



Comune di Lumezzane

Provincia di Brescia

Valutazione e zonizzazione della  
pericolosità del rischio esondazione lungo il  
Torrente Gobbia

**Allegato IV DGR 2616/2011**

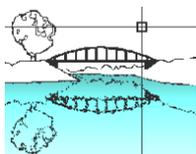
**RELAZIONE IDRAULICA**

Dott. ing. Claudio Granuzzo

SePrAm S.r.l. - Servizi Progettazione Ambiente

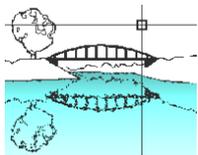
Via C. Biseo 26 25128 Brescia

Brescia, febbraio 2023



## SOMMARIO

<b>PREMESSA .....</b>	<b>2</b>
<b>Scopo del lavoro .....</b>	<b>2</b>
<b>Assetto geometrico dell'alveo .....</b>	<b>4</b>
<b>Caratteristiche Morfologiche Dell'alveo .....</b>	<b>6</b>
<b>Caratteristiche granulometriche del materiale d'alveo .....</b>	<b>6</b>
<b>Portate di piena .....</b>	<b>7</b>
<b>Manufatti interferenti.....</b>	<b>8</b>
<b>Modalità di deflusso di piena .....</b>	<b>8</b>
Metodo di calcolo.....	8
Il codice di calcolo.....	9
Condizioni al contorno.....	12
Condizioni di riferimento.....	14
<b>Effetti della piena.....</b>	<b>15</b>
Simulazione idraulica tratto tobinato Rio delle Poffe .....	20
Codice di calcolo .....	20
Portate in ingresso.....	21
<b>Aree esondabili .....</b>	<b>24</b>
<b>Allegati .....</b>	<b>25</b>



## PREMESSA

Al fine di valutare la pericolosità del rischio esondazione lungo il Torrente Gobbia nel territorio del Comune di Lumezzane, nel presente documento si affronta l'analisi idraulica rispetto lo scenario di riferimento (Tempo di ritorno 100 anni) restituito dall'analisi idrologica, per il torrente Gobbia e per il Rio delle Poffe. La relazione è redatta secondo le indicazioni riportate nell'All. IV del DGR nr. 2616/2011 di Regione Lombardia. Attualmente, per il comune di Lumezzane, sono individuate due porzioni di territorio classificate come aree a "rischio idrogeologico molto elevato, Aree a pericolosità molto elevata (Ee)". La prima zona interessa gran parte del corso del Torrente Gobbia, a partire da monte all'altezza della zona industriale posta in corrispondenza della confluenza del Torrente Faidana, fino alla sezione di chiusura in territorio comunale. La seconda zona è posta in prossimità di Via Pasotti Astorre, immediatamente a valle del tombinamento del Rio delle Poffe.

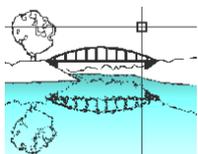
Per entrambe queste zone verrà qui esposta l'analisi idrologica svolta, propedeutica allo studio idraulico svolto.

## SCOPO DEL LAVORO

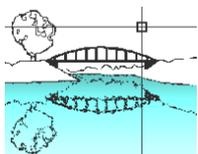
Questo elaborato intende valutare il comportamento idraulico del torrente Gobbia nel suo attuale stato, al fine di valutare la pericolosità del rischio esondazione lungo la sua asta e di valutarne gli effetti in caso di eventi eccezionali.

La presente relazione, svolta conformemente Allegato IV DGR 2616/2011, con particolare riferimento alla direttiva *criteri per la valutazione della compatibilità idraulica delle infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico all'interno delle fasce A e B* (Capitolo *Contenuti dello studio di compatibilità*) si compone dei seguenti capitoli:

- Assetto geometrico dell'alveo;
- Caratteristiche morfologiche dell'alveo;
- Caratteristiche granulometriche del materiale d'alveo;
- Caratteristiche ambientali e paesistiche della regione fluviale;
- Portate di piena;
- Opere di difesa idraulica;
- Manufatti interferenti;
- Modalità di deflusso in piena;
- Effetti della piena.



Nei capitoli seguenti verrà dunque illustrato il percorso di analisi del torrente, che si è composto di indagini in campo sia di letteratura.

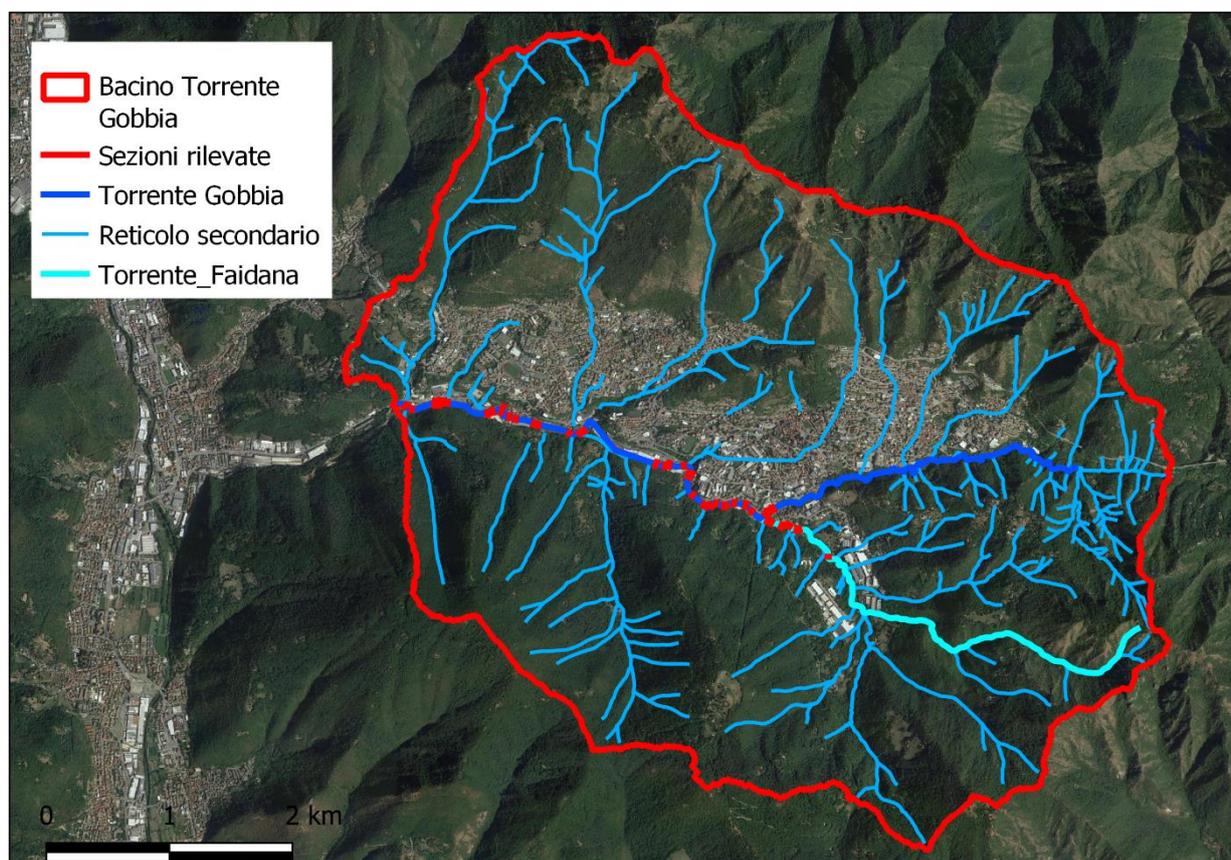


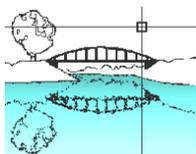
## ASSETTO GEOMETRICO DELL'ALVEO

Sai tratta di un alveo inciso in terreni di conformazione per lo più rocciosa e densamente antropizzato. Lungo il suo corso si possono incontrare più ponti di attraversamento e in tre casi il corso d'acqua risulta tombinato sotto corpi di fabbrica. Per buona parte del suo corso lambisce l'abitato di Lumezzane e la sponda destra è spesso rappresentata da muri in cls, dotati di altezze variabili da 2 a 5 m. La sponda sinistra è pressoché sempre rappresentata da una ripida scarpata rocciosa. L'asta principale presenta una pendenza media pari al 5 %.

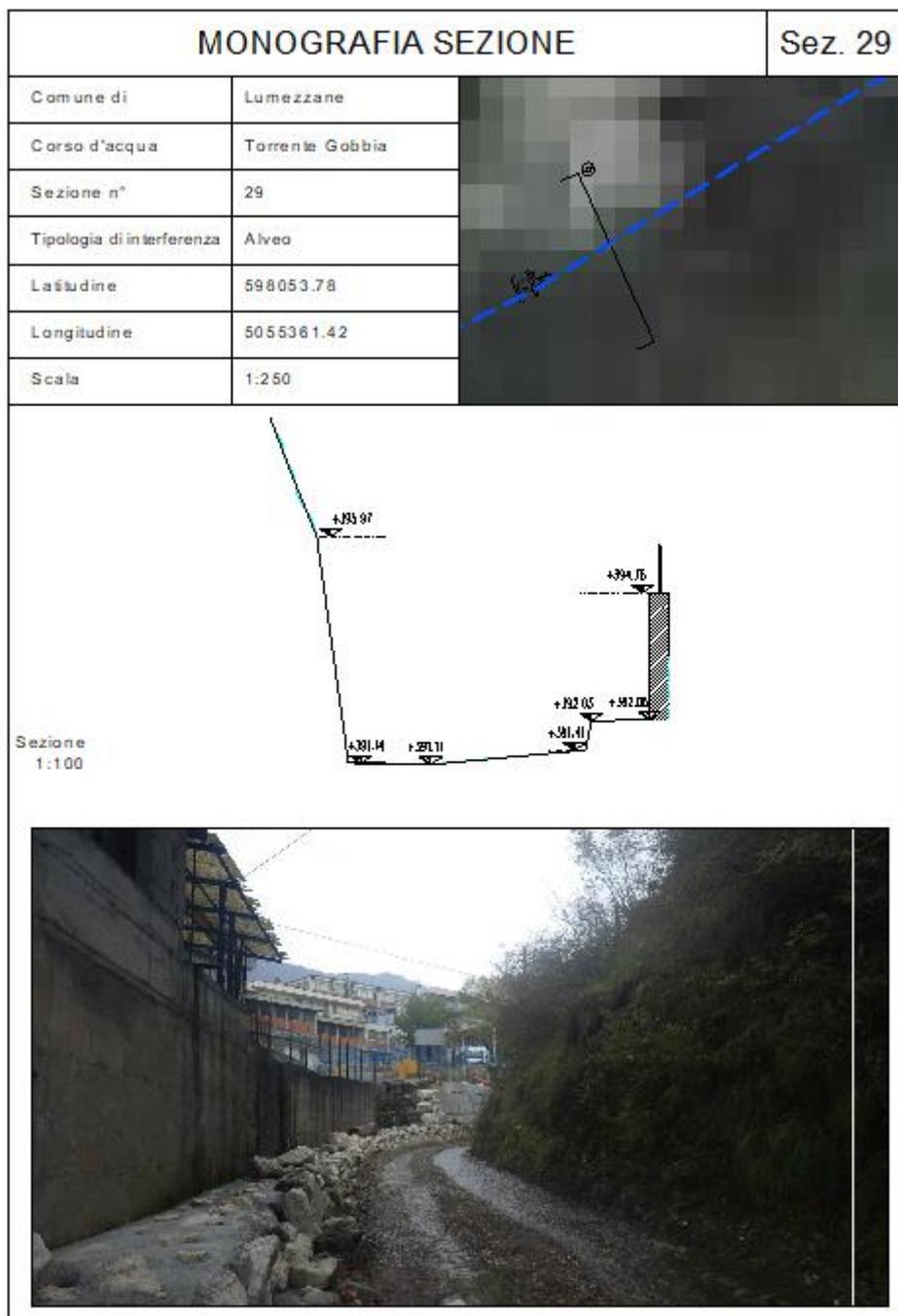
Le sezioni topografiche rilevate sono state in totale 43 e coprono una distanza complessiva di 6150 m del corso d'acqua, prestando particolare attenzione alle opere interferenti con l'alveo e a cambi di sezione. I dati sono inoltre stati integrati con quanto riportato dallo studio "STUDIO IDROGEOLOGICO A SCALA DI SOTTOBACINO IDROGRAFICO DELLA VALLE TROMPIA" commissionato dalla Comunità Montana di Valle Trompia". In questo studio sono cartografate tutte le interferenze presenti sul torrente Gobbia e da cui si sono tratte informazioni comunque verificate in loco mediante sopralluogo.

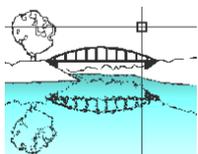
Nella figura seguente si riporta la localizzazione delle sezioni rilevate.





Tutti i rilievi svolti sono riportati in tre tavole allegare al presente progetto, organizzate in monografie che permettono di apprezzare la posizione del rilievo, la rappresentazione in scala della sezione e fotografia del rilievo.





## CARATTERISTICHE MORFOLOGICHE DELL'ALVEO

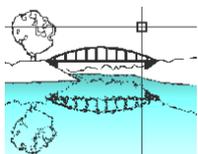
Il torrente Gobbia presenta un alveo stabile, inciso in roccia, le cui sponde sono spesso rappresentate da versanti in roccia o muri di contenimento.

Anche durante fenomeni di piena l'alveo non muta e non sono presenti aree golenali. Dall'analisi storica condotta non risultano modifiche recenti all'assetto dell'alveo, il quale non cambia assetto in regime di piena. Si sottolinea come storicamente non risultino fenomeni di esondazione del torrente.

## CARATTERISTICHE GRANULOMETRICHE DEL MATERIALE D'ALVEO

Come precedentemente accennato, trattasi di un alveo in roccia, non erodibile da eventi di piena, eccezion fatta per il leggero strato di deposito





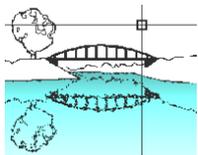
## PORTATE DI PIENA

Le portate di piena sono state determinate rispetto ad un evento meteorico con tempo di ritorno pari a 100 anni per i bacini naturali, mentre si è applicato un tempo di ritorno pari a 10 anni per i bacini urbanizzati.

Il modello utilizzato per la ricostruzione dell'onda di piena è stato descritto nella relazione idrologica: di seguito si riporta tabella riassuntiva in cui si associano le portate al picco alle sezioni rilevate.

È stata fatta inoltre una valutazione con tempo di ritorno di 200 anni, per verificare gli effetti di un tale evento rispetto a quelli che si ottengono con un tempo di ritorno di 100 anni.

Sezione	$Q_{Tr100}$ [m <sup>3</sup> /s]	$Q_{Tr200}$ [m <sup>3</sup> /s]
<b>35</b>	9.90	13.20
<b>43</b>	10.30	13.40
<b>32</b>	34.60	44.20
<b>17</b>	45.90	51.60
<b>15</b>	61.60	70.90
<b>12</b>	72.60	79.90
<b>2</b>	77.20	85.20
<b>1</b>	85.50	95.40



## MANUFATTI INTERFERENTI

Ad interferire con il corso d'acqua esistono ponti e tombinamenti, oltre alla presenza di soglie. Più specificatamente nel tratto in analisi si possono riscontrare 13 ponti, tre tombinamenti e 11 soglie. Dei ponti che si incontrano 12 sono a trave con campata unica, mentre uno è ad arco (sezione 22). Nessuno dei ponti a trave porta quindi ad una modifica del corso d'acqua ed anche il ponte ad arco comporta un restringimento modesto della sezione.

Le tombinature come detto sono tre e regolano il passaggio sotto dei corpi di fabbrica presenti lungo il torrente Gobbia. Il primo tombinamento presenta una lunghezza complessiva di 760 m ed una sezione che presenta caratteristiche leggermente differenti in ingresso e uscita, dovute al fatto che insistono sul torrente due differenti corpi di fabbrica. Le sezioni rilevate associate all'ingresso e all'uscita del manufatto sono la numero 17 e la 16.

I seguenti tombinamenti sono rispettivamente lunghi 260 m e 160 m, con luci di dimensioni maggiori rispetto al primo tombinamento, rappresentati dalle sezioni che vanno dalla numero 14 alla 11.

## MODALITÀ DI DEFLUSSO DI PIENA

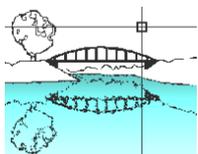
I calcoli idraulici atti a stabilire le modalità di deflusso della piena sono stati svolti ricorrendo al software HEC-RAS sviluppato da United States Army Corps of Engineers. Nei capitoli seguenti verranno approfondite le seguenti punti:

- Metodo di calcolo utilizzato;
- Condizioni al contorno;
- Condizioni di riferimento.

## METODO DI CALCOLO

Il calcolo del deflusso viene svolto in moto permanente. La sezione del torrente è piuttosto regolare, che giustificherebbe anche l'assunzione di alveo cilindrico per lunghi tratti, ma deve anche essere considerata la presenza dei tombinamenti e dei salti di fondo che possono indurre innalzamenti localizzati del profilo della corrente, rendendo non applicabile il ricorso al calcolo in moto uniforme.

In particolare, si è fatto ricorso alle simulazioni in moto permanente 1D, corrispondenti alle condizioni *steady flow* per il software HEC-RAS.



## IL CODICE DI CALCOLO

HEC-RAS è un programma sviluppato dal United States Army Corps of Engineers presso l'Hydrologic Engineering Centre (HEC) utilizzato per la modellazione mono e bidimensionale di reti di canali naturali e artificiali, River Analysis System (RAS)

Brevemente, il software permette di effettuare:

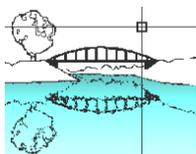
- simulazioni in condizioni stazionarie (steady flow) in corrente lenta, veloce o mista, calcolando i corrispettivi profili di corrente;
- simulazioni in condizioni non stazionarie (unsteady flow);
- simulazioni per la classificazione e quantificazione di processi di idrodinamica del trasporto solido relativi a fenomeni di erosione o deposizione generalizzata e/o localizzata.

Per i calcoli svolti in questa analisi si è adottato uno schema 1D a moto permanente, per cui il deflusso si svolge secondo una direzione prevalente con sezione gradualmente variata e portata costante nel tempo. Le condizioni al contorno del modello riguardano la scabrezza dell'alveo, in funzione del materiale di rivestimento e dello stato di manutenzione, e le condizioni di monte e di valle del corso d'acqua. In merito alle condizioni iniziali, per il moto permanente si ipotizza che la portata defluisce tutta a partire dal tempo  $t$  pari a 0.

Restando nell'ipotesi di moto permanente la procedura di calcolo è basata sulla soluzione delle equazioni dell'energia secondo lo **schema monodimensionale**. Le perdite di energia considerate sono dovute alla scabrezza (applicando le eq. di Manning) ed alla contrazione e/o espansione della vena fluida, attraverso un coefficiente moltiplicatore della variazione dell'energia cinetica. L'equazione dei momenti è utilizzata nelle situazioni in cui il pelo libero dell'acqua subisce variazioni repentine. Questa situazione comprende la valutazione in corrente mista (come nel caso di un risalto idraulico), dell'idraulica dei ponti e dei profili in corrispondenza della confluenza tra corsi d'acqua.

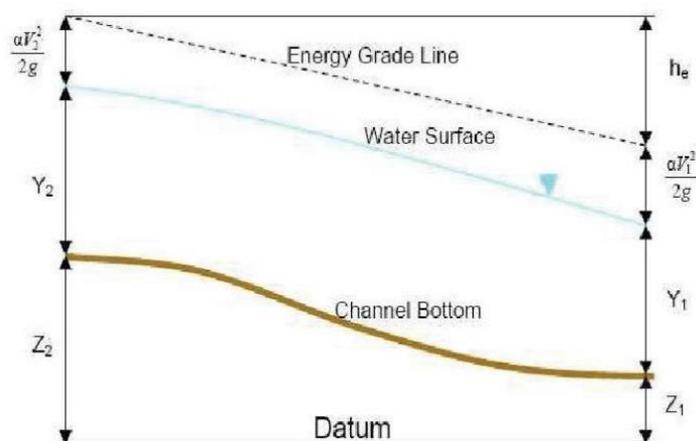
Nei calcoli idraulici è possibile valutare l'effetto di diverse ostruzioni quali ponti, tombini, briglie e strutture in genere lungo i corsi d'acqua. Il sistema di calcolo in moto permanente è concepito per applicazioni nella sistemazione dei corsi d'acqua e delle pianure alluvionali e per gli studi finalizzati alla determinazione delle aree allagabili con diversi tempi di ritorno in caso di esondazioni.

Il modello presuppone che siano fornite tutte le informazioni necessarie, ed in particolare la geometria di un numero sufficiente di sezioni trasversali, la scabrezza che metta in conto le resistenze idrauliche, le condizioni al contorno e le portate.



Il programma consente di inserire sezioni trasversali fittizie, interpolando quelle rilevate, in modo da assicurare che il passo di discretizzazione spaziale non ecceda un assegnato valore limite.

Per l'analisi in moto permanente HEC-RAS determina il profilo del pelo libero tra una sezione e la successiva mediante la procedura iterativa denominata standard step, risolvendo l'equazione del bilancio energetico, andando ad analizzare solamente la componente della velocità diretta secondo la direzione prevalente del moto.



$$Y_2 + Z_2 + \frac{\alpha_2 \cdot V_2^2}{2g} = Y_1 + Z_1 + \frac{\alpha_1 \cdot V_1^2}{2g} + h_e$$

Dove:

- $Y_2$  e  $Y_1$  rappresentano i tiranti idrici;
- $Z_2$  e  $Z_1$  rappresentano le quote geodetiche;
- $V_2$  e  $V_1$  rappresentano le velocità medie;
- $Y_2$  e  $Y_1$  rappresentano i coefficienti di ragguglio delle altezze cinetiche;
- $g$  l'accelerazione di gravità;
- $h_e$  la perdita di carico nel tratto.

Quest'ultimo termine è funzione sia delle perdite per attrito che delle perdite per contrazione ed espansione e viene valutato come segue:

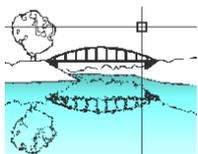
$$h_e = L \cdot S_f + C \cdot \left| \frac{\alpha_2 \cdot V_2^2}{2g} - \frac{\alpha_1 \cdot V_1^2}{2g} \right|$$

Dove:

- $L$  rappresenta la lunghezza del tratto fluviale mediata sulle portate e calcolata come:

$$L = \frac{L_{lob} \cdot Q_{lob} + L_{rob} \cdot Q_{rob} + L_{ch} \cdot Q_{ch}}{Q_{lob} + Q_{rob} + Q_{ch}}$$

I pedici lob, rob e ch indicano rispettivamente la golena sinistra, destra e centrale



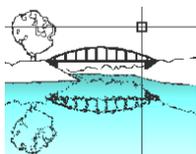
- $S_f$  rappresenta la cadente della linea dei carichi totali;
- $C$  rappresenta il coefficiente di espansione / contrazione compreso tra 0 e 1, che tiene conto delle perdite di carico dovute all'espansione e alla contrazione della vena fluida.

Nell'equazione delle perdite di carico  $h_e$  il primo termine rappresenta la perdita totale per attrito, data dal prodotto tra la distanza tra le due sezioni e la cadente media. Il programma prevede diverse possibilità di calcolo della cadente, che viene determinata presupponendo una suddivisione della sezione d'alveo in settori (golena sinistra, alveo e golena destra) all'interno dei quali la velocità possa ritenersi con buona approssimazione costante. Per ciascuno di questi settori è possibile assegnare un diverso valore del coefficiente di Manning da adottare nel calcolo.

Il secondo termine della equazione indica il contributo dovuto alla contrazione ed espansione dell'area bagnata; tali perdite sorgono nel momento in cui si abbia un allargamento o restringimento della sezione che determini una situazione di corrente non lineare. Il coefficiente  $C$  varia in un intervallo compreso tra 0.1 e 1 per correnti subcritiche, mentre in caso di correnti veloci generalmente si assumono valori inferiori a 0.1. L'altezza del pelo libero, in riferimento ad una assegnata sezione, viene determinata mediante una risoluzione iterativa delle due equazioni viste prima. Il modello fornisce inoltre i valori dell'altezza critica nelle diverse sezioni fluviali. Qualora si verificano transizioni da corrente lenta a veloce o viceversa, in tali tratti l'equazione di bilancio energetico è sostituita dall'equazione globale di equilibrio dinamico o dei momenti.

Il modello HEC-RAS consente anche di modellare l'effetto indotto sulla corrente dalla presenza di attraversamenti fluviali, nel caso che il deflusso attraverso il ponte avvenga a pelo libero ma anche in pressione. La perdita di energia causata dal ponte è divisa in tre parti:

- le perdite che si hanno nella zona immediatamente a valle del ponte dove, generalmente, si ha un'espansione della corrente;
- le perdite di energia che si verificano durante l'attraversamento del ponte;
- le perdite che si hanno immediatamente a monte, ove la corrente subisce una contrazione.



## CONDIZIONI AL CONTORNO

L'asta principale presenta forti pendenze, ancor più nella parte a monte del corso d'acqua. Le condizioni di moto nei tratti a monte (sezione 43 e sezione 35) sono quindi di corrente veloce, condizione che si ripete anche per la sezione di chiusura.

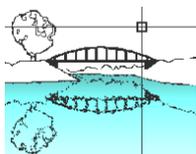
In merito ai coefficienti di scabrezza considerati, questi si sono stati selezionati distinguendo tra le caratteristiche del fondo alveo, prevalentemente in roccia, e quelle delle sponde. Queste ultime spesso presentano caratteristiche differenti tra sponda destra e sinistra, con la prima quasi sempre rappresentata da muri di sostegno e la seconda da sponde naturali, per la maggioranza in roccia.

Nella seguente tabella si riportano i valori di scabrezza presenti in letteratura ed utilizzati per il presente studio.

TAB.1.2 B - VALORI DEL COEFFICIENTE DI RESISTENZA DI MANNING:  $n$  ( $s/m^{1/3}$ ) DA [CHOW V. T., 1959]

CORSI D'ACQUA MINORI (LARGHEZZA A PIENE RIVE < 30 m)

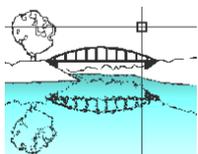
tipo di superficie	Minimo	Normale	Massimo
<b>ALVEI DI PIANURA</b>			
non vegetati, rettilinei, corrente regolare	0.025	0.030	0.033
come sopra ma con pietre e alghe	0.030	0.035	0.040
non vegetati, tortuosi con molienti e rapide	0.033	0.040	0.045
come sopra ma con pietre e alghe	0.035	0.045	0.050
come sopra, in magra	0.040	0.048	0.055
non vegetati, tortuosi, pietre, molienti e rapide	0.045	0.050	0.060
molto irregolari e alghe molto fitte	0.075	0.100	0.150
<b>ALVEI DI MONTAGNA (SPONDE CON ALBERI E CESPUGLI)</b>			
sul fondo: ghiaia, ciotoli e massi radi	0.030	0.040	0.050
sul fondo: ciotoli e grandi massi	0.040	0.050	0.070
<b>GOLENE E PIANE INONDABILI</b>			
prato senza cespugli, erba bassa	0.025	0.030	0.035
prato senza cespugli, erba alta	0.030	0.035	0.050
campi incolti	0.020	0.030	0.040
coltivazioni a filari	0.025	0.035	0.045
colture di cereali in pieno sviluppo	0.030	0.040	0.050
aree con cespugli sparsi e erba alta	0.035	0.050	0.070
aree con cespugli bassi e alberi, in inverno	0.035	0.050	0.060
aree con cespugli bassi e alberi, in estate	0.040	0.060	0.080
cespugli fitti, in inverno	0.045	0.070	0.110
cespugli fitti, in estate	0.070	0.100	0.160



CANALI CON FONDO IN GHIAIA E SPONDE IN lastre di calcestruzzo	0.017	0.020	0.025
pietrame con giunti stilati	0.020	0.023	0.026
scogliera	0.023	0.033	0.036
CANALI IN TERRA NON RIVESTITI			
rettilinei, non vegetati, buona manutenzione	0.016	0.018	0.020
rettilinei, non vegetati, mediocre manutenzione	0.018	0.022	0.025
rettilinei, non vegetati, con ghiaia	0.022	0.025	0.030
rettilinei, poco inerbiti, rare alghe	0.022	0.027	0.033
ALVEI IN TERRA REGOLARIZZATI O ROGGE			
non vegetati	0.023	0.025	0.030
poco inerbiti, rare alghe	0.025	0.030	0.033
molto vegetati, molte alghe	0.028	0.030	0.035
con sponde in pietrame	0.028	0.030	0.035
con sponde ben inerbite	0.025	0.035	0.040
con fondo in ciotoli e sponde non vegetate	0.030	0.040	0.050
CANALI MANTENUTI CON DRAGAGGIO			
non vegetati	0.025	0.028	0.033
poco inerbiti, rare alghe	0.035	0.050	0.060
ALVEI IN ROCCIA			
con sezione ben regolarizzata	0.025	0.035	0.040
irregolari	0.035	0.040	0.050
CANALI IN TERRA RINATURALIZZATI (CON ALGHE E CESPUGLI)			
con sezione interamente occupata da alghe	0.050	0.080	0.120
con rare alghe e sponde mediamente cespugliate	0.045	0.070	0.110
con alghe e sponde fortemente cespugliate	0.080	0.100	0.140

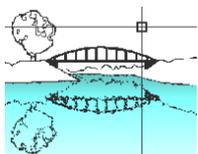
Nella presente analisi si sono considerati i seguenti valori di scabrezza:

- opere in cls (es. muri di sostegno): 0.017;
- alveo / sponde in roccia: 0.04
- sponde inerbite: 0.04



## CONDIZIONI DI RIFERIMENTO

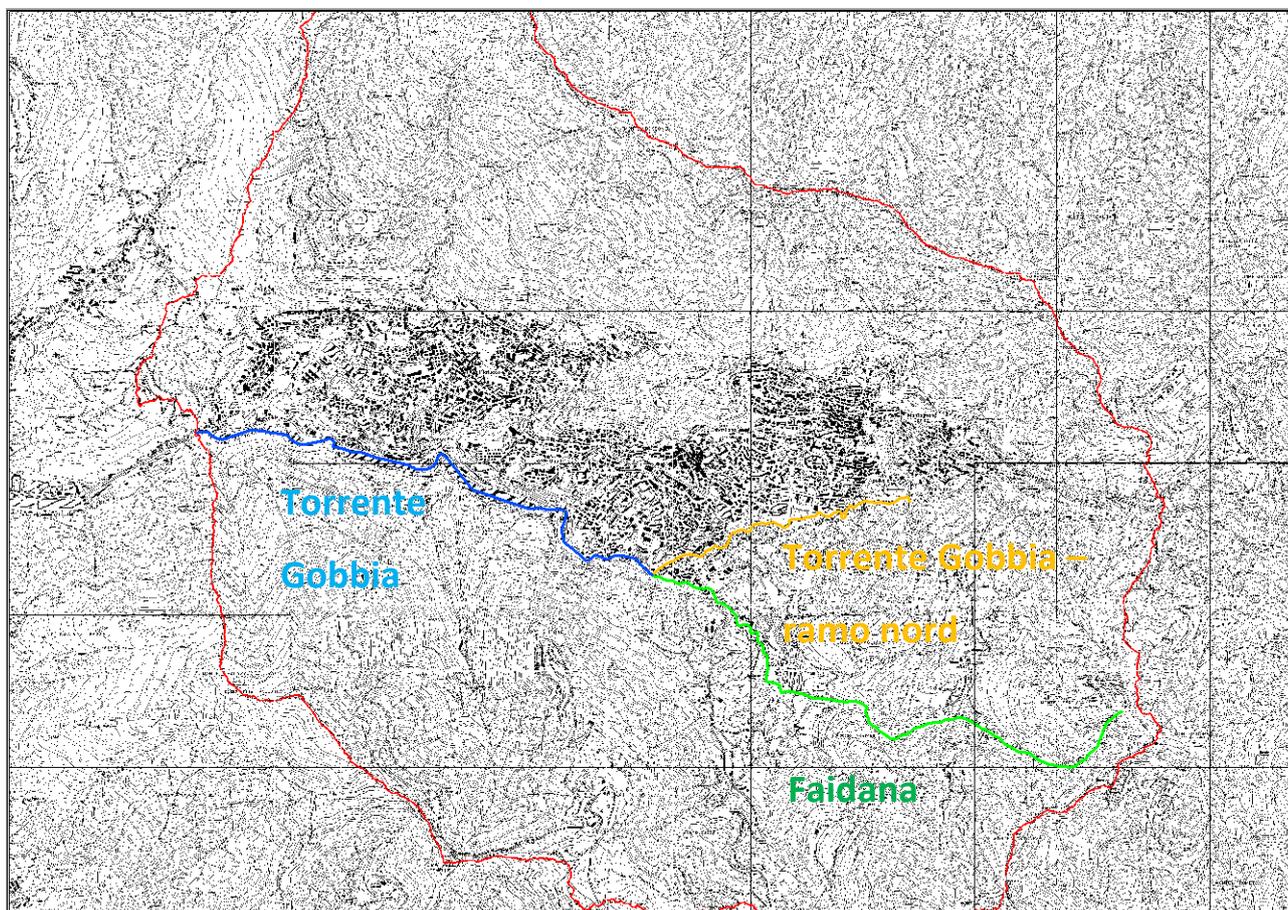
Per il corso d'acqua in esame non sono disponibili serie storiche di misurazione delle portate. È stata comunque svolta un'analisi storica, consultando l'archivio comunale, in merito agli eventi di esondazione che si sono verificati nel comune di Lumezzane. Da questa ricerca storiografica è emerso come non vi siano eventi riguardanti il torrente Gobbia.



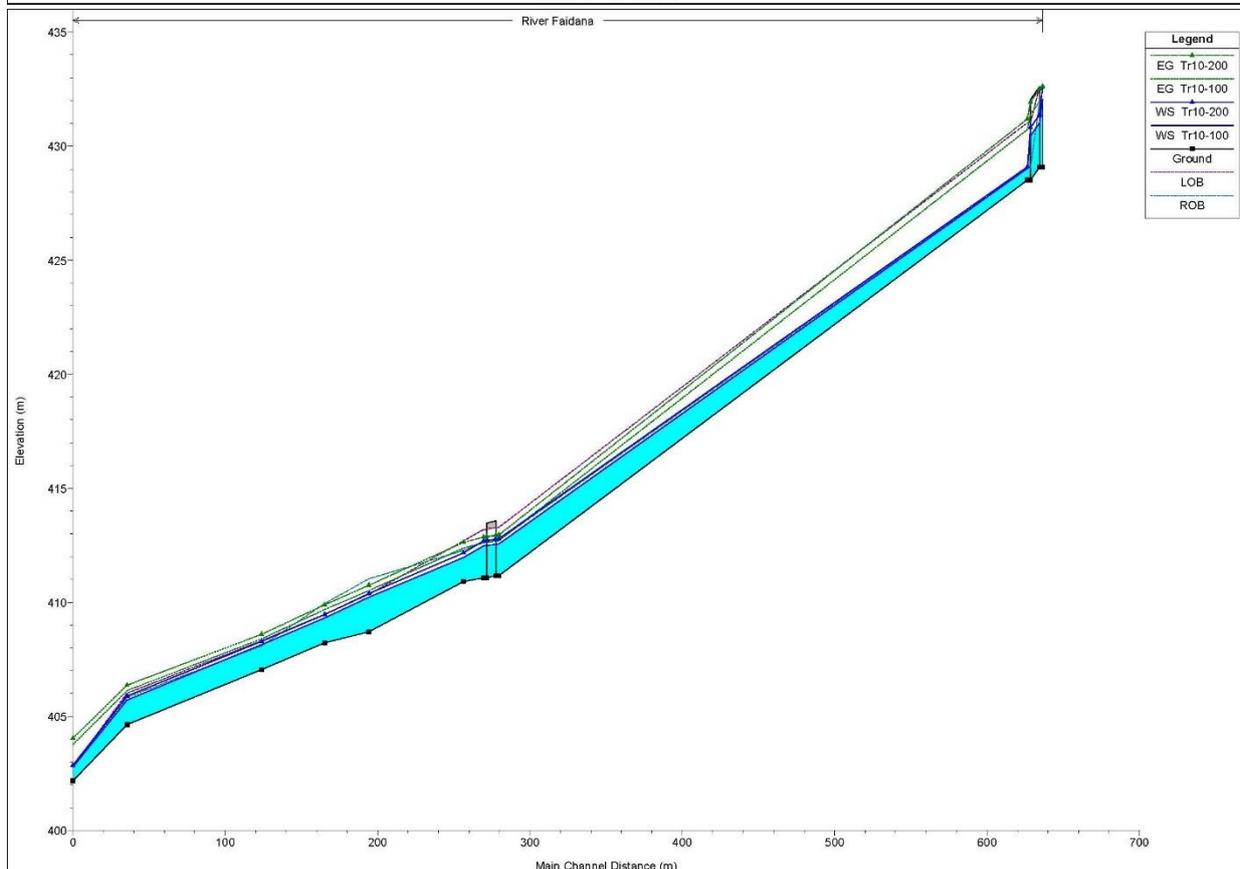
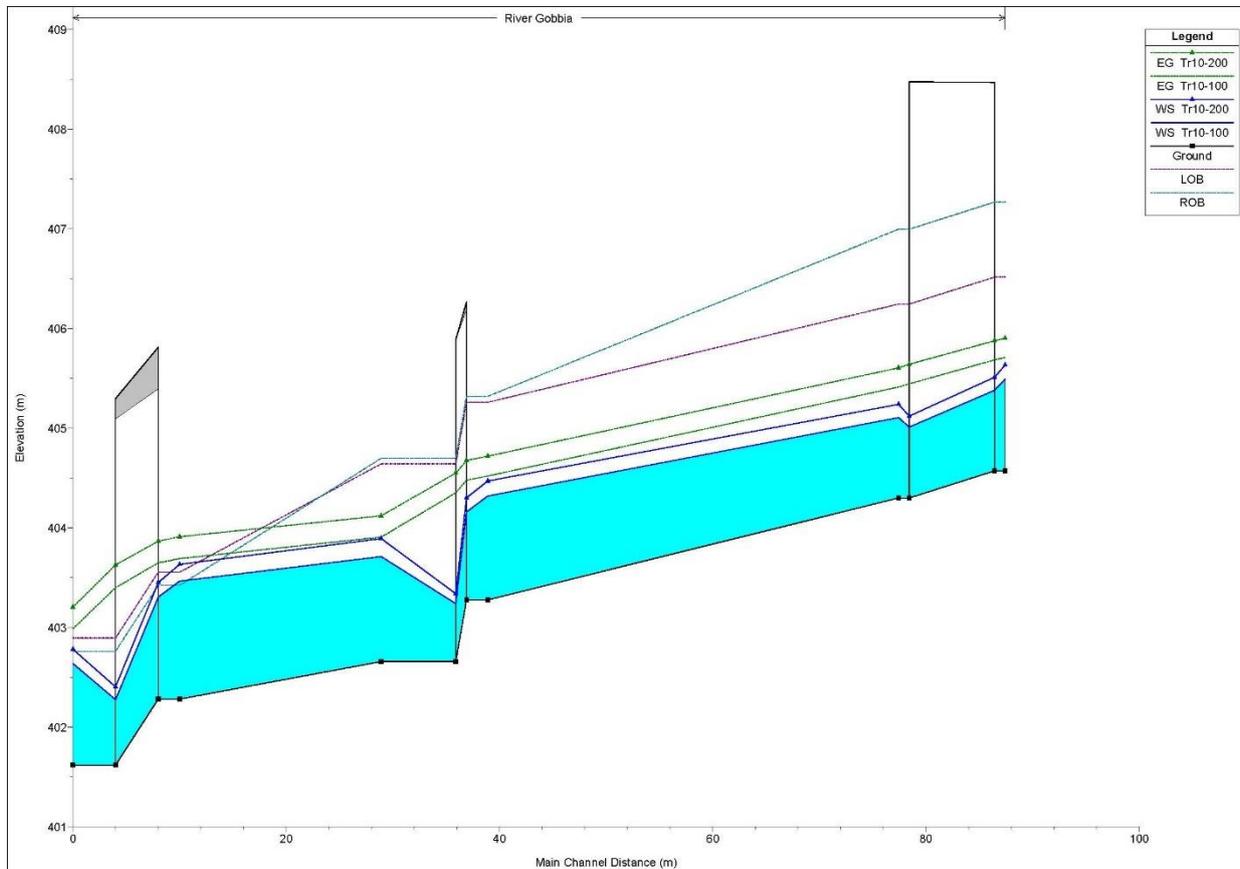
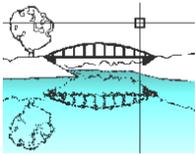
## EFFETTI DELLA PIENA

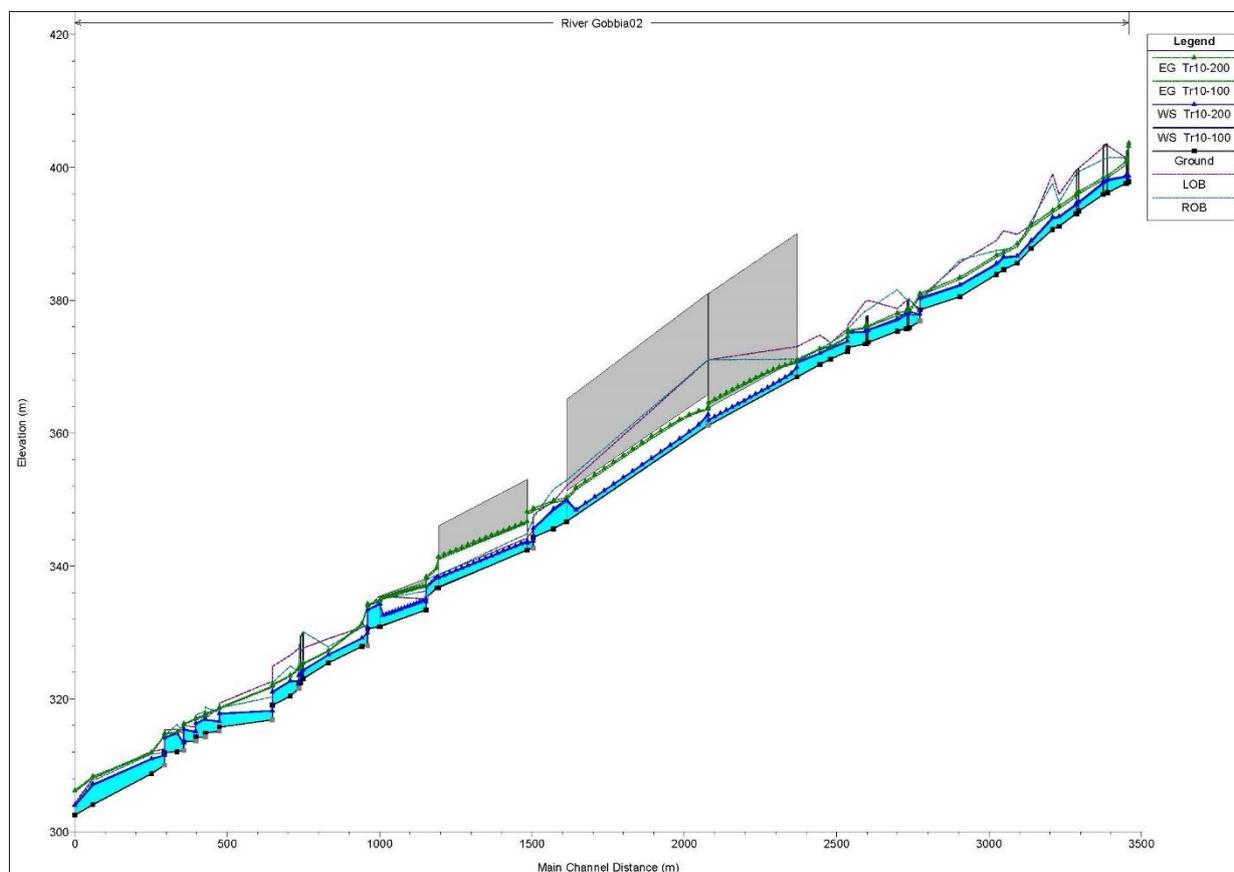
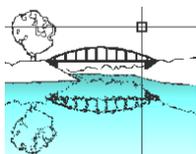
La simulazione idraulica svolta permette di individuare il profilo in moto permanente per un evento con tempo di ritorno pari a 100 anni. I valori di altezza sono poi direttamente confrontati con le altezze delle sponde per individuare le eventuali aree a rischio esondazione.

Il torrente è stato suddiviso in tre tronchi, in sovrapposizione con quelle che sono le attuali aree a rischio elevato.



Di seguito si riportano i profili ottenuti per l'evento di piena, divisi per i tre tronchi.



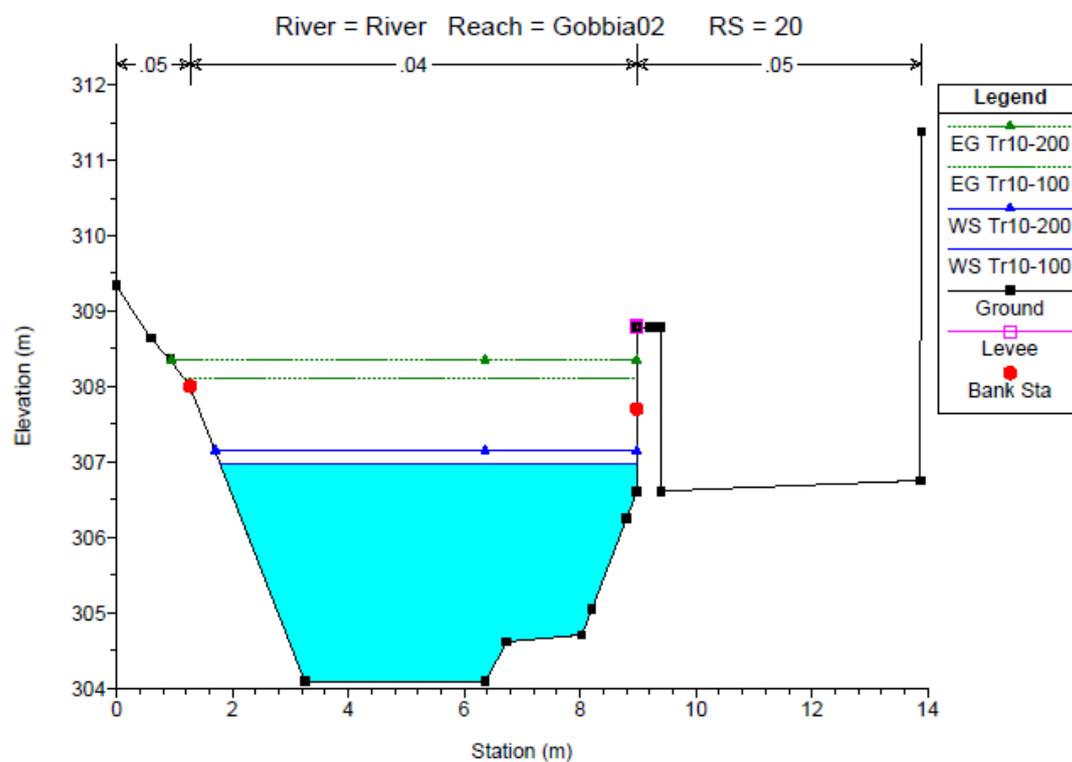
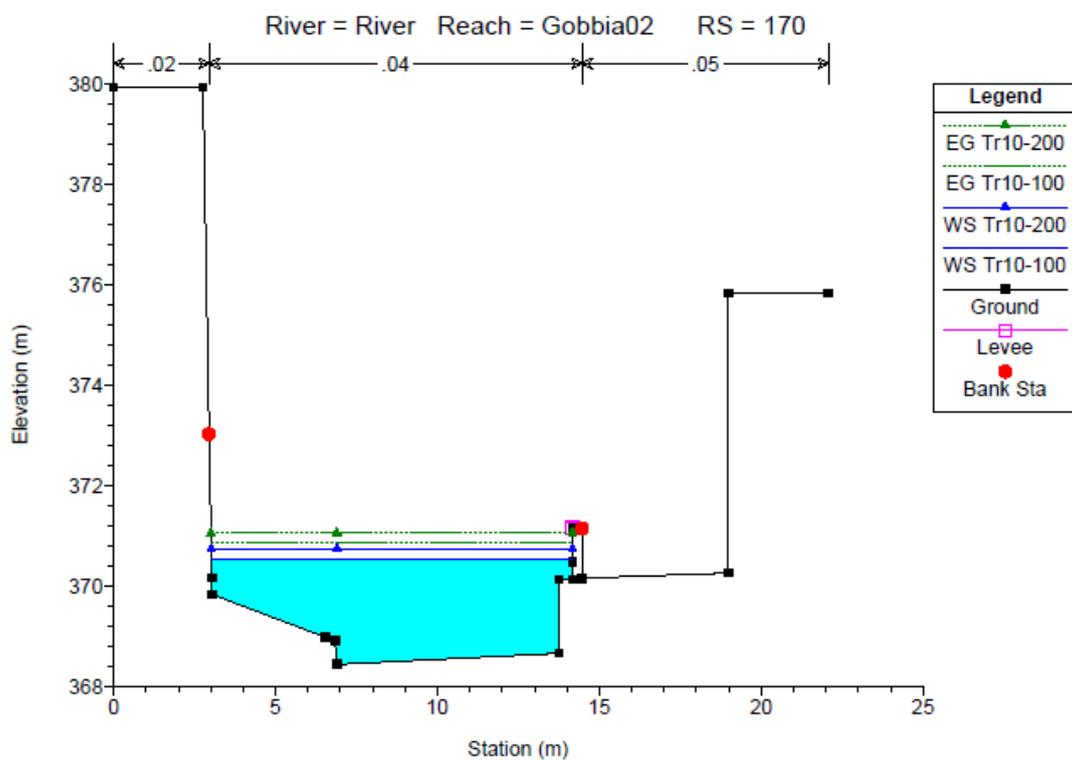
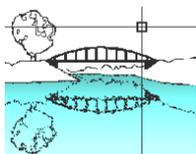


Come si può notare, per i primi due tratti non sussistono problematiche particolari, dati anche i valori di portata relativamente contenuti e pendenze comunque importanti del corso d'acqua.

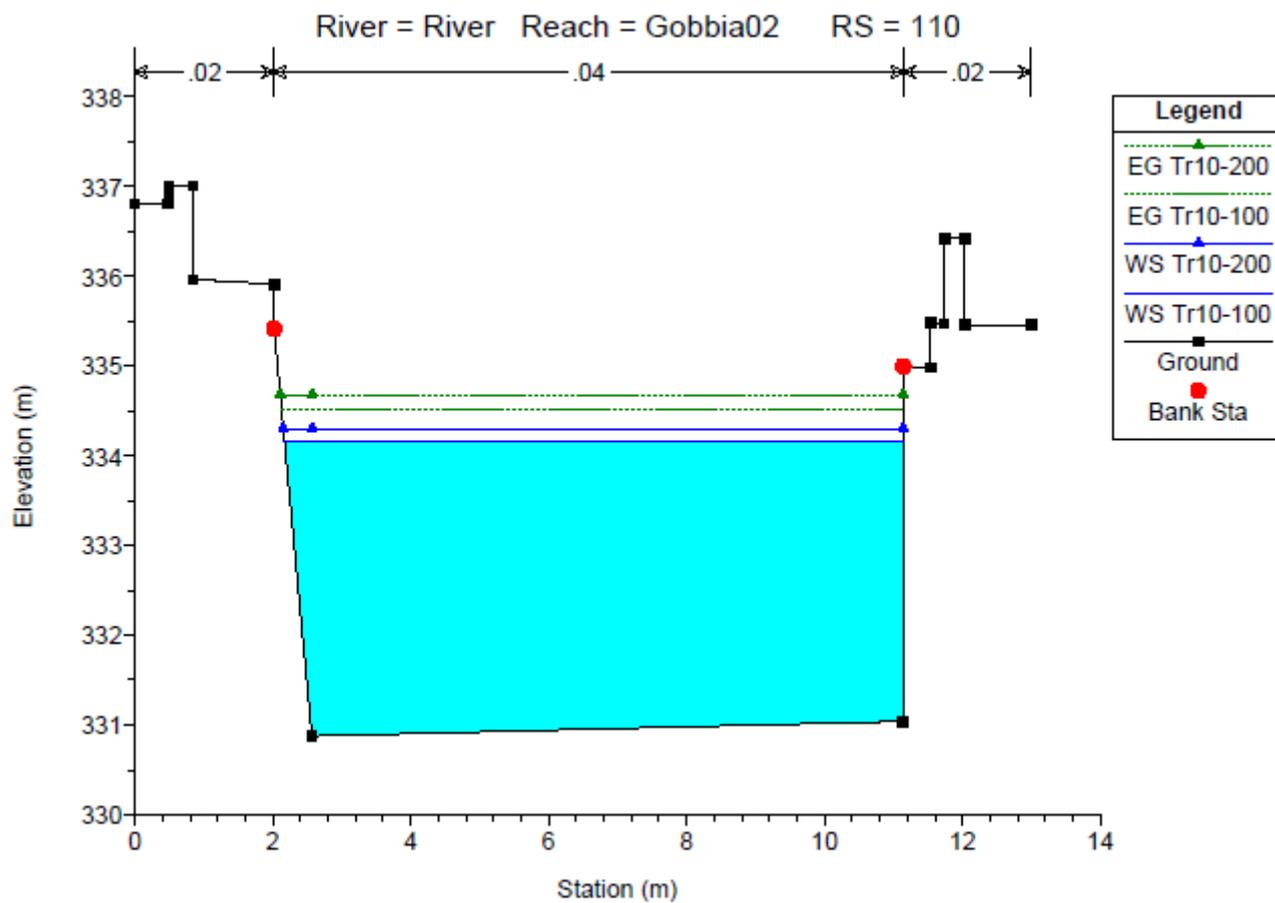
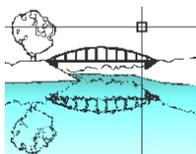
Per il tratto più a valle fenomeni di risalto si possono osservare all'ingresso delle prime due tominature ed in occasione dei salti di fondo più marcati.

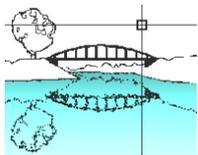
Tuttavia, nessuna di queste variazioni di altezza del profilo del pelo libero è in grado di provocare il sormonto dei muri laterali, con franchi di sicurezza maggiori di 2 m nella quasi totalità delle sezioni, eccezion fatta per le sezioni 20 e 170, riportate di seguito.

In tutti i profili longitudinali sono riportati i risultati sia per un tempo di ritorno di 100 che di 200 anni.



A titolo di esempio si riporta la sezione 11, a valle dell'ultimo tombinamento e a monte di un importante salto di fondo, che riporta uno dei maggiori risaliti tutto il corso d'acqua, che mostra come il profilo del pelo libero risulti ad una profondità di circa tre metri rispetto alle sponde.





## **SIMULAZIONE IDRAULICA TRATTO TOMBINATO RIO DELLE POFTE**

Il tratto di Rio delle Poffe analizzato è un tratto intubato, di cui sotto si restituisce il profilo altimetrico.

Si tratta di un corso d'acqua senza deflusso nei periodi di asciutta che diventa un tratto di fognatura mista a servizio dell'abitato. La tubazione è un ovoidale 105x75 cm la cui pendenza è variabile ma, eccezion fatta per un primo tratto immediatamente a valle dell'intubamento, presenta una pendenza molto marcata. Il primo tratto presenta una pendenza dell'1%, mentre per gli altri tratti questa varia dal 6% al 20%.

In questo caso, trattandosi di un corso d'acqua interamente intubato si è fatto ricorso al software SWMM per la verifica delle portate

### **CODICE DI CALCOLO**

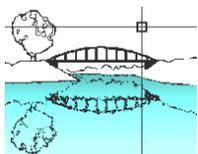
Al fine di valutare anche questi effetti, si è deciso di modellare questo tratto di fognatura mediante il software

EPA's Storm Water Management Model (di seguito SWMM) prodotto dal dipartimento della protezione ambientale statunitense – United States Environmental Protection Agency (EPA) – dal 1971, aggiornato ed ottimizzato fino alla corrente versione 5.1.3.

Si tratta di un modello idraulico monodimensionale che permette la simulazione qualitativa e quantitativa del completo ciclo idrologico applicato alle reti urbane e suburbane di scolo delle acque meteoriche.

All'interno del software SWMM sono presenti una componente di deflusso ed una di trasporto: la componente di deflusso opera su un insieme di sottobacini che ricevono le precipitazioni e generano il deflusso e i relativi carichi inquinanti, mentre la componente di trasporto simula la propagazione del flusso nella rete di drenaggio. La rete di drenaggio può essere simulata attraverso una serie di componenti quali condotte, canali, vasche di stoccaggio / dispositivi di trattamento, pompe e regolatori.

Il software modella le aree colanti come rettangolari permettendo di impostare l'estensione della superficie e la sua larghezza.

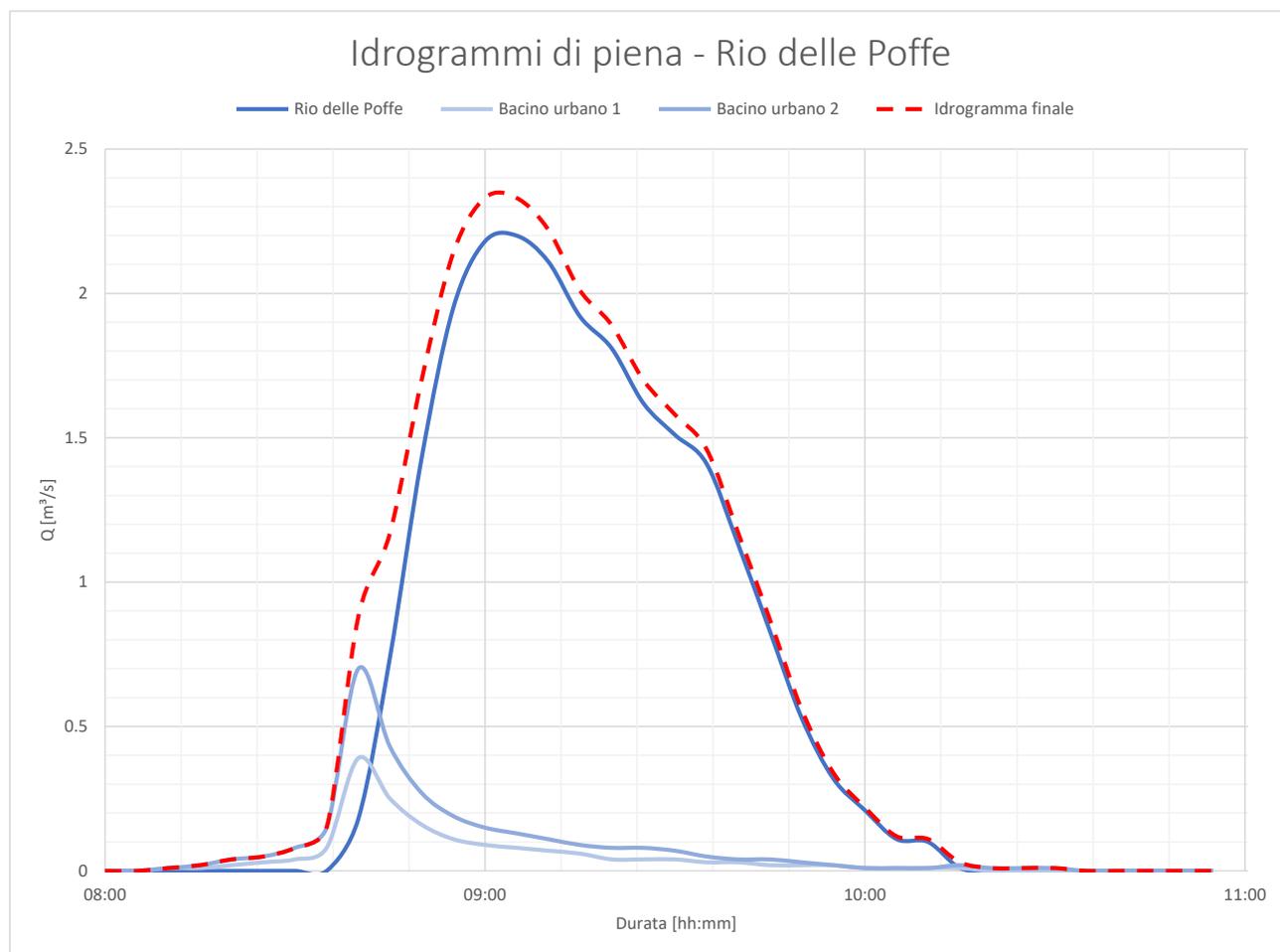


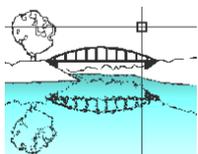
## PORTATE IN INGRESSO

In input al modello idraulico ci saranno le portate generate dal torrente Rio delle Poffe e le portate in arrivo dal sistema fognario. Si sono individuati due bacino colanti che scaricano le loro portate al tratto intubato, i cui dati sono:

	Bacino urbano 1	Bacino urbano 2
Area colante [ha]	0.85	0.95
Coef. impermeabilità $\phi$ [-]	0.75	0.75

In accordo con quanto fatto per il modello idrologico, al bacino urbano è stato applicato un idrogramma di piena con tempo di ritorno di 10 anni, non essendo la rete di fognatura capace di smaltire portate superiori.

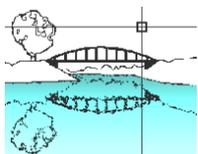




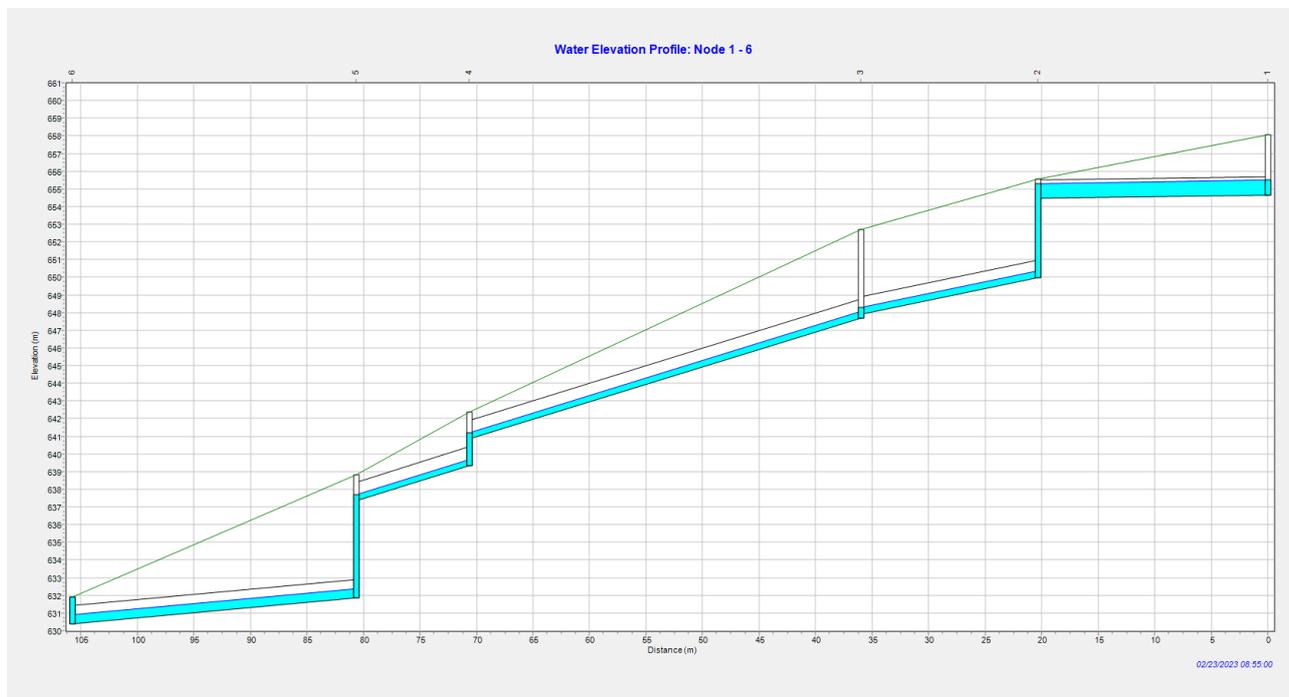
La portata in arrivo dal versante con un tempo di ritorno di 100 anni presenta un picco pari a  $2.2 \text{ m}^3/\text{s}$ , smaltibile dalla tubazione del tratto iniziale. Trattandosi di un versante montano molto acclive e con buona presenza di vegetazione, non è da escludere che un evento intenso trasporti con sé anche materiale solido, quali rami o detriti. Allo scopo di ridurre questa evenienza è presente una camera, alta 3.4 m e larga 6 m, all'inizio del tratto intubato dotata di un setto, con funzione di fermare i detriti. La struttura presenta poi un'apertura in sommità che ne consente lo svuotamento.

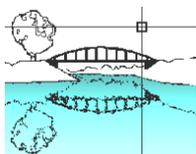


Le portate convogliate dalle fognature si attestano invece su una portata massima di circa  $250 \text{ l/s}$  ciascuna, senza che si generino però fenomeni di esondazione per insufficiente capacità delle tubazioni.



Nella seguente figura si riporta il profilo della tubazione nella situazione di massimo riempimento.





## AREE ESONDABILI

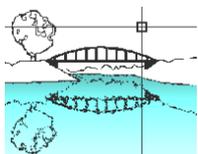
A valle dei risultati sopra esposti si può affermare come nelle aree in oggetto, in riferimento ad un evento meteorico con tempo di ritorno di 100 anni, non è presente rischio esondazione e non si può applicare la procedura di zonizzazione della pericolosità e, conseguentemente, del rischio. Tali valutazioni sono estendibili anche ad eventi con tempo di ritorno di 200 anni.

Resta tuttavia da considerare la presenza di costruzioni realizzate a ridosso dei corsi d'acqua, come nel caso dei tratti tombinati o dei muri dei cortili a ridosso del torrente. Al fine di garantire il mantenimento in buono stato di queste strutture e di evitare modifiche che possano introdurre criticità rispetto alla pericolosità del corso d'acqua, sono quindi identificabili come aree potenzialmente allagabili con pericolosità H2 - H1, ricadenti in una zonizzazione del rischio R2.

Per quanto riguarda il Rio delle Poffe, la portata generata da un evento con tempo di ritorno di 100 anni risulta smaltibile dalla tubazione. Non viene però smaltita la portata con tempo di ritorno di 200 anni: a fronte di questo per la zona viene mantenuta la zonazione con rischio R4, essendo la pericolosità molto elevata (H4) e gli elementi a rischio sono abitazioni private.

	H4	H3	H2	H1
E4	R4	R4	R2	R2
E3	R3	R3	R2	R1
E2	R2	R2	R1	R1
E1	R1	R1	R1	R1

La nuova perimetrazione è stata basata sulle caratteristiche geometriche dell'area, modificando la forma della precedente zonizzazione.



## ALLEGATI

Profilo longitudinale Torrente Faidana

Profilo longitudinale Torrente Gobbia – tratto a monte confluenza Torrente Faidana

Profilo longitudinale Torrente Gobbia - tratto a valle confluenza Torrente Faidana

Sezioni Torrente Faidana

Sezioni Torrente Gobbia – tratto a monte confluenza Torrente Faidana

Sezioni Torrente Gobbia - tratto a valle confluenza Torrente Faidana

- Tav. 1      Planimetria sezioni di rilievo
- Tav. 2      Monografie sezioni da 43 a 30
- Tav. 3      Monografie sezioni da 29 a 16
- Tav. 4      Monografie sezioni da 15 a 1
- Tav. 5      Perimetrazione aree rischio esondazione