



Città metropolitana di Torino

AREA LAVORI PUBBLICI

SERVIZIO VIABILITA' 2

Interventi di adeguamenti idraulici sulla S.P.24:
Ricostruzione del manufatto di attraversamento sul rio
Scaglione in comune di Susa e lavori di manutenzione
straordinaria del manufatto di attraversamento sul rio
Roda

PROGETTO DEFINITIVO-ESECUTIVO

REV.	DESCRIZIONE-CONTENUTO	DATA	REDATTO	VERIFICATO

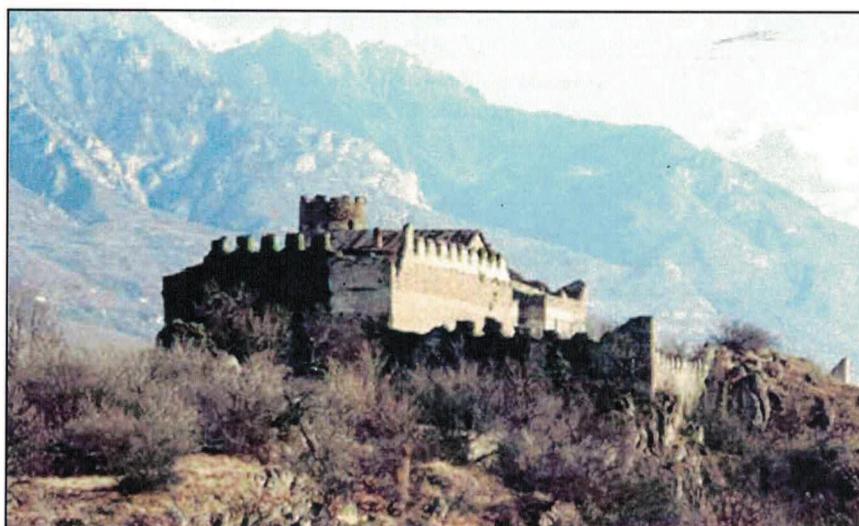
<p><u>PROGETTISTA:</u> <input checked="" type="checkbox"/> ing. Marco BENSO</p> <p><u>IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO:</u> <input checked="" type="checkbox"/> ing. Sabrina BERGESE (f.to digitalmente)</p>	<p><u>NOME FILE:</u></p>
	<p><u>DATA:</u> novembre 2018</p>
	<p><u>SCALA:</u> -</p>

<p><u>OGGETTO:</u> Relazione idraulica ed allegati</p>	<p><u>TAVOLA N°:</u> D_E.05-IDR</p>
--	---



AREA VIABILITA'
SERVIZIO PROGETTAZIONE ED ESECUZIONE INTERVENTI VIABILITA' III

**EX S.S. 24 DEL MONGINEVRO
ADEGUAMENTO FUNZIONALE
TRATTO BORGONE DI SUSÀ - SUSÀ**



**VERIFICA DI COMPATIBILITA' IDRAULICA
NUOVI ATTRAVERSAMENTI IN PROGETTO**

RELAZIONE IDRAULICA DI COMPATIBILITA'

PROGETTISTA



R&C Studio Associato

C.so Principe Oddone 5/A - 10144 TORINO

Via Garibaldi 16 - 13900 BIELLA

Via Paleocapa 21/9 - 17100 SAVONA

Tel. 011.4377242 - Fax 011.5692444

www.recing.it - mail@recing.it

SISTEMA QUALITÀ
AZIENDALE

certificato in accordo alle norme
ISO 9001:2000 e sottoposto a
verifiche volontarie e periodiche.



REDATTO:

Dott. ing. Chiara AMORE

CONTROLLATO:

Dott. ing. Roberto SESENNA

APPROVATO:

Prof. ing. Maurizio ROSSO

TIMBRI - FIRME



Prof. Ing. Maurizio ROSSO
Ordine degli Ingegneri della Regione Valle d'Aosta
Posizione n.254
Cod. Fisc. RSS MRZ 56C02 A182V



dott. ing. Roberto SESENNA
Ordine degli Ingegneri Provincia di Torino
Posizione n.8530J
Cod. Fisc. SSN RRT 75B12 C665C

CODICE GENERALE ELABORATO

CODICE COMMESSA	TIPOLOGIA LAVORO	SETTORE	N° ATTIVITA'	TIPOLOGIA ELABORATO	TIPO DOCUMENTO	IDENTIFICATIVO ELABORATO	VERSIONE
250	C	G	01	RI	E	01	1

VERSIONE N°	DATA	DESCRIZIONE REVISIONE E RIFERIMENTI DOCUMENTI SOSTITUTIVI
1	Maggio 2012	Emissione



AREA VIABILITA'
SERVIZIO PROGETTAZIONE ED ESECUZIONE INTERVENTI VIABILITA' III

**EX S.S. 24 DEL MONGINEVRO
ADEGUAMENTO FUNZIONALE
TRATTO BORGONE DI SUSÀ - SUSÀ**



**VERIFICA DI COMPATIBILITA' IDRAULICA
NUOVI ATTRAVERSAMENTI IN PROGETTO**

RELAZIONE IDRAULICA DI COMPATIBILITA'

PROGETTISTA				TIMBRI - FIRME			
 R&C Studio Associato C.so Principe Oddone 5/A - 10144 TORINO Via Garibaldi 16 - 13900 BIELLA Via Paleocapa 21/9 - 17100 SAVONA Tel. 011.4377242 - Fax 011.5692444 www.recing.it - mail@recing.it				Prof. ing. Maurizio ROSSO Ordine degli Ingegneri della Regione Valle d'Aosta Posizione n.254 Cod. Fisc. RSS MRZ 56C02 A182V			
Ced. Cons. n. 100/2007 SISTEMA QUALITÀ AZIENDALE certificato in accordo alla norma ISO 9001:2000 e sottoposto a verifiche volontarie e periodiche				dott. ing. Roberto SESENNA Ordine degli Ingegneri Provincia di Torino Posizione n.8530J Cod. Fisc. SSN RRT 75B12 C665C			
REDATTO:	Dott. ing. Chiara AMORE						
CONTROLLATO:	Dott. ing. Roberto SESENNA						
APPROVATO:	Prof. ing. Maurizio ROSSO						
CODICE GENERALE ELABORATO							
CODICE COMMESSA	TIPOLOGIA LAVORO	SETTORE	N° ATTIVITA'	TIPOLOGIA ELABORATO	TIPO DOCUMENTO	IDENTIFICATIVO ELABORATO	VERSIONE
250	C	G	01	RI	E	01	1
VERSIONE N°	DATA	DESCRIZIONE REVISIONE E RIFERIMENTI DOCUMENTI SOSTITUTIVI					
1	Maggio 2012	Emissione					

INDICE

1. PREMESSA.....	3
2. QUADRO NORMATIVO	4
2.1 NORMATIVA NAZIONALE	4
2.2 NORMATIVA REGIONALE.....	4
2.3 CRITERI DI RIFERIMENTO PER LA COMPATIBILITÀ IDRAULICA DI PONTI.....	5
3. METODOLOGIA DI ANALISI	7
3.1 DESCRIZIONE DEL MODELLO DI CALCOLO UTILIZZATO	7
3.1.1 Metodologia di calcolo per la verifica in moto permanente	7
3.1.2 Procedura di calcolo.....	8
3.1.3 Parametri di sensitività	9
3.2 RILIEVI TOPOGRAFICI DEI CORSI D'ACQUA.....	10
3.2.1 Procedura operativa di rilievo.....	10
3.2.2 Descrizione geometrica dei corsi d'acqua.....	11
3.3 CARATTERISTICHE ATTRAVERSAMENTI ESISTENTI.....	12
3.3.1 Attraversamento ex S.S. 24 sul Rio Boarda.....	12
3.3.2 Attraversamento ex S.S. 24 sul Rio Pissoglio.....	12
3.3.3 Attraversamento ex S.S. 24 sul Rio Gerardo.....	12
3.3.4 Attraversamento ex S.S. 24 sul Rio Scaglione	13
3.4 RESISTENZA AL MOTO E CONDIZIONI AL CONTORNO	13
3.5 PORTATE DI VERIFICA	15
4. PRINCIPALI CRITICITÀ IDRAULICHE EVIDENZIATE DALLO STUDIO DI COMPATIBILITA' DEGLI ATTRAVERSAMENTI ESISTENTI (ANNO 2007).....	17
4.1 RIO BOARDA.....	17
4.1.1 Indicazioni progettuali di adeguamento.....	18
4.2 RIO PISSOGLIO	19
4.2.1 Indicazioni progettuali di adeguamento.....	20
4.3 RIO GERARDO	21
4.3.1 Indicazioni progettuali di adeguamento.....	22
4.4 RIO SCAGLIONE	23
4.4.1 Indicazioni progettuali di adeguamento.....	24
5. SIMULAZIONI E RISULTATI DELLE ANALISI IDRAULICHE.....	25
5.1 APPROCCIO METODOLOGICO.....	25
5.1.1 Concetti generali e indicazioni.....	25
5.2 SIMULAZIONI DI PROGETTO PER I CORSI D'ACQUA IN STUDIO.....	26
5.2.1 Rio Boarda	26
5.2.2 Rio Pissoglio	32
5.2.3 Rio Gerardo	35
5.2.4 Rio Scaglione	40
6. COMPATIBILITA' IDRAULICA NUOVO ATTRAVERSAMENTO DELLA EX. SS 24 SUL RIO BOARDA	49
6.1 PORTATA DI PIENA DI PROGETTO.....	49
6.2 FRANCO MINIMO	49
6.3 EFFETTI IDRAULICI INDOTTI DAL PONTE.....	50
6.4 CONDIZIONI DI SICUREZZA IDRAULICA DEL PONTE E DELLE OPERE COLLEGATE.....	50
6.5 ESITO DELLA VERIFICA DI COMPATIBILITÀ.....	50
7. COMPATIBILITA' IDRAULICA NUOVO ATTRAVERSAMENTO DELLA EX. SS 24 SUL RIO PISSOGLIO.....	51

ELABORATO 1 – Relazione idraulica di compatibilità

250 C - G 0 1 - R I E - 0 1 - 1

7.1	PORTATA DI PIENA DI PROGETTO.....	51
7.2	FRANCO MINIMO	51
7.3	EFFETTI IDRAULICI INDOTTI DAL PONTE.....	52
7.4	CONDIZIONI DI SICUREZZA IDRAULICA DEL PONTE E DELLE OPERE COLLEGATE.....	52
7.5	ESITO DELLA VERIFICA DI COMPATIBILITÀ.....	52
8. COMPATIBILITA' IDRAULICA ATTRAVERSAMENTO DELLA EX. SS 24 SUL RIO GERARDO DOPO L'ADEGUAMENTO DELL'ALVEO.....		53
8.1	PORTATA DI PIENA DI PROGETTO.....	53
8.2	FRANCO MINIMO	53
8.3	EFFETTI IDRAULICI INDOTTI DAL PONTE.....	54
8.4	CONDIZIONI DI SICUREZZA IDRAULICA DEL PONTE E DELLE OPERE COLLEGATE.....	54
8.5	ESITO DELLA VERIFICA DI COMPATIBILITÀ.....	54
9. COMPATIBILITA' IDRAULICA NUOVO ATTRAVERSAMENTO DELLA EX. SS 24 SUL RIO SCAGLIONE.....		55
9.1	PORTATA DI PIENA DI PROGETTO.....	55
9.2	FRANCO MINIMO	55
9.2.1	Plan01 – Luce 12 m.....	55
9.2.2	Plan02 – Modifica livelletta.....	56
9.2.3	Plan03 – Abbassamento fondo alveo	56
9.3	EFFETTI IDRAULICI INDOTTI DAL PONTE.....	57
9.4	CONDIZIONI DI SICUREZZA IDRAULICA DEL PONTE E DELLE OPERE COLLEGATE.....	57
9.5	ESITO DELLA VERIFICA DI COMPATIBILITÀ.....	57

ALLEGATI

- ALLEGATO 1 – Risultati delle simulazioni idrauliche - Rio Boarda
- ALLEGATO 2 – Risultati delle simulazioni idrauliche - Rio Pissoglio
- ALLEGATO 3 – Risultati delle simulazioni idrauliche - Rio Gerardo
- ALLEGATO 4 – Risultati delle simulazioni idrauliche - Rio Scaglione

1. PREMESSA

Il presente studio idraulico costituisce l'integrazione al precedente studio svolto dagli Scriventi nel 2007 e relativo alla compatibilità idraulica degli attraversamenti esistenti lungo la ex S.S. 24 sui rii Boarda, Pissoglio, Gerardo e Scaglione. Lo studio evidenziò le condizioni di compatibilità idraulica di ciascun attraversamento, ponendo l'attenzione sulle principali criticità e sulle conseguenti situazioni di interferenza tra i corsi d'acqua e la ex SS 24.

L'analisi sviluppata ed illustrata nella presente relazione si è basata sui risultati forniti dallo studio di compatibilità sopra citato, al fine di proporre opportune soluzioni di adeguamento delle infrastrutture e/o dell'alveo dei corsi d'acqua nell'intorno degli stessi, verificandone poi la compatibilità idraulica. Le indicazioni progettuali costituiscono così un valido strumento a supporto della progettazione delle nuove infrastrutture, definendo i requisiti geometrici minimi atti a garantire adeguati livelli di sicurezza idraulica.

La modellistica numerica idraulica è stata implementata inserendo le nuove geometrie delle strutture in progetto. Le verifiche idrauliche sono state condotte in linea con i criteri della "Direttiva contenente i criteri per la valutazione della compatibilità idraulica delle infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico all'interno delle fasce A e B" dell'Autorità di Bacino, verificando la compatibilità idraulica delle opere in progetto per la portata con tempo di ritorno di 100 anni (assunta come riferimento normativo) e i franchi idraulici residui per la portata duecentennale. Sono inoltre stati considerati gli effetti di rigurgito dovuti alla confluenza nella Dora Riparia, in caso di regime ordinario e di piena, nei casi in cui l'ubicazione dell'attraversamento risulta prossima all'immissione del rio nel corso d'acqua principale.

L'analisi idraulica svolta è finalizzata alla quantificazione delle caratteristiche idrodinamiche della corrente in condizioni di piena, rappresentate dai valori dei livelli idrici e delle velocità di deflusso all'interno dell'alveo inciso e nelle aree golenali o inondate. L'analisi permette di valutare gli effetti idraulici dell'infrastruttura che in generale si manifestano come:

- variazioni dei livelli idrici a monte;
- variazione della distribuzione delle velocità di corrente;
- variazione della capacità di trasporto solido della corrente;
- variazione del valore della portata al colmo a valle (solo nel caso in cui si modifichi in misura apprezzabile la capacità di laminazione in alveo).

La procedura di calcolo utilizzata è basata sulla risoluzione dell'equazione monodimensionale di bilancio energetico ed è nota in letteratura come *Standard Step Method*. Il codice di calcolo con cui è stato allestito il modello è HEC-RAS 4.1.0, derivato dal noto codice HEC-2 sviluppato negli Stati Uniti dal U.S. Army Corps of Engineers.

2. QUADRO NORMATIVO

Nei paragrafi seguenti si riporta un elenco delle norme statali e regionali di riferimento, in materia di difesa del suolo, in particolare in riferimento alle opere idrauliche ed agli aspetti connessi con le opere stesse, quali ad esempio la tutela del paesaggio e dell'ambiente.

Per quanto riguarda le vigenti norme in materia di progettazione e di compatibilità idraulica dei ponti, si hanno i seguenti riferimenti:

- Decreto Ministero LL.PP. 4 maggio 1990 *“Aggiornamento delle norme tecniche per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo dei ponti stradali”*;
- Circolare n.34233 del 25 febbraio 1991 del Ministero LL.PP. *“Istruzioni relative alla normativa tecnica dei ponti stradali”*;
- *“Piano stralcio per la realizzazione degli interventi necessari al ripristino dell'assetto idraulico, all'eliminazione delle situazioni di dissesto idrogeologico ed alla prevenzione dei rischi idrogeologici, nonché il ripristino delle aree di esondazione”* – PS 45 (art. 4, comma 5, legge 22/95), approvato con deliberazione 10 maggio 1995, n.9, del Comitato Istituzionale dell'Autorità del fiume Po – Norme di attuazione.

2.1 NORMATIVA NAZIONALE

- R.D. 25 luglio 1904, n. 523 *“Approvazione del testo unico delle disposizioni di legge intorno alle opere idrauliche delle diverse categorie”*;
- R.D. 9 dicembre 1937, n. 2669 *“Regolamento per la tutela di opere idrauliche di 1° e 2° categoria e delle opere di bonifica”*;
- Legge 18 maggio 1989, n. 183 *“Norme per il riassetto organizzativo della difesa del suolo”*;
- Legge 11 dicembre 2000, n. 365 (conversione in legge del D.L. 12 ottobre 2000, n. 279) *“Interventi urgenti per le aree a rischio idrogeologico molto elevato e in materia di protezione civile, nonché a favore di zone colpite da calamità naturali”*;

2.2 NORMATIVA REGIONALE

- Legge regionale 19 novembre 1975, n. 54 *“Interventi regionali in materia di sistemazione di bacini montani, opere idraulico – forestali, opere idrauliche di competenza regionale”*;
- Legge regionale 28 dicembre 2001, n. 38 *“Costituzione dell'Agenzia interregionale per la gestione del fiume Po”*;
- Criteri di progettazione (manutenzione idraulica) Allegato alla Deliberazione dell'Autorità di Bacino del fiume Po n. 1/98 del 15/04/1998.

2.3 CRITERI DI RIFERIMENTO PER LA COMPATIBILITÀ IDRAULICA DI PONTI

I criteri di compatibilità idraulica per i ponti e i rilevati di accesso, secondo la Direttiva “*Criteri per la valutazione della compatibilità idraulica delle infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico all'interno delle fasce A e B*”, allegata alla deliberazione n. 2/99 in data 11 maggio 1999, indicano gli aspetti fondamentali per la verifica dell'attraversamento:

1. *Portata di piena di progetto*. Il tempo di ritorno della piena di progetto per le verifiche idrauliche del ponte deve normalmente rispettare i seguenti valori:
 - a. per i corsi d'acqua interessati dalla delimitazione delle fasce fluviali, non inferiore a quello assunto per la delimitazione della fascia B;
 - b. per i corsi d'acqua non interessati dalla delimitazione delle fasce fluviali, non inferiore a 100 anni.

Quando si tratta di corsi d'acqua di piccole dimensioni e infrastrutture di importanza molto limitata, possono essere assunti tempi di ritorno inferiori, in relazione ad esigenze specifiche adeguatamente motivate; in tali situazioni è comunque necessario verificare che le opere non comportino un aggravamento delle condizioni di rischio idraulico sul territorio circostante per la piena di 200 anni e definire il comportamento dell'opera in rapporto alla piena.

2. *Franco minimo*. Il minimo franco tra la quota idrometrica relativa alla piena di progetto e la quota di intradosso del ponte deve essere non inferiore a 0,5 volte l'altezza cinetica della corrente e comunque non inferiore a 1 metro; 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.

Il franco minimo tra la quota idrometrica relativa alla piena di progetto e la quota di sommità del rilevato di accesso al ponte (piano viabile) deve essere non inferiore a 0.5 volte l'altezza cinetica della corrente e comunque non inferiore a 1 m.

3. *Posizionamento del ponte rispetto all'alveo*. Deve essere considerato l'orientamento delle pile (ed eventualmente delle spalle) rispetto all'alveo e verificato che le interazioni tra le opere e la corrente non diano luogo a fenomeni incompatibili con l'assetto morfologico dell'alveo o la stabilità dell'opera.
4. *Effetti idraulici indotti dal ponte*. Gli elementi strutturali del ponte e i relativi rilevati di accesso non devono comportare effetti negativi sulle modalità di deflusso in piena del corso d'acqua; in particolare il profilo idrico di rigurgito eventualmente indotto dall'insieme delle opere di attraversamento deve essere compatibile con l'assetto difensivo presente e non deve comportare un aumento delle condizioni di rischio idraulico per il territorio

circostante. Va inoltre verificata la 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. *Condizione di sicurezza idraulica del ponte e delle opere collegate.* Il manufatto e le opere connesse devono essere sottoposti a verifica di stabilità strutturale rispetto ai seguenti aspetti:

- scalzamento massimo sulle fondazioni delle pile e delle spalle;
- urti e abrasioni provocate dalla corrente sulle pile in alveo;
- scalzamento massimo sui rilevati d'accesso per effetto dell'erosione della corrente;
- spinta idrodinamica per effetto del sovrizzo indotto dalla struttura.

Nel caso di ponti esistenti, nel caso non sia soddisfatta la verifica di compatibilità, dovranno essere indicati, con apposita istruttoria:

- le eventuali condizioni di esercizio transitorio della struttura, sino alla realizzazione degli interventi di adeguamento progettati;
- i criteri di progettazione degli interventi correttivi e di adeguamento necessari.

3. METODOLOGIA DI ANALISI

Lo studio idraulico ha lo scopo di analizzare le soluzioni progettuali e verificare i requisiti di compatibilità idraulica delle stesse, in relazione agli attraversamenti della ex Strada Statale 24 del Monginevro che interessano i Rii Boarda, Pissoglio, Gerardo e Scaglione, sulla base delle criticità emerse dal precedente studio idraulico condotto dagli Scriventi nel 2007.

L'analisi, condotta mediante un modello di calcolo numerico, consente la caratterizzazione idrodinamica della corrente in condizioni di piena, rappresentata dai livelli idrici e dalle velocità di deflusso all'interno dell'alveo inciso e delle aree golenali. Risulta possibile, inoltre, analizzare il profilo del pelo libero e come questo interagisca con le infrastrutture da verificare.

In via cautelativa ed ai sensi della normativa vigente, le analisi sono state condotte in riferimento alla portata di piena centenaria ed è stata condotta la verifica del franco residuo per la portata bicentenaria.

3.1 DESCRIZIONE DEL MODELLO DI CALCOLO UTILIZZATO

3.1.1 *Metodologia di calcolo per la verifica in moto permanente*

A seconda della modalità con cui si propaga l'onda di piena, delle reali esigenze di precisione dei risultati e della disponibilità di dati, si possono seguire diversi approcci per la rappresentazione del fenomeno.

La maggior parte dei modelli di propagazione si basano direttamente sulle equazioni differenziali che descrivono il moto vario di una corrente a pelo libero, dipendente sia dallo spazio sia dal tempo (equazioni di De Saint Venant). Spesso, però, risulta lecito trascurare in tali equazioni alcuni termini per pervenire a modelli semplificati, in moto permanente, che tuttavia sono in grado di riprodurre il fenomeno in modo soddisfacente per gli scopi pratici.

Per eseguire la verifica idraulica è stato utilizzato il modello di calcolo HEC – RAS (River Analysis System), elaborato dell'Hydrologic Engineering Center dell'U.S. Army Corps of Engineers. Il software consente di effettuare i calcoli in moto permanente monodimensionale per una rete di canali (artificiali o naturali), ipotizzata una portata costante nel tempo e lungo il tratto d'alveo considerato. In particolare, risulta utile per il calcolo dei profili in moto permanente in regime di corrente lenta, veloce o mista.

La sua affidabilità è riconosciuta a livello internazionale ed è applicato in tutto il mondo. Il modello, oltre a fornire i profili dei corsi d'acqua per portate con diversi tempi di ritorno, consente di valutare gli effetti indotti sulla corrente da ostacoli ed infrastrutture presenti in alveo (ad esempio, ponti, traverse, restringimenti...).

La procedura si basa sulla soluzione dell'equazione monodimensionale dell'energia, nota come Standard Step Method. Le perdite valutate sono quelle di attrito e quelle generate dalla contrazione – espansione della sezione. Imposte le condizioni al contorno (di valle o di monte, a seconda del regime presente nel corso d'acqua) e la portata rispetto cui si vuole effettuare la verifica, il modello di calcolo determina l'andamento del profilo del pelo libero nel canale.

3.1.2 Procedura di calcolo

Nello studio di una corrente gradualmente varia in alvei non prismatici, quali quelli naturali, la limitazione maggiore deriva dall'avere a disposizione informazioni relative solo ad un numero piuttosto contenuto di sezioni trasversali del corso d'acqua. Inoltre, per questi alvei non sono applicabili le usuali procedure di calcolo che prevedono la definizione della scala di deflusso o di altri parametri ipotizzati invarianti lungo lo sviluppo longitudinale dell'alveo.

Ne consegue che per determinare l'andamento del profilo del pelo libero lungo un tratto d'alveo è necessario procedere per tentativi e successive approssimazioni, assegnate le adeguate condizioni al contorno (di valle o di monte) in ragione del tipo di regime caratterizzante la corrente.

Per determinare l'altezza della corrente in ogni sezione, la procedura iterativa utilizza le seguenti relazioni:

$$Z_1 + \frac{\alpha_1 \cdot V_1^2}{2 \cdot g} = Z_2 + \frac{\alpha_2 \cdot V_2^2}{2 \cdot g} + h_e + h_f$$

$$h_e = L \cdot i_f$$

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

dove: Z_1 e Z_2 rappresentano le quote assolute della superficie libera agli estremi del tratto; V_1 e V_2 la velocità media nella sezione, riferita agli estremi del tratto; g è l'accelerazione di gravità; h_e sono le perdite distribuite di energia e h_f le perdite di energia concentrate; L è la lunghezza del tratto considerato; i_f la pendenza di fondo nel tratto; C il coefficiente di perdita per espansioni e/o contrazioni localizzate; α_1 e α_2 sono i coefficienti di Coriolis, funzione della distribuzione di velocità.

Il modello di calcolo numerico, imposta la portata defluente in alveo e le condizioni al contorno, applica il sistema sopra esposto a due sezioni adiacenti (partendo da monte o da valle, a seconda del regime di corrente ipotizzato) e lo risolve iterativamente, per determinare l'altezza del pelo libero in ciascuna di esse. Il processo di calcolo, quindi, prosegue analogamente per coppie di sezioni successive, fino a interessare tutte le sezioni utilizzate per

definire la geometria. In questo modo, risulta possibile determinare il profilo del pelo libero per il tratto d'alveo considerato.

Il codice di calcolo consente la suddivisione della corrente in rami paralleli, in modo da poter simulare il deflusso, oltre che nell'alveo, anche nelle aree golenali laterali, che possono essere caratterizzate con diversi indici di scabrezza.

Nei calcoli possono, inoltre, essere considerati gli effetti dovuti alla presenza di infrastrutture "puntuali", quali i ponti, i sottopassi ed i manufatti a paratoie. Il modello, in questo caso, valuta la perdita d'energia, dovuta alla presenza delle infrastrutture, suddividendola in tre parti: la perdita per espansione del flusso, che si registra nel tratto immediatamente a valle; la perdita per contrazione del flusso, a monte della struttura; e quella (determinata con diversi possibili approcci) che si verifica in corrispondenza dell'infrastruttura stessa.

3.1.3 Parametri di sensitività

Per sviluppare un modello numerico che abbia un sufficiente grado di accuratezza, sensitività e stabilità di calcolo, occorre nella maggioranza dei casi cercare il migliore compromesso tra i diversi parametri che rientrano nella simulazione, sempre tenendo presente quali sono i limiti delle equazioni utilizzate per simulare il moto.

Dando per scontato che la geometria del corso d'acqua e delle strutture interferenti, che i coefficienti di scabrezza, nonché le condizioni al contorno utilizzate per implementare il modello siano tutti parametri corretti, al termine del calcolo è opportuno sempre effettuare un'analisi di sensitività al fine di determinare qual è l'incertezza del calcolo effettuato, essendo la stessa insita nell'utilizzo sia degli schemi matematici che riproducono fenomeni naturali, sia della valutazione dei parametri fisici.

L'analisi di sensitività numerica è stata effettuata attraverso la valutazione dell'influenza dell'utilizzo, o meno, delle aree ineffettive al moto definita nella sezione di approccio alla struttura così come proposto dal codice di calcolo. Sono state inoltre utilizzati diversi metodi di calcolo del profilo idraulico, tra cui quello dell'energia e del momento.

Riguardo l'analisi di sensitività ai parametri fisici, questa si effettua variando alcuni parametri idraulici e geometrici del modello matematico al fine di testare le incertezze della soluzione. I parametri considerati nell'analisi e che sono stati fatti variare sono:

- il coefficiente di scabrezza;
- la spaziatura delle sezioni trasversali;
- i coefficienti utilizzati per i ponti o sottopassi.

E' emerso che nessuno di essi ha una sostanziale influenza nei calcoli effettuati, purché la sua variazione sia contenuta in un ordine accettabile. In particolare, il coefficiente n di Manning

è stato ricavato variando tale valore di $\pm 0,005 \text{ s/m}^{1/3}$ senza evidenziare sostanziali variazioni. La spaziatura delle sezioni (intesa sia come distanza tra due sezioni successive che come ampiezza trasversale della singola sezione) risulta adeguata alla descrizione del fenomeno di piena, in quanto è stata scelta già in fase di rilevazione topografica; a tal fine sono state inserite sezioni interpolate per ottenere un modello maggiormente stabile dal punto di vista numerico nei tratti in cui si è riscontrata la presenza di fenomeni idraulici particolari, quali risalti idraulici o rigurgiti, nonché in presenza di soglie, briglie e attraversamenti secondari.

In definitiva, il modello numerico implementato costituisce un'adeguata schematizzazione del deflusso di piena attraverso l'infrastruttura, e i risultati ottenuti possono essere ritenuti affidabili, in relazione alla schematizzazione matematica adottata.

3.2 RILIEVI TOPOGRAFICI DEI CORSI D'ACQUA

3.2.1 Procedura operativa di rilievo

Il rilievo è stato eseguito in riferimento al sistema di coordinate UTM32 – Wgs84, utilizzando:

- stazione totale Leica TCRA1102 (robotizzata) con Sqm di lettura al CO e CV pari a 0,6 Milligon (norme DIN 18723), due prismi circolari, due cavalletti con basette per stazioni autocentranti e miniprisma di precisione;
- stazione satellitare GPS Leica System 530 e System 1230 (L1 + L2, Codice + Fase) per sessioni in statico e RTK con precisioni in modalità: statica di 3 mm + 0,5 ppm; statica veloce di 5 mm + 1 ppm (e.q.m.); RTK pari a 10 mm + 2 ppm (e.q.m.).

Buona parte del lavoro topografico è stato eseguito utilizzando strumenti GPS, pertanto si sono sviluppate le seguenti fasi:

- determinazione delle coordinate del punto "Reference";
- rilievo di alcuni punti di interesse per la determinazione dell'altimetria;
- rilievo di dettaglio delle sezioni.

1) Determinazione delle coordinate del punto "Reference"

Utilizzando i sistemi GPS si è provveduto in prima battuta a creare un punto "fittizio" dove poter posizionare la stazione *reference*.

Detto punto è stato rilevato, con strumenti GPS, in modalità "statica" collegandolo ad un vertice della rete IGM 95 presente nelle vicinanze delle aree su cui si sono eseguiti i rilievi: sono così state determinate le coordinate di tutto il lavoro nella rappresentazione cartografica UTM32. La misurazione è stata eseguita creando una "baseline" tra i due punti stazionati simultaneamente per un tempo di circa 60 minuti con acquisizioni a 15". Al fine di aumentare le

precisioni, in fase di calcolo si è provveduto ad acquisire le campinature di dati rinex della stazione permanente di Torino, determinando le coordinate del punto reference da due punti di coordinate note. Il calcolo è stato eseguito utilizzando il software prioritario della strumentazione utilizzata denominato “Leica Geo Office”.

2) Rilievo di alcuni punti di interesse per la determinazione dell'altimetria

Per quel che riguarda l'altimetria si è provveduto a misurare alcuni punti particolari di cui si avevano a disposizione le quote assolute, al fine di creare un geoide locale.

Avendo a disposizione sui suddetti punti i valori di quota ortometrica ed ellissoidica si è potuto creare un geoide passante per quei punti avendo uniformità di sistemi altimetrici.

3) Rilievo di dettaglio delle sezioni.

Mediante gli strumenti GPS in modalità Real-Time, si è provveduto a rilevare l'intera sezione misurando tutti gli elementi necessari ad individuare una sezione trasversale d'alveo da utilizzarsi ai fini di modellistica idraulica. Nelle zone in cui la vegetazione impediva l'uso dei sistemi GPS si è integrato col sistema tradizionale, analogamente è stato fatto per il prospetto dei ponti esistenti.

3.2.2 Descrizione geometrica dei corsi d'acqua

È stato condotto un rilievo topografico sui cinque corsi d'acqua oggetto di studio, con il fine di descriverne la geometria, in un tratto significativo a monte ed a valle delle infrastrutture da sottoporre a verifica. Particolare attenzione è stata posta al rilievo delle sezioni in corrispondenza dell'attraversamento, per una sua corretta e puntuale definizione.

Le sezioni di rilievo sono lunghe circa 30 - 60 metri, in relazione alla tipologia di corso d'acqua, ed equamente distribuite su di un tratto d'alveo sufficientemente lungo da consentire di modellizzare il fenomeno della propagazione dell'onda di piena in moto permanente, in relazione soprattutto agli attraversamenti oggetto di studio. In particolare:

- per il *Rio Boarda* si sono realizzate 12 sezioni su un tratto di circa 230 metri, di cui 6 a valle dell'attraversamento;
- per il *Rio Pissoglio* vi sono 8 sezioni, di cui 5 caratterizzano il tratto di monte, interessando complessivamente un tratto d'alveo di 200 metri circa;
- sul *Rio Gerardo*, su di un tratto di circa 360 metri, sono state rilevate 11 sezioni, di cui 6 interessano il tratto di valle;
- sul *Rio Scaglione* vi sono 5 sezioni a monte e 5 a valle dell'attraversamento oggetto di verifica, che interessano complessivamente un tratto d'alveo lungo 350 metri.

3.3 CARATTERISTICHE ATTRAVERSAMENTI ESISTENTI

3.3.1 *Attraversamento ex S.S. 24 sul Rio Boarda*

Il ponte ad arco sul Rio Boarda ha una luce netta di circa 1,6 metri. È collocato a circa 600 metri dalla confluenza del rio nella Dora Riparia. La quota minima dell'intradosso è di 426 m.:

Tipologia:	ponte ad arco
Distanza da confluenza:	602,5 m
Larghezza totale:	7,0 m (sede stradale: 6,1 m)
Luce netta:	1,6 m
Quota fondo alveo (min):	425,12 m s.l.m.
Quota intradosso (min):	426,02 m s.l.m.
Quota asfalto:	427,11 m s.l.m.

3.3.2 *Attraversamento ex S.S. 24 sul Rio Pissoglio*

L'attraversamento della ex S.S. 24 sul Rio Pissoglio è ubicato a 60 metri circa dalla confluenza con la Dora Riparia. Il ponte è a 3 campate con due pile in alveo, per una luce netta complessiva di 18 metri circa ed una larghezza di circa 6 m. La quota minima dell'intradosso dell'infrastruttura è di 426,8 m s.l.m., con fondo alveo collocato alla quota 423,7 m s.l.m.

Tipologia:	ponte ad arco a tre campate
Distanza da confluenza:	63,8 m
Larghezza totale:	7,9 m (sede stradale: 6,4 m)
Luce netta:	18,05 m
Quota fondo alveo (min):	423,71 m s.l.m.
Quota intradosso (min):	426,80 m s.l.m.
Quota asfalto:	428,03 m s.l.m.

3.3.3 *Attraversamento ex S.S. 24 sul Rio Gerardo*

Sul Rio Gerardo l'attraversamento (a circa 200 metri dalla confluenza in Dora Riparia) è a trave, caratterizzato da una luce netta di 14,6 metri. L'intradosso presenta quota minima di 448,2 m s.l.m.

Tipologia:	ponte a trave
Distanza da confluenza:	203,8 m
Larghezza totale:	11,6 m (sede stradale: 8,5 m)
Luce netta:	14,55 m
Quota fondo alveo (min):	445,72 m s.l.m.
Quota intradosso (min):	448,17 m s.l.m.
Quota asfalto:	449,39 m s.l.m.

3.3.4 Attraversamento ex S.S. 24 sul Rio Scaglione

Il ponte sul Rio Scaglione si trova a circa 190 m dalla confluenza dello stesso con la Dora Riparia. L'infrastruttura è caratterizzata da differenti geometrie: verso valle presenta struttura ad arco con luce netta di 5,4 metri; verso monte è a trave con una luce netta di circa 6 metri.

Tipologia:	ponte a trave (monte) ponte ad arco (valle)
Distanza da confluenza:	185,6 m
Larghezza totale:	10,5 m (sede stradale:7,5 m)
Luce netta:	6 m (monte) 5,4 m (valle)
Quota fondo alveo (min):	473,75 m s.l.m. (monte) 473,61 m s.l.m. (valle)
Quota intradosso (min):	475,65 m s.l.m. (monte) 475,56 m s.l.m. (valle)
Quota asfalto:	476,68 m s.l.m. (monte) 476,61 m s.l.m. (valle)

3.4 RESISTENZA AL MOTO E CONDIZIONI AL CONTORNO

La definizione delle condizioni di resistenza al moto in alveo ed in golena avviene introducendo dei coefficienti di scabrezza, caratterizzati da adeguati valori del parametro n di Manning, espresso in $s/m^{1/3}$.

In generale, tale coefficiente dipende dalla granulometria del materiale presente in alveo, dalla regolarità delle sezioni, dall'andamento planimetrico del corso d'acqua, dalle caratteristiche idrauliche delle sponde e dalla possibilità che il materiale di fondo subisca fenomeni di trasporto. Esistono alcune formulazioni che consentono di determinare il coefficiente di scabrezza note le caratteristiche medie del materiale presente in alveo, facendo ricorso a espressioni logaritmiche derivate dalla teoria della turbolenza.

Per ciascun corso d'acqua il valore caratteristico della scabrezza in alveo e nelle aree golenali è stato definito attraverso l'analisi dei valori consigliati in letteratura (v. "Criteri per la valutazione della compatibilità idraulica delle infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico all'interno delle fasce A e B", allegata alla deliberazione n. 2/99 in data 11 maggio 1999 dell'Autorità di Bacino del fiume Po) e dall'osservazione qualitativa operata in sito (v. Tabella 1).

Le condizioni di scabrezza sono inoltre state fatte variare in relazione agli eventuali interventi in progetto.

Tabella 1 – Parametro n di Manning ($s/m^{1/3}$) per la caratterizzazione del coefficiente di scabrezza.

Corso d'acqua	Golene	Alveo
Boarda	0,05	0,025 – 0,035
Pissoglio	0,07	0,030 - 0,045
Gerardo	0,04 - 0,05	0,025 - 0,033
Scaglione	0,04 - 0,055	0,020 - 0,035

Gli attraversamenti sulla ex S.S. 24 del Monginevro, a seguito di eventi di piena sul Fiume Dora Riparia, potrebbero presentare fenomeni di criticità, per la presenza di effetti di rigurgito idraulico. In fase di verifica, si è deciso di valutare anche questa possibilità, imponendo come condizione al contorno di valle del modello di calcolo numerico, i livelli nella Dora Riparia valutati per la piena duecentennale. I livelli sono stati desunti interpolando i livelli indicati nel Progetto di Variante al PAI per la Dora Riparia, nel tratto tra Oulx e la confluenza in Po, il quale rappresenta il risultato di approfondimenti conoscitivi e di analisi condotti a seguito della piena dell'ottobre 2000, i quali hanno permesso una delimitazione di maggior precisione delle fasce fluviali e di conseguenza dei livelli rispetto ai valori riportati nella *“Direttiva sulla piena di progetto da assumere per la progettazione e le verifiche di compatibilità idraulica”* dell'Autorità di Bacino. In Tabella 2 si riportano quindi i valori dei livelli della piena duecentennale relativi al tratto di interesse (Dora Riparia tra Mompantero e San Didero) riportati nella Relazione Tecnica del Progetto di Variante del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico del Fiume Dora Riparia allegato alla Del. N. 12/2006 del 5 aprile 2006.

Tabella 2 – Livelli idrometrici nelle sezioni del PAI lungo il corso della Dora Riparia, per un evento di piena con tempo di ritorno di 200 anni.

Sezione	Livello (m s.l.m.)	Sezione	Livello (m s.l.m.)
94	423,29	100-2P	445,84
94-1P	424,59	101	445,84
95	427,32	101-1P	448,31
96	431,30	102	449,19
96-1P	431,60	103	454,40
96-2P	435,12	104	461,90
97-1P	435,86	105	466,82
98	436,60	105-1P	468,31
99	437,97	105-2P	472,05
99-1P	110,19	106	472,00
100	441,43	106-2P	477,49
100-1P	444,36	107	477,70

Poiché le simulazioni idrauliche sono state condotte in regime di corrente “mista”, per tenere conto di passaggi di corrente veloce a lenta e viceversa, sono state introdotte anche condizioni al contorno a monte, sulla base dell'altezza di moto uniforme derivante dalla pendenza del tratto in esame.

3.5 PORTATE DI VERIFICA

La *portata di verifica* adottata nell'analisi idraulica deve tener conto sia della corrente liquida sia del contributo dovuto al trasporto solido. Eseguire, infatti, la verifica rispetto alla sola portata liquida implicherebbe sottostimare il carico idraulico in corrispondenza degli attraversamenti. Inoltre, in occasione di eventi di particolare intensità, il trasporto solido rappresenta un elemento significativo, in grado di alterare le condizioni di deflusso (può comportare, ad esempio, parziale occlusione delle luci dei ponti, incrementare la capacità erosiva del corso d'acqua,...).

La portata liquida defluente in alveo è stata valutata con il modello di calcolo numerico HEC – HMS, a partire da una precipitazione di progetto caratterizzata dai parametri a e n individuati dall'Autorità di Bacino. In particolare, si sono considerate condizioni di umidità iniziale del suolo intermedie, rappresentate con il $CN(II)$, e imposte le perdite iniziali nulle (cfr. Tabella 3). La metodologia e i risultati sono riportati nella *Relazione idrologica* che è parte integrante dello Studio consegnato nel 2007, a cui si rimanda per ulteriori approfondimenti.

Tabella 3 – Portata liquida di piena valutata con il modello di calcolo numerico con CN II, $I_a=0$.

Bacino	T_r	Q_{max} (m^3/s)	Bacino	T_r	Q_{max} (m^3/s)
Boarda	100	7,2	Gerardo	100	53,7
	200	8,4		200	62,0
Pissoglio	100	38,0	Scaglione	100	81,3
	200	43,8		200	93,6

Il contributo legato al trasporto solido è stato valutato con la formulazione di Schoklitsch (cfr. Tabella 4), per tener conto di fenomeni di attività torrentizia, ad eccezione di eventi parossistici (quali quelli di debris flow), per i quali si renderebbero necessarie misure di intervento sull'intero bacino idrografico al fine di arrestare il volume solido; non è infatti pensabile di verificare e dimensionare le strutture di attraversamento anche per eventi di tale entità, che richiedono invece una corretta sistemazione dell'intera asta torrentizia con la predisposizione di opportune opere di trattenuta (briglie e vasche di deposito).

Tabella 4 – Trasporto solido valutato con la formula di Schoklitsch.

Bacino	Tr	q_c (m ³ /sm)	Q_{sv} (m ³ /s)
Boarda	100	0,17	2,4
	200	0,17	2,8
Pissoglio	100	0,18	3,7
	200	0,18	4,4
Gerardo	100	0,18	5,7
	200	0,18	6,6
Scaglione	100	0,17	9,2
	200	0,17	10,6

Al fine della verifica idraulica degli attraversamenti della ex S.S. 24 del Monginevro sui Rii Boarda, Pissoglio, Gerardo e Scaglione, ai sensi della normativa vigente, si utilizza il valore di portata al colmo con tempo di ritorno di 100 anni, considerando il contributo del trasporto solido. Questo valore, conforme a quanto dettato nella succitata Direttiva non essendo i torrenti in studio fasciati, consente di individuare i nodi maggiormente critici, che necessitano di interventi, anche strutturali, per il miglioramento delle condizioni di deflusso.

Le portate di verifica utilizzate per l'analisi idraulica sono riportate in Tabella 5, in cui è stato aggiunto il valore di verifica per il Rio Boarda nel caso in cui si voglia considerare anche il contributo dovuto al sottobacino denominato "sub-Boarda".

Tabella 5 – Portata di verifica Tr 100 utilizzata per l'analisi idraulica degli attraversamenti.

Bacino	Q_{liq} m ³ /s	Q_{sol} m ³ /s	Q_{ver} m ³ /s
Boarda	7,2	2,4	9,6
(Boarda+sub-Boarda)	-	-	(19,2)
Pissoglio	38,0	3,7	41,7
Gerardo	53,7	5,7	59,4
Scaglione	81,3	9,2	90,5

4. PRINCIPALI CRITICITÀ IDRAULICHE EVIDENZIATE DALLO STUDIO DI COMPATIBILITA' DEGLI ATTRAVERSAMENTI ESISTENTI (ANNO 2007)

4.1 RIO BOARDA

I risultati grafici e numerici ottenuti dalla simulazione del deflusso di piena in presenza dell'infrastruttura, con una portata di piena centenaria, evidenziano che **l'attraversamento non verifica il requisito sul franco idraulico** indicato nella citata normativa. La luce, inferiore a 6 m, non è in grado di smaltire la portata di piena e oltre a causare un flusso in pressione, viene sormontata dalle acque del rio.

Si osserva che:

- massimo livello raggiunto dal pelo libero della corrente per portata defluente pari a quella assunta per la verifica: **427,16 m s.l.m.**
- quota dell'intradosso alla chiave dell'arco: **426,02 m s.l.m.**
- quota minima dell'asfalto della SS24: **426,89 m s.l.m.**
- **Franco idraulico: ASSENTE, l'attraversamento è sormontato**

Alla luce dei risultati ottenuti sulla base dei contenuti dello studio di compatibilità, con riferimento alle prescrizioni della normativa vigente, la verifica di compatibilità idraulica non risulta soddisfatta e il ponte della ex S.S. 24 sul rio Boarda risulta **NON ADEGUATO**.

In relazione all'assetto difensivo esistente, l'opera di attraversamento comporta un aumento delle condizioni di pericolosità idraulica per il territorio circostante, in quanto si osservano fenomeni di esondazione che possono interferire con la viabilità. Il livello di inadeguatezza attribuito è legato all'**assenza del franco idraulico minimo per la portata di verifica, con entrata in pressione e sormonto del manufatto; tale condizione comporta un rischio di esondazione, per un breve tratto a monte, con allagamento della sede stradale.**

L'analisi idrologica precedentemente condotta ha inoltre evidenziato la presenza di un'immissione laterale proprio in corrispondenza dell'attraversamento della ex S.S. 24 (bacino denominato sub – Boarda). Tuttavia la verifica idraulica è stata condotta solo in riferimento al deflusso della portata centenaria propria del Rio Boarda, poiché dalle analisi è emerso come l'attraversamento non sia sufficiente a garantire il libero deflusso già di tale valore di portata.

Nell'analisi, inoltre, il tratto in oggetto è esterno alle fasce di esondazione della Dora Riparia, pertanto il deflusso di piena è stato simulato senza imporre il livello idrico di valle.

4.1.1 *Indicazioni progettuali di adeguamento*

L'attraversamento oggetto della presente verifica deve essere riprogettato e ricostruito nel rispetto dei criteri normativi ed in maniera tale da non aggravare la situazione di rischio idraulico sui territori limitrofi. La verifica dell'attraversamento di progetto dovrà inoltre considerare, dal punti di vista idrologico, anche il contributo del "sub-Boarda" (cfr. § 5.2.1.2)

Si suggerisce in ogni caso di prevedere, sulla sponda sinistra a monte dell'attraversamento, un'opera di immissione controllata di tale contributo, eventualmente tramite luce sottobattente, al fine di sfruttare l'attuale effetto di laminazione esercitato dall'ampia area prativa presente a monte della sede stradale. La nuova struttura inoltre dovrà essere opportunamente raccordata con le opere difesa esistenti (gabbionate).

Dalle analisi geologiche - geomorfologiche, e dall'indagine storica, il bacino del rio Boarda risulta meno soggetto a fenomeni di trasporto solido di massa (debris flow) rispetto ai corsi d'acqua adiacenti; l'attraversamento deve essere comunque progettato con margini di sicurezza (ampiezza della luce e altezza dell'impalcato), adeguati a garantire il deflusso anche a seguito di una parziale ostruzione per deposito di materiale.



Figura 1 – Attraversamento esistenti sul Rio Boarda: sezione insufficiente al deflusso di piena.

4.2 RIO PISSOGLIO

I risultati grafici e numerici ottenuti dalla simulazione del deflusso di piena in presenza dell'infrastruttura, con una portata di piena centenaria, evidenziano che l'attraversamento verifica il requisito sul franco idraulico indicato nella citata normativa.

Si osserva che:

- massimo livello raggiunto dal pelo libero della corrente per portata defluente pari a quella assunta per la verifica: **425,45 m s.l.m.**
- quota minima e massima dell'intradosso: **425,87 - 426,80 m s.l.m.**
- quota massima di piena che garantisce il franco richiesto (franco > 1m per almeno 2/3 della luce): **425,41 m s.l.m.¹**
- **Franco idraulico: + 0,96 = 1 m¹**

Con riferimento alle prescrizioni della normativa vigente, la verifica di compatibilità idraulica risulta soddisfatta e **il ponte della ex S.S. 24 sul rio Pissoglio risulta ADEGUATO** nei limiti dal punto di vista idraulico. Il franco idraulico minimo è garantito al limite per la portata di verifica e le opere di attraversamento comportano un aumento moderato delle condizioni di rischio idraulico sul territorio circostante.

A causa del restringimento di luce causato dal ponte, si ha un leggero fenomeno di rigurgito, che si estende a monte per circa 10 m, che rimane contenuto entro le sponde, senza causare fenomeni di esondazione; per effetto di ciò, la velocità diminuisce, provocando un risalto idraulico e un passaggio in corrente lenta. La velocità in corrispondenza del ponte si riduce da oltre 3 m/s a 1,5 m/s. **Tale fenomeno potrebbe determinare deposito di materiale in corrispondenza del ponte, con rischio di riduzione dell'efficienza idraulica nel tempo.**

La simulazione è stata condotta imponendo nella sezione di valle il livello di piena duecentennale della Dora Riparia, concomitante con quella del rio Pissoglio (ipotesi di livello di piena alla confluenza pari a 423,80 m s.l.m.); tale assunzione cautelativa comporta un fenomeno di rigurgito che tuttavia si esaurisce poco a valle dell'attraversamento, senza interferire in modo significativo con esso.

In linee con le indicazioni della citata Direttiva, la compatibilità del ponte è stata verificata anche nel caso di parziale riduzione della luce di deflusso, per valutare gli effetti indotti da possibili ostruzioni delle luci. Il franco idraulico subisce una riduzione a circa 0,6 m, tuttavia il fenomeno di rigurgito non comporta fenomeni di esondazione e il deflusso continua ad essere contenuto in alveo.

¹ Considerando l'approssimazione geometrica di rilievo del raggio di curvatura dell'arco delle campate del ponte, si può assumere il franco idraulico pari a 1 m.

4.2.1 Indicazioni progettuali di adeguamento

Il ponte della ex S.S. 24 del Monginevro sul Rio Pissoglio è idraulicamente compatibile con il deflusso della portata di piena di verifica, anche se al limite delle prescrizioni. Non risulterebbero pertanto indispensabili interventi diretti sull'infrastruttura, nel rispetto della normativa vigente. Tuttavia, è necessario che sia garantita una continua manutenzione dell'alveo, in particolare in riferimento alla vegetazione e ai depositi di materiali presenti all'interno dell'alveo che riducono la sezione di deflusso e ostruiscono il deflusso di piena, con possibilità di occlusione delle luci del ponte. Il bacino idrografico del rio Pissoglio, peraltro, è caratterizzato da un'elevata situazione di dissesto del bacino idrografico con frane attive e vaste porzioni interessate da fenomeni complessi e quiescenti; anche a seguito degli eventi alluvionali pregressi, tra cui quello più recente dell'ottobre 2000, è abbastanza elevata la probabilità che si verifichino eventi di trasporto di massa, che potrebbero coinvolgere il conoide attivo, presso la località Roncaglie, fino a raggiungere la strada statale e occludere il ponte in oggetto.

Sebbene il rischio idraulico dell'area non sia strettamente connesso alla presenza del ponte attuale della S.S. 24, **nel caso si preveda una nuova struttura sarebbe auspicabile una nuova soluzione progettuale che preveda un'unica luce**, per minimizzare il rischio di ostruzioni da un trasporto in massa (debris flow).



Figura 2 – Vegetazione e depositi presenti lungo il Rio Pissoglio presso l'infrastruttura.

4.3 RIO GERARDO

I risultati grafici e numerici ottenuti dalla simulazione del deflusso di piena in presenza dell'infrastruttura, con una portata di piena centenaria, evidenziano che l'attraversamento non verifica il requisito sul franco idraulico indicato nella citata normativa.

Si osserva che:

- massimo livello raggiunto dal pelo libero della corrente per portata defluente pari a quella assunta per la verifica: **448,43 m s.l.m.**
- quota dell'intradosso: **448,26 m s.l.m.**
- **Franco idraulico: ASSENTE, il ponte entra in pressione**

Con riferimento alle prescrizioni della normativa vigente, la verifica di compatibilità idraulica non risulta soddisfatta e il ponte della ex S.S. 24 sul torrente Gerardo risulta **NON ADEGUATO CON LA SEZIONE ATTUALE D'ALVEO PRESENTE A VALLE.**

Il livello di inadeguatezza è legato all'assenza del franco idraulico minimo per la portata di verifica, benché la causa sia imputabile alla geometria d'alveo nel tratto a valle del ponte stesso. Tale condizione non comporta un aumento diretto delle condizioni di rischio idraulico sul territorio circostante, in relazione ai fenomeni di esondazione, poiché il deflusso di piena è contenuto in alveo. Tuttavia, la struttura risulta suscettibile di ostruzioni della luce in occasione di piene con trasporto solido iperconcentrato (debris flow), peraltro molto frequenti sul corso d'acqua.

La simulazione è stata condotta imponendo nella sezione di valle il livello di piena duecentennale della Dora Riparia, concomitante con quella del rio Gerardo (ipotesi di livello di piena alla confluenza pari a 442,02 m s.l.m.).

Il profilo di rigurgito presente per un lungo tratto dalla sezione 50 a quella subito a monte dell'attraversamento, con forte innalzamento dei livelli idraulici, non è determinato dalla presenza del ponte, ma dal restringimento della sezione d'alveo pochi metri a valle del ponte stesso. L'effetto provocato dal ponte è limitato al prolungamento di pochi metri a monte del fenomeno di rigurgito, senza aumentare in modo significativo l'interferenza sul deflusso di piena del rio Gerardo.

4.3.1 *Indicazioni progettuali di adeguamento*

L'analisi di compatibilità idraulica dell'attraversamento della S.S. 24 del Monginevro ha evidenziato una situazione di **criticità che non è dovuta alla presenza dell'infrastruttura**, la quale in sé non crea interferenza con la corrente (non si osservano infatti modifiche significative dell'andamento del pelo libero, eliminando l'infrastruttura dal modello di simulazione), **bensi alla geometria d'alveo nel tratto a valle del ponte stesso**. Risulta essenziale, quindi, intervenire direttamente sull'alveo con ampliamento della sezione a valle del ponte sulla ex S.S. 24, in modo che il deflusso di piena avvenga in condizioni di sicurezza idraulica.

Si evidenzia, inoltre, che il bacino del rio Gerardo risulta soggetto a consistenti fenomeni di trasporto solido e a colate detritiche, come conseguenza di eventi meteorici particolarmente intensi; questo è dovuto essenzialmente alle caratteristiche morfologiche del bacino con presenza di estese aree di dissesto gravitativo.

Data l'elevata frequenza di fenomeni di colata detritica, anche a carattere parossistico, è comunque opportuno valutare la possibilità di sopraelevazione dell'impalcato e della sede stradale, qualora non si provveda alla sistemazione dell'intera asta torrentizia con adeguate opere di trattenuta del materiale solido.



Figura 3 – Restringimento di sezione sul rio Gerardo presente a valle del ponte della ex S.S. 24.

4.4 RIO SCAGLIONE

I risultati grafici e numerici ottenuti dalla simulazione del deflusso di piena in presenza dell'infrastruttura, con una portata di piena centenaria, evidenziano che l'attraversamento non verifica il requisito sul franco idraulico indicato nella citata normativa.

Si osserva che:

- massimo livello raggiunto dal pelo libero della corrente per portata defluente pari a quella assunta per la verifica: **477,24 m s.l.m.**
- quota dell'intradosso alla chiave dell'arco: **475,56 m s.l.m.**
- quota minima dell'asfalto della SS24: **476,61 m s.l.m.**
- **Franco idraulico: ASSENTE, l'attraversamento è sormontato.**

Alla luce dei risultati ottenuti sulla base dei contenuti dello studio di compatibilità, con riferimento alle prescrizioni della normativa vigente, la verifica di compatibilità idraulica non risulta soddisfatta e il ponte della ex S.S. 24 sul rio Scaglione risulta **NON ADEGUATO**.

Il livello di inadeguatezza attribuito è legato all'assenza del franco idraulico minimo per la portata di verifica, con entrata in pressione e sormonto del manufatto; tale condizione comporta un rischio di esondazione, per un breve tratto a monte, con allagamento della sede stradale, rischio peraltro legato anche all'assetto geometrico attuale dell'alveo.

La simulazione è stata condotta imponendo nella sezione di valle (sez n. 10) il livello di piena duecentennale della Dora Riparia, concomitante con quella del rio Scaglione (ipotesi di livello di piena alla confluenza pari a 473,85 m s.l.m.); il fenomeno di rigurgito si esaurisce poco a valle del ponte, senza interferire in modo significativo con esso, ma comporta l'esondazione delle aree già comprese nelle fasce fluviali della Dora.

Per la portata di verifica, il profilo di rigurgito indotto dalla presenza del ponte stradale sul rio Scaglione comporta un innalzamento medio dei livelli idrici di circa 0,3 m, a monte dell'attraversamento stesso per un tratto di circa 50 m; il rigurgito presente in tale tratto, con passaggio in corrente lenta, non è in realtà imputabile solo alla presenza del ponte, poiché le sezioni attuali dell'alveo non sono in grado di garantire il deflusso di piena senza esondazione nelle aree circostanti, già dalla sezione 80. Tale assetto geometrico del corso acqua, unito all'insufficienza idraulica del ponte, comporta il sormonto dell'infrastruttura stessa e l'allagamento della sede stradale e di alcuni prati a monte di essa. In relazione all'assetto difensivo esistente, l'opera di attraversamento comporta un lieve aumento delle condizioni di pericolosità idraulica per il territorio circostante, in quanto si osserva l'amplificazione dei fenomeni di esondazione che possono interferire con la viabilità e il territorio circostante.

4.4.1 Indicazioni progettuali di adeguamento

L'attraversamento sul Rio Scaglione deve essere riprogettato e ricostruito nel rispetto dei criteri normativi ed in maniera tale da non aggravare la situazione di rischio idraulico sui territori limitrofi. L'analisi svolta ha messo in evidenza la necessità di realizzare una struttura di sezione più ampia, solo a seguito di una **ricalibratura del corso d'acqua per un tratto a monte di circa 100 m, ponendo particolare attenzione alla presenza del tratto canalizzato a valle**, la cui quota di fondo non può essere abbassata (poiché sottopassato da un canale ad uso irriguo).

Per quanto riguarda l'attraversamento, è stato sottolineato come la duplice geometria caratterizzante il ponte, mostrata in Figura 4, costituisca un aspetto critico: infatti, in corrispondenza del cambiamento di geometria si realizza una riduzione della sezione di deflusso, nella direzione della corrente.

E' opportuno, inoltre, intervenire sulla geometria dell'alveo, prevedendo l'allargamento delle sezioni d'alveo e il raccordo con il tratto di valle, canalizzato.



Figura 4 – Particolare della geometria dell'attraversamento sul Rio Scaglione (vista da monte).

5. SIMULAZIONI E RISULTATI DELLE ANALISI IDRAULICHE

5.1 APPROCCIO METODOLOGICO

L'analisi idraulica è stata condotta per ciascun corso d'acqua, sia per la portata di verifica (Tr 100 anni), sia per portate maggiormente critiche (Tr 200 anni). Per comodità di lettura vengono riportati i risultati derivanti dalla simulazione dello stato di fatto (situazione 2007) e confrontati con lo/gli scenario/i di progetto che sono stati analizzati:

- *PLAN 00*: stato attuale
- *PLAN 0x*: soluzione/i di progetto

Il modello di calcolo numerico permette di determinare diverse variabili idrauliche: il profilo di deflusso, l'altezza e la velocità della corrente in prossimità dell'infrastruttura di attraversamento, l'altezza del rigurgito provocata dal ponte, confrontando la condizione attuale con quella di assenza dell'infrastruttura, e le principali caratteristiche idrauliche della corrente.

Nei successivi paragrafi si riportano i principali risultati ottenuti dall'applicazione della procedura agli attraversamenti oggetto del presente studio. I risulta completi sono presentati in allegato alla presente relazione (cfr. ALLEGATO 1, ALLEGATO 2, ALLEGATO 3 e ALLEGATO 4).

I parametri riassunti nelle tabelle sono i seguenti:

- A) *River Sta* : sezione di calcolo;
- B) $Q_{Total} (m^3/s)$: portata totale (ossia, la portata di piena con tempo di ritorno di 100 anni);
- C) *Leeve El L (m)*: altezza dell'argine sinistro;
- D) *Leeve El R (m)*: altezza dell'argine destro;
- E) *Min Ch El (m s.l.m.)* : quota minima della sezione (fondo alveo);
- F) *W.S. Elev. (m s.l.m.)* : quota del livello della corrente;
- G) *Crit W.S. (m s.l.m.)* : altezza critica della corrente;
- H) *E.G. Elev. (m s.l.m.)*: carico totale per un assegnata profondità della corrente;
- I) *Vel Chnl (m/s)* : velocità della corrente;
- J) *Flow Area (m²)*: area di deflusso della corrente;
- K) *Froude*: numero adimensionale di Froude.

5.1.1 Concetti generali e indicazioni

Lo studio di compatibilità idraulica degli attraversamenti in oggetto è stato condotto in linea con i criteri di riferimento dell'Autorità di Bacino del fiume Po - "*Criteri per la valutazione della compatibilità*

idraulica delle infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico all'interno delle fasce A e B", allegata alla deliberazione n. 2/99 in data 11 maggio 1999 – che indica come elemento principale per la valutazione di compatibilità che gli interventi “non modifichino i fenomeni idraulici naturali che possono aver luogo nelle fasce, costituendo significativo ostacolo al deflusso e non limitino in modo significativo la capacità di invaso.”

Al fine di valutare la compatibilità idraulica dell'infrastruttura devono essere esplicitati i seguenti criteri di compatibilità idraulica (ai sensi del punto 3.3 della Direttiva), che assumono carattere di prescrizione per i ponti esistenti:

1. portata di piena di progetto;
2. franco minimo;
3. posizionamento del ponte rispetto all'alveo;
4. effetti idraulici indotti dal ponte;
5. condizione di sicurezza idraulica del ponte e delle opere collegate.

5.2 SIMULAZIONI DI PROGETTO PER I CORSI D'ACQUA IN STUDIO

5.2.1 Rio Boarda

5.2.1.1 PLAN 00 – Stato attuale

I risultati numerici e grafici ottenuti dalla simulazione del deflusso di piena in presenza dell'infrastruttura allo stato attuale (studio 2007), con una portata di piena centenaria, sono riportati in Tabella 6 e in Figura 5.

Tabella 6 - Risultati della simulazione relativa al PLAN 00 per $T_R = 100$ anni.

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)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m^2)	Froude
Boarda	120	Tr 100	9.60	433.58	434.38	434.82	435.92	5.78	2.03	2.12
Boarda	115	Tr 100	9.60	432.64	433.42	433.85	434.98	5.88	2.03	2.18
Boarda	110	Tr 100	9.60	431.70	432.45	432.88	434.02	5.95	2.06	2.22
Boarda	105	Tr 100	9.60	430.59	431.43	431.86	432.95	5.91	2.11	2.23
Boarda	100	Tr 100	9.60	429.47	430.28	430.73	431.90	5.91	1.96	2.15
Boarda	90	Tr 100	9.60	427.91	428.75	429.21	430.39	5.82	1.91	2.06
Boarda	80	Tr 100	9.60	426.98	427.70	428.14	429.28	5.58	1.72	2.56
Boarda	76	Tr 100	9.60	426.52	427.26	427.71	428.88	5.64	1.70	2.58
Boarda	73	Tr 100	9.60	426.05	426.80	427.22	428.48	5.75	1.67	2.22
Boarda	70	Tr 100	9.60	425.24	427.16	426.65	427.18	0.80	20.55	0.19
Boarda	65		Bridge							
Boarda	60	Tr 100	9.60	425.15	426.49	426.49	426.81	2.49	3.86	1.00

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)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m ²)	Froude
Boarda	55	Tr 100	9.60	424.90	426.05	426.18	426.67	3.50	2.77	1.22
Boarda	50	Tr 100	9.60	424.64	425.60	425.86	426.48	4.16	2.32	1.56
Boarda	40	Tr 100	9.60	423.60	424.54	424.89	425.79	5.18	2.12	1.87
Boarda	35	Tr 100	9.60	422.98	423.92	424.29	425.13	5.27	2.68	1.93
Boarda	30	Tr 100	9.60	422.36	423.22	423.54	424.41	5.63	2.92	2.23
Boarda	28	Tr 100	9.60	421.94	422.90	423.15	423.74	5.04	3.64	1.84
Boarda	26	Tr 100	9.60	421.51	422.55	422.75	423.20	4.80	4.08	1.64
Boarda	25	Tr 100	9.60	421.09	422.44	422.32	422.52	2.01	8.90	0.57
Boarda	23		Culvert							
Boarda	20	Tr 100	9.60	420.81	422.07	422.07	422.22	2.71	6.82	0.80
Boarda	15	Tr 100	9.60	420.07	421.22	421.41	421.89	4.55	4.11	1.53
Boarda	10	Tr 100	9.60	419.32	420.47	420.70	421.35	4.72	3.51	1.73

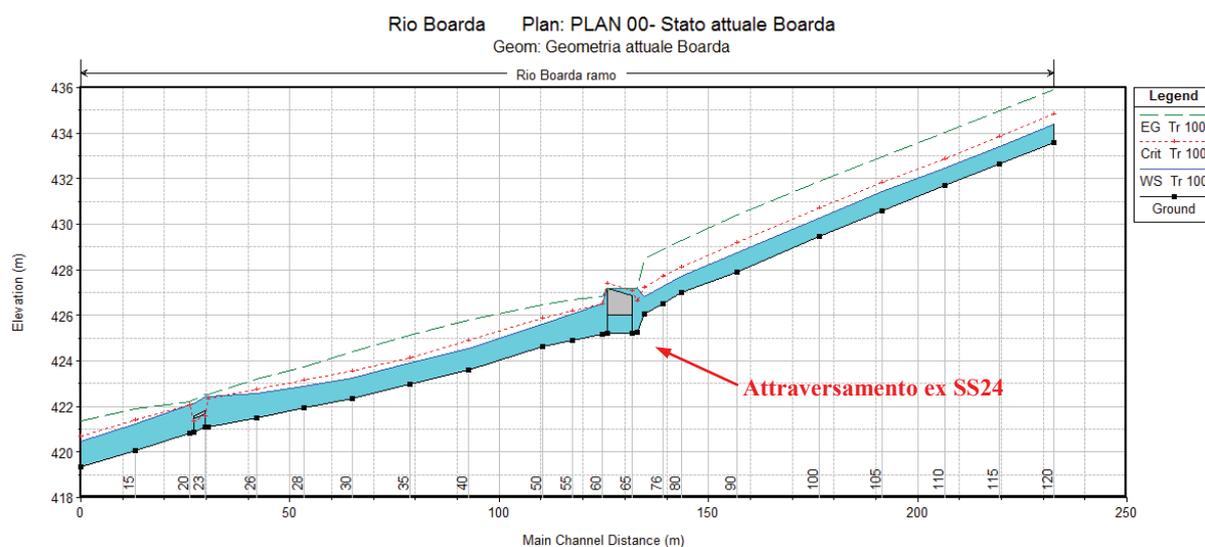


Figura 5 – Rio Boarda – Plan 00 (esistente): Profilo della corrente in condizioni di piena per tempo di ritorno di 100 anni.

Dal profilo riportato in Figura 5, a causa del restringimento di luce imposto dall'attraversamento, si osserva un fenomeno di rigurgito, con conseguente riduzione della velocità, formazione di risalto idraulico e passaggio in corrente lenta subito a monte dell'attraversamento. Analizzando le sezioni a monte (sezione n. 70) e in corrispondenza del ponte della ex S.S. 24, si evidenzia come il livello idrico risulti superiore all'impalcato del ponte; ne consegue la parziale esondazione della strada e dell'area prativa a monte.

5.2.1.2 PLAN 01 – Ipotesi di progetto

Alla luce dei risultati riportati al § 5.2.1.1 ed alle considerazioni già esposte al § 4.1.1, il ponte della ex S.S. 24 sul rio Boarda risulta non adeguato ed occorre prevederne il rifacimento: la sezione ad arco dovrebbe essere sostituita con una sezione rettangolare di maggiore ampiezza.

Ipotizzando una quota di fondo in asse strada pari 424.70 m s.l.m. e **una luce trasversale del nuovo attraversamento pari a 3 m**, compatibile con le caratteristiche geometriche del corso d'acqua, prevedendo altresì una parziale riprofilatura delle sezioni e del fondo alveo per raccordare la sezione del ponte con le sezioni di deflusso a monte e a valle, è stata valutata la minima quota di intradosso compatibile al fine di rendere la struttura adeguata dal punto di vista della sicurezza idraulica con riferimento alla portata con tempo di ritorno di 100 anni.

Tabella 7 - Risultati della simulazione relativa al PLAN 01 per $T_R=100$ anni.

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)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m^2)	Froude
Boarda	120	Tr 100	9.60	433.58	434.44	434.8	435.63	5.18	2.26	1.83
Boarda	115	Tr 100	9.60	432.64	433.46	433.83	434.69	5.28	2.25	1.89
Boarda	110	Tr 100	9.60	431.7	432.5	432.86	433.71	5.32	2.27	1.93
Boarda	105	Tr 100	9.60	430.59	431.48	431.84	432.65	5.27	2.33	1.92
Boarda	100	Tr 100	9.60	429.47	430.33	430.71	431.6	5.31	2.18	1.87
Boarda	90	Tr 100	9.60	427.91	428.81	429.2	430.09	5.22	2.16	1.79
Boarda	80	Tr 100	9.60	426.98	427.76	428.14	429	4.94	1.94	2.18
Boarda	76	Tr 100	9.60	426.52	427.3	427.71	428.7	5.24	1.83	2.32
Boarda	73	Tr 100	9.60	426.05	426.81	427.23	428.44	5.65	1.71	2.16
Boarda	70	Tr 100	9.60	424.75	425.15	425.74	428.23	7.77	1.24	3.93
Boarda	65		Bridge							
Boarda	60	Tr 100	9.60	424.65	425.13	425.57	426.85	5.82	1.65	2.8
Boarda	55	Tr 100	9.60	424.35	424.89	425.3	426.29	5.24	1.83	2.39
Boarda	50	Tr 100	9.60	424.15	424.91	425.16	425.8	4.19	2.31	1.56
Boarda	40	Tr 100	9.60	423.6	424.81	424.89	425.22	3.21	4.56	1
Boarda	35	Tr 100	9.60	422.98	423.97	424.13	424.83	4.58	3.19	1.63
Boarda	30	Tr 100	9.60	422.36	423.25	423.52	424.13	4.99	3.21	1.94
Boarda	28	Tr 100	9.60	421.94	422.94	423.13	423.49	4.24	4.15	1.5
Boarda	26	Tr 100	9.60	421.51	422.58	422.73	423.02	4.04	4.51	1.36
Boarda	25	Tr 100	9.60	421.09	422.42	422.3	422.5	1.84	8.65	0.53
Boarda	23		Culvert							
Boarda	20	Tr 100	9.60	420.81	422.05	422.05	422.2	2.61	6.37	0.78
Boarda	15	Tr 100	9.60	420.07	421.22	421.39	421.8	4.29	4.08	1.45
Boarda	10	Tr 100	9.60	419.32	420.49	420.68	421.18	4.31	3.71	1.57

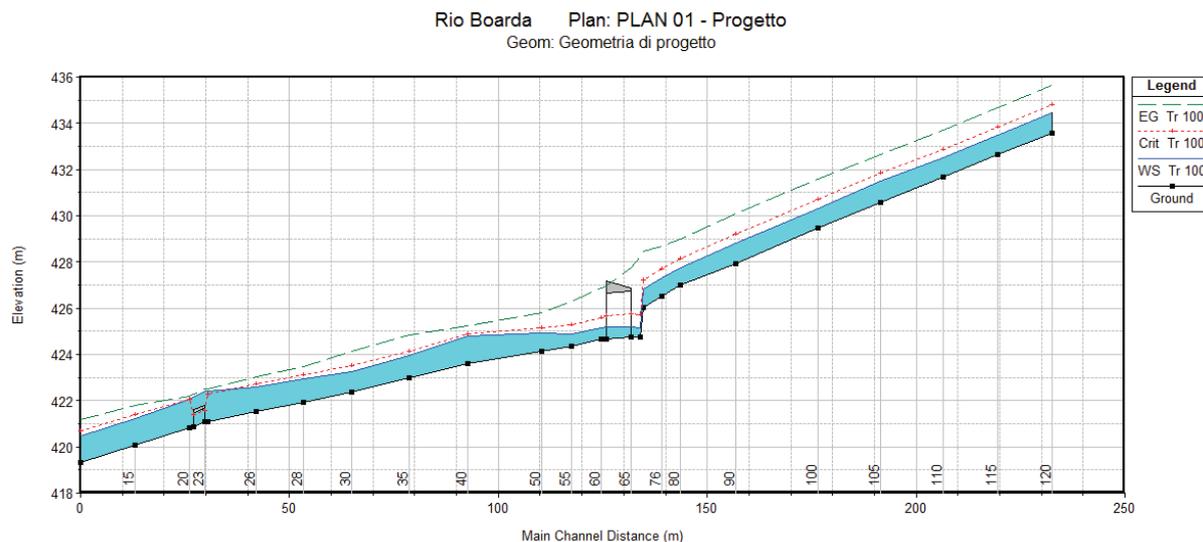


Figura 6 - Rio Boarda – Plan 01 (progetto): Profilo della corrente in condizioni di piena per tempo di ritorno di 100 anni.

Tabella 8 – Risultati del calcolo ottenuti per il ponte (PLAN 01 – Q_{100}).

PLAN 01 Rio Boarda RS: 65 Profile: $Q_{100} = 9,6 \text{ m}^3/\text{s}$				
E.G. US. (m)	428.23	Element	Inside BR US	Inside BR DS
W.S. US. (m)	425.15	E.G. Elev (m)	427.75	426.95
Q Total (m^3/s)	9.60	W.S. Elev (m)	425.19	425.20
Q Bridge (m^3/s)	9.60	Crit W.S. (m)	425.76	425.67
Q Weir (m^3/s)		Max Chl Dpth (m)	0.44	0.55
Weir Sta Lft (m)		Vel Total (m/s)	7.09	5.86
Weir Sta Rgt (m)		Flow Area (m^2)	1.35	1.64
Weir Submerg		Froude # Chl	3.41	2.53
Weir Max Depth (m)		Specif Force (m^3)	7.23	6.18
Min El Weir Flow (m)	427.17	Hydr Depth (m)	0.44	0.55
Min El Prs (m)	426.75	W.P. Total (m)	3.49	3.00
Delta EG (m)	1.37	Conv. Total (m^3/s)	26.2	36.5
Delta WS (m)	0.02	Top Width (m)	3.07	3.00
BR Open Area (m^2)	6.00	Frctn Loss (m)	0.32	0.56
BR Open Vel (m/s)	7.09	C & E Loss (m)	0.15	0.24
Coef of Q		Shear Total (N/m^2)	512.05	371.03
Br Sel Method	Energy only	Power Total ($\text{N}/\text{m s}$)	0.00	0.00

Si osserva che in tali condizioni geometriche il minimo intradosso che consente di garantire 1 m di franco al deflusso della portata di verifica è pari a **426,20 m s.l.m.** (cfr. Tabella 8). La sezione di verifica considerata, cautelativamente, è quella interna al ponte.

Si precisa inoltre che se si trattasse di ponti (luce > 6 m), considerate le velocità occorrerebbe valutare il franco minimo in funzione del carico cinetico della corrente: poiché infatti il requisito è che il franco minimo garantito sia > 1 m e > $v^2/4g$, la seconda ipotesi è da verificare quando le velocità sono tali per cui $v^2/4g > 1$, ovvero per $v > 6.26$ m/s. In questo caso considerando che la massima velocità della corrente in corrispondenza dell'attraversamento è pari a 7,09 m/s (cfr. Tabella 8), il minimo franco da garantire dovrebbe essere pari a 1,28 m (quota di minimo intradosso pari a 426,48 m s.l.m.).

Il confronto con la condizione attuale evidenzia un profilo della corrente che si mantiene sempre in corrente veloce, senza presentare nessun fenomeno di rigurgito, in quanto è stato eliminato il restringimento indotto sia dalla ridotta quota dell'impalcato, sia dalla sezione ad arco che nelle condizioni di piena limita sensibilmente la sezione idraulica disponibile.

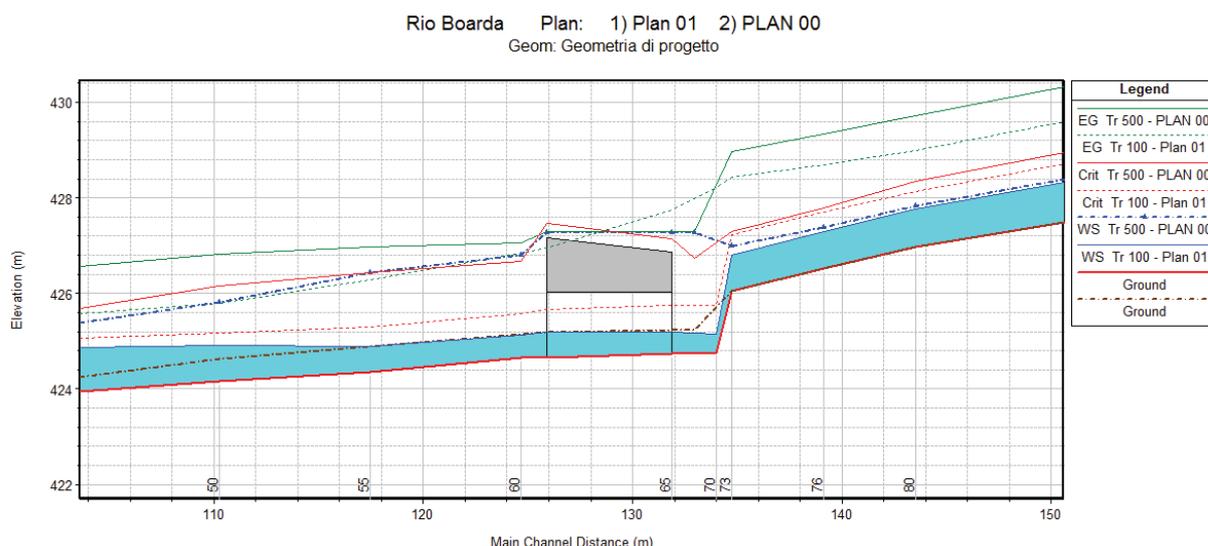


Figura 7 – Confronto tra la condizione attuale e lo scenario di progetto (Q_{100}).

Come precedentemente illustrato, in corrispondenza dell'attraversamento della ex S.S. 24, oltre alle portate del Rio Boarda, vengono convogliate tramite canalizzazione le acque di un bacino laterale (qui denominato sub – Boarda). Il modello è stato dunque implementato anche con riferimento alla portata con Tr 100 anni che tenga conto anche del contributo del sottobacino. Si osserva che tale valore di portata (19,2 m³/s) è superiore al valore della sola portata del Rio Boarda con tempo di ritorno di 200 anni (11,2 m³/s).

In questo caso, rispetto all'intradosso precedentemente calcolato, il franco idraulico risulterebbe comunque pari a 67 cm, sebbene rispetto al franco calcolato tenendo conto del termine cinetico l'intradosso dovrebbe risultare ad una quota minima di 427,15 m s.l.m.

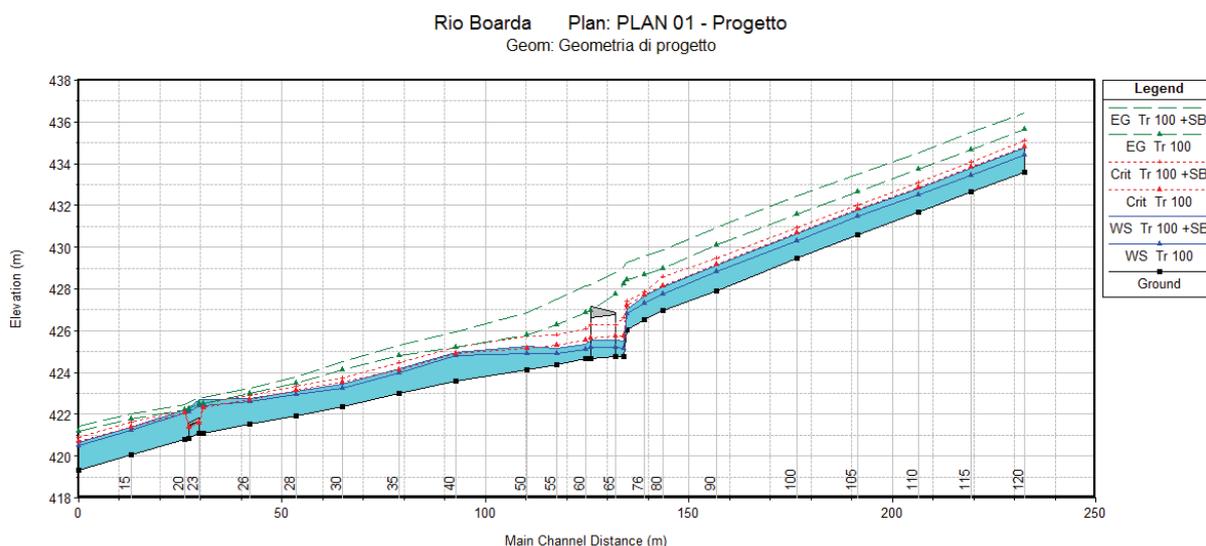


Figura 8 - Rio Boarda + contributo del sub-Boarda
Plan 01: Profilo della corrente in condizioni di piena per tempo di ritorno di 100 anni.

Tabella 9 – Risultati del calcolo ottenuti per il ponte (PLAN 01 – Q_{100+SB}).

PLAN 01 Rio Boarda RS: 65 Profile: $Q_{100+SB} = 19,2 \text{ m}^3/\text{s}$				
E.G. US. (m)	429.08	Element	Inside BR US	Inside BR DS
W.S. US. (m)	425.49	E.G. Elev (m)	428.78	428.22
Q Total (m^3/s)	19.20	W.S. Elev (m)	425.53	425.53
Q Bridge (m^3/s)	19.20	Crit W.S. (m)	426.29	426.27
Q Weir (m^3/s)		Max Chl Dpth (m)	0.78	0.88
Weir Sta Lft (m)		Vel Total (m/s)	7.99	7.26
Weir Sta Rgt (m)		Flow Area (m^2)	2.40	2.64
Weir Submerg		Froude # Chl	2.89	2.47
Weir Max Depth (m)		Specif Force (m^3)	16.57	15.37
Min El Weir Flow (m)	427.17	Hydr Depth (m)	0.78	0.88
Min El Prs (m)	426.75	W.P. Total (m)	3.83	3.00
Delta EG (m)	0.95	Conv. Total (m^3/s)	67.9	81.0
Delta WS (m)	0.11	Top Width (m)	3.08	3.00
BR Open Area (m^2)	6.00	Frctn Loss (m)	0.20	0.40
BR Open Vel (m/s)	7.99	C & E Loss (m)	0.10	0.17
Coef of Q		Shear Total (N/m^2)	492.08	485.29
Br Sel Method	Energy only	Power Total ($\text{N}/\text{m s}$)	0.00	0.00

Si ritiene tuttavia che la portata di picco stimata con il contributo del sub-Boarda sia eccessivamente cautelativa, per gli inevitabili effetti di laminazione dell'area prativa adiacente al sub-Boarda prima della sua immissione nel Rio principale.

5.2.2 Rio Pissoglio

5.2.2.1 PLAN 00 – Stato attuale

I risultati numerici e grafici ottenuti dalla simulazione del deflusso di piena in presenza dell'infrastruttura allo stato attuale (studio 2007), con una portata di piena centenaria, sono riportati in Tabella 10 e in Figura 9.

Tabella 10 - Risultati della simulazione relativa al PLAN 00 per $T_R=100$ anni.

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)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m^2)	Froude
Pissoglio	80	Tr 100	41.7	429.56	431.18	431.45	432.03	4.19	11.47	1.35
Pissoglio	76	Tr 100	41.7	428.87	430.26	430.6	431.32	4.55	9.18	1.6
Pissoglio	73	Tr 100	41.7	428.18	429.55	429.82	430.44	4.19	9.95	1.6
Pissoglio	70	Tr 100	41.7	427.5	428.93	429.12	429.62	3.71	11.43	1.43
Pissoglio	66	Tr 100	41.7	426.97	428.36	428.58	429.11	3.83	10.89	1.49
Pissoglio	63	Tr 100	41.7	426.44	427.82	428.04	428.58	3.87	10.79	1.47
Pissoglio	60	Tr 100	41.7	425.92	427.29	427.51	428.08	3.97	10.91	1.46
Pissoglio	56	Tr 100	41.7	425.53	426.84	427.03	427.56	3.75	11.12	1.29
Pissoglio	53	Tr 100	41.7	425.15	426.34	426.54	427.1	3.87	10.77	1.34
Pissoglio	50	Tr 100	41.7	424.76	425.85	426.05	426.63	3.89	10.71	1.34
Pissoglio	46	Tr 100	41.7	424.46	425.35	425.62	426.24	4.18	9.98	1.67
Pissoglio	44	Tr 100	41.7	424.31	425.15	425.4	425.98	4.04	10.32	1.67
Pissoglio	42	Tr 100	41.7	424.16	424.95	425.18	425.72	3.88	10.74	1.67
Pissoglio	40	Tr 100	41.7	424.01	425.46	424.96	425.58	1.55	26.9	0.46
Pissoglio	35		Bridge							
Pissoglio	30	Tr 100	41.7	423.64	424.48	424.68	425.15	3.63	11.48	1.58
Pissoglio	26	Tr 100	41.7	423.48	424.55	424.57	424.94	2.73	15.25	1.02
Pissoglio	23	Tr 100	41.7	423.32	424.4	424.45	424.84	2.95	14.15	1.1
Pissoglio	20	Tr 100	41.7	423.16	424.28	424.32	424.73	2.96	14.09	1.06
Pissoglio	16	Tr 100	41.7	422.65	423.84	424.01	424.51	3.62	11.51	1.35
Pissoglio	13	Tr 100	41.7	422.15	423.53	423.71	424.24	3.73	11.18	1.34
Pissoglio	10	Tr 100	41.7	421.64	423.8	423.41	424.05	2.22	18.81	0.63

Come si può osservare dal profilo riportato in Figura 9, a causa del restringimento di luce causato dal ponte, si ha un leggero fenomeno di rigurgito, che si estende a monte per circa 10 m, che rimane contenuto entro le sponde; per tale effetto, la velocità diminuisce, provocando un risalto idraulico e un passaggio in corrente lenta. Poiché il bacino idrografico del rio Pissoglio è caratterizzato da un'elevata probabilità che si verifichino eventi di trasporto di massa, nel caso fosse previsto il rifacimento dell'infrastruttura con una nuova soluzione progettuale, sarà opportuno prevedere un'unica luce, riducendone il rischio di ostruzione.

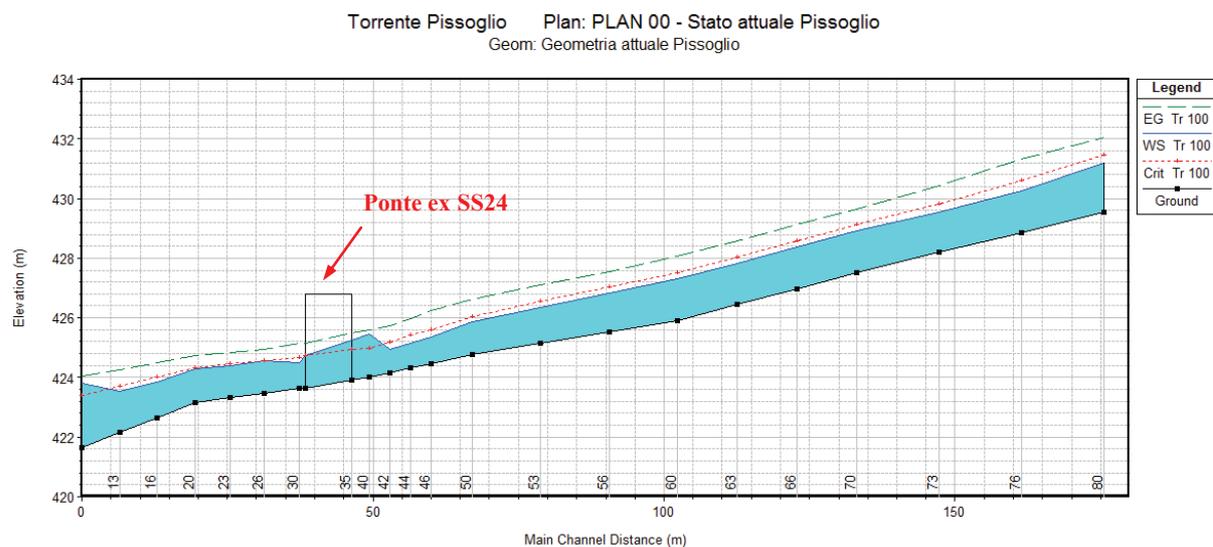


Figura 9 – Rio Pissoglio – Plan 00 (esistente): Profilo della corrente in condizioni di piena per tempo di ritorno di 100 anni.

5.2.2.2 PLAN 01 – Ipotesi di progetto

Alla luce dei risultati riportati al § 5.2.2.1 ed alle considerazioni già esposte al § 4.2.1, il ponte della ex S.S. 24 sul Rio Pissoglio dovrebbe essere sostituito con un attraversamento a luce rettangolare.

La verifica è stata condotta nell'ipotesi di non effettuare una riprofilatura dell'alveo, ma esclusivamente di sostituire la struttura con un'altra avente la stessa luce trasversale e quota di intradosso pari alla quota di chiave della struttura ad arco, ipotizzando però un'unica campata.

Tabella 11 - Risultati della simulazione relativa al PLAN 01 per $T_R=100$ anni.

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)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m^2)	Froude
Pissoglio	80	Tr 100	41.7	429.56	431.18	431.45	432.03	4.19	11.47	1.35
Pissoglio	76	Tr 100	41.7	428.87	430.26	430.6	431.32	4.55	9.18	1.6
Pissoglio	73	Tr 100	41.7	428.18	429.55	429.82	430.44	4.19	9.95	1.6
Pissoglio	70	Tr 100	41.7	427.5	428.93	429.12	429.62	3.71	11.43	1.43
Pissoglio	66	Tr 100	41.7	426.97	428.36	428.58	429.11	3.83	10.89	1.49
Pissoglio	63	Tr 100	41.7	426.44	427.82	428.04	428.58	3.87	10.79	1.47
Pissoglio	60	Tr 100	41.7	425.92	427.29	427.51	428.08	3.97	10.91	1.46
Pissoglio	56	Tr 100	41.7	425.53	426.84	427.03	427.56	3.75	11.12	1.29
Pissoglio	53	Tr 100	41.7	425.15	426.34	426.54	427.1	3.87	10.77	1.34
Pissoglio	50	Tr 100	41.7	424.76	425.85	426.05	426.63	3.89	10.71	1.34
Pissoglio	46	Tr 100	41.7	424.46	425.35	425.62	426.24	4.18	9.98	1.67
Pissoglio	44	Tr 100	41.7	424.31	425.15	425.4	425.98	4.04	10.32	1.67

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)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m ²)	Froude
Pissoglio	42	Tr 100	41.7	424.16	424.91	425.18	425.8	4.16	10.03	1.85
Pissoglio	40	Tr 100	41.7	424.01	424.68	424.96	425.63	4.32	9.66	2.05
Pissoglio	35		Bridge							
Pissoglio	30	Tr 100	41.7	423.64	424.68	424.68	425.04	2.66	15.7	1
Pissoglio	26	Tr 100	41.7	423.48	424.48	424.57	424.95	3.05	13.65	1.19
Pissoglio	23	Tr 100	41.7	423.32	424.54	424.45	424.85	2.47	16.91	0.85
Pissoglio	20	Tr 100	41.7	423.16	424.32	424.32	424.73	2.85	14.65	1
Pissoglio	16	Tr 100	41.7	422.65	423.85	424.01	424.5	3.58	11.65	1.33
Pissoglio	13	Tr 100	41.7	422.15	423.53	423.71	424.23	3.72	11.22	1.34
Pissoglio	10	Tr 100	41.7	421.64	423.22	423.41	423.97	3.83	10.88	1.32

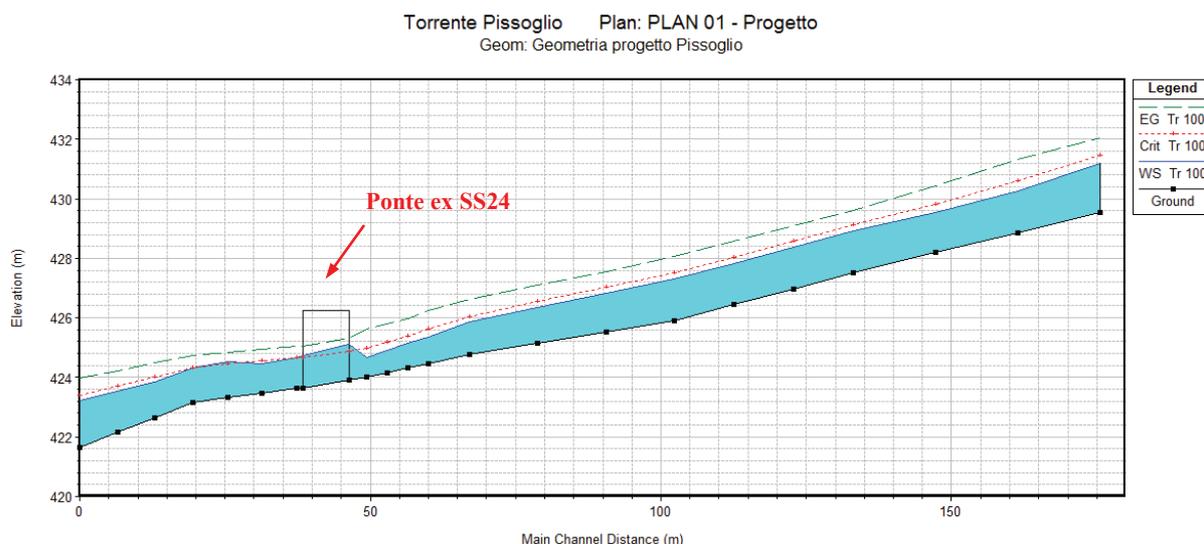


Figura 10 - Rio Pissoglio – Plan 01 (progetto): Profilo della corrente in condizioni di piena per tempo di ritorno di 100 anni.

Si osserva che in tali condizioni geometriche il minimo intradosso che consentirebbe di garantire 1 m di franco al deflusso della portata di verifica è pari a **426,12 m s.l.m.** (cfr. Tabella 12), pertanto la quota di intradosso attuale, pari a 426,25 m s.l.m. è pienamente compatibile con le condizioni di deflusso della portata di verifica. Si precisa che in questo caso le velocità non sono tali da rendere il termine cinetico significativo ai fini della valutazione del franco.

La sezione di verifica considerata, cautelativamente, è quella interna al ponte.

Tabella 12 – Risultati del calcolo ottenuti per il ponte (PLAN 01 – Q₁₀₀).

PLAN 01 Rio Pissoglio RS: 35 Profile: Q ₁₀₀ = 41,7 m ³ /s				
E.G. US. (m)	425.63	Element	Inside BR US	Inside BR DS
W.S. US. (m)	424.68	E.G. Elev (m)	425.33	425.05
Q Total (m ³ /s)	41.70	W.S. Elev (m)	425.12	424.72
Q Bridge (m ³ /s)	41.70	Crit W.S. (m)	424.88	424.67
Q Weir (m ³ /s)		Max Chl Dpth (m)	1.20	1.09
Weir Sta Lft (m)		Vel Total (m/s)	2.01	2.53
Weir Sta Rgt (m)		Flow Area (m ²)	20.74	16.49
Weir Submerg		Froude # Chl	0.65	0.91
Weir Max Depth (m)		Specif Force (m ³)	18.91	17.43
Min El Weir Flow (m)	427.95	Hydr Depth (m)	0.99	0.79
Min El Prs (m)	426.25	W.P. Total (m)	22.92	22.22
Delta EG (m)	0.59	Conv. Total (m ³ /s)	388.0	450.4
Delta WS (m)	0.00	Top Width (m)	21.00	21.00
BR Open Area (m ²)	44.38	Frctn Loss (m)	0.20	0.22
BR Open Vel (m/s)	2.53	C & E Loss (m)	0.09	0.09
Coef of Q		Shear Total (N/m ²)	102.49	62.36
Br Sel Method	Energy only	Power Total (N/m s)	0.00	0.00

Anche nel caso di concomitanza dell'evento di piena con la piena nel Fiume Dora, imponendo quindi come condizione di valle il livello della Tr200 del corso d'acqua principale, gli effetti di tale interazione non raggiungono l'attraversamento.

5.2.3 Rio Gerardo

5.2.3.1 PLAN 00 – Stato attuale

I risultati numerici e grafici ottenuti dalla simulazione del deflusso di piena in presenza dell'infrastruttura allo stato attuale (studio 2007), con una portata di piena centenaria, sono riportati in Tabella 13 e in Figura 11.

Tabella 13 - Risultati della simulazione relativa al PLAN 01 per T_R=100 anni.

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)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m ²)	Froude
Gerardo	110	Tr 100	59.40	455.32	456.41	457.09	458.94	7.04	8.44	2.61
Gerardo	100	Tr 100	59.40	452.43	453.75	454.46	456.22	6.97	8.53	2.39
Gerardo	90	Tr 100	59.40	450.33	451.44	452.16	453.96	7.03	8.45	2.45
Gerardo	80	Tr 100	59.40	448.47	449.58	450.39	452.48	7.54	7.88	2.45
Gerardo	77	Tr 100	59.40	446.70	447.40	448.15	450.96	8.36	7.11	3.56

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)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m ²)	Froude
Gerardo	75	Tr 100	59.40	445.96	446.58	447.39	450.64	8.93	6.65	3.77
Gerardo	72	Tr 100	59.40	445.87	446.61	447.36	450.30	8.51	6.98	3.70
Gerardo	70	Tr 100	59.40	445.80	448.43	447.24	448.58	1.72	34.53	0.36
Gerardo	65		Bridge							
Gerardo	60	Tr 100	59.40	445.72	448.29	447.00	448.43	1.66	35.73	0.34
Gerardo	55	Tr 100	59.40	445.55	448.16	447.47	448.41	2.21	26.88	0.51
Gerardo	50	Tr 100	59.40	445.38	447.54	447.54	448.33	3.95	15.04	1.00
Gerardo	45	Tr 100	59.40	444.76	446.65	447.09	448.06	5.25	11.30	1.55
Gerardo	40	Tr 100	59.40	444.15	446.02	446.49	447.54	5.46	10.87	1.60
Gerardo	30	Tr 100	59.40	442.89	445.31	444.79	445.31	0.34	189.36	0.08
Gerardo	20	Tr 100	59.40	441.25	445.31	442.47	445.31	0.38	234.07	0.06
Gerardo	10	Tr 100	59.40	439.20	445.30	441.88	445.31	0.57	155.07	0.08

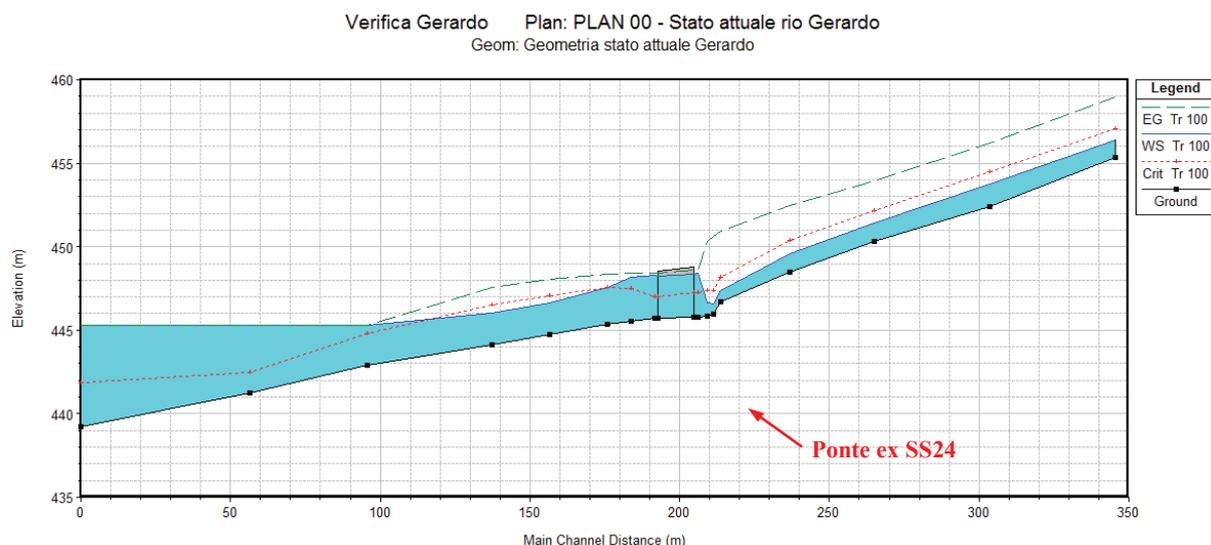


Figura 11 - Rio Gerardo – Plan 00 (esistente): Profilo della corrente in condizioni di piena per tempo di ritorno di 100 anni.

Come evidenziato nello studio del 2007 e riportato al § 4.3, il profilo di rigurgito non è determinato dalla presenza del ponte.

Le velocità in corrispondenza dell'attraversamento e in particolare subito a valle, si riducono intorno a 1,7 – 2 m/s, mentre più a monte raggiungono valori molto elevati. Tale fenomeno determina il probabile deposito di materiale in corrispondenza del ponte, con rischio di occlusione dell'attraversamento della ex S.S. 24. Nella seguente tabella si riassumono i principali risultati ottenuti per il deflusso della portata centennale in corrispondenza della struttura.

Tabella 14 – Risultati del calcolo ottenuti per il ponte (PLAN 00 – Q₁₀₀).

PLAN 00 Rio Gerardo RS: 65 Profile: Q ₁₀₀ = 59.4 m ³ /s				
E.G. US. (m)	448.58	Element	Inside BR US	Inside BR DS
W.S. US. (m)	448.43	E.G. Elev (m)	448.58	448.43
Q Total (m ³ /s)	59.40	W.S. Elev (m)	448.33	448.24
Q Bridge (m ³ /s)	59.40	Crit W.S. (m)	447.25	447.00
Q Weir (m ³ /s)		Max Chl Dpth (m)	2.54	2.53
Weir Sta Lft (m)		Vel Total (m/s)	1.92	1.73
Weir Sta Rgt (m)		Flow Area (m ²)	30.97	34.42
Weir Submerg		Froude # Chl	0.40	0.35
Weir Max Depth (m)		Specif Force (m ³)	49.08	53.12
Min El Weir Flow (m)	449.49	Hydr Depth (m)		
Min El Prs (m)	448.33	W.P. Total (m)	31.40	32.67
Delta EG (m)	0.15	Conv. Total (m ³ /s)	1227.6	1425.5
Delta WS (m)	0.14	Top Width (m)		
BR Open Area (m ²)	30.97	Frctn Loss (m)		
BR Open Vel (m/s)	1.92	C & E Loss (m)		
Coef of Q		Shear Total (N/m ²)	22.65	17.94
Br Sel Method	Press Only	Power Total (N/m s)	43.43	30.96

5.2.3.2 PLAN 01 – Ipotesi di progetto

Alla luce dei risultati riportati al § 5.2.3.2 ed alle considerazioni già esposte al § 4.3.1, il ponte della ex S.S. 24 sul Rio Gerardo potrebbe essere mantenuto, ma occorre provvedere ad adeguare la sezione idraulica di valle, attualmente insufficiente e causa di marcati fenomeni di rigurgito che si estendono verso monte interessando l'implacato.

La verifica è stata condotta nell'ipotesi di effettuare esclusivamente operazioni di riprofilatura dell'alveo.

Tabella 15 - Risultati della simulazione relativa al PLAN 01 per T_R=100 anni.

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)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m ²)	Froude
Gerardo	110	Tr 100	59.40	455.32	456.41	457.09	458.94	7.04	8.44	2.61
Gerardo	100	Tr 100	59.40	452.43	453.75	454.46	456.22	6.97	8.53	2.39
Gerardo	90	Tr 100	59.40	450.33	451.44	452.16	453.96	7.03	8.45	2.45
Gerardo	80	Tr 100	59.40	448.47	449.58	450.39	452.48	7.54	7.88	2.45
Gerardo	77	Tr 100	59.40	446.70	447.4	448.15	450.96	8.36	7.11	3.56
Gerardo	75	Tr 100	59.40	445.96	446.58	447.39	450.64	8.93	6.65	3.77
Gerardo	72	Tr 100	59.40	445.87	446.61	447.36	450.3	8.51	6.98	3.7
Gerardo	70	Tr 100	59.40	445.80	446.54	447.24	449.89	8.12	7.32	3.54
Gerardo	65		Bridge							

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)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m ²)	Froude
Gerardo	60	Tr 100	59.40	445.72	446.43	447	448.55	6.46	9.2	2.56
Gerardo	55	Tr 100	59.40	445.55	446.38	446.9	448.12	5.84	10.18	2.12
Gerardo	50	Tr 100	59.40	445.38	446.31	446.77	447.84	5.53	11.07	1.9
Gerardo	45	Tr 100	59.40	444.76	445.94	446.4	447.4	5.36	11.09	1.71
Gerardo	40	Tr 100	59.40	444.15	445.44	445.9	446.96	5.47	10.86	1.59
Gerardo	30	Tr 100	59.40	442.89	445.31	444.79	445.31	0.34	189.36	0.08
Gerardo	20	Tr 100	59.40	441.25	445.31	442.47	445.31	0.38	234.07	0.06
Gerardo	10	Tr 100	59.40	439.20	445.3	441.88	445.31	0.57	155.07	0.08

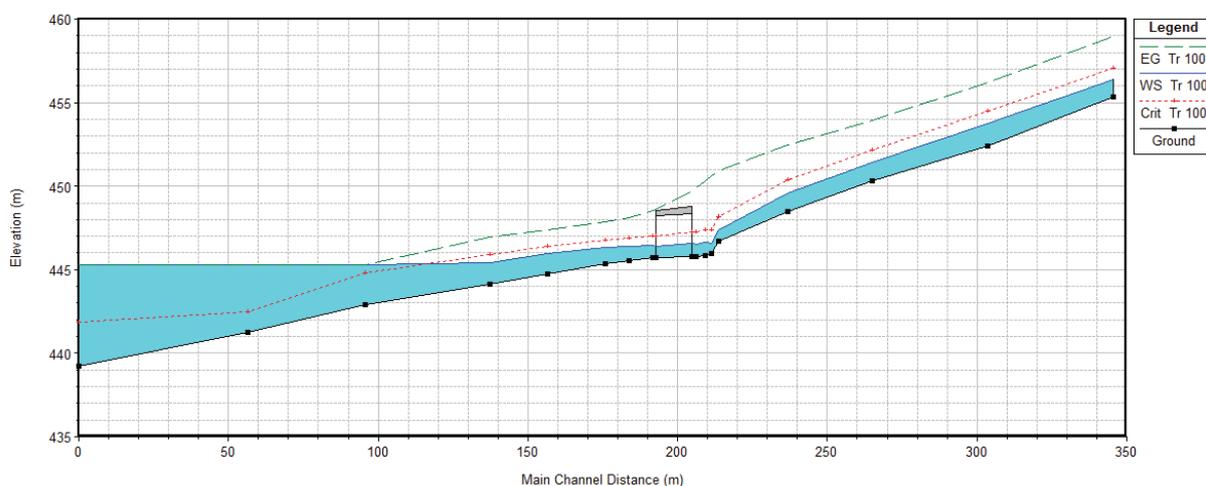
 Verifica Gerardo Plan: PLAN 01 - Alveo ricalibrato valle ponte
 Geom: Geometria ricalibratura alveo a valle


Figura 12 - Rio Gerardo – Plan 01 (progetto): Profilo della corrente in condizioni di piena per tempo di ritorno di 100 anni.

 Tabella 16 – Risultati del calcolo ottenuti per il ponte (PLAN 01 – Q₁₀₀).

PLAN 01 Rio Gerardo RS: 65 Profile: Q ₁₀₀ = 59.4 m ³ /s				
E.G. US. (m)	449.89	Element	Inside BR US	Inside BR DS
W.S. US. (m)	446.54	E.G. Elev (m)	449.68	448.63
Q Total (m ³ /s)	59.40	W.S. Elev (m)	446.56	446.42
Q Bridge (m ³ /s)	59.40	Crit W.S. (m)	447.25	447.00
Q Weir (m ³ /s)		Max Chl Dpth (m)	0.76	0.71
Weir Sta Lft (m)		Vel Total (m/s)	7.83	6.58
Weir Sta Rgt (m)		Flow Area (m ²)	7.59	9.03
Weir Submerg		Froude # Chl	2.86	2.62
Weir Max Depth (m)		Specif Force (m ³)	49.75	42.74
Min El Weir Flow (m)	449.49	Hydr Depth (m)	0.56	0.64
Min El Prs (m)	448.33	W.P. Total (m)	14.07	14.40
Delta EG (m)	1.34	Conv. Total (m ³ /s)	201.1	264.7
Delta WS (m)	0.11	Top Width (m)	13.66	14.06

PLAN 01 Rio Gerardo RS: 65 Profile: $Q_{100} = 59.4 \text{ m}^3/\text{s}$				
BR Open Area (m ²)	30.97	Frctn Loss (m)	0.15	0.78
BR Open Vel (m/s)	7.83	C & E Loss (m)	0.07	0.28
Coef of Q		Shear Total (N/m ²)	461.37	309.66
Br Sel Method	Energy only	Power Total (N/m s)	0.00	0.00

Si osserva che il minimo intradosso è pari a 448,18 m s.l.m.

La sezione di verifica considerata è quella interna al ponte (cfr. Tabella 18), in cui si raggiunge un livello di **446,56 m s.l.m.**

Considerate le velocità occorre valutare il franco minimo in funzione del carico cinetico della corrente: poiché infatti il requisito è che il franco minimo garantito sia $> 1 \text{ m}$ e $> v^2/4g$, la seconda ipotesi è da verificare quando le velocità sono tali per cui $v^2/4g > 1$, ovvero per $v > 6.26 \text{ m/s}$. In questo caso considerando che la massima velocità della corrente in corrispondenza dell'attraversamento è pari a 7,83 m/s (cfr. Tabella 18), il minimo franco da garantire dovrebbe essere pari a 1,56 m: la quota di minimo intradosso risulterebbe pari a **448,12 m s.l.m.**, condizione verificata con l'attuale geometria dell'implacato.

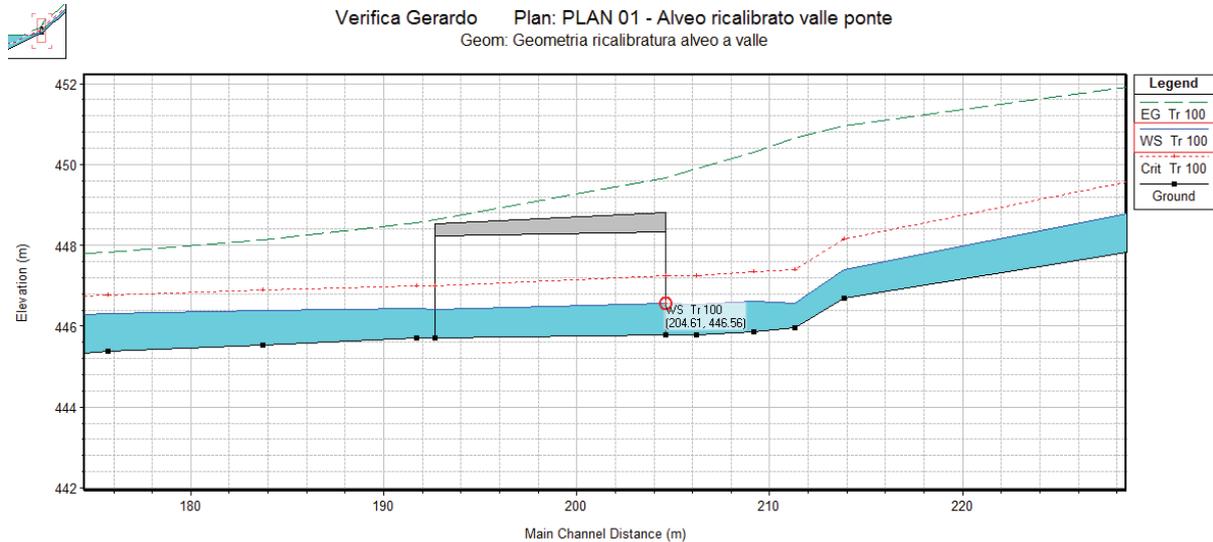


Figura 13 - Confronto tra la condizione attuale e lo scenario di progetto Plan01 (Q_{100}).

Il confronto con la condizione attuale evidenzia un profilo della corrente che si mantiene sempre in corrente veloce, senza presentare nessun fenomeno di rigurgito, in quanto è stato eliminato il restringimento indotto dalla limitata sezione idraulica disponibile del tratto di valle.

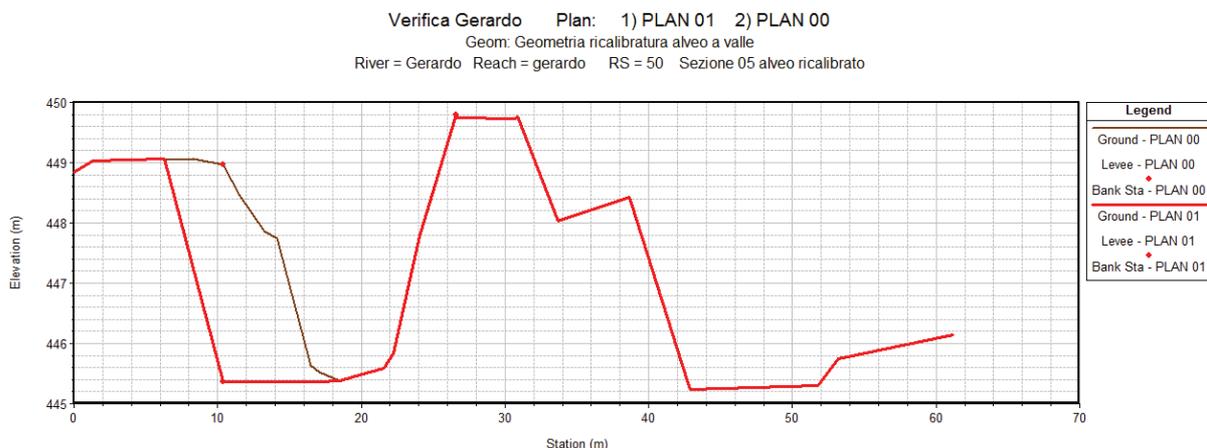


Figura 14 – Confronto tra sezione attuale e sezione riprofilata . esempio sez. 50.

Si osserva che non sono previste variazioni della quota di fondo alveo, bensì la riprofilatura in scavo dell'alveo con significativo incremento della sezione di deflusso

5.2.4 Rio Scaglione

5.2.4.1 PLAN 00 – Stato attuale

I risultati numerici e grafici ottenuti dalla simulazione del deflusso di piena in presenza dell'infrastruttura allo stato attuale (studio 2007), con una portata di piena centenaria, sono riportati in Tabella 17 e in Figura 15.

Tabella 17 - Risultati della simulazione relativa al PLAN 00 per $T_R = 100$ anni.

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)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m^2)	Froude
Scaglione	100	Tr 100	90.50	478.13	480.27	480.5	483.41	7.84	11.54	2.27
Scaglione	95	Tr 100	90.50	477.2	479.26	479.91	482.37	7.81	11.59	2.17
Scaglione	90	Tr 100	90.50	476.27	478.3	479.31	481.4	7.8	11.61	2.12
Scaglione	85	Tr 100	90.50	475.68	478.08	478.5	479.91	5.99	15.1	1.47
Scaglione	80	Tr 100	90.50	475.08	477.33	477.71	479.12	5.93	15.25	1.45
Scaglione	75	Tr 100	90.50	474.66	477.22	477.22	477.31	1.64	76.22	0.39
Scaglione	70	Tr 100	90.50	474.23	477.24	476.82	477.26	0.81	146.39	0.18
Scaglione	60	Tr 100	90.50	473.75	477.23	475.99	477.25	0.91	146.57	0.18
Scaglione	55		Bridge							
Scaglione	50	Tr 100	90.50	473.58	475.92	475.92	476.84	4.27	21.22	1
Scaglione	40	Tr 100	90.50	473.38	474.97	475.42	476.55	5.57	16.25	1.52
Scaglione	35	Tr 100	90.50	472.57	474.64	475.28	476.24	5.62	16.12	1.4
Scaglione	30	Tr 100	90.50	472.54	474.37	474.37	474.9	3.91	34.6	1.08

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)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m ²)	Froude
Scaglione	25	Tr 100	90.50	471.66	473.85	473.85	474.1	2.65	44.36	0.67
Scaglione	20	Tr 100	90.50	470.79	473.21	473.21	473.33	1.76	62.04	0.43
Scaglione	15	Tr 100	90.50	470.03	471.87	471.87	472.3	3.39	34.38	0.94
Scaglione	10	Tr 100	90.50	469.27	471.06	471.27	471.86	4.37	27.21	1.19

Dal profilo riportato in Figura 15, a causa del restringimento di luce, si osserva un forte fenomeno di rigurgito, con conseguente riduzione della velocità, provocando un risalita idraulico e un passaggio in corrente lenta a monte dell'attraversamento. Analizzando le sezioni a monte (sezione n. 60) e in corrispondenza del ponte della ex S.S. 24, si evidenzia come il livello idrico risulti superiore all'impalcato del ponte; ne consegue la parziale esondazione della strada e dell'area a monte, per un tratto di circa 70 m.

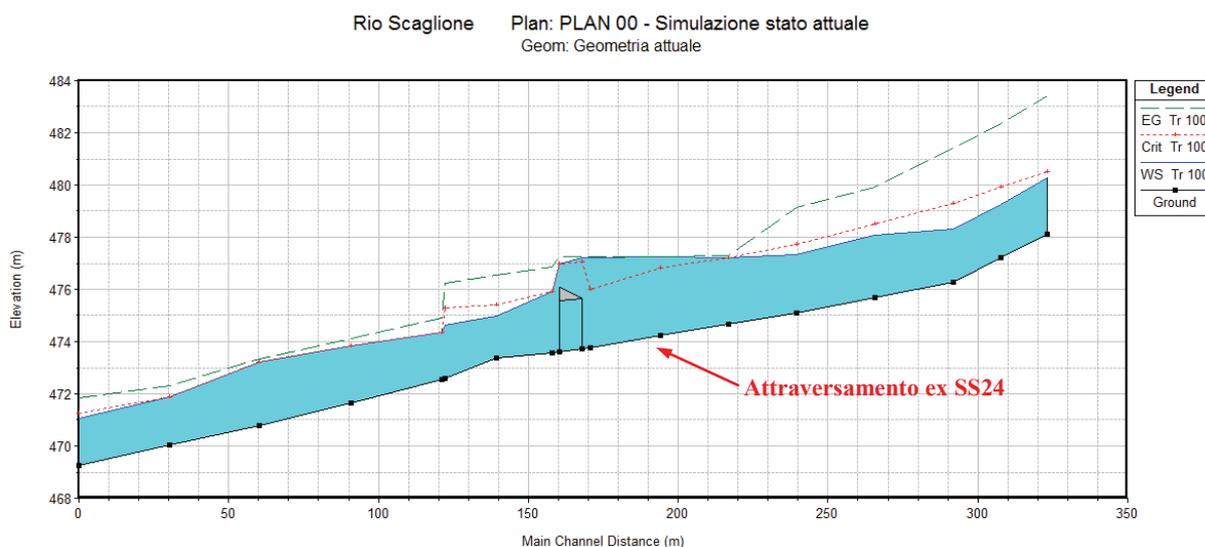


Figura 15 – Rio Scaglione – Plan 00 (esistente): Profilo della corrente in condizioni di piena per tempo di ritorno di 100 anni.

5.2.4.2 PLAN 01 – Ipotesi di progetto L=12 m

Alla luce dei risultati riportati al § 5.2.4.1 ed alle considerazioni già esposte al § 4.4.1, il ponte della ex S.S. 24 sul rio Scaglione risulta non adeguato ed occorre prevederne il rifacimento. Anche in questo caso la sezione mista (in parte ad arco ed in parte rettangolare) va sostituita con un'unica sezione rettangolare.

Ipotizzando di mantenere la quota di fondo invariata (quota fondo in asse strada pari a 473,60 m s.l.m.) e innalzando il piano viabile a quota 477,26 m s.l.m. (quota intradosso 476,45 m s.l.m.), è stata valutata la minima luce trasversale necessaria al fine di rendere la struttura

adeguata dal punto di vista della sicurezza idraulica con riferimento alla portata T_r 100 anni. Si prevede inoltre di effettuare una riprofilatura del fondo e delle sponde in modo da raccordare il tratto di intervento con l'alveo a monte e a valle. Rispetto all'attuale larghezza dell'attraversamento, pari a poco più di 6 m, sono necessari 12 m di luce netta per consentire il deflusso in sicurezza della portata con T_r 100 anni. **In questo caso le condizioni geometriche sono tali da consentire un deflusso in corrente veloce, eliminando completamente l'effetto di rigurgito.** Il restringimento dovuto alla presenza dell'attraversamento induce il profilo ad un innalzamento seppure minimo proprio in corrispondenza del ponte; come sezione di verifica viene pertanto assunta la sezione del ponte (cfr. Figura 16). Il livello idrico in tale sezione è pari a **475,37 m s.l.m.** Si precisa che in questo caso le velocità non sono tali da rendere il termine cinetico significativo ai fini della valutazione del franco (cfr. Tabella 19).

Tabella 18 - Risultati della simulazione relativa al PLAN 01 per $T_r = 100$ anni.

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)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m^2)	Froude
Scaglione	100	Tr 100	90.50	478.13	480.27	480.5	483.41	7.84	11.54	2.27
Scaglione	95	Tr 100	90.50	477.2	479.26	479.91	482.37	7.81	11.59	2.17
Scaglione	90	Tr 100	90.50	476.27	477.95	478.92	481.33	8.15	11.1	2.23
Scaglione	85	Tr 100	90.50	475.68	477.12	477.85	479.52	6.86	13.18	1.95
Scaglione	80	Tr 100	90.50	475.08	476.48	476.97	478.23	6.09	15.78	1.65
Scaglione	75	Tr 100	90.50	474.66	476.12	476.44	477.44	5.07	17.84	1.34
Scaglione	70	Tr 100	90.50	474.23	475.61	476	477.04	5.3	17.07	1.46
Scaglione	60	Tr 100	90.50	473.75	474.99	475.5	476.71	5.8	15.61	1.67
Scaglione	55		Bridge							
Scaglione	50	Tr 100	90.50	473.58	475.05	475.34	476.28	4.91	18.41	1.31
Scaglione	40	Tr 100	90.50	473.38	475.07	475.18	476.09	4.48	20.19	1.1
Scaglione	35	Tr 100	90.50	472.57	474.01	474.54	475.8	5.92	15.28	1.66
Scaglione	30	Tr 100	90.50	472.54	474.37	474.37	474.9	3.91	34.6	1.08
Scaglione	25	Tr 100	90.50	471.66	473.85	473.85	474.1	2.65	44.36	0.67
Scaglione	20	Tr 100	90.50	470.79	473.85	473.21	473.87	0.94	129.56	0.2
Scaglione	15	Tr 100	90.50	470.03	473.85	471.87	473.86	0.67	184.98	0.12
Scaglione	10	Tr 100	90.50	469.27	473.85	471.27	473.86	0.51	239.71	0.08

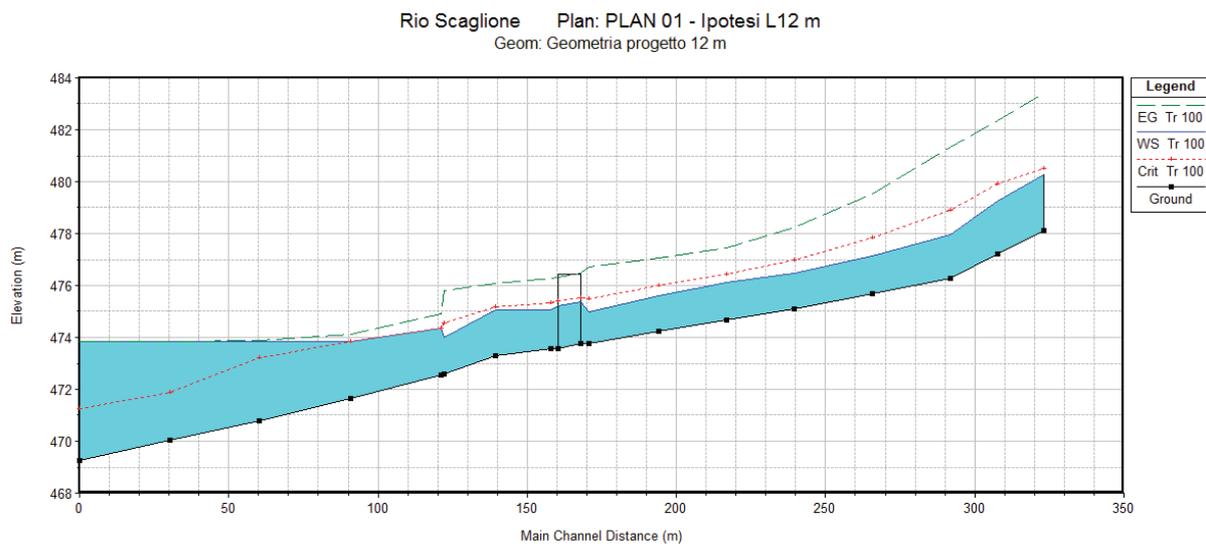


Figura 16 – Rio Scaglione – Plan 01 (progetto): Profilo della corrente in condizioni di piena per tempo di ritorno di 100 anni.

Tabella 19 – Risultati del calcolo ottenuti per il ponte (PLAN 01 – Q_{100}).

PLAN 01 Rio Scaglione RS: 55 Profile: $Q_{100} = 90,5 \text{ m}^3/\text{s}$				
E.G. US. (m)	476.71	Element	Inside BR US	Inside BR DS
W.S. US. (m)	474.99	E.G. Elev (m)	476.47	476.32
Q Total (m^3/s)	90.50	W.S. Elev (m)	475.37	475.21
Q Bridge (m^3/s)	90.50	Crit W.S. (m)	475.53	475.40
Q Weir (m^3/s)		Max Chl Dpth (m)	1.62	1.63
Weir Sta Lft (m)		Vel Total (m/s)	4.65	4.68
Weir Sta Rgt (m)		Flow Area (m^2)	19.47	19.32
Weir Submerg		Froude # Chl	1.17	1.17
Weir Max Depth (m)		Specif Force (m^3)	58.66	58.75
Min El Weir Flow (m)	477.26	Hydr Depth (m)	1.62	1.61
Min El Prs (m)	476.45	W.P. Total (m)	15.24	13.61
Delta EG (m)	0.42	Conv. Total (m^3/s)	594.9	697.3
Delta WS (m)	-0.06	Top Width (m)	12.00	12.00
BR Open Area (m^2)	32.40	Frctn Loss (m)	0.05	0.15
BR Open Vel (m/s)	4.68	C & E Loss (m)	0.24	0.00
Coef of Q		Shear Total (N/m^2)	289.86	234.52
Br Sel Method	Energy only	Power Total ($\text{N}/\text{m s}$)	0.00	0.00

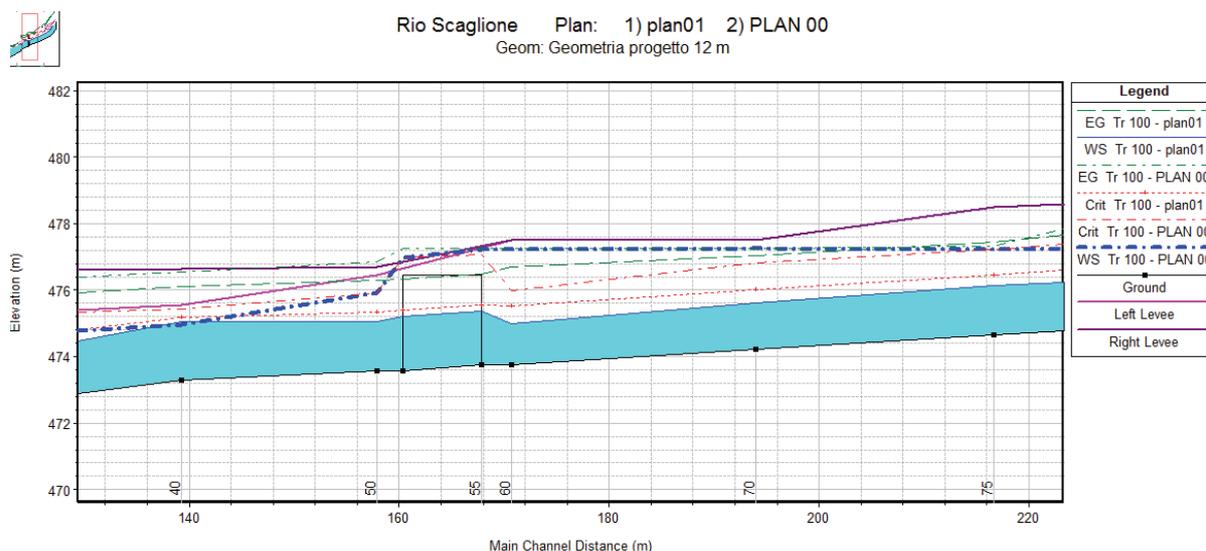


Figura 17 - Confronto tra la condizione attuale e lo scenario di progetto Plan01 (Q_{100}).

Confrontando i profili con la situazione attuale (cfr. Figura 17), si osserva l'eliminazione dell'effetto di rigurgito e dei fenomeni di esondazione a monte per oltre 100 m.

5.2.4.3 PLAN 02 – Ipotesi di progetto modifica livelletta

Poiché la sezione trasversale risultante dalle analisi condotte ed illustrate al paragrafo precedente (Plan01) è di 12 m, risulta interessante provare a modificare eventualmente le altre grandezze geometriche al fine di ottenere gli stessi benefici idraulici con una luce di 10,30 m.

Ipotizzando di mantenere la quota di fondo invariata (quota fondo in asse strada pari a 473,60 m s.l.m.) è stata valutata la quota della livelletta stradale che sarebbe necessaria al fine di garantire un'adeguata quota di intradosso, compatibile con i livelli di piena centenaria.

Dai risultati si osserva come sia necessaria una quota della livelletta stradale di 478,00 m s.l.m. (innalzamento di circa 75 cm rispetto alla quota di progetto dell'ipotesi plan01), in quanto il profilo presenta alla sezione di verifica un livello idrico per la portata con tempo di ritorno di 100 anni il valore di 476,17 m s.l.m., avendo assunto uno spessore di implacato pari a 80 cm.

In questo caso gli effetti di rigurgito non sono eliminati, ma il ponte è posto in condizioni di sicurezza (franco = 1 m) e gli effetti di esondazione sono contenuti mediante l'adeguamento delle quote arginali in prossimità dell'attraversamento stesso; la condizione idraulica in corrispondenza del ponte è tuttavia caratterizzata da un passaggio in corrente lenta, con rallentamento delle velocità che può favorire il deposito di materiale e la parziale ostruzione dell'attraversamento nel tempo.

Tabella 20 - Risultati della simulazione relativa al PLAN 02 per $T_R = 100$ anni.

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)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m^2)	Froude
Scaglione	100	Tr 100	90.50	478.13	480.27	480.5	483.41	7.84	11.54	2.27
Scaglione	95	Tr 100	90.50	477.2	479.26	479.91	482.37	7.81	11.59	2.17
Scaglione	90	Tr 100	90.50	476.27	478.3	479.31	481.4	7.8	11.61	2.12
Scaglione	85	Tr 100	90.50	475.68	477.56	478.5	479.87	6.73	13.45	1.72
Scaglione	80	Tr 100	90.50	475.08	476.52	477.21	478.72	6.57	13.77	1.77
Scaglione	75	Tr 100	90.50	474.66	476.39	476.68	477.73	5.13	17.65	1.26
Scaglione	70	Tr 100	90.50	474.23	475.77	476.15	477.17	5.26	17.22	1.41
Scaglione	60	Tr 100	90.50	473.75	476.17	475.71	476.78	3.48	26.02	0.73
Scaglione	55	Bridge								
Scaglione	50	Tr 100	90.50	473.58	475.32	475.56	476.56	4.92	18.38	1.21
Scaglione	40	Tr 100	90.50	473.38	475.12	475.42	476.41	5.03	17.98	1.3
Scaglione	35	Tr 100	90.50	472.57	474.67	475.28	476.21	5.5	16.46	1.36
Scaglione	30	Tr 100	90.50	472.54	474.37	474.37	474.9	3.91	34.6	1.08
Scaglione	25	Tr 100	90.50	471.66	473.85	473.85	474.1	2.65	44.36	0.67
Scaglione	20	Tr 100	90.50	470.79	473.85	473.21	473.87	0.94	129.56	0.2
Scaglione	15	Tr 100	90.50	470.03	473.85	471.87	473.86	0.67	184.98	0.12
Scaglione	10	Tr 100	90.50	469.27	473.85	471.27	473.86	0.51	239.71	0.08

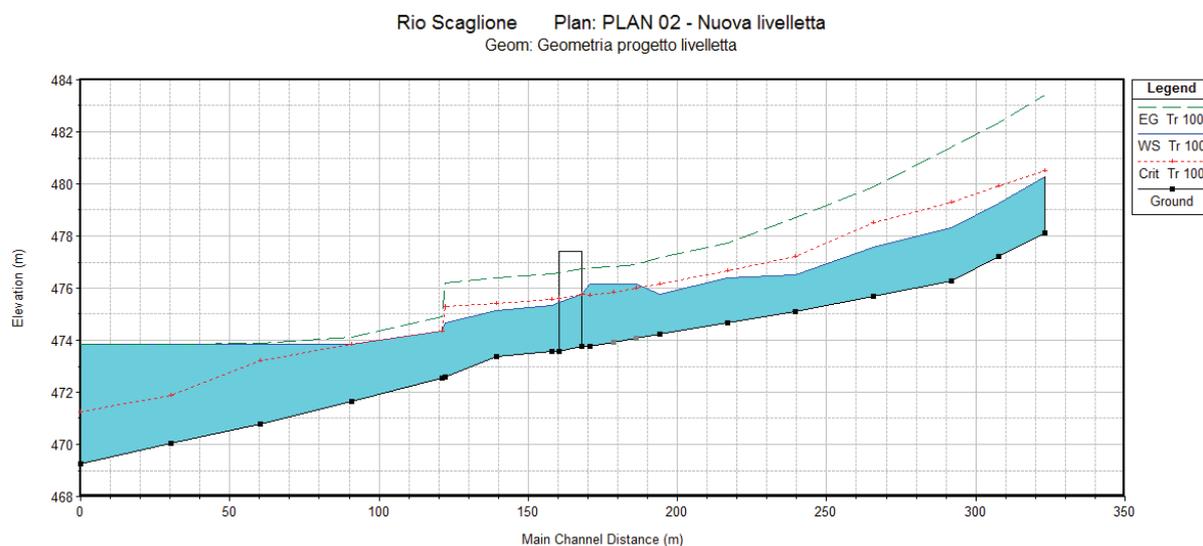
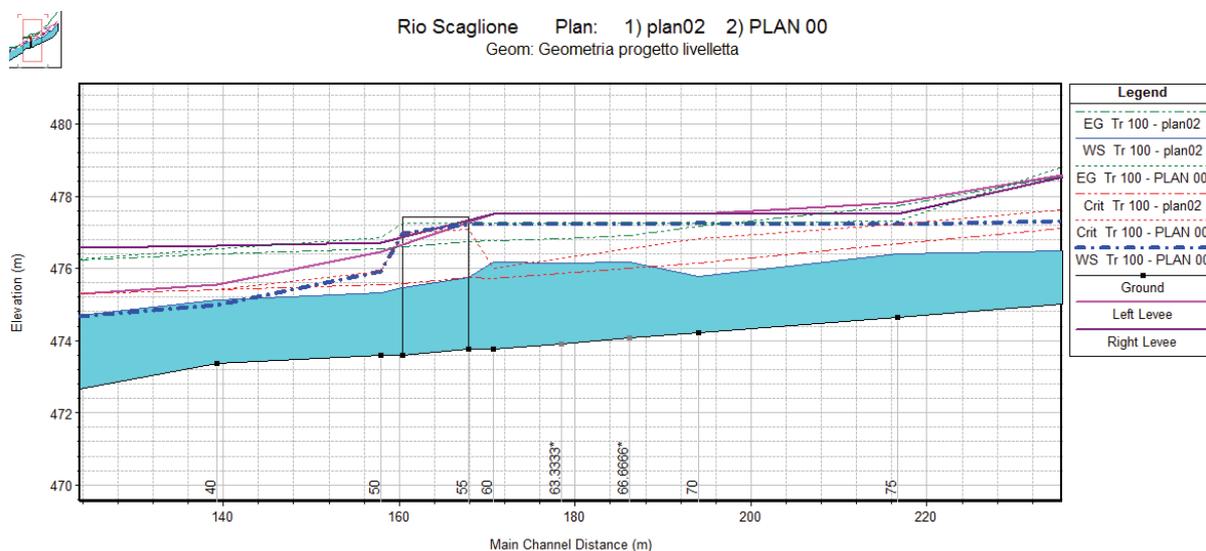


Figura 18 – Rio Scaglione – Plan 02 (progetto): Profilo della corrente in condizioni di piena per tempo di ritorno di 100 anni.

Tabella 21 – Risultati del calcolo ottenuti per il ponte (PLAN 02 – Q_{100}).

PLAN 02 Rio Scaglione RS: 55 Profile: $Q_{100} = 90,5 \text{ m}^3/\text{s}$				
E.G. US. (m)	476.78	Element	Inside BR US	Inside BR DS
W.S. US. (m)	476.17	E.G. Elev (m)	476.73	476.59
Q Total (m^3/s)	90.50	W.S. Elev (m)	475.75	475.46
Q Bridge (m^3/s)	90.50	Crit W.S. (m)	475.75	475.59
Q Weir (m^3/s)		Max Chl Dpth (m)	2.00	1.88
Weir Sta Lft (m)		Vel Total (m/s)	4.40	4.72
Weir Sta Rgt (m)		Flow Area (m^2)	20.55	19.17
Weir Submerg		Froude # Chl	1.00	1.10
Weir Max Depth (m)		Specif Force (m^3)	61.11	61.37
Min El Weir Flow (m)	478.65	Hydr Depth (m)	2.00	1.86
Min El Prs (m)	477.41	W.P. Total (m)	14.26	14.02
Delta EG (m)	0.23	Conv. Total (m^3/s)	718.2	675.0
Delta WS (m)	0.85	Top Width (m)	10.30	10.30
BR Open Area (m^2)	37.70	Frctn Loss (m)	0.11	0.13
BR Open Vel (m/s)	4.72	C & E Loss (m)	0.00	0.01
Coef of Q		Shear Total (N/m^2)	224.29	241.10
Br Sel Method	Energy only	Power Total ($\text{N}/\text{m s}$)	0.00	0.00


Figura 19 - Confronto tra la condizione attuale e lo scenario di progetto Plan02 (Q_{100}).

Confrontando i profili con la situazione attuale (cfr. Figura 19), si osserva la sensibile riduzione degli effetti di rigurgito e comunque l'eliminazione degli effetti di esondazione, ma il passaggio dalle condizioni di corrente veloce a lenta, rende non consigliabile tale soluzione di progetto.

5.2.4.4 PLAN 03 – Ipotesi di progetto riprofilatura fondo

Sempre in alternativa alla soluzione progettuale Plan01, è stata valutata una terza soluzione che, a parità di luce netta di 10,30 m rispetto alla soluzione Plan02 e a parità di quota di piano viabile (477,26 m s.l.m.) rispetto alla soluzione Plan01, preveda l'abbassamento della quota di fondo alveo in corrispondenza dell'attraversamento e nei tratti di collegamento, compresa la copertura del canale presente a valle, necessaria per garantire il franco di 1 m con riferimento alla portata con Tr 100 anni.

L'abbassamento di fondo necessario (Figura 20) è pari a circa 1 m per un tratto di 20 m a valle del ponte e per 5 m a monte; il profilo si raccorda a monte con la sezione 70 e a valle con la sezione 25. Il profilo, sebbene sia eliminato l'effetto di rigurgito a monte del ponte, presenta comunque un deflusso di corrente lenta a valle dell'attraversamento, con conseguente innalzamento del livello idrico. Ai fini di verifica idraulica, è stata pertanto assunta la sezione di valle quale sezione di verifica, nell'ipotesi che la diminuzione delle velocità comporti fenomeni di deposito a valle della struttura, con conseguente riduzione di pendenza ed arretramento della localizzazione del risalto, che quindi potrebbe interessare l'impalcato.

Il livello idrico nella sezione di valle è pari a 475,22 m s.l.m. (cfr. Tabella 22).

Tabella 22 - Risultati della simulazione relativa al PLAN 03 per $T_R=100$ anni.

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)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m^2)	Froude
Scaglione	100	Tr 100	90.50	478.13	480.27	480.5	483.41	7.84	11.54	2.27
Scaglione	95	Tr 100	90.50	477.2	479.26	479.91	482.37	7.82	11.57	2.17
Scaglione	90	Tr 100	90.50	476.27	478.3	479.31	481.4	7.8	11.6	2.12
Scaglione	85	Tr 100	90.50	475.68	478.04	478.5	479.94	6.1	14.83	1.51
Scaglione	80	Tr 100	90.50	475.08	477.29	477.29	478.21	4.42	21.55	1.02
Scaglione	75	Tr 100	90.50	474.65	477.22	477.22	477.29	1.53	84.75	0.31
Scaglione	70	Tr 100	90.50	474	475.67	475.92	476.86	4.84	18.68	1.24
Scaglione	60	Tr 100	90.50	472.75	474.04	474.72	476.3	6.66	13.6	1.88
Scaglione	55	Bridge								
Scaglione	50	Tr 100	90.50	472.55	475.22	474.54	475.77	3.26	27.73	0.64
Scaglione	40	Tr 100	90.50	472.25	475.19	474.24	475.61	2.88	31.43	0.56
Scaglione	35	Tr 100	90.50	472.1	474.48	474.48	475.49	4.47	20.26	1
Scaglione	25	Tr 100	90.50	470.79	473.85	473.85	474.1	2.65	44.36	0.67
Scaglione	20	Tr 100	90.50	470.03	473.85	473.21	473.87	0.94	129.51	0.2
Scaglione	15	Tr 100	90.50	469.27	473.85	471.87	473.86	0.67	184.97	0.12
Scaglione	10	Tr 100	90.50	478.13	473.85	471.27	473.86	0.51	239.71	0.08

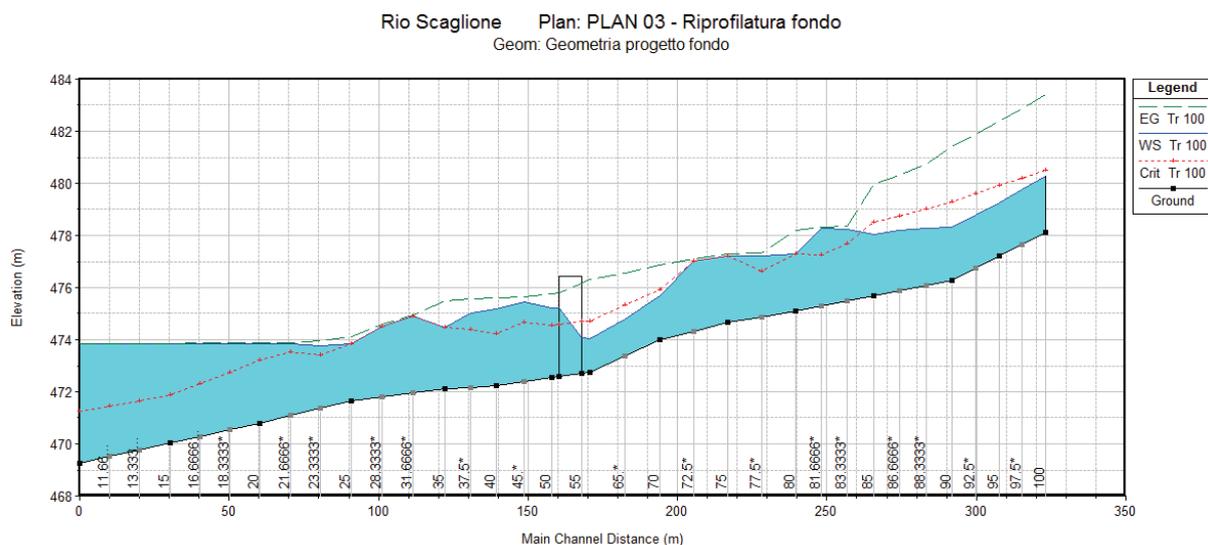


Figura 20 – Rio Scaglione – Plan 03 (progetto): Profilo della corrente in condizioni di piena per tempo di ritorno di 100 anni.

Tabella 23 – Risultati del calcolo ottenuti per il ponte (PLAN 03 – Q_{100}).

PLAN 03 Rio Scaglione RS: 55 Profile: $Q_{100} = 90,5 \text{ m}^3/\text{s}$				
E.G. US. (m)	476.30	Element	Inside BR US	Inside BR DS
W.S. US. (m)	474.04	E.G. Elev (m)	476.15	475.79
Q Total (m^3/s)	90.50	W.S. Elev (m)	474.07	475.22
Q Bridge (m^3/s)	90.50	Crit W.S. (m)	474.69	474.59
Q Weir (m^3/s)		Max Chl Dpth (m)	1.37	2.62
Weir Sta Lft (m)		Vel Total (m/s)	6.39	3.34
Weir Sta Rgt (m)		Flow Area (m^2)	14.17	27.06
Weir Submerg		Froude # Chl	1.74	0.66
Weir Max Depth (m)		Specif Force (m^3)	68.65	66.17
Min El Weir Flow (m)	477.26	Hydr Depth (m)	1.38	2.60
Min El Prs (m)	476.45	W.P. Total (m)	13.19	15.57
Delta EG (m)	0.54	Conv. Total (m^3/s)	402.9	1117.6
Delta WS (m)	-1.18	Top Width (m)	10.30	10.40
BR Open Area (m^2)	38.65	Frctn Loss (m)	0.10	0.27
BR Open Vel (m/s)	6.39	C & E Loss (m)	0.05	0.19
Coef of Q		Shear Total (N/m^2)	531.47	111.76
Br Sel Method	Energy only	Power Total ($\text{N}/\text{m s}$)	0.00	0.00

Confrontando i profili con la situazione attuale, si osserva la sensibile riduzione dei tiranti idrici, ma il passaggio dalle condizioni di corrente veloce a lenta, rende non consigliabile anche tale soluzione di progetto.

6. COMPATIBILITA' IDRAULICA NUOVO ATTRAVERSAMENTO DELLA EX. SS 24 SUL RIO BOARDA

6.1 PORTATA DI PIENA DI PROGETTO

Il Rio Boarda non risulta interessato dalla delimitazione delle fasce fluviali, pertanto la portata di verifica utilizzata è quella relativa ad un tempo di ritorno di 100 anni, calcolata sulla base della citata direttiva dell'Autorità di Bacino. Nell'ipotesi cautelativa di saturazione media del terreno (AMC II) e in assenza di perdite iniziali, Il valore di portata di piena comprensiva del contributo offerto dal trasporto solido è pari a: **$Q_{Tr\ 100} = 9,6\ m^3/s$** .

In corrispondenza dell'attraversamento della ex S.S. 24, oltre alle portate del Rio Boarda, vengono convogliate tramite canalizzazione le acque di un bacino laterale (qui denominato sub – Boarda); tuttavia, in caso di eventi di particolare intensità, tali portate aggiuntive subiscono una forte laminazione, incontrando lungo il loro percorso una zona ampia e pianeggiante, in cui espandersi.

6.2 FRANCO MINIMO

Ipotizzando una quota di fondo in asse strada pari 424,70 m s.l.m., luce trasversale del nuovo attraversamento pari a 3 m, intradosso a quota 426,20 m s.l.m., si riscontrano i seguenti valori:

- **livello $Q_{100} = 425,20\ m\ s.l.m.$: franco idraulico 1 m** (franco cinetico: $1\ m < 1,28\ m$);
- livello $Q_{200} = 425,25\ m\ s.l.m.$: franco idraulico 0,95 m;
- livello $Q_{100+SB} = 425,53\ m\ s.l.m.$: franco idraulico 0,67 m.

Il requisito di minimo franco idraulico è verificato.

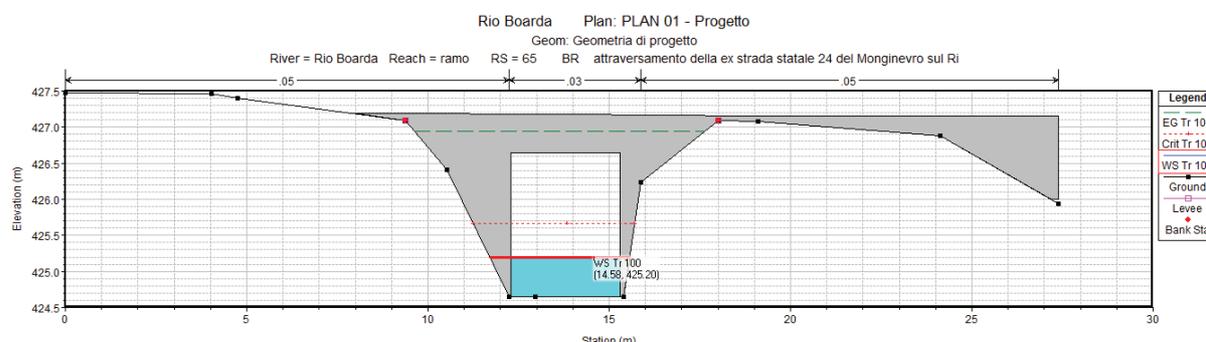


Figura 21 – Nuovo attraversamento della ex. SS 24 sul Rio Boarda ($Q_{100} = 9,6\ m^3/s$).

6.3 EFFETTI IDRAULICI INDOTTI DAL PONTE

Nella configurazione di progetto e per la portata di verifica, il profilo di rigurgito indotto dalla presenza dell'attraversamento del Rio Boarda sulla ex. SS 24 non comporta innalzamento dei livelli idrici (assenza di rigurgito).

In relazione all'assetto difensivo esistente, l'opera di attraversamento non comporta un aumento delle condizioni di pericolosità idraulica per il territorio circostante, avendo eliminato fenomeni di esondazione che possono interferire con la viabilità.

6.4 CONDIZIONI DI SICUREZZA IDRAULICA DEL PONTE E DELLE OPERE COLLEGATE

Nella configurazione di progetto, il deflusso di piena lungo il rio Boarda per portata con tempo di ritorno di 200 anni non presenta sostanziali modifiche rispetto alla piena centenaria. Il franco è lievemente ridotto ma comunque prossimo al valore di 1 m

Nel caso di piena parossistica della Dora Riparia concomitante con il deflusso di piena del torrente, il deflusso del rio Boarda non risente del rigurgito della Dora nel tratto in esame.

6.5 ESITO DELLA VERIFICA DI COMPATIBILITÀ

Alla luce dei risultati ottenuti sulla base dei contenuti dello studio di compatibilità, con riferimento alle prescrizioni della normativa vigente, la verifica di compatibilità idraulica del nuovo attraversamento in progetto risulta soddisfatta e il ponte della ex S.S. 24 sul rio Boarda risulta ADEGUATO.

Il livello di inadeguatezza precedentemente evidenziato viene così superato evitando quindi i rischi di esondazione e i fenomeni di allagamento della sede stradale.

7. COMPATIBILITA' IDRAULICA NUOVO ATTRAVERSAMENTO DELLA EX. SS 24 SUL RIO PISSOGLIO

7.1 PORTATA DI PIENA DI PROGETTO

Il Rio Pissoglio non risulta interessato dalla delimitazione delle fasce fluviali, pertanto la portata di verifica utilizzata è quella relativa ad un tempo di ritorno di 100 anni, calcolata sulla base della direttiva di riferimento dell'Autorità di Bacino. Nell'ipotesi di saturazione media del terreno (AMC II) e in assenza di perdite iniziali, Il valore di portata di piena comprensiva del contributo offerto dal trasporto solido è pari a: $Q_{Tr\ 100} = 41,7\ m^3/s$.

7.2 FRANCO MINIMO

Ipotizzando di sostituire l'attraversamento esistente con uno di pari luce ma sezione rettangolare, intradosso a quota 426,25 m s.l.m., si riscontrano i seguenti valori:

- **livello $Q_{100} = 425,12\ m\ s.l.m.$: franco idraulico 1,13 m;**
- livello $Q_{200} = 424,78\ m\ s.l.m.$: franco idraulico 1,47 m.

Il requisito di minimo franco idraulico è verificato.

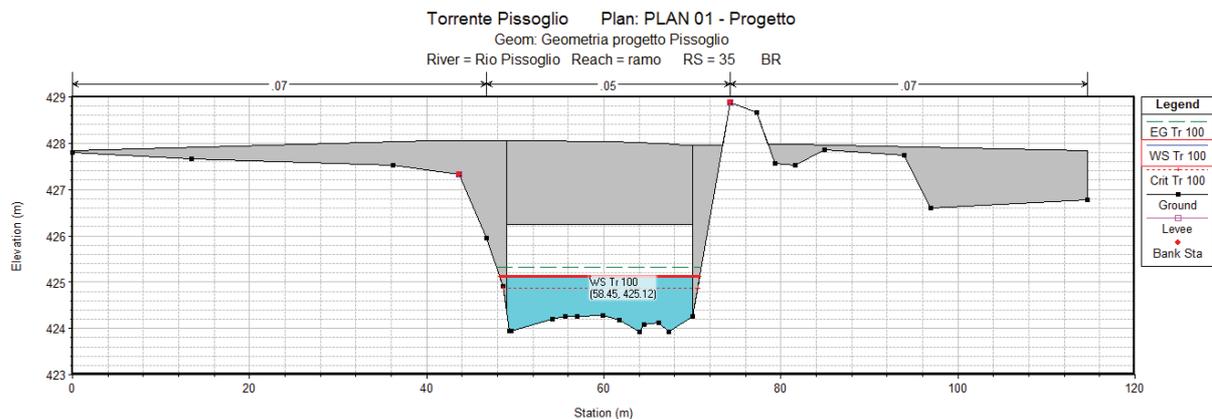


Figura 22 – Nuovo attraversamento della ex. SS 24 sul Rio Pissoglio ($Q_{100} = 41,7\ m^3/s$).

7.3 EFFETTI IDRAULICI INDOTTI DAL PONTE

Nella configurazione di progetto e per la portata di verifica, la presenza dell'attraversamento del Rio Pissoglio sulla ex. SS 24 non comporta innalzamento dei livelli idrici (assenza di rigurgito). Avendo inoltre migliorato le condizioni idrauliche di deflusso (eliminazione sezione arco), si riducono sensibilmente le problematiche legate ai fenomeni di deposito e di ostruzione dovuti al materiale trasportato dalla corrente.

In relazione all'assetto difensivo esistente, l'opera di attraversamento comporta in generale un miglioramento rispetto alle condizioni di pericolosità idraulica per il territorio circostante.

7.4 CONDIZIONI DI SICUREZZA IDRAULICA DEL PONTE E DELLE OPERE COLLEGATE

Nella configurazione di progetto, il deflusso di piena lungo il rio Pissoglio per portata con tempo di ritorno di 200 anni non presenta sostanziali modifiche rispetto alla piena centenaria. La maggiore portata e l'aumentata energia della corrente consente di limitare il localizzato fenomeno di innalzamento del livello in approccio alla struttura, consentendo di garantire anche nel caso di portata con tempo di ritorno di 200 anni un franco superiore ad un metro.

7.5 ESITO DELLA VERIFICA DI COMPATIBILITÀ

Alla luce dei risultati ottenuti sulla base dei contenuti dello studio di compatibilità, con riferimento alle prescrizioni della normativa vigente, **la verifica di compatibilità idraulica del nuovo attraversamento in progetto risulta soddisfatta e il ponte della ex S.S. 24 sul rio Pissoglio risulta ADEGUATO.**

Le condizioni di criticità precedentemente evidenziate vengono così limitate evitando rischio di ostruzione della luce dell'attraversamento.

8. COMPATIBILITA' IDRAULICA ATTRAVERSAMENTO DELLA EX. SS 24 SUL RIO GERARDO DOPO L'ADEGUAMENTO DELL'ALVEO

8.1 PORTATA DI PIENA DI PROGETTO

Il rio Gerardo non risulta interessato dalla delimitazione delle fasce fluviali, pertanto la portata di verifica utilizzata è quella relativa ad un tempo di ritorno di 100 anni, calcolata sulla base delle indicazioni dell'Autorità di Bacino. Nell'ipotesi cautelativa di saturazione media del terreno (AMC II) e in assenza di perdite iniziali, il valore di portata di piena comprensiva del contributo offerto dal trasporto solido è pari a: $Q_{Tr\ 100} = 59,4 \text{ m}^3/\text{s}$.

8.2 FRANCO MINIMO

L'attuale attraversamento sul Rio Gerardo (quota intradosso 448,18 m s.l.m.) viene reso adeguato mediante un intervento indiretto che consiste nell'adeguare la sezione di deflusso nel tratto a valle, eliminando i fenomeni di rigurgito che si estendevano sino all'attraversamento stesso.

Alla luce di queste modifiche, per l'attraversamento in studio si riscontrano i seguenti valori:

- **livello $Q_{100} = 446,56 \text{ m s.l.m.}$: franco idraulico 1,62 m;**
- livello $Q_{200} = 446,61 \text{ m s.l.m.}$: franco idraulico 1,57 m.

Il requisito di minimo franco idraulico è verificato.

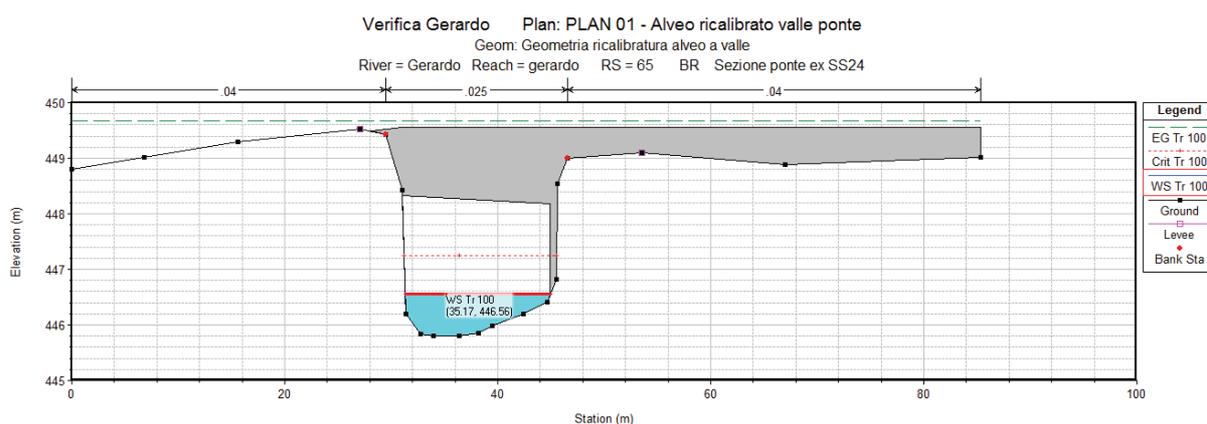


Figura 23 – Nuovo attraversamento della ex. SS 24 sul Rio Gerardo ($Q_{100} = 59,4 \text{ m}^3/\text{s}$).

8.3 EFFETTI IDRAULICI INDOTTI DAL PONTE

Nella configurazione di progetto viene eliminato il fenomeno di rigurgito dato dal restringimento dell'alveo e il deflusso avviene il corrente veloce sia in corrispondenza dell'attraversamento, sia a valle per un tratto di circa 50 m; successivamente, il livello è rigurgitato per effetto della confluenza con la Dora Riparia, ma tale fenomeno è indipendente e non influisce sull'attraversamento in studio.

Le velocità in corrispondenza dell'attraversamento sono tali da evitare che si possano presentare significativi effetti di deposito con conseguente ostruzione della luce disponibile.

8.4 CONDIZIONI DI SICUREZZA IDRAULICA DEL PONTE E DELLE OPERE COLLEGATE

Nella configurazione d'alveo attuale, il deflusso di piena lungo il rio Gerardo per portata con tempo di ritorno di 200 anni non presenta sostanziali modifiche rispetto alla piena centenaria. Il franco idraulico, lievemente ridotto rispetto alla portata centenaria, è tuttavia superiore a 1 m.

Non si osservano inoltre interferenze sulla struttura di attraversamento provocate dal rigurgito della piena della Dora Riparia e i livelli idrici rimangono sempre contenuti nell'alveo inciso, ad eccezione delle aree di esondazione della Dora stessa.

8.5 ESITO DELLA VERIFICA DI COMPATIBILITÀ

Alla luce dei risultati ottenuti sulla base dei contenuti dello studio di compatibilità, con riferimento alle prescrizioni della normativa vigente, **la verifica di compatibilità idraulica della ricalibra tura dell'alveo presso il nuovo attraversamento in progetto risulta soddisfatta e il ponte della ex S.S. 24 sul rio Gerardo risulta ADEGUATO.**

Le condizioni di criticità precedentemente evidenziate vengono risolte con benefici sull'attraversamento esistente, che da una situazione di non adeguatezza passa ad una situazione pienamente compatibile con l'assetto difensivo esistente.

9. COMPATIBILITA' IDRAULICA NUOVO ATTRAVERSAMENTO DELLA EX. SS 24 SUL RIO SCAGLIONE

9.1 PORTATA DI PIENA DI PROGETTO

Il rio Scaglione non risulta interessato dalla delimitazione delle fasce fluviali, pertanto la portata di verifica utilizzata è quella relativa ad un tempo di ritorno di 100 anni, calcolata sulla base della citata direttiva dell'Autorità di Bacino. Nell'ipotesi cautelativa di saturazione media del terreno (AMC II) e in assenza di perdite iniziali, Il valore di portata di piena comprensiva del contributo offerto dal trasporto solido è pari a: $Q_{Tr\ 100} = 90,5\ m^3/s$.

9.2 FRANCO MINIMO

9.2.1 Plan01 – Luce 12 m

La prima soluzione prospettata prevede una luce di 12 m, fondo scorrevole a quota 473,60 m s.l.m., quota intradosso 476,45 m s.l.m.; in queste condizioni, per l'attraversamento in studio si riscontrano i seguenti valori:

- **livello $Q_{100} = 475,37\ m\ s.l.m.$: franco idraulico 1,08 m;**
- livello $Q_{200} = 475,53\ m\ s.l.m.$: franco idraulico 0,92 m.

Il requisito di minimo franco idraulico è verificato.

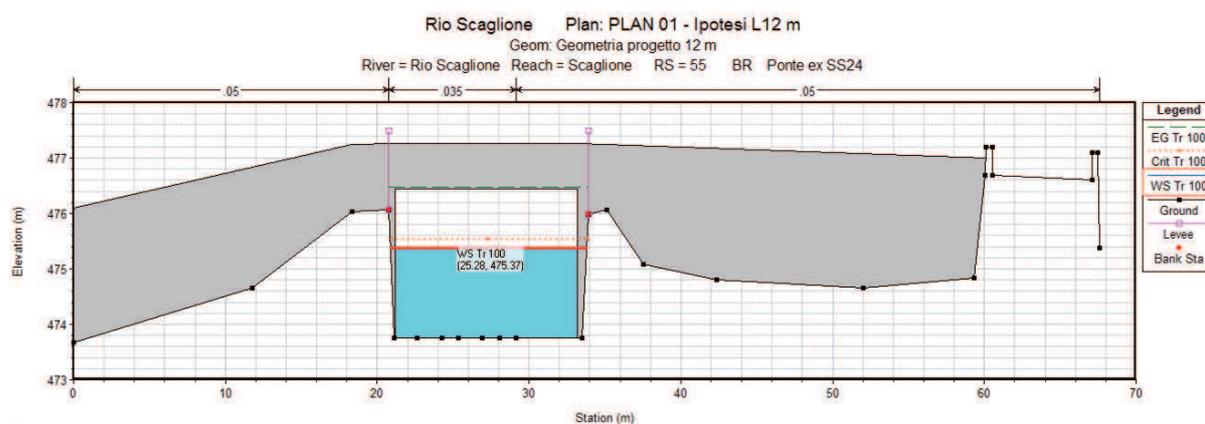


Figura 24 – Nuovo attraversamento della ex. SS 24 sul Rio Scaglione – Plan01 ($Q_{100} = 90,5\ m^3/s$).

9.2.2 Plan02 – Modifica livelletta

La seconda soluzione analizzata prevede una luce di 10,30 m, fondo scorrevole a quota 473,60 m s.l.m., quota intradosso 477,20 m s.l.m.; in queste condizioni, per l'attraversamento in studio si riscontrano i seguenti valori:

- **livello $Q_{100} = 476,17$ m s.l.m.: franco idraulico 1,03 m;**
- livello $Q_{200} = 476,41$ m s.l.m.: franco idraulico 0,79 m.

Il requisito di minimo franco idraulico è verificato.

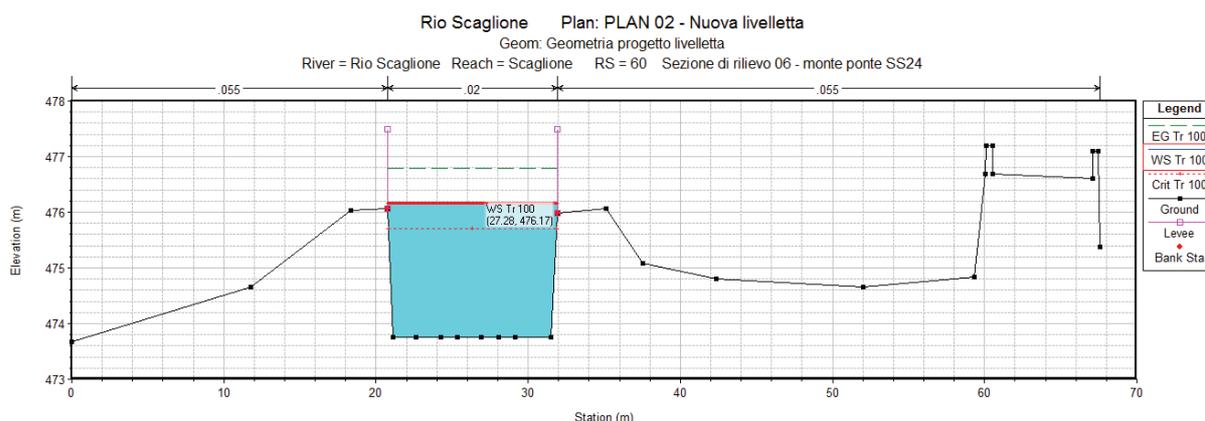


Figura 25 – Sezione di verifica per il nuovo attraversamento della ex. SS 24 sul Rio Scaglione – Plan02 ($Q_{100} = 90,5$ m³/s).

9.2.3 Plan03 – Abbassamento fondo alveo

La seconda soluzione analizzata prevede una luce di 10,30 m, fondo scorrevole a quota 472,65 m s.l.m., quota intradosso 476,45 m s.l.m.; in queste condizioni, per l'attraversamento in studio si riscontrano i seguenti valori:

- **livello $Q_{100} = 475,22$ m s.l.m.: franco idraulico 1,23 m;**
- livello $Q_{200} = 475,27$ m s.l.m.: franco idraulico 1,18 m.

Il requisito di minimo franco idraulico è verificato.

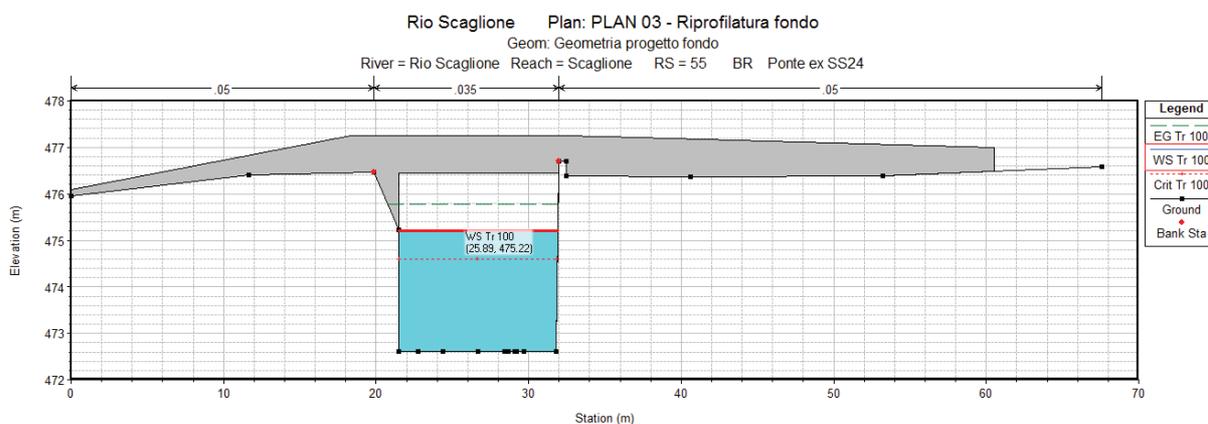


Figura 26 – Nuovo attraversamento della ex. SS 24 sul Rio Scaglione – Plan03 ($Q_{100} = 90,5$ m³/s).

9.3 EFFETTI IDRAULICI INDOTTI DAL PONTE

Sulla base dei risultati ottenuti mediante la verifica si è riscontrato come la soluzione progettuale ritenuta **la migliore sia la prima (plan01 = nuova luce di ampiezza 12 m)**, poiché le soluzioni 2 (plan02) e 3 (plan03) non eliminano totalmente gli effetti di rigurgito, limitandosi a garantire le condizioni di sicurezza per la struttura e le opere collegate. Solo per la prima soluzione, infatti, **le condizioni geometriche sono tali da consentire un deflusso in corrente veloce, eliminando completamente l'effetto di rigurgito.**

Negli altri due casi permangono condizioni di corrente lenta con conseguenti fenomeni di riduzione delle velocità e formazione di depositi in prossimità dell'attraversamento, i quali per evitare il pregiudicarsi dei requisiti di sicurezza vanno contrastati con periodici interventi di manutenzione.

La prima soluzione è pertanto preferibile, in quanto a fronte di un allargamento della luce, consente di rendere compatibile l'attraversamento e garantire che tale requisito venga mantenuto nel tempo, grazie alle elevate velocità che si manifestano in condizioni di piena e che consentono di evitare fenomeni di deposito. Tale aspetto presuppone naturalmente un adeguato rivestimento in massi cementati del fondo alveo in corrispondenza dell'attraversamento in studio.

9.4 CONDIZIONI DI SICUREZZA IDRAULICA DEL PONTE E DELLE OPERE COLLEGATE

Nella configurazione attuale, il deflusso di piena lungo il Rio Scaglione per portata con tempo di ritorno di 200 anni non presenta sostanziali modifiche rispetto alla piena centenaria.

Nel caso di piena parossistica della Dora Riparia concomitante con il deflusso di piena del torrente, il deflusso del rio Scaglione risente del rigurgito della Dora, ma senza interferire con l'attraversamento in esame.

9.5 ESITO DELLA VERIFICA DI COMPATIBILITÀ

Alla luce dei risultati ottenuti sulla base dei contenuti dello studio di compatibilità, con riferimento alle prescrizioni della normativa vigente, **la verifica di compatibilità idraulica del nuovo attraversamento, in merito alle tre soluzioni progettuali ipotizzate, risulta soddisfatta e il ponte della ex S.S. 24 sul rio Scaglione risulta ADEGUATO.**

La non adeguatezza della struttura attuale viene eliminata mediante il rifacimento dell'attraversamento e le necessarie operazioni di riprofilatura/adequamento delle sezioni dei tratti collegati.



PROVINCIA DI TORINO

*Ex S.S. 24 del Monginevro – Adeguamento funzionale
tratto Borgone di Susa – Susa*

VERIFICA DI COMPATIBILITA' IDRAULICA

SISTEMA QUALITÀ
AZIENDALE

certificato in accordo alla norma
ISO 9001:2000 e sottoposto a
verifiche sistematiche e periodiche



ELABORATO 1 – Relazione idraulica di compatibilità

250 C - G 0 1 - R I E - 0 1 - 1

ALLEGATO 1

– Risultati delle simulazioni idrauliche - Rio Boarda



PROVINCIA DI TORINO

*Ex S.S. 24 del Monginevro – Adeguamento funzionale
tratto Borgone di Susa – Susa*

VERIFICA DI COMPATIBILITA' IDRAULICA

SISTEMA QUALITÀ
AZIENDALE

certificato in accordo alla norma
ISO 9001:2000 e sottoposto a
verifiche sistematiche e periodiche



ELABORATO 1 – Relazione idraulica di compatibilità

250 C - G 0 1 - R I E - 0 1 - 1

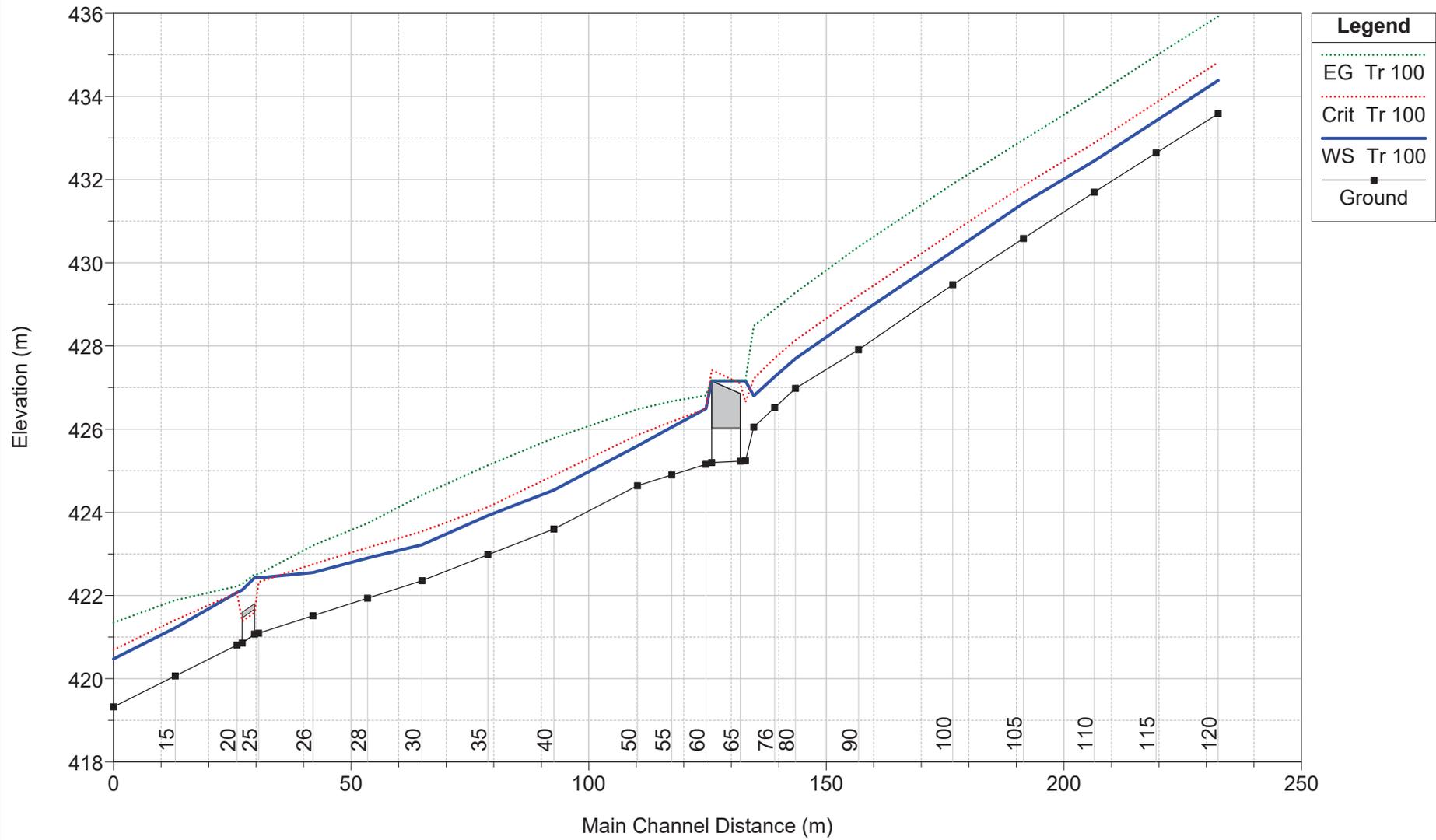
ALLEGATO 1A

**Situazione attuale Rio Boarda (studio 2007) – Plan0
Tempo di ritorno 100 e 200 anni
TABELLE, PROFILI, SEZIONI**

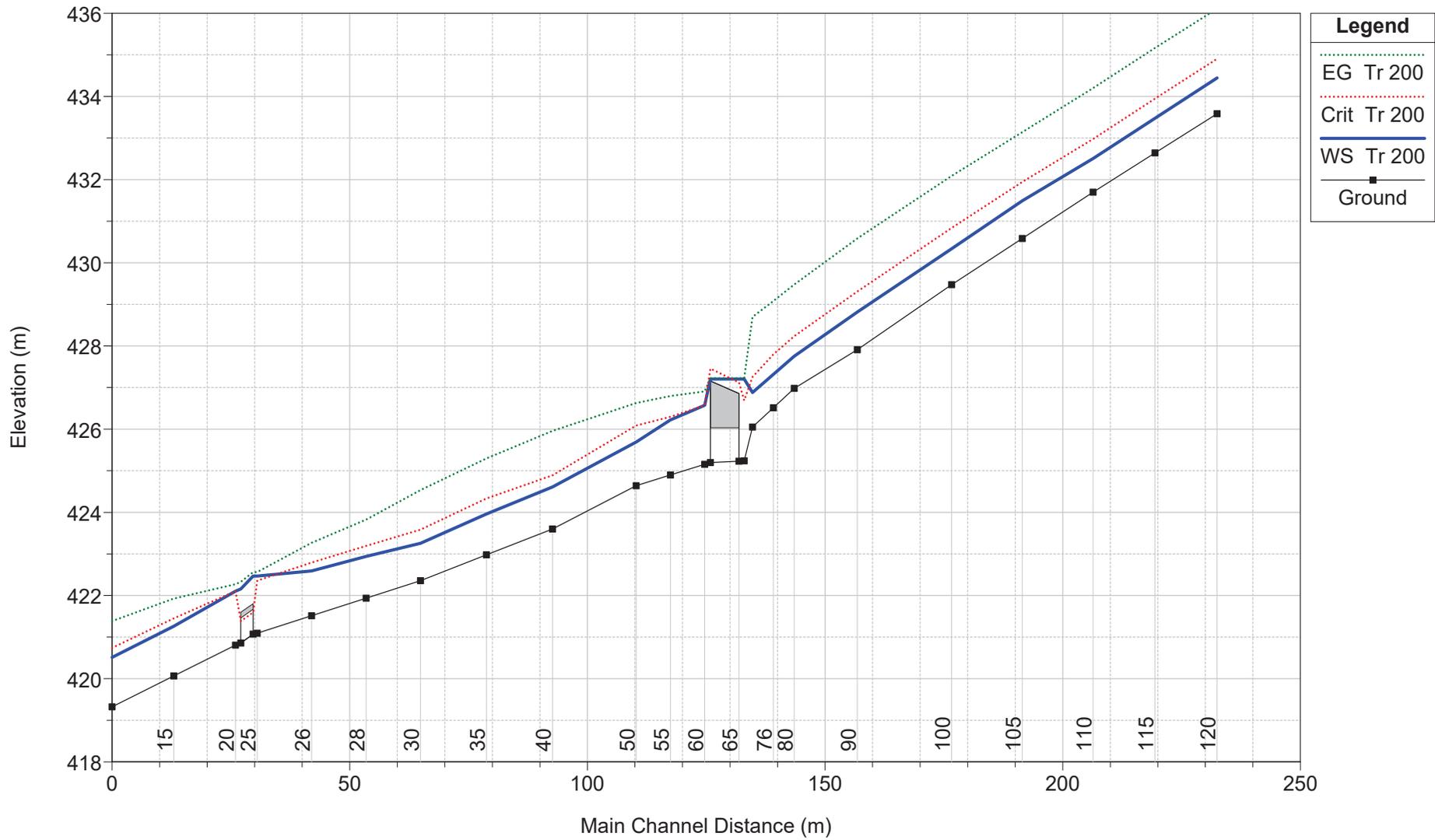
HEC-RAS Plan: PLAN 00 River: Rio Boarda Reach: ramo

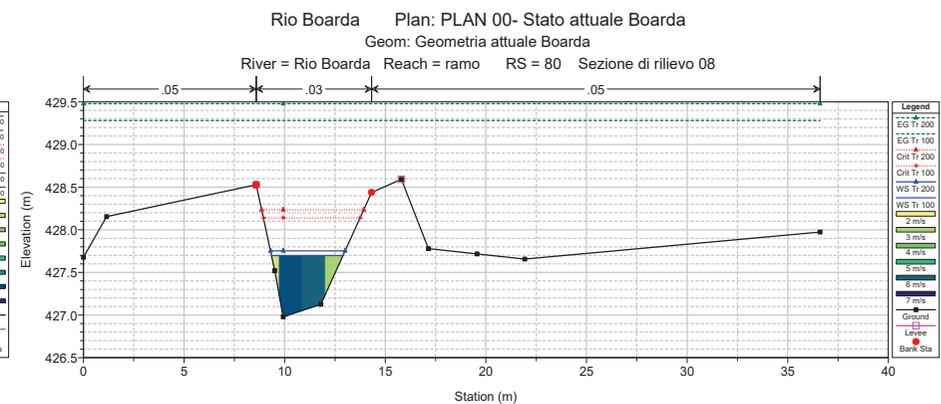
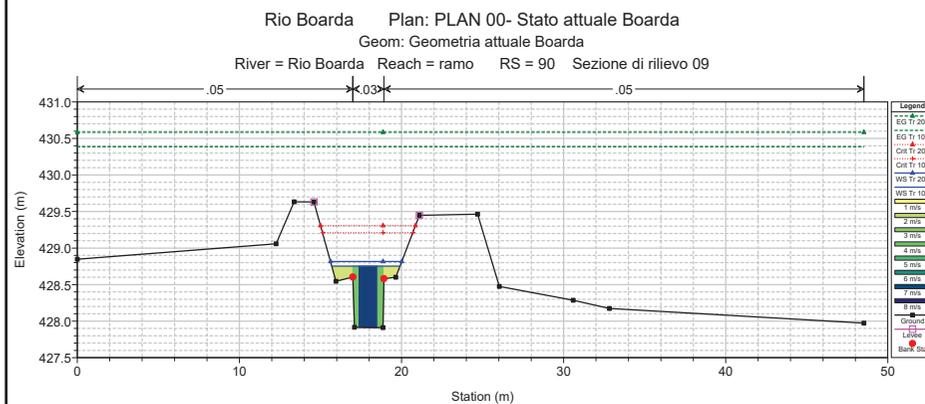
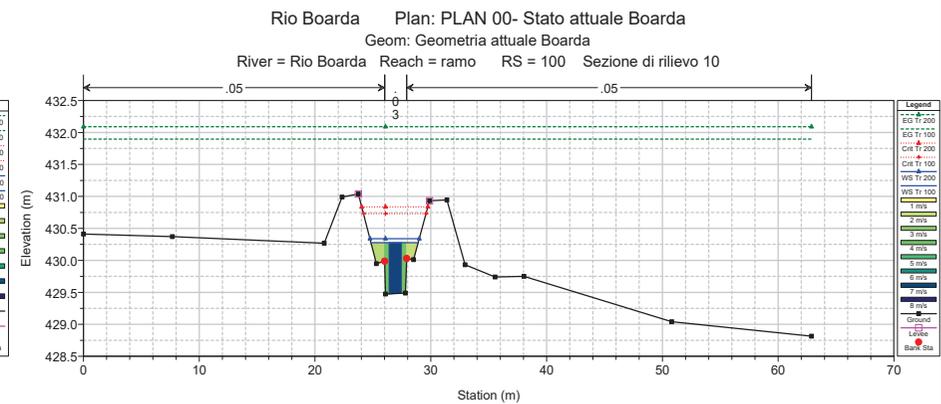
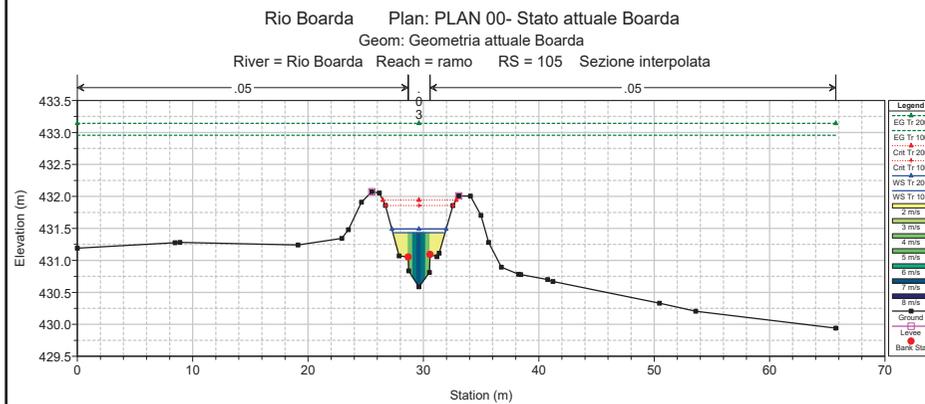
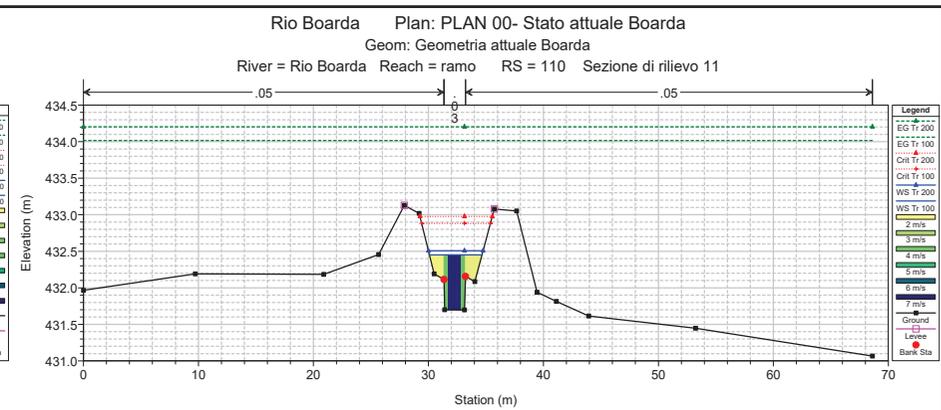
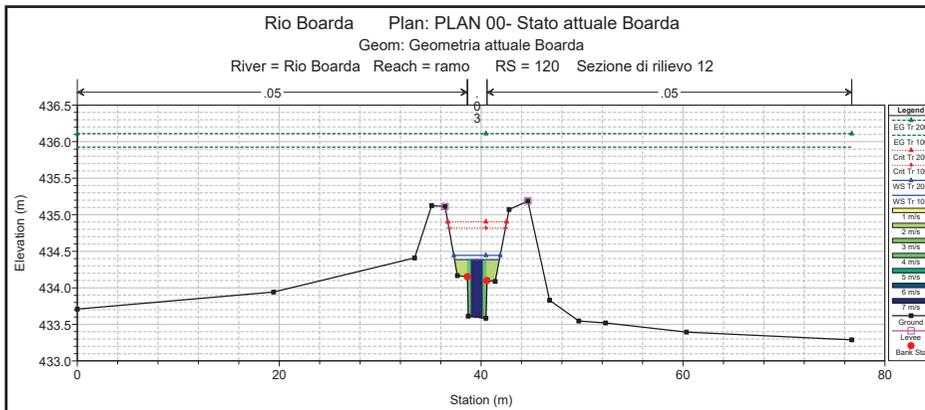
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Froude # Chl
ramo	120	Tr 100	9.60	433.58	434.38	434.82	435.92	5.78	2.03	2.12
ramo	120	Tr 200	11.20	433.58	434.44	434.90	436.11	6.08	2.30	2.14
ramo	115	Tr 100	9.60	432.64	433.42	433.85	434.98	5.88	2.04	2.18
ramo	115	Tr 200	11.20	432.64	433.47	433.95	435.17	6.18	2.30	2.20
ramo	110	Tr 100	9.60	431.70	432.45	432.88	434.02	5.95	2.06	2.22
ramo	110	Tr 200	11.20	431.70	432.51	432.98	434.20	6.26	2.32	2.25
ramo	105	Tr 100	9.60	430.59	431.43	431.86	432.96	5.92	2.11	2.23
ramo	105	Tr 200	11.20	430.59	431.49	431.94	433.14	6.22	2.38	2.26
ramo	100	Tr 100	9.60	429.47	430.27	430.73	431.90	5.91	1.96	2.15
ramo	100	Tr 200	11.20	429.47	430.34	430.84	432.09	6.21	2.22	2.17
ramo	90	Tr 100	9.60	427.91	428.75	429.21	430.39	5.82	1.91	2.06
ramo	90	Tr 200	11.20	427.91	428.82	429.31	430.58	6.13	2.18	2.09
ramo	80	Tr 100	9.60	426.98	427.70	428.14	429.28	5.58	1.72	2.56
ramo	80	Tr 200	11.20	426.98	427.75	428.23	429.48	5.82	1.92	2.58
ramo	76	Tr 100	9.60	426.52	427.26	427.71	428.88	5.64	1.70	2.58
ramo	76	Tr 200	11.20	426.52	427.32	427.80	429.08	5.89	1.90	2.56
ramo	73	Tr 100	9.60	426.05	426.80	427.22	428.48	5.75	1.68	2.21
ramo	73	Tr 200	11.20	426.05	426.88	427.25	428.70	5.98	1.90	2.18
ramo	70	Tr 100	9.60	425.24	427.16	426.65	427.18	0.80	20.56	0.19
ramo	70	Tr 200	11.20	425.24	427.21	426.69	427.22	0.87	21.84	0.21
ramo	65		Bridge							
ramo	60	Tr 100	9.60	425.15	426.49	426.49	426.81	2.49	3.86	1.00
ramo	60	Tr 200	11.20	425.15	426.58	426.58	426.91	2.56	4.37	0.99
ramo	55	Tr 100	9.60	424.90	426.05	426.18	426.67	3.50	2.76	1.22
ramo	55	Tr 200	11.20	424.90	426.22	426.30	426.80	3.37	3.42	1.07
ramo	50	Tr 100	9.60	424.64	425.60	425.86	426.48	4.16	2.32	1.56
ramo	50	Tr 200	11.20	424.64	425.69	426.09	426.63	4.29	2.63	1.52
ramo	40	Tr 100	9.60	423.60	424.54	424.89	425.79	5.18	2.12	1.87
ramo	40	Tr 200	11.20	423.60	424.61	424.89	425.96	5.42	2.55	1.88
ramo	35	Tr 100	9.60	422.98	423.92	424.13	425.13	5.28	2.68	1.94
ramo	35	Tr 200	11.20	422.98	423.96	424.33	425.30	5.64	3.09	2.02
ramo	30	Tr 100	9.60	422.36	423.22	423.54	424.41	5.63	2.92	2.23
ramo	30	Tr 200	11.20	422.36	423.26	423.58	424.53	5.94	3.33	2.29
ramo	28	Tr 100	9.60	421.94	422.90	423.15	423.74	5.05	3.63	1.84
ramo	28	Tr 200	11.20	421.94	422.94	423.19	423.83	5.31	4.13	1.89
ramo	26	Tr 100	9.60	421.51	422.55	422.75	423.20	4.80	4.08	1.64
ramo	26	Tr 200	11.20	421.51	422.59	422.79	423.27	5.03	4.60	1.68
ramo	25	Tr 100	9.60	421.09	422.43	422.32	422.51	2.08	8.66	0.60
ramo	25	Tr 200	11.20	421.09	422.47	422.36	422.56	2.18	9.44	0.61
ramo	23		Culvert							
ramo	20	Tr 100	9.60	420.81	422.07	422.07	422.22	2.71	6.82	0.80
ramo	20	Tr 200	11.20	420.81	422.10	422.10	422.27	2.86	7.43	0.84
ramo	15	Tr 100	9.60	420.07	421.22	421.41	421.89	4.55	4.11	1.53
ramo	15	Tr 200	11.20	420.07	421.26	421.45	421.93	4.68	4.65	1.55
ramo	10	Tr 100	9.60	419.32	420.47	420.70	421.35	4.72	3.51	1.73
ramo	10	Tr 200	11.20	419.32	420.51	420.74	421.39	4.87	4.06	1.74

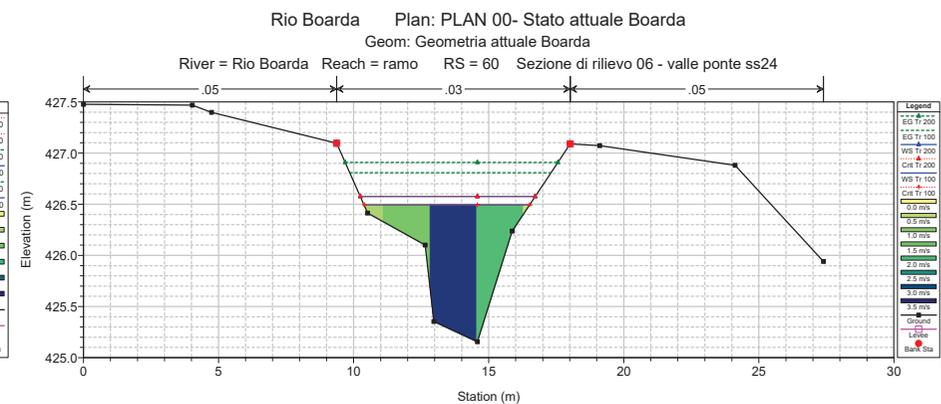
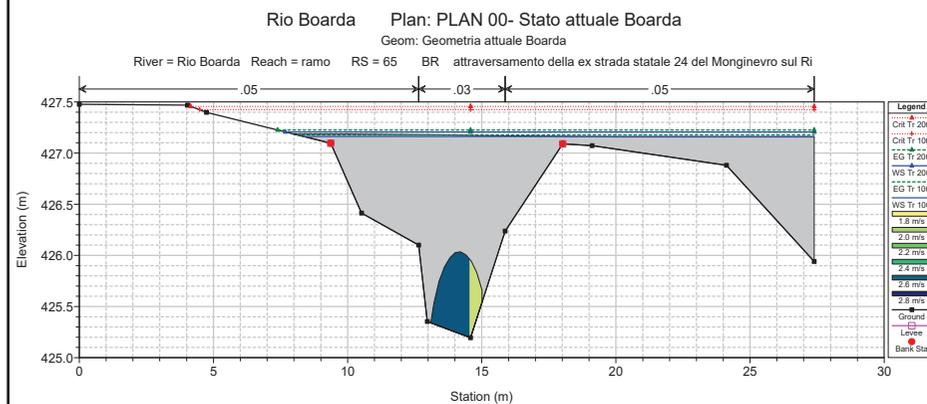
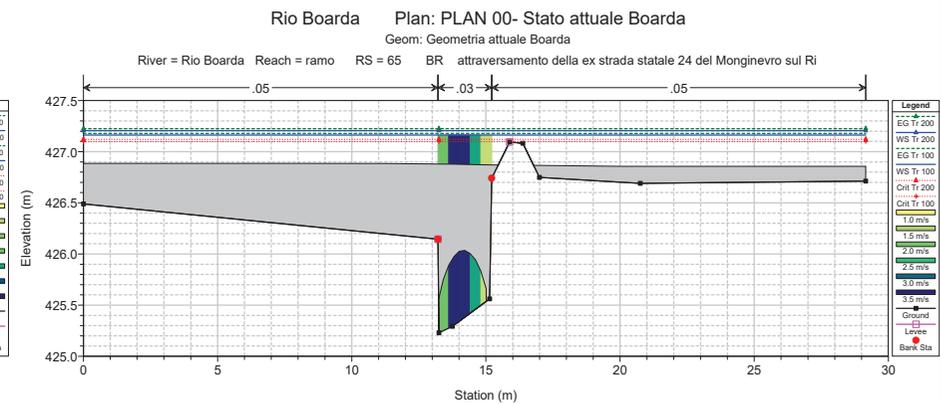
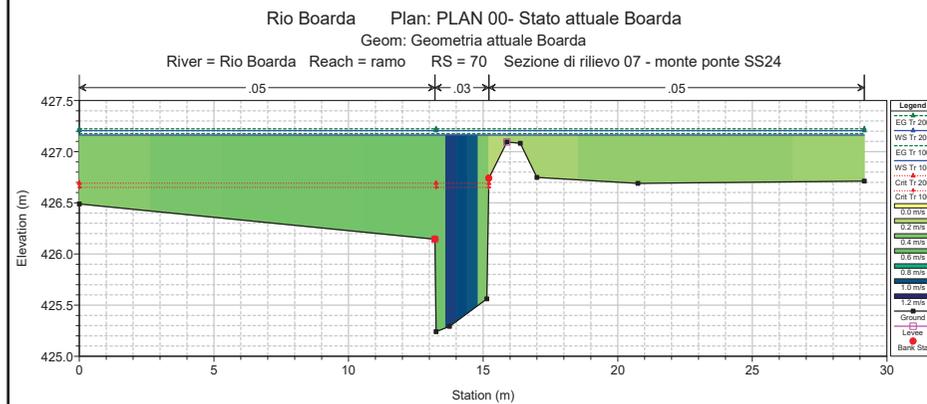
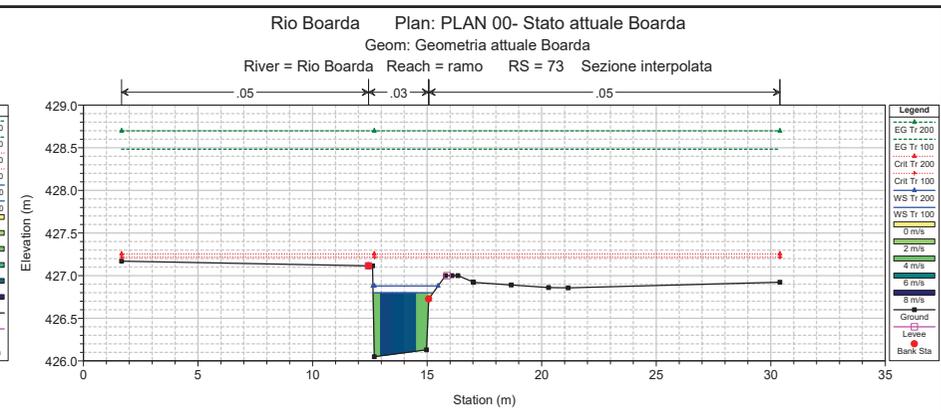
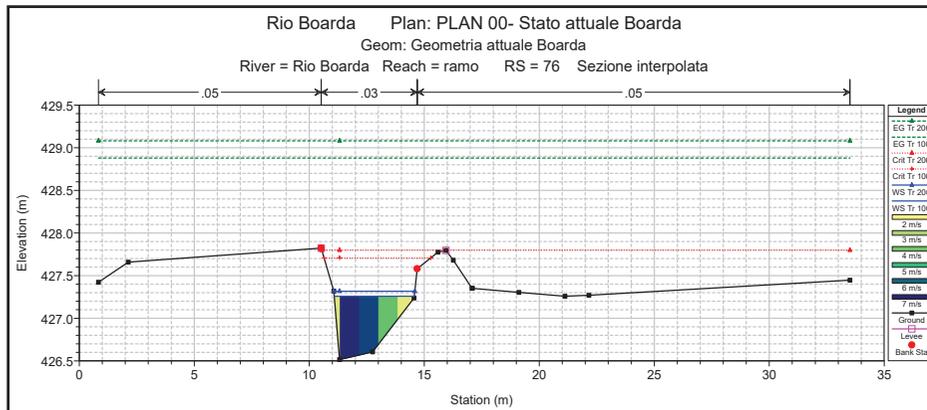
Rio Boarda Plan: PLAN 00- Stato attuale Boarda
Geom: Geometria attuale Boarda

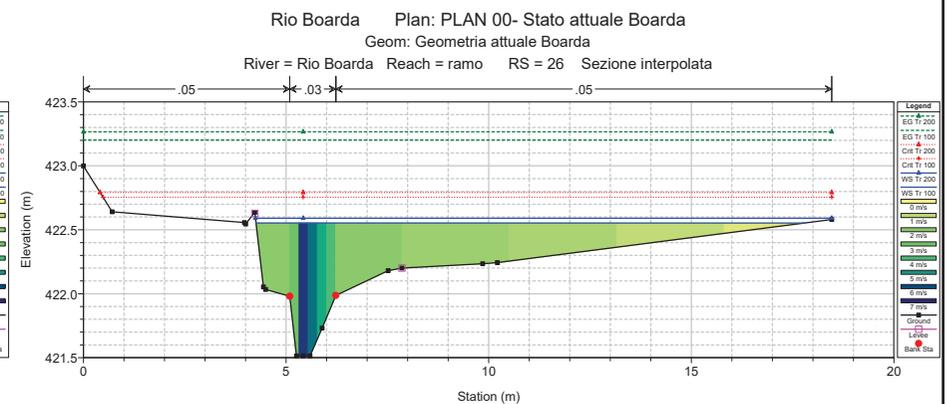
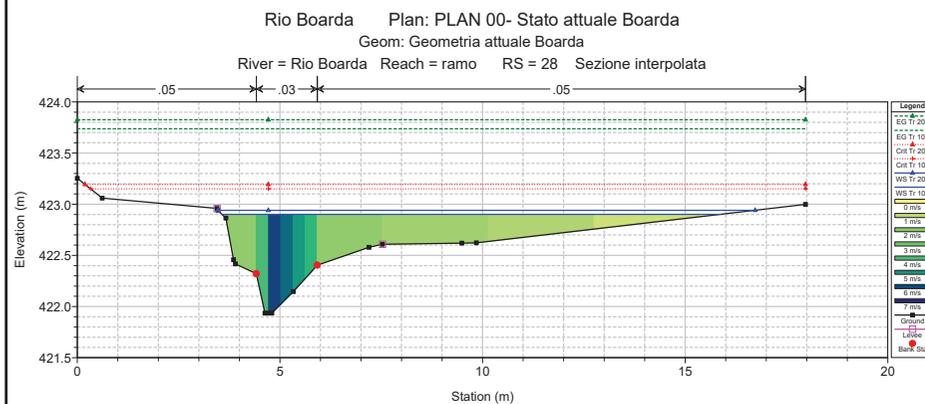
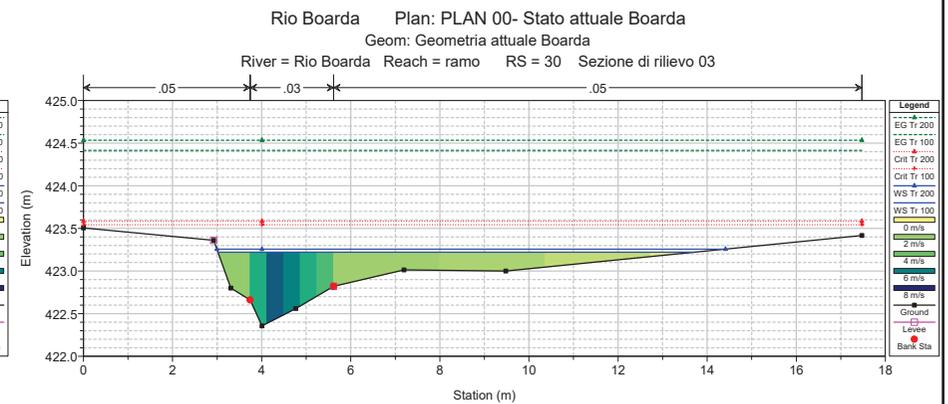
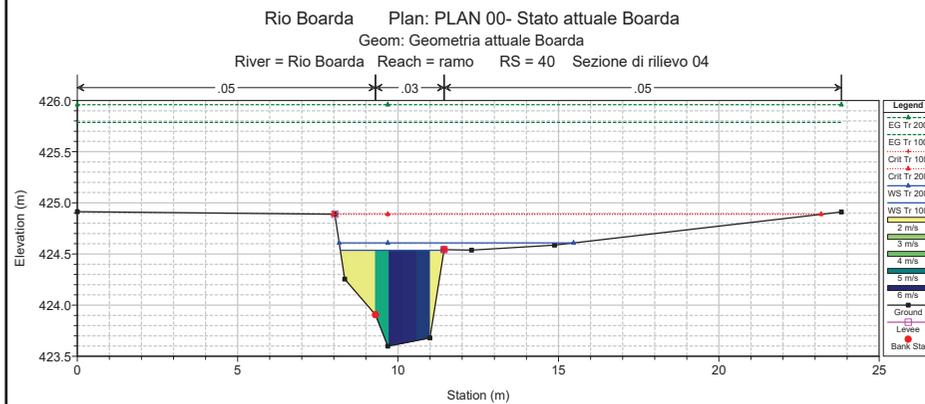
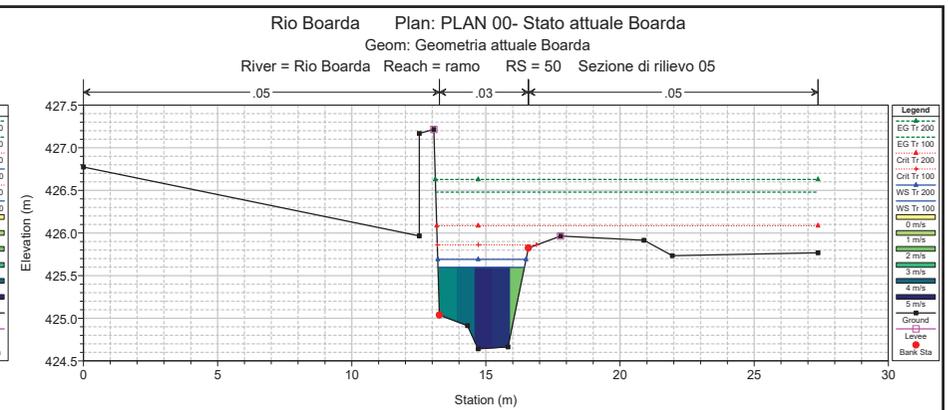
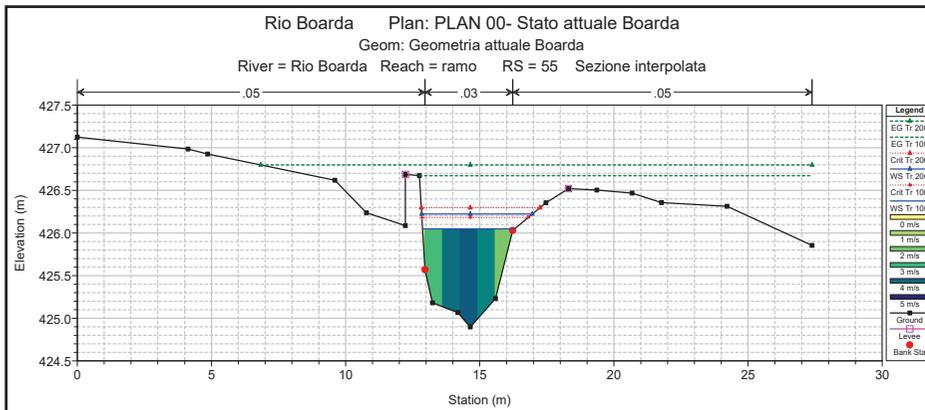


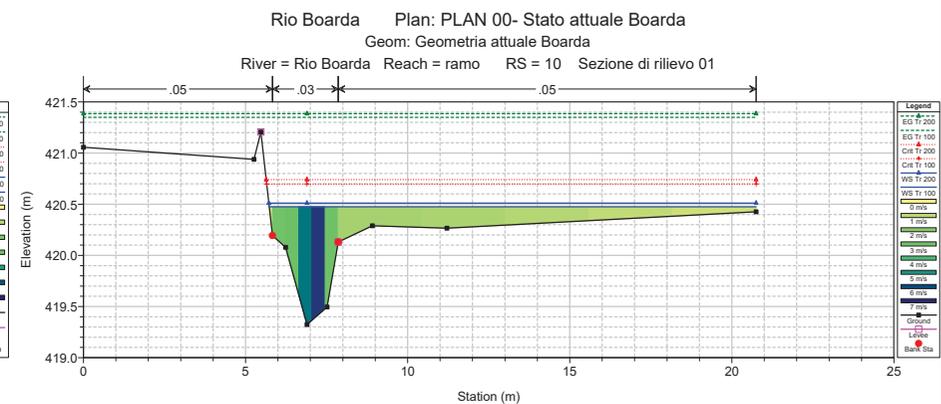
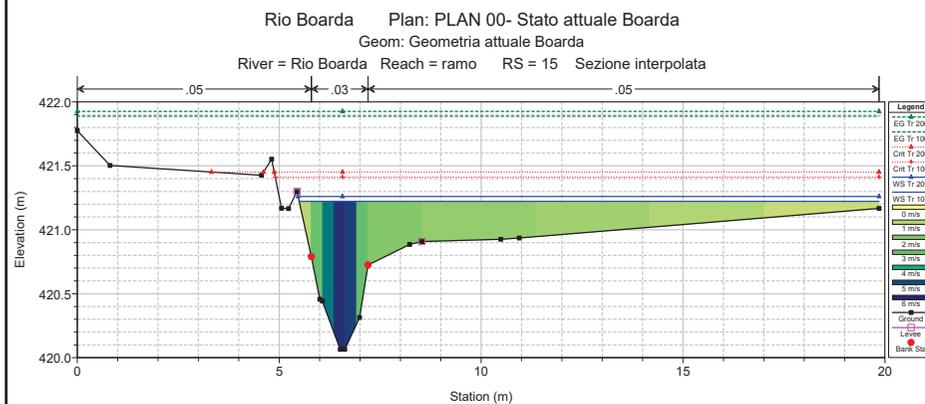
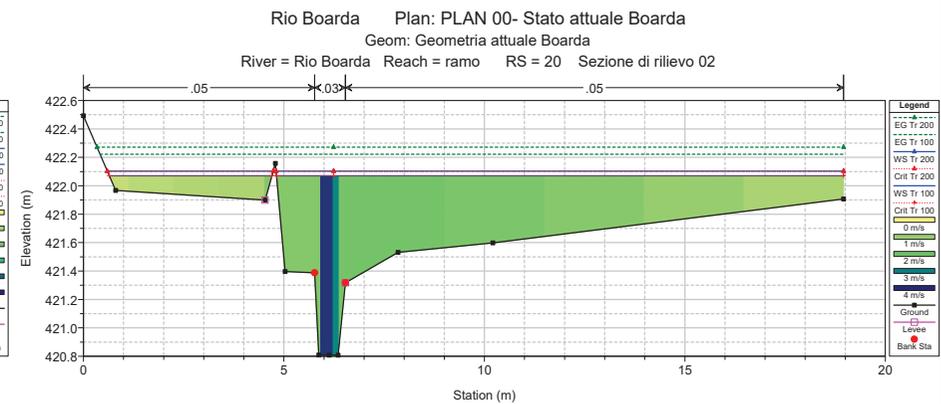
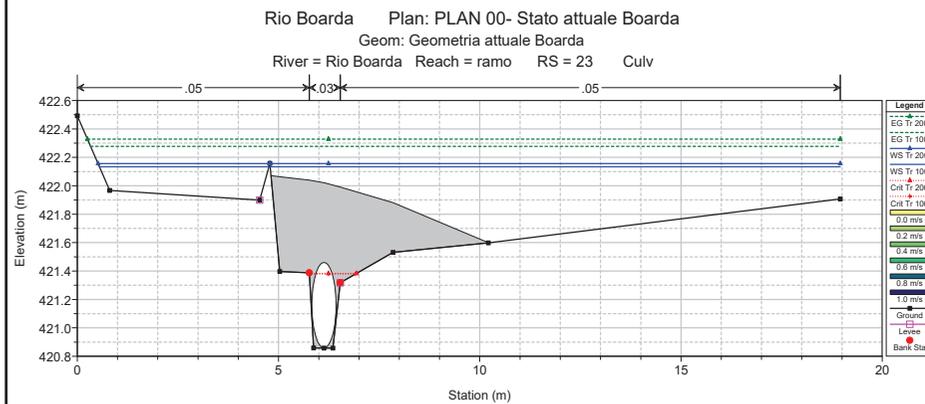
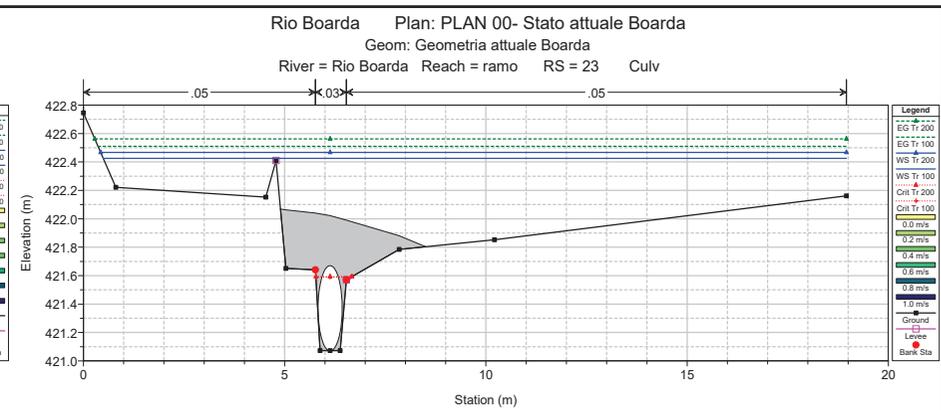
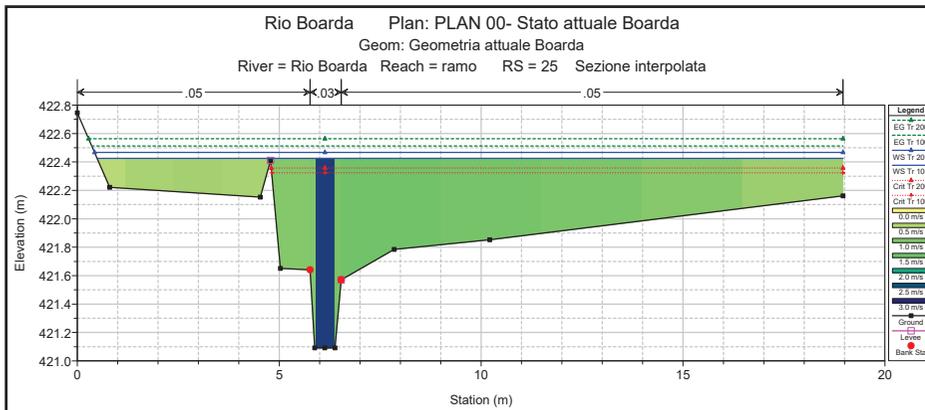
Rio Boarda Plan: PLAN 00- Stato attuale Boarda
Geom: Geometria attuale Boarda













PROVINCIA DI TORINO

*Ex S.S. 24 del Monginevro – Adeguamento funzionale
tratto Borgone di Susa – Susa*

VERIFICA DI COMPATIBILITA' IDRAULICA

SISTEMA QUALITÀ
AZIENDALE

certificato in accordo alla norma
ISO 9001:2000 e sottoposto a
verifiche regolari e periodiche



ELABORATO 1 – Relazione idraulica di compatibilità

250 C - G 0 1 - R I E - 0 1 - 1

ALLEGATO 1B

**Nuovo attraversamento Rio Boarda in progetto – Plan01
Tempo di ritorno 100 e 200 anni
TABELLE, PROFILI, SEZIONI**

HEC-RAS Plan: Plan 01 River: Rio Boarda Reach: ramo

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Froude # Chl
ramo	120	Tr 100	9.60	433.58	434.44	434.80	435.63	5.18	2.26	1.83
ramo	120	Tr 200	11.20	433.58	434.50	434.88	435.79	5.44	2.55	1.86
ramo	115	Tr 100	9.60	432.64	433.46	433.83	434.69	5.28	2.25	1.89
ramo	115	Tr 200	11.20	432.64	433.52	433.92	434.84	5.54	2.54	1.91
ramo	110	Tr 100	9.60	431.70	432.50	432.86	433.71	5.32	2.27	1.93
ramo	110	Tr 200	11.20	431.70	432.55	432.95	433.87	5.59	2.56	1.95
ramo	105	Tr 100	9.60	430.59	431.48	431.84	432.65	5.27	2.33	1.92
ramo	105	Tr 200	11.20	430.59	431.54	431.91	432.81	5.53	2.62	1.94
ramo	100	Tr 100	9.60	429.47	430.33	430.71	431.60	5.31	2.18	1.87
ramo	100	Tr 200	11.20	429.47	430.39	430.81	431.76	5.57	2.46	1.88
ramo	90	Tr 100	9.60	427.91	428.81	429.20	430.09	5.22	2.16	1.79
ramo	90	Tr 200	11.20	427.91	428.87	429.30	430.25	5.49	2.44	1.82
ramo	80	Tr 100	9.60	426.98	427.76	428.14	429.00	4.94	1.94	2.18
ramo	80	Tr 200	11.20	426.98	427.82	428.23	429.17	5.14	2.18	2.19
ramo	76	Tr 100	9.60	426.52	427.30	427.71	428.70	5.24	1.83	2.32
ramo	76	Tr 200	11.20	426.52	427.36	427.80	428.87	5.44	2.06	2.29
ramo	73	Tr 100	9.60	426.05	426.81	427.23	428.44	5.65	1.71	2.16
ramo	73	Tr 200	11.20	426.05	426.90	427.27	428.62	5.82	1.96	2.09
ramo	70	Tr 100	9.60	424.75	425.15	425.74	428.23	7.77	1.24	3.93
ramo	70	Tr 200	11.20	424.75	425.21	425.85	428.41	7.93	1.41	3.76
ramo	65		Bridge							
ramo	60	Tr 100	9.60	424.65	425.13	425.57	426.85	5.82	1.65	2.80
ramo	60	Tr 200	11.20	424.65	425.17	425.66	427.13	6.20	1.81	2.87
ramo	55	Tr 100	9.60	424.35	424.89	425.30	426.29	5.24	1.83	2.39
ramo	55	Tr 200	11.20	424.35	424.94	425.40	426.54	5.61	2.00	2.47
ramo	50	Tr 100	9.60	424.15	424.91	425.16	425.80	4.19	2.31	1.56
ramo	50	Tr 200	11.20	424.15	424.97	425.27	426.01	4.52	2.50	1.62
ramo	40	Tr 100	9.60	423.60	424.81	424.89	425.22	3.21	4.56	1.00
ramo	40	Tr 200	11.20	423.60	424.83	424.89	425.34	3.60	4.83	1.11
ramo	35	Tr 100	9.60	422.98	423.97	424.13	424.83	4.58	3.19	1.63
ramo	35	Tr 200	11.20	422.98	424.02	424.31	424.91	4.77	3.75	1.65
ramo	30	Tr 100	9.60	422.36	423.25	423.52	424.13	4.99	3.21	1.94
ramo	30	Tr 200	11.20	422.36	423.29	423.56	424.21	5.19	3.68	1.96
ramo	28	Tr 100	9.60	421.94	422.94	423.13	423.49	4.24	4.15	1.50
ramo	28	Tr 200	11.20	421.94	422.99	423.17	423.56	4.42	4.81	1.52
ramo	26	Tr 100	9.60	421.51	422.58	422.73	423.02	4.04	4.51	1.36
ramo	26	Tr 200	11.20	421.51	422.62	422.76	423.07	4.24	4.96	1.40
ramo	25	Tr 100	9.60	421.09	422.42	422.30	422.50	1.84	8.65	0.53
ramo	25	Tr 200	11.20	421.09	422.48	422.34	422.56	1.84	9.76	0.52
ramo	23		Culvert							
ramo	20	Tr 100	9.60	420.81	422.05	422.05	422.20	2.61	6.37	0.78
ramo	20	Tr 200	11.20	420.81	422.08	422.08	422.25	2.74	6.98	0.81
ramo	15	Tr 100	9.60	420.07	421.22	421.39	421.80	4.29	4.08	1.45
ramo	15	Tr 200	11.20	420.07	421.26	421.43	421.83	4.41	4.60	1.46
ramo	10	Tr 100	9.60	419.32	420.49	420.68	421.18	4.31	3.71	1.57
ramo	10	Tr 200	11.20	419.32	420.52	420.72	421.22	4.44	4.24	1.58

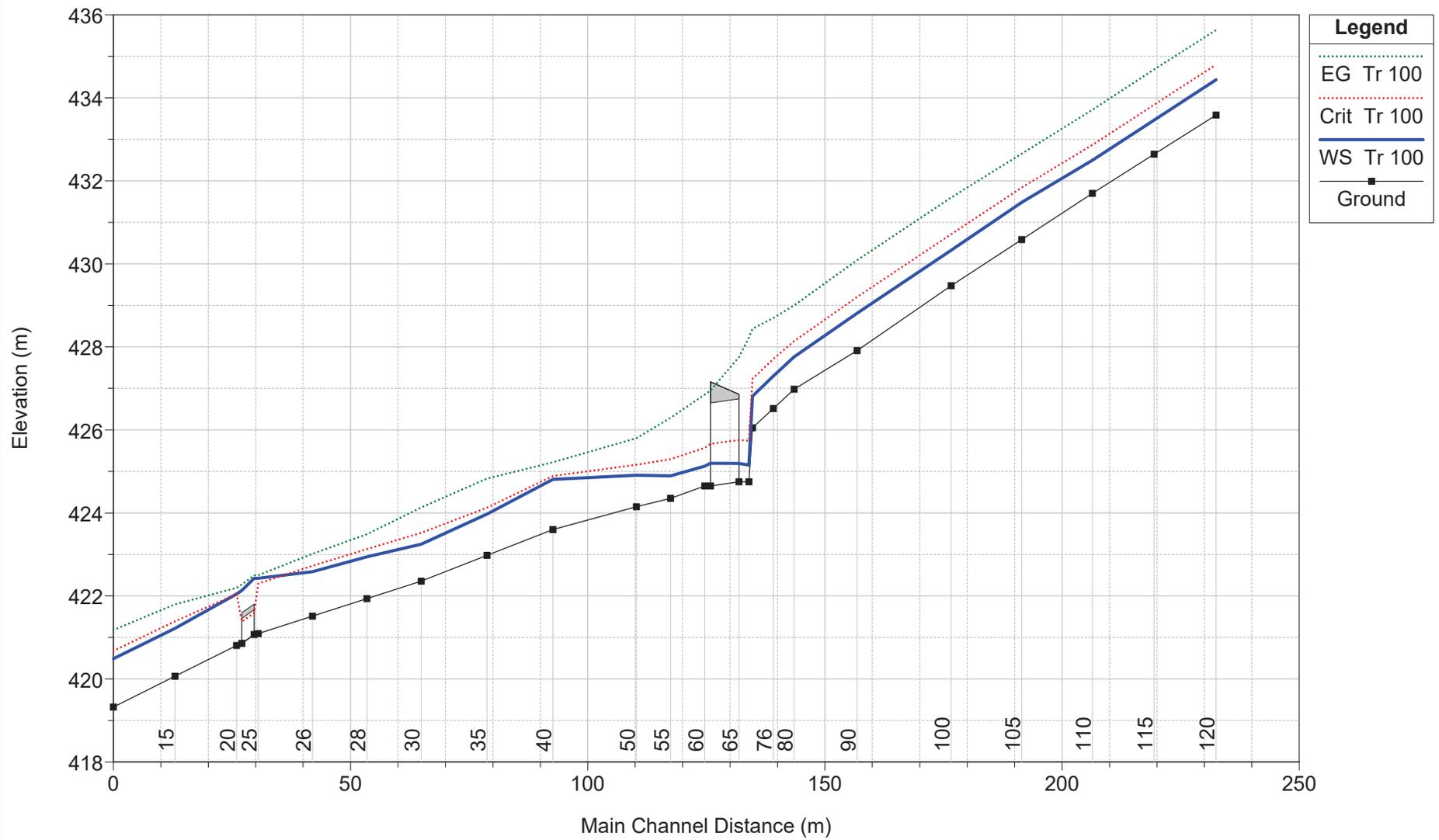
Plan: Plan 01 Rio Boarda ramo RS: 65 Profile: Tr 100

E.G. US. (m)	428.23	Element	Inside BR US	Inside BR DS
W.S. US. (m)	425.15	E.G. Elev (m)	427.75	426.95
Q Total (m3/s)	9.60	W.S. Elev (m)	425.19	425.20
Q Bridge (m3/s)	9.60	Crit W.S. (m)	425.76	425.67
Q Weir (m3/s)		Max Chl Dpth (m)	0.44	0.55
Weir Sta Lft (m)		Vel Total (m/s)	7.09	5.86
Weir Sta Rgt (m)		Flow Area (m2)	1.35	1.64
Weir Submerg		Froude # Chl	3.41	2.53
Weir Max Depth (m)		Specif Force (m3)	7.23	6.18
Min El Weir Flow (m)	427.17	Hydr Depth (m)	0.44	0.55
Min El Prs (m)	426.75	W.P. Total (m)	3.49	3.00
Delta EG (m)	1.37	Conv. Total (m3/s)	26.2	36.5
Delta WS (m)	0.02	Top Width (m)	3.07	3.00
BR Open Area (m2)	6.00	Frctn Loss (m)	0.32	0.56
BR Open Vel (m/s)	7.09	C & E Loss (m)	0.15	0.24
Coef of Q		Shear Total (N/m2)	512.05	371.03
Br Sel Method	Energy only	Power Total (N/m s)	0.00	0.00

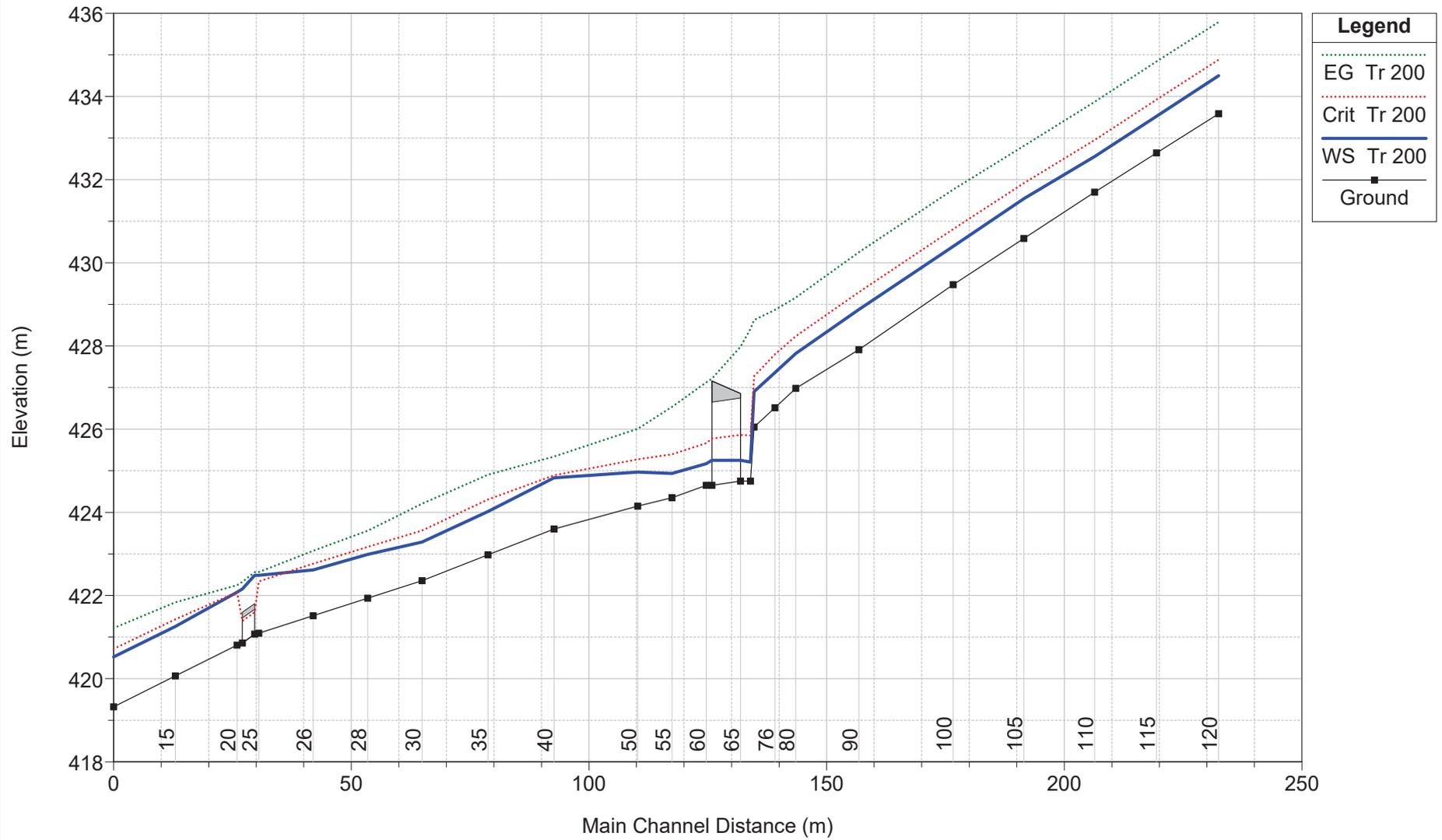
Plan: Plan 01 Rio Boarda ramo RS: 65 Profile: Tr 200

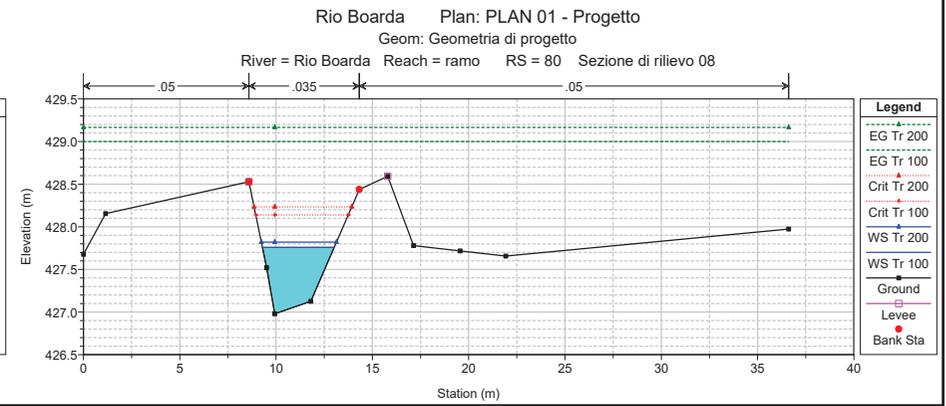
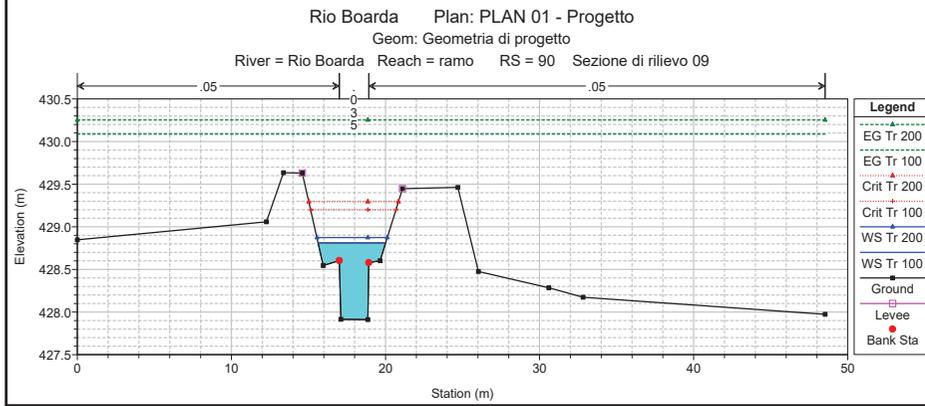
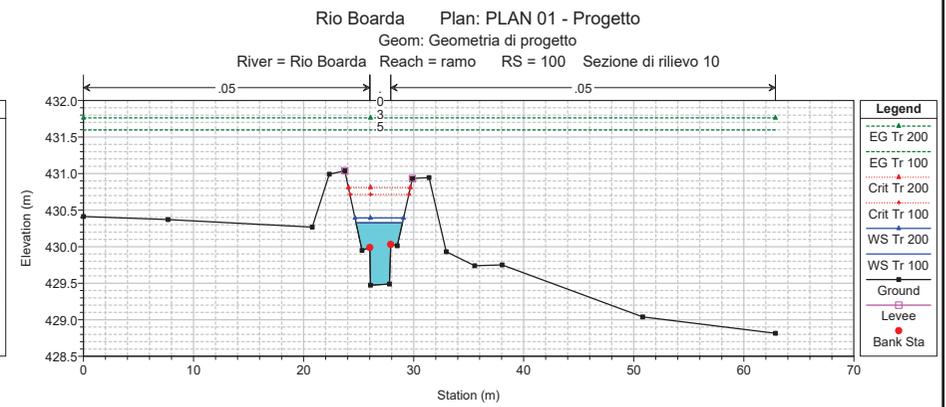
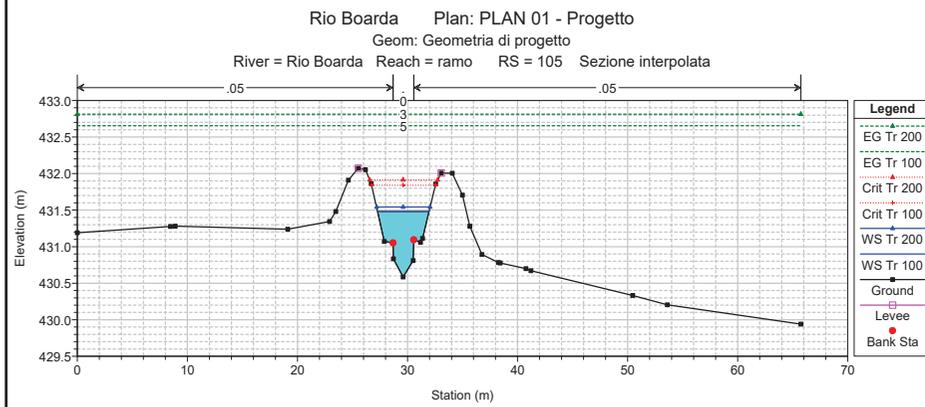
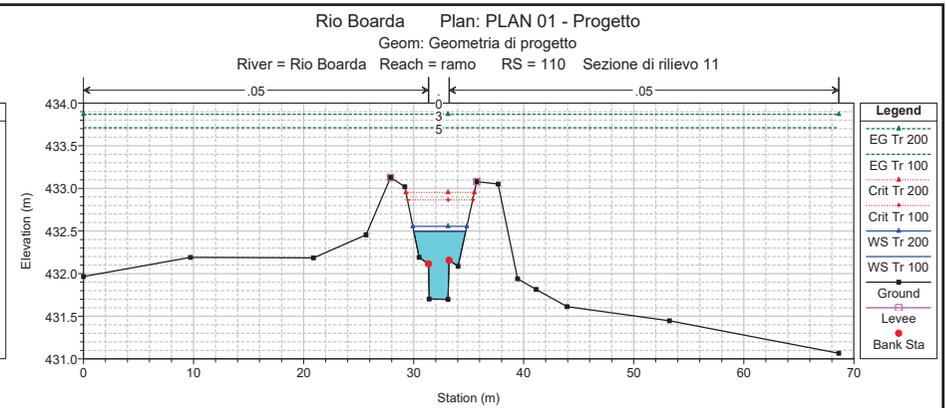
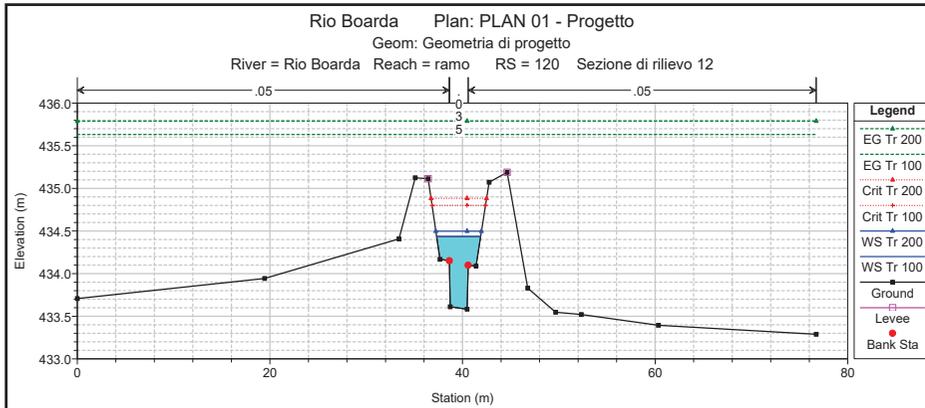
E.G. US. (m)	428.41	Element	Inside BR US	Inside BR DS
W.S. US. (m)	425.21	E.G. Elev (m)	427.98	427.22
Q Total (m3/s)	11.20	W.S. Elev (m)	425.25	425.25
Q Bridge (m3/s)	11.20	Crit W.S. (m)	425.86	425.77
Q Weir (m3/s)		Max Chl Dpth (m)	0.50	0.60
Weir Sta Lft (m)		Vel Total (m/s)	7.32	6.21
Weir Sta Rgt (m)		Flow Area (m2)	1.53	1.80
Weir Submerg		Froude # Chl	3.31	2.56
Weir Max Depth (m)		Specif Force (m3)	8.74	7.63
Min El Weir Flow (m)	427.17	Hydr Depth (m)	0.50	0.60
Min El Prs (m)	426.75	W.P. Total (m)	3.55	3.00
Delta EG (m)	1.28	Conv. Total (m3/s)	32.0	42.8
Delta WS (m)	0.04	Top Width (m)	3.07	3.00
BR Open Area (m2)	6.00	Frctn Loss (m)	0.29	0.54
BR Open Vel (m/s)	7.32	C & E Loss (m)	0.14	0.23
Coef of Q		Shear Total (N/m2)	516.48	403.40
Br Sel Method	Energy only	Power Total (N/m s)	0.00	0.00

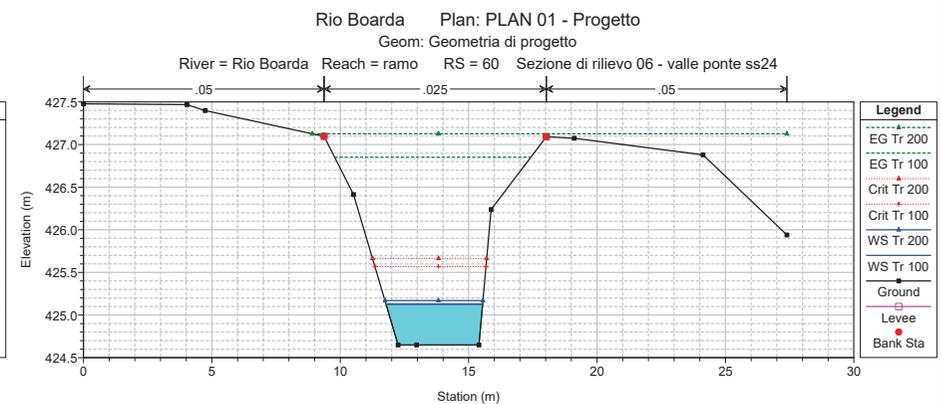
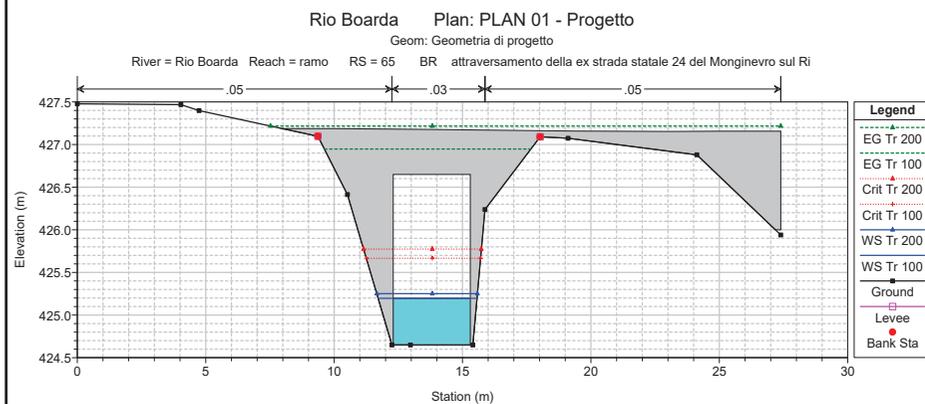
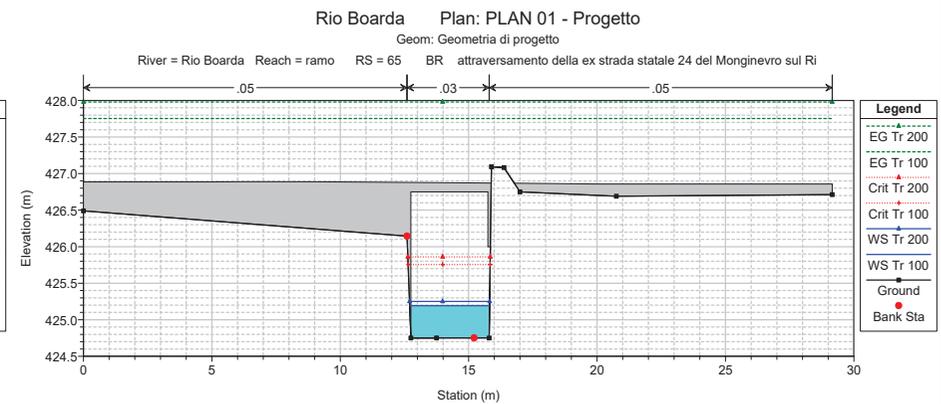
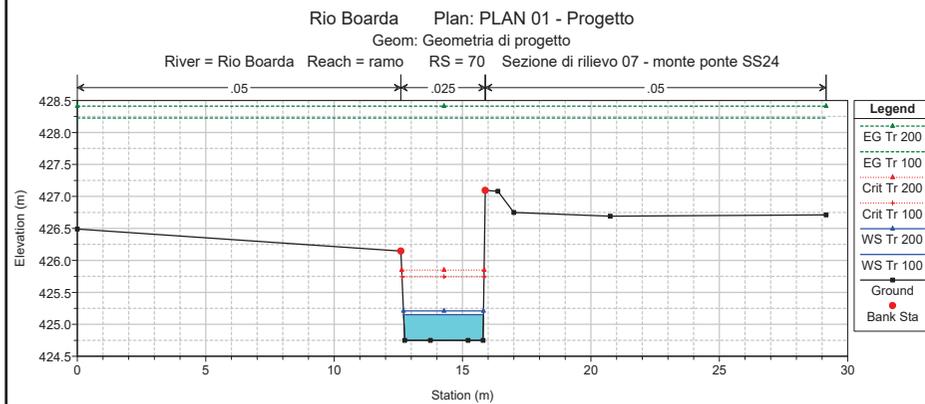
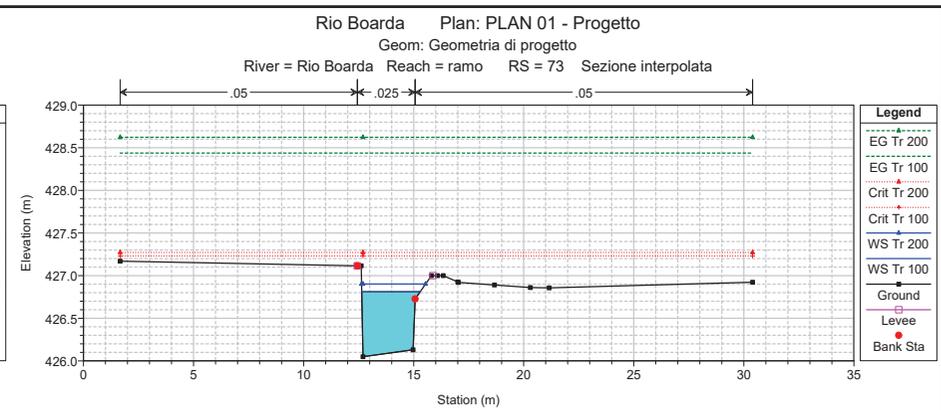
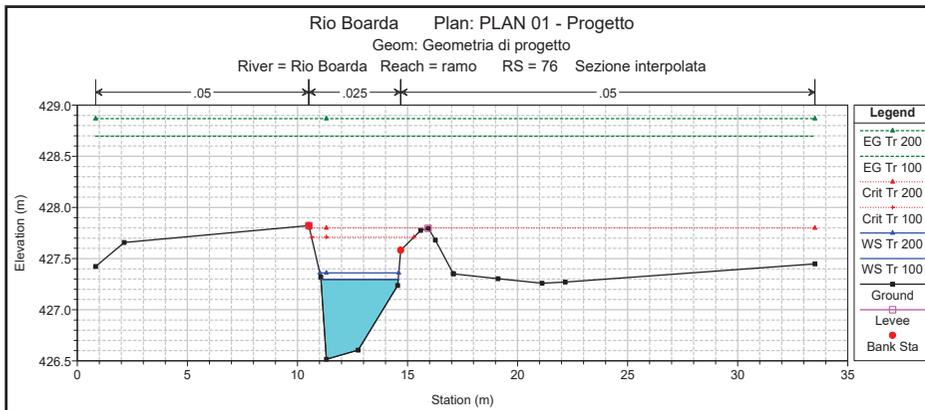
Rio Boarda Plan: PLAN 01 - Progetto
Geom: Geometria di progetto

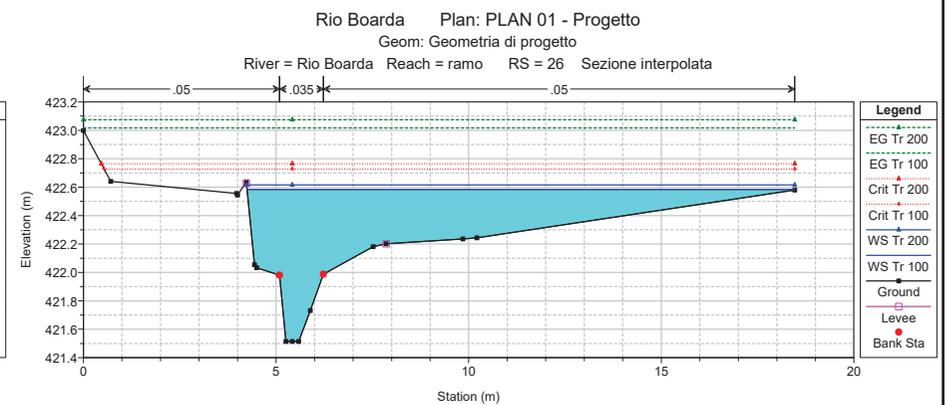
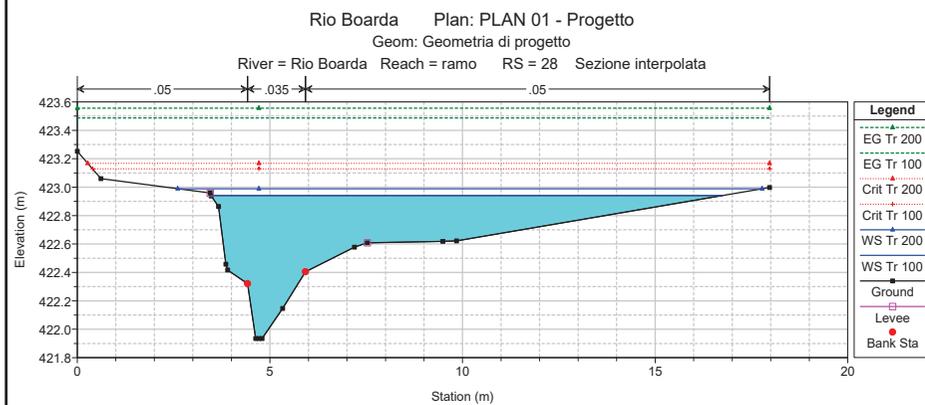
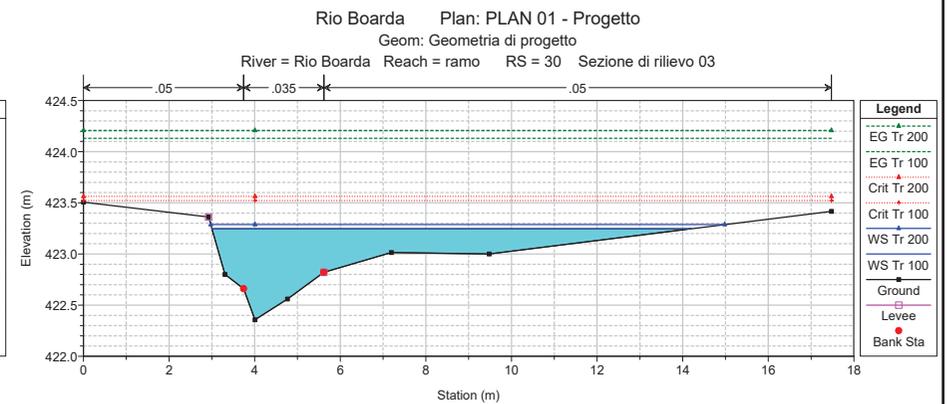
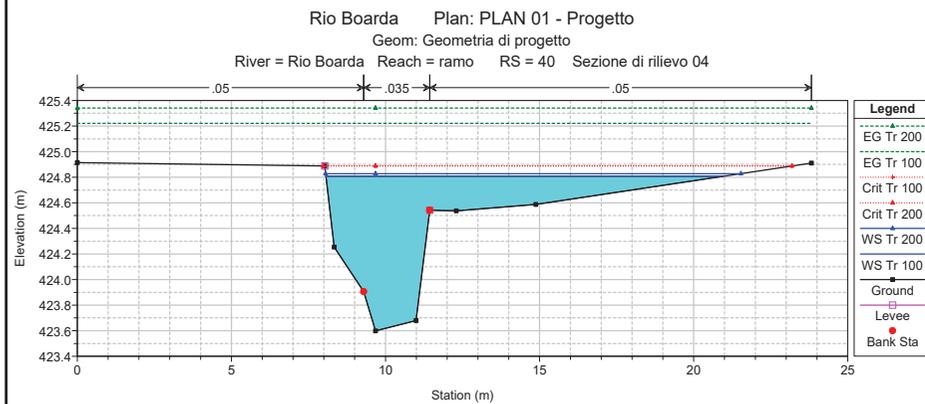
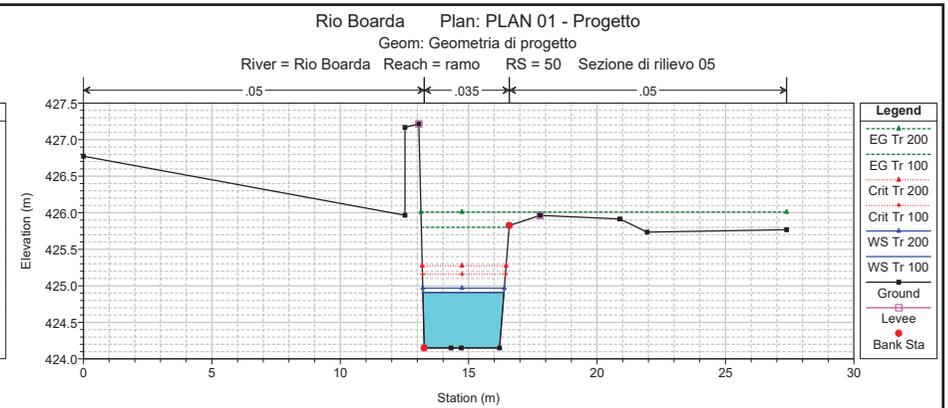
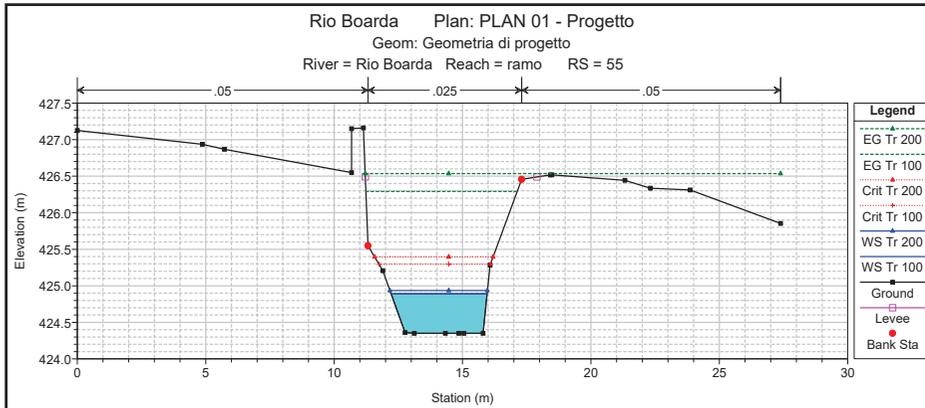


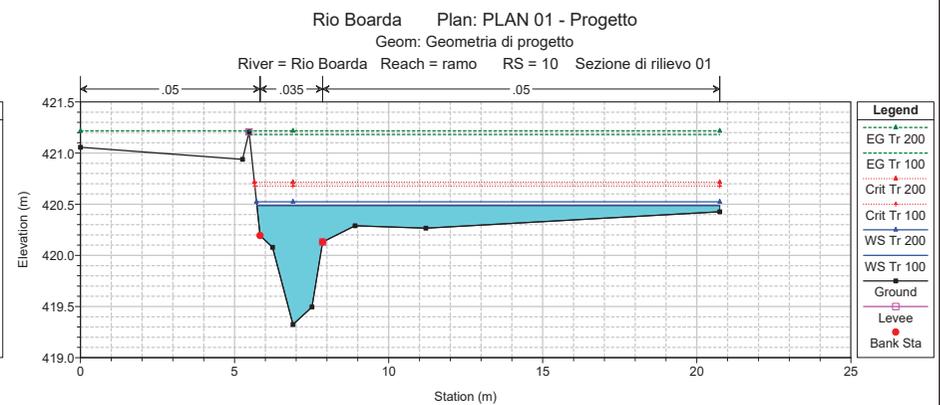
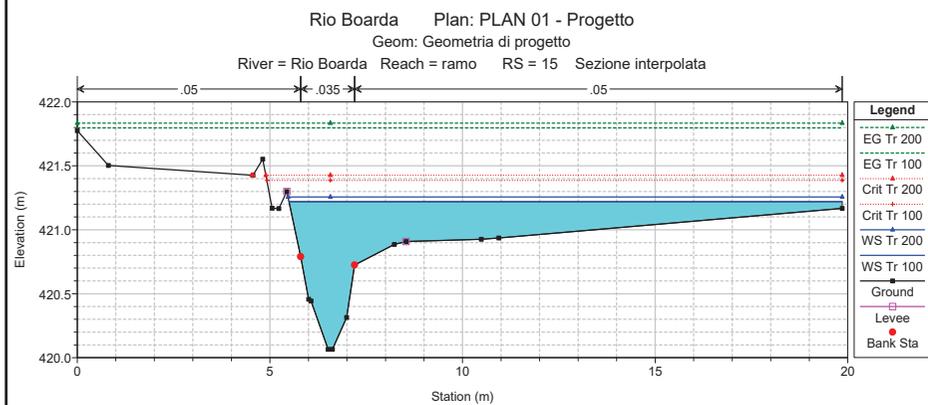
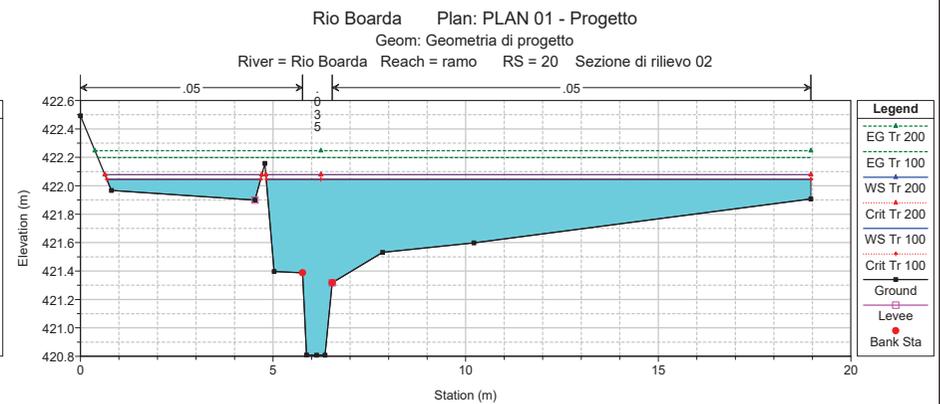
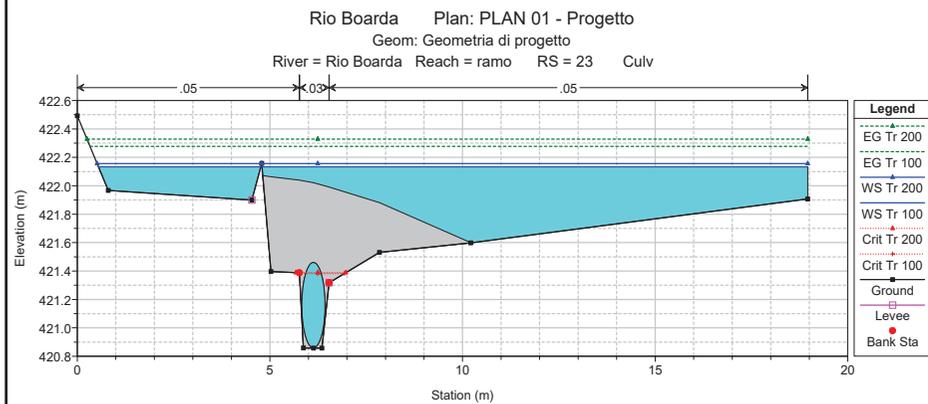
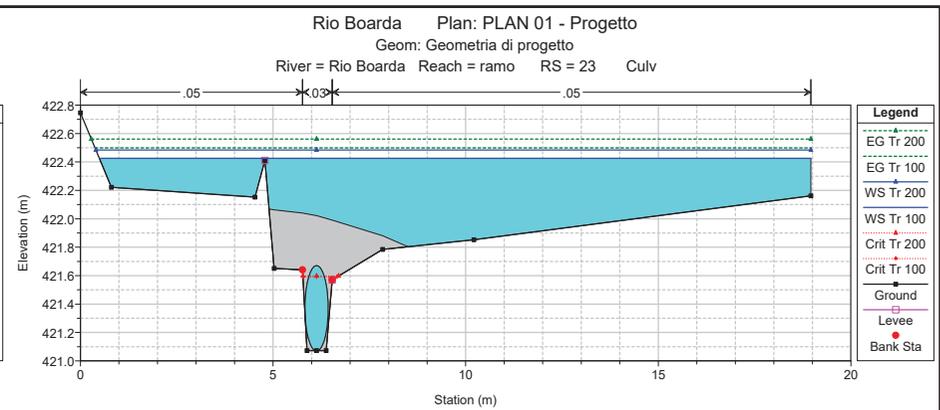
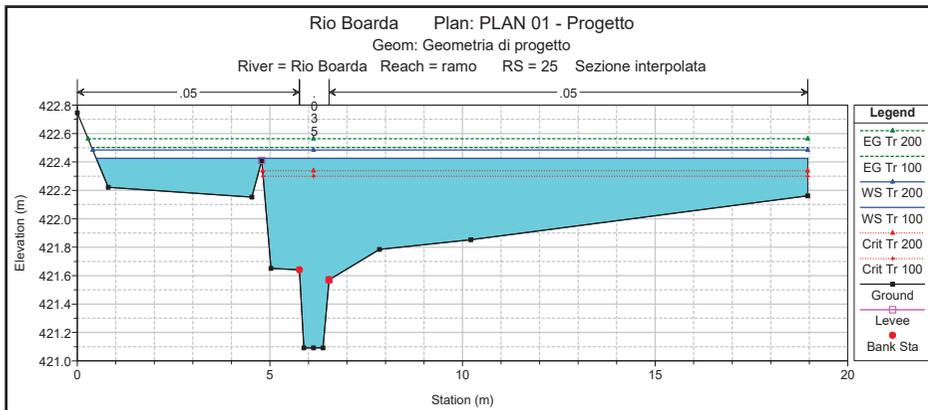
Rio Boarda Plan: PLAN 01 - Progetto
Geom: Geometria di progetto













PROVINCIA DI TORINO

*Ex S.S. 24 del Monginevro – Adeguamento funzionale
tratto Borgone di Susa – Susa*

VERIFICA DI COMPATIBILITA' IDRAULICA

SISTEMA QUALITÀ
AZIENDALE

certificato in accordo alla norma
ISO 9001:2000 e sottoposto a
verifiche sistematiche e periodiche



ELABORATO 1 – Relazione idraulica di compatibilità

250 C - G 0 1 - R I E - 0 1 - 1

ALLEGATO 2

– Risultati delle simulazioni idrauliche - Rio Pissoglio



PROVINCIA DI TORINO

*Ex S.S. 24 del Monginevro – Adeguamento funzionale
tratto Borgone di Susa – Susa*

VERIFICA DI COMPATIBILITA' IDRAULICA

SISTEMA QUALITÀ
AZIENDALE

certificato in accordo alla norma
ISO 9001:2000 e sottoposto a
verifiche regolari e periodiche



ELABORATO 1 – Relazione idraulica di compatibilità

250 C - G 0 1 - R I E - 0 1 - 1

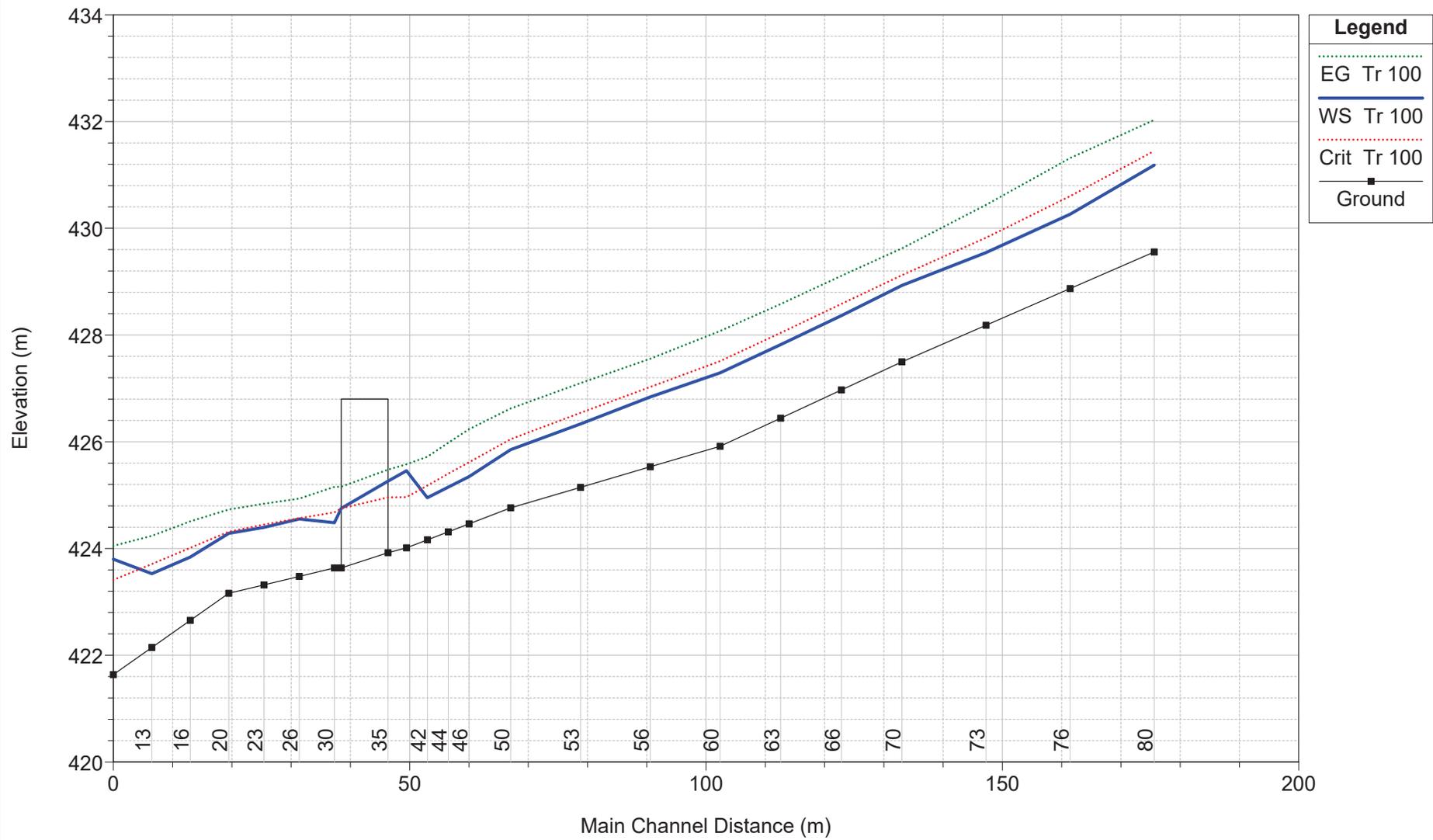
ALLEGATO 2A

**Situazione attuale Rio Pissoglio (studio 2007) – Plan0
Tempo di ritorno 100 e 200 anni
TABELLE, PROFILI, SEZIONI**

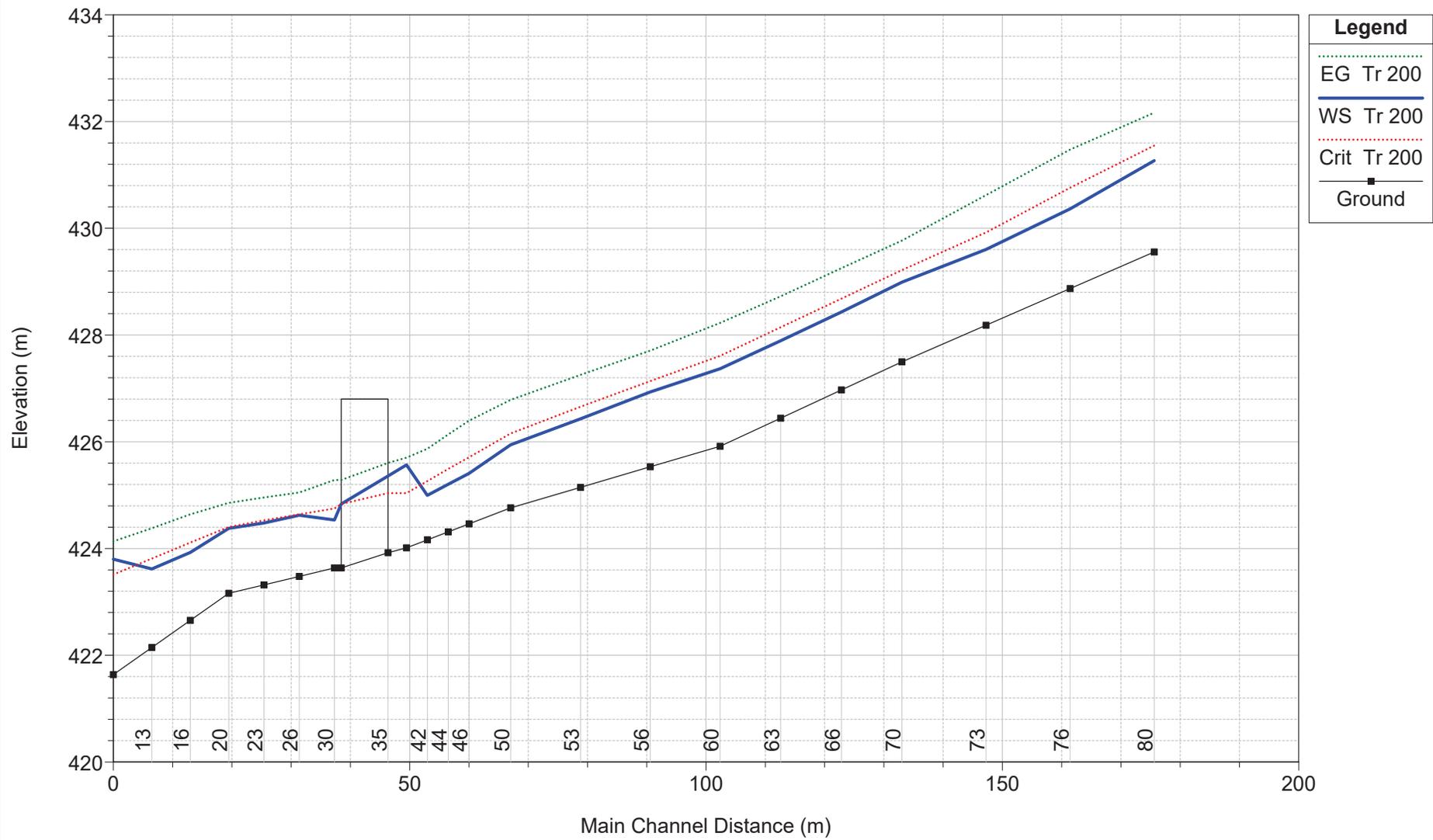
HEC-RAS Plan: PLAN 00 River: Rio Pissoglio Reach: ramo

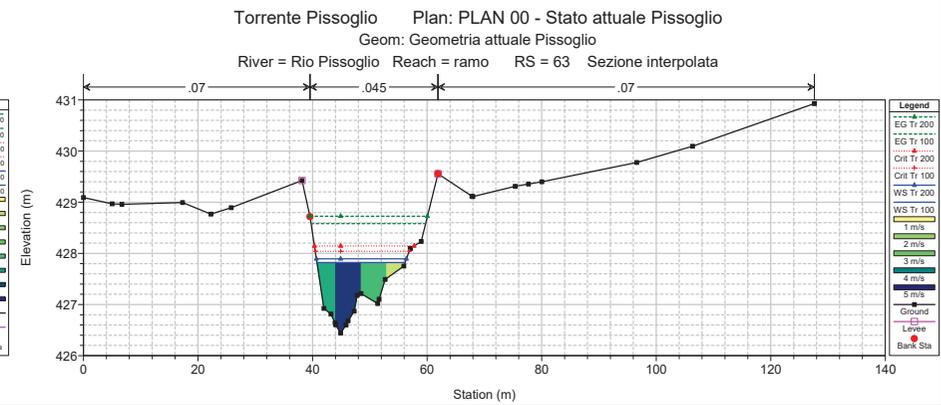
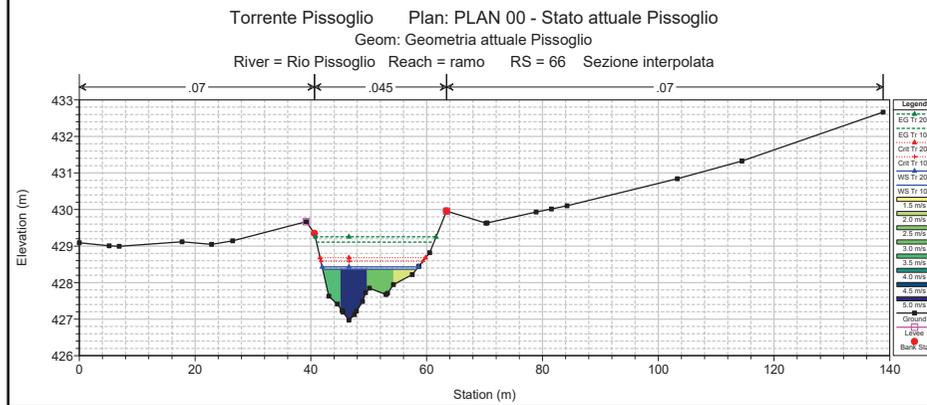
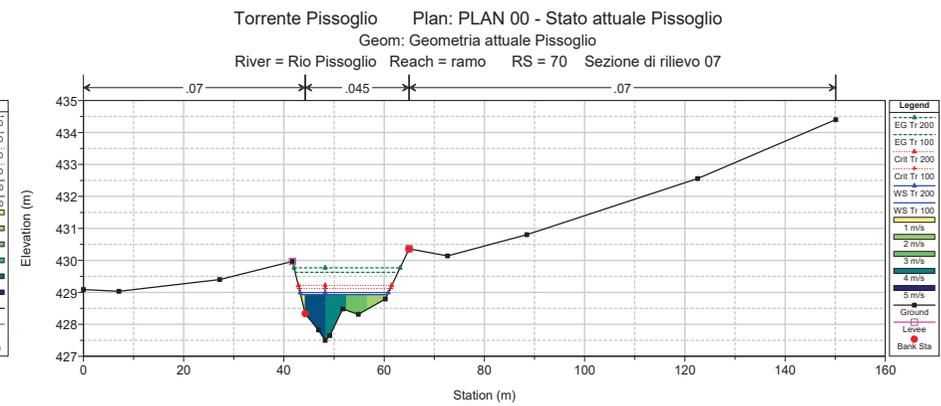
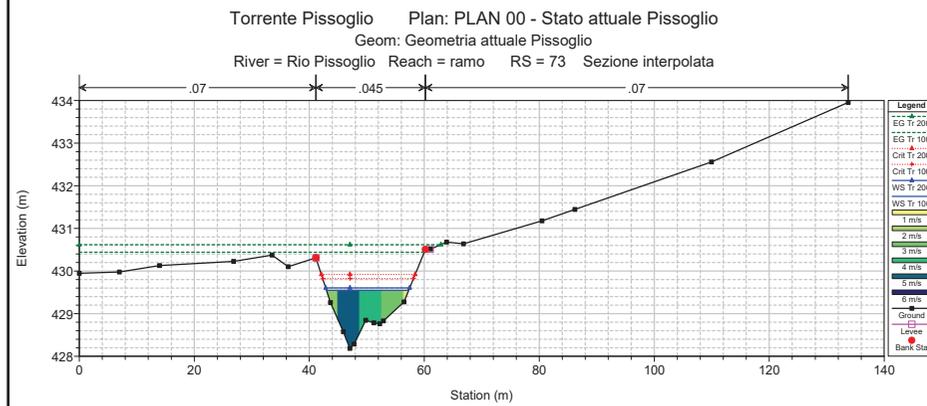
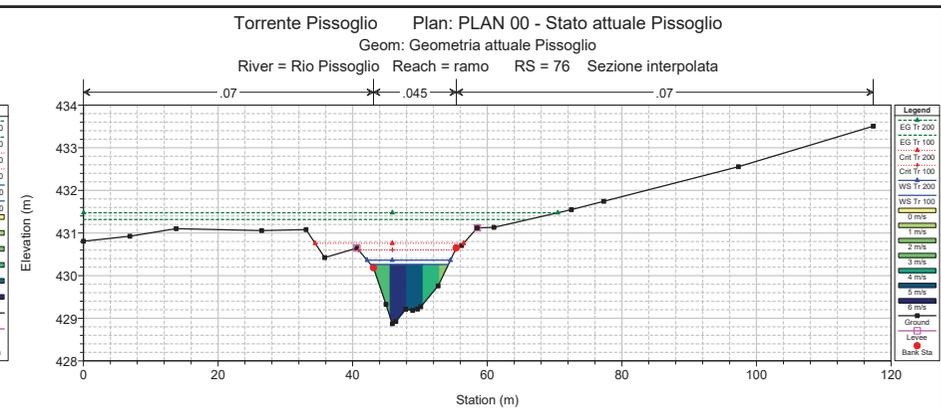
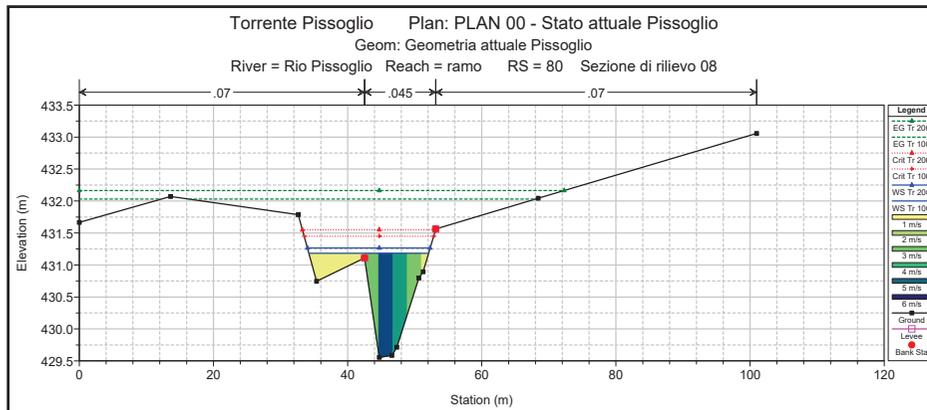
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
ramo	80	Tr 100	41.70	429.56	431.18	431.45	432.03	0.040080	4.19	11.47	17.85	1.35
ramo	80	Tr 200	48.20	429.56	431.27	431.55	432.16	0.040054	4.35	12.99	18.31	1.36
ramo	76	Tr 100	41.70	428.87	430.26	430.60	431.32	0.057192	4.55	9.18	11.53	1.60
ramo	76	Tr 200	48.20	428.87	430.36	430.76	431.47	0.053585	4.67	10.39	12.38	1.57
ramo	73	Tr 100	41.70	428.18	429.55	429.82	430.44	0.059604	4.19	9.95	14.29	1.60
ramo	73	Tr 200	48.20	428.18	429.60	429.92	430.62	0.062799	4.47	10.79	14.60	1.66
ramo	70	Tr 100	41.70	427.50	428.93	429.12	429.62	0.047540	3.71	11.43	17.32	1.43
ramo	70	Tr 200	48.20	427.50	428.99	429.22	429.77	0.048100	3.92	12.51	17.60	1.46
ramo	66	Tr 100	41.70	426.97	428.36	428.58	429.11	0.052244	3.83	10.89	16.18	1.49
ramo	66	Tr 200	48.20	426.97	428.43	428.68	429.25	0.052261	4.01	12.01	16.61	1.51
ramo	63	Tr 100	41.70	426.44	427.82	428.04	428.58	0.051013	3.87	10.79	15.39	1.47
ramo	63	Tr 200	48.20	426.44	427.89	428.15	428.73	0.050430	4.05	11.92	15.72	1.48
ramo	60	Tr 100	41.70	425.92	427.29	427.51	428.08	0.048363	3.97	10.91	14.90	1.46
ramo	60	Tr 200	48.20	425.92	427.37	427.61	428.23	0.047502	4.16	12.05	15.17	1.47
ramo	56	Tr 100	41.70	425.53	426.84	427.03	427.56	0.036978	3.75	11.12	12.97	1.29
ramo	56	Tr 200	48.20	425.53	426.93	427.14	427.71	0.036930	3.90	12.37	13.61	1.31
ramo	53	Tr 100	41.70	425.15	426.34	426.54	427.10	0.039874	3.87	10.77	12.65	1.34
ramo	53	Tr 200	48.20	425.15	426.43	426.66	427.25	0.039356	4.02	11.99	13.17	1.35
ramo	50	Tr 100	41.70	424.76	425.85	426.05	426.63	0.040502	3.89	10.71	12.47	1.34
ramo	50	Tr 200	48.20	424.76	425.94	426.16	426.79	0.039704	4.07	11.85	12.69	1.34
ramo	46	Tr 100	41.70	424.46	425.35	425.62	426.24	0.066784	4.18	9.98	15.70	1.67
ramo	46	Tr 200	48.20	424.46	425.41	425.71	426.40	0.067444	4.40	10.95	16.04	1.70
ramo	44	Tr 100	41.70	424.31	425.15	425.40	425.98	0.068389	4.04	10.32	17.35	1.67
ramo	44	Tr 200	48.20	424.31	425.20	425.49	426.14	0.070003	4.28	11.25	17.63	1.71
ramo	42	Tr 100	41.70	424.16	424.95	425.18	425.72	0.070475	3.88	10.74	19.61	1.67
ramo	42	Tr 200	48.20	424.16	425.00	425.26	425.87	0.072391	4.14	11.65	19.69	1.72
ramo	40	Tr 100	41.70	424.01	425.46	424.96	425.58	0.002591	1.55	26.90	23.24	0.46
ramo	40	Tr 200	48.20	424.01	425.57	425.04	425.70	0.002603	1.64	29.48	23.54	0.47
ramo	35		Bridge									
ramo	30	Tr 100	41.70	423.64	424.48	424.68	425.15	0.038186	3.63	11.48	21.38	1.58
ramo	30	Tr 200	48.20	423.64	424.53	424.75	425.28	0.038045	3.83	12.57	21.48	1.60
ramo	26	Tr 100	41.70	423.48	424.55	424.57	424.94	0.014141	2.73	15.25	20.63	1.02
ramo	26	Tr 200	48.20	423.48	424.62	424.64	425.05	0.014237	2.89	16.67	20.80	1.03
ramo	23	Tr 100	41.70	423.32	424.40	424.45	424.84	0.016500	2.95	14.15	19.26	1.10
ramo	23	Tr 200	48.20	423.32	424.48	424.53	424.96	0.015656	3.06	15.77	19.51	1.08
ramo	20	Tr 100	41.70	423.16	424.28	424.32	424.73	0.019647	2.96	14.09	17.69	1.06
ramo	20	Tr 200	48.20	423.16	424.38	424.40	424.85	0.018583	3.06	15.77	18.05	1.04
ramo	16	Tr 100	41.70	422.65	423.84	424.01	424.51	0.041739	3.62	11.51	15.74	1.35
ramo	16	Tr 200	48.20	422.65	423.93	424.11	424.64	0.039710	3.75	12.86	16.06	1.34
ramo	13	Tr 100	41.70	422.15	423.53	423.71	424.24	0.040962	3.73	11.18	14.23	1.34
ramo	13	Tr 200	48.20	422.15	423.62	423.81	424.38	0.039447	3.87	12.46	14.55	1.33
ramo	10	Tr 100	41.70	421.64	423.80	423.41	424.05	0.007932	2.22	18.81	14.67	0.63
ramo	10	Tr 200	48.20	421.64	423.80	423.51	424.13	0.010598	2.56	18.81	14.67	0.72

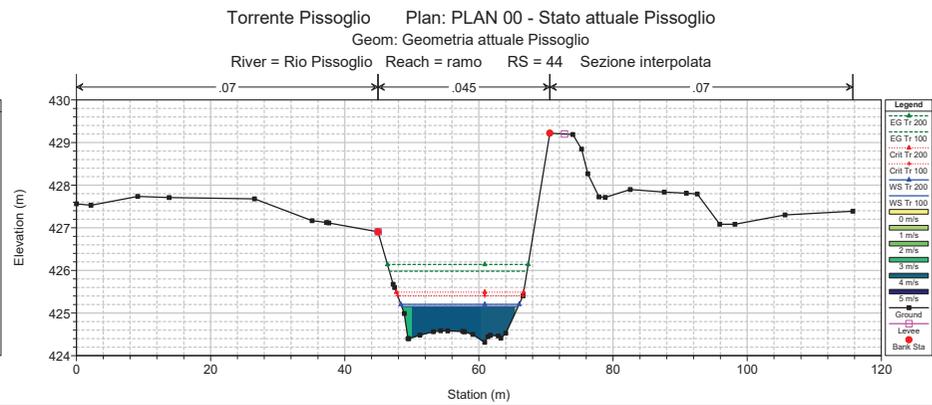
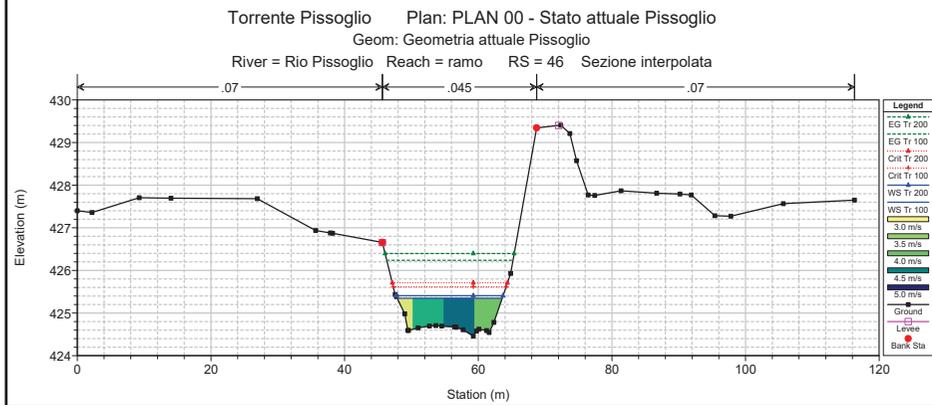
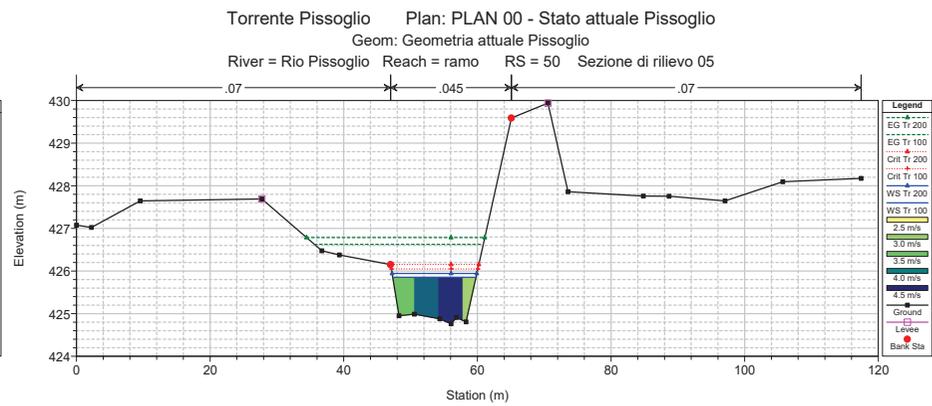
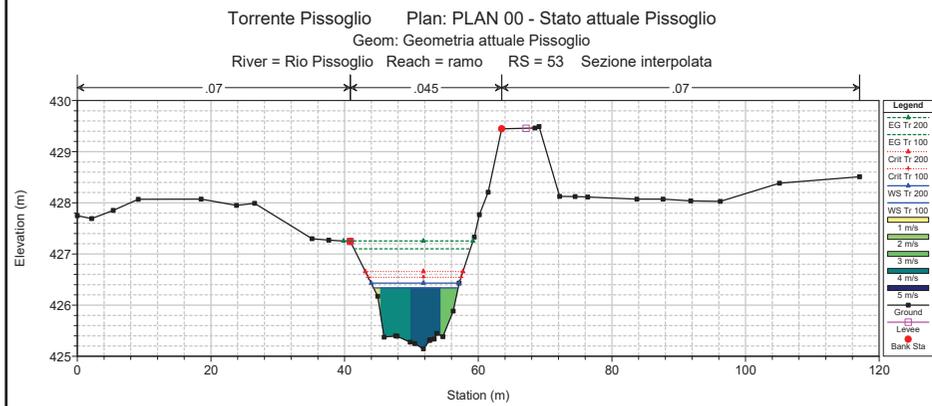
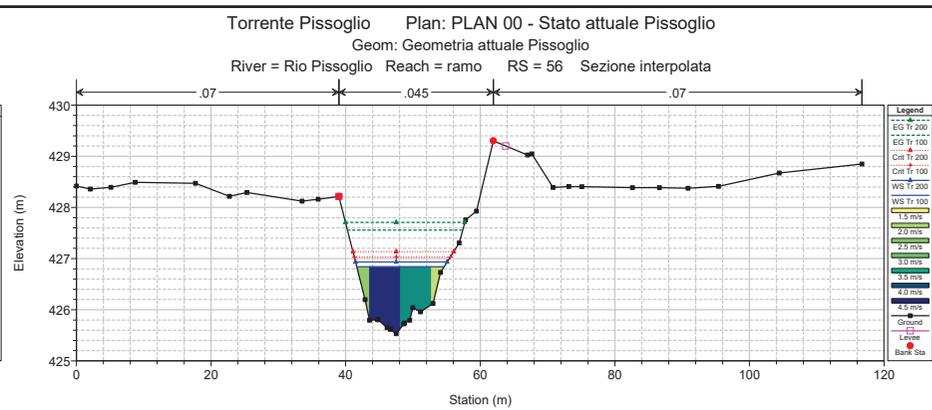
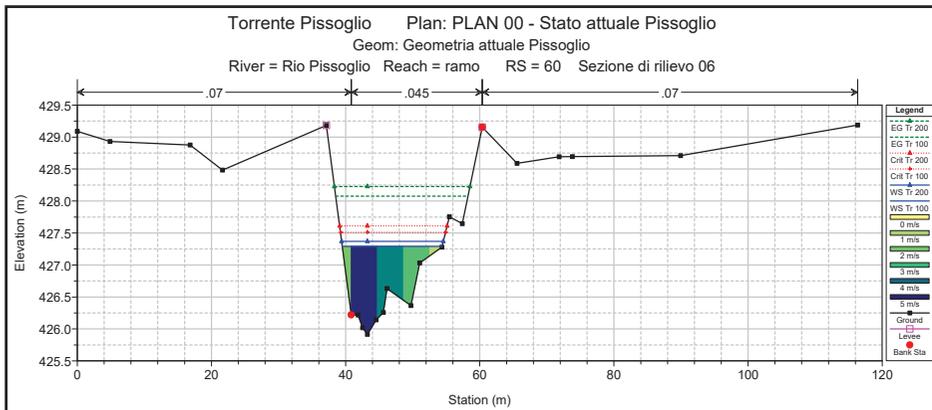
Torrente Pissoglio Plan: PLAN 00 - Stato attuale Pissoglio
Geom: Geometria attuale Pissoglio

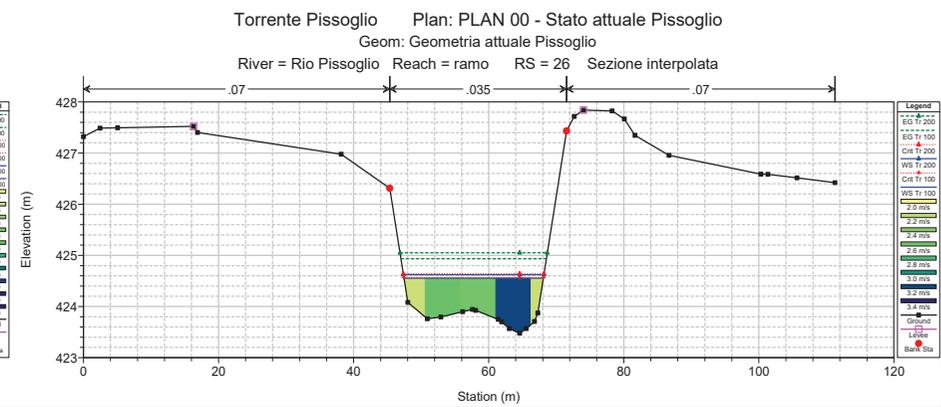
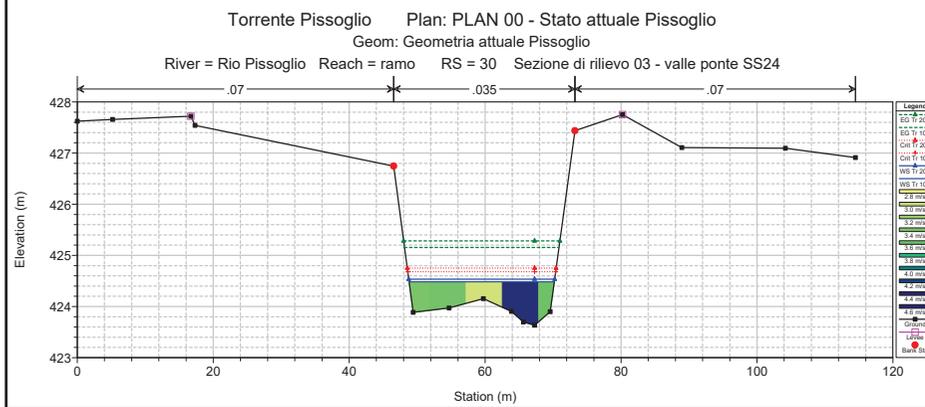
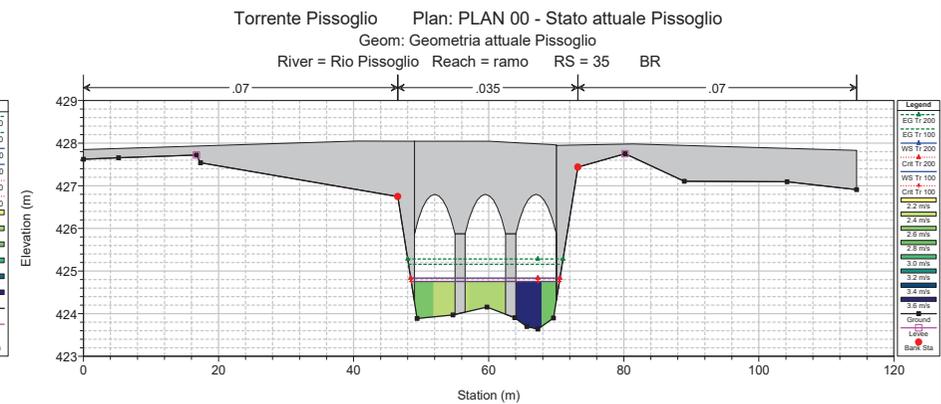
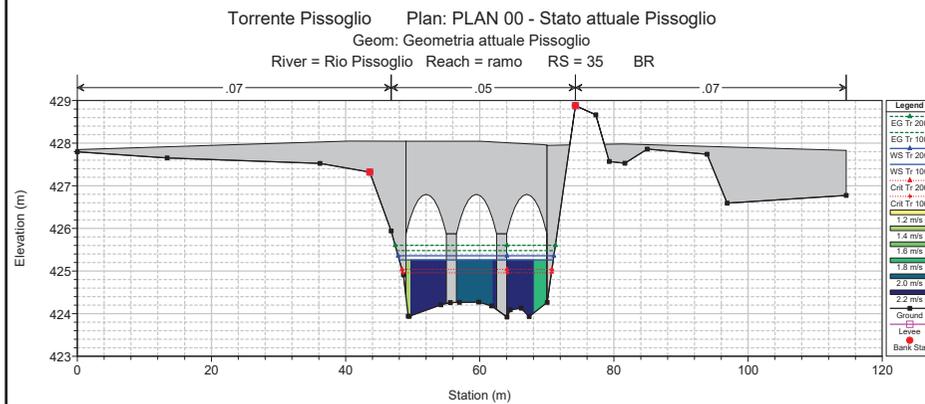
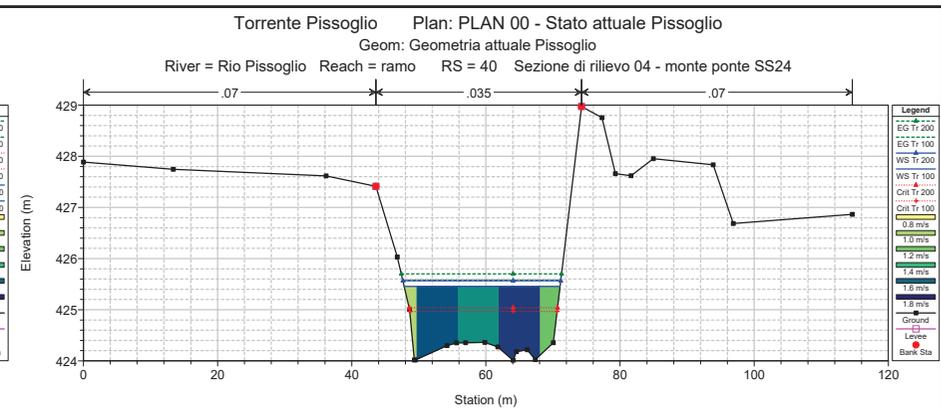
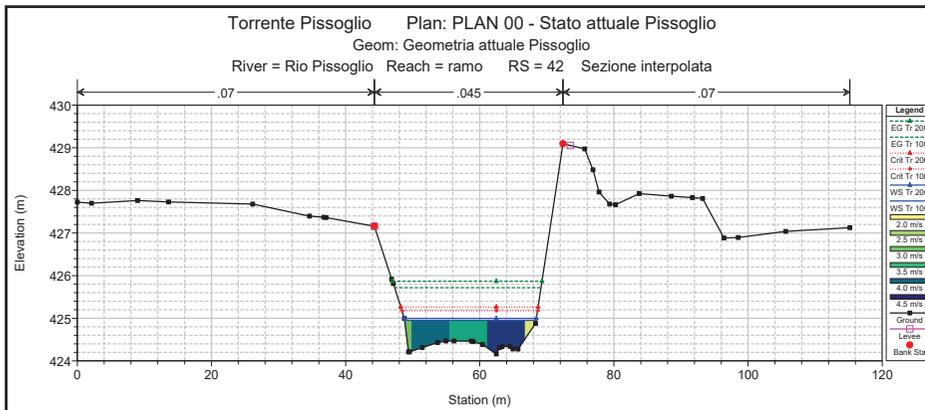


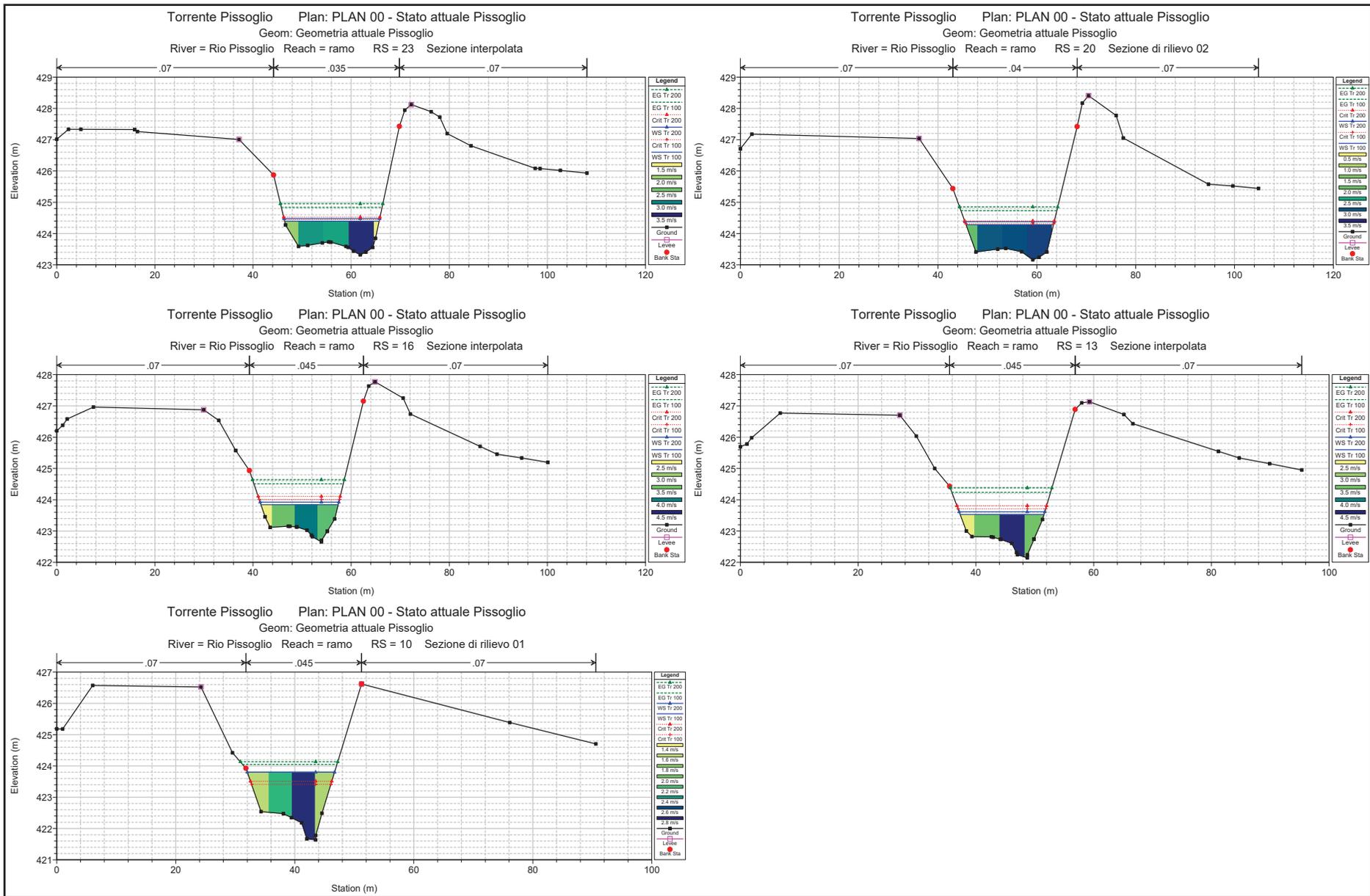
Torrente Pissoglio Plan: PLAN 00 - Stato attuale Pissoglio
Geom: Geometria attuale Pissoglio













PROVINCIA DI TORINO

*Ex S.S. 24 del Monginevro – Adeguamento funzionale
tratto Borgone di Susa – Susa*

VERIFICA DI COMPATIBILITA' IDRAULICA



ELABORATO 1 – Relazione idraulica di compatibilità

250 C - G 0 1 - R I E - 0 1 - 1

ALLEGATO 2B

**Nuovo attraversamento Rio Pissoglio in progetto – Plan01
Tempo di ritorno 100 e 200 anni
TABELLE, PROFILI, SEZIONI**

HEC-RAS Plan: Plan01 River: Rio Pissoglio Reach: ramo

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
ramo	80	Tr 100	41.70	429.56	431.18	431.45	432.03	0.040080	4.19	11.47	17.85	1.35
ramo	80	Tr 200	48.20	429.56	431.27	431.55	432.16	0.040054	4.35	12.99	18.31	1.36
ramo	76	Tr 100	41.70	428.87	430.26	430.60	431.32	0.057192	4.55	9.18	11.53	1.60
ramo	76	Tr 200	48.20	428.87	430.36	430.76	431.47	0.053585	4.67	10.39	12.38	1.57
ramo	73	Tr 100	41.70	428.18	429.55	429.82	430.44	0.059604	4.19	9.95	14.29	1.60
ramo	73	Tr 200	48.20	428.18	429.60	429.92	430.62	0.062799	4.47	10.79	14.60	1.66
ramo	70	Tr 100	41.70	427.50	428.93	429.12	429.62	0.047540	3.71	11.43	17.32	1.43
ramo	70	Tr 200	48.20	427.50	428.99	429.22	429.77	0.048100	3.92	12.51	17.60	1.46
ramo	66	Tr 100	41.70	426.97	428.36	428.58	429.11	0.052244	3.83	10.89	16.18	1.49
ramo	66	Tr 200	48.20	426.97	428.43	428.68	429.25	0.052261	4.01	12.01	16.61	1.51
ramo	63	Tr 100	41.70	426.44	427.82	428.04	428.58	0.051013	3.87	10.79	15.39	1.47
ramo	63	Tr 200	48.20	426.44	427.89	428.15	428.73	0.050430	4.05	11.92	15.72	1.48
ramo	60	Tr 100	41.70	425.92	427.29	427.51	428.08	0.048363	3.97	10.91	14.90	1.46
ramo	60	Tr 200	48.20	425.92	427.37	427.61	428.23	0.047502	4.16	12.05	15.17	1.47
ramo	56	Tr 100	41.70	425.53	426.84	427.03	427.56	0.036978	3.75	11.12	12.97	1.29
ramo	56	Tr 200	48.20	425.53	426.93	427.14	427.71	0.036930	3.90	12.37	13.61	1.31
ramo	53	Tr 100	41.70	425.15	426.34	426.54	427.10	0.039874	3.87	10.77	12.65	1.34
ramo	53	Tr 200	48.20	425.15	426.43	426.66	427.25	0.039356	4.02	11.99	13.17	1.35
ramo	50	Tr 100	41.70	424.76	425.85	426.05	426.63	0.040502	3.89	10.71	12.47	1.34
ramo	50	Tr 200	48.20	424.76	425.94	426.16	426.79	0.039704	4.07	11.85	12.69	1.34
ramo	46	Tr 100	41.70	424.46	425.35	425.62	426.24	0.066784	4.18	9.98	15.70	1.67
ramo	46	Tr 200	48.20	424.46	425.41	425.71	426.40	0.067444	4.40	10.95	16.04	1.70
ramo	44	Tr 100	41.70	424.31	425.15	425.40	425.98	0.068389	4.04	10.32	17.35	1.67
ramo	44	Tr 200	48.20	424.31	425.20	425.49	426.14	0.070003	4.28	11.25	17.63	1.71
ramo	42	Tr 100	41.70	424.16	424.91	425.18	425.80	0.039120	4.16	10.03	19.54	1.85
ramo	42	Tr 200	48.20	424.16	424.96	425.26	425.95	0.039304	4.40	10.95	19.63	1.88
ramo	40	Tr 100	41.70	424.01	424.68	424.96	425.63	0.050429	4.32	9.66	21.50	2.05
ramo	40	Tr 200	48.20	424.01	424.72	425.04	425.78	0.050278	4.56	10.57	21.57	2.08
ramo	35		Bridge									
ramo	30	Tr 100	41.70	423.64	424.68	424.68	425.04	0.010229	2.66	15.70	21.77	1.00
ramo	30	Tr 200	48.20	423.64	424.75	424.75	425.15	0.010039	2.79	17.29	21.92	1.00
ramo	26	Tr 100	41.70	423.48	424.48	424.57	424.95	0.014804	3.05	13.65	20.45	1.19
ramo	26	Tr 200	48.20	423.48	424.55	424.64	425.06	0.014015	3.17	15.21	20.63	1.18
ramo	23	Tr 100	41.70	423.32	424.54	424.45	424.85	0.015565	2.47	16.91	19.67	0.85
ramo	23	Tr 200	48.20	423.32	424.64	424.53	424.97	0.014793	2.56	18.86	19.96	0.84
ramo	20	Tr 100	41.70	423.16	424.32	424.32	424.73	0.022072	2.85	14.65	17.81	1.00
ramo	20	Tr 200	48.20	423.16	424.40	424.40	424.85	0.021465	2.97	16.25	18.15	1.00
ramo	16	Tr 100	41.70	422.65	423.85	424.01	424.50	0.040270	3.58	11.65	15.77	1.33
ramo	16	Tr 200	48.20	422.65	423.94	424.11	424.63	0.038314	3.70	13.01	16.09	1.31
ramo	13	Tr 100	41.70	422.15	423.53	423.71	424.23	0.040593	3.72	11.22	14.24	1.34
ramo	13	Tr 200	48.20	422.15	423.62	423.81	424.38	0.039030	3.86	12.50	14.56	1.33
ramo	10	Tr 100	41.70	421.64	423.22	423.41	423.97	0.039926	3.83	10.88	12.67	1.32
ramo	10	Tr 200	48.20	421.64	423.32	423.51	424.12	0.038380	3.97	12.14	13.01	1.31

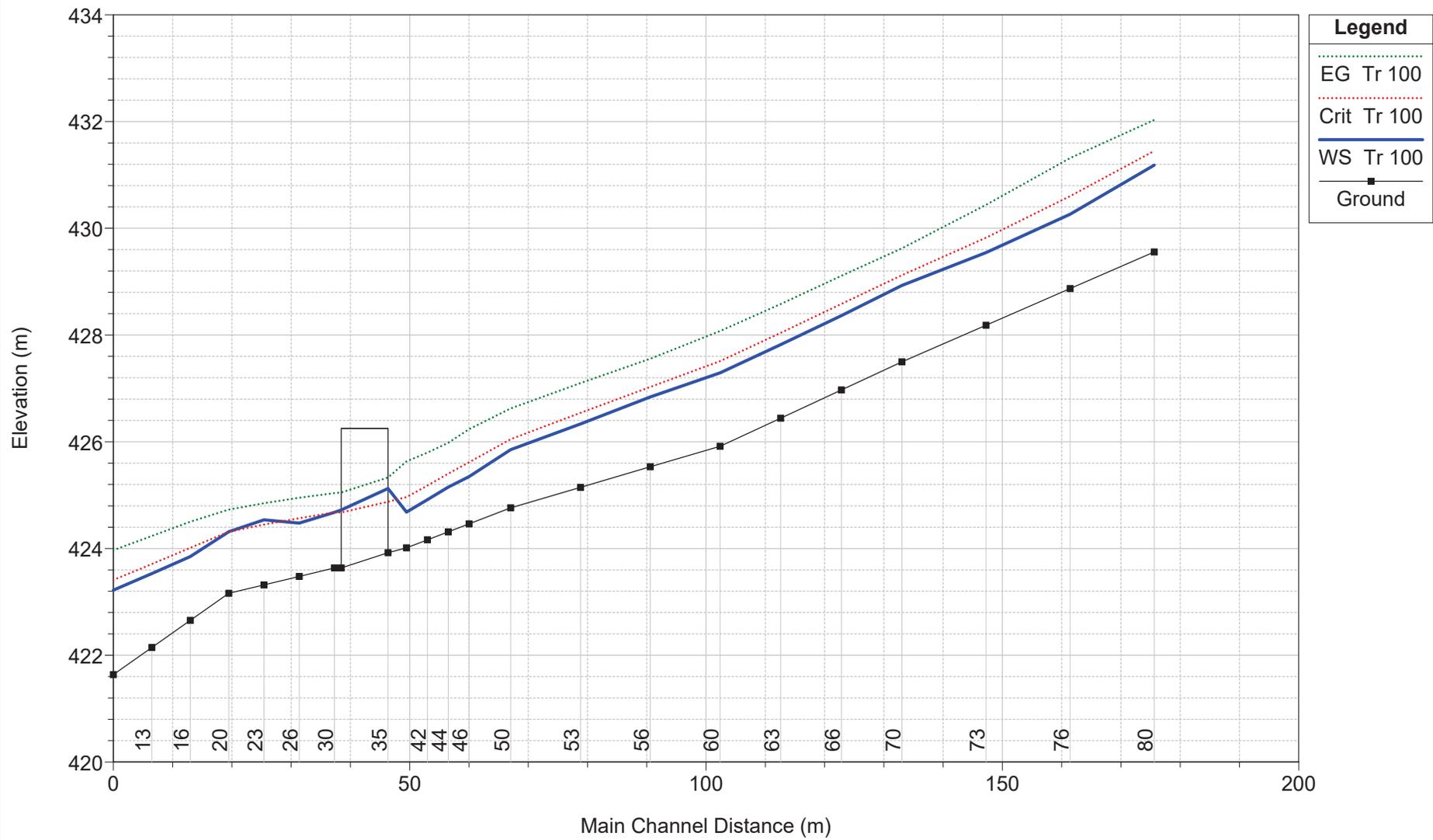
Plan: Plan01 Rio Pissoglio ramo RS: 35 Profile: Tr 100

E.G. US. (m)	425.63	Element	Inside BR US	Inside BR DS
W.S. US. (m)	424.68	E.G. Elev (m)	425.33	425.05
Q Total (m3/s)	41.70	W.S. Elev (m)	425.12	424.72
Q Bridge (m3/s)	41.70	Crit W.S. (m)	424.88	424.67
Q Weir (m3/s)		Max Chl Dpth (m)	1.20	1.09
Weir Sta Lft (m)		Vel Total (m/s)	2.01	2.53
Weir Sta Rgt (m)		Flow Area (m2)	20.74	16.49
Weir Submerg		Froude # Chl	0.65	0.91
Weir Max Depth (m)		Specif Force (m3)	18.91	17.43
Min El Weir Flow (m)	427.95	Hydr Depth (m)	0.99	0.79
Min El Prs (m)	426.25	W.P. Total (m)	22.92	22.22
Delta EG (m)	0.59	Conv. Total (m3/s)	388.0	450.4
Delta WS (m)	0.00	Top Width (m)	21.00	21.00
BR Open Area (m2)	44.38	Frctn Loss (m)	0.20	0.22
BR Open Vel (m/s)	2.53	C & E Loss (m)	0.09	0.09
Coef of Q		Shear Total (N/m2)	102.49	62.36
Br Sel Method	Energy only	Power Total (N/m s)	0.00	0.00

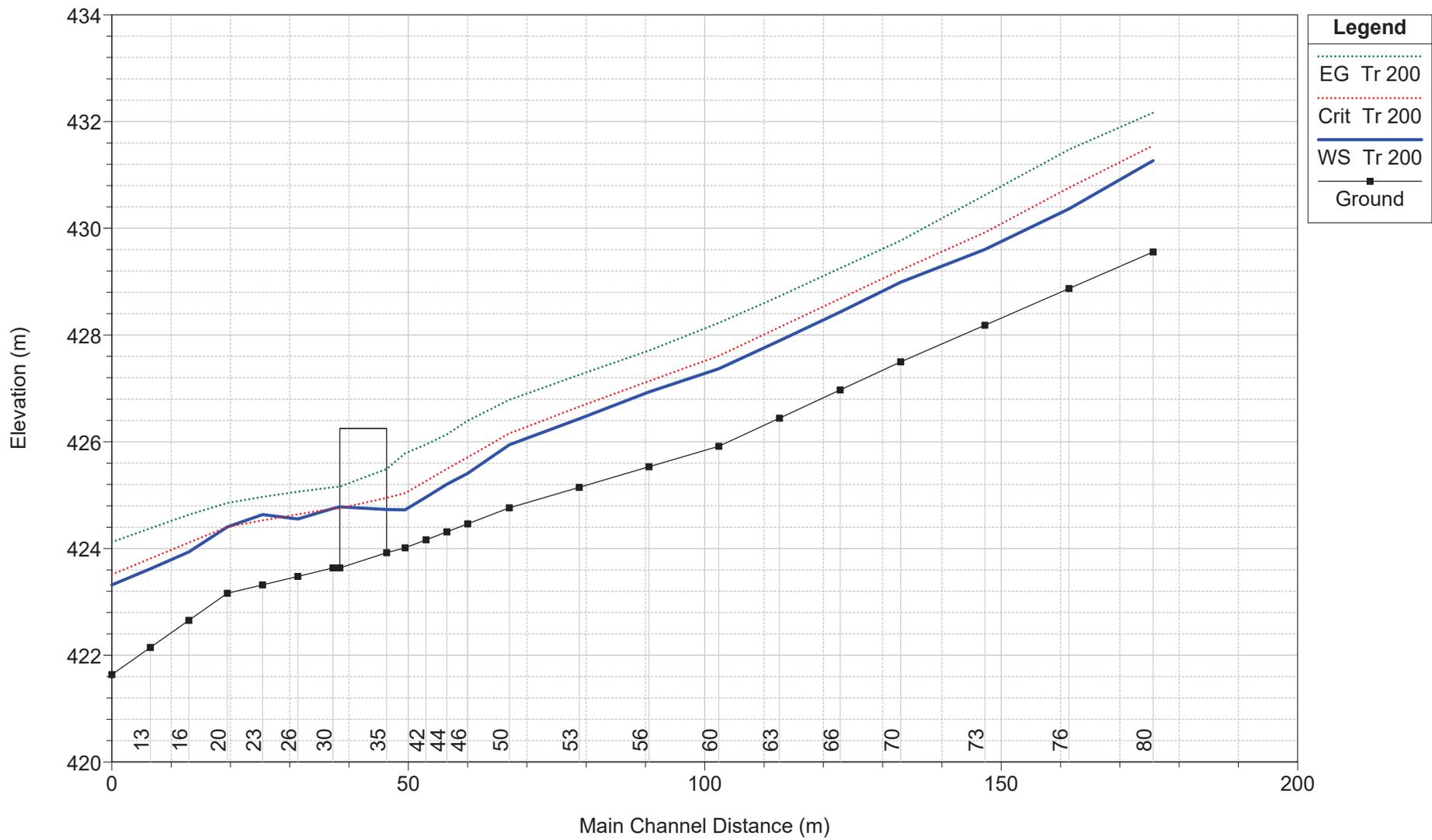
Plan: Plan01 Rio Pissoglio ramo RS: 35 Profile: Tr 200

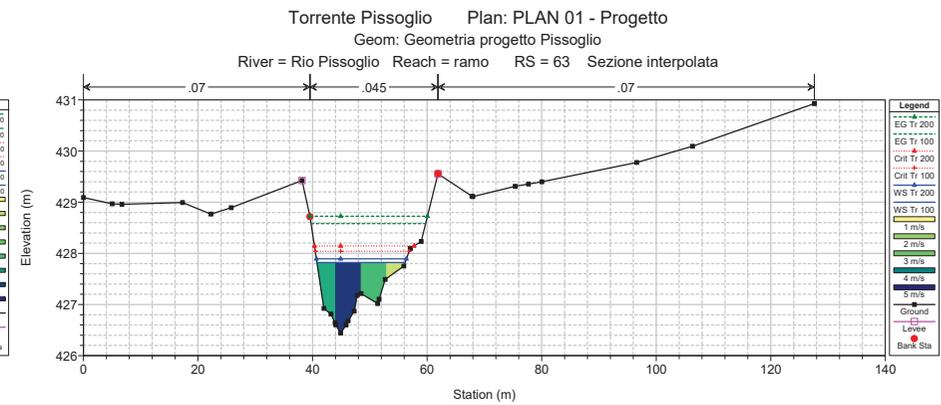
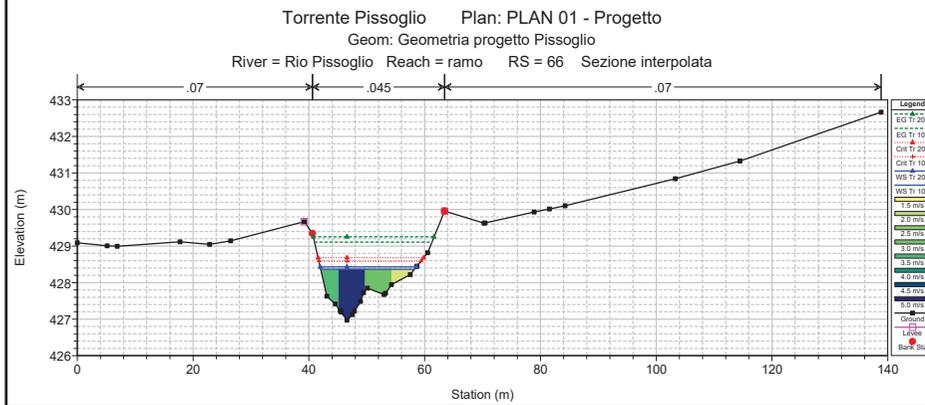
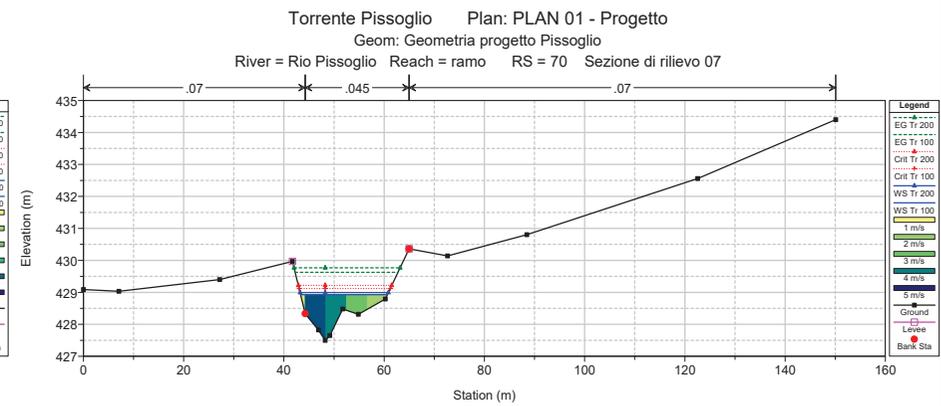
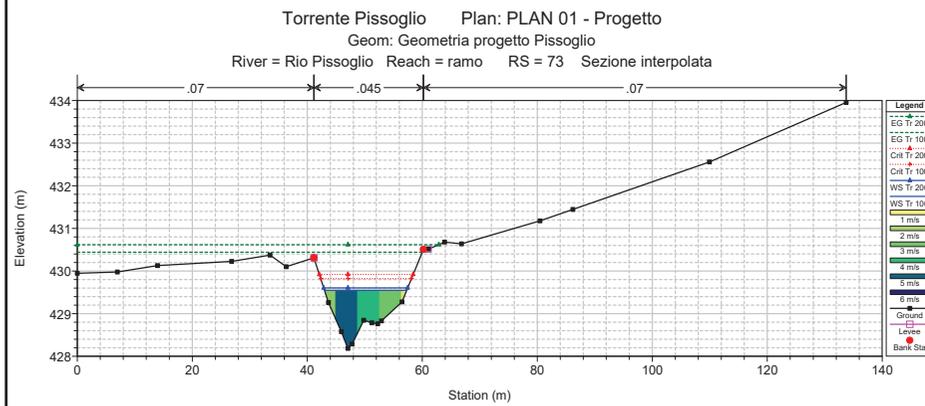
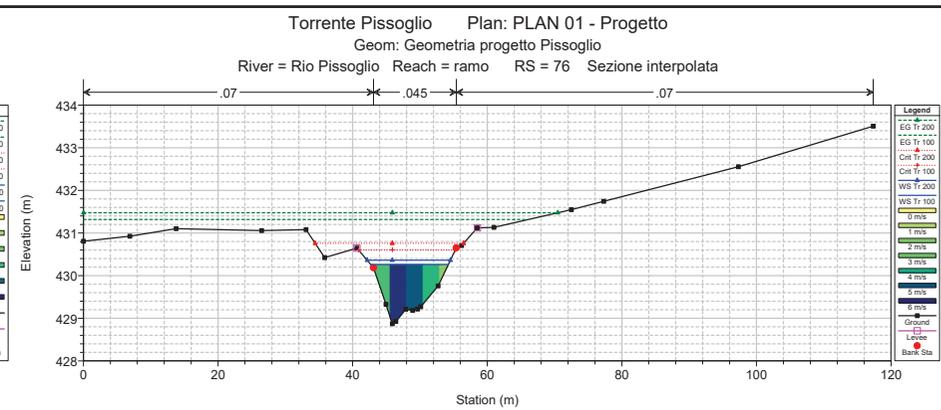
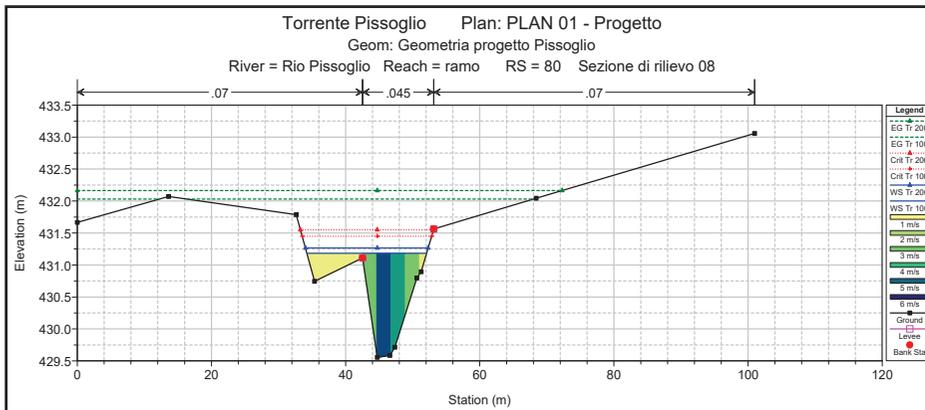
E.G. US. (m)	425.78	Element	Inside BR US	Inside BR DS
W.S. US. (m)	424.72	E.G. Elev (m)	425.49	425.16
Q Total (m3/s)	48.20	W.S. Elev (m)	424.73	424.78
Q Bridge (m3/s)	48.20	Crit W.S. (m)	424.95	424.75
Q Weir (m3/s)		Max Chl Dpth (m)	0.81	1.14
Weir Sta Lft (m)		Vel Total (m/s)	3.86	2.73
Weir Sta Rgt (m)		Flow Area (m2)	12.49	17.69
Weir Submerg		Froude # Chl	1.60	0.95
Weir Max Depth (m)		Specif Force (m3)	22.79	21.04
Min El Weir Flow (m)	427.95	Hydr Depth (m)	0.59	0.84
Min El Prs (m)	426.25	W.P. Total (m)	22.13	22.34
Delta EG (m)	0.64	Conv. Total (m3/s)	170.6	504.6
Delta WS (m)	-0.03	Top Width (m)	21.00	21.00
BR Open Area (m2)	44.38	Frctn Loss (m)	0.20	0.23
BR Open Vel (m/s)	3.86	C & E Loss (m)	0.09	0.10
Coef of Q		Shear Total (N/m2)	441.83	70.86
Br Sel Method	Energy only	Power Total (N/m s)	0.00	0.00

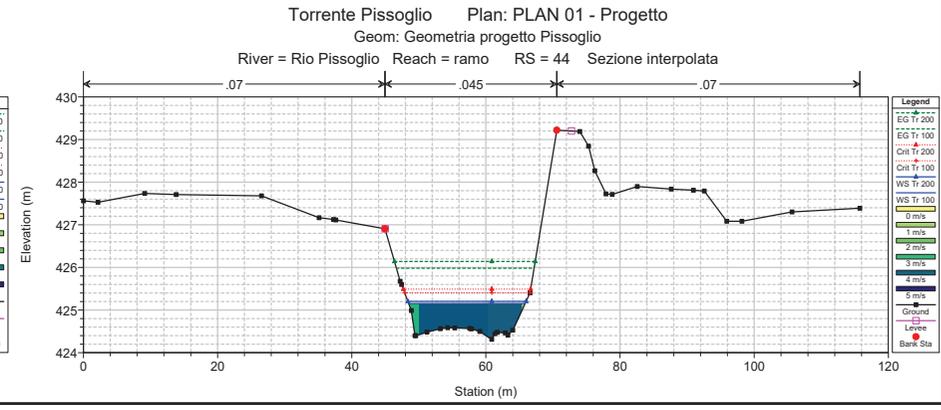
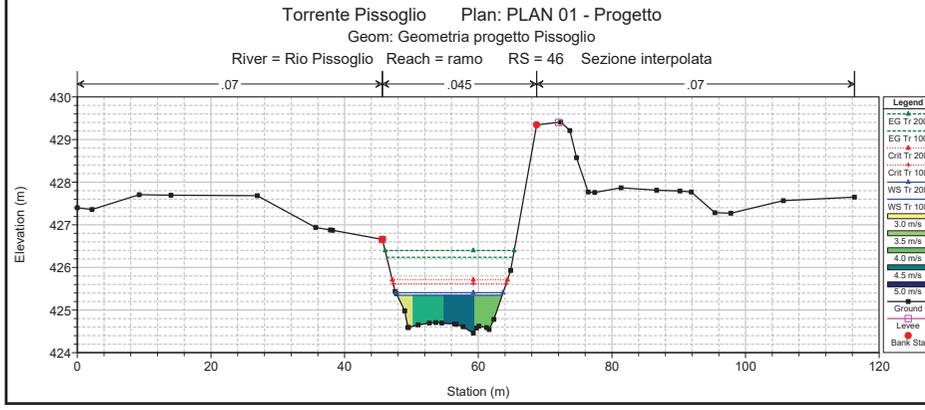
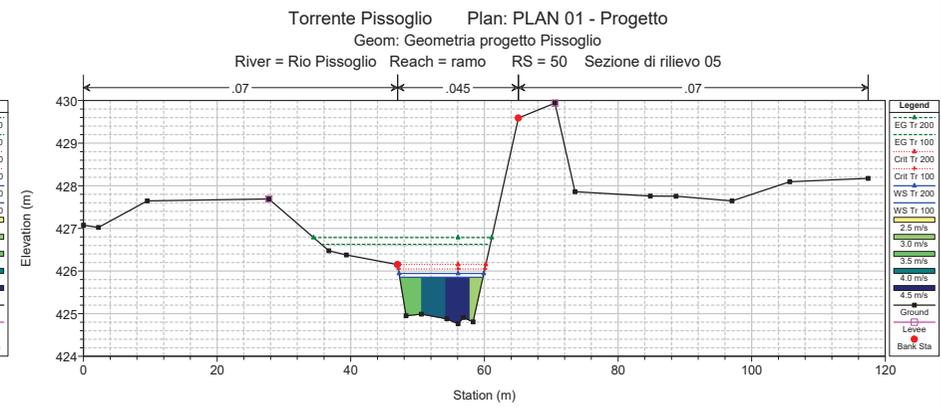
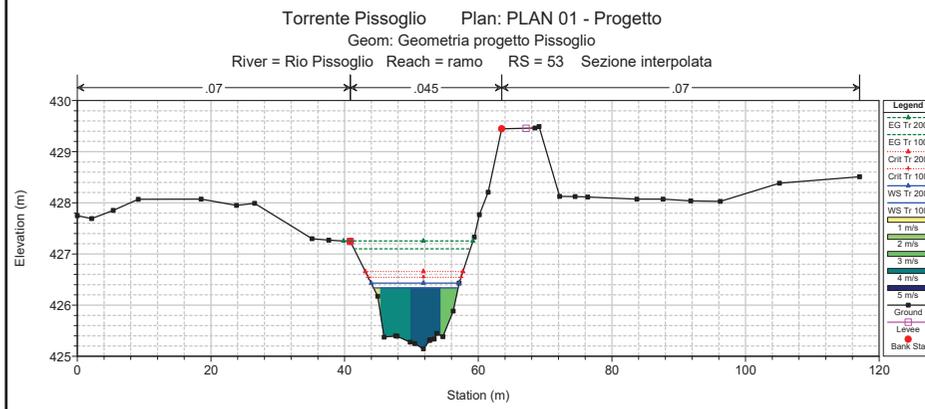
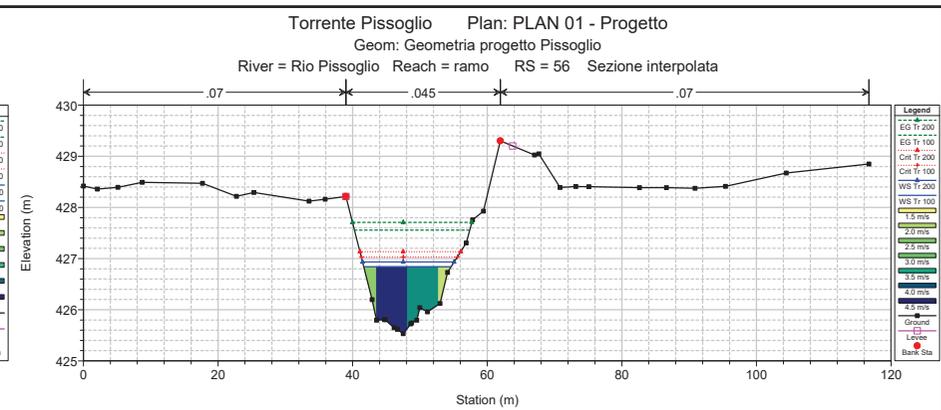
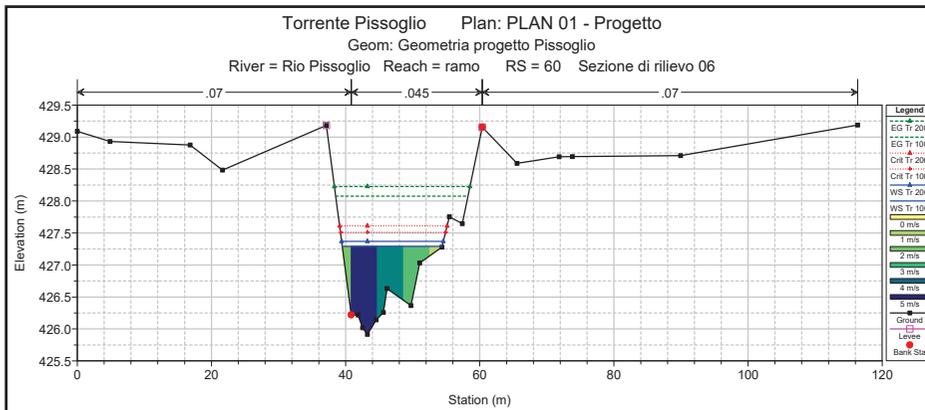
Torrente Pissoglio Plan: PLAN 01 - Progetto
Geom: Geometria progetto Pissoglio

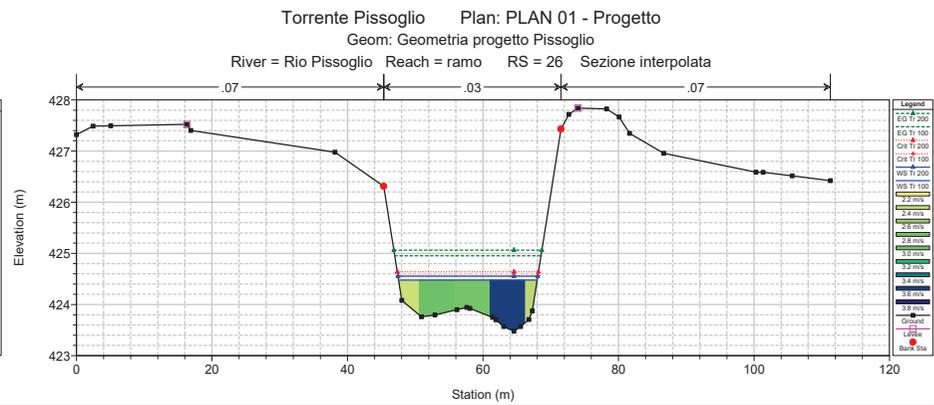
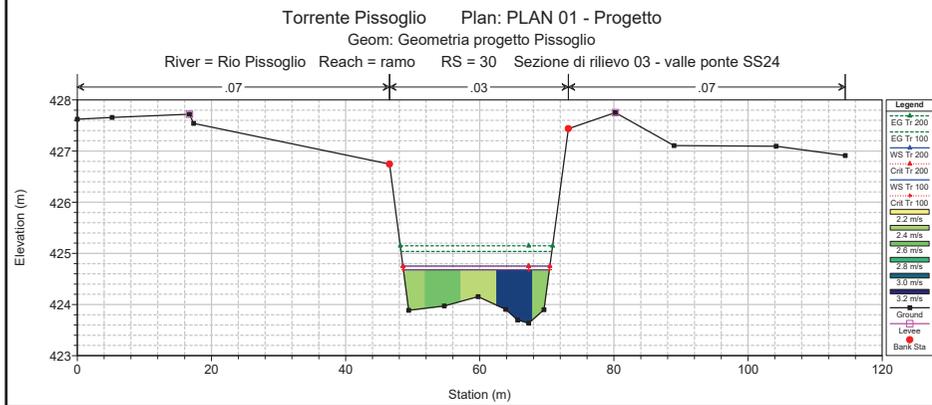
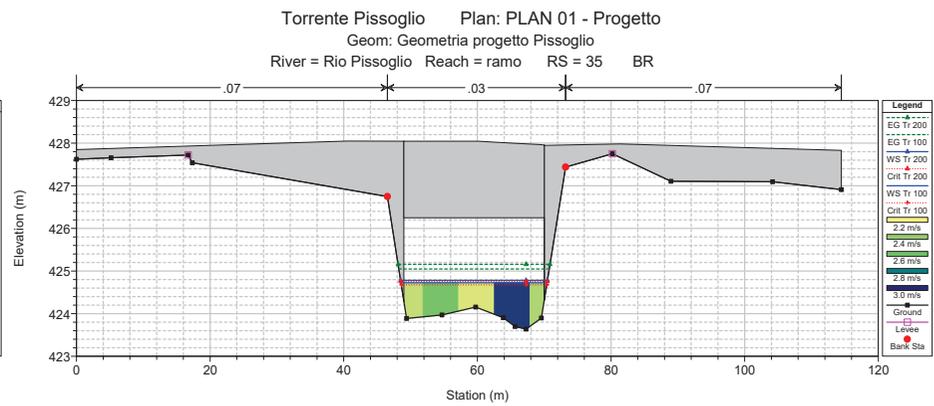
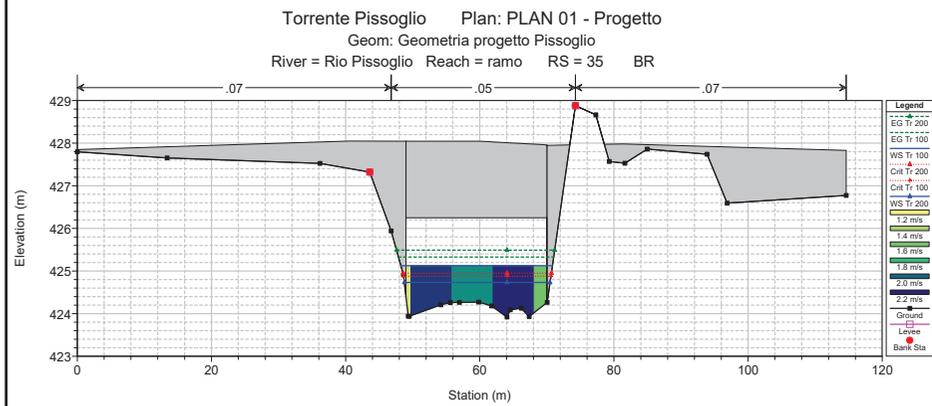
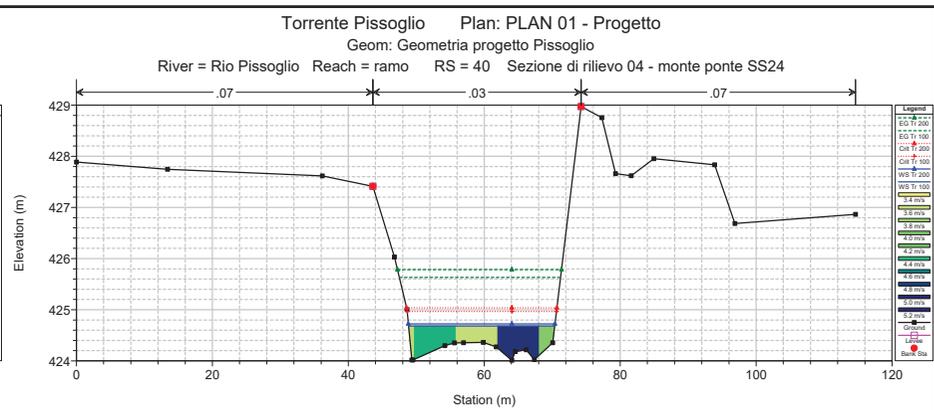
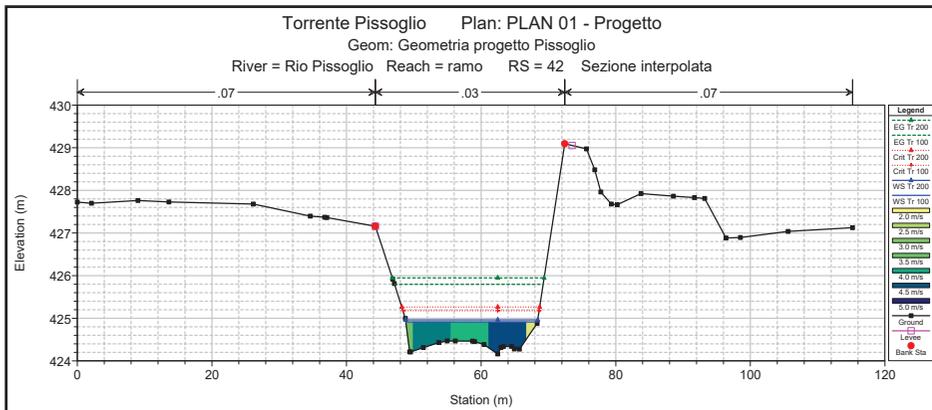


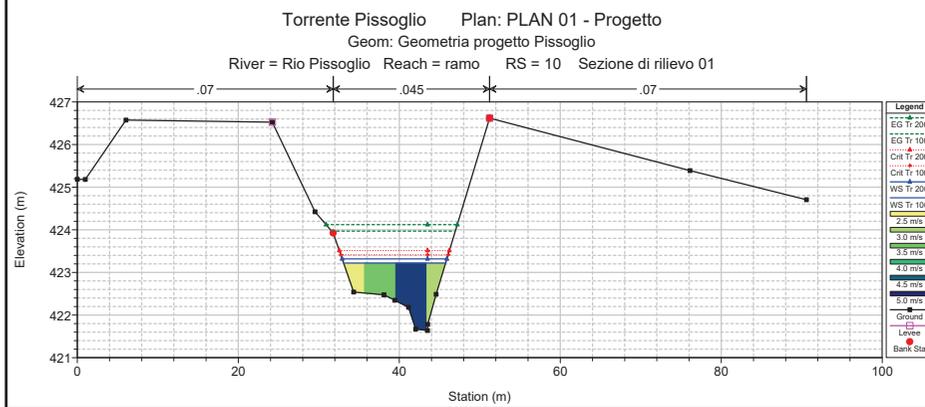
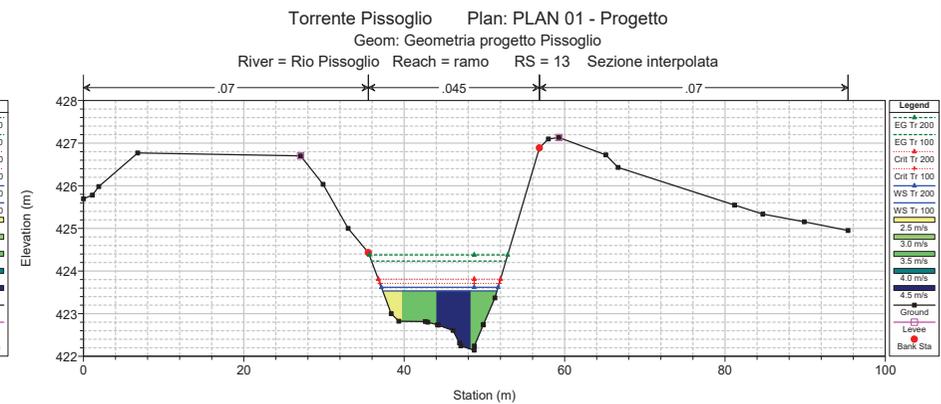
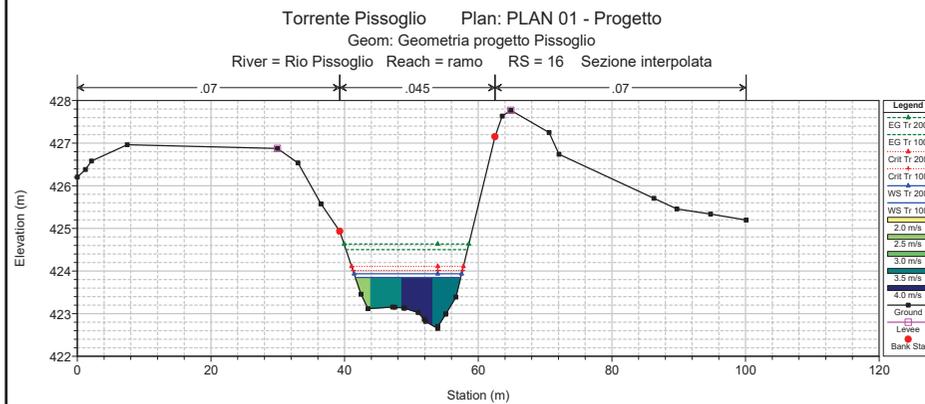
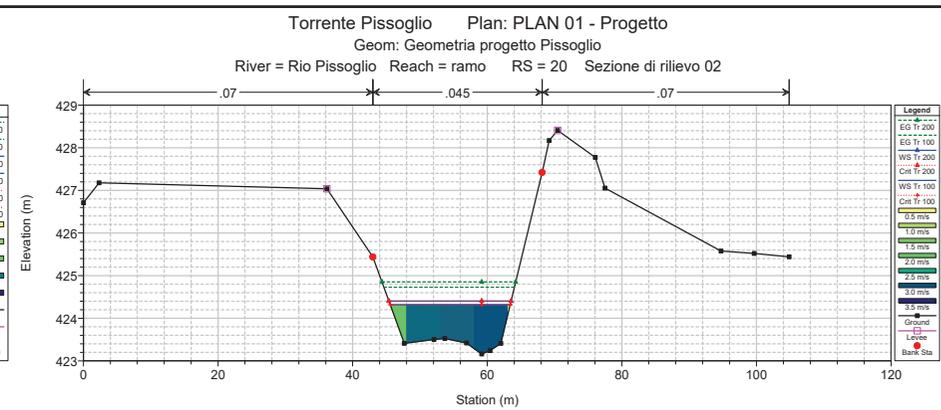
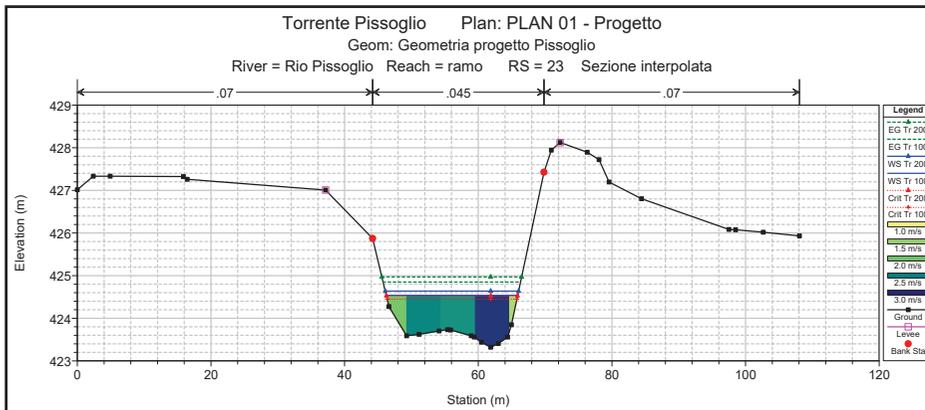
Torrente Pissoglio Plan: PLAN 01 - Progetto
Geom: Geometria progetto Pissoglio













PROVINCIA DI TORINO

*Ex S.S. 24 del Monginevro – Adeguamento funzionale
tratto Borgone di Susa – Susa*

VERIFICA DI COMPATIBILITA' IDRAULICA

SISTEMA QUALITÀ
AZIENDALE

certificato in accordo alla norma
ISO 9001:2000 e sottoposto a
verifiche sistematiche e periodiche



ELABORATO 1 – Relazione idraulica di compatibilità

250 C - G 0 1 - R I E - 0 1 - 1

ALLEGATO 3

– Risultati delle simulazioni idrauliche - Rio Gerardo



PROVINCIA DI TORINO

*Ex S.S. 24 del Monginevro – Adeguamento funzionale
tratto Borgone di Susa – Susa*

VERIFICA DI COMPATIBILITA' IDRAULICA



ELABORATO 1 – Relazione idraulica di compatibilità

250 C - G 0 1 - R I E - 0 1 - 1

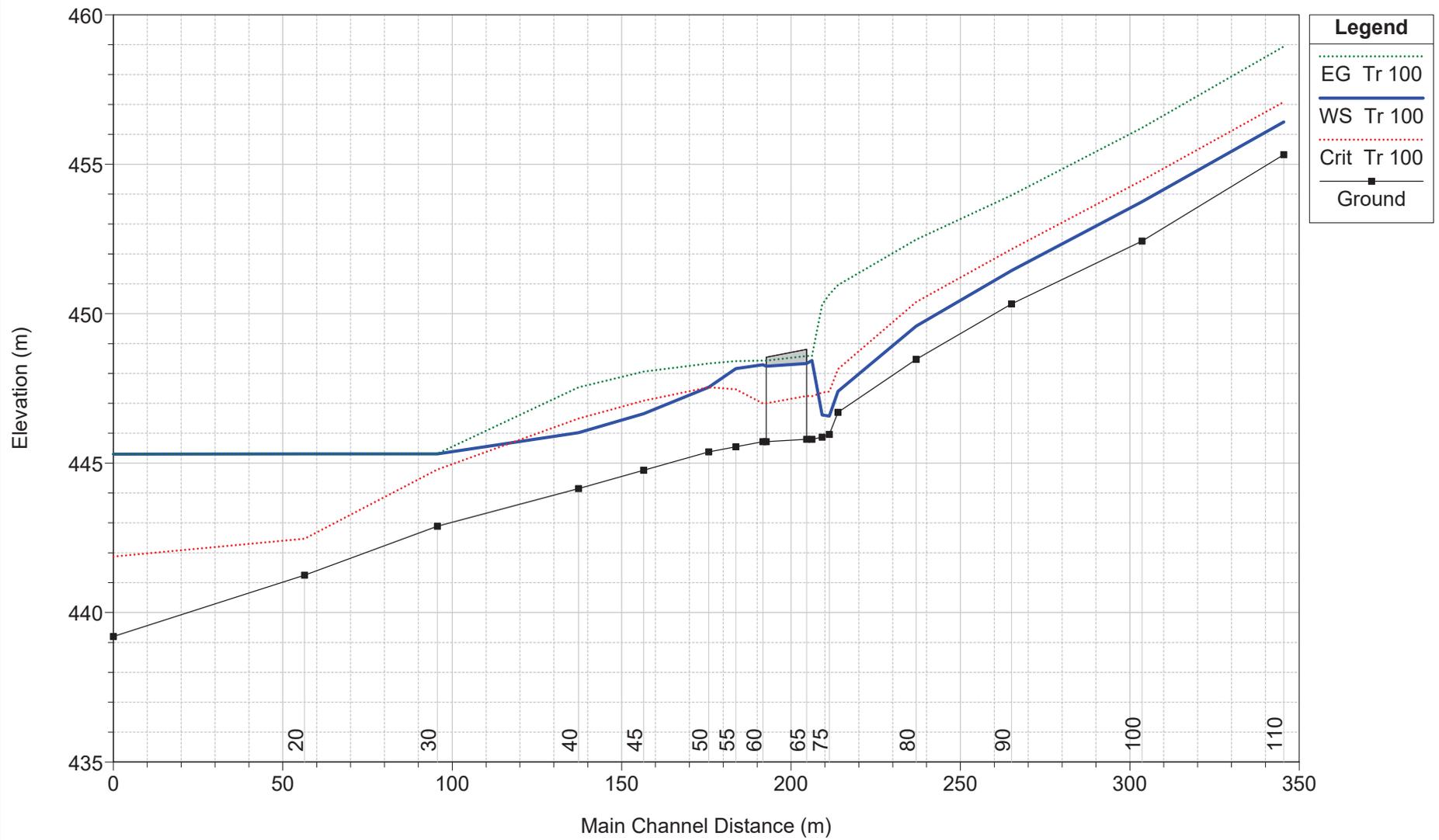
ALLEGATO 3A

**Situazione attuale Rio Gerardo (studio 2007) – Plan0
Tempo di ritorno 100 e 200 anni
TABELLE, PROFILI, SEZIONI**

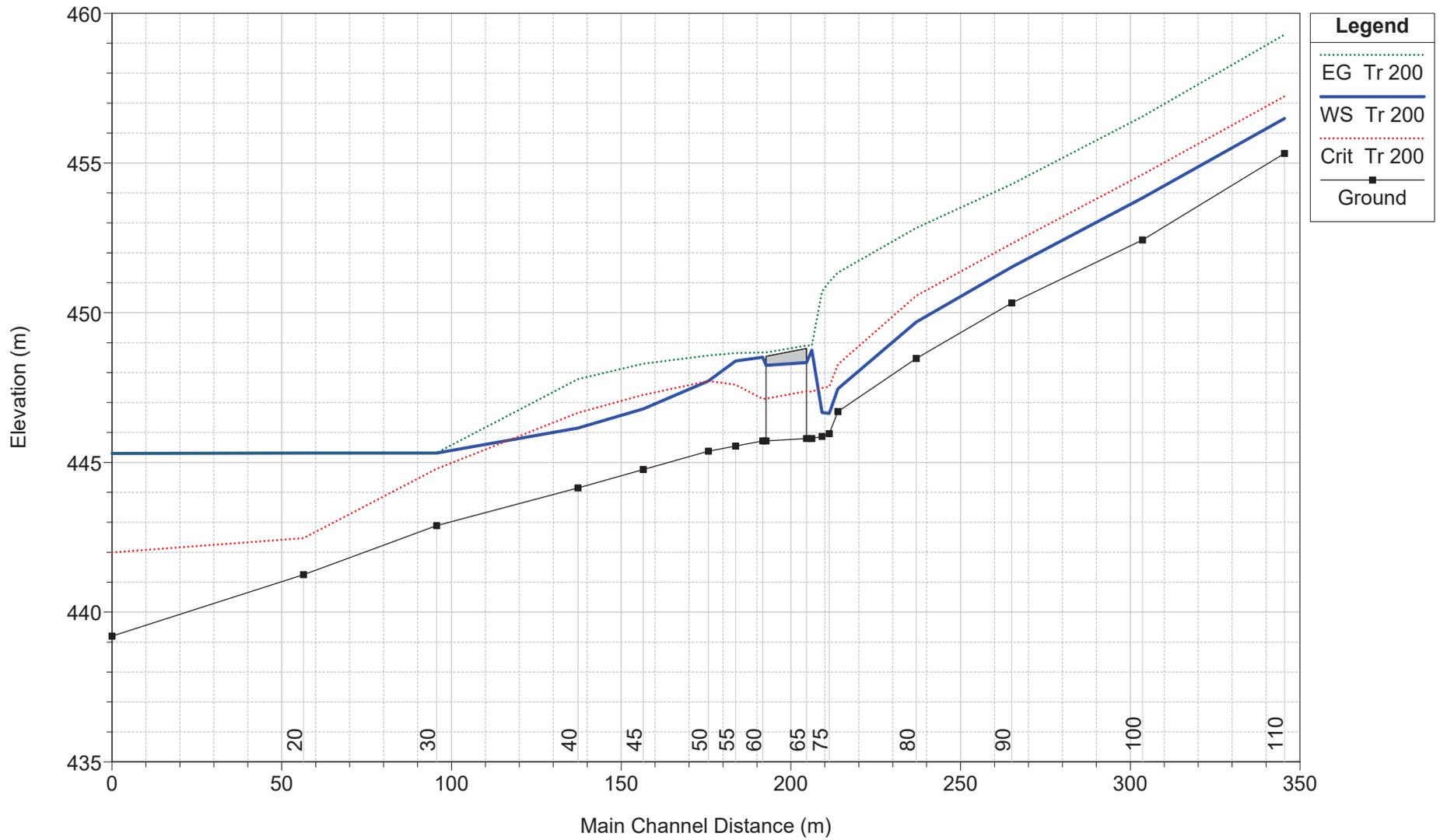
HEC-RAS Plan: PLAN 00 River: Gerardo Reach: gerardo

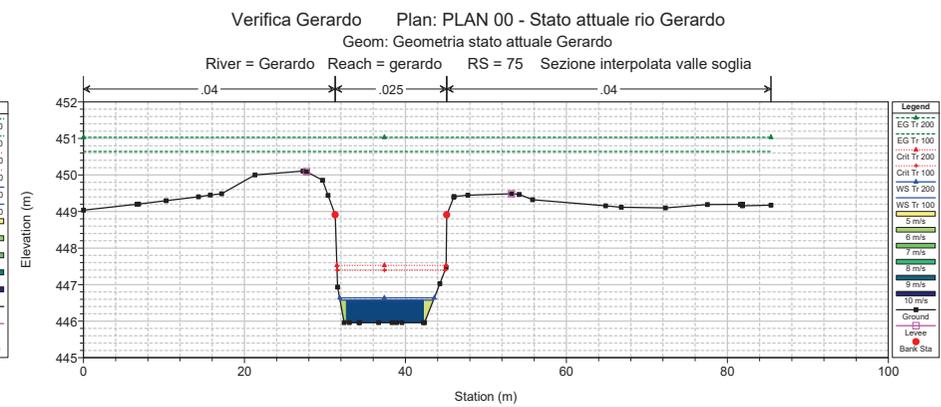
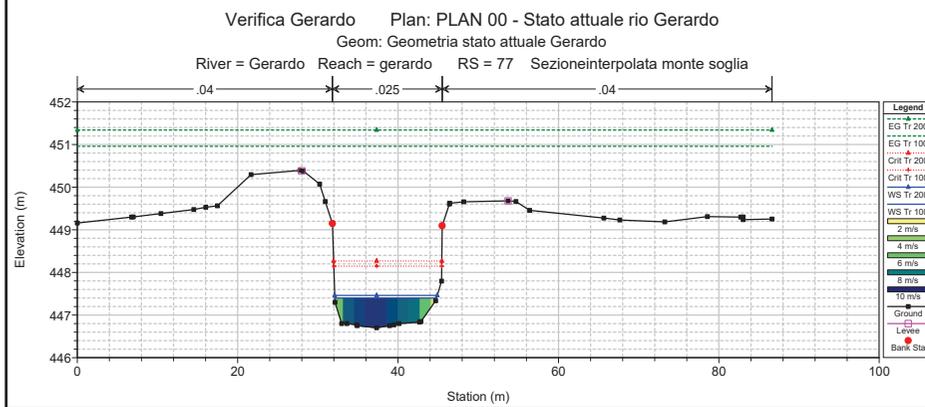
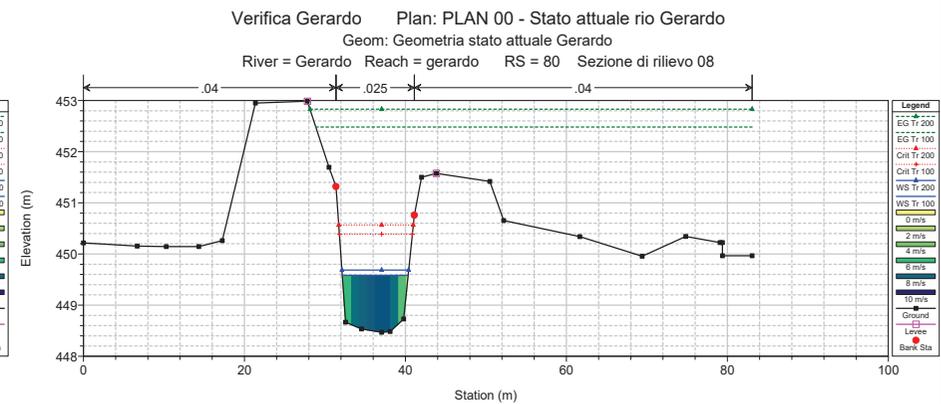
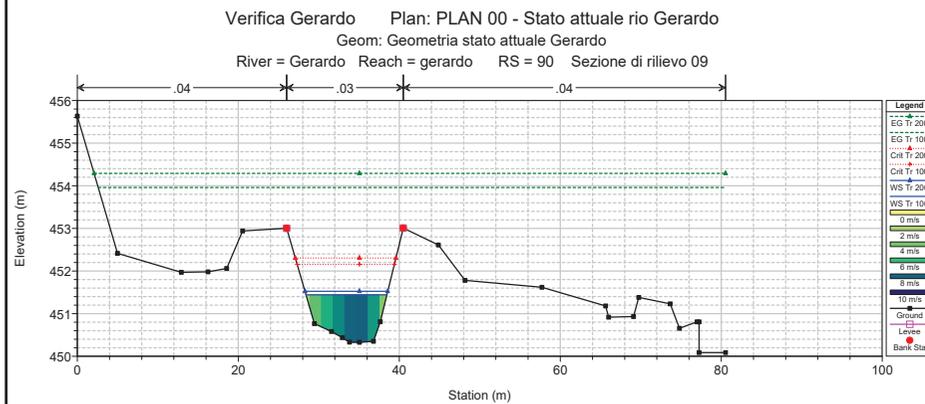
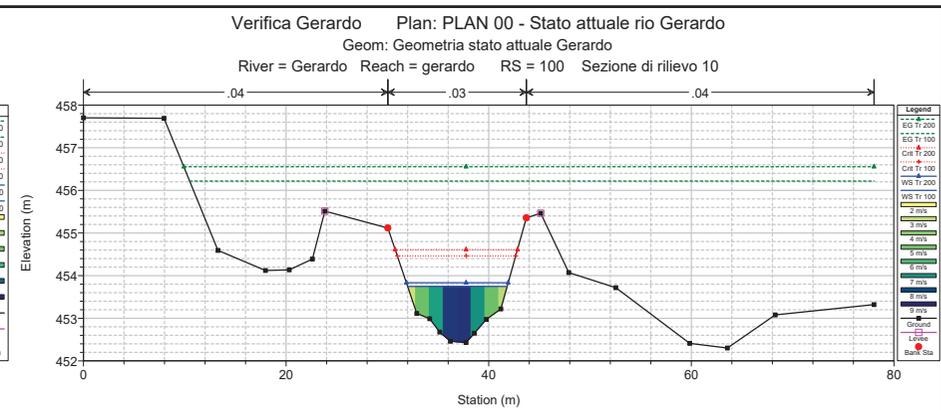
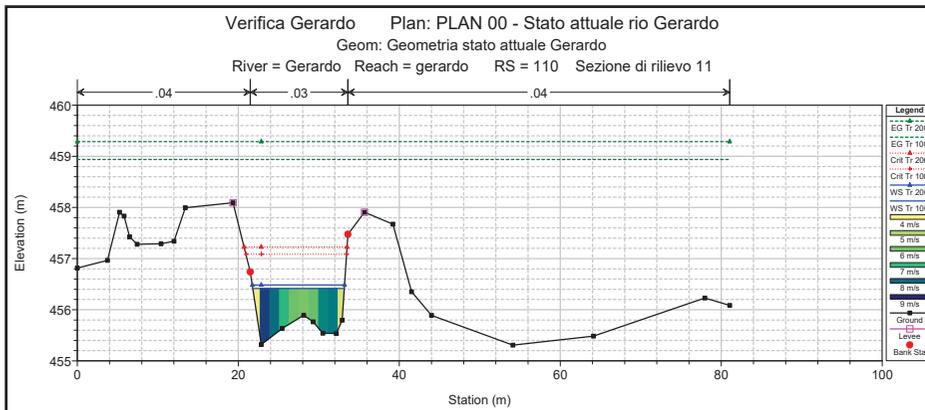
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
gerardo	110	Tr 100	59.40	455.32	456.41	457.09	458.94	0.074044	7.04	8.44	11.37	2.61
gerardo	110	Tr 200	68.60	455.32	456.49	457.23	459.29	0.074045	7.41	9.25	11.47	2.63
gerardo	100	Tr 100	59.40	452.43	453.75	454.46	456.22	0.056868	6.97	8.53	9.83	2.39
gerardo	100	Tr 200	68.60	452.43	453.83	454.61	456.55	0.057081	7.31	9.39	10.06	2.41
gerardo	90	Tr 100	59.40	450.33	451.44	452.16	453.96	0.060219	7.03	8.45	10.04	2.45
gerardo	90	Tr 200	68.60	450.33	451.53	452.31	454.29	0.060214	7.37	9.31	10.28	2.47
gerardo	80	Tr 100	59.40	448.47	449.58	450.39	452.48	0.044131	7.54	7.88	8.18	2.45
gerardo	80	Tr 200	68.60	448.47	449.69	450.57	452.83	0.043168	7.86	8.73	8.29	2.44
gerardo	77	Tr 100	59.40	446.70	447.40	448.15	450.96	0.097545	8.36	7.11	12.68	3.56
gerardo	77	Tr 200	68.60	446.70	447.46	448.27	451.34	0.094605	8.73	7.86	12.78	3.55
gerardo	75	Tr 100	59.40	445.96	446.58	447.39	450.64	0.110225	8.93	6.65	11.60	3.77
gerardo	75	Tr 200	68.60	445.96	446.64	447.53	451.03	0.105931	9.29	7.39	11.77	3.74
gerardo	72	Tr 100	59.40	445.87	446.61	447.36	450.30	0.106480	8.51	6.98	12.96	3.70
gerardo	72	Tr 200	68.60	445.87	446.67	447.49	450.70	0.103882	8.90	7.71	13.07	3.70
gerardo	70	Tr 100	59.40	445.80	448.43	447.24	448.58	0.000789	1.72	34.53	14.59	0.36
gerardo	70	Tr 200	68.60	445.80	448.75	447.36	448.90	0.000745	1.75	39.27	15.50	0.35
gerardo	65		Bridge									
gerardo	60	Tr 100	59.40	445.72	448.29	447.00	448.43	0.000733	1.66	35.73	14.35	0.34
gerardo	60	Tr 200	68.60	445.72	448.51	447.12	448.67	0.000758	1.76	38.94	14.39	0.34
gerardo	55	Tr 100	59.40	445.55	448.16	447.47	448.41	0.001589	2.21	26.88	14.13	0.51
gerardo	55	Tr 200	68.60	445.55	448.39	447.59	448.65	0.001515	2.28	30.05	14.17	0.50
gerardo	50	Tr 100	59.40	445.38	447.54	447.54	448.33	0.006427	3.95	15.04	9.45	1.00
gerardo	50	Tr 200	68.60	445.38	447.72	447.72	448.57	0.006342	4.09	16.76	9.82	1.00
gerardo	45	Tr 100	59.40	444.76	446.65	447.09	448.06	0.023210	5.25	11.30	9.66	1.55
gerardo	45	Tr 200	68.60	444.76	446.79	447.26	448.30	0.022719	5.45	12.59	9.98	1.55
gerardo	40	Tr 100	59.40	444.15	446.02	446.49	447.54	0.031090	5.46	10.87	9.17	1.60
gerardo	40	Tr 200	68.60	444.15	446.15	446.66	447.78	0.030398	5.66	12.12	9.47	1.60
gerardo	30	Tr 100	59.40	442.89	445.31	444.79	445.31	0.000068	0.34	189.36	74.65	0.08
gerardo	30	Tr 200	68.60	442.89	445.31	444.79	445.32	0.000091	0.39	189.60	74.66	0.09
gerardo	20	Tr 100	59.40	441.25	445.31	442.47	445.31	0.000030	0.38	234.07	69.20	0.06
gerardo	20	Tr 200	68.60	441.25	445.31	442.47	445.32	0.000039	0.43	234.28	69.20	0.07
gerardo	10	Tr 100	59.40	439.20	445.30	441.88	445.31	0.000052	0.57	155.07	37.75	0.08
gerardo	10	Tr 200	68.60	439.20	445.30	441.99	445.31	0.000069	0.66	155.07	37.75	0.09

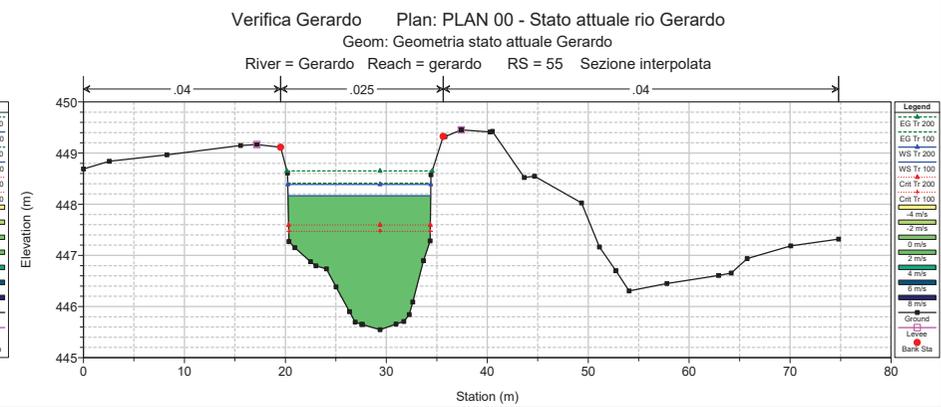
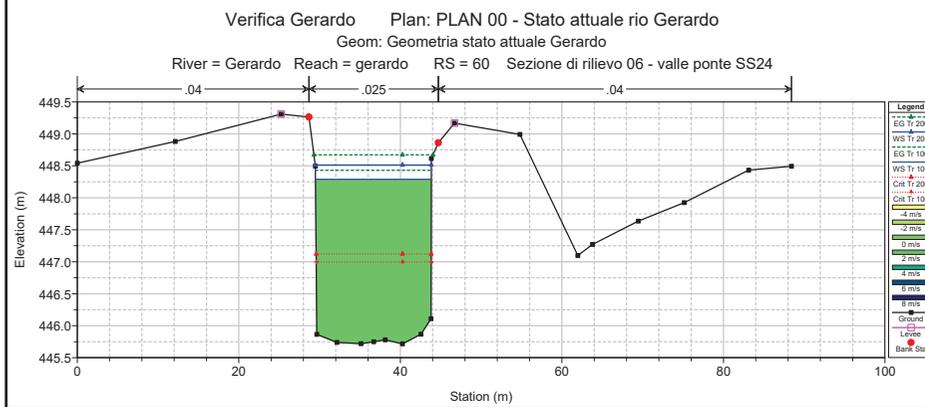
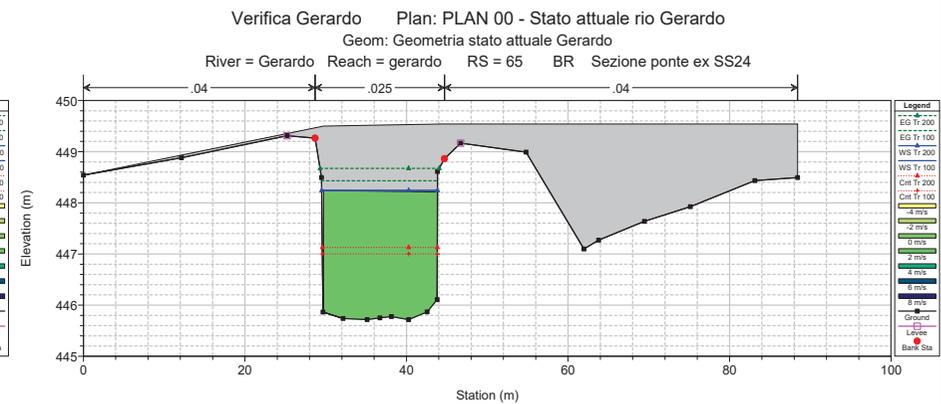
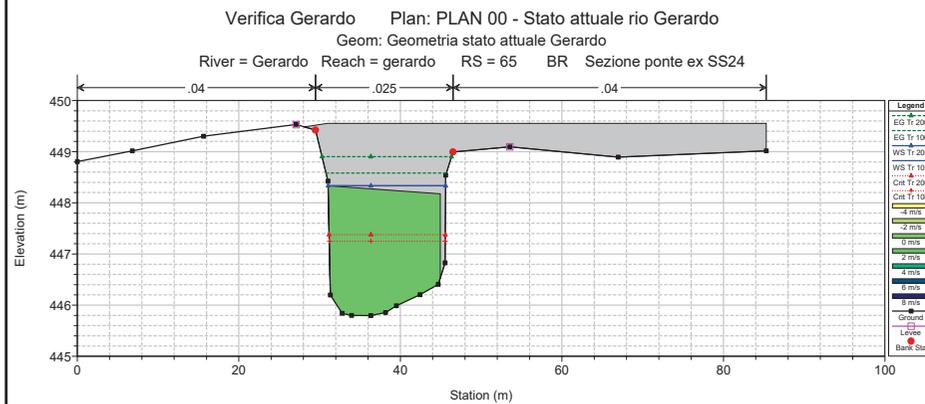
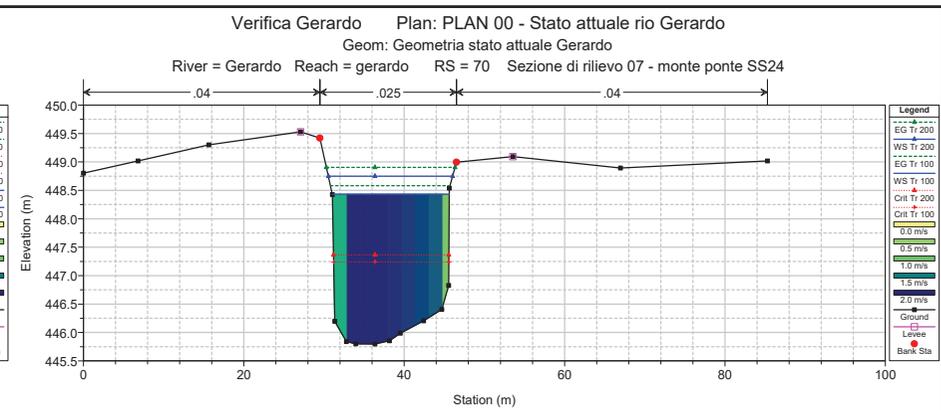
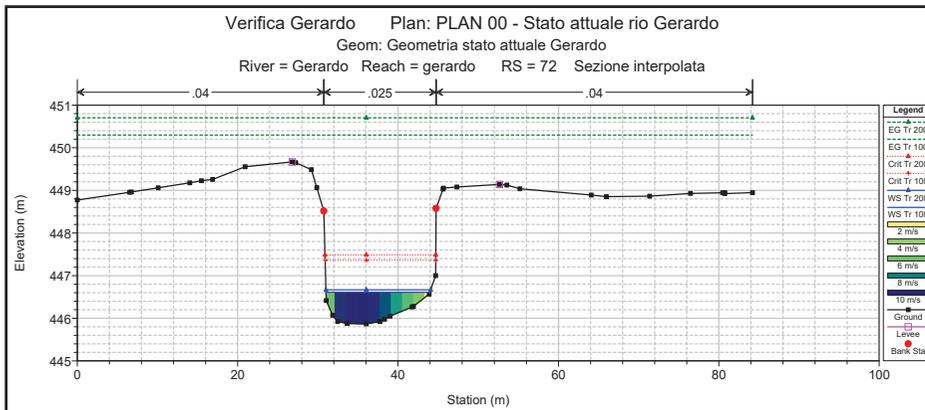
Verifica Gerardo Plan: PLAN 00 - Stato attuale rio Gerardo
Geom: Geometria stato attuale Gerardo

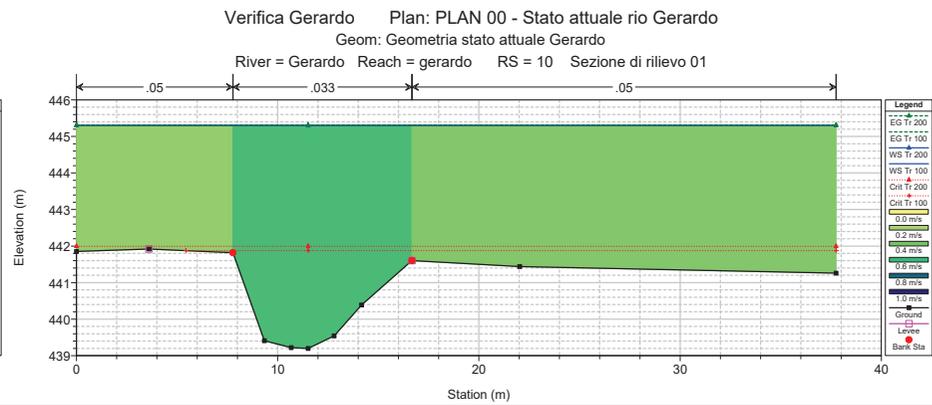
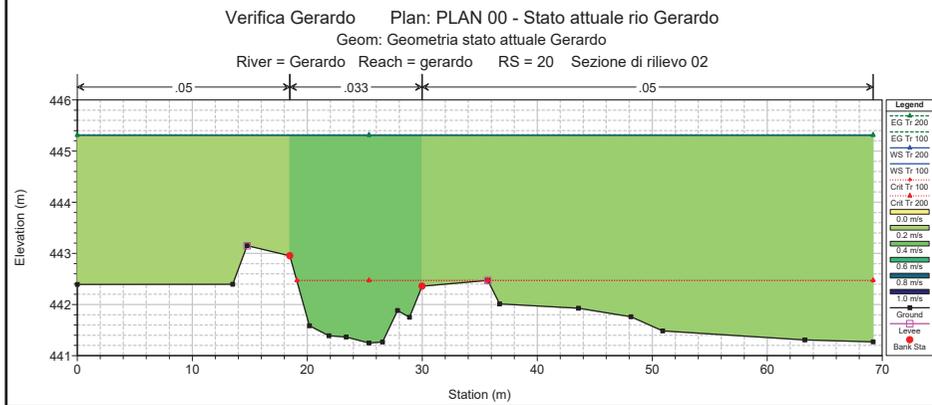
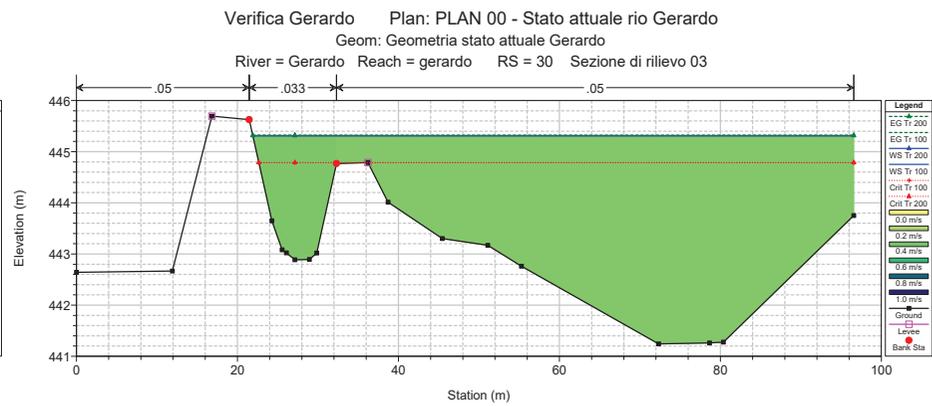
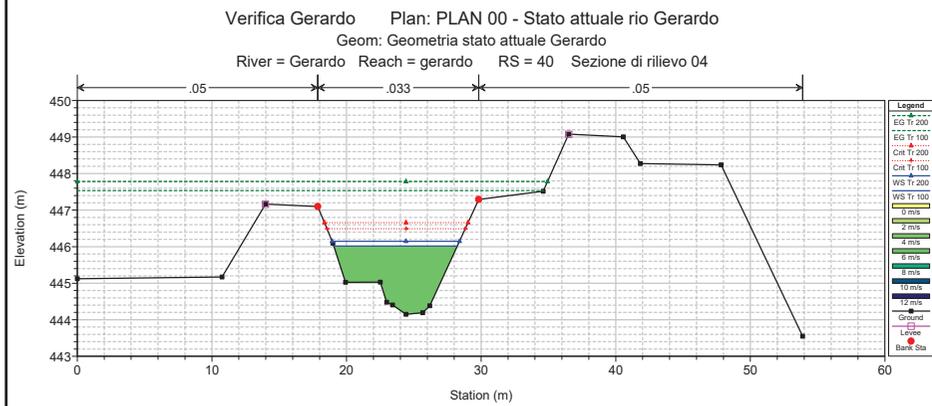
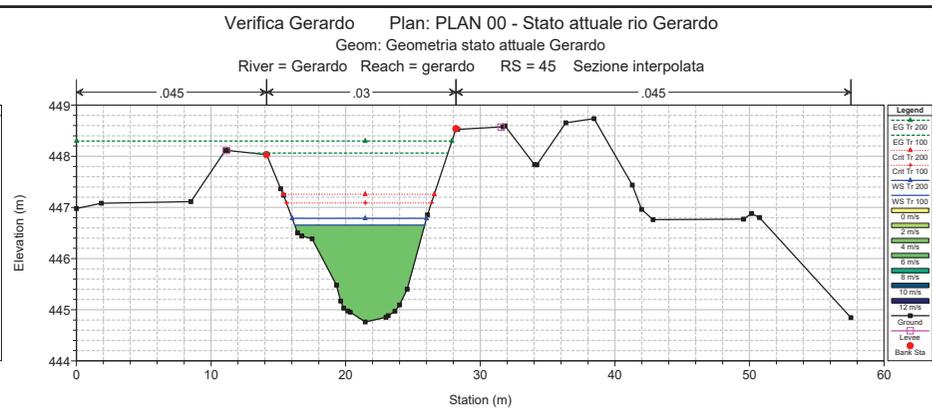
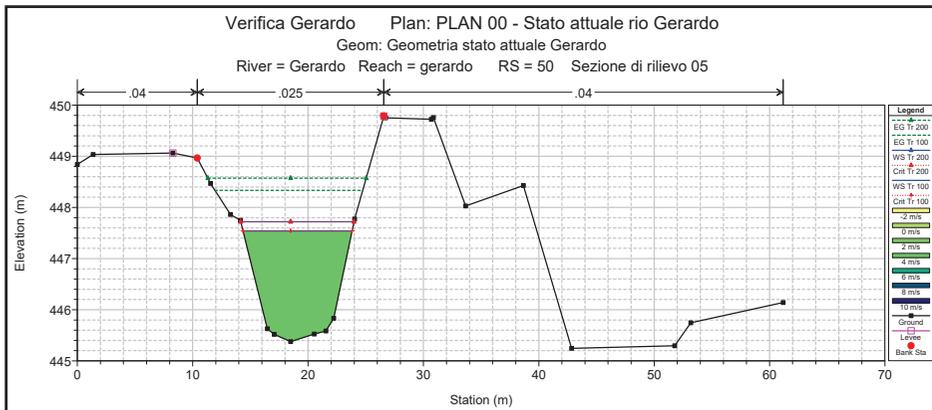


Verifica Gerardo Plan: PLAN 00 - Stato attuale rio Gerardo
Geom: Geometria stato attuale Gerardo











PROVINCIA DI TORINO

*Ex S.S. 24 del Monginevro – Adeguamento funzionale
tratto Borgone di Susa – Susa*

VERIFICA DI COMPATIBILITA' IDRAULICA

SISTEMA QUALITÀ
AZIENDALE

certificato in accordo alla norma
ISO 9001:2000 e sottoposto a
verifiche regolari e periodiche



ELABORATO 1 – Relazione idraulica di compatibilità

250 C - G 0 1 - R I E - 0 1 - 1

ALLEGATO 3B

**Adeguamento alveo Rio Gerardo – Plan01
Tempo di ritorno 100 e 200 anni
TABELLE, PROFILI, SEZIONI**

HEC-RAS Plan: PLAN 01 River: Gerardo Reach: gerardo

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
gerardo	110	Tr 100	59.40	455.32	456.41	457.09	458.94	0.074044	7.04	8.44	11.37	2.61
gerardo	110	Tr 200	68.60	455.32	456.49	457.23	459.29	0.074045	7.41	9.25	11.47	2.63
gerardo	100	Tr 100	59.40	452.43	453.75	454.46	456.22	0.056868	6.97	8.53	9.83	2.39
gerardo	100	Tr 200	68.60	452.43	453.83	454.61	456.55	0.057081	7.31	9.39	10.06	2.41
gerardo	90	Tr 100	59.40	450.33	451.44	452.16	453.96	0.060219	7.03	8.45	10.04	2.45
gerardo	90	Tr 200	68.60	450.33	451.53	452.31	454.29	0.060214	7.37	9.31	10.28	2.47
gerardo	80	Tr 100	59.40	448.47	449.58	450.39	452.48	0.044131	7.54	7.88	8.18	2.45
gerardo	80	Tr 200	68.60	448.47	449.69	450.57	452.83	0.043168	7.86	8.73	8.29	2.44
gerardo	77	Tr 100	59.40	446.70	447.40	448.15	450.96	0.097545	8.36	7.11	12.68	3.56
gerardo	77	Tr 200	68.60	446.70	447.46	448.27	451.34	0.094605	8.73	7.86	12.78	3.55
gerardo	75	Tr 100	59.40	445.96	446.58	447.39	450.64	0.110225	8.93	6.65	11.60	3.77
gerardo	75	Tr 200	68.60	445.96	446.64	447.53	451.03	0.105931	9.29	7.39	11.77	3.74
gerardo	72	Tr 100	59.40	445.87	446.61	447.36	450.30	0.106480	8.51	6.98	12.96	3.70
gerardo	72	Tr 200	68.60	445.87	446.67	447.49	450.70	0.103882	8.90	7.71	13.07	3.70
gerardo	70	Tr 100	59.40	445.80	446.54	447.24	449.89	0.098380	8.12	7.32	13.66	3.54
gerardo	70	Tr 200	68.60	445.80	446.59	447.36	450.31	0.097700	8.54	8.03	13.77	3.57
gerardo	65		Bridge									
gerardo	60	Tr 100	59.40	445.72	446.43	447.00	448.55	0.050256	6.46	9.20	14.19	2.56
gerardo	60	Tr 200	68.60	445.72	446.48	447.12	448.94	0.053345	6.94	9.88	14.19	2.66
gerardo	55	Tr 100	59.40	445.54	446.38	446.90	448.12	0.032773	5.84	10.18	13.14	2.12
gerardo	55	Tr 200	68.60	445.54	446.44	447.02	448.46	0.035406	6.30	10.88	13.21	2.22
gerardo	50	Tr 100	59.40	445.37	446.31	446.77	447.84	0.023896	5.53	11.07	13.31	1.90
gerardo	50	Tr 200	68.60	445.37	446.36	446.90	448.15	0.025790	5.97	11.85	13.43	1.99
gerardo	45	Tr 100	59.40	444.73	445.94	446.40	447.40	0.019917	5.36	11.09	11.05	1.71
gerardo	45	Tr 200	68.60	444.73	446.03	446.56	447.67	0.020539	5.68	12.08	11.23	1.75
gerardo	40	Tr 100	59.40	444.10	445.44	445.90	446.96	0.025665	5.47	10.86	8.99	1.59
gerardo	40	Tr 200	68.60	444.10	445.56	446.07	447.23	0.025540	5.72	11.99	9.16	1.60
gerardo	30	Tr 100	59.40	442.89	445.31	444.79	445.31	0.000068	0.34	189.36	74.65	0.08
gerardo	30	Tr 200	68.60	442.89	445.31	444.79	445.32	0.000091	0.39	189.60	74.66	0.09
gerardo	20	Tr 100	59.40	441.25	445.31	442.47	445.31	0.000030	0.38	234.07	69.20	0.06
gerardo	20	Tr 200	68.60	441.25	445.31	442.47	445.32	0.000039	0.43	234.28	69.20	0.07
gerardo	10	Tr 100	59.40	439.20	445.30	441.88	445.31	0.000052	0.57	155.07	37.75	0.08
gerardo	10	Tr 200	68.60	439.20	445.30	441.99	445.31	0.000069	0.66	155.07	37.75	0.09

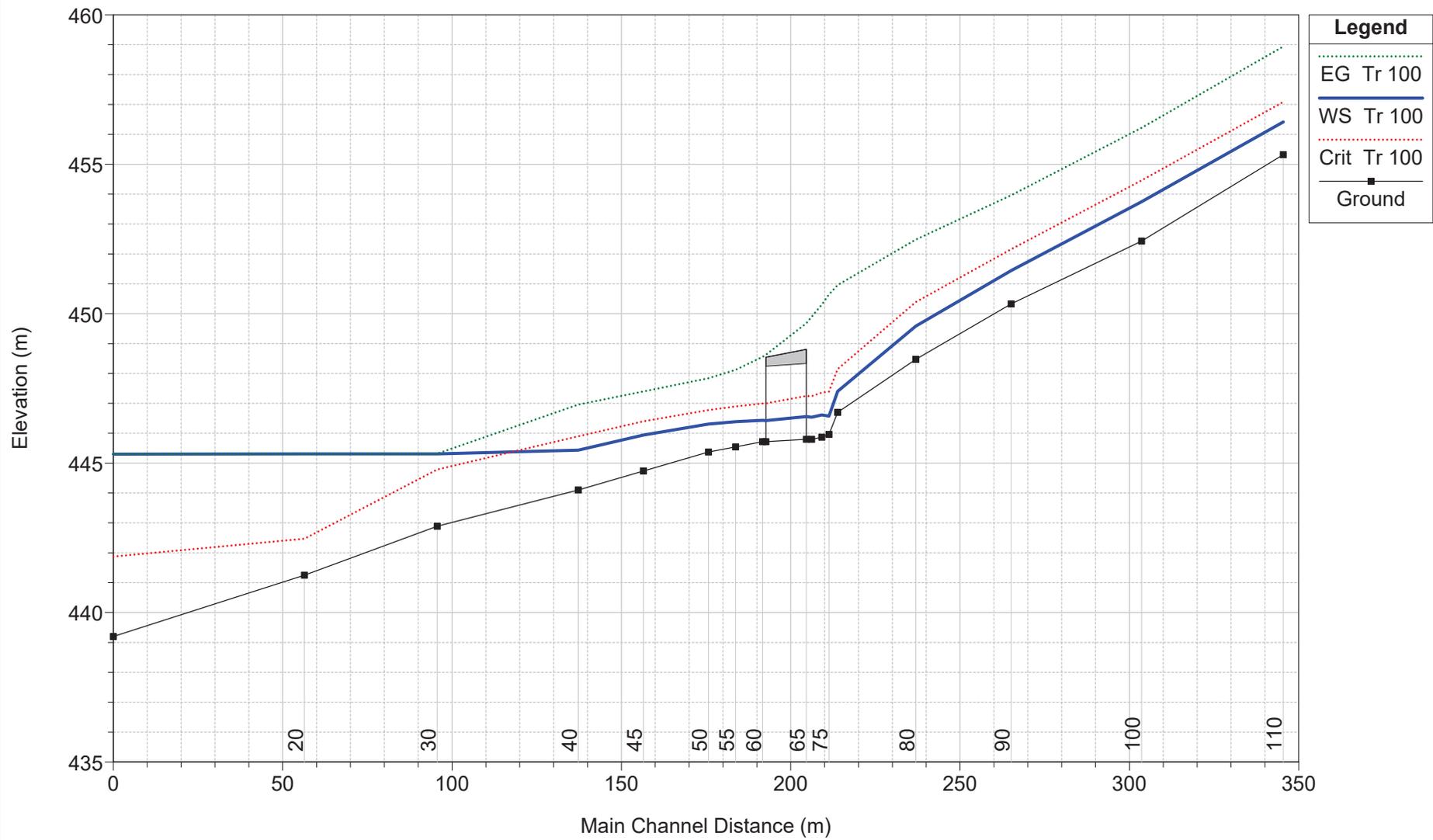
Plan: PLAN 01 Gerardo gerardo RS: 65 Profile: Tr 100

E.G. US. (m)	449.89	Element	Inside BR US	Inside BR DS
W.S. US. (m)	446.54	E.G. Elev (m)	449.68	448.63
Q Total (m3/s)	59.40	W.S. Elev (m)	446.56	446.42
Q Bridge (m3/s)	59.40	Crit W.S. (m)	447.25	447.00
Q Weir (m3/s)		Max Chl Dpth (m)	0.76	0.71
Weir Sta Lft (m)		Vel Total (m/s)	7.83	6.58
Weir Sta Rgt (m)		Flow Area (m2)	7.59	9.03
Weir Submerg		Froude # Chl	2.86	2.62
Weir Max Depth (m)		Specif Force (m3)	49.75	42.74
Min El Weir Flow (m)	449.49	Hydr Depth (m)	0.56	0.64
Min El Prs (m)	448.33	W.P. Total (m)	14.07	14.40
Delta EG (m)	1.34	Conv. Total (m3/s)	201.1	264.7
Delta WS (m)	0.11	Top Width (m)	13.66	14.06
BR Open Area (m2)	30.97	Frctn Loss (m)	0.15	0.78
BR Open Vel (m/s)	7.83	C & E Loss (m)	0.07	0.28
Coef of Q		Shear Total (N/m2)	461.37	309.66
Br Sel Method	Energy only	Power Total (N/m s)	0.00	0.00

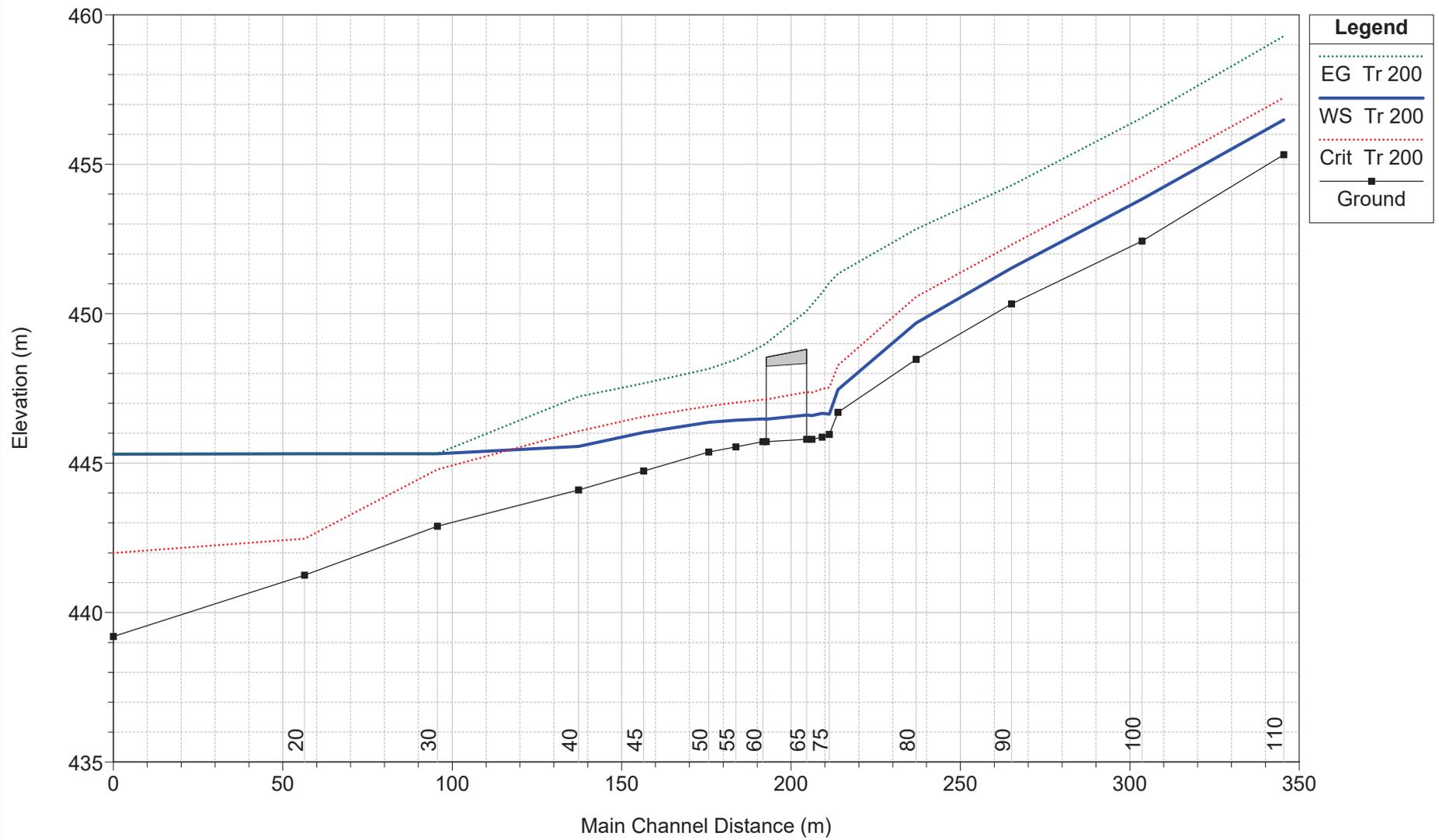
Plan: PLAN 01 Gerardo gerardo RS: 65 Profile: Tr 200

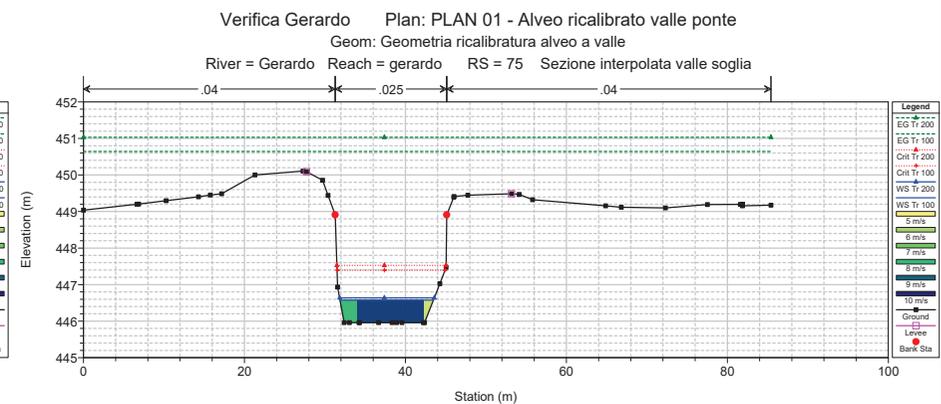
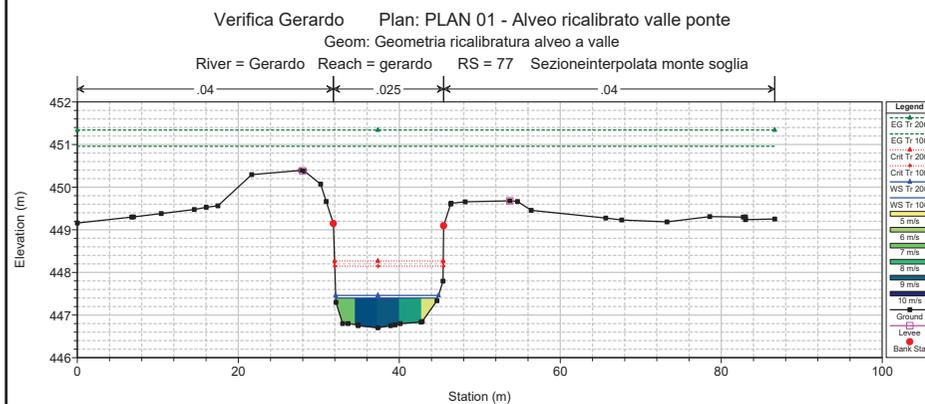
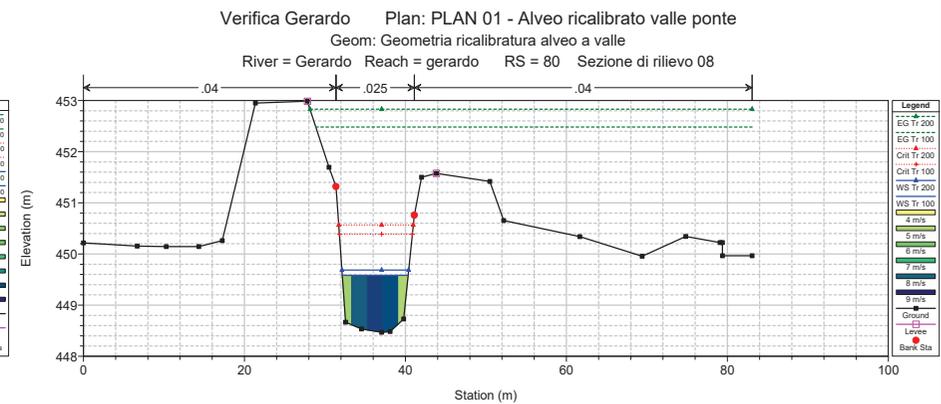
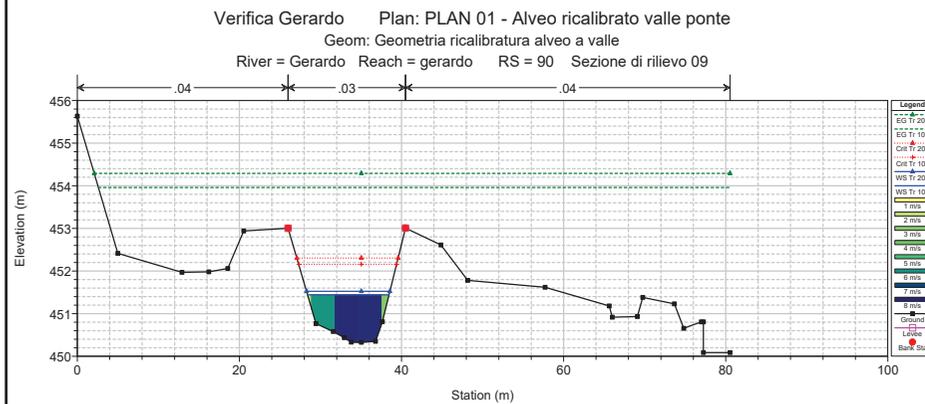
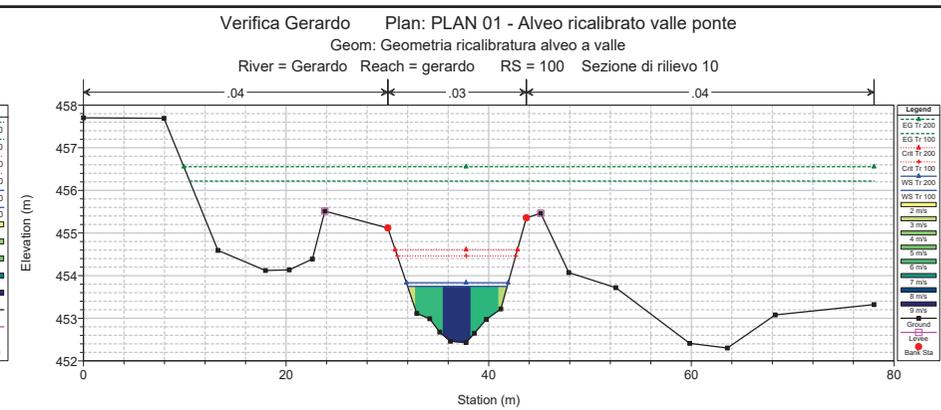
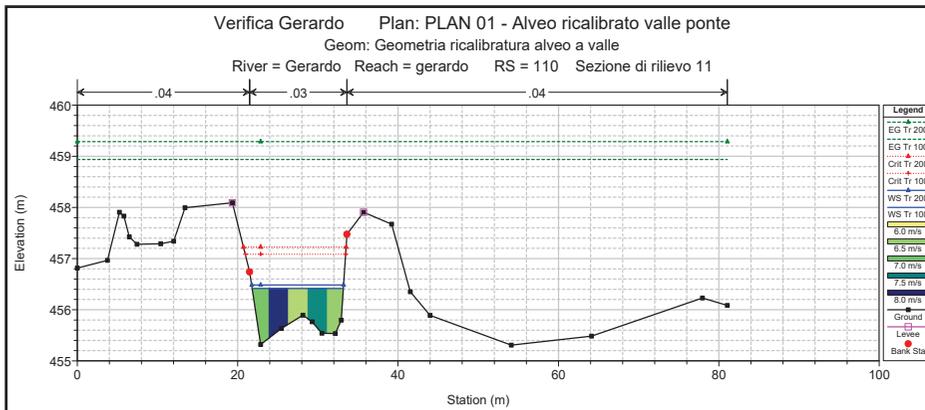
E.G. US. (m)	450.31	Element	Inside BR US	Inside BR DS
W.S. US. (m)	446.59	E.G. Elev (m)	450.09	449.01
Q Total (m3/s)	68.60	W.S. Elev (m)	446.61	446.47
Q Bridge (m3/s)	68.60	Crit W.S. (m)	447.38	447.13
Q Weir (m3/s)		Max Chl Dpth (m)	0.81	0.76
Weir Sta Lft (m)		Vel Total (m/s)	8.27	7.06
Weir Sta Rgt (m)		Flow Area (m2)	8.30	9.72
Weir Submerg		Froude # Chl	2.93	2.71
Weir Max Depth (m)		Specif Force (m3)	60.57	52.75
Min El Weir Flow (m)	449.49	Hydr Depth (m)	0.61	0.69
Min El Prs (m)	448.33	W.P. Total (m)	14.12	14.45
Delta EG (m)	1.37	Conv. Total (m3/s)	232.9	298.3
Delta WS (m)	0.11	Top Width (m)	13.66	14.06
BR Open Area (m2)	30.97	Frctn Loss (m)	0.14	0.80
BR Open Vel (m/s)	8.27	C & E Loss (m)	0.07	0.28
Coef of Q		Shear Total (N/m2)	500.06	348.70
Br Sel Method	Energy only	Power Total (N/m s)	0.00	0.00

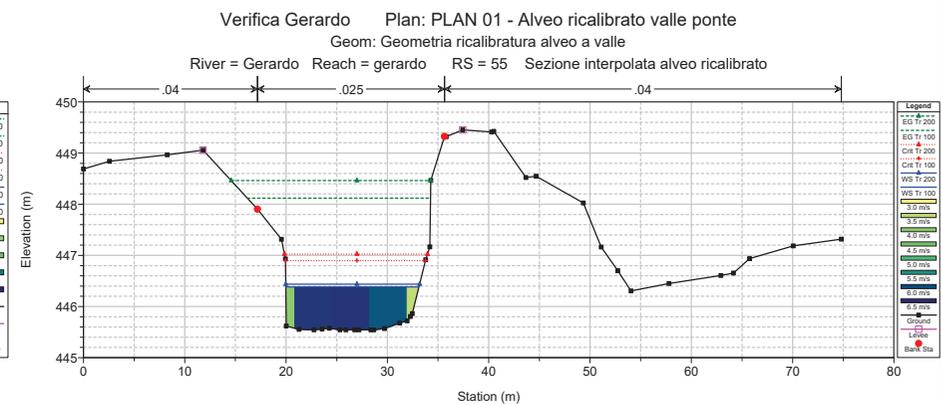
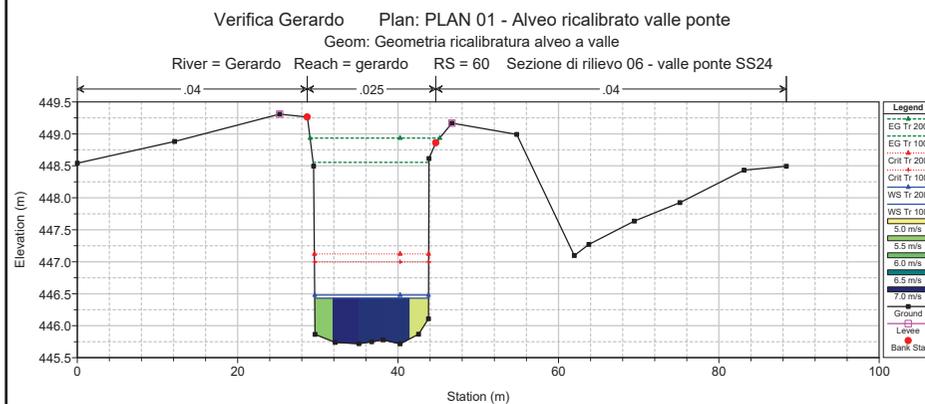
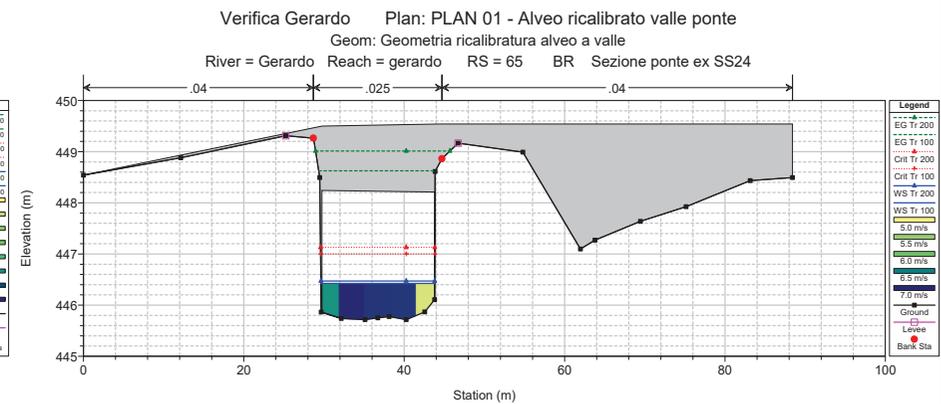
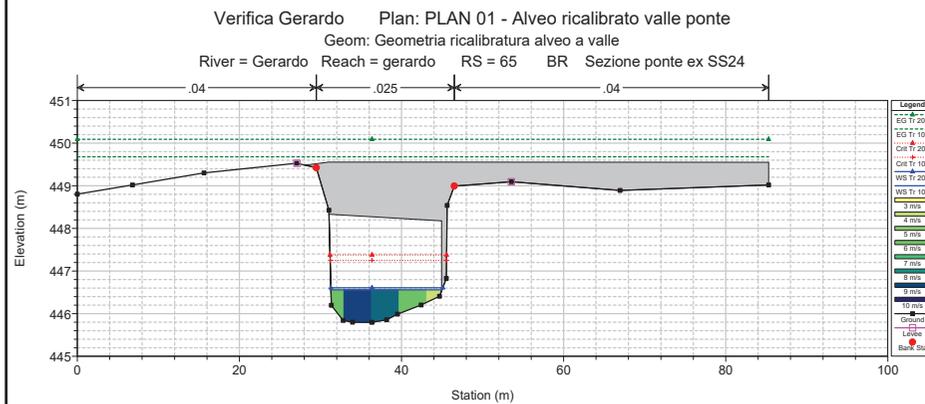
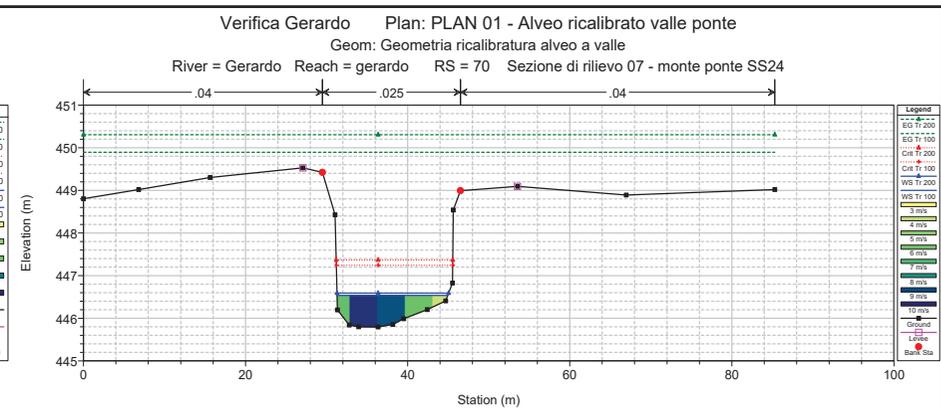
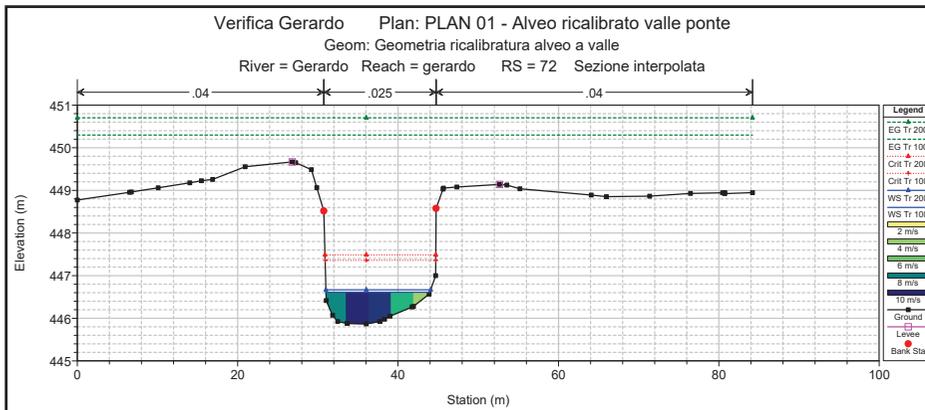
Verifica Gerardo Plan: PLAN 01 - Alveo ricalibrato valle ponte
Geom: Geometria ricalibratura alveo a valle

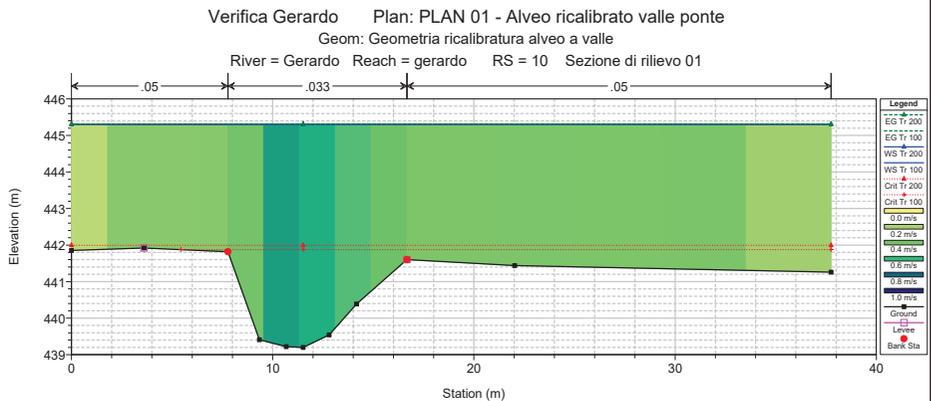
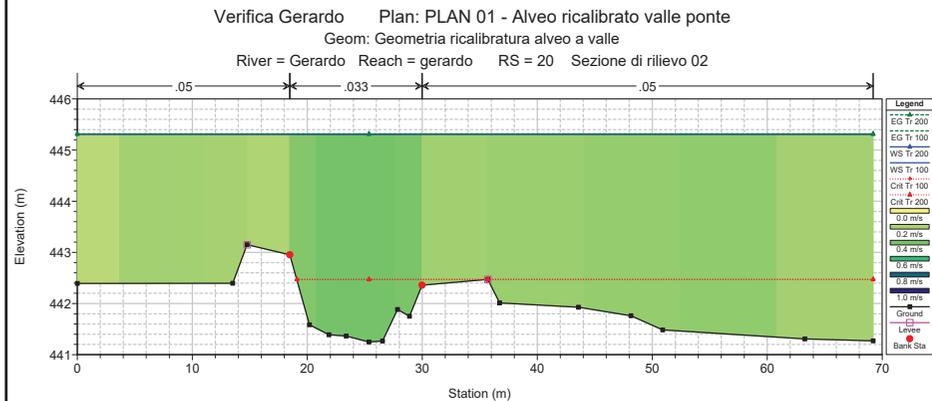
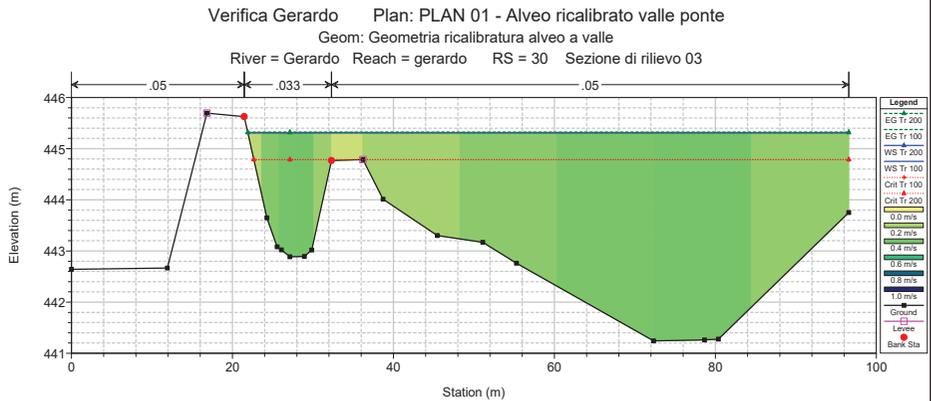
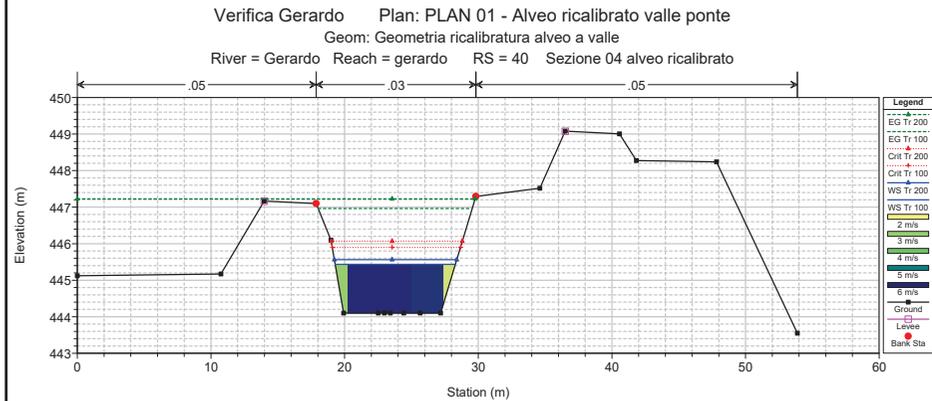
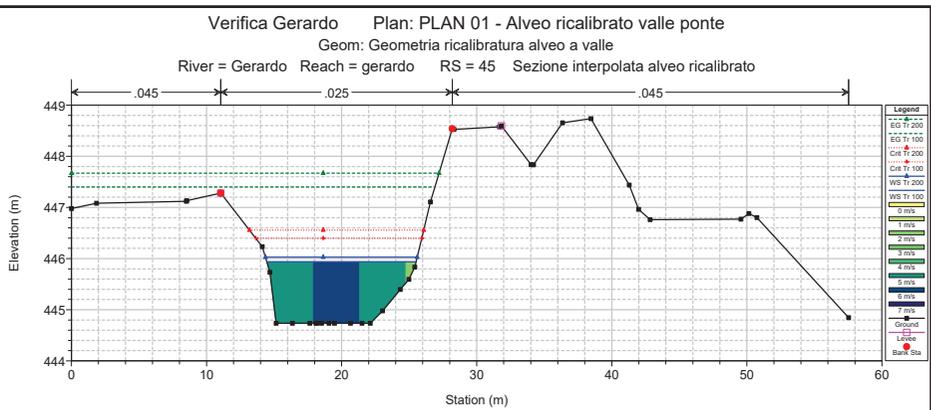
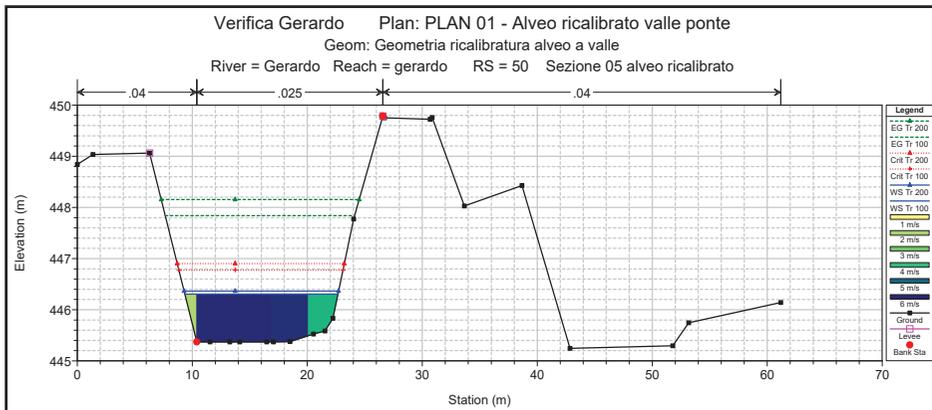


Verifica Gerardo Plan: PLAN 01 - Alveo ricalibrato valle ponte
Geom: Geometria ricalibratura alveo a valle











PROVINCIA DI TORINO

*Ex S.S. 24 del Monginevro – Adeguamento funzionale
tratto Borgone di Susa – Susa*

VERIFICA DI COMPATIBILITA' IDRAULICA

SISTEMA QUALITÀ
AZIENDALE

certificato in accordo alla norma
ISO 9001:2000 e sottoposto a
verifiche sistematiche e periodiche



ELABORATO 1 – Relazione idraulica di compatibilità

250 C - G 0 1 - R I E - 0 1 - 1

ALLEGATO 4

– Risultati delle simulazioni idrauliche - Rio Scaglione



PROVINCIA DI TORINO

*Ex S.S. 24 del Monginevro – Adeguamento funzionale
tratto Borgone di Susa – Susa*

VERIFICA DI COMPATIBILITA' IDRAULICA

SISTEMA QUALITÀ
AZIENDALE

certificato in accordo alla norma
ISO 9001:2000 e sottoposto a
verifiche sistematiche e periodiche



ELABORATO 1 – Relazione idraulica di compatibilità

250 C - G 0 1 - R I E - 0 1 - 1

ALLEGATO 4A

**Situazione attuale Rio Scaglione (studio 2007) – Plan0
Tempo di ritorno 100 e 200 anni
TABELLE, PROFILI, SEZIONI**

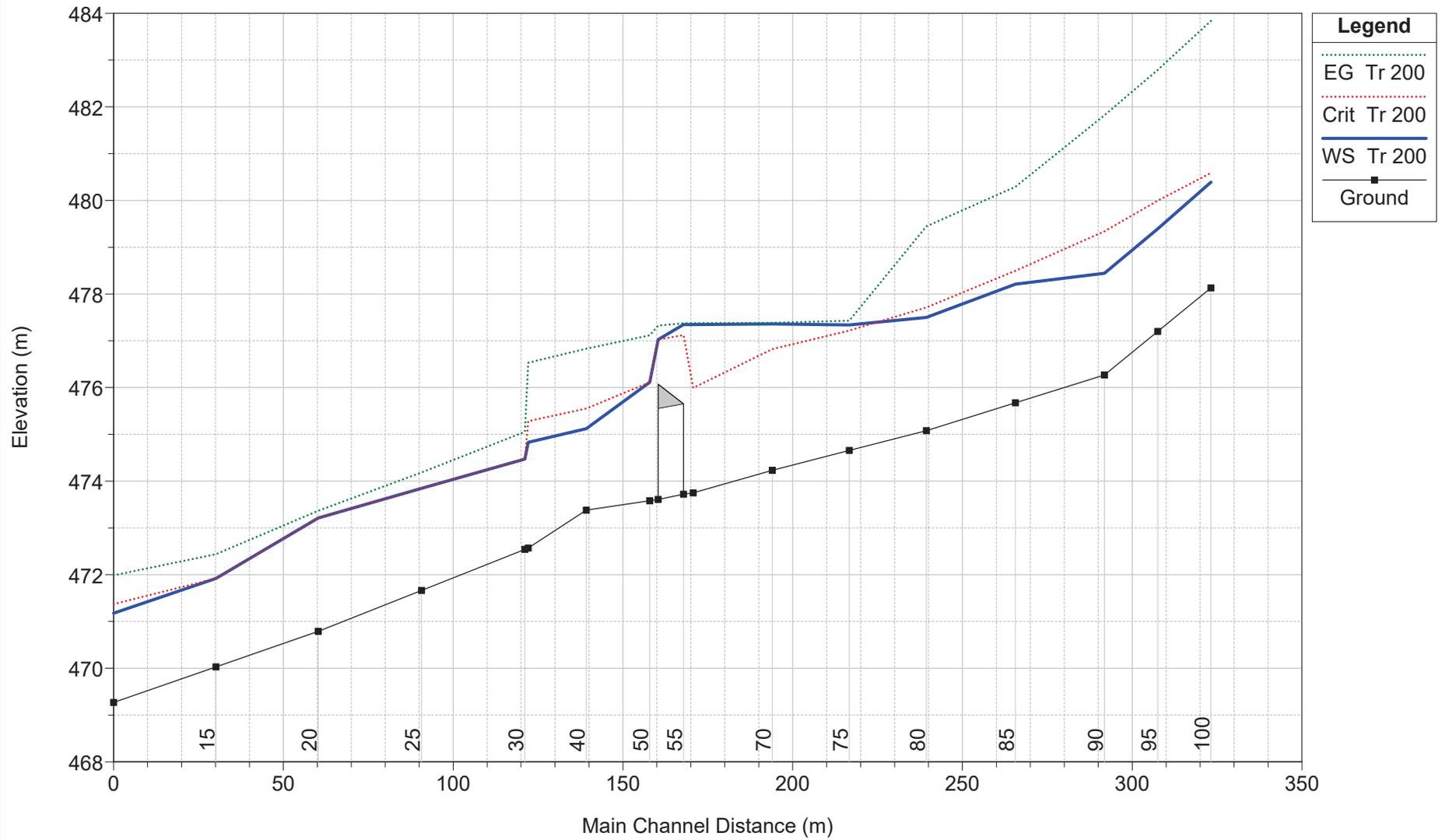
HEC-RAS Plan: PLAN 00 River: Rio Scaglione Reach: Scaglione

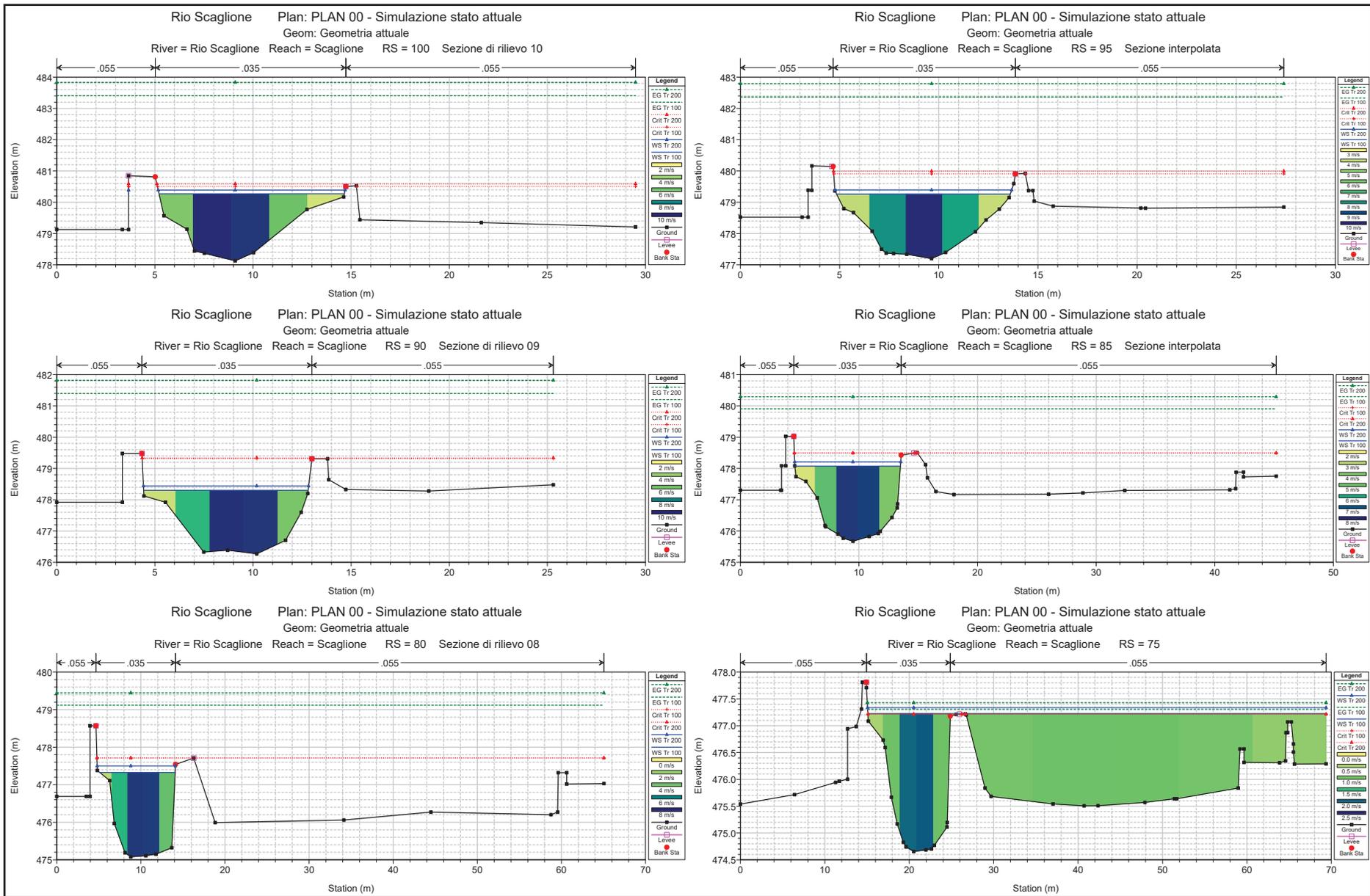
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Scaglione	100	Tr 100	90.50	478.13	480.27	480.50	483.41	0.070136	7.84	11.54	9.44	2.27
Scaglione	100	Tr 200	104.20	478.13	480.39	480.59	483.84	0.070127	8.22	12.67	9.52	2.28
Scaglione	95	Tr 100	90.50	477.20	479.26	479.91	482.37	0.061634	7.81	11.59	8.76	2.17
Scaglione	95	Tr 200	104.20	477.20	479.39	479.99	482.79	0.061757	8.16	12.76	8.91	2.18
Scaglione	90	Tr 100	90.50	476.27	478.30	479.31	481.40	0.061419	7.80	11.61	8.38	2.12
Scaglione	90	Tr 200	104.20	476.27	478.44	479.34	481.82	0.061046	8.14	12.80	8.42	2.11
Scaglione	85	Tr 100	90.50	475.68	478.08	478.50	479.91	0.029284	5.99	15.10	8.90	1.47
Scaglione	85	Tr 200	104.20	475.68	478.21	478.50	480.29	0.030977	6.39	16.31	8.94	1.51
Scaglione	80	Tr 100	90.50	475.08	477.33	477.71	479.12	0.029874	5.93	15.25	8.96	1.45
Scaglione	80	Tr 200	104.20	475.08	477.50	477.71	479.45	0.030370	6.18	16.86	9.31	1.47
Scaglione	75	Tr 100	90.50	474.66	477.22	477.22	477.31	0.002068	1.64	76.22	54.27	0.39
Scaglione	75	Tr 200	104.20	474.66	477.34	477.22	477.43	0.002173	1.74	82.41	54.31	0.40
Scaglione	70	Tr 100	90.50	474.23	477.24	476.82	477.26	0.000418	0.81	146.39	73.69	0.18
Scaglione	70	Tr 200	104.20	474.23	477.36	476.82	477.38	0.000464	0.89	155.03	73.69	0.19
Scaglione	60	Tr 100	90.50	473.75	477.23	475.99	477.25	0.000328	0.91	146.57	67.60	0.18
Scaglione	60	Tr 200	104.20	473.75	477.35	475.99	477.37	0.000372	1.00	154.37	67.60	0.19
Scaglione	55		Bridge									
Scaglione	50	Tr 100	90.50	473.58	475.92	475.92	476.84	0.006942	4.27	21.22	11.33	1.00
Scaglione	50	Tr 200	104.20	473.58	476.11	476.11	477.12	0.006871	4.44	23.49	11.61	1.00
Scaglione	40	Tr 100	90.50	473.38	474.97	475.42	476.55	0.016995	5.57	16.25	11.81	1.52
Scaglione	40	Tr 200	104.20	473.38	475.12	475.55	476.83	0.016439	5.79	18.00	11.83	1.50
Scaglione	35	Tr 100	90.50	472.57	474.64	475.28	476.24	0.019006	5.62	16.12	9.87	1.40
Scaglione	35	Tr 200	104.20	472.57	474.83	475.28	476.53	0.018162	5.78	18.03	10.01	1.38
Scaglione	30	Tr 100	90.50	472.54	474.37	474.37	474.90	0.007630	3.91	34.60	30.97	1.08
Scaglione	30	Tr 200	104.20	472.54	474.47	474.47	475.05	0.007737	4.11	37.83	31.03	1.10
Scaglione	25	Tr 100	90.50	471.66	473.85	473.85	474.10	0.005323	2.65	44.36	35.84	0.67
Scaglione	25	Tr 200	104.20	471.66	473.85	473.85	474.19	0.007057	3.05	44.36	35.84	0.77
Scaglione	20	Tr 100	90.50	470.79	473.21	473.21	473.33	0.002055	1.76	62.04	36.46	0.43
Scaglione	20	Tr 200	104.20	470.79	473.21	473.21	473.37	0.002724	2.03	62.04	36.46	0.49
Scaglione	15	Tr 100	90.50	470.03	471.87	471.87	472.30	0.010639	3.39	34.38	32.69	0.94
Scaglione	15	Tr 200	104.20	470.03	471.92	471.92	472.44	0.012219	3.72	36.12	33.05	1.01
Scaglione	10	Tr 100	90.50	469.27	471.06	471.27	471.86	0.016793	4.37	27.21	30.19	1.19
Scaglione	10	Tr 200	104.20	469.27	471.18	471.37	471.99	0.016041	4.46	30.70	30.33	1.18

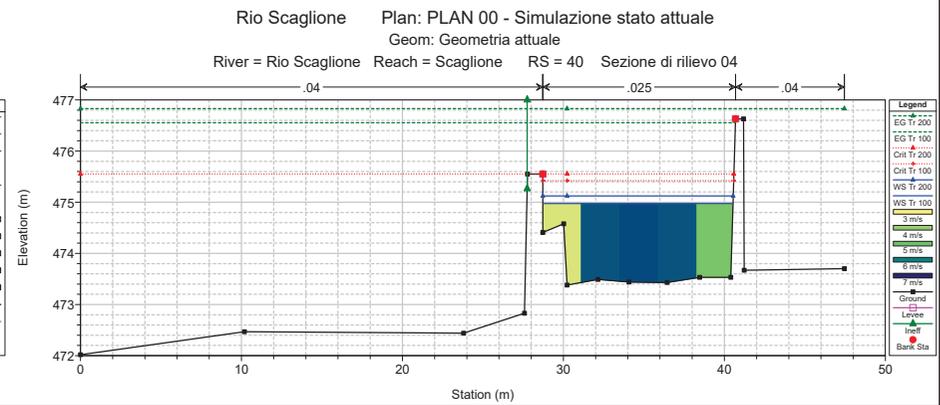
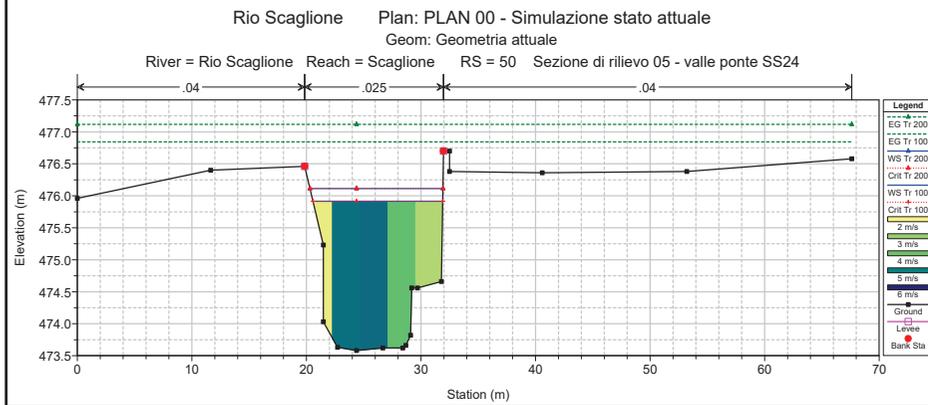
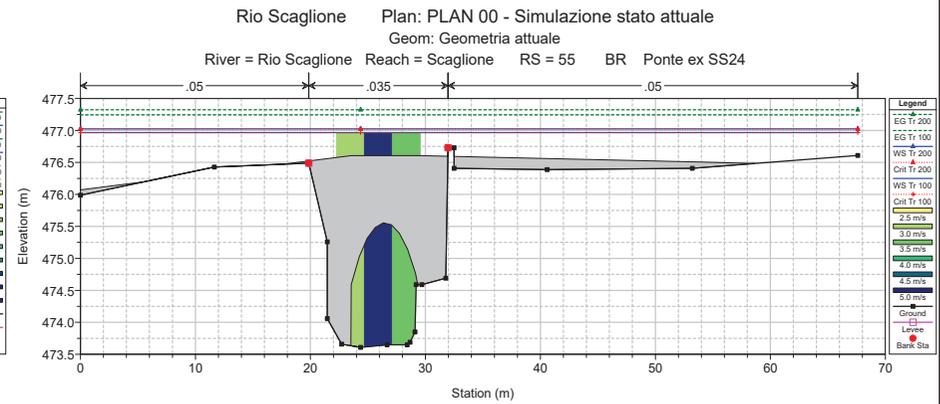
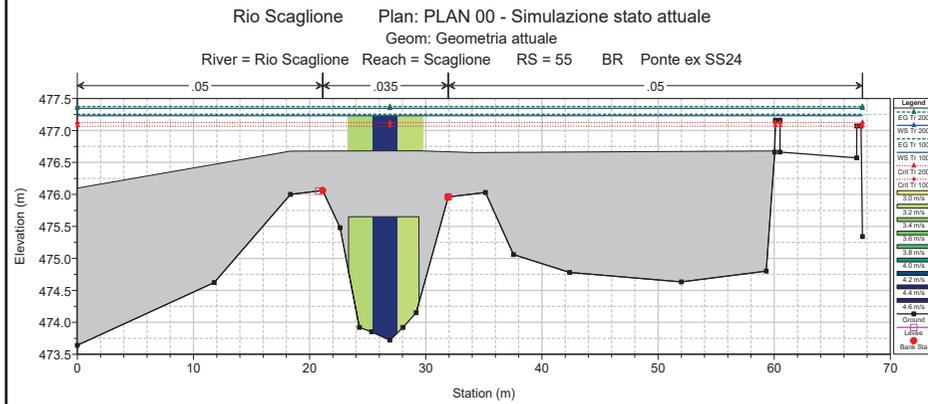
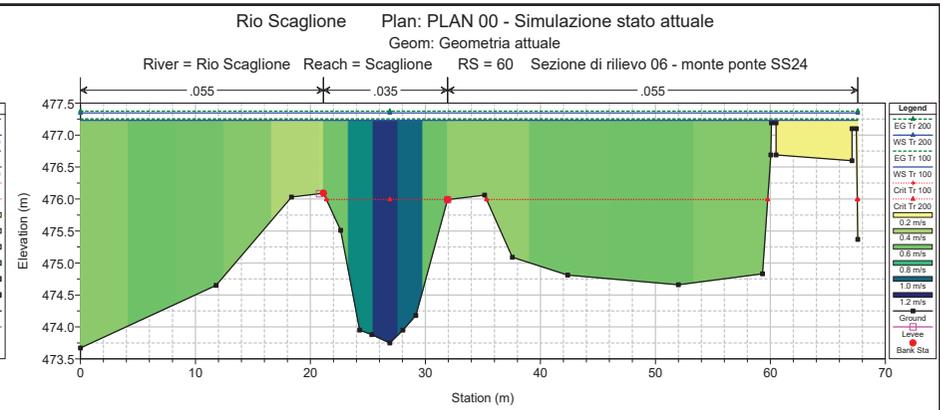
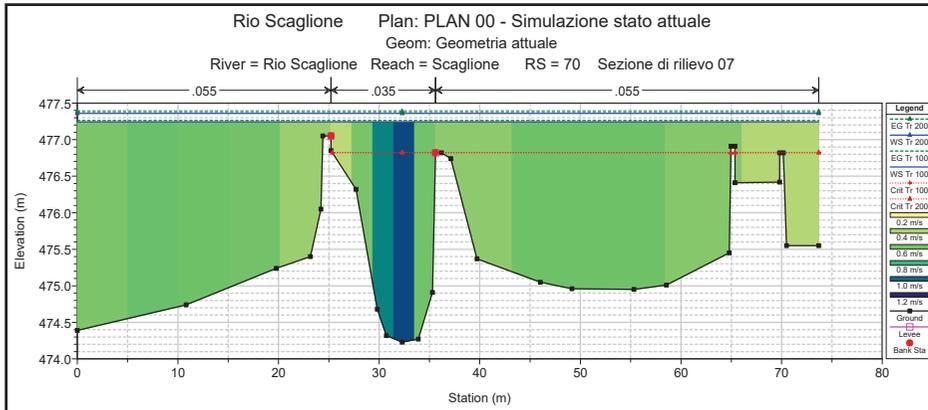
Rio Scaglione

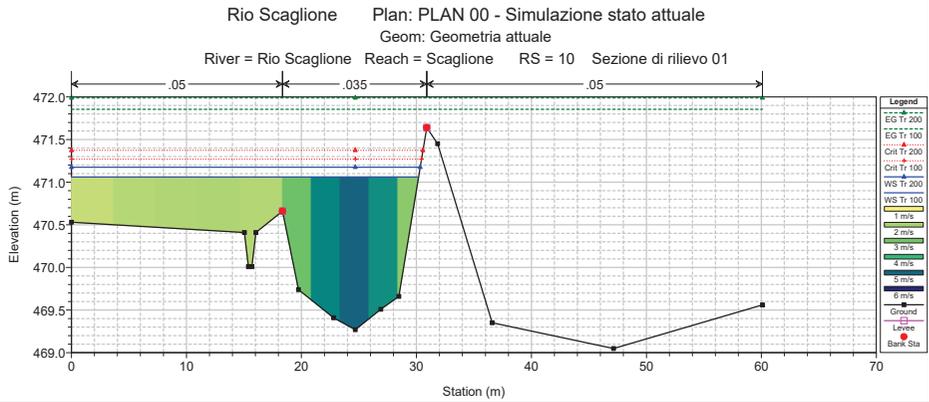
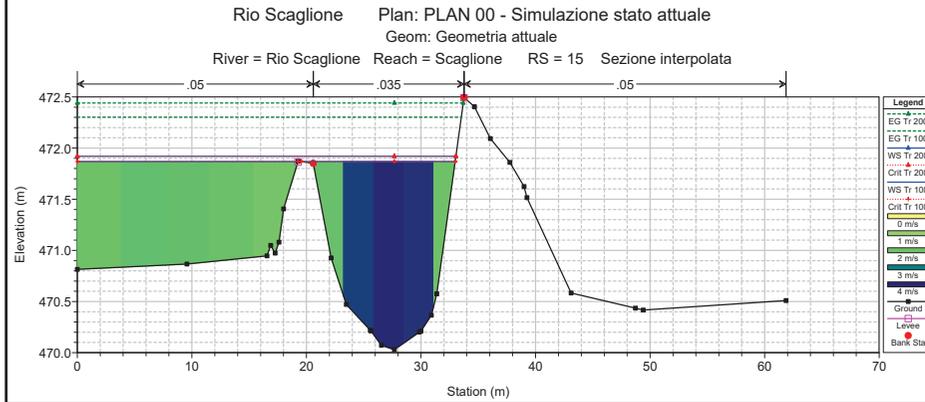
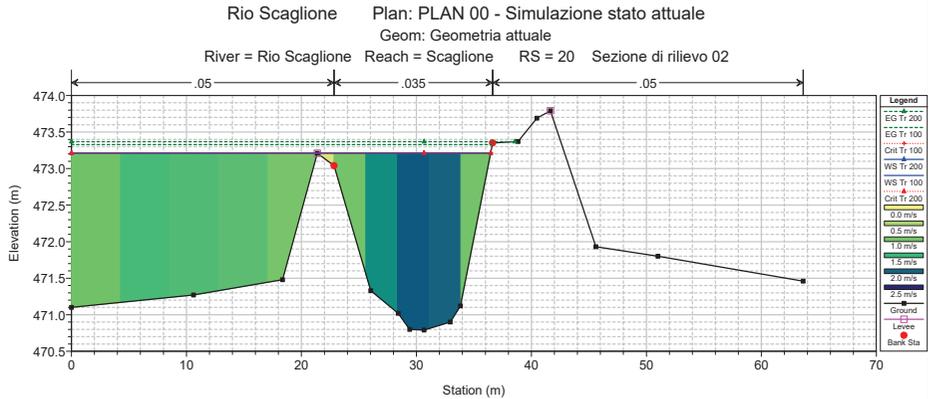
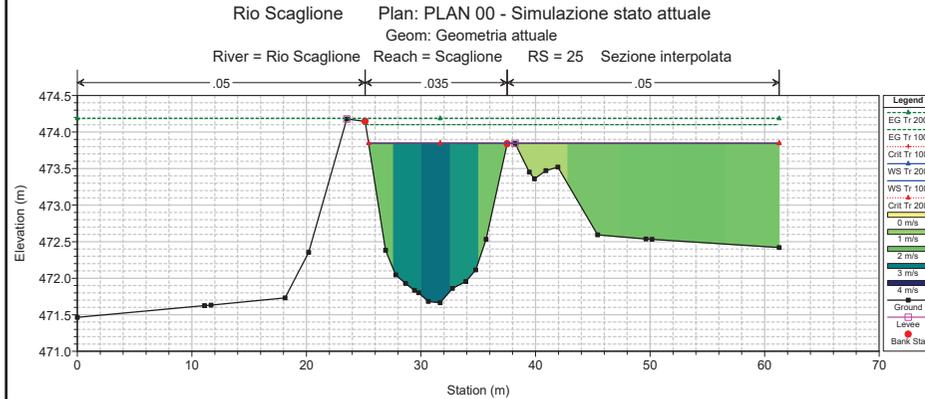
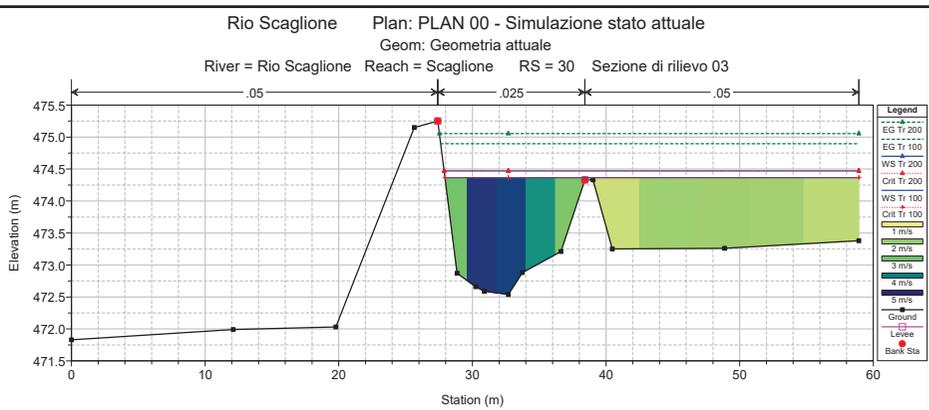
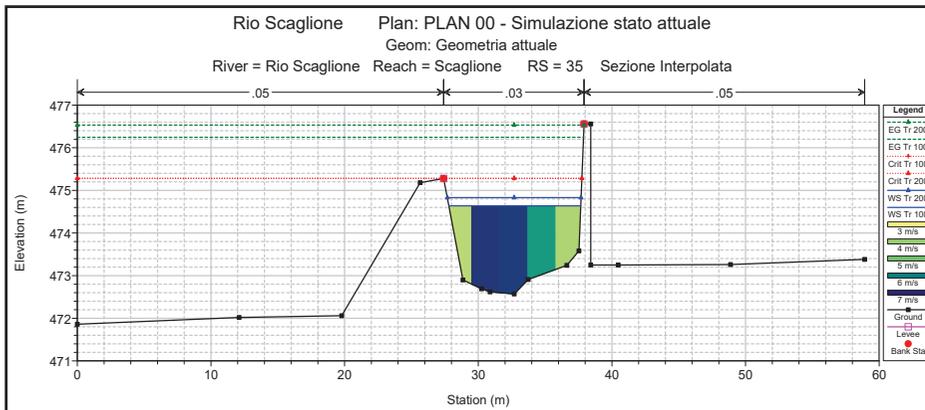
Plan: PLAN 00 - Simulazione stato attuale

Geom: Geometria attuale





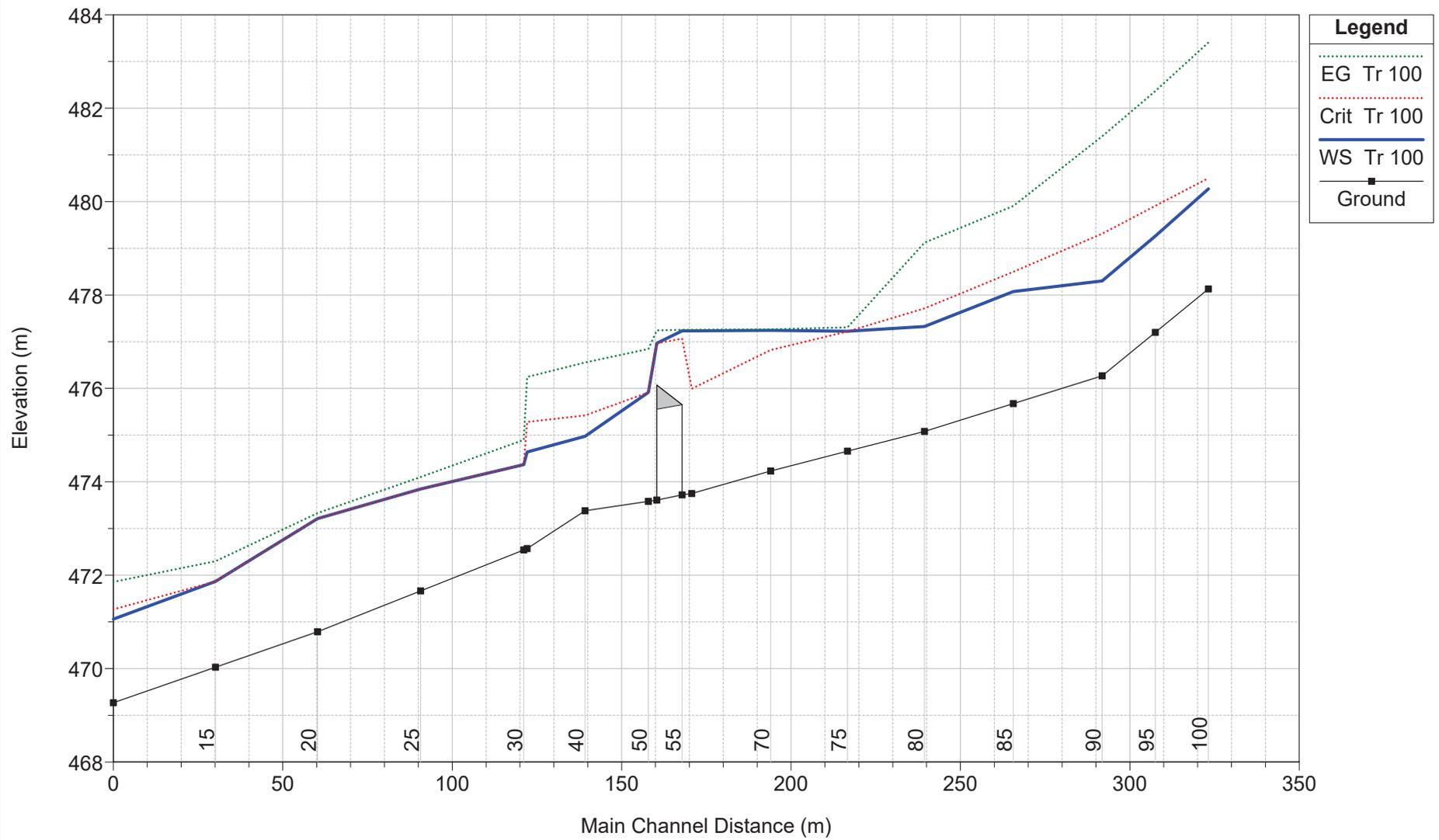




Rio Scaglione

Plan: PLAN 00 - Simulazione stato attuale

Geom: Geometria attuale





PROVINCIA DI TORINO

*Ex S.S. 24 del Monginevro – Adeguamento funzionale
tratto Borgone di Susa – Susa*

VERIFICA DI COMPATIBILITA' IDRAULICA

SISTEMA QUALITÀ
AZIENDALE

certificato in accordo alla norma
ISO 9001:2000 e sottoposto a
verifiche sistematiche e periodiche



ELABORATO 1 – Relazione idraulica di compatibilità

250 C - G 0 1 - R I E - 0 1 - 1

ALLEGATO 4B

Nuovo attraversamento in progetto Rio Scaglione

Luce 12 m – Plan01

Tempo di ritorno 100 e 200 anni

TABELLE, PROFILI, SEZIONI

HEC-RAS Plan: plan01 River: Rio Scaglione Reach: Scaglione

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
Scaglione	100	Tr 100	90.50	478.13	480.27	480.50	483.41	0.070136	7.84	11.54	9.44	2.27
Scaglione	100	Tr 200	104.20	478.13	480.39	480.59	483.84	0.070127	8.22	12.67	9.52	2.28
Scaglione	95	Tr 100	90.50	477.20	479.26	479.91	482.37	0.061634	7.81	11.59	8.76	2.17
Scaglione	95	Tr 200	104.20	477.20	479.39	479.99	482.79	0.061757	8.16	12.76	8.91	2.18
Scaglione	90	Tr 100	90.50	476.27	477.95	478.92	481.33	0.066709	8.15	11.10	8.13	2.23
Scaglione	90	Tr 200	104.20	476.27	478.09	479.31	481.76	0.066085	8.49	12.28	8.27	2.22
Scaglione	85	Tr 100	90.50	475.68	477.12	477.85	479.52	0.049975	6.86	13.18	10.47	1.95
Scaglione	85	Tr 200	104.20	475.68	477.23	478.49	479.93	0.051985	7.29	14.30	10.60	2.00
Scaglione	80	Tr 100	90.50	475.08	476.48	476.97	478.23	0.034914	6.09	15.78	11.39	1.65
Scaglione	80	Tr 200	104.20	475.08	476.59	477.16	478.58	0.036250	6.48	17.05	11.40	1.69
Scaglione	75	Tr 100	90.50	474.65	476.12	476.44	477.44	0.025019	5.07	17.84	12.23	1.34
Scaglione	75	Tr 200	104.20	474.65	476.23	476.62	477.74	0.026514	5.43	19.19	12.23	1.38
Scaglione	70	Tr 100	90.50	474.23	475.61	476.00	477.04	0.011298	5.30	17.07	12.74	1.46
Scaglione	70	Tr 200	104.20	474.23	475.73	476.18	477.33	0.011532	5.61	18.59	12.80	1.48
Scaglione	60	Tr 100	90.50	473.75	474.99	475.50	476.71	0.015242	5.80	15.61	12.78	1.67
Scaglione	60	Tr 200	104.20	473.75	475.11	475.67	476.99	0.015072	6.07	17.16	12.83	1.68
Scaglione	55		Bridge									
Scaglione	50	Tr 100	90.50	473.58	475.05	475.34	476.28	0.009219	4.91	18.41	12.84	1.31
Scaglione	50	Tr 200	104.20	473.58	475.19	475.51	476.55	0.009283	5.17	20.14	12.87	1.32
Scaglione	40	Tr 100	90.50	473.30	475.07	475.18	476.09	0.006576	4.48	20.19	11.83	1.10
Scaglione	40	Tr 200	104.20	473.30	475.14	475.36	476.39	0.007723	4.96	21.01	11.84	1.19
Scaglione	35	Tr 100	90.50	472.57	474.01	474.54	475.80	0.018795	5.92	15.28	11.78	1.66
Scaglione	35	Tr 200	104.20	472.57	474.14	475.28	476.10	0.018532	6.19	16.82	11.82	1.66
Scaglione	30	Tr 100	90.50	472.54	474.37	474.37	474.90	0.007630	3.91	34.60	30.97	1.08
Scaglione	30	Tr 200	104.20	472.54	474.47	474.47	475.05	0.007737	4.11	37.83	31.03	1.10
Scaglione	25	Tr 100	90.50	471.66	473.85	473.85	474.10	0.005323	2.65	44.36	35.84	0.67
Scaglione	25	Tr 200	104.20	471.66	473.85	473.85	474.19	0.007057	3.05	44.36	35.84	0.77
Scaglione	20	Tr 100	90.50	470.79	473.85	473.21	473.87	0.000393	0.94	129.56	63.63	0.20
Scaglione	20	Tr 200	104.20	470.79	473.85	473.21	473.88	0.000522	1.08	129.49	63.63	0.23
Scaglione	15	Tr 100	90.50	470.03	473.85	471.87	473.86	0.000130	0.67	184.98	61.86	0.12
Scaglione	15	Tr 200	104.20	470.03	473.85	471.92	473.87	0.000172	0.77	184.95	61.86	0.14
Scaglione	10	Tr 100	90.50	469.27	473.85	471.27	473.86	0.000055	0.51	239.71	60.10	0.08
Scaglione	10	Tr 200	104.20	469.27	473.85	471.37	473.86	0.000073	0.59	239.71	60.10	0.09

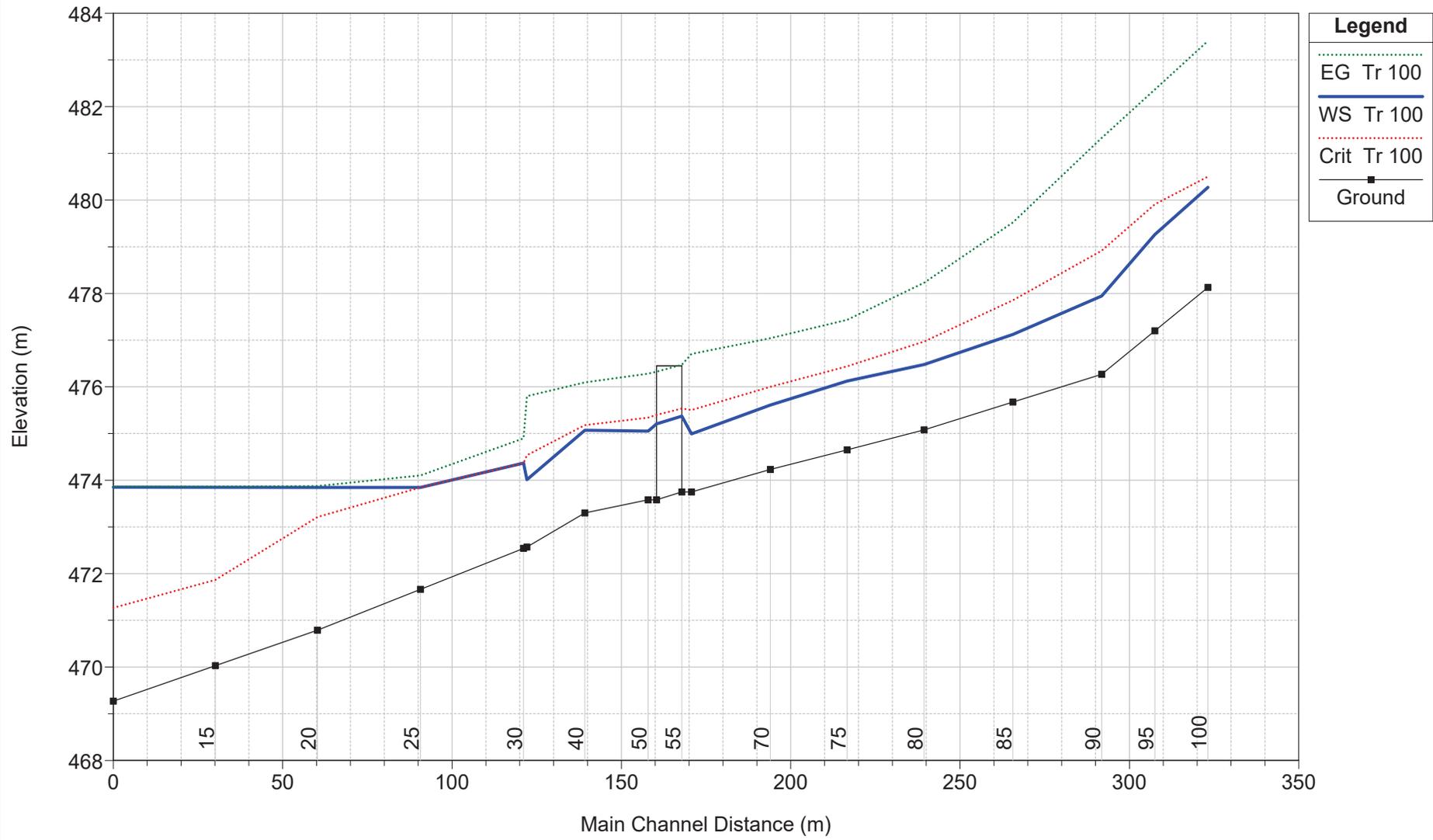
Plan: plan01 Rio Scaglione Scaglione RS: 55 Profile: Tr 100

E.G. US. (m)	476.71	Element	Inside BR US	Inside BR DS
W.S. US. (m)	474.99	E.G. Elev (m)	476.47	476.32
Q Total (m3/s)	90.50	W.S. Elev (m)	475.37	475.21
Q Bridge (m3/s)	90.50	Crit W.S. (m)	475.53	475.40
Q Weir (m3/s)		Max Chl Dpth (m)	1.62	1.63
Weir Sta Lft (m)		Vel Total (m/s)	4.65	4.68
Weir Sta Rgt (m)		Flow Area (m2)	19.47	19.32
Weir Submerg		Froude # Chl	1.17	1.17
Weir Max Depth (m)		Specif Force (m3)	58.66	58.75
Min El Weir Flow (m)	477.26	Hydr Depth (m)	1.62	1.61
Min El Prs (m)	476.45	W.P. Total (m)	15.24	13.61
Delta EG (m)	0.42	Conv. Total (m3/s)	594.9	697.3
Delta WS (m)	-0.06	Top Width (m)	12.00	12.00
BR Open Area (m2)	32.40	Frctn Loss (m)	0.05	0.15
BR Open Vel (m/s)	4.68	C & E Loss (m)	0.24	0.00
Coef of Q		Shear Total (N/m2)	289.86	234.52
Br Sel Method	Energy only	Power Total (N/m s)	0.00	0.00

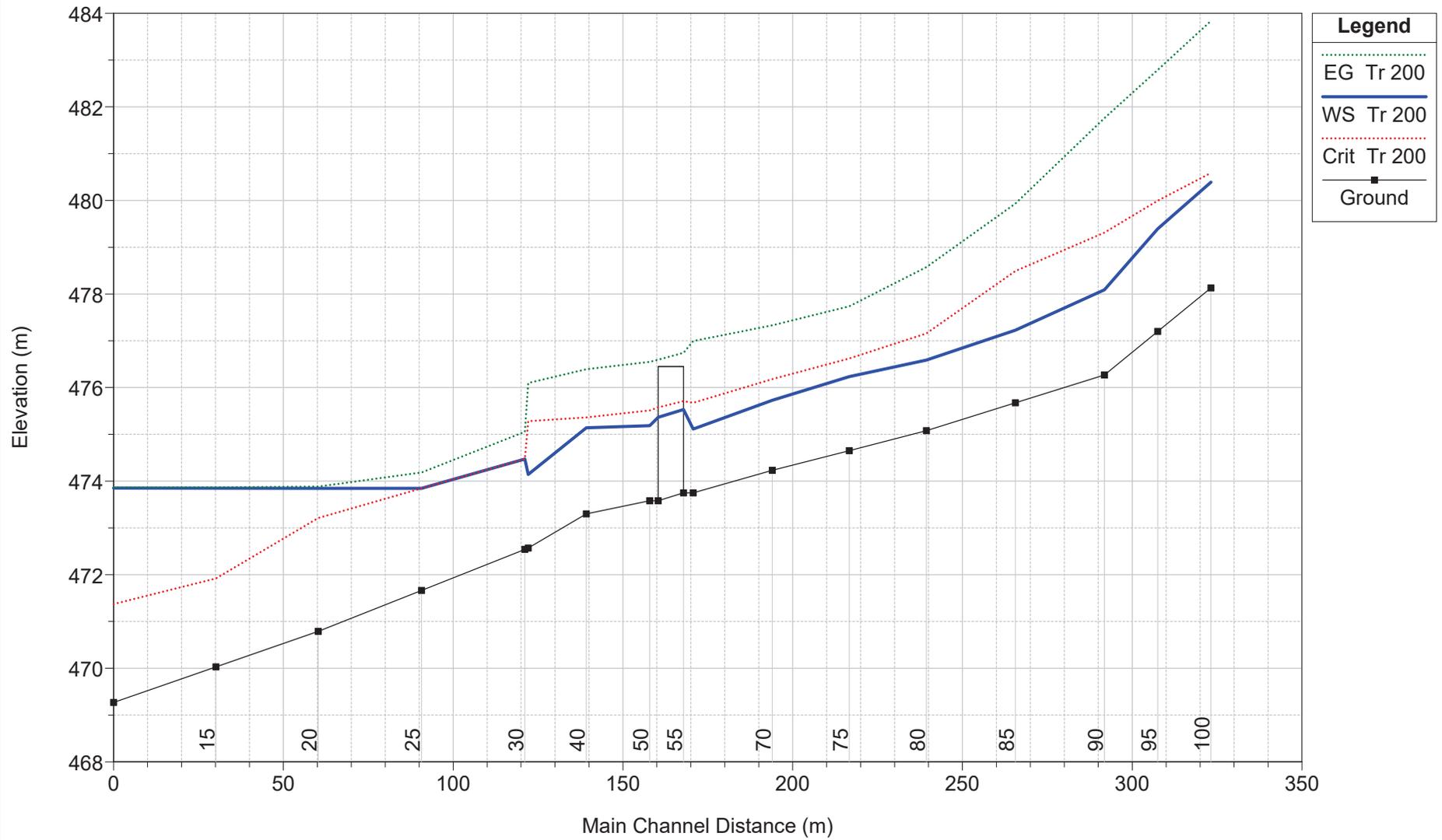
Plan: plan01 Rio Scaglione Scaglione RS: 55 Profile: Tr 200

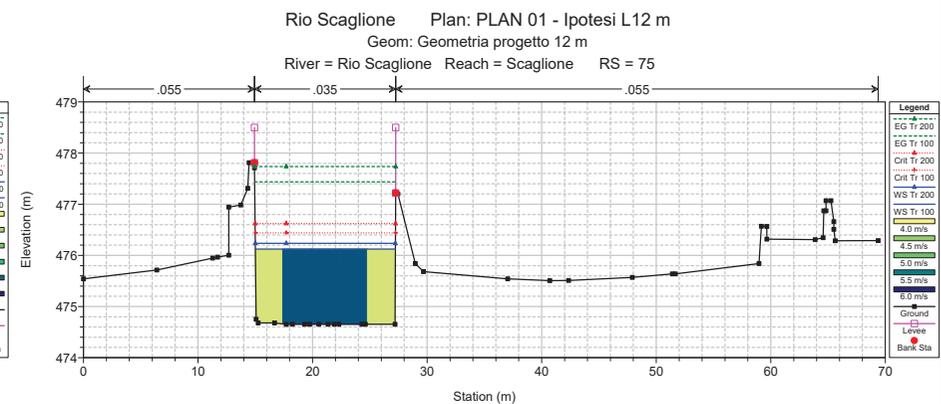
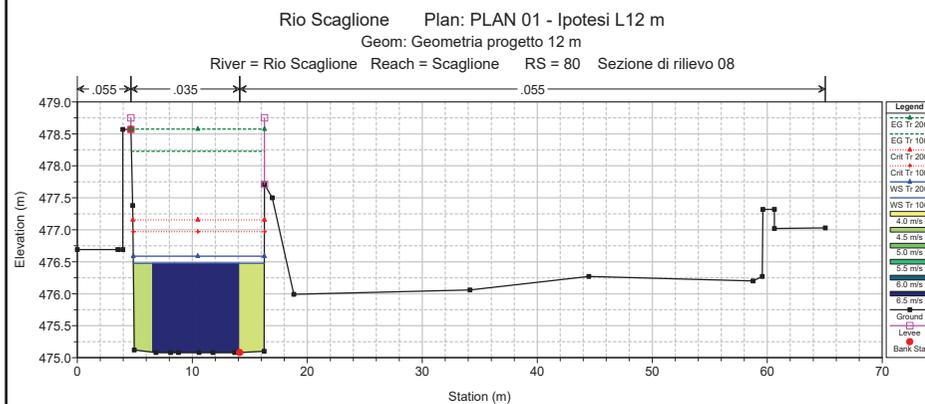
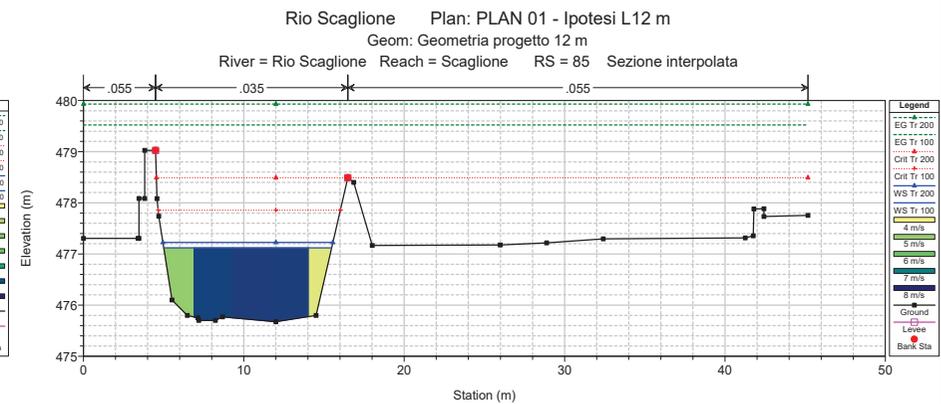
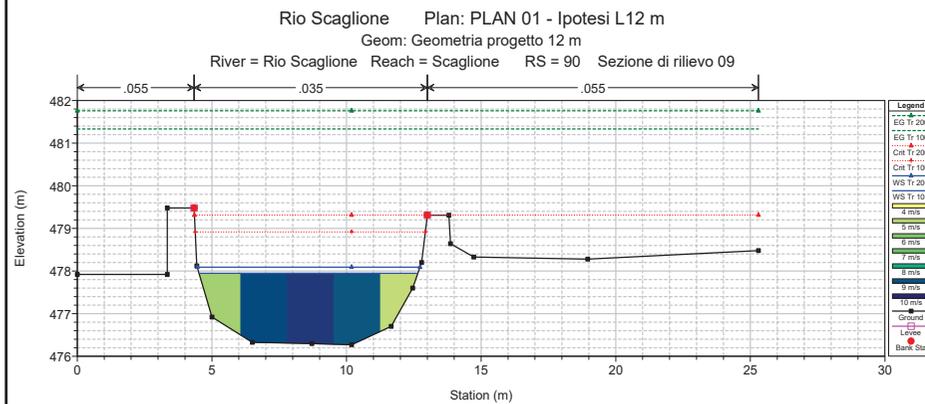
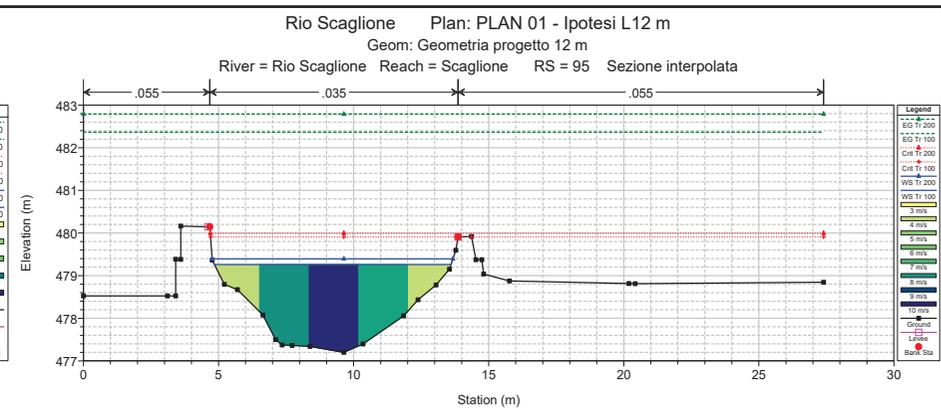
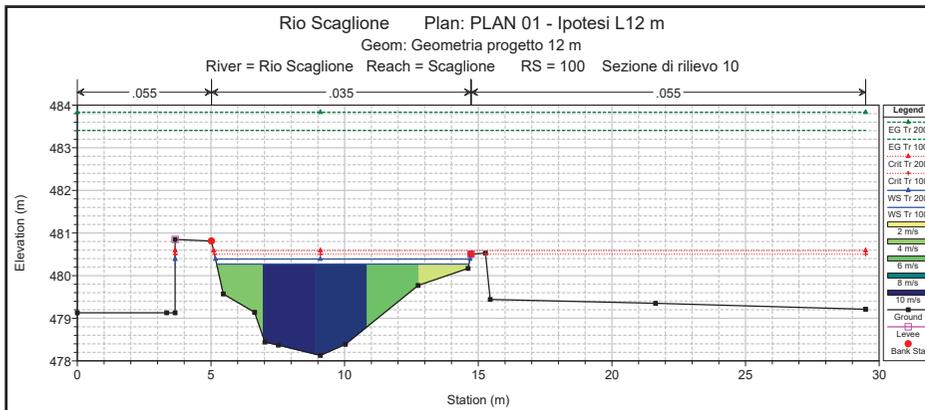
E.G. US. (m)	476.99	Element	Inside BR US	Inside BR DS
W.S. US. (m)	475.11	E.G. Elev (m)	476.74	476.59
Q Total (m3/s)	104.20	W.S. Elev (m)	475.53	475.36
Q Bridge (m3/s)	104.20	Crit W.S. (m)	475.71	475.58
Q Weir (m3/s)		Max Chl Dpth (m)	1.78	1.78
Weir Sta Lft (m)		Vel Total (m/s)	4.87	4.91
Weir Sta Rgt (m)		Flow Area (m2)	21.38	21.20
Weir Submerg		Froude # Chl	1.17	1.17
Weir Max Depth (m)		Specif Force (m3)	70.79	70.91
Min El Weir Flow (m)	477.26	Hydr Depth (m)	1.78	1.77
Min El Prs (m)	476.45	W.P. Total (m)	15.56	13.77
Delta EG (m)	0.44	Conv. Total (m3/s)	686.6	807.9
Delta WS (m)	-0.07	Top Width (m)	12.00	12.00
BR Open Area (m2)	32.40	Frctn Loss (m)	0.05	0.15
BR Open Vel (m/s)	4.91	C & E Loss (m)	0.26	0.00
Coef of Q		Shear Total (N/m2)	310.33	251.25
Br Sel Method	Energy only	Power Total (N/m s)	0.00	0.00

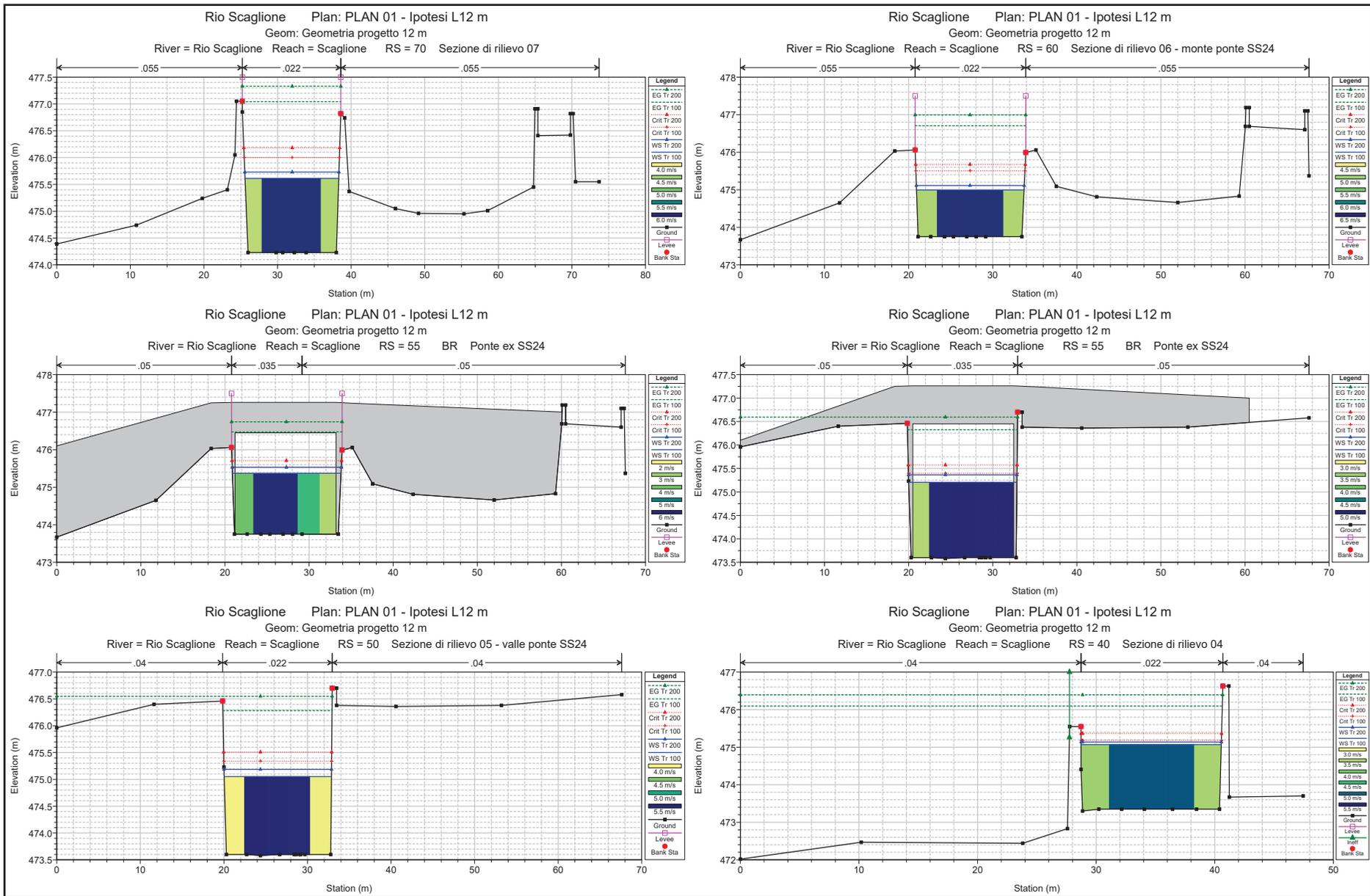
Rio Scaglione Plan: PLAN 01 - Ipotesi L12 m
Geom: Geometria progetto 12 m

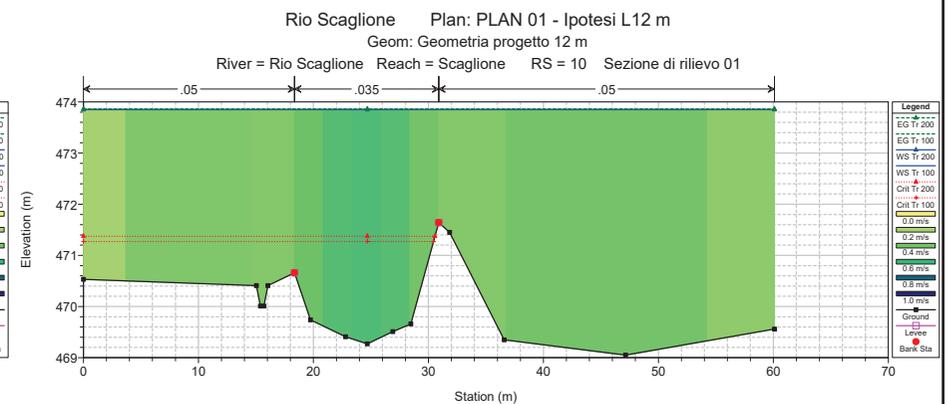
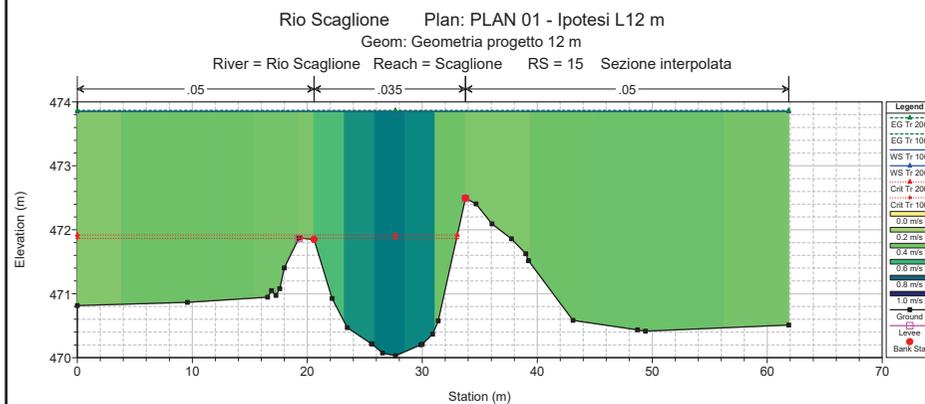
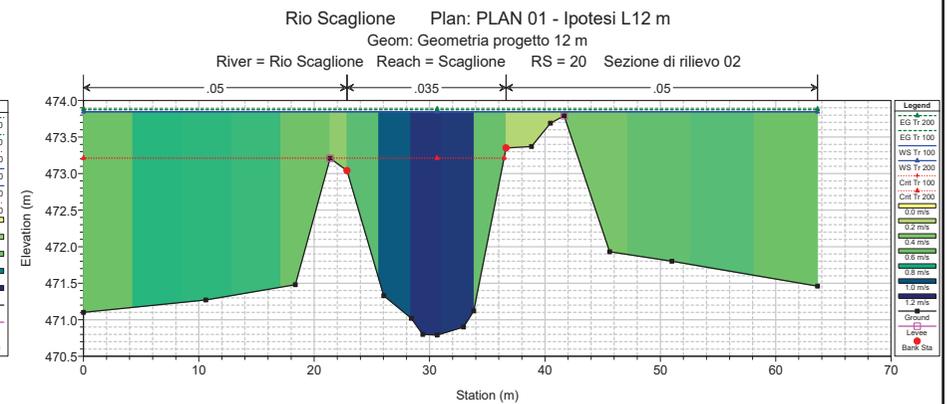
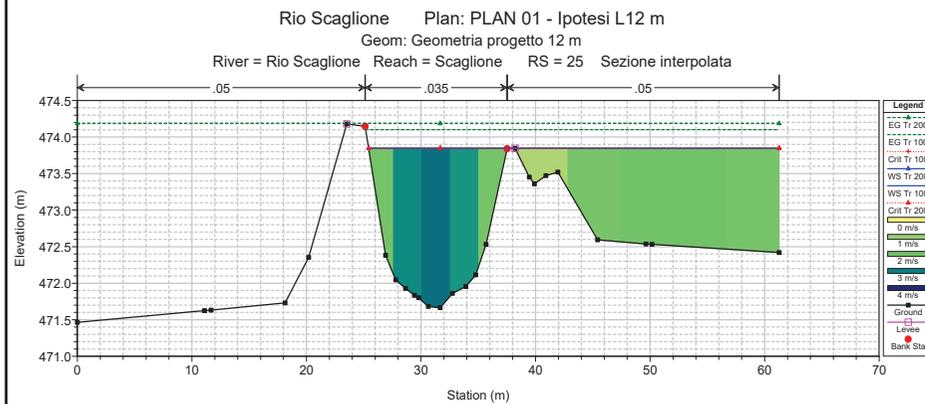
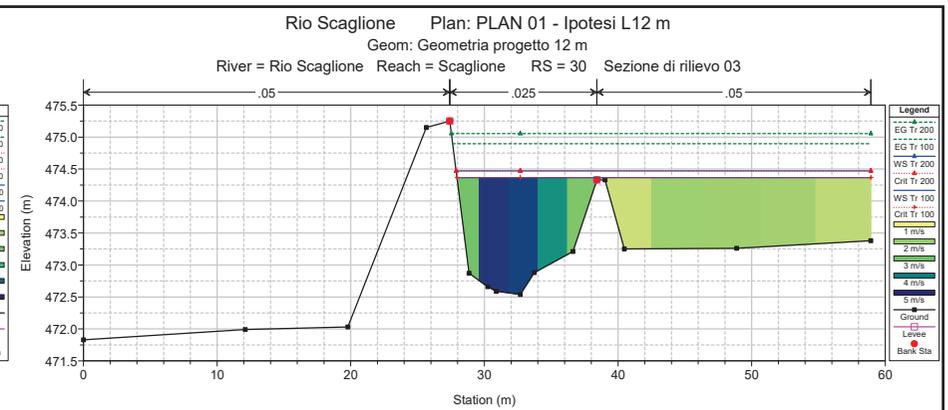
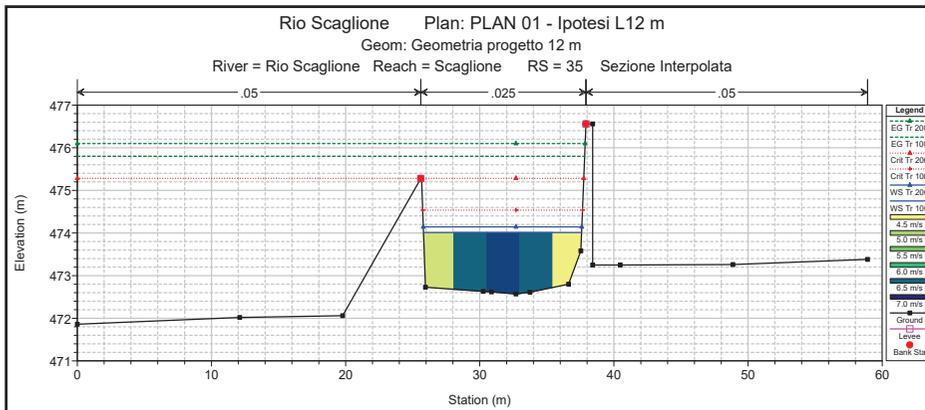


Rio Scaglione Plan: PLAN 01 - Ipotesi L12 m
Geom: Geometria progetto 12 m











PROVINCIA DI TORINO

*Ex S.S. 24 del Monginevro – Adeguamento funzionale
tratto Borgone di Susa – Susa*

VERIFICA DI COMPATIBILITA' IDRAULICA

SISTEMA QUALITÀ
AZIENDALE

certificato in accordo alla norma
ISO 9001:2000 e sottoposto a
verifiche sistematiche e periodiche



ELABORATO 1 – Relazione idraulica di compatibilità

250 C - G 0 1 - R I E - 0 1 - 1

ALLEGATO 4C

**Nuovo attraversamento in progetto Rio Scaglione
Modifica livelletta stradale – Plan02
Tempo di ritorno 100 e 200 anni
TABELLE, PROFILI, SEZIONI**

HEC-RAS Plan: plan02 River: Rio Scaglione Reach: Scaglione

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
Scaglione	100	Tr 100	90.50	478.13	480.27	480.50	483.41	0.070136	7.84	11.54	9.44	2.27
Scaglione	100	Tr 200	104.20	478.13	480.39	480.59	483.84	0.070127	8.22	12.67	9.52	2.28
Scaglione	95	Tr 100	90.50	477.20	479.26	479.91	482.37	0.061634	7.81	11.59	8.76	2.17
Scaglione	95	Tr 200	104.20	477.20	479.39	479.99	482.79	0.061757	8.16	12.76	8.91	2.18
Scaglione	90	Tr 100	90.50	476.27	478.30	479.31	481.40	0.061419	7.80	11.61	8.38	2.12
Scaglione	90	Tr 200	104.20	476.27	478.44	479.34	481.82	0.061046	8.14	12.80	8.42	2.11
Scaglione	85	Tr 100	90.50	475.68	477.56	478.50	479.87	0.039709	6.73	13.45	8.61	1.72
Scaglione	85	Tr 200	104.20	475.68	477.70	478.50	480.27	0.040824	7.10	14.68	8.71	1.74
Scaglione	80	Tr 100	90.50	475.08	476.52	477.21	478.72	0.045572	6.57	13.77	9.81	1.77
Scaglione	80	Tr 200	104.20	475.08	476.64	477.45	479.09	0.046267	6.93	15.04	9.84	1.79
Scaglione	75	Tr 100	90.50	474.65	476.39	476.68	477.73	0.022621	5.13	17.65	10.45	1.26
Scaglione	75	Tr 200	104.20	474.65	476.51	477.50	478.06	0.024425	5.51	18.90	10.47	1.31
Scaglione	70	Tr 100	90.50	474.23	475.77	476.15	477.17	0.025676	5.26	17.22	12.12	1.41
Scaglione	70	Tr 200	104.20	474.23	475.89	476.33	477.47	0.026716	5.58	18.67	12.26	1.44
Scaglione	66.6666*	Tr 100	90.50	474.07	476.17	476.00	476.91	0.009663	3.81	23.76	12.27	0.87
Scaglione	66.6666*	Tr 200	104.20	474.07	476.44	476.19	477.20	0.008783	3.86	27.02	12.51	0.84
Scaglione	63.3333*	Tr 100	90.50	473.91	476.16	475.86	476.83	0.006114	3.64	24.88	11.80	0.80
Scaglione	63.3333*	Tr 200	104.20	473.91	476.42	476.03	477.12	0.005691	3.73	27.92	11.90	0.78
Scaglione	60	Tr 100	90.50	473.75	476.17	475.71	476.78	0.002372	3.48	26.02	11.15	0.73
Scaglione	60	Tr 200	104.20	473.75	476.41	475.91	477.08	0.002348	3.62	28.77	11.15	0.72
Scaglione	55		Bridge									
Scaglione	50	Tr 100	90.50	473.58	475.32	475.56	476.56	0.006811	4.92	18.38	10.81	1.21
Scaglione	50	Tr 200	104.20	473.58	475.48	475.76	476.85	0.006931	5.18	20.11	10.99	1.22
Scaglione	40	Tr 100	90.50	473.38	475.12	475.42	476.41	0.007974	5.03	17.98	11.83	1.30
Scaglione	40	Tr 200	104.20	473.38	475.26	475.55	476.70	0.008132	5.32	19.59	11.84	1.32
Scaglione	35	Tr 100	90.50	472.57	474.67	475.28	476.21	0.012409	5.50	16.46	9.89	1.36
Scaglione	35	Tr 200	104.20	472.57	474.86	475.28	476.51	0.012000	5.68	18.34	10.03	1.34
Scaglione	30	Tr 100	90.50	472.54	474.37	474.37	474.90	0.007630	3.91	34.60	30.97	1.08
Scaglione	30	Tr 200	104.20	472.54	474.47	474.47	475.05	0.007737	4.11	37.83	31.03	1.10
Scaglione	25	Tr 100	90.50	471.66	473.85	473.85	474.10	0.005323	2.65	44.36	35.84	0.67
Scaglione	25	Tr 200	104.20	471.66	473.85	473.85	474.19	0.007057	3.05	44.36	35.84	0.77
Scaglione	20	Tr 100	90.50	470.79	473.85	473.21	473.87	0.000393	0.94	129.56	63.63	0.20
Scaglione	20	Tr 200	104.20	470.79	473.85	473.21	473.88	0.000522	1.08	129.49	63.63	0.23
Scaglione	15	Tr 100	90.50	470.03	473.85	471.87	473.86	0.000130	0.67	184.98	61.86	0.12
Scaglione	15	Tr 200	104.20	470.03	473.85	471.92	473.87	0.000172	0.77	184.95	61.86	0.14
Scaglione	10	Tr 100	90.50	469.27	473.85	471.27	473.86	0.000055	0.51	239.71	60.10	0.08
Scaglione	10	Tr 200	104.20	469.27	473.85	471.37	473.86	0.000073	0.59	239.71	60.10	0.09

Plan: plan02 Rio Scaglione Scaglione RS: 55 Profile: Tr 100

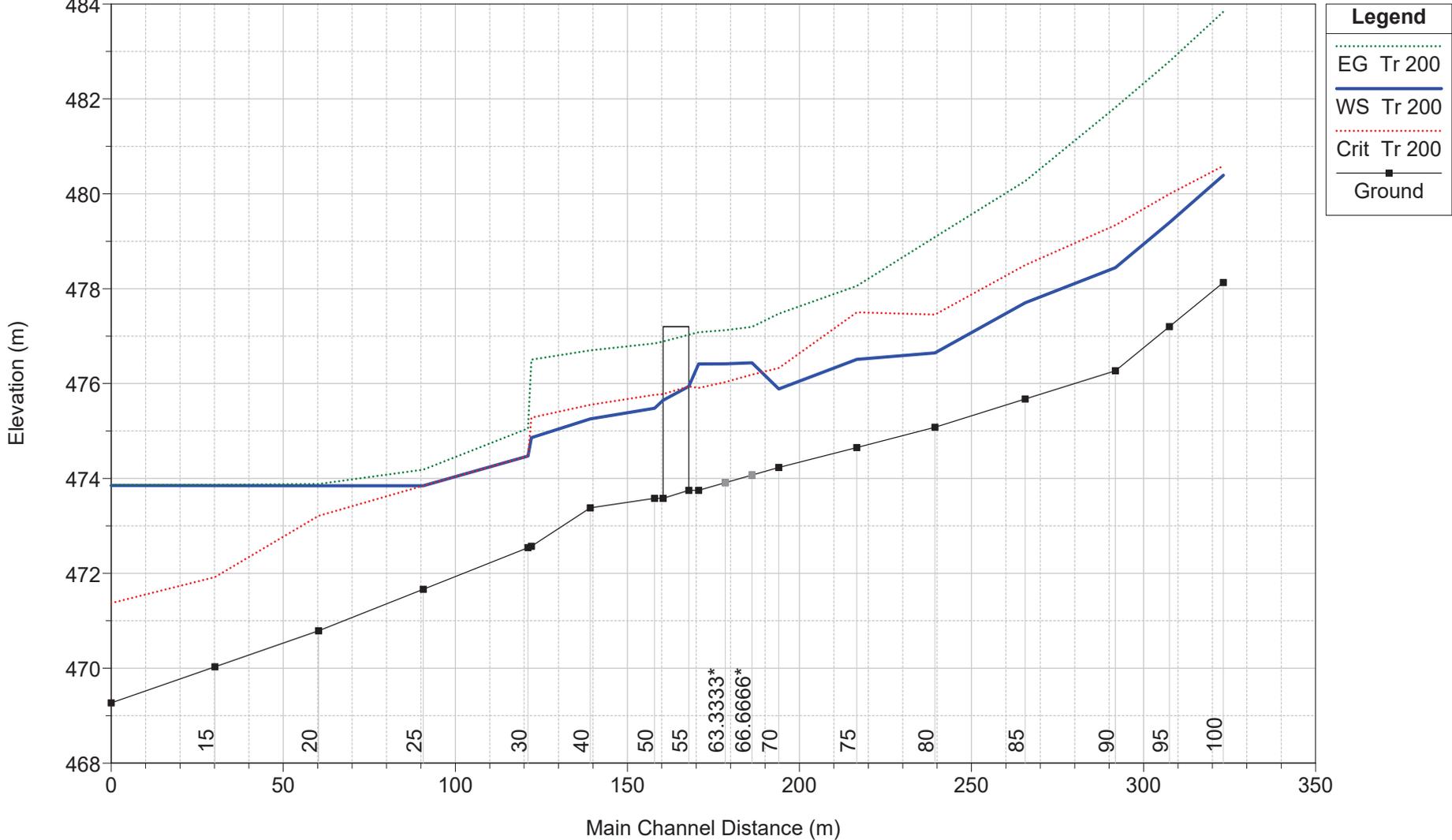
E.G. US. (m)	476.78	Element	Inside BR US	Inside BR DS
W.S. US. (m)	476.17	E.G. Elev (m)	476.73	476.59
Q Total (m3/s)	90.50	W.S. Elev (m)	475.74	475.46
Q Bridge (m3/s)	90.50	Crit W.S. (m)	475.74	475.59
Q Weir (m3/s)		Max Chl Dpth (m)	1.99	1.88
Weir Sta Lft (m)		Vel Total (m/s)	4.41	4.72
Weir Sta Rgt (m)		Flow Area (m2)	20.54	19.17
Weir Submerg		Froude # Chl	1.00	1.10
Weir Max Depth (m)		Specif Force (m3)	61.11	61.37
Min El Weir Flow (m)	478.00	Hydr Depth (m)	1.99	1.86
Min El Prs (m)	477.20	W.P. Total (m)	14.27	14.02
Delta EG (m)	0.23	Conv. Total (m3/s)	717.8	675.1
Delta WS (m)	0.85	Top Width (m)	10.30	10.30
BR Open Area (m2)	35.53	Frctn Loss (m)	0.11	0.13
BR Open Vel (m/s)	4.72	C & E Loss (m)	0.00	0.01
Coef of Q		Shear Total (N/m2)	224.44	241.07
Br Sel Method	Energy only	Power Total (N/m s)	0.00	0.00

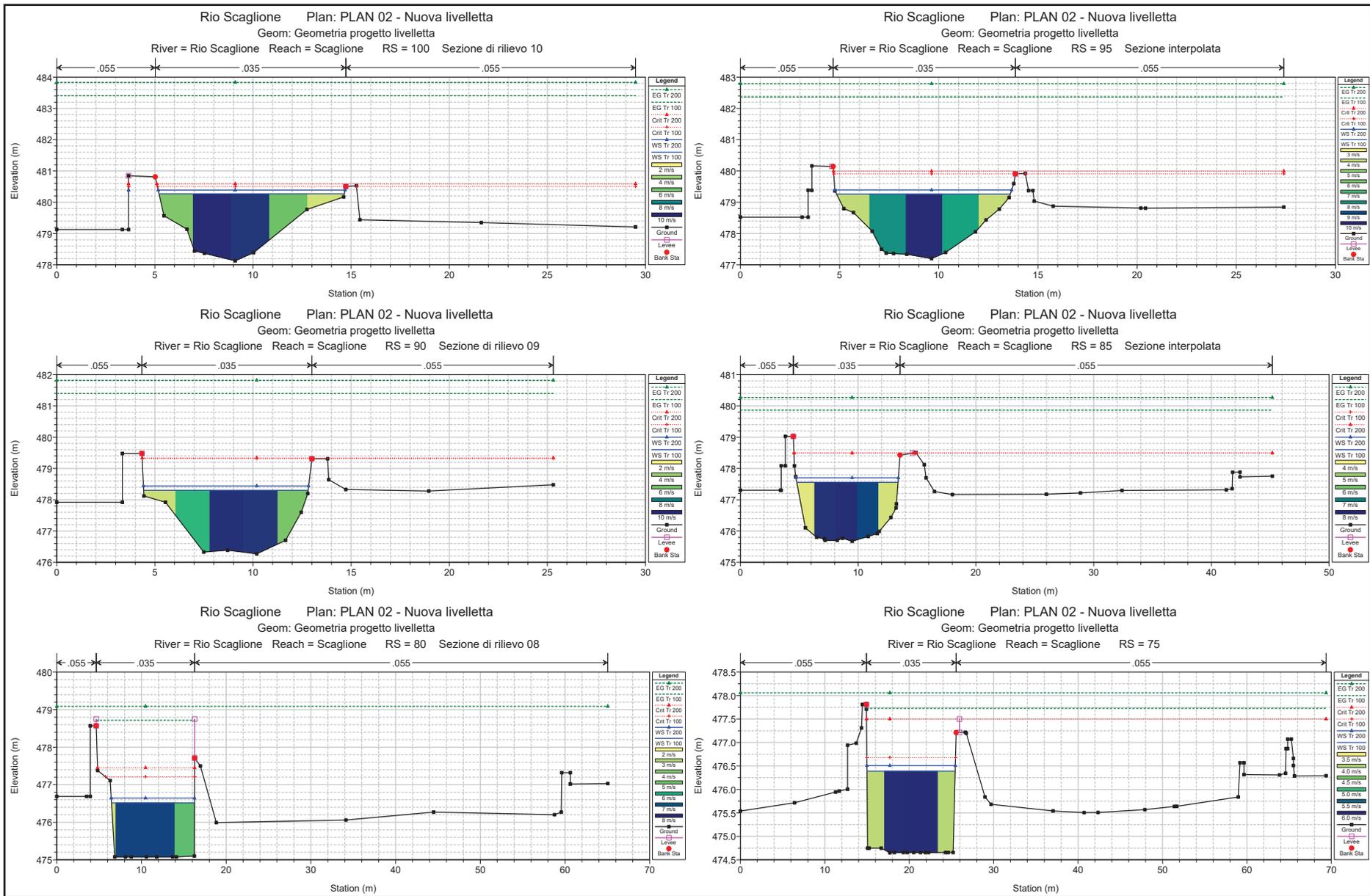
Plan: plan02 Rio Scaglione Scaglione RS: 55 Profile: Tr 200

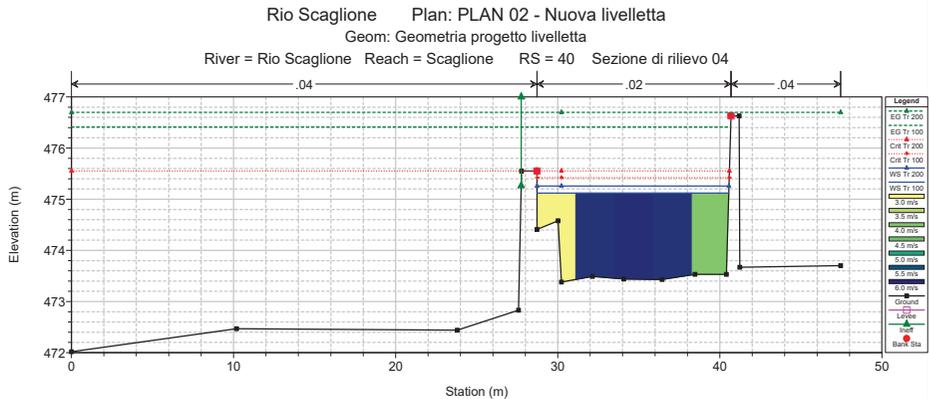
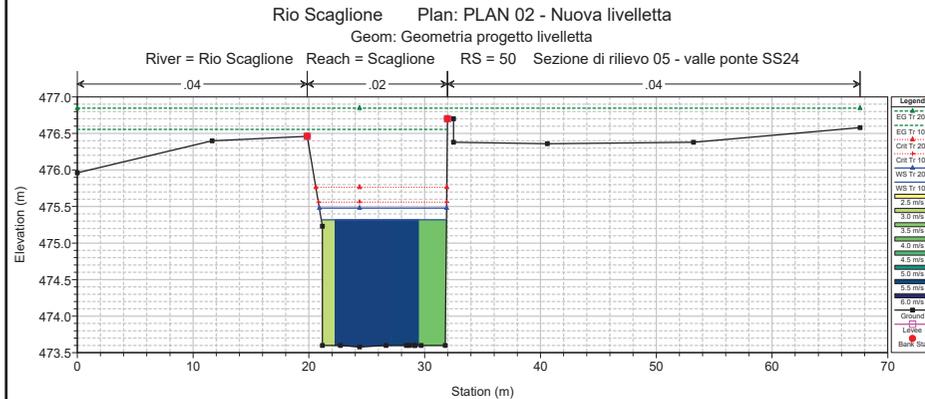
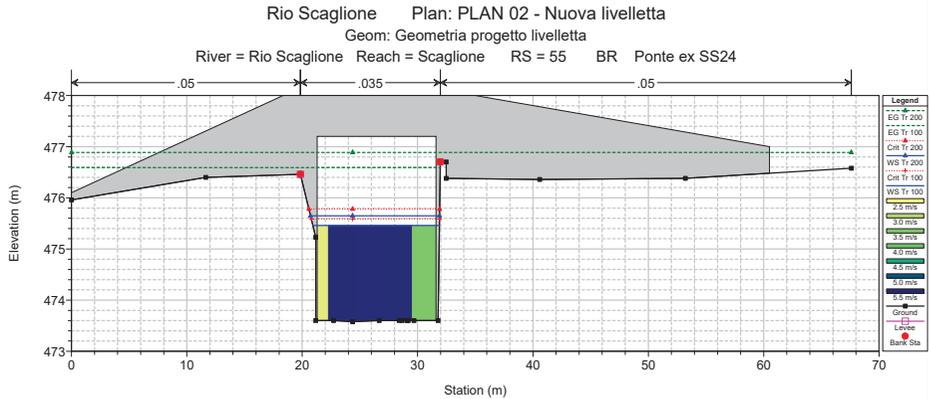
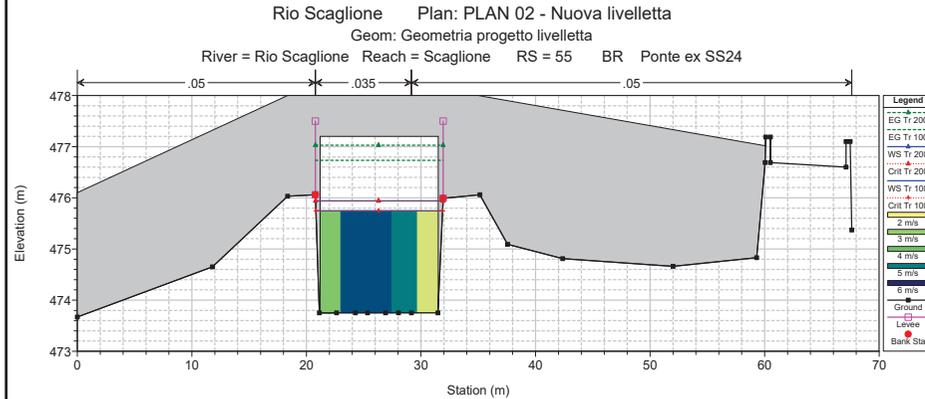
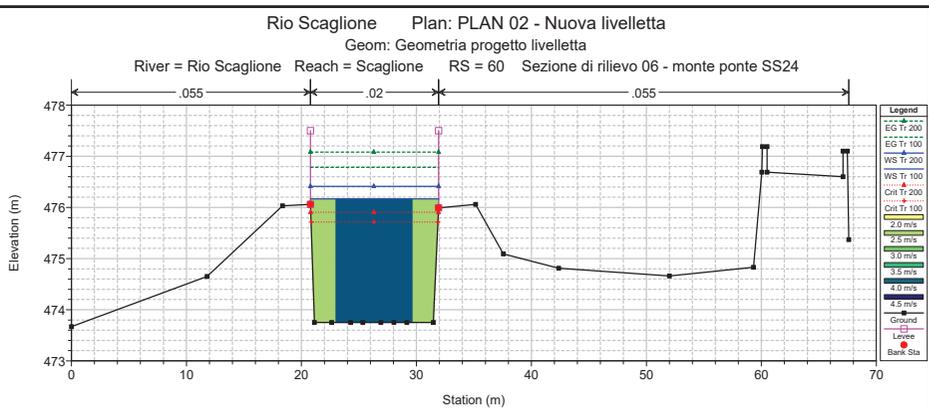
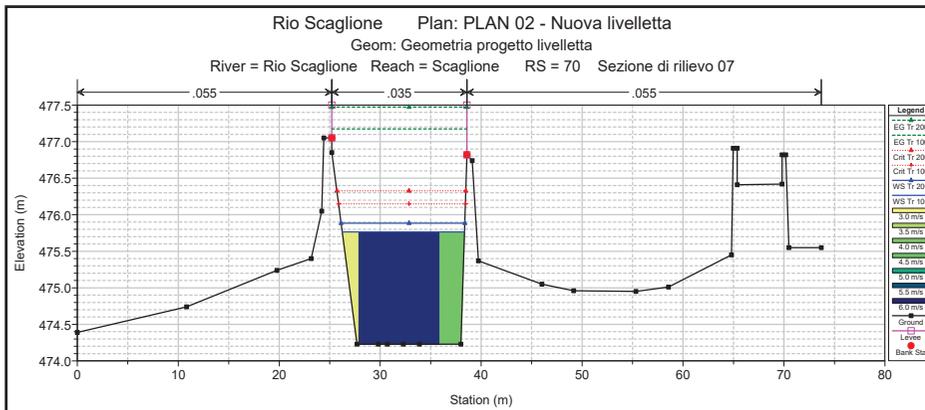
E.G. US. (m)	477.08	Element	Inside BR US	Inside BR DS
W.S. US. (m)	476.41	E.G. Elev (m)	477.03	476.89
Q Total (m3/s)	104.20	W.S. Elev (m)	475.94	475.65
Q Bridge (m3/s)	104.20	Crit W.S. (m)	475.94	475.78
Q Weir (m3/s)		Max Chl Dpth (m)	2.19	2.07
Weir Sta Lft (m)		Vel Total (m/s)	4.62	4.93
Weir Sta Rgt (m)		Flow Area (m2)	22.55	21.13
Weir Submerg		Froude # Chl	1.00	1.09
Weir Max Depth (m)		Specif Force (m3)	73.74	74.03
Min El Weir Flow (m)	478.00	Hydr Depth (m)	2.19	2.05
Min El Prs (m)	477.20	W.P. Total (m)	14.65	14.40
Delta EG (m)	0.24	Conv. Total (m3/s)	826.0	779.8
Delta WS (m)	0.93	Top Width (m)	10.30	10.30
BR Open Area (m2)	35.53	Frctn Loss (m)	0.11	0.13
BR Open Vel (m/s)	4.93	C & E Loss (m)	0.00	0.02
Coef of Q		Shear Total (N/m2)	240.21	257.00
Br Sel Method	Energy only	Power Total (N/m s)	0.00	0.00

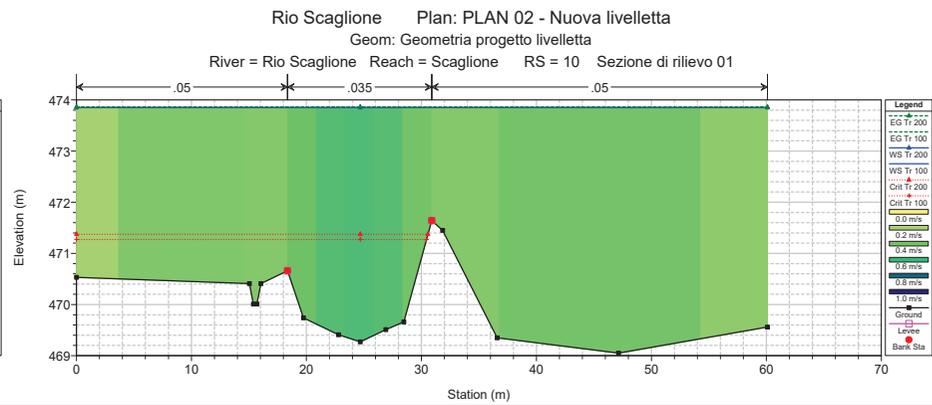
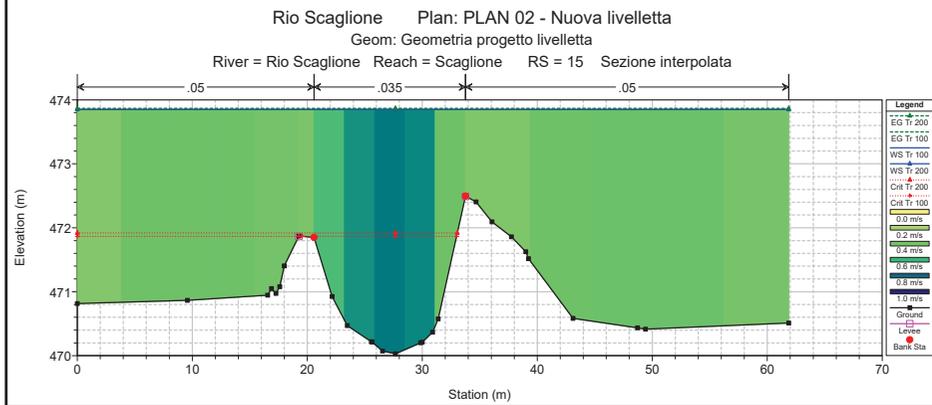
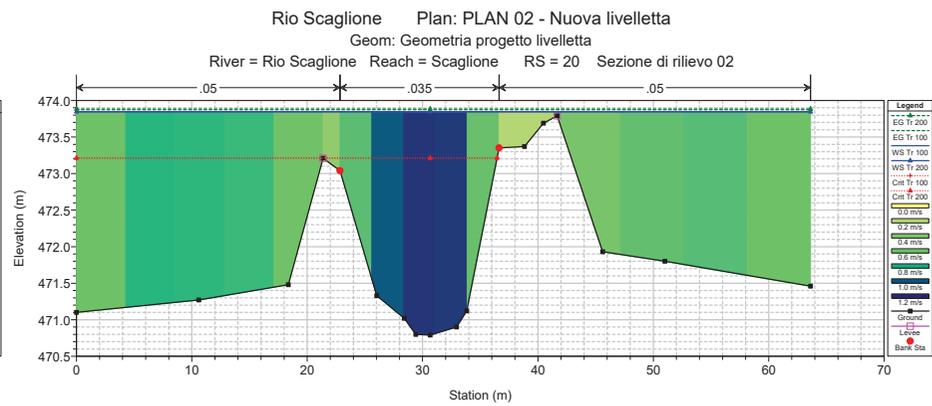
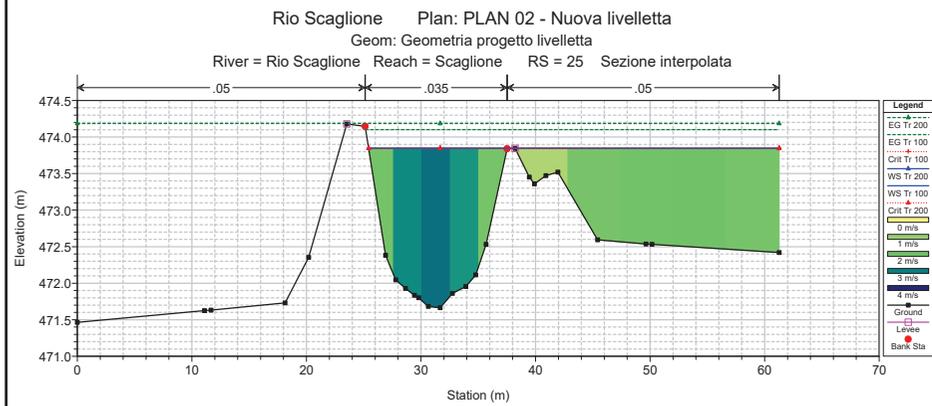
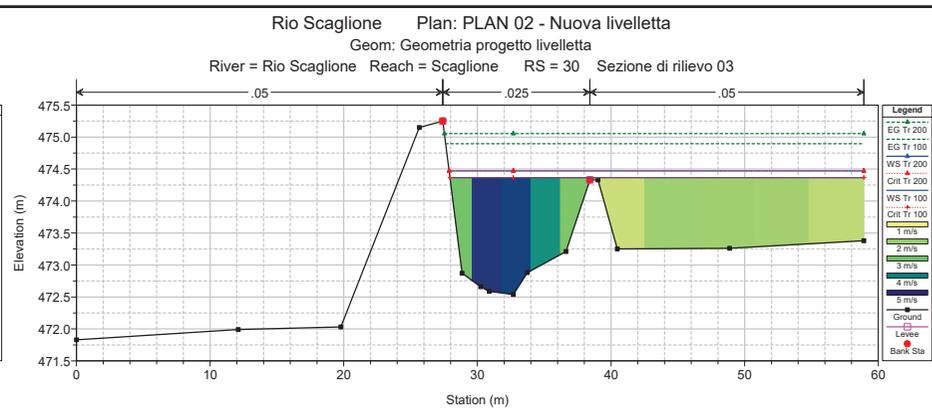
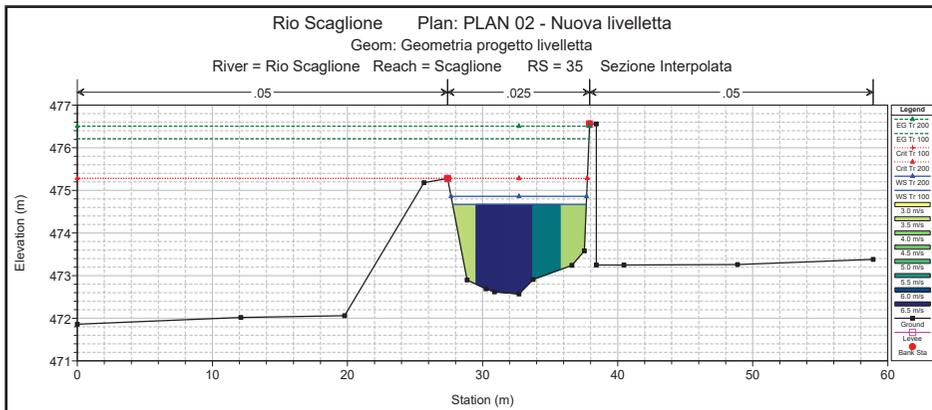
Rio Scaglione Plan: PLAN 02 - Nuova livelletta

Geom: Geometria progetto livelletta



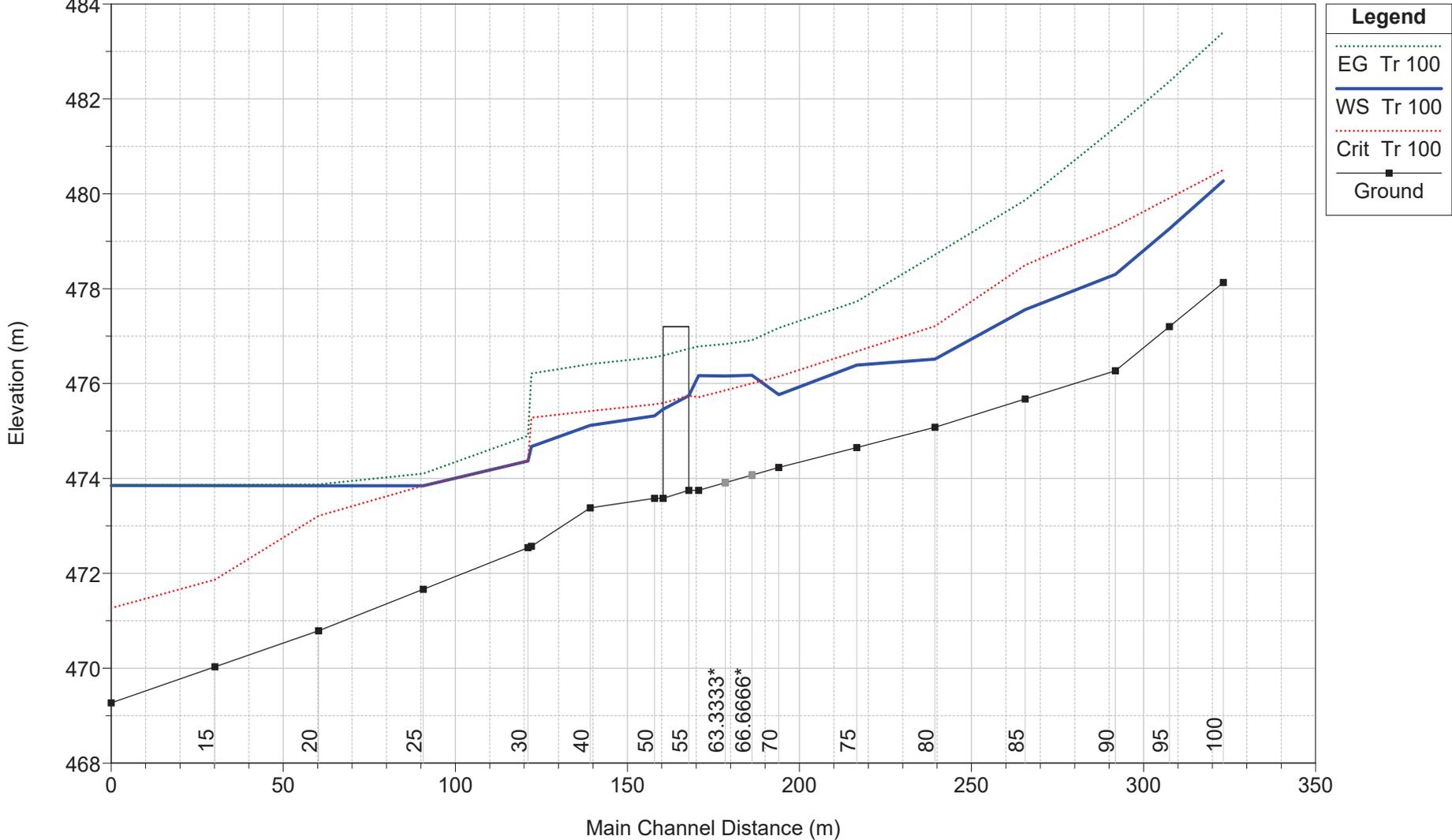






Rio Scaglione Plan: PLAN 02 - Nuova livelletta

Geom: Geometria progetto livelletta





PROVINCIA DI TORINO

*Ex S.S. 24 del Monginevro – Adeguamento funzionale
tratto Borgone di Susa – Susa*

VERIFICA DI COMPATIBILITA' IDRAULICA

SISTEMA QUALITÀ
AZIENDALE
certificato in accordo alla norma
ISO 9001:2000 e sottoposto a
verifiche regolari e periodiche



ELABORATO 1 – Relazione idraulica di compatibilità

250 C - G 0 1 - R I E - 0 1 - 1

ALLEGATO 4D

**Nuovo attraversamento in progetto Rio Scaglione
Abbassamento fondo alveo – Plan03
Tempo di ritorno 100 e 200 anni
TABELLE, PROFILI, SEZIONI**

HEC-RAS Plan: plan03 River: Rio Scaglione Reach: Scaglione

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
Scaglione	100	Tr 100	90.50	478.13	480.27	480.50	483.41	0.070136	7.84	11.54	9.44	2.27
Scaglione	100	Tr 200	104.20	478.13	480.39	480.59	483.84	0.070127	8.22	12.67	9.52	2.28
Scaglione	95	Tr 100	90.50	477.20	479.26	479.91	482.37	0.061988	7.82	11.57	8.75	2.17
Scaglione	95	Tr 200	104.20	477.20	479.39	479.99	482.80	0.062097	8.18	12.74	8.91	2.18
Scaglione	90	Tr 100	90.50	476.27	478.30	479.31	481.40	0.061586	7.80	11.60	8.38	2.12
Scaglione	90	Tr 200	104.20	476.27	478.44	479.34	481.83	0.061314	8.15	12.78	8.42	2.11
Scaglione	85	Tr 100	90.50	475.68	478.04	478.50	479.94	0.030879	6.10	14.83	8.89	1.51
Scaglione	85	Tr 200	104.20	475.68	478.18	478.50	480.32	0.032328	6.48	16.08	8.94	1.54
Scaglione	80	Tr 100	90.50	475.08	477.29	477.29	478.21	0.012555	4.42	21.55	10.97	1.02
Scaglione	80	Tr 200	104.20	475.08	477.47	477.47	478.49	0.013087	4.62	23.57	11.47	1.05
Scaglione	75	Tr 100	90.50	474.65	477.22	477.22	477.29	0.001378	1.53	84.75	54.01	0.31
Scaglione	75	Tr 200	104.20	474.65	477.22	477.22	477.32	0.001827	1.76	84.75	54.01	0.36
Scaglione	70	Tr 100	90.50	474.00	475.67	475.92	476.86	0.019973	4.84	18.68	12.11	1.24
Scaglione	70	Tr 200	104.20	474.00	476.11	476.11	477.06	0.012404	4.32	24.12	12.59	1.00
Scaglione	60	Tr 100	90.50	472.75	474.04	474.72	476.30	0.016606	6.66	13.60	10.66	1.88
Scaglione	60	Tr 200	104.20	472.75	474.21	474.91	476.55	0.015033	6.76	15.40	10.70	1.80
Scaglione	55		Bridge									
Scaglione	50	Tr 100	90.50	472.55	475.22	474.54	475.77	0.001988	3.26	27.73	10.43	0.64
Scaglione	50	Tr 200	104.20	472.55	475.28	474.73	475.97	0.002492	3.68	28.31	10.50	0.72
Scaglione	40	Tr 100	90.50	472.25	475.19	474.24	475.61	0.001523	2.88	31.43	11.87	0.56
Scaglione	40	Tr 200	104.20	472.25	475.20	474.48	475.75	0.001991	3.30	31.58	11.88	0.65
Scaglione	35	Tr 100	90.50	472.10	474.48	474.48	475.49	0.009744	4.47	20.26	9.87	1.00
Scaglione	35	Tr 200	104.20	472.10	475.28	475.28	475.34	0.000572	1.25	103.62	37.75	0.24
Scaglione	25	Tr 100	90.50	471.66	473.85	473.85	474.10	0.005323	2.65	44.36	35.84	0.67
Scaglione	25	Tr 200	104.20	471.66	473.85	473.85	474.19	0.007057	3.05	44.36	35.84	0.77
Scaglione	20	Tr 100	90.50	470.79	473.85	473.21	473.87	0.000394	0.94	129.51	63.63	0.20
Scaglione	20	Tr 200	104.20	470.79	473.84	473.21	473.88	0.000523	1.09	129.41	63.63	0.23
Scaglione	15	Tr 100	90.50	470.03	473.85	471.87	473.86	0.000130	0.67	184.97	61.86	0.12
Scaglione	15	Tr 200	104.20	470.03	473.85	471.92	473.87	0.000173	0.77	184.94	61.86	0.14
Scaglione	10	Tr 100	90.50	469.27	473.85	471.27	473.86	0.000055	0.51	239.71	60.10	0.08
Scaglione	10	Tr 200	104.20	469.27	473.85	471.37	473.86	0.000073	0.59	239.71	60.10	0.09

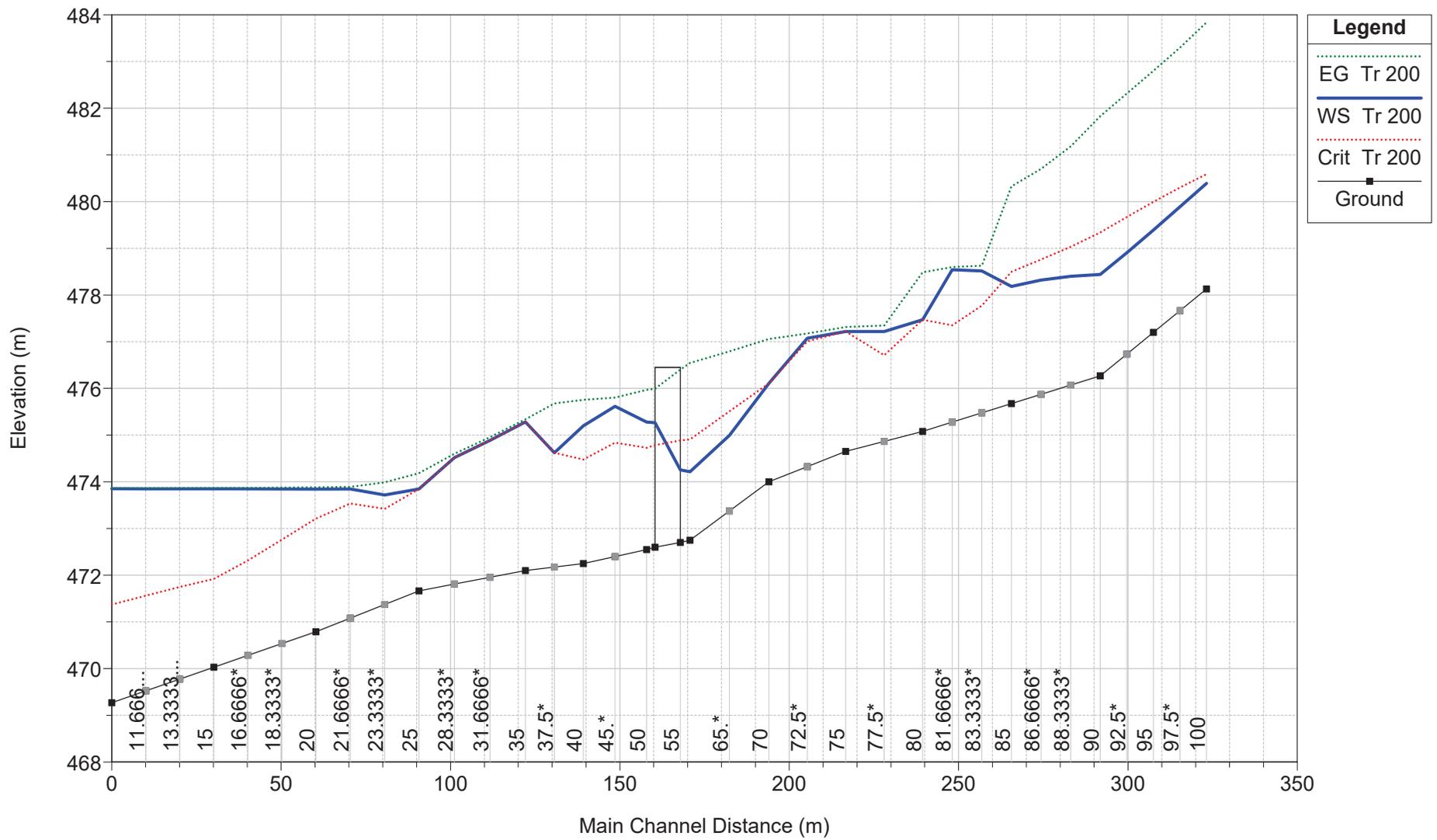
Plan: plan03 Rio Scaglione Scaglione RS: 55 Profile: Tr 100

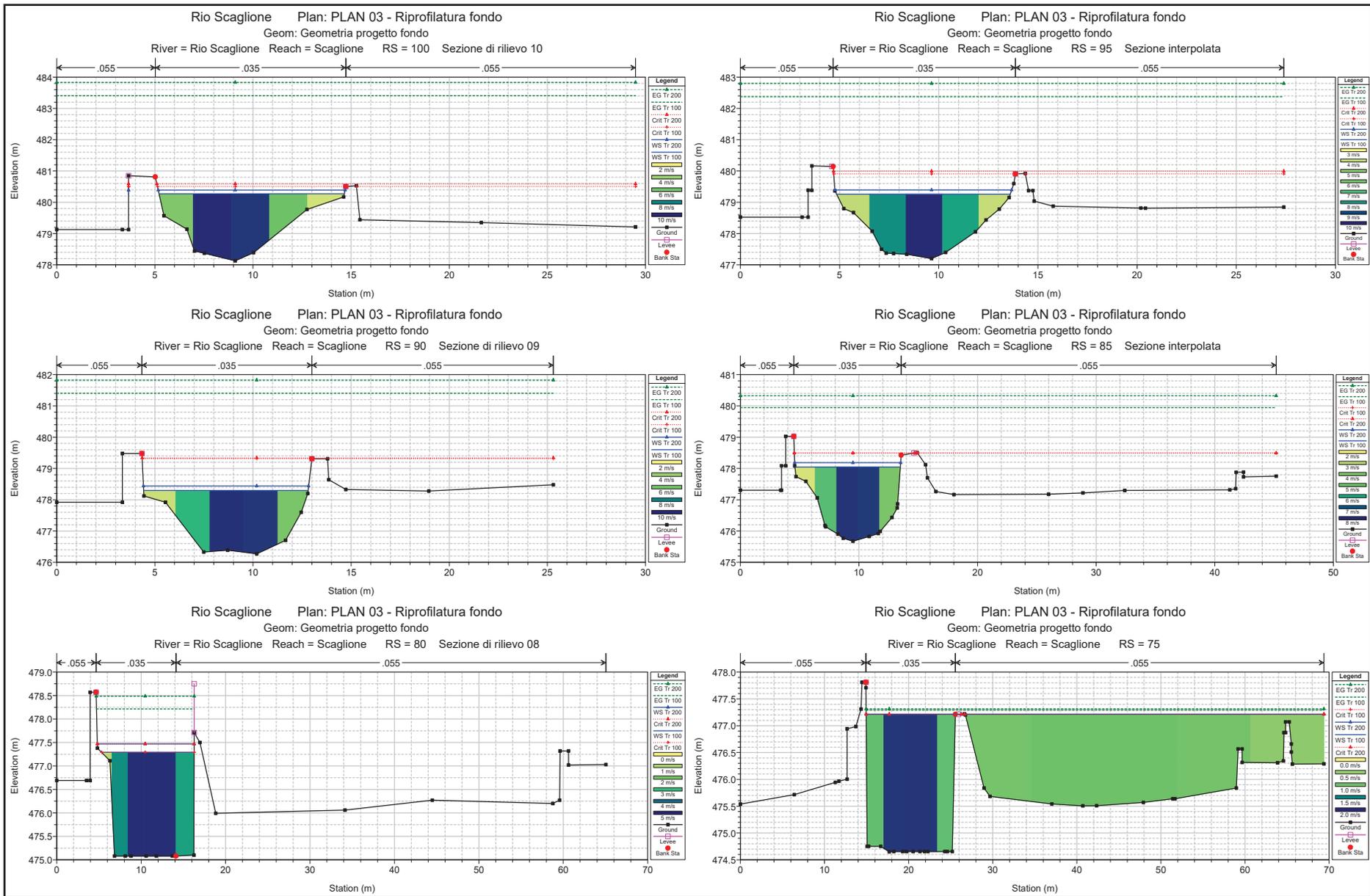
E.G. US. (m)	476.30	Element	Inside BR US	Inside BR DS
W.S. US. (m)	474.04	E.G. Elev (m)	476.15	475.79
Q Total (m3/s)	90.50	W.S. Elev (m)	474.07	475.22
Q Bridge (m3/s)	90.50	Crit W.S. (m)	474.69	474.59
Q Weir (m3/s)		Max Chl Dpth (m)	1.37	2.62
Weir Sta Lft (m)		Vel Total (m/s)	6.39	3.34
Weir Sta Rgt (m)		Flow Area (m2)	14.17	27.06
Weir Submerg		Froude # Chl	1.74	0.66
Weir Max Depth (m)		Specif Force (m3)	68.65	66.17
Min El Weir Flow (m)	477.26	Hydr Depth (m)	1.38	2.60
Min El Prs (m)	476.45	W.P. Total (m)	13.19	15.57
Delta EG (m)	0.54	Conv. Total (m3/s)	402.9	1117.6
Delta WS (m)	-1.18	Top Width (m)	10.30	10.40
BR Open Area (m2)	38.65	Frctn Loss (m)	0.10	0.27
BR Open Vel (m/s)	6.39	C & E Loss (m)	0.05	0.19
Coef of Q		Shear Total (N/m2)	531.47	111.76
Br Sel Method	Energy only	Power Total (N/m s)	0.00	0.00

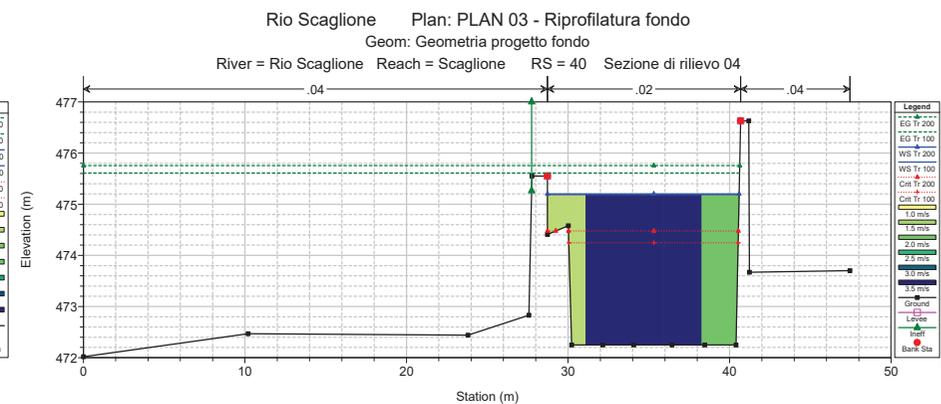
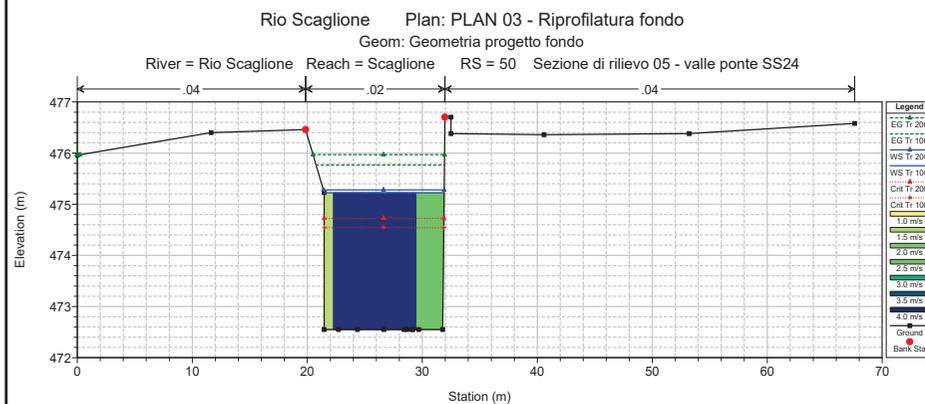
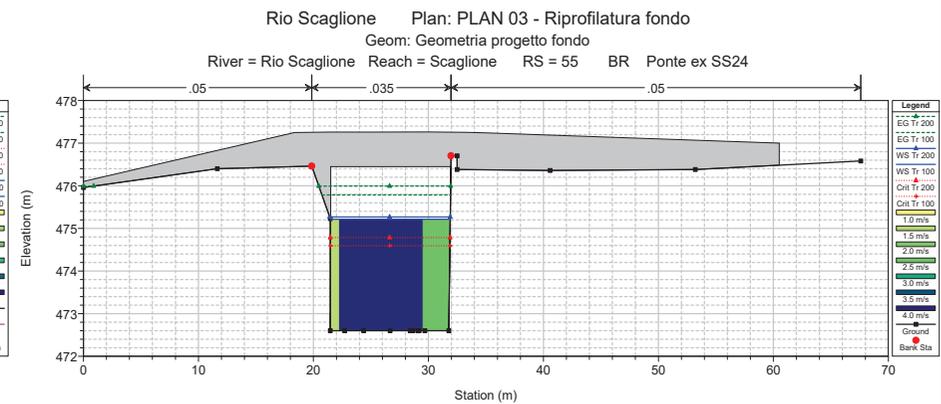
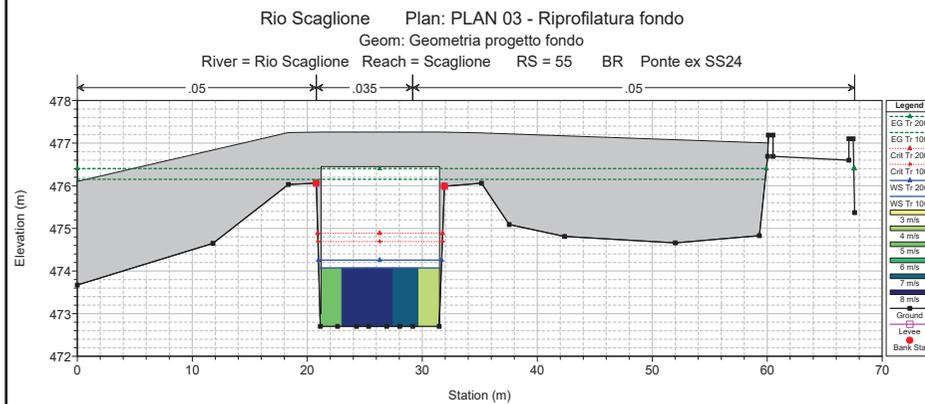
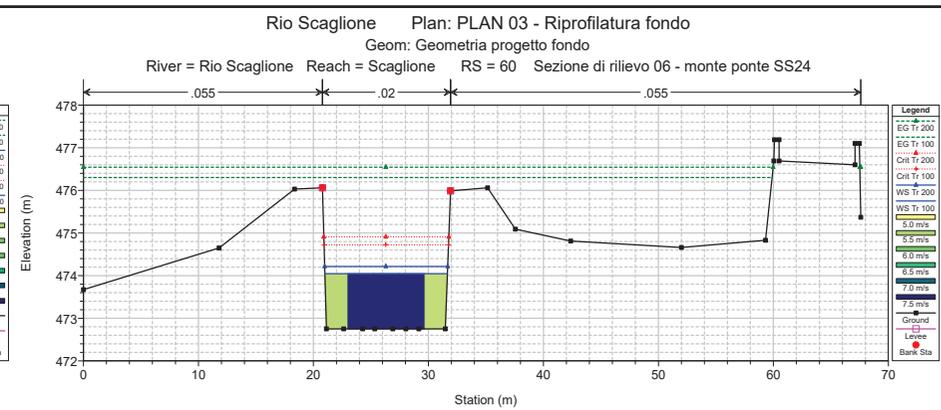
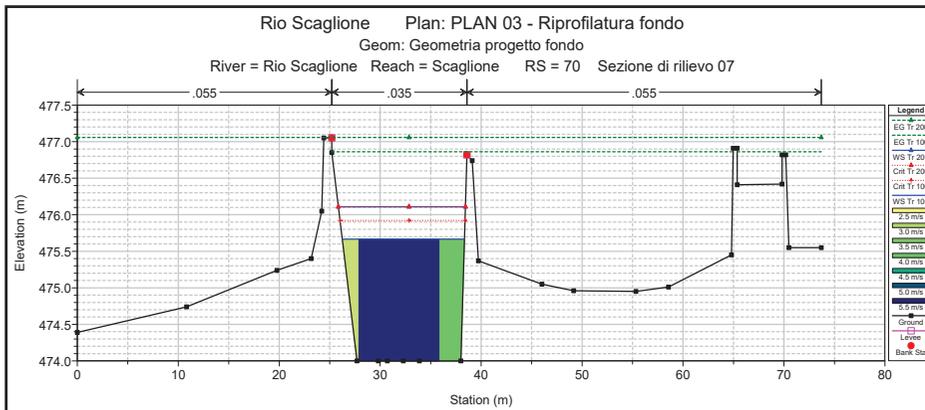
Plan: plan03 Rio Scaglione Scaglione RS: 55 Profile: Tr 200

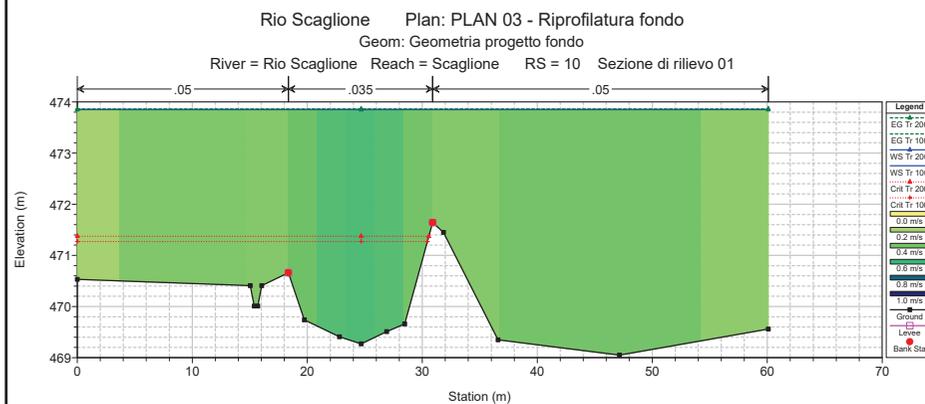
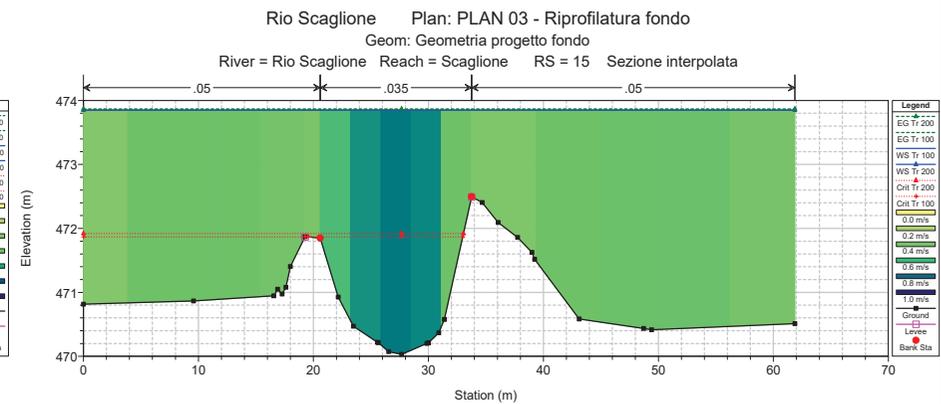
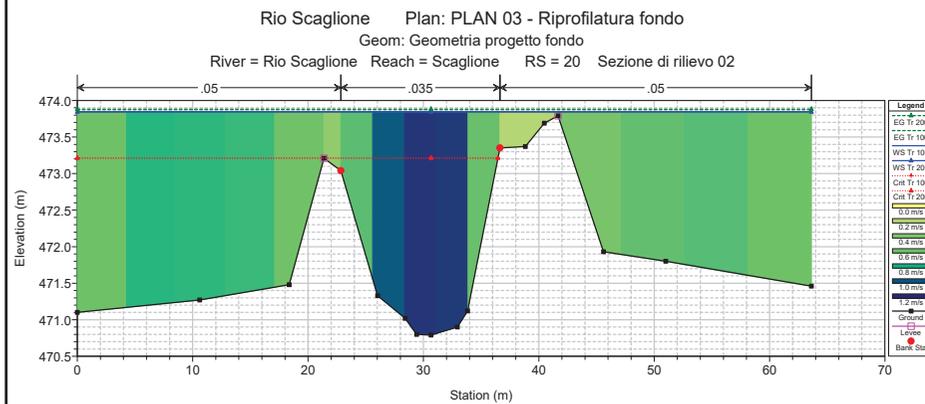
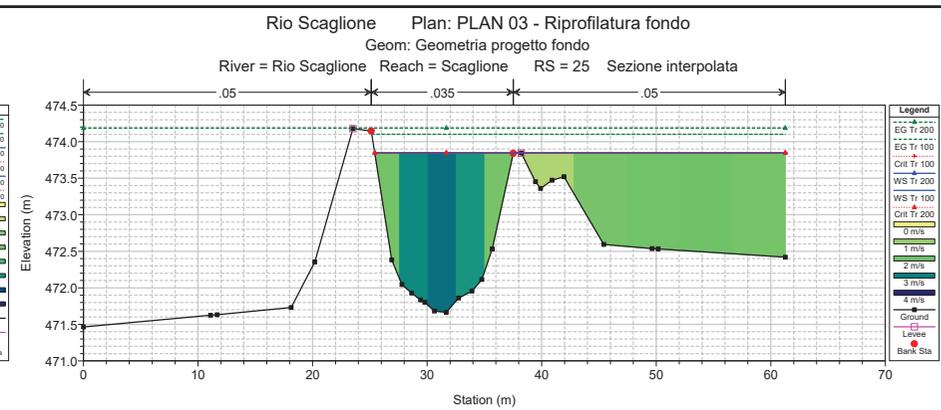
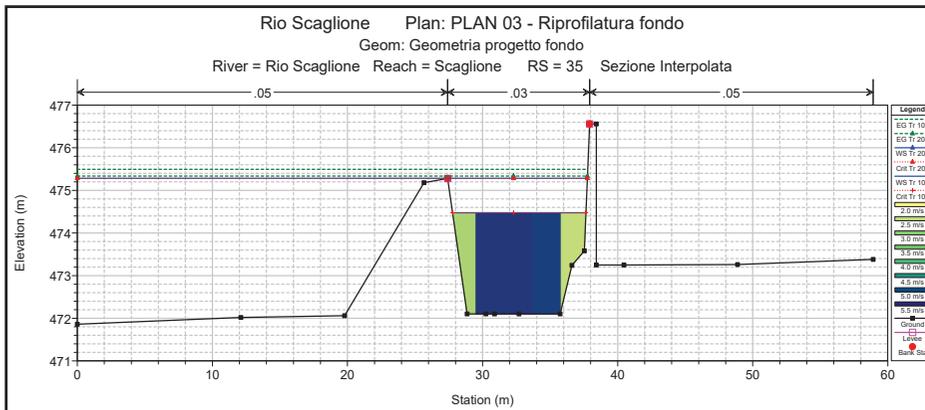
E.G. US. (m)	476.55	Element	Inside BR US	Inside BR DS
W.S. US. (m)	474.21	E.G. Elev (m)	476.40	475.99
Q Total (m3/s)	104.20	W.S. Elev (m)	474.26	475.27
Q Bridge (m3/s)	104.20	Crit W.S. (m)	474.89	474.78
Q Weir (m3/s)		Max Chl Dpth (m)	1.56	2.67
Weir Sta Lft (m)		Vel Total (m/s)	6.49	3.78
Weir Sta Rgt (m)		Flow Area (m2)	16.05	27.59
Weir Submerg		Froude # Chl	1.66	0.74
Weir Max Depth (m)		Specif Force (m3)	81.42	76.83
Min El Weir Flow (m)	477.26	Hydr Depth (m)	1.56	2.65
Min El Prs (m)	476.45	W.P. Total (m)	13.55	15.67
Delta EG (m)	0.58	Conv. Total (m3/s)	488.5	1149.5
Delta WS (m)	-1.06	Top Width (m)	10.30	10.40
BR Open Area (m2)	38.65	Frctn Loss (m)	0.09	0.25
BR Open Vel (m/s)	6.49	C & E Loss (m)	0.06	0.19
Coef of Q		Shear Total (N/m2)	528.41	141.87
Br Sel Method	Energy only	Power Total (N/m s)	0.00	0.00

Rio Scaglione Plan: PLAN 03 - Riprofilatura fondo
 Geom: Geometria progetto fondo









Rio Scaglione Plan: PLAN 03 - Riprofilatura fondo
 Geom: Geometria progetto fondo

