

TITOLO

**STUDIO IDROGEOLOGICO ED IDRAULICO A SCALA DI
SOTTOBACINI IDROGRAFICI DEL COMPENSORIO DELLA
C.M.L.O.V.S.M., FINALIZZATO ALLA DEFINIZIONE DEGLI
INTERVENTI PRIORITARI DI SISTEMAZIONE E DIFESA IDRAULICA**

ELABORATO

**LC012_E4. SCHEDE DI VERIFICA IDRAULICA
LC012_E5. SCHEDE DELLE CRITICITA' RILEVATE
LC012_E6. SCHEDA RIASSUNTIVA DELLE CRITICITA'**

SCALA

/

NOME TORRENTE

FIUME RIO TORTO

COMMITTENTE

COMUNITA' MONTANA LARIO ORIENTALE - VALLE SAN MARTINO

Via Vasena, 4 23856 Sala al Barro - Galbiate (LC)

cm.larioorientale_vallesmartino@pec.regione.lombardia.it

PROGETTISTI



PRO.TEA INGEGNERIA associati

Via Martiri 33, 23824 Dervio (LC) - Tel_fax 0341.851176

email: info@proteaingegneria.it <http://www.proteaingegneria.it>

P. IVA: 03388100137

Dott. Ing. Claudia Anselmini

Dott. Geol. Cristian Adamoli



Studio Tecnico Agostoni

23818 PASTURO - LC - Via Cariole, 7

23900 LECCO - Via G. B. Grassi, 17a

Tel. 0341 955142 - e. mail: studio.agostoni@gmail.com

Dott. Ing. Gabriele Agostoni

P.IVA n. 02261560136

Dott. Geol. Beatrice Leali

via Rivolta n. 42 - 23017 Morbegno (SO)

P.IVA: 00954070140

email: beatrice.leali@gmail.com

Documento firmato digitalmente ai sensi del D.lgs 82/2005 e norme collegate

REV.	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
1	Dicembre 2016	Prima emissione	S.C. - G.P.	Cl. A. - Cr. A.	Cl. A. - Cr. A.
2					
3					

SCHEDA DI VERIFICA IDRAULICA PONTE 12_1	2
SCHEDA DI VERIFICA IDRAULICA PONTE 12_7	5
SCHEDA DI VERIFICA IDRAULICA PONTE 12_8	9
SCHEDA DI VERIFICA IDRAULICA PONTE 12_9	13
SCHEDA DI VERIFICA IDRAULICA PONTE 12_10	17
SCHEDA DI VERIFICA IDRAULICA PONTE 12_11	22
SCHEDA DI VERIFICA IDRAULICA PONTE 12_12	26
SCHEDA DI VERIFICA IDRAULICA PONTE 12_13	29
SCHEDA DI VERIFICA IDRAULICA PONTE 12_14	32

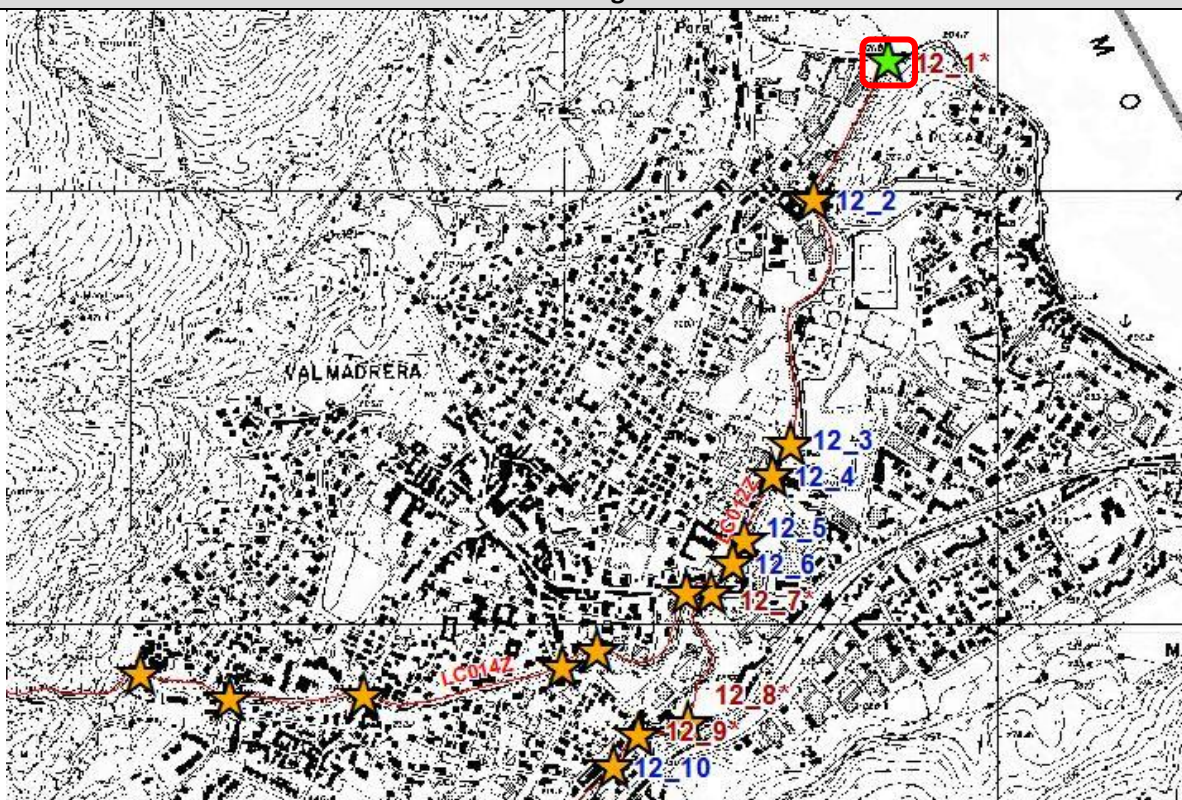


SCHEDA DI VERIFICA IDRAULICA PONTE 12_1

ID PONTE: 12_1

FIUME RIO TORTO (LC012Z)

Estratto cartografico CTR



Caratteristiche attraversamento

Localizzazione: Strada Statale Lariana - Valmadrera (LC)

Tipologia di attraversamento: Strada di tipo Statale

Area di rischio Direttiva Alluvioni (R3 – R4): R4 – area a rischio molto elevato

Fotografia sezione in corrispondenza del ponte



ID PONTE: 12_1	FIUME RIO TORTO (LC012Z)
Fotografia tratto a monte del ponte	
	
Fotografia tratto a valle del ponte	
	
Caratteristiche ponte	
Materiale: Ponte in cemento armato Forma: Ponte ad arco a una campata Stato di manutenzione manufatto: Buono Stato di manutenzione alveo: Buono	
Descrizione	
La lunghezza dell'impalcato è di 9 m, mentre la sua larghezza è di 8,60 m. L'alveo è costituito da pietrame. La luce del ponte si presenta libera da depositi. Sia a monte che a valle del ponte le basi delle sponde si presentano libere da accumuli e vegetazione.	

ID PONTE: 12_1	FIUME RIO TORTO (LC012Z)
Verifica idraulica dell'attraversamento	
La verifica idraulica del ponte 12_1 è già stata condotta in un progetto dell'anno 2010¹, nell'ambito delle opere di sistemazione idraulica e messa in sicurezza del fiume Rio Torto all'interno del centro abitato nel tratto dal ponte del Maglio al Ponte S.P. 583. Il legame tra altezze di pioggia h e la sua durata t, per un dato tempo di ritorno è stato definito in base alle curve di possibilità climatica aventi espressione algebrica monomia del tipo: $h = a t^n$ in cui h è l'altezza di pioggia espressa in millimetri, t è la corrispondente durata in ore, a e n sono due coefficienti che definiscono la curva risultante. Per la determinazione delle curve di possibilità climatica, in particolare dei parametri a e n, sono stati presi in esame i dati delle piogge intense delle stazioni pluviometriche della zona del ramo di Lecco e del lago di Como e applicando metodologie statistiche relative agli eventi rari. Le perdite per infiltrazione sono state valutate utilizzando la metodologia Curve Number, proposta dal Soil Conservation Service del Dipartimento dell'Agricoltura degli Stati Uniti. La valutazione delle portate di piena è stata realizzata utilizzando il modello tipo Nash che simula la risposta del bacino rappresentato da 3 serbatoi lineari posti in serie di costante temporale k pari a 0,5 T_0, essendo T_0 il tempo di corrivazione del bacino (valutato utilizzando la formula di Giandotti). Con questa metodologia, si ottengono le seguenti portate per l'attraversamento in esame, il quale risulta <u>idraulicamente sufficiente</u>: $Q_{T=100 \text{ anni}} = 62,2 \text{ m}^3/\text{s}$ $Q_{T=200 \text{ anni}} = 70,3 \text{ m}^3/\text{s}$	

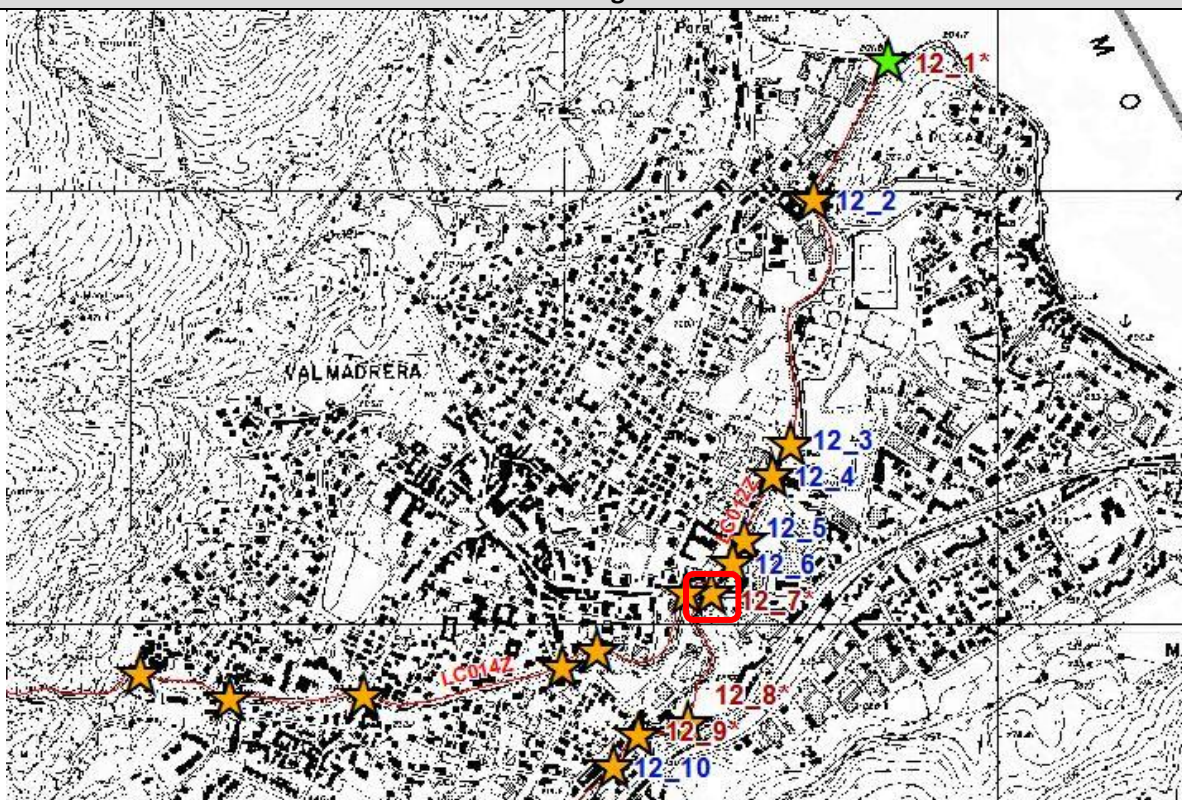
¹ Lavori di sistemazione idraulica di un tratto del fiume Rio Torto, Adeguamento sezioni di deflusso con sostituzione manufatti in attraversamento – Progetto Definitivo – Novembre 2011, Dott. Ing. Bavagnoli, et al.

SCHEDA DI VERIFICA IDRAULICA PONTE 12_7

ID PONTE: 12_7

FIUME RIO TORTO (LC012Z)

Estratto cartografico CTR



Caratteristiche attraversamento

Localizzazione: Via Roma - Valmadrera (LC)

Tipologia di attraversamento: Strada di tipo Comunale

Area di rischio Direttiva Alluvioni (R3 – R4): R4 – area a rischio molto elevato

Fotografia sezione in corrispondenza del ponte



ID PONTE: 12_7

FIUME RIO TORTO (LC012Z)

Pagina | 5



PRO.TEA INGEGNERIA
Progettazione Territorio e Ambiente
Via Martiri, 33- 23824 Dervio (Lc)
☎/📠 0341.851176
✉ info@proteaingegneria.it



Studio Tecnico Agostoni
23818 PASTURO - LC - Via Cariole, 7
23900 LECCO - Via G. B. Grassi, 17a
Tel. 0341 955142 - e-mail: studio.agostoni@gmail.com

Dott. Geol. Beatrice Leali
Via Rivolta 42- 23017 Morbegno (SO)
✉ beatrice.leali@gmail.com

Fotografia tratto a monte del ponte



Fotografia tratto a valle del ponte



Caratteristiche ponte

Materiale: Ponte a travature in ferro

Forma: Ponte ad una campata a sezione rettangolare

Stato di manutenzione manufatto: Buono

Stato di manutenzione alveo: Buono

Descrizione

La lunghezza dell'impalcato è di 10 m, mentre la sua larghezza è di 12.85 m. L'alveo è costituito da pietrame. La luce del ponte si presenta libera da depositi.

Sia a monte che a valle del ponte le basi delle sponde si presentano libere da accumuli e vegetazione.

ID PONTE: 12_7

FIUME RIO TORTO (LC012Z)

PORTATE AL COLMO

La portata al colmo considerata è desunta dalla bibliografia, dagli studi idraulici esistenti, in particolare sono stati considerati i seguenti studi:

- *Opere di sistemazione idraulica e messa in sicurezza del fiume Rio Torto (bacino idrografico) all'interno del centro abitato – Tratto dal ponte del Maglio al ponte S.P. 583 – Progetto Esecutivo – Dicembre 2010, Dott. Ing. Bavagnoli*
- *Lavori di sistemazione idraulica di un tratto del fiume Rio Torto, Adeguamento sezioni di deflusso con sostituzione manufatti in attraversamento – Progetto Definitivo – Novembre 2011, Dott. Ing. Bavagnoli, et al.*

$$Q_{T=100 \text{ anni}} = 62,2 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{T=200 \text{ anni}} = 70,3 \text{ m}^3/\text{s}$$



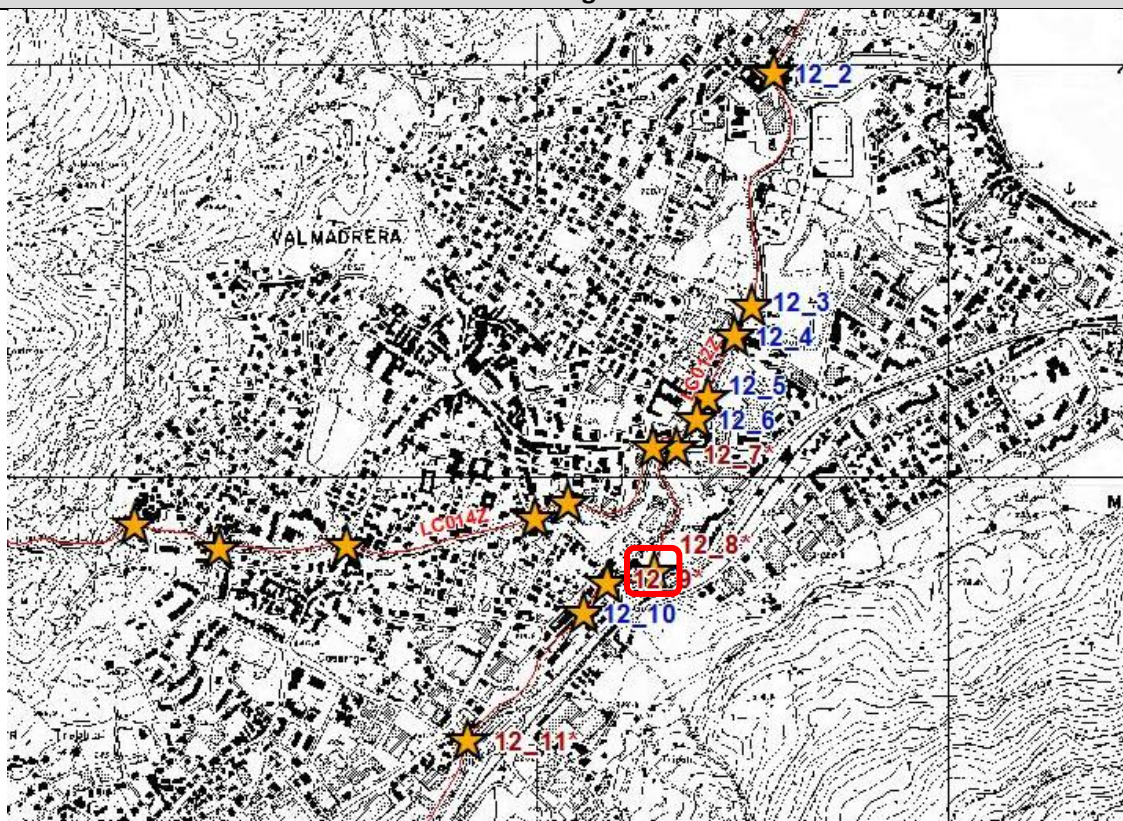
ID PONTE: 12_7		FIUME RIO TORTO (LC012Z)	
Geometria della sezione di verifica			
— h_{100} = altezza idrica per portate con TR=100 anni — h_{200} = altezza idrica per portate con TR=200 anni — h_{max} = altezza massima consentita per rispetto del franco idraulico di 1 m			
Caratteristiche sezione di verifica			
Altezza (m)	3,13	Coeff. di scabrezza di Kutter	0,55
Base (m)	7,10	Pendenza del fondo (%)	2,22
Altezza idrica (m) – TR = 100 anni	1,05	Altezza idrica (m) – TR = 200 anni	1,14
Velocità corrente (m/s) – TR = 200 anni	8,69	½ altezza cinetica corrente (m)	1,92
Scala delle portate			
h [m]	Q[m ³ /s]		
0,20	4,07		
0,40	13,23		
0,60	25,72		
0,80	40,69		
1,00	57,59		
1,20	76,05		
1,40	95,81		
1,60	116,66		
1,80	138,44		
2,00	161,01		
2,20	184,27		
2,40	208,15		
2,60	232,55		
2,80	257,43		
3,00	282,73		
3,20	308,41		
Verifica idraulica della sezione			
La sezione risulta <u>idraulicamente sufficiente</u> sia per portate con tempo di ritorno di 100 anni che di 200 anni.			

SCHEDA DI VERIFICA IDRAULICA PONTE 12_8

ID PONTE: 12_8

FIUME RIO TORTO (LC012Z)

Estratto cartografico CTR



Caratteristiche attraversamento

Localizzazione: Via Molini - Valmadrera (LC)

Tipologia di attraversamento: Strada di tipo Comunale

Area di rischio Direttiva Alluvioni (R3 – R4): R4 – area a rischio molto elevato

Fotografia sezione in corrispondenza del ponte



ID PONTE: 12_8	FIUME RIO TORTO (LC012Z)
Fotografia tratto a monte del ponte	
	
Fotografia tratto a valle del ponte	
	
Caratteristiche ponte	
Materiale: Ponte costruito in cemento armato Forma: Ponte ad una campata a sezione rettangolare Stato di manutenzione manufatto: Buono Stato di manutenzione alveo: Buono	
Descrizione	
La lunghezza dell'impalcato è di 4,50 m, mentre la sua larghezza è di 6,60 m. L'alveo è costituito da pietrame. La luce del ponte si presenta libera da depositi. Sia a monte che a valle del ponte le basi delle sponde si presentano libere da accumuli e vegetazione.	

ID PONTE: 12_8	FIUME RIO TORTO (LC012Z)
Portate al colmo	
La portata al colmo considerata è desunta dalla bibliografia, dagli studi idraulici esistenti, in particolare sono stati considerati i seguenti studi: • <i>Opere di sistemazione idraulica e messa in sicurezza del fiume Rio Torto (bacino idrografico) all'interno del centro abitato – Tratto dal ponte del Maglio al ponte S.P. 583 – Progetto Esecutivo – Dicembre 2010, Dott. Ing. Bavagnoli</i> • <i>Lavori di sistemazione idraulica di un tratto del fiume Rio Torto, Adeguamento sezioni di deflusso con sostituzione manufatti in attraversamento – Progetto Definitivo – Novembre 2011, Dott. Ing. Bavagnoli, et al.</i> $Q_{T=100 \text{ anni}} = 44.50 \text{ m}^3/\text{s}$ $Q_{T=200 \text{ anni}} = 50.80 \text{ m}^3/\text{s}$	

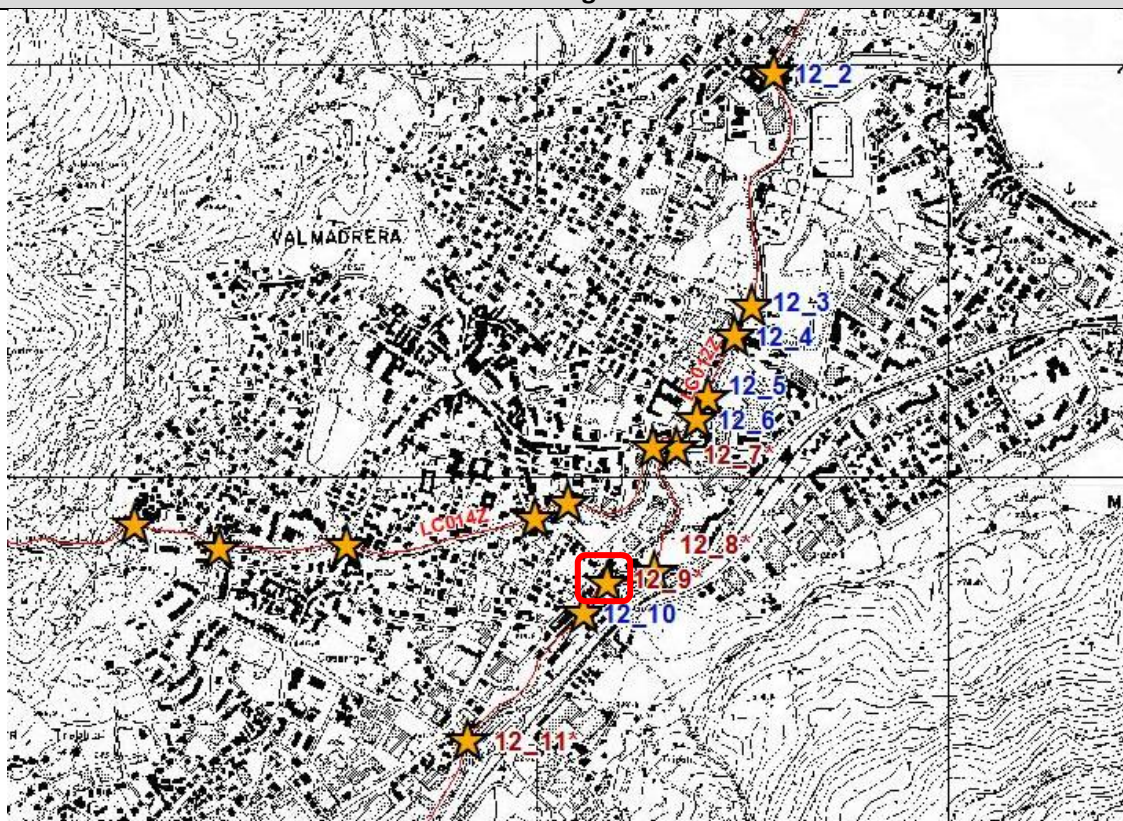
ID PONTE: 12_8		FIUME RIO TORTO (LC012Z)	
Geometria della sezione di verifica			
— h_{100} = altezza idrica per portate con TR=100 anni — h_{200} = altezza idrica per portate con TR=200 anni — h_{max} = altezza massima consentita per rispetto del franco idraulico di 1 m — h_{cin} = altezza massima consentita per rispetto del franco idraulico di $0,5 \cdot$ altezza cinetica			
Caratteristiche sezione di verifica			
Altezza (m)	2,65	Coeff. di scabrezza di Kutter	0,55
Base (m)	4,12	Pendenza del fondo (%)	2,22
Altezza idrica (m) – TR = 100 anni	1,31	Altezza idrica (m) – TR = 200 anni	1,44
Velocità corrente (m/s) – TR = 100 anni	8,26	$\frac{1}{2}$ altezza cinetica corrente (m)	1,88
Scala delle portate			
h [m]	Q [m ³ /s]		
0,20	2,29		
0,40	7,29		
0,60	13,90		
0,80	21,62		
1,00	30,15		
1,20	39,31		
1,40	48,96		
1,50	53,94		
1,65	61,57		
2,00	80,00		
2,20	90,85		
2,40	101,89		
2,60	113,09		
Verifica idraulica della sezione			
La sezione risulta idraulicamente insufficiente sia per portate con tempo di ritorno di 100 anni che di 200 anni, in quanto in entrambi i casi il franco tra la quota idrometrica relativa alla piena di progetto, non risulta sufficiente a 0,5 volte l'altezza cinetica della corrente.			

SCHEDA DI VERIFICA IDRAULICA PONTE 12_9

ID PONTE: 12_9

FIUME RIO TORTO (LC012Z)

Estratto cartografico CTR



Caratteristiche attraversamento

Localizzazione: Via Molini - Valmadrera (LC)

Tipologia di attraversamento: Strada di tipo comunale

Area di rischio Direttiva Alluvioni (R3 – R4): R4 – area a rischio molto elevato

Fotografia sezione in corrispondenza del ponte



ID PONTE: 12_9	FIUME RIO TORTO (LC012Z)
Fotografia tratto a monte del ponte	
	
Fotografia tratto a valle del ponte	
	
Caratteristiche ponte	
Materiale: Ponte costruito in cemento armato Forma: Sezione ad una campata rettangolare Stato di manutenzione manufatto: Buono Stato di manutenzione alveo: Buono	
Descrizione	
La lunghezza dell'impalcato è di 6,50 m, mentre la sua larghezza è di 6,45 m. L'alveo è costituito da pietrame. La luce del ponte si presenta libera da depositi. Sia a monte che a valle del ponte le basi delle sponde si presentano libere da accumuli e vegetazione.	

ID PONTE: 12_9	FIUME RIO TORTO (LC012Z)
Portate al colmo	
La portata al colmo considerata è desunta dalla bibliografia, dagli studi idraulici esistenti, in particolare sono stati considerati i seguenti studi: • <i>Opere di sistemazione idraulica e messa in sicurezza del fiume Rio Torto (bacino idrografico) all'interno del centro abitato – Tratto dal ponte del Maglio al ponte S.P. 583 – Progetto Esecutivo – Dicembre 2010, Dott. Ing. Bavagnoli</i> • <i>Lavori di sistemazione idraulica di un tratto del fiume Rio Torto, Adeguamento sezioni di deflusso con sostituzione manufatti in attraversamento – Progetto Definitivo – Novembre 2011, Dott. Ing. Bavagnoli, et al.</i> $Q_{T=100 \text{ anni}} = 44.50 \text{ m}^3/\text{s}$ $Q_{T=200 \text{ anni}} = 50.80 \text{ m}^3/\text{s}$	

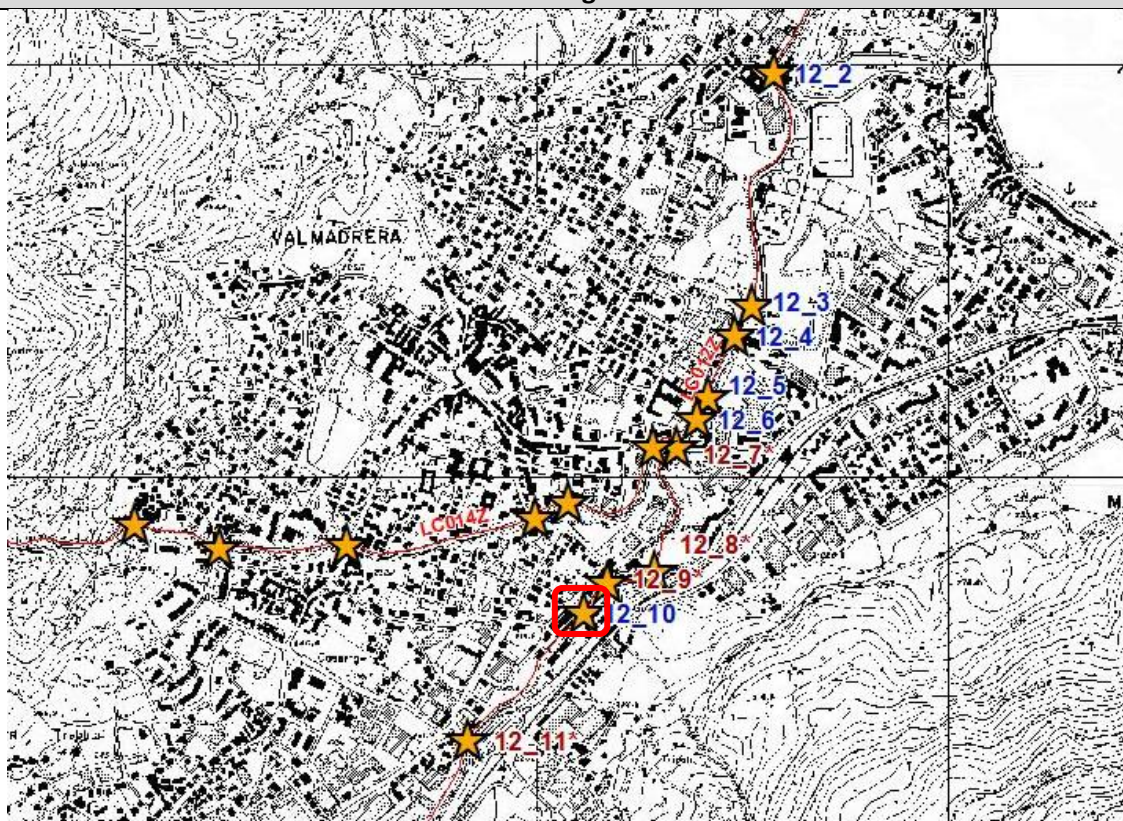
ID PONTE: 12_9		FIUME RIO TORTO (LC012Z)	
Geometria della sezione di verifica			
$h[m]$ 1,05 0,97 0,95 — h_{100} = altezza idrica per portate con TR=100 anni — h_{200} = altezza idrica per portate con TR=200 anni — h_{max} = altezza massima consentita per rispetto del franco idraulico di 1 m			
Caratteristiche sezione di verifica			
Altezza (m)	1,95	Coeff. di scabrezza di Kutter	0,55
Base (m)	6,00	Pendenza del fondo (%)	2,22
Altezza idrica (m) – TR = 100 anni	0,97	Altezza idrica (m) – TR = 200 anni	1,05
Scala delle portate			
$h [m]$	$Q[m^3/s]$		
0,20	3,41		
0,40	11,03		
0,60	21,33		
0,80	33,59		
1,00	47,35		
1,20	62,31		
1,40	78,24		
1,60	94,98		
1,80	112,40		
Verifica idraulica della sezione			
La sezione risulta <u>idraulicamente insufficiente</u> sia per portate con tempo di ritorno di 100 anni che di 200 anni, in quanto in entrambi i casi il franco tra la quota idrometrica relativa alla piena di progetto e la quota di intradosso del ponte risulta essere inferiore a 1 metro.			

SCHEDA DI VERIFICA IDRAULICA PONTE 12_10

ID PONTE: 12_10

FIUME RIO TORTO (LC012Z)

Estratto cartografico CTR



Caratteristiche attraversamento

Localizzazione: Via Molini - Valmadrera (LC)

Tipologia di attraversamento: Strada di tipo comunale

Area di rischio Direttiva Alluvioni (R2): R2 – area a rischio medio

Fotografia sezione in corrispondenza del ponte



ID PONTE: 12_10

FIUME RIO TORTO (LC012Z)

Fotografia tratto a monte del ponte



Fotografia tratto a valle del ponte



Caratteristiche ponte

Materiale: Ponte costruito in pietrame e cls

Forma: Sezione ad una campata ad arco

Stato di manutenzione manufatto: Buono

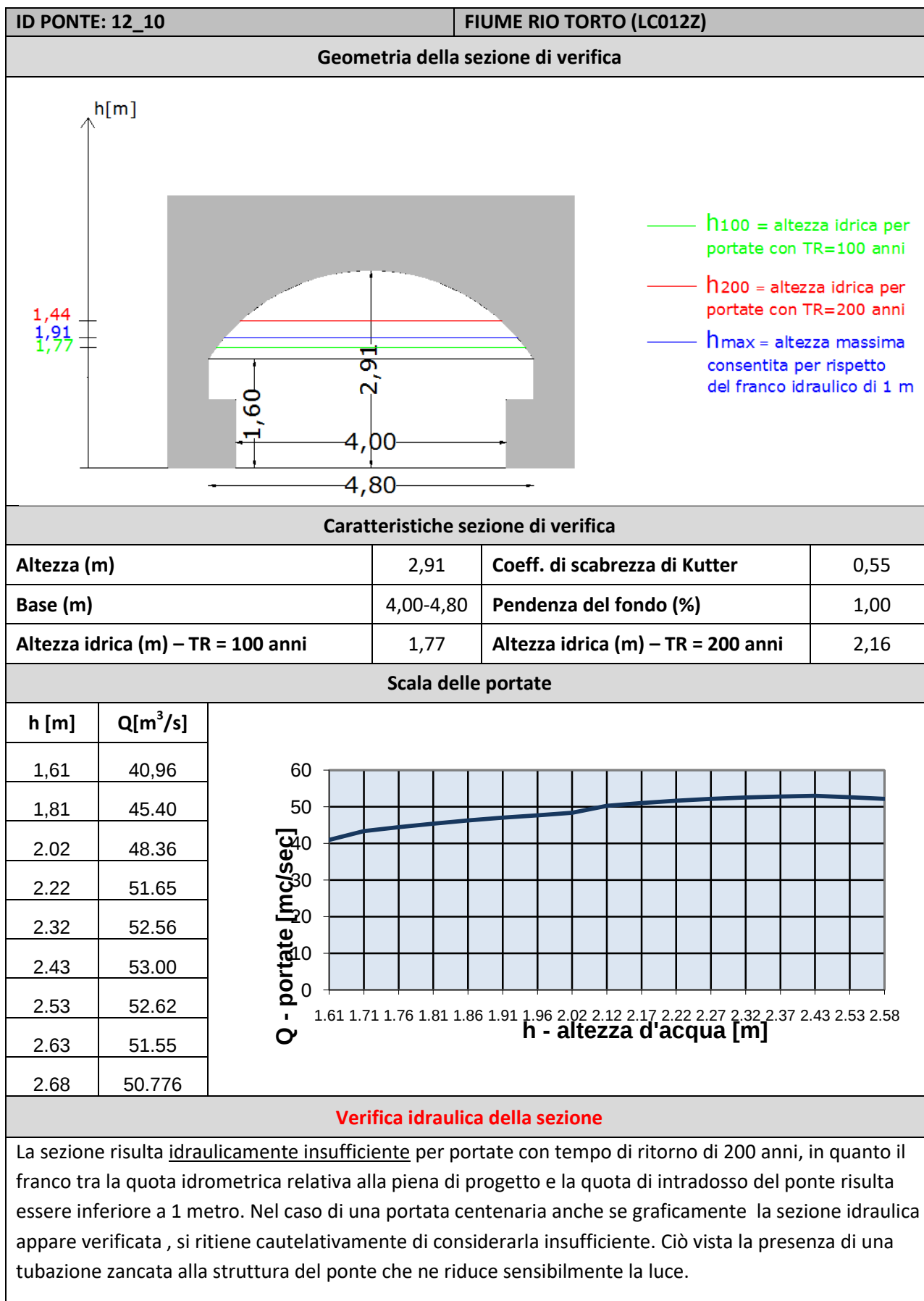
Stato di manutenzione alveo: Buono

Descrizione

La lunghezza dell'impalcato è di 4,70 m, mentre la sua larghezza è di 5,00 m. L'alveo è artificiale con sponde in cls e a tratti murature in pietrame liscio con fondo sabbioso. La luce del ponte si presenta libera da depositi. Un tubazione di servizio ne ostruisce parzialmente la luce.

Sia a monte che a valle del ponte le basi delle sponde si presentano libere da accumuli e vegetazione.

ID PONTE: 12_10	FIUME RIO TORTO (LC012Z)
Portate al colmo	
La portata al colmo considerata è desunta dalla bibliografia, dagli studi idraulici esistenti, in particolare sono stati considerati i seguenti studi: • <i>Opere di sistemazione idraulica e messa in sicurezza del fiume Rio Torto (bacino idrografico) all'interno del centro abitato – Tratto dal ponte del Maglio al ponte S.P. 583 – Progetto Esecutivo – Dicembre 2010, Dott. Ing. Bavagnoli</i> • <i>Lavori di sistemazione idraulica di un tratto del fiume Rio Torto, Adeguamento sezioni di deflusso con sostituzione manufatti in attraversamento – Progetto Definitivo – Novembre 2011, Dott. Ing. Bavagnoli, et al.</i> $Q_{T=100 \text{ anni}} = 44.50 \text{ m}^3/\text{s}$$Q_{T=200 \text{ anni}} = 50.80 \text{ m}^3/\text{s}$	

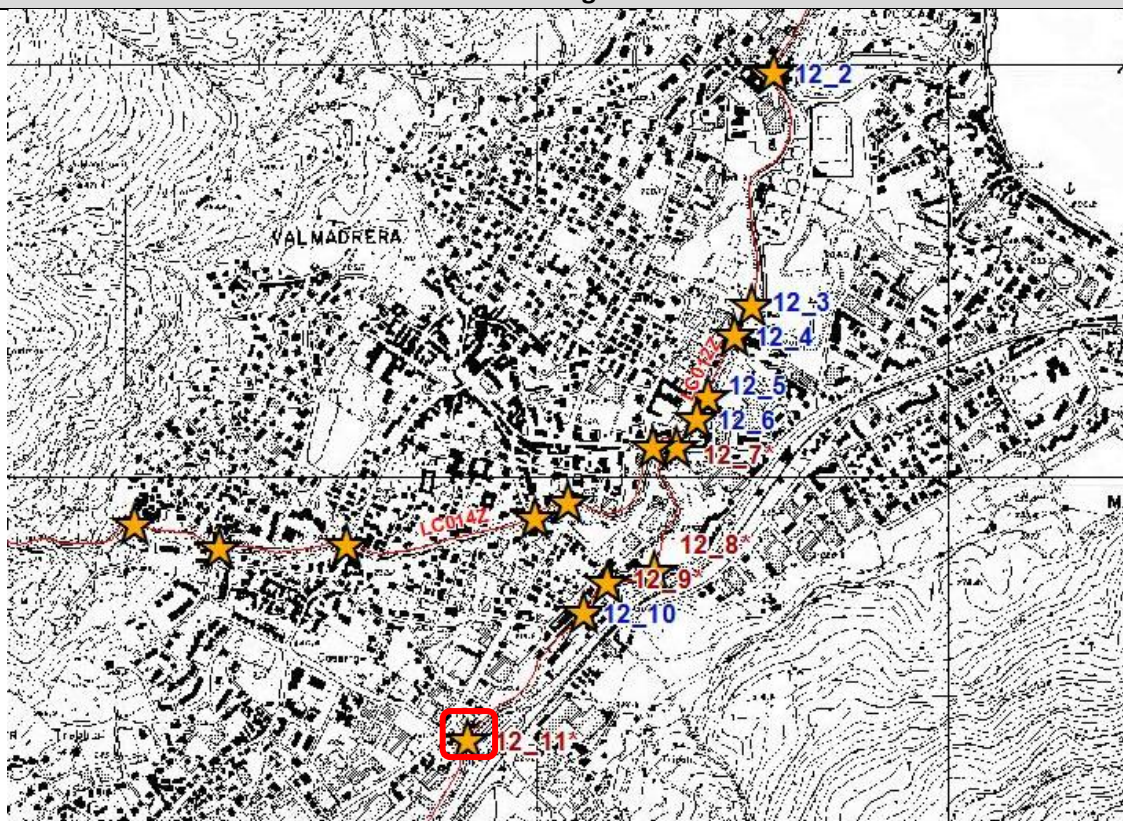


SCHEDA DI VERIFICA IDRAULICA PONTE 12_11

ID PONTE: 12_11

FIUME RIO TORTO (LC012Z)

Estratto cartografico CTR



Caratteristiche attraversamento

Localizzazione: Viale XXV Aprile - Valmadrera (LC)

Tipologia di attraversamento: Strada di tipo Comunale

Area di rischio Direttiva Alluvioni (R3 – R4): R4 – area a rischio molto elevato

Fotografia sezione in corrispondenza del ponte



ID PONTE: 12_11	FIUME RIO TORTO (LC012Z)
Fotografia tratto a monte del ponte	
	
Fotografia tratto a valle del ponte	
	
Caratteristiche ponte	
Materiale: Ponte costruito in cemento Forma: Ponte ad una campata a sezione rettangolare Stato di manutenzione manufatto: Buono Stato di manutenzione alveo: Buono	
Descrizione	
La lunghezza dell'impalcato è di 10 m, mentre la sua larghezza è di 9,30 m. L'alveo è costituito da pietrame. La luce del ponte si presenta libera da depositi. Sia a monte che a valle del ponte le basi delle sponde si presentano libere da accumuli e vegetazione.	

ID PONTE: 12_11	FIUME RIO TORTO (LC012Z)
Portate al colmo	
La portata al colmo considerata è desunta dalla bibliografia, dagli studi idraulici esistenti, in particolare sono stati considerati i seguenti studi: • <i>Opere di sistemazione idraulica e messa in sicurezza del fiume Rio Torto (bacino idrografico) all'interno del centro abitato – Tratto dal ponte del Maglio al ponte S.P. 583 – Progetto Esecutivo – Dicembre 2010, Dott. Ing. Bavagnoli</i> • <i>Lavori di sistemazione idraulica di un tratto del fiume Rio Torto, Adeguamento sezioni di deflusso con sostituzione manufatti in attraversamento – Progetto Definitivo – Novembre 2011, Dott. Ing. Bavagnoli, et al.</i> $Q_{T=100 \text{ anni}} = 44.50 \text{ m}^3/\text{s}$$Q_{T=200 \text{ anni}} = 50.80 \text{ m}^3/\text{s}$	

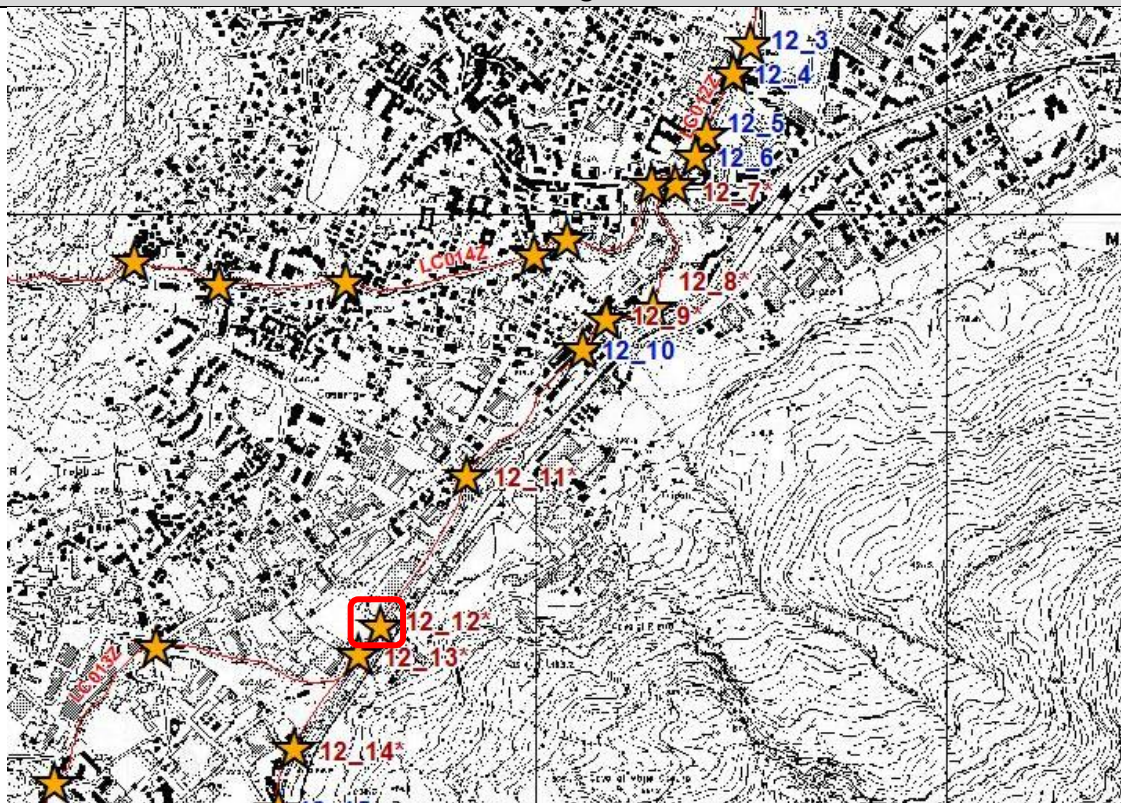
ID PONTE: 12_11		FIUME RIO TORTO (LC012Z)	
Geometria della sezione di verifica			
— h_{100} = altezza idrica per portate con TR=100 anni — h_{200} = altezza idrica per portate con TR=200 anni — h_{max} = altezza massima consentita per rispetto del franco idraulico di 1 m — h_{cin} = altezza massima consentita per rispetto del franco idraulico di 0,5 * altezza cinetica			
Caratteristiche sezione di verifica			
Altezza (m)	4,45	Coeff. di scabrezza di Kutter	0,55
Base (m)	7,70	Pendenza del fondo (%)	2,22
Altezza idrica (m) – TR = 100 anni	0,80	Altezza idrica (m) – TR = 200 anni	0,87
Velocità corrente (m/s) – TR = 200 anni	7,59	½ altezza cinetica corrente (m)	1,47
Scala delle portate			
h [m]	Q[m³/s]		
0,20	4,42		
0,40	14,44		
0,60	28,13		
0,80	44,57		
1,00	63,20		
1,20	83,61		
1,40	105,49		
1,60	128,62		
1,80	152,82		
2,00	177,94		
2,20	203,88		
2,40	230,52		
2,60	257,79		
2,80	285,62		
3,00	313,95		
h = altezza d'acqua [m]			
Verifica idraulica della sezione			
La sezione risulta <u>idraulicamente sufficiente</u> sia per portate con tempo di ritorno di 100 anni che di 200 anni, in quanto in entrambi i casi il franco tra la quota idrometrica relativa alla piena di progetto e la quota di intradosso del ponte risulta essere superiore sia al franco minimo di 1 metro sia a 0,5 volte l'altezza cinetica della corrente.			

SCHEDA DI VERIFICA IDRAULICA PONTE 12_12

ID PONTE: 12_12

FIUME RIO TORTO (LC012Z)

Estratto cartografico CTR



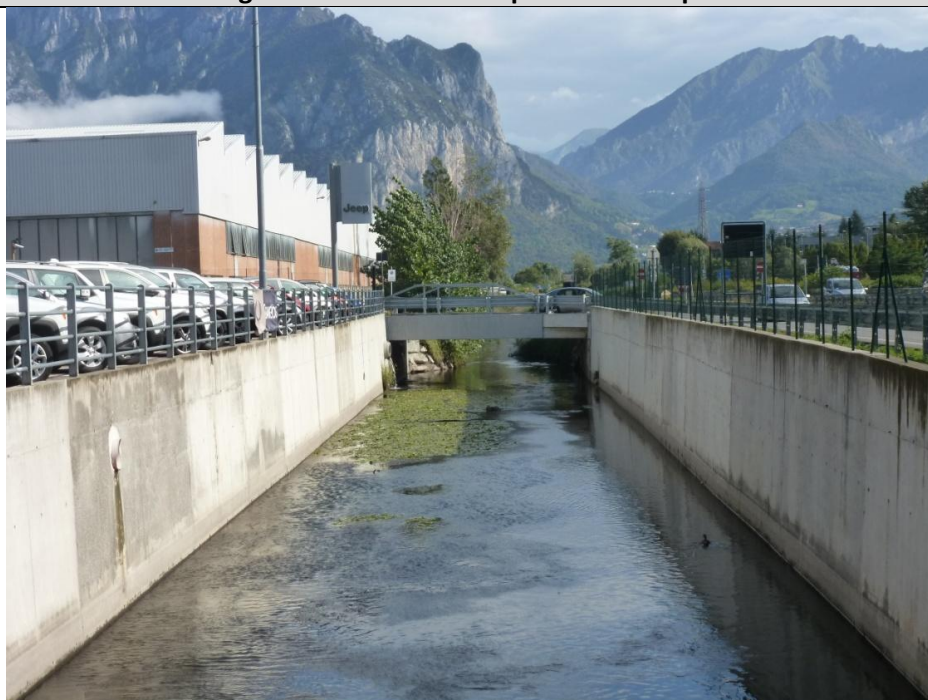
Caratteristiche attraversamento

Localizzazione: Via Como - Valmadrera (LC)

Tipologia di attraversamento: Strada di tipo Statale

Area di rischio Direttiva Alluvioni (R3 – R4): R4 – area a rischio molto elevato

Fotografia sezione in corrispondenza del ponte



ID PONTE: 12_12	FIUME RIO TORTO (LC012Z)
Fotografia tratto a monte del ponte	
	
Fotografia tratto a valle del ponte	
	
Caratteristiche ponte	
Materiale: Ponte in cemento armato Forma: Ponte ad una campata a sezione rettangolare Stato di manutenzione manufatto: Buono Stato di manutenzione alveo: Buono	
Descrizione	
La lunghezza dell'impalcato è di 10 m, mentre la sua larghezza è di 11,40 m. L'alveo è costituito da pietrame. La luce del ponte si presenta libera da depositi. Sia a monte che a valle del ponte le basi delle sponde si presentano libere da accumuli e vegetazione.	

ID PONTE: 12_12	FIUME RIO TORTO (LC012Z)
Verifica idraulica dell'attraversamento	
La verifica idraulica del ponte 12_13 è già stata condotta in un progetto dell'anno 2011², nell'ambito dei lavori di sistemazione idraulica di un tratto del fiume Rio Torto riguardante adeguamento delle sezioni di deflusso con sostituzione manufatti in attraversamento. Per le determinazione delle Linee Segnalatrici di Possibilità Pluviometrica (LSPP), che forniscono l'altezza di pioggia temibile per assegnata durata, d, e periodo di ritorno, T viene utilizzata la seguente espressione: $h_T(d) = a_1 \cdot d^n \cdot w_T$ dove i parametri a_1 e n si sono stati stimati direttamente dalle osservazioni registrate al pluviometro, utilizzando i massimi annuali di precipitazione per le durate 1, 3, 6, 12 e 24 ore registrati nelle stazioni pluviometriche di Olginate, Costamasnaga, Asso, Lecco e Bellano, rilevati dagli Annali Idrologici con la legge di distribuzione delle probabilità di Gumbel. La portata di piena viene calcolata con la ben nota Formula Razionale come prodotto tra l'intensità di precipitazione, il coefficiente di assorbimento, la superficie del bacino e il coefficiente di laminazione. In particolare, il valore del coefficiente d'afflusso è calcolato attraverso la metodologia Curve Number, proposta dal Soil Conservation Service del Dipartimento dell'Agricoltura degli Stati Uniti, mentre la durata critica di pioggia è assunta pari alla somma del tempo di formazione del deflusso superficiale e del tempo di corrivazione. Con questa metodologia, si ottengono le seguenti portate per l'attraversamento in esame, il quale risulta <u>idraulicamente sufficiente</u>: $Q_{T=50 \text{ anni}} = 37,3 \text{ m}^3/\text{s}$ $Q_{T=100 \text{ anni}} = 44,5 \text{ m}^3/\text{s}$ $Q_{T=200 \text{ anni}} = 50,8 \text{ m}^3/\text{s}$	

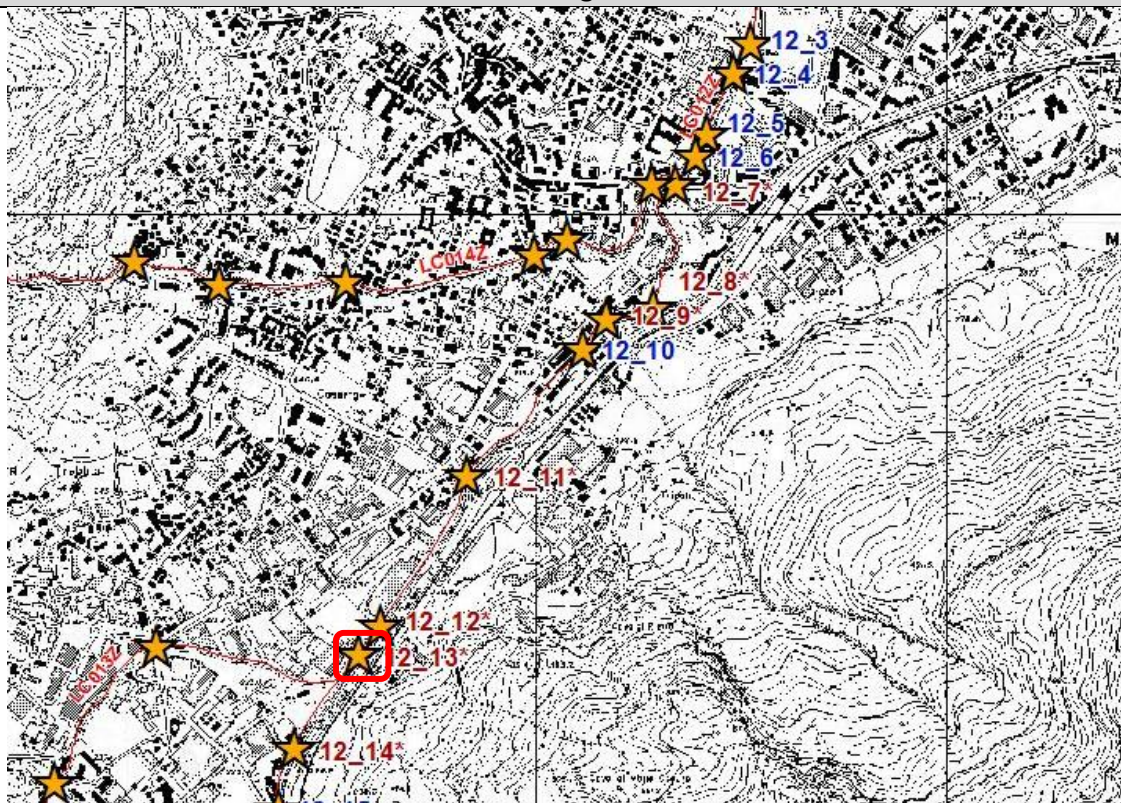
² Lavori di sistemazione idraulica di un tratto del fiume Rio Torto, Adeguamento sezioni di deflusso con sostituzione manufatti in attraversamento – Progetto Definitivo – Novembre 2011, Dott. Ing. Bavagnoli, et al.

SCHEDA DI VERIFICA IDRAULICA PONTE 12_13

ID PONTE: 12_13

FIUME RIO TORTO (LC012Z)

Estratto cartografico CTR



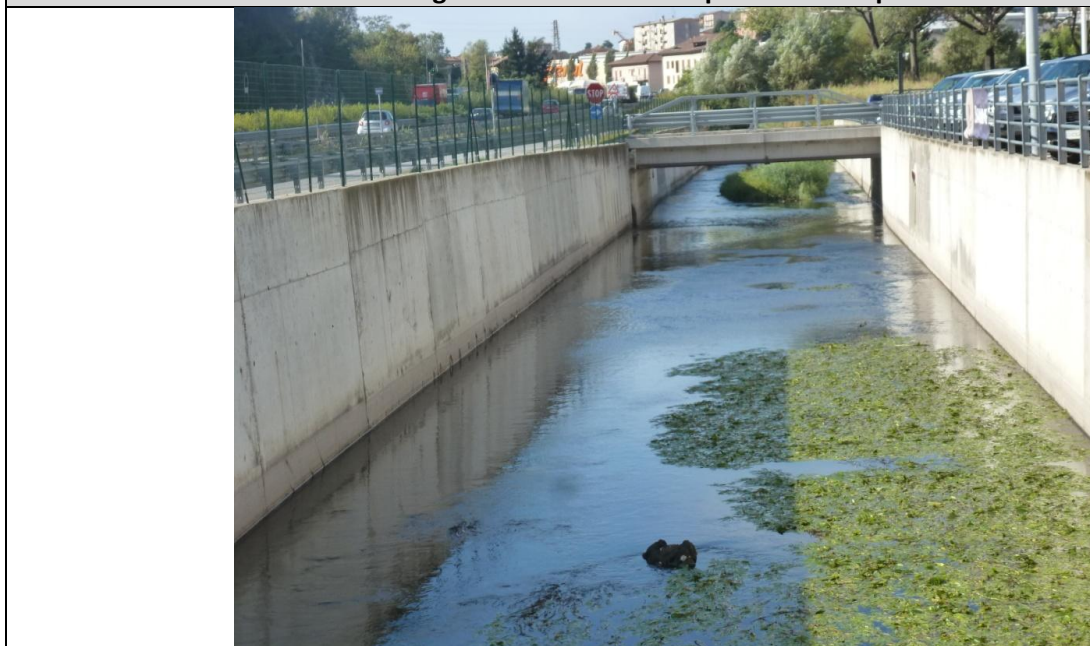
Caratteristiche attraversamento

Localizzazione: Via Como - Valmadrera (LC)

Tipologia di attraversamento: Strada di tipo Statale

Area di rischio Direttiva Alluvioni (R3 – R4): R4 – area a rischio molto elevato

Fotografia sezione in corrispondenza del ponte



ID PONTE: 12_13	FIUME RIO TORTO (LC012Z)
Fotografia tratto a monte del ponte	
	
Fotografia tratto a valle del ponte	
	
Caratteristiche ponte	
Materiale: Ponte in cemento armato Forma: Ponte ad una campata a sezione rettangolare Stato di manutenzione manufatto: Buono Stato di manutenzione alveo: Buono	
Descrizione	
La lunghezza dell'impalcato è di 10 m, mentre la sua larghezza è di 10,70 m. L'alveo è costituito da pietrame. La luce del ponte si presenta libera da depositi. Sia a monte che a valle del ponte le basi delle sponde si presentano libere da accumuli e vegetazione.	

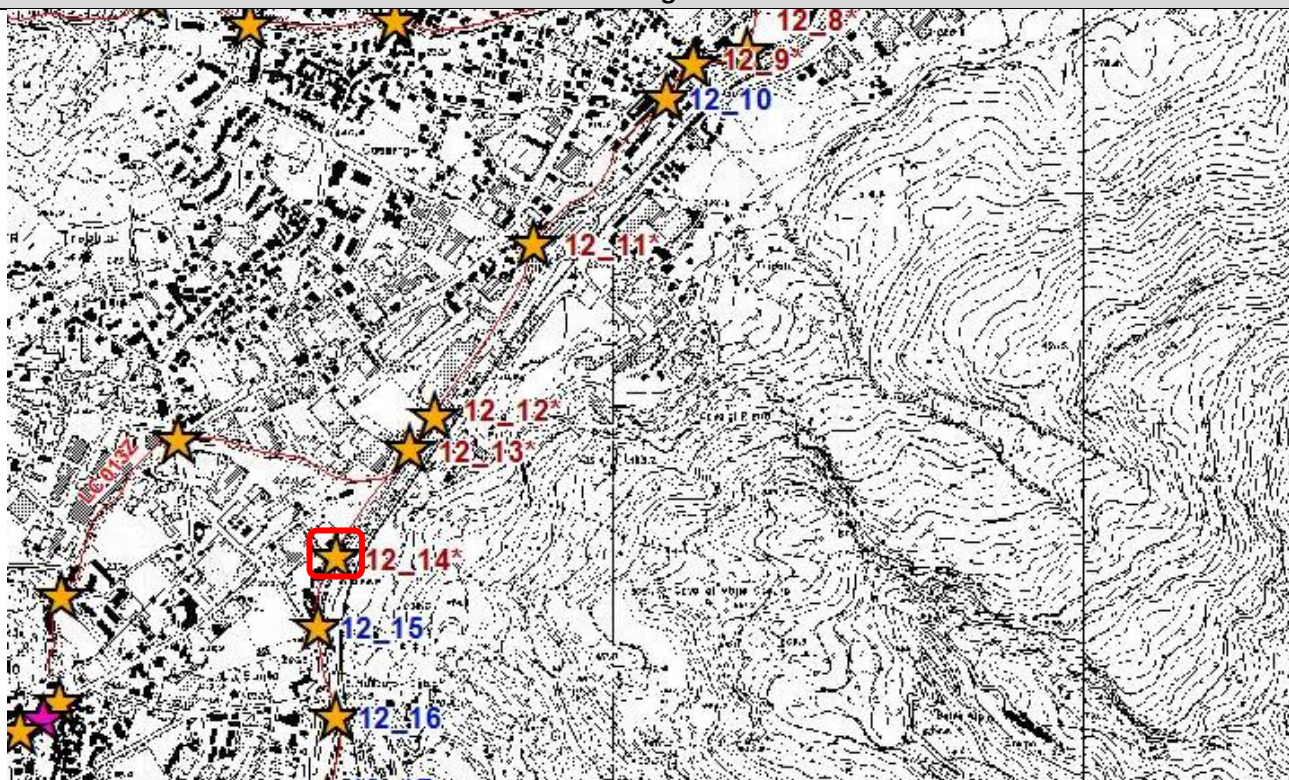
ID PONTE: 12_13	FIUME RIO TORTO (LC012Z)
Verifica idraulica dell'attraversamento	
La verifica idraulica del ponte 12_13 è già stata condotta in un progetto dell'anno 2011³, nell'ambito dei lavori di sistemazione idraulica di un tratto del fiume Rio Torto riguardante adeguamento delle sezioni di deflusso con sostituzione manufatti in attraversamento. Per le determinazione delle Linee Segnalatrici di Possibilità Pluviometrica (LSPP), che forniscono l'altezza di pioggia temibile per assegnata durata, d, e periodo di ritorno, T viene utilizzata la seguente espressione: $h_T(d) = a_1 \cdot d^n \cdot w_T$ dove i parametri a_1 e n si sono stati stimati direttamente dalle osservazioni registrate al pluviometro, utilizzando i massimi annuali di precipitazione per le durate 1, 3, 6, 12 e 24 ore registrati nelle stazioni pluviometriche di Olginate, Costamasnaga, Asso, Lecco e Bellano, rilevati dagli Annali Idrologici con la legge di distribuzione delle probabilità di Gumbel. La portata di piena viene calcolata con la ben nota Formula Razionale come prodotto tra l'intensità di precipitazione, il coefficiente di assorbimento, la superficie del bacino e il coefficiente di laminazione. In particolare, il valore del coefficiente d'afflusso è calcolato attraverso la metodologia Curve Number, proposta dal Soil Conservation Service del Dipartimento dell'Agricoltura degli Stati Uniti, mentre la durata critica di pioggia è assunta pari alla somma del tempo di formazione del deflusso superficiale e del tempo di corrivazione. Con questa metodologia, si ottengono le seguenti portate per l'attraversamento in esame, il quale risulta <u>idraulicamente sufficiente</u>: $Q_{T=50 \text{ anni}} = 37,3 \text{ m}^3/\text{s}$ $Q_{T=100 \text{ anni}} = 44,5 \text{ m}^3/\text{s}$ $Q_{T=200 \text{ anni}} = 50,8 \text{ m}^3/\text{s}$	

³ Lavori di sistemazione idraulica di un tratto del fiume Rio Torto, Adeguamento sezioni di deflusso con sostituzione manufatti in attraversamento – Progetto Definitivo – Novembre 2011, Dott. Ing. Bavagnoli, et al.

SCHEDA DI VERIFICA IDRAULICA PONTE 12_14

ID PONTE: 12_14	FIUME RIO TORTO (LC012Z)
-----------------	--------------------------

Estratto cartografico CTR



Caratteristiche attraversamento

Localizzazione: Via Como - Civate (LC)

Tipologia di attraversamento: Strada di tipo Comunale

Area di rischio Direttiva Alluvioni (R3 – R4): R4 – area a rischio molto elevato

Fotografia sezione in corrispondenza del ponte



ID PONTE: 12_14	FIUME RIO TORTO (LC012Z)
Fotografia tratto a monte del ponte	
	
Fotografia tratto a valle del ponte	
	
Caratteristiche ponte	
Materiale: Ponte costruito in cemento armato Forma: Ponte ad una campata a sezione trapezoidale Stato di manutenzione manufatto: Buono Stato di manutenzione alveo: Buono	
Descrizione	
La lunghezza dell'impalcato è di 5 m, mentre la sua larghezza è di 4,40 m. L'alveo è costituito da pietrame. La luce del ponte si presenta libera da depositi. Sia a monte che a valle del ponte le basi delle sponde si presentano libere da accumuli e vegetazione.	

ID PONTE: 12_14	FIUME RIO TORTO (LC012Z)
Portate al colmo	
La portata al colmo considerata è desunta dalla bibliografia, dagli studi idraulici esistenti, in particolare sono stati considerati i seguenti studi: • <i>Opere di sistemazione idraulica e messa in sicurezza del fiume Rio Torto (bacino idrografico) all'interno del centro abitato – Tratto dal ponte del Maglio al ponte S.P. 583 – Progetto Esecutivo – Dicembre 2010, Dott. Ing. Bavagnoli</i> • <i>Lavori di sistemazione idraulica di un tratto del fiume Rio Torto, Adeguamento sezioni di deflusso con sostituzione manufatti in attraversamento – Progetto Definitivo – Novembre 2011, Dott. Ing. Bavagnoli, et al.</i> $Q_{T=100 \text{ anni}} = 44.50 \text{ m}^3/\text{s}$$Q_{T=200 \text{ anni}} = 50.80 \text{ m}^3/\text{s}$	

ID PONTE: 12_14		FIUME RIO TORTO (LC012Z)	
Geometria della sezione di verifica			
— h₁₀₀ = altezza idrica per portate con TR=100 anni — h₂₀₀ = altezza idrica per portate con TR=200 anni — h_{max} = altezza massima consentita per rispetto del franco idraulico di 1 m — h_{cin} = altezza massima consentita per rispetto del franco idraulico di 0,5 * altezza cinetica			
Caratteristiche sezione di verifica			
Altezza (m)	3,20	Coeff. di scabrezza di Kutter	0,55
Base (m)	3,8 (minore) 5,5 (maggiore)	Pendenza del fondo (%)	2,22
Altezza idrica (m) – TR = 100 anni	1,28	Altezza idrica (m) – TR = 200 anni	1,39
Velocità corrente (m/s) – TR = 200 anni	8,73	½ altezza cinetica corrente (m)	1,94
Scala delle portate			
h [m]	Q [m³/s]		
0,20	2,15		
0,40	6,95		
0,60	13,49		
0,80	21,37		
1,00	30,36		
1,20	40,31		
1,40	51,15		
1,60	62,79		
1,80	75,19		
2,00	88,32		
2,20	102,16		
2,40	116,68		
2,60	131,87		
2,80	147,73		
3,00	164,24		
3,20	181,41		
Verifica idraulica della sezione			
La sezione risulta <u>idraulicamente insufficiente</u> sia per portate con tempo di ritorno di 100 anni che di 200 anni, in quanto in entrambi i casi il franco tra la quota idrometrica relativa alla piena di progetto, non risulta sufficiente a 0,5 volte l'altezza cinetica della corrente.			

Durante i sopralluoghi lungo l'asta del Fiume Rio Torto non sono state rilevate particolari criticità idrogeologiche insistenti nell'ambito urbano.

CRITICITA' IDRAULICHE DEGLI ATTRAVERSAMENTI

FIUME RIO TORTO (LC012Z)							
ID PONTE	LOCALIZZAZIONE	OGGETTO DI VERIFICA IDRAULICA	AREA DI RISCHIO			VERIFICA IDRAULICA	NOTE
			R4	R3	altro*	Sufficiente dal punto di vista idraulico	
12_1	Strada Statale Lariana – Valmadrera (LC)	SI	X			SI	
12_2	Via del Maglio – Valmadrera (LC)	NO					
12_3	Via Rio Torto – Valmadrera (LC)	NO					
12_4	Via Rio Torto – Valmadrera (LC)	NO					
12_5	Via Rio Torto – Valmadrera (LC)	NO					
12_6	Via Rio Torto – Valmadrera (LC)	NO					
12_7	Via Roma – Valmadrera (LC)	SI	X			SI	
12_8	Via Molini – Valmadrera (LC)	SI	X			SI	
12_9	Via Molini – Valmadrera (LC)	SI	X			NO	
12_10	Via Molini – Valmadrera (LC)	NO				NO	
12_11	Viale XXV Aprile (Svincolo Civate Nord) – Valmadrera (LC)	SI	X			SI	

12_12	Via Como – Valmadrera (LC)	SI	X			SI	
12_13	Via Como – Valmadrera (LC)	SI	X			SI	
12_14	Via Como – Civate (LC)	SI	X			SI	
12_15	Via Como – Civate (LC)	NO					
12_16	Svincolo per S.P. 639 – Civate (LC)	NO					
12_17	Pressi S.P. 639 – Civate (LC)	NO					
12_18	SS36 – Civate (LC)	NO					
12_19	Strada Provinciale S.P. 639 – Civate (LC)	NO					
12_20	SS36 – Civate (LC)	NO					

(*) Il ponte non ricade nelle aree di rischio R3-R4, ma viene segnalato come punto critico (es. dai piani di protezione civile comunali)

LEGENDA VERIFICA IDRAULICA

	Il franco tra la quota idrometrica relativa alla piena di progetto e la quota di intradosso del ponte è inferiore al franco minimo di 1.00 m.
	Il franco tra la quota idrometrica relativa alla piena di progetto e la quota di intradosso del ponte è inferiore a 0.5 volte l'altezza cinetica della corrente, ma superiore al franco minimo pari a 1.00 m.
	Il ponte non è stato verificato idraulicamente in quanto non ricade nelle aree di rischio R3-R4, ma viste le caratteristiche geometriche della sezione e le portate di progetto si ritiene non compatibile con l'assetto idrogeologico del corso d'acqua.
	Il franco tra la quota idrometrica relativa alla piena di progetto e la quota di intradosso del ponte è superiore sia a 0.5 volte l'altezza cinetica della corrente e anche al franco minimo pari a 1.00 m.

CRITICITA' IDROGEOLOGICHE LUNGO L'ASTA FLUVIALE

Non sono state riscontrate particolari situazioni di criticità a carattere idrogeologico lungo l'asta fluviale, in quanto il fiume risulta essere stato regimato artificialmente di recente per l'intero tratto.



CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

R.I.P.

Le analisi svolte hanno consentito di individuare e classificare le principali criticità inerenti sia l'ambito del reticolo idrico principale che quello secondario.

Le tabelle precedenti riassumono in maniera schematica i risultati sia delle analisi idrauliche eseguite per ciascun attraversamento ricadente in aree considerate ad alto rischio, che le criticità rilevate durante i sopralluoghi eseguiti.

L'analisi dello stato delle opere di regimazione idraulica esistenti ha evidenziato un buono stato di conservazione dei manufatti.

Il Fiume si presenta interamente regimato entro argini artificiali e interessato da interventi di contenimento delle piene di recente realizzazione.

Si segnala comunque la presenza di due ponti non verificati idraulicamente per il non rispetto del franco idraulico pari a 1 metro.

Possibili interventi e opere per la riduzione del rischio potranno essere valutati solo a fronte di studio idraulico specifico.

R.I.M.

Le abitazioni in fregio al Torrente Rosé in destra idrografica ricadono, secondo la direttiva alluvioni, in area a rischio molto elevato.

L'alveo attuale risulta regimato artificialmente grazie alla presenza delle scogliere in pietrame nei tratti in cui l'asta curva e da murature in cemento armato lungo i tratti rettilinei. Il letto del torrente appare piano e a tratti lastricato, intervallato da soglie in pietrame a cemento in buone condizioni di conservazione.

Possibili interventi e opere per la riduzione del rischio potranno essere valutati solo a fronte di studio idraulico specifico.

