

S.S.291 "Della Nurra"

Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero -Fertilia (bretella per l'aeroporto)

PROGETTO ESECUTIVO

COD. CA29

PROGETTAZIONE: ATI: VIA - SERING - VDP - BRENG

PROGETTISTA E RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE:

Dott. Ing. Giovanni Piazza (Ord. Ing. Prov. Roma A27296)

RESPONSABILE D'AREA

Responsabile Tracciato stradale: *Dott. Ing. Massimo Capasso (Ord. Ing. Prov. Roma 26031)*
 Responsabile Strutture: *Dott. Ing. Giovanni Piazza (Ord. Ing. Prov. Roma 27296)*
 Responsabile Idraulica, Geotecnica e Impianti: *Dott. Ing. Sergio Di Maio (Ord. Ing. Prov. Palermo 2872)*
 Responsabile Ambiente: *Dott. Ing. Francesco Ventura (Ord. Ing. Prov. Roma 14660)*

GEOLOGO:

Dott. Geol. Enrico Curcuruto (Ord. Geo. Regione Sicilia 966)

COORDINATORE SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE:

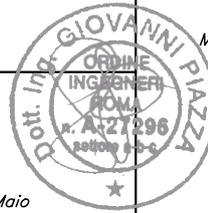
Dott. Ing. Sergio Di Maio (Ord. Ing. Prov. Palermo 2872)

COORDINATORE ATTIVITA' DI PROGETTAZIONE:

Dott. Ing. MariaAntonietta Merendino (Ord. Ing. Prov. Roma A28481)

VISTO: IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO:

Dott. Ing. Salvatore Campione.



MANDATARIA:



MANDANTE:



MANDANTE:



MANDANTE:



IDROLOGIA E IDRAULICA

Relazione di Compatibilità Idraulica

CODICE PROGETTO		NOME FILE		REVISIONE	SCALA:
PROGETTO	LIV. PROG. ANNO	CA29_T00ID00IDRRE03_A			
DPCA00029	E 21	CODICE ELAB.	T00ID00IDRRE03	A	VARIE
D					
C					
B					
A	EMISSIONE	GIU.2021	A.CECCOTTI	M.A.CUCCARO	G.PIAZZA
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

S.S.291 “Della Nurra” Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l’aeroporto di Alghero-Fertilia (bretella per l’aeroporto) PROGETTO ESECUTIVO		 anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
CA29	Relazione di compatibilità idraulica	

INDICE

1	PREMESSE.....	2
2	ANALISI DI COMPATIBILITA' IDRAULICA.....	3
2.1	Idraulica fluviale e Compatibilità idraulica delle interferenze	3
2.2	Riferimenti normativi	3
2.2.1	<i>Prescrizioni normative del Ministero dei Lavori Pubblici</i>	<i>3</i>
2.2.2	<i>Prescrizioni normative ABPO</i>	<i>4</i>
2.2.3	<i>Prescrizioni normative dell'Autorità di Bacino della Regione Sardegna.....</i>	<i>6</i>
2.3	Attraversamenti corsi d’acqua maggiori: viadotti	9
2.3.1	<i>RiuSassu.....</i>	<i>9</i>
2.3.2	<i>Riu de Calvia.....</i>	<i>10</i>
2.3.3	<i>Riu Serra.....</i>	<i>13</i>
2.4	Attraversamenti minori: i tombini idraulici.....	14
3	VALUTAZIONE DEL MASSIMO GRADO DI SCALZAMENTO FONDO.....	15
3.1	Analisi dei risultati SS291 – Nuovo Viadotto Sassu	16
3.1.1	<i>Analisi dei risultati SS291 - Nuovo Viadotto Serra</i>	<i>17</i>
3.1.2	<i>Analisi dei risultati SS291 - Nuovo Viadotto Calvia 1</i>	<i>19</i>
3.1.3	<i>Analisi dei risultati Nuova Circonvallazione di Alghero - Nuovo Viadotto Calvia 2</i>	<i>20</i>
3.2	Verifica al trascinarsi delle protezioni previste – Placcaggio pile e spalle.....	24
3.2.1	<i>Le condizioni critiche di moto incipiente.....</i>	<i>24</i>
3.2.2	<i>Bretella Aeroporto Fertilia – Nuovo Viadotto Sassu.....</i>	<i>27</i>
3.2.3	<i>SS291 - Nuovo Viadotto Serra.....</i>	<i>28</i>
3.2.4	<i>SS291 - Nuovo Viadotto Calvia 1</i>	<i>29</i>
3.2.5	<i>Asse D Circonvallazione di Alghero - Nuovo Viadotto Calvia 2</i>	<i>30</i>
ALLEGATO A	SIMULAZIONI ANTE OPERAM.....	32
ALLEGATO B	SIMULAZIONI POST OPERAM.....	67

S.S.291 "Della Nurra" Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero-Fertilia (bretella per l'aeroporto) PROGETTO ESECUTIVO		
CA29	<i>Relazione di compatibilità idraulica</i>	

1 PREMESSE

Nel presente elaborato si riporta la verifica di compatibilità idraulica dell'infrastruttura in progetto (I° Lotto della Nuova SS291 nel tratto Mamuntanas-Alghero e del IV° Lotto costituito dal collegamento della stessa SS291 con l'aeroporto di Fertilia) con il reticolo idrografico superficiale, relativamente sia alle opere d'arte maggiori per l'attraversamento dei corpi idrici principali, sia dei manufatti minori adibiti al mantenimento della permeabilità idraulica dei versanti insistenti lungo l'intera infrastruttura viaria.

Nella Relazione idraulica sono state definite le impostazioni teoriche adottate per la schematizzazione dei fenomeni naturali, le ipotesi semplificative assunte e le metodologie di calcolo utilizzate rispettivamente per l'idraulica fluviale e per i fenomeni fisici propri dell'interferenza tra le strutture d'attraversamento e corso d'acqua, ottenendo i risultati che in questa sede saranno utilizzati per l'analisi della compatibilità idraulica dei manufatti stradali interferenti con lo schema idrografico locale, sia principale, sia secondari in conformità alle condizioni imposte dalla normativa vigente.

S.S.291 "Della Nurra" Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero-Fertilia (bretella per l'aeroporto) PROGETTO ESECUTIVO		
CA29	<i>Relazione di compatibilità idraulica</i>	

2 ANALISI DI COMPATIBILITA' IDRAULICA

2.1 *Idraulica fluviale e Compatibilità idraulica delle interferenze*

L'analisi delle interazioni che si verificano fra la corrente idrica, l'alveo del corso d'acqua in cui questa defluisce e le strutture in alveo degli attraversamenti fluviali è stata oggetto negli ultimi anni di una rinnovata attenzione da parte di progettisti e ricercatori.

La presenza di un attraversamento, infatti, quand'anche si prescinda dai problemi derivanti da un suo eventuale collasso o danneggiamento, può indurre conseguenze rilevanti sulla morfologia dell'alveo fluviale, sulle caratteristiche idrauliche della corrente e sullo stesso regime delle portate di piena. Ad esempio, si possono verificare migrazioni laterali d'alveo indotte dalla presenza in alveo delle infrastrutture del ponte, in particolare dei rilevati di accesso, riduzione della capacità di deflusso e conseguente rialzo dei livelli del pelo libero di monte, e formazione di invasi a monte del manufatto di attraversamento che possono essere amplificati dalla parziale ostruzione delle luci del ponte ad opera di detriti lapidei e vegetali trasportati dalla corrente. La formazione di tali invasi temporanei può avere conseguenze particolarmente rilevanti, poiché da un lato può provocare un sensibile rialzamento dei livelli a monte e conseguente sormonto dell'impalcato, dall'altro l'insorgenza di sollecitazioni anomale sia sulle pile dei ponti che soprattutto sull'impalcato. Ciò può portare al collasso del ponte, fenomeno che si sviluppa usualmente in tempi piuttosto brevi; si verifica così lo svasso rapido del volume idrico accumulato a monte, che si traduce in un incremento anche notevole del valore di portata del colmo di piena transitante a valle rispetto alla situazione di alveo indisturbato.

Nei paragrafi seguenti, dopo una sintesi dei principali riferimenti normativi relativi alla progettazione ed alla verifica della sicurezza degli attraversamenti fluviali, sono brevemente descritti gli approcci metodologici, i parametri idraulici e le formule applicative utilizzate per la valutazione quantitativa dei fenomeni di rigurgito della corrente a monte degli attraversamenti e dei fenomeni erosivi alla base delle strutture in alveo.

2.2 *Riferimenti normativi*

2.2.1 *Prescrizioni normative del Ministero dei Lavori Pubblici*

In Italia i riferimenti normativi ai quali si deve attenere il progettista degli attraversamenti fluviali sono contenuti nel Decreto Ministeriale del 2 agosto 1980 e in quello del 4 maggio 1990, ai quali ha fatto seguito la Circolare n. 34233 emanata in data 25 febbraio 1991 dal Ministero dei Lavori Pubblici, recante "Istruzioni relative alla normativa tecnica dei ponti stradali". Recentemente il DM 14/01/08 più noto come "Norme Tecniche per le Costruzioni" e successivamente la Circolare esplicativa n. 617 del 2-2-2009 ha integrato in alcune parti le norme dei precedenti decreti, riguardanti prevalentemente le azioni

S.S.291 “Della Nurra” Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l’aeroporto di Alghero-Fertilia (bretella per l’aeroporto) PROGETTO ESECUTIVO		
CA29	<i>Relazione di compatibilità idraulica</i>	

da prevedere per i calcoli statici. Il presente progetto fa riferimento alle norme di compatibilità idraulica delle NTC 2008.

Le norme prescrivono di assumere normalmente quale portata di progetto quella corrispondente a un tempo di ritorno non inferiore a duecento anni per la quale i calcoli idraulici dovranno verificare la sussistenza di un franco minimo tra il livello di massima piena e l'impalcato del ponte (di 1,5÷2 m).

Viene inoltre suggerito di stimare la frequenza probabile dell'evento di piena che dà luogo all'annullamento del franco ed in ogni caso si stabilisce che, per i corsi d'acqua arginati, la quota di sottotrave del ponte deve essere non inferiore a quella della sommità arginale.

Nello studio idraulico dell'opera, devono essere oggetto d'indagine i seguenti problemi: classificazione del corso d'acqua ai fini dell'esercizio della navigazione interna; valutazione dello scavo localizzato con riferimento alle forme ed alle dimensioni delle pile, delle spalle, delle fondazioni nonché dei rilevati; valutazione degli effetti dovuti all'eventuale presenza di correnti veloci; esame delle conseguenze della presenza di eventuali corpi natanti, flottanti e trasportati dalle acque, ove ricorra detta possibilità, nonché delle conseguenze di eventuali ostruzioni delle luci, specie se queste possono creare invasi anche temporanei a monte, sia in fase costruttiva, sia durante l'esercizio delle opere. In situazioni particolarmente complesse si suggerisce di sviluppare le indagini anche con l'ausilio di modelli fisici in scala ridotta.

Nel complesso, le norme emanate dal Ministero dei Lavori Pubblici fissano il quadro di riferimento per lo sviluppo della relazione sugli aspetti idrologici, idrografici ed idraulici prescritta a corredo della progettazione dell'attraversamento fluviale, delineando anche i criteri generali che devono guidare l'articolazione di tale relazione.

2.2.2 *Prescrizioni normative ABPO*

Per quanto riguarda i criteri di progetto e di compatibilità adottati nella progettazione delle opere di attraversamento, per quanto non specificatamente indicato nelle Norme di attuazione del PAI della Regione Sardegna, si è fatto riferimento a quanto espresso nella “*Direttiva n. 4 –Criteri per la valutazione della compatibilità idraulica delle infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico all’interno delle fasce A e B*” allegata alle Norme di Attuazione dell’Autorità di Bacino del fiume PO.

Lo studio di compatibilità è stato pertanto finalizzato a valutare che l’inserimento della struttura sia coerente con l’assetto idraulico del corso d’acqua e non comporti alterazioni delle condizioni di rischio idraulico, ed al contempo sono state valutate in modo adeguato le sollecitazioni di natura idraulica cui è sottoposta l’opera, in rapporto alla sicurezza della stessa.

S.S.291 "Della Nurra" Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero-Fertilia (bretella per l'aeroporto) PROGETTO ESECUTIVO		
CA29	Relazione di compatibilità idraulica	

I criteri di compatibilità adottati possono essere pertanto sintetizzati in quanto segue:

1. *Portata di piena di progetto.*

Per quanto riguarda gli scenari di riferimento presi in considerazione nelle verifiche di compatibilità idraulica degli attraversamenti principali, in ottemperanza a quanto stabilito dalle norme, è stato assunto il Tempo di ritorno di 200 anni.

2. *Franco minimo.*

Il minimo franco tra la quota idrometrica relativa alla piena di progetto e la quota di intradosso del ponte è stato assunto non inferiore a 0.5 volte l'altezza cinetica della corrente e comunque non inferiore a un 1.00 m; il valore del franco deve essere assicurato per almeno 2/3 della luce quando l'intradosso del ponte non sia rettilineo e comunque per almeno 40 m, nel caso di luci superiori a tale valore.

3. *Posizionamento del ponte rispetto all'alveo.*

L'insieme delle opere costituenti l'attraversamento non deve comportare condizionamenti al deflusso della piena e indurre modificazioni all'assetto morfologico dell'alveo. L'orientamento delle pile (ed eventualmente delle spalle) deve essere parallelo al filone principale della corrente. In particolare devono essere rispettate le seguenti condizioni:

- per i corsi d'acqua non arginati le pile e le spalle devono essere poste al di fuori delle sponde incise dell'alveo; in via eccezionale la pila può interessare la sponda, purché sia integrata con opportuni accorgimenti di difesa e di rivestimento;
- nei casi in cui il ponte sia inserito in un tratto di corso d'acqua interessato da altre opere di attraversamento poste in adiacenza, a monte o a valle, è necessario che le pile in alveo (ed eventualmente le spalle) siano allineate con quelle esistenti in modo che le pile presenti, considerate congiuntamente, non riducano la luce effettiva disponibile, anche ai fini del rischio di ostruzione da parte del materiale trasportato in piena;
- la struttura deve consentire il mantenimento della continuità della pista di servizio in fregio al corso d'acqua ovvero sul rilevato arginale.

4. *Effetti idraulici indotti dal ponte.*

La soluzione progettuale per il ponte e per i relativi rilevati di accesso deve garantire l'assenza di effetti negativi indotti sulle modalità di deflusso in piena; in particolare il profilo idrico di rigurgito eventualmente indotto dall'insieme delle opere di

S.S.291 "Della Nurra" Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero-Fertilia (bretella per l'aeroporto) PROGETTO ESECUTIVO		
CA29	<i>Relazione di compatibilità idraulica</i>	

attraversamento deve essere compatibile con l'assetto difensivo presente e non deve comportare un aumento delle condizioni di rischio idraulico per il territorio circostante. Vanno inoltre verificati seguenti aspetti aggiuntivi:

- assenza di riduzione della superficie delle aree allagabili per effetto del ponte al fine di evitare effetti di minore laminazione della piena lungo l'asta fluviale;
- compatibilità dell'opera e delle eventuali sistemazioni idrauliche connesse con gli effetti indotti da possibili ostruzioni delle luci ad opera di corpi flottanti trasportati dalla piena ovvero di deposito anomalo di materiale derivante dal trasporto solido, soprattutto nel caso possano realizzarsi a monte invasi temporanei di dimensione significativa.

5. *Opere idrauliche collegate al ponte.*

Nel caso in cui l'inserimento o la presenza del ponte comporti la realizzazione di opere idrauliche con funzioni di sistemazione dell'alveo nel tratto interessato dall'attraversamento, il progetto deve comprendere la definizione delle opere stesse con lo stesso livello di dettaglio relativo all'opera principale.

6. *Condizioni di sicurezza idraulica del ponte e delle opere collegate.*

Il progetto del manufatto e delle opere connesse deve contenere la verifica della stabilità strutturale rispetto ai seguenti aspetti:

- scalzamento massimo sulle fondazioni delle pile, delle spalle;
- urti e abrasioni provocate dalla corrente sulle pile in alveo;
- scalzamento massimo sui rilevati di accesso per effetto dell'erosione della corrente;
- spinta idrodinamica per effetto del sovrizzo idrico indotto dalla struttura; ove opportuno la valutazione deve essere condotta anche con riferimento a condizioni di tracimazione del ponte per effetto di ostruzione delle luci.

2.2.3 *Prescrizioni normative dell'Autorità di Bacino della Regione Sardegna*

Premesso che, come già accennato nella Relazione Idrologica, dall'analisi della documentazione cartografica allegata al PAI (inclusi gli aggiornamenti dello "Studio CINSA" e del PSFF) si è riscontrato che l'intervento in progetto risulta interessare alcune aree perimetrate a pericolosità o rischio idraulico, assoggettabili alle disposizioni di cui al Titolo III delle Norme di Attuazione del PAI.

E' stata pertanto condotta un'attenta analisi idraulica volta a dimostrare la compatibilità idraulica delle soluzioni proposte per risolvere le interferenze idrauliche del tracciato nel seguito dettagliate,

S.S.291 "Della Nurra" Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero-Fertilia (bretella per l'aeroporto) PROGETTO ESECUTIVO		
CA29	Relazione di compatibilità idraulica	

riguardanti non solo i corsi d'acqua perimetrati nel PAI ma anche quelli non inclusi nelle aree di pericolosità o rischio idraulico.

In tale analisi sono stati tenuti in debita considerazione gli obiettivi, finalità, indirizzi e raccomandazioni contenute nel PAI e di seguito brevemente citati. In particolare l'**Allegato E** alle Norme del PAI, dà indicazioni circa i criteri per la predisposizione degli studi di compatibilità idraulica di cui all'articolo 24 delle norme stesse, come riportato di seguito:

"Nei casi in cui è espressamente richiesto dalle norme di attuazione del PAI, i progetti preliminari, ai sensi della Legge n. 109 del 11 febbraio 1994, degli interventi da realizzarsi nelle aree di pericolosità idraulica sono corredati da uno studio di compatibilità idraulica in cui si dimostri la coerenza con le finalità indicate nell'articolo 23, comma 6, e nell'articolo 24 delle norme di attuazione del PAI e si dimostri in particolare che l'intervento sottoposto all'approvazione è stato progettato rispettando il vincolo di non aumentare il livello di pericolosità e di rischio esistente - fatto salvo quello eventuale intrinsecamente connesso all'intervento ammissibile - e di non precludere la possibilità di eliminare o ridurre le condizioni di pericolosità e rischio.

La compatibilità idraulica dell'intervento proposto: a) è verificata in funzione degli effetti dell'intervento sui i livelli di pericolosità rilevati dal PAI; b) è valutata in base agli effetti sull'ambiente tenendo conto dell'evoluzione della rete idrografica complessiva e del trasferimento della pericolosità a monte e a valle.

Lo studio di compatibilità idraulica non sostituisce ma integra tra l'altro i criteri e gli strumenti di valutazione previsti dalla Legge n. 64 del 2 febbraio 1974, dal D.M. 12 dicembre 1985, dal D.M. LL.PP 11 marzo 1988 e dalla Circolare esplicativa n. 30483 del 24 settembre 1988, dalla Legge n. 109 del 11 febbraio 1994 (Norme urgenti in materia di lavori pubblici) e s.m.i., dalle norme nazionali in materia di valutazione di impatto ambientale e di valutazioni di incidenza, dalle disposizioni dell'ordinamento della Regione Sardegna.

Lo studio di compatibilità idraulica deve contenere e illustrare:

- *l'analisi idrologica finalizzata alla definizione della piena di riferimento completa di caratterizzazione geopedologica del bacino sotteso dalla sezione di controllo. La stima della piena di riferimento va condotta per i tempi di ritorno relativi al livello di pericolosità dell'area interessata dall'intervento e per i tempi di ritorno superiori tra quelli indicati dalla relazione del PAI;*
- *l'analisi idraulica dell'asta fluviale e dell'area di allagamento compresa tra due sezioni caratterizzate da condizioni al contorno definibili;*
- *l'analisi dei processi erosivi in alveo e nelle aree di allagamento;*
- *l'analisi dei processi erosivi e delle sollecitazioni nei manufatti.*

Per quanto attiene le metodologie di analisi idrologica e idraulica si applicano almeno i criteri indicati nelle Linee Guida allegate alla Relazione del PAI.

Lo studio deve essere corredato da:

- *relazione tecnica illustrativa ed esplicativa delle procedure adottate e delle analisi svolte;*
- *risultati delle elaborazioni numeriche;*

S.S.291 “Della Nurra” Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l’aeroporto di Alghero-Fertilia (bretella per l’aeroporto) PROGETTO ESECUTIVO		
CA29	Relazione di compatibilità idraulica	

- *elaborati grafici di dettaglio almeno alla scala della cartografia del PAI consegnati anche su supporto informatico; i relativi dati devono essere georeferenziati secondo standard opportuni per consentire l’aggiornamento del SIT della Regione Sardegna;*
- *documentazione grafica con apposite sezioni e profili idraulici a scala adeguata atti ad identificare i livelli di piena;*
- *piano di manutenzione degli interventi;*
- *piano di monitoraggio per il controllo della efficacia degli interventi”.*

Per quanto riguarda gli scenari di riferimento presi in considerazione nelle verifiche di compatibilità idraulica degli attraversamenti è stata assunta la portata di progetto relativa al tempo di ritorno di 200 anni ed un franco minimo, tra il livello di massima piena e la quota di intradosso, calcolato secondo le indicazioni contenute all’interno dell’art. 21 comma 2 lettera d “Indirizzi per la progettazione, la realizzazione e manutenzione delle infrastrutture” delle Norme del PAI aggiornate a giugno 2020:

Le disposizioni e norme tecniche tendono a stabilire principi generali e prescrizioni affinché le attività di progettazione, realizzazione e manutenzione di cui al precedente comma:

.....omissis

d. garantiscano un franco sul livello della portata di progetto, per velocità medie della corrente inferiori a 8 m/s, pari a quanto indicato dall’analisi modellistica sul franco idraulico approvata dal Comitato istituzionale dell’Autorità di Bacino, corrispondente al massimo tra:

- 1) $0.7 \frac{v^2}{2g}$ dove indica la velocità media della corrente;
- 2) un metro;
- 3) $0.87\sqrt{y} + \alpha y'$ dove y è la profondità media della corrente, y' è l’altezza della corrente areata ed α un coefficiente che varia linearmente tra 0 e 1 quando la velocità varia tra 5 m/s e 15 m/s, con le limitazioni che il valore $0.87\sqrt{y}$ sarà assunto al massimo pari a 1,5 ed y' viene assunto pari a 2 metri o alla profondità media, se questa risulta minore di 2.

Per velocità superiori a 8 m/s il franco sarà almeno pari all’intera altezza cinetica $\frac{v^2}{2g}$;

(lettera così modificata dal Decreto del Presidente della Regione Sardegna n° 148 del 26 ottobre 2012)

S.S.291 "Della Nurra" Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero-Fertilia (bretella per l'aeroporto) PROGETTO ESECUTIVO		
CA29	<i>Relazione di compatibilità idraulica</i>	

2.3 Attraversamenti corsi d'acqua maggiori: viadotti

Si riportano nei successivi sottoparagrafi le tabelle con i valori di portata, al variare del tempo di ritorno, e di livello che si instaurano a monte ed a valle degli attraversamenti in progetto (dati desumibili dall'elaborato T00ID00IDRRE02_A).

2.3.1 RiuSassu

SS291 - NUOVO VIADOTTO SASSU [Rif. Pr. HEC-RAS: 980,00]				
T_r	Q	h_{ws}	h_{fondo}	Y_m
anni	[m ³ /s]	[m.s.l.m.m.]	[m.s.l.m.m.]	[m]
50	196.45	5.01	1.60	2.22
100	239.27	5.54	1.60	2.67
200	281.67	6.06	1.60	3.10
500	337.49	7.02	1.60	3.92

Dove

Q è la portata nella sezione di monte dell'attraversamento in viadotto;

h_{ws} è il livello idrico massimo che si instaura nella sezione;

h_{fondo} è la quota fondo;

Y_m è la profondità media per tutta la sezione considerata (mediata tra la sezione di monte e quella di valle dell'attraversamento).

In base a quanto stabilito dalla normativa vigente, come detto, la verifica di compatibilità dei nuovi manufatti interferenti con l'idrografia principale deve essere condotta considerando le condizioni di piena che si instaurano con un tempo di ritorno duecentennale, garantendo un franco minimo dato dal massimo valore parametrico indicato nel paragrafo 2.2.3 e funzione della velocità media del flusso idrico nella sezione di controllo considerata.

Nel caso presente, trattandosi di impalcati a sezione variabile, si considera come quota di estradosso cui riferire il franco, la quota minima che si colloca generalmente in corrispondenza delle pile centrali.

Per maggiori dettagli in merito alla geometria d'alveo adottata, ai risultati delle simulazioni idrauliche condotte, sia in condizioni Ante Operam, sia in condizioni Post Operam, si rimanda all' allegato A della presente relazione.

S.S.291 "Della Nurra" Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero-Fertilia (bretella per l'aeroporto) PROGETTO ESECUTIVO		
CA29	Relazione di compatibilità idraulica	

SS291 - NUOVO VIADOTTO SASSU												
SEZIONE PARAMETRI IDRAULICI CINEMATICI						SEZIONE FRANCO				SEZIONE DI VERIFICA		
T _r	Q	h _{ws}	Y _m	A	V _m	$0.7 \frac{v^2}{2g}$	1	$0.87\sqrt{y} + \alpha y'$	valore assunto	quota pelo libero + franco	quota minima estradosso	CONTROLLO
anni	[m ³ /s]	[m.s.l.m.m.]	[m]	[m ²]	[m/s]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m.s.l.m.m.]	[m.s.l.m.m.]	
50	196.45	5.01	2.22	119.32	1.65	0.10	1.00	1.29	1.29	6.30	16.43	VERIFICATO
100	239.27	5.54	2.67	123.14	1.94	0.13	1.00	1.42	1.42	6.96	16.43	VERIFICATO
200	281.67	6.06	3.10	126.89	2.22	0.18	1.00	1.53	1.53	7.59	16.43	VERIFICATO
500	337.49	7.02	3.92	132.32	2.55	0.23	1.00	1.72	1.72	8.74	16.43	VERIFICATO

Dove

Q è la portata nella sezione di monte dell'attraversamento in viadotto;

h_{ws} è il livello idrico massimo che si instaura nella sezione;

Y_m è la profondità media per tutta la sezione considerata;

A è l'area di deflusso della sezione media tra la sezione di monte e quella di valle dell'attraversamento considerato;

V_m è la velocità media calcolata per tutta la sezione considerata.

2.3.2 Riu de Calvia

SS291 - NUOVO VIADOTTO RIO CALVIA 1 [Rif. Pr. HEC-RAS: 2187,80]				
T _r	Q	h _{ws}	h _{fondo}	Y _m
anni	[m ³ /s]	[m.s.l.m.m.]	[m.s.l.m.m.]	[m]
50	85.64	8.58	5.52	0.84
100	107.46	9.00	5.52	1.21
200	130.11	9.46	5.52	1.59
500	161.00	10.08	5.52	1.75

S.S.291 "Della Nurra" Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero-Fertilia (bretella per l'aeroporto) PROGETTO ESECUTIVO		
CA29	<i>Relazione di compatibilità idraulica</i>	

ASSE D - NUOVO VIADOTTO RIO CALVIA 2 [Rif. Pr. HEC-RAS: 841,00]				
T_r	Q	h_{ws}	h_{fondo}	Y_m
anni	[m ³ /s]	[m.s.l.m.m.]	[m.s.l.m.m.]	[m]
50	89.46	3.97	0.48	0.91
100	111.69	4.27	0.48	1.00
200	134.69	4.52	0.48	1.12
500	165.94	4.81	0.48	1.22

Dove

Q è la portata nella sezione di monte dell'attraversamento in viadotto;

h_{ws} è il livello idrico massimo che si instaura nella sezione;

h_{fondo} è la quota fondo;

Y_m è la profondità media per tutta la sezione considerata (mediata tra la sezione di monte e quella di valle dell'attraversamento).

In base a quanto stabilito dalla normativa vigente, come detto, la verifica di compatibilità dei nuovi manufatti interferenti con l'idrografia principale deve essere condotta considerando le condizioni di piena che si instaurano con un tempo di ritorno duecentennale, garantendo un franco minimo dato dal massimo valore parametrico indicato nel paragrafo 2.2.3 e funzione della velocità media del flusso idrico nella sezione di controllo considerata.

Nel caso presente, trattandosi di impalcati a sezione variabile, si considera come quota di estradosso cui riferire il franco, la quota minima che si colloca generalmente in corrispondenza delle pile centrali.

Per maggiori dettagli in merito alla geometria d'alveo adottata, ai risultati delle simulazioni idrauliche condotte, sia in condizioni Ante Operam, sia in condizioni Post Operam, si rimanda all'Allegato B della presente relazione.

S.S.291 "Della Nurra" Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero-Fertilia (bretella per l'aeroporto) PROGETTO ESECUTIVO		
CA29	<i>Relazione di compatibilità idraulica</i>	

SS291 - NUOVO VIADOTTO RIO CALVIA 1												
SEZIONE PARAMETRI IDRAULICI CINEMATICI						SEZIONE FRANCO				SEZIONE DI VERIFICA		
T _r	Q	h _{ws}	Y _m	A	V _m	$0.7 \frac{v^2}{2g}$	1	$0.87\sqrt{y} + \alpha y'$	valore assunto	quota pelo libero + franco	quota minima estradosso	CONTROLLO
anni	[m ³ /s]	[m.s.l.m.m.]	[m]	[m ²]	[m/s]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m.s.l.m.m.]	[m.s.l.m.m.]	
50	85.64	8.58	0.84	89.64	0.96	0.03	1.00	0.79	1.00	9.58	12.57	VERIFICATO
100	107.46	9.00	1.21	136.70	0.79	0.02	1.00	0.96	1.00	10.00	12.57	VERIFICATO
200	130.11	9.46	1.59	190.66	0.68	0.02	1.00	1.10	1.10	10.56	12.57	VERIFICATO
500	161.00	10.08	1.75	313.11	0.51	0.01	1.00	1.15	1.15	11.23	12.57	VERIFICATO

ASSE D - NUOVO VIADOTTO RIO CALVIA 2												
SEZIONE PARAMETRI IDRAULICI CINEMATICI						SEZIONE FRANCO				SEZIONE DI VERIFICA		
T _r	Q	h _{ws}	Y _m	A	V _m	$0.7 \frac{v^2}{2g}$	1	$0.87\sqrt{y} + \alpha y'$	valore assunto	quota pelo libero + franco	quota minima estradosso	CONTROLLO
anni	[m ³ /s]	[m.s.l.m.m.]	[m]	[m ²]	[m/s]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m.s.l.m.m.]	[m.s.l.m.m.]	
50	89.46	3.97	0.91	69.94	1.28	0.06	1.00	0.83	1.00	4.97	16.58	VERIFICATO
100	111.69	4.27	1.00	98.12	1.14	0.05	1.00	0.87	1.00	5.27	16.58	VERIFICATO
200	134.69	4.52	1.12	124.82	1.08	0.04	1.00	0.92	1.00	5.52	16.58	VERIFICATO
500	165.94	4.81	1.22	159.47	1.04	0.04	1.00	0.96	1.00	5.81	16.58	VERIFICATO

Dove

Q è la portata nella sezione di monte dell'attraversamento in viadotto;

h_{ws} è il livello idrico massimo che si instaura nella sezione;

Y_m è la profondità media per tutta la sezione considerata;

A è l'area di deflusso della sezione media tra la sezione di monte e quella di valle dell'attraversamento considerato;

V_m è la velocità media calcolata per tutta la sezione considerata.

Da quanto sopra si evince che sia per il Nuovo Viadotto Riu de Calvia della SS291, sia per il Nuovo Viadotto Riu de Calvia della Nuova Circonvallazione di Alghero, le condizioni di compatibilità idraulica sono ampiamente soddisfatte per tutti gli scenari di piena considerati.

S.S.291 "Della Nurra" Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero-Fertilia (bretella per l'aeroporto) PROGETTO ESECUTIVO		
CA29	<i>Relazione di compatibilità idraulica</i>	

2.3.3 Riu Serra

Si riporta nella seguente tabella i valori di portata, al variare del tempo di ritorno, e di livello che si instaurano a monte ed a valle degli attraversamenti in progetto (dati desumibili dall'elaborato T00ID00IDRRE02_A).

SS291 - NUOVO VIADOTTO SERRA [Rif. Pr. HEC-RAS: 2709,68]				
T_r	Q	h_{ws}	h_{fondo}	Y_m
anni	$[m^3/s]$	$[m.s.l.m.m.]$	$[m.s.l.m.m.]$	$[m]$
50	324.56	7.93	2.35	2.44
100	393.74	8.38	2.35	2.81
200	462.92	8.66	2.35	3.04
500	553.44	8.76	2.35	3.14

Dove

Q è la portata nella sezione di monte dell'attraversamento in viadotto;

h_{ws} è il livello idrico massimo che si instaura nella sezione;

h_{fondo} è la quota fondo;

Y_m è la profondità media per tutta la sezione considerata (mediata tra la sezione di monte e quella di valle dell'attraversamento).

In base a quanto stabilito dalla normativa vigente, come detto, la verifica di compatibilità del nuovo manufatto interferente con l'idrografia principale deve essere condotta considerando le condizioni di piena che si instaurano con un tempo di ritorno duecentennale, garantendo un franco minimo dato dal massimo valore parametrico indicato nel paragrafo 2.2.3 e funzione della velocità media del flusso idrico nella sezione di controllo considerata.

Nel caso presente, trattandosi di impalcato a sezione variabile, si considera come quota di estradosso cui riferire il franco, la quota minima che si colloca generalmente in corrispondenza delle pile centrali.

Per maggiori dettagli in merito alla geometria d'alveo adottata, ai risultati delle simulazioni idrauliche condotte, sia in condizioni Ante Operam, sia in condizioni Post Operam, si rimanda all'Allegato C della presente relazione.

S.S.291 "Della Nurra" Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero-Fertilia (bretella per l'aeroporto) PROGETTO ESECUTIVO		
CA29	<i>Relazione di compatibilità idraulica</i>	

SS291 - NUOVO VIADOTTO SERRA												
SEZIONE PARAMETRI IDRAULICI CINEMATICI						SEZIONE FRANCO				SEZIONE DI VERIFICA		
T _r	Q	h _{ws}	Y _m	A	V _m	$0.7 \frac{v^2}{2g}$	1	$0.87\sqrt{y} + \alpha y'$	valore assunto	quota pelo libero + franco	quota minima estradosso	CONTROLLO
anni	[m ³ /s]	[m.s.l.m.m.]	[m]	[m ²]	[m/s]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m.s.l.m.m.]	[m.s.l.m.m.]	
50	324.56	7.93	2.46	641.90	0.51	0.01	1.00	1.36	1.36	9.29	11.99	VERIFICATO
100	393.74	8.38	2.78	690.58	0.57	0.01	1.00	1.45	1.45	9.83	11.99	VERIFICATO
200	462.92	8.66	2.97	765.25	0.60	0.01	1.00	1.50	1.50	10.16	11.99	VERIFICATO
500	553.44	8.76	3.05	899.86	0.62	0.01	1.00	1.52	1.52	10.28	11.99	VERIFICATO

Dove

Q è la portata nella sezione di monte dell'attraversamento in viadotto;

h_{ws} è il livello idrico massimo che si instaura nella sezione;

Y_m è la profondità media per tutta la sezione considerata;

A è l'area di deflusso della sezione media tra la sezione di monte e quella di valle dell'attraversamento considerato;

V_m è la velocità media calcolata per tutta la sezione considerata.

Da quanto sopra si evince che per il Nuovo Viadotto Serra della SS291 le condizioni di compatibilità idraulica sono ampiamente soddisfatte per tutti gli scenari di piena considerati.

2.4 Attraversamenti minori: i tombini idraulici

La verifica idraulica dei tombini posti in corrispondenza delle interferenze con i corsi d'acqua indagati è stata effettuata con l'ausilio di apposito foglio di calcolo, confrontando la portata di progetto **Q_p** [m³/s] con la portata massima smaltibile dal manufatto **Q_{max}** [m³/s], calcolata considerando i tombini con funzionamento a pelo libero. Si rimanda alla Relazione Idraulica per ulteriori chiarimenti.

ASSE	PROGRESSIVA	ID	Geometria		
			B	H o D	L
			m	m	m
COLLEGAMENTO FERTILIA	2 + 895.000	C - TS - 07	2.00	2.00	24.90
COLLEGAMENTO FERTILIA	2 + 712.500	C - TS - 05	3.00	2.00	53.20
COLLEGAMENTO FERTILIA	1 + 750.000	C - TS - 02	2.00	2.00	18.80
COLLEGAMENTO FERTILIA	1 + 060.000	C - TS - 01	2.00	2.00	20.50

S.S.291 "Della Nurra" Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero-Fertilia (bretella per l'aeroporto) PROGETTO ESECUTIVO		
CA29	Relazione di compatibilità idraulica	

ASSE PRINCIPALE	0 + 369.000	B – TP - 01	2.00	2.00	36.40
ASSE PRINCIPALE	2 + 092.500	B – TP - 02	3.00	2.00	23.90
ASSE PRINCIPALE	2 + 228.000	B – TP - 03	3.00	2.00	35.40
ASSE PRINCIPALE	3 + 568.500	SV – TS - 03	2.00	2.00	19.50
STRADA LOCALE UNGIAS	0 + 085.000	SV – TS - 02	-	1.50	12.20
SVINCOLO - RAMPA NORD ALGHERO	0 + 385.000	SV – TS - 04	2.00	2.00	29.10
ASSE D	0 + 405.00	D – TS - 01	2.00	2.00	26.50
ASSE D	0 + 904.500	D – TS - 02	2.00	2.00	31.50

3 VALUTAZIONE DEL MASSIMO GRADO DI SCALZAMENTO FONDO

In questo paragrafo vengono riportati i risultati dell'applicazione delle formule empiriche sopra citate ai casi in esame in progetto.

Per quanto riguarda le basi teoriche delle elaborazioni svolte, si rimanda all'elaborato T00ID00IDRRE02_A.

I valori di portata e livello idrico considerati per ciascuna pila e per le spalle sono quelli calcolati per la piena con tempo di ritorno di 200 anni, come stimati in Relazione Idrologica, e di seguito richiamati.

Nelle tabelle che seguono si riportano sinteticamente, in funzione dei dati di velocità e di portata di riferimento ($T_r=200$ anni), i risultati ottenuti con i diversi metodi precedentemente descritti **relativamente alle opere di sostegno che possono essere soggetto ai fenomeni erosivi in parola (ovvero non considerando pile e spalle che attestano le proprie fondazioni direttamente su basi rocciose).**

Per quanto concerne la granulometria si è fatto riferimento a quanto evidenziato a seguito delle prove di laboratorio effettuate su campioni prelevati in situ, da cui discende che la caratterizzazione litologica della sezione individua la presenza di sabbia, ghiaiosa a luoghi, debolmente limosa con presenza di clasti di diametro massimo pari a 50 mm. Dalla stessa relazione si ricava il valore d_{50} associato ai primi 2 m di campione del terreno interessato: 0.686 mm

Per quanto riguarda i valori dei parametri idraulici, quali il battente idrico e le e la velocità di corrente in corrispondenza delle pile e delle spalle, si sono utilizzati i risultati derivanti dalle simulazioni in moto permanente, anch'essi riportati nel suddetto prospetto.

Considerando in via semplificativa la sezione rilevata inamovibile nel tempo, per le successive valutazioni quantitative dello scalzamento massimo che può instaurarsi in corrispondenza delle pile e delle spalle, viene fatto riferimento al tirante massimo in corrispondenza del talweg. Nello schema seguente si riportano in forma tabellare, le parti d'opera, per ogni attraversamento in esame, oggetto di indagine realisticamente interessati dai livelli idrici che si instaurano in sezione per eventi di piena duecentennale.

S.S.291 "Della Nurra" Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero-Fertilia (bretella per l'aeroporto) PROGETTO ESECUTIVO		 GRUPPO FS ITALIANE
CA29	<i>Relazione di compatibilità idraulica</i>	

ATTRAVERSAMENTO	Ws TR200	SPALLA 1	PILA 1	PILA 2	PILA 3	PILA 4	SPALLA 2
Viadotto Serra	7.47					-	
Viadotto Sassu	6.07						
Viadotto Calvia 1	9.45					-	
Viadotto Calvia 2	4.47				-	-	
				Elemento raggiunto dal livello di piena			
				Elemento non raggiunto dal livello di piena			

3.1 Analisi dei risultati SS291 – Nuovo Viadotto Sassu

PILE			
Larghezza pila	s	3.00	m
Lunghezza pila	l	3.00	m
Velocità media indisturbata	v ₀	1.00	m/s
Profondità indisturbata	Y ₀	4.67	m
Dimensione del materiale	d ₅₀	0.0007	m
Angolo corrente - pila	α	0.00	°
Peso specifico sedimenti	γ _s	26400	N/m ³
Tipologia pile	Sagomate in modo da accompagnare la corrente		

NUOVO VIADOTTO SASSU - Tr=200

METODO		SCAVO STIMATO PILA 1 [m]	SCAVO STIMATO PILA 2 [m]	SCAVO STIMATO PILA 3 [m]	SCAVO STIMATO PILA 4 [m]	SCAVO SPALLA A [m]	SCAVO SPALLA B [m]
VELOCITA' INDISTURBATA	<i>m/s</i>	-	1.00	1.00	0.73		
PROFONDITA' IDRICA INDISTURBATA	<i>m</i>	-	4.67	4.67	1.07		
FROEHLICH		-	1.10	1.10	0.87	-	-
CSU		-	3.05	3.05	2.42	-	-

S.S.291 "Della Nurra" Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero-Fertilia (bretella per l'aeroporto) PROGETTO ESECUTIVO		
CA29	<i>Relazione di compatibilità idraulica</i>	

FROELICH DESIGN	-	4.10	4.10	3.87	-	-
HEC-18 MUELLER WAGNER	-	3.05	3.05	2.42	-	-
BREUSSEURS HANCU	-	4.12	4.12	2.05	-	-
SPALLE						
MELVILLE	-	-	-	-	-	-
FROELICH -V HIRE	-	-	-	-	-	-
scavo medio atteso	-	3.08	3.08	2.33	-	-

Dall'elaborato T02ID00IDRDI01_A si evince che le pile 2 e 3 hanno la Fondazione direttamente immersa nello strato calcareo di fondo per cui non si ritiene che lo scavo Massimo precedentemente ricavato possa raggiungere e compromettere la Fondazione delle pile stesse. Allo stesso modo, il tirante idrico della piena duecentennale lambisce, ma non raggiunge, la pila 4, per la quale, in via del tutto cautelativa è stato stimato uno scavo massimo atteso di 3 metri non realisticamente raggiungibile.

3.1.1 Analisi dei risultati SS291 - Nuovo Viadotto Serra

PILE			
Larghezza pila	s	3.00	m
Lunghezza pila	l	3.00	m
Velocità media indisturbata	v ₀	2.30	m/s
Profondità indisturbata	Y ₀	6.31	m
Dimensione del materiale	d ₅₀	0.0007	m
Angolo corrente - pila	α	0.00	°
Peso specifico sedimenti	γ _s	26400	N/m ³
Tipologia pile		Sagomate in modo da accompagnare la corrente	

Interazione con altre pile (Breusseurs)

S.S.291 "Della Nurra" Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero-Fertilia (bretella per l'aeroporto) PROGETTO ESECUTIVO		 GRUPPO FS ITALIANE
CA29	<i>Relazione di compatibilità idraulica</i>	

Condizione geometrica	Pile in linea con la corrente ($\alpha=0^\circ$)		
Interasse	a	12.35	m
Rapporto interasse/larghezza	a/s	4.12	
Scavo pila di monte		5.50	m
Scavo pila di valle		4.12	m
Scavo intermedio alle pile		3.22	m

NUOVO VIADOTTO SERRA - Tr=200

METODO		SCAVO STIMATO PILA 1 [m]	SCAVO STIMATO PILA 2 [m]	SCAVO STIMATO PILA 3 [m]	SCAVO SPALLA A [m]	SCAVO SPALLA B [m]
VELOCITA' INDISTURBATA	<i>m/s</i>	2.30	2.30	2.30		
PROFONDITA' IDRICA INDISTURBATA	<i>m</i>	1.46	6.31	6.31		
FROEHLICH		0.85	1.45	1.45	-	-
CSU		3.73	4.54	4.54	-	-
FROEHLICH DESIGN		3.85	4.45	4.45	-	-
HEC-18 MUELLER WAGNER		3.73	4.54	4.54	-	-
BREUSSEURS HANCU		2.03	4.37	4.37	-	-
SPALLE						
MELVILLE		-	-	-	-	-
FROEHLICH - V HIRE		-	-	-	-	-
	scavo atteso medio	2.84	3.87	3.87	-	-

S.S.291 "Della Nurra" Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero-Fertilia (bretella per l'aeroporto) PROGETTO ESECUTIVO		 GRUPPO FS ITALIANE
CA29	Relazione di compatibilità idraulica	

Dall'elaborato T01ID00IDRDI06_A si evince che le pile 1, 2 e 3 hanno la fondazione direttamente immersa nello strato calcareo di fondo per cui non si ritiene che lo scavo massimo precedentemente ricavato possa raggiungere e compromettere la Fondazione delle pile stesse.

3.1.2 Analisi dei risultati SS291 - Nuovo Viadotto Calvia 1

PILE			
Larghezza pila	s	3.00	m
Lunghezza pila	l	3.00	m
Velocità media indisturbata	v_0	1.20	m/s
Profondità indisturbata	Y_0	3.90	m
Dimensione del materiale	d_{50}	0.0007	m
Angolo corrente - pila	α	0.00	°
Peso specifico sedimenti	γ_s	26400	N/m ³
Tipologia pile		Sagomate in modo da accompagnare la corrente	

Interazione con altre pile (Breusseurs)			
Pile in linea con la corrente ($\alpha=0^\circ$)			
Condizione geometrica			
Interasse	a	15.60	m
Rapporto interasse/larghezza	a/s	5.20	
Scavo pila di monte		4.66	m
Scavo pila di valle		3.71	m
Scavo intermedio alle pile		2.52	m

NUOVO VIADOTTO RIO CALVIA 1 - Tr=200						
METODO		SCAVO STIMATO PILA 1 [m]	SCAVO STIMATO PILA 2 [m]	SCAVO STIMATO PILA 3 [m]	SCAVO SPALLA A [m]	SCAVO SPALLA B [m]
VELOCITA' INDISTURBATA	<i>m/s</i>	1.20	1.20	1.20	-	-

S.S.291 "Della Nurra" Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero-Fertilia (bretella per l'aeroporto) PROGETTO ESECUTIVO		
CA29	<i>Relazione di compatibilità idraulica</i>	

PROFONDITA' IDRICA INDISTURBATA	<i>m</i>	3.90	3.90	3.90	-	-
FROELICH		1.07	1.07	1.07	-	-
CSU		3.22	3.22	3.22	-	-
FROELICH DESIGN		4.07	4.07	4.07	-	-
HEC-18 MUELLER WAGNER		3.22	3.22	3.22	-	-
BREUSSEURS HANCU		3.88	3.88	3.88	-	-
SPALLE						
MELVILLE		-	-	-	-	-
FROELICH -V HIRE		-	-	-	-	-
	scavo atteso medio	3.09	3.09	3.09	-	-

3.1.3 Analisi dei risultati Nuova Circonvallazione di Alghero - Nuovo Viadotto Calvia 2

PILE			
Larghezza pila	s	3.00	m
Lunghezza pila	l	3.00	m
Velocità media indisturbata	v ₀	1.90	m/s
Profondità indisturbata	Y ₀	3.55	m
Dimensione del materiale	d ₅₀	0.0007	m
Angolo corrente - pila	α	0	°
Peso specifico sedimenti	γ _s	26400	N/m ³
Tipologia pile		Sagomate in modo da accompagnare la corrente	

Interazione con altre pile (Breusseurs)

S.S.291 "Della Nurra" Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero-Fertilia (bretella per l'aeroporto) PROGETTO ESECUTIVO		 GRUPPO FS ITALIANE
CA29	Relazione di compatibilità idraulica	

Pile in linea con la corrente			
($\alpha=0^\circ$)			
Condizione geometrica			
Interasse	a	13.75	m
Rapporto interasse/larghezza	a/s	4.58	
Scavo pila di monte		4.59	m
Scavo pila di valle		3.54	m
Scavo intermedio alle pile		2.62	m

Scavo alla spalla (Froelich-HIRE)			
Profondità al piede spalla	Y_1	0.75	m
Lunghezza spalla verso alveo	L	0.10	m
Profondità media a monte	Y_a	0.75	m
Lunghezza flusso attivo bloccato	L'	0.10	m
Numero di Froude a monte	Fr	0.23	
Tipo di spalla		Testa rilevato	
Fattore tipo di spalla	K1	0.55	
Angolo spalla-corrente	θ	45.00	°
Fattore angolo spalla-corrente	K2	0.91	
Rapporto lunghezza-profondità	L'/y1	0.13	
Equazione utilizzata		Froelich	
Scavo stimato	y_s	0.90	m

Scavo alla spalla (Melville)			
Lunghezza spalla verso alveo	L	0.10	m
Forma della spalla		Scarpata con pendenza 1:1	
Fattore di forma	K	0.50	
Rapporto lunghezza-profondità	L/Y ₀	0.07	
Fattore corretto	K*	-0.25	
Scavo stimato	y_s	0.10	m

NUOVO VIADOTTO RIO CALVIA 2 - Tr=200

S.S.291 "Della Nurra" Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero-Fertilia (bretella per l'aeroporto) PROGETTO ESECUTIVO		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA29	<i>Relazione di compatibilità idraulica</i>	

METODO		SCAVO STIMATO PILA 1 [m]	SCAVO STIMATO PILA 2 [m]	SCAVO SPALLA A [m]	SCAVO SPALLA B [m]
VELOCITA' INDISTURBATA	<i>m/s</i>	1.90	1.90	-	
PROFONDITA' IDRICA INDISTURBATA	<i>m</i>	3.55	3.55	0.75	
FROEHLICH		1.13	1.13	-	-
CSU		3.87	3.87	-	-
FROEHLICH DESIGN		4.13	4.13	-	-
HEC-18 MUELLER WAGNER		3.87	3.87	-	-
BREUSSEURS HANCU		3.73	3.73	-	-
SPALLE				-	
MELVILLE		-	-	0.10	-
FROEHLICH -V HIRE		-	-	0.90	-
	scavo atteso medio	3.35	3.35	0.90	-

Dall'elaborato T01ID00IDRDI08_A si evince che tutte le pile hanno la fondazione direttamente immersa nello strato calcareo di fondo per cui non si ritiene che lo scavo massimo precedentemente ricavato possa raggiungere e compromettere la Fondazione delle pile stesse.

Va precisato che i valori sopra riportati tengono conto del fatto di inesistenza degli elementi protettivi delle pile e delle sponde senza i quali l'effetto erosivo della piena duecentennale di progetto innescherebbe il moto degli elementi che costituiscono l'alveo nella sezione di interesse in modalità libera e, quindi, secondo le dinamiche definite nei paragrafi successivi. In tal senso è da ritenere massime le altezze di scavo attese ai piedi delle strutture di sostegno e notevolmente limitate nel caso reale in presenza di elementi di protezione passiva degli stessi (scogliere).

S.S.291 “Della Nurra” Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l’aeroporto di Alghero-Fertilia (bretella per l’aeroporto) PROGETTO ESECUTIVO		
CA29	<i>Relazione di compatibilità idraulica</i>	

Di seguito si riportano le verifiche effettuate per le protezioni adottate per le pile e per le sponde dei nuovi viadotti.

S.S.291 "Della Nurra" Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero-Fertilia (bretella per l'aeroporto) PROGETTO ESECUTIVO		
CA29	<i>Relazione di compatibilità idraulica</i>	

3.2 Verifica al trascinamento delle protezioni previste – Placcaggio pile e spalle

I principali fenomeni responsabili delle inefficienze delle opere di protezione delle opere di fondazione in alveo sono lo scalzamento degli elementi della scogliera da cui discende la successiva erosione del materiale di fondazione ad opera della corrente nel tempo. Pertanto di seguito verrà eseguita la verifica del dimensionamento dei massi da impiegare nella formazione dei manti protettivi delle pile e delle spalle interessati dai tiranti idrici che si instaurano in corrispondenza degli attraversamenti in esame con tempo di ritorno di 200 anni, considerando che l'erosione degli elementi della scogliera può essere limitata e contrastata tramite la scelta di un'opportuna pezzatura dei massi oltre alla pendenza con la quale essi vengono posati.

L'analisi della stabilità del materiale utilizzato per le opere di difesa idraulica previste in condizioni di progetto è svolta secondo la seguente procedura: 1. definizione dei parametri idraulici di interesse; 2. caratterizzazione del materiale e verifica della sua stabilità nella situazione di progetto.

3.2.1 Le condizioni critiche di moto incipiente

Differenti formule di calcolo sono disponibili in letteratura per la valutazione della stabilità di materiali di assegnata granulometria soggetti all'azione di trascinamento della corrente. Questi procedimenti si basano sulla determinazione dei valori critici (in generale desunti da dati sperimentali) delle velocità o delle tensioni tangenziali (intesi come valori che corrispondono alle condizioni di moto incipiente per il materiale considerato) e sul confronto con i valori reali di tali grandezze. L'analisi delle condizioni critiche di moto incipiente è effettuata mediante l'utilizzo di formule basate sul confronto delle tensioni di trascinamento. Tale criterio si basa sulla definizione dello sforzo tangenziale esercitato dalla corrente sul materiale costituente il letto fluviale, secondo la formula:

$$\tau_0 = \gamma \cdot R \cdot i$$

Dove

- γ è il peso specifico dell'acqua [N/m³]
- R è il raggio idraulico della sezione [m]
- i la pendenza di fondo [m/m]

La condizione di stabilità del fondo risulta quando $\tau_{cr} \geq \tau_0$, ossia quando la tensione tangenziale critica è maggiore o uguale a quella di moto incipiente esercitata dalla corrente. La seguente analisi di stabilità è riferita alla teoria della tensione tangenziale critica (Shields - 1936 - la cui formula base è stata ricavata da esperimenti su letti a granulometria uniforme di forte scabrezza), attraverso la valutazione della forza che determina il moto incipiente dei granuli, esprimibile in termini generali con la seguente relazione che esprime una condizione di equilibrio:

S.S.291 "Della Nurra" Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero-Fertilia (bretella per l'aeroporto) PROGETTO ESECUTIVO		
CA29	<i>Relazione di compatibilità idraulica</i>	

$$\frac{\tau_{cr}}{(\gamma_s - \gamma)d} = \Phi(\text{Re}^*)$$

dove

τ_{cr} è la tensione tangenziale critica [N/m²]

γ_s è il peso specifico materiale d'alveo [N/m³]

γ è il peso specifico dell'acqua [N/m³]

d è il diametro del granulo [m]

Φ è un parametro adimensionale dipendente dalle caratteristiche dei granuli, del letto fluviale e dal numero di Reynolds (Re^*) relativo alla velocità di attrito $u^* = \sqrt{\tau_{cr} \cdot \rho}$.

Per la traduzione della condizione di equilibrio suddetta in termini empirici ed ingegneristici sono state proposte varie formulazioni, derivanti da osservazioni sperimentali, ciascuna caratterizzata da limiti e campi di applicabilità specifici che ne condizionano l'utilizzo alla preventiva definizione della tipologia dei substrati naturali o artificiali e del comportamento idraulico dell'alveo.

In particolare alcuni autori hanno individuato valori empirici specifici del parametro di Shields:

- $\Phi = 0,058 \div 0,060$ nell'espressione originale di Shields, valida in moto turbolento $\text{Re}^* > 1000$ e con diametro medio del materiale molto inferiore del tirante idrico;
- $\Phi = 0,116$ nell'espressione di Kalinske, che considera un fattore di compattezza del materiale rappresentante l'effetto di mutuo incastro delle particelle.
- $\Phi(\text{Re}^*) = 0,06 \left[1 + 0,67 \left(\frac{h}{d} \right)^{0.5} \right]$ nella formulazione di Armanini, valida per diametri comparabili con il tirante idrico h .

Per le verifiche di stabilità dei massi costituenti le opere di difesa in progetto verrà fatto riferimento, nel caso specifico, all'espressione di Shields nella formulazione di Armanini. Per le verifiche di stabilità del paramento inclinato, la condizione di moto incipiente va espressa considerando le componenti attive del peso e della spinta idrodinamica in relazione alla pendenza (α) della sponda rispetto all'orizzontale. A tal scopo è normalmente utilizzata la seguente espressione (E. Lane, 1953):

S.S.291 "Della Nurra" Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero-Fertilia (bretella per l'aeroporto) PROGETTO ESECUTIVO		
CA29	Relazione di compatibilità idraulica	

$$\tau_{cr}(\alpha) = \tau_{cr}(0) \left[\cos(\alpha) \sqrt{1 - \frac{tg^2(\alpha)}{tg^2(\varphi)}} \right]$$

dove

$\tau_{cr}(0)$ è la tensione critica sul fondo

φ è l'angolo d'attrito interno del materiale.

Dal confronto fra le tensioni tangenziali esercitate dalla corrente sul fondo e la corrispondente tensione tangenziale critica legata alla pezzatura del materiale utilizzato per il rivestimento, è possibile verificarne la stabilità in alveo identificando le dimensioni dei massi impiegati attraverso il diametro medio di calcolo D_{50} , ovvero da rapporto delle predette tensioni tangenziali si ricava il fattore di sicurezza che necessariamente deve essere maggiore dell'unità per il rispetto delle condizioni di inibizione del moto incipiente dei massi della scogliera..

S.S.291 "Della Nurra" Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero-Fertilia (bretella per l'aeroporto) PROGETTO ESECUTIVO		
CA29	Relazione di compatibilità idraulica	

3.2.2 Bretella Aeroporto Fertilia – Nuovo Viadotto Sassu

La protezione delle pile sarà effettuata tramite “placcaggio” attraverso posa di massi di adeguata pezzatura e peso, in grado di poter far fronte alle azioni di trascinamento di tipo idrodinamico indotto dalla corrente che si instaura nella sezione al passaggio di piene con tempo di ritorno bisecolare.

Come si evince dall’elaborato T00ID00IDRDT04_A e dai risultati delle simulazioni condotte, per Tr=200 anni il livello idrico in sezione (6.07 m s.l.m.m.) interessa principalmente le pile 2 e 3 ed in minima parte trascurabile la 4, mentre le spalle sono collocate in modo tale da non essere minimamente interessate dalla piena duecentennale (come peraltro neanche dalla cinquantennale).

Dalla disposizione geometrica riportata nell’elaborato T00ID00IDRDT01_A e dai dati cinematici ed idrometrici ricavati dalle precedenti simulazioni si ottiene:

VERIFICA SCOGLIERE VIADOTTO SASSU		
METODO DI SHIELDS [1936]		
FORMULA GENERALE	PARAMETRO DI SHIELDS SECONDO ARMANINI & SCOTTON	FORMULA PER PARAMENTI INCLINATI
$\frac{\tau_{cr}}{(\gamma_s - \gamma)d} = \Phi(Re^*)$	$0,06 \left[1 + 0,67 \left(\frac{d}{h} \right)^{0,5} \right]$	$\tau_{cr}(\alpha) = \tau_{cr}(0) \left[\cos \alpha \sqrt{1 - \frac{tg^2 \alpha}{tg^2 \varphi}} \right]$

PARAMETRI GENERALI

			ELEMENTO		
			PILA 2	PILA 3	PILA 4
PESO SPECIFICO MASSI	[γ_s]	2500 kg/m ³			
PESO VOLUME ACQUA	[γ_w]	1000 kg/m ³			
ANGOLO RESISTENZA MATERIALE	[φ]	40 ° 0.698 RAD			
ANGOLO INCLINAZIONE SPONDA	[θ]	34 ° 0.593 RAD			
PESO VOLUME MASSI SOMMERSO	[γ']	1500 kg/m ³			

PARAMETRI SPECIFICI

			PILA 2			PILA 3			PILA 4											
TIRANTE IDRICO	[Y]	4.03 m	4.03 m			3.84 m			0.12 m											
PENDENZA FONDO	[i]	0.001 m/m	0.001 m/m			0.001 m/m			0.001 m/m											
COEFFICIENTE TENSIONALE	[ξ]	1	1			1			1											
DIMENSIONE MASSI	[d _m]	0.5 m	0.5 m			0.5 m			0.5 m											
PARAMETRO DI SHIELDS	[$\Phi(R_e^*)$]	0.074	0.074			0.075			0.142											
DIAMETRO PILA	[d]	3 m	3 m			3 m			3 m											
SPESSORE PROTEZIONE MINIMA	[S]	1 m	1 m			1 m			1 m											
ESTENSIONE MINIMA PROTEZIONE DALLA PILA	[L]	4.5 m	4.5 m			4.5 m			4.5 m											
			$\tau_{0(fondo)}$	4.03	kg/mq	$\tau_{0(fondo)}$	3.84	kg/mq	$\tau_{0(fondo)}$	0.12	kg/mq									
			$\tau_{c(fondo)}$	55.62	kg/mq	$\tau_{c(fondo)}$	55.88	kg/mq	$\tau_{c(fondo)}$	106.54	kg/mq									
			VERIFICATO			VERIFICATO			VERIFICATO											
			FATTORE DI SICUREZZA			13.8			FATTORE DI SICUREZZA			14.55			FATTORE DI SICUREZZA			887.9		

Figura 1 - Verifica protezione con scogliere di massi pile Viadotto Sassu.

S.S.291 “Della Nurra” Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l’aeroporto di Alghero-Fertilia (bretella per l’aeroporto) PROGETTO ESECUTIVO		 GRUPPO FS ITALIANE
CA29	<i>Relazione di compatibilità idraulica</i>	

3.2.3 SS291 - Nuovo Viadotto Serra

Le pile (come si evince dagli elaborati di progetto) saranno “placcate” anche qui mediante posa di di massi di adeguata pezzatura e peso, in grado di poter far fronte alle azioni di trascinamento di tipo idrodinamico indotto dalla corrente che si instaura nella sezione al passaggio di piene con tempo di ritorno bisecolare. Dalla disposizione geometrica riportata nell’elaborato T00ID00IDRDT01_A e dai dati cinematici ed idrometrici ricavati dalle precedenti simulazioni si ottiene:

VERIFICA SCOGLIERE VIADOTTO SERRA										
METODO DI SHIELDS [1936]										
FORMULA GENERALE			PARAMETRO DI SHIELDS SECONDO ARMANINI & SCOTTON			FORMULA PER PARAMENTI INCLINATI				
$\frac{\tau_{cr}}{(\gamma_s - \gamma)d} = \Phi(Re^*)$			$0,06 \left[1 + 0,67 \left(\frac{d}{h} \right)^{0,5} \right]$			$\tau_{cr}(\alpha) = \tau_{cr}(0) \left[\cos \alpha \sqrt{1 - \frac{tg^2 \alpha}{tg^2 \varphi}} \right]$				
PARAMETRI GENERALI										
PESO SPECIFICO MASSI	[γ_s]	2500 kg/m ³	ELEMENTO							
PESO VOLUME ACQUA	[γ_w]	1000 kg/m ³								
ANGOLO RESISTENZA MATERIALE	[Φ]	40 ° 0.698 RAD								
PESO VOLUME MASSI SOMMERSO	[γ_r]	1500 kg/m ³								
PARAMETRI SPECIFICI										
TIRANTE IDRICO	[Y]		PILE 1	PILE 2	PILE 3					
PENDENZA FONDO	[i]		3.17 m	1.55 m	2.75 m					
COEFFICIENTE TENSIONALE	[ξ]		0.003 m/m	0.003 m/m	0.003 m/m					
DIMENSIONE MASSI	[d _m]		1	1	1					
PARAMETRO DI SHIELDS	[$\Phi(Re^*)$]		0.5 m	0.5 m	0.5 m					
DIAMETRO PILA	[d]		0.076	0.083	0.077					
SPESSORE PROTEZIONE MINIMA	[S]		3 m	3 m	3 m					
ESTENSIONE MINIMA PROTEZIONE DALLA PILA	[L]		1 m	1 m	1 m					
			4.5 m	4.5 m	4.5 m					
			$\tau_{0(fondo)}$	7.93 kg/mq	$\tau_{0(fondo)}$	3.88 kg/mq	$\tau_{0(fondo)}$	6.88 kg/mq		
			$\tau_{c(fondo)}$	56.97 kg/mq	$\tau_{c(fondo)}$	62.12 kg/mq	$\tau_{c(fondo)}$	57.86 kg/mq		
			VERIFICATO		VERIFICATO		VERIFICATO			
			FATTORE DI SICUREZZA	7.189	FATTORE DI SICUREZZA	16.03	FATTORE DI SICUREZZA	8.415		

Figura 2 - Verifica protezione con scogliere di massi pile Viadotto Serra.

Al fine di evitare l’effetto negativo delle velocità di fondo, al di sotto del rivestimento, si opererà la posa di un filtro geocomposito per l’intero sviluppo della protezione, sia spondale sia puntuale delle pile.

Il filtro in geotessile composito costituito da uno strato di geotessile non tessuto in fibra di polipropilene con cucitura di un ulteriore strato di geotessile tessuto di rinforzo a maglia aperta in poliestere.

S.S.291 "Della Nurra" Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero-Fertilia (bretella per l'aeroporto) PROGETTO ESECUTIVO		
CA29	<i>Relazione di compatibilità idraulica</i>	

3.2.4 SS291 - Nuovo Viadotto Calvia 1

Le pile (come si evince dagli elaborati di progetto) saranno "placcate" mediante posa di massi di adeguata pezzatura e peso, in grado di poter far fronte alle azioni di trascinamento di tipo idrodinamico indotto dalla corrente che si instaura nella sezione al passaggio di piene con tempo di ritorno bisecolare. Dalla disposizione geometrica riportata nell'elaborato T00ID00IDRDT02_A e dai dati cinematici ed idrometrici ricavati dalle precedenti simulazioni si ottiene:

PARAMETRI GENERALI

PESO SPECIFICO MASSI		γ_s	250 kg/m ³	ELEMENTO VIADOTTO RIO CALVIA 1					
PESO VOLUME ACQUA		γ_w	100 kg/m ³	PILA 1		PILA 2		PILA 3	
ANGOLO RESISTENZA MATERIALE		φ	40 °	0.69	RA				
ANGOLO INCLINAZIONE SPONDA		θ	34 °	0.59	RA				
PESO VOLUME MASSI SOMMERSO		γ^*	150 kg/m ³						
PARAMETRI SPECIFICI									
TIRANTE IDRICO	γ	1.2	m	2	m	0.8	m		
PENDENZA FONDO	i	0.01	m/m	0.01	m/m	0.01	m/m		
COEFFICIENTE TENSIONALE	ξ	1		1		1			
DIMENSIONE MASSI	d_m	0.5	m	0.5	m	0.5	m		
PARAMETRO DI SHIELDS	Φ (Re*)	0.122		0.140		0.111			
DIAMETRO PILA	d	3	m	3	m	3	m		
SPESORE PROTEZIONE MINIMA	S	1	m	1	m	1	m		
ESTENSIONE MINIMA PROTEZIONE DALLA PILA	L	4.5	m	4.5	m	4.5	m		
τ_0 (fondo)	12	kg/m ^q	τ_0 (fondo)	20	kg/m ^q	τ_0 (fondo)	8	kg/m ^q	
τ_c (fondo)	41.789	kg/m ^q	τ_c (fondo)	47.982	kg/m ^q	τ_c (fondo)	37.883	kg/m ^q	
VERIFICATO			VERIFICATO			VERIFICATO			
Fattore di sicurezza	3.482		Fattore di sicurezza	2.399		Fattore di sicurezza	4.735		

Figura 3 - Verifica protezione con scogliere di massi pile Viadotto Calvia1.

Al fine di evitare l'effetto negativo delle velocità di fondo, al di sotto del rivestimento, si opererà la posa di un filtro geocomposito per l'intero sviluppo della protezione, sia spondale sia puntuale delle pile.

S.S.291 "Della Nurra" Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero-Fertilia (bretella per l'aeroporto) PROGETTO ESECUTIVO		
CA29	<i>Relazione di compatibilità idraulica</i>	

Il filtro in geotessile composito costituito da uno strato di geotessile non tessuto in fibra di polipropilene con cucitura di un ulteriore strato di geotessile tessuto di rinforzo a maglia aperta in poliestere.

3.2.5 Asse D Circonvallazione di Alghero - Nuovo Viadotto Calvia 2

Le pile e la spalla 2 (come si evince dagli elaborati di progetto) saranno "placcate" mediante posa di massi di adeguata pezzatura e peso, in grado di poter far fronte alle azioni di trascinarsi di tipo idrodinamico indotto dalla corrente che si instaura nella sezione al passaggio di piene con tempo di ritorno bisecolare. Dalla disposizione geometrica riportata nell'elaborato T00ID00IDRDT03_A e dai dati cinematici ed idrometrici ricavati dalle precedenti simulazioni si ottiene:

PARAMETRI GENERALI

PESO SPECIFICO MASSI		γ_s	2500	kg/m ³	ELEMENTO VIADOTTO RIO CALVIA 2					
PESO VOLUME ACQUA		γ_w	1000	kg/m ³	PILA 1		PILA 2		SPALLA A	
ANGOLO RESISTENZA MATERIALE		φ	40	°	0.698		RAD			
ANGOLO INCLINAZIONE SPONDA		θ	34	°	0.593		RAD			
PESO VOLUME MASSI SOMMERSO		γ^*	1500	kg/m ³						
PARAMETRI SPECIFICI										
TIRANTE IDRICO	γ	1.65	m	0.7	m	0.75	m			
PENDENZA FONDO	i	0.004	m/m	0.004	m/m	0.004	m/m			
COEFFICIENTE TENSIONALE	ξ	1		1		0.75				
DIMENSIONE MASSI	d_m	0.5	m	0.5	m	0.5	m			
PARAMETRO DI SHIELDS	Φ (Re*)	0.133		0.108		0.109				
DIAMETRO PILA	d	3	m	3	m					
SPESSORE PROTEZIONE MINIMA	S	1	m	1	m	1	m			
ESTENSIONE MINIMA PROTEZIONE DALLA PILA	L	4.5	m	4.5	m					
						τ_0 (sponda)	2.25	kg/m		
						τ_0 (sponda)	27.99	kg/m		
		τ_0 (fondo)	6.6	kg/m	τ_0 (fondo)	2.8	kg/m	τ_0 (fondo)	3.00	kg/m
		τ_c (fondo)	45.462	kg/m	τ_c (fondo)	36.761	kg/m	τ_c (fondo)	37.33	kg/m
			VERIFICATO		VERIFICATO		VERIFICATO			
			Fattore di sicurezza	6.888	Fattore di sicurezza	13.12	9	Fattore di sicurezza	12.4	44

Figura 4 - Verifica protezione con scogliere di massi pile Viadotto Calvia2.

S.S.291 “Della Nurra” Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l’aeroporto di Alghero-Fertilia (bretella per l’aeroporto) PROGETTO ESECUTIVO		
CA29	<i>Relazione di compatibilità idraulica</i>	

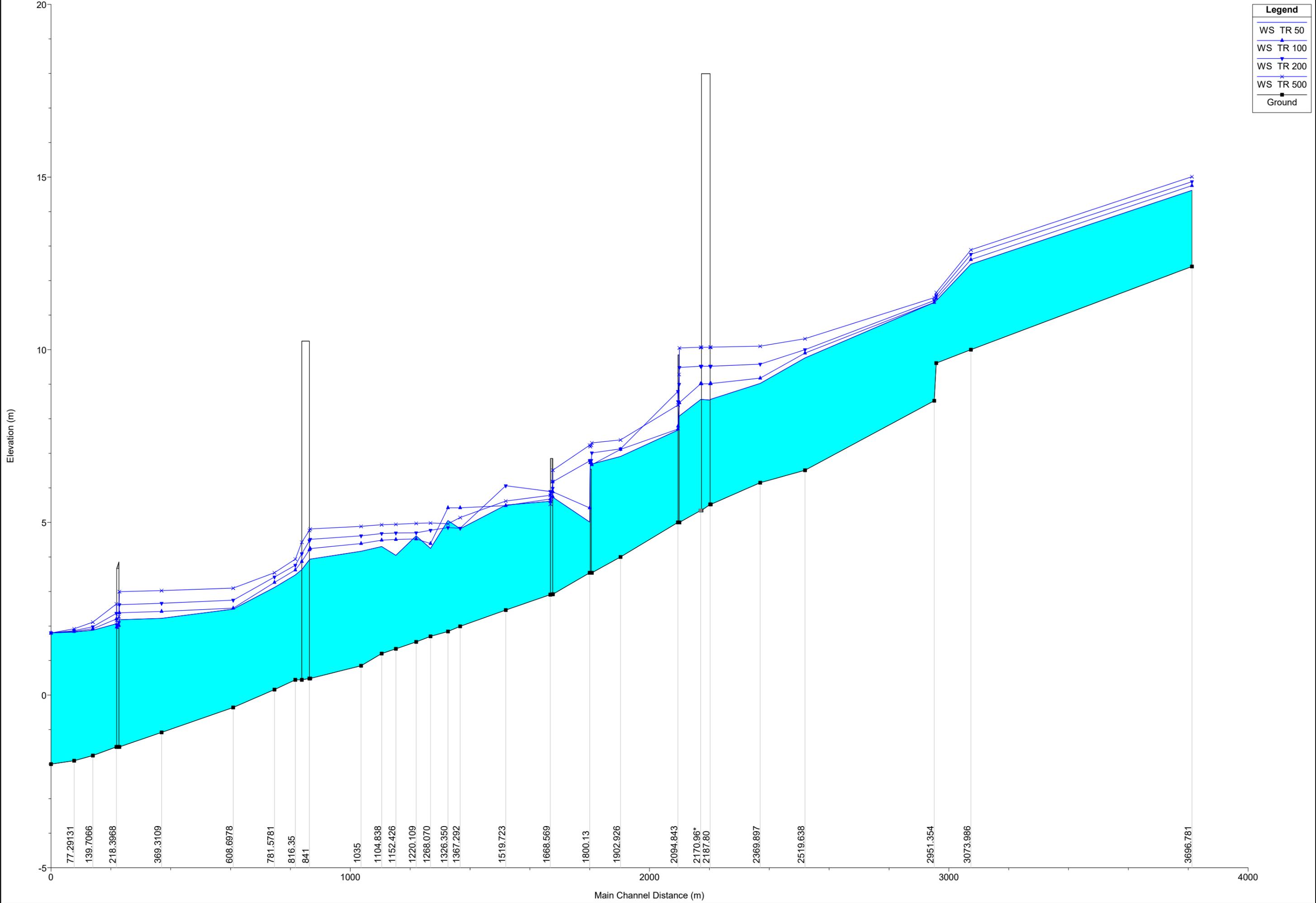
Al fine di evitare l’effetto negativo delle velocità di fondo, al di sotto del rivestimento, si opererà la posa di un filtro geocomposito per l’intero sviluppo della protezione, sia spondale sia puntuale delle pile. Il filtro in geotessile composito costituito da uno strato di geotessile non tessuto in fibra di polipropilene con cucitura di un ulteriore strato di geotessile tessuto di rinforzo a maglia aperta in poliestere.

S.S.291 “Della Nurra” Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l’aeroporto di Alghero-Fertilia (bretella per l’aeroporto) PROGETTO ESECUTIVO		
CA29	<i>Relazione di compatibilità idraulica</i>	

ALLEGATO A

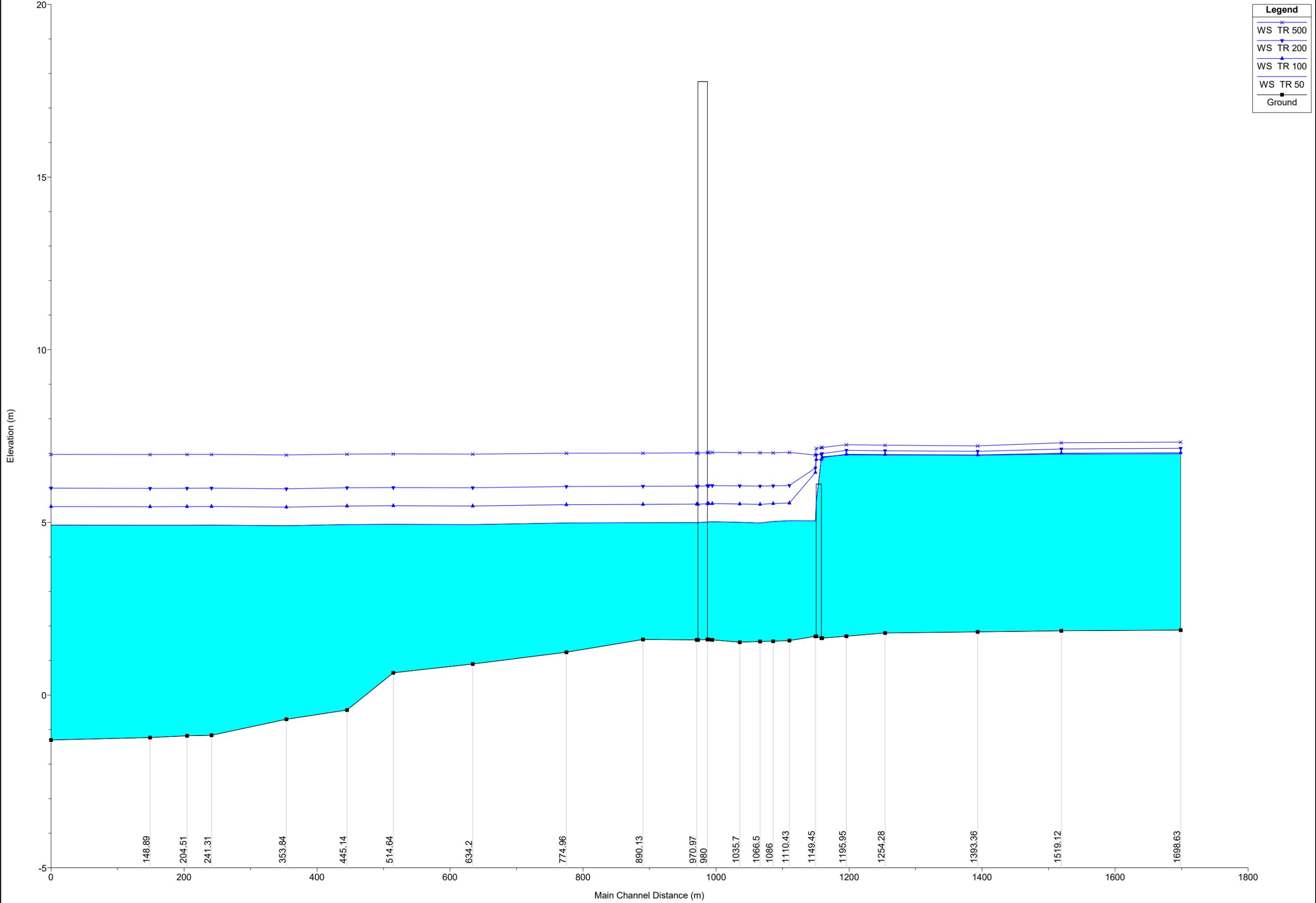
Legend

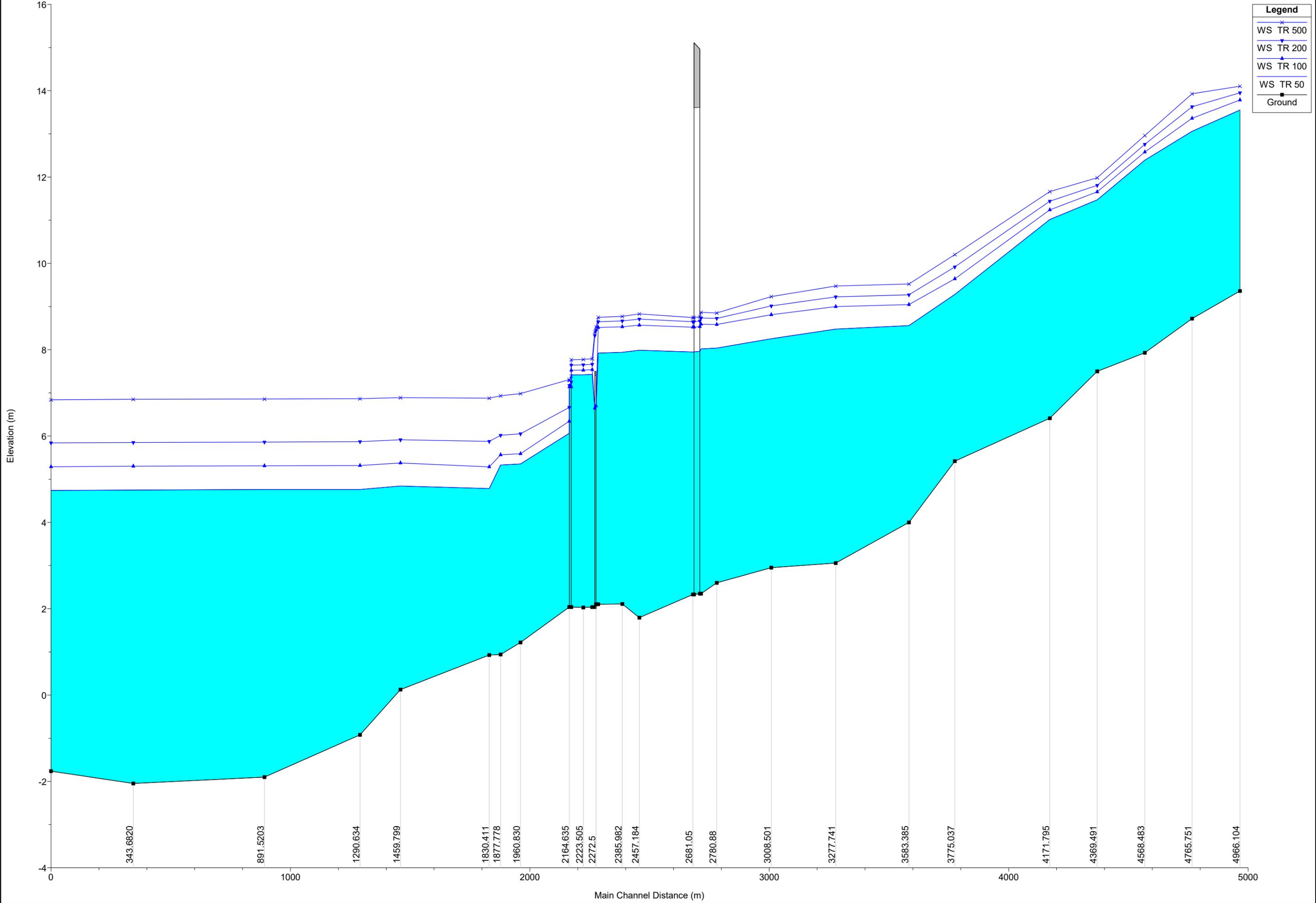
- WS TR 50
- WS TR 100
- WS TR 200
- WS TR 500
- Ground

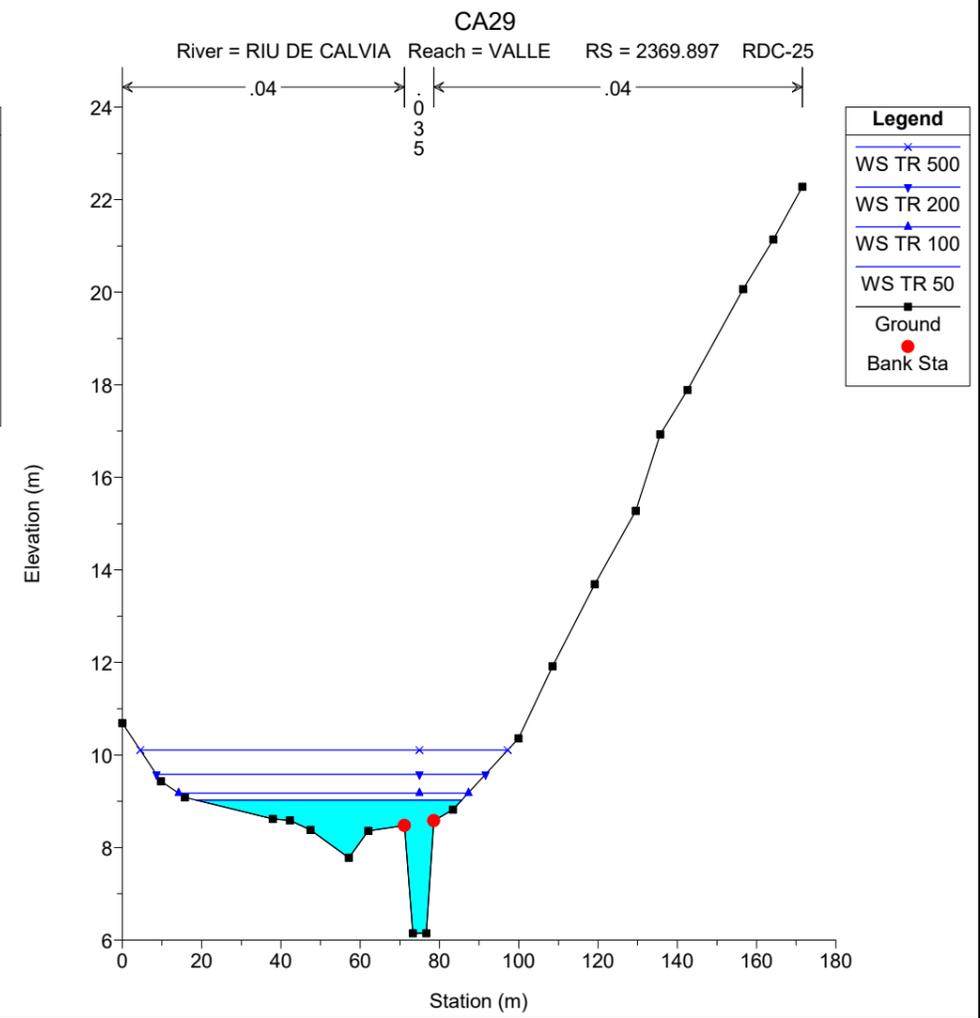
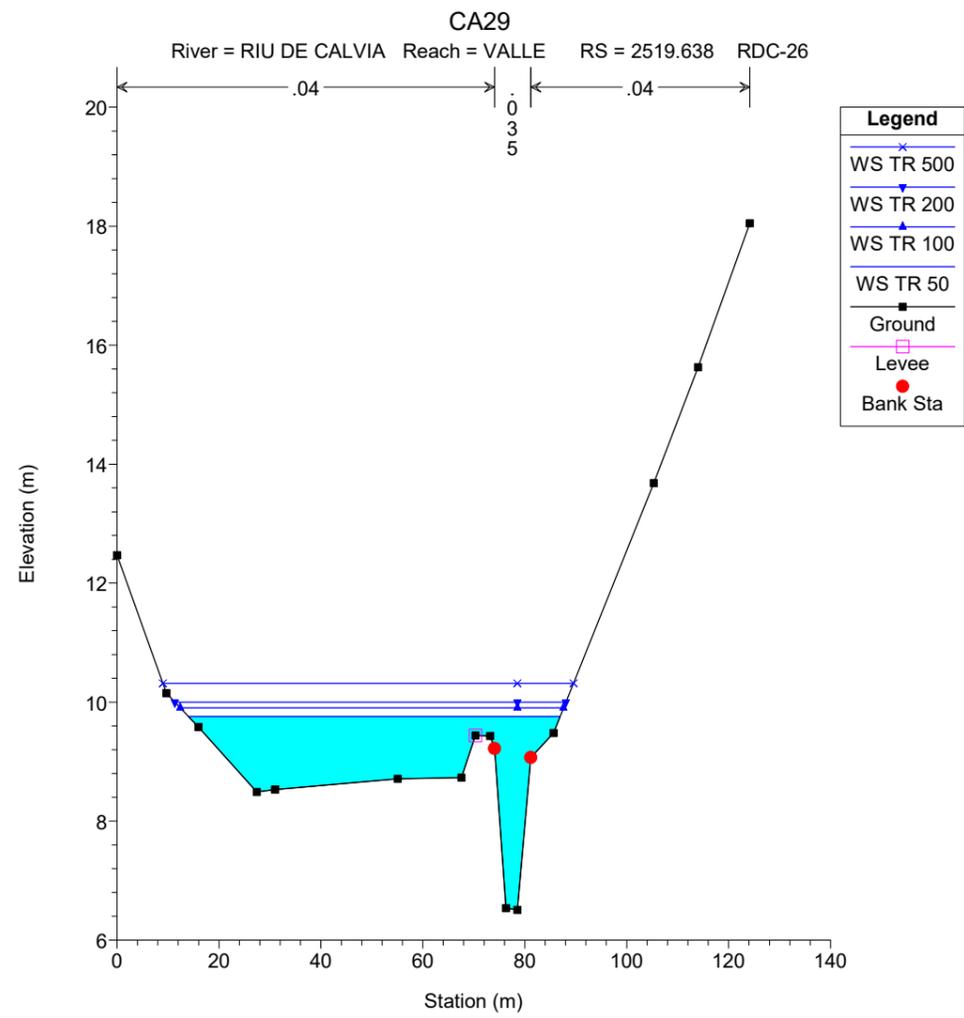
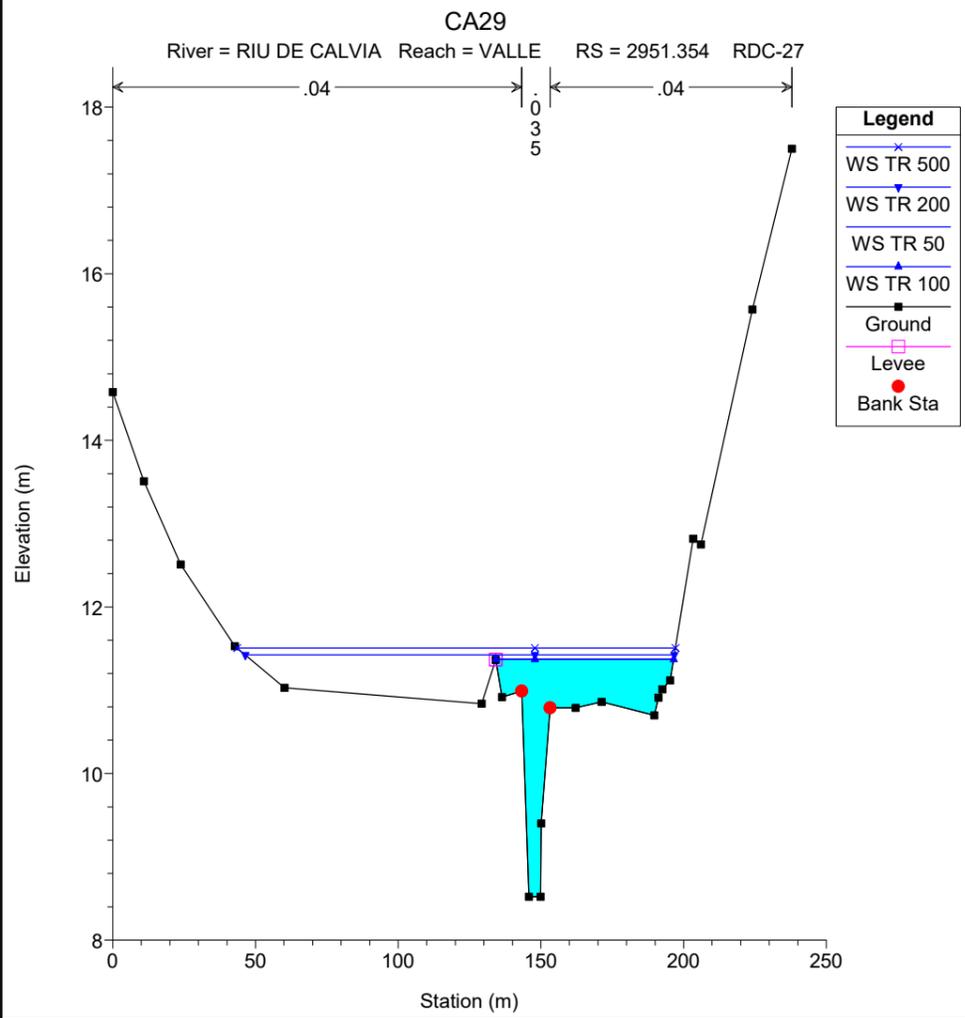
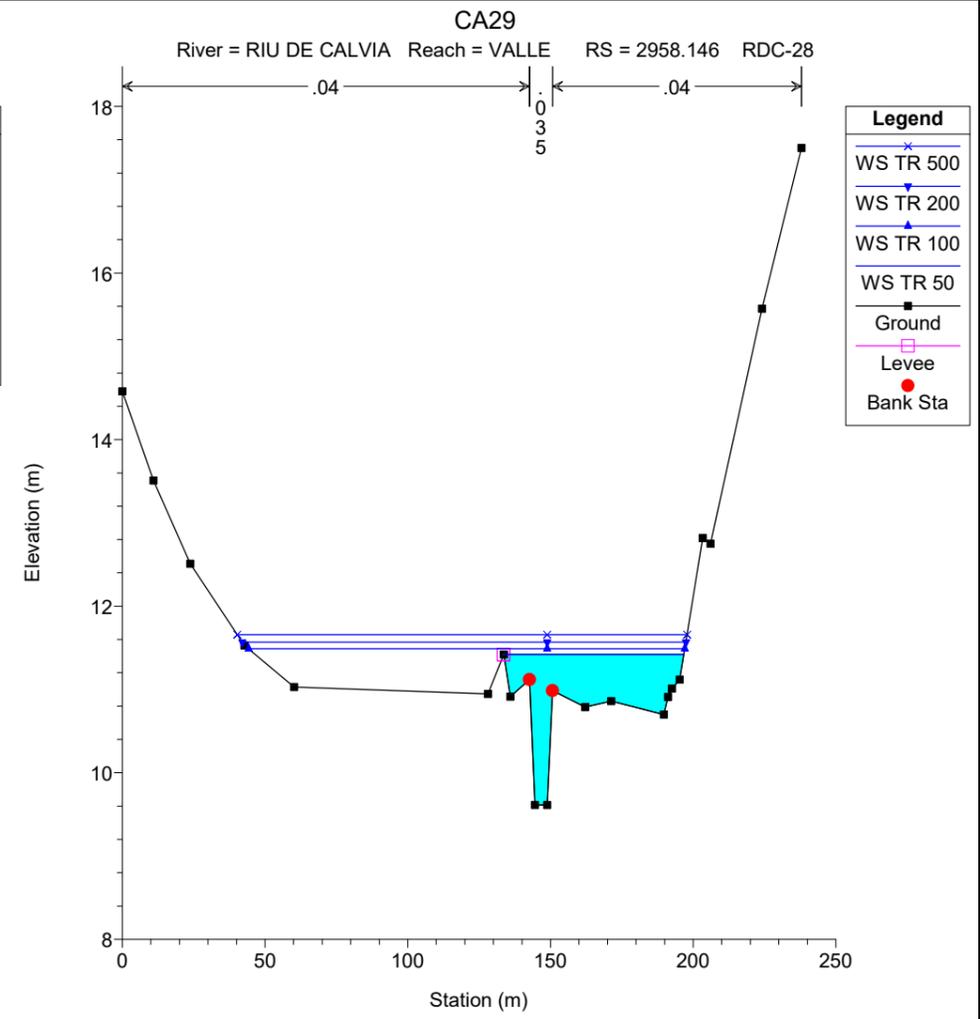
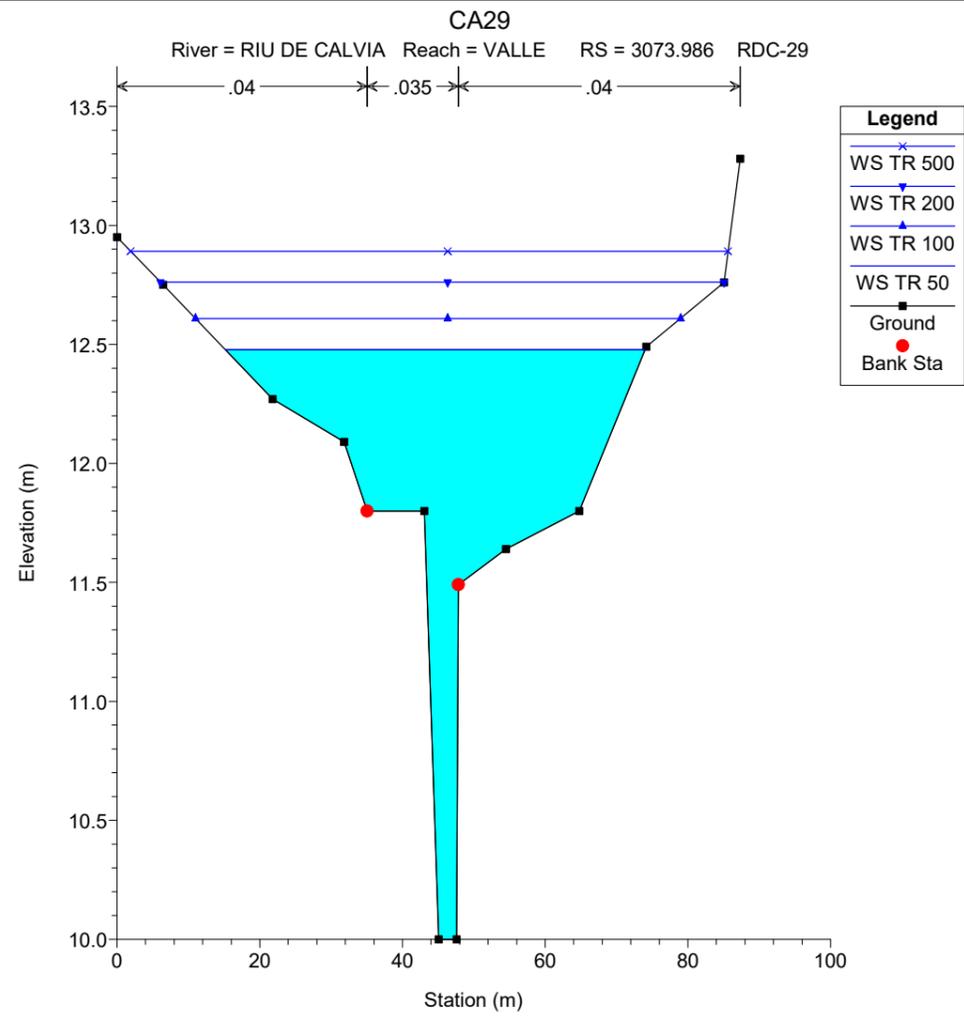
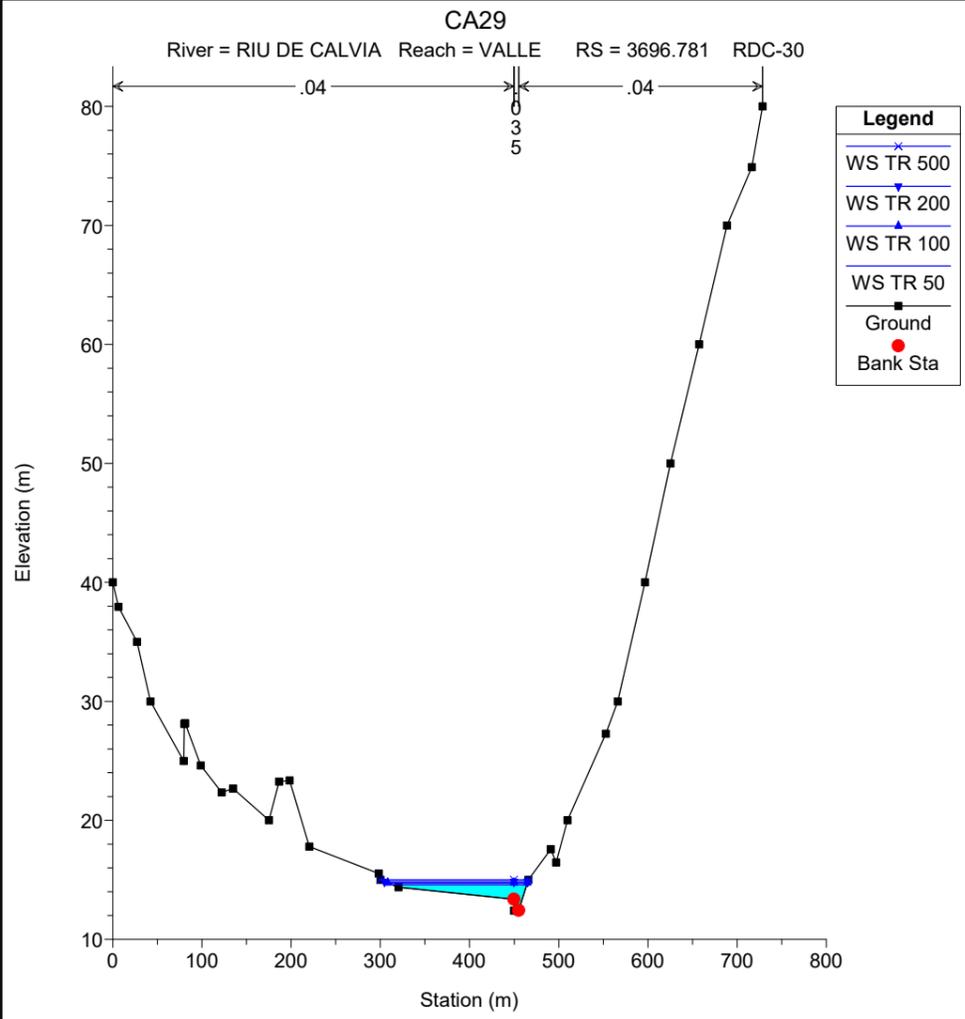


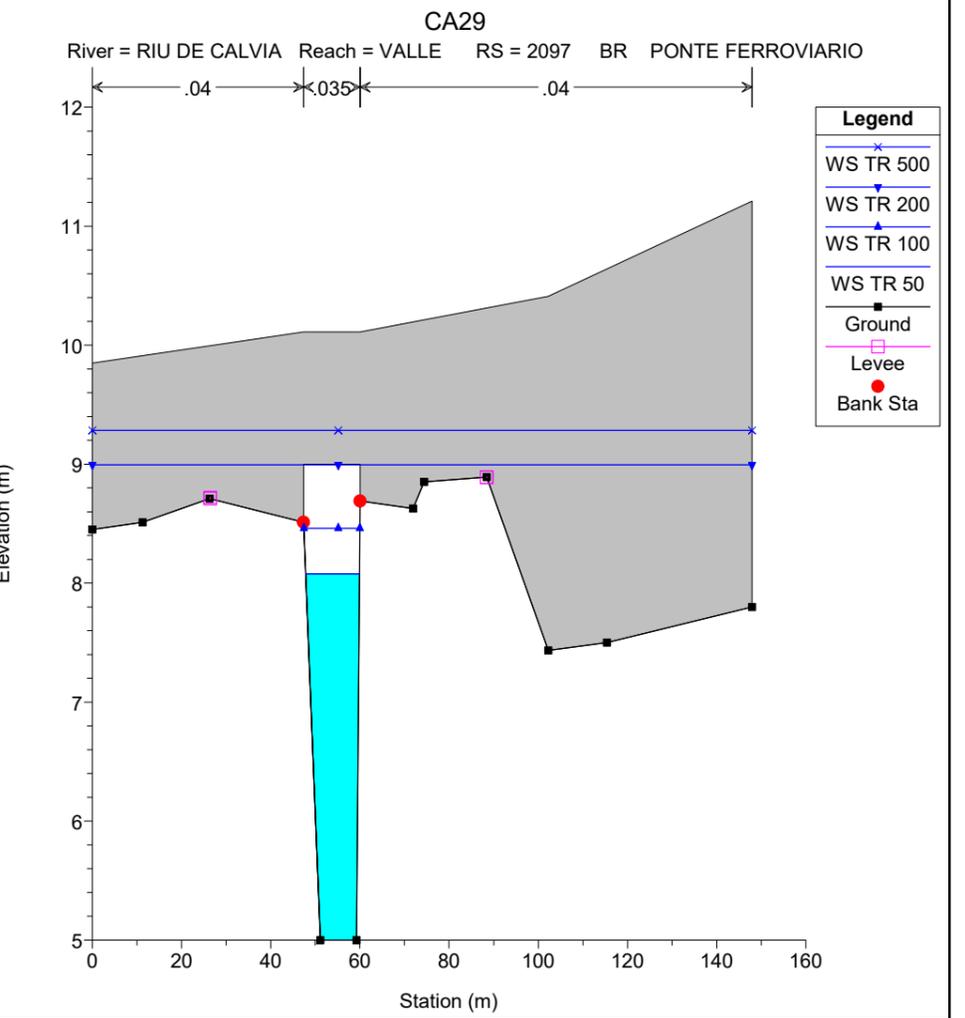
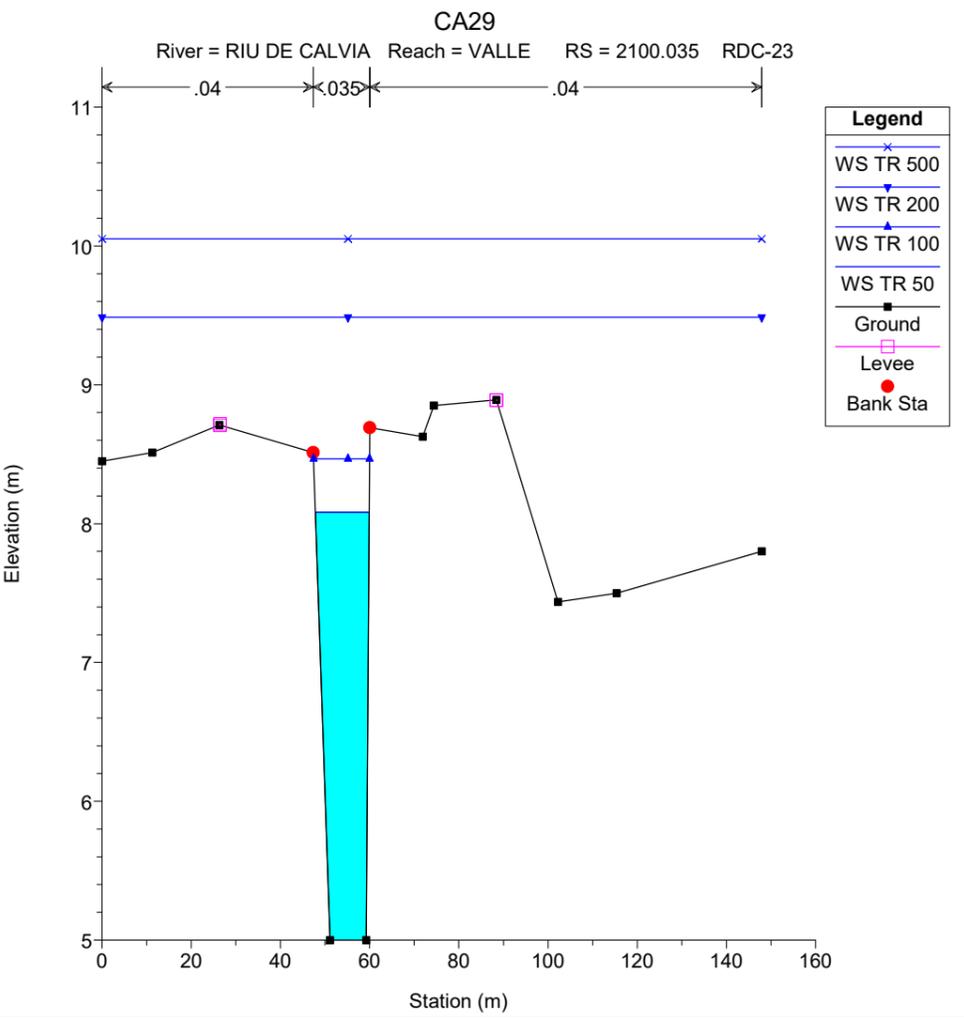
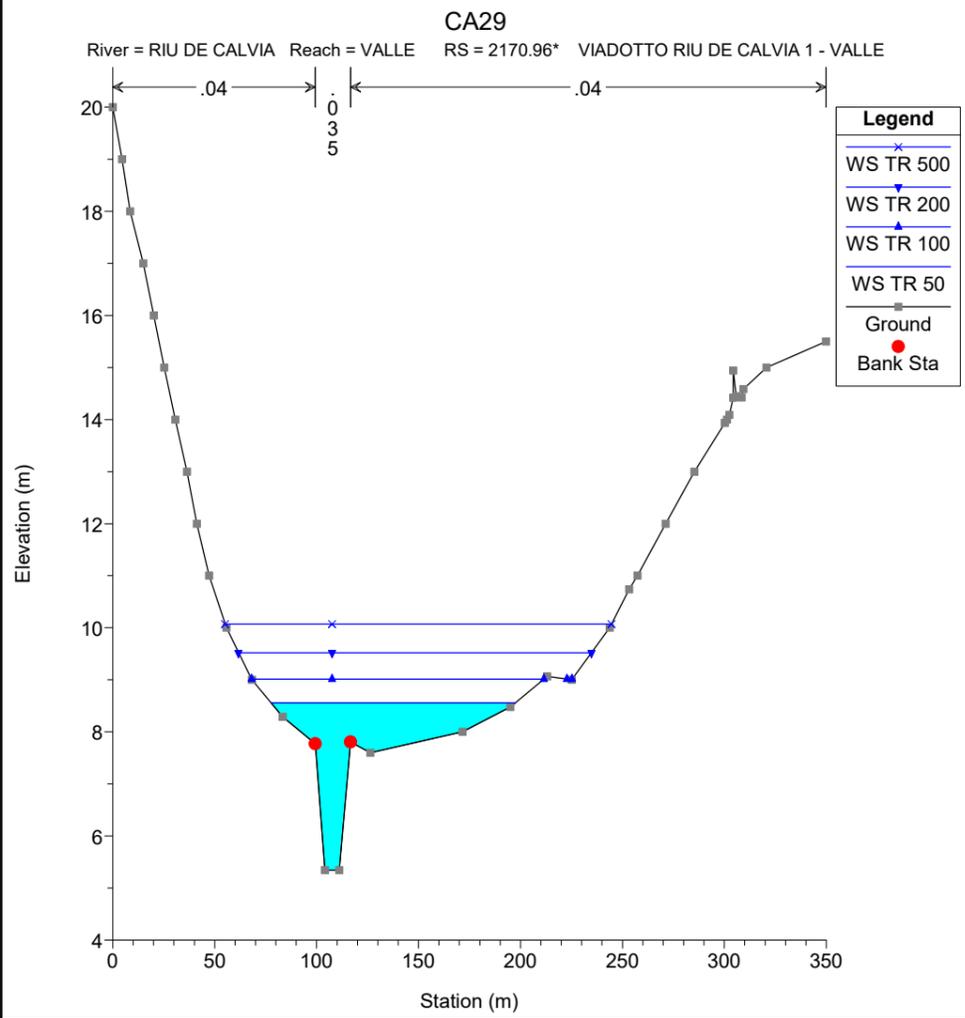
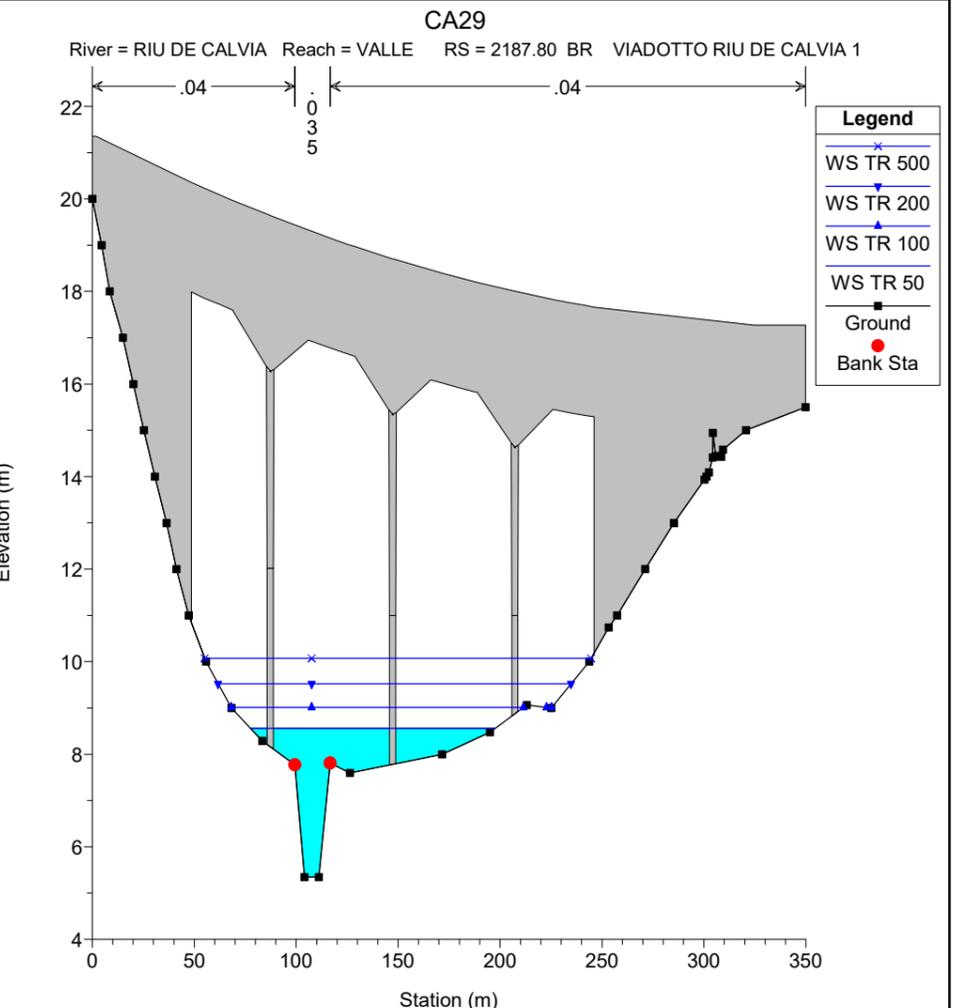
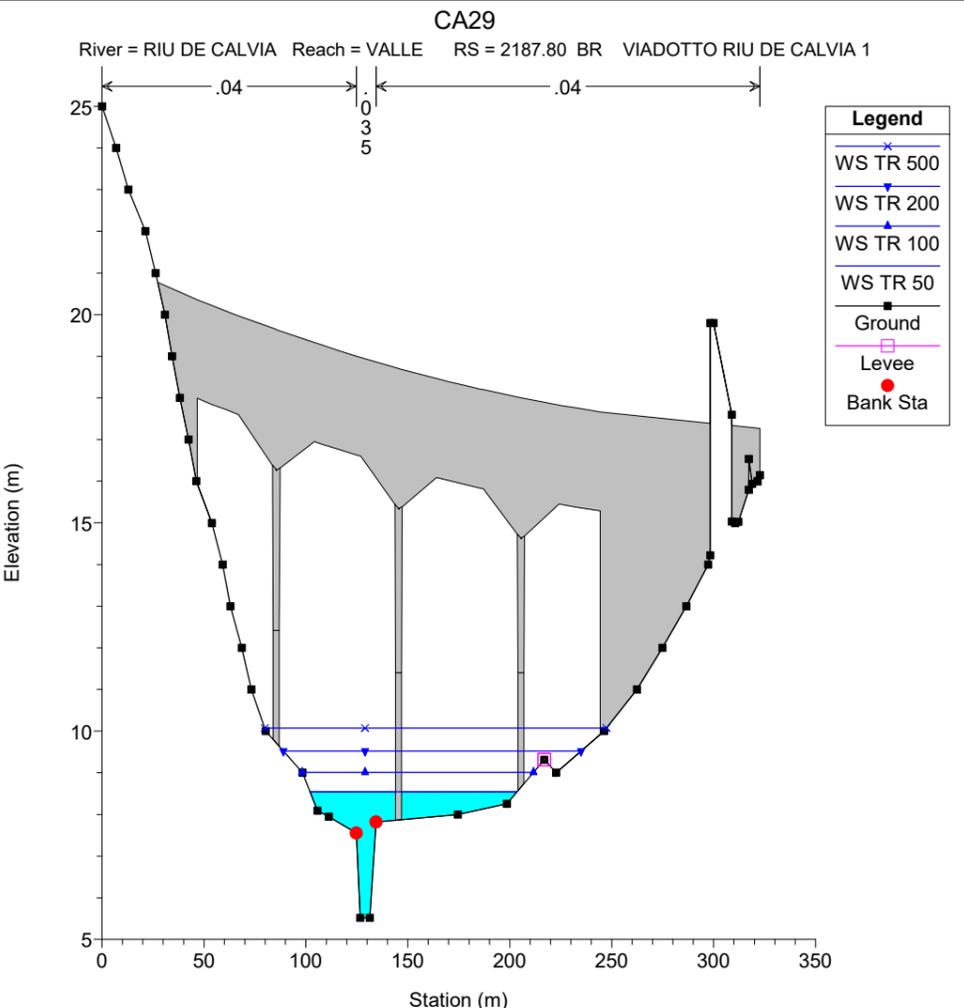
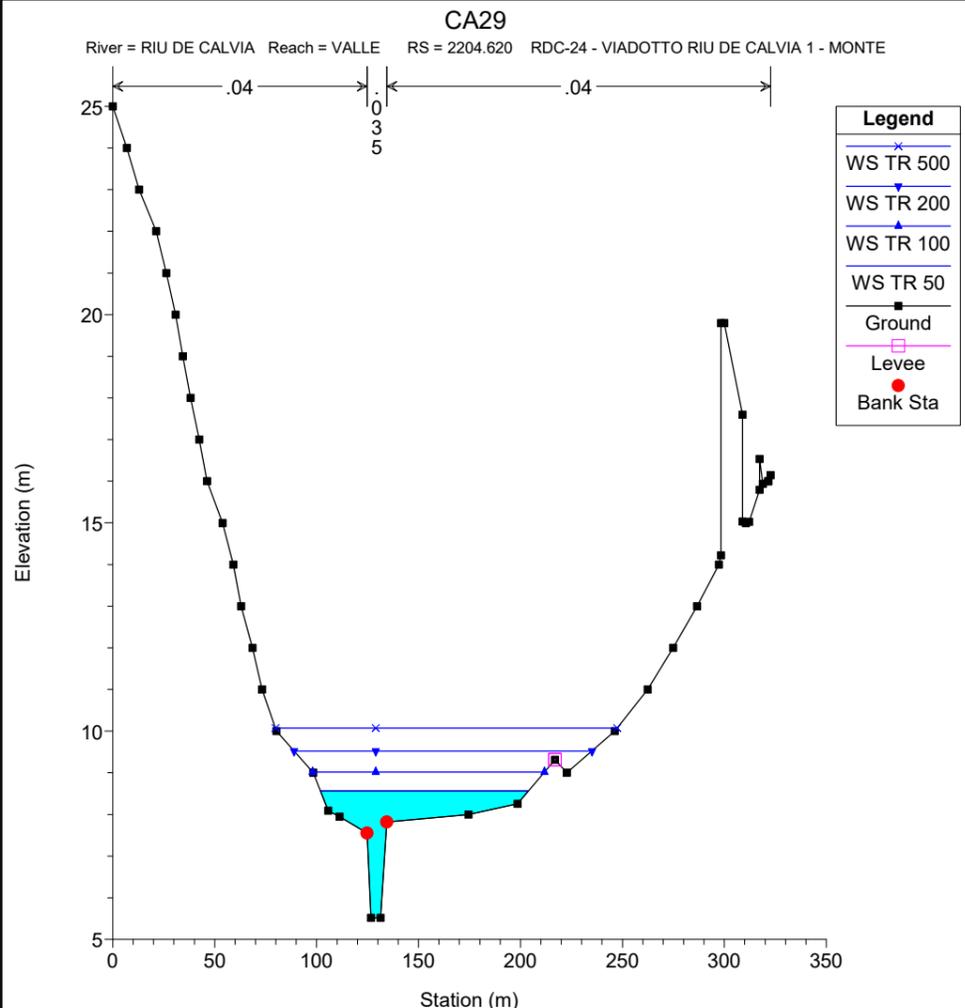
Legend

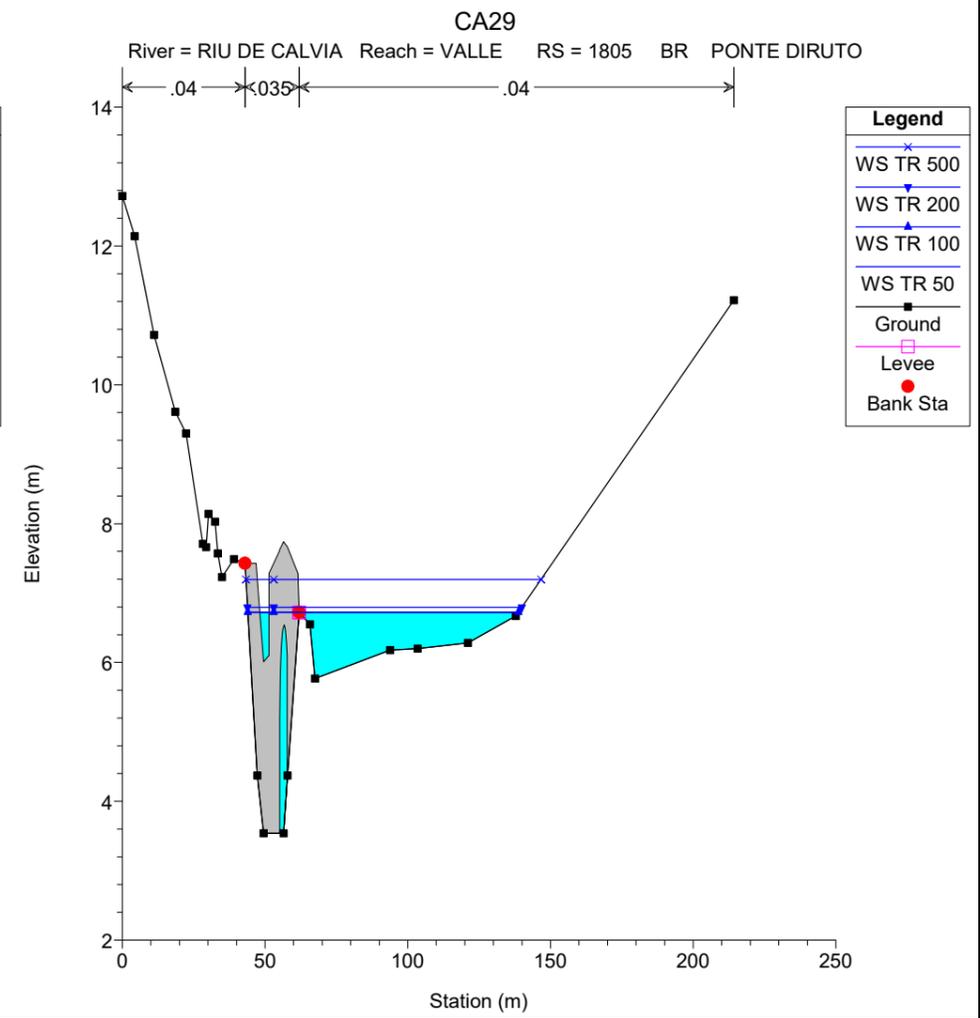
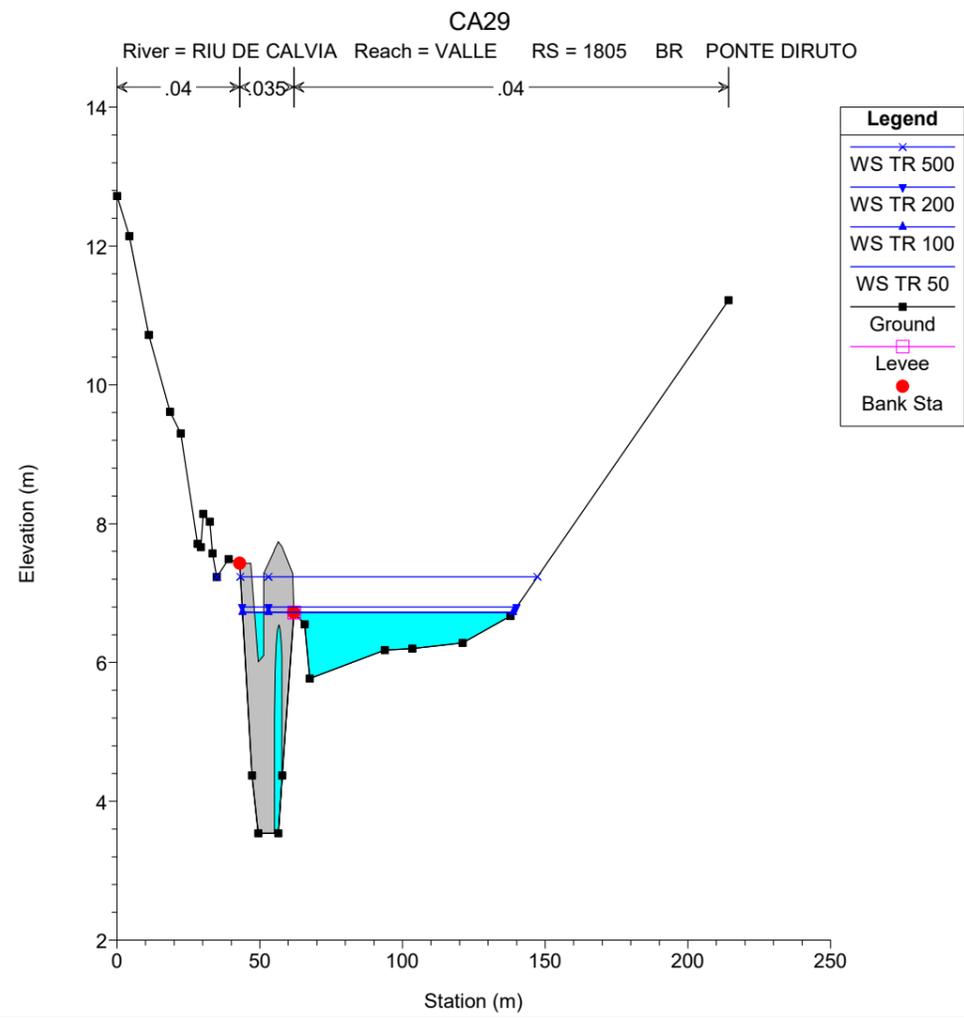
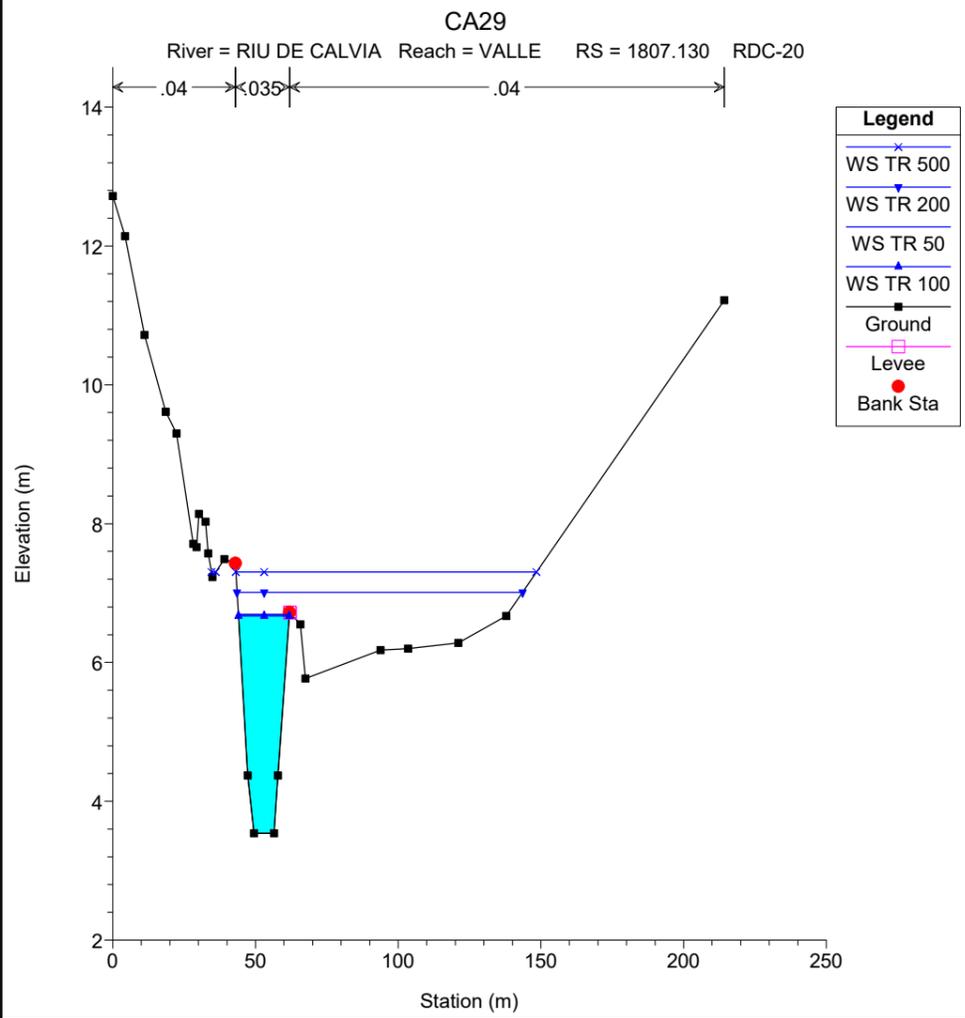
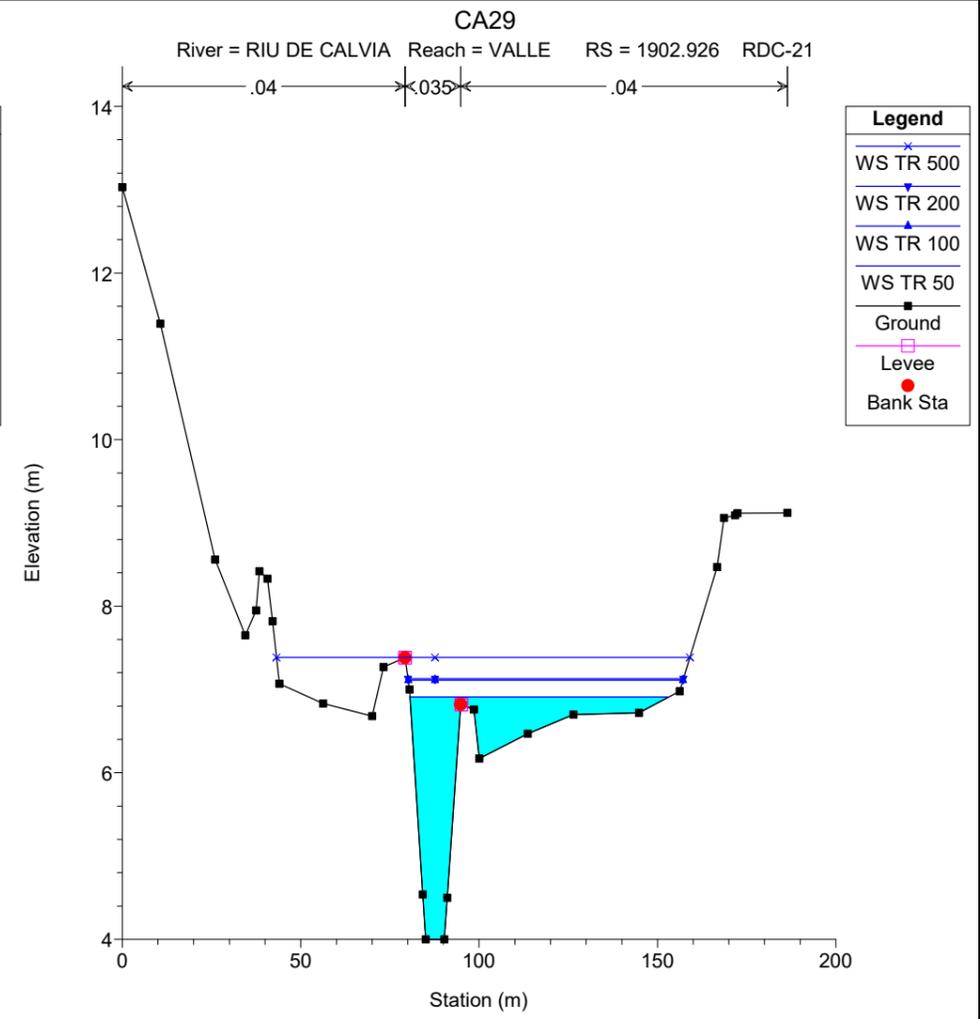
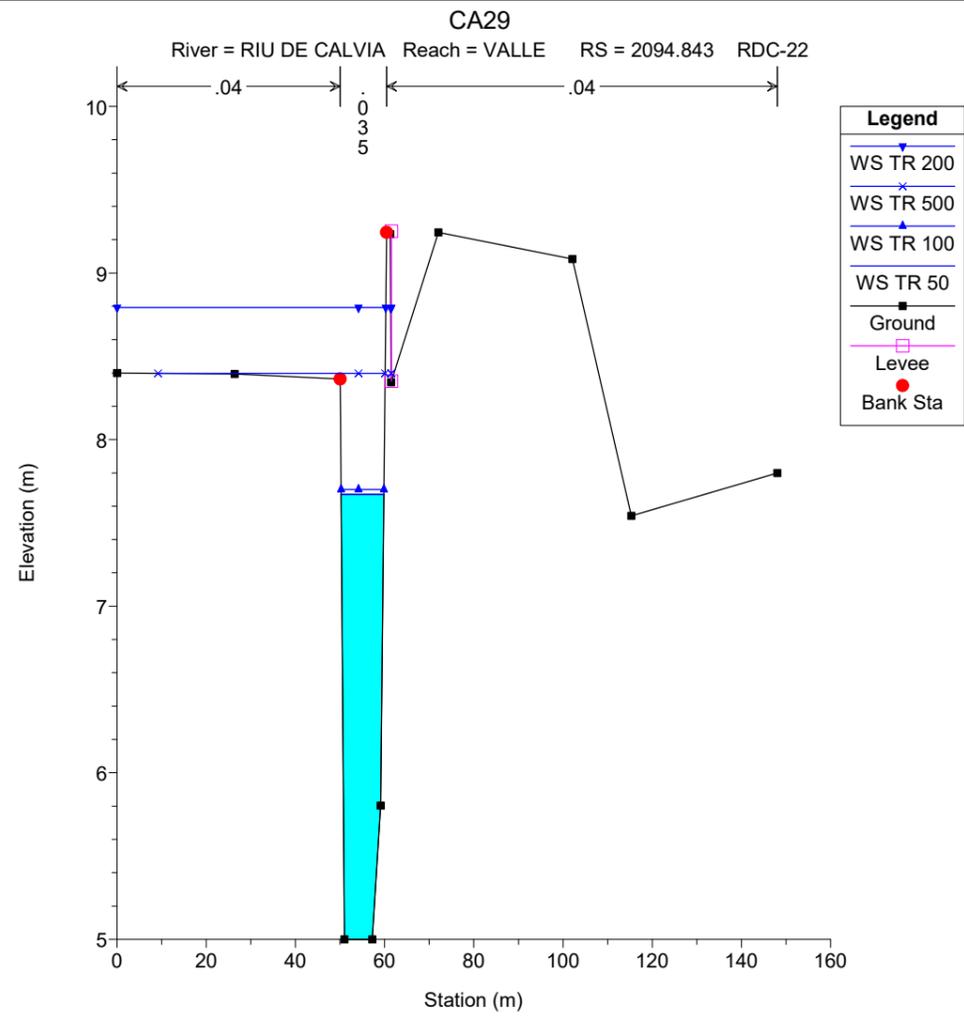
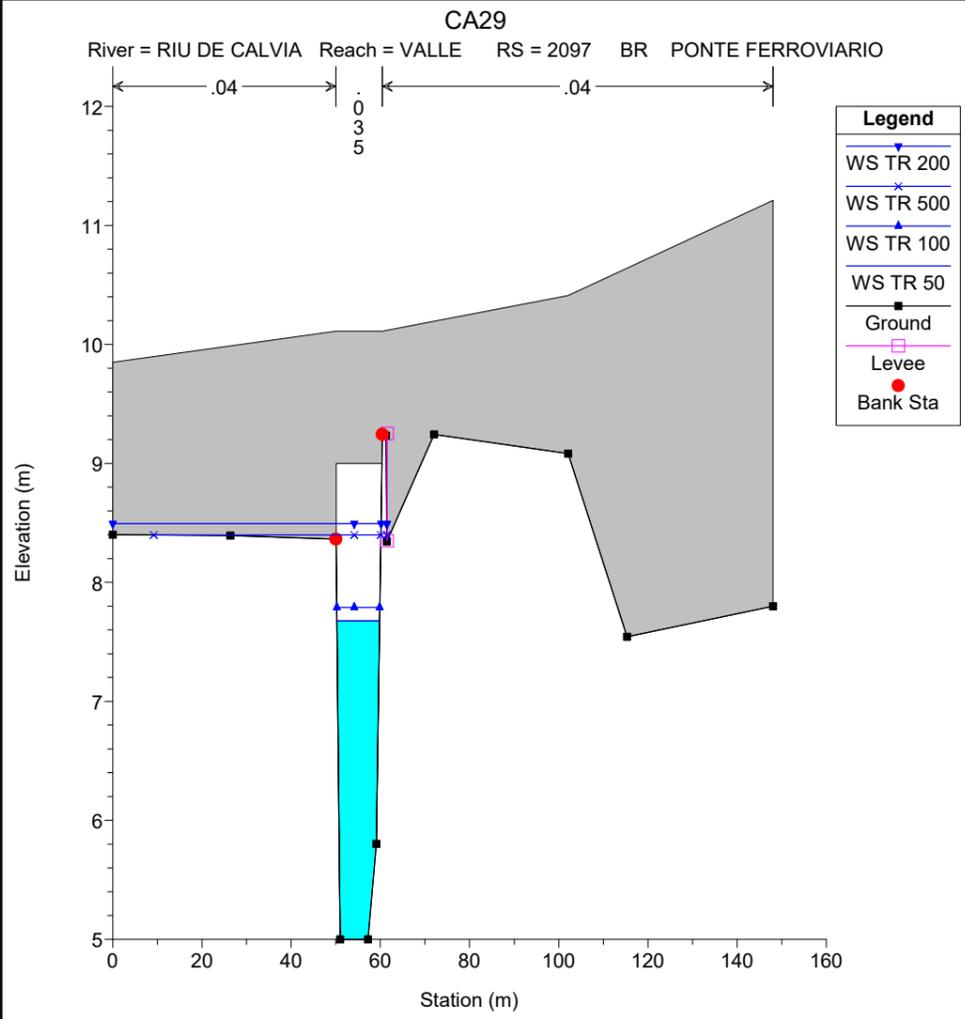
- WS TR 500
- WS TR 200
- WS TR 100
- WS TR 50
- Ground

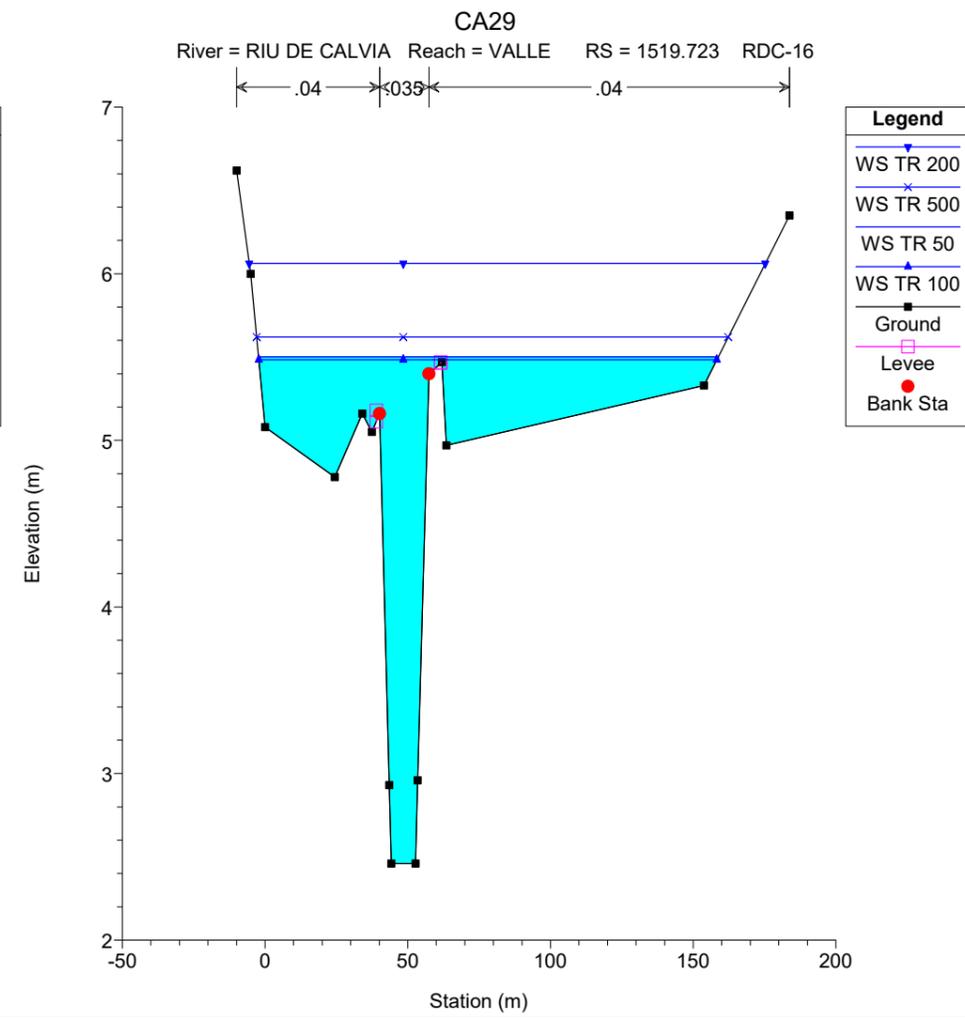
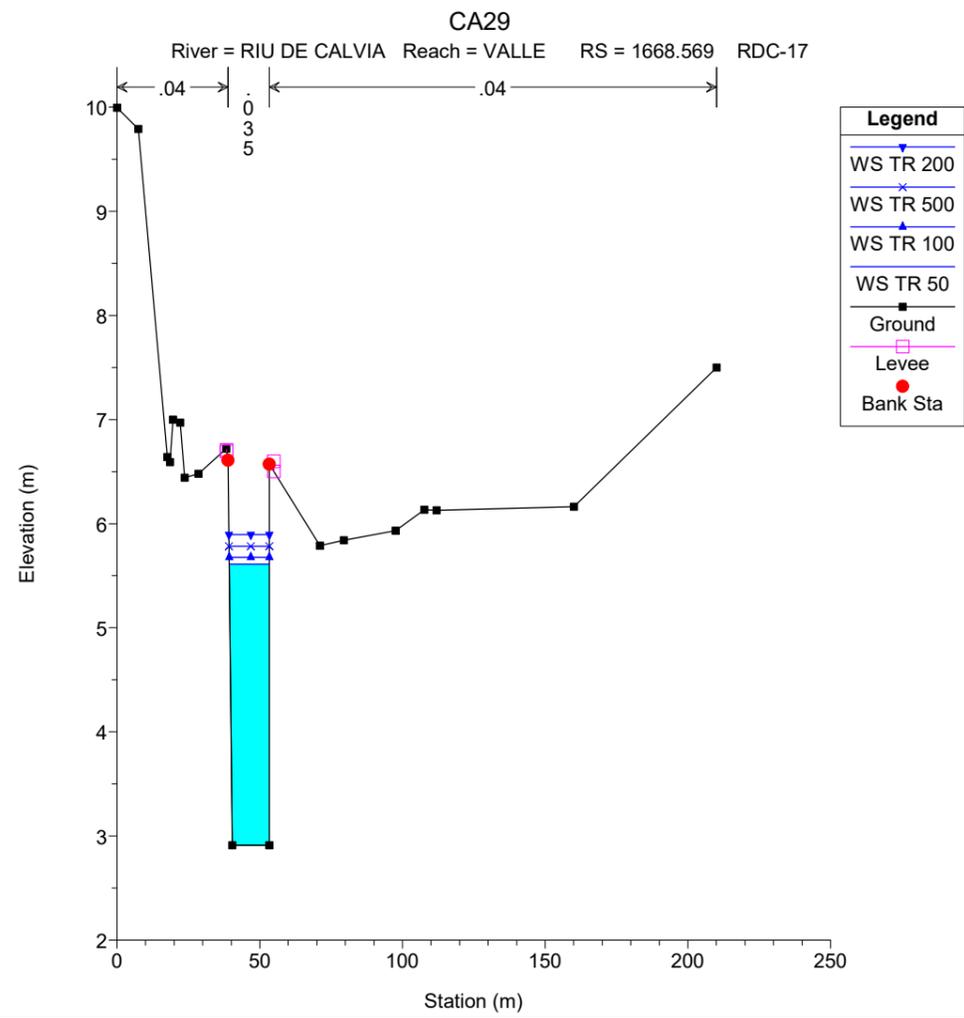
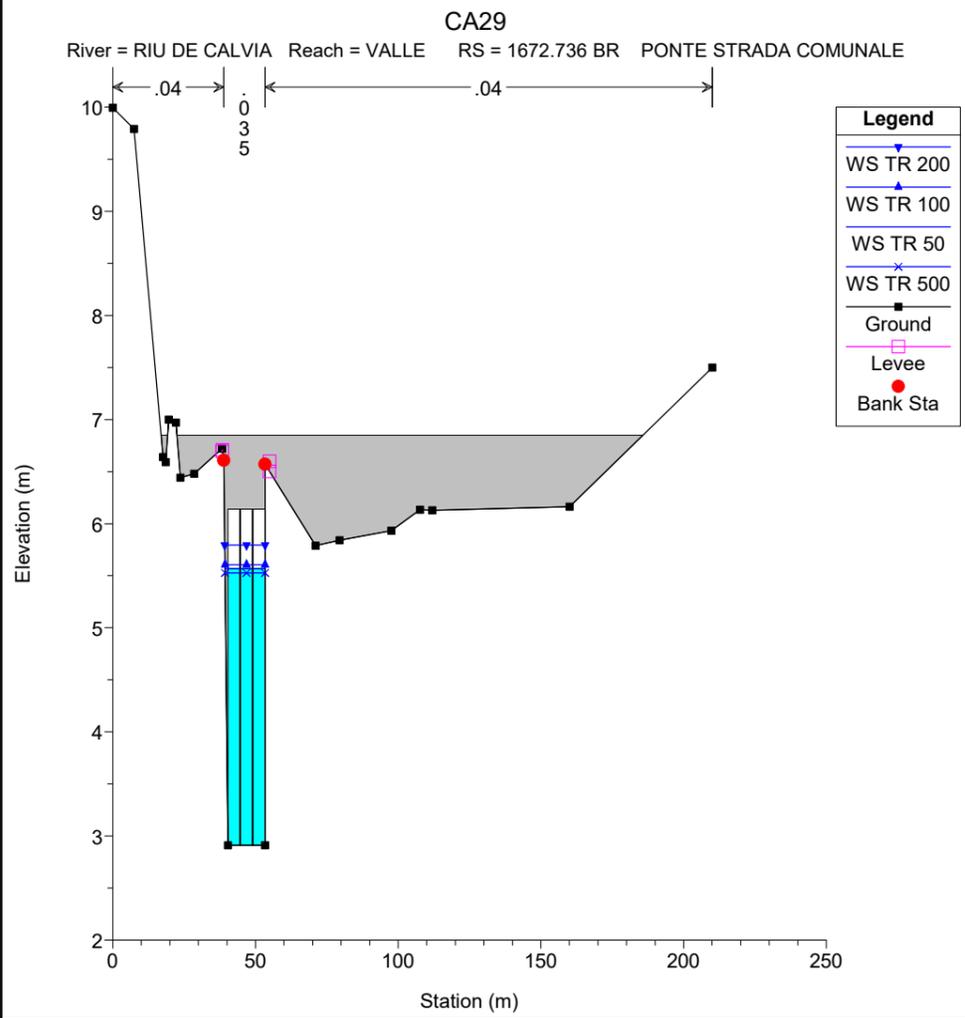
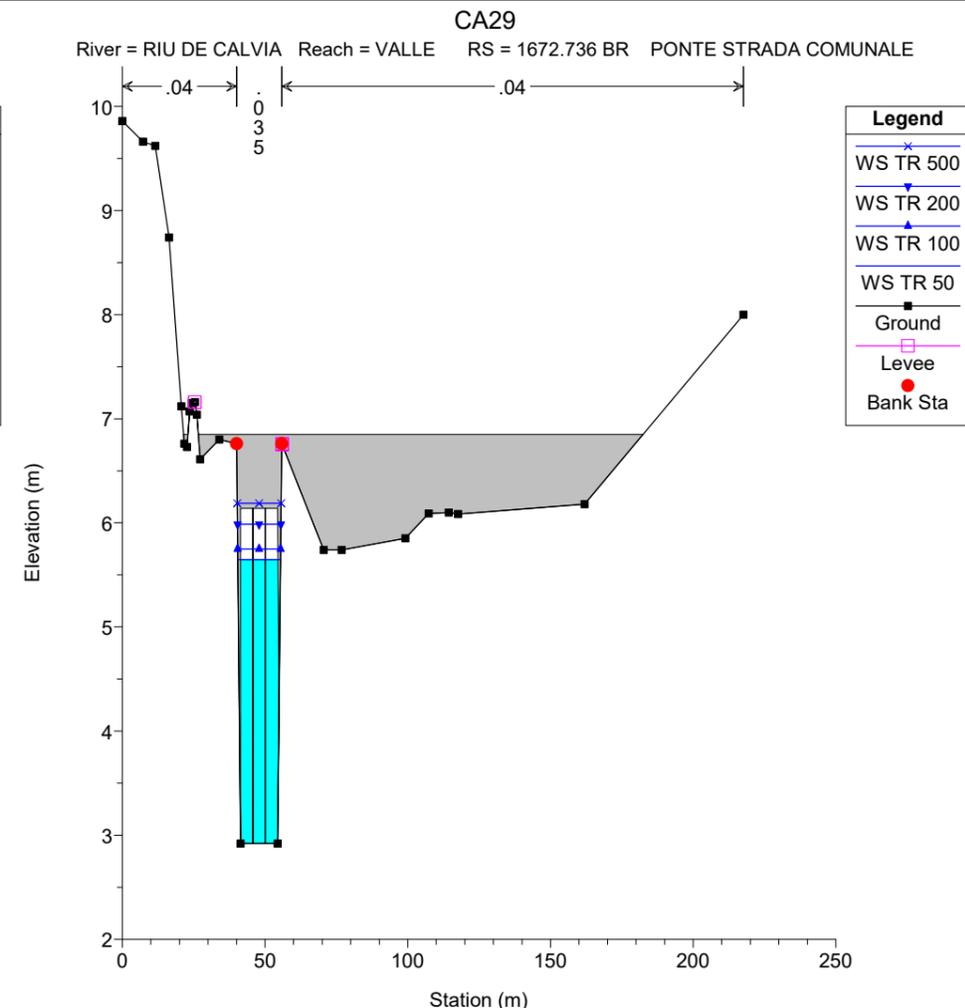
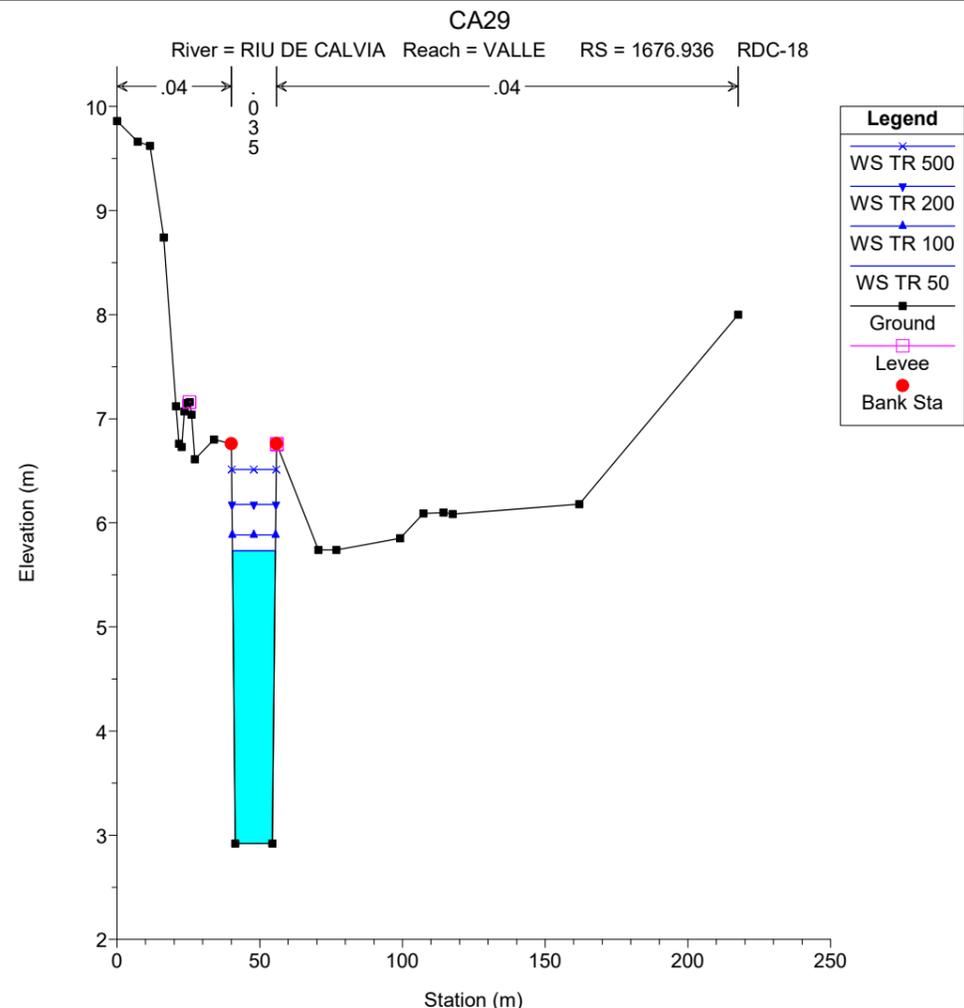
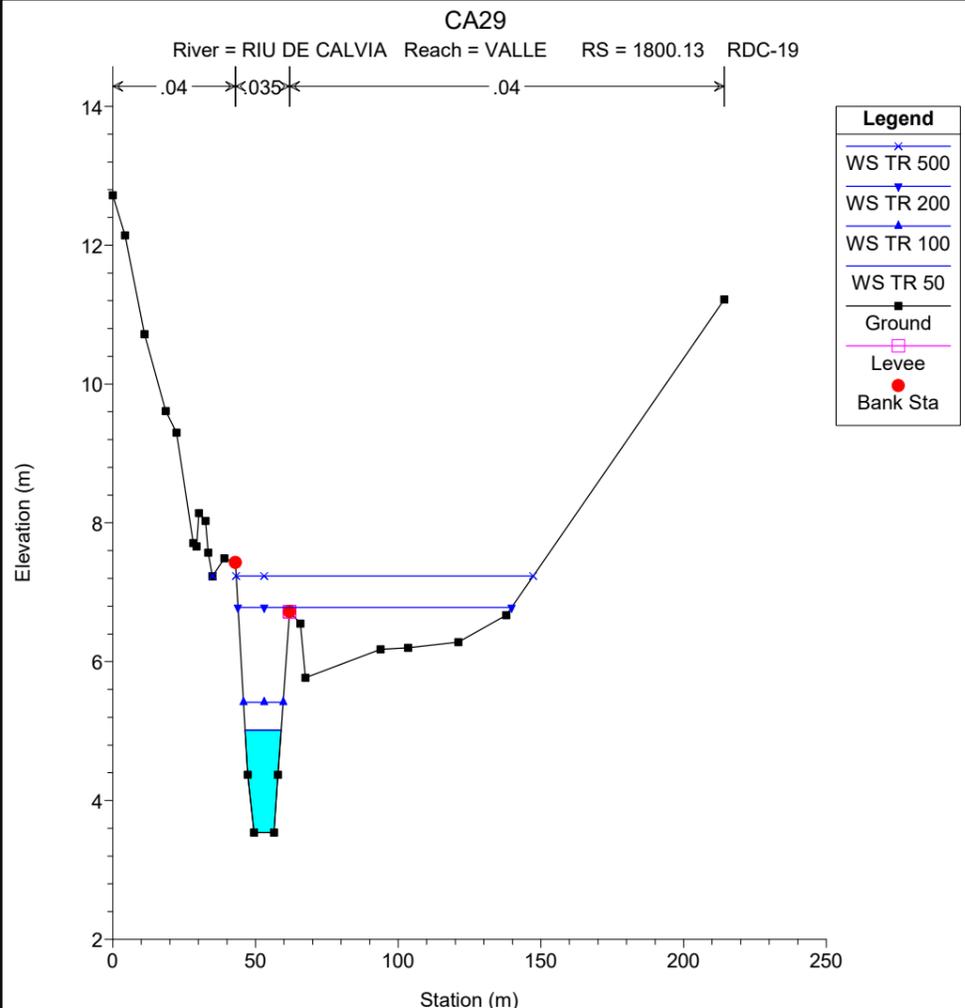


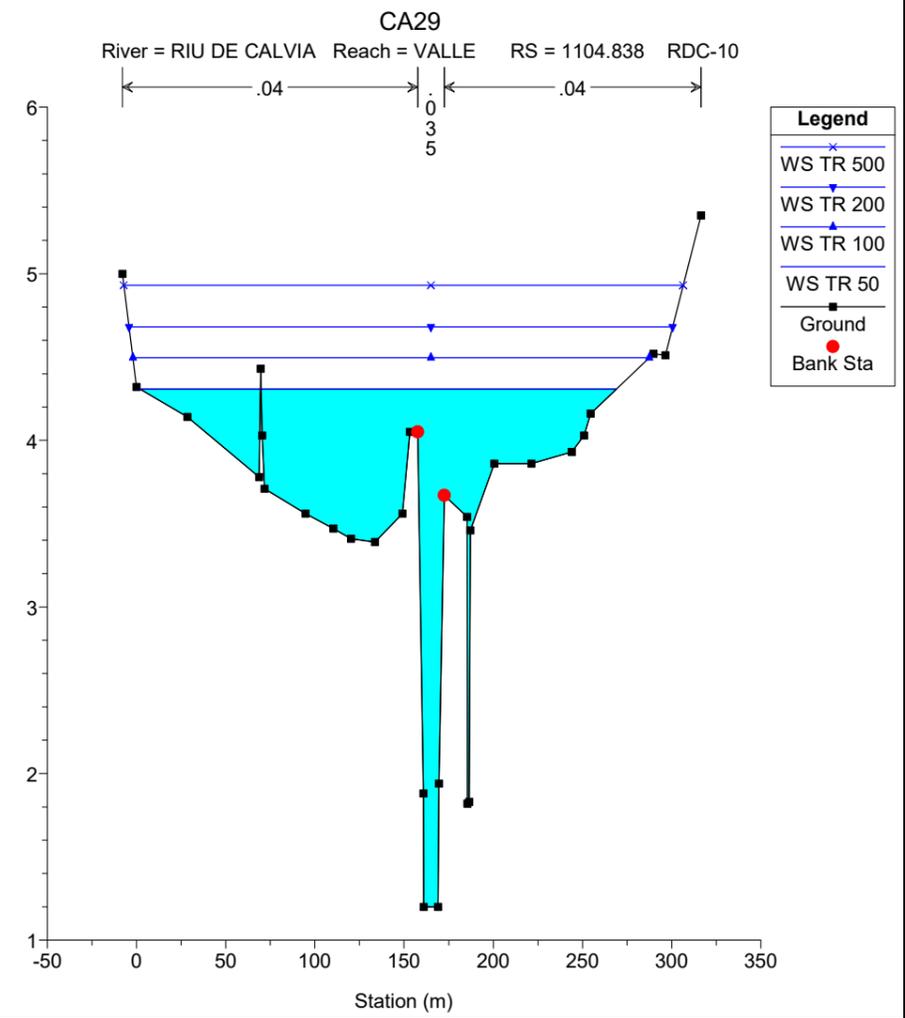
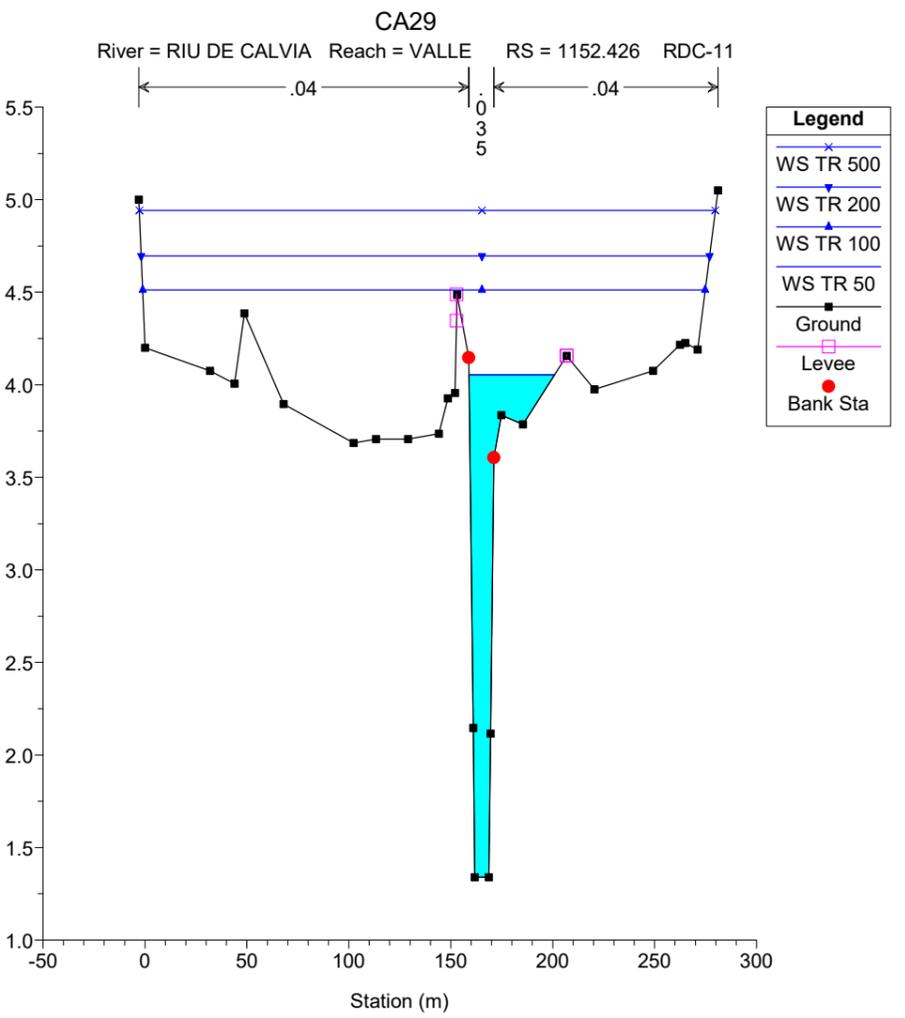
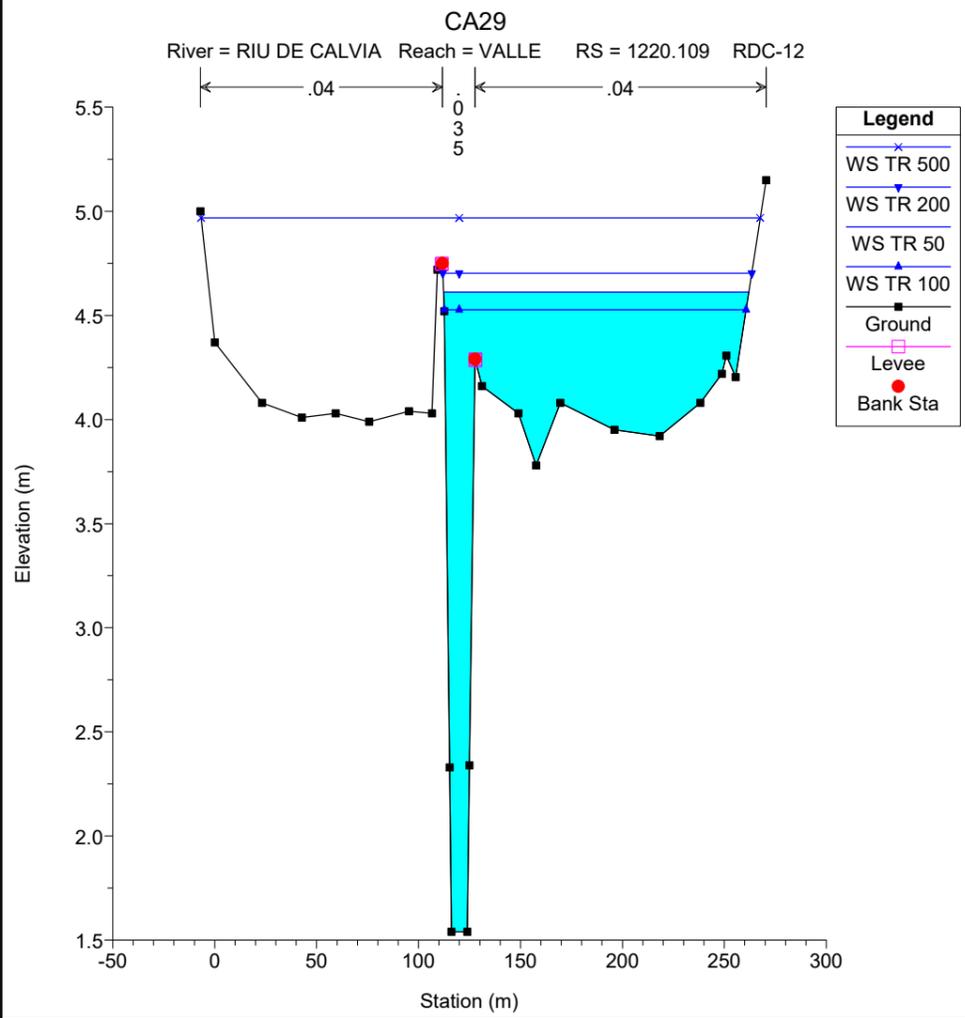
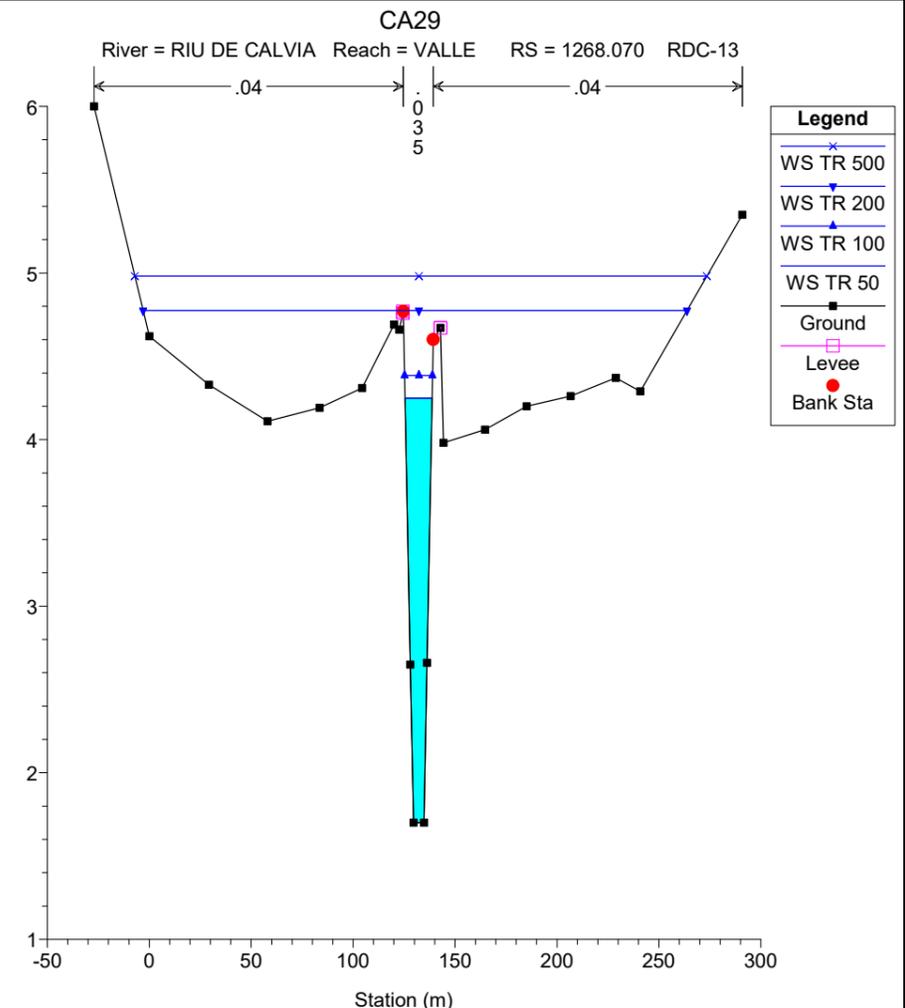
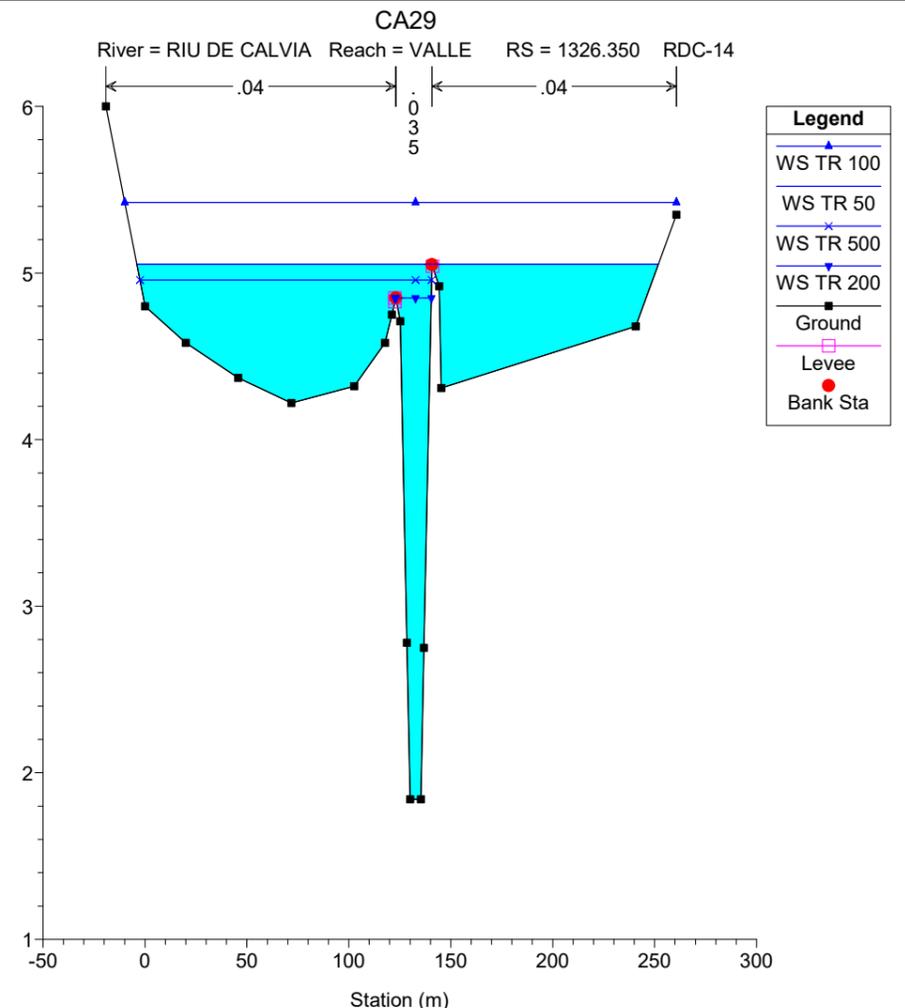
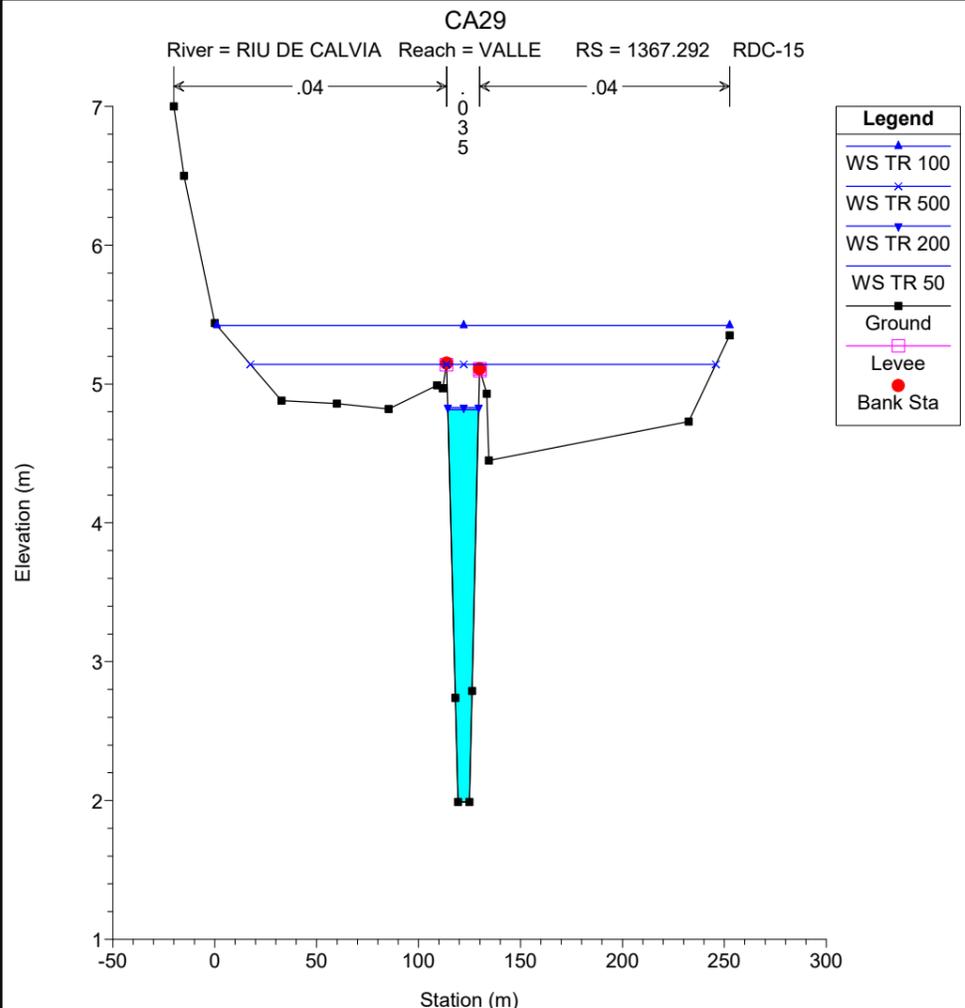


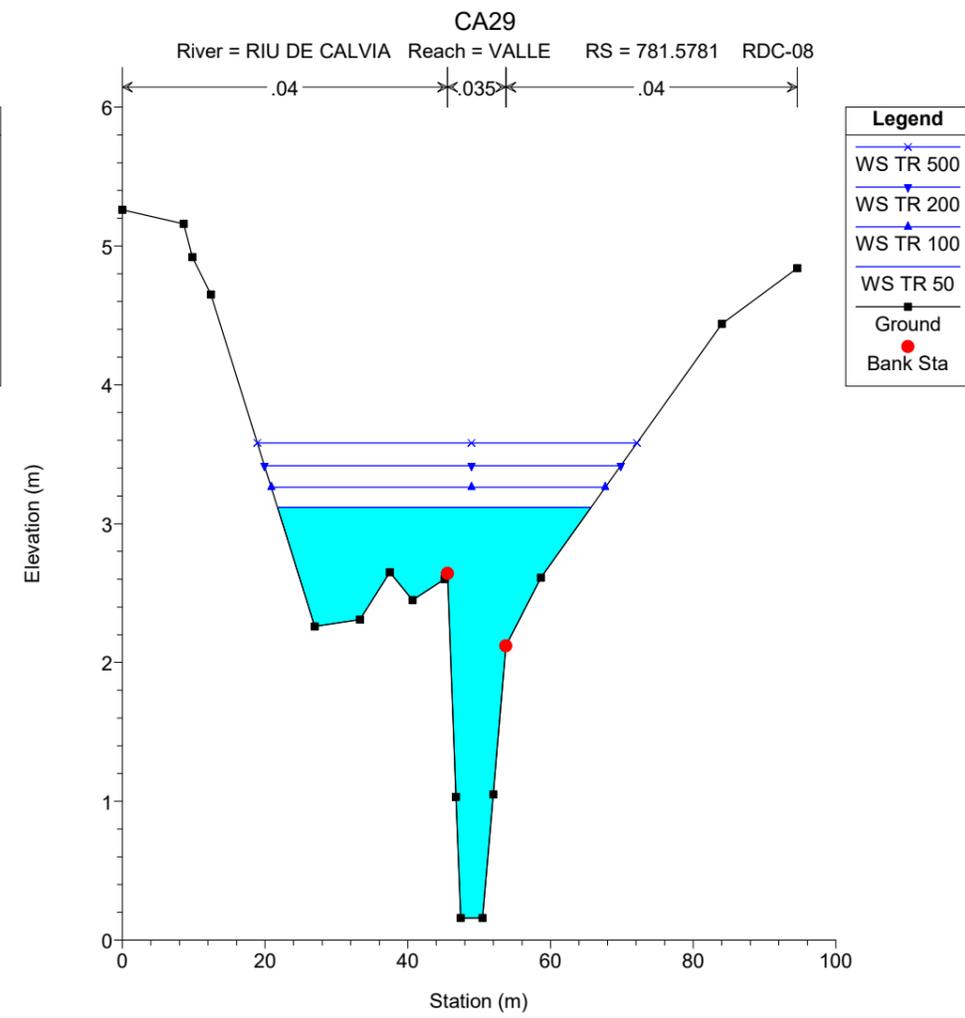
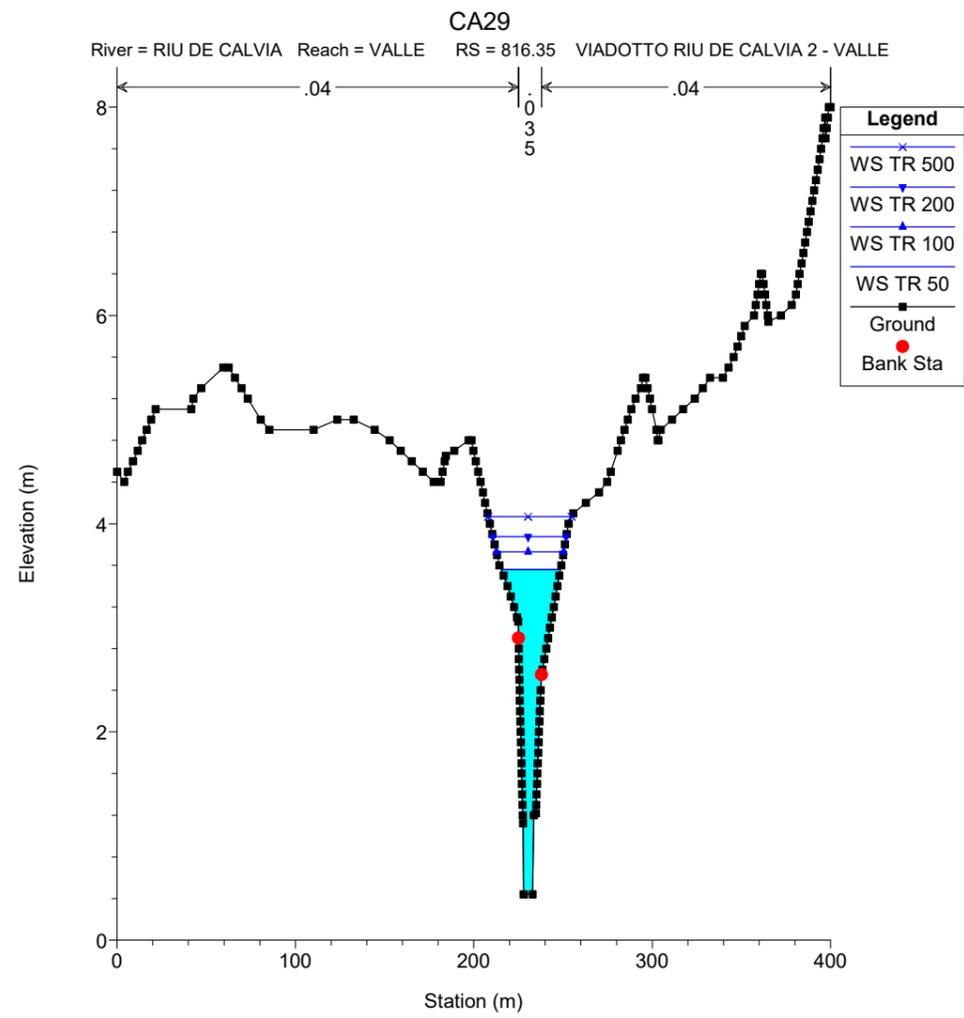
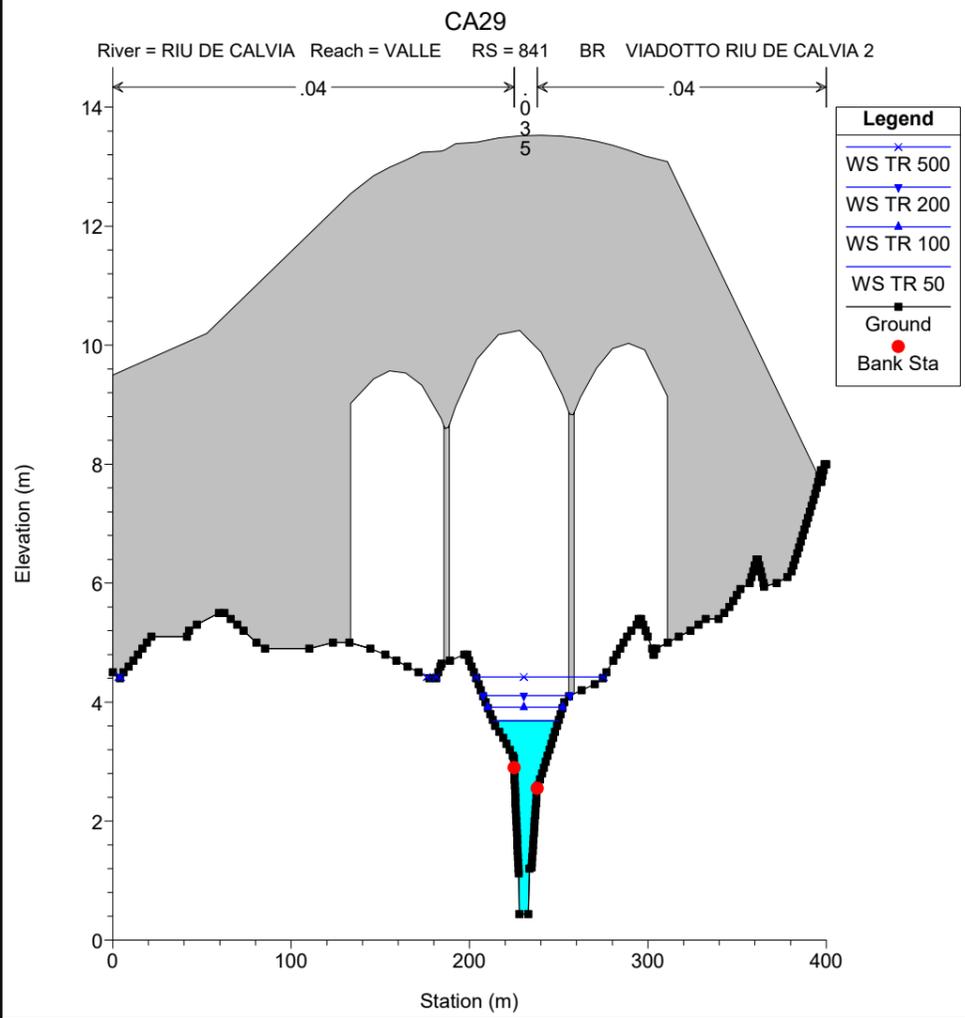
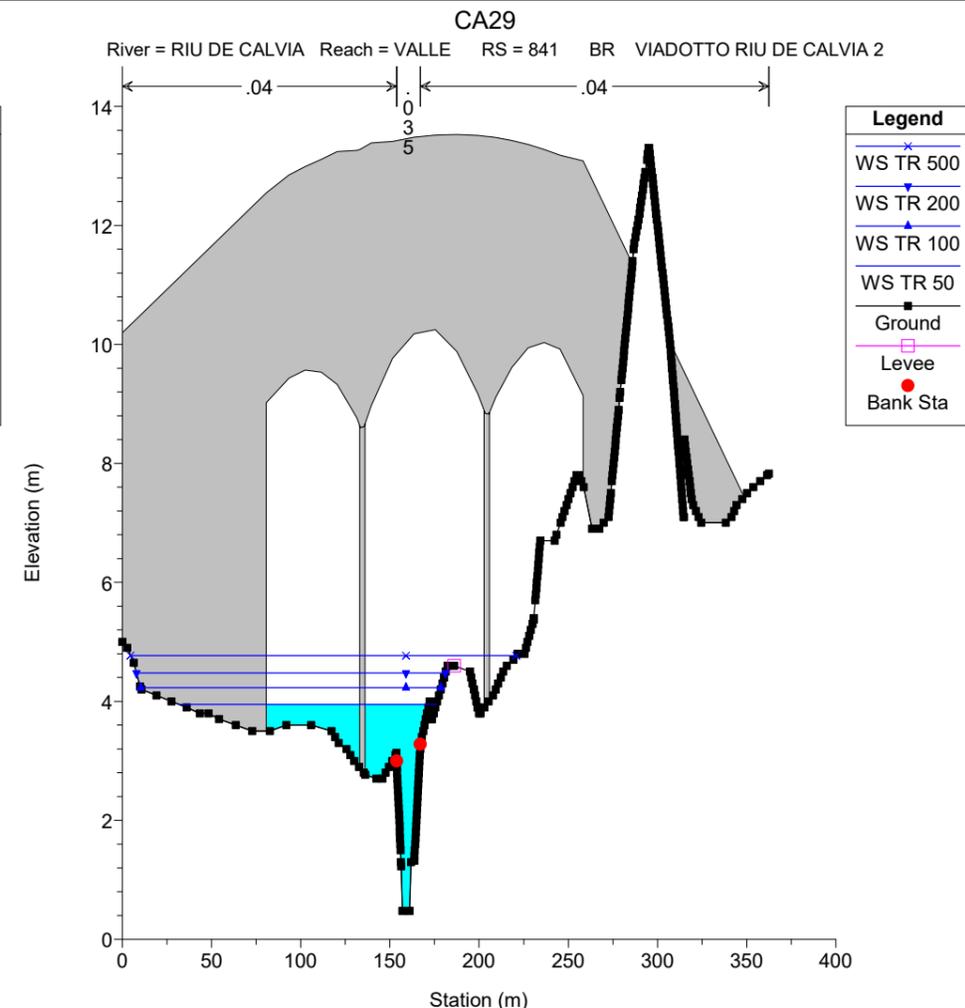
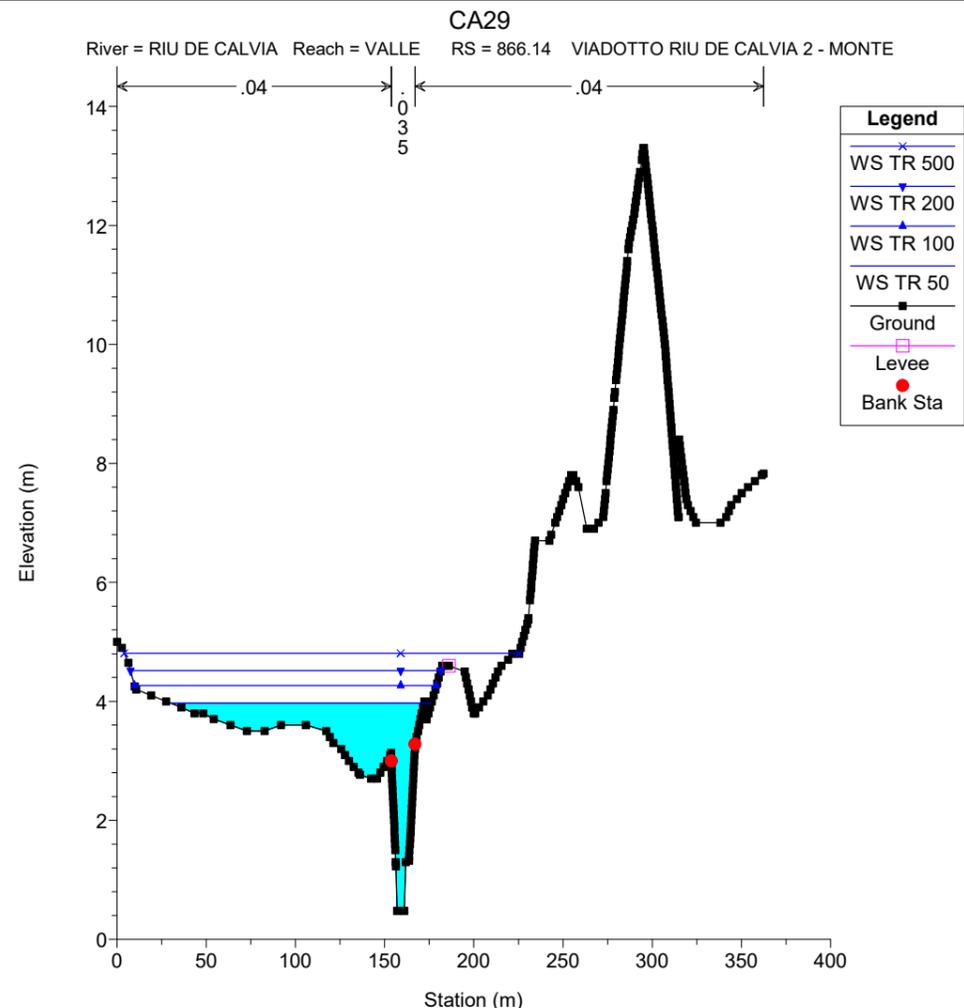
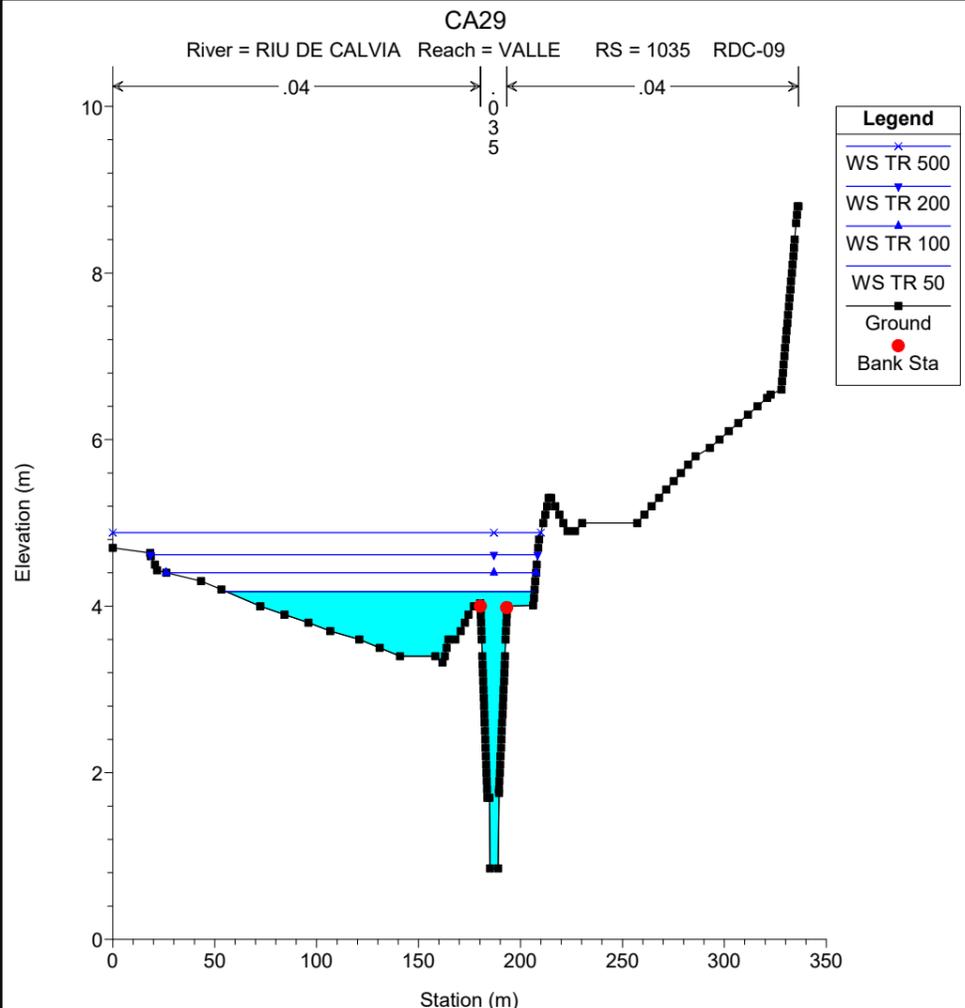


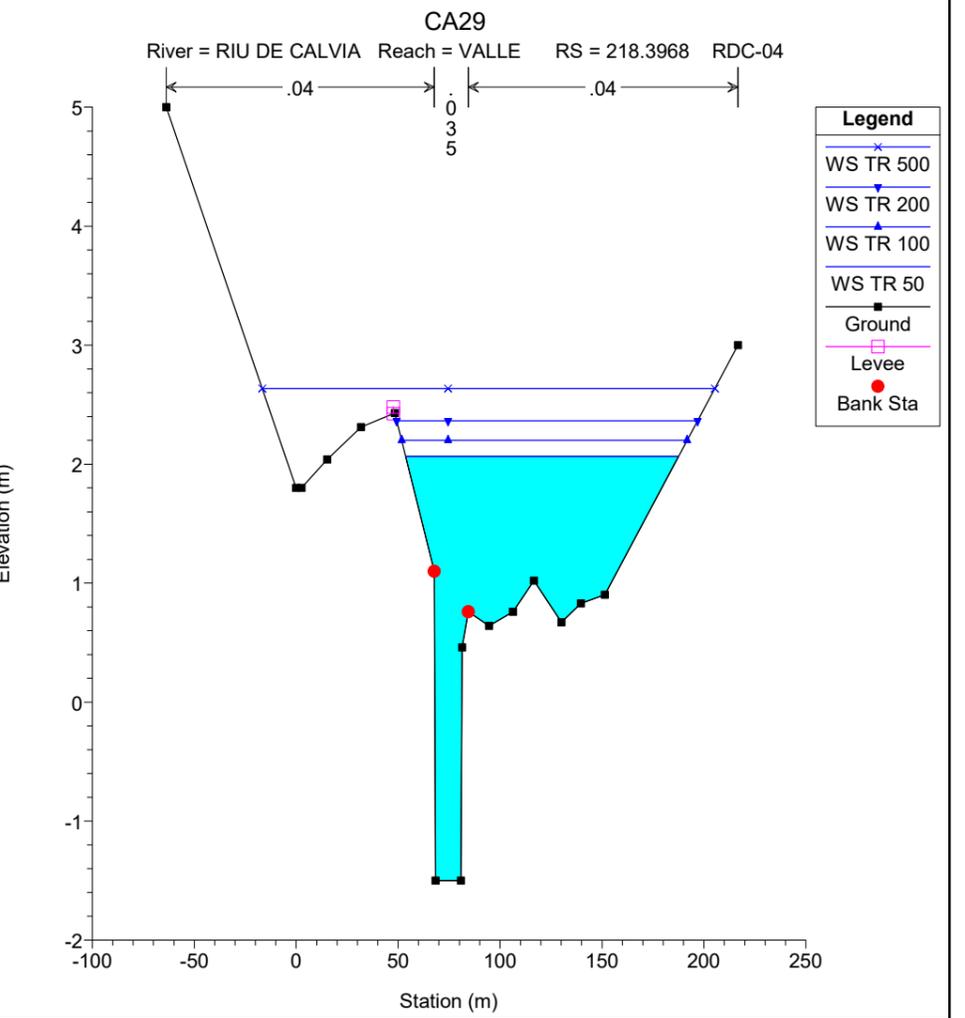
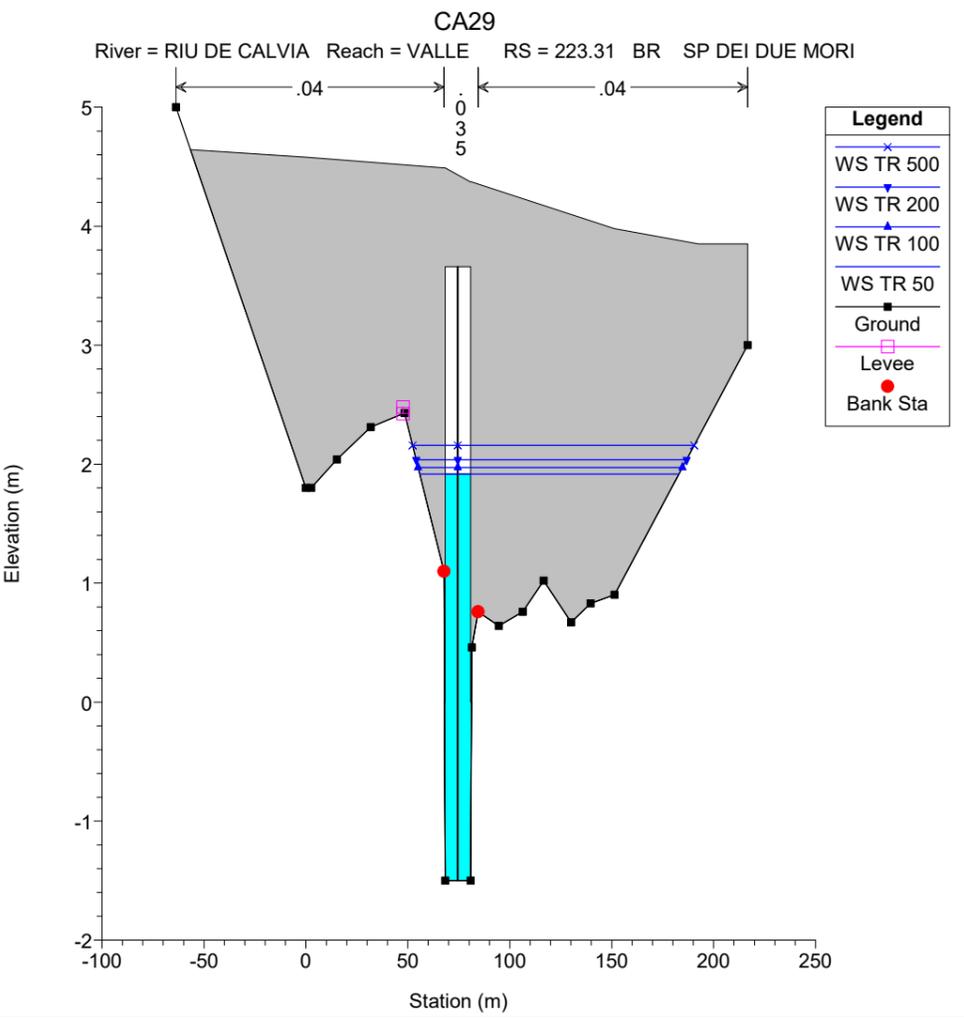
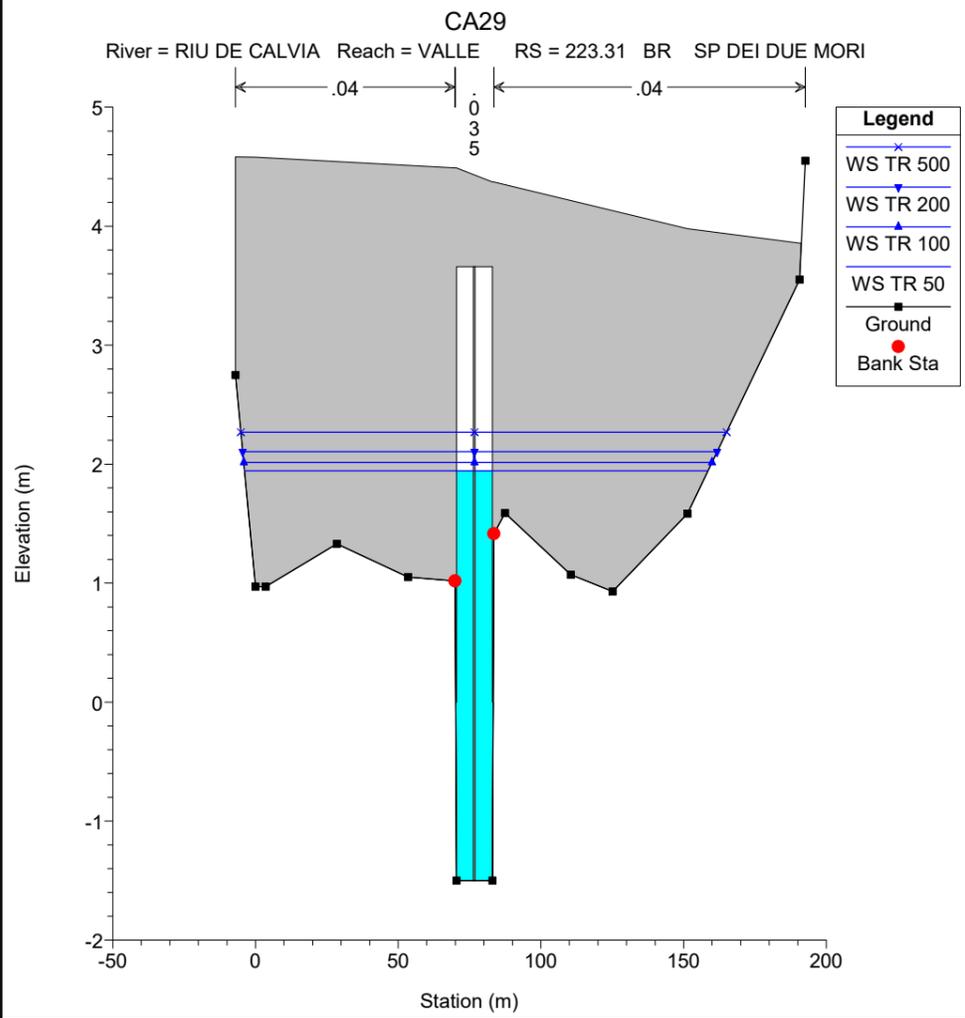
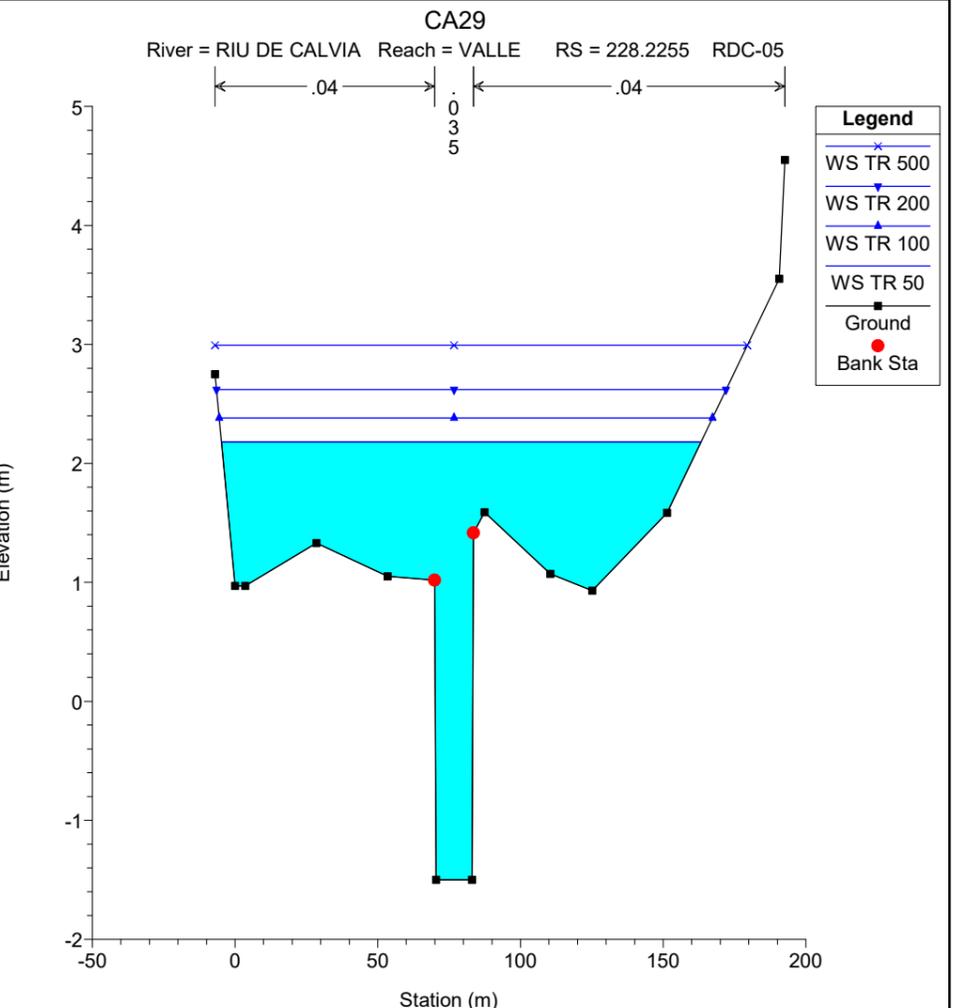
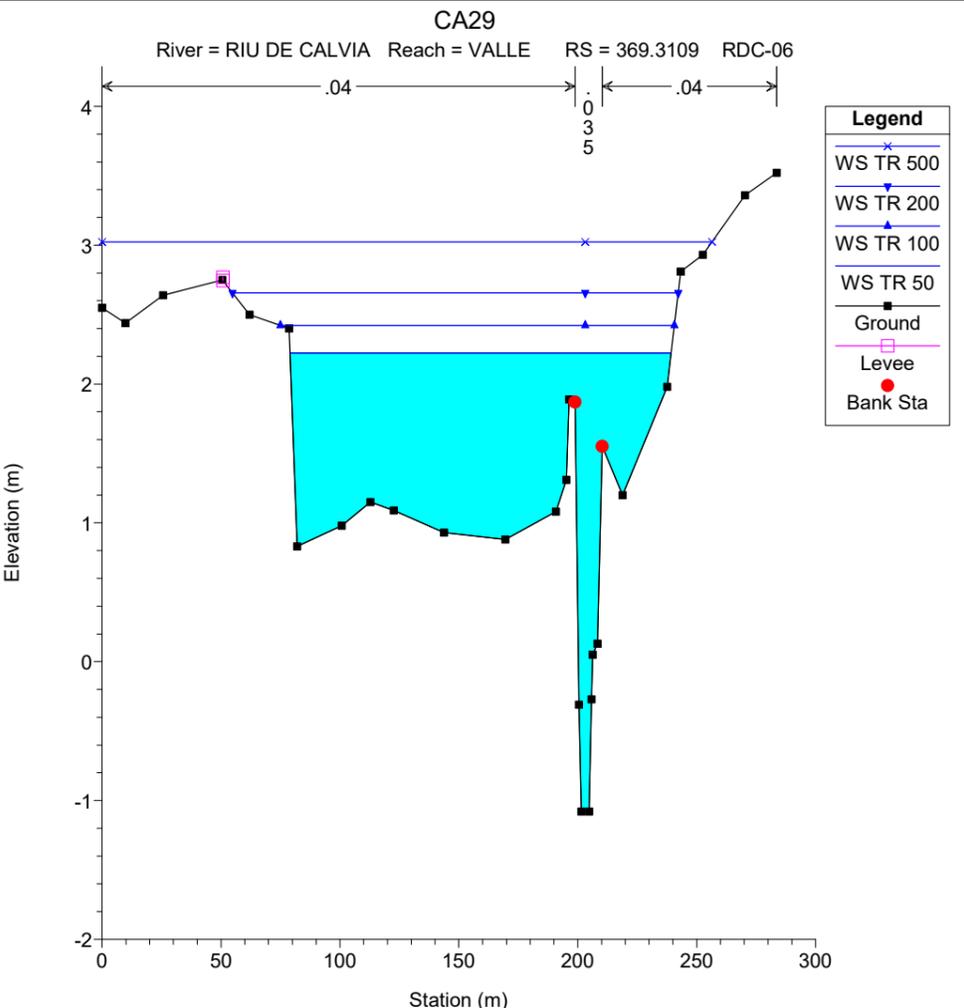
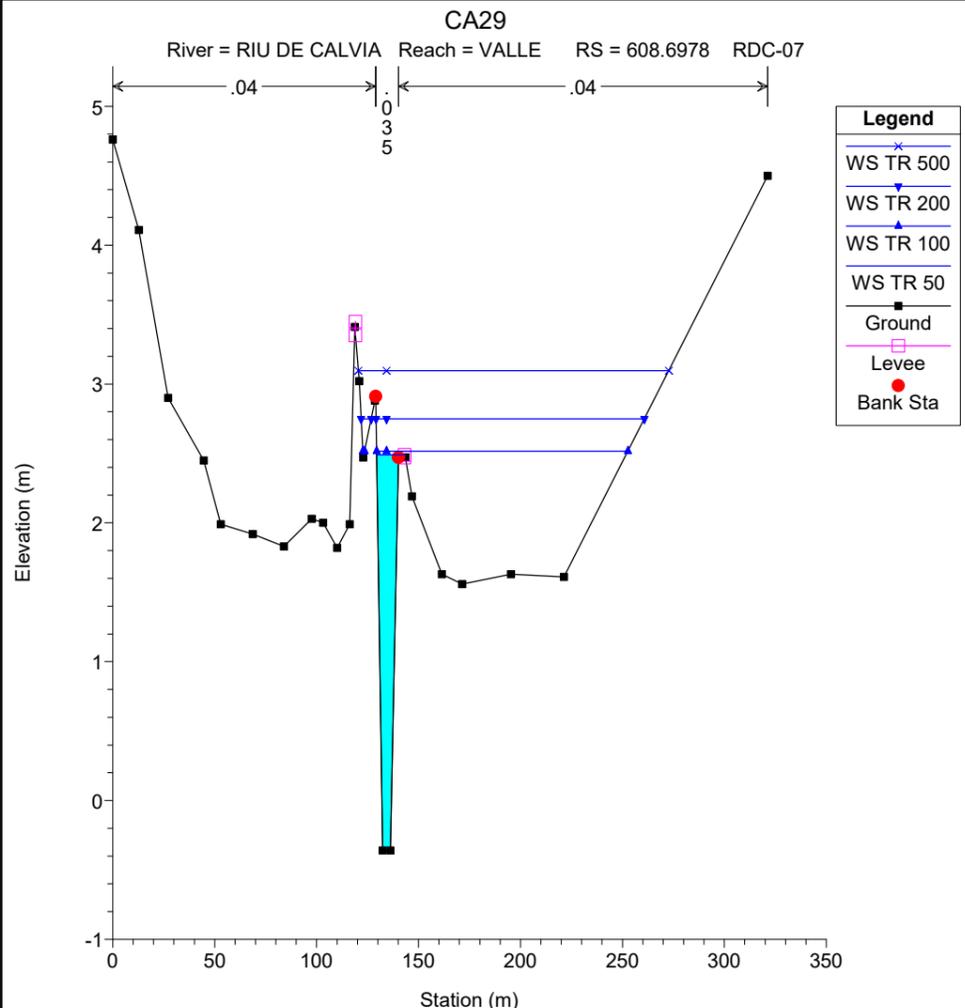


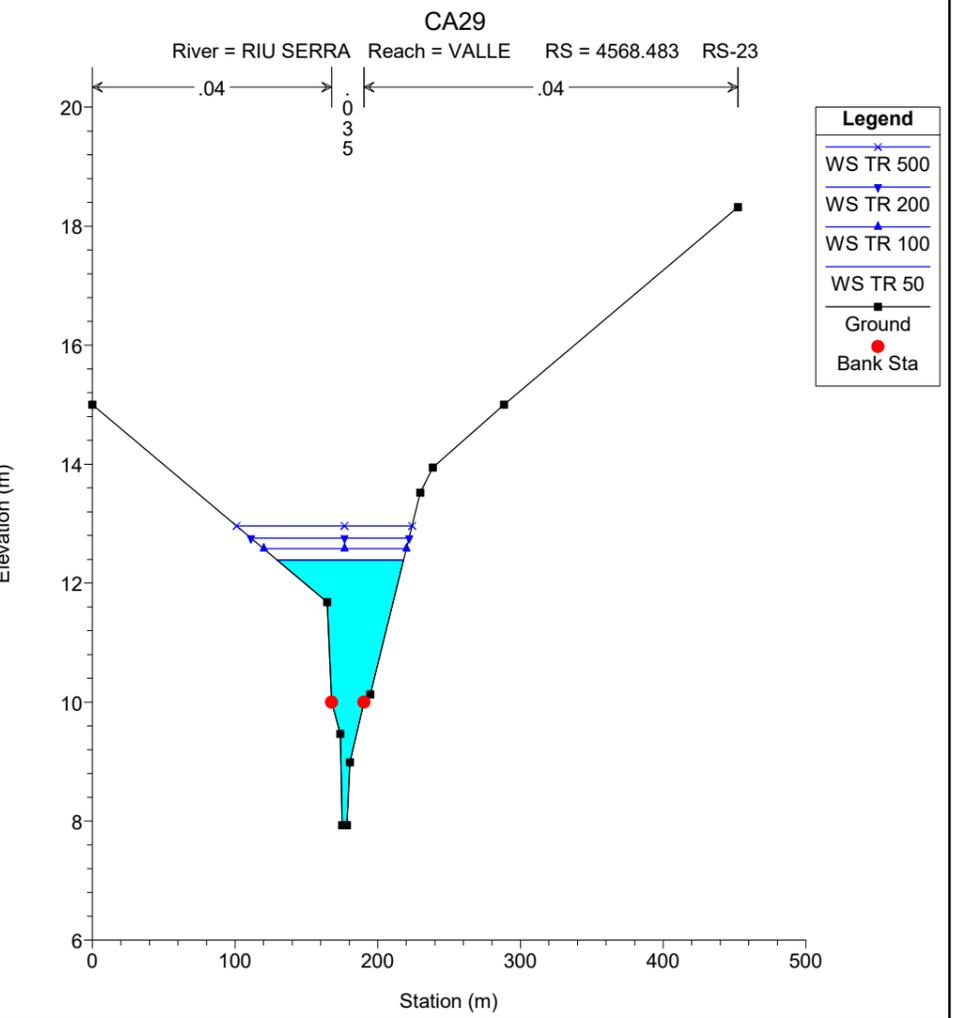
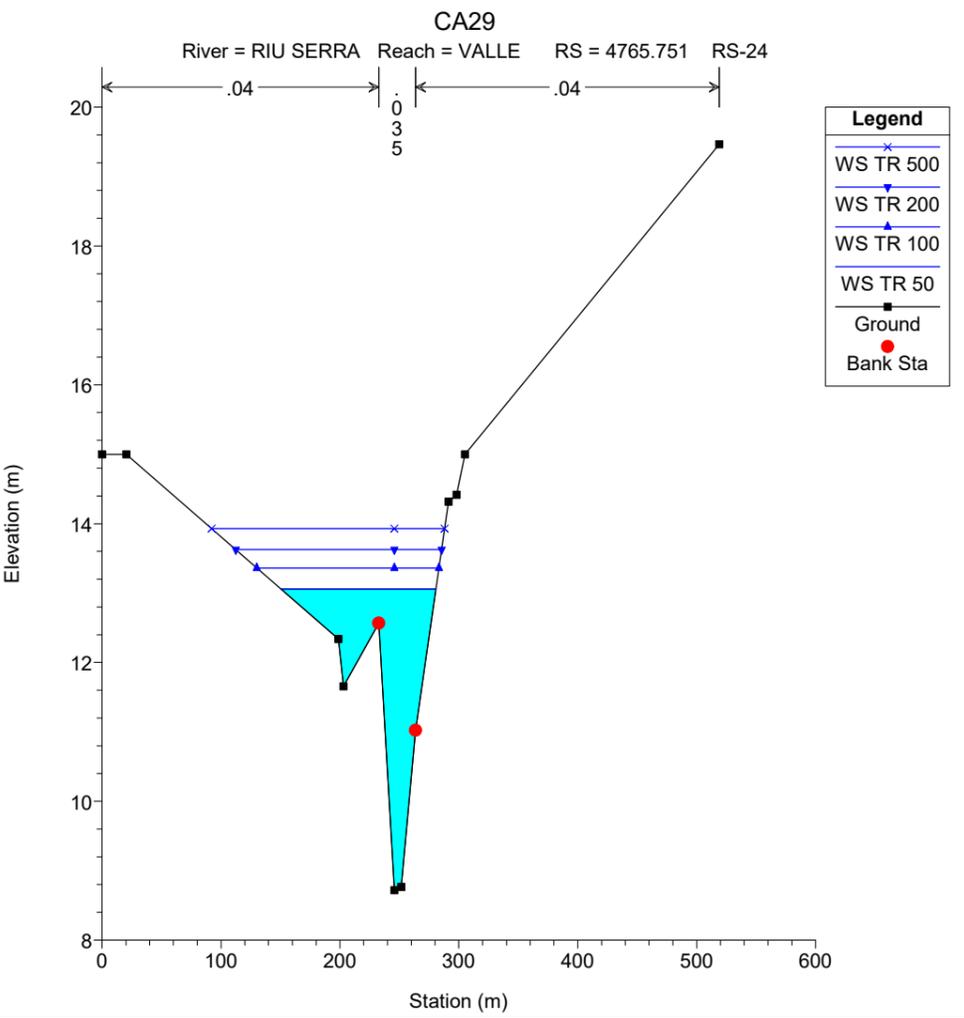
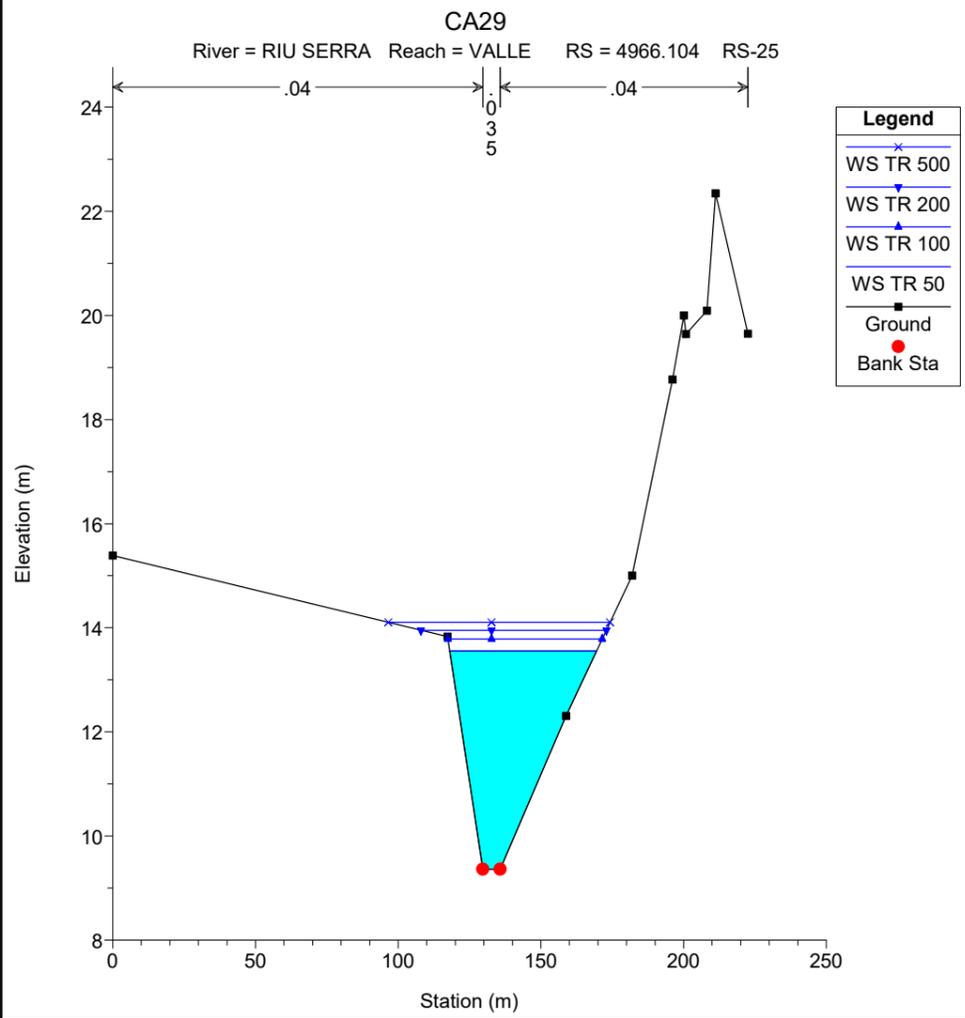
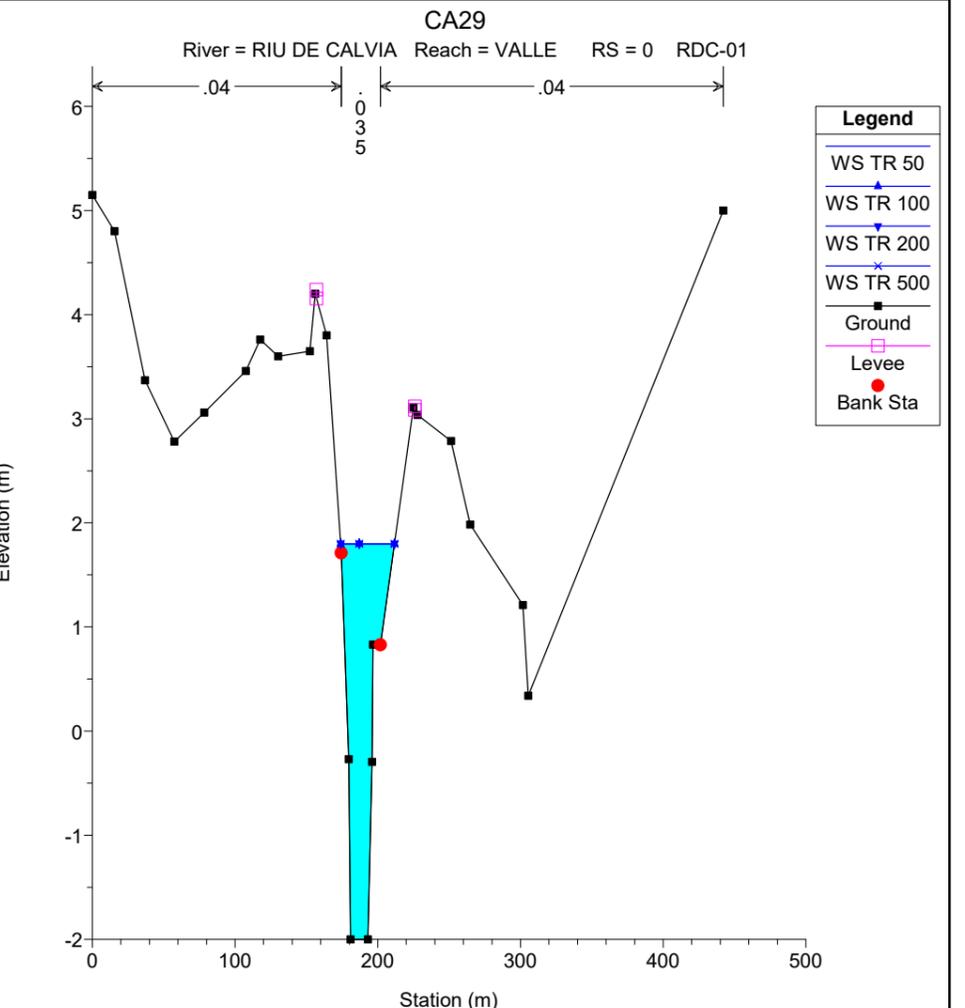
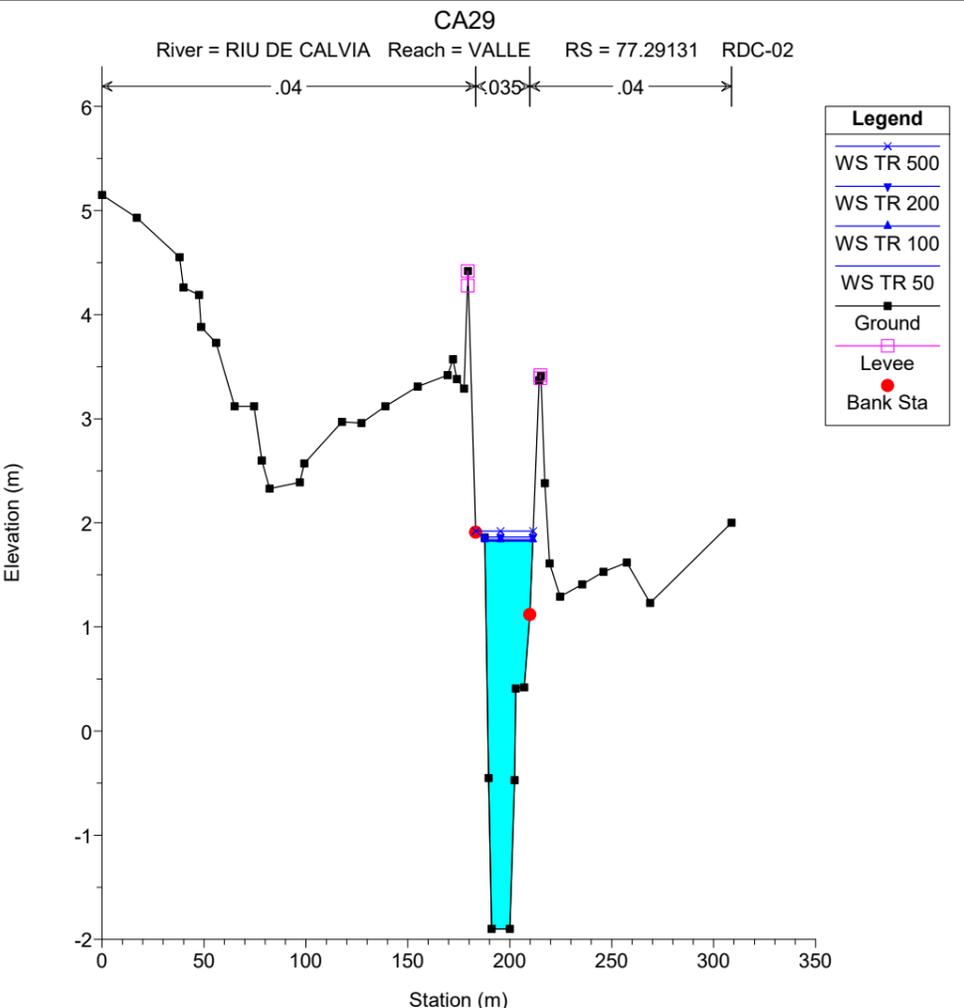
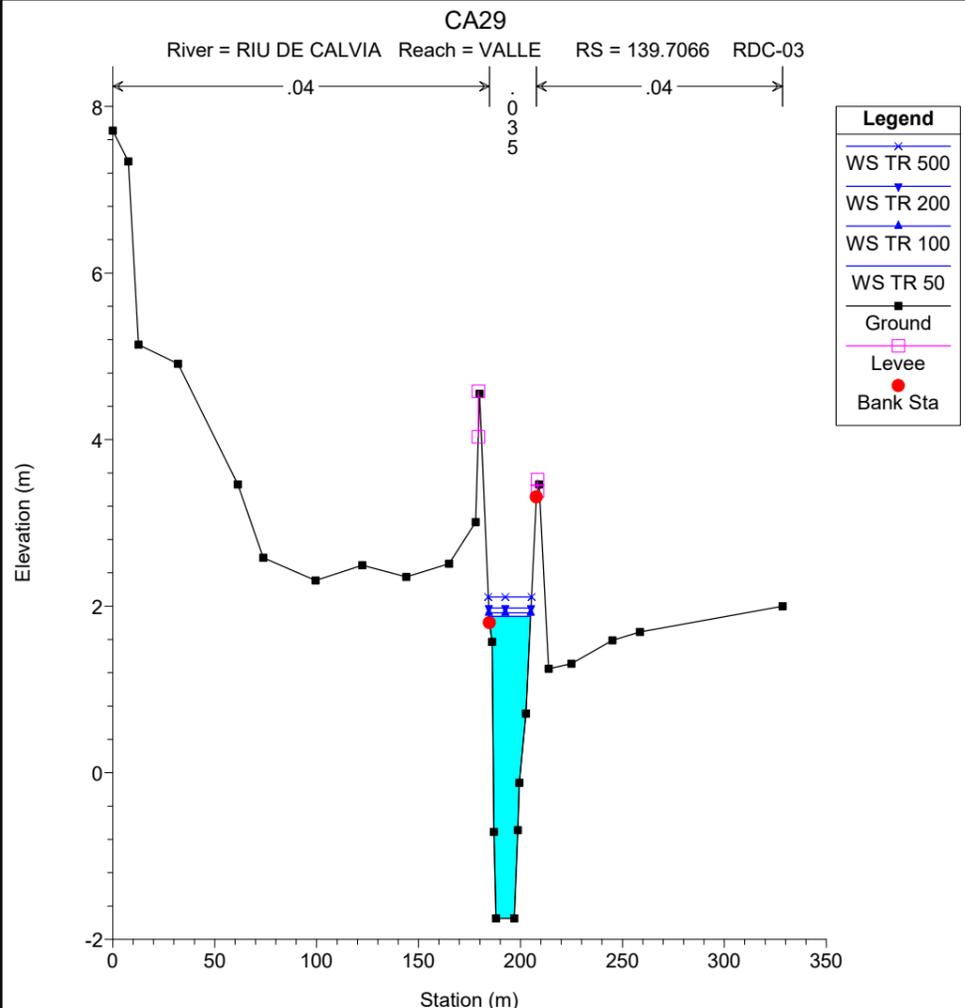


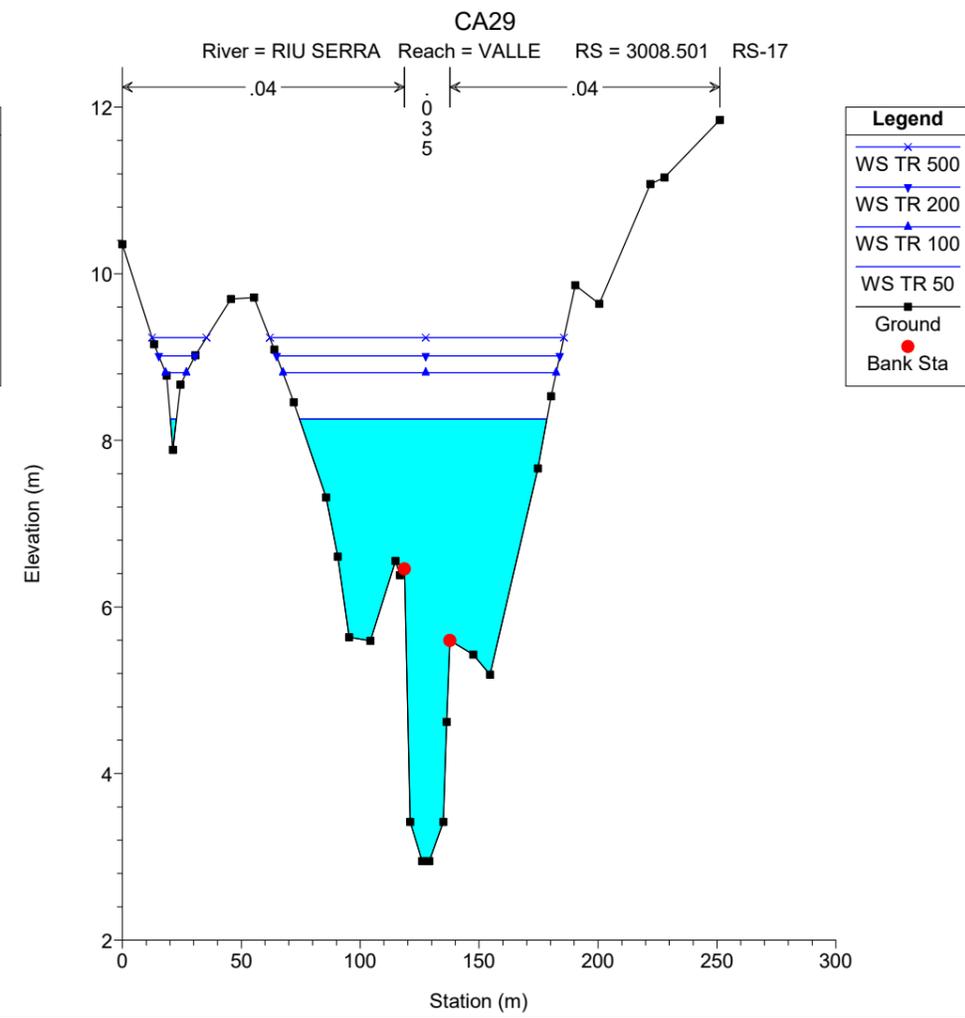
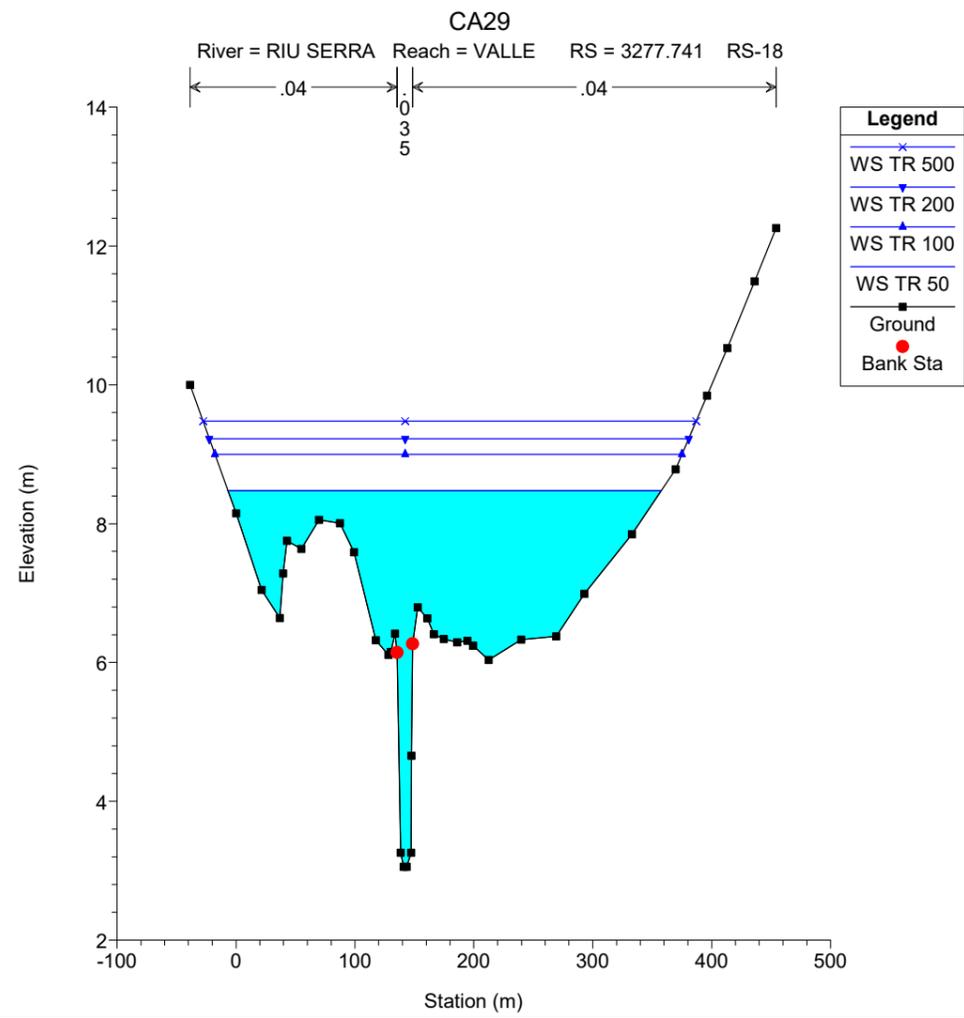
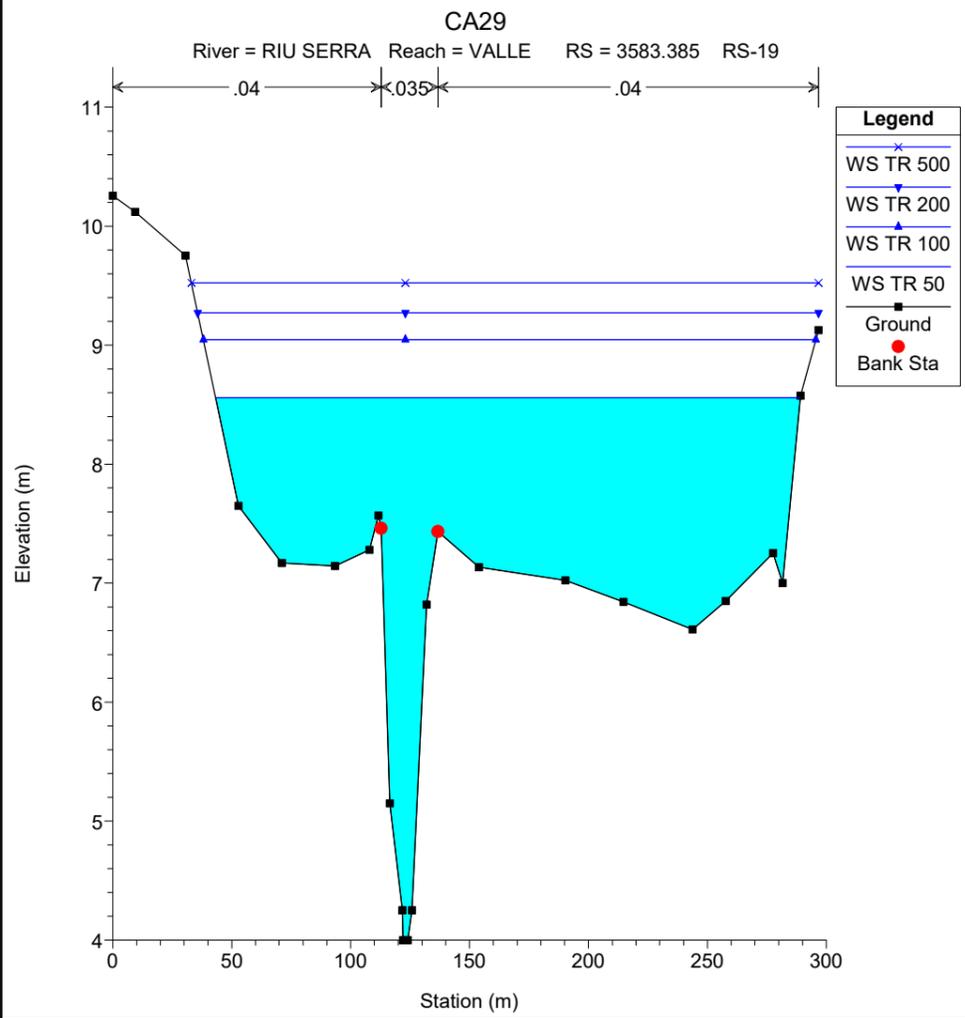
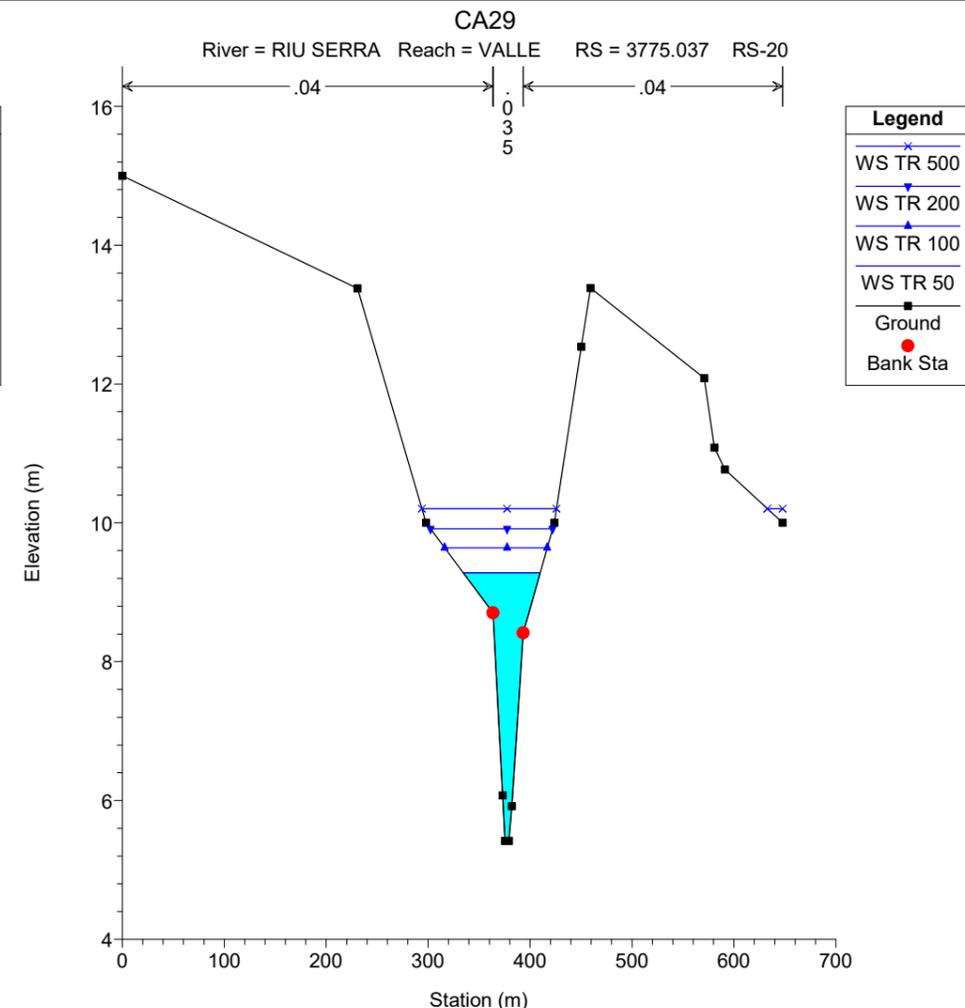
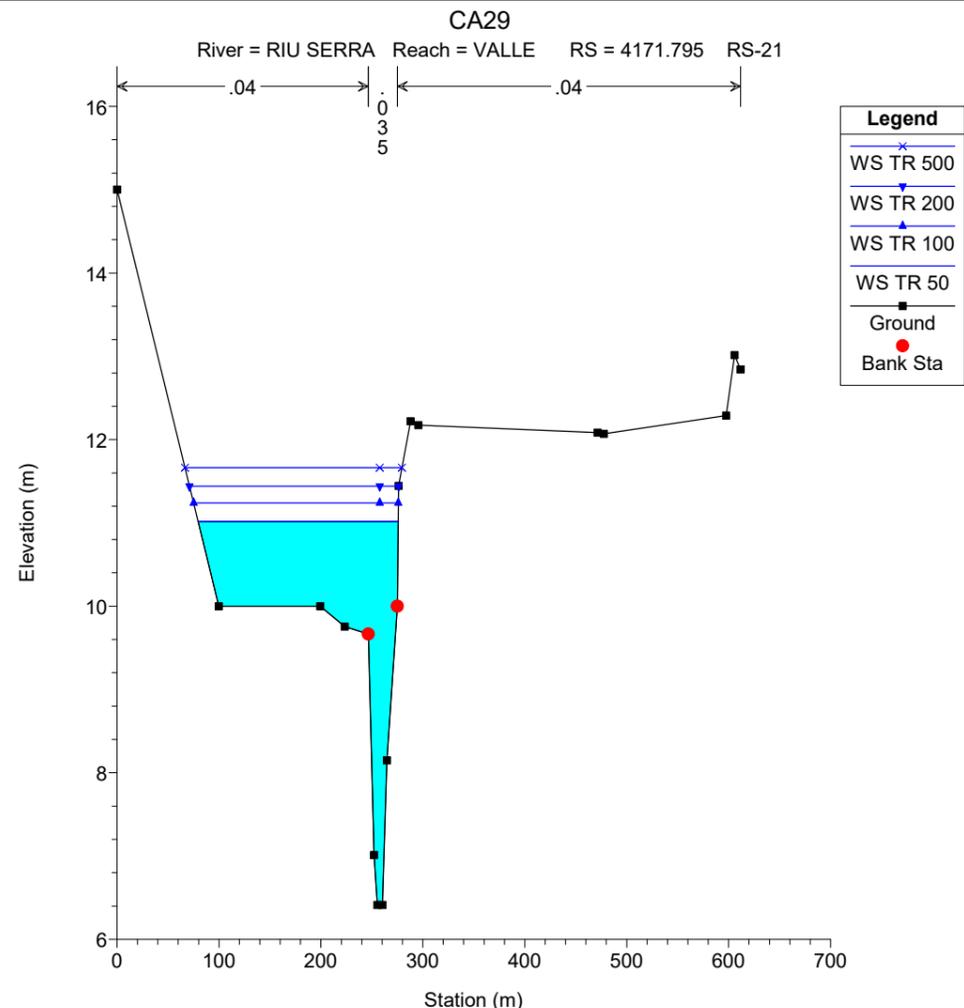
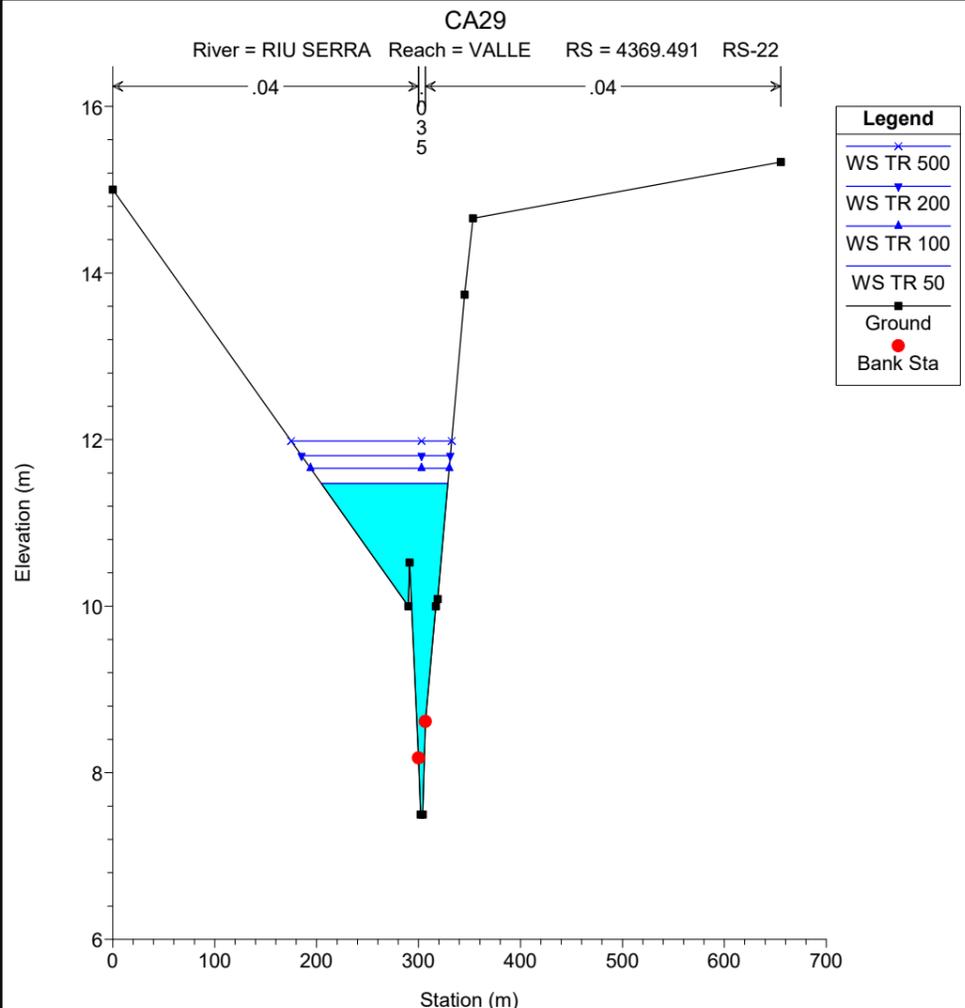


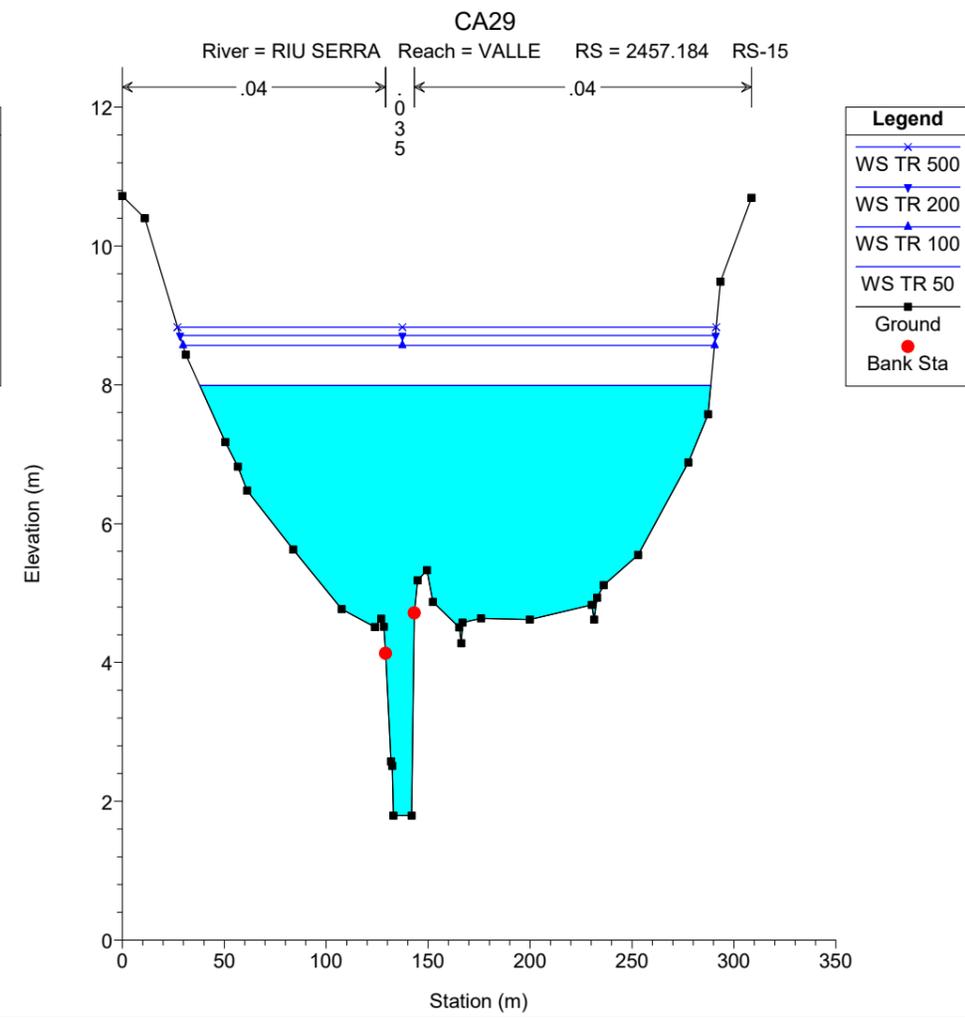
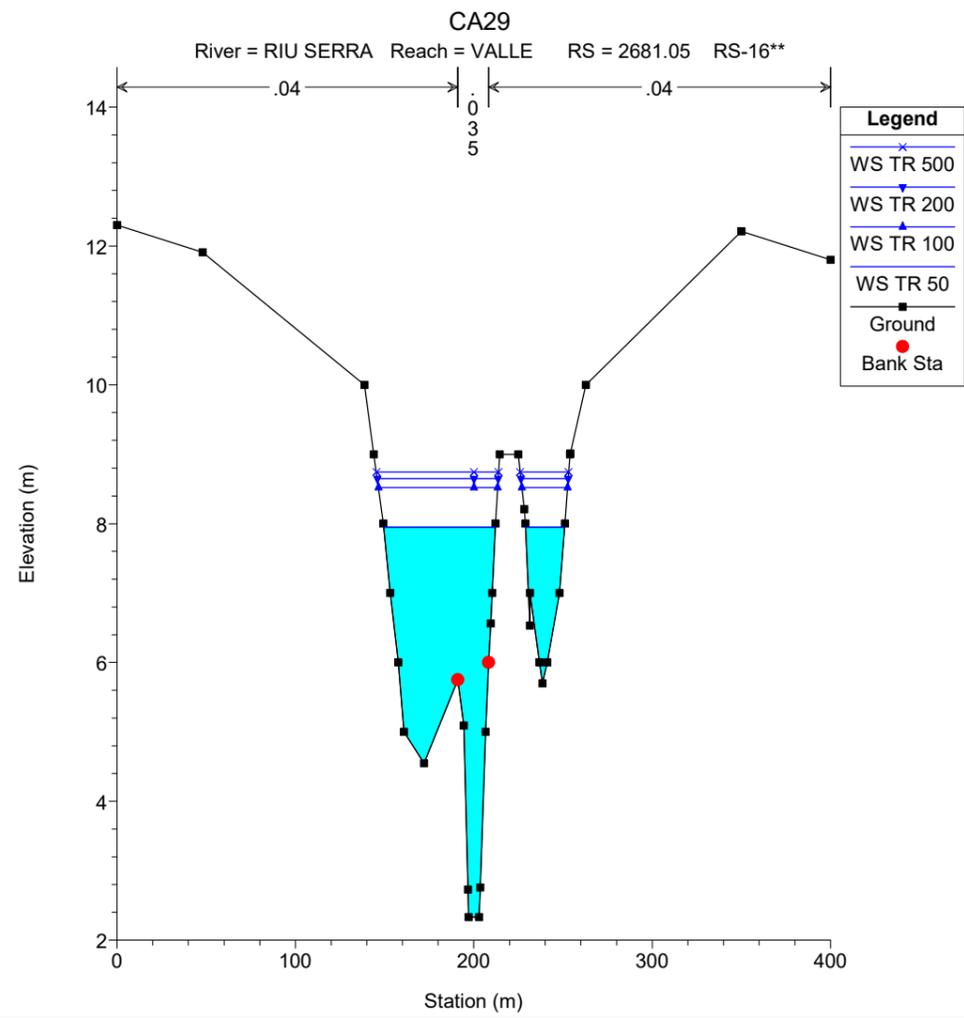
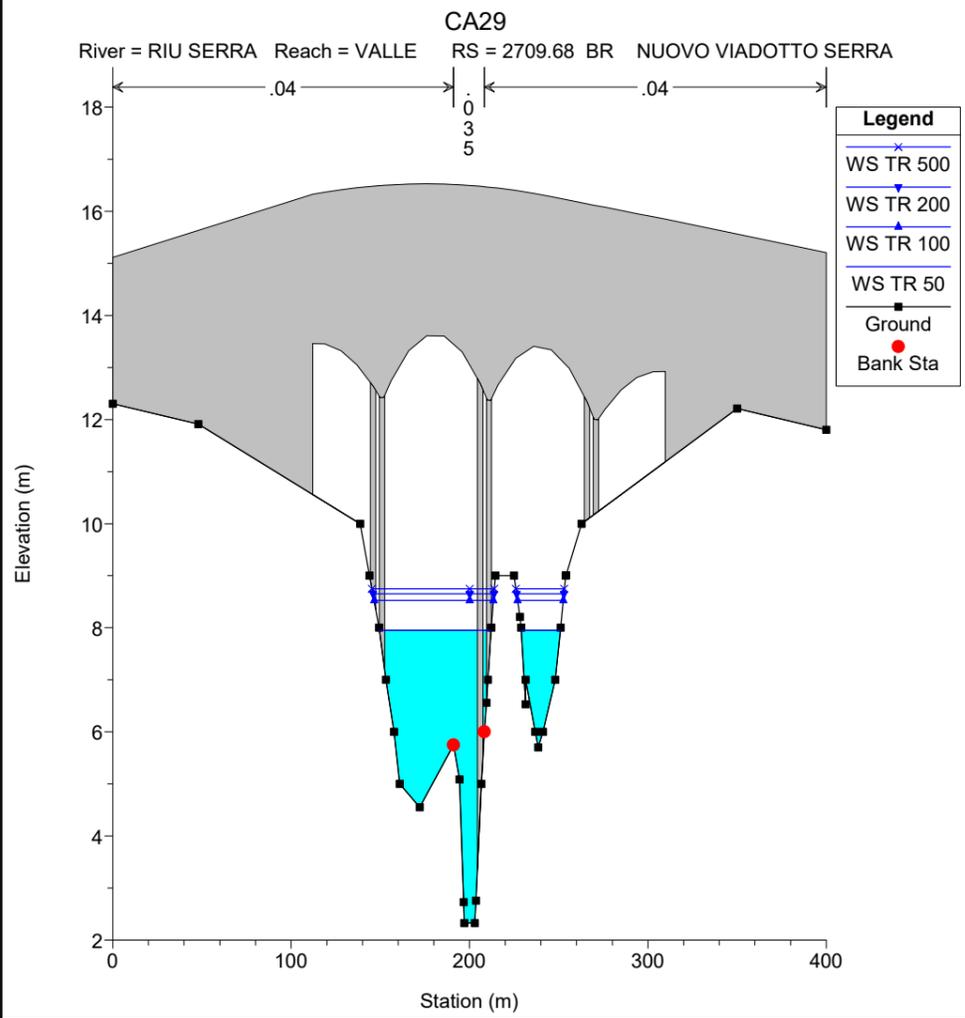
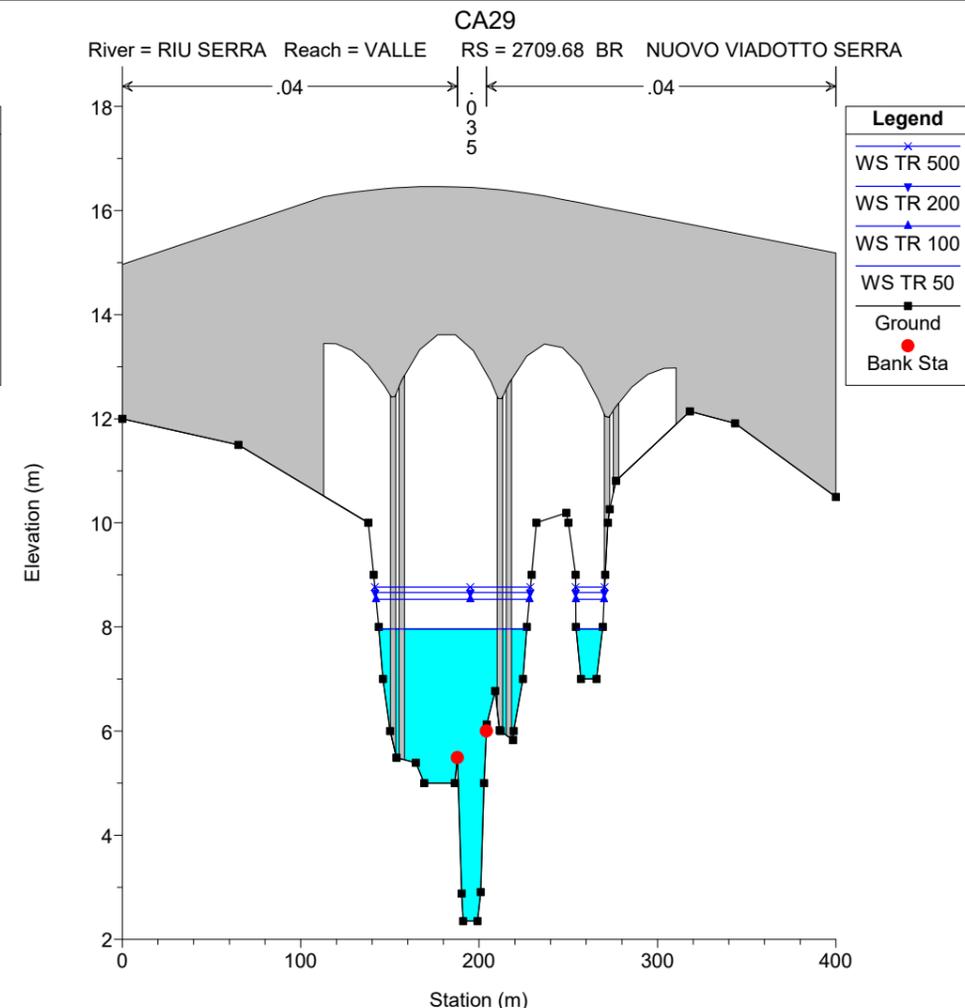
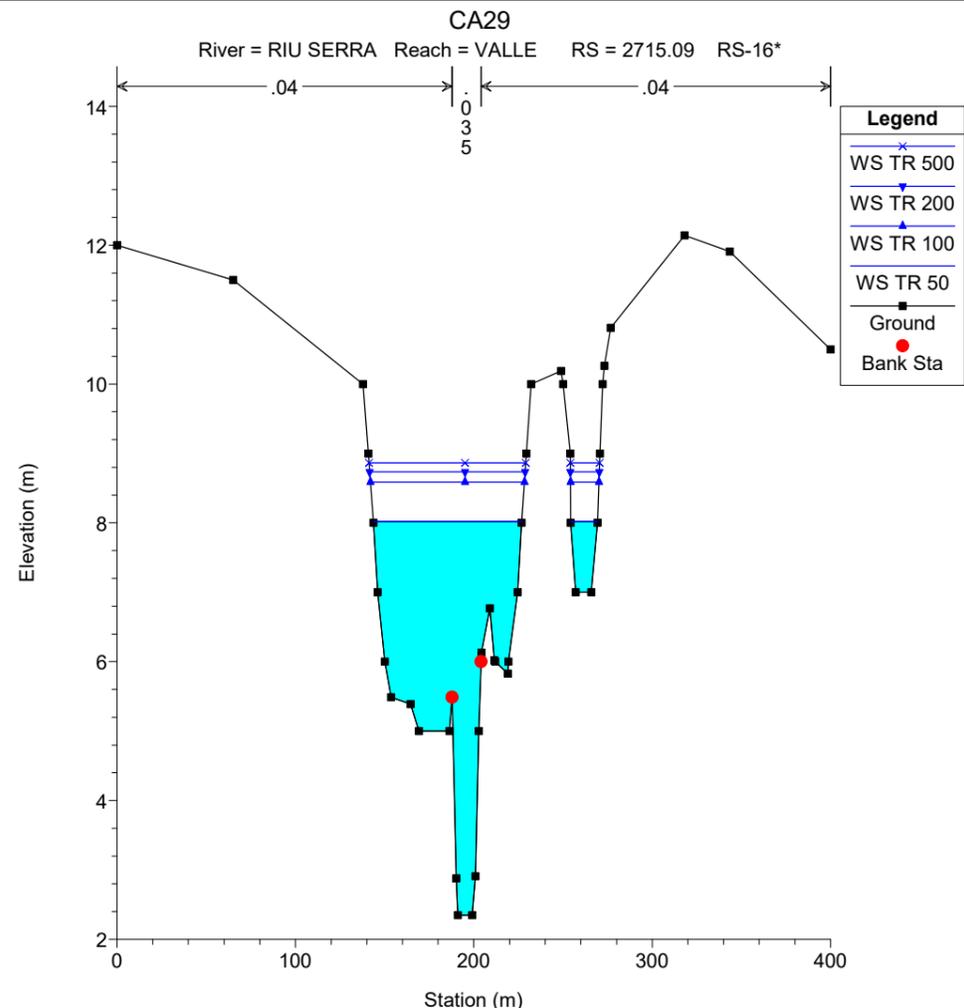
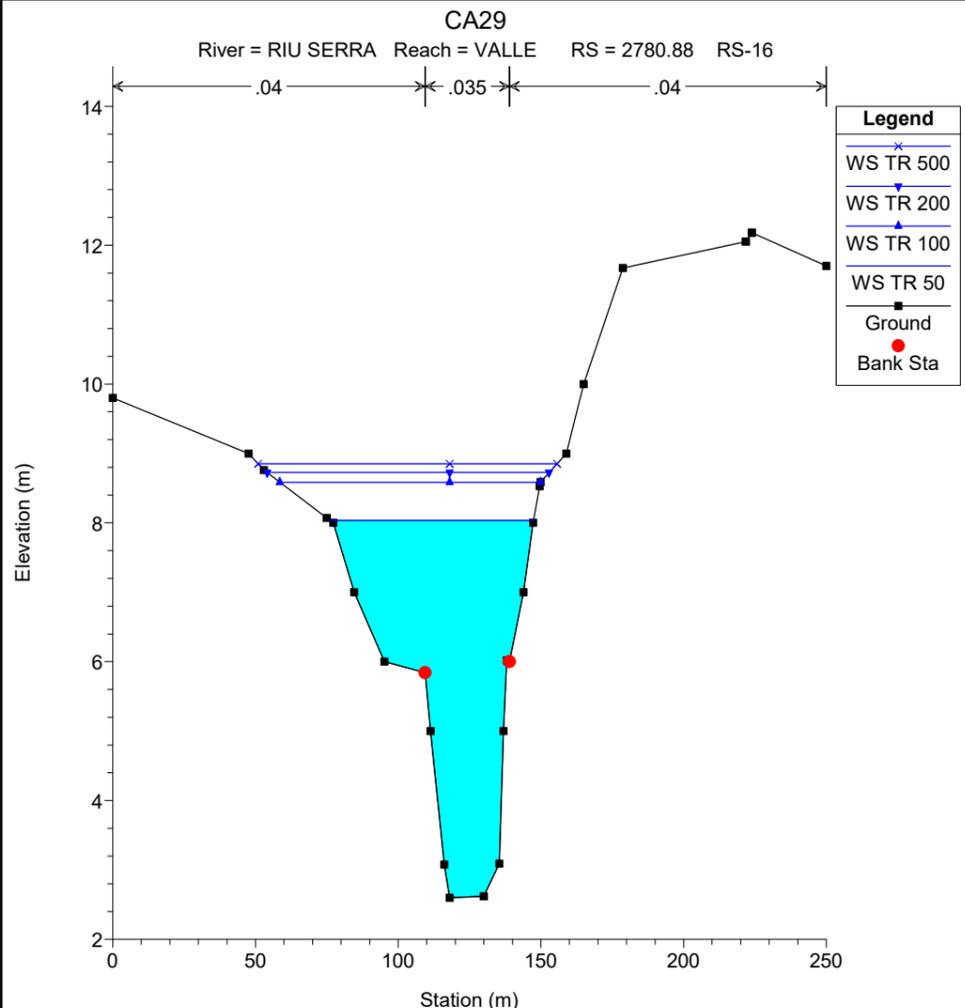


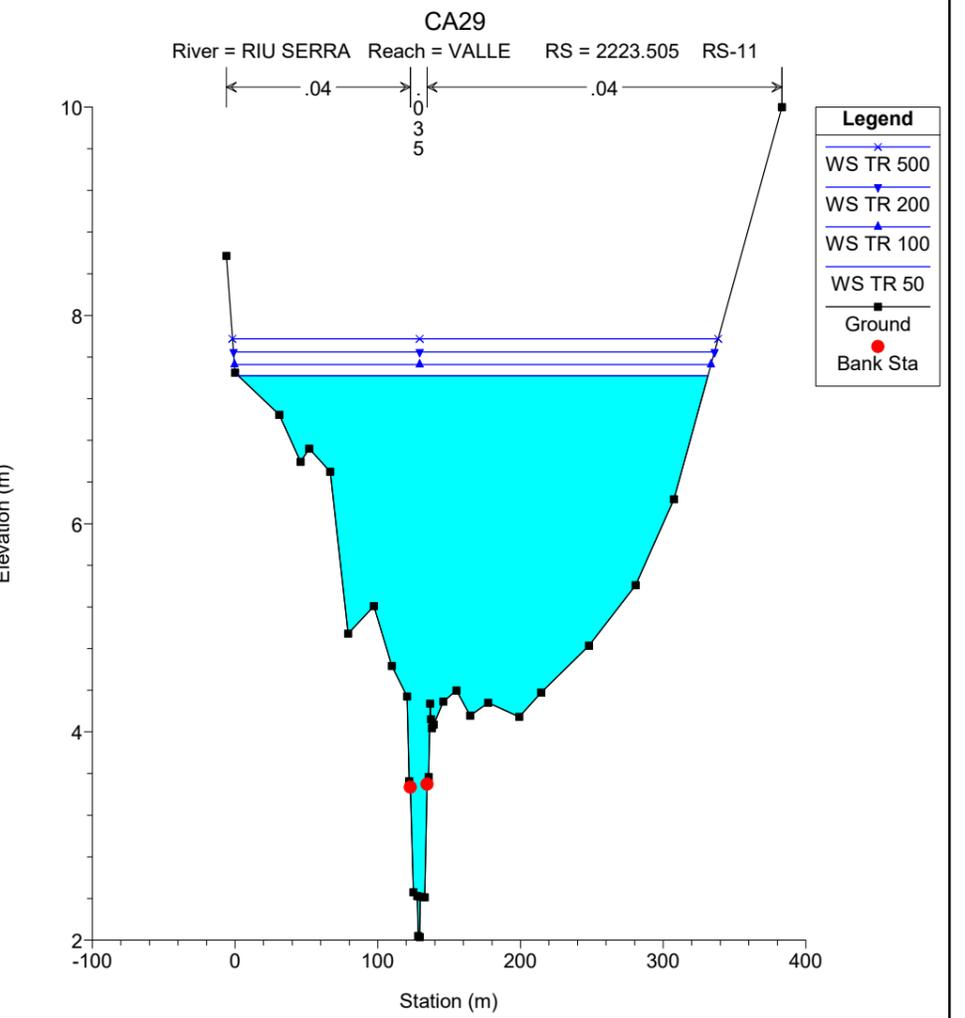
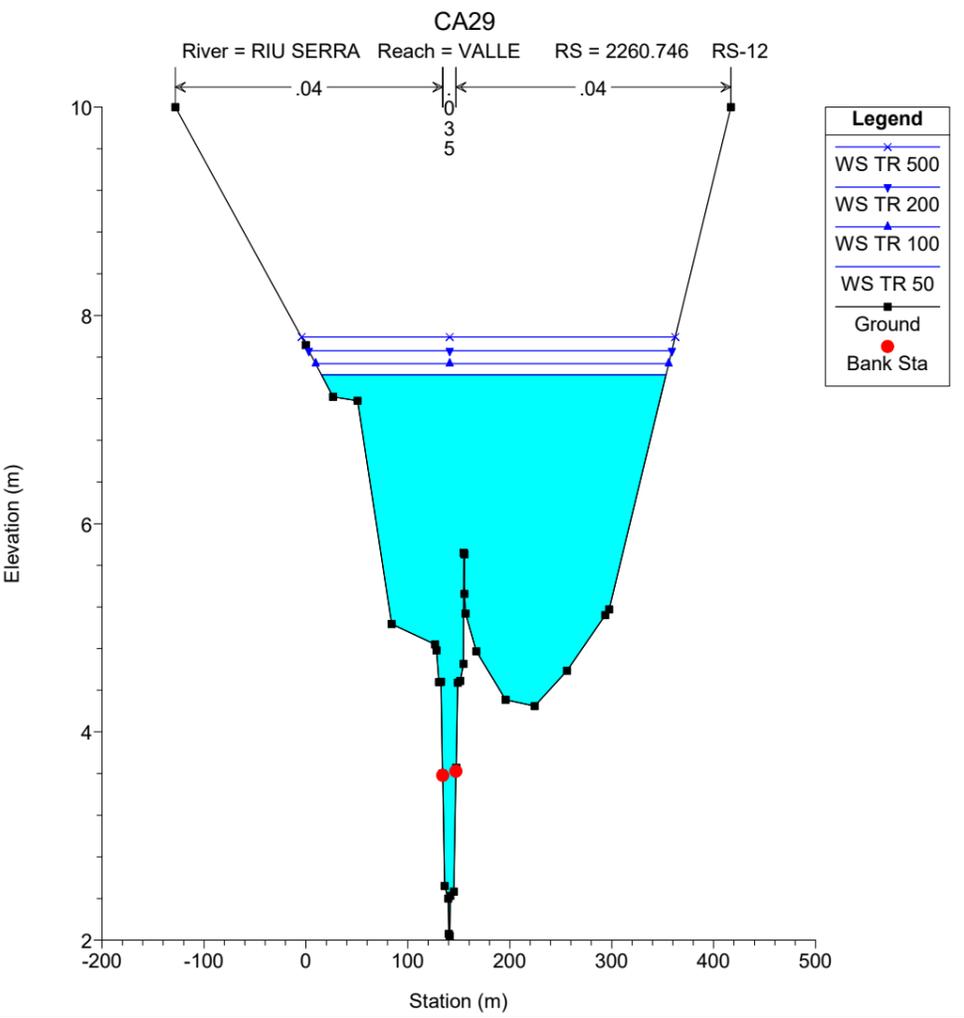
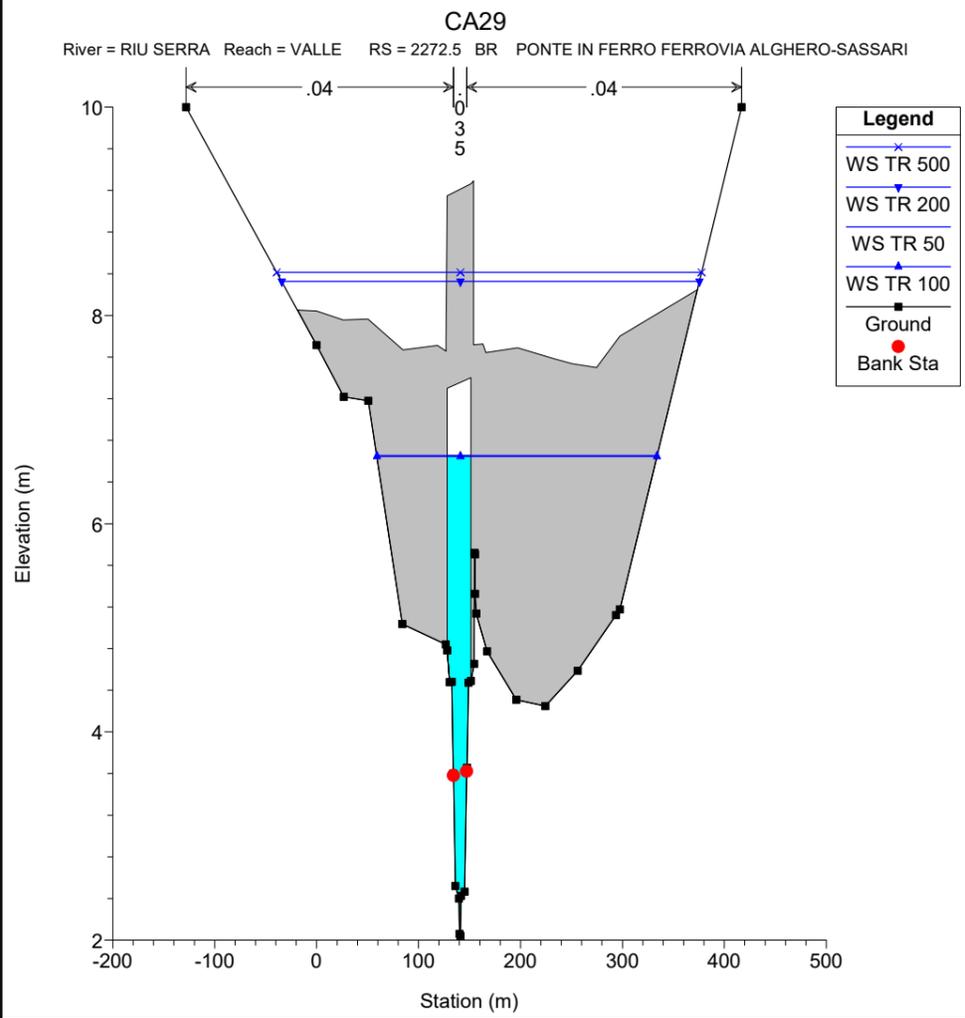
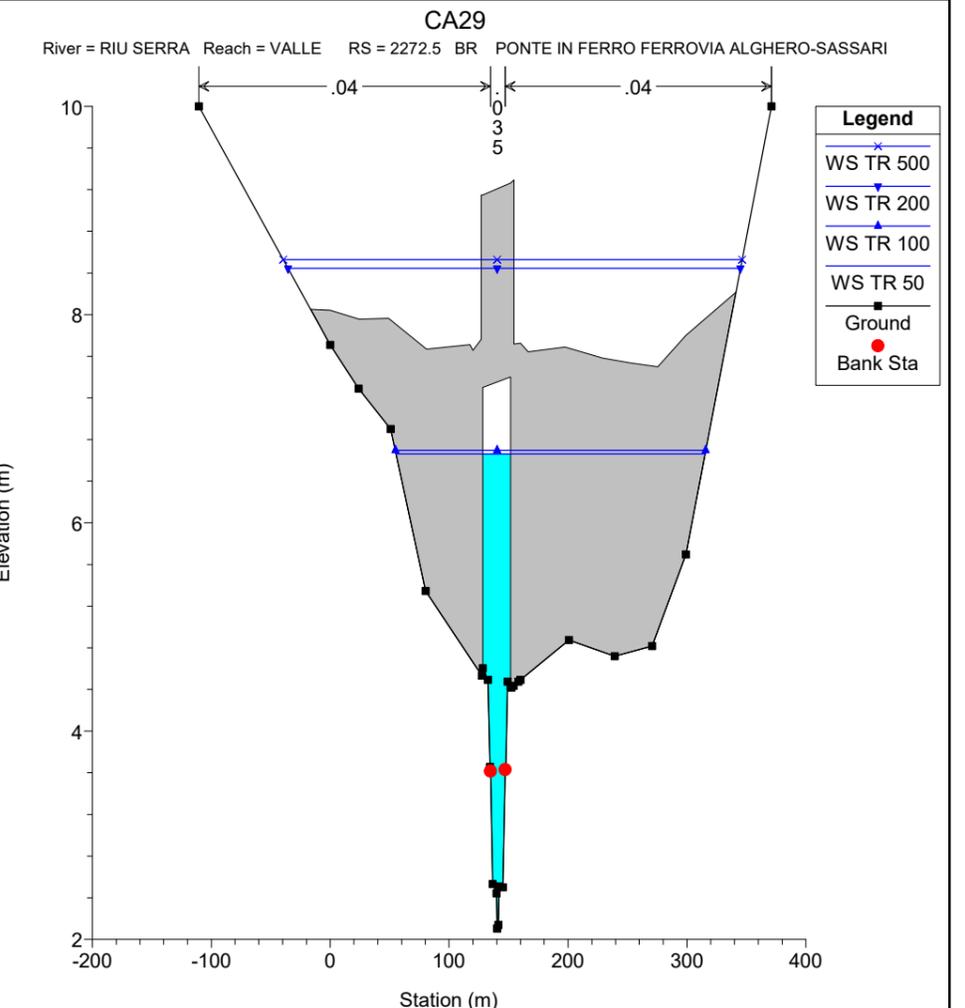
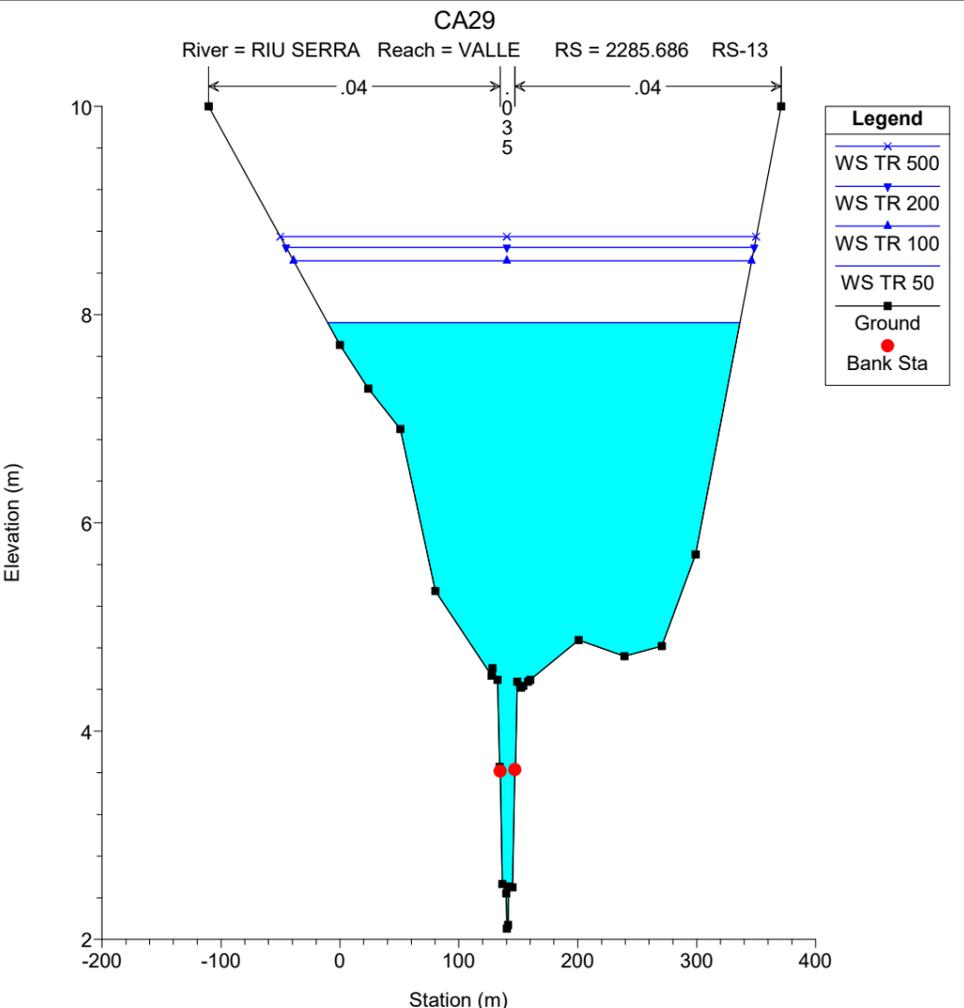
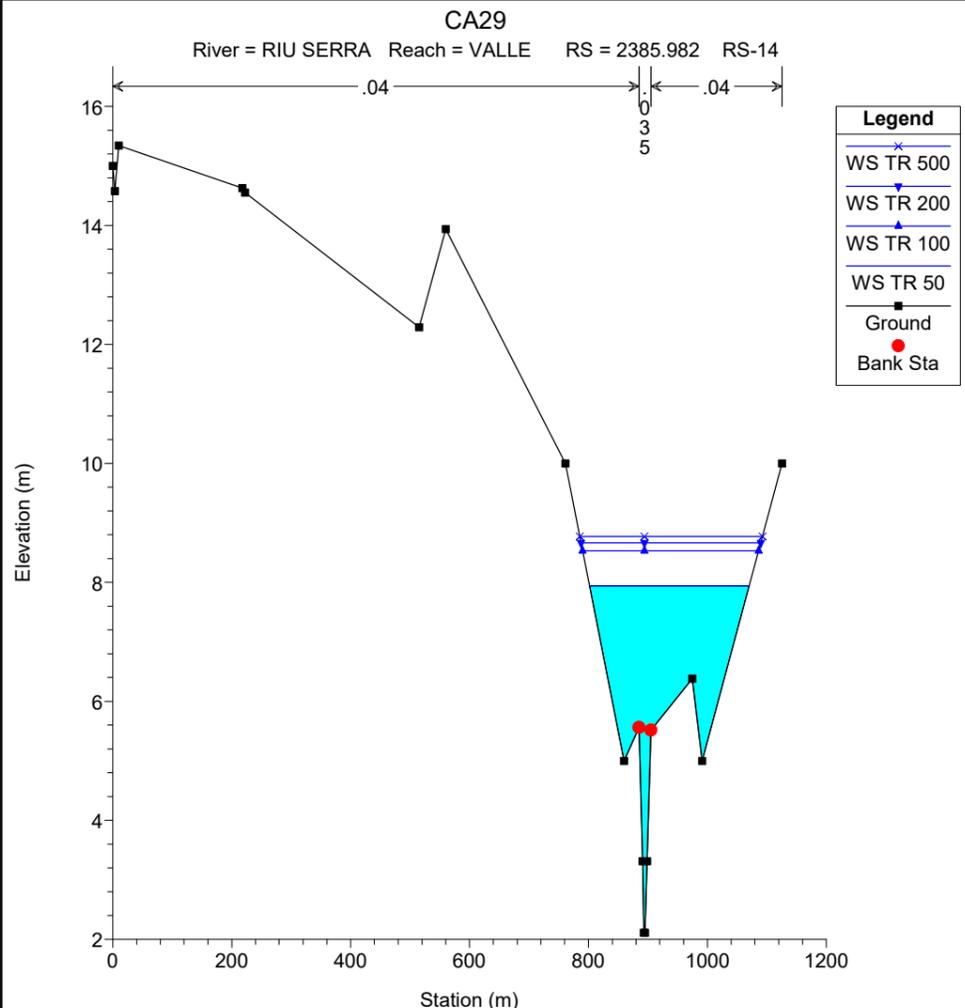


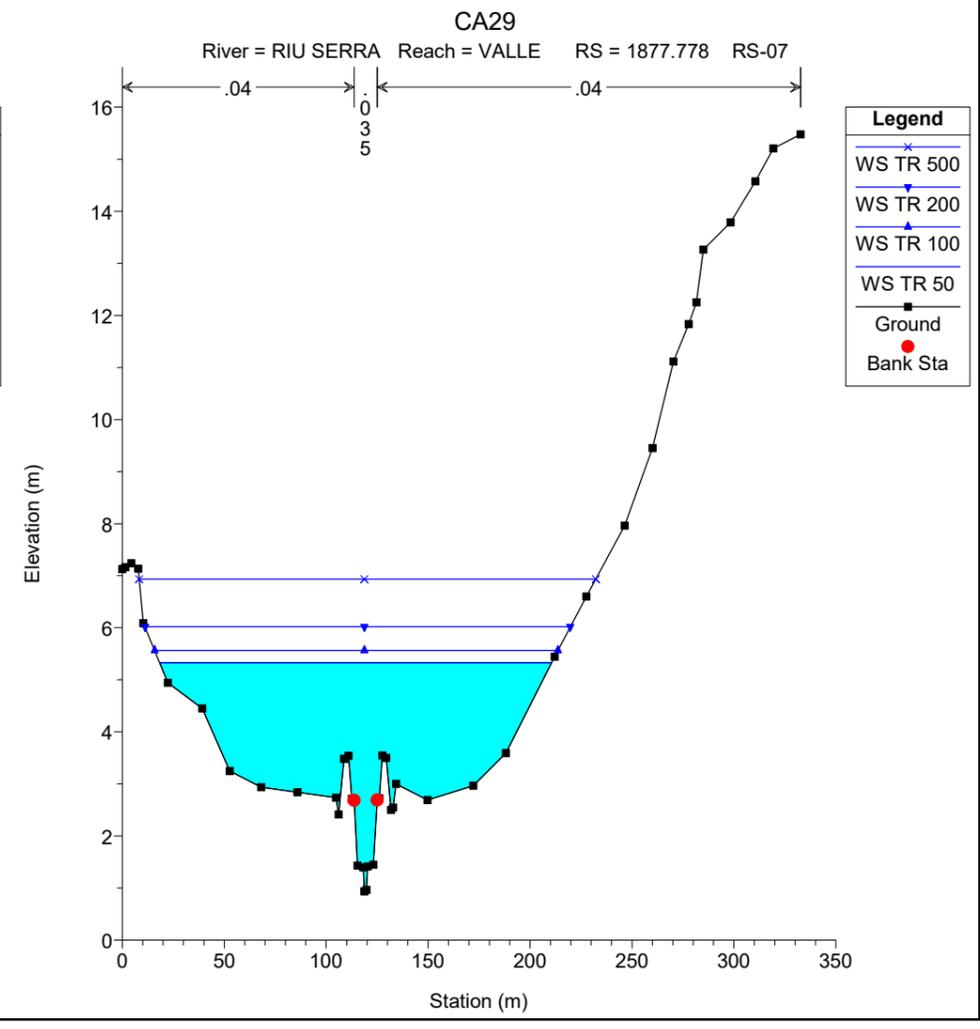
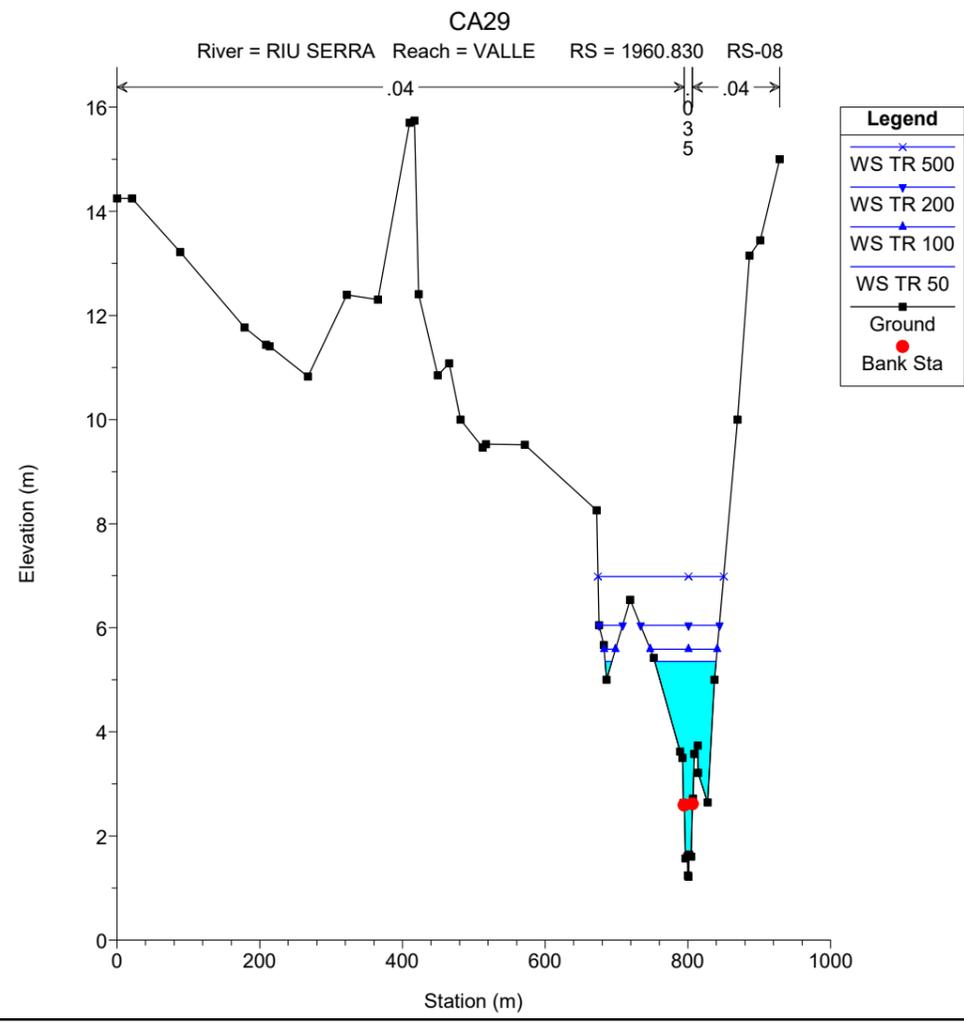
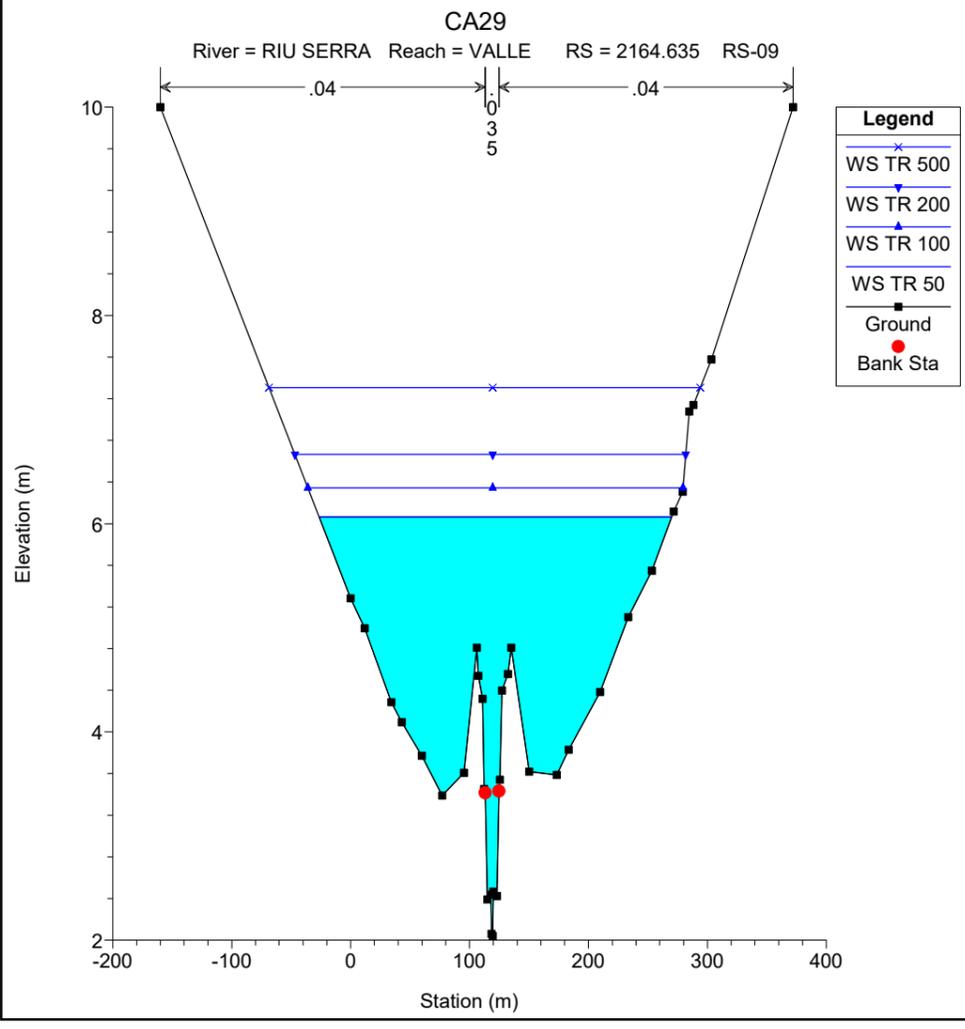
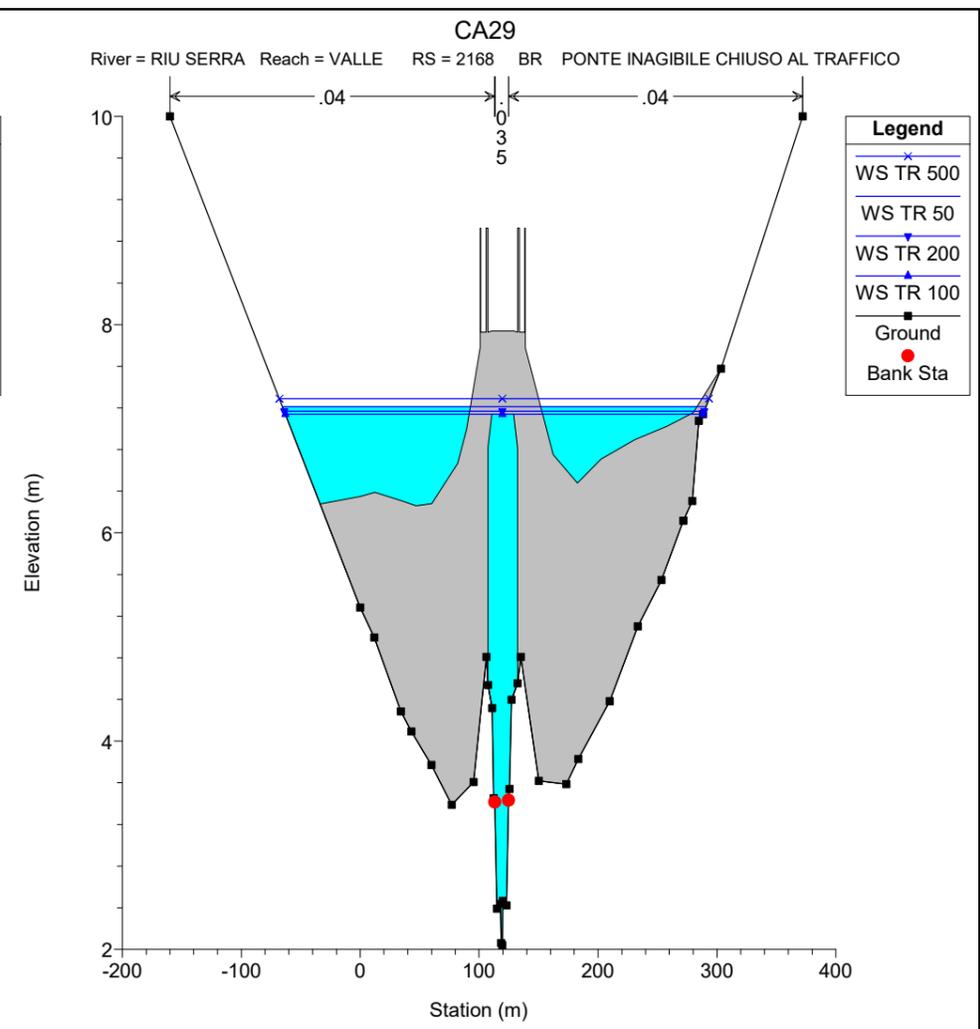
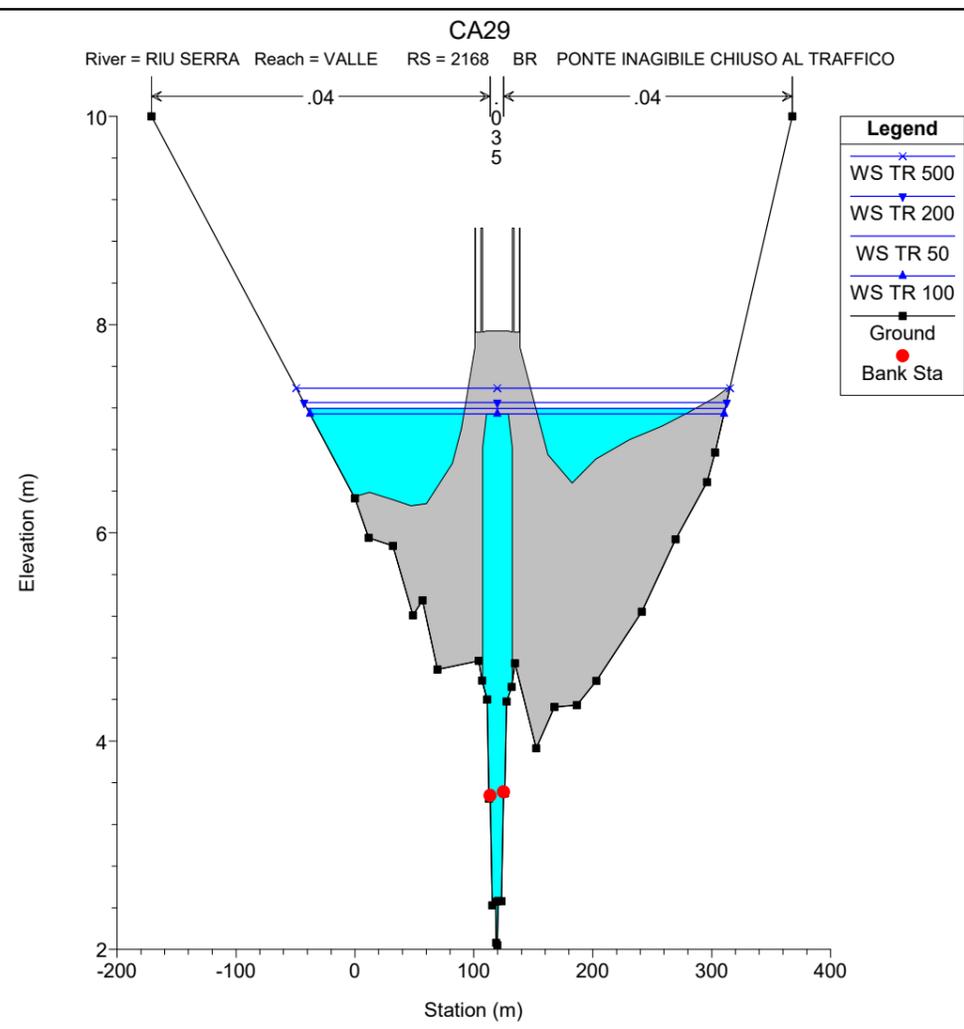
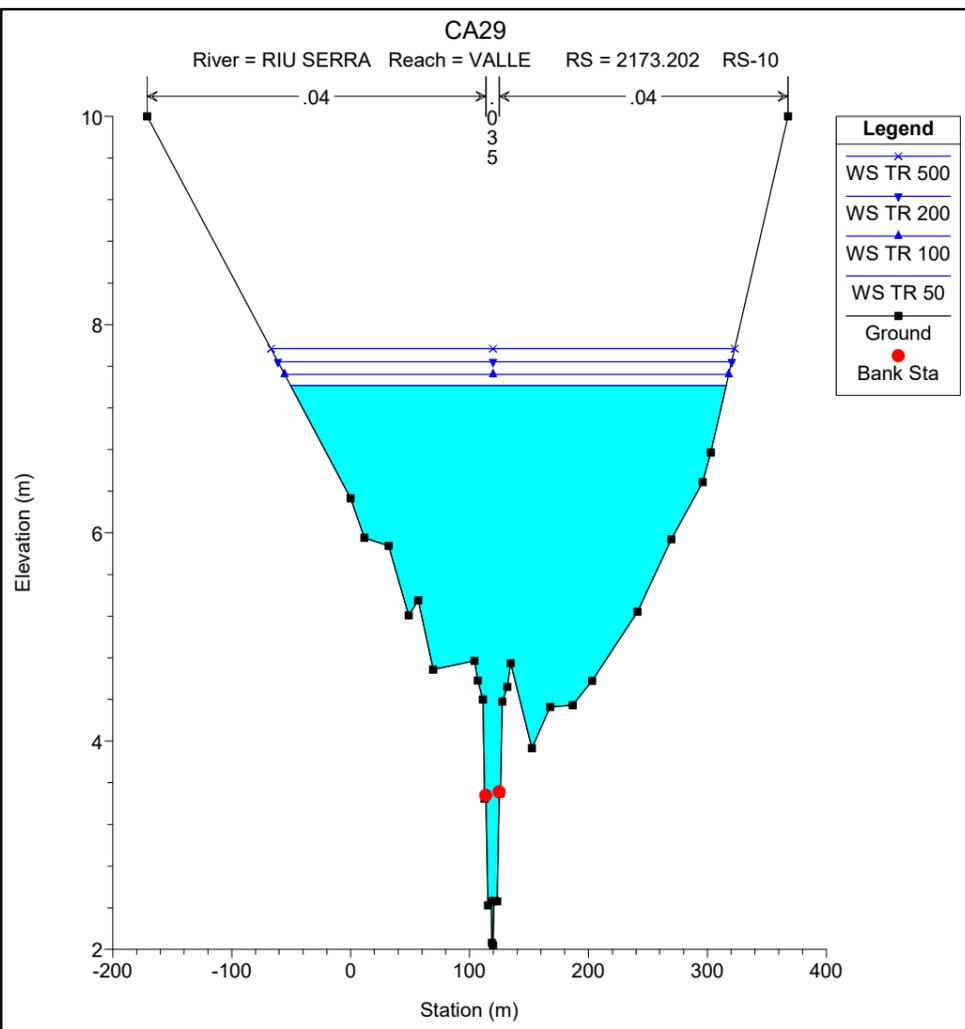


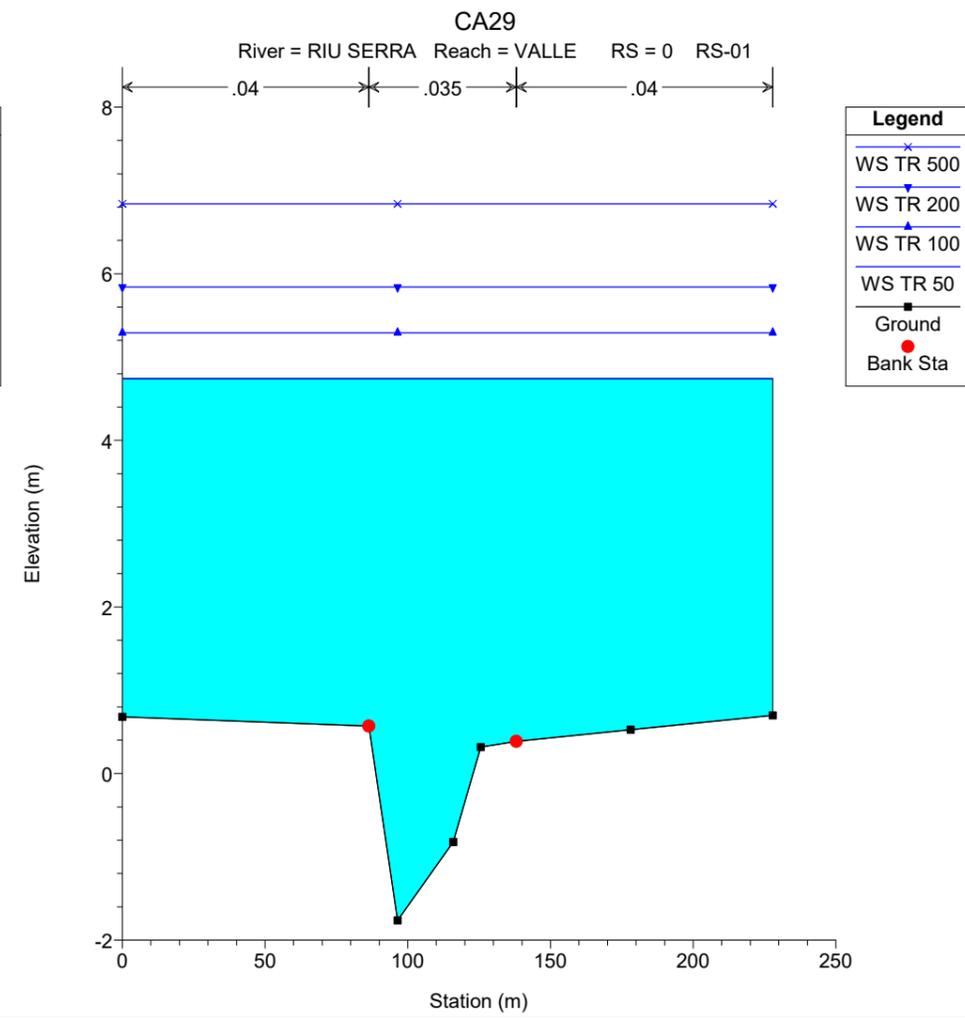
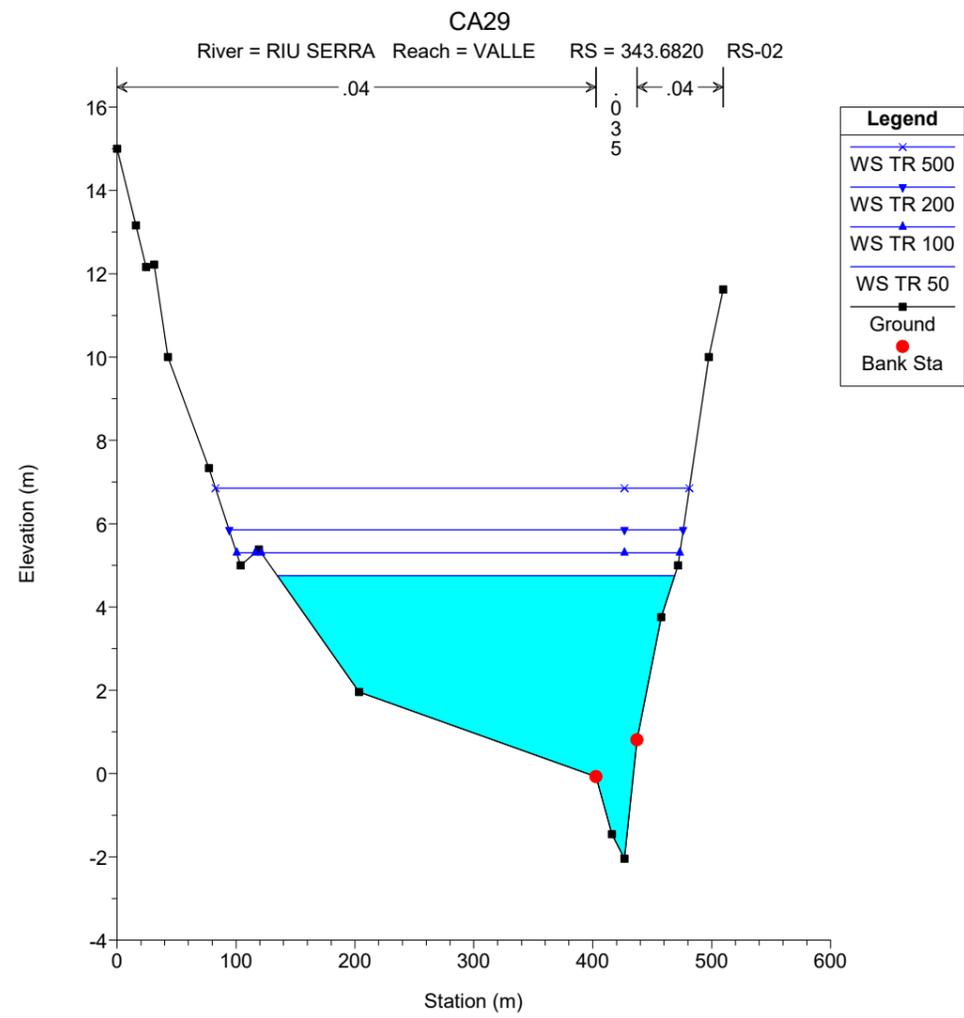
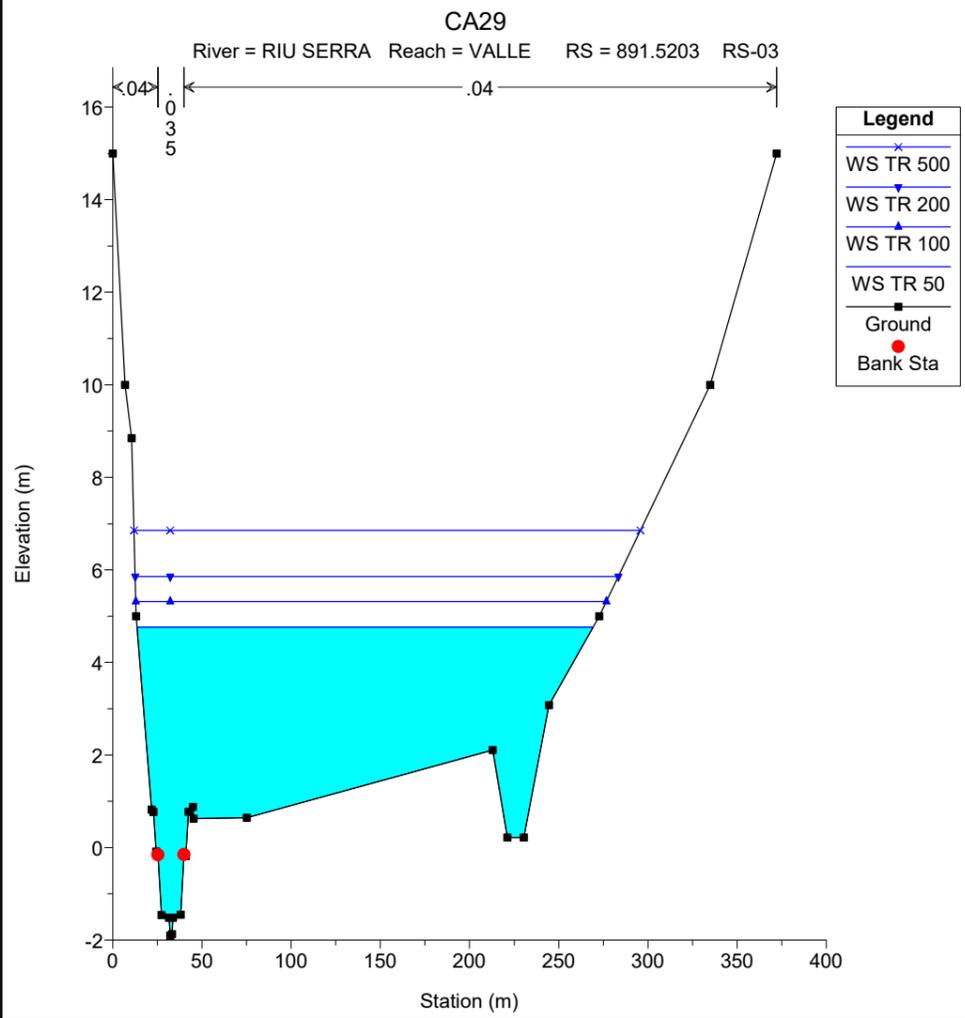
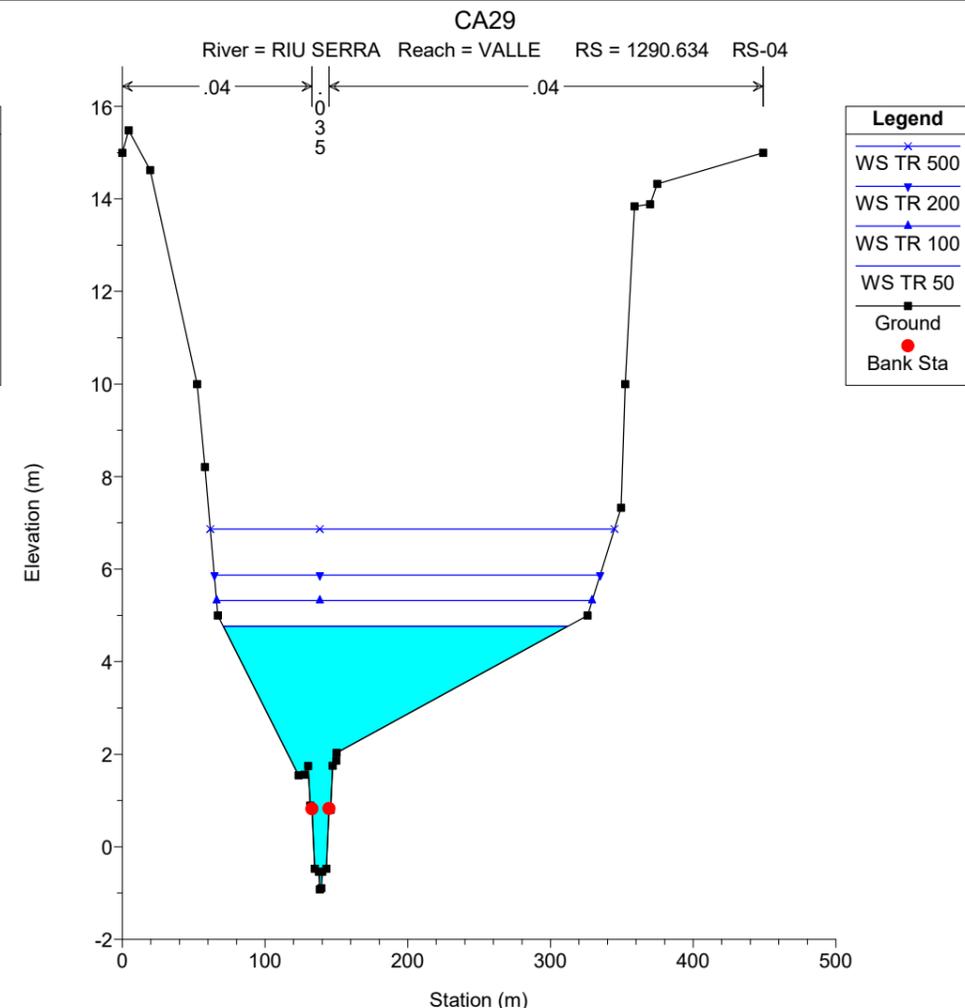
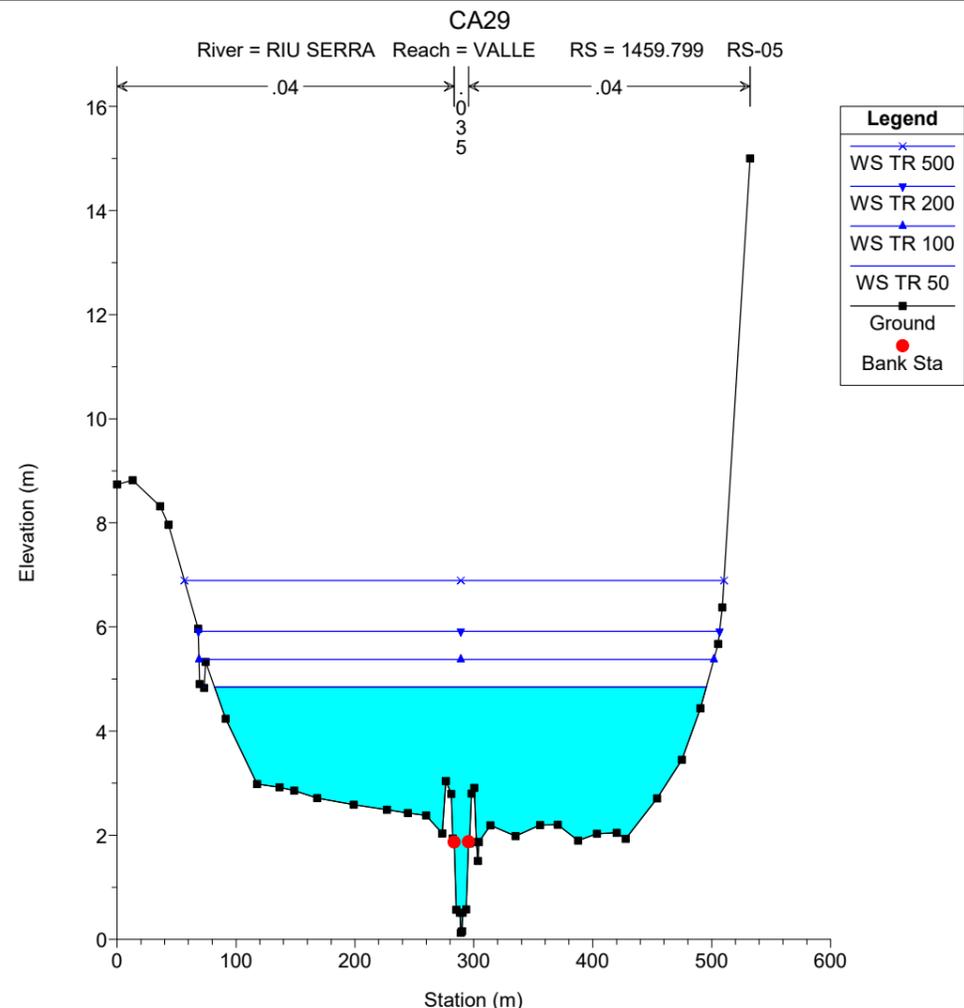
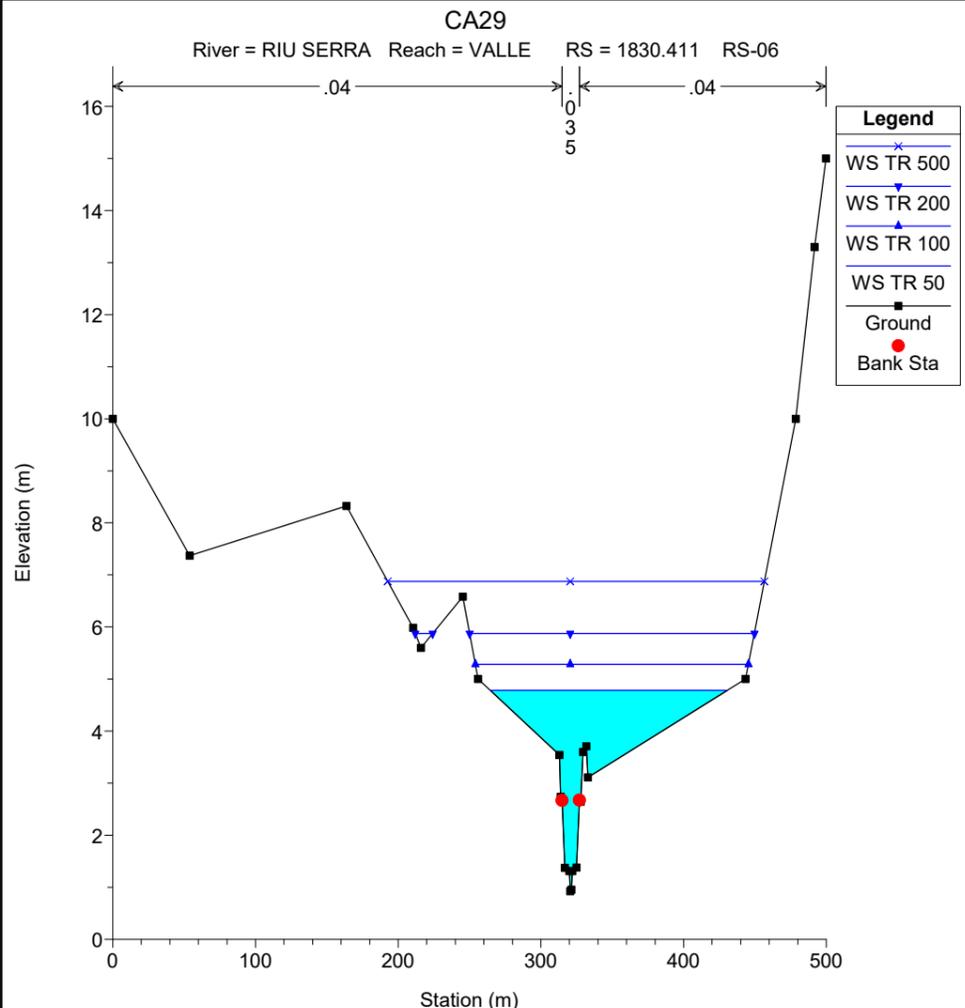


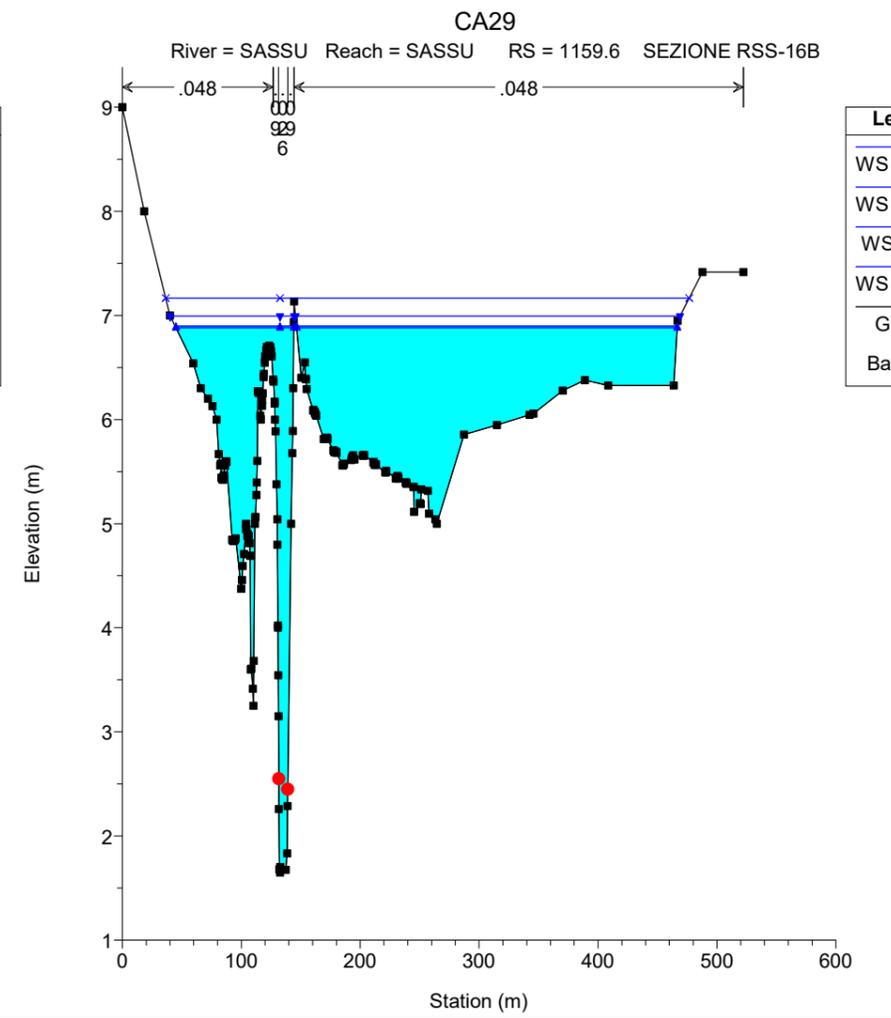
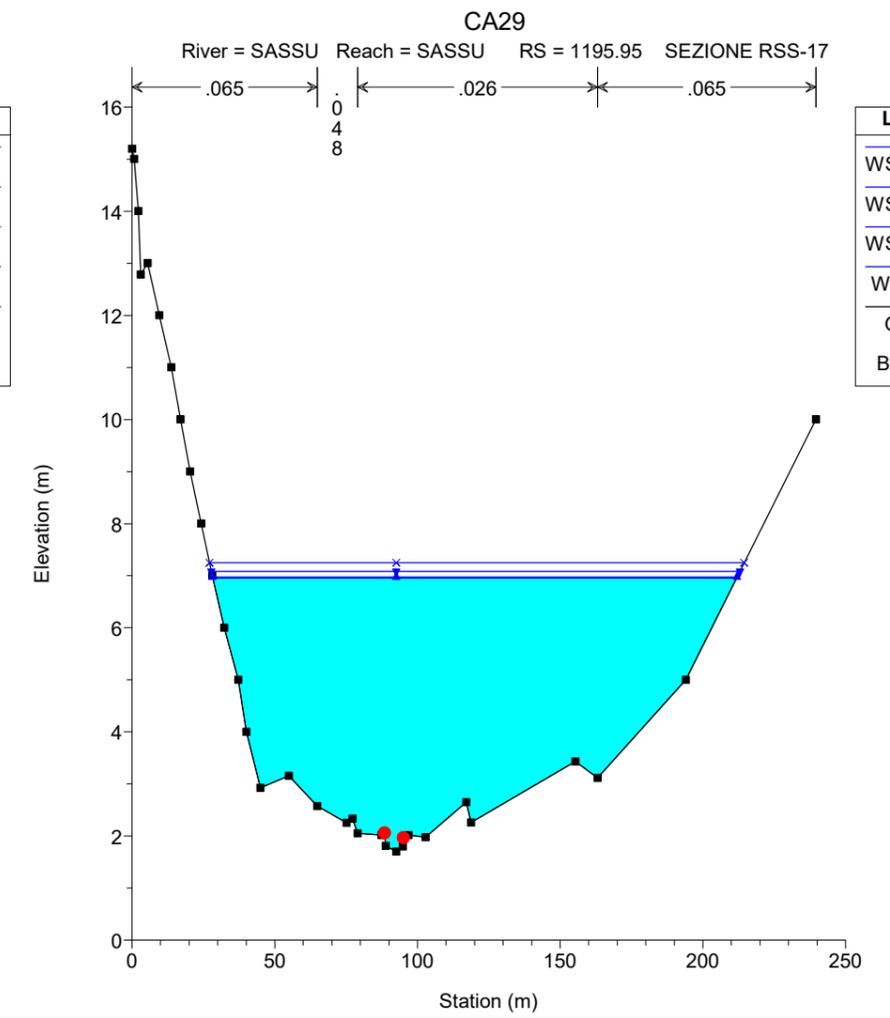
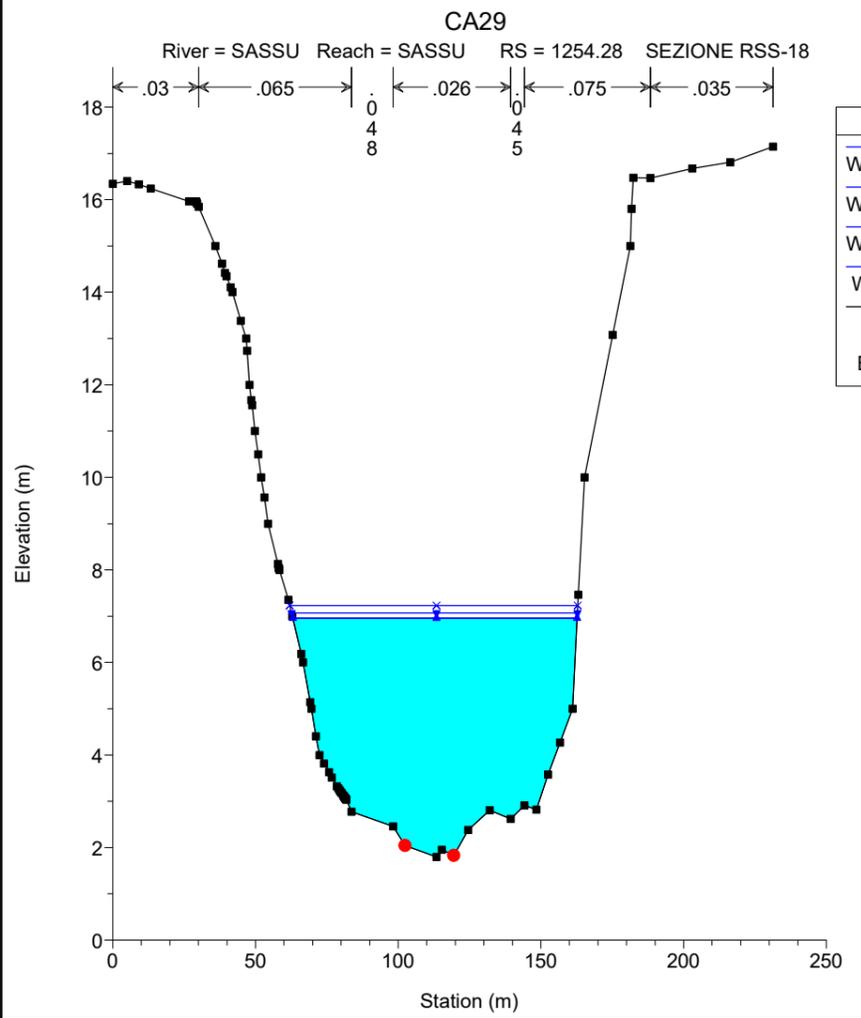
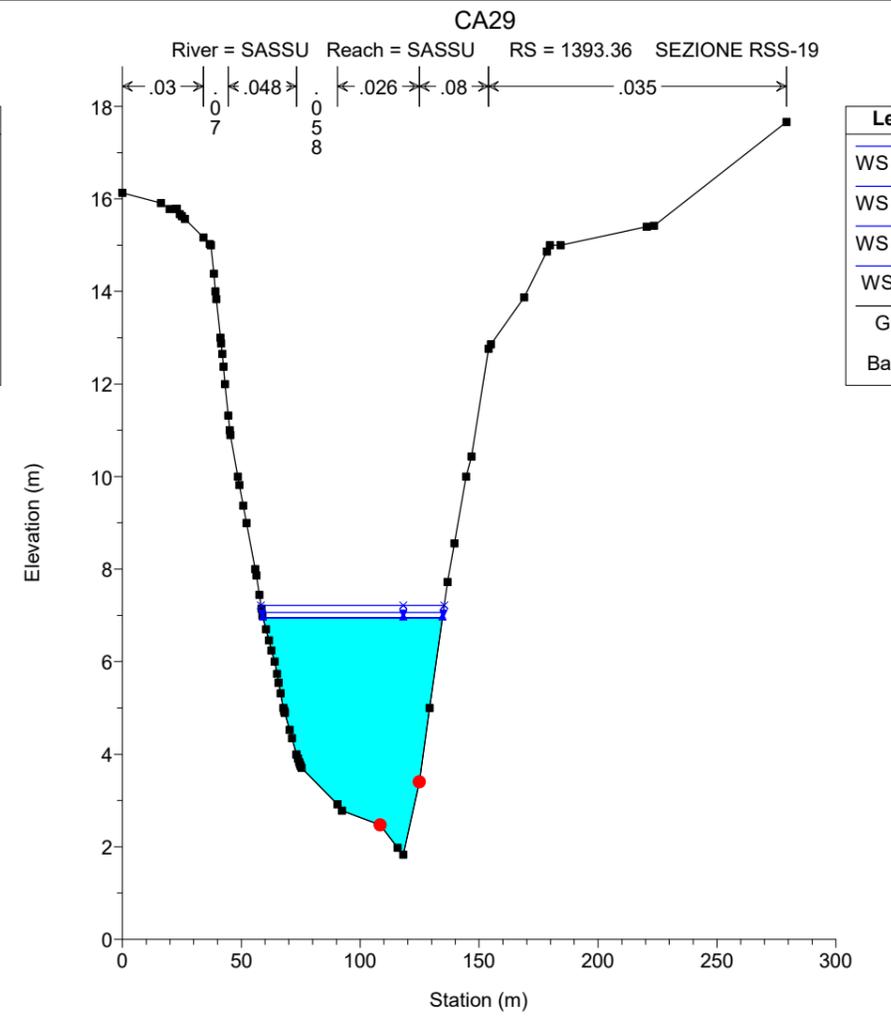
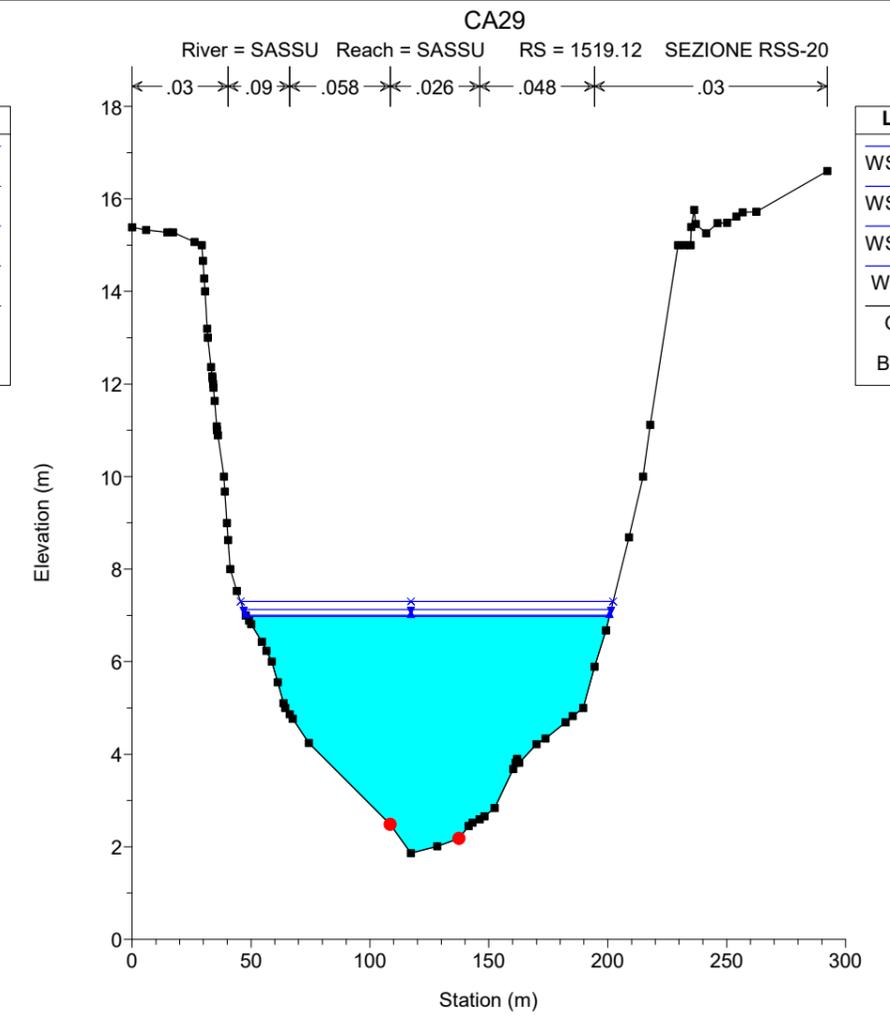
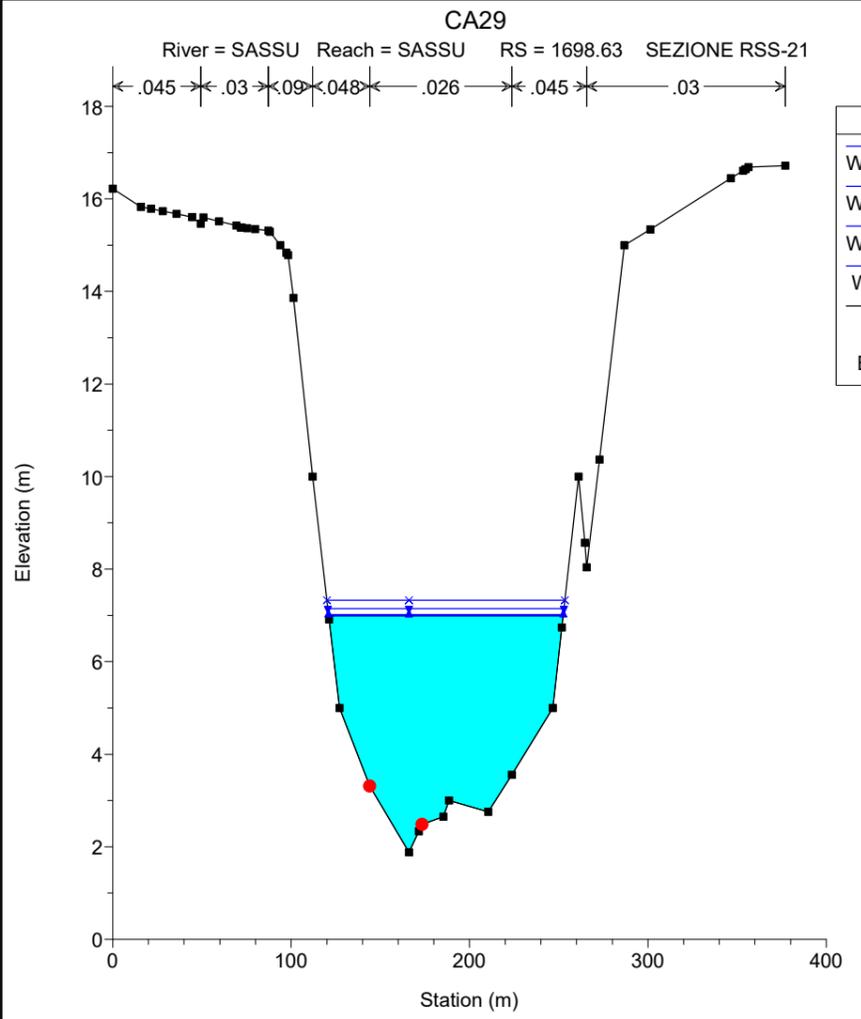


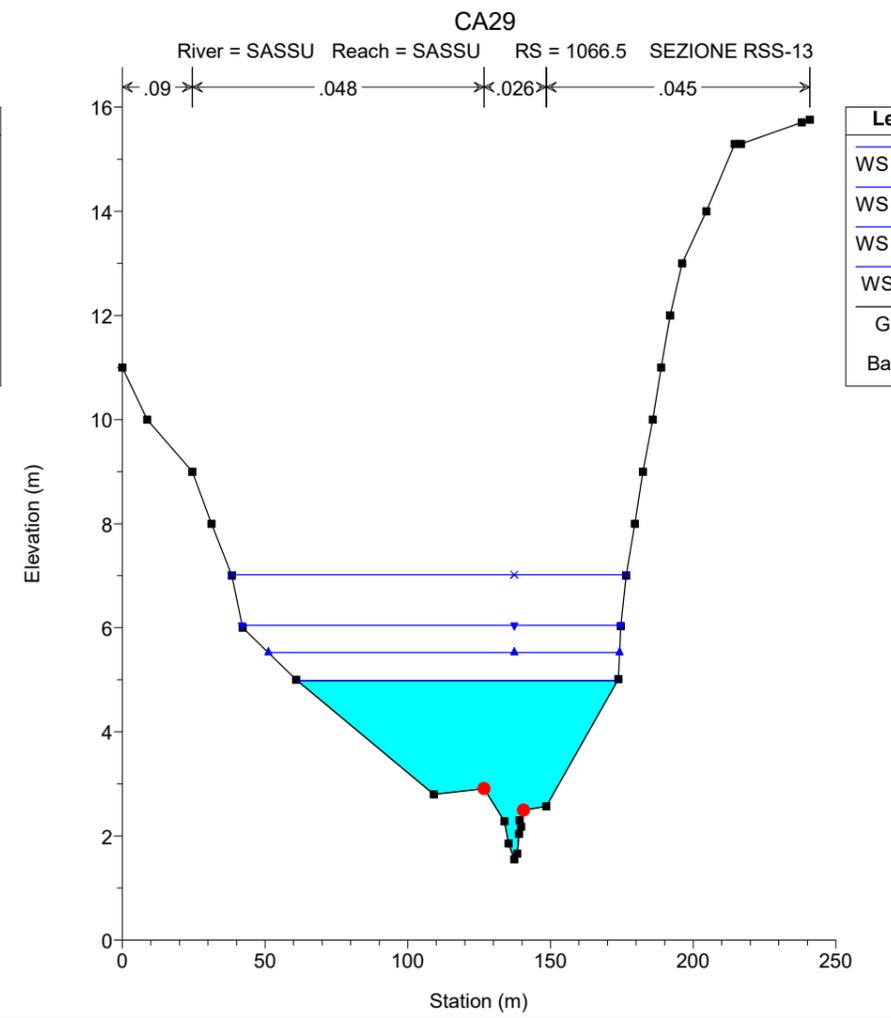
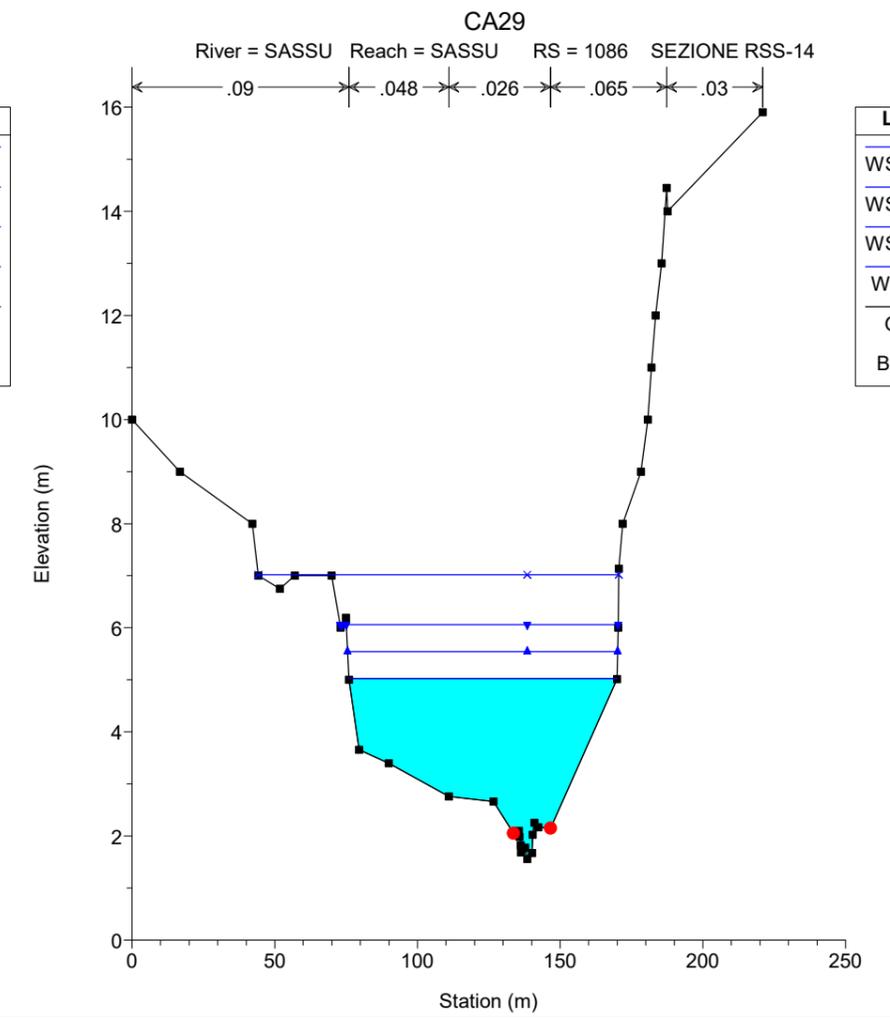
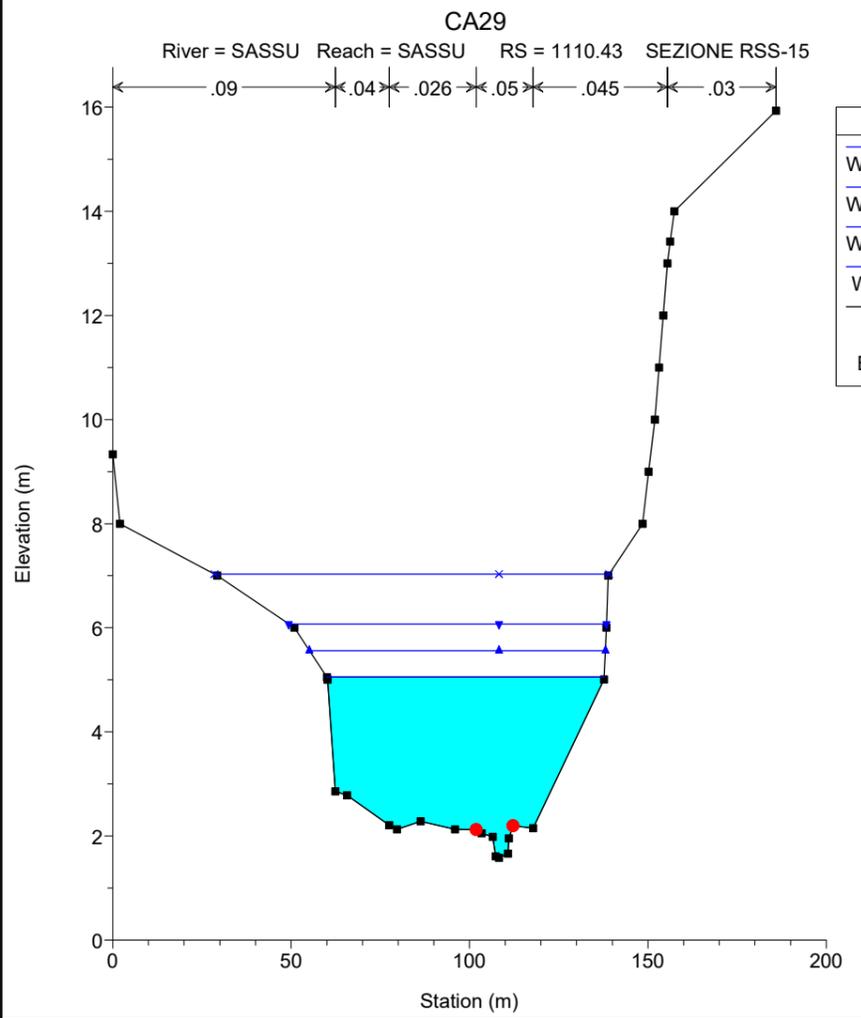
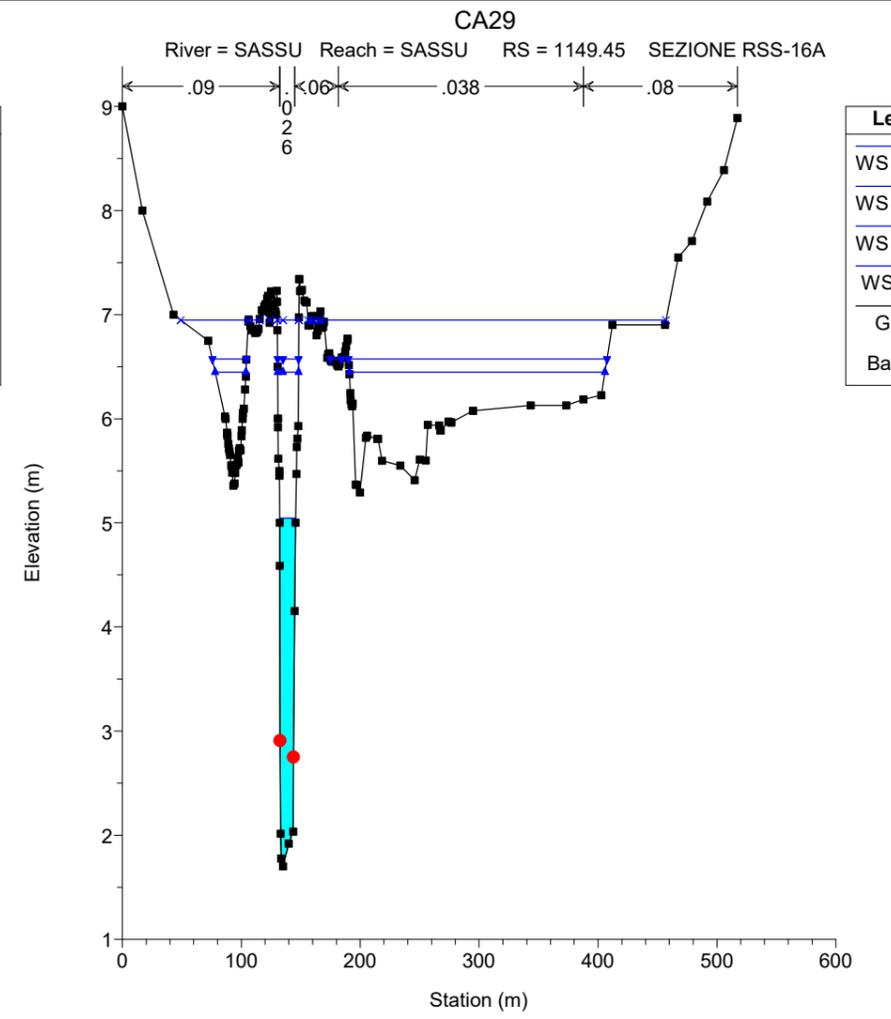
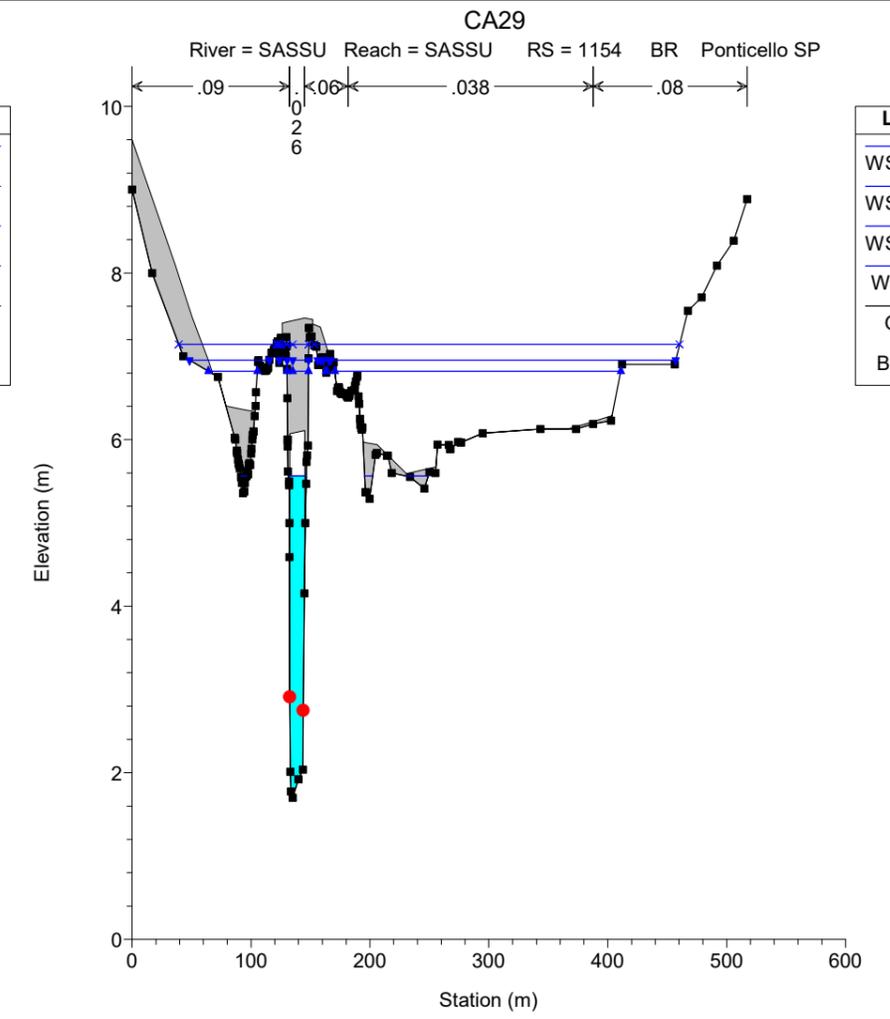
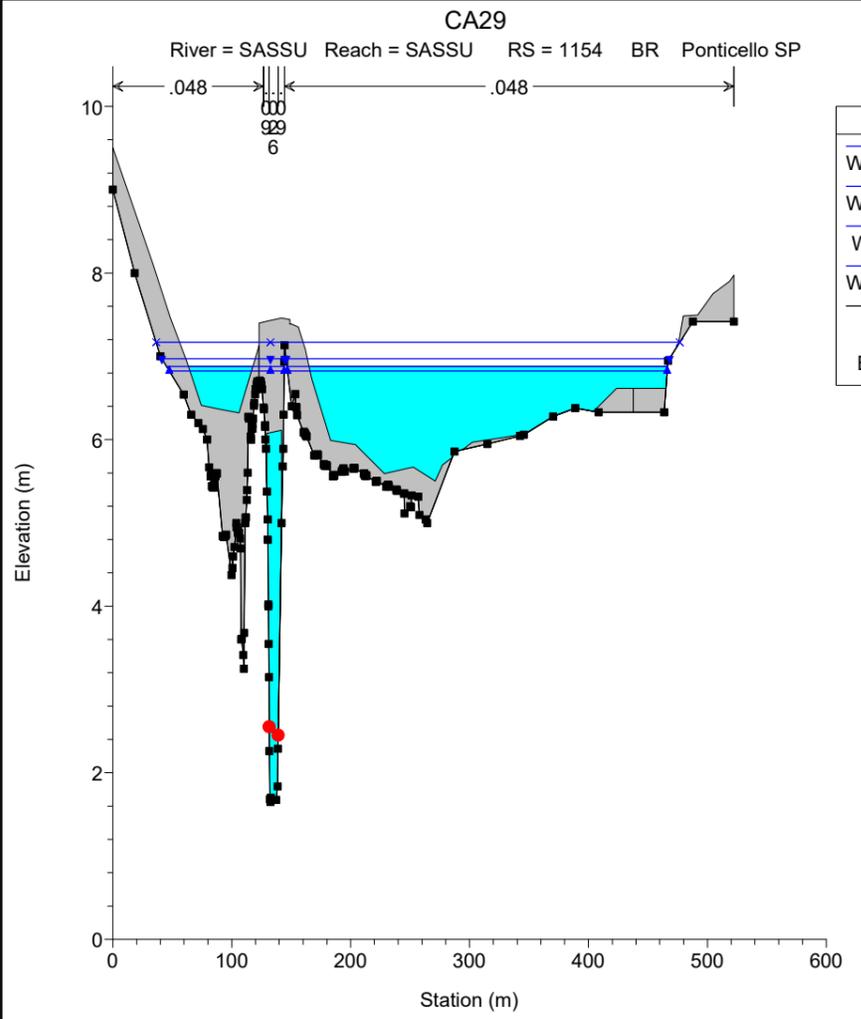


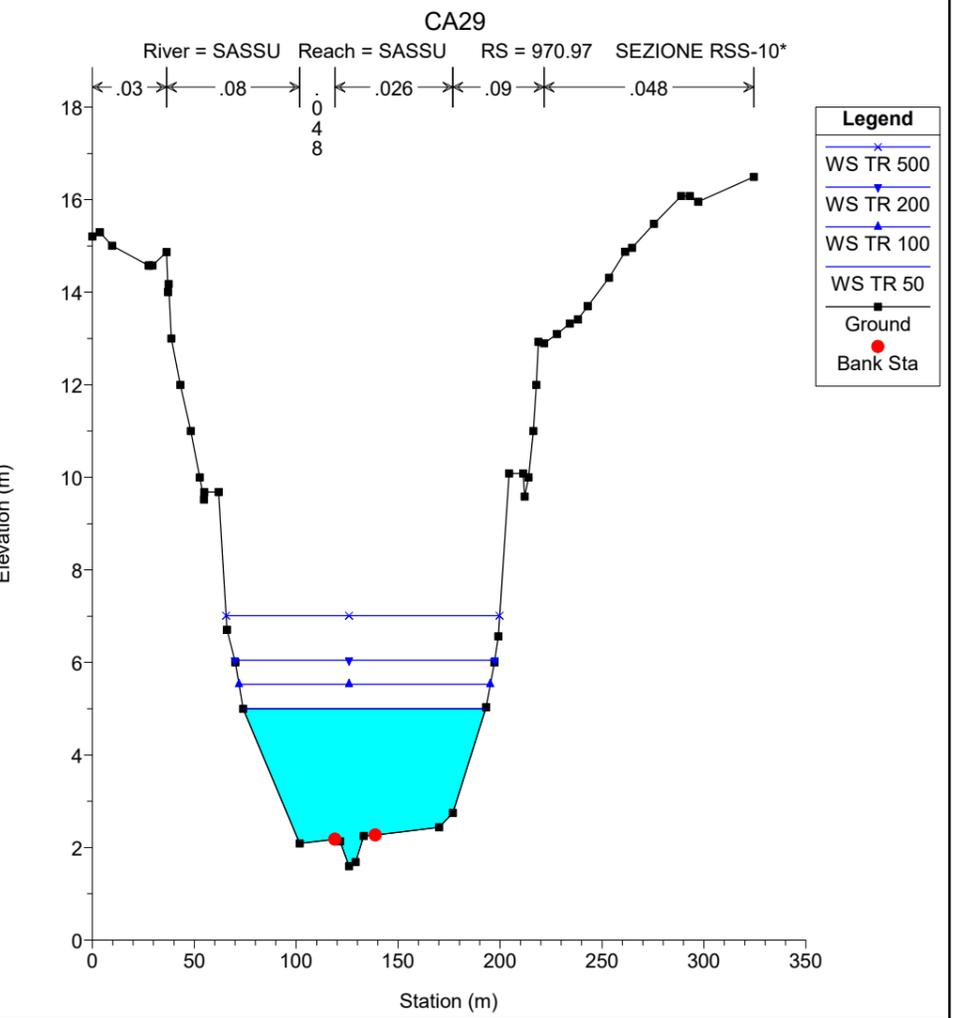
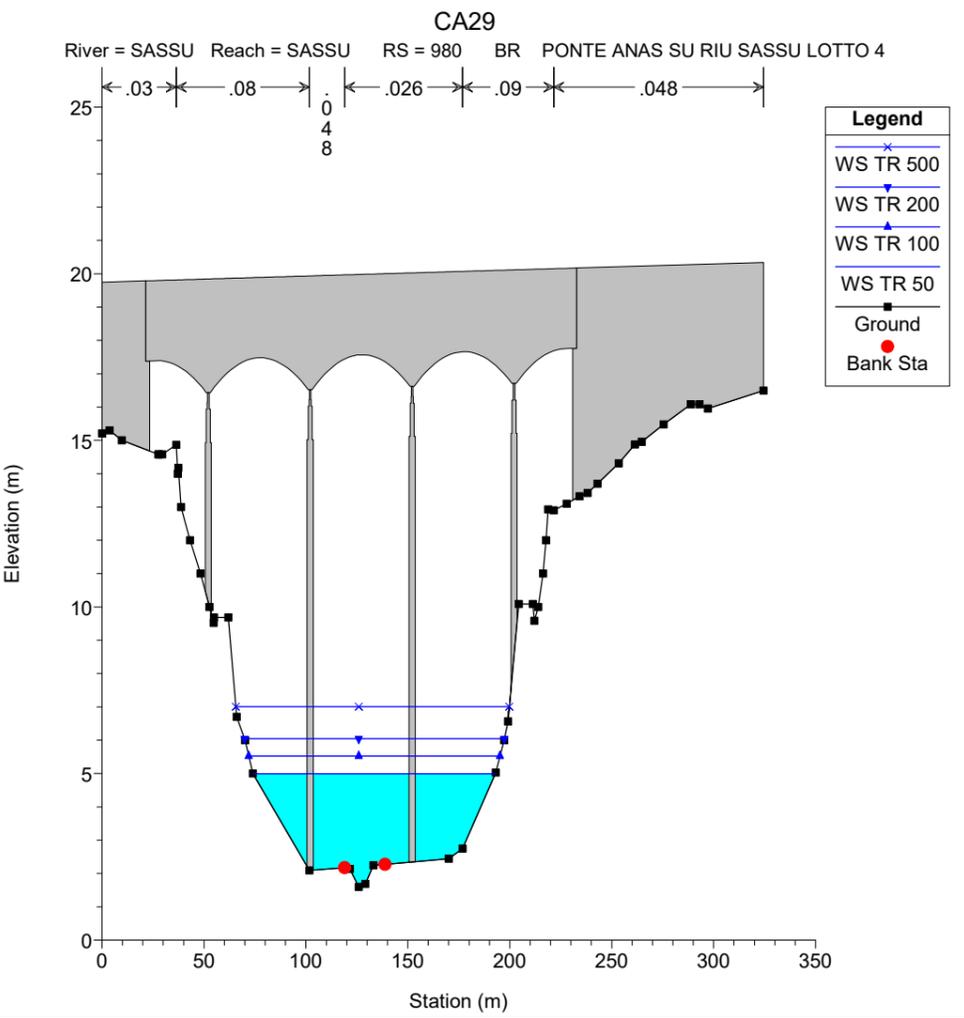
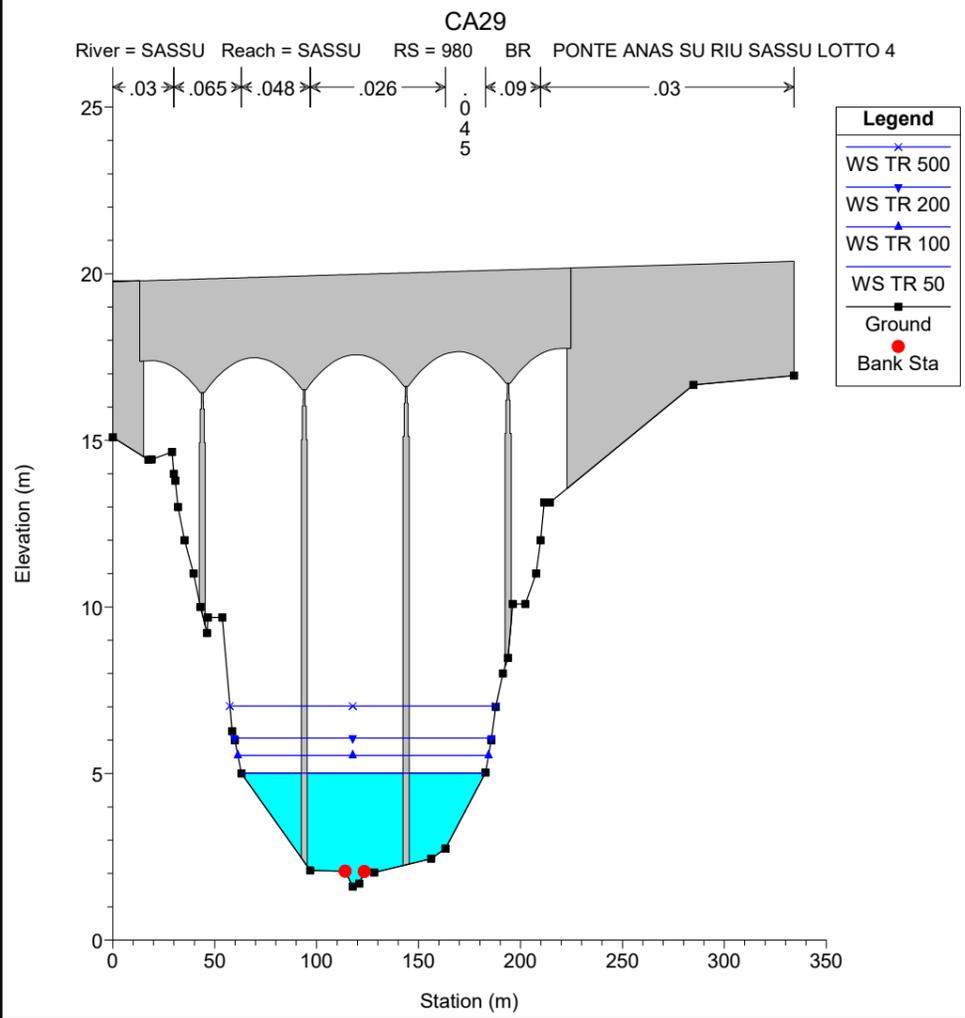
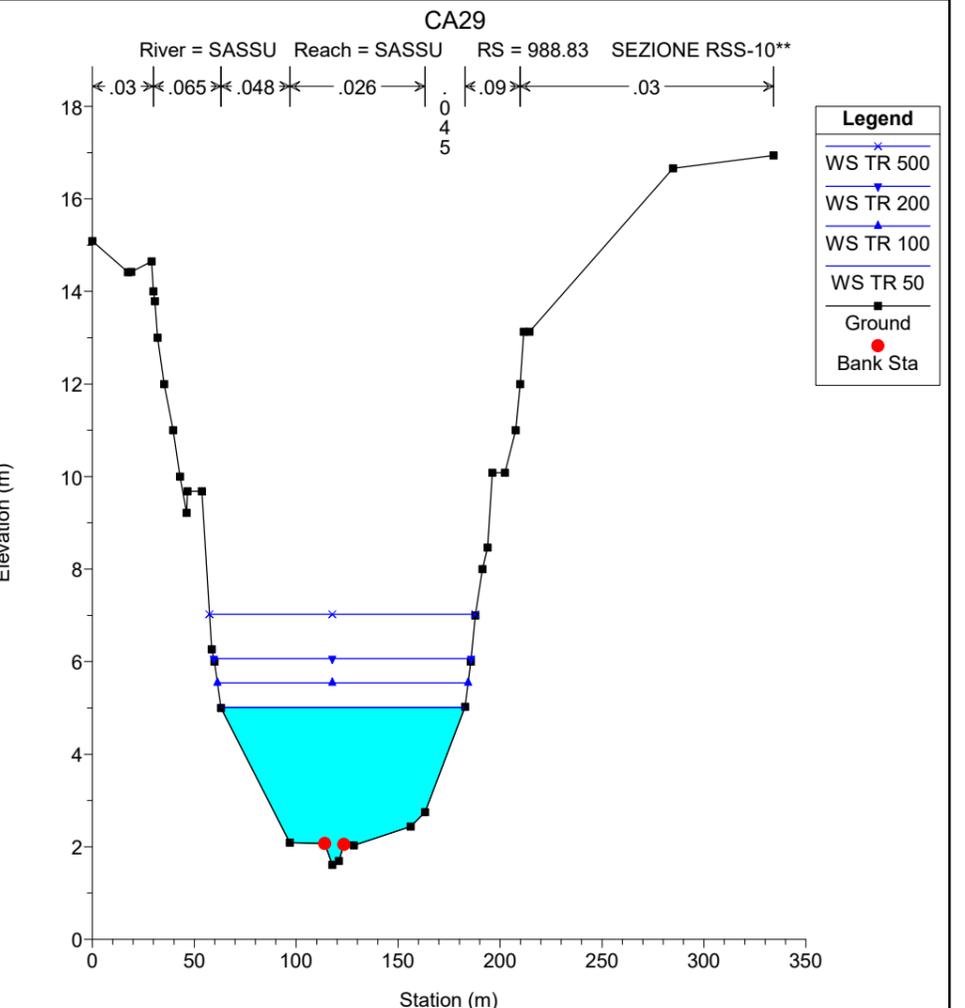
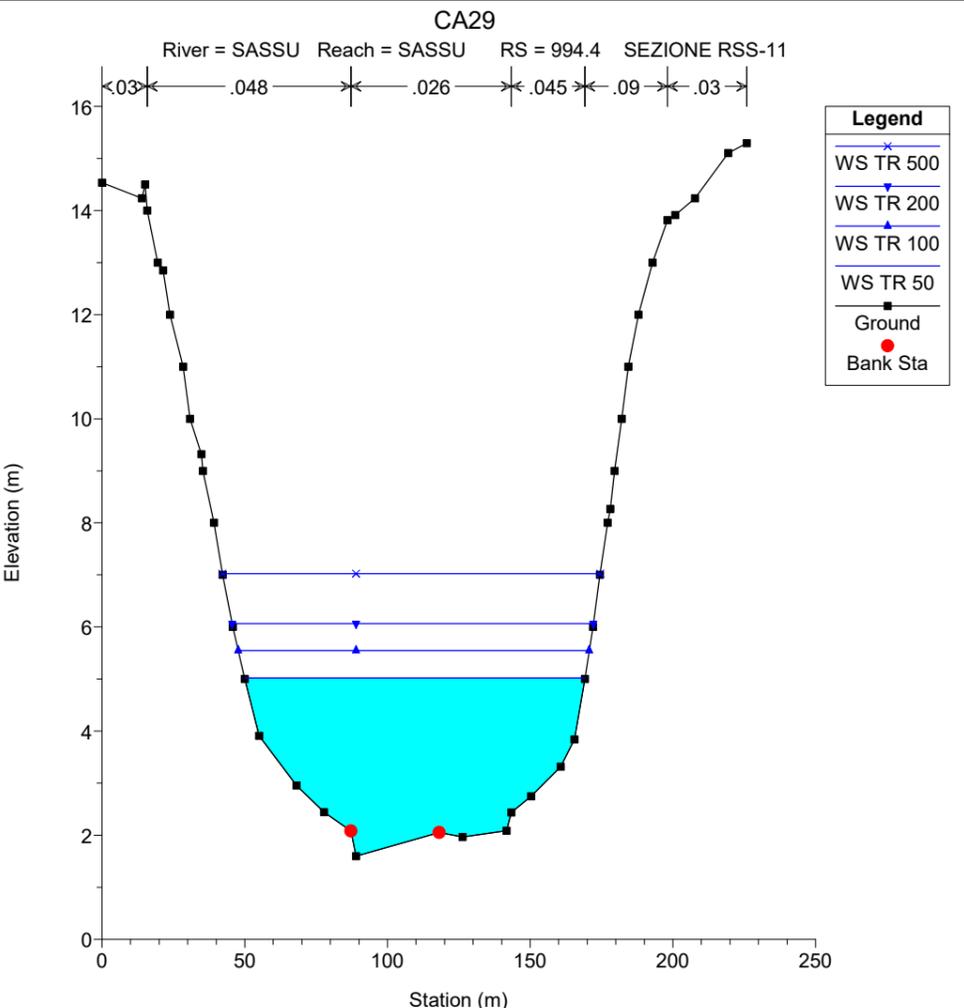
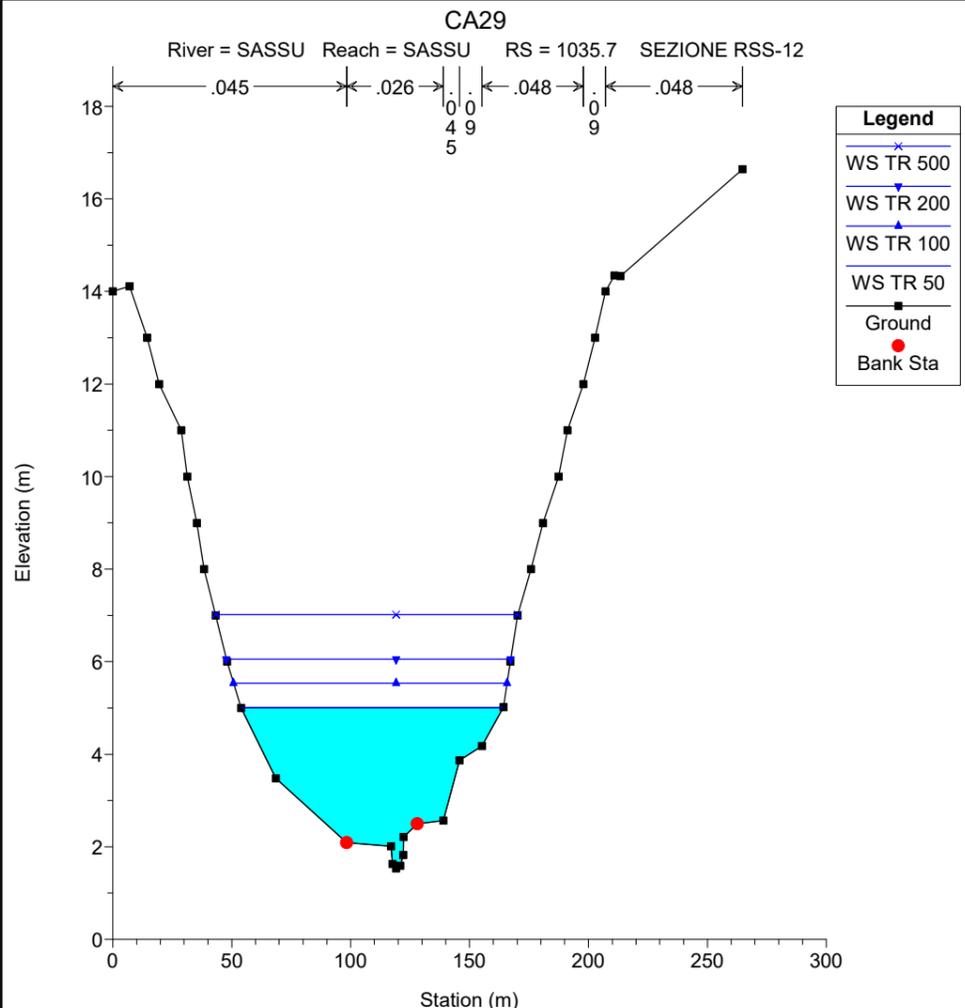


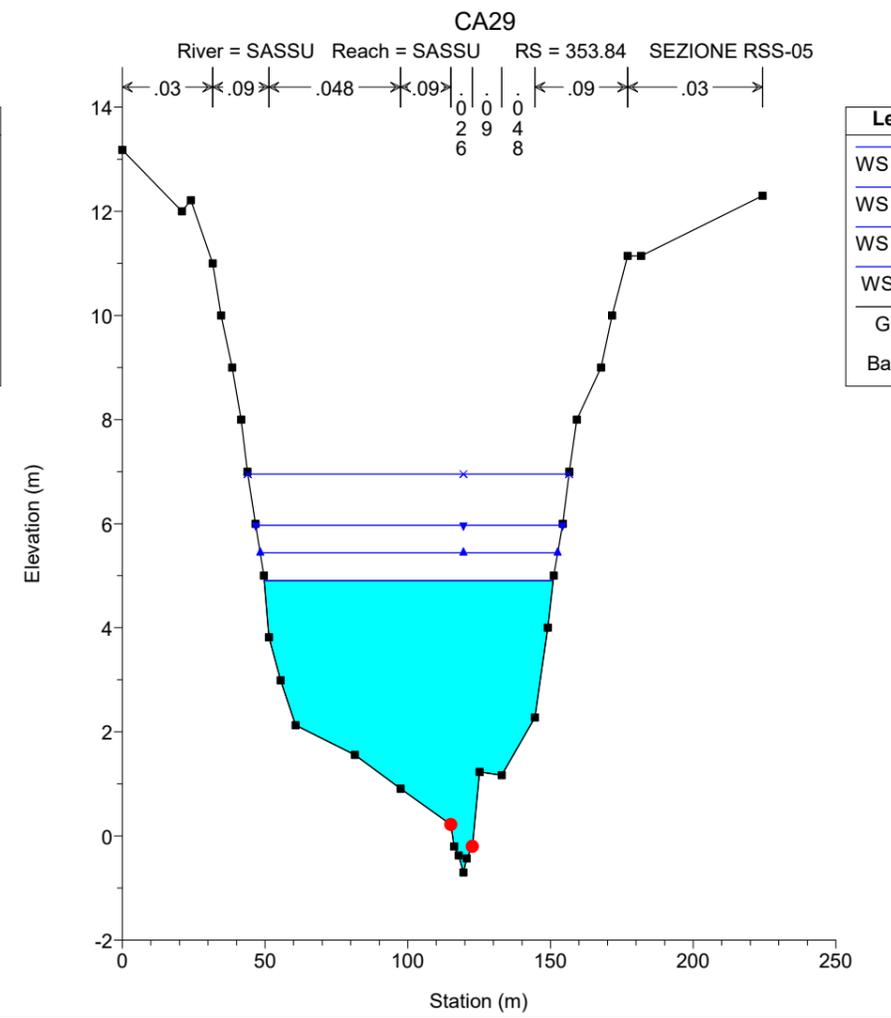
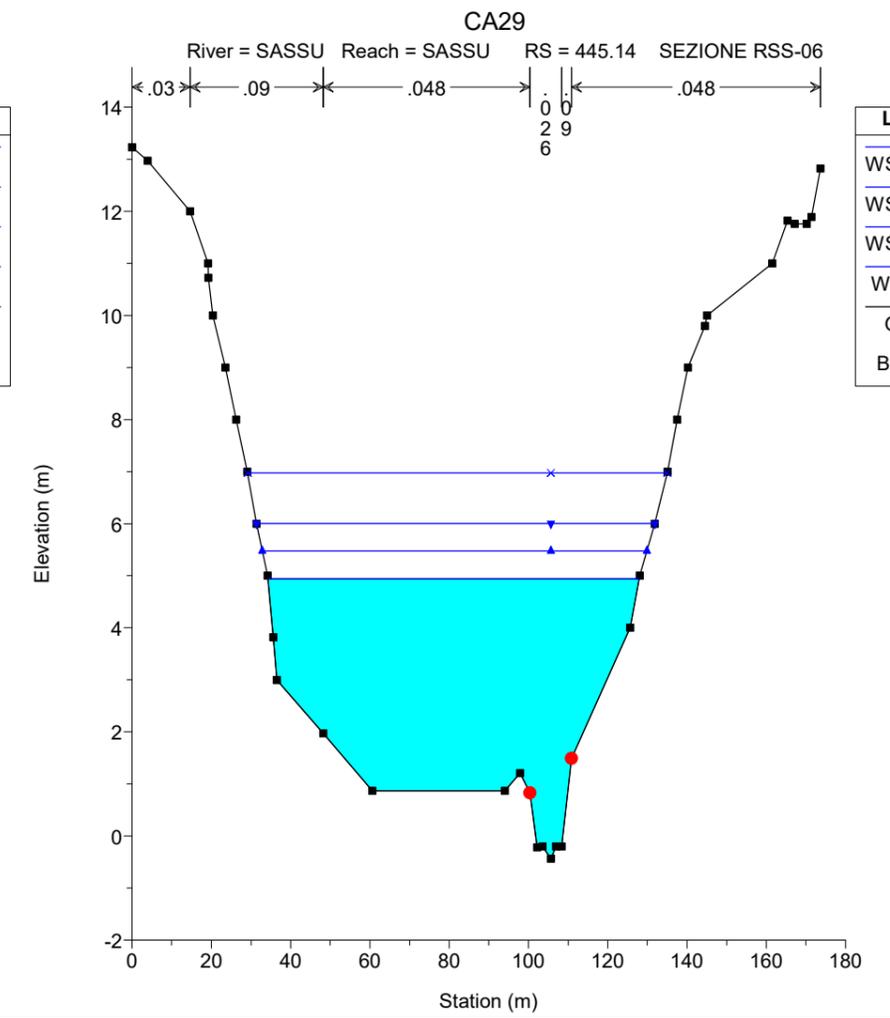
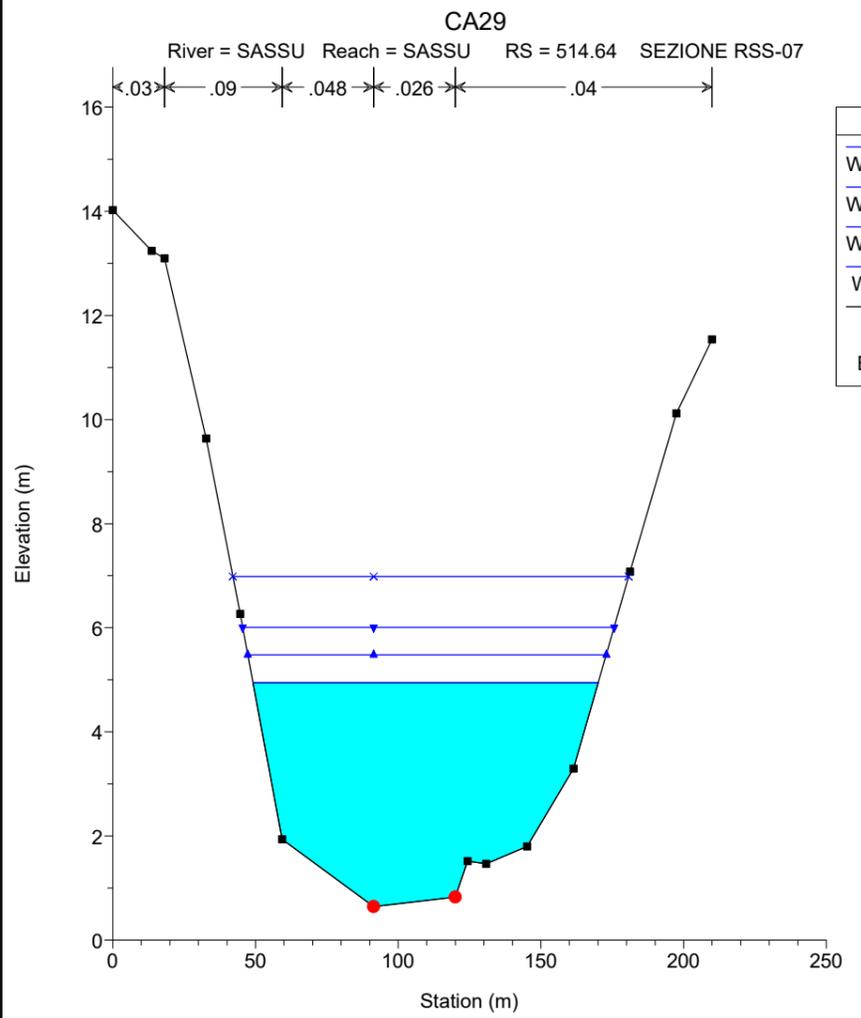
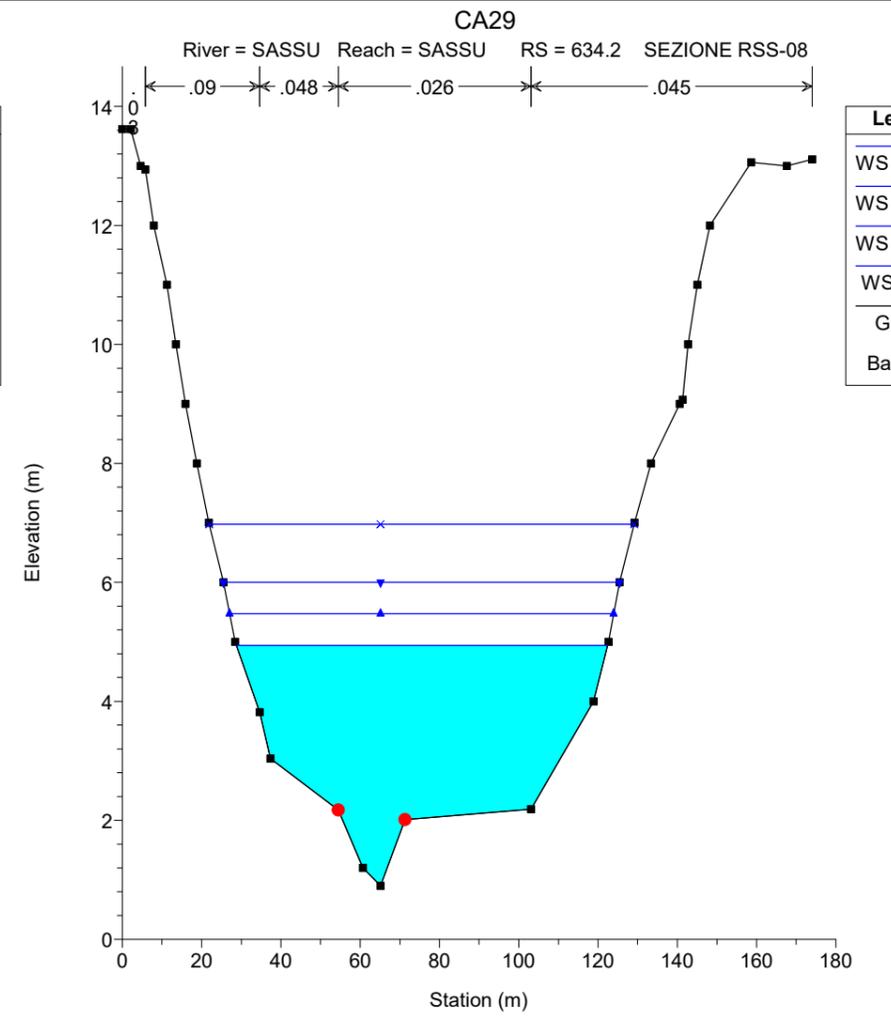
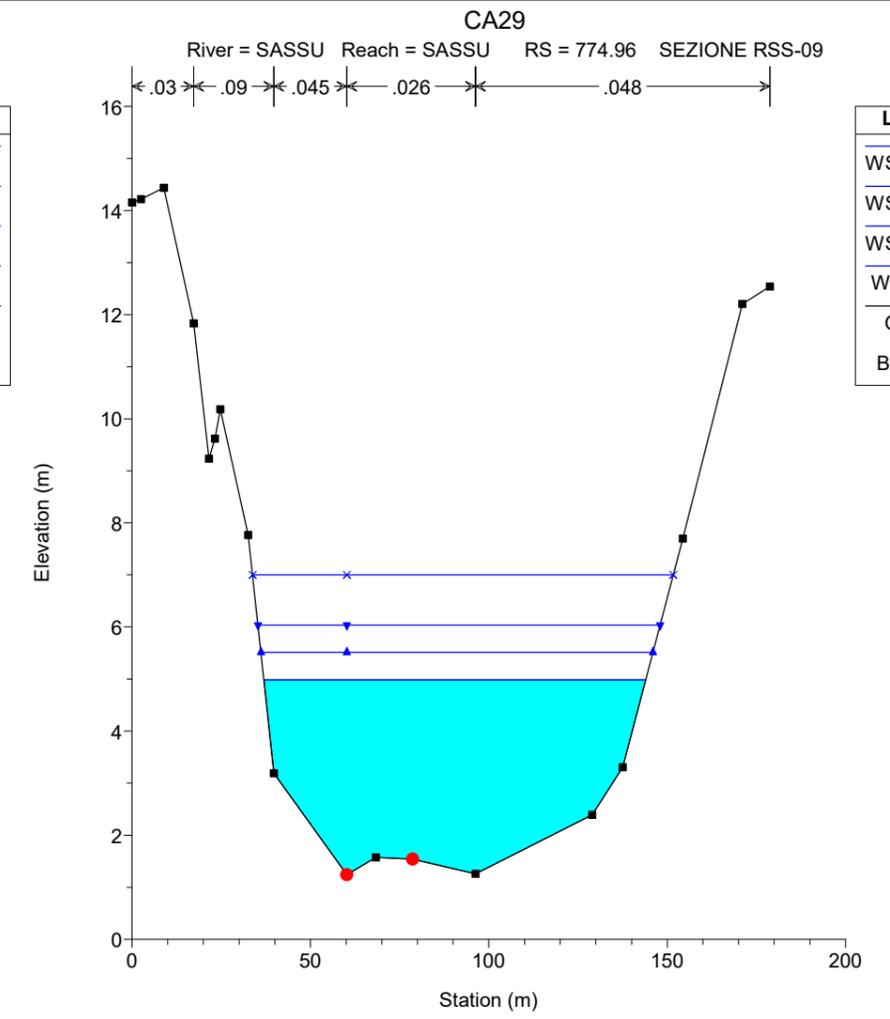
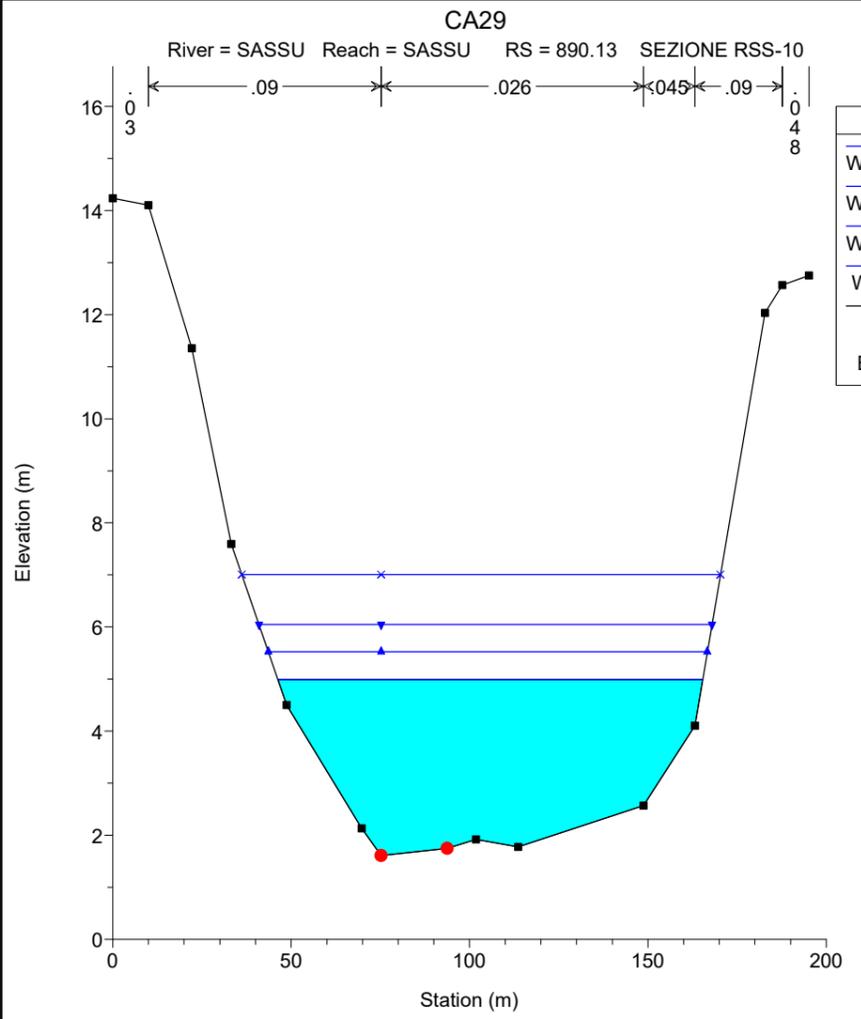






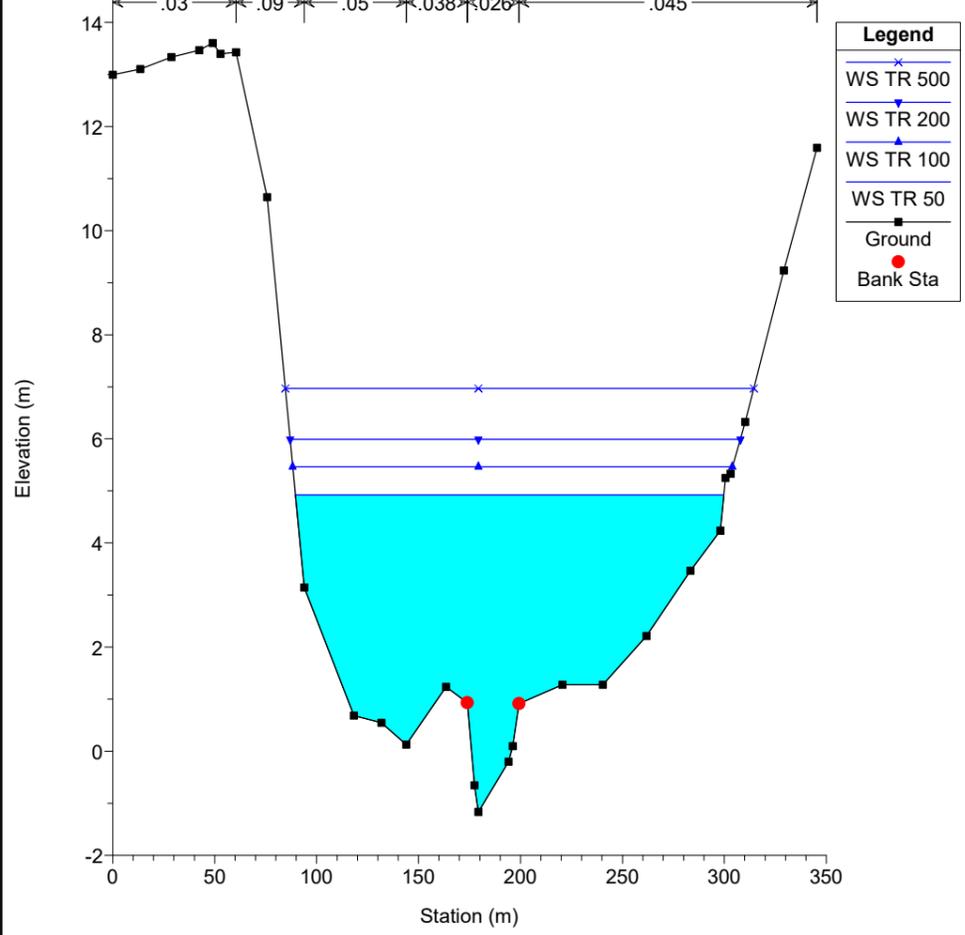






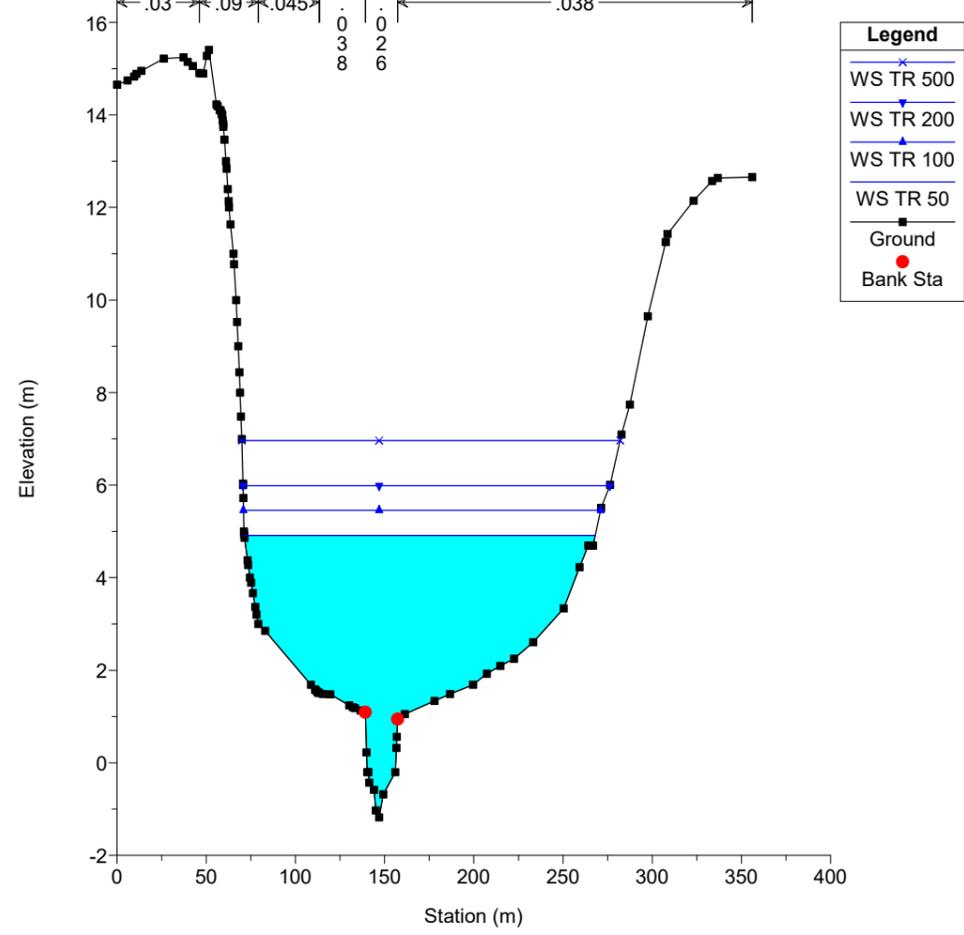
CA29

River = SASSU Reach = SASSU RS = 241.31 SEZIONE RSS-04



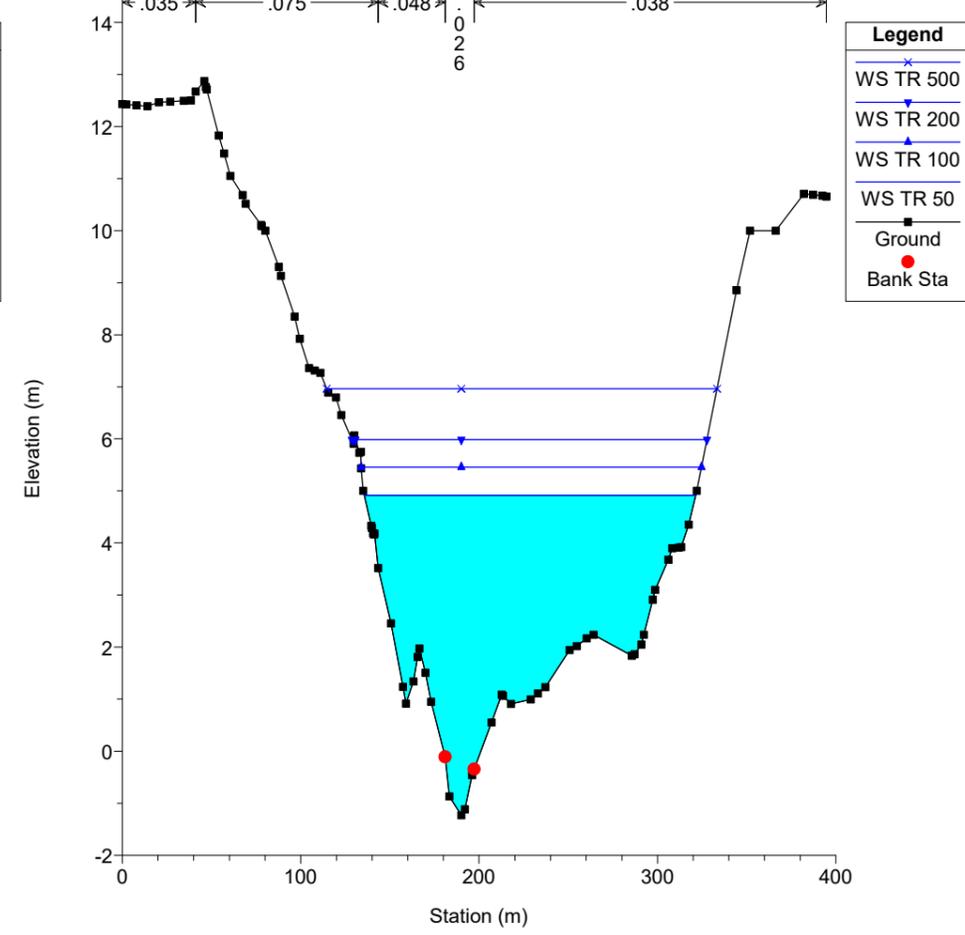
CA29

River = SASSU Reach = SASSU RS = 204.51 SEZIONE RSS-03



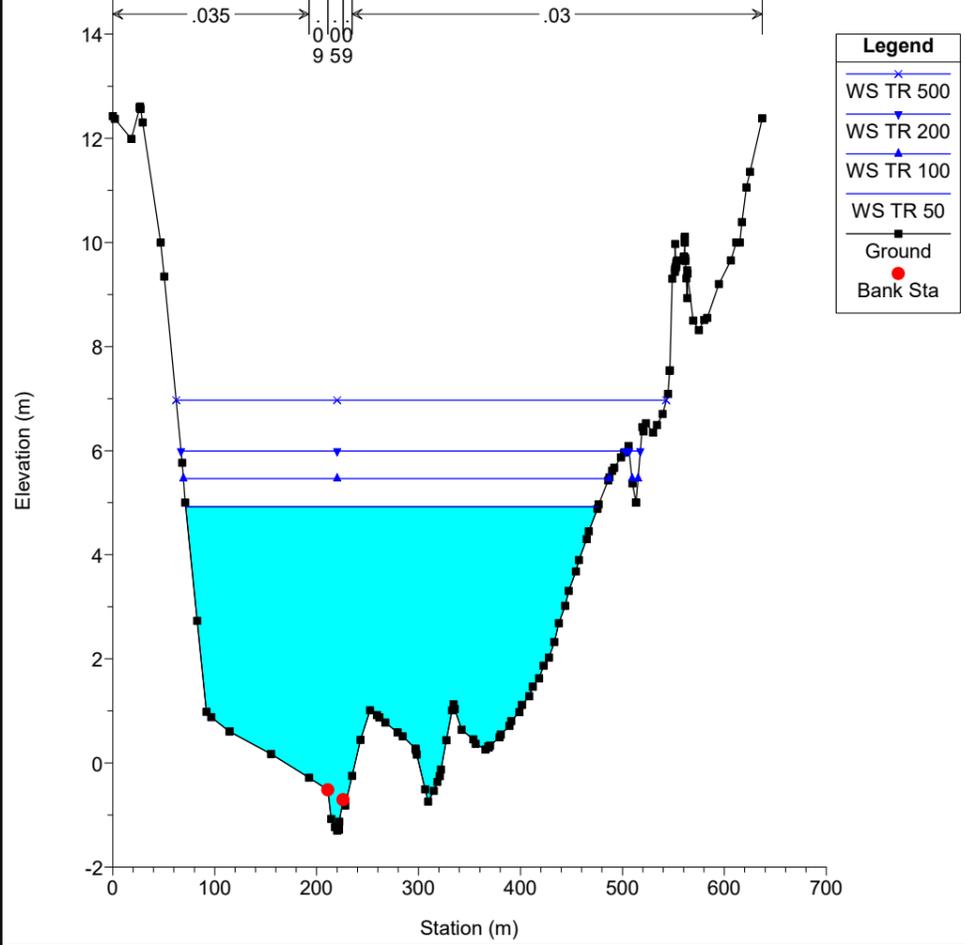
CA29

River = SASSU Reach = SASSU RS = 148.89 SEZIONE RSS-02



CA29

River = SASSU Reach = SASSU RS = 0 SEZIONE RSS-01



River	Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
SASSU	SASSU	1698.63	TR 50	196.45	1.88	6.99	3.62	7.00	0.000026	0.53	461.15	131.37	0.08
SASSU	SASSU	1698.63	TR 100	239.27	1.88	7.02	3.74	7.03	0.000037	0.64	465.06	131.55	0.10
SASSU	SASSU	1698.63	TR 200	281.67	1.88	7.14	3.86	7.16	0.000046	0.73	481.68	132.29	0.11
SASSU	SASSU	1698.63	TR 500	337.49	1.88	7.33	3.99	7.35	0.000057	0.83	505.87	133.37	0.12
SASSU	SASSU	1519.12	TR 50	196.45	1.86	6.98		6.99	0.000038	0.69	485.57	152.60	0.10
SASSU	SASSU	1519.12	TR 100	239.27	1.86	7.00		7.03	0.000056	0.83	489.43	152.99	0.12
SASSU	SASSU	1519.12	TR 200	281.67	1.86	7.13		7.15	0.000070	0.95	508.24	154.47	0.13
SASSU	SASSU	1519.12	TR 500	337.49	1.86	7.30		7.34	0.000087	1.08	535.87	156.60	0.15
SASSU	SASSU	1393.36	TR 50	196.45	1.83	6.94		6.98	0.000105	1.08	252.83	75.42	0.16
SASSU	SASSU	1393.36	TR 100	239.27	1.83	6.95		7.01	0.000154	1.31	253.49	75.49	0.20
SASSU	SASSU	1393.36	TR 200	281.67	1.83	7.06		7.14	0.000196	1.50	261.59	76.20	0.22
SASSU	SASSU	1393.36	TR 500	337.49	1.83	7.22		7.32	0.000249	1.73	273.59	77.11	0.25
SASSU	SASSU	1254.28	TR 50	196.45	1.80	6.95		6.97	0.000047	0.77	387.16	99.56	0.11
SASSU	SASSU	1254.28	TR 100	239.27	1.80	6.96		6.99	0.000069	0.94	388.33	99.61	0.13
SASSU	SASSU	1254.28	TR 200	281.67	1.80	7.07		7.11	0.000088	1.08	399.29	100.14	0.15
SASSU	SASSU	1254.28	TR 500	337.49	1.80	7.23		7.28	0.000112	1.24	415.46	100.93	0.17
SASSU	SASSU	1195.95	TR 50	196.45	1.70	6.96		6.96	0.000016	0.46	656.74	183.54	0.06
SASSU	SASSU	1195.95	TR 100	239.27	1.70	6.97		6.98	0.000024	0.56	659.48	183.74	0.08
SASSU	SASSU	1195.95	TR 200	281.67	1.70	7.09		7.10	0.000030	0.64	680.34	185.22	0.09
SASSU	SASSU	1195.95	TR 500	337.49	1.70	7.25		7.26	0.000038	0.73	711.17	187.37	0.10
SASSU	SASSU	1159.6	TR 50	196.45	1.65	6.90	6.13	6.95	0.000241	1.66	456.75	420.20	0.23
SASSU	SASSU	1159.6	TR 100	239.27	1.65	6.88	6.23	6.96	0.000373	2.06	448.92	419.13	0.29
SASSU	SASSU	1159.6	TR 200	281.67	1.65	6.99	6.50	7.07	0.000403	2.17	496.36	427.35	0.30
SASSU	SASSU	1159.6	TR 500	337.49	1.65	7.17	6.62	7.24	0.000402	2.22	572.22	440.35	0.30
SASSU	SASSU	1154		Bridge									
SASSU	SASSU	1149.45	TR 50	196.45	1.70	5.04	5.04	6.51	0.004877	5.42	37.80	13.54	0.98
SASSU	SASSU	1149.45	TR 100	239.27	1.70	6.45	6.45	6.84	0.001102	3.30	180.42	258.26	0.49
SASSU	SASSU	1149.45	TR 200	281.67	1.70	6.57	6.57	6.97	0.001152	3.43	214.16	272.92	0.51
SASSU	SASSU	1149.45	TR 500	337.49	1.70	6.95		7.18	0.000776	2.97	327.15	381.22	0.42
SASSU	SASSU	1110.43	TR 50	196.45	1.58	5.05	3.32	5.12	0.000382	0.83	188.13	77.75	0.15
SASSU	SASSU	1110.43	TR 100	239.27	1.58	5.56	3.47	5.63	0.000314	0.83	229.00	82.97	0.14
SASSU	SASSU	1110.43	TR 200	281.67	1.58	6.07	3.61	6.14	0.000262	0.83	272.79	89.06	0.13
SASSU	SASSU	1110.43	TR 500	337.49	1.58	7.03		7.08	0.000170	0.76	368.14	110.61	0.11
SASSU	SASSU	1086	TR 50	196.45	1.56	5.03		5.10	0.000446	1.67	186.92	93.95	0.31
SASSU	SASSU	1086	TR 100	239.27	1.56	5.54		5.62	0.000334	1.60	235.85	94.63	0.27
SASSU	SASSU	1086	TR 200	281.67	1.56	6.06		6.13	0.000263	1.56	284.82	96.07	0.25
SASSU	SASSU	1086	TR 500	337.49	1.56	7.02		7.07	0.000161	1.40	381.64	126.31	0.20
SASSU	SASSU	1066.5	TR 50	196.45	1.55	4.98		5.09	0.000751	2.01	176.76	112.15	0.39
SASSU	SASSU	1066.5	TR 100	239.27	1.55	5.52		5.61	0.000494	1.84	240.24	123.05	0.33
SASSU	SASSU	1066.5	TR 200	281.67	1.55	6.05		6.12	0.000351	1.71	307.92	132.65	0.28
SASSU	SASSU	1066.5	TR 500	337.49	1.55	7.02		7.07	0.000180	1.43	439.06	138.28	0.21
SASSU	SASSU	1035.7	TR 50	196.45	1.53	5.00		5.06	0.000275	1.31	217.42	110.28	0.24
SASSU	SASSU	1035.7	TR 100	239.27	1.53	5.53		5.59	0.000211	1.28	277.22	115.05	0.22
SASSU	SASSU	1035.7	TR 200	281.67	1.53	6.06		6.11	0.000169	1.25	338.56	119.57	0.20
SASSU	SASSU	1035.7	TR 500	337.49	1.53	7.02		7.06	0.000104	1.13	457.20	127.12	0.16
SASSU	SASSU	994.4	TR 50	196.45	1.60	5.02		5.05	0.000118	0.91	292.57	119.26	0.16
SASSU	SASSU	994.4	TR 100	239.27	1.60	5.55		5.58	0.000098	0.91	356.57	122.97	0.15
SASSU	SASSU	994.4	TR 200	281.67	1.60	6.07		6.10	0.000083	0.92	421.63	126.57	0.14
SASSU	SASSU	994.4	TR 500	337.49	1.60	7.03		7.05	0.000055	0.86	545.80	132.40	0.12
SASSU	SASSU	988.83	TR 50	196.45	1.61	5.02	3.11	5.05	0.000140	0.99	261.52	119.66	0.18
SASSU	SASSU	988.83	TR 100	239.27	1.61	5.55	3.24	5.58	0.000110	0.97	325.87	122.94	0.16
SASSU	SASSU	988.83	TR 200	281.67	1.61	6.07	3.36	6.10	0.000090	0.96	390.87	126.21	0.15
SASSU	SASSU	988.83	TR 500	337.49	1.61	7.03	3.49	7.05	0.000058	0.88	514.28	130.47	0.12
SASSU	SASSU	980		Bridge									
SASSU	SASSU	970.97	TR 50	196.45	1.60	5.00		5.03	0.000175	1.05	266.05	118.97	0.19
SASSU	SASSU	970.97	TR 100	239.27	1.60	5.53		5.56	0.000140	1.05	330.33	123.33	0.18
SASSU	SASSU	970.97	TR 200	281.67	1.60	6.05		6.09	0.000116	1.05	395.81	127.57	0.17
SASSU	SASSU	970.97	TR 500	337.49	1.60	7.01		7.04	0.000076	0.98	522.34	134.17	0.14
SASSU	SASSU	890.13	TR 50	196.45	1.61	4.99		5.02	0.000100	0.86	300.60	119.06	0.15
SASSU	SASSU	890.13	TR 100	239.27	1.61	5.52		5.55	0.000085	0.87	364.93	123.04	0.14
SASSU	SASSU	890.13	TR 200	281.67	1.61	6.05		6.07	0.000073	0.88	430.27	126.97	0.13
SASSU	SASSU	890.13	TR 500	337.49	1.61	7.01		7.03	0.000050	0.83	556.05	134.19	0.11
SASSU	SASSU	774.96	TR 50	196.45	1.24	4.98		5.01	0.000108	0.92	313.21	107.01	0.16
SASSU	SASSU	774.96	TR 100	239.27	1.24	5.51		5.54	0.000096	0.95	370.95	109.89	0.15
SASSU	SASSU	774.96	TR 200	281.67	1.24	6.04		6.06	0.000086	0.98	429.23	112.72	0.15
SASSU	SASSU	774.96	TR 500	337.49	1.24	7.00		7.03	0.000062	0.94	540.54	117.94	0.13
SASSU	SASSU	634.2	TR 50	196.45	0.90	4.94		4.98	0.000180	1.18	227.25	93.66	0.20
SASSU	SASSU	634.2	TR 100	239.27	0.90	5.47		5.52	0.000149	1.18	278.50	96.90	0.19
SASSU	SASSU	634.2	TR 200	281.67	0.90	6.00		6.05	0.000126	1.18	330.39	99.88	0.18

River	Reach	River Sta	Profile	Q Total (m ³ /s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m ²)	Top Width (m)	Froude # Chl
SASSU	SASSU	634.2	TR 500	337.49	0.90	6.98		7.02	0.000085	1.10	431.32	107.26	0.15
SASSU	SASSU	514.64	TR 50	196.45	0.64	4.94		4.96	0.000065	0.81	385.68	121.01	0.13
SASSU	SASSU	514.64	TR 100	239.27	0.64	5.48		5.50	0.000061	0.85	451.91	125.63	0.12
SASSU	SASSU	514.64	TR 200	281.67	0.64	6.01		6.03	0.000056	0.87	519.37	130.17	0.12
SASSU	SASSU	514.64	TR 500	337.49	0.64	6.98		7.00	0.000042	0.85	650.23	138.67	0.11
SASSU	SASSU	445.14	TR 50	196.45	-0.43	4.94		4.96	0.000167	0.75	319.98	93.67	0.11
SASSU	SASSU	445.14	TR 100	239.27	-0.43	5.47		5.50	0.000160	0.79	371.14	97.04	0.11
SASSU	SASSU	445.14	TR 200	281.67	-0.43	6.00		6.03	0.000150	0.81	423.25	100.53	0.11
SASSU	SASSU	445.14	TR 500	337.49	-0.43	6.98		7.00	0.000115	0.78	523.85	105.88	0.10
SASSU	SASSU	353.84	TR 50	196.45	-0.70	4.90		4.94	0.000155	1.43	343.41	101.27	0.20
SASSU	SASSU	353.84	TR 100	239.27	-0.70	5.44		5.48	0.000146	1.48	398.69	104.28	0.20
SASSU	SASSU	353.84	TR 200	281.67	-0.70	5.97		6.01	0.000136	1.51	454.69	107.45	0.19
SASSU	SASSU	353.84	TR 500	337.49	-0.70	6.95		6.99	0.000103	1.45	562.66	112.62	0.17
SASSU	SASSU	241.31	TR 50	196.45	-1.16	4.92		4.93	0.000019	0.50	731.48	210.18	0.07
SASSU	SASSU	241.31	TR 100	239.27	-1.16	5.46		5.47	0.000018	0.52	845.97	215.72	0.07
SASSU	SASSU	241.31	TR 200	281.67	-1.16	5.99		6.00	0.000017	0.54	961.57	220.84	0.07
SASSU	SASSU	241.31	TR 500	337.49	-1.16	6.97		6.98	0.000013	0.53	1182.32	229.82	0.06
SASSU	SASSU	204.51	TR 50	196.45	-1.18	4.92		4.93	0.000031	0.63	581.47	196.76	0.09
SASSU	SASSU	204.51	TR 100	239.27	-1.18	5.46		5.47	0.000028	0.64	688.69	200.31	0.08
SASSU	SASSU	204.51	TR 200	281.67	-1.18	5.99		6.00	0.000025	0.64	796.20	205.57	0.08
SASSU	SASSU	204.51	TR 500	337.49	-1.18	6.97		6.97	0.000018	0.60	1000.93	212.03	0.07
SASSU	SASSU	148.89	TR 50	196.45	-1.23	4.92		4.92	0.000028	0.65	591.98	185.83	0.09
SASSU	SASSU	148.89	TR 100	239.27	-1.23	5.45		5.46	0.000026	0.66	693.72	190.79	0.08
SASSU	SASSU	148.89	TR 200	281.67	-1.23	5.98		5.99	0.000024	0.68	796.25	198.21	0.08
SASSU	SASSU	148.89	TR 500	337.49	-1.23	6.97		6.97	0.000018	0.64	1000.16	218.89	0.07
SASSU	SASSU	0	TR 50	196.45	-1.30	4.92	0.44	4.92	0.000003	0.11	1642.34	404.48	0.01
SASSU	SASSU	0	TR 100	239.27	-1.30	5.46	0.54	5.46	0.000003	0.11	1865.55	423.40	0.01
SASSU	SASSU	0	TR 200	281.67	-1.30	5.99	0.63	5.99	0.000003	0.12	2095.71	446.70	0.01
SASSU	SASSU	0	TR 500	337.49	-1.30	6.97	0.71	6.97	0.000002	0.12	2551.18	480.90	0.01
RIU SERRA	VALLE	4966.104	TR 50	324.56	9.36	13.55	12.82	14.04	0.003314	4.28	119.29	51.51	0.67
RIU SERRA	VALLE	4966.104	TR 100	393.74	9.36	13.78	13.14	14.38	0.003787	4.74	131.52	54.13	0.72
RIU SERRA	VALLE	4966.104	TR 200	462.92	9.36	13.95	13.41	14.73	0.004821	5.48	141.37	65.03	0.82
RIU SERRA	VALLE	4966.104	TR 500	553.44	9.36	14.10	13.67	15.12	0.006128	6.31	152.23	77.77	0.93
RIU SERRA	VALLE	4765.751	TR 50	324.56	8.72	13.06		13.38	0.002165	2.76	162.38	130.29	0.50
RIU SERRA	VALLE	4765.751	TR 100	393.74	8.72	13.36		13.67	0.001976	2.81	205.37	153.17	0.49
RIU SERRA	VALLE	4765.751	TR 200	462.92	8.72	13.63		13.93	0.001829	2.84	248.59	173.16	0.48
RIU SERRA	VALLE	4765.751	TR 500	553.44	8.72	13.93		14.22	0.001691	2.88	304.21	195.90	0.46
RIU SERRA	VALLE	4568.483	TR 50	324.56	7.93	12.39	11.72	12.87	0.003194	3.41	126.73	88.73	0.61
RIU SERRA	VALLE	4568.483	TR 100	393.74	7.93	12.58	12.21	13.15	0.003597	3.76	144.51	100.02	0.65
RIU SERRA	VALLE	4568.483	TR 200	462.92	7.93	12.76	12.51	13.39	0.003869	4.04	163.40	110.76	0.68
RIU SERRA	VALLE	4568.483	TR 500	553.44	7.93	12.96	12.82	13.68	0.004174	4.35	187.35	123.04	0.71
RIU SERRA	VALLE	4369.491	TR 50	324.56	7.50	11.47	11.47	12.00	0.005234	4.74	138.95	124.04	0.79
RIU SERRA	VALLE	4369.491	TR 100	393.74	7.50	11.66	11.66	12.20	0.005355	4.96	162.94	136.07	0.81
RIU SERRA	VALLE	4369.491	TR 200	462.92	7.50	11.81	11.81	12.38	0.005562	5.18	184.25	145.93	0.83
RIU SERRA	VALLE	4369.491	TR 500	553.44	7.50	11.98	11.98	12.58	0.005784	5.44	210.84	157.37	0.85
RIU SERRA	VALLE	4171.795	TR 50	324.56	6.41	11.02	10.49	11.15	0.001178	2.03	257.16	196.16	0.37
RIU SERRA	VALLE	4171.795	TR 100	393.74	6.41	11.24	10.63	11.37	0.001131	2.08	301.67	200.84	0.37
RIU SERRA	VALLE	4171.795	TR 200	462.92	6.41	11.44	10.73	11.58	0.001107	2.14	342.13	205.00	0.36
RIU SERRA	VALLE	4171.795	TR 500	553.44	6.41	11.66	10.86	11.81	0.001112	2.24	388.58	212.75	0.37
RIU SERRA	VALLE	3775.037	TR 50	324.56	5.42	9.28	9.28	10.10	0.006188	4.11	90.94	75.60	0.82
RIU SERRA	VALLE	3775.037	TR 100	393.74	5.42	9.64	9.64	10.41	0.005129	4.08	122.62	100.68	0.77
RIU SERRA	VALLE	3775.037	TR 200	462.92	5.42	9.92	9.92	10.65	0.004607	4.11	153.06	119.95	0.74
RIU SERRA	VALLE	3775.037	TR 500	553.44	5.42	10.20	10.20	10.91	0.004188	4.16	191.02	146.92	0.71
RIU SERRA	VALLE	3583.385	TR 50	324.56	4.00	8.56	7.66	8.60	0.000517	1.31	389.29	245.85	0.24
RIU SERRA	VALLE	3583.385	TR 100	393.74	4.00	9.05	7.74	9.08	0.000338	1.17	512.04	257.58	0.20
RIU SERRA	VALLE	3583.385	TR 200	462.92	4.00	9.27	7.83	9.31	0.000335	1.21	570.62	261.06	0.20
RIU SERRA	VALLE	3583.385	TR 500	553.44	4.00	9.52	7.91	9.57	0.000341	1.28	636.64	263.73	0.20
RIU SERRA	VALLE	3277.741	TR 50	324.56	3.06	8.48		8.50	0.000239	1.08	571.22	364.52	0.16
RIU SERRA	VALLE	3277.741	TR 100	393.74	3.06	9.00		9.01	0.000154	0.93	768.15	392.68	0.13
RIU SERRA	VALLE	3277.741	TR 200	462.92	3.06	9.22		9.24	0.000155	0.96	858.44	403.08	0.13
RIU SERRA	VALLE	3277.741	TR 500	553.44	3.06	9.48		9.50	0.000160	1.00	961.48	414.63	0.13
RIU SERRA	VALLE	3008.501	TR 50	324.56	2.95	8.26		8.37	0.000639	1.88	251.03	106.58	0.28
RIU SERRA	VALLE	3008.501	TR 100	393.74	2.95	8.81		8.92	0.000536	1.85	314.37	123.66	0.26
RIU SERRA	VALLE	3008.501	TR 200	462.92	2.95	9.01		9.14	0.000611	2.03	340.47	134.26	0.28
RIU SERRA	VALLE	3008.501	TR 500	553.44	2.95	9.23		9.39	0.000715	2.25	371.08	146.49	0.30
RIU SERRA	VALLE	2780.88	TR 50	324.56	2.60	8.04		8.21	0.000680	1.99	197.81	71.46	0.29
RIU SERRA	VALLE	2780.88	TR 100	393.74	2.60	8.59		8.77	0.000647	2.09	242.48	91.37	0.29
RIU SERRA	VALLE	2780.88	TR 200	462.92	2.60	8.73		8.97	0.000804	2.38	255.77	98.84	0.33
RIU SERRA	VALLE	2780.88	TR 500	553.44	2.60	8.85		9.17	0.001041	2.75	268.43	104.68	0.37

River	Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
RIU SERRA	VALLE	2715.09	TR 50	324.56	2.35	8.02	6.39	8.14	0.000652	1.90	242.07	98.30	0.27
RIU SERRA	VALLE	2715.09	TR 100	393.74	2.35	8.59	6.63	8.70	0.000540	1.86	299.14	102.31	0.25
RIU SERRA	VALLE	2715.09	TR 200	462.92	2.35	8.74	6.83	8.87	0.000652	2.08	314.13	103.34	0.28
RIU SERRA	VALLE	2715.09	TR 500	553.44	2.35	8.87	7.12	9.05	0.000828	2.38	327.72	104.26	0.32
RIU SERRA	VALLE	2709.68		Bridge									
RIU SERRA	VALLE	2681.05	TR 50	324.56	2.33	7.95		8.10	0.000904	2.06	211.48	84.53	0.32
RIU SERRA	VALLE	2681.05	TR 100	393.74	2.33	8.52		8.66	0.000749	2.04	262.12	92.44	0.30
RIU SERRA	VALLE	2681.05	TR 200	462.92	2.33	8.65		8.83	0.000921	2.30	273.91	94.30	0.33
RIU SERRA	VALLE	2681.05	TR 500	553.44	2.33	8.75		8.98	0.001204	2.67	283.21	95.74	0.38
RIU SERRA	VALLE	2457.184	TR 50	324.56	1.79	7.99		8.00	0.000088	0.77	680.27	250.72	0.10
RIU SERRA	VALLE	2457.184	TR 100	393.74	1.79	8.57		8.58	0.000072	0.74	828.29	260.74	0.09
RIU SERRA	VALLE	2457.184	TR 200	462.92	1.79	8.71		8.73	0.000087	0.82	865.10	262.63	0.10
RIU SERRA	VALLE	2457.184	TR 500	553.44	1.79	8.83		8.85	0.000112	0.95	896.99	264.25	0.12
RIU SERRA	VALLE	2385.982	TR 50	324.56	2.11	7.94		7.97	0.000209	1.04	529.52	268.56	0.16
RIU SERRA	VALLE	2385.982	TR 100	393.74	2.11	8.53		8.55	0.000145	0.94	696.25	296.12	0.14
RIU SERRA	VALLE	2385.982	TR 200	462.92	2.11	8.66		8.69	0.000172	1.04	736.16	302.35	0.15
RIU SERRA	VALLE	2385.982	TR 500	553.44	2.11	8.77		8.81	0.000218	1.19	769.36	307.43	0.17
RIU SERRA	VALLE	2285.686	TR 50	324.56	2.10	7.92	5.53	7.93	0.000067	0.68	832.52	346.49	0.09
RIU SERRA	VALLE	2285.686	TR 100	393.74	2.10	8.52	5.62	8.52	0.000053	0.65	1049.89	385.06	0.09
RIU SERRA	VALLE	2285.686	TR 200	462.92	2.10	8.65	5.72	8.66	0.000064	0.73	1100.50	393.49	0.09
RIU SERRA	VALLE	2285.686	TR 500	553.44	2.10	8.75	5.82	8.76	0.000083	0.84	1141.53	400.20	0.11
RIU SERRA	VALLE	2272.5		Bridge									
RIU SERRA	VALLE	2260.746	TR 50	324.56	2.04	7.43		7.44	0.000100	0.79	731.08	338.03	0.11
RIU SERRA	VALLE	2260.746	TR 100	393.74	2.04	7.54		7.55	0.000129	0.91	768.37	346.52	0.13
RIU SERRA	VALLE	2260.746	TR 200	462.92	2.04	7.66		7.68	0.000154	1.01	811.77	356.15	0.14
RIU SERRA	VALLE	2260.746	TR 500	553.44	2.04	7.79		7.82	0.000190	1.14	858.96	366.54	0.16
RIU SERRA	VALLE	2223.505	TR 50	344.24	2.03	7.42		7.44	0.000120	0.86	704.90	329.22	0.12
RIU SERRA	VALLE	2223.505	TR 100	417.62	2.03	7.53		7.55	0.000154	0.99	740.29	333.98	0.14
RIU SERRA	VALLE	2223.505	TR 200	490.99	2.03	7.65		7.67	0.000182	1.09	781.04	337.09	0.15
RIU SERRA	VALLE	2223.505	TR 500	587.01	2.03	7.78		7.81	0.000223	1.23	824.25	340.36	0.17
RIU SERRA	VALLE	2173.202	TR 50	344.24	2.04	7.42	5.42	7.43	0.000113	0.83	759.95	366.49	0.12
RIU SERRA	VALLE	2173.202	TR 100	417.62	2.04	7.52	5.53	7.54	0.000144	0.95	799.02	373.53	0.14
RIU SERRA	VALLE	2173.202	TR 200	490.99	2.04	7.64	5.62	7.66	0.000171	1.05	844.59	381.58	0.15
RIU SERRA	VALLE	2173.202	TR 500	587.01	2.04	7.77	5.74	7.80	0.000209	1.18	893.40	390.01	0.17
RIU SERRA	VALLE	2168		Bridge									
RIU SERRA	VALLE	2164.635	TR 50	344.24	2.04	6.06		6.09	0.000360	1.20	496.81	296.43	0.20
RIU SERRA	VALLE	2164.635	TR 100	417.62	2.04	6.34		6.37	0.000342	1.23	582.29	315.46	0.20
RIU SERRA	VALLE	2164.635	TR 200	490.99	2.04	6.66		6.69	0.000292	1.20	685.98	328.70	0.19
RIU SERRA	VALLE	2164.635	TR 500	587.01	2.04	7.31		7.33	0.000190	1.07	906.38	362.61	0.16
RIU SERRA	VALLE	1960.830	TR 50	344.24	1.22	5.36		5.75	0.003100	3.60	149.46	95.87	0.60
RIU SERRA	VALLE	1960.830	TR 100	417.62	1.22	5.59		6.03	0.003281	3.87	173.54	110.12	0.63
RIU SERRA	VALLE	1960.830	TR 200	490.99	1.22	6.05		6.40	0.002433	3.59	231.95	143.96	0.55
RIU SERRA	VALLE	1960.830	TR 500	587.01	1.22	6.98		7.15	0.001033	2.66	386.83	176.29	0.37
RIU SERRA	VALLE	1877.778	TR 50	344.24	0.94	5.33		5.38	0.000459	1.39	388.86	192.25	0.23
RIU SERRA	VALLE	1877.778	TR 100	417.62	0.94	5.56		5.62	0.000489	1.50	434.23	197.76	0.24
RIU SERRA	VALLE	1877.778	TR 200	490.99	0.94	6.02		6.07	0.000386	1.43	526.48	208.66	0.22
RIU SERRA	VALLE	1877.778	TR 500	587.01	0.94	6.93		6.97	0.000212	1.20	724.95	224.01	0.17
RIU SERRA	VALLE	1830.411	TR 50	344.24	0.93	4.78	4.78	5.24	0.004597	4.06	164.16	166.38	0.72
RIU SERRA	VALLE	1830.411	TR 100	417.62	0.93	5.28		5.51	0.002219	3.10	256.19	191.30	0.51
RIU SERRA	VALLE	1830.411	TR 200	490.99	0.93	5.88		6.00	0.001044	2.34	373.43	211.72	0.36
RIU SERRA	VALLE	1830.411	TR 500	587.01	0.93	6.88		6.94	0.000406	1.68	615.09	264.08	0.23
RIU SERRA	VALLE	1459.799	TR 50	344.24	0.13	4.85	2.90	4.85	0.000069	0.58	938.66	414.40	0.09
RIU SERRA	VALLE	1459.799	TR 100	417.62	0.13	5.38		5.38	0.000053	0.55	1164.76	432.99	0.08
RIU SERRA	VALLE	1459.799	TR 200	490.99	0.13	5.91		5.92	0.000041	0.52	1398.75	438.36	0.07
RIU SERRA	VALLE	1459.799	TR 500	587.01	0.13	6.89		6.90	0.000025	0.46	1834.82	453.70	0.06
RIU SERRA	VALLE	1290.634	TR 50	344.24	-0.92	4.76		4.82	0.000418	1.64	415.40	241.04	0.23
RIU SERRA	VALLE	1290.634	TR 100	417.62	-0.92	5.32		5.36	0.000278	1.44	557.92	263.09	0.19
RIU SERRA	VALLE	1290.634	TR 200	490.99	-0.92	5.87		5.90	0.000192	1.27	704.92	270.20	0.16
RIU SERRA	VALLE	1290.634	TR 500	587.01	-0.92	6.86		6.89	0.000102	1.02	980.03	283.05	0.12
RIU SERRA	VALLE	891.5203	TR 50	344.24	-1.90	4.76		4.77	0.000046	0.62	870.65	255.67	0.08
RIU SERRA	VALLE	891.5203	TR 100	417.62	-1.90	5.31		5.32	0.000043	0.63	1013.51	263.73	0.08
RIU SERRA	VALLE	891.5203	TR 200	490.99	-1.90	5.86		5.87	0.000039	0.64	1160.33	270.93	0.08
RIU SERRA	VALLE	891.5203	TR 500	587.01	-1.90	6.86		6.87	0.000030	0.61	1436.58	283.99	0.07
RIU SERRA	VALLE	343.6820	TR 50	344.24	-2.05	4.75		4.76	0.000027	0.47	1109.53	334.08	0.06
RIU SERRA	VALLE	343.6820	TR 100	417.62	-2.05	5.30		5.31	0.000025	0.49	1301.06	367.82	0.06
RIU SERRA	VALLE	343.6820	TR 200	490.99	-2.05	5.85		5.86	0.000024	0.50	1508.47	381.82	0.06
RIU SERRA	VALLE	343.6820	TR 500	587.01	-2.05	6.85		6.86	0.000017	0.47	1898.14	398.36	0.05
RIU SERRA	VALLE	0	TR 50	344.24	-1.76	4.74	1.07	4.75	0.000024	0.43	1006.61	227.85	0.06

River	Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
RIU SERRA	VALLE	0	TR 100	417.62	-1.76	5.29	1.17	5.30	0.000025	0.46	1131.96	227.85	0.06
RIU SERRA	VALLE	0	TR 200	490.99	-1.76	5.84	1.26	5.85	0.000024	0.48	1257.25	227.85	0.06
RIU SERRA	VALLE	0	TR 500	587.01	-1.76	6.84	1.36	6.85	0.000020	0.48	1485.11	227.85	0.06
RIU DE CALVIA	VALLE	3696.781	TR 50	85.64	12.41	14.61	14.16	14.65	0.001030	1.38	118.23	151.69	0.30
RIU DE CALVIA	VALLE	3696.781	TR 100	107.46	12.41	14.75	14.25	14.79	0.001012	1.42	139.20	156.69	0.30
RIU DE CALVIA	VALLE	3696.781	TR 200	130.11	12.41	14.86	14.33	14.91	0.001036	1.49	157.50	160.93	0.30
RIU DE CALVIA	VALLE	3696.781	TR 500	161.00	12.41	15.01	14.43	15.06	0.001046	1.55	181.60	166.06	0.31
RIU DE CALVIA	VALLE	3073.986	TR 50	85.64	10.00	12.48	12.48	12.82	0.010922	3.05	37.62	58.85	0.89
RIU DE CALVIA	VALLE	3073.986	TR 100	107.46	10.00	12.61	12.61	12.98	0.010967	3.28	45.93	68.00	0.91
RIU DE CALVIA	VALLE	3073.986	TR 200	130.11	10.00	12.76	12.76	13.12	0.009714	3.32	57.17	78.99	0.87
RIU DE CALVIA	VALLE	3073.986	TR 500	161.00	10.00	12.89	12.89	13.27	0.009426	3.46	67.71	83.73	0.87
RIU DE CALVIA	VALLE	2958.146	TR 50	85.64	9.61	11.42	11.42	11.53	0.004148	2.20	74.42	150.17	0.58
RIU DE CALVIA	VALLE	2958.146	TR 100	107.46	9.61	11.49	11.42	11.61	0.004551	2.38	84.64	152.84	0.61
RIU DE CALVIA	VALLE	2958.146	TR 200	130.11	9.61	11.57	11.46	11.70	0.004505	2.45	97.02	155.43	0.62
RIU DE CALVIA	VALLE	2958.146	TR 500	161.00	9.61	11.66	11.52	11.80	0.004626	2.57	111.08	157.59	0.63
RIU DE CALVIA	VALLE	2951.354	TR 50	89.72	8.52	11.37	11.37	11.50	0.002786	2.15	80.44	148.19	0.48
RIU DE CALVIA	VALLE	2951.354	TR 100	111.97	8.52	11.37	11.37	11.57	0.004340	2.68	80.44	148.18	0.60
RIU DE CALVIA	VALLE	2951.354	TR 200	134.98	8.52	11.42	11.42	11.65	0.004971	2.92	88.54	150.33	0.64
RIU DE CALVIA	VALLE	2951.354	TR 500	166.27	8.52	11.51	11.50	11.75	0.005382	3.12	100.99	153.58	0.68
RIU DE CALVIA	VALLE	2519.638	TR 50	89.72	6.51	9.76	9.44	9.85	0.001851	1.80	75.58	72.95	0.38
RIU DE CALVIA	VALLE	2519.638	TR 100	111.97	6.51	9.90	9.44	10.01	0.001989	1.94	86.14	75.20	0.39
RIU DE CALVIA	VALLE	2519.638	TR 200	134.98	6.51	10.00	9.53	10.13	0.002274	2.13	93.70	76.76	0.42
RIU DE CALVIA	VALLE	2519.638	TR 500	166.27	6.51	10.32	9.64	10.43	0.001728	2.00	118.63	80.58	0.38
RIU DE CALVIA	VALLE	2369.897	TR 50	89.72	6.15	9.03	9.03	9.36	0.006027	3.18	46.35	67.04	0.68
RIU DE CALVIA	VALLE	2369.897	TR 100	111.97	6.15	9.18	9.18	9.51	0.005802	3.26	57.15	73.12	0.67
RIU DE CALVIA	VALLE	2369.897	TR 200	134.98	6.15	9.58		9.75	0.002698	2.47	88.88	83.02	0.47
RIU DE CALVIA	VALLE	2369.897	TR 500	166.27	6.15	10.10		10.20	0.001288	1.91	134.69	92.67	0.34
RIU DE CALVIA	VALLE	2204.620	TR 50	85.70	5.52	8.56	8.35	8.69	0.001775	1.99	76.46	102.04	0.40
RIU DE CALVIA	VALLE	2204.620	TR 100	107.13	5.52	9.02	8.45	9.08	0.000788	1.48	125.51	113.72	0.28
RIU DE CALVIA	VALLE	2204.620	TR 200	129.30	5.52	9.52	8.54	9.56	0.000413	1.19	192.46	146.15	0.21
RIU DE CALVIA	VALLE	2204.620	TR 500	159.48	5.52	10.07	8.64	10.10	0.000232	0.99	279.29	167.70	0.16
RIU DE CALVIA	VALLE	2187.80		Bridge									
RIU DE CALVIA	VALLE	2170.96*	TR 50	85.70	5.34	8.56		8.62	0.000716	1.35	102.43	119.91	0.27
RIU DE CALVIA	VALLE	2170.96*	TR 100	107.13	5.34	9.01		9.05	0.000388	1.11	162.16	145.84	0.21
RIU DE CALVIA	VALLE	2170.96*	TR 200	129.30	5.34	9.52		9.54	0.000207	0.90	245.99	173.11	0.15
RIU DE CALVIA	VALLE	2170.96*	TR 500	159.48	5.34	10.07		10.09	0.000124	0.77	346.25	189.59	0.12
RIU DE CALVIA	VALLE	2100.035	TR 50	85.70	5.00	8.08	7.13	8.47	0.003767	2.76	31.07	12.07	0.55
RIU DE CALVIA	VALLE	2100.035	TR 100	107.13	5.00	8.47	7.44	8.92	0.003970	2.99	35.80	12.57	0.57
RIU DE CALVIA	VALLE	2100.035	TR 200	129.30	5.00	9.49	7.75	9.51	0.000282	0.97	216.70	147.94	0.16
RIU DE CALVIA	VALLE	2100.035	TR 500	159.48	5.00	10.05	8.12	10.07	0.000162	0.80	300.26	147.94	0.12
RIU DE CALVIA	VALLE	2097		Bridge									
RIU DE CALVIA	VALLE	2094.843	TR 50	85.70	5.00	7.67	7.31	8.41	0.008554	3.81	22.52	9.56	0.79
RIU DE CALVIA	VALLE	2094.843	TR 100	107.13	5.00	7.70	7.66	8.83	0.012911	4.70	22.80	9.58	0.97
RIU DE CALVIA	VALLE	2094.843	TR 200	129.30	5.00	8.79	8.79	9.27	0.004503	3.29	54.01	60.46	0.58
RIU DE CALVIA	VALLE	2094.843	TR 500	159.48	5.00	8.40	8.98	9.87	0.013702	5.38	30.14	51.11	1.00
RIU DE CALVIA	VALLE	1902.926	TR 50	85.70	4.00	6.91	6.37	7.20	0.003748	2.58	46.23	72.51	0.58
RIU DE CALVIA	VALLE	1902.926	TR 100	107.13	4.00	7.11	6.67	7.37	0.003375	2.55	61.52	77.00	0.56
RIU DE CALVIA	VALLE	1902.926	TR 200	129.30	4.00	7.13	7.13	7.49	0.004711	3.03	62.75	77.16	0.66
RIU DE CALVIA	VALLE	1902.926	TR 500	159.48	4.00	7.39	7.25	7.61	0.003157	2.59	98.88	115.85	0.55
RIU DE CALVIA	VALLE	1807.130	TR 50	85.70	3.54	6.69	5.55	6.92	0.002092	2.12	40.50	17.91	0.45
RIU DE CALVIA	VALLE	1807.130	TR 100	107.13	3.54	6.67	5.82	7.03	0.003350	2.67	40.14	17.85	0.57
RIU DE CALVIA	VALLE	1807.130	TR 200	129.30	3.54	7.01	6.08	7.13	0.001309	1.79	108.01	100.05	0.36
RIU DE CALVIA	VALLE	1807.130	TR 500	159.48	3.54	7.30	6.39	7.40	0.001077	1.72	137.89	106.81	0.33
RIU DE CALVIA	VALLE	1805		Bridge									
RIU DE CALVIA	VALLE	1800.13	TR 50	85.70	3.54	5.01	5.55	6.71	0.035817	5.78	14.83	12.68	1.71
RIU DE CALVIA	VALLE	1800.13	TR 100	107.13	3.54	5.42	5.82	6.85	0.022947	5.30	20.22	13.94	1.40
RIU DE CALVIA	VALLE	1800.13	TR 200	129.30	3.54	6.78	6.08	6.98	0.002256	2.24	85.55	95.87	0.47
RIU DE CALVIA	VALLE	1800.13	TR 500	159.48	3.54	7.23	6.39	7.35	0.001234	1.82	130.75	104.18	0.35
RIU DE CALVIA	VALLE	1676.936	TR 50	85.70	2.92	5.73	4.54	5.97	0.002182	2.17	39.45	15.06	0.43
RIU DE CALVIA	VALLE	1676.936	TR 100	107.13	2.92	5.88	4.79	6.22	0.002882	2.56	41.78	15.17	0.49
RIU DE CALVIA	VALLE	1676.936	TR 200	129.30	2.92	6.18	5.04	6.57	0.003124	2.80	46.23	15.39	0.52
RIU DE CALVIA	VALLE	1676.936	TR 500	159.48	2.92	6.51	5.35	7.00	0.003482	3.10	51.47	15.63	0.55
RIU DE CALVIA	VALLE	1672.736		Bridge									
RIU DE CALVIA	VALLE	1668.569	TR 50	85.70	2.91	5.61	4.54	5.89	0.002746	2.35	36.51	14.03	0.46
RIU DE CALVIA	VALLE	1668.569	TR 100	107.13	2.91	5.68	4.80	6.09	0.003980	2.86	37.45	14.06	0.56
RIU DE CALVIA	VALLE	1668.569	TR 200	129.30	2.91	5.89	5.05	6.41	0.004607	3.19	40.51	14.14	0.60
RIU DE CALVIA	VALLE	1668.569	TR 500	159.48	2.91	5.78	5.36	6.64	0.007864	4.09	38.95	14.10	0.79

River	Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
RIU DE CALVIA	VALLE	1519.723	TR 50	85.70	2.46	5.50	4.39	5.59	0.001064	1.54	94.88	161.05	0.32
RIU DE CALVIA	VALLE	1519.723	TR 100	107.13	2.46	5.48	4.66	5.63	0.001761	1.97	92.09	160.45	0.41
RIU DE CALVIA	VALLE	1519.723	TR 200	129.30	2.46	6.06	4.92	6.10	0.000476	1.19	190.87	180.80	0.22
RIU DE CALVIA	VALLE	1519.723	TR 500	159.48	2.46	5.62	5.52	5.83	0.002498	2.43	114.37	165.22	0.50
RIU DE CALVIA	VALLE	1367.292	TR 50	85.70	1.99	4.82	4.26	5.25	0.004923	2.92	29.31	15.06	0.67
RIU DE CALVIA	VALLE	1367.292	TR 100	107.13	1.99	5.42	4.56	5.46	0.000556	1.13	183.12	251.53	0.23
RIU DE CALVIA	VALLE	1367.292	TR 200	129.30	1.99	4.83	4.83	5.81	0.010971	4.38	29.54	15.11	1.00
RIU DE CALVIA	VALLE	1367.292	TR 500	159.48	1.99	5.14	5.14	5.37	0.003605	2.66	115.50	228.32	0.58
RIU DE CALVIA	VALLE	1326.350	TR 50	85.70	1.84	5.05	4.18	5.08	0.000522	0.97	168.33	255.88	0.22
RIU DE CALVIA	VALLE	1326.350	TR 100	107.13	1.84	5.42	4.47	5.44	0.000223	0.71	266.37	270.66	0.15
RIU DE CALVIA	VALLE	1326.350	TR 200	129.30	1.84	4.85	4.85	5.08	0.004279	2.61	83.31	141.28	0.62
RIU DE CALVIA	VALLE	1326.350	TR 500	159.48	1.84	4.96	4.93	5.19	0.004312	2.70	98.77	143.20	0.63
RIU DE CALVIA	VALLE	1268.070	TR 50	85.70	1.70	4.25	4.08	4.93	0.008888	3.67	23.36	13.24	0.88
RIU DE CALVIA	VALLE	1268.070	TR 100	107.13	1.70	4.39	4.39	5.31	0.011276	4.25	25.21	13.68	1.00
RIU DE CALVIA	VALLE	1268.070	TR 200	129.30	1.70	4.77	4.69	4.85	0.001710	1.80	149.06	266.58	0.40
RIU DE CALVIA	VALLE	1268.070	TR 500	159.48	1.70	4.98	4.77	5.04	0.001099	1.54	206.76	280.68	0.32
RIU DE CALVIA	VALLE	1220.109	TR 50	85.70	1.54	4.61	3.60	4.67	0.000838	1.34	112.16	149.71	0.28
RIU DE CALVIA	VALLE	1220.109	TR 100	107.13	1.54	4.52	3.90	4.64	0.001762	1.92	98.47	147.87	0.40
RIU DE CALVIA	VALLE	1220.109	TR 200	129.30	1.54	4.70	4.43	4.79	0.001465	1.79	125.12	151.43	0.37
RIU DE CALVIA	VALLE	1220.109	TR 500	159.48	1.54	4.97	4.53	5.00	0.000488	1.10	267.13	274.31	0.22
RIU DE CALVIA	VALLE	1152.426	TR 50	85.70	1.34	4.04	3.57	4.53	0.005313	3.14	31.78	41.40	0.68
RIU DE CALVIA	VALLE	1152.426	TR 100	107.13	1.34	4.50	4.38	4.55	0.000784	1.37	170.83	275.82	0.27
RIU DE CALVIA	VALLE	1152.426	TR 200	129.30	1.34	4.69	4.48	4.72	0.000551	1.20	223.17	278.72	0.23
RIU DE CALVIA	VALLE	1152.426	TR 500	159.48	1.34	4.94	4.49	4.97	0.000378	1.05	293.51	282.57	0.19
RIU DE CALVIA	VALLE	1104.838	TR 50	85.70	1.20	4.30		4.33	0.000514	1.06	160.21	265.36	0.22
RIU DE CALVIA	VALLE	1104.838	TR 100	107.13	1.20	4.49		4.51	0.000444	1.04	211.63	288.56	0.21
RIU DE CALVIA	VALLE	1104.838	TR 200	129.30	1.20	4.68		4.70	0.000343	0.96	268.78	304.64	0.18
RIU DE CALVIA	VALLE	1104.838	TR 500	159.48	1.20	4.93		4.95	0.000250	0.87	347.36	313.68	0.16
RIU DE CALVIA	VALLE	1035	TR 50	89.46	0.85	4.16		4.28	0.002028	1.87	85.85	150.14	0.41
RIU DE CALVIA	VALLE	1035	TR 100	111.69	0.85	4.39		4.47	0.001473	1.71	122.48	179.39	0.36
RIU DE CALVIA	VALLE	1035	TR 200	134.69	0.85	4.61		4.67	0.001003	1.50	164.08	189.77	0.30
RIU DE CALVIA	VALLE	1035	TR 500	165.94	0.85	4.88		4.93	0.000711	1.35	219.92	209.97	0.26
RIU DE CALVIA	VALLE	866.14	TR 50	89.46	0.48	3.94	3.25	4.03	0.001179	1.67	96.03	141.78	0.34
RIU DE CALVIA	VALLE	866.14	TR 100	111.69	0.48	4.24	3.46	4.30	0.000756	1.44	144.28	168.76	0.27
RIU DE CALVIA	VALLE	866.14	TR 200	134.69	0.48	4.51	3.50	4.55	0.000527	1.28	190.22	173.85	0.23
RIU DE CALVIA	VALLE	866.14	TR 500	165.94	0.48	4.81	3.94	4.84	0.000381	1.16	260.71	221.55	0.20
RIU DE CALVIA	VALLE	841		Bridge									
RIU DE CALVIA	VALLE	816.35	TR 50	89.46	0.44	3.48		3.87	0.003914	2.87	35.54	30.43	0.61
RIU DE CALVIA	VALLE	816.35	TR 100	111.69	0.44	3.62	3.30	4.13	0.004720	3.28	40.32	35.20	0.67
RIU DE CALVIA	VALLE	816.35	TR 200	134.69	0.44	3.76	3.64	4.37	0.005397	3.64	45.35	38.41	0.73
RIU DE CALVIA	VALLE	816.35	TR 500	165.94	0.44	3.94	3.94	4.66	0.006048	4.03	52.49	42.54	0.78
RIU DE CALVIA	VALLE	781.5781	TR 50	89.46	0.16	3.12	3.12	3.54	0.005883	3.34	39.07	43.95	0.70
RIU DE CALVIA	VALLE	781.5781	TR 100	111.69	0.16	3.26	3.26	3.74	0.006400	3.62	45.59	46.82	0.74
RIU DE CALVIA	VALLE	781.5781	TR 200	134.69	0.16	3.42	3.42	3.92	0.006456	3.79	53.11	49.92	0.75
RIU DE CALVIA	VALLE	781.5781	TR 500	165.94	0.16	3.54	3.58	4.13	0.007400	4.19	59.57	52.44	0.81
RIU DE CALVIA	VALLE	608.6978	TR 50	89.46	-0.36	2.49	2.49	2.55	0.001571	1.56	95.93	122.64	0.36
RIU DE CALVIA	VALLE	608.6978	TR 100	111.69	-0.36	2.52	2.49	2.61	0.002235	1.87	99.20	124.05	0.43
RIU DE CALVIA	VALLE	608.6978	TR 200	134.69	-0.36	2.75	2.49	2.82	0.001575	1.67	129.48	136.43	0.36
RIU DE CALVIA	VALLE	608.6978	TR 500	165.94	-0.36	3.10	2.49	3.15	0.000966	1.43	179.92	152.32	0.29
RIU DE CALVIA	VALLE	369.3109	TR 50	89.46	-1.08	2.22	1.39	2.24	0.000250	0.72	190.43	160.27	0.15
RIU DE CALVIA	VALLE	369.3109	TR 100	111.69	-1.08	2.42	1.46	2.44	0.000248	0.75	222.51	165.63	0.15
RIU DE CALVIA	VALLE	369.3109	TR 200	134.69	-1.08	2.66	1.52	2.67	0.000241	0.79	264.74	187.37	0.15
RIU DE CALVIA	VALLE	369.3109	TR 500	165.94	-1.08	3.02	1.59	3.04	0.000202	0.78	357.97	256.48	0.14
RIU DE CALVIA	VALLE	228.2255	TR 50	89.46	-1.50	2.18	0.21	2.20	0.000212	0.81	192.60	168.05	0.14
RIU DE CALVIA	VALLE	228.2255	TR 100	111.69	-1.50	2.38	0.48	2.40	0.000214	0.84	226.62	172.82	0.14
RIU DE CALVIA	VALLE	228.2255	TR 200	134.69	-1.50	2.62	0.74	2.64	0.000195	0.83	268.52	178.52	0.13
RIU DE CALVIA	VALLE	228.2255	TR 500	165.94	-1.50	2.99	1.59	3.01	0.000155	0.79	336.81	186.50	0.12
RIU DE CALVIA	VALLE	223.31		Bridge									
RIU DE CALVIA	VALLE	218.3968	TR 50	89.46	-1.50	2.06	0.21	2.09	0.000258	0.86	164.64	133.89	0.16
RIU DE CALVIA	VALLE	218.3968	TR 100	111.69	-1.50	2.20	1.06	2.23	0.000308	0.96	183.30	140.12	0.17
RIU DE CALVIA	VALLE	218.3968	TR 200	134.69	-1.50	2.37	1.19	2.40	0.000330	1.03	206.96	147.64	0.18
RIU DE CALVIA	VALLE	218.3968	TR 500	165.94	-1.50	2.64	1.33	2.66	0.000287	1.01	278.54	222.01	0.17
RIU DE CALVIA	VALLE	139.7066	TR 50	89.46	-1.75	1.88	0.23	2.04	0.001328	1.76	50.80	20.32	0.35
RIU DE CALVIA	VALLE	139.7066	TR 100	111.69	-1.75	1.92	0.52	2.16	0.001966	2.16	51.69	20.48	0.43
RIU DE CALVIA	VALLE	139.7066	TR 200	134.69	-1.75	1.98	0.78	2.31	0.002668	2.55	52.90	20.70	0.51
RIU DE CALVIA	VALLE	139.7066	TR 500	165.94	-1.75	2.11	1.09	2.57	0.003484	2.98	55.67	21.19	0.58
RIU DE CALVIA	VALLE	77.29131	TR 50	89.98	-1.90	1.83	0.05	1.95	0.001015	1.58	57.23	23.53	0.32
RIU DE CALVIA	VALLE	77.29131	TR 100	112.18	-1.90	1.84	0.49	2.04	0.001548	1.96	57.58	23.57	0.39
RIU DE CALVIA	VALLE	77.29131	TR 200	135.13	-1.90	1.86	0.72	2.14	0.002225	2.34	58.11	23.97	0.47

River	Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
RIU DE CALVIA	VALLE	77.29131	TR 500	166.29	-1.90	1.92	1.01	2.32	0.003797	2.81	59.64	28.24	0.60
RIU DE CALVIA	VALLE	0	TR 50	89.98	-2.00	1.80	-0.32	1.88	0.000616	1.25	75.06	37.82	0.25
RIU DE CALVIA	VALLE	0	TR 100	112.18	-2.00	1.80	-0.07	1.92	0.000957	1.56	75.06	37.82	0.31
RIU DE CALVIA	VALLE	0	TR 200	135.13	-2.00	1.80	0.17	1.98	0.001388	1.88	75.06	37.82	0.38
RIU DE CALVIA	VALLE	0	TR 500	166.29	-2.00	1.80	0.47	2.07	0.002102	2.32	75.06	37.82	0.46