



## Comune di Montechiarugolo



### PAUR PER AUMENTO CAPACITA' PRODUTTIVA Comune di Montechiarugolo Loc. Piazza

#### RELAZIONE DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA

##### PROPRIETÀ:

**MUTTI S.P.A**

STABILIMENTO IN VIA TRAVERSETOLO  
FRAZ. BASILICANOVA  
COMUNE DI MONTECHIARUGOLO

##### PROGETTISTA:



Ing. Gian Lorenzo Bernini

Gennaio 2023

## INDICE

1	PREMESSA .....	3
2	RIFERIMENTI NORMATIVI.....	5
2.1	Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico del bacino del fiume Po (PAI).....	5
2.2	Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale (P.T.C.P.) .....	7
2.3	Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni (ai sensi della Direttiva 2007/60/CE e del D.lgs 49/2010) .....	10
3	VERIFICA DELLA RETE DI DRENAGGIO ACQUE METEORICHE .....	12
3.1	Contributo dell'area al ricettore finale di scarico.....	13
3.2	Idrologia e determinazione delle curve di possibilità pluviometrica .....	14
3.3	La calibrazione del modello idrologico SWMM.....	17
3.4	Determinazione delle portate scaricate dalla rete acque bianche .....	18
3.4.1	Stato ante opera – TR 100 anni .....	18
3.4.2	Stato di fatto con PAUR – TR 100 anni .....	20
3.5	Determinazione dei volumi di laminazione .....	22
4	ANALISI IDROLOGICA IDRAULICA DEL RIO ZOLLETTE .....	26
4.1	Caratteristiche del rio Zollette .....	27
4.1.1	Descrizione del bacino del rio Zollette .....	27
4.2	Ricostruzione delle curve di possibilità pluviometrica.....	29
4.3	Il metodo di trasformazione afflussi/deflussi .....	31
4.3.1	Valutazione delle perdite idrologiche e determinazione delle portate di piena .....	31
4.4	L'analisi idraulica di dettaglio .....	37
4.4.1	Le ipotesi del calcolo idraulico .....	37
4.4.2	Il modello matematico utilizzato .....	37
4.4.3	Geometria dell'alveo .....	39
4.4.4	Coefficiente di scabrezza .....	40
4.4.5	Condizioni iniziali e al contorno .....	40
4.4.6	I risultati dell'analisi idraulica .....	40
4.5	Mitigazione delle criticità idrauliche.....	53

## 1 PREMESSA

La presente relazione precisa i criteri adottati per la verifica di compatibilità idraulica dalla ditta Mutti S.p.A., con particolare riferimento alle portate meteoriche scaricate dall'intero comparto anche in riferimento alla realizzazione degli interventi previsti nel PAUR e, quindi, alla definizione degli interventi di necessari per garantire l'invarianza idraulica allo scarico per tempo di ritorno pari a 100 anni nel rio delle Zollette, corpo idrico superficiale ricettore.

Inoltre, si è proceduto alla esecuzione di uno studio idrologico e idraulico del rio delle Zollette al fine di determinare le portate al colmo e valutare l'officiosità idraulica delle sezioni attuali del rio al fine di valutare i possibili interventi di mitigazione del rischio idraulico in caso di piena con tempi di ritorno di 25, 50 e 100 anni.

L'area dell'azienda Mutti S.p.A è situata nella frazione di Basilicanova in località Piazza, nel Comune di Montechiarugolo ed è posta in sponda sinistra del rio delle Zollette.

La figura seguente mostra l'inquadramento territoriale dell'area in oggetto.

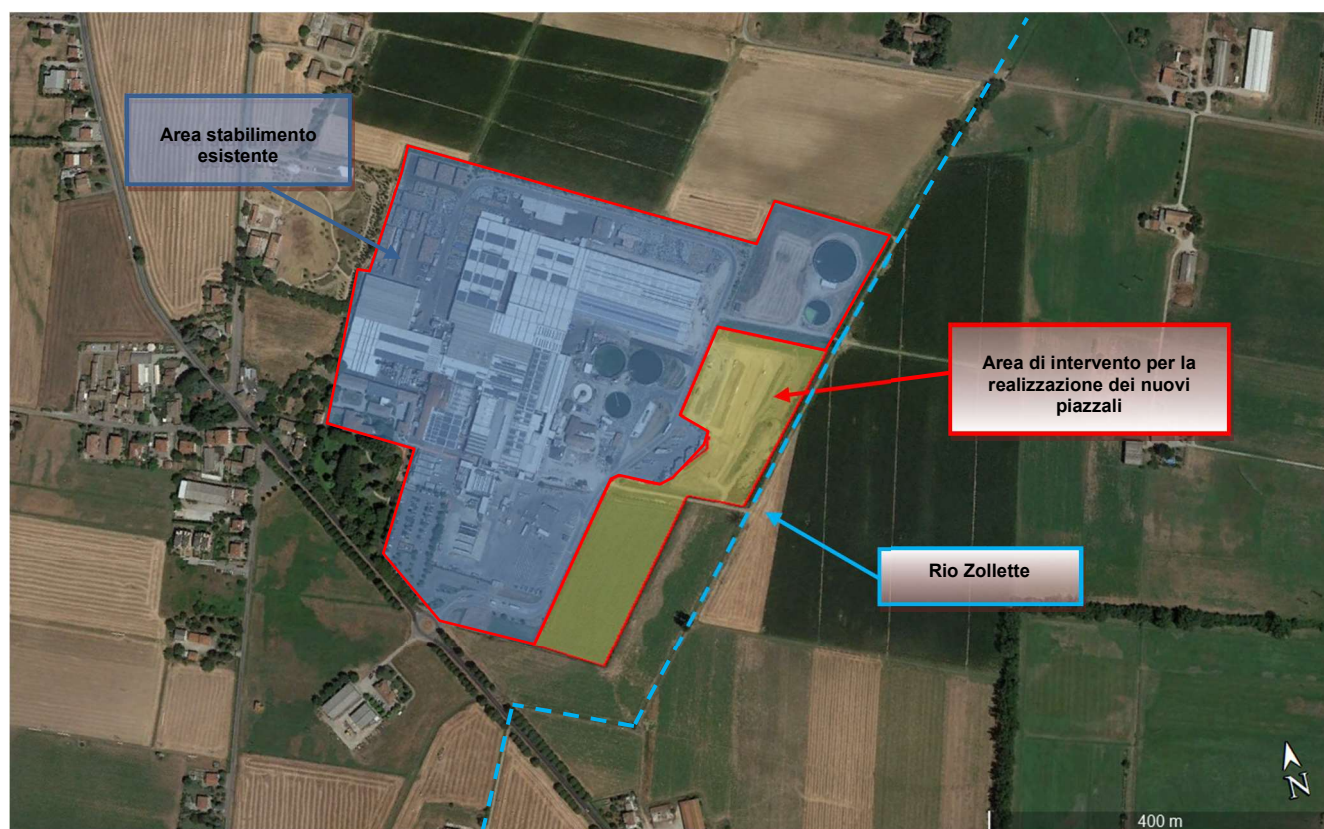


Figura 1: Individuazione planimetrica della zona oggetto di studio.

In particolare si sono sviluppati i seguenti punti per i due temi affrontati:

### 1. Analisi idrologica idraulica del comparto Mutti S.p.A.

- Individuazione dei bacini tributari per ogni tratto fognario, definizione dell'uso del suolo attuale e previsto, con particolare riferimento alle caratteristiche di permeabilità del territorio;

- Valutazione delle sollecitazioni pluviometriche che, per assegnati livelli di probabilità, possono interessare l'area in esame;
- Valutazione della risposta idraulica del singolo bacino attraverso il sistema di drenaggio in termini di portate, velocità e volumi di deflusso per l'assegnato livello di probabilità;
- Determinazione delle portate massime scaricate;
- Determinazione del volume di laminazione di compensazione.

## **2. Analisi idrologica idraulica del rio Zollette**

- Valutazione degli afflussi e deflussi attribuiti al bacino del rio Zollette per eventi di pioggia con tempo di ritorno pari a 25, 50 e 100 anni e verificato per completezza anche per TR 200 anni;
- Verifica delle condizioni di deflusso in corrispondenza del tratto in oggetto allo stato di fatto con la portata di punta di progetto;
- Definizione delle possibili criticità idrauliche.

Nei capitoli seguenti si riportano i principali vincoli idraulici, la definizione delle portate scaricate dalla rete esistente e in progetto a servizio dell'intera ditta, le caratteristiche del bacino oggetto di studio e le verifiche idrauliche del rio Zollette.



## 2 RIFERIMENTI NORMATIVI

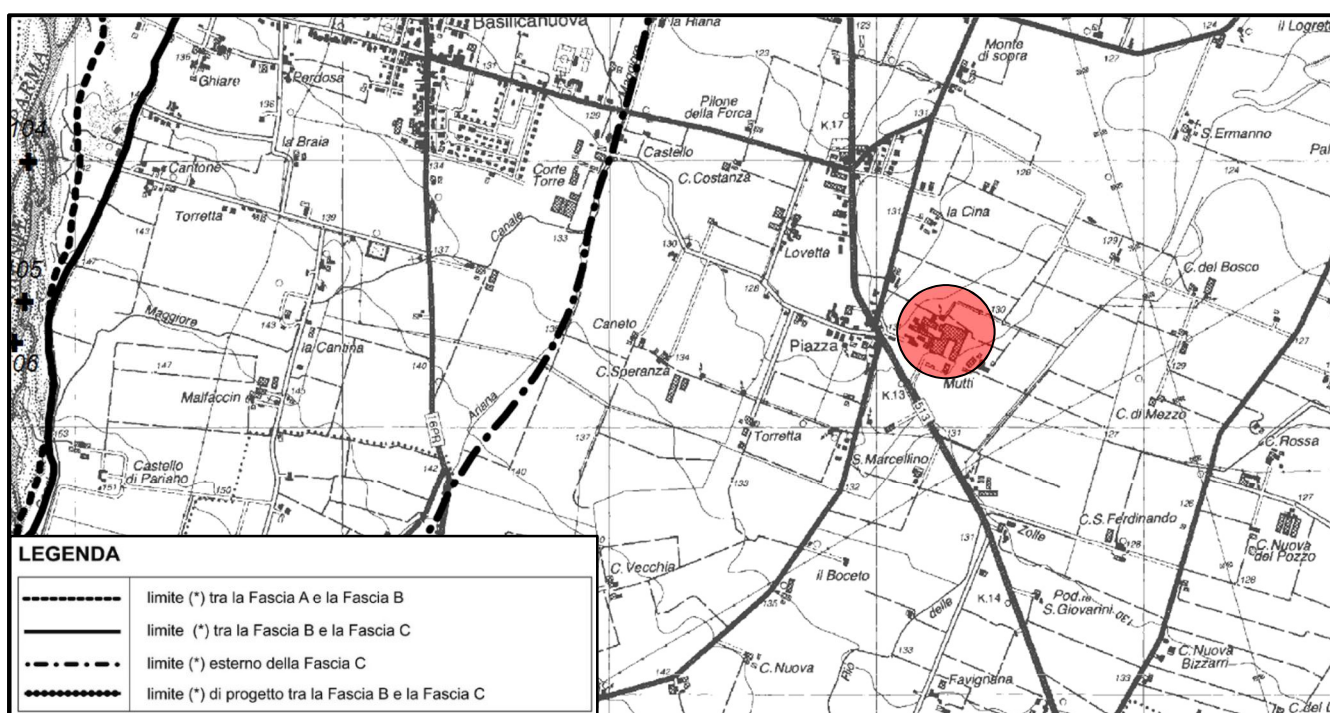
### 2.1 PIANO STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO DEL BACINO DEL FIUME Po (PAI)

Il PAI, costituisce piano stralcio del Piano di bacino del Po, ai sensi dell'art. 17, comma 6 ter, della L. 183 del 18 maggio 1989, e ha valore di piano territoriale di settore (L.183/89, art.17, c.1) alle cui prescrizioni devono adeguarsi gli atti di pianificazione e programmazione regionali, provinciali e comunali (L.183/89, art.17, c. 6).

L'assetto idraulico dei corsi d'acqua principali e i relativi fenomeni di inondazione, che determinano condizioni di rischio idraulico, sono affrontati nel PAI attraverso la delimitazione delle fasce fluviali, condotta secondo un metodo che definisce tre distinte fasce (art.28 N.A. e Allegato 3 "Metodo di delimitazione delle fasce fluviali" al Titolo II delle N.A. del PAI.):

- La **fascia A** o **fascia di deflusso della piena**, è costituita dalla porzione di alveo che è sede prevalente, per la piena di riferimento, del deflusso della corrente; per la delimitazione della stessa si assume quella più ampia fra:
  - La porzione dell'alveo ove defluisce almeno l'80% della portata di riferimento; all'esterno di tale fascia la velocità della corrente deve essere minore o uguale a 0,40 m/s (criterio prevalente per i corsi d'acqua mono o pluricursali);
  - Il limite esterno delle forme fluviali potenzialmente attive per la portata di riferimento (criterio prevalente nei corsi d'acqua ramificati);
- La **fascia B** o **fascia di esondazione**, esterna alla precedente, è costituita dalla porzione di alveo interessata da inondazione al verificarsi dell'evento di piena di riferimento; il limite della fascia si estende fino al punto in cui le quote naturali del terreno sono superiori ai livelli idrici corrispondenti alla piena, ovvero sino alle opere idrauliche di controllo delle inondazioni dimensionate per la stessa portata; la delimitazione sulla base dei livelli idrici va integrata con:
  - Le aree sede di potenziale riattivazione di forme fluviali relitte non fossili, cioè ancora correlate, dal punto di vista morfologico, paesaggistico e talvolta ecosistemico alla dinamica fluviale che le ha generate;
  - Le aree di elevato pregio naturalistico e ambientale e quelle di interesse storico, artistico, culturale strettamente collegate all'ambito fluviale;
- La **fascia B di progetto** è costituita da quella parte della fascia B in cui il contenimento dei livelli idrici di piena è affidato a opere idrauliche non esistenti e programmate nell'ambito dello stesso PAI; la fascia B di progetto è ricondotta alla fascia B nel momento in cui le opere previste sono realizzate, "in conformità al tracciato dell'opera idraulica eseguita";

- L'ubicazione dell'area di progetto è riportata in figura 2 che evidenzia la non classificazione all'interno delle fasce del Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI).



**Figura 2 – Ubicazione dell'area di intervento con fasce fluviali PAI.**

## 2.2 PIANO TERRITORIALE DI COORDINAMENTO PROVINCIALE (P.T.C.P.)

Il Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale (P.T.C.P.), approvato con delibera di Consiglio provinciale n.71 del 25.07.2003, è stato redatto ai sensi dell'articolo 20, comma 2, del D.Lgs. 267/2000 e dell'articolo 26 della Legge regionale 20/2000, e, in attuazione del quadro normativo e programmatico regionale, definisce l'assetto del territorio, con riferimento agli interessi sovra comunali, in particolare:

- Orienta l'attività di governo del territorio provinciale e quello dei Comuni;
- Costituisce, nel proprio ambito territoriale, specificazione, approfondimento ed attuazione delle linee di azione della programmazione regionale;
- Costituisce momento di raccordo delle politiche settoriali della Provincia;
- Costituisce strumento di indirizzo e coordinamento per la pianificazione urbanistica comunale (art.1, comma 1 e segg.).

Il PTCP vigente, ha individuato, per quanto riguarda le tematiche ambientali, gli ambiti da sottoporre a disposizioni normative di tutela; in particolare, in accordo con le previsioni del Piano per l'Assetto Idrogeologico – PAI (DPCM 24 Maggio 2001; G.U. n..183, 8 agosto 2001) e nell'ottica di adeguamento al PAI stesso, sono state definite le zone caratterizzate da fenomeni di dissesto idrogeologico, di tutela idraulica e gli ambiti territoriali soggetti a rischio idraulico e idrogeologico.

Nella deliberazione con cui la Giunta Regionale ha espresso l'intesa sul PTCP, ai sensi dell'art. 27 comma 9 della L.R. 20/2000, l'approvazione del piano è stata condizionata da alcuni adempimenti. In particolare la Provincia è stata sollecitata ad adeguare il PTCP al PAI per consentire al PTCP di assumere il valore e gli effetti del PAI mediante il conseguimento dell'Intesa con l'Autorità di Bacino del Fiume Po, ai sensi dell'art. 27 della L.R. 20/2000.

Con la delibera di Consiglio Provinciale n.134 del 27.12.2007 è stata adottata una Variante parziale al PTCP finalizzata a conseguire una maggiore aderenza ai contenuti del PAI in materia di difesa del suolo.

Il Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino Distrettuale del Fiume PO, con Deliberazione n.4 del 7 dicembre 2016, ha provveduto all'adozione della "Variante al Piano per l'assetto idrogeologico del bacino del fiume Po (PAI): torrente Baganza da Calestano a Confluenza Parma e torrente Parma da Parma a confluenza Po". La Variante è stata successivamente approvata con DPCM del 22 febbraio 2018, oggetto di pubblicazione sulla Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana del 25.05.2018 (GU Parte Prima n.120 Anno 159).

La Variante del PAI riguarda l'aggiornamento delle fasce fluviali del torrente Baganza e Parma, da Calestano a confluenza Parma in zona urbana, e il torrente Parma, da Parma alla confluenza in Po, con specifico riferimento alla definizione di obiettivi e misure di riduzione del rischio. La zona in esame non è stata oggetto di variante.

L'ABDPO provveduto in particolare all'aggiornamento dei contenuti della pianificazione di bacino vigente (PAI) sia in termini di quadro conoscitivo di base che in termini di valutazioni di pericolosità e rischio, definendo conseguentemente obiettivi e misure anche tenendo in considerazione gli effetti conseguenti all'evento alluvionale del 13 ottobre 2014.

Al fine di adeguare i contenuti e le disposizioni di riferimento della pianificazione Provinciale alle nuove previsioni di tutela della pianificazione di bacino, la Provincia di Parma, ai sensi della stessa Intesa PAI-PTCP e secondo quanto previsto dall'art. 65, commi 4 e 5, del D.Lgs.152/2006, ha provveduto all'elaborazione di una specifica variante di adeguamento del PTCP.

L'aggiornamento del P.T.C.P., in particolare del tematismo relativo alle fasce fluviali definite nella Tavola C1 "Tutela Ambientale, Paesistica e Storico-Culturale", è previsto dallo stesso Protocollo d'Intesa, sottoscritto dalla Provincia, Regione Emilia-Romagna e ADBPO, per la definizione delle disposizioni del PTCP relative all'attuazione del PAI, ai sensi dell'Art.57 del D.Lgs. n.112 e art.21 della LR 20/2000, nonché dell'art.1 delle stesse Norme di Attuazione del PAI.

La suddetta Variante è stata elaborata quale Variante specifica al P.T.C.P., in recepimento delle previsioni di Piani sovraordinati, e pertanto in attuazione e con le procedure di cui all'art. 27-bis della L.R. 20/2000 e dell'art. 76 della L.R. 24/2017, ponendosi i seguenti obiettivi:

- Adeguamento\aggiornamento delle delimitazione delle fasce fluviali del P.T.C.P. rappresentate nella Tavola C1 "Tutela Ambientale, Paesistica e Storico-Culturale" (scala 1:25.000), approvato con Del. di C.P. n.134 del 21.12.2007, attraverso il recepimento dei contenuti (definizione aggiornata dei limiti fascia A, B, B progetto e C) della Variante PAI adottata con Del. del C.I. n.4 del 7 dicembre 2016, relativa al Torrente Baganza (tratto Calestano – confluenza T. Parma e area urbana confluenza T. Baganza e T. Parma);
- Integrazione del repertorio cartografico (Fasce di pertinenza fluviale) del Quadro Conoscitivo del PTCP.

In particolare per i corpi idrici oggetto di delimitazione delle fasce fluviali vengono individuate:

- La **zona di deflusso di piena** che costituisce la definizione cartografica e l'articolazione integrata delle zone di cui agli articoli 17 e 18 del PTPR e della *Fascia A* di deflusso di piena, così come definita dall'articolo 28 del PAI. All'interno di tale zona vengono, quindi, individuati due ambiti:
  - **Ambito A1:** costituito dall'alveo, così come individuato dell'art.18 del PTPR;
  - **Ambito A2:** interessa la restante area sede del deflusso della corrente, sino al limite esterno della zona stessa.
- La **zona di tutela ambientale e idraulica dei corsi d'acqua** che costituisce la definizione cartografica e l'articolazione integrata delle zone di tutela dei corsi d'acqua, individuate ai sensi

dell'art.17 del PTPR, e della *Fascia B* di esondazione, così come definita dall'art.28 del PAI. Essa è esterna alla zona di deflusso della piena.

- I **limiti di progetto** che individuano caratteristiche e localizzazione delle nuove opere idrauliche per i contenimenti dei livelli idrici di piena e per la regimazione dell'alveo in funzione dell'assetto di progetto del corpo idrico definito nelle *Linee di assetto idraulico e idrogeologico* – *Allegato 10 alle Norme tecniche di Attuazione (NTA)*.

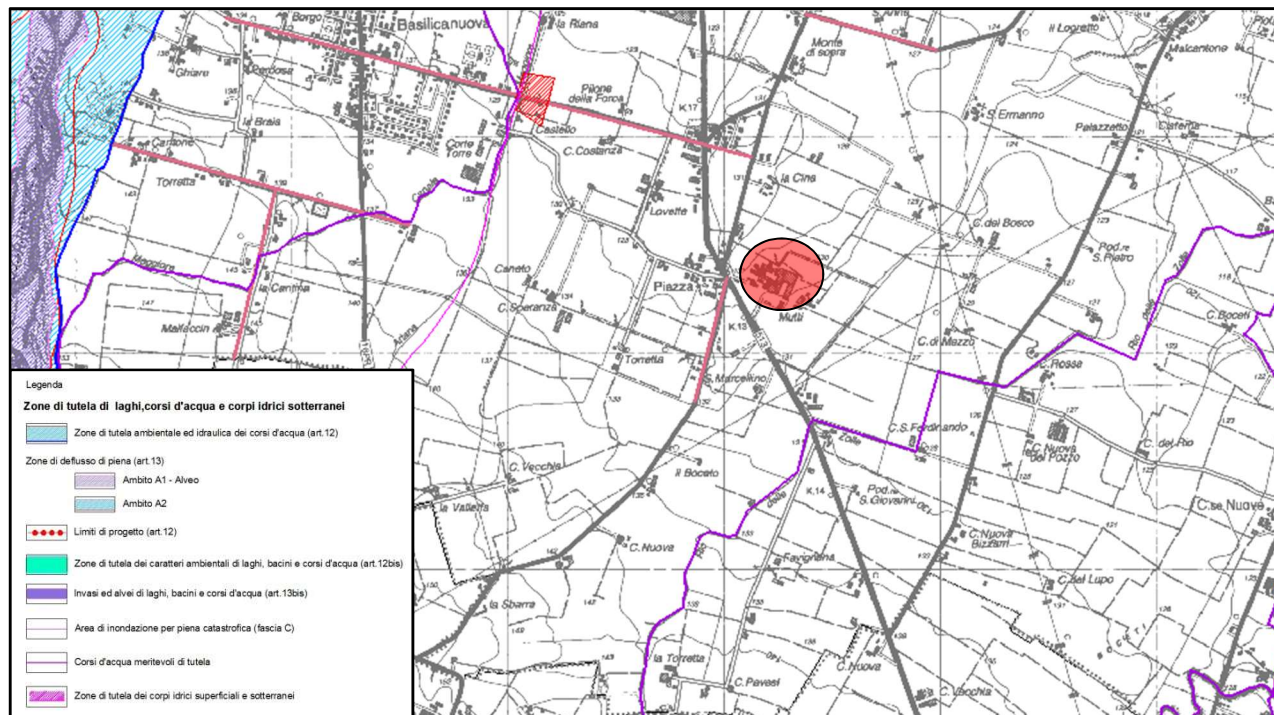


Figura 3 – Ubicazione dell'area di intervento con fasce fluviali del PTCP della Provincia di Parma



## 2.3 PIANO DI GESTIONE DEL RISCHIO DI ALLUVIONI (AI SENSI DELLA DIRETTIVA 2007/60/CE E DEL D.LGS 49/2010)

Il Piano di gestione del rischio di alluvioni (PGRA) è un Piano introdotto dalla Direttiva comunitaria 2007/60/CE (cd. 'Direttiva Alluvioni') con la finalità di costruire un quadro omogeneo a livello distrettuale per la valutazione e la gestione dei rischi da fenomeni alluvionali, al fine di ridurre le conseguenze negative nei confronti della vita e salute umana, dell'ambiente, del patrimonio culturale, delle attività economiche e delle infrastrutture strategiche.

In base a quanto disposto dal D.Lgs. 49/2010 di recepimento della Direttiva 2007/60/CE, il PGRA, alla stregua dei Piani di Assetto Idrogeologico (PAI), è stralcio del Piano di Bacino ed ha valore di piano sovraordinato rispetto alla pianificazione territoriale e urbanistica. Alla scala di intero distretto, il PGRA agisce in sinergia con i PAI vigenti.

Il piano, sulla base delle mappe di pericolosità e di rischio di alluvione, definisce la strategia generale a livello di distretto, individua gli obiettivi distrettuali e le misure per orientare e fare convergere verso il comune obiettivo della sicurezza delle popolazioni e del territorio tutti gli strumenti di pianificazione distrettuale, territoriale e di settore vigenti compresa la pianificazione di emergenza di competenza del sistema della Protezione Civile. Definisce, inoltre, le priorità d'azione per le Aree a Rischio Potenziale Significativo, le infrastrutture strategiche, i beni culturali e le aree protette esposte a rischio, per i quali gli obiettivi generali di distretto devono essere declinati per mitigare da subito le criticità presenti con specifiche misure.

Il PGRA è stato approvato con Deliberazione del Comitato Istituzionale n. 2 del 3 marzo 2016.

Le mappe della pericolosità rappresentano l'estensione potenziale delle inondazioni causate dai corsi d'acqua (naturali e artificiali) e dal mare, con riferimento a tre scenari (alluvioni rare, poco frequenti e frequenti) rappresentati con tre diverse tonalità di blu, associando al diminuire della frequenza di allagamento il diminuire dell'intensità del colore.

Le mappe del rischio indicano la presenza degli elementi potenzialmente esposti (popolazione coinvolta, servizi, infrastrutture, attività economiche, etc.) che ricadono nelle aree allagabili e la corrispondente rappresentazione in 4 classi da molto elevata (R4) a moderata o nulla (R1). Le 4 categorie di rischio sono rappresentate mediante una paletta di colori che va dal giallo (rischio moderato o nullo) al viola (rischio molto elevato), passando per l'arancione (rischio medio) e il rosso (rischio elevato). In figura sono riportate le mappe della pericolosità elaborate per il territorio comunale, e in particolare nell'area d'interesse, redatte conformemente a quanto richiesto dalla Direttiva 2007/60/CE e dal D.Lgs. 49/2010.

Il primo aggiornamento (secondo ciclo) delle mappe di pericolosità e del rischio alluvioni è stato esaminato nella seduta di Conferenza Istituzionale Permanente del 20 dicembre 2019, e in data 16 marzo 2020 sono stati pubblicati gli atti della Conferenza Istituzionale Permanente e le mappe delle aree allagabili e del rischio, ai sensi di quanto disposto nelle Deliberazioni n.7 e 8 del 20 dicembre 2019.

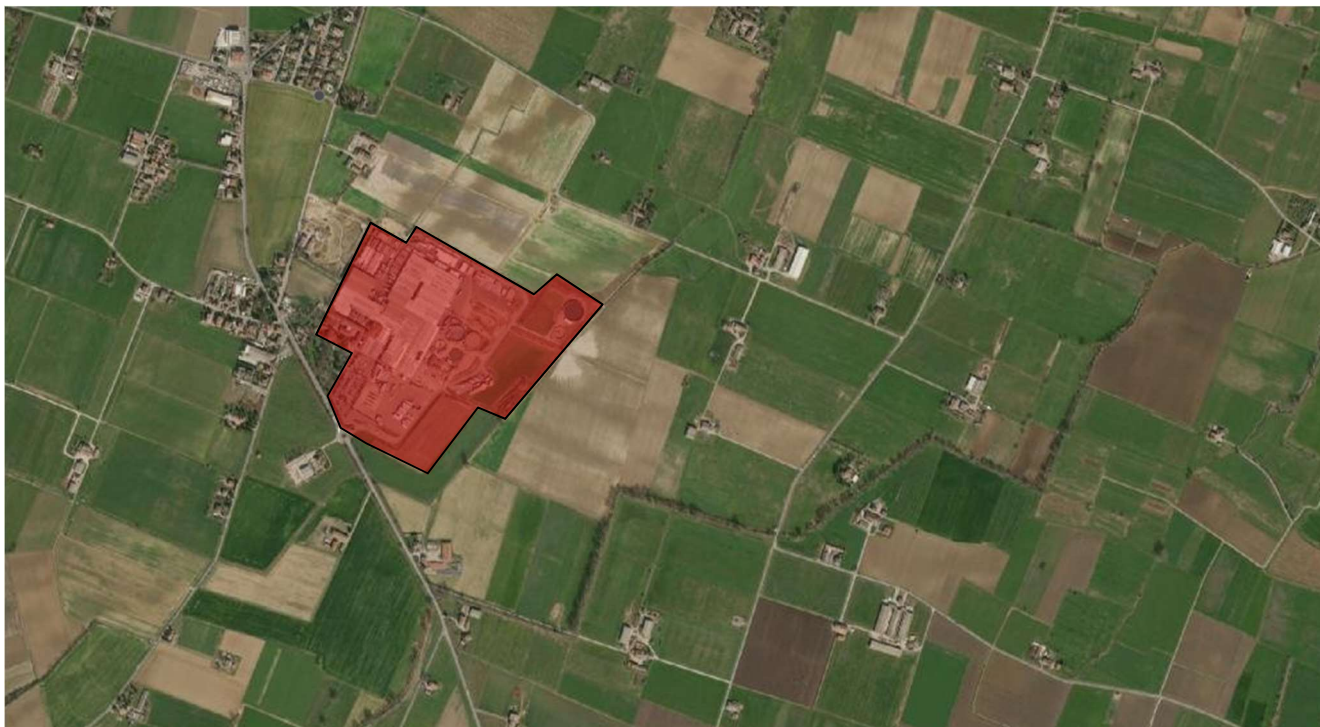


Figura 4 – Estratto della tavola Piano Gestione Rischio Alluvioni – Aree Inondabili: Mappa della Pericolosità (AIPO secondo ciclo aggiornamento fase 2 del 11.04.2022.) Reticolo secondario di collina.

***L'area oggetto di interesse risulta non classificata in nessuna fascia di pericolosità sia per il reticolo Principale che per il Reticolo Secondario di pianura.***

### 3 VERIFICA DELLA RETE DI DRENAGGIO ACQUE METEORICHE

La verifica della rete esistente e in progetto (Vedi relazione idrologica idraulica dedicata “Interventi per la realizzazione di nuovi piazzali” dell’azienda Mutti S.p.A.) si è basata sui seguenti principi:

- Il tempo di ritorno (TR) di riferimento dell’evento è pari a 100 anni;
- La portata in uscita nello stato di progetto non sia superiore a quella presumibile nello stato di fatto **(criterio dell’invarianza della portata)**;
- Il volume d’invaso sia pari a 600 m<sup>3</sup>/ha di superficie impermeabile;
- I coefficienti di deflusso siano determinati e verificati per ciascuna tipologia di copertura superficiale come riportati in tabella:

Tipo di pavimentazione	$\phi$
Pavimentazioni cortilizie e stradali, asfalto, coperture	0.90
Pavimentazioni stradali, cortilizie e parcheggi drenanti	0.60
Prati, parchi, giardini ed aree verdi urbane	0.25

Tabella 1 – Valori coefficienti di deflusso utilizzati nei calcoli.

Individuato il regime pluviometrico e la stazione di riferimento per l’analisi delle piogge, la determinazione delle portate defluenti nelle sezioni di chiusura delle aree scolanti, ovvero nella rete fognaria destinata a riceverle, è stata effettuata con l’utilizzo del modello idrologico-idraulico **SWMM** (*Storm Water Management Model*), sviluppato e aggiornato dall’agenzia federale statunitense per la protezione dell’ambiente U.S. E.P.A, che descrive quantitativamente la trasformazione delle piogge in deflussi superficiali sull’area di un bacino imbrifero e quindi in correnti idriche che confluiscono e si propagano lungo i collettori, consentendo di definire le portate nella configurazione attuale e di progetto in funzione del “tempo di ritorno” (TR) e della durata dell’evento di pioggia. Una delle caratteristiche del programma è l’analisi dei deflussi provenienti da piccoli bacini urbani, come nel caso dell’area oggetto di studio.

Lo studio idrologico ed idraulico si è svolto secondo le seguenti fasi:

- Individuazione dei bacini tributari per ogni tratto fognario, definizione dell’uso del suolo attuale e previsto, con particolare riferimento alle caratteristiche di permeabilità del territorio;
- Valutazione delle sollecitazioni pluviometriche che, per assegnati livelli di probabilità, possono interessare l’area in esame;
- Valutazione della risposta idraulica del singolo bacino attraverso il sistema di drenaggio in termini di portate, velocità e volumi di deflusso per l’assegnato livello di probabilità;
- Determinazione delle portate massime scaricate;
- Determinazione del volume di laminazione di compensazione.

### 3.1 CONTRIBUTO DELL'AREA AL RICETTORE FINALE DI SCARICO

Il sistema di drenaggio, raccolta e smaltimento esistente e di progetto è composto da una complessa rete di fognatura bianca in grado di raccogliere ed evacuare le acque meteoriche provenienti da tutte le superfici eccetto le aree a verde. L'area della Ditta è stata suddivisa in 8 sottobacini scolanti e per ognuno è stata individuata la superficie drenante e il punto o i punti di scarico nella rete superficiale afferente al rio Zollette.

La rete fognaria acque bianche esistente è stata simulata in base alle informazioni a disposizione calcolando la massima portata generata e collettata nei nodi critici di ogni condotta e accettando la fuoriuscita dai pozzetti rappresentata con l'utilizzo di "Ponded area".

**La nuova rete in progetto (bacino G) è stata dimensionata secondo le attuali normative considerando un TR pari a 100 anni e un volume di laminazione di 600 m<sup>3</sup>/ha di superficie impermeabile.**

Gli scarichi delle restanti aree sono stati verificati in base alle informazioni a disposizione.

Nella figura seguente si riporta la suddivisione in bacini scolanti dell'area di pertinenza della ditta Mutti S.p.A..

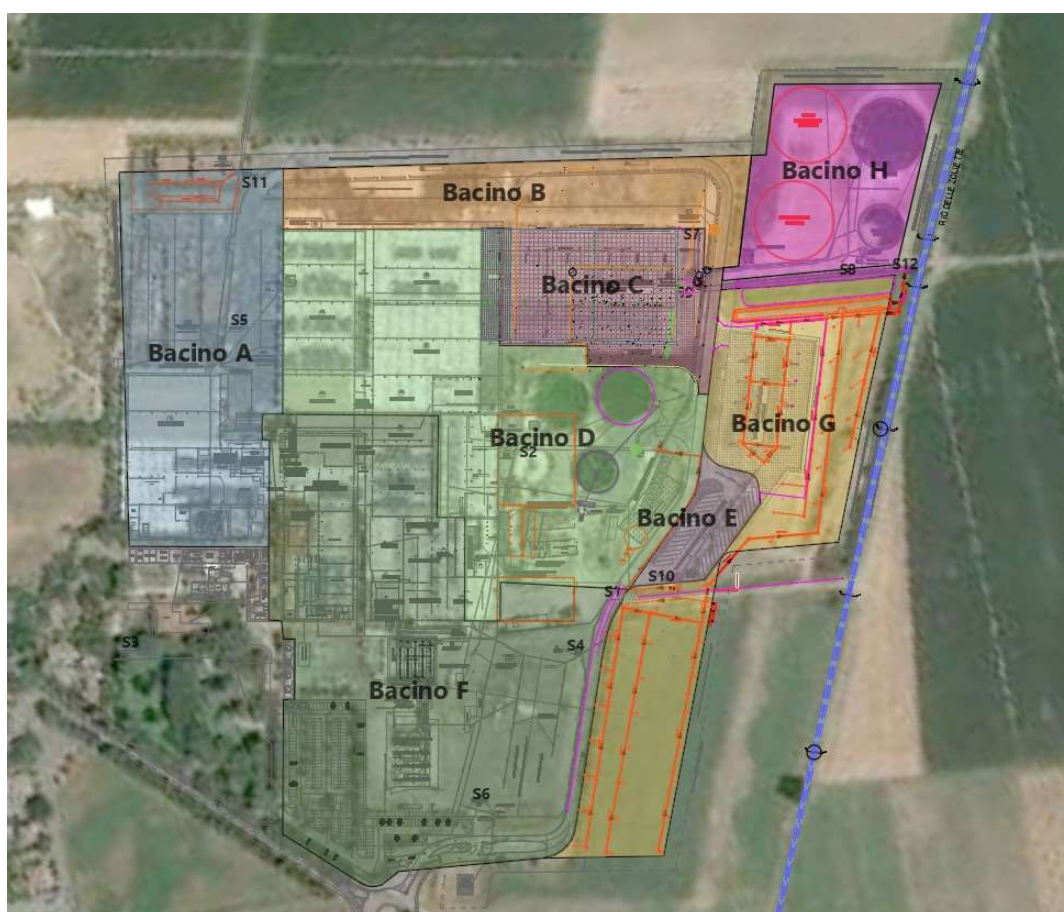


Figura 5 – Suddivisione in bacini drenanti dell'area della ditta Mutti S.p.A..

I bacini sono stati definiti sulla base delle planimetria delle reti acque bianche dell'area di interesse e delle linee di collettori in progetto.



I parametri idraulici utilizzati per determinare la portata al colmo e, quindi, i volumi d'acqua piovana scolati dall'intera area sottesa, sono riferiti alla condizione finale di richiesta PAUR considerando tutte le aree impermeabili drenanti (comprese le superfici dei depuratori) assegnando i valori del coefficiente CN di riferimento, valutati per un suolo di tipo C, cioè a tessitura fine e infiltrazione lenta come argille limose, deboli strati di limo sabbioso e con debole contenuto organico, sono quelli riportati nel documento *“Direttiva sulla piena di progetto da assumere per le progettazioni e le verifiche di compatibilità idraulica”* contenuto all'interno del Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.) dell'Autorità di Bacino del fiume Po.

### 3.2 IDROLOGIA E DETERMINAZIONE DELLE CURVE DI POSSIBILITÀ PLUVIOMETRICA

L'analisi idrologica ha lo scopo di definire le portate nello Stato di progetto in funzione del “tempo di ritorno” (TR) e della durata dell'evento di pioggia.

La stima degli afflussi/deflussi, sul lotto di terreno oggetto di studio, è stata realizzata utilizzando come parametro di calcolo il metodo Curve Number elaborato dal Soil Conservation Service (USA). Questo metodo ricava l'altezza di pioggia efficacemente defluita nel bacino in funzione del tipo di suolo, della sua capacità d'immagazzinamento e delle condizioni dello stesso prima dell'evento. L'analisi è stata fatta analizzando i tempi di ritorno delle piogge, e in funzione di questi e del coefficiente di deflusso, dipendente dal tipo di permeabilità e uso del terreno, si sono determinati i valori massimi della portata istantanea al colmo.

***Il calcolo della portata di pioggia massima scaricata è stata calcolata facendo riferimento ad un tempo di ritorno pari a 100 anni.***

La determinazione della portata al colmo col metodo afflussi/deflussi, deve avere come input l'altezza di pioggia ricavate dall'elaborazione statistica dei dati pluviometrici per piogge intense e di breve durata (15', 30', 1, 2, 3, 6, 12, 24 ore) rilevati, da cui si ottengono le curve di possibilità climatica per differenti tempi di ritorno. Per la determinazione della relazione fra altezza ( $h$ ) e durata ( $d$ ) dell'evento di pioggia in funzione di un prefissato tempo di ritorno (TR) è stato necessario individuare la legge probabilistica che meglio si adatta alla serie storica del campione analizzato. Generalmente, per le elaborazioni statistiche dei dati di pioggia, la distribuzione che meglio interpreta le serie storiche risulta essere quella di Gumbel, descritta dall'espressione:

$$h = a(T)t^{n(T)}$$

Nel caso in esame si sono utilizzati i parametri  $a$  e  $n$  delle curve di possibilità pluviometrica per TR 100 anni fornita dal Comune di Parma e dal Consorzio della Bonifica Parmense e mostrati nella tabella seguente:



	TR100	
Durata	<1h	≥1h
a	63.00	61.43
n	0.335	0.297

Tabella 2 – Valori caratteristici delle curve di possibilità pluviometrica TR100.

Nella tabella e nella figura seguenti sono riportate le curve di possibilità pluviometrica relative utilizzate per le verifiche:

TR	ALTEZZE DI PIOGGIA							
	15'	30'	1 ora	2 ore	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
100	39.6	49.95	61.43	75.47	85.13	104.59	128.5	157.87

Tabella 3: Altezze di pioggia per la stazione di Parma in funzione della durata e del tempo di ritorno

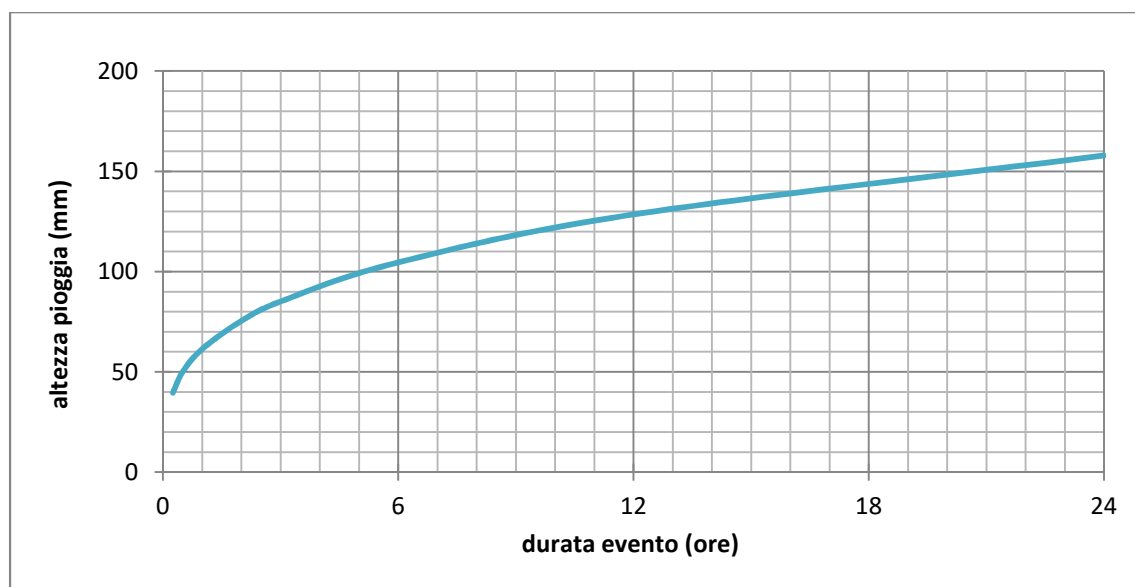


Figura 6 – Curve di possibilità pluviometrica TR100.

L'infiltrazione è modellata secondo il metodo CN del Soil Conservation Service (USA). Nei casi in cui l'infiltrazione e l'evaporazione siano potenzialmente superiori alla precipitazione, il deflusso è ovviamente nullo. E' presente anche la componente di deflusso ipodermico e di base, derivante dalla schematizzazione della regione sotterranea come due serbatoi non lineari interconnessi; tale elemento, introdotto quando si dispone di osservazioni in continuo delle piogge, può simulare anche gli scambi idrici fra falda freatica e corso d'acqua, ma riveste un'importanza trascurabile nella simulazione di singoli eventi di piena, come quelli analizzati in questo studio, perché i tempi di risposta dei due serbatoi sotterranei eccedono largamente quelli del ruscellamento superficiale, fornendo un contributo al deflusso totale che diviene significativo solo in regime fluviale di morbida e magra. Il processo appena descritto, elaborato dal modulo RUNOFF del programma, è ripetuto per ogni area elementare

schematizzata, e per ogni passo temporale in cui è necessario discretizzare l'intervallo di tempo durante il quale interessa simulare la trasformazione afflussi-deflussi e la propagazione della conseguente portata lungo il sistema drenante, tenendo conto delle confluenze secondo la struttura topologica della rete idrografica.

*Nel caso in esame, si sono esaminati tempi di pioggia con durate differenti, dai 15 minuti fino alle 24 ore, e fissato l'intervallo temporale di calcolo della simulazione complessivamente in 48 ore, con pluviogramma di ingresso di tipo triangolare.*

I parametri che occorrono fissare per la simulazione idrologica e quindi per la determinazione delle portate generate sono i seguenti:

- Caratteristiche fisiche e morfologiche dell'area sottesa (superfici impermeabili, aree verdi, strade ecc), che consentono di stimare le perdite e i coefficienti di deflusso, attraverso il metodo CN (caratteristiche del tipo di suolo);
- Ietogrammi di ingresso;
- Il metodo di analisi afflussi/deflussi (metodo SCS Curve Number).

Come anticipato, per la determinazione delle principali perdite idrologiche come evapotraspirazione, infiltrazione ed immagazzinamento nelle depressioni superficiali, è stato utilizzato il metodo CN.

Il coefficiente CN attribuisce ad ogni singola porzione di superficie, un valore adimensionale che ne caratterizza la risposta idrologica del suolo in funzione delle sue caratteristiche di permeabilità, d'uso e di copertura al fine di stimare il coefficiente di deflusso medio. Il metodo consiste essenzialmente di due parti: nella prima si stima il volume del deflusso risultante da una pioggia, nella seconda si determina la distribuzione nel tempo del deflusso e la portata al colmo. Rinviano ai testi d'idrologia (es. Ven Te Chow) l'illustrazione del metodo, nel seguito ci si limita a riportare gli elementi necessari alla sua applicazione. Scritta l'equazione di continuità nella forma:

$$Q = P - S'$$

dove:

$Q$  (mm) = volume defluito fino all'istante generico  $t$

$P$  (mm) = volume affluito al medesimo istante

$S'$  (mm) = volume complessivamente perso =  $S \cdot Q/P$

$S$  (mm) = volume massimo immagazzinabile nel terreno a saturazione =  $25.400/CN - 254$

La valutazione del coefficiente CN e la stima del coefficiente di deflusso ( $\delta$ ), per piogge con diverso tempo di ritorno  $TR$ , ha portato ai seguenti valori:

$$Q = (P-I)^2/(P-I-S)$$

dove:

$I$  = quota parte dell'afflusso che va ad invasarsi nelle depressioni superficiali ( $=0,2 \cdot S$ ).

La forma dell'idrogramma di portata è funzione del tempo di corrivazione  $t_c$ , della durata  $D$ , dell'impulso di pioggia efficace  $R$ , del tempo di ritardo del colmo  $L$  (Lag), dei tempi di crescita  $t_p$  (time to peak), di esaurimento  $t_r$  (recession time) e del tempo base (base time).

Il tempo di corrivazione o concentrazione, caratteristico del bacino, è il tempo necessario perché la goccia caduta nel punto idraulicamente più lontano raggiunga la sezione di chiusura. Per i bacini urbani il tempo di corrivazione  $t_c$  è descritto dalla somma di due termini:

$$- t_c = t_r + t_p$$

- $t_r$  rappresenta il tempo di ruscellamento ovvero il tempo che la particella d'acqua impiega per raggiungere la sezione di chiusura del sottobacino di riferimento;
- $t_p$  rappresenta il tempo di percorrenza ed è quello impiegato dalla particella per raggiungere, dal punto in ingresso alla rete, la sezione di controllo.

Il tempo di ruscellamento è d'incerta determinazione variando, infatti, con la pendenza dell'area, con la natura della pavimentazione, con la tipologia dei drenaggi minori della rete; esso viene assunto con valore minimo di 5 minuti che dai risultati e studi condotti su superfici stradali risulta adeguato a rappresentare il fenomeno di scorrimento delle gocce d'acqua sulla piattaforma.

### 3.3 LA CALIBRAZIONE DEL MODELLO IDROLOGICO SWMM

Il modello SWMM utilizza un numero elevato di parametri idrologici e idraulici, distribuiti su ogni sottobacino e collettore drenante; i loro valori numerici dovrebbero essere assegnati sulla base del confronto tra il valore delle grandezze misurate (portate o livelli) in alcuni tratti della rete ed il valore delle medesime grandezze ottenuto come risultato del modello di simulazione, con riferimento ad uno o più eventi di pioggia reali monitorati. I valori dei principali parametri del modello SWMM dopo la calibrazione sono i seguenti:

- Lama d'acqua di detenzione superficiale su suolo impermeabile: 2,5 mm;
- Lama d'acqua di detenzione superficiale su suolo permeabile: 5,0 mm;
- Coefficiente di scabrezza secondo Manning su suolo impermeabile:  $0,02 \text{ m}^{-0,33} \text{ s}$ ;
- Coefficiente di scabrezza secondo Manning su suolo permeabile:  $0,26 \text{ m}^{-0,33} \text{ s}$ ;
- Coefficiente di deflusso per pavimentazione cortilizie e stradali, asfalto/cls: 0,90;
- Coefficiente di deflusso per superfici ghiaiate drenanti: 0,60;
- Coefficiente di deflusso per superfici verdi: 0,25.

### 3.4 DETERMINAZIONE DELLE PORTATE SCARICATE DALLA RETE ACQUE BIANCHE

Seguendo le metodologie sopra esposte, sono stati stimati gli idrogrammi defluenti da ciascun sottobacino per tutti gli eventi pluviometrici assegnati (al variare della durata di pioggia) e quindi la portata in transito istante per istante in ogni collettore (dove presenti i dati) ed il carico piezometrico all'interno di ciascun nodo della rete. Il metodo di calcolo utilizzato, per l'implementazione del modello, è il Dynamic Wave, con definizione dei parametri idraulici della rete in **moto vario** e quindi tenendo conto sia degli effetti di laminazione delle condotte che delle condizioni di monte e valle dinamiche in ogni nodo della rete. Al fine di valutare l'invarianza della portata è stata considerata l'attuale area della ditta Mutti S.p.A. nella configurazione attuale (comprese richieste PAUR) e nello stato ante opera e, quindi, come campo a coltivo.

#### 3.4.1 STATO ANTE OPERA – TR 100 ANNI

La presente verifica è funzionale alla determinazione della portata che l'area della ditta Mutti S.p.A. potrebbe scaricare nello stato ante opera, cioè prima della realizzazione dello stabilimento, con l'area a verde e completamente permeabile con una superficie complessiva pari a circa 23,11 ha.

L'area è stata simulata come una porzione di territorio a verde (uso agricolo), con terreno interamente permeabile, nella tabella seguente viene riportato il relativo coefficiente di deflusso:

Tipo di pavimentazione	m <sup>2</sup>	φ
Verde	231.116	0.25

Tabella 4 – Superfici e relativi coefficienti di deflusso nello stato ante opera.

Nelle tabelle seguenti si riportano i parametri utilizzati per i calcoli e il valore della portata generata dalle superfici nello stato di fatto:

TR100	Sup. m <sup>2</sup>	Sup. ha	CN	S mm	I mm	PI (mm)	Pn (mm)	φ
Verde	231.116	23.11	78	80.21	16.04	57.49	14.12	0.25
Superficie totale	231.116		<b>78</b>		<b>16.04</b>			<b>0.25</b>

Tabella 5 – Parametri stima coefficiente di deflusso col metodo C.N. nello stato di fatto.

Il valore di CN è stato stimato pari a 78. Il tempo di corrivazione è stato stimato in circa 50 minuti.

dove:

*C.N.* = Curve Number

*S (mm)* =  $25400/CN - 254$  = volume massimo immagazzinabile nel terreno a saturazione

*I (mm)* =  $0,2 \times S$  = volume massimo invasabile nelle depressioni e infiltrato

*Pioggia netta (mm)* =  $(P-I)^2/(P-I+S)$

Nella tabella seguente si riportano i parametri utilizzati per i calcoli e il valore della portata generata dalle superfici nello stato ante opera per eventi meteorici con tempo di ritorno pari a 100 anni:

Superficie	<b>S</b>	0.23112	km <sup>2</sup>
Tempo di corrivazione	<b>T<sub>c</sub></b>	0.80	Ore
Tempo di ritorno	<b>TR</b>	<b>100</b>	Anni
Pioggia critica (T <sub>p</sub> =T <sub>c</sub> )	<b>P</b>	57.49	mm
Coefficiente di deflusso	<b>Φ</b>	0.25	-
Coefficiente udometrico	<b>u</b>	33.54	l/sec ha
Portata max. al colmo	<b>Q max.</b>	0.1133	m <sup>3</sup> /sec
Portata max. al colmo	<b>Q max.</b>	<b>1133</b>	<b>l/s</b>

Tabella 6 – Parametri caratteristici area di intervento – TR100

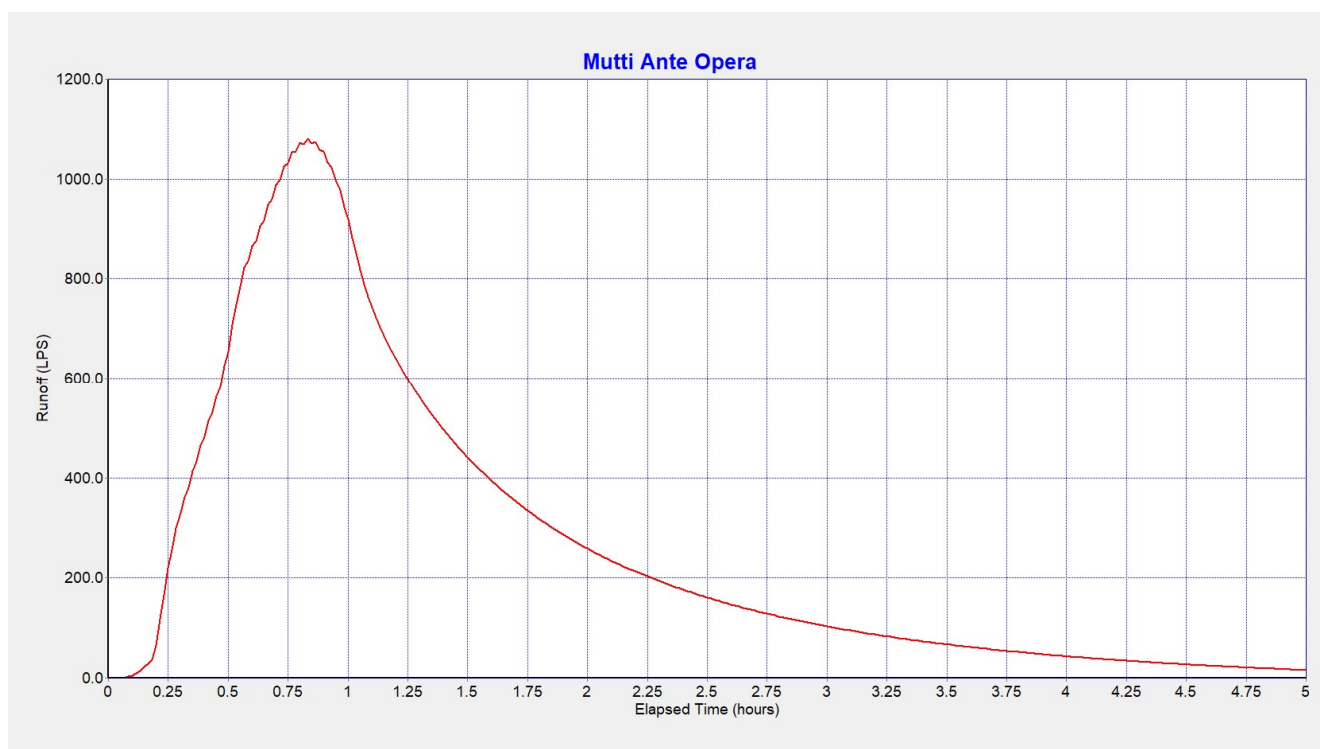


Figura 7 - Idrogramma scarico nel rio Zollette, TR 100 anni



### 3.4.2 STATO DI FATTO CON PAUR – TR 100 ANNI

Per la determinazione della portata generata dall'area nello stato di fatto si è utilizzato il modello idrologico-idraulico **SWMM** (Storm Water Management Model). Per la calibrazione del modello si sono adottati i parametri riportati nei paragrafi precedenti.

Nello stato attuale, tutti i deflussi provenienti dal comparto sono scaricati nella rete di condotte e di fossi di scolo interni all'area che hanno come recapito finale il rio Zollette.

Nello specifico si sono analizzate le portate dei seguenti scarichi S1, S2, S7, S9, S10 e S11; lo scarico S8 (acque provenienti dai depuratori a nord del comparto), scarica nella fase post opera di ampliamento, una portata di circa 15.000 m<sup>3</sup>/giorno nel periodo di campagna (circa 175 l/s) comprese le acque di pioggia dei piazzali che sono scaricate all'interno dell'impianto. Per lo scarico S12 si riportano i risultati esposti nella relazione dedicata "Relazione idraulica rete acque bianche – Interventi per la realizzazione di nuovi piazzali" del giugno 2022.

La suddivisione dei bacini, come riportata nel paragrafo 3.4, è riassunta nella tabella seguente come superficie, punto di scarico e sistema di laminazione.

Bacino	Superficie impermeabile (m <sup>2</sup> )	Invarianza idraulica	Tipologia/Volume	Scarico	Diametro	Recapito finale
<b>A</b>	28.370	Parziale, solo parcheggio DN140 – TR25 anni	Maxi tubi/40 m <sup>3</sup>	S11	DN400	Rio Zollette
<b>B</b>	15.930	NO	-	S7	DN600	Rio Zollette
<b>C</b>	13.850	SI – TR25 anni	Maxi tubi/170 m <sup>3</sup>	S9	DN140	Rio Zollette
<b>D</b>	45.660	NO	-	S2	DN600 (?)	Rio Zollette
<b>E</b>	3.895	SI – TR25 anni	Maxi tubi/50 m <sup>3</sup>	S10	DN140	Rio Zollette
<b>F</b>	57.010	NO	-	S1	DN600 (?)	Rio Zollette
<b>G</b>	31.315	SI - TR100 anni	Maxi tubi + Vasca/1980 m <sup>3</sup>	S12	DN160	Rio Zollette
<b>H</b>	15.206	NO – Scarico depuratore	-	S8	DN400 (?)	Rio Zollette
<b>Sommano</b>	211.236					

Tabella 7 – Caratteristiche principali sottobacini ditta Mutti S.p.A.

Attualmente la ditta dispone di un volume "certo" di laminazione pari a circa 2.240 m<sup>3</sup>.

Nel calcolo delle portate scaricate, viste le incertezze sui dati delle reti esistenti (diametri, quote), cautelativamente, ai fini del presente scopo, non sono state considerate le possibili fuoriuscite e allagamenti all'interno delle aree della ditta.

Nella tabella e seguente sono riportate, per ogni scarico, le portate massime scaricate per eventi di pioggia di durata compresa tra i 15 minuti e le 24 ore e tempo di ritorno pari a 100 anni.

		Durata di pioggia							
	Scarico	15'	30'	1h	2h	3h	6h	12h	24h
Portata [l/s]	S1	574.05	771.60	959.20	795.70	700.80	496.55	336.85	199.00
	S2	441.35	612.75	701.45	642.85	561.10	393.3	268.3	159.10
	S7	124.05	159.50	149.60	116.35	95.15	63.45	44.5	24.50
	S9	72.45	93.35	143.25	143.15	143.15	82.8	62.55	43.30
	S10	29.15	36.02	44.87	44.73	39.94	29.15	20.75	13.00
	S11	191.15	225.30	243.70	244.75	236.80	198.20	152.10	91.95
	S12	37.54	42.80	49.80	54.40	56.90	59.55	58.40	52.65
	Tot.	1469.74	1941.32	2291.90	2041.93	1833.84	1323	943.45	583.5

Tabella 8 – Portate generate dalla rete nello stato di fatto per TR=100 anni

Il picco di portata complessiva allo scarico nello stato di fatto con PAUR, per eventi di pioggia di durata compresa tra i 15 minuti e le 24 ore, si ottiene per una pioggia di durata critica pari ad 1 ora.

Nelle figure seguenti si riportano gli idrogrammi allo scarico finale per l'evento critico di pioggia.

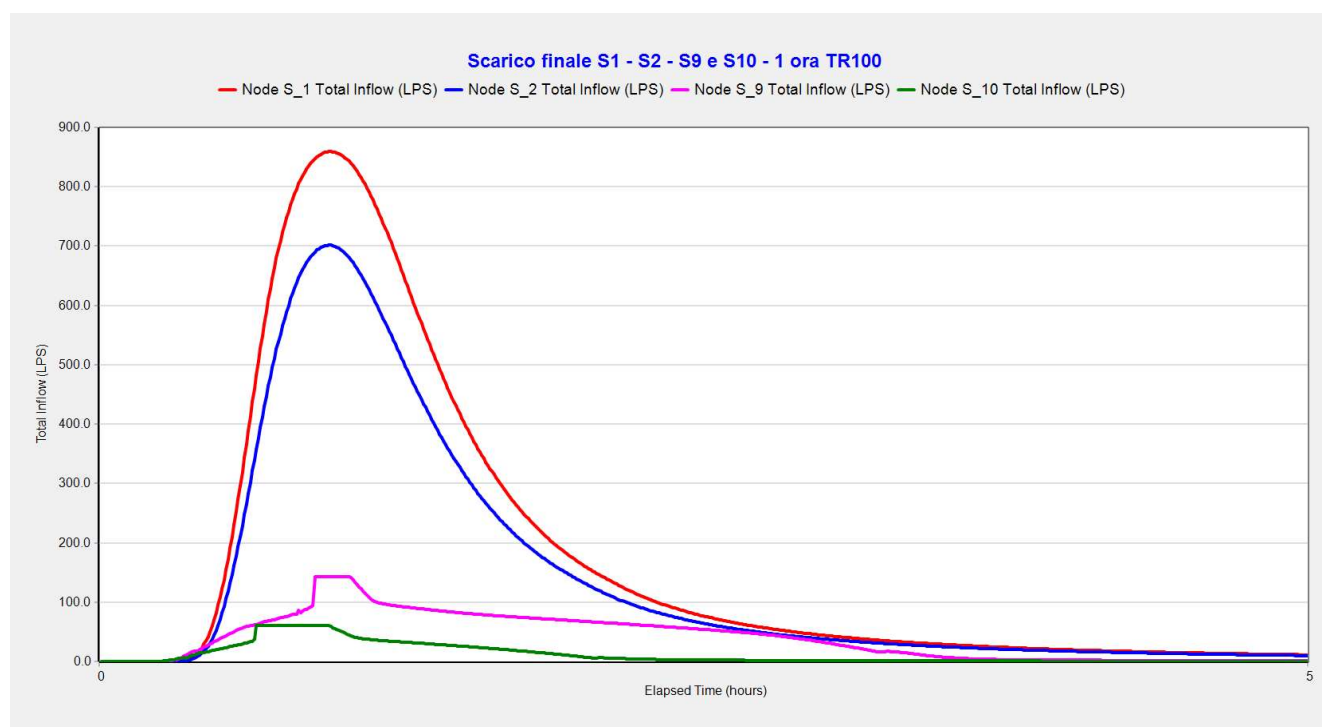


Figura 8 - Idrogramma scarico S1, S2, S9 e S10 nel rio Zollette, TR 100 anni

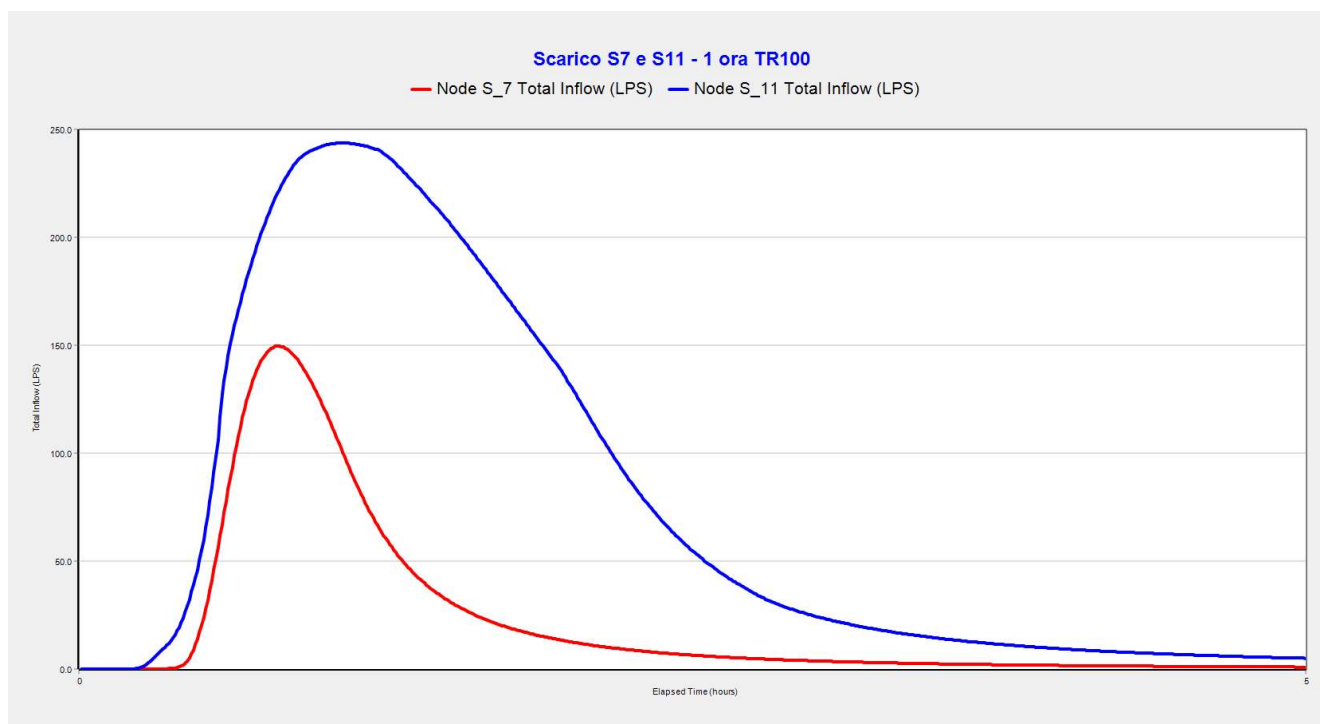


Figura 9 - Idrogramma scarico S7 e S11 nel rio Zollette, TR 100 anni

Il massimo della portata riferita all'area in esame è pari a circa 2291.90 l/s, ai quali si deve sommare il contributo delle acque scaricate dall'impianto di depurazione della ditta (Scarico S08 portata di punta pari a circa 175 l/s) per ottenere la massima portata scaricata nel rio Zollette dall'intera azienda Mutti S.p.A che risulta, quindi, pari a circa **2467 l/s**.

La portata calcolata è stata definita come massimi valori che la rete è in grado di scaricare. Si evidenzia, infatti, la possibilità di fuoriuscite da caditoie e pozzetti nei diversi piazzali di proprietà della ditta.

### 3.5 DETERMINAZIONE DEI VOLUMI DI LAMINAZIONE

Al fine della determinazione del volume complessivo di laminazione che la ditta dovrebbe realizzare per rispettare le attuali normative e il principio di invarianza idraulica si può considerare la differenza di portata scaricata nello stato attuale, determinata in circa 1.100 l/s, con quella scaricata nello stato attuale con PAUR pari, come visto, a circa 2.500 l/s, per una differenza allo scarico di 1.400 l/s che considerando un tempo pari a circa 2 ore risulterebbe essere pari a circa 10.000 m<sup>3</sup>.

Questo volume sommato a quello attualmente disponibile pari a 2.240 m<sup>3</sup> soddisferebbe circa anche il parametro di invaso indicativo pari a 600 m<sup>3</sup>/ha.

Considerando, infatti, che la superficie impermeabile della ditta (compresi nuovi interventi richiesti in PAUR) è pari a circa 211.236 m<sup>2</sup> (21,12 ha) il volume di invaso, calcolato in modo semplificato applicando il parametro sopra esposto, risulta pari a 12.674 m<sup>3</sup>.

Visto che realizzare questo volume all'interno dell'area attuale di pertinenza della ditta risulta impraticabile, sia per disponibilità di superficie sia per la realizzazione di nuove reti in area densamente

edificata e con impianti e reti tecnologiche esistenti non dislocabili, si propone di realizzare l'invaso di laminazione di compensazione in sponda destra del rio Zollette nella particella 65 foglio 51 del Comune di Montechiarugolo di proprietà della famiglia Mutti e di superficie pari a circa 20.000 m<sup>2</sup>.



Figura 10 – Indicazione dell'area proposta per la realizzazione della vasca di laminazione.

L'obiettivo minimo di questo invasore, posto a valle degli scarichi della ditta Mutti S.p.A., è di laminare la portata eccedente scaricata nel rio Zollette in modo che la portata al colmo transitante a valle dell'invaso sia ridotta di almeno 1.500÷2.000 l/s tale da mitigare il colmo di portata e ripristinare, se non migliorare, le condizioni di deflusso a valle, dove il territorio bagnato dal rio risulta essere più urbanizzato.

In questa fase di progettazione è stata simulata un'opera di presa a stramazzo di luce 8 m in prossimità della sezione 10 con scarico della vasca con condotta DN400 alla sezione 11.

In ingresso è stata inserita la portata TR100 anni sul rio Zollette come determinata nel capitolo successivo e considerata completamente transitante all'interno della sezione del rio Zollette.

Si riportano nel seguito lo schema di modello e i principali risultati.

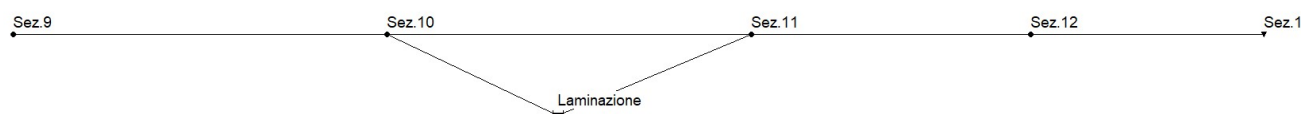


Figura 11 – Schema di progetto vasca di laminazione in sponda destra del rio Zollette tra se.10 e sez.11.

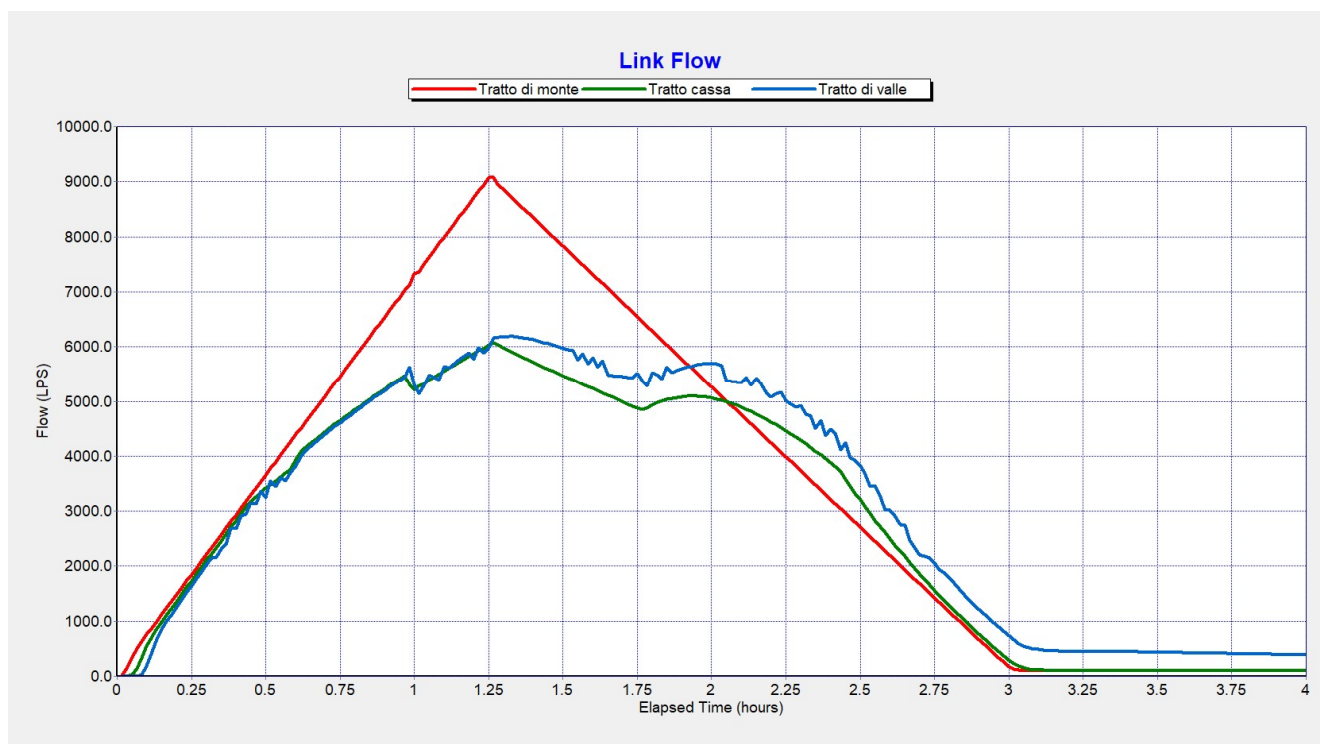


Figura 12 – idrogrammi a monte, in corrispondenza e a valle dalla vasca di laminazione per TR100 anni.

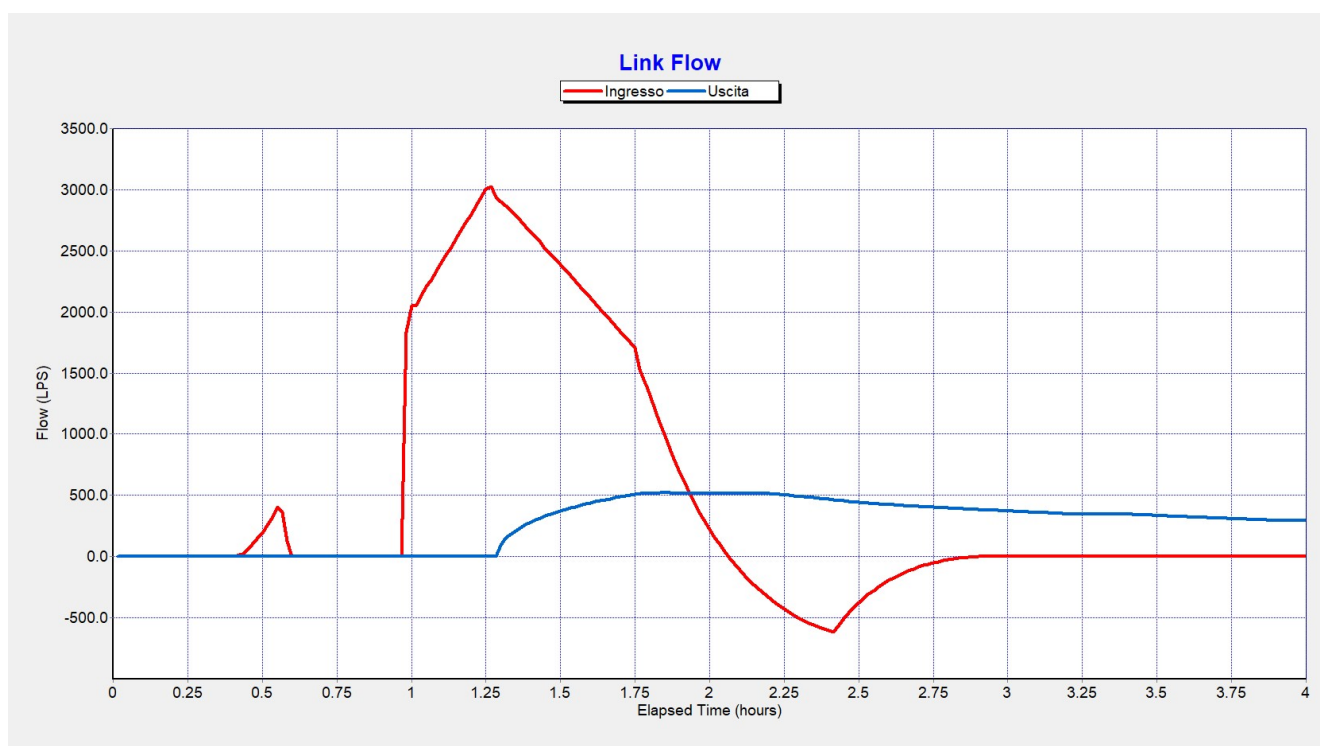


Figura 13 – idrogrammi in ingresso e uscita dalla vasca di laminazione per TR100 anni.



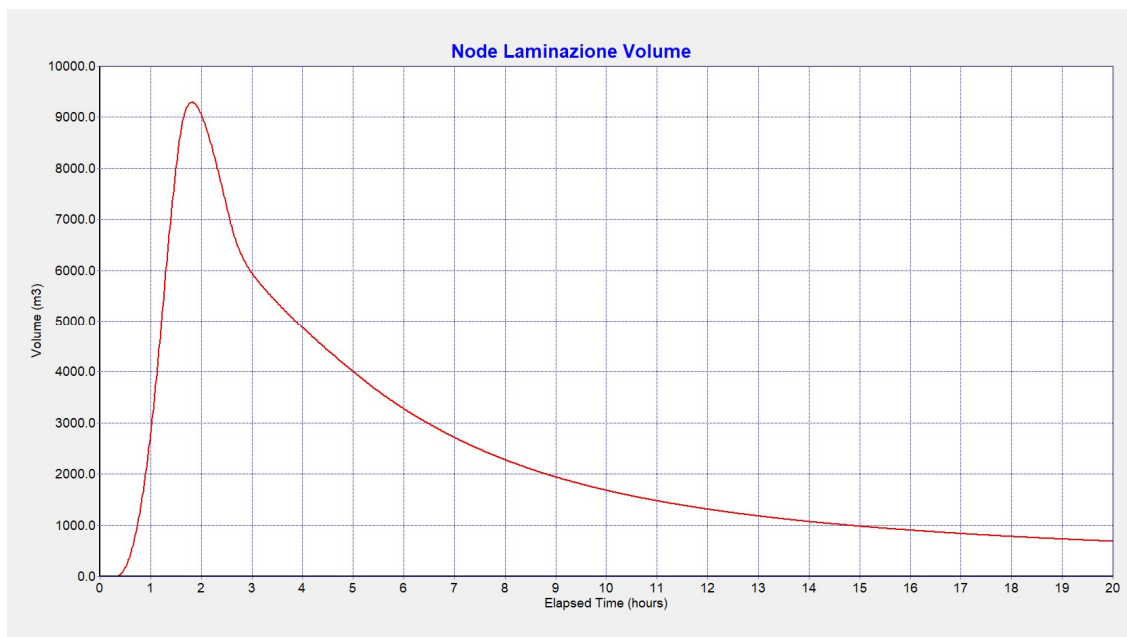


Figura 14 – Andamento del volume di invaso all'interno della vasca di laminazione.

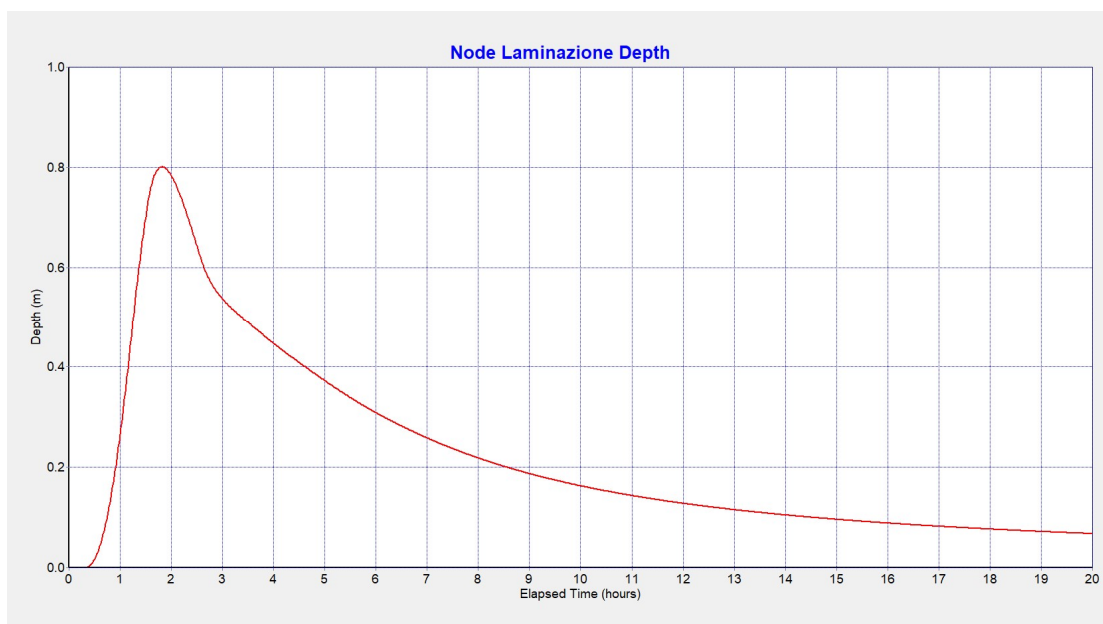


Figura 15 – Andamento di livelli all'interno della vasca di laminazione.

Con i dati di progetto sopra esposti la vasca di laminazione, durante un eventi di piena con TR100 anni, è in grado di ridurre la portata di punta a valle di circa  $2,50 \div 3,00 \text{ m}^3/\text{s}$ , invasando un volume di circa  $9.000 \text{ m}^3$ . Nella configurazione simulata, il volume massimo di invaso risulta essere pari a circa  $12.000 \text{ m}^3$ .

Nelle successive fasi di progettazione si potranno andare a meglio calibrare i parametri progettuali, anche a seguito di un rilievo di dettaglio dell'area interessata dai lavori di realizzazione della vasca di laminazione, al fine di ottimizzare l'efficienza dell'sistema.

## 4 ANALISI IDROLOGICA IDRAULICA DEL RIO ZOLLETTE

Il presente capitolo descrive le attività svolte nell'ambito dell'analisi idrologica e idraulica del bacino del rio Zollette finalizzate a determinare, in funzione del tempo di ritorno, i valori massimi della portata istantanea al colmo in corrispondenza delle sezioni di interesse e alla seguente verifica delle sezioni di deflusso, in particolare, nel tratto prospiciente alla ditta Mutti S.p.A..

Gli approfondimenti oggetto del presente studio sono stati condotti sulla base di indagini topografiche di maggior dettaglio, realizzando un apposito rilievo fotografico e topografico del tratto di interesse.

Lo studio è stato sviluppato attraverso le seguenti fasi:

- 1) Definizione del quadro conoscitivo idrologico e idraulico di riferimento: in questa fase, si è proceduto alla raccolta delle condizioni idrologiche di riferimento, desunte dagli annali idrologici Arpae, quindi, è stato definito e caratterizzato il bacino idrografico del rio al fine della determinazione delle relative portate di deflusso per i tempi di ritorno di riferimento.
- 2) Definizione del quadro conoscitivo morfologico mediante rilievo topografico aggiornato: al fine di procedere all'implementazione di un'analisi idraulica di dettaglio del tratto oggetto di studio si è proceduto nel Novembre 2022 alla realizzazione di un rilievo topografico del tratto in esame per complessive 13 sezioni del rio per un tratto complessivo di circa 1.325 m.
- 3) Analisi idrologica afflussi-deflussi: partendo dall'analisi pluviometrica condotta e dalle CPP individuate, si procede ad un'analisi di trasformazione degli afflussi meteorici in deflussi superficiali. Tale analisi permette il calcolo delle portate massime transitanti alle sezioni di interesse per ciascun tempo di ritorno di progetto. Nello specifico, le analisi idrologiche hanno permesso di calcolare le portate di piena di riferimento corrispondenti a piogge con tempi di ritorno compresi tra 25 e 200 anni. Le analisi sono state condotte mediante l'utilizzo del metodo C.N. – Curve Number – dell'U.S. Soil Conservation Service).
- 4) Analisi idraulica con modello Hec Ras: a partire dalle caratteristiche morfologiche e idrologiche desunte dal quadro conoscitivo generale sopra introdotto, si è proceduto all'esecuzione di apposite analisi modellistiche monodimensionali del tratto rilevato del rio Zollette del tratto oggetto di intervento. Tali modellazioni hanno consentito di definire con maggior precisione le principali grandezze idrauliche, soprattutto in termini di tiranti idrometrici, che si stabiliscono per piene con tempo di ritorno di riferimento nel tratto oggetto di studio allo stato attuale.

Più in particolare si sono sviluppati i seguenti punti:

- Valutazione degli afflussi e deflussi attribuiti al bacino del rio Zollette per eventi di pioggia con tempo di ritorno pari a 25, 50 e 100 anni e verificato per completezza anche per TR 200 anni;
- Verifica delle condizioni di deflusso in corrispondenza del tratto in oggetto allo stato di fatto con la portata di punta di progetto;
- Definizione delle possibili criticità idrauliche.

## 4.1 CARATTERISTICHE DEL RIO ZOLLETTE

Il rio delle Zollette è un corso d'acqua naturale avente origine a Sud-Ovest dell'abitato di Bannone e scorre verso Nord-Est fino all'immissione nel rio delle Zolle. Ai fini dell'analisi idrologica e idraulica sono state considerate tutte le superfici scolanti afferenti al bacino idrografico del rio fino all'area oggetto di studio, verificando le condizioni di deflusso in corrispondenza dell'azienda Mutti al transito delle portate di deflusso di riferimento.

### 4.1.1 DESCRIZIONE DEL BACINO DEL RIO ZOLLETTE

Il bacino del rio Zollette è stato studiato, per completezza di informazione, nella sua interezza fino all'immissione nel rio Zolle ma, visto lo scopo dello studio, per la determinazione della portata nel tratto di interesse della ditta Mutti S.p.A. è stato definito un sottobacino con chiusura in corrispondenza di via del Bosco, dove presenta un'estensione dell'asta principale di circa 2,76 km ed una superficie del corrispondente bacino imbrifero pari a circa 2,17 Km<sup>2</sup>.

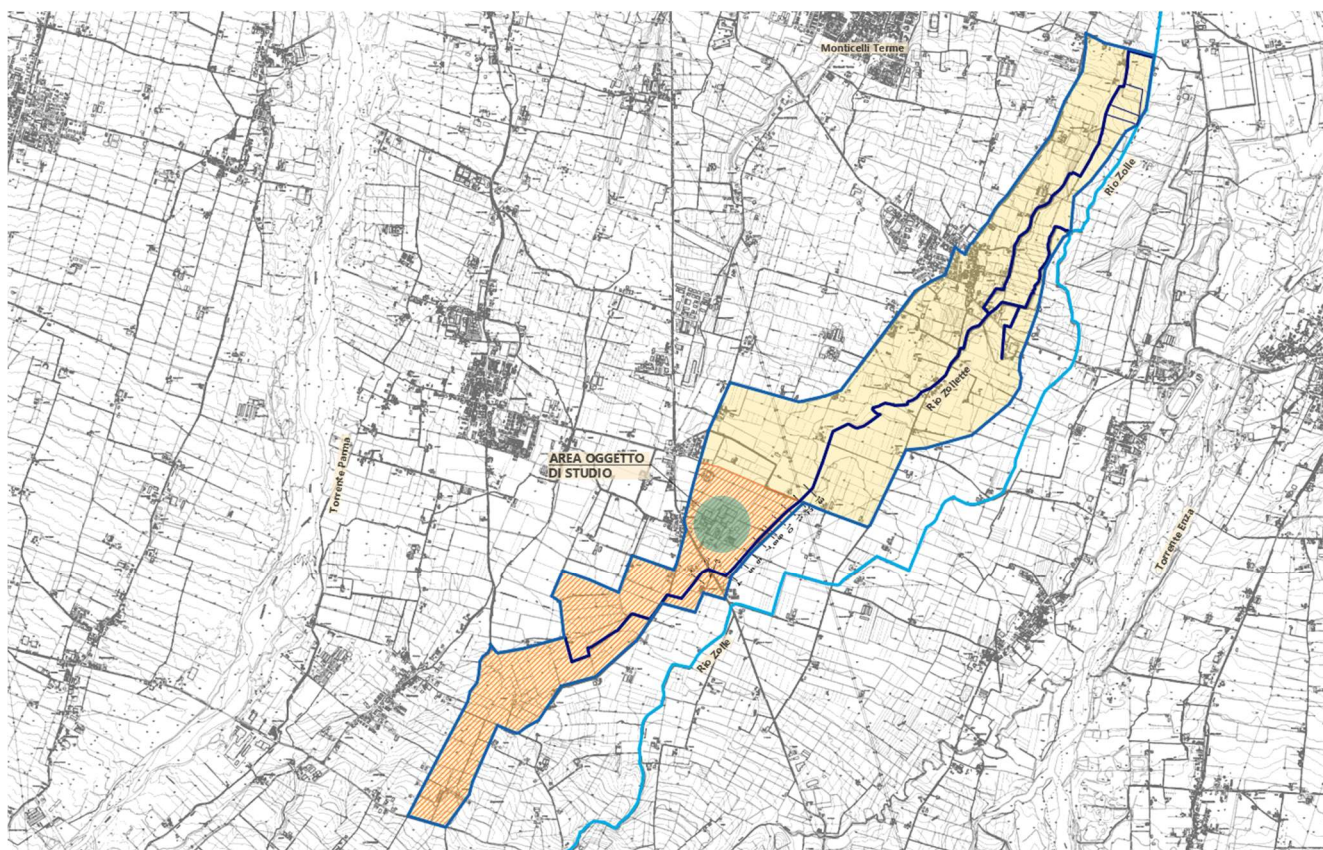


Figura 16 –Bacino idrografico del rio Zollette chiuso in corrispondenza dell'azienda Mutti S.p.A.

L'alimetria del bacino mostra un andamento compreso tra circa 173,50 e 129,00 m s.l.m., caratterizzato da un uso del suolo prevalentemente agricolo. La quota media del bacino è di circa 151,25 m s.l.m. ed ha una pendenza media dell'asta di circa 0.47 %.

Le tabelle seguenti riassumono quelle che sono le caratteristiche morfologiche e podologiche del bacino del rio delle Zollette chiuso a via del Bosco (ditta Mutti S.p.A.).

Sup. Totale (m <sup>2</sup> )	Caratteristiche Sottobacino					Caratteristiche asta principale			
	H Max. (m s.l.m.)	H Min. (m s.l.m.)	H Med. (m s.l.m.)	Litologia	Perm.	Quota Max. (m s.l.m.)	Quota Min. (m s.l.m.)	Lunghezza asta principale (m)	Pendenza Media %
2.166.564	173,50	129,00	151,25	A-G	-	142,00	129,00	2.760	0,47 %

Tabella 1: Caratteristiche principali del sottobacino del rio Zollette – Chiusura Mutti

Sup. Totale (m <sup>2</sup> )	Uso del Suolo (m <sup>2</sup> )					
	Bosco	Urbano	Agricolo	Incolto	Affioramenti Rocciosi	Laghi
2.166.564	0	246.128	1.920.436	0	0	0

Tabella 2 – Caratteristiche pedologiche del sottobacino del rio Zollette – Chiusura Mutti

Il rio Zollette, alla sezione di chiusura del bacino (immissione nel rio Zolle), presenta un'estensione dell'asta principale di circa 7,9 km ed una superficie del corrispondente bacino imbrifero pari a circa 6,4 Km<sup>2</sup>.

L'alteimetria del bacino mostra un andamento compreso tra circa 173,5 e 85,70 m s.l.m., caratterizzato da un uso del suolo sempre prevalentemente agricolo. La quota media del bacino è di circa 129,60 m s.l.m. con una pendenza media dell'asta di circa 0,71 %. Le tabelle seguenti riassumono quelle che sono le caratteristiche morfologiche e podologiche del bacino del rio delle Zollette.

Sup. Totale (m <sup>2</sup> )	Caratteristiche Sottobacino					Caratteristiche asta principale			
	H Max. (m s.l.m.)	H Min. (m s.l.m.)	H Med. (m s.l.m.)	Litologia	Perm.	Quota Max. (m s.l.m.)	Quota Min. (m s.l.m.)	Lunghezza asta principale (m)	Pendenza Media %
6.452.621	173,50	81,10	129,60	A-G	-	142,00	79,50	8.485	0,74%

Tabella 3: Caratteristiche principali del bacino del rio Zollette – Chiusura rio Zolle

Sup. Totale (m <sup>2</sup> )	Uso del Suolo (m <sup>2</sup> )					
	Bosco	Urbano	Agricolo	Incolto	Affioramenti Rocciosi	Laghi
6.452.621	0	700.528	5.752.093	0	0	0

Tabella 4 – Caratteristiche pedologiche del bacino e dei sottobacini del rio Zollette – Chiusura rio Zolle



## 4.2 RICOSTRUZIONE DELLE CURVE DI POSSIBILITÀ PLUVIOMETRICA

I dati idrologici sono stati ricercati tra gli annali idrologici dell'ARPA Emilia-Romagna tra le stazioni pluviometriche disponibili poste all'interno o nelle vicinanze dei bacini di studio, e che presentano serie storiche sufficientemente estese da poter considerare un campione attendibile su cui effettuare l'analisi statistica. Per caratteristiche climatiche e altimetriche e per disponibilità di serie storica, l'analisi pluviometrica è stata condotta riferendosi alla stazione di Parma.

Dalle leggi statistiche per ogni durata e per ogni tempo di ritorno, sono state stimate le altezze di pioggia afferenti al bacino del rio Zollette.

Per la determinazione della relazione fra altezza (h) e durata (t) dell'evento di pioggia in funzione del tempo di ritorno (TR), si fa riferimento alla legge probabilistica che meglio si adatta al campione di dati utilizzato. Nel caso della stazione pluviometrica di Parma, per la determinazione della relazione fra altezza (h) e durata (t) dell'evento di pioggia in funzione del tempo di ritorno (TR) è stata ricercata la legge probabilistica, fra quelle di Gumbel e log-normale, che meglio si adatta al campione di dati utilizzato.

Lo studio ha rilevato il buon adattamento della legge di Gumbel stimandone i parametri  $a(T)$  e  $n(T)$  al fine di ottenere le curve segnalatrici nella forma:

$$h = a(T)t^{n(T)}$$

Per la definizione della curva di possibilità pluviometrica sono state utilizzate serie storiche di valori delle piogge intense massime annuali relative alla stazione pluviometrica interessata, in quanto prossima ai bacini studiati ed avente una serie storica di dati pluviometrici sufficientemente lunga.

La legge probabilistica adottata è stata quella di Gumbel e sono stati analizzati i massimi valori annuali di precipitazione della durata di 1, 3, 6, 12 e 24 ore.

$$h = u - \frac{\ln \cdot \left( -\ln \cdot \left( 1 - \frac{1}{T_R} \right) \right)}{\alpha}$$

dove:

TR = tempo di ritorno

$$u = Y - \bar{Y}_N \cdot S_Y$$

$$\alpha = S_N / S_Y$$

$\bar{Y}_N$  = media ridotta

$S_N$  = deviazione standard ridotta

Y = media aritmetica delle massime altezze di pioggia osservate

Sy = scarto quadratico medio delle massime altezze di pioggia osservate.



Dalle elaborazioni dei dati di relativi alle piogge di durata 1,3,6,12,24 ore si è ricavata la curva segnalatrice di possibilità climatica alla stazione di Parma per i diversi TR di riferimento, riportata nella figura seguente.

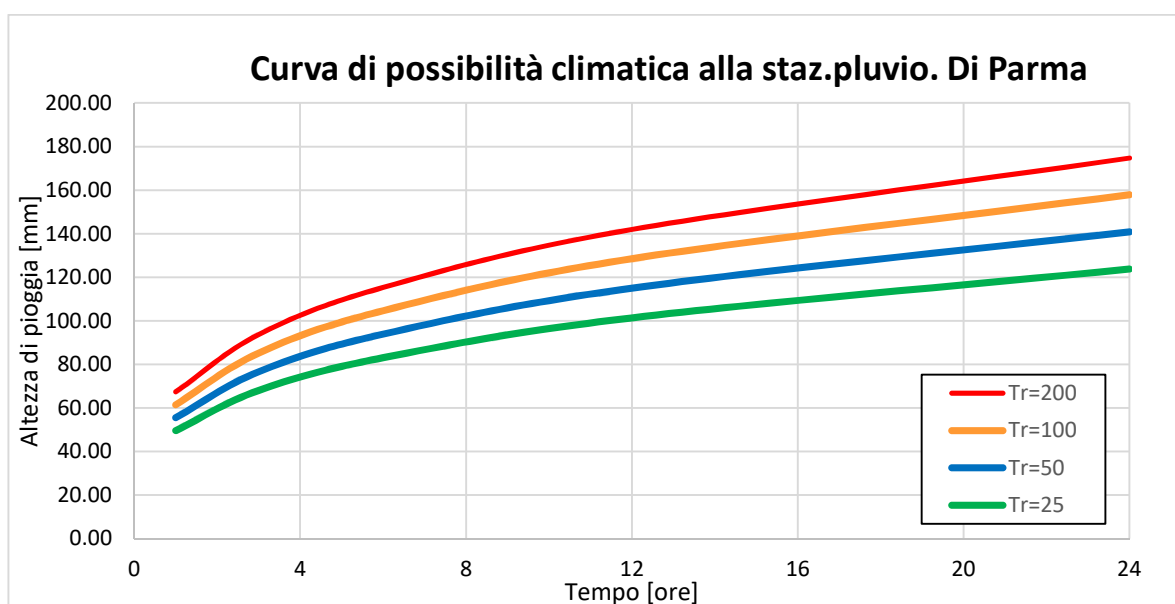


Figura 17 – Linee segnalatrici di possibilità pluviometrica alla stazione di Parma.

Si riportano nelle tabelle seguenti i valori delle altezze di pioggia in millimetri per i TR di riferimento e le curve di possibilità pluviometrica per la stazione di Parma.

TR	a	n
25	49.54	0.288
50	55.51	0.293
100	64.43	0.297
200	67.34	0.300

Tabella 5: Valori caratteristici della curva di possibilità pluviometrica alla stazione di Parma.

Durata (Ore)	Altezza pioggia (mm)			
	TR = 200	TR = 100	TR = 50	TR = 25
1	67.34	61.43	55.51	49.54
3	93.63	85.13	76.59	67.98
6	115.27	104.59	93.84	83.00
12	141.91	128.50	114.97	101.34
24	174.72	157.87	140.86	123.73

Tabella 6: Altezze di pioggia per la stazione di Parma in funzione della durata e del TR.

### 4.3 IL METODO DI TRASFORMAZIONE AFFLUSSI/DEFLUSSI

Mancando del tutto, per il rio Zollette e il bacino in esame, dati specifici circa le misure di portata e dell'andamento delle piene, sono stati elaborati i dati disponibili alle stazioni pluviometriche all'interno del bacino di studio o ad esse simili per caratteristiche, individuando come sopra riportato la stazione pluviometrica di Parma.

A tale scopo si è implementato un modello afflussi/deflussi per la determinazione delle portate di progetto per la verifica idraulica del tratto in esame. Nell'ambito del presente studio idrologico, una volta focalizzata l'indagine sul regime delle piogge di forte intensità, per la definizione delle curve di possibilità pluviometrica sopra esposte, si è proceduto alla trasformazione degli afflussi in deflussi al fine di correlare gli eventi di pioggia alle portate di piena. Tale trasformazione A/D è impostata sulla valutazione delle perdite idrologiche e stima delle portate con il metodo *Curve Number* dell'U.S. *Soil Conservation Service*.

#### 4.3.1 VALUTAZIONE DELLE PERDITE IDROLOGICHE E DETERMINAZIONE DELLE PORTATE DI PIENA

L'applicazione del metodo è basata sulla conoscenza delle principali caratteristiche morfometriche del bacino considerato, ricavate principalmente dall'analisi delle carte C.T.R. e ortofoto. Una volta delimitata la porzione di bacino sottesa alla sezione di chiusura di interesse se ne determina la superficie ( $S$ ), la lunghezza dell'asta fluviale principale ( $L$ ), l'altitudine massima ( $H_{max}$ ), l'altitudine minima ( $H_{min}$ ) e l'altitudine media ( $H_m$ ).

Per tale motivo sia la determinazione del tempo di corrivazione ( $t_c$ ) che del coefficiente di deflusso ( $\delta$ ) richiedono la conoscenza del reticolo idrografico afferente alla sezione di chiusura che delle caratteristiche fisiche del bacino ad esso sotteso. Le formule riportate forniscono il valore di  $Q_{max}$  in  $m^3/s$ , con i seguenti significati per i simboli utilizzati:

- $S$  = superficie del bacino in  $km^2$ ;
- $T_r$  = tempo di ritorno in anni;
- $T_c$  = tempo di corrivazione del bacino in ore;
- $h$  = altezza della precipitazione con dato  $T_r$  fornita dalla linea segnalatrice ed espressa in mm.

Per la determinazione del coefficiente di deflusso  $\delta$  si è fatto riferimento al metodo C.N. (Curve Number) sviluppato dal Soil Conservation Service, USA., in quanto in casi analoghi ha dimostrato particolare validità. Con questo metodo nel bilancio complessivo dei volumi medi/mensili transitanti alla sezione di chiusura, è necessario tenere presente che il volume di origine naturale in realtà deriva dalla risposta del bacino sollecitato degli afflussi meteorici e di cui si è scorporata l'aliquota persa per infiltrazione ed evapotraspirazione. Al fine della determinazione del coefficiente di deflusso del bacino è stata definita,

attraverso foto aeree, una carta con l'uso del suolo per l'applicazione dei corretti parametri di permeabilità del bacino, riportata nella figura seguente.

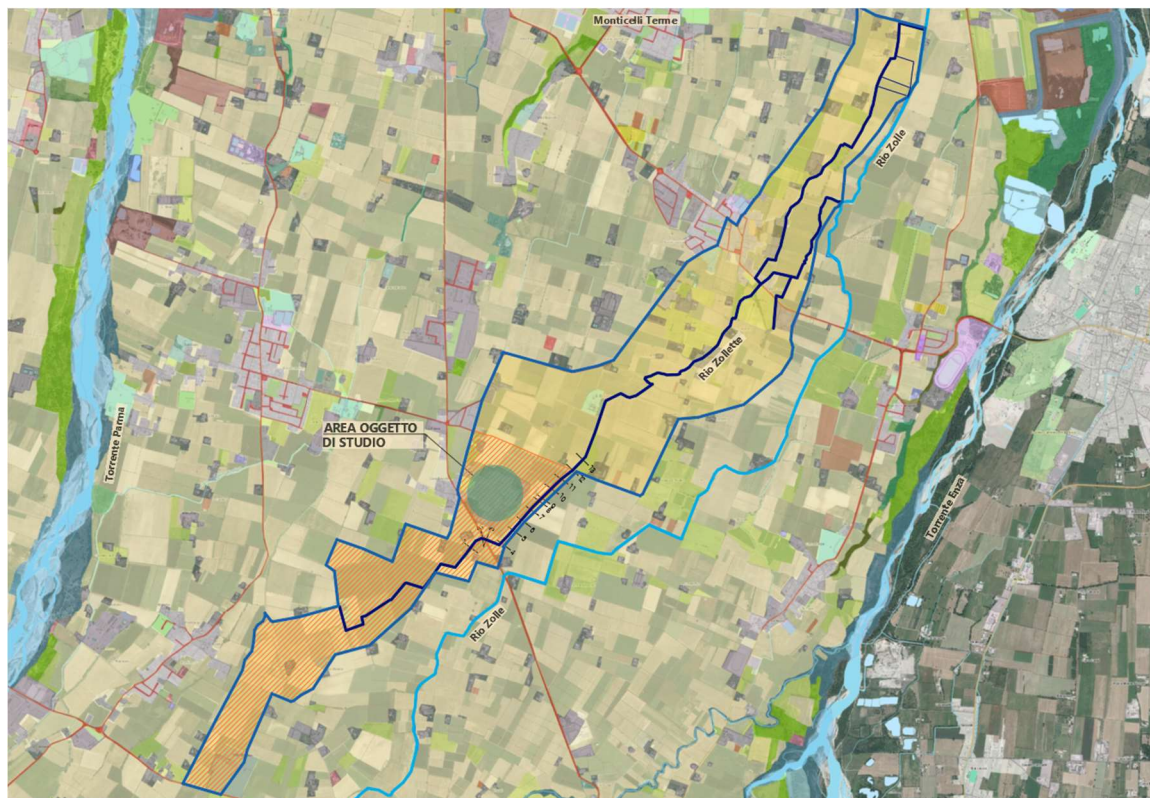


Figura 18 - Bacino idrografico e uso del suolo del rio delle Zollette.

L'utilizzo di questo metodo impone l'applicazione di coefficienti che dipendono dal tipo di acclività dei versanti e dal tipo di copertura e natura del terreno. Il rio delle Zollette, così come per altri corsi d'acqua che presentano le analoghe caratteristiche di estensione ed acclività, riporta i maggiori deflussi in occasione di piogge intense e di breve durata. Per la determinazione del  $T_c$ , calcolato impiegando formule differenti, si è imposto che abbia caratteristiche costanti indipendentemente dal valore della portata al colmo.

Dopo aver determinato l'uso del suolo del bacino sono state ricavate le altezze di pioggia netta e i coefficienti di deflusso per il calcolo delle portate massime ottenendo i seguenti risultati. Le principali cause di perdite idrologiche sono, come noto, evapotraspirazione, infiltrazione, immagazzinamento nelle depressioni superficiali. Per la valutazione dell'entità quantitativa di tali grandezze è stato adottato il metodo *Curve Number* elaborato dal *Soil Conservation Service* (USA). Questo metodo ricava l'altezza di pioggia efficacemente defluita nel bacino in funzione del tipo di suolo, della sua capacità d'immagazzinamento e delle condizioni dello stesso prima dell'evento (terreno umido o asciutto). Sebbene originariamente non sia stato sviluppato per l'interpretazione della dinamica temporale delle perdite idrologiche, è ampiamente diffuso, soprattutto per la notevole mole di dati reperibili in letteratura per la sua applicazione. Per la determinazione della portata di piena al colmo, sono stati simulati eventi pluviometrici critici di varia durata (1, 2, 3, 6, 12 e 24 ore) e si è preso come riferimento quello generante

le condizioni più gravose in termini di portate al colmo dell'onda di piena transitante nel corso d'acqua. In particolare, le condizioni più gravose sono associate all'evento pluviometrico avente durata pari al tempo di corrivazione del bacino idrografico.

Come sopra ricordato, per la stima del coefficiente di deflusso è stato applicato il metodo CN (Curve Number) che consente in fase successiva di determinare la distribuzione nel tempo del deflusso e la sua portata massima al colmo. Il coefficiente CN attribuisce a ogni singola porzione di superficie del bacino idrografico, un valore adimensionale che ne caratterizza la risposta idrologica del suolo in funzione delle sue caratteristiche di permeabilità, d'uso e di copertura. La tabella seguente riporta i valori proposti dal S.C.S.; questi presuppongono una condizione "media" dello stato di umidità e saturazione del suolo anteriormente all'evento pluviometrico.

<u>Tipo di Uso del Suolo</u>	<u>Permeabilità del suolo</u>			
	A	B	C	D
<b>Suoli coltivati</b>	62 - 72	71 - 81	78 - 88	81 - 91
<b>Pascoli</b>	39 - 68	61 - 79	74 - 86	80 - 89
<b>Prati</b>	30	58	71	78
<b>Boschi e foreste con copertura modesta</b>	45	66	71	83
<b>Boschi o foreste con buona copertura dall'erosione e sottobosco</b>	25	55	70	77
<b>Affioramenti rocciosi</b>	98	98	98	98
<b>Area a parco e di fruizione ricreativa:</b>				
- con copertura erbacea superiore al 75%	39	61	74	80
- con copertura erbacea dal 50% al 75%	49	69	79	84
Aree commerciali (impermeabili per l'85%)	89	92	94	95
Aree industriali (impermeabili per il 72%)	81	88	91	93
<b>Aree residenziali con percentuale media impermeabile</b>				
65%	77	85	90	92
38%	61	75	83	87
30%	57	72	81	86
25%	54	70	80	85
20%	51	68	79	84
<b>Parcheggi, aree coperte</b>	98	98	98	98
<b>Strade:</b>				
- asfaltate	98	98	98	98
- inghiaiate	76	85	89	91

Tabella 7: Coefficienti CN per varie combinazioni suolo-copertura

Dove la permeabilità del suolo è definita secondo i seguenti criteri:

- A: elevata infiltrazione, per suoli con strati sabbiosi o di loess profondi, a siltosi aggregati;

- B: infiltrazione moderata, per suoli con tessitura da moderatamente fine a moderatamente grossolana, quali limi sabbiosi;
- C: infiltrazione lenta, per suoli con tessitura fine, quali argille limose, deboli strati di limo sabbioso, suoli con debole contenuto organico;
- D: infiltrazione molto lenta, per argille plastiche e compatte.

Sono stati quindi valutati, per ogni sottobacino del corso d'acqua esaminato, i valori del coefficiente CN e sono stati calcolati il coefficiente di deflusso ( $\delta$ ) per piogge con diverso tempo di ritorno TR ed il tempo di corrivazione  $t_c$ ; tali valori, insieme alle caratteristiche geometriche dei vari sottobacini, vengono inseriti nel foglio di calcolo, il quale restituisce le portate di piena al colmo generate dal bacino imbrifero. Data l'acclività dei versanti dei sottobacini tributari e l'estensione degli stessi, la capacità d'accumulo delle acque meteoriche si riduce, favorendo la formazione d'elevati deflussi e rapido esaurimento delle portate, prevedendo dunque tempi di corrivazione relativamente brevi.

L'analisi idrologica è stata effettuata anche in condizioni di bassa e alta saturazione, correggendo i valori dei coefficienti CN secondo le relazioni:

$$CN_I = \frac{CN}{2.38 - 0.0138 \cdot CN} \quad \text{per terreno inizialmente asciutto (bassa saturazione)}$$

$$CN_{III} = \frac{CN}{0.43 + 0.0057 \cdot CN} \quad \text{per terreno fortemente imbibito (alta saturazione)}$$

Si è ritenuto opportuno, valutate le caratteristiche morfologiche e podologiche del bacino, riferirsi ai risultati delle modellazioni relativi sia alla situazione intermedia di saturazione, e quindi ai valori del coefficiente CN non modificati ( $CN_{II}$ ), che alla situazione di alta saturazione, e quindi ai valori cautelativi del coefficiente CN ( $CN_{III}$ ). Si riporta nella seguente tabella una sintesi dei parametri medi dell'intero bacino del rio Zollette i quali descrivono le perdite idrologiche e determinano quindi i deflussi superficiali:

- C.N. Curve Number.
- $S(mm) = 25400/CN - 254$  Volume massimo immagazzinabile nel terreno a saturazione
- $I(mm) = 0,2 \times S$  Volume massimo invasabile nelle depressioni e infiltrato

Tipo di copertura (suolo tipo C)	Superficie	%	CN <sub>I</sub>	CN <sub>II</sub>	CN <sub>III</sub>	S <sub>I</sub>	S <sub>II</sub>	S <sub>III</sub>	Ia <sub>I</sub>	Ia <sub>II</sub>	Ia <sub>III</sub>
Unità di misura	km <sup>2</sup>					mm	mm	mm	mm	mm	mm
Terreno boscoso	0.000	0%	58	77	89	180.57	75.87	32.62	36.11	15.17	6.52
Coltivo	1.920	89%	60	78	89	170.51	71.64	30.81	34.10	14.33	6.16
Incolto		0%	53	73	86	223.59	93.95	40.40	44.72	18.79	8.08
Urbano	0.246	11%	79	90	95	67.17	28.22	12.14	13.43	5.64	2.43
Affioramenti rocciosi	0.000	0%	95	98	99	12.34	5.18	2.23	2.47	1.04	0.45
<b>TOTALE</b>	<b>2.167</b>	<b>100%</b>	<b>62.02</b>	<b>79.36</b>	<b>89.89</b>	<b>158.77</b>	<b>66.71</b>	<b>28.68</b>	<b>31.75</b>	<b>13.34</b>	<b>5.74</b>

Tabella 8 – Stima dei parametri CN, S e I attraverso l'uso del suolo per il bacino del rio delle Zollette - chiusura Mutti.



Il tempo di corrivazione è stato quindi calcolato impiegando formule differenti, i risultati ottenuti sono riportati nella tabella seguente:

Tempo di corrivazione			TR 25	TR 50	TR100	TR200
<i>Kirpick</i>	Tc	ore	0.93	0.93	0.93	0.93
<i>Pasini</i>	Tc	ore	2.86	2.86	2.18	2.18
<i>Pezzoli</i>	Tc	ore	2.21	2.21	1.69	1.69
<i>Giandotti</i>	Tc	ore	2.66	2.66	2.66	2.66
<i>Ventura</i>	Tc	ore	2.72	2.72	2.08	2.08
<i>Turazza</i>	Tc	ore	1.40	1.40	1.40	1.40
<i>Viparelli</i>	Tc	ore	0.51	0.51	0.77	0.77
<i>Puglisi</i>	Tc	ore	3.33	3.33	2.84	2.84
<b>MEDIA</b>	<b>Tc</b>	<b>ore</b>	<b>2.08</b>	<b>2.08</b>	<b>2.08</b>	<b>2.08</b>

Tabella 9 – Calcolo del tempo di corrivazione (T<sub>c</sub>) attraverso formule differenti.

Nel calcolo della portata si è tenuto conto anche del documento “Studio applicato finalizzato all’interpretazione geologica di sottosuolo e modellazione geologica 3d nel territorio del Comune di Montechiarugolo (PR)” redatto da CIDEA nel 2019 dove dai profili geologici si evince la buona permeabilità dei terreni, con depositi grossolani di ghiaie e ghiaie/sabbiose fino ad almeno via Bosco. Dopo aver determinato l’uso del suolo del bacino, grazie al metodo Curve Number (CN), sono state ricavate le altezze di pioggia netta e i coefficienti di deflusso per il calcolo delle portate massime. Si è quindi considerato un tempo di corrivazione pari alla media dei valori calcolati attraverso le differenti formule da letteratura, pari a circa 2,08 ore.

Si riportano di seguito sinteticamente i valori dei parametri del bacino del rio Zollette in chiusura a via del Bosco esponendo, per completezza di informazione, anche le portate risultanti considerando il terreno completamente saturo (CNIII).

Parametri Bacino			Sezione chiusura – Via Bosco (Mutti S.p.A)							
			CNII				CNIII			
			TR 25	TR 50	TR100	TR200	TR 25	TR 50	TR100	TR200
<i>Superficie bacino</i>	S	km <sup>2</sup>	2,17	2,17	2,17	2,17	2,17	2,17	2,17	2,17
<i>Lunghezza asta principale</i>	L	km	2,76	2,76	2,76	2,76	2,76	2,76	2,76	2,76
<i>Quota max.</i>	Hmax	m s.l.m.	173,50	173,50	173,50	173,50	173,50	173,50	173,50	173,50
<i>Quota sezione chiusura</i>	Hs	m s.l.m.	129,00	129,00	129,00	129,00	129,00	129,00	129,00	129,00
<i>Quota media</i>	Hm	m s.l.m.	151,25	151,25	151,25	151,25	151,25	151,25	151,25	151,25
$\Delta H$	Hm-Hs	m	22,25	22,25	22,25	22,25	22,25	22,25	22,25	22,25
<i>Tempo di corrivazione</i>	Tc	ore	2,08	2,08	2,08	2,08	2,08	2,08	2,08	2,08
<i>Pioggia critica</i>	hc	mm	61,16	68,78	76,33	83,86	61,16	68,78	76,33	83,86
<i>Coefficiente di deflusso</i>	$\delta$		0,34	0,38	0,41	0,44	0,51	0,55	0,58	0,61
<i>Coefficiente udometrico</i>	$\upsilon$	l/sec ha	27,52	34,49	41,76	49,31	41,93	50,42	59,07	67,88
<b>Portata max al colmo</b>	<b>Qmax</b>	<b>m<sup>3</sup>/sec</b>	<b>5,96</b>	<b>7,47</b>	<b>9,05</b>	<b>10,68</b>	<b>9,08</b>	<b>10,92</b>	<b>12,80</b>	<b>14,70</b>

**Tabella 10 – Principali risultati idrologici per il bacino del rio Zollette per ciascun tempo di ritorno chiuso alla ditta Mutti S.p.A.**

Si riportano di seguito sinteticamente i valori dei parametri del bacino del rio Zollette a chiusura bacino (immissione nel rio Zolle) esponendo, per completezza di informazione, anche le portate risultanti considerando il terreno completamente saturo (CNIII).

Parametri Bacino			Sezione chiusura – Rio Zolle							
			CNII				CNIII			
			TR 25	TR 50	TR100	TR200	TR 25	TR 50	TR100	TR200
Superficie bacino	S	km <sup>2</sup>	6,45	6,45	6,45	6,45	6,45	6,45	6,45	6,45
Lunghezza asta principale	L	km	8,49	8,49	8,49	8,49	8,49	8,49	8,49	8,49
Quota max.	Hmax	m s.l.m.	173,50	173,50	173,50	173,50	173,50	173,50	173,50	173,50
Quota sezione chiusura	Hs	m s.l.m.	81,10	81,10	81,10	81,10	81,10	81,10	81,10	81,10
Quota media	Hm	m s.l.m.	129,60	129,60	129,60	129,60	129,60	129,60	129,60	129,60
$\Delta H$	Hm-Hs	m	48,50	48,50	48,50	48,50	48,50	48,50	48,50	48,50
Tempo di corrivazione	Tc	ore	3,71	3,71	3,71	3,71	3,71	3,71	3,71	3,71
Pioggia critica	hc	mm	72,27	81,51	90,68	99,80	72,27	81,51	90,68	99,80
Coefficiente di deflusso	$\delta$		0,39	0,43	0,46	0,49	0,65	0,68	0,70	0,72
Coefficiente udometrico	$\nu$	l/sec ha	21,09	26,19	31,47	36,91	34,93	41,26	47,64	54,05
Portata max al colmo	Qmax	m <sup>3</sup> /sec	13,61	16,90	20,31	23,82	22,54	26,62	30,74	34,88

**Tabella 11 – Principali risultati idrologici per il bacino del rio Zollette per ciascun tempo di ritorno chiuso ad immissione rio Zolle.**

Si precisa che le portate esposte comprendono anche il contributo allo scarico della ditta Mutti S.p.A.

## 4.4 L'ANALISI IDRAULICA DI DETTAGLIO

Lo studio è stato impostato sugli elementi morfologici ed idrologici sopra illustrati, procedendo all'implementazione di un modello numerico di tipo monodimensionale in grado di definire le sollecitazioni idrauliche lungo il tratto in esame del rio delle Zollette, ed in particolare in corrispondenza delle area oggetto di studio.

Determinate le portate transitanti, considerando anche il contributo della ditta S.p.A., si è quindi proceduto alla verifica della sezione di deflusso del rio Zollette.

La presente analisi si riferisce allo scenario morfologico attuale, ricostruito mediante appositi rilievi topografici eseguiti nel 2022.

Il tratto considerato nelle analisi idrauliche in oggetto è limitato dalla sezione trasversale 1, a monte di 460 m rispetto all'area in esame, sino a circa 865 m a valle della stessa, in corrispondenza della sezione 13, per un'estensione totale di circa 1.325 m.

L'obiettivo del presente studio idraulico è quello di valutare l'officiosità idraulica del rio Zollette e, in caso di insufficienza delle sezioni di deflusso e ipotesi di allagamento di porzioni di territorio, indicare le possibili linee di intervento.

### 4.4.1 LE IPOTESI DEL CALCOLO IDRAULICO

Il calcolo dei massimi livelli di piena procede sulla base delle equazioni classiche dell'idraulica dei moti a pelo libero; in particolare, sono integrate numericamente le equazioni differenziali per correnti monodimensionali su alveo prismatico in condizione di moto uniforme.

La scabrezza d'alveo è stata espressa attraverso il coefficiente  $c$  di Gauckler-Strickler, adottando valori mutuati dalla letteratura e dall'esperienza, compresi fra 30 e 25  $m^{1/3}s^{-1}$ .

### 4.4.2 IL MODELLO MATEMATICO UTILIZZATO

Il modello utilizzato, è *HEC-RAS River Analysis System*, elaborato dall'*Hydrologic Engineering Center dell' US Army Corps of Engineers* (versione 6.2, Marzo 2022).

Si tratta di uno strumento d'applicabilità molto ampia, largamente utilizzato presso Enti Pubblici e Privati negli Stati Uniti e in oltre 40 nazioni, ed ormai adottato anche da molti Enti Pubblici Italiani.

Il modello è stato progettato per contenere vari moduli di analisi idraulica monodimensionale: analisi di moto permanente, analisi del moto vario, analisi del trasporto solido in letto mobile. Tra le diverse componenti quella utilizzata nel presente studio consiste nell'algoritmo di calcolo idraulico per la determinazione delle variazioni di portata, tiranti idrometrici, della velocità, della larghezza del pelo libero della corrente e di altre caratteristiche idrauliche del moto durante la propagazione verso valle della corrente idrica in condizioni di moto permanente, per effetto della morfologia dell'alveo, della sua resistenza d'attrito e della presenza di opere interagenti con la corrente (ponti e traverse).

Il modello calcola i profili di moto per corsi d'acqua monodimensionali in regime di corrente lenta, veloce o mista, ed è in grado di calcolare e gestire i profili per una rete di canali naturali o artificiali in un sistema

ad albero od a singolo ramo. Le relazioni fondamentali della formulazione matematica sono le equazioni dei moti permanenti nell'espressione classica dell'equazione monodimensionale dell'energia secondo Manning. Le perdite valutate sono quelle d'attrito (secondo Manning), calcolate per le diverse parti della sezione trasversale (canale centrale, sponde laterali, golene e parti di golene), e quelle causate dalla contrazione o espansione delle sezioni (tramite un coefficiente che moltiplica la variazione dell'altezza cinetica). L'equazione della quantità di moto è utilizzata nei punti dove il profilo del pelo libero subisce brusche variazioni ovvero in regime misto nel passaggio da corrente veloce a corrente lenta oppure, in corrispondenza di ponti, traverse e sottopassi o alla confluenza di più rami di una rete.

Il modello richiede, oltre alla geometria generale del corso d'acqua, profili e sezioni trasversali, i dati di portata in ingresso nella prima sezione di monte ed, eventualmente, in tutte le sezioni dove sono disponibili dati di portata, oltre alle condizioni al contorno dipendenti dal regime di moto della corrente. L'equazione generale dell'energia è la seguente:

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

dove:

- $Y_1, Y_2$             altezza idrometrica nella sezione 1 e 2,  
 $Z_1, Z_2$             quota del fondo alveo nelle sezioni 1 e 2,  
 $V_1, V_2$             velocità medie (portata totale/area bagnata) nelle sezioni 1 e 2,  
 $\alpha_1, \alpha_2$             coefficienti di velocità,  
 $h_e$                 perdita di carico nel tratto 1-2.

La perdita di carico tra due sezioni trasversali è calcolata come somma delle perdite distribuite per attrito e di quelle concentrate per effetto di contrazioni o allargamenti bruschi di sezione secondo l'equazione:

$$h_e = LS_f + C \left( \alpha_2 \frac{V_2^2}{2g} - \alpha_1 \frac{V_1^2}{2g} \right)$$

dove:

- $L$             distanza pesata, in funzione della portata, tra le due sezioni trasversali 1 e 2  
 $S_f$           pendenza motrice tra le sezioni 1 e 2  
 $C$            coefficiente di perdita di carico per contrazione o allargamento di sezione.

La pendenza d'attrito  $S_f$  è valutata secondo l'espressione di Manning:

$$S_f = n^2 Q|Q| / (A^2 R^{4/3})$$

dove  $n$  è il coefficiente di resistenza di Manning (che vale anche  $n=1/c$  con  $c$  di Gauckler-Strickler) ed  $R$  è il raggio idraulico.

L'equazione differenziale del moto è integrata per via numerica, attraverso un insieme di fasi iterative che sono ripetute più volte per affinarne la risoluzione; per la determinazione dei profili è quindi necessario fornire le condizioni iniziali di portata in ingresso e le condizioni al contorno in funzione del regime di moto.

#### 4.4.3 GEOMETRIA DELL'ALVEO

Le caratteristiche topografiche delle aree interessate sono state dedotte sulla base delle sezioni d'alveo e del piano quotato in prossimità dell'ambito oggetto di intervento. Il tratto di corso d'acqua di interesse è stato oggetto di una campagna di rilievi topografici nel 2022, che sono stati utilizzati per la determinazione delle caratteristiche geometriche dell'alveo e sulla base delle quali sono state fatte le valutazioni idrauliche sulle condizioni di deflusso.

Sono state utilizzate 13 sezioni trasversali, in corrispondenza del tratto di interesse, in modo tale da rappresentare in maniera adeguata l'andamento del rio per una estensione di circa 1.305 m.

Ai fini delle verifiche idrauliche viene preso in considerazione un tronco di corso d'acqua sufficientemente esteso verso valle e monte del tratto di interesse, in modo tale da non essere influenzato dalle condizioni al contorno da assumere nelle simulazioni di calcolo; il limite di valle individuato è rappresentato dalla sezione 13 quello di monte dalla sezione 1. Nel tratto sono stati simulati anche gli attraversamenti presenti, in particolare quello della SP513R e della strada comunale del Bosco.

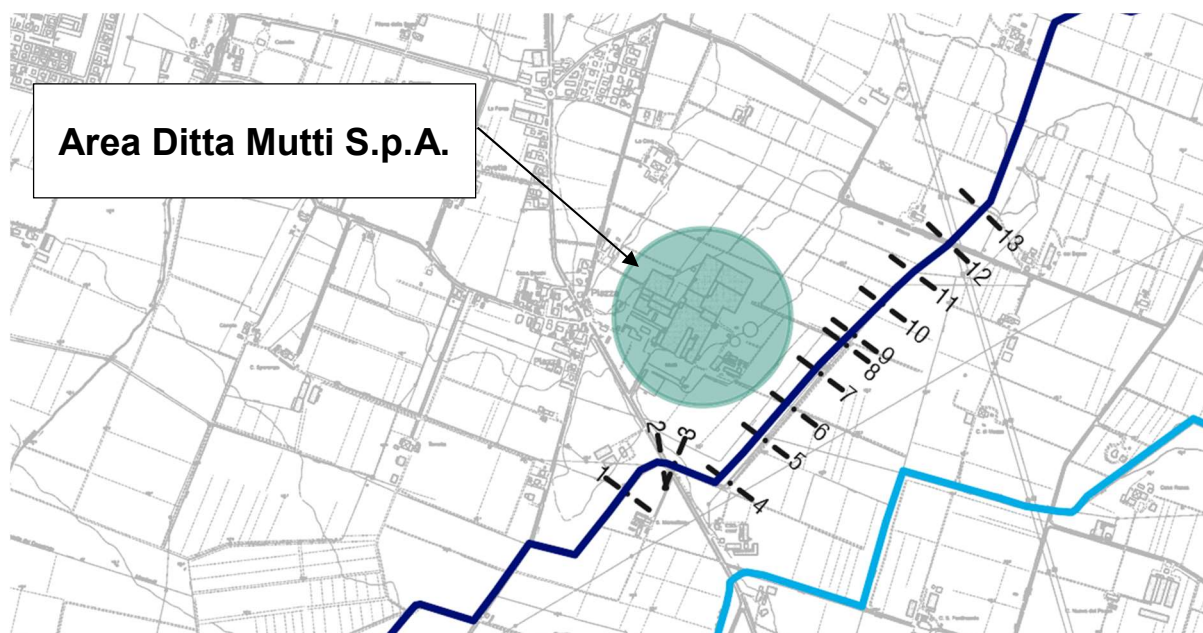


Figura 19: Sezioni trasversali lungo l'asta fluviale del rio delle Zollette.



#### 4.4.4 COEFFICIENTE DI SCABREZZA

I calcoli idraulici per la ricostruzione dei profili di piena sono stati effettuati utilizzando il coefficiente di scabrezza di Manning, assegnato in accordo con le indicazioni fornite dallo stesso modello USACE sopra citato, in accordo con USGS Water Supply Paper 1849, di H.H. Barnes, Jr..

Sono stati assegnati valori diversi rispettivamente per l'alveo inciso e per le aree golenali allagabili in piena. La scelta dei valori del parametro è stata effettuata dopo un'accurata ricognizione dei luoghi, considerando le caratteristiche specifiche dei materiali che compongono l'alveo e la copertura vegetale, che ricopre le sponde e le aree adiacenti. La scabrezza dell'alveo inciso non è stata considerata variabile con la quota della superficie libera; infatti le caratteristiche del materiale costituente l'alveo nell'area occupata dalle portate di magra e morbida sono poco variabili rispetto a quelle presenti nell'area occupata dalle piene. Sono stati adottati i valori numerici di seguito riportati:

- Sponde	$n = 0,033 \text{ m}^{-1/3} \text{ s}^1$	equivalente a	$c = 30 \text{ m}^{1/3} \text{ s}^{-1}$
- Alveo	$n = 0,040 \text{ m}^{-1/3} \text{ s}^1$	equivalente a	$c = 25 \text{ m}^{1/3} \text{ s}^{-1}$

#### 4.4.5 CONDIZIONI INIZIALI E AL CONTORNO

La condizione al contorno di monte e di valle si ritiene congruo impostare una condizione di moto uniforme. Nel seguito si riportano i risultati delle verifiche idrauliche per il tratto di interesse.

#### 4.4.6 I RISULTATI DELL'ANALISI IDRAULICA

I risultati della propagazione delle diverse portate di piena simulate consistono nell'espore le principali grandezze idrauliche, soprattutto in termini di livelli idrometrici raggiunti durante gli eventi considerati in corrispondenza delle varie sezioni trasversali del corso d'acqua, da cui ricavare i rispettivi tiranti idrometrici nelle aree di interesse.

In conformità a tali grandezze è possibile, infatti, individuare le aree di esondazione corrispondenti alle diverse portate di piena, funzionali alla successiva classificazione del grado di rischio.

In particolare, l'area in esame è compresa tra la sezione 4 e la sezione 10.

La simulazione delle portate individuate nel capitolo precedente attraverso il modello morfologico del rio Zollette ha permesso di determinare i livelli idrometrici che si stabiliscono in ciascuna sezione trasversale nel tratto considerato.

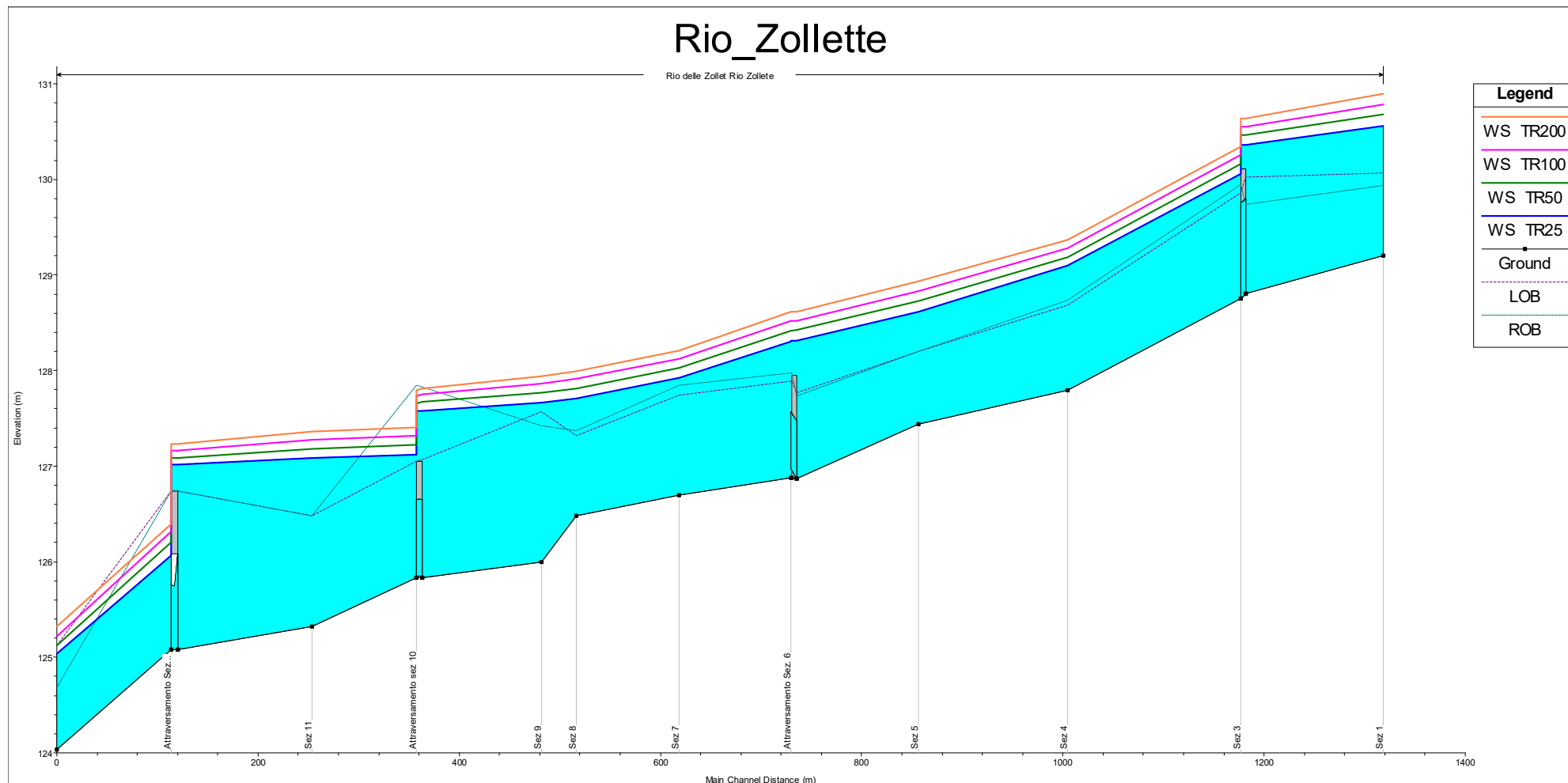
Di seguito si espongono sinteticamente i risultati ottenuti per la configurazione simulata con terreno mediamente saturo (CNII) sia in forma tabellare che con le figure, riportando i profili di rigurgito in corrispondenza delle sezioni trasversali poste all'altezza delle aree in esame.

Sezione	Tempo di ritorno	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	Vel Chnl	Froude
		(m³/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/s)	
Sez_1	TR25	4	129,20	130,56		130,61	1,12	0,37
	TR50	7,47		130,68		130,74	1,21	0,37
	TR100	9,05		130,79		130,86	1,30	0,38
	TR200	10,68		130,89		130,97	1,39	0,39
Sez_2	TR25	5,96	128,81	130,36	129,81	130,40	0,91	0,30
	TR50	7,47		130,46	129,90	130,52	1,03	0,33
	TR100	9,05		130,55	129,98	130,62	1,15	0,35
	TR200	10,68		130,64	130,06	130,72	1,25	0,37
Culvert 11.5 – SP513R – Sez. 1,5x1,0 m								
Sez_3	TR25	5,96	128,75	130,06	129,82	130,30	2,23	0,68
	TR50	7,47		130,16	130,11	130,43	2,40	0,70
	TR100	9,05		130,26	130,21	130,56	2,57	0,72
	TR200	10,68		130,35	130,29	130,68	2,73	0,74
Sez_4	TR25	5,96	127,79	129,10		129,20	1,56	0,54
	TR50	7,47		129,19		129,31	1,68	0,56
	TR100	9,05		129,28		129,41	1,79	0,56
	TR200	10,68		129,37		129,52	1,89	0,57
Sez_5	TR25	5,96	127,44	128,61		128,69	1,35	0,47
	TR50	7,47		128,73		128,81	1,42	0,46
	TR100	9,05		128,83		128,92	1,50	0,46
	TR200	10,68		128,93		129,03	1,57	0,46
Sez_6	TR25	5,96	126,87	128,31	128,04	128,39	1,34	0,40
	TR50	7,47		128,43	128,12	128,51	1,44	0,41
	TR100	9,05		128,52	128,18	128,62	1,56	0,43
	TR200	10,68		128,62	128,25	128,73	1,66	0,44
Culvert 7.75 – Sez. DN600								
Sez_6 Attraver.	TR25	5,96	126,88	128,30		128,37	1,12	0,43
	TR50	7,47		128,41		128,49	1,21	0,43
	TR100	9,05		128,52		128,60	1,30	0,44
	TR200	10,68		128,61		128,71	1,38	0,44
Sez_7	TR25	5,96	126,7	127,92		128,03	1,44	0,50
	TR50	7,47		128,02		128,14	1,57	0,51
	TR100	9,05		128,12		128,25	1,68	0,52
	TR200	10,68		128,21		128,36	1,79	0,54
Sez_8	TR25	5,96	126,48	127,71		127,77	1,16	0,38
	TR50	7,47		127,82		127,88	1,24	0,39
	TR100	9,05		127,91		127,99	1,32	0,39
	TR200	10,68		128,00		128,08	1,42	0,41
Sez_9	TR25	5,96	126,00	127,66		127,71	1,01	0,31
	TR50	7,47		127,77		127,83	1,12	0,33
	TR100	9,05		127,86		127,93	1,22	0,34
	TR200	10,68		127,94		128,02	1,31	0,36

Sezione	Tempo di ritorno	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	Vel Chnl	Froude
		(m³/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/s)	
Sez_10	TR25	5,96	125,83	127,58	126,66	127,61	0,75	0,22
	TR50	7,47		127,67	126,77	127,71	0,86	0,24
	TR100	9,05		127,75	126,87	127,79	0,97	0,27
	TR200	10,68		127,81	126,97	127,86	1,09	0,29
Culvert 3.75– Sez. DN800								
Sez_10 Attraver	TR25	5,96	125,83	127,12		127,2	1,25	0,52
	TR50	7,47		127,22		127,31	1,34	0,52
	TR100	9,05		127,32		127,42	1,42	0,52
	TR200	10,68		127,41		127,52	1,50	0,52
Sez_11	TR25	5,96	125,32	127,09		127,10	0,62	0,17
	TR50	7,47		127,18		127,20	0,70	0,19
	TR100	9,05		127,27		127,3	0,77	0,20
	TR200	10,68		127,36		127,39	0,85	0,21
Sez_12	TR25	5,96	125,08	127,02	125,78	127,05	0,76	0,19
	TR50	7,47		127,09	125,88	127,13	0,90	0,22
	TR100	9,05		127,16	125,99	127,22	1,03	0,24
	TR200	10,68		127,23	126,09	127,29	1,16	0,27
Culvert 1.75 – Via del Bosco – Sez. DN1000								
Sez_12 Attravers	TR25	5,96	125,08	126,06		126,21	1,72	0,59
	TR50	7,47		126,20		126,38	1,86	0,60
	TR100	9,05		126,31		126,52	2,03	0,62
	TR200	10,68		126,40		126,65	2,22	0,66
Sez_13	TR25	5,96	124,04	125,04	125,04	125,30	2,36	0,89
	TR50	7,47		125,12	125,12	125,43	2,56	0,93
	TR100	9,05		125,22	125,22	125,55	2,68	0,92
	TR200	10,68		125,32	125,32	125,66	2,73	0,88

**Tabella 12: Livelli idrometrici alle varie sezioni in corrispondenza del tratto in esame per i TR di riferimento.**

Le seguenti figure riportano i profili di rigurgito in corrispondenza delle sezioni trasversali poste all'altezza del tratto in esame. Dai risultati esposti si evince chiaramente come, per le ipotesi di calcolo in precedenza illustrate, l'alveo inciso del rio Zollette presenta una sezione di deflusso non sufficiente per il corretto deflusso delle portate presentando processi di esondazione per buona parte del tratto in esame e per tutte le portate di piena considerate.



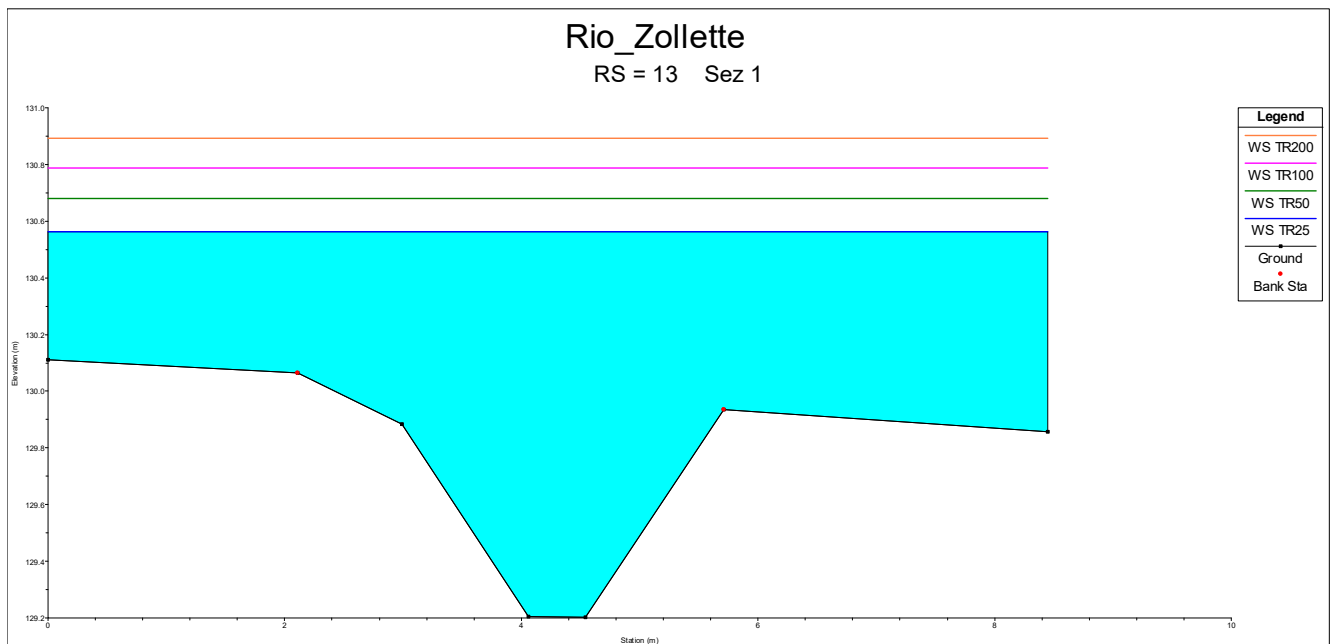


Figura 21: Livelli idrometrici alla sezione 1 per i TR di riferimento.

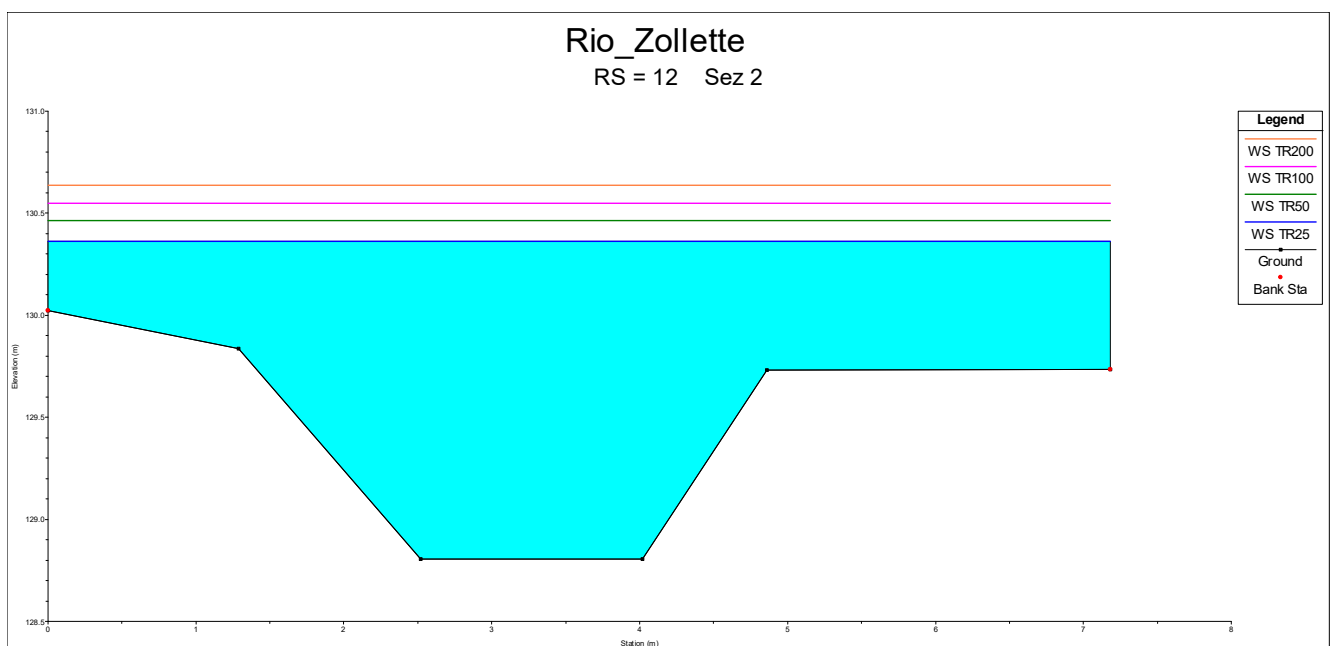


Figura 22: Livelli idrometrici alla sezione 2 per i TR di riferimento.



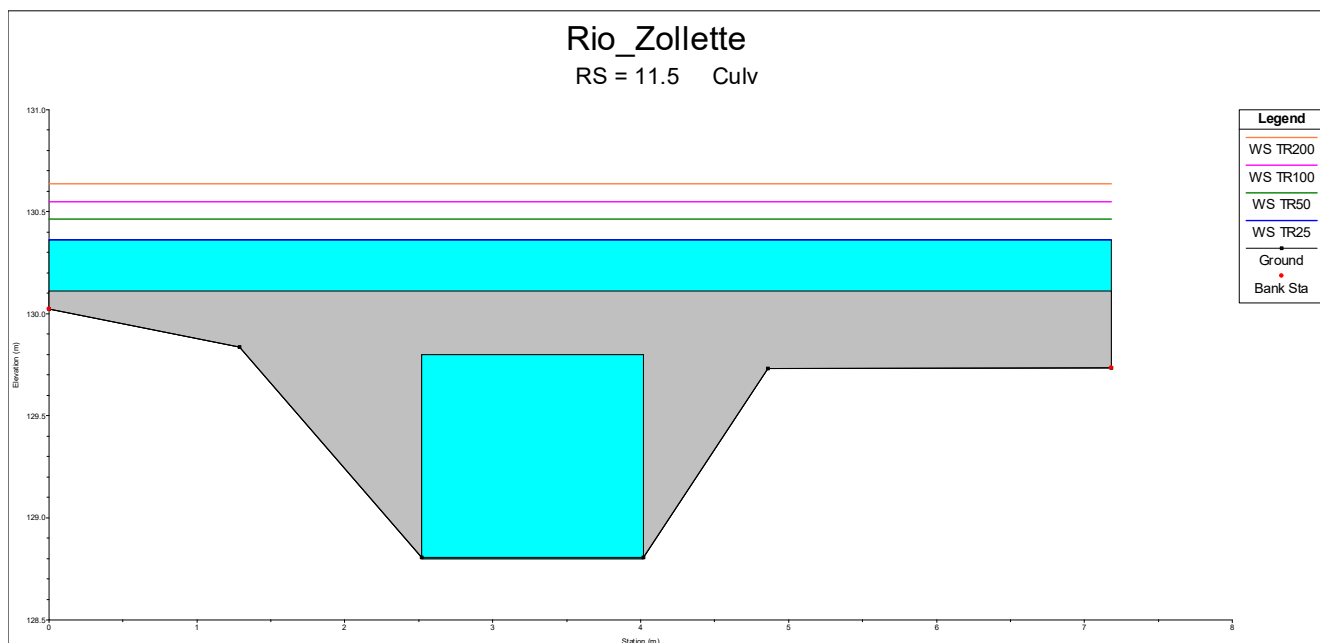


Figura 23: Livelli idrometrici in corrispondenza dell'attraversamento SP513R per i TR di riferimento.

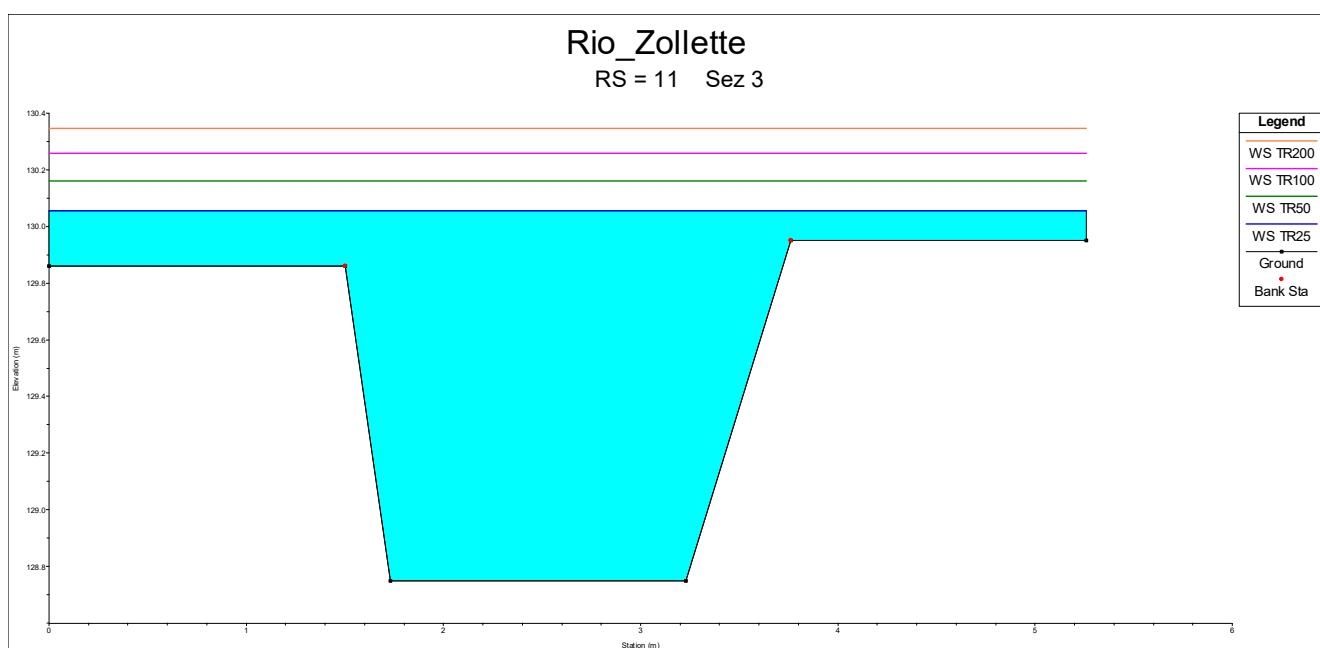


Figura 24: Livelli idrometrici alla sezione 3 per i TR di riferimento.

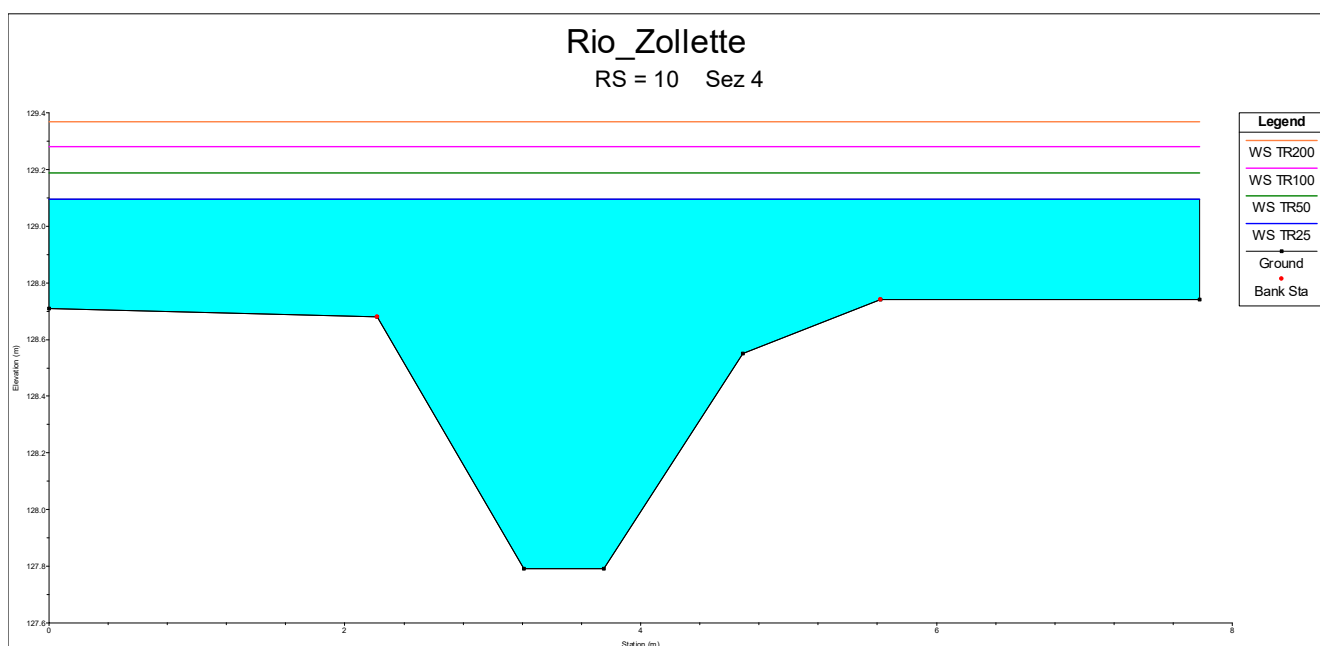


Figura 25: Livelli idrometrici alla sezione 4 per i TR di riferimento.

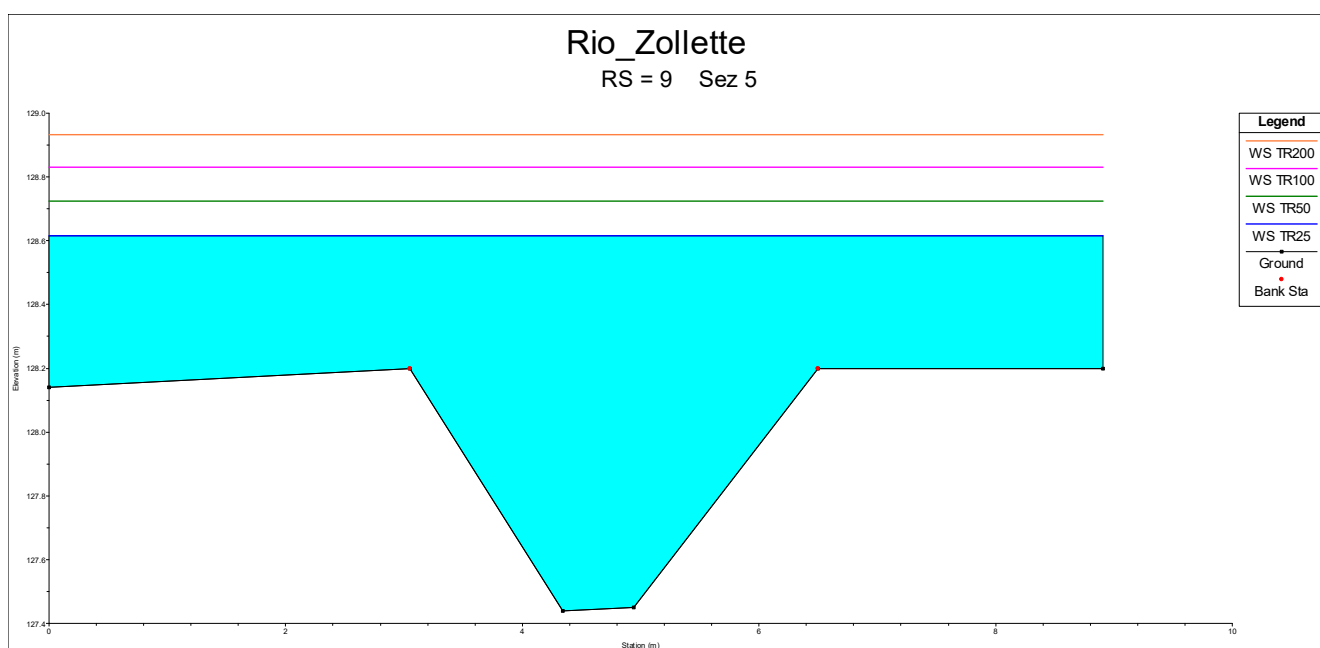


Figura 26: Livelli idrometrici alla sezione 5 per i TR di riferimento.

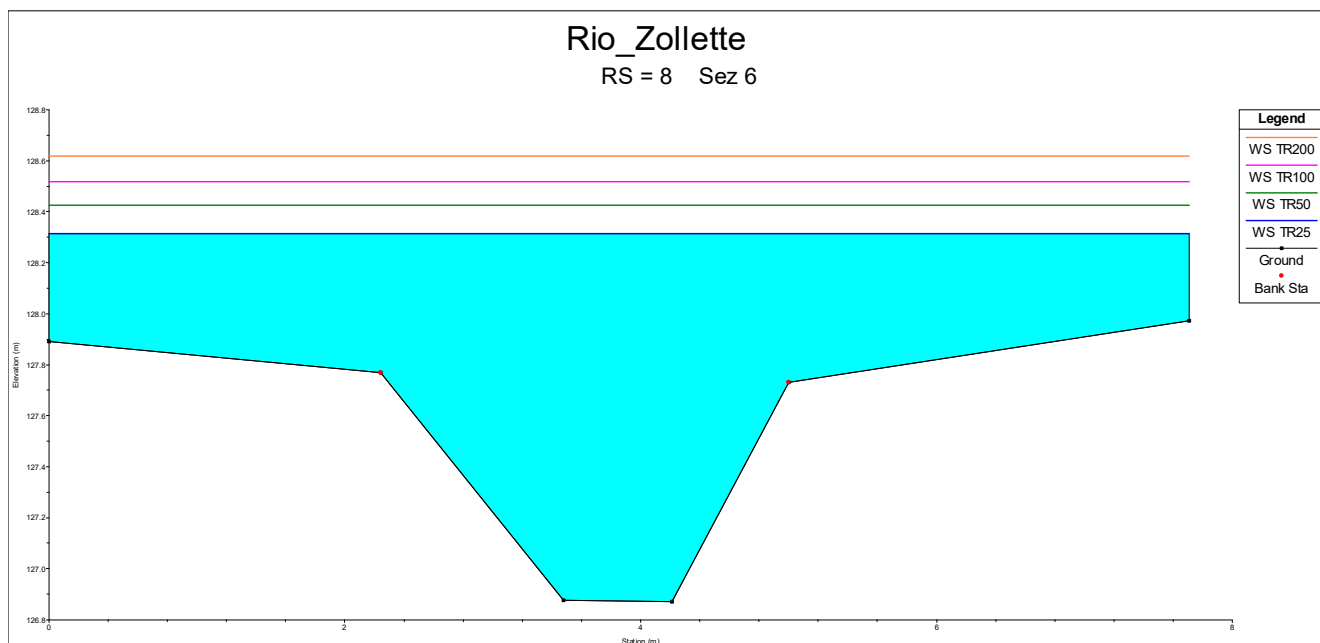


Figura 27: Livelli idrometrici alla sezione 6 per i TR di riferimento.

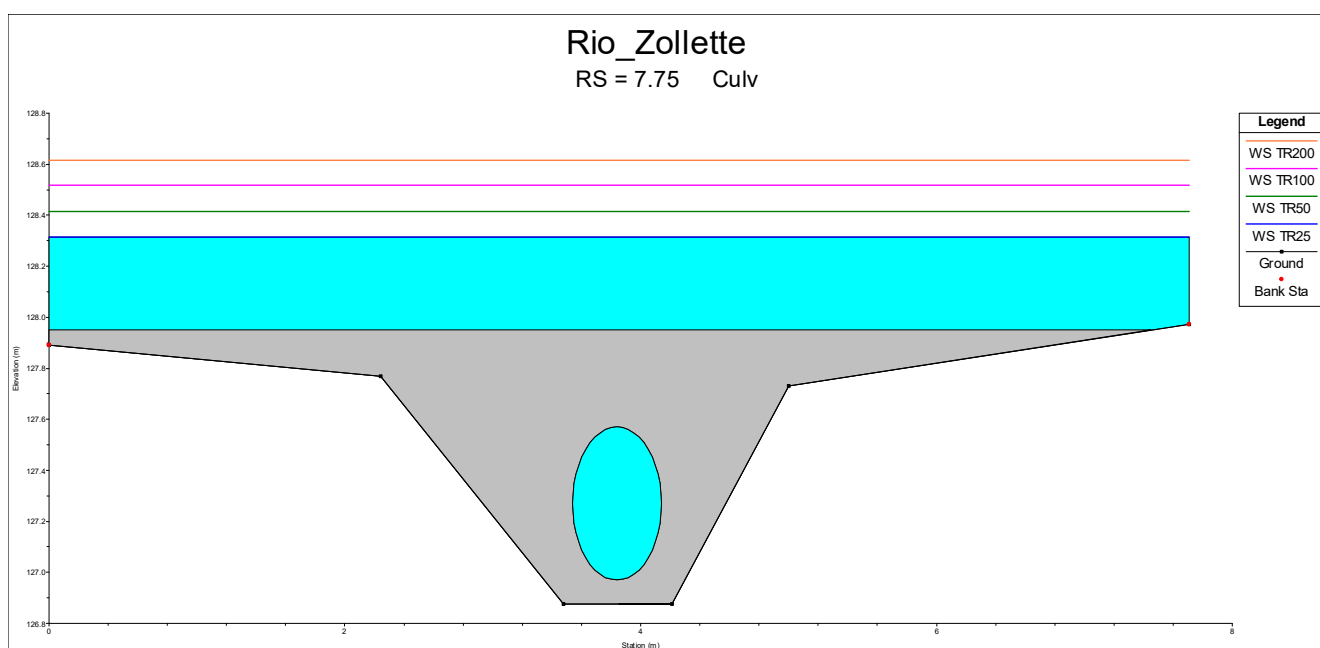


Figura 28: Livelli idrometrici in corrispondenza dell'attraversamento di accesso al fondo per i TR di riferimento.

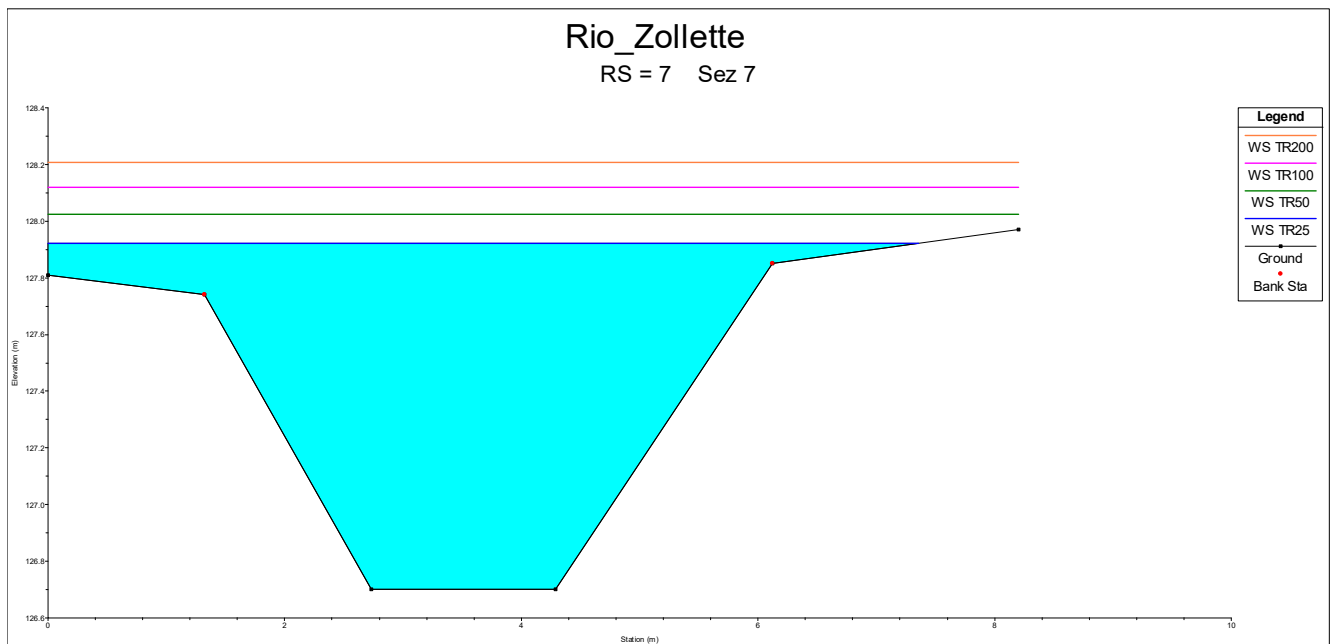


Figura 29: Livelli idrometrici alla sezione 7 per i TR di riferimento.

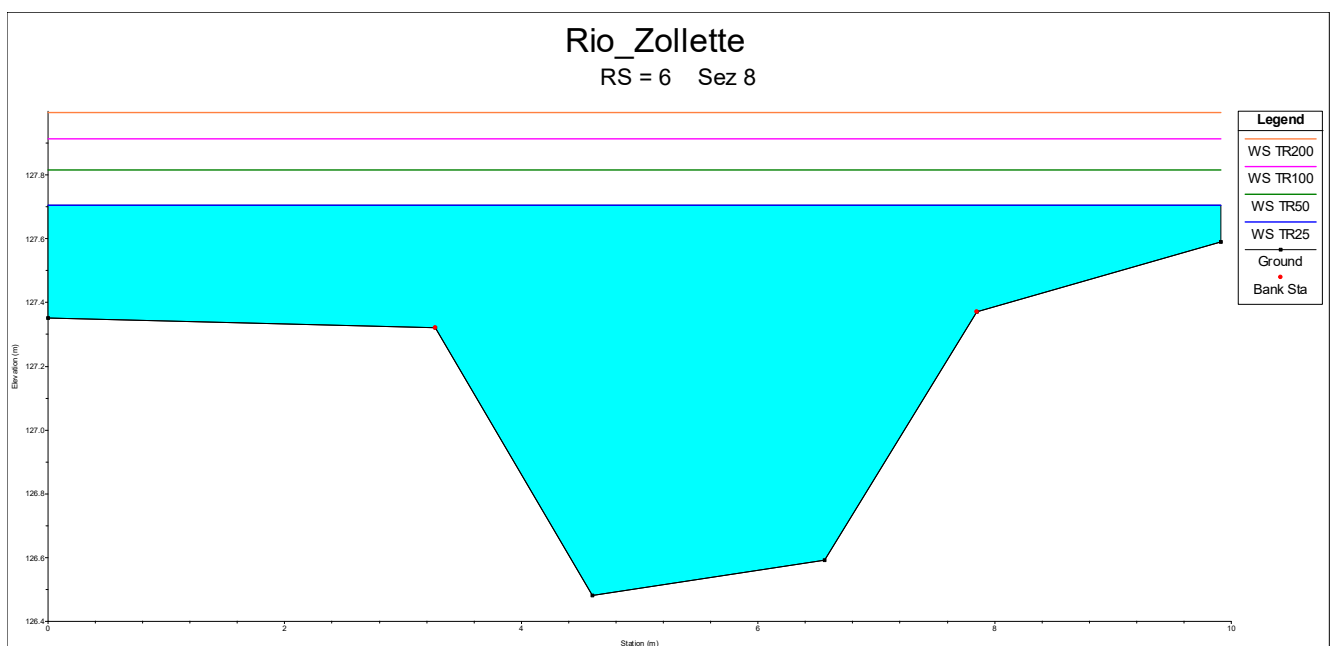


Figura 30: Livelli idrometrici alla sezione 8 per i TR di riferimento.

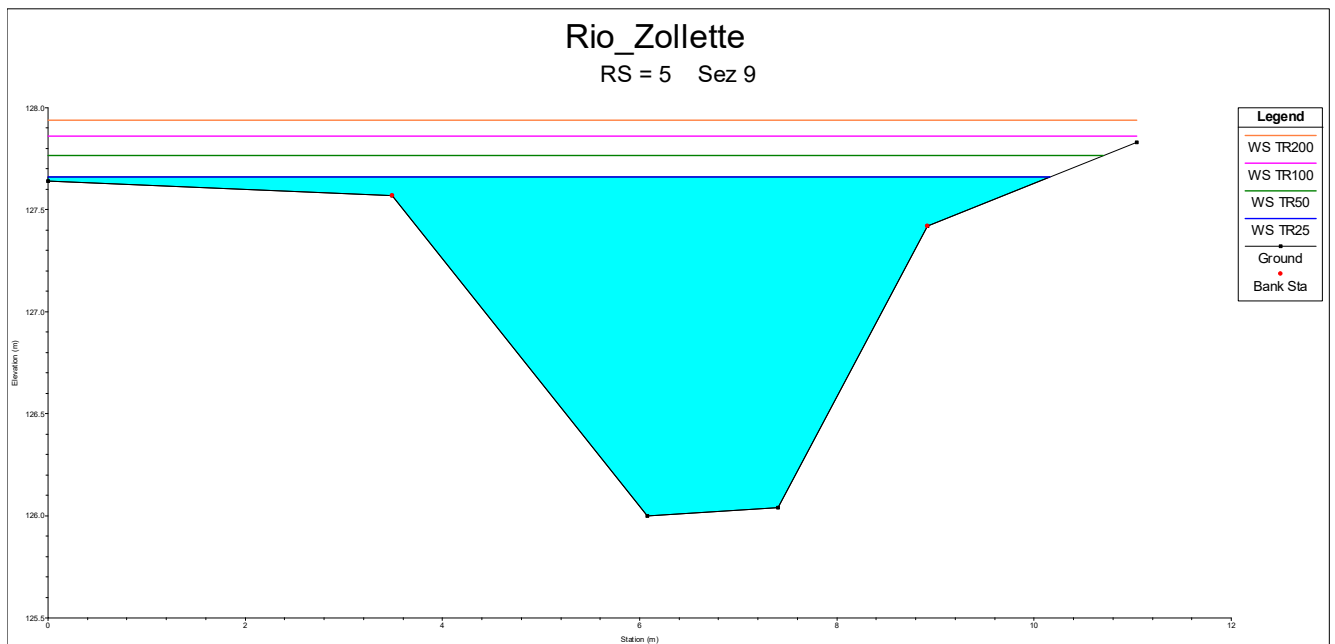


Figura 31: Livelli idrometrici alla sezione 9 per i TR di riferimento.

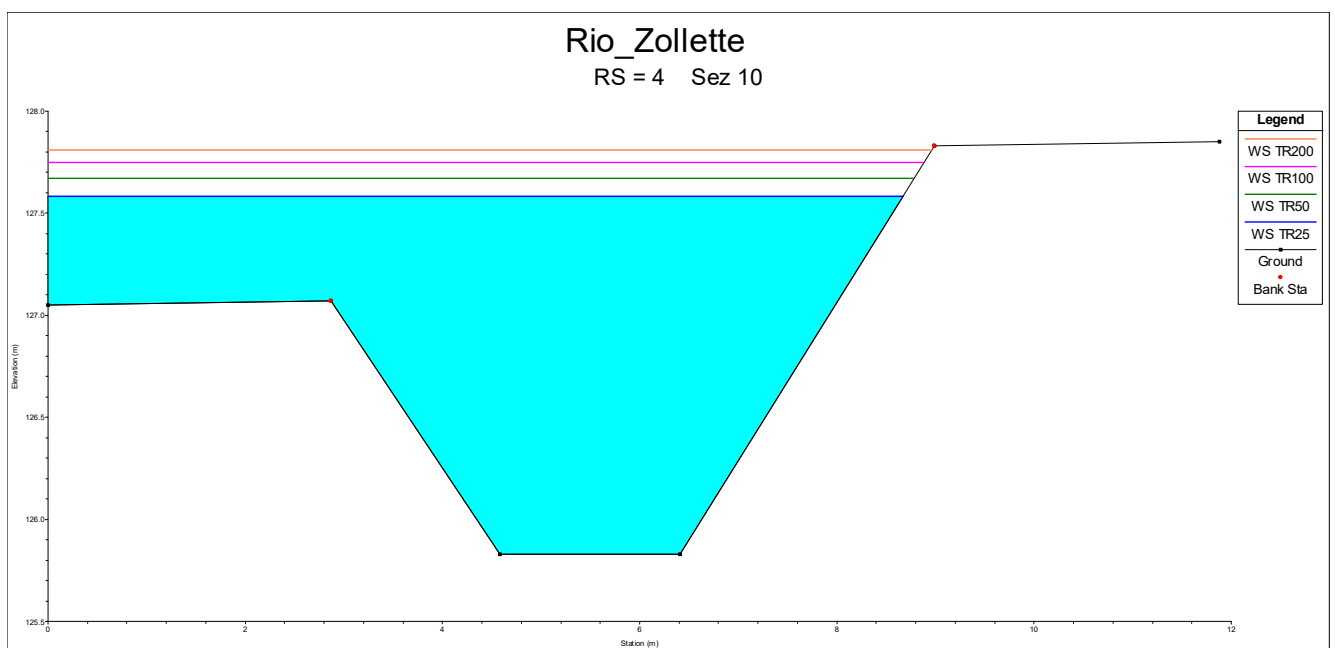


Figura 32: Livelli idrometrici alla sezione 10 per i TR di riferimento.



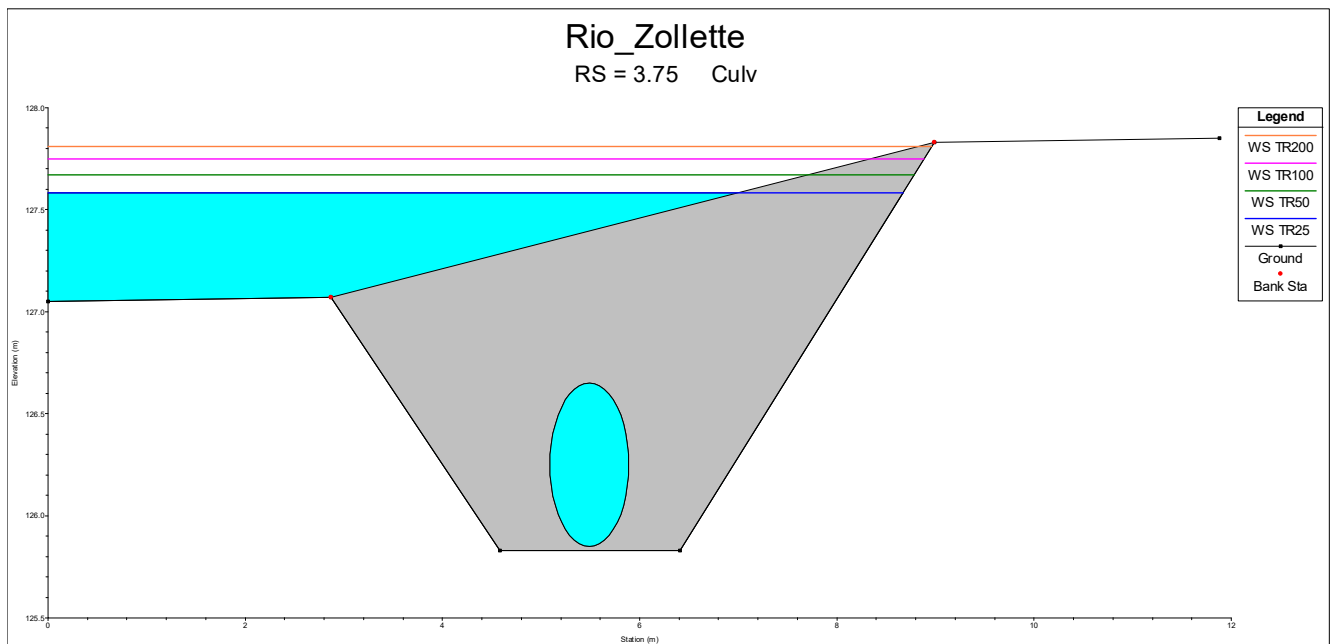


Figura 33: Livelli idrometrici alla sezione 8 per i TR di riferimento.

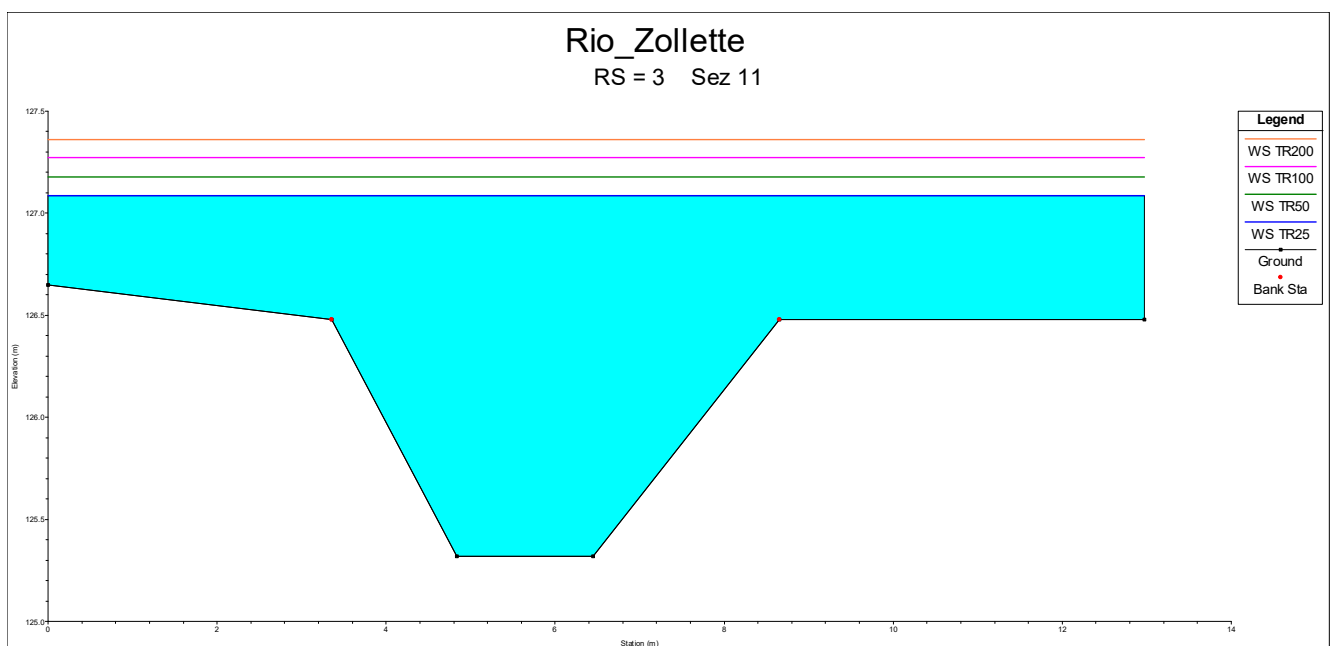


Figura 34: Livelli idrometrici alla sezione 11 per i TR di riferimento.

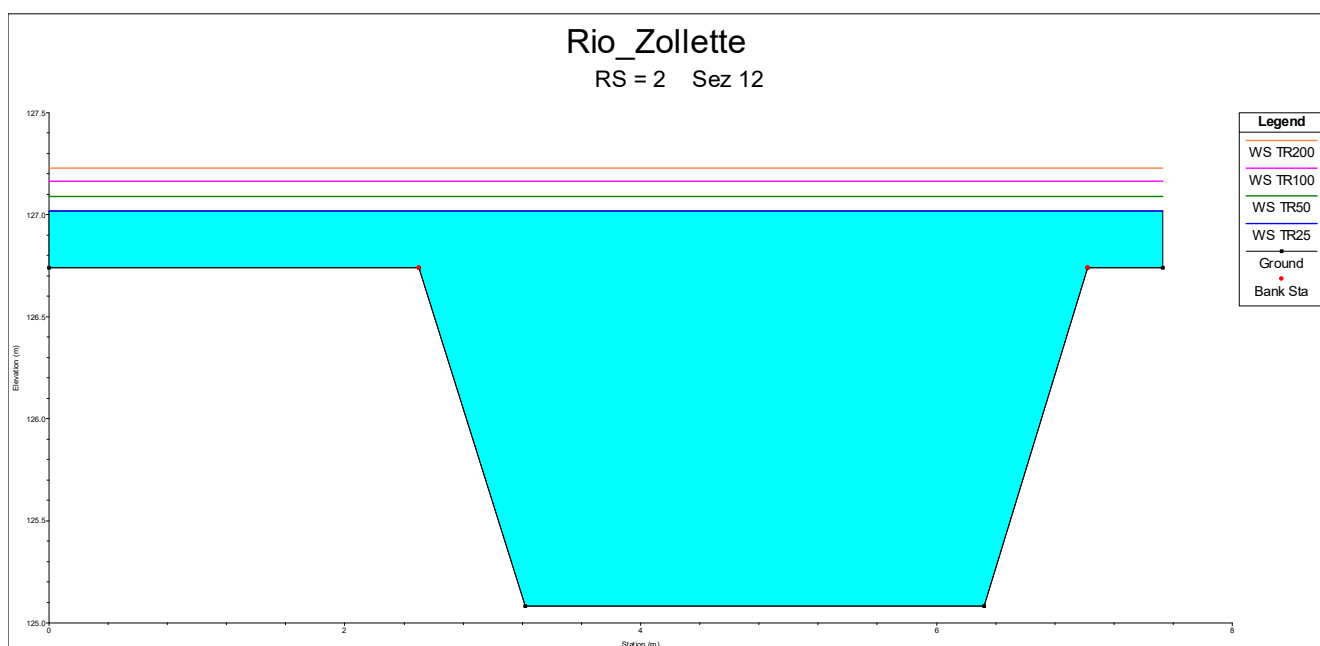


Figura 35: Livelli idrometrici alla sezione 12 monte per i TR di riferimento.

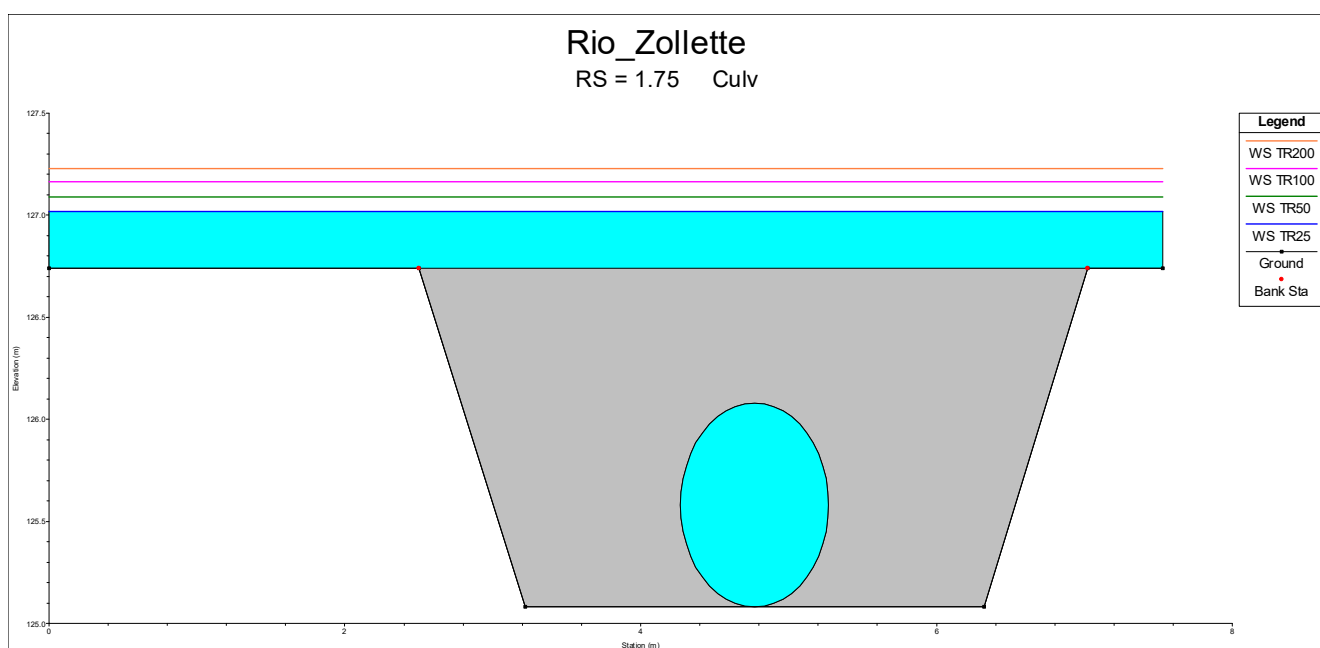


Figura 36: Livelli idrometrici alla sezione 12 attraversamento dalla strada comunale del Bosco per i TR di riferimento.

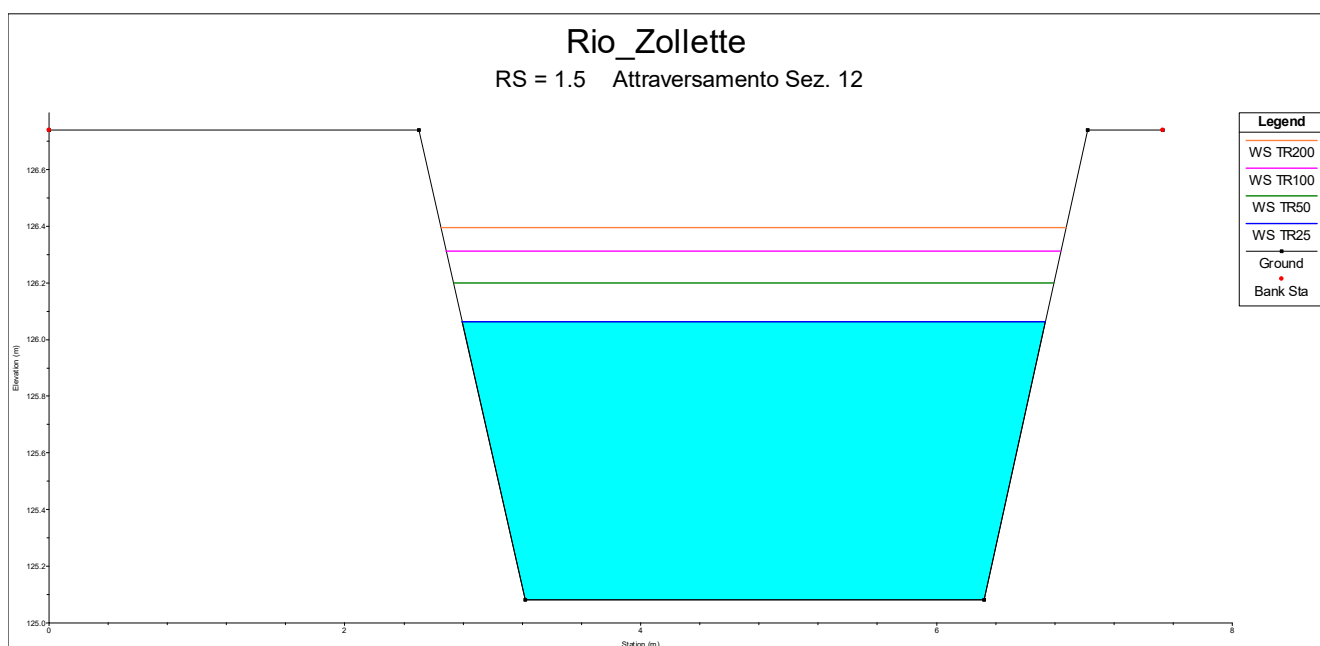


Figura 37: Livelli idrometrici alla sezione 12 valle per i TR di riferimento.

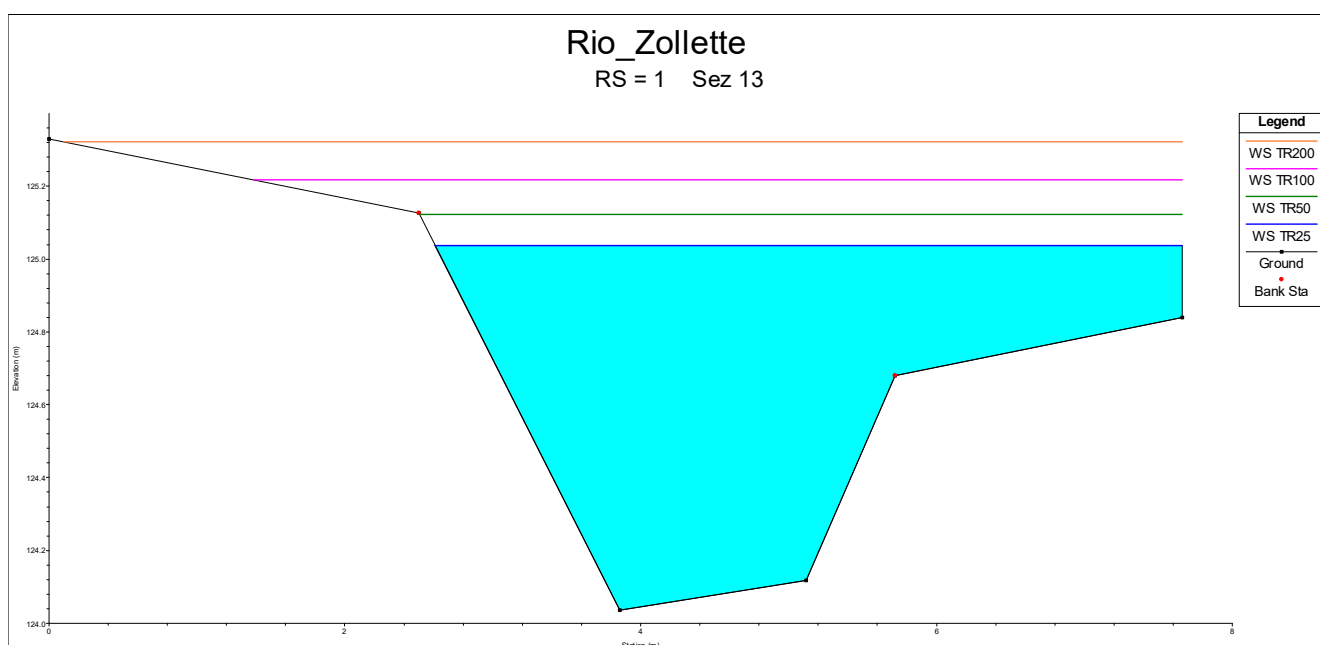


Figura 38: Livelli idrometrici alla sezione 13 per i TR di riferimento.

I profili di rigurgito e i risultati sopra riportati evidenziano che il tratto esaminato del rio Zollette, sia nell'ipotesi di terreno mediamente saturo (CNII) che fortemente saturo (CNIII) all'inizio dell'evento di pioggia critico, non consente il deflusso a pelo libero delle portate di progetto, nemmeno per piogge con tempo di ritorno pari a 25 anni, se non per brevi tratti, evidenziando possibili allagamenti delle aree circostanti.

## 4.5 MITIGAZIONE DELLE CRITICITÀ IDRAULICHE

Le simulazioni hanno evidenziato possibili criticità idrauliche lungo tutto il tratto esaminato e, che molto probabilmente, si estenderanno anche al tratto di valle fino all'immissione nel rio Zolle.

Definire in questa fase degli interventi strutturali di mitigazione del rischio idraulico risulta di difficile attuazione anche per il fatto che il rio fino a valle di strada del Bosco risulta essere privato su aree non di sempre di proprietà della ditta Mutti S.p.A..

In ogni modo la prima valutazione che si può fare è un aumento della sezione di deflusso tale da contenere le portate definite nel presente studio; in questo caso si dovrebbero prevedere sezioni di deflusso con superficie pari ad almeno  $10,0 \div 10,5 \text{ m}^2$  (funzionale per TR da 25 a 100 anni anche per CNIII) che, significa in alcuni tratti raddoppiare e in altri anche quasi triplicare la sezione di deflusso attuale.

Nel seguito si riporta i livelli idrometrici per portata con TR100 anni definita per CNII e CNIII a seguito dell'adeguamento dell'alveo.

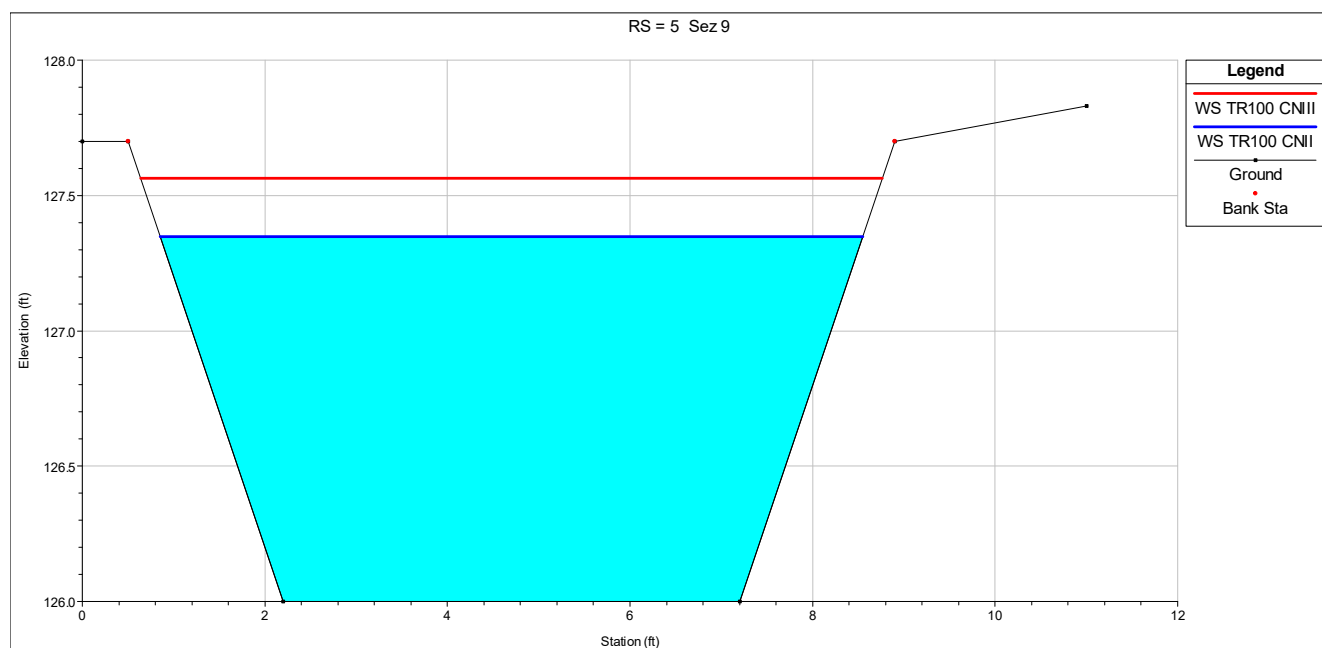


Figura 39: Livelli idrometrici alla sezione 9 per i TR di riferimento dopo adeguamento superficie.

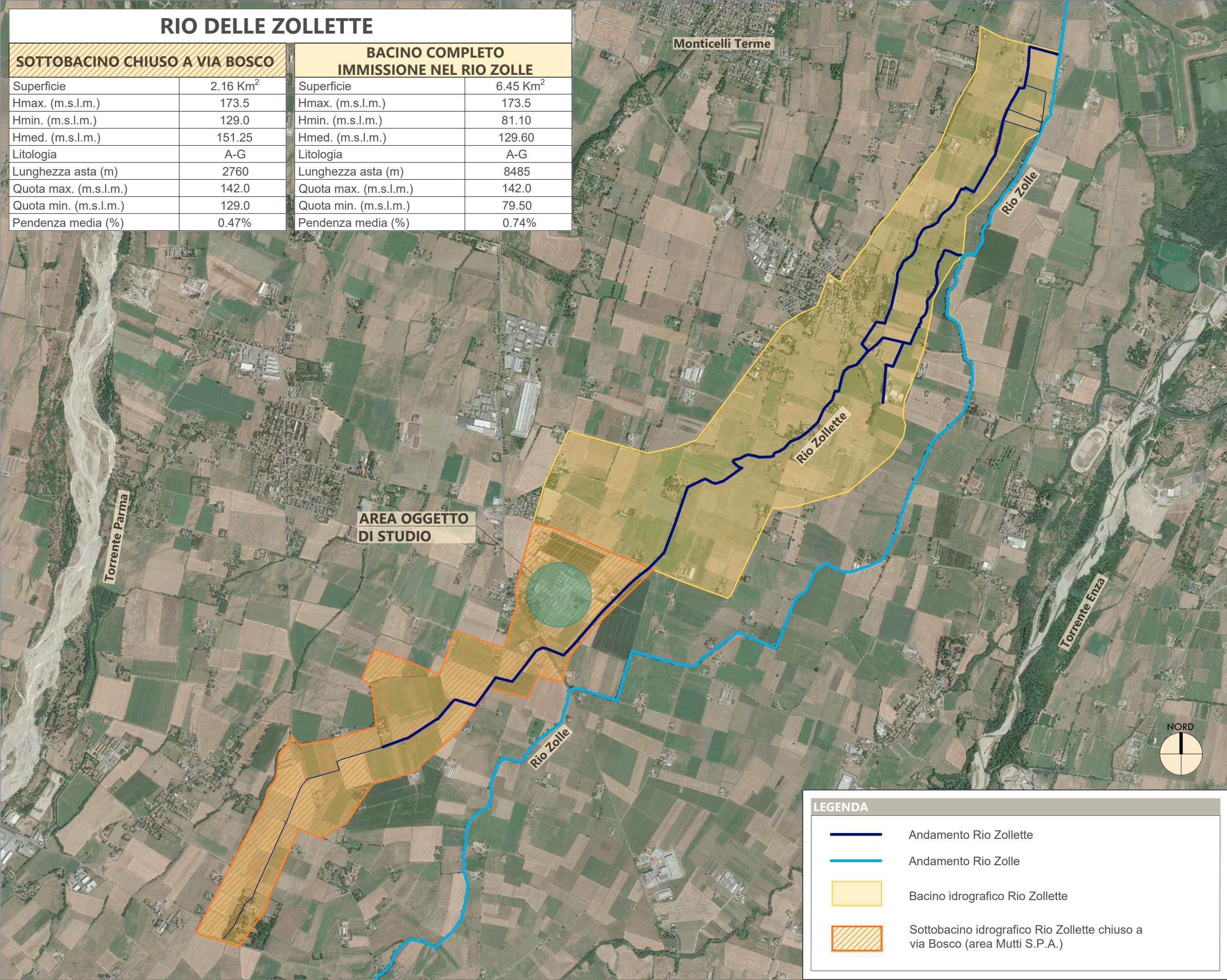
In ogni modo, la vasca di laminazione dimensionata come riportato nel paragrafo 3.5, che la ditta Mutti dovrà realizzare lungo il corso del rio Zollette nell'area indicata, contribuisce alla riduzione delle portate di valle di circa un 30% passando da circa  $9,0 \text{ m}^3/\text{s}$  a circa  $6,5 \text{ m}^3/\text{s}$  e mitigando il rischio idraulico nel tratto di valle.

Si deve, comunque evidenziare, che storicamente e anche dal punto di vista della carte di pianificazione territoriale (vedi cap. 2), non sono segnalati ed evidenziati particolari eventi di allagamento dell'aree lungo il corso del rio Zollette se non a monte della strada provinciale SP513R.



RIO DELLE ZOLLETTE

SOTTOBACINO CHIUSO A VIA BOSCO		BACINO COMPLETO IMMISSIONE NEL RIO ZOLLE	
Superficie	2.16 Km <sup>2</sup>	Superficie	6.45 Km <sup>2</sup>
Hmax. (m.s.l.m.)	173.5	Hmax. (m.s.l.m.)	173.5
Hmin. (m.s.l.m.)	129.0	Hmin. (m.s.l.m.)	81.10
Hmed. (m.s.l.m.)	151.25	Hmed. (m.s.l.m.)	129.60
Litologia	A-G	Litologia	A-G
Lunghezza asta (m)	2760	Lunghezza asta (m)	8485
Quota max. (m.s.l.m.)	142.0	Quota max. (m.s.l.m.)	142.0
Quota min. (m.s.l.m.)	129.0	Quota min. (m.s.l.m.)	79.50
Pendenza media (%)	0.47%	Pendenza media (%)	0.74%



LEGENDA

Andamento Rio Zollette

Andamento Rio Zolle

Bacino idrografico Rio Zollette

Sottobacino idrografico Rio Zollette chiuso a via Bosco (area Mutti S.P.A.)

Comune di  
Montechiarugolo

COMMITTENTE

MUTTI S.P.A.  
STABILIMENTO IN VIA TRAVERSETOLO  
FRAZ. BASILICANOVA  
COMUNE DI MONTECHIARUGOLO

PROGETTO

PAUR PER AUMENTO  
CAPACITA' PRODUTTIVA

Comune di Montechiarugolo  
Loc. Piazza

TITOLO

ALLEGATO 1

BACINO IDROGRAFICO  
RIO ZOLLETTE:  
INQUADRAMENTO  
TERRITORIALE SU  
ORTOFOTO

SCALA

1:25.000

DATA

Gennaio 2023

STUDIO  
IDROLOGICO IDRAULICO

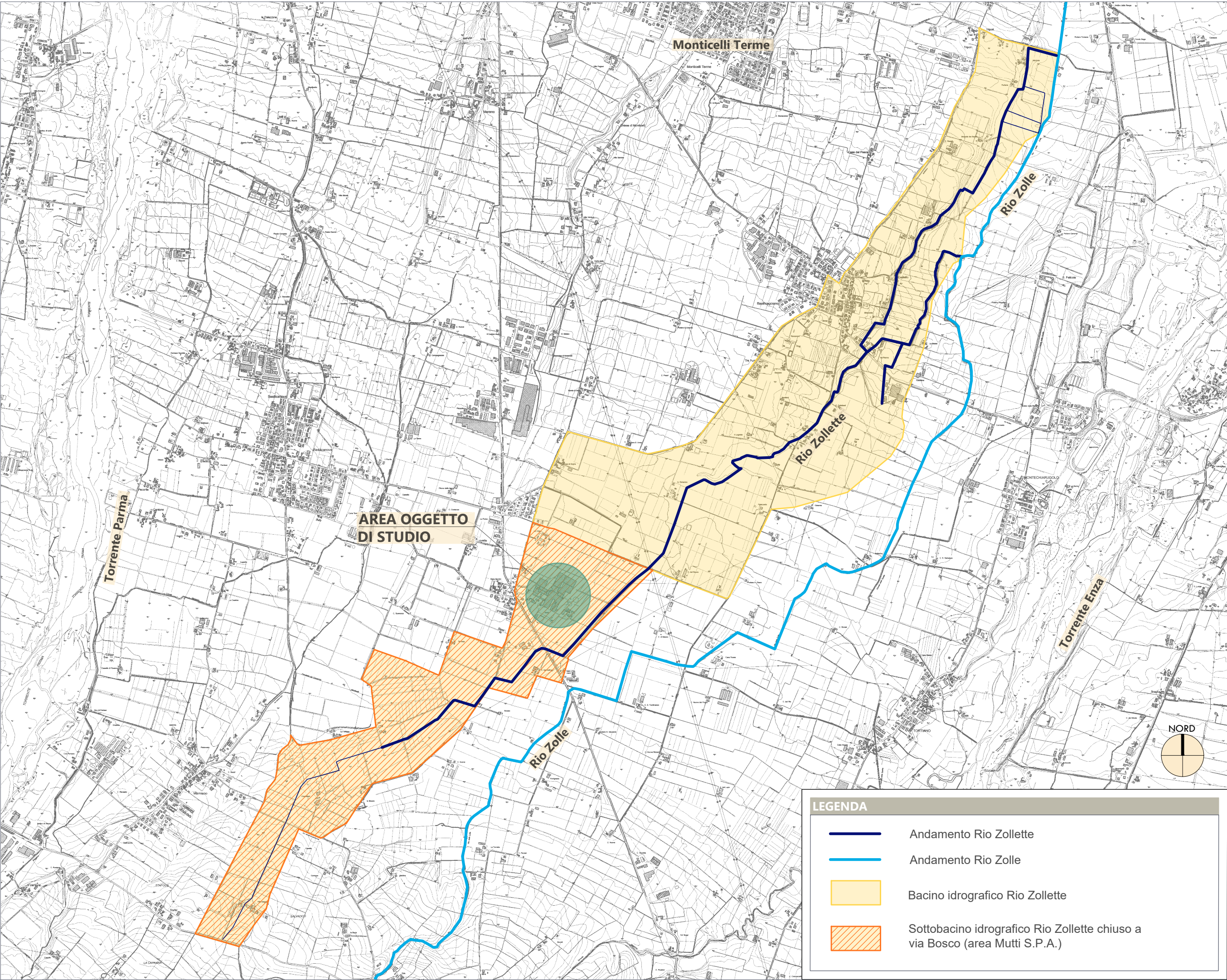
PROGETTISTA:  
ING. Gian Lorenzo Bernini

COLLABORATORE:  
ING. Michela Caccia

ingegneria e ambiente  
Idraulica Strutture infrastrutture

©I.S.I. Ingegneria e Ambiente  
cod.fisc. e P.I. 02577010347  
Via Martiri della Liberazione, 36  
43126 PARMA  
Tel. 0521 941229  
info@isiingegneriaeambiente.it





LEGENDA

- Andamento Rio Zollette
- Andamento Rio Zolle
- Bacino idrografico Rio Zollette
- Sottobacino idrografico Rio Zollette chiuso a via Bosco (area Mutti S.P.A.)

Comune di  
Montechiarugolo



COMMITTENTE



MUTTI S.P.A.

STABILIMENTO IN VIA TRAVERSETOLO  
FRAZ. BASILICANOVA  
COMUNE DI MONTECHIARUGOLO

PROGETTO

PAUR PER AUMENTO  
CAPACITA' PRODUTTIVA

Comune di Montechiarugolo  
Loc. Piazza

TITOLO

ALLEGATO 2  
BACINO IDROGRAFICO  
RIO ZOLLETTE:  
INQUADRAMENTO  
TERRITORIALE SU CTR

SCALA 1:25.000

DATA Gennaio 2023

STUDIO  
IDROLOGICO IDRAULICO

PROGETTISTA:  
ING. Gian Lorenzo Bernini

COLLABORATORE:  
ING. Michela Caccia



©I.S.I. Ingegneria e Ambiente  
cod.fisc. e P.I. 02577010347  
Via Martiri della Liberazione, 36  
43126 PARMA  
Tel. 0521 941229  
info@isiingegneriaeambiente.it



CARTA "USO DEL SUOLO" - REGIONE EMILIA ROMAGNA

Insedimenti produttivi

Tessuto residenziale urbano

Seminativi semplici irrigui

**RIO ZOLLETTE BACINO COMPLETO  
IMMISIONE NEL RIO ZOLLE**

Area boschiva	0 Km <sup>2</sup>
Area residenziale/produttivo	0,70 Km <sup>2</sup>
Area seminativo irriguo	5,75 Km <sup>2</sup>
<b>Superficie totale</b>	<b>6,45 Km<sup>2</sup></b>

**RIO ZOLLETTE  
SOTTOBACINO CHIUSO A VIA BOSCO**

Area boschiva	0 Km <sup>2</sup>
Area residenziale/produttivo	0,38 Km <sup>2</sup>
Area seminativo irriguo	1,78 Km <sup>2</sup>
<b>Superficie totale</b>	<b>2,16 Km<sup>2</sup></b>

**LEGENDA**

Andamento Rio Zollette

Andamento Rio Zolle

Bacino idrografico Rio Zollette

Sottobacino idrografico Rio Zollette chiuso a via Bosco (area Mutti S.P.A.)

Comune di  
Montechiarugolo

COMMITTENTE

MUTTI S.P.A.

STABILIMENTO IN VIA TRAVERSETOLO  
FRAZ. BASILICANOVA  
COMUNE DI MONTECHIARUGOLO

PROGETTO

PAUR PER AUMENTO  
CAPACITA' PRODUTTIVA

Comune di Montechiarugolo  
Loc. Piazza

TITOLO

ALLEGATO 3

BACINO IDROGRAFICO  
RIO ZOLLETTE:  
INQUADRAMENTO  
TERRITORIALE SU CARTA  
"USO DEL SUOLO "  
REGIONE  
EMILIA ROMAGNA

SCALA 1:25.000

DATA Gennaio 2023

**STUDIO  
IDROLOGICO IDRAULICO**

PROGETTISTA:

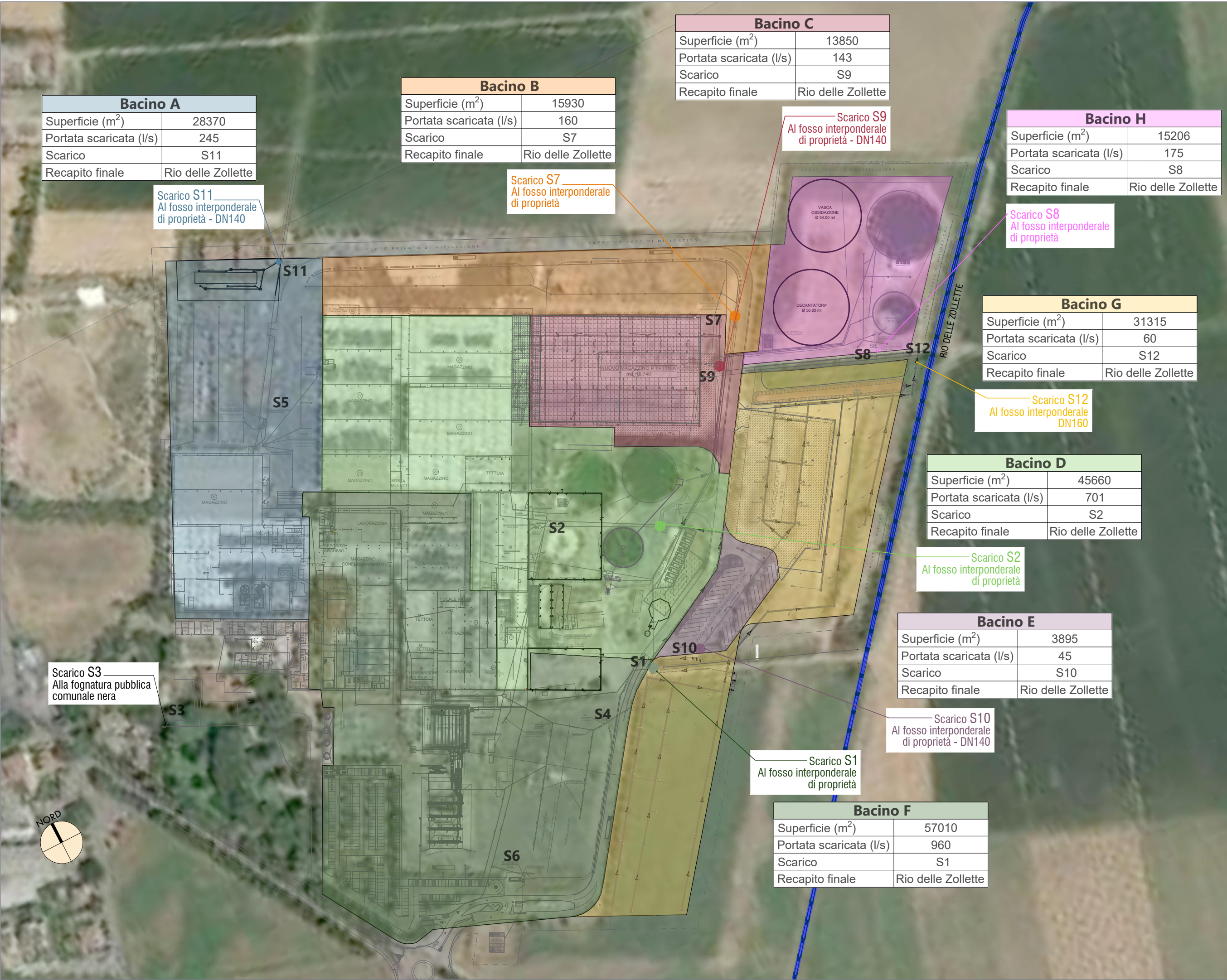
ING. Gian Lorenzo Bernini

COLLABORATORE:

ING. Michela Caccia

©I.S.I. Ingegneria e Ambiente  
cod.fisc. e P.I. 02577010347  
Via Martiri della Liberazione, 36  
43126 PARMA  
Tel. 0521 941229  
info@isiingegneriaeambiente.it





Bacino A	
Superficie (m <sup>2</sup> )	28370
Portata scaricata (l/s)	245
Scarico	S11
Recapito finale	Rio delle Zollette

Scarico S11  
Al fosso interponderale  
di proprietà - DN140

Bacino B	
Superficie (m <sup>2</sup> )	15930
Portata scaricata (l/s)	160
Scarico	S7
Recapito finale	Rio delle Zollette

Scarico S7  
Al fosso interponderale  
di proprietà

Bacino C	
Superficie (m <sup>2</sup> )	13850
Portata scaricata (l/s)	143
Scarico	S9
Recapito finale	Rio delle Zollette

Scarico S9  
Al fosso interponderale  
di proprietà - DN140

Bacino H	
Superficie (m <sup>2</sup> )	15206
Portata scaricata (l/s)	175
Scarico	S8
Recapito finale	Rio delle Zollette

Scarico S8  
Al fosso interponderale  
di proprietà

Bacino G	
Superficie (m <sup>2</sup> )	31315
Portata scaricata (l/s)	60
Scarico	S12
Recapito finale	Rio delle Zollette

Scarico S12  
Al fosso interponderale  
DN160

Bacino D	
Superficie (m <sup>2</sup> )	45660
Portata scaricata (l/s)	701
Scarico	S2
Recapito finale	Rio delle Zollette

Scarico S2  
Al fosso interponderale  
di proprietà

Bacino E	
Superficie (m <sup>2</sup> )	3895
Portata scaricata (l/s)	45
Scarico	S10
Recapito finale	Rio delle Zollette

Scarico S10  
Al fosso interponderale  
di proprietà - DN140

Bacino F	
Superficie (m <sup>2</sup> )	57010
Portata scaricata (l/s)	960
Scarico	S1
Recapito finale	Rio delle Zollette

Scarico S1  
Al fosso interponderale  
di proprietà

Scarico S3  
Alla fognatura pubblica  
comunale nera

Comune di  
Montechiarugolo



COMMITTENTE



MUTTI S.P.A.

STABILIMENTO IN VIA TRAVERSETOLO  
FRAZ. BASILICANOVA  
COMUNE DI MONTECHIARUGOLO

PROGETTO

PAUR PER AUMENTO  
CAPACITA' PRODUTTIVA

Comune di Montechiarugolo  
Loc. Piazza

TITOLO

ALLEGATO 4

BACINI SCOLANTI  
INTERNI AL COMPARTO  
MUTTI PER VERIFICA RETE  
DRENAGGIO E SCARICHI

SCALA 1:2.500

DATA Gennaio 2023

STUDIO  
IDROLOGICO IDRAULICO

PROGETTISTA:

ING. Gian Lorenzo Bernini

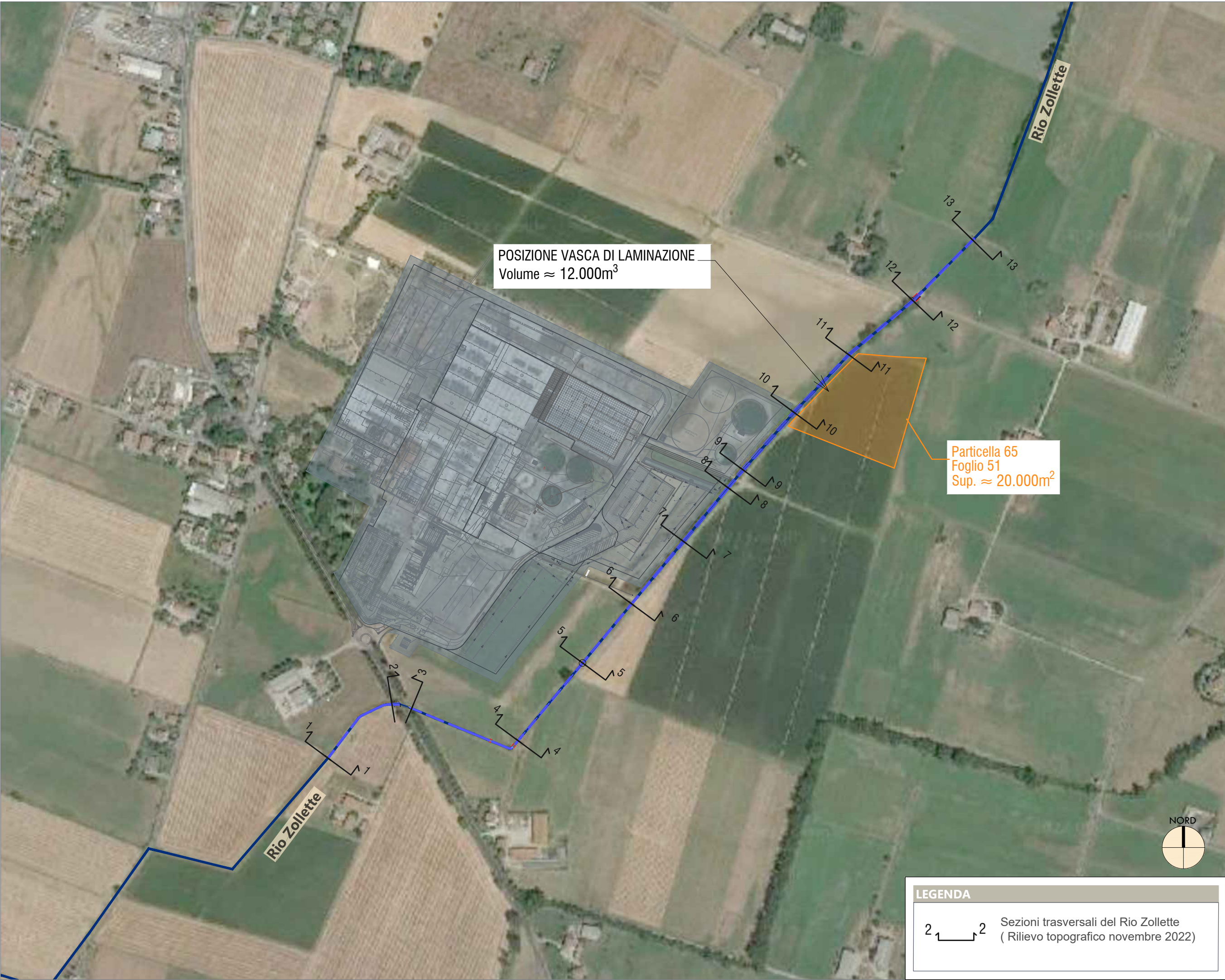
COLLABORATORE:

ING. Michela Caccia



©I.S.I. Ingegneria e Ambiente  
cod.fisc. e P.I. 02577010347  
Via Martiri della Liberazione, 36  
43126 PARMA  
Tel. 0521 941229  
info@isiingegneriaeambiente.it





Comune di  
Montechiarugolo



COMMITTENTE



MUTTI S.P.A.

STABILIMENTO IN VIA TRAVERSETOLO  
FRAZ. BASILICANOVA  
COMUNE DI MONTECHIARUGOLO

PROGETTO

PAUR PER AUMENTO  
CAPACITA' PRODUTTIVA

Comune di Montechiarugolo  
Loc. Piazza

TITOLO

ALLEGATO 5

NUOVA VASCA DI  
LAMINAZIONE

SCALA 1:5.000

DATA Gennaio 2023

STUDIO  
IDROLOGICO IDRAULICO

PROGETTISTA:

ING. Gian Lorenzo Bernini

COLLABORATORE:

ING. Michela Caccia



©I.S.I. Ingegneria e Ambiente  
cod.fisc. e P.I. 02577010347  
Via Martiri della Liberazione, 36  
43126 PARMA  
Tel. 0521 941229  
info@isiingegneriaeambiente.it

LEGENDA

2 2 Sezioni trasversali del Rio Zollette  
(Rilievo topografico novembre 2022)