



COMMISSARIO DELEGATO PER L'EMERGENZA

DETERMINATASI NEL SETTORE DEL TRAFFICO E DELLA MOBILITÀ NEL

TERRITORIO DELLE PROVINCE DI TREVISO E VICENZA

SUPERSTRADA A PEDAGGIO PEDEMONTANA VENETA

CONCESSIONARIO

PROGETTISTA



SPV srl
Via Inverio, 24/A
10146 Torino



SIS Scpa
Via Inverio, 24/A
10146 Torino

Consorzio Stabile fra le Imprese:



SACYR S.A.



INC S.p.A.



SIPAL S.p.A.



INFRASTRUCTURAS S.A.
Paseo de la Castellana, 83-85
28046 Madrid



Ingegneria Grandi Opere Srl
Via Inverio, 24/A
10146 Torino

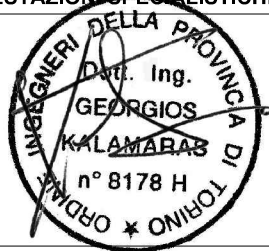
RESPONSABILE PROGETTAZIONE

RESPONSABILE INTEGRAZIONE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE

SUPPORTO ALLA PROGETTAZIONE DELL'INFRASTRUTTURA E DELLE OPERE CIVILI

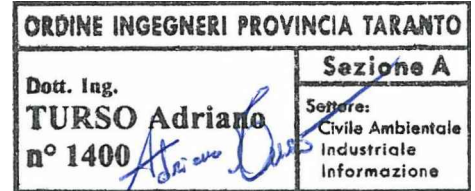
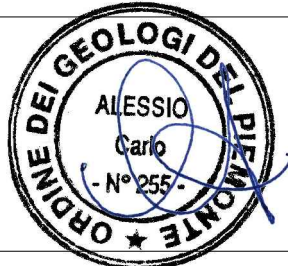


**ORDINE DEGLI INGEGNERI
DELLA PROVINCIA DI CUNEO**
1211 *Dott. Ing. Claudio Dogliani*



COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE

GEOLOGO



N. Progr. _____
Cartella N. _____

PROGETTO DEFINITIVO
(C.U.P. H51B03000050009)

LOTTO 2 - TRATTA "B"
Dal Km 29+300 al Km 38+700

TITOLO ELABORATO:

**PROGETTO DELL'INFRASTRUTTURA
OPERE D'ARTE MAGGIORI: VIADOTTI E PONTI (Strutture)
PONTE TORRENTE LAVERDA COMPLANARE**
Relazione idraulica

P V D S R V S P O 2 B 0 0 9 - 0 0 1 0 0 0 4 R A 0

SCALA:

REV.	DESCRIZIONE	REDATTO	DATA	VERIFICATO	DATA	APPROVATO	DATA
0	PRIMA EMISSIONE	I.C.Srl	20/02/2012	IGO	24/02/2012	SIS	29/02/2012

IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO:

IL COMMISSARIO:

VALIDAZIONE:

Ing. Giuseppe FASIOLO

Ing. Silvano VERNIZZI

PROTOCOLLO : _____

DEL: _____

INDICE

1. OGGETTO.....	2
2. DETERMINAZIONE DELLA PORTATA DI PROGETTO.....	3
3. VERIFICA IDRAULICA.....	4
3.1 Configurazioni analizzate	4
3.1.1 Ante operam.....	4
3.1.2 Post operam.....	4
3.2 Sezioni trasversali: caratteristiche geometriche ed idrauliche	5
3.3 Condizioni iniziali: portata di piena	6
3.4 Condizioni al contorno	6
3.5 Applicazione del modello allo stato attuale.....	7
3.6 Applicazione del modello allo stato di progetto.....	10

1. OGGETTO

Oggetto della presente è la verifica idraulica del ponte della strada complanare in progetto sul torrente Laverda, nel comune di Mason Vicentino.

Tale opera rientra all'interno delle infrastrutture previste per la realizzazione della Superstrada Pedemontana Veneta.

Le opere in progetto prevedono la realizzazione di due ponti affiancati sul torrente Laverda: uno sulla viabilità principale e l'altro sulla complanare.

Il ponte previsto sulla superstrada è in calcestruzzo a campata unica, largo 29.50 m e con una lunghezza complessiva dell'impalcato pari a 53.91 m (da appoggio ad appoggio).

Anche il ponte sulla complanare è in calcestruzzo a campata unica, ma la sua larghezza è decisamente più ridotta (9.00 m), così come la sua lunghezza (29.38 m da appoggio ad appoggio).

Conclude l'intervento in progetto la contestuale riprofilatura dell'alveo per un tratto di circa 200 m a monte ed a valle del ponte.

Oggetto della presente è la verifica idraulica del ponte sulla viabilità complanare.

2. DETERMINAZIONE DELLA PORTATA DI PROGETTO

Al fine di effettuare la verifica idraulica del ponte in oggetto, risulta di fondamentale importanza la stima della massima piena probabile (o piena di progetto) e del tempo di ritorno ad essa associato, ossia la frequenza temporale con cui un simile evento può essere mediamente raggiunto o superato. Nel caso in esame, come specificato nella relazione idrologica, si adottano le seguenti portate:

- ✓ **$Q_{100} = 147 \text{ m}^3/\text{s}$ (progetto preliminare)**
- ✓ **$Q_{200} = 163 \text{ m}^3/\text{s}$ (prescrizioni CIPE)**

3. VERIFICA IDRAULICA

La verifica idraulica del ponte è stata condotta attraverso il calcolo dei profili di moto permanente, eseguito con l'ausilio del programma di calcolo numerico HEC-RAS, nella versione 4.1.0 (gennaio 2010), sviluppato dall'Hydrologic Engineering Center del US Army Corps of Engineers.

Tale programma richiede l'elaborazione di un modello del tratto di fiume oggetto di studio; nel caso in esame il tratto considerato nella modellazione idraulica ha una lunghezza di circa 460 m ed è stato oggetto di uno specifico rilievo topografico che si estende circa 230 m a monte ed a valle del ponte in progetto.

I dati necessari per lo sviluppo di tale modello sono:

- ✓ caratteristiche geometriche ed idrauliche delle sezioni trasversali (forma e dimensioni, interasse tra due sezioni successive, scabrezza, ...);
- ✓ valore della portata di piena;
- ✓ condizioni al contorno.

3.1 Configurazioni analizzate

Le simulazioni idrauliche effettuate hanno preso in considerazione due scenari: lo stato attuale (ante operam) e quello di progetto (post operam).

Si descrivono brevemente di seguito le principali caratteristiche delle sezioni nelle due configurazioni.

3.1.1 Ante operam

In questo scenario l'alveo utilizzato per le simulazioni idrauliche presenta la configurazione attuale, con il ponte esistente.

I dati relativi alle sezioni trasversali sono stati desunti dal rilievo effettuato nell'area oggetto dello studio.

3.1.2 Post operam

Si tratta della simulazione eseguita in presenza dell'infrastruttura di progetto.

La nuova configurazione prevede la riprofilatura di tutto il tratto d'alveo in esame e la realizzazione di due nuovi ponti affiancati.

Si osserva che i ponti non hanno alcuna struttura in alveo (né spalle né pile): la loro presenza non determina quindi alterazioni al regime di moto del torrente.

3.2 Sezioni trasversali: caratteristiche geometriche ed idrauliche

Le **caratteristiche geometriche** delle sezioni trasversali utilizzate per il calcolo dei profili di moto permanente sono state estrapolate dal rilievo strumentale effettuato nella zona. Nella simulazione post operam le caratteristiche del ponte sono state desunte dalle tavole di progetto.

Per quanto riguarda le **caratteristiche idrauliche** delle sezioni, si è assunto un unico valore del coefficiente di scabrezza rappresentativo di tutta la sezione che tiene conto implicitamente della scabrezza composta della sezione stessa.

In base a tali considerazioni si è scelto dunque di assegnare un valore di scabrezza secondo Strickler pari a $45 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ (corrispondente ad un coefficiente di scabrezza secondo Manning pari a $0.0222 \text{ s}/\text{m}^{1/3}$) in considerazione della granulometria del fondo e delle opere di difesa delle sponde (lastre in calcestruzzo) osservate in questo tratto di torrente.

I dati sono stati desunti dalla seguente tabella, estratta dal libro “*Sistemazione dei corsi d’acqua*” [Luigi Da Deppo, Claudio Datei e Paolo Salandin] e concordano con i valori consigliati dal manuale del programma di calcolo utilizzato.

Qualità della superficie	Strickler
CANALI APERTI ($R_H \cong 1.00 \text{ m}$)	
Rivestiti con:	
- conglomerati bituminosi	75÷57
- mattoni	72÷57
- calcestruzzo	77÷57
- pietrame ad opera incerta	50÷20
- pietre (a seconda del tipo, della profondità e velocità)	30÷15
Scavati o dragati:	
- in terra diritti e uniformi	60÷30
- in terra con curve abbastanza uniformi	50÷20
- in terra senza manutenzione o in roccia	50÷20
- conglomerati bituminosi	75÷57
CORSI D’ACQUA MINORI ($R_H \cong 2.00 \text{ m}$ – larghezza in piena < 30 m)	
- con sezioni abbastanza regolari	45÷20
- con sezioni irregolari e impaludamenti	25÷15
- torrenti con pochi massi	35÷20
- torrenti con grossi massi	25÷15
CORSI D’ACQUA MAGGIORI ($R_H \cong 4.00 \text{ m}$ – larghezza in piena > 30 m)	
- con sezioni regolari senza massi e siepi	45÷30
- Irregolari con sezioni accidentate	30÷20
- in terra senza manutenzione o in roccia	50÷20
- conglomerati bituminosi	75÷57

Qualità della superficie	Strickler
AREE GOLENALI ($R_H \cong 1.00$ m)	
- a pascolo	40÷20
- Coltivate	30÷20
- Con vegetazione spontanea	30÷20
- conglomerati bituminosi	75÷57

Tabella 3.1: valori di scabrezza per corsi d'acqua naturali (estratto da “Sistemazione dei corsi d'acqua” - Luigi Da Deppo, Claudio Datei e Paolo Salandin)

3.3 Condizioni iniziali: portata di piena

Per quanto riguarda le condizioni iniziali, esse consistono nei valori di portata centenaria e bicentenaria imposti nella sezione iniziale del modello:

✓ $Q_{100} = 147 \text{ m}^3/\text{s}$

✓ $Q_{200} = 163 \text{ m}^3/\text{s}$

3.4 Condizioni al contorno

Il tratto di torrente considerato presenta uno sviluppo longitudinale di circa 460 m.

Nel tratto in esame il talweg parte da quota 84.84 m s.l.m. per arrivare alla quota di 81.49 m s.l.m. nella sezione finale. La pendenza media è pari a circa lo 0.72% e quindi è ragionevole ipotizzare che nel tratto in oggetto si instaurino condizioni di moto sia lento sia veloce.

Per questo le condizioni al contorno sono state fissate imponendo nelle sezioni di monte e di valle la pendenza della linea dell'energia (corrispondente alla pendenza media del tratto considerato).

Tale valore viene utilizzato all'interno dell'equazione di Manning per il calcolo dell'altezza di moto localmente uniforme (normal depth) nelle sezioni di valle e di monte.

Si riportano di seguito le condizioni al contorno utilizzate nelle simulazioni allo stato attuale ed a quello di progetto.

SIMULAZIONE	CONDIZIONI SEZ. INIZIALE	CONDIZIONI SEZ. FINALE
ante operam	Pendenza linea energia = 0.0072	Pendenza linea energia = 0.0072
post operam		

Tabella 3.2: condizioni al contorno utilizzate nelle simulazioni idrauliche

3.5 Applicazione del modello allo stato attuale

In Figura 3.1 è riportata la schematizzazione planimetrica del tratto di torrente Laverda oggetto della presente analisi ed implementato all'interno del programma di calcolo dei profili di moto permanente con l'indicazione delle sezioni considerate nello stato attuale.

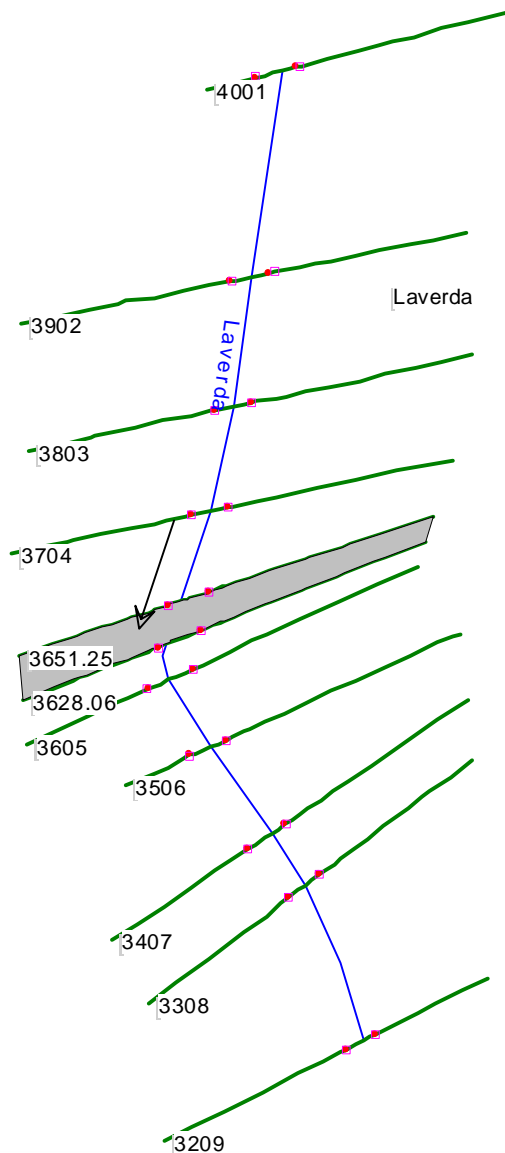


Figura 3.1: schematizzazione planimetrica del tratto di torrente Laverda nello stato attuale

In Figura 3.2 si può osservare una rappresentazione tridimensionale del tratto modellato al passaggio della piena con tempo di ritorno pari a 200 anni allo stato attuale.

Ponte torrente Laverda complanare – Relazione Idraulica

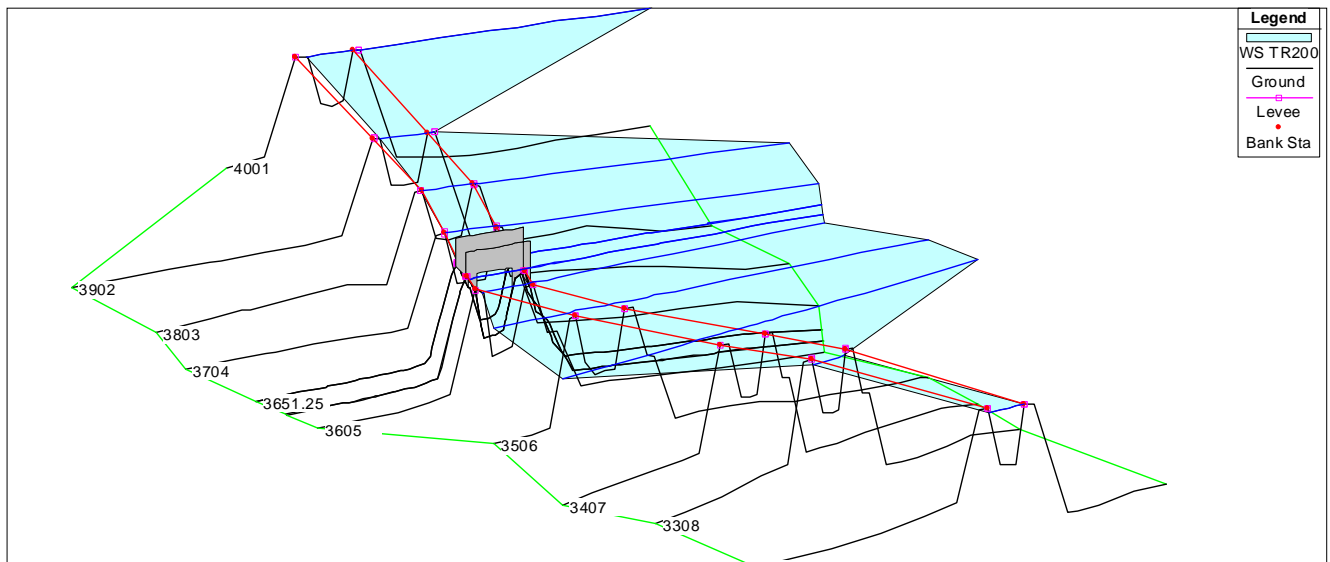


Figura 3.2: rappresentazione tridimensionale del tratto di torrente Laverda al passaggio della piena con tempo di ritorno pari a 200 anni ($Q_{200} = 163 \text{ m}^3/\text{s}$) allo stato attuale

Si riporta di seguito in *Figura 3.3* il profilo di moto ottenuto dalla simulazione nel tratto di torrente interessato al passaggio della piena con tempo di ritorno pari a 100 e 200 anni allo stato attuale con l'indicazione dei livelli del pelo libero (WS, linea blu), dell'altezza critica (Crit, linea rossa) e della linea dell'energia (EG, linea verde). Infine le linee viola e fuxia indicano rispettivamente gli argini destro e sinistro.

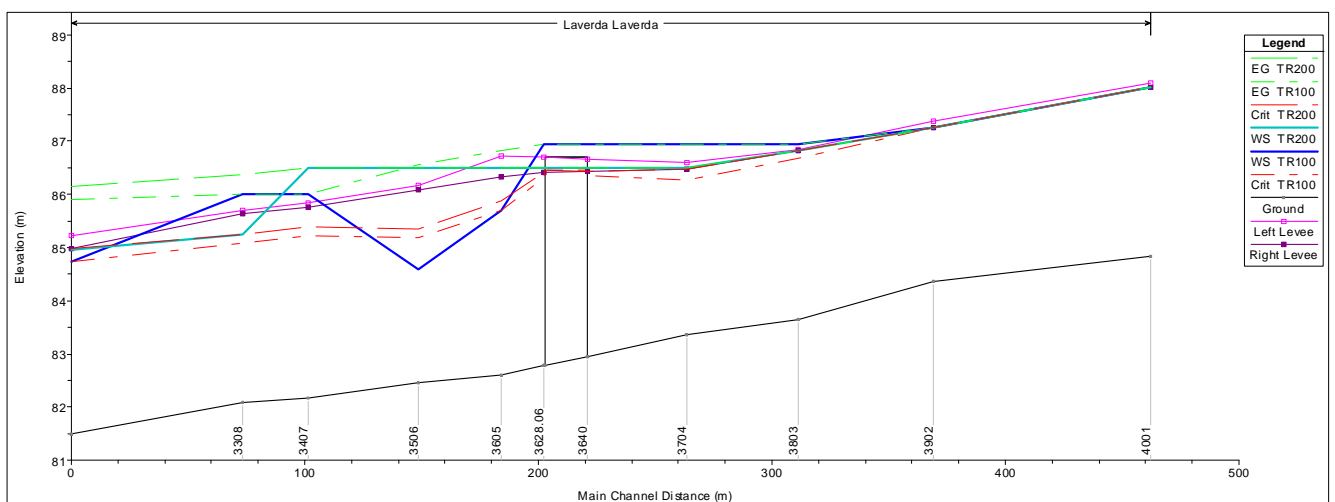


Figura 3.3: profilo di moto allo stato attuale al passaggio della piena con tempo di ritorno pari a 100 e 200 anni

Come si può osservare dall'andamento del profilo del campo di moto, quasi tutte le sezioni di deflusso sono insufficienti a convogliare la portata di progetto, dando luogo a tracimazioni

Ponte torrente Laverda complanare – Relazione Idraulica

arginali sia in destra che in sinistra idrografica; l'esonazione si verifica per entrambe le portate di progetto. Il ponte esistente viene quindi messo in pressione.

Si riportano di seguito i principali dati caratteristici del moto permanente nel tratto modellato nello stato attuale.

TORRENTE LAVERDA – STATO ATTUALE – $Q_{100} = 147 \text{ m}^3/\text{s}$

River Sta	Length Chnl	Min Ch El	W.S. Elev	Hydr Depth C	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Froude Chl
n°	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m/m]	[m/s]	
4001	92.89	84.84	88.01	5.98	88.01	88.01	0.000002	0.12	0.03
3902	57.81	84.36	87.26	5.91	87.26	87.26	0.000003	0.12	0.03
3803	47.93	83.65	86.94	5.46	86.68	86.94	0.000001	0.08	0.02
3704	42.30	83.36	86.94	5.85	86.27	86.94	0.000001	0.08	0.02
3651.25	0.01	82.95	86.94	6.04	86.35	86.94	0.000001	0.08	0.02
3640	Bridge								
3628.06	18.50	82.78	86.94	6.13	86.32	86.94	0.000001	0.07	0.02
3605	35.36	82.60	85.69	2.28	85.69	86.83	0.00371	4.72	1.00
3506	47.27	82.46	84.59	1.65	85.19	86.55	0.008911	6.20	1.54
3407	27.91	82.18	86.01	6.19	85.22	86.01	0.000001	0.06	0.01
3308	73.41	82.08	86.01	6.25	85.08	86.01	0.000001	0.08	0.01
3209	0.00	81.49	84.74	2.31	84.74	85.89	0.003702	4.75	1.00

Tabella 3.3: risultati della simulazione idraulica al passaggio della piena con tempo di ritorno di 100 anni – stato attuale

TORRENTE LAVERDA – STATO ATTUALE – $Q_{200} = 163 \text{ m}^3/\text{s}$

River Sta	Length Chnl	Min Ch El	W.S. Elev	Hydr Depth C	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Froude Chl
n°	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m/m]	[m/s]	
4001	92.89	84.84	88.01	5.98	88.01	88.01	0.000003	0.13	0.03
3902	57.81	84.36	87.26	5.91	87.26	87.26	0.000003	0.14	0.03
3803	47.93	83.65	86.82	5.43	86.82	86.83	0.000004	0.15	0.03
3704	42.30	83.36	86.49	5.51	86.48	86.50	0.000004	0.15	0.03
3651.25	0.01	82.95	86.49	5.72	86.43	86.49	0.000003	0.13	0.03
3640	Bridge								
3628.06	18.5	82.78	86.49	5.82	86.41	86.49	0.000003	0.12	0.03
3605	35.36	82.6	86.49	6.02	85.88	86.49	0.000002	0.10	0.02
3506	47.27	82.46	86.49	6.38	85.35	86.49	0.000001	0.09	0.02
3407	27.91	82.18	86.49	6.68	85.39	86.49	0.000001	0.07	0.01
3308	73.41	82.08	85.25	2.26	85.25	86.38	0.003524	4.70	1.00
3209	0.00	81.49	84.96	2.42	84.98	86.14	0.003549	4.81	0.98

Tabella 3.4: risultati della simulazione idraulica al passaggio della piena con tempo di ritorno di 200 anni – stato attuale

3.6 Applicazione del modello allo stato di progetto

Come anticipato nei capitoli precedenti, in seguito agli interventi progettuali previsti la geometria delle sezioni di calcolo verrà completamente modificata nel tratto esaminato. Si riporta di seguito la sezione tipo del nuovo tratto, di forma trapezoidale con base pari a 20 m, inclinazione delle sponde di circa 38° e profondità della sezione di 2.86 m; per quanto riguarda il profilo del fondo si manterranno inalterate le quote della prima e ultima sezione, imponendo una pendenza del 2.5% tra le prime due sezioni e dello 0.26% nel tratto rimanente.

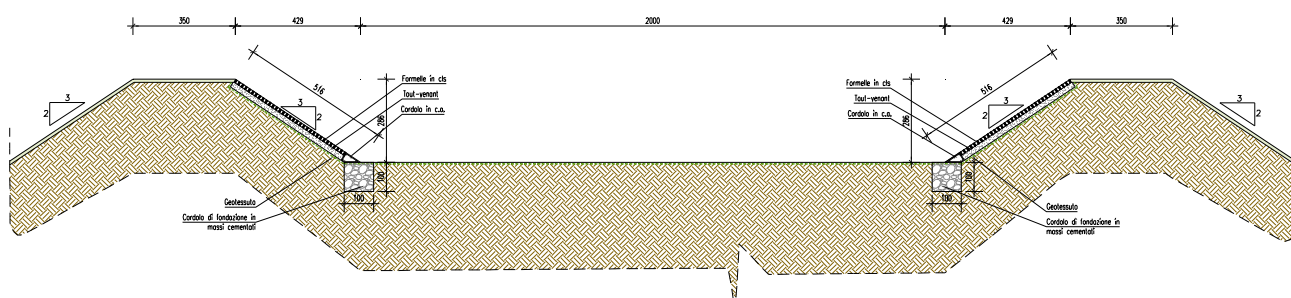


Figura 3.4: sezione tipo del progetto di riprofilatura

Oltre alla riprofilatura dell'alveo a monte del ponte esistente - che sarà demolito - verranno realizzati due nuovi ponti, uno affiancato all'altro, entrambi a campata unica con spalle esterne all'alveo.

Il ponte previsto sulla complanare ed oggetto della presente verifica è in calcestruzzo a campata unica, largo 9.00 m e con una lunghezza complessiva dell'impalcato pari a 29.38 m (da appoggio ad appoggio).

In *Figura 3.5* è riportata la schematizzazione planimetrica del tratto di torrente Laverda oggetto della presente analisi e implementato all'interno del programma di calcolo dei profili di moto permanente con l'indicazione delle sezioni considerate nello stato di progetto.

In *Figura 3.6* si può osservare una rappresentazione tridimensionale del tratto modellato al passaggio della piena con tempo di ritorno 200 anni allo stato di progetto.

Ponte torrente Laverda complanare – Relazione Idraulica

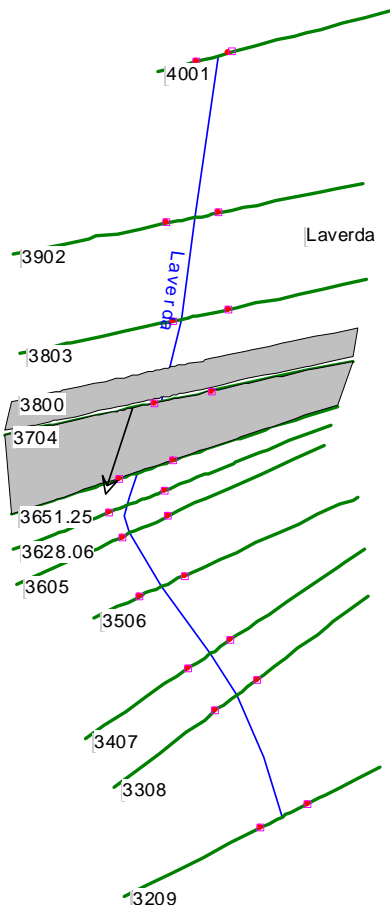


Figura 3.5: schematizzazione planimetrica del tratto di torrente Laverda nello stato di progetto

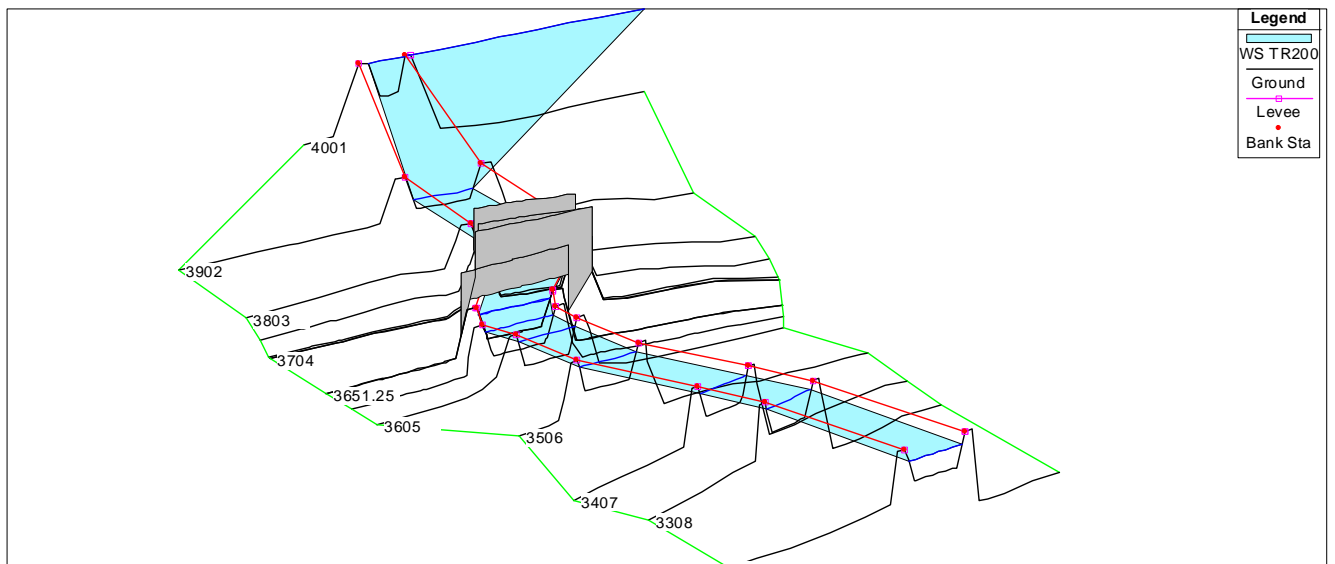


Figura 3.6: rappresentazione tridimensionale del tratto di torrente Laverda al passaggio della piena con tempo di ritorno di 200 anni ($Q_{200} = 163 \text{ m}^3/\text{s}$) nello stato di progetto

Ponte torrente Laverda complanare – Relazione Idraulica

Si riporta di seguito in *Figura 3.7* il profilo di moto ottenuto dalla simulazione nel tratto di torrente interessato al passaggio della piena con tempo di ritorno di 100 e 200 anni allo stato di progetto con l'indicazione dei livelli del pelo libero (WS, linea blu), dell'altezza critica (Crit, linea rossa) e della linea dell'energia (EG, linea verde). Infine le linee viola e fuxia indicano rispettivamente gli argini destro e sinistro.

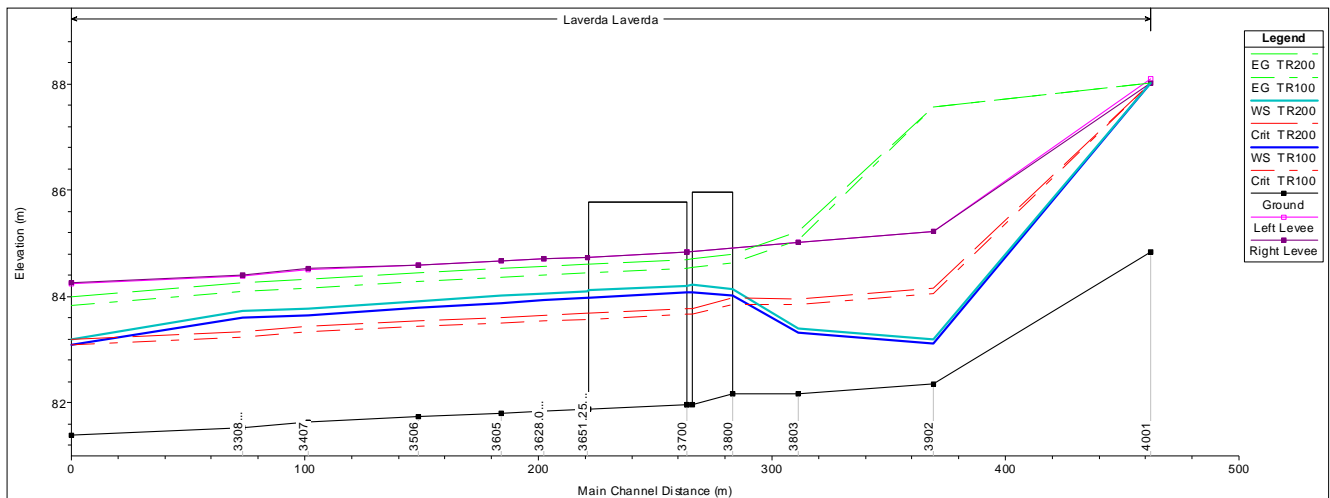


Figura 3.7: profilo di moto nello stato di progetto al passaggio della piena con tempo di ritorno pari a 100 e 200 anni

Si riportano di seguito i principali dati caratteristici del moto permanente nel tratto modellato allo stato di progetto.

TORRENTE LAVERDA – STATO DI PROGETTO – $Q_{100} = 147 \text{ m}^3/\text{s}$

River Sta	Length Chnl	Min Ch El	W.S. Elev	Hydr Depth C	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Froude # Chl
	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	
4001	92.89	84.84	88.01	2.2	88.01	88.01	0.000003	0.12	0.03
3902	57.81	82.36	83.1	0.71	84.05	87.56	0.070548	9.36	3.55
3803	28.16	82.16	83.32	1.07	83.85	85.05	0.015932	5.84	1.80
3800	Ponte su strada complanare in progetto								
3704	0.01	81.97	84.07	1.85	83.66	84.54	0.002115	3.02	0.71
3700	Ponte su superstrada in progetto								
3651.25	18.6	81.88	83.98	1.85	83.57	84.44	0.002121	3.02	0.71
3628.06	18.5	81.85	83.92	1.83	83.54	84.4	0.002208	3.06	0.72
3605	35.36	81.81	83.88	1.83	83.5	84.36	0.002221	3.07	0.73
3506	47.27	81.74	83.79	1.81	83.43	84.28	0.002314	3.11	0.74
3407	27.91	81.64	83.65	1.78	83.33	84.17	0.002451	3.17	0.76
3308	73.41	81.54	83.61	1.82	83.23	84.09	0.002227	3.07	0.73
3209	0.00	81.39	83.08	1.52	83.08	83.84	0.004422	3.85	1.00

Tabella 3.5: risultati della simulazione idraulica al passaggio della piena con tempo di ritorno di 100 anni - stato di progetto

PV_D_SR_VS_PO_2_B_009-001_0_004_R_A_0

TORRENTE LAVERDA – STATO DI PROGETTO – $Q_{200} = 163 \text{ m}^3/\text{s}$

River Sta	Length Chnl	Min Ch El	W.S. Elev	Hydr Depth C	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Froude # Chl
	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	
4001	92.89	84.84	88.01	2.2	88.01	88.01	0.000004	0.13	0.03
3902	57.81	82.36	83.19	0.78	84.17	87.57	0.060817	9.28	3.35
3803	28.16	82.16	83.4	1.15	83.96	85.23	0.015368	5.99	1.78
3800	Ponte su strada complanare in progetto								
3704	0.01	81.97	84.2	1.95	83.77	84.7	0.00212	3.13	0.72
3700	Ponte su superstrada in progetto								
3651.25	18.6	81.88	84.11	1.95	83.68	84.61	0.002129	3.13	0.72
3628.06	18.5	81.85	84.05	1.93	83.65	84.57	0.002214	3.18	0.73
3605	35.36	81.81	84.01	1.93	83.61	84.52	0.002227	3.18	0.73
3506	47.27	81.74	83.91	1.9	83.54	84.44	0.002319	3.23	0.75
3407	27.91	81.64	83.78	1.88	83.44	84.33	0.002454	3.29	0.77
3308	73.41	81.54	83.73	1.92	83.35	84.25	0.002241	3.19	0.73
3209	0.00	81.39	83.2	1.61	83.2	84	0.004361	3.97	1.00

Tabella 3.6: risultati della simulazione idraulica al passaggio della piena con tempo di ritorno di 200 anni – stato di progetto

Dal confronto tra stato attuale e di progetto emerge che la nuova riprofilatura dell'alveo consente lo smaltimento delle portate di progetto senza tracimazioni arginali; inoltre i nuovi ponti non determinano interferenze con il regolare deflusso della piena.

Con riferimento alla sezione del ponte sulla complanare, si riassumono di seguito i dati caratteristici del moto nelle sezioni di monte e valle ad esso relative durante il passaggio delle piene con tempo di ritorno pari a 100 anni e a 200 anni.

Plan: 598_Laverda_SP Laverda Laverda RS: 3800 Profile: TR100				
E.G. US. [m]	85.05	Element	Inside BR US	Inside BR DS
W.S. US. [m]	83.32	E.G. Elev [m]	84.63	84.54
Q Total [m ³ /s]	147	W.S. Elev [m]	84.02	84.08
Q Bridge [m ³ /s]	147	Crit W.S. [m]	83.85	83.66
Q Weir [m ³ /s]		Max Chl Dpth [m]	1.86	2.11
Weir Sta Lft [m]		Vel Total [m/s]	3.47	3
Weir Sta Rgt [m]		Flow Area [m ²]	42.42	48.98
Weir Submerg		Froude # Chl	0.86	0.7
Weir Max Depth [m]		Specif Force [m ³]	89.75	94.34
Min El Weir Flow [m]	85.03	Hydr Depth [m]	1.66	1.86
Min El Prs [m]	85.97	W.P. Total [m]	26.72	27.63
Delta EG [m]	0.52	Conv. Total [m ³ /s]	2598.1	3228.1
Delta WS [m]	-0.75	Top Width [m]	25.6	26.35

Ponte torrente Laverda complanare – Relazione Idraulica

Plan: 598_Laverda_SP Laverda Laverda RS: 3800 Profile: TR100				
BR Open Area [m ²]	100.85	Frctn Loss [m]		0.1
BR Open Vel [m/s]	3.47	C & E Loss [m]		0.03
Coef of Q		Shear Total [N/m ²]	49.84	36.04
Br Sel Method	Energy only	Power Total [N/m s]	0	0

Tabella 3.7: principali dati caratteristici del moto permanente sulle sezioni di monte e valle in corrispondenza del ponte sulla complanare – stato di progetto ($Q_{100} = 147 \text{ m}^3/\text{s}$)

Plan: 598_Laverda_SP Laverda Laverda RS: 3800 Profile: TR200				
E.G. US. [m]	85.23	Element	Inside BR US	Inside BR DS
W.S. US. [m]	83.4	E.G. Elev [m]	84.8	84.71
Q Total [m ³ /s]	163	W.S. Elev [m]	84.15	84.21
Q Bridge [m ³ /s]	163	Crit W.S. [m]	83.97	83.78
Q Weir [m ³ /s]		Max Chl Dpth [m]	1.99	2.24
Weir Sta Lft [m]		Vel Total [m/s]	3.57	3.11
Weir Sta Rgt [m]		Flow Area [m ²]	45.7	52.41
Weir Submerg		Froude # Chl	0.86	0.71
Weir Max Depth [m]		Specif Force [m3]	102.69	107.59
Min El Weir Flow [m]	85.03	Hydr Depth [m]	1.76	1.96
Min El Prs [m]	85.97	W.P. Total [m]	27.18	28.1
Delta EG [m]	0.53	Conv. Total [m ³ /s]	2908.3	3573.7
Delta WS [m]	-0.79	Top Width [m]	25.98	26.74
BR Open Area [m ²]	100.85	Frctn Loss [m]		0.1
BR Open Vel [m/s]	3.57	C & E Loss [m]		0.03
Coef of Q		Shear Total [N/m ²]	51.8	38.05
Br Sel Method	Energy only	Power Total [N/m s]	0	0

Tabella 3.8: principali dati caratteristici del moto permanente sulle sezioni di monte e valle in corrispondenza del ponte sulla complanare – stato di progetto ($Q_{200} = 163 \text{ m}^3/\text{s}$)

Per verificare il rispetto del franco idraulico in corrispondenza del ponte sulla superstrada si è fatto riferimento ai disegni di progetto; in base a tali disegni, la quota minima del sottotrave del ponte è pari a 85.71 m s.l.m..

Si riportano di seguito in *Tabella 3.9* e in *Tabella 3.10* i franchi ricavati a partire dai dati di progetto e dai livelli idrici ed energetici calcolati in corrispondenza dell'asse del corso d'acqua al passaggio della piena di progetto.

Ponte torrente Laverda complanare – Relazione Idraulica

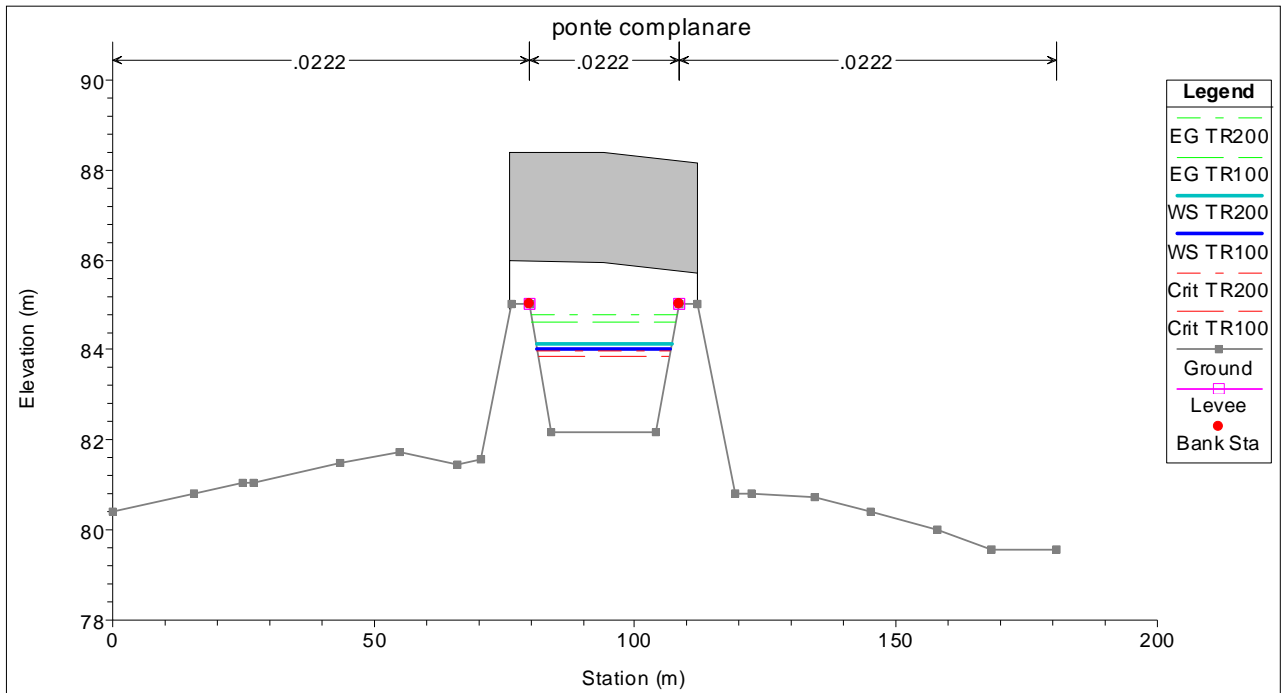


Figura 3.8 ponte sulla complanare in progetto - sezione di monte

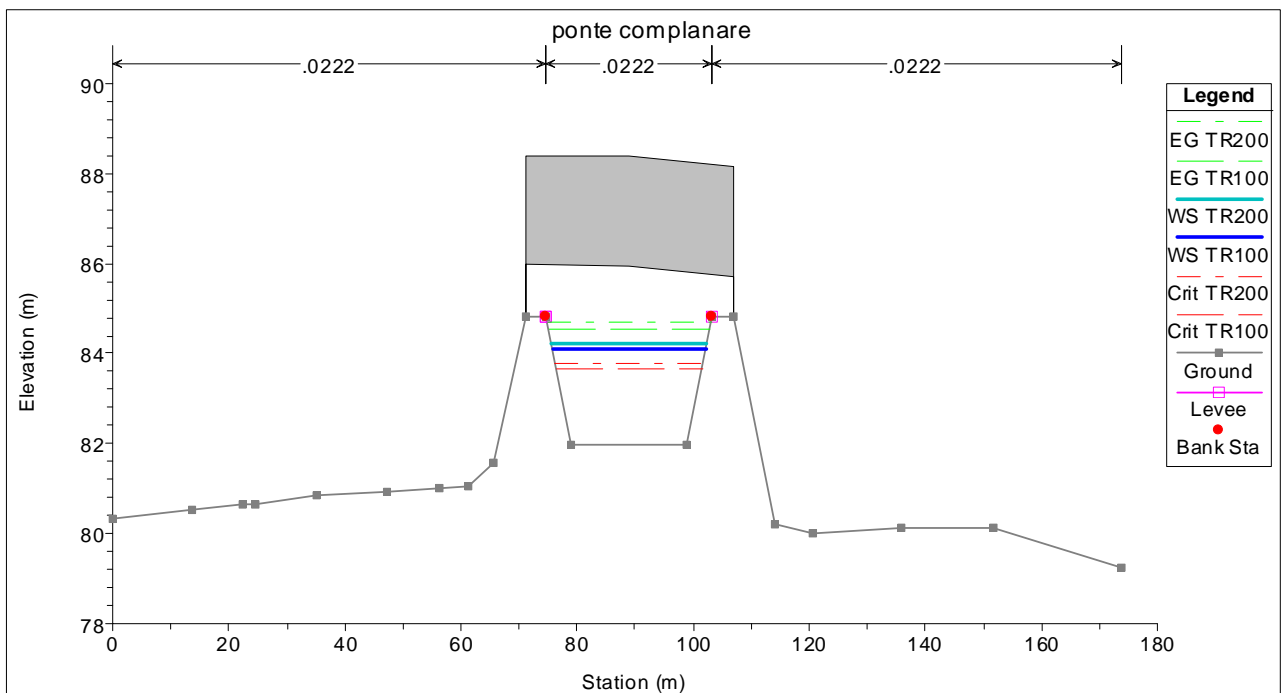


Figura 3.9 ponte sulla complanare in progetto - sezione di valle

	livello idrico W.S. [m s.l.m.]		franco idraulico [m]		livello energetico E.G. [m s.l.m.]		franco [m]	
	monte	valle	monte	valle	monte	valle	monte	valle
Impalcato	84.02	84.08	1.69	1.63	84.63	84.54	1.08	1.17

Tabella 3.9: livelli idrici, energetici e franchi idraulici ed energetici per Tr100 anni

Ponte torrente Laverda complanare – Relazione Idraulica

	livello idrico W.S. [m s.l.m.]		franco idraulico [m]		livello energetico E.G. [m s.l.m.]		franco [m]	
	monte	valle	monte	valle	monte	valle	monte	valle
Impalcato	84.15	84.21	1.56	1.50	84.80	84.71	0.90	1.00

Tabella 3.10: livelli idrici, energetici e franchi idraulici ed energetici per Tr200 anni

I risultati delle simulazioni effettuate permettono di affermare che gli interventi progettuali previsti non peggiorano dal punto di vista idraulico la situazione attuale, portando ad un ampio rispetto del franco idraulico minimo di sicurezza di 1 m tra il pelo libero e la quota minima dell'intradosso dell'impalcato al passaggio della piena con tempo di ritorno di 100 e 200 anni.