

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

**LC011_E4. SCHEDE DI VERIFICA IDRAULICA
LC011_E5. SCHEDE DELLE CRITICITA' RILEVATE
LC011_E6. SCHEDE RIASSUNTIVE DELLE CRITICITA'**

SCALA

/

NOME TORRENTE

TORRENTE GREGHENTINO

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					

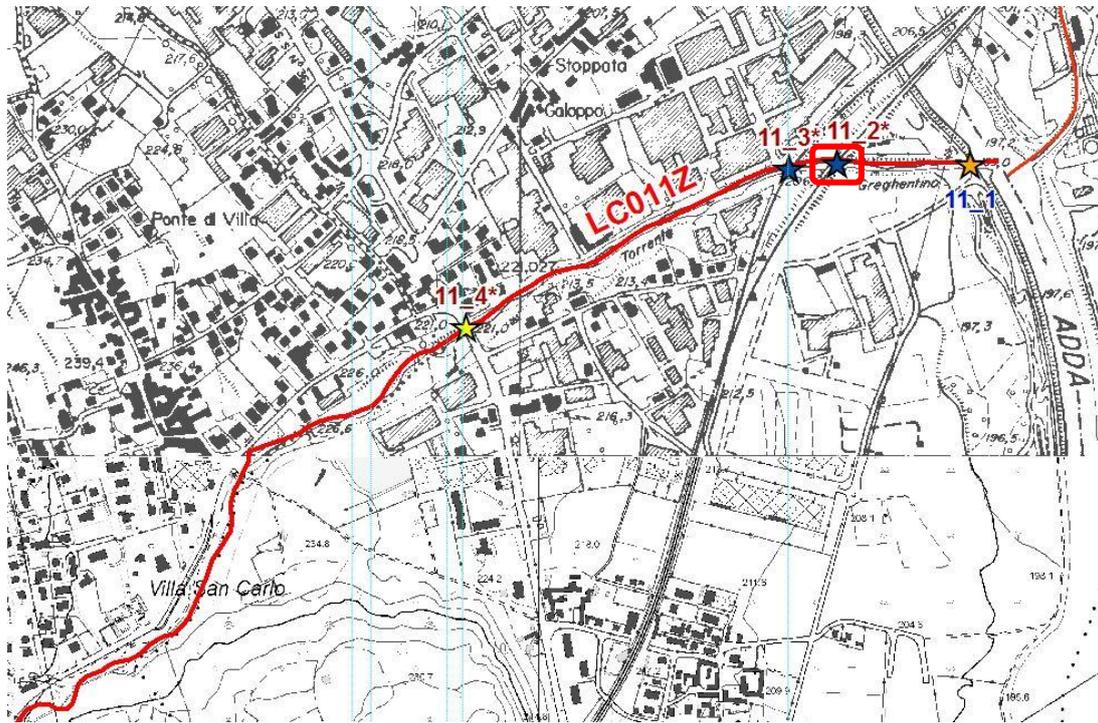
SCHEDA DI VERIFICA IDRAULICA PONTE 11_2	2
SCHEDA DI VERIFICA IDRAULICA PONTE 11_3	6
SCHEDA DI VERIFICA IDRAULICA PONTE 11_4	10
SCHEDA DI VERIFICA IDRAULICA PONTE 11_9	13

SCHEDA DI VERIFICA IDRAULICA PONTE 11_2

ID PONTE: 11_2

TORRENTE GREGHENTINO (LC011Z)

Estratto cartografico CTR



Caratteristiche attraversamento

Localizzazione: Linea F.S. Milano – Tirano - Comune di Olginate (LC)

Tipologia di attraversamento: Attraversamento ferroviario

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

Fotografia sezione in corrispondenza del ponte



ID PONTE: 11_2

TORRENTE GREGGHENTINO (LC011Z)

Fotografia tratto a monte del ponte



Fotografia tratto a valle del ponte



Caratteristiche ponte

Materiale: Calcestruzzo con strutture di supporto in ferro

Forma: Ponte ad una campata rettangolare

Stato di manutenzione manufatto: Buono

Stato di manutenzione alveo: Buono

Descrizione

La lunghezza dell'impalcato è di 37 m, mentre la sua larghezza è di 11 m.

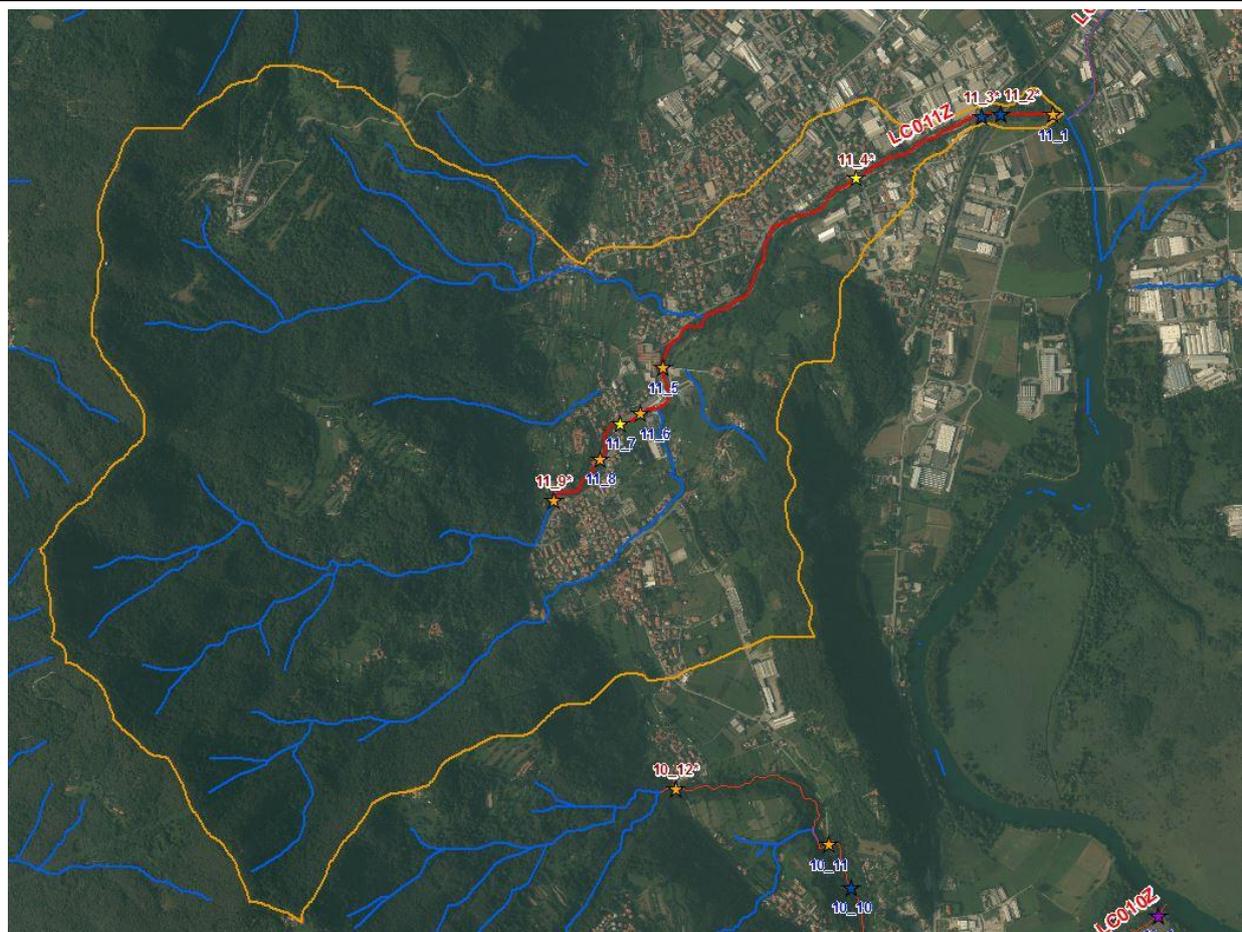
L'alveo è di tipo naturale con fondo costituito da ciottoli e ghiaie.

A monte del ponte entrambe le basi delle sponde si presentano libere da accumulo di detriti.

A valle del ponte la base sinistra della sponda si presenta libera, mentre a destra vi è presenza di accumulo di materiale. Inoltre sulla lunghezza delle sponde vi è la presenza di vegetazione (erba ed alberi).

ID PONTE: 11_2 **TORRENTE GREGGHENTINO (LC011Z)**

Estratto cartografico bacino sotteso

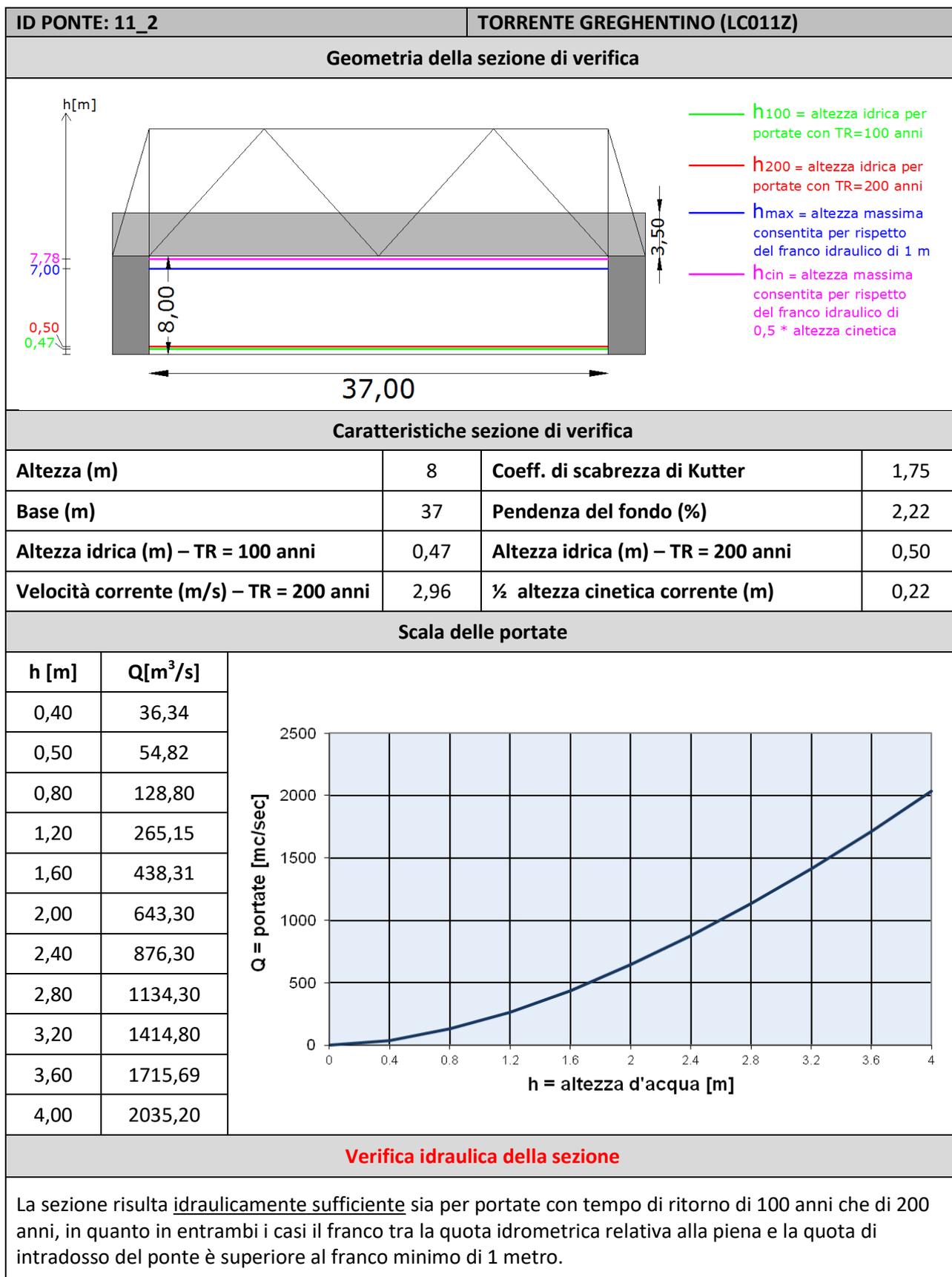


Caratteristiche geomorfologiche del bacino

Superficie del bacino (Kmq)	6,51	Altitudine sezione di chiusura (m)	198
Altitudine massima del bacino (m)	890	Lunghezza asta principale (Km)	4,62
Altitudine media del bacino (m)	485,58	Pendenza media asta principale (%)	10

Calcolo delle portate al colmo comprensive del trasporto solido

TR (anni)	a	n	Tc (ore)	h (mm)	c	Q _L (m ³ /s)	Q _{TOT} (m ³ /s)
20	61,3125	0,2975	1,33	66,70	0,39	35,28	35,28
100	79,3500	0,3955		86,27		45,63	48,60
200	87,0125	0,29425		94,57		50,02	53,28
500	97,3275	0,29925		105,6		55,85	59,49

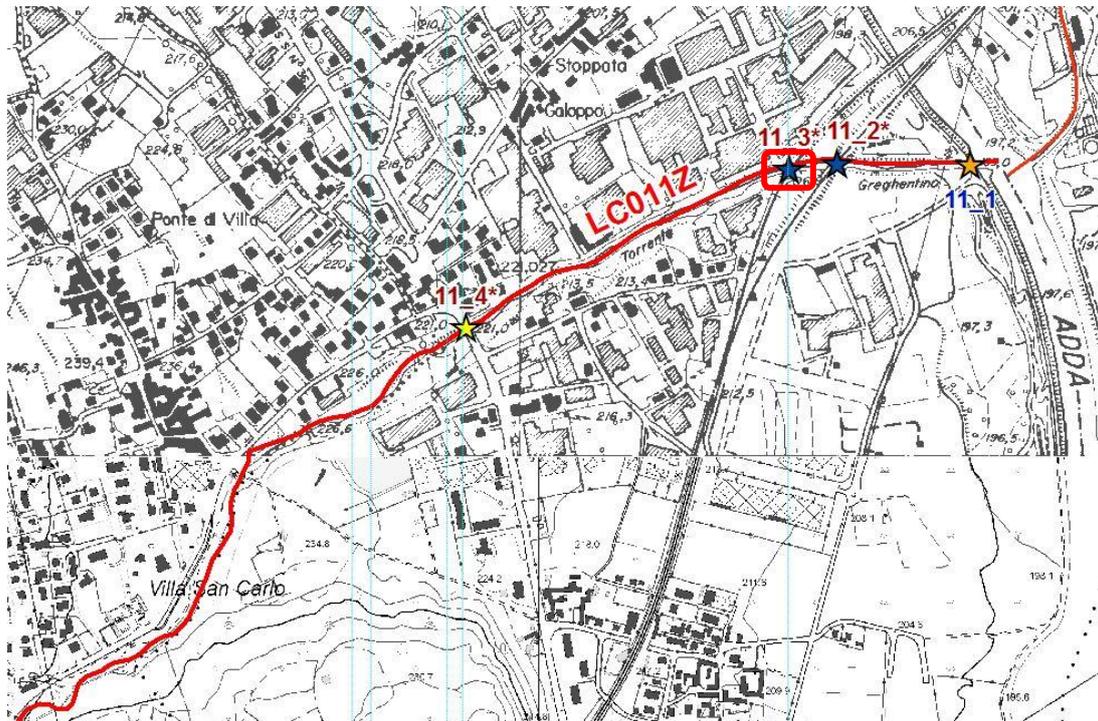


SCHEDA DI VERIFICA IDRAULICA PONTE 11_3

ID PONTE: 11_3

TORRENTE GREGHENTINO (LC011Z)

Estratto cartografico CTR



Caratteristiche attraversamento

Localizzazione: Via Maronata - Comune di Olginate (LC)

Tipologia di attraversamento: Ex attraversamento ferroviario

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

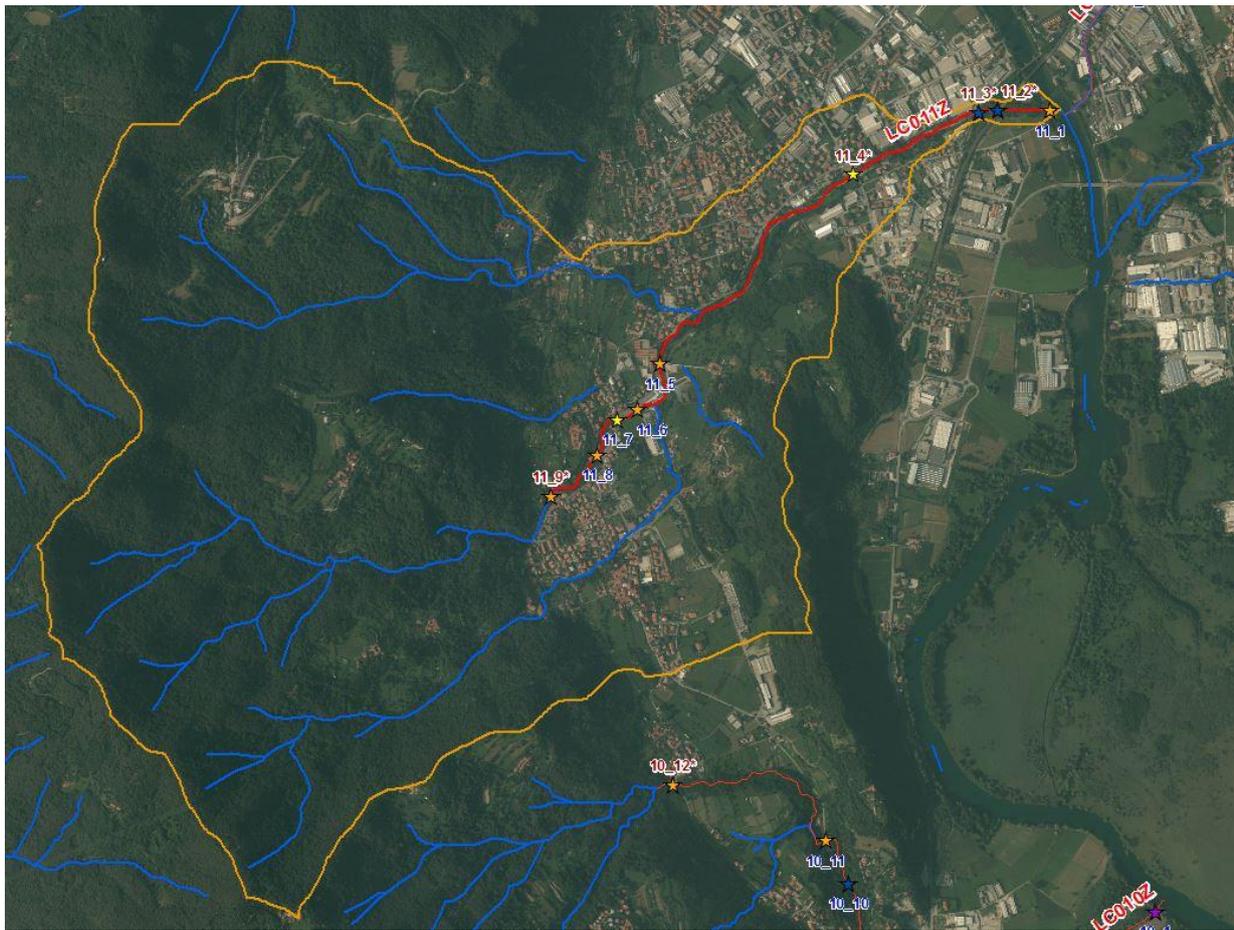
Fotografia sezione in corrispondenza del ponte



ID PONTE: 11_3	TORRENTE GREGGHENTINO (LC011Z)
Fotografia tratto a monte del ponte	
	
Fotografia tratto a valle del ponte	
	
Caratteristiche ponte	
<p>Materiale: Calcestruzzo con pietrame immerso Forma: Ponte composto da una campata rettangolare Stato di manutenzione manufatto: Buono Stato di manutenzione alveo: Buono</p>	
Descrizione	
<p>La lunghezza dell'impalcato è di 22,1 m, mentre la sua larghezza è di 5.5 m. L'alveo è di tipo naturale con fondo costituito da ciottoli e ghiaie. Sia a monte che a valle del ponte entrambe le basi delle sponde si presentano cumuli di detriti. Vi è la presenza di vegetazione lungo la lunghezza delle sponde (erba ed alberi).</p>	

ID PONTE: 11_3 **TORRENTE GREGGHENTINO (LC011Z)**

Estratto cartografico bacino sotteso



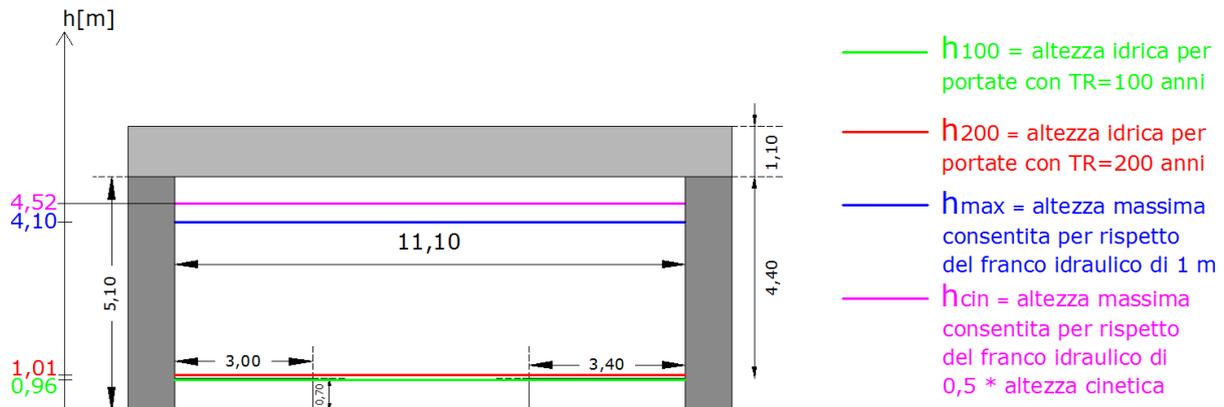
Caratteristiche geomorfologiche del bacino

Superficie del bacino (Kmq)	6,51	Altitudine sezione di chiusura (m)	198
Altitudine massima del bacino (m)	890	Lunghezza asta principale (Km)	4,62
Altitudine media del bacino (m)	485,58	Pendenza media asta principale (%)	10

Calcolo delle portate al colmo comprensive del trasporto solido

TR (anni)	a	n	Tc (ore)	h (mm)	c	Q _L (m ³ /s)	Q _{TOT} (m ³ /s)
20	61,3125	0,2975	1,33	66,70	0,39	35,28	35,28
100	79,3500	0,3955		86,27		45,63	48,60
200	87,0125	0,29425		94,57		50,02	53,28
500	97,3275	0,29925		105,6		55,85	59,49

ID PONTE: 11_3 **TORRENTE GREGHENTINO (LC011Z)**
Geometria della sezione di verifica

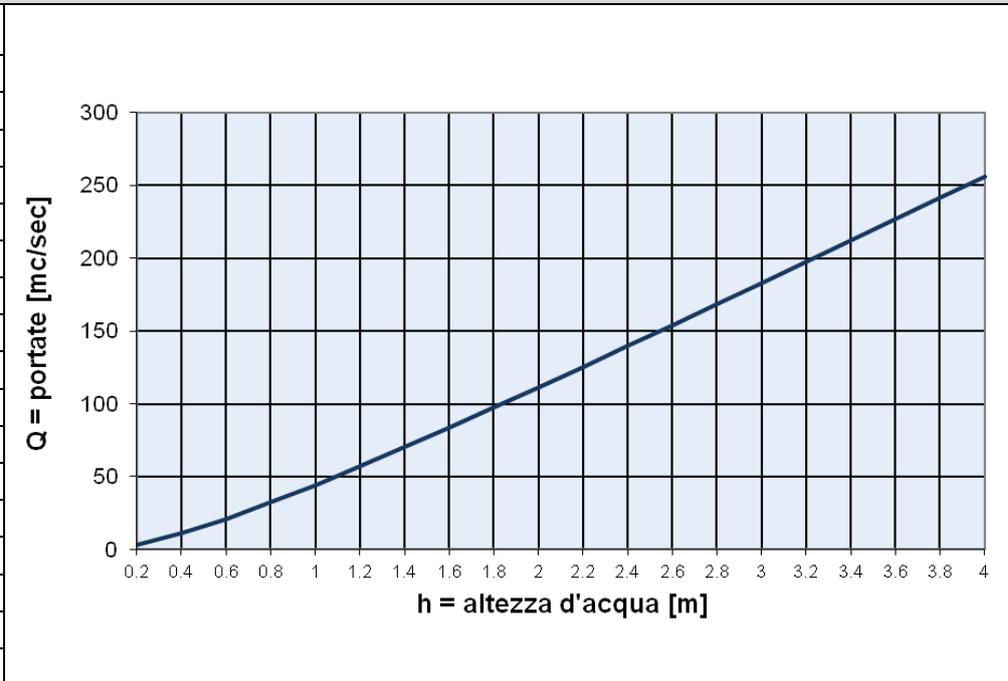


Caratteristiche sezione di verifica

Altezza (m)	5,10	Coeff. di scabrezza di Kutter	1,75
Base (m)	11,10	Pendenza del fondo (%)	2,22
Altezza idrica (m) – TR = 100 anni	0,96	Altezza idrica (m) – TR = 200 anni	1,01
Velocità corrente (m/s) – TR = 200 anni	4,76	$\frac{1}{2}$ altezza cinetica corrente (m)	0,58

Scala delle portate

h [m]	Q[m ³ /s]
0,40	10,46
0,60	21,61
0,80	35,77
0,97	49,82
1,02	54,27
1,20	71,38
1,40	92,21
1,60	114,73
1,80	138,77
2,00	164,15
2,20	190,75
2,40	218,45
2,60	247,14
2,80	276,74
3,20	338,36
3,60	402,79
4,00	469,62



Verifica idraulica della sezione

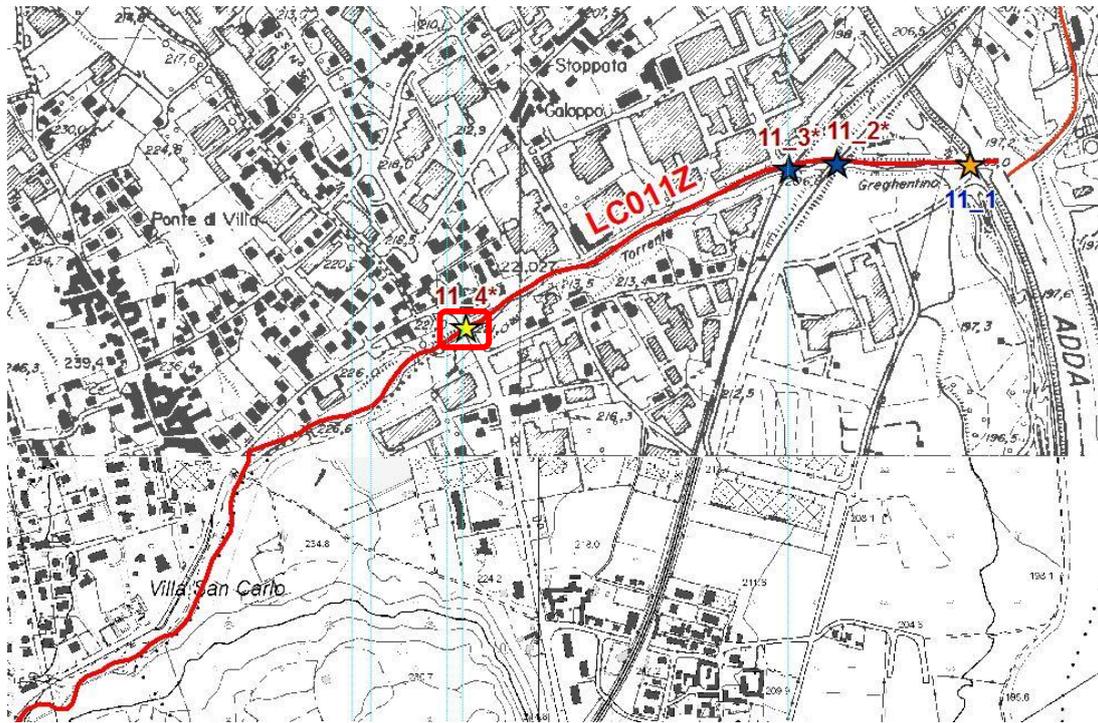
La sezione risulta idraulicamente sufficiente sia per portate con tempo di ritorno di 100 anni che di 200 anni, in quanto in entrambi i casi il franco tra la quota idrometrica relativa alla piena e la quota di intradosso del ponte è superiore al franco minimo che deve essere garantito di 1 metro.

SCHEDA DI VERIFICA IDRAULICA PONTE 11_4

ID PONTE: 11_4

TORRENTE GREGHENTINO (LC011Z)

Estratto cartografico CTR



Caratteristiche attraversamento

Localizzazione: Via Milano - Comune di Olginate (LC)

Tipologia di attraversamento: Strada di tipo Provinciale –SP72

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

Fotografia sezione in corrispondenza del ponte



ID PONTE: 11_4	TORRENTE GREGGHENTINO (LC011Z)
Fotografia tratto a monte del ponte	
	
Fotografia tratto a valle del ponte	
	
Caratteristiche ponte	
Materiale: Calcestruzzo con pietrame immerso Forma: Struttura a campate circolari a monte mentre le campate in uscita a valle risultano essere rettangolari Stato di manutenzione manufatto: Buono Stato di manutenzione alveo: Scadente	
Descrizione	
<p>La lunghezza dell'impalcato è di 41 m, mentre la sua larghezza è di 12 m. L'alveo del torrente è costituito da pietrame e ghiaie. Il torrente Gregghentino scorre all'interno di una singola campata centrale; le altre quattro sono ostruite da materiale d'accumulo, alberi, arbusti e rovi cresciuti nel tempo. Vi è la presenza di accumulo di detriti lungo entrambe le sponde. La presenza di folta vegetazione potrebbe dar luogo, in caso di piena, a fenomeni di accumulo di materiali (tronchi e rami) alla sezione a monte del ponte, con problemi di smaltimento delle portate al colmo a causa dalla diminuzione della sezione di passaggio della corrente idrica.</p>	

ID PONTE: 11_4

TORRENTE GREGGHENTINO (LC011Z)

Verifica idraulica dell'attraversamento

La verifica idraulica del ponte 11_4 è già stata condotta in uno studio idraulico del Prof. Ing. Mancini¹ nell'anno 2006, nell'ambito delle attività previste dal Piano di Bacino per tutelare e prevenire i rischi delle attività che si svolgono in stretto contatto con zone a pericolosità di esondazione.

Il suddetto studio parte con la determinazione dei parametri geomorfologici dei bacini esaminati; in particolare le caratteristiche di assorbimento del suolo sono state ricavate utilizzando il metodo SCS-Curve Number, con il quale il territorio della provincia di Lecco è stato suddiviso in tre diverse classi di permeabilità del suolo.

Per quanto riguarda la stima delle altezze di pioggia, esse vengono calcolate per assegnata durata d e periodo di ritorno T utilizzando l'espressione:

$$h_T(d) = a_1 \cdot d^n \cdot w_T$$

i cui parametri a_1 e n vengono determinati dall'autore attraverso tecniche di interpolazione sui dati disponibili nelle stazioni pluviometriche limitrofe, mentre l'espressione di w_T , cioè il fattore di crescita in frequenza, dipende dal tempo di ritorno e dalla distribuzione di probabilità assunta (in particolare nel suddetto studio si utilizza la distribuzione di Frechet).

La portata di piena viene calcolata dall'autore 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 del SCS-CN, 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 idraulicamente sufficiente:

$$\begin{aligned} Q_{T=3 \text{ anni}} &= 25,3 \text{ m}^3/\text{s} \\ Q_{T=50 \text{ anni}} &= 79,8 \text{ m}^3/\text{s} \\ Q_{T=100 \text{ anni}} &= 99,8 \text{ m}^3/\text{s} \\ Q_{T=200 \text{ anni}} &= 123,5 \text{ m}^3/\text{s} \\ Q_{T=500 \text{ anni}} &= 161,3 \text{ m}^3/\text{s} \end{aligned}$$

Si vuole far notare come le portate di piena stimate nell'elaborato dell'Ing. Mancini siano sensibilmente maggiori delle portate calcolate nel presente studio idraulico; si ritiene che tale differenza sia dovuta alle diverse metodologie adottate per il calcolo delle portate al colmo e per la determinazione dei parametri idrologici, in particolare la durata critica dell'evento di pioggia.

Si possono considerare i valori di portata sopra riportati più che cautelativi, concludendo dunque che l'attraversamento 11_4 è idraulicamente compatibile con la portata di piena in termini di rischio di esondazione.

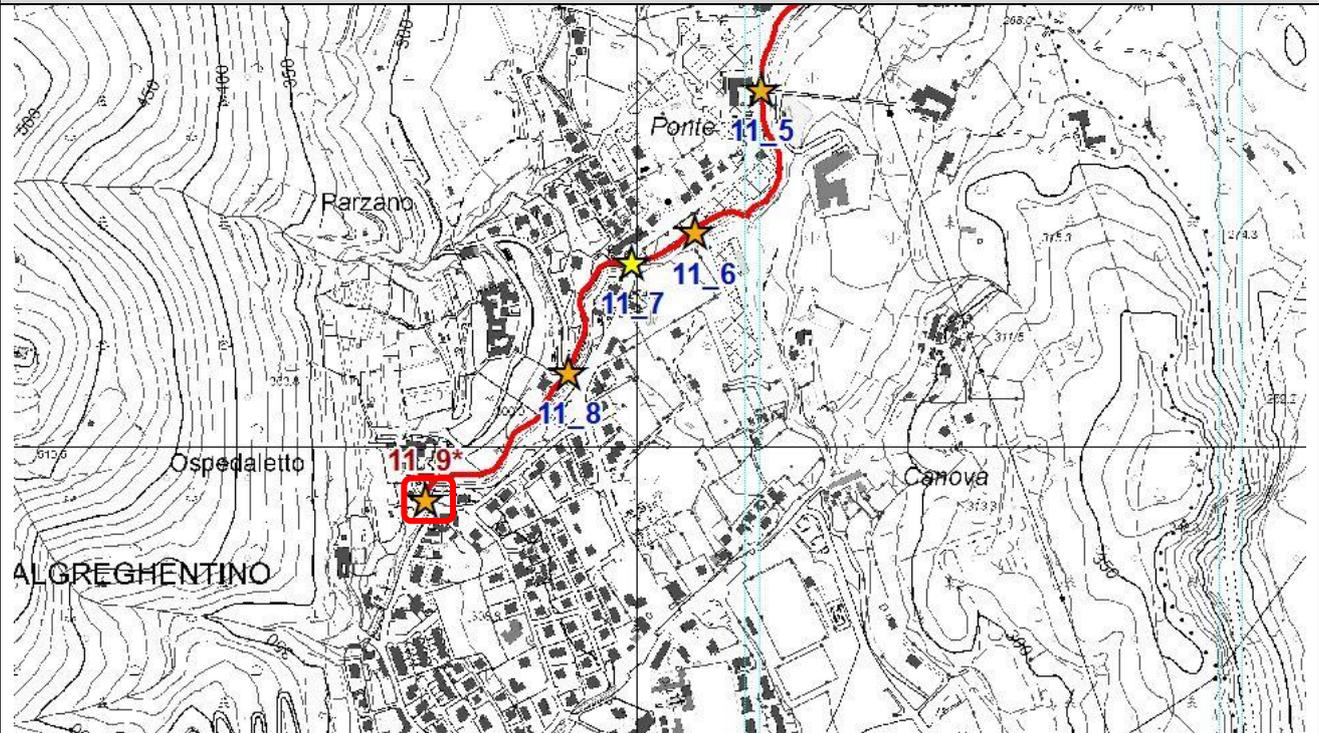
¹ *Rischio idraulico in considerazione di aree antropiche con particolare riguardo alla verifica di ponti e ponticelli posti lungo la rete viaria Provinciale – Maggio 2007, Prof. Ing. Mancini*

SCHEDA DI VERIFICA IDRAULICA PONTE 11_9

ID PONTE: 11_9

TORRENTE GREGGHENTINO (LC011Z)

Estratto cartografico CTR



Caratteristiche attraversamento

Localizzazione: Via Alcide de Gasperi, Comune di Valgrehentino (LC) -Frazione Ospedaletto

Tipologia di attraversamento: Strada di tipo Comunale

Area di rischio Direttiva Alluvioni (R3 – R4): L'attraversamento non ricade nelle aree di rischio R3 o R4, ma è segnalato come punto critico nel piano di emergenza comunale.

Fotografia sezione in corrispondenza del ponte

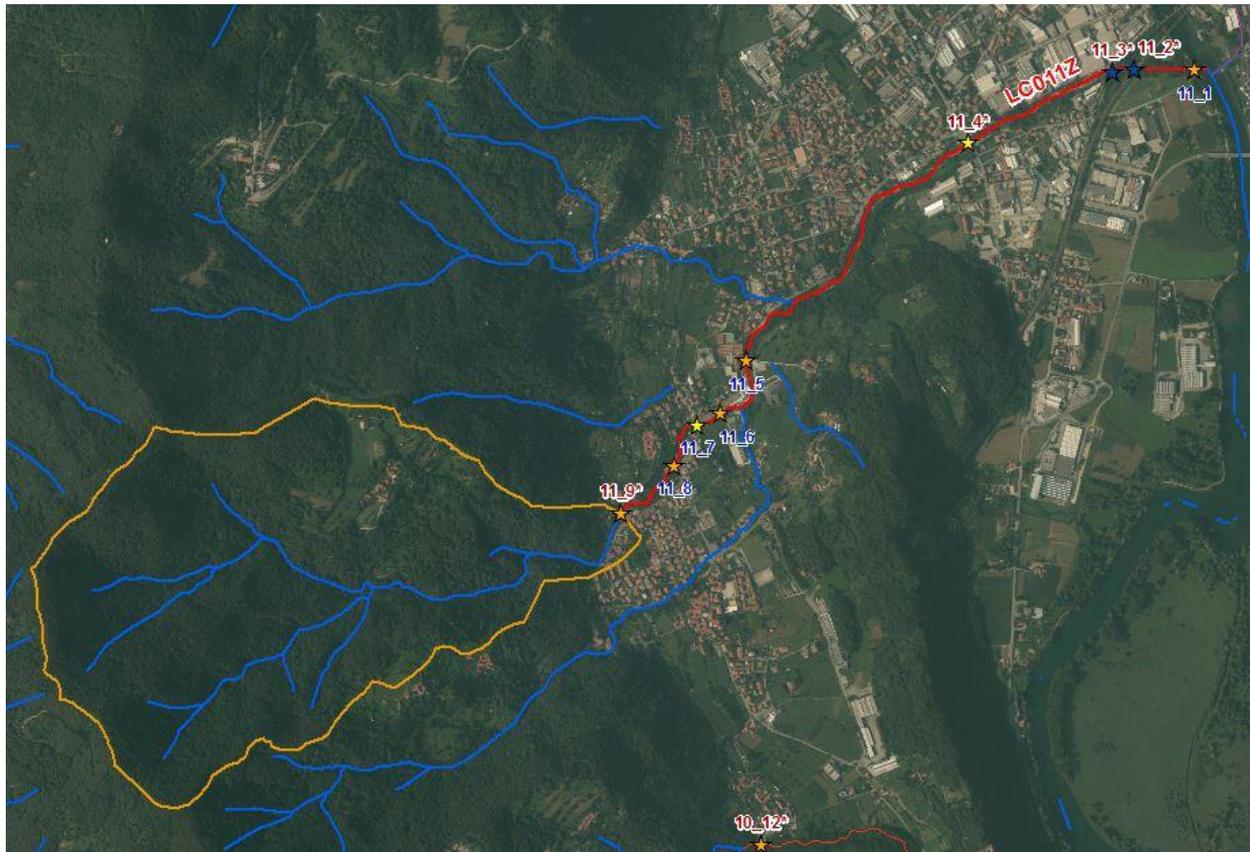


ID PONTE: 11_9	TORRENTE GREGGHENTINO (LC011Z)
Fotografia tratto a monte del ponte	
	
Fotografia tratto a valle del ponte	
	
Caratteristiche ponte	
Materiale: Calcestruzzo e pietrame	
Forma: Ponte costituito da una campata ad arco	
Stato di manutenzione manufatto: Buono	
Stato di manutenzione alveo: Buono	
Descrizione	
La lunghezza dell'impalcato è di 5 m, mentre la sua larghezza è di 4,8 m. L'alveo del torrente è costituito da pietrame immerso nel calcestruzzo. La luce del ponte si presenta libera da depositi. A monte del ponte del ponte sulla base della sponda sinistra vi è accumulo di materiale, le restanti parti si presentano libere da detriti.	

ID PONTE: 11_9

TORRENTE GREGGHENTINO (LC011Z)

Estratto cartografico bacino sotteso

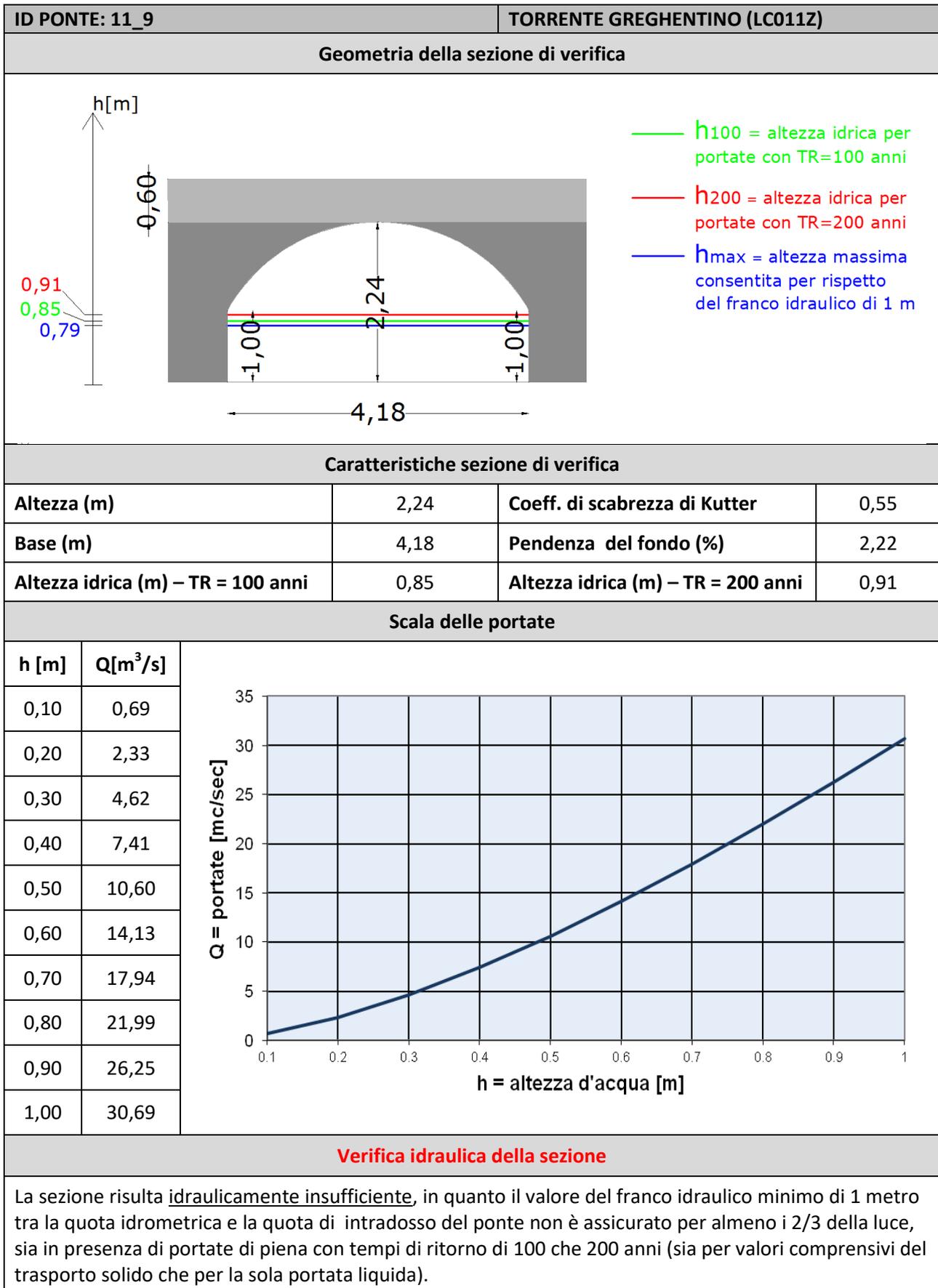


Caratteristiche geomorfologiche del bacino

Superficie del bacino (Kmq)	1,56	Altitudine sezione di chiusura (m)	300
Altitudine massima del bacino (m)	890	Lunghezza asta principale (Km)	1,76
Altitudine media del bacino (m)	767,44	Pendenza media asta principale (%)	20

Calcolo delle portate al colmo comprensive del trasporto solido

TR (anni)	a	n	Tc (ore)	h (mm)	c	Q _L (m ³ /s)	Q _{TOT} (m ³ /s)
20	60,700	0,293	0,44	47,44	0,32	14,9	14,9
100	78,6300	0,295		61,78		19,29	24,01
200	86,220	0,288		68,13		21,26	26,48
500	96,290	0,2969		75,60		23,59	29,37



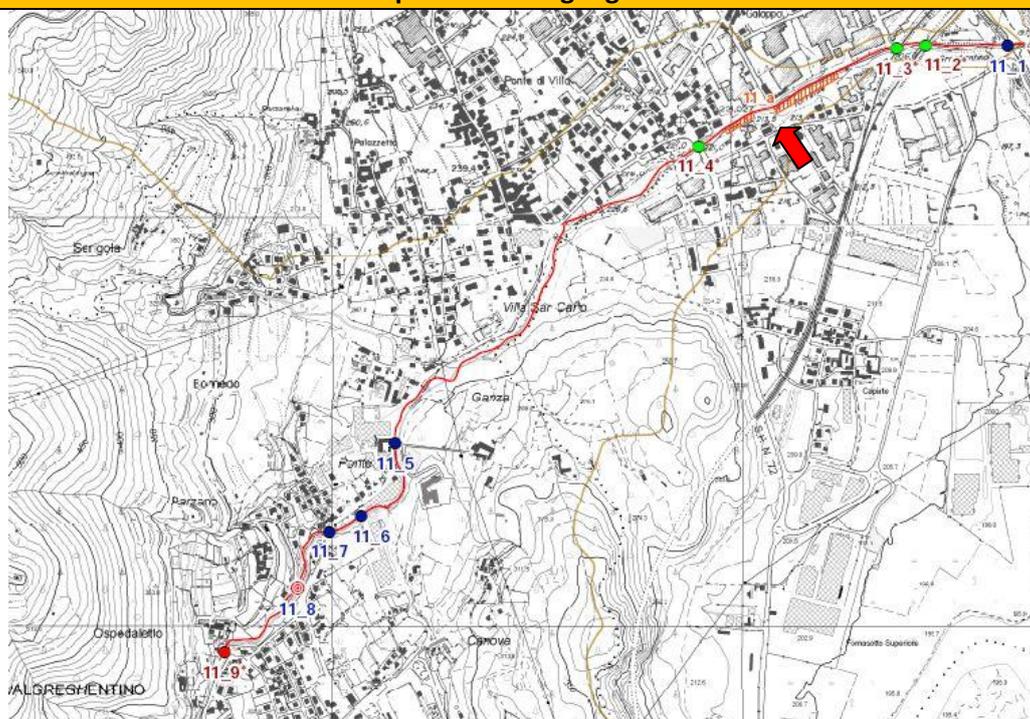
SCHEDA CRITICITA' IDROGEOLOGICA 11_a 2



SCHEDA CRITICITA' IDROGEOLOGICA 11_a

ID: 11_a	TORRENTE GREGHENTINO(LC011Z)
Caratteristiche fenomeno di dissesto idrogeologico	
Località	Tratto di torrente a valle della S.P. 72 (11_4)
Comune	Comune di Olginate (LC)
Quota	210 m s.l.m.
Fenomeni di dissesto/criticità	Fenomeni di erosione/cedimento sponde
Estensione del fenomeno	circa 300 metri
Area PAI	Area a pericolosità molto elevata (Ee), Area a pericolosità elevata (Eb)
Opere già esistenti	La sponda idrografica destra risulta essere naturale; localmente sono presenti opere di regimazione lungo la sponda idrografica sinistra.
Area di rischio Direttiva Alluvioni	R4 (area a rischio molto elevato)
Perimetrazione GEOIFFI	Conoide detritico-alluvionale quiescente

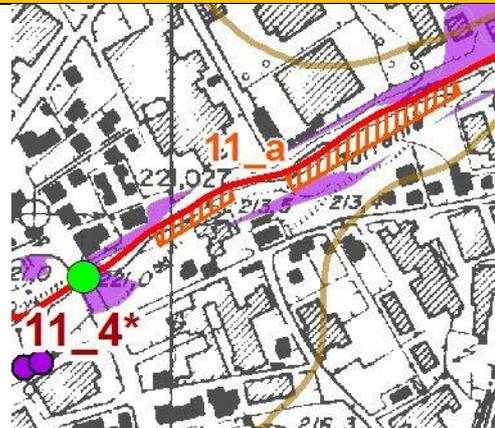
Inquadramento geografico



Estratto tavola dinamica geomorfologica



Estratto tavola criticità rilevate



ID: 11_a TORRENTE GREGHENTINO (LC011Z)

Descrizione del fenomeno
 La sponda idrografica destra presenta evidenti segni erosione spondale e cedimento. L'azione costante del corso d'acqua causa lo scalzamento del piede dell'argine provocando quindi arretramento della scarpata stessa.

Fotografie



Foto n.18: vista sponda idrografica destra.



Foto 26: vista sponda idrografica destra.

Tipologia di opere proposte

Lavori di disboscamento dell'argine; interventi di difesa spondale mediante formazione di arginature in scogliera / tecniche di ingegneria naturalistica che ne consentono la stabilizzazione favorendone il successivo rinverdimento. La presenza di zone a rischio classificabili come R4, induce ad una puntuale verifica idraulica della sezione di deflusso , con particolare riguardo anche alla sponda idrografica sinistra per la verifica delle arginature esistenti.

CRITICITA' IDRAULICHE DEGLI ATTRAVERSAMENTI

TORRENTE GREGHENTINO (LC011Z)							
ID PONTE	LOCALIZZAZIONE	OGGETTO DI VERIFICA IDRAULICA	AREA DI RISCHIO			VERIFICA IDRAULICA	NOTE
			R4	R3	altro*	Sufficiente dal punto di vista idraulico	
11_1	Strada Alzaia – Olginate (LC)	NO					
11_2	Attraversamento ferroviario Linea F.S. Milano – Tirano - Olginate (LC)	SI	X			SI	
11_3	Via Maronata – Olginate (LC)	SI	X			SI	
11_4	Via Milano – Olginate (LC)	SI	X			SI	Sezione del manufatto ostruita da materiale d'accumulo, alberi, arbusti e rovi.
11_5	Incrocio Via Fratelli Kennedy - Via Donizetti - Valgreghentino (LC)	NO					Sul lato idrografico sinistro dove è presente un accumulo di materiale vegetato.
11_6	Via Fratelli Kennedy-Valgreghentino (LC)	NO					
11_7	Via Fratelli Kennedy-Valgreghentino (LC)	NO					Il torrente scorre lungo il lato destro idrografico del ponte, in quanto nella seconda metà è stato rilevato un importante accumulo di materiale fluviale con pezzature da ghiaie a massi con la presenza di vegetazione.
11_8	Incrocio Via Fratelli Kennedy - Via Europa - Valgreghentino (LC)	NO				NO	Le dimensioni geometriche della sezione sono assimilabili a quelle del ponte 11_9, che è risultato non verificato.
11_9	Via Alcide De Gasperi – Valgreghentino (LC)	SI			X	NO	Nodo idraulico segnalato nello scenario di rischio idraulico nel piano di emergenza comunale di Valgreghentino

(*) 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

TORRENTE GREGHENTINO (LC011Z)							
ID	LOCALIZZAZIONE	TIPO DI CRITICITÀ	AREA DI RISCHIO			PAI	NOTE
			R4	R3	altro		
11_a	Tratto di torrente a valle della S.P. 72 Comune di Olginate (LC)	FENOMENI DI EROSIONE/ CEDIMENTO SPONDE	X			Area a pericolosità molto elevata (Ee), Area a pericolosità elevata (Eb)	La sponda idrografica destra risulta soggetta ad erosione spondale e cedimento e conseguente arretramento dell'argine.

LEGENDA CRITICITA' IDROGEOLOGICHE

-  La criticità idrogeologica ricade nell'area di rischio R4 (Area a rischio molto elevato).
-  La criticità idrogeologica ricade nell'area di rischio R3 (Area a rischio elevato).
-  La criticità idrogeologica non ricade nelle aree di rischio R3-R4 o in nessuna area di rischio.

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.

Il Torrente Greghentino non presenta particolari criticità in ambito urbano. Gli attraversamenti risultano quasi totalmente verificati in numero. Risulta critica la sezione del ponte ad arco in pietra esistente all'apice del conoide nel tratto in ingresso al centro urbanizzato, già evidenziato dal piano di protezione civile.

Si è evidenziata una forte esigenza di intervento sulle arginature poste a valle dell'attraversamento della strada provinciale. Qui, in zona già classificata a rischio molto elevato (R4), la sponda idrografica destra risulta soggetta ad erosione spondale e cedimento e conseguente arretramento dell'argine.

R.I.M.

All'interno del bacino idrografico del Torrente Greghentino relativamente al reticolo idrico minore il Piano di Gestione Rischio Alluvioni pone l'attenzione su un segmento del torrente proveniente dalla Valle di Sorico, compreso tra la località Butello e la confluenza con il Torrente Greghentino.

In particolare la fascia in fregio alla via D.Alighieri ricade a tratti in zone di rischio R4 in corrispondenza degli attraversamenti.

Per di più viene localizzata un'area di rischio R4 in prossimità dei capannoni industriali lungo via Lazzaretto e presso la località Butello in corrispondenza di un'opera di attraversamento del torrente proveniente dalla valle di Sorico e in corrispondenza dell'edificio della vecchia filanda.