



Comune di Bregnano

Piazza IV Novembre, 9

22070 Bregnano (Co)

il Sindaco:

DADDI ELENA

Segretario:

DOTT. ANDREA FIORELLA

resp. ufficio urbanistica - edilizia privata

GEOM. ENRICO CALEFFI

# Piano di Governo del Territorio

ai sensi L.R. 12/2005 s.m.i.

## Variante generale al Piano di Governo del Territorio

STUDIO DEL RISCHIO IDRAULICO COMUNALE

Adozione:

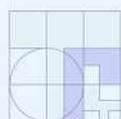
# R I - R1

Approvazione:

Pubblicazione sul BURL:

TITOLO: DOCUMENTO DEL RISCHIO IDRAULICO COMUNALE -  
RELAZIONE ILLUSTRATIVA

MAGGIO 2022



**TP4**  
**ASSOCIATI**  
STUDIO PROGETTAZIONE

GRUPPO DI LAVORO:

Barbara Laria  
architetto

Roberto Laria  
ingegnere

Giorgio Motta  
architetto

dott.pt Massimo Rossati  
dott.pt Mauro Bini  
Dott.Geol. Samuele Azzan  
Arch. Elisa Gaffuri

VIA CARCANO 14- CANTU'-COMO-031.70.12.50 [tp4associati@pec.it](mailto:tp4associati@pec.it) [www.tp4associati.com](http://www.tp4associati.com) [tp4progetti@tp4associati.com](mailto:tp4progetti@tp4associati.com)

## SOMMARIO

1.	PREMESSA.....	3
1.1	Riferimenti normativi .....	4
1.2	Regolamento di invarianza idraulica e idrologica: punti chiave e definizioni .....	5
2.	INQUADRAMENTI TEMATICI.....	8
1.3	Ricettori naturali.....	8
1.3.1	Reticolo Idrico Principale.....	8
1.3.2	Reticolo Idrico Minore.....	9
1.3.3	Coefficiente di deflusso .....	16
1.4	Dati meteorologici .....	17
1.4.1	Curve di possibilità pluviometrica .....	18
1.5	Eventi meteorici di rilevanza storica .....	22
1.6	Stima delle portate di piena .....	22
1.5	Servizi del sottosuolo .....	23
1.6	Servizio idrico integrato.....	23
3.	MODELLAZIONE IDRAULICA DEL RETICOLO IDROGRAFICO LOCALE.....	25
3.1	Geometria.....	25
3.1.1	Modello digitale del terreno .....	25
3.1.2	Corsi d'acqua .....	27
3.1.3	Condizioni al contorno .....	27
3.2	Risultati delle simulazioni.....	28
4	ANALISI CONDIZIONI DI RISCHIO E CRITICITA' ASSOCIATE AL RISCHIO IDRAULICO	34
4.1	Dati bibliografici .....	34
4.1.1	Delimitazione aree a rischio idraulico sulla base degli strumenti pianificatori esistenti ai sensi dell'Art. 14 comma 8, lettera a), punto 1 del R.R. n. 7/2017 e s.m.i.....	34
4.1.2	Delimitazione aree a pericolosità idraulica idraulica cartografate PAI – PGRA ai sensi dell'Art. 14, comma 8, lettera a), punto 1 del R.R. n. 7/2017 e s.m.i.....	35
4.1.3	Componente geologica a supporto del P.G.T.: Classi di fattibilità geologica .....	36
4.1.4	Interazione tra aree urbane e ricettori .....	38
4.2	Delimitazione delle aree soggette ad allagamento per insufficienza della rete fognaria ai sensi del R.R. n. 7/2017 e s.m.i.....	40
4.3	Livelli piezometrici e grado di sovraccarico della rete .....	42

COMUNE DI BREGNANO  
STUDIO COMUNALE DI GESTIONE DEL RISCHIO IDRAULICO

---

4.4	Delimitazione delle aree soggette ad allagamento per insufficienza della rete idrografica ai sensi del R.R. n. 7/2017 e s.m.i.....	43
5	LA MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDRAULICO.....	44
5.1	Infiltrazione e morfologia.....	44
5.2	Misure strutturali .....	46
5.3	Misure non strutturali .....	47
5.3.1	Progetto strategico di sottobacino del Torrente Lura: misure strutturali .....	48
5.4	Punti di osservazione previsti nel Piano di Emergenza Comunale.....	52
5.5	Considerazioni generali sugli scarichi nei ricettori.....	53
6	CONCLUSIONI .....	54

## 1. PREMESSA

---

Il presente documento rappresenta la prima versione dello “*Studio comunale di gestione del rischio idraulico*” redatto ai sensi del R.R. 19 Aprile 2019 n. 8 “*Disposizioni sull’applicazione dei principi di invarianza idraulica e idrologica. Modifiche al regolamento regionale 23 Novembre 2017, n. 7*”, a cura degli Scriventi e consegnato alla Committenza nel mese di **Dicembre 2018**.

Con Determina del Tecnico Comunale n. Reg. Area n. **87/Reg. Gen. N. 325 del 20/07/2018**, il Comune di Bregnano ha incaricato gli Scriventi di redigere lo “*Studio comunale di gestione del rischio idraulico*”, secondo quanto previsto dal “*Regolamento recante criteri e metodi per il rispetto del principio dell’invarianza idraulica ed idrologica, ai sensi dell’art. 58 bis della legge regionale del 11 marzo 2005 n. 12 (Legge per il governo del territorio)*”, Regolamento Regionale n. 7 del 23 novembre 2017 e s.m.i.

Il Regolamento Regionale ha il fine di perseguire l’invarianza idraulica e idrologica delle trasformazioni d’uso del suolo e di conseguire, mediante la separazione e gestione locale delle acque meteoriche a monte dei ricettori, la riduzione quantitativa dei deflussi, il progressivo riequilibrio del regime idrologico e idraulico e la conseguente attenuazione del rischio idraulico, nonché la riduzione dell’impatto inquinante sui corpi idrici ricettori tramite la separazione e la gestione locale delle acque meteoriche non esposte ad emissioni e scarichi inquinanti.

Il regolamento definisce, in attuazione dell’Art. 58 bis della L.R. 11 marzo 2005, n. 12 (Legge per il governo del territorio), *criteri e metodi per il rispetto del principio dell’invarianza idraulica e idrologica*, che devono essere anche utilizzati dai regolamenti edilizi comunali per disciplinare le modalità per il conseguimento dei principi stessi, e specifica altresì gli interventi ai quali applicare tale disciplina ai sensi dell’articolo 58 bis, comma 2, della L.R. 12/2005.

In considerazione della suddivisione del territorio regionale in ambiti omogenei per tipologia di aree in funzione della criticità idraulica dei bacini dei corsi d’acqua ricettori (art. 7 del R.R. 7/2017) il Comune di Bregnano è classificato come **Area A, ovvero ad alta criticità idraulica**. Infatti, secondo quanto riportato nell’Allegato B del R.R. 7/2017, il territorio comunale di Bregnano ricade nel bacino idrografico del Torrente Lura (Reticolo Idrico Principale) considerato ad alta criticità idraulica.

Tale suddivisione si applica altresì anche per l’attuazione del Programma di Tutela e uso delle Acque (PTUA), di cui all’art. 45 della l.r. 26/2003.

Gli esiti del presente studio comunale devono essere recepiti nel PGT approvato ai sensi dell’art. 5 comma 3 della L.R. 31/2014<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> Ciò significa che il recepimento dovrà avvenire alla prima variante utile (necessaria a seguito della scadenza del Documento di Piano), a valle dell’avvenuta integrazione del PTR ed all’adeguamento del PTCP, da parte degli organi sovraordinati. Nulla vieta che il recepimento possa avvenire, anticipatamente, anche in occasione di una variante ex art 5 comma 4 L.r. 31/14, secondo i limiti in essa stabiliti.

L'art. 14 comma 5-bis del R.R. n. 8/2019 specifica, inoltre, che lo studio comunale di gestione del rischio idraulico è da aggiornare ogniqualvolta il quadro di riferimento assunto nello stesso subisca una modifica a seguito di aggiornamenti conoscitivi, eventi naturali o interventi antropici.

Il presente studio comunale di gestione del rischio idraulico deve rappresentare le attuali condizioni di rischio idraulico presenti nel territorio comunale e le conseguenti misure strutturali e non strutturali atte al controllo e possibilmente alla riduzione delle suddette condizioni di rischio.

Per la redazione del presente studio si è tenuto conto delle risultanze e dei contenuti dei seguenti documenti:

- Studio semplificato di rischio idraulico (a cura della società Viger S.r.l.);
- Componente geologica, idrogeologica e sismica del P.G.T. vigente del Comune di Bregnano;
- P.G.T. del Comune di Bregnano;
- P.G.R.A. (Piano di Gestione del Rischio Alluvioni);
- Regolamento comunale di polizia idraulica;
- Documentazione disponibile relativa alla rete fognaria esistente;
- DUSAF.

I dati e le informazioni reperite in letteratura sono stati integrati sulla base di specifici sopralluoghi conoscitivi e di misurazione dello stato di fatto ai fini delle modellazioni e delle valutazioni necessarie.

La definizione delle misure strutturali e non strutturali descritte nel presente documento finalizzate all'attuazione delle politiche di invarianza idraulica e idrologica a scala comunale, sono state preventivamente condivise con l'Amministrazione ed i competenti uffici comunali.

## **1.1 RIFERIMENTI NORMATIVI**

- R.R. n.8 del 19 aprile 2019: "Disposizioni sull'applicazione dei principi di invarianza idraulica ed idrologica. Modifiche al regolamento regionale 23 novembre 2017, n. 7 (Regolamento recante criteri e metodi per il rispetto del principio dell'invarianza idraulica ed idrologica ai sensi dell'articolo 58bis della L.R. 11 marzo 2005, n.12 "Legge per il governo del territorio")
- D.g.r. n. XI/470 del 02/08/2018: "Integrazioni alle disposizioni regionali concernenti l'attuazione del Piano di Gestione dei Rischi di Alluvione (PGRA) nel settore urbanistico e di pianificazione dell'emergenza, di cui alla d.g.r. 19 giugno 2017 – n. x/6738"
- D.M. 17/01/2018: "Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni»"

- D.g.r. n. X/7581 del 18/12/2017: “Aggiornamento della d.g.r. 23 ottobre 2015 – n. X/4229 e ss.mm.ii. «Riordino dei reticoli idrici di Regione Lombardia e revisione dei canoni di polizia idraulica» e determinazione della percentuale di riduzione dei canoni di polizia idraulica (attuazione della legge regionale 15 marzo 2016, n. 4, art. 13, comma 4)”
- D.g.r. n. X/6738 del 19 giugno 2017: “Disposizioni regionali concernenti l’attuazione Del Piano Di Gestione dei Rischi di Alluvione (PGRA) nel settore urbanistico e di pianificazione dell’emergenza, ai sensi dell’art. 58 delle norme di attuazione del piano stralcio per l’assetto idrogeologico (PAI) del bacino del Fiume Po così come integrate dalla variante adottata in data 7 dicembre 2016 con deliberazione n. 5 dal comitato istituzionale dell’autorità di bacino del Fiume Po”
- L.R. n. 14 del 26/05/2016: “Legge di semplificazione 2016”
- L.R. n. 4 del 15/03/2016: “Revisione della normativa regionale in materia di difesa del suolo, di prevenzione e mitigazione del rischio idrogeologico e di gestione dei corsi d’acqua”
- D.g.r. n. IX/2616 del 30/11/2011: “Aggiornamento dei ‘Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del piano di governo del territorio, in attuazione dell’art. 57, comma 1, della L.R. 11 marzo 2005, n. 12’, approvati con D.G.R. 22 dicembre 2005, n. 8/1566 e successivamente modificati con D.G.R. 28 maggio 2008, n. 8/7374”
- L.R. n. 12 del 11/03/2005: “Legge per il governo del territorio” (ultimo aggiornamento: legge regionale 8 luglio 2016, n. 16)

## **1.2 REGOLAMENTO DI INVARIANZA IDRAULICA E IDROLOGICA: PUNTI CHIAVE E DEFINIZIONI**

Il Regolamento Regionale 23 Novembre 2017 n. 7 e s.m.i. definisce i seguenti punti chiave:

- a) Ambiti territoriali di applicazione differenziati in funzione del livello di criticità idraulica dei bacini dei corsi d’acqua ricettori, ai sensi dell’articolo 7;
- b) Il valore massimo della portata meteorica scaricabile nei ricettori per il rispetto del principio dell’invarianza idraulica e idrologica nei diversi ambiti territoriali individuati, ai sensi dell’articolo 8;
- c) Modalità di integrazione tra pianificazione urbanistica comunale e previsioni del piano d’ambito, di cui all’articolo 48, comma 2, lettera b), della L.R. 12 Dicembre 2003, n. 25 (Disciplina dei servizi locali di interesse economico generale. Norme in materia di gestione dei rifiuti, di energia, di utilizzo del sottosuolo e di risorse idriche), nonché tra le disposizioni del presente regolamento e la normativa in materia di scarichi di cui all’articolo 52, comma 1, della stessa L.R. 26/2003, al

fine del conseguimento degli obiettivi di invarianza idraulica e idrologica, ai sensi degli articoli 8, comma 5 e 14;

- d) Misure differenziate per le aree di nuova edificazione e per quelle già edificate, anche ai fini dell'individuazione delle infrastrutture pubbliche di cui al piano dei servizi, ai sensi degli articoli 3, 9 e 14;
- e) Indicazioni tecniche costruttive ed esempi di buone pratiche di gestione delle acque meteoriche in ambito urbano, ai sensi dell'articolo 5 e dell'Allegato L;
- f) Meccanismi di incentivazione edilizia ed urbanistica, attraverso i quali i comuni possono promuovere l'applicazione dei principi di invarianza idraulica o idrologica, nonché del drenaggio urbano sostenibile, ai sensi dell'articolo 15
- g) La possibilità, per i Comuni, di prevedere la monetizzazione come alternativa alla diretta realizzazione per gli interventi di cui all'articolo 3 in ambiti urbani caratterizzati da particolari condizioni urbanistiche o idrogeologiche, in ragione delle quali sia dimostrata l'impossibilità a ottemperare ai principi di invarianza direttamente nelle aree oggetto d'intervento, ai sensi dell'articolo 16.

Secondo quanto riportato all'Art. 2 del R.R. 7/2017, ai fini dello studio dell'invarianza idraulica e idrologica, si applicano le seguenti definizioni:

- *Invarianza idraulica*: principio in base al quale le portate massime di deflusso meteorico scaricate dalle aree urbanizzate nei ricettori naturali o artificiali di valle non sono maggiori di quelle preesistenti all'urbanizzazione, di cui all'articolo 58 bis, comma 1, lettera a) della L.R. 12/2005;
- *Invarianza idrologica*: principio in base al quale sia le portate sia i volumi di deflusso meteorico scaricati dalle aree urbanizzate nei ricettori naturali o artificiali di valle non sono maggiori di quelli preesistenti all'urbanizzazione, di cui all'articolo 58 bis, comma 1, lettera b) della L.R. 12/2005;
- *Drenaggio urbano sostenibile*: sistema di gestione delle acque meteoriche urbane, costituito da un insieme di strategie, tecnologie e buone pratiche volte a ridurre i fenomeni di allagamento urbano, a contenere gli apporti di acque meteoriche ai corpi idrici ricettori mediante il controllo «alla sorgente» delle acque meteoriche, e a ridurre il degrado qualitativo delle acque, di cui all'articolo 58 bis, comma 1, lettera c), della L.R. 12/2005;
- *Acque meteoriche di dilavamento*: la parte delle acque di una precipitazione atmosferica che, non assorbita o evaporata, dilava le superfici scolanti;
- *Acque di prima pioggia*: quelle corrispondenti, nella prima parte di ogni evento meteorico, ad una precipitazione di 5 mm uniformemente distribuita sull'intera superficie scolante servita dalla rete di raccolta delle acque meteoriche;

- *Acque di seconda pioggia*: la parte delle acque meteoriche di dilavamento eccedente le acque di prima pioggia;
- *Acque pluviali*: le acque meteoriche di dilavamento, escluse le acque di prima pioggia scolanti dalle aree esterne elencate all'articolo 3 del regolamento regionale 24 marzo 2006, n. 4 (Disciplina dello smaltimento delle acque di prima pioggia e di lavaggio delle aree esterne, in attuazione dell'articolo 52, comma 1, lettera a) della legge regionale 12 dicembre 2003, n. 26), che sono soggette alle norme previste nel medesimo regolamento;
- *Superficie scolante totale*: la superficie, di qualsiasi tipologia, grado di urbanizzazione e capacità di infiltrazione, inclusa nel bacino afferente al ricettore sottesa dalla sezione presa in considerazione;
- *Superficie scolante impermeabile*: superficie risultante dal prodotto tra la superficie scolante totale per il suo coefficiente di deflusso medio ponderale;
- *Superficie scolante impermeabile dell'intervento*: superficie risultante dal prodotto tra la superficie interessata dall'intervento per il suo coefficiente di deflusso medio ponderale;
- *Portata specifica massima ammissibile allo scarico, espressa in l/s per ettaro*: portata (espressa in litri al secondo) massima ammissibile allo scarico nel ricettore per ogni ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento;
- *Ricettore*: corpo idrico naturale o artificiale o rete di fognatura, nel quale si immettono le acque meteoriche disciplinate dal presente regolamento;
- *Titolare*: soggetto tenuto alla gestione e manutenzione delle opere di invarianza idraulica e idrologica. Nel caso di infrastrutture stradali e autostradali e loro pertinenze e parcheggi, il titolare è il gestore delle stesse. Nel caso di edificazioni, il titolare è il proprietario o, se diverso dal proprietario, l'utilizzatore a qualsiasi titolo dell'edificio, quale l'affittuario o l'usufruttuario.

## **2. INQUADRAMENTI TEMATICI**

---

Lo scopo di questo capitolo non è quello tipico di uno studio geologico con dettagliata descrizione degli elementi geologici, poiché ciò trova spazio nella componente geologica a corredo del P.G.T. vigente del Comune di Bregnano del Marzo 2014., ma bensì quello di individuare gli aspetti necessari a sviluppare uno studio di rischio idraulico come previsto dal R.R. n.7 23/11//2017, rimandando al citato studio per ogni eventuale approfondimento di informazione.

Si rimanda peraltro al Documento semplificato del rischio idraulico per tutte le informazioni relative all'inquadramento geologico e idrogeologico, richiamando qui unicamente gli inquadramenti di carattere idrografico, pluviometrico e idrologico, funzionali alla definizione del contesto e dei parametri utilizzati per la realizzazione di una modellazione idraulica computerizzata del reticolo idrografico locale.

### **1.3 RICETTORI NATURALI**

Le informazioni riportate in questo paragrafo sono state recepite dal documento relativo alla "Determinazione del reticolo idrico principale e minore ai sensi D.G.R. 25/01/02 n.7/7868 e D.G.R. 01/08/03 n. 7/13950" e integrate con i dati misurati sul campo e/o interpolati dalla cartografia esistente.

Il set di informazioni e dati è stato poi utilizzato per la modellazione idraulica della rete idrografica naturale: si rimanda al Capitolo 5 per l'analisi dettagliata di tale modellazione.

#### **1.3.1 Reticolo Idrico Principale**

Il reticolo idrico principale del Comune di Bregnano è costituito unicamente dal Torrente Lura, inserito per tutto il tronco fluviale nell'elenco di cui all'Allegato A alla D.G.R. 01/08/03 n. 7/13950. Il Lura è un corso d'acqua ad elevata valenza ambientale che costituisce l'asse portante dell'omonimo Parco locale di interesse sovracomunale: si snoda per circa 35 Km, con andamento N-S, ed appartiene al bacino idrografico del Fiume Olona, di cui è affluente di destra con confluenza all'altezza del Comune di Rho.

All'interno del territorio comunale il solco fluviale del Lura non presenta una morfologia particolarmente esasperata ed ha un andamento blandamente sinuoso, con alcuni limitati tratti più decisamente meandricanti che si ubicano in un contesto di elevata naturalità.

Il tratto iniziale del tronco fluviale, che costituisce per buona parte l'elemento di confine amministrativo con il Comune di Lomazzo, è caratterizzato da uno stato forestale degradato che determina episodiche ostruzioni vegetali in alveo, in un letto fluviale ben definito che presenta ordinari fenomeni di erosione spondale.

Proseguendo verso Sud, si segnala la presenza di un piccolo impluvio in sinistra idrografica in fase di consolidamento quale elemento di attenzione per la conservazione, con la propria funzione drenante, dell'equilibrio idrogeologico locale. Anche in questa porzione si annoverano erosioni spondali su ambo le sponde, senza tuttavia situazioni di particolare magnitudo.

Il corso d'acqua prosegue interamente all'esterno dei confini comunali per ritornare ad essere limite amministrativo all'altezza del Laghetto Rosorè, alla confluenza con la Roggia Murella dove si segnalano evidenze di sovralluvionamento.

Non si segnalano ulteriori particolarità fino a poco a monte dell'attraversamento di Via Carcano, dove si trova un'immissione da sinistra idrografica subito dopo un sito di erosione spondale a carattere quasi franoso a valle di interventi antropici di difesa passiva e protezione di fondo alveo.

La porzione finale del Lura di Bregnano evidenzia un alveo ben definito con tendenza all'erosione spondale in prossimità dei tratti più meandrizzati, la cui evoluzione morfologica è da tenersi in costante osservazione.

Come riportato nel Piano di Emergenza Comunale nel territorio comunale l'area di esondazione del T. Lura è la zona di fondovalle posta ai lati dell'alveo, la quale è interessata da fenomeni di allagamento durante eventi meteorologici particolarmente intensi e/o di durata eccezionale. Localmente, l'analisi della cartografia morfologica specifica porta all'identificazione nel settore occidentale del territorio di una vasta fascia depressa, altimetricamente omogenea, sviluppata alla base delle serie terrazzate, interessate dall'attività fluviale attuale e recente del Torrente Lura; le serie terrazzate minori presenti al suo interno costituiscono le tracce delle più recenti migrazioni dell'alveo attuale indicando una notevole attività erosiva dell'asta principale.

Procedendo verso sud, l'estinzione della formazione conglomeratica determina il progressivo allargamento della valle fluviale, la formazione di ampi sistemi terrazzati e lo sviluppo meandriforme dell'asta principale torrentizia. In quest'ambito si assiste al massimo sviluppo areale delle zone di esondazione attuali. *Si specifica, inoltre, che le aree attualmente interessate dall'espansione delle acque di piena non sono antropizzate e l'uso prevalente del suolo è a prato, bosco ceduo o campo coltivato.*

### **1.3.2 Reticolo Idrico Minore**

Il reticolo idrico minore del Comune di Bregnano è costituito da una serie di corsi d'acqua minori che si configurano come colatori naturali e che confluiscono nel T. Lura costituendo un bacino idrografico articolato a causa della presenza di rami idrografici tra loro divergenti e dell'interazione con il tessuto urbano. Il reticolo minore è stato determinato sulla base degli elementi individuabili sulla Carta Tecnica Regionale (Tavola B5A2), dal confronto con le carte catastali fornite tramite il Consorzio del Parco del Lura, ed anche degli elementi che sono stati oggetto di pubblici interventi di sistemazione idraulica.

- Il primo elemento del reticolo idrico minore si imposta in corrispondenza di Via Carducci, con un impluvio in fase di veloce evoluzione geomorfologica ad erosione spondale diffusa e rinvenimento di grossi trovanti in seguito al disfacimento dei depositi fluvioglaciali. Tale impluvio si ramifica in almeno 2 aste, di cui la principale è quella proveniente da Nord; vi è poi un ramo secondario proveniente da E di cui tuttavia almeno per il primo tratto, parallelo a Via Carducci, non sono state trovate evidenze morfologiche. Un terzo ramo invece non risulta mappato nella cartografia comunale e, benché poco evidente per la rilevante presenza di copertura vegetale a livello di sottobosco, è comunque intelligibile nel suo sviluppo verso valle.

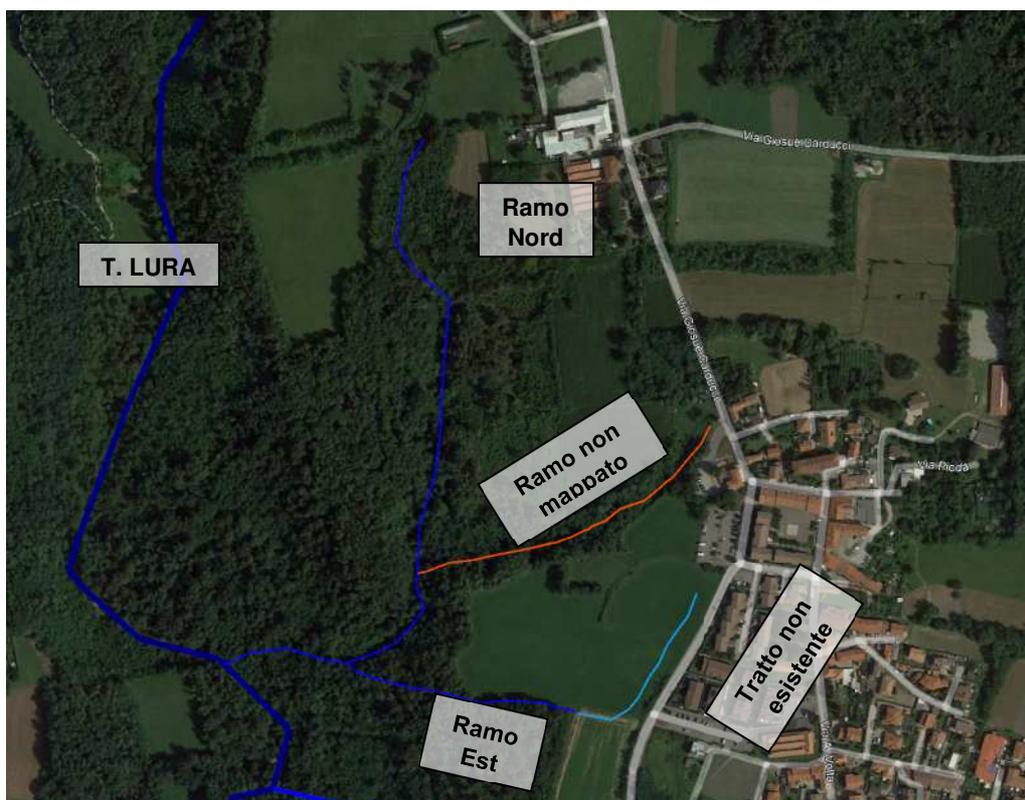


Figura 1: Definizione impluvio di Via Carducci. In blu i tratti presenti in cartografia e riscontrati sul campo, in azzurro il tratto non esistente e in arancio il tratto rilevato e non presente in cartografia.



CORSO D'ACQUA	S bacino	H max	H min	H med	L asta
	[ha]	[m s.l.m.]	[m s.l.m.]	[m s.l.m.]	[m]
I. Via Carducci Ramo S	2.65	318.8	285	301.9	340
I. Via Carducci Ramo N	9.79	310	268	289	578

- Il secondo elemento vincolato come elemento del reticolo minore è costituito da un solco di displuvio che scorre in fregio al percorso sterrato che si diparte da Viale Lombardia e si protende verso l'alveo. Si tratta di un modestissimo avvallamento, a tratti non distinguibile dal tracciato carrabile e di cui appare non quantificabile l'officiosità idraulica.

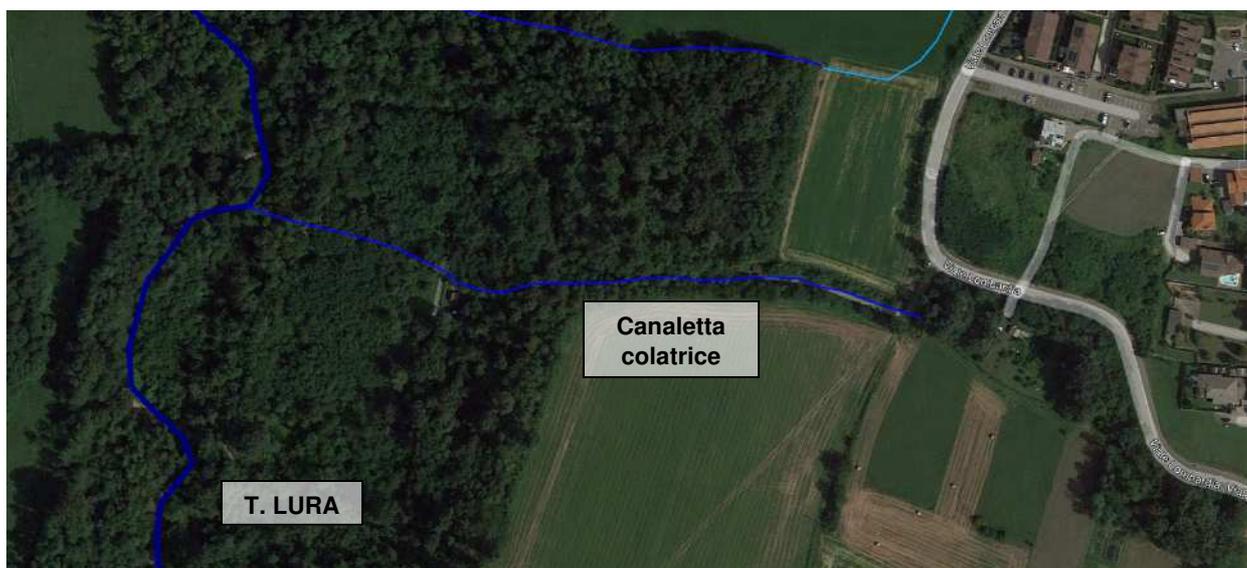
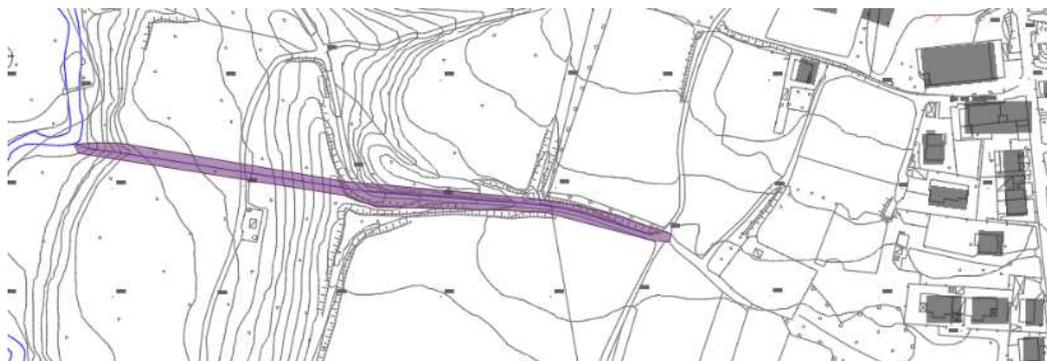


Figura 2: Canaletta colatrice percorso sterrato a Ovest di Viale Lombardia



CORSO D'ACQUA	S bacino	H max	H min	H med	L asta
	[ha]	[m s.l.m.]	[m s.l.m.]	[m s.l.m.]	[m]
I. Viale Lombardia	0.28	306	265	285.5	320

- Il terzo e più significativo elemento del reticolo idrico minore è costituito dalla Roggia Murella, già presente nel Comune di Cadorago e che nel territorio di Bregnano assume rilevanza all'altezza della Strada Consorziale Sopra la Vigna, parallelamente alla Strada Consorziale della Menaggera, dove la morfologia pianeggiante dei luoghi e la natura del sottosuolo determinano ampi impaludamenti. Considerata elemento di scarsa rilevanza nell'impianto urbanistico locale soprattutto in questo primo tratto, la roggia è stata in passato intubata a monte di Via Croce, dove l'imbocco del tombotto risulta attualmente quasi completamente interrato e quindi non in grado di assolvere alla propria funzionalità idraulica. La percettibilità dell'elemento idrografico si annulla lungo un sentiero che si diparte da Via Menegardo, dove una recinzione di proprietà dovrà essere ridefinita per garantire il mantenimento della funzione idraulica. Per un discreto tratto, la morfologia del reticolo si perde in un contesto disorganico dove formazioni vegetali spontanee e interventi antropici condizionano il drenaggio. La Murella riprende una morfologia più netta all'altezza della prosecuzione di Via Menegardo, per la natura più erodibile dei terreni che mostrano percentuali argillose più rilevanti. Un altro ramo secondario rafforza l'importanza idraulica del reticolo minore, recapitando le acque di dilavamento che si incanalano lungo Via Rosorè e dagli impaludamenti che drenano dall'ambito poco a monte del Laghetto Rosorè.

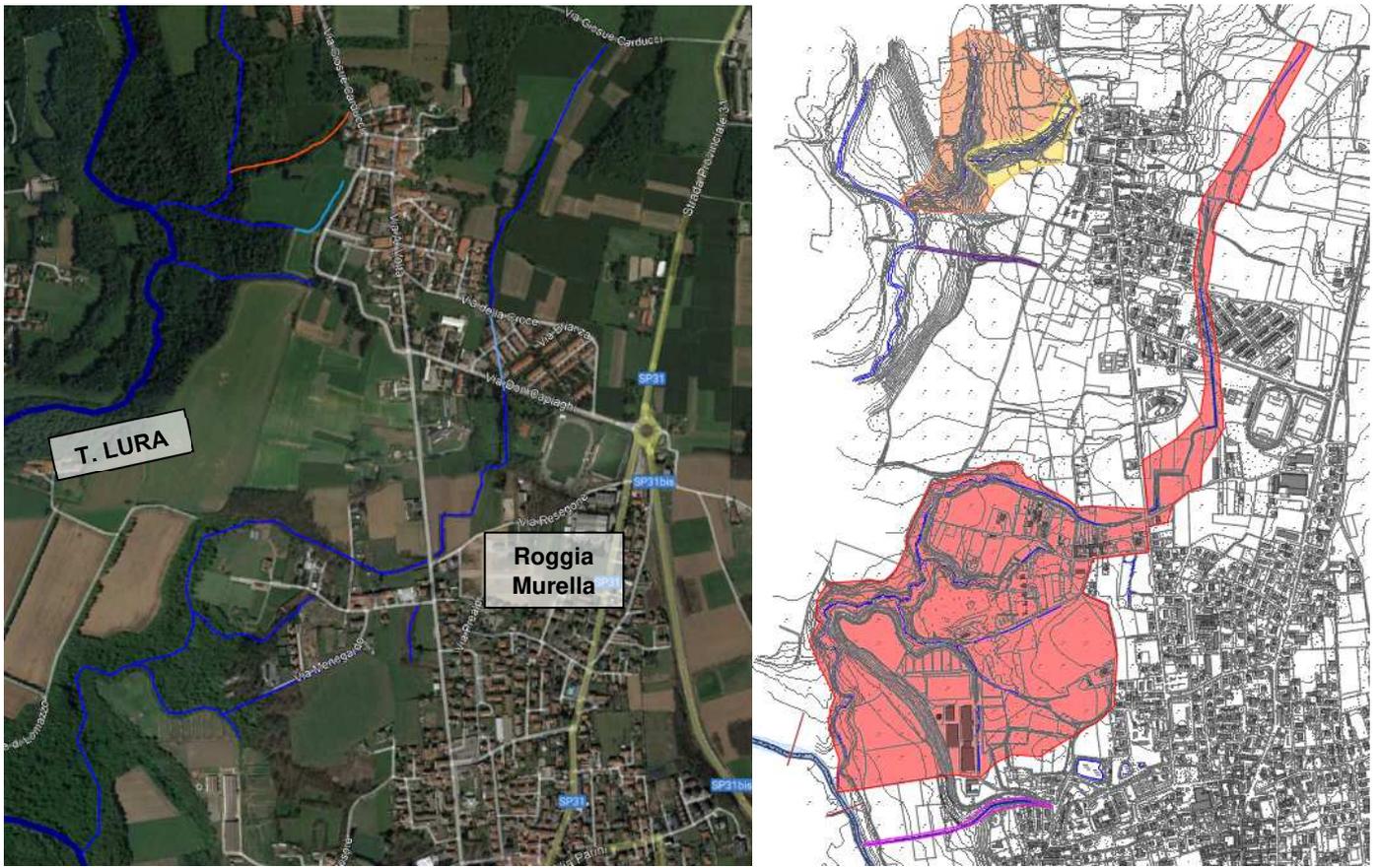
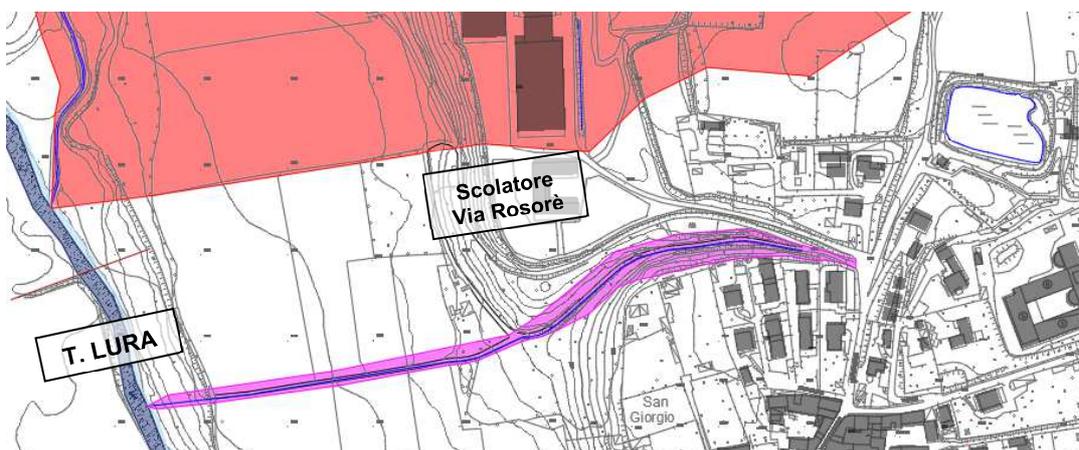


Figura 3: Sviluppo della Roggia Murella e delle sue aste idrografiche

CORSO D'ACQUA	S bacino	H max	H min	H med	L asta
	[ha]	[m s.l.m.]	[m s.l.m.]	[m s.l.m.]	[m]
Roggia Murella	53.6	307	256	281.5	2671.5

- Un quarto elemento del reticolo minore si imposta lungo il tratto di Via Rosorè che si diparte da Via Diaz nella direzione del laghetto di Rosorè. Anche in questo caso si tratta di una modesta canaletta di displuvio posta in fregio alla mulattiera che porta al T. Lura.



*Figura 4: Sviluppo scolatore proveniente da Via Rosorè*

<b>CORSO D'ACQUA</b>	<b>S bacino</b>	<b>H max</b>	<b>H min</b>	<b>H med</b>	<b>L asta</b>
	[ha]	[m s.l.m.]	[m s.l.m.]	[m s.l.m.]	[m]
I. Via Diaz	0.7	291	254	272.5	480

- L'ultimo elemento identificato come elemento del reticolo minore è un colatore perpendicolare a Via Menegardo e parallelo alla Via Kennedy, di cui tuttavia non vi è evidenza sul campo né si intuiscono segni di rilevanza idraulica passata o presente né eventuali interconnessioni con la rete idrografica o tecnologica.



Figura 5: Tracciato cartografato, ma non riscontrato sul campo

- Infine si annovera come elemento idrico non appartenente al reticolo minore il già citato Laghetto di Rosoré, un bacino artificiale gestito da una associazione locale e utilizzato per la pesca sportiva.



Figura 6: Vista del Laghetto di Rosoré

Riepilogando:

CORSO D'ACQUA	S bacino	H max	H min	H med	L asta	$\phi$
	[ha]	[m s.l.m.]	[m s.l.m.]	[m s.l.m.]	[m]	[-]
I. Via Carducci Ramo S	2.65	318.8	285	301.9	340	0.2
I. Via Carducci Ramo N	9.79	310	268	289	578	0.2
I. Viale Lombardia	0.28	306	265	285.5	320	0.2
I. Via Diaz	0.7	291	254	272.5	480	0.2
Roggia Murella	53.6	307	256	281.5	2671.5	0.3

### 1.3.3 Coefficiente di deflusso

Il coefficiente  $\phi$  riportato nella tabella rappresenta il coefficiente di deflusso dei sottobacini sottesi dai corpi idrici del R.I.M. La stima del coefficiente di deflusso è estremamente complessa e costituisce il maggiore elemento di incertezza nella valutazione delle portate. Il parametro tiene conto in forma implicita dei fattori che intervengono a determinare la relazione tra la portata al colmo e l'intensità media di pioggia. Solitamente, si utilizzano valori di riferimento, ricavati dalla letteratura scientifica, sono spesso adattabili con difficoltà alle effettive condizioni del bacino in studio. Sulla base di altri studi, è possibile dedurre che il valore del coefficiente di deflusso in un dato bacino varia in misura elevata da evento ad evento, in particolare in funzione delle differenti condizioni climatiche antecedenti. È possibile comunque ipotizzare che, per gli eventi gravosi che sono di interesse nel campo della progettazione e delle verifiche idrauliche, il parametro assuma valori sufficientemente stabili. Tale coefficiente tiene conto di tre fattori:

- il fattore di ragguaglio ( $c_r$ ) della precipitazione alla superficie del bacino idrografico considerato;
- il fattore di trattenuta del terreno ( $c_d$ ), funzione della capacità di assorbimento del terreno (rapporto tra l'altezza di pioggia netta ( $h_e$ ) e l'altezza di pioggia totale ( $h$ ));
- il fattore di laminazione ( $c_l$ ), che dipende dalla capacità di invaso sulla superficie del bacino e nel reticolo idrografico dello stesso.

Sulla base di quanto definito nel documento *“Direttiva sulla piena di progetto da assumere per le progettazioni e le verifiche di compatibilità idraulica”* del Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) dell'Autorità di Bacino del Fiume Po, è possibile utilizzare le seguenti tabelle come riferimento bibliografico per l'assegnazione dei coefficienti di deflusso.

Tipo di suolo	Coltivazioni	Pascoli	Boschi
Molto permeabile (sabbioso o ghiaioso)	0.20	0.15	0.10
Mediamente permeabile (Terreni di medio impasto, Terreni senza strati di argilla)	0.40	0.35	0.30
Poco Permeabili (Suoli argillosi, con strati di argilla in prossimità della superficie, suoli poco profondi su substrato roccioso impermeabile)	0.50	0.45	0.40

Type of Development	$\varphi$	Type of Area	$\varphi$
Urban business	0.70–0.95	Asphalt or concrete pavement	0.70–0.95
Commercial office	0.50–0.70	Brick paving	0.70–0.80
Residential development		Roofs of buildings	0.80–0.95
Single-family homes	0.30–0.50	Grass-covered sandy soil	
Condominiums	0.40–0.60	Slopes 2% or less	0.05–0.10
Apartments	0.60–0.80	Slopes 2% to 8%	0.10–0.16
Suburban residential	0.25–0.40	Slopes over 8%	0.16–0.20
Industrial development		Grass-covered clay soils	
Light industry	0.50–0.80	Slopes 2% or less	0.10–0.16
Heavy industry	0.60–0.90	Slopes 2% to 8%	0.17–0.25
Parks, greenbelts, cemetaries	0.10–0.30	Slopes over 8%	0.26–0.36
Railroad yards, playgrounds	0.20–0.40		
Unimproved grassland or pasture	0.10–0.30		

	Coltivato	Bosco
Suolo con infiltrazione elevata, normalmente sabbioso o ghiaioso	0,20	0,10
Suolo con infiltrazione media, senza lenti argillose; suoli limosi e simili	0,40	0,30
Suolo con infiltrazione bassa, suoli argillosi e suoli con lenti argillose vicine alla superficie, strati di suolo sottile al di sopra di roccia impermeabile	0,50	0,40

I corpi idrici che costituiscono il R.I.M. sottendono bacini idrografici a prevalente copertura agricola e boschiva con la sola eccezione della Roggia Murella, che attraversa parte del centro abitato.

#### 1.4 DATI METEOROLOGICI

Al fine di perseguire l'invarianza idraulica e idrologica delle trasformazioni d'uso del suolo e di conseguire, tramite la separazione e gestione locale delle acque meteoriche a monte dei ricettori, la riduzione quantitativa dei deflussi, il progressivo riequilibrio del regime idrologico e idraulico e la conseguente attenuazione del rischio idraulico, nonché la riduzione dell'impatto inquinante sui corpi idrici ricettori tramite la separazione e la gestione locale delle acque meteoriche non esposte ad emissioni e scarichi inquinanti, il regolamento definisce criteri e metodi per il rispetto del principio dell'invarianza idraulica e idrologica e, in particolare, disciplina l'applicazione dei principi di invarianza idraulica e idrologica agli interventi di cui all'Art. 58 bis, comma 2, della L.R. 12/2005, con le specificità di cui all'Art. 3, nonché i criteri e i metodi per la disciplina, nei regolamenti edilizi, delle modalità per il conseguimento dell'invarianza idraulica e idrologica, ai sensi dell'Art. 58 bis, comma 4, della l.r. 12/2005.

Secondo quanto riportato all'Art. 4 del R.R. 7/2017, le acque di riferimento per l'applicazione delle misure di invarianza idraulica e idrologica e dei vincoli allo scarico da adottare per le superfici interessate

da interventi che prevedano una riduzione della permeabilità del suolo rispetto alla sua condizione preesistente all'urbanizzazione sono le acque pluviali, ovvero, secondo la definizione fornita all'Art. 2 del suddetto regolamento, le acque meteoriche di dilavamento, escluse le acque di prima pioggia scolanti dalle aree esterne elencate all'Art. 3 del R.R. 4/2006.

I corsi d'acqua a regime torrentizio riflettono in modo evidente la quantità delle piogge giunte al suolo, alternando portate di magra durante i mesi più secchi a periodi di piena durante i mesi più piovosi. Si hanno poi numerosi algoritmi che consentono il calcolo del tasso di erosione annuo del suolo, del deflusso superficiale dei corpi idrici superficiali e del tasso di infiltrazione d'acqua nel sottosuolo. La base per queste formule empiriche è la conoscenza di parametri quali temperatura dell'aria, quantità e tipologia delle precipitazioni.

Questi dati si ricavano dalla consultazione delle serie storiche delle stazioni meteorologiche, ossia strutture attrezzate con pluviografi, termografi, igrometri e anemometri. L'insieme di queste informazioni viene elaborato per via statistica ottenendo indicazioni sul clima del comprensorio, tanto più attendibili quanto maggiore è stato il periodo di osservazione della stazione meteorologica.

#### **1.4.1 Curve di possibilità pluviometrica**

La previsione quantitativa delle piogge intense in un determinato punto è effettuata attraverso la determinazione della curva di probabilità pluviometrica, cioè della relazione che lega l'altezza di precipitazione alla sua durata, per un assegnato tempo di ritorno. Con l'espressione "altezza di precipitazione in un punto", comunemente misurata in mm, si intende l'altezza d'acqua che si formerebbe al suolo su una superficie orizzontale e impermeabile, in un certo intervallo di tempo (durata della precipitazione) e in assenza di perdite.

La linea segnalatrice di probabilità pluviometrica (LSPP) fornisce una relazione fra altezza  $[h]$  e durata  $[t]$  della pioggia per un assegnato tempo di ritorno e si determina, nella forma normalmente utilizzata in Italia, con una legge di potenza del tipo di seguito riportato:

$$h = a * t^n$$

in cui i parametri  $a$  e  $n$  dipendono dallo specifico tempo di ritorno considerato.

Esistono in bibliografia varie equazioni per il calcolo statistico dell'altezza di pioggia, mirate essenzialmente ad un affinamento dei risultati dell'elaborazione ed al contenimento della dispersione dell'errore per tempi di ritorno elevati; tra queste si annoverano in particolare le *linee segnalatrici di possibilità pluviometrica (LSPP)* utilizzate da Regione Lombardia.

In particolare, ARPA Lombardia adotta per le analisi idrologiche una linea possibilità pluviometrica espressa con la seguente formula:

$$h_T(D) = a_1 \omega_T D^n$$

dove:

- D – rappresenta la durata dell'evento meteorica (ore);
- $a_1$  – rappresenta il *coefficiente di scala* della linea segnalatrice, pari al valore atteso dell'altezza di pioggia massima annuale per la durata di riferimento ( $\text{mm}/\text{ore}^n$ );
- $w_T$  – rappresenta il *fattore di crescita in frequenza*, dipendente dal tempo di ritorno T e dalla distribuzione di probabilità scelta per rappresentare la variabile normalizzata W a media unitaria:

$$w_T = \varepsilon + \frac{\alpha}{k} \left\{ 1 - \left[ \ln \left( \frac{T}{T-1} \right) \right]^k \right\}$$

i parametri  $\varepsilon$ ,  $\alpha$ ,  $k$  derivano dall'elaborazione dei dati pluviometrici con metodi statistici derivanti dal metodo dei momenti;

- n – rappresenta l'esponente di scala *adimensionale* con cui la variabilità del fenomeno si trasmette dalla scala temporale di riferimento alle altre scale temporali.

I dati necessari per l'effettuazione di tali valutazioni, riferiti all'intero territorio regionale, sono reperibili on line al seguente indirizzo <https://idro.arpalombardia.it/pmapper-4.0/map.phtml>; di seguito si riporta la schermata introduttiva del sistema cartografico di ARPA Lombardia dal quale è possibile scaricare direttamente i parametri utili alla ricostruzione della linea segnalatrice di possibilità pluviometrica (LSPP) su base oraria (1-24 h) e/o giornaliera (1-5 gg).

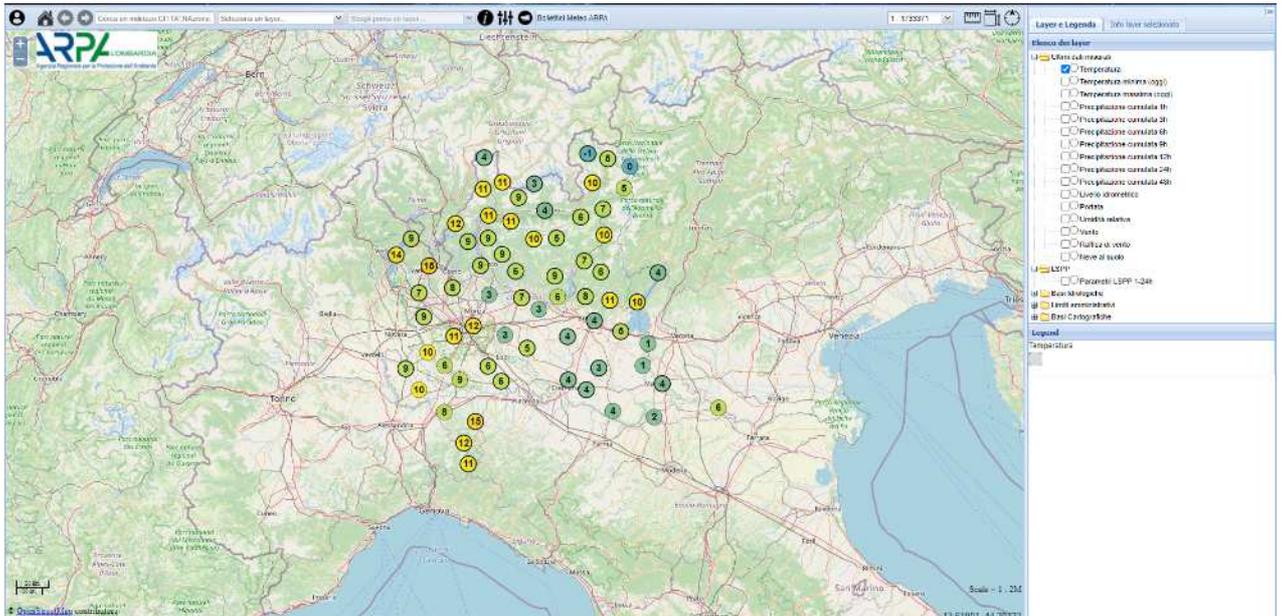
**AVVISO IMPORTANTE:**  
il servizio di mappa è temporaneamente sospeso

Per i dati in tempo reale e LSPP: [LIRIS\\_quest](#)

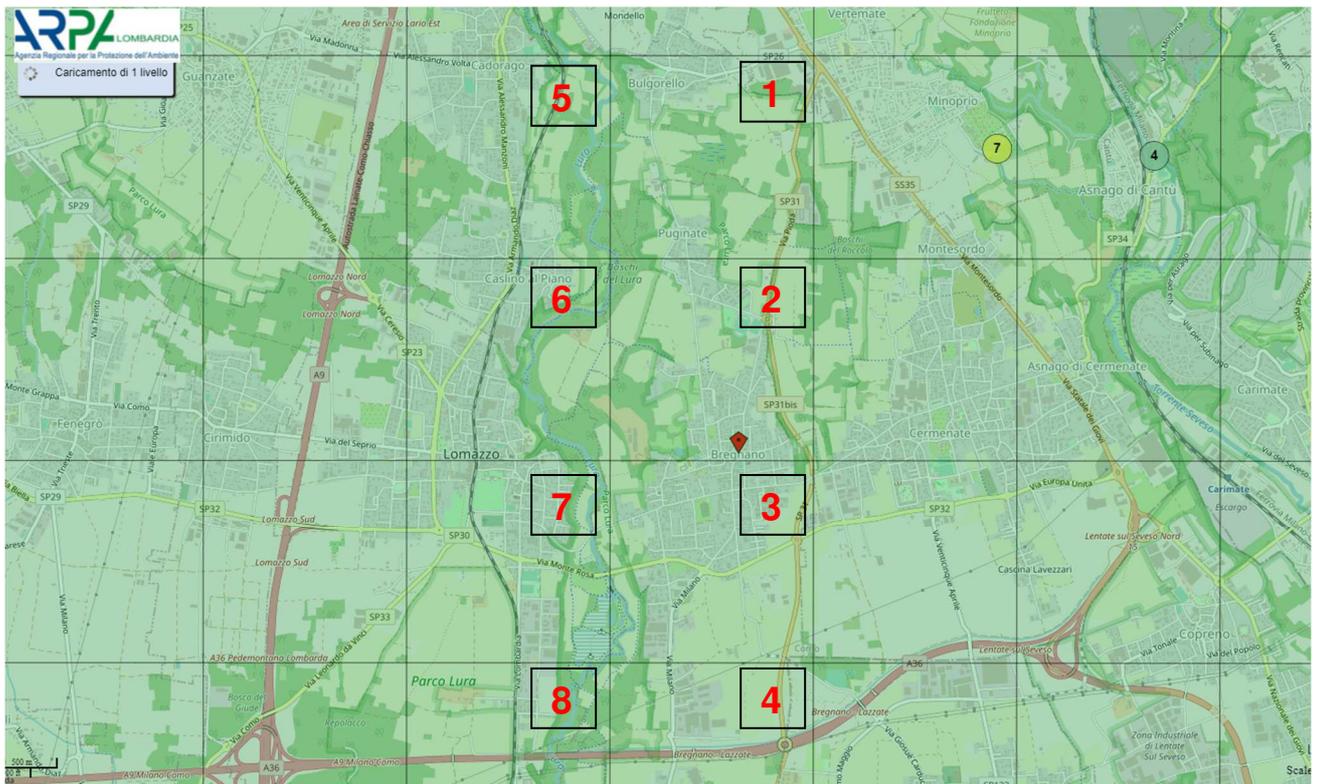
[ARCHIVIO CARTACEO](#)

**AREA DOWNLOAD del Portale Idrologico Geografico di ARPA Lombardia**

MAPPAM	DOWNLOAD	CONTENUTI	FORMATO	ESTENSIONE	SISTEMA COORDINATE	DOCUMENTAZIONE
<a href="#">LINK AL GEORISALE</a>	<a href="#">BILANCIO IDRICO</a>	AREA DEDICATA ALLA PUBBLICAZIONE DEL BILANCIO IDRICO REGIONALE LOMBARDO	SHAPEFILE, TABELLE, RASTER E DOCUMENTAZIONE	REGIONE LOMBARDA	WGS84/UTM ZONE 32N (EPSG:32032)	METODOLOGIA
<a href="#">LIBRI SUVET</a> <a href="#">CLIMA LSP</a>	<a href="#">FOGLIO DI CALCOLO LSPP</a> <a href="#">PARAMETRI LSPP 1-24 ORE</a> <a href="#">PARAMETRI LSPP STAGIONI</a>	PARAMETRI GEV PER IL CALCOLO DELLE LINEE DI POSSIBILITA' PLUVIOMETRICA (M, N, B, E, K)	ASCHI RASTER 1.500x1.5 Km	REGIONE LOMBARDA	Gauss-Boaga Monte Mario / ITALY ZONE 1 (EPSG:3003)	<a href="#">RIPORTI PROGETTO STRADA</a>
	<a href="#">H/COM/1.4/0003/1.24.003</a>	ALTEZZE DI PIOGGIA (mm) PREVISTE PER I MOMENTI 1-24 ORE E TEMPI DI RITORNO DI 2,5,10,20,50,100 E 200 ANNI	SHAPEFILE (ORIG. IN DI 1.000x1.0 Km)	REGIONE LOMBARDA	Gauss-Boaga Monte Mario / ITALY ZONE 1 (EPSG:3003)	REPORT PROGETTO STRADA
	<a href="#">PARAMETRI LSPP 1-5 GIORNI</a>	PARAMETRI GEV PER IL CALCOLO DELLE LINEE DI POSSIBILITA' PLUVIOMETRICA (M, N, B, E, K)	ASCHI RASTER 100x100 m	REGIONE LOMBARDA	Gauss-Boaga Monte Mario / ITALY ZONE 1 (EPSG:3003)	<a href="#">IL RESUME DELLE PREVISIONI INTERNE AL BILANCIO IDRICO REGIONALE LOMBARDO</a>
	<a href="#">CNR VALTELLINA/VERA</a>	MAPPAM DEL CNR (CNR) RELATIVO A UN PARAMETRO EMPIRICO ADATTAMENTO E AFFIDABILITA' IN IDROLOGIA PER DETERMINARE IL DEFENSIVO	SHAPEFILE	VALTELLINA & VERA	Gauss-Boaga Monte Mario / ITALY ZONE 1 (EPSG:3003)	<a href="#">RELAZIONE FINALE PROGETTO STRADA</a>



Interrogando la mappa sopra riportata, si riscontra che il territorio di Bregnano ricade all'interno di circa 8 "celle pluviometriche", come visibile nell'immagine seguente:

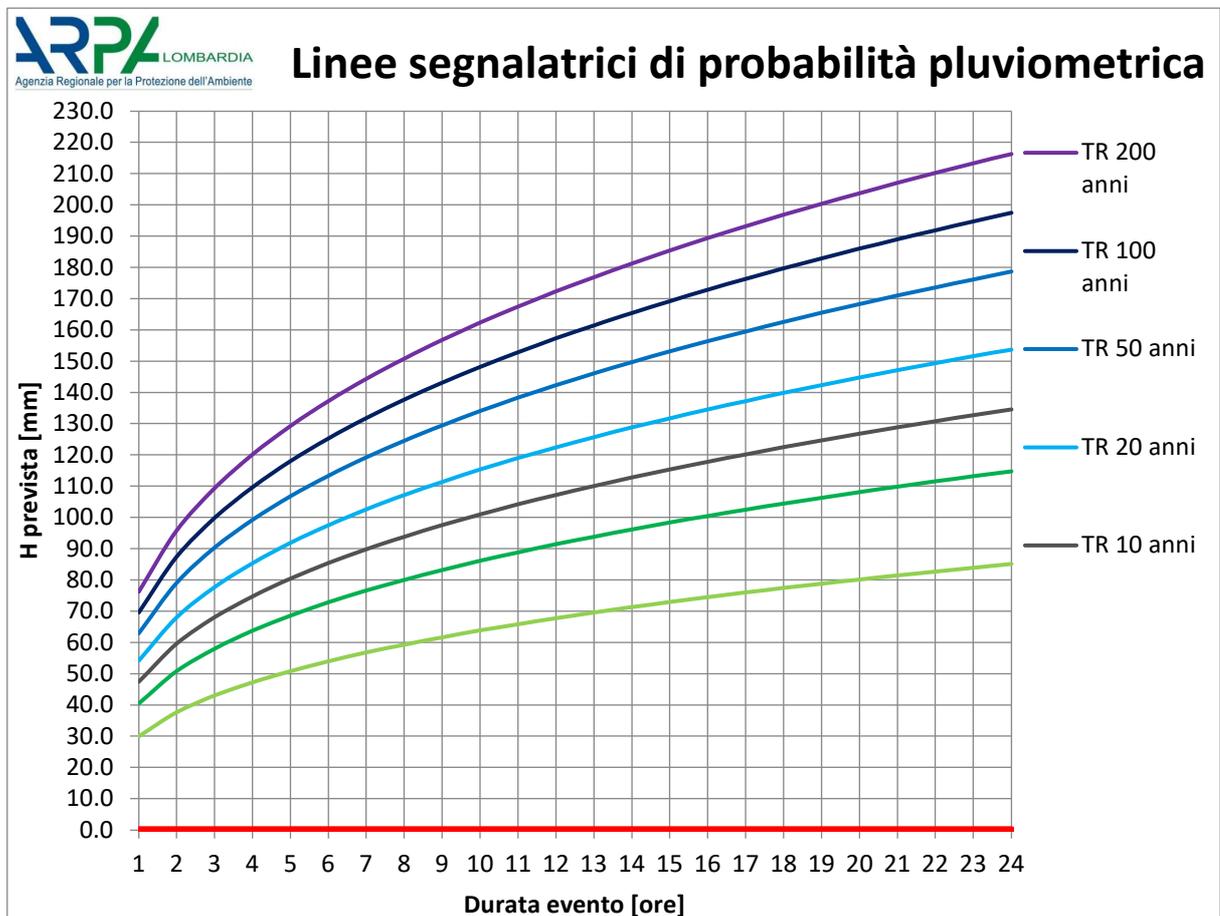


Ai fini della modellazione idrologica e della stima delle portate meteoriche e di deflusso superficiale, si sono assunti come caratteristici dell'intero territorio comunale i parametri pluviometrici della cella 2, che occupa una posizione baricentrica del territorio e contiene buona parte del tessuto urbano di Bregnano e del centro abitato della frazione di Puginate.

Nella tabella a seguire si riportano i parametri pluviometrici 1-24 ore caratteristici di tale porzione di griglia:

$a_1$	$n$	$\varepsilon$	$\alpha$	$k$
Coef. Pluviometrico orario	Coef. Di scala	Parametri distribuzione GEV (Generalized Extreme Values)		
[mm/ora <sup>n</sup> ]	[-]	[-]	[-]	[-]
32.01	0.3281	0.8323	0.2861	-0.0086

$T_R$	$w_T$	$a$
[anni]	[-]	[mm/ora <sup>n</sup> ]
2	0.94	30.00
5	1.26	40.47
10	1.48	47.45
20	1.69	54.19
50	1.97	62.98
100	2.17	69.61



### 1.5 EVENTI METEORICI DI RILEVANZA STORICA

In questa fase di analisi delle criticità territoriali, non è stato possibile presentare una sintesi degli eventi storici occorsi nel territorio comunale di Bregnano in quanto queste informazioni non sono state fornite dall'Amministrazione Comunale.

### 1.6 STIMA DELLE PORTATE DI PIENA

Sulla base dei dati morfologici dei corpi idrici e dei bacini idrografici da essi sottesi, dell'uso del suolo e della pluviometria locale, è stata eseguita una stima delle portate di piena associabili a ciascuno dei corpi idrici del R.I.M. utilizzando la Formula Razionale:

$$Q_c = 0.00278 \frac{ch_{(t)}S}{T_c}$$

Dove  $T_c$  è il tempo di corrivazione, valutato secondo la Formula di Giandotti:

$$T_c = \frac{4\sqrt{S} + 1,5L}{0,8\sqrt{(Hm - Ho)}}$$

Nella tabella a seguire si riportano i tempi di corrivazione e le portate di piena stimate per i vari elementi del R.I.M. per tempi di ritorno di 10 e 100 anni:

CORSO D'ACQUA	T corr	Q 10	Q 100
	[ore]	[mc/s]	[mc/s]
I. Via Carducci Ramo S	0.35	0.14	0.21
I. Via Carducci Ramo N	0.58	0.37	0.55
I. Via Carducci (confluenza T. Lura)	0.58	0.51	0.76
I. Viale Lombardia (confluenza T. Lura)	0.19	0.02	0.03
I. Via Diaz (confluenza T. Lura)	0.31	0.04	0.06
Roggia Murella (confluenza T. Lura)	1.72	1.50	2.18

Le portate di piena stimate riportate nella soprastante tabella comprendono anche il contributo massimo degli scolmatori 1/C1, 1/C2, 2/C1 e 4/C1 e degli scaricatori di emergenza 1/D1 e 1/D2 per i cui dettagli si rimanda al documento di "Rinnovo domanda di autorizzazione allo scarico in corpo d'acqua superficiale" dell'Aprile 2016 redatto da ETATEC Studio Paoletti S.r.l. e alla conseguente autorizzazione n.164/2017 della Provincia di Como.

Per quanto riguarda il T. Lura invece, le portate di piena di riferimento sono state ricavate dal documento "Profili di piena dei corsi d'acqua del reticolo principale" del Piano per la valutazione e la gestione del rischio di alluvioni (P.G.R.A.)

Bacino	Corso d'acqua	Sezione			Superficie km <sup>2</sup>	Q10 m <sup>3</sup> /s	Q100 m <sup>3</sup> /s	Q200 m <sup>3</sup> /s	Q500 m <sup>3</sup> /s
		Progr.( km)	Cod.	Denomin.					
Lambro	Lura	21.937	LU 89	Lomazzo	55	23	59		87
Lambro	Lura	27.417	LU 71	Rovellasca	80	29	66		90

### 1.5 SERVIZI DEL SOTTOSUOLO

Il sistema infrastrutturale del sottosuolo comunale riguarda le reti tecnologiche che si sviluppano principalmente al di sotto della rete viaria, e interessa diverse tipologie, quali la rete idrica, la rete fognaria, la rete elettrica, le telecomunicazioni, la rete gas, etc.

Per i dettagli si rimanda al Piano Urbano Generale dei Servizi nel Sottosuolo approvato dal Comune.

### 1.6 SERVIZIO IDRICO INTEGRATO

Il sistema fognario delle acque nere e delle acque meteoriche si suddivide in due tipologie:

- La rete fognaria comunale, diramata lungo tutta l'area urbanizzata;
- Il collettore consortile, che raccoglie le acque nere diluite ed è direttamente realizzato da Lura Ambiente Spa.

Il sistema consortile si trova ad una quota inferiore di quella comunale così da evitare qualsiasi possibilità di ritorno delle masse nere della rete comunale.

L'unico punto critico dove è possibile un rigurgito nella rete comunale riguarda la zona circostante alla SP 32 (Via Carcano).

Vi sono quattro scolmatori, manufatti di connessione tra reticolo fognario comunale e reticolo idrico superficiale; essi sono considerabili scaricatori di piena, in quanto entrano in funzione durante le piogge quando le portate defluenti nei canali fognari hanno superato abbondantemente la frazione di nera calcolata in tempo di asciutta:

- 1/C1 Via Kennedy
- 1/C2 Via Menegardo
- 2/C1 Via Risorgimento

- 4/C1 Via per Lazzate

C'è un quinto manufatto che è un troppo pieno di emergenza per il collettore delle acque bianche.

La rete fognaria comunale, quasi esclusivamente mista a nord dell'asse Via Rampoldi – Via Risorgimento e separata a sud, ha un funzionamento a gravità, si estende per circa 27 km e serve oltre il 97% della popolazione oltre a diversi insediamenti produttivi.

I collettori consortili sono i seguenti:

- *Collettore consortile principale*: collega direttamente tutti i comuni a partire da Guanzate all'impianto di depurazione di Caronno Pertusella; la forma del collettore risulta essere circolare di diametro crescente da 80 fino a 120 cm;

- *Collettore Secondario di Bregnano*: raccoglie in direzione sud-nord parte delle acque di Bregnano per poi dirigere in direzione S-O verso il collettore principale; presenta una forma circolare di 40 cm di diametro.

Nel collettore consortile "Secondario di Bregnano", che si origina dallo scolmatore 1/C2 confluiscono le acque nere delle frazioni a nord e di parte dell'abitato del centro di Bregnano (zona ovest).

Il resto del centro abitato recapita le acque nere nel collettore consortile principale o in quello intercomunale proveniente da Cermenate lungo la SP 32.

La zona sud recapita direttamente nel collettore consortile principale.

### **3. MODELLAZIONE IDRAULICA DEL RETICOLO IDROGRAFICO LOCALE**

---

Per l'individuazione delle aree del territorio comunale soggette a rischio idraulico e per la valutazione dello stato di funzionalità idraulica del reticolo idrografico, è stato necessario eseguire una modellazione idraulica degli elementi del reticolo idrografico stesso.

La modellazione è stata eseguita con il software Hec-RAS River Analysis System 6.0.0 utilizzando:

- un modello digitale del territorio comunale costruito per interpolazione dei dati altimetrici disponibili;
- i dati geometrici acquisiti sul campo e nelle banche dati di riferimento per quanto riguarda le sezioni idrauliche;
- le portate di piena stimate nel capitolo precedente;
- le condizioni al contorno necessarie alla simulazione del deflusso delle suddette portate.

Il modello idraulico è stato costruito utilizzando le seguenti ipotesi semplificative:

- Modellazione di confluenze puntuali;
- Rimozione tratti non significativi dal punto di vista idraulico e/o geometrico;
- Applicazione della portata di piena nella sezione di monte di ogni tratto;
- Interpolazione delle sezioni idrauliche con passo regolare mediante funzionalità software.

#### **3.1 GEOMETRIA**

##### **3.1.1 Modello digitale del terreno**

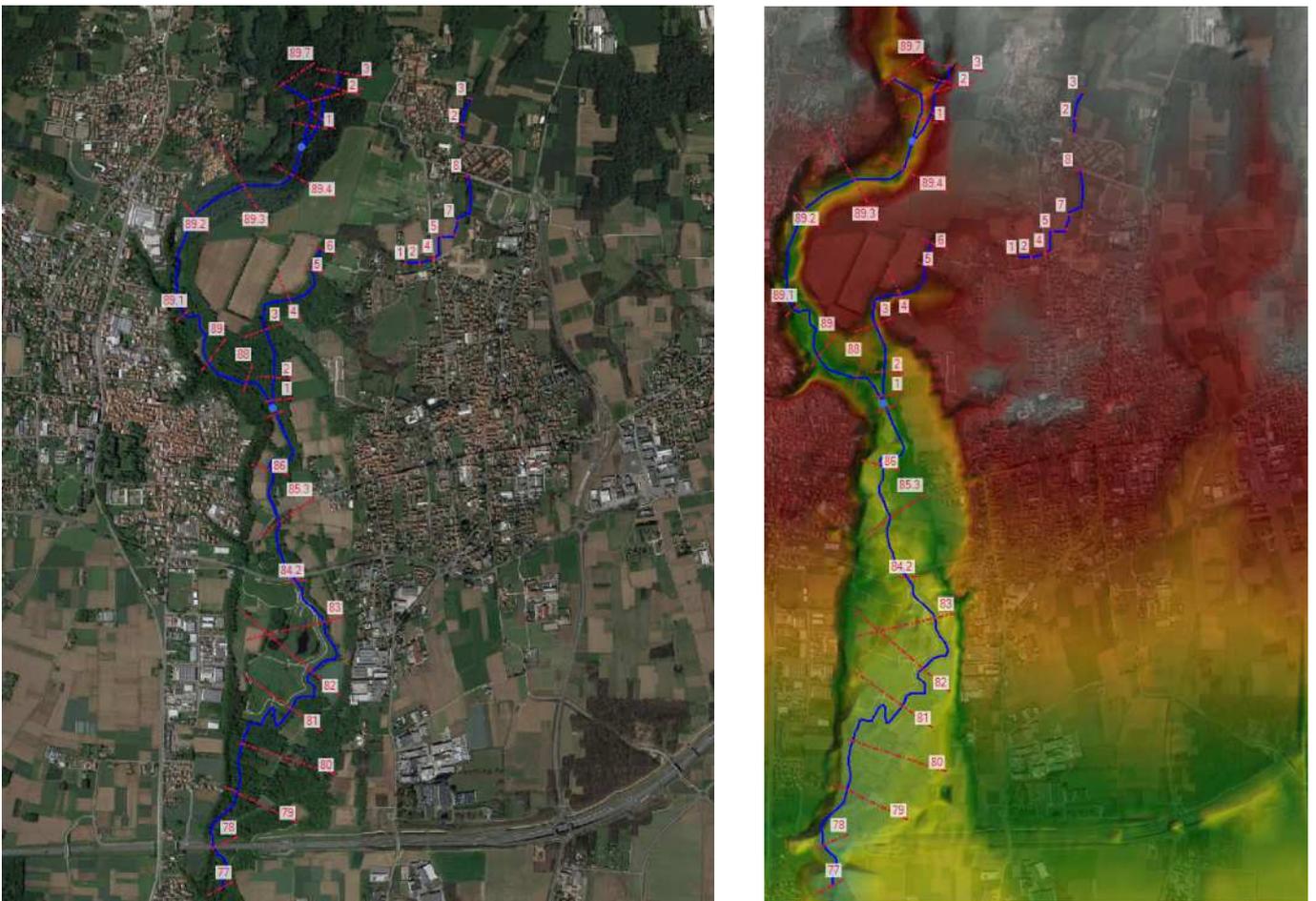
Per eseguire una modellazione idraulica che tenesse conto non solo dell'alveo dei corsi d'acqua modellati mediante le sezioni idrauliche, ma anche del territorio circostante al fine di simulare anche la propagazione di eventuali esondazioni, è stato costruito un modello digitale del terreno (DEM) del territorio comunale, utilizzando i punti quotati disponibili sulla cartografia vigente ed eseguendo un'interpolazione per maglie di circa 1 m x 1 m, di cui di seguito si propone la resa grafica sovrapposte all'immagine satellitare:



*Modello digitale del terreno utilizzato per la simulazione*

### 3.1.2 Corsi d'acqua

Avendo costruito il DEM del territorio comunale, sono poi stati ricostruiti i corsi d'acqua più significativi dal punto di vista idraulico, utilizzando le sezioni acquisite dalle banche dati o misurate sul campo e quindi georeferenziate per essere correttamente ubicate planimetricamente e corredate di un set di valori di scabrezza per le aree golenali e/o retrospondali e per l'alveo:



### 3.2 RISULTATI DELLE SIMULAZIONI

La simulazione del deflusso delle portate di piena decennale e centennale associate a ciascuno dei corsi d'acqua modellati ha restituito un quadro d'insieme del rischio idraulico che evidenzia poche isolate criticità, principalmente concentrate lungo l'asta idrografica della Roggia Murella, la cui intermittenza della continuità idraulica genera aree potenzialmente soggette all'impaludamento e alla tracimazione delle portate dall'alveo.

Per quanto riguarda gli altri impluvi del reticolo minore, non si segnalano criticità legate alla capacità di smaltimento delle portate di piena, ma si ritiene opportuno monitorare l'evoluzione di tali corsi d'acqua al fine di individuare con anticipo eventuali zone soggette ad erosione e fenomeni instabilizzanti annessi.

Si propongono a seguire degli stralci di dettaglio dei tratti idrografici modellati:

#### **Roggia Murella**

*Tratto a monte di Via della Croce*

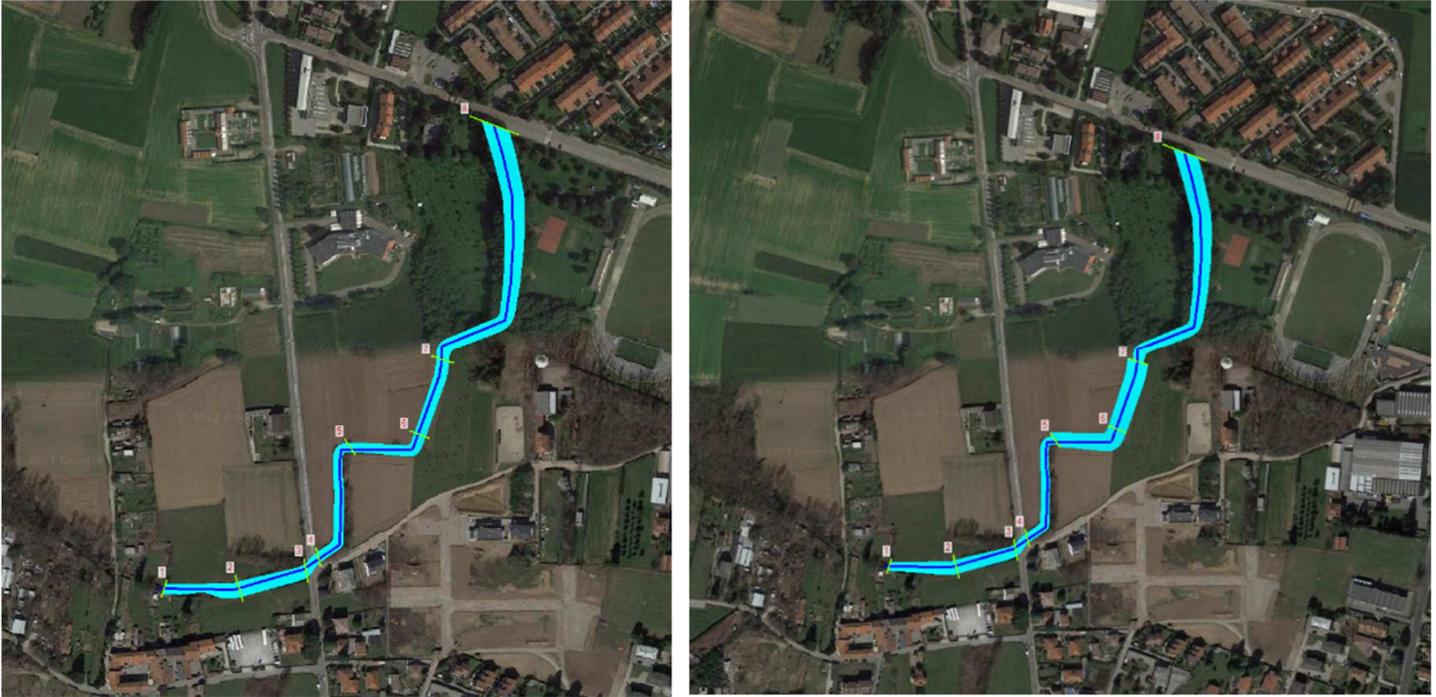


*Risultati simulazione della piena decennale (a sx) e di quella centennale (a dx)*

Negli scenari simulati, il tratto a monte di Via della Croce della Roggia Murella si comporta come un vaso a causa della mancanza di continuità idraulica con il tratto a valle per via dell'intasamento del tombotto di Via della Croce.

Al verificarsi di eventi particolarmente intensi e/o prolungati le aree retrospondali e in particolare i terreni agricoli in sinistra idrografica risultano potenzialmente interessati da allagamenti con livelli di alcune decine di centimetri, ma velocità prossime allo zero.

*Tratto intermedio*



*Risultati simulazione della piena decennale (a sx) e di quella centennale (a dx)*

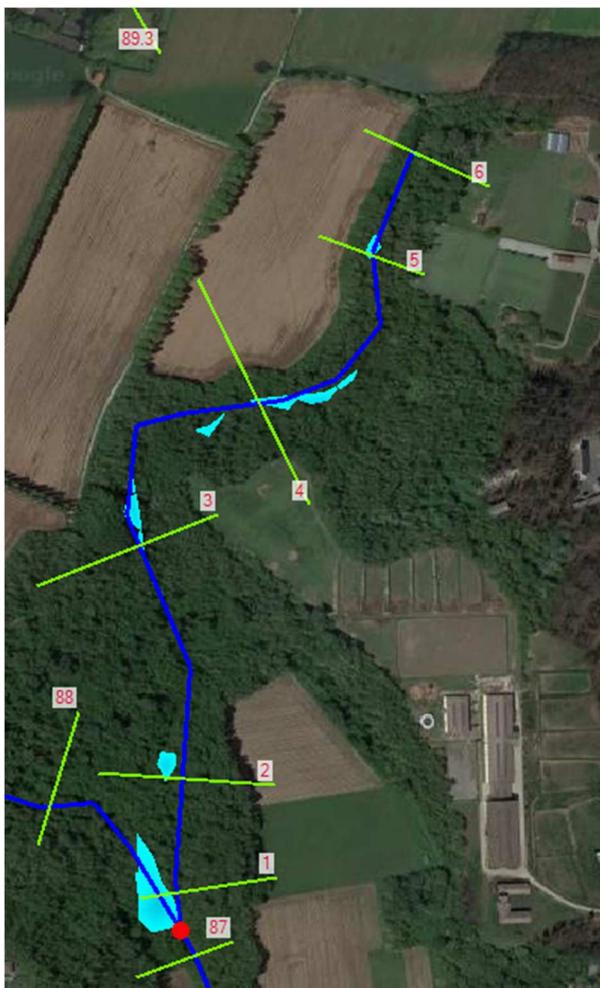
Gli scenari analizzati evidenziano che l'alveo è in grado in generale di contenere le portate di piena, con limitate possibili tracimazioni nei pressi della sezione 6, che si trova in mezzo ai terreni agricoli attraversati dalla roggia. Più complesso risulta il discorso nelle zone dove l'alveo si perde e dove quindi non vi è il solco d'alveo a fare da ricettore delle acque di ruscellamento.

E' dunque possibile che si verifichino impaludamenti localizzati nei punti morfologicamente più depressi.

L'officiosità idraulica di questo tratto va preservata garantendo la periodica manutenzione del tombotto di Via Kennedy.

*Tratto di valle (fino a confluenza con T. Lura)*

Le simulazioni in questo tratto della roggia non evidenziano criticità idraulica, in quanto l'alveo è incassato e ampiamente in grado di convogliare a valle le portate di piena.

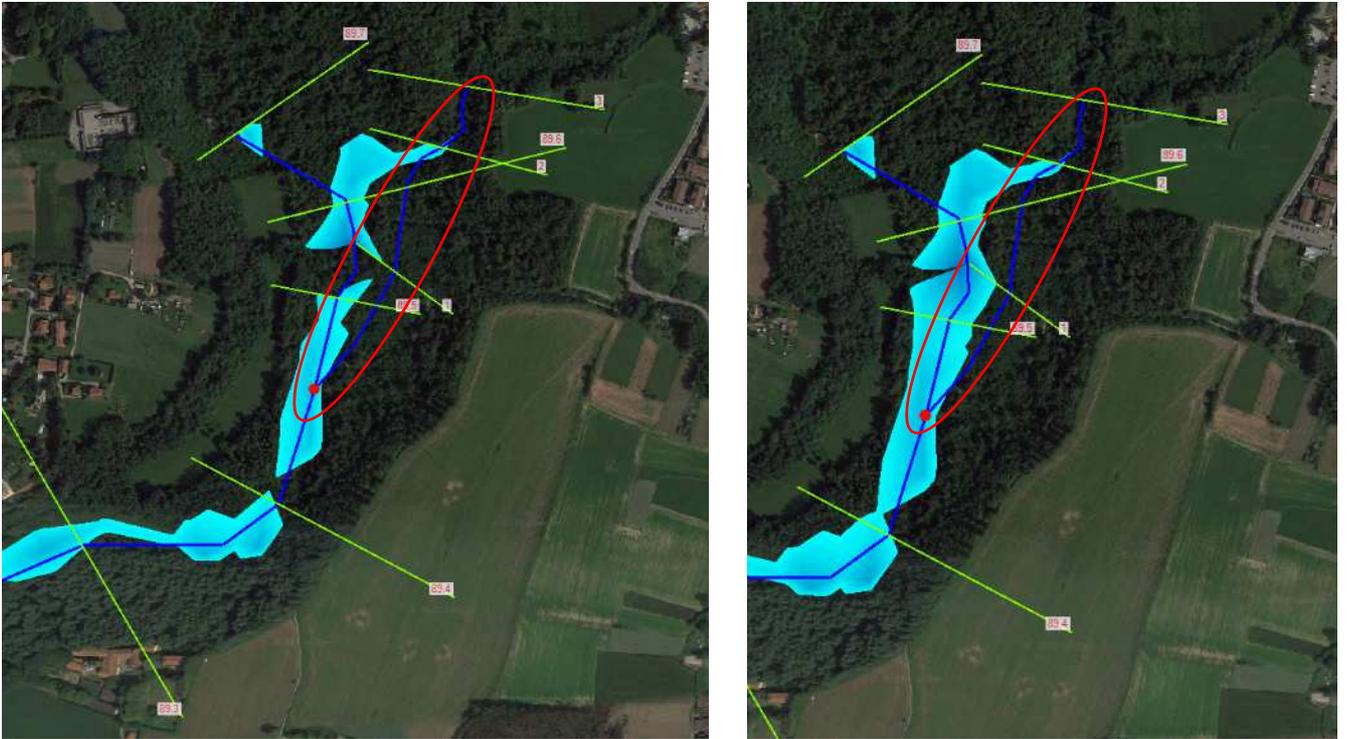


*Risultati simulazione della piena decennale (a sx) e di quella centennale (a dx)*

Si precisa che i rami secondari affluenti a questo tratto della Roggia Murella non sono stati modellati sia per via della limitata quantità di dati a disposizione che non hanno consentito la realizzazione di un DEM sufficientemente di dettaglio per modellare anche questi tratti, che ad ogni modo non hanno particolare rilevanza geometrica, morfologica né sono caratterizzati da criticità idraulica.

**Impluvio di Via Carducci (Ramo N)**

Le simulazioni in questo tratto della roggia non evidenziano criticità idraulica, in quanto l'alveo è incassato e ampiamente in grado di convogliare a valle le portate di piena.

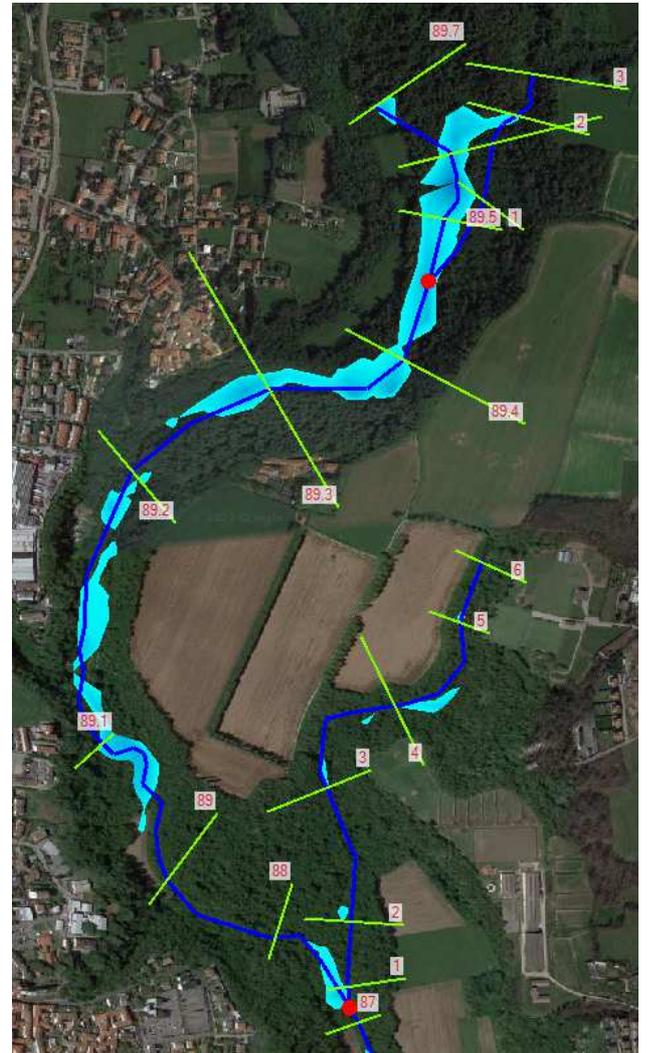
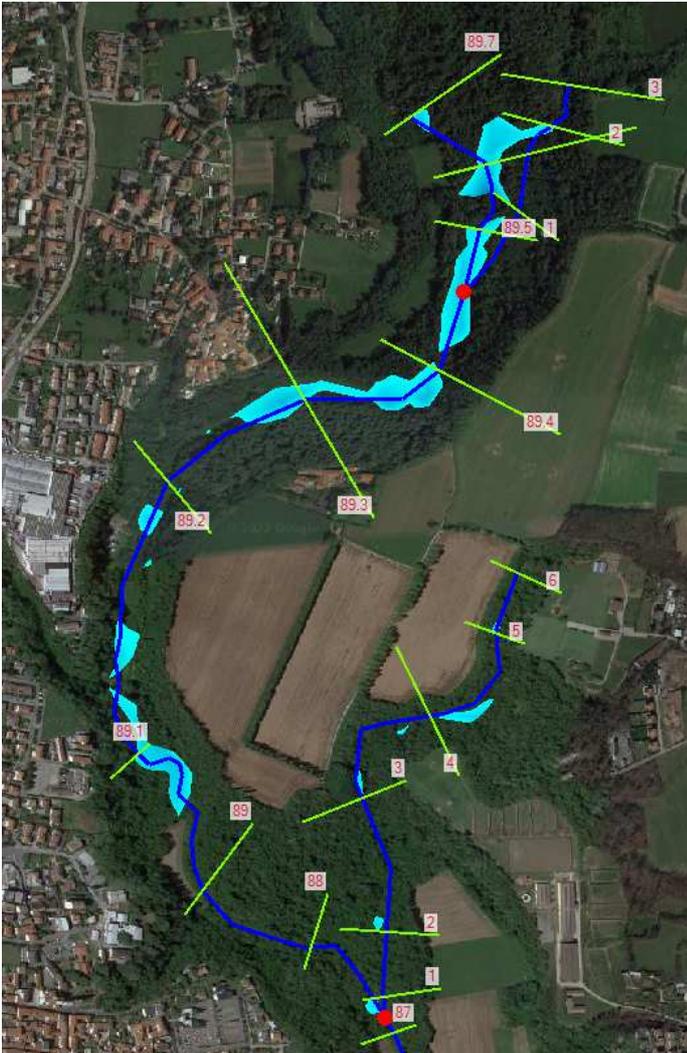


*Risultati simulazione della piena decennale (a sx) e di quella centennale (a dx)*

**T. Lura**

*Tratto di monte (fino a confluenza con Roggia Murella)*

Nel primo tratto del modello del T. Lura, le simulazioni non mostrano criticità idrauliche di rilievo, sebbene localmente il livello idrico possa superare la quota delle sponde dell'alveo di morbida.

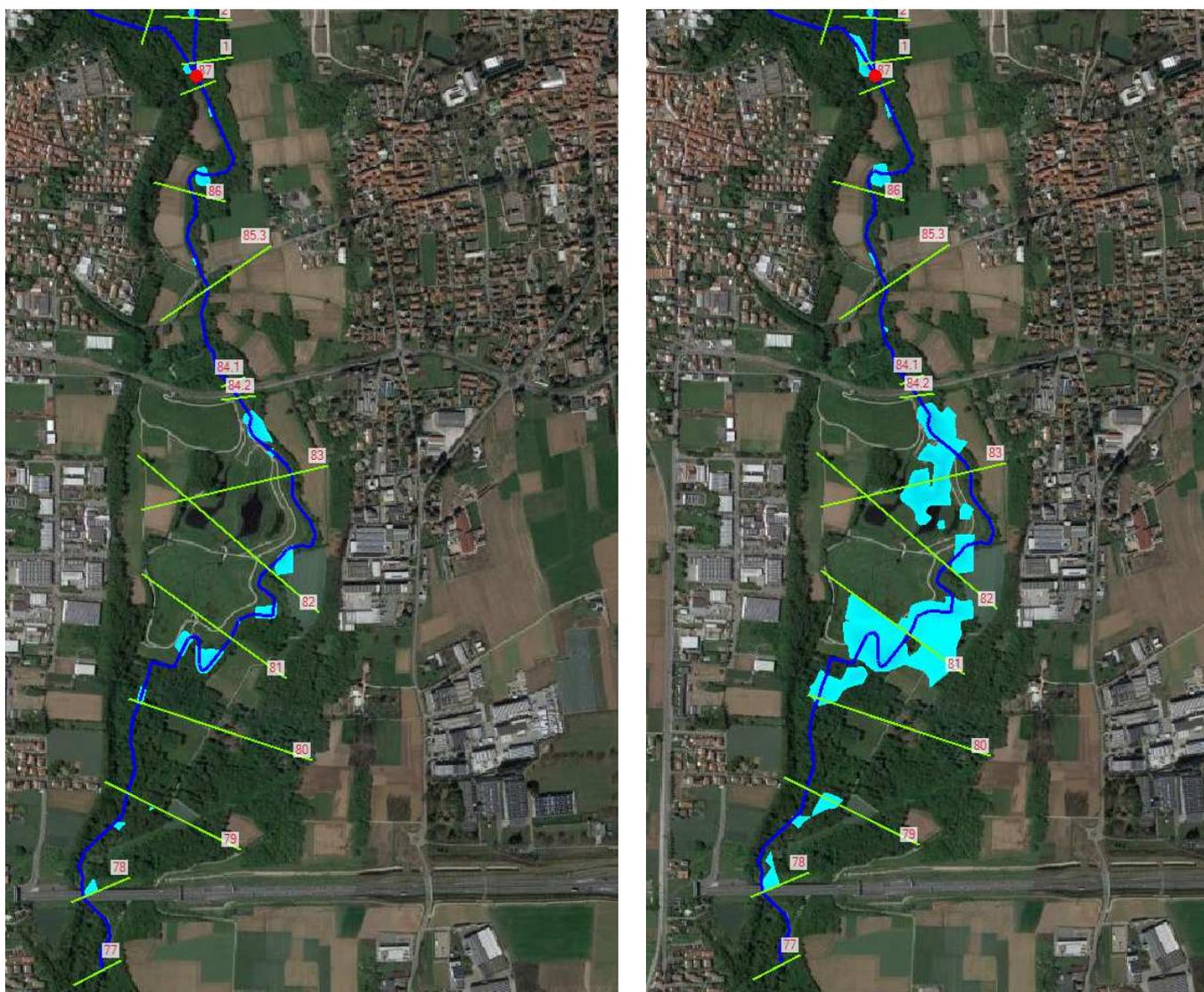


*Risultati simulazione della piena decennale (a sx) e di quella centennale (a dx)*

*Tratto di valle*

Il tratto a valle della confluenza con la Roggia Murella è soggetto a locali esondazioni sia per quanto riguarda la portata di piena decennale, sia per quella centennale.

In particolare risulta più vulnerabile la zona compresa tra le sezioni 84.2 (a valle dell'attraversamento della S.P. 32) e la sezione 80, ossia il tratto più meandrizato del corso d'acqua ed è proprio in corrispondenza delle anse più pronunciate i cui argini vengono superati dalle piene simulate espandendosi sulle piane golenali.



*Risultati simulazione della piena decennale (a sx) e di quella centennale (a dx)*

Gli attraversamenti esistenti non presentano criticità al deflusso delle piene in entrambi gli scenari di simulazione.

## 4 ANALISI CONDIZIONI DI RISCHIO E CRITICITA' ASSOCIATE AL RISCHIO IDRAULICO

---

Secondo quanto previsto dal R.R. 7/2017, il presente documento tratta la delimitazione delle aree a rischio idraulico del territorio comunale, definite in base agli atti pianificatori esistenti, alle documentazioni storiche, alle conoscenze locali anche del gestore del servizio idrico integrato e ai risultati della modellazione idraulica del reticolo idrografico locale.

Di seguito, si riporta pertanto quanto già riportato nel Documento semplificato del rischio idraulico, integrandolo con le informazioni desunte dai risultati delle simulazioni delle piene decennale e centennale nel reticolo idrografico locale.

### 4.1 DATI BIBLIOGRAFICI

#### 4.1.1 Delimitazione aree a rischio idraulico sulla base degli strumenti pianificatori esistenti ai sensi dell'Art. 14 comma 8, lettera a), punto 1 del R.R. n. 7/2017 e s.m.i.

In accordo con quanto presente nella Componente Geologica a supporto del PGT del Comune di Bregnano, per il comune di Bregnano sono state evidenziate:

- ✓ Aree vulnerabili dal punto di vista idrogeologico
  - Aree di salvaguardia delle captazioni ad uso idropotabile (aree di tutela assoluta e zone di rispetto); tale tematismo è raffigurato nella *Carta dei vincoli*;
- ✓ Aree vulnerabili dal punto di vista idraulico
  - Aree ricadenti nelle fasce di rispetto dei corsi d'acqua appartenenti ai reticoli idrici principale e minore definiti ai sensi della d.g.r. 25 gennaio 2002, n.7/7868 e ss.mm.ii. (tale tematismo è raffigurato nella *Carta dei vincoli*);
  - Settori topograficamente depressi situati all'interno della valle del Torrente Lura e zone di scarpata morfologica di raccordo con i rilievi morenici ed i pianalti intermorenici Rissiani. Litologie prevalentemente incoerenti nei settori di fondovalle del Lura con probabili intercalazioni a livello locale di depositi coesivi; presumibili litologie pseudocoerenti e/o coerenti sulle scarpate morfologiche di raccordo dove, in alcuni settori, compaiono in affioramento i depositi conglomeratici del Ceppo Lombardo. Presumibili fenomeni di ristagno sub-superficiale e/o falde sospese (tale tematismo è raffigurato nella *Carta di fattibilità delle azioni di piano*, nella *Carta geologica* e nella *Carta geomorfologica di dettaglio*).

✓ Aree che presentano scadenti caratteristiche geotecniche

- **Depositi morenici Rissiani:** comprendono i rilievi collinari morenici Rissiani rilevabili nel settore settentrionale e centrale del territorio di Bregnano. La litologia caratteristica è data da ghiaie da mediamente a molto alterate, medio e grossolane inglobate in matrice limosa e limoso-sabbiosa rossastra compatta; diffusi ciottoli, blocchi (max 60-70 cm di diametro) e massi erratici in genere metrici. Caratteristiche geotecniche da mediocri a scadenti (tale tematismo è raffigurato nella *Carta di fattibilità delle azioni di piano*, nella *Carta geologica* e nella *Carta geomorfologica di dettaglio*).
- **Fluvioglaciale Riss (Diluvium medio):** comprende zone intermoreniche e/o di piana fluvio-glaciale di raccordo alla pianura stabile. L'Unità è costituita da argille, sabbie e ghiaie (specialmente in prossimità dei paleoalvei degli scaricatori glaciali). La struttura geotecnica è caratterizzata da depositi con caratteri scadenti sino a profondità 3-5 metri (e localmente oltre) dal piano campagna (tale tematismo è raffigurato nella *Carta di fattibilità delle azioni di piano*, nella *Carta geologica* e nella *Carta geomorfologica di dettaglio*).

**4.1.2 Delimitazione aree a pericolosità idraulica idraulica cartografate PAI – PGRA ai sensi dell'Art. 14, comma 8, lettera a), punto 1 del R.R. n. 7/2017 e s.m.i.**

L'analisi della componente geologica alle azioni di piano deve recepire nell'ambito degli elementi valutativi di base le determinazioni dei piani stralcio di bacino per l'assetto idrogeologico approvati dall'Autorità di Bacino del Fiume Po e dei Piani Territoriali di Coordinamento Provinciali. Sono stati esaminati i Piani Stralcio per l'assetto idrogeologico del bacino del Fiume Po (PAI) approvato con d.p.c.m. 24 maggio 2001 e successive varianti ed integrazioni (d.p.c.m. 10 dicembre 2004); sono state inoltre verificate le cartografie di dissesto fornite dal PAI e le cartografie relative alla delimitazione delle fasce di pertinenza fluviale (PSFF). Da tali analisi il settore di specifico interesse non risulta rientrare in settori vincolati dal PAI e/o in settori interessati da fasce di pertinenza fluviale di alcun tipo. Analogamente dall'esame condotto l'area d'interesse non rientra in settori territoriali in cui sia stata segnalata la presenza di dissesti idrogeologici di alcun genere. Per tale motivazione la carta del dissesto (con legenda uniformata PAI) non è stata prodotta in quanto priva di elementi significativi.

Le aree di laminazione del torrente Lura F5 (così come definito dall'art. 54 delle N.T.A del P.d.R. del P.G.T.) sono state confrontate con le aree di allagamento dei corsi d'acqua proposte nelle "mappe di pericolosità e rischio alluvioni" definite dal PGRA (Piano di Gestione del Rischio Alluvioni) approvato con deliberazione del Comitato Istituzionale n. 2 del 03/03/2016 ai sensi della Direttiva Alluvioni 2007/60/CE Rev. 2015.

#### **4.1.3 Componente geologica a supporto del P.G.T.: Classi di fattibilità geologica**

Il territorio comunale è suddiviso nelle seguenti quattro classi di fattibilità.

- *Classe 1: Fattibilità senza particolari limitazioni* (non presente sul territorio comunale di Bregnano)

La classe comprende quelle aree che non presentano particolari limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica della destinazione d'uso e per le quali deve essere direttamente applicato quanto previsto dalle Norme tecniche per le costruzioni, di cui alla normativa nazionale.

- *Classe 2: Fattibilità con modeste limitazioni*

Comprende quelle aree caratterizzate da una strutturazione geologica favorevole alla realizzazione ed allo sviluppo del tessuto urbanistico, ma secondo precisi criteri progettuali finalizzati alla identificazione, caso per caso, delle condizioni specifiche di esercizio e della tipologia delle strutture fondazionali conservative ai fini della stabilità delle opere medesime. La definizione della classe di fattibilità, come in precedenza accennato, è stata condotta sulla base delle specifiche condizioni litologiche, geotecniche ed idrogeologiche portando alla individuazione di *due differenti sottoclassi*: **Classe 2a** e **Classe 2b**.

**1) CLASSE 2a:** comprende i rilievi collinari morenici Rissiani rilevabili nel settore settentrionale e centrale del territorio di Bregnano.

La struttura stratigrafica presunta per il primo sottosuolo è schematizzabile in limi sabbiosi sino alla profondità di circa 8 m. Assenza di strutture idrogeologiche peculiari quali fontanili o zone di risorgive

**2) CLASSE 2b:** comprende zone intermoreniche e/o di piana fluvioglaciale di raccordo alla pianura stabile, rilevabili tra gli abitati di Puginate e Bregnano centro. Presumibili limi argillosi ed argilloso-sabbiosi connessi alla presenza di antiche zone paludose o con frequenti ed abbondanti periodici ristagni di acque meteoriche superficiali. Assenza di strutture di rilievo (fontanili ecc..). Nel settore di piana intermorenica vi è la possibile presenza di falde sospese superficiali con conseguenti problematiche di scavo e stabilizzazione dei fronti.

- *Classe 3: Fattibilità con consistenti limitazioni*

In questa classe rientrano i settori territoriali in cui sono state riscontrate consistenti limitazioni alla modifica delle destinazioni d'uso del territorio in funzione dell'entità e della tipologia del rischio rilevato. La definizione della classe di fattibilità è stata subordinata al riscontro di possibili problematiche connesse sia alla potenziale predisposizione delle aree al dissesto idrogeologico (morfodinamiche evolutive) sia ai caratteri geotecnici ed idrogeologici sito specifici.

I settori interessati risultano topograficamente depressi, situati all'interno della valle del Torrente Lura oppure si tratta di zone di scarpata morfologica di raccordo con i rilievi morenici ed i pianalti intermorenici Rissiani.

Le litologie sono prevalentemente incoerenti nei settori di fondovalle del Lura con probabili intercalazioni a livello locale di depositi. Locale presenza di canalizzazioni naturali convergenti verso l'alveo attuale del torrente Lura. Qualsivoglia tipologia di intervento dovrà quindi vertere alla non modificazione dei flussi idrici superficiali e sotterranei.

• *Classe 4: Fattibilità con gravi limitazioni*

Tale classe accorpa quei settori in cui sono state riconosciute gravi limitazioni alla modifica della destinazione d'uso del territorio, tali da determinare, in virtù della delle potenzialità di rischio individuate, l'esclusione di qualsivoglia nuovo intervento edificatorio (settori di inedificabilità assoluta), fatta eccezione per gli interventi di regimazione idraulica finalizzati alla realizzazione di sistemazioni idrauliche ed idrogeologiche.

Per le strutture edificatorie in essere saranno consentiti gli interventi di ristrutturazione, mantenimento funzionale e consolidamento così come definito dall' art 31 lettere a), b), c) della legge 457/1978.

Eventuali proposte di declassazione di settori territoriali rientranti in questa classe (sempre che prevista dalla Tabella 01: "classi di ingresso" della D.G.R. n. 8/1566 del 22 dicembre 2005 e ss.mm.ii.) dovranno essere corredate da adeguato studio geologico ed idrogeologico di supporto, che ne verifichi le condizioni di pericolosità, il grado di rischio sito specifico e garantisca la compatibilità degli interventi nel contesto generale mediante adeguati interventi di mitigazione.

I settori compresi in questa categoria corrispondono a zone direttamente connesse alle zone di esondazione attuale e recente del torrente Lura, oltre a settori ad elevato grado di acclività sviluppati in substrato litoide (pareti del Ceppo lungo la valle del Lura). È possibile avere la locale presenza di canalizzazioni naturali a carattere perenne o temporanee convergenti verso l'alveo attuale del torrente Lura (colatori).

**Qualsivoglia tipologia di intervento dovrà quindi vertere alla non modificazione dei flussi idrici superficiali e sotterranei, nè al loro abbattimento o alla regimazione forzata di alvei naturali.**

#### **4.1.4 Interazione tra aree urbane e ricettori**

Secondo quanto previsto dall'Art. 58 bis, comma 2, della L.R. 12/2005 e ripreso dall'Art. 3 del R.R. 7/2017 come modificato dall'Art. 3 del R.R. 8/2019, nell'ambito degli interventi edilizi di cui al D.P.R. 6 giugno 2001, n. 380, di seguito si riportano gli interventi tenuti al rispetto del principio di invarianza idraulica e idrologica e di conseguenza richiedenti misure di invarianza idraulica e idrologica:

- a) ristrutturazione edilizia, come definiti dall'articolo 3, comma 1, lettera d) del d.p.r. 380/2001, solo se consistono nella demolizione totale, almeno fino alla quota più bassa del piano campagna posto in aderenza all'edificio, e ricostruzione con aumento della superficie coperta dell'edificio demolito; non si considerano come aumento di superficie coperta gli aumenti di superficie derivanti da interventi di efficientamento energetico che rientrano nei requisiti dimensionali previsti al primo periodo dell'art. 14, comma 6, del d. lgs. 102/2014;
- b) nuova costruzione, come definiti dall'articolo 3, comma 1 lettera e) del d.p.r. 380/2001, compresi gli ampliamenti; sono escluse le sopraelevazioni che non aumentano la superficie coperta dell'edificio;
- c) ristrutturazione urbanistica, come definiti dall'articolo 3, comma 1, lettera f) del d.p.r. 380/2001;
- d) relativi a opere di pavimentazione e di finitura di spazi esterni, anche per le aree di sosta, di cui all'articolo 6, comma 1, lettera e-ter) del d.p.r. 380/2001, con una delle caratteristiche che seguono:
  - di estensione maggiore di 150 mq;
  - di estensione minore o uguale a 150 mq, solo qualora facenti parte di un intervento di cui alle lettere a), b) o c) o di cui al comma 3 dell'art. 3 del R.R. 7/2017;
- e) pertinenziali che comportino la realizzazione di un volume inferiore al 20% del volume dell'edificio principale, con una delle seguenti caratteristiche:
  - estensione maggiore di 150 mq;
  - estensione minore o uguale di 150 mq, solo qualora facenti parte di un intervento di cui alle lettere a), b) o c) precedentemente elencate nel presente paragrafo;

Sono inoltre soggetti al rispetto del principio di invarianza, gli interventi relativi alla realizzazione di:

- a) parcheggi, aree di sosta e piazze, con una delle caratteristiche seguenti:
  - estensione maggiore di 150 mq;

- estensione minore o uguale a 150 mq. solo qualora facenti parte di un intervento di cui alle lettere a), b) o c) del comma 2 dell'art. 3 del R.R. 7/2017;

b) aree verdi sottoposte a nuove solette comunque costituite, qualora facenti parte di un intervento di cui al comma 2 dell'art. 3 del R.R. 7/2017 o alla lettera a).

Per quanto concerne gli interventi relativi ad infrastrutture stradali e autostradali, loro pertinenze e parcheggi, le misure di invarianza idraulica e idrologica non si applicano per:

a) gli interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria della rete ciclopedonale, stradale e autostradale;

b) gli interventi di ammodernamento, definito ai sensi dell'articolo 2, del R.R. 7/2006 (Norme tecniche per la costruzione delle strade), ad eccezione della realizzazione di nuove rotatorie di diametro esterno superiore ai 50 metri su strade diverse da quelle di tipo E (urbana di quartiere), F (locale) e Fbis (itinerario ciclopedonale), così classificate ai sensi dell'articolo 2, d. lgs. 285/1992 (Nuovo codice della strada);

c) gli interventi di potenziamento stradale, così come definito ai sensi dell'articolo 2 del R.R. 7/2006, per strade di tipo E, F e F-bis;

d) la realizzazione di nuove strade di tipo F-bis.

Allo stato di fatto della presente analisi del territorio comunale, è stata effettuata una valutazione dell'interazione tra le aree attualmente urbanizzate e i ricettori individuati secondo la definizione prevista dalla vigente normativa "*corpo idrico naturale o artificiale o rete di fognatura, nel quale si immettono le acque meteoriche*" disciplinate dal R.R. 7/2017 e ss.mm.ii..

Nel dettaglio, come anticipato nei capitoli di inquadramento del territorio, presso il Comune di Bregnano sono stati individuati i seguenti ricettori:

- *corpi idrici naturali:*

- *Reticolo Idrico Principale: Torrente Lura*
- *Reticolo Idrico Minore: colatori naturali confluenti nel Lura*

- *corpi idrici artificiali: laghetto di Rosorè, bacino artificiale per la pesca sportiva*

- *rete di fognatura: rete fognaria comunale e collettori consortili (Principale e Secondario di Bregnano)*

Le aree urbane che interferiscono con i citati ricettori sono:

Ricettore	Area urbana	Ubicazione entro il territorio comunale
Torrente Lura	Zona centrale dell'abitato di Bregnano (scolmatore 2/C1 che recapita le acque meteoriche nel corpo idrico superficiale)	Settore centrale
Fosso Luretta – Roggia Murella (reticolo idrico minore)	Abitato della frazione di Puginate e parte nord-ovest del centro abitato principale	Settore settentrionale e centro-occidentale
Collettore Secondario di Bregnano	Abitato della frazione di Puginate e parte nord-ovest del centro abitato principale	Settore settentrionale e centro-occidentale
Collettore Principale	Zona centrale dell'abitato di Bregnano (scolmatore 2/C1 che recapita le acque nere nel sistema consortile)	Settore centrale
Collettori consortili	Zona centro-sud dell'abitato di Bregnano (scolmatore 4/C1 con separazione delle acque nei due collettori)	Settore centro-meridionale

Ulteriore aspetto da tenere sotto controllo per l'interazione tra aree urbane e i ricettori è la verifica della presenza di scarichi in corpo idrico (bisognerà monitorare le autorizzazioni rilasciate per tali scarichi o le domande di autorizzazione presentate).

A tal proposito, risulta importante come azione di monitoraggio dell'interazione una corretta attuazione del regolamento di polizia idraulica, con In censimento, oltre che degli scarichi, delle opere interferenti e la relativa applicazione dei canoni di polizia.

#### **4.2 DELIMITAZIONE DELLE AREE SOGGETTE AD ALLAGAMENTO PER INSUFFICIENZA DELLA RETE FOGNARIA AI SENSI DEL R.R. N. 7/2017 E S.M.I.**

Nell'ambito della redazione del documento *"Piano generale della fognatura del Comune di Bregnano"*, a cura dello Studio Paoletti Ingegneri Associati (Settembre 2015), sono stati sottoposti a verifica idraulica tutti i collettori della rete di drenaggio urbano secondo lo schema corrispondente alle camerette inserite negli archivi di calcolo, mediante l'utilizzo del codice di simulazione InfoWorks CS, rivolgendo l'attenzione principalmente ai collettori di un certo rilievo per cui sono state fornite indicazioni in merito alle soluzioni progettuali (le geometrie con diametri inferiori a 15 cm non sono state inserite nel modello).

Sulla base delle analisi effettuate nel suddetto documento, sono state descritte le maggiori insufficienze rilevate nel territorio comunale e suddivise nelle zone di seguito sinteticamente riportate:

**1) Rete 1 – zona Puginate e nord-ovest:**

- le criticità sono concentrate nella zona di Puginate; grazie alla configurazione altimetrica del terreno e alla presenza a sud di campi e terreni vegetati a quote inferiori rispetto all'abitato, i fenomeni di allagamento evidenziati dai risultati non si instaurano in quanto l'acqua defluisce naturalmente verso le quote inferiori a sud ove si disperde sui terreni non urbanizzati;
- le condotte presentano criticità nei pressi dello scolmatore 1/C2;

**2) Rete 2 – zona Bregnano centro:**

in questa zona vi sono diverse criticità, in particolare si evidenziano problematiche legate:

- alla confluenza in un unico nodo di più condotte; nel dettaglio, le condotte di via Grandi e via I Maggio conferiscono in un nodo la cui condotta in uscita risulta essere insufficiente a convogliare le portate in arrivo causando rigurgito, e conseguente allagamento, anche in via Resistenza;
- alla confluenza in via Roma di via Parini e via Plinio, la condotta a valle risulta essere di diametro sufficiente a convogliare le portate in arrivo, le criticità sono pertanto imputabili all'insufficiente diametro delle condotte a monte della confluenza;
- alla dorsale al di sotto di via Garibaldi e via Rampoldi sussistono criticità legate all'insufficiente combinazione tra diametro e pendenza delle condotte presenti; le criticità presenti in via Garibaldi dipendono in parte da fenomeni di rigurgito indotti dai livelli instauratisi in via Rampoldi;
- alla dorsale di via Indipendenza con diametri insufficienti a convogliare le portate in arrivo dai bacini afferenti alla stessa;

**3) Rete 3 e 4 – zona S.P. 32 S. Rocco, via Prava e zona Sud dell'asse via Risorgimento - via Garibaldi:**

le criticità presenti sono identificabili nelle seguenti tre zone:

- zona di via per Lazzate ove la presenza di una sotto-rete mista nella rete separata comporta la necessità della presenza di un manufatto scolmatore (4/C1) e uno scarico di troppopieno verso via Milano causando la commistione di acque di tipo diverso; inoltre, si evidenzia come il tratto terminale della condotta presente sia inadeguato a smaltire le acque in arrivo causando rigurgiti a monte;
- la zona di via Milano ove è presente una confluenza di tre condotte ove si generano allagamenti causati dall'insufficienza delle condotte presenti rispetto alle portate in arrivo;
- la zona di via Milano sud è caratterizzata da allagamenti indotti dall'insufficienza delle condotte di via Aldo Moro, via Luini, via San Rocco e via Milano stessa a far defluire le portate in arrivo verso il collettore consortile.

#### 4) Rete 5 – Zona industriale a sud:

le criticità presenti nella rete 5 sono imputabili all'uso del suolo a carattere produttivo dell'area *caratterizzata da un'elevata impermeabilità* e dal ridotto diametro delle tubazioni. L'ipotesi che anche le acque meteoriche si immettano nel sistema comunale è stata simulata in quanto situazione più critica che si possa assumere, ma nella realtà rimane una tesi da indagare ed evitare.

Per eventuali ulteriori dettagli, si rimanda al documento *"Piano generale della fognatura del Comune di Bregnano"*, a cura dello Studio Paoletti Ingegneri Associati (Settembre 2015).

### 4.3 LIVELLI PIEZOMETRICI E GRADO DI SOVRACCARICO DELLA RETE

Nell'ambito del già citato documento *"Piano generale della fognatura del Comune di Bregnano"*, a cura dello Studio Paoletti Ingegneri Associati (Settembre 2015), è stata riportata anche l'analisi condotta sui risultati delle simulazioni di stato di fatto per eventi meteorici di progetto con tempi di ritorno pari a 2, 5 e 10.

Mediante l'interpolazione spaziale dei dati numerici, utilizzando il programma Infoworks CS, sono state generate mappe riportanti le linee a ugual livello piezometrico a fissato tempo di ritorno per fornire una rappresentazione grafica delle aree oggetto di maggior affioramento del grado di sovrappressione nei collettori di fognatura.

Tali mappe forniscono, quindi, informazioni inerenti al grado di sovraccarico della rete in una determinata zona del comune e risultano utili per restituire un'indicazione sul maggiore o minore rischio di rigurgiti negli allacciamenti privati al fine di prevedere le opportune cautele (ad esempio necessità di valvole di ritegno).

Il valore espresso in metri relativo ad ogni linea isopieza indica la distanza tra livello idrico in fognatura e il piano campagna, mentre il valore zero indica una situazione di allagamento.

Le suddette aree sono state riportate in *"Tavola 1 – Delimitazione delle aree a rischio idraulico"*, mentre nella seguente tabella vengono riportati i dati relativi ai risultati delle simulazioni di allagamento per i differenti tempi di ritorno considerati.

**Tabella 4: Allagamenti per i differenti tempi di ritorno**

Tempo di ritorno	T=2	T=5	T=10
Max allagamento puntuale*	87.8 m <sup>3</sup>	167.9 m <sup>3</sup>	223.5 m <sup>3</sup>
Allagamento totale sulla rete	265 m <sup>3</sup>	873.8 m <sup>3</sup>	1'624.5 m <sup>3</sup>
Nodi con allagamenti (su 776 nodi)	2%	8%	14%

\* il massimo allagamento è individuato all'incrocio tra via Luini e via Milano.

#### **4.4 DELIMITAZIONE DELLE AREE SOGGETTE AD ALLAGAMENTO PER INSUFFICIENZA DELLA RETE IDROGRAFICA AI SENSI DEL R.R. N. 7/2017 E S.M.I.**

Sulla base della modellazione idraulica e delle simulazioni di deflusso delle piene decennale e centennale presentate nel presente elaborato, si descrivono le maggiori criticità rilevate nel territorio comunale:

**a) Roggia Murella – Zona a monte tombotto Via della Croce**

Lo stato di interrimento pressoché completo del tombotto e di buona parte dell'alveo a monte dello stesso determina l'interruzione della continuità idraulica del corso d'acqua che determina la formazione di un'area di ristagno delle acque meteoriche.

**b) Roggia Murella – Zona a valle di Via Kennedy**

Circa 150 m a valle dell'uscita del tombotto di Via Kennedy l'alveo si perde e risulta indefinito il suo tracciato, determinando la possibile dispersione delle portate di piena.

**c) T. Lura – Zona a valle attraversamento S.P. 32**

A valle dell'attraversamento stradale della S.P. 32 si snoda un tratto fluviale più meandrizzato rispetto a quello che lo precede a monte, lungo il quale si possono verificare allagamenti dell'area denominata Prati del Ceppo e che è già attualmente identificata come area di laminazione delle piene del Lura.

## **5 LA MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDRAULICO**

---

Secondo quanto previsto dal R.R. 7/2017 e ss.mm.ii., il documento del rischio idraulico contiene le seguenti informazioni:

- indicazione, comprensiva di definizione delle dimensioni di massima, delle misure strutturali di invarianza idraulica e idrologica, sia per la parte già urbanizzata del territorio che per gli ambiti di nuova trasformazione, e l'individuazione delle aree da riservare per le stesse;
- indicazione delle misure non strutturali ai fini dell'attuazione delle politiche di invarianza idraulica e idrologica a scala comunale, quale l'incentivazione dell'estensione delle misure di invarianza idraulica e idrologica anche sul tessuto edilizio esistente, nonché delle misure non strutturali atte al controllo e possibilmente alla riduzione delle condizioni di rischio, quali le misure di protezione civile e le difese passive attivabili in tempo reale.

A tal proposito, si ricorda che le misure strutturali sono state individuate dal Comune con la collaborazione del gestore del servizio idrico integrato, che nel territorio comunale di Bregnano è svolto da Lura Ambiente S.p.A.

Le misure non strutturali, invece, sono individuate dal Comune e devono essere recepite negli strumenti comunali di competenza, quali i piani di emergenza comunale.

Il presente capitolo richiama i concetti e le misure esposte nel Documento semplificato del rischio idraulico, fornendo delle integrazioni individuate a seguito della modellazione idraulica del reticolo idrografico locale.

### **5.1 INFILTRAZIONE E MORFOLOGIA**

L'infiltrazione è un parametro di notevole rilevanza per l'analisi idraulica di un territorio comunale. L'infiltrazione è un fenomeno fisico secondo il quale l'acqua presente sulla superficie di un terreno penetra al suo interno sotto la spinta della forza gravitazionale e per il principio della capillarità dei terreni. Nell'ambito delle acque di scarico, l'infiltrazione avviene naturalmente, lasciandole defluire attraverso il suolo o immettendole nel sottosuolo.

L'infiltrazione risulta compromessa per le superficie impermeabilizzate, quindi per tutti gli ambiti urbanizzati. Prendendo le informazioni contenute nella componente geologica a supporto del PGT, di seguito vengono descritte le tipologie di terreni presenti, con le relative caratteristiche di permeabilità che favoriscono o meno l'infiltrazione. Questa diventa una prima discriminante per individuare le aree meglio predisposte ad accogliere eventuali misure migliorative per la gestione del rischio idraulico e il rispetto dell'invarianza idraulica. La composizione litologica del territorio risulta di elevata complessità, causa la sovrapposizione di diversi depositi fluvio-glaciali.

Dai risultati riportati nella componente geologica, a seguito di sezioni idrogeologiche realizzate, emerge una area con caratteristiche di buona permeabilità che si estende in fascia mediana, a partire dal Torrente Lura e proseguendo verso oriente fino circa a metà del territorio.

Si tratta di una litozona ghiaioso-sabbiosa superiore, depositi alluvionali di età wurmiana e post-wurmiana con valori di permeabilità elevata. Altra caratteristica dei terreni che influenza la capacità di infiltrazione è la morfologia.

Infatti, una elevata acclività superficiale riduce la percentuale di infiltrazione, in quanto l'acqua superficiale su un terreno con forte pendenza scorre con una velocità maggiore che ne riduce la capacità di infiltrarsi, a parità di permeabilità del terreno sottostante. Il Comune di Bregnano si estende in una zona per lo più pianeggiante, senza profili rilevanti all'interno del proprio territorio.

La zona con maggiore acclività è quella che si sviluppa lungo il corso del Lura, come anche evidenziato nella componente geologica, che la identifica come classe di fattibilità 3, zona topograficamente depressa e di scarpata morfologica acclive di raccordo con i pianalti. Nel resto del territorio, vi è una regolare lieve pendenza che da nord, dove si raggiungono i 310 m s.l.m., si sviluppa verso sud, con punti a circa 255 m s.l.m. Quindi, anche gli eventuali allagamenti, soprattutto in zone esterne al centro abitato, son più probabili nella parte meridionale del territorio comunale.

È quindi importante individuare il posizionamento delle aree permeabili per mitigare gli effetti dell'infiltrazione sulla stabilità dei versanti.

Le aree dove inserire misure in risposta al rischio idraulico devono essere poste preferibilmente in zone a buona infiltrazione, pianeggianti o a valle di zone a forte instabilità, poiché quelle a monte potrebbero provocare lo scorrimento in sottosuolo delle acque infiltrate che andrebbe a peggiorare la stabilità dei versanti.

Da ultimo, approfondendo l'analisi dell'infiltrazione, bisogna analizzare l'eventuale presenza di ostacoli all'infiltrazione, sia dal punto di vista naturale che da quello antropico; infatti, zone boscate, a cespugli o a coltivazione arbustiva hanno una ridotta capacità infiltrante per la presenza di ostacoli alla caduta sul terreno della pioggia.

Inoltre, la presenza edificatoria a valle dell'area interessata da una significativa infiltrazione risulta critica; infatti, l'acqua penetrata nel sottosuolo potrebbe venire a contatto, e quindi provocare disagi, con le fondazioni e gli eventuali piani interrati degli edifici presenti dopo il terreno permeabile.

## 5.2 MISURE STRUTTURALI

La collocazione delle opere deriva dall'analisi del territorio del paragrafo precedente; il posizionamento, qualora non fosse già stato realizzato in risposta a problemi di altro genere, quali per esempio il contenimento delle portate di piena di un corpo idrico ricettore, deve avvenire in aree non urbanizzate e permeabili, con capacità di infiltrazione e morfologia favorevoli e in assenza di edifici anche se isolati e quindi con bassa impermeabilizzazione del terreno circostante.

Nel Comune sono già previste vasche di laminazione, da realizzare per regolarizzare e migliorare il deflusso delle acque nel Torrente Lura.

Altre opere già presenti sul territorio comunale sono quelle legate alla realizzazione dell'infrastruttura della Autostrada Pedemontana. L'opera stradale è corredata di interventi relativi alla gestione delle acque meteoriche superficiali; oltre a raccogliere le acque di dilavamento generate dall'impermeabilizzazione dell'autostrada, esse raccolgono tramite apposite griglie le acque provenienti da nord, per impedire che interferiscano col tracciato, e le convogliano in apposite vasche presenti nei pressi e realizzate nel contesto dell'infrastruttura.

Altre aree che possono essere usate come polmone di raccolta delle acque in eccesso dovute alla variazione di permeabilità a seguito di interventi di nuova realizzazione, ampliamento o sistemazione di edifici, vanno ricercate tra le aree verdi, preferibilmente nella piena e immediata disponibilità pubblica, o dove sono presenti anche attrezzature di supporto che ne facilitano l'utilizzo e la gestione.

Si rimanda ad una valutazione più approfondita per eventuali aree a verde attrezzato, per esempio adibite a parco urbano, che possano avere le caratteristiche necessarie ad essere utilizzate come zone di laminazione. Sono da escludere le aree che nei PGT o nella pianificazione sovracomunale vengono individuate come di particolare valore paesaggistico, per le loro caratteristiche naturalistiche e paesaggistiche, di rilevanza per la rete ecologica, di rilievo dal punto di vista agricolo.

Per quanto sopra esposto, nel Comune di Bregnano si individuano le seguenti aree:

- Aree con vasche di laminazione a servizio del Torrente Lura;
- Aree con vasche di laminazione a servizio dell'Autostrada Pedemontana e delle aree circostanti.
- Per quanto riguarda il reticolo minore comunale si ritiene che la misura strutturale di principale interesse consista nella realizzazione di un'area di laminazione ben attrezzata e inserita nel contesto ospitante a monte di Via Croce, dove la presenza del tombotto ostruito che sottopassa l'abitato circostante ha determinato l'interruzione della continuità idraulica e quindi un'interruzione della linea di smaltimento a valle delle portate. Si ritiene pertanto che per mantenere l'attuale carico idraulico verso valle sia da mantenersi limitato il deflusso nel tombotto, ma allo stesso tempo risulta necessario il riordino idraulico della zona al fine di realizzare una zona adeguatamente preposta a laminare le portate di piena.

Per quanto riguarda la rete fognaria che riceve, oltre alle acque nere, anche le acque meteoriche la cui quantità recapitata, quindi, dipende dai fattori descritti in precedenza, quali la capacità di infiltrazione e la presenza di vasche di raccolta, possono ricadere tra le misure strutturali da attuare gli interventi previsti nel piano di gestione della rete fognaria redatto da Lura Ambiente S.p.A.

Puntualmente, i più significativi risultano essere:

- potenziamento di alcuni tratti della rete nella zona di Puginate e della parte nord-ovest del centro abitato, anche in risposta alla realizzazione di nuovi insediamenti previsti in alcuni piani attuativi (con tubazioni correttamente dimensionate come diametro e pendenza);
- posa di nuove condotte a servizio degli ambiti di trasformazione attuati;
- inserimento di un limitatore di portata all'incrocio tra Via Grandi e Via XXV Aprile, che devia le portate in eccesso in un tratto di rete idoneo;
- rifacimento di vari tratti della rete, laddove sono state riscontrate carenze o malfunzionamenti;
- separazione delle acque nere e bianche in Via Milano e afferenti, con la realizzazione della nuova rete di acque nere e il mantenimento dell'esistente solo per le acque meteoriche, con conseguente dismissione dello scolmatore 4/C1;
- realizzazione di un nuovo manufatto scolmatore a monte dell'allaccio della condotta meteorica in arrivo da Cermenate al collettore consortile;
- interventi nella zona industriale posta a sud per la riduzione dell'afflusso di acque meteoriche, tramite la realizzazione di pozzi perdenti e analoghi.

### **5.3 MISURE NON STRUTTURALI**

Per prima cosa, si procede all'individuazione di misure che favoriscano l'incentivazione delle misure strutturali anche per il tessuto edilizio esistente.

Inoltre, vengono attuate politiche di incentivazione al corretto utilizzo delle aree agricole, contrastandone laddove possibile l'abbandono e il degrado, nell'ottica di ottimizzare la capacità di trattenuta delle acque da parte del terreno naturale.

Il Comune poi provvede alla corretta gestione delle misure di protezione civile previste nel Piano di Emergenza Comunale per la riduzione delle condizioni di rischio in caso del verificarsi di un'emergenza idrica o idrogeologica (attivazione dei cancelli per l'isolamento dell'area e del piano straordinario della viabilità nella zona circostante per favorire gli interventi risolutivi dell'emergenza).

Si rimanda quindi a quanto previsto dal PEC di Bregnano, redatto nel 2011, per lo scenario di rischio idrogeologico, in particolare ai cancelli di chiusura della viabilità ubicati lungo le strade provinciali e le

principali strade comunali e ai punti di osservazione/monitoraggio individuati per ciascuna area critica (vedi paragrafo 6.4).

È altresì importante che nell'ambito della protezione civile vengano recepiti i risultati dell'analisi degli scenari idrogeologici emersi nel presente studio.

Qualora si presentassero situazioni di aree produttive dismesse da bonificare e/o riqualificare, il Comune provvederà ad incentivare interventi che privilegeranno la realizzazione di nuove aree a verde o che comunque garantiscano il minor impatto possibile sulla rete degli scarichi idrici.

È auspicabile che l'ente gestore del servizio idrico integrato intervenga in maniera efficace nel monitoraggio delle reti e nell'applicazione del piano di manutenzione del sistema fognario.

A tal proposito, si rimanda al puntuale studio riguardante il piano generale della rete fognaria, redatto nel 2015, dove vengono evidenziati e descritti in maniera sintetica e di dettaglio gli interventi per ciascuna zona in cui è diviso il sistema fognario. Compito del Comune, nel rispetto e nel raggiungimento dell'obiettivo del contenimento del rischio idraulico, sarà quello di controllare e monitorare l'applicazione del piano di gestione della rete fognaria e verificare il conseguente ottenimento degli obiettivi che il piano stesso si prefigge.

### **5.3.1 Progetto strategico di sottobacino del Torrente Lura: misure strutturali**

Facendo riferimento a quanto illustrato nell'elaborato di Progetto Strategico di Sottobacino del Torrente Lura, per ridurre l'esposizione alle criticità che compongono il rischio idraulico possono essere messe in atto misure strutturali ovvero interventi mirati a trattenere parzialmente l'onda di piena in modo da poterla poi rilasciare gradualmente, realizzando opere di laminazione o espansione caratterizzati da cospicui volumi di invaso. La carenza di spazi residuali per la collocazione di tali interventi di laminazione (oltre alla difficoltà di individuare suoli idonei e non contaminati da inquinanti) e la necessità di inserimento paesistico-ambientale riducendone per quanto possibile l'impatto sul territorio, rendono la realizzazione di tali opere un processo molto delicato dal punto di vista della governance, oltre che ovviamente molto costoso.

Occorre ricordare che sono inoltre presenti sul sottobacino aree del territorio perfluviale che già il corso d'acqua tende naturalmente ad occupare, quali anse o golene, oppure tratti dove la tipica morfologia a meandro favorisce il rallentamento dell'acqua che, a causa dei vortici, disperde parte della sua energia e velocità; ma anche in questo caso si tratta di superfici ridotte e spesso limitate alla porzione medio alta del sottobacino.

A partire da questa riflessione, risulta ancora più evidente che il macro-obiettivo della sicurezza idraulica dovrà essere strettamente legato, oltre che agli altri obiettivi di qualità, a politiche che interessino in modo diversificato il sottobacino favorendo nella parte alta la capacità di ritenuta e rilascio lento delle aree naturali e nelle porzioni a valle le capacità di dispersione, puntando quindi su

misure non esclusivamente strutturali e promuovendo cioè una pianificazione virtuosa. La priorità dovrà essere quella di aumentare la resilienza del sottobacino riducendo le cause di pressione derivanti dal collettamento in rete di acque meteoriche e parassite e favorendo la dispersione delle stesse in loco.

Tale operazione sarà evidentemente tanto più efficace quanto più applicata a scala di ambito e richiederà quindi un profondo cambio di approccio rispetto alla gestione e alla trasformazione del territorio. Infine, non per importanza, saranno da favorire quegli interventi di delocalizzazione di attività antropiche in fascia esondabile accompagnati da operazioni di riqualificazione e de-impermeabilizzazione di suolo da restituire al torrente e alle sue funzioni.

Per quanto riguarda il tema “acque sicure”, è stata realizzata una zona golenale per la riduzione dei picchi di piena a Lurate Caccivio. È inoltre in corso la progettazione delle “Opere per la riduzione del rischio idraulico, la laminazione controllata delle piene e la riqualificazione ambientale del torrente Lura nei Comuni di Bregnano e Lomazzo”, intervento pianificato dall’Autorità di bacino del fiume Po e programmato da Regione Lombardia. L’opera si integra con gli interventi di laminazione previsti lungo la tratta B1 dell’Autostrada Pedemontana e prevede la realizzazione di tre invasi fuori linea, con una capacità complessiva di 520.000 mc, di cui 340.000 mc dedicati alla laminazione del torrente e 180.000 mc destinati alla regimazione delle acque provenienti dal sistema autostradale e di parte delle acque meteoriche urbane di Cermenate.

A partire da queste esperienze, la futura azione di governance sarà orientata a favorire la realizzazione di interventi finalizzati:

- al completamento dei sistemi di collettamento dei reflui fognari esistenti e al miglioramento dell'efficienza degli impianti di depurazione;
- alla restituzione di naturalità e miglioramento della funzionalità ecologica ai corsi d'acqua del sottobacino;
- alla salvaguardia e riqualificazione del sistema verde lungo i corsi d'acqua, per ricostruire la continuità della fascia vegetale ripariale, per creare o ripristinare aree di collegamento ecologico-funzionale o habitat di interesse naturalistico, per la riqualificazione ambientale dei territori adiacenti ai corsi d'acqua a fini ricreativi e di fruizione;
- alla valorizzazione delle aree perfluviali, anche attraverso la realizzazione di aree di esondazione controllata utilizzando un approccio il più possibile rispettoso della naturalità dei luoghi, in un'ottica multifunzionale che favorisca diverse modalità d'uso nel tempo anche ai fini naturalistici, ricreativi e di fruizione;
- all'invarianza idraulica ed idrologica, così come definite nel regolamento regionale, anche tenendo conto delle esperienze locali già in essere: interventi di de-impermeabilizzazione del suolo, ricorso a

sistemi di drenaggio urbano sostenibili (SUDS) nelle aree di nuova edificazione o ristrutturazione, interventi volti a favorire l'aumento dei tempi di corrivazione;

- alla restituzione di acque pulite e di origine naturale al torrente, per aumentarne il fattore di diluizione dei carichi inquinanti: riduzione dell'immissione di acque parassite nelle reti fognarie;

- alla ricarica delle falde e/o di sostegno ai naturali processi di ricarica, riqualificazione e recupero delle sorgenti, diminuzione dei prelievi di acque superficiali o sotterranee;

- alla salvaguardia idraulica del territorio, ovvero quelli previsti nello Studio di Fattibilità dell'Autorità di bacino del fiume Po;

- alla riduzione e il contenimento degli apporti idrici urbani al corso d'acqua durante gli eventi meteorici, attraverso la realizzazione di vasche di prima pioggia o volano.

Tra gli interventi volti a valorizzare i suoli nel loro ruolo di risorsa strategica per la fornitura di servizi ecosistemici, vi è quello finalizzato alla riduzione dei colmi di piena a valle di Lurate Caccivio, progettato e realizzato nell'ambito del Programma d'Azione del Contratto di Fiume Olona Bozzente Lura, con la formazione di una zona golenale attrezzata di oltre 15.000 mq presso l'area a sud del cimitero di Caccivio, progettata con particolare attenzione agli aspetti ecologico/morfologici.

Un altro importante esempio è la già citata area di laminazione controllata, prevista nei Comuni di Bregnano e Lomazzo. In un'ottica multifunzionale, l'opera consentirà una migliore fruizione del territorio fluviale da parte della popolazione, territorio (e quindi suolo) che è stato restituito al corso d'acqua.

Nel territorio del PLIS Parco del Lura, oltre a quanto già individuato da AdBPo con il proprio studio del 2003, sono state individuate alcune aree nel Piano Particolareggiato di Attuazione del PLIS Parco del Lura, vigente in tutti i comuni del Consorzio in quanto parte integrante dei PGT, come "aree di vulnerabilità idraulica e idrogeologica" ex art. 16 delle NTA. Tale norma richiama l'importanza del mantenimento o recupero delle aree perifluviali ad uso naturalistico e/o ricreativo. Il perimetro di tali aree potrà essere aggiornato sulla base delle mappe di pericolosità e rischio di alluvioni predisposte in attuazione della Direttiva 2007/60.

Inoltre, sono in atto da alcuni anni interventi di realizzazione e recupero di alcuni biotopi umidi per consentire la crescita selettiva della vegetazione lacustre, come ad esempio le zone umide e wetland realizzate a Cadorago e Caronno Pertusella, il "Centro per la biodiversità" a Lomazzo, e gli interventi realizzati nell'ambito del progetto Cariplo "Interventi finalizzati alla conservazione e valorizzazione della biodiversità nel Parco del Lura come progetto strategico per la rete ecologica dell'alta pianura lombarda, un progetto pilota di gestione attiva degli habitat", nei comuni di Guanzate, Bregnano, Cermenate e Lomazzo. Sono stati realizzati anche interventi per la formazione di nuovi boschi, con tecniche di forestazione urbana, come quelli nel Parco del Lura a Saronno, a Rovello Porro e a

Caronno P.lla realizzati negli scorsi anni anche in collaborazione con il Parco del Ticino, con la Provincia di Como e di Varese. Recente l'intervento realizzato a Lainate nell'ambito dell'attuazione di un tassello della Rete Ecologica Regionale.

Facendo tesoro di queste esperienze, nella futura azione di governance dovranno essere ulteriormente sviluppati interventi di:

- manutenzione delle opere idrauliche esistenti e difesa del suolo (inteso sia come territorio vasto);
- consolidamento dei suoli attraverso pratiche agricole forestali;
- messa in sicurezza e bonifica dei siti contaminati;
- riduzione del consumo di suolo, anche attraverso il recupero delle aree dismesse;
- de-impermeabilizzazione del suolo per favorire l'aumento dei tempi di corrivazione;
- incremento della funzionalità ecologica dei suoli;
- conservazione e riqualificazione degli ecosistemi residui, degli habitat esistenti e delle aree ad elevata naturalità in coerenza con gli ambiti fluviali nei quali si interviene.

Facendo riferimento alle misure previste dalla direttiva ai fini della riduzione del rischio idraulico sarà indispensabile:

- applicare la misura M2 attraverso la verifica di compatibilità degli strumenti urbanistici vigenti, e il loro eventuale adeguamento, con gli obiettivi e le azioni del presente progetto, soprattutto per quanto riguarda la preservazione del corridoio fluviale multifunzionale, l'applicazione dei principi di invarianza idraulica, la conservazione delle aree golenali e/o il loro ampliamento, anche attraverso la rilocalizzazione (eventualmente attraverso l'applicazione dei principi di compensazione e/o di strumenti perequativi) o l'adeguamento di strutture interferenti o penalizzanti il deflusso delle acque; in sostanza, la restituzione al fiume dei propri spazi;

- applicare la misura M3, favorendo la realizzazione delle necessarie opere di difesa idraulica del territorio e di riqualificazione fluviale, partecipando attivamente all'attuazione e/o finanziamento delle stesse, curando la manutenzione e gestione del reticolo idrico, l'applicazione di buone pratiche finalizzate alla riduzione degli apporti meteorici urbani ai corpi idrici superficiali, anche attraverso il contenimento di nuovi interventi di impermeabilizzazione o la deimpermeabilizzazione dell'esistente;

- applicare la misura M4, attraverso la realizzazione di un sistema di monitoraggio, previsione e allerta a scala di sottobacino, integrato con il più ampio sistema di monitoraggio regionale; attraverso l'adeguamento degli strumenti di pianificazione dell'emergenza ai nuovi strumenti conoscitivi resi disponibili sulla pericolosità e rischio di alluvione, anche al fine di raggiungere l'integrazione degli stessi a scala di sottobacino; informazione e sensibilizzazione della popolazione afferente al sottobacino relativamente agli obiettivi del presente progetto; formazione di personale specifico

addetto a fronteggiare e gestire situazioni di rischio, favorendo il coinvolgimento della popolazione in tutte le sue fasce di età; promozione dello sviluppo di nuovi sistemi di coinvolgimento della popolazione in caso di evento alluvionale (es. sviluppo di app da parte di istituti scolastici locali); organizzazione di esercitazioni di protezione civile a scala di sottobacino;

- applicare la misura M5, attraverso l'analisi critica di efficacia degli strumenti di emergenza esistenti a seguito di eventi verificatisi, la periodica revisione e aggiornamento dei dati conoscitivi sui quali si fonda il presente progetto e la conseguente eventuale revisione delle misure da attuare.

Misure in riferimento alla Direttiva Europea 2007/60	<b>M 2</b>	prevenzione <ul style="list-style-type: none"> <li>. M 21 prevenzione in edificabilità</li> <li>. M 22 rimozione o delocalizzazione</li> <li>. M 23 riduzione</li> <li>. M 24 altre misure di prevenzione</li> </ul>
	<b>M 3</b>	protezione <ul style="list-style-type: none"> <li>. M 31 gestione delle inondazioni naturali, gestione del drenaggio e di bacino</li> <li>. M 32 regolazione delle piene</li> <li>. M 33 opere di canalizzazione, opere costiere e sulle pianure alluvionali</li> <li>. M 34 gestione delle acque superficiali</li> <li>. M 35 altre misure di protezione</li> </ul>
	<b>M 4</b>	preparazione <ul style="list-style-type: none"> <li>. M 41 previsione delle inondazioni e allarmi</li> <li>. M 42 pianificazione della risposta alle emergenze</li> <li>. M 43 informazione preventiva e preparazione</li> <li>. M 44 altre misure di preparazione</li> </ul>
	<b>M 5</b>	ritorno alla normalità e analisi <ul style="list-style-type: none"> <li>. M 51 ritorno alla normalità individuale e sociale</li> <li>. M 52 ripristino ambientale</li> <li>. M 53 analisi e valorizzazione</li> </ul>
	<b>M 6</b>	altro

#### 5.4 PUNTI DI OSSERVAZIONE PREVISTI NEL PIANO DI EMERGENZA COMUNALE

In caso di piogge intense o prolungate che potrebbero dare luogo ad esondazioni, nell'ambito del Piano di Emergenza Comunale sono stati individuati ai fini di un monitoraggio/osservazione del Torrente Lura i seguenti possibili punti:

**Tabella 5: Punti di monitoraggio per esondazione del Torrente Lura (Fonte: Piano di Emergenza Comunale)**

<b>PUNTI DI MONITORAGGIO</b>
Strada Rurale Oltre Via Gustelli – Ovest Località Puginate
Strada Rurale Proseguendo Su Via Menegardo
Ponte Di Attraversamento Su Strada Sp 32 Dir. Lomazzo

Inoltre, per quanto riguarda l'area ad est di Puginate, sono state evidenziate aree depresse oggetto di fenomeni di esondazione ed allagamento di campi aperti; si tratta, comunque, di aree non interessate da urbanizzazione, occupate da campi aperti e prati. Pertanto, si riporta nella seguente tabella, il punto di osservazione qualora si verificassero casi di piogge intense o prolungate:

Tabella 6: Punti di monitoraggio per esondazione ad est della frazione di Puginate (Fonte: Piano di Emergenza Comunale)

PUNTI DIMONITORAGGIO
Strada rurale ad est della frazione di Puginate

## 5.5 CONSIDERAZIONI GENERALI SUGLI SCARICHI NEI RICETTORI

In termini generali, per quanto concerne *le interazioni tra le aree urbane e i ricettori*, si ricorda che secondo quanto previsto dalla normativa, la realizzazione di uno scarico delle acque pluviali in un ricettore, che deve avvenire a valle di invasi di laminazione dimensionati per rispettare le portate massime ammissibili, è dovuta *in caso di capacità di infiltrazione dei suoli inferiore rispetto all'intensità delle piogge più intense*. Inoltre, secondo quanto definito all'Art. 7 del R.R. 7/2017, si ricorda che i limiti allo scarico devono essere diversificati in funzione di:

- caratteristiche delle aree di formazione e di possibile scarico delle acque meteoriche;
- differenti effetti dell'apporto di nuove acque meteoriche nei sistemi di drenaggio nelle aree urbane o extraurbane, di pianura o di collina;
- dipendenza di tali effetti dalle caratteristiche del ricettore finale, in termini di capacità idraulica dei tratti soggetti ad incremento di portata e dei tratti a valle.

Essendo il territorio comunale di Bregnano classificato come area a criticità idraulica A, secondo quanto previsto dall'Art. 8 del R.R. 7/2017, gli scarichi nel ricettore sono limitati mediante l'adozione di interventi atti a contenere l'entità delle portate scaricate entro valori compatibili con la capacità idraulica del ricettore stesso e comunque entro il valore massimo ammissibile (ulim) che per le aree A è stato valutato pari a 10 l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento, a meno che il gestore del ricettore non abbia imposto limiti più restrittivi.

## **6 CONCLUSIONI**

Il presente studio, "Documento del rischio idraulico comunale", redatto secondo quanto previsto dal Regolamento Regionale 7/2017, art. 4, comma 8, rappresenta le attuali condizioni di rischio idraulico presenti nel territorio comunale di Bregnano e le conseguenti misure strutturali e non strutturali individuate per il controllo e possibilmente la riduzione delle suddette condizioni di rischio.

L'analisi ha portato ad una fotografia delle criticità del sistema idraulico, in particolare legate sia alla rete idrografica che alla rete fognaria.

Per la rete naturale, i problemi principali sono legati alla presenza del Torrente Lura e alle interazioni che esso ha con gli ambiti urbanizzati e il tessuto infrastrutturale e ad un tombotto quasi completamente interrato della Roggia Murella, appartenente al R.I.M.

Per quanto riguarda la rete fognatura, l'analisi fatta dal gestore del sistema evidenzia le criticità legate ai limiti della rete e alle caratteristiche morfologiche del territorio.

Alla situazione attuale andrà aggiunta una verifica degli interventi e delle misure prese nella realizzazione delle previsioni degli ambiti di trasformazione del PGT vigente; tali aspetti sono in parte già stati considerati dallo studio sullo stato di fatto della rete fognaria e consortile, con l'individuazione degli interventi necessari.

Il presente documento individua e propone alcune aree adatte per la realizzazione delle misure strutturali previste dal R.R. 7/2017 e ss.mm.ii., recependo principalmente le vasche di laminazione già previste dallo studio sul Torrente Lura e proponendo la risoluzione del disordine idraulico gravante sul tratto della Roggia Murella a monte di Via Croce, mediante la formazione di un'area di laminazione con uno scarico controllato nel tombotto esistente.

Viene ribadita l'importanza dell'interazione con gli altri strumenti di analisi delle componenti in gioco, specialmente come controllo dell'effettiva attuazione di quanto previsto in tali strumenti (azioni di risposta allo scenario di rischio idrogeologico del Piano di Emergenza Comunale, piano di manutenzione della rete fognaria del piano di gestione della stessa).

Oltre a quanto previsto dallo studio, si sottolinea come il Comune possa attuare anche le altre azioni previste dall'art. 15 5 del R.R. 7/2017 e ss.mm.ii.

I risultati del presente studio devono essere condivisi, analizzati, implementati e continuamente aggiornati, auspicando un maggior approfondimento delle tematiche sviluppate e una continua interazione con gli altri strumenti prodotti sulla tematica idraulica.

Le risultanze che emergono dal presente studio dovranno essere recepite nel PGT comunale, così come indicato dall'art. 14, comma 5 del RR 7/2017, a livello di componente geologica per la delimitazione delle aree a rischio idraulico (allagabili) e a livello di piano dei servizi per le misure strutturali.

Si raccomanda altresì l'applicazione delle misure non strutturali descritte nel documento.

## **ALLEGATO A – REPORT SIMULAZIONI CON SOFTWARE HEC-RAS**

### **A.0 – PREMESSA**

Hec-RAS (Hydrologic Engineering Center's River Analysis System) è un software che permette di eseguire calcoli idraulici di moto uniforme monodimensionale e di moto non uniforme mono- o bi-dimensionale.

Hec-RAS è un sistema integrato di software sviluppato per un uso multi-funzionale, per molteplici utenti in un ambiente in rete. Tale sistema è composto da un'interfaccia grafica, da singole componenti di analisi idraulica, applicativi di archiviazione e gestione di dati e modelli di restituzione grafica e testuale dei risultati.

Il sistema Hec-RAS contiene 4 componenti di analisi idraulica per: (1) calcoli di moto uniforme in corrente a superficie libera; (2) simulazioni di moto non uniforme mono e bi-dimensionale; (3) computazioni di trasporto solido entro confini mobili; e (4) modellazione della variazione di temperatura e del trasporto di calore nell'acqua.

L'elemento chiave di queste 4 componenti è che usano comuni routines di calcolo idraulico sfruttando comuni rappresentazioni geometriche e annessi dati. Oltre a ciò, il sistema contiene numerose funzionalità che possono essere utilizzate una volta che i calcoli base sono stati completati. La versione di Hec-RAS utilizzata per il presente studio permette calcoli di moto a superficie libera uniforme e non uniforme, di trasporto solido e di analisi qualitativa delle acque. Il software contiene inoltre strumenti per la mappatura di scenari di inondazione, di particolare interesse per lo studio eseguito.

Nel presente allegato si riportano i dati salienti della modellazione idraulica eseguita e risultati delle simulazioni di deflusso realizzate, in termini di tabelle delle grandezze caratterizzanti il moto, di profilo idraulico e di sezioni.

## **A.1 – GEOMETRIA**

### **Modello digitale del terreno**

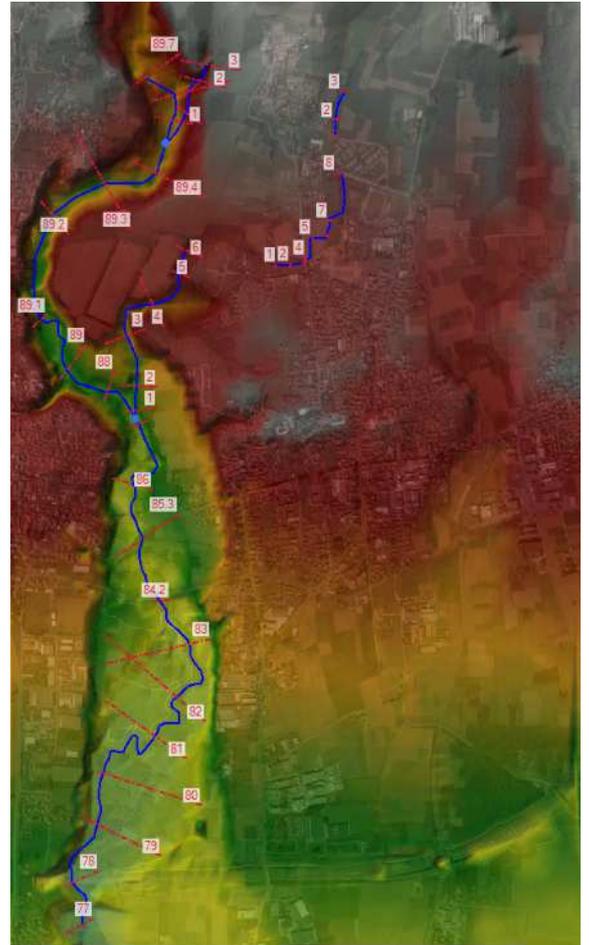
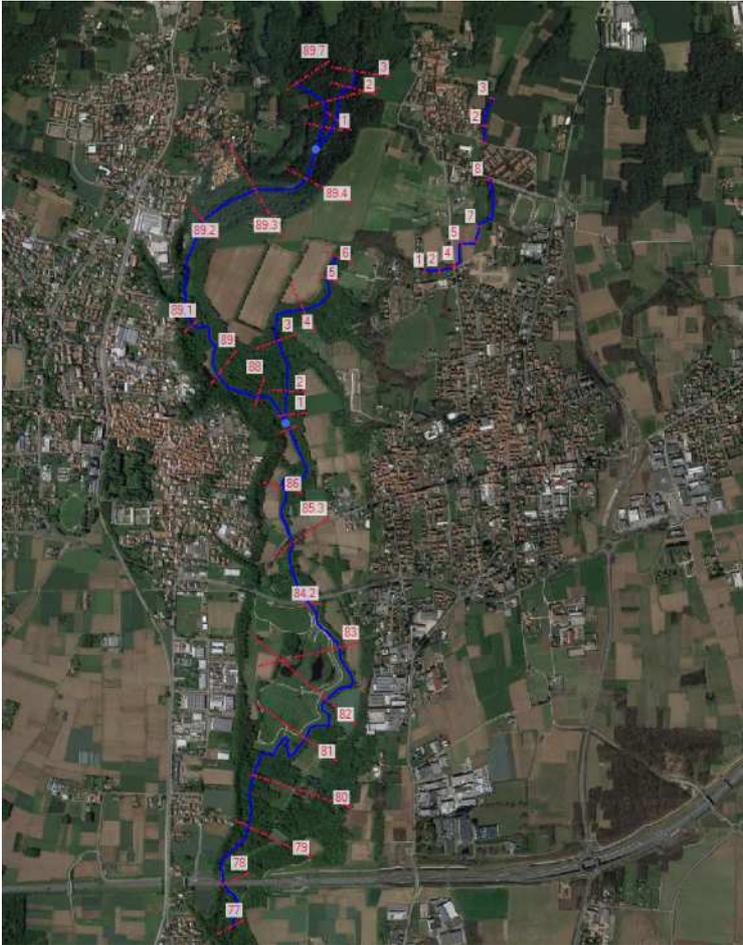
Per eseguire una modellazione idraulica che tenesse conto non solo dell'alveo dei corsi d'acqua modellati mediante le sezioni idrauliche, ma anche del territorio circostante al fine di simulare anche la propagazione di eventuali esondazioni, è stato costruito un modello digitale del terreno (DEM) del territorio comunale, utilizzando i punti quotati disponibili sulla cartografia vigente ed eseguendo un'interpolazione per maglie di circa 1 m x 1 m, di cui di seguito si propone la resa grafica sovrapposte all'immagine satellitare:



*Modello digitale del terreno utilizzato per la simulazione*

### Corsi d'acqua

Avendo costruito il DEM del territorio comunale, sono poi stati ricostruiti i corsi d'acqua più significativi dal punto di vista idraulico, utilizzando le sezioni acquisite dalle banche dati o misurate sul campo e quindi georeferenziate per essere correttamente ubicate planimetricamente e corredate di un set di valori di scabrezza per le aree golenali e/o retrospondali e per l'alveo:



*Sovrapposizione della geometria del modello sull'Ortofoto e sul DEM utilizzato*

### Condizioni al contorno

Per completare il set di dati di input per la simulazione, è stato infine necessario assegnare le condizioni al contorno per ogni tratto modellato. Si è scelto di utilizzare la condizione di moto critico a monte e a valle dei tratti torrentizi "aperti", mentre per quanto riguarda i punti di confluenza è stata impostata la condizione di conservazione dell'energia.

COMUNE DI BREGNANO

STUDIO COMUNALE DI GESTIONE DEL RISCHIO IDRAULICO

A.2 – REPORT SIMULAZIONE: TEMPO DI RITORNO DECENNALE TR = 10 ANNI

Tabelle dei risultati

HEC-RAS Plan: Q10- Profile: PF 1

River	Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
T. Lura 3	Bregnano	87	PF 1	29.00	254.32	255.63	255.30	255.82	0.006350	1.91	15.20	15.70	0.62
T. Lura 3	Bregnano	86	PF 1	29.00	252.22	254.00	253.58	254.07	0.003341	1.10	26.38	39.07	0.43
T. Lura 3	Bregnano	85.3	PF 1	29.00	250.71	252.52	252.07	252.76	0.006020	2.17	13.34	9.28	0.58
T. Lura 3	Bregnano	85.2	Bridge										
T. Lura 3	Bregnano	85	PF 1	29.00	250.71	252.44	252.07	252.71	0.007153	2.30	12.60	9.24	0.63
T. Lura 3	Bregnano	84.2	PF 1	29.00	249.37	251.45	250.67	251.58	0.002787	1.60	18.08	11.86	0.41
T. Lura 3	Bregnano	84.15	Bridge										
T. Lura 3	Bregnano	84.1	PF 1	29.00	249.34	251.16	250.48	251.29	0.003126	1.63	17.78	12.58	0.44
T. Lura 3	Bregnano	83	PF 1	29.00	247.96	250.16	249.42	250.31	0.004595	1.75	18.02	26.13	0.52
T. Lura 3	Bregnano	82	PF 1	29.00	246.61	248.52	247.90	248.73	0.004597	2.02	14.38	9.41	0.52
T. Lura 3	Bregnano	81	PF 1	29.00	245.21	247.31	246.49	247.40	0.003420	1.37	21.15	21.95	0.45
T. Lura 3	Bregnano	80	PF 1	29.00	242.85	244.28	244.05	244.60	0.010578	2.48	11.70	11.48	0.78
T. Lura 3	Bregnano	79	PF 1	29.00	240.95	242.53	242.07	242.67	0.003931	1.72	20.16	28.81	0.49
T. Lura 3	Bregnano	78	PF 1	29.00	239.88	241.47	241.11	241.54	0.002103	1.34	32.14	65.54	0.36
T. Lura 3	Bregnano	77	PF 1	29.00	238.66	239.79	239.79	240.28	0.017866	3.09	9.37	9.62	1.00
T. Lura 2	Bregnano	89.4	PF 1	29.00	266.26	268.65	267.78	268.70	0.001441	0.97	29.88	27.99	0.30
T. Lura 2	Bregnano	89.3	PF 1	29.00	264.36	266.26	266.26	266.66	0.016445	2.80	10.56	14.06	0.96
T. Lura 2	Bregnano	89.2	PF 1	29.00	260.72	263.87	262.34	263.89	0.000486	0.71	40.89	27.24	0.18
T. Lura 2	Bregnano	89.1	PF 1	29.00	260.56	262.33	262.17	262.59	0.010776	2.25	12.89	15.55	0.79
T. Lura 2	Bregnano	89	PF 1	29.00	258.36	258.01	257.47	258.22	0.005135	2.05	14.15	9.67	0.54
T. Lura 2	Bregnano	88	PF 1	29.00	255.05	256.95	256.58	257.08	0.005022	1.61	18.06	19.62	0.53
T. Lura	Bregnano	89.7	PF 1	29.00	268.95	271.35	270.12	271.42	0.000899	1.22	27.69	22.33	0.26
T. Lura	Bregnano	89.6	PF 1	29.00	268.16	271.29	269.77	271.32	0.000383	0.81	43.79	35.60	0.17
T. Lura	Bregnano	89.5	PF 1	29.00	268.41	269.66	269.66	270.03	0.015795	2.72	11.07	15.68	0.94

HEC-RAS Plan: Q10- Profile: PF 1

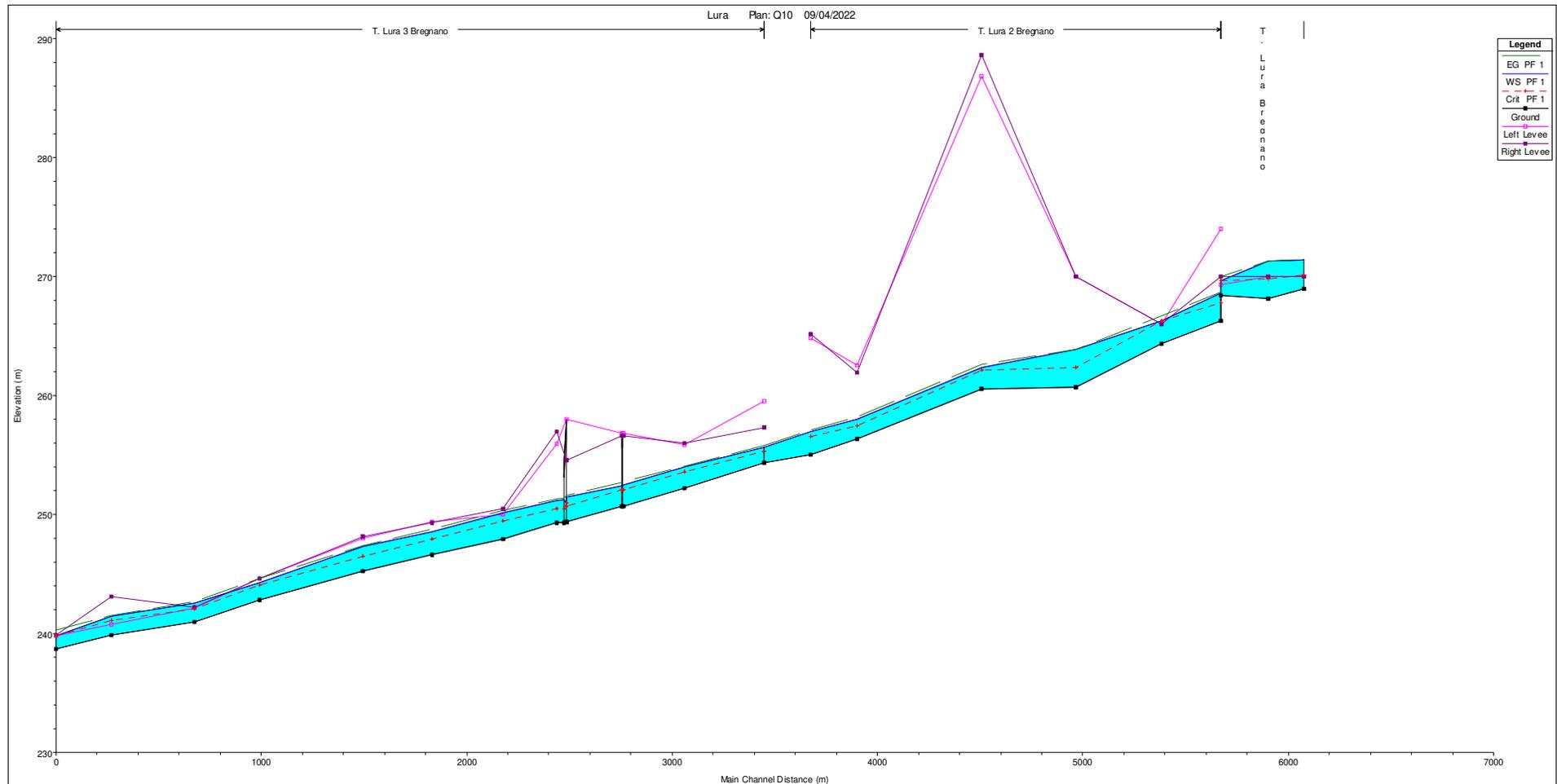
River	Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Roggia Murella 3	Bregnano	3	PF 1	1.50	303.35	303.86	303.86	304.05	0.027731	1.93	0.78	2.03	1.00
Roggia Murella 3	Bregnano	2	PF 1	1.50	300.64	301.68	301.15	301.68	0.000402	0.34	5.56	15.00	0.13
Roggia Murella 3	Bregnano	1	PF 1	1.50	300.22	300.73	300.73	300.92	0.027735	1.93	0.78	2.03	1.00
Roggia Murella 2	Bregnano	8	PF 1	1.50	298.73	299.37	299.11	299.42	0.004331	0.94	1.59	3.16	0.42
Roggia Murella 2	Bregnano	7	PF 1	1.50	296.95	297.33	297.33	297.50	0.026847	1.79	0.84	2.57	1.00
Roggia Murella 2	Bregnano	6	PF 1	1.50	295.95	297.08	296.33	297.09	0.000555	0.45	3.35	4.14	0.16
Roggia Murella 2	Bregnano	5	PF 1	1.50	296.18	296.69	296.56	296.77	0.009996	1.27	1.18	2.85	0.63
Roggia Murella 2	Bregnano	4	PF 1	1.50	295.35	296.05	295.75	296.10	0.004624	0.99	1.51	2.54	0.41
Roggia Murella 2	Bregnano	3	PF 1	1.50	295.00	295.39	295.39	295.55	0.027056	1.81	0.83	2.50	1.00
Roggia Murella 2	Bregnano	2	PF 1	1.50	294.00	294.92	294.39	294.94	0.001624	0.67	2.23	3.07	0.25
Roggia Murella 2	Bregnano	1	PF 1	1.50	293.48	293.87	293.87	294.04	0.027811	1.84	0.82	2.39	1.00
Roggia Murella	Bregnano	6	PF 1	1.50	283.81	284.07	284.04	284.11	0.017066	0.90	1.68	11.66	0.75
Roggia Murella	Bregnano	5	PF 1	1.50	279.67	280.08	280.08	280.18	0.027744	1.42	1.06	5.22	1.01
Roggia Murella	Bregnano	4	PF 1	1.50	273.98	274.35	274.39	274.51	0.050311	1.79	0.84	4.55	1.34
Roggia Murella	Bregnano	3	PF 1	1.50	266.23	266.62	266.66	266.80	0.040247	1.87	0.80	3.39	1.23
Roggia Murella	Bregnano	2	PF 1	1.50	258.07	258.60	258.61	258.75	0.028343	1.70	0.88	3.26	1.04
Roggia Murella	Bregnano	1	PF 1	1.50	255.61	256.35	255.95	256.35	0.000701	0.36	4.19	10.41	0.18

HEC-RAS Plan: Q10- River: Impluvio Nord Reach: Bregnano Profile: PF 1

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
Bregnano	3	PF 1	0.55	290.75	291.13	291.13	291.22	0.029575	1.36	0.40	2.13	1.00
Bregnano	2	PF 1	0.55	277.35	279.25	277.74	279.25	0.000008	0.07	8.18	8.51	0.02
Bregnano	1	PF 1	0.55	278.61	278.93	278.93	279.01	0.029863	1.25	0.44	2.74	1.00

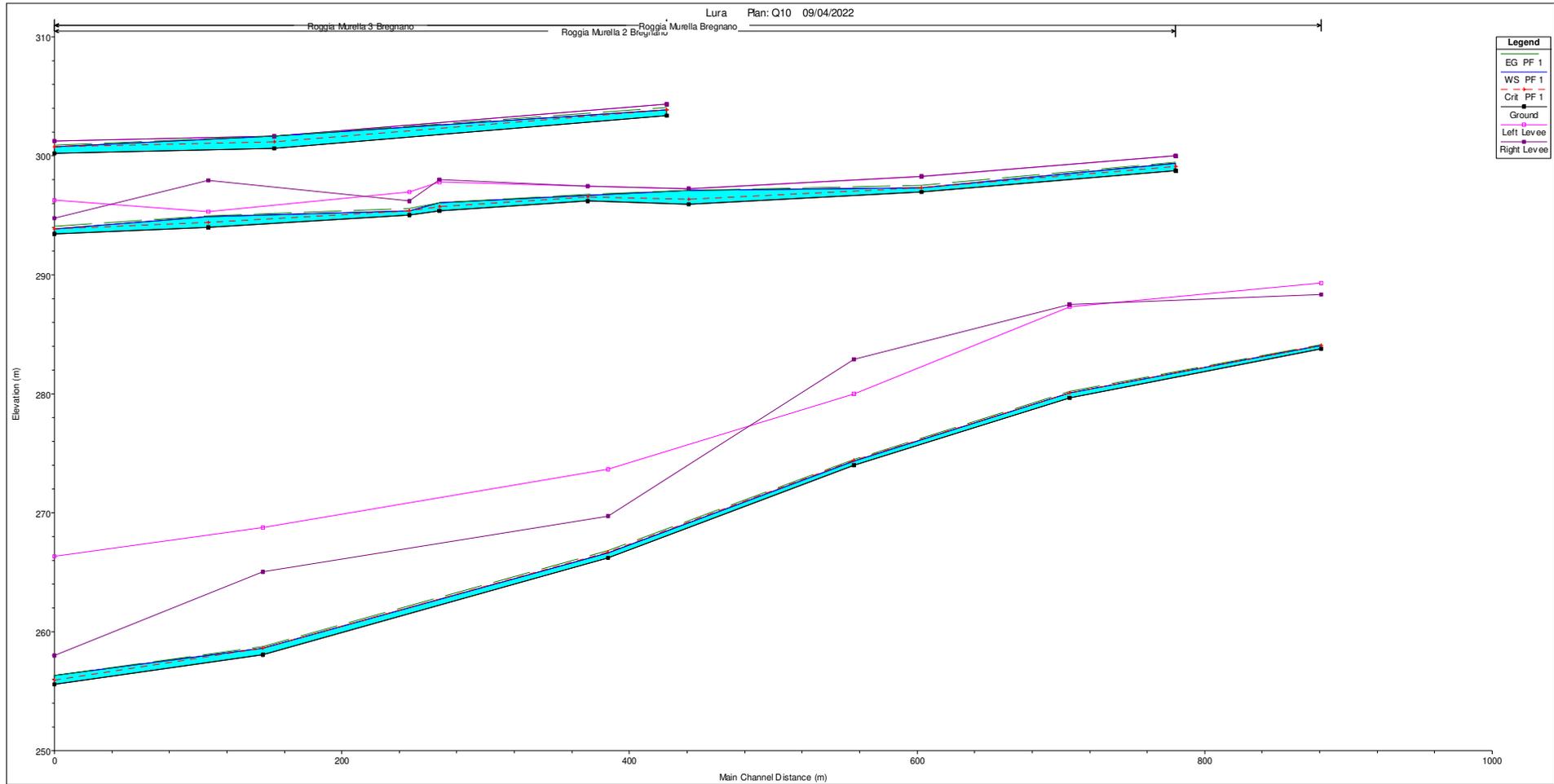
COMUNE DI BREGNANO  
STUDIO COMUNALE DI GESTIONE DEL RISCHIO IDRAULICO

Profili idraulici



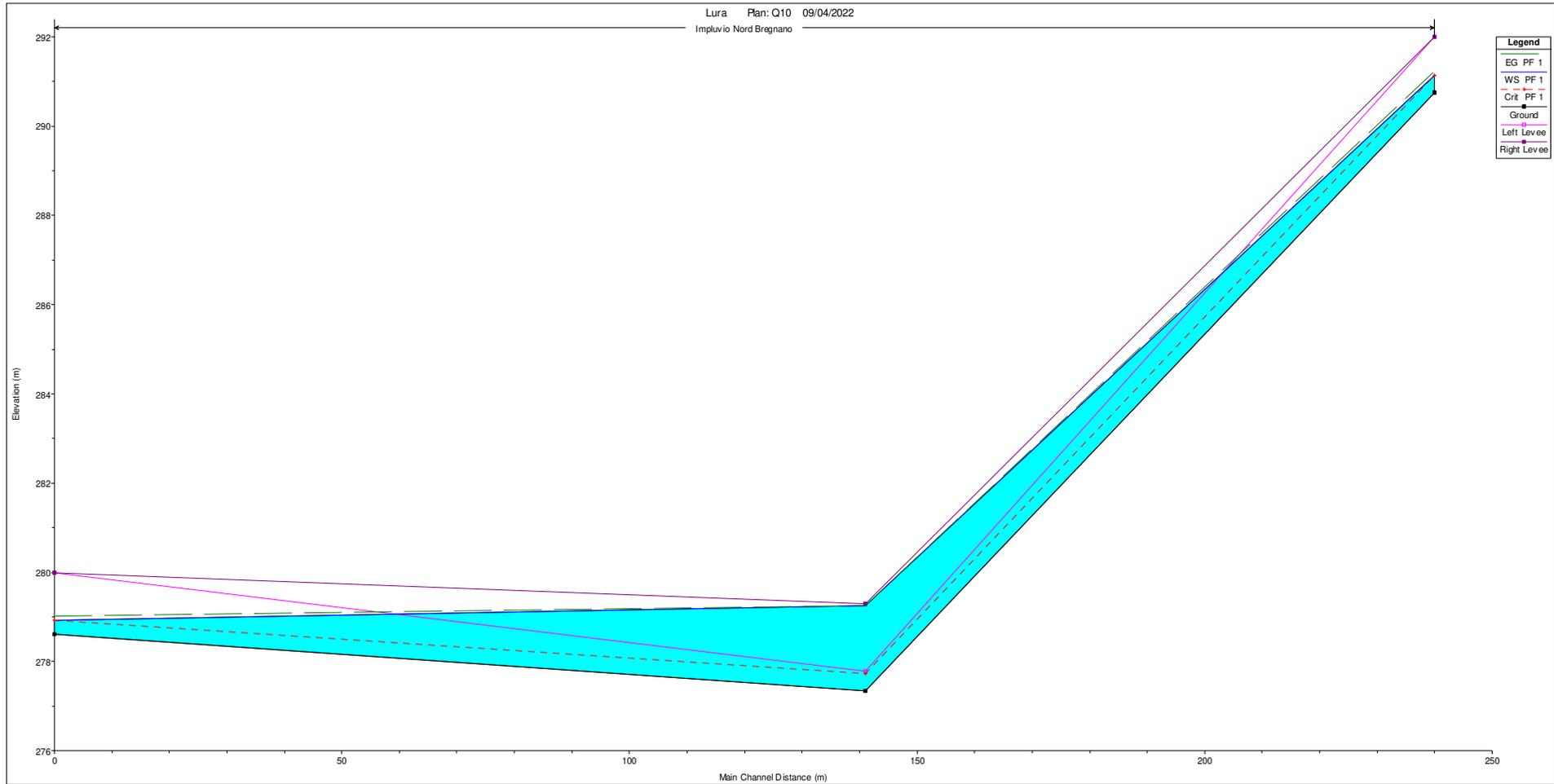
T. Lura – profilo di piena decennale

**COMUNE DI BREGNANO**  
**STUDIO COMUNALE DI GESTIONE DEL RISCHIO IDRAULICO**



*Roggia Murella – profilo di piena decennale*

COMUNE DI BREGNANO  
STUDIO COMUNALE DI GESTIONE DEL RISCHIO IDRAULICO

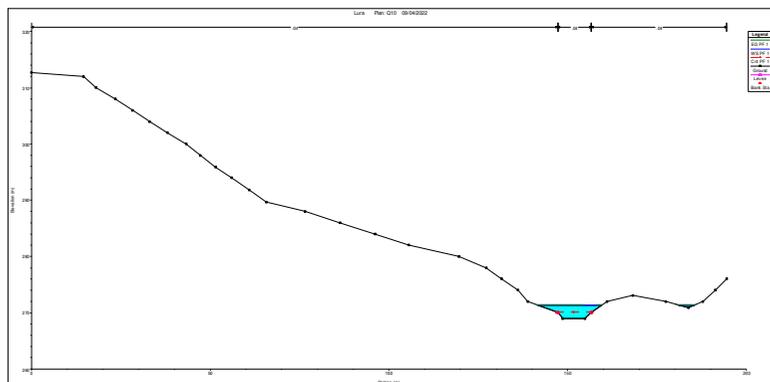


Impluvio N – profilo di piena decennale

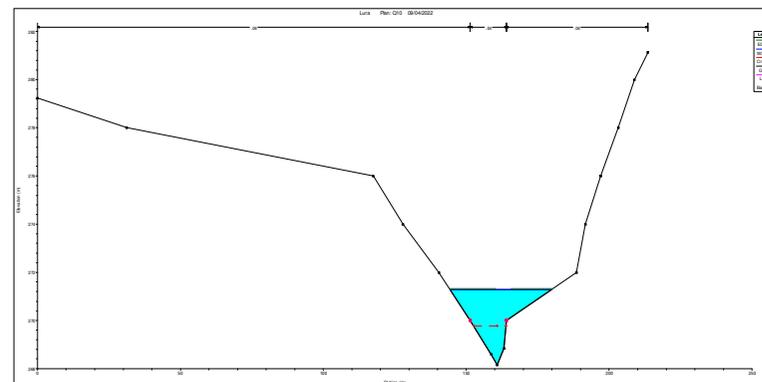
COMUNE DI BREGNANO  
STUDIO COMUNALE DI GESTIONE DEL RISCHIO IDRAULICO

Sezioni

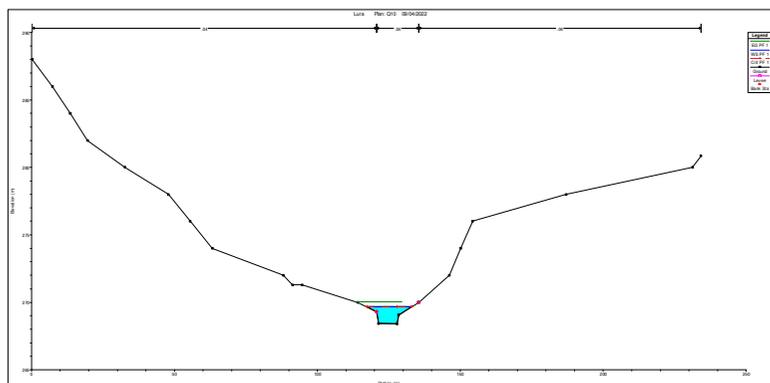
T. Lura



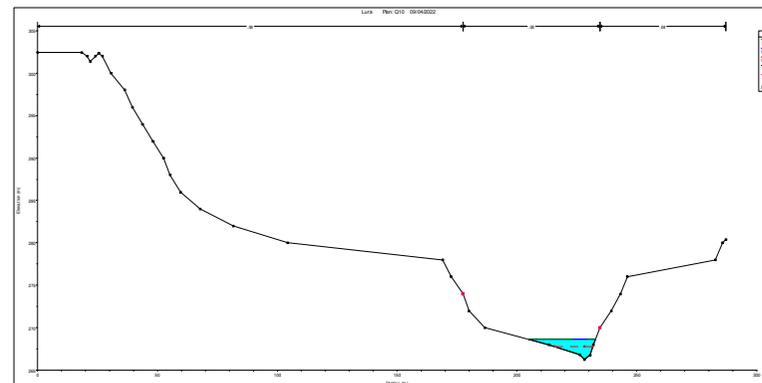
89.7



89.6

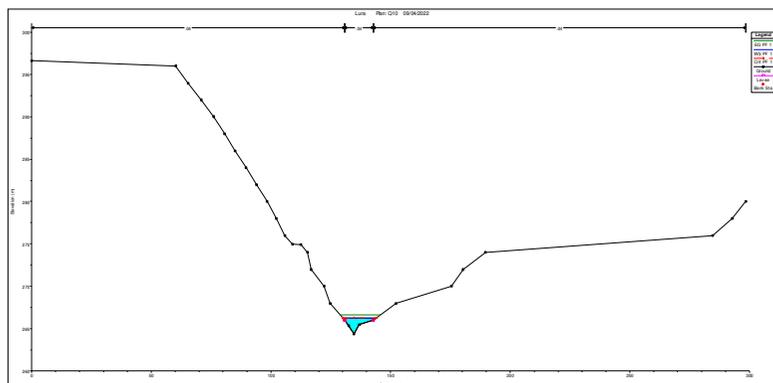


89.5

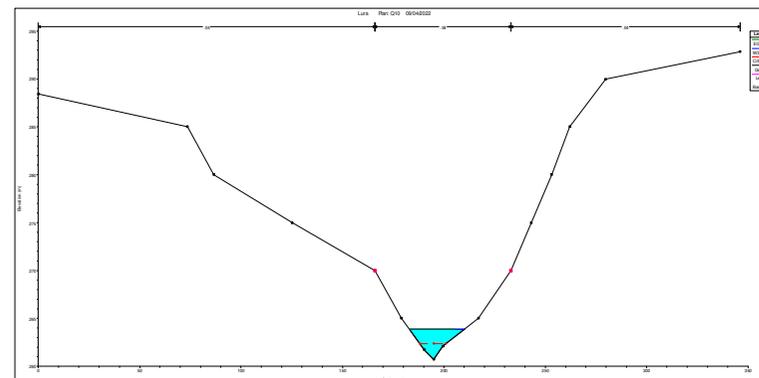


89.4

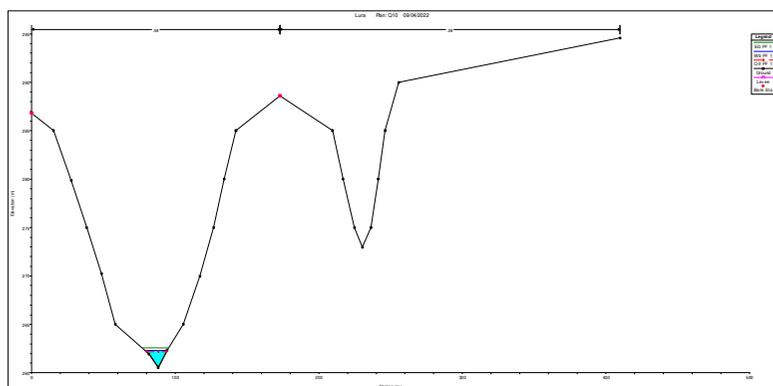
COMUNE DI BREGNANO  
STUDIO COMUNALE DI GESTIONE DEL RISCHIO IDRAULICO



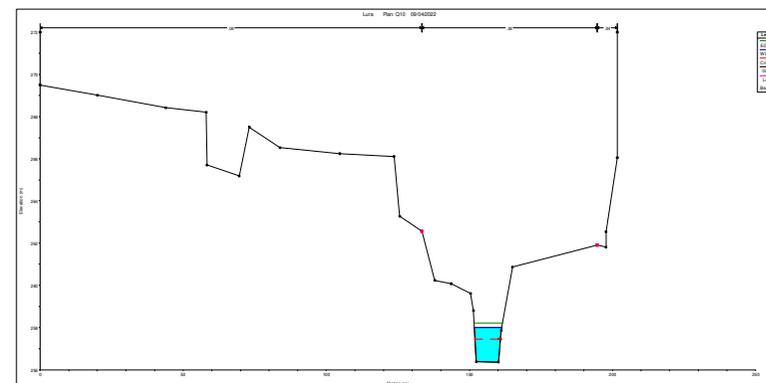
89.3



89.2

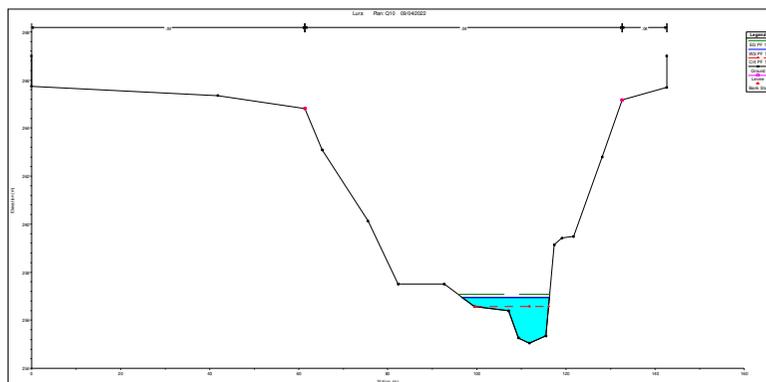


89.1

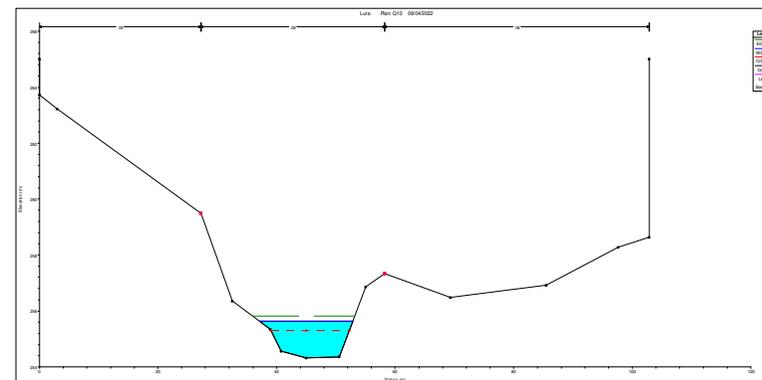


89

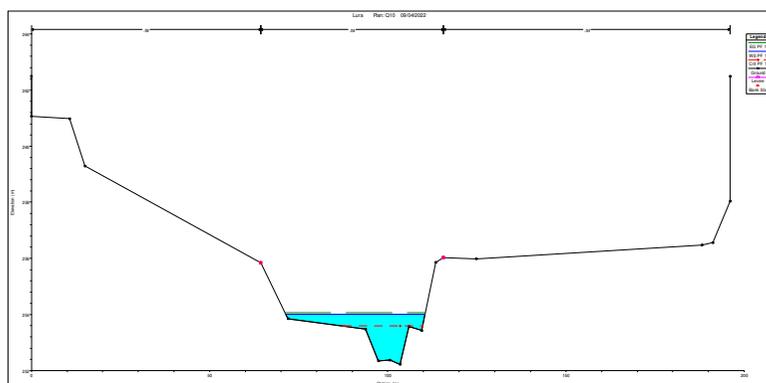
**COMUNE DI BREGNANO**  
**STUDIO COMUNALE DI GESTIONE DEL RISCHIO IDRAULICO**



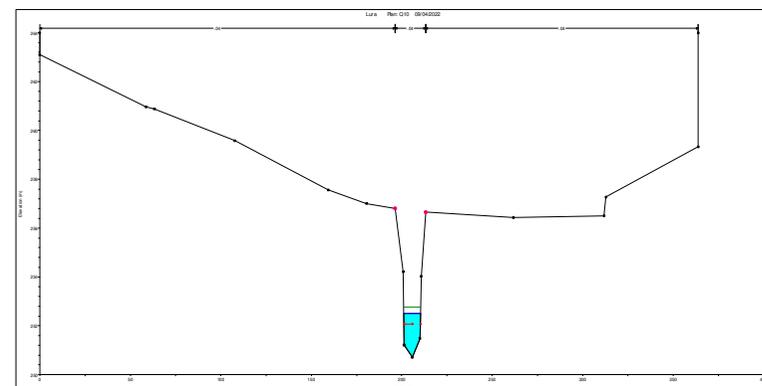
88



87

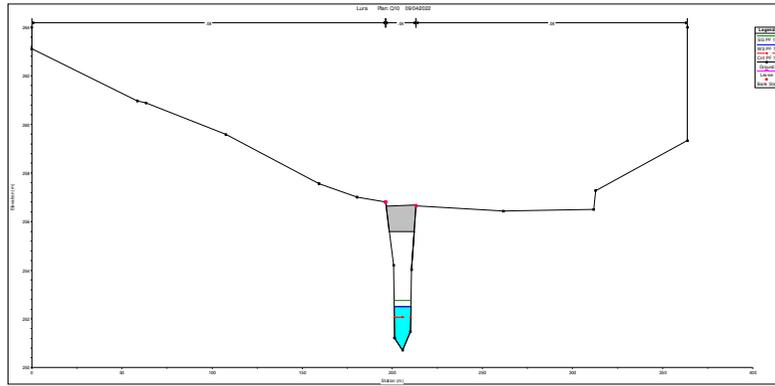


86

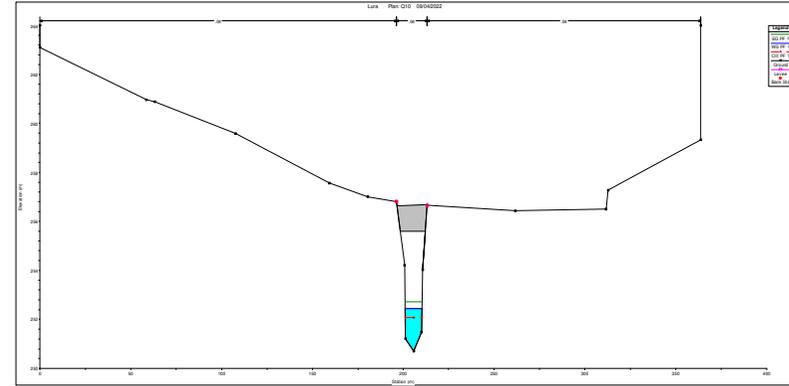


85.3

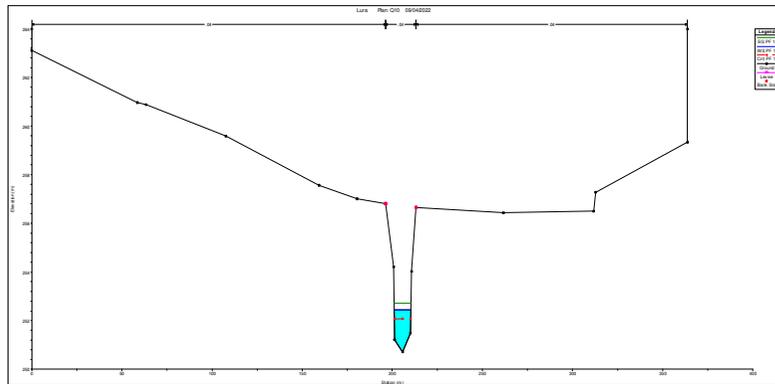
COMUNE DI BREGNANO  
STUDIO COMUNALE DI GESTIONE DEL RISCHIO IDRAULICO



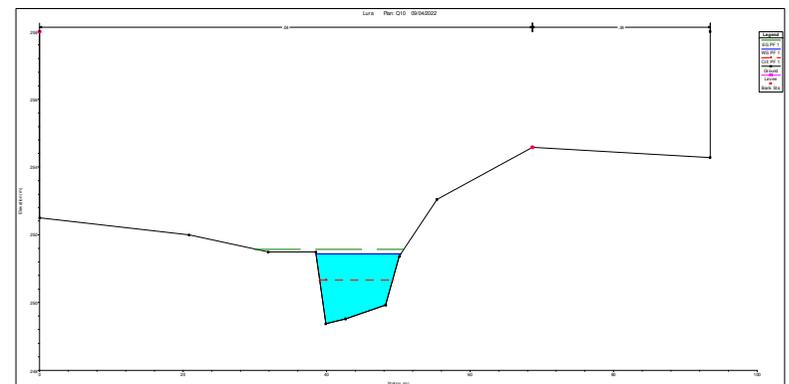
85.2 BR U



85.2 BR D

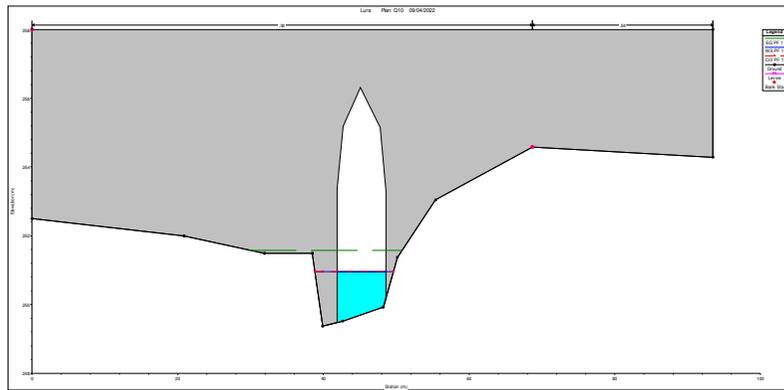


85

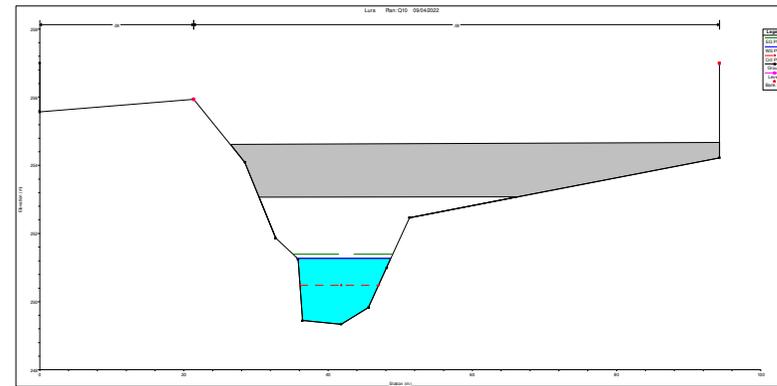


84.2

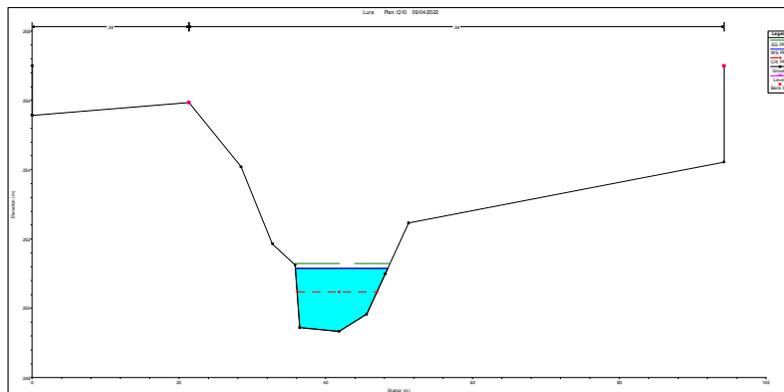
COMUNE DI BREGNANO  
STUDIO COMUNALE DI GESTIONE DEL RISCHIO IDRAULICO



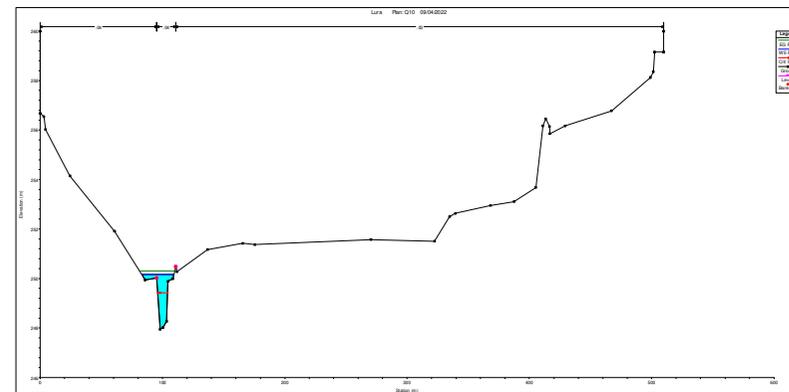
84.15 BR U



84.15 BR D

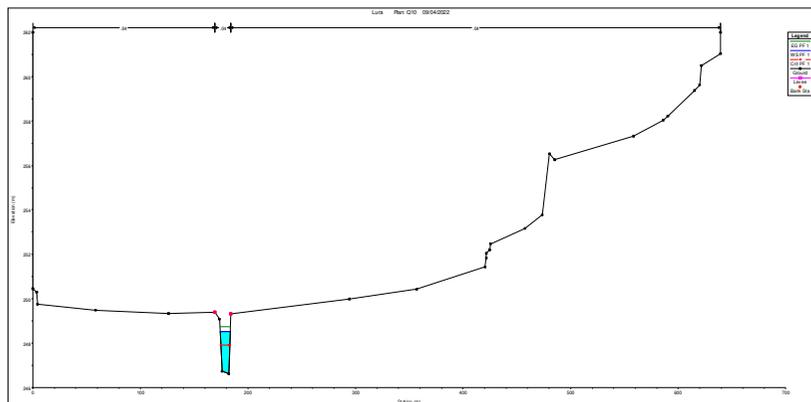


84.1

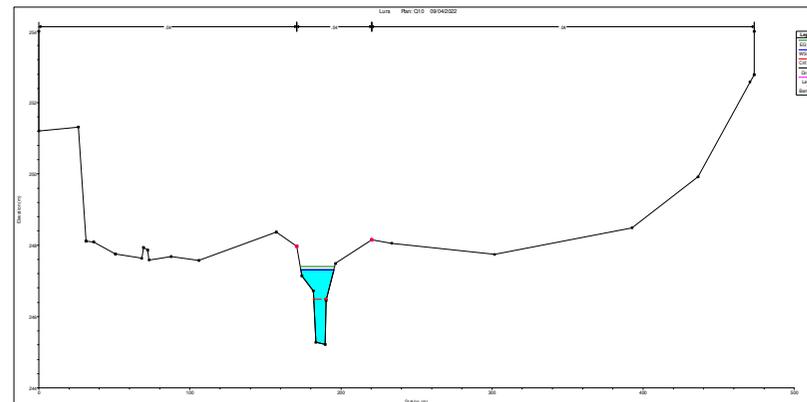


83

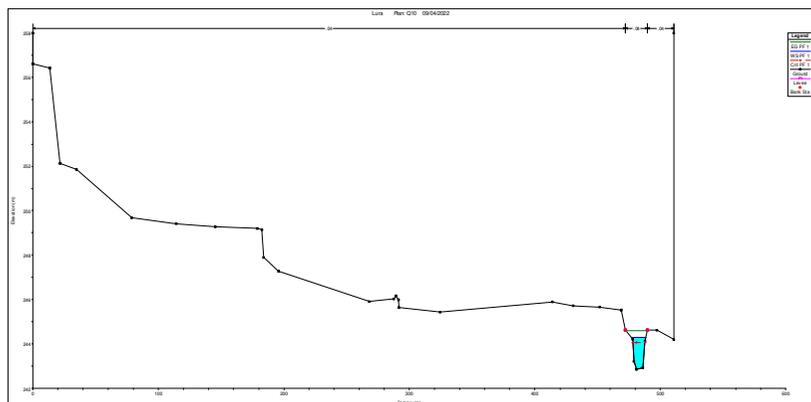
COMUNE DI BREGNANO  
STUDIO COMUNALE DI GESTIONE DEL RISCHIO IDRAULICO



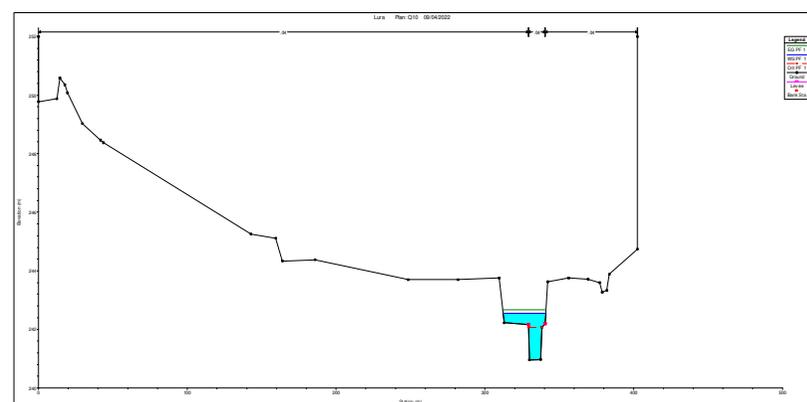
82



81

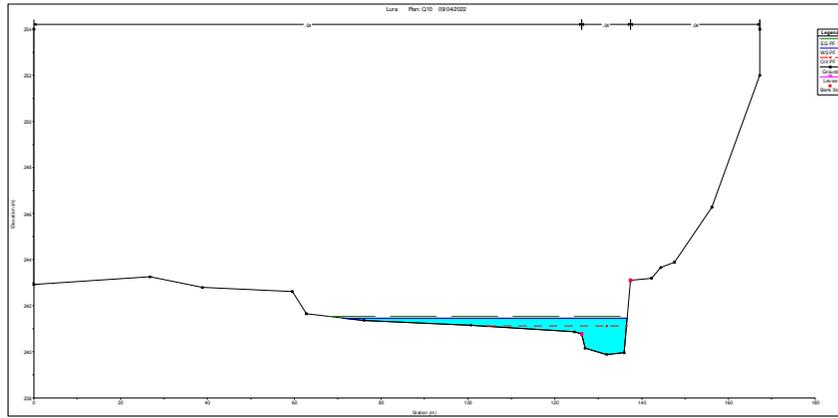


80

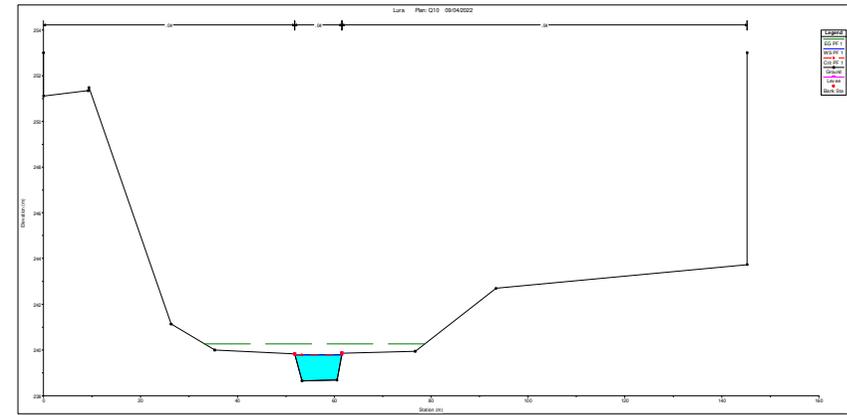


79

**COMUNE DI BREGNANO**  
**STUDIO COMUNALE DI GESTIONE DEL RISCHIO IDRAULICO**

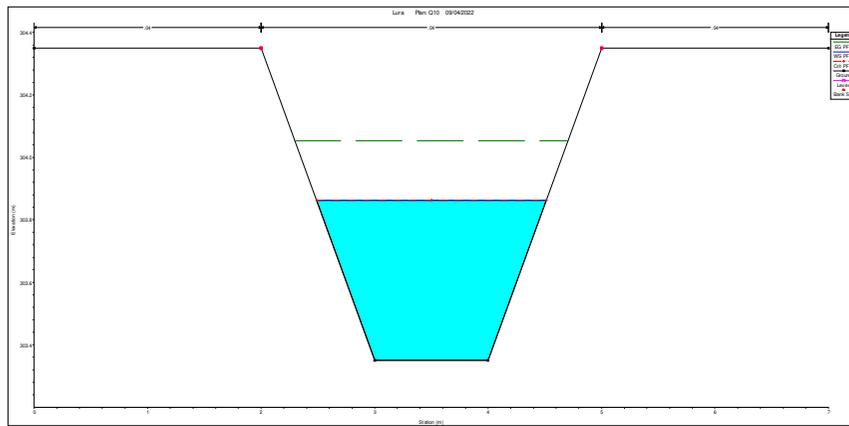


78

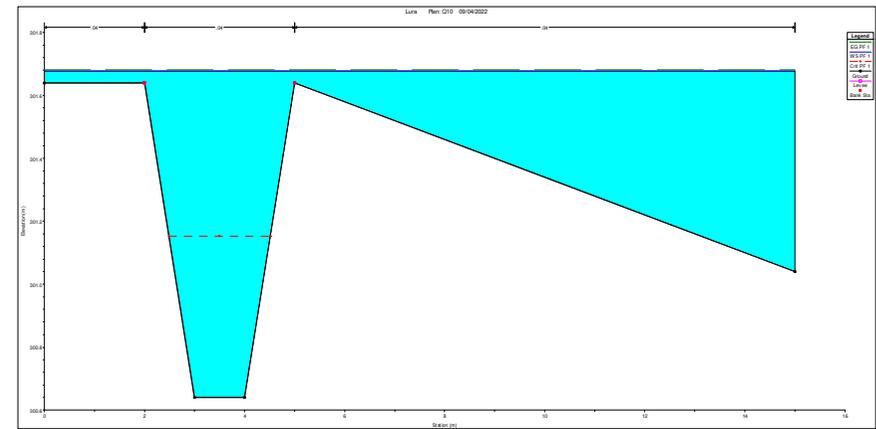


77

**Roggia Murella (monte)**

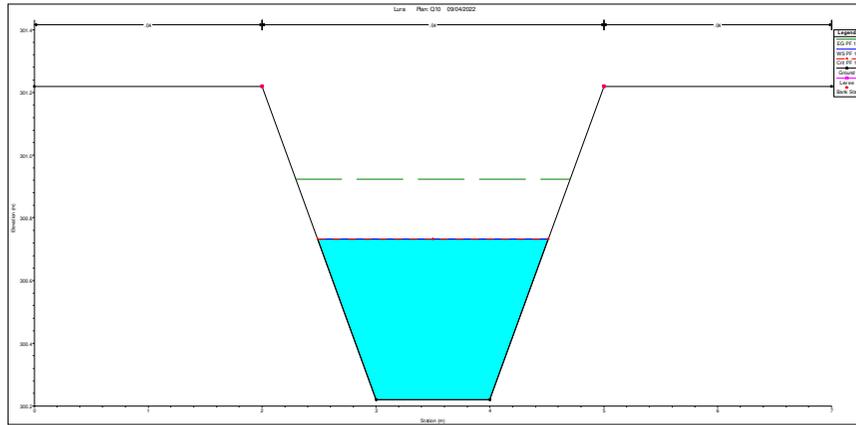


3



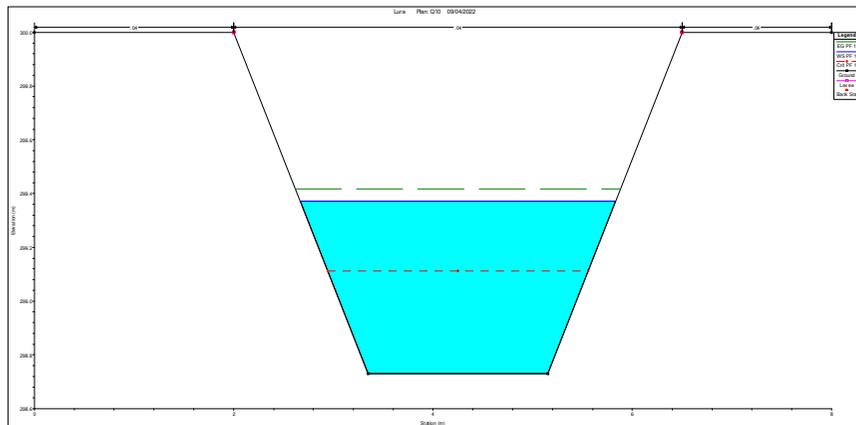
2

**COMUNE DI BREGNANO**  
**STUDIO COMUNALE DI GESTIONE DEL RISCHIO IDRAULICO**

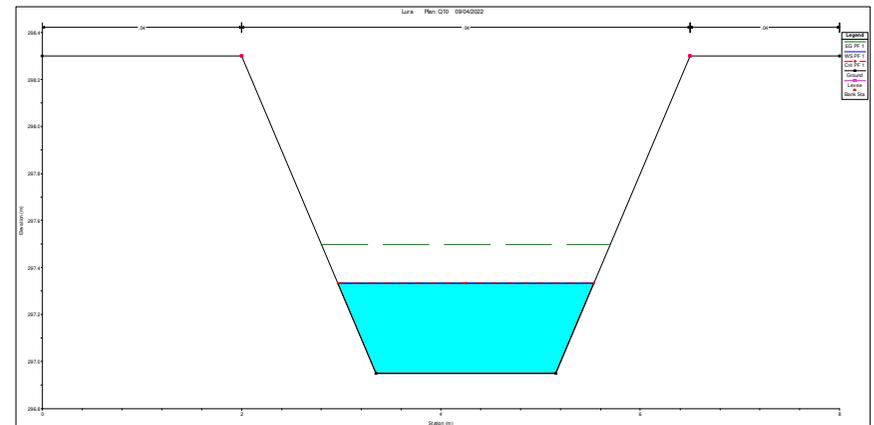


**1**

**Roggia Murella (intermedio)**



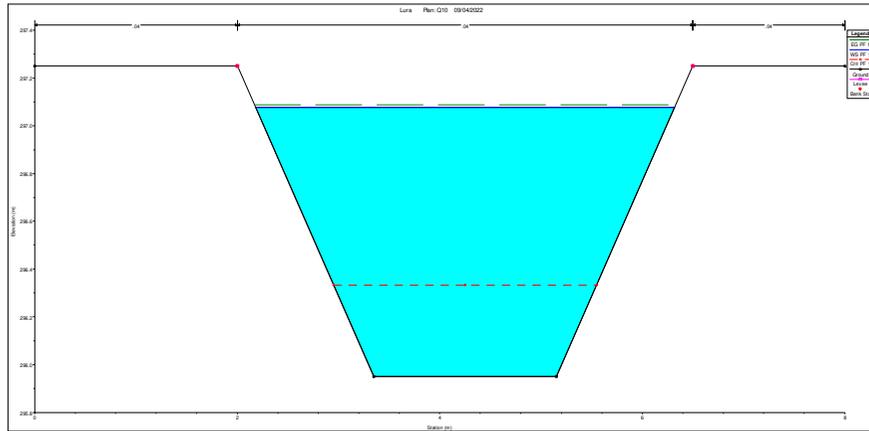
**8**



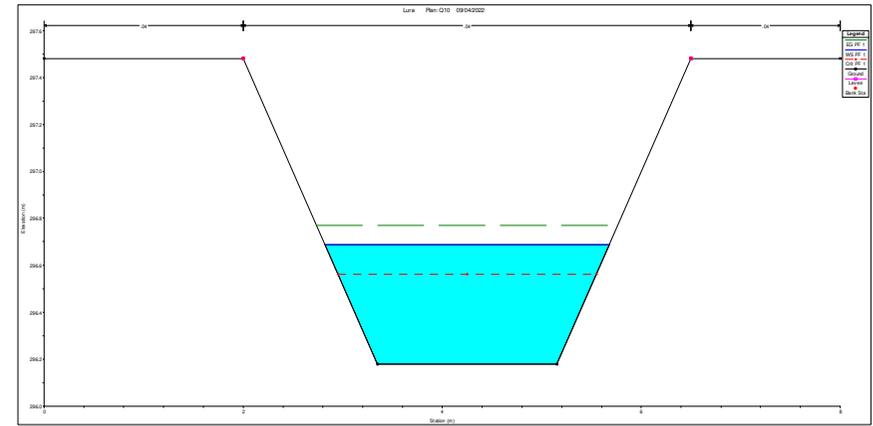
**7**

COMUNE DI BREGNANO

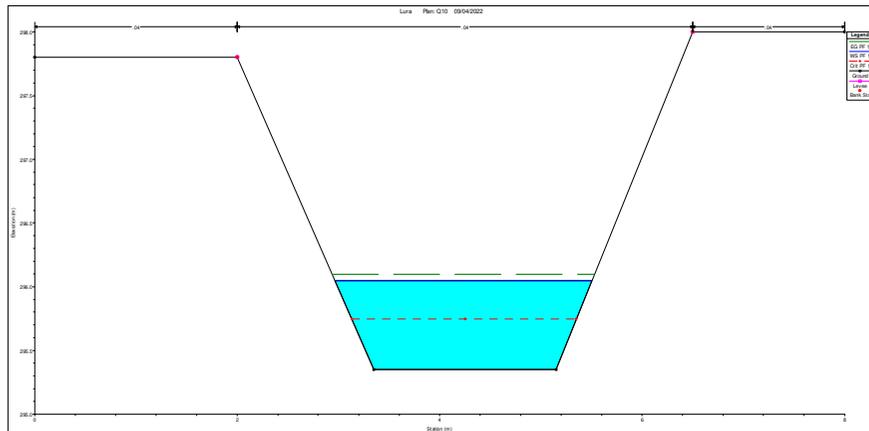
STUDIO COMUNALE DI GESTIONE DEL RISCHIO IDRAULICO



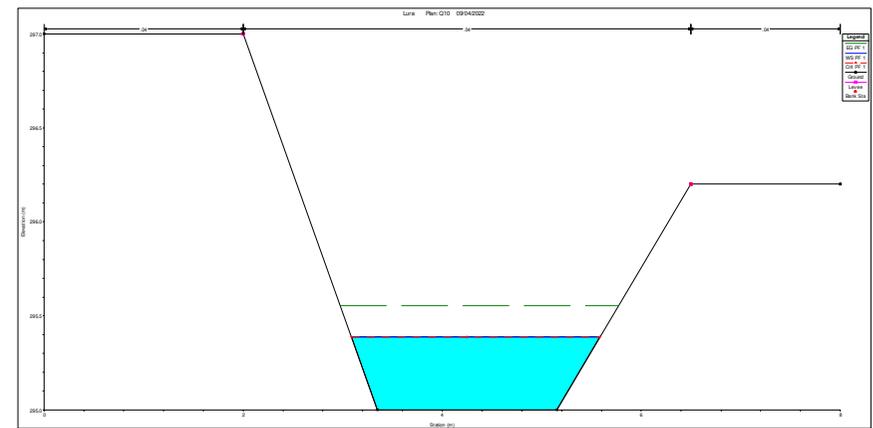
6



5



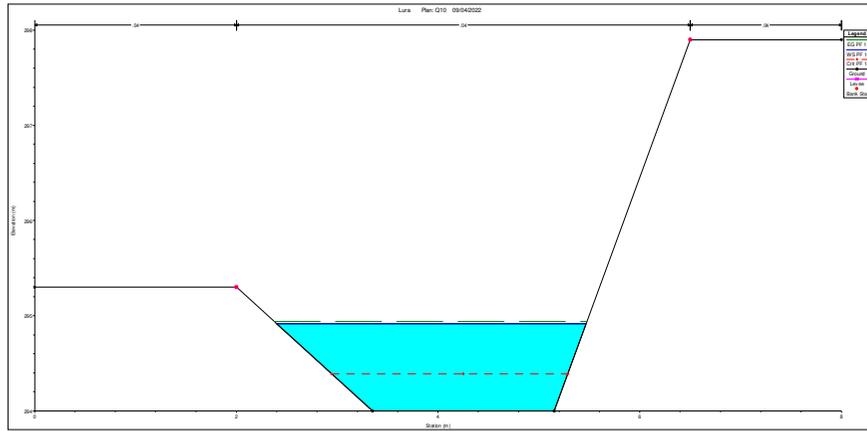
4



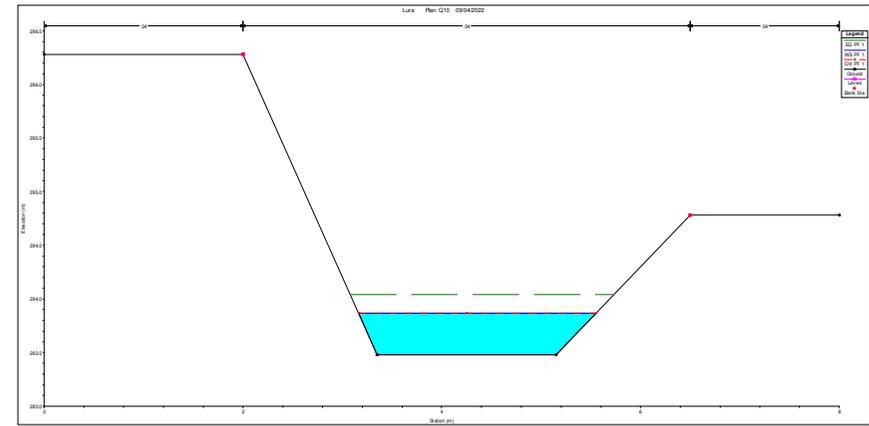
3

COMUNE DI BREGNANO

STUDIO COMUNALE DI GESTIONE DEL RISCHIO IDRAULICO

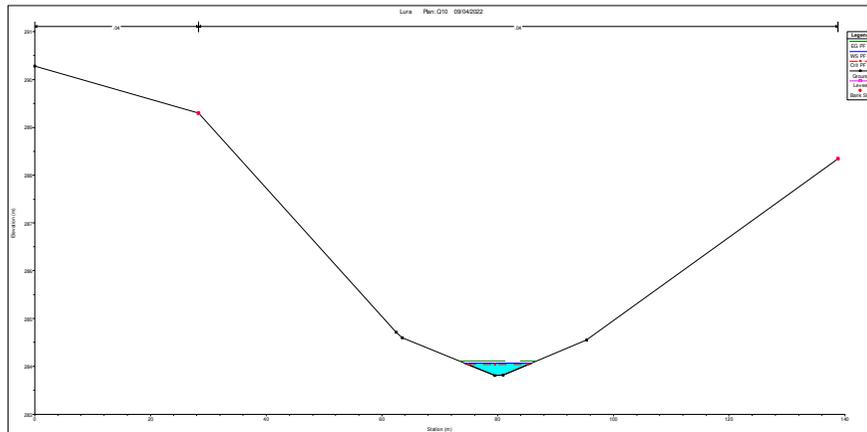


2

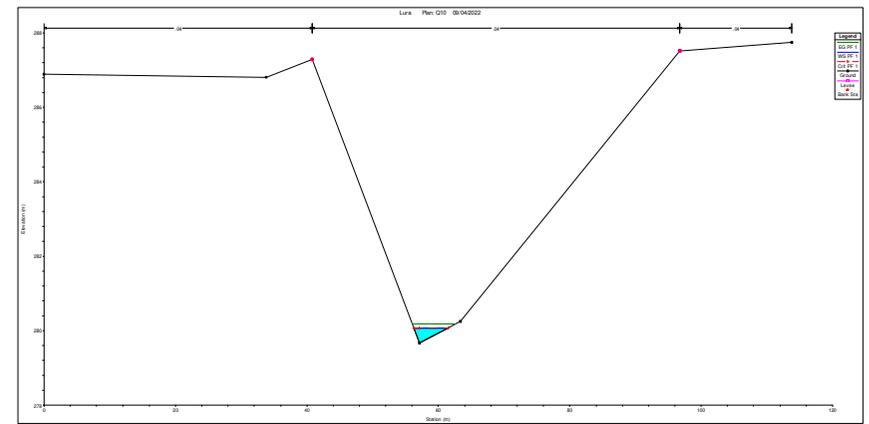


1

Roggia Murella (valle)

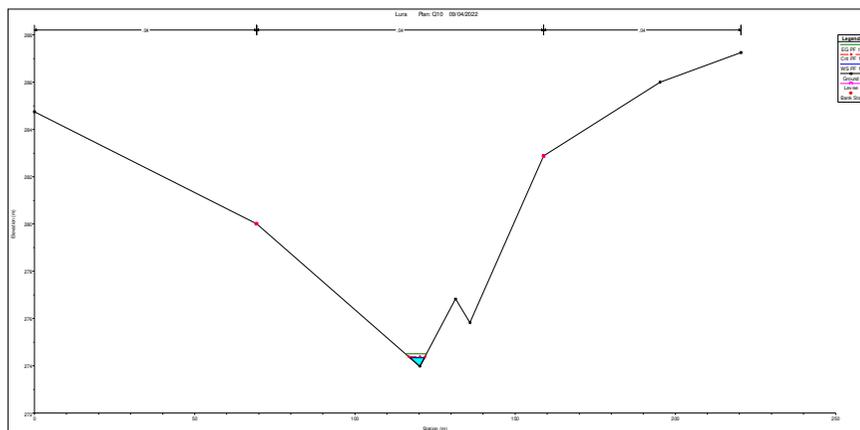


6

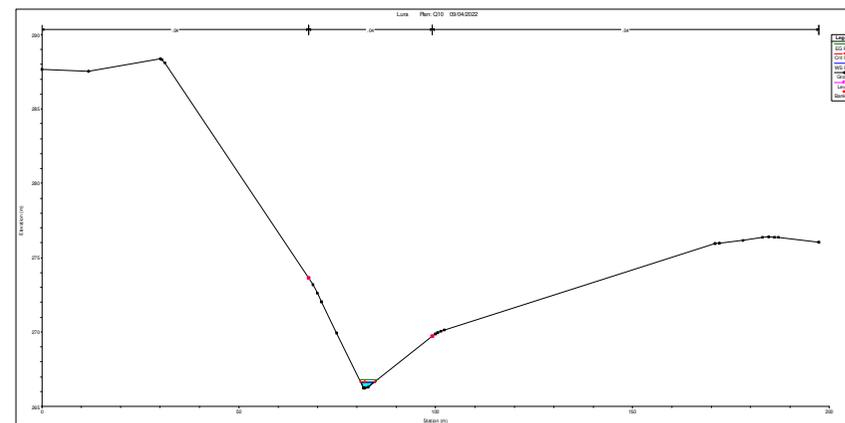


5

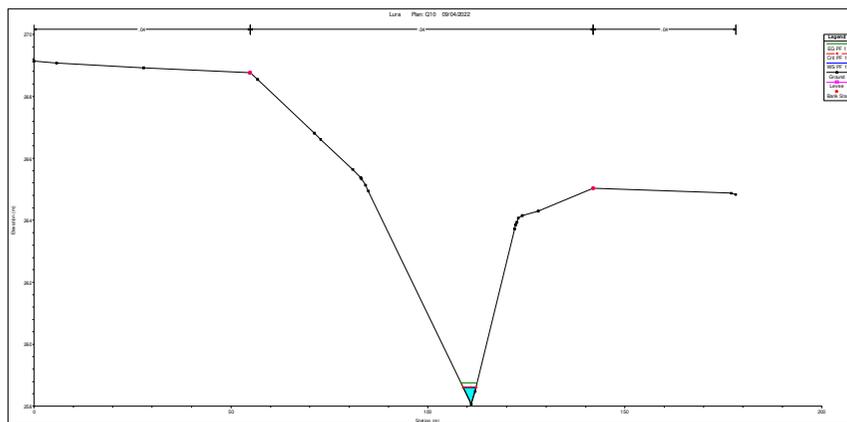
**COMUNE DI BREGNANO**  
**STUDIO COMUNALE DI GESTIONE DEL RISCHIO IDRAULICO**



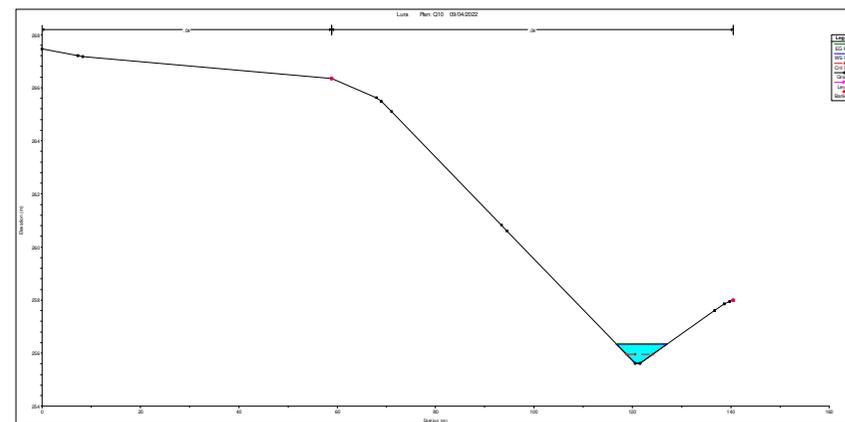
**4**



**3**



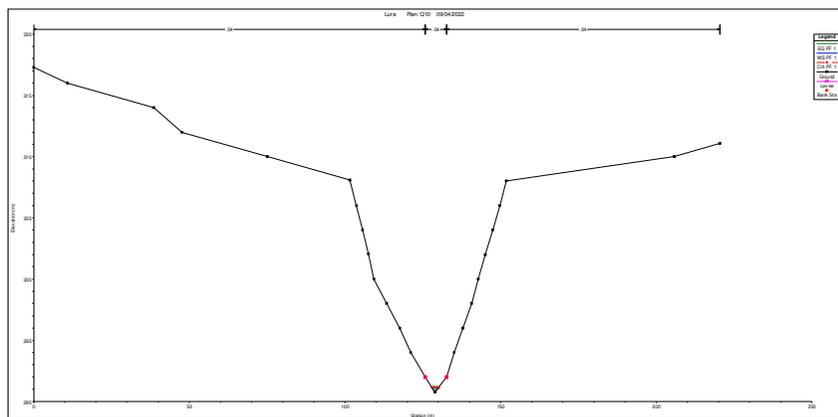
**2**



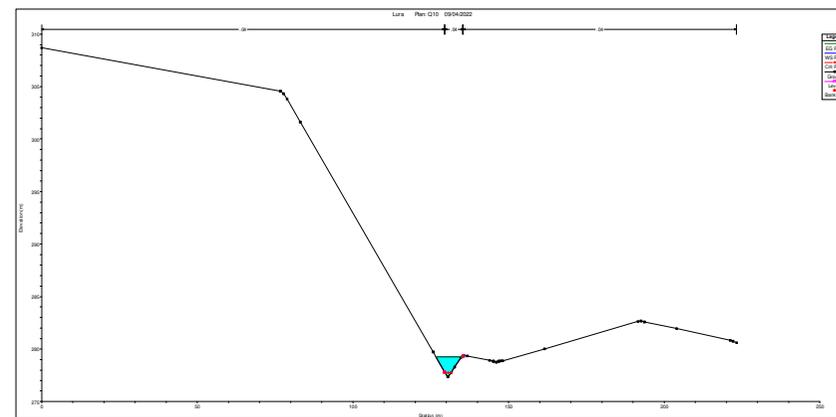
**1**

**Impluvio N**

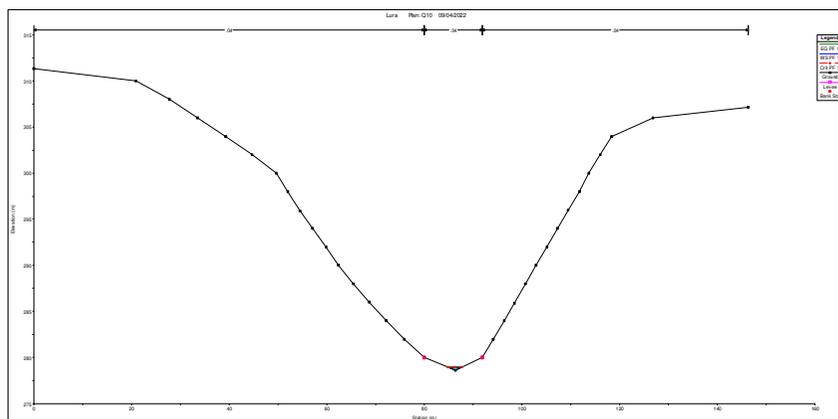
**COMUNE DI BREGNANO**  
**STUDIO COMUNALE DI GESTIONE DEL RISCHIO IDRAULICO**



**3**



**2**



**1**

COMUNE DI BREGNANO

STUDIO COMUNALE DI GESTIONE DEL RISCHIO IDRAULICO

A.3 – REPORT SIMULAZIONE: TEMPO DI RITORNO CENTENNALE TR = 100 ANNI

Tabelle dei risultati

HEC-RAS Plan: Q100- Profile: PF 1

River	Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
T. Lura 3	Bregnano	87	PF 1	61.92	254.32	255.86	255.86	256.40	0.015926	3.25	19.04	17.58	1.00
T. Lura 3	Bregnano	86	PF 1	61.92	252.22	254.63	253.96	254.70	0.001790	1.19	51.98	42.53	0.34
T. Lura 3	Bregnano	85.3	PF 1	61.92	250.71	253.11	252.74	253.66	0.009755	3.26	18.97	9.55	0.74
T. Lura 3	Bregnano	85.2	Bridge										
T. Lura 3	Bregnano	85	PF 1	61.92	250.71	252.74	252.74	253.56	0.017769	4.01	15.45	9.38	1.00
T. Lura 3	Bregnano	84.2	PF 1	61.92	249.37	252.76	251.31	252.80	0.001103	0.93	66.81	54.51	0.27
T. Lura 3	Bregnano	84.15	Bridge										
T. Lura 3	Bregnano	84.1	PF 1	61.92	249.34	251.61	251.09	251.95	0.006755	2.57	24.06	15.44	0.66
T. Lura 3	Bregnano	83	PF 1	61.92	247.96	250.91	250.37	251.02	0.002193	1.61	48.30	55.81	0.39
T. Lura 3	Bregnano	82	PF 1	61.92	246.61	248.74	248.64	249.46	0.014218	3.75	16.49	9.80	0.92
T. Lura 3	Bregnano	81	PF 1	61.92	245.21	248.05	247.27	248.10	0.001888	1.05	75.13	147.39	0.34
T. Lura 3	Bregnano	80	PF 1	61.92	242.85	244.82	244.81	245.14	0.010115	2.65	27.27	39.29	0.79
T. Lura 3	Bregnano	79	PF 1	61.92	240.95	243.01	242.69	243.20	0.004071	2.16	34.28	30.49	0.52
T. Lura 3	Bregnano	78	PF 1	61.92	239.88	241.76	241.52	241.86	0.002793	1.72	52.98	74.34	0.42
T. Lura 3	Bregnano	77	PF 1	61.92	238.66	240.38	240.38	240.67	0.007841	2.79	30.93	46.92	0.72
T. Lura 2	Bregnano	89.4	PF 1	61.92	266.26	269.56	268.29	269.61	0.000997	1.01	61.52	41.48	0.26
T. Lura 2	Bregnano	89.3	PF 1	61.92	264.36	266.82	266.82	267.38	0.012465	3.40	19.65	18.40	0.91
T. Lura 2	Bregnano	89.2	PF 1	61.92	260.72	264.49	262.92	264.55	0.000813	1.04	59.73	33.15	0.25
T. Lura 2	Bregnano	89.1	PF 1	61.92	260.56	263.31	262.73	263.48	0.004157	1.84	33.74	27.18	0.53
T. Lura 2	Bregnano	89	PF 1	61.92	256.36	258.61	258.17	259.09	0.008413	3.05	20.29	10.71	0.71
T. Lura 2	Bregnano	88	PF 1	61.92	255.05	257.77	257.05	257.90	0.003630	1.57	39.39	35.06	0.47
T. Lura	Bregnano	89.7	PF 1	61.92	268.95	272.19	270.82	272.29	0.000961	1.57	52.22	36.12	0.29
T. Lura	Bregnano	89.6	PF 1	61.92	268.16	272.15	270.42	272.19	0.000383	1.01	81.11	49.46	0.18
T. Lura	Bregnano	89.5	PF 1	61.92	268.41	270.19	270.19	270.65	0.013152	3.14	21.72	25.21	0.91

HEC-RAS Plan: Q100- Profile: PF 1

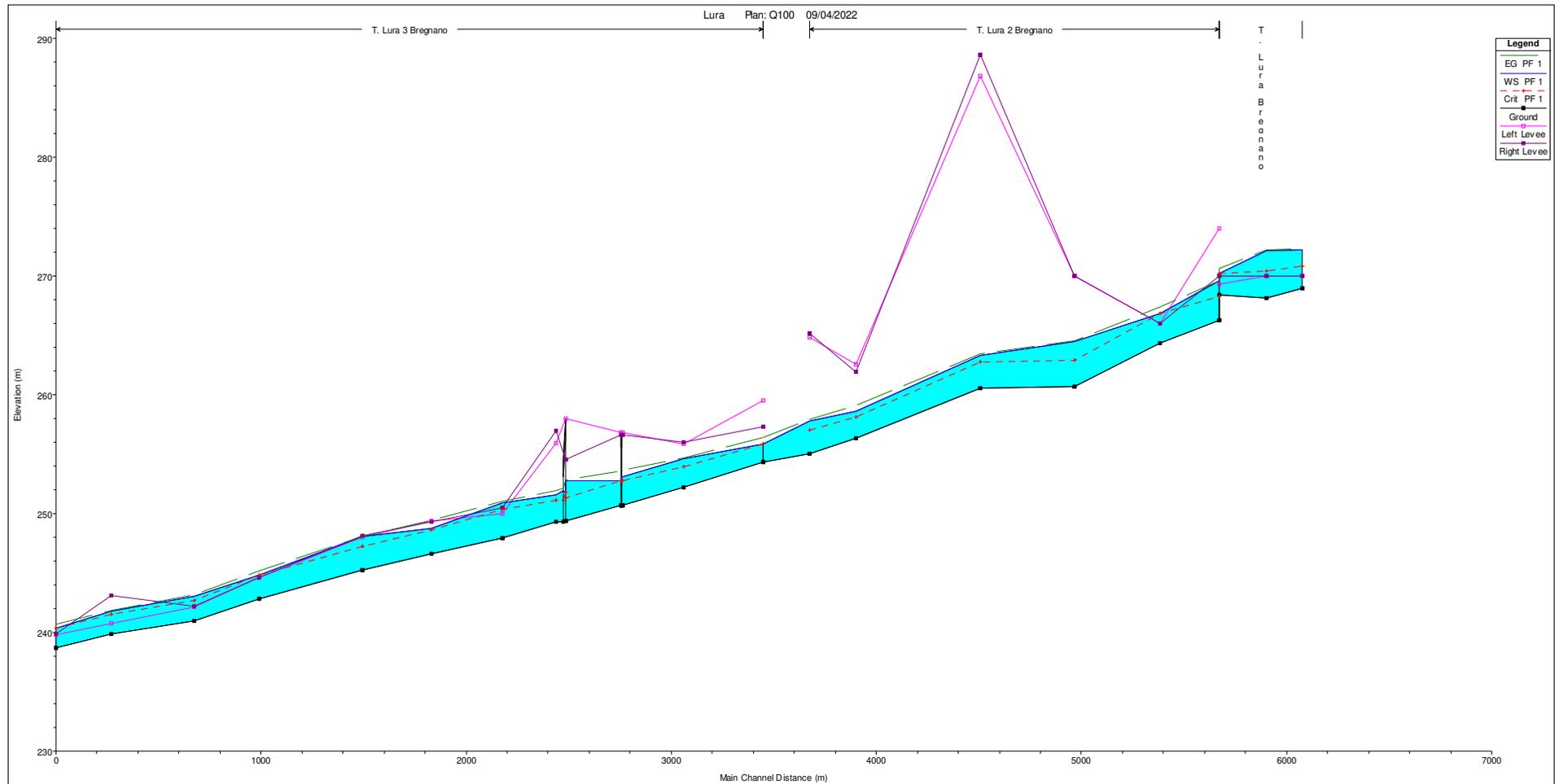
River	Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Roggia Murella 3	Bregnano	3	PF 1	2.61	303.35	304.05	304.05	304.30	0.026527	2.20	1.18	2.39	1.00
Roggia Murella 3	Bregnano	2	PF 1	2.61	300.64	301.99	301.34	302.00	0.000189	0.30	10.31	15.00	0.09
Roggia Murella 3	Bregnano	1	PF 1	2.61	300.22	300.92	300.92	301.17	0.026529	2.20	1.18	2.39	1.00
Roggia Murella 2	Bregnano	8	PF 1	2.61	298.73	299.61	299.27	299.67	0.004142	1.08	2.41	3.67	0.43
Roggia Murella 2	Bregnano	7	PF 1	2.61	296.95	297.49	297.49	297.71	0.025090	2.07	1.26	2.88	1.00
Roggia Murella 2	Bregnano	6	PF 1	2.61	295.95	297.38	296.49	297.40	0.000583	0.54	5.17	8.00	0.17
Roggia Murella 2	Bregnano	5	PF 1	2.61	296.18	297.21	296.72	297.25	0.002350	0.88	2.96	3.94	0.32
Roggia Murella 2	Bregnano	4	PF 1	2.61	295.35	295.95	295.91	296.16	0.022917	2.06	1.27	2.43	0.91
Roggia Murella 2	Bregnano	3	PF 1	2.61	295.00	295.65	295.55	295.79	0.014124	1.70	1.54	2.96	0.75
Roggia Murella 2	Bregnano	2	PF 1	2.61	294.00	295.27	294.55	295.30	0.001546	0.76	3.42	3.56	0.25
Roggia Murella 2	Bregnano	1	PF 1	2.61	293.48	294.03	294.03	294.26	0.026446	2.14	1.22	2.64	1.00
Roggia Murella	Bregnano	6	PF 1	2.61	283.81	284.14	284.10	284.19	0.017549	1.04	2.51	14.23	0.79
Roggia Murella	Bregnano	5	PF 1	2.61	279.67	280.18	280.18	280.30	0.025500	1.58	1.65	6.53	1.00
Roggia Murella	Bregnano	4	PF 1	2.61	273.98	274.43	274.49	274.65	0.053410	2.11	1.24	5.54	1.42
Roggia Murella	Bregnano	3	PF 1	2.61	266.23	266.73	266.78	266.96	0.038331	2.12	1.23	4.14	1.24
Roggia Murella	Bregnano	2	PF 1	2.61	258.07	258.72	258.75	258.93	0.029509	1.99	1.31	3.94	1.10
Roggia Murella	Bregnano	1	PF 1	2.61	255.61	258.02	256.05	258.02	0.000005	0.07	39.57	32.54	0.02

HEC-RAS Plan: Q100- River: Impluvio Nord Reach: Bregnano Profile: PF 1

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
Bregnano	3	PF 1	0.55	290.75	291.13	291.13	291.22	0.029575	1.36	0.40	2.13	1.00
Bregnano	2	PF 1	0.55	277.35	279.25	277.74	279.25	0.000008	0.07	8.18	8.51	0.02
Bregnano	1	PF 1	0.55	278.61	278.93	278.93	279.01	0.029863	1.25	0.44	2.74	1.00

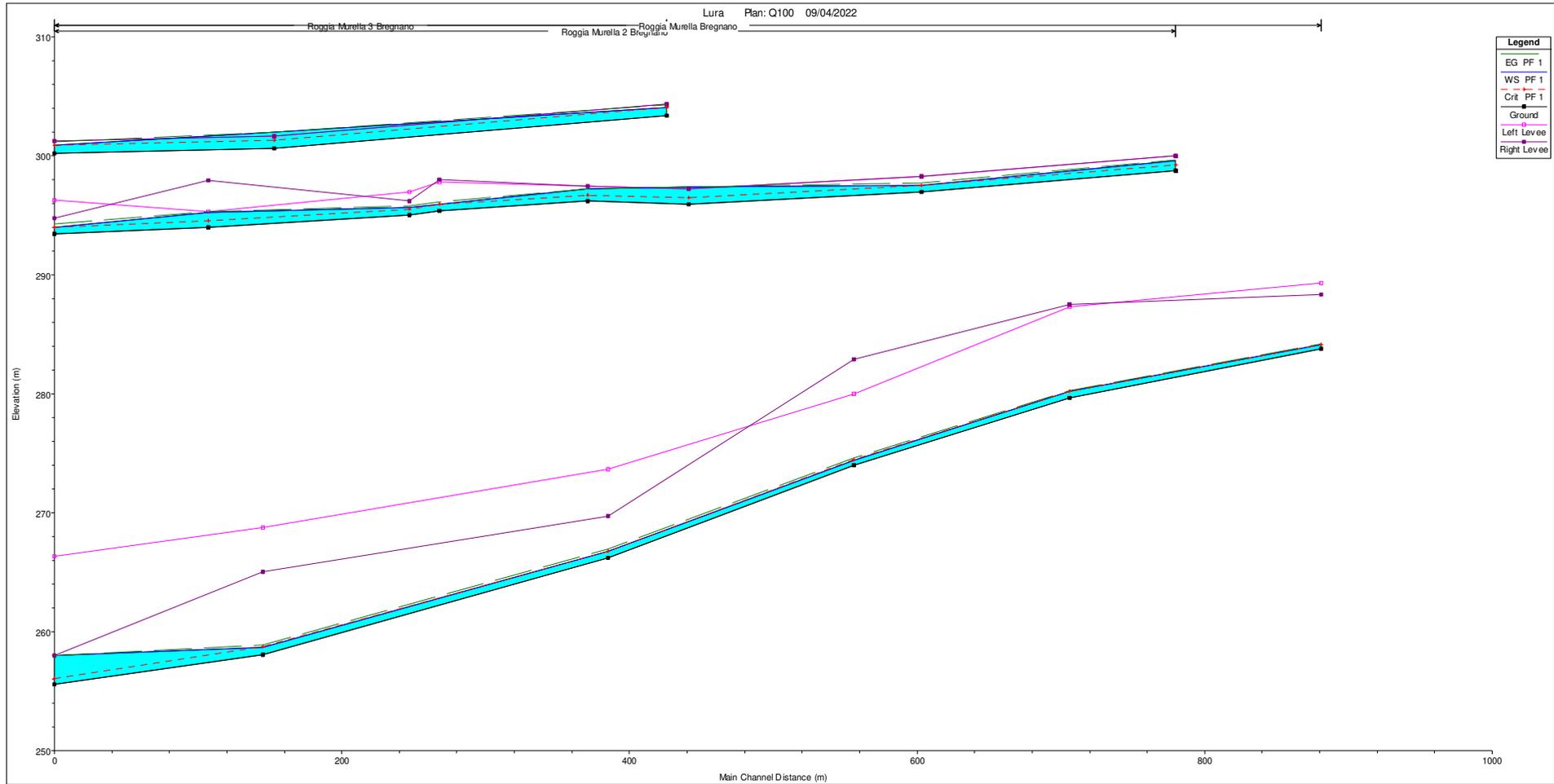
COMUNE DI BREGNANO  
STUDIO COMUNALE DI GESTIONE DEL RISCHIO IDRAULICO

Profili idraulici



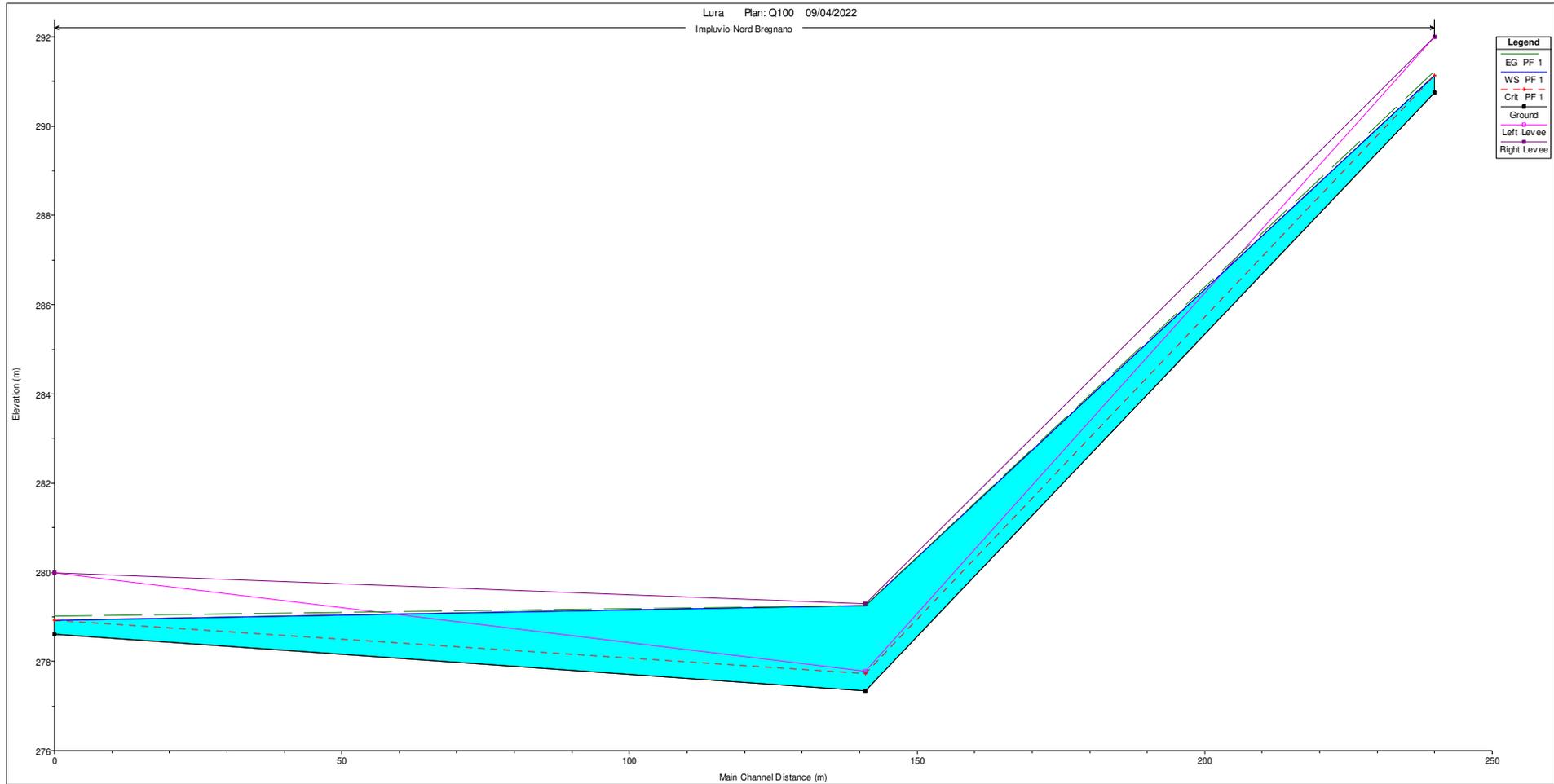
T. Lura – profilo di piena centennale

**COMUNE DI BREGNANO**  
**STUDIO COMUNALE DI GESTIONE DEL RISCHIO IDRAULICO**



*Roggia Murella – profilo di piena centennale*

COMUNE DI BREGNANO  
STUDIO COMUNALE DI GESTIONE DEL RISCHIO IDRAULICO

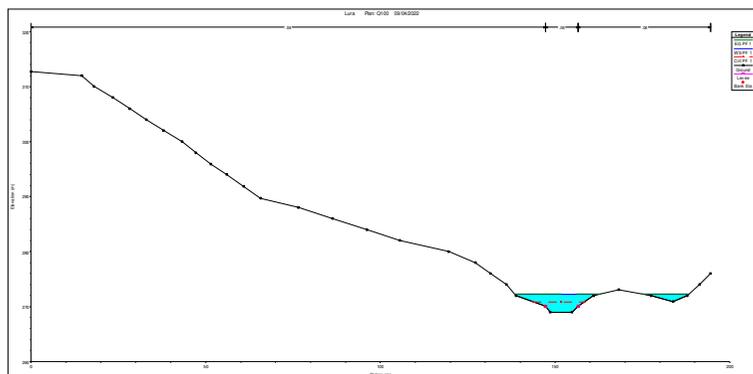


Impluvio N – profilo di piena centennale

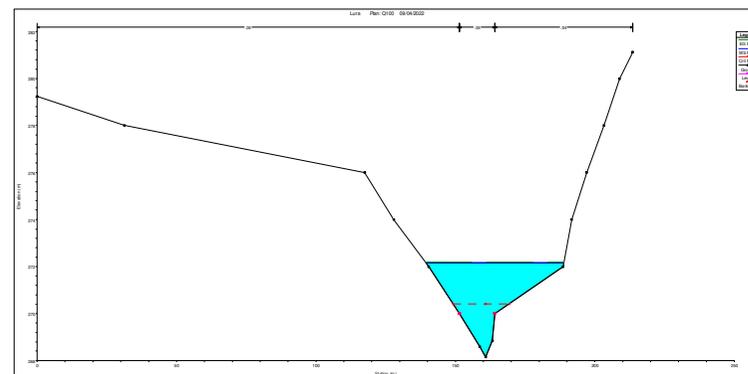
Sezioni

T. Lura

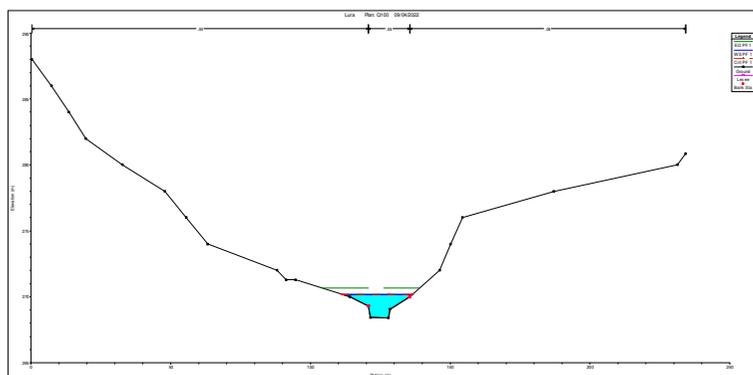
COMUNE DI BREGNANO  
STUDIO COMUNALE DI GESTIONE DEL RISCHIO IDRAULICO



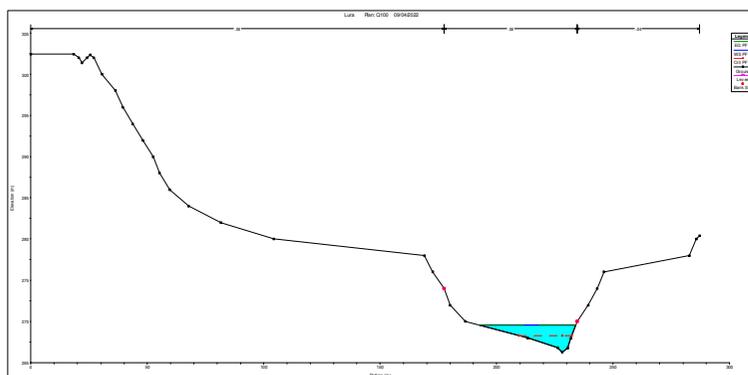
89.7



89.6

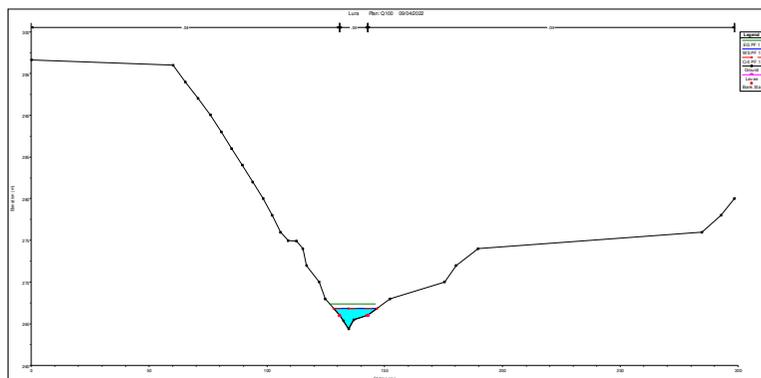


89.5

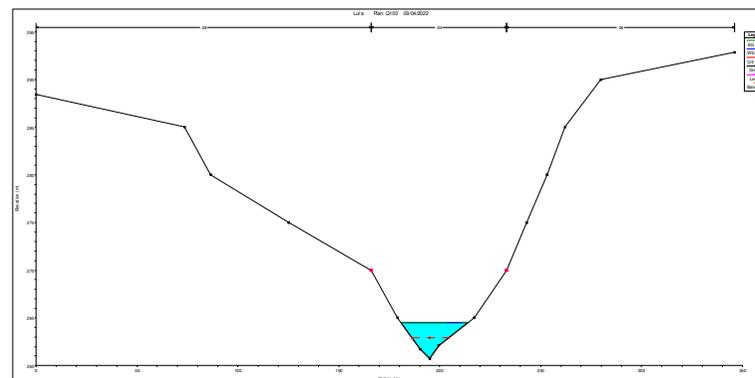


89.4

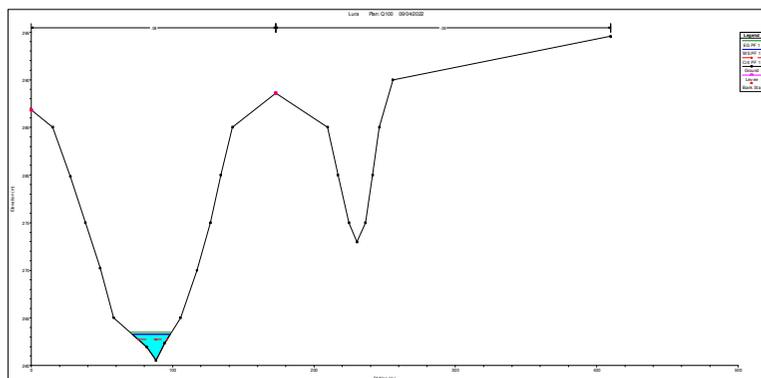
COMUNE DI BREGNANO  
STUDIO COMUNALE DI GESTIONE DEL RISCHIO IDRAULICO



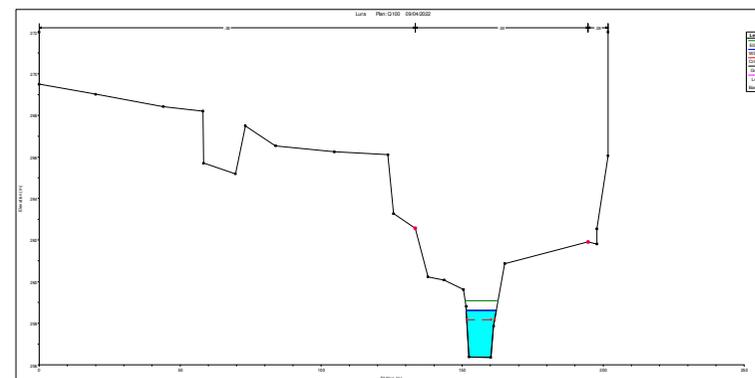
89.3



89.2

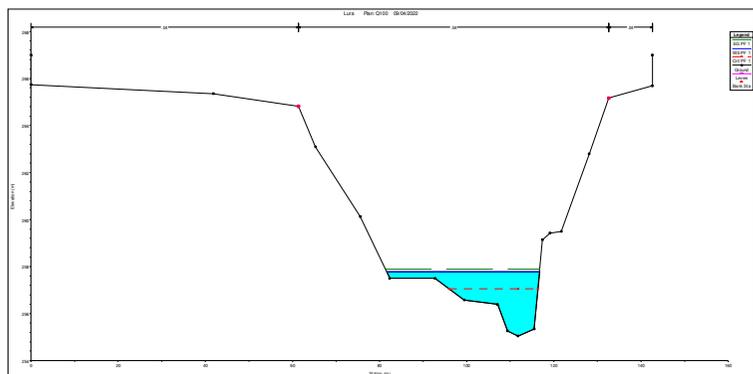


89.1

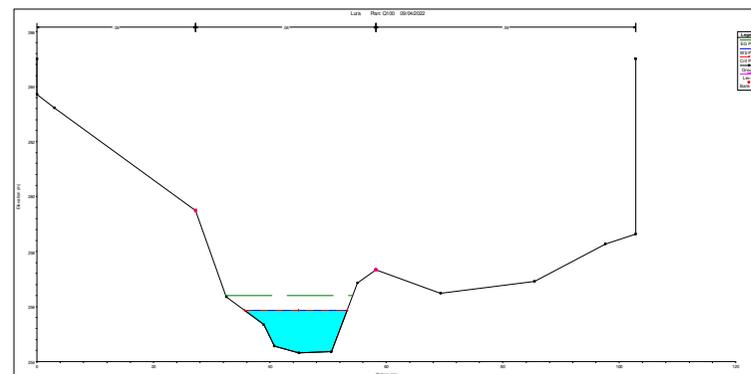


89

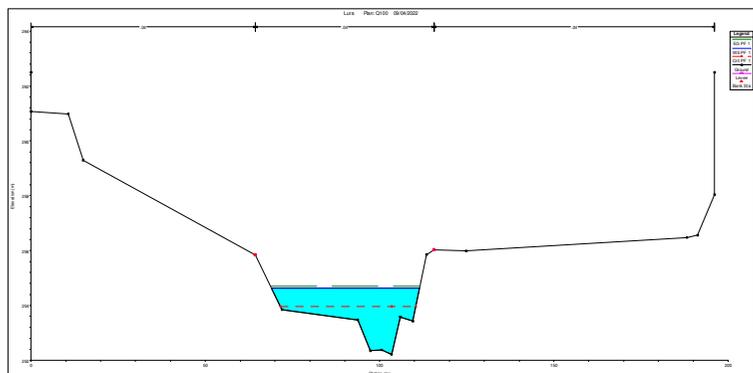
COMUNE DI BREGNANO  
STUDIO COMUNALE DI GESTIONE DEL RISCHIO IDRAULICO



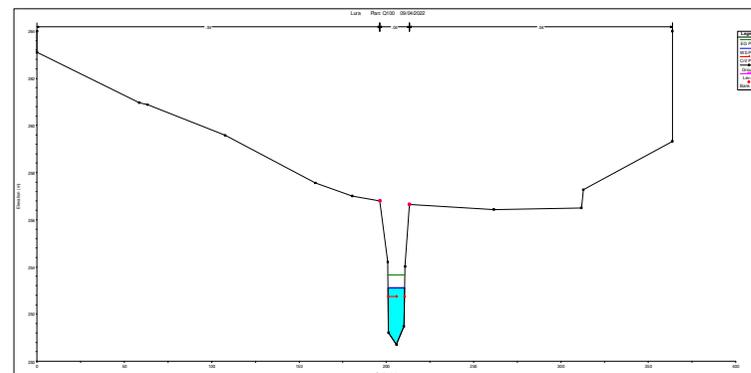
88



87

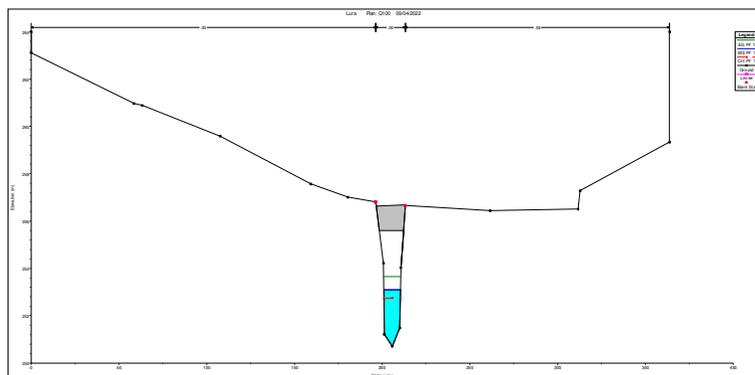


86

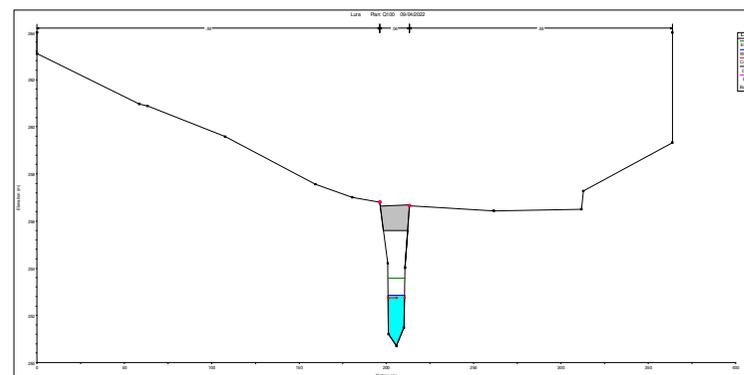


85.3

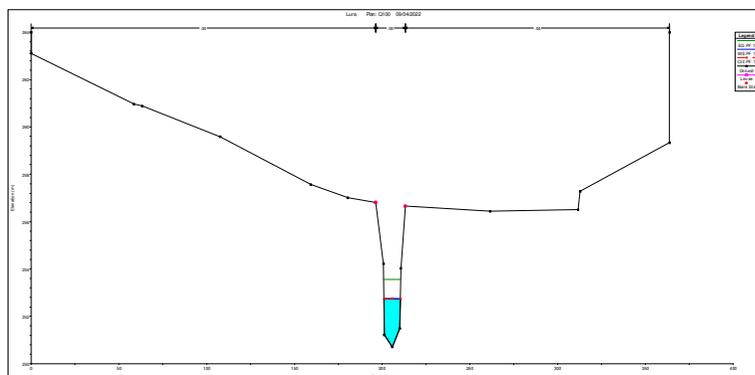
COMUNE DI BREGNANO  
STUDIO COMUNALE DI GESTIONE DEL RISCHIO IDRAULICO



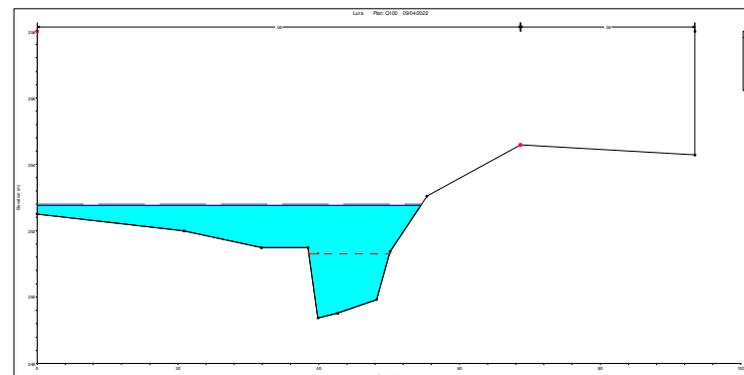
85.2 BR U



85.2 BR D

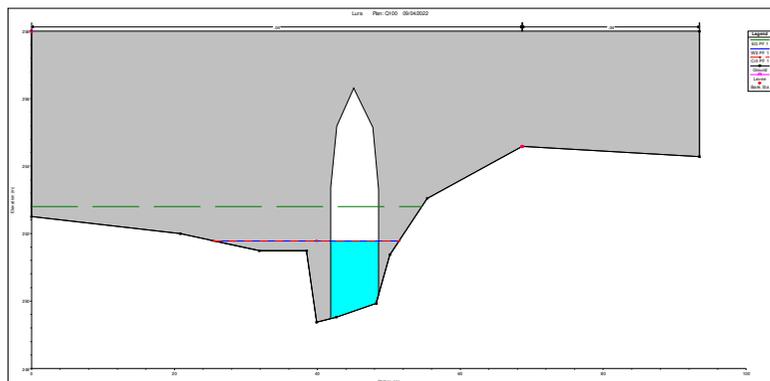


85

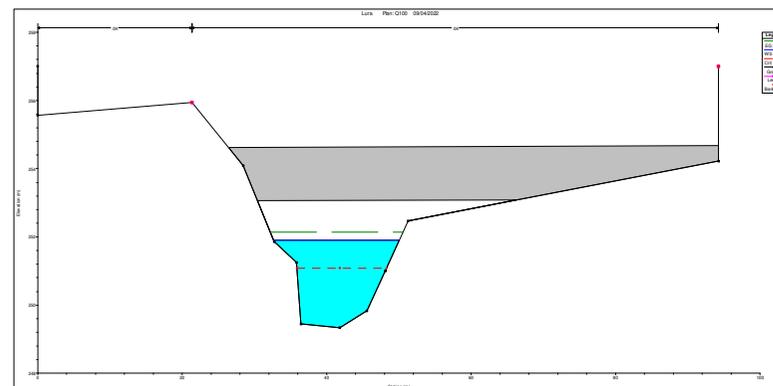


84.2

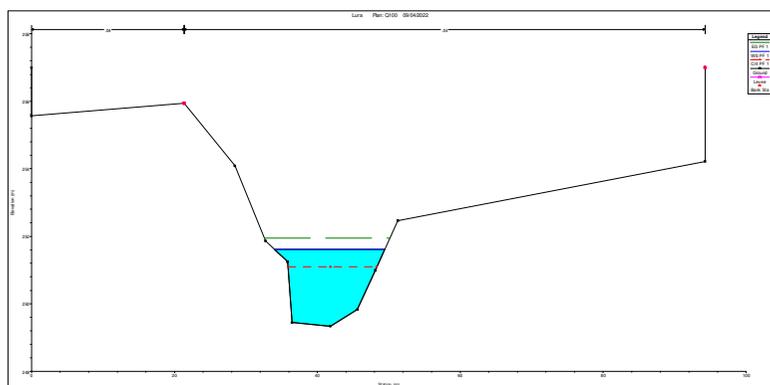
COMUNE DI BREGNANO  
STUDIO COMUNALE DI GESTIONE DEL RISCHIO IDRAULICO



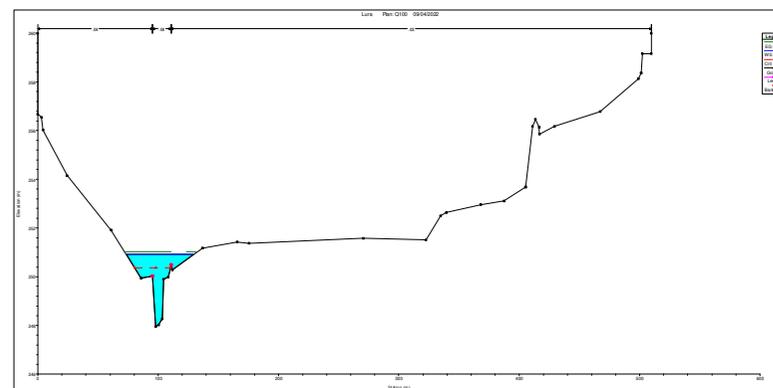
**84.15 BR U**



**84.15 BR D**



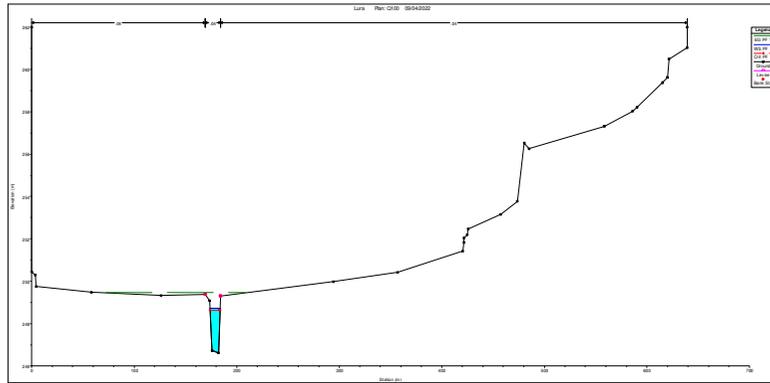
**84.1**



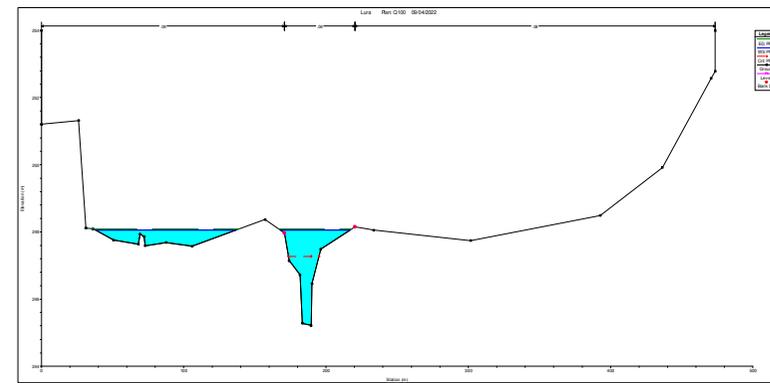
**83**

COMUNE DI BREGNANO

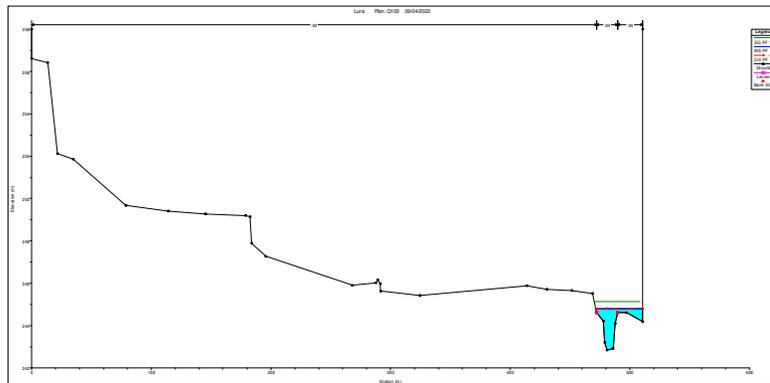
STUDIO COMUNALE DI GESTIONE DEL RISCHIO IDRAULICO



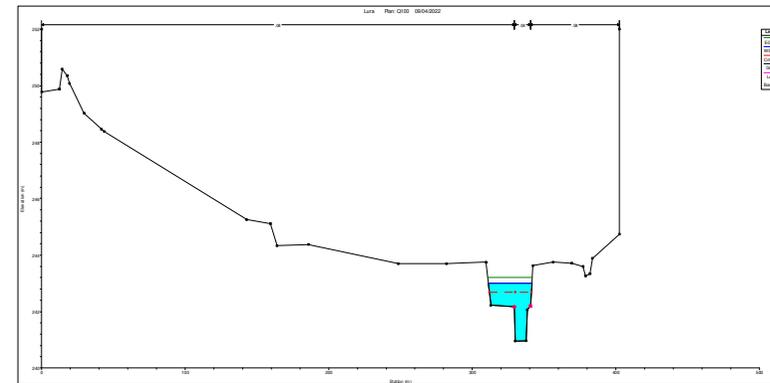
82



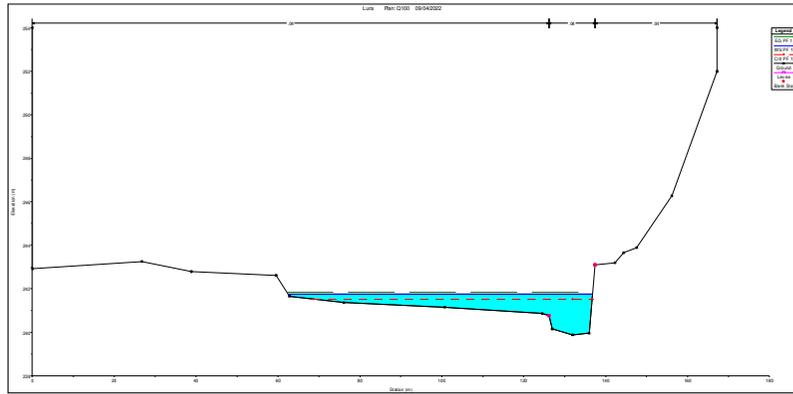
81



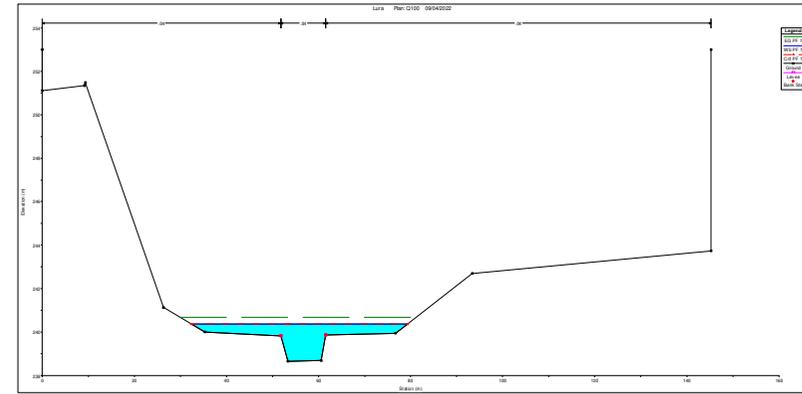
80



79

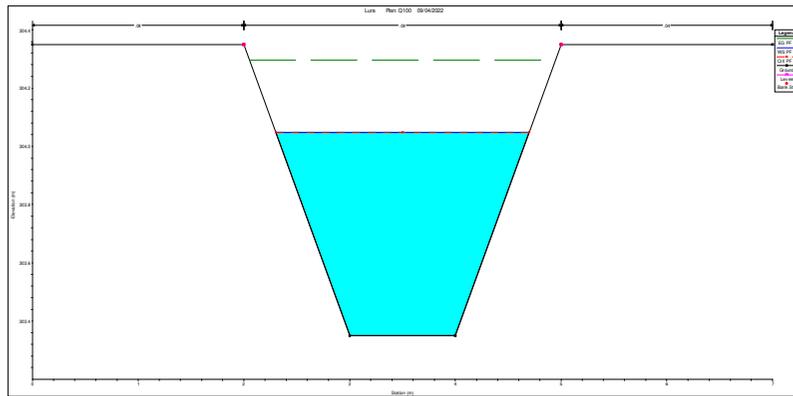


78

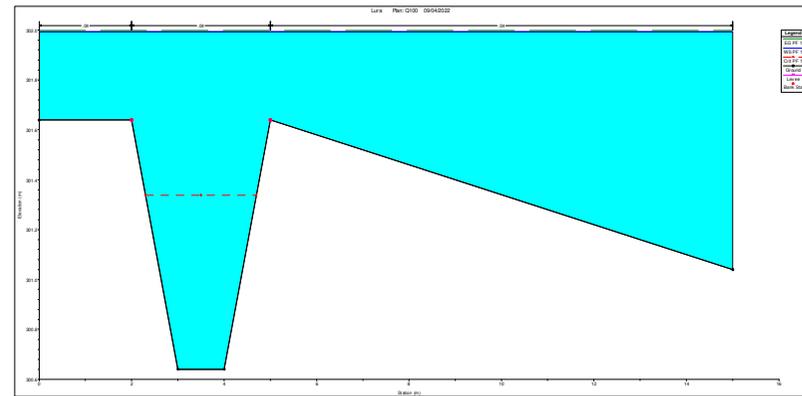


77

**Roggia Murella (monte)**

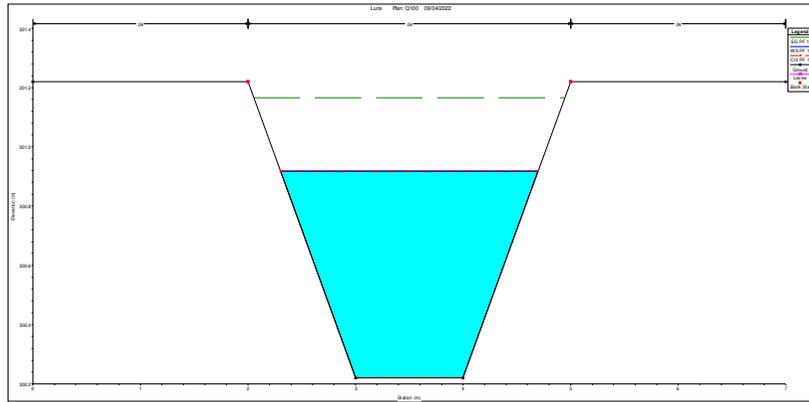


3



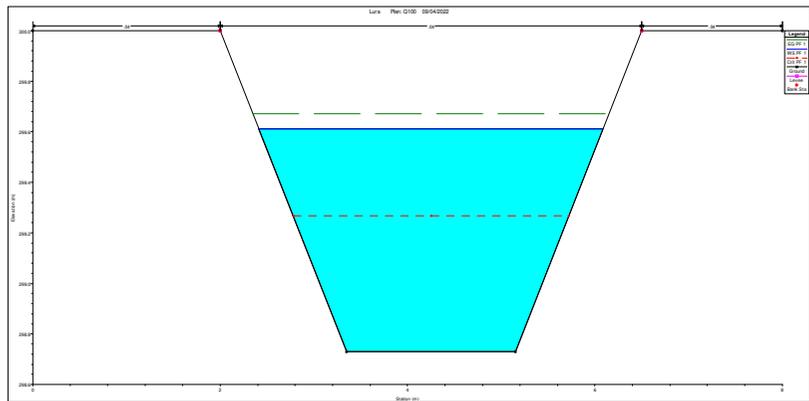
2

COMUNE DI BREGNANO  
STUDIO COMUNALE DI GESTIONE DEL RISCHIO IDRAULICO

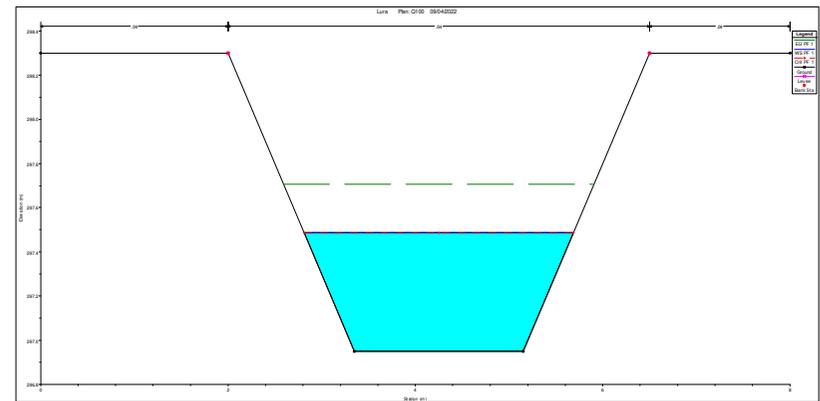


1

Roggia Murella (intermedio)



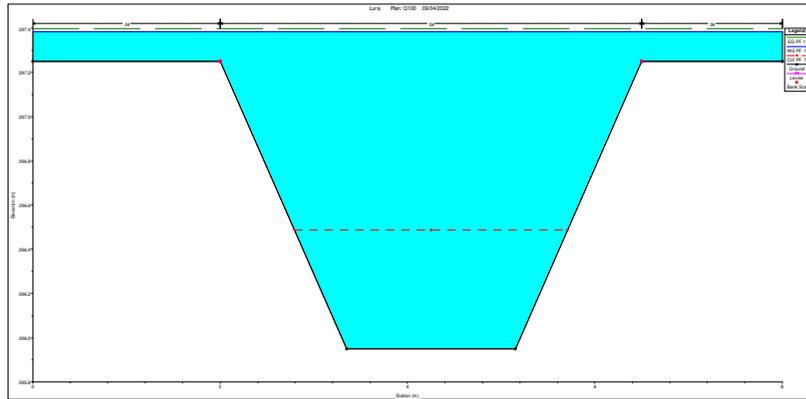
8



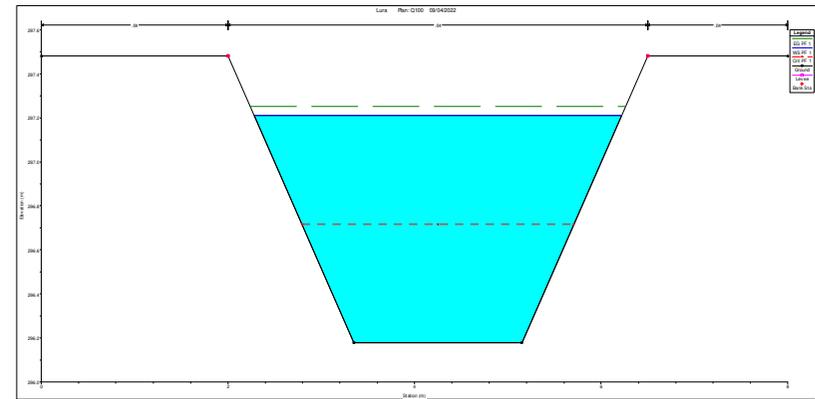
7

COMUNE DI BREGNANO

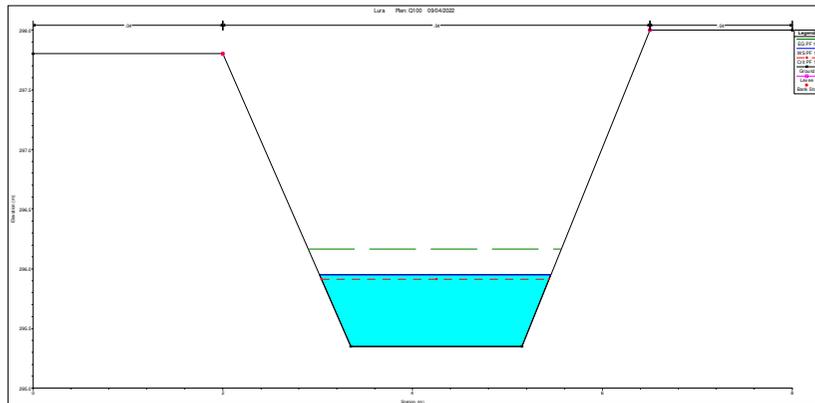
STUDIO COMUNALE DI GESTIONE DEL RISCHIO IDRAULICO



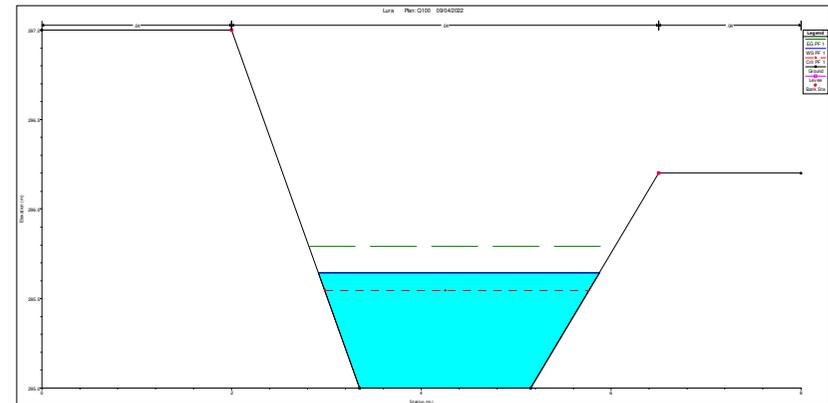
6



5



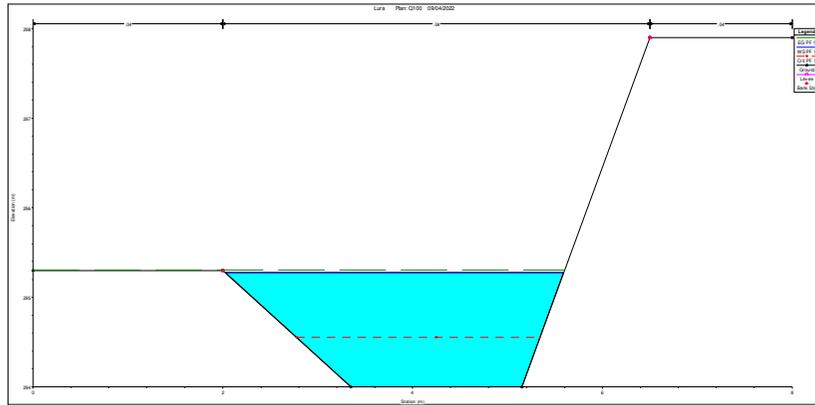
4



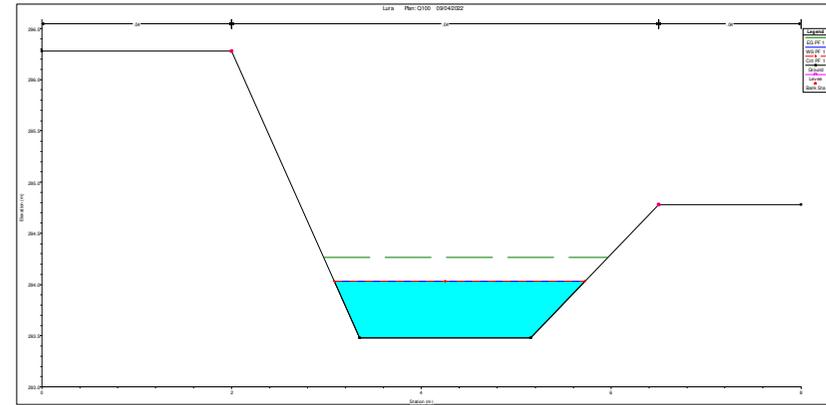
3

COMUNE DI BREGNANO

STUDIO COMUNALE DI GESTIONE DEL RISCHIO IDRAULICO

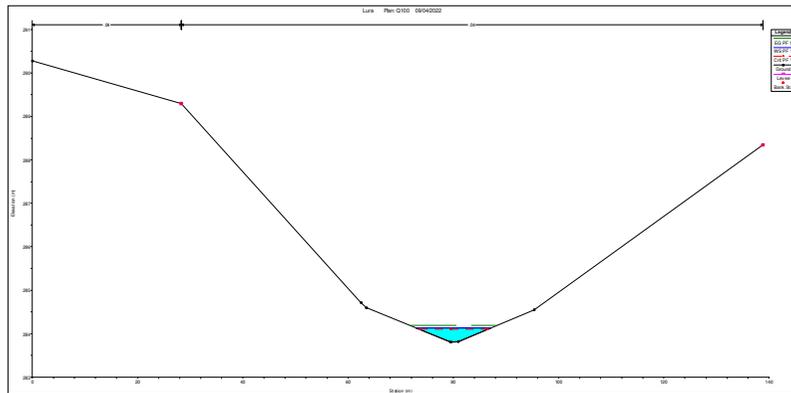


2

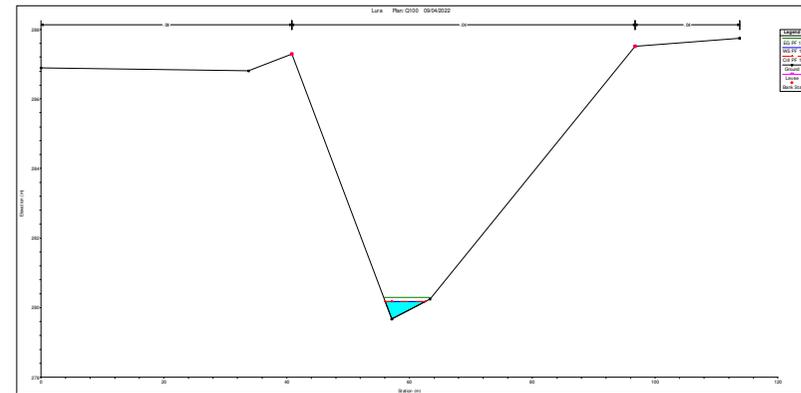


1

Roggia Murella (valle)

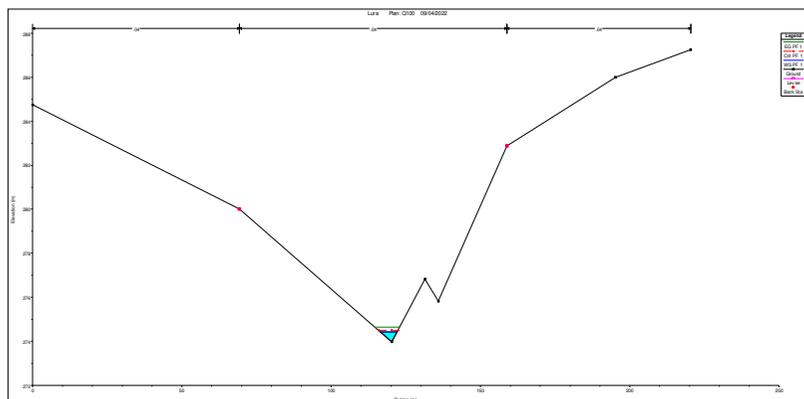


6

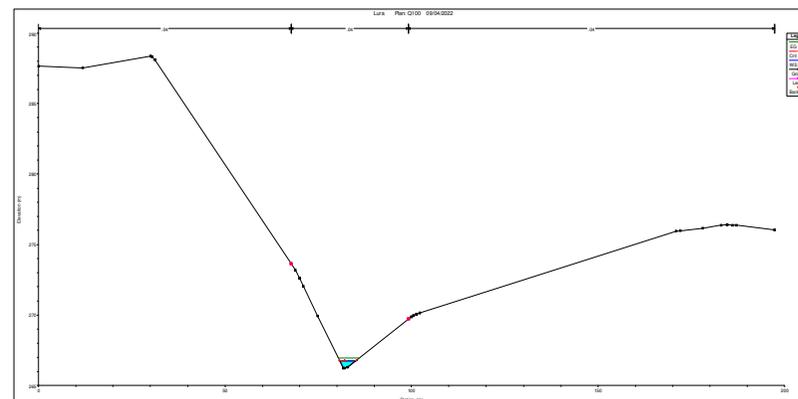


5

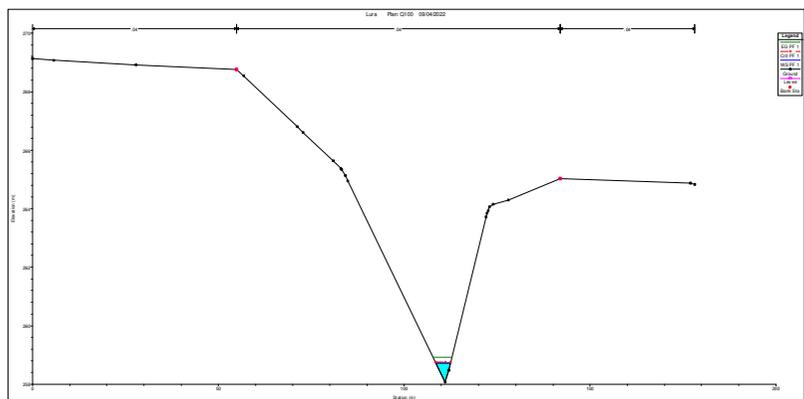
**COMUNE DI BREGNANO**  
**STUDIO COMUNALE DI GESTIONE DEL RISCHIO IDRAULICO**



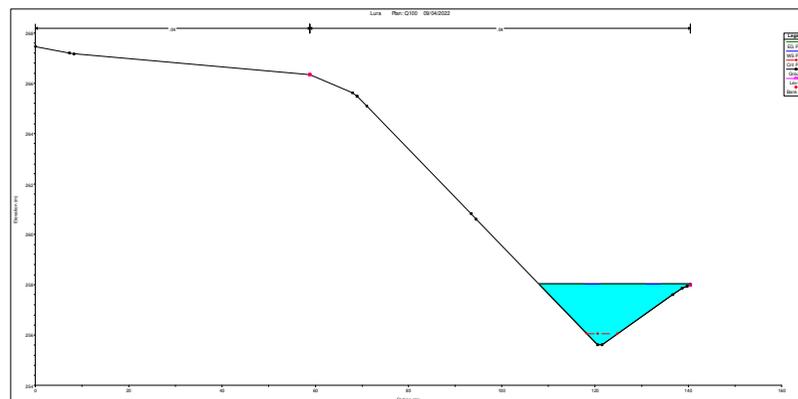
**4**



**3**



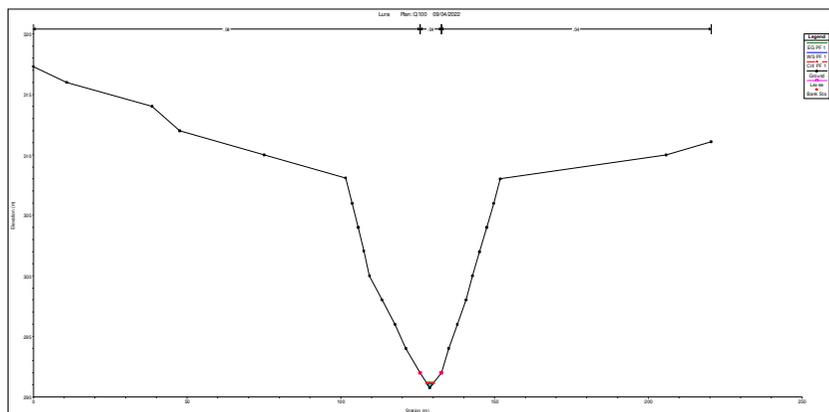
**2**



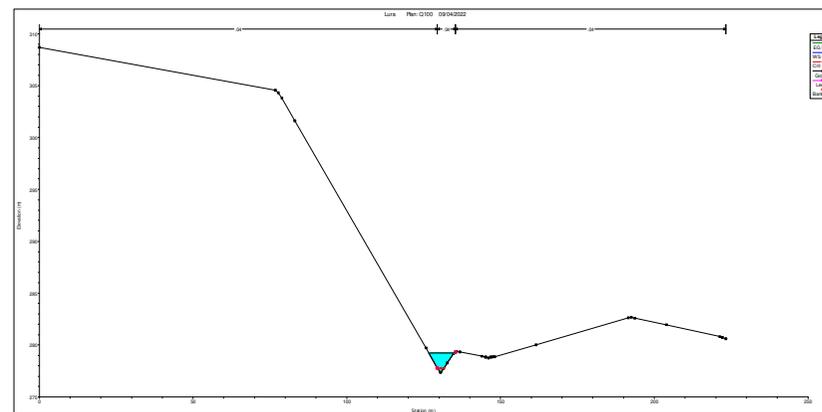
**1**

**Impluvio N**

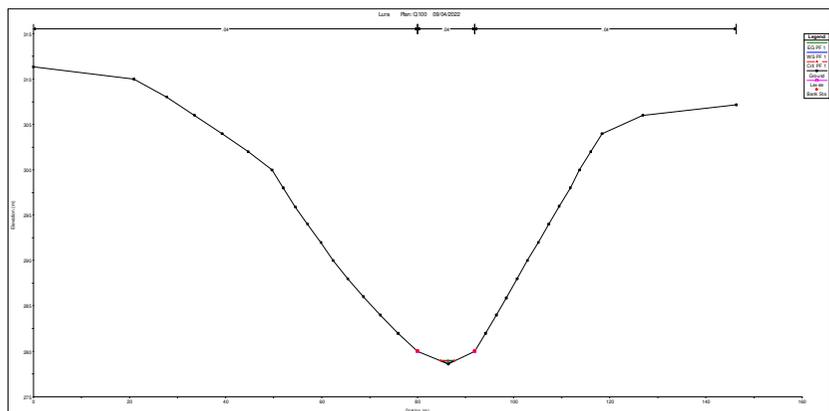
**COMUNE DI BREGNANO**  
**STUDIO COMUNALE DI GESTIONE DEL RISCHIO IDRAULICO**



**3**



**2**



**1**