

## **COMUNE DI CAMPI BISENZIO**

**PIANO DI MASSIMA UNITARIO 4.10**  
**CON CONTESTUALE PROCEDIMENTO DI VARIANTE AL**  
**REGOLAMENTO URBANISTICO VIGENTE**  
**COMPRESO TRA VIA COLOMBINA E VIA ALFIERI**

### **N5 RELAZIONE IDRAULICA**

*VALUTAZIONE DELLA FATTIBILITA' IDRAULICA DELL'INTERVENTO*

#### **IL TECNICO**

DOTT. ING. CRISTIANO CAPPELLI  
VIA ROMA 26  
59100 PRATO

#### **COMMITTENZA**

EDILCIACCI s.r.l.  
VIALE MONTEGRAPPA, 120  
59100 PRATO (PO)  
C.F. 2323310975

CODEMA COSTRUZIONI s.r.l.  
VIA DELL'ALBERO, 27  
50013 CAMPI BISENZIO (FI)  
C.F. 01819250976

COMFIBRE s.p.a.  
VIA SAN JACOPO, 32  
59100 PRATO (PO)  
C.F. 00801040486

**SETTEMBRE 2023**

## SOMMARIO

1	PREMESSA.....	3
2	PROGETTO PRELIMINARE GENERALE .....	5
3	LOTTO FUNZIONALE 2 .....	7
3.1	PROGETTO DEFINITIVO.....	11
3.2	ANALISI IDROLOGICA.....	13
3.2.1	DEFINIZIONE DEL QUADRO CONOSCITIVO.....	13
3.2.2	IMPLEMENTAZIONE DI UN MODELLO IDROLOGICO DELL'AREA .....	13
3.2.3	CARATTERISTICHE DEL SOFTWARE DI MODELLAZIONE .....	15
3.2.4	DATI DI INPUT DELLA MODELLAZIONE IDRAULICA.....	16
3.2.5	CALCOLO DEI VOLUMI DA INVASARE PER IL NON AGGRAVIO DELLA CONDIZIONE DI RISCHIO IDRAULICO.....	20
3.3	ANALISI IDRAULICA.....	22
3.3.1	DESCRIZIONE DEL SOFTWARE DI MODELLAZIONE IDRAULICA .....	22
3.3.2	DESCRIZIONE DEL MODELLO IDRAULICO.....	25
3.3.3	SIMULAZIONE EVENTO CRITICO DUECENTENNALE CON DURATA DI 2 ORE .	26
3.3.4	SIMULAZIONE EVENTO VENTENNALE CON DURATA DI 72 ORE .....	28
3.4	PROGETTO ESECUTIVO .....	29
3.4.1	SIMULAZIONE EVENTO CRITICO DUECENTENNALE CON DURATA DI 2 ORE .	30
3.4.2	SIMULAZIONE EVENTO VENTENNALE CON DURATA DI 72 ORE .....	32
3.5	VARIANTE 01 AL PROGETTO ESECUTIVO .....	33
3.5.1	SIMULAZIONE EVENTO CRITICO DUECENTENNALE CON DURATA DI 2 ORE .	33
3.5.2	SIMULAZIONE EVENTO VENTENNALE CON DURATA DI 72 ORE .....	35
4	LOTTO FUNZIONALE 2 – STRALCIO PMU 4.12 .....	36
4.1	PROGETTO ESECUTIVO .....	36
4.2	VARIANTE 01 AL PROGETTO ESECUTIVO .....	39
4.2.1	DESCRIZIONE DEL MODELLO IDRAULICO.....	39
4.2.2	SIMULAZIONE EVENTO CRITICO DUECENTENNALE CON DURATA DI 2 ORE .	40
4.2.3	SIMULAZIONE EVENTO VENTENNALE CON DURATA DI 72 ORE .....	42
4.2.4	CONFRONTO CON I RISULTATI DEL PROGETTO ESECUTIVO.....	43
4.3	VARIANTE 02 AL PROGETTO ESECUTIVO .....	45
4.3.1	DESCRIZIONE DEL MODELLO IDRAULICO.....	45
4.3.2	SIMULAZIONE EVENTO CRITICO DUECENTENNALE CON DURATA DI 2 ORE .	47
4.3.3	SIMULAZIONE EVENTO VENTENNALE CON DURATA DI 72 ORE .....	48
4.3.4	NECESSITÀ SPECIFICHE RELATIVE AL PMU 4.12 OGGETTO DELLA VARIANTE	
	49	

5	CASSA VINGONE LUPO CE-VL .....	51
6	STATO DI ATTUAZIONE DEL PROGETTO ESECUTIVO DI LOTTO FUNZIONALE 2 E DELLO STRALCIO 4.12 .....	52
7	FATTIBILITA' IDRAULICA DELL'INTERVENTO .....	52
8	CONCLUSIONI .....	53

**1.**

## 1 PREMESSA

La presente relazione tecnica è a corredo del progetto PMU 4.10 nel Comune di Campi Bisenzio. Nello specifico verranno analizzate le problematiche relative alla condizione di rischio idraulico e alla valutazione delle opere necessarie a garantire l'invarianza idraulica a seguito delle nuove impermeabilizzazioni.

La fattibilità idraulica del piano attuativo è stata oggetto di valutazione preliminare all'interno del progetto generale del "Collettore orientale di scarico delle acque meteoriche scolanti provenienti dall'abitato di Campi Bisenzio" redatto dal Consorzio di Bonifica Ombrone P.se e Bisenzio il quale rappresenta il drenaggio principale di tutte le aree di espansione produttive poste in adiacenza alla nuova strada di variante Barberinese.

A seguito dell'approvazione del progetto preliminare generale sono stati redatti stralci funzionali e relative varianti esecutive che hanno portato all'attuale stato di attuazione degli interventi come di seguito descritto:

1. PROGETTO PRELIMINARE GENERALE;
  - a. LOTTO FUNZIONALE 2;
    - i. PROGETTO DEFINITIVO;
      1. PROGETTO ESECUTIVO;
      2. PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE 1;
  - b. LOTTO FUNZIONALE 2 – STRALCIO PMU 4.12;
    - i. PROGETTO ESECUTIVO;
    - ii. PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE 1;
    - iii. PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE 2;
  - c. CASSA CE-VL VINGONE LUPO;
    - i. PROGETTO DEFINITIVO GENERALE;
      1. PROGETTO ESECUTIVO DI LOTTO 1;
        - a. PROGETTO ESECUTIVO 1° STRALCIO;
        - b. PROGETTO ESECUTIVO 2° STRALCIO.

Di seguito verranno descritte le varie fasi di progettazione delle opere che garantiscono la fattibilità idraulica del piano attuativo 4.10 e la condizione di rischio idraulico esistente.

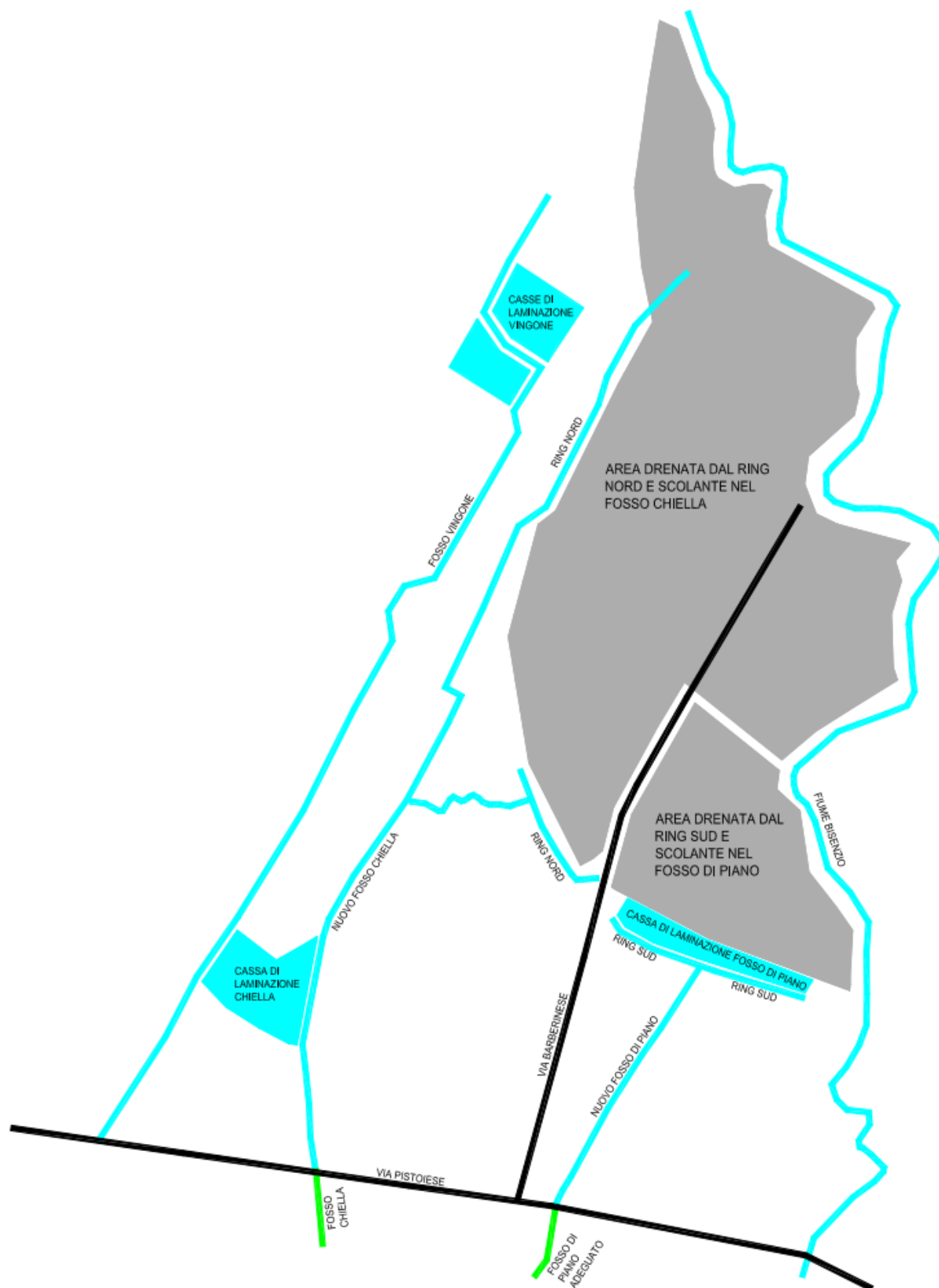


Figura 1 – INDIVIDUAZIONE SCHEMATICA DEGLI INTERVENTI

## 2 PROGETTO PRELIMINARE GENERALE

Il progetto generale prevede la realizzazione di una rete di canali che garantiscano il deflusso delle acque meteoriche del centro abitato di Campi Bisenzio all'interno del reticolo di bonifica.

Il dimensionamento del canale di drenaggio tiene conto delle previsioni di espansione urbanistica prevista nel RUC ipotizzando che vengano adeguati tutti i recapiti fognari all'interno del nuovo canale per tempi di ritorno pari a 200 anni.

Le portate duecentennali in ingresso al canale verranno convogliate ad una serie di casse di espansione che le lamineranno fino a valori che i canali di bonifica sono in grado di smaltire allo stato di fatto.

Il nuovo canale, chiamato "Ring", avrà una estensione complessiva pari a circa 4.3 km e sarà formato da più tratti che avranno come recapiti finali in parte il Fosso Chiella ed in parte il Fosso di Piano.

Il Fosso Chiella rappresenta il dreno attuale di una vasta porzione di territorio posizionato tra il Fosso Vingone ed il Fiume Bisenzio. Il tratto di monte, che si estende dall'abitato di Campi Bisenzio fino alla strada Pistoiese, è rappresentato da una sezione idraulica del tutto insufficiente tanto che tutte le aree agricole immediatamente a nord della Via Pistoiese hanno una naturale funzione di laminazione sulle portate di piena.

Il tratto a valle della Pistoiese ha un andamento planimetrico ed una sezione idraulica più regolari anche se non adeguati a quanto previsto nel Piano Generale di Bonifica.

Il recapito finale del Fosso Chiella è il Fosso Vingone immediatamente a monte delle casse di espansione di Castelletti.

Il Fosso di Piano costituisce il canale di smaltimento di quella porzione di territorio che era inserita all'interno del Piano Generale di Bonifica come "Sistema 2". Sostanzialmente tutta l'area compresa tra la Via dei Colli Alti, il Fiume Bisenzio e la parte sud dell'abitato di Campi Bisenzio.

Il dimensionamento del Sistema 2 partiva da piogge con tempo di ritorno pari a 50 anni a differenza degli altri due Sistemi (0 ed 1) che facevano parte del Piano Generale.

Le opere di adeguamento risultano tutte realizzate dalla Via Pistoiese in poi, mancano invece tutti gli interventi a monte della suddetta viabilità.

Come sopra descritto alcuni tratti del Ring recapiteranno nel Chiella, di fatto quelli che dreneranno la porzione nord del territorio fino al campo sportivo, mentre gli altri recapiteranno nel Fosso di Piano, ovvero tutta la porzione sud posta ad est della Via Barberinese.

Il Fosso Chiella dovrà quindi essere adeguato allo smaltimento delle portate duecentennali fino al raggiungimento delle casse di espansione che dovranno essere realizzate immediatamente a monte della Via Pistoiese e che avranno la funzione di laminarle fino a valori che il reticolo esistente è in grado di smaltire.



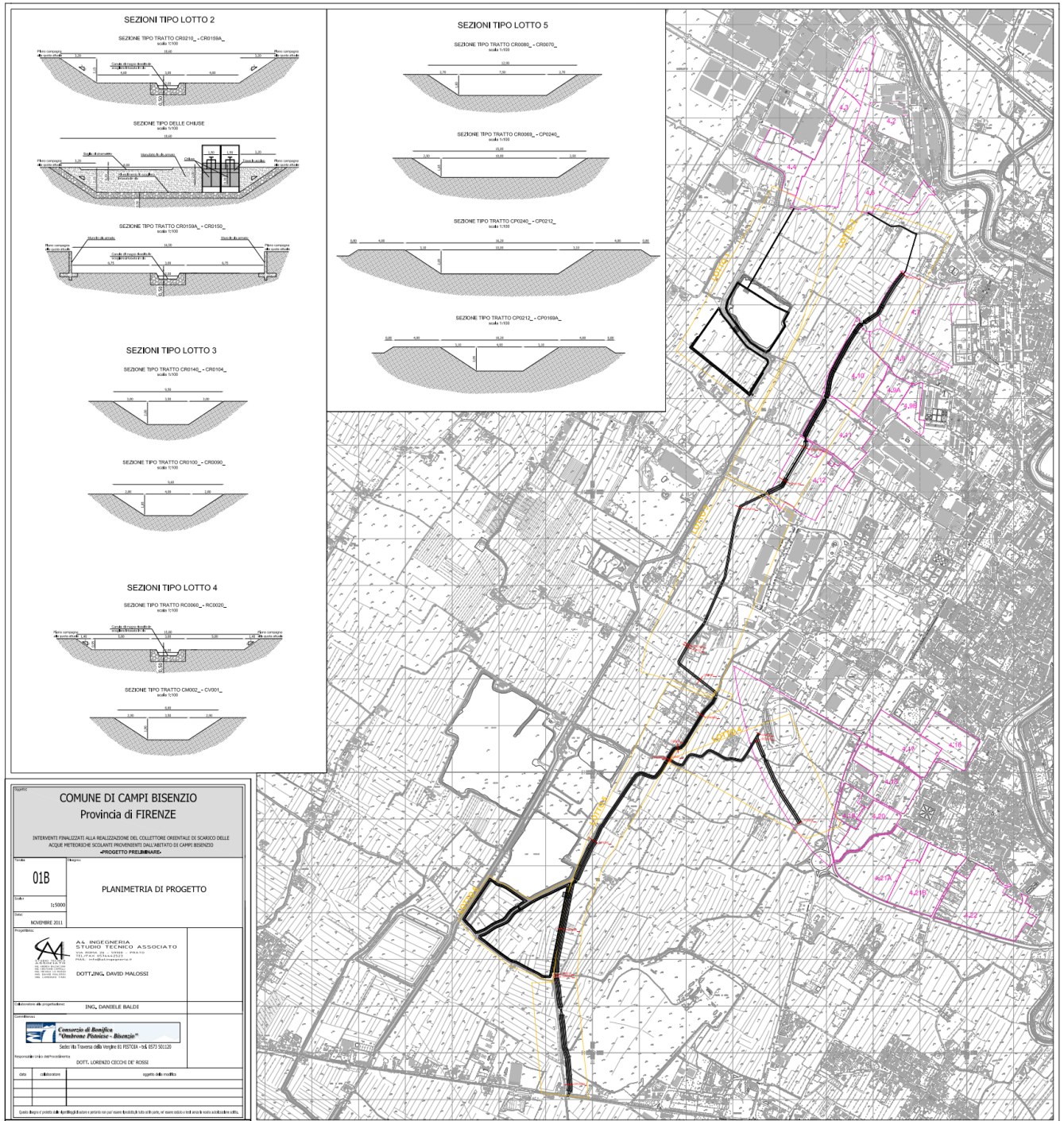


Figura 2 – SCHEMA PROGETTO PRELIMINARE GENERALE

Le sezioni idrauliche di progetto avranno dimensioni variabili lungo lo sviluppo del corso d'acqua che invece avrà una profondità fissata in circa 1,5 m imposta dalle quote di immissione nel reticolo esistente sulla Via Pistoiese.

Il canale risulterà del tutto incavato senza la presenza di arginature al di sopra della quota dell'attuale piano di campagna.

Il tracciato seguito dal nuovo Chiella è lo stesso di quello esistente fatto salvo per un breve tratto nel quale è prevista anche la regolarizzazione planimetrica.

La parte di monte del Ring nord dovrà inoltre assumere anche la funzione di laminazione ed accumulo delle portate di piena relativamente a tutti i Piani di Massima Unitari (PMU) previsti.

Il Ring sud invece drenerà una porzione di territorio più ampia di quella prevista all'interno del Piano Generale di Bonifica e di conseguenza il canale dovrà avere la funzione di laminare le portate di piena fino ai valori compatibili con le dimensioni del Fosso di Piano.

Per ottenere ciò dovranno essere realizzate casse di laminazione da posizionare nelle immediate vicinanze del Ring sud.

Il progetto generale prevede inoltre una sorta di aggiornamento del Piano Generale di Bonifica al fine di valutarne l'attuale congruità delle previsioni d'interventi disposte dagli strumenti urbanistici con quelle che erano le precedenti indicazioni progettuali. L'areale da analizzare è quello compreso tra il Fosso Vingone ed il Fiume Bisenzio; lo studio del sistema di bonifica è stato condotto effettuando una modellazione idrologica con il software Hec-Hms ed una modellazione idraulica mediante il software Hec-Ras. La necessità di realizzare l'aggiornamento dei dati idrologici a servizio del Consorzio di Bonifica nasce dall'esigenza di valutare l'effettiva realizzabilità di alcuni adeguamenti previsti nel Piano Generale di Bonifica come ad esempio il prolungamento del Fosso Dogaia fino al Macrolotto 2 pratese al fine di smaltire le portate in arrivo dal reticolo fognario cittadino. Il progetto generale scarta infatti l'ipotesi di prolungare il fosso suddetto sostituendo l'intervento con la realizzazione di una cassa di laminazione delle portate duecentennali in arrivo dal reticolo fognario

### **3 LOTTO FUNZIONALE 2**

L'intervento di lotto funzionale 2 si rende necessario in quanto alcuni PMU previsti nel Regolamento Urbanistico Comunale sono in procinto essere realizzati e di conseguenza risulta di primaria importanza consentire loro lo scarico dei reflui meteorici.

Purtroppo la realizzazione dell'intero anello di canali di convogliamento nel reticolo di bonifica avrà tempi e modi di realizzazione incompatibili con le esigenze degli interventi di lottizzazione e di conseguenza si è optato per stralciare una serie di opere dal progetto generale permettendo comunque lo scarico delle acque meteoriche senza aggravio di carico per i corsi d'acqua esistenti.

Il primo lotto prevede la realizzazione della parte nord del Ring fino alla Via Tosca Fiesoli e garantirà lo scarico ai piani attuativi 4.2, 4.6, 4.7, 4.8, 4.9A, 4.9B, 4.10, 4.11 e 4.12.

Il recapito temporaneo del canale sarà il Fosso Vingone fino a quando non verranno realizzate tutte le opere relative al progetto generale, momento nel quale gli scarichi saranno deviati nel Fosso Chiella.

L'intervento prevede la realizzazione di un canale completamente incassato di larghezza pari a circa 18 metri che realizzi le seguenti condizioni:



- garantisca l'invaso necessario a trattenere il surplus di volumi dovuti all'aumento di impermeabilizzazione delle aree attualmente a verde per piogge di durata pari a 72 ore per tempi di ritorno di 20 anni come richiesto dal Piano Generale di Bonifica;
- garantisca la laminazione delle portate di durata critica duecentennale in uscita dalle nuove lottizzazioni fino ai valori di portata relativi alle stesse aree, con uso del suolo a verde, per piogge con tempo di ritorno di venti anni;
- garantisca lo smaltimento delle portate duecentennali relative a tutto il futuro bacino urbano scolante in linea col progetto generale.

Per quanto possibile il canale sarà posizionato all'interno delle aree di proprietà dei lottizzanti che saranno cedute all'Amministrazione Comunale e che già hanno all'interno del RUC una destinazione inerente la realizzazione di opere idrauliche.

Dove questo non sarà possibile, ovvero in corrispondenza degli allacciamenti al Ring dei piani attuativi 4.2 e 4.6, ed in corrispondenza dello scarico in Vingone nei pressi di Via Tosca Fiesoli, si provvederà all'asservimento delle aree alla posa della condotta fognaria di scarico.

Lo scarico in Vingone verrà realizzato mediante un manufatto in cemento armato dotato di portelle vinciane che evitino il controreflusso idraulico dalla rete di bonifica al Ring, al quale sarà collegata la condotta di scarico del canale. La condotta sarà dimensionata in base alla portata massima che dovrà essere immessa nel Vingone.

Al fine di garantire l'efficienza idraulica del canale in fase di accumulo dei volumi idraulici verranno realizzati quattro manufatti in alveo che fungeranno da chiuse dotati di paratoie mobili a saracinesca azionabili da un operatore manualmente. La regolazione delle paratoie consentirà l'ottimizzazione del funzionamento degli invasi al fine di limitare il picco di portata da immettere nel reticolo di bonifica. Nella trattazione idraulica verrà specificato quello che dovrà essere il controllo da effettuare sulle opere idrauliche al fine di massimizzarne il vantaggio in termini di funzionamento.

In generale comunque le portelle di collegamento tra sezioni diverse del Ring dovranno essere tarate al fine di laminare e smaltire le portate duecentennali e verranno chiuse in caso di eventi intensi con durate lunghe che potrebbero mettere in crisi l'intero reticolo di bonifica.



Il canale avrà una larghezza di circa 18 metri e sarà interamente scavato al di sotto del piano di campagna attuale. Le scarpate avranno pendenza tre su due e sarà dotato di due aree golenali di circa 5 metri che permetteranno di aumentarne la capacità d'invaso fino a quanto richiesto ai fini della laminazione delle portate. Inoltre verrà realizzato un piccolo canale di magra rivestito in scogliera di profondità circa 50 cm e larghezza 2 m al fine di consentire lo smaltimento delle piccole portate in una sezione ridotta dell'intero alveo evitando fenomeni di impaludamento. Gli attraversamenti delle viabilità esistenti verranno realizzati mediante manufatti scatolari dimensionati per le portate di picco e di conseguenza avranno dimensioni molto più limitate rispetto alla normale larghezza del canale che ha invece anche funzione di invaso.

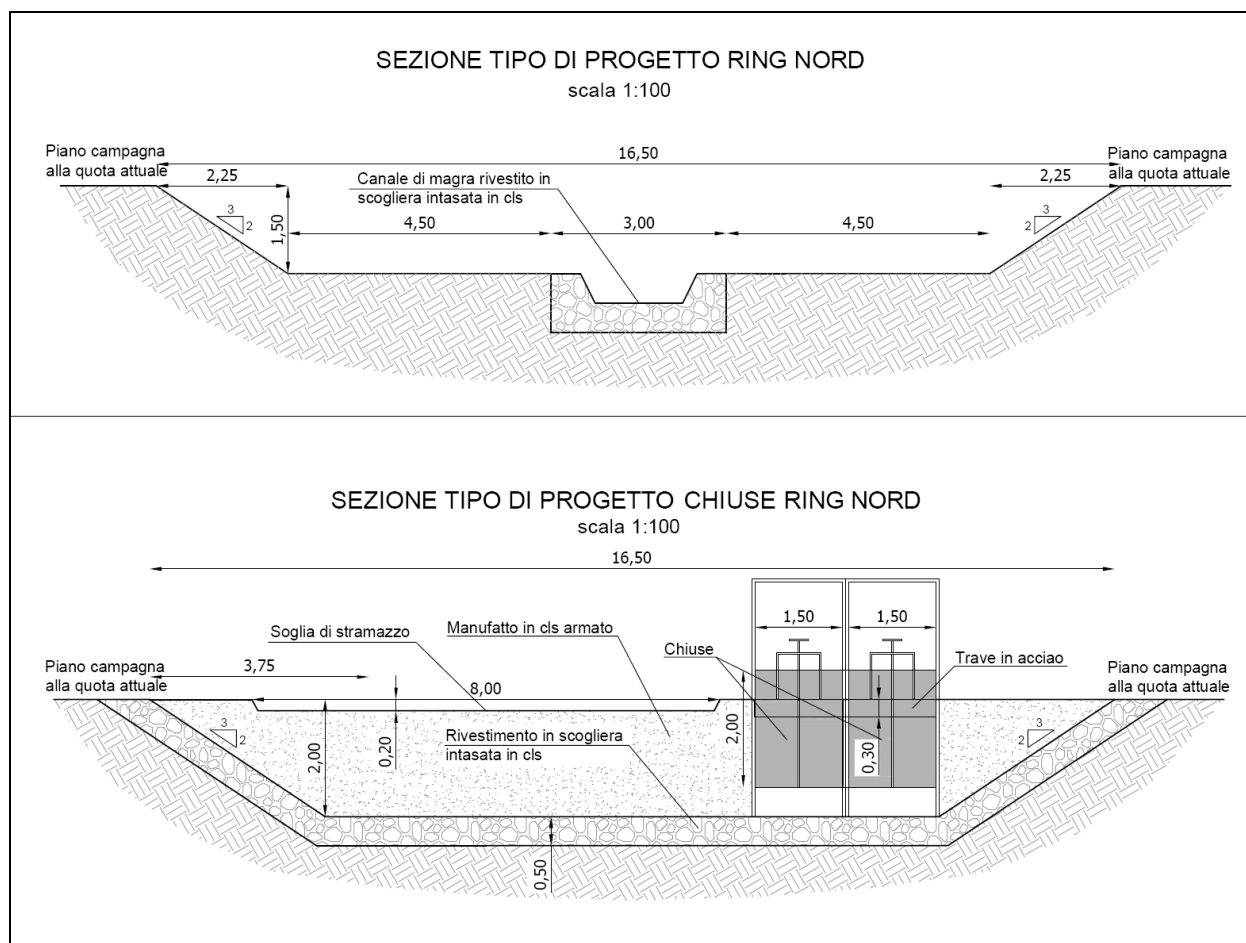


Figura 4 – SEZIONI DI PROGETTO

Tutte le immissioni nel canale dovranno essere realizzate mediante manufatti in c.a. che convogliano i reflui all'interno del canale di magra; i tratti interessati dagli allacciamenti verranno rivestiti in scogliera al fine di limitare i fenomeni erosivi.

Le sponde e le golene verranno rivestite con biostuoia per consentire un facile rinverdimento ed il mantenimento delle pendenze delle scarpate.

### 3.1 PROGETTO DEFINITIVO

Sulla scorta delle indicazioni fornite nei progetti preliminari il progetto definitivo ha cercato di conciliare le esigenze di contenimento delle acque di pioggia con gli aspetti architettonici e funzionali dei lotti urbanistici oggetto d'intervento.

Un'attenta valutazione delle aree disponibili per la realizzazione delle opere ha mostrato la necessità di apportare delle modifiche, solo geometriche, all'impianto di progetto preliminare di lotto 2 senza ovviamente andare a modificare la capacità d'invaso del canale di drenaggio.

Nello specifico non verrà realizzato un canale a sezione costante per tutta la lunghezza del lotto ma avrà le seguenti specifiche tecniche:

- una parte monte, di lunghezza pari a circa 170m, che avrà le caratteristiche tipiche di un canale di scolo di larghezza netta in sommità pari a 9m, con scarpate in terra e canale di magra in scogliera non intasata. Il tratto avrà un salto di fondo posizionato a circa un terzo della sua lunghezza ed un altro salto di fondo subito a monte del primo degli attraversamenti della nuova rotatoria.
- un tratto scatolare realizzato con elementi in cls prefabbricati di larghezza pari a 3x2m accoppiati;
- un tratto scoperto di larghezza in sommità pari a 25 m di lunghezza pari a circa 50m con scarpate in terra e canale di magra in scogliera non intasata. Il tratto sarà posizionato all'interno della nuova rotatoria in previsione. Al termine del tratto sarà posizionata la prima delle opere di sezionamento dotata di due paratoie mobili per la regolazione della capacità d'invaso del canale.
- un tratto scatolare realizzato con elementi in cls prefabbricati di larghezza pari a 3x2m accoppiati;
- un tratto scoperto di larghezza in sommità pari a 25 m di lunghezza pari a circa 180m con scarpate in terra e canale di magra in scogliera non intasata. Il tratto sarà posizionato a fianco della nuova viabilità in previsione. Al termine del tratto sarà posizionata la seconda delle opere di sezionamento dotata di due paratoie mobili per la regolazione della capacità d'invaso del canale.
- un tratto scoperto di larghezza in sommità pari a 16 m di lunghezza pari a circa 210m con scarpate in terra e canale di magra in scogliera non intasata. Il tratto sarà posizionato a fianco della nuova viabilità in previsione. Il tratto proseguirà fino all'opera di sezionamento numero 3 che avrà le stesse caratteristiche idrauliche delle altre, seppur ne differisca per caratteristiche geometriche. Nel tratto è presente l'attraversamento della Via Vicinale della Colombina tratto sud che verrà realizzato mediante la posa in opera di elementi in cls prefabbricati di larghezza pari a 3x2m accoppiati;



- un tratto scoperto di larghezza in sommità pari a 13.5 m di lunghezza pari a circa 120m con scarpate in terra e canale di magra in scogliera non intasata. Il tratto sarà il raccordo con la parte di valle del canale che verrà realizzata da privati all'interno del piano di lottizzazione 4.12. Il raccordo con il tratto di valle avverrà mediante la posa in opera di elementi in cls prefabbricati di larghezza pari a 3x2m che saranno l'attraversamento della via Castronella.

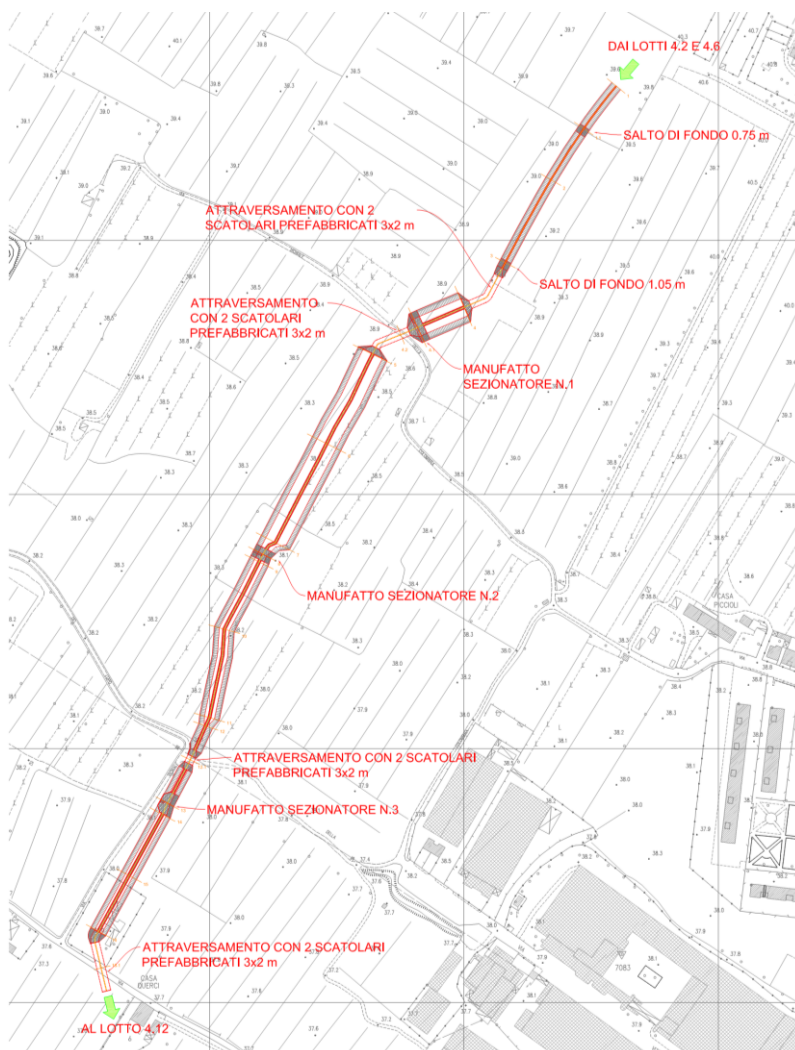


Figura 5 – PLANIMETRIA DI PROGETTO

I manufatti di sezionamento del canale verranno realizzati in c.a. e saranno dotati di volantini per l'apertura e la chiusura degli organi meccanici di sezionamento rappresentati dalle paratoie mobili a saracinesca. Il personale avrà modo di accedere agli organi di controllo da un camminamento in acciaio zincato realizzato mediante lamiera orso-grill staffate al c.a. di larghezza pari a circa 150cm protette da parapetti.

I manufatti saranno dotati di una soglia di scolmata superficiale che consentirà, una volta riempite le vasche a monte, di convogliare le acque a valle.

Il progetto risulta già adeguato a quelle che sono le previsioni di regolamento urbanistico e tiene quindi già conto delle nuove viabilità ed infrastrutture in previsione.

Il nuovo canale sarà dotato di una fascia di rispetto assoluto di larghezza pari a 4 metri al fine di poterne effettuare la manutenzione.

### 3.2 ANALISI IDROLOGICA

Il progetto generale di sistemazione idraulica fa riferimento per la stima delle portate di picco allo studio idrologico idraulico redatto a firma dell'Ing. David Settesoldi relativo all'intero abitato di Campi Bisenzio del quale si riportano le linee generali.

#### 3.2.1 DEFINIZIONE DEL QUADRO CONOSCITIVO

Per la definizione del quadro conoscitivo sono stati raccolti i seguenti studi e progetti:

- Piano Generale di Bonifica del Consorzio Ombrone P.se – Bisenzio;
- Piano Generale di Bonifica del Consorzio Area Fiorentina;
- Progetto dell'impianto idrovoro di Villa Castelletti;
- Progetto preliminare di adeguamento del fosso Chiella;
- Progetto di sistemazione del torrente Vingone;
- Progetto del sistema fognario del Macrolotto 2 di Prato;
- Studio a supporto del Piano Strutturale e del Regolamento Urbanistico di Campi Bisenzio.

Sono stati inoltre acquisiti i dati relativi alla geometria delle sezioni dei canali oggetto di studio e lo schema della rete fognaria del comune di Campi.

#### 3.2.2 IMPLEMENTAZIONE DI UN MODELLO IDROLOGICO DELL'AREA

Il modello idrologico è stato implementato nel bacino sotteso dai fossi Dogaia, Vingone, Chiella e del Piano con chiusura all'impianto idrovoro di Villa Castelletti.

Il modello comprende anche aree fuori comune. A monte il bacino si estende al centro urbano del comune di Prato fino circa a Piazza Mercatale e comprende inoltre parte del Macrolotto 2. A valle il bacino comprende una serie di aree nel comune di Signa poste a valle della via Pistoiese.

La modellistica utilizzata per le valutazioni idrologiche è HEC-HMS

Il modello idrologico utilizzato per la valutazione della pioggia netta è il "Deficit and constant loss" che assume una perdita iniziale  $I_a$  e un'infiltrazione a saturazione  $K_s$ . I valori di  $I_a$  e  $K_s$  sono stati ricavati in funzione dell'uso del suolo per ciascuna delle aree individuate sulla base degli strumenti urbanistici vigenti assumendo a riferimento i valori dei coefficienti di deflusso riportati nel Piano Generale di Bonifica. In particolare  $I_a$  e  $K_s$  sono stati valutati in modo che per eventi di durata 1 ora e 72 ore e per il tempo di ritorno di 20 anni il coefficiente di deflusso risultante fosse uguale a quello attribuito alla stessa tipologia di area dal Piano Generale di Bonifica.

Il modello di trasferimento adottato per i singoli sottobacini è il metodo di Clark che scompone il tempo di ritardo in una componente di trasferimento cinematico e una componente di invaso. Il



tempo di ritardo complessivo è stato valutato in funzione delle velocità locali di trasferimento a loro volta funzione della pendenza del bacino e dell'area localmente sottesa.

Il modello di trasferimento adottato per i canali è il semplice modello di traslazione dell'onda di piena "Lag routing" dove il tempo di ritardo anch'esso funzione delle velocità locali.

La valutazione dei parametri del modello è stata condotta sulla base di una rappresentazione distribuita dell'area del bacino avente come base un modello digitale del terreno con passo 5mx5m. In particolare sono state prodotte le mappe dell'uso dei suoli con i relativi valori di  $l_a$  e  $k_s$ , le mappe rappresentanti il reticolo idrografico di progetto e i relativi bacini e le mappe delle velocità e dei tempi di trasferimento.

Le precipitazioni sono state assunte di intensità costante. Sono state utilizzate le curve di possibilità pluviometrica del Piano Generale di Bonifica.

Lo studio ha preso in esame più scenari in riferimento al tempo di ritorno e alla durata dell'evento.

Il sistema è stato verificato con eventi di durata variabile funzione delle caratteristiche dei bacini interessati. Le durate utilizzate sono da 0.5, 1, 2, 3, 4.5, 6, 12, 18, 24, 36, 72 ore. In tal modo sono state verificate sia le condizioni critiche locali che quelle del sistema complessivo con particolare riferimento all'impianto idrovoro di Villa Castelletti.

Il coefficiente di ragguaglio areale calcolato con la formula dell'USWB come modificata negli studi condotti per la regionalizzazione delle piene in Toscana assume valori per il bacino di interesse e le durate esaminate maggiori di 0.94. In via cautelativa è stato assunto pari a 1.0.

Il sistema è stato verificato per i tempi di ritorno di 20 e 200 anni..

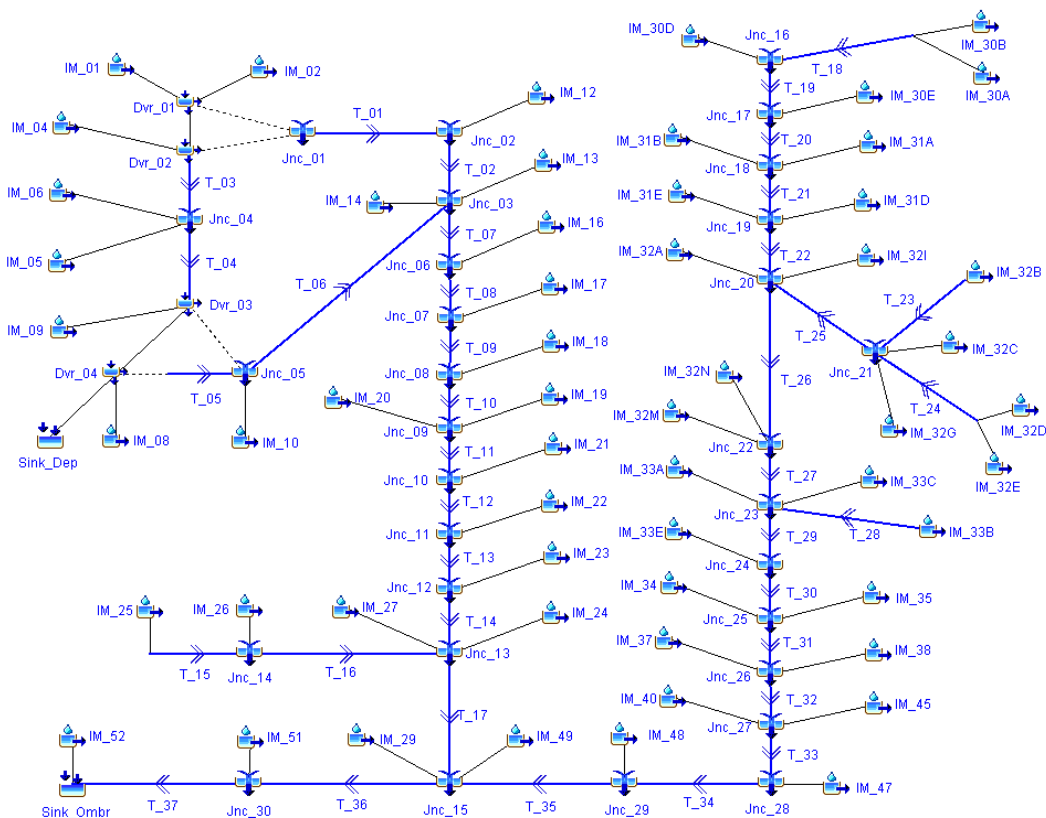


Figura 6 – SCHEMA MODELLO IDROLOGICO

### 3.2.3 CARATTERISTICHE DEL SOFTWARE DI MODELLAZIONE

Il software HEC-HMS è il sistema d'analisi dei fiumi dell'Hydrologic Engineering Center (HEC), del Corpo degli Ingegneri dell'Esercito degli Stati Uniti d'America. E' stato progettato per simulare i processi di precipitazione e di deflussi di bacini idrografici ed è applicabile in una vasta gamma di aree geografiche.

HEC-HMS, infatti, consente la modellazione idrologica di un bacino, mediante la definizione degli elementi concettuali che lo rappresentano e dei processi fisici che avvengono in essi.

Il modello è un comodo strumento per analizzare le reti di canali naturali ed artificiali, delle quali calcola i profili del pelo libero basandosi su di un'analisi a moto permanente o moto vario monodimensionale.

Il programma è in grado di effettuare l'analisi di più profili contemporaneamente, prevedendo la possibilità di inserire punti singolari (ponti, sottopassi, ecc.) e di far variare i livelli di portata.

HEC-HMS è progettato per simulare i processi relativi alla trasformazione afflussi – deflussi di sistemi idrografici con struttura ad albero. E' stato creato per essere applicabile in un ampio campo di problemi idrologici:

- studio dei deflussi in grandi bacini idrografici;
- analisi dei deflussi di piena;

- analisi dei deflussi provenienti da piccoli bacini urbani o rurali;
- disponibilità risorse idriche di regioni geografiche;
- studio dei sistemi di drenaggio urbani;
- riduzione dei danni dovuti alle piene fluviali;
- previsione dei deflussi;
- regolazione di sistemi idraulici.

Il punto di partenza è la costruzione di un modello del bacino. All'interno di questo modello, il bacino viene rappresentato mediante la scomposizione in elementi idrologici distinti e posti in relazione tra loro: atmosfera, superficie, sottosuolo, alveo, sottobacini, giunzioni, sorgenti, pozzi etc.

Le principali componenti disponibili per schematizzare il comportamento del bacino idrografico sono:

- calcolo della pioggia efficace;
- trasformazione afflussi-deflussi;
- propagazione della piena.

Per il calcolo della pioggia efficace sono disponibili vari metodi che permettono di simulare le perdite dovute all'infiltrazione e/o evaporazione come per esempio la perdita iniziale e quella costante.

Allo stesso modo sono disponibili vari metodi da utilizzare per trasformazione afflussi-deflussi tra i quali quello di Clark.

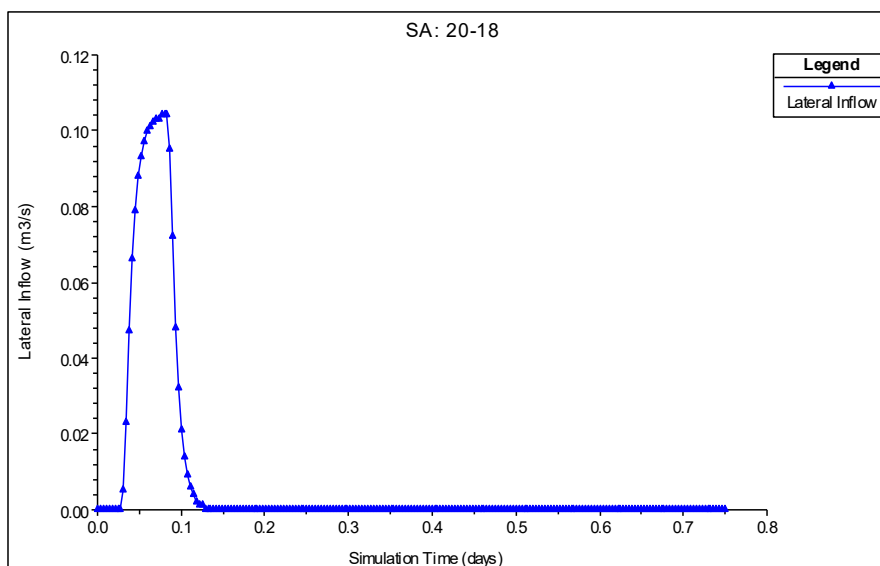
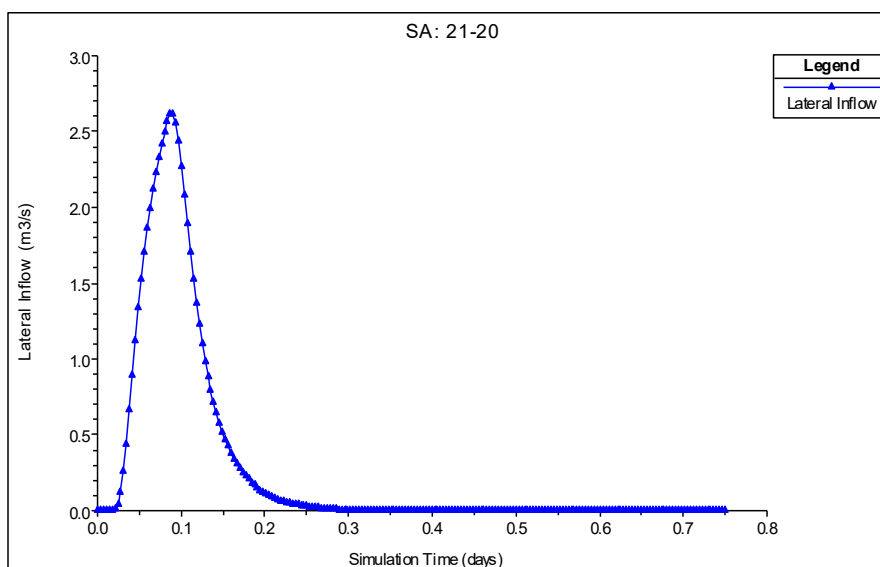
### 3.2.4 DATI DI INPUT DELLA MODELLAZIONE IDRAULICA

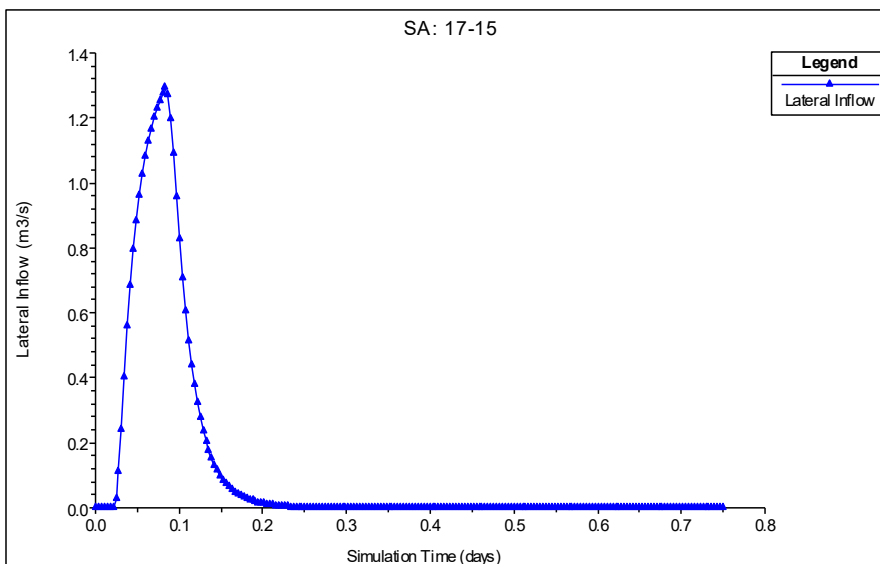
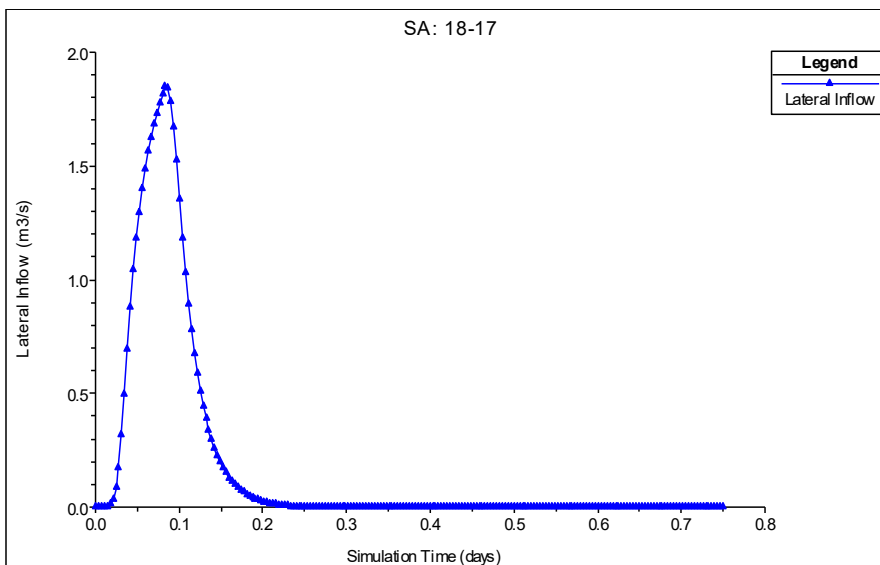
Dal modello idrologico generale sono stati estrapolati gli idrogrammi in ingresso al modello idraulico che verrà nei paragrafi successivi descritto.

Il canale è stato suddiviso in quattro aree di accumulo:

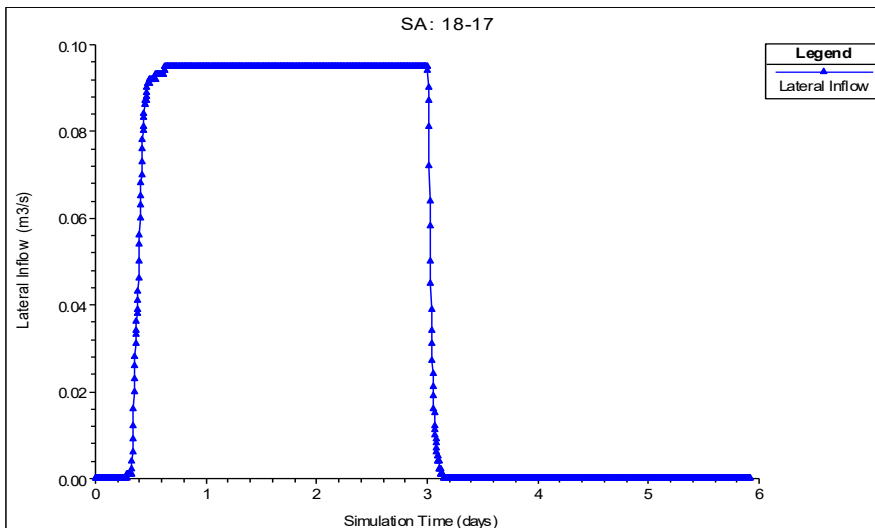
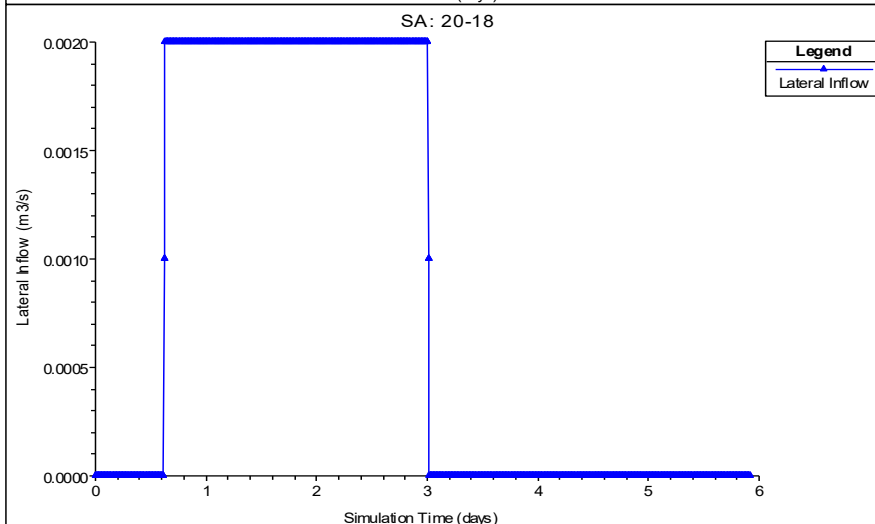
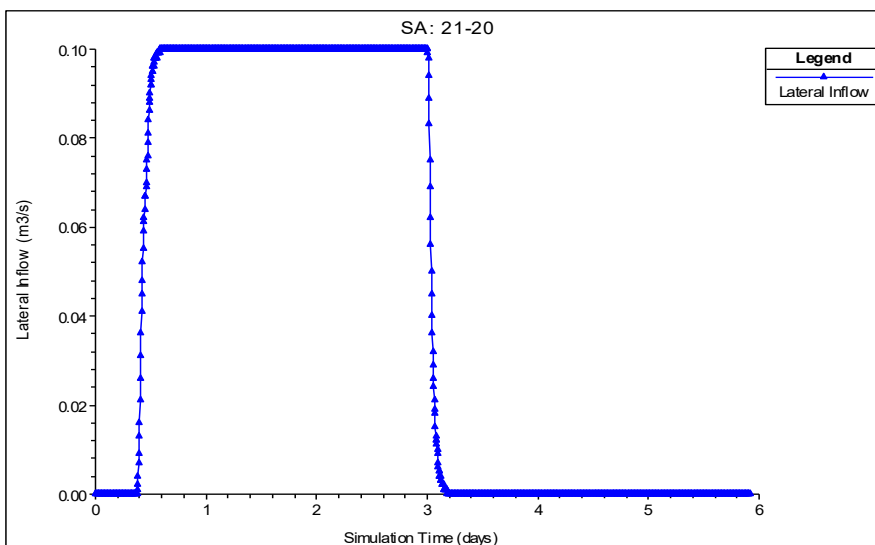
- SA 21-20
- SA 20-18
- SA 18-17
- SA 17-15

Per ogni area di accumulo si riportano gli idrogrammi in ingresso suddivisi nei due scenari valutati.

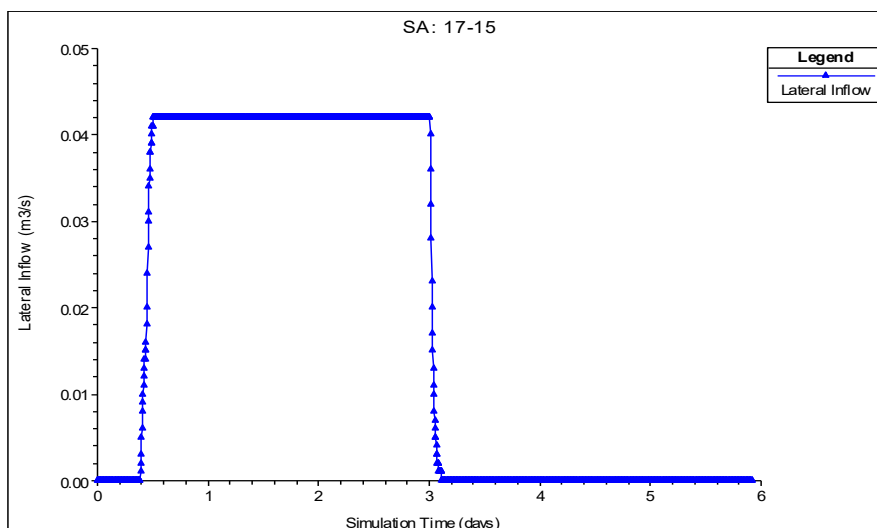
**DROGRAMMI TR200 2H**



### IDROGRAMMI TR20 72H







### 3.2.5 CALCOLO DEI VOLUMI DA INVASARE PER IL NON AGGRAVIO DELLA CONDIZIONE DI RISCHIO IDRAULICO

Il calcolo dei volumi da invasare è stato eseguito secondo i dettami del Piano Generale di Bonifica per quanto riguarda piogge di durata pari a 72 ore. Inoltre verrà valutato il volume necessario alla laminazione dei picchi di piena per piogge critiche duecentennali al fine di ricondurle al contributo di una pioggia ventennale allo stato attuale.

I coefficienti di deflusso utilizzati per il calcolo sono i seguenti:

STATO ATTUALE                      0.15

STATO DI PROGETTO                0.65

Le curve di possibilità pluviometrica utilizzate sono state quelle relative al Piano Generale di Bonifica per 20 anni e 200 anni.

### **CALCOLO VOLUMI PER DURATA CRITICA 2H – TR200 PROGETTO/TR20 ATTUALE**

Deflusso Attuale	0.15
Deflusso Progetto	0.65

	a	n	a	n
Curva TR20	45	0.4	45	0.27
Curva TR200	71	0.4	71	0.27

#### **Piovuto attuale TR20**

Durata di pioggia	2	h
H acqua piovuta	54.26	mm
H acqua netta	8.14	mm

#### **Piovuto progetto TR200**

Durata di pioggia	2	h
H acqua piovuta	85.61	mm
H acqua netta	55.65	mm

<b>H acqua da invasare</b>	47.51	mm
<b>S da urbanizzare</b>	39.5	ha

<b>V da stoccare</b>	18766	mc
----------------------	-------	----

### **CALCOLO VOLUMI PER DURATA 72H – TR200 PROGETTO/TR20 ATTUALE**

Deflusso Attuale	0.15
Deflusso Progetto	0.65

	a	n	a	n
Curva TR20	45	0.4	45	0.27
Curva TR200	71	0.4	71	0.27

#### **Piovuto attuale TR20**

Durata di pioggia	72	h
H acqua piovuta	142.79	mm
H acqua netta	21.42	mm

#### **Piovuto progetto TR20**

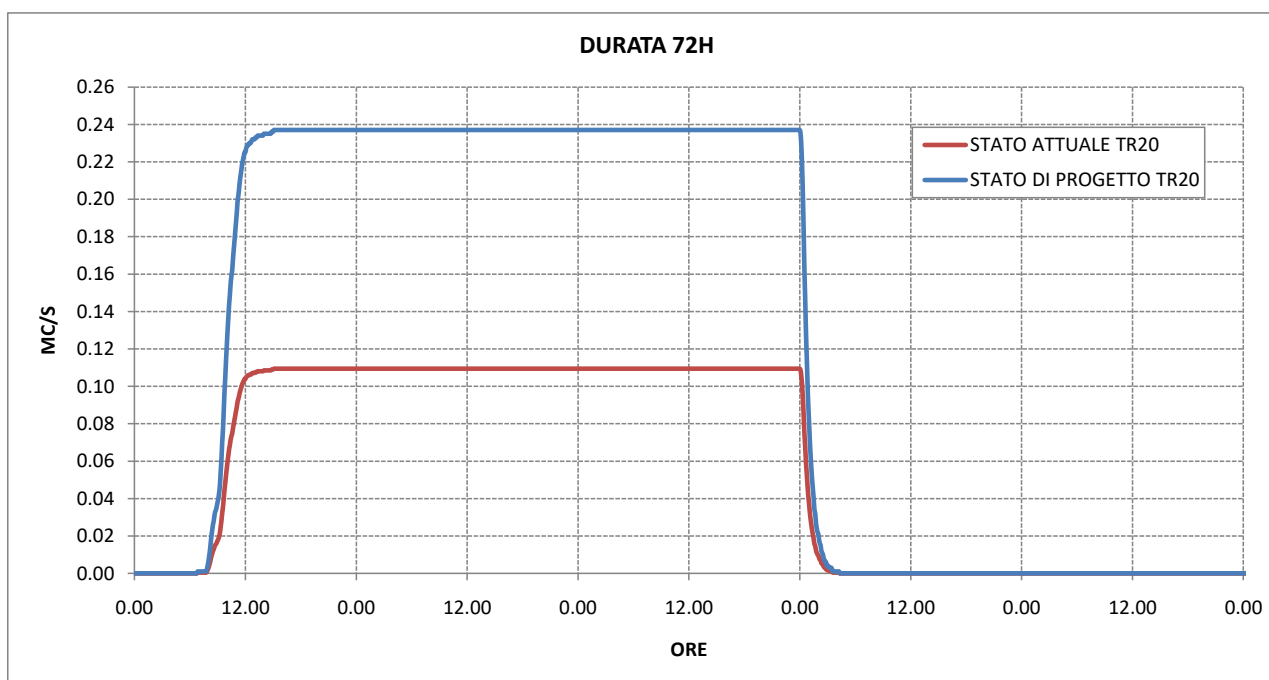
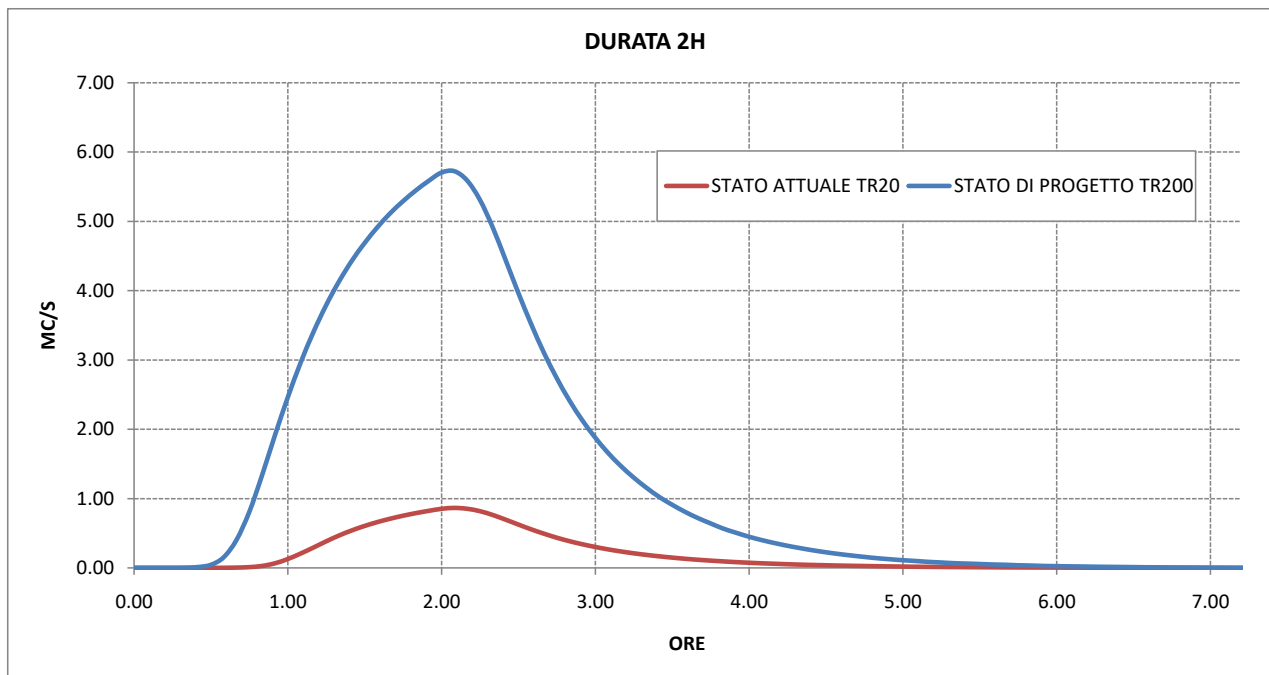
Durata di pioggia	72	h
H acqua piovuta	142.79	mm
H acqua netta	92.81	mm

<b>H acqua da invasare</b>	71.39	mm
<b>S da urbanizzare</b>	39.5	ha

<b>V da stoccare</b>	28201	mc
----------------------	-------	----

In termini di portate sono stati ricostruiti i contributi complessivi dei terreni oggetto di urbanizzazione (per una superficie complessiva pari a 39.5 ha), allo stato di progetto ed allo stato

attuale, basandosi sulla variazione del coefficiente di deflusso avendo cura di tener conto dell'effetto di saturazione dei terreni per tempi di pioggia lunghi.



### 3.3 ANALISI IDRAULICA

#### 3.3.1 DESCRIZIONE DEL SOFTWARE DI MODELLAZIONE IDRAULICA

Il modello idraulico utilizzato, denominato HEC-RAS, è stato sviluppato dall'US Army Corps Of Engineers; è in grado di effettuare simulazioni di tipo monodimensionale del fenomeno di

propagazione dell'onda di piena su corsi d'acqua. Il modello presuppone che siano fornite tutte le informazioni necessarie, ed in particolare la geometria di un numero sufficiente di sezioni trasversali. Il programma consente di inserire sezioni trasversali fittizie, interpolando quelle rilevate, in modo da assicurare che il passo di discretizzazione spaziale non ecceda un assegnato valore limite (per i corsi d'acqua studiati non è stato necessario utilizzare questa opzione).

Per l'analisi in moto permanente il software determina il profilo del pelo libero tra una sezione e la successiva mediante la procedura iterativa denominata standard step, risolvendo l'equazione del bilancio energetico,

$$Y_2 + Z_2 + \frac{\alpha_2 V_2^2}{2g} = Y_1 + Z_1 + \frac{\alpha_1 V_1^2}{2g} - h_e \quad (1)$$

dove:

$Y_1$  e  $Y_2$  sono le altezze d'acqua riferite al fondo dell'alveo;

$Z_1$  e  $Z_2$  sono le altezze del fondo rispetto ad una quota di riferimento;

$V_1$  e  $V_2$  sono le velocità medie della corrente nelle due sezioni estreme del tronco fluviale considerato;

$\alpha_1$  e  $\alpha_2$  sono coefficienti di ragguaglio delle potenze cinetiche;

$h_e$  è la perdita di carico tra le due sezioni considerate.

Il termine  $h_e$  dipende sia dalle perdite per attrito che da quelle per contrazione ed espansione. Si può valutare mediante la relazione:

$$h_e = L \cdot \bar{S}_f + C \cdot \left| \frac{\alpha_2 V_2^2}{2g} - \frac{\alpha_1 V_1^2}{2g} \right| \quad (2)$$

dove:

$L$  è la lunghezza del tronco considerato;

$\bar{S}_f$  è la cadente media tra le due sezioni;

$C$  è il coefficiente di perdita di carico per contrazione o espansione.

Il primo termine rappresenta la perdita totale per attrito, prodotto tra la distanza tra le due sezioni e la cadente media. Il programma prevede diverse possibilità di calcolo della cadente, che viene determinata presupponendo una suddivisione dell'alveo in sottosezioni all'interno dei quali la velocità possa ritenersi con buona approssimazione costante.

Il secondo termine della equazione per il calcolo delle perdite di carico rappresenta invece il contributo dovuto alla contrazione ed espansione dell'area bagnata; tali perdite sorgono nel momento in cui si abbia un allargamento o restringimento della sezione che determini una situazione di corrente non lineare. Il coefficiente  $C$  varia in un intervallo compreso tra 0.1 e 1 per correnti subcritiche, mentre in caso di correnti veloci generalmente si assumono valori inferiori.

L'altezza del pelo libero, in riferimento ad una assegnata sezione, viene determinato mediante una risoluzione iterativa delle equazioni (1) e (2). Il modello fornisce inoltre i valori dell'altezza critica nelle diverse sezioni fluviali. Qualora si verificano transizioni da corrente lenta e veloce o viceversa, in tali segmenti di asta fluviale l'equazione di bilancio energetico è sostituita dall'equazione globale di equilibrio dinamico.

Il modello HEC-RAS consente di modellare l'effetto indotto sulla corrente dalla presenza di attraversamenti fluviali, nel caso che il deflusso attraverso il ponte avvenga a pelo libero ma anche in pressione. La perdita di energia causata dal ponte è divisa in tre parti: in primo luogo le perdite che si hanno nella zona immediatamente a valle del ponte dove, generalmente, si ha un'espansione della corrente. Sono poi considerate le perdite di energia che si verificano durante l'attraversamento del ponte, nonché le perdite che si hanno immediatamente a monte, ove la corrente subisce una contrazione.

Per lo studio del deflusso attraverso un ponte HEC-RAS fa riferimento a quattro sezioni fluviali trasversali: sezione a monte del ponte, sezione di ingresso al ponte, sezione in uscita al ponte e sezione a valle del ponte. Il calcolo può essere effettuato utilizzando diverse soluzioni.

Il metodo del bilancio energetico (metodo standard step), che è stato utilizzato nell'ambito del presente studio, tratta la sezione in cui è presente il ponte esattamente come le altre, ad eccezione del fatto che l'area occupata dalla struttura viene sottratta dall'area totale e che il perimetro bagnato risulta incrementato per via del contributo dato dal ponte stesso. Poiché le perdite totali sono funzione delle perdite per attrito e delle perdite per contrazione ed espansione, occorre definire in questa fase i coefficienti necessari per il calcolo. In particolare, essendovi variazioni di velocità anche notevoli, il coefficiente di contrazione e soprattutto quello di espansione risulteranno sensibilmente maggiori dei valori assunti per i normali tronchi fluviali.

Il metodo del bilancio della quantità di moto si basa invece sull'applicazione dell'omonima equazione tra le quattro sezioni fluviali in precedenza descritte. Il modello permette all'utente di utilizzare, per lo studio di ogni ponte, ciascuno dei metodi sopra citati o eventualmente di selezionarli entrambi; il software provvede a restituire il profilo che prospetta la situazione caratterizzata da maggior criticità.

Le equazioni che governano le correnti a pelo libero in moto vario sono quelle di De Saint Venant, valide nelle ipotesi di corrente gradualmente variata e pendenza d'alveo contenuta. La risoluzione di dette equazioni differenziali è effettuata da HEC-RAS utilizzando uno schema implicito alle differenze finite a quattro nodi, definito in letteratura come box scheme, nel quale deve essere indicato un peso di discretizzazione temporale  $\theta$ . Questo schema risulta incondizionatamente stabile per valori di  $\theta$  compresi tra 0.5 e 1, condizionatamente stabile per  $\theta$  uguale a 0.5 e instabile per  $\theta < 0.5$ ; nella realtà, soprattutto in presenza di strutture che alterino drasticamente la geometria della sezione, possono presentarsi situazioni in cui la stabilità del sistema di risoluzione non è garantita. Le equazioni di De Saint Venant si compongono dell'equazione di continuità e

l'equazione di bilancio di massa, applicate ad un assegnato tronco fluviale. Nell'ipotesi di fluido incomprimibile, l'equazione di continuità si scrive come:

$$\frac{\partial Q}{\partial x} + \frac{\partial A}{\partial t} + \frac{\partial S}{\partial t} - q_e = 0 \quad (3)$$

Q è la portata fluviale;

A è l'area bagnata;

S è l'area di accumulo, cioè l'area della sezione che non contribuisce al deflusso;

e q è la portata per unità di larghezza dovuta agli apporti laterali.

L'equazione del moto si scrive come:

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial(Q \cdot V)}{\partial x} + g \cdot A \cdot \left( \frac{\partial z}{\partial x} + S_f \right) = 0 \quad (4)$$

dove:

V è la velocità;

Q è la portata;

$S_f$  è la cadente.

Le equazioni (3) e (4) sono di tipo differenziale e non lineari; possono essere risolte per via iterativa o mediante tecniche di linearizzazione.

L'analisi dell'effetto dei ponti in condizioni di moto vario è effettuata da HEC-RAS con due approcci alternativi: il primo si esplica sottraendo dall'area bagnata l'area occupata dalle spalle e dalle pile della struttura; il perimetro bagnato risulta incrementato sempre per la presenza del ponte e, conseguentemente, si ha una riduzione della capacità di portata. Si preferisce questa procedura nei casi di spalle non troppo alte e facilmente sommergibili. Il secondo approccio considera invece la sezione del ponte imponendo una condizione interna, con la definizione di relazioni Q-h (portata-altezza idrica) in sostituzione alle equazioni di moto vario.

### 3.3.2 DESCRIZIONE DEL MODELLO IDRAULICO

L'intervento di lotto 2 è stato schematizzato come una serie di invasi successivi collegati tra loro attraverso delle connessioni dotate di paratoie mobili e sfioratori superficiali.

Gli input idrologici sono stati immessi direttamente nelle "storage area" in ragione della distribuzione effettiva di quelli che saranno i recapiti fognari delle nuove lottizzazioni. Ogni invaso così ha modo di attuare il proprio effetto di laminazione delle portate di piena con riferimento ai contributi effettivi in arrivo a quel tratto di canale.

Di seguito si riporta lo schema di modellazione utilizzato per le verifiche idrauliche.



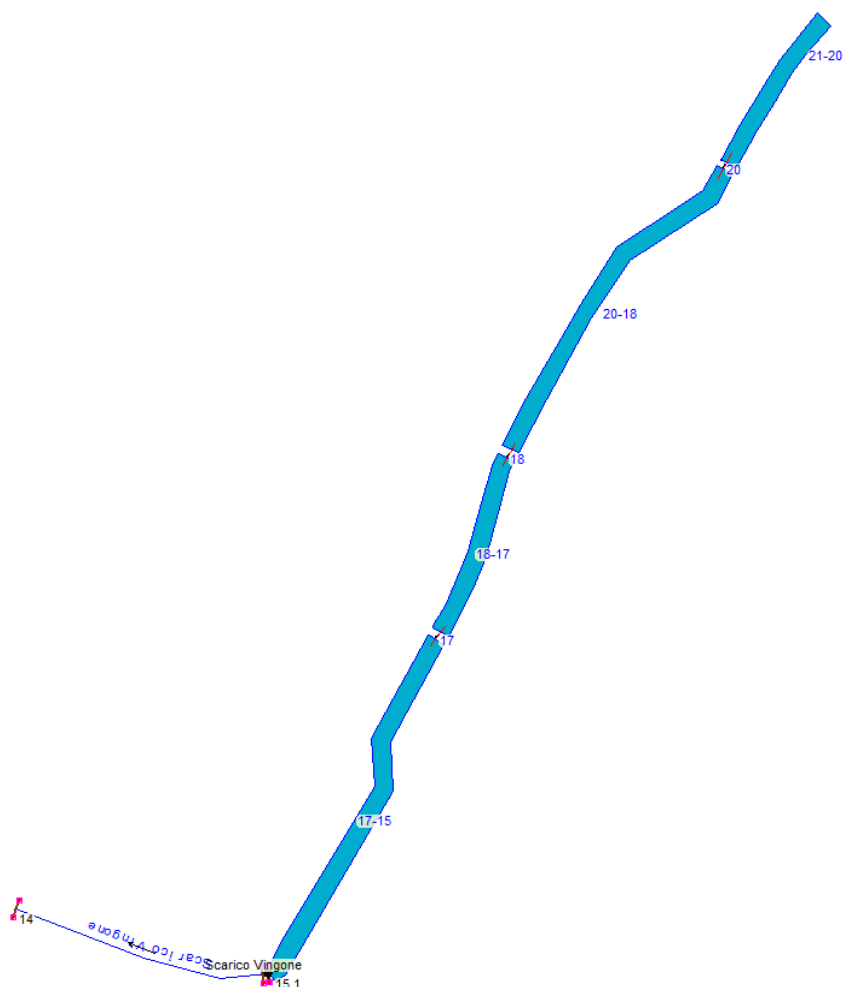


Figura 7 – SCHEMA MODELLO IDRAULICO

I diversi tratti del canale sono stati schematizzati attraverso la ricostruzione di curve d'invaso che ne rappresentino le geometrie di progetto.

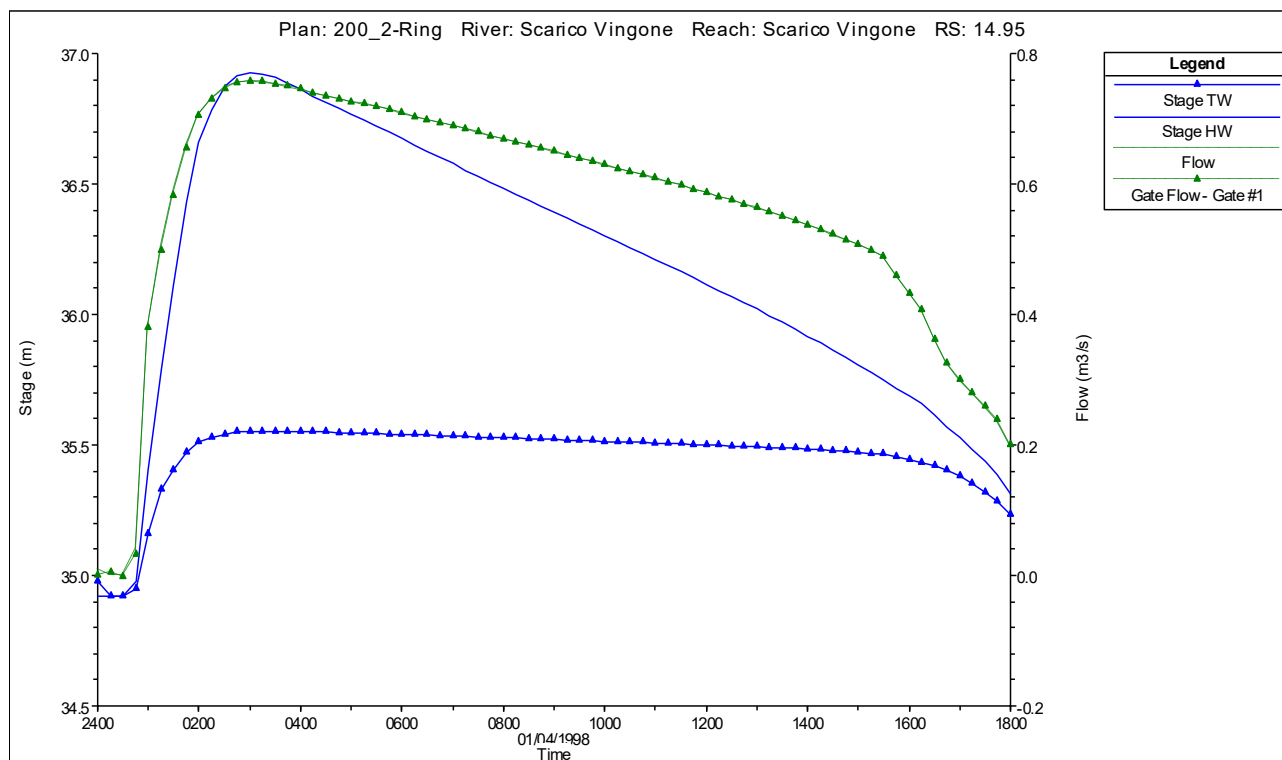
La modellazione idraulica è stata indirizzata all'individuazione della metodologia di gestione delle paratoie di regolazione migliore al fine di massimizzare l'efficienza idraulica delle opere.

Il controllo dell'efficienza idraulica delle opere verrà effettuato sia sui valori di portata in uscita dal modello idraulico, che dovranno risultare minori di quelli di riferimento relativi allo stato attuale, sia sui volumi stoccati che dovranno essere superiori a quelli valutati nel precedente paragrafo 4.5.

### 3.3.3 SIMULAZIONE EVENTO CRITICO DUECENTENNALE CON DURATA DI 2 ORE

Il sistema deve riuscire a smaltire quelle che sono le portate di piena di un evento critico duecentennale di durata pari a 2 ore allo stato di progetto effettuando una laminazione delle portate di picco fino ai valori di portata critica ventennale relativi allo stato attuale.

Di seguito si allegano gli idrogrammi delle portate in uscita dal modello idraulico che vanno ad immettersi nel Fosso Vingone.



I valori di portata risultano minori di 0.86 mc/s valore di riferimento per lo stato attuale.

In termini di volumi le casse di accumulo forniscono un invaso pari a 30130 mc, valore superiore rispetto a 18776mc precedentemente calcolato.

Storage Area	Altezza d'acqua	SA Volume
	(m s.l.m.)	(m3)
17-15	36.93	9530
18-17	37.57	5620
20-18	37.95	9630
21-20	39.17	5350
	<b>tot</b>	<b>30130</b>

Il sistema di regolazione delle paratoie prevede il posizionamento delle portelle di valle, quelle immediatamente vicine al tombamento della via Tosca Fiesoli, aperte per 20 cm, valore che consente di tarare la massima portata in uscita dal sistema.

Le restanti portelle devono essere regolate in base alle portate in ingresso dalla rete fognaria, ipotizzando una apertura iniziale di 50 cm ed una chiusura progressiva in caso di eventi di piena consistenti.

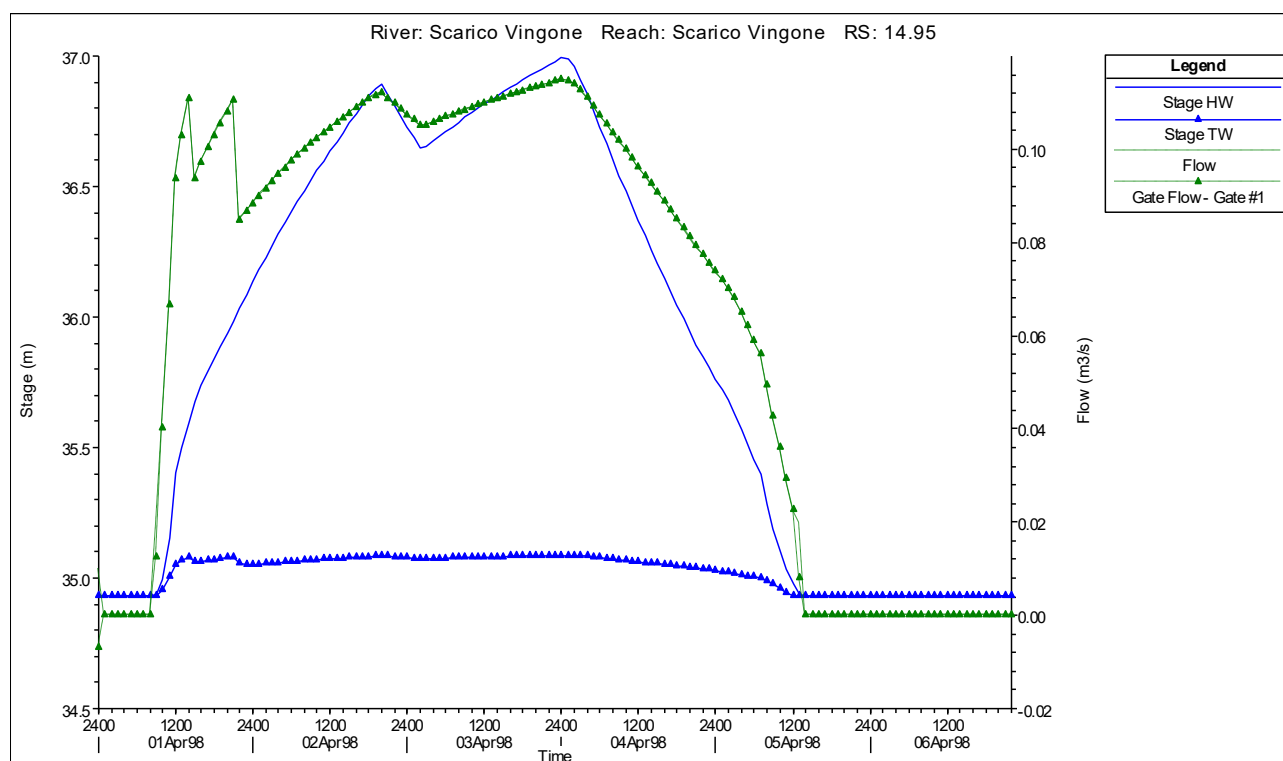
L'effetto di laminazione comunque risulta molto accentuato in questo scenario tanto che i volumi invasati e le portate laminate risultano ampiamente al di sotto di quanto prescritto nei paragrafi precedenti.

Di conseguenza anche un eventuale funzionamento del sistema ad efficienza idraulica ridotta dovuta ad una erronea movimentazione delle paratoie non porterebbe a sensibili riduzioni degli effetti di laminazione.

### 3.3.4 SIMULAZIONE EVENTO VENTENNALE CON DURATA DI 72 ORE

Il sistema deve riuscire ad invasare il volume calcolato nel precedente paragrafo 4.5 laminando i picchi di portata al di sotto della massima portata in uscita dal sistema allo stato attuale.

Di seguito si allegano gli idrogrammi delle portate in uscita dal modello idraulico che vanno ad immettersi nel Fosso Vingone.



I valori di portata risultano minori di 0.12 mc/s valore di riferimento per lo stato attuale.

In termini di volumi le casse di accumulo forniscono un invaso pari a 30220 mc, valore superiore rispetto a 28201 mc precedentemente calcolato.

Storage Area	Altezza d'acqua (m s.l.m.)	SA Volume (m3)
17-15	36.99	9920
18-17	37.64	5840
20-18	37.92	9450
21-20	39.04	5010
	<b>tot</b>	<b>30220</b>

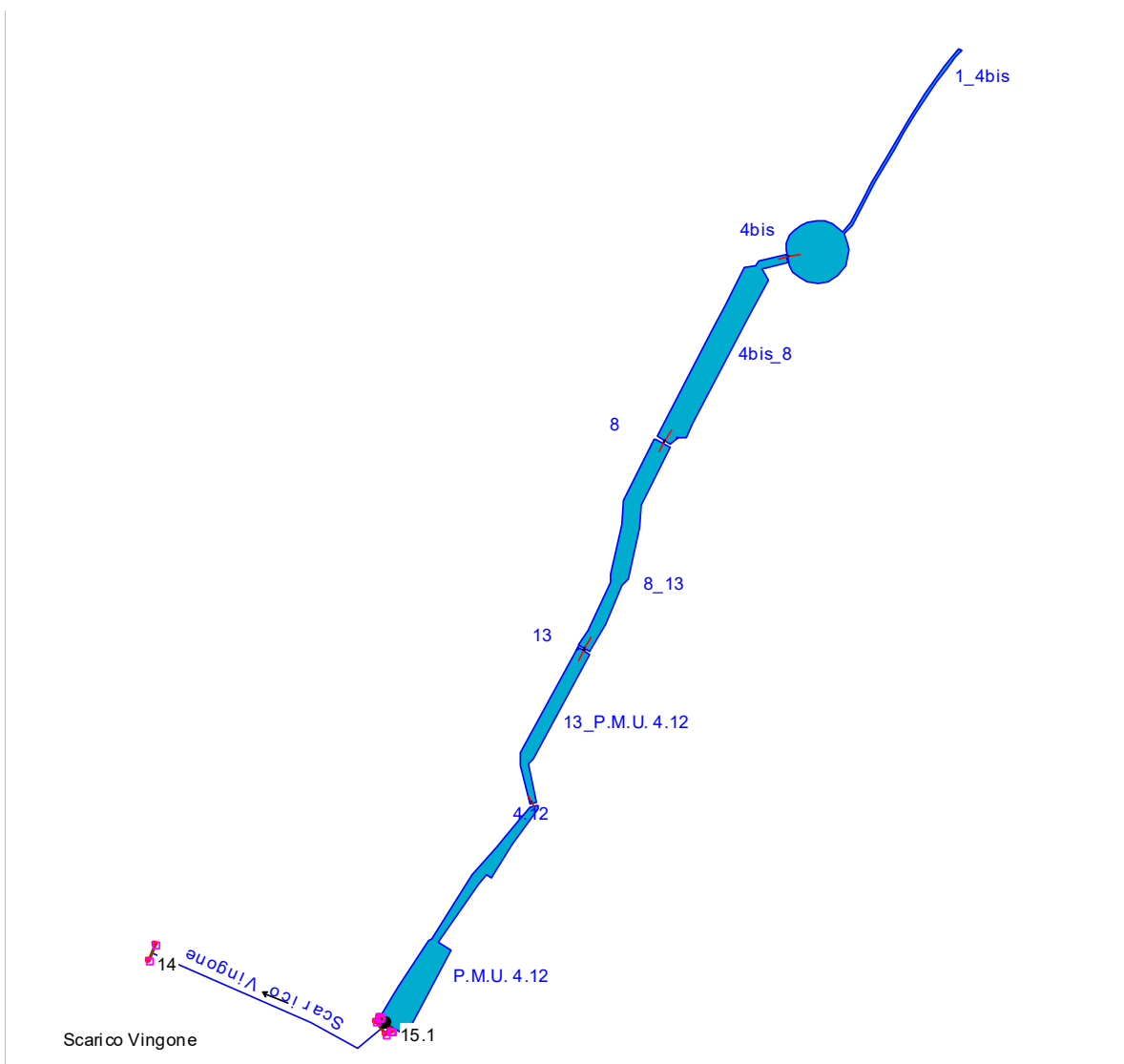
L'andamento del grafico delle portate in uscita risulta oscillante in quanto risente della movimentazione delle paratoie la cui regolazione è finalizzata ad ottimizzare l'effetto di laminazione dei picchi.

### 3.4 PROGETTO ESECUTIVO

Il progetto esecutivo, partendo dalla precedente fase progettuale, adegua alcuni aspetti specifici alle modificate condizioni al contorno tenendo presenti le seguenti problematiche:

- Interferenza con la nuova bretella di Capalle giunta alla fase definitiva di progettazione;
- Modifiche alle vasche di accumulo relative al PMU 4.12.

Nello specifico il progetto esecutivo prevede la modifica del tratto di monte del canale fino al manufatto sezionatore n.1 ovvero l'intubamento della porzione a monte della rotatoria con una condotta 1.5x1.0m in cls come proseguimento degli allacci dei PMU 4.2 e 4.6 già previsti nel progetto preliminare. La realizzazione di una vasca di contenimento di forma circolare completamente raccolta all'interno della nuova rotatoria di progetto con modifiche al manufatto sezionatore n.1. Si prende atto inoltre delle nuove curve di invaso relative alle aree di stoccaggio del PMU 4.12. La modifica progettuale non modifica il funzionamento idraulico dell'opera nel suo complesso e consente la completa laminazione e lo stoccaggio delle portate meteoriche previste. Viene inoltre recepito definitivamente il piano particellare di esproprio aggiornato del progetto definitivo che tiene conto della porzione di aree in esproprio già previste nel progetto stradale e quindi stralciate dal presente.



**Figura 8 – SCHEMA MODELLO IDRAULICO PROGETTO ESECUTIVO**

I diversi tratti del canale sono stati schematizzati attraverso la ricostruzione di curve d'invaso che ne rappresentino le geometrie di progetto.

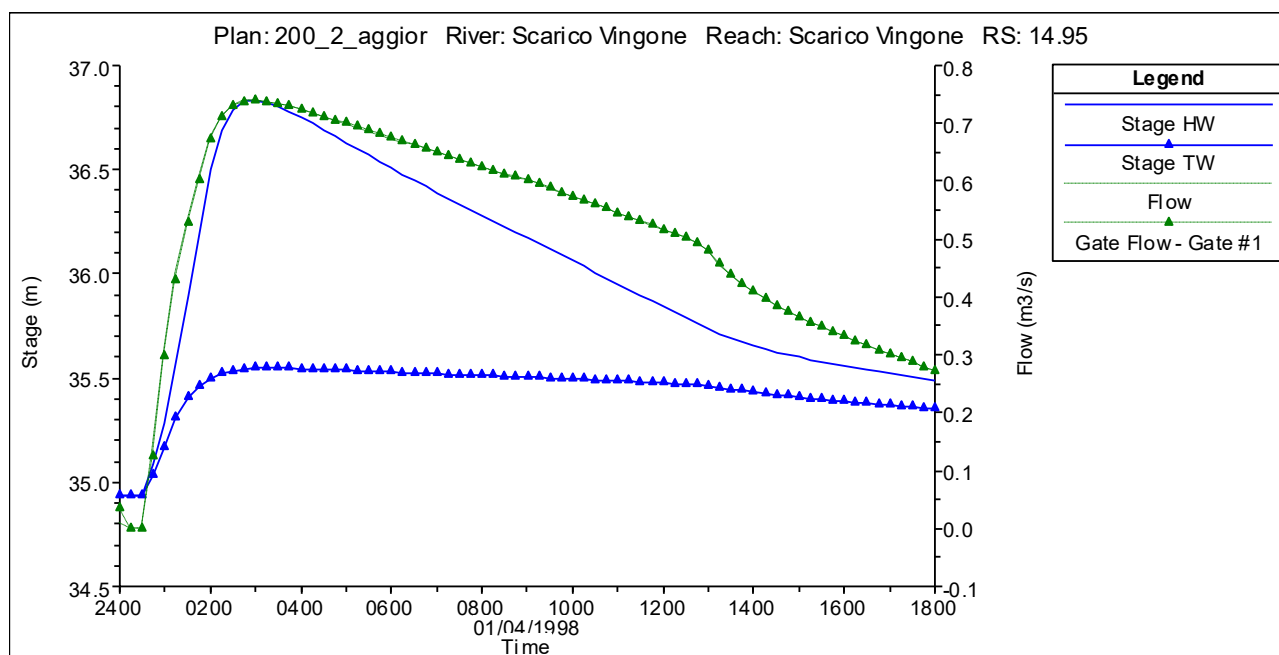
La modellazione idraulica è stata indirizzata all'individuazione della metodologia di gestione delle paratoie di regolazione migliore al fine di massimizzare l'efficienza idraulica delle opere.

Il controllo dell'efficienza idraulica delle opere verrà effettuato sia sui valori di portata in uscita dal modello idraulico, che dovranno risultare minori di quelli di riferimento relativi allo stato attuale, sia sui volumi stoccati che dovranno essere superiori a quelli valutati nel precedente paragrafo.

### 3.4.1 SIMULAZIONE EVENTO CRITICO DUECENTENNALE CON DURATA DI 2 ORE

Il sistema deve riuscire a smaltire quelle che sono le portate di piena di un evento critico duecentennale di durata pari a 2 ore allo stato di progetto effettuando una laminazione delle portate di picco fino ai valori di portata critica ventennale relativi allo stato attuale.

Di seguito si allegano gli idrogrammi delle portate in uscita dal modello idraulico che vanno ad immettersi nel Fosso Vingone.



Il valore di portata duecentennale in uscita dal canale risulta 0.75 mc/s, minore di 0.86 mc/s valore di riferimento per lo stato attuale TR20, viene utilizzato come parametro di confronto non la portata duecentennale ma quella ventennale cautelativamente.

In termini di volumi le casse di accumulo forniscono un invaso pari a 30500 mc, valore superiore rispetto a 18776mc precedentemente calcolato.

Storage Area	Altezza d'acqua	SA Volume
	(m s.l.m.)	(m3)
13_P.M.U. 4.12	36.84	2050
1_4bis	38.62	7530
4bis_8	37.76	10660
8_13	37.40	4770
P.M.U. 4.12	36.84	5490
	<b>tot</b>	<b>30500</b>

Il sistema di regolazione delle paratoie prevede il posizionamento delle portelle di valle, quelle immediatamente vicine al tombamento della via Tosca Fiesoli, aperte per 20 cm, valore che consente di tarare la massima portata in uscita dal sistema.

Le restanti portelle devono essere regolate in base alle portate in ingresso dalla rete fognaria, ipotizzando una apertura iniziale di 50 cm ed una chiusura progressiva in caso di eventi di piena consistenti.

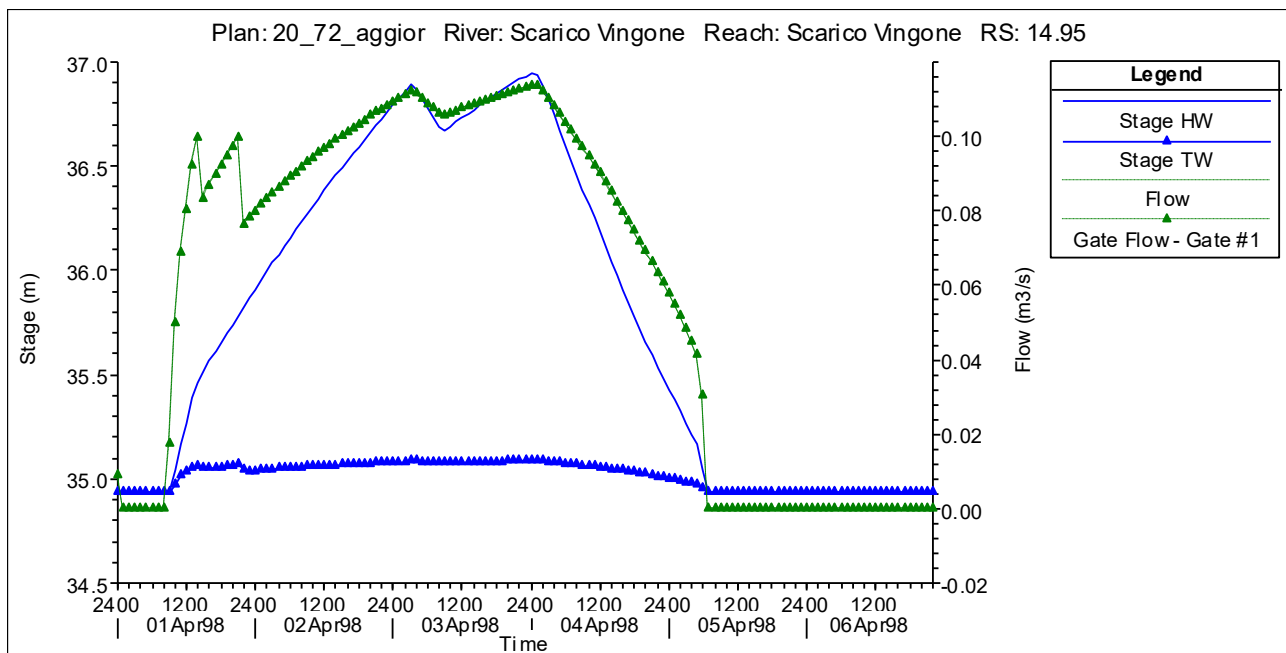
L'effetto di laminazione comunque risulta molto accentuato in questo scenario tanto che i volumi invasati e le portate laminate risultano ampiamente al di sotto di quanto prescritto nei paragrafi precedenti.

Di conseguenza anche un eventuale funzionamento del sistema ad efficienza idraulica ridotta dovuta ad una erronea movimentazione delle paratoie non porterebbe a sensibili riduzioni degli effetti di laminazione.

### 3.4.2 SIMULAZIONE EVENTO VENTENNALE CON DURATA DI 72 ORE

Il sistema deve riuscire ad invasare il volume calcolato nel precedente paragrafo 4.5 laminando i picchi di portata al di sotto della massima portata in uscita dal sistema allo stato attuale.

Di seguito si allegano gli idrogrammi delle portate in uscita dal modello idraulico che vanno ad immettersi nel Fosso Vingone.



Il valore di portata di picco in uscita dal canale risulta 0.11 mc/s, minore rispetto a 0.12 mc/s, valore di riferimento per lo stato attuale.

In termini di volumi le casse di accumulo forniscono un invaso pari a 31890 mc, valore superiore rispetto a 28201 mc precedentemente calcolato.

Storage Area	Altezza d'acqua	SA Volume
	(m s.l.m.)	(m3)
<b>13_P.M.U. 4.12</b>	36.95	2220
<b>1_4bis</b>	38.55	7370
<b>4bis_8</b>	37.85	11050
<b>8_13</b>	37.58	5340
<b>P.M.U. 4.12</b>	36.95	5910
	<b>tot</b>	<b>31890</b>

L'andamento del grafico delle portate in uscita risulta oscillante in quanto risente della movimentazione delle paratoie la cui regolazione è finalizzata ad ottimizzare l'effetto di laminazione dei picchi.

### 3.5 VARIANTE 01 AL PROGETTO ESECUTIVO

La variante si rende necessaria al fine di permettere la convivenza tra il nuovo canale oggetto della presente trattazione e la nuova Circonvallazione.

La realizzazione della strada comporta

1. Il restringimento di tratti del canale e nello specifico quello immediatamente a valle della rotatoria e quello a valle del manufatto sezionatore 3;
2. Il prolungamento del tratto tombato di accesso al PMU 4.12 al fine di sotto passare la nuova viabilità;
3. La realizzazione dei tratti tombati con un solo scatolare anziché con due.

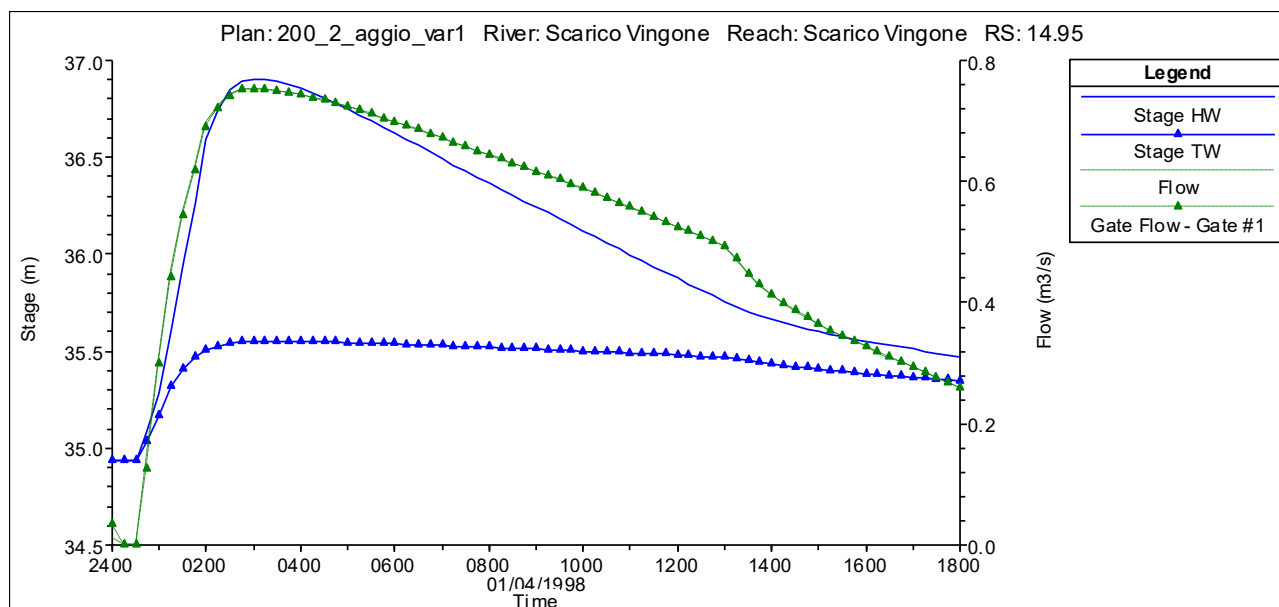
Tutte le modifiche non hanno ripercussione né sui volumi complessivamente invasati all'interno dell'opera, in quanto risultano comunque sufficienti alla laminazione richiesta, né sullo smaltimento delle portate di piena all'interno dell'opera tra settori adiacenti.

#### 3.5.1 SIMULAZIONE EVENTO CRITICO DUECENTENNALE CON DURATA DI 2 ORE

Il sistema deve riuscire a smaltire quelle che sono le portate di piena di un evento critico duecentennale di durata pari a 2 ore allo stato di progetto effettuando una laminazione delle portate di picco fino ai valori di portata critica ventennale relativi allo stato attuale.

Di seguito si allegano gli idrogrammi delle portate in uscita dal modello idraulico che vanno ad immettersi nel Fosso Vingone.





Il valore di portata duecentennale in uscita dal canale risulta 0.75 mc/s, minore di 0.86 mc/s valore di riferimento per lo stato attuale TR20. cautelativamente viene utilizzato come parametro di confronto non la portata duecentennale attuale ma quella ventennale attuale.

In termini di volumi le casse di accumulo forniscono un invaso pari a 29810 mc, valore superiore rispetto a 18776mc precedentemente calcolato.

Storage Area	Altezza d'acqua (m s.l.m.)	SA Volume (m <sup>3</sup> )
13_P.M.U. 4.12	36.91	1630
1_4bis	38.65	7600
4bis_8	37.95	9560
8_13	37.56	5270
P.M.U. 4.12	36.91	5750
	<b>tot</b>	<b>29810</b>

Il sistema di regolazione delle paratoie prevede il posizionamento delle portelle di valle, quelle immediatamente vicine al tombamento della via Tosca Fiesoli, aperte per 20 cm, valore che consente di tarare la massima portata in uscita dal sistema.

Le restanti portelle devono essere regolate in base alle portate in ingresso dalla rete fognaria, ipotizzando una apertura iniziale di 50 cm ed una chiusura progressiva in caso di eventi di piena consistenti.

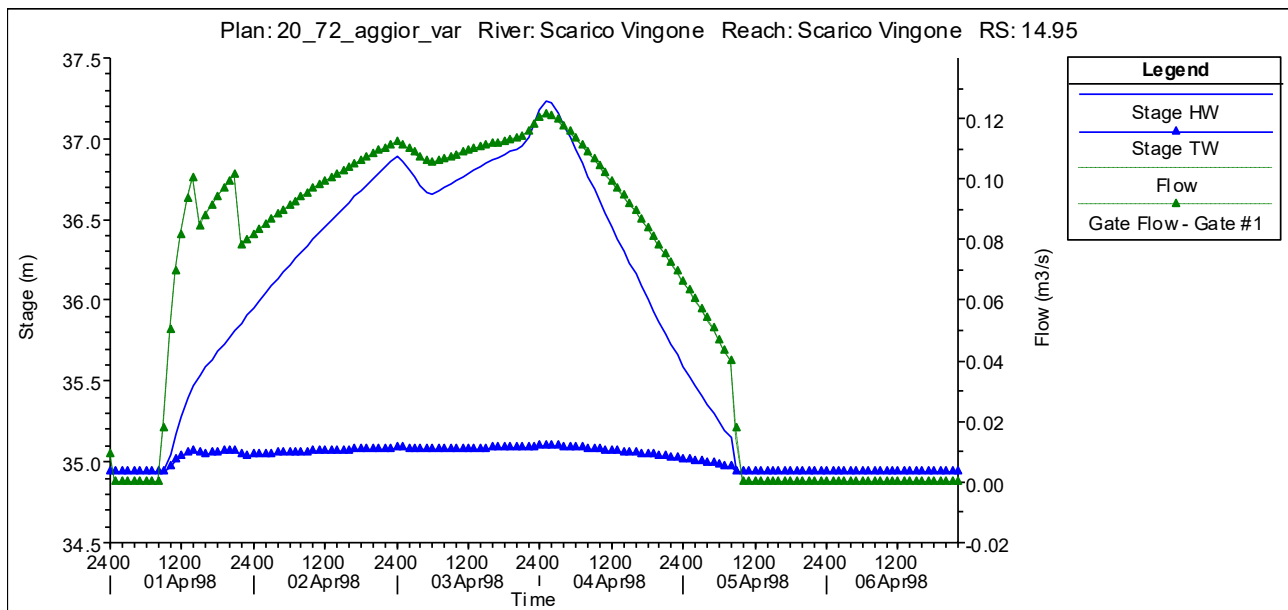
L'effetto di laminazione comunque risulta molto accentuato in questo scenario tanto che i volumi invasati e le portate laminate risultano ampiamente al di sotto di quanto prescritto nei paragrafi precedenti.

Di conseguenza anche un eventuale funzionamento del sistema ad efficienza idraulica ridotta dovuta ad una erronea movimentazione delle paratoie non porterebbe a sensibili riduzioni degli effetti di laminazione.

### 3.5.2 SIMULAZIONE EVENTO VENTENNALE CON DURATA DI 72 ORE

Il sistema deve riuscire ad invasare il volume calcolato nel precedente paragrafo laminando i picchi di portata al di sotto della massima portata in uscita dal sistema allo stato attuale.

Di seguito si allegano gli idrogrammi delle portate in uscita dal modello idraulico che vanno ad immettersi nel Fosso Vingone.



Il valore di portata di picco in uscita dal canale risulta 0.12 mc/s, uguale al valore di riferimento per lo stato attuale.

In termini di volumi le casse di accumulo forniscono un invaso pari a 31360 mc, valore superiore rispetto a 28201 mc precedentemente calcolato.

Storage Area	Altezza d'acqua (m s.l.m.)	SA Volume (m <sup>3</sup> )
13_P.M.U. 4.12	37.24	1990
1_4bis	38.55	7370
4bis_8	37.94	9550
8_13	37.61	5440
P.M.U. 4.12	37.24	7010
	<b>tot</b>	<b>31360</b>

L'andamento del grafico delle portate in uscita risulta oscillante in quanto risente della movimentazione delle paratoie la cui regolazione è finalizzata ad ottimizzare l'effetto di laminazione dei picchi.

Come si può notare la diminuzione dei volumi disponibili nelle vasche è compensata da un piccolo aumento dei livelli invasati ma senza tracimazione.

## **4 LOTTO FUNZIONALE 2 – STRALCIO PMU 4.12**

### **4.1 PROGETTO ESECUTIVO**

Sulla scorta delle indicazioni fornite nei progetti preliminari precedentemente descritti il progetto esecutivo concilia le esigenze di contenimento delle acque di pioggia con gli aspetti architettonici e funzionali del lotto urbanistico oggetto d'intervento.

Un'attenta valutazione delle aree disponibili per la realizzazione delle opere ha mostrato la necessità di apportare delle modifiche, solo geometriche, all'impianto di progetto preliminare di lotto 2 senza ovviamente andare a modificare la capacità d'invaso del canale di drenaggio.

Nello specifico non verrà realizzato un canale a sezione costante per tutta la lunghezza del lotto ma avrà le seguenti specifiche tecniche:

- una parte monte, che avrà le caratteristiche tipiche di un canale di scolo di larghezza netta pari a 6m, contenuto tra due muri in c.a. rivestiti in pietrame di altezza pari a 2.25m, per una lunghezza complessiva di 158m. Il canale sarà predisposto per la futura immissione del tratto di monte prevista nel progetto generale e del quale è prossima la stesura del progetto definitivo. Lungo il percorso del canale verranno realizzati due attraversamenti di 15m ciascuno che serviranno per collegare il nuovo distributore di carburante con la nuova viabilità di progetto prevista nel RUC;
- nella parte di valle invece verrà realizzata un'area di espansione propriamente detta che bilancerà la limitata capacità d'invaso della parte di monte.

A livello idraulico le modifiche non rappresentano variante al funzionamento complessivo dell'opera in quanto i volumi previsti dal progetto preliminare vengono completamente invasati.

Si sottolinea inoltre che il PUM 4.12 fornirà un invaso di molto superiore rispetto a quanto richiesto per le superfici effettivamente urbanizzate, la motivazione di questo va cercata nel funzionamento complessivo dell'opera che naturalmente tende ad invasare più volumi nella porzione di valle rispetto a quella di monte.

Di seguito si riporta il calcolo del volume di stoccaggio necessario al piano di lottizzazione.

### CALCOLO VOLUMI PER DURATA CRITICA 2H – TR200 PROGETTO/TR20 ATTUALE

Deflusso Attuale	0.15
Deflusso Progetto	0.65

	a	n	a	n
Curva TR20	45	0.4	45	0.27
Curva TR200	71	0.4	71	0.27

#### **Piovuto attuale TR20**

Durata di pioggia	2 h
H acqua piovuta	54.26 mm
H acqua netta	8.14 mm

#### **Piovuto progetto TR200**

Durata di pioggia	2 h
H acqua piovuta	85.61 mm
H acqua netta	55.65 mm

<b>H acqua da invasare</b>	47.51 mm
<b>S da urbanizzare</b>	6.5 ha

<b>V da stoccare</b>	3088 mc
----------------------	---------

### CALCOLO VOLUMI PER DURATA 72H – TR200 PROGETTO/TR20 ATTUALE

Deflusso Attuale	0.15
Deflusso Progetto	0.65

	a	n	a	n
Curva TR20	45	0.4	45	0.27
Curva TR200	71	0.4	71	0.27

#### **Piovuto attuale TR20**

Durata di pioggia	72 h
H acqua piovuta	142.79 mm
H acqua netta	21.42 mm

#### **Piovuto progetto TR20**

Durata di pioggia	72 h
H acqua piovuta	142.79 mm
H acqua netta	92.81 mm

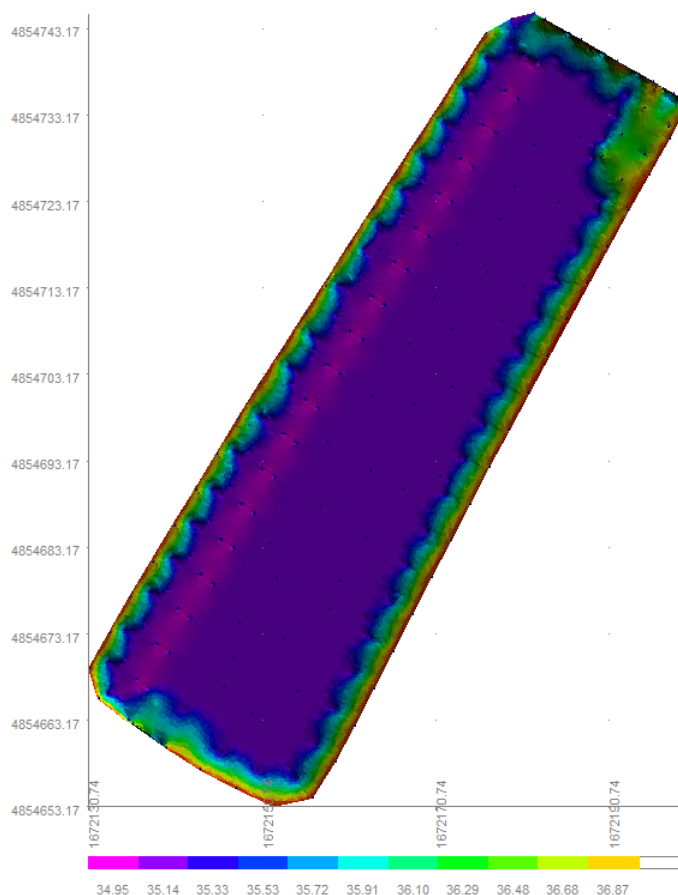
<b>H acqua da invasare</b>	71.39 mm
<b>S da urbanizzare</b>	6.5 ha

<b>V da stoccare</b>	4641 mc
----------------------	---------

Nello scenario peggiore il massimo volume da invasare è pari a 4641mc, mentre il canale è in grado di accumulare 7500mc. Il volume effettivamente invasato è stato confrontato anche con quello richiesto in fase di progetto preliminare per la storage area 15-17 (vedi paragrafi precedenti) la quale prevedeva di stoccare 9900mc in un tratto che però usciva fuori da quelli che sono i limiti fisici del lotto d'intervento attuale. Il volume recuperabile nel tratto di canale immediatamente a monte del lotto 4.12, e compreso nella storage area 15-17, fino a raggiungere la prima chiusa è

pari a 2400mc i quali sommati ai 7500mc del presente progetto forniscono il complessivo richiesto di 9900mc.

Il progetto prevede inoltre la realizzazione di un canale scatolare 100x80cm che convogli le acque del canale nel Fosso Vingone. Il manufatto di collegamento tra la cassa di espansione ed il canale scatolare sarà dotato di portelle a saracinesca azionabili a mano che consentano la chiusura della bocca di scarico ed il riempimento della cassa. Di seguito si allega la rappresentazione tridimensionale del DTM della cassa di espansione.



**Figura 9 – DTM VASCA DI ACCUMULO**

Il progetto prevede inoltre la realizzazione di 3 rampe di accesso al fondo alveo che garantiranno l'accessibilità dei mezzi di manutenzione.

Il nuovo canale sarà dotato di una fascia di rispetto assoluto di larghezza pari a 4 metri al fine di poterne effettuare la manutenzione.

L'immissione della nuova condotta scatolare nel Fosso Vingone avverrà con la demolizione dell'attuale muro arginale in c.a. e con il suo ripristino sempre in c.a. opportunamente modificato.

## 4.2 VARIANTE 01 AL PROGETTO ESECUTIVO

La variante al progetto esecutivo depositato e approvato modifica due tratti dell'opera idraulica contenuta all'interno del P.M.U. 4.12 che nel dettaglio sono quello di monte, che va dal futuro collegamento idraulico con il P.M.U. 4.11 al primo attraversamento, e il tratto compreso tra i due attraversamenti. Nello specifico il tratto a monte del primo attraversamento sarà realizzato costruendo due muri in scogliera a massi squadrati di altezza pari a 1 m in destra idraulica e di 2 m e 1 m in sinistra idraulica, rispettivamente nel tratto posto più a monte, di sviluppo di 40 m, e nel tratto più a valle per uno sviluppo di circa 43 m. Nei tratti dove il muro in scogliera presenta un'altezza di 1 m verranno formate delle scarpate in terra fino a raggiungere la quota del piano campagna di progetto.

Viceversa la variazione rispetto allo stato autorizzato del tratto di canale compreso tra i due attraversamenti non riguarda le dimensioni ma soltanto la tecnica costruttiva dei muri di sponda in quanto non verranno più realizzati in c.a. ma in scogliera a massi squadrati.

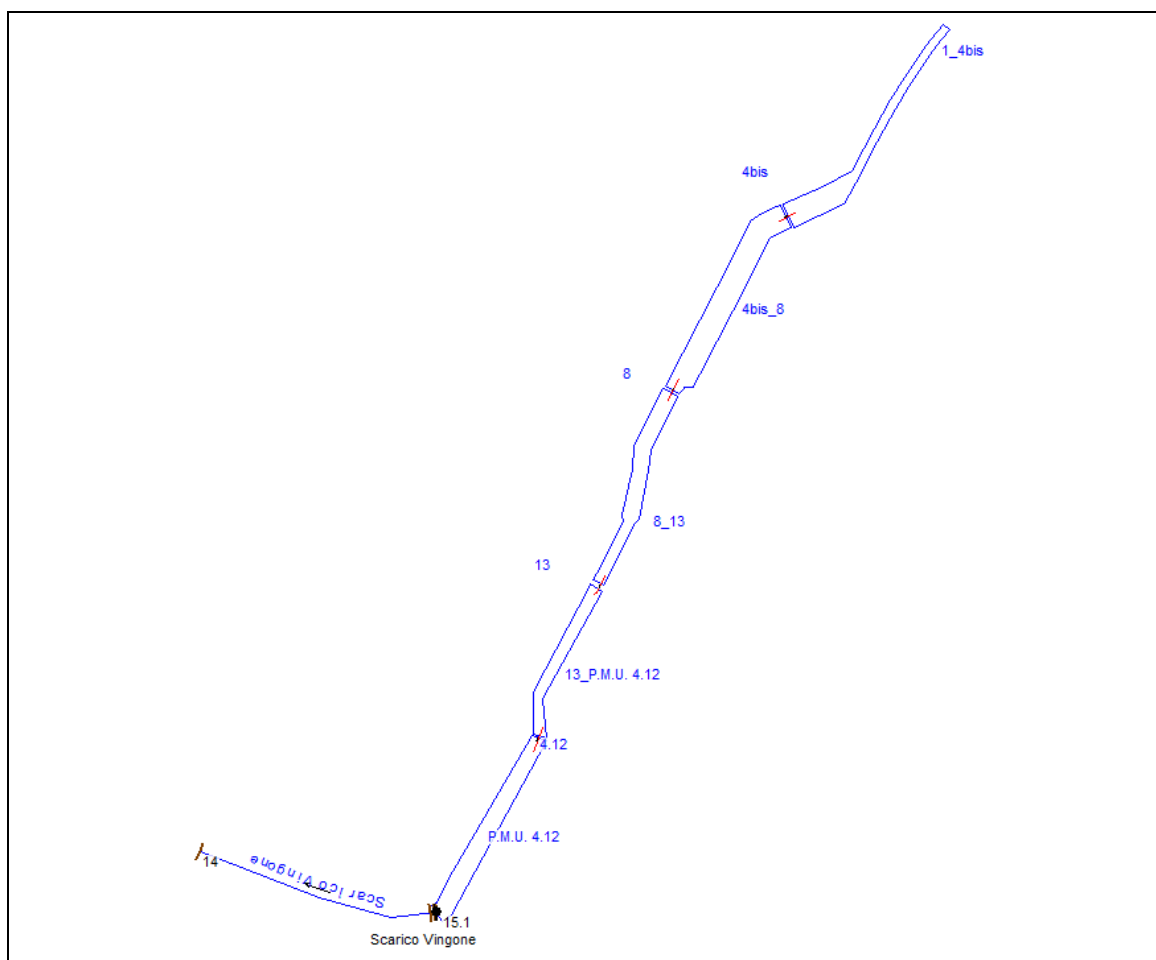
Le modifiche apportate al progetto comportano una lieve variazione della capacità d'invaso del canale che è stata opportunamente calcolata e inserita nel modello idraulico le cui simulazioni sono descritte ai paragrafi seguenti. Lo stato variato risponde a tutte le caratteristiche di invaso del precedente e conferma le prescrizioni imposte dagli enti autorizzatori.

### 4.2.1 DESCRIZIONE DEL MODELLO IDRAULICO

L'intervento di Lotto 2 è stato schematizzato come una serie di invasi successivi collegati tra loro attraverso delle connessioni dotate di paratoie mobili e sfioratori superficiali.

Gli input idrologici sono stati immessi direttamente nelle "storage area" in ragione della distribuzione effettiva di quelli che saranno i recapiti fognari delle nuove lottizzazioni. Ogni invaso così ha modo di attuare il proprio effetto di laminazione delle portate di piena con riferimento ai contributi effettivi in arrivo a quel tratto di canale.

La geometria utilizzata nelle precedenti fasi di progettazione è stata modificata suddividendo la cella di valle, denominata "17-15", in due celle, denominate da monte verso valle "13\_P.M.U. 4.12" e "P.M.U. 4.12", di cui quella di valle rappresenta esattamente il tratto di canale contenuto all'interno del P.M.U. 4.12. Sono state così modificate le curve d'invaso delle due aree sulla base delle geometrie di progetto. Di seguito si riporta lo schema di modellazione utilizzato per le verifiche idrauliche.



**Figura 10 – SCHEMA MODELLO IDRAULICO**

I diversi tratti del canale sono stati schematizzati attraverso la ricostruzione di curve d'invaso che ne rappresentino le geometrie di progetto.

La modellazione idraulica è stata indirizzata all'individuazione della metodologia di gestione delle paratoie di regolazione migliore al fine di massimizzare l'efficienza idraulica delle opere.

Il controllo dell'efficienza idraulica delle opere verrà effettuato sia sui valori di portata in uscita dal modello idraulico, che dovranno risultare minori di quelli di riferimento relativi allo stato attuale, sia sui volumi stoccati che dovranno essere superiori a quelli valutati precedentemente.

#### 4.2.2 SIMULAZIONE EVENTO CRITICO DUECENTENNALE CON DURATA DI 2 ORE

Il sistema deve riuscire a smaltire quelle che sono le portate di piena di un evento critico duecentennale di durata pari a 2 ore allo stato di progetto effettuando una laminazione delle portate di picco fino ai valori di portata critica ventennale relativi allo stato attuale.

Di seguito si allegano gli idrogrammi delle portate in uscita dal modello idraulico che vanno ad immettersi nel Fosso Vingone.



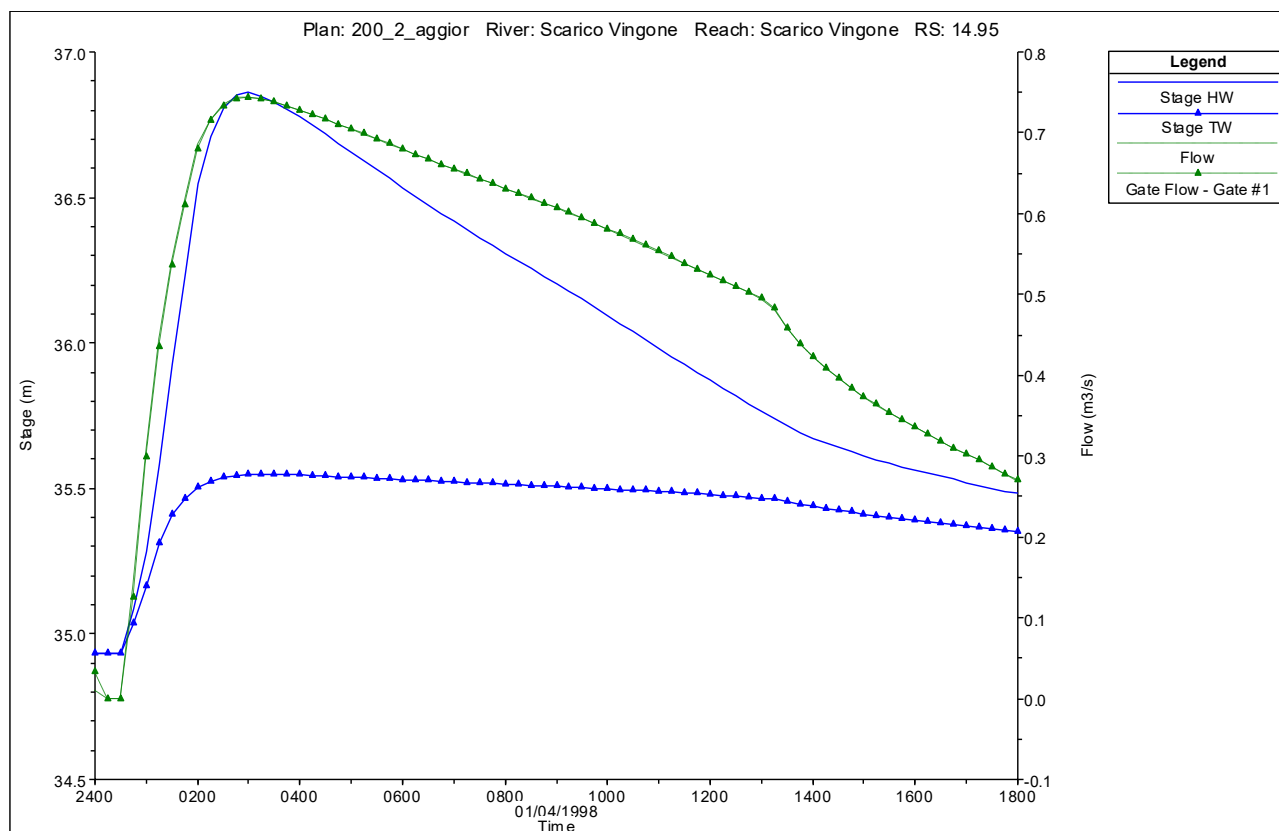


Figura 11. Andamento di portata e livelli del manufatto di chiusura del canale

Il valore di portata duecentennale in uscita dal canale risulta 0.75 mc/s, minore rispetto a 0.86 mc/s, valore di riferimento per un evento ventennale per lo stato attuale.

In termini di volumi le casse di accumulo forniscono un invaso pari a 29960 mc, valore superiore rispetto a 18776mc precedentemente calcolato.

Storage Area	Altezza d'acqua (m s.l.m.)	SA Volume (m3)
13_P.M.U. 4.12	36.86	2090
1_4bis	38.63	6570
4bis_8	37.8	10830
8_13	37.44	4890
P.M.U. 4.12	36.86	5580
	<b>tot</b>	<b>29960</b>

Il sistema di regolazione delle paratoie prevede il posizionamento delle portelle di valle, quelle immediatamente vicine al tombamento della via Tosca Fiesoli, aperte per 20 cm, valore che consente di tarare la massima portata in uscita dal sistema.

Le restanti portelle devono essere regolate in base alle portate in ingresso dalla rete fognaria, ipotizzando una apertura iniziale di 20 cm ed una chiusura progressiva in caso di eventi di piena consistenti.

L'effetto di laminazione comunque risulta molto accentuato in questo scenario tanto che i volumi invasati e le portate laminate risultano ampiamente al di sotto di quanto prescritto nei paragrafi precedenti.

Di conseguenza anche un eventuale funzionamento del sistema ad efficienza idraulica ridotta dovuta ad una erronea movimentazione delle paratoie non porterebbe a sensibili riduzioni degli effetti di laminazione.

Per quanto riguarda il solo P.M.U. 4.12 il volume massimo da invasare dovrebbe essere uguale o superiore a 3088 mc, come riportato al precedente paragrafo. Dalle simulazioni effettuate e dalla geometria di progetto risulta che il canale, nel tratto relativo alla P.M.U. 4.12, è in grado di accumulare 5580mc, valore superiore a quello richiesto ma necessario per bilanciare l'invaso di tutto il Lotto 2.

#### 4.2.3 SIMULAZIONE EVENTO VENTENNALE CON DURATA DI 72 ORE

Il sistema deve riuscire ad invasare il volume calcolato nel precedente paragrafo laminando i picchi di portata al di sotto della massima portata in uscita dal sistema allo stato attuale.

Di seguito si allegano gli idrogrammi delle portate in uscita dal modello idraulico che vanno ad immettersi nel Fosso Vingone.

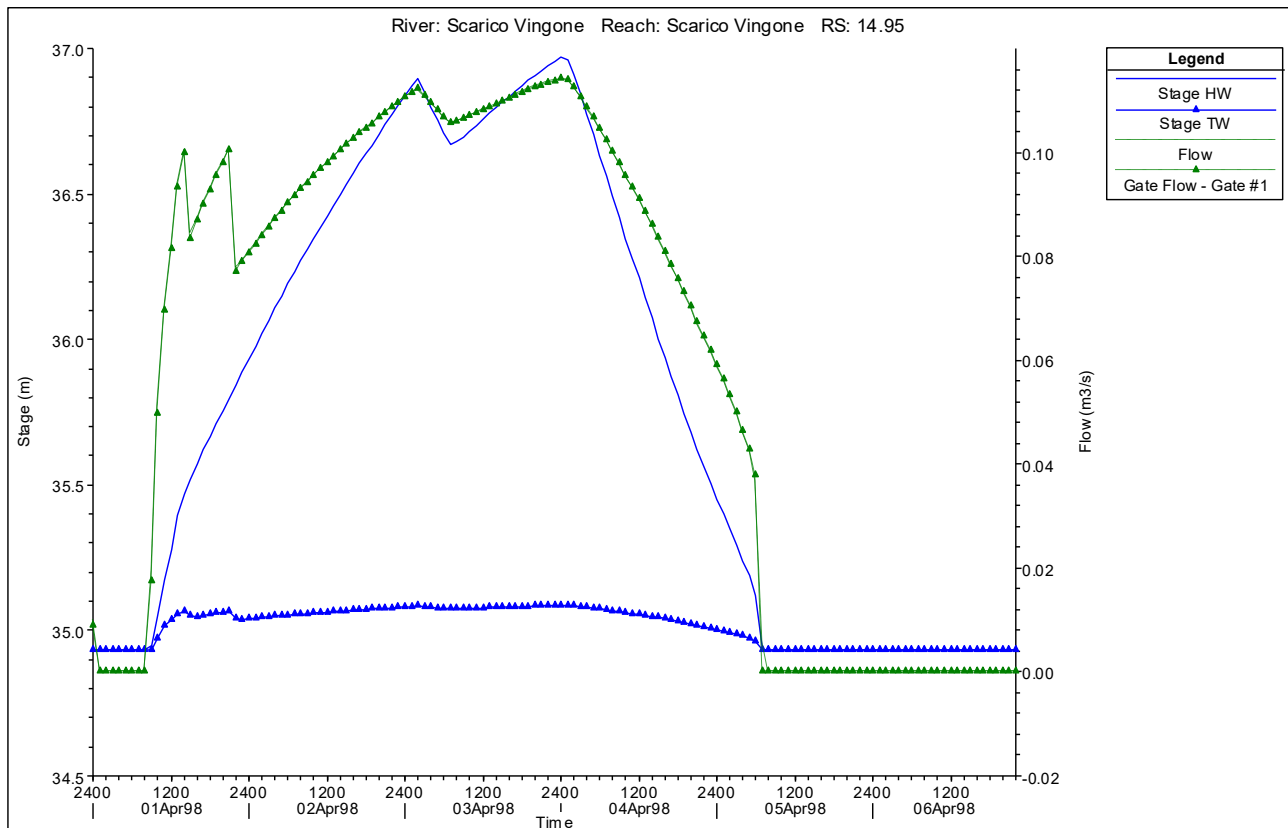


Figura 12. Andamento di portata e livelli del manufatto di chiusura del canale

Il valore di portata di picco in uscita dal canale risulta 0.11 mc/s, minore rispetto a 0.12 mc/s, valore di riferimento per lo stato attuale.

In termini di volumi, parametro assai più importante in questo scenario, le casse di accumulo forniscono un invaso pari a 31270 mc, valore superiore rispetto a 28201 mc precedentemente calcolato.

Storage Area	Altezza d'acqua	SA Volume
	(m s.l.m.)	(m3)
<b>13_P.M.U. 4.12</b>	36.97	2250
<b>1_4bis</b>	38.55	6390
<b>4bis_8</b>	37.9	11290
<b>8_13</b>	37.58	5340
<b>P.M.U. 4.12</b>	36.97	6000
	<b>tot</b>	<b>31270</b>

L'andamento del grafico delle portate in uscita risulta oscillante in quanto risente della movimentazione delle paratoie la cui regolazione è finalizzata ad ottimizzare l'effetto di laminazione dei picchi.

Per quanto riguarda il solo P.M.U. 4.12 il volume massimo da invasare dovrebbe essere uguale o superiore a 4641 mc, come riportato al precedente paragrafo. Dalle simulazioni effettuate e dalla geometria di progetto risulta che il canale, nel tratto relativo alla P.M.U. 4.12, è in grado di accumulare 6000 mc, valore superiore a quello richiesto ma necessario per bilanciare l'invaso di tutto il Lotto 2.

#### 4.2.4 CONFRONTO CON I RISULTATI DEL PROGETTO ESECUTIVO

Al fine di confrontare i risultati delle simulazioni idrauliche ottenuti con le geometrie relative al progetto esecutivo e alla presente variante, si riporta di seguito la tabella riassuntiva dei due scenari analizzati, TR200 con durata 2 ore e TR20 con durata 72 ore.

Storage Area	Profile	Plan	W.S. Elev (m)	SA Min El (m)	SA Volume (1000 m3)
13_P.M.U. 4.12	Max WS	20_72_aggior	36.97	35.00	2.25
13_P.M.U. 4.12	Max WS	200_2_aggior	36.86	35.00	2.09
1_4bis	Max WS	20_72_aggior	38.55	35.50	6.39
1_4bis	Max WS	200_2_aggior	38.63	35.50	6.57
1_4bis	Max WS	20_72_Ring	38.55	35.50	6.39
1_4bis	Max WS	200_2_Ring	38.57	35.50	6.44
4bis_8	Max WS	20_72_aggior	37.90	35.39	11.29
4bis_8	Max WS	200_2_aggior	37.80	35.39	10.83
4bis_8	Max WS	20_72_Ring	37.70	35.39	10.36
4bis_8	Max WS	200_2_Ring	37.71	35.39	10.43
8_13	Max WS	20_72_aggior	37.58	35.28	5.34
8_13	Max WS	200_2_aggior	37.44	35.28	4.89
8_13	Max WS	20_72_Ring	37.58	35.28	5.34
8_13	Max WS	200_2_Ring	37.35	35.28	4.60
P.M.U. 4.12	Max WS	20_72_aggior	36.97	34.90	6.00
P.M.U. 4.12	Max WS	200_2_aggior	36.86	34.90	5.58
17_15	Max WS	20_72_Ring	36.92	34.90	9.49
17_15	Max WS	200_2_Ring	36.79	34.90	8.73

Figura 13. Tabella riassuntiva dei risultati delle simulazioni

La “storage area” denominata nel precedente modello “17\_15” corrisponde alla somma delle casse denominate “13\_P.M.U. 4.12” e “P.M.U. 4.12”; sommando i due volumi si ottiene:

- ✓ 8.25 (1000 m3) per lo scenario TR20 e D=72 ore
- ✓ 7.67 (1000 m3) per lo scenario TR200 e D=2 ore.

Da quanto sopra riportato si evince che all’interno del canale i livelli che si ottengono nello stato di variante risultano uguali o leggermente più alti rispetto a quelli del progetto esecutivo, soprattutto nel tratto schematizzato con la “storage area” “4bis\_8” dove si ha un aumento di 20 cm per lo scenario TR20 anni e durata 72 ore. I livelli maggiori ottenuti nello stato di variante sono motivabili dal fatto che la chiusura delle portelle dei vari tratti di canale è regolata sui livelli che si hanno in corrispondenza della chiusura della vasca posta nell’area di valle del P.M.U. 4.12. La chiusura risulta anticipata rispetto a quanto simulato nel progetto esecutivo per la minore capacità d’invaso del canale di monte del P.M.U. 4.12 e comporta una trattenuta di volumi d’acqua maggiore all’interno di tutte le “storage area”. I livelli ottenuti risultano comunque tranquillamente contenuti all’interno delle sommità delle sponde e comportano, così come nel precedente stato di progetto, la messa in funzione delle gavete con funzione di troppo pieno poste sui manufatti in c.a. di chiusura dei vari tratti di canale.

#### 4.3 VARIANTE 02 AL PROGETTO ESECUTIVO

La variante si è resa necessaria al fine di rendere compatibile il canale con la nuova viabilità pubblica definita "Circonvallazione di Campi Bisenzio: Prolungamento della Circonvallazione Sud da Via Barberinese alla nuova rotatoria di Capalle". Approvazione aggiornamento del progetto di fattibilità tecnica ed economica, della quale è stato approvato il progetto di fattibilità con DELIBERA 39 della GIUNTA COMUNALE del 03/04/2018.

La variante verrà formalizzata in variante finale al permesso di costruire rilasciato per l'opera idraulica dal Comune di Campi Bisenzio e modifica il progetto originario nei seguenti aspetti specifici:

- Adeguamento planimetrico delle sommità arginali con spostamento verso est delle arginature in destra idraulica al fine di mantenere una distanza di almeno 3 metri dal piede della nuova scarpata stradale;
- Realizzazione di un unico attraversamento in manufatti scatolari in cls 3.00x2.00m di lunghezza complessiva di circa 70m in sostituzione dei due ponti prefabbricati presenti nella versione autorizzata. I manufatti scatolari sono della stessa tipologia già autorizzata per la porzione di monte del canale facente parte delle opere di urbanizzazione del piano urbanistico PC3;
- Diversa tipologia di scarico nel Fosso Vingone al fine di evitare la parziale demolizione dei muri arginali esistenti. Nello specifico si procederà alla sola realizzazione di un foro di collegamento di dimensioni 80x80cm con il pozzetto di valle della nuova linea fognaria. Il pozzetto di fondo della linea sarà prefabbricato di dimensioni interne 150x150cm e verrà posato in adiacenza alla parete arginale. Sulla parete stessa verrà poi installata la portella a clapet;
- La tubazione scatolare prefabbricata verrà sostituita con una tubazione corrugata in PEAD DN80 in quanto la tipologia di tubazione permette la posa di monconi lunghi 6m con ingombri in termini di peso e di lavorazioni molto più ridotti. Il tutto al fine di limitare al massimo la permanenza del cantiere in una viabilità estremamente trafficata da mezzi pesanti a servizio delle attività industriali vicine. La dimensione della condotta risulta idonea alle portate da smaltire in quanto le opere idrauliche a monte effettuano le necessarie laminazione delle portate di piena.

##### 4.3.1 DESCRIZIONE DEL MODELLO IDRAULICO

L'intervento di lotto 2 è stato schematizzato come una serie di invasi successivi collegati tra loro attraverso delle connessioni dotate di paratoie mobili e sfioratori superficiali.

Gli input idrologici sono stati immessi direttamente nelle "storage area" in ragione della distribuzione effettiva di quelli che saranno i recapiti fognari delle nuove lottizzazioni. Ogni invaso

così ha modo di attuare il proprio effetto di laminazione delle portate di piena con riferimento ai contributi effettivi in arrivo a quel tratto di canale.

Di seguito si riporta lo schema di modellazione utilizzato per le verifiche idrauliche nel progetto esecutivo complessivo aggiornato nei volumi di stoccaggio come da modifica di variante 1 di LOTTO 2.

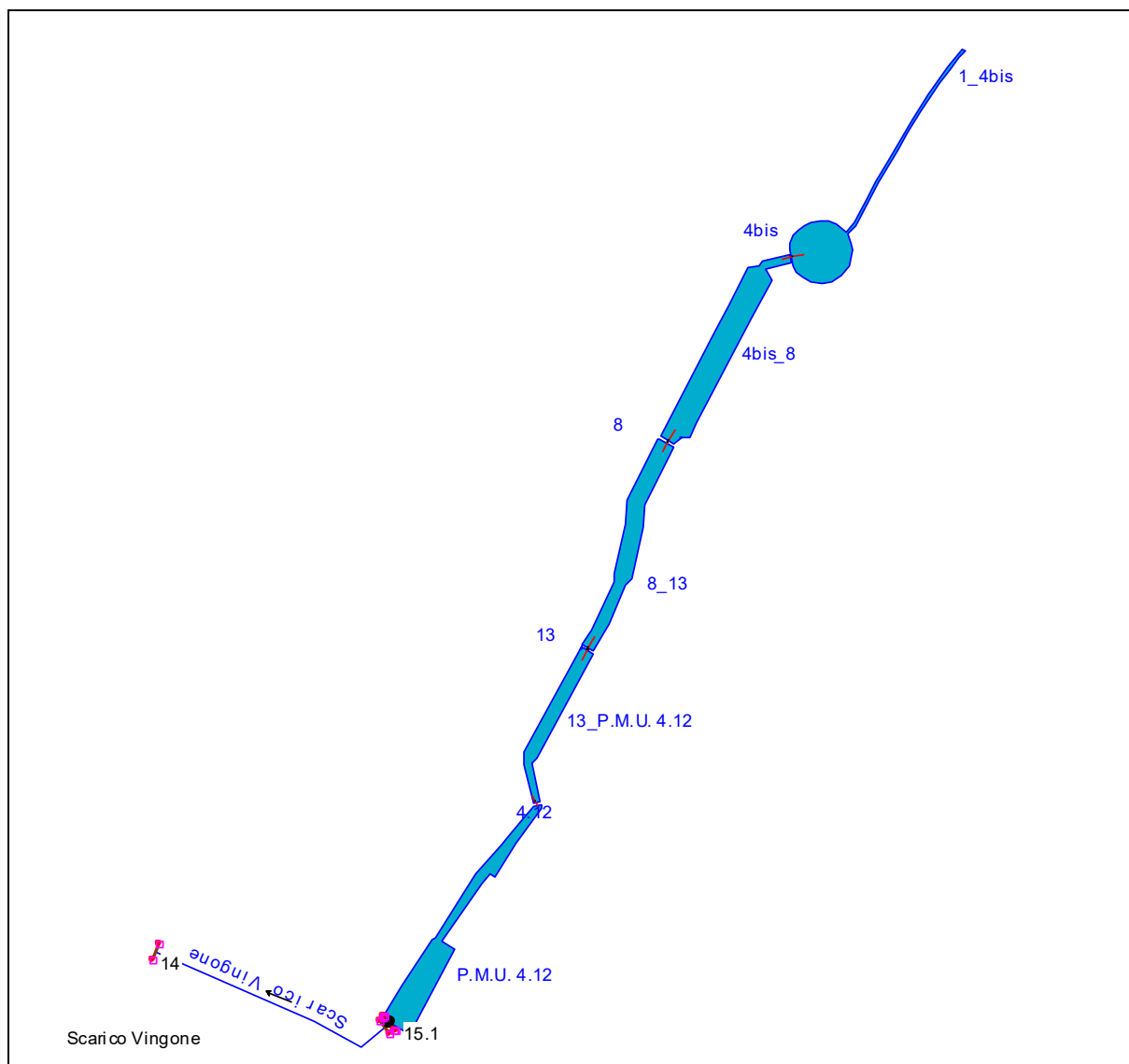


Figura 14 – SCHEMA MODELLO IDRAULICO PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE 1 DI LOTTO 2

I diversi tratti del canale sono stati schematizzati attraverso la ricostruzione di curve d'invaso che ne rappresentino le geometrie di progetto.

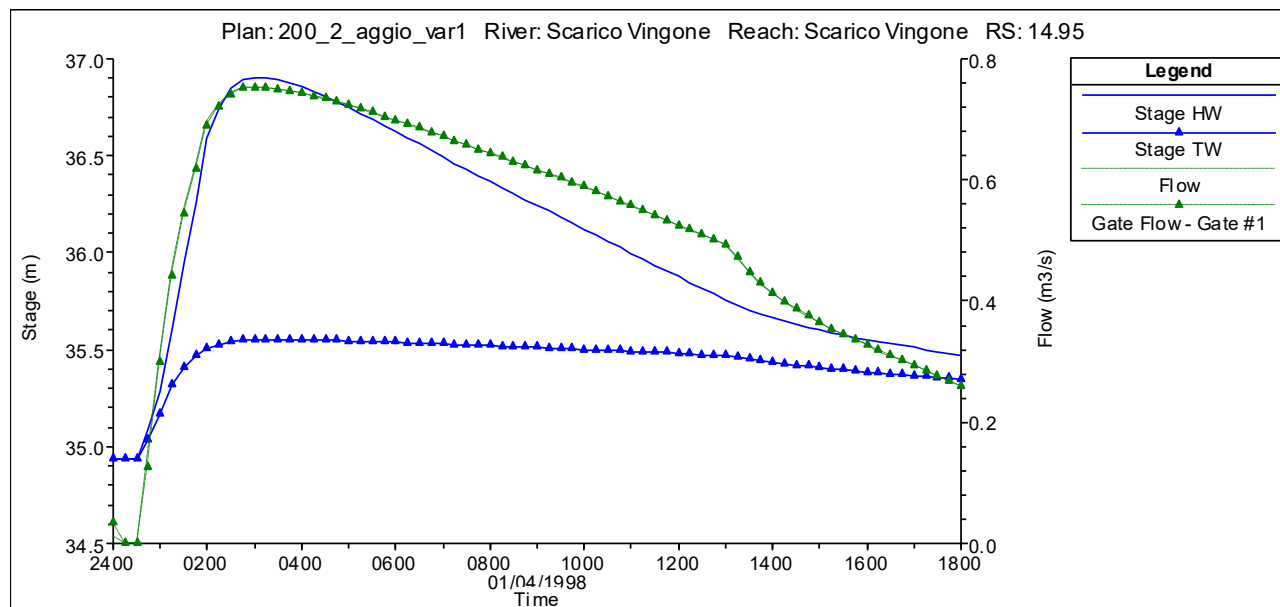
La modellazione idraulica è stata indirizzata all'individuazione della metodologia di gestione delle paratoie di regolazione migliore al fine di massimizzare l'efficienza idraulica delle opere.

Il controllo dell'efficienza idraulica delle opere verrà effettuato sia sui valori di portata in uscita dal modello idraulico, che dovranno risultare minori di quelli di riferimento relativi allo stato attuale, sia sui volumi stoccati che dovranno essere superiori a quelli valutati nel precedente paragrafo.

#### 4.3.2 SIMULAZIONE EVENTO CRITICO DUECENTENNALE CON DURATA DI 2 ORE

Il sistema deve riuscire a smaltire quelle che sono le portate di piena di un evento critico duecentennale di durata pari a 2 ore allo stato di progetto effettuando una laminazione delle portate di picco fino ai valori di portata critica ventennale relativi allo stato attuale.

Di seguito si allegano gli idrogrammi delle portate in uscita dal modello idraulico che vanno ad immettersi nel Fosso Vingone.



Il valore di portata duecentennale in uscita dal canale risulta 0.75 mc/s, minore di 0.86 mc/s valore di riferimento per lo stato attuale TR20. cautelativamente viene utilizzato come parametro di confronto non la portata duecentennale attuale ma quella ventennale attuale.

In termini di volumi le casse di accumulo forniscono un invaso pari a 29810 mc, valore superiore rispetto a 18776mc precedentemente calcolato.

Storage Area	Altezza d'acqua (m s.l.m.)	SA Volume (m <sup>3</sup> )
13_P.M.U. 4.12	36.91	1630
1_4bis	38.65	7600
4bis_8	37.95	9560
8_13	37.56	5270
P.M.U. 4.12	36.91	5750
	<b>tot</b>	<b>29810</b>

Il sistema di regolazione delle paratoie prevede il posizionamento delle portelle di valle, quelle immediatamente vicine al tombamento della via Tosca Fiesoli, aperte per 20 cm, valore che consente di tarare la massima portata in uscita dal sistema.



Le restanti portelle devono essere regolate in base alle portate in ingresso dalla rete fognaria, ipotizzando una apertura iniziale di 50 cm ed una chiusura progressiva in caso di eventi di piena consistenti.

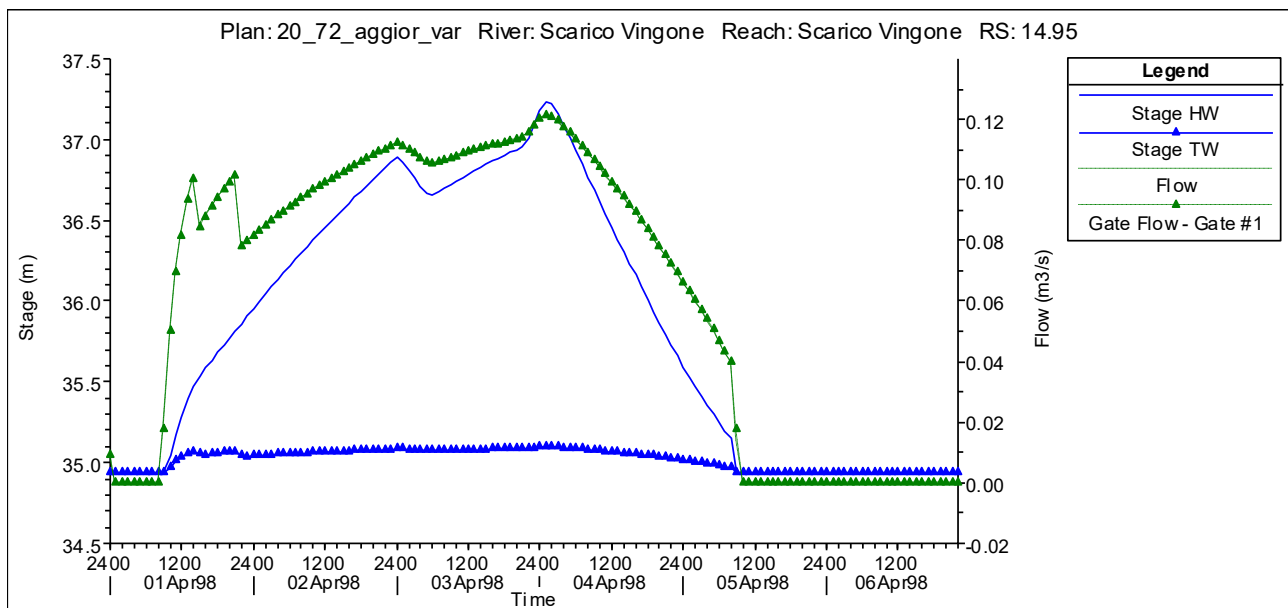
L'effetto di laminazione comunque risulta molto accentuato in questo scenario tanto che i volumi invasati e le portate laminate risultano ampiamente al di sotto di quanto prescritto nei paragrafi precedenti.

Di conseguenza anche un eventuale funzionamento del sistema ad efficienza idraulica ridotta dovuta ad una erronea movimentazione delle paratoie non porterebbe a sensibili riduzioni degli effetti di laminazione.

#### 4.3.3 SIMULAZIONE EVENTO VENTENNALE CON DURATA DI 72 ORE

Il sistema deve riuscire ad invasare il volume calcolato nel precedente paragrafo laminando i picchi di portata al di sotto della massima portata in uscita dal sistema allo stato attuale.

Di seguito si allegano gli idrogrammi delle portate in uscita dal modello idraulico che vanno ad immettersi nel Fosso Vingone.



Il valore di portata di picco in uscita dal canale risulta 0.12 mc/s, uguale al valore di riferimento per lo stato attuale.

In termini di volumi le casse di accumulo forniscono un invaso pari a 31360 mc, valore superiore rispetto a 28201 mc precedentemente calcolato.

Storage Area	Altezza d'acqua	SA Volume
	(m s.l.m.)	(m3)
<b>13_P.M.U. 4.12</b>	37.24	1990
<b>1_4bis</b>	38.55	7370
<b>4bis_8</b>	37.94	9550
<b>8_13</b>	37.61	5440
<b>P.M.U. 4.12</b>	37.24	7010
	<b>tot</b>	<b>31360</b>

#### 4.3.4 NECESSITÀ SPECIFICHE RELATIVE AL PMU 4.12 OGGETTO DELLA VARIANTE

Il PMU 4.12, come evidenziato al paragrafo 4.1, necessita per l'evento più gravoso di 72h di un volume di invaso pari a 4641mc rispetto ad un volume disponibile pari a 7010m, con un esubero di 2369mc.

La realizzazione della nuova viabilità comporta una riduzione della volumetria della vasca di accumulo in ragione di 65mq nella porzione di monte e 670mq nella porzione di valle.

Nel tratto intermedio la sezione utile di invaso viene ridotta per la realizzazione di un manufatto scatolare in sostituzione dei due attraversamenti.

La riduzione complessiva del volume disponibile risulta, come da tabella allegata di seguito, pari a 2063mc.

Tale valore risulta minore rispetto all'esubero precedentemente calcolato pari a 2369mc e pertanto la riduzione comporta comunque una disponibilità di volume congrua al fine della laminazione dei picchi di scarico.

VOLUME SOTTRATTO NEL TRATTO DI VALLE	
	m slm
Quota fondo vasca valle	35,10
Quota massimo invaso	37,24
Battente atteso valle	2,14
	mq
Superficie sottratta totale	670,00
	mc
<b>Volume sottratto</b>	<b>1433,80</b>

VOLUME SOTTRATTO NEL TRATTO DI MONTE	
	m slm
Quota fondo vasca monte	35,20
Quota massimo invaso	37,24
Battente atteso monte	2,04
	mq
Superficie sottratta totale	82,00
	mc
<b>Volume sottratto</b>	<b>167,28</b>

VOLUME SOTTRATTO NEL TRATTO INTERMEDIO				
	Lunghezza	Larghezza	Altezza battente	Volume
	m	m	m	mc
Volume attuale sezione	70,00	6,00	2,10	882,00
Volume progetto sezione	70,00	3,00	2,00	420,00
<b>Volume sottratto</b>				<b>462,00</b>

VOLUME SOTTRATTO TOTALE	
	mc
	<b>2063,08</b>

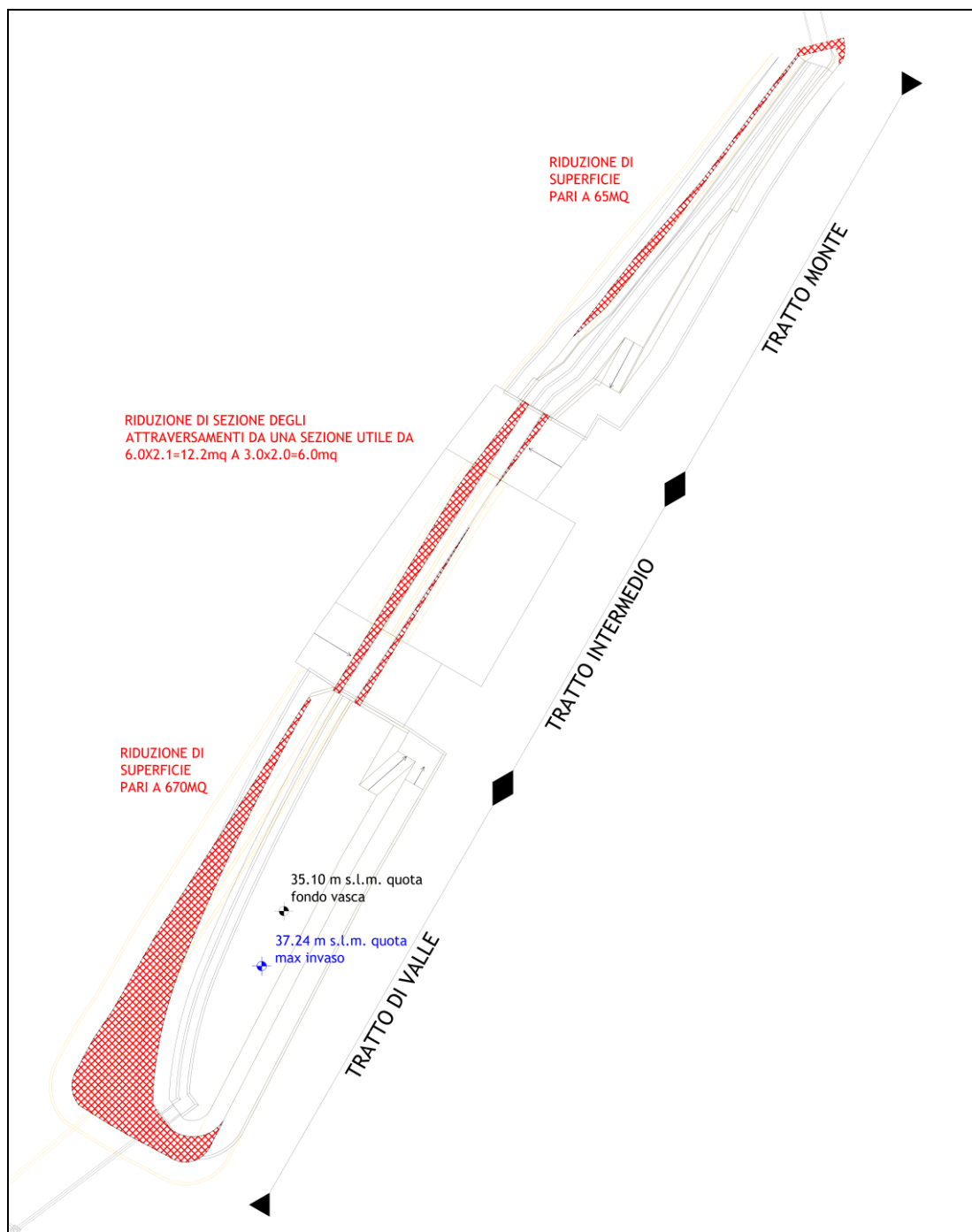


Figura 15 – RAPPRESENTAZIONE DELLE AREE SOTTRATTE ALLA VASCA

## 5 CASSA VINGONE LUPO CE-VL

Il Piano di Lottizzazione risulta vincolato alla realizzazione di quota parte dalla Cassa di espansione VINGONE – LUPO CE-VL in forza della DELIBERAZIONE DELLA GIUNTA COMUNALE N. 64 DEL 09/06/2015 “Approvazione dello schema di ripartizione della spesa per aree ed opere inerenti la messa in sicurezza idraulica e l’auto contenimento relativa alla

realizzazione della Cassa di Espansione Vingone Lupo” in ragione di un ammontare di quadro economico pari a € 412.755,63.

Ad oggi l'intera opera risulta in corso di ultimazione da parte del Consorzio di Bonifica Medio Valdarno.

## 6 STATO DI ATTUAZIONE DEL PROGETTO ESECUTIVO DI LOTTO FUNZIONALE 2 E DELLO STRALCIO 4.12

Ad oggi tutto il LOTTO FUNZIONALE 2 risulta completato e collaudato.

## 7 FATTIBILITA' IDRAULICA DELL'INTERVENTO

Le prescrizioni in merito alla fattibilità idraulica riguardano due aspetti principali:

- Laminazione delle portate scaricate dovute alla variata permeabilità;
- Valutazione della condizione di pericolosità idraulica ed eventuali opere compensative.

In merito al primo punto si rimanda allo stato di attuazione delle opere idrauliche dei paragrafi precedenti le quali ottemperano completamente a quanto richiesto dalla vigente normativa.

In merito al secondo punto il nuovo piano strutturale di recente approvazione è corredato dalla nuova cartografia di pericolosità idraulica che è stata recepita anche dall'Autorità di Distretto Appennino Centrale modificando le cartografie del Piano Gestione Rischio Alluvioni.

Nello specifico la tavola di riferimento risulta essere la I.06 ovvero quella relativa alla Pericolosità Idraulica ai sensi del DPGR 53/R nella quale l'area di lottizzazione non risulta interessata da fenomeni di allagamento.

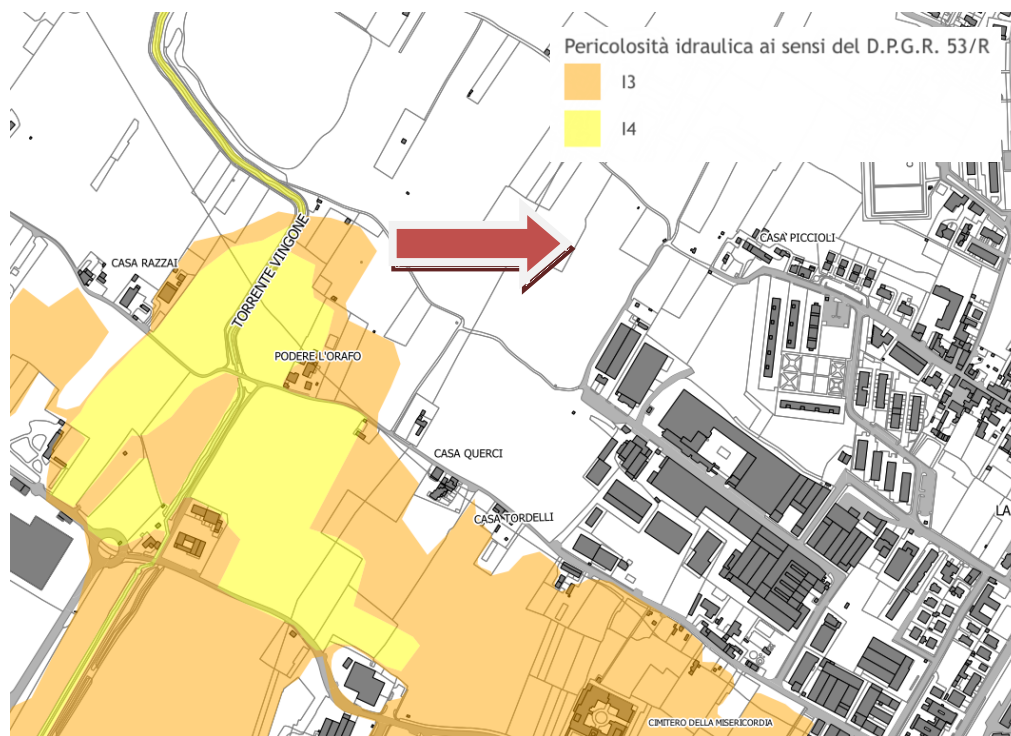


Figura 16 – PERICOLOSITA' IDRAULICA PIANO STRUTTURALE APPROVATO

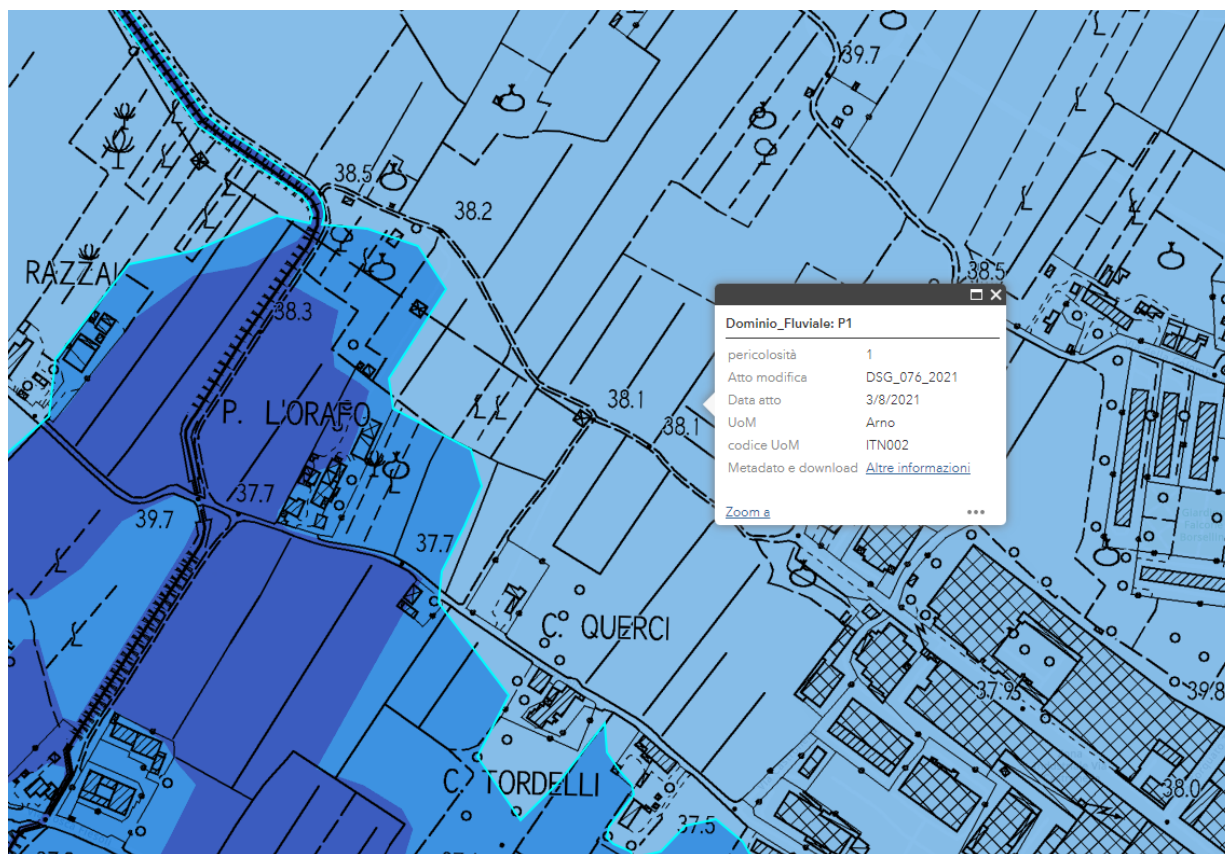


Figura 17 – PERICOLOSITA' IDRAULICA PGRA

## 8 CONCLUSIONI

La fattibilità dell'intervento non è condizionata da vincoli di pericolosità idraulica in quanto il lotto non è interessato da allagamenti.

In merito alla variata permeabilità dei suoli gli scarichi meteorici della nuova lottizzazione risultano compensati all'interno del nuovo canale denominato RING DI LOTTO FUNZIONALE 2 E STRALCIO 4.12 il quale risulta realizzato e collaudato.

FIRMA

DOTT. ING. CRISTIANO CAPPELLI