

COMMITTENTE:



ALTA SORVEGLIANZA:



GENERAL CONTRACTOR:



## INFRASTRUTTURE FERROVIARIE STRATEGICHE DEFINITE DALLA LEGGE OBIETTIVO N. 443/01

### TRATTA A.V. /A.C. TERZO VALICO DEI GIOVI PROGETTO ESECUTIVO

**Riambientalizzazioni linea**

**Depositi**

**Sistemazione alveo T. Lemme e ripristino ambientale**

**RELAZIONE IDROLOGICO - IDRAULICA**

GENERAL CONTRACTOR	DIRETTORE DEI LAVORI
Consorzio <b>Cociv</b> Ing. N. Meistro	

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	PROGR.	REV.
I G 5 1	0 6	E	C V	R O	I A 4 8 0 0	0 0 3	A

#### Progettazione :

Rev	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Progettista Integratore	Data	IL PROGETTISTA
A00	Prima Emissione	COCIV	24/07/2019	COCIV	24/07/2019	A.Mancarella 	24/07/2019	 Consorzio Collegamenti Integrati Veloci Dott. Ing. Aldo Mancarella Ordine Ingegneri Prov. TO n. 6271 R

n. Elab.:

File: IG5106ECVROIA4800003A00

CUP: F81H92000000008

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 	
	<p>IG51 06 E CV RO IA48 00 003_A00 Sistemazione alveo t. Lemme e ripristino ambientale Relazione idrologico-idraulica</p>	<p>Foglio 2 di 164</p>

## INDICE

1.	PREMESSA	3
2.	CARATTERISTICHE MORFOMETRICHE DEL BACINO	4
3.	MODELLO IDRAULICO MONODIMENSIONALE TORRENTE LEMME	5
3.1	Descrizione modello idraulico HEC-RAS	5
3.2	Parametri di ingresso	8
3.2.1	Portate liquide	8
3.2.2	Scabrezze	11
3.2.3	Condizioni al contorno di monte e valle	11
4.	SCENARIO DI PROGETTO ESECUTIVO 2014	12
4.1	Geometria	12
4.2	Risultati simulazione	14
5.	SCENARIO DI STATO DI FATTO AL NOVEMBRE 2015	20
5.1	Geometria	20
5.2	Risultati simulazione	22
6.	SCENARIO DI PROGETTO DI SISTEMAZIONE 2018	29
6.1	Geometria	29
6.2	Risultati simulazione	30
6.3	Valutazione dimensioni massi ciclopici in alveo	39
7.	OPERE PROVVISORIALI	41
	<b>ALLEGATO 1</b>	<b>43</b>
	<b>ALLEGATO 2</b>	<b>84</b>
	<b>ALLEGATO 3</b>	<b>125</b>

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
	IG51 06 E CV RO IA48 00 003_A00 Sistemazione alveo t. Lemme e ripristino ambientale Relazione idrologico - idraulica	Foglio 3 di 164

## 1. PREMESSA

La presente relazione idraulica è relativa al progetto esecutivo di “Riqualificazione Ambientale Val Lemme”, nell’ambito della realizzazione della tratta A.V./A.C. Milano – Genova Terzo Valico dei Giovi, che prevede la realizzazione del deposito DP04 in Comune di Voltaggio, mediante disposizione del materiale di smarino della nuova galleria dell’Alta Velocità nell’area ex Cementir, in sponda sinistra del t. Lemme.

A seguito dei lavori di realizzazione della scogliera in massi, a protezione della sponda sinistra del T. Lemme, effettuati nel corso del 2015, la geometria dell’alveo del corso d’acqua è stata sensibilmente modificata, secondo modalità differenti rispetto a quelle previste dall’originario progetto esecutivo del 2014.

In particolare, è stato parzialmente demolito il sistema di soglie esistente, con conseguente modificazione locale del profilo del fondo alveo, ed in generale si è verificata una movimentazione del materiale di fondo per un tratto di lunghezza totale di circa 400 m, a partire da circa 120 m immediatamente a monte delle soglie.

Oggetto della presente relazione è la valutazione degli effetti idrodinamici indotti da tale intervento e la verifica idraulica degli interventi di progetto, a ripristino delle condizioni di naturalità dell’alveo e delle sponde; tali interventi sono progettati secondo le tecniche di ingegneria naturalistica.

Si prevede:

- la demolizione completa del sistema di soglie danneggiato;
- la realizzazione di una soglia sommersa, avente funzione di dispositivo di emergenza di ENI S.p.A. per il contenimento degli sversamenti olii, posta circa 30 m a monte della soglia attualmente presente;
- consolidazione della sponda destra con ramaglia viva di specie con capacità di propagazione vegetativa;
- rinaturazione dell’alveo del t. Lemme con creazione di zone di rallentamento della corrente e di confinamento centrale del filone stesso, mediante inserimento di massi ciclopici alla rinfusa e, in sponda destra, di 10 zone di rinaturazione con massi ciclopici aventi funzione di corazzatura spondale, al cui tergo saranno disposti rulli spondali con fascine di salice; i massi ciclopici, di volume minimo 1 mc, saranno immorsati nel fondo per una profondità di circa 70 cm e sopraelevati rispetto al fondo alveo di circa 30 cm.

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
	IG51 06 E CV RO IA48 00 003_A00 Sistemazione alveo t. Lemme e ripristino ambientale Relazione idrologico - idraulica	Foglio 4 di 164

Si svilupperanno le seguenti analisi idrauliche del T. Lemme, volte a definire l'evoluzione dei livelli idrici lungo l'alveo:

- scenario di progetto esecutivo 2014;
- scenario stato di fatto dei luoghi al Novembre 2015;
- scenario di rinaturazione t. Lemme giugno 2018.

Sarà quindi riportato il confronto dei risultati in termini di comportamento idrodinamico del t. Lemme nei tre scenari sopra elencati.

Le verifiche idrauliche saranno condotte in moto permanente, utilizzando il modello monodimensionale HEC-RAS.

Lo studio idraulico di riferimento è il Sottoprogetto SP 1.4 – Attività di Pianificazione del Bacino del Fiume Po – Rete idrografica minore naturale e artificiale – Monografia del Torrente Lemme, redatto nell'ottobre 2002 dall'Autorità di Bacino del Fiume Po.

Le portate di progetto utilizzate sono quelle relative alla stazione di Voltaggio, posta a valle del deposito, pari a 244 m<sup>3</sup>/s per tempo di ritorno 200 anni, e 276 m<sup>3</sup>/s per tempo di ritorno 500 anni.

## 2. CARATTERISTICHE MORFOMETRICHE DEL BACINO

Il bacino imbrifero del Torrente Lemme, con sezione di chiusura in prossimità di V.la Ferriera Vecchia, si estende per una superficie di 18.60 km<sup>2</sup>; l'asse del bacino è orientato in direzione Sud Est - Nord Ovest; lo spartiacque dei tributari di destra orografica tocca in successione il P.so La Bocchetta, il M. Poggio, il M. Calvo, il M. Cavetti, l'abitato di Fraconalto, il Bric Albergorosso. Lo spartiacque degli affluenti di sinistra tocca il M. Lecco, il M. Taccone, il M. delle Figne, il Bric Tavolin, il Bric della Croce e il M. delle Rocche.

Il bacino, scarsamente urbanizzato, è delimitato ad Ovest dal bacino del torrente Gorzente, ad Est dal bacino del torrente Scrivia e a Sud dal bacino del torrente Verde, appartenente al versante tirrenico.

Il reticolo idrografico di superficie è caratterizzato dalla presenza di un'asta principale e da una serie di affluenti minori situati principalmente sulla sponda sinistra; fra questi il principale risulta essere il rio Lavagetta.

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
	IG51 06 E CV RO IA48 00 003_A00 Sistemazione alveo t. Lemme e ripristino ambientale Relazione idrologico - idraulica	Foglio 5 di 164

La lunghezza dell'asta principale è di circa 6.1 km e la pendenza media è 0.065, la pendenza media dei versanti è pari al 55% circa. L'altitudine massima è di 1172 m. s.l.m., la sezione di chiusura è a 357.73 m s.l.m. e l'altezza media del bacino è di 615 m s.l.m.

Il tratto del torrente Lemme oggetto di verifica risulta caratterizzato dalla presenza, in sponda destra, della viabilità rappresentata dalla strada provinciale SP160 di Val Lemme e dal cantiere operativo COP 1 - Finestra Val Lemme, in sponda sinistra da un'area golenale di larghezza variabile che costituisce il piede della cava Cementir.

Le sezioni del corso d'acqua sono di forma sostanzialmente regolare con larghezze al fondo variabili tra 10 m e 15 m circa.

La pendenza media del fondo alveo nel tratto in esame è pari a circa 2.0%.

### **3. MODELLO IDRAULICO MONODIMENSIONALE TORRENTE LEMME**

#### **3.1 Descrizione modello idraulico HEC-RAS**

Per l'analisi del comportamento idraulico del t. Lemme è stato utilizzato il modello di analisi dei corsi d'acqua HEC-RAS v.4.1.0 (Hydrologic Engineering Center – River Analysis System) del US Army Corps of Engineers.

La procedura computazionale è basata sulla soluzione dell'equazione monodimensionale dell'energia; le perdite di carico sono valutate con l'equazione di Manning e utilizzando i parametri di contrazione/espansione.

HEC-RAS risolve le equazioni di De Saint Venant distinguendo tra alveo e zone golenali:

Equazione di continuità

$$\frac{\partial A}{\partial t} + \frac{\partial S}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} - q_l = 0$$

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
	IG51 06 E CV RO IA48 00 003_A00 Sistemazione alveo t. Lemme e ripristino ambientale Relazione idrologico - idraulica	Foglio 6 di 164

dove

x distanza lungo il canale;

t tempo;

Q portata;

A area della sezione;

S area della sezione con considerata contribuente al deflusso (ineffective flow area);

q<sub>l</sub> flusso laterale per unità di lunghezza.

L'equazione può essere scritta per l'alveo inciso, per la golena destra e per la golena sinistra; di seguito, per semplicità, si riportano le equazioni per l'alveo inciso e per le golene complessivamente:

$$\frac{\partial A_a}{\partial t} + \frac{\partial Q_a}{\partial x_a} - q_g = 0$$

$$\frac{\partial A_g}{\partial t} + \frac{\partial S}{\partial t} + \frac{\partial Q_g}{\partial x_g} = q_a + q_l$$

dove la sottoscrittura a e g indica alveo inciso e golene rispettivamente, q<sub>c</sub> e q<sub>g</sub> indicano gli scambi di portata tra l'alveo inciso e le zone golenali.

Si noti come siano considerate distanze diverse lungo l'alveo inciso e le zone golenali.

Equazione dell'energia

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial(VQ)}{\partial x} + gA \left( \frac{\partial z}{\partial x} + S \right) = 0$$

dove:

g accelerazione di gravità;

S perdite di energia dovute alla scabrezza;

V velocità.

Anche in questo caso possiamo scrivere l'equazione per l'alveo inciso e per le golene:

$$\frac{\partial Q_a}{\partial t} + \frac{\partial (V_a Q_a)}{\partial x_a} + g A_a \left( \frac{\partial z}{\partial x_a} + S_a \right) = M_g$$

$$\frac{\partial Q_g}{\partial t} + \frac{\partial (V_g Q_g)}{\partial x_g} + g A_g \left( \frac{\partial z}{\partial x_g} + S_g \right) = M_a$$

dove M rappresenta lo scambio di quantità di moto tra alveo inciso e golene, si noti che  $\Delta x_a M_a = -\Delta x_g M_g$ .

Nelle equazioni z (livello d'acqua) non è sottoscritto, infatti un modello monodimensionale ha come assunzione implicita che il livello è costante all'interno dell'intera sezione. La velocità è invece diversa tra alveo inciso e zone golenali, per cui si avrebbe un valore dell'energia diverso, non possibile in un modello monodimensionale. Il valore dell'energia viene calcolato introducendo il valore  $\alpha$ . Considerando una velocità media nella sezione e differenziando tra alveo, golena destra e golena sinistra, facendo una media pesata sulle portate, possiamo scrivere:

$$\alpha \frac{\bar{V}}{2g} = \frac{Q_{gsx} \frac{V_{gsx}^2}{2g} + Q_a \frac{V_a^2}{2g} + Q_{gdx} \frac{V_{gdx}^2}{2g}}{Q_{gsx} + Q_a + Q_{gdx}}$$

assumendo che la pendenza della linea dell'energia è unica risulta anche:

$$Q_{gsx} = \frac{Q_{Tot}}{K_{Tot}} K_{gsx} \quad Q_a = \frac{Q_{Tot}}{K_{Tot}} K_a \quad Q_{gdx} = \frac{Q_{Tot}}{K_{Tot}} K_{gdx}$$

dove K rappresenta la conveyance o conduttività idraulica. Inserendo quest'ultime nell'equazione precedente si ottiene:

$$\alpha = \frac{A_{Tot}^2 \left[ \frac{K_{gsx}^3}{A_{gsx}^2} + \frac{K_a^3}{A_a^2} + \frac{K_{gdx}^3}{A_{gdx}^2} \right]}{K_{Tot}^3}$$

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51 06 E CV RO IA48 00 003_A00 Sistemazione alveo t. Lemme e ripristino ambientale Relazione idrologico - idraulica
	Foglio 8 di 164

### 3.2 Parametri di ingresso

#### 3.2.1 Portate liquide

Lo studio di riferimento per il tratto oggetto di intervento, come pure del resto dell'asta, è il Sottoprogetto SP 1.4 – Attività di Pianificazione del Bacino del Fiume Po – Rete idrografica minore naturale e artificiale – Monografia del Torrente Lemme, redatto nell'ottobre 2002 dall'Autorità di Bacino del Fiume Po.

Lo studio SP1.4 valuta, utilizzando diverse metodologie idrologiche di correlazione afflussi-deflussi, le portate in corrispondenza di quattro sezioni di chiusura: immediatamente a monte dell'abitato di Voltaggio (sez.64 di riferimento SP1.4), a valle di Gavi (sez.26), a Francavilla Bisio (sez.9) ed in immissione in Orba (sez.1).

La sezione di Voltaggio, pur trovandosi circa 1.5 km a valle, rispetto all'area oggetto di intervento, è da considerarsi come sezione di riferimento; il valore di portata risulterà cautelativo, a favore di sicurezza.

Dopo una serie di valutazioni, lo studio riporta (in Tabella 16) i valori delle portate al colmo di piena di riferimento per assegnato tempo di ritorno; la sezione 64 è quella relativa a Voltaggio.

Portata [m <sup>3</sup> /s]	Sezioni di Chiusura			
	1	9	26	64
Q(20)	513	408	370	152
Q(100)	747	592	532	217
Q(200)	839	666	599	244
Q(500)	949	753	676	276

**Tabella 1** – Portate al colmo di piena per assegnato tempo di ritorno (Tabella 16-SP1.4)

Per la sezione di Voltaggio le portate di riferimento sono: 152 m<sup>3</sup>/s per tempo di ritorno 20 anni, 217 m<sup>3</sup>/s per tempo di ritorno 100 anni, 244 m<sup>3</sup>/s per tempo di ritorno 200 anni, 276 m<sup>3</sup>/s per tempo di ritorno 500 anni.

Le portate di riferimento sono quindi pari a:

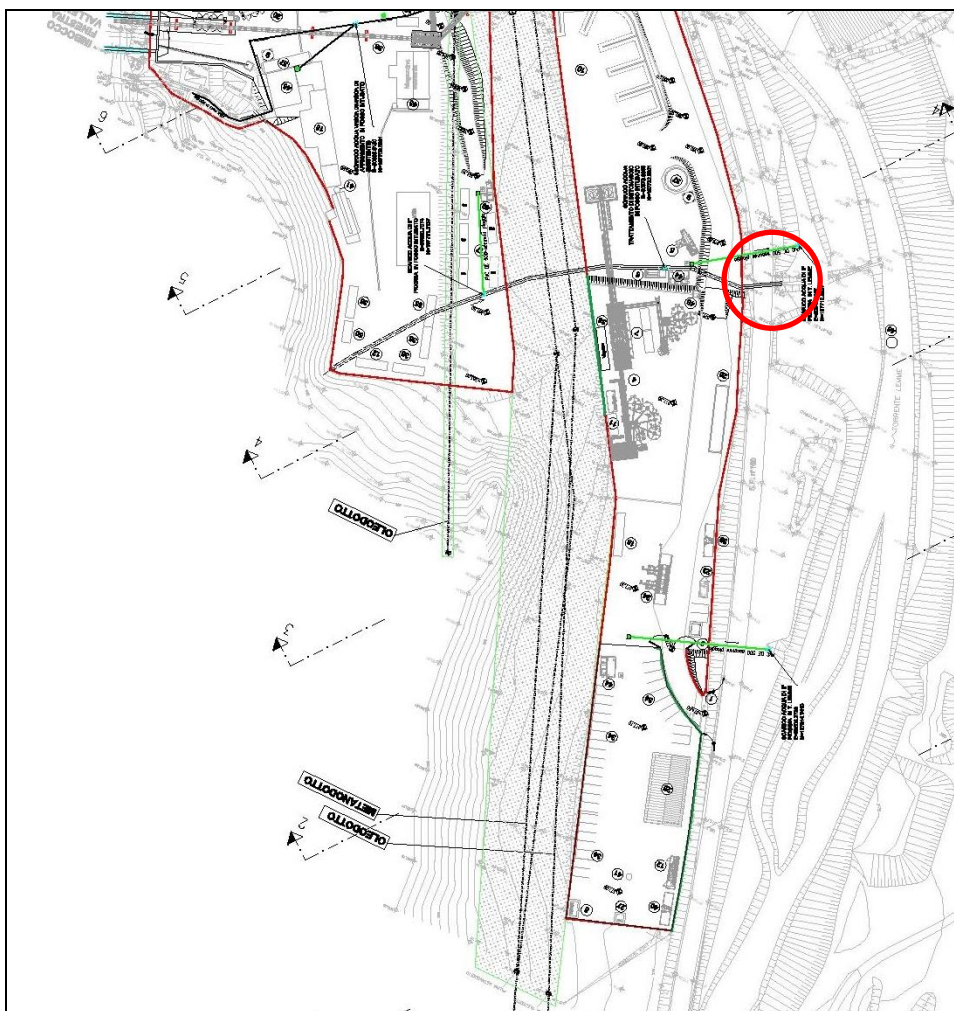
- 244 m<sup>3</sup>/s per TR=200 anni;



- 276 m<sup>3</sup>/s per TR=500 anni.

Allo stato attuale, nel cantiere, sono presenti alcuni scarichi di acqua di seconda pioggia, relativi ai piazzali posti in sponda destra, quindi il cui contributo di portata è già considerato all'interno dei valori sopra riportati, ad esclusione di uno scarico di seconda pioggia in sponda destra che trasferisce acqua in Lemme dalla finestra della galleria AV-AC Terzo Valico dei Giovi, in esecuzione.

La Figura 1 seguente riporta uno stralcio del cantiere con l'indicazione di questo punto di scarico. Lo scarico avviene con una tubazione DN1000.



**Figura 1** – Cantiere TAV con indicazione del punto di scarico di seconda pioggia proveniente dalla finestra della galleria AV-AC Terzo Valico dei Giovi

Le portate duecentennale e cinquecentennale, di cui sopra, sono riferite ad un bacino già più ampio rispetto a quello effettivo, in quanto si riferisce alla sezione di Voltaggio, che si trova a circa 1.5 km a valle del tratto in analisi.

La portata scaricata dalla tubazione, pertanto, è da considerarsi trascurabile e comunque nettamente inferiore rispetto al surplus di portata dovuto al bacino idrografico considerato, di maggiore estensione rispetto a quello strettamente limitato alla sezione di chiusura in corrispondenza del deposito DP04.

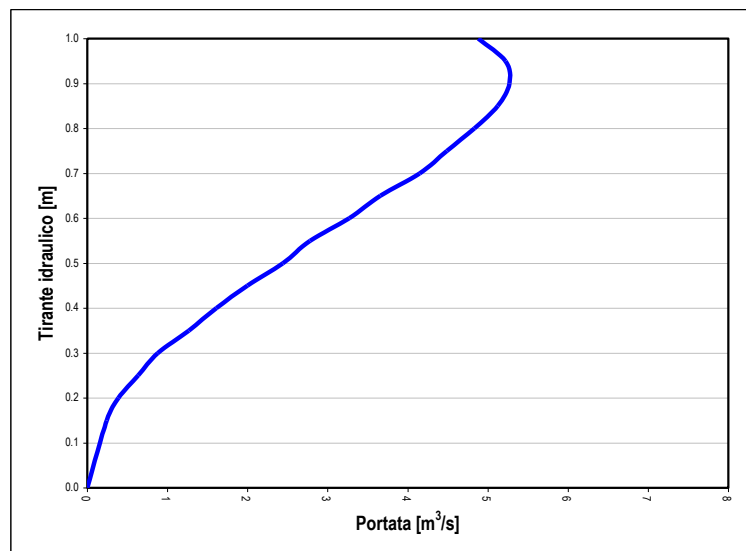
Si è comunque fatta una valutazione della portata massima transitabile in un tubo DN1000 in materiale plastico con pendenza pari a 5%, a bocca piena, al fine di confrontarla con le portate di riferimento.

La portata risultante è pari a 5 m<sup>3</sup>/s, nettamente trascurabile rispetto alle portate considerate.

#### SCALA DI DEFLUSSO DN1000

La sezione di deflusso è quella di una tubazione di forma circolare in cls

Diametro: 1.0 m  
 Coefficiente di scabrezza: 70 m<sup>1/3</sup>/s  
 Pendenza del fondo: 5 %



Le 2 tubazioni sono in grado di contenere una portata massima totale pari a corrispondente ad un tirante idraulico al suo interno pari a 0.90 m.

5.27 m<sup>3</sup>/s

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
	IG51 06 E CV RO IA48 00 003_A00 Sistemazione alveo t. Lemme e ripristino ambientale Relazione idrologico - idraulica	Foglio 11 di 164

### 3.2.2 Scabrezze

Le principali caratteristiche fisiche del territorio sono rappresentate dai coefficienti  $k_s$  di scabrezza di Manning – Gauckler Strickler.

In ragione delle caratteristiche dell'alveo, in accordo con i dati disponibili da bibliografia e con le valutazioni idrauliche sul t. Lemme fino ad ora sviluppate nell'ambito del progetto di Riqualficazione Ambientale Val Lemme AV-AC Terzo Valico, si è considerato:

- per il fondo alveo inciso e le sponde un coefficiente medio pari a  $15 \text{ m}^{1/3}\text{s}^{-1}$ ;
- per le golene un coefficiente pari a  $10 \text{ m}^{1/3}\text{s}^{-1}$ ;
- per la scogliera un coefficiente pari a  $40 \text{ m}^{1/3}\text{s}^{-1}$ .

### 3.2.3 Condizioni al contorno di monte e valle

La simulazione dell'evento di piena è avvenuta utilizzando uno stato di moto permanente, in regime stazionario, con portata di riferimento con tempi di ritorno 200 e 500 anni.

Come condizione al contorno di monte e valle del tratto di corso d'acqua è stata imposta la pendenza di fondo.

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 	
	<p>IG51 06 E CV RO IA48 00 003_A00 Sistemazione alveo t. Lemme e ripristino ambientale Relazione idrologico - idraulica</p>	<p>Foglio 12 di 164</p>

#### **4. SCENARIO DI PROGETTO ESECUTIVO 2014**

##### **4.1 Geometria**

Nello scenario di “Progetto esecutivo 2014” , si analizza la situazione prevista originariamente dal progetto esecutivo di realizzazione della scogliera in sponda sinistra del Torrente Lemme, del 2014.

In esso, si considera anche la presenza dell’intervento di allargamento ed adeguamento della Strada Provinciale 160 lato versante, la quale prevede anche la eliminazione del cordolo lato t. Lemme, in modo da non costituire ostacolo al deflusso delle acque.

Il torrente Lemme è stato schematizzato nella zona di interesse utilizzando il modello digitale del terreno ricavato dal rilievo topografico.

Dal DEM sono state estratte 32 sezioni trasversali sufficienti a schematizzare adeguatamente la geometria del sistema, come mostra la figura seguente.

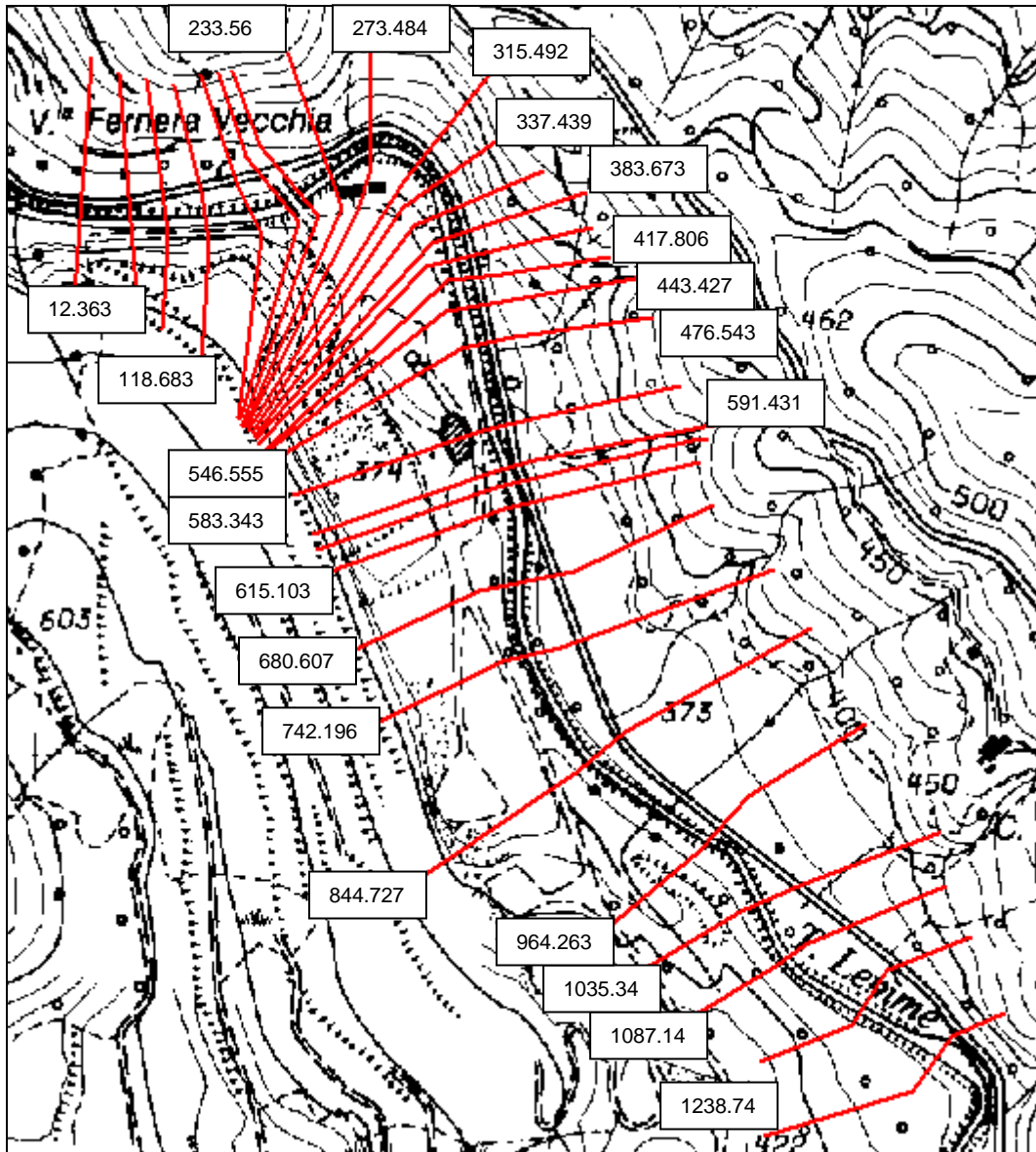
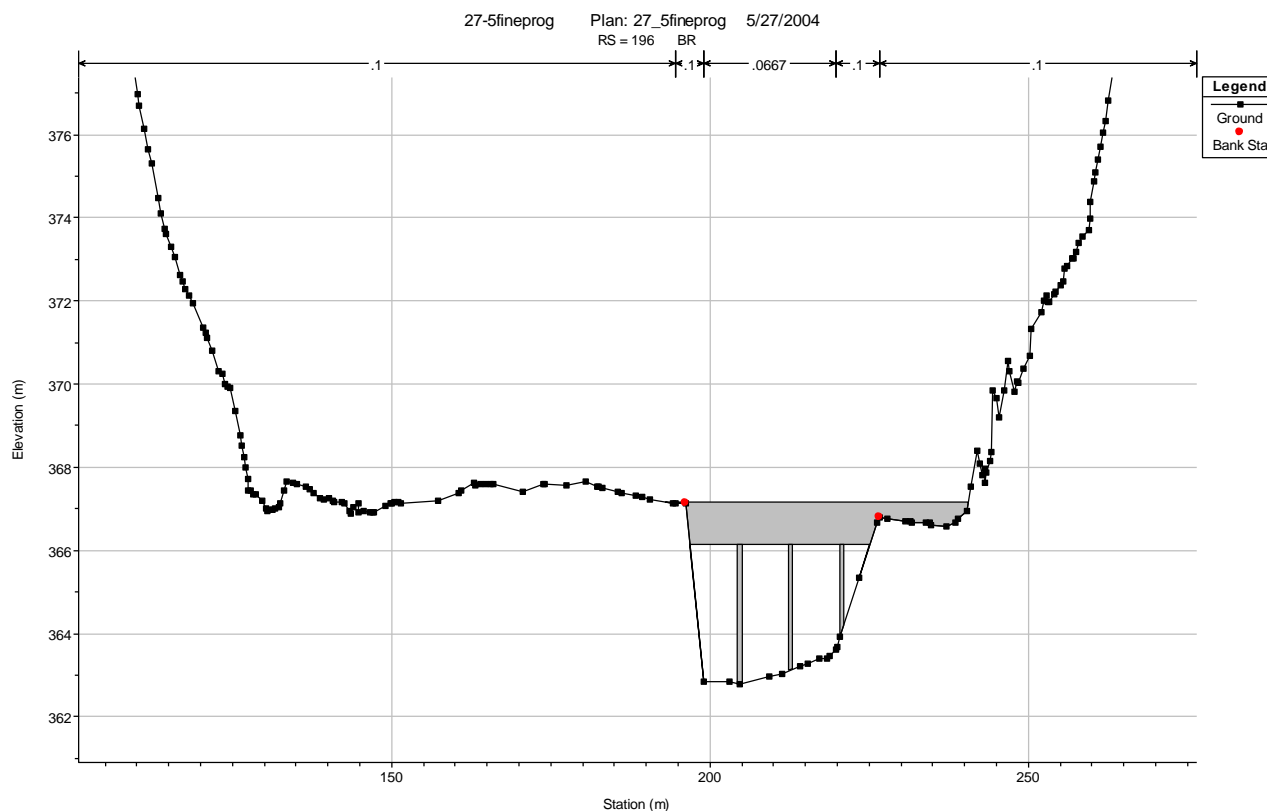


Figura 2 – Modello RAS - Sezioni trasversali

Sono stati inseriti nel modello anche la struttura del ponte di accesso al cantiere TAV alla sezione 196, come schematizzato nella figura che segue, e la soglia di fondo alla sezione 591.93.



**Figura 3 – Modello RAS - Ponte di accesso al cantiere TAV**

## 4.2 Risultati simulazione

La Tabella 2 e la Tabella 3 riportano i risultati del modello idraulico RAS nelle sezioni implementate per tempo di ritorno 200 e 500 anni.

La Figura 4 riporta i profili longitudinali RAS con l'indicazione del livello idrico.

La Figura 5 e la Figura 6 riportano le Carte dei tiranti idrici, realizzate con l'applicativo di ArcView HEC-GeoRAS, per tempo di ritorno 200 e 500 anni.

Si rimanda all'Allegato 1 per la visualizzazione dei risultati in tutte le sezioni trasversali.



River Sta RAS	Profile	Q [m <sup>3</sup> /s]	Min Ch El [m]	W.S. Elev [m]	Crit W.S. [m]	E.G. Elev [m]	E.G. Slope [m/m]	Vel Chnl [m/s]	Flow Area [m <sup>2</sup> ]	Top Width [m]	Froude Chl
1238.742	TR200 SP14	244	378.80	381.97	381.39	382.55	0.017464	3.35	72.88	31.34	0.70
1163.789	TR200 SP14	244	378.07	380.97	380.37	381.34	0.013538	2.69	90.80	46.67	0.62
1087.149	TR200 SP14	244	376.59	380.20	379.26	380.47	0.009024	2.30	106.23	50.48	0.51
1035.341	TR200 SP14	244	375.52	379.56	378.54	379.95	0.010507	2.76	88.33	34.93	0.55
964.263	TR200 SP14	244	374.39	378.51	377.51	379.09	0.013453	3.39	72.03	23.53	0.62
844.727	TR200 SP14	244	372.65	376.08	375.93	376.91	0.025456	4.03	60.54	29.88	0.90
742.196	TR200 SP14	244	371.47	374.45	373.81	374.99	0.013278	3.24	75.25	30.61	0.66
680.607	TR200 SP14	244	370.13	373.72	372.97	374.21	0.011610	3.10	79.88	46.22	0.61
615.103	TR200 SP14	244	369.26	373.29	371.88	373.63	0.006027	2.63	97.39	35.98	0.46
596.43	TR200 SP14	244	369.25	372.89	371.95	373.46	0.010904	3.37	75.08	32.27	0.61
591.93		Inl Struct									
591.431	TR200 SP14	244	367.23	371.60	370.24	372.12	0.008395	3.19	76.53	21.20	0.54
583.343	TR200 SP14	244	366.50	371.58	369.95	372.04	0.007068	3.00	81.45	21.04	0.49
546.555	TR200 SP14	244	366.54	371.12	369.88	371.73	0.009113	3.46	70.58	19.23	0.58
476.543	TR200 SP14	244	365.81	370.66	369.33	371.15	0.006677	3.20	95.41	48.85	0.52
443.427	TR200 SP14	244	365.61	370.44	369.16	370.88	0.008821	3.12	103.75	64.81	0.50
417.806	TR200 SP14	244	365.76	370.12	369.27	370.62	0.011583	3.29	98.22	82.43	0.56
402.166	TR200 SP14	244	365.63	369.98	368.98	370.43	0.010567	3.15	105.50	95.67	0.55
383.673	TR200 SP14	244	365.20	369.86	368.56	370.25	0.008192	2.90	116.84	93.85	0.49
362.7	TR200 SP14	244	364.82	369.34	368.43	370.00	0.014278	3.66	81.31	107.55	0.64
337.439	TR200 SP14	244	364.73	368.87	368.14	369.60	0.016685	3.82	70.07	43.78	0.68
315.492	TR200 SP14	244	364.84	367.83	367.83	369.03	0.036824	4.84	50.38	21.12	1.00
273.484	TR200 SP14	244	364.03	367.91	366.61	368.19	0.006555	2.32	105.24	36.22	0.43
233.56	TR200 SP14	244	362.93	367.22	366.16	367.80	0.013056	3.38	72.24	22.01	0.59
209.689	TR200 SP14	244	362.82	367.12	365.74	367.50	0.007880	2.72	90.88	36.11	0.49
199.689	TR200 SP14	244	362.78	367.10	365.60	367.41	0.006670	2.47	103.14	45.64	0.45
196		Bridge									
193.69	TR200 SP14	244	362.67	366.32	365.54	366.89	0.014659	3.34	72.96	27.15	0.65
178.689	TR200 SP14	244	362.39	365.79	365.50	366.59	0.024629	3.95	61.72	27.08	0.84
158.118	TR200 SP14	244	362.00	365.57	364.86	366.12	0.015180	3.29	74.10	28.94	0.66
118.683	TR200 SP14	244	361.10	364.60	364.22	365.38	0.022380	3.90	62.52	25.39	0.79
84.832	TR200 SP14	244	360.19	363.61	363.46	364.50	0.029964	4.17	58.51	26.92	0.90
55.661	TR200 SP14	244	358.42	362.82	362.56	363.65	0.027027	4.05	60.30	26.46	0.86
12.363	TR200 SP14	244	357.73	362.13	361.44	362.69	0.015932	3.30	73.96	29.30	0.66

**Tabella 2 – Modello RAS - Scenario Progetto Esecutivo 2014 – TR=200 anni - Tabella risultati**

River Sta RAS	Profile	Q [m3/s]	Min Ch El [m]	W.S. Elev [m]	Crit W.S. [m]	E.G. Elev [m]	E.G. Slope [m/m]	Vel Chnl [m/s]	Flow Area [m2]	Top Width [m]	Froude Chl
1238.742	TR500 SP14	276	378.80	382.13	381.58	382.77	0.018292	3.54	77.91	31.78	0.72
1163.789	TR500 SP14	276	378.07	381.16	380.51	381.55	0.013007	2.76	99.87	47.72	0.61
1087.149	TR500 SP14	276	376.59	380.46	379.40	380.73	0.008284	2.31	119.57	52.87	0.49
1035.341	TR500 SP14	276	375.52	379.84	378.73	380.24	0.010045	2.81	98.33	36.67	0.55
964.263	TR500 SP14	276	374.39	378.73	377.74	379.38	0.014087	3.56	77.44	24.19	0.64
844.727	TR500 SP14	276	372.65	376.28	376.13	377.16	0.025111	4.15	66.58	31.23	0.91
742.196	TR500 SP14	276	371.47	374.65	373.98	375.24	0.013362	3.39	81.38	31.16	0.67
680.607	TR500 SP14	276	370.13	373.96	373.13	374.47	0.010961	3.18	90.95	47.02	0.61
615.103	TR500 SP14	276	369.26	373.54	372.06	373.91	0.005980	2.74	106.37	36.23	0.47
596.43	TR500 SP14	276	369.25	373.11	372.16	373.74	0.010927	3.53	82.39	32.69	0.62
591.93		Inl Struct									
591.431	TR500 SP14	276	367.23	371.85	370.48	372.43	0.008803	3.37	81.81	21.62	0.55
583.343	TR500 SP14	276	366.50	371.83	370.18	372.34	0.007508	3.19	86.64	21.34	0.50
546.555	TR500 SP14	276	366.54	371.30	370.12	372.01	0.010002	3.73	74.07	20.02	0.61
476.543	TR500 SP14	276	365.81	370.82	369.70	371.37	0.007242	3.43	103.01	48.88	0.55
443.427	TR500 SP14	276	365.61	370.59	369.65	371.08	0.009435	3.31	113.37	64.90	0.52
417.806	TR500 SP14	276	365.76	370.28	369.62	370.81	0.011870	3.43	111.17	82.59	0.58
402.166	TR500 SP14	276	365.63	370.13	369.43	370.61	0.010830	3.28	120.19	96.33	0.56
383.673	TR500 SP14	276	365.20	370.01	368.81	370.42	0.008515	3.04	131.06	96.08	0.50
362.7	TR500 SP14	276	364.82	369.64	368.75	370.20	0.011675	3.50	115.18	114.07	0.58
337.439	TR500 SP14	276	364.73	369.18	368.50	369.86	0.014805	3.78	96.02	111.05	0.65
315.492	TR500 SP14	276	364.84	368.10	368.07	369.33	0.034407	4.92	56.20	22.97	0.98
273.484	TR500 SP14	276	364.03	368.29	366.77	368.56	0.005698	2.32	119.33	41.99	0.41
233.56	TR500 SP14	276	362.93	367.63	366.38	368.21	0.011656	3.38	82.42	29.29	0.57
209.689	TR500 SP14	276	362.82	367.59	365.96	367.94	0.006463	2.65	108.32	38.33	0.45
199.689	TR500 SP14	276	362.78	367.59	365.79	367.86	0.004987	2.36	129.14	59.30	0.40
196		Bridge									
193.69	TR500 SP14	276	362.67	366.54	365.74	367.16	0.015077	3.49	78.98	28.07	0.67
178.689	TR500 SP14	276	362.39	366.02	365.69	366.86	0.023950	4.07	67.87	27.88	0.83
158.118	TR500 SP14	276	362.00	365.81	365.05	366.40	0.014963	3.40	81.06	29.71	0.66
118.683	TR500 SP14	276	361.10	364.79	364.42	365.65	0.023015	4.10	67.33	25.85	0.81
84.832	TR500 SP14	276	360.19	363.81	363.62	364.76	0.029506	4.32	63.83	27.38	0.90
55.661	TR500 SP14	276	358.42	363.02	362.77	363.92	0.027168	4.20	65.74	27.38	0.86
12.363	TR500 SP14	276	357.73	362.34	361.63	362.94	0.015958	3.45	80.10	29.59	0.67

**Tabella 3 – Modello RAS - Scenario Progetto Esecutivo 2014 – TR=500 anni - Tabella risultati**



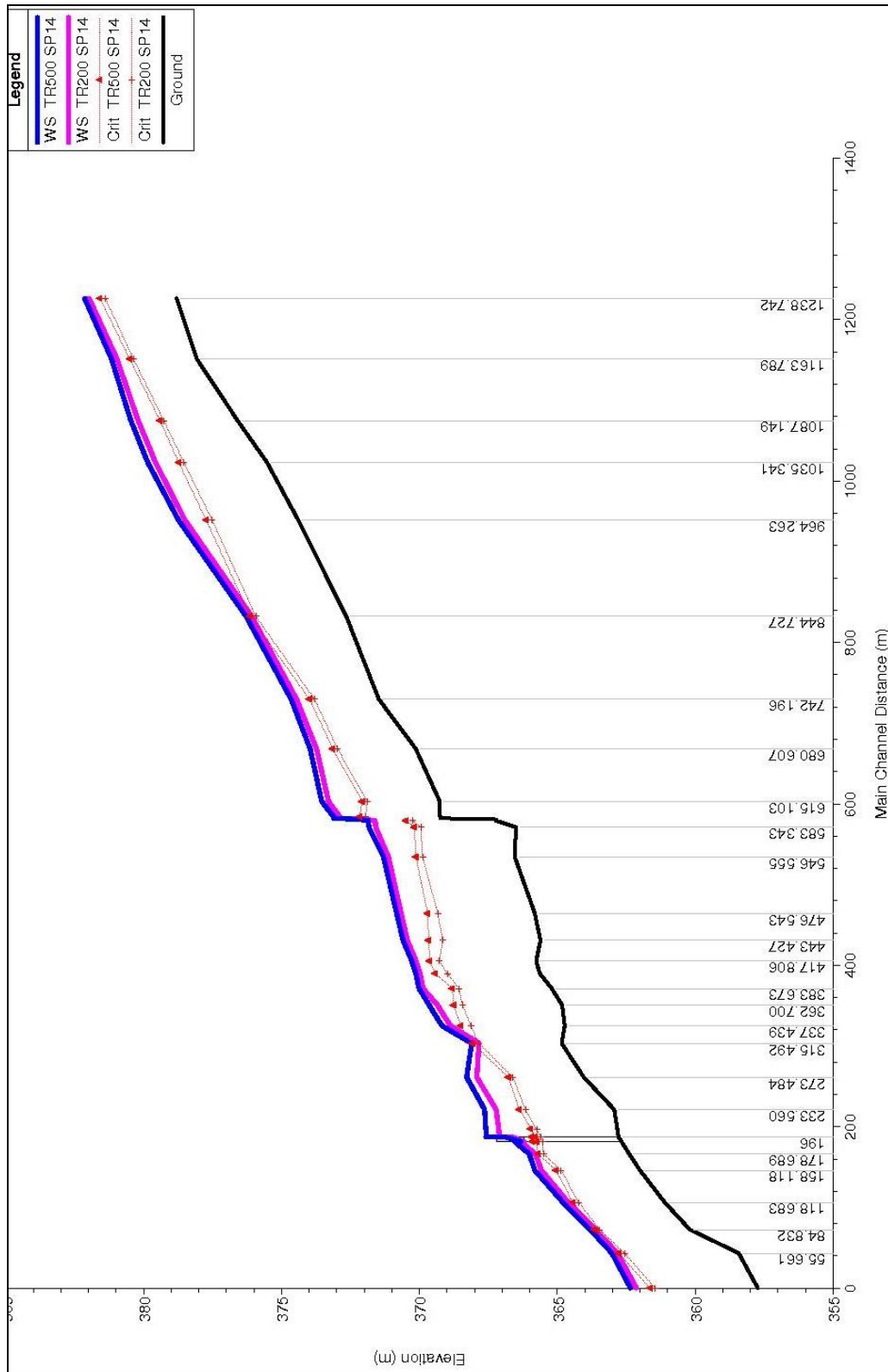
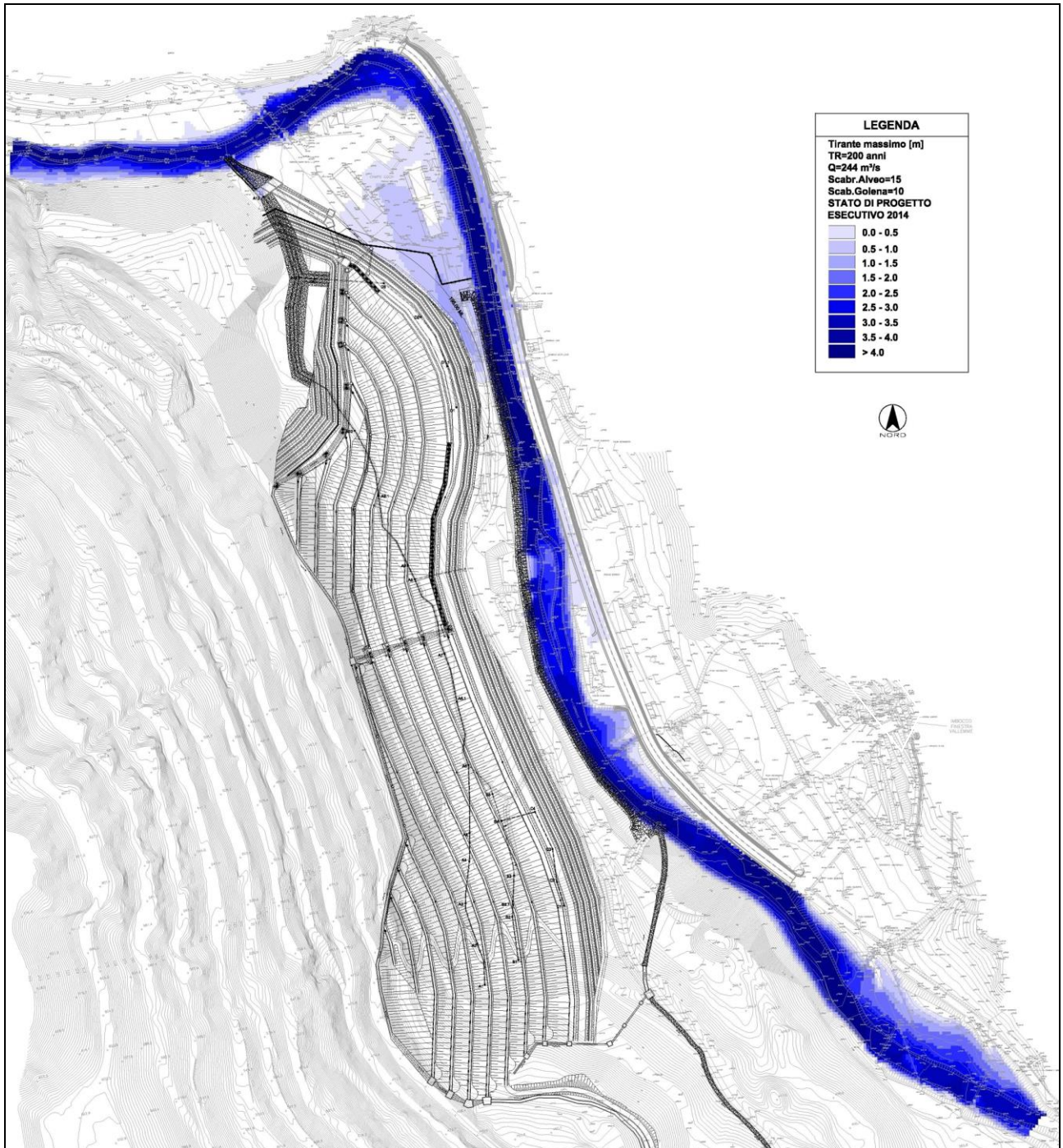
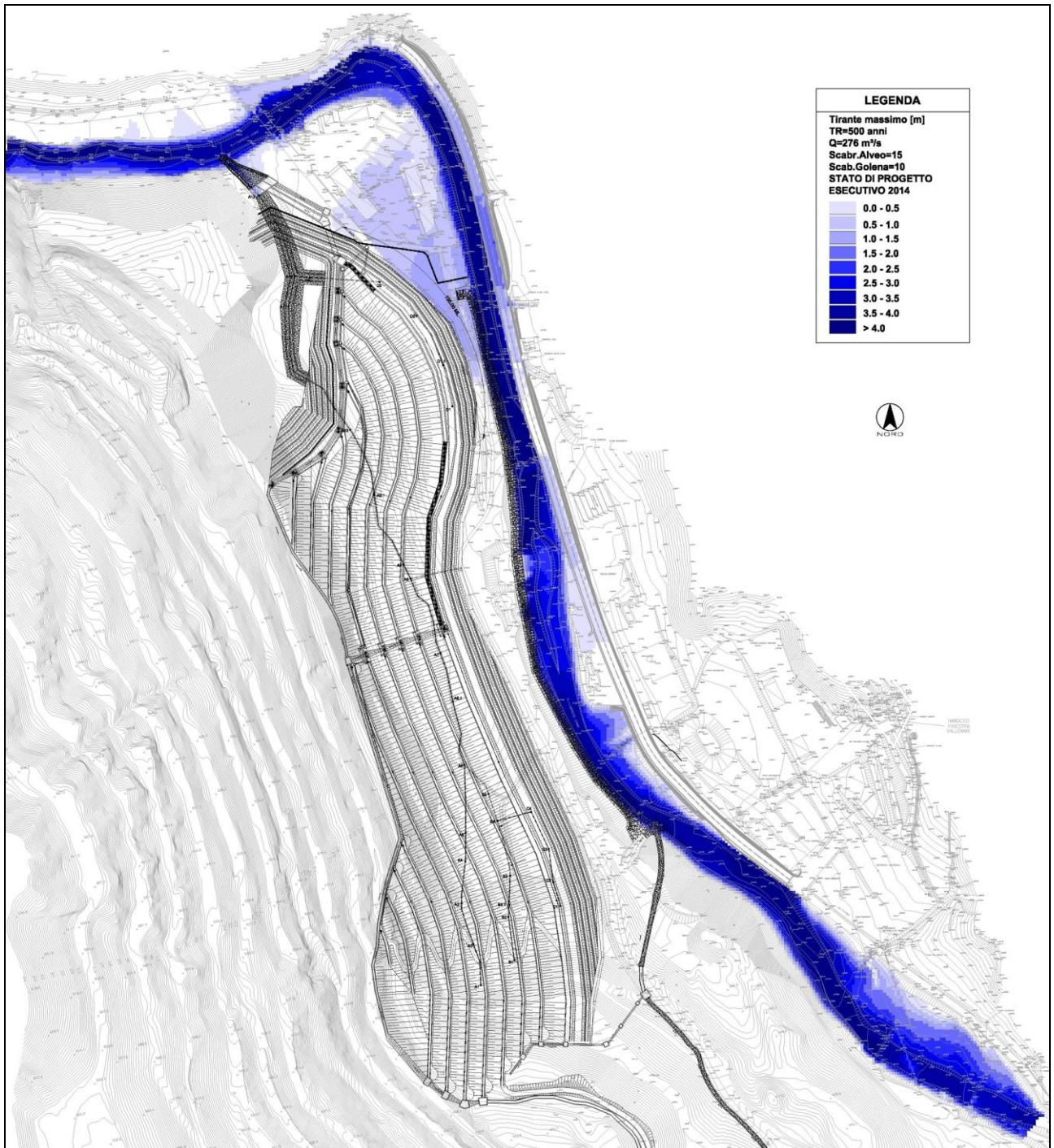


Figura 4 – Modello RAS – Scenario Progetto Esecutivo 2014 – TR=200-500 anni - Profili longitudinali



**Figura 5** – Modello RAS - Scenario Progetto Esecutivo 2014 - TR=200 anni - Carta dei tiranti (m)





**Figura 6** – Modello RAS - Scenario Progetto Esecutivo 2014 - TR=500 anni - Carta dei tiranti (m)

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 	
	<p>IG51 06 E CV RO IA48 00 003_A00 Sistemazione alveo t. Lemme e ripristino ambientale Relazione idrologico - idraulica</p>	<p>Foglio 20 di 164</p>

## 5. SCENARIO DI STATO DI FATTO AL NOVEMBRE 2015

### 5.1 Geometria

Nello scenario di “Stato di fatto al Novembre 2015” si analizza la situazione attuale nel sito in oggetto.

A seguito dei lavori di realizzazione della scogliera in massi a protezione della sponda sinistra del Fiume Lemme, effettuati nel corso del 2015, la geometria dell'alveo del corso d'acqua è stata sensibilmente modificata, secondo modalità differenti rispetto a quelle previste dall'originario progetto esecutivo del 2014.

In particolare, è stato parzialmente demolito il sistema di soglie esistente, con conseguente modificazione locale del profilo del fondo alveo, ed in generale si è verificata una movimentazione del materiale di fondo per un tratto di lunghezza pari a circa 400 m.

La geometria del t. Lemme è stata ottenuta utilizzando un modello digitale del terreno ricavato integrando il rilievo completo pregresso con le informazioni ricavabili dal rilievo aerofotogrammetrico eseguito ad-hoc nel Novembre 2015 della porzione di alveo oggetto di rimaneggiamento nel corso dei lavori, in particolare della porzione d'alveo fra la sezione RAS 964.263 e la sezione RAS 383.683 (Figura 7).

Dal DEM sono state estratte le stesse 32 sezioni trasversali già utilizzate nello scenario precedente, al fine di poter rendere coerenti e confrontabili le due modellazioni eseguite (cfr. Figura 2)

Come nello scenario precedente, si considera la presenza dell'intervento di allargamento ed adeguamento della Strada Provinciale 160 lato versante.

Nel modello, è stata inserita la struttura del ponte di accesso al cantiere TAV alla sezione 196; è stata riprodotta la parziale demolizione delle soglie esistenti alla sezione 591.93.

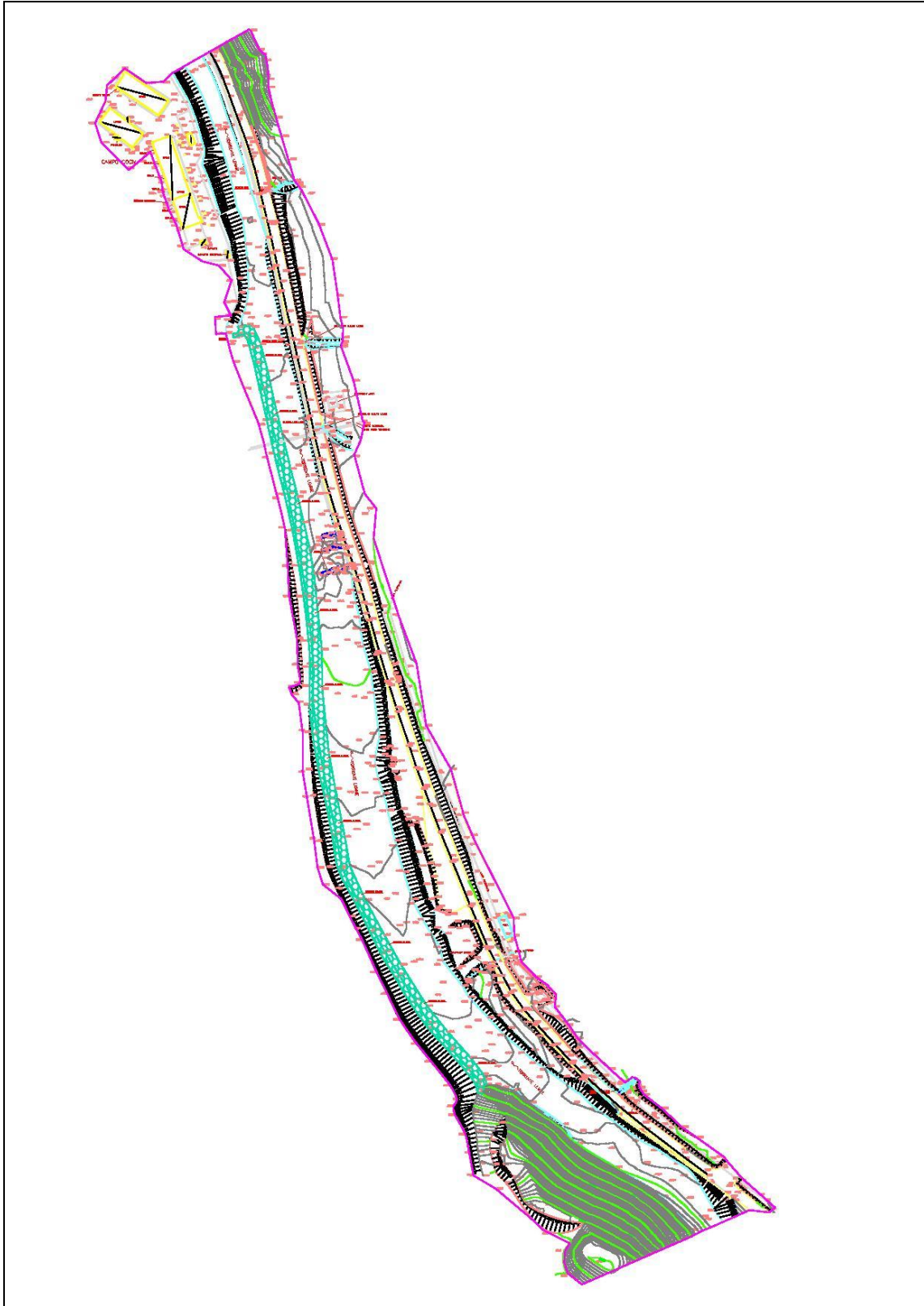


Figura 7 – Rilievo aerofotogrammetrico t. Lemme Novembre 2015



GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
	IG51 06 E CV RO IA48 00 003_A00 Sistemazione alveo t. Lemme e ripristino ambientale Relazione idrologico - idraulica	Foglio 22 di 164

## 5.2 Risultati simulazione

La Tabella 4 e la Tabella 5 riportano i risultati del modello idraulico RAS nelle sezioni implementate per tempo di ritorno 200 e 500 anni.

La Figura 8 riporta i profili longitudinali RAS con l'indicazione del livello idrico.

La Figura 9 e la Figura 10 riportano le Carte dei tiranti idrici, realizzate con l'applicativo di ArcView HEC-GeoRAS, per tempo di ritorno 200 e 500 anni.

Le modificazioni indotte dopo i lavori di realizzazione della scogliera, che hanno determinato la movimentazione del materiale in alveo e la demolizione parziale della soglia esistente hanno comportato una variazione dei livelli idrici.

In particolare, tali variazioni si concentrano a cavallo della sezione in cui era presente la soglia di fondo.

Nelle sezioni a monte, rispetto al punto dove essa si trovava, si verifica un decremento dei livelli per evento duecentennale generalmente attorno a 50 cm circa fino a un massimo di 1.09 m (immediatamente a monte); tali decrementi si smorzano a zero circa 550 m a monte di essa.

Nelle sezione a valle, rispetto al punto dove essa si trovava, si verifica un incremento massimo dei livelli duecentennali di 25 cm (sez. 583.34) e 34 cm (sez. 591.43), che si esaurisce già 50 m circa a valle; da questo punto si verificano decrementi di livello attorno ai 10-15 cm fino a 230 m a valle di essa, ove si smorzano a zero. Gli incrementi di livello in corrispondenza delle soglie non producono comunque allagamenti della viabilità in sponda destra e sono dovuti al fatto che nel rilievo aerofotogrammetrico del 2005 era rilevata una sola soglia mentre il numero di soglie è in realtà pari a 3, essendo le due di valle pre-esistenti molto più basse di quella di monte e sommerse da detriti.

La Tabella 6 riporta il confronto dei livelli duecentennali per tutte le sezioni analizzate.

Le velocità, nel tratto dove è presente la scogliera, risultano stabilizzate su valori medi analoghi a quelli dello scenario di progetto esecutivo 2014, anche se la distribuzione risulta leggermente modificata in ragione del fatto che viene a mancare l'ostacolo determinato dalle soglie trasversali, ora parzialmente demolite.

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51 06 E CV RO IA48 00 003_A00 Sistemazione alveo t. Lemme e ripristino ambientale Relazione idrologico - idraulica
	Foglio 23 di 164

Si rimanda all'Allegato 2 per la visualizzazione dei risultati in tutte le sezioni trasversali.

River Sta RAS	Profile	Q [m3/s]	Min Ch El [m]	W.S. Elev [m]	Crit W.S. [m]	E.G. Elev [m]	E.G. Slope [m/m]	Vel Chnl [m/s]	Flow Area [m2]	Top Width [m]	Froude Chl
1238.742	TR200 SP14	244	378.80	381.98	381.39	382.55	0.017418	3.34	72.95	31.36	0.70
1163.789	TR200 SP14	244	378.07	380.96	380.37	381.33	0.013812	2.71	90.20	46.60	0.62
1087.149	TR200 SP14	244	376.59	380.09	379.26	380.39	0.010464	2.42	100.80	49.47	0.54
1035.341	TR200 SP14	244	375.52	378.99	378.54	379.62	0.020282	3.52	69.35	31.31	0.75
964.263	TR200 SP14	244	373.97	377.65	376.89	378.31	0.016898	3.58	68.07	23.19	0.67
844.727	TR200 SP14	244	372.59	375.45	375.04	376.20	0.018209	3.71	64.38	26.21	0.74
742.196	TR200 SP14	244	371.23	374.28	373.46	374.73	0.010173	2.85	83.38	32.68	0.56
680.607	TR200 SP14	244	370.20	373.50	372.44	373.87	0.019059	2.71	92.27	33.85	0.51
615.103	TR200 SP14	244	368.84	372.32	371.51	372.91	0.011215	3.19	73.53	25.09	0.58
596.43	TR200 SP14	244	367.70	371.80	371.26	372.64	0.015807	3.50	64.64	22.19	0.63
591.431	TR200 SP14	244	367.35	371.94	370.67	372.50	0.007700	2.88	78.42	21.66	0.46
583.343	TR200 SP14	244	367.35	371.83	370.54	372.43	0.007991	3.03	74.76	20.26	0.48
546.555	TR200 SP14	244	367.22	370.76	370.44	371.93	0.021179	4.43	52.51	17.18	0.77
476.543	TR200 SP14	244	366.20	370.64	369.19	370.98	0.005823	2.75	102.90	52.54	0.43
443.427	TR200 SP14	244	365.71	370.37	368.97	370.75	0.007475	2.92	111.72	65.85	0.47
417.806	TR200 SP14	244	365.14	370.02	368.90	370.52	0.010725	3.24	94.79	83.66	0.55
402.166	TR200 SP14	244	365.11	369.92	368.62	370.35	0.008680	2.99	107.18	93.72	0.50
383.673	TR200 SP14	244	364.94	369.82	368.45	370.17	0.008174	2.78	117.82	96.75	0.49
362.7	TR200 SP14	244	364.82	369.18	368.31	369.91	0.015902	3.80	69.87	63.50	0.66
337.439	TR200 SP14	244	364.73	368.74	368.00	369.49	0.017030	3.85	67.49	38.09	0.69
315.492	TR200 SP14	244	364.84	367.82	367.73	368.94	0.033449	4.69	52.05	21.05	0.95
273.484	TR200 SP14	244	364.08	367.91	366.56	368.18	0.006176	2.28	107.19	36.22	0.42
233.56	TR200 SP14	244	362.93	367.22	366.16	367.80	0.013056	3.38	72.24	22.01	0.59
209.689	TR200 SP14	244	362.82	367.12	365.74	367.50	0.007880	2.72	90.88	36.11	0.49
199.689	TR200 SP14	244	362.78	367.10	365.60	367.41	0.006670	2.47	103.14	45.64	0.45
196		Bridge									
193.69	TR200 SP14	244	362.67	366.32	365.54	366.89	0.014659	3.34	72.96	27.15	0.65
178.689	TR200 SP14	244	362.39	365.79	365.50	366.59	0.024629	3.95	61.72	27.08	0.84
158.118	TR200 SP14	244	362.00	365.57	364.86	366.12	0.015180	3.29	74.10	28.94	0.66
118.683	TR200 SP14	244	361.10	364.60	364.22	365.38	0.022380	3.90	62.52	25.39	0.79
84.832	TR200 SP14	244	360.19	363.61	363.46	364.50	0.029964	4.17	58.51	26.92	0.90
55.661	TR200 SP14	244	358.42	362.82	362.56	363.65	0.027027	4.05	60.30	26.46	0.86
12.363	TR200 SP14	244	357.73	362.13	361.44	362.69	0.015932	3.30	73.96	29.30	0.66

**Tabella 4 – Modello RAS - Scenario Stato di Fatto Novembre 2015 – TR=200 anni - Tabella risultati**

River Sta RAS	Profile	Q [m3/s]	Min Ch El [m]	W.S. Elev [m]	Crit W.S. [m]	E.G. Elev [m]	E.G. Slope [m/m]	Vel Chnl [m/s]	Flow Area [m2]	Top Width [m]	Froude Chl
1238.742	TR500 SP14	276	378.80	382.14	381.58	382.77	0.018210	3.54	78.02	31.79	0.72
1163.789	TR500 SP14	276	378.07	381.13	380.51	381.53	0.013529	2.80	98.57	47.57	0.62
1087.149	TR500 SP14	276	376.59	380.31	379.40	380.62	0.009957	2.46	111.98	51.52	0.53
1035.341	TR500 SP14	276	375.52	379.25	378.73	379.89	0.019034	3.55	77.72	32.96	0.74
964.263	TR500 SP14	276	373.97	377.93	377.10	378.63	0.016609	3.70	74.53	23.64	0.67
844.727	TR500 SP14	276	372.59	375.68	375.23	376.48	0.019160	3.81	70.59	28.61	0.76
742.196	TR500 SP14	276	371.23	374.51	373.62	375.00	0.009952	2.95	90.97	33.31	0.56
680.607	TR500 SP14	276	370.20	373.76	372.61	374.15	0.018418	2.80	101.24	50.30	0.51
615.103	TR500 SP14	276	368.84	372.64	371.70	373.26	0.010258	3.24	82.38	34.08	0.56
596.43	TR500 SP14	276	367.70	372.14	371.48	373.00	0.014251	3.53	72.24	22.58	0.60
591.431	TR500 SP14	276	367.35	372.27	370.89	372.88	0.007510	2.97	85.63	21.99	0.46
583.343	TR500 SP14	276	367.35	372.15	370.76	372.81	0.007851	3.13	81.61	29.55	0.48
546.555	TR500 SP14	276	367.22	370.86	370.68	372.26	0.024593	4.85	54.23	17.35	0.83
476.543	TR500 SP14	276	366.20	370.84	369.84	371.20	0.006043	2.89	113.09	52.81	0.44
443.427	TR500 SP14	276	365.71	370.56	369.37	370.97	0.007631	3.04	124.34	66.01	0.48
417.806	TR500 SP14	276	365.14	370.21	369.27	370.73	0.010743	3.36	111.17	85.45	0.55
402.166	TR500 SP14	276	365.11	370.13	368.86	370.55	0.008412	3.05	126.51	94.54	0.50
383.673	TR500 SP14	276	364.94	370.04	368.70	370.39	0.007617	2.80	139.71	100.32	0.47
362.7	TR500 SP14	276	364.82	369.53	368.58	370.15	0.013006	3.65	104.21	113.43	0.61
337.439	TR500 SP14	276	364.73	369.01	368.24	369.77	0.016412	3.94	81.34	88.50	0.68
315.492	TR500 SP14	276	364.84	368.16	367.98	369.25	0.031528	4.63	59.55	23.53	0.93
273.484	TR500 SP14	276	364.08	368.29	366.71	368.55	0.005398	2.28	121.34	41.99	0.40
233.56	TR500 SP14	276	362.93	367.63	366.38	368.21	0.011656	3.38	82.42	29.29	0.57
209.689	TR500 SP14	276	362.82	367.59	365.96	367.94	0.006463	2.65	108.32	38.33	0.45
199.689	TR500 SP14	276	362.78	367.59	365.79	367.86	0.004987	2.36	129.14	59.30	0.40
196		Bridge									
193.69	TR500 SP14	276	362.67	366.54	365.74	367.16	0.015077	3.49	78.98	28.07	0.67
178.689	TR500 SP14	276	362.39	366.02	365.69	366.86	0.023950	4.07	67.87	27.88	0.83
158.118	TR500 SP14	276	362.00	365.81	365.05	366.40	0.014963	3.40	81.06	29.71	0.66
118.683	TR500 SP14	276	361.10	364.79	364.42	365.65	0.023015	4.10	67.33	25.85	0.81
84.832	TR500 SP14	276	360.19	363.81	363.62	364.76	0.029506	4.32	63.83	27.38	0.90
55.661	TR500 SP14	276	358.42	363.02	362.77	363.92	0.027167	4.20	65.74	27.38	0.86
12.363	TR500 SP14	276	357.73	362.34	361.63	362.94	0.015958	3.45	80.10	29.59	0.67

**Tabella 5 – Modello RAS - Scenario Stato di Fatto Novembre 2015 – TR=500 anni - Tabella risultati**



Sezioni RAS Progetto 2014	Sezioni RAS Stato al Nov2015	Confronto Livelli Stato Nov 2015 Progetto 2014 [m]
1238.742	1238.742	0.01
1163.789	1163.789	-0.01
1087.149	1087.149	-0.11
1035.341	1035.341	-0.57
964.263	964.263	-0.86
844.727	844.727	-0.63
742.196	742.196	-0.17
680.607	680.607	-0.22
615.103	615.103	-0.97
-	-	-
-	-	-
596.43	596.43	-1.09
591.93	-	-
591.431	591.431	0.34
-	-	-
-	-	-
583.343	583.343	0.25
-	-	-
-	-	-
546.555	546.555	-0.36
476.543	476.543	-0.02
443.427	443.427	-0.07
417.806	417.806	-0.10
402.166	402.166	-0.06
383.673	383.673	-0.04
362.7	362.7	-0.16
337.439	337.439	-0.13
315.492	315.492	-0.01
273.484	273.484	0.00
233.56	233.56	0.00
209.689	209.689	0.00
199.689	199.689	0.00
196	196	0.00
193.69	193.69	0.00
178.689	178.689	0.00
158.118	158.118	0.00
118.683	118.683	0.00
84.832	84.832	0.00
55.661	55.661	0.00
12.363	12.363	0.00

**Tabella 6** – Modello RAS – Confronto livelli Stato di Fatto Novembre 2015 rispetto al Progetto 2014 per TR=200 anni

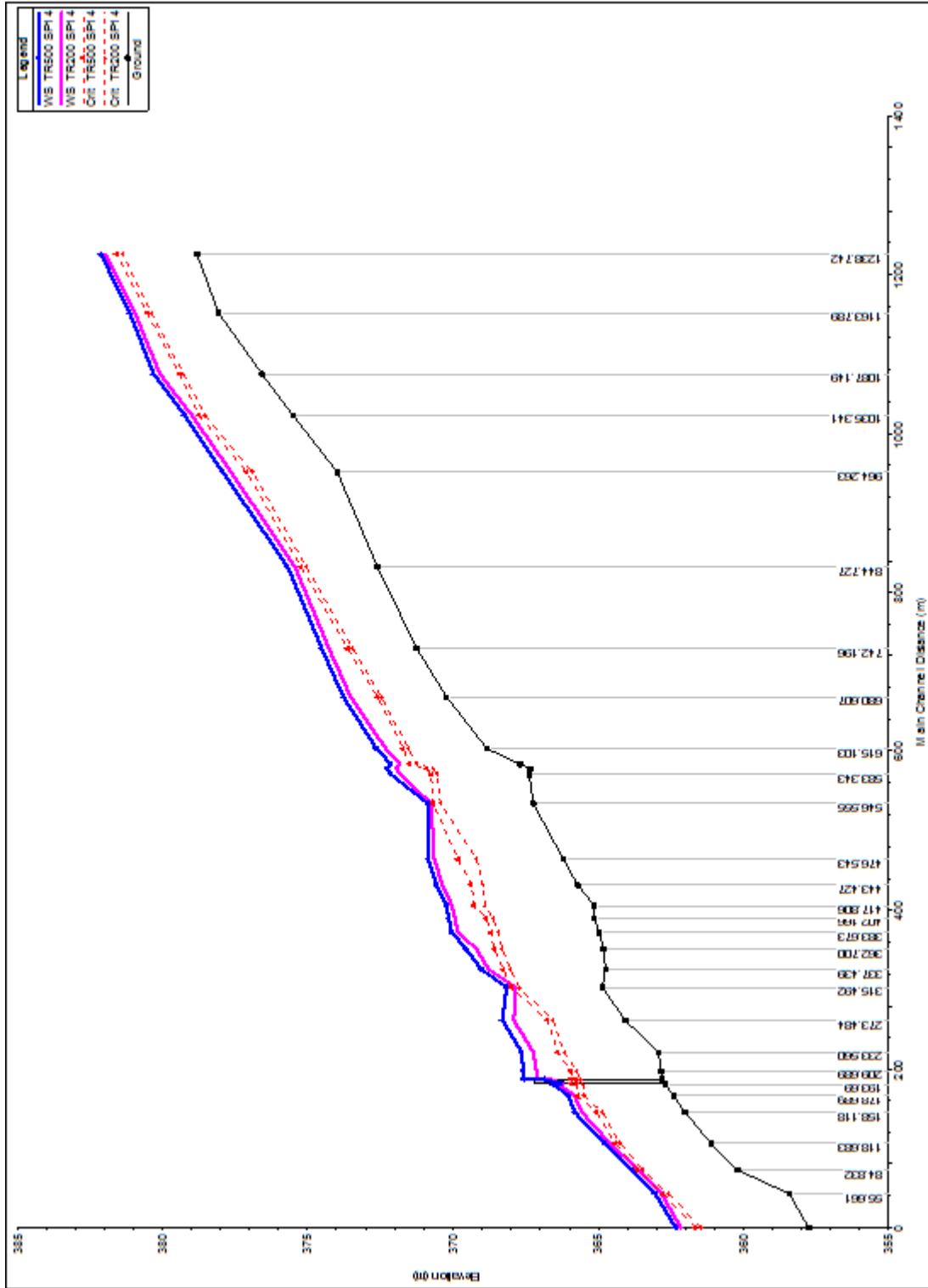
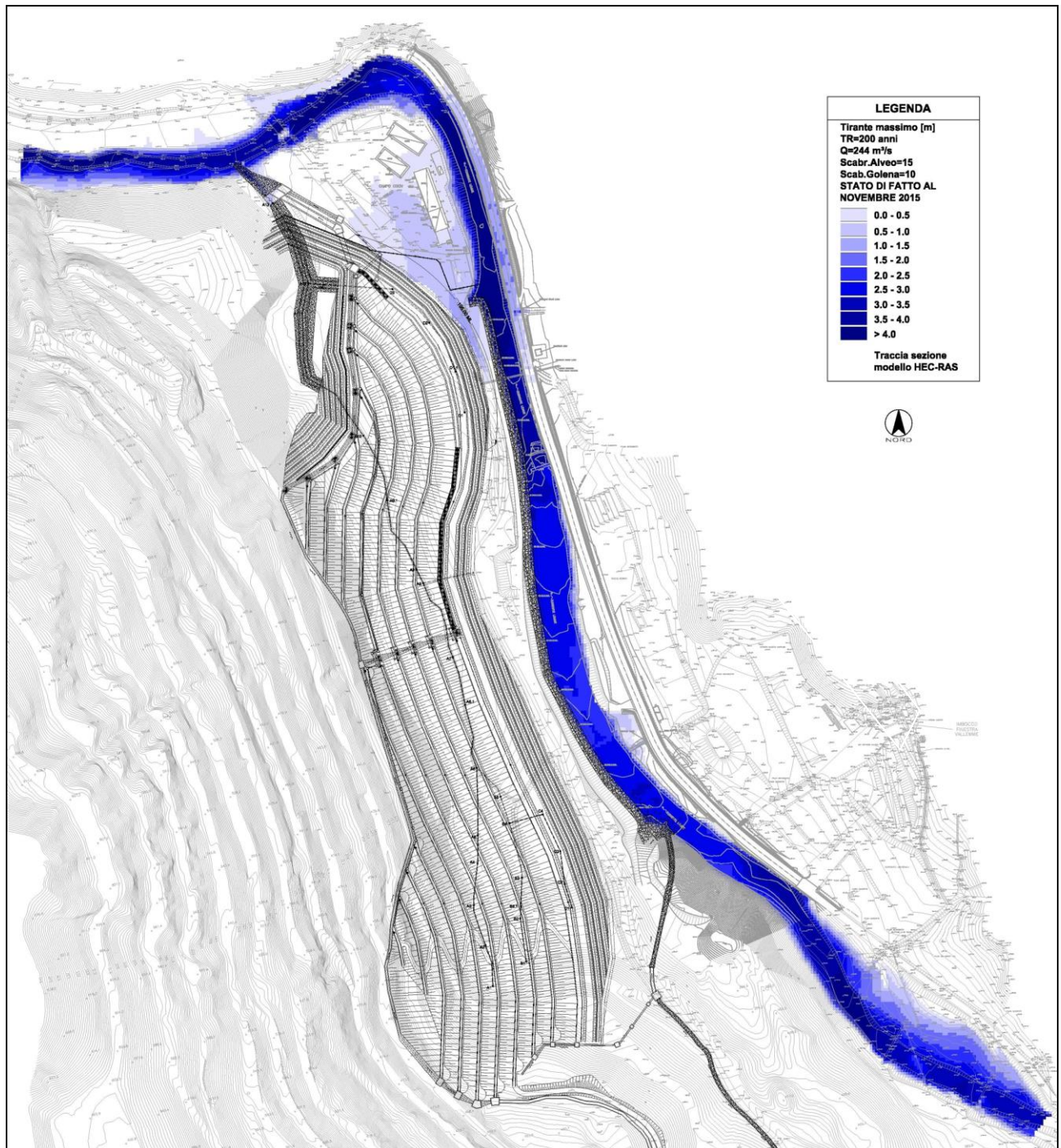
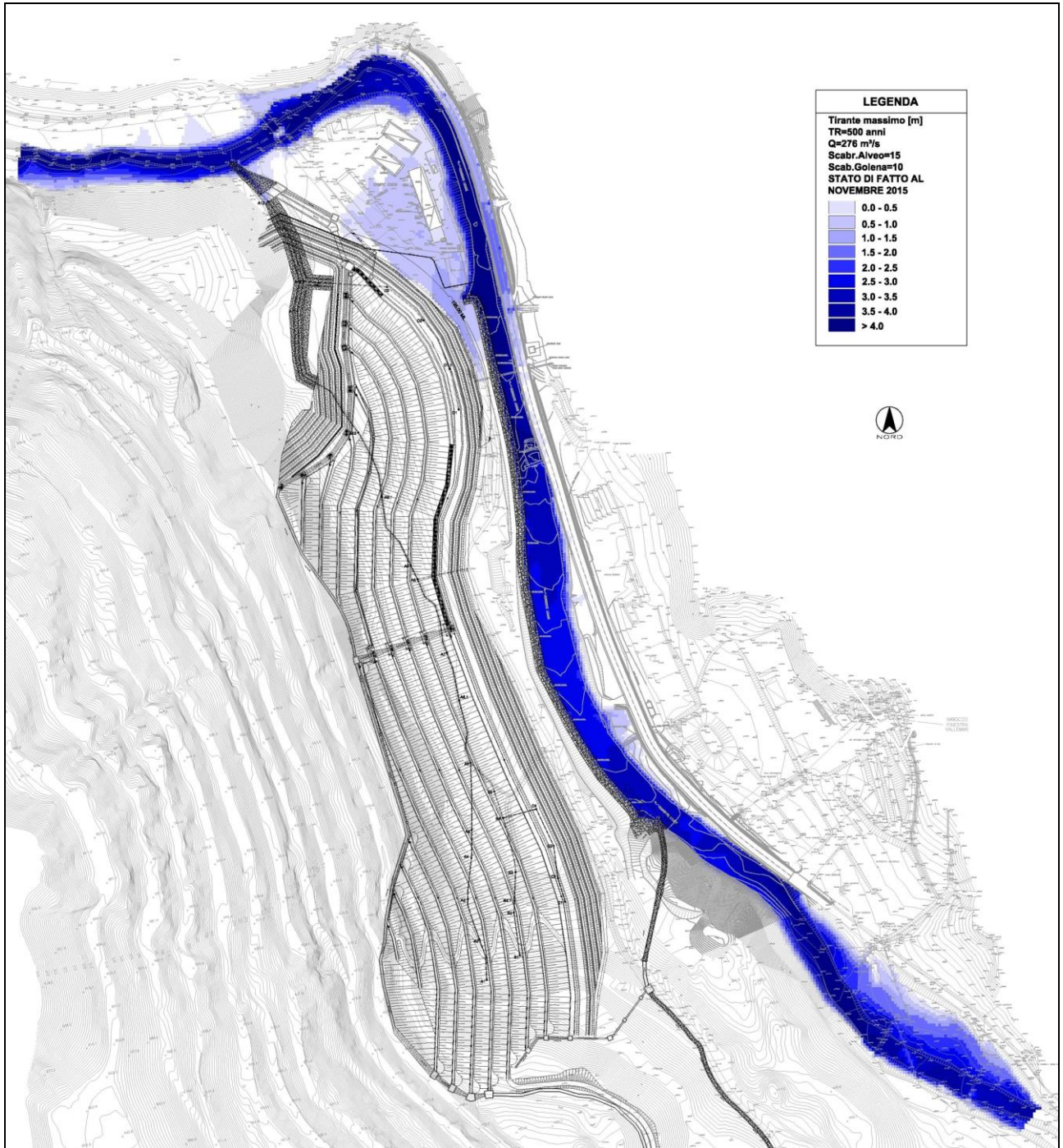


Figura 8 – Modello RAS – Scenario Stato di Fatto Novembre 2015 – TR=200-500 anni - Profilo longitudinale



**Figura 9** – Modello RAS - Scenario Stato di Fatto Novembre 2015 - TR=200 anni - Carta dei tiranti (m)





**Figura 10** – Modello RAS - Scenario Stato di Fatto Novembre 2015 - TR=500 anni - Carta dei tiranti (m)

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
	IG51 06 E CV RO IA48 00 003_A00 Sistemazione alveo t. Lemme e ripristino ambientale Relazione idrologico - idraulica	Foglio 29 di 164

## 6. SCENARIO DI PROGETTO DI SISTEMAZIONE 2018

### 6.1 Geometria

Nello scenario di “Progetto di sistemazione 2018” si analizza la situazione finale prevista dal progetto di sistemazione dell’alveo del t. Lemme, oggetto del presente studio.

In tale progetto, si prevede la rinaturazione del tratto di corso d’acqua interessato.

Come anticipato in premessa, si prevede la demolizione delle briglie trasversali già parzialmente demolite nell’intervento del 2015, la realizzazione di una nuova soglia sommersa posta 30 m circa a monte della prima briglia attualmente presente, saranno consolidate le sponde con interventi di ingegneria naturalistica (astoni di salice, piantumazioni, integrazioni della vegetazione esistente), e sarà risgomato il fondo con zone di rallentamento della corrente e di confinamento centrale del filone stesso, mediante inserimento di massi ciclopici alla rinfusa e, in sponda destra, di 10 zone di rinaturazione con massi ciclopici aventi funzione di corazzatura spondale, al cui tergo saranno disposti rulli spondali con fascine di salice;

I massi ciclopici, di volume minimo 1 mc, saranno posti in opera in modo da emergere dall’attuale fondo di circa 30 cm, e da avere un immorsamento al di sotto del fondo alveo di circa 70 cm.

La geometria del Torrente Lemme è stata ottenuta integrando i rilievi pregresso e del Novembre 2015 con le nuove opere in progetto, sopra descritte.

Dal DEM sono state estratte le stesse 32 sezioni trasversali già utilizzate negli scenari precedenti, al fine di poter rendere coerenti e confrontabili le modellazioni eseguite, più alcune sezioni integrative a cavallo delle soglie, al fine di modellarle al meglio.

Come negli scenari precedenti, si considera la presenza dell’intervento di allargamento ed adeguamento della Strada Provinciale 160 lato versante.

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
	IG51 06 E CV RO IA48 00 003_A00 Sistemazione alveo t. Lemme e ripristino ambientale Relazione idrologico - idraulica	Foglio 30 di 164

## 6.2 Risultati simulazione

La Tabella 7 e la Tabella 8 riportano i risultati del modello idraulico RAS nelle sezioni implementate per tempo di ritorno 200 e 500 anni.

La Figura 11 mostra i profili longitudinali RAS con l'indicazione del livello idrico.

La Figura 12 e la Figura 13 graficizzano le Carte dei tiranti idrici, realizzate con l'applicativo di ArcView HEC-GeoRAS, per tempi di ritorno 200 e 500 anni.

Confrontando i livelli calcolati per la simulazione relativa allo scenario di progetto di sistemazione 2018 con quelli calcolati per lo scenario di progetto esecutivo 2014 (cfr. § 4.2), si nota che nelle sezioni a monte dell'opera trasversale in progetto e del sistema di soglie in oggetto di demolizione, si verifica un decremento dei livelli dai 10 cm circa fino a un massimo di 86 cm; tali decrementi si smorzano a zero a inizio modello (circa 610 m a monte di essa).

A cavallo del sistema di soglie attualmente esistente ed in oggetto di demolizione, rispetto allo scenario 2014, si verifica localmente un livello idrico più alto di circa 28-21 cm, rispettivamente in corrispondenza delle sezioni 591.431 e 583.343, che non determina problematiche particolari di rischio idraulico indotto.

Gli incrementi di livello idrico tra scenario 2018 e scenario 2014, presenti in corrispondenza delle soglie, non produce comunque allagamenti della viabilità in sponda destra; tali incrementi sono dovuti al fatto che, nello scenario del Progetto Esecutivo 2014, le briglie producevano un consistente incremento di livello a monte briglia e un conseguente passaggio in critica della corrente e relativo consistente abbassamento del livello idrico a valle briglia, non più rilevabile nella simulazione 2018 in quanto il profilo idrico, in assenza di briglie fuori alveo, non prevede il passaggio in critica ma risulta sempre in corrente lenta, con andamento molto più regolare e privo di 'picchi' in incremento e decremento.

Nelle sezioni a valle delle soglie attuali si verifica un decremento, fino a un massimo di 34 cm circa, che si annulla 300 m a valle della nuova soglia sommersa in progetto.

La Tabella 9 riporta il confronto dei livelli duecentennali per tutte le sezioni analizzate.

Confrontando i livelli duecentennali calcolati per la simulazione relativa allo scenario di progetto di sistemazione 2018 con quelli calcolati per lo scenario di stato di fatto al Novembre 2015 (cfr. §5.2),

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 	
	<p>IG51 06 E CV RO IA48 00 003_A00 Sistemazione alveo t. Lemme e ripristino ambientale Relazione idrologico - idraulica</p>	<p>Foglio 31 di 164</p>

si nota un generale decremento dei livelli variabile da un massimo di 24 cm, immediatamente a valle della nuova soglia (sez. 615.103), fino ad annullarsi circa 150 m a monte e a valle opera.

Lungo il corpo soglie oggetto di demolizione, si verifica un incremento locale, in corrispondenza dell'inizio dello stesso (soglia di monte) pari a 16 cm, sempre dovuto alla regolarizzazione del fondo alveo a cavallo delle soglie, ma influente sulle condizioni di allagamento della strada provinciale in sponda destra.

Nelle sezioni a valle soglie da demolire, i livelli si mantengono uguali a quelli dello stato di fatto.

Le velocità, nel tratto dove è presente la scogliera, risultano allineate ai valori medi riscontrati nello scenario di progetto esecutivo 2014.

Si rimanda all'Allegato 3 per la visualizzazione dei risultati in tutte le sezioni trasversali.



River Sta RAS	Profile	Q [m3/s]	Min Ch El [m]	W.S. Elev [m]	Crit W.S. [m]	E.G. Elev [m]	E.G. Slope [m/m]	Vel Chnl [m/s]	Flow Area [m2]	Top Width [m]	Froude Chl
1238.742	TR200 SP14	244	378.80	381.98	381.39	382.55	0.017418	3.34	72.95	31.36	0.70
1163.789	TR200 SP14	244	378.07	380.96	380.37	381.33	0.013812	2.71	90.20	46.60	0.62
1087.149	TR200 SP14	244	376.59	380.09	379.26	380.39	0.010464	2.42	100.80	49.47	0.54
1035.341	TR200 SP14	244	375.52	378.99	378.54	379.62	0.020273	3.52	69.36	31.32	0.75
964.263	TR200 SP14	244	373.97	377.65	376.89	378.31	0.016935	3.59	68.02	23.19	0.67
844.727	TR200 SP14	244	372.59	375.45	375.04	376.20	0.018136	3.71	64.47	26.21	0.74
742.196	TR200 SP14	244	371.23	374.26	373.46	374.72	0.010433	2.87	82.71	32.62	0.57
680.607	TR200 SP14	244	370.20	373.43	372.44	373.82	0.020622	2.78	89.91	33.68	0.53
625	TR200 SP14	244	369.35	372.31	371.57	372.89	0.013519	3.35	73.07	26.28	0.62
615.103	TR200 SP14	244	368.84	372.08	371.43	372.74	0.013685	3.40	69.20	24.85	0.63
596.43	TR200 SP14	244	368.10	371.96	370.73	372.51	0.008606	3.01	77.05	22.37	0.49
591.431	TR200 SP14	244	367.84	371.88	370.65	372.46	0.008045	2.95	76.89	21.60	0.48
583.343	TR200 SP14	244	367.50	371.79	370.48	372.39	0.008155	3.02	74.90	20.21	0.47
546.555	TR200 SP14	244	367.22	370.78	370.38	371.90	0.019925	4.31	53.85	17.23	0.74
476.543	TR200 SP14	244	366.20	370.64	369.19	370.98	0.005823	2.75	102.90	52.54	0.43
443.427	TR200 SP14	244	365.71	370.37	368.97	370.75	0.007475	2.92	111.72	65.85	0.47
417.806	TR200 SP14	244	365.14	370.02	368.90	370.52	0.010725	3.24	94.79	83.66	0.55
402.166	TR200 SP14	244	365.11	369.92	368.62	370.35	0.008680	2.99	107.18	93.72	0.50
383.673	TR200 SP14	244	364.94	369.82	368.45	370.17	0.008174	2.78	117.82	96.75	0.49
362.7	TR200 SP14	244	364.82	369.18	368.31	369.91	0.015902	3.80	69.87	63.50	0.66
337.439	TR200 SP14	244	364.73	368.74	368.00	369.49	0.017030	3.85	67.49	38.09	0.69
315.492	TR200 SP14	244	364.84	367.82	367.73	368.94	0.033449	4.69	52.05	21.05	0.95
273.484	TR200 SP14	244	364.08	367.91	366.56	368.18	0.006176	2.28	107.19	36.22	0.42
233.56	TR200 SP14	244	362.93	367.22	366.16	367.80	0.013056	3.38	72.24	22.01	0.59
209.689	TR200 SP14	244	362.82	367.12	365.74	367.50	0.007880	2.72	90.88	36.11	0.49
199.689	TR200 SP14	244	362.78	367.10	365.60	367.41	0.006670	2.47	103.14	45.64	0.45
196		Bridge									
193.69	TR200 SP14	244	362.67	366.32	365.54	366.89	0.014659	3.34	72.96	27.15	0.65
178.689	TR200 SP14	244	362.39	365.79	365.50	366.59	0.024629	3.95	61.72	27.08	0.84
158.118	TR200 SP14	244	362.00	365.57	364.86	366.12	0.015180	3.29	74.10	28.94	0.66
118.683	TR200 SP14	244	361.10	364.60	364.22	365.38	0.022380	3.90	62.52	25.39	0.79
84.832	TR200 SP14	244	360.19	363.61	363.46	364.50	0.029964	4.17	58.51	26.92	0.90
55.661	TR200 SP14	244	358.42	362.82	362.56	363.65	0.027027	4.05	60.30	26.46	0.86
12.363	TR200 SP14	244	357.73	362.13	361.44	362.69	0.015932	3.30	73.96	29.30	0.66

**Tabella 7 – Modello RAS - Scenario Progetto di Sistemazione 2018 – TR=200 anni - Tabella risultati**



River Sta RAS	Profile	Q [m <sup>3</sup> /s]	Min Ch El [m]	W.S. Elev [m]	Crit W.S. [m]	E.G. Elev [m]	E.G. Slope [m/m]	Vel Chnl [m/s]	Flow Area [m <sup>2</sup> ]	Top Width [m]	Froude Chl
1238.742	TR500 SP14	276	378.80	382.14	381.58	382.77	0.018210	3.54	78.02	31.79	0.72
1163.789	TR500 SP14	276	378.07	381.13	380.51	381.53	0.013529	2.80	98.57	47.57	0.62
1087.149	TR500 SP14	276	376.59	380.31	379.40	380.62	0.009957	2.46	111.98	51.52	0.53
1035.341	TR500 SP14	276	375.52	379.25	378.73	379.89	0.019031	3.55	77.72	32.96	0.74
964.263	TR500 SP14	276	373.97	377.93	377.10	378.63	0.016637	3.71	74.49	23.64	0.67
844.727	TR500 SP14	276	372.59	375.68	375.23	376.49	0.019085	3.80	70.71	28.66	0.76
742.196	TR500 SP14	276	371.23	374.48	373.62	374.98	0.010278	2.98	90.02	33.23	0.57
680.607	TR500 SP14	276	370.20	373.68	372.61	374.09	0.020196	2.88	98.19	34.29	0.53
625	TR500 SP14	276	369.35	372.63	371.76	373.22	0.012156	3.40	81.45	26.60	0.60
615.103	TR500 SP14	276	368.84	372.41	371.62	373.09	0.012253	3.43	77.51	25.18	0.60
596.43	TR500 SP14	276	368.10	372.29	370.96	372.88	0.008276	3.09	84.46	22.75	0.49
591.431	TR500 SP14	276	367.84	372.21	370.87	372.83	0.007856	3.04	83.91	21.93	0.47
583.343	TR500 SP14	276	367.50	372.10	370.71	372.76	0.008112	3.13	81.24	21.59	0.48
546.555	TR500 SP14	276	367.22	370.89	370.64	372.23	0.022983	4.71	55.74	17.41	0.80
476.543	TR500 SP14	276	366.20	370.84	369.84	371.20	0.006043	2.89	113.09	52.81	0.44
443.427	TR500 SP14	276	365.71	370.56	369.37	370.97	0.007631	3.04	124.34	66.01	0.48
417.806	TR500 SP14	276	365.14	370.21	369.27	370.73	0.010743	3.36	111.17	85.45	0.55
402.166	TR500 SP14	276	365.11	370.13	368.86	370.55	0.008412	3.05	126.51	94.54	0.50
383.673	TR500 SP14	276	364.94	370.04	368.70	370.39	0.007617	2.80	139.71	100.32	0.47
362.7	TR500 SP14	276	364.82	369.53	368.58	370.15	0.013006	3.65	104.21	113.43	0.61
337.439	TR500 SP14	276	364.73	369.01	368.24	369.77	0.016412	3.94	81.34	88.50	0.68
315.492	TR500 SP14	276	364.84	368.16	367.98	369.25	0.031528	4.63	59.55	23.53	0.93
273.484	TR500 SP14	276	364.08	368.29	366.71	368.55	0.005398	2.28	121.34	41.99	0.40
233.56	TR500 SP14	276	362.93	367.63	366.38	368.21	0.011656	3.38	82.42	29.29	0.57
209.689	TR500 SP14	276	362.82	367.59	365.96	367.94	0.006463	2.65	108.32	38.33	0.45
199.689	TR500 SP14	276	362.78	367.59	365.79	367.86	0.004987	2.36	129.14	59.30	0.40
196		Bridge									
193.69	TR500 SP14	276	362.67	366.54	365.74	367.16	0.015077	3.49	78.98	28.07	0.67
178.689	TR500 SP14	276	362.39	366.02	365.69	366.86	0.023950	4.07	67.87	27.88	0.83
158.118	TR500 SP14	276	362.00	365.81	365.05	366.40	0.014963	3.40	81.06	29.71	0.66
118.683	TR500 SP14	276	361.10	364.79	364.42	365.65	0.023015	4.10	67.33	25.85	0.81
84.832	TR500 SP14	276	360.19	363.81	363.62	364.76	0.029506	4.32	63.83	27.38	0.90
55.661	TR500 SP14	276	358.42	363.02	362.77	363.92	0.027167	4.20	65.74	27.38	0.86
12.363	TR500 SP14	276	357.73	362.34	361.63	362.94	0.015958	3.45	80.10	29.59	0.67

**Tabella 8** – Modello RAS - Scenario Progetto di Sistemazione 2018 – TR=500 anni - Tabella risultati

Sezioni RAS Progetto 2014	Sezioni RAS Sistemazione 2018	Confronto Livelli Sistemazione 2018 Progetto 2014 [m]
1238.742	1238.742	0.01
1163.789	1163.789	-0.01
1087.149	1087.149	-0.11
1035.341	1035.341	-0.57
964.263	964.263	-0.86
844.727	844.727	-0.63
742.196	742.196	-0.19
680.607	680.607	-0.29
-	625	-
615.103	615.103	-1.21
596.43	596.43	-0.93
591.431	591.431	0.28
583.343	583.343	0.21
546.555	546.555	-0.34
476.543	476.543	-0.02
443.427	443.427	-0.07
417.806	417.806	-0.10
402.166	402.166	-0.06
383.673	383.673	-0.04
362.7	362.7	-0.16
337.439	337.439	-0.13
315.492	315.492	-0.01
273.484	273.484	0.00
233.56	233.56	0.00
209.689	209.689	0.00
199.689	199.689	0.00
196	196	0.00
193.69	193.69	0.00
178.689	178.689	0.00
158.118	158.118	0.00
118.683	118.683	0.00
84.832	84.832	0.00
55.661	55.661	0.00
12.363	12.363	0.00

**Tabella 9** – Modello RAS – Confronto livelli Progetto di Sistemazione 2018 rispetto al Progetto 2014 per TR=200 anni

Sezioni RAS Stato al Nov2015	Sezioni RAS Sistemazione 2018	Confronto Livelli Sistemazione 2018 Stato Nov 2015 [m]
1238.742	1238.742	0.00
1163.789	1163.789	0.00
1087.149	1087.149	0.00
1035.341	1035.341	0.00
964.263	964.263	0.00
844.727	844.727	0.00
742.196	742.196	-0.02
680.607	680.607	-0.07
-	625	-
615.103	615.103	-0.24
596.43	596.43	0.16
591.431	591.431	-0.06
583.343	583.343	-0.04
546.555	546.555	0.02
476.543	476.543	0.00
443.427	443.427	0.00
417.806	417.806	0.00
402.166	402.166	0.00
383.673	383.673	0.00
362.7	362.7	0.00
337.439	337.439	0.00
315.492	315.492	0.00
273.484	273.484	0.00
233.56	233.56	0.00
209.689	209.689	0.00
199.689	199.689	0.00
196	196	0.00
193.69	193.69	0.00
178.689	178.689	0.00
158.118	158.118	0.00
118.683	118.683	0.00
84.832	84.832	0.00
55.661	55.661	0.00
12.363	12.363	0.00

**Tabella 10** – Modello RAS – Confronto livelli Progetto di Sistemazione 2018 rispetto allo Stato di Fatto Novembre 2015 per TR=200 anni

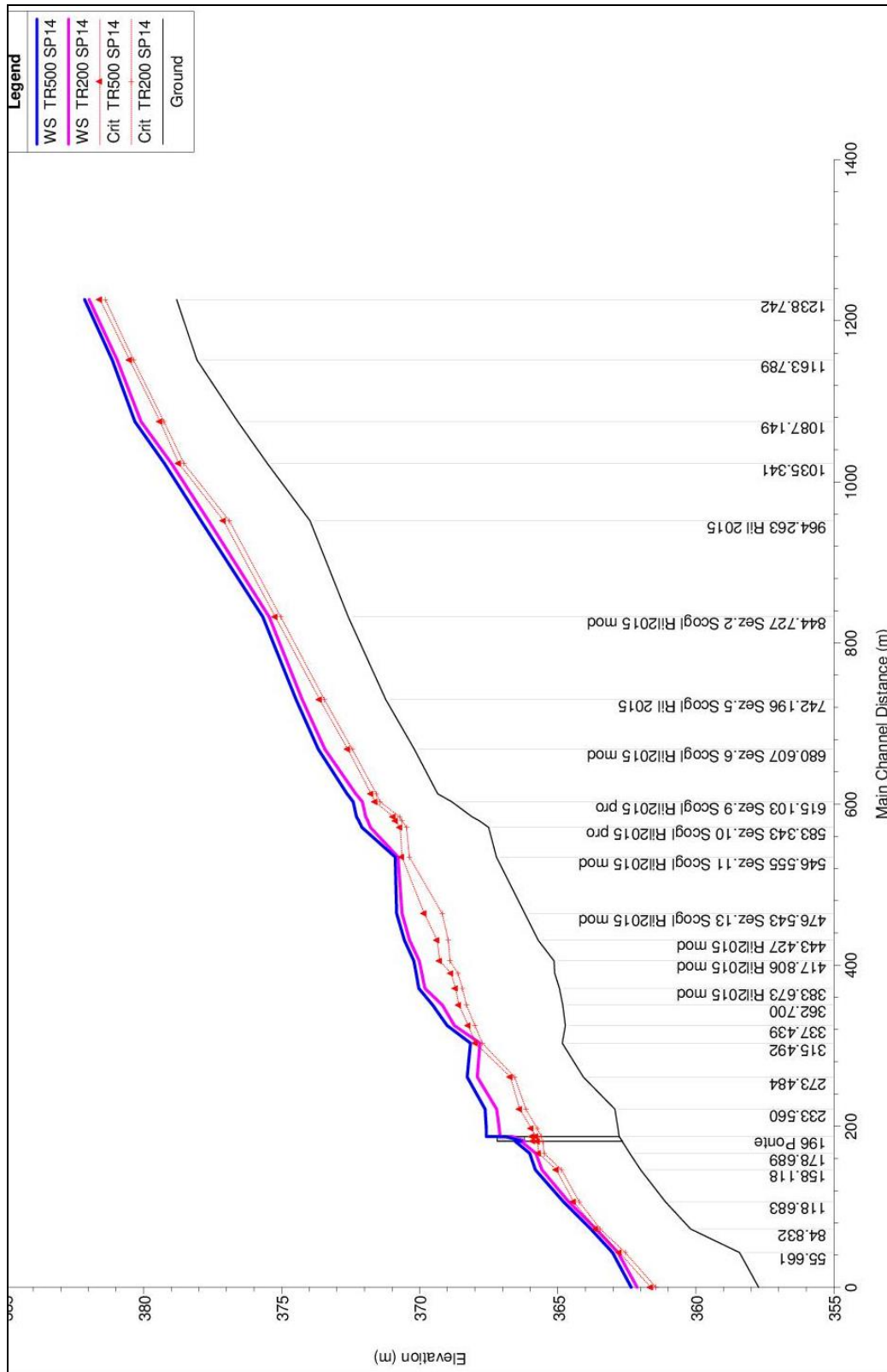
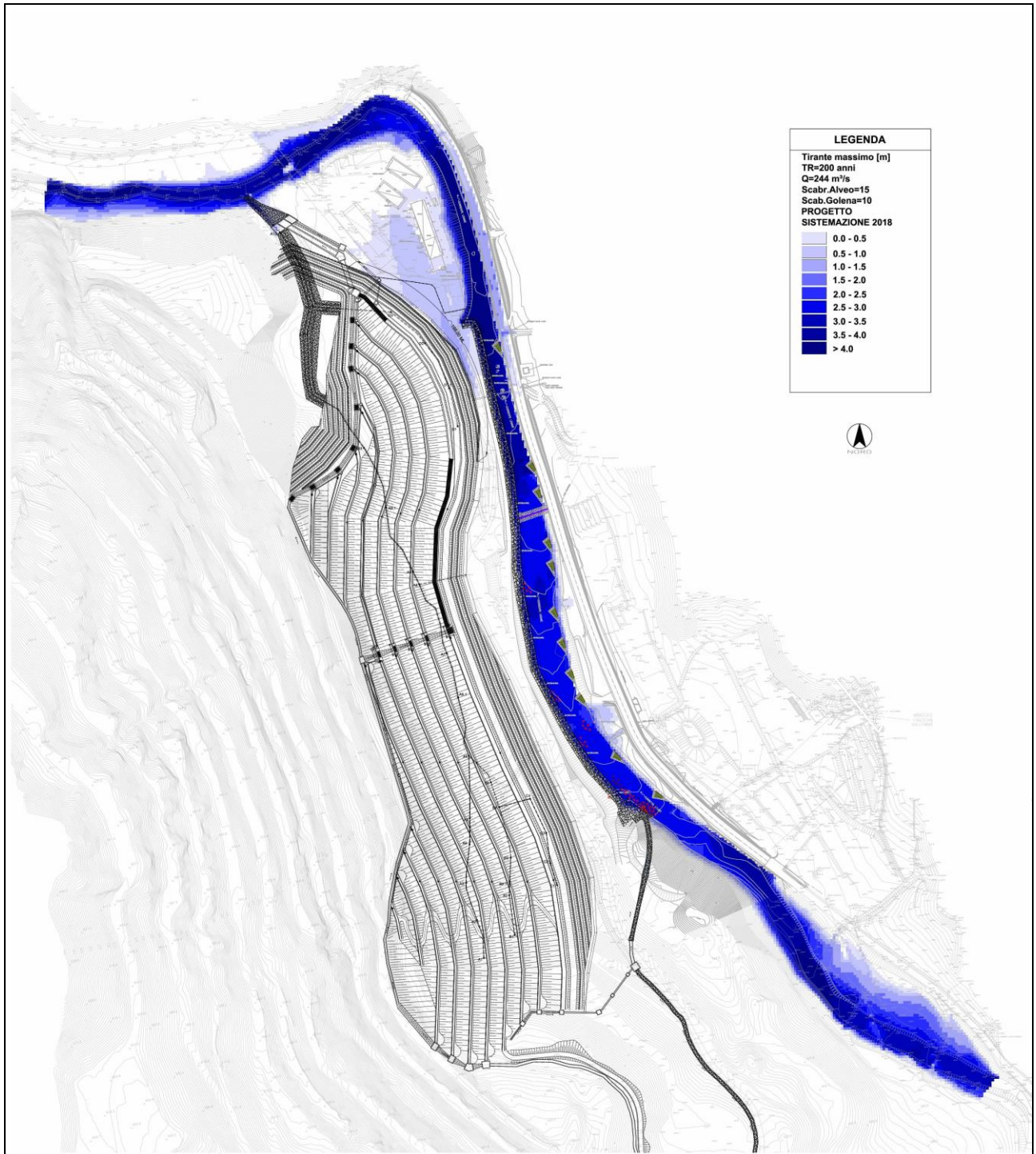
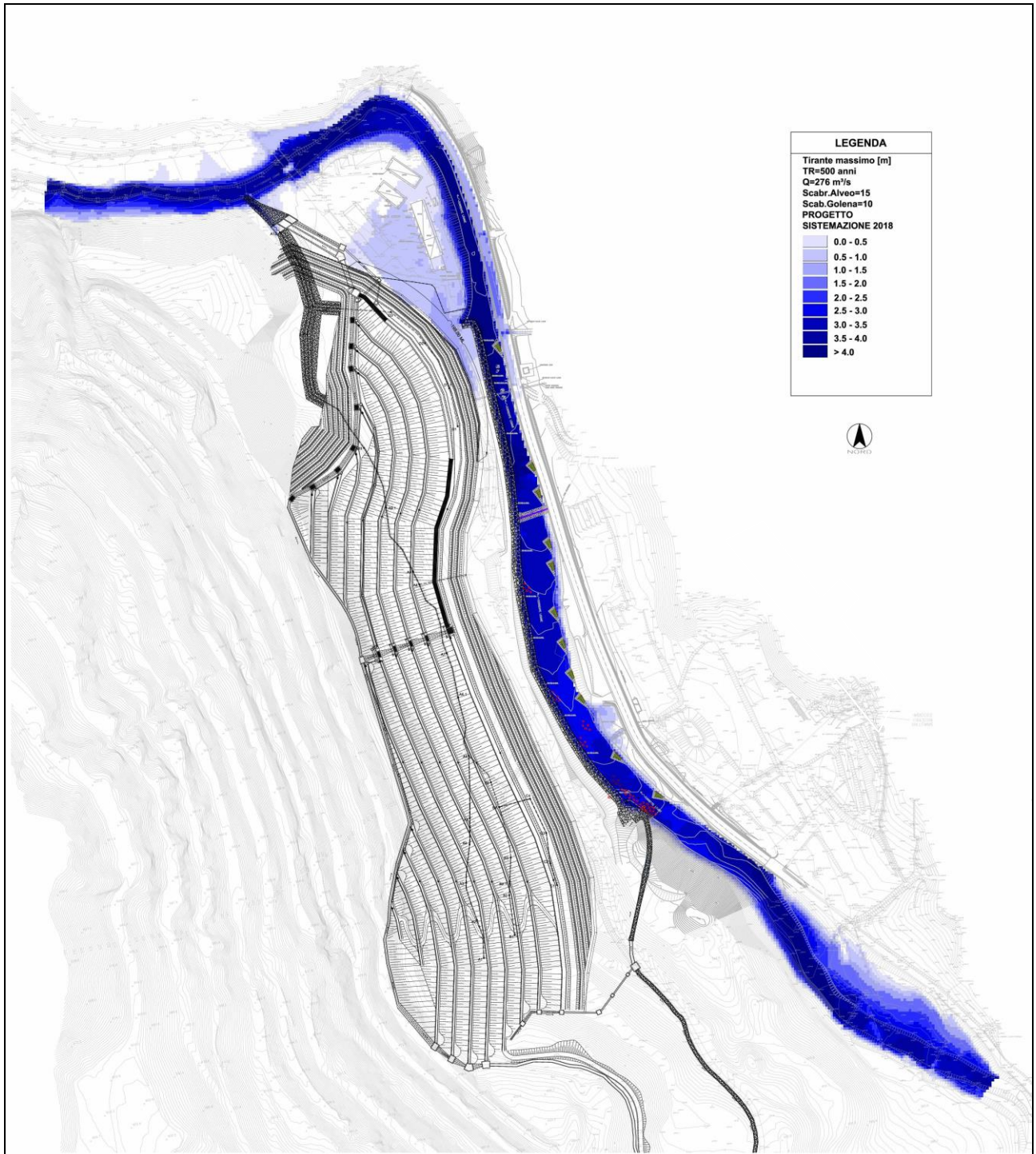


Figura 11 – Modello RAS – Scenario Progetto di Sistemazione 2018 – TR=200-500 anni - Profilo longitudinale



**Figura 12** – Modello RAS - Scenario Progetto di Sistemazione 2018 - TR=200 anni - Carta dei tiranti (m)





**Figura 13** – Modello RAS - Scenario Progetto di Sistemazione 2018 - TR=500 anni - Carta dei tiranti (m)

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
	IG51 06 E CV RO IA48 00 003_A00 Sistemazione alveo t. Lemme e ripristino ambientale Relazione idrologico - idraulica	Foglio 39 di 164

### 6.3 Valutazione dimensioni massi ciclopici in alveo

Nel presente paragrafo si riporta il dimensionamento dei massi ciclopici da utilizzarsi in alveo per la realizzazione degli interventi di sistemazione.

Nei casi in cui sia necessario realizzare delle opere di protezione delle sponde o del fondo di un corso d'acqua con strutture permeabili, deformabili e isolate, quali le scogliere in pietrame sciolto, occorre determinare le condizioni di equilibrio del singolo masso soggetto alle forze idrodinamiche della corrente che tendono a metterlo in movimento.

Si tratta cioè di determinare le dimensioni minime del singolo masso, e conseguentemente il suo peso, in grado di garantire le condizioni di stabilità in presenza di una corrente caratterizzata da una velocità media  $v$ .

Le formule di uso più comune, derivate dagli studi di Shields sul trasporto solido, definiscono la velocità critica  $v_{cr}$  che dà luogo al moto in funzione del diametro equivalente  $d$  della particella immersa nella corrente secondo la seguente espressione

$$v_{cr} = k \cdot d^{0.5}$$

con  $v_{cr}$  espresso in m/s e  $d$  in metri.

Il coefficiente  $k$  assume valori variabili fra 4 e 8; nella comune pratica progettuale<sup>1</sup> si assume per  $k=5$ .

Assumendo come velocità critica la velocità della corrente e risolvendo l'espressione secondo  $d$ , si ottiene la dimensione minima del masso da utilizzare nel caso esaminato.

La velocità che interessa è quella al fondo: nel caso in cui il battente idrico sia molto maggiore della dimensione del materiale la velocità al fondo può essere assunta pari al 75% della velocità media; nel caso in cui invece la dimensione del materiale sia confrontabile con la profondità della corrente è bene assumere come velocità al fondo la velocità media.

<sup>1</sup> L. Da Deppo-C. Datei-P. Salandin: Sistemazione dei corsi d'acqua, Cortina edizioni, Padova 1997.

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 	
	<p>IG51 06 E CV RO IA48 00 003_A00 Sistemazione alveo t. Lemme e ripristino ambientale Relazione idrologico - idraulica</p>	<p>Foglio 40 di 164</p>

Assumendo cautelativamente un valore della velocità critica pari alla velocità media della corrente, pari a circa 5 m/s, come risulta dalla simulazione di progetto per  $T_r = 500$  anni, si ottiene un diametro equivalente pari a 1 m, corrispondente ad un peso minimo del singolo masso di circa 2.5 tonnellate.

Si prevede, cautelativamente, l'utilizzo di massi con range di peso pari a 3-10 t.



GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51 06 E CV RO IA48 00 003_A00 Sistemazione alveo t. Lemme e ripristino ambientale Relazione idrologico - idraulica
	Foglio 41 di 164

## 7. OPERE PROVVISORIALI

Il tempo di ritorno dell'evento associato alla fase provvisoria usualmente si calcola come il tempo di ritorno avente lo stesso rischio dell'opera di progetto a vita intera. Dato un tempo di vita dell'opera generale ( $N_{og}$ ), in questo caso la scogliera, pari a 100 anni, e un tempo di ritorno dell'evento di piena di progetto fissato a 200 anni ( $TR_{og}$ ), si può calcolare il rischio di superamento ( $R_{og}$ ) della portata duecentennale in 100 anni di servizio dell'opera generale secondo la seguente formula:

$$R_{og} = 1 - \left(1 - \frac{1}{TR_{og}}\right)^{N_{og}} = 1 - \left(1 - \frac{1}{200}\right)^{100} = 0.39$$

con  $R_{og}$  il rischio di superamento dell'evento associato al tempo di ritorno  $T_{Rog}$  (pari a 200 anni) in  $N_{og}$  anni (pari a 100 anni).

Per la realizzazione delle opere in progetto, si ipotizza una durata del cantiere di 2 mesi, durante la quale l'opera provvisoria sarà attiva; eseguendo il calcolo a ritroso, noto il tempo di vita dell'opera provvisoria ( $N_{op} = 2$  mesi = 0,166 anni), si va a calcolare il tempo di ritorno della portata che risulta avere lo stesso rischio di superamento dell'opera generale.

$$0.39 = 1 - \left(1 - \frac{1}{TR_{op}}\right)^{N_{op}} = 1 - \left(1 - \frac{1}{TR_{op}}\right)^{0,166}$$

Il tempo di ritorno ( $TR_{op}$ ) dell'evento di piena di riferimento per il progetto della pista di cantiere è pari a 1.05 anni.

Per le valutazioni idrauliche sono stati utilizzati i valori di portata ricavati dallo Studio SP 1.4.

In essa sono presenti le portate di piena per tempo di ritorno 20, 100, 200 e 500 anni; la portata relativa alla piena con tempo di ritorno 1.05 anni è stata ricavata per regressione.

Per il Torrente Lemme, nel tratto interessato dall'intervento, sono state utilizzate le portate relative alla stazione di Voltaggio: 152 m<sup>3</sup>/s per tempo di ritorno 20 anni, 217 m<sup>3</sup>/s per tempo di ritorno 100 anni, 244 m<sup>3</sup>/s per tempo di ritorno 200 anni, 276 m<sup>3</sup>/s per tempo di ritorno 500 anni.

Per determinare la portata associata al Tr 1.05 anni si è eseguita una regressione lineare, al fine di estrapolare il valore di portata relativo al tempo di ritorno di progetto per le opere provvisionali; il valore ottenuto è pari a 39 m<sup>3</sup>/s.

Tempo Ritorno [anni]	Portata [mc/s]	Interpolazione Portata [mc/s]
<b>1.05</b>	<b>39</b>	<b>39</b>
20	152	153
100	217	216
200	244	242
500	276	278

**Tabella 11** – Regressione lineare e estrapolazione portate T. Lemme

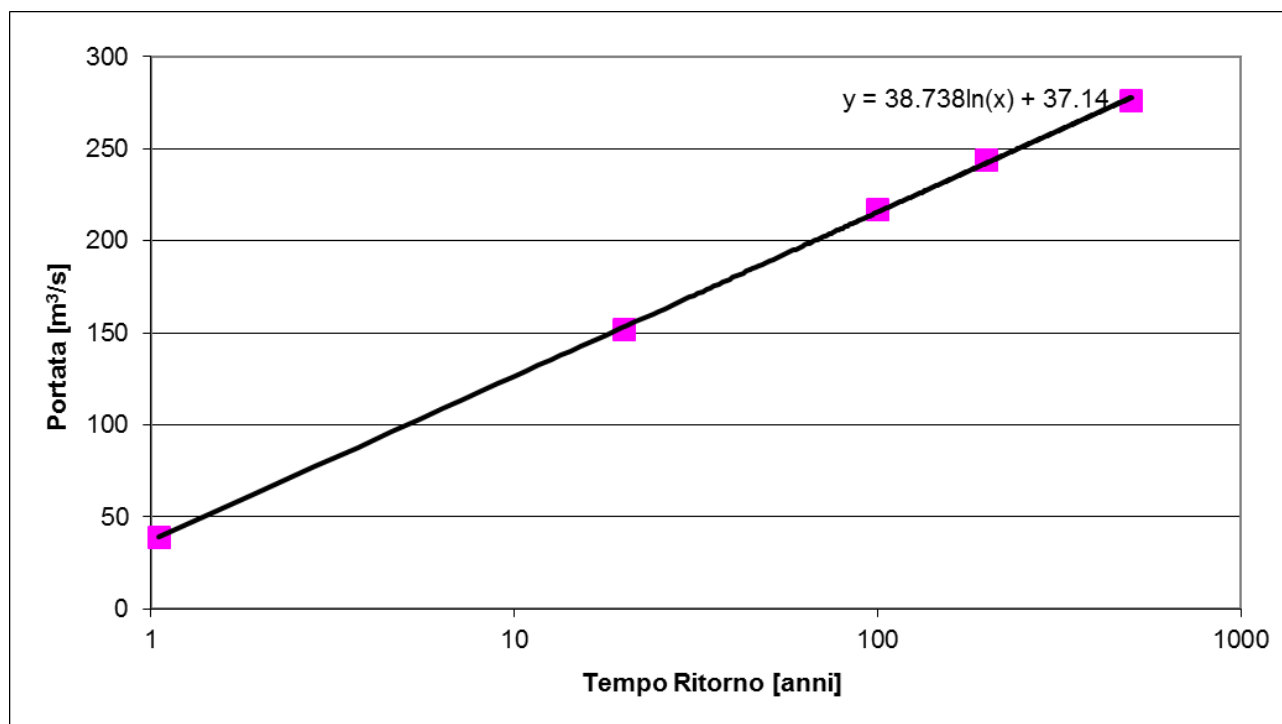


Figura 14 - Regressione lineare ed estrapolazione portate T. Lemme (diagramma semi-logaritmico)

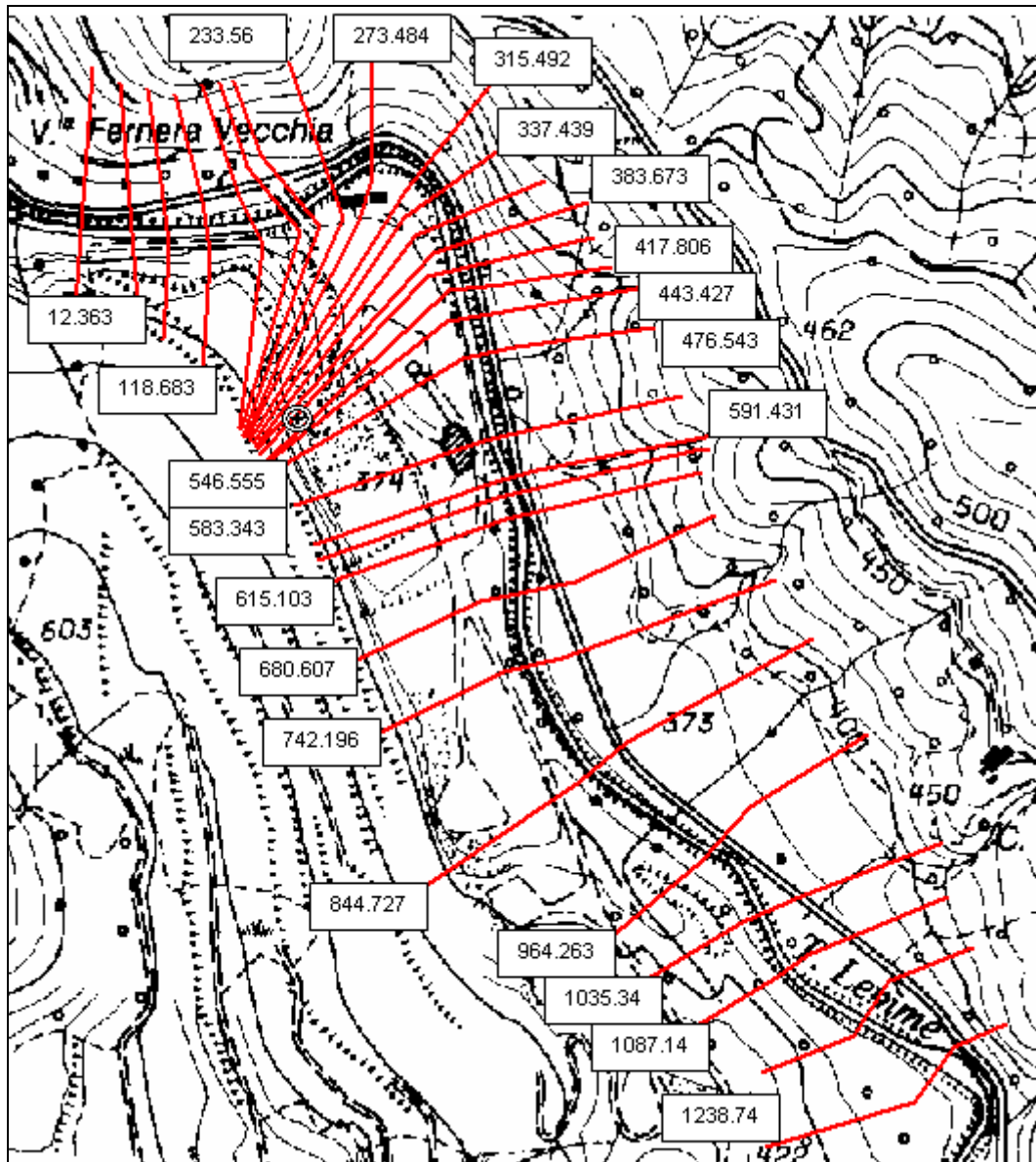
Per tale portata il tirante idrico associato, nella zona di intervento con la presenza della savanella di delimitazione di metà della sezione d'alveo, risulta variabile e raggiunge puntualmente un valore massimo dell'ordine di 2 m.

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 	
	<p>IG51 06 E CV RO IA48 00 003_A00 Sistemazione alveo t. Lemme e ripristino ambientale Relazione idrologico - idraulica</p>	<p>Foglio 43 di 164</p>

**ALLEGATO 1**

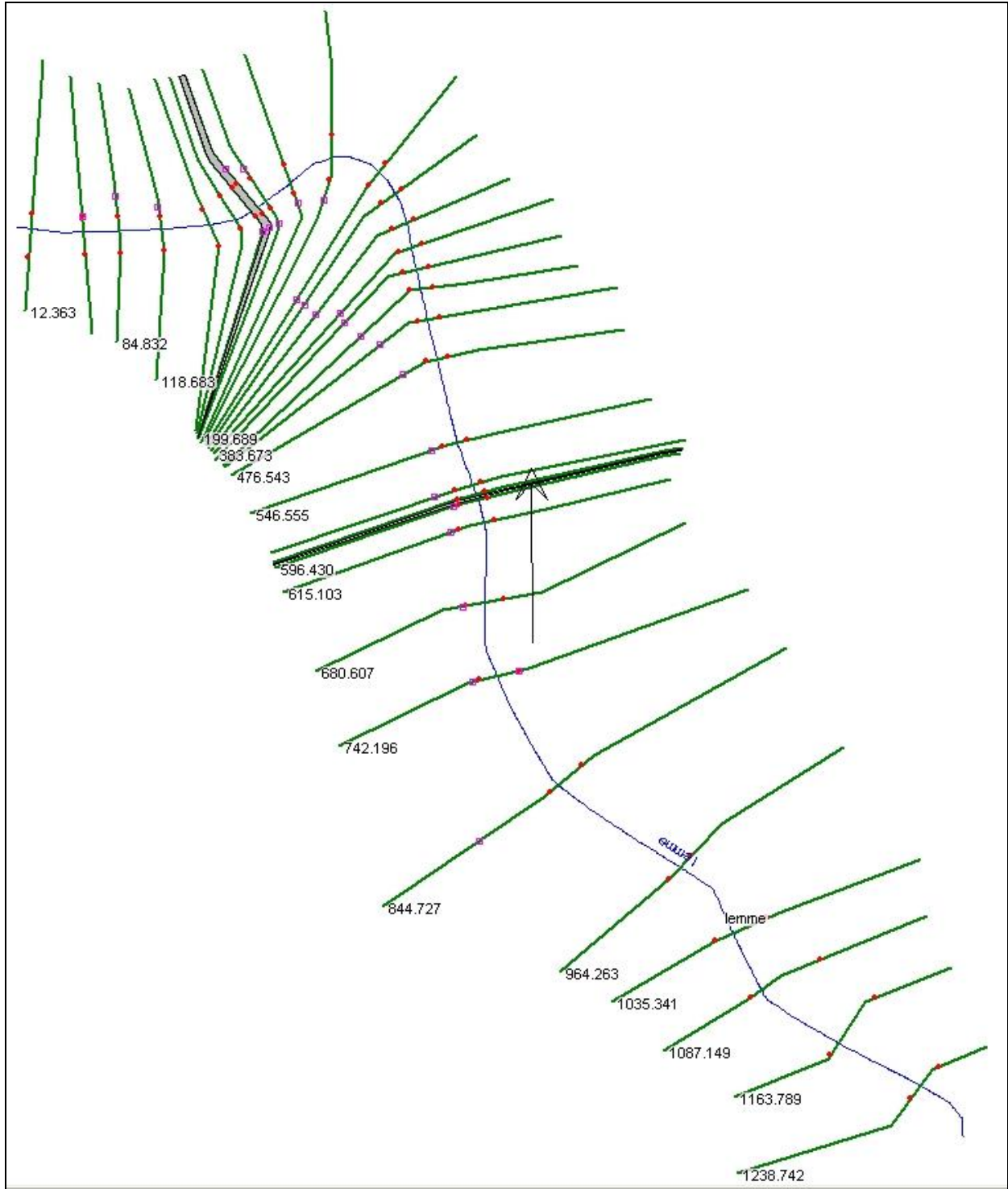
**Risultati modello HEC-RAS**

**Stato di progetto esecutivo 2014**



Ubicazione sezioni trasversali

**Stato di progetto esecutivo 2014**  
**Geometria schematica RAS**





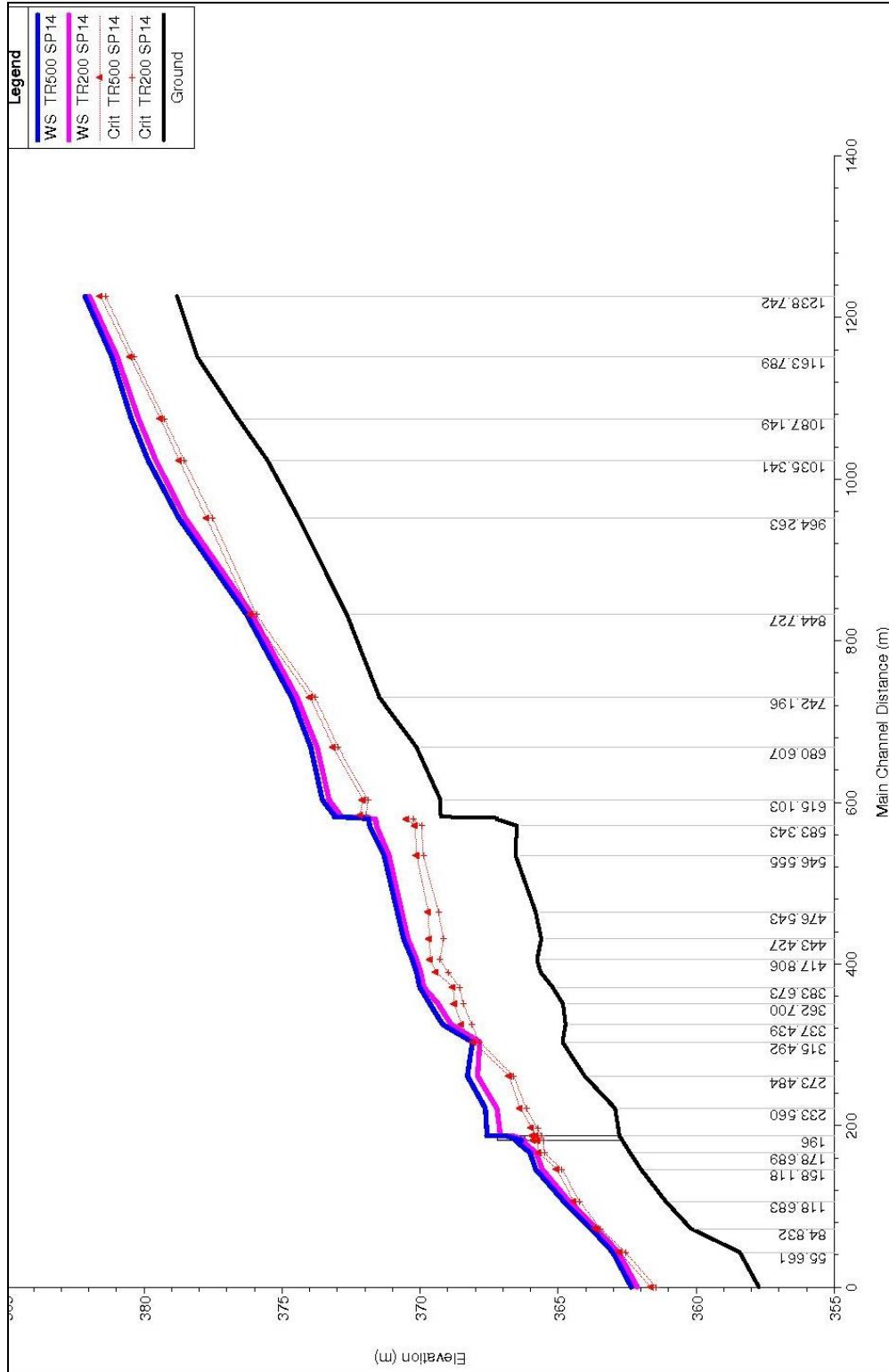
**Stato di progetto esecutivo 2014 – TR = 200 anni (SP1.4)**  
**Tabella risultati RAS**

River Sta RAS	Profile	Q [m <sup>3</sup> /s]	Min Ch El [m]	W.S. Elev [m]	Crit W.S. [m]	E.G. Elev [m]	E.G. Slope [m/m]	Vel Chnl [m/s]	Flow Area [m <sup>2</sup> ]	Top Width [m]	Froude Chl
1238.742	TR200 SP14	244	378.80	381.98	381.39	382.55	0.017464	3.35	72.88	31.34	0.70
1163.789	TR200 SP14	244	378.07	380.97	380.37	381.34	0.013538	2.69	90.80	46.67	0.62
1087.149	TR200 SP14	244	376.59	380.20	379.26	380.47	0.009024	2.30	106.23	50.48	0.51
1035.341	TR200 SP14	244	375.52	379.56	378.54	379.95	0.010507	2.76	88.33	34.93	0.55
964.263	TR200 SP14	244	374.39	378.51	377.51	379.09	0.013453	3.39	72.03	23.53	0.62
844.727	TR200 SP14	244	372.65	376.08	375.93	376.91	0.025456	4.03	60.54	29.88	0.90
742.196	TR200 SP14	244	371.47	374.45	373.81	374.99	0.013278	3.24	75.25	30.61	0.66
680.607	TR200 SP14	244	370.13	373.72	372.97	374.21	0.011610	3.10	79.88	46.22	0.61
615.103	TR200 SP14	244	369.26	373.29	371.88	373.63	0.006027	2.63	97.39	35.98	0.46
596.43	TR200 SP14	244	369.25	372.89	371.95	373.46	0.010904	3.37	75.08	32.27	0.61
591.93		Inl Struct									
591.431	TR200 SP14	244	367.23	371.60	370.24	372.12	0.008395	3.19	76.53	21.20	0.54
583.343	TR200 SP14	244	366.50	371.58	369.95	372.04	0.007068	3.00	81.45	21.04	0.49
546.555	TR200 SP14	244	366.54	371.12	369.88	371.73	0.009113	3.46	70.58	19.23	0.58
476.543	TR200 SP14	244	365.81	370.66	369.33	371.15	0.006677	3.20	95.41	48.85	0.52
443.427	TR200 SP14	244	365.61	370.44	369.16	370.88	0.008821	3.12	103.75	64.81	0.50
417.806	TR200 SP14	244	365.76	370.12	369.27	370.62	0.011583	3.29	98.22	82.43	0.56
402.166	TR200 SP14	244	365.63	369.98	368.98	370.43	0.010567	3.15	105.50	95.67	0.55
383.673	TR200 SP14	244	365.20	369.86	368.56	370.25	0.008192	2.90	116.84	93.85	0.49
362.7	TR200 SP14	244	364.82	369.34	368.43	370.00	0.014278	3.66	81.31	107.55	0.64
337.439	TR200 SP14	244	364.73	368.87	368.14	369.60	0.016685	3.82	70.07	43.78	0.68
315.492	TR200 SP14	244	364.84	367.83	367.83	369.03	0.036824	4.84	50.38	21.12	1.00
273.484	TR200 SP14	244	364.03	367.91	366.61	368.19	0.006555	2.32	105.24	36.22	0.43
233.56	TR200 SP14	244	362.93	367.22	366.16	367.80	0.013056	3.38	72.24	22.01	0.59
209.689	TR200 SP14	244	362.82	367.12	365.74	367.50	0.007880	2.72	90.88	36.11	0.49
199.689	TR200 SP14	244	362.78	367.10	365.60	367.41	0.006670	2.47	103.14	45.64	0.45
196		Bridge									
193.69	TR200 SP14	244	362.67	366.32	365.54	366.89	0.014659	3.34	72.96	27.15	0.65
178.689	TR200 SP14	244	362.39	365.79	365.50	366.59	0.024629	3.95	61.72	27.08	0.84
158.118	TR200 SP14	244	362.00	365.57	364.86	366.12	0.015180	3.29	74.10	28.94	0.66
118.683	TR200 SP14	244	361.10	364.60	364.22	365.38	0.022380	3.90	62.52	25.39	0.79
84.832	TR200 SP14	244	360.19	363.61	363.46	364.50	0.029964	4.17	58.51	26.92	0.90
55.661	TR200 SP14	244	358.42	362.82	362.56	363.65	0.027027	4.05	60.30	26.46	0.86
12.363	TR200 SP14	244	357.73	362.13	361.44	362.69	0.015932	3.30	73.96	29.30	0.66

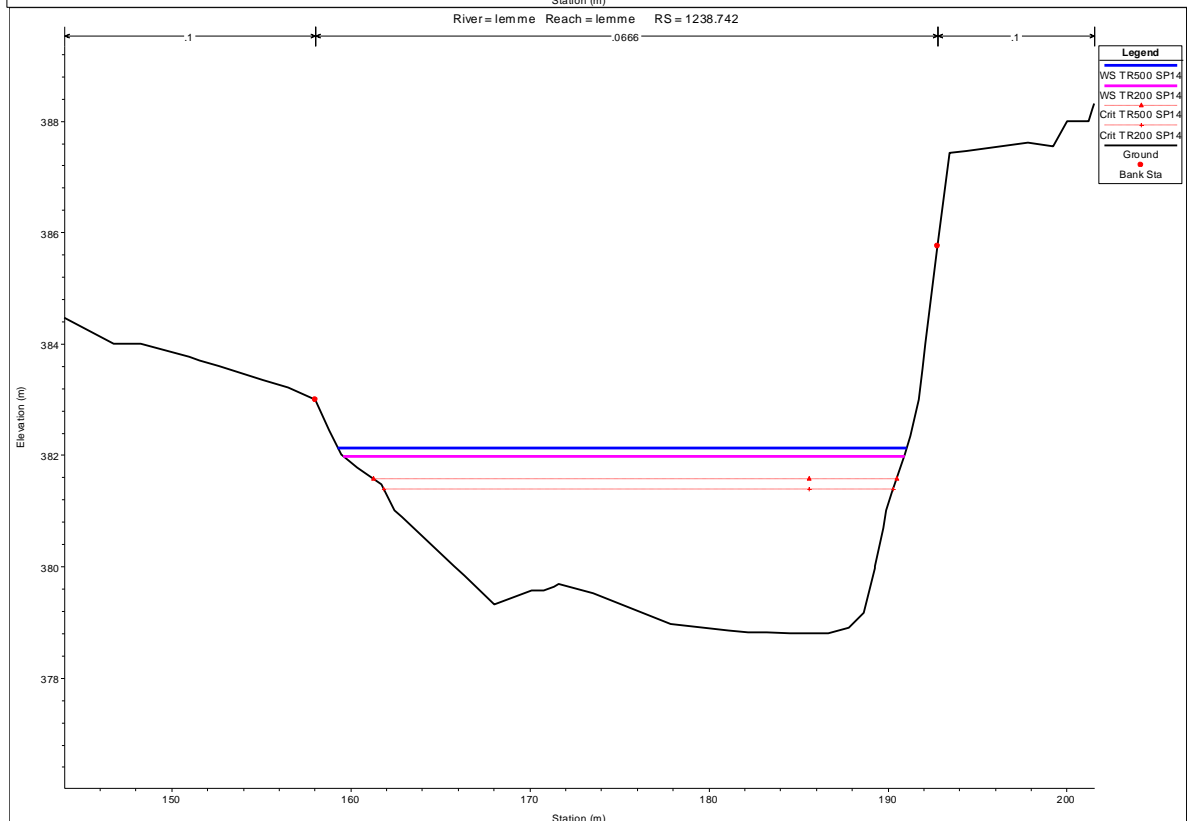
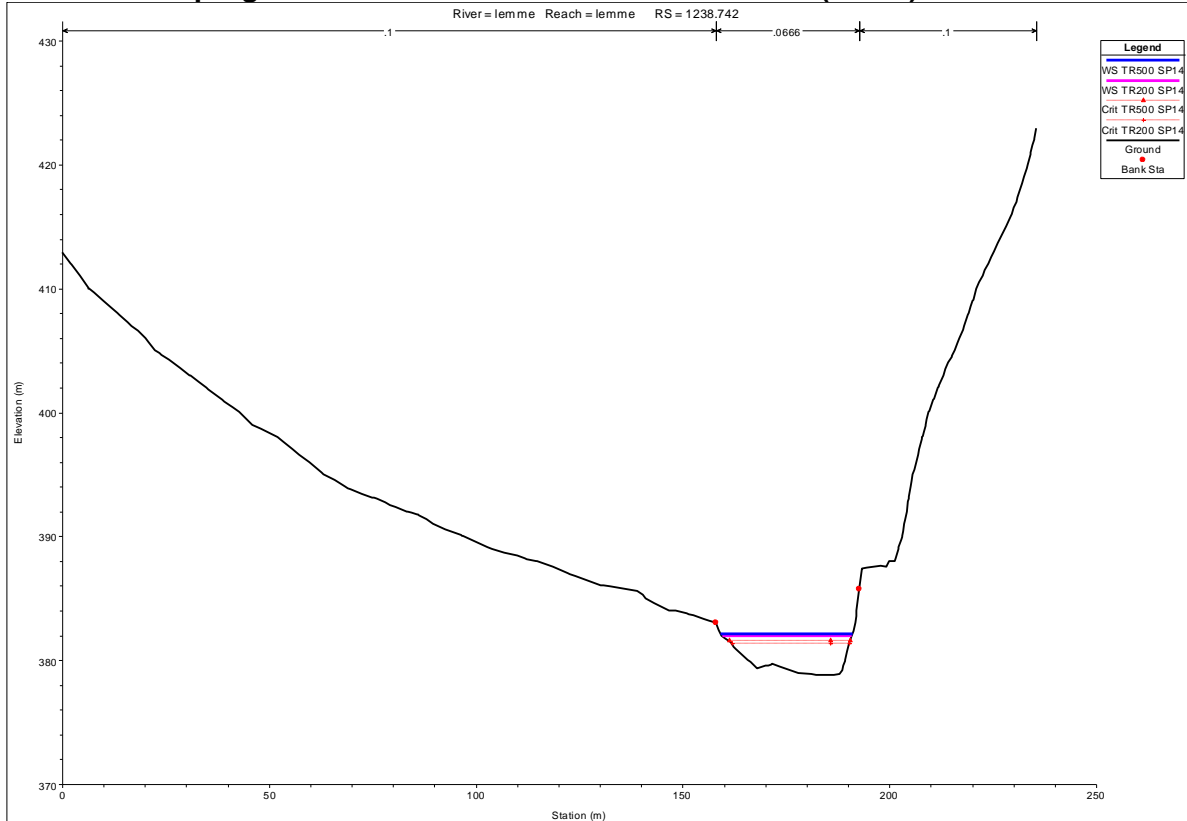
**Stato di progetto esecutivo 2014 – TR = 500 anni (SP1.4)**  
**Tabella risultati RAS**

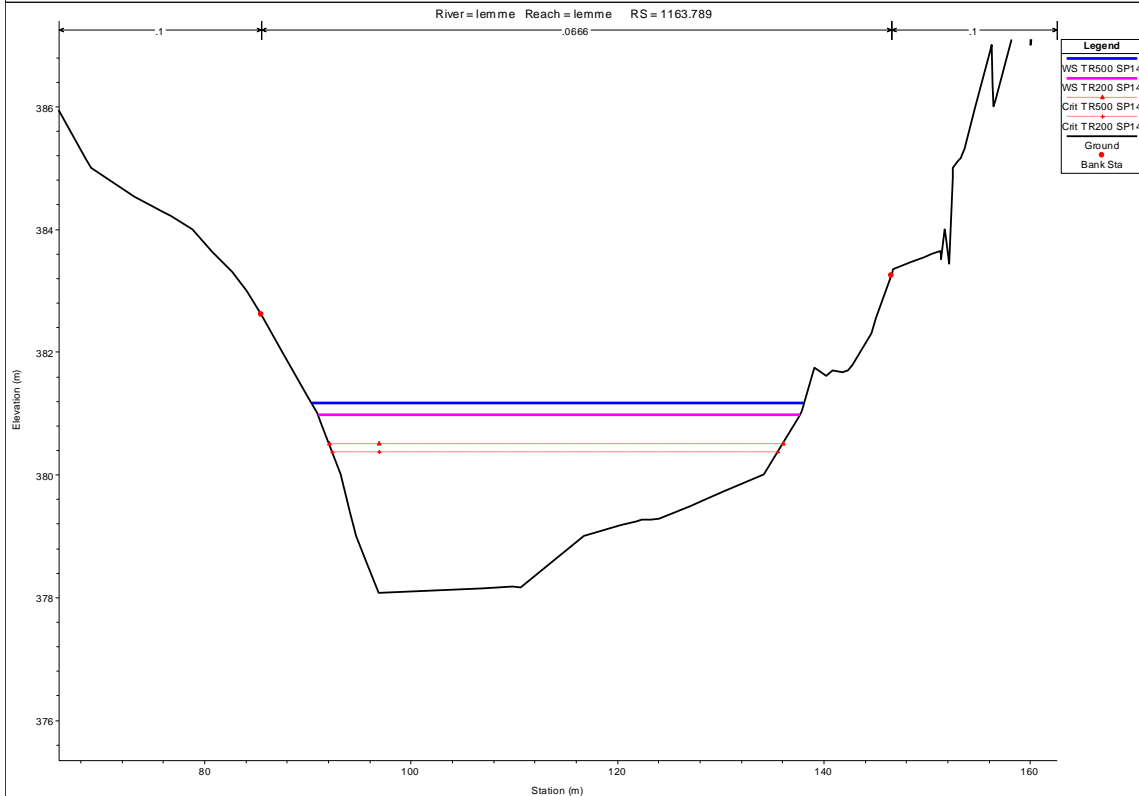
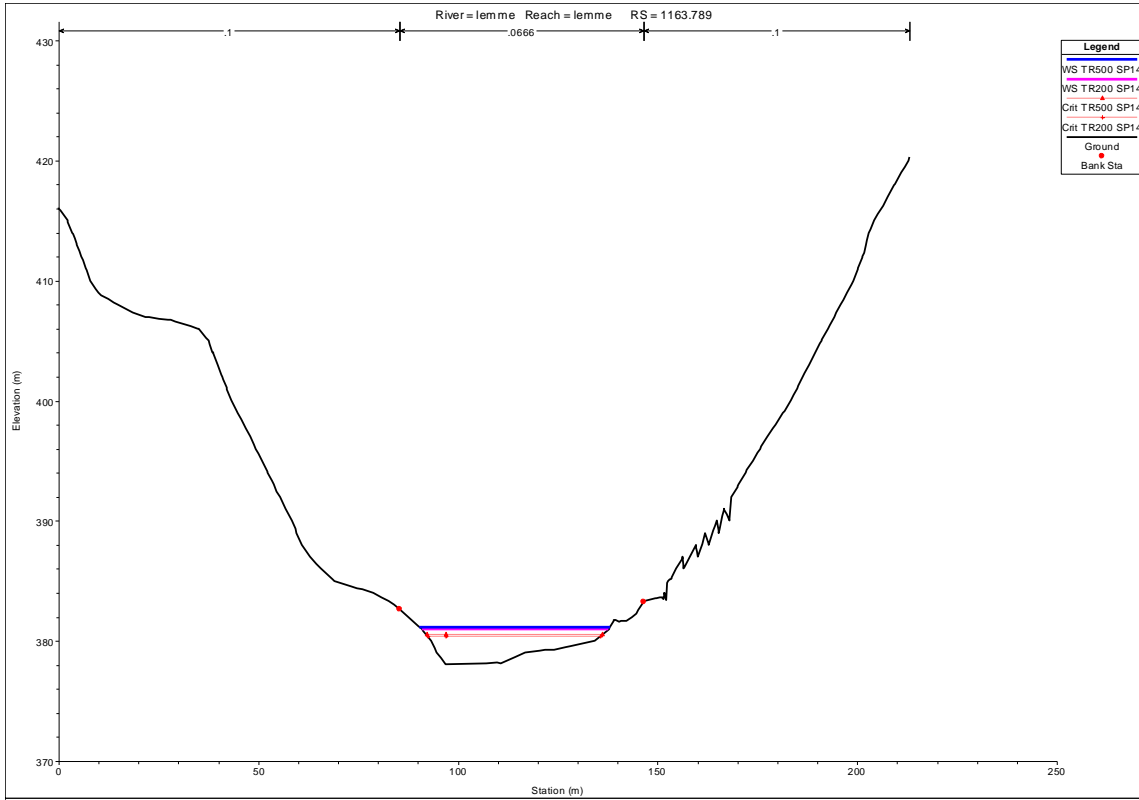
River Sta RAS	Profile	Q [m3/s]	Min Ch El [m]	W.S. Elev [m]	Crit W.S. [m]	E.G. Elev [m]	E.G. Slope [m/m]	Vel Chnl [m/s]	Flow Area [m2]	Top Width [m]	Froude Chl
1238.742	TR500 SP14	276	378.80	382.13	381.58	382.77	0.018292	3.54	77.91	31.78	0.72
1163.789	TR500 SP14	276	378.07	381.16	380.51	381.55	0.013007	2.76	99.87	47.72	0.61
1087.149	TR500 SP14	276	376.59	380.46	379.40	380.73	0.008284	2.31	119.57	52.87	0.49
1035.341	TR500 SP14	276	375.52	379.84	378.73	380.24	0.010045	2.81	98.33	36.67	0.55
964.263	TR500 SP14	276	374.39	378.73	377.74	379.38	0.014087	3.56	77.44	24.19	0.64
844.727	TR500 SP14	276	372.65	376.28	376.13	377.16	0.025111	4.15	66.58	31.23	0.91
742.196	TR500 SP14	276	371.47	374.65	373.98	375.24	0.013362	3.39	81.38	31.16	0.67
680.607	TR500 SP14	276	370.13	373.96	373.13	374.47	0.010961	3.18	90.95	47.02	0.61
615.103	TR500 SP14	276	369.26	373.54	372.06	373.91	0.005980	2.74	106.37	36.23	0.47
596.43	TR500 SP14	276	369.25	373.11	372.16	373.74	0.010927	3.53	82.39	32.69	0.62
591.93		Inl Struct									
591.431	TR500 SP14	276	367.23	371.85	370.48	372.43	0.008803	3.37	81.81	21.62	0.55
583.343	TR500 SP14	276	366.50	371.83	370.18	372.34	0.007508	3.19	86.64	21.34	0.50
546.555	TR500 SP14	276	366.54	371.30	370.12	372.01	0.010002	3.73	74.07	20.02	0.61
476.543	TR500 SP14	276	365.81	370.82	369.70	371.37	0.007242	3.43	103.01	48.88	0.55
443.427	TR500 SP14	276	365.61	370.59	369.65	371.08	0.009435	3.31	113.37	64.90	0.52
417.806	TR500 SP14	276	365.76	370.28	369.62	370.81	0.011870	3.43	111.17	82.59	0.58
402.166	TR500 SP14	276	365.63	370.13	369.43	370.61	0.010830	3.28	120.19	96.33	0.56
383.673	TR500 SP14	276	365.20	370.01	368.81	370.42	0.008515	3.04	131.06	96.08	0.50
362.7	TR500 SP14	276	364.82	369.64	368.75	370.20	0.011675	3.50	115.18	114.07	0.58
337.439	TR500 SP14	276	364.73	369.18	368.50	369.86	0.014805	3.78	96.02	111.05	0.65
315.492	TR500 SP14	276	364.84	368.10	368.07	369.33	0.034407	4.92	56.20	22.97	0.98
273.484	TR500 SP14	276	364.03	368.29	366.77	368.56	0.005698	2.32	119.33	41.99	0.41
233.56	TR500 SP14	276	362.93	367.63	366.38	368.21	0.011656	3.38	82.42	29.29	0.57
209.689	TR500 SP14	276	362.82	367.59	365.96	367.94	0.006463	2.65	108.32	38.33	0.45
199.689	TR500 SP14	276	362.78	367.59	365.79	367.86	0.004987	2.36	129.14	59.30	0.40
196		Bridge									
193.69	TR500 SP14	276	362.67	366.54	365.74	367.16	0.015077	3.49	78.98	28.07	0.67
178.689	TR500 SP14	276	362.39	366.02	365.69	366.86	0.023950	4.07	67.87	27.88	0.83
158.118	TR500 SP14	276	362.00	365.81	365.05	366.40	0.014963	3.40	81.06	29.71	0.66
118.683	TR500 SP14	276	361.10	364.79	364.42	365.65	0.023015	4.10	67.33	25.85	0.81
84.832	TR500 SP14	276	360.19	363.81	363.62	364.76	0.029506	4.32	63.83	27.38	0.90
55.661	TR500 SP14	276	358.42	363.02	362.77	363.92	0.027168	4.20	65.74	27.38	0.86
12.363	TR500 SP14	276	357.73	362.34	361.63	362.94	0.015958	3.45	80.10	29.59	0.67

**Stato di progetto esecutivo 2014 – TR = 200-500 anni (SP1.4)**  
**Profili RAS**

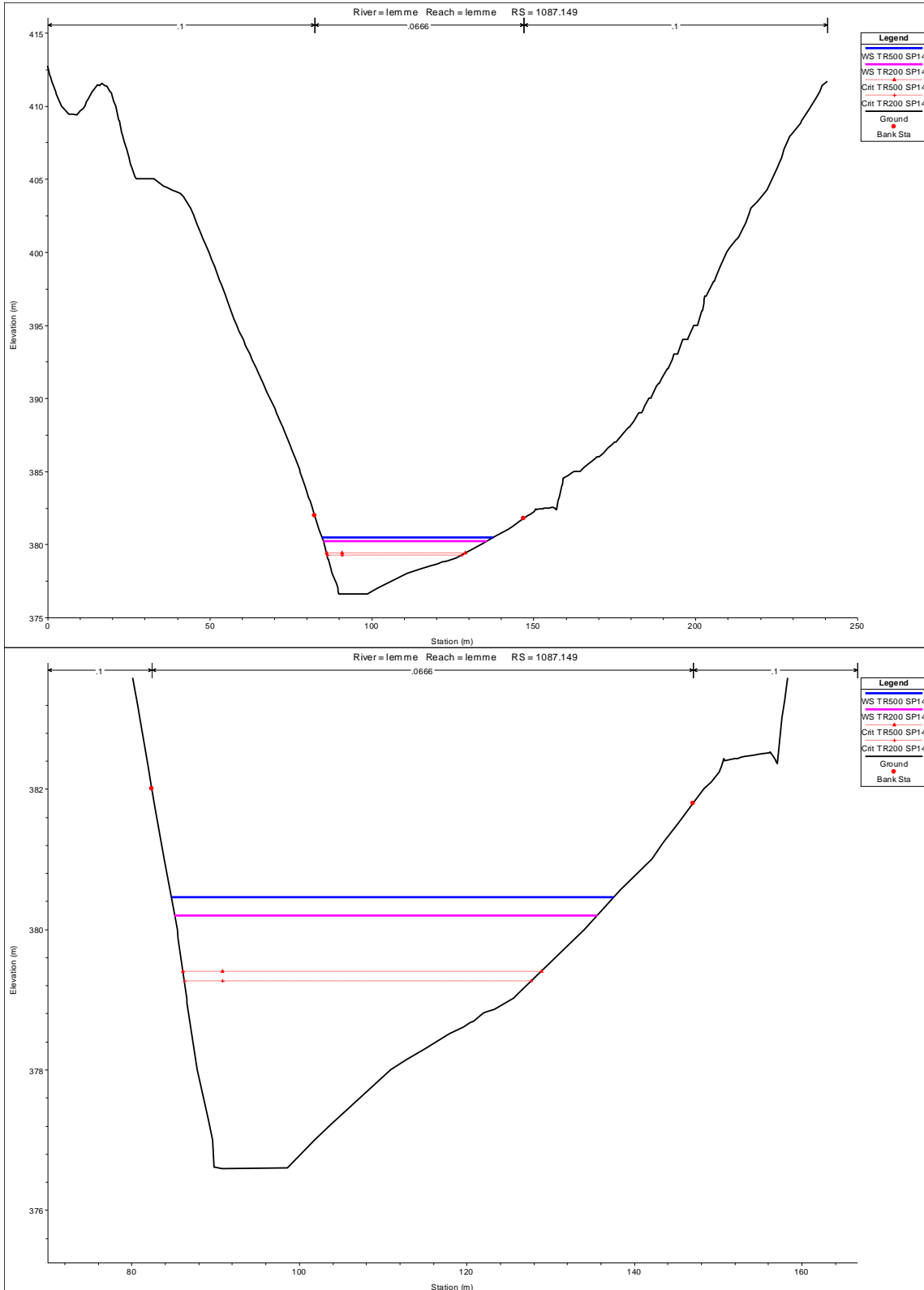


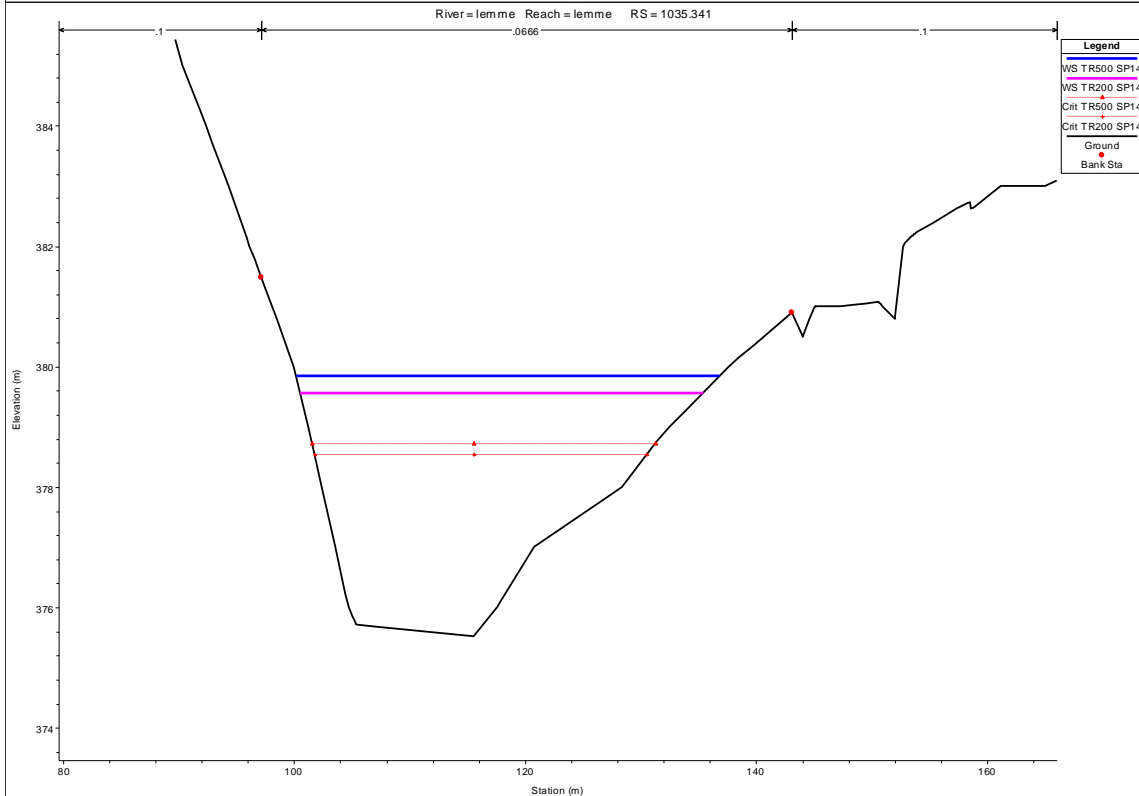
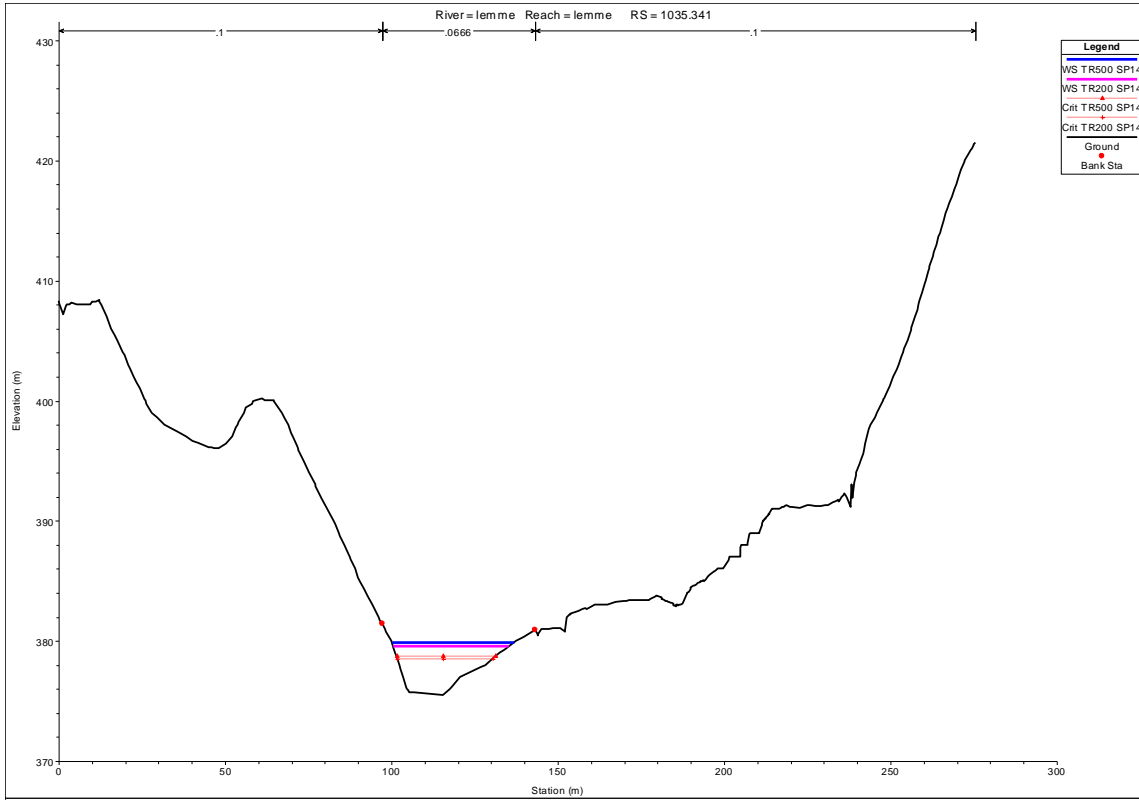
**Stato di progetto esecutivo 2014 – TR = 200-500 anni (SP1.4) - Sezioni RAS**

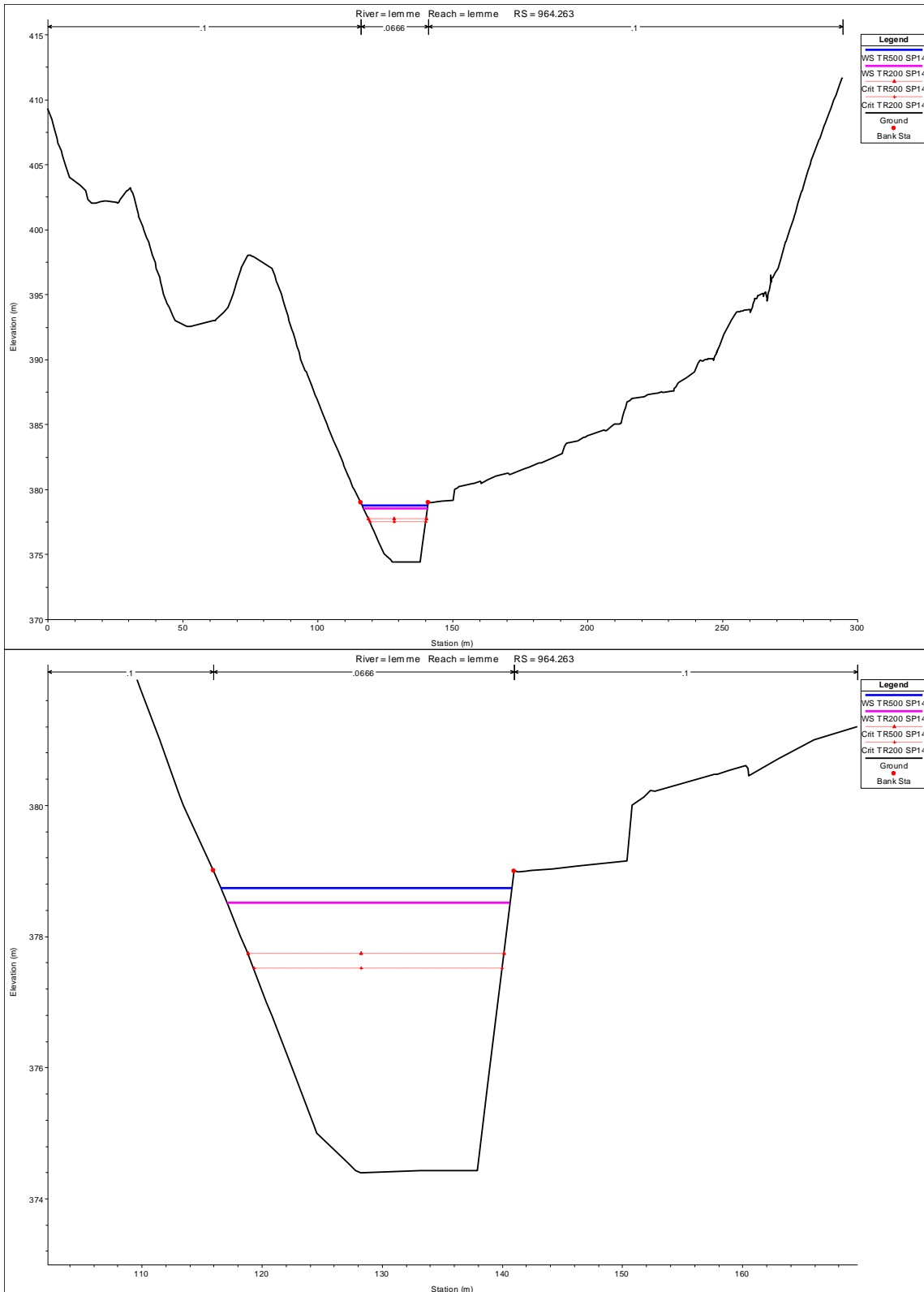


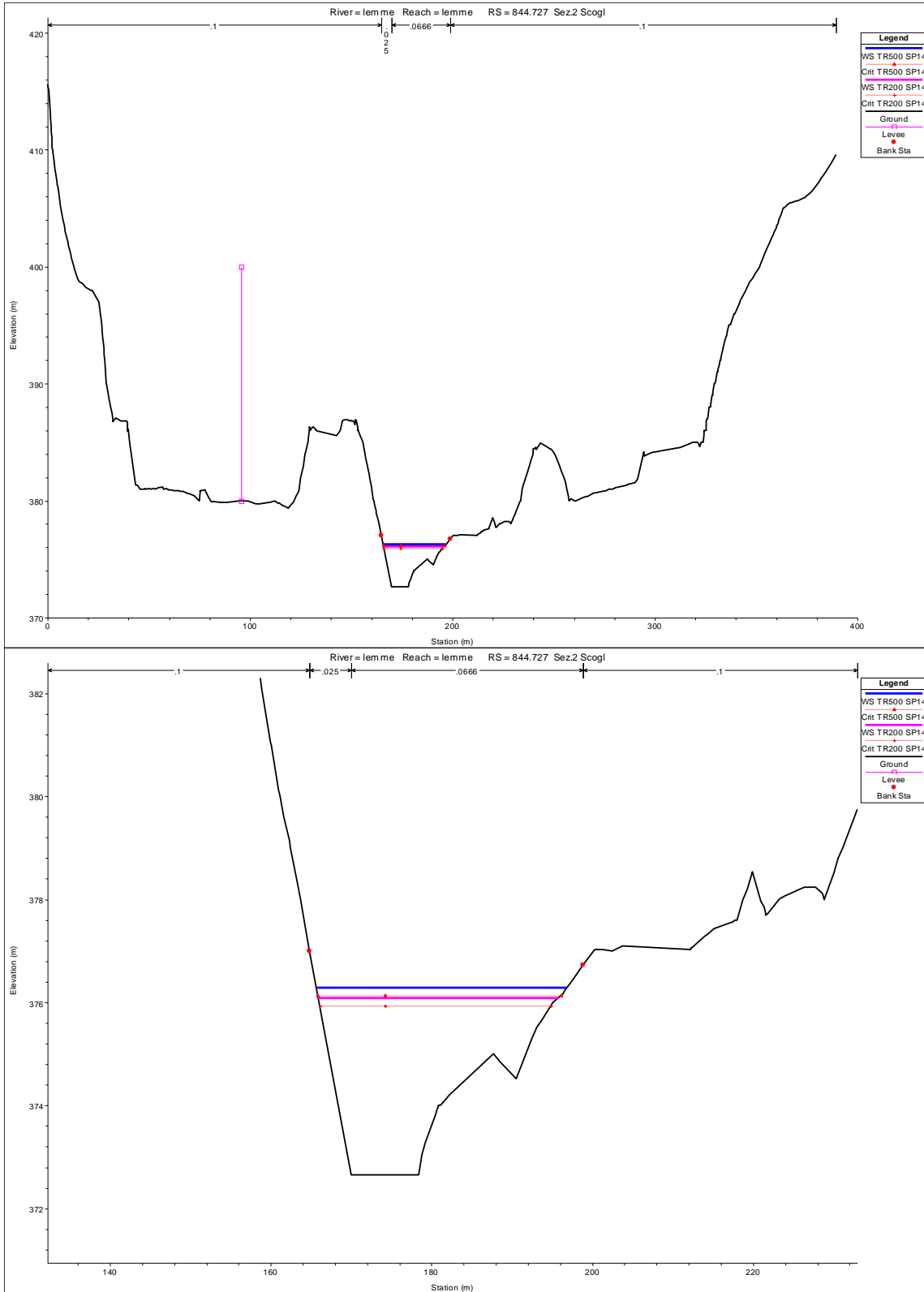


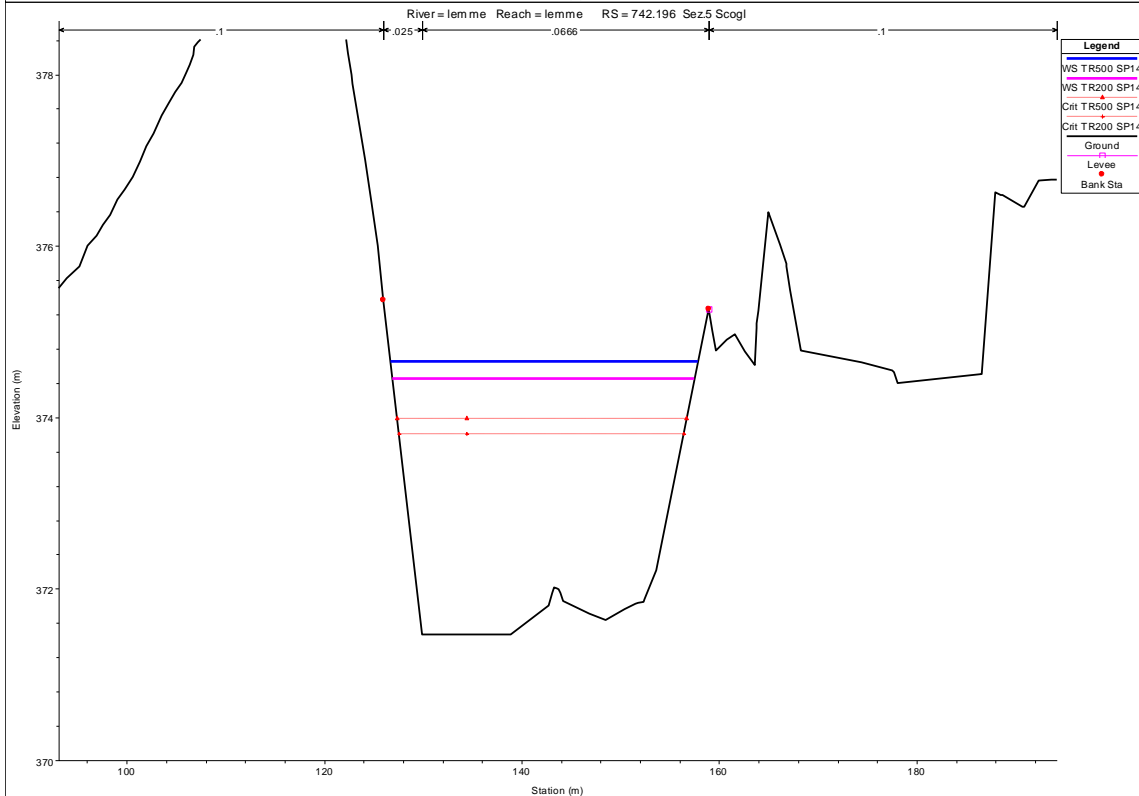
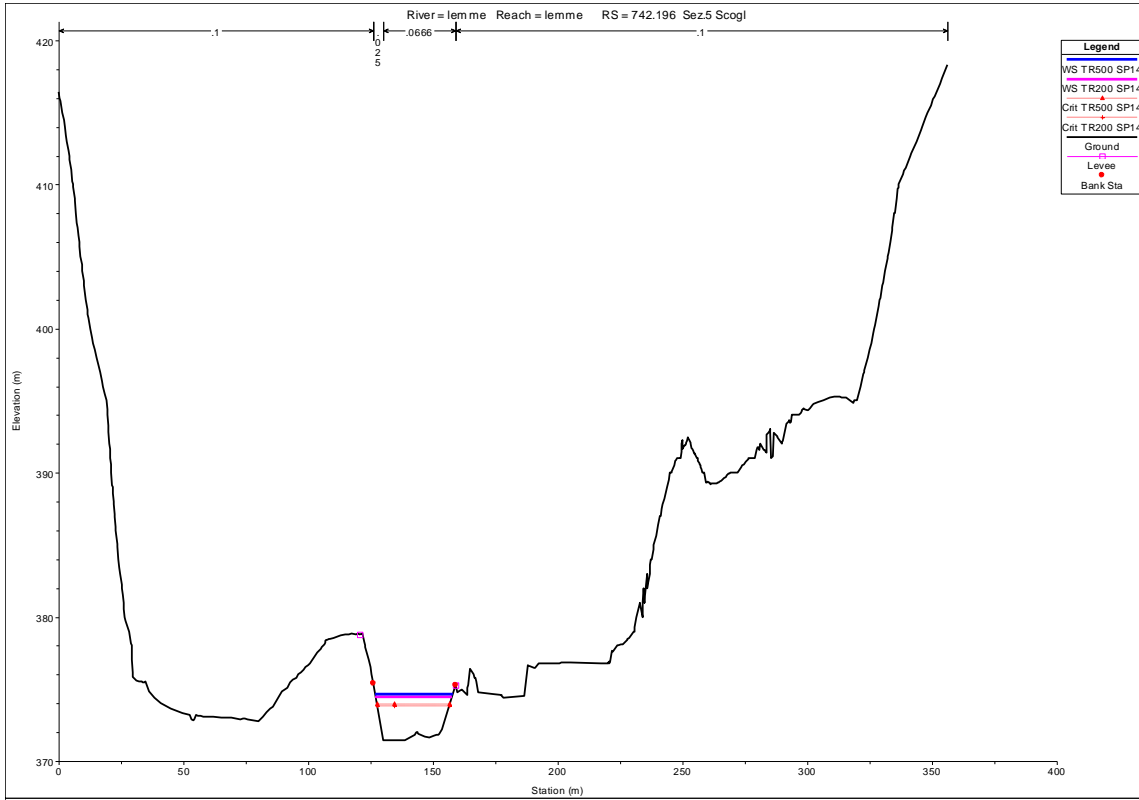




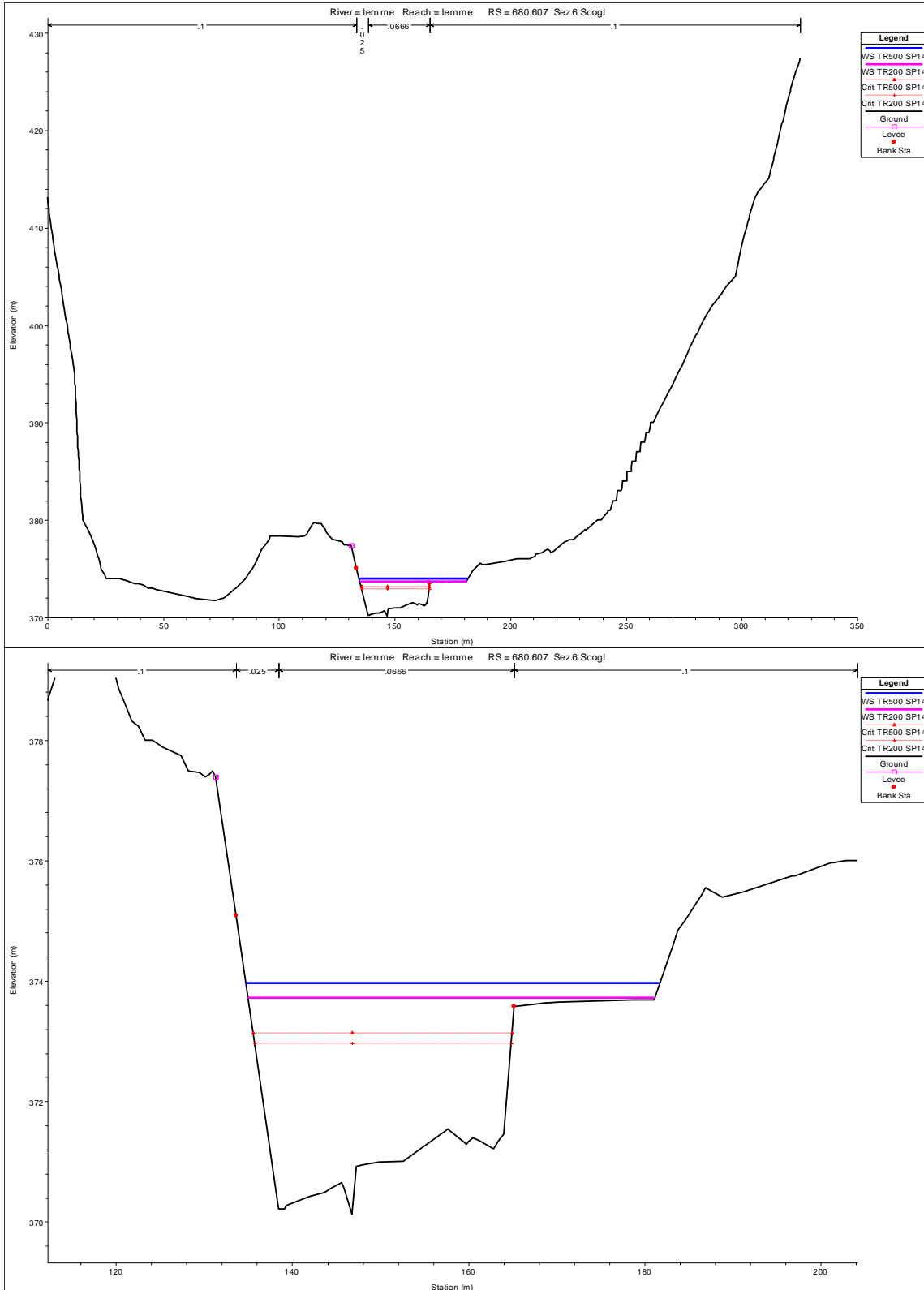


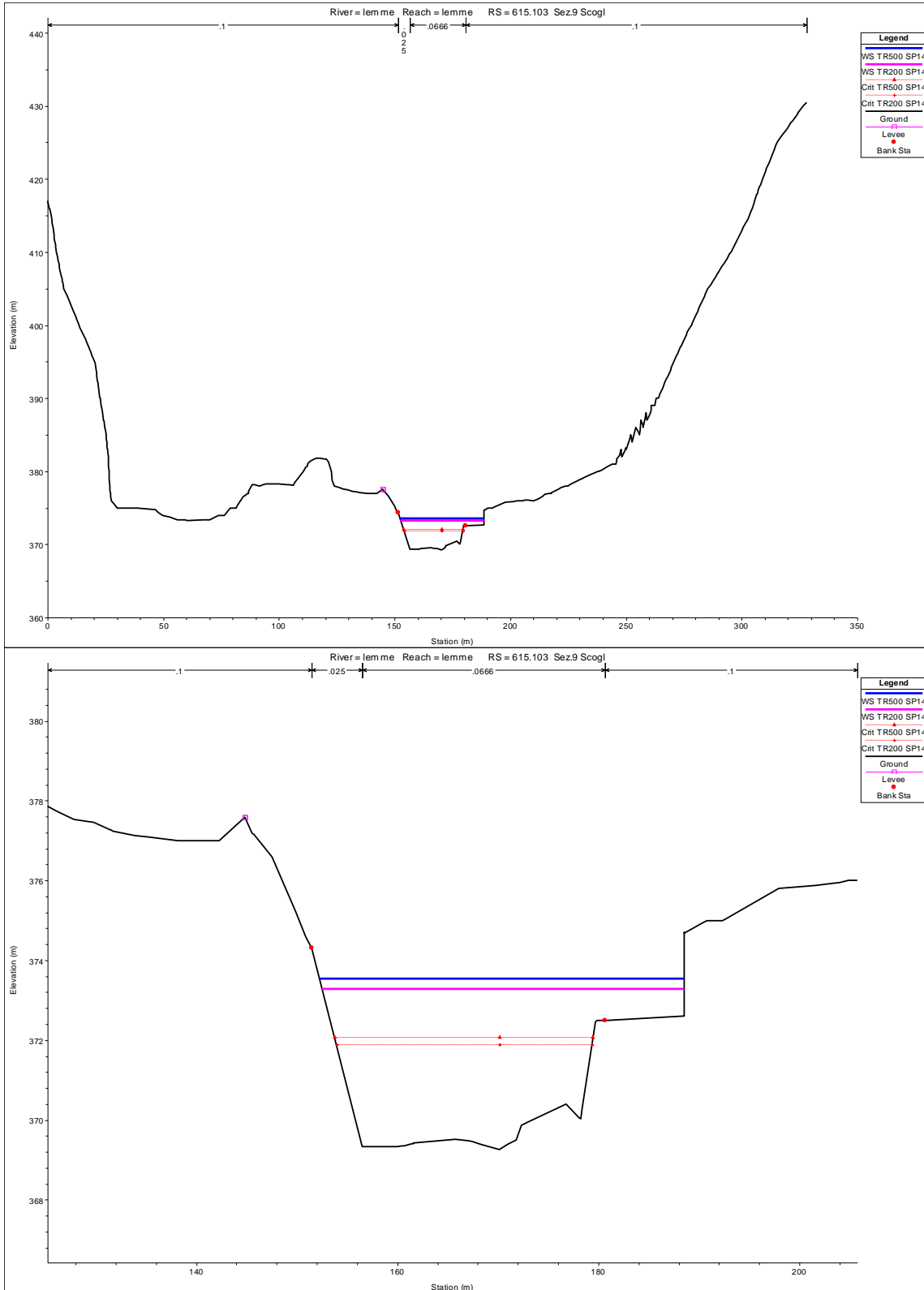


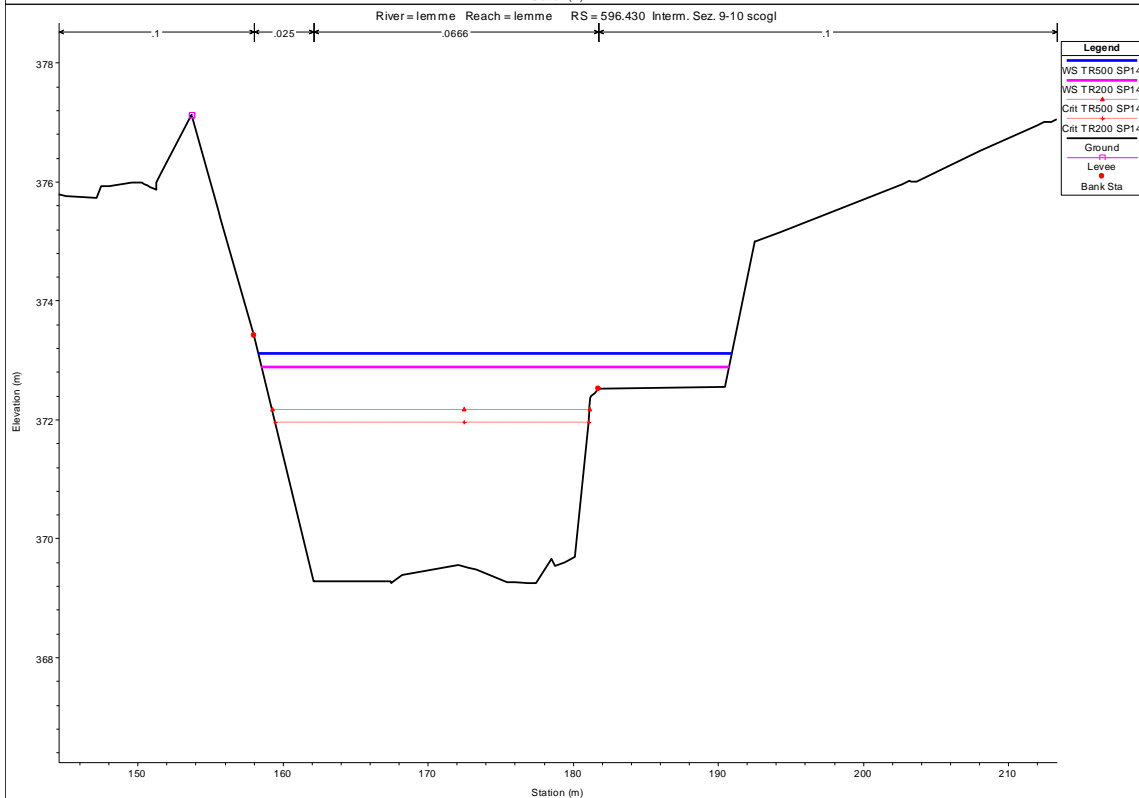
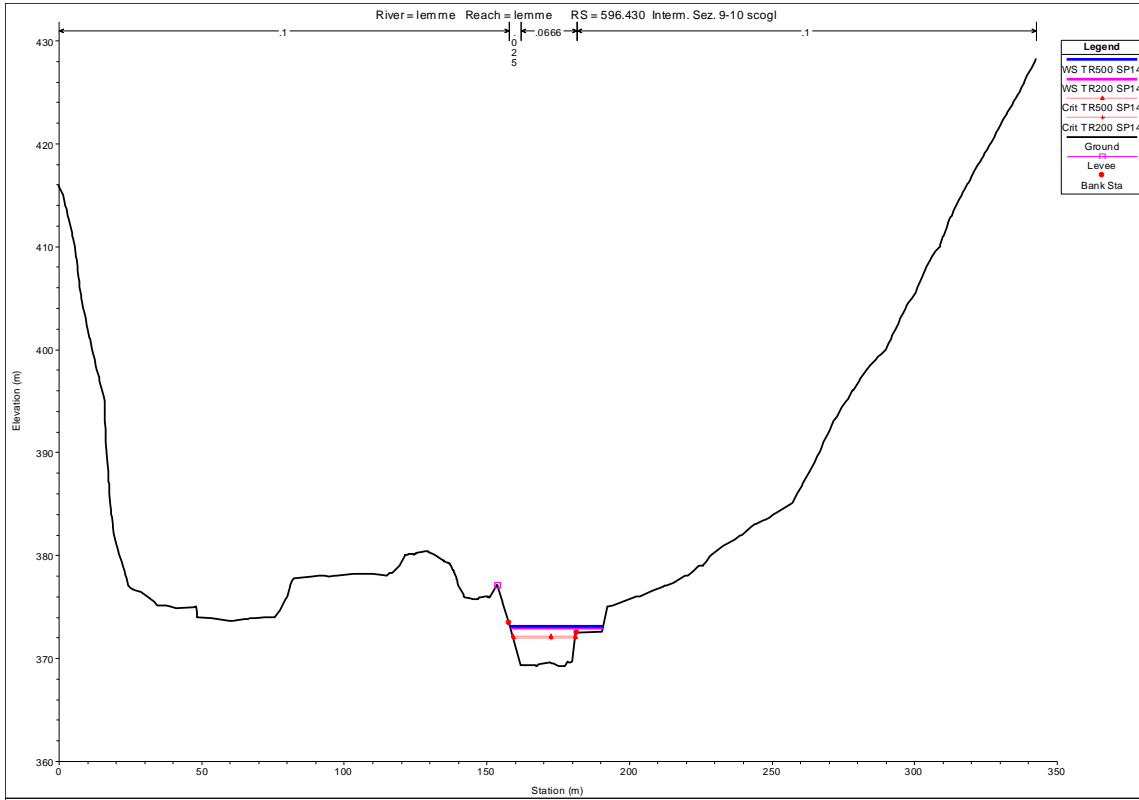


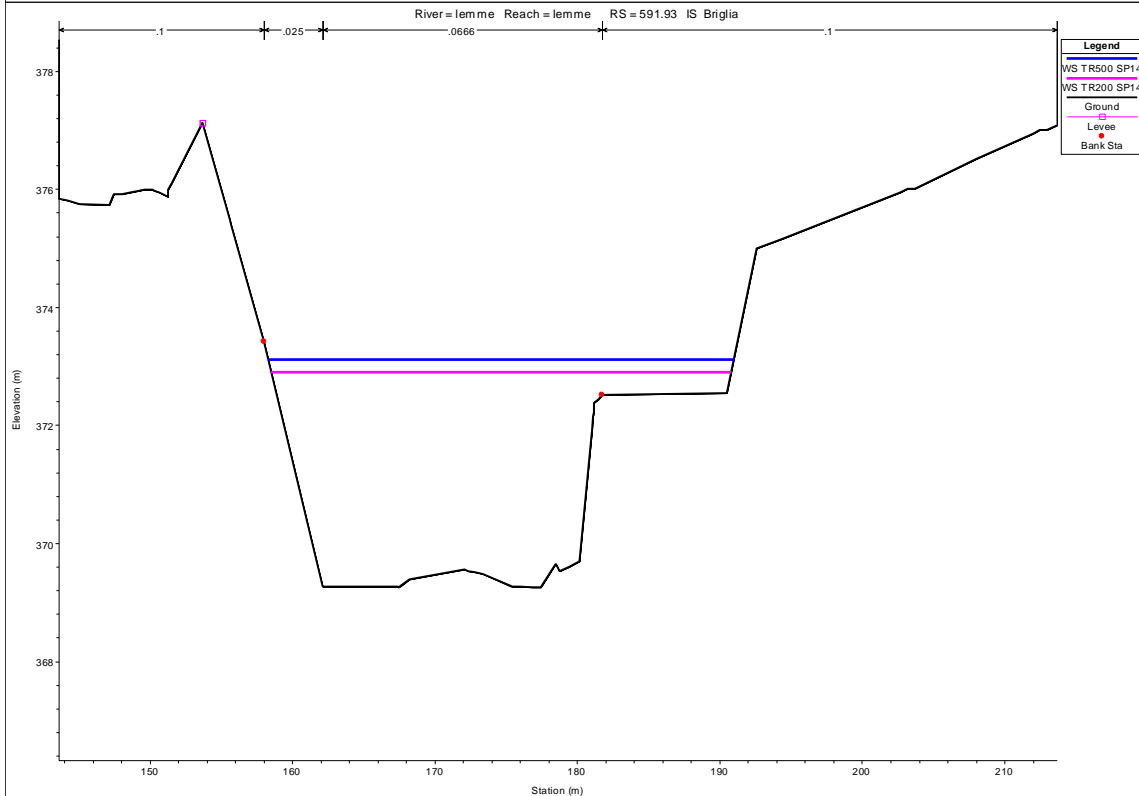
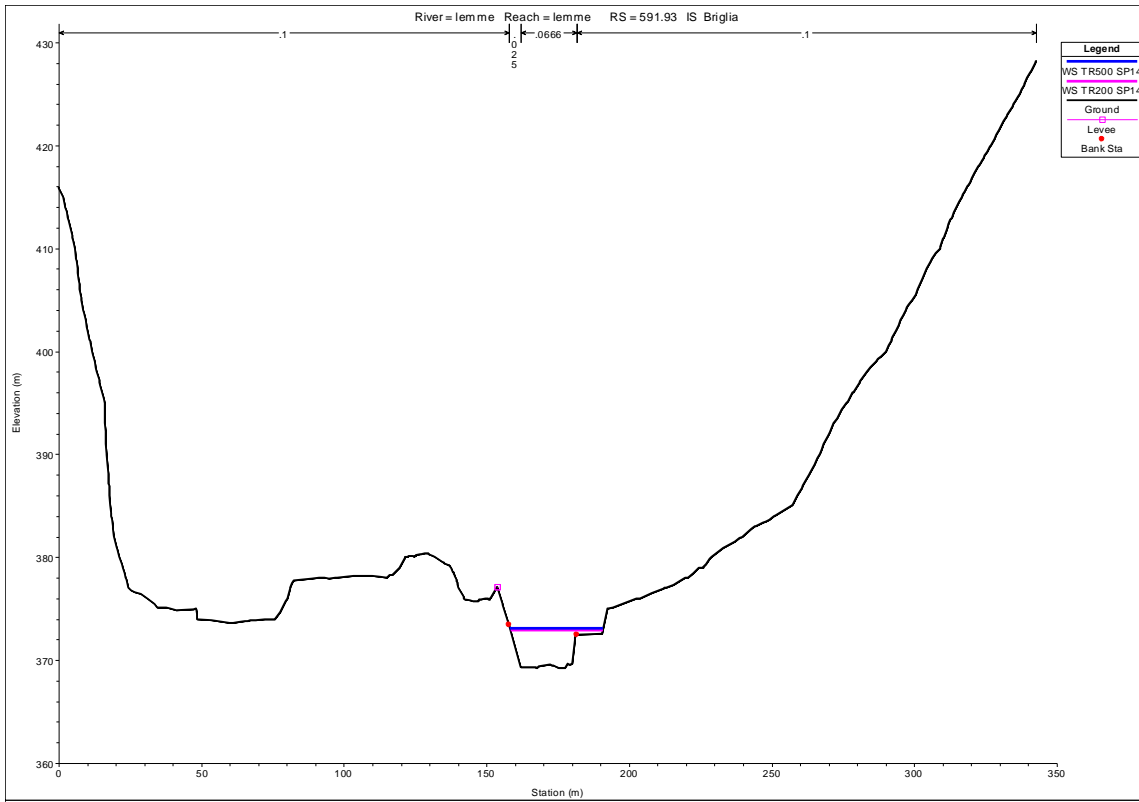


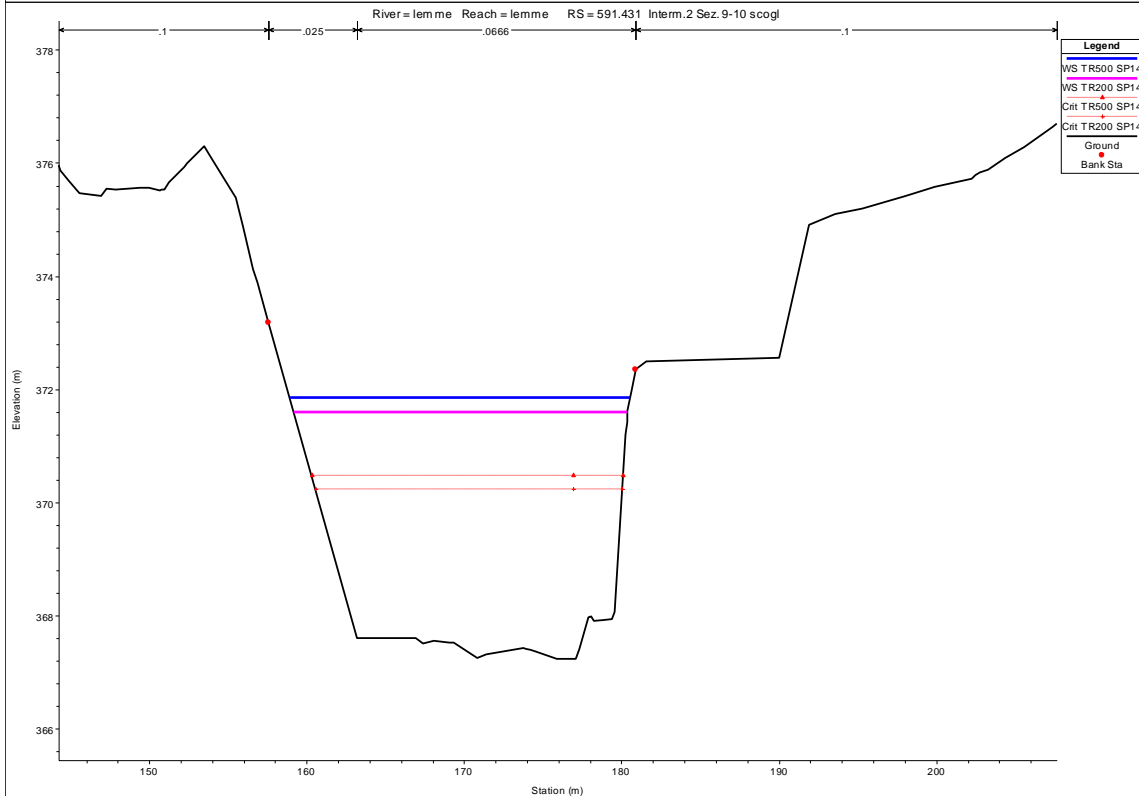
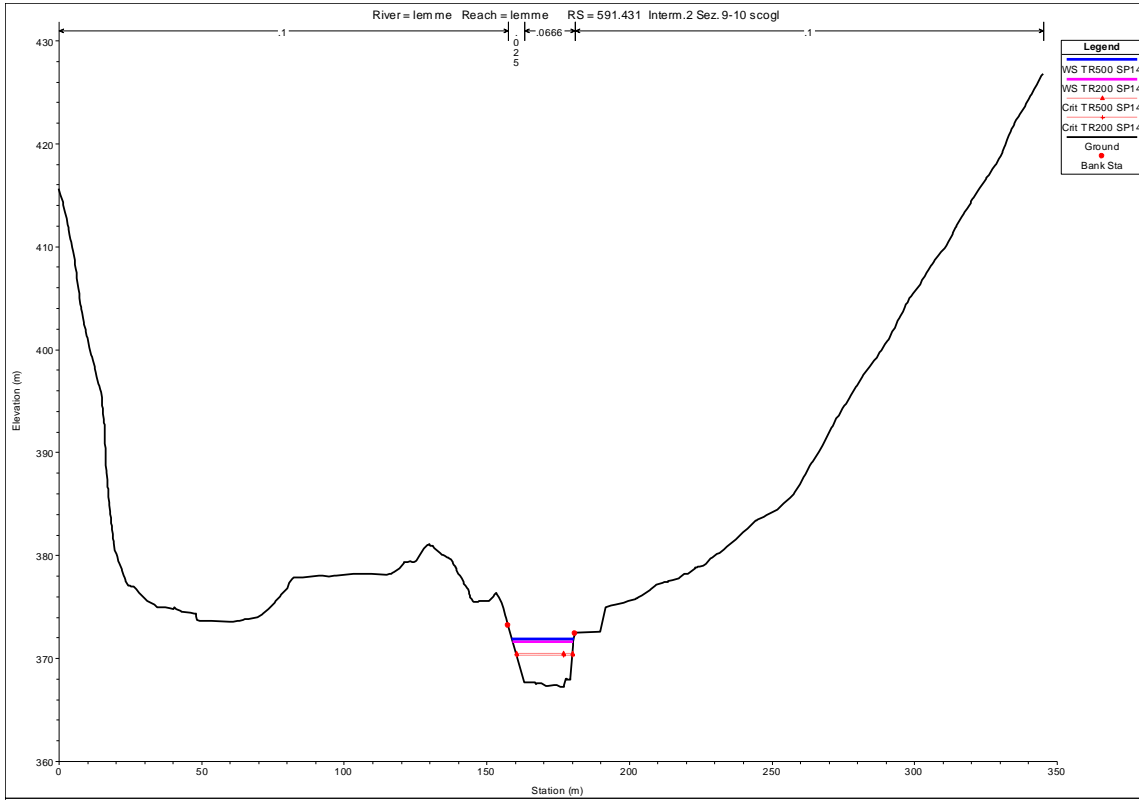




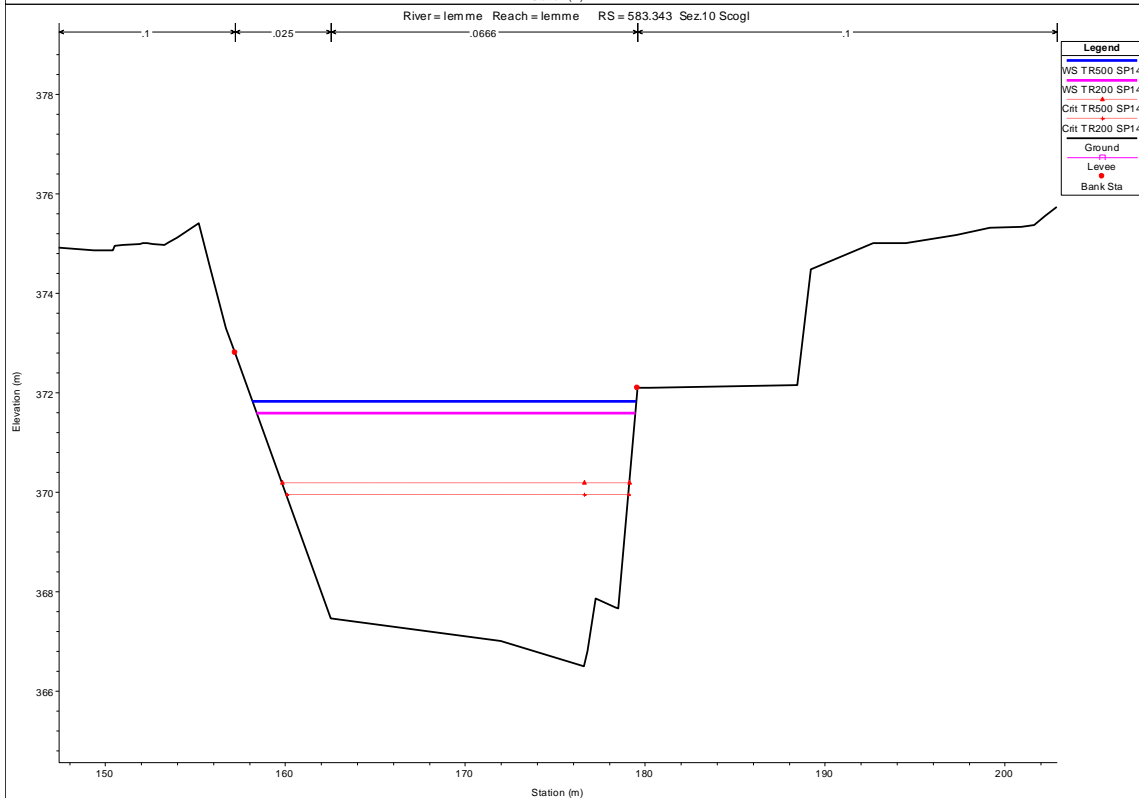
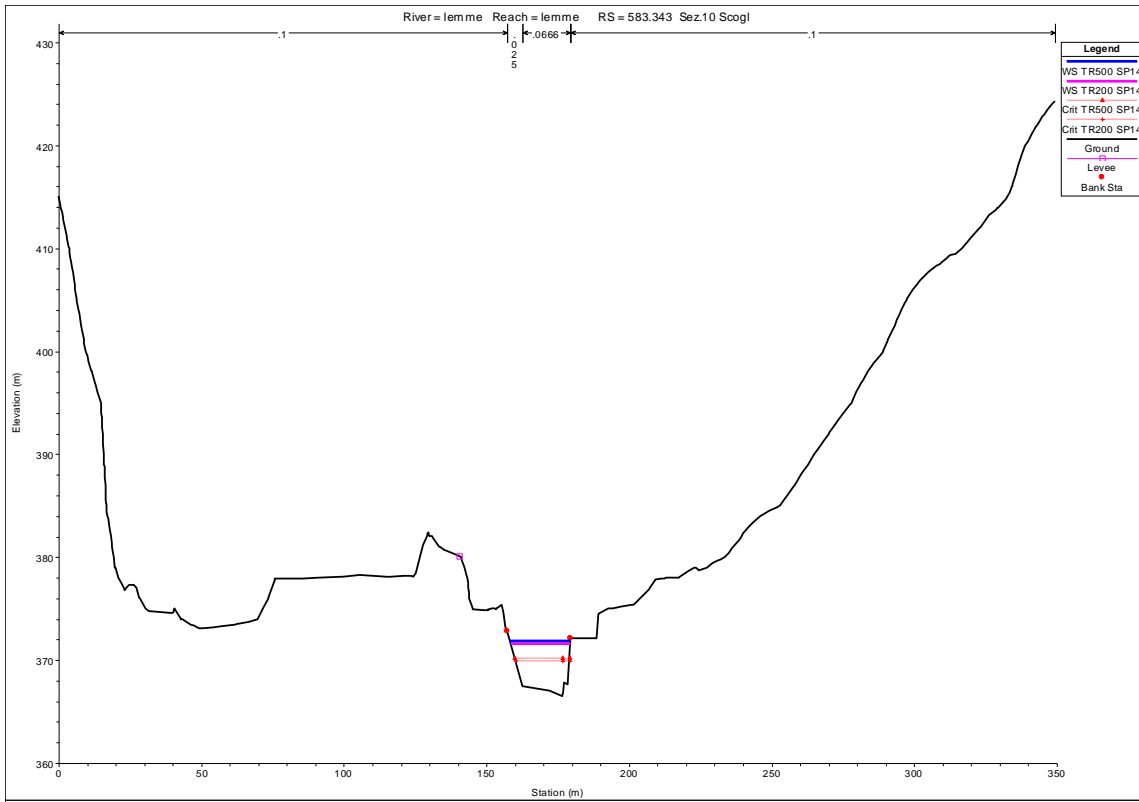


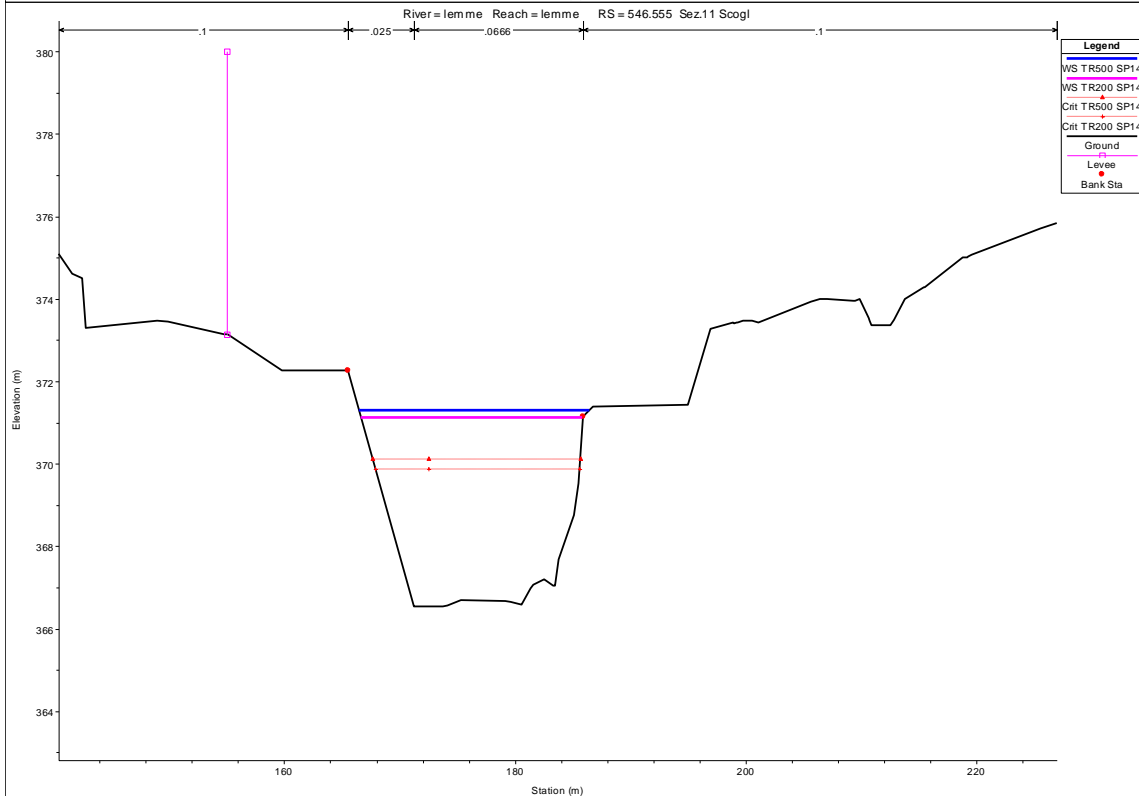
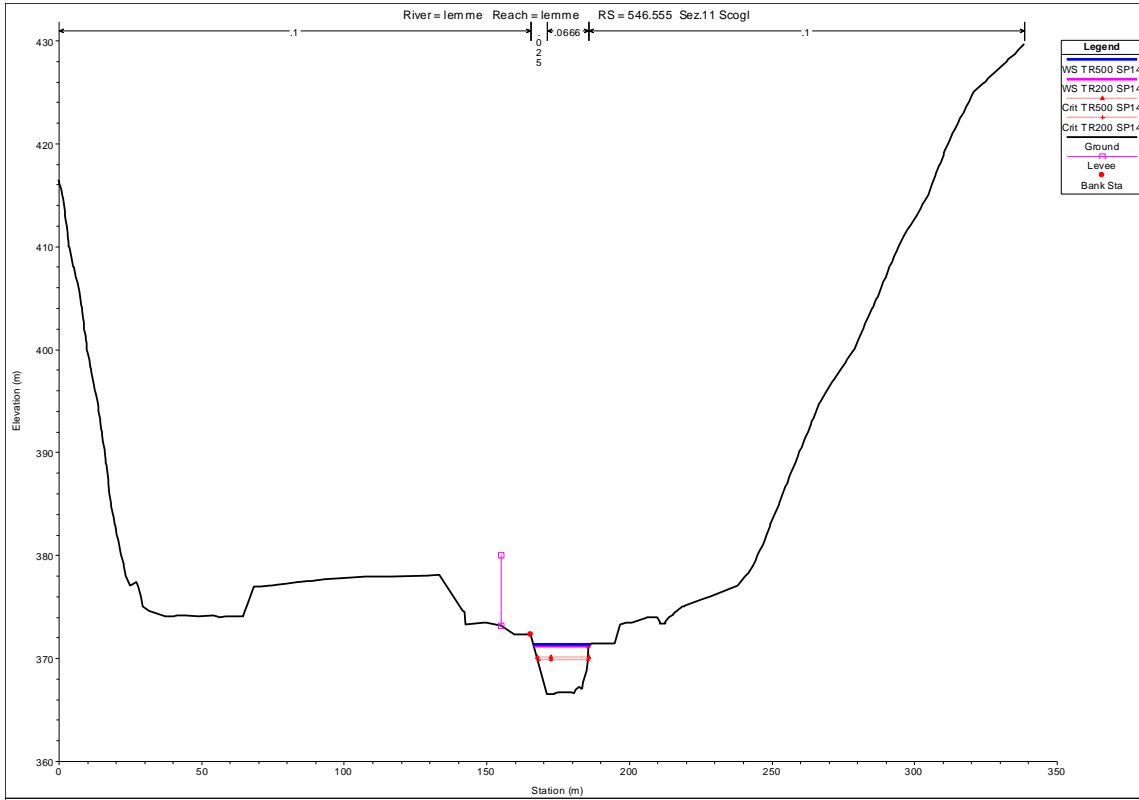


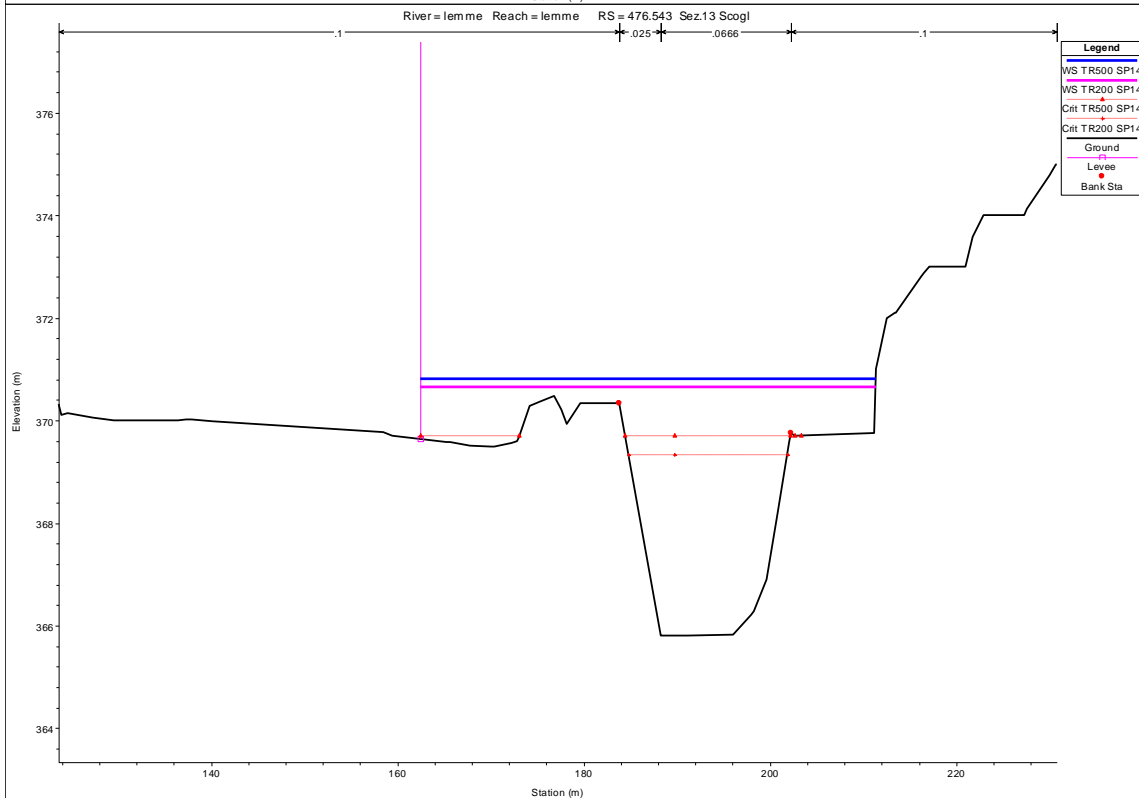
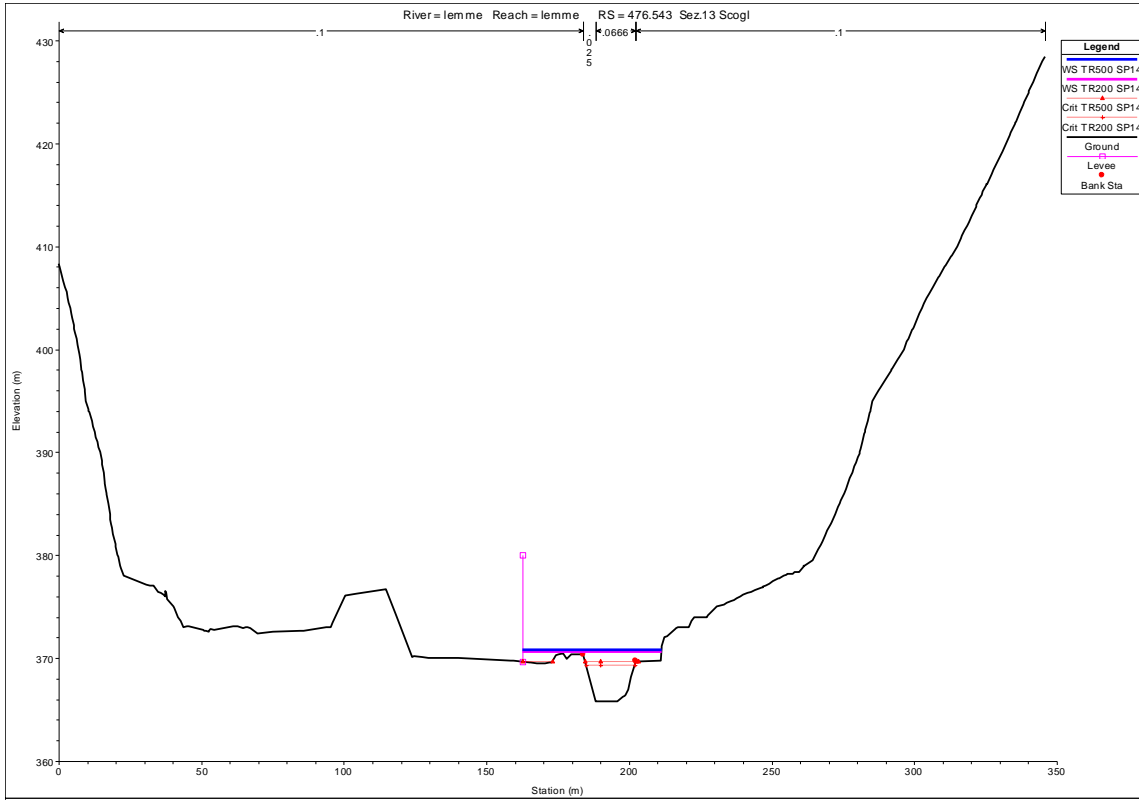


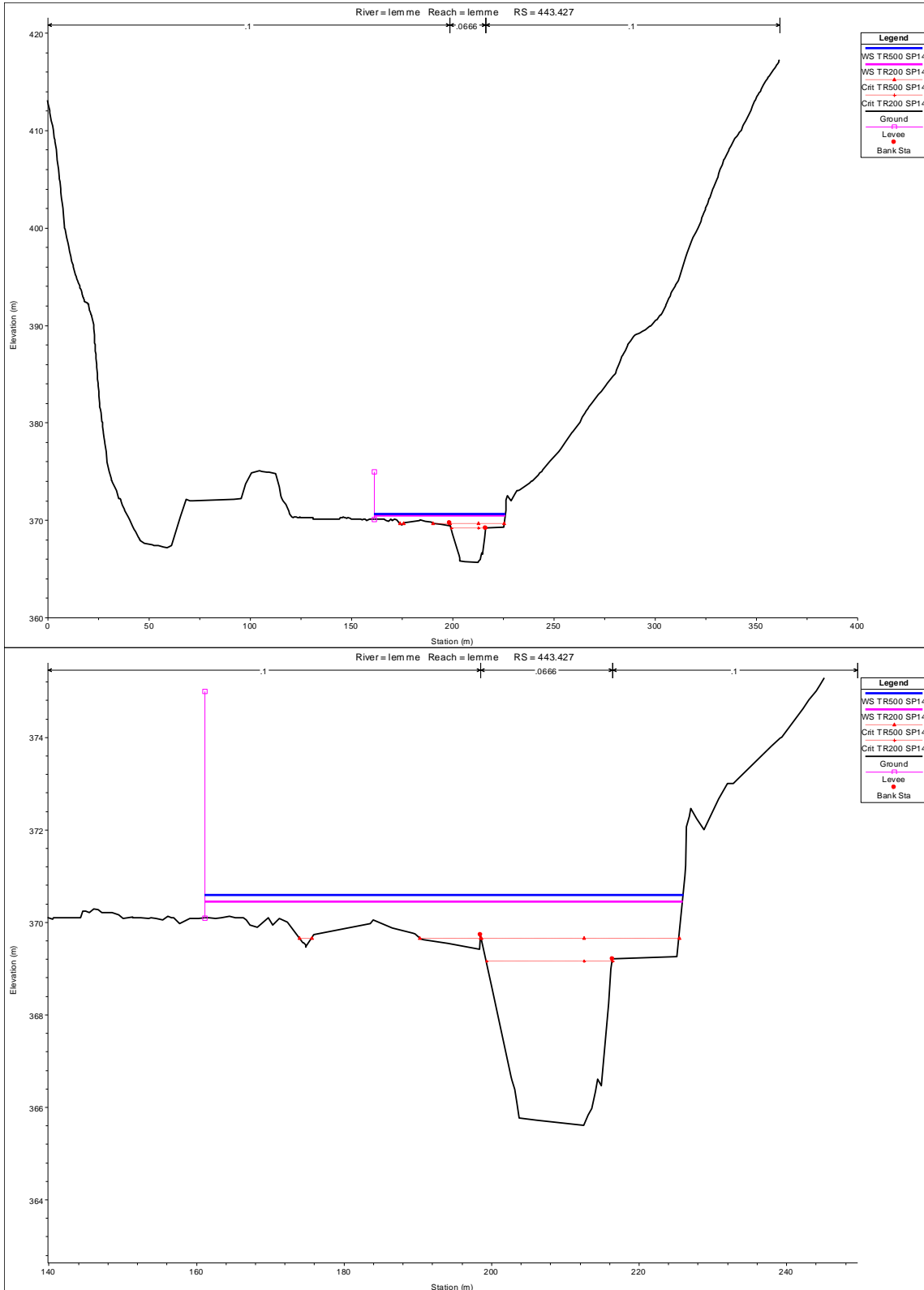


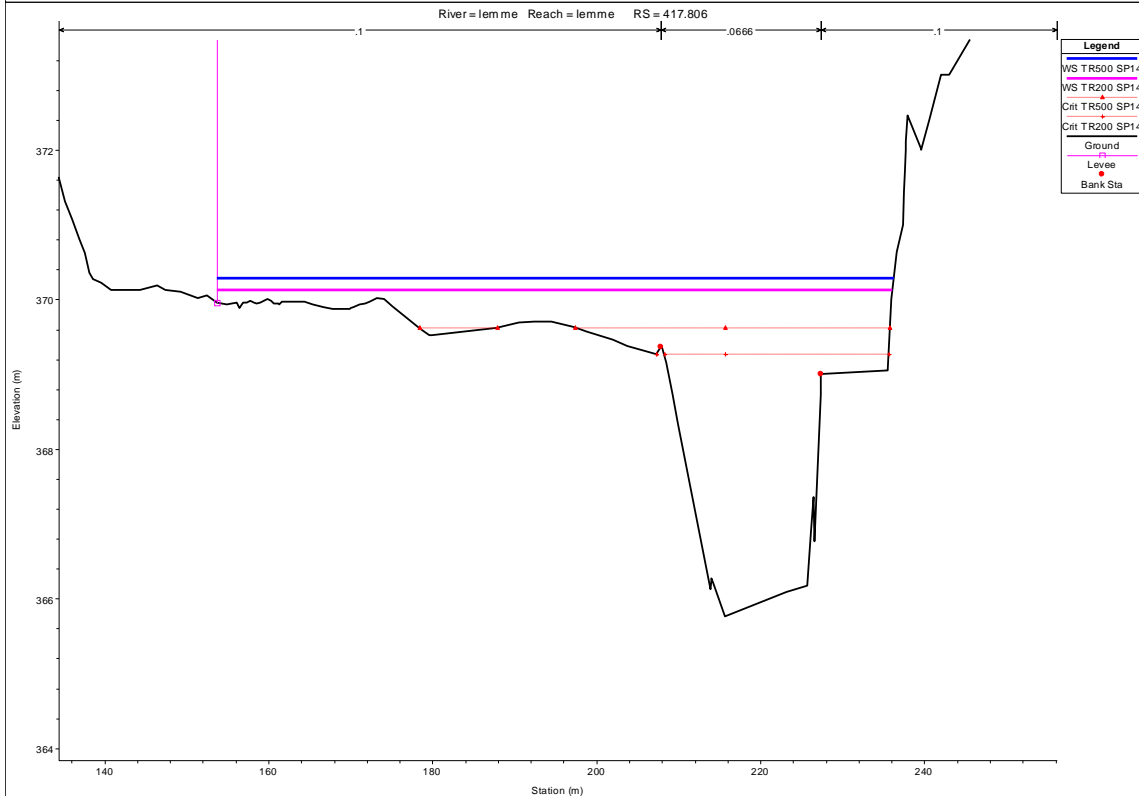
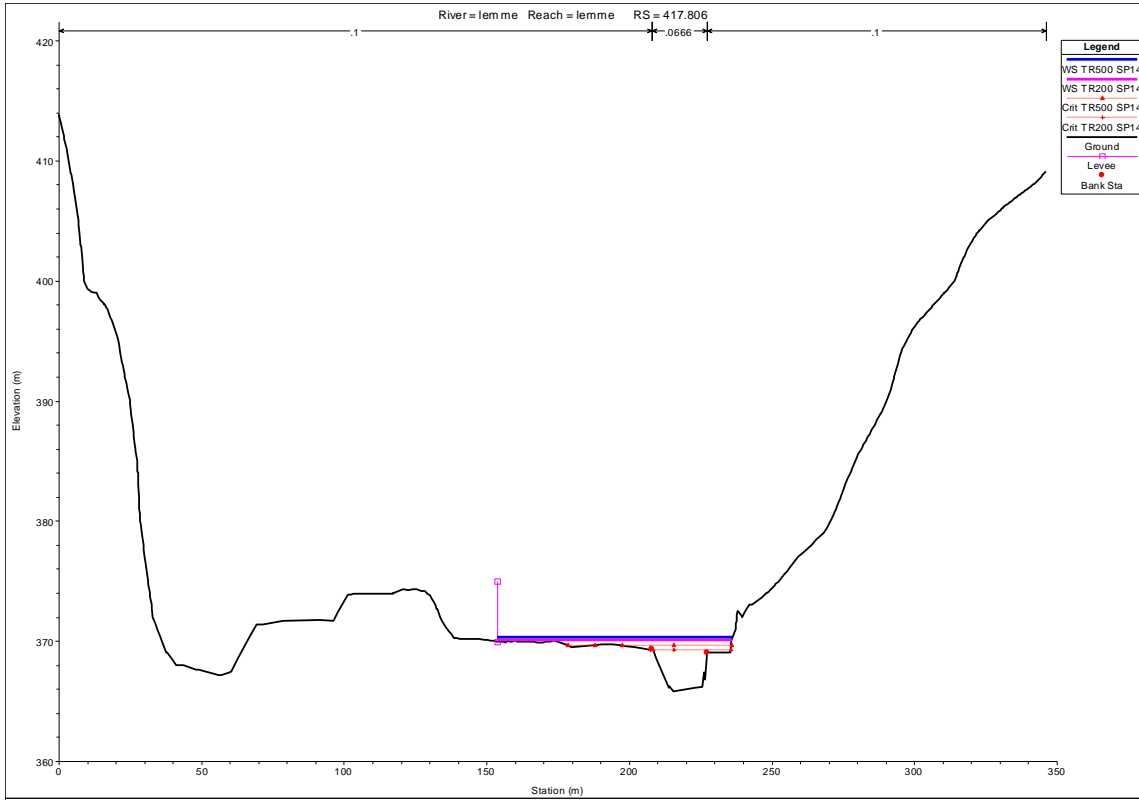


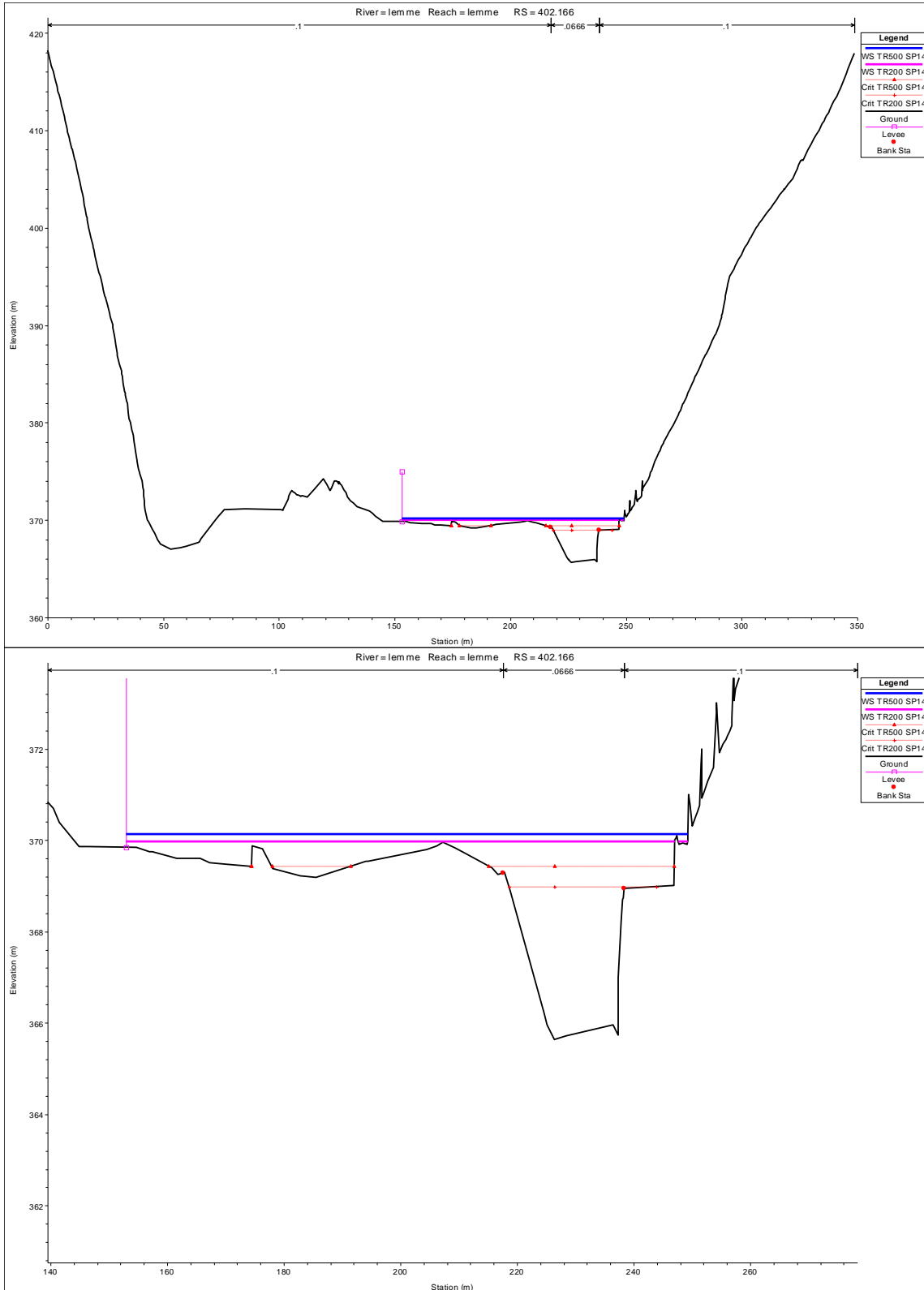




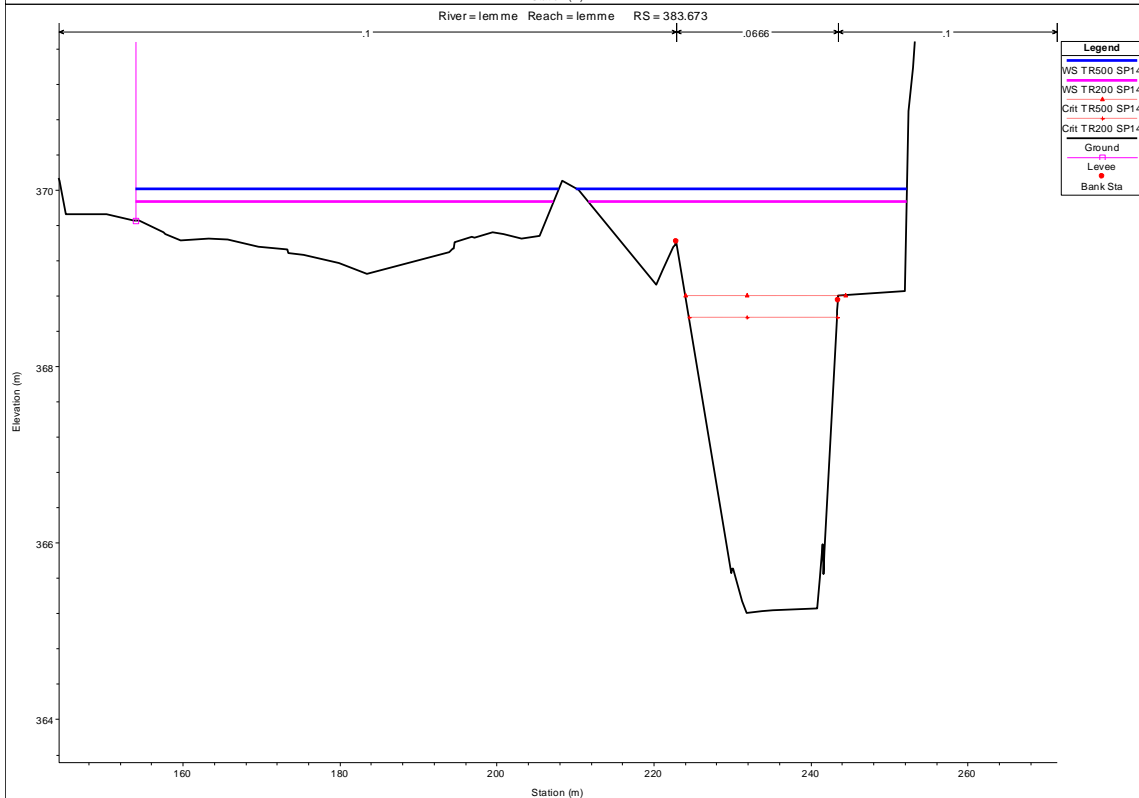
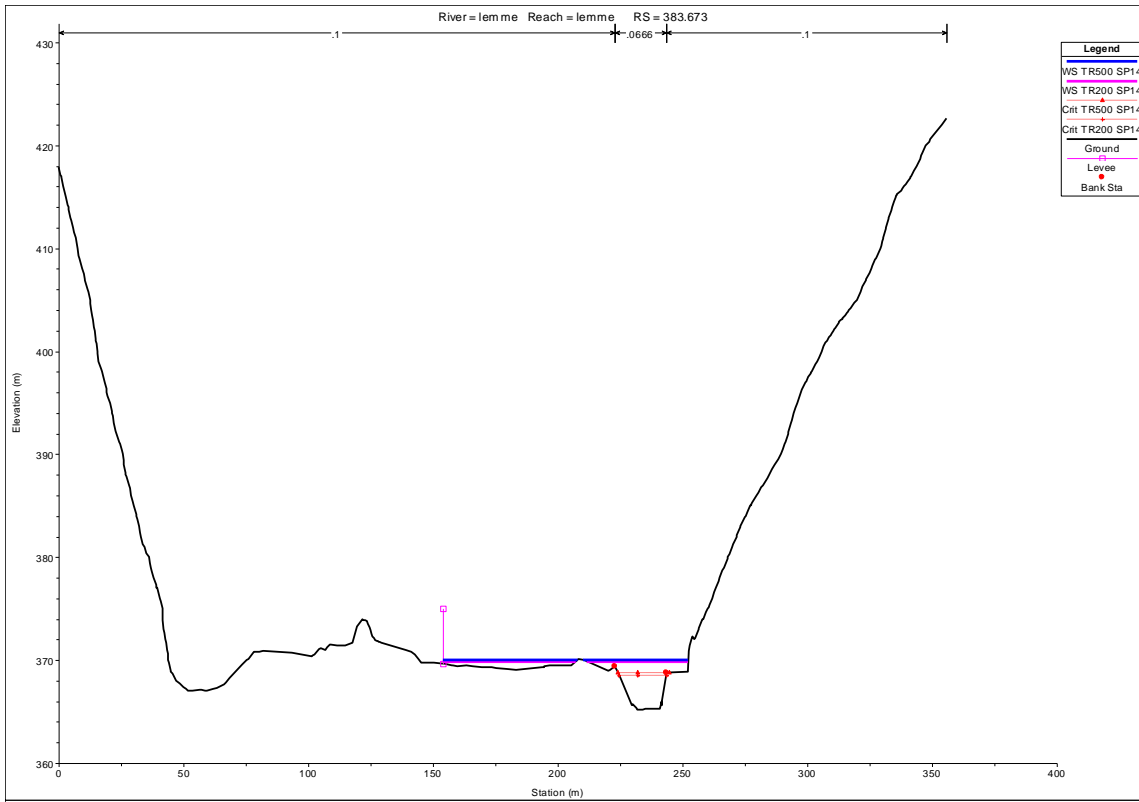


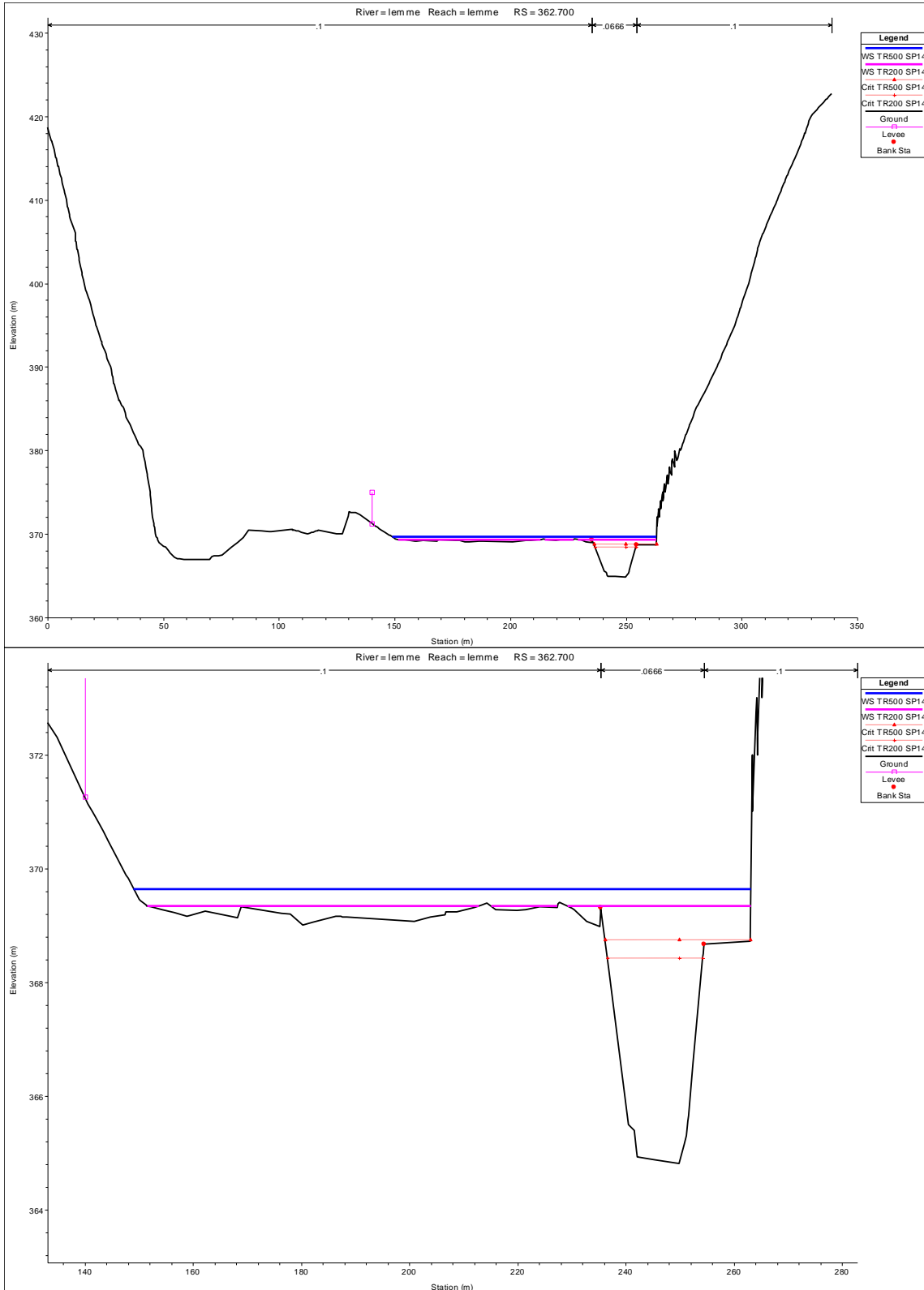


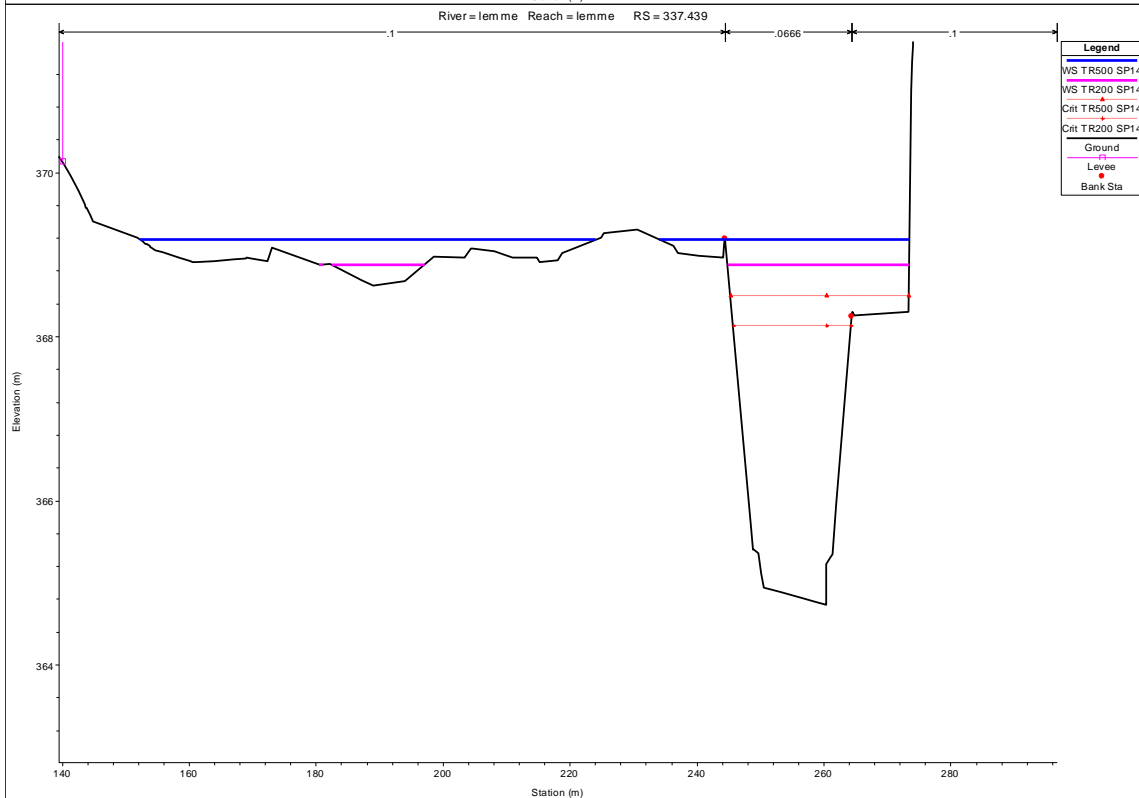
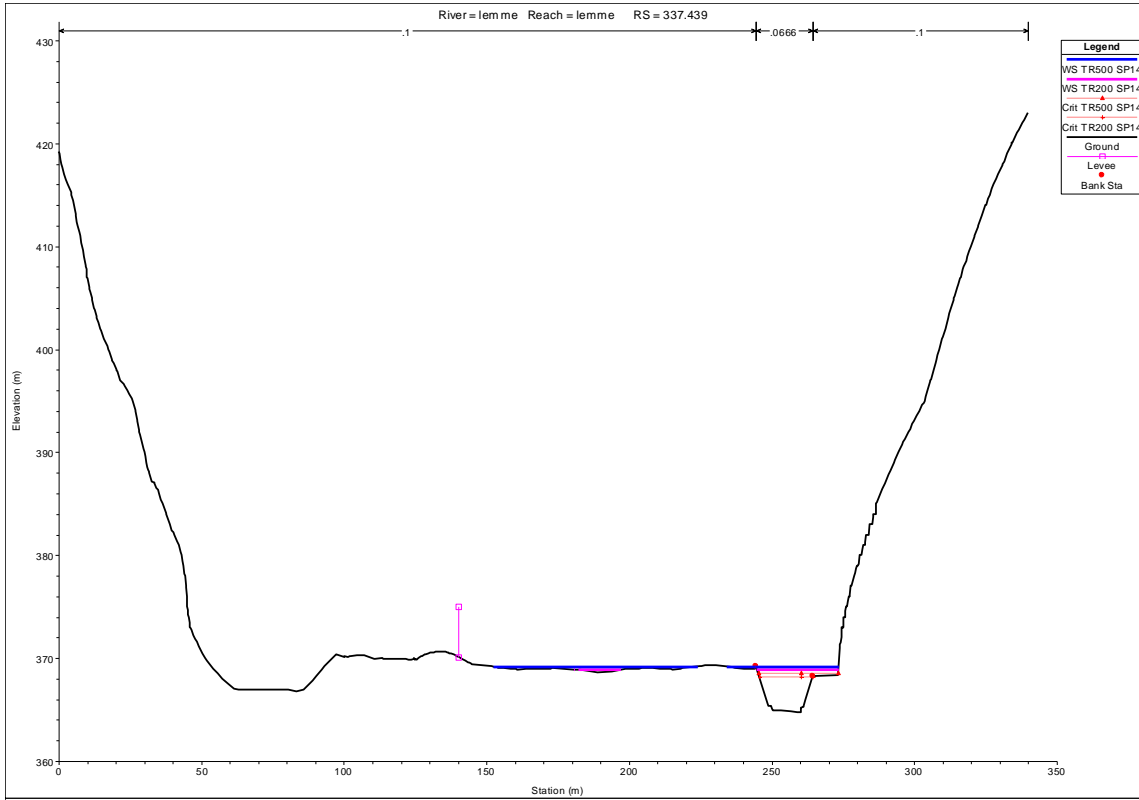


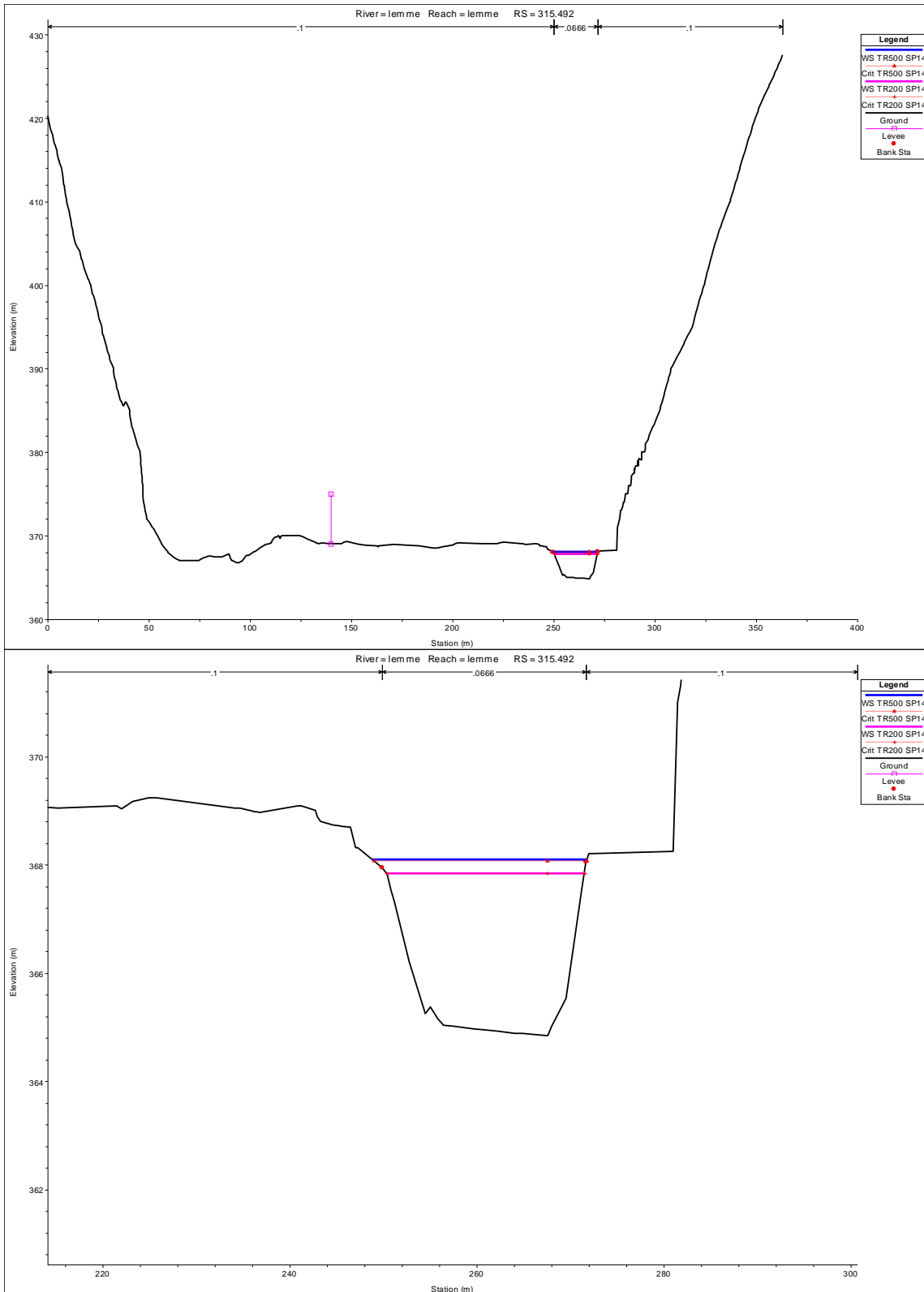


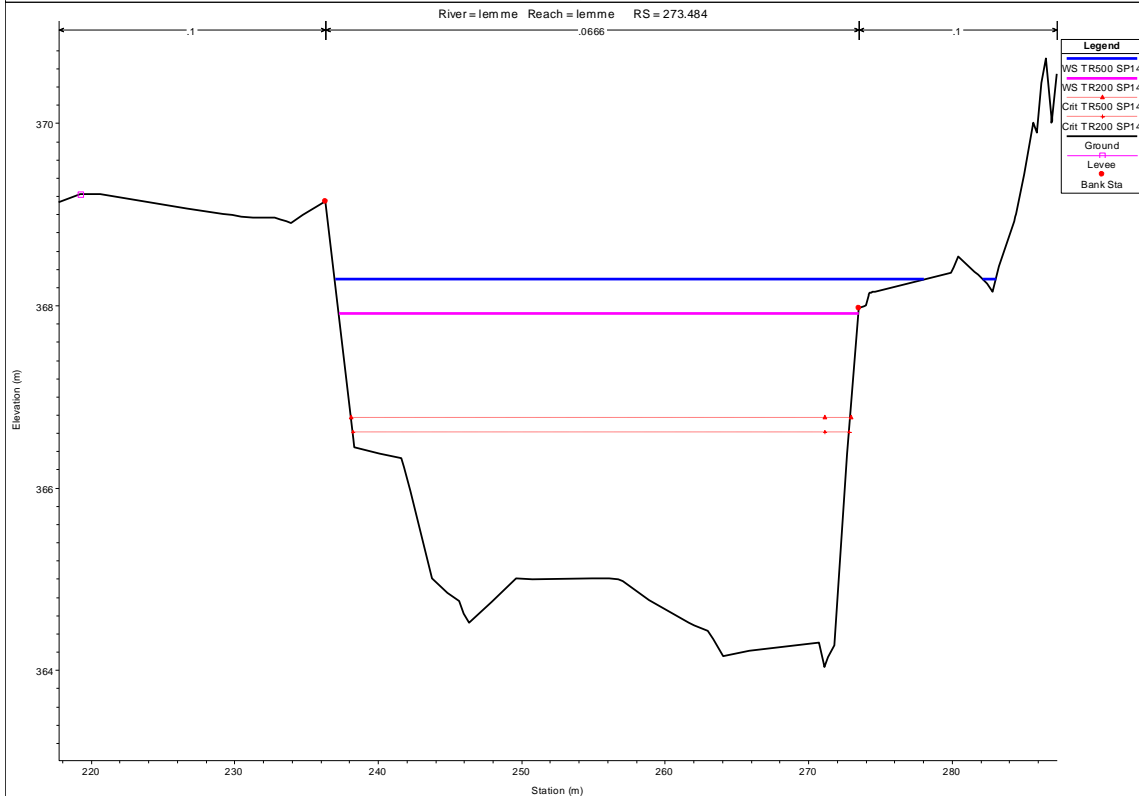
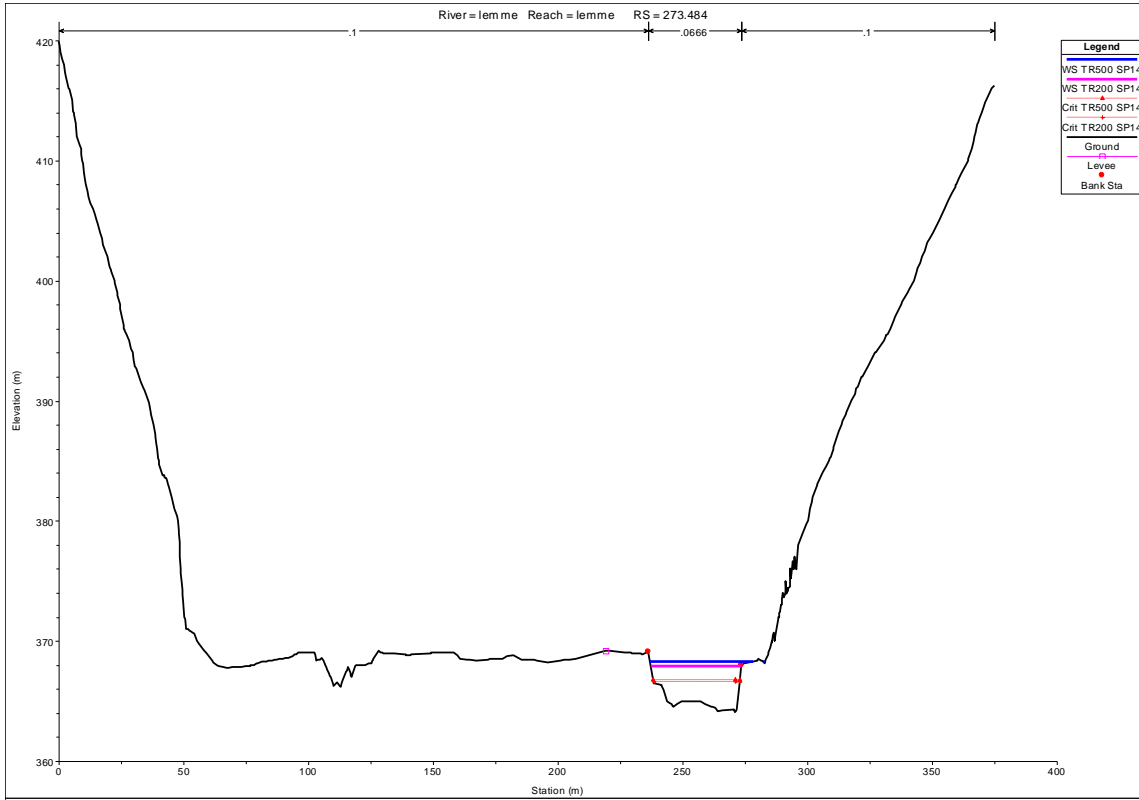


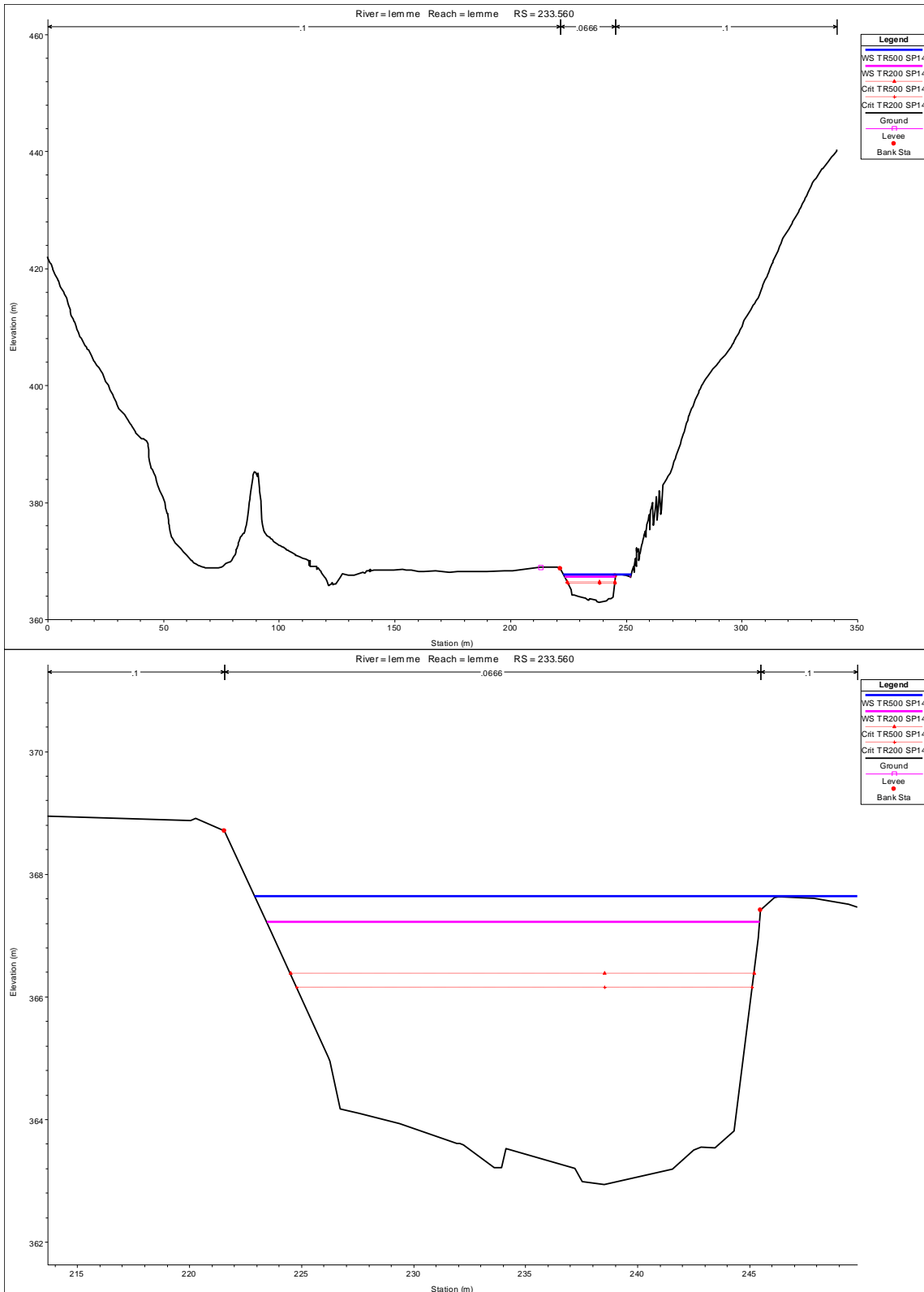




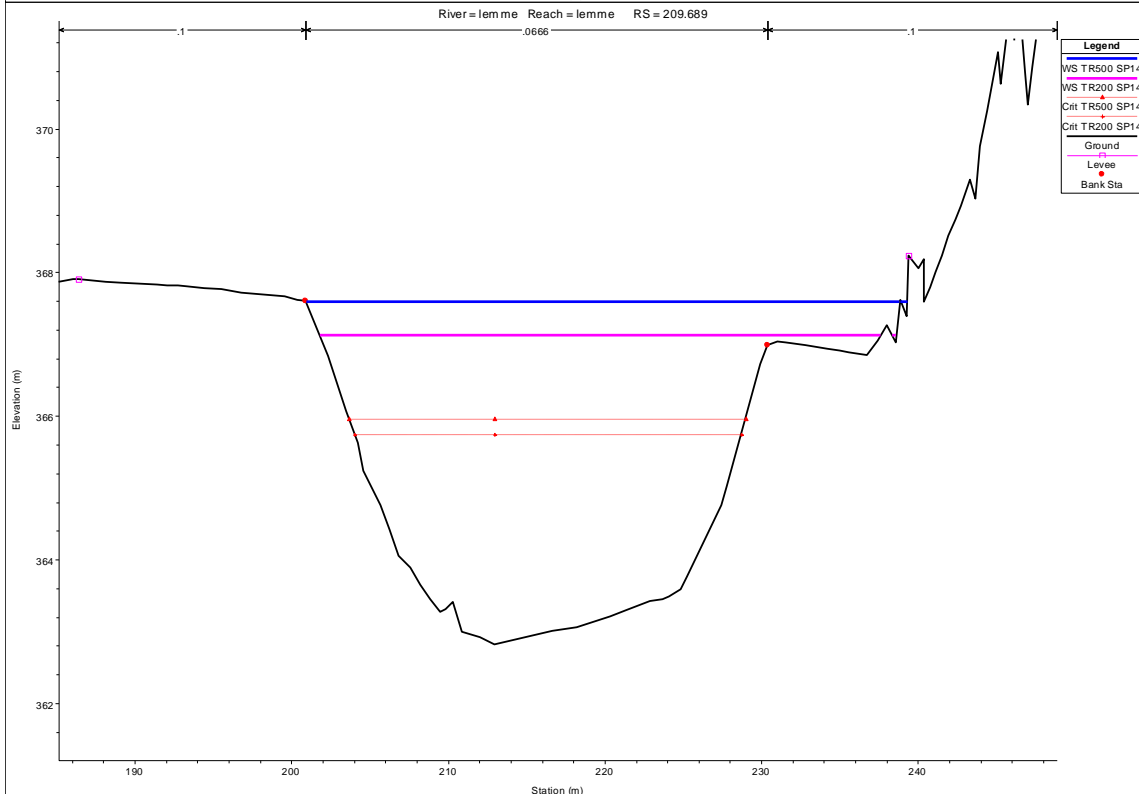
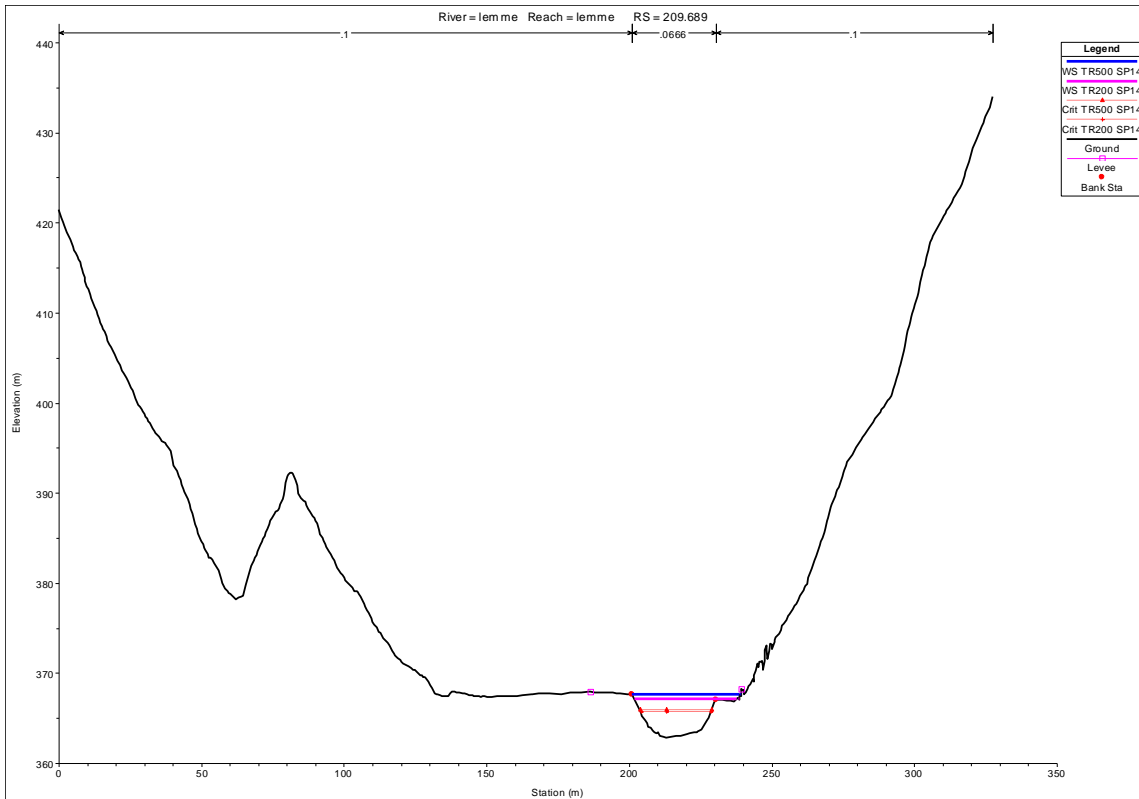


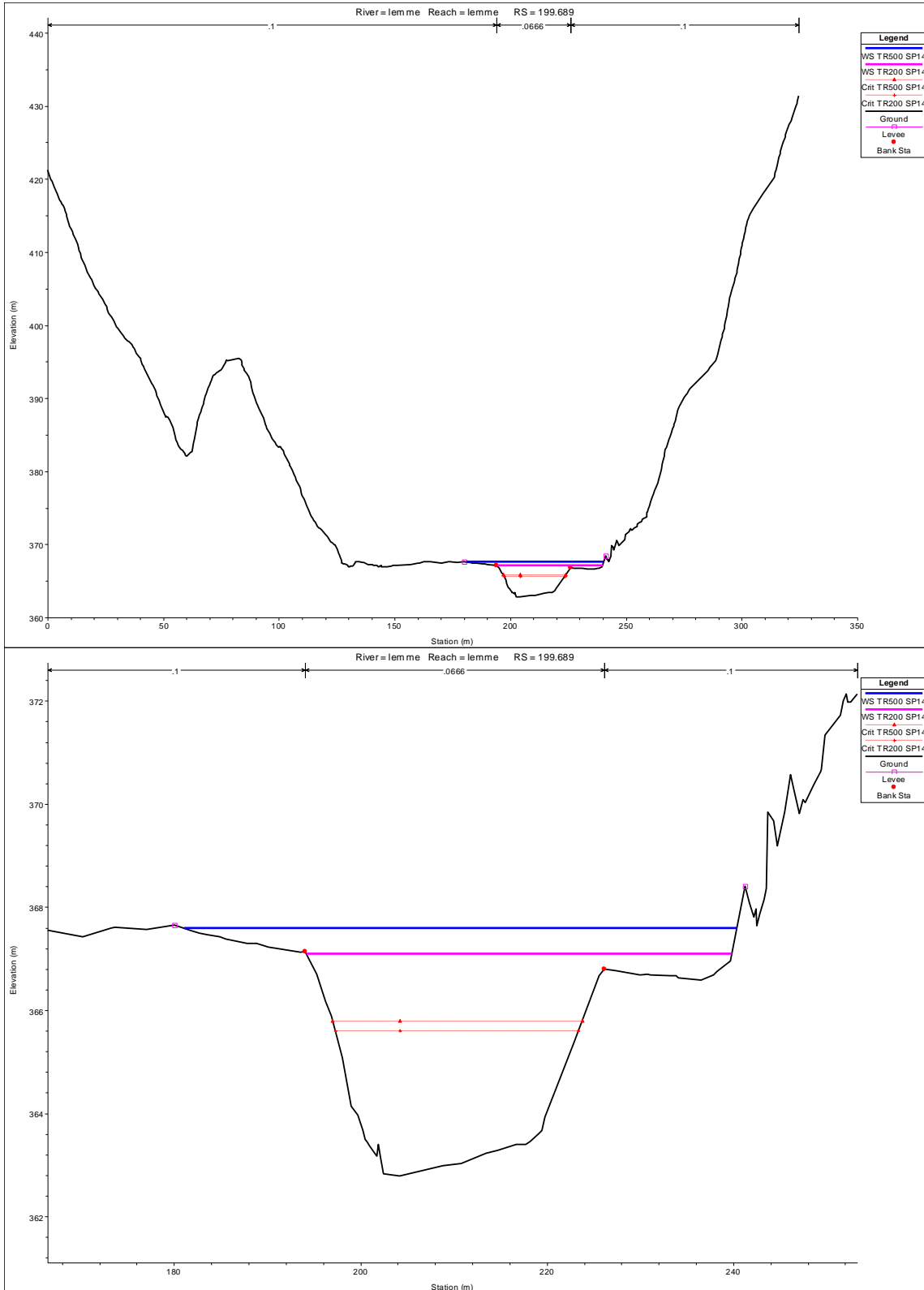


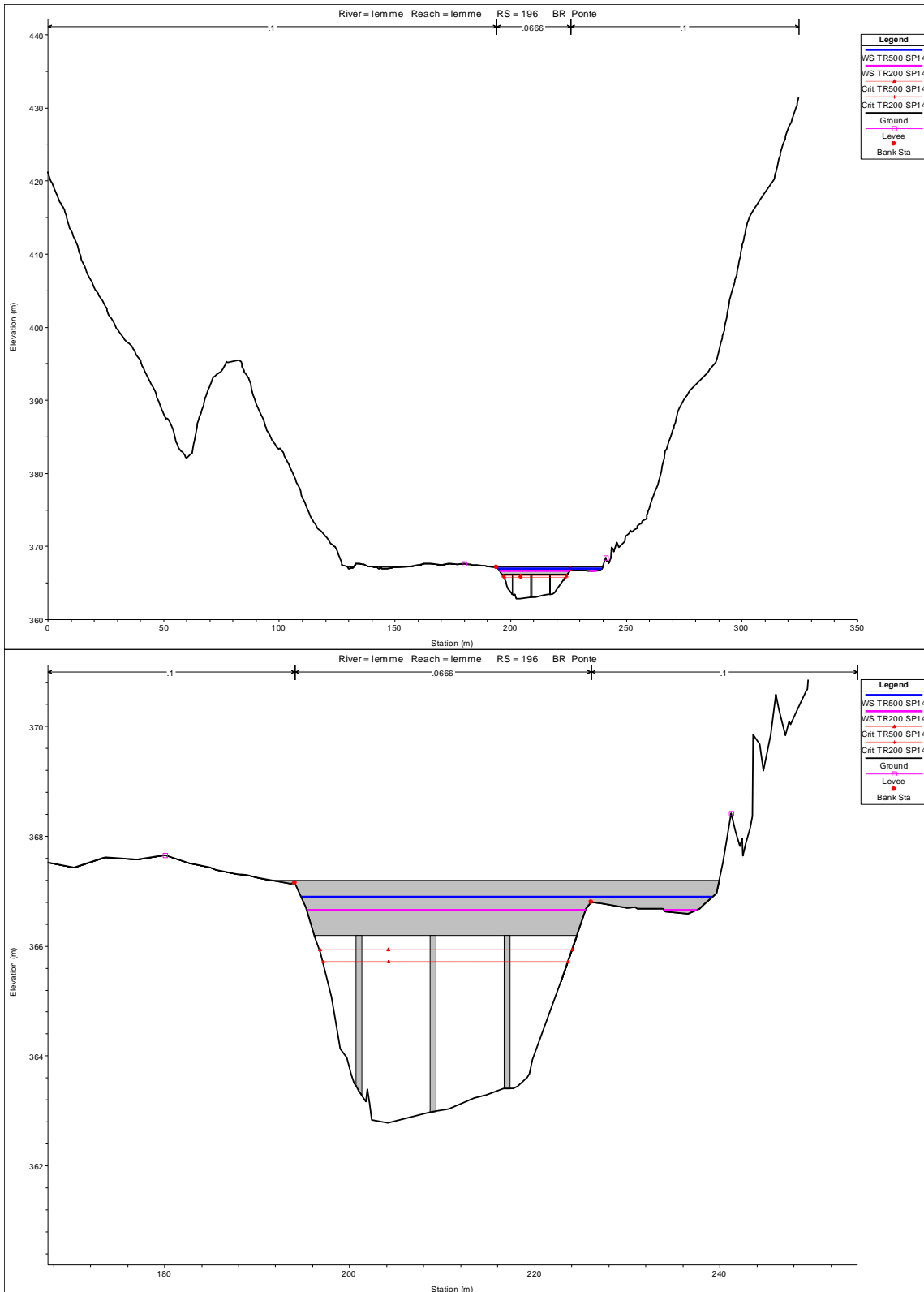


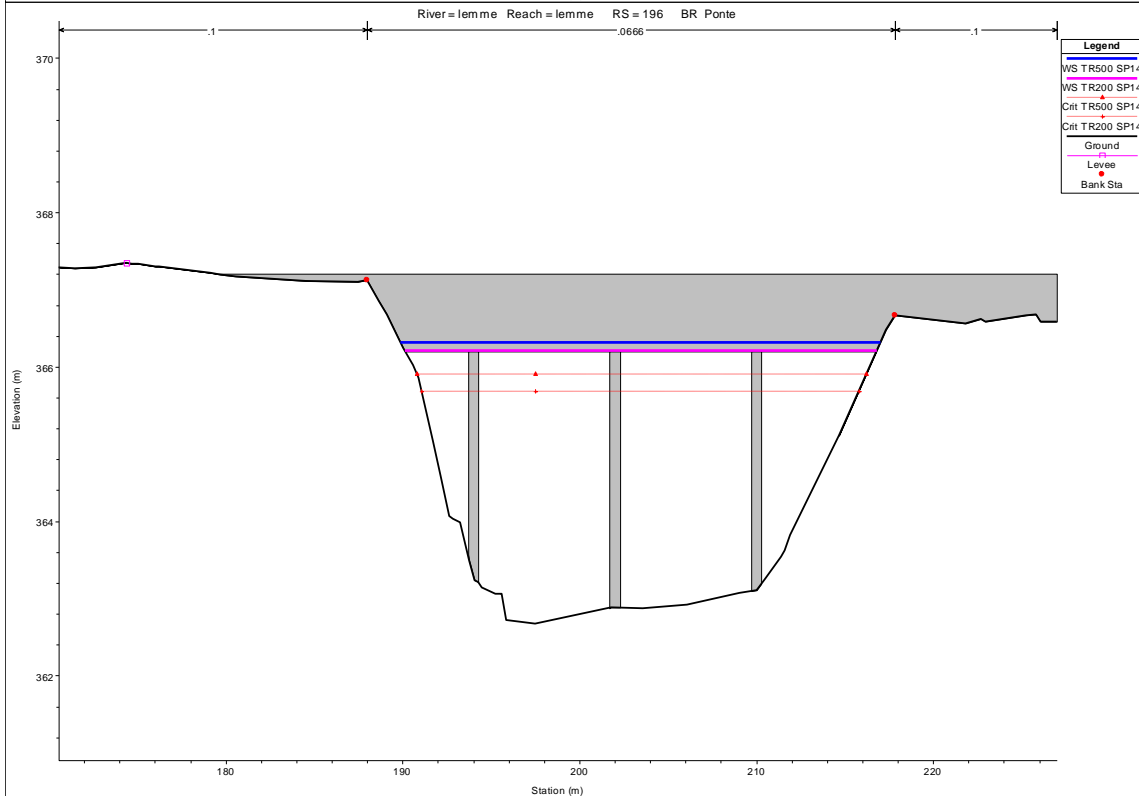
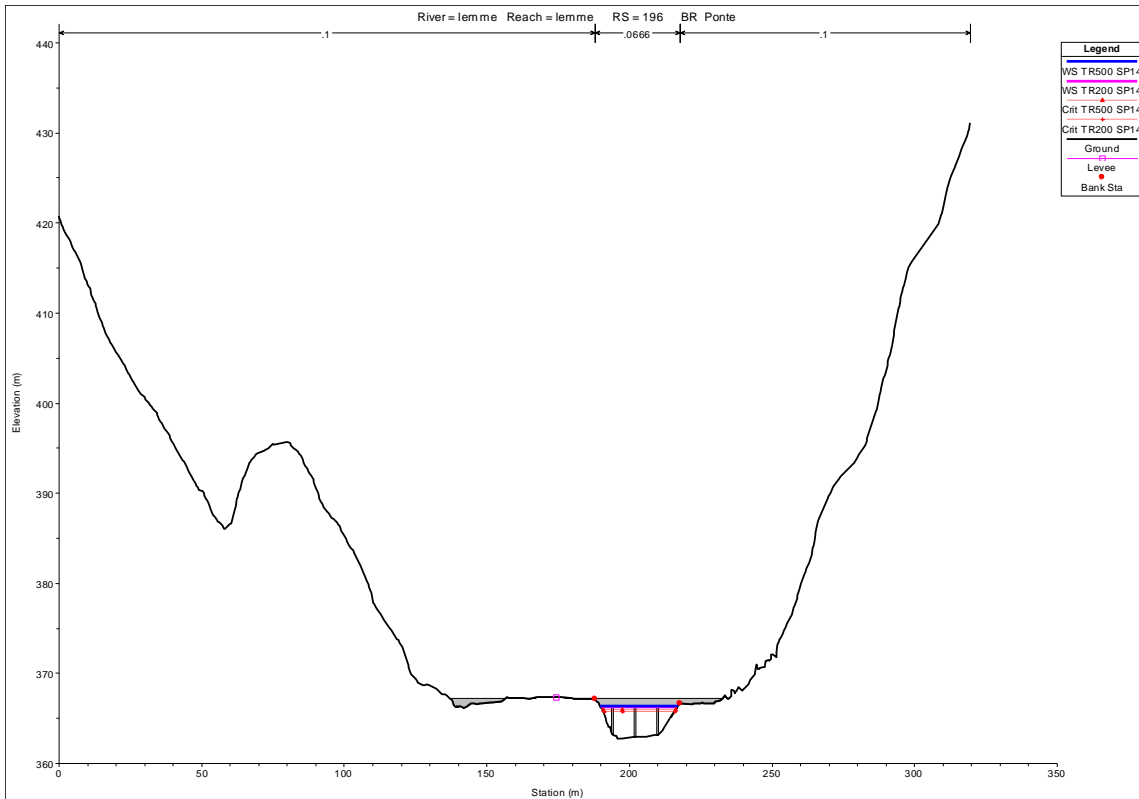


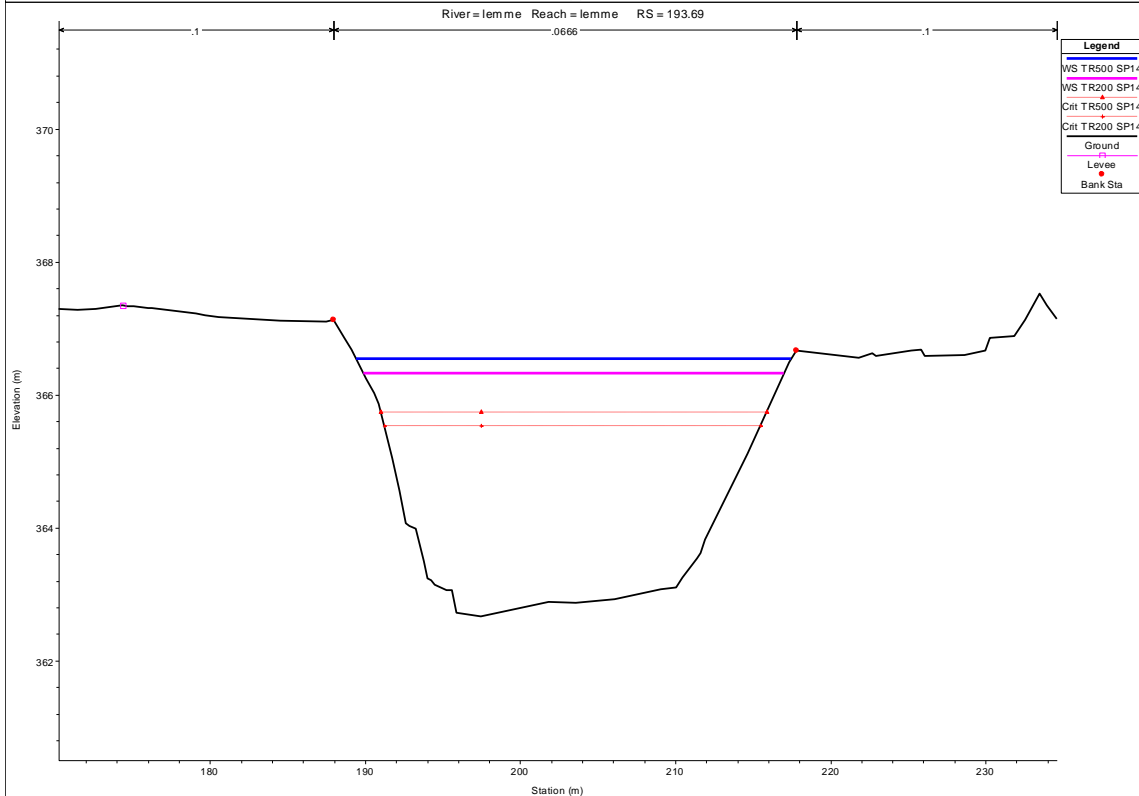
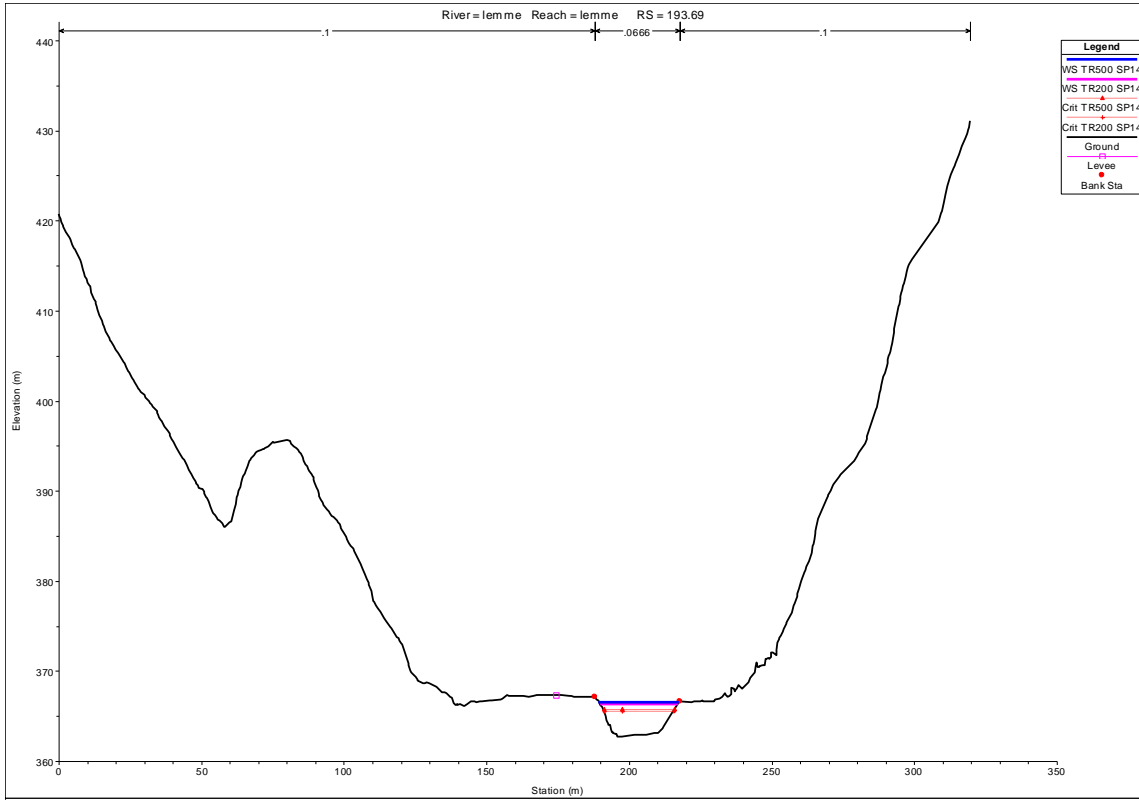


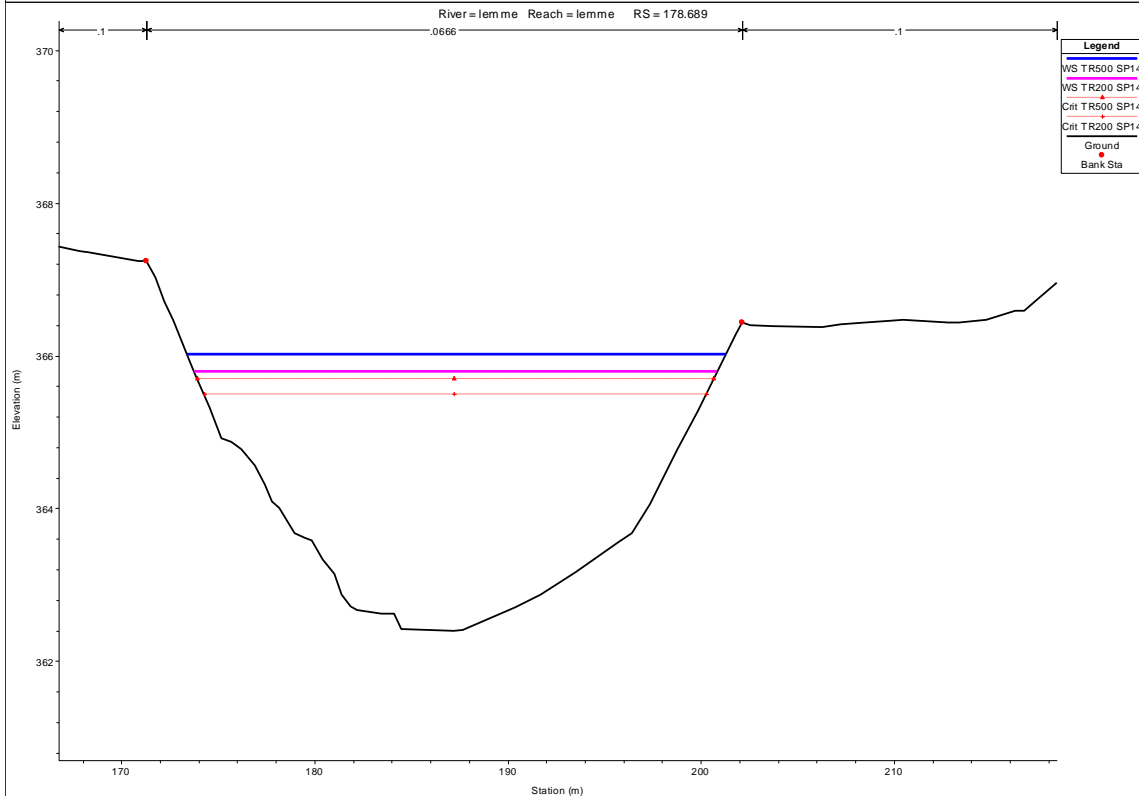
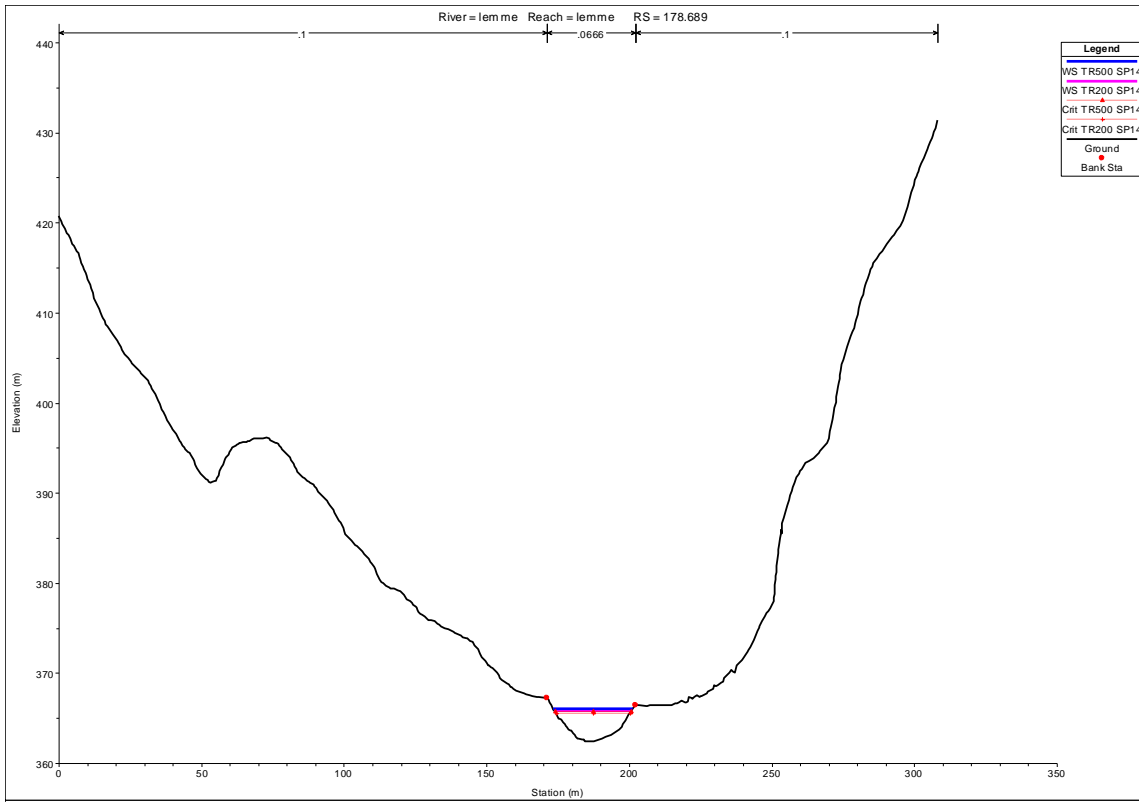




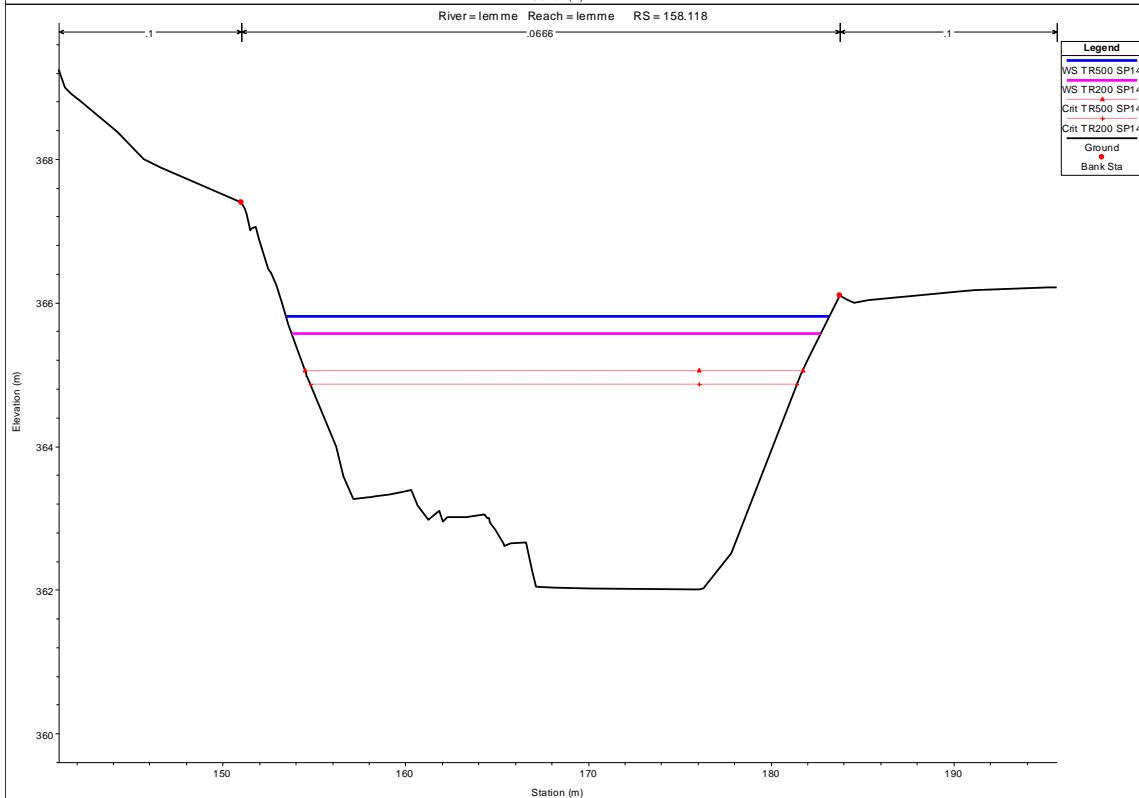
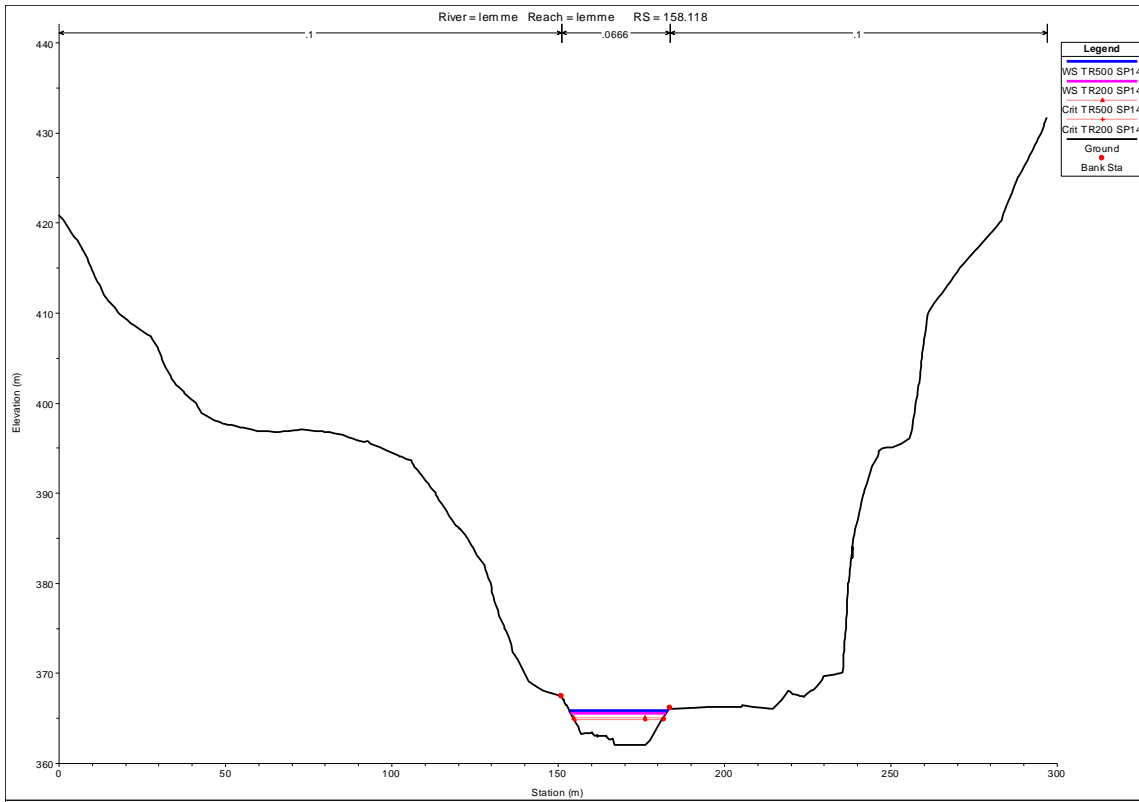


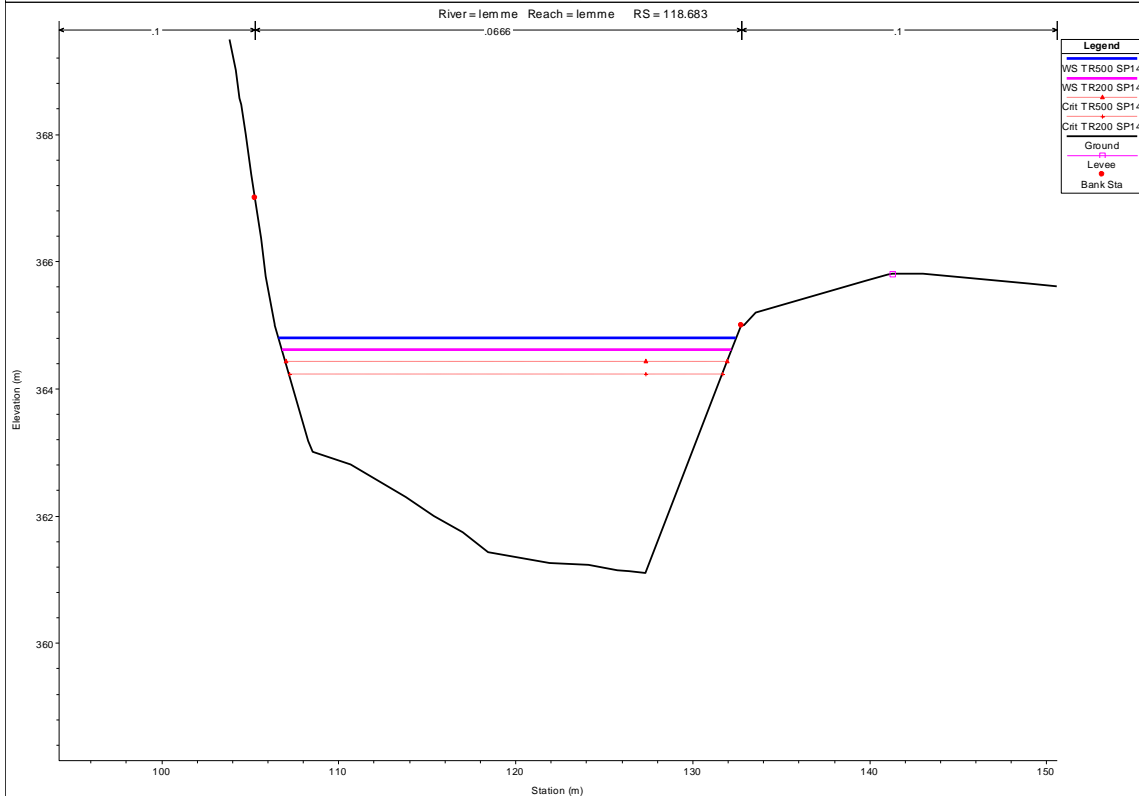
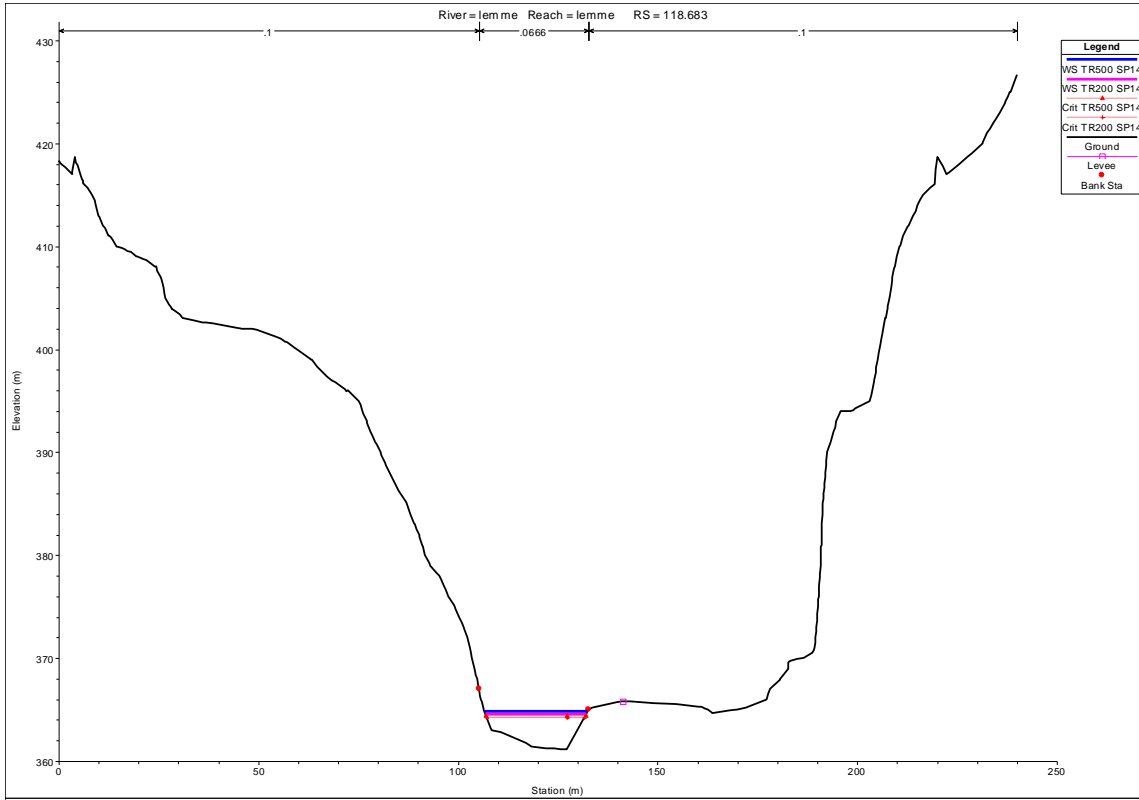


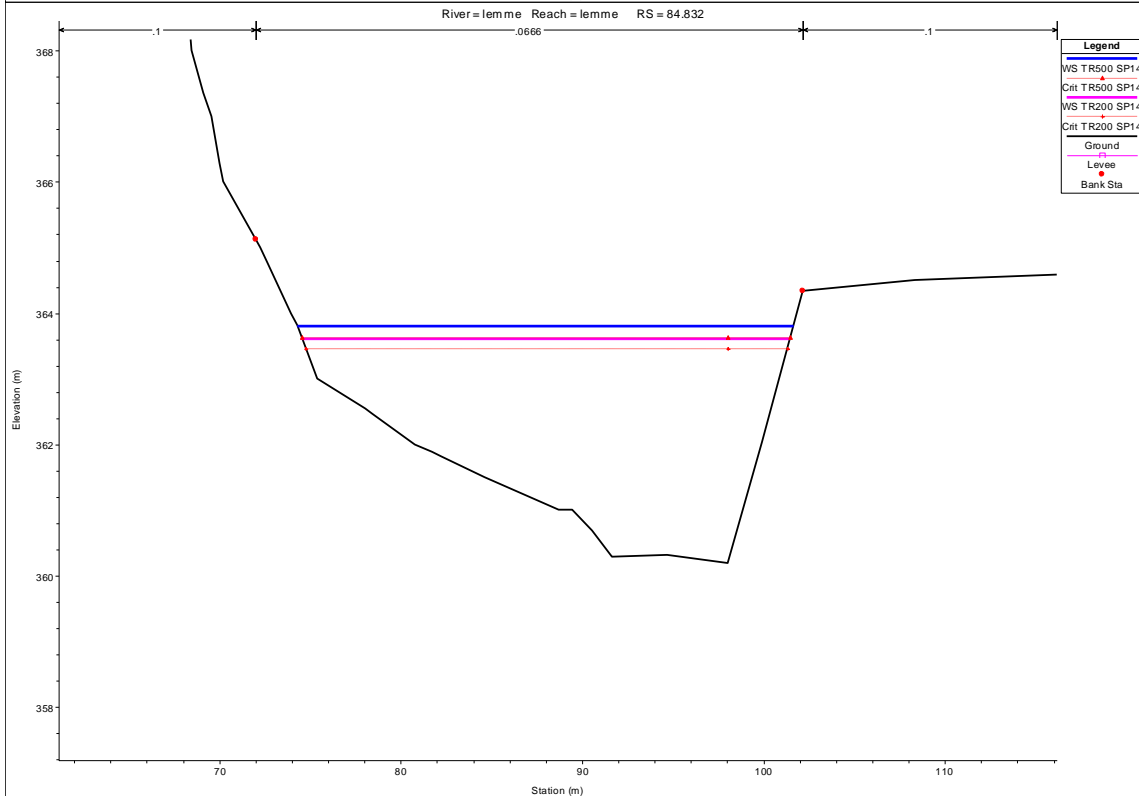
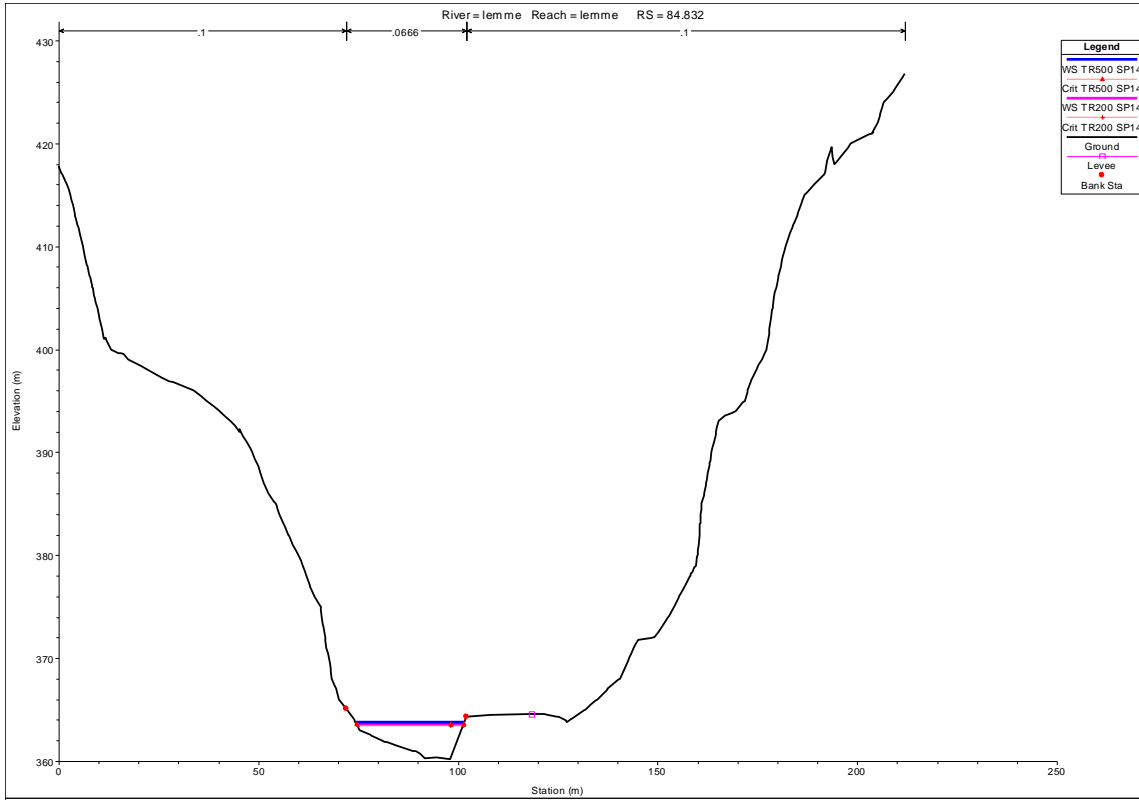


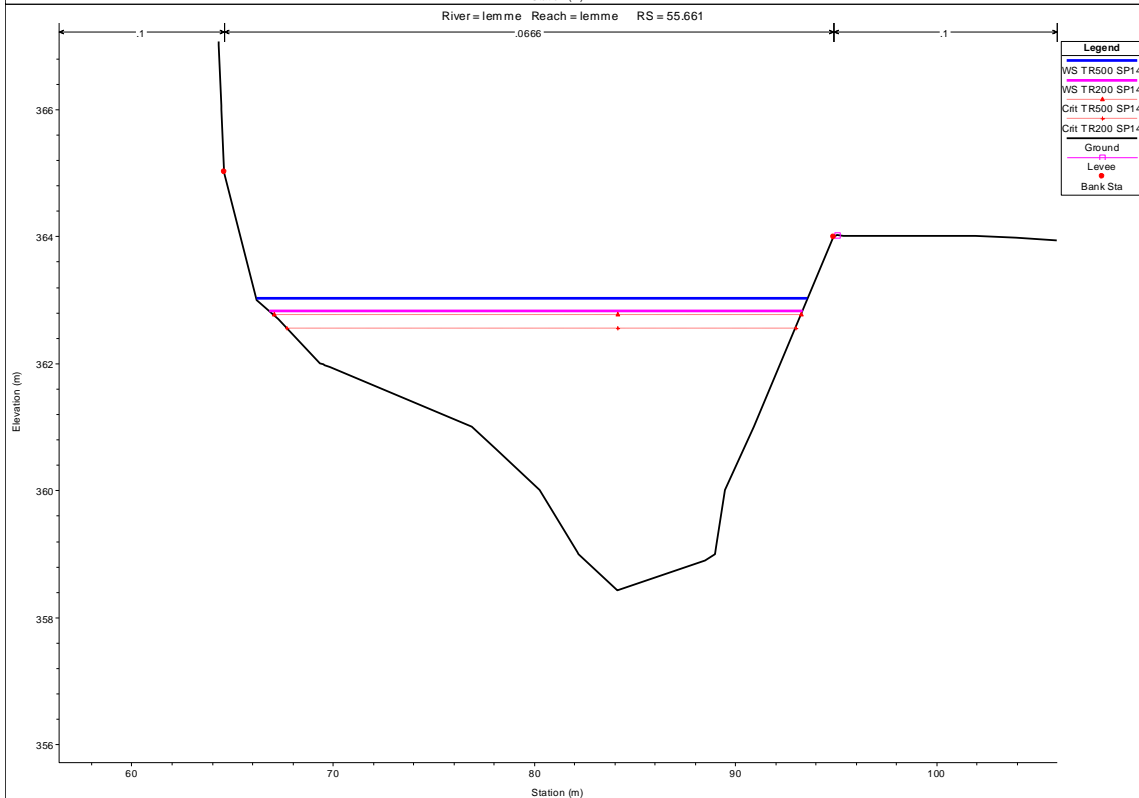
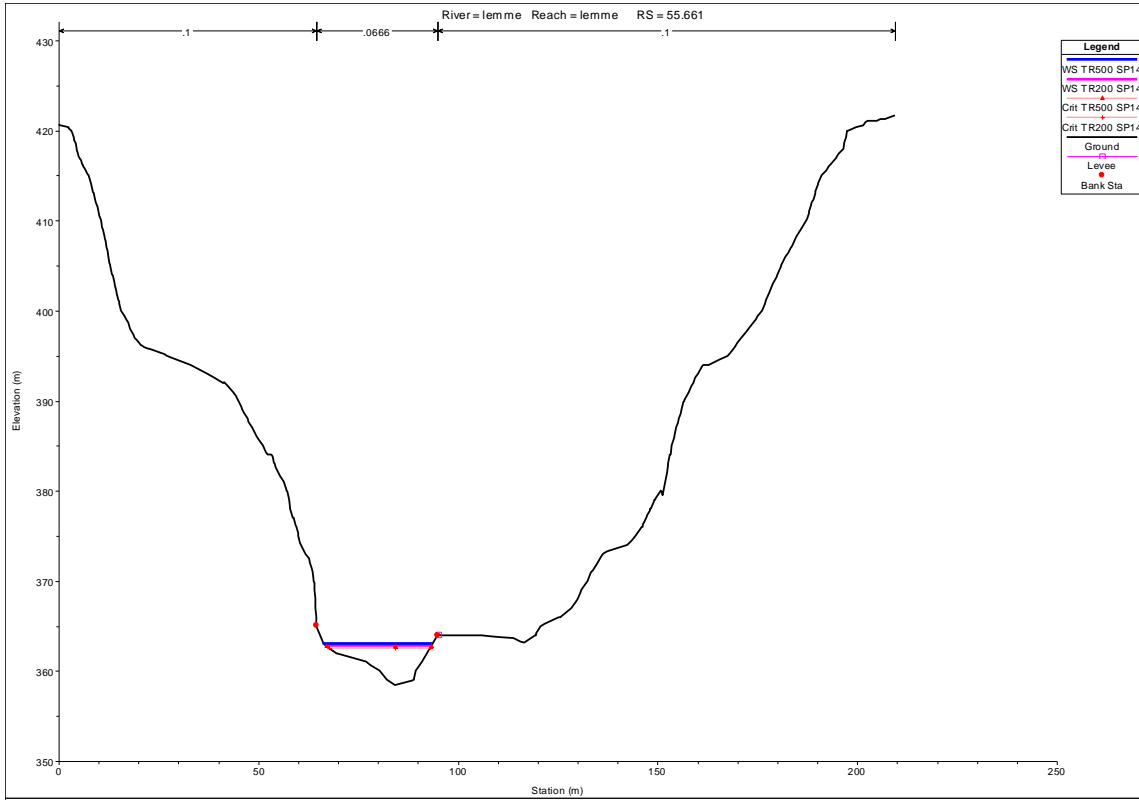


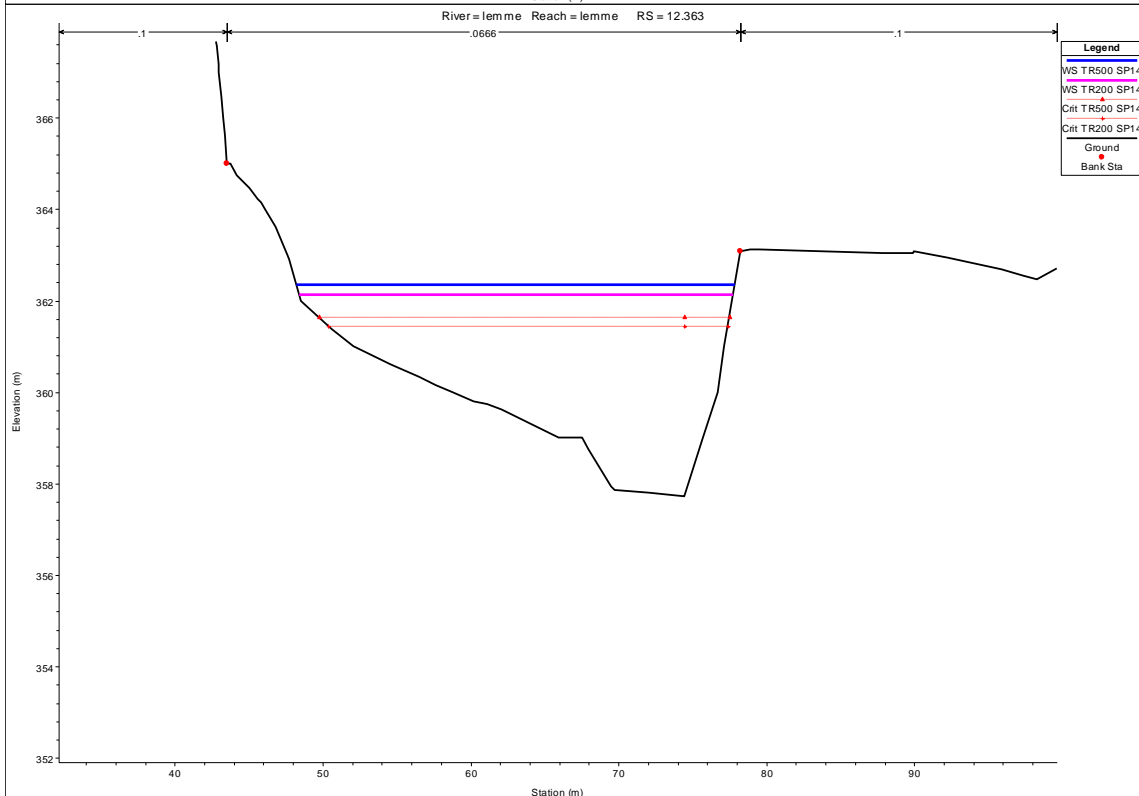
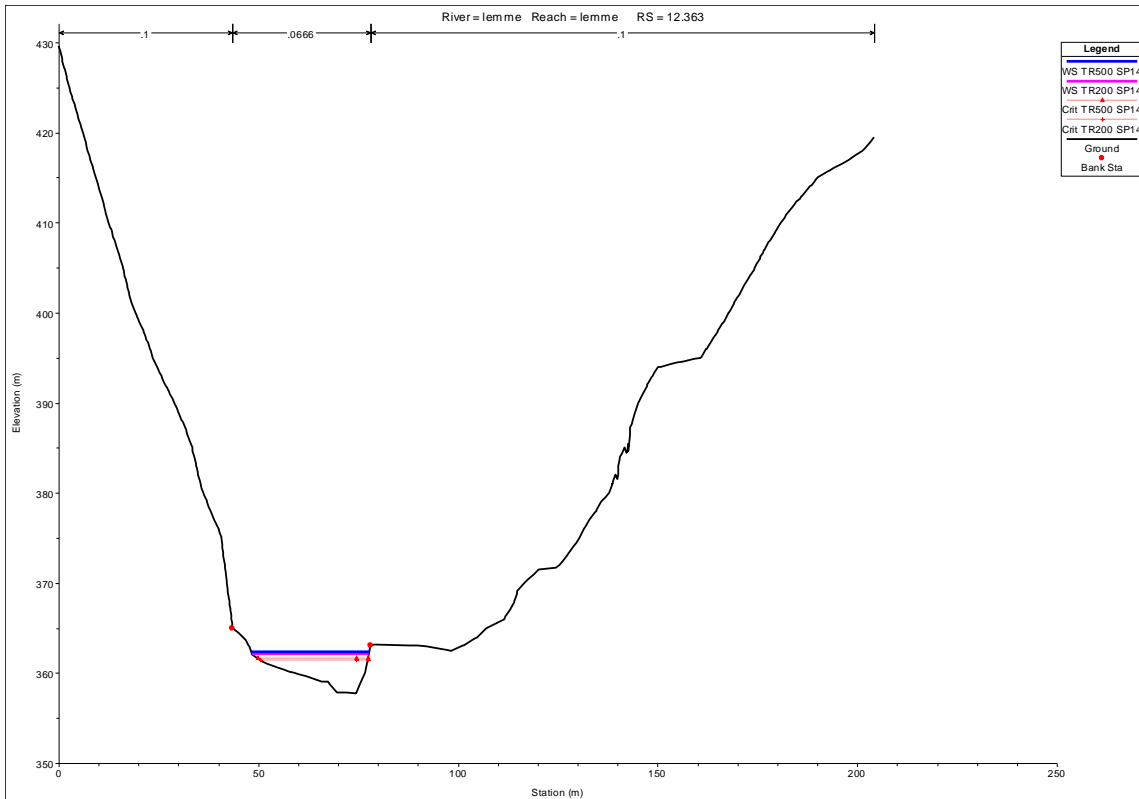












<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 	
	<p>IG51 06 E CV RO IA48 00 003_A00 Sistemazione alveo t. Lemme e ripristino ambientale Relazione idrologico - idraulica</p>	<p>Foglio 84 di 164</p>

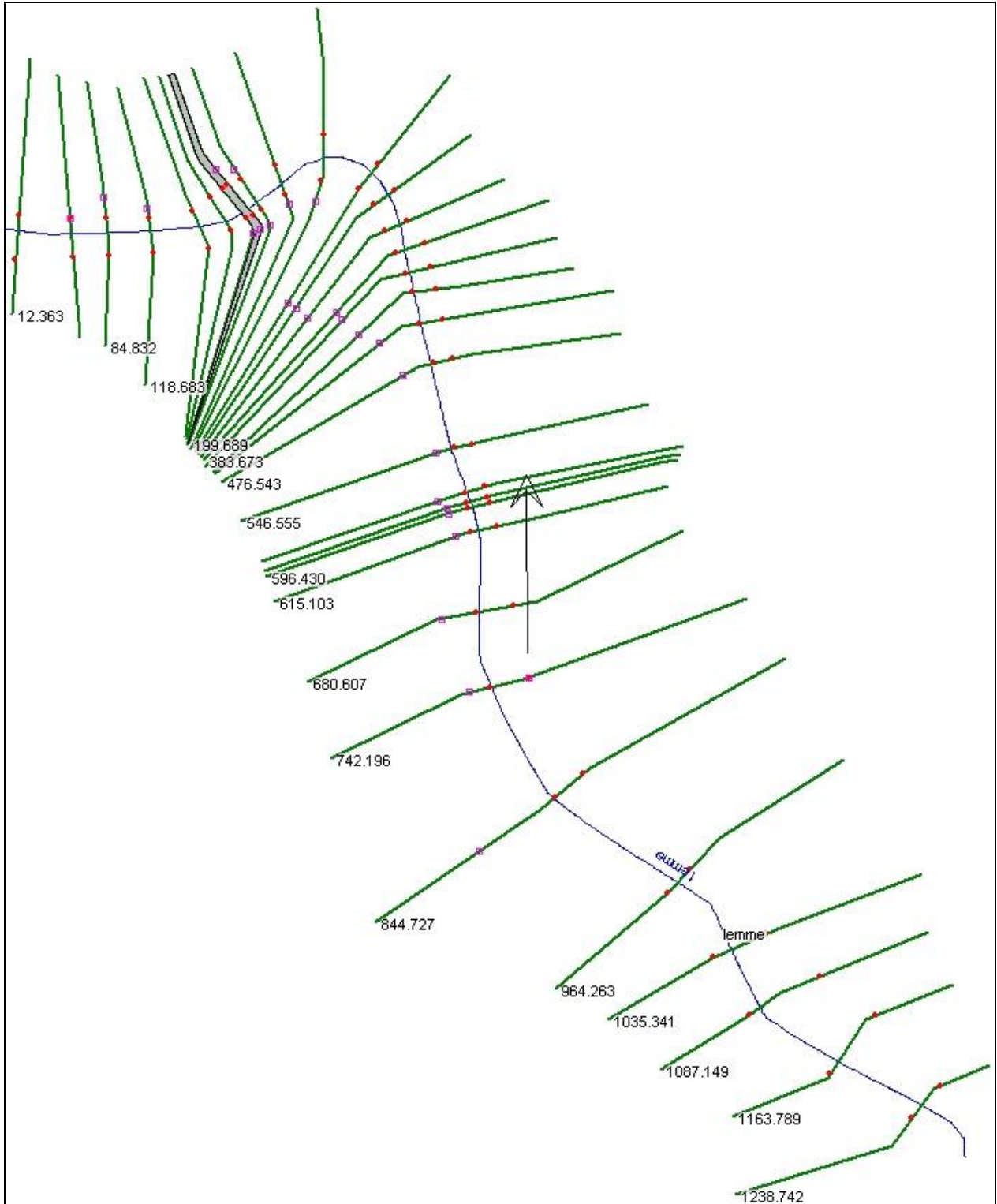
**ALLEGATO 2**

**Risultati modello HEC-RAS**

**Stato di fatto al Novembre 2015**



**Stato di fatto Novembre 2015  
Geometria schematica RAS**



**Stato di fatto Novembre 2015 – TR = 200 anni (SP1.4)**  
**Tabella risultati RAS**

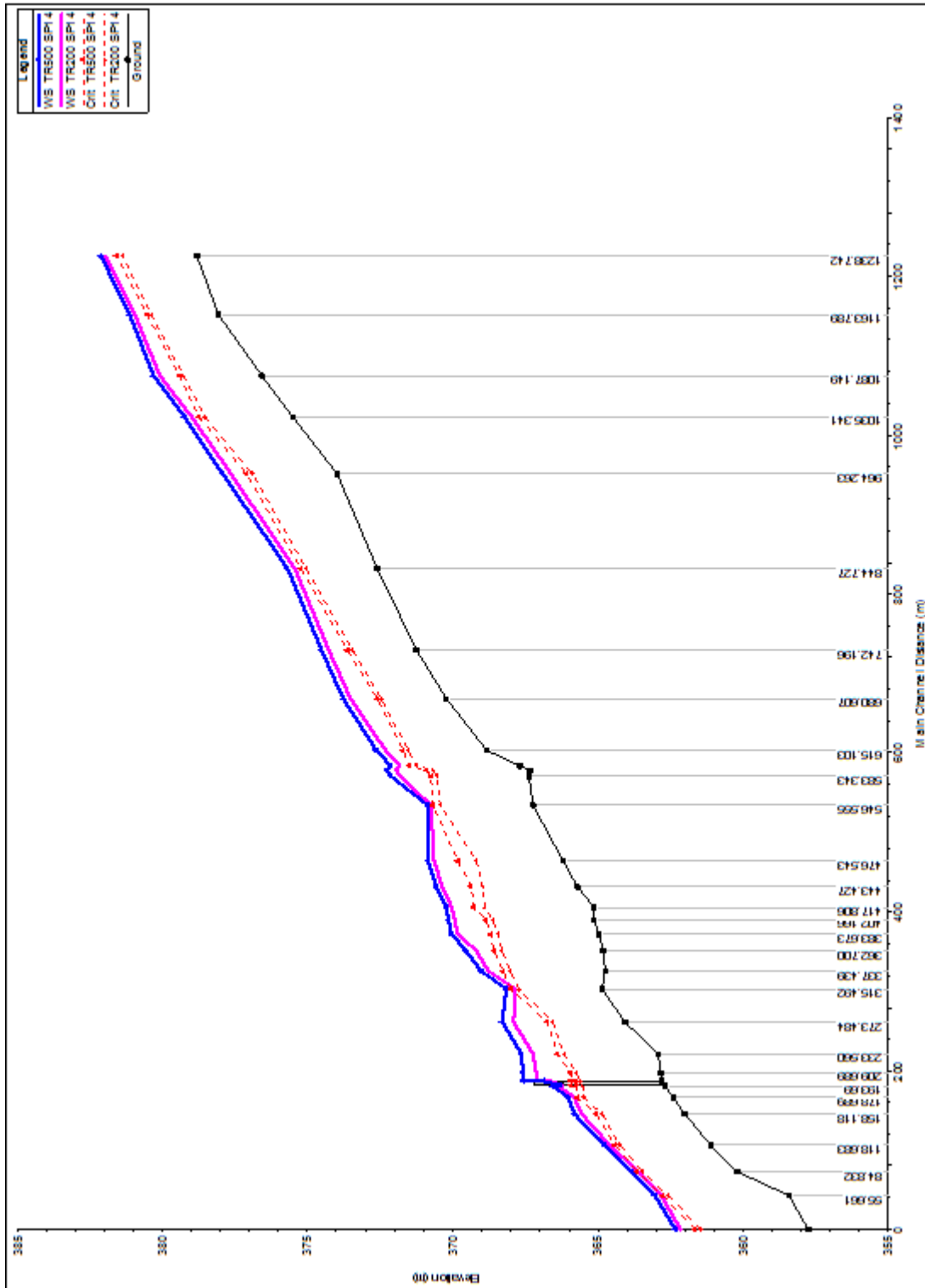
River Sta RAS	Profile	Q [m <sup>3</sup> /s]	Min Ch El [m]	W.S. Elev [m]	Crit W.S. [m]	E.G. Elev [m]	E.G. Slope [m/m]	Vel Chnl [m/s]	Flow Area [m <sup>2</sup> ]	Top Width [m]	Froude Chl
1238.742	TR200 SP14	244	378.80	381.98	381.39	382.55	0.017418	3.34	72.95	31.36	0.70
1163.789	TR200 SP14	244	378.07	380.96	380.37	381.33	0.013812	2.71	90.20	46.60	0.62
1087.149	TR200 SP14	244	376.59	380.09	379.26	380.39	0.010464	2.42	100.80	49.47	0.54
1035.341	TR200 SP14	244	375.52	378.99	378.54	379.62	0.020282	3.52	69.35	31.31	0.75
964.263	TR200 SP14	244	373.97	377.65	376.89	378.31	0.016898	3.58	68.07	23.19	0.67
844.727	TR200 SP14	244	372.59	375.45	375.04	376.20	0.018209	3.71	64.38	26.21	0.74
742.196	TR200 SP14	244	371.23	374.28	373.46	374.73	0.010173	2.85	83.38	32.68	0.56
680.607	TR200 SP14	244	370.20	373.50	372.44	373.87	0.019059	2.71	92.27	33.85	0.51
615.103	TR200 SP14	244	368.84	372.32	371.51	372.91	0.011215	3.19	73.53	25.09	0.58
596.43	TR200 SP14	244	367.70	371.80	371.26	372.64	0.015807	3.50	64.64	22.19	0.63
591.431	TR200 SP14	244	367.35	371.94	370.67	372.50	0.007700	2.88	78.42	21.66	0.46
583.343	TR200 SP14	244	367.35	371.83	370.54	372.43	0.007991	3.03	74.76	20.26	0.48
546.555	TR200 SP14	244	367.22	370.76	370.44	371.93	0.021179	4.43	52.51	17.18	0.77
476.543	TR200 SP14	244	366.20	370.64	369.19	370.98	0.005823	2.75	102.90	52.54	0.43
443.427	TR200 SP14	244	365.71	370.37	368.97	370.75	0.007475	2.92	111.72	65.85	0.47
417.806	TR200 SP14	244	365.14	370.02	368.90	370.52	0.010725	3.24	94.79	83.66	0.55
402.166	TR200 SP14	244	365.11	369.92	368.62	370.35	0.008680	2.99	107.18	93.72	0.50
383.673	TR200 SP14	244	364.94	369.82	368.45	370.17	0.008174	2.78	117.82	96.75	0.49
362.7	TR200 SP14	244	364.82	369.18	368.31	369.91	0.015902	3.80	69.87	63.50	0.66
337.439	TR200 SP14	244	364.73	368.74	368.00	369.49	0.017030	3.85	67.49	38.09	0.69
315.492	TR200 SP14	244	364.84	367.82	367.73	368.94	0.033449	4.69	52.05	21.05	0.95
273.484	TR200 SP14	244	364.08	367.91	366.56	368.18	0.006176	2.28	107.19	36.22	0.42
233.56	TR200 SP14	244	362.93	367.22	366.16	367.80	0.013056	3.38	72.24	22.01	0.59
209.689	TR200 SP14	244	362.82	367.12	365.74	367.50	0.007880	2.72	90.88	36.11	0.49
199.689	TR200 SP14	244	362.78	367.10	365.60	367.41	0.006670	2.47	103.14	45.64	0.45
196		Bridge									
193.69	TR200 SP14	244	362.67	366.32	365.54	366.89	0.014659	3.34	72.96	27.15	0.65
178.689	TR200 SP14	244	362.39	365.79	365.50	366.59	0.024629	3.95	61.72	27.08	0.84
158.118	TR200 SP14	244	362.00	365.57	364.86	366.12	0.015180	3.29	74.10	28.94	0.66
118.683	TR200 SP14	244	361.10	364.60	364.22	365.38	0.022380	3.90	62.52	25.39	0.79
84.832	TR200 SP14	244	360.19	363.61	363.46	364.50	0.029964	4.17	58.51	26.92	0.90
55.661	TR200 SP14	244	358.42	362.82	362.56	363.65	0.027027	4.05	60.30	26.46	0.86
12.363	TR200 SP14	244	357.73	362.13	361.44	362.69	0.015932	3.30	73.96	29.30	0.66

**Stato di fatto Novembre 2015 – TR = 500 anni (SP1.4)**  
**Tabella risultati RAS**

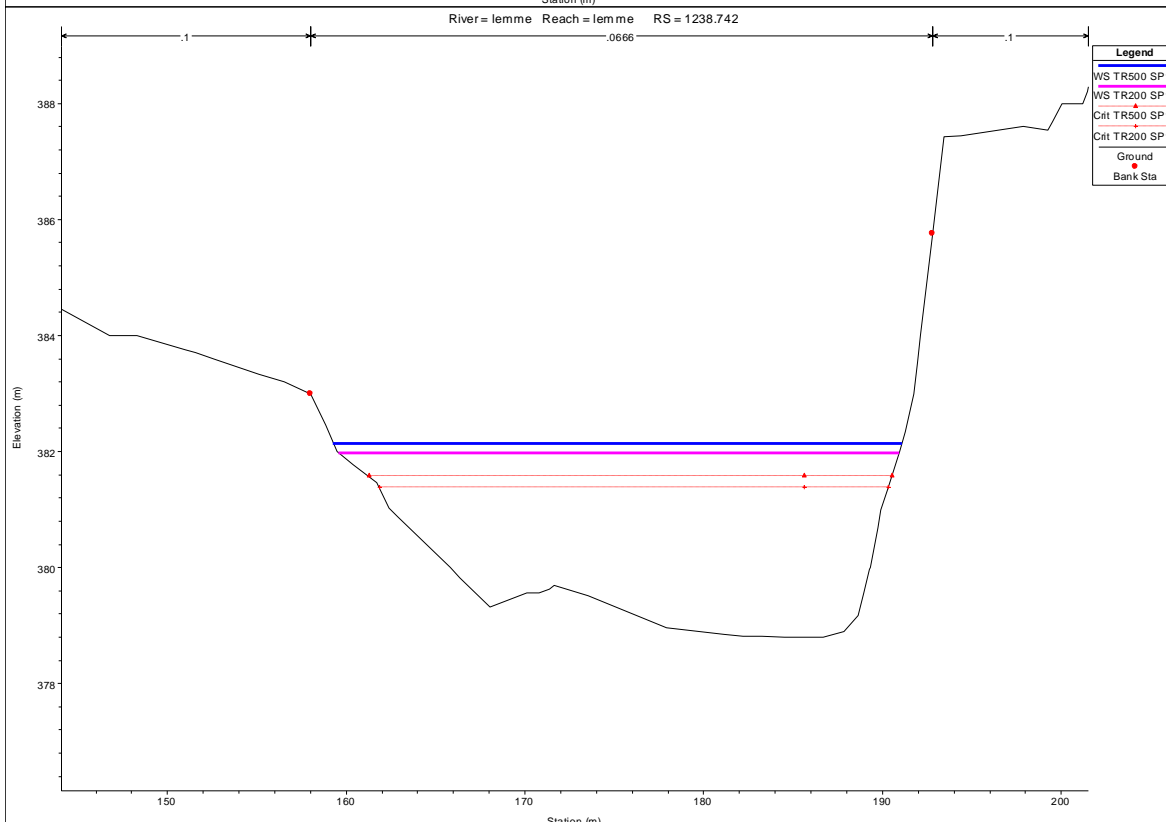
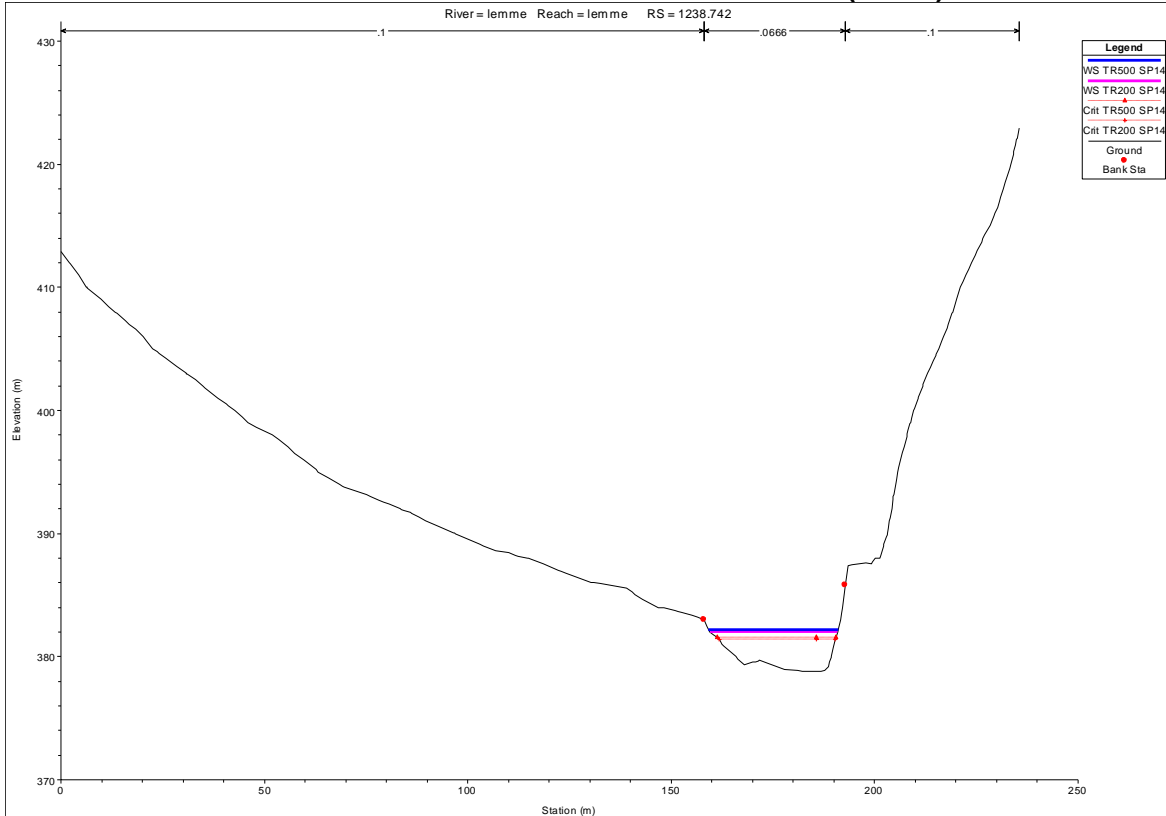
River Sta RAS	Profile	Q [m <sup>3</sup> /s]	Min Ch El [m]	W.S. Elev [m]	Crit W.S. [m]	E.G. Elev [m]	E.G. Slope [m/m]	Vel Chnl [m/s]	Flow Area [m <sup>2</sup> ]	Top Width [m]	Froude Chl
1238.742	TR500 SP14	276	378.80	382.14	381.58	382.77	0.018210	3.54	78.02	31.79	0.72
1163.789	TR500 SP14	276	378.07	381.13	380.51	381.53	0.013529	2.80	98.57	47.57	0.62
1087.149	TR500 SP14	276	376.59	380.31	379.40	380.62	0.009957	2.46	111.98	51.52	0.53
1035.341	TR500 SP14	276	375.52	379.25	378.73	379.89	0.019034	3.55	77.72	32.96	0.74
964.263	TR500 SP14	276	373.97	377.93	377.10	378.63	0.016609	3.70	74.53	23.64	0.67
844.727	TR500 SP14	276	372.59	375.68	375.23	376.48	0.019160	3.81	70.59	28.61	0.76
742.196	TR500 SP14	276	371.23	374.51	373.62	375.00	0.009952	2.95	90.97	33.31	0.56
680.607	TR500 SP14	276	370.20	373.76	372.61	374.15	0.018418	2.80	101.24	50.30	0.51
615.103	TR500 SP14	276	368.84	372.64	371.70	373.26	0.010258	3.24	82.38	34.08	0.56
596.43	TR500 SP14	276	367.70	372.14	371.48	373.00	0.014251	3.53	72.24	22.58	0.60
591.431	TR500 SP14	276	367.35	372.27	370.89	372.88	0.007510	2.97	85.63	21.99	0.46
583.343	TR500 SP14	276	367.35	372.15	370.76	372.81	0.007851	3.13	81.61	29.55	0.48
546.555	TR500 SP14	276	367.22	370.86	370.68	372.26	0.024593	4.85	54.23	17.35	0.83
476.543	TR500 SP14	276	366.20	370.84	369.84	371.20	0.006043	2.89	113.09	52.81	0.44
443.427	TR500 SP14	276	365.71	370.56	369.37	370.97	0.007631	3.04	124.34	66.01	0.48
417.806	TR500 SP14	276	365.14	370.21	369.27	370.73	0.010743	3.36	111.17	85.45	0.55
402.166	TR500 SP14	276	365.11	370.13	368.86	370.55	0.008412	3.05	126.51	94.54	0.50
383.673	TR500 SP14	276	364.94	370.04	368.70	370.39	0.007617	2.80	139.71	100.32	0.47
362.7	TR500 SP14	276	364.82	369.53	368.58	370.15	0.013006	3.65	104.21	113.43	0.61
337.439	TR500 SP14	276	364.73	369.01	368.24	369.77	0.016412	3.94	81.34	88.50	0.68
315.492	TR500 SP14	276	364.84	368.16	367.98	369.25	0.031528	4.63	59.55	23.53	0.93
273.484	TR500 SP14	276	364.08	368.29	366.71	368.55	0.005398	2.28	121.34	41.99	0.40
233.56	TR500 SP14	276	362.93	367.63	366.38	368.21	0.011656	3.38	82.42	29.29	0.57
209.689	TR500 SP14	276	362.82	367.59	365.96	367.94	0.006463	2.65	108.32	38.33	0.45
199.689	TR500 SP14	276	362.78	367.59	365.79	367.86	0.004987	2.36	129.14	59.30	0.40
196		Bridge									
193.69	TR500 SP14	276	362.67	366.54	365.74	367.16	0.015077	3.49	78.98	28.07	0.67
178.689	TR500 SP14	276	362.39	366.02	365.69	366.86	0.023950	4.07	67.87	27.88	0.83
158.118	TR500 SP14	276	362.00	365.81	365.05	366.40	0.014963	3.40	81.06	29.71	0.66
118.683	TR500 SP14	276	361.10	364.79	364.42	365.65	0.023015	4.10	67.33	25.85	0.81
84.832	TR500 SP14	276	360.19	363.81	363.62	364.76	0.029506	4.32	63.83	27.38	0.90
55.661	TR500 SP14	276	358.42	363.02	362.77	363.92	0.027167	4.20	65.74	27.38	0.86
12.363	TR500 SP14	276	357.73	362.34	361.63	362.94	0.015958	3.45	80.10	29.59	0.67

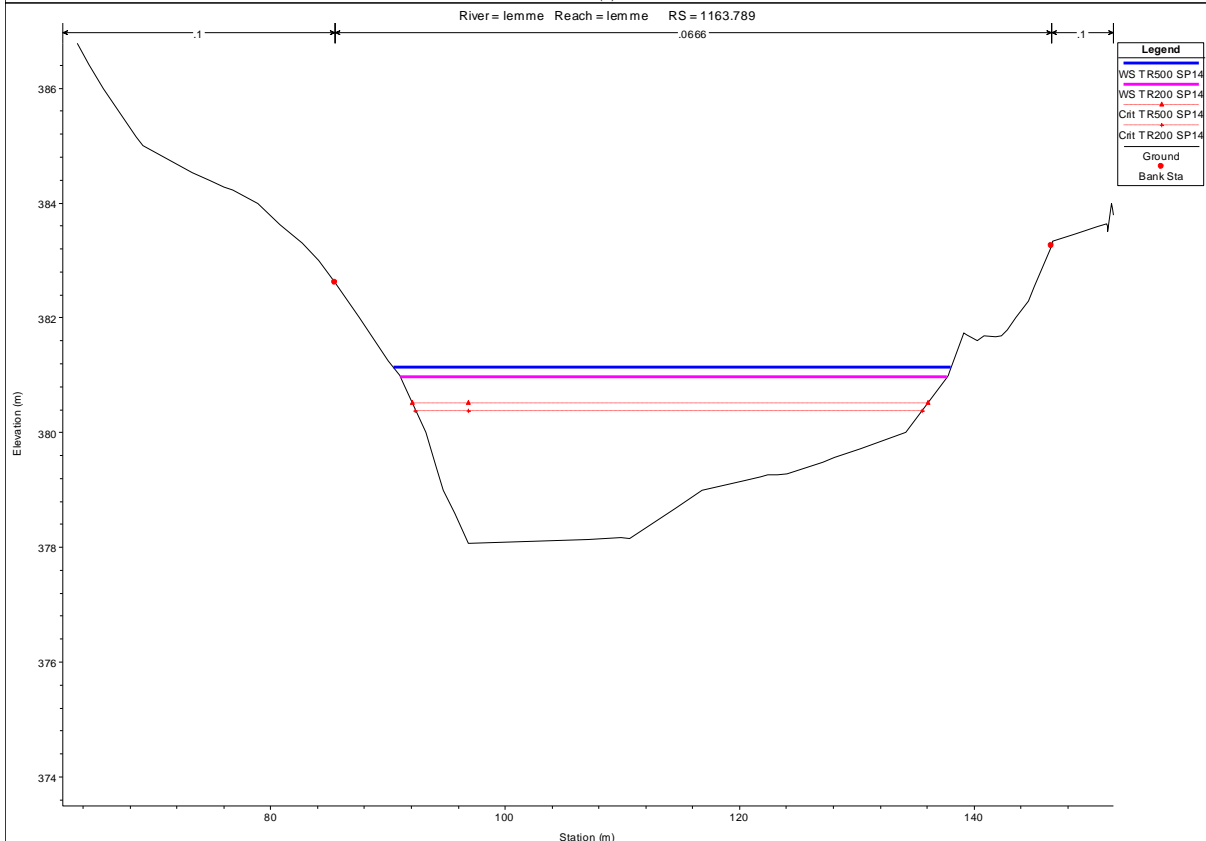
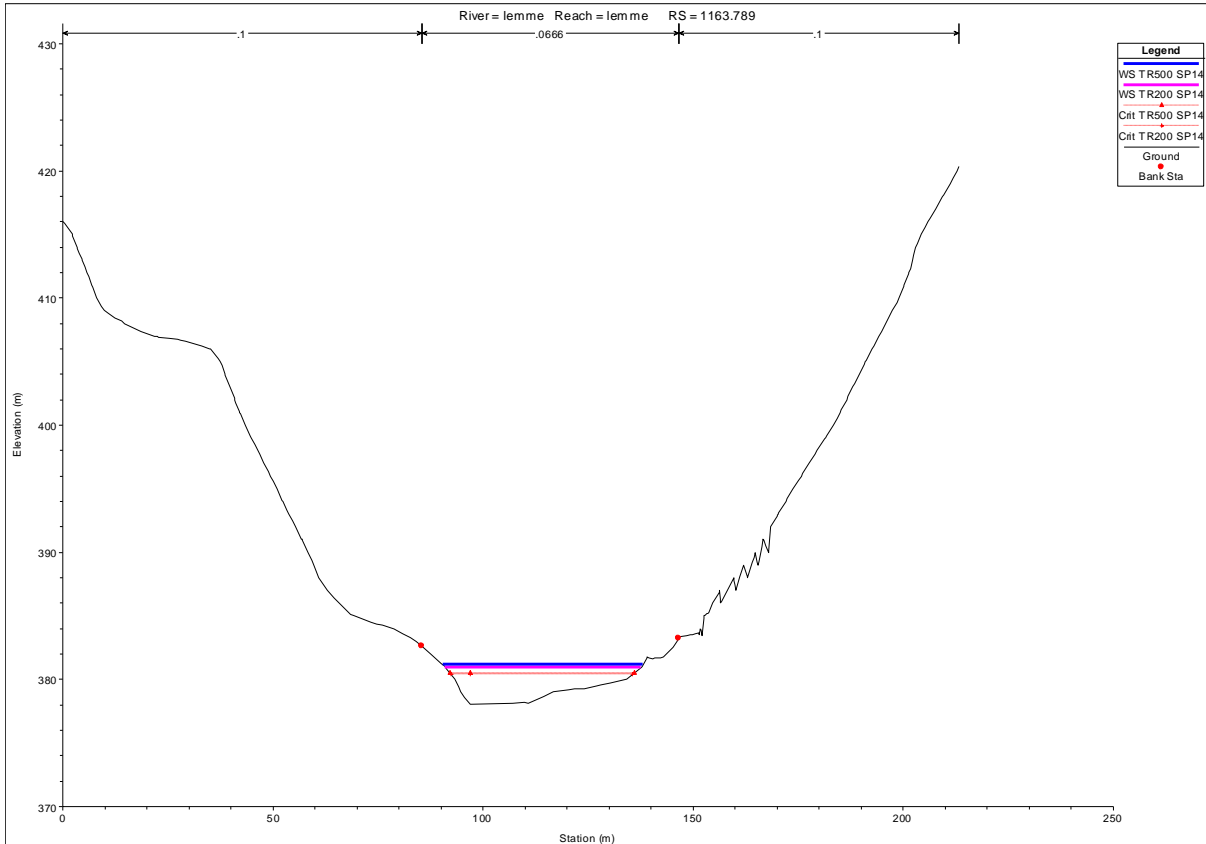


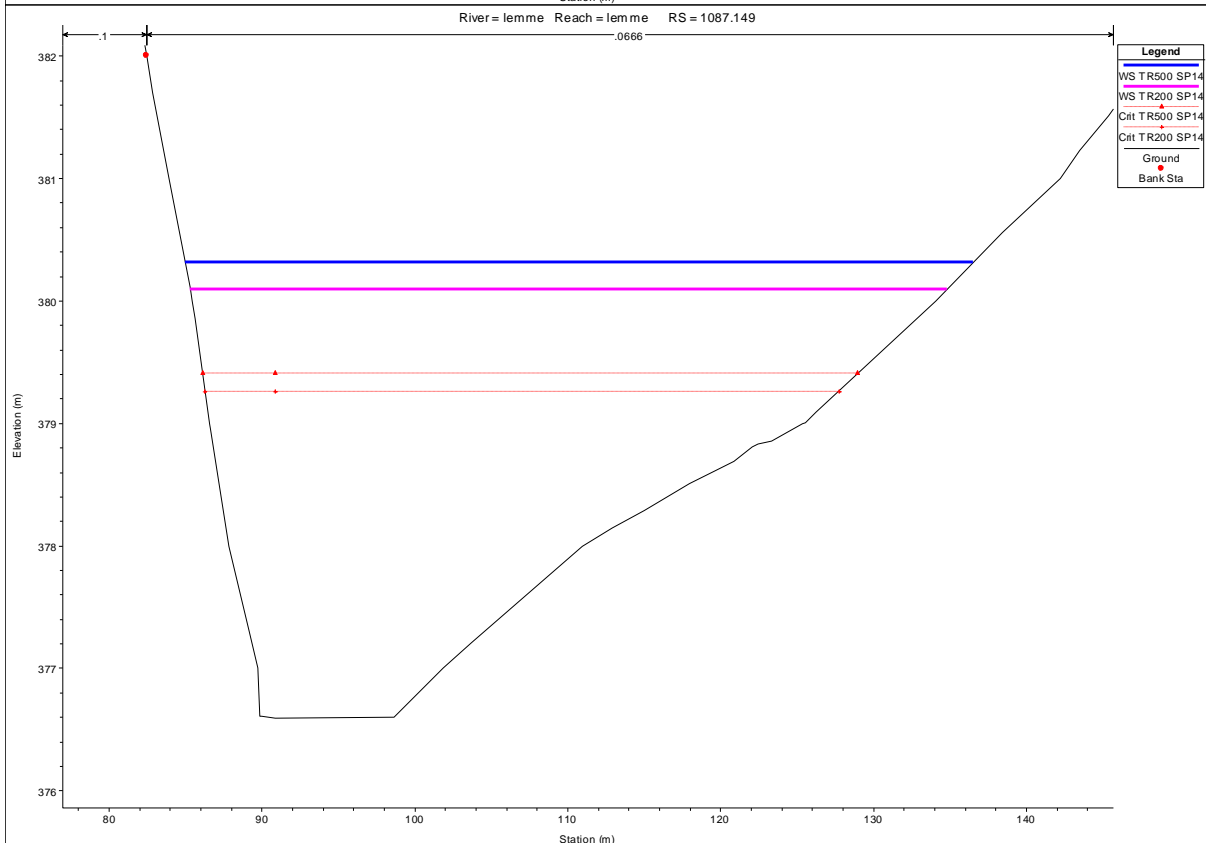
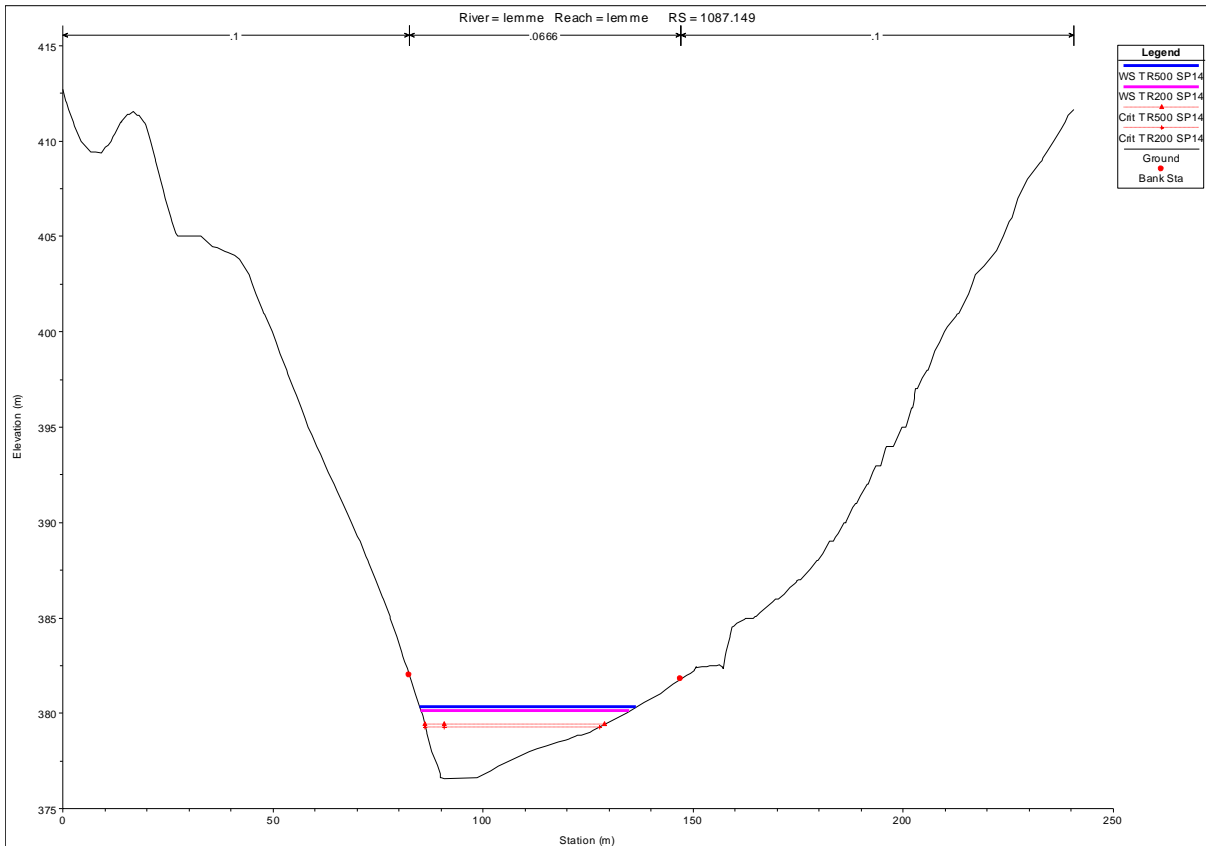
**Stato di fatto Novembre 2015 – TR = 200-500 anni (SP1.4)  
Profili RAS**



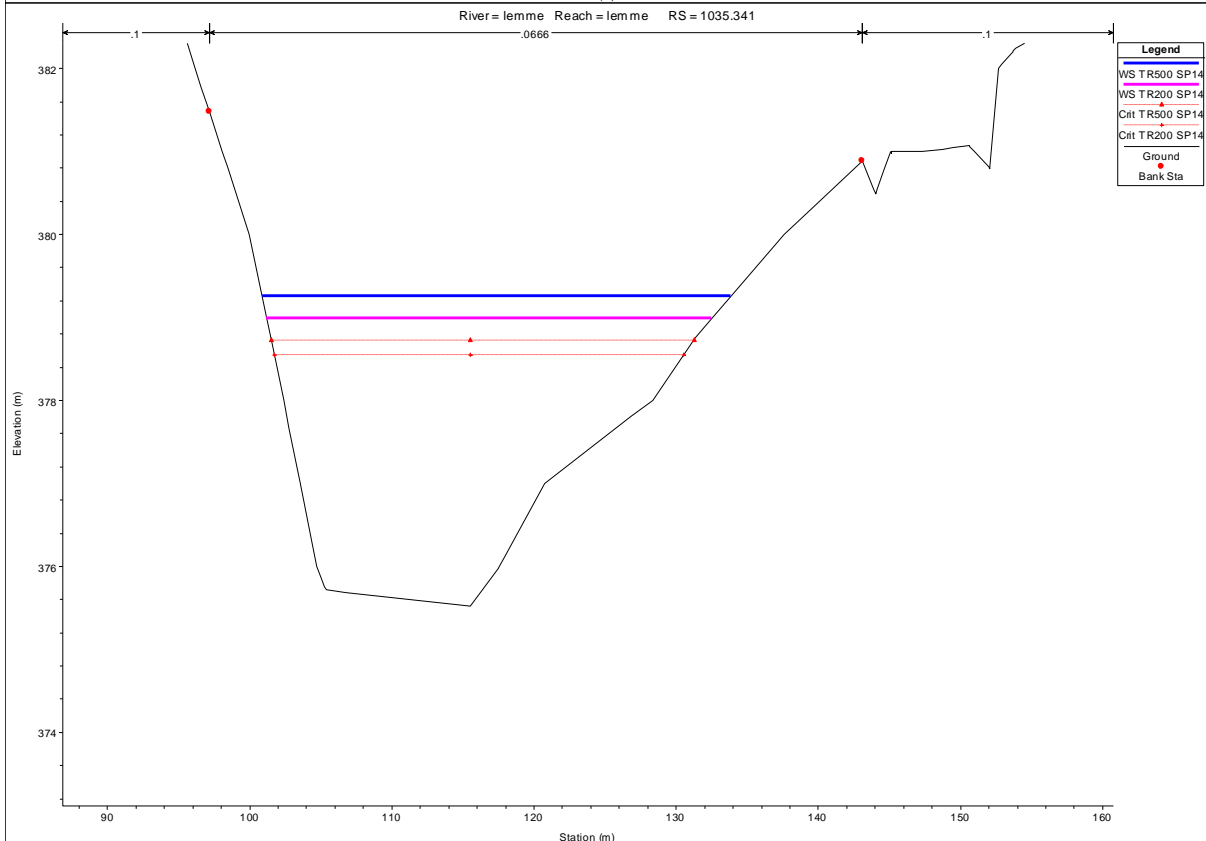
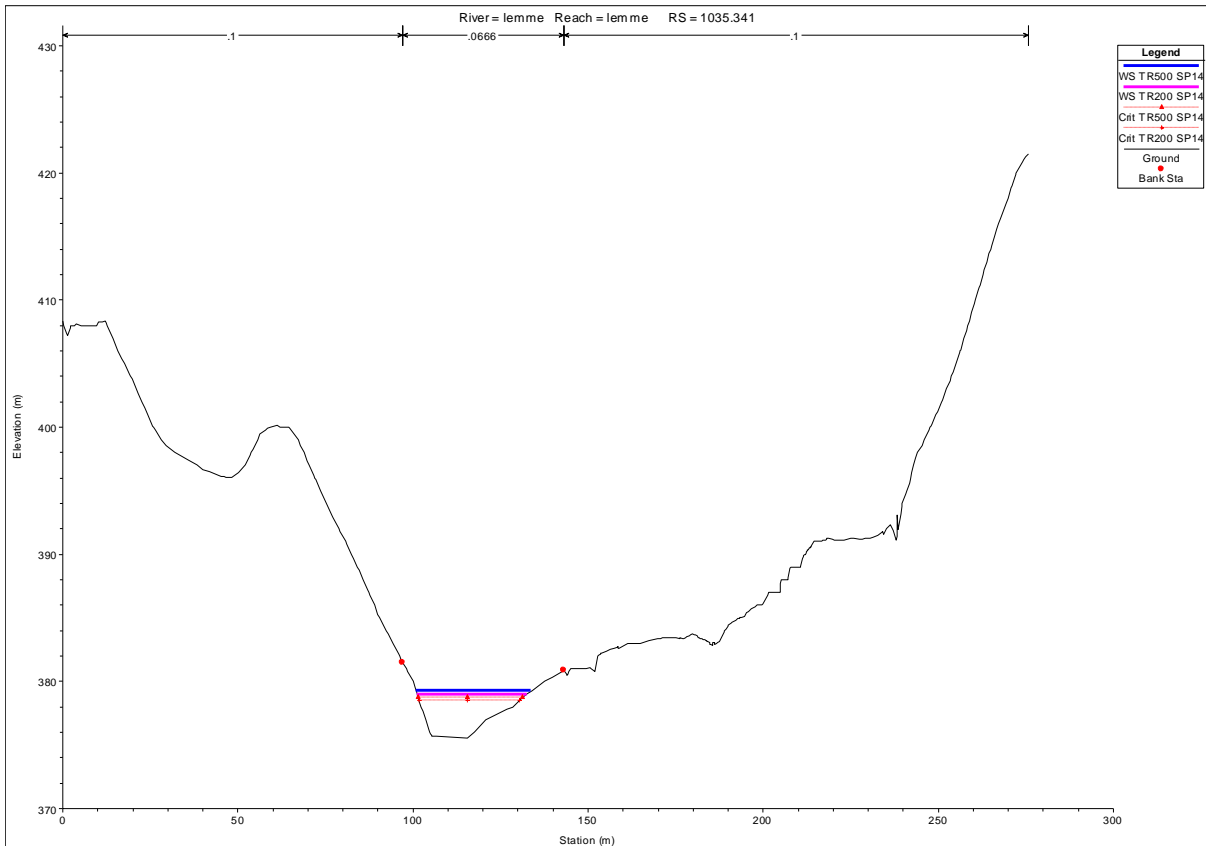
**Stato di fatto Novembre 2015 – TR = 200-500 anni (SP1.4) - Sezioni RAS**

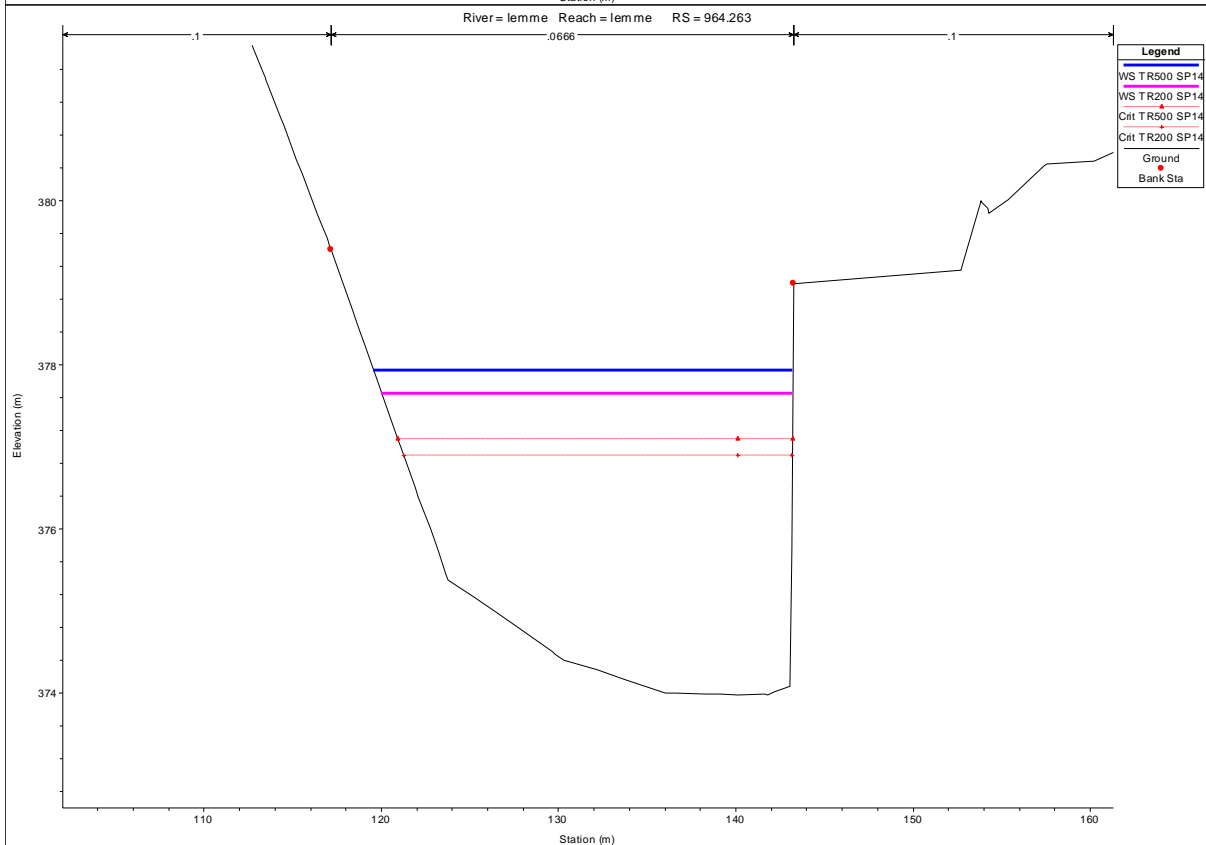
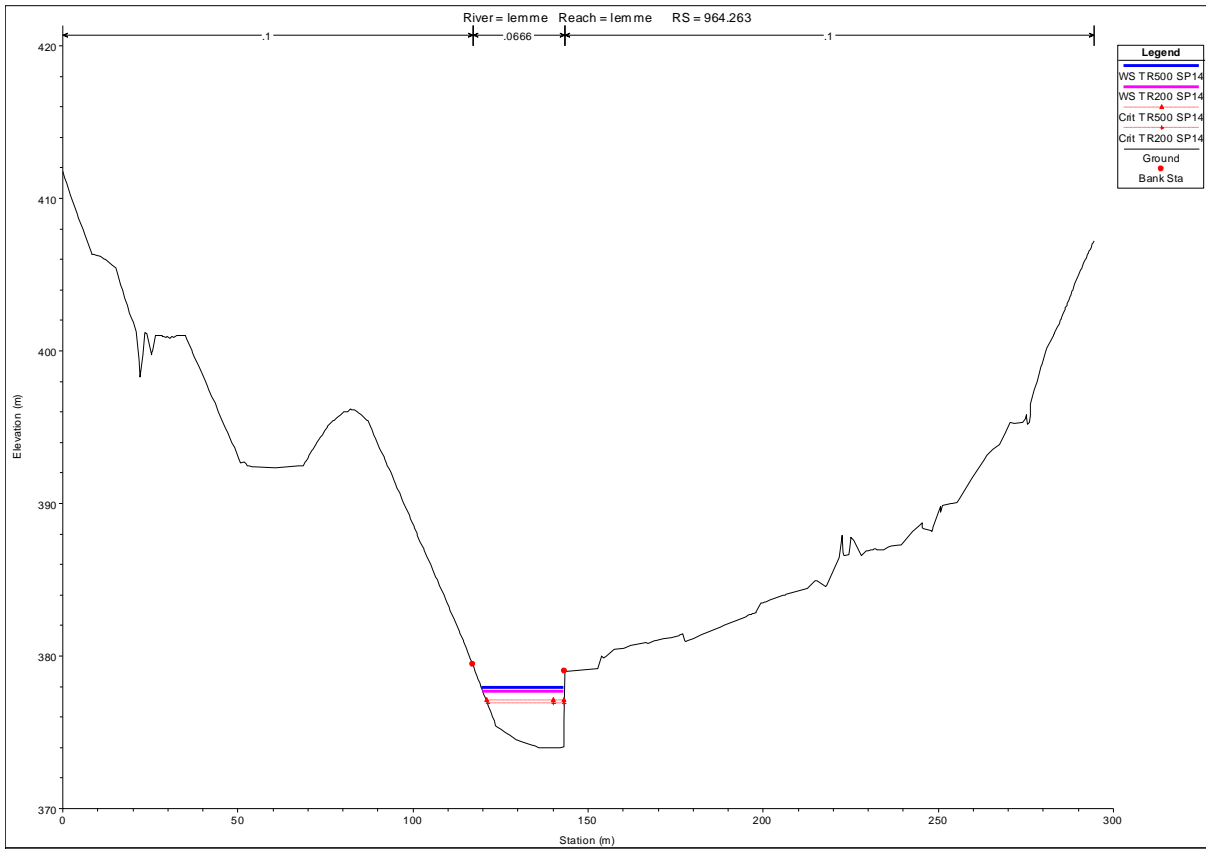


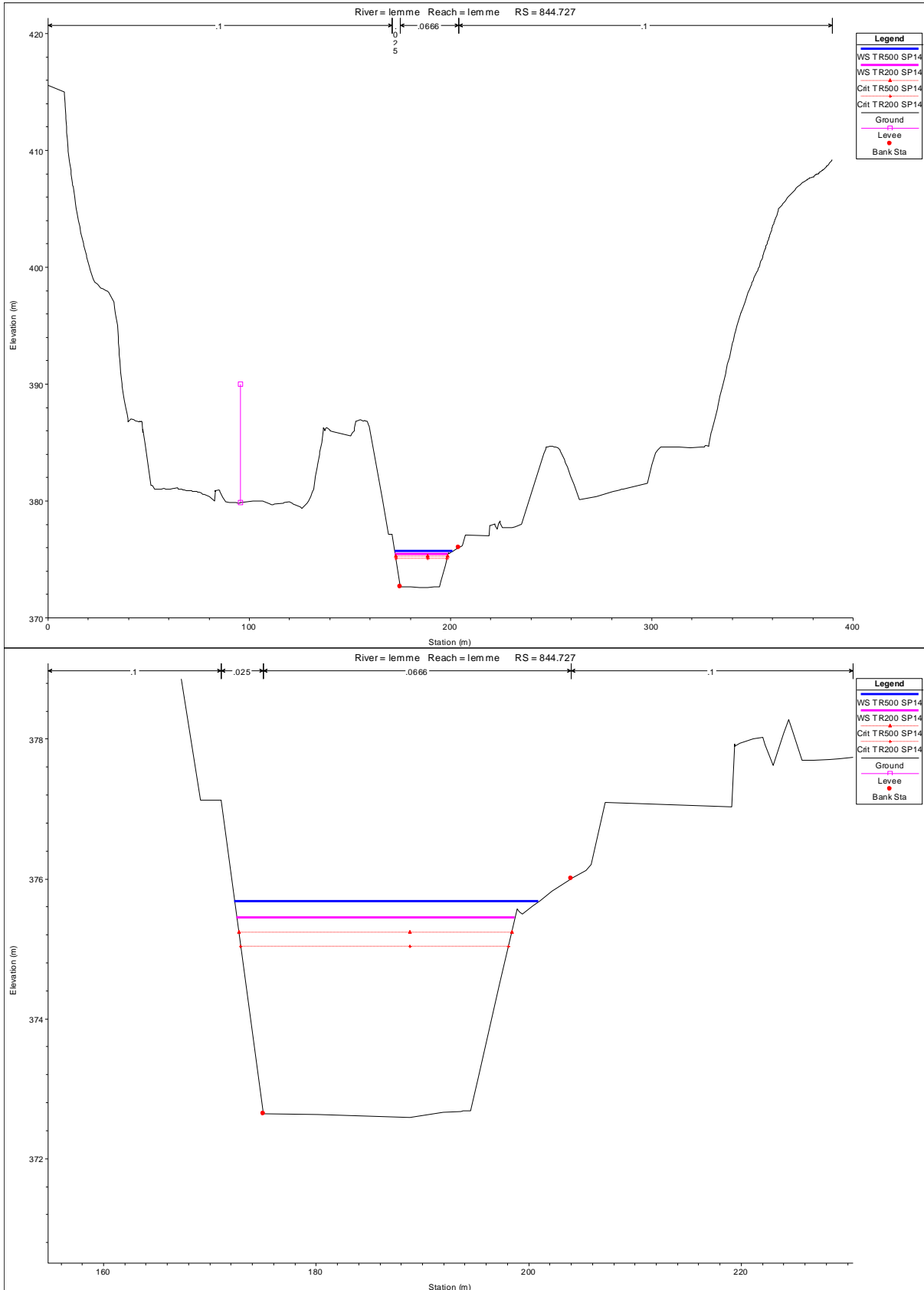


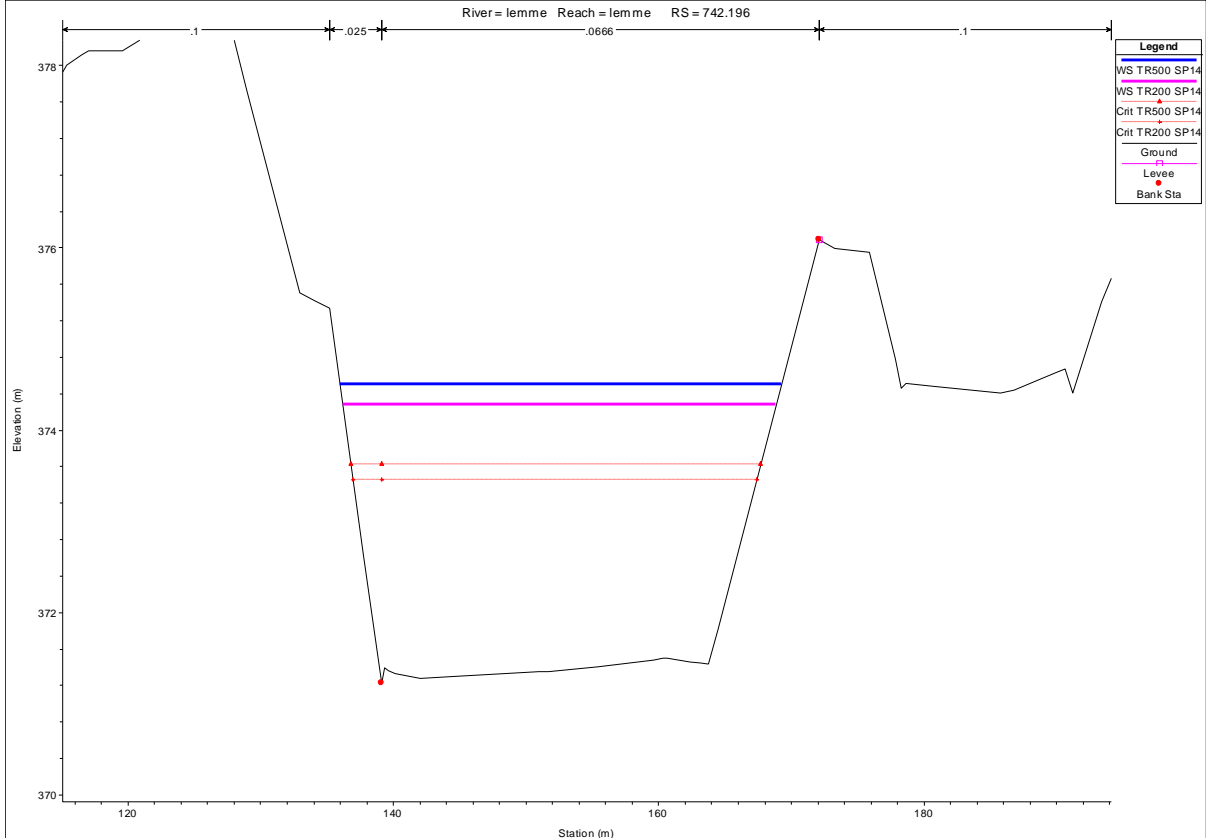
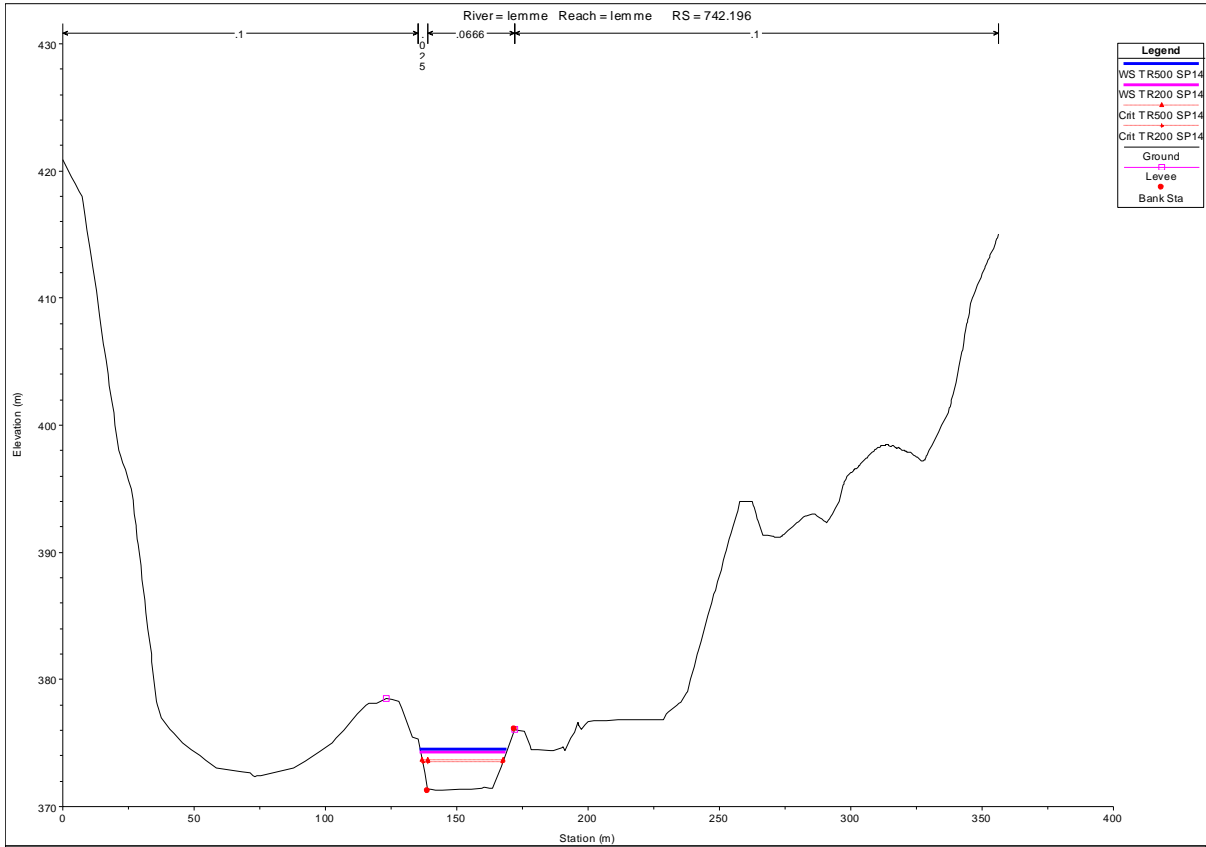


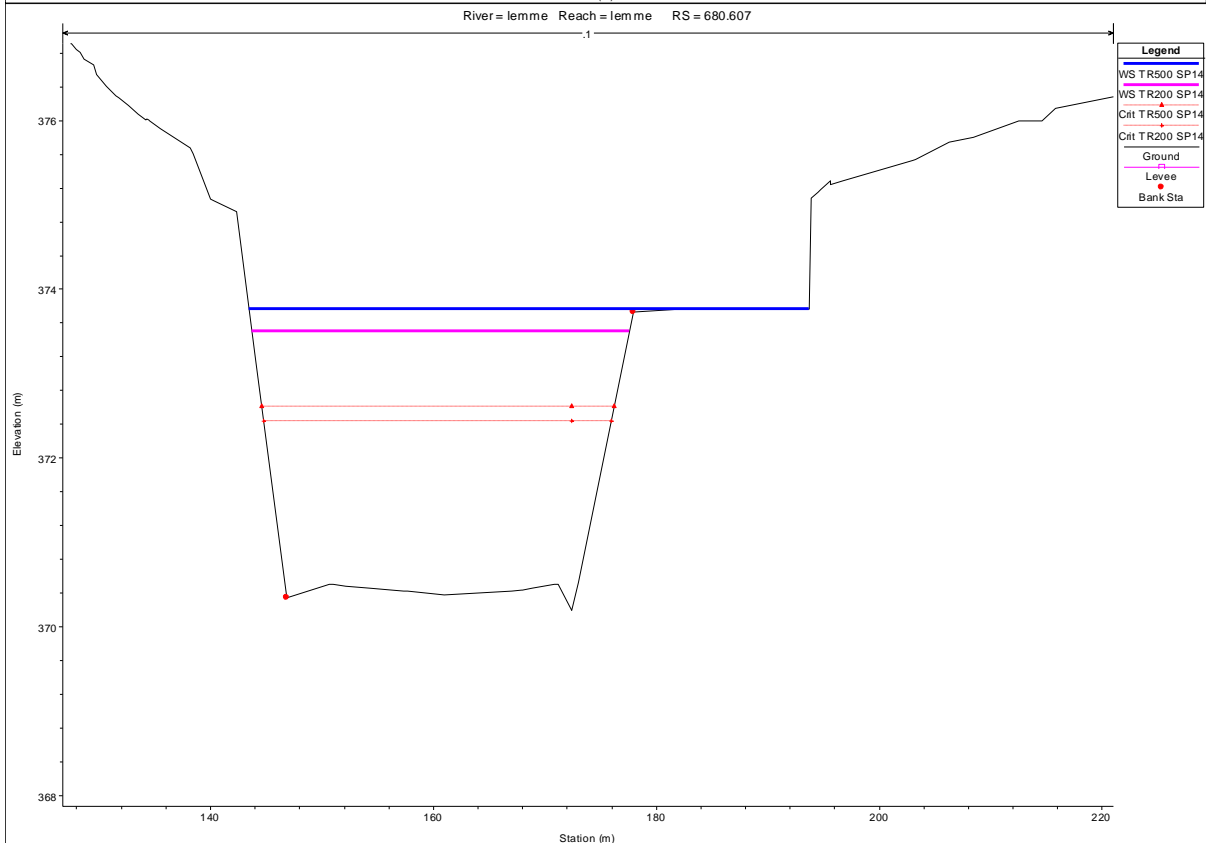
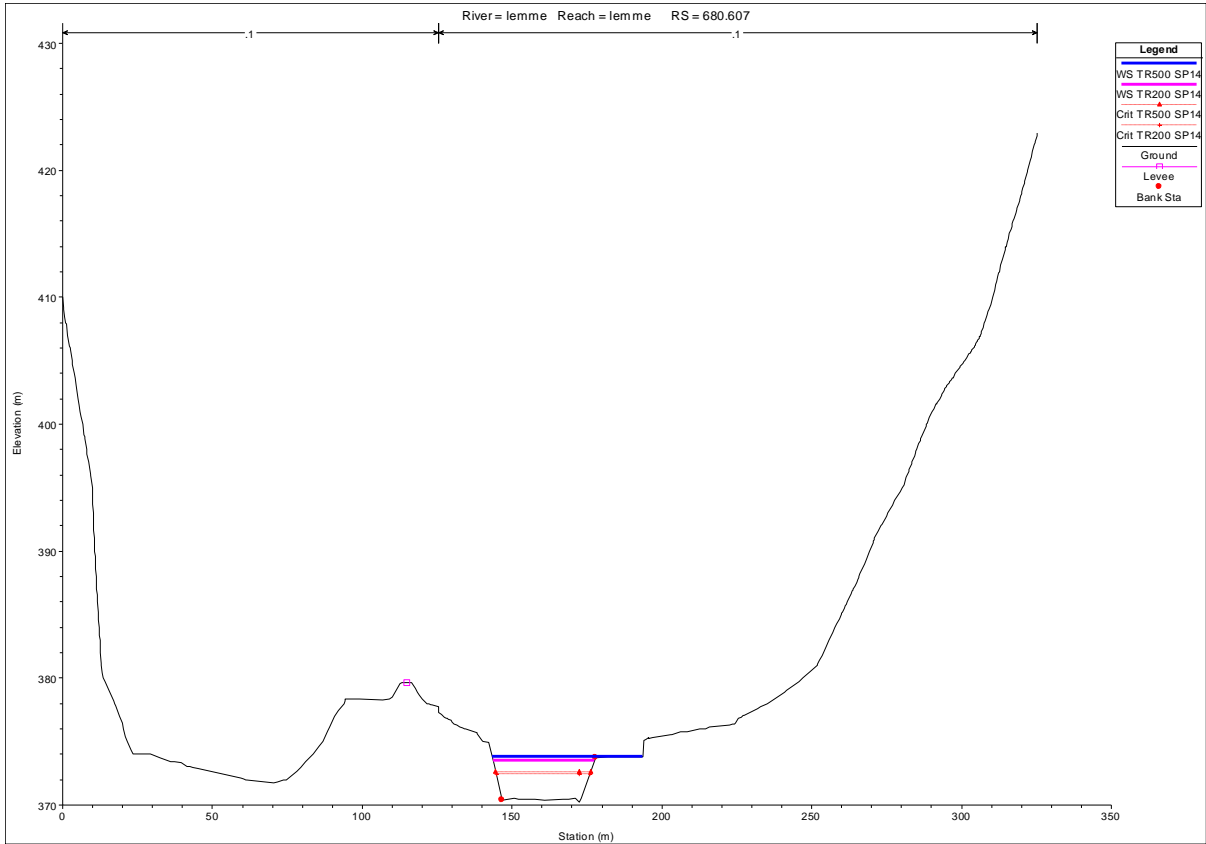


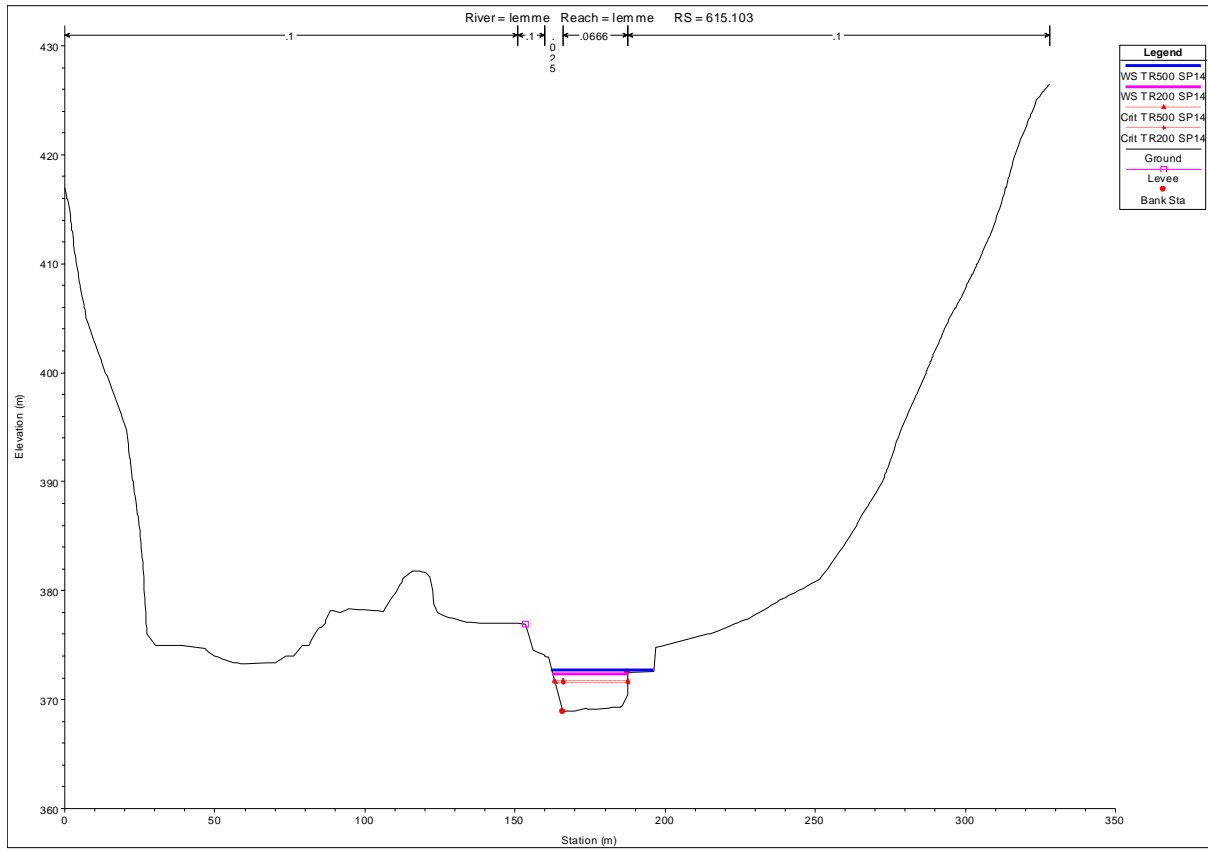




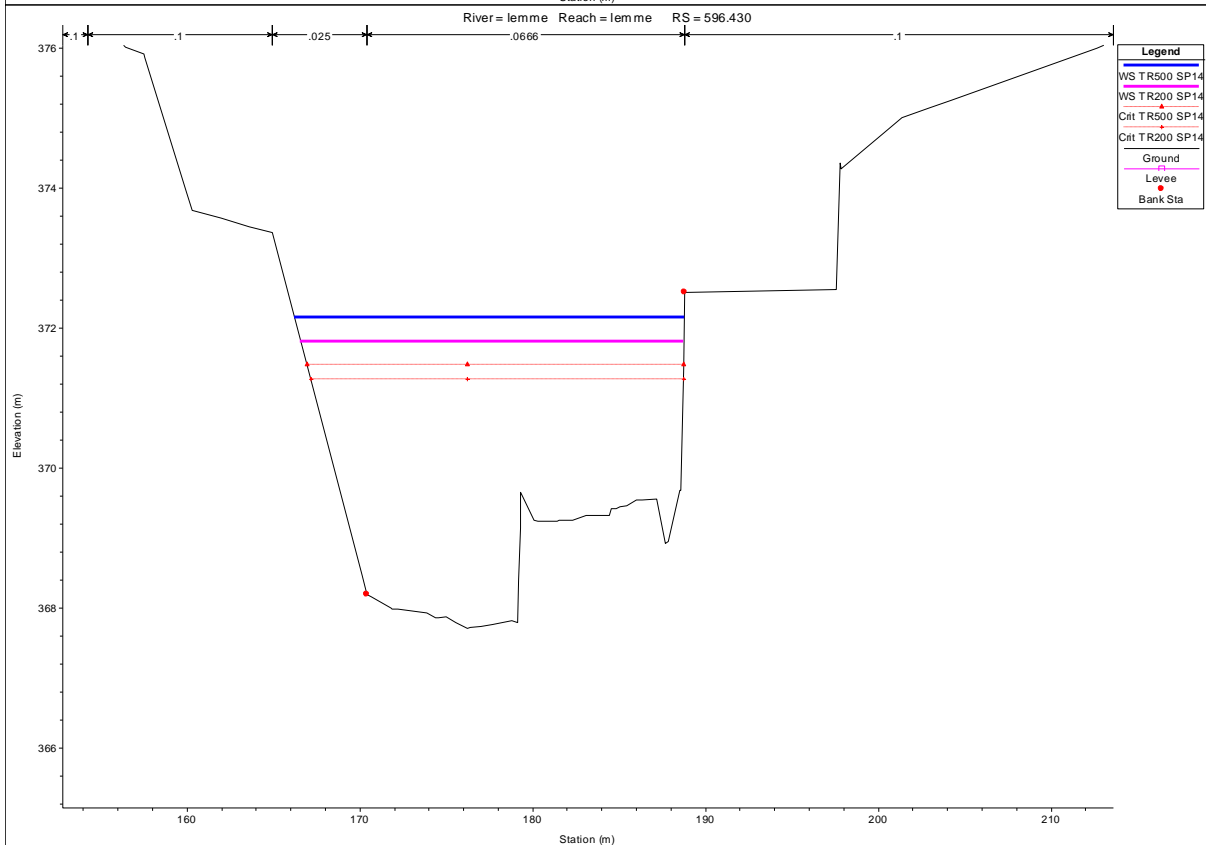
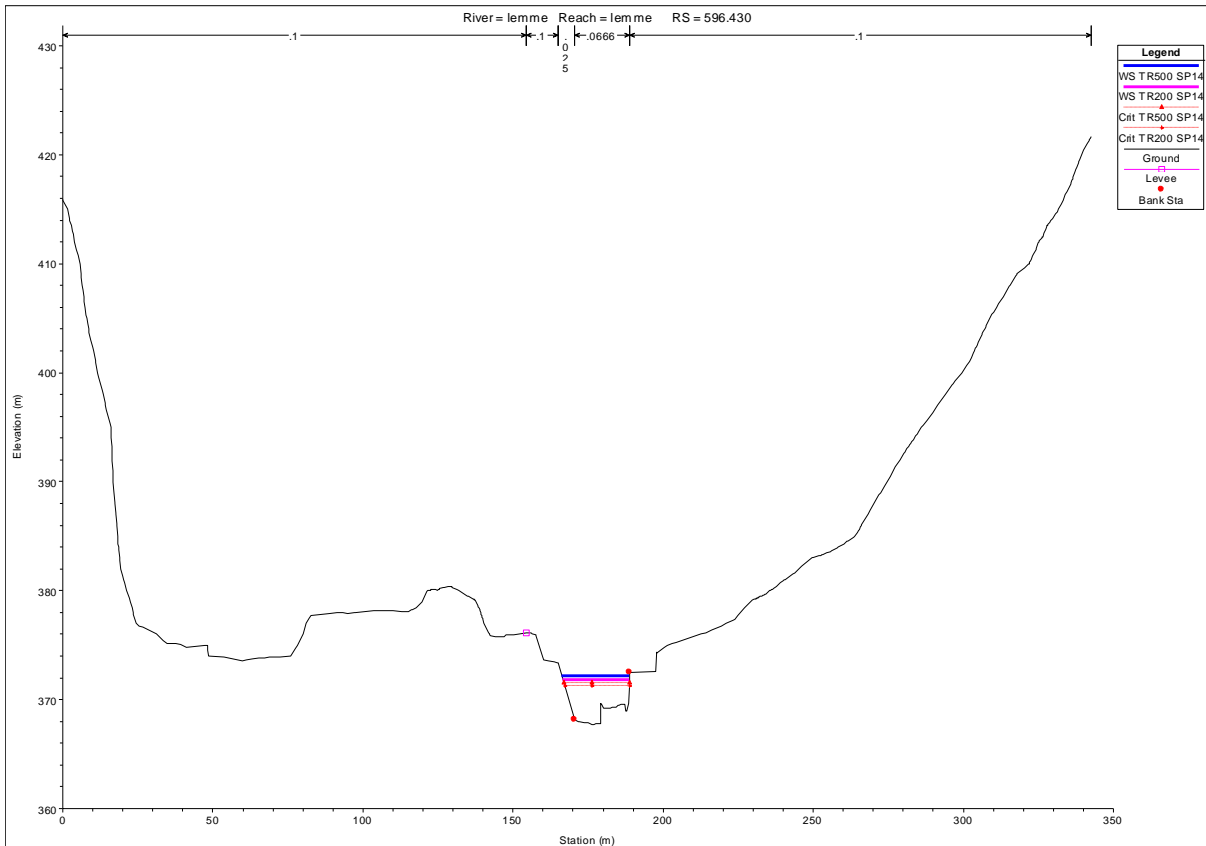




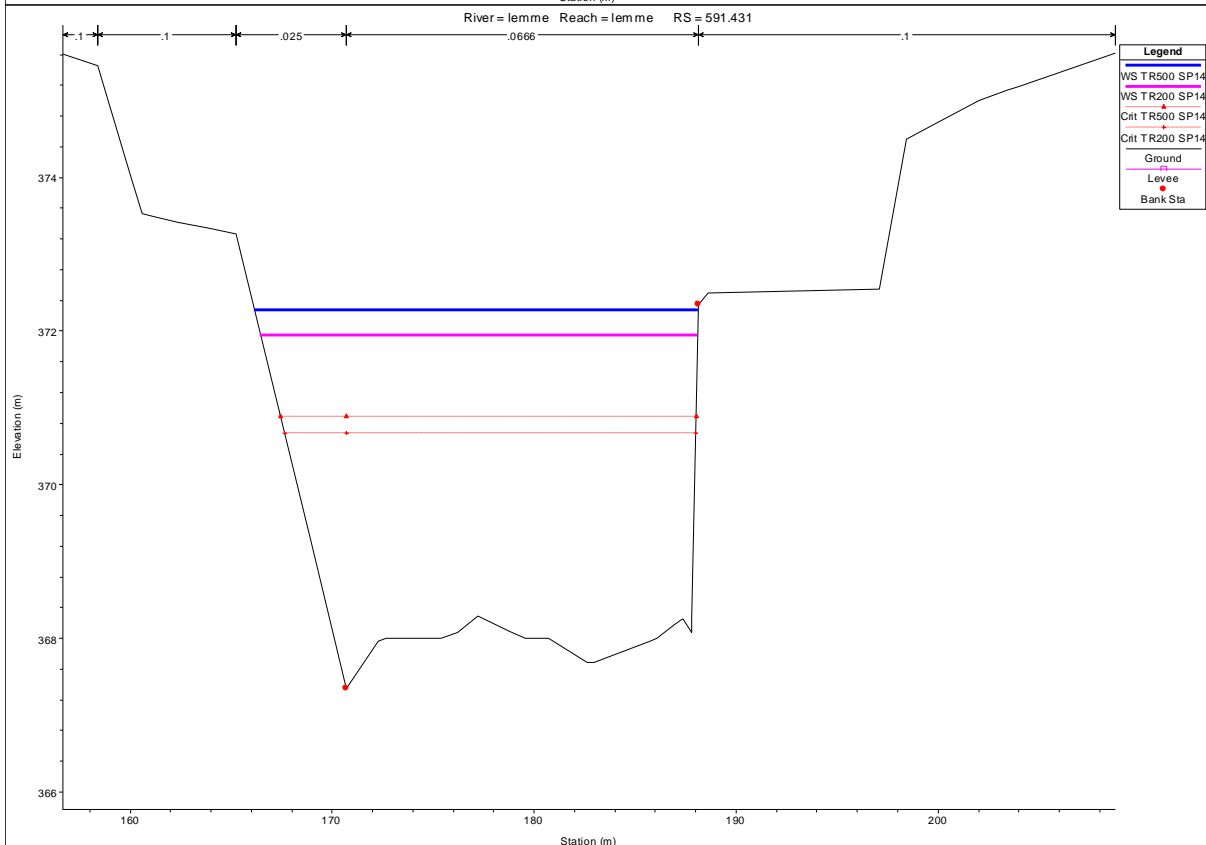
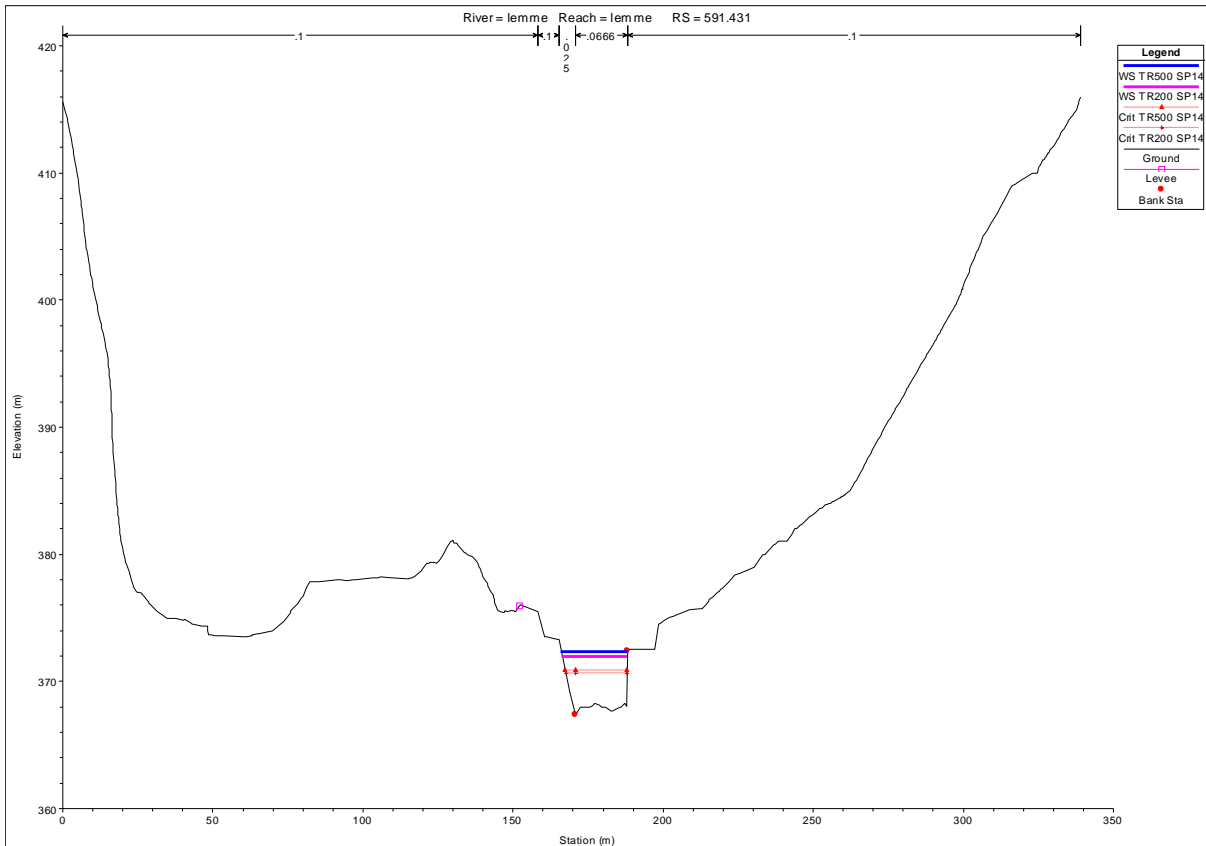


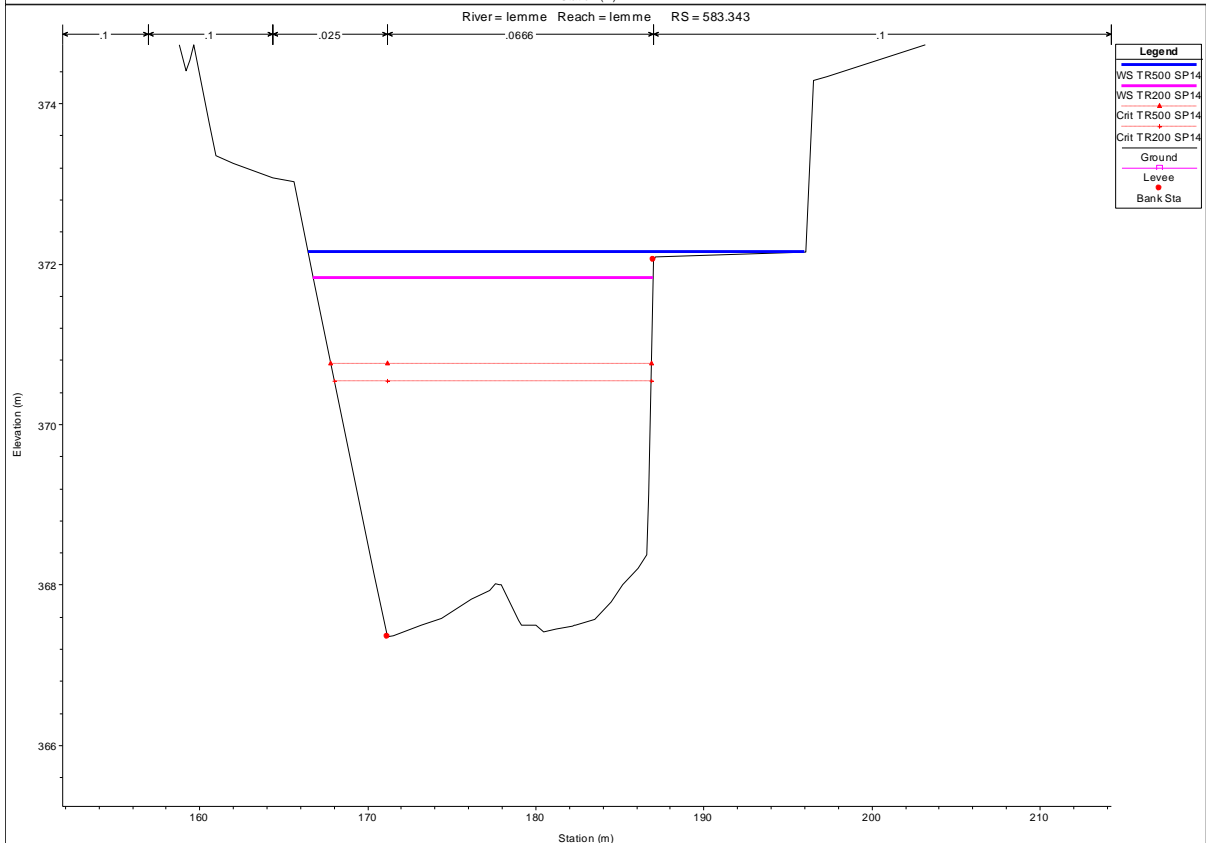
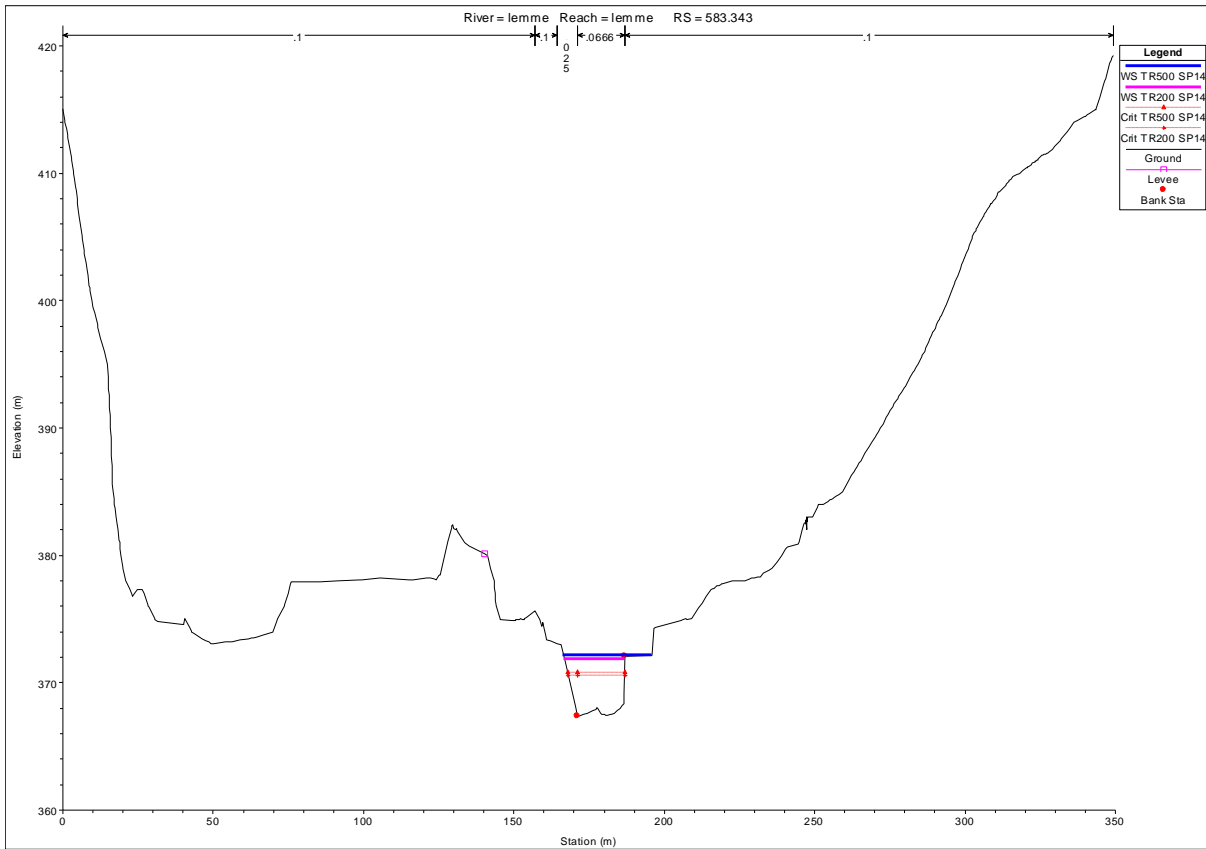


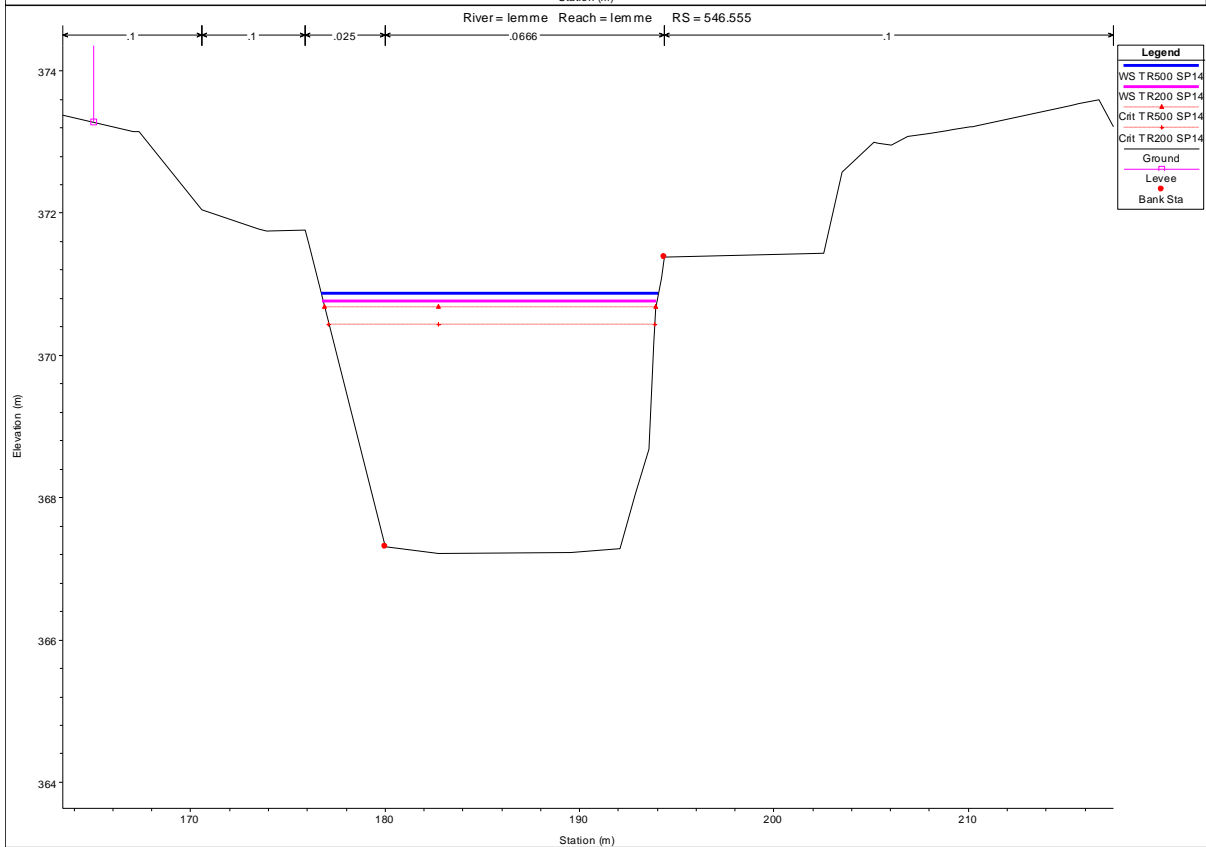
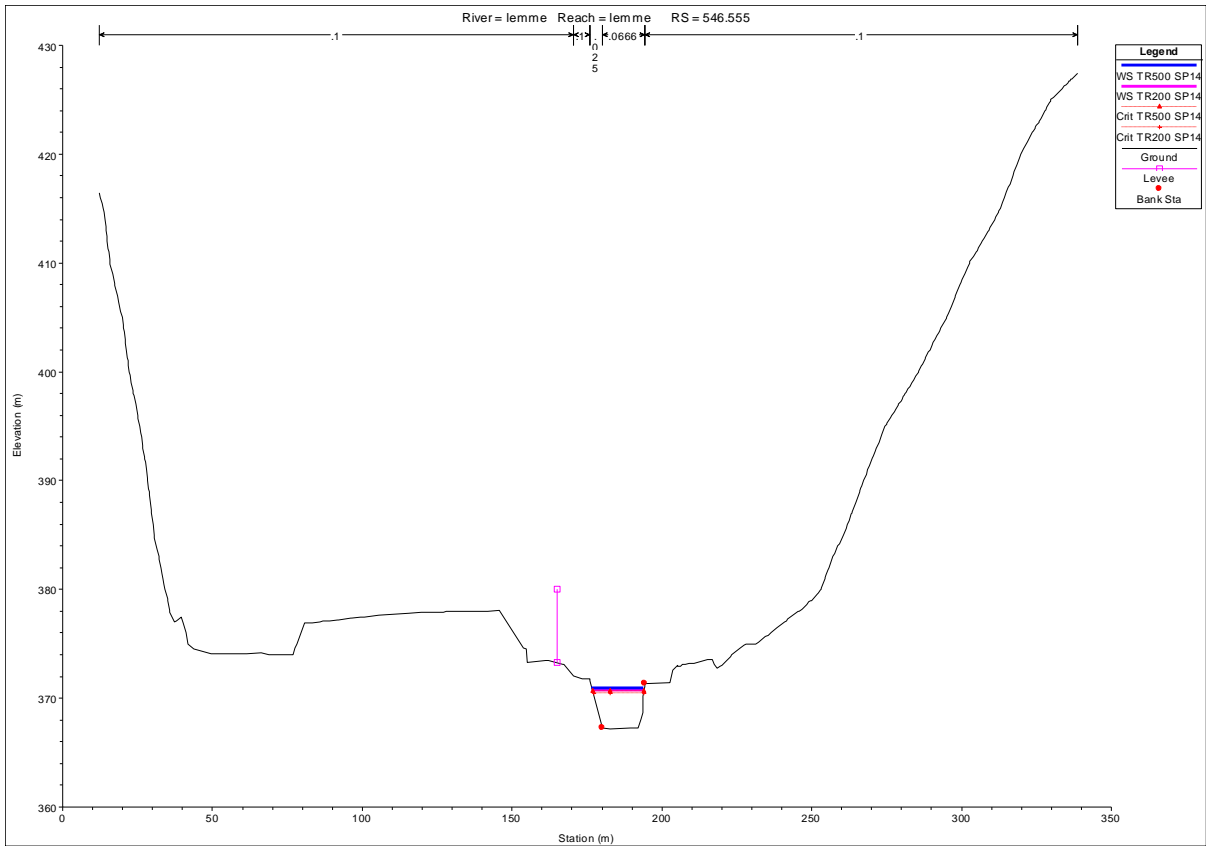


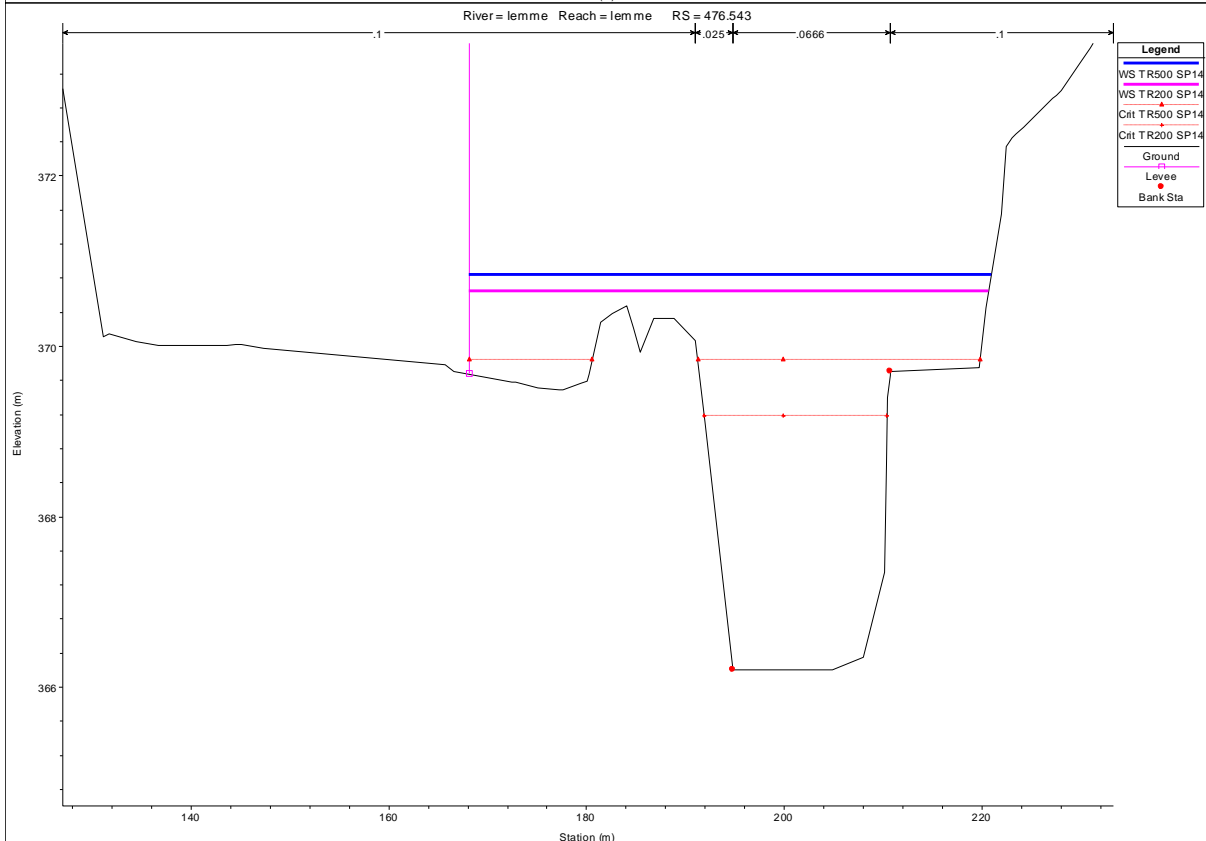
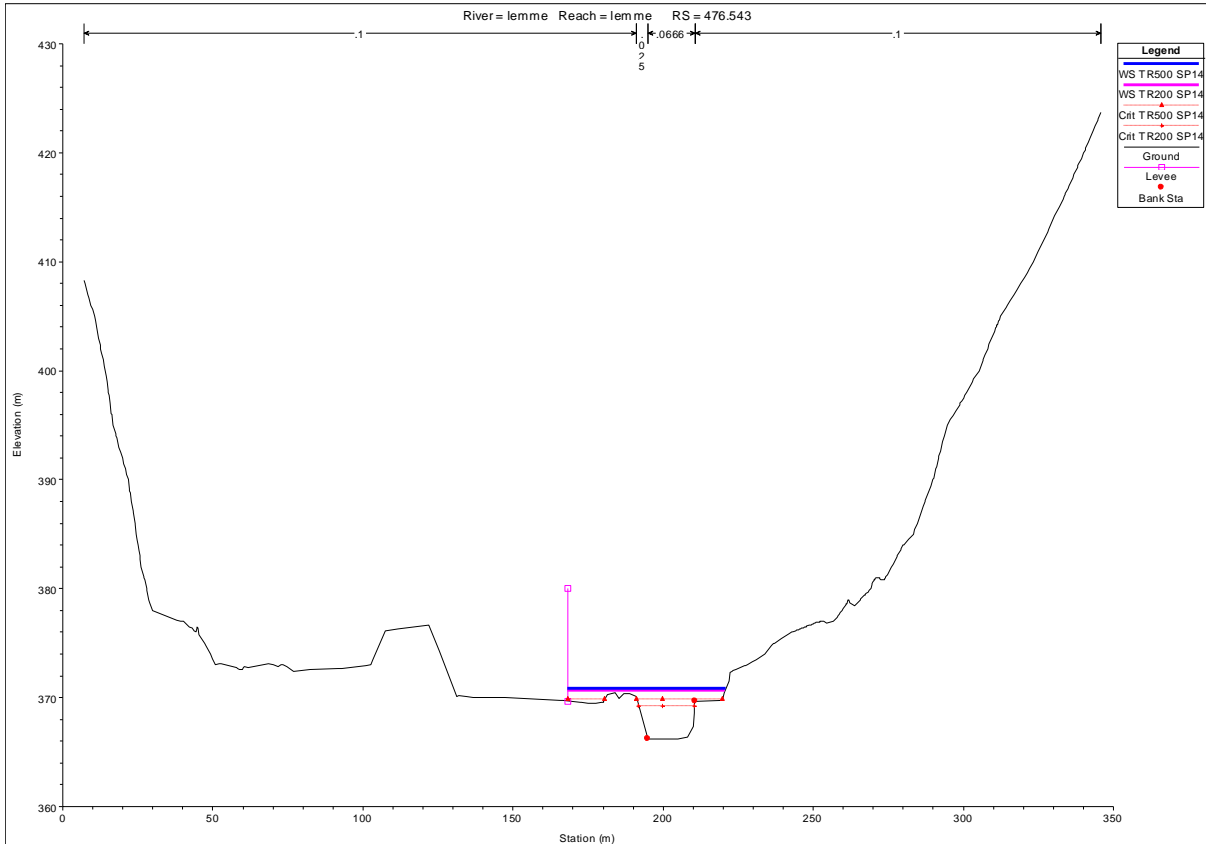


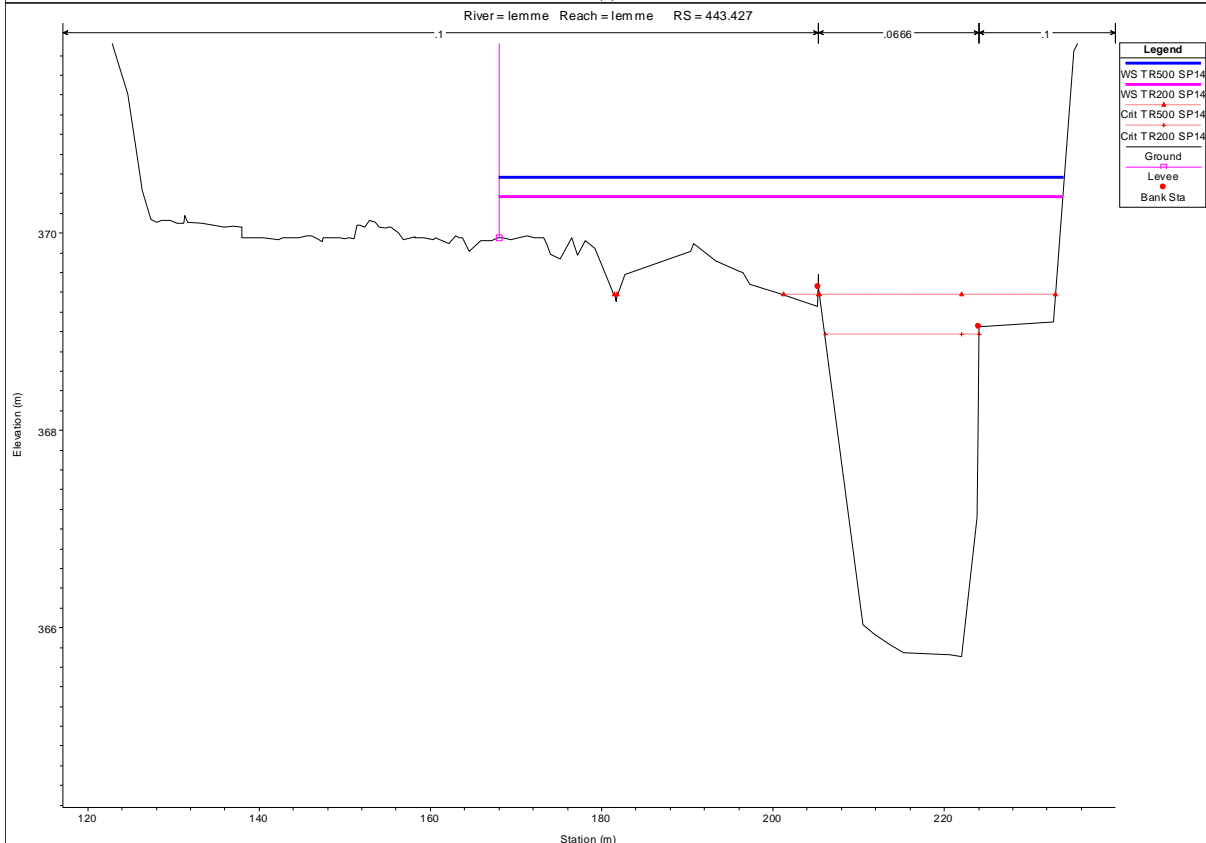
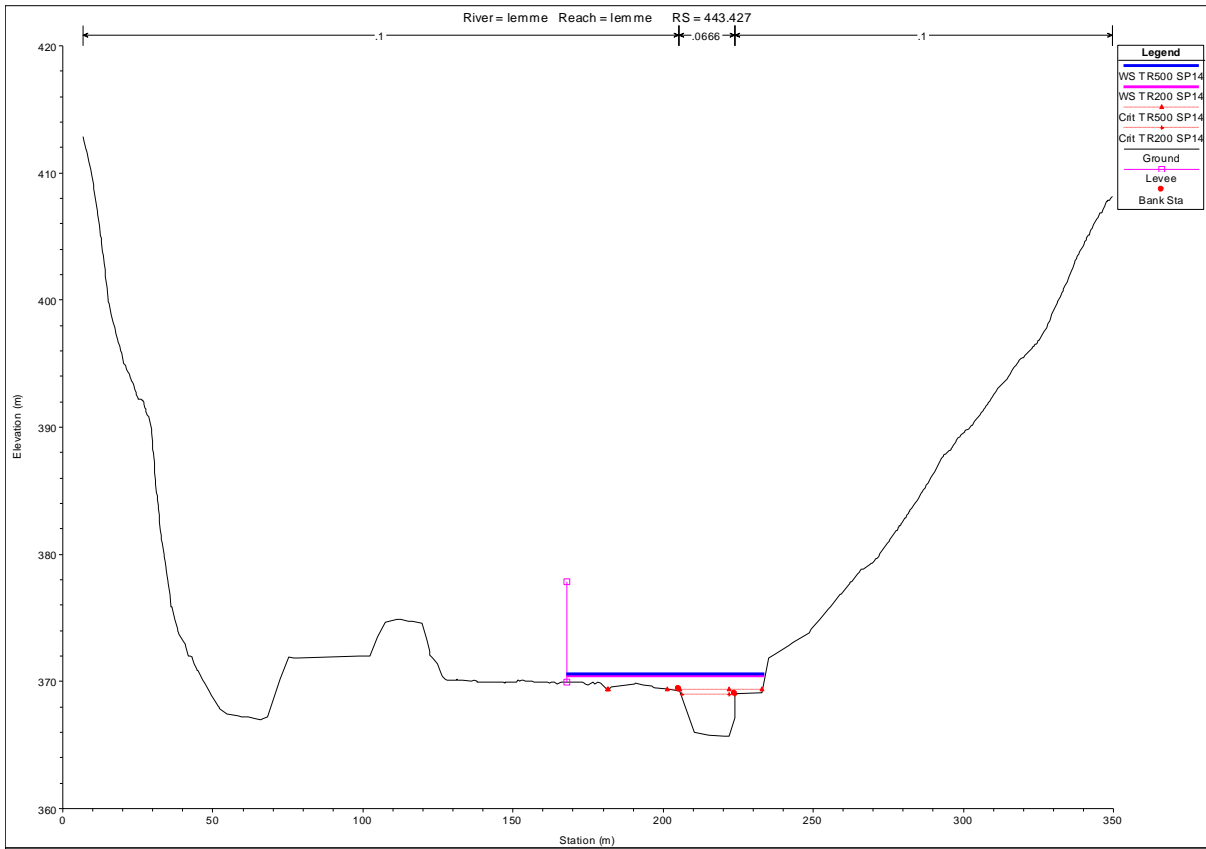


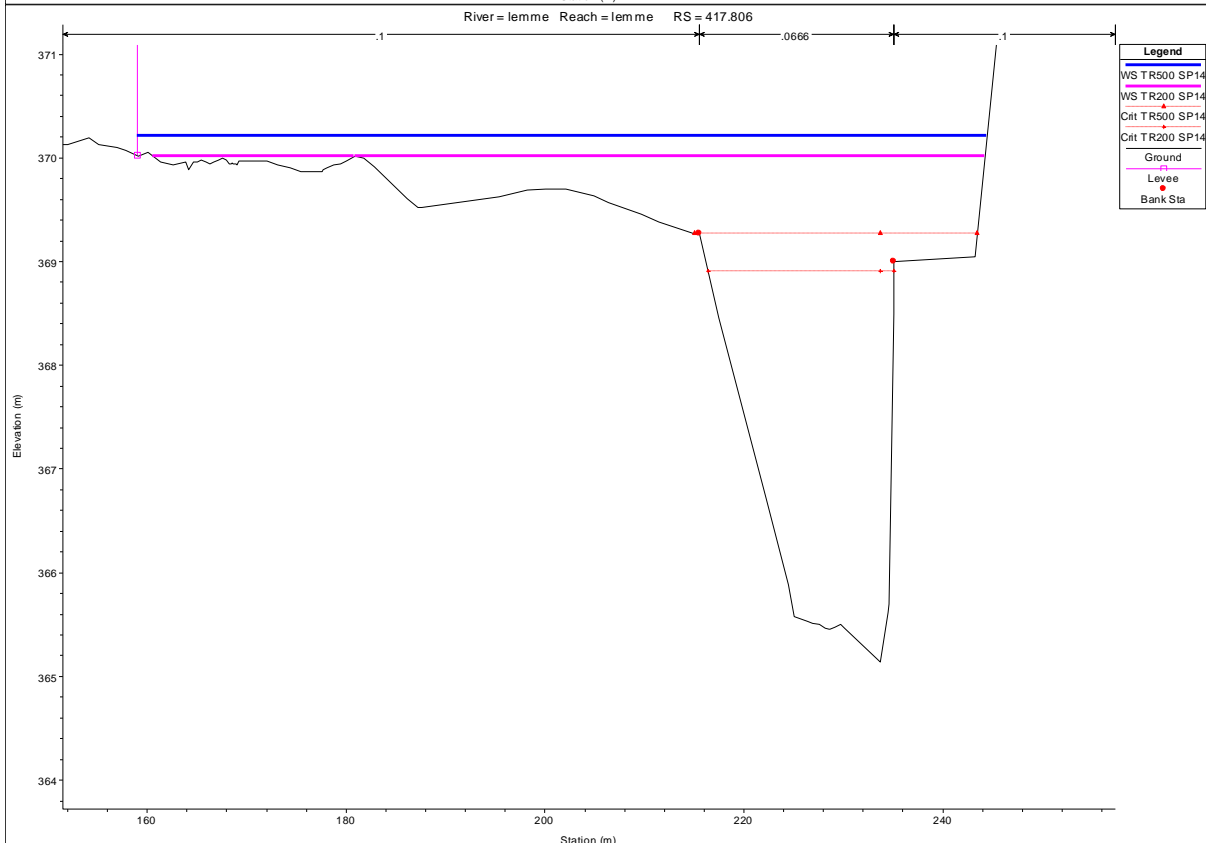
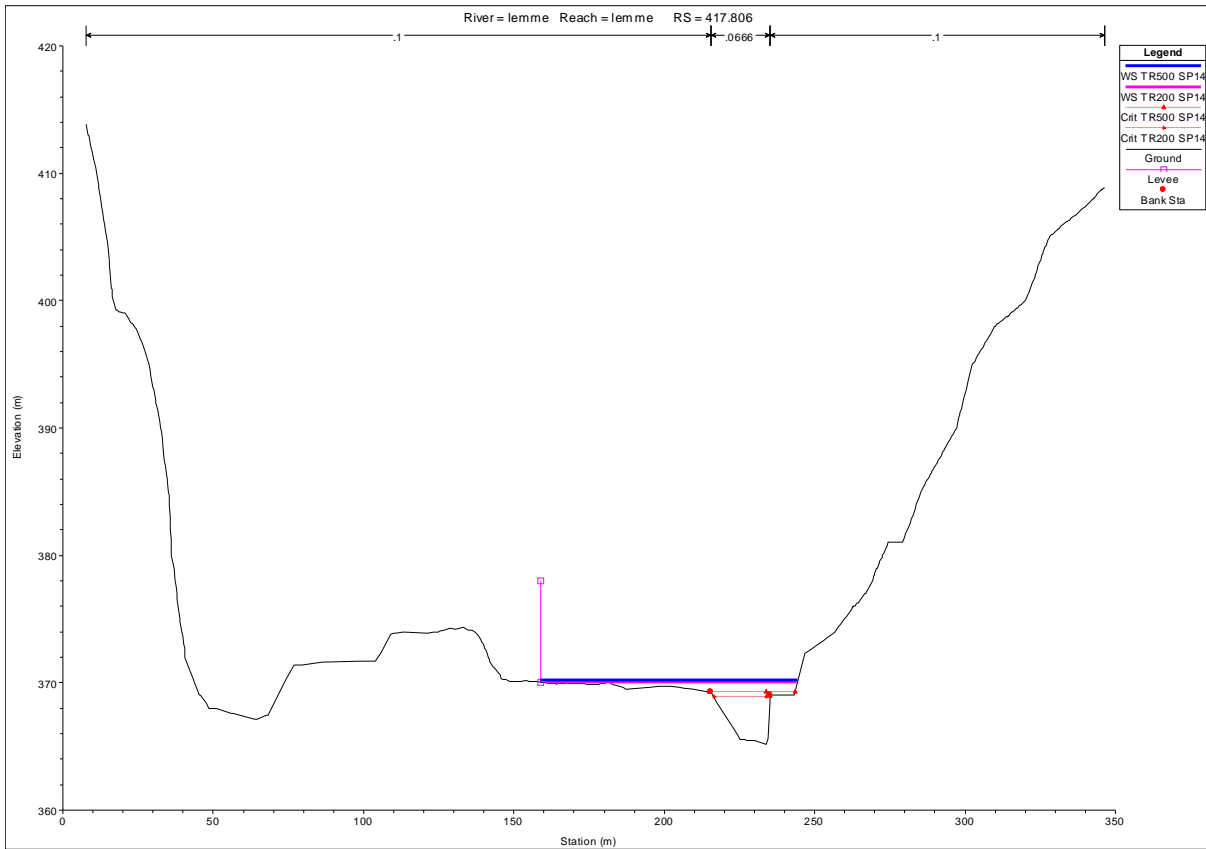


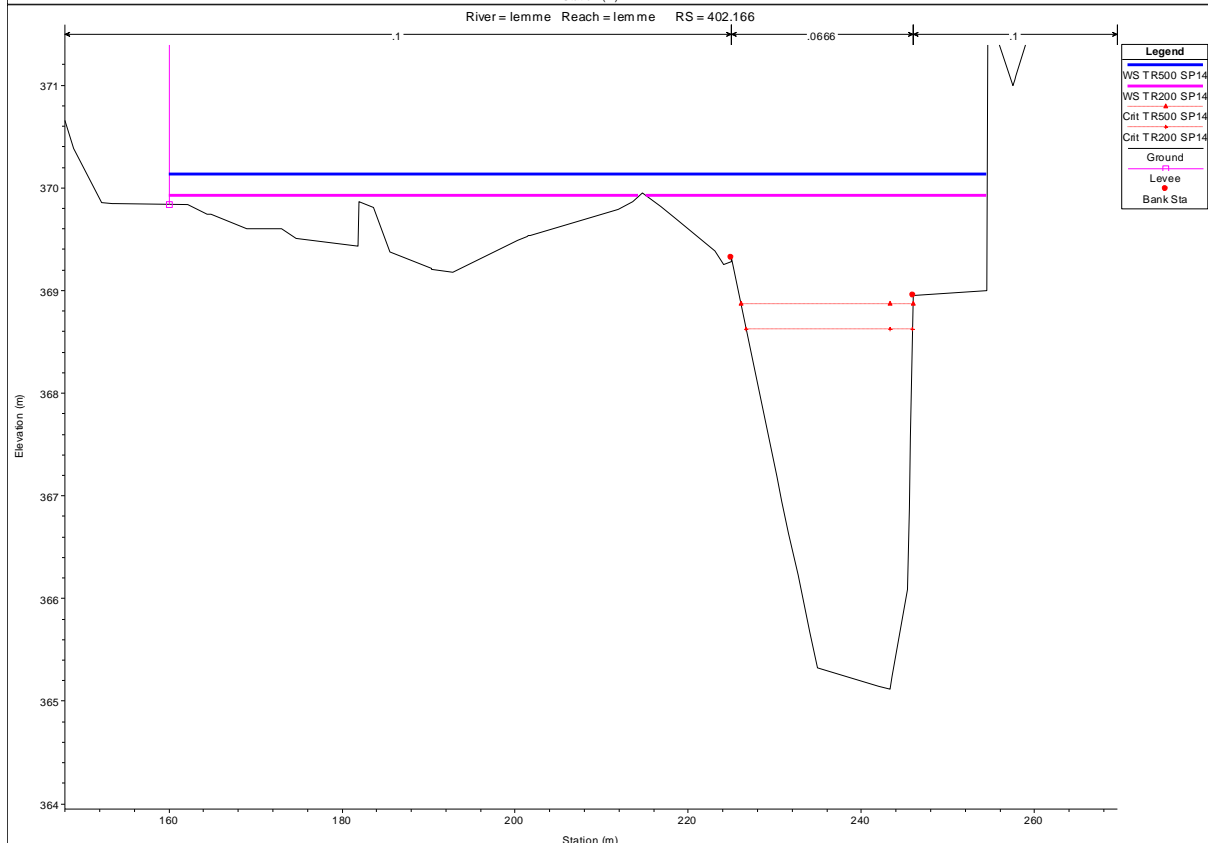
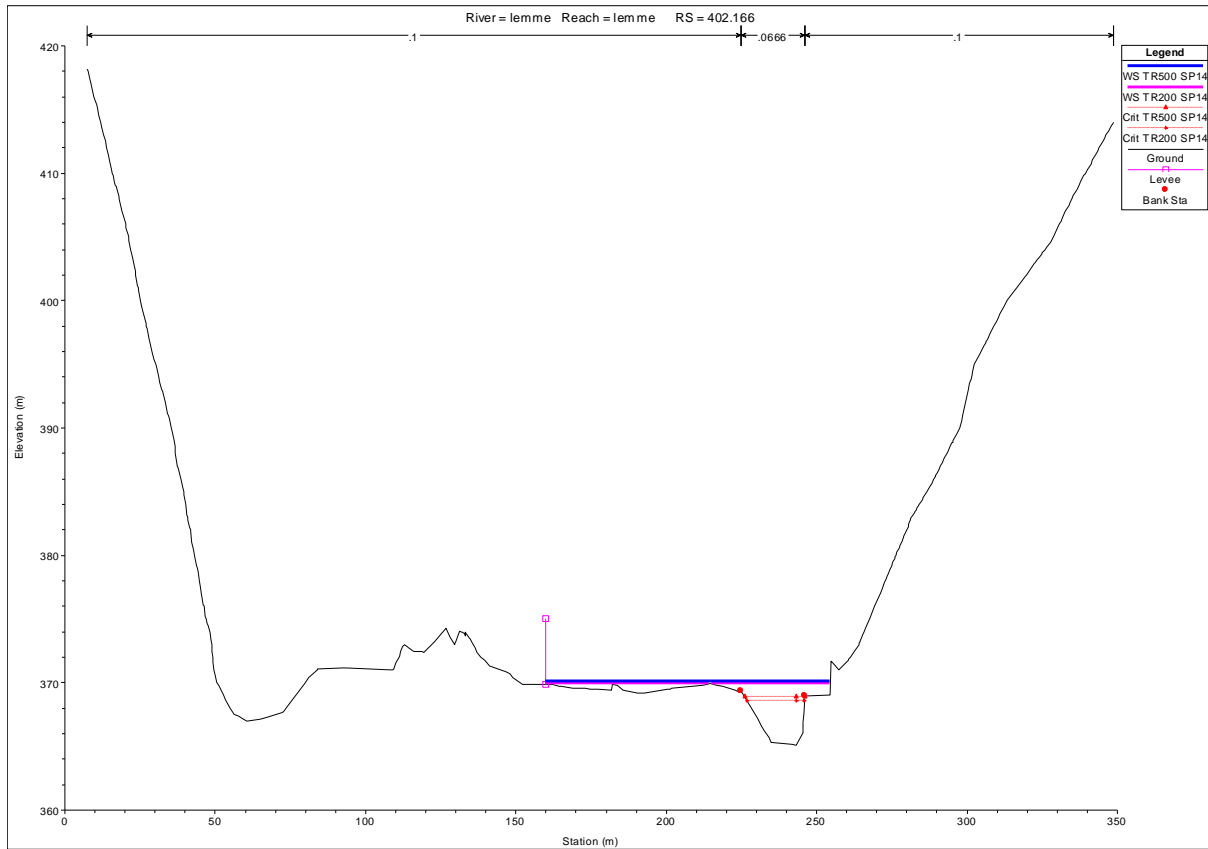


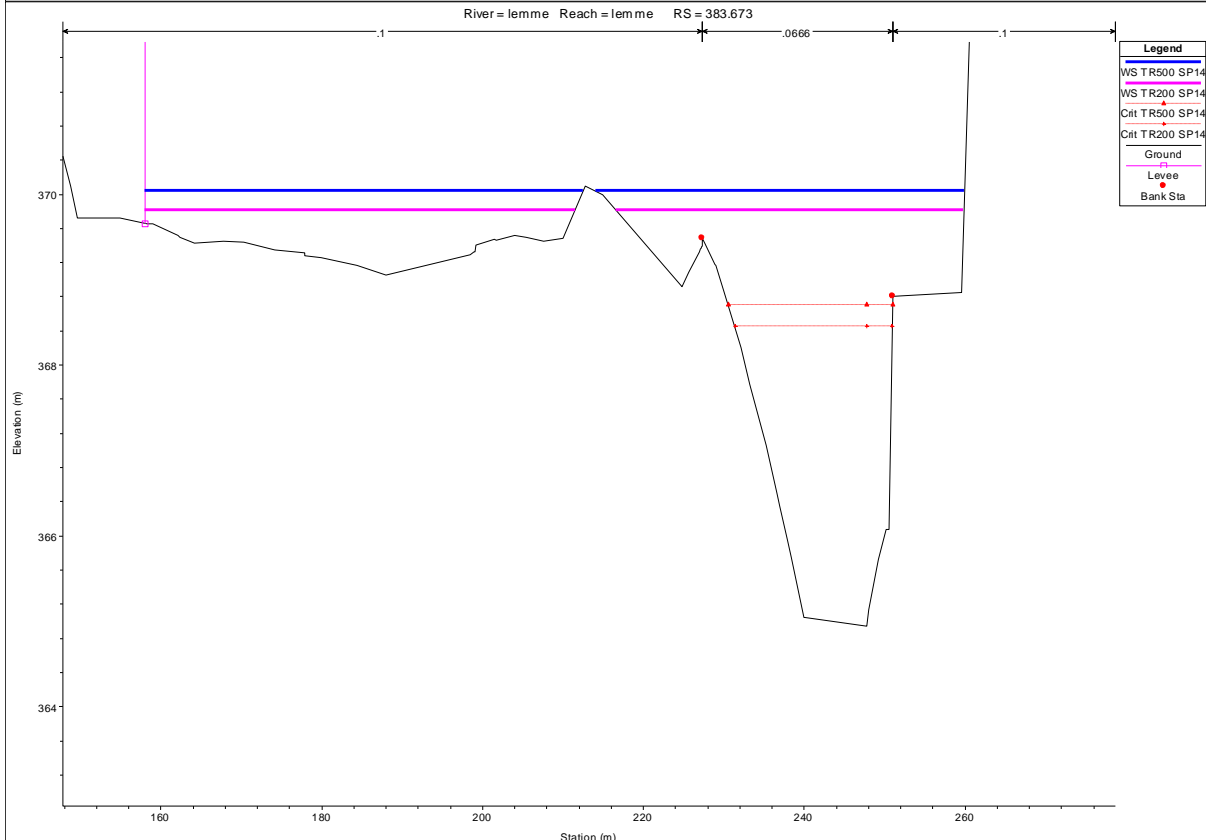
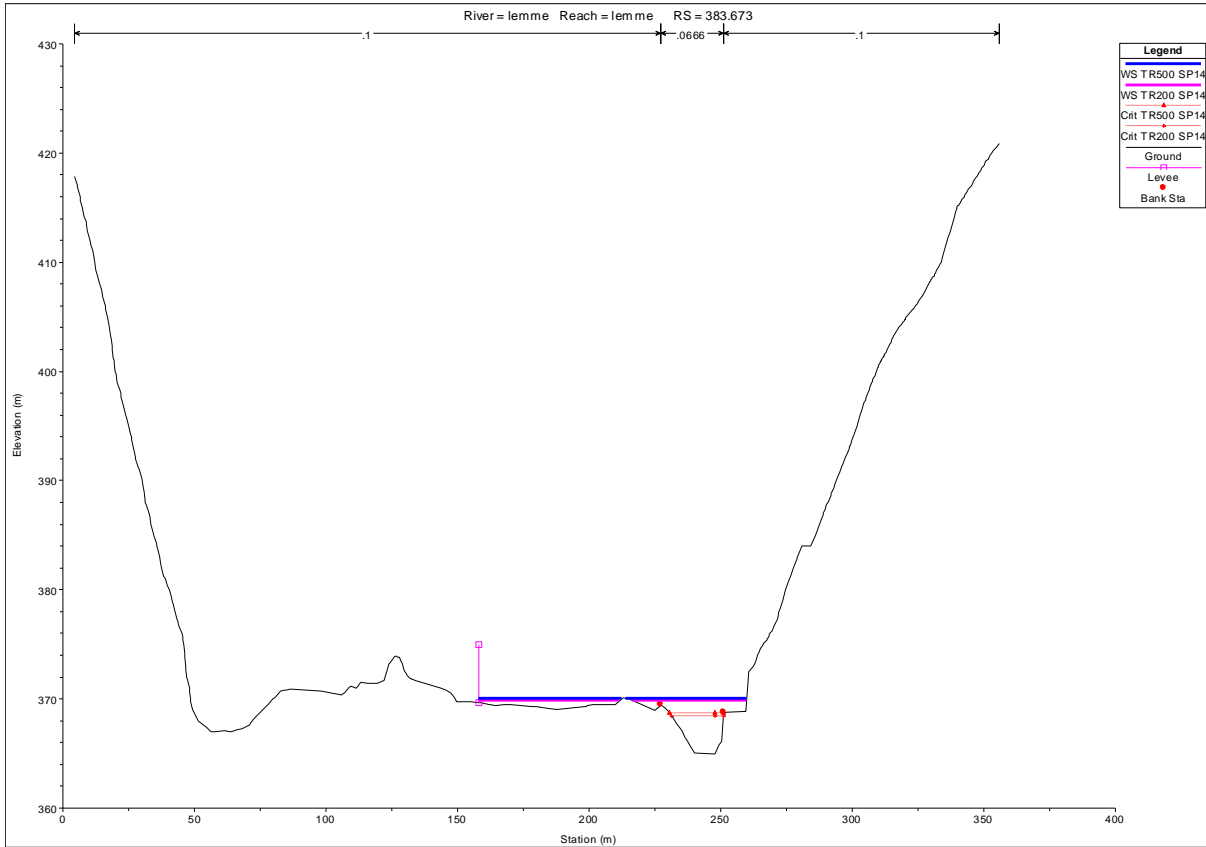




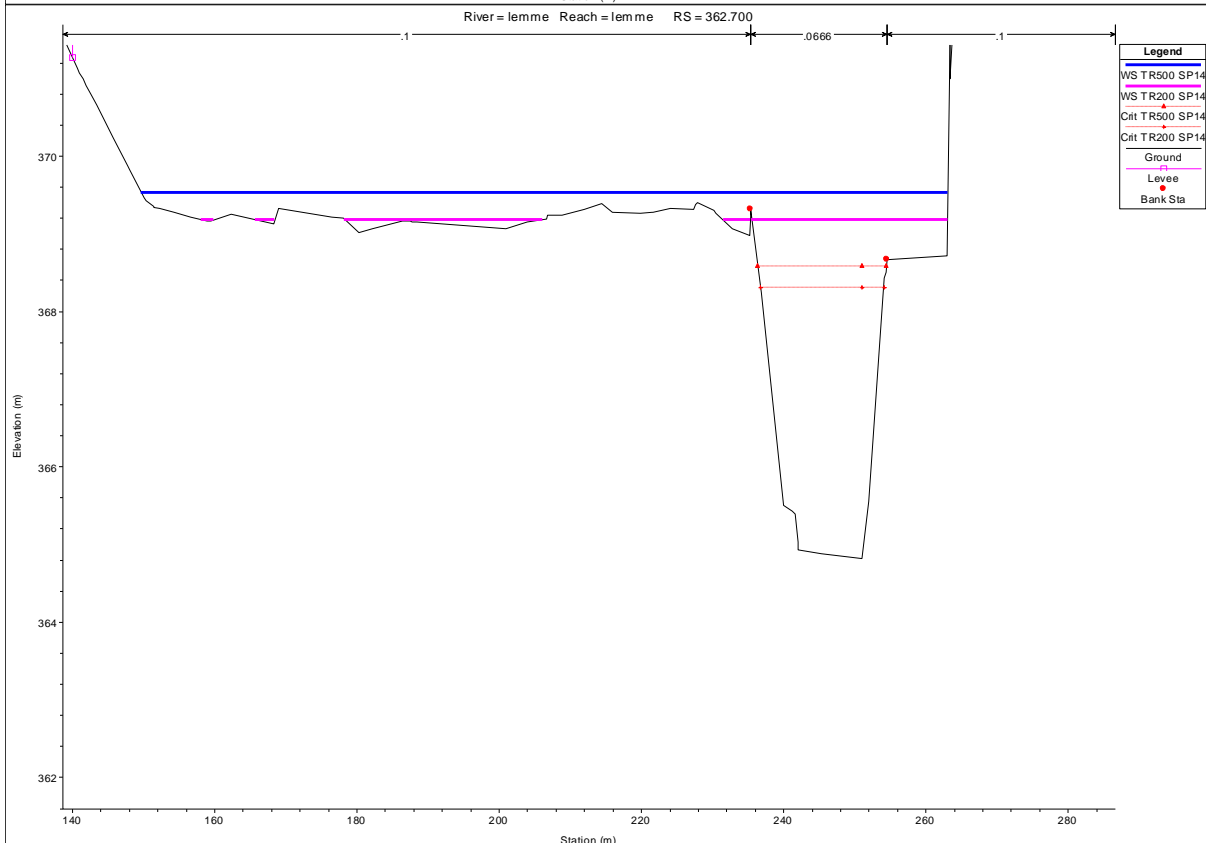
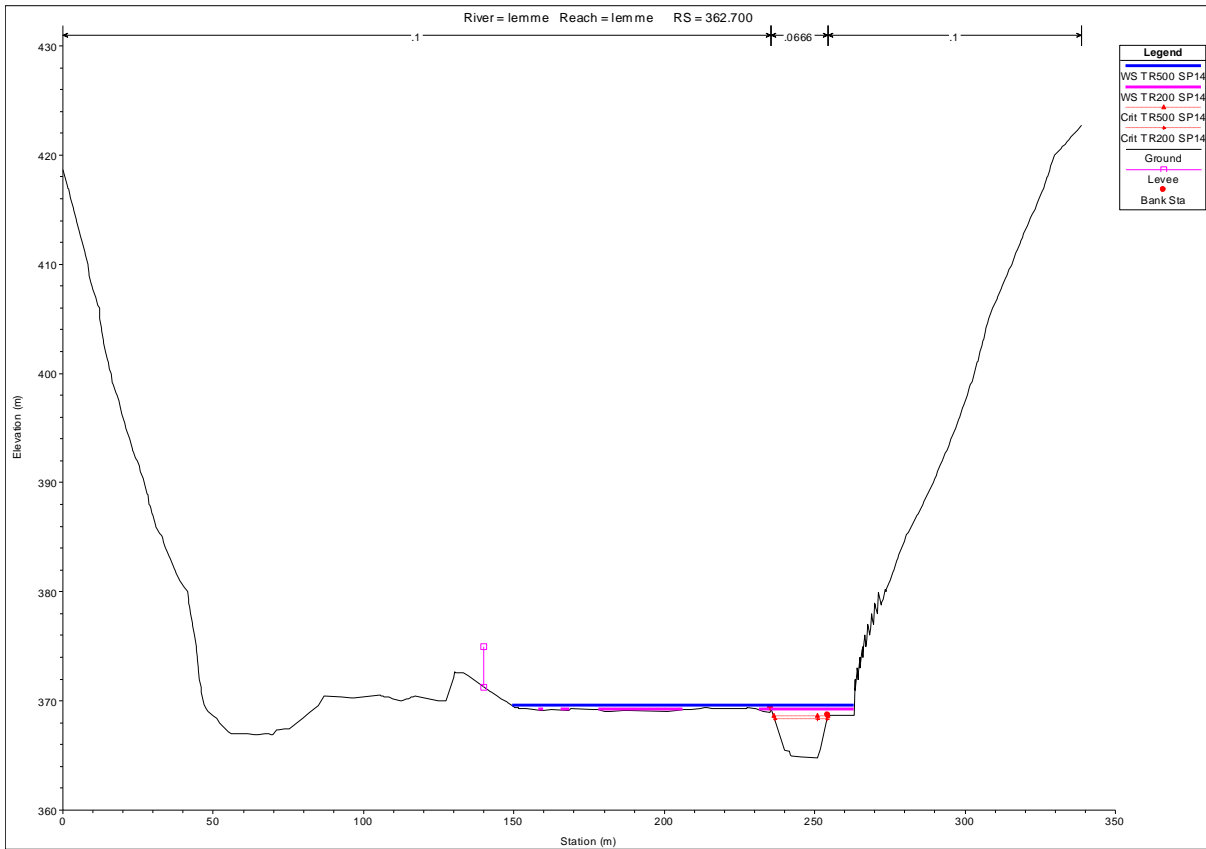


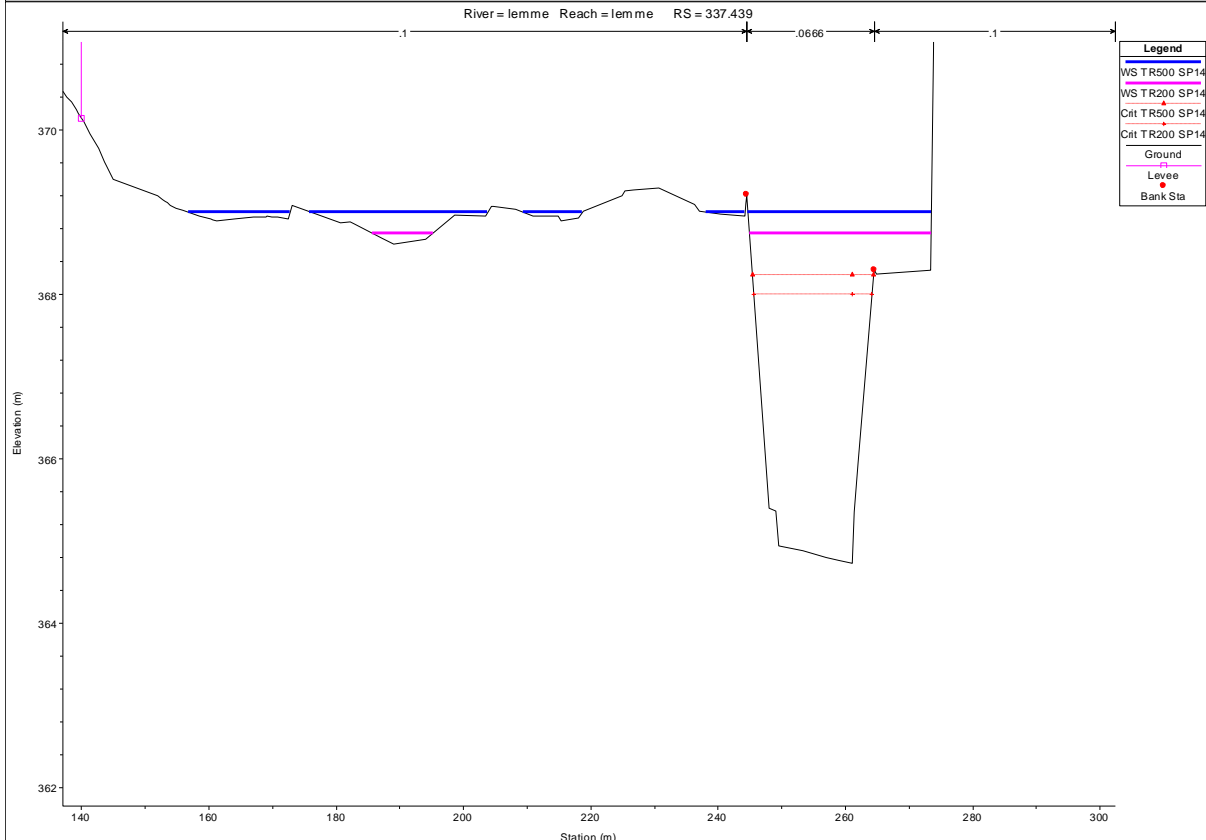
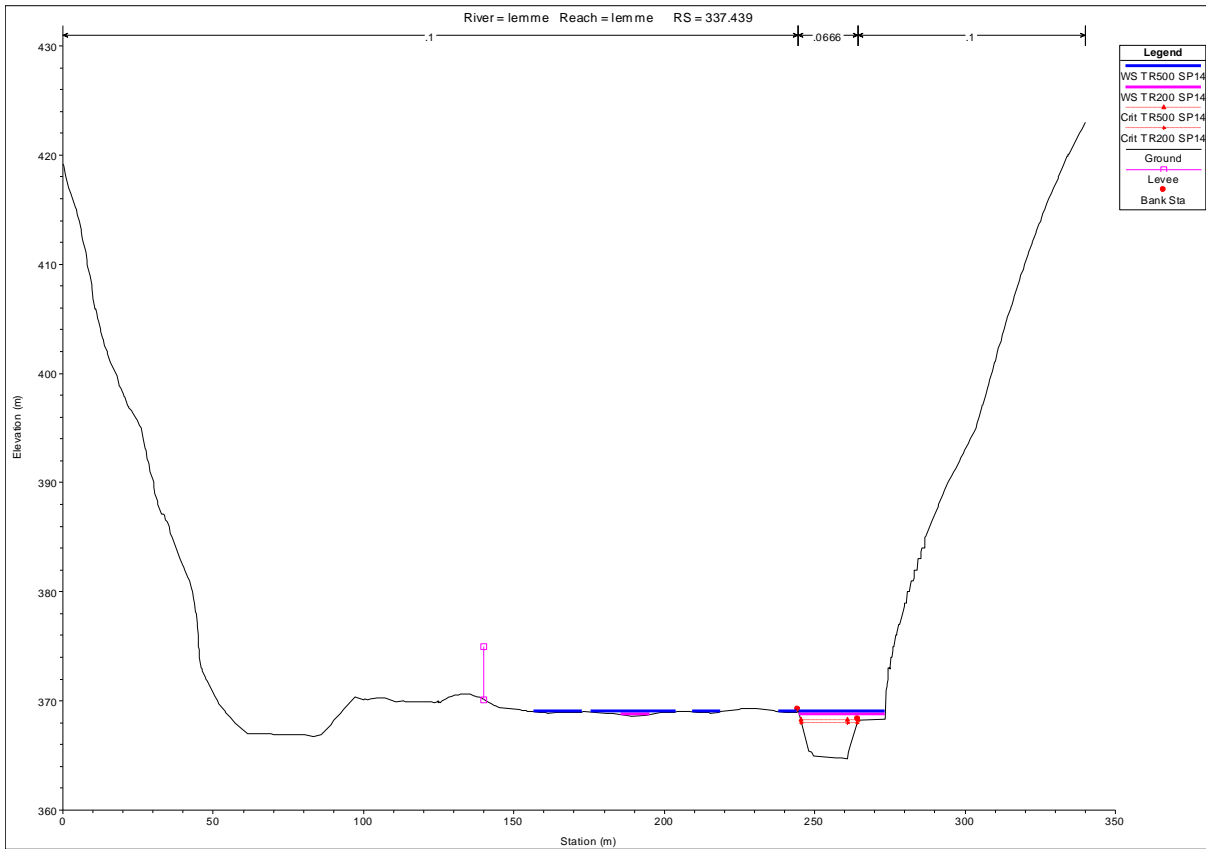


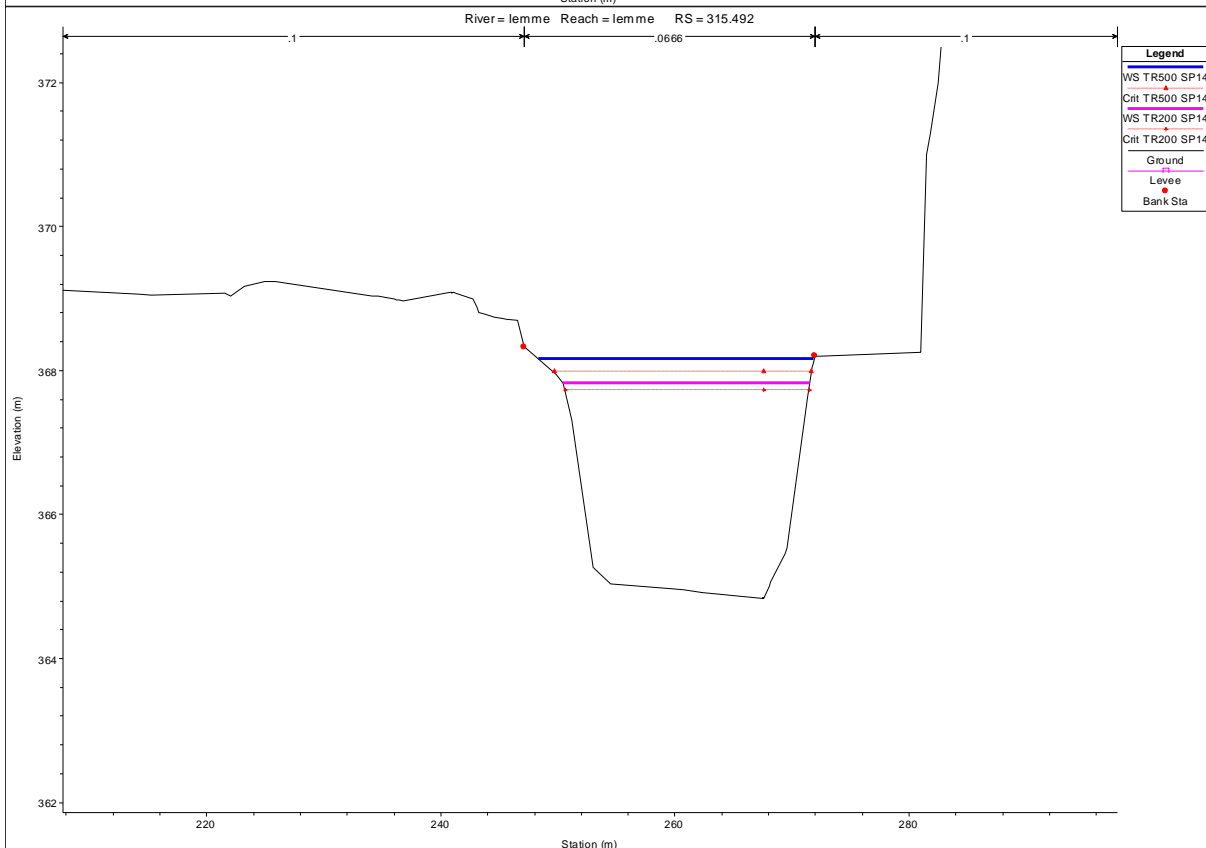
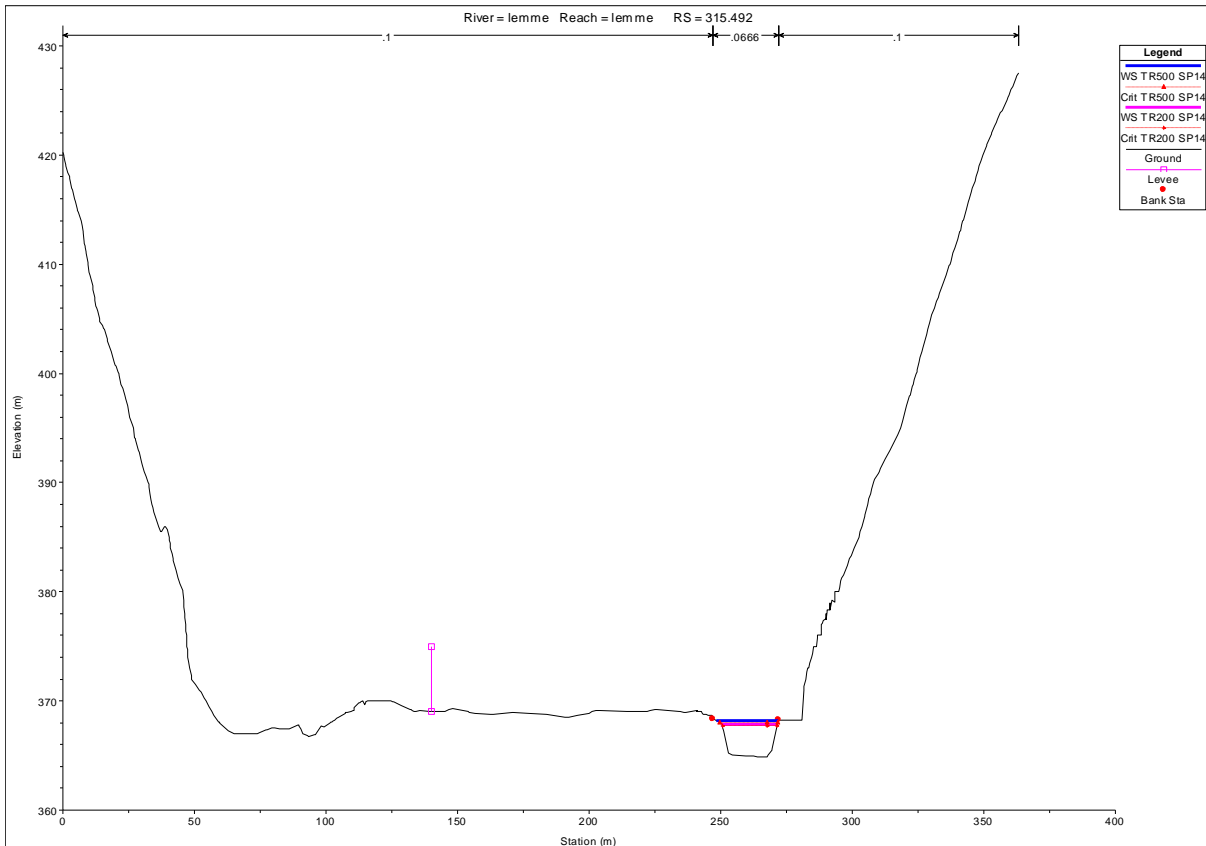


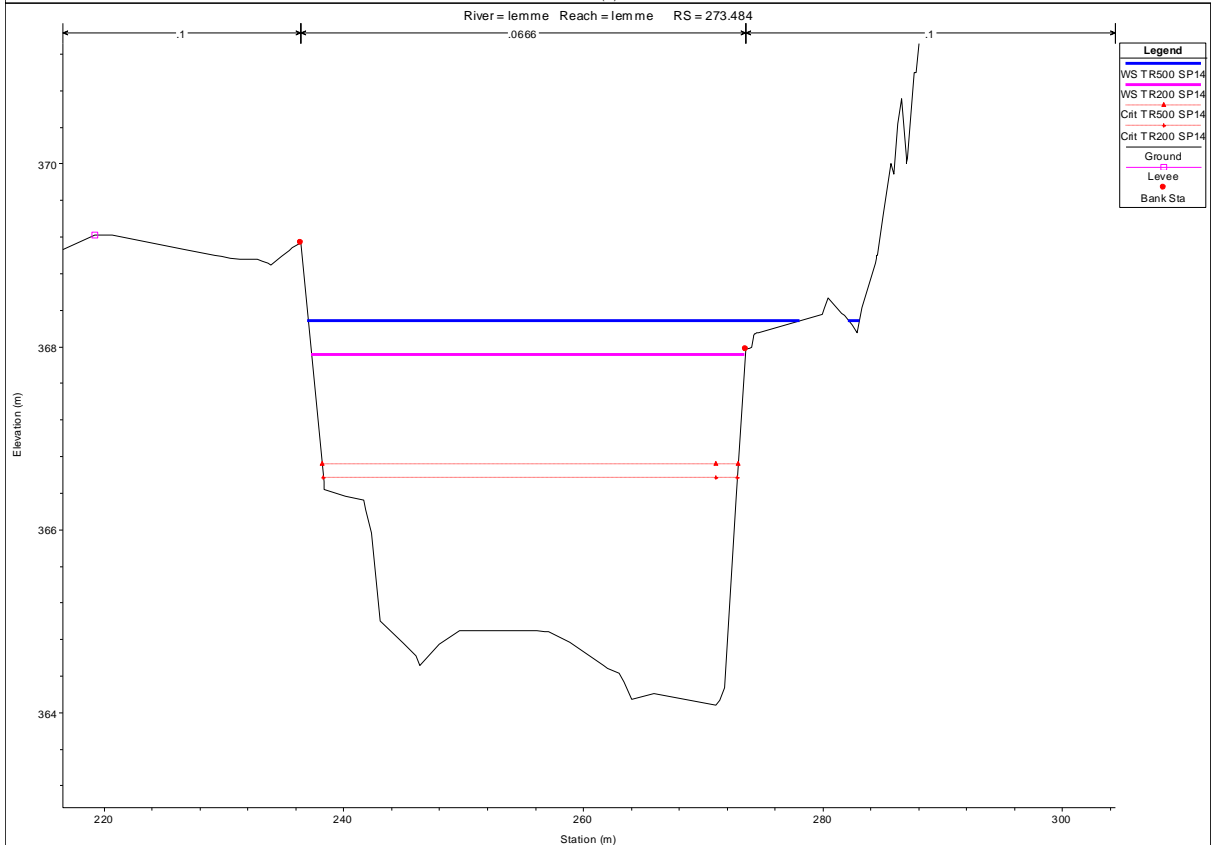
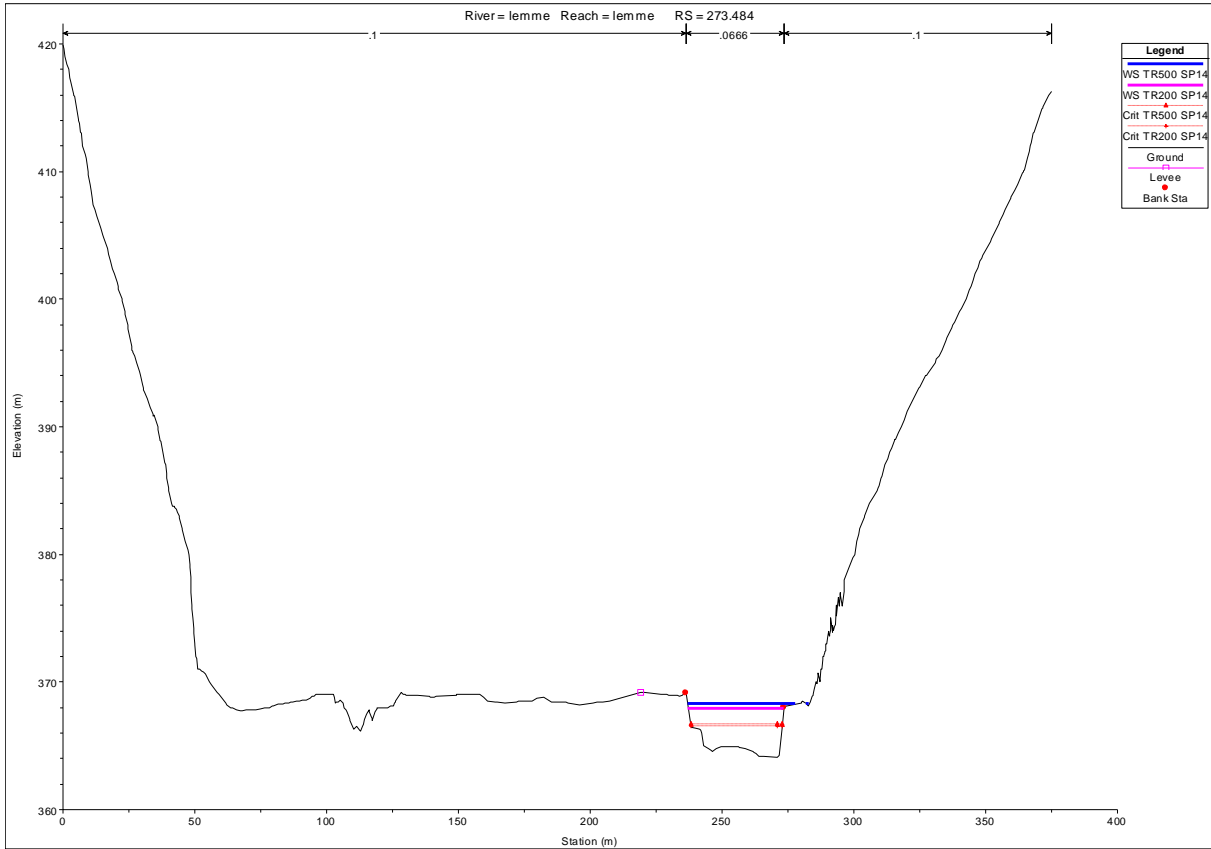


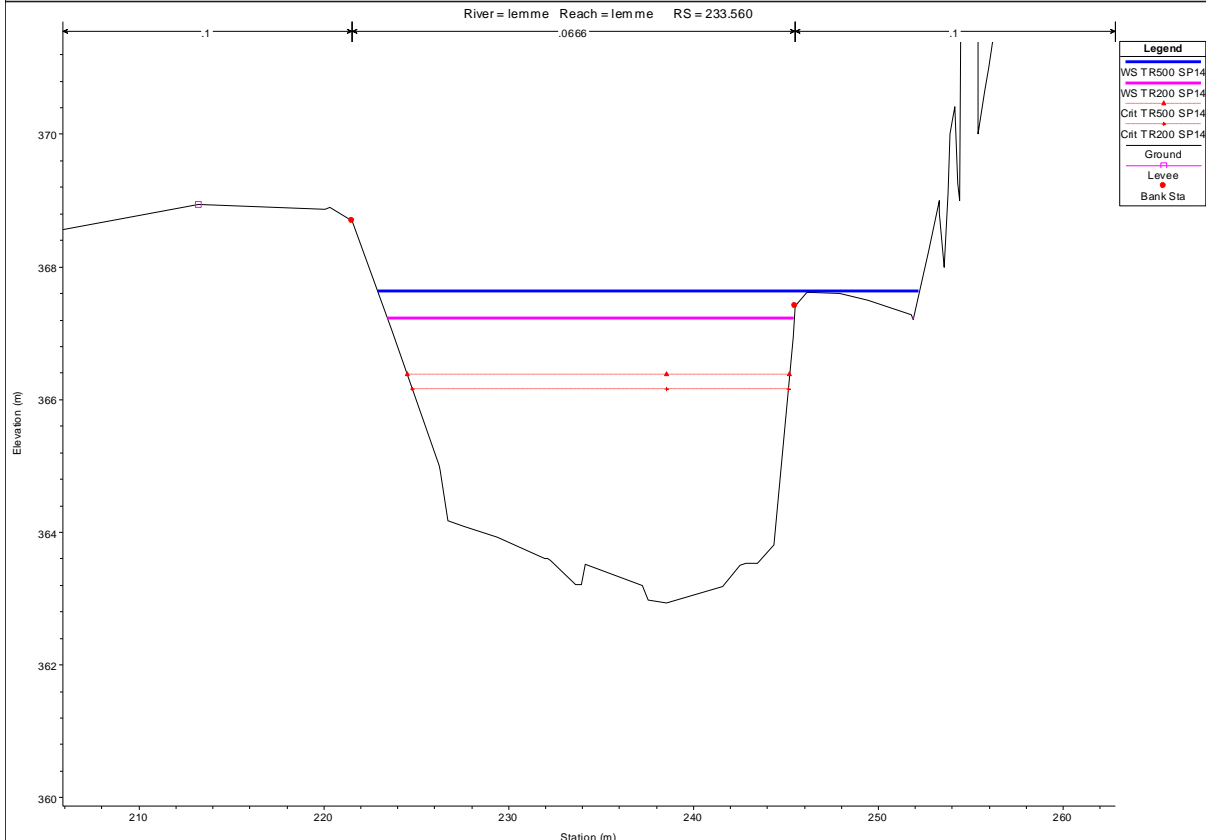
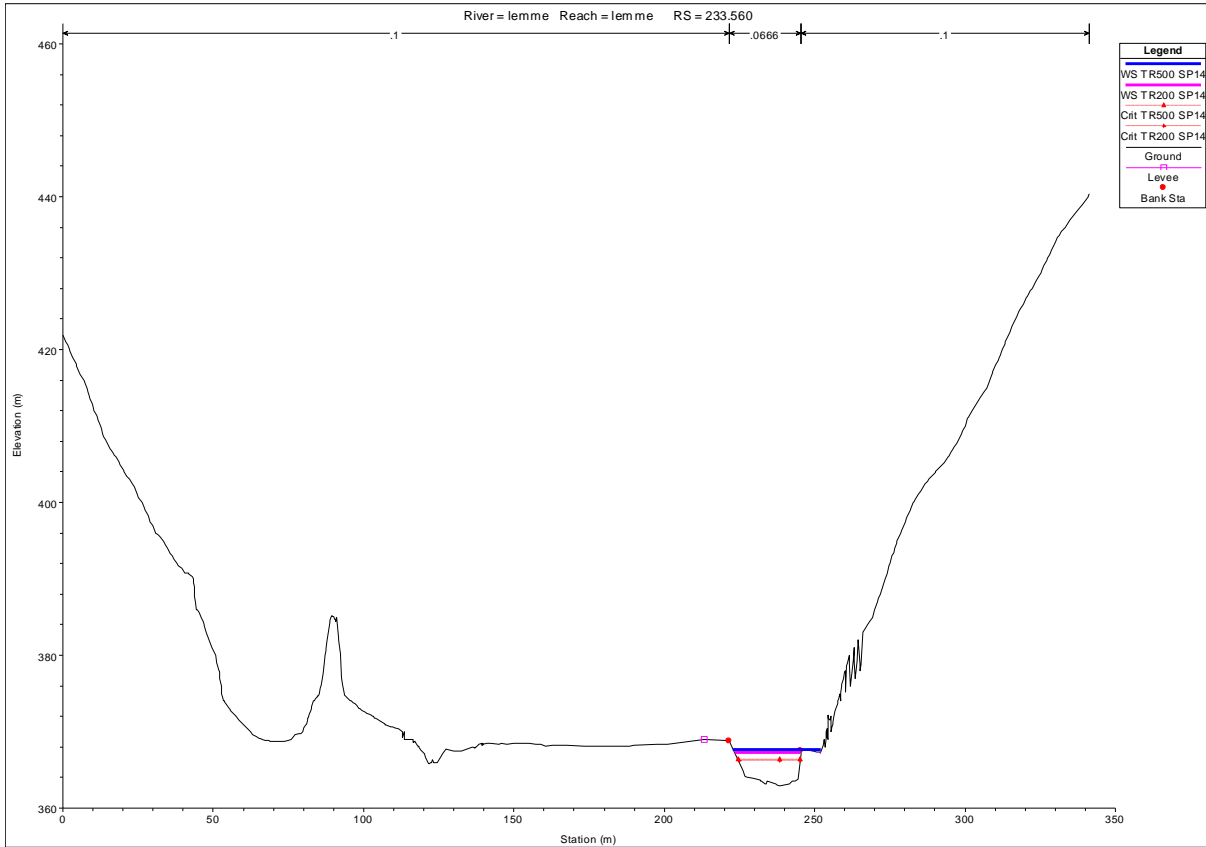


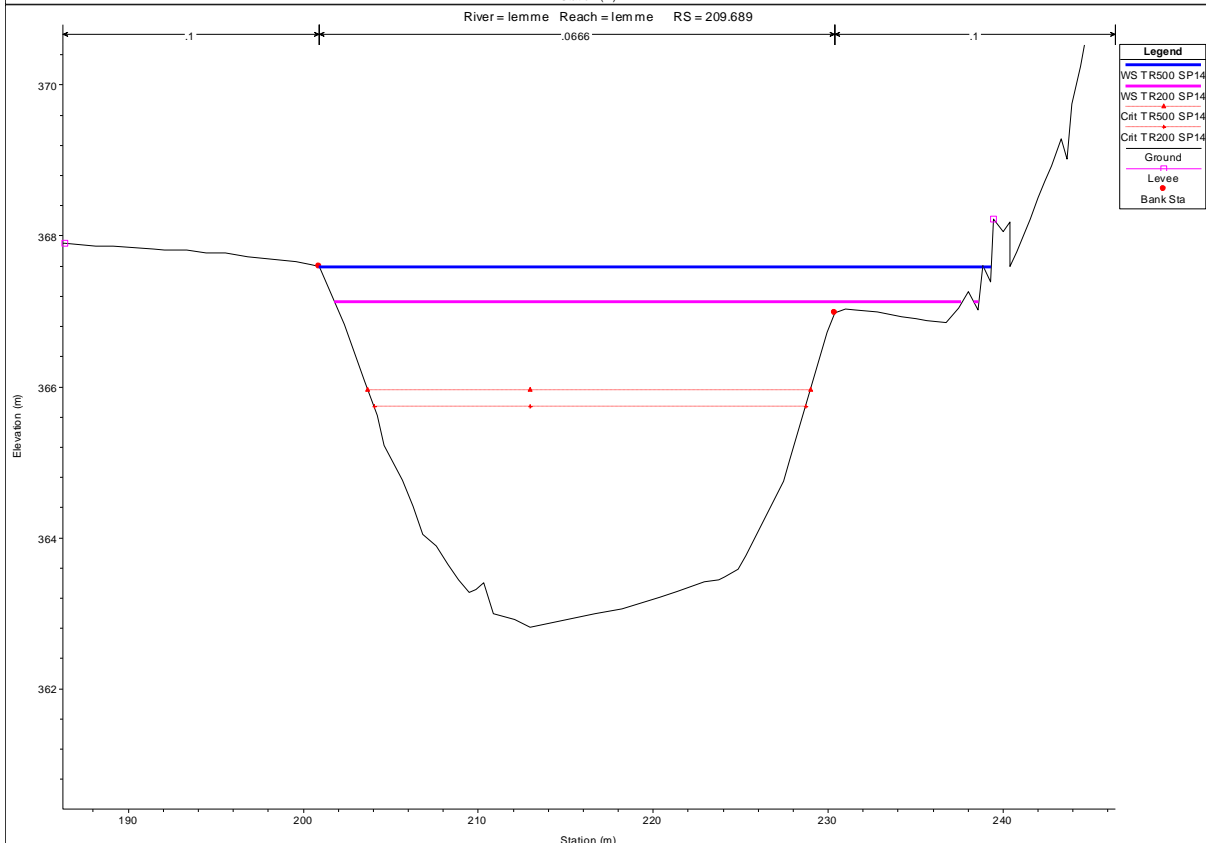
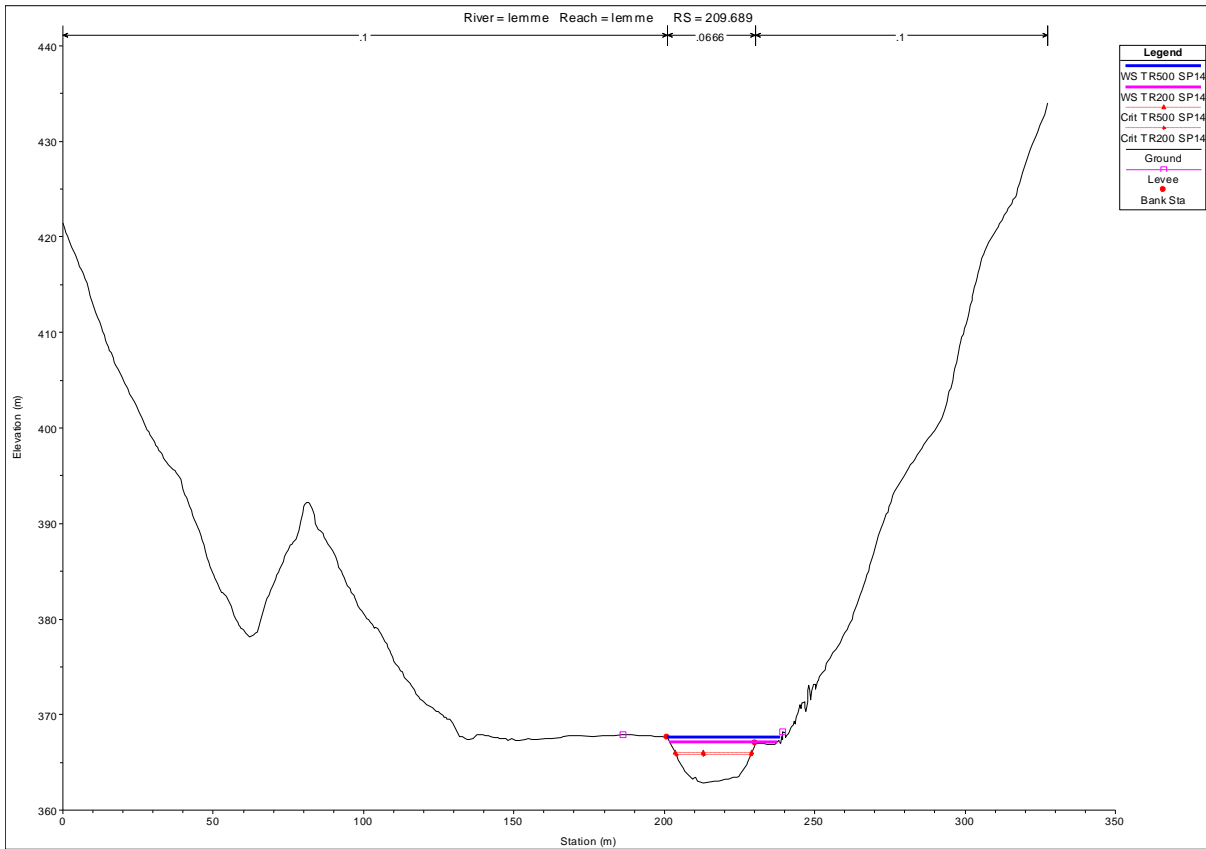


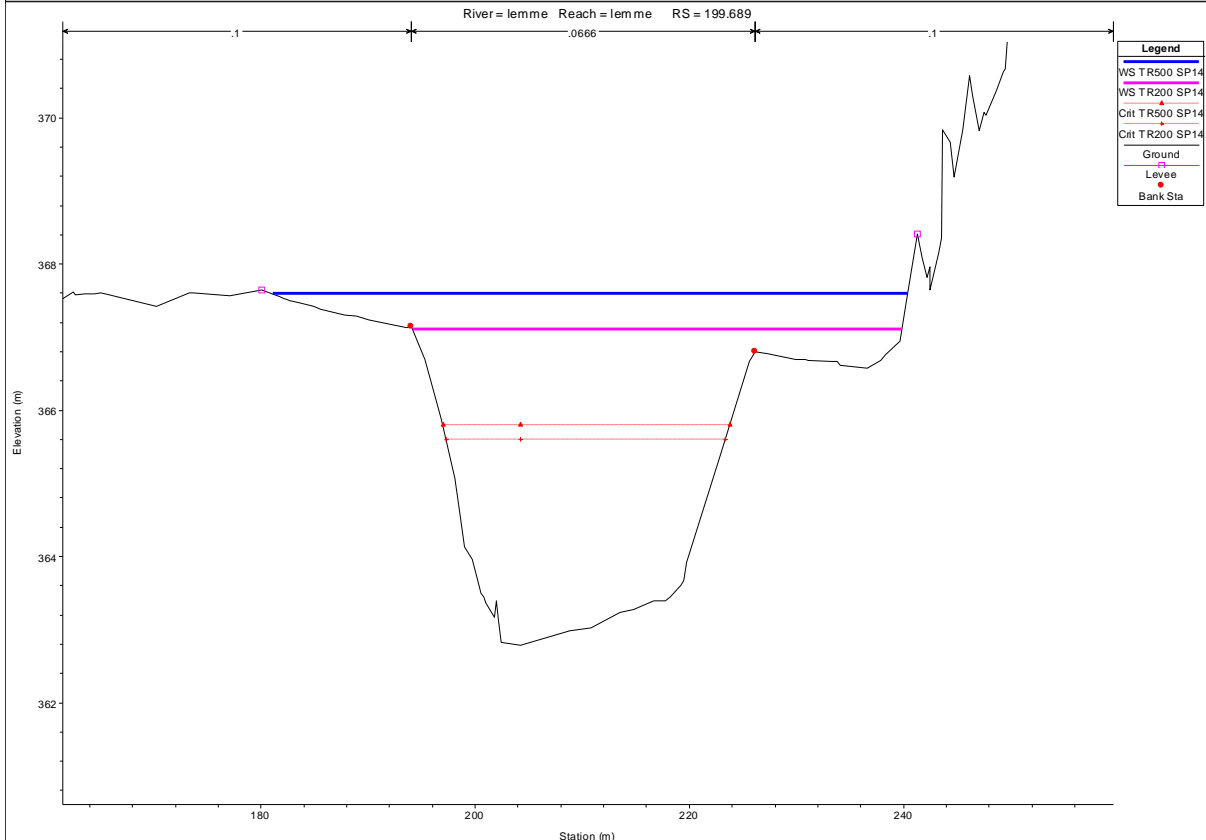
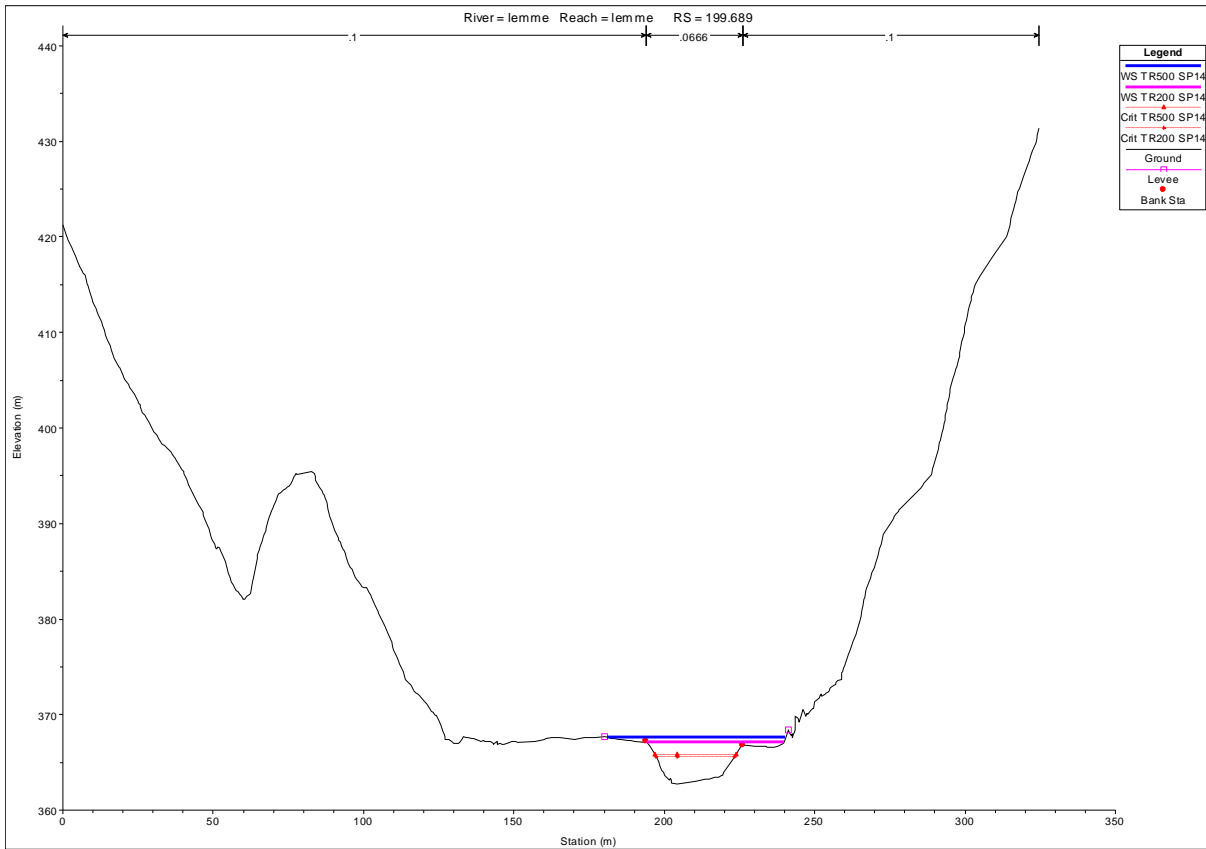


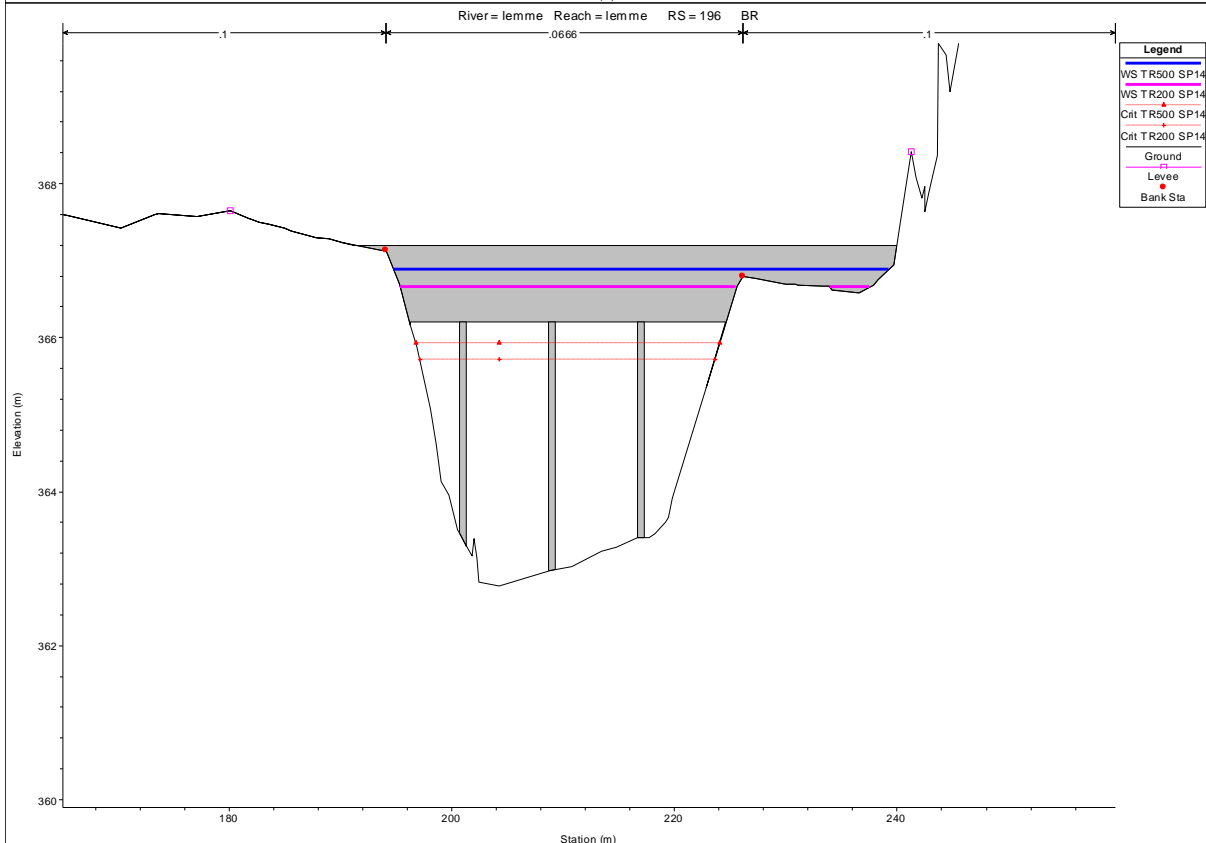
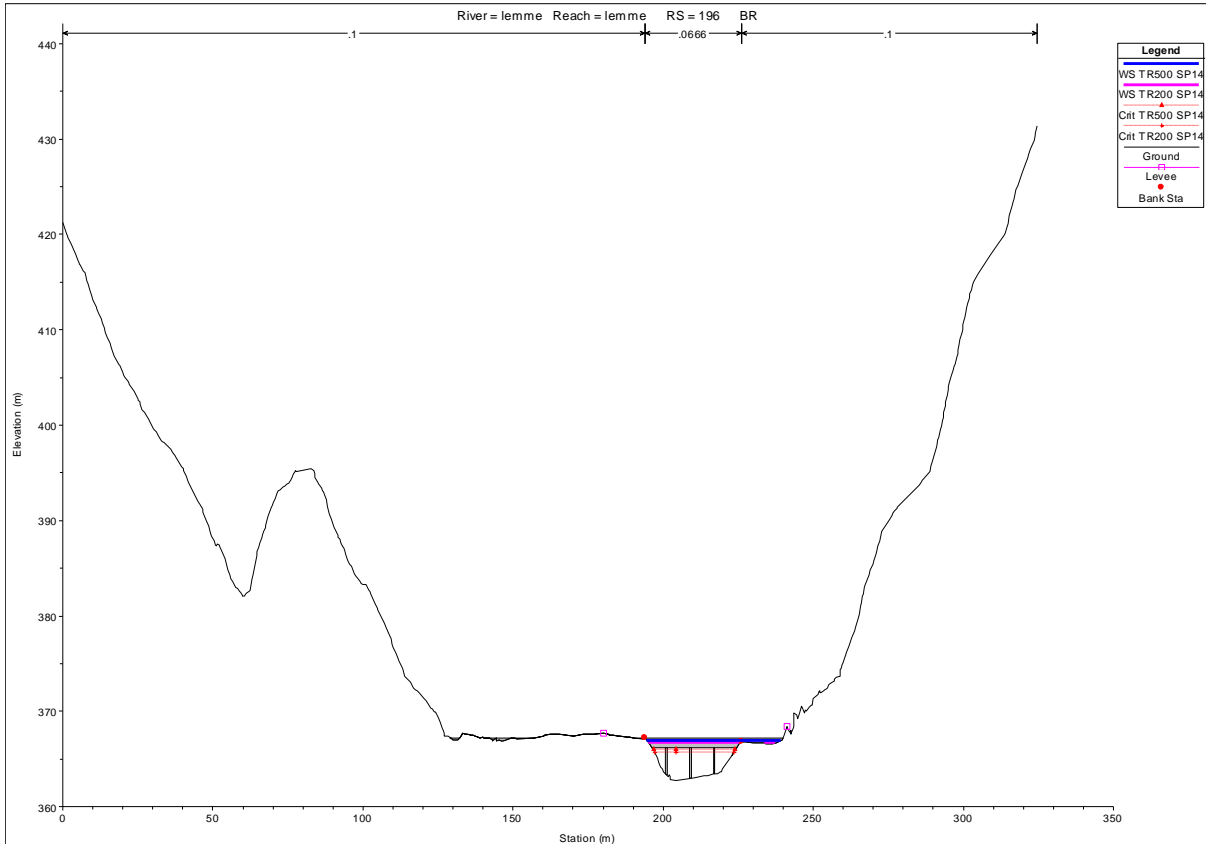




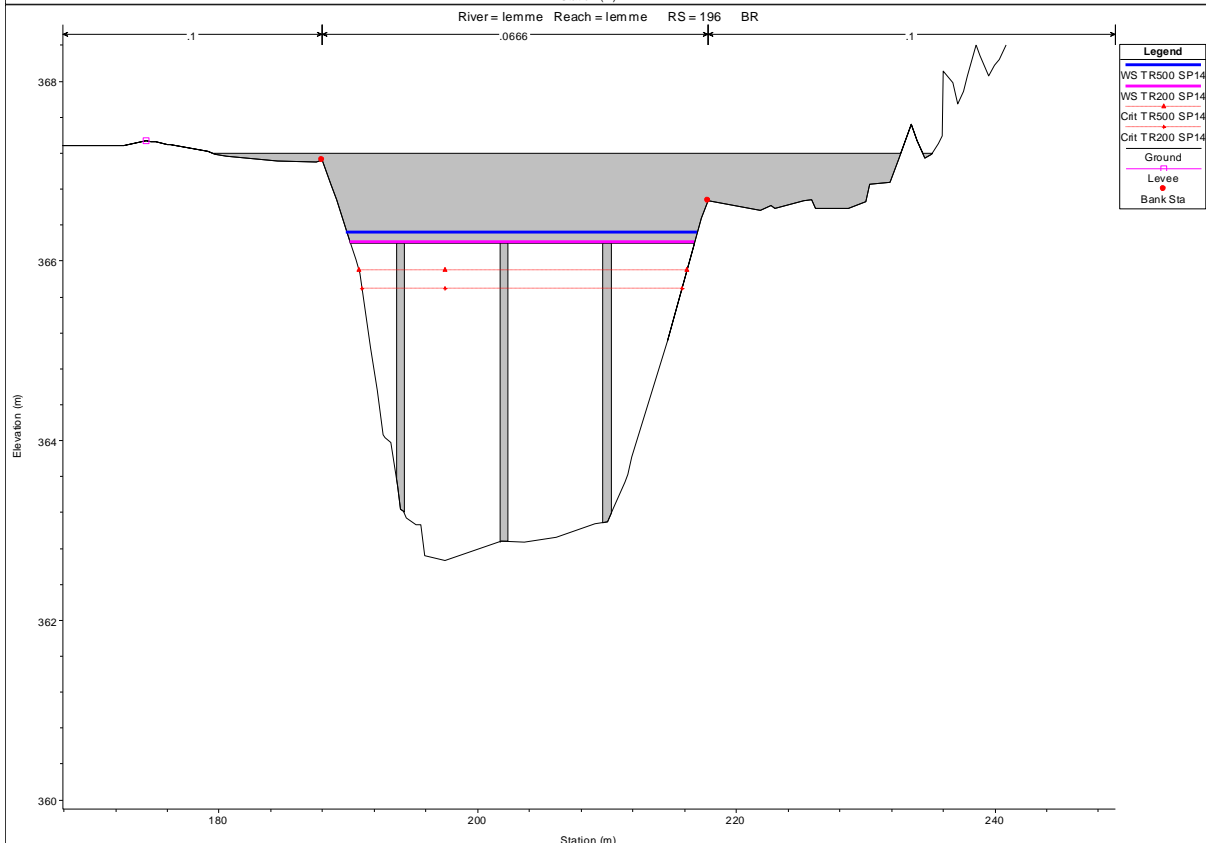
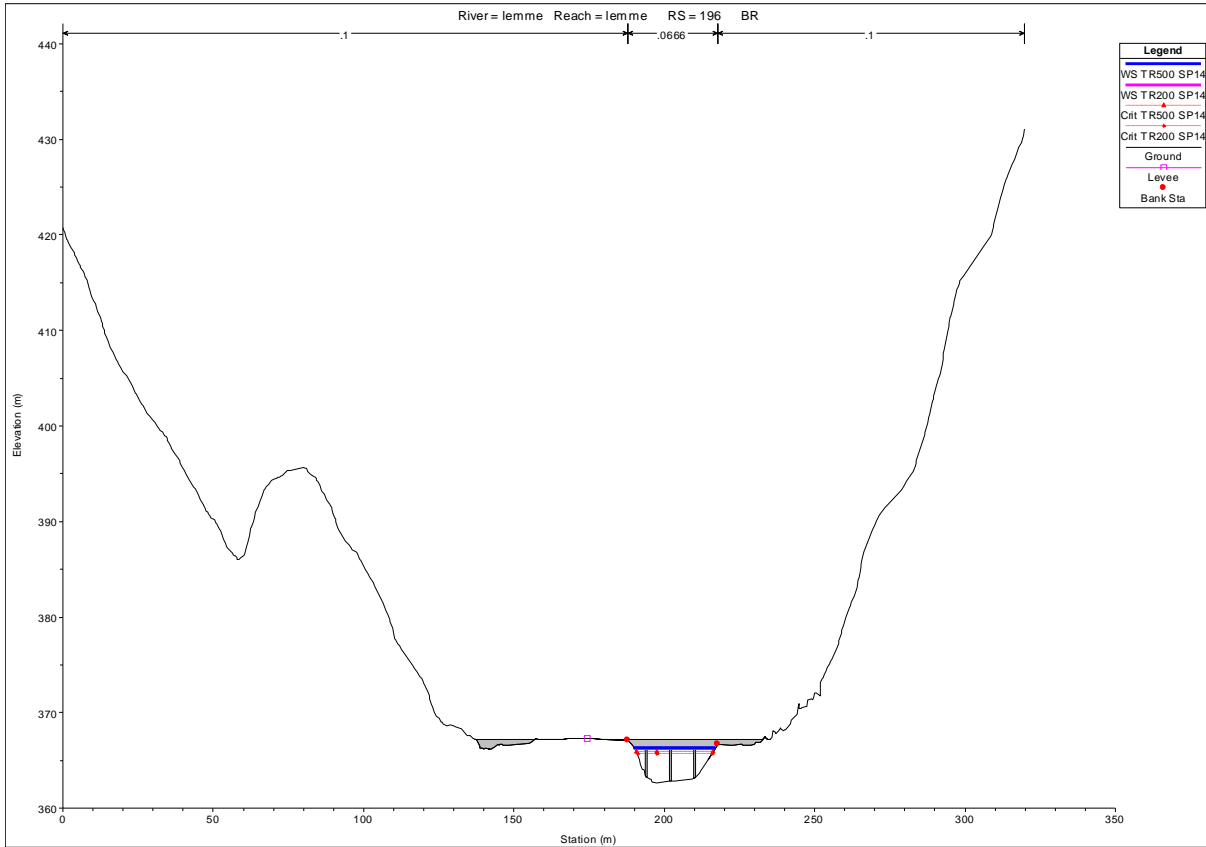


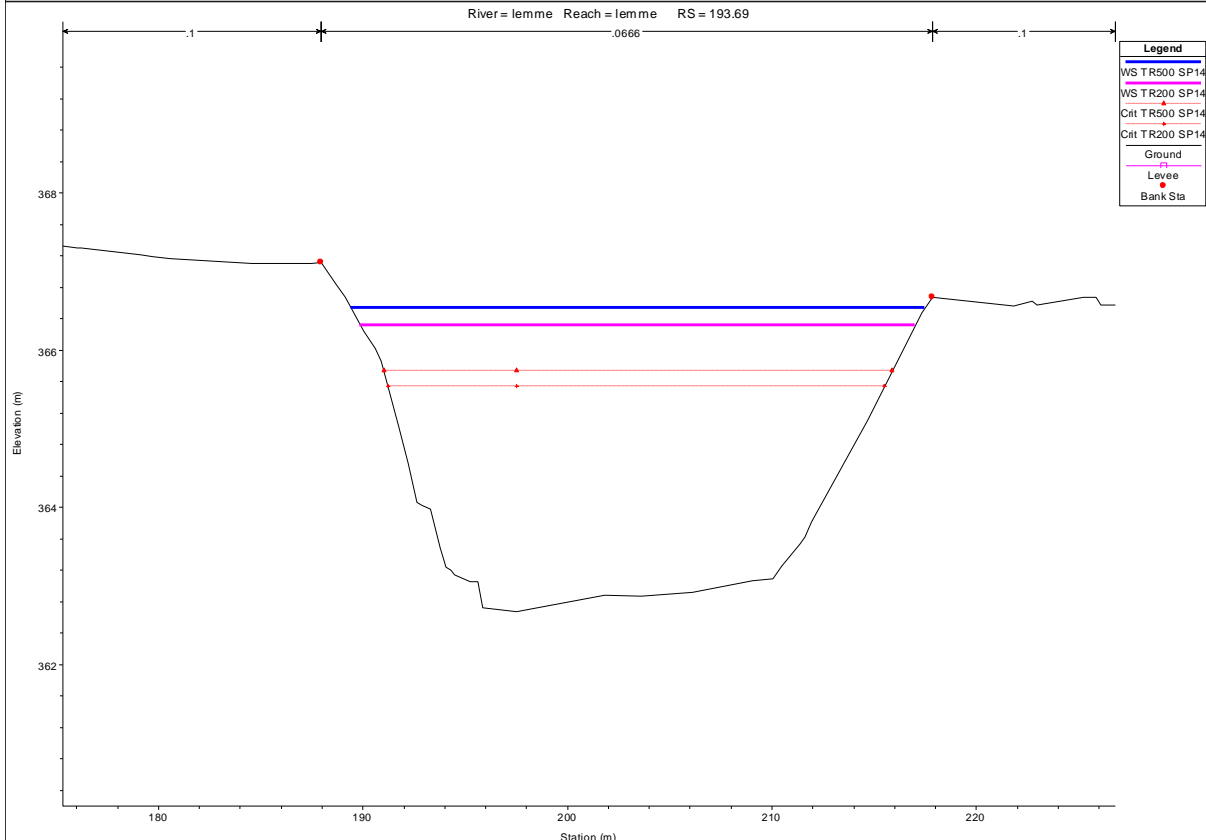
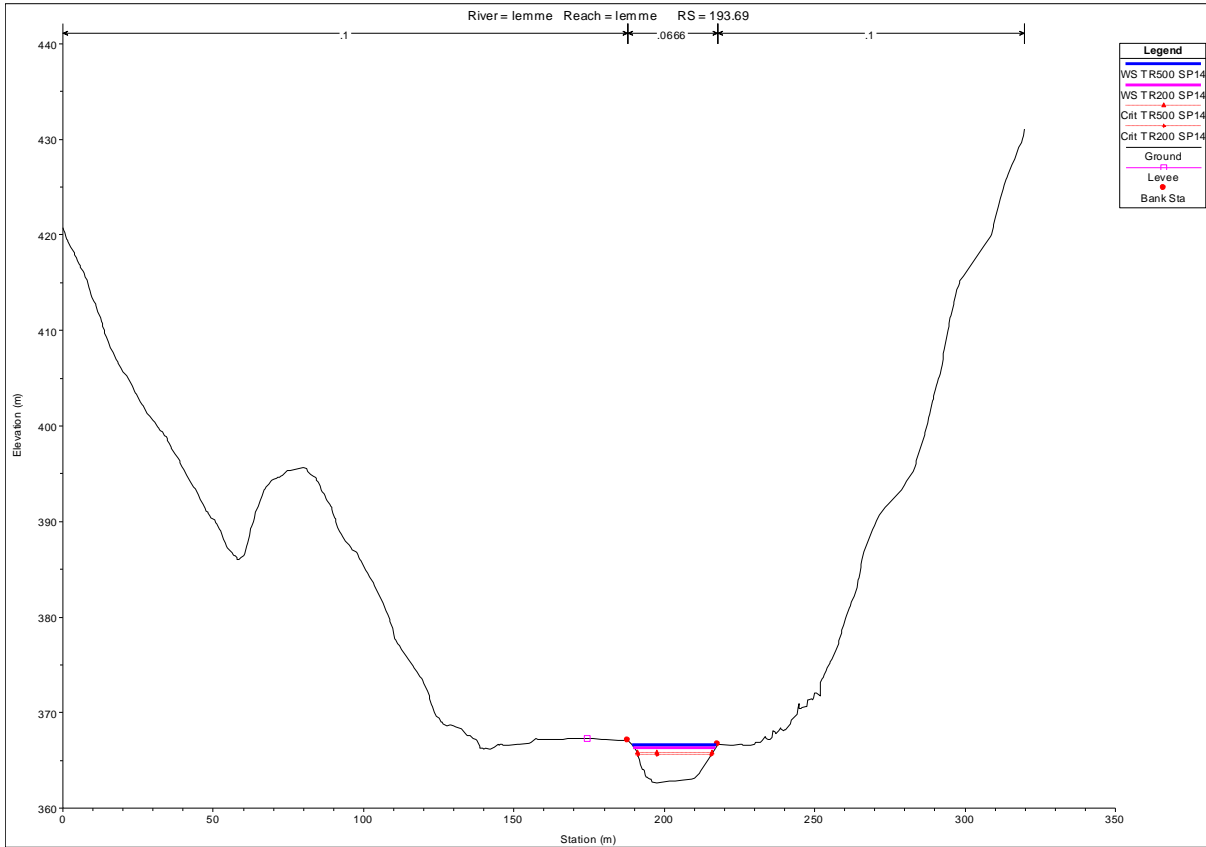


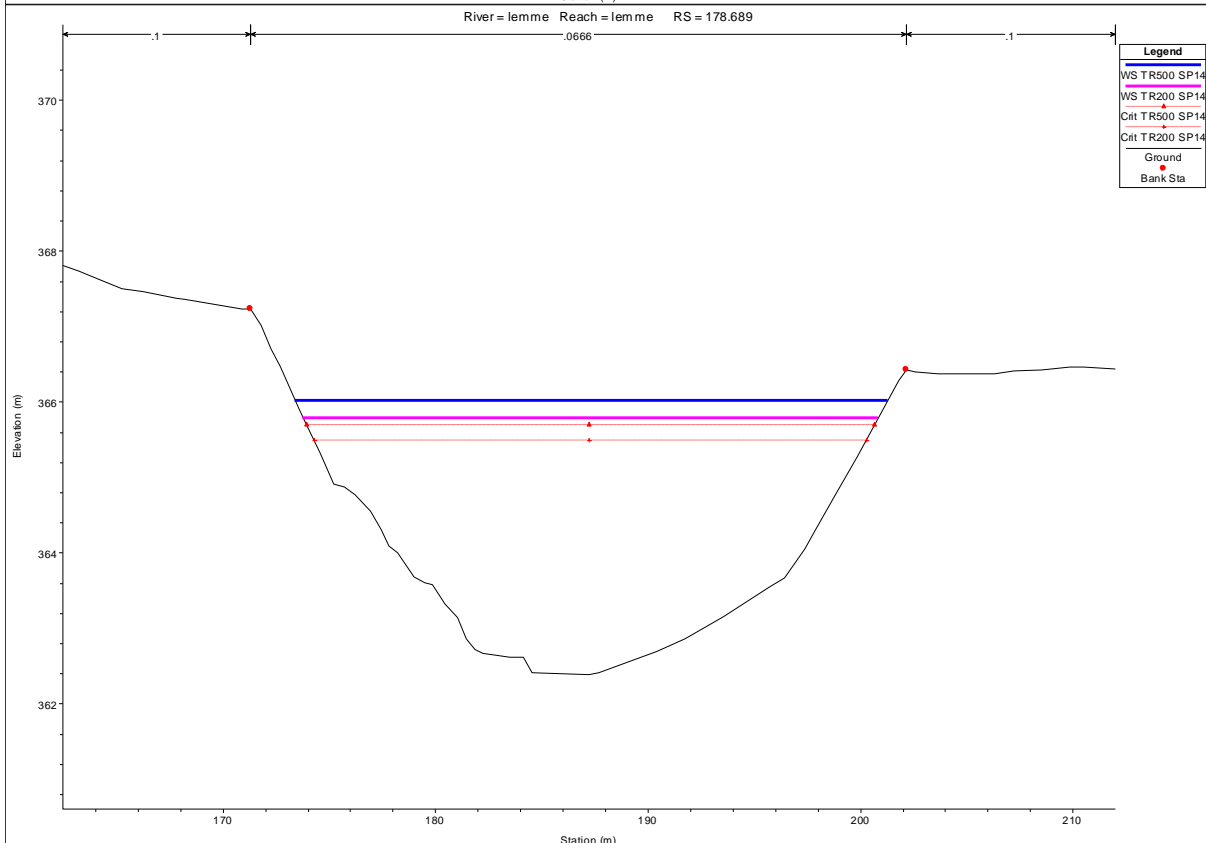
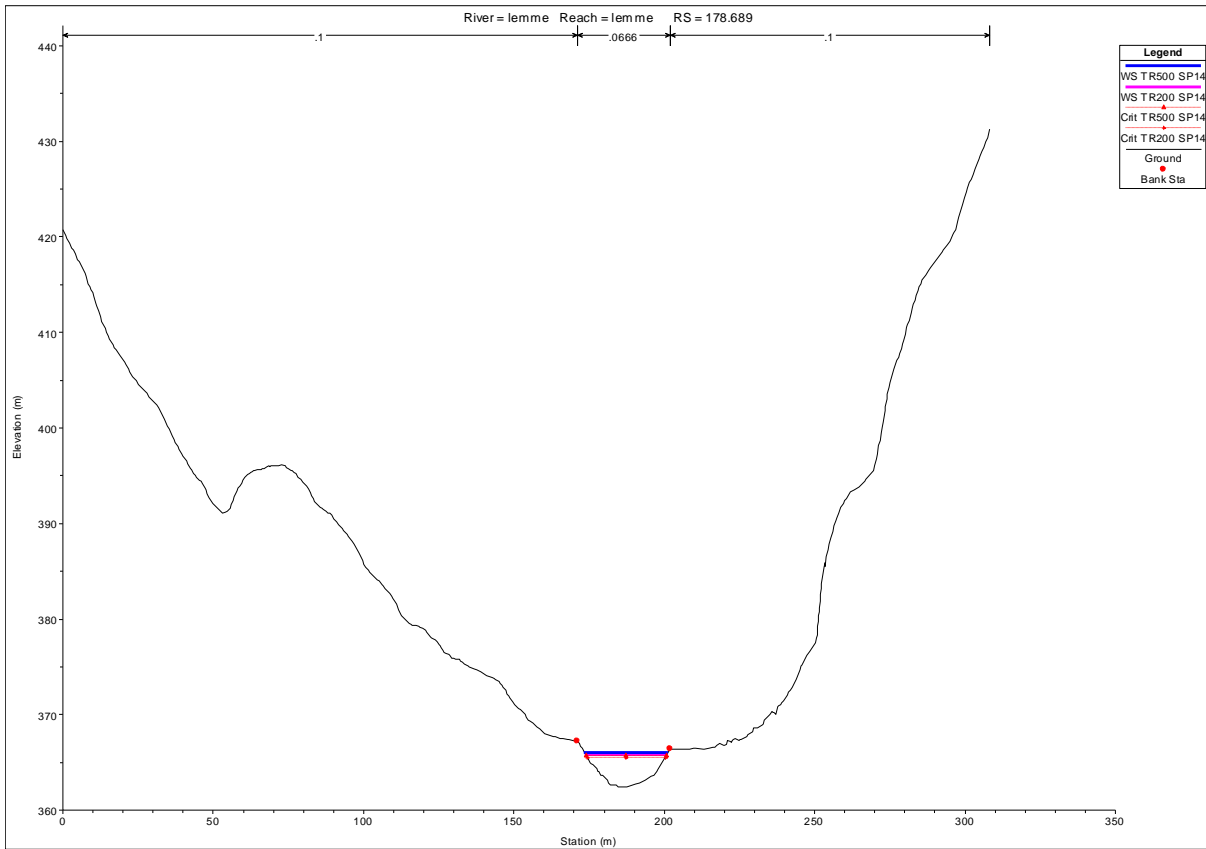


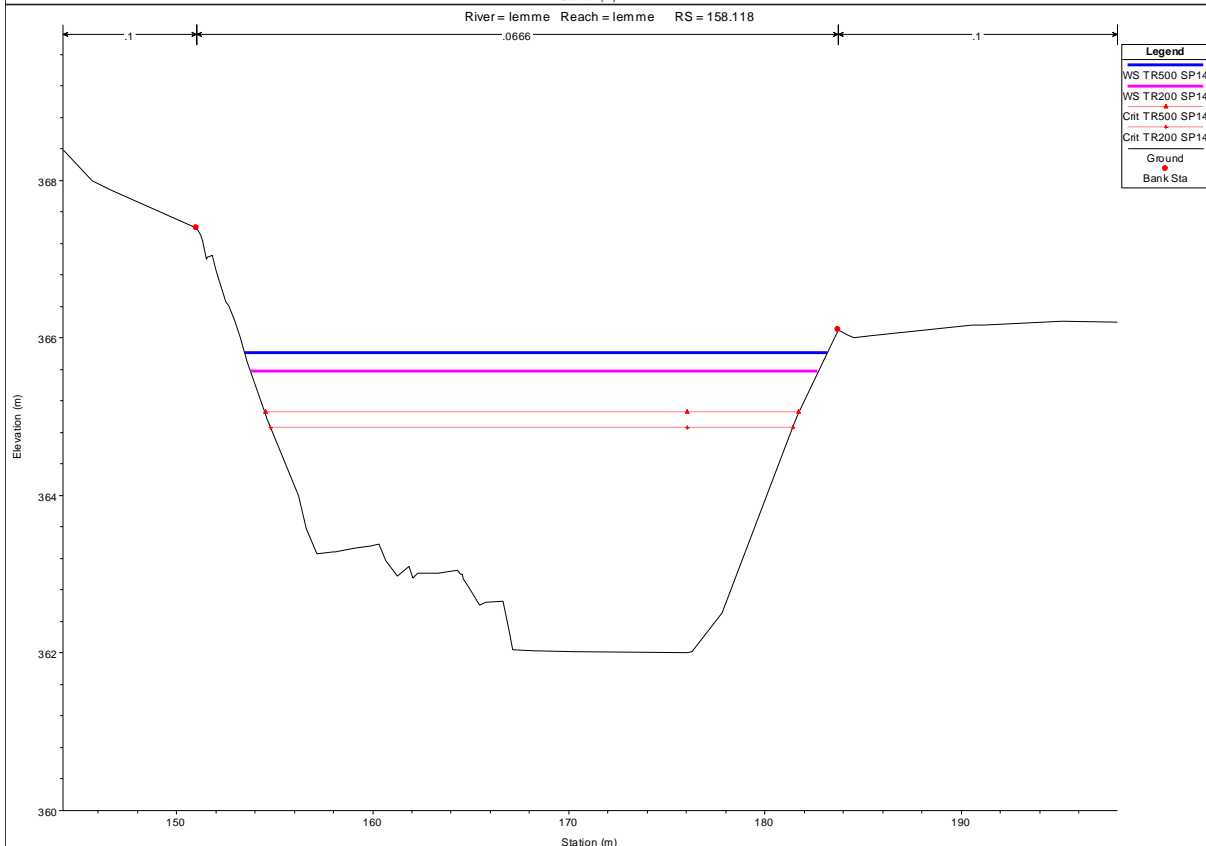
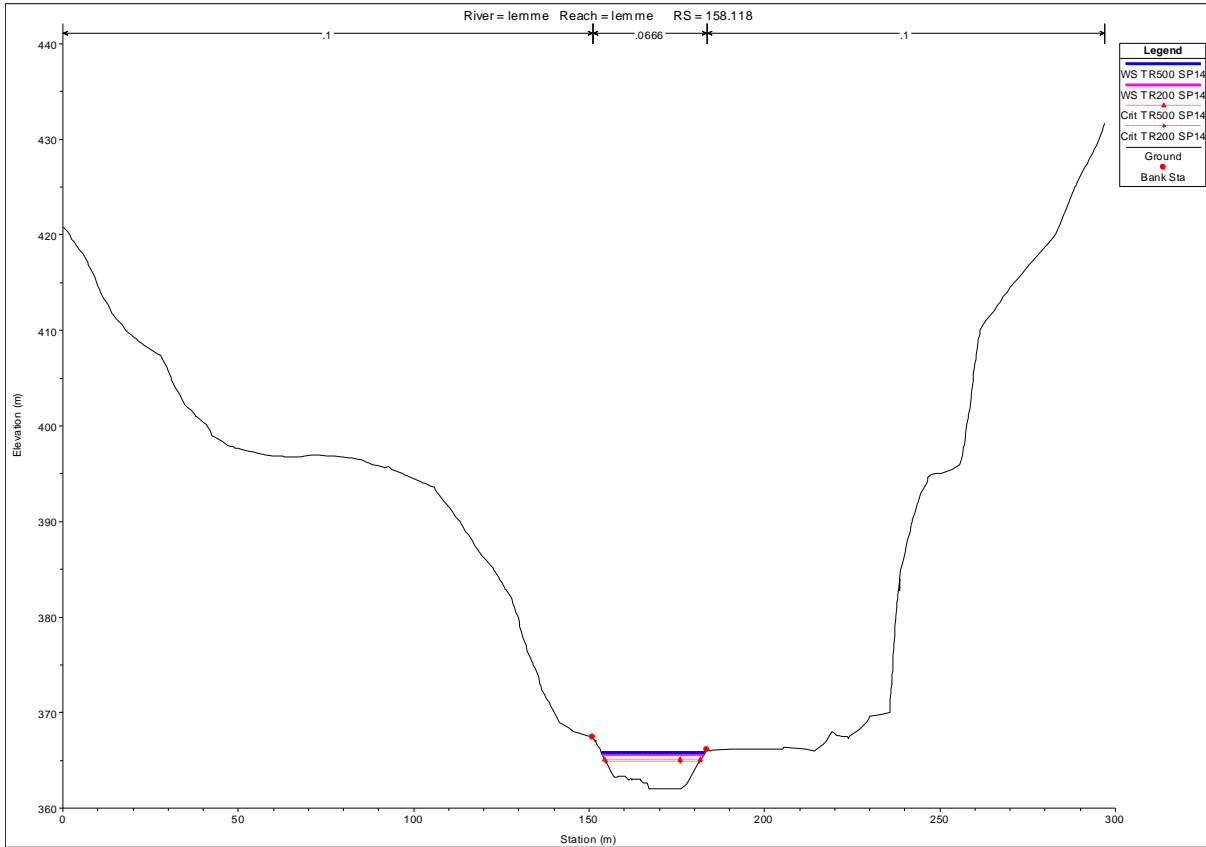


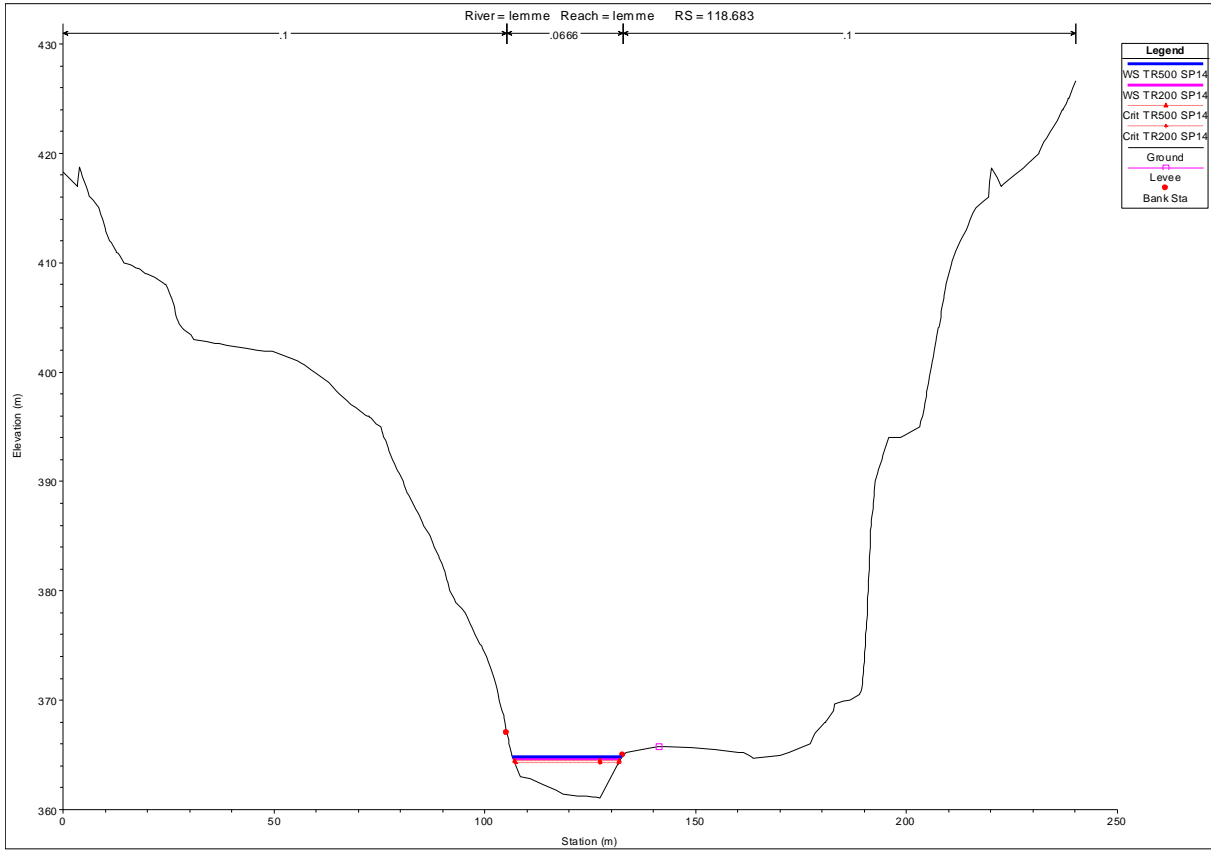


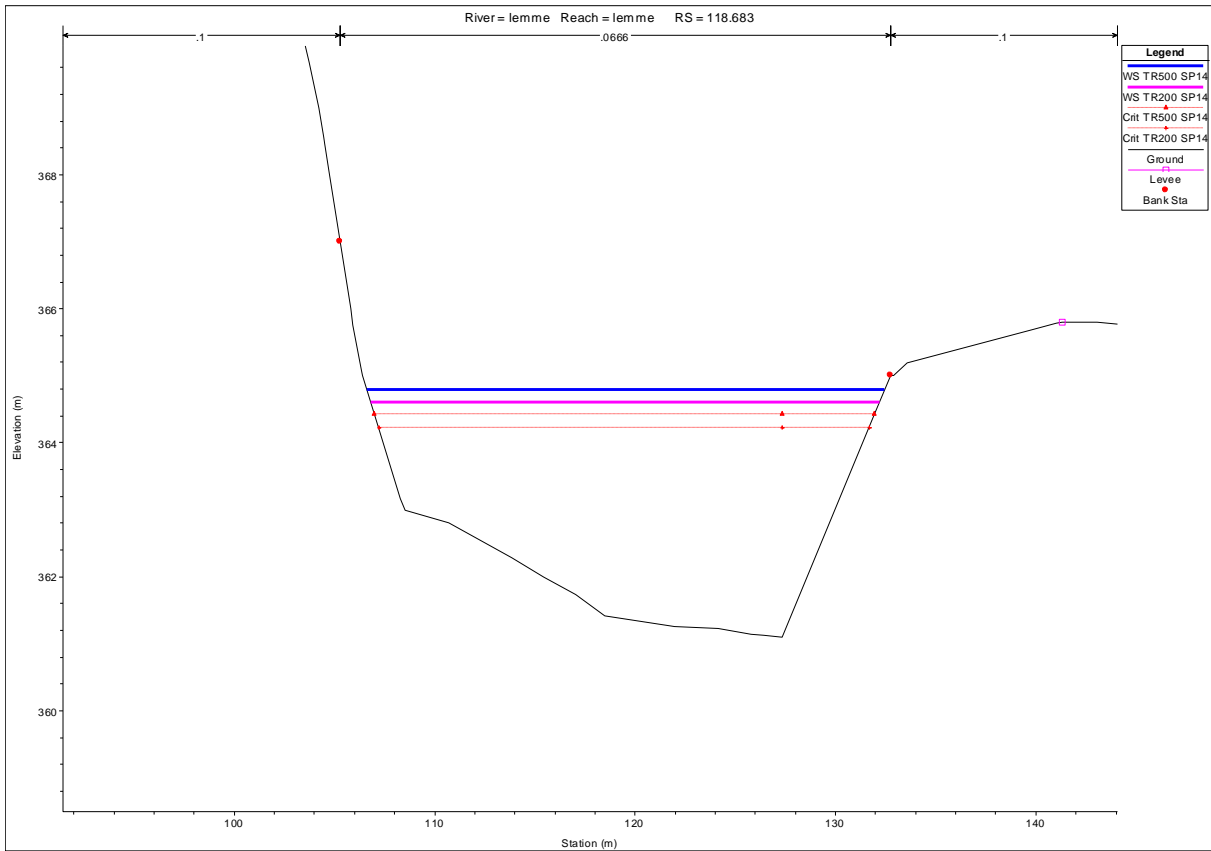


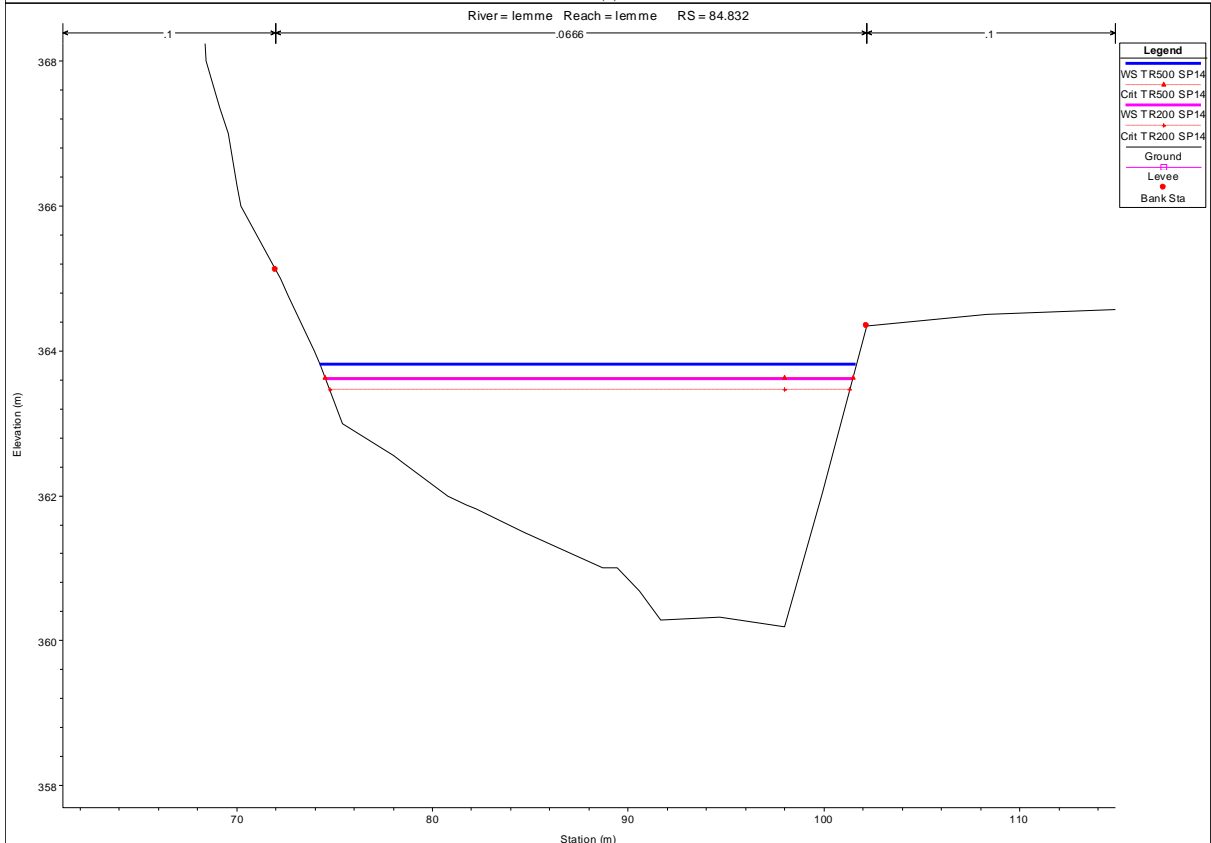
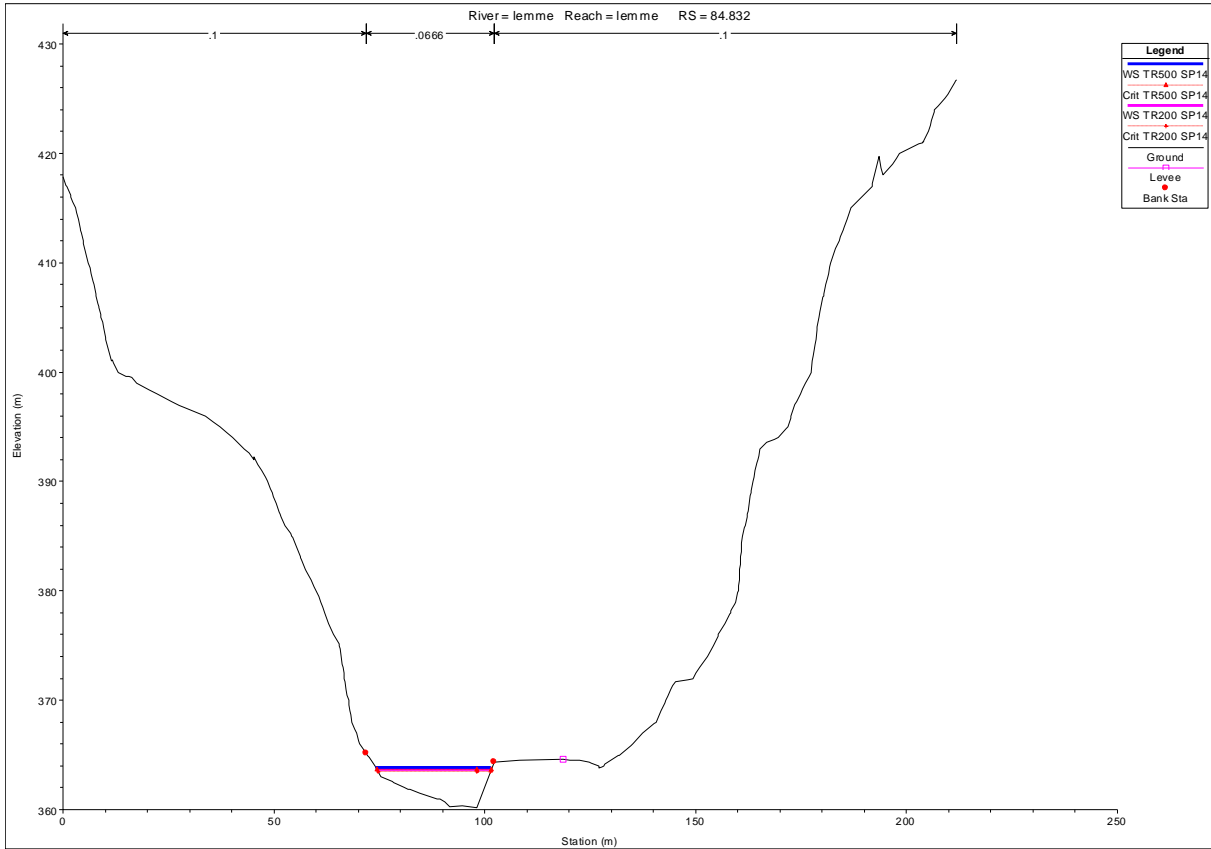


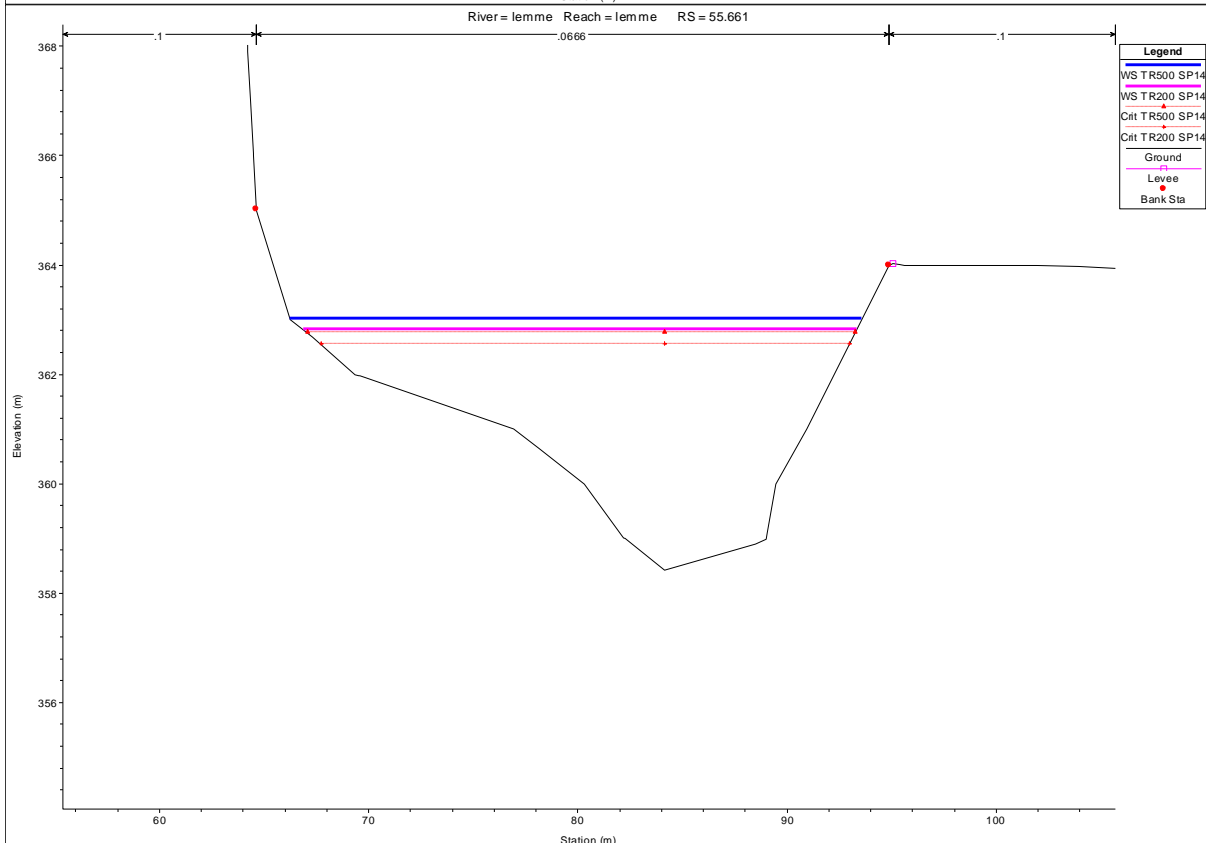
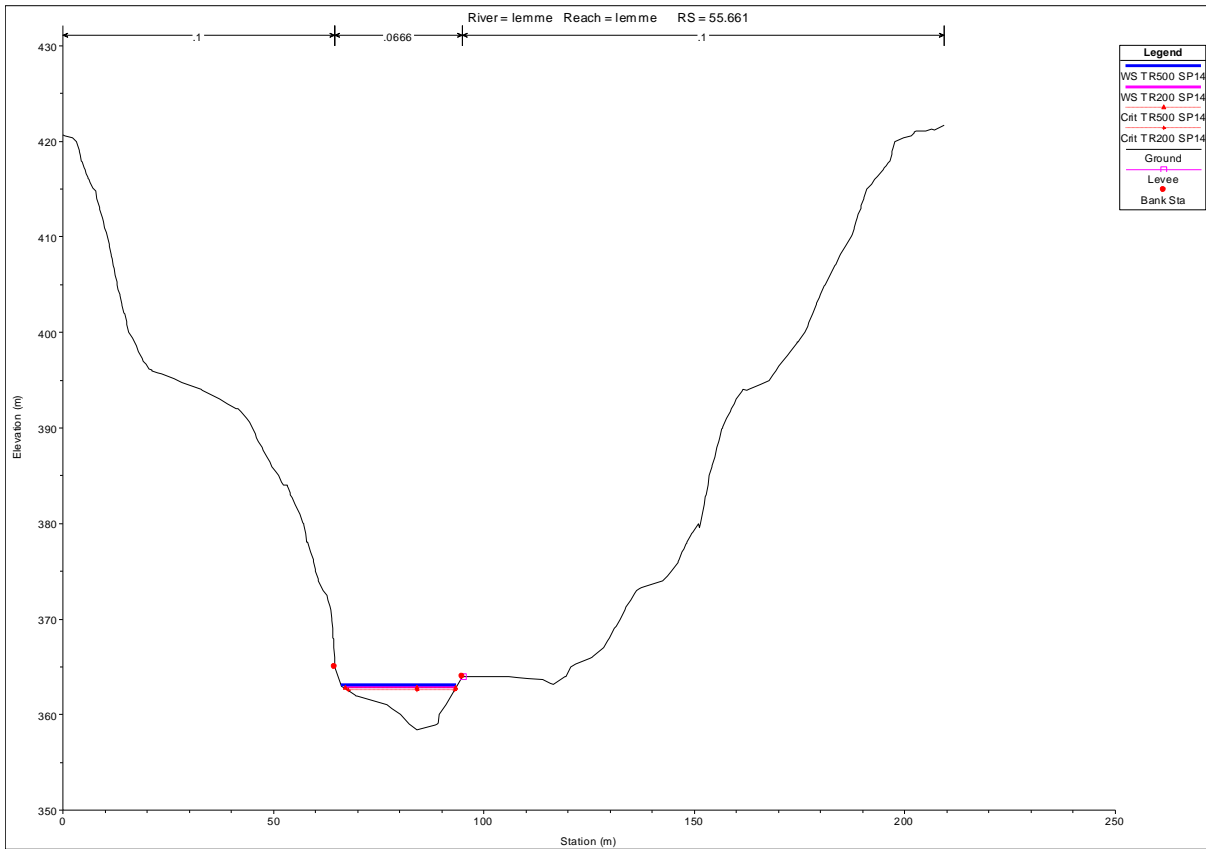




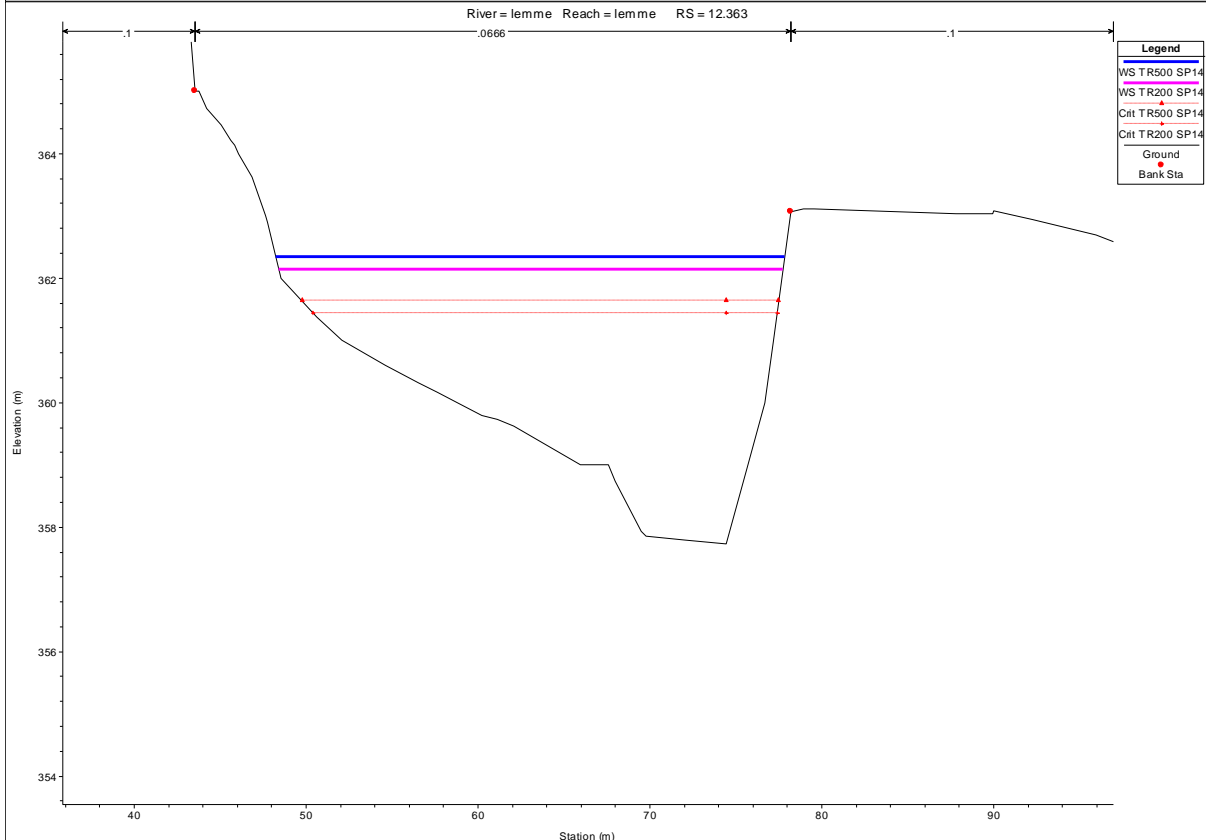
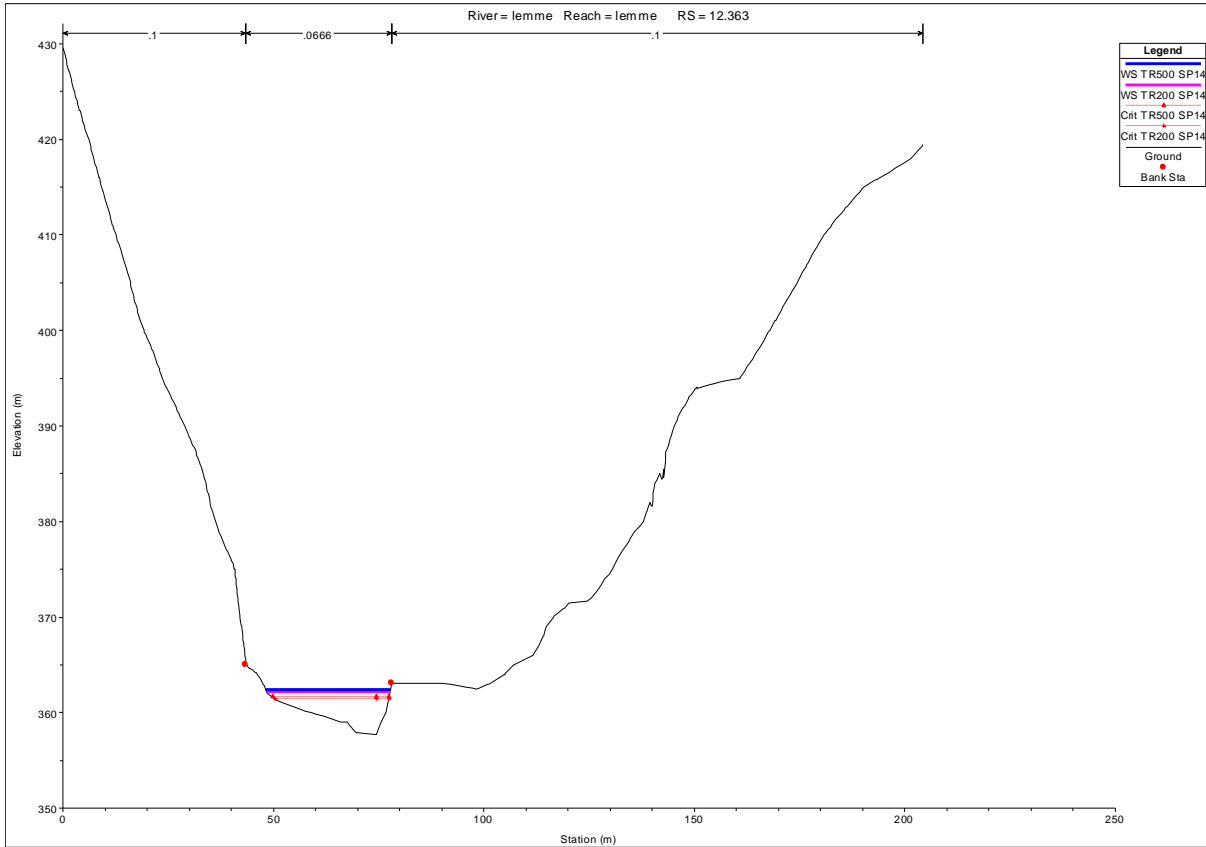








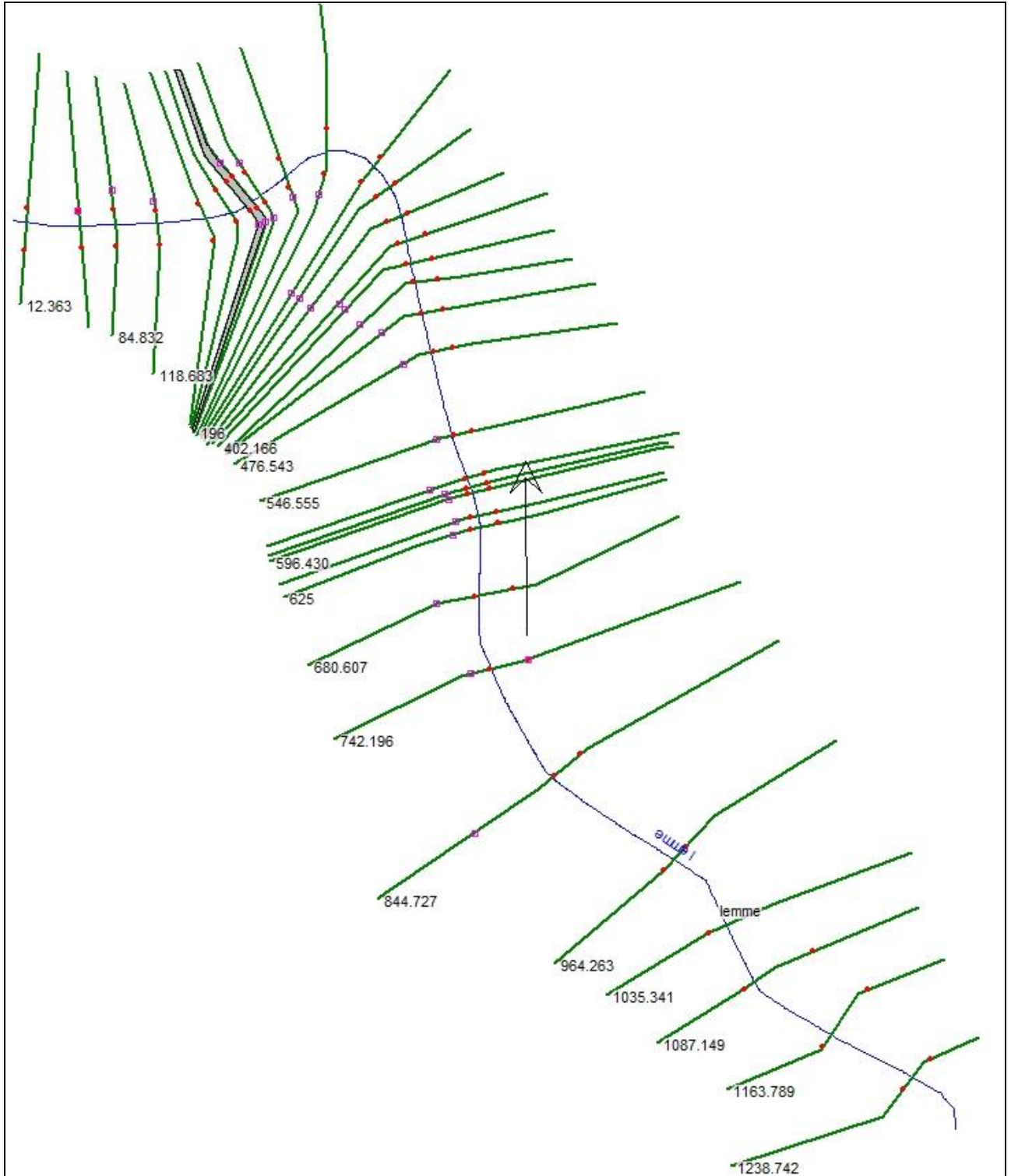




<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 	
	<p>IG51 06 E CV RO IA48 00 003_A00  Sistemazione alveo t. Lemme e ripristino ambientale  Relazione idrologico - idraulica</p>	<p>Foglio  125 di 164</p>

**ALLEGATO 3**  
**Risultati modello HEC-RAS**  
**Stato di progetto di sistemazione 2018**

### Stato di progetto di sistemazione 2018 Geometria schematica RAS



**Stato di progetto di sistemazione 2018 – TR = 200 anni (SP1.4)**  
**Tabella risultati RAS**

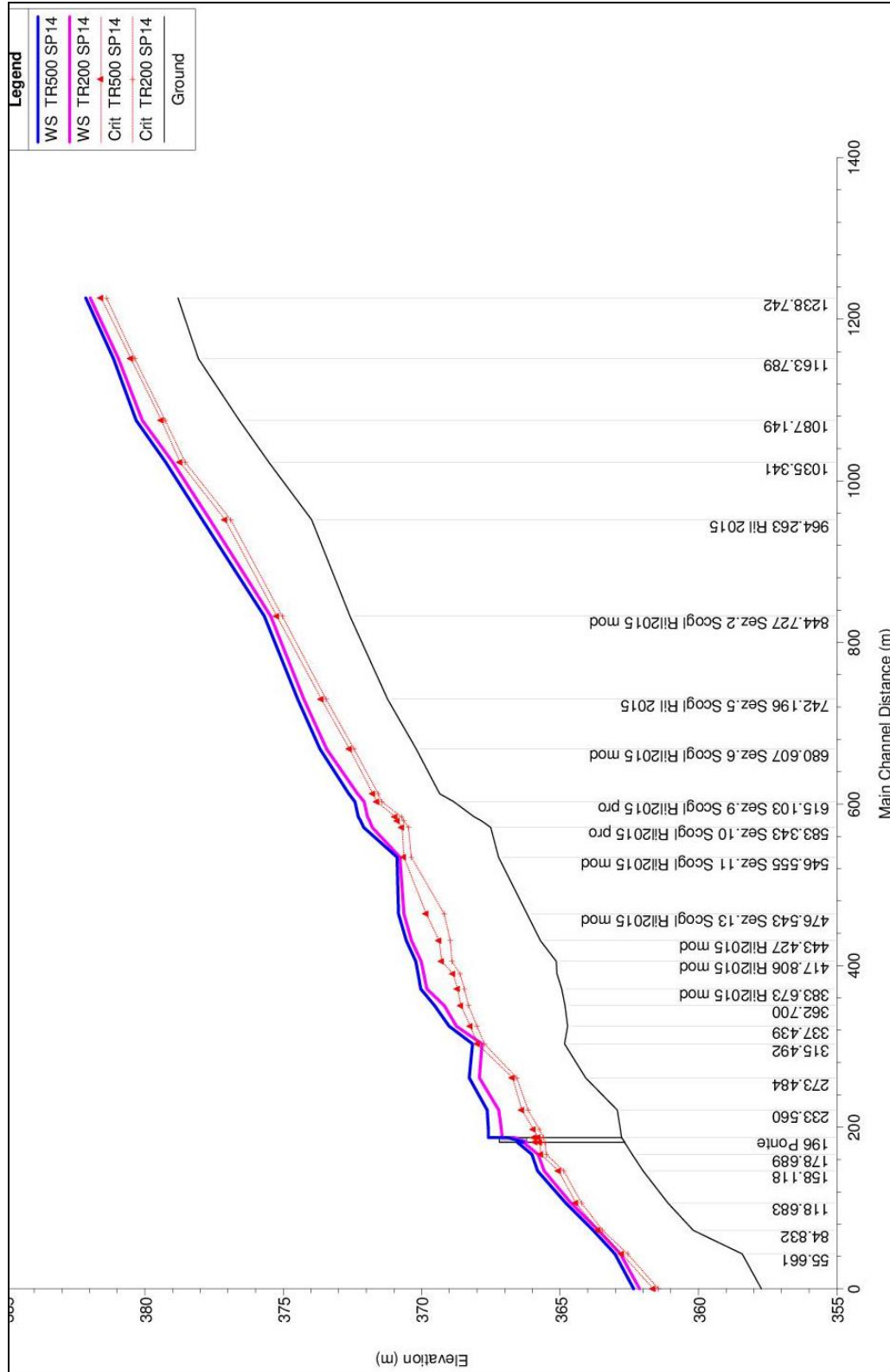
River Sta RAS	Profile	Q [m <sup>3</sup> /s]	Min Ch El [m]	W.S. Elev [m]	Crit W.S. [m]	E.G. Elev [m]	E.G. Slope [m/m]	Vel Chnl [m/s]	Flow Area [m <sup>2</sup> ]	Top Width [m]	Froude Chl
1238.742	TR200 SP14	244	378.80	381.98	381.39	382.55	0.017418	3.34	72.95	31.36	0.70
1163.789	TR200 SP14	244	378.07	380.96	380.37	381.33	0.013812	2.71	90.20	46.60	0.62
1087.149	TR200 SP14	244	376.59	380.09	379.26	380.39	0.010464	2.42	100.80	49.47	0.54
1035.341	TR200 SP14	244	375.52	378.99	378.54	379.62	0.020273	3.52	69.36	31.32	0.75
964.263	TR200 SP14	244	373.97	377.65	376.89	378.31	0.016935	3.59	68.02	23.19	0.67
844.727	TR200 SP14	244	372.59	375.45	375.04	376.20	0.018136	3.71	64.47	26.21	0.74
742.196	TR200 SP14	244	371.23	374.26	373.46	374.72	0.010433	2.87	82.71	32.62	0.57
680.607	TR200 SP14	244	370.20	373.43	372.44	373.82	0.020622	2.78	89.91	33.68	0.53
625	TR200 SP14	244	369.35	372.31	371.57	372.89	0.013519	3.35	73.07	26.28	0.62
615.103	TR200 SP14	244	368.84	372.08	371.43	372.74	0.013685	3.40	69.20	24.85	0.63
596.43	TR200 SP14	244	368.10	371.96	370.73	372.51	0.008606	3.01	77.05	22.37	0.49
591.431	TR200 SP14	244	367.84	371.88	370.65	372.46	0.008045	2.95	76.89	21.60	0.48
583.343	TR200 SP14	244	367.50	371.79	370.48	372.39	0.008155	3.02	74.90	20.21	0.47
546.555	TR200 SP14	244	367.22	370.78	370.38	371.90	0.019925	4.31	53.85	17.23	0.74
476.543	TR200 SP14	244	366.20	370.64	369.19	370.98	0.005823	2.75	102.90	52.54	0.43
443.427	TR200 SP14	244	365.71	370.37	368.97	370.75	0.007475	2.92	111.72	65.85	0.47
417.806	TR200 SP14	244	365.14	370.02	368.90	370.52	0.010725	3.24	94.79	83.66	0.55
402.166	TR200 SP14	244	365.11	369.92	368.62	370.35	0.008680	2.99	107.18	93.72	0.50
383.673	TR200 SP14	244	364.94	369.82	368.45	370.17	0.008174	2.78	117.82	96.75	0.49
362.7	TR200 SP14	244	364.82	369.18	368.31	369.91	0.015902	3.80	69.87	63.50	0.66
337.439	TR200 SP14	244	364.73	368.74	368.00	369.49	0.017030	3.85	67.49	38.09	0.69
315.492	TR200 SP14	244	364.84	367.82	367.73	368.94	0.033449	4.69	52.05	21.05	0.95
273.484	TR200 SP14	244	364.08	367.91	366.56	368.18	0.006176	2.28	107.19	36.22	0.42
233.56	TR200 SP14	244	362.93	367.22	366.16	367.80	0.013056	3.38	72.24	22.01	0.59
209.689	TR200 SP14	244	362.82	367.12	365.74	367.50	0.007880	2.72	90.88	36.11	0.49
199.689	TR200 SP14	244	362.78	367.10	365.60	367.41	0.006670	2.47	103.14	45.64	0.45
196		Bridge									
193.69	TR200 SP14	244	362.67	366.32	365.54	366.89	0.014659	3.34	72.96	27.15	0.65
178.689	TR200 SP14	244	362.39	365.79	365.50	366.59	0.024629	3.95	61.72	27.08	0.84
158.118	TR200 SP14	244	362.00	365.57	364.86	366.12	0.015180	3.29	74.10	28.94	0.66
118.683	TR200 SP14	244	361.10	364.60	364.22	365.38	0.022380	3.90	62.52	25.39	0.79
84.832	TR200 SP14	244	360.19	363.61	363.46	364.50	0.029964	4.17	58.51	26.92	0.90
55.661	TR200 SP14	244	358.42	362.82	362.56	363.65	0.027027	4.05	60.30	26.46	0.86
12.363	TR200 SP14	244	357.73	362.13	361.44	362.69	0.015932	3.30	73.96	29.30	0.66

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51 06 E CV RO IA48 00 003_A00 Sistemazione alveo t. Lemme e ripristino ambientale Relazione idrologico - idraulica
	Foglio 128 di 164

**Stato di progetto di sistemazione 2018 – TR = 500 anni (SP1.4)**  
**Tabella risultati RAS**

River Sta RAS	Profile	Q [m <sup>3</sup> /s]	Min Ch El [m]	W.S. Elev [m]	Crit W.S. [m]	E.G. Elev [m]	E.G. Slope [m/m]	Vel Chnl [m/s]	Flow Area [m <sup>2</sup> ]	Top Width [m]	Froude Chl
1238.742	TR500 SP14	276	378.80	382.14	381.58	382.77	0.018210	3.54	78.02	31.79	0.72
1163.789	TR500 SP14	276	378.07	381.13	380.51	381.53	0.013529	2.80	98.57	47.57	0.62
1087.149	TR500 SP14	276	376.59	380.31	379.40	380.62	0.009957	2.46	111.98	51.52	0.53
1035.341	TR500 SP14	276	375.52	379.25	378.73	379.89	0.019031	3.55	77.72	32.96	0.74
964.263	TR500 SP14	276	373.97	377.93	377.10	378.63	0.016637	3.71	74.49	23.64	0.67
844.727	TR500 SP14	276	372.59	375.68	375.23	376.49	0.019085	3.80	70.71	28.66	0.76
742.196	TR500 SP14	276	371.23	374.48	373.62	374.98	0.010278	2.98	90.02	33.23	0.57
680.607	TR500 SP14	276	370.20	373.68	372.61	374.09	0.020196	2.88	98.19	34.29	0.53
625	TR500 SP14	276	369.35	372.63	371.76	373.22	0.012156	3.40	81.45	26.60	0.60
615.103	TR500 SP14	276	368.84	372.41	371.62	373.09	0.012253	3.43	77.51	25.18	0.60
596.43	TR500 SP14	276	368.10	372.29	370.96	372.88	0.008276	3.09	84.46	22.75	0.49
591.431	TR500 SP14	276	367.84	372.21	370.87	372.83	0.007856	3.04	83.91	21.93	0.47
583.343	TR500 SP14	276	367.50	372.10	370.71	372.76	0.008112	3.13	81.24	21.59	0.48
546.555	TR500 SP14	276	367.22	370.89	370.64	372.23	0.022983	4.71	55.74	17.41	0.80
476.543	TR500 SP14	276	366.20	370.84	369.84	371.20	0.006043	2.89	113.09	52.81	0.44
443.427	TR500 SP14	276	365.71	370.56	369.37	370.97	0.007631	3.04	124.34	66.01	0.48
417.806	TR500 SP14	276	365.14	370.21	369.27	370.73	0.010743	3.36	111.17	85.45	0.55
402.166	TR500 SP14	276	365.11	370.13	368.86	370.55	0.008412	3.05	126.51	94.54	0.50
383.673	TR500 SP14	276	364.94	370.04	368.70	370.39	0.007617	2.80	139.71	100.32	0.47
362.7	TR500 SP14	276	364.82	369.53	368.58	370.15	0.013006	3.65	104.21	113.43	0.61
337.439	TR500 SP14	276	364.73	369.01	368.24	369.77	0.016412	3.94	81.34	88.50	0.68
315.492	TR500 SP14	276	364.84	368.16	367.98	369.25	0.031528	4.63	59.55	23.53	0.93
273.484	TR500 SP14	276	364.08	368.29	366.71	368.55	0.005398	2.28	121.34	41.99	0.40
233.56	TR500 SP14	276	362.93	367.63	366.38	368.21	0.011656	3.38	82.42	29.29	0.57
209.689	TR500 SP14	276	362.82	367.59	365.96	367.94	0.006463	2.65	108.32	38.33	0.45
199.689	TR500 SP14	276	362.78	367.59	365.79	367.86	0.004987	2.36	129.14	59.30	0.40
196		Bridge									
193.69	TR500 SP14	276	362.67	366.54	365.74	367.16	0.015077	3.49	78.98	28.07	0.67
178.689	TR500 SP14	276	362.39	366.02	365.69	366.86	0.023950	4.07	67.87	27.88	0.83
158.118	TR500 SP14	276	362.00	365.81	365.05	366.40	0.014963	3.40	81.06	29.71	0.66
118.683	TR500 SP14	276	361.10	364.79	364.42	365.65	0.023015	4.10	67.33	25.85	0.81
84.832	TR500 SP14	276	360.19	363.81	363.62	364.76	0.029506	4.32	63.83	27.38	0.90
55.661	TR500 SP14	276	358.42	363.02	362.77	363.92	0.027167	4.20	65.74	27.38	0.86
12.363	TR500 SP14	276	357.73	362.34	361.63	362.94	0.015958	3.45	80.10	29.59	0.67

**Stato di progetto di sistemazione 2018 – TR = 200-500 anni (SP1.4)**  
**Profili RAS**



**Stato di progetto di sistemazione 2018 = 200-500 anni (SP1.4) - Sezioni RAS**

