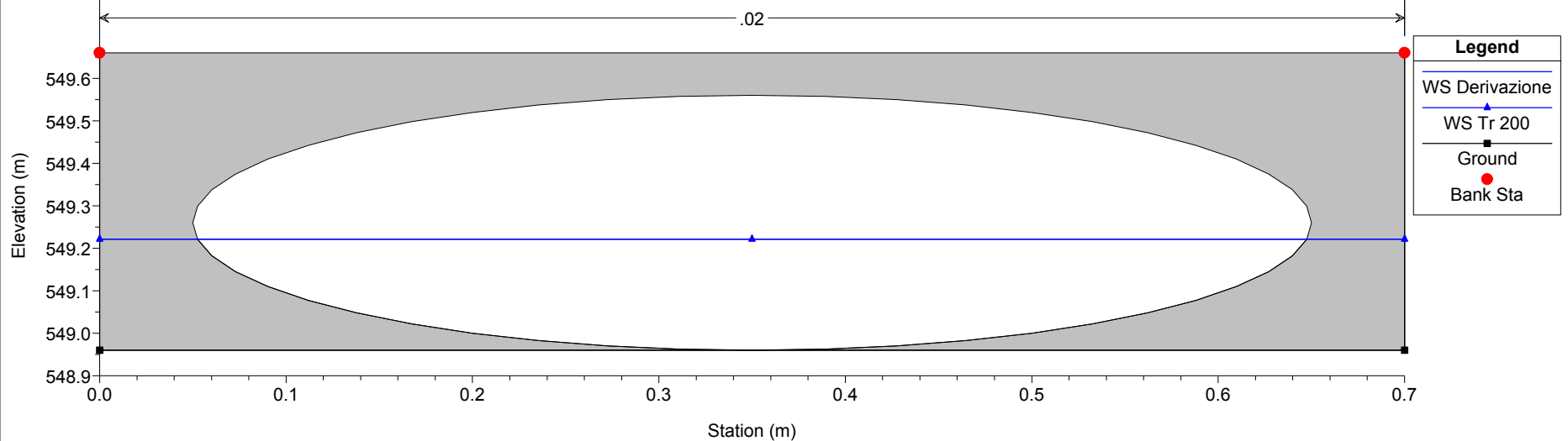
Hec Ras Becetto Plan: Plan 01 17/10/2022
River = Rio Becetto Reach = Lusernetta RS = 30 Canale iniziale



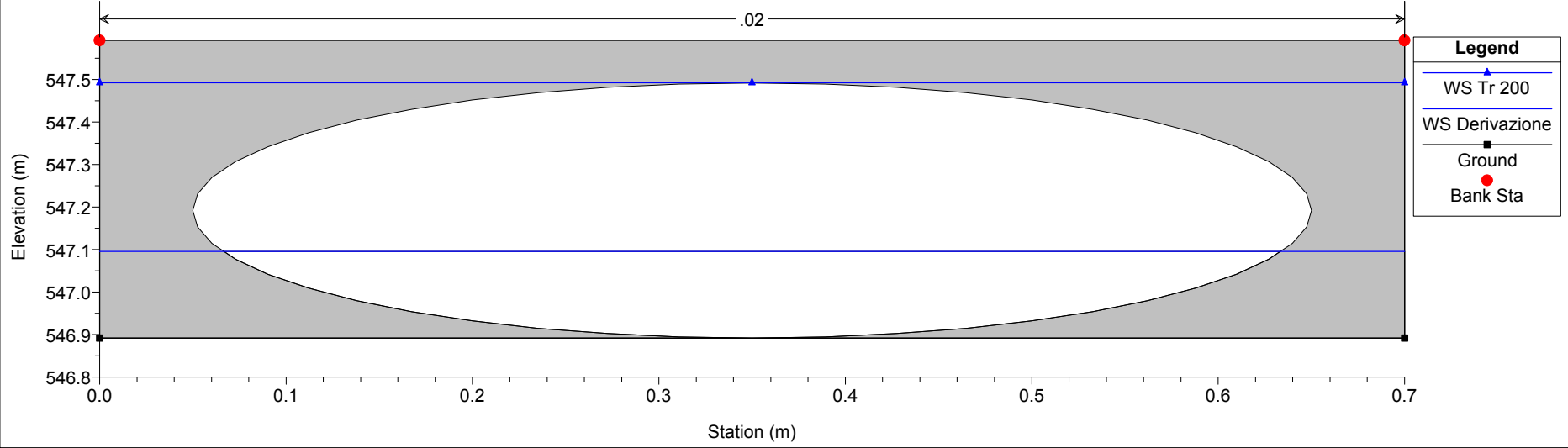
Hec Ras Becetto Plan: Plan 01 17/10/2022
River = Rio Becetto Reach = Lusernetta RS = 29 Tubo 600 inizio



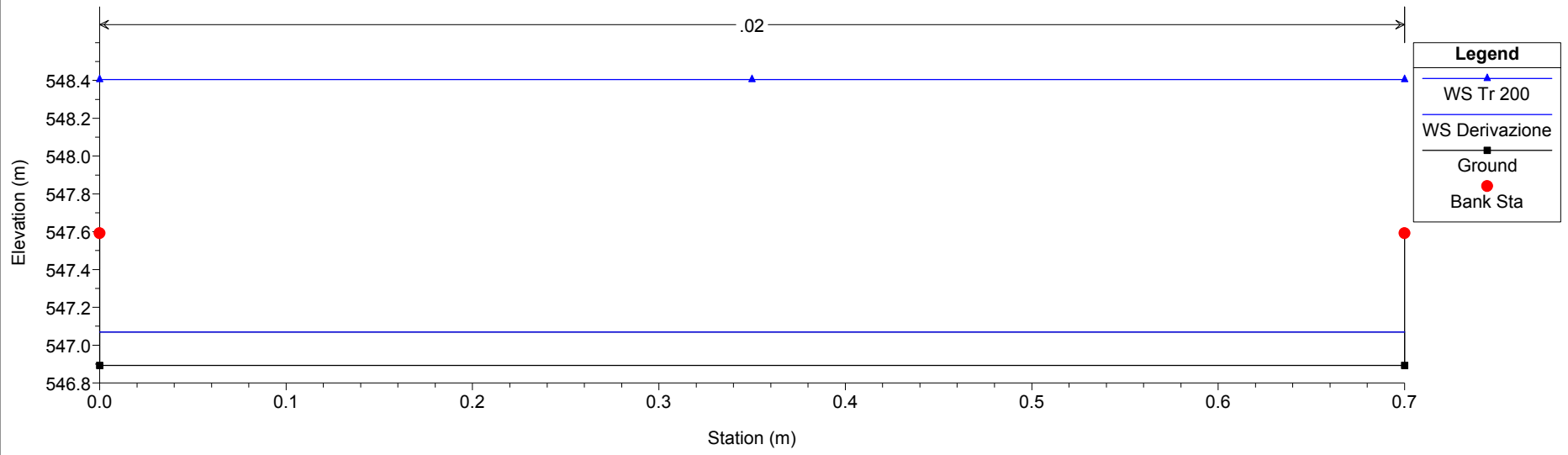
Hec Ras Becetto Plan: Plan 01 17/10/2022
River = Rio Becetto Reach = Lusernetta RS = 28.5 Culv Tubo 600



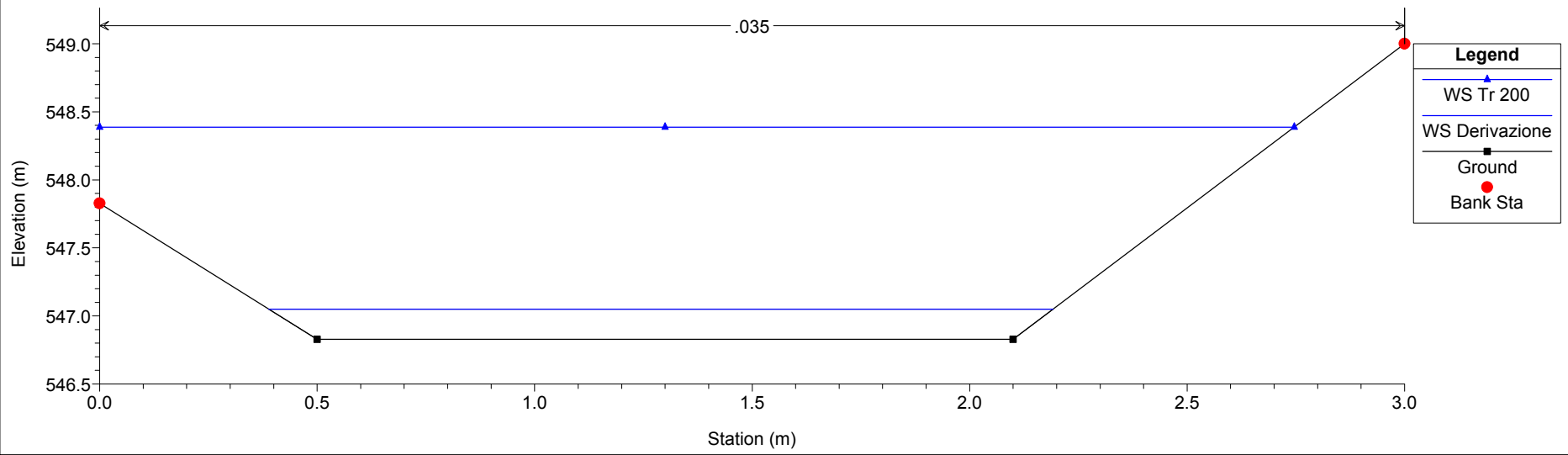
Hec Ras Becetto Plan: Plan 01 17/10/2022
River = Rio Becetto Reach = Lusernetta RS = 28.5 Culv Tubo 600



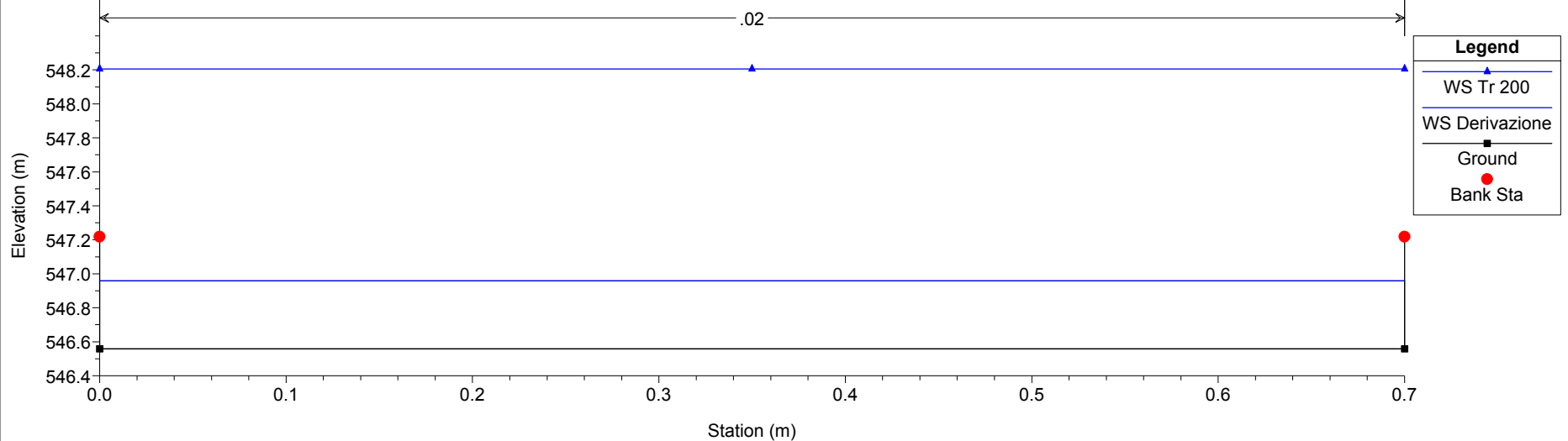
Hec Ras Becetto Plan: Plan 01 17/10/2022
River = Rio Becetto Reach = Lusernetta RS = 28 Tubo 600 fine



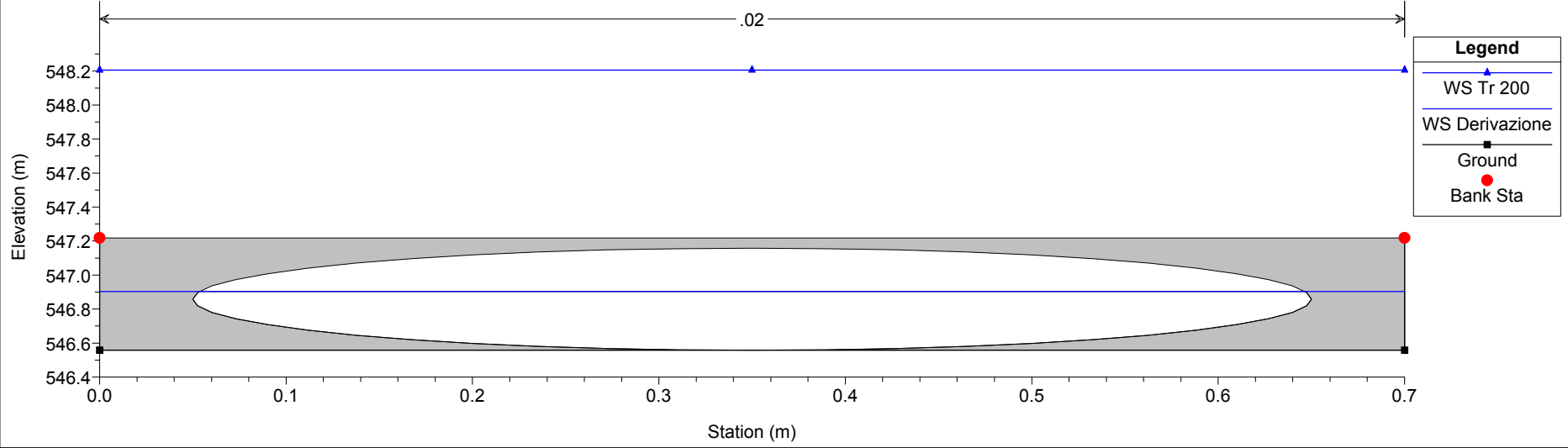
Hec Ras Becetto Plan: Plan 01 17/10/2022
River = Rio Becetto Reach = Lusernetta RS = 27 Sezione 11 Bec



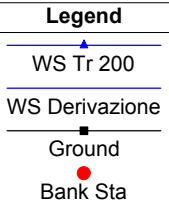
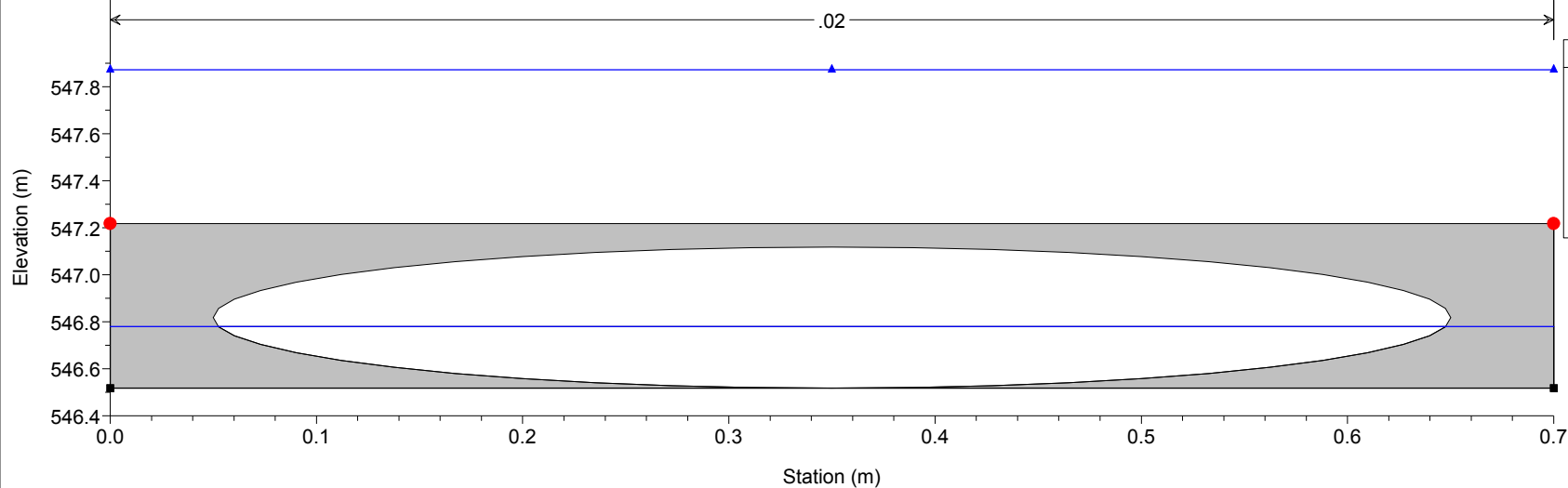
Hec Ras Becetto Plan: Plan 01 17/10/2022
River = Rio Becetto Reach = Lusernetta RS = 26.5 Attraversamento 4 monte



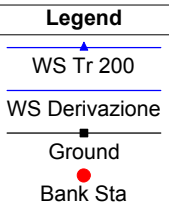
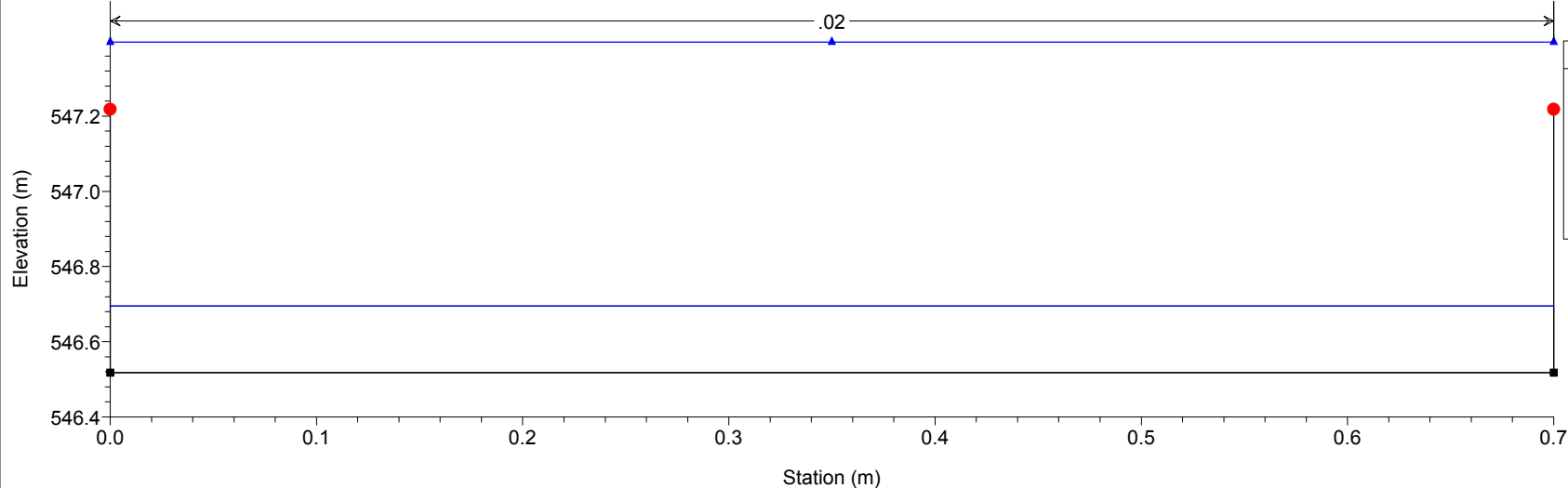
Hec Ras Becetto Plan: Plan 01 17/10/2022
River = Rio Becetto Reach = Lusernetta RS = 26.25 Culv Attraversamento 4 Bec



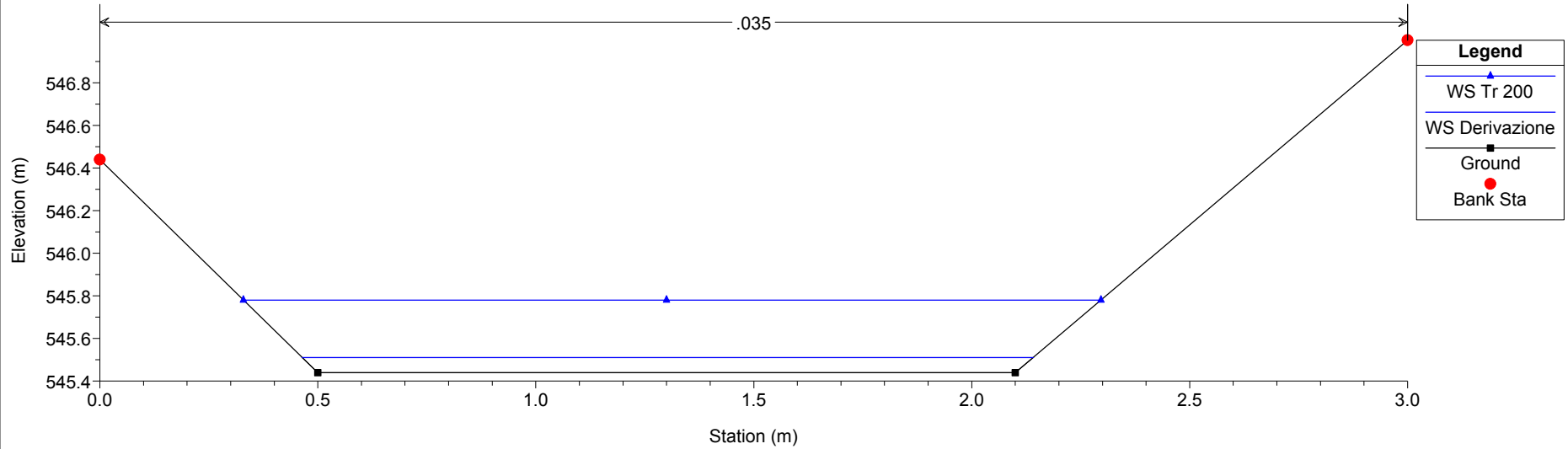
Hec Ras Becetto Plan: Plan 01 17/10/2022
River = Rio Becetto Reach = Lusernetta RS = 26.25 Culv Attraversamento 4 Bec



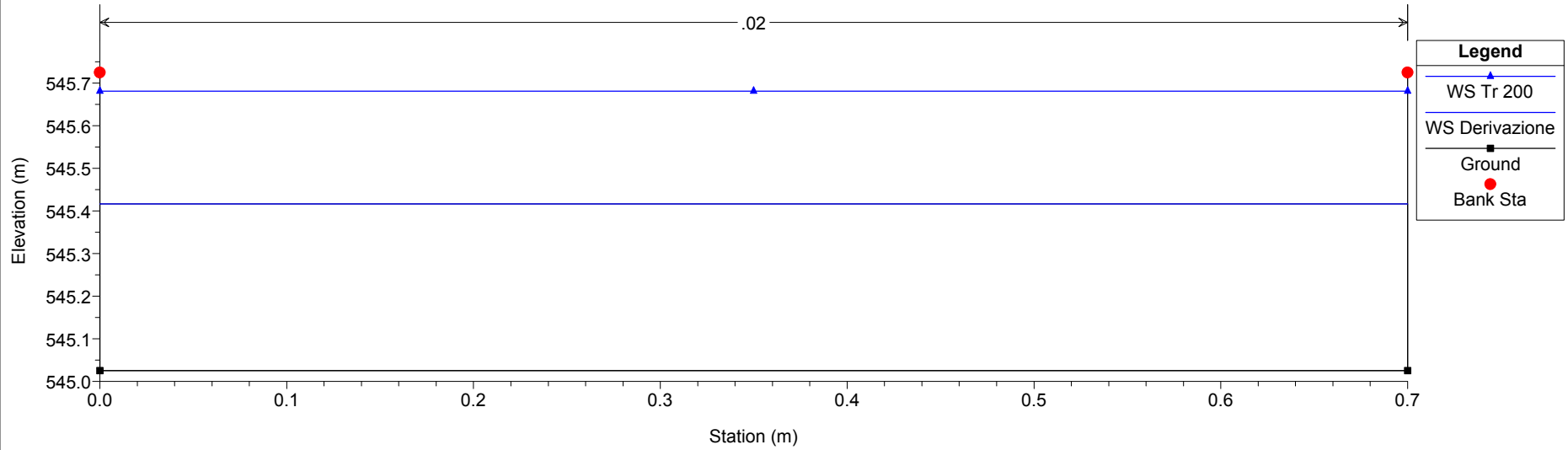
Hec Ras Becetto Plan: Plan 01 17/10/2022
River = Rio Becetto Reach = Lusernetta RS = 26 Attraversamento 4 valle



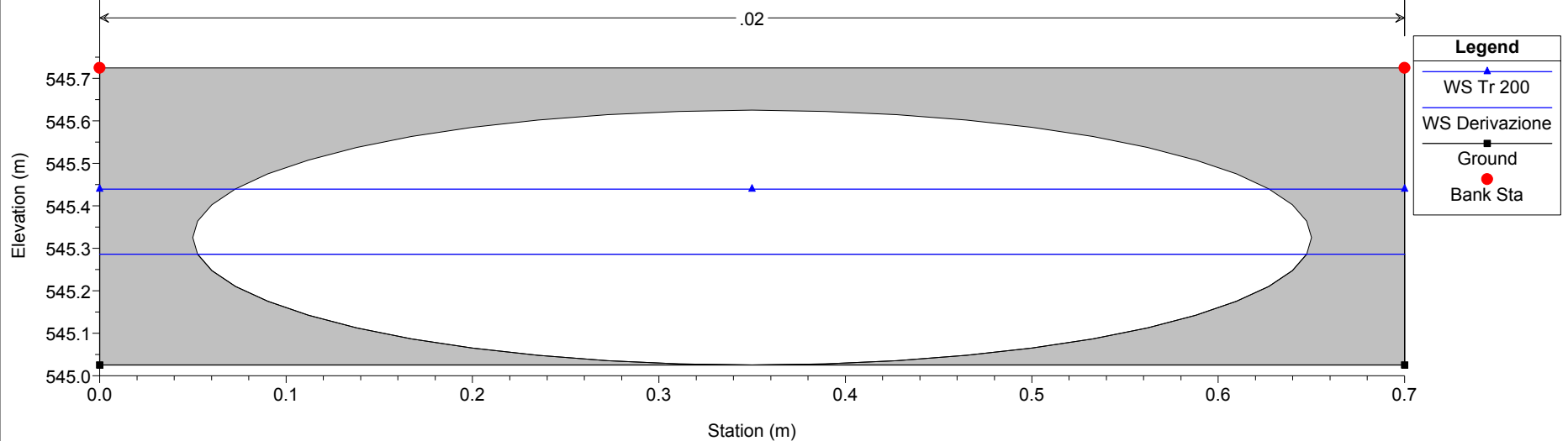
Hec Ras Becetto Plan: Plan 01 17/10/2022
River = Rio Becetto Reach = Lusernetta RS = 25 Sezione 10 Bec



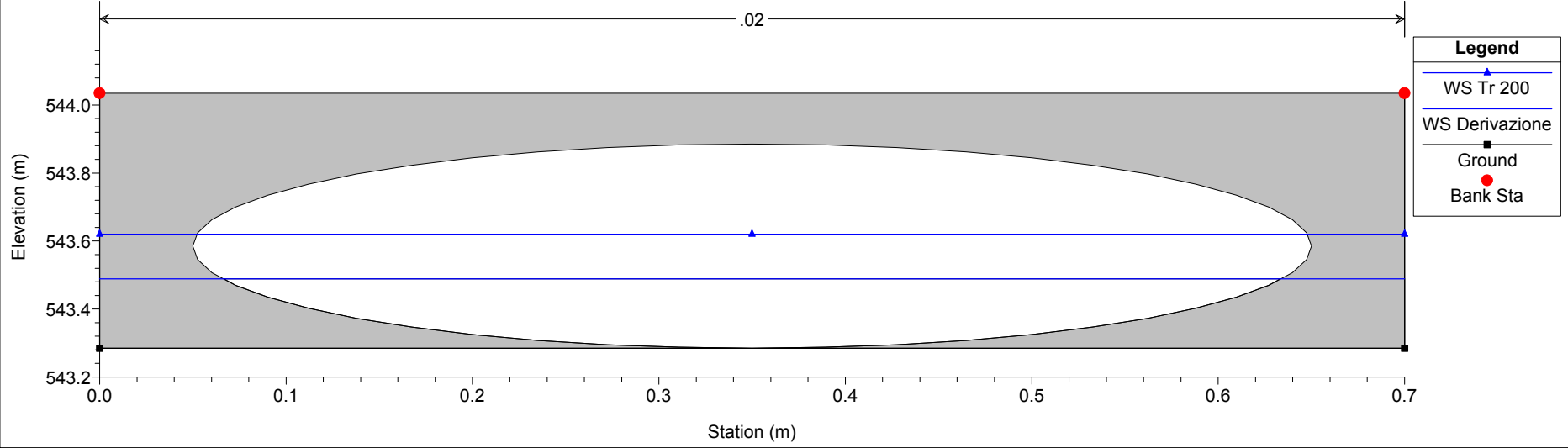
Hec Ras Becetto Plan: Plan 01 17/10/2022
River = Rio Becetto Reach = Lusernetta RS = 24 Tubo 600 inizio



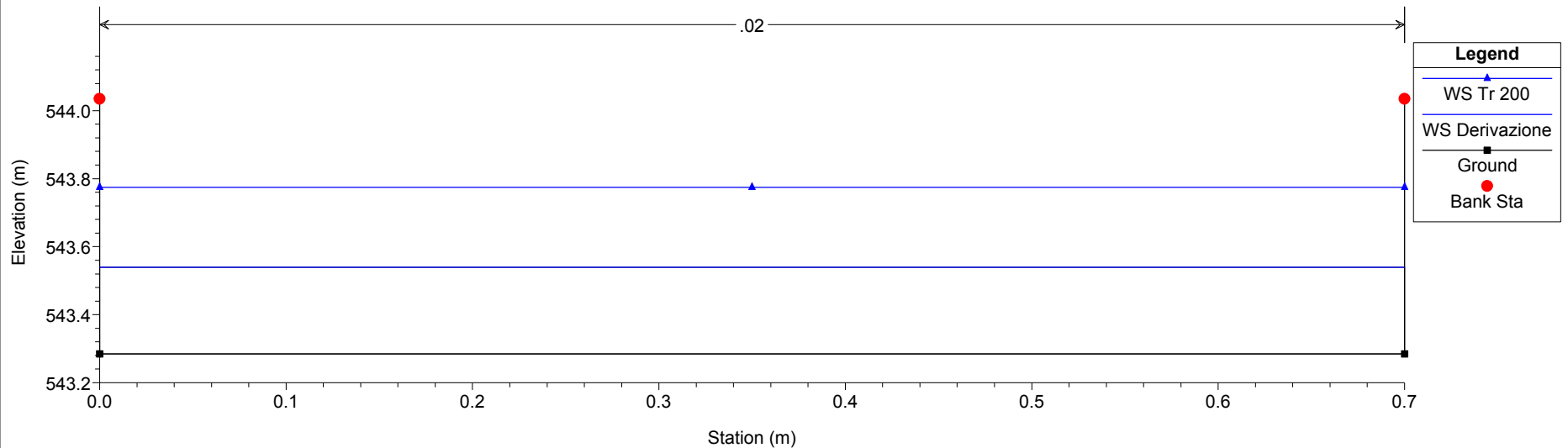
Hec Ras Becetto Plan: Plan 01 17/10/2022
River = Rio Becetto Reach = Lusernetta RS = 23.5 Culv Tubo 600



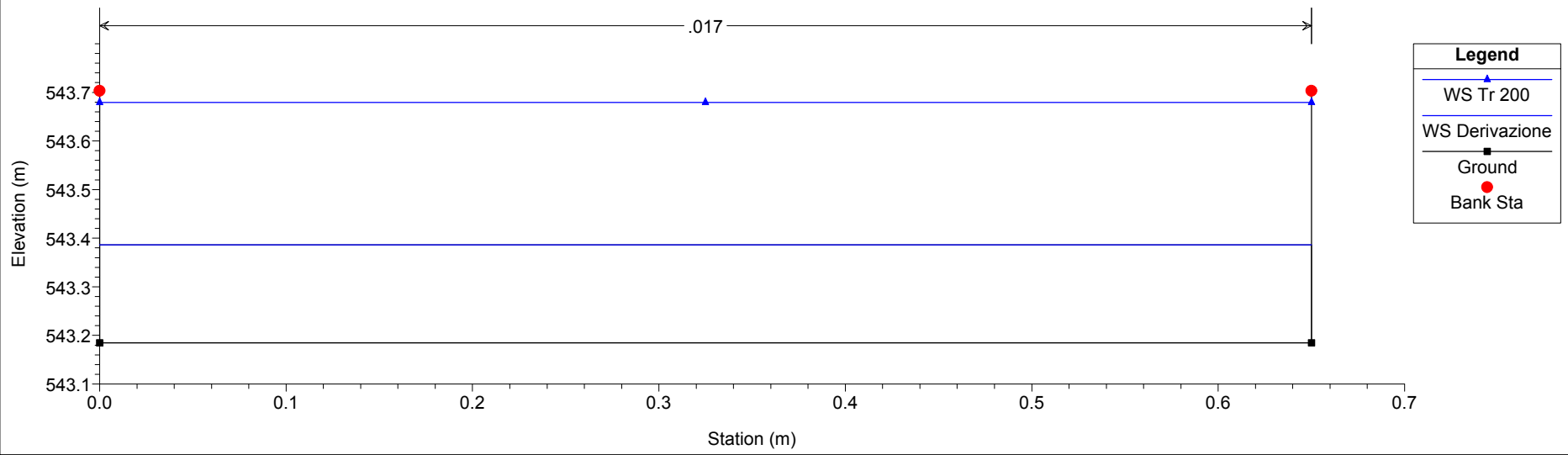
Hec Ras Becetto Plan: Plan 01 17/10/2022
River = Rio Becetto Reach = Lusernetta RS = 23.5 Culv Tubo 600



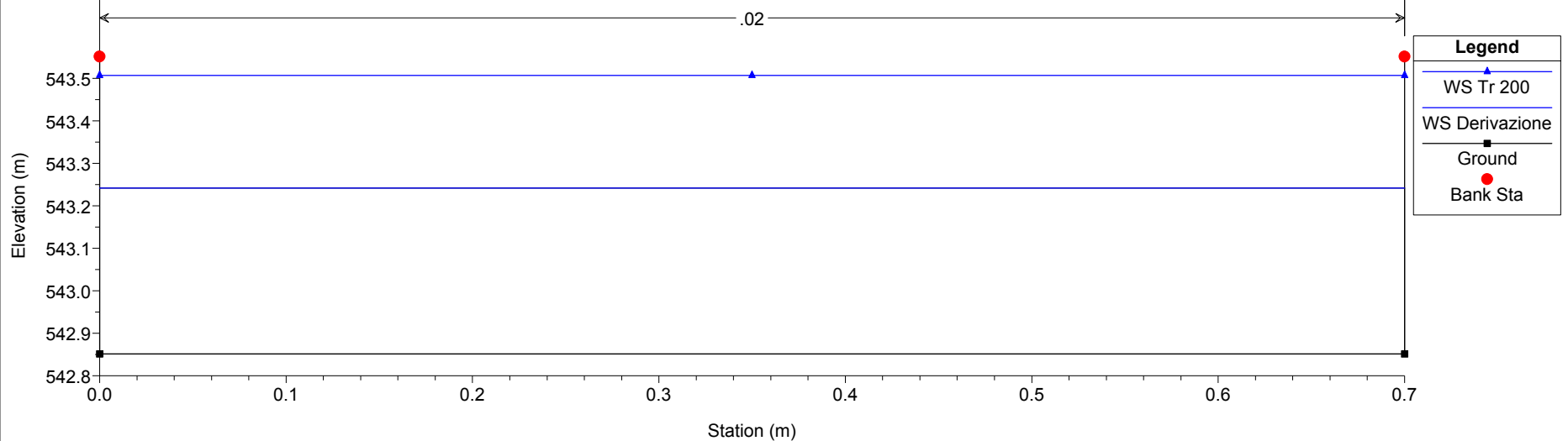
Hec Ras Becetto Plan: Plan 01 17/10/2022
River = Rio Becetto Reach = Lusernetta RS = 23 Tubo 600 fine



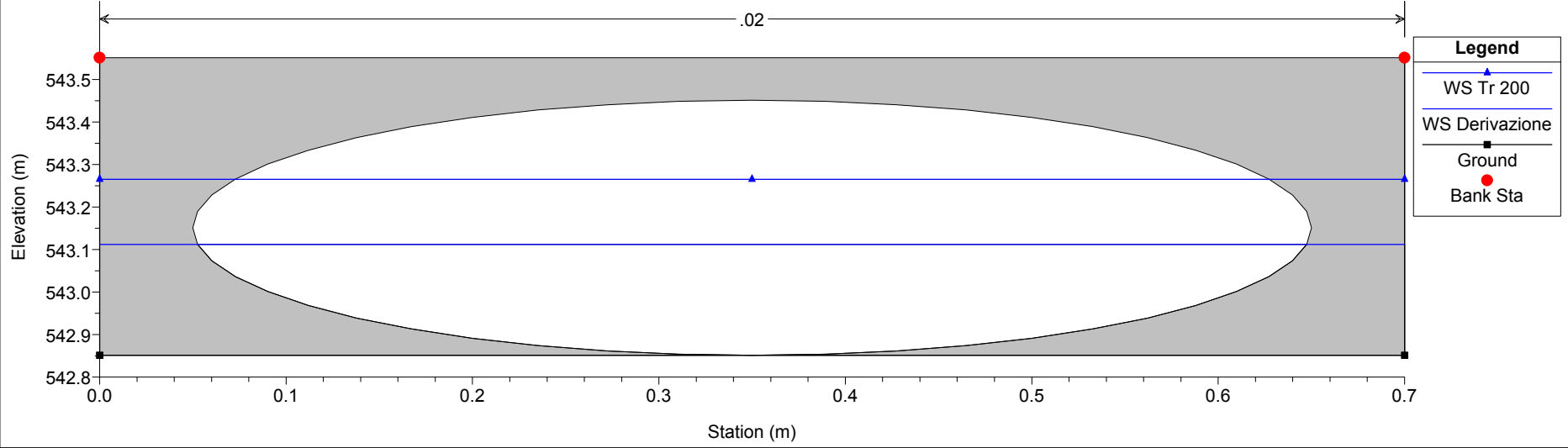
Hec Ras Becetto Plan: Plan 01 17/10/2022
River = Rio Becetto Reach = Lusernetta RS = 22 Sezione 9 Bec



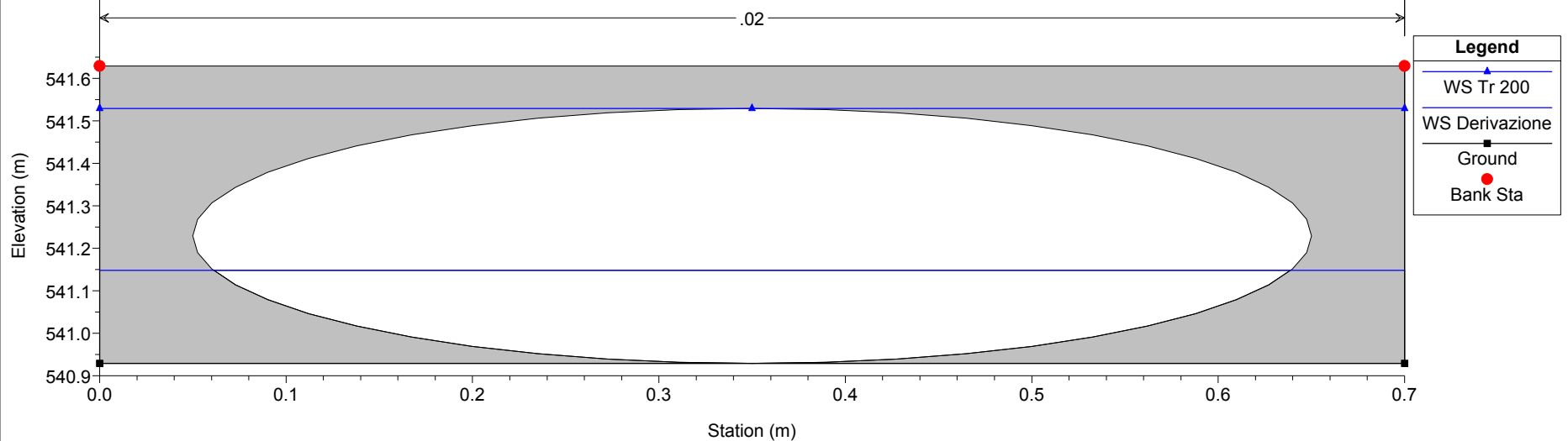
Hec Ras Becetto Plan: Plan 01 17/10/2022
River = Rio Becetto Reach = Lusernetta RS = 21 Tubo 600 inizio



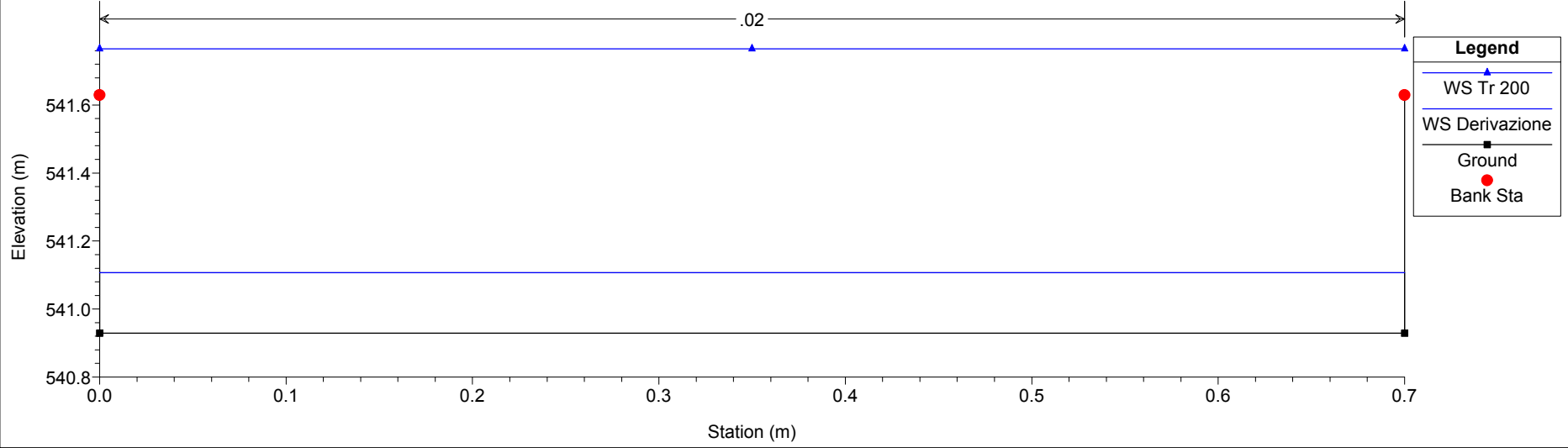
Hec Ras Becetto Plan: Plan 01 17/10/2022
River = Rio Becetto Reach = Lusernetta RS = 20.5 Culv Tubo 600



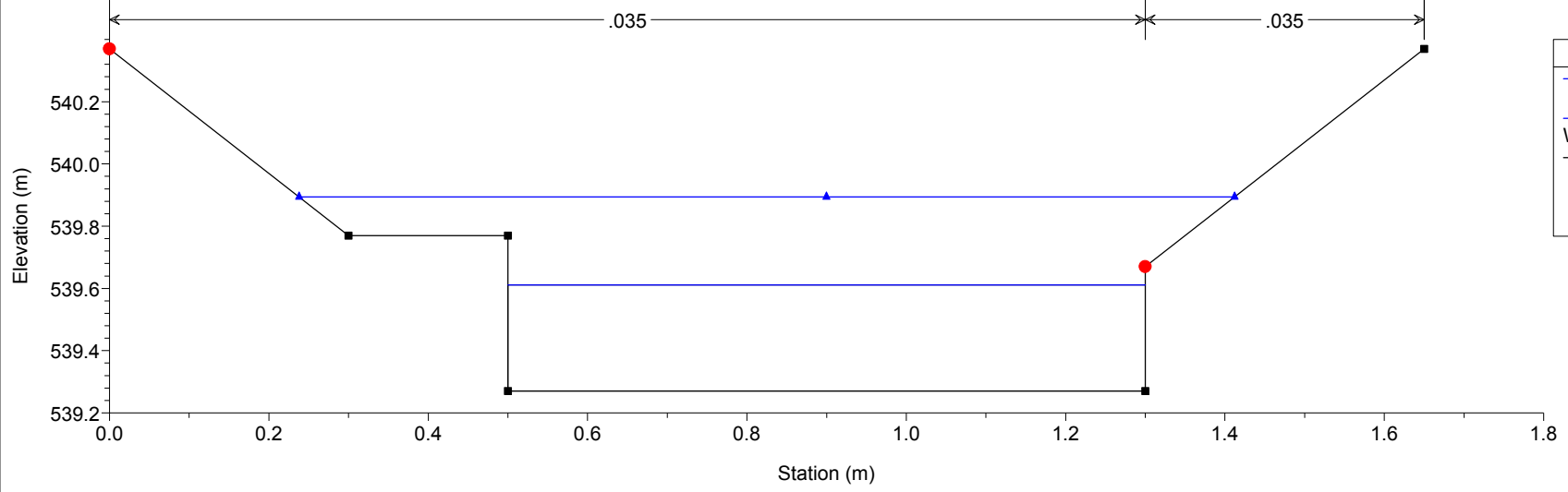
Hec Ras Becetto Plan: Plan 01 17/10/2022
River = Rio Becetto Reach = Lusernetta RS = 20.5 Culv Tubo 600



Hec Ras Becetto Plan: Plan 01 17/10/2022
River = Rio Becetto Reach = Lusernetta RS = 20 Tubo 600 fine



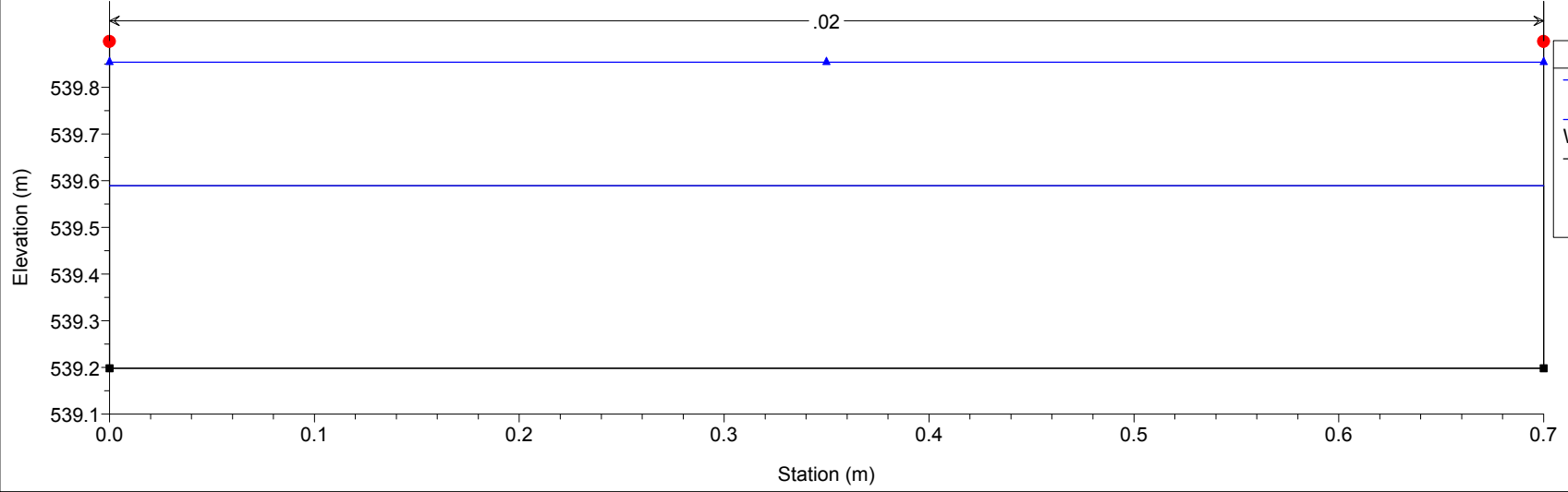
Hec Ras Becetto Plan: Plan 01 17/10/2022
River = Rio Becetto Reach = Lusernetta RS = 19 Sezione 8 Bec



Legend

- WS Tr 200
- WS Derivazione
- Ground
- Bank Sta

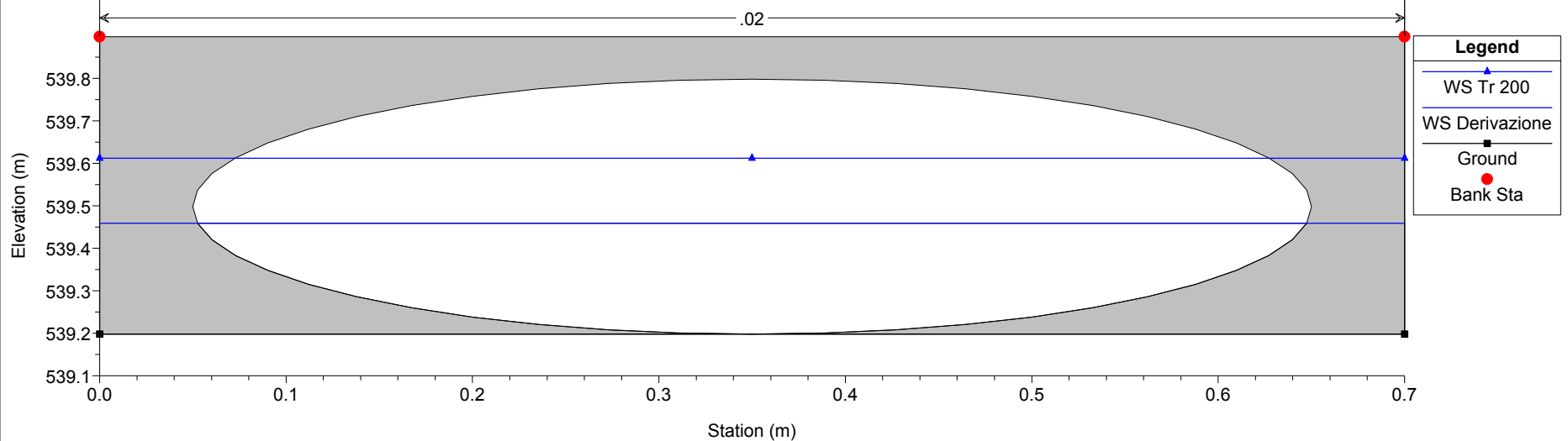
Hec Ras Becetto Plan: Plan 01 17/10/2022
River = Rio Becetto Reach = Lusernetta RS = 18 Tubo 600 inizio



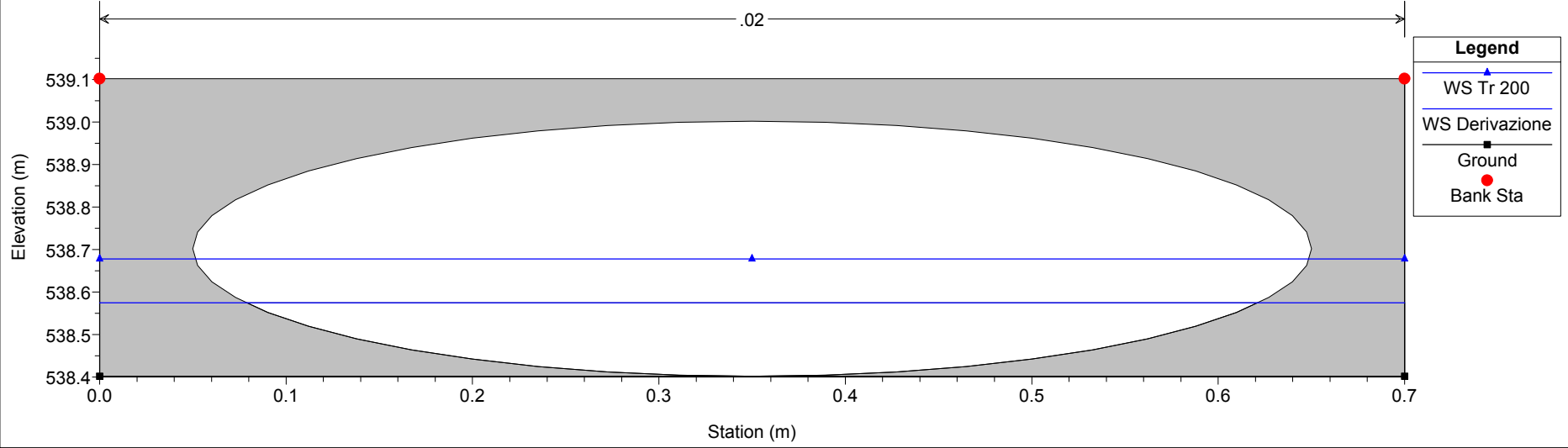
Legend

- WS Tr 200
- WS Derivazione
- Ground
- Bank Sta

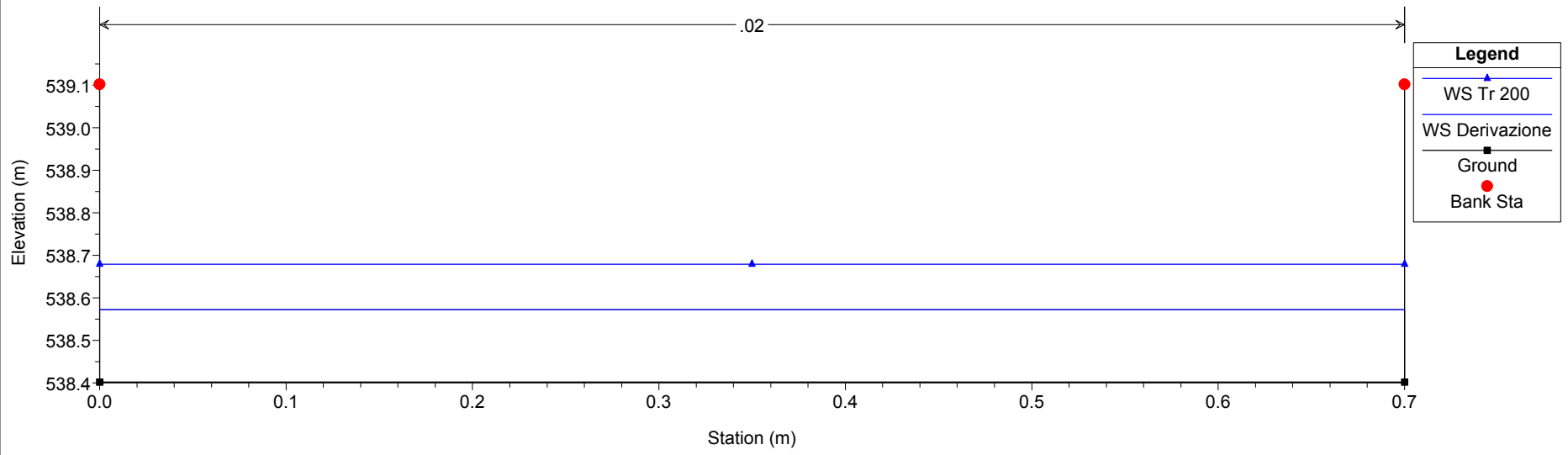
Hec Ras Becetto Plan: Plan 01 17/10/2022
River = Rio Becetto Reach = Lusernetta RS = 17.5 Culv Tubo 600



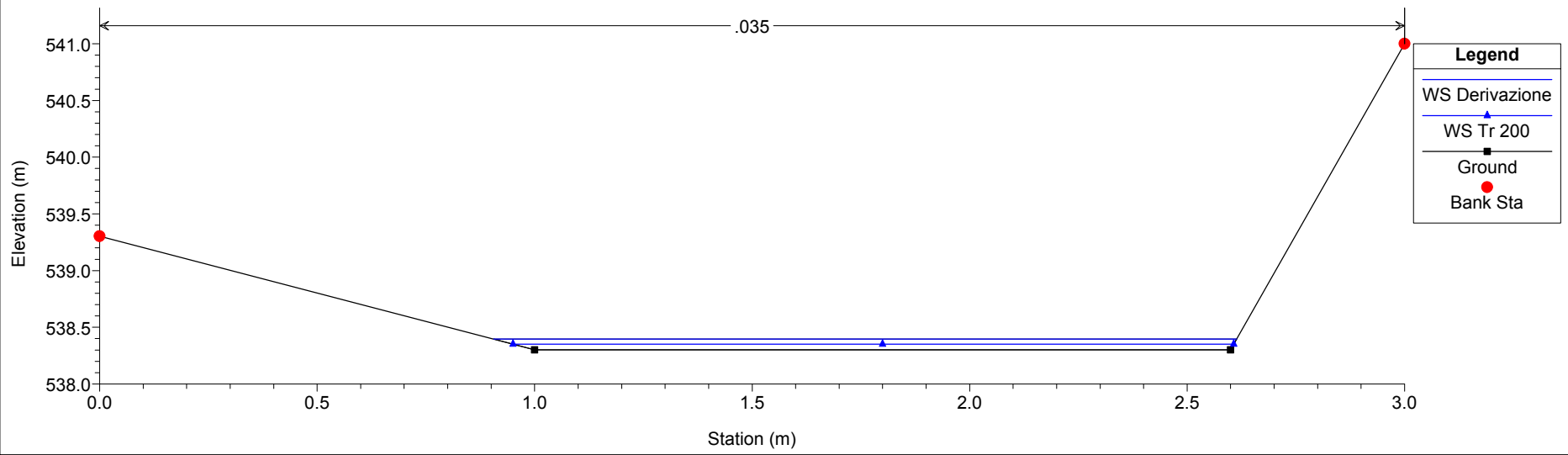
Hec Ras Becetto Plan: Plan 01 17/10/2022
River = Rio Becetto Reach = Lusernetta RS = 17.5 Culv Tubo 600



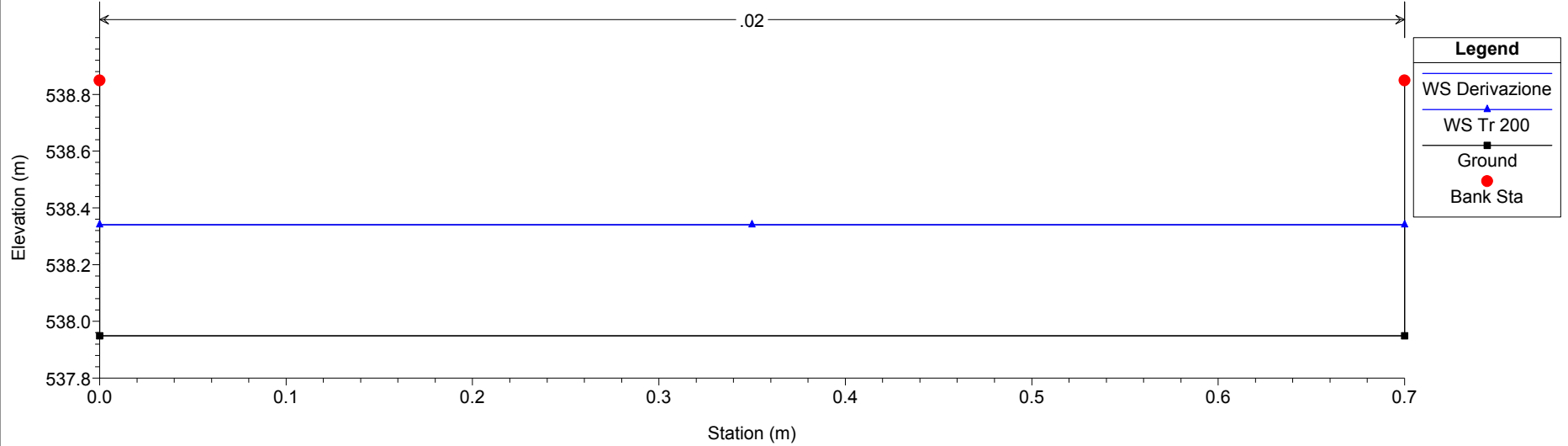
Hec Ras Becetto Plan: Plan 01 17/10/2022
River = Rio Becetto Reach = Lusernetta RS = 17 Tubo 600 fine



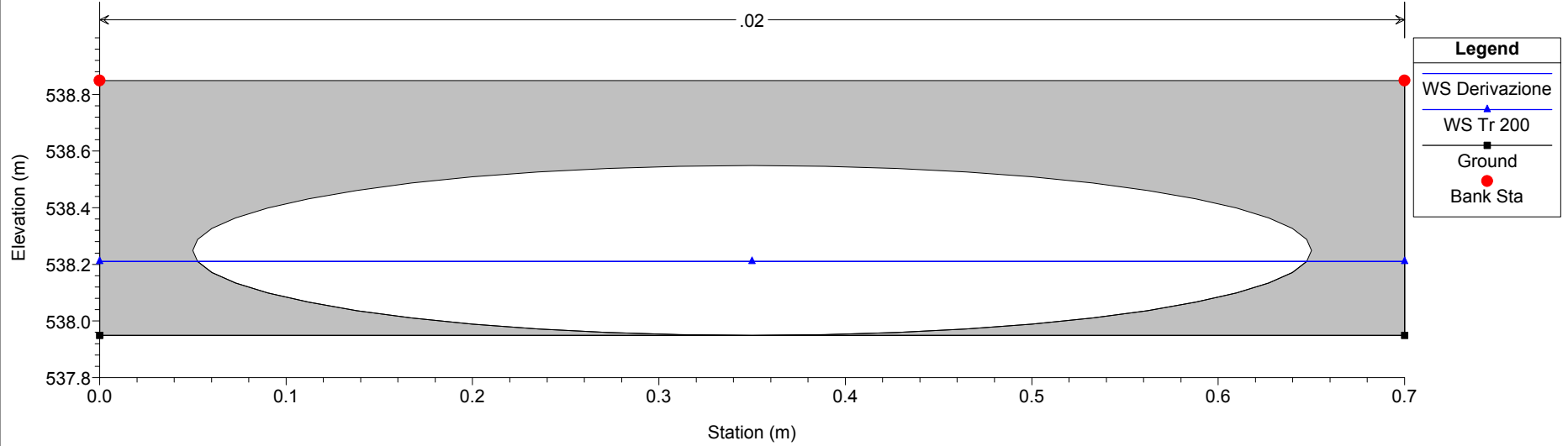
Hec Ras Becetto Plan: Plan 01 17/10/2022
River = Rio Becetto Reach = Lusernetta RS = 16 Sezione 7 Bec



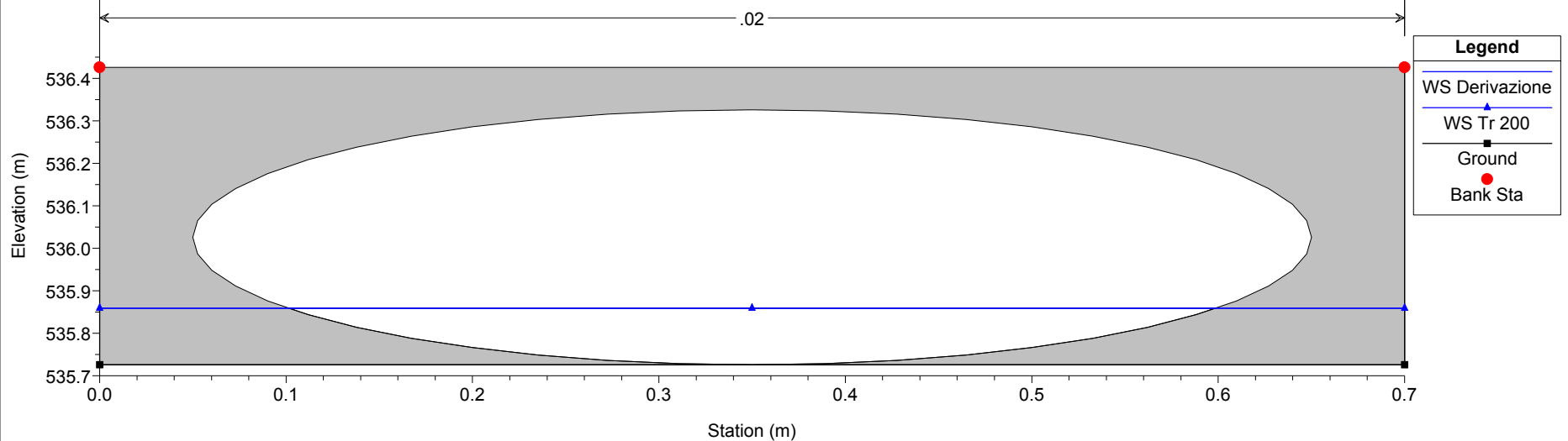
Hec Ras Becetto Plan: Plan 01 17/10/2022
River = Rio Becetto Reach = Lusernetta RS = 15 Tubo 600 inizio



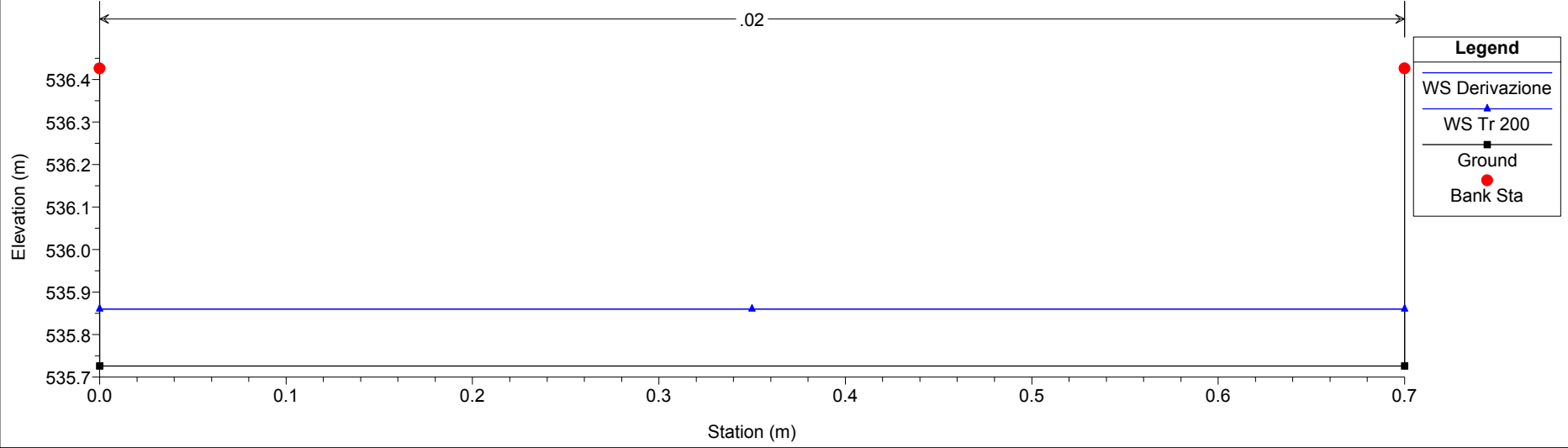
Hec Ras Becetto Plan: Plan 01 17/10/2022
River = Rio Becetto Reach = Lusernetta RS = 14.5 Culv Tubo 600

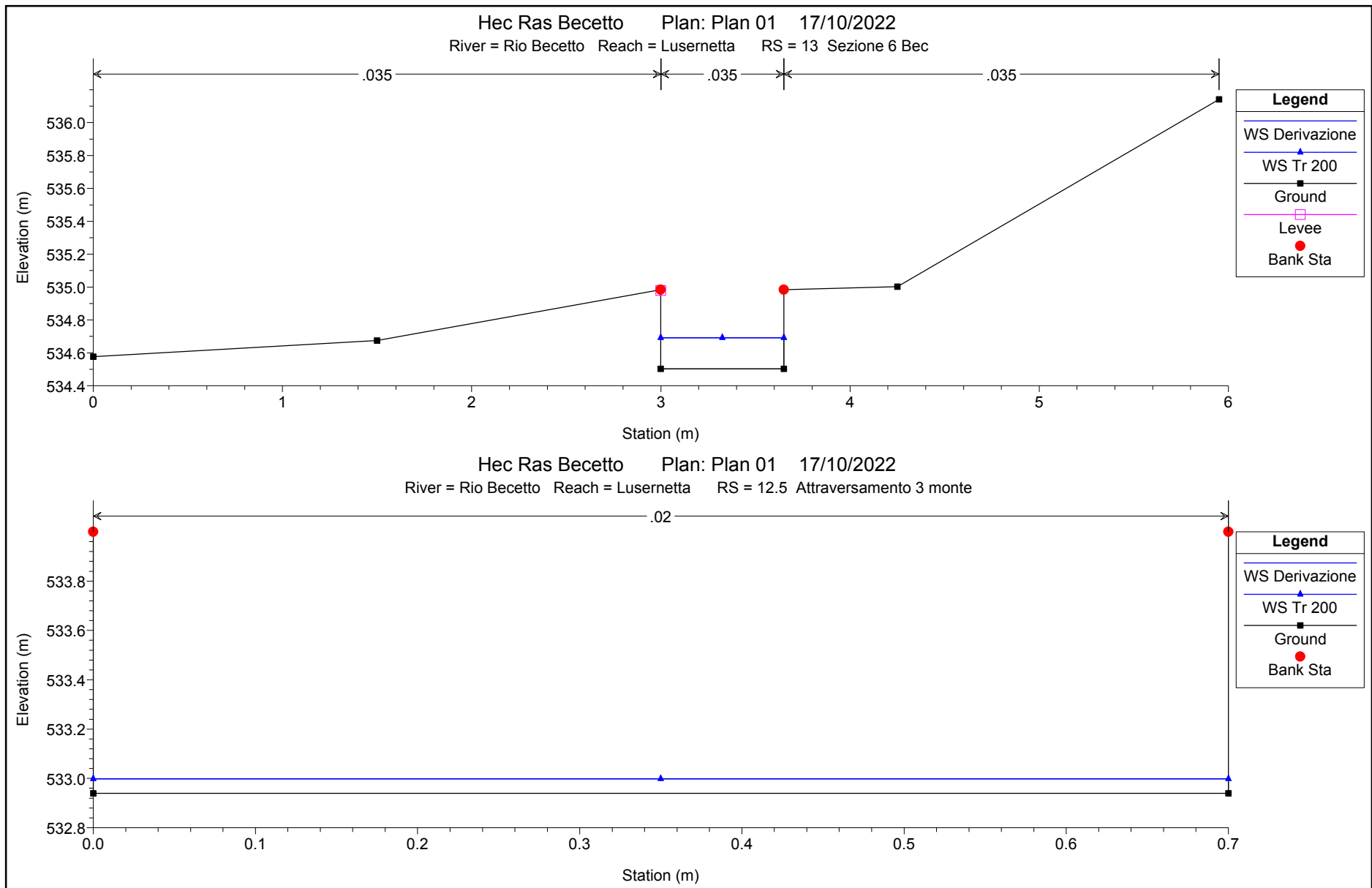


Hec Ras Becetto Plan: Plan 01 17/10/2022
River = Rio Becetto Reach = Lusernetta RS = 14.5 Culv Tubo 600

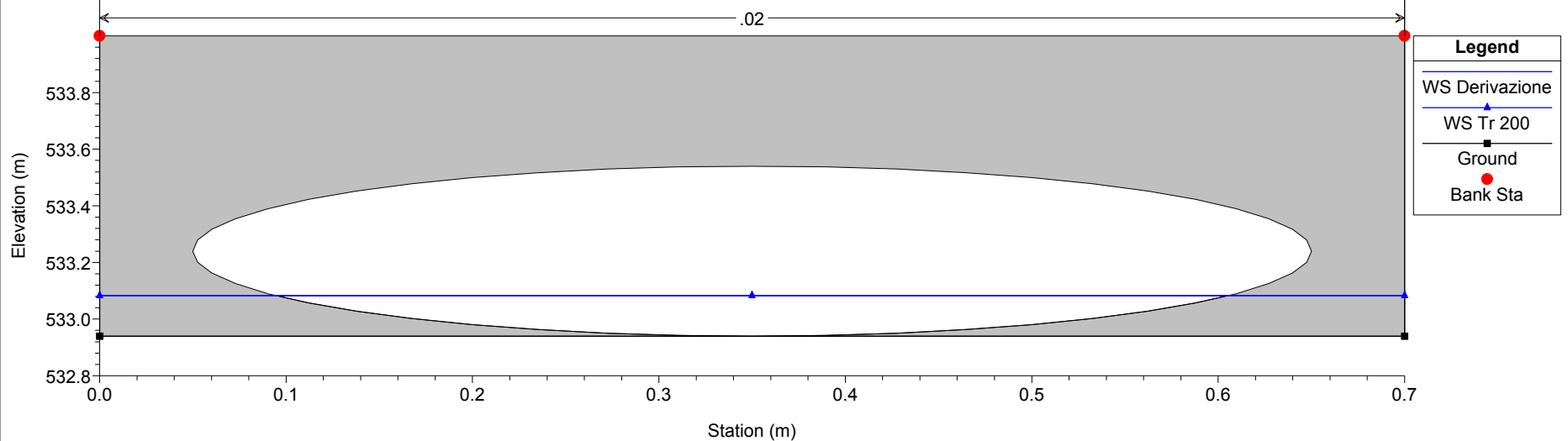


Hec Ras Becetto Plan: Plan 01 17/10/2022
River = Rio Becetto Reach = Lusernetta RS = 14 Tubo 600 fine

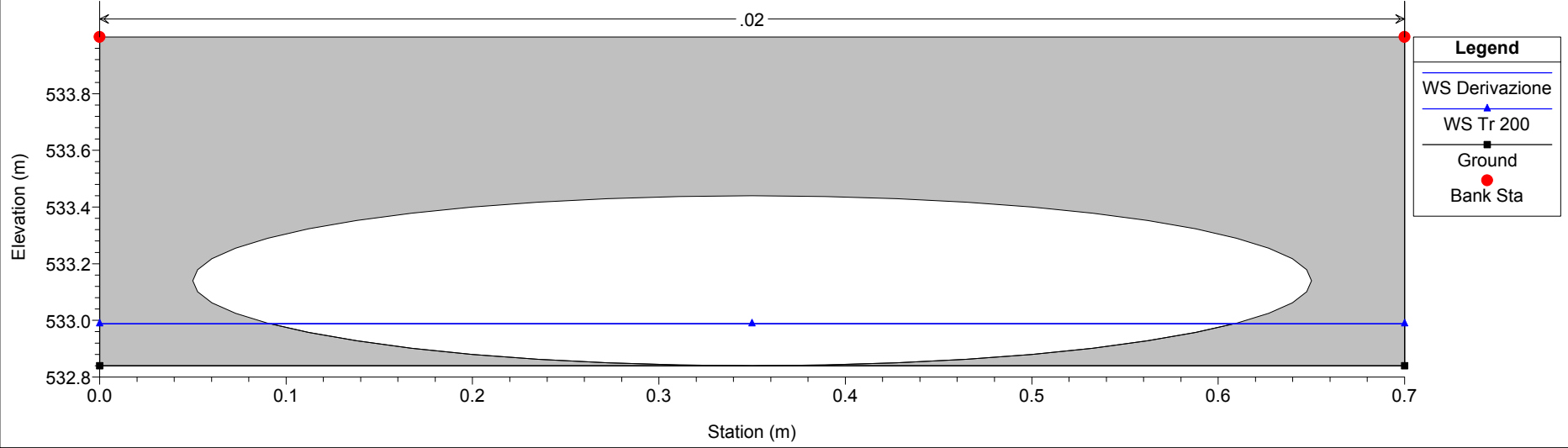




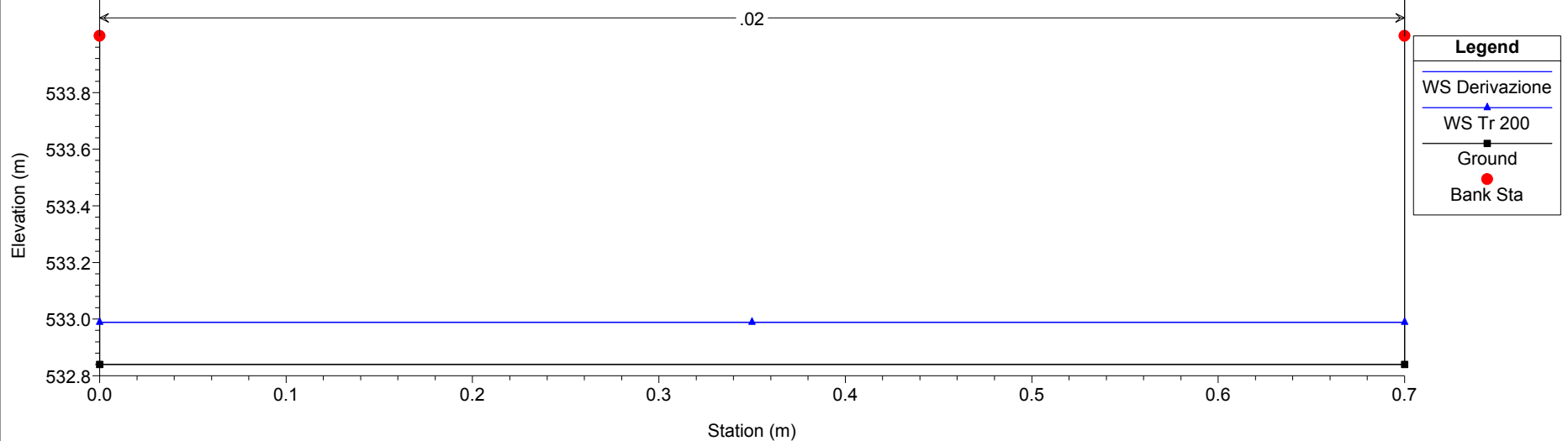
Hec Ras Becetto Plan: Plan 01 17/10/2022
River = Rio Becetto Reach = Lusernetta RS = 12.25 Culv Attraversamento 3 Bec



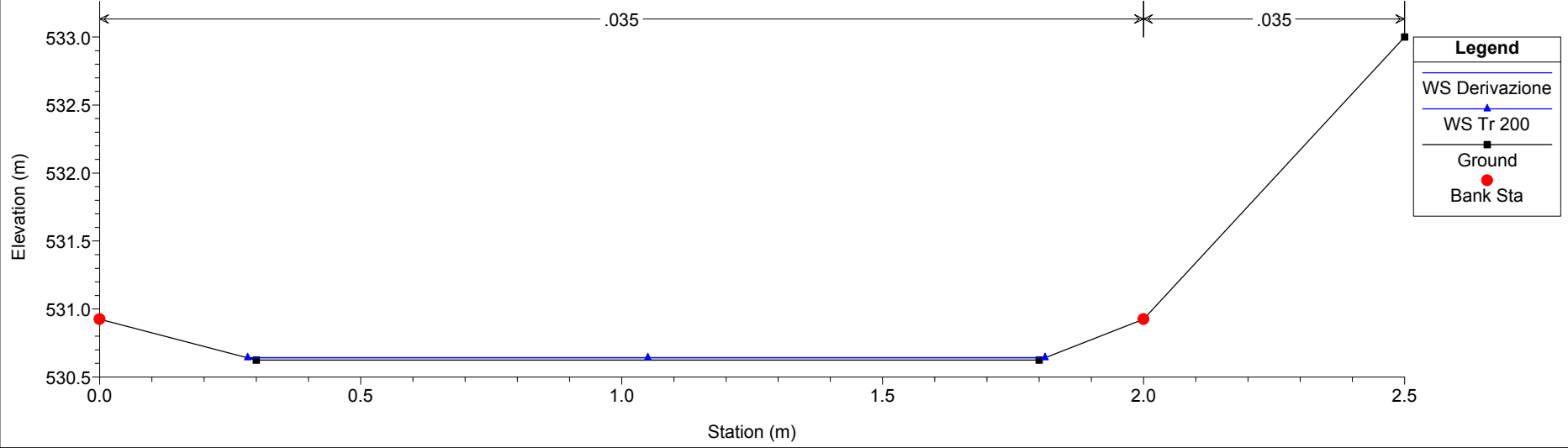
Hec Ras Becetto Plan: Plan 01 17/10/2022
River = Rio Becetto Reach = Lusernetta RS = 12.25 Culv Attraversamento 3 Bec



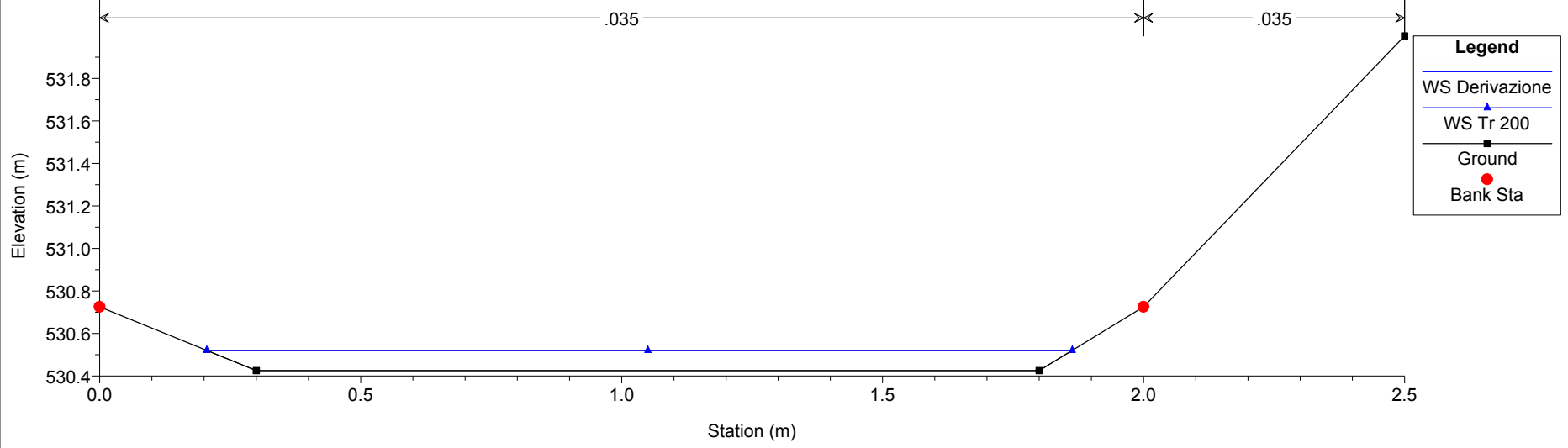
Hec Ras Becetto Plan: Plan 01 17/10/2022
River = Rio Becetto Reach = Lusernetta RS = 12 Attraversamento 3 valle



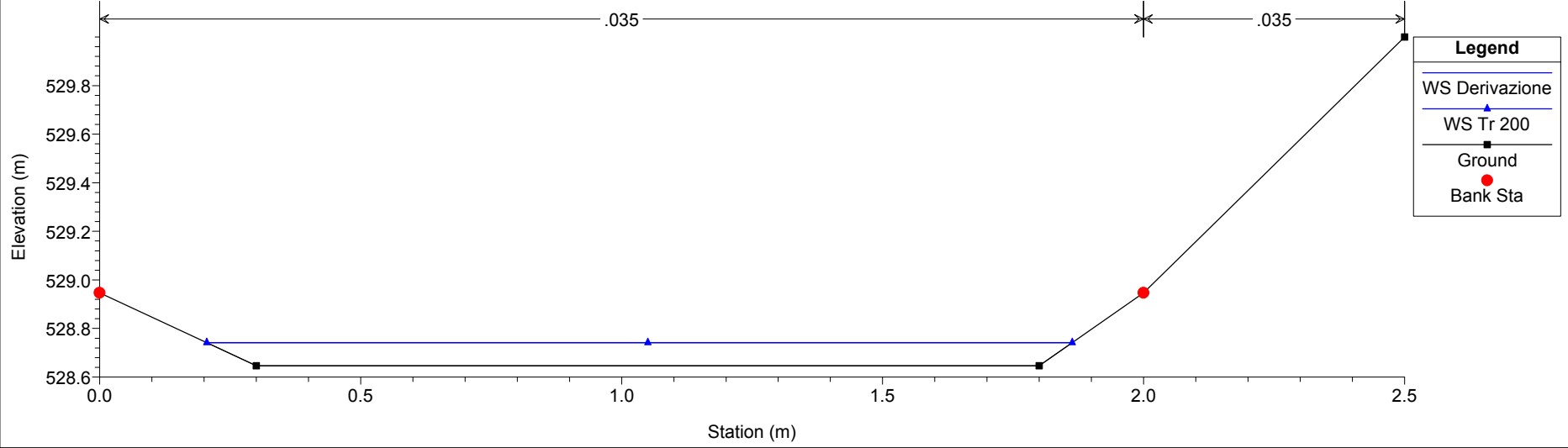
Hec Ras Becetto Plan: Plan 01 17/10/2022
River = Rio Becetto Reach = Lusernetta RS = 11.5 Salto



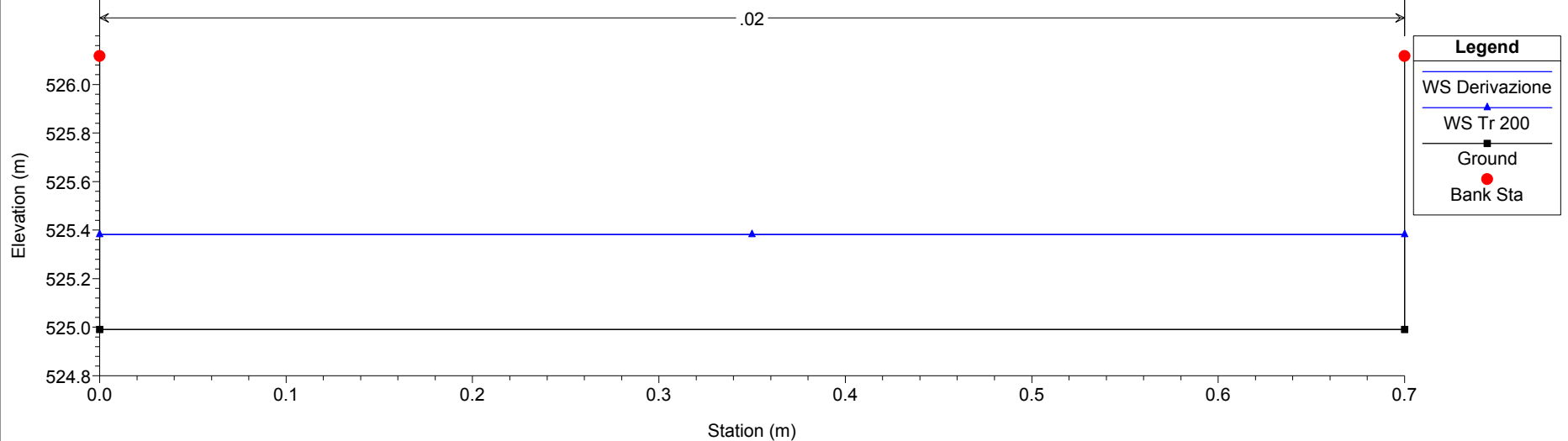
Hec Ras Becetto Plan: Plan 01 17/10/2022
 River = Rio Becetto Reach = Lusernetta RS = 11 Sezione 5 Bec



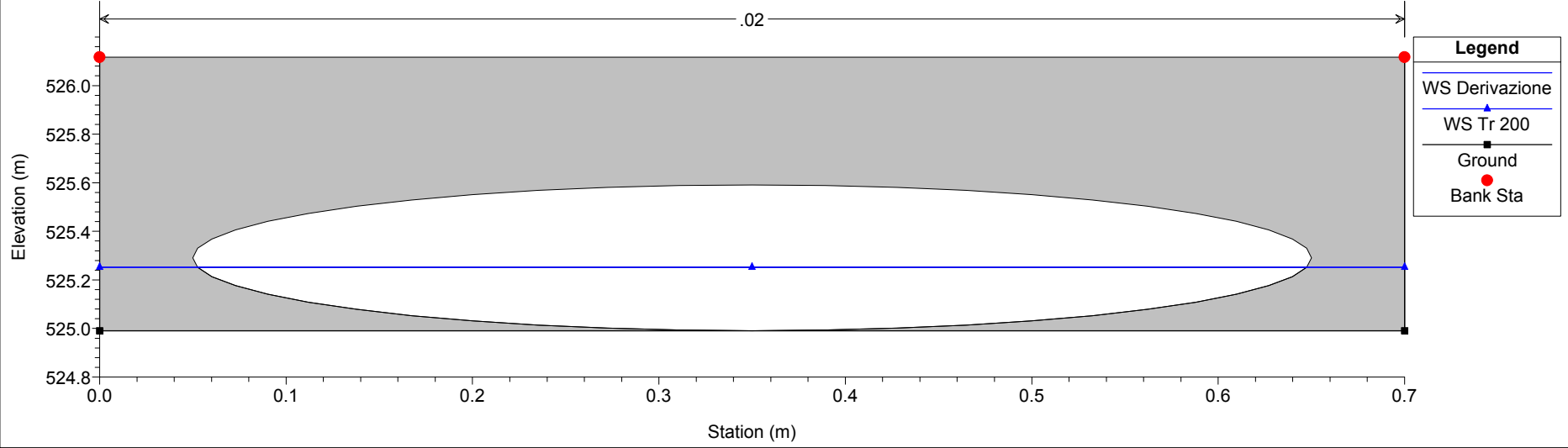
Hec Ras Becetto Plan: Plan 01 17/10/2022
 River = Rio Becetto Reach = Lusernetta RS = 10 Sezione 4 Bec



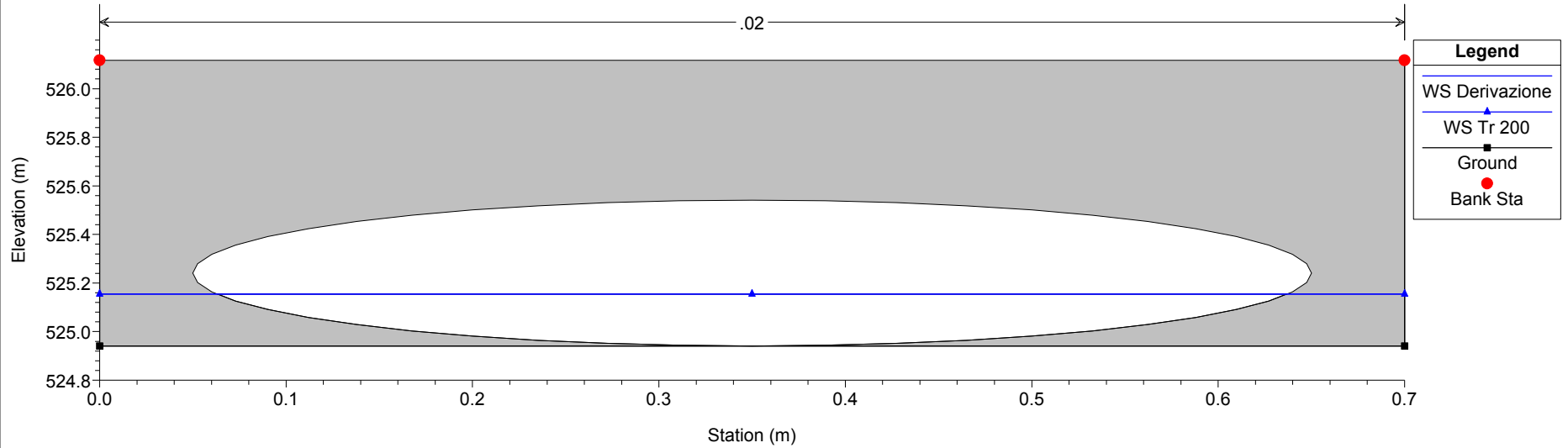
Hec Ras Becetto Plan: Plan 01 17/10/2022
River = Rio Becetto Reach = Lusernetta RS = 9.5 Attraversamento 2 monte



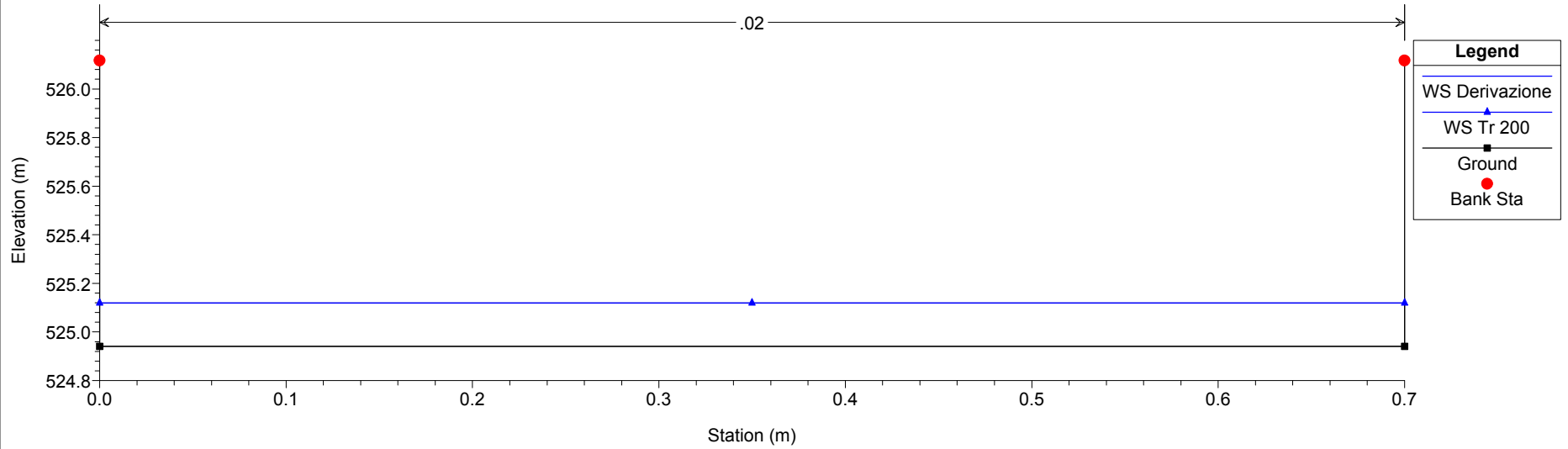
Hec Ras Becetto Plan: Plan 01 17/10/2022
River = Rio Becetto Reach = Lusernetta RS = 9.25 Culv Attraversamento 2 Bec



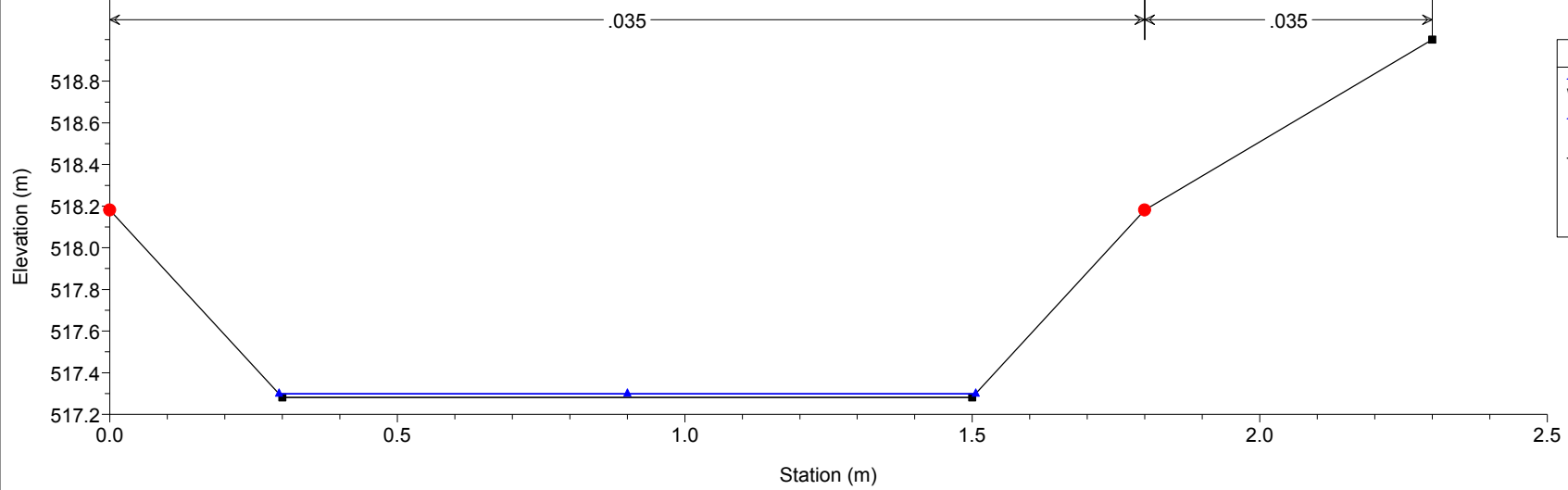
Hec Ras Becetto Plan: Plan 01 17/10/2022
River = Rio Becetto Reach = Lusernetta RS = 9.25 Culv Attraversamento 2 Bec



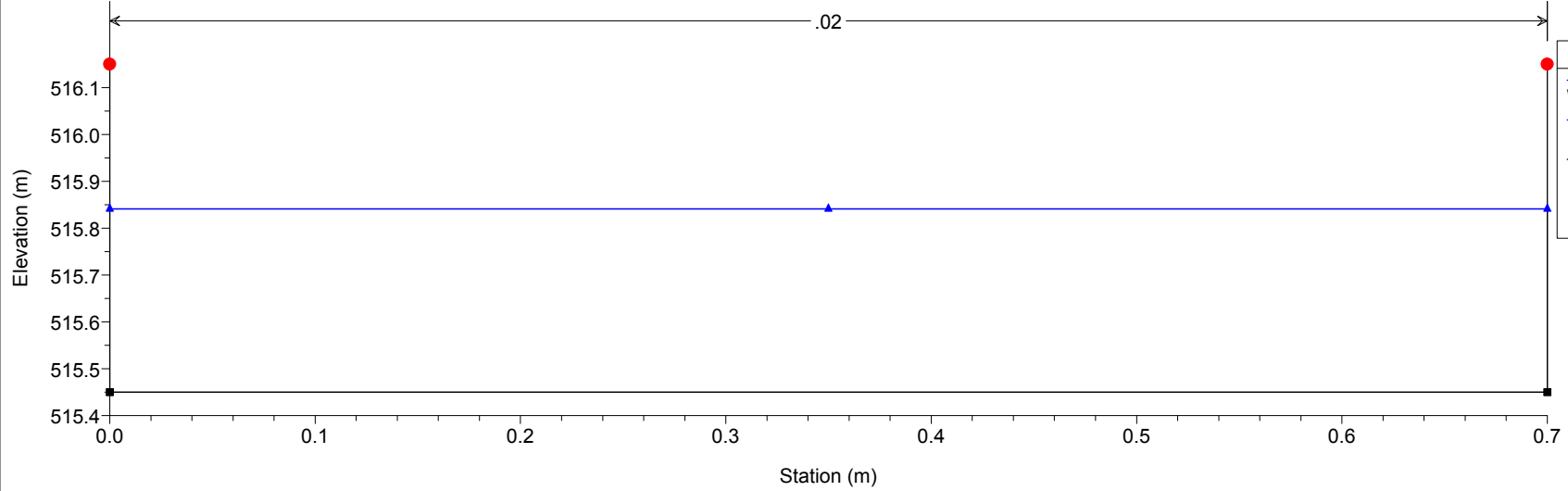
Hec Ras Becetto Plan: Plan 01 17/10/2022
River = Rio Becetto Reach = Lusernetta RS = 9 Attraversamento 2 valle



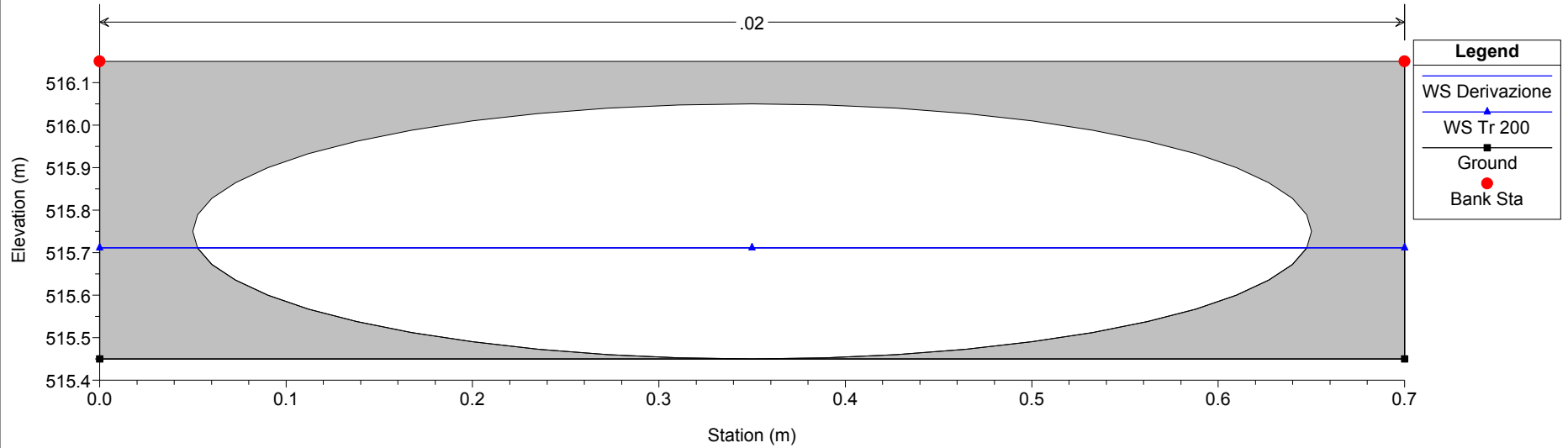
Hec Ras Becetto Plan: Plan 01 17/10/2022
River = Rio Becetto Reach = Lusernetta RS = 8 Sezione 3 Bec



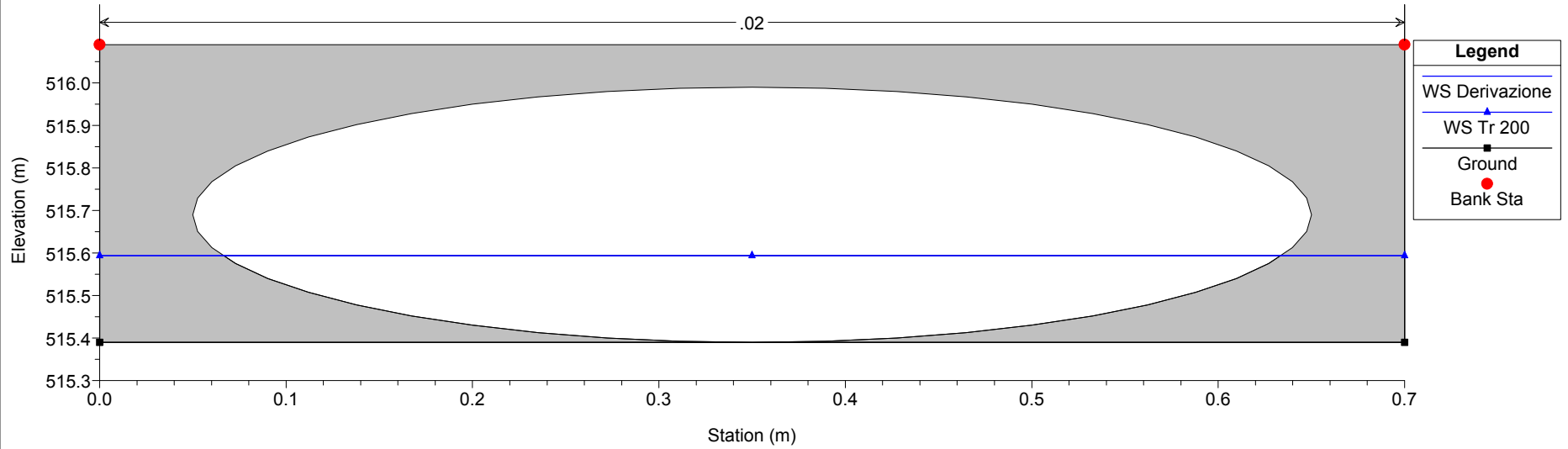
Hec Ras Becetto Plan: Plan 01 17/10/2022
River = Rio Becetto Reach = Lusernetta RS = 7.5 Attraversamento 1 monte



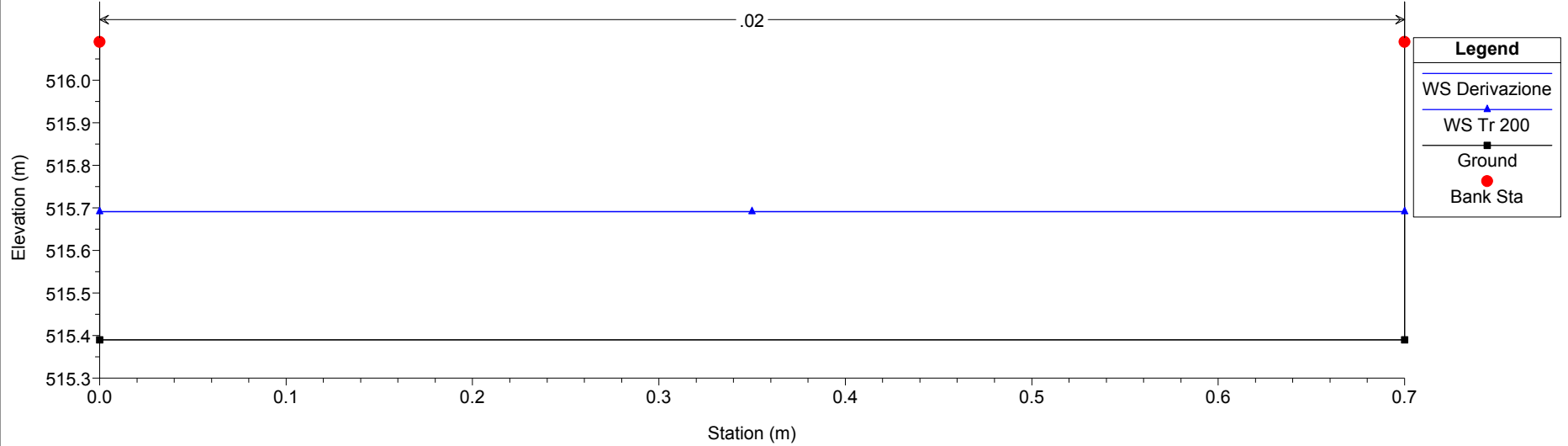
Hec Ras Becetto Plan: Plan 01 17/10/2022
River = Rio Becetto Reach = Lusernetta RS = 7.25 Culv Attraversamento 1 Bec



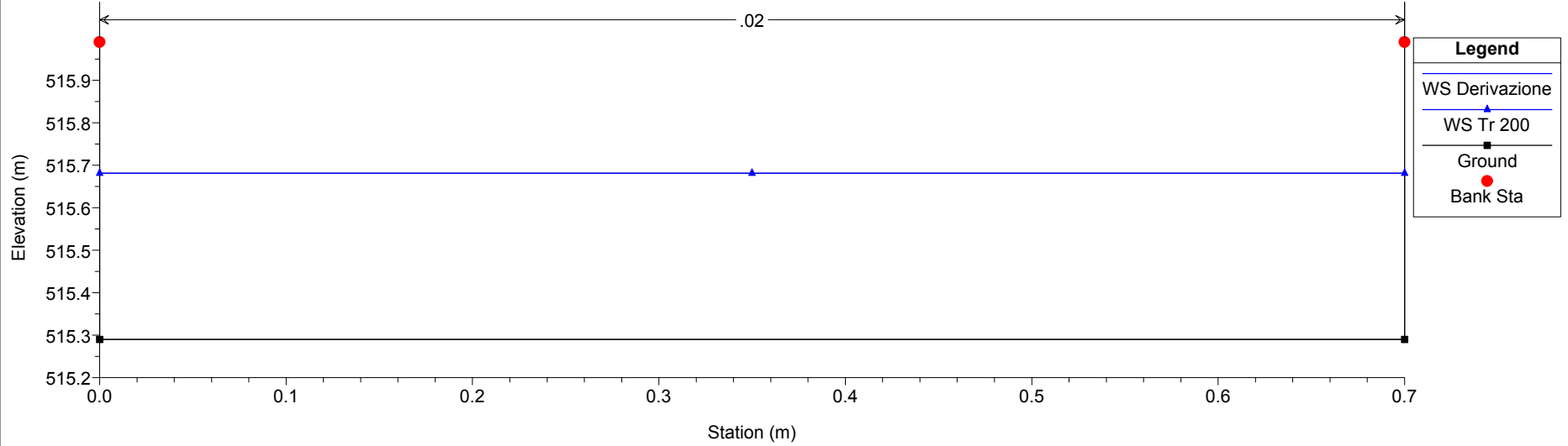
Hec Ras Becetto Plan: Plan 01 17/10/2022
River = Rio Becetto Reach = Lusernetta RS = 7.25 Culv Attraversamento 1 Bec



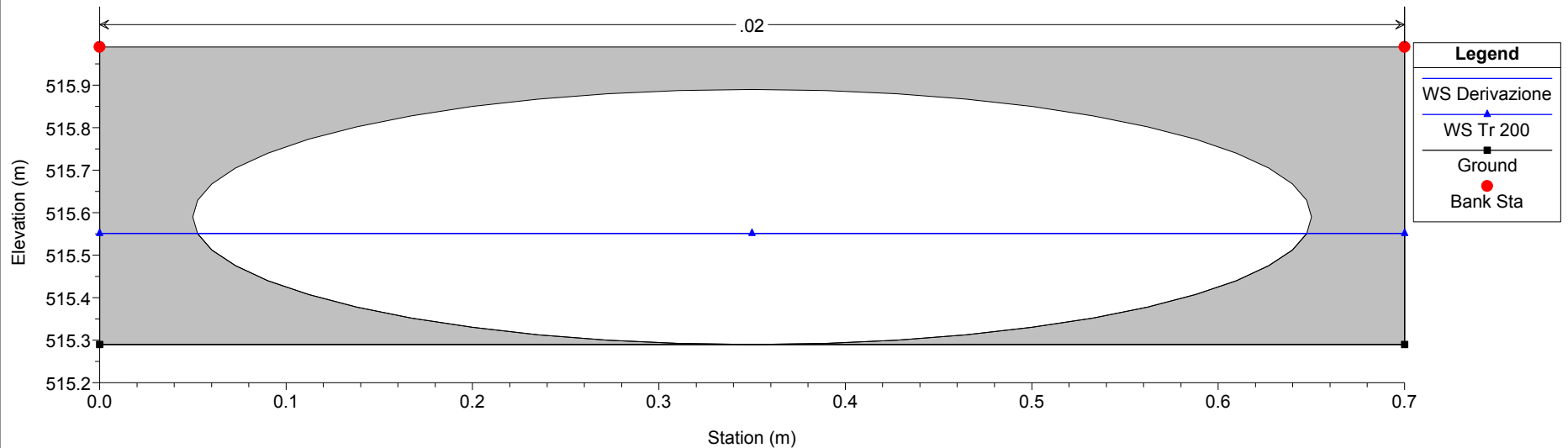
Hec Ras Becetto Plan: Plan 01 17/10/2022
River = Rio Becetto Reach = Lusernetta RS = 7 Attraversamento 1 valle



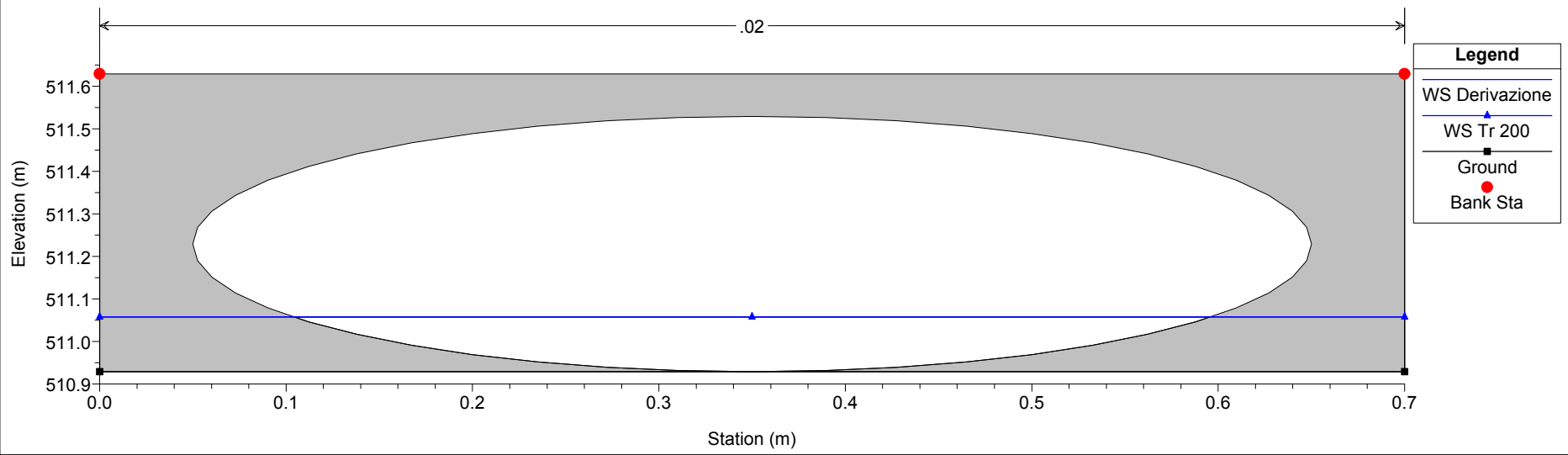
Hec Ras Becetto Plan: Plan 01 17/10/2022
River = Rio Becetto Reach = Lusernetta RS = 6 Tubo 600 inizio



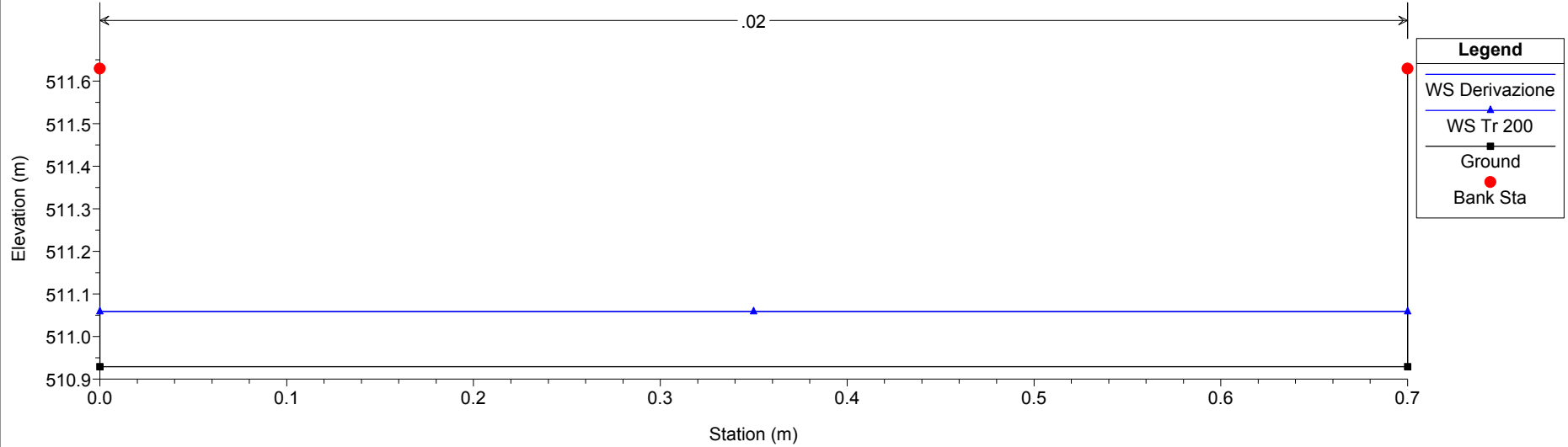
Hec Ras Becetto Plan: Plan 01 17/10/2022
River = Rio Becetto Reach = Lusernetta RS = 5.5 Culv Tubo 600



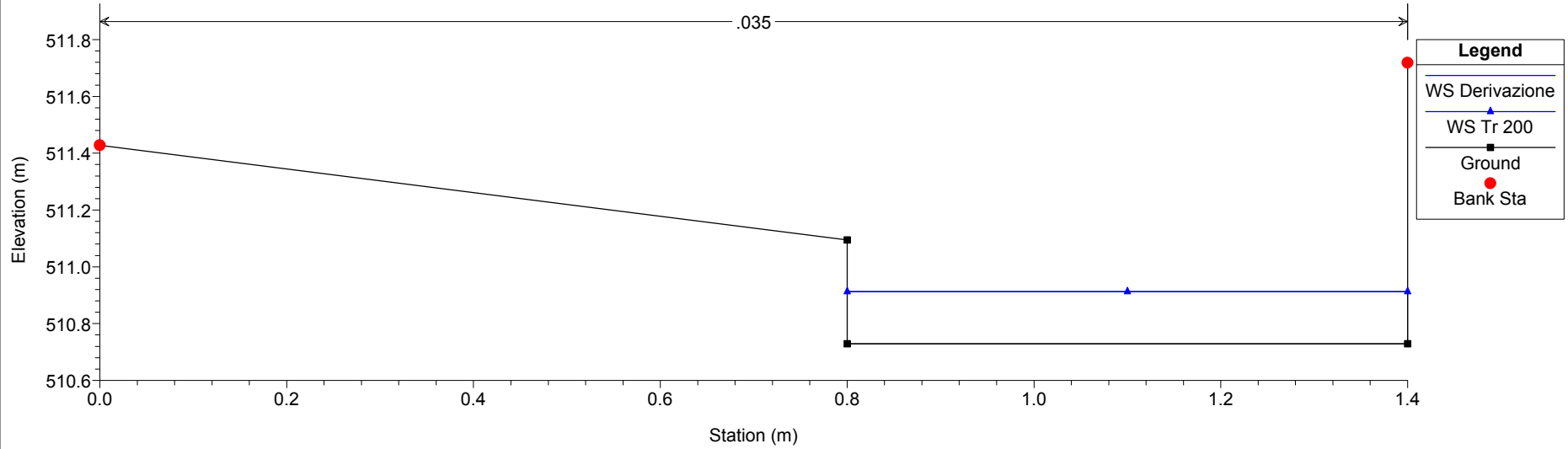
Hec Ras Becetto Plan: Plan 01 17/10/2022
River = Rio Becetto Reach = Lusernetta RS = 5.5 Culv Tubo 600



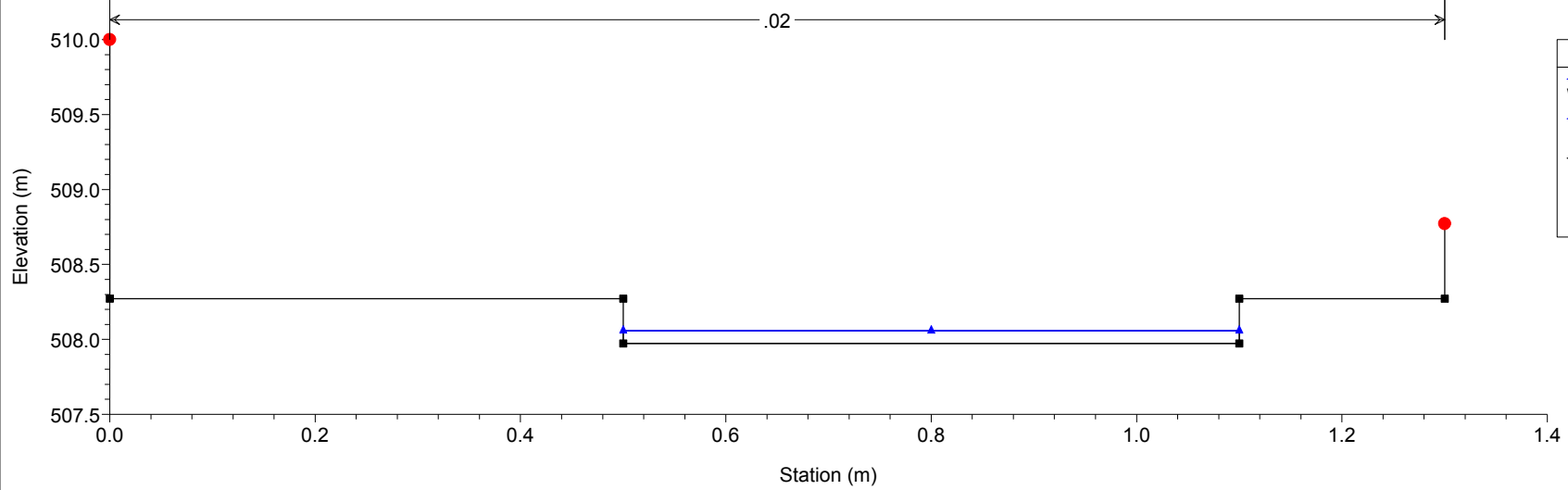
Hec Ras Becetto Plan: Plan 01 17/10/2022
River = Rio Becetto Reach = Lusernetta RS = 5 Tubo 600 fine



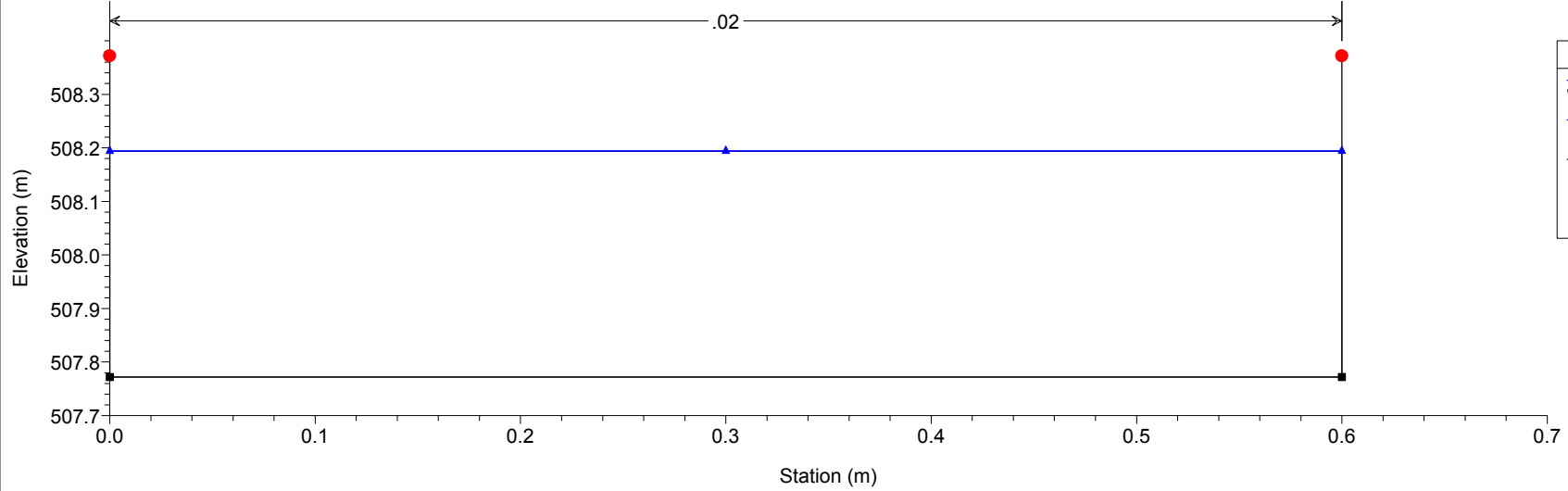
Hec Ras Becetto Plan: Plan 01 17/10/2022
River = Rio Becetto Reach = Lusernetta RS = 4 Sezione 2 Bec



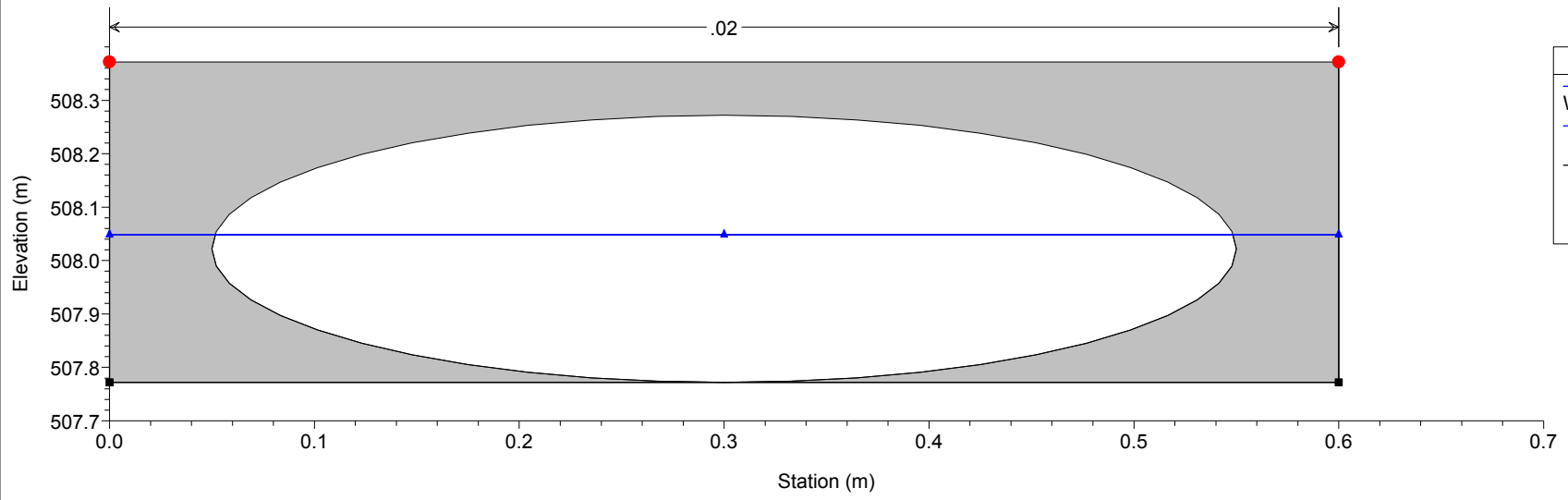
Hec Ras Becetto Plan: Plan 01 17/10/2022
River = Rio Becetto Reach = Lusernetta RS = 3 Sezione 1 Bec



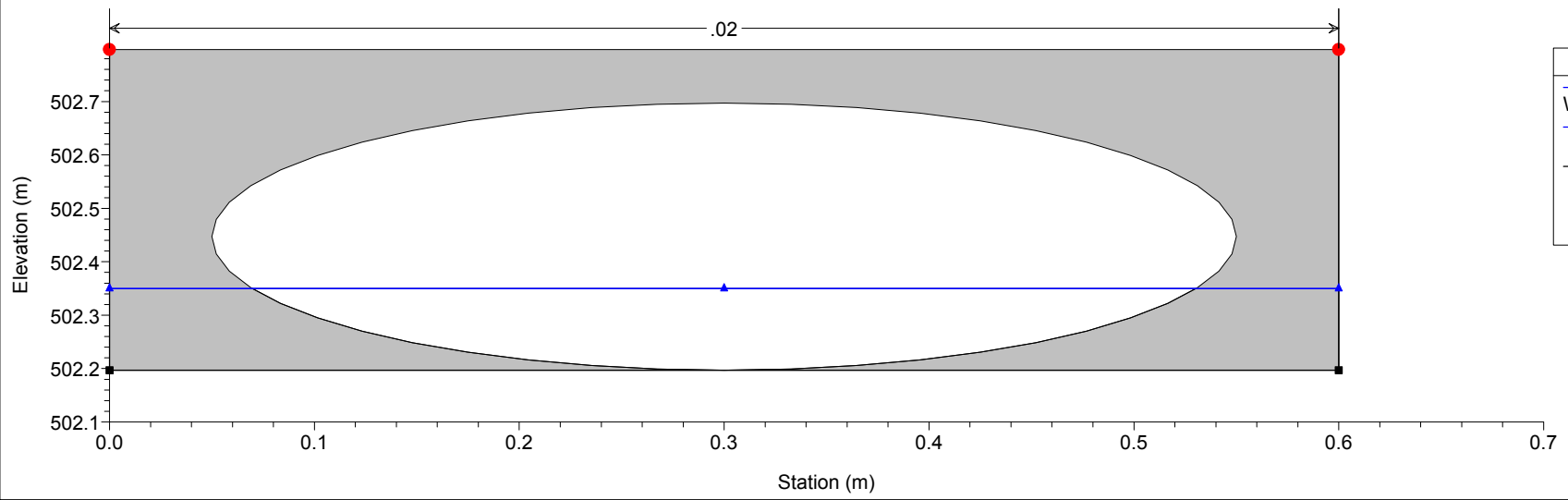
Hec Ras Becetto Plan: Plan 01 17/10/2022
River = Rio Becetto Reach = Lusernetta RS = 2 Tubo 500 inizio



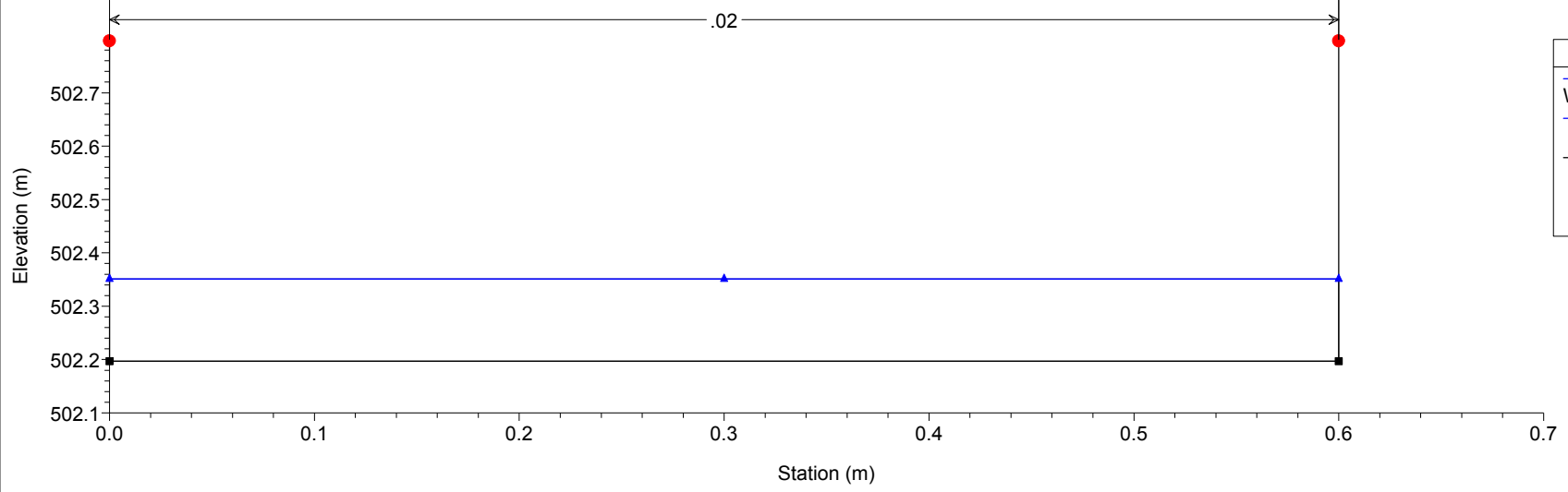
Hec Ras Becetto Plan: Plan 01 17/10/2022
River = Rio Becetto Reach = Lusernetta RS = 1.5 Culv Tubo 500



Hec Ras Becetto Plan: Plan 01 17/10/2022
River = Rio Becetto Reach = Lusernetta RS = 1.5 Culv Tubo 500



Hec Ras Becetto Plan: Plan 01 17/10/2022
River = Rio Becetto Reach = Lusernetta RS = 1 Tubo 500 fine



Legend	
WS Derivazione	—
WS Tr 200	—▲—
Ground	—■—
Bank Sta	●