



# COMUNE DI AREZZO

## Assessorato Urbanistica

Servizio Pianificazione Urbanistica e Governo del Territorio

Piano Strutturale  
2019



PS  
PS

## B Quadro conoscitivo

### B1 Relazione illustrativa - Indagini geologiche e idrauliche

**Sindaco**  
Alessandro Ghinelli

**Assessore all'Urbanistica**  
Marco Sacchetti

**Responsabile del Procedimento**  
Ing. Paolo Frescucci

RTI Raggruppamento Temporaneo di Professionisti

**Studio D:RH Architetti associati**

*Arch. Sergio Dinale*

**Criteria srl**

*Arch. Paolo Falqui*

**Arch. Luca Di Figlia**

**Dott. Pian.t. Matteo Scamporrino**

**Avv. Agostino Zanelli Quarantini**

# B1.2

## Relazione Idrologica-Idraulica

Garante dell'informazione e della partecipazione

**Dott.ssa Daniela Farsetti**

Dirigente Servizio Pianificazione Urbanistica

**Ing. Paolo Frescucci**

Dirigente Servizio Ambiente

**Ing. Giovanni Baldini**

Dirigente Servizio Progettazione Opere Pubbliche

**Ing. Antonella Fabbianelli**

Dirigente Progetto per lo sviluppo delle attività economiche negli ambiti Edilizia e SUAP e promozione del territorio

**Ing. Paolo Frescucci**

Direttore Ufficio Mobilità

**Ing. Roberto Bernardini**

Direttore Ufficio Programmazione e Sviluppo Economico del Territorio

**Dott.ssa Stefania Guidelli**

Direttore Ufficio Edilizia

**Geom. Gianna Pezuoli**

**Ufficio del Piano**

Arch. Omero Angeli

Dott.ssa Antonella Benocci

Sig. Matteo Borri

Dott.ssa Francesca Calabri

Arch. Fulvia Comanducci

Arch. Elisabetta Dreassi

Geol. Alessandro Forzoni

Geom. Valentina Mazzoni

Dott. Vincenzo Oliva

Arch. Laura Pagliai

Ing. Deborah Romei

Arch. Laura Rogialli

Geol. Annalisa Romizi

Pianificatore Territoriale Lorenzo Spadaccini

Sig.ra Fiorenza Verdelli

**Gruppo di progettazione**

**Studio D:RH Architetti associati**

Arch. Sergio Dinale

Arch. Paola Rigonat Hugues

Arch. Enrico Robazza

Arch. Kristiana D'Agnolo

Dott. Pian.t. Giulio Brocco

**Criteria srl**

Arch. Paolo Falqui

Ing. Paolo Bagliani

Ing. Roberto Ledda

Biol. Patrizia Carla Sechi

Geol. Andrea Soriga

Arch. Laura Zanini

Dott.ssa Giulia Cubadda

Dott. Riccardo Frau

Arch. Veronica Saddi

Ing. Gianfilippo Serra

Dott. Vittorio Serra

Dott.ssa Cinzia Marcella Orrù

Arch. Salvatore Manca

**Indagini geologiche e idrauliche**

Geol. Maurizio Costa

Geol. Antonio Pitzalis

Ing. Nicola Buchignani (Prima STP)

Ing. Pietro Chiavaccini

Ing. Elisa Formica

**Dott. Pian.t. Matteo Scamporrino**

**Arch Luca Di Figlia**

**Avv. Agostino Zanelli Quarantini**

## Indice generale

<b>INTRODUZIONE.....</b>	<b>3</b>
<b>BACINO DI RIFERIMENTO.....</b>	<b>3</b>
<b>IDROLOGIA.....</b>	<b>5</b>
<b>PLUVIOMETRIA.....</b>	<b>5</b>
<b>TRASFORMAZIONE AFFLUSSI-DEFLUSSI.....</b>	<b>6</b>
<b>PERDITE IDROLOGICHE.....</b>	<b>7</b>
<b>MODELLI IDROLOGICI.....</b>	<b>9</b>
TORRENTE CASTRO.....	9
TORRENTE VINGONE.....	16
FOSSATONE.....	19
RIO DELLE QUERCE.....	22
FOSSO A NORD DI SAN ZENO.....	26
RIO DELL'OLMO.....	28
RIO DI RIOLO.....	31
RIO DEL MATTO.....	34
RIO DELLA DOCCIA.....	36
RIO DELLE LAME.....	39
RIO DELLA VALLE.....	40
RIO DI POLICIANO.....	42
FOSSO DEL RIOLO.....	44
RIO GROSSO.....	46
RIO DI VITIANO.....	49
TORRENTE LOTA.....	52
BORRO DEL MARANCIONE.....	55
FOSSO DEL FUSATO.....	59
FOSSO DEL FELCAIO.....	61
FOSSO DELLE CAPANNELLE.....	63
FOSSO DI SAN PIETRO.....	65
BORRO DELLA DOCCIA.....	68
FOSSO DELL'ONTANETO.....	70
FOSSO DELLA GROTTA.....	72
BACINO QUARATA.....	74
RIO DI BURLAZZO.....	76

TORRENTE LA CHIASSA.....	79
FOSSO DI MONTE.....	83
BACINI MINORI.....	85
<b>STUDIO IDRAULICO.....</b>	<b>89</b>
<b>CONDIZIONI AL CONTORNO.....</b>	<b>90</b>
<b>ANALISI IN MOTO PERMANENTE.....</b>	<b>90</b>
<b>ANALISI IN MOTO VARIO.....</b>	<b>100</b>
Parte a sud.....	102
Parte a nord.....	114
Torrente Chiassa.....	119
Parte sud-ovest.....	123
Torrente Castro.....	126
Torrente Vingone e Fossatone.....	158
Bacini minori.....	164
<b>SITUAZIONI PARTICOLARI.....</b>	<b>169</b>
<b>Confluenza Castro-Bicchieraia.....</b>	<b>170</b>
<b>Confluenza T. Covole-F. Peneto.....</b>	<b>176</b>
<b>Torrente Vingone a Valle della Ferrovia.....</b>	<b>180</b>
<b>DEFINIZIONE DELLE PERICOLOSITA'.....</b>	<b>183</b>
<b>Quadro normativo di riferimento.....</b>	<b>183</b>
<b>Metodologia adoperata per la definizione della pericolosità idraulica.....</b>	<b>183</b>
<b>Interpretazione della sovrapposizione con le aree a pericolosità idraulica secondo PGRA</b> .....	<b>184</b>
<b>DEFINIZIONE DELLA MAGNITUDO.....</b>	<b>185</b>
<b>Determinazione della magnitudo idraulica nelle aree oggetto di modellazione idraulica</b> .....	<b>185</b>
<b>Procedura interpretativa del dato output del modello idraulico (battente [m] e velocità</b> <b>[m/s]) finalizzata alla implementazione del dato <i>Magnitudo idraulica</i>.....</b>	<b>187</b>
<b>Procedura interpretativa dei dati a disposizione relativi al Canale Maestro della Chiana e</b> <b>al Torrente Cerfone per la determinazione delle aree a Magnitudo idraulica.....</b>	<b>189</b>
<b>AREE PRESIDATE DAI SISTEMI ARGINALI E FASCE DI TUTELA.....</b>	<b>190</b>
<b>OPERE DI MITIGAZIONE DAL RISCHIO IDRAULICO.....</b>	<b>191</b>



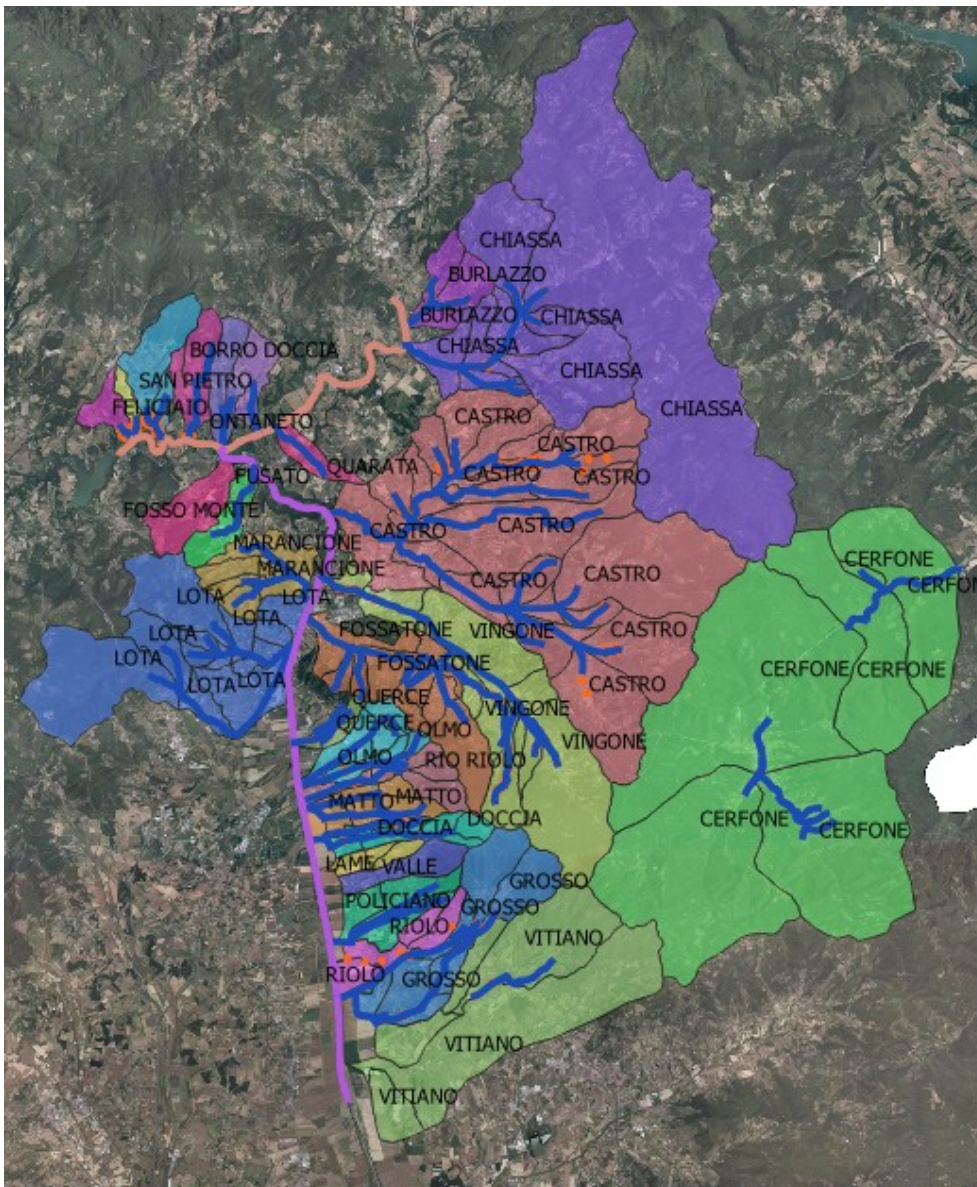
## **INTRODUZIONE**

### **BACINO DI RIFERIMENTO**

Lo studio copre un'estensione di circa 380 km<sup>2</sup>.

Il deflusso delle acque è assicurato da un complesso sistema di aste fluviali che è possibile schematizzare in diversi bacini (Figura 2-1). In particolare:

- a nord del fiume Arno troviamo i bacini del Fosso del Felciaio, Fosso delle Capannelle, Fosso di San Pietro, Borro della Doccia, Fosso dell'Ontaneto, Fosso della Grotta;
- a nord-est del fiume Arno troviamo i bacini del Rio di Burlazzo e del Torrente Chiassa;
- a sud del fiume Arno e ad est del Canale Maestro della Chiana si distinguono i bacini del Torrente Castro, Torrente Vingone, Fossatone, Rio delle Querce, Rio dell'Olmo, Rio di Riolo, Rio del Matto, Rio della Doccia, Rio di Policiano, Rio Grosso, Rio di Vitiano, Torrente Cerfone
- a sud del fiume Arno e ad ovest del Canale Maestro della Chiana i bacini del Fosso del Fusato, Borro del Marancione, Torrente Lota.



**Figura 2-1 Bacini Comune di Arezzo**

Ciascun bacino è stato suddiviso a sua volta in sottobacini le cui caratteristiche sono indicate in Tabella 2-1.

**Tabella 2-1 Caratteristiche dei bacini**

BACINO	S (km <sup>2</sup> )
BORRO DOCCIA	3.08
BURLAZZO	3.71
CAPANNELLE	0.67
CASTRO	63.64
CERFONE	86.86
CHIASSA	70.13
DOCCIA	3.29

BACINO	S (km <sup>2</sup> )
FELICIAIO	1.38
FOSSATONE	10.77
FOSSO MONTE	3.31
FUSATO	2.22
GROSSO	10.64
GROTTA	2.06
LAME	1.33
LOTA	23.85
MARANCIONE	5.35
MATTO	3.63
OLMO	4.29
ONTANETO	2.51
POLICIANO	4.31
QUARATA	1.50
QUERCE	1.14
RIO RIOLO	3.23
RIOLO	3.49
SAN PIETRO	4.20
VALLE	2.32
VINGONE	22.51
VITIANO	27.00

## 1 IDROLOGIA

L'analisi idrologica è stata compiuta adottando una metodologia omogenea per tutto il territorio. I risultati in termini di portate e di durata degli eventi sono stati confrontati con i risultati degli studi esistenti.

### 1.1 PLUVIOMETRIA

Nel mese di aprile 2014 sono state presentate le nuove curve di possibilità climatica regionali, derivate da un accordo di collaborazione tra Regione Toscana e Università di Firenze di cui al DGRT 1133/2012, al fine di procedere ad un'implementazione e un aggiornamento del quadro conoscitivo idrologico del territorio toscano. Le nuove curve fanno riferimento un aggiornamento dell'analisi di frequenza regionale delle precipitazioni estreme fino all'anno 2012 compreso. La metodologia prevede l'individuazione dei parametri di una legge di tipo monomia  $h=at^n$  su celle di 1x1km sull'intero territorio regionale e per diversi tempi di ritorno

Mediando i parametri della curva di possibilità climatica al Comune di Arezzo si ottengono le seguenti curve di probabilità pluviometrica in funzione del Tr:

- Tr=30 anni                       $h = 54.11t^{0.24}$
- Tr=200 anni                     $h = 73.31t^{0.29}$
- Tr=500anni                     $h = 83.23t^{0.31}$

La pioggia di progetto è stata ricavata dalla curva di probabilità pluviometrica utilizzando lo *ietogramma tipo costante*.

## 1.2 TRASFORMAZIONE AFFLUSSI-DEFLUSSI

L'estensione dello studio ed il grado di dettaglio nella suddivisione dei bacini, nonché la diversità delle caratteristiche dei bacini esaminati ha suggerito l'applicazione di una metodologia che tenesse conto sia dei processi di scorrimento superficiale che del contributo degli invasi e degli immagazzinamenti. Per tale motivo si è scelto il metodo di Clark che esprime l'idrogramma di piena attraverso due parametri: il tempo di corrivazione  $T_c$  e la costante di ritardo  $R$ . I risultati saranno confrontati con quelli ottenuti dagli studi esistenti e dal modello ALTO, basato su un idrogramma di tipo Nash ed applicato ad alcuni corsi d'acqua del territorio.

Per il calcolo del tempo di corrivazione è stata calcolata la media dei tempi ottenuti dalle seguenti formule empiriche:

Formula di Giandotti

$$t_c = \frac{4 \cdot A^{0.5} + 1.5 \cdot L}{0.8 \cdot (Q_{\text{med}} - Q_{\text{min}})^{0.5}}$$

Formula di Kirpick

$$t_c = 0.000325 \cdot (L \cdot 1000)^{0.77} \cdot i_b^{-0.385}$$

Formula di Johnstone Cross

$$t_c = \frac{3.258 \cdot \sqrt{\frac{D_{\text{max}}}{i_b}}}{60}$$

Formula California Culvert Practice

$$t_c = \frac{2.855 \cdot L^3}{(3.28084 \cdot (Q_{\text{max}} - Q_{\text{min}}))^{0.385}}$$

Formula NRCS-SCS

$$t_c = \frac{\left(\frac{1000}{CN} - 9\right)^{0.7} \cdot (1000 \cdot D_{\text{max}})^{0.8}}{441 \cdot \sqrt{100 \cdot i_b}}$$

Formula Pezzoli

$$t_c = \frac{0.055 \cdot L}{\sqrt{i_a}}$$

Formula di Puglisi

$$t_c = \frac{6 \cdot \sqrt[3]{L^2}}{\sqrt[3]{Q_{\max} - Q_{\min}}}$$

Formula di Ventura

$$t_c = 0.1272 \cdot \sqrt{\frac{A}{i_a}}$$

Formula di Tournon

$$t_c = 0.396 \cdot \frac{L}{\sqrt{i_a}} \cdot \left( \frac{A}{L^2} \cdot \sqrt{\frac{i_a}{i_b}} \right)^{0.72}$$

Formula di Pasini

$$t_c = \frac{0.108 \cdot \sqrt[3]{A \cdot L}}{\sqrt{i_a}}$$

Formula di Viparelli

$$t_c = \frac{L}{3.5 \cdot V}$$

dove A è la superficie del Bacino in Km<sup>2</sup>, L=lunghezza asta in km, i pendenza media del corso d'acqua, i<sub>b</sub> pendenza media del bacino, N coefficiente di copertura del suolo (pari a 0.2 per suoli privi di significativa copertura vegetale come è il caso della condizione invernale) e S capacità di ritenzione potenziale (definita attraverso il Curve Number) sopra determinato.

Per quanto riguarda il coefficiente di immagazzinamento R si è fatto riferimento alla formula originale di Clark:

$$R = \frac{0.8 \left( \frac{L}{1.60934} \right)}{(i_E \cdot 100)^{0.5}}$$

### 1.3 PERDITE IDROLOGICHE

Per la stima delle perdite di bacino è stato adottato il metodo SCS – Curve Number basato sulle curve di precipitazione e perdite cumulate, con il quale si può calcolare istante per istante il volume di pioggia netta che va a produrre il deflusso, in funzione del tipo di suolo, dell'uso del suolo e del grado d'imbibizione dello stesso.

La definizione dei parametri CN è stata sviluppata sulla base della cartografia sviluppata dalla Regione Toscana in cui sono indicate sia l'uso del suolo che la classe litologica. L'abbinamento tra valore di CN ed uso del suolo è riportata in Tabella 3-1

**Tabella 3-1. Parametri CN relativi alla classe II di umidità (AMC) per le quattro classi litologiche e per i vari tipi di uso del suolo**

Codice CORINE	CN(A)	CN(B)	CN(C)	CN(D)
111	89	92	94	95
112	77	85	90	92
121	85	90	95	94
122	98	98	98	98
124	98	98	98	98
131	77	86	91	94
133	77	86	91	94
211	61	73	81	84
221	76	85	90	93
222	43	65	76	82
223	43	65	76	82
231	49	69	79	84
241	61	73	81	84
242	61	73	81	84
243	61	73	81	84
311	45	66	77	83
312	45	66	77	83
313	45	66	77	83
321	49	69	79	84
324	48	67	77	83
333	68	79	79	89
411	98	98	98	98
512	100	100	100	100

I valori sono analoghi a quelli impiegati nell'analisi svolta dalla Regione Toscana ad eccezione per le aree boscate (codici 3xx) per le quali si sono assegnati valori più elevati di CN.

Il CN ottenuto è stato riportato a condizioni AMC = III mediante la seguente formula:

$$CN_{III} = \frac{23CN_{II}}{10 + 0.13CN_{II}}$$

Noto il parametro CN si individua la pioggia netta attraverso la seguente equazione:

$$P_n = (p - I_a)^2 / (P - I_a + S)$$

dove:

$P_n$  = pioggia netta in mm

$P$  = pioggia lorda in mm

$I_a$  = perdita iniziale in mm

$S$  = altezza di pioggia massima immagazzinabile nel suolo in condizioni di saturazione in mm

$$I_a = 0.2S$$

$$S = 254(100/CN - 1)$$

I valori di cui si è parlato sopra verranno riportati nell'analisi dei singoli bacini.

## 1.4 MODELLI IDROLOGICI

I modelli idrologici sono stati implementati su software HEC- HMS. L'analisi è stata svolta per durate di pioggia tra 1 e 7 ore al fine di individuare (nell'ipotesi di ietogramma costante) la durata critica. Per i bacini più piccoli si sono valutate anche le piogge di 30'. In generale tra durate con valori di portata con differenze modeste (circa 10%) si è assunta come durata critica quella maggiore, cui corrispondono volumi sottesi più elevati.

### 1.4.1 TORRENTE CASTRO

Si riportano di seguito i valori ottenuti per i sottobacini del torrente Castro del tempo di corruzione  $T_c$ , la costante di invaso  $R$  utilizzata per l'idrogramma unitario di Clark, e i parametri CN:

**Tabella 3-2 Caratteristiche sottobacini Castro**

SOTTOBACINI	S (km <sup>2</sup> )	T <sub>c</sub>	R	CNII	CNIII
BICCHIERAI1	5.41	0.93	0.44	67.27	82.54
BICCHIERAI2	2.11	0.85	0.39	74.16	86.85
CAS6	4.21	2.51	0.70	77.43	88.75
CASTRO1a	8,14	1.01	0.52	61.06	78.29
CASTRO1b	2,09	0.70	0.35	60.19	80.84
CASTRO1c	1,45	0.66	0.26	60.27	80.82
CASTRO2	0.68	0.89	0.38	80.43	90.43
CASTRO3	1.52	0.88	0.42	77.04	88.53
CASTRO4	1.65	2.07	0.51	88.29	94.55
CASTRO5	1.67	1.21	0.52	81.42	90.97
CHIANICELLA	1.29	0.95	0.29	76.83	88.41
COVOLE	6.08	0.88	0.30	68.46	83.31
Frassine 1	2.27	0.79	0.44	68.42	83.29
FRASSINE 2	1.59	1.71	1.11	73.93	86.71
GAVARDELLO	8.29	1.93	1.62	75.37	87.56
MAS4	0.50	0.66	0.15	77.42	88.75
MASPINO 7	0.77	0.66	0.16	71.31	85.11
MASPINO1	0.87	0.52	0.28	65.89	81.63
MASPINO10	0.47	0.72	0.16	76.38	88.15
MASPINO2	0.98	0.84	0.54	69.24	83.81
MASPINO3	2.06	0.79	0.28	73.04	86.17
MASPINO5	0.17	0.45	0.10	78.45	89.33
MASPINO6	1.30	1.05	0.35	74.17	86.85
MASPINO8	1.47	1.18	0.43	75.30	87.52
MASPINO9	0.02	0.14	0.02	80.41	90.42
PERGOLACCE	2.63	0.68	0.34	67.58	82.74
SANLORENZO	3.00	1.80	1.22	73.96	86.72
VINACCE	0.96	0.63	0.27	72.06	85.57

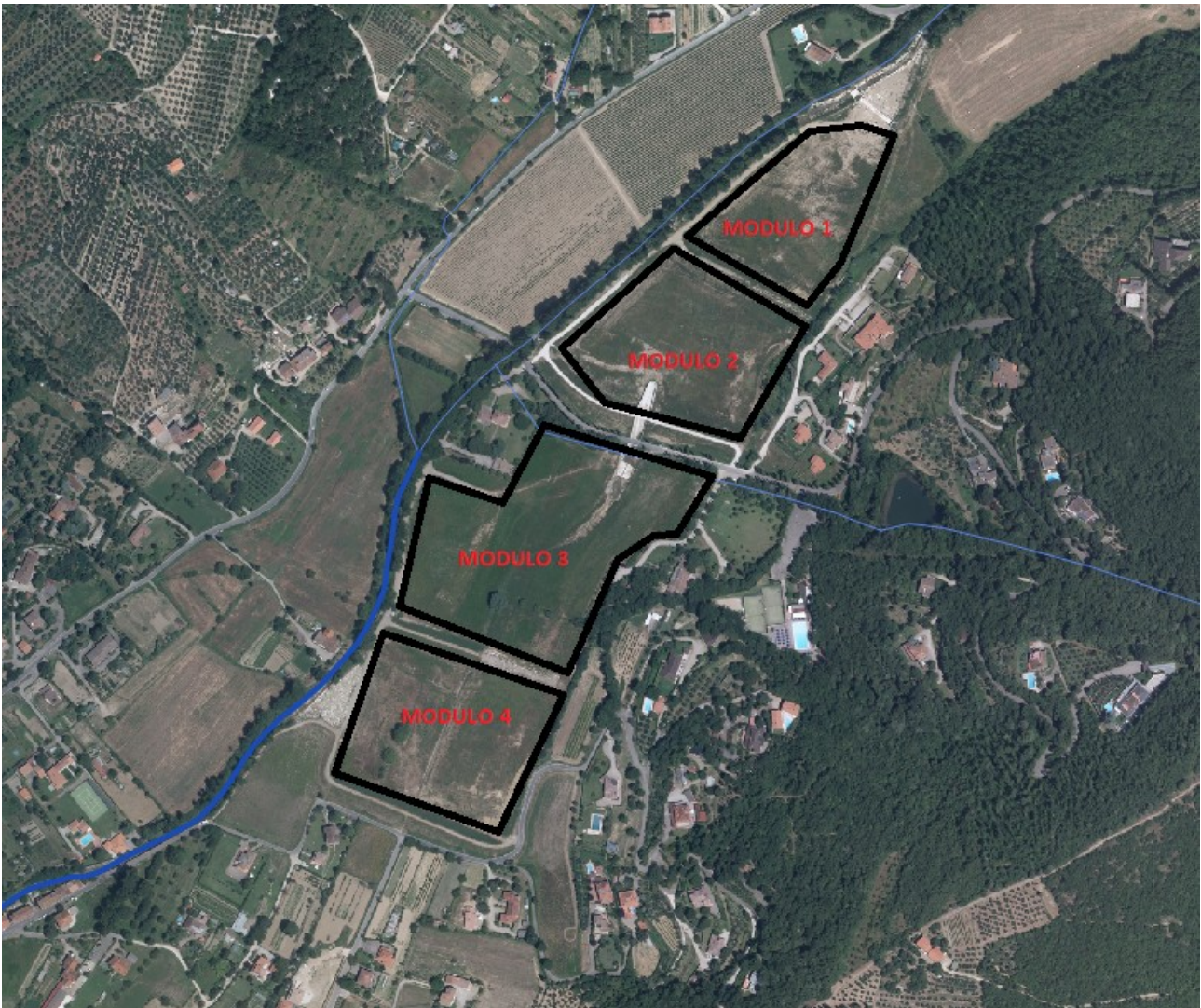
Alla chiusura del sottobacino contrassegnato con il nome CASTRO 1 è stata realizzata, lungo il Torrente Castro, una cassa di espansione per ridurre il rischio idraulico all'interno del territorio comunale (Cassa Cognaia). La cassa è articolata secondo 4 moduli disposti in cascata, si alimentata attraverso l'opera di captazione ubicata all'interno dell'alveo del torrente Castro: dalla soglia di immissione di tale manufatto ha origine il canale diversivo che consente di convogliare parte della affluenza idrica all'interno delle aree della prima. Mediante un sistema di sfioratori, le acque derivate vengono immesse nella successiva sub cassa II e da qui nelle successive sub casse III e IV (Figura 3-1).

La capacità di invaso di ogni area è riportata in Tabella 3-3:

**Tabella 3-3 Capacità di invaso cassa espansione T.Castro**

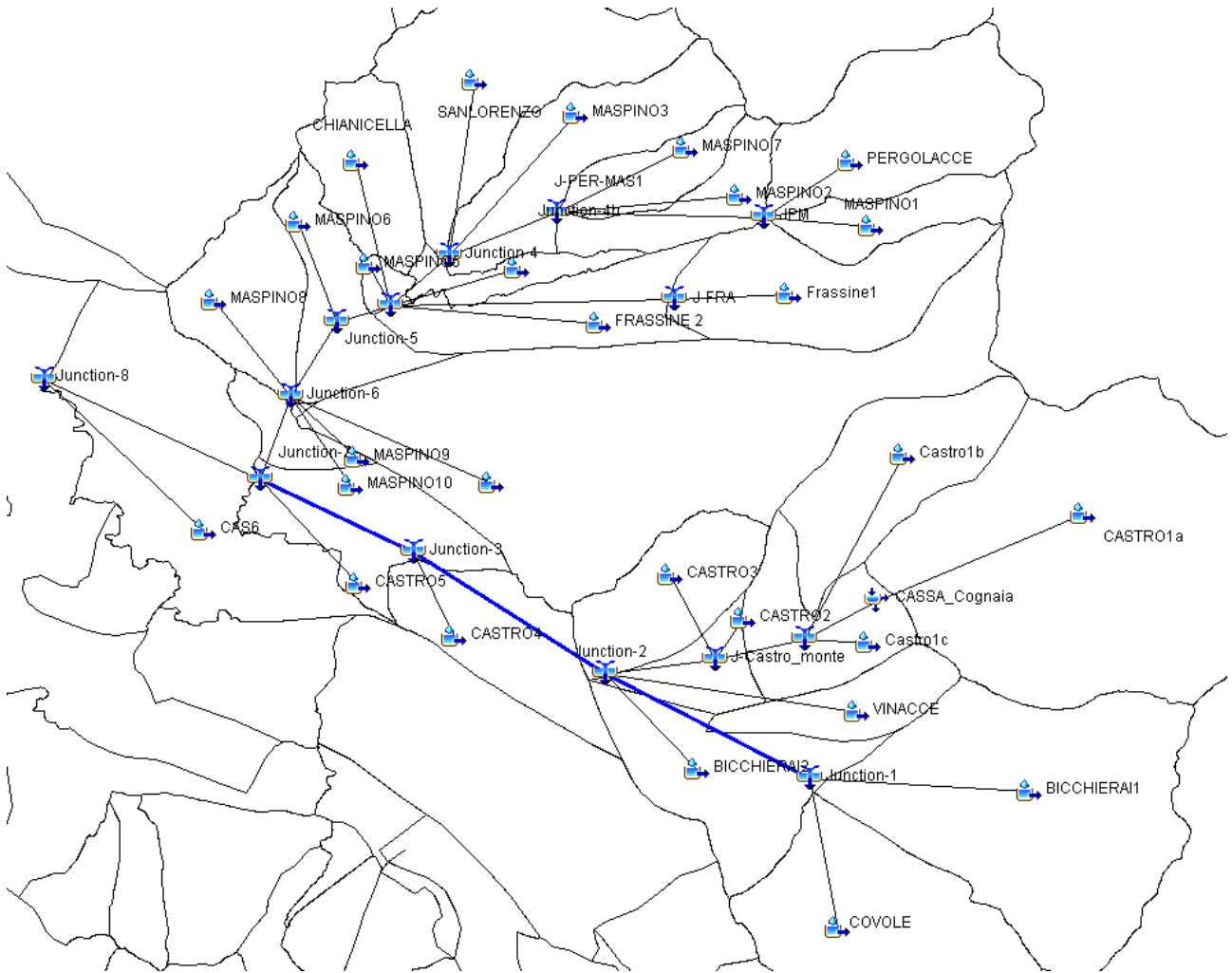
<b>Cassa espansione</b>	<b>S (ha)</b>	<b>Volume statico (mc)</b>	<b>Volume dinamico (mc)</b>
Modulo 1	1.20	18.000	26.000
Modulo 2	2.30	27.480	40.770
Modulo 3	1.40	24.800	38.200
Modulo 4	2.50	33.450	50.000
Totale	7.40	104.000	155.000





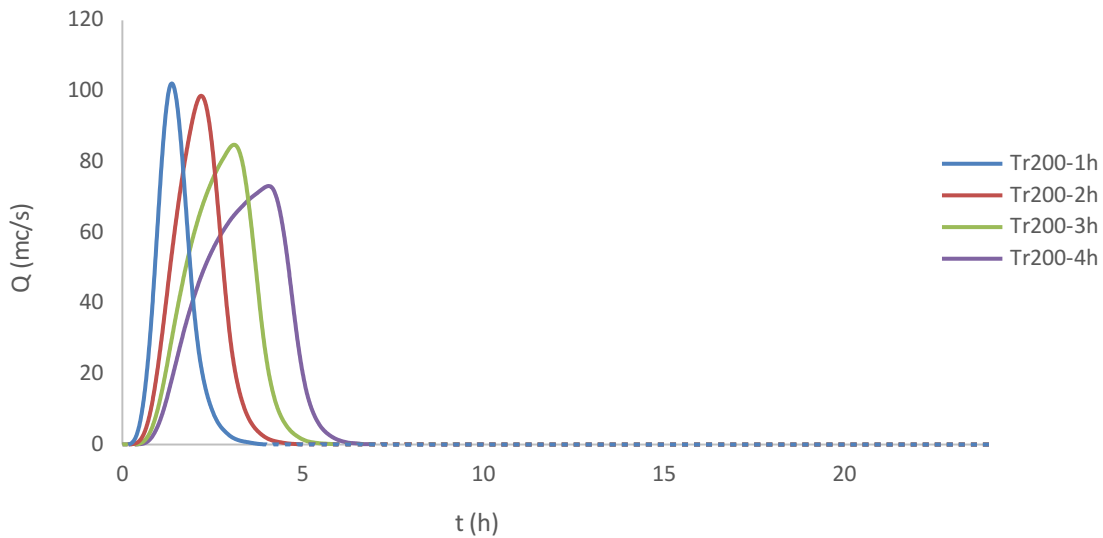
**Figura 3-1 Cassa espansione T.Castro**

Lo schema del modello idrologico sviluppato su HMS è il seguente:

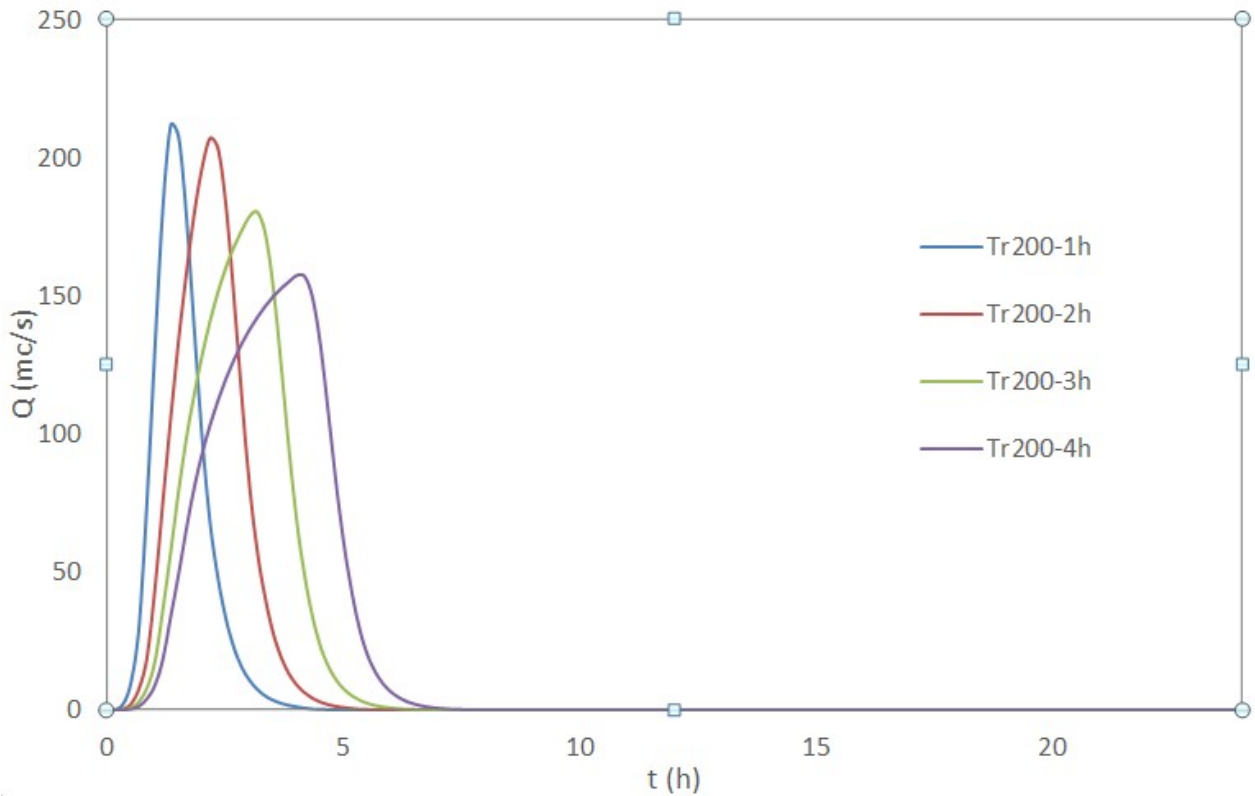


**Figura 3-2 Schema idrologico bacino Castro Castro**

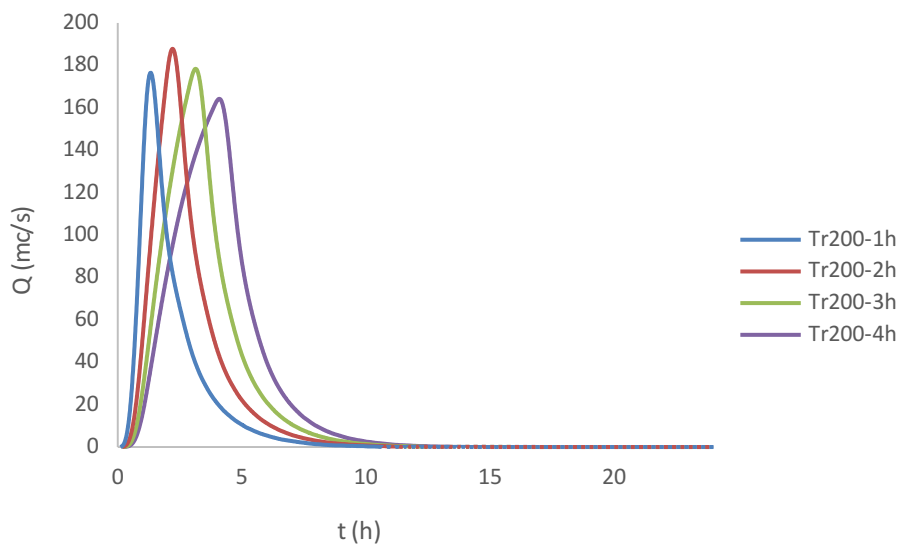
I risultati hanno evidenziato che il massimo delle portate si verifica per una durata pari a 2h. Di seguito si riportano gli idrogrammi di piena ottenuti nelle condizioni  $Tr=200$  anni e per ietogramma costante.



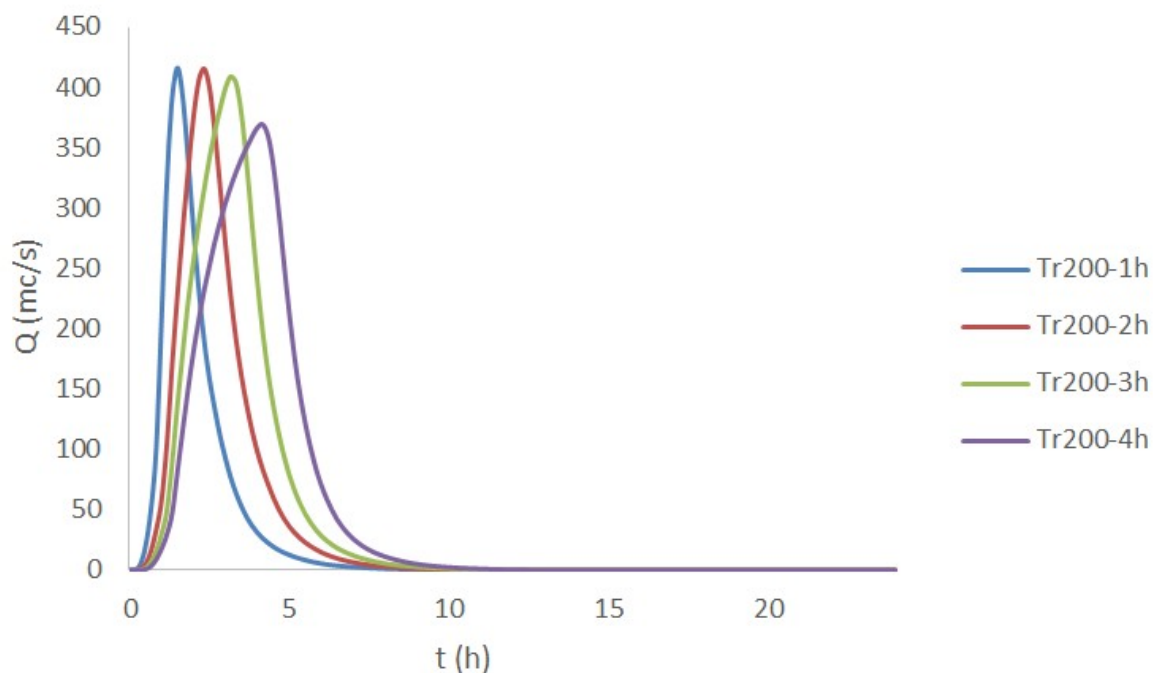
**Figura 3-3 Idrogramma di piena confluenza T. Bicchieraia- F. di Covole per  $Tr=200$  anni e ietogrammi ad intensità costante**



**Figura 3-4 Idrogramma di piena confluenza T. Castro- T.Bicchieraia per  $Tr=200$  anni e ietogrammi ad intensità costante**



**Figura 3-5 Idrogramma di piena allo sbocco del T.Maspino per  $Tr=200$  anni e ietogrammi ad intensità costante**



**Figura 3-6** Idrogramma di piena allo sbocco del T.Castro per  $Tr=200$  anni e ietogrammi ad intensità costante

**Tabella 3-4** Portate per diverse durate e  $Tr=200$  anni nell'ipotesi di ietogramma ad intensità costante

SOTTOBACINO	S (kmq)	1h	2h	3h	4h	5h	6h	7h
Junction-2	28.44	211.87	207.15	180.28	157.38	140.37	126.81	116.11
Junction-1	11.49	101.73	98.72	84.46	73.11	64.42	57.74	52.49
Junction-3	30.09	225.35	221.37	194.02	169.55	150.56	135.72	124.21
Reach-2	28.44	213.82	206.4	180.1	157.48	140.11	126.45	115.87
COVOLE	6.08	58.91	54.73	45.8	39.28	34.46	30.82	27.98
J-Castro_monte	13.88	83.68	81.26	71.65	64.18	58.22	53.17	49.18
Reach-1	11.49	101.67	98.21	84.44	72.98	64.22	57.53	52.28
VINACCE	0.96	11.48	9.51	7.73	6.51	5.66	5.03	4.55
BICCHIERAI1	5.41	43.21	44	38.9	33.83	29.95	26.92	24.51
BICCHIERAI2	2.11	22.12	20.26	16.88	14.37	12.53	11.16	10.09
CASTRO1a	8.14	50.91	56.05	51.94	46.62	41.75	37.93	34.79
Castro1b	2.09	18.52	17.63	15	12.97	11.43	10.26	9.34
Castro1c	1.45	14.19	12.66	10.63	9.1	7.99	7.16	6.5
CASSA_Cognaia	8.14	27.86	29.24	28.14	26.75	25.38	23.85	22.59
J-Castro_valle_cassa	11.68	59.08	59.11	53.38	48.72	44.8	41.26	38.43
CASTRO3	1.52	16.42	15.01	12.48	10.59	9.2	8.18	7.39
CASTRO2	0.68	8.18	7.14	5.81	4.87	4.21	3.73	3.36
CASTRO4	1.65	14.55	15.5	13.96	12.07	10.47	9.27	8.34
Reach-3	30.09	221.82	220.61	193.43	169.11	150.49	135.76	124.18
FRASSINE 2	1.59	8.25	9.72	9.73	9.21	8.56	7.9	7.3
MASPINO3	2.06	23.37	20.29	16.61	14.02	12.2	10.85	9.81
MASPINO2	0.98	7.89	8.02	7.14	6.23	5.52	4.95	4.51
Junction-4	10.31	81.08	80.04	71.28	63.85	57.35	51.95	47.49
MASPINO1	0.87	9.19	7.84	6.51	5.55	4.86	4.34	3.94
MASPINO 7	0.77	10	7.78	6.22	5.22	4.53	4.03	3.64
MASPINO8	1.47	13.66	13.45	11.65	9.98	8.74	7.79	7.05
Junction-5	17.43	141.4	139.58	123.44	109.81	98.19	88.7	80.95
GAVARDELLO	8.29	34.97	42.38	43.98	43.13	41.25	38.95	36.63
JPM	3.5	34.18	31.18	26.24	22.45	19.68	17.6	15.98
MASPINO6	1.3	12.96	12.36	10.35	8.83	7.7	6.86	6.21
MASPINO5	0.17	2.82	1.92	1.48	1.22	1.05	0.93	0.84
MASPINO10	0.47	6.68	5.05	3.98	3.31	2.86	2.54	2.29



SOTTOBACINO	S (kmq)	1h	2h	3h	4h	5h	6h	7h
Junction-4b	16.13	128.57	127.22	113.09	100.98	90.49	81.84	74.74
SANLORENZO	3	14.6	17.4	17.62	16.88	15.8	14.67	13.63
MAS4	0.5	7.45	5.48	4.28	3.56	3.07	2.72	2.45
PERGOLACCE	2.63	25.38	23.48	19.73	16.9	14.82	13.26	12.04
Frassine1	2.27	19.96	19.42	16.73	14.51	12.78	11.45	10.41
J-FRA	2.27	19.96	19.42	16.73	14.51	12.78	11.45	10.41
MASPINO9	0.02	0.36	0.23	0.18	0.15	0.13	0.11	0.1
J-PER-MAS1	5.25	51.02	46.7	39.51	33.89	29.73	26.58	24.13
CHIANICELLA	1.29	15.14	13.21	10.73	9.03	7.83	6.95	6.27
Junction-6	27.68	176.25	186.84	177.59	162.79	149.48	137.31	126.63
CASTRO5	1.67	16.53	16.13	13.89	11.85	10.31	9.16	8.26
Junction-7	59.44	402.59	419.54	383.55	343.72	309.28	281.67	258.73
CAS6	4.21	23.46	28.34	28.33	26.42	24.11	21.93	20.02
Junction-8	63.65	416.61	441.71	409.41	369.72	333.29	303.5	278.71

Al fine di verificare la validità dello schema idrologico adottato si effettua un confronto con i risultati di studi esistenti.

**Tabella 3-5 Confronto portate massime**

BACINO	S (km <sup>2</sup> )		CNIII		Q (mc/s)		
	presente studio	altri studi	presente studio	altri studi	presente studio	altri studi	
BICCHIERAIA A MONTE DELLA CONFLUENZA CON IL CASTRO	13.65		84.24		127,8	131.84	ALTO
		13.9		91		105.8	studi precedenti
COVOLE	6.08		83.31		58.9	74.36	ALTO
		6.15		91.5		49	studi precedenti
CASTRO A MONTE DELLA CONFLUENZA CON IL BICCHIERAIA	14.77		86.74		83,26	113.25	ALTO
		14.4		90.5		97.3	studi precedenti
GAVARDELLO	8.29		87.56		44	74.57	ALTO
		8.06		92.2		50.8	studi precedenti
CASTRO	63.74		86		441,7	290.54	ALTO
MASPINO	27.79		86		186,84	164.23	ALTO

Si osserva che i valori ottenuti dal presente studio sono superiori rispetto a quelli ottenuti con ALTO, nel caso di bacini di area elevata. Questo perché nel presente caso non è stato adottato alcun coefficiente di ragguglio delle piogge all'area. Nelle simulazioni si considera tale valore in via cautelativa.

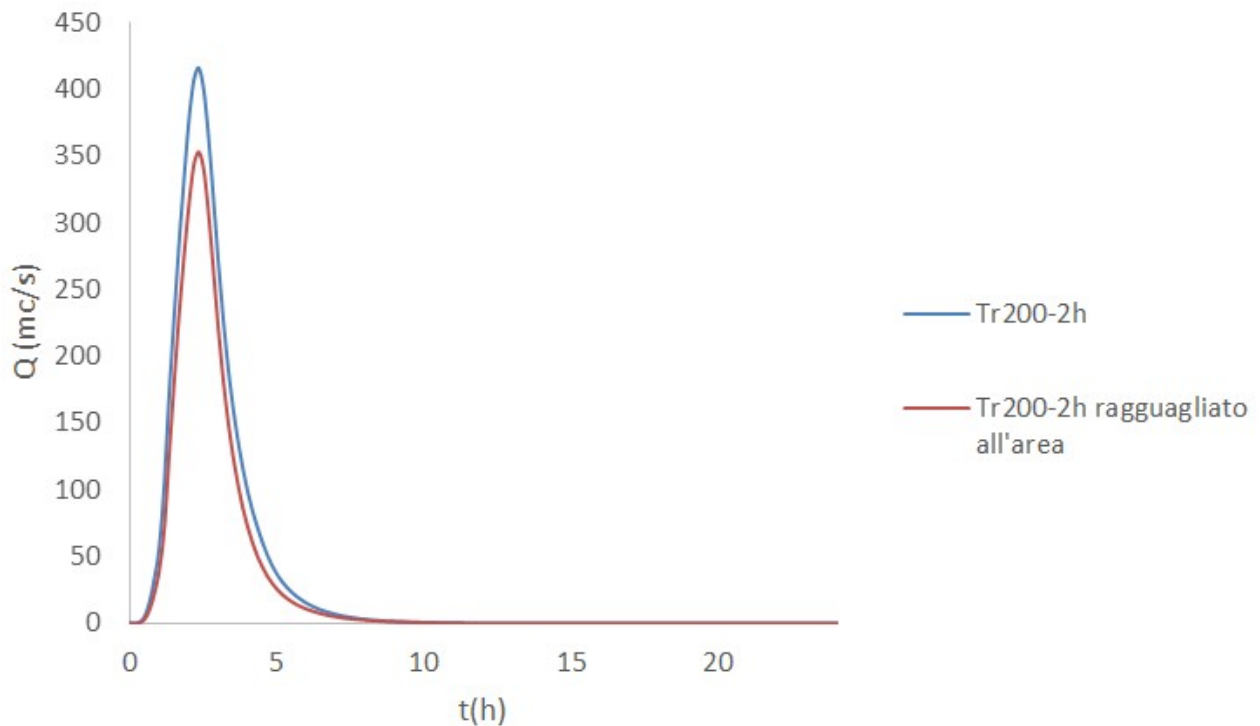
Si è comunque calcolato il coefficiente di ragguglio areale  $K$  con l'espressione (Eagleson, 1970):

$$K = 1 - e^{-i} e^{\frac{\beta}{\alpha t^{\beta} - \gamma A}} = 0.85$$

con:

- $t$  durata della pioggia (2h)
- $\alpha$  coefficiente compreso fra 0.7 e 1.2, nel nostro caso preso pari a 0.95
- $\beta$  pari a 0.25
- $\gamma$  pari a 0.01
- $A$  è l'area del bacino

Adottando il seguente coefficiente si ottiene una portata di picco, per una durata di 2 ore, pari a 352.92 mc/s, coerente con il valore di 290.54 mc/s del modello Alto.



**Figura 3-7 Confronto fra l'idrogramma di piena del bacino Castro ottenuti con e senza l'utilizzo del coefficiente di ragguglio areale**

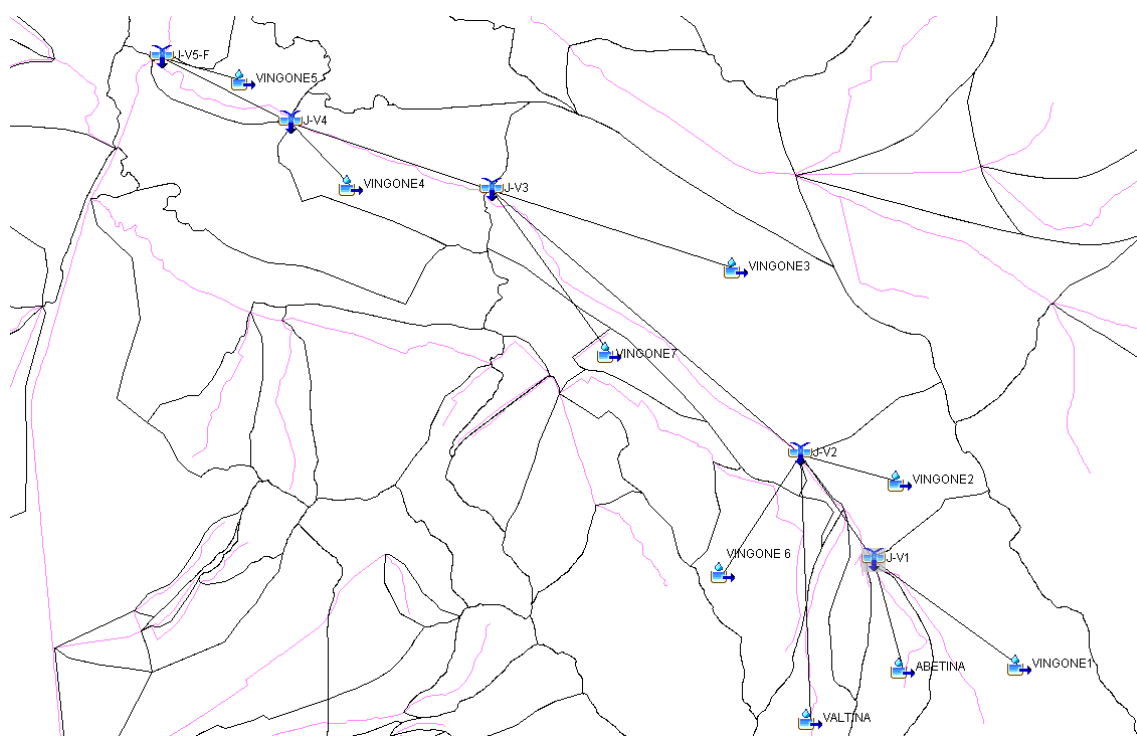
#### 1.4.2 TORRENTE VINGONE

Si riportano di seguito (Tabella 3-6) i valori ottenuti per i sottobacini del torrente Vingone del tempo di corrivazione  $T_c$ , la costante di invaso  $R$  utilizzata per l'idrogramma unitario di Clark, e i parametri CN.

**Tabella 3-6 Caratteristiche sottobacini Vingone**

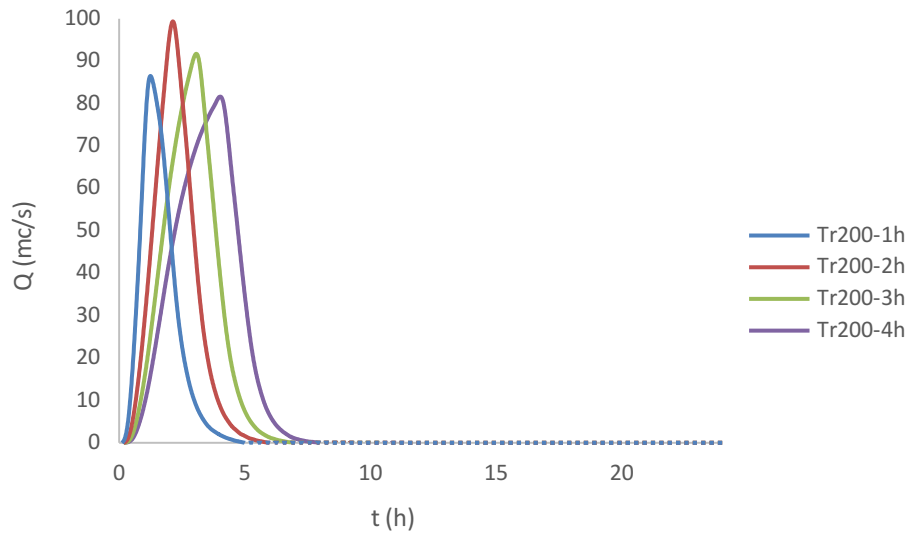
SOTTOBACINI	S (km <sup>2</sup> )	Tc	R	CNII	CNIII
ABETINA	0.80	0.57	0.31	69.58770849	84.03
VALTINA	2.23	0.69	0.38	67.31709806	82.57
VINGONE 6	0.06	0.52	0.15	73.59321666	86.50
VINGONE1	8.66	1.19	0.62	67.99513308	83.01
VINGONE2	1.33	0.38	0.07	76.09906476	87.99
VINGONE3	4.98	2.48	1.02	80.5156456	90.48
VINGONE4	1.56	1.43	0.52	86.44685237	93.62
VINGONE5	0.73	1.00	0.33	72.75538318	86.00
VINGONE7	0.96	1.53	0.55	80.34518677	90.39
VINGONE8	1.21	0.66	0.29	72.44724277	85.81

Lo schema del modello idrologico sviluppato su HMS è il seguente:

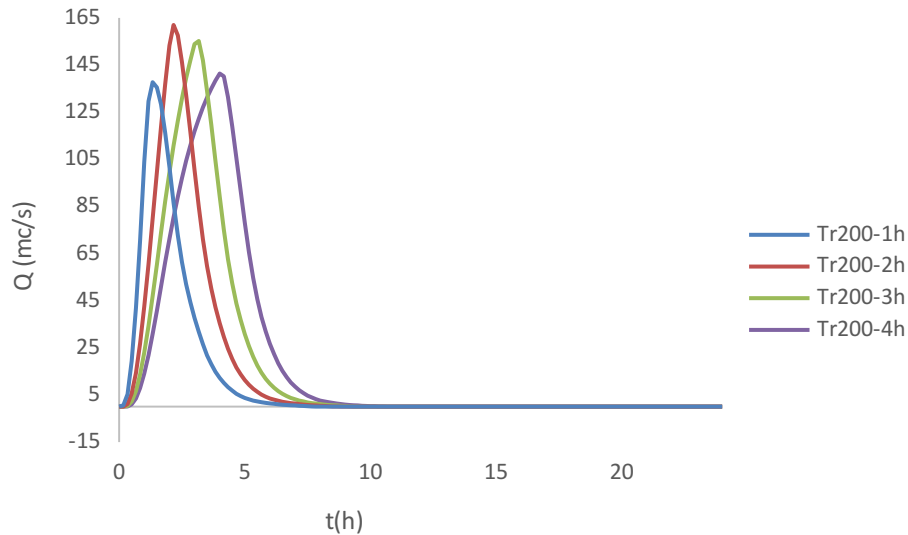
**Figura 3-8 Schema idrologico bacino Vingone**

I risultati hanno evidenziato che il massimo delle portate si verifica per una durata pari a 2h.

Di seguito si riportano gli idrogrammi di piena ottenuti nelle condizioni  $T_r=200$  anni e per ietogramma costante.



**Figura 3-9** Idrogramma di piena confluenza T.Vingone-Borro dell’Abetina- Rio di Vallina per Tr=200 anni e ietogrammi ad intensità costante



**Figura 3-10** Idrogramma di piena allo sbocco del T. Vingone per Tr=200 anni e ietogrammi ad intensità costante

**Tabella 3-7** Portate per diverse durate e Tr=200 anni nell’ipotesi di ietogramma ad intensità costante

SOTTOBACINO	S (kmq)	1h	2h	3h	4h	5h	6h	7h
VALTINA	2.23	20.6	19.5	16.5	14.2	12.5	11.2	10.2
VINGONE1	8.66	57.3	62.8	58.5	52.8	47.3	42.7	39
ABETINA	0.8	8.8	7.5	6.2	5.3	4.6	4.1	3.7
VINGONE2	1.33	21.9	14.8	11.4	9.4	8.1	7.2	6.5
J-V1	9.46	61.5	69.2	64.5	57.9	51.8	46.8	42.8
VINGONE 6	0.06	0.8	0.6	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3
J-V2	13.08	85.3	99.2	91.2	81.6	72.8	65.5	59.7



SOTTOBACINO	S (kmq)	1h	2h	3h	4h	5h	6h	7h
VINGONE3	4.98	26.8	31.9	32.1	30.5	28.2	25.9	23.9
VINGONE8	1.21	14.1	11.9	9.7	8.2	7.1	6.4	5.7
J-V6	1.21	14.1	11.9	9.7	8.2	7.1	6.4	5.7
VINGONE7	0.96	8.2	8.6	7.7	6.7	5.9	5.2	4.7
J-V3	20.23	116.7	139.7	136.1	125.1	113.4	102.8	94
VINGONE4	1.56	16.1	15.7	13.4	11.4	9.9	8.7	7.9
J-V4	21.79	130.4	155.1	149.5	136.5	123.3	111.6	101.8
J-V5-F	22.52	137.7	162	155.2	141.4	127.5	115.4	105.3
VINGONE5	0.73	7.3	6.9	5.7	4.9	4.3	3.8	3.5

Al fine di verificare la validità dello schema idrologico adottato si effettua un confronto con i risultati di studi esistenti.

**Tabella 3-8 Confronto portate massime**

BACINO	S (km <sup>2</sup> )		CNIII		Q (mc/s)		FONTE
	presente studio	altri studi	presente studio	altri studi	presente studio	altri studi	
VALTINA	2.23		82.57		20.6	41.5	ALTO
		2.05		89.4		16.8	studi precedenti
VINGONE A MONTE DI J-V3	20.23	16.12	86	90.8	139.7	111.3	studi precedenti
VINGONE	22.52		86		162	118.07	ALTO

Come per il T.Castro si osserva che i valori ottenuti dal presente studio sono superiori rispetto a quelli ottenuti con ALTO, nel caso di bacini di area elevata. Questo perché nel presente caso non è stato adottato alcun coefficiente di ragguglio delle piogge all'area. Si considera tale valore in via cautelativa.

### 1.4.3 FOSSATONE

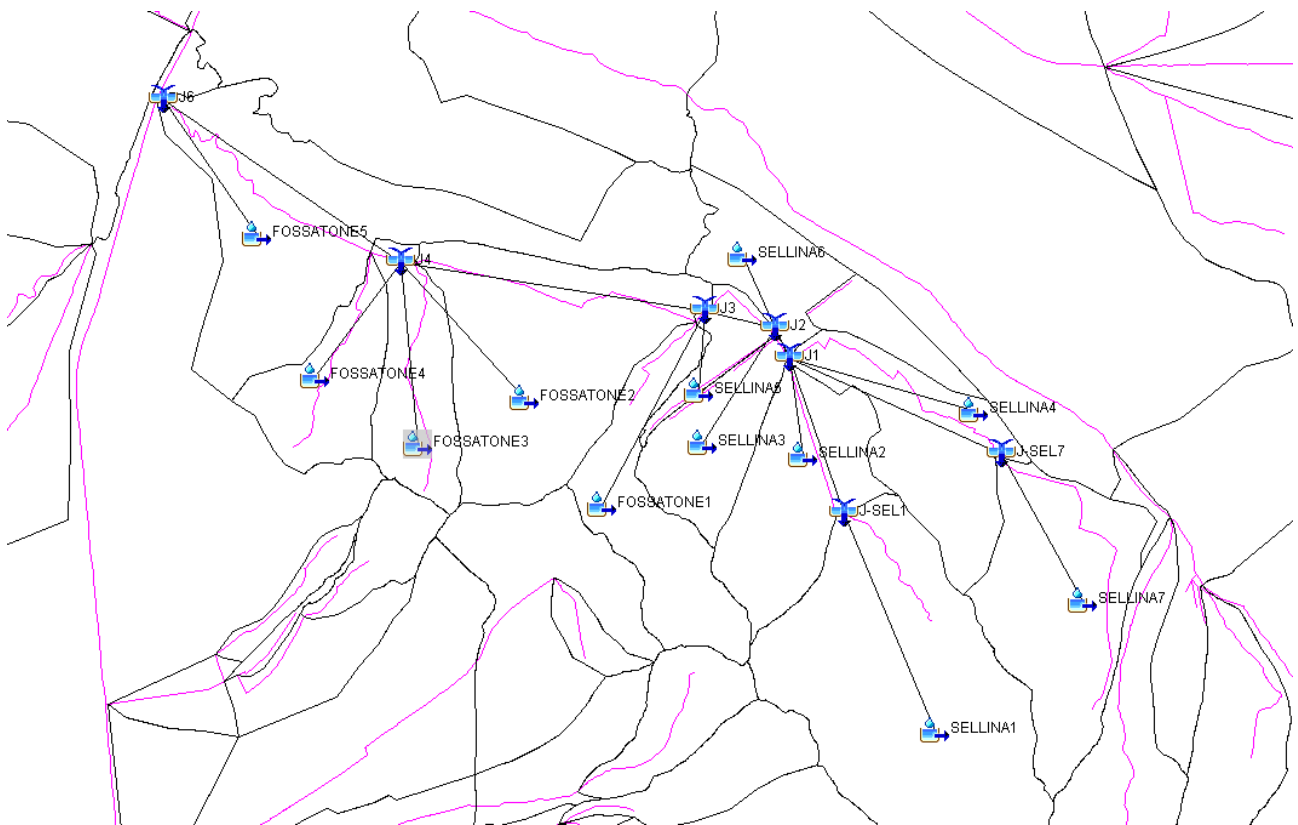
Si riportano di seguito i valori ottenuti per i sottobacini del Fossatone del tempo di corrvazione  $T_c$ , la costante di invaso  $R$  utilizzata per l'idrogramma unitario di Clark, e i parametri CN:

SOTTOBACINO	S (km <sup>2</sup> )	$T_c$	$R$	CNII	CNIII
FOSSAONE4	0.57	0.46	0.18	69.74968488	84.14
FOSSATONE1	0.80	0.95	0.20	71.71780739	85.36
FOSSATONE2	1.56	1.34	0.34	72.3396521	85.75
FOSSATONE3	0.60	0.47	0.20	69.74215363	84.13
FOSSATONE5	2.04	0.61	0.06	75.52969561	87.65
SELLINA1	2.96	0.46	0.14	67.61743457	82.77

SELLINA2	0.88	1.17	0.46	71.68297116	85.34
SELLINA3	0.53	0.98	0.29	74.98608434	87.33
SELLINA5	0.20	1.14	0.48	88.16905894	94.49
SELLINA6	0.46	1.97	0.58	85.83970261	93.31
SELLINA7	0.16	0.74	0.30	74.05497999	86.78

**Tabella 3-9 Caratteristiche sottobacini Fossatone**

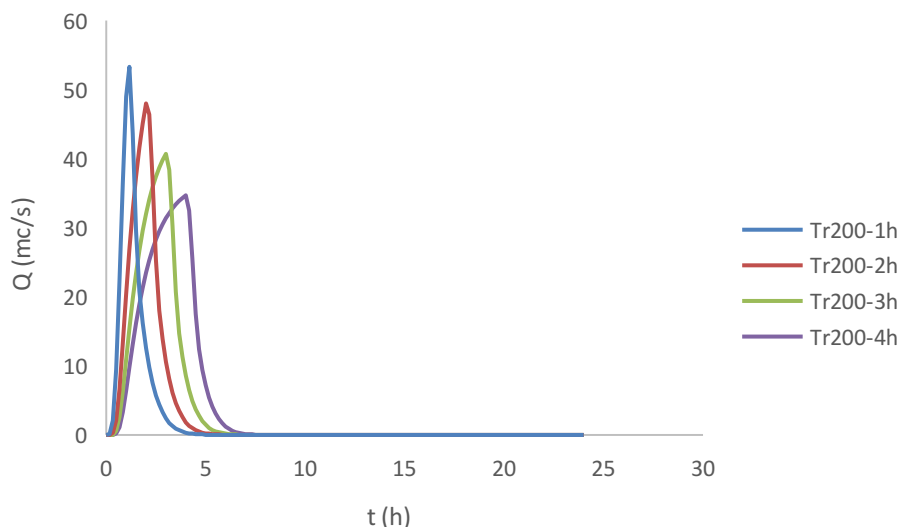
Lo schema del modello idrologico sviluppato su HMS è il seguente:



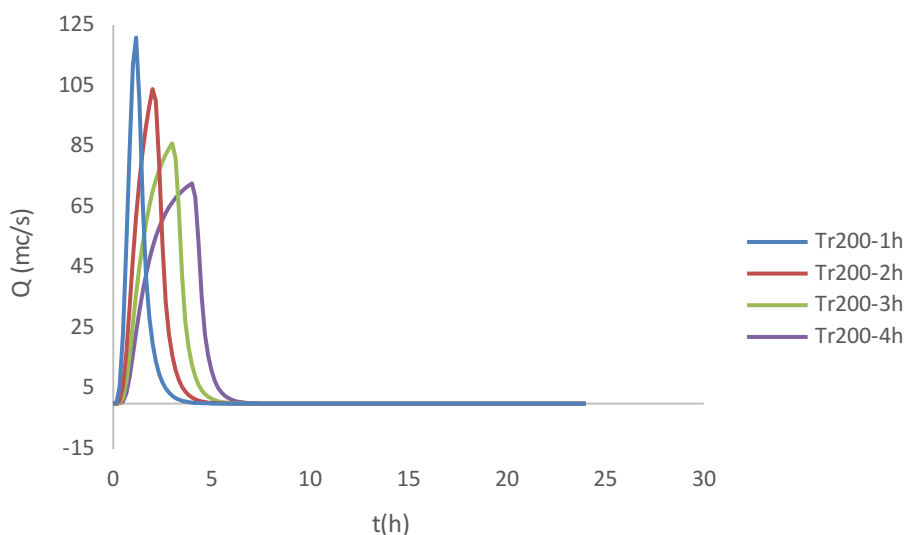
**Figura 3-11 Schema idrologico bacino Fossatone**

I risultati hanno evidenziato che il massimo delle portate si verifica per una durata pari a 1h.

Di seguito si riportano gli idrogrammi di piena ottenuti nelle condizioni  $Tr=200$  anni e per ietogramma costante.



**Figura 3-12 Idrogramma di piena allo sbocco del Fosso Sellina per Tr=200 anni e ietogrammi ad intensità costante**



**Figura 3-13 Idrogramma di piena allo sbocco del Fossatone per Tr=200 anni e ietogrammi ad intensità costante**

**Tabella 3-10 Portate per diverse durate e Tr=200 anni nell'ipotesi di ietogramma ad intensità costante**

SOTTOBACINO	S (kmq)	30min	1h	2h	3h	4h	5h	6h	7h
SELLINA1	2.96	37.9	37	29.1	23.2	19.5	17	15.1	13.7
J-SEL1	2.96	37.9	37	29.1	23.2	19.5	17	15.1	13.7
SELLINA2	0.88	5.7	7.3	7.5	6.6	5.7	5.1	4.5	4.1
SELLINA7	0.16	1.6	1.8	1.6	1.3	1.1	1	0.8	0.8
SELLINA3	0.53	4.9	5.9	5.3	4.3	3.6	3.2	2.8	2.5
J1	4	41.6	44.1	37.5	31	26.3	23	20.5	18.6

SOTTOBACINO	S (kmq)	30min	1h	2h	3h	4h	5h	6h	7h
SELLINA6	0.46	3.1	3.8	4.1	3.8	3.3	2.9	2.6	2.3
SELLINA5	0.2	2.1	2.4	2.2	1.8	1.5	1.3	1.1	1
J2	5.19	46.5	53.3	48	40.7	34.7	30.3	27	24.4
FOSSATONE1	0.8	10.1	10.2	8	6.4	5.4	4.7	4.1	3.7
J3	5.99	56.6	63.5	56	47.1	40.1	35	31.1	28.2
FOSSATONE3	0.6	4	5.1	5.3	4.6	4	3.5	3.1	2.8
FOSSATONE2	1.56	14.6	17.5	15.2	12.4	10.5	9.1	8.1	7.4
FOSSATONE4	0.57	6.9	7.2	5.7	4.5	3.8	3.3	3	2.7
J4	8.72	74.9	90.9	81.6	68.6	58.3	50.9	45.3	41
FOSSATONE5	2.04	32	30.5	22.2	17.3	14.4	12.4	11	9.9
J6	10.76	107	120.8	103.8	85.9	72.7	63.3	56.3	50.9

Al fine di verificare la validità dello schema idrologico adottato si effettua un confronto con i risultati di studi esistenti.

**Tabella 3-11 Confronto portate massime**

BACINO	S (km2)		CNIII		Q (mc/s)		FONTE
	presente studio	altri studi	presente studio	altri studi	presente studio	altri studi	
SELLINA	5.19		88.54		53.3	86.09	ALTO
		6.93		92.8		31.1	studi precedenti
FOSSATONE	10.76		85.71		120.8	110.73	ALTO
		13.51		93.6		67.3	studi precedenti

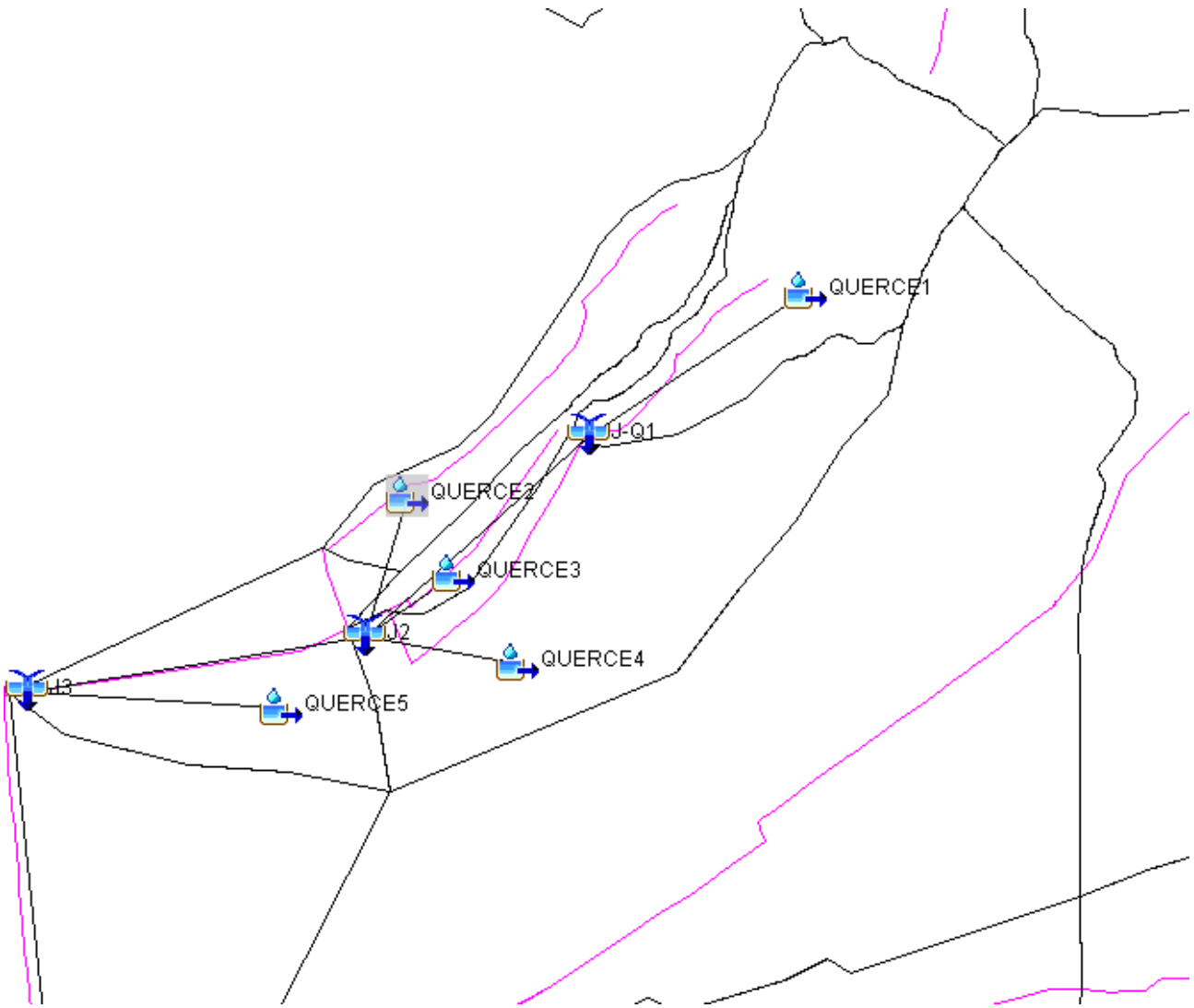
#### 1.4.4 RIO DELLE QUERCE

Si riportano di seguito i valori ottenuti per i sottobacini del Fossatone del tempo di corrvazione  $T_c$ , la costante di invaso  $R$  utilizzata per l'idrogramma unitario di Clark, e i parametri CN:

**Tabella 3-12 Caratteristiche sottobacini Rio delle Querce**

SOTTOBACINO	S (km2)	$T_c$	$R$	CNII	CNIII
QUERCE 1	0.29	0.32	0.12	66.89	82.29
QUERCE 2	0.15	0.38	0.17	74.04	86.77
QUERCE 3	0.07	0.39	0.15	78.13	89.15
QUERCE 4	0.41	0.53	0.13	79.64	90.00
QUERCE 5	0.21	0.68	0.27	83.32	91.99

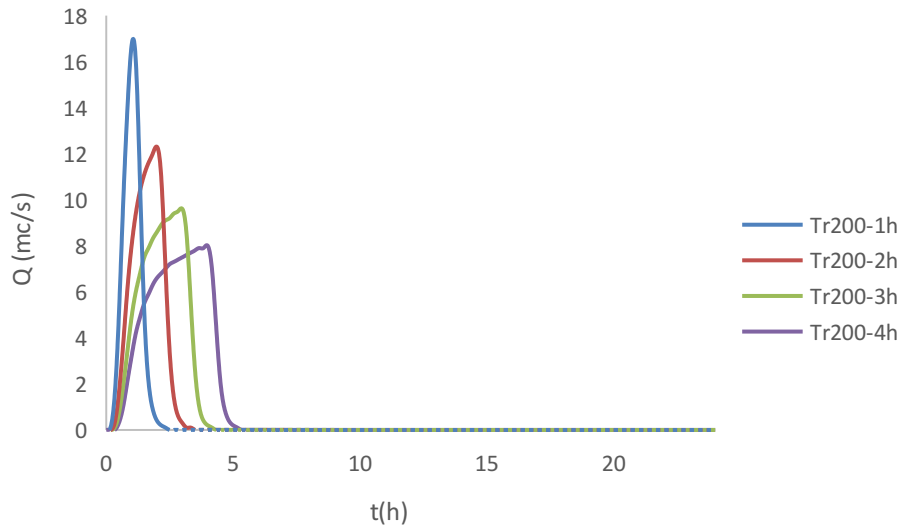
Lo schema del modello idrologico sviluppato su HMS è il seguente:



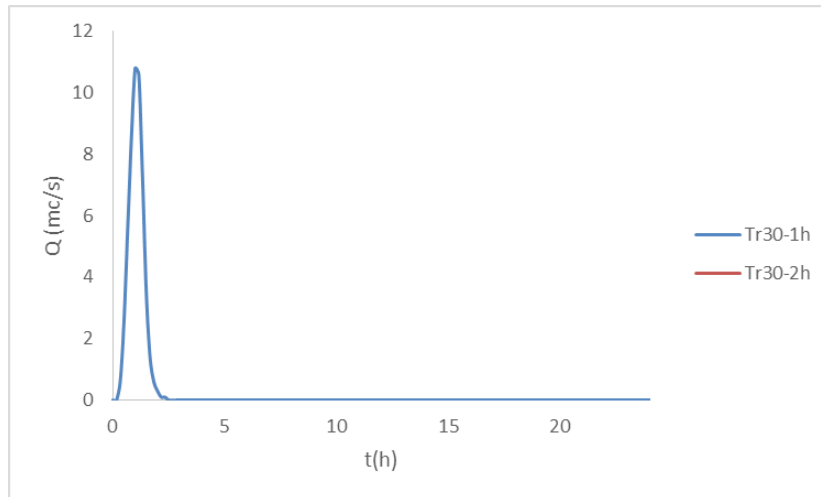
**Figura 3-14 Schema idrologico bacino del Rio delle Querce**

I risultati hanno evidenziato che il massimo delle portate si verifica per una durata pari a 1h.

Di seguito si riportano l'idrogramma di piena ottenuti nelle condizioni  $T_r=200$  e  $T_r=30$  anni e per ietogramma costante.



**Figura 3-15 Idrogramma di piena allo sbocco del Rio delle Querce per Tr=200 anni e ietogrammi ad intensità costante**



**Figura 3-16 Idrogramma di piena allo sbocco del Rio delle Querce per Tr=30 anni e ietogrammi ad intensità costante**

**Tabella 3-13 Portate per diverse durate e Tr=200 anni nell'ipotesi di ietogramma ad intensità costante**

SOTTOBACINO	S (kmq)	30min	1h	2h	3h	4h	5h	6h	7h
J-Q1	0.29	4	3.9	2.9	2.3	1.9	1.7	1.5	1.3
QUERCE4	0.41	7.3	6.6	4.7	3.6	3	2.6	2.3	2
QUERCE2	0.15	2.4	2.2	1.6	1.3	1	0.9	0.8	0.7
QUERCE3	0.07	1.3	1.1	0.8	0.6	0.5	0.4	0.4	0.3
QUERCE1	0.29	4	3.9	2.9	2.3	1.9	1.7	1.5	1.3
J2	0.92	15	13.9	9.9	7.7	6.4	5.5	4.9	4.4
QUERCE5	0.21	3.1	3.1	2.4	1.9	1.5	1.3	1.2	1.1
J3	1.13	17.6	16.7	12.3	9.6	8	6.9	6.1	5.5

Si riportano di seguito gli idrogrammi di piena in forma tabellare per Tr200 e Tr30 anni nei vari punti dello schema idrologico analizzato.

**Tabella 3-14 Idrogrammi di piena nei vari punti del modello idrologico per il fosso Le Querce per Tr200 anni (durata di pioggia 1h)**

QUERCE4		QUERCE2		QUERCE3		QUERCE1		QUERCE5	
t	Q	t	Q	t	Q	t	Q	t	Q
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.166667	0.1	0.166667	0	0.166667	0	0.166667	0	0.166667	0
0.333333	0.7	0.333333	0.2	0.333333	0.1	0.333333	0.3	0.333333	0.2
0.5	2.1	0.5	0.7	0.5	0.4	0.5	1.2	0.5	0.7
0.666667	4	0.666667	1.3	0.666667	0.8	0.666667	2.3	0.666667	1.4
0.833333	5.7	0.833333	1.8	0.833333	1	0.833333	3.3	0.833333	2.2
1	6.6	1	2.2	1	1.1	1	3.9	1	2.8
1.166667	6.4	1.166667	2.1	1.166667	1	1.166667	3.3	1.166667	3.1
1.333333	4.5	1.333333	1.3	1.333333	0.6	1.333333	1.5	1.333333	2.9
1.5	2	1.5	0.5	1.5	0.2	1.5	0.3	1.5	2.2
1.666667	0.5	1.666667	0.2	1.666667	0.1	1.666667	0	1.666667	1.3
1.833333	0.1	1.833333	0.1	1.833333	0	1.833333	0	1.833333	0.7
2	0	2	0	2	0	2	0	2	0.4
2.166667	0	2.166667	0	2.166667	0	2.166667	0	2.166667	0.2
2.333333	0	2.333333	0	2.333333	0	2.333333	0	2.333333	0.1
2.5	0	2.5	0	2.5	0	2.5	0	2.5	0
2.666667	0	2.666667	0	2.666667	0	2.666667	0	2.666667	0
2.833333	0	2.833333	0	2.833333	0	2.833333	0	2.833333	0
3	0	3	0	3	0	3	0	3	0

**Tabella 3-15 Idrogrammi di piena nei vari punti del modello idrologico per il fosso Le Querce per Tr30 anni (durata di pioggia 1h)**

QUERCE4		QUERCE2		QUERCE3		QUERCE1		QUERCE5	
t	Q	t	Q	t	Q	t	Q	t	Q
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.166667	0	0.166667	0	0.166667	0	0.166667	0	0.166667	0
0.333333	0.3	0.333333	0.1	0.333333	0.1	0.333333	0.1	0.333333	0.1
0.5	1.1	0.5	0.3	0.5	0.2	0.5	0.5	0.5	0.4
0.666667	2.4	0.666667	0.7	0.666667	0.4	0.666667	1.2	0.666667	0.8
0.833333	3.6	0.833333	1.1	0.833333	0.6	0.833333	1.9	0.833333	1.4
1	4.4	1	1.4	1	0.7	1	2.4	1	1.9
1.166667	4.3	1.166667	1.4	1.166667	0.7	1.166667	2.1	1.166667	2.1
1.333333	3.1	1.333333	0.8	1.333333	0.4	1.333333	0.9	1.333333	2
1.5	1.4	1.5	0.3	1.5	0.1	1.5	0.2	1.5	1.5
1.666667	0.3	1.666667	0.1	1.666667	0	1.666667	0	1.666667	0.9
1.833333	0.1	1.833333	0	1.833333	0	1.833333	0	1.833333	0.5
2	0	2	0	2	0	2	0	2	0.3
2.166667	0	2.166667	0	2.166667	0	2.166667	0	2.166667	0.1

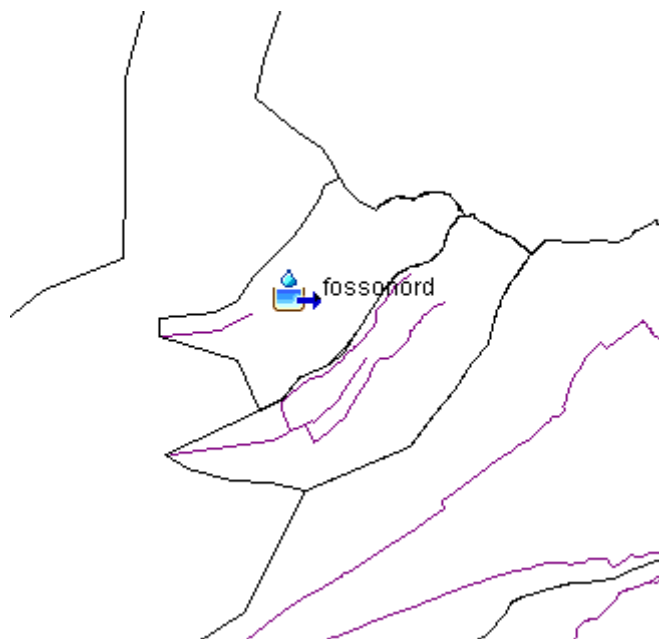
QUERCE4		QUERCE2		QUERCE3		QUERCE1		QUERCE5	
2.333333	0	2.333333	0	2.333333	0	2.333333	0	2.333333	0.1
2.5	0	2.5	0	2.5	0	2.5	0	2.5	0
2.666667	0	2.666667	0	2.666667	0	2.666667	0	2.666667	0
2.833333	0	2.833333	0	2.833333	0	2.833333	0	2.833333	0
3	0	3	0	3	0	3	0	3	0

#### 1.4.5 FOSSO A NORD DI SAN ZENO

Si tratta del fosso posto a nord dell'impianto AISA. Interessando solo il tratto terminale è stato schematizzato con un unico bacino.

**Tabella 3-16 Caratteristiche bacino Fosso a nord di San Zeno**

SOTTOBACINO	S (km <sup>2</sup> )	Tc	R	CNII	CNIII
	0.85	0.81	0.09	74.59	87.10

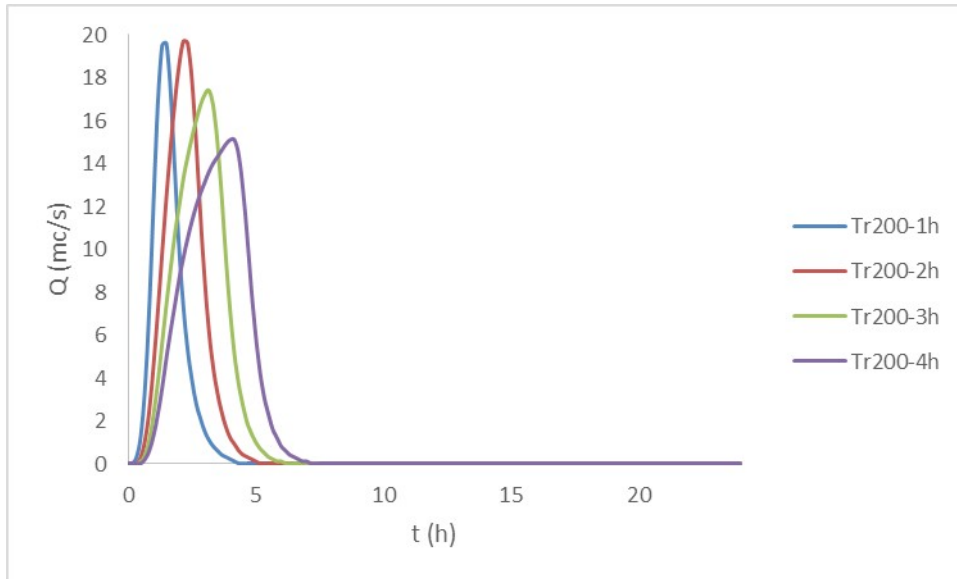


**Figura 3-17 Schema idrologico bacino del Fosso a nord di San Zeno**

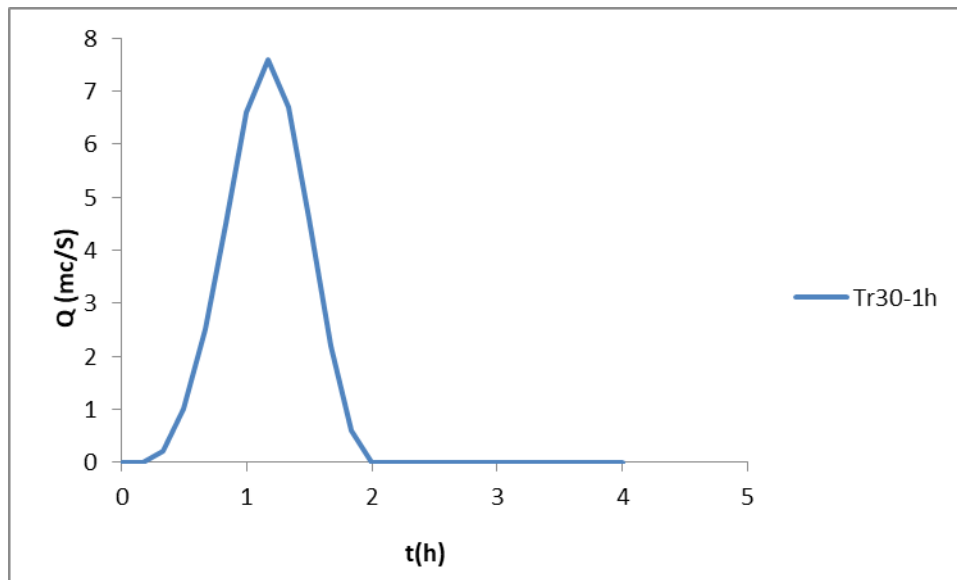
I risultati hanno evidenziato che il massimo delle portate si verifica per una durata pari a 1h.

Di seguito si riportano gli idrogrammi di piena ottenuti nelle condizioni  $T_r=200$  e  $T_r=30$  anni (per la durata critica) e per ietogramma costante.





**Figura 3-18** Idrogramma di piena del Fosso Nord di San Zeno per Tr=200 anni e ietogrammi ad intensità costante



**Figura 3-19** Idrogramma di piena del Fosso Nord di San Zeno per Tr=30 anni e ietogrammi ad intensità costante

**Tabella 3-17** Portate per diverse durate e Tr=200 anni nell'ipotesi di ietogramma ad intensità costante

SOTTOBACINO	S (kmq)	30min	1h	2h	3h	4h	5h	6h	7h
fossionord	0.85	10.9	11.9	9	7.1	5.9	5.1	4.5	4.1

Non sono disponibili dati di altri studi per un confronto di validità.

Di seguito si riporta l'idrogramma di piena in forma tabellare per Te30 e Tr200 anni.

**Tabella 3-18 Idrogramma di piena per durata di pioggia  $t=1h$  per il Foso a nord di San Zeno**

Foso Nord	Tr30	Tr200
t	Q (mc/s)	
0	0	0
0.166667	0	0
0.333333	0.2	0.6
0.5	1	2.1
0.666667	2.5	4.7
0.833333	4.5	7.9
1	6.6	10.8
1.166667	7.6	11.9
1.333333	6.7	10.3
1.5	4.6	7
1.666667	2.2	3.3
1.833333	0.6	0.8
2	0	0
2.166667	0	0
2.333333	0	0
2.5	0	0
2.666667	0	0
2.833333	0	0
3	0	0

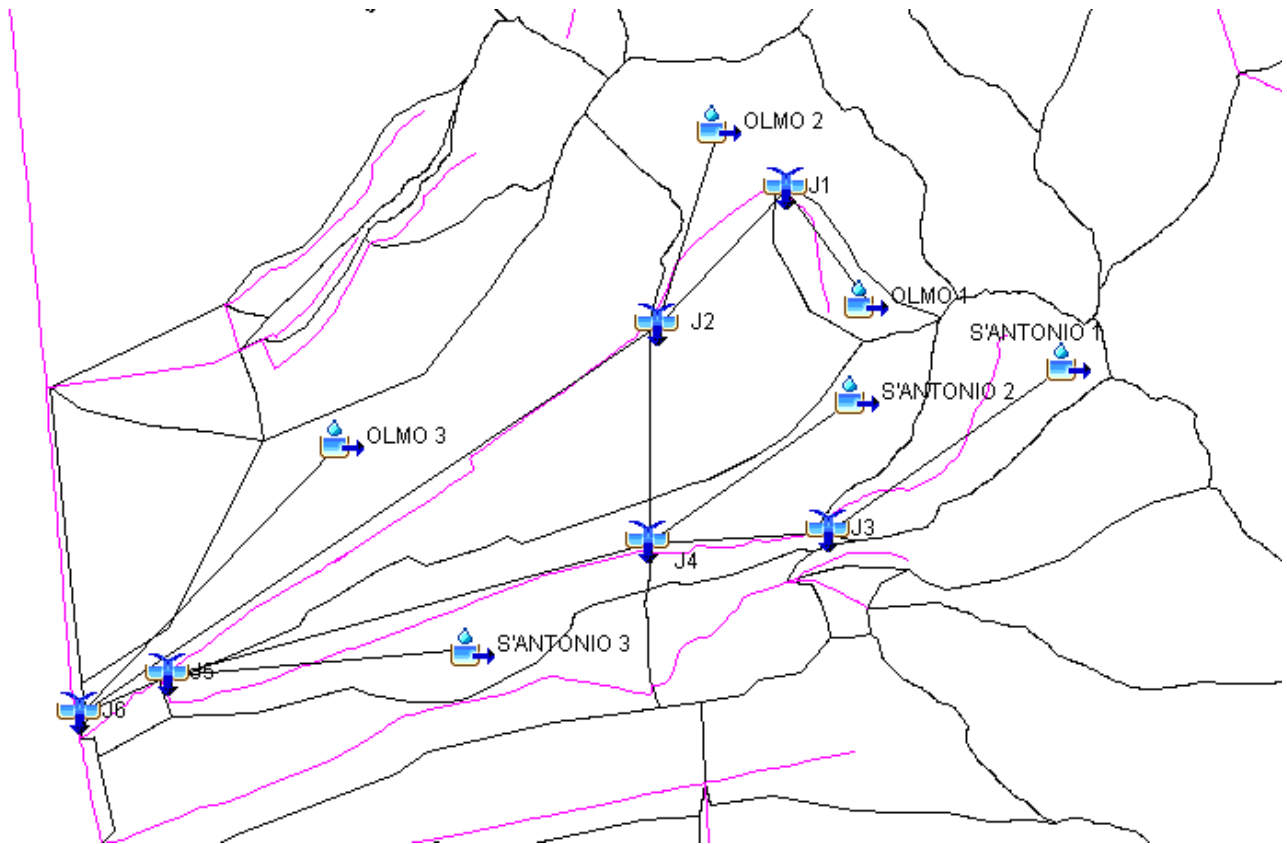
#### 1.4.6 RIO DELL'OLMO

Si riportano di seguito i valori ottenuti per i sottobacini del Rio dell'Olmo del tempo di corrivazione  $T_c$ , la costante di invaso  $R$  utilizzata per l'idrogramma unitario di Clark, e i parametri CN:

**Tabella 3-19 Caratteristiche sottobacini Rio dell'olmo**

SOTTOBACINI	S (km <sup>2</sup> )	T <sub>c</sub>	R	CNII	CNIII
OLMO 1	0.14	0.23	0.07	67.60	82.76
OLMO 2	1.10	0.55	0.10	72.82	86.04
OLMO 3	1.57	1.24	0.62	80.42	90.43
S'ANTONIO 1	0.43	0.39	0.14	66.33	81.92
S'ANTONIO 2	0.42	0.47	0.12	70.96	84.89
S'ANTONIO 3	0.63	1.20	0.64	82.56	91.59

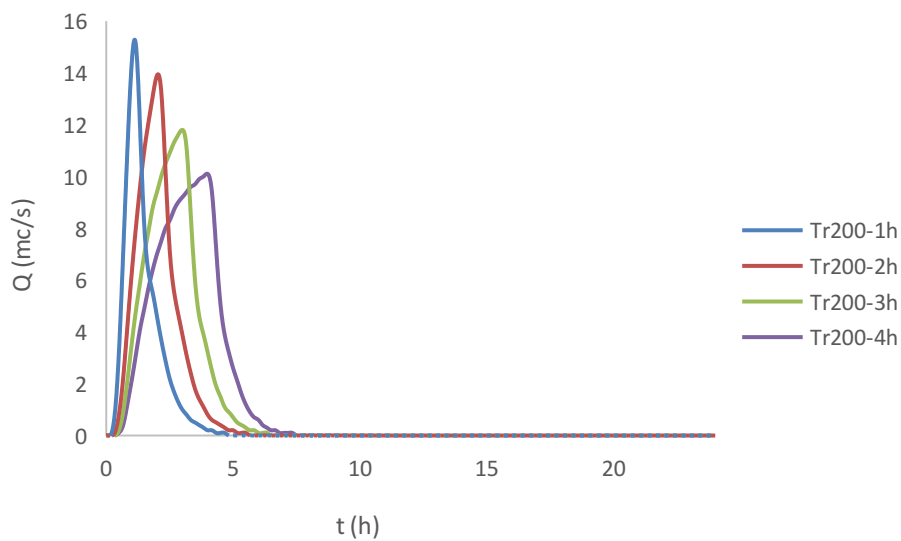
Lo schema del modello idrologico sviluppato su HMS è il seguente:



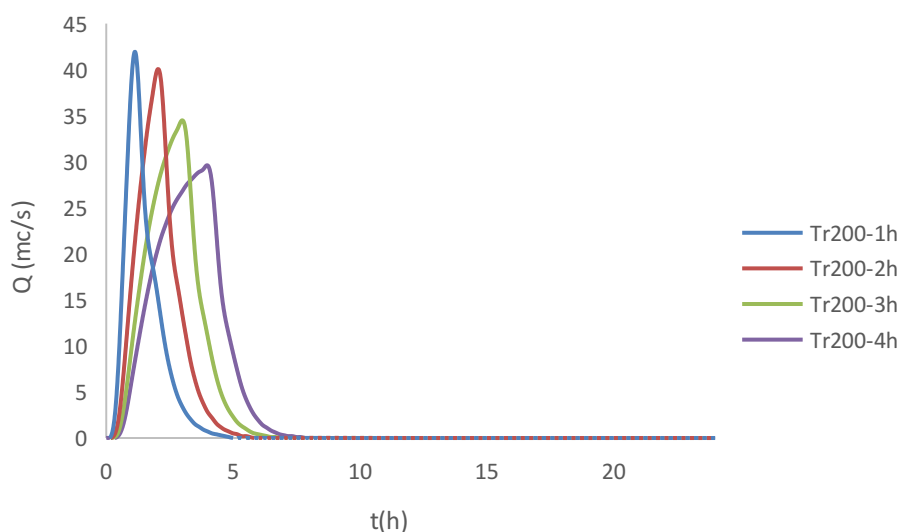
**Figura 3-20 Schema idrologico bacino del Rio dell’Olmo**

I risultati hanno evidenziato che il massimo delle portate si verifica per una durata pari a 1h.

Di seguito si riportano gli idrogrammi di piena ottenuti nelle condizioni  $Tr=200$  anni e per ietogramma costante.



**Figura 3-21 Idrogramma di piena allo sbocco del Rio di Sant'Antonio per  $T_r=200$  anni e ietogrammi ad intensità costante**



**Figura 3-22 Idrogramma di piena allo sbocco del Rio dell'Olmo per  $T_r=200$  anni e ietogrammi ad intensità costante**

**Tabella 3-20 Portate per diverse durate e  $T_r=200$  anni nell'ipotesi di ietogramma ad intensità costante**

SOTTOBACINO	S (kmq)	30min	1h	2h	3h	4h	5h	6h	7h
OLMO 3	1.57	11.5	14.1	14.3	12.6	10.9	9.6	8.5	7.7
S'ANTONIO 1	0.43	5.6	5.4	4.2	3.3	2.8	2.4	2.2	2
S'ANTONIO 2	0.42	6.2	5.8	4.3	3.4	2.9	2.5	2.2	2
J3	0.43	5.6	5.4	4.2	3.3	2.8	2.4	2.2	2
J4	0.85	11.8	11.2	8.5	6.7	5.7	4.9	4.4	4
S'ANTONIO 3	0.63	4.9	5.9	5.9	5.2	4.5	3.9	3.5	3.1
J5	1.48	13.9	15.1	13.9	11.8	10.1	8.8	7.8	7.1
OLMO 1	0.14	2.3	2	1.4	1.1	0.9	0.8	0.7	0.6
OLMO 2	1.1	16.6	15.7	11.6	9.1	7.6	6.6	5.8	5.3
J1	0.14	2.3	2	1.4	1.1	0.9	0.8	0.7	0.6
J2	1.24	18.4	17.8	13	10.2	8.5	7.4	6.5	5.9
J6	4.29	36.9	41.7	39.9	34.5	29.6	25.8	22.9	20.7

Al fine di verificare la validità dello schema idrologico adottato si effettua un confronto con i risultati di studi esistenti.

**Tabella 3-21 Confronto portate massime**

BACINO	S (km <sup>2</sup> )		CNIII		Q (mc/s)		FONTE
	presente studio	altri studi	presente studio	altri studi	presente studio	altri studi	
SANT'ANTONIO	1.48		86.32		15.1	33.5	ALTO
OLMO	2.81		86.52		31.9	48.79	ALTO
		2.43		93.3		24.5	studi precedenti

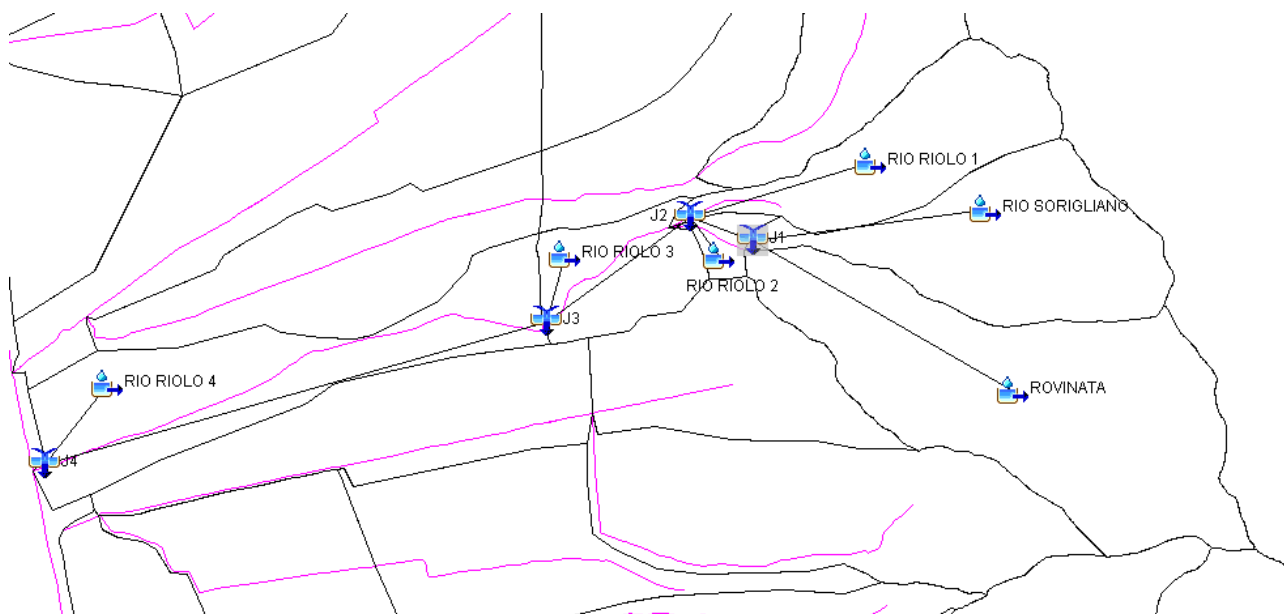
### 1.4.7 RIO DI RIOLO

Si riportano di seguito i valori ottenuti per i sottobacini del Rio di Riolo del tempo di corrivazione  $T_c$ , la costante di invaso  $R$  utilizzata per l'idrogramma unitario di Clark, e i parametri CN:

**Tabella 3-22 Caratteristiche sottobacini Rio Riolo**

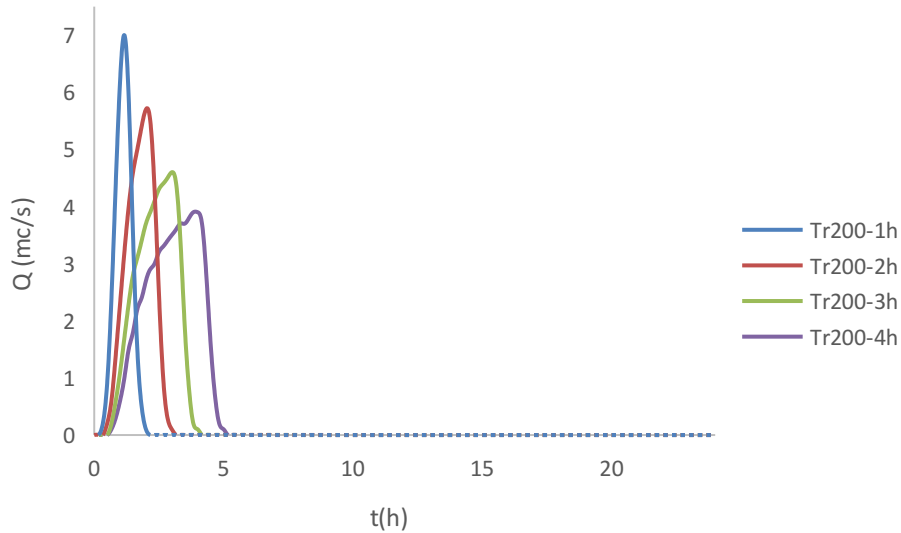
SOTTOBACINI	S (km <sup>2</sup> )	$T_c$	$R$	CNII	CNIII
RIO RIOLO 1	0.46	0.44	0.17	66.09	81.76
RIO RIOLO 2	0.05	0.25	0.08	72.56	85.88
RIO RIOLO 3	0.26	0.63	0.21	73.00	86.15
RIO RIOLO 4	0.70	1.30	0.72	78.83	89.54
RIO SORIGLIANO	0.61	0.61	0.16	65.78	81.56
ROVINATA	1.15	0.61	0.25	65.86	81.61

Lo schema del modello idrologico sviluppato su HMS è il seguente:

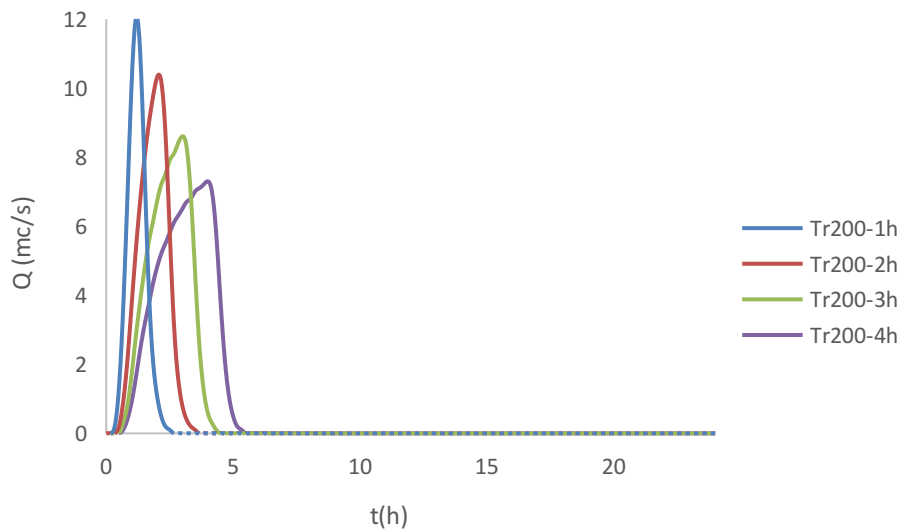
**Figura 3-23 Schema idrologico bacino del Rio Riolo**

I risultati hanno evidenziato che il massimo delle portate si verifica per una durata pari a 1h.

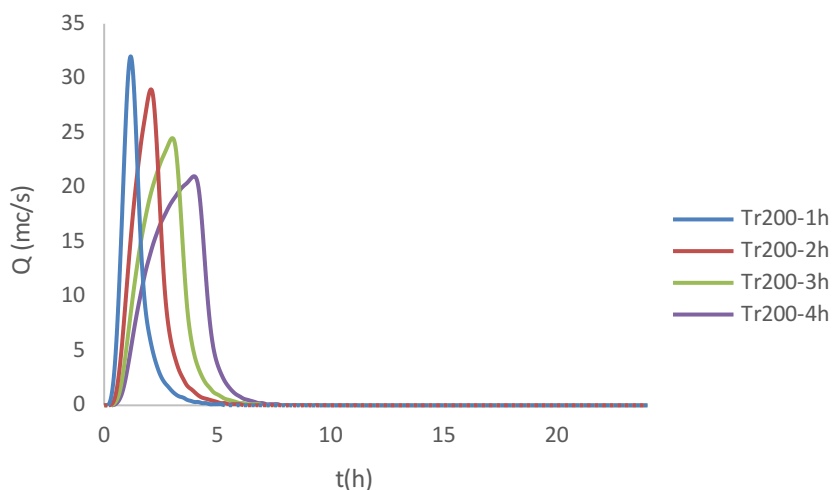
Di seguito si riportano gli idrogrammi di piena ottenuti nelle condizioni  $Tr=200$  anni e per ietogramma costante.



**Figura 3-24** Idrogramma di piena allo sbocco del Rio di Sorigliano per  $Tr=200$  anni e ietogrammi ad intensità costante



**Figura 3-25** Idrogramma di piena allo sbocco del Rio della Rovinata per  $Tr=200$  anni e ietogrammi ad intensità costante



**Figura 3-26** Idrogramma di piena allo sbocco del Rio di Riolo per  $Tr=200$  anni e ietogrammi ad intensità costante

**Tabella 3-23** Portate per diverse durate e  $Tr=200$  anni nell'ipotesi di ietogramma ad intensità costante

SOTTOBACINO	S (kmq)	30min	1h	2h	3h	4h	5h	6h	7h
RIO RIOLO 1	0.46	5.3	5.5	4.4	3.5	3	2.6	2.3	2.1
RIO RIOLO 2	0.05	0.9	0.8	0.5	0.4	0.3	0.3	0.3	0.2
ROVINATA	1.15	10.4	12	10.3	8.6	7.3	6.4	5.7	5.2
RIO SORIGLIANO	0.61	6.1	7	5.7	4.6	3.9	3.4	3.1	2.8
J1	1.76	16.5	19	16	13.2	11.2	9.8	8.8	8
J2	2.27	21	25	20.9	17.1	14.6	12.7	11.4	10.3
RIO RIOLO 3	0.26	3.1	3.4	2.7	2.1	1.8	1.5	1.4	1.2
J3	2.53	24.1	28.4	23.6	19.3	16.3	14.3	12.7	11.6
RIO RIOLO 4	0.7	4.5	5.6	5.8	5.3	4.7	4.2	3.8	3.4
J4	3.23	26.7	32	28.7	24.5	21	18.5	16.5	15

Al fine di verificare la validità dello schema idrologico adottato si effettua un confronto con i risultati di studi esistenti.

**Tabella 3-24** Confronto portate massime

BACINO	S (km <sup>2</sup> )		CNIII		Q (mc/s)		FONTE
	presente studio	altri studi	presente studio	altri studi	presente studio	altri studi	
RIO DELLA ROVINATA	1.15		81.61		12	28.51	ALTO
RIO RIOLO J3	2.53	2.35	83.44	90.8	28.4	24	studi precedenti
RIO RIOLO J4	3.23		83.89		32	44.97	ALTO

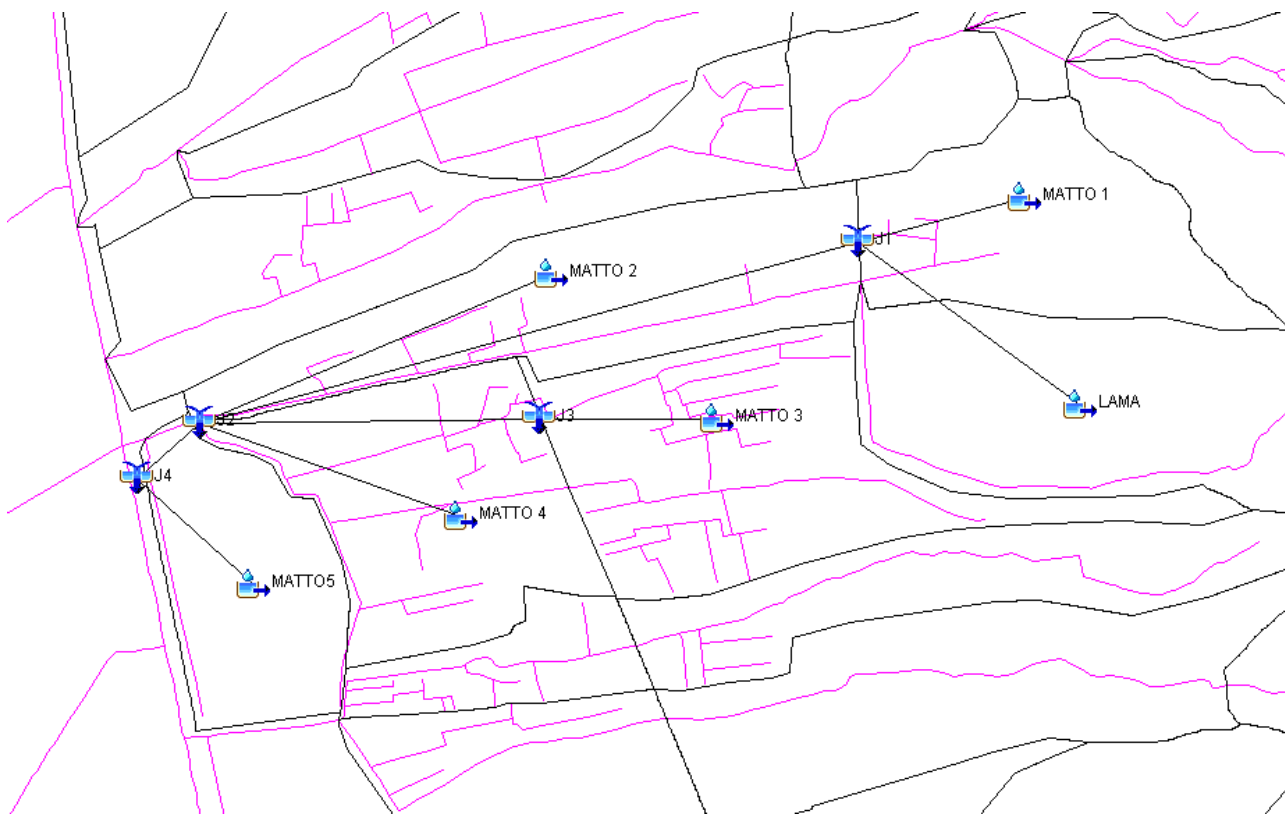
### 1.4.8 RIO DEL MATTO

Si riportano di seguito i valori ottenuti per i sottobacini del Rio del Matto del tempo di corrivazione  $T_c$ , la costante di invaso  $R$  utilizzata per l'idrogramma unitario di Clark, e i parametri CN:

**Tabella 3-25 Caratteristiche sottobacini Rio del Matto**

SOTTOBACINI	S (km <sup>2</sup> )	$T_c$	R	CNII	CNIII
LAMA	0.90	0.54	0.25	67.72	82.83
MATTO 1	0.49	0.44	0.09	69.55	84.01
MATTO 2	0.61	1.32	0.63	78.04	89.10
MATTO 3	0.69	0.78	0.37	72.71	85.97
MATTO 4	0.57	1.24	0.48	80.33	90.38
MATTO 5	0.37	1.26	0.32	83.73	92.21

Lo schema del modello idrologico sviluppato su HMS è il seguente:

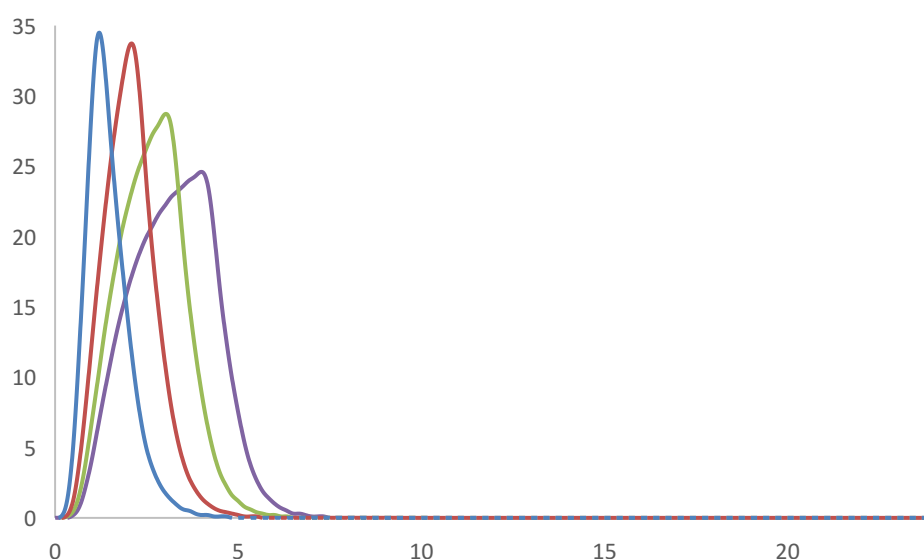


**Figura 3-27 Schema idrologico bacino del Rio del Matto**

I risultati hanno evidenziato che il massimo delle portate si verifica per una durata pari a 1h.

Di seguito si riportano gli idrogrammi di piena ottenuti nelle condizioni  $T_r=200$  anni e per idrogramma costante.





**Figura 3-28** Idrogramma di piena allo sbocco di Rio del Matto per  $T_r=200$  anni e ietogrammi ad intensità costante

**Tabella 3-26** Portate per diverse durate e  $T_r=200$  anni nell'ipotesi di ietogramma ad intensità costante

SOTTOBACINO	S (kmq)	30min	1h	2h	3h	4h	5h	6h	7h
J1	1.39	15.8	16.5	13.5	10.9	9.2	8	7.1	6.4
J2	3.26	25	30.7	29.4	25.5	21.9	19.1	17.1	15.5
LAMA	0.9	9	10.2	8.5	6.9	5.9	5.1	4.6	4.1
MATTO 1	0.49	7.5	6.9	5	3.9	3.3	2.9	2.5	2.3
MATTO 3	0.69	3.8	5	5.4	5	4.4	3.9	3.5	3.2
J3	0.69	3.8	5	5.4	5	4.4	3.9	3.5	3.2
MATTO 2	0.61	6.3	7.2	6.3	5.1	4.3	3.7	3.3	3
MATTO 4	0.57	4.6	5.6	5.5	4.7	4	3.5	3.1	2.8
MATTO5	0.37	3.7	4.4	4	3.2	2.7	2.3	2.1	1.9
J4	3.63	27.7	34.3	33.3	28.7	24.6	21.5	19.1	17.3

Al fine di verificare la validità dello schema idrologico adottato si effettua un confronto con i risultati di studi esistenti.

**Tabella 3-27** Confronto portate massime

BACINO	S (km <sup>2</sup> )		CNIII		Q (mc/s)		FONT E
	presente studio	altri studi	presente studio	altri studi	presente studio	altri studi	
RIO DEL MATTO	3.63		86.90		34.3	38.8	ALTO

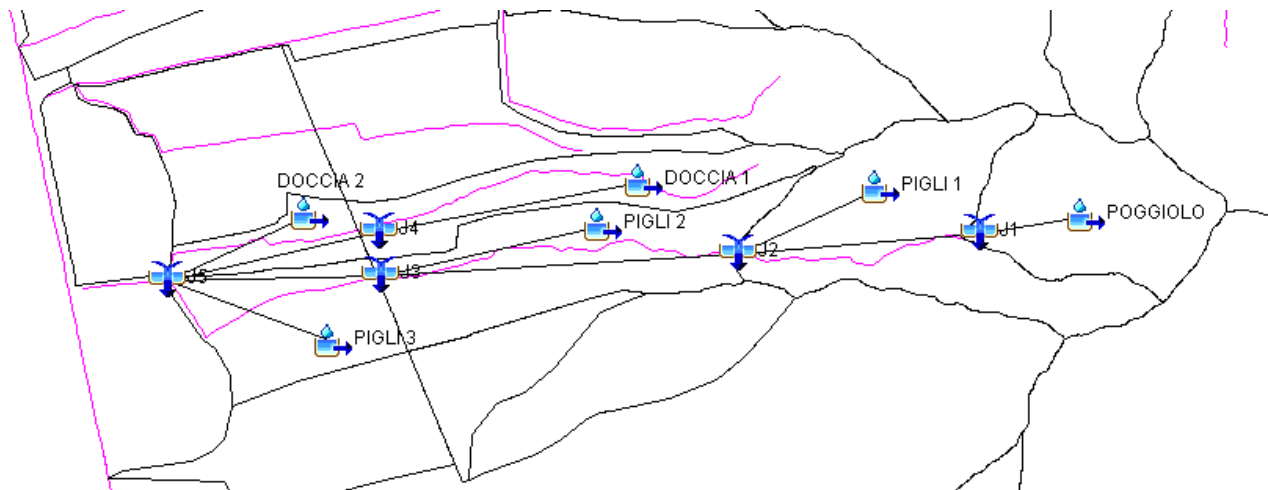
### 1.4.9 RIO DELLA DOCCIA

Si riportano di seguito i valori ottenuti per i sottobacini del Rio di Riolo del tempo di corrivazione  $T_c$ , la costante di invaso  $R$  utilizzata per l'idrogramma unitario di Clark, e i parametri CN:

**Tabella 3-28 Caratteristiche sottobacini Rio della Doccia**

SOTTOBACINI	S (km <sup>2</sup> )	$T_c$	$R$	CNII	CNIII
DOCCIA 1	0.47	0.40	0.19	71.40	85.17
DOCCIA 2	0.19	1.12	0.60	77.29	88.67
PIGLI 1	0.88	0.39	0.08	65.74	81.53
PIGLI 2	0.70	0.53	0.24	71.64	85.32
PIGLI 3	0.44	1.38	0.70	76.98	88.49
POGGIOLO	0.62	0.30	0.11	66.23	81.86

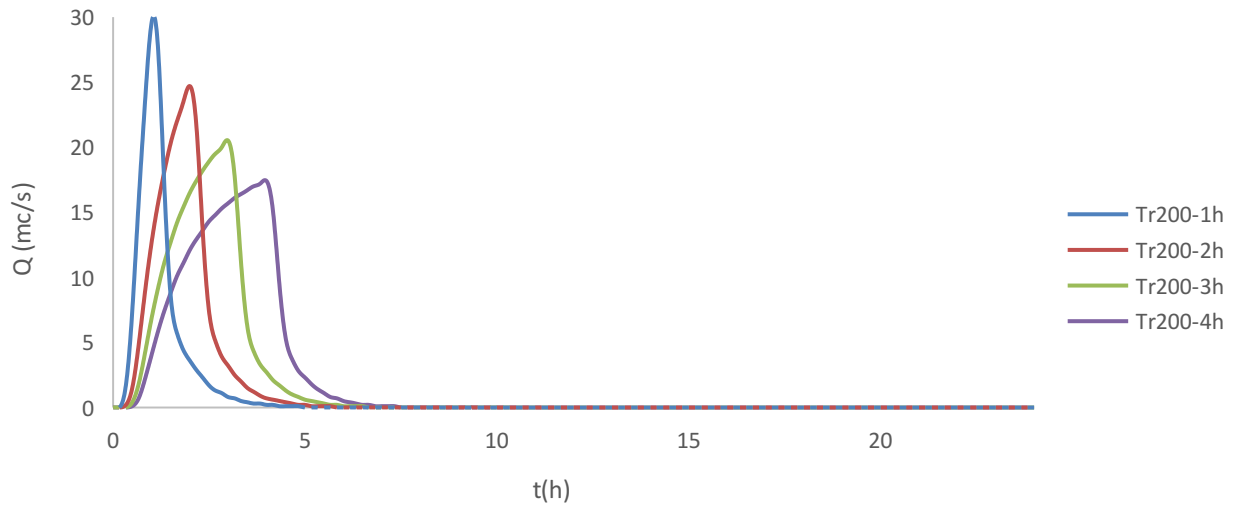
Lo schema del modello idrologico sviluppato su HMS è il seguente:



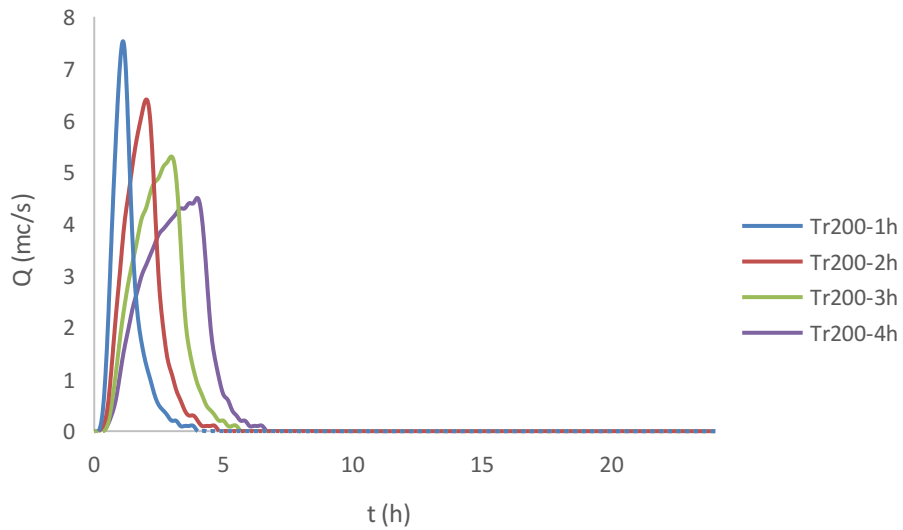
**Figura 3-29 Schema idrologico bacino del Rio della Doccia**

I risultati hanno evidenziato che il massimo delle portate si verifica per una durata pari a 1h.

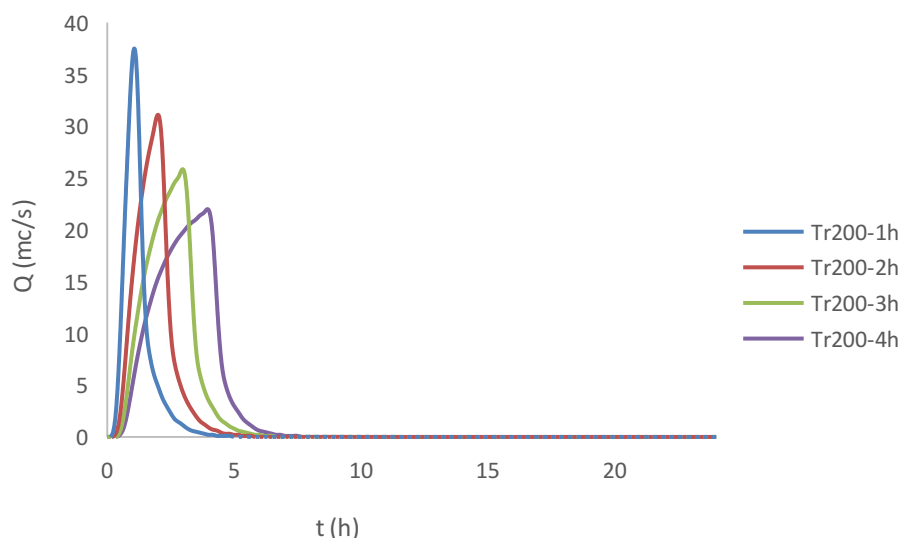
Di seguito si riportano gli idrogrammi di piena ottenuti nelle condizioni  $T_r=200$  anni e per ietogramma costante.



**Figura 3-30 Idrogramma di piena allo sbocco del Rio di Pigli per  $Tr=200$  anni e ietogrammi ad intensità costante**



**Figura 3-31 Idrogramma di piena allo sbocco del Rio della Doccia a monte della confluenza con il Rio di Pigli per  $Tr=200$  anni e ietogrammi ad intensità costante**



**Figura 3-32 Idrogramma di piena allo sbocco del Rio della Doccia per Tr=200 anni e ietogrammi ad intensità costante**

**Tabella 3-29 Portate per diverse durate e Tr=200 anni nell'ipotesi di ietogramma ad intensità costante**

SOTTOBACINO	S (kmq)	30min	1h	2h	3h	4h	5h	6h	7h
PIGLI 1	0.88	12.3	11.6	8.6	6.8	5.7	5	4.4	4
POGGIOLO	0.62	8.4	8.4	6.1	4.8	4.1	3.5	3.1	2.8
J1	0.62	8.4	8.4	6.1	4.8	4.1	3.5	3.1	2.8
J2	1.5	20.7	20	14.7	11.6	9.8	8.5	7.6	6.9
PIGLI 2	0.7	8	8.9	7.1	5.7	4.8	4.1	3.7	3.3
PIGLI 3	0.44	2.6	3.3	3.6	3.3	2.9	2.6	2.3	2.1
J3	2.64	29.3	29.5	24.7	20.5	17.4	15.2	13.6	12.3
DOCCIA 1	0.47	6.5	6.3	4.8	3.8	3.2	2.8	2.5	2.2
DOCCIA 2	0.19	1.3	1.7	1.7	1.5	1.3	1.1	1	0.9
J4	0.66	7.1	7.4	6.4	5.3	4.5	3.9	3.5	3.1
J5	3.3	36.4	36.6	31.1	25.8	21.9	19.1	17	15.4

Al fine di verificare la validità dello schema idrologico adottato si effettua un confronto con i risultati di studi esistenti.

**Tabella 3-30 Confronto portate massime**

BACINO	S (km <sup>2</sup> )		CNIII		Q (mc/s)		FONTE
	presente studio	altri studi	presente studio	altri studi	presente studio	altri studi	
RIO DEI FIGLI J2	1.5	1.62	83.24	90.5	17.2	16.7	studi precedenti
RIO DELLA DOCCIA	3.3		84.32		36.6	33.46	ALTO

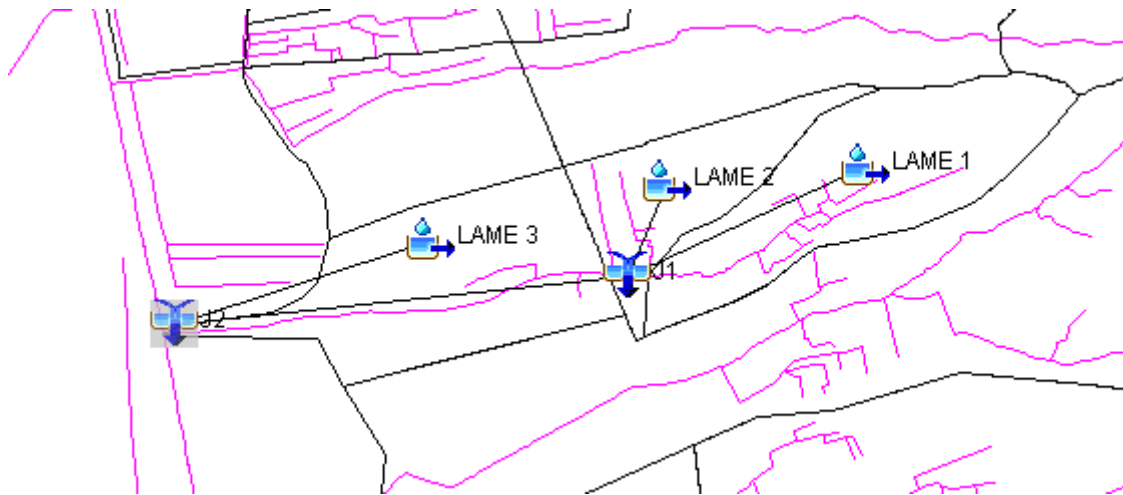
### 1.4.10 RIO DELLE LAME

Si riportano di seguito i valori ottenuti per i sottobacini del Rio delle Lame del tempo di corrivazione  $T_c$ , la costante di invaso  $R$  utilizzata per l'idrogramma unitario di Clark, e i parametri CN:

**Tabella 3-31 Caratteristiche sottobacini Rio delle Lame**

SOTTOBACINI	S (km <sup>2</sup> )	$T_c$	R	CNII	CNIII
LAME 1	0.62	0.55	0.21	70.99	84.91
LAME 2	0.19	0.53	0.13	73.00	86.15
LAME 3	0.88	0.98	0.54	79.72	90.04

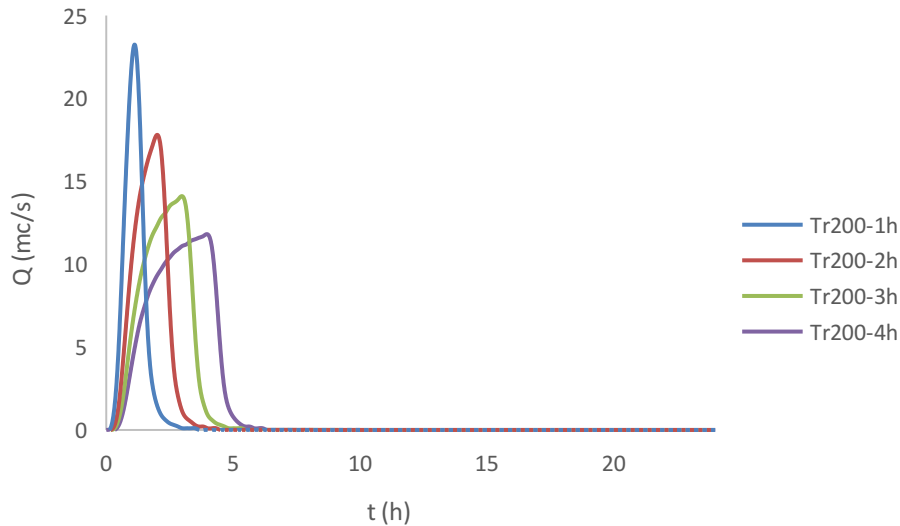
Lo schema del modello idrologico sviluppato su HMS è il seguente:



**Figura 3-33 Schema idrologico bacino del Rio delle Lame**

I risultati hanno evidenziato che il massimo delle portate si verifica per una durata pari a 1h.

Di seguito si riportano l'idrogramma di piena ottenuto nelle condizioni  $T_r=200$  anni e per ietogramma costante.



**Figura 3-34** Idrogramma di piena allo sbocco del Rio delle Lame per Tr=200 anni e ietogrammi ad intensità costante

**Tabella 3-32** Portate per diverse durate e Tr=200 anni nell'ipotesi di ietogramma ad intensità costante

SOTTOBACINO	S (kmq)	30min	1h	2h	3h	4h	5h	6h	7h
LAME 3	0.88	13.1	13.3	9.9	7.7	6.3	5.5	4.8	4.4
LAME 1	0.62	8.5	8.4	6.4	5	4.2	3.7	3.2	2.9
LAME 2	0.19	1.3	1.6	1.6	1.4	1.3	1.1	1	0.9
J1	0.81	9.1	9.7	7.9	6.5	5.5	4.8	4.2	3.8
J2	1.69	22.2	23	17.8	14.1	11.8	10.2	9.1	8.2

Al fine di verificare la validità dello schema idrologico adottato si effettua un confronto con i risultati di studi esistenti.

**Tabella 3-33** Confronto portate massime

BACINO	S (km2)		CNIII		Q (mc/s)		FONT E
	presente studio	altri studi	presente studio	altri studi	presente studio	altri studi	
RIO DELLE LAME	1.69		87.29		23	21.36	ALTO

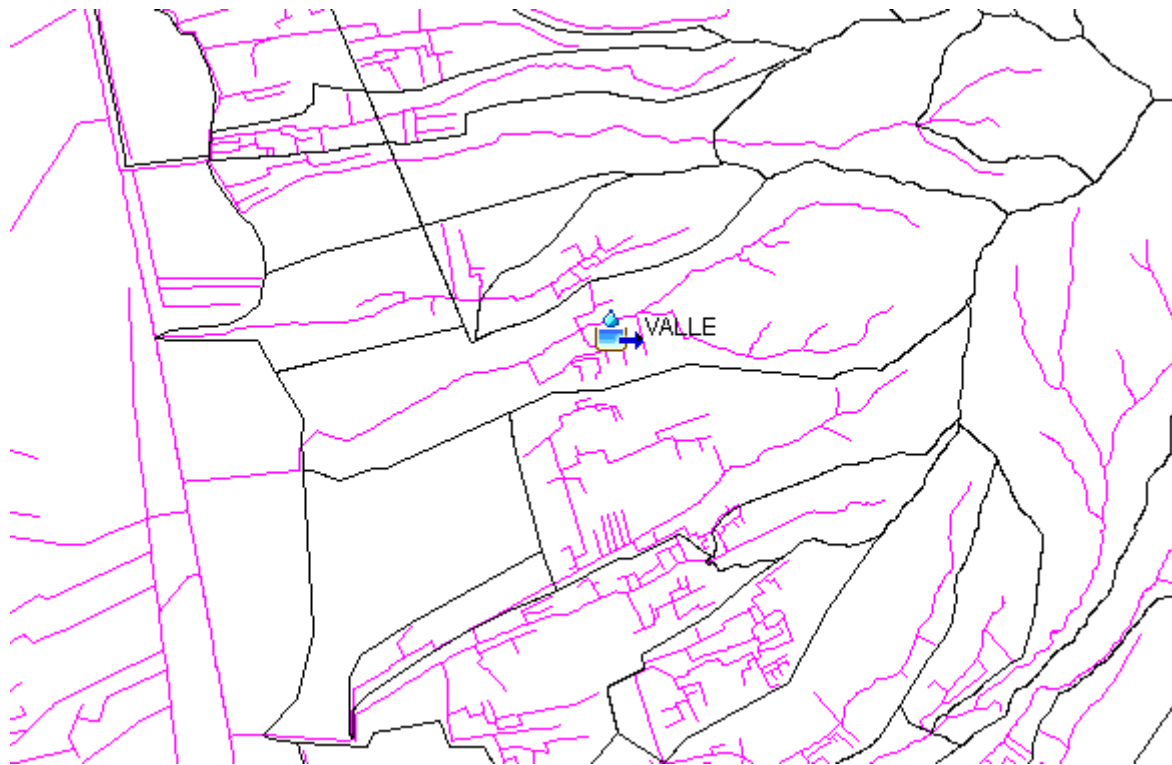
**1.4.11 RIO DELLA VALLE**

Si riportano di seguito i valori ottenuti per il bacino del Rio della Valle del tempo di corrivazione Tc, la costante di invaso R utilizzata per l'idrogramma unitario di Clark, e i parametri CN:

**Tabella 3-34** Caratteristiche sottobacini Rio della Valle

SOTTOBACINI	S (km2)	Tc	R	CNII	CNIII
VALLE	2.32	0.89	0.53	71.41	85.17

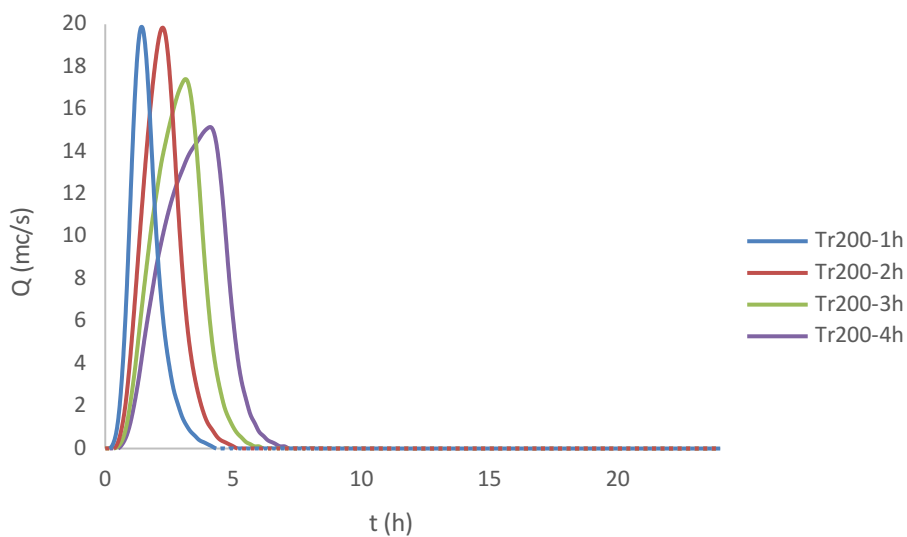
Lo schema del modello idrologico sviluppato su HMS è il seguente:



**Figura 3-35 Schema idrologico bacino del Rio della Valle**

I risultati hanno evidenziato che il massimo delle portate si verifica per una durata pari a 2h.

Di seguito si riportano l'idrogramma di piena ottenuto nelle condizioni  $Tr=200$  anni e per ietogramma costante.



**Figura 3-36 Idrogramma di piena allo sbocco del Rio della Valle per  $Tr=200$  anni e ietogrammi ad intensità costante**

**Tabella 3-35 Portate per diverse durate e  $T_r=200$  anni nell'ipotesi di ietogramma ad intensità costante**

SOTTOBACINO	S (kmq)	1h	2h	3h	4h	5h	6h	7h
VALLE	2.32	19.6	19.7	17.4	15.1	13.3	11.9	10.8

Al fine di verificare la validità dello schema idrologico adottato si effettua un confronto con i risultati di studi esistenti.

**Tabella 3-36 Confronto portate massime**

BACINO	S (km <sup>2</sup> )		CNIII		Q (mc/s)		FONT E
	presente studio	altri studi	presente studio	altri studi	presente studio	altri studi	
RIO DELLA VALLE	1.69		85.17		19.7	36.12	ALTO

#### 1.4.12 RIO DI POLICIANO

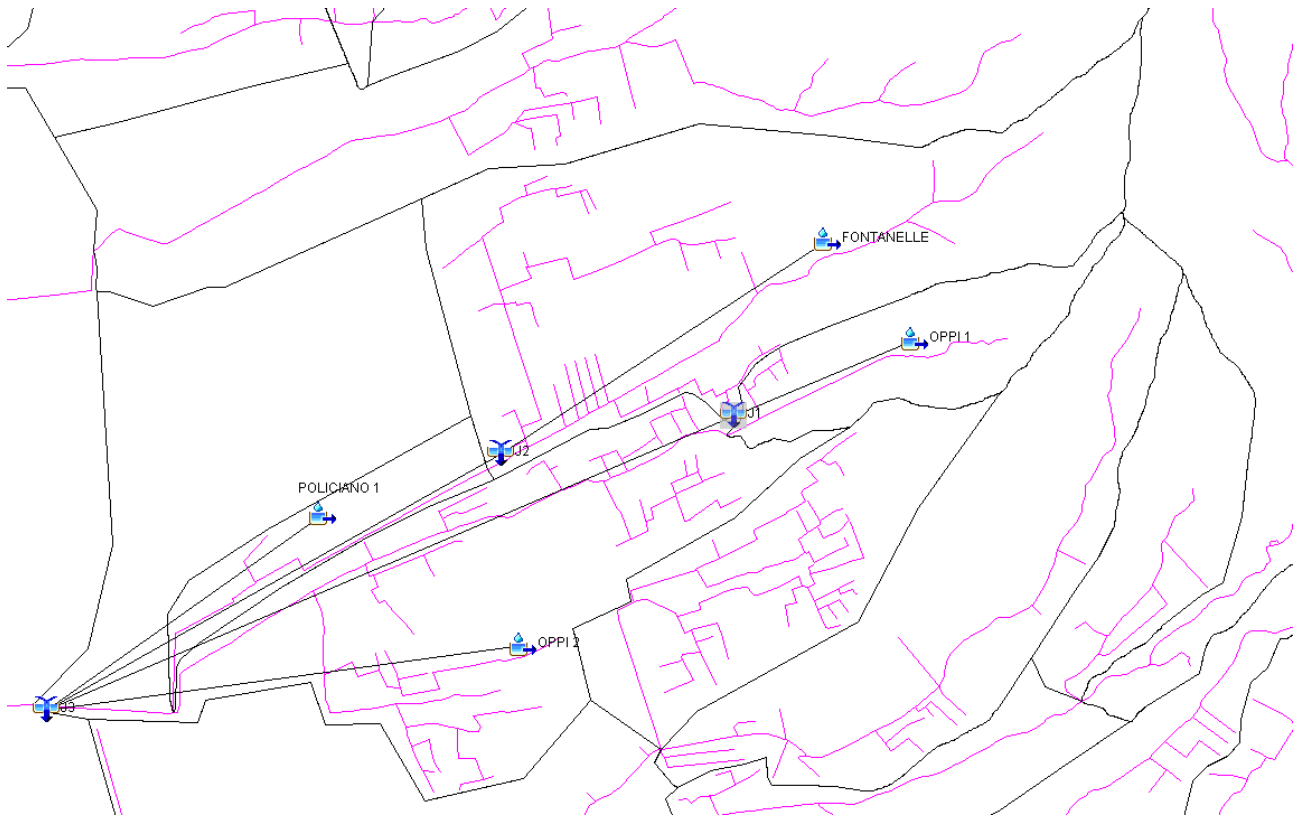
Si riportano di seguito i valori ottenuti per i sottobacini del Rio di Policiano del tempo di corrivazione  $T_c$ , la costante di invaso R utilizzata per l'idrogramma unitario di Clark, e i parametri CN:

**Tabella 3-37 Caratteristiche sottobacini Rio di Policiano**

SOTTOBACINI	S (km <sup>2</sup> )	$T_c$	R	CNII	CNIII
FONTANELLE	1.55	0.66	0.37	72.98	86.14
OPPI 1	0.36	0.33	0.14	70.99	84.91
OPPI 2	2.18	1.52	0.71	79.97	90.18
POLICIANO 1	0.22	1.11	0.48	81.84	91.20

Lo schema del modello idrologico sviluppato su HMS è il seguente:

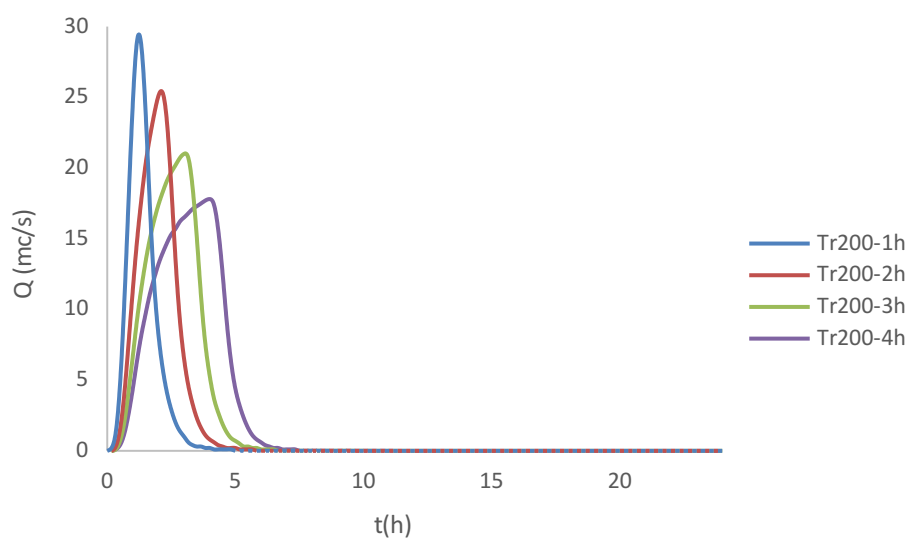




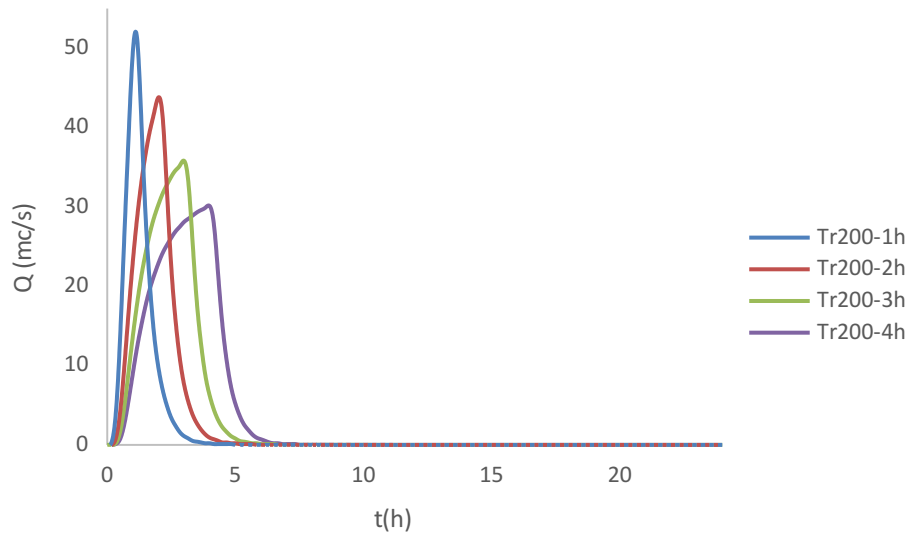
**Figura 3-37 Schema idrologico bacino del Rio di Policiano**

I risultati hanno evidenziato che il massimo delle portate si verifica per una durata pari a 1h.

Di seguito si riportano l'idrogramma di piena ottenuto nelle condizioni  $Tr=200$  anni e per ietogramma costante.



**Figura 3-38 Idrogramma di piena allo sbocco del Rio degli Oppi per  $Tr=200$  anni e ietogrammi ad intensità costante**



**Figura 3-39** Idrogramma di piena allo sbocco del Rio di Policiano per  $Tr=200$  anni e ietogrammi ad intensità costante

**Tabella 3-38** Portate per diverse durate e  $Tr=200$  anni nell'ipotesi di ietogramma ad intensità costante

SOTTOBACINO	S (kmq)	30min	1h	2h	3h	4h	5h	6h	7h
OPPI 2	2.18	25.8	27.8	23.2	18.7	15.6	13.5	12	10.8
FONTANELLE	1.55	25.3	23.4	16.6	12.9	10.7	9.3	8.2	7.4
J2	1.55	25.3	23.4	16.6	12.9	10.7	9.3	8.2	7.4
OPPI 1	0.36	1.7	2.2	2.5	2.4	2.2	2	1.8	1.6
J1	0.36	1.7	2.2	2.5	2.4	2.2	2	1.8	1.6
POLICIANO 1	0.22	2	2.3	2.2	1.9	1.6	1.4	1.2	1.1
J3	4.31	47.5	51.2	43.8	35.8	30.1	26.1	23.2	20.9

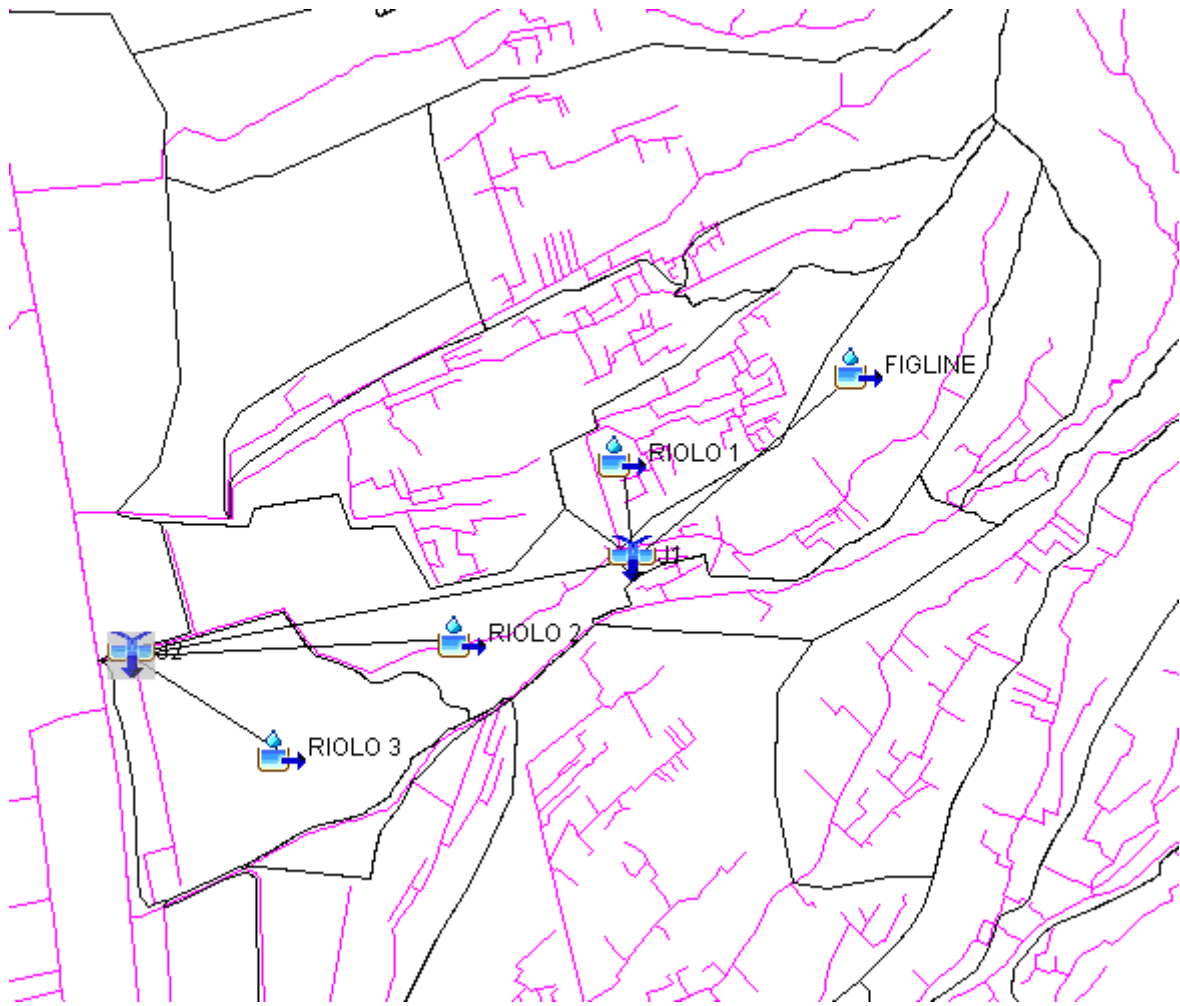
#### 1.4.13 FOSSO DEL RIOLO

Si riportano di seguito i valori ottenuti per i sottobacini del Fosso del Riolo del tempo di corrivazione  $T_c$ , la costante di invaso  $R$  utilizzata per l'idrogramma unitario di Clark, e i parametri CN:

**Tabella 3-39** Caratteristiche sottobacini Fosso del Riolo

SOTTOBACINI	S (km <sup>2</sup> )	$T_c$	$R$	CNII	CNIII
FIGLINE	1.03	0.72	0.42	70.00	84.30
RIOLO 1	0.62	0.78	0.37	76.35	88.13
RIOLO 2	0.89	1.31	0.74	81.50	91.02
RIOLO 3	0.95	1.50	0.42	82.12	91.35

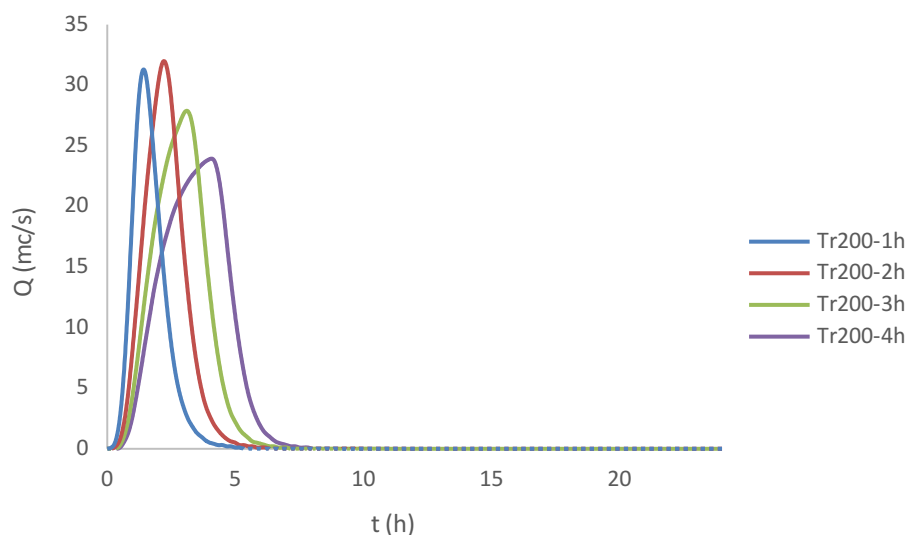
Lo schema del modello idrologico sviluppato su HMS è il seguente:



**Figura 3-40 Schema idrologico bacino del Fosso del Riolo**

I risultati hanno evidenziato che il massimo delle portate si verificano per una durata variabile di 2h.

Di seguito si riportano l'idrogramma di piena ottenuto nelle condizioni  $T_r=200$  anni e per ietogramma costante.



**Figura 3-41 Idrogramma di piena allo sbocco del Fosso del Riolo per Tr=200 anni e ietogrammi ad intensità costante**

**Tabella 3-40 Portate per diverse durate e Tr=200 anni nell'ipotesi di ietogramma ad intensità costante**

SOTTOBACINO	S (kmq)	1h	2h	3h	4h	5h	6h	7h
FIGLINE	1.03	9.8	9.3	7.8	6.7	5.9	5.3	4.8
RIOLO 1	0.62	7.1	6.2	5.1	4.3	3.7	3.3	3
J1	1.65	16.9	15.5	13	11.1	9.7	8.6	7.8
RIOLO 3	0.95	8.1	8.3	7.5	6.6	5.8	5.2	4.7
RIOLO 2	0.89	8.6	8.6	7.4	6.3	5.5	4.9	4.4
J2	3.49	30.9	31.9	27.8	23.9	21	18.7	16.9

Al fine di verificare la validità dello schema idrologico adottato si effettua un confronto con i risultati di studi esistenti.

**Tabella 3-41 Confronto portate massime**

BACINO	S (km <sup>2</sup> )		CNIII		Q (mc/s)		FONTE
	presente studio	altri studi	presente studio	altri studi	presente studio	altri studi	
FIGLINE	1.03	0.94	84.30	90.6	9.8	8.6	studi precedenti

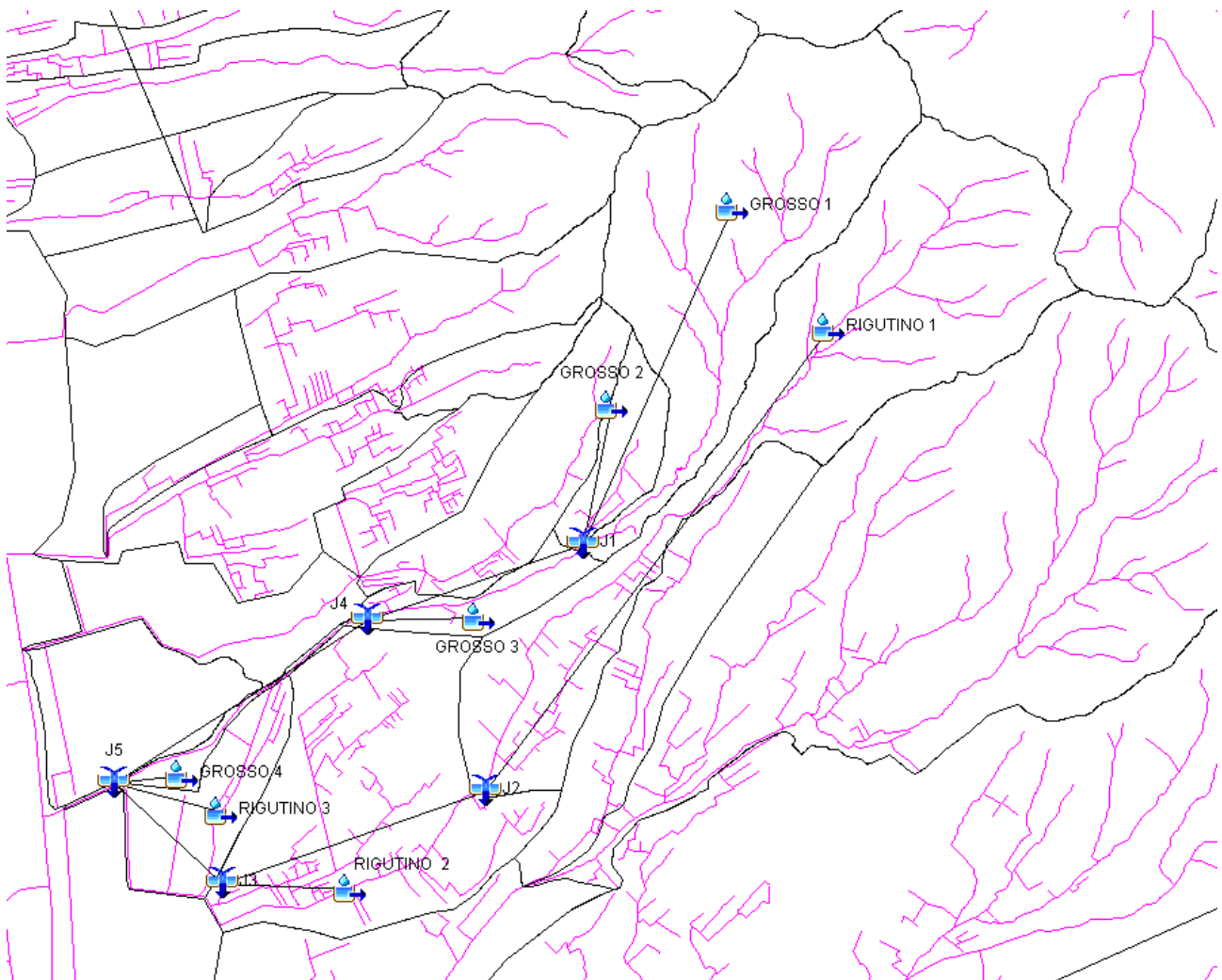
#### 1.4.14 RIO GROSSO

Si riportano di seguito i valori ottenuti per i sottobacini del Rio Grosso del tempo di corrivazione  $T_c$ , la costante di invaso  $R$  utilizzata per l'idrogramma unitario di Clark, e i parametri CN:

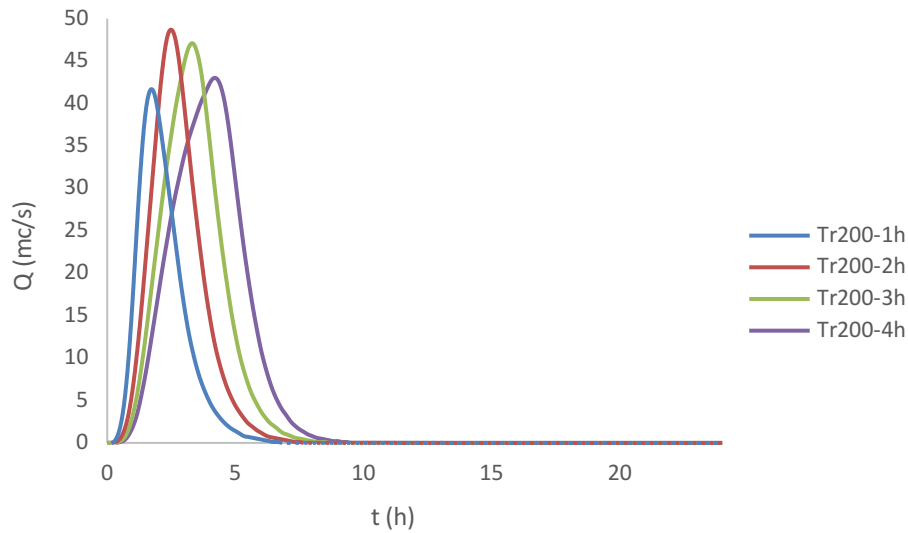
**Tabella 3-42 Caratteristiche sottobacini Rio Grosso**

SOTTOBACINI	S (km <sup>2</sup> )	T <sub>c</sub>	R	CNII	CNIII
GROSSO 1	2.89	0.75	0.38	66.90	82.29
GROSSO 2	0.42	0.42	0.15	70.04	84.32
GROSSO 3	0.38	0.91	0.48	76.65	88.30
GROSSO 4	0.13	0.99	0.41	80.11	90.26
RIGUTINO 1	3.66	1.07	0.70	69.13	83.74
RIGUTINO 2	2.47	1.97	0.85	80.35	90.39
RIGUTINO 3	0.69	1.85	0.99	83.48	92.08

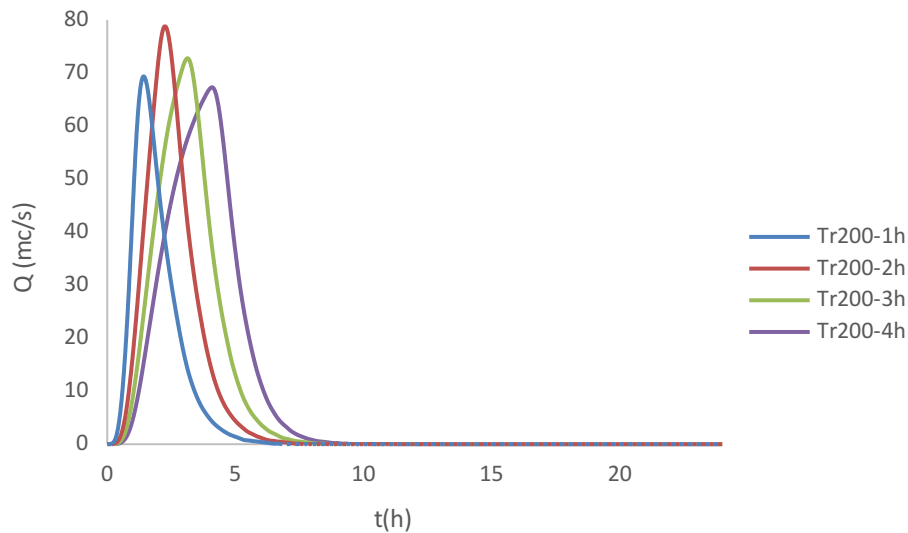
Lo schema del modello idrologico sviluppato su HMS è il seguente:

**Figura 3-42 Schema idrologico bacino del Rio Grosso**

I risultati hanno evidenziato che il massimo delle portate si verificano per una durata di 2h. Di seguito si riportano l'idrogramma di piena ottenuto nelle condizioni  $T_r=200$  anni e per ietogramma costante.



**Figura 3-43** Idrogramma di piena allo sbocco del Rio Rigutino per Tr=200 anni e ietogrammi ad intensità costante



**Figura 3-44** Idrogramma di piena allo sbocco del Rio Grosso per Tr=200 anni e ietogrammi ad intensità costante

**Tabella 3-43** Portate per diverse durate e Tr=200 anni nell'ipotesi di ietogramma ad intensità costante

SOTTOBACINO	S (kmq)	1h	2h	3h	4h	5h	6h	7h
RIGUTINO 1	3.66	24.3	26.8	24.9	22.5	20.1	18.2	16.6
J2	3.66	24.3	26.8	24.9	22.5	20.1	18.2	16.6
RIGUTINO 2	2.47	16	18.2	17.6	16.1	14.6	13.2	12
J3	6.13	37.5	43.7	42.2	38.5	34.7	31.4	28.6
GROSSO 2	0.42	5.6	4.3	3.4	2.8	2.5	2.2	2
GROSSO 1	2.89	26	24.8	21.1	18.3	16.1	14.4	13.1
J1	3.31	29.7	28.6	24.5	21.1	18.6	16.6	15.1

SOTTOBACINO	S (kmq)	1h	2h	3h	4h	5h	6h	7h
GROSSO 3	0.38	3.8	3.6	3.6	2.6	2.3	2	1.8
J4	3.69	33.3	32.3	26	23.7	20.8	18.6	16.9
RIGUTINO 3	0.69	4.6	5.2	5	4.6	4.1	3.7	3.4
GROSSO 4	0.13	1.5	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.6
J5	10.64	68.7	78.2	72.7	67	60.3	54.4	49.6

Al fine di verificare la validità dello schema idrologico adottato si effettua un confronto con i risultati di studi esistenti.

**Tabella 3-44 Confronto portate massime**

BACINO	S (km2)		CNIII		Q (mc/s)		FONTE
	presente studio	altri studi	presente studio	altri studi	presente studio	altri studi	
RIO GROSSO (J4)	3.69		85.50		32.3	38.49	ALTO
		3.57		90.1		30.2	studi precedenti
RIGUTINO (J2)	3.66	3.36	83.74	89.7	26.8	28.2	studi precedenti
RIO GROSSO	10.64		85.84		78.2	57.47	ALTO

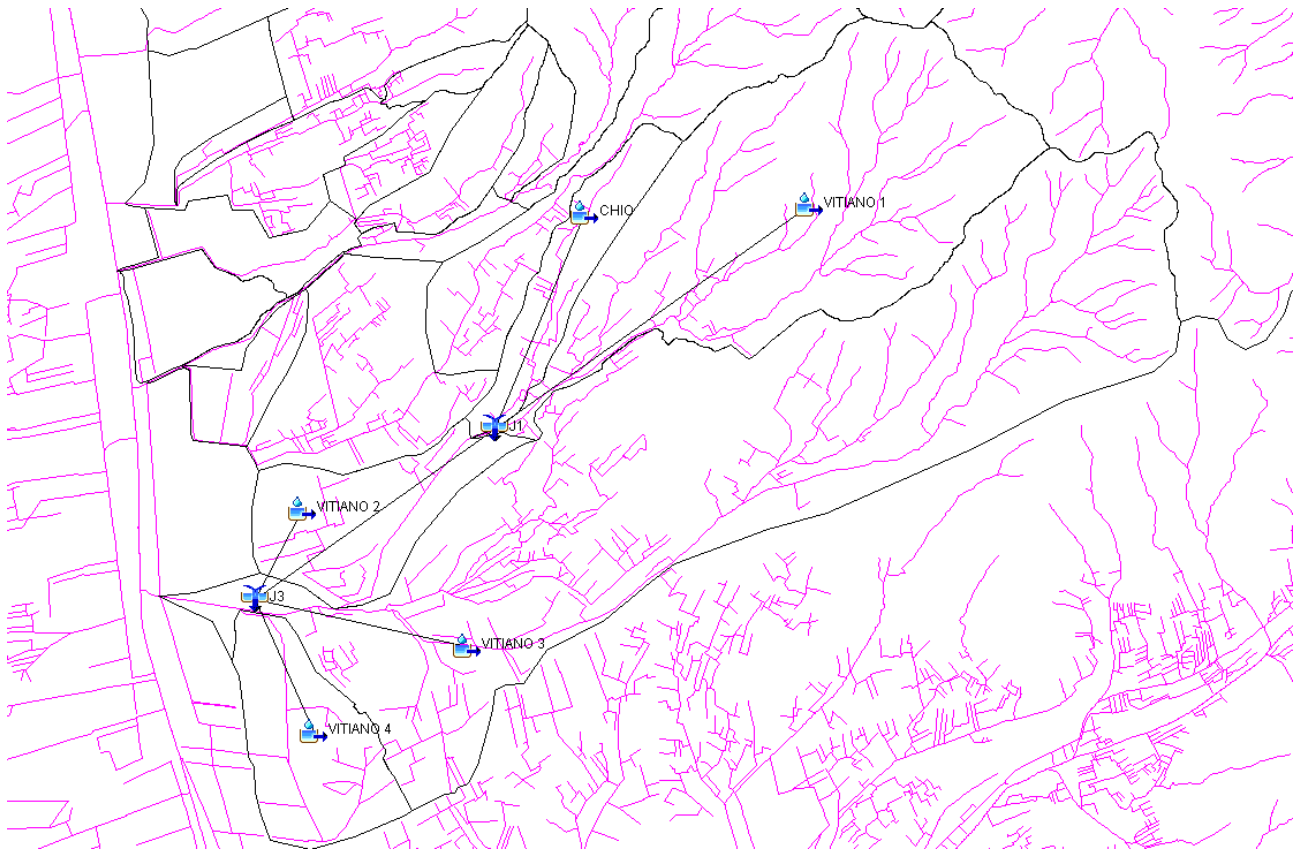
#### 1.4.15 RIO DI VITIANO

Si riportano di seguito i valori ottenuti per i sottobacini del Rio di Vitiano del tempo di corrivazione  $T_c$ , la costante di invaso  $R$  utilizzata per l'idrogramma unitario di Clark, e i parametri CN:

**Tabella 3-45 Caratteristiche sottobacini Rio di Vitiano**

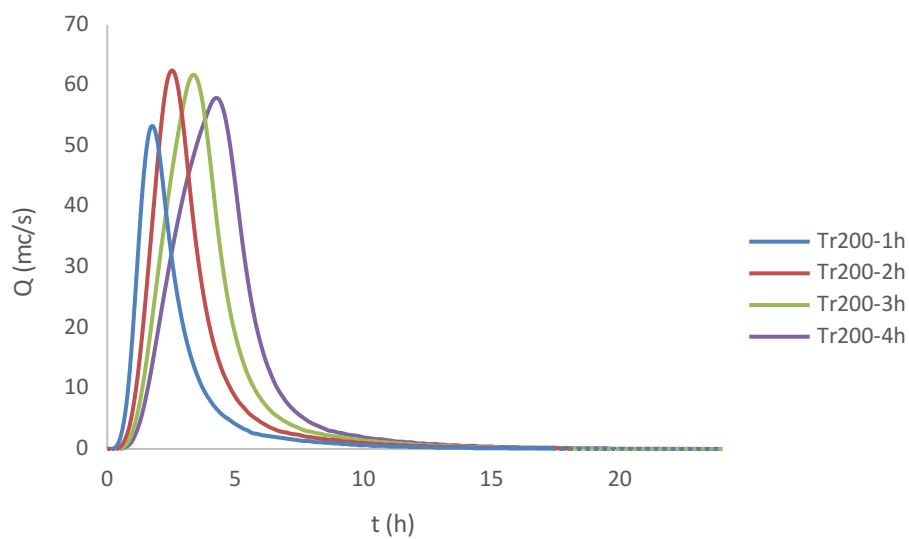
SOTTOBACINI	S (km2)	$T_c$	$R$	CNII	CNIII
CHIO	1.26	1.18	0.63	72.23	85.68
VITIANO 1	7.35	1.25	0.75	67.41	82.63
VITIANO 2	1.91	1.78	0.70	81.78	91.17
VITIANO 3	14.57	2.60	2.99	72.61	85.91
VITIANO 4	1.90	1.94	0.94	83.22	91.94

Lo schema del modello idrologico sviluppato su HMS è il seguente:



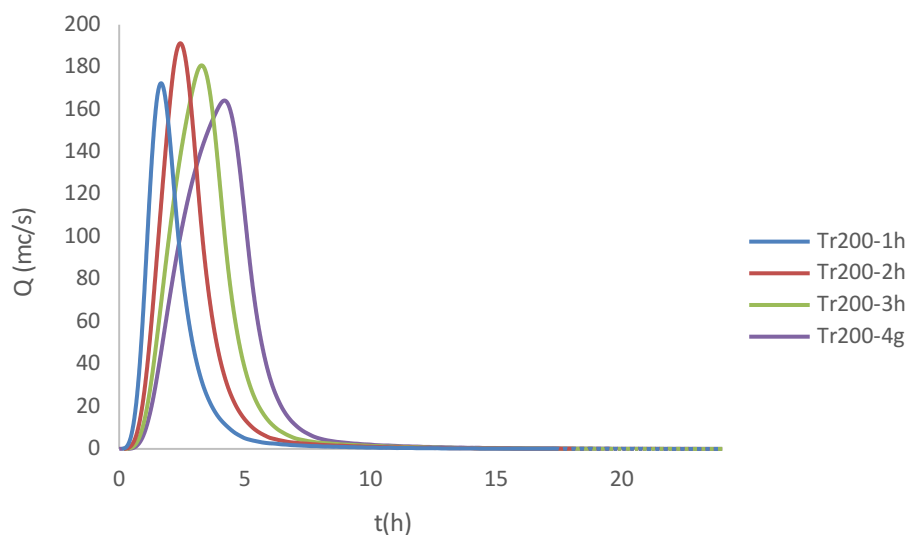
**Figura 3-45 Schema idrologico bacino del Rio di Vitiano**

I risultati hanno evidenziato che il massimo delle portate si verificano per una durata di 2h. Di seguito si riportano l'idrogramma di piena ottenuto nelle condizioni  $Tr=200$  anni e per ietogramma costante.



**Figura 3-46 Idrogramma di piena di Rio di Vitiano a monte della confluenza con Rio Cozzano per  $Tr=200$  anni e ietogrammi ad intensità costante**





**Figura 3-47** Idrogramma di piena allo sbocco di Rio di Vitiano per  $Tr=200$  anni e ietogrammi ad intensità costante

**Tabella 3-46** Portate per diverse durate e  $Tr=200$  anni nell'ipotesi di ietogramma ad intensità costante

SOTTOBACINO	S (kmq)	1h	2h	3h	4h	5h	6h	7h
VITIANO 3	14.57	109.1	116.1	105.9	94.1	83.4	75	68.2
VITIANO 1	7.35	43.1	49.1	47.1	43.1	39.2	35.7	32.7
CHIO	1.26	7.5	8.7	8.4	7.7	7	6.4	5.8
J1	8.61	49.7	57.6	55.5	50.9	46.3	42	38.5
VITIANO 2	1.91	5.9	7.2	7.8	8	7.9	7.8	7.5
VITIANO 4	1.9	12.7	14.2	13.7	12.6	11.3	10.3	9.3
J3	26.99	172.4	190.5	180.5	164.2	148.3	134.5	123.3

Al fine di verificare la validità dello schema idrologico adottato si effettua un confronto con i risultati di studi esistenti.

**Tabella 3-47** Confronto portate massime

BACINO	S (km <sup>2</sup> )		CNIII		Q (mc/s)		FONT E
	presente studio	altri studi	presente studio	altri studi	presente studio	altri studi	
RIO VITIANO	10.52		86.63		62.4	49.67	ALTO
BACINO RIO VITIANO (J3)	26.99		85.89		190.5	95.22	ALTO

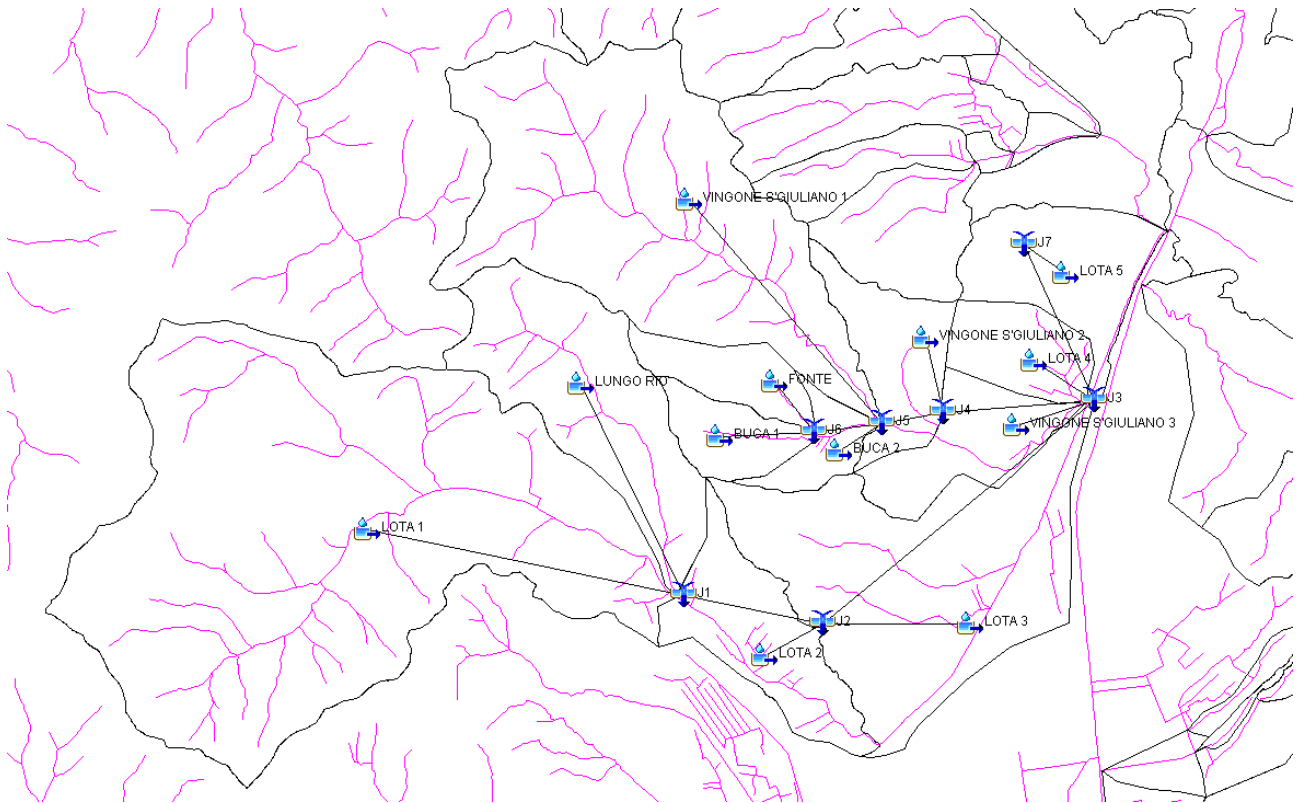
## 1.4.16 TORRENTE LOTA

Si riportano di seguito i valori ottenuti per i sottobacini del Torrente Lota del tempo di corrivazione  $T_c$ , la costante di invaso  $R$  utilizzata per l'idrogramma unitario di Clark, e i parametri CN:

**Tabella 3-48 Caratteristiche sottobacini Torrente Lota**

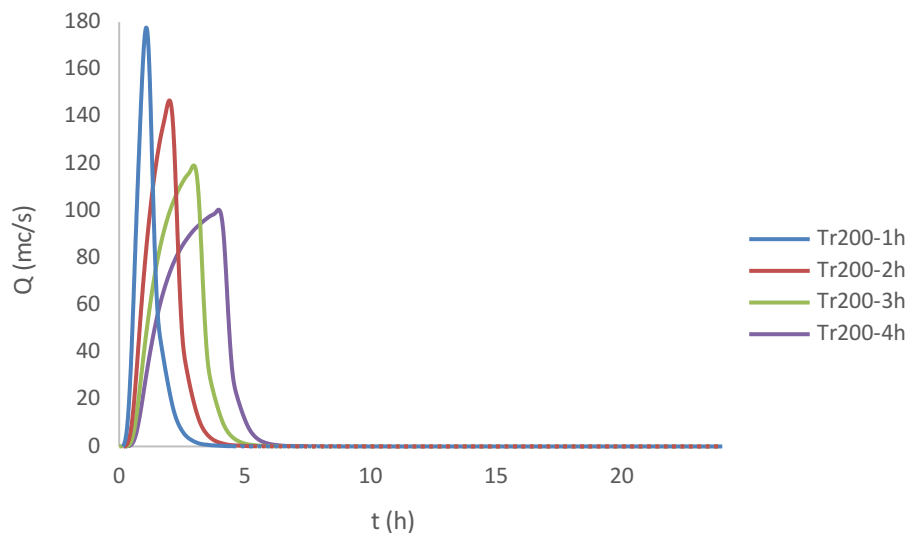
SOTTOBACIN I	S (km <sup>2</sup> )	$T_c$	R	CNII	CNIII
BUCA 1	0.48	0.38	0.11	63.26	79.84
BUCA 2	0.32	0.45	0.11	76.68	88.32
FONTE	0.51	0.37	0.09	60.59	77.96
LOTA 1	8.49	1.39	0.64	67.97	83.00
LOTA 2	1.12	1.07	0.48	78.86	89.56
LOTA 3	3.28	1.96	0.90	80.04	90.22
LOTA 4	0.61	0.83	0.23	79.18	89.74
LOTA 5	1.08	1.03	0.31	76.49	88.21
LUNGO RIO	1.95	0.88	0.36	65.83	81.59
VINGONE S'GIULIANO 1	4.41	1.29	0.58	65.67	81.48
VINGONE S'GIULIANO 2	0.81	0.70	0.18	74.39	86.98
VINGONE S'GIULIANO 3	0.81	1.16	0.45	81.42	90.98

Lo schema del modello idrologico sviluppato su HMS è il seguente:

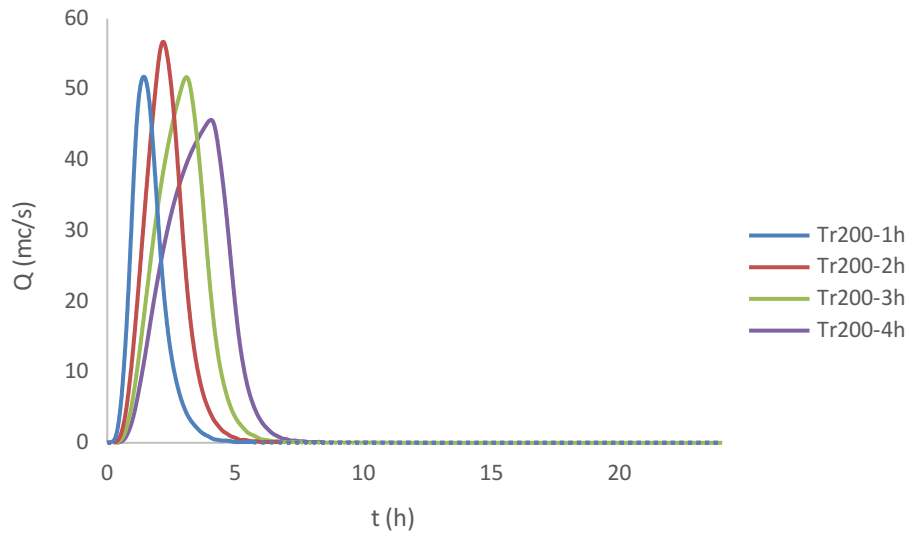


**Figura 3-48 Schema idrologico bacino del Torrente Lota**

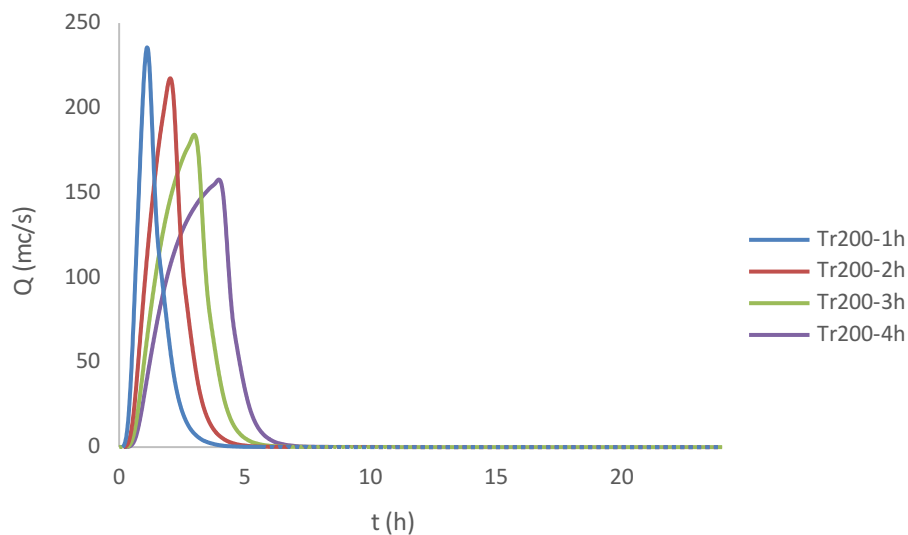
I risultati hanno evidenziato che il massimo delle portate si verificano per una durata di 1h. Di seguito si riportano l'idrogramma di piena ottenuto nelle condizioni  $Tr=200$  anni e per ietogramma costante.



**Figura 3-49 Idrogramma di piena del Torrente Lota a monte della confluenza con il Torrente Vingone per  $Tr=200$  anni e ietogrammi ad intensità costante**



**Figura 3-50** Idrogramma di piena del Torrente Vingone a monte della confluenza con il Torrente Lota per Tr=200 anni e ietogrammi ad intensità costante



**Figura 3-51** Idrogramma di piena allo sbocco del Torrente Lota per Tr=200 anni e ietogrammi ad intensità costante

**Tabella 3-49** Portate per diverse durate e Tr=200 anni nell'ipotesi di ietogramma ad intensità costante

SOTTOBACINO	S (kmq)	30min	1h	2h	3h	4h	5h	6h	7h
J1	10.44	149	140.3	103.9	82.2	69	59.9	53.3	48.3
J2	11.56	152	144.9	112.9	91	76.7	66.7	59.4	53.7
LOTA 1	8.49	123.8	116	85.1	67.2	56.3	48.9	43.5	39.4
LUNGO RIO	1.95	25.1	24.3	18.8	15	12.6	11	9.8	8.9
FONTE	0.51	5.9	5.9	4.5	3.7	3.1	2.7	2.4	2.2
J5	5.72	27.3	36.6	42.1	38.6	34.6	30.9	27.9	25.4

SOTTOBACINO	S (kmq)	30min	1h	2h	3h	4h	5h	6h	7h
J6	0.99	8.2	9.3	8.5	7.1	6	5.3	4.8	4.3
VINGONE S'GIULIANO 2	0.81	4.6	5.9	6.4	5.9	5.3	4.7	4.2	3.8
VINGONE S'GIULIANO 1	4.41	23.7	31.3	33.4	30.3	26.7	23.8	21.5	19.6
BUCA 2	0.32	1.4	1.9	2.2	2.1	2	1.8	1.7	1.5
BUCA 1	0.48	3.4	4.3	4	3.4	2.9	2.6	2.3	2.1
J4	6.53	31.5	42.1	48.1	44.5	39.8	35.6	32.1	29.3
LOTA 3	3.28	33.6	39.3	34.6	28	23.4	20.3	18	16.2
VINGONE S'GIULIANO 3	0.81	9	10.1	8.7	7	5.8	5	4.5	4
LOTA 2	1.12	7.9	9.8	10	8.9	7.7	6.8	6	5.5
LOTA 4	0.61	8.8	9.1	6.8	5.3	4.4	3.8	3.3	3
J3	22.79	206.1	224.5	207.4	175.5	150.1	131.3	117.2	106.2
LOTA 5	1.08	8.3	10.2	10	8.7	7.4	6.5	5.8	5.2
J7	23.87	209.9	232.3	216.8	184.1	157.5	137.8	123	111.4

Al fine di verificare la validità dello schema idrologico adottato si effettua un confronto con i risultati di studi esistenti.

**Tabella 3-50 Confronto portate massime**

BACINO	S (km <sup>2</sup> )		CNIII		Q (mc/s)		FONT E
	presente studio	altri studi	presente studio	altri studi	presente studio	altri studi	
TORRENTE LOTA	14.84		86.25		171.9	101.76	ALTO
TORRENTE VINGONE	8.15		83.70		56.7	70.33	ALTO

#### 1.4.17 BORRO DEL MARANCIONE

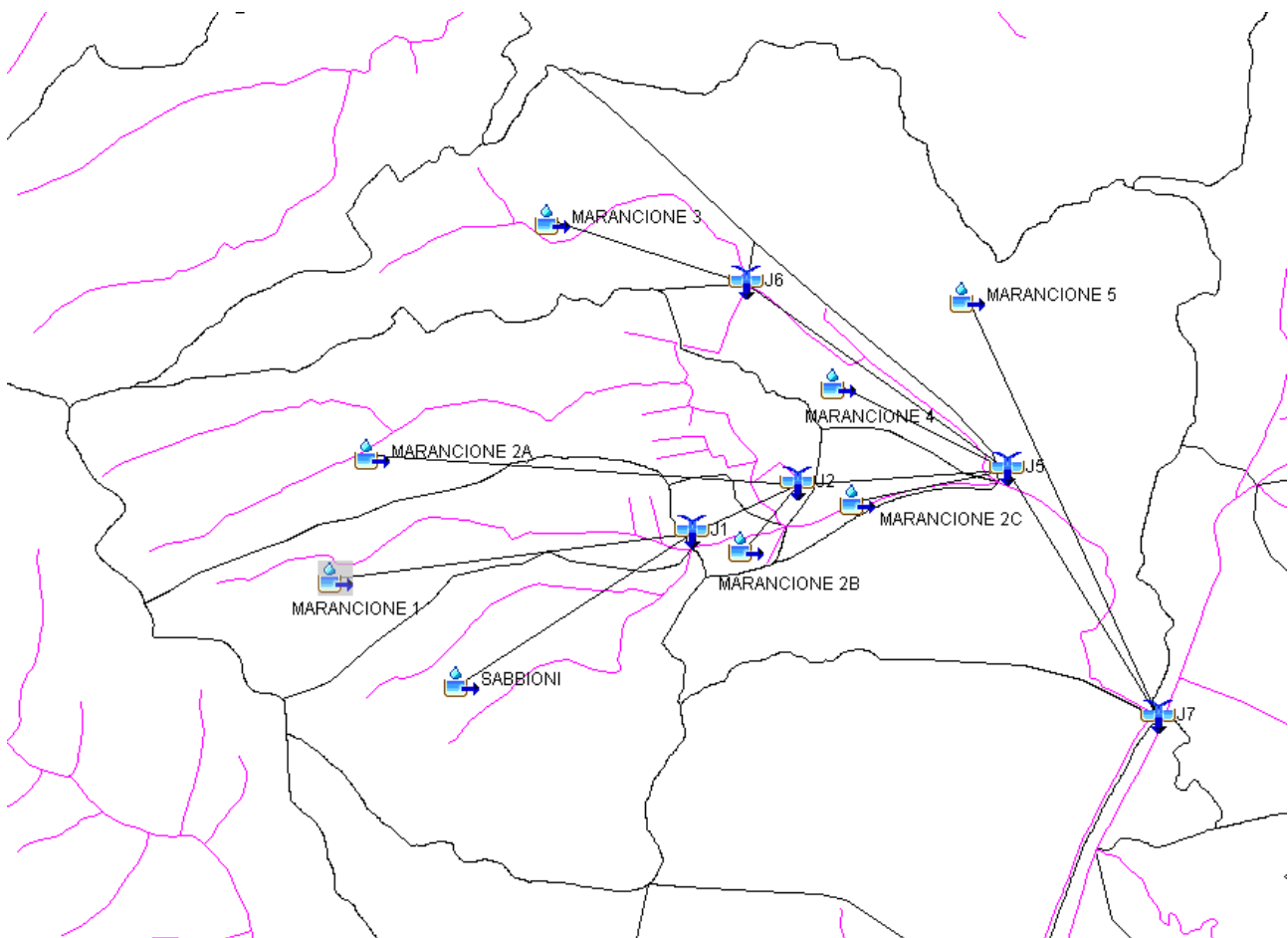
Si riportano di seguito i valori ottenuti per i sottobacini del Borro del Marancione del tempo di corrvazione  $T_c$ , la costante di invaso  $R$  utilizzata per l'idrogramma unitario di Clark, e i parametri CN:

**Tabella 3-51 Caratteristiche sottobacini Borro del Marancione**

SOTTOBACINI	S (km <sup>2</sup> )	$T_c$	$R$	CNII	CNIII
MARANCIONE 1	0.51	0.56	0.25	69.28	83.84
MARANCIONE 2A	1.07	0.90	0.49	67.66	82.80

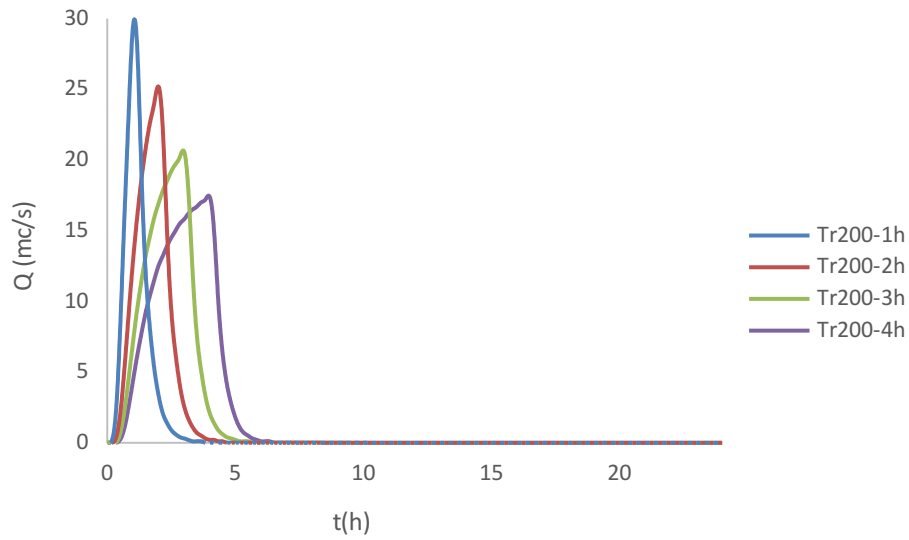
SOTTOBACINI	S (km2)	Tc	R	CNII	CNIII
MARANCIONE 2B	0.07	0.30	0.09	79.82	90.10
MARANCIONE 2C	0.10	0.55	0.17	81.02	90.75
MARANCIONE 3	0.69	0.92	0.39	76.37	88.14
MARANCIONE 4	0.25	0.69	0.23	78.47	89.34
MARANCIONE 5	1.80	1.06	0.30	74.27	86.91
SABBIONI	0.85	0.63	0.24	72.06	85.57

Lo schema del modello idrologico sviluppato su HMS è il seguente:

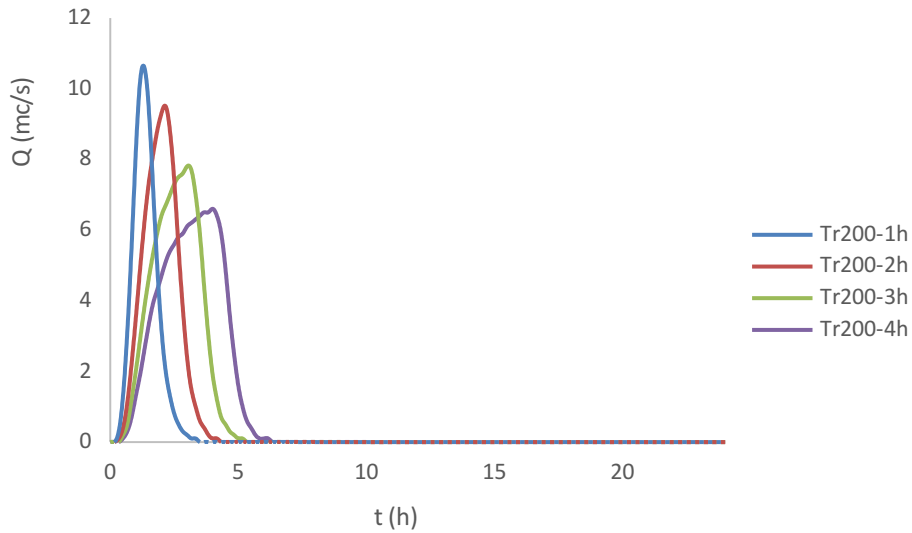


**Figura 3-52 Schema idrologico bacino del Borro del Marancione**

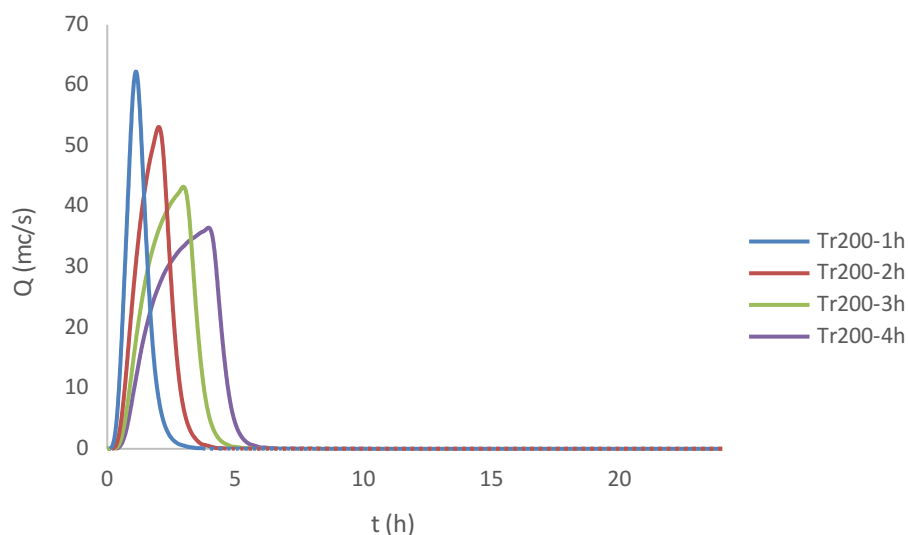
I risultati hanno evidenziato che il massimo delle portate si verificano per una durata di 1h. Di seguito si riportano l'idrogramma di piena ottenuto nelle condizioni  $T_r=200$  anni e per ietogramma costante.



**Figura 3-53** Idrogramma di piena del Borro del Marancione a monte della confluenza per  $\text{Tr}=200$  anni e ietogrammi ad intensità costante



**Figura 3-54** Idrogramma di piena dell'affluente sinistro del Borro del Marancione per  $\text{Tr}=200$  anni e ietogrammi ad intensità costante



**Figura 3-55 Idrogramma di piena allo sbocco del Borro del Marancione per Tr=200 anni e ietogrammi ad intensità costante**

**Tabella 3-52 Portate per diverse durate e Tr=200 anni nell'ipotesi di ietogramma ad intensità costante**

SOTTOBACINO	S (kmq)	30min	1h	2h	3h	4h	5h	6h	7h
SABBIONI	0.85	9.7	10.7	8.6	6.9	5.8	5	4.5	4
MARANCIONE 1	0.51	3.3	4.2	4.2	3.7	3.3	2.9	2.6	2.3
J1	1.36	12.4	14.2	12.6	10.6	9	7.9	7	6.4
MARANCIONE 2A	1.07	15.3	15.2	10.8	8.5	7.1	6.2	5.5	5
MARANCIONE 2B	0.07	1.1	1.1	0.8	0.6	0.5	0.4	0.4	0.3
J2	2.5	27.1	28.4	24.1	19.7	16.6	14.5	12.9	11.7
MARANCIONE 3	0.69	6.3	7.4	6.8	5.6	4.8	4.2	3.7	3.3
J6	0.69	6.3	7.4	6.8	5.6	4.8	4.2	3.7	3.3
MARANCIONE 4	0.25	3.3	3.5	2.7	2.1	1.8	1.5	1.4	1.2
MARANCIONE 2C	0.1	1	1.2	1.1	0.9	0.7	0.6	0.6	0.5
J5	3.54	34.3	38.3	34.5	28.3	23.9	20.8	18.5	16.8
MARANCIONE 5	1.8	21.6	23.4	18.6	14.9	12.5	10.8	9.6	8.7
J7	5.34	53	61.7	53.1	43.2	36.4	31.6	28.1	25.4

Al fine di verificare la validità dello schema idrologico adottato si effettua un confronto con i risultati di studi esistenti.



**Tabella 3-53 Confronto portate massime**

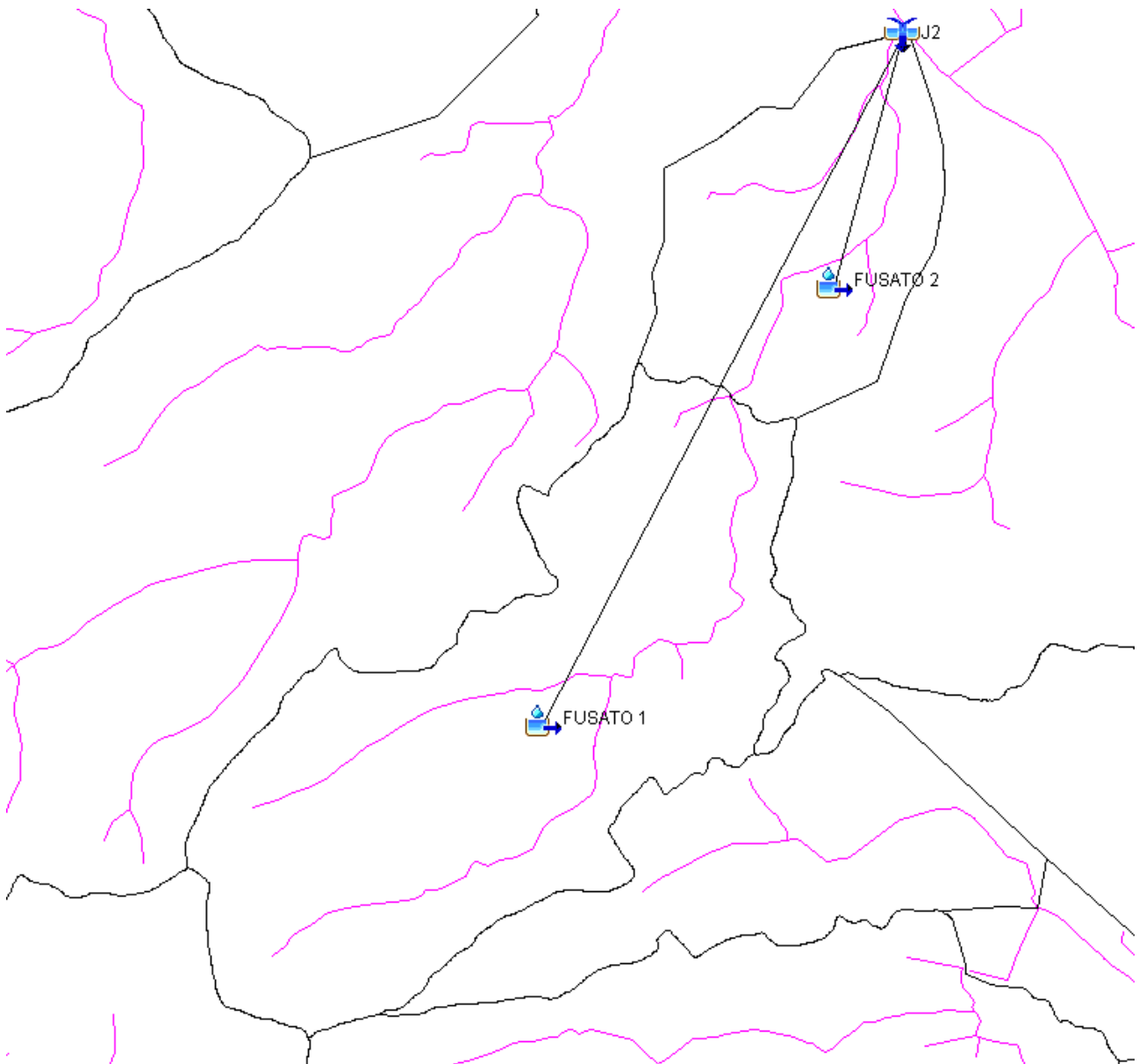
BACINO	S (km <sup>2</sup> )		CNIII		Q (mc/s)		FONTE
	presente studio	altri studi	presente studio	altri studi	presente studio	altri studi	
MARANCIONE PRIMA DELLA CONFLUENZA	2.6	2.81	86.73	91.3	29.3	28	studi precedenti
						42.81	ALTO
MARANCIONE	5.34		86.01		61.7	73.04	ALTO

#### 1.4.18 FOSSO DEL FUSATO

Si riportano di seguito i valori ottenuti per i sottobacini del Fosso del Fusato del tempo di corrivazione  $T_c$ , la costante di invaso  $R$  utilizzata per l'idrogramma unitario di Clark, e i parametri CN: **Tabella 3-54 Caratteristiche sottobacini Fosso del Fusato**

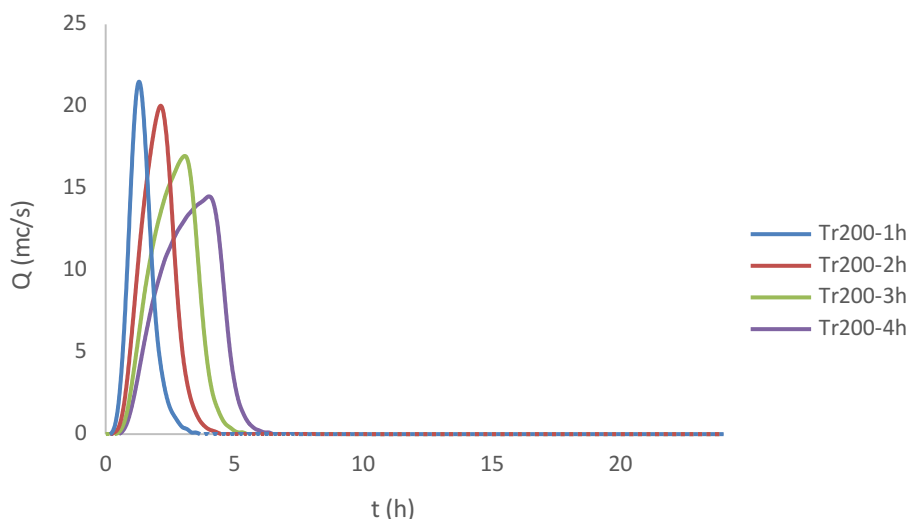
SOTTOBACINI	S (km <sup>2</sup> )	$T_c$	$R$	CNII	CNIII
FUSATO 1	1.59	0.84	0.41	70.99	84.91
FUSATO 2	0.63	0.65	0.23	66.17	81.81

Lo schema del modello idrologico sviluppato su HMS è il seguente:



**Figura 3-56 Schema idrologico bacino del Fosso del Fusato**

I risultati hanno evidenziato che il massimo delle portate si verificano per una durata di 1h. Di seguito si riportano l'idrogramma di piena ottenuto nelle condizioni  $T_r=200$  anni e per ietogramma costante.



**Figura 3-57 Idrogramma di piena allo sbocco del Fosso del Fusato per  $Tr=200$  anni e ietogrammi ad intensità costante**

**Tabella 3-55 Portate per diverse durate e  $Tr=200$  anni nell'ipotesi di ietogramma ad intensità costante**

SOTTOBACIN									
O	S (kmq)	30min	1h	2h	3h	4h	5h	6h	7h
FUSATO 1	1.59	12.5	15.2	14.4	12.2	10.5	9.2	8.2	7.4
FUSATO 2	0.63	5.8	6.7	5.7	4.7	4	3.5	3.2	2.9
J2	2.22	17.3	21.4	20	16.9	14.5	12.7	11.4	10.3

Al fine di verificare la validità dello schema idrologico adottato si effettua un confronto con i risultati di studi esistenti.

**Tabella 3-56 Confronto portate massime**

BACINO	S (km <sup>2</sup> )		CNIII		Q (mc/s)		FONTE
	presente studio	altri studi	presente studio	altri studi	presente studio	altri studi	
FUSATO 1	1.59	1.36	84.91	92	15.2	13.5	studi precedenti
FUSATO	2.22		84.06		21.4	40.14	ALTO

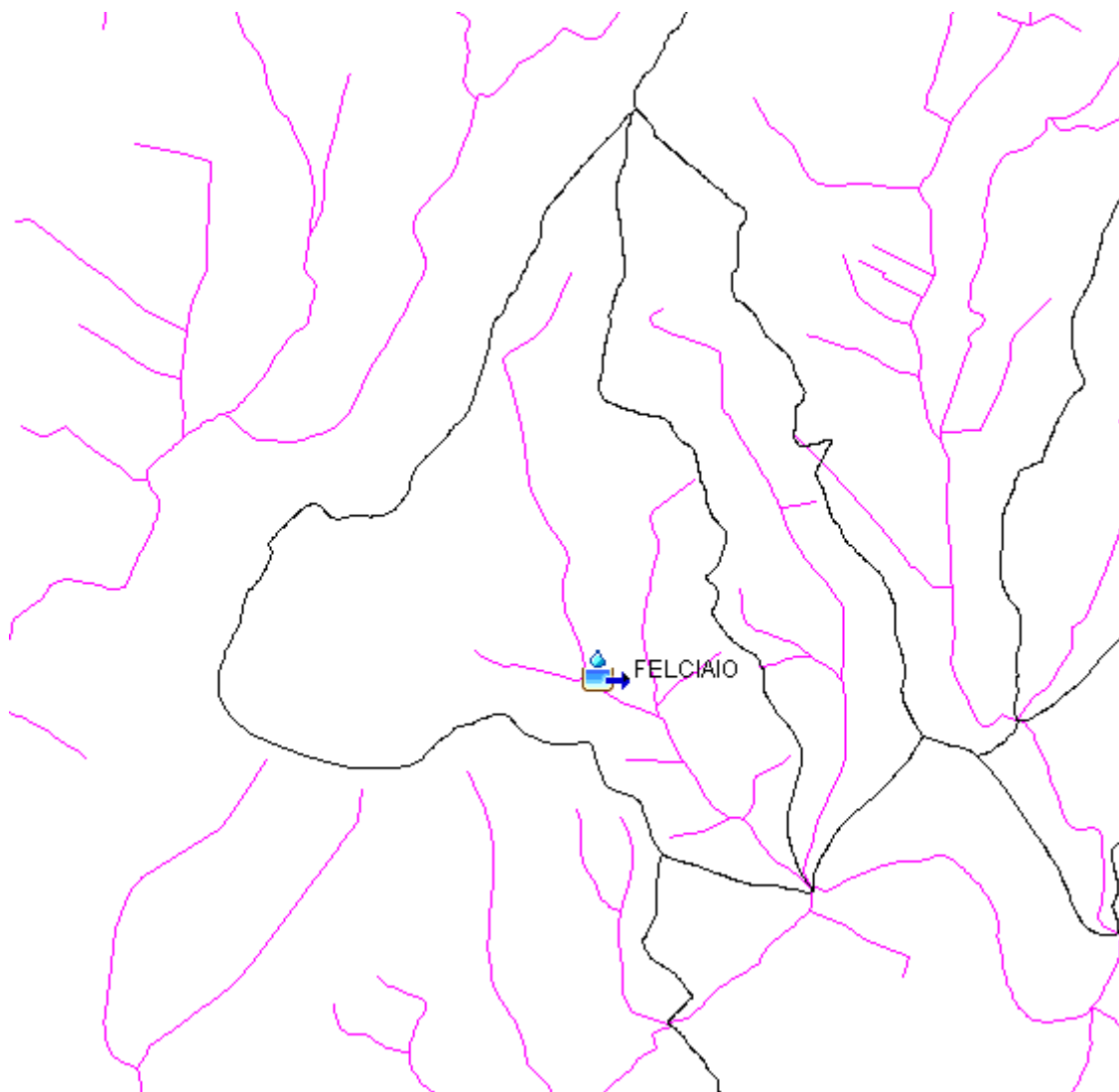
#### 1.4.19 FOSSO DEL FELCAIO

Si riportano di seguito i valori ottenuti per i sottobacini del Fosso del Felcaio del tempo di corrivazione  $T_c$ , la costante di invaso  $R$  utilizzata per l'idrogramma unitario di Clark, e i parametri CN:

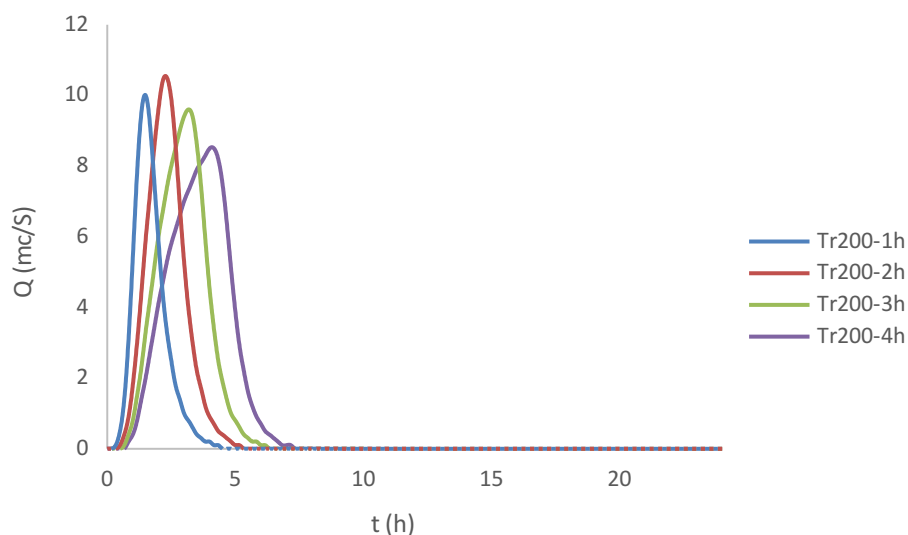
**Tabella 3-57 Caratteristiche sottobacini Fosso del Felcaio**

SOTTOBACIN	S (km <sup>2</sup> )	Tc	R	CNII	CNIII
FELCAIO	1.38	0.94	0.40	67.43	82.64

Lo schema del modello idrologico sviluppato su HMS è il seguente:

**Figura 3-58 Schema idrologico bacino del Fosso del Felcaio**

I risultati hanno evidenziato che il massimo delle portate si verificano per una durata di 2h. Di seguito si riportano l'idrogramma di piena ottenuto nelle condizioni  $T_r=200$  anni e per ietogramma costante.



**Figura 3-59** Idrogramma di piena allo sbocco del Fosso del Felcaio per  $Tr=200$  anni e ietogrammi ad intensità costante

**Tabella 3-58** Portate per diverse durate e  $Tr=200$  anni nell'ipotesi di ietogramma ad intensità costante

SOTTOBACINO	S (kmq)	1h	2h	3h	4h	5h	6h	7h
FELCAIO	1.38	10	10.5	9.6	8.5	7.6	6.8	6.2

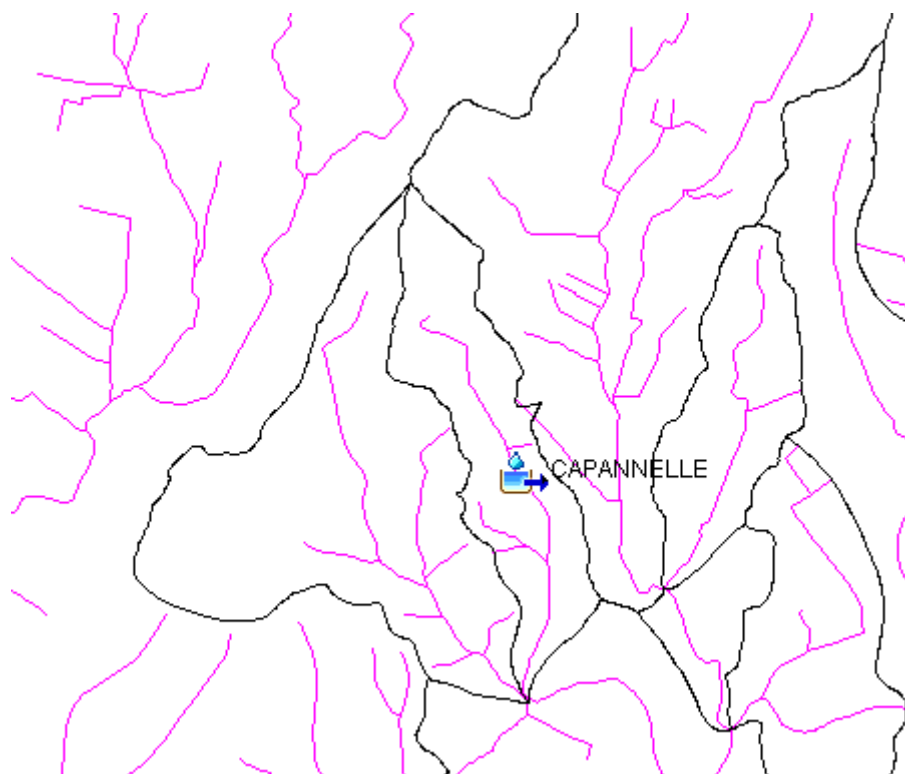
#### 1.4.20 FOSSO DELLE CAPANNELLE

Si riportano di seguito i valori ottenuti per il bacino del Fosso delle Capannelle del tempo di corrivazione  $T_c$ , la costante di invaso  $R$  utilizzata per l'idrogramma unitario di Clark, e i parametri CN:

**Tabella 3-59** Caratteristiche sottobacini Fosso delle Capannelle

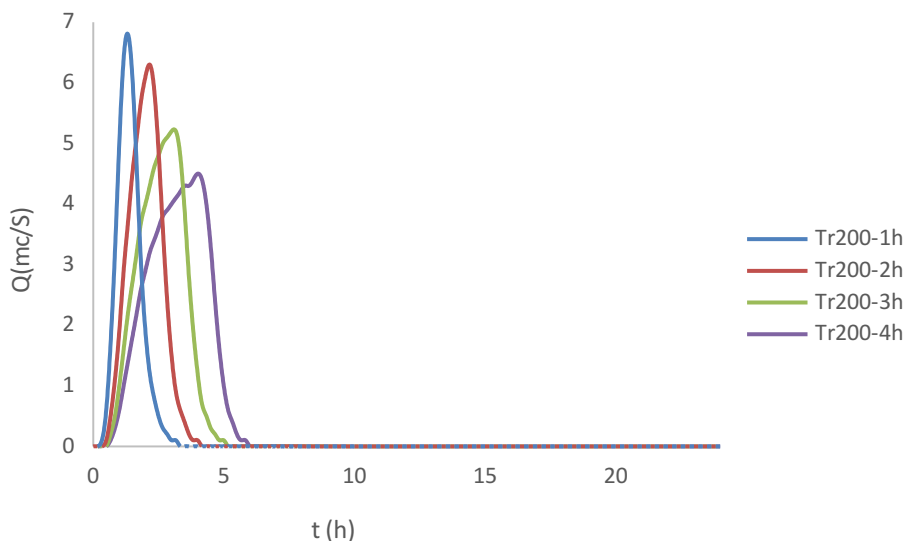
SOTTOBACINI	S (km2)	$T_c$	$R$	CNII	CNIII
CAPANNELLE	0.67	0.77	0.37	71.40	85.17

Lo schema del modello idrologico sviluppato su HMS è il seguente:



**Figura 3-60 Schema idrologico bacino del Fosso delle Capannelle**

I risultati hanno evidenziato che il massimo delle portate si verificano per una durata di 1h. Di seguito si riportano l'idrogramma di piena ottenuto nelle condizioni  $Tr=200$  anni e per ietogramma costante.



**Figura 3-61 Idrogramma di piena allo sbocco del Fosso delle Capannelle per  $Tr=200$  anni e ietogrammi ad intensità costante**

**Tabella 3-60 Portate per diverse durate e  $T_r=200$  anni nell'ipotesi di ietogramma ad intensità costante**

SOTTOBACINO	S (kmq)	30min	1h	2h	3h	4h	5h	6h	7h
CAPANNELLE	0.67	5.7	6.8	6.3	5.2	4.5	3.9	3.5	3.2

Al fine di verificare la validità dello schema idrologico adottato si effettua un confronto con i risultati di studi esistenti.

**Tabella 3-61 Confronto portate massime**

BACINO	S (km <sup>2</sup> )		CNIII		Q (mc/s)		FONT E
	presente studio	altri studi	presente studio	altri studi	presente studio	altri studi	
CAPANNELLE	0.67		85.17		6.8	20.63	ALTO

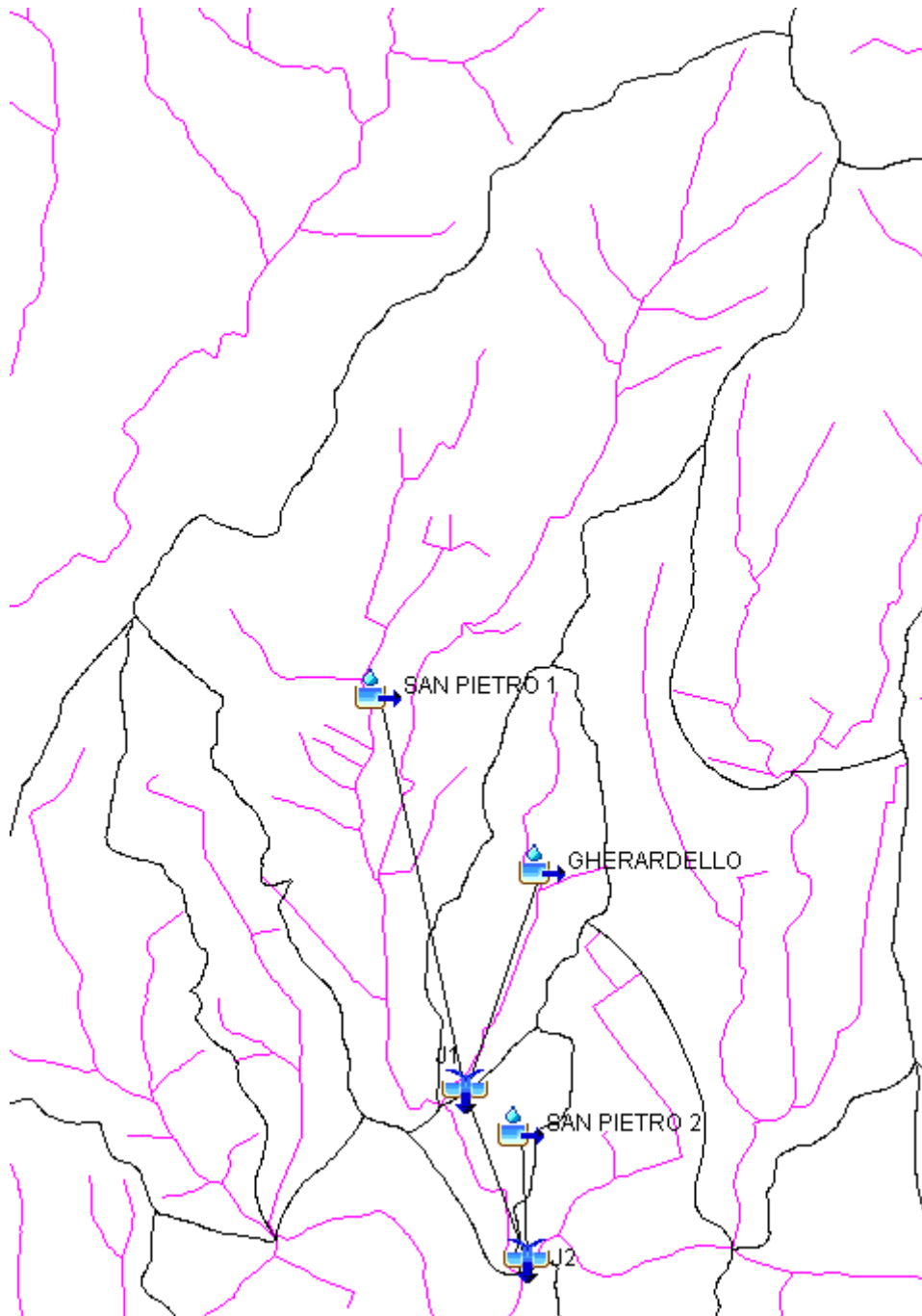
#### 1.4.21 FOSSO DI SAN PIETRO

Si riportano di seguito i valori ottenuti per i sottobacini del Fosso di San Pietro del tempo di corrivazione  $T_c$ , la costante di invaso R utilizzata per l'idrogramma unitario di Clark, e i parametri CN:

**Tabella 3-62 Caratteristiche sottobacini Fosso di San Pietro**

SOTTOBACINI	S (km <sup>2</sup> )	$T_c$	R	CNII	CNIII
GHIANDARELLO	0.52	0.91	0.49	83.42	92.05
SAN PIETRO 1	3.46	0.97	0.50	74.97	87.33
SAN PIETRO 2	0.22	0.39	0.13	73.10	86.21

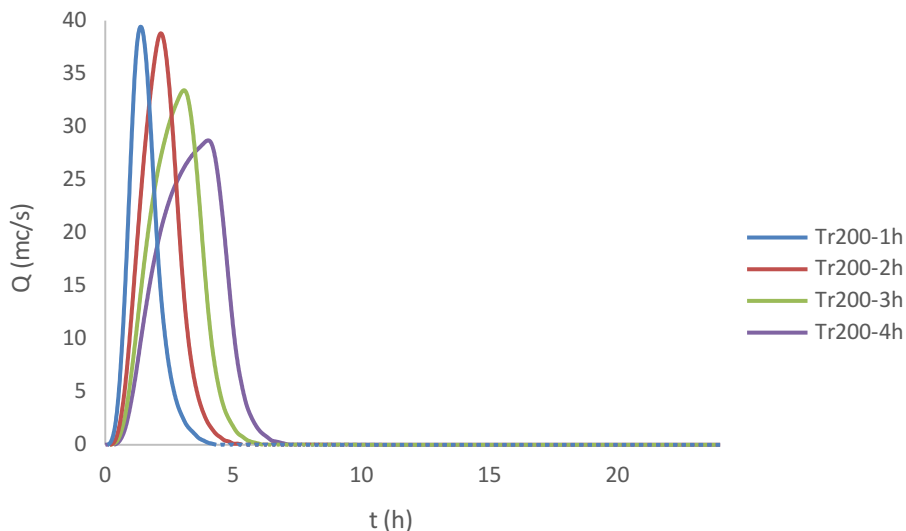
Lo schema del modello idrologico sviluppato su HMS è il seguente:



**Figura 3-62 Schema idrologico bacino del Fosso di San Pietro**

I risultati hanno evidenziato che il massimo delle portate si verificano per una durata di 1h. Di seguito si riportano l'idrogramma di piena ottenuto nelle condizioni  $T_r=200$  anni e per ietogramma costante.





**Figura 3-63 Idrogramma di piena allo sbocco del Fosso di San Pietro per Tr=200 anni e ietogrammi ad intensità costante**

**Tabella 3-63 Portate per diverse durate e Tr=200 anni nell'ipotesi di ietogramma ad intensità costante**

SOTTOBACINO	S (kmq)	30m	1h	2h	3h	4h	5h	6h	7h
SAN PIETRO 1	3.46	26.2	32.2	31.4	27.2	23.4	20.5	18.3	16.6
GHERARDELLO	0.52	5.3	6	5.4	4.5	3.8	3.3	2.9	2.6
J1	3.98	31.2	38	36.8	31.7	27.2	23.8	21.2	19.2
SAN PIETRO 2	0.22	3.6	3.3	2.3	1.8	1.5	1.3	1.2	1.1
J2	4.2	31.6	39.2	38.8	33.3	28.7	25.1	22.4	20.2

Al fine di verificare la validità dello schema idrologico adottato si effettua un confronto con i risultati di studi esistenti.

**Tabella 3-64 Confronto portate massime**

BACINO	S (km <sup>2</sup> )		CNIII		Q (mc/s)		FONTE
	presente studio	altri studi	presente studio	altri studi	presente studio	altri studi	
SAN PIETRO	4.2		87.89		39.2	62.4	ALTO

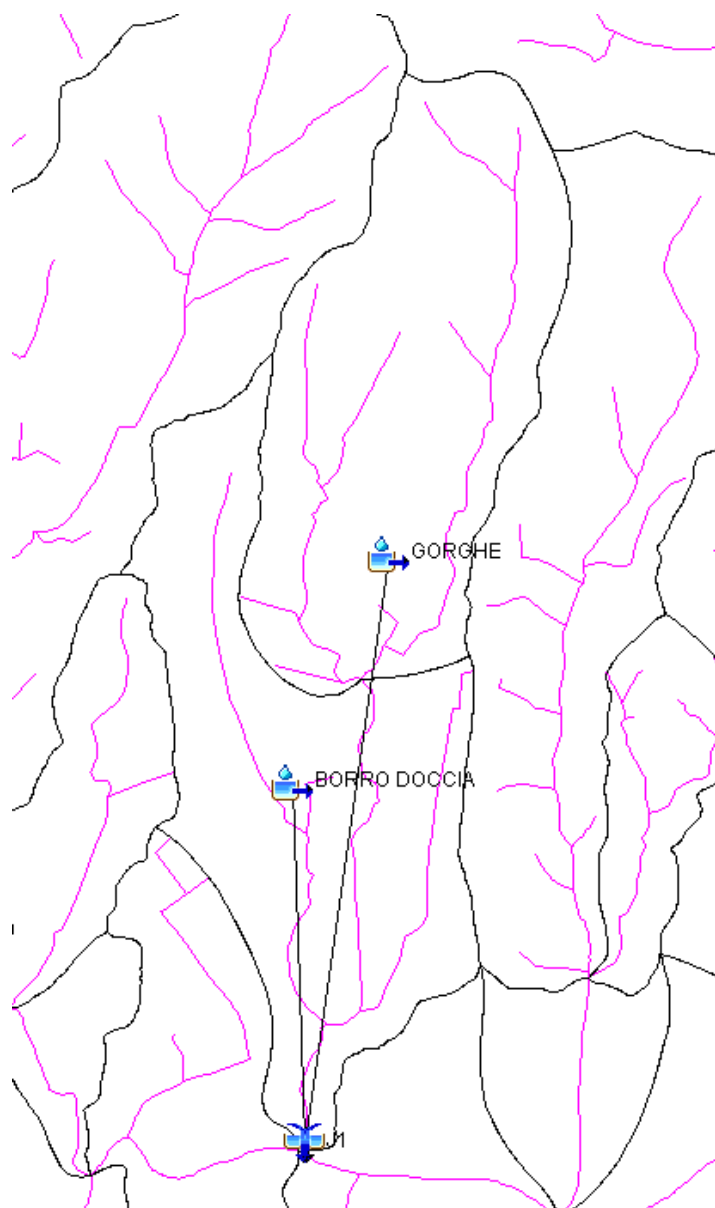
### 1.4.22 BORRO DELLA DOCCIA

Si riportano di seguito i valori ottenuti per i sottobacini del Borro della Doccia del tempo di corrivazione  $T_c$ , la costante di invaso  $R$  utilizzata per l'idrogramma unitario di Clark, e i parametri CN:

**Tabella 3-65 Caratteristiche sottobacini Borro della Doccia**

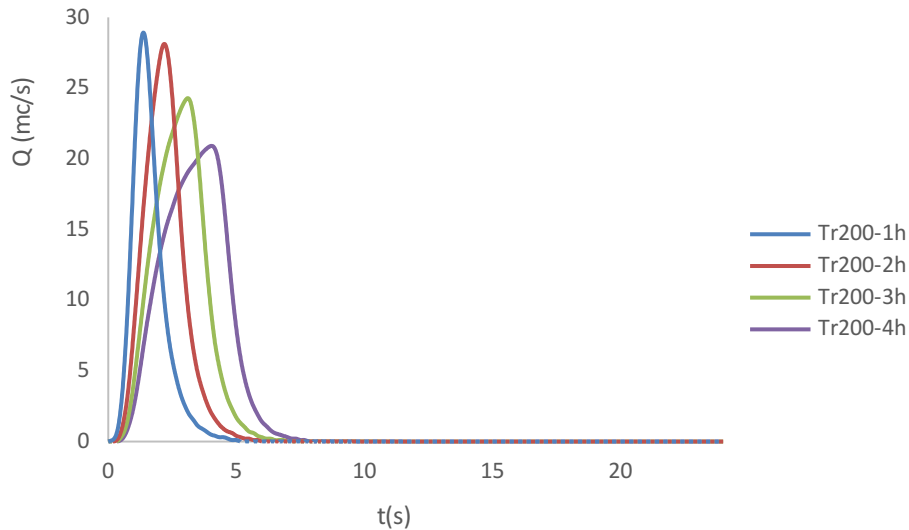
SOTTOBACINI	S (km <sup>2</sup> )	$T_c$	$R$	CNII	CNIII
BORRO DOCCIA	1.50	1.04	0.69	82.25	91.42
GORGHE	1.59	0.75	0.37	69.25	83.82

Lo schema del modello idrologico sviluppato su HMS è il seguente:



**Figura 3-64 Schema idrologico bacino del Borro della Doccia**

I risultati hanno evidenziato che il massimo delle portate si verificano per una durata di 1h. Di seguito si riportano l'idrogramma di piena ottenuto nelle condizioni  $Tr=200$  anni e per ietogramma costante.



**Figura 3-65** Idrogramma di piena allo sbocco del Borro della Doccia per  $Tr=200$  anni e ietogrammi ad intensità costante

**Tabella 3-66** Portate per diverse durate e  $Tr=200$  anni nell'ipotesi di ietogramma ad intensità costante

SOTTOBACINO	S (kmq)	30m	1h	2h	3h	4h	5h	6h	7h
GORGHE	1.59	12.6	15.4	14.3	12.1	10.4	9.1	8.1	7.4
BORRO DOCCIA	1.5	11.9	14.2	13.9	12.2	10.6	9.3	8.2	7.4
J1	3.09	23.6	28.8	28.1	24.2	20.9	18.3	16.4	14.8

Al fine di verificare la validità dello schema idrologico adottato si effettua un confronto con i risultati di studi esistenti.

**Tabella 3-67** Confronto portate massime

BACINO	S (km <sup>2</sup> )		CNIII		Q (mc/s)		FONT E
	presente studio	altri studi	presente studio	altri studi	presente studio	altri studi	
BORRO DELLA DOCCIA	3.09		87.67		20.9	46.94	ALTO

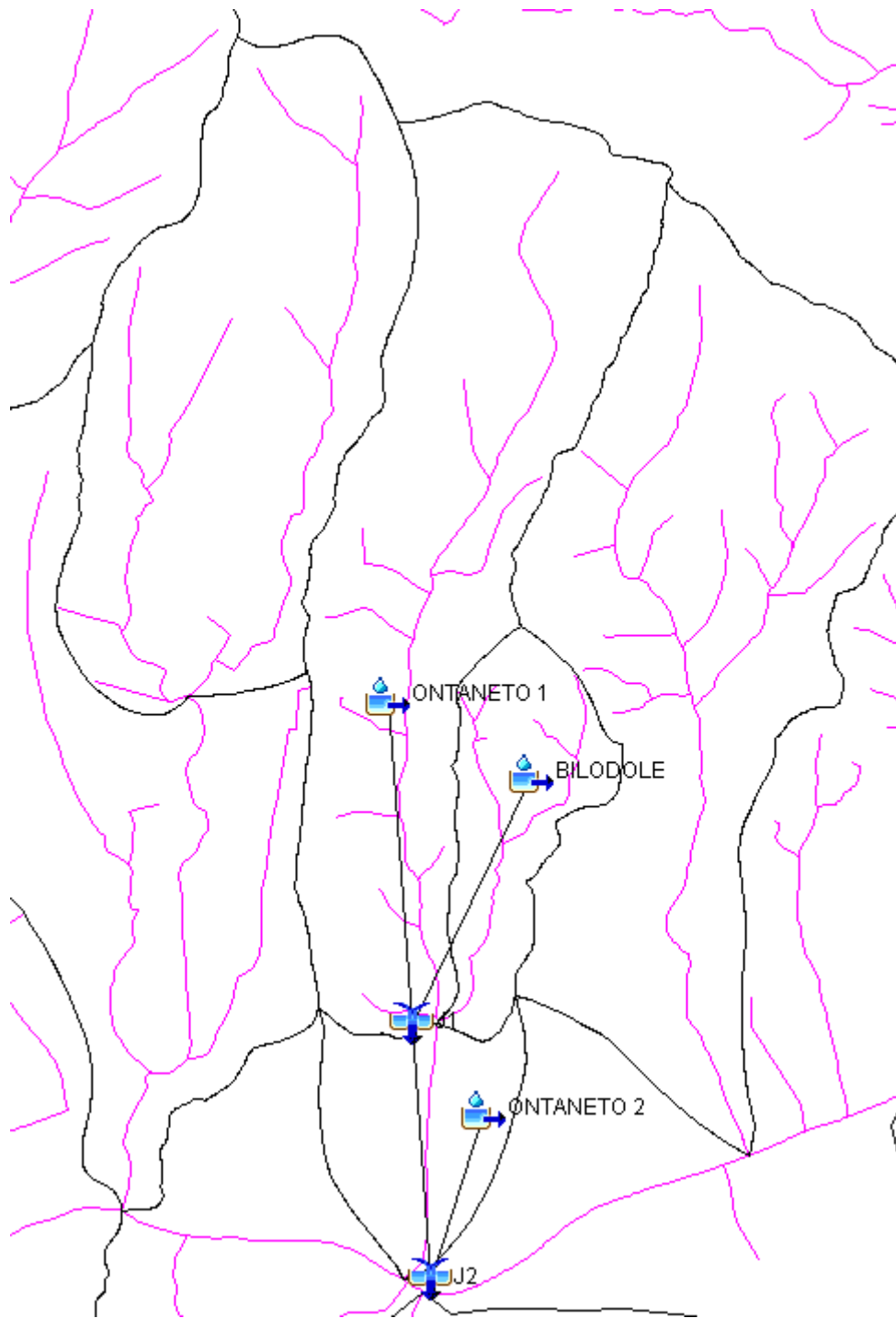
### 1.4.23 FOSSO DELL'ONTANETO

Si riportano di seguito i valori ottenuti per i sottobacini del Fosso dell'Ontaneto del tempo di corrivazione  $T_c$ , la costante di invaso  $R$  utilizzata per l'idrogramma unitario di Clark, e i parametri CN:

**Tabella 3-68 Caratteristiche sottobacini Fosso dell'Ontaneto**

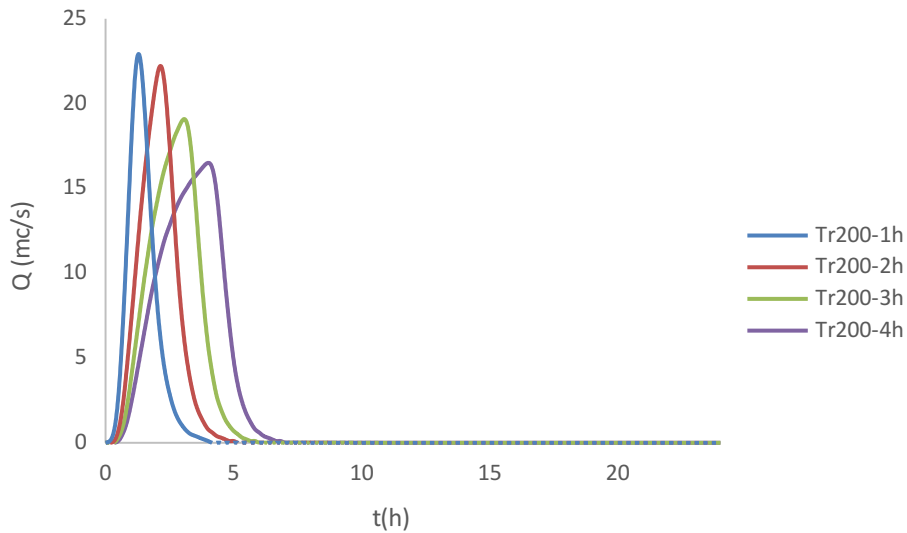
SOTTOBACINI	S (km <sup>2</sup> )	$T_c$	R	CNII	CNIII
BILODOLE	0.40	0.66	0.30	74.59	87.10
ONTANETO 1	1.73	0.96	0.50	69.68	84.09
ONTANETO 2	0.38	0.58	0.18	76.52	88.23

Lo schema del modello idrologico sviluppato su HMS è il seguente:



**Figura 3-66 Schema idrologico bacino del Fosso dell'Ontaneto**

I risultati hanno evidenziato che il massimo delle portate si verificano per una durata di 1h. Di seguito si riportano l'idrogramma di piena ottenuto nelle condizioni  $T_r=200$  anni e per ietogramma costante.



**Figura 3-67 Idrogramma di piena allo sbocco del Fosso dell’Ontaneto per Tr=200 anni e ietogrammi ad intensità costante**

**Tabella 3-69 Portate per diverse durate e Tr=200 anni nell’ipotesi di ietogramma ad intensità costante**

SOTTOBACINO	S (kmq)	30m	1h	2h	3h	4h	5h	6h	7h
ONTANETO 1	1.73	11	14.1	14.2	12.7	11	9.8	8.8	8
BILODOLE	0.4	4.4	4.9	4.1	3.3	2.8	2.4	2.1	1.9
J1	2.13	14.7	18.3	18.2	15.9	13.8	12.2	10.9	9.9
ONTANETO 2	0.38	5.3	5.5	4.1	3.2	2.7	2.3	2.1	1.9
J2	2.51	18.4	22.8	22.2	19	16.5	14.5	13	11.8

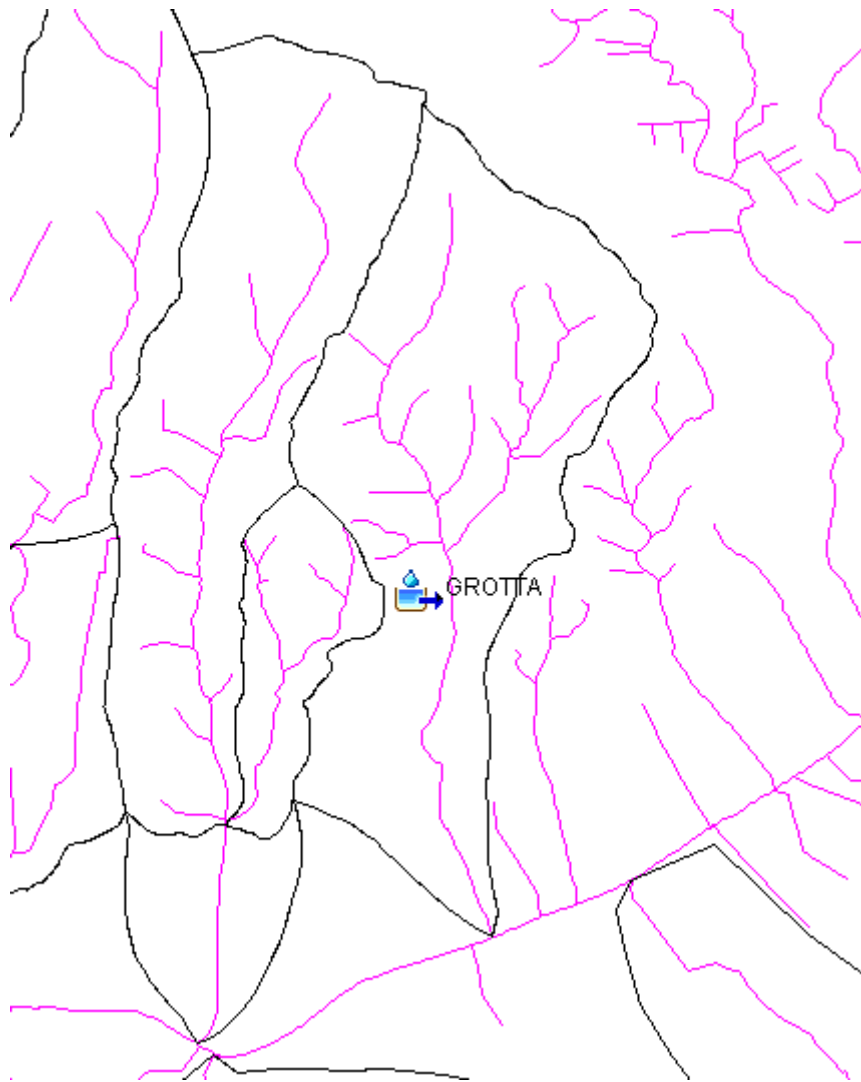
**1.4.24 FOSSO DELLA GROTTA**

Si riportano di seguito i valori ottenuti per il bacino del Fosso della Grotta del tempo di corrivazione  $T_c$ , la costante di invaso  $R$  utilizzata per l’idrogramma unitario di Clark, e i parametri CN:

**Tabella 3-70 Caratteristiche sottobacini Fosso della Grotta**

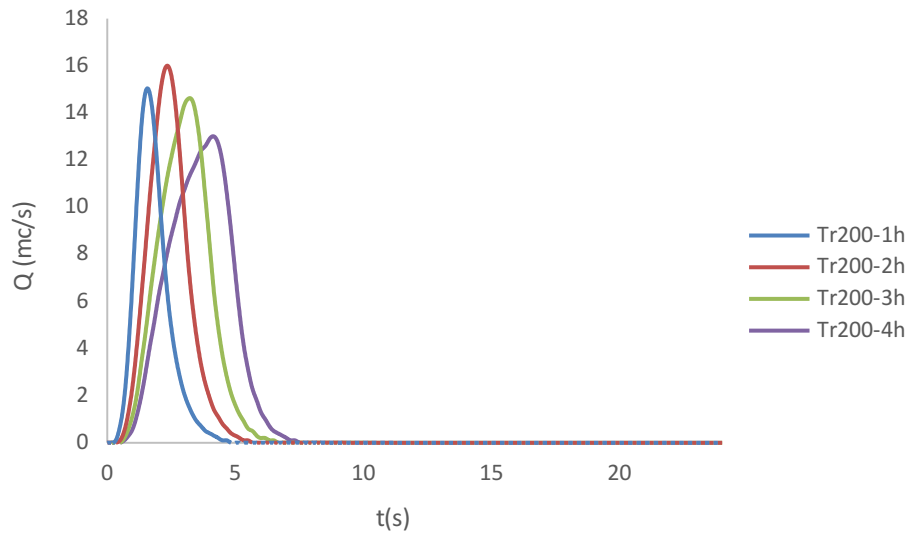
SOTTOBACINI	S (km2)	$T_c$	$R$	CNII	CNIII
GROTTA	2.06	1.12	0.60	70.15	84.39

Lo schema del modello idrologico sviluppato su HMS è il seguente:



**Figura 3-68 Schema idrologico bacino del Fosso della Grotta**

I risultati hanno evidenziato che il massimo delle portate si verificano per una durata di 2h. Di seguito si riportano l'idrogramma di piena ottenuto nelle condizioni  $T_r=200$  anni e per ietogramma costante.



**Figura 3-69** Idrogramma di piena allo sbocco del Fosso della Grotta per  $Tr=200$  anni e ietogrammi ad intensità costante

**Tabella 3-71** Portate per diverse durate e  $Tr=200$  anni nell'ipotesi di ietogramma ad intensità costante

SOTTOBACINO	S (kmaq)	1h	2h	3h	4h	5h	6h	7h
GROTTA	2.06	14.9	16	14.6	13	11.6	10.4	9.5

1.4.25 **BACINO QUARATA**

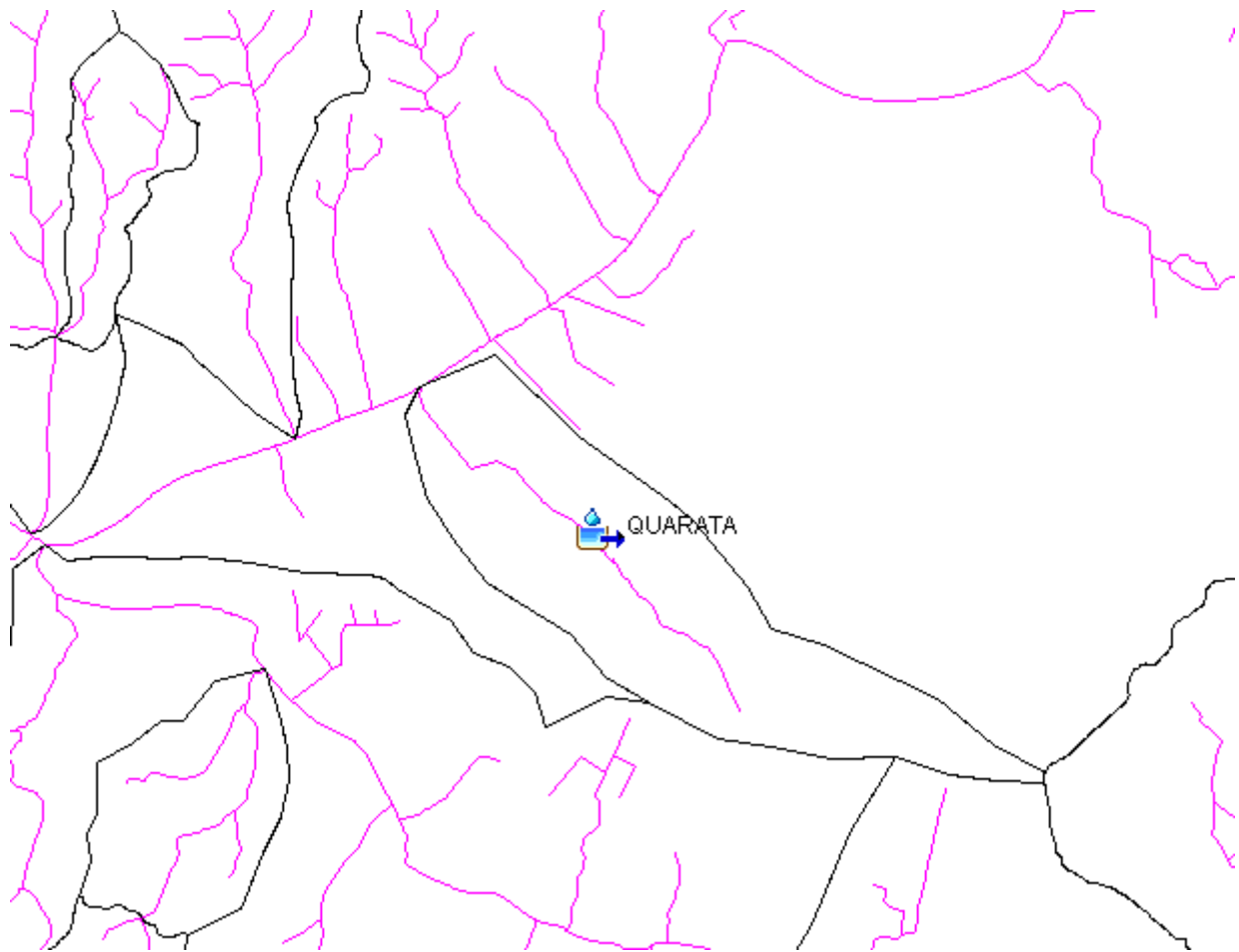
Si riportano di seguito i valori ottenuti per il bacino di Quarata del tempo di corrivazione  $T_c$ , la costante di invaso  $R$  utilizzata per l'idrogramma unitario di Clark, e i parametri  $CN$ :

**Tabella 3-72** Caratteristiche sottobacini Bacino Quarata

SOTTOBACINI	S (km <sup>2</sup> )	$T_c$	$R$	$CN_{II}$	$CN_{III}$
QUARATA	0.63	0.94	0.54	69.12	83.732189

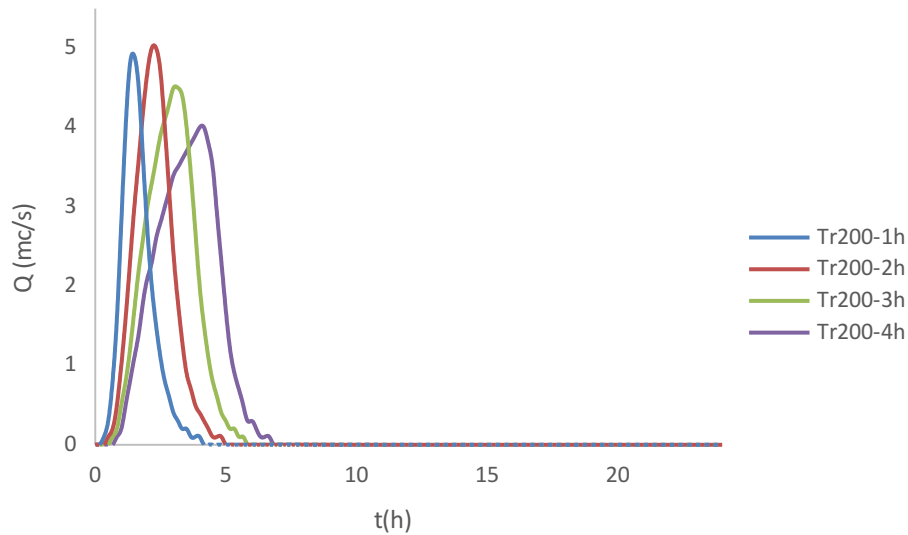
Lo schema del modello idrologico sviluppato su HMS è il seguente:





**Figura 3-70 Schema idrologico bacino del Bacino Quarata**

I risultati hanno evidenziato che il massimo delle portate si verificano per una durata di 2h. Di seguito si riportano l'idrogramma di piena ottenuto nelle condizioni  $T_r=200$  anni e per ietogramma costante.



**Figura 3-71 Idrogramma di piena allo sbocco del Bacino Quarata per Tr=200 anni e ietogrammi ad intensità costante**

**Tabella 3-73 Portate per diverse durate e Tr=200 anni nell'ipotesi di ietogramma ad intensità costante**

OTTOBACINO	S (kmaq)	1h	2h	3h	4h	5h	6h	7h
QUARATA	0.63	4.9	5	4.5	4	3.5	3.2	2.9

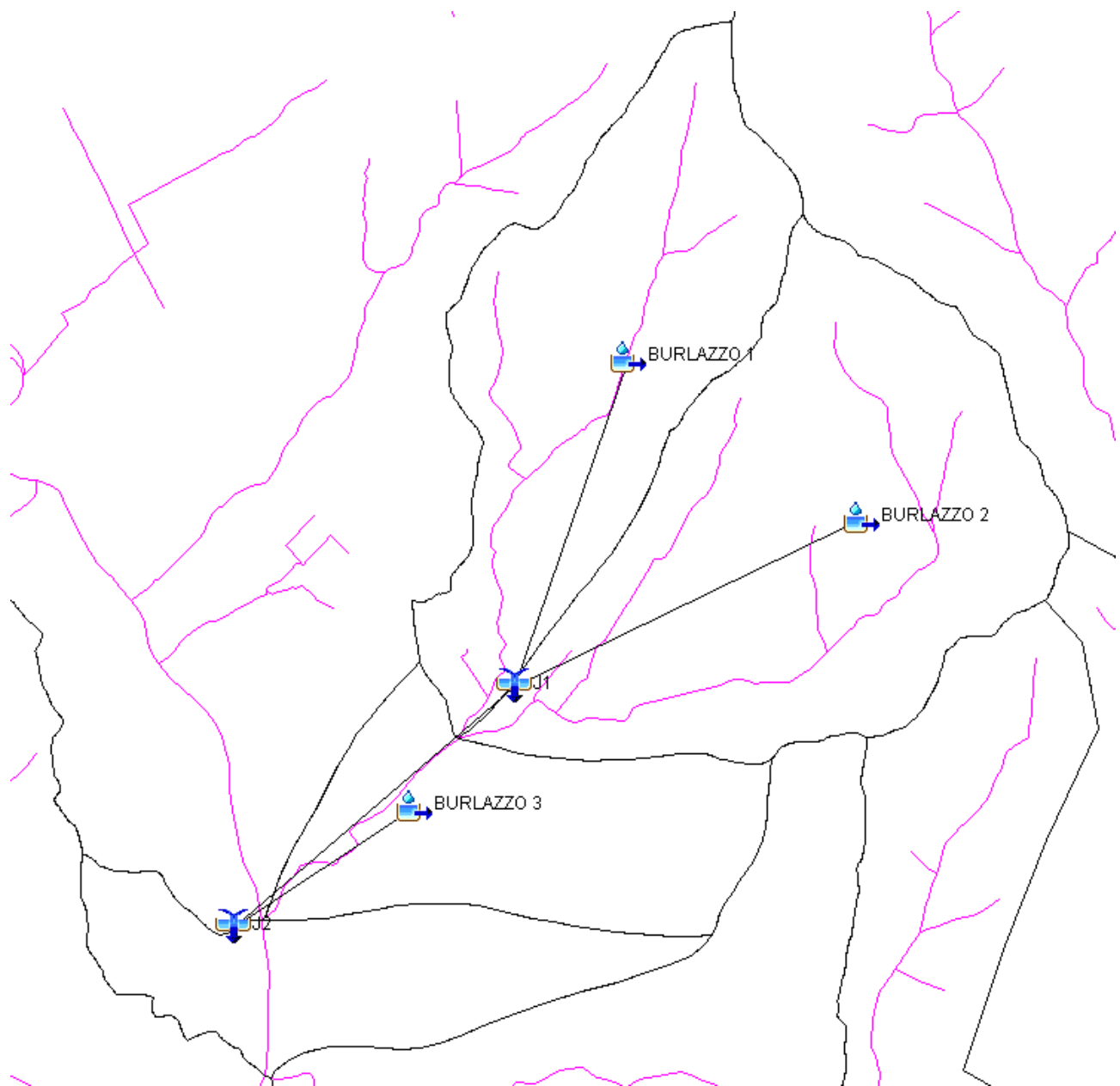
**1.4.26 RIO DI BURLAZZO**

Si riportano di seguito i valori ottenuti per i sottobacini del Rio di Burlazzo del tempo di corrivazione  $T_c$ , la costante di invaso R utilizzata per l'idrogramma unitario di Clark, e i parametri CN:

**Tabella 3-74 Caratteristiche sottobacini Rio di Burlazzo**

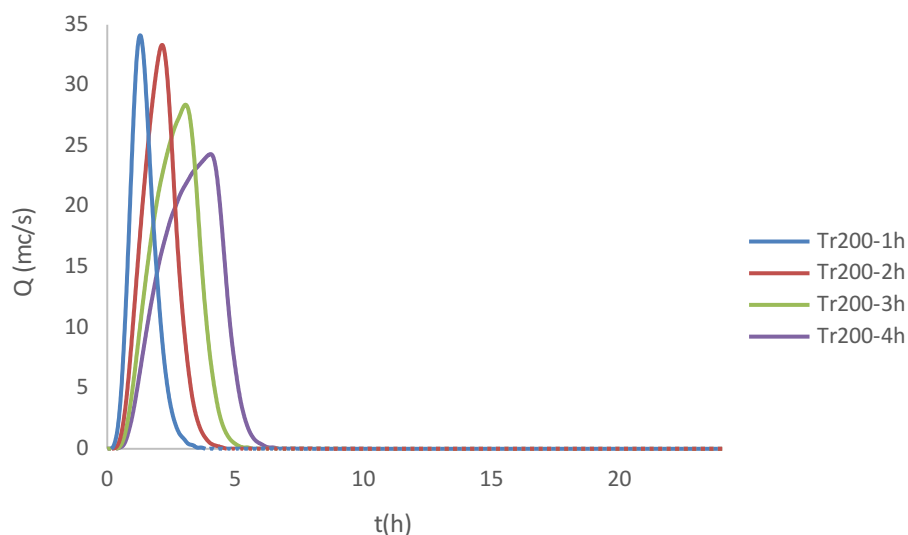
SOTTOBACINI	S (km2)	$T_c$	R	CNII	CNIII
BURLAZZO1	1.23	0.65	0.32	70.94	84.88
BURLAZZO2	1.71	1.25	0.37	69.84	84.19
BURLAZZO3	0.77	0.62	0.24	70.48	84.60

Lo schema del modello idrologico sviluppato su HMS è il seguente:



**Figura 3-72 Schema idrologico bacino del Rio di Burlazzo**

I risultati hanno evidenziato che il massimo delle portate si verificano per una durata di 1h. Di seguito si riportano l'idrogramma di piena ottenuto nelle condizioni  $T_r=200$  anni e per ietogramma costante.



**Figura 3-73 Idrogramma di piena allo sbocco del Rio di Burlazzo per Tr=200 anni e ietogrammi ad intensità costante**

**Tabella 3-75 Portate per diverse durate e Tr=200 anni nell'ipotesi di ietogramma ad intensità costante**

SOTTOBACINO	S (kmq)	30m	1h	2h	3h	4h	5h	6h	7h
BURLAZZO 2	1.71	10.7	13.9	14.4	12.7	11	9.7	8.7	7.9
BURLAZZO 1	1.23	11.8	13.4	11.7	9.7	8.2	7.2	6.4	5.8
J1	2.94	20	25.6	25.9	22.2	19.2	16.8	15.1	13.7
BURLAZZO 3	0.77	8.2	9.2	7.5	6.1	5.2	4.5	4	3.6
J2	3.71	27.3	33.9	33.3	28.3	24.3	21.3	19.1	17.3

Al fine di verificare la validità dello schema idrologico adottato si effettua un confronto con i risultati di studi esistenti.

**Tabella 3-76 Confronto portate massime**

BACINO	S (km <sup>2</sup> )		CNIII		Q (mc/s)		FONTE
	presente studio	altri studi	presente studio	altri studi	presente studio	altri studi	
RIO DI BURLAZZO A MONTE DELLA CONFLUENZA	1.23		84.88		13.4	36.76	ALTO
RIO DI BURLAZZO (J2)	3.71		84.51		33.9	57.52	ALTO

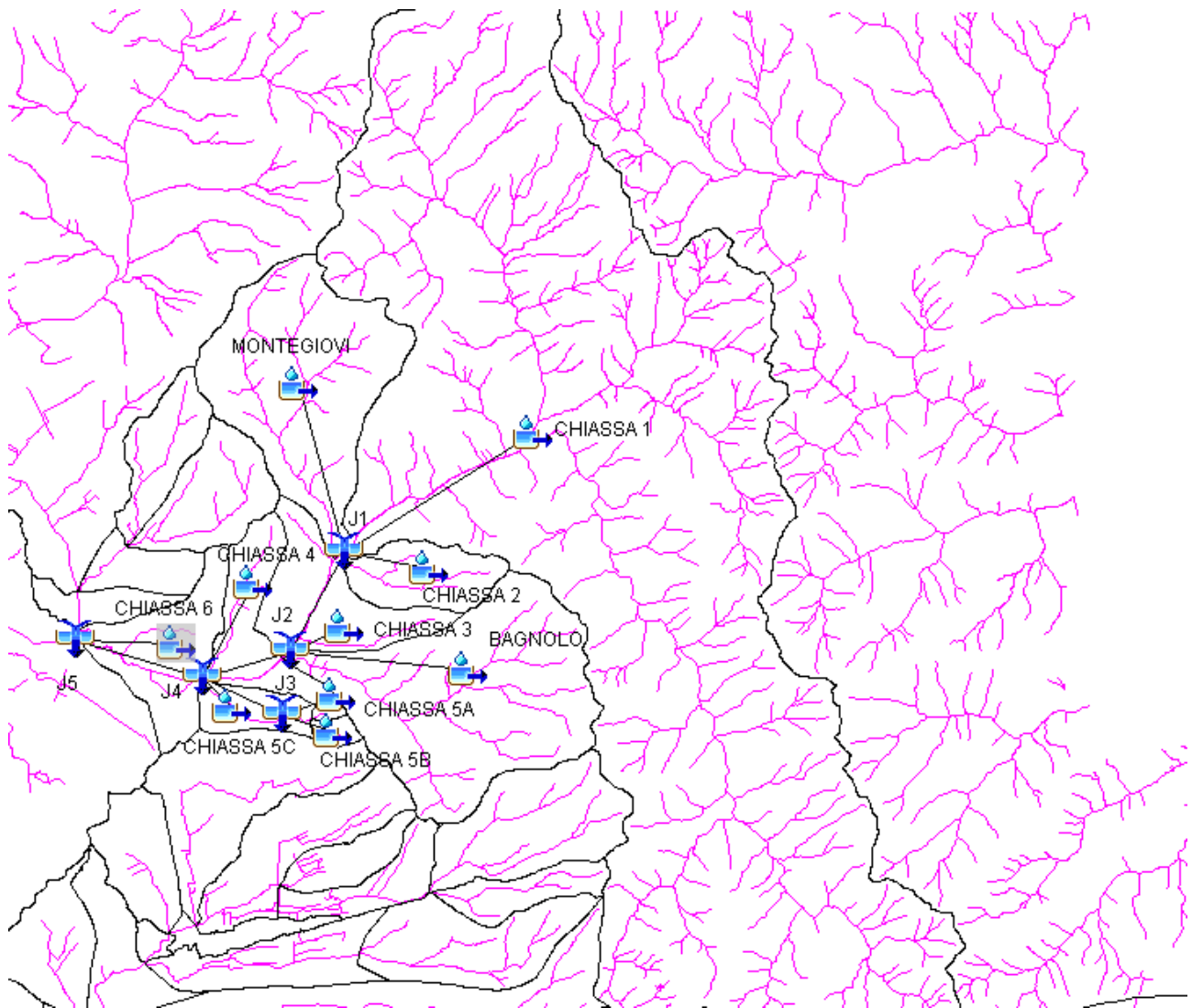
### 1.4.27 TORRENTE LA CHIASSA

Si riportano di seguito i valori ottenuti per i sottobacini del Torrente la Chiassa del tempo di corrivazione  $T_c$ , la costante di invaso  $R$  utilizzata per l'idrogramma unitario di Clark, e i parametri CN:

**Tabella 3-77 Caratteristiche sottobacini Torrente la Chiassa**

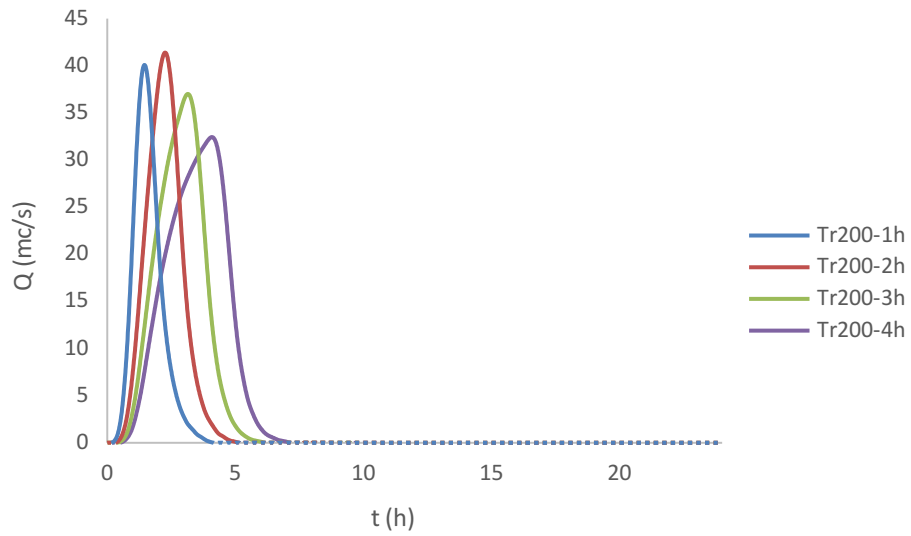
SOTTOBACINI	S (km <sup>2</sup> )	$T_c$	R	CNII	CNIII
BAGNOLO	6.38	1.09	0.46	72.02	85.55
CHIASSA 1	50.63	0.95	0.44	63.85	80.24
CHIASSA 2	1.33	0.95	0.49	69.63	84.06
CHIASSA 3	2.06	0.15	0.02	73.00	86.15
CHIASSA 4	1.49	0.26	0.08	72.76	86.00
CHIASSA 5A	0.08	1.13	0.58	69.46	83.95
CHIASSA 5B	0.17	1.07	0.55	70.24	84.44
CHIASSA 5C	0.73	0.76	0.36	65.68	81.49
CHIASSA 6	2.04	0.55	0.27	69.33	83.87
MONTEGIOVI	5.22	3.03	1.66	67.09	82.42

Lo schema del modello idrologico sviluppato su HMS è il seguente:

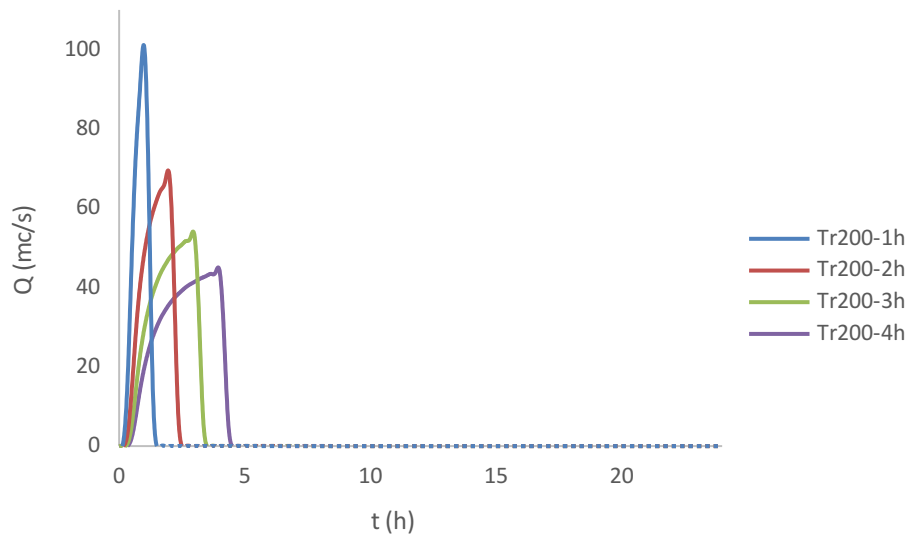


**Figura 3-74 Schema idrologico bacino del Torrente la Chiasa**

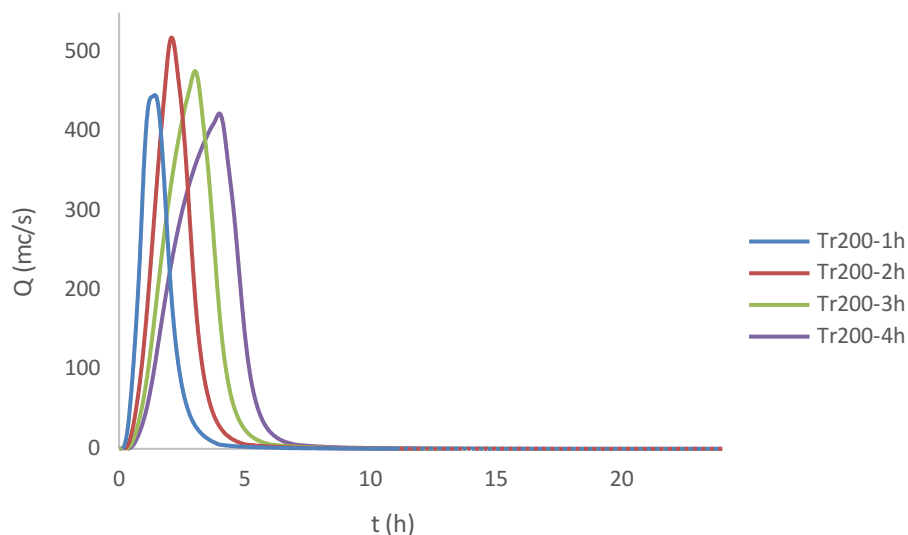
I risultati hanno evidenziato che il massimo delle portate si verificano per una durata di 2h. Di seguito si riportano l'idrogramma di piena ottenuto nelle condizioni  $T_r=200$  anni e per ietogramma costante.



**Figura 3-75** Idrogramma di piena allo sbocco del Fosso di Montegiovi per Tr=200 anni e ietogrammi ad intensità costante



**Figura 3-76** Idrogramma di piena allo sbocco del Fosso Bagnolo per Tr=200 anni e ietogrammi ad intensità costante



**Figura 3-77 Idrogramma di piena allo sbocco del Torrente la Chiassa per Tr=200 anni e ietogrammi ad intensità costante**

**Tabella 3-78 Portate per diverse durate e Tr=200 anni nell'ipotesi di ietogramma ad intensità costante**

SOTTOBACINO	S (kmaq)	1h	2h	3h	4h	5h	6h	7h
CHIASSA 5B	0.17	1.4	1.4	1.3	1.1	1	0.9	0.8
CHIASSA 1	50.63	363.6	379.5	343.6	301.5	268.8	242.8	221.8
MONTEGIOVI	5.22	39.9	41.1	37	32.3	28.7	25.9	23.6
CHIASSA 2	1.33	20.7	13.9	10.8	9	7.8	6.9	6.3
J1	57.18	403.5	427.1	386	342.6	305.4	275.6	251.6
BAGNOLO	6.38	100.6	68.3	53	44.1	38.1	33.8	30.5
CHIASSA 3	2.06	16.3	17.1	15.3	13.5	11.9	10.7	9.7
J2	65.62	422.5	488.8	452.8	400	355.3	320	291.8
CHIASSA 4	1.49	12.3	12.6	11.2	9.8	8.6	7.7	7
CHIASSA 5C	0.73	6.5	6.2	5.3	4.6	4	3.6	3.3
CHIASSA 5A	0.08	0.9	0.8	0.6	0.5	0.5	0.4	0.4
J3	0.25	2.1	2.2	1.9	1.6	1.4	1.3	1.2
J4	68.09	442.5	509.5	471	416	369.4	332.6	303.2
CHIASSA 6	2.04	5.9	7.8	8.6	8.8	8.7	8.4	8.1
J5	70.13	444.1	512.7	475.9	422.7	377	340.5	311

Al fine di verificare la validità dello schema idrologico adottato si effettua un confronto con i risultati di studi esistenti.



**Tabella 3-79 Confronto portate massime**

BACINO	S (km <sup>2</sup> )		CNIII		Q (mc/s)		FONTE
	presente studio	altri studi	presente studio	altri studi	presente studio	altri studi	
CHIASSA AFFLUENTE SINISTRO	1.33	1.09	83.87	88.8	13.9	7	studi precedenti
MONTEGIOVI	5.22	5.15	84.44	90.6	41.1	32.5	studi precedenti
						67.62	ALTO
FOSSO BAGNOLO	6.38		83.95		68.3	80.68	ALTO
CHIASSA	70.13	71.74	82.79	88.8	512.7	308.3	studi precedenti
						382.4	ALTO

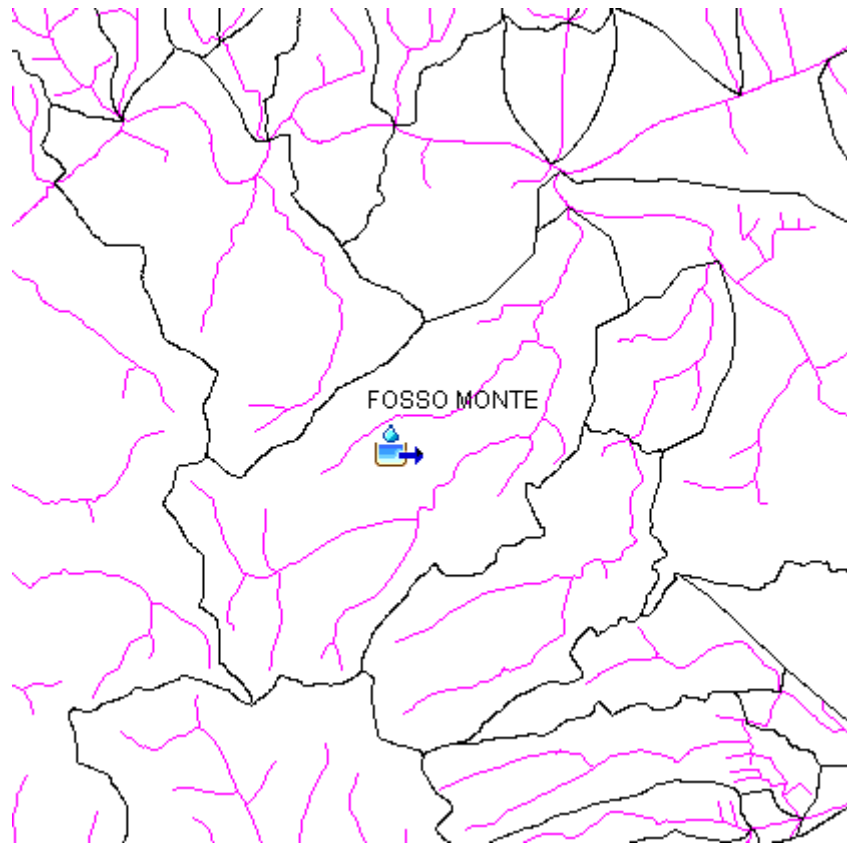
#### 1.4.28 FOSSO DI MONTE

Si riportano di seguito i valori ottenuti per il Fosso di monte del tempo di corrvazione  $T_c$ , la costante di invaso  $R$  utilizzata per l'idrogramma unitario di Clark, e i parametri CN:

**Tabella 3-80 Caratteristiche Fosso di Monte**

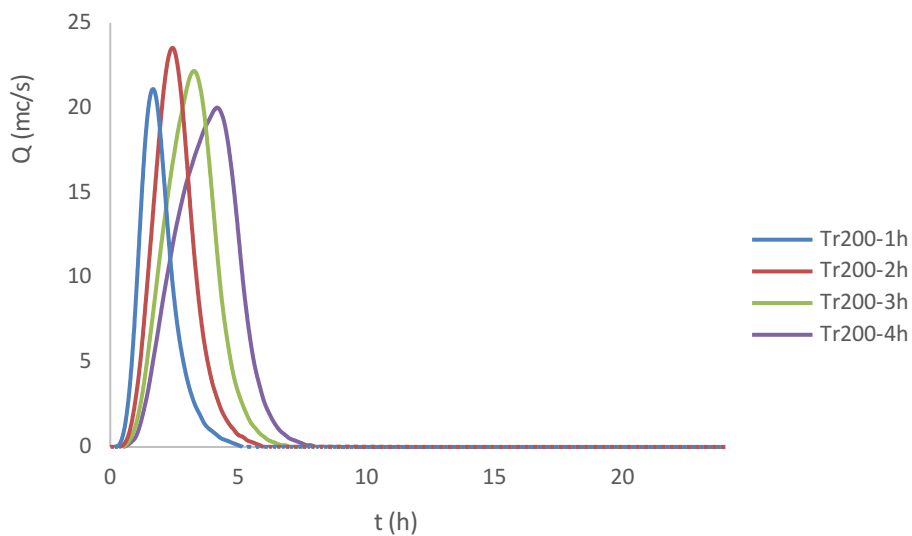
SOTTOBACINI	S (km <sup>2</sup> )	$T_c$	$R$	CNII	CNIII
FOSSO MONTE	3.31	1.23	0.65	67.85	82.92

Lo schema del modello idrologico sviluppato su HMS è il seguente:



**Figura 3-78 Schema idrologico bacino del Fosso di Monte**

I risultati hanno evidenziato che il massimo delle portate si verificano per una durata di 2h. Di seguito si riportano l'idrogramma di piena ottenuto nelle condizioni  $Tr=200$  anni e per ietogramma costante.



**Figura 3-79 Idrogramma di piena allo sbocco del Fosso di Monte per  $Tr=200$  anni e ietogrammi ad intensità costante**

**Tabella 3-81 Portate per diverse durate e  $T_r=200$  anni nell'ipotesi di ietogramma ad intensità costante**

SOTTOBACINO	S (kmq)	1h	2h	3h	4h	5h	6h	7h
FOSSO MONTE	3.31	21.1	23.4	22.1	20	18	16.2	14.9

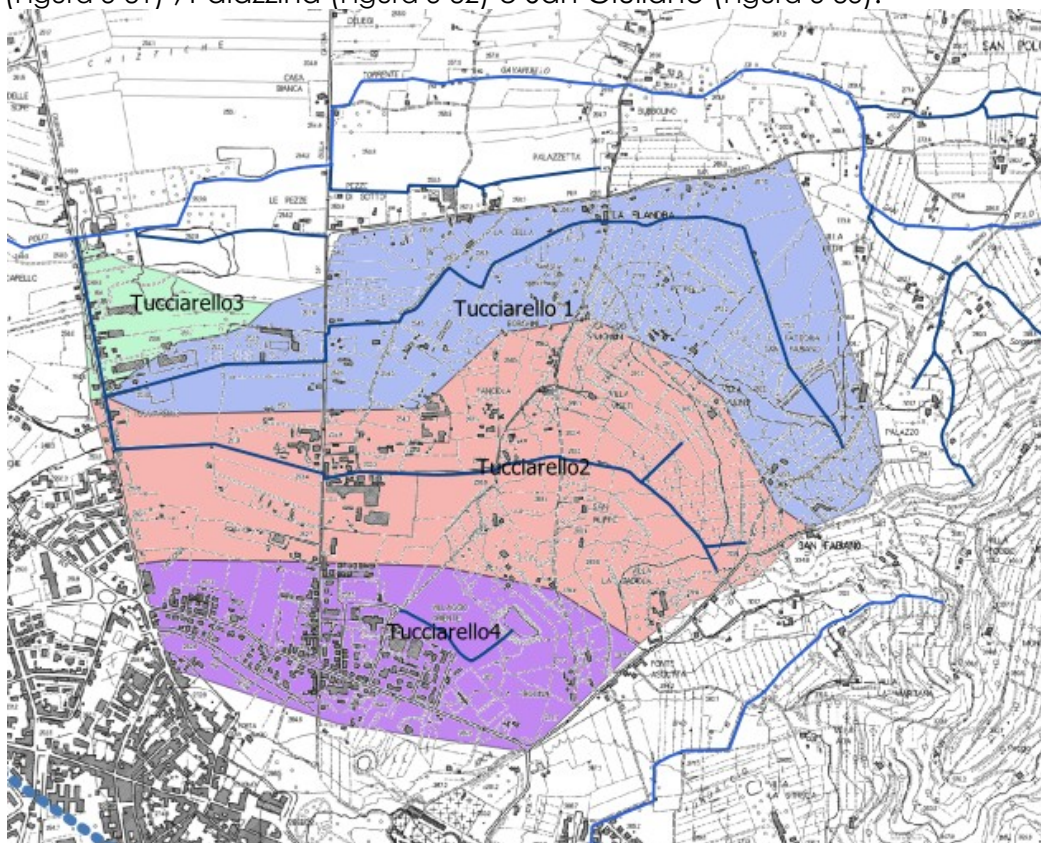
Al fine di verificare la validità dello schema idrologico adottato si effettua un confronto con i risultati di studi esistenti.

**Tabella 3-82 Confronto portate massime**

BACINO	S (km2)		CNIII		Q (mc/s)		FONT E
	presente studio	altri studi	presente studio	altri studi	presente studio	altri studi	
FOSSO DI MONTE	3.31		82.92		23.4	45.85	ALTO

**1.4.29 BACINI MINORI**

Si tratta di bacini che interessano piccoli centri abitati che presentano problematiche di drenaggio urbano. Si tratta di bacini in loc. Tucciarello (Figura 3-80), in loc. Ponte alla Chiassa (Figura 3-81), Palazzina (Figura 3-82) e San Giuliano (Figura 3-83).



**Figura 3-80 Bacini in località Tucciarello**



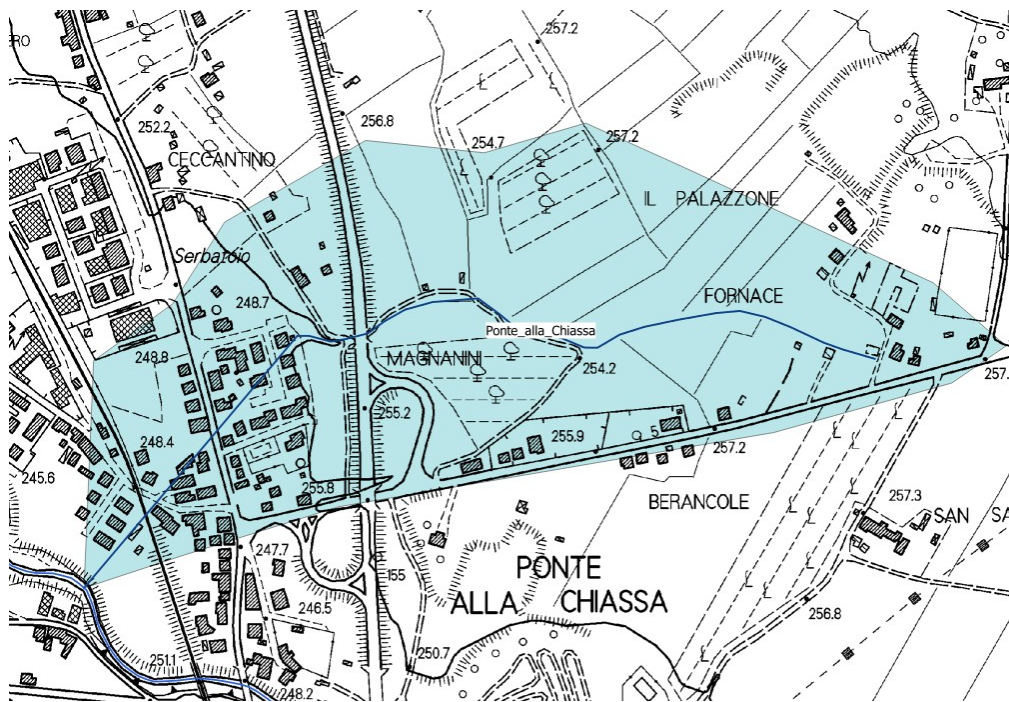


Figura 3-81 Bacino in località Ponte alla Chiassa

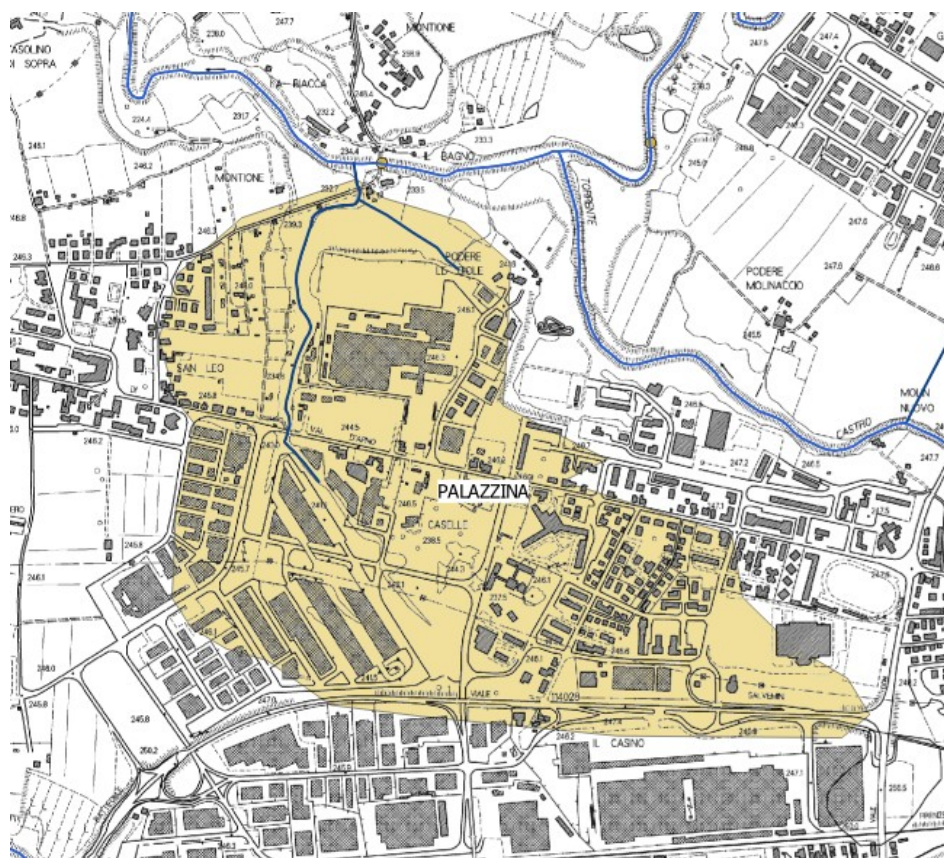
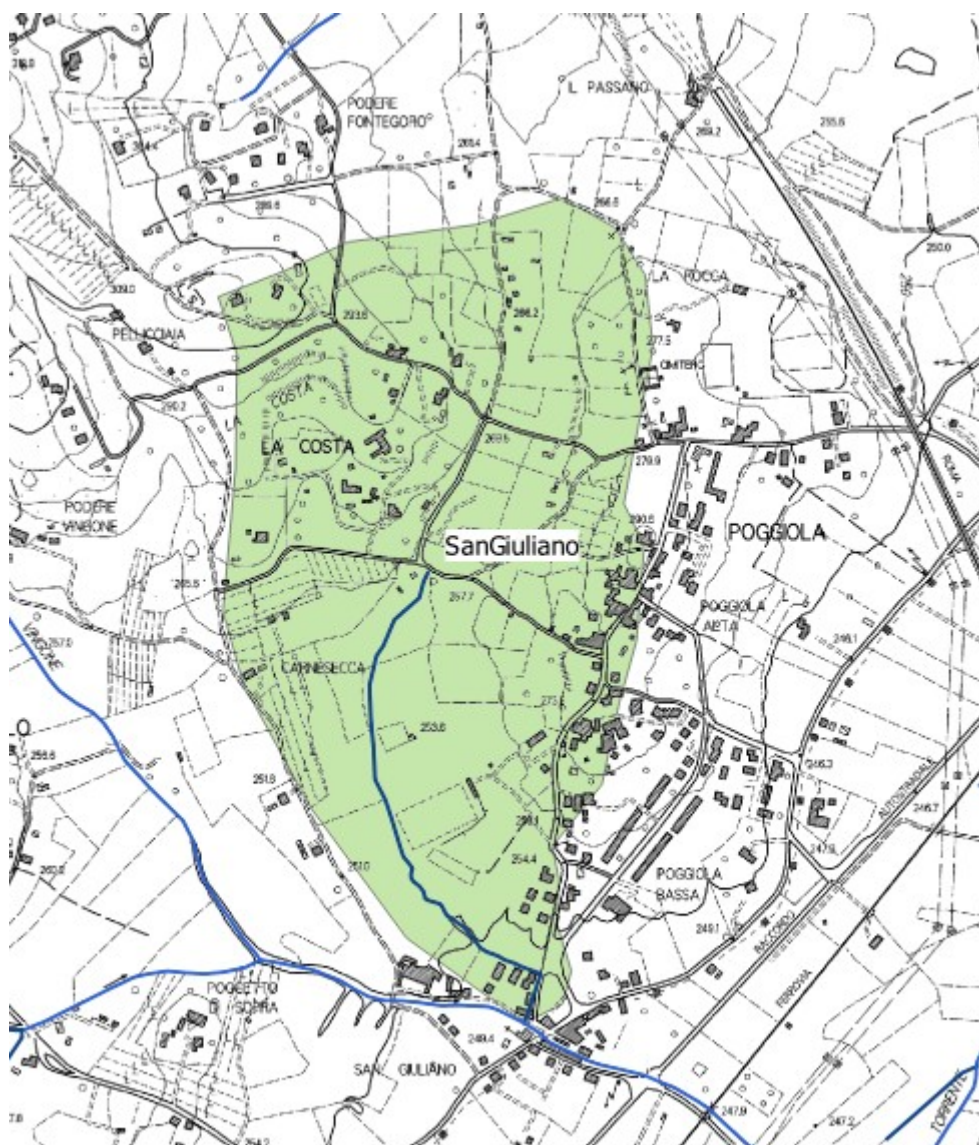


Figura 3-82 Bacino in località Palazzina



**Figura 3-83 Bacino in località San Giuliano**

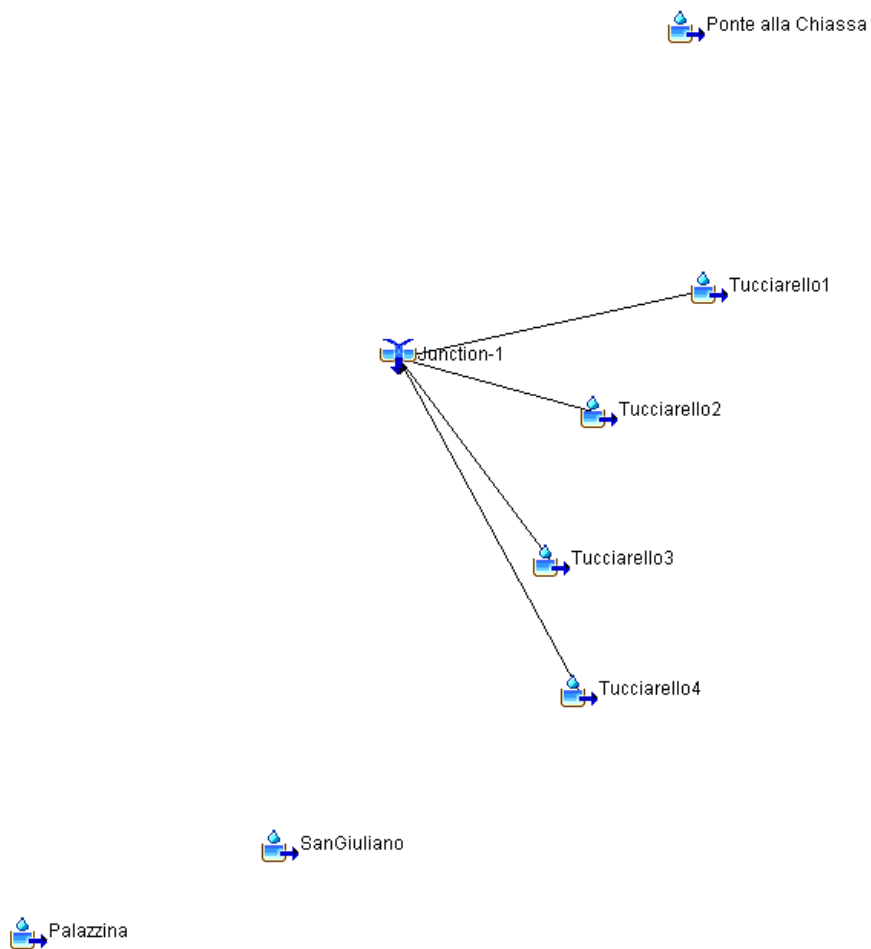
I parametri dei vari bacini calcolati nelle modalità precedentemente descritte sono riportate in Errore: sorgente del riferimento non trovata.

**Tabella 3-82 Caratteristiche dei bacini minori investigati**

SOTTOBACINI	S (km <sup>2</sup> )	Tc	R	CNII	CNIII
PALAZZINA	1.01	1.17	0.48	73.8	87
Ponte_alla_Chiasa	0.32	0.86	0.32	79.1	90
SanGiuliano	0.61	0.74	0.26	86.7	94
Tucciarello1	0.93	1.13	0.69	75.8	88
Tucciarello2	1.01	0.92	0.46	80.7	91
Tucciarello3	0.11	0.91	0.16	80.6	91
Tucciarello4	0.52	0.81	0.39	73.0	86



Lo schema idrologico è indicato in Figura 3-84

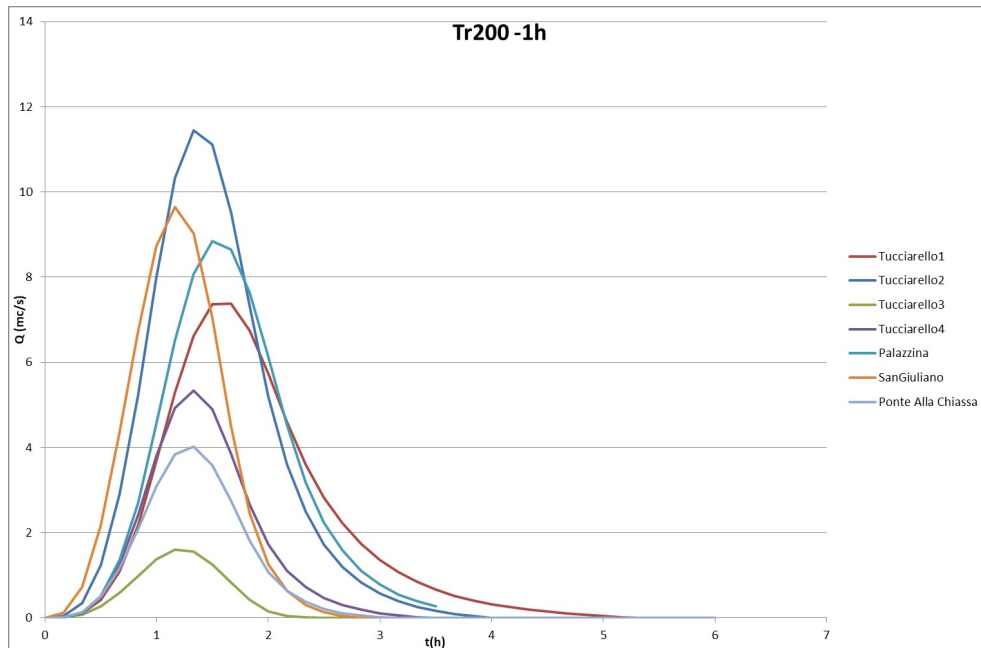


**Figura 3-84 Schema idrologico dei bacini minori**

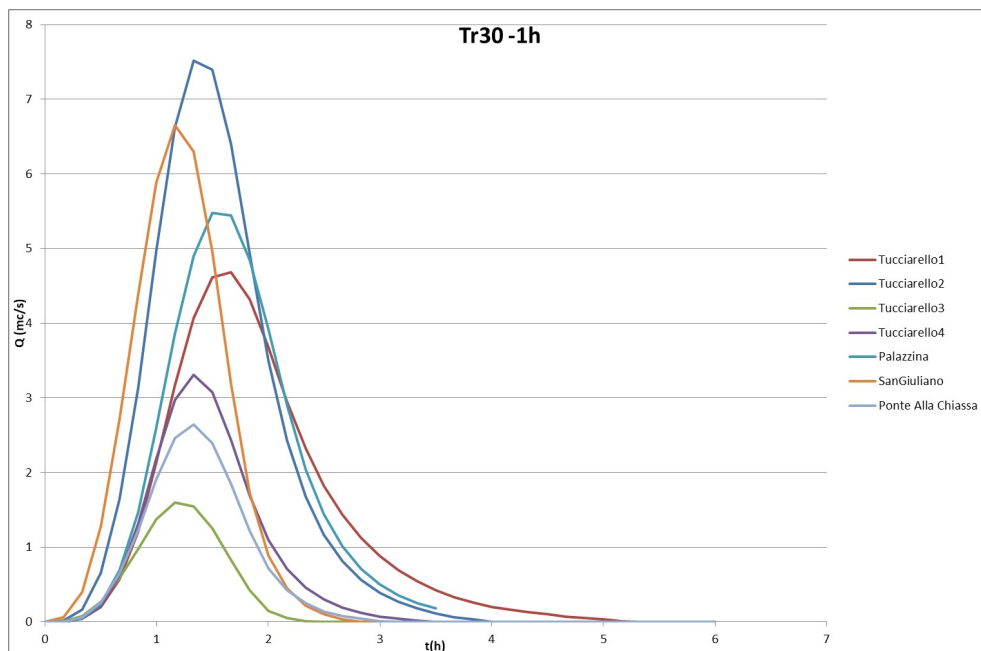
L'andamento delle portate per ietogramma costante indica come durata critica quelle di 1 h .

Nome	S (kmq)	Tr200				Tr30
		1h	2h	3h	4h	1h
Tucciarello2	1.01	11.45	10.39	8.6	7.25	7.52
Tucciarello1	0.93	7.38	7.75	7.01	6.19	4.68
Tucciarello4	0.52	5.34	4.91	4.1	3.5	3.31
Tucciarello3	0.11	1.6	1.23	0.96	0.8	1.05
Junction-1	2.57	24.96	24.01	20.59	17.71	15.94
Palazzina	1.01	8.85	8.93	7.84	6.76	5.48
SanGiuliano	0.61	9.65	7.19	5.53	4.55	6.65
Ponte alla Chiassa	0.32	4.02	3.4	2.74	2.29	2.64

Gli idrogrammi sono riportati nelle figure che seguono per Tr200 anni (Figura 3-85) e Tr30 anni (Figura 3-86).



**Figura 3-85 Idrogrammi per la durata critica (1h) per i bacini minori (Tr200 anni)**



**Figura 3-86 Idrogrammi per la durata critica (1h) per i bacini minori (Tr30 anni)**

## 2 STUDIO IDRAULICO

Lo studio idraulico è condotto sia con modello monodimensionale in moto permanente sia con analisi bidimensionale TuFlow® in condizioni di moto vario. La base topografica impiegata è quella lidar disponibile sul sito Cartografico della Regione Toscana.

## 2.1 CONDIZIONI AL CONTORNO

I corsi d'acqua analizzati sono affluenti del F. Arno o del Canale Maestro della Chiana che fanno parte del Reticolo principale gestito direttamente dall'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Settentrionale. Le condizioni al contorno sono state pertanto fornite dalla stessa Autorità:

- corsi d'acqua immissari dell'Arno: livelli liquidi del F. Arno corrispondenti a piene per  $Tr=200$  anni e  $Tr=30$  e durata  $T=12h$
- corsi d'acqua immissari del Canale Maestro: livelli liquidi del Canale corrispondenti a piene per  $Tr=200$  anni e  $Tr=30$  e durata  $T=6h$  qualora superiori al livello di fondo del canale immissario; in caso di livelli liquidi nella Chiana a quota inferiore rispetto al fondo la condizioni al contorno è determinata con la scala di deflusso a moto uniforme
- tratti di corsi d'acqua isolati: scala di deflusso a condizioni di moto uniforme determinata con l'equazione di Manning;
- condizioni di completa uscita dai bordi della griglia (comunque esterna ai confini comunali).

Complessivamente sono state analizzate circa 1500 sezioni e circa 158 km di aste fluviali.

## 2.2 ANALISI IN MOTO PERMANENTE

L'analisi è stata svolta con il software HecRas. I risultati sono riportati nei fascicoli allegati mentre per ubicazione delle sezioni e tratti analizzati si rimanda alle tavole grafiche. Le portate analizzate sono quelle ricavate dagli studi idrologici. L'analisi consente di definire criticità di sezione e dei manufatti. Di seguito si riportano i profili dei principali corsi d'acqua analizzati. In genere si osservano insufficienze diffuse degli attraversamenti e dei tratti tombati (ad esempio Castro) in particolare per  $Tr200$ . In molti casi (per esempio Fossatone, Lota e Marancione) risultano significativi i rigurgiti dovuti all'altezza raggiunta nei tratti terminali (simulata come condizione di moto uniforme in quanto non controllata dalle quote nel canale Maestro della Chiana9 altre quote a valle).

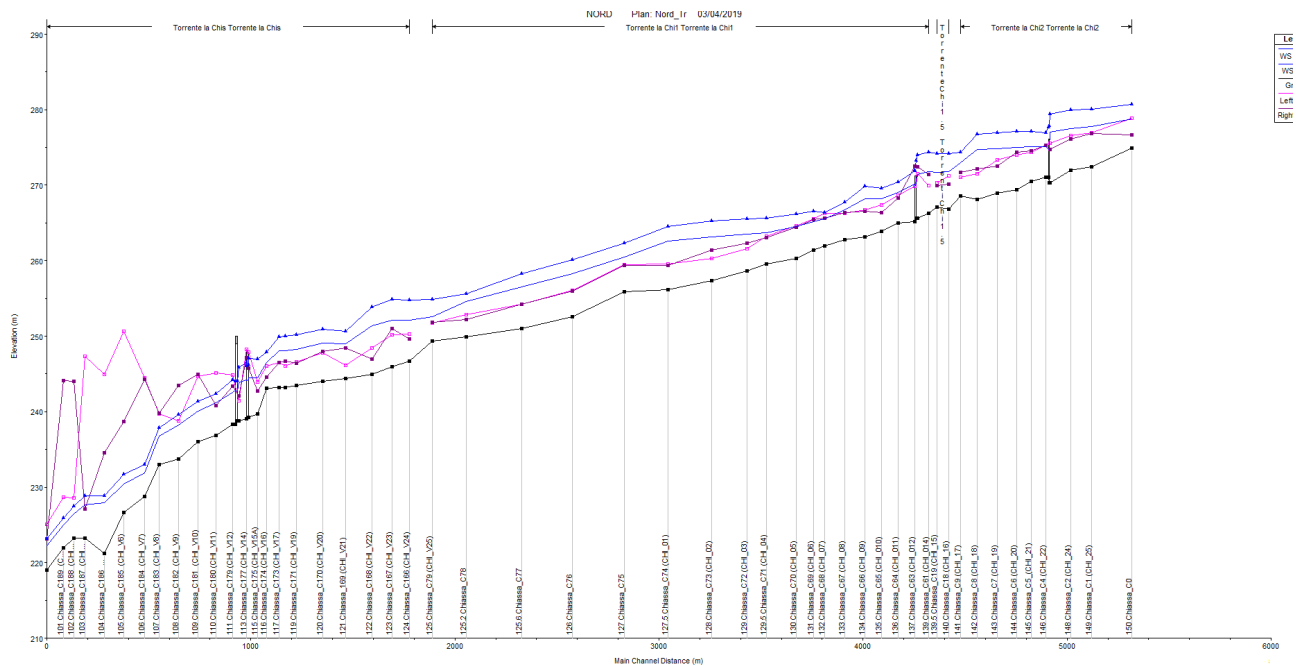


Figura 4-1 Profili liquidi per  $Tr30$  e  $T200$  anni per T. La Chiana



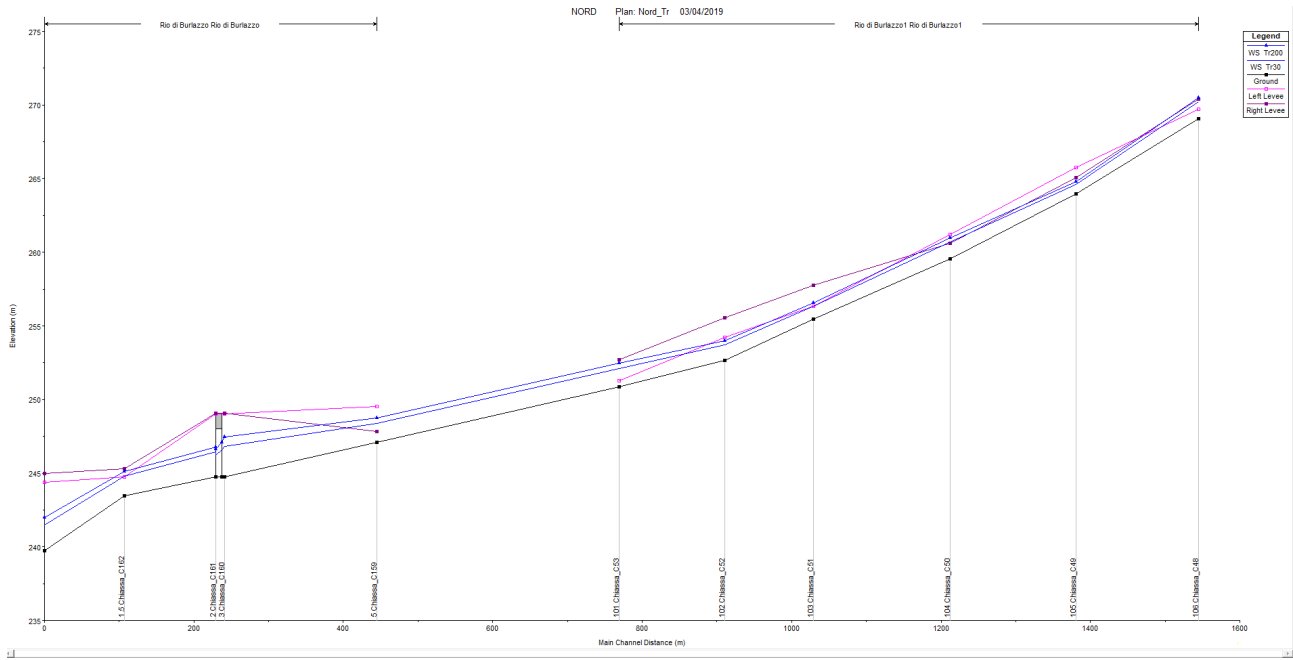


Figura 4-2 Profili liquidi per Tr30 e T200 anni per Fosso di Burlazzo

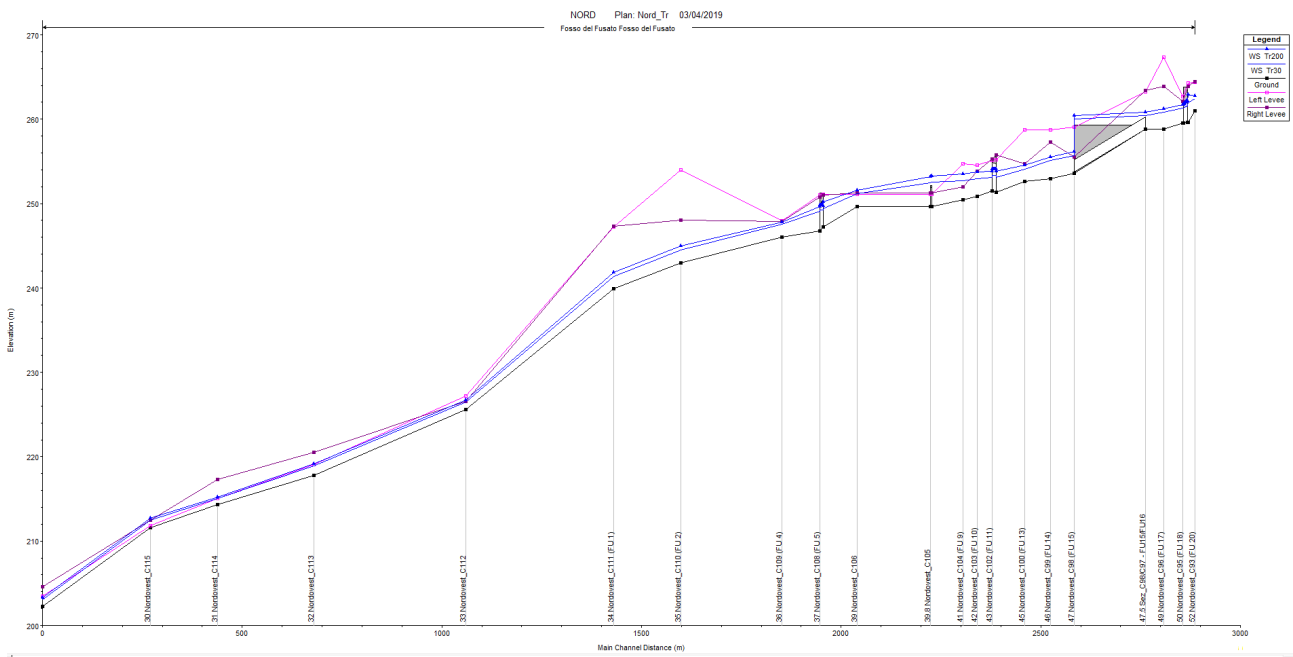


Figura 4-3 Profili liquidi per Tr30 e T200 anni per Fosso Fusato

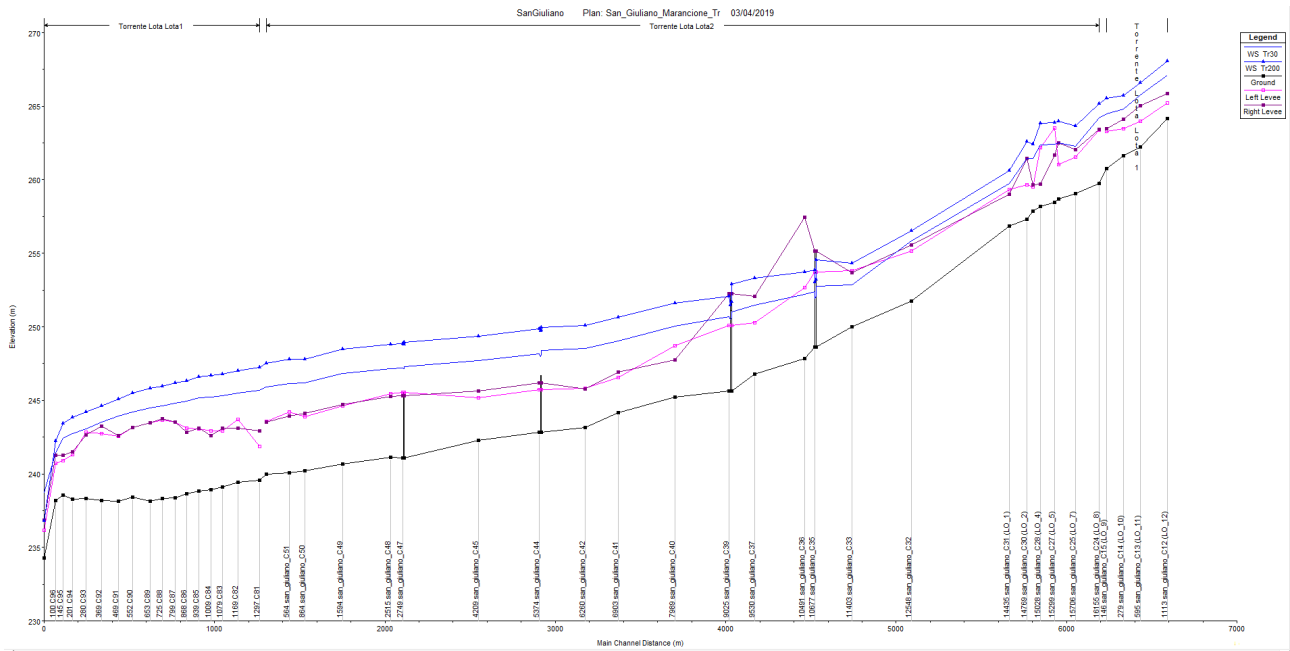


Figura 4-4 Profili liquidi per Tr30 e T200 anni per T. Lota

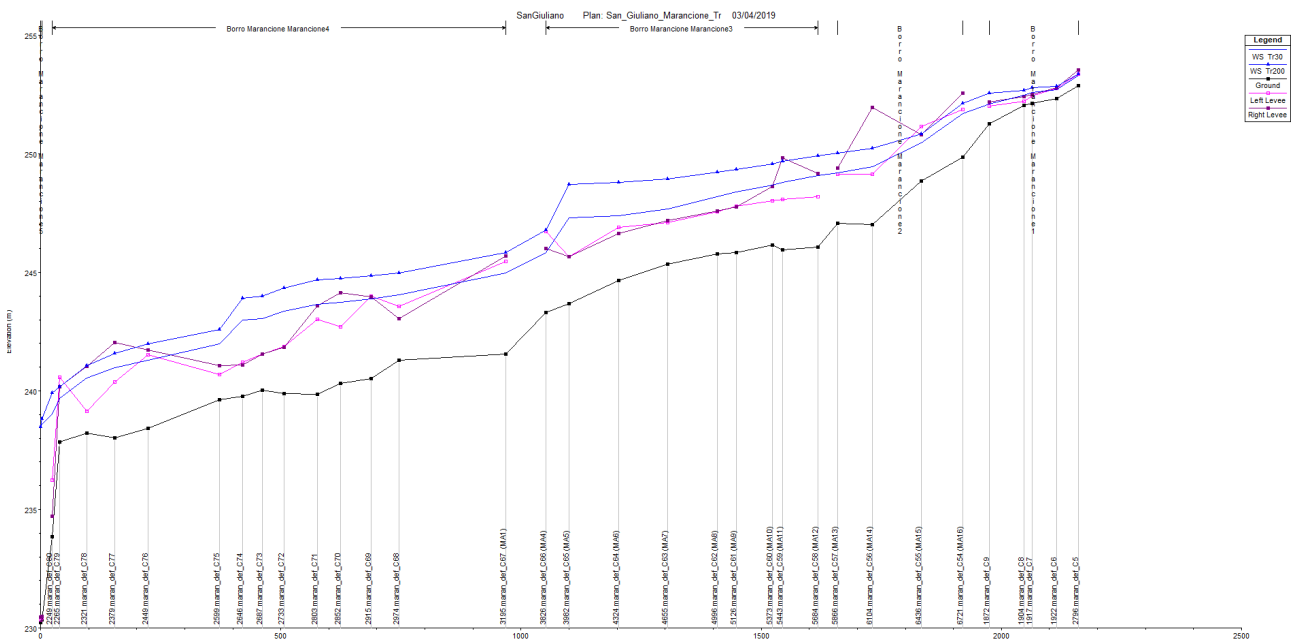


Figura 4-5 Profili liquidi per Tr30 e T200 anni per Botro Marancione

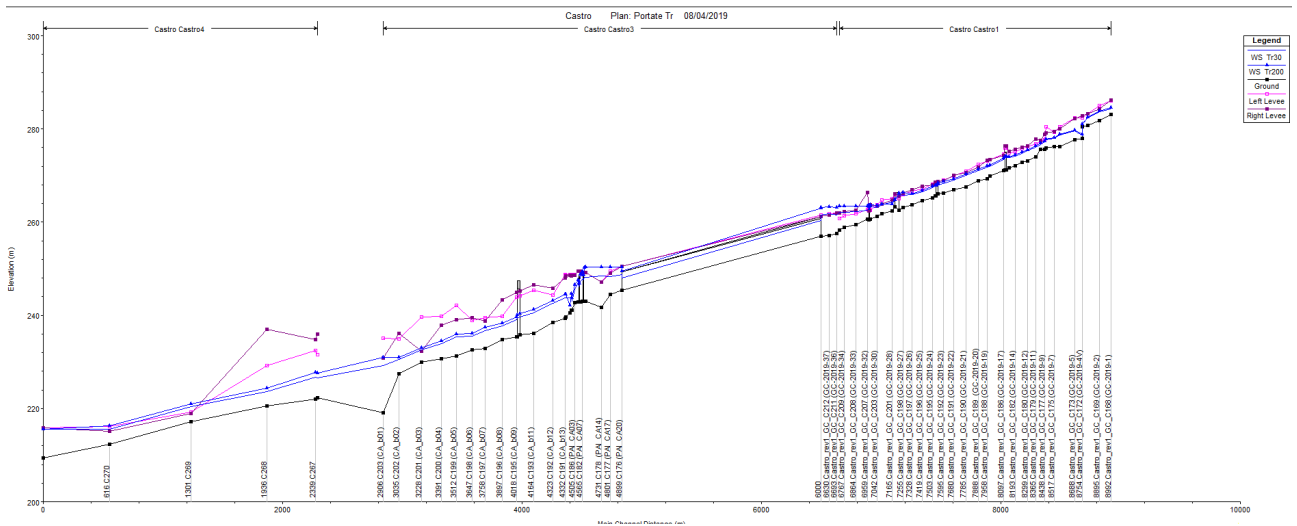


Figura 4-6 Profili liquidi per Tr30 e T200 anni per T. Castro

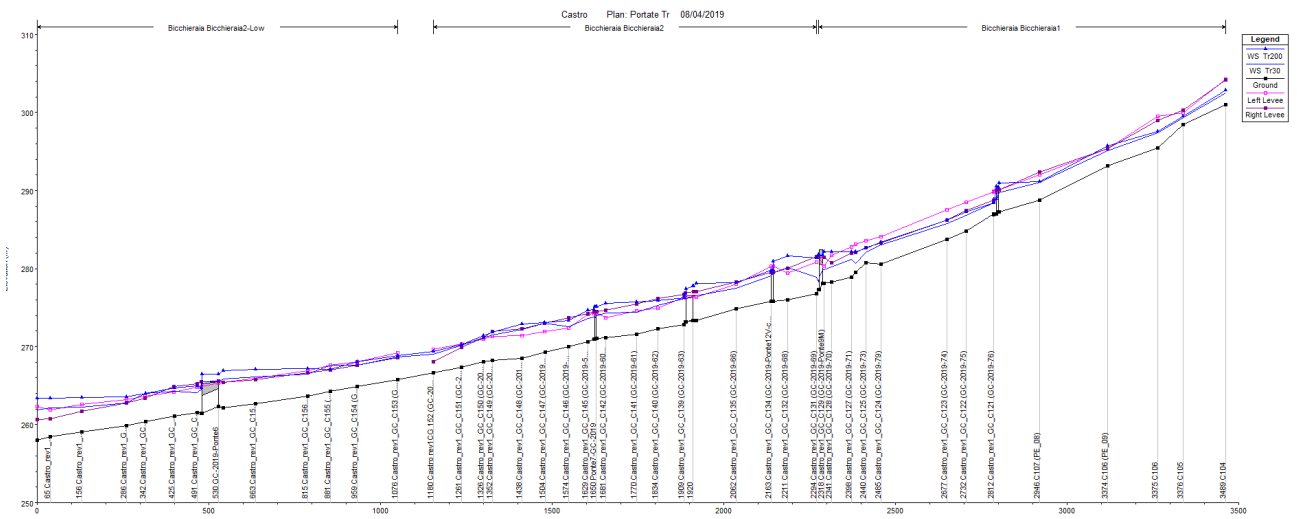


Figura 4-7 Profili liquidi per Tr30 e T200 anni per T. Bicchieraia

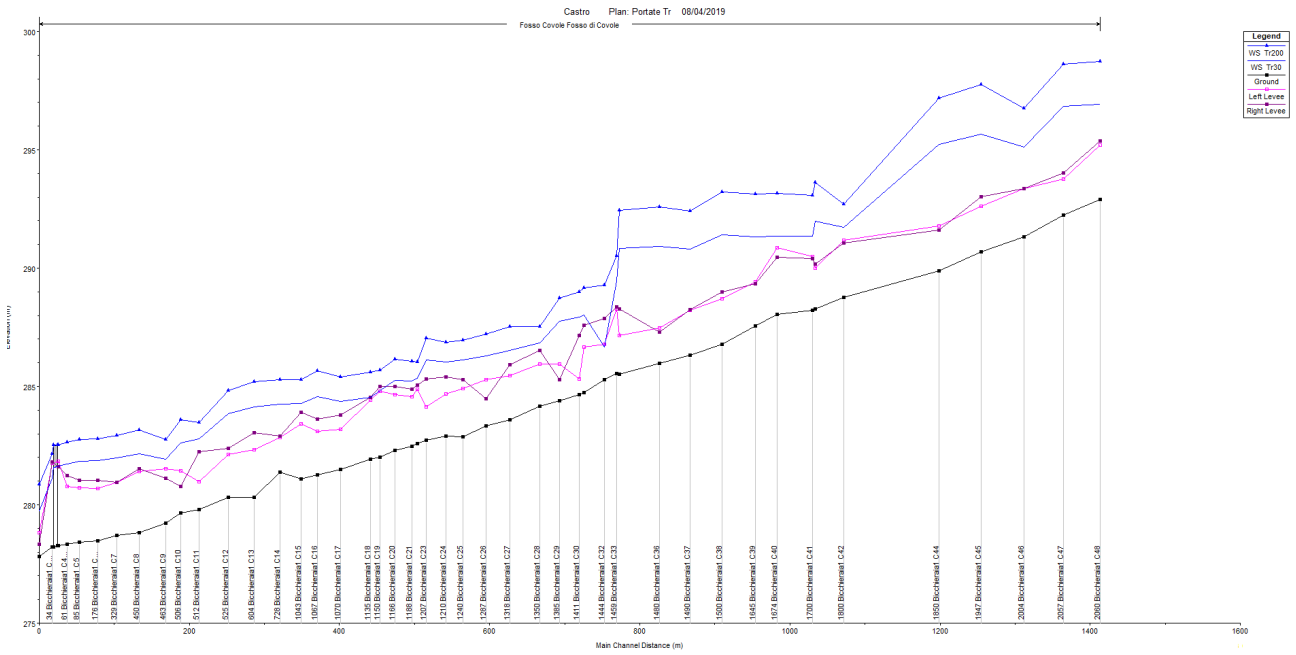


Figura 4-8 Profili liquidi per Tr30 e T200 anni per F. di Covole

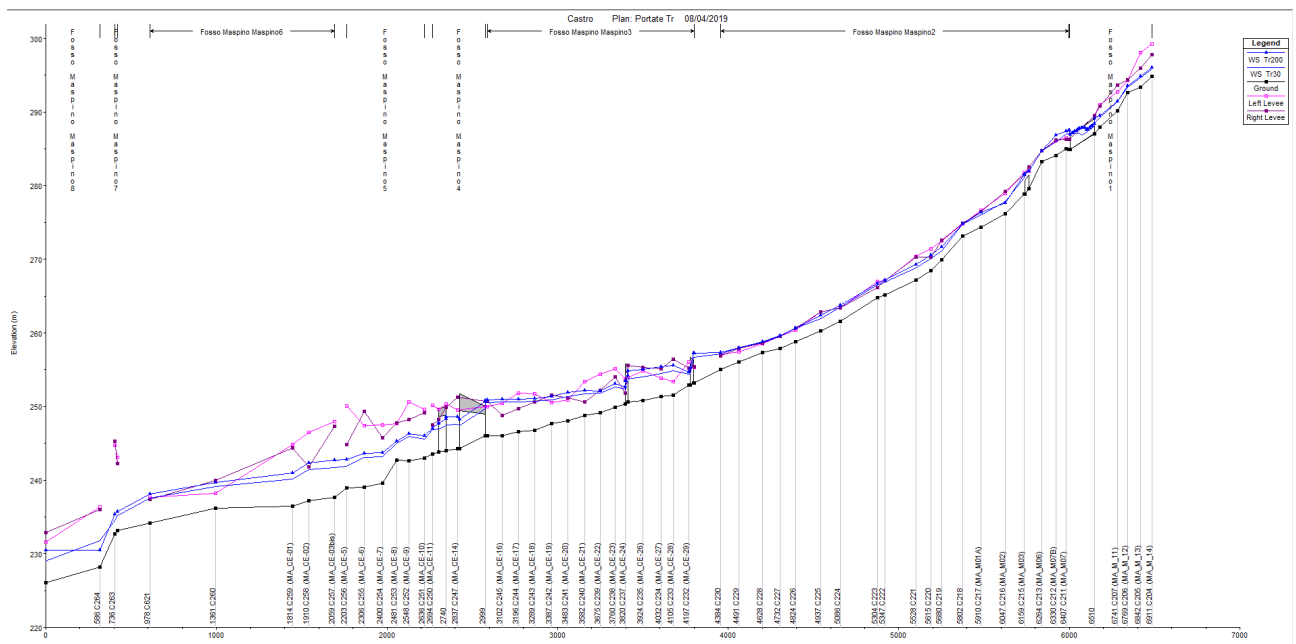


Figura 4-9 Profili liquidi per Tr30 e T200 anni per F. del Maspino

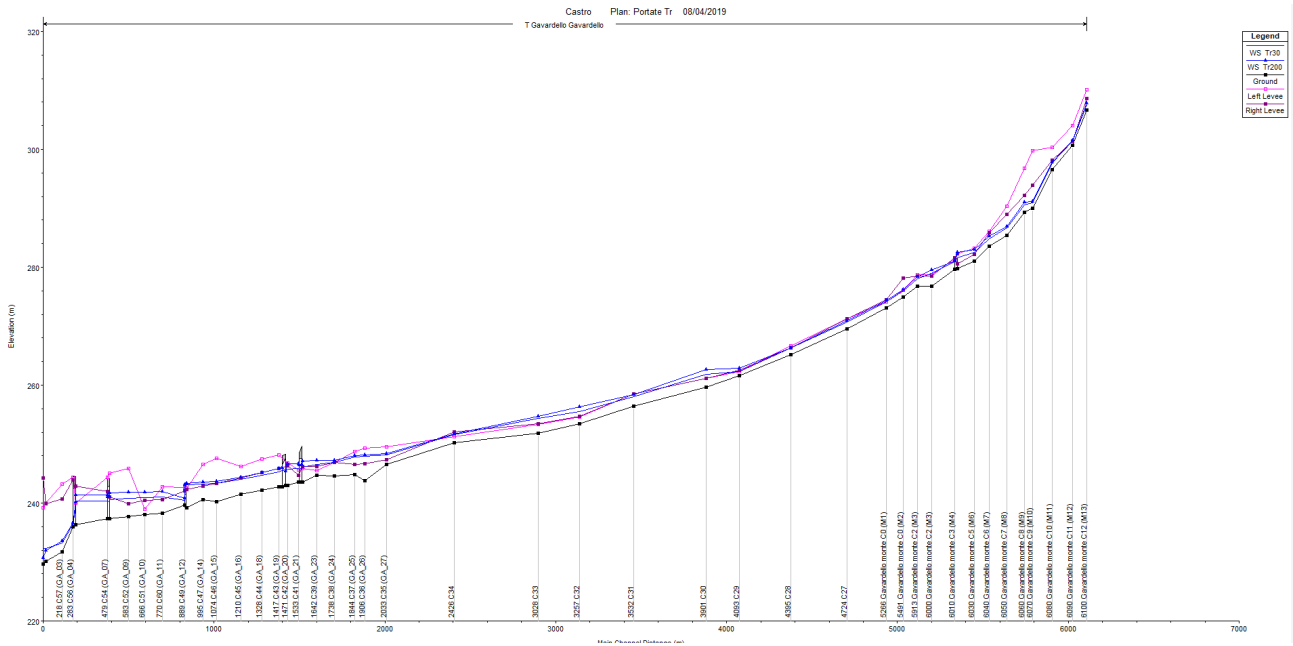


Figura 4-10 Profili liquidi per Tr30 e T200 anni per F. Gavardello

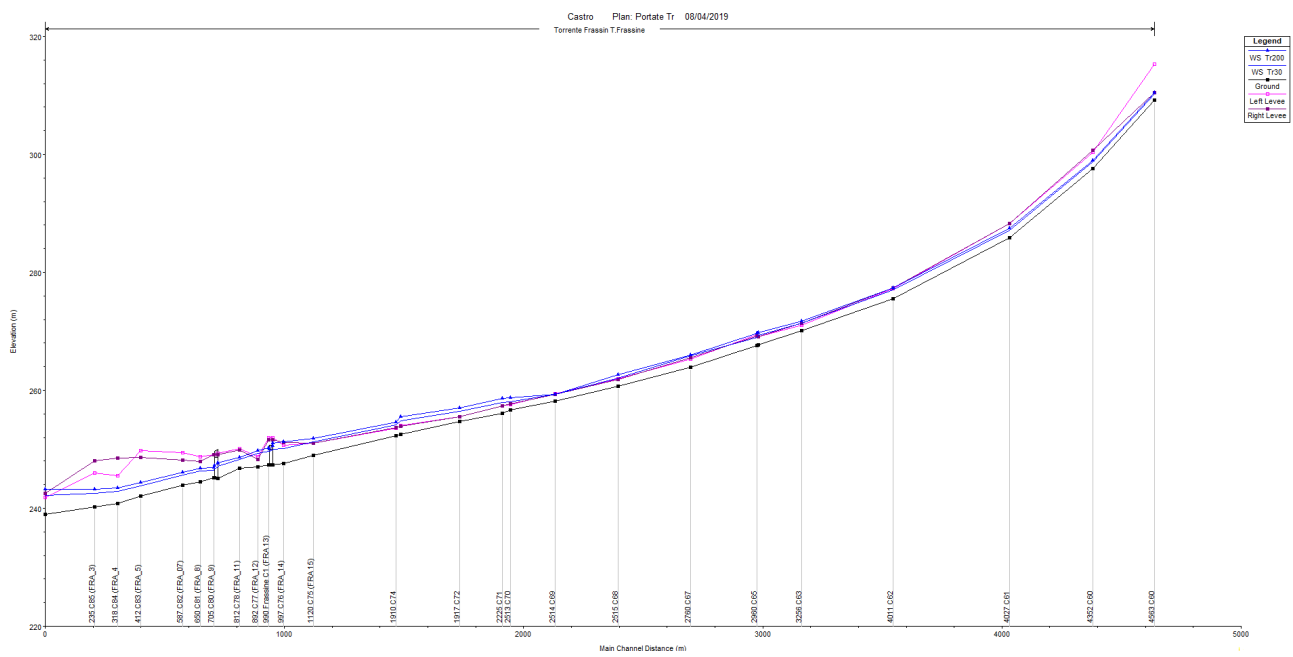


Figura 4-11 Profili liquidi per Tr30 e T200 anni per F. Frassine

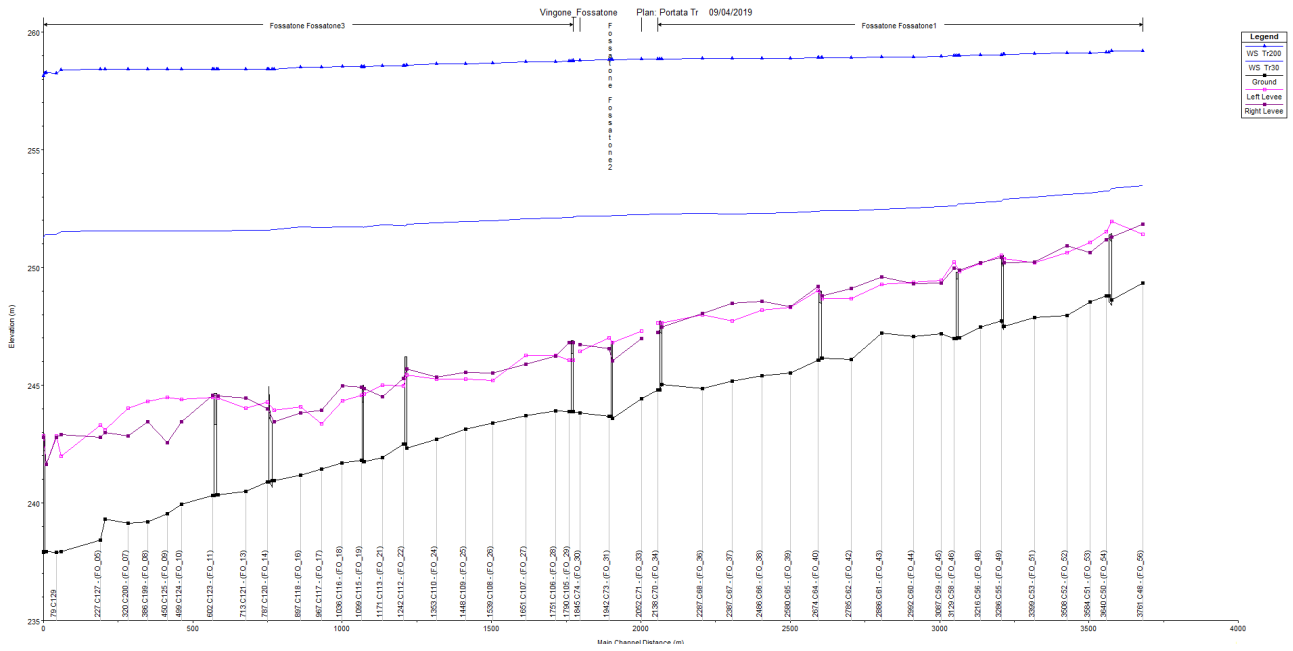


Figura 4-12 Profili liquidi per Tr30 e T200 anni per T. Fossatone

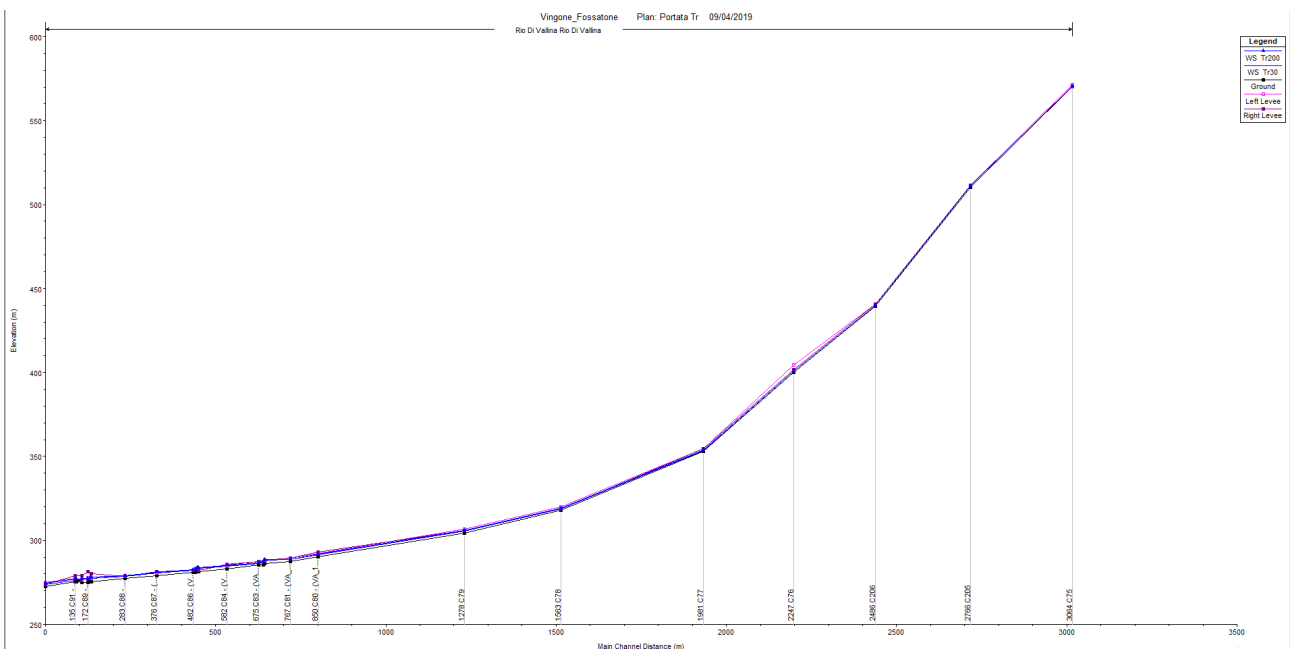


Figura 4-13 Profili liquidi per Tr30 e T200 anni per Rio di Vallina

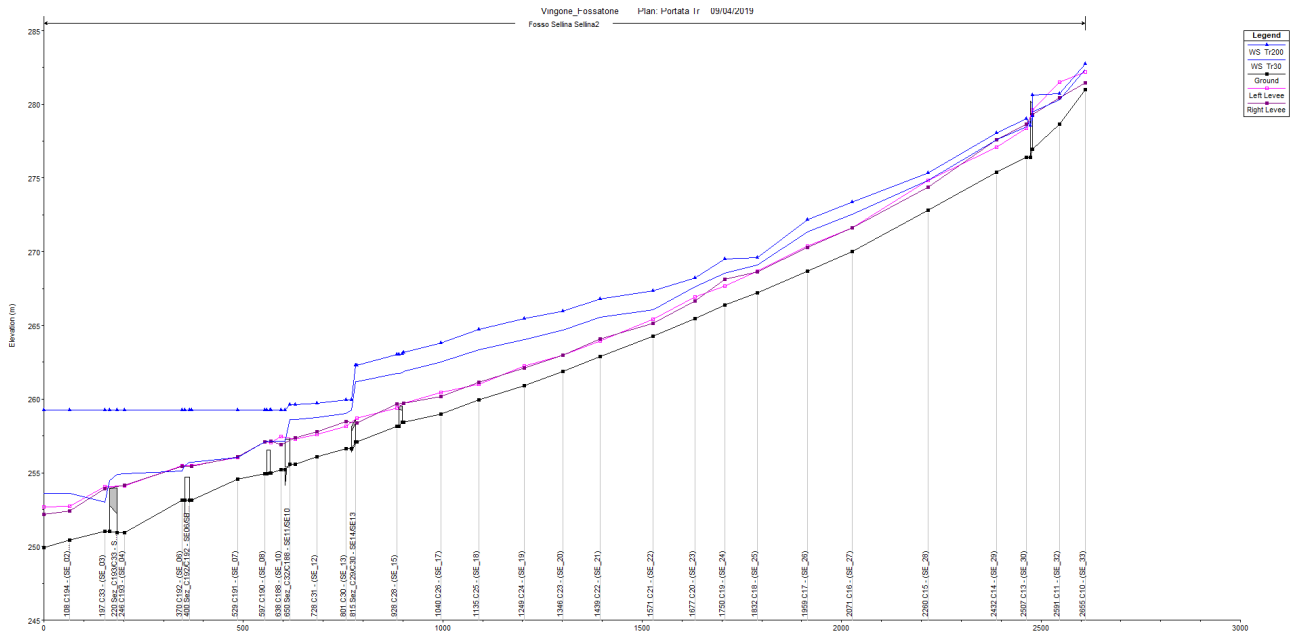


Figura 4-14 Profili liquidi per Tr30 e T200 anni per Rio di Sellina

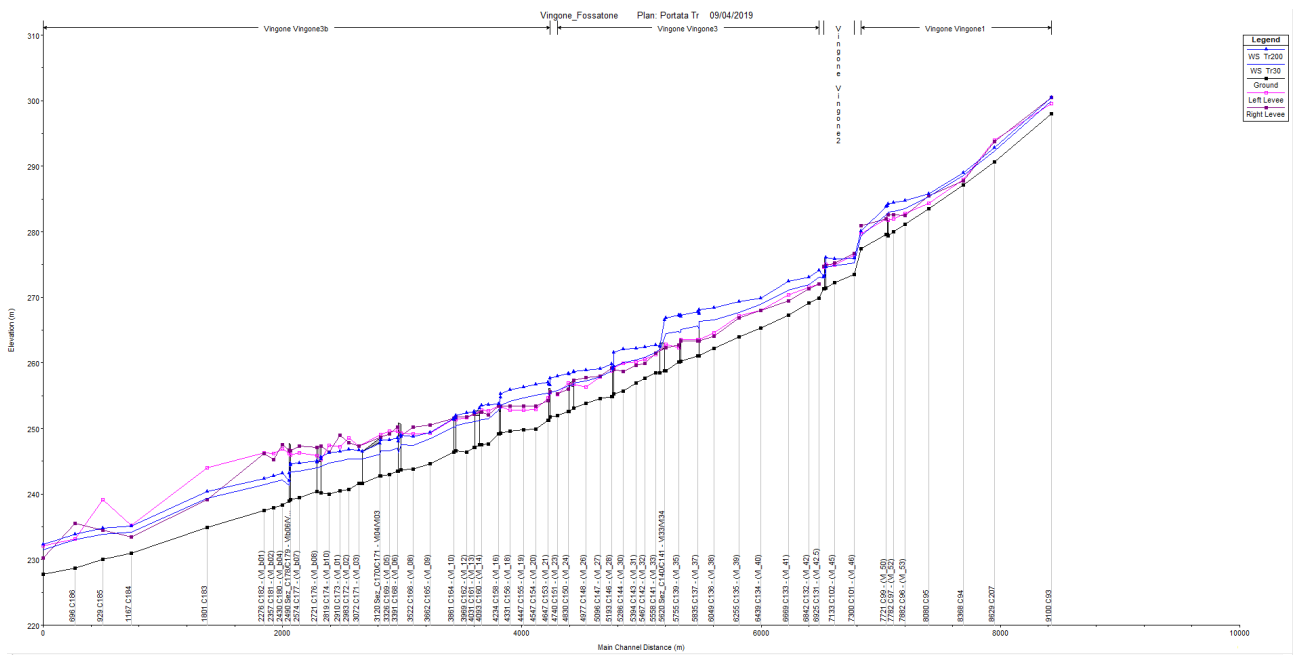


Figura 4-15 Profili liquidi per Tr30 e T200 anni per T. Vingone

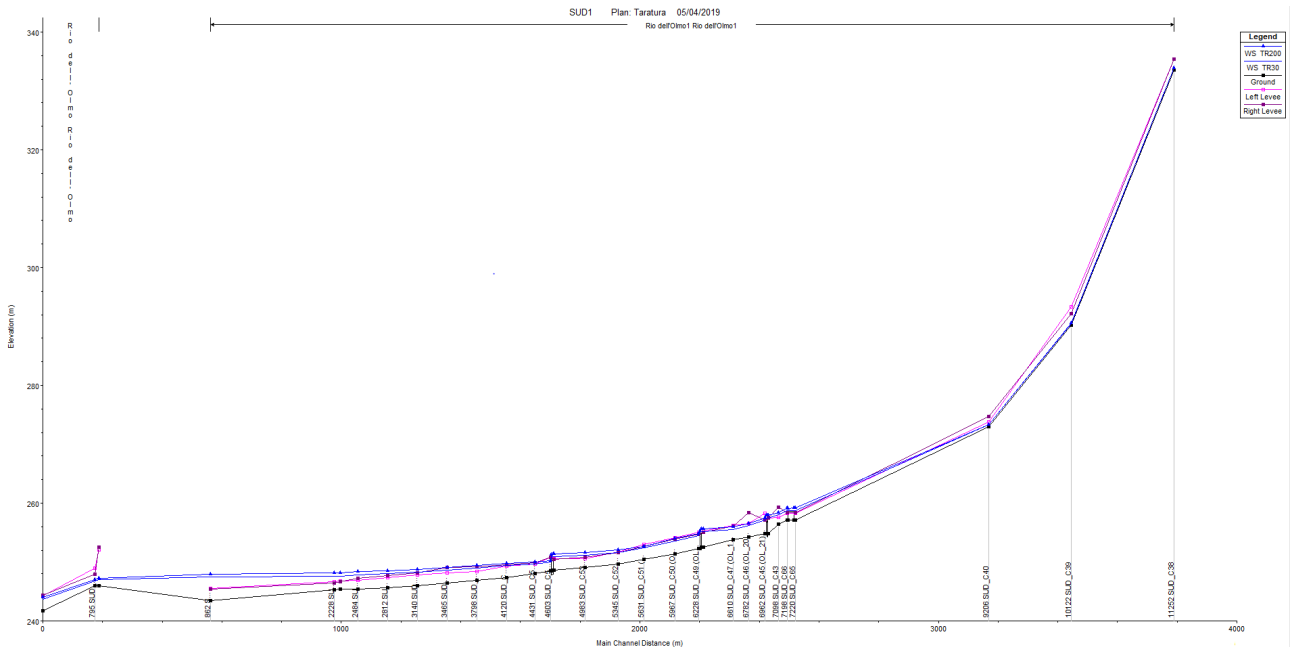


Figura 4-16 Profili liquidi per Tr30 e T200 anni per Rio Olmo

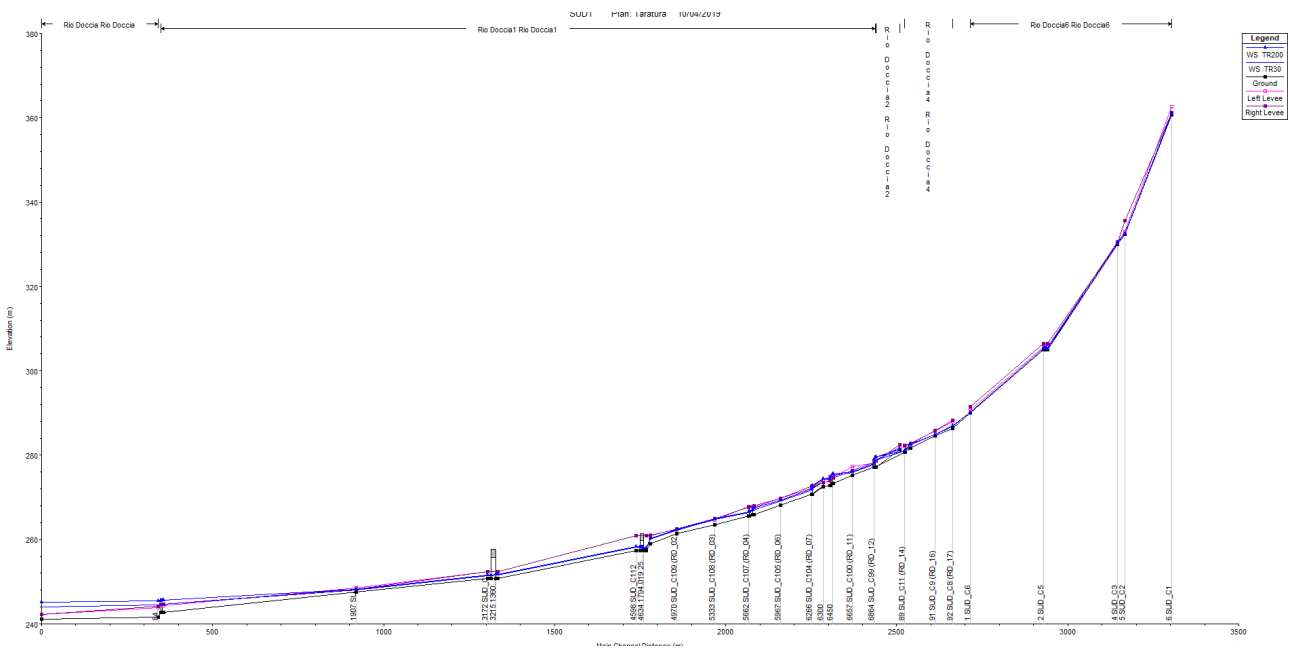


Figura 4-17 Profili liquidi per Tr30 e T200 anni per Rio Doccia



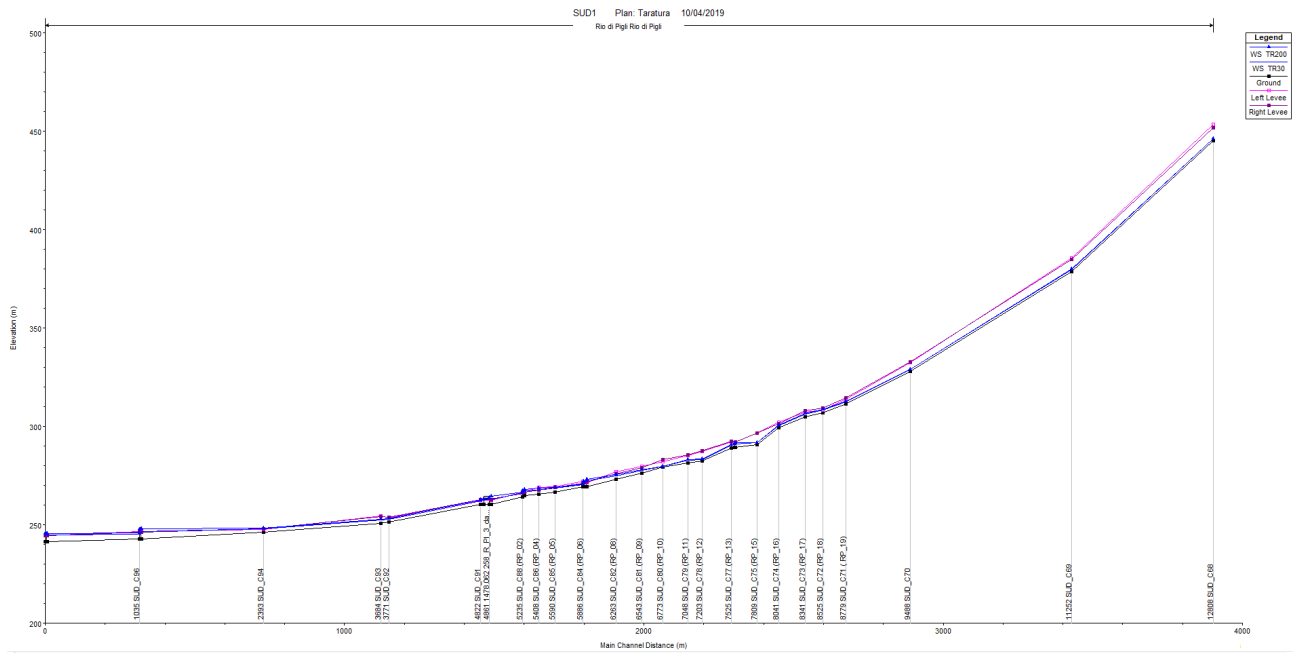


Figura 4-18 Profili liquidi per Tr30 e T200 anni per Rio Pigi

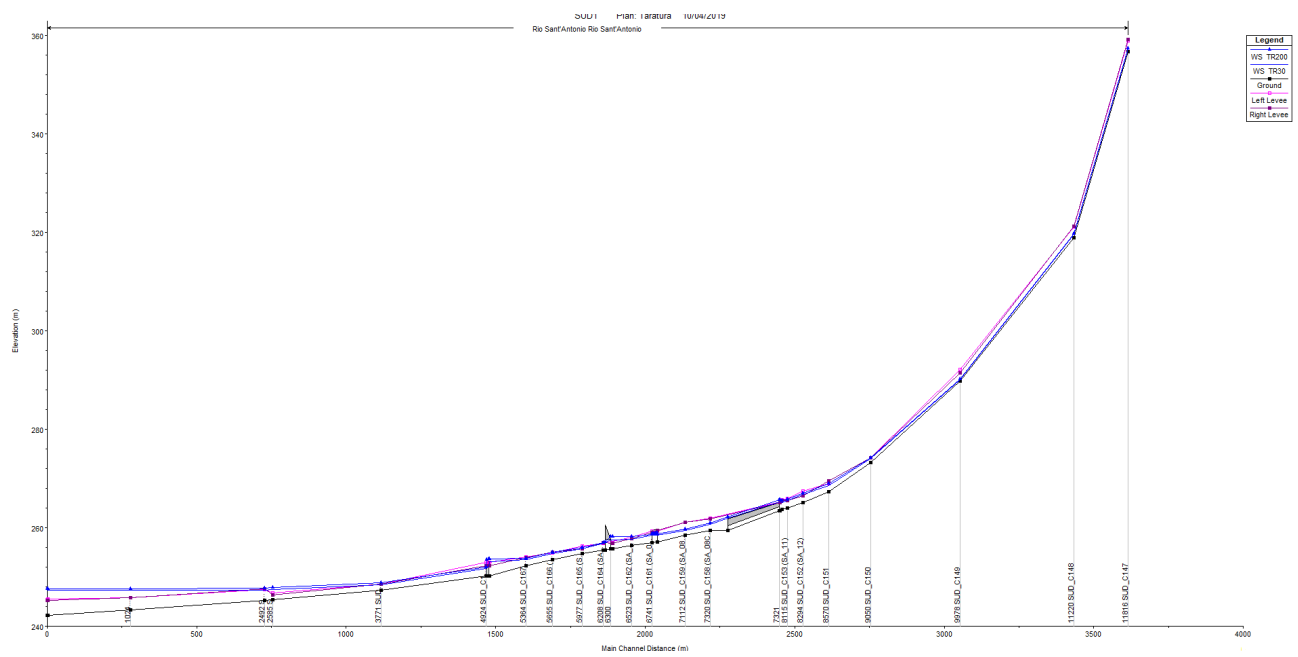


Figura 4-19 Profili liquidi per Tr30 e T200 anni per Rio Sant'Antonio

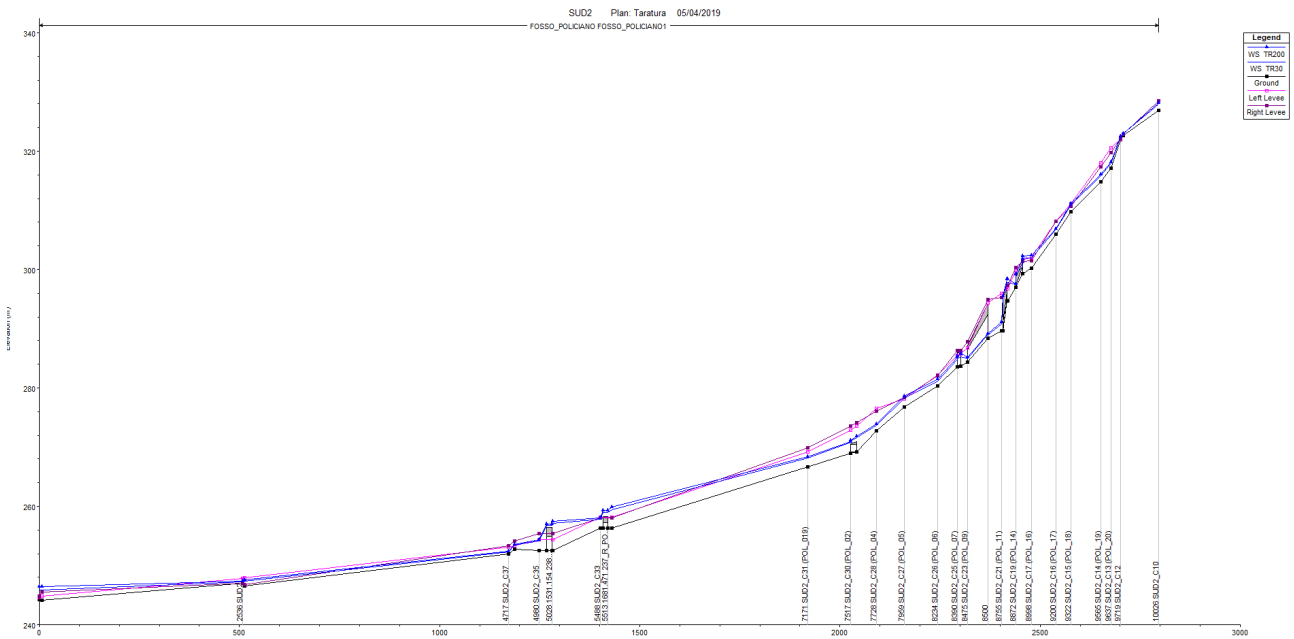


Figura 4-20 Profili liquidi per Tr30 e T200 anni per Fosso Policiano

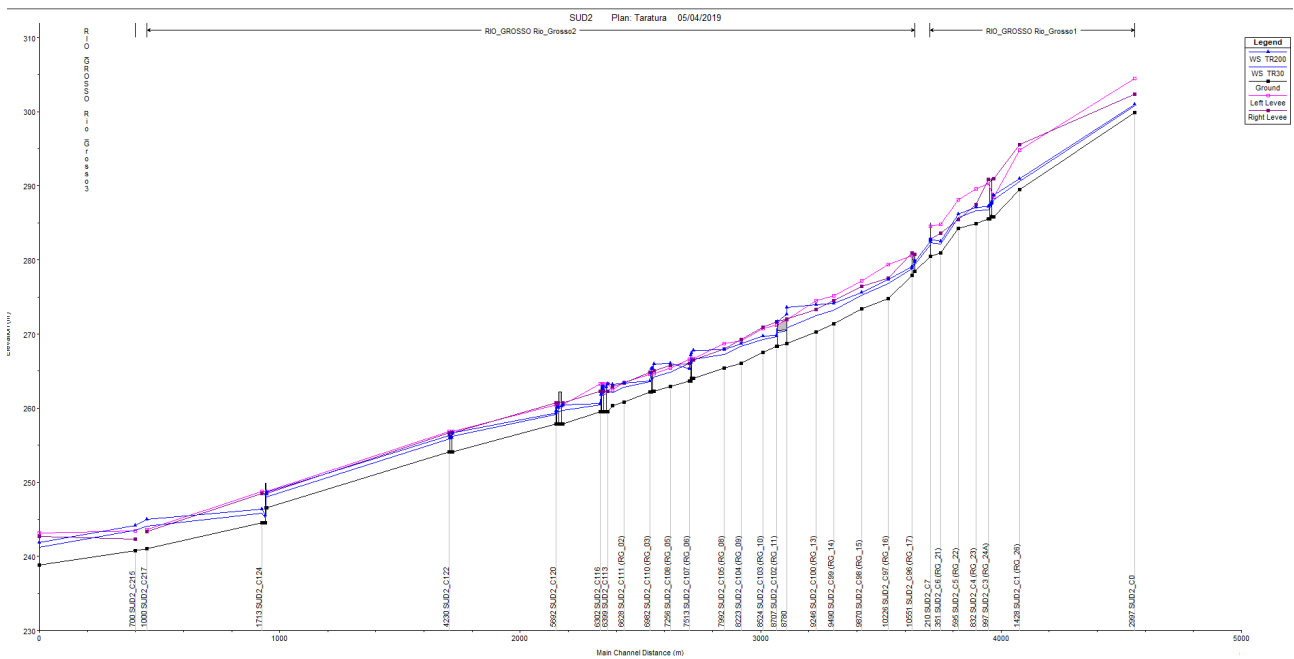


Figura 4-21 Profili liquidi per Tr30 e T200 anni per Fosso Rio Grosso

### 2.3 ANALISI IN MOTO VARIO

La costruzione del modello digitale del terreno è realizzata mediante l'utilizzo di punti georeferenziati di coordinate x,y,z frutto dell'acquisizione Lidar. Nel modello sono inseriti gli edifici e la rete delle infrastrutture (strade e ferrovia). La definizione dei coefficienti di scabrezza è stata fatta distinguendo il moto nei canali e quello nella piana alluvionale. Nel primo caso si sono assunti i seguenti valori:

- alveo in terra  $n=0.04$
- alveo in cemento  $n=0.02$

- ponti in muratura  $n=0.03$
- alveo con presenza di alberature  $n=0.05$
- alveo con scogliere  $n=0.45$

Per la piana alluvionale si è fatto riferimento ai valori di letteratura associati ai codici di uso del suolo del Land Corine Cover (vedere C.J. van Der Sande et al, "A segmentation and classification approach of IKONOS-2 imagery for land cover mapping to assist flood risk and flood damage assessment", International Journal of applied earth observation and geoinformation, 2003, Lopes et al "Flooding assessment under sea level rise scenarios: Ria de Aveiro case, Journal of coastal research, 2013), riassunti in Tabella 4-1.

**Tabella 4-1 Valori di scabrezza nella piana alluvionale**

USO DEL SUOLO	Codice CORINE	Manning n
Tessuto Urbano continuo	111	0.14
Tessuto Urbano discontinuo	112	0.09
Aree industriali o commerciali	121	0.14
Reti stradali e ferroviarie e spazi accessori	122	0.07
Aree portuali	123	0.07
Aeroporti	124	0.06
Aree estrattive	131	0.12
Discariche	132	0.04
Cantieri	133	0.06
Aree verdi urbane	141	0.02
Aree ricreative e sportive	142	0.04
Seminativi in aree non irrigue	211	0.08
Seminativi in aree irrigue	212	0.08
Risaie	213	0.04
Vigneti	221	0.12
Frutteti e frutti minori	222	0.12
Oliveti	223	0.12
Prati Stabili	231	0.1
Colture temporanee associate a colture permanenti	241	0.08
Sistemi colturali e particellari complessi	242	0.10
Aree prevalentemente occupate da colture agrarie con presenza di spazi naturali importanti	243	0.09
Boschi di latifoglie	311	0.1
Boschi di conifere	312	0.1
Boschi misti	313	0.13
Aree a pascolo naturale e praterie	321	0.11
Brughiere e cespuglieti	322	0.06
Aree a vegetazione sclerofilla	323	0.1

USO DEL SUOLO	Codice CORINE	Manning n
Aree a vegetazione boschiva ed arbustiva in evoluzione	324	0.1
Spiagge, dune e sabbie	331	0.07
Rocce nude, falesie, rupi, affioramenti	332	0.07
Aree con vegetazione rada	333	0.09
Aree percorse da incendi	334	0.07
Paludi interne	411	0.10
Saline	422	0.04
Corsi d'acqua, canali e idrovie	511	0.03
Bacini d'acqua	521	0.03

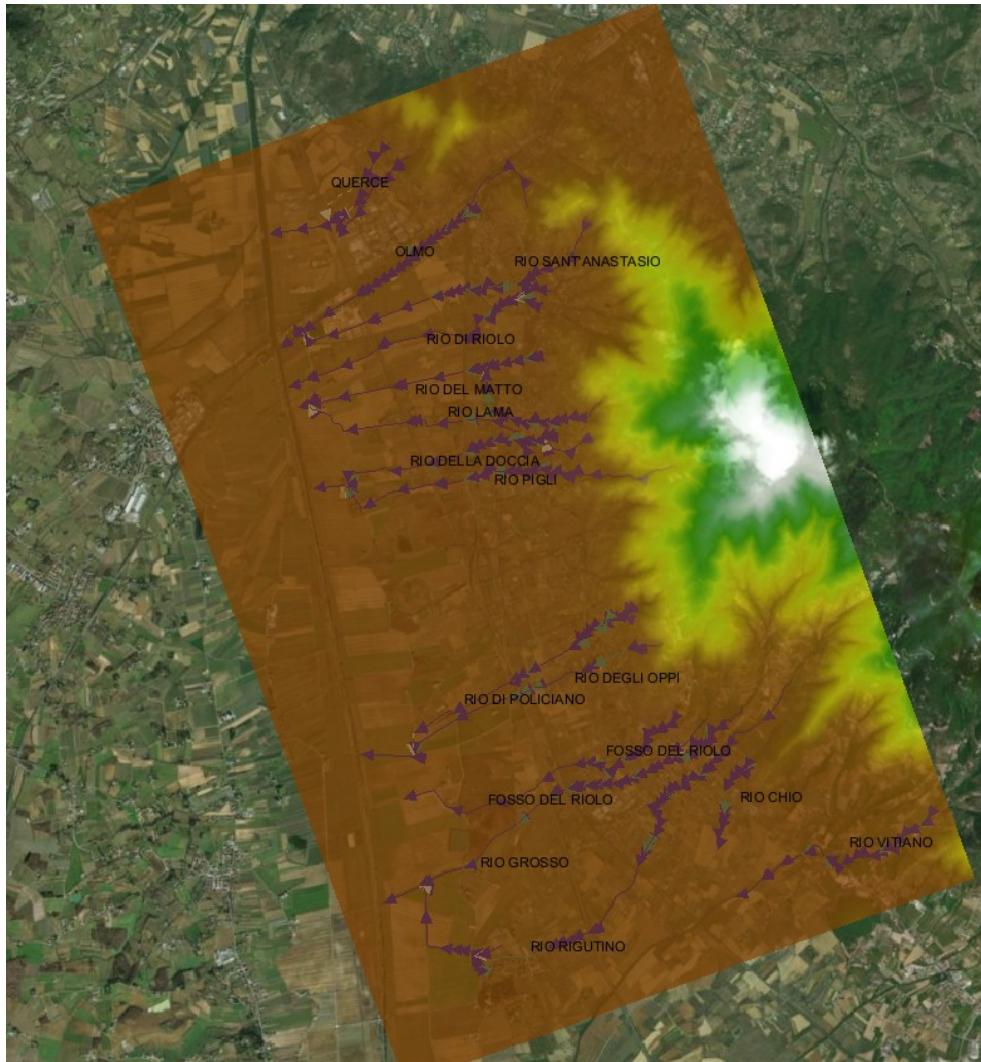
Le modellazioni sono state eseguite per più porzioni di territorio sia per il  $Tr=200$  anni che per  $Tr=30$  anni.

L'analisi svolta è del tipo 1D/2D, in cui i canali sono analizzati nel dominio 1D e nell'evenienza in cui il livello liquido raggiunga la sommità si innesca la propagazione bidimensionale sul territorio circostante. L'interfaccia 1D-2D è di tipo bidirezionale, cioè consente la propagazione da e verso il canale, ovviamente in base alle condizioni topografiche. La scelta di procedere con il modello misto 1D/2D anziché con quello puramente bidimensionale è derivato da due fattori;

- le dimensioni delle celle di calcolo adottate non avrebbero consentito nella maggior parte del territorio di ben rappresentare i corsi d'acqua;
- non è disponibile, anche in presenza di rilievi di dettaglio, un modello DTM di dettaglio dell'alveo dei corsi d'acqua.

### 2.3.1 Parte a sud

Nella parte a sud del Comune è stata impiegata una griglia di  $6.5 \times 10k$  con celle di 10m. I corsi d'acqua analizzati fanno parte del reticolo minore e confluiscono nel canale Maestro della Chiana. Nel dominio 1D sono state impiegate sezioni derivate sia dagli studi del Regolamento Urbanistico del 2008 che da dati lidar (dove ritenuti attendibili anche attraverso verifiche sul territorio) e da rilievi specifici (in particolare manufatti). Le aste analizzate sono riportate in Figura 4-22.



**Figura 4-22 Griglia di calcolo per il territorio a sud del Comune di Arezzo**

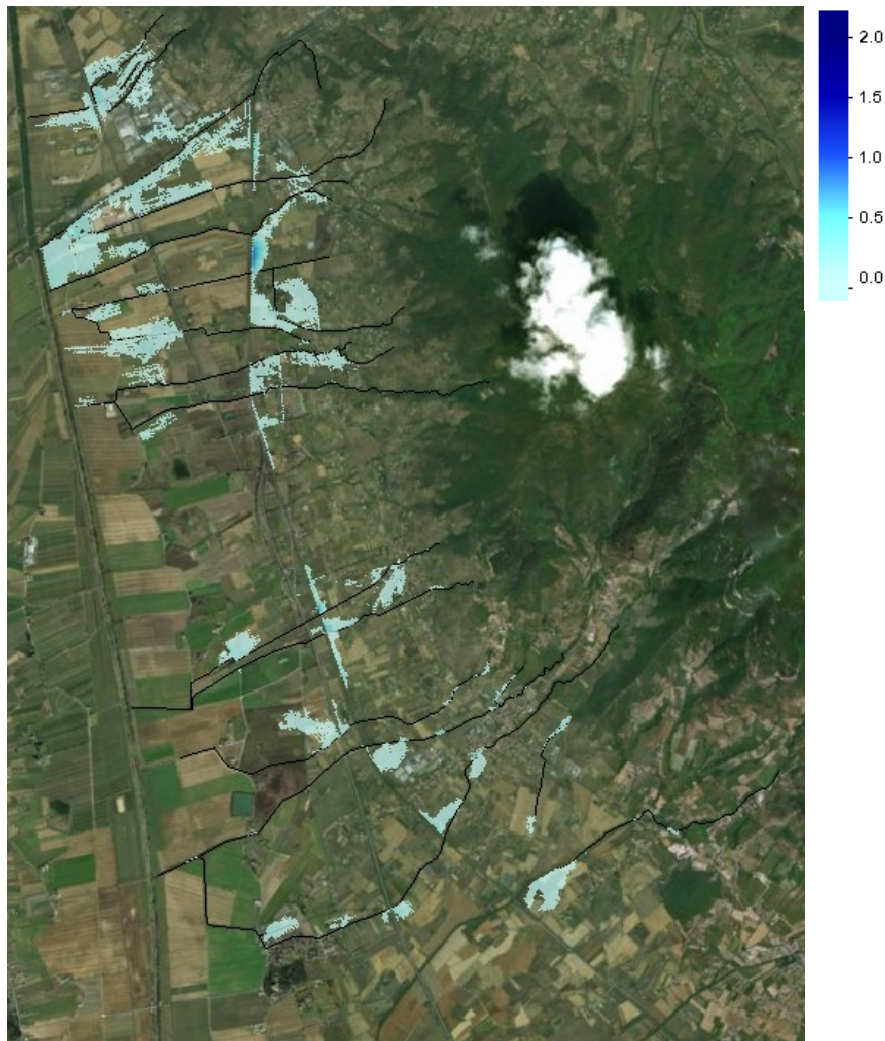
Tutte queste aste confluiscono nel Canale Maestro della Chiana, il quale come indicato dai dati forniti dall'Autorità di Distretto risulta nel tratto in esame contenuto in alveo fino a  $T_r=200$  anni, senza pertanto rigurgitare i corsi d'acqua tributari.

Le criticità si manifestano in maniera diffusa sulla rete ed in tempi proporzionali alla durata critica del bacino che risulta di circa 1 h per quelli più a nord (Querce, Olmo, Riolo) e di circa 2 h per quelli a sud (che sottendono a bacini di maggiore estensione)- (Figura 4-23 e Figura 4-24). In generale le esondazioni trovano un ostacolo alla propagazione verso ovest dai rilevati ferroviari e dalla SR71.



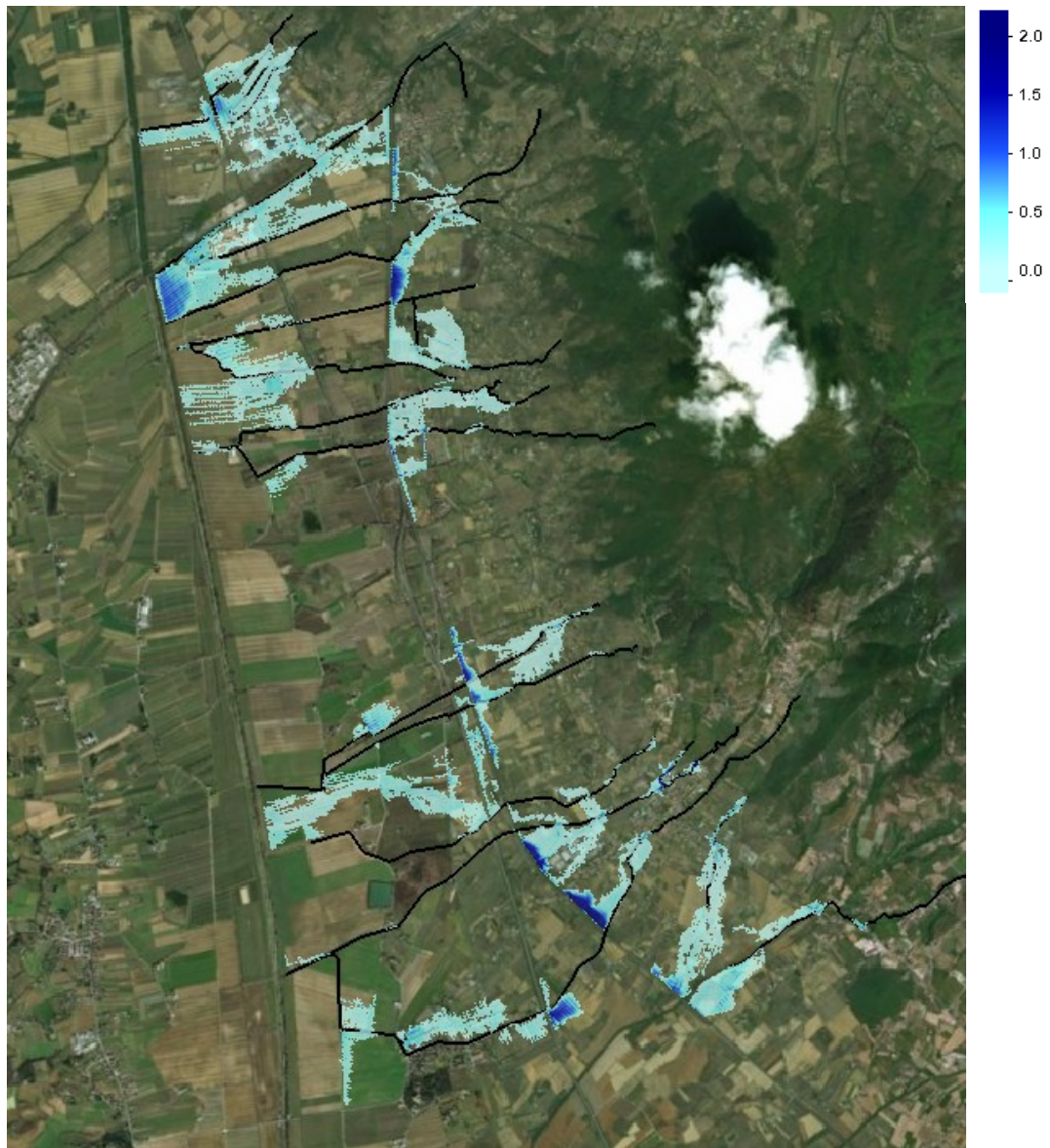
**Figura 4-23 Esondazioni per  $T_r=200$  anni a  $t=1$  h**





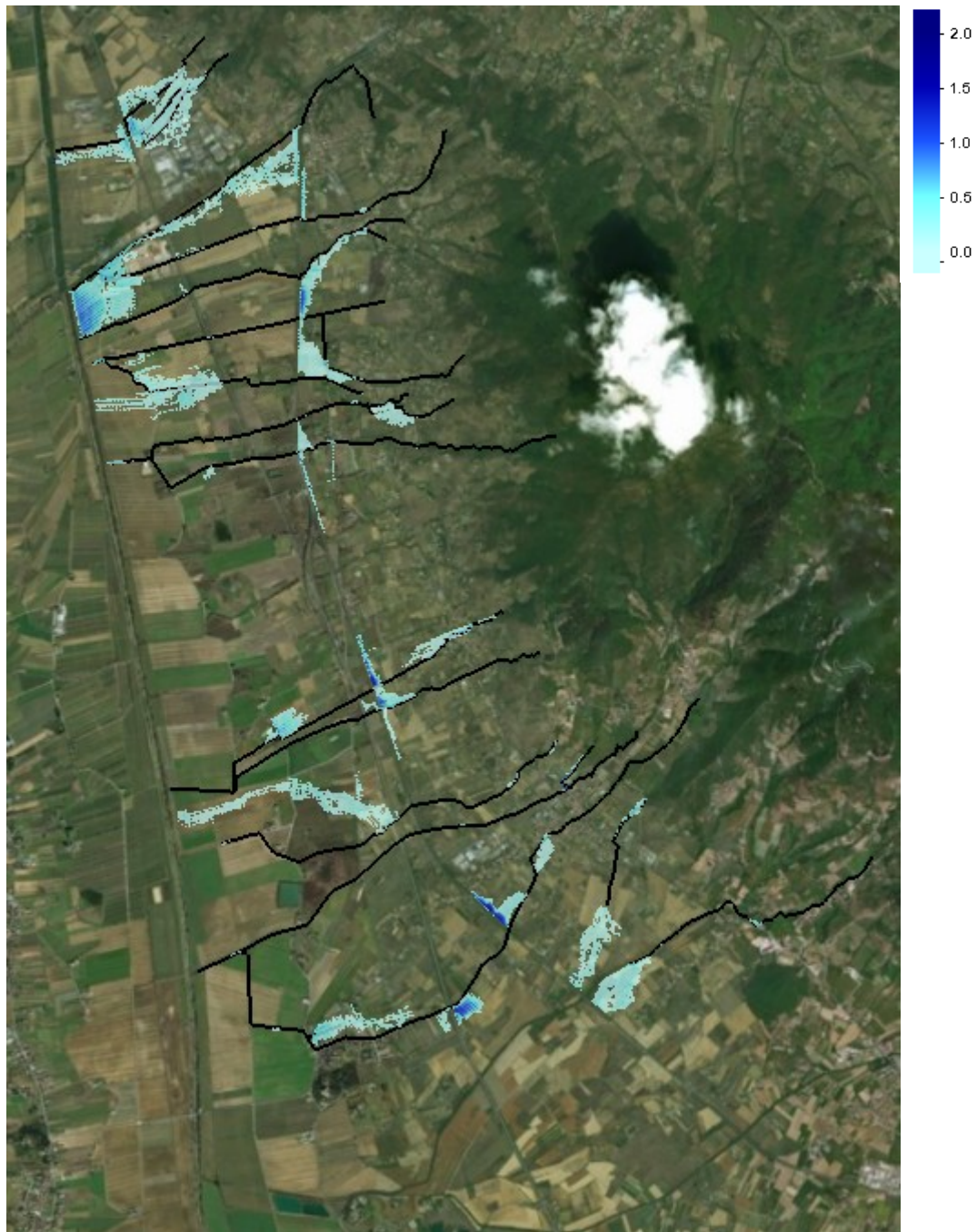
**Figura 4-24 Esondazioni per  $Tr=200$  anni a  $t=2h$**

Le esondazioni massime per  $Tr=200$  anni sono riportate in Figura 4-25. Le principali criticità sono riportate nella zona di San Zeno e del Riolo ed a sud della Località Rigutino.



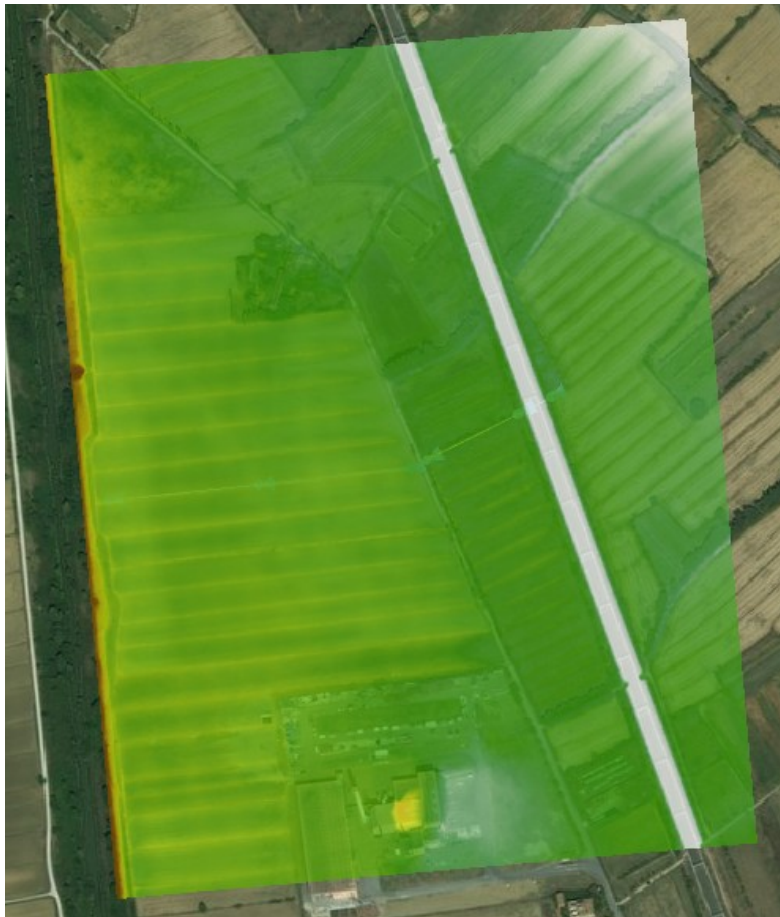
**Figura 4-25 Esondazioni massime per Tr=200 anni**  
Gli scenari sono analoghi con estensioni ridotte per Tr30 anni.





**Figura 4-26 Esondazioni massime per  $T_r=30$  anni**

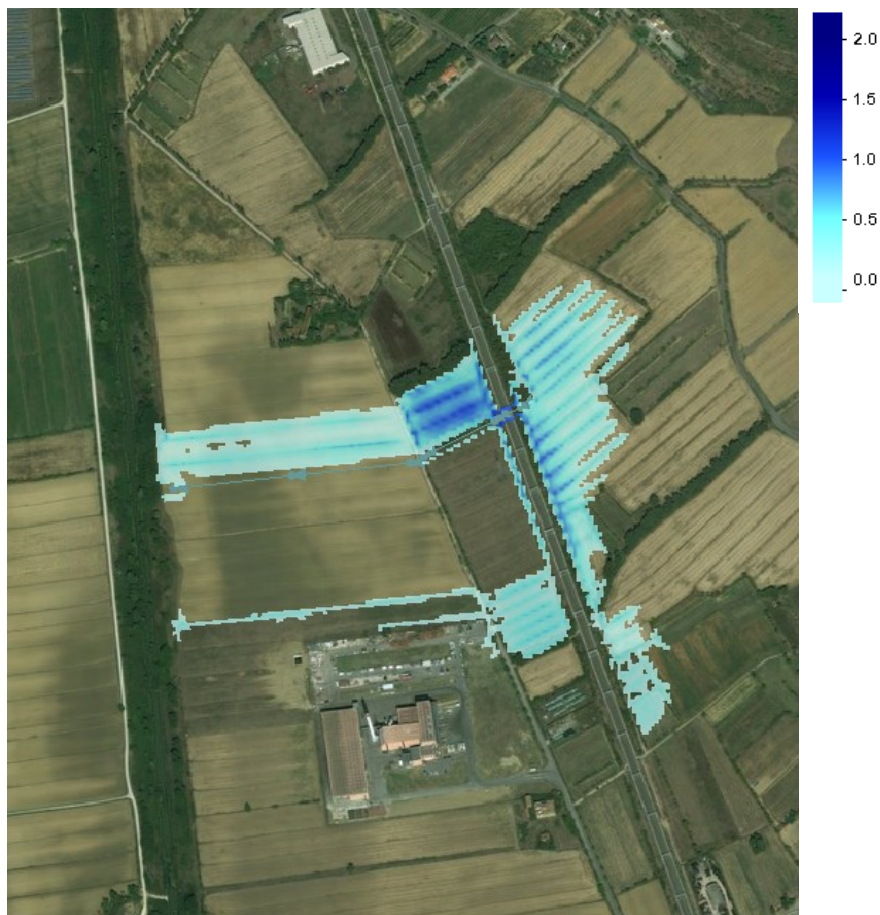
In questa zona di interesse (in particolare san Zeno) è stato svolto anche un approfondimento specifico per il fosso posto immediatamente a nord dell'Impianto AISA. Si tratta di un fosso privo di nomenclatura ufficiale che è stato analizzato per le possibili implicazioni con l'impianto AISA stesso e con il nuovo stabilimento Safimet. L'analisi è stata svolta su una griglia  $0.7 \times 0.9$  km con maglia  $5 \times 5$  m.



**Figura 4-27 Fosso a nord dell'impianto AISA a san Zeno**

Le mappa delle esondazioni per Tr200 e Tr30 derivate dal fosso sono ripotate in Figura 4-28 e Figura 4-29. Anche in questo caso si osserva una significativa trattenuta delle esondazioni dovute al rilevato ferroviario.





**Figura 4-28** Aree allagate per Tr200 anni dovute al fosso posto a nord dell'impianto AISA



**Figura 4-29** Aree allagate per Tr30 anni dovute al fosso posto a nord dell'impianto AISA

Per il fosso delle Querce e per il Fosso a Nord di San Zeno, le analisi sono state eseguite considerando una scala di deflusso come condizione al contorno a valle a moto uniforme, in quanto la sezione ultima analizzata è distante circa 30 m dalla sezione di RTP: Studio D:RH - CRITERIA SRL - Agostino Zanelli Quarantini - Matteo Scamporrino - Luca Di Figlia

sbocco nel Canale Maestro della Chiana e, stante i dati forniti dall'Autorità di Bacino i livelli liquidi nel Canale Maestro sono ben inferiori a quelli di sponda (Tabella 4-2 e Tabella 4-3).

**Tabella 4-2 Scala deflusso Fosso Le Querce**

Q (mc/s)	Elevazione – Fosso Le Querce (m)
0	242.76
1.25	243.204
2.5	243.35
3.75	243.445
5	243.508
6.25	243.559
7.5	243.613
8.75	243.664
10	243.708
11.25	243.752
12.5	243.793
13.75	243.835
15	243.875
16.25	243.915

**Tabella 4-3 Scala deflusso Fosso a Nord di San Zeno**

Q (mc/s)	Elevazione – Fosso Nord San Zeno(m)
0	242.8
1.25	243.93
2.5	244.331
3.75	244.385
5	244.423
6.25	244.455
7.5	244.483
8.75	244.509
10	244.533
11.25	244.556
12.5	244.577

Complessivamente nella zona dell'impianto AISA lo scenario risultante delle esondazioni per  $Tr=200$  anni è indicato in Figura 4-30. Si sono indicate poi in Figura 4-31, Figura 4-32 e Figura 4-33 le variazioni di portata dovute alle esondazioni che si verificano nei tratti a monte.

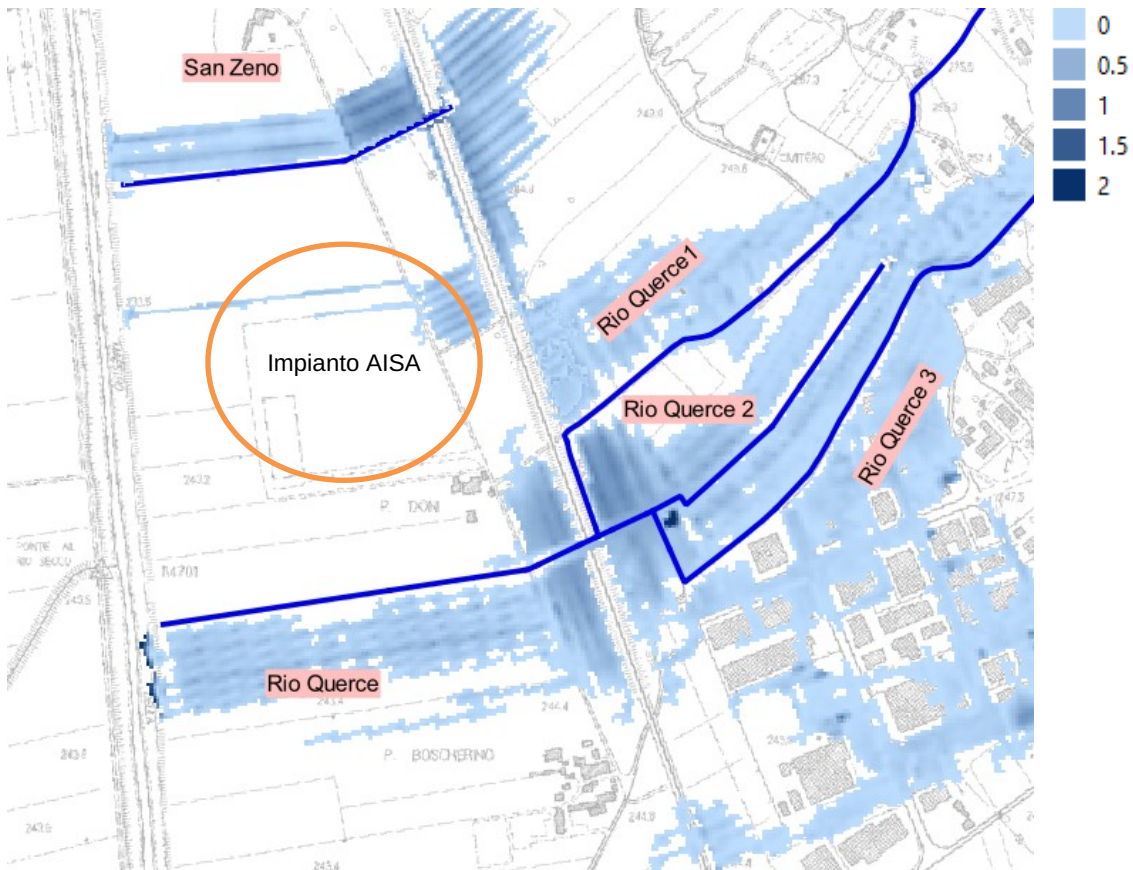


Figura 4-30 Esondazioni per  $tr=200$  anni nella zona di San Zeno

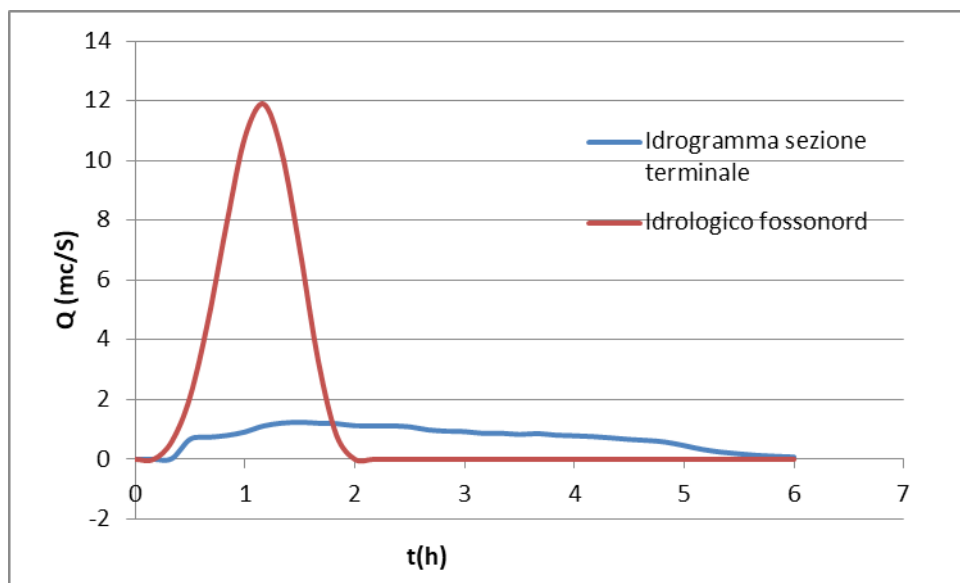
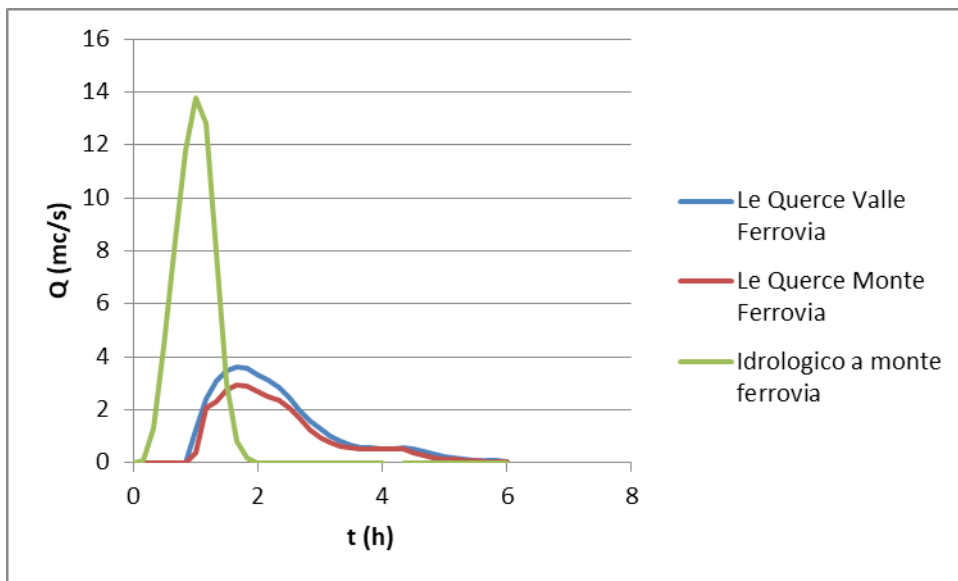
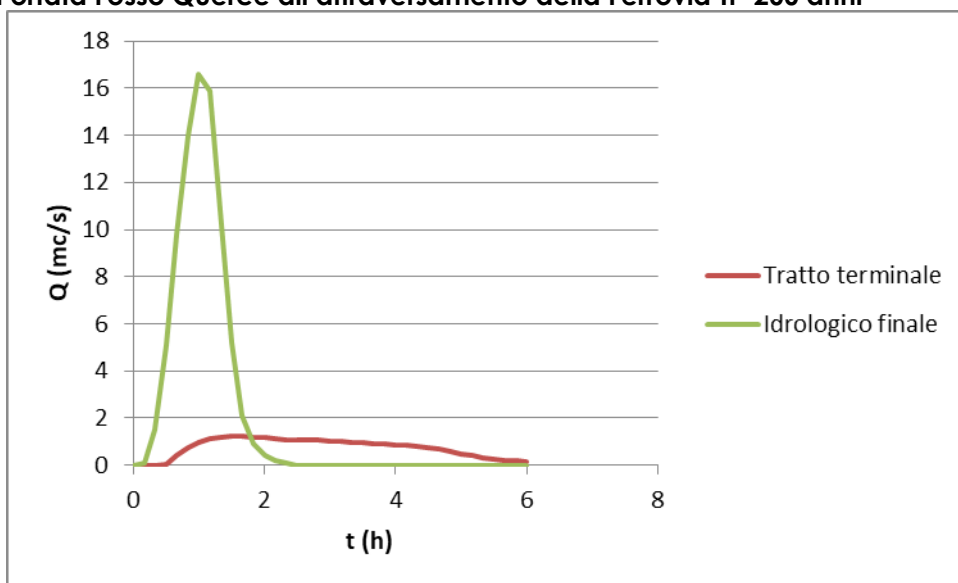


Figura 4-31 Portata idrologica fosso Nord San Zeno per  $Tr=200$  anni



**Figura 4-32 Portata Fosso Querce all'attraversamento della Ferrovia  $T_r=200$  anni**



**Figura 4-33 Portata Fosso Querce nella sezione terminale per  $T_r=200$  anni**

Ulteriore approfondimento è stato svolto per il fosso Rigutino che ha manifestato criticità nell'evento pluviometrico di Luglio 2019. Per tenere conto dell'insufficienza della rete di drenaggio afferente al corso d'acqua è stata svolta una analisi con modello completamente 2D che accentua la propagazione superficiale dei deflussi. In tale ipotesi i tombamenti sono considerati completamente ostruiti. La griglia ha dimensioni  $6 \times 2.3$  km e dimensioni delle celle  $10 \times 10$  m (Figura 4-35). Le esondazioni risultano più estese che nello con la simulazione 1D/2D in quanto riferite ad una situazione più critica che considera limitazioni di deflusso negli attraversamenti e della rete di drenaggio secondaria (Figura 4-35).





Figura 4-34 Esondazioni T. Rigutino in dominio 2D (Tr200 anni)

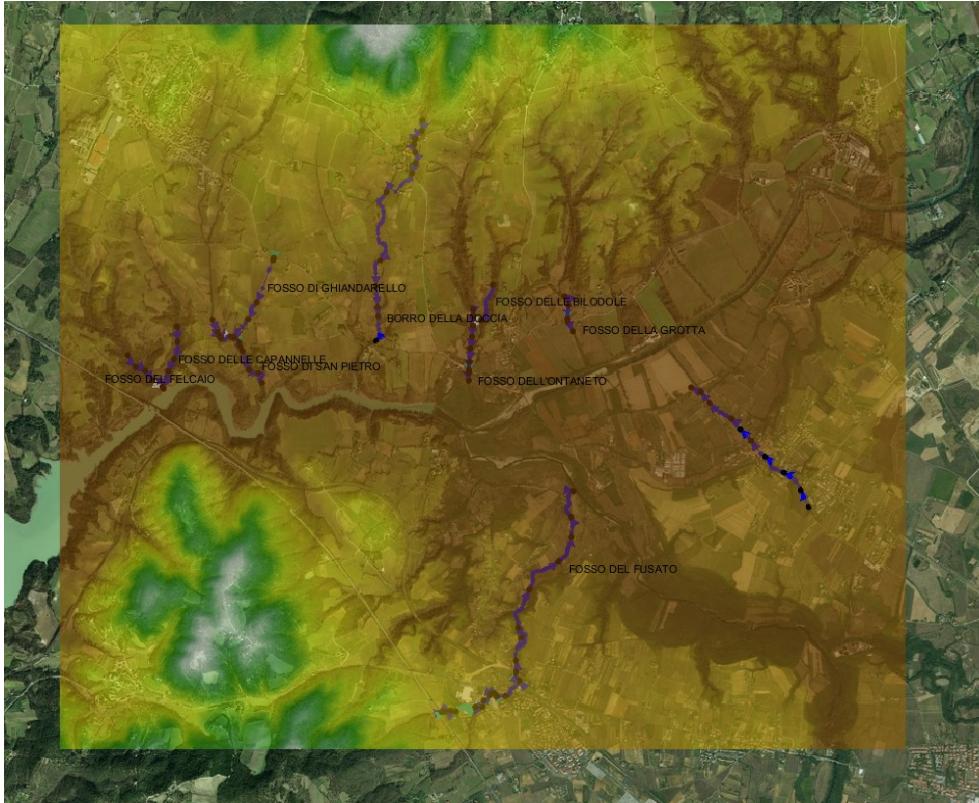


Figura 4-35 Esondazioni T. Rigutino in dominio 2D (Tr200 anni)



### 2.3.2 Parte a nord

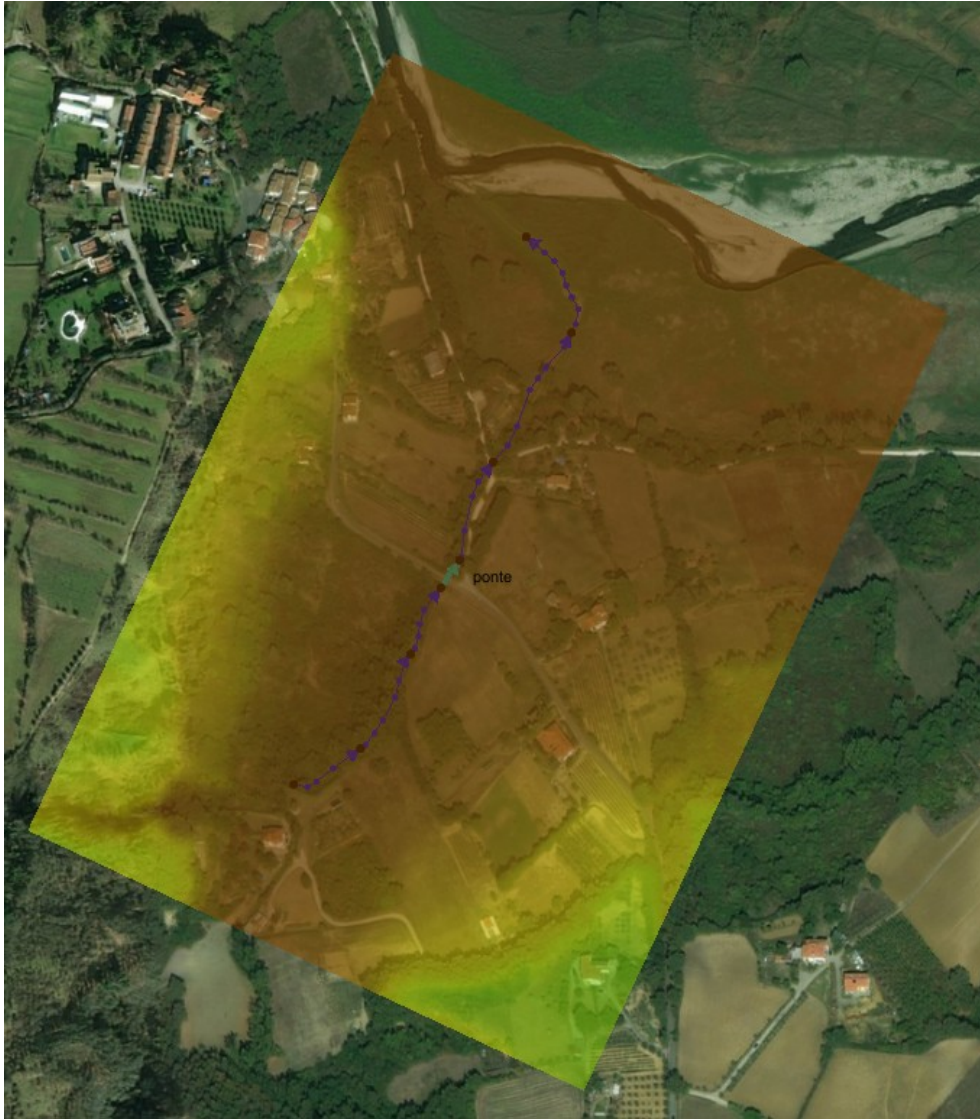
Nella parte a nord del Comune è stata impiegata una griglia di 7x6km con celle di 10m. I corsi d'acqua analizzati fanno parte del reticolo minore. Il Fosso del Fusato confluisce nel canale Maestro della Chiana insieme al Fosso di Monte come indicato in Figura 4-37 (che è stato studiato a parte); il resto della rete confluisce nel Fiume Arno. Nel dominio 1D sono state impiegate sezioni derivate sia dagli studi del Regolamento Urbanistico del 2008 che da dati lidar (dove ritenuti attendibili anche attraverso verifiche sul territorio) e da rilievi specifici (in particolare manufatti). Le aste analizzate sono riportate in Figura 4-22.



**Figura 4-36 Griglia di calcolo per la parte a nord del centro abitato di Arezzo**

Sempre a nord è stato analizzato il Fosso di Monte con una griglia di 0.5x0.7km con celle di 10m (Figura 4-37).





**Figura 4-37 Griglia di calcolo per il Fosso di Monte**

Le criticità si manifestano in maniera diffusa sulla rete ed in tempi proporzionali alla durata critica del bacino che risulta di circa 1 h per Fosso delle Capannelle, San Pietro, Borro della Doccia, Ontaneto, Fusato e di circa 2 h per i restanti bacini. Di seguito si riportano le variazioni nel tempo delle aree allagate nei vari tratti.

Da notare che per assenza di informazioni topografiche di dettaglio l'affluente destro del botro della Doccia è stato analizzato in un dominio interamente bidimensionale (procedendo in maniera cautelativa) come riportato in Figura 4-38.



Figura 4-38 Tratto analizzato nel dominio 2D (affluente dx del botro della Doccia)



Figura 4-39 Esondazioni per  $T_r=200$  anni a  $t=1h$



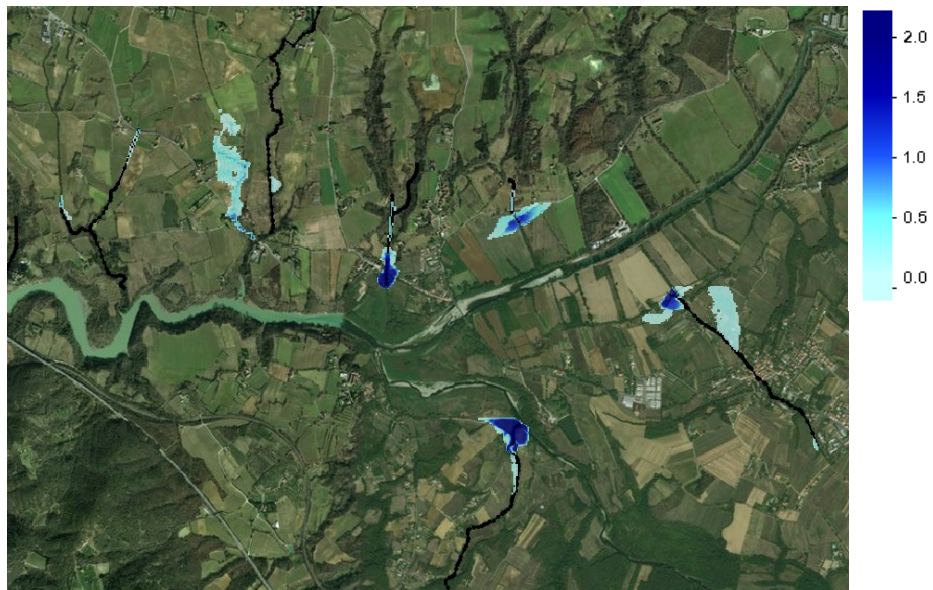


Figura 4-40 Esondazioni per  $Tr=200$  anni a  $t=2h$



Figura 4-41 Esondazioni Fosso di Monte per  $Tr=200$  anni a  $t=2h$



**Figura 4-42 Esondazioni massime per Tr=200**



**Figura 4-43 Esondazioni massime Fosso di Monte per Tr=200**

Gli scenari per Tr30 anni sono riportati di seguito.





Figura 4-44 Esondazioni massime Fosso di Monte per Tr=30

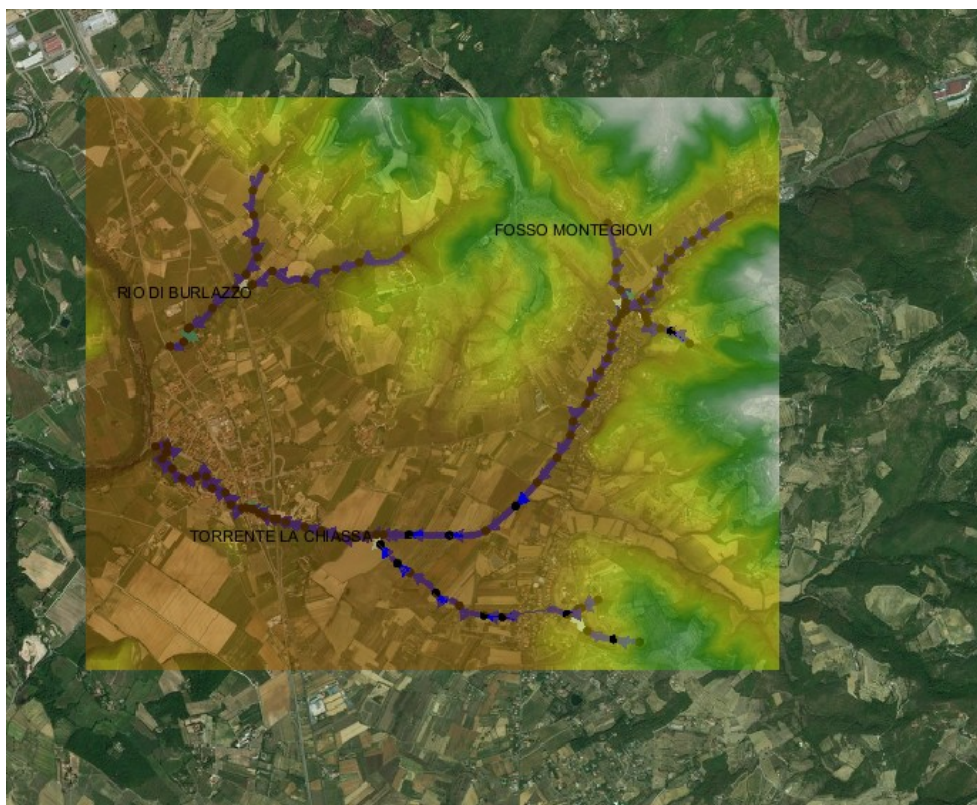


Figura 4-45 Esondazioni massime per Tr=30

### 2.3.3 Torrente Chiassa

Per il Torrente Chiassa e il Rio di Burlazzo a nord del centro abitato di Arezzo è stata impiegata una griglia di 4.6x3.8k con celle di 10m. I corsi d'acqua analizzati confluiscono nel canale Maestro della Chiana. Nel dominio 1D sono state impiegate sezioni derivate sia dagli studi del Regolamento Urbanistico del 2008 che da dati lidar (dove ritenuti attendibili

anche attraverso verifiche sul territorio) e da rilievi specifici (in particolare manufatti). Le aste analizzate sono riportate in Figura 4-46.



**Figura 4-46 Griglia di calcolo per il Torrente la Chiassa e Rio di Burlazzo**

Le criticità si manifestano in maniera diffusa sulla rete ed in tempi proporzionali alla durata critica del bacino che risulta di circa 1h per il Rio di Burlazzo e 2h per il Torrente la Chiassa (in quanto di dimensioni maggiori). Le principali problematiche si hanno nel tratto agricolo tra l'abitato di Giovi e di Chiassa Superiore.





Figura 4-47 Esondazioni per  $T_r=200$  anni a  $t=1h$

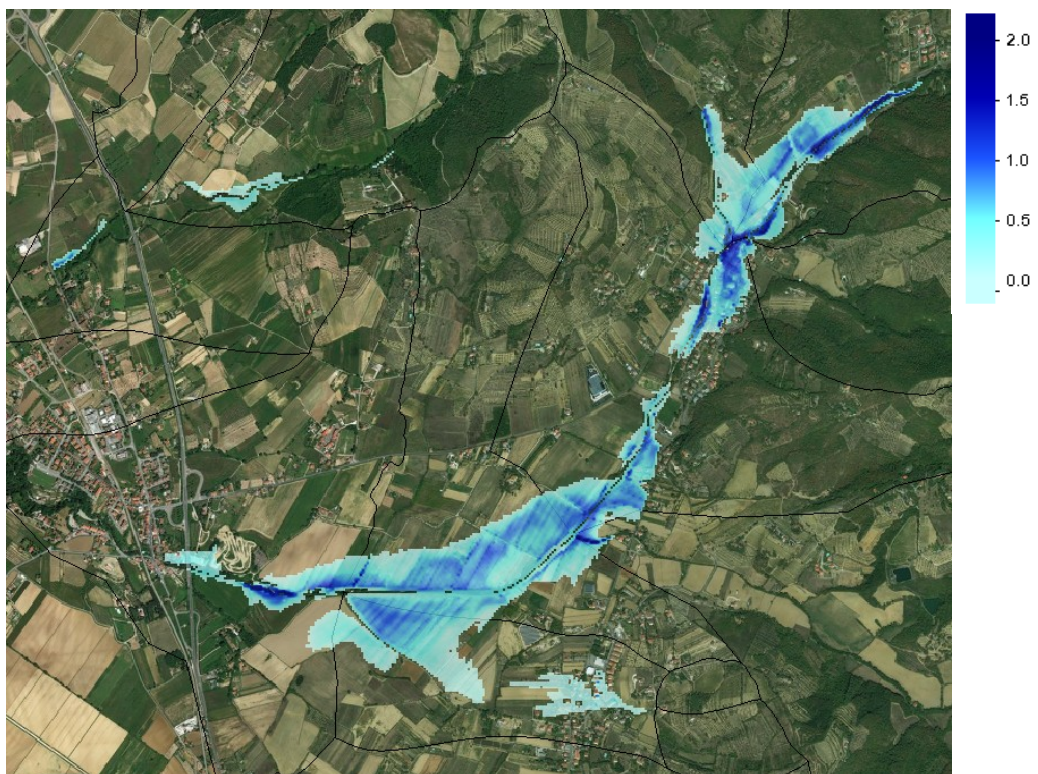
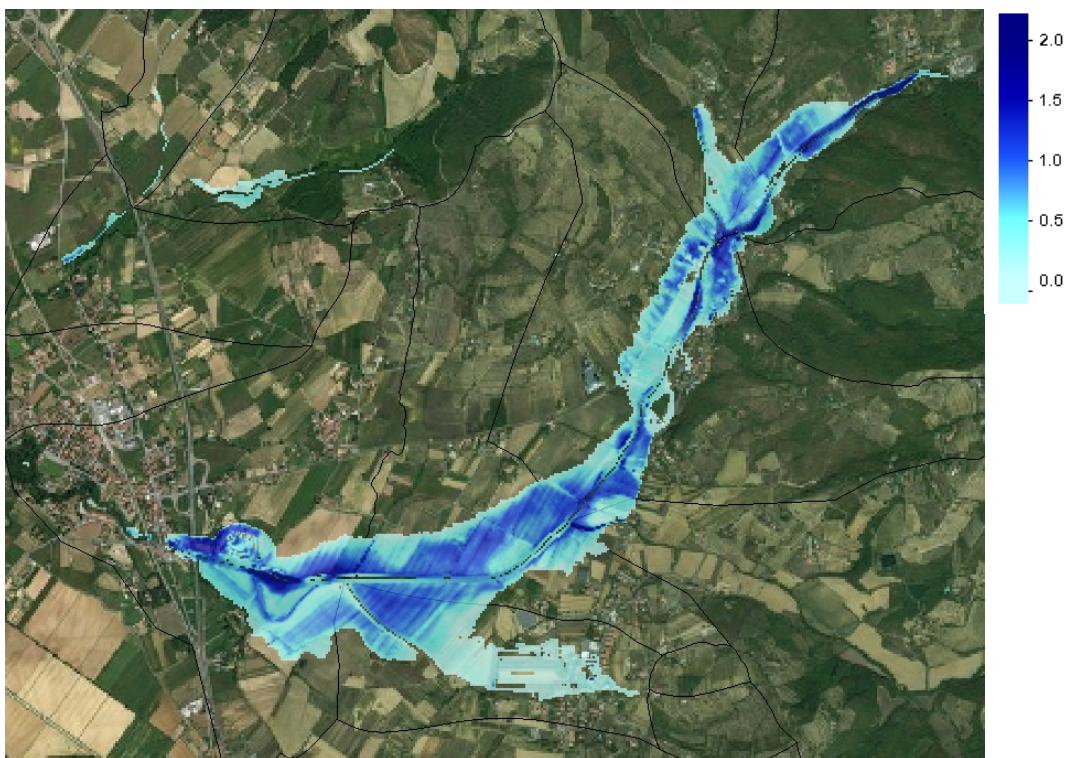


Figura 4-48 Esondazioni per  $T_r=200$  anni a  $t=2h$





**Figura 4-49 Esondazioni massime per Tr=200 anni**

Gli scenari sono analoghi con estensioni ridotte per Tr30 anni.

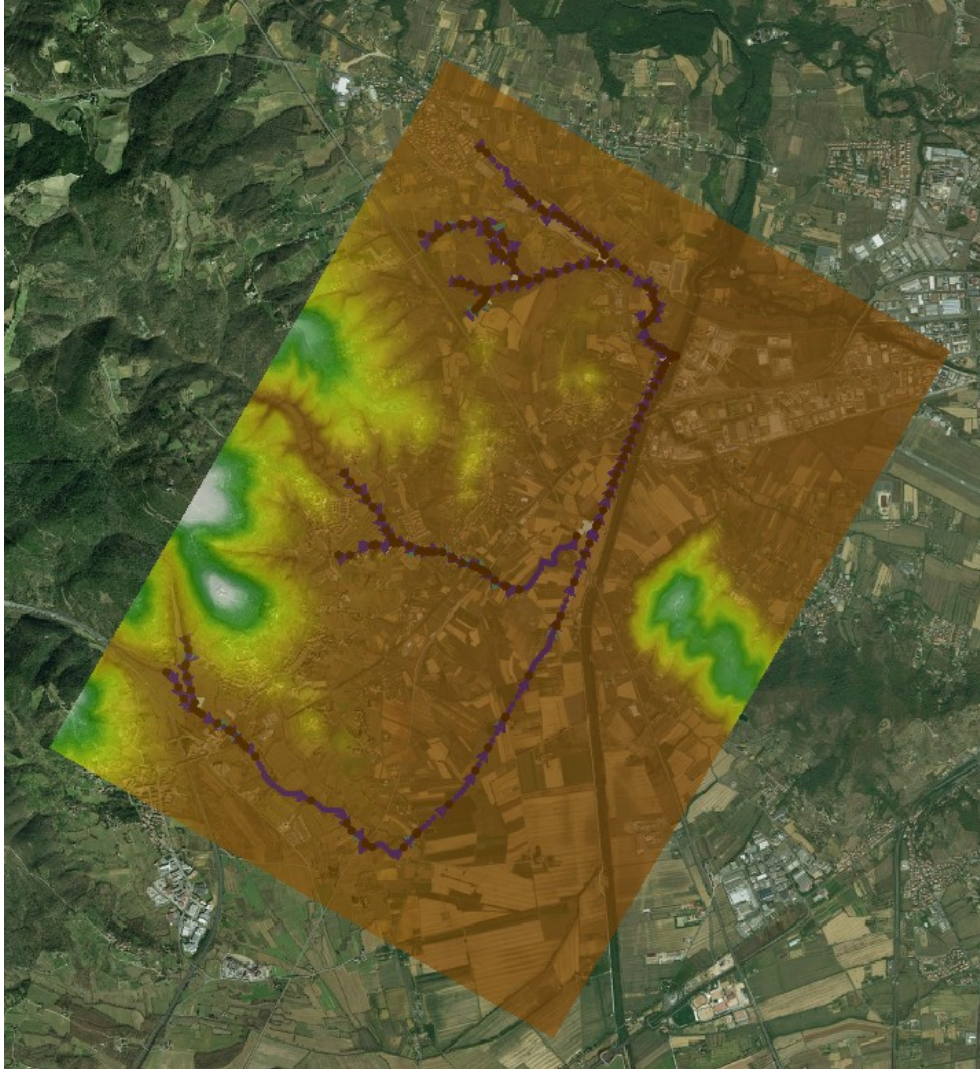


**Figura 4-50 Esondazioni massime per Tr=30 anni**



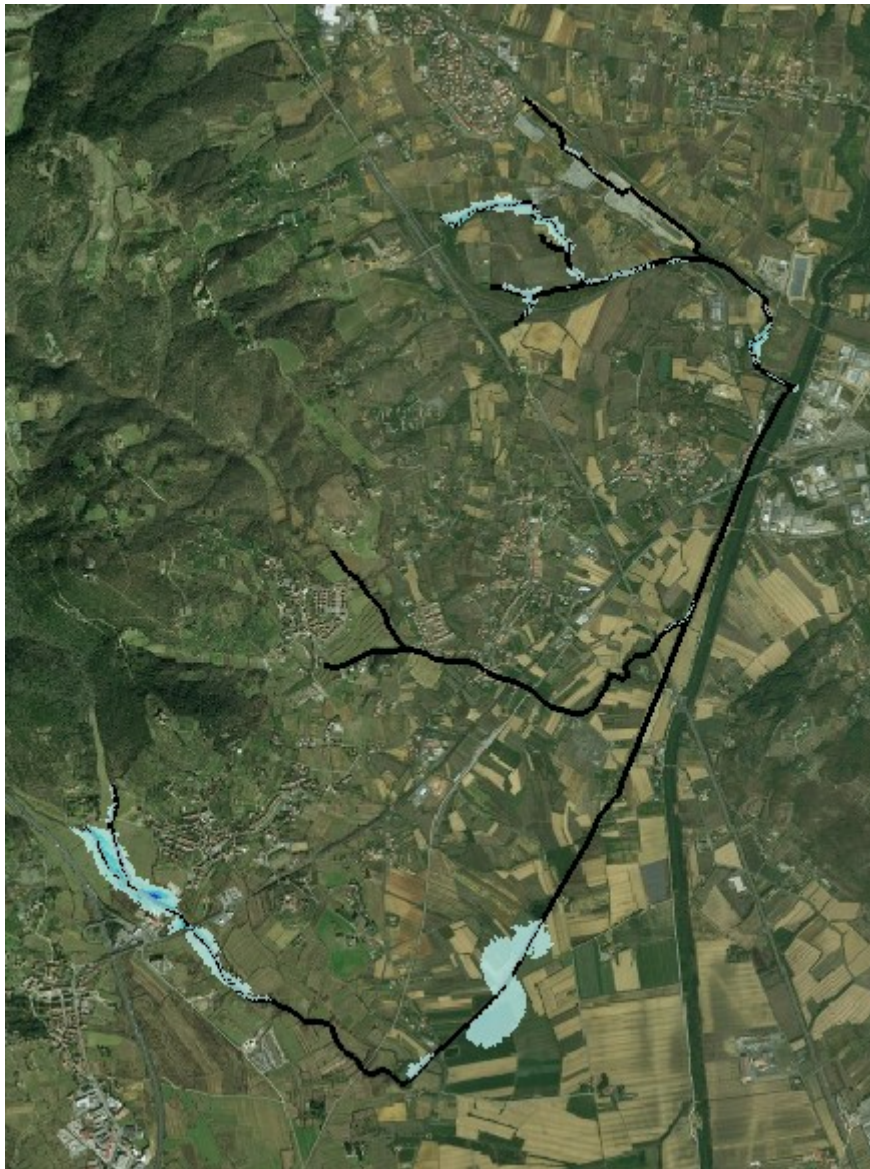
### 2.3.4 Parte sud-ovest

Per la parte a sud-ovest del centro abitato di Arezzo è stata impiegata una griglia di 4.4x6km con celle di 10m. I corsi d'acqua analizzati confluiscono nel Fiume Arno. Le aste analizzate sono riportate in Figura 4-51.



**Figura 4-51 Griglia di calcolo per la parte sud-ovest**

Le criticità si manifestano in maniera diffusa sulla rete ed in tempi proporzionali alla durata critica del bacino che risulta di circa 1h.



**Figura 4-52 Esondazioni per  $Tr=200$  anni a  $t=1h$**

Le principali criticità si hanno nel agricolo a bassa pendenza ed in prossimità degli attraversamenti. I centri abitati sono marginalmente coinvolti. La rete presenta analoghe criticità sia per  $Tr=30$  anni che per  $Tr=200$  anni.





**Figura 4-53 Esondazioni massime per  $Tr=200$  anni**

Analoghi scenari si hanno per  $Tr=30$ anni.



**Figura 4-54 Esondazioni massime per Tr=30 anni**

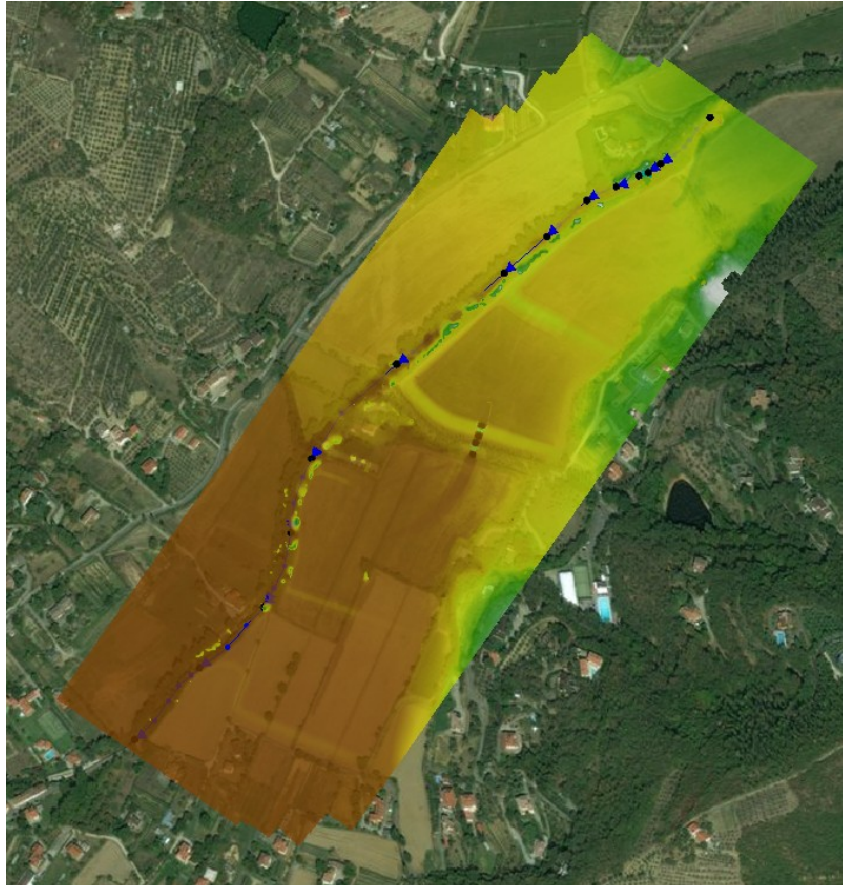
### 2.3.5 Torrente Castro

La situazione del torrente Castro è stata valutata in diverse casistiche:

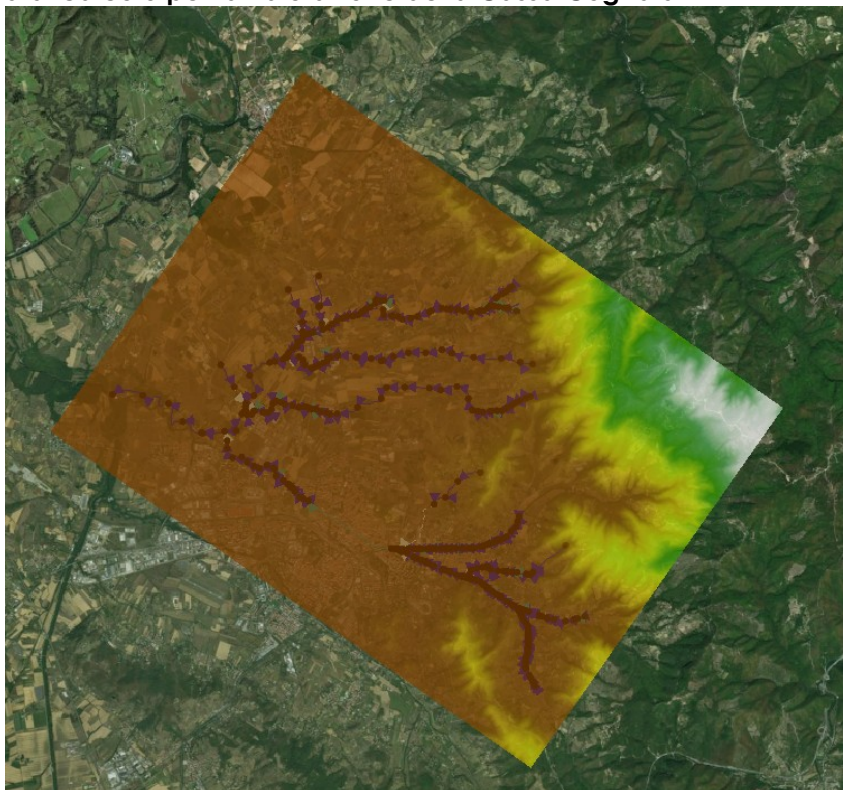
- valutazione del comportamento della cassa di espansione “Cognaia” e degli effetti sulla riduzione delle portate (griglia 1.00x0.39km, maglia 2x2m)
- analisi di tutte le aste del reticolo del Torrente Castro (griglia 7.5x10km con celle quadrate di 5m);
- analisi con la sola asta a valle del tombamento del centro urbano (griglia 7.5x10km con celle quadrate di 5m);
- analisi del solo tratto tombato con una griglia 4.24x2.96km maglia 5x5 .

Il Torrente Castro confluisce nel Canale maestro della Chiana in un punto in cui i livelli liquidi raggiungono per eventi critici le quote di sponda. Nel dominio 1D sono state impiegate sezioni derivate sia dagli studi del Regolamento Urbanistico del 2008 che da dati lidar (dove ritenuti attendibili anche attraverso verifiche sul territorio). Per la parte Bicchieraia e Castro a monte del tombamento si sono impiegati i rilievi specifici effettuati dal Genio Civile nel 2018 (anche cono drone). Le aste analizzate sono riportate in Figura 4-56 e Figura 4-57.

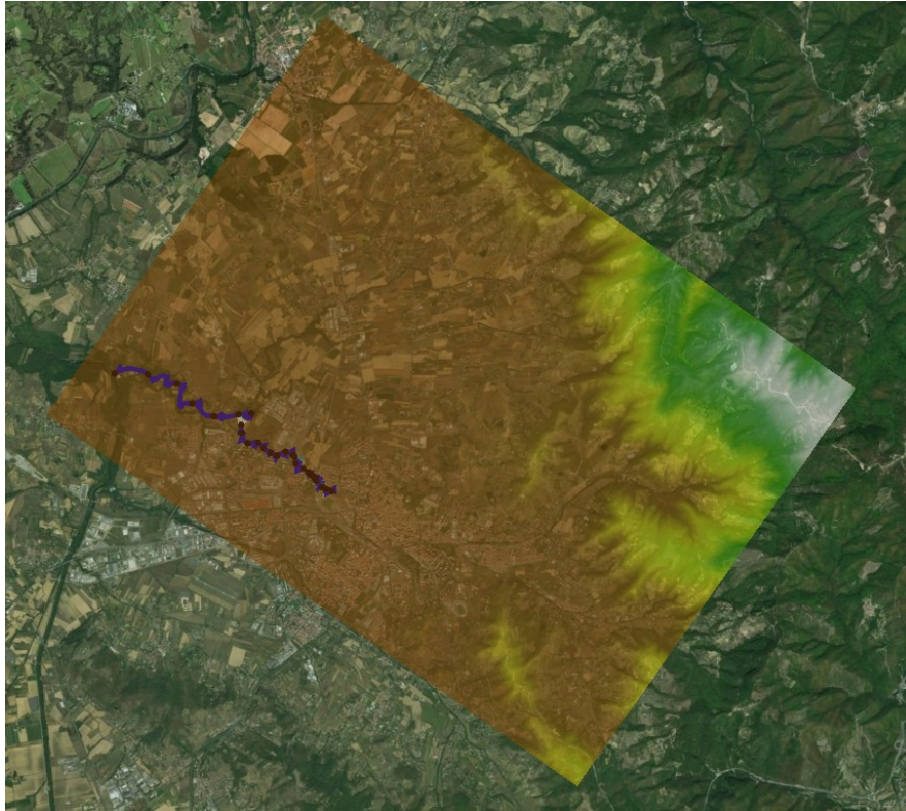




**Figura 4-55** Griglia di calcolo per la valutazione della Cassa Cognaia

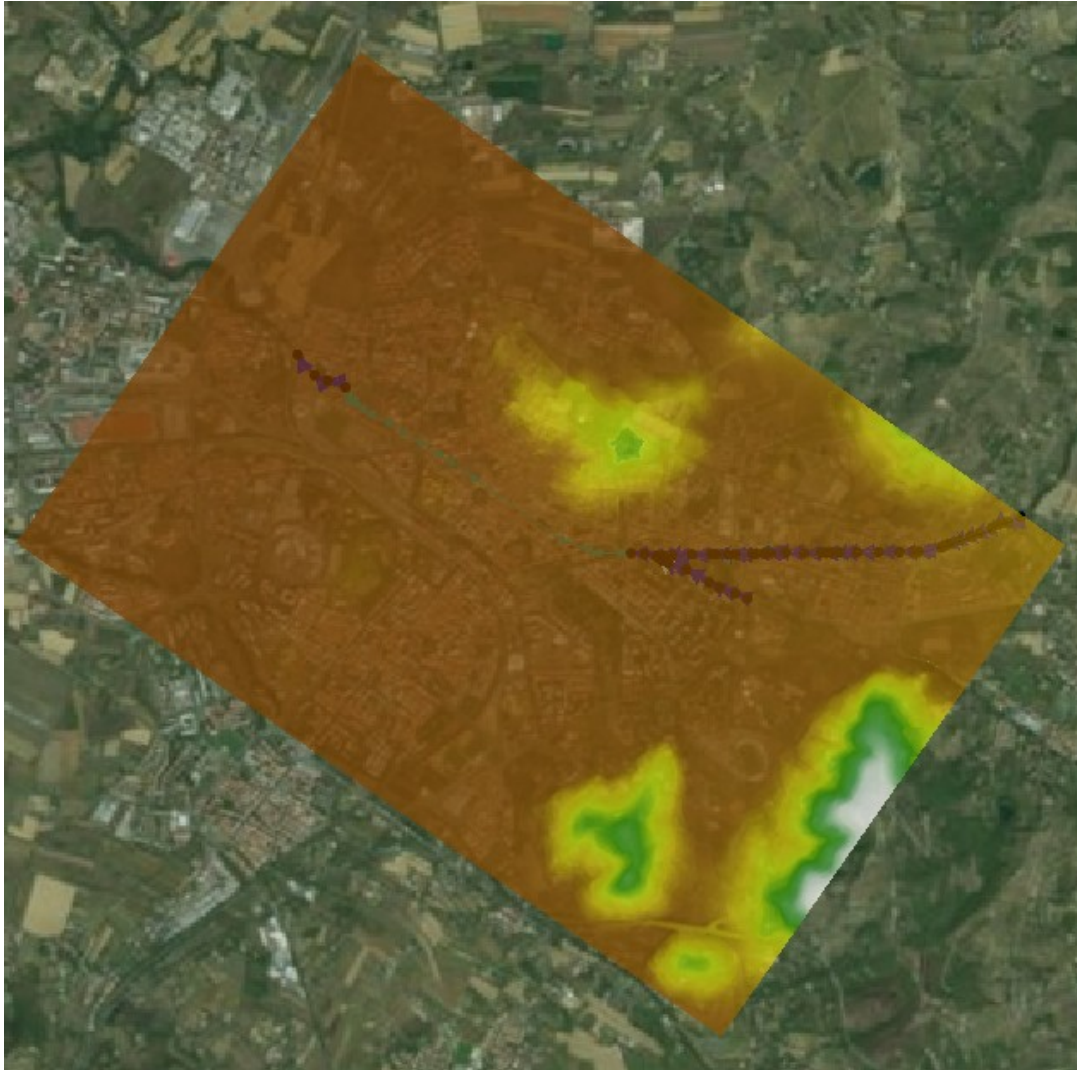


**Figura 4-56** Griglia di calcolo per l'intero reticolo del Torrente Castro



**Figura 4-57** Griglia di calcolo per la parte a valle del reticolo del Torrente Castro





**Figura 4-58** Griglia di calcolo per la parte del tombamento

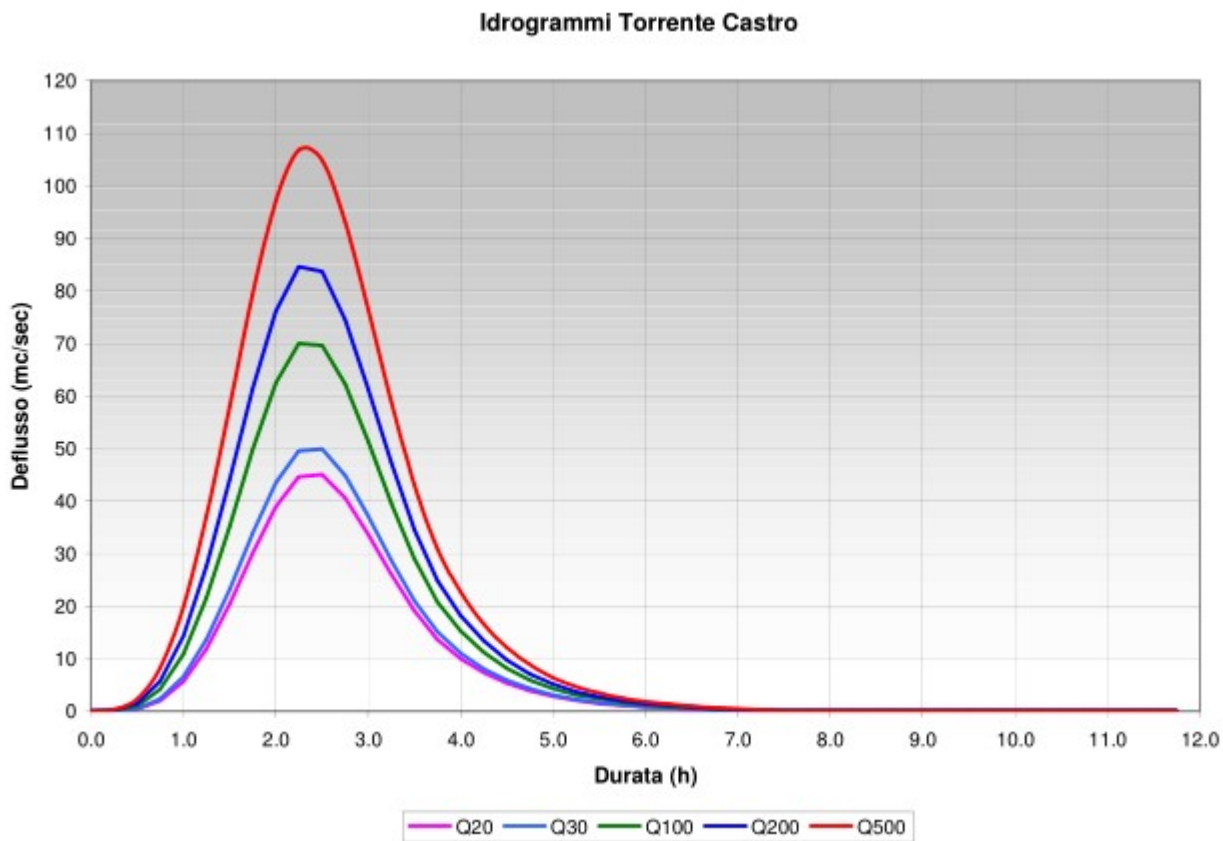
**2.3.5.1 Verifica di funzionamento della cassa**

Lo studio di riferimento è quello dell'Ing. Benini e dell'Ing. Caroli nell'ambito del "Progetto esecutivo dei lavori di intervento atti a ridurre il rischio idraulico nel territorio di Arezzo- Area di espansione del T. Cognaia". La portata di progetto è riportata in Figura 4-5.

Area bacino (kmq)	8.75	Portata di picco (mc/sec)				
		TR <sub>20</sub>	TR <sub>30</sub>	TR <sub>100</sub>	TR <sub>200</sub>	TR <sub>500</sub>
Marchetti		43.76	48.50	68.00	82.20	103.75
Mele		40.42	44.80	62.82	75.93	95.83
Metodo proporzionale		45.10	50.00	70.00	84.65	106.84

**Figura 4-59** Portate calcolate alla cassa nello studio del progetto esecutivo

Gli idrogrammi considerati sono:



**Figura 4-60 Portate Idrogramma di piena progetto originario**

Il funzionamento della cassa è regolato attraverso una bocca tarata e sfioratore frontale che riversa le acqua in 4 aree poste a quote diverse.





Figura 4-61 Progetto con le casse

“Il manufatto principale di derivazione è costituito da uno sfioratore laterale a soglia fissa, di larghezza pari a 37,0 m e posto ad una quota di circa 292,90 m s.l.m.; per lo stesso è ipotizzato il funzionamento a stramazzo laterale” “La struttura reca una bocca (tarata) di dimensioni 4,00x2,00 m; la bocca è dotata di sistema di regolazione costituito da pancone e gargame, sì da realizzare l’eventuale aggiustamento delle dimensioni della strozzatura dopo i primi eventi”.

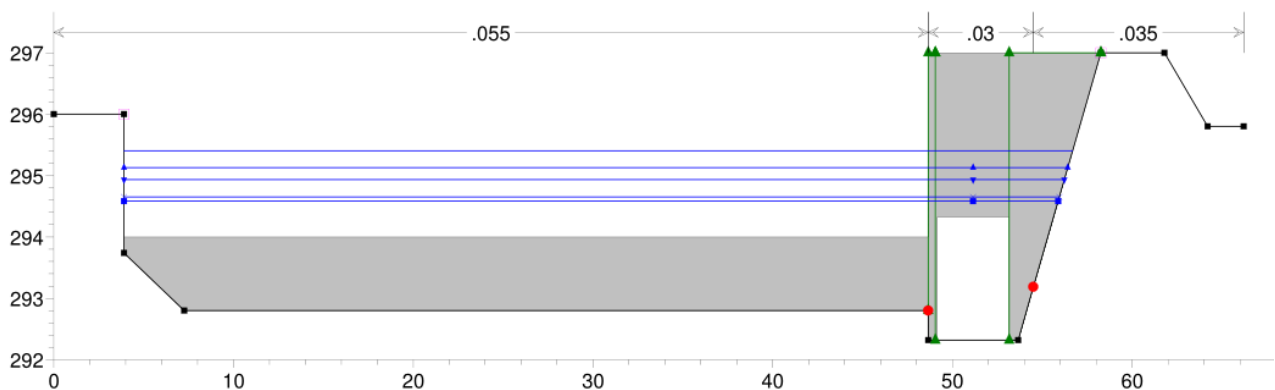
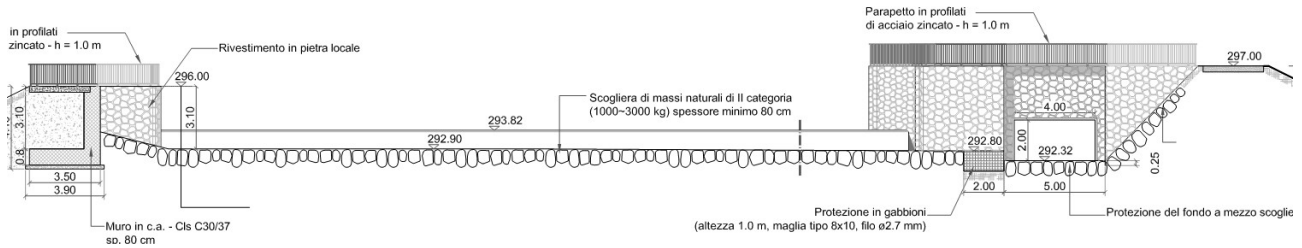


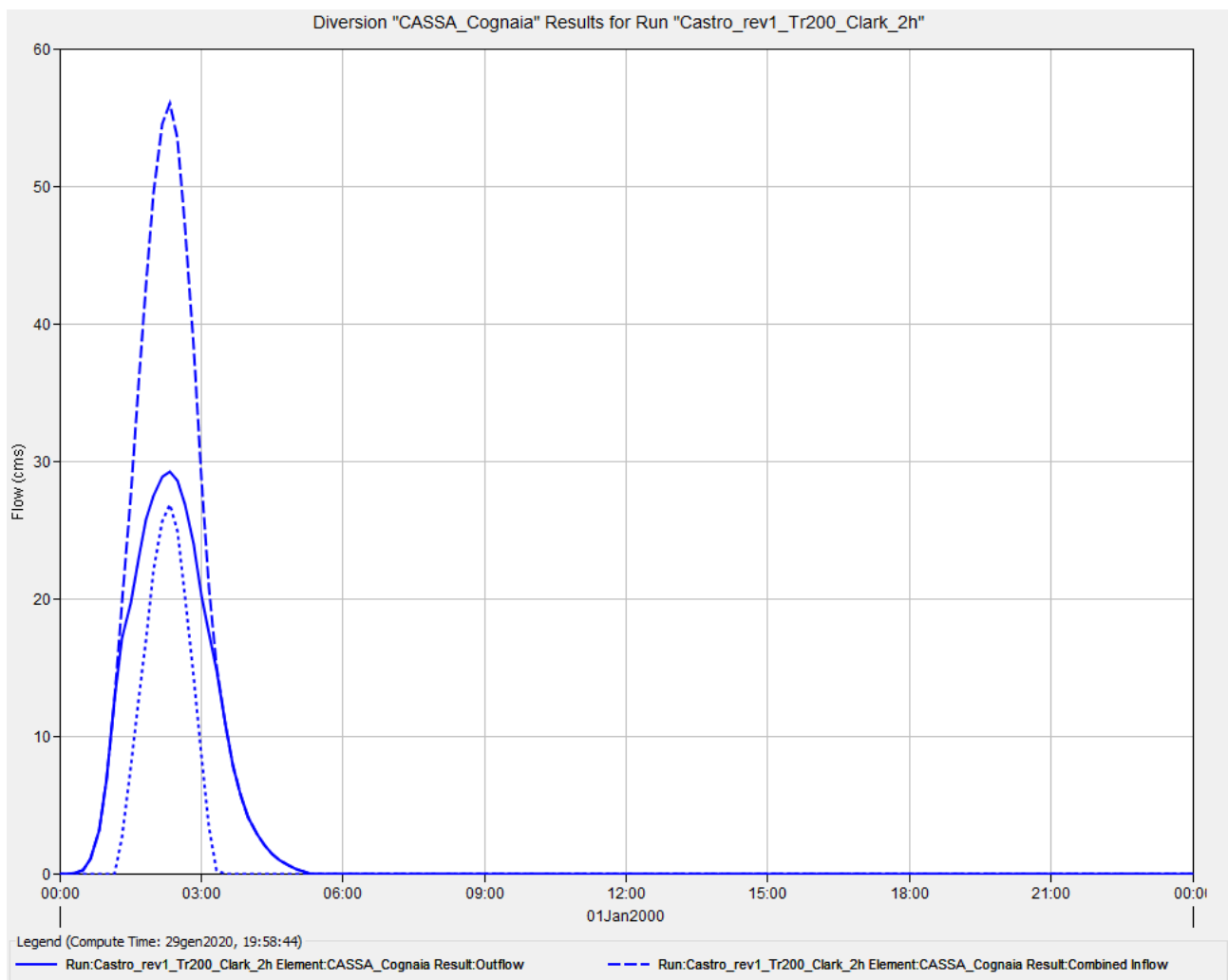
Figura 4-62 Schema della bocca tarata e dello sfioro



**Figura 4-63 Elaborato grafico della bocca tarata e dello sfioro**

*“La portata duecentennale si ripartisce nella portata residua in alveo pari a circa 33 mc/s e nella portata derivata in cassa pari a circa 51 mc/s.”*

Il presente studio ha fornito un portata prevista in prossimità delle casse di laminazione di circa 56 mc/s con una durata critica dell'evento del tutto analoga (Figura 4-64)

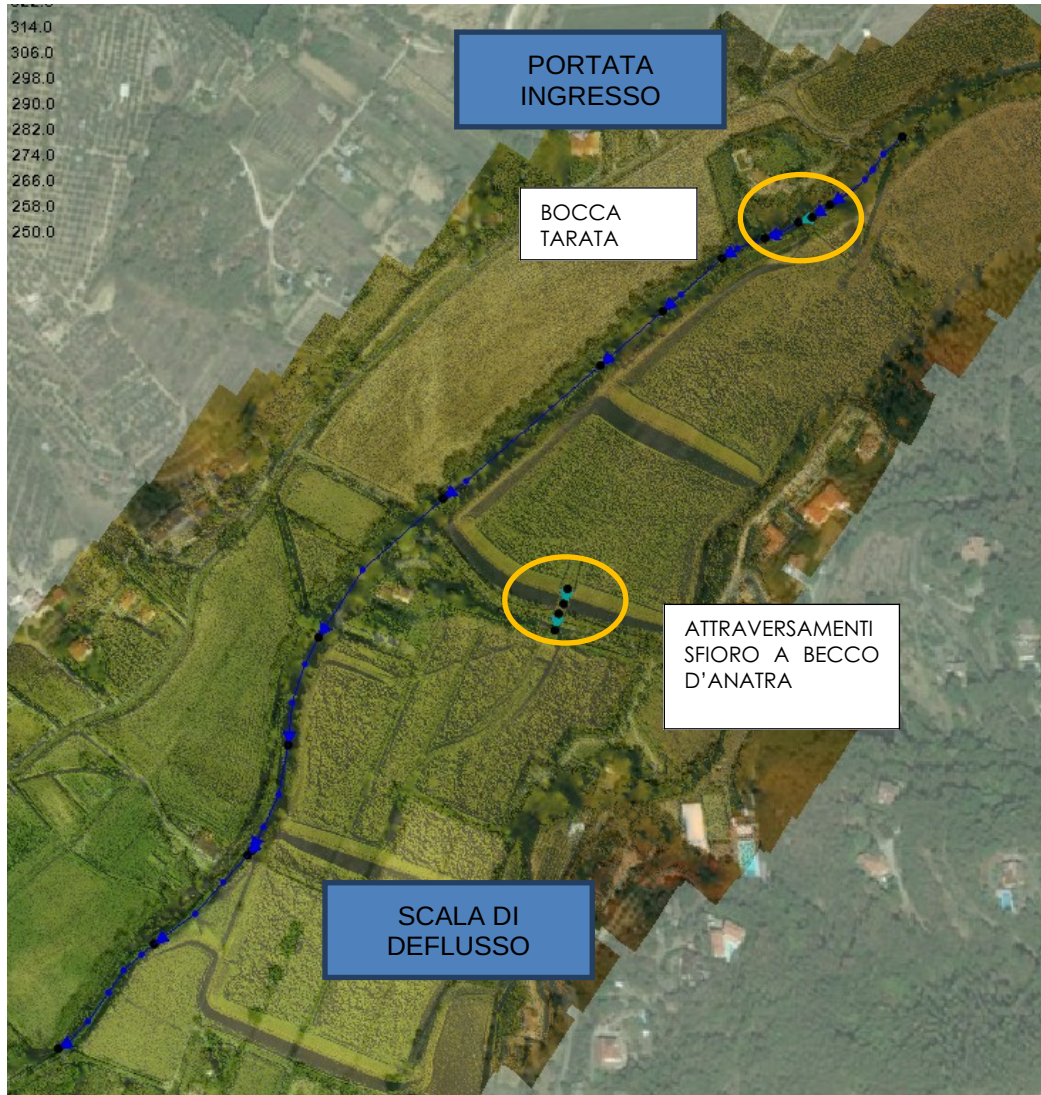


**Figura 4-64 Risultati della cassa nello studio allegato al RU**

Per valutare gli effetti attesi della cassa di laminazione è stata eseguita una modellazione specifica limitato all'ambito delle casse. E' stata svolta un'analisi in moto vario di dettaglio impiegando il modello TufLOW nella modalità 1D/2D già impiegato per la definizione delle

aree allagate. Lo studio ha preso come base topografica il DTM a 0.2m fornito dal Genio Civile e definito dai rilievi eseguiti con drone nel 2018.

La griglia di analisi e comprende il sistema di tutte le casse e degli organi di sfioro (Figura 4-62),



**Figura 4-65 Schema opere d'arte**

La bocca tarata è stata schematizzata come un tombino rettangolare dimensioni 4x2m con i parametri indicati in Figura 4-66.



The image shows two side-by-side dialog boxes for configuring a 'Bocca\_tara' (weir) structure. The left dialog, 'Channel Attributes', is for a 'Rectangular Culvert' with an identifier 'Bocca\_tara'. It includes checkboxes for 'Ignore in computations', 'Override arc length' (10.0), and 'Use channel storage at node'. It also has input fields for Manning's n (0.015), Upstream invert (291.85), Downstream invert (291.65), Form or bend losses (0.0), and Blockage (%) (0.0). The right dialog, 'Culvert/Weir Attributes', shows a width of 4.0, height of 2.0, and 1 barrel. It includes 'Contraction Coefficients' for Height (0.6) and Width (0.9), and 'Losses' for Entry (0.5) and Exit (1.0).

Attribute	Value
Type	Rectangular Culvert
Identifier	Bocca_tara
Ignore in computations	<input type="checkbox"/>
Override arc length	10.0
Use channel storage at node	<input checked="" type="checkbox"/>
Manning's n	0.015
Upstream invert	291.85
Downstream invert	291.65
Form or bend losses	0.0
Blockage (%)	0.0
Unidirectional channel	<input type="checkbox"/>
Weir over structure	<input type="checkbox"/>
Width	4.0
Height	2.0
Number of Barrels	1
Contraction Coefficients - Height	0.6
Contraction Coefficients - Width	0.9
Losses - Entry	0.5
Losses - Exit	1.0

**Figura 4-66 Parametri della bocca tarata**

Tracciando una sezione complessiva lungo i vari moduli è possibile osservare che anche con una griglia 2x2m (utile per ridurre i tempi di calcolo) gli elementi principali (sfiori ed argini) sono ben rappresentati (Figura 4-67).



**Figura 4-67 Sezione generale (bianca) ed in prossimità dello sfioro di uscita (arancio)**

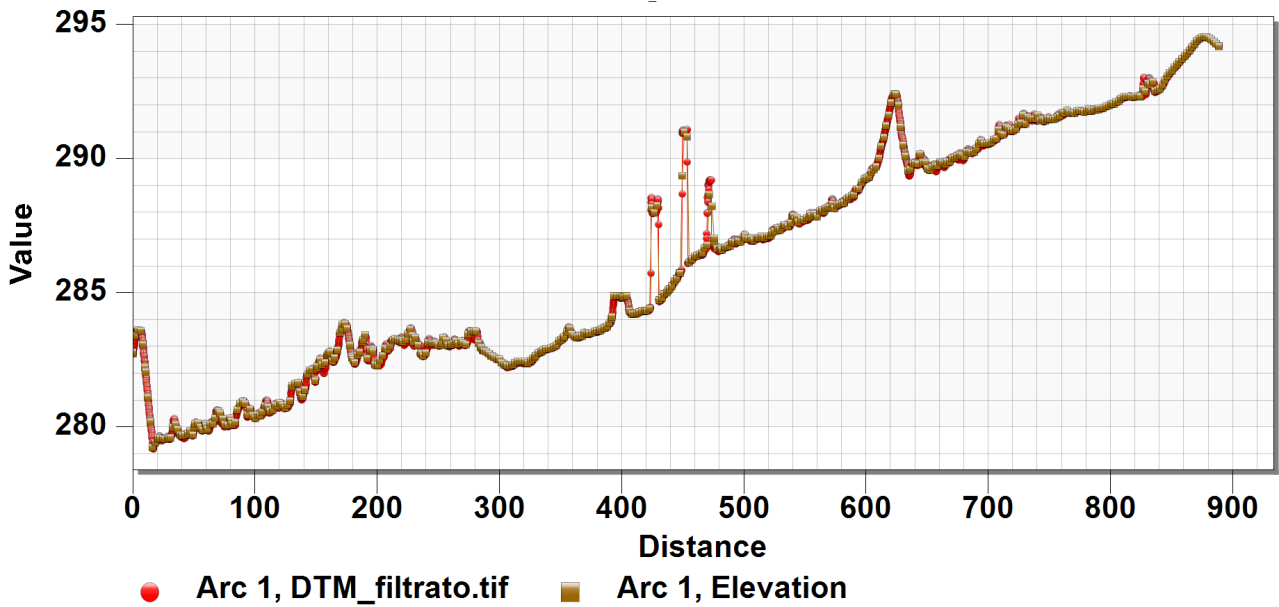


Figura 4-68 Confronto con profilo del DTM (rosso) e griglia 2x2 (marrone)

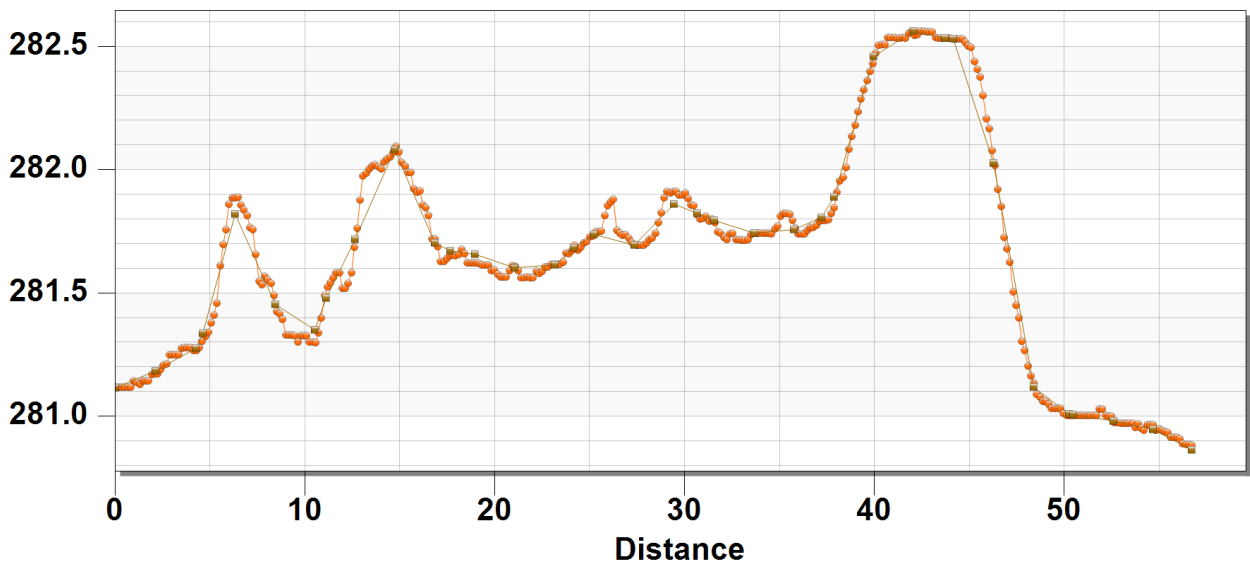


Figura 4-69 Sezioni in prossimità Confronto con profilo del DTM (arancio) e griglia 2x2 (marrone)  
 Gli input di ingresso sono le portate idrologiche mentre per la sezione di uscita la scala di deflusso (Figura 4-70 e Figura 4-71).

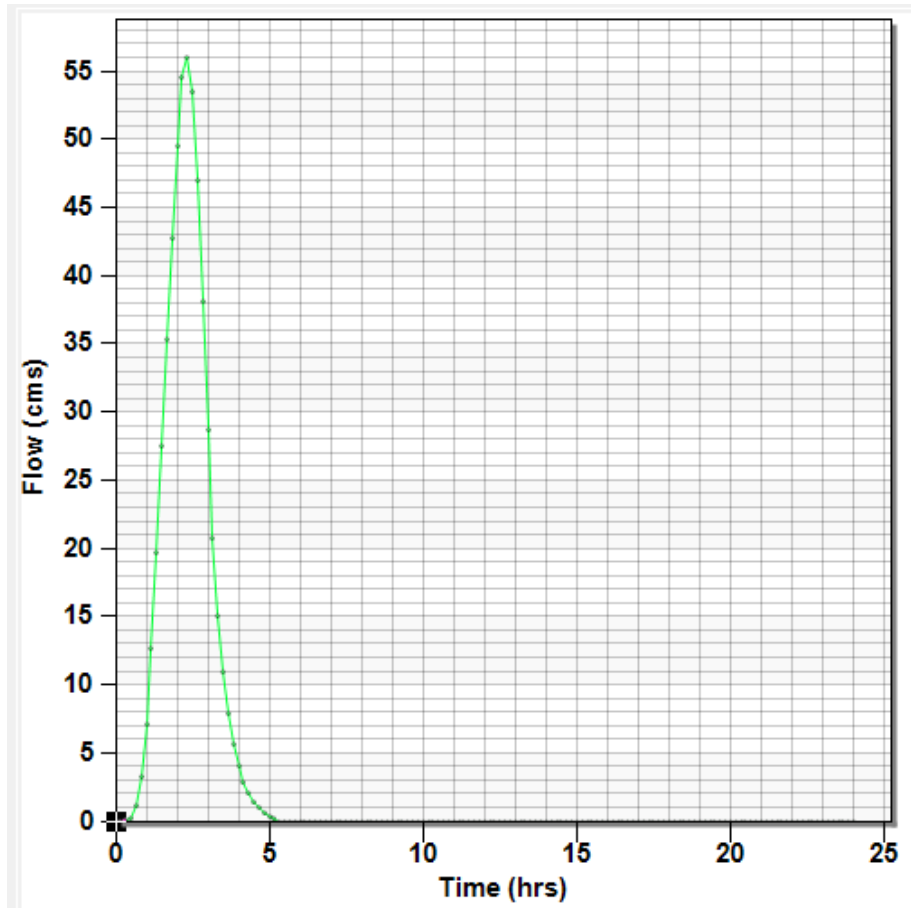


Figura 4-70 Portata ingresso studio aggiornamento RU

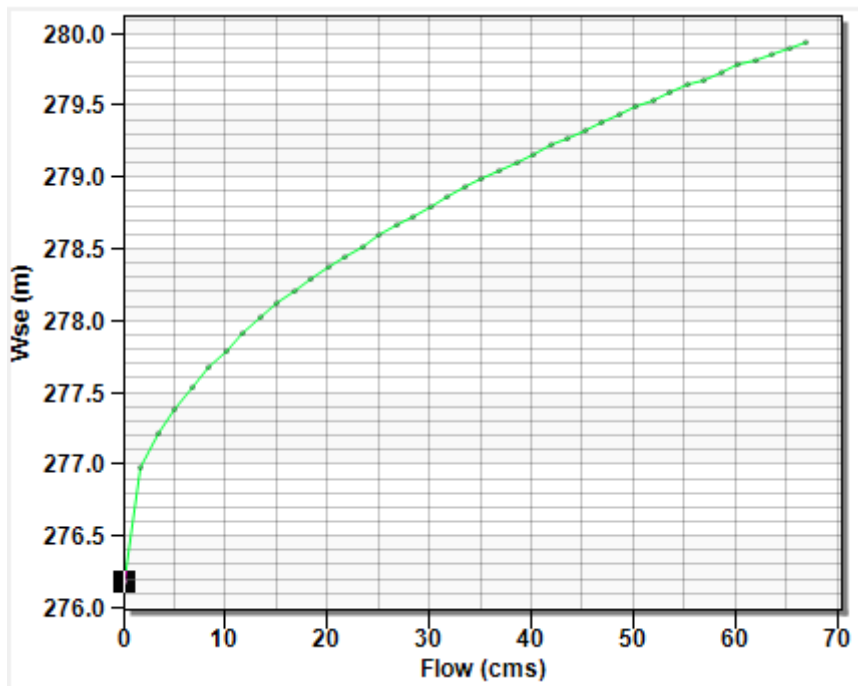


Figura 4-71 Scala di deflusso

Di seguito si riportano i principali risultati della modellazione.



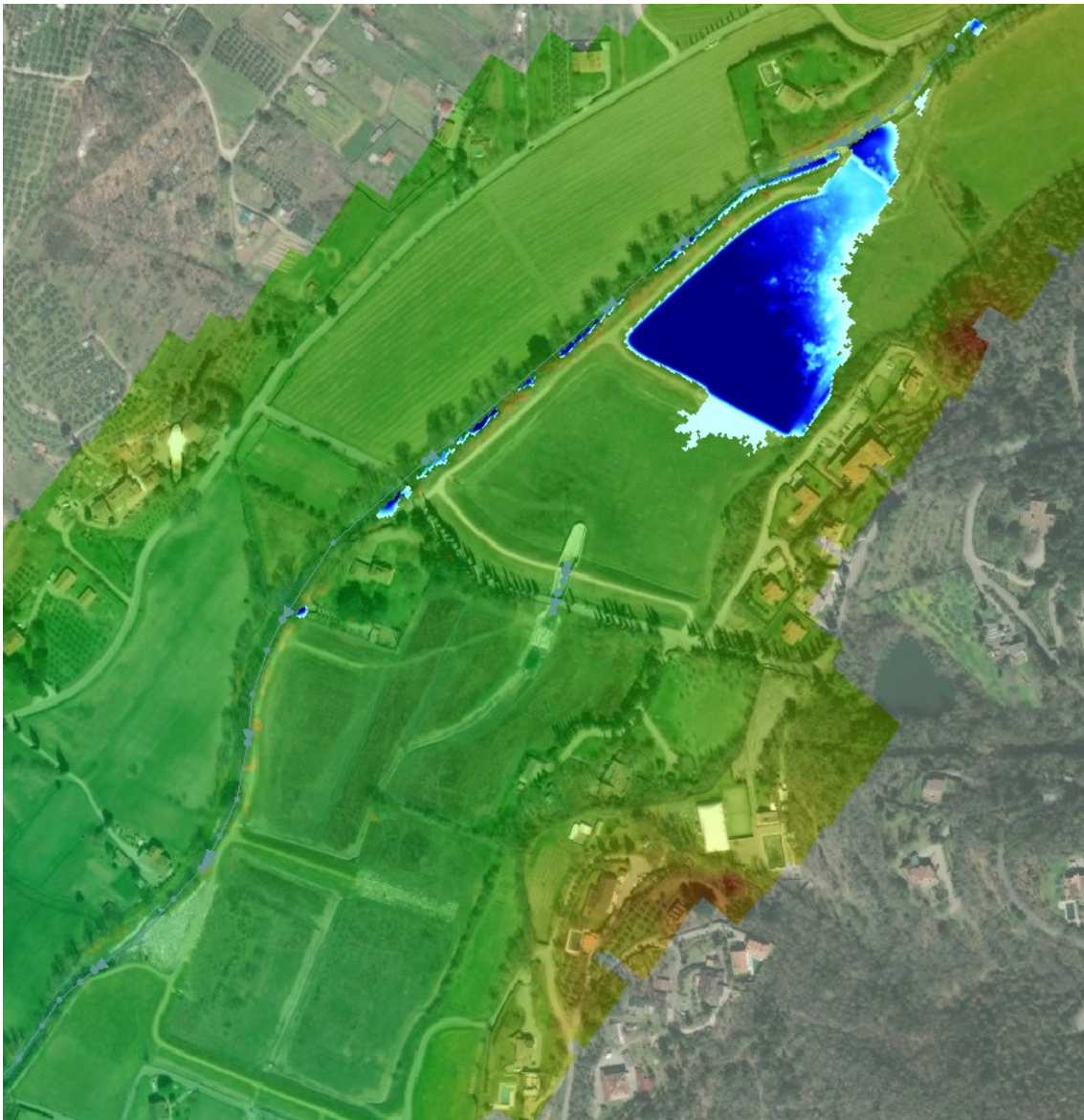
Lo sfioro inizia a  $t=1:10h$  circa in cui si ha l'allagamento dell'area di calma posta a monte della bocca tarata (Figura 4-72).



**Figura 4-72 Andamento delle esondazioni per  $T_r=200$  anni a  $t=1:10h$**

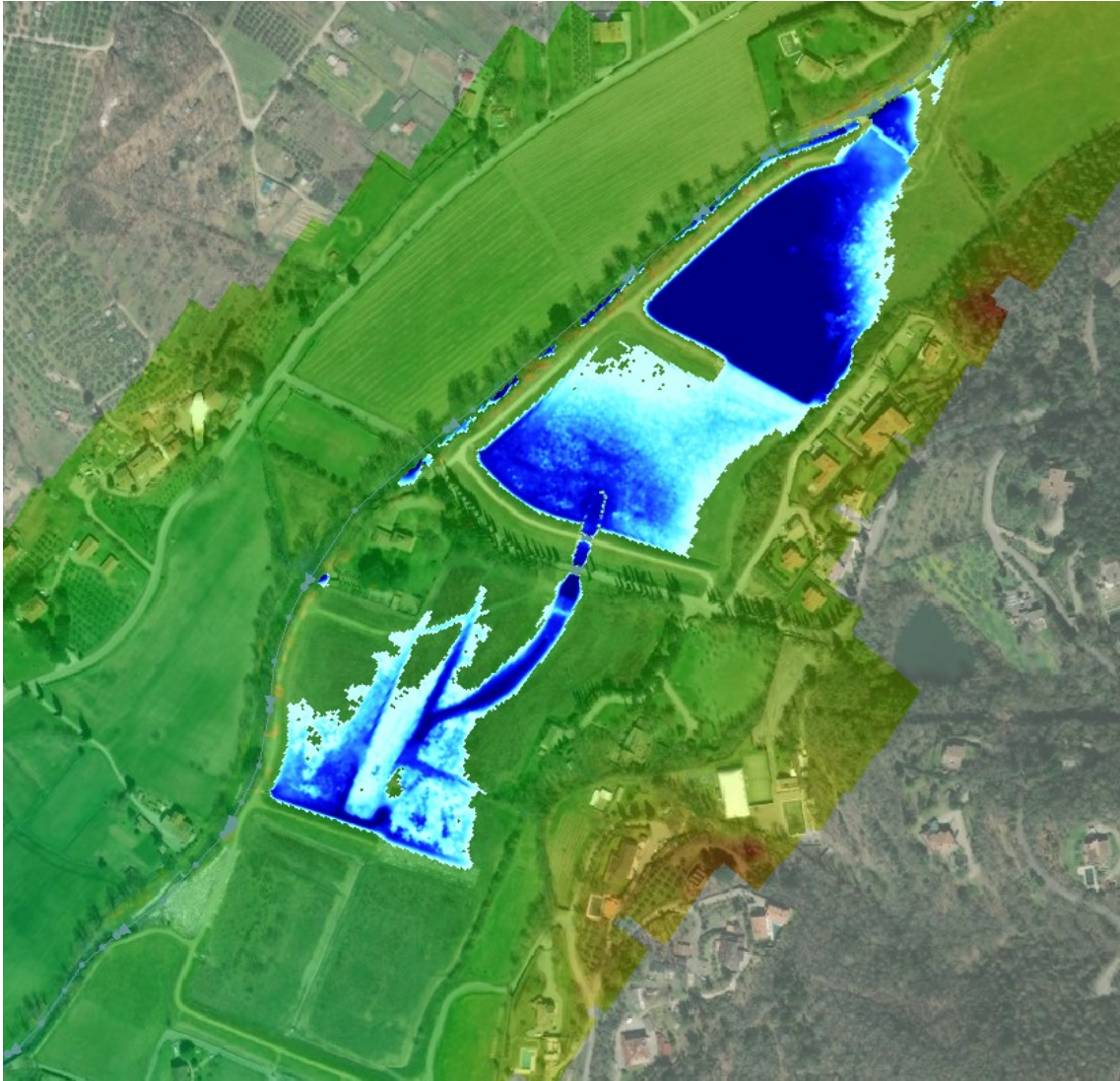
Nei successivi 40 minuti si ha il riempimento del primo modulo fino all'inizio dello sfioro verso il secondo modulo (Figura 4-73).





**Figura 4-73 Andamento delle esondazioni per  $T_r=200$  anni a  $t=1h:50min$**

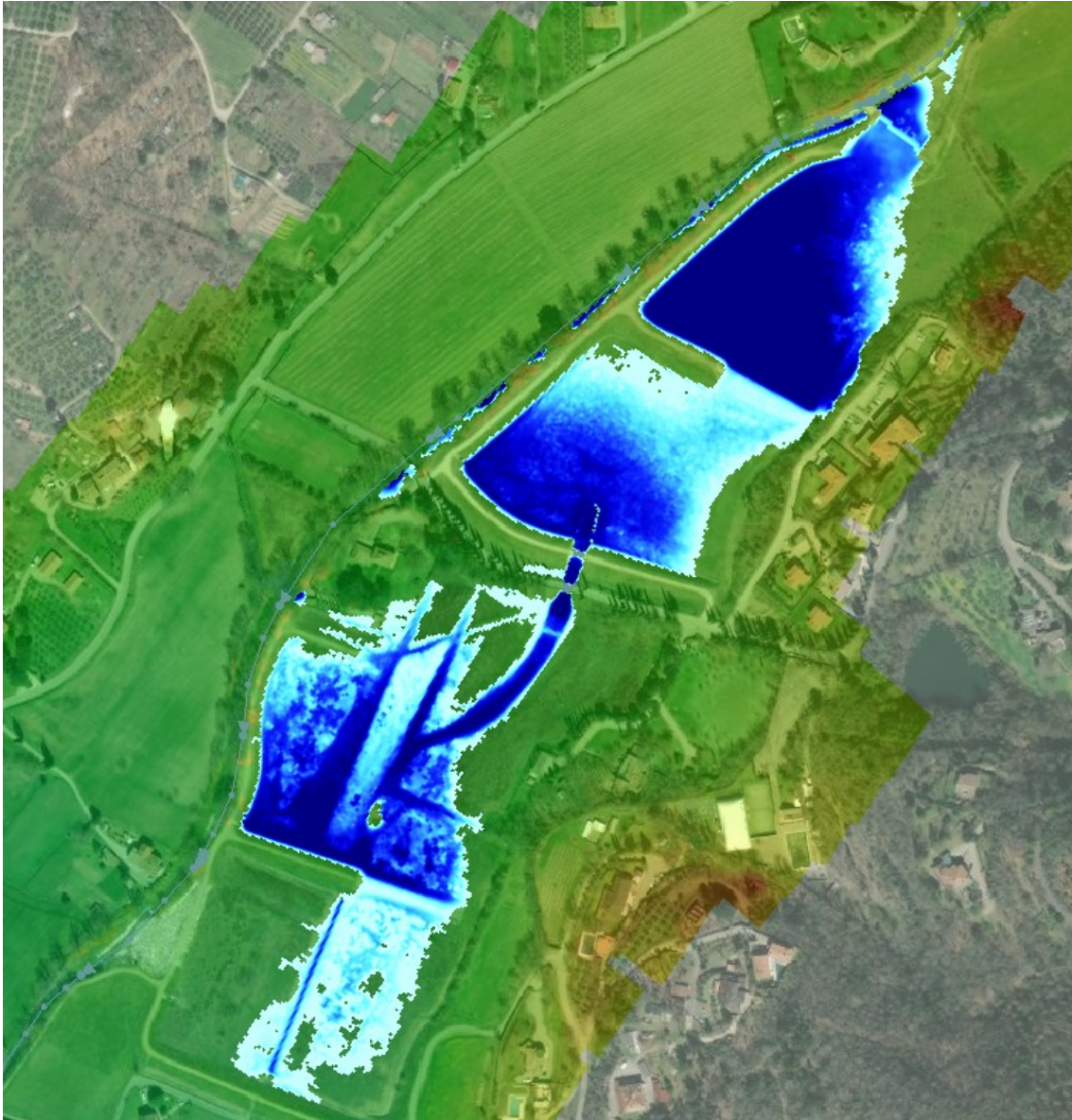
Nei successivi 30 minuti vengono alimentati ulteriori 2 moduli messi in comunicazione dallo sfioro a becco d'anatra (Figura 4-74).



**Figura 4-74 Andamento delle esondazioni per  $T_r=200$  anni a  $t=2h:10min$**

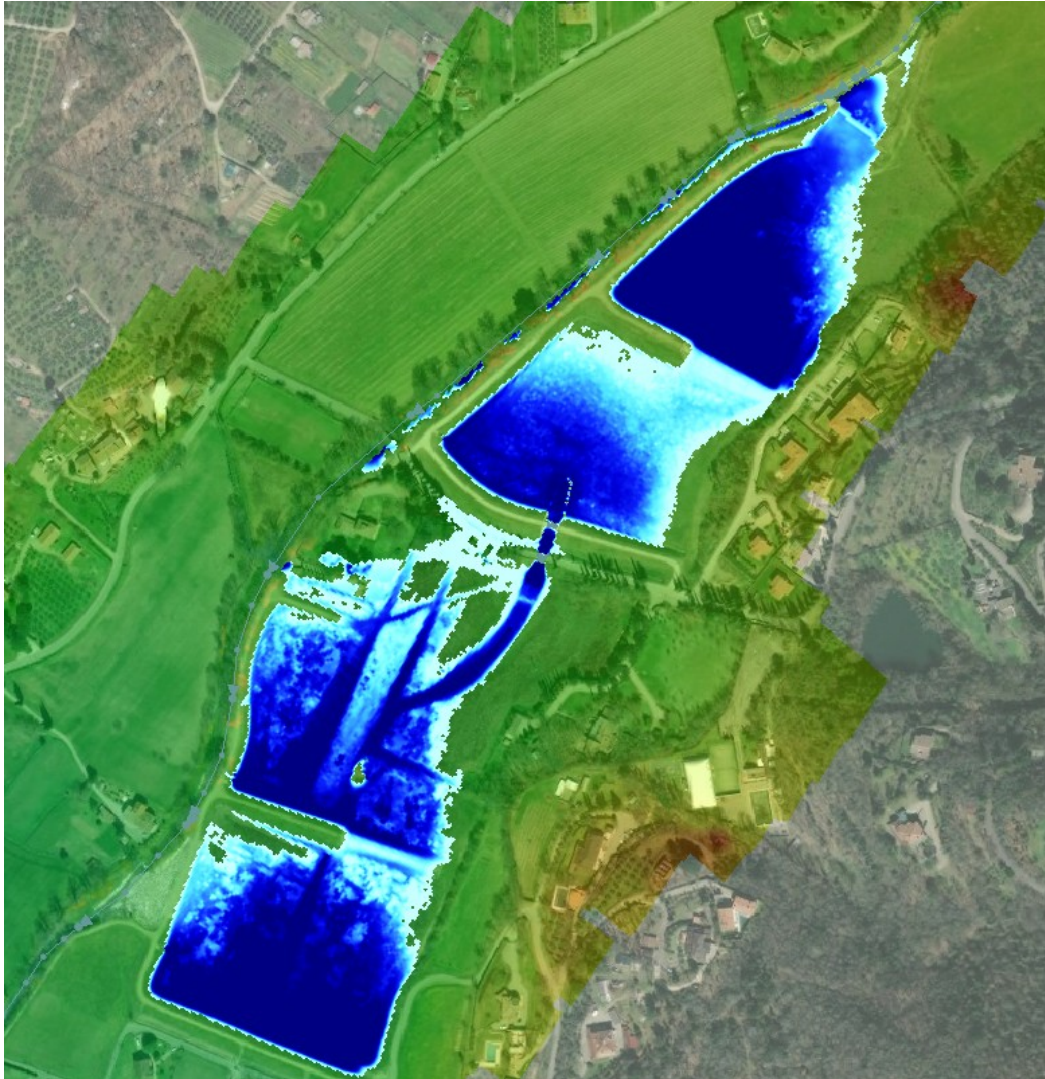
L'ultimo modulo è messo in funzione dopo ulteriori 10 min (Figura 4-75).





**Figura 4-75 Andamento delle esondazioni per  $T_r=200$  anni a  $t=2h:20min$**

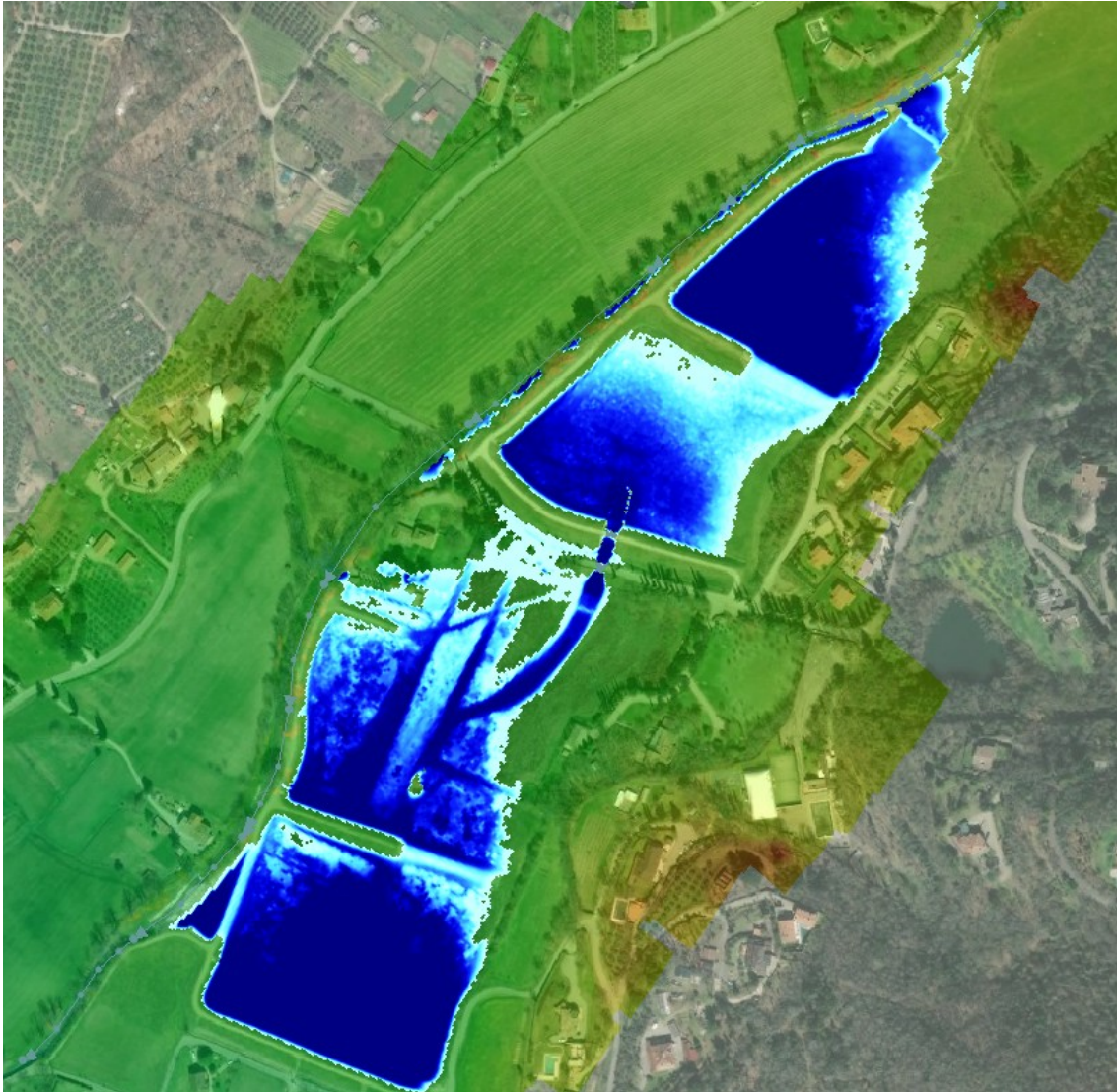
Nel momento in cui arriva il picco di piena ( $t=2h:40min$ ) il sistema di casse risulta completamente pieno e si è già innescato il ritorno in alveo attraverso lo sfioro di sicurezza (Figura 4-76).



**Figura 4-76 Andamento delle esondazioni per  $T_r=200$  anni a  $t=2h:40min$**

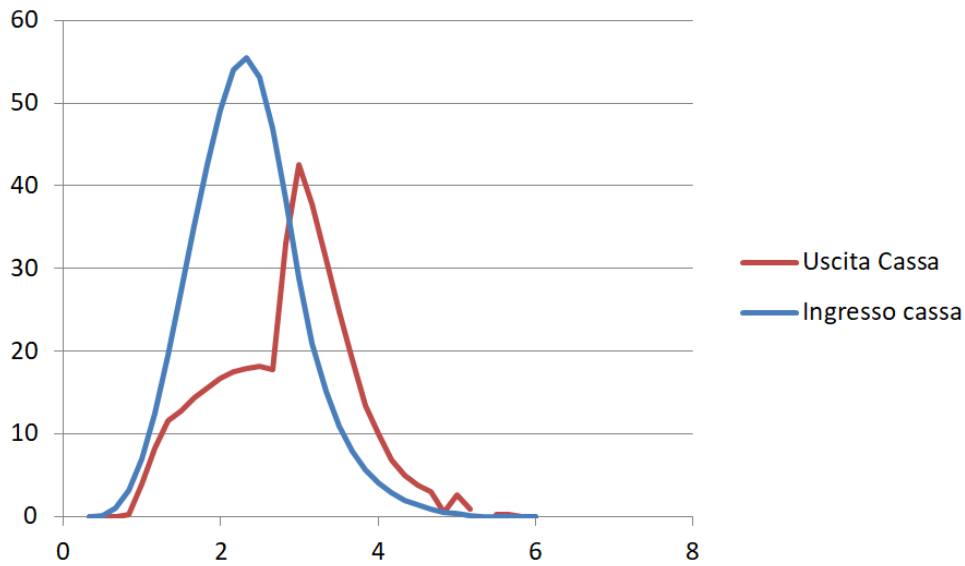
I massimi tiranti idrici sono indicati in Figura 4-77,





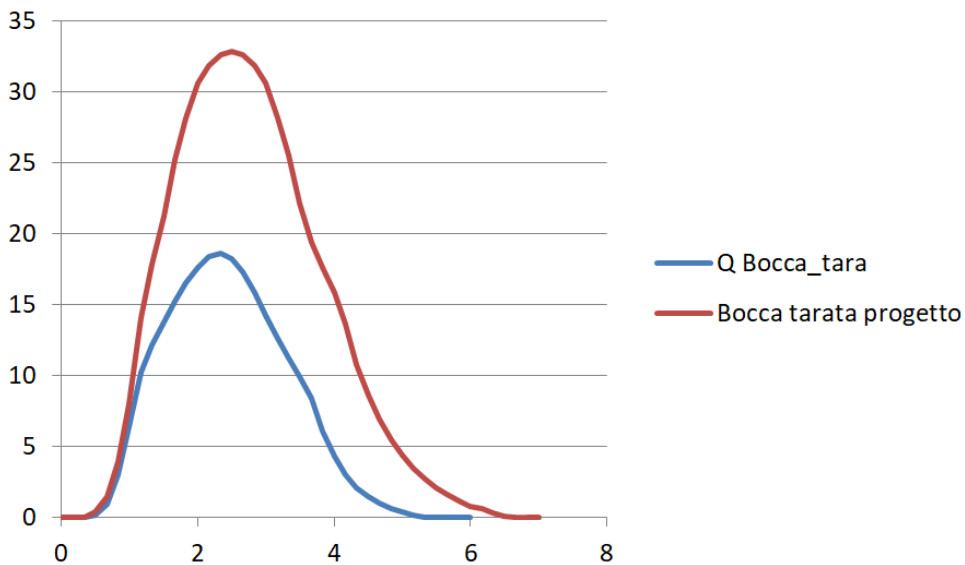
**Figura 4-77 Tiranti idrici massimi per  $T_r=200$  anni**

Il fatto che la cassa sia già piena al momento dell'arrivo del picco di portata, fa sì che l'effetto laminante sia esaurito. Di conseguenza si verifica un'attenuazione modesta del picco con un leggero effetto di ritardo (Figura 4-78).



**Figura 4-78 Effetto complessivo della cassa**

Da notare che la portata che defluisce attraverso la bocca tarata è inferiore rispetto a quella prevista nel progetto originario la cui curva di deflusso prevedeva il passaggio di circa 33 mc/s (Figura 4-79).



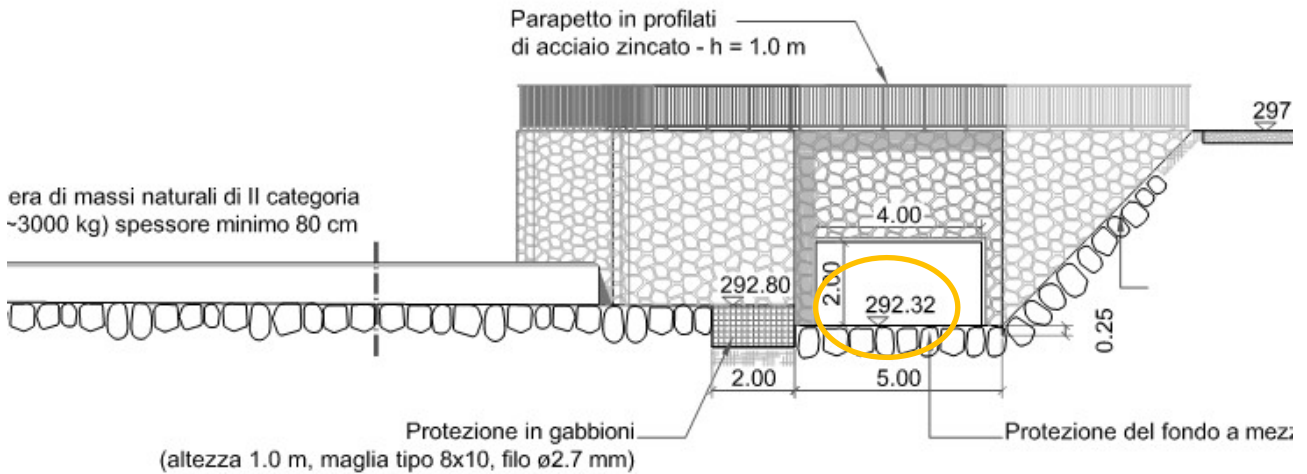
**Figura 4-79 Confronto tra portata alla bocca tarata nel presente studio e quanto assunto nel progetto originario**

Tale effetto va imputato al diverso valore di altezza liquida che viene raggiunta sulla bocca stessa.

Nel progetto originario la quota liquida prevista era di 295.4 m sul l.m.m per un tirante complessivo di 3.08m rispetto al fondo della bocca tarata (posta a 292.32 m) (vd. Figura 4-80).

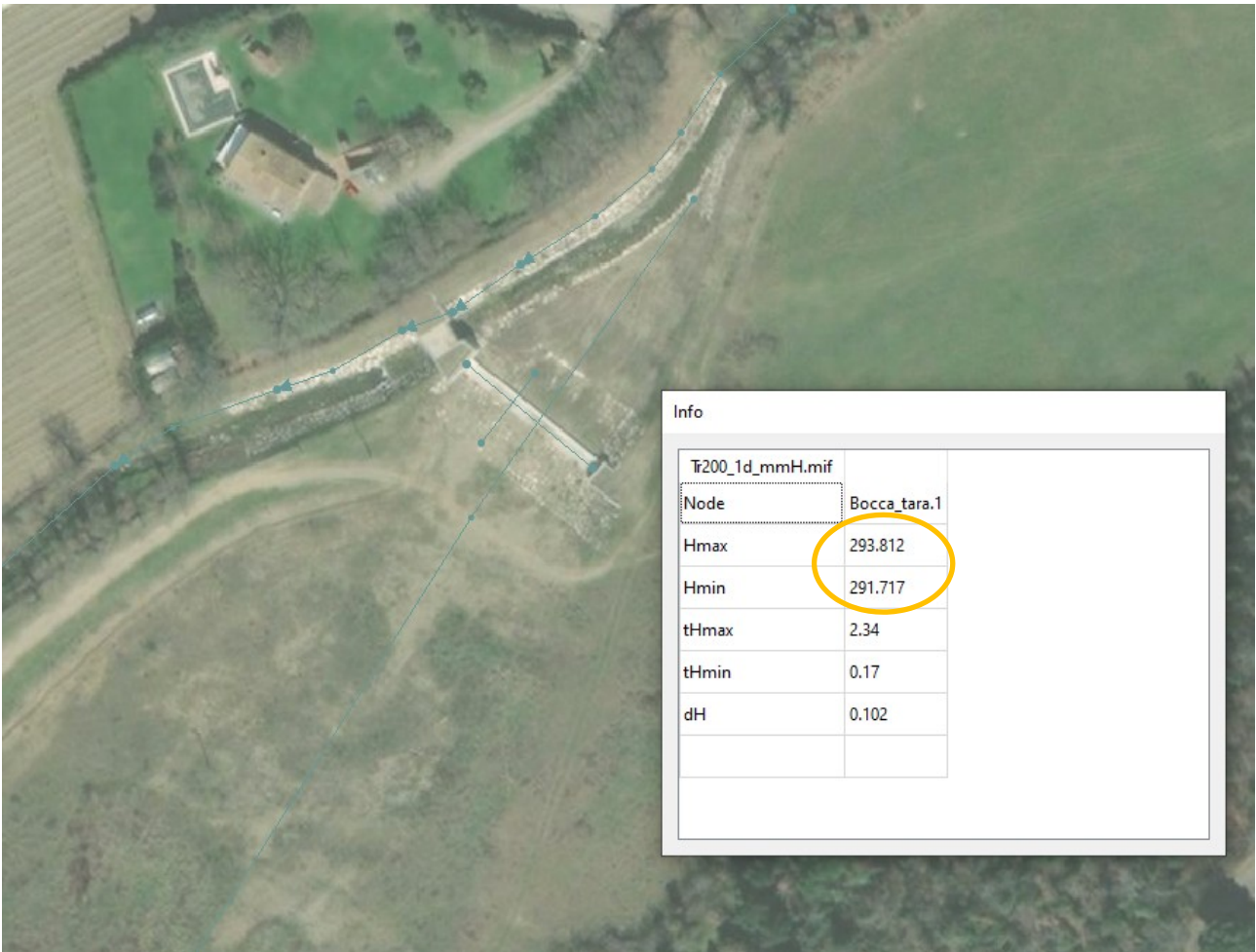


		Stage HW'	Stage TW'	Flow	Gate Flow - Gate #1
	Date	INST-VAL	INST-VAL	INST-VAL	INST-VAL
		METERS	METERS	M3/S	M3/S
1	02feb2000 0100	292.76	292.76	0.01	0.01
2	02feb2000 0115	293.08	292.76	4.54	4.54
3	02feb2000 0130	293.08	292.76	4.56	4.56
4	02feb2000 0145	293.08	292.76	4.54	4.54
5	02feb2000 0200	293.17	292.78	5.39	5.39
6	02feb2000 0215	293.85	293.08	12.91	12.91
7	02feb2000 0230	294.32	293.34	26.58	19.34
8	02feb2000 0245	294.56	293.49	42.90	25.48
9	02feb2000 0300	294.80	293.62	60.29	30.38
10	02feb2000 0315	295.02	293.71	75.20	32.52
11	02feb2000 0330	295.14	293.76	84.13	33.66
12	02feb2000 0345	295.13	293.76	83.75	33.62
13	02feb2000 0400	295.01	293.71	75.13	32.51
14	02feb2000 0415	294.83	293.64	62.21	30.67
15	02feb2000 0430	294.63	293.54	48.26	27.15
16	02feb2000 0445	294.45	293.43	35.55	22.89
17	02feb2000 0500	294.29	293.33	25.71	19.08
18	02feb2000 0515	294.13	293.22	18.91	16.81
19	02feb2000 0530	293.96	293.14	14.51	14.51
20	02feb2000 0545	293.67	293.01	10.78	10.78
21	02feb2000 0600	293.43	292.92	8.03	8.03
22	02feb2000 0615	293.25	292.82	6.21	6.21
23	02feb2000 0630	293.11	292.76	4.83	4.83



**Figura 4-80 Quota di progetto della bocca**

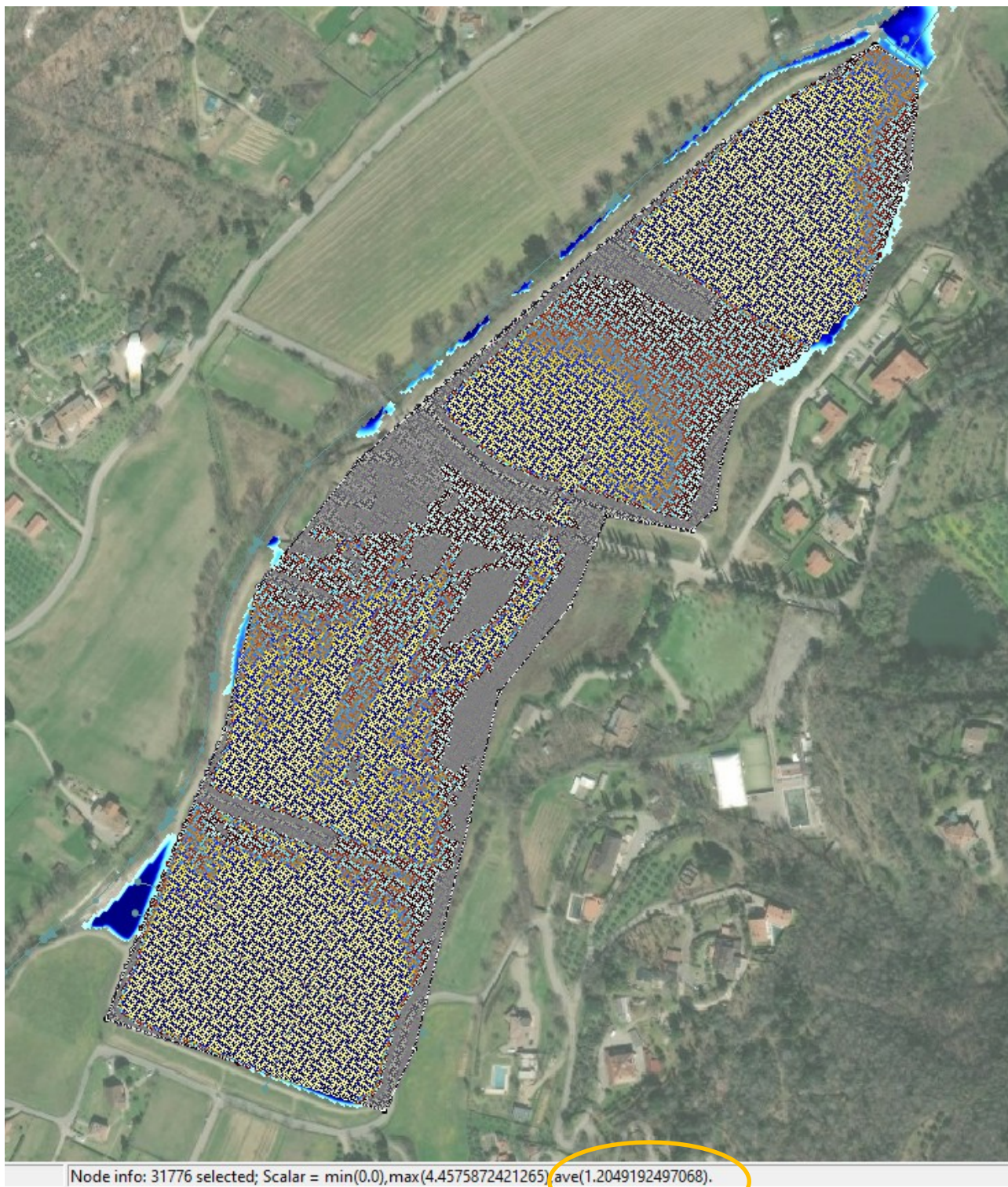
Nella modellazione il valore massimo della quota raggiunta è pari a 293.8 m sul lm.m a fronte di una quota di fondo pari a 291.718m. Il tirante idrico raggiunto è di conseguenza circa 2,1 m, valore inferiore a quello del progetto e che giustifica la diversa portata alla bocca tarata (Figura 4-81).



**Figura 4-81 Confronto tra portata alla bocca tarata nel presente studio e quanto assunto nel progetto originario**

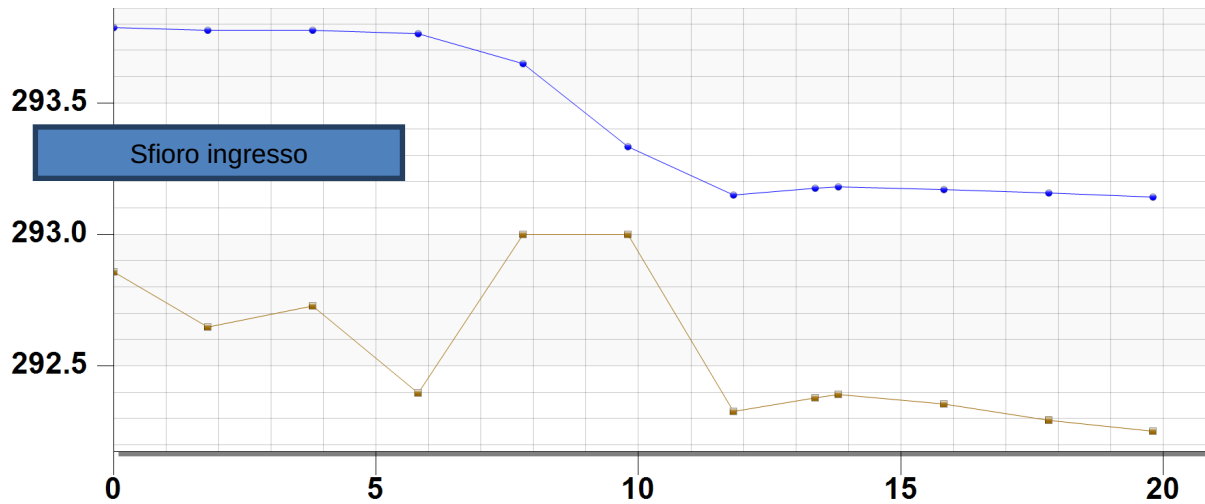
Il volume di acqua complessivamente invasato in condizioni dinamiche è circa 152000 mc (Figura 4-82).





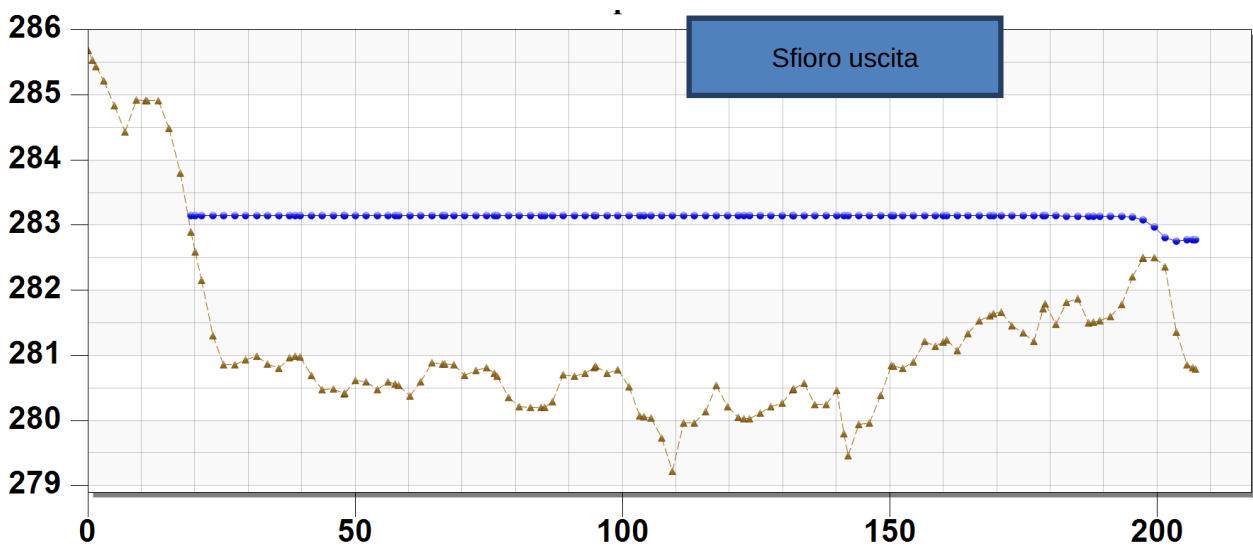
**Figura 4-82 Tirante medio sull'intera superficie delle aree di laminazione ( $S=127000$  mq)**

Il profilo liquido sulla soglia di ingresso al primo modulo è riportato in Figura 4-83



**Figura 4-83 Profilo liquido sopra la soglia di ingresso**

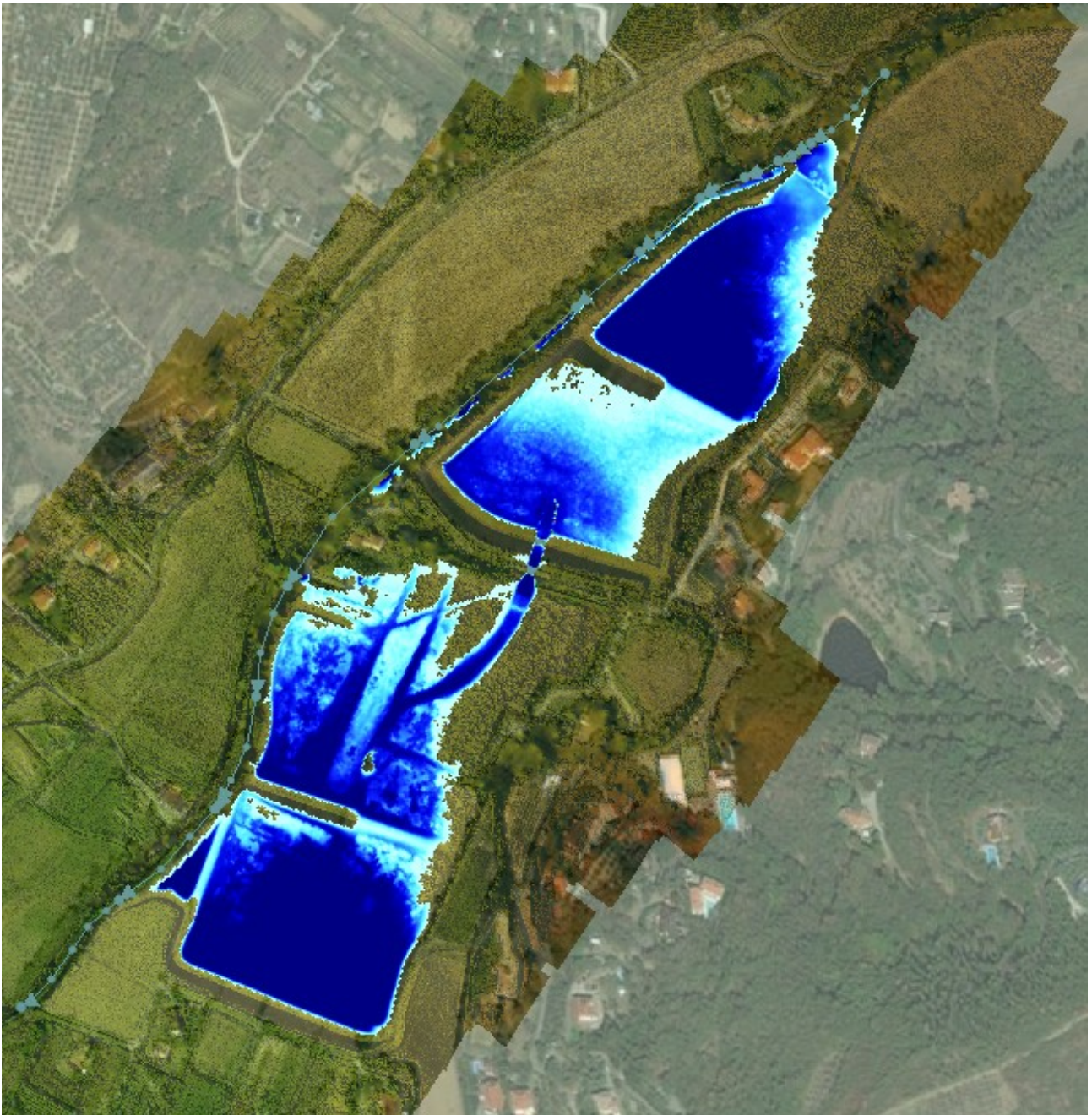
Il profilo liquido in una sezione in corrispondenza dello sfioro di uscita nel 4° modulo è riportato in Figura 4-84.



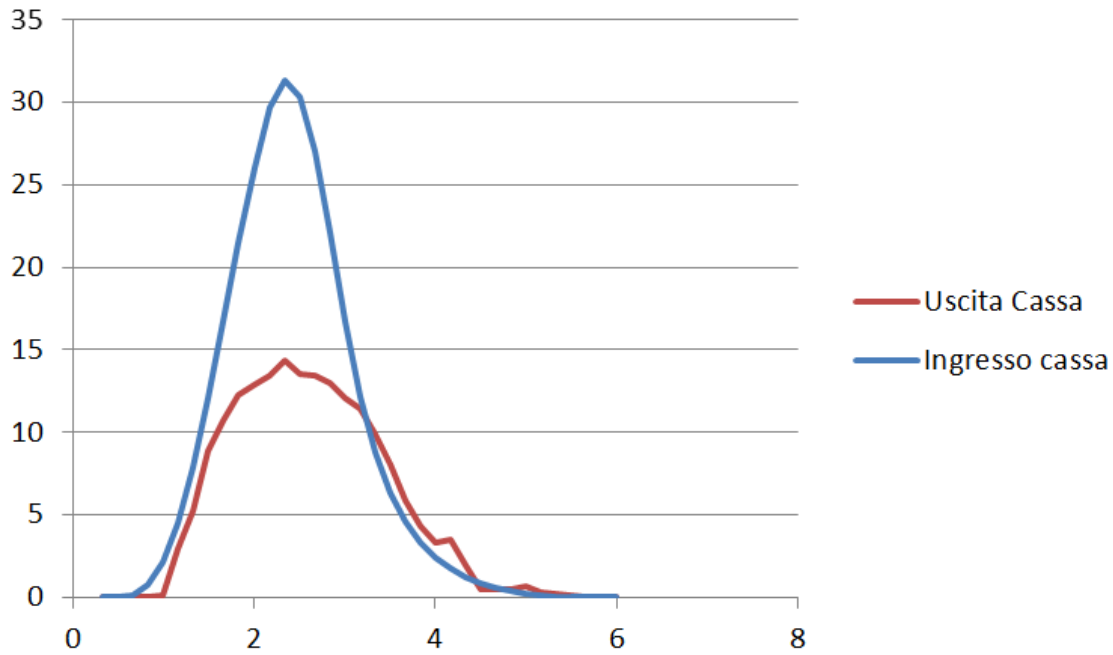
**Figura 4-84 Livelli liquidi nel 4° modulo**

Ad analoghe conclusioni si arriva per la portata con  $T_r=30$  anni (Figura 4-85). In questo caso, dati i minori volumi in gioco, la laminazione è comunque maggiore (Figura 4-86).





**Figura 4-85 Aree allagate massime per  $Tr=30$  anni**



**Figura 4-86 Effetto complessivo della cassa per  $Tr=30$  anni**

### 2.3.5.2 Analisi a scala dell'intero bacino

In questo scenario è stata effettuata una valutazione a scala dell'intero bacino. Sull'asta iniziale del T. Castro è stato considerato il contributo delle portate in uscita come da paragrafo precedente.

Le criticità si manifestano in maniera diffusa sulla rete ed in tempi proporzionali alla durata critica del bacino che risulta, in entrambi i casi, di circa 2h.

Evidenti risultano le insufficienze del fosso di Covole a monte e del Fosso delle Vinacce. Vi sono poi criticità del Bicchieraia sia nel tratto a monte (fosso del Peneto) che in quello precedente alla confluenza con il T. Castro. Quest'ultimo nel primo tratto a seguito della realizzazione della Cassa di espansione in Loc. Cognaia presenta buone capacità di deflusso (almeno fino all'attraversamento di via Anconetana).





Figura 4-87 Esondazioni per l'intero reticolo del Torrente Castro  $T_r=200$  anni a  $t=2h$

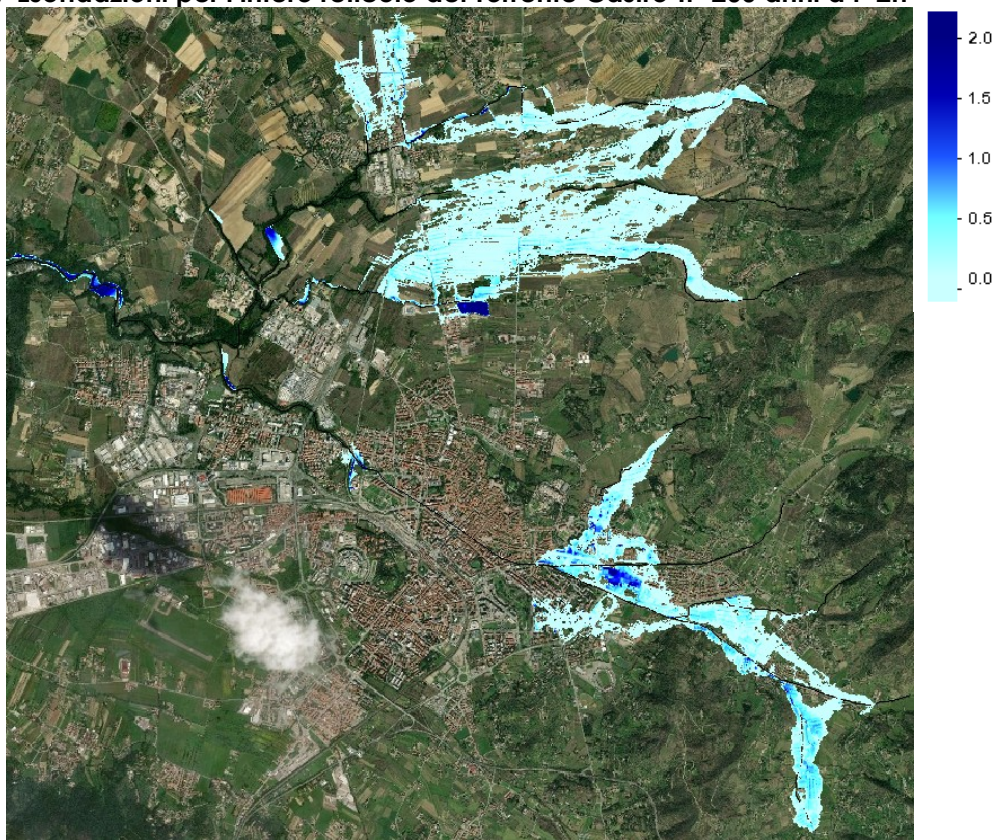
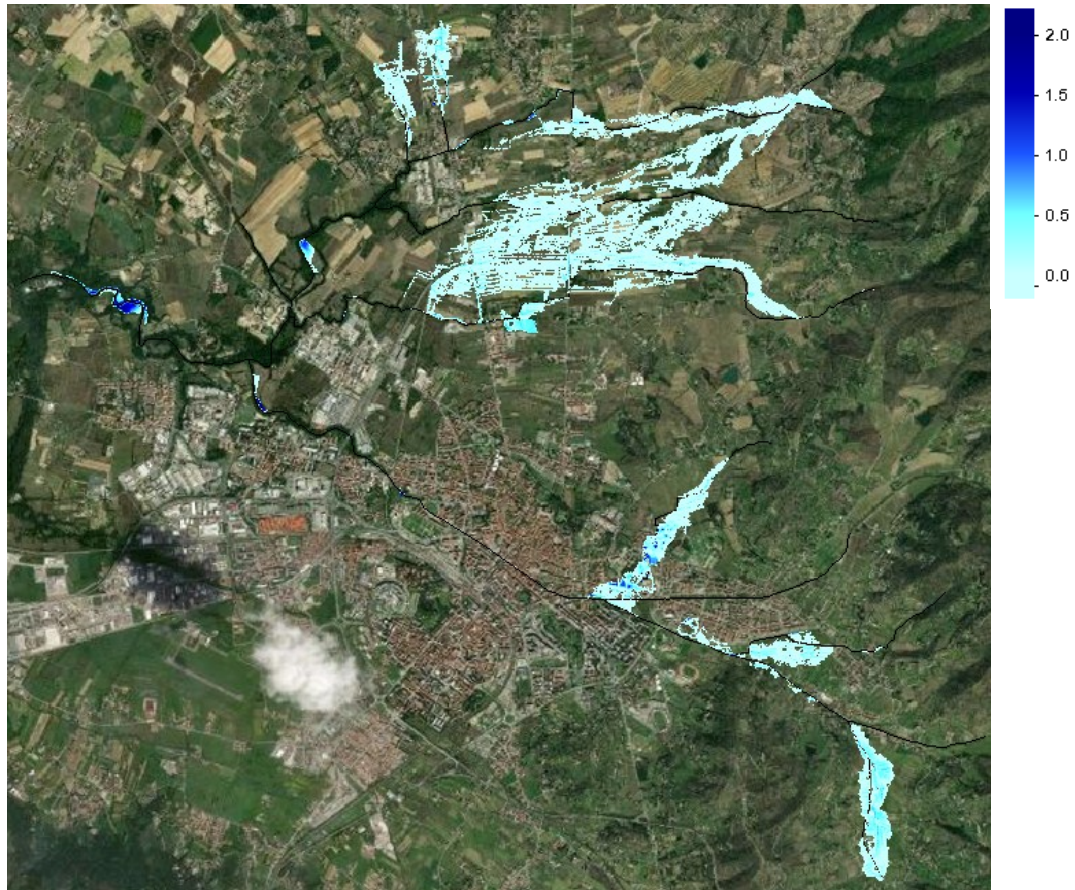


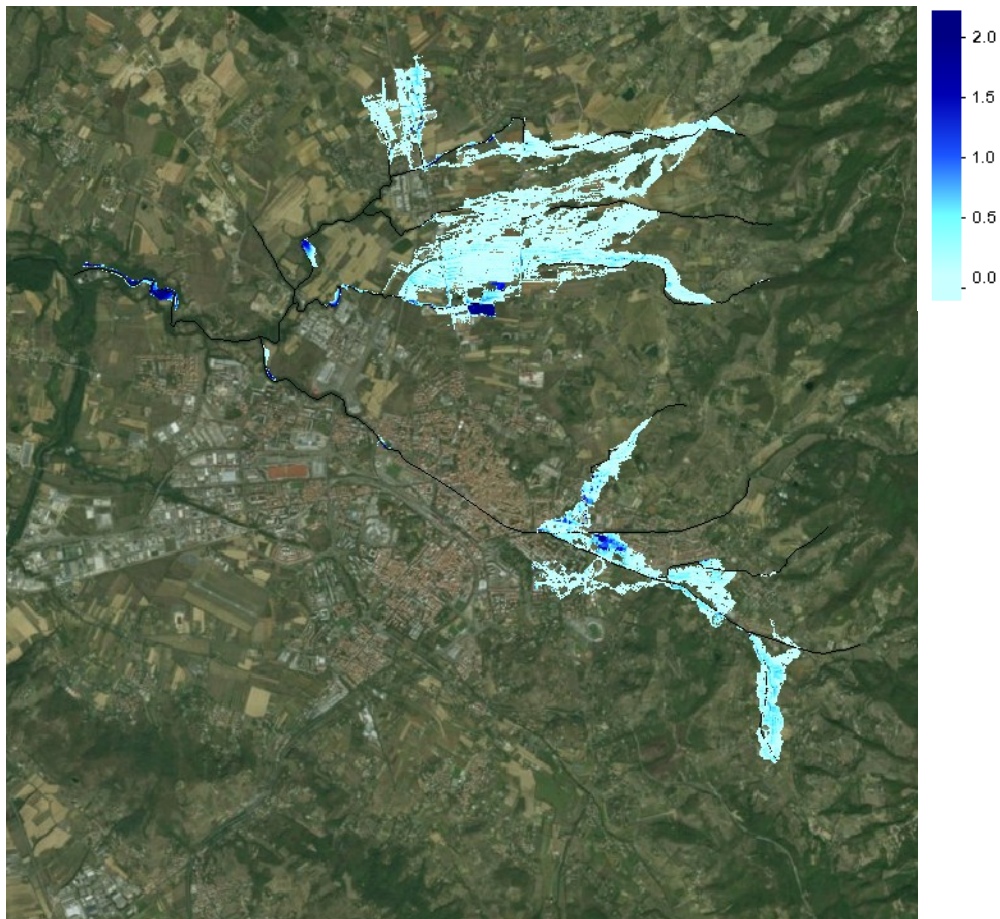
Figura 4-88 Esondazioni massime per l'intero reticolo del Torrente Castro  $T_r=200$  anni





**Figura 4-89 Esondazioni massime per l'intero reticolo del Torrente Castro  $T_r=30$  anni**

Per il caso analizzato si è eseguita anche una valutazione riferita ad eventi di durata superiore a quella critica. In generale infatti non sono da escludere che le aree allagate vengano massimizzate per eventi cui sono associati volumi maggiori anche se a fronte di un valore massimo inferiore. In questo caso è stato scelto di verificare la situazione delle esondazioni per il caso  $T_r=200$  anni e durata dell'evento 4 h. L'andamento delle esondazioni segue la progressione temporale per il caso critico (2h) ma le aree allagate coprono un'estensione leggermente inferiore (Figura 4-87)

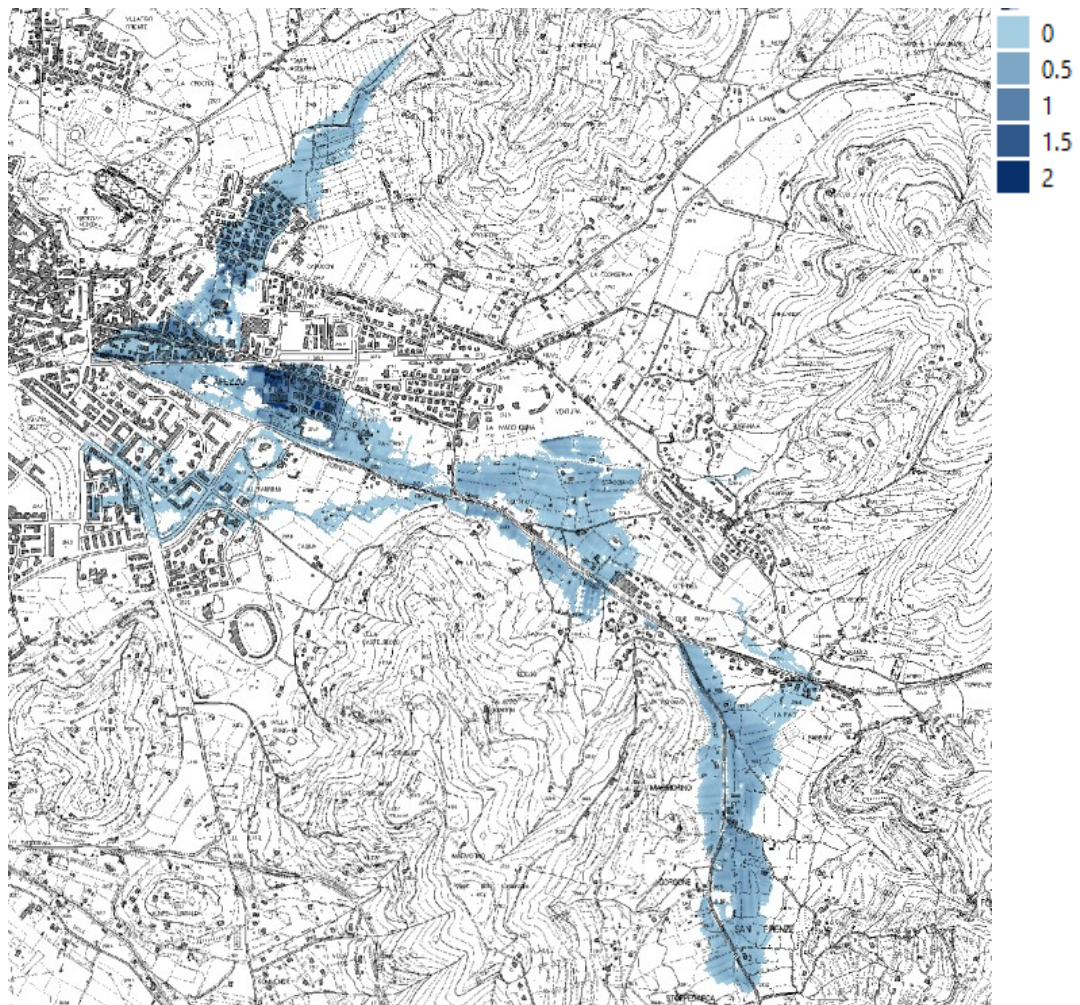


**Figura 4-90 Esondazioni massime per l'intero reticolo del Torrente Castro  $T_r=200$  anni evento 4h**

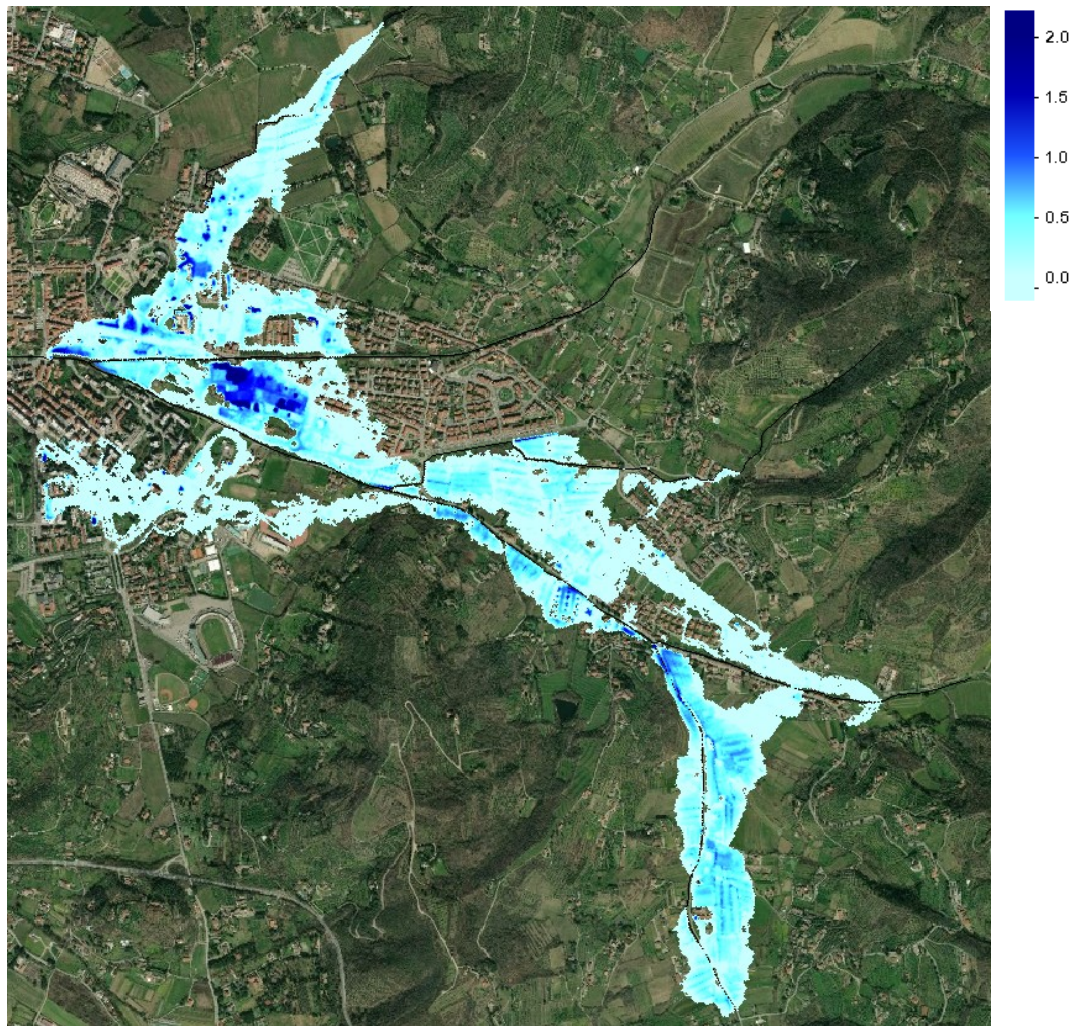
Le differenze sono maggiormente rilevabili nel dettaglio della zona a monte del centro abitato (Figura 4-93 e Figura 4-94).

Nel seguito pertanto ai fini delle aree allagate si farà riferimento all'evento corrispondente alla durata critica.





**Figura 4-91 Esondazioni massime per l'intero reticolo del Torrente Castro  $T_r=200$  anni evento 4h-dettaglio nella zona a monte del tombamento**



**Figura 4-92 Esondazioni massime per l'intero reticolo del Torrente Castro  $T_r=200$  anni evento critico (2h)-dettaglio nella zona a monte del tombamento**

### 2.3.5.3 Analisi del tratto a valle

Il tratto a valle del tombamento, nelle ipotesi di deflusso della portata idrologica, presenta problematiche limitate e circoscritte, con esondazioni che comunque rimangono limitate all'alveo che risulta ben inciso.

I principali problemi si hanno all'attraversamento di Via Fiorentina e della Ferrovia con allagamenti che interessano gli edifici limitrofi.





Figura 4-93 Esondazioni massime per la parte di valle del reticolo del Torrente Castro  $Tr=200$  anni



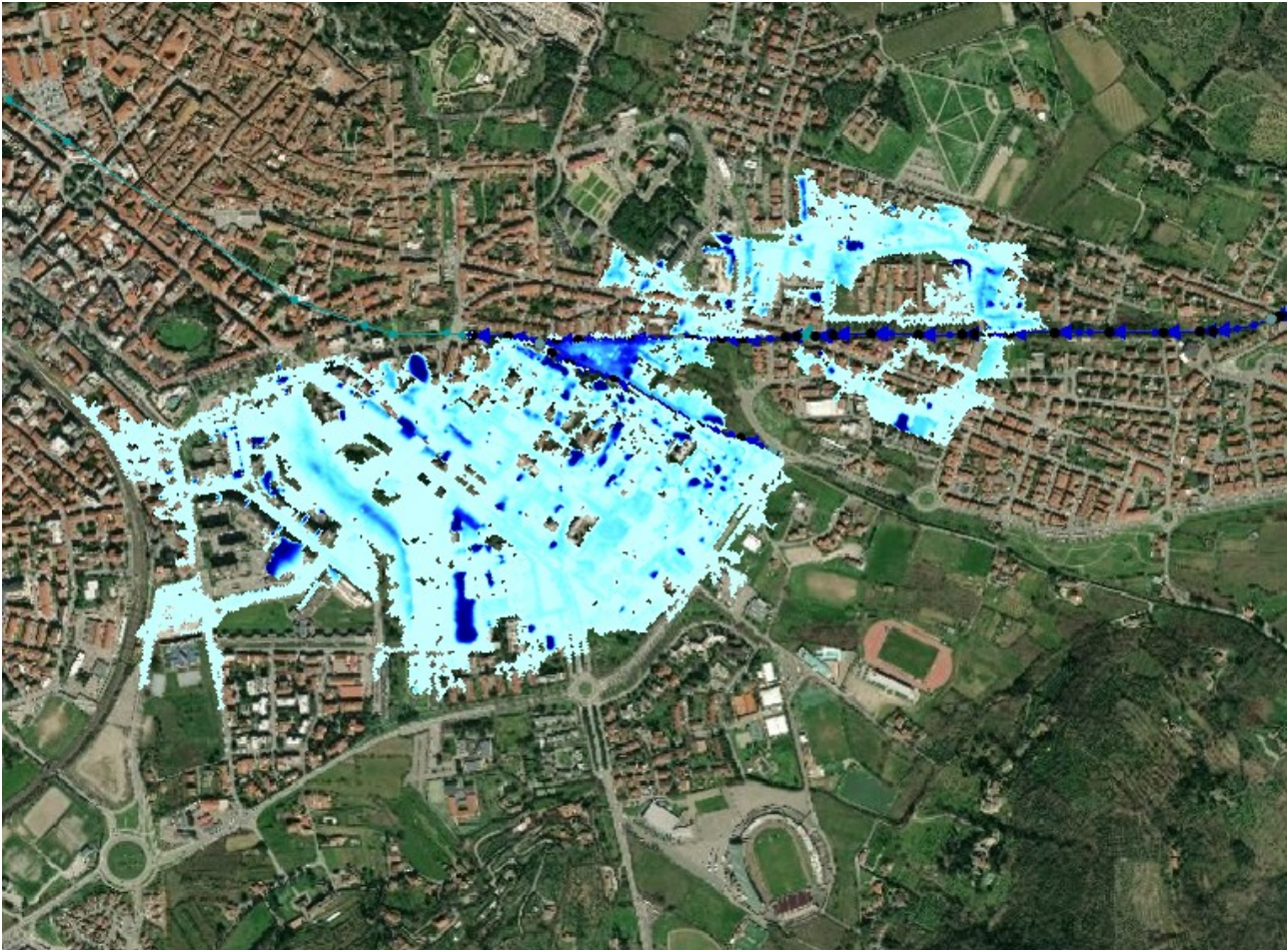
Figura 4-94 Esondazioni massime per la parte di valle del reticolo del Torrente Castro  $Tr=30$  anni

#### 2.3.5.4 Analisi del tratto tombato

Una delle criticità principali del T. Castro è rappresentato dal tratto tombato ubicato poco più a valle della confluenza con il T. Bicchieraria. Il tombamento attraversa gran parte delle città per circa 1.7 km. Poco prima dell'ingresso, la sezione tipica prevede un rialzamento di sponda in muratura. Per meglio valutare le criticità legate al tombamento è stata svolta un'analisi specifica su una griglia di dimensioni ridotte, considerando cautelativamente l'assenza del muro di contenimento in sinistra idraulica che presenta precarie condizioni statiche.



I risultati evidenziano criticità dell'asta idraulica per Tr200 anni in particolare nella zona in sinistra idraulica a monte del tombamento (che ha una capacità di circa 160 mc/s). Nell'area in destra invece le problematiche sono analoghe al caso di studio relativo all'intera asta (Figura 4-95)



**Figura 4-95 Esondazioni massime a monte del tombamento del Torrente Castro per Tr=200 anni**

Poco significative sono invece le esondazioni per Tr=30 anni (Figura 4-96).



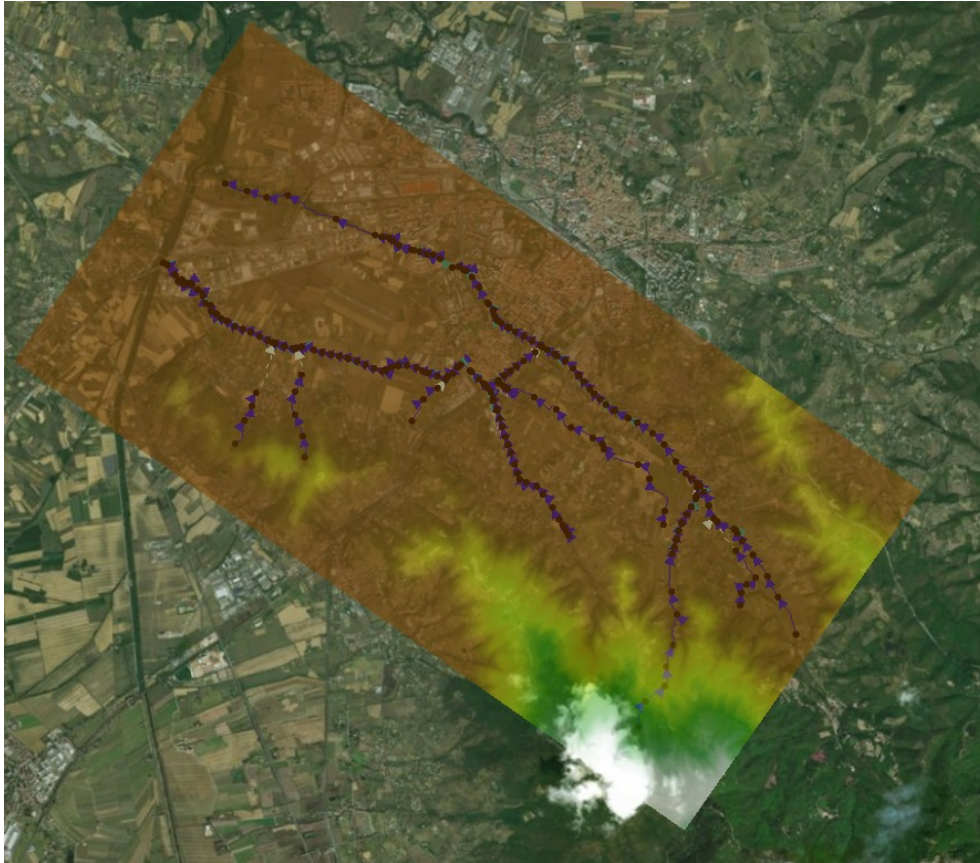


Figura 4-96 Esondazioni massime a monte del tombamento del Torrente Castro per  $T_r=30$  anni

### 2.3.6 Torrente Vingone e Fossatone

Per lo studio del Torrente Vingone e Fossatone sono state impiegate due griglie: una di 4.5x9km con celle 5m, l'altra più piccola di 3.4x5km con celle 5m per prendere in considerazione sia le criticità attuali degli interi bacini e quelle che si potranno avere a valle in seguito a delle ipotetiche opere di sistemazione a monte. I Torrenti Vingone e Fossatone confluiscono nel Canale maestro della Chiana. Le aste analizzate sono riportate in Figura 4-97. Anche in questo caso si è eseguita una modellazione per il tratto a valle degli attraversamenti della Ferrovia considerando il contributo idrologico, al fine di meglio rappresentare le criticità proprie dell'asta fluviale (Figura 4-98).





**Figura 4-97** Griglia di calcolo per l'intero reticolo del T. Vingone e Fossatone



**Figura 4-98** Griglia di calcolo per la parte a valle del reticolo

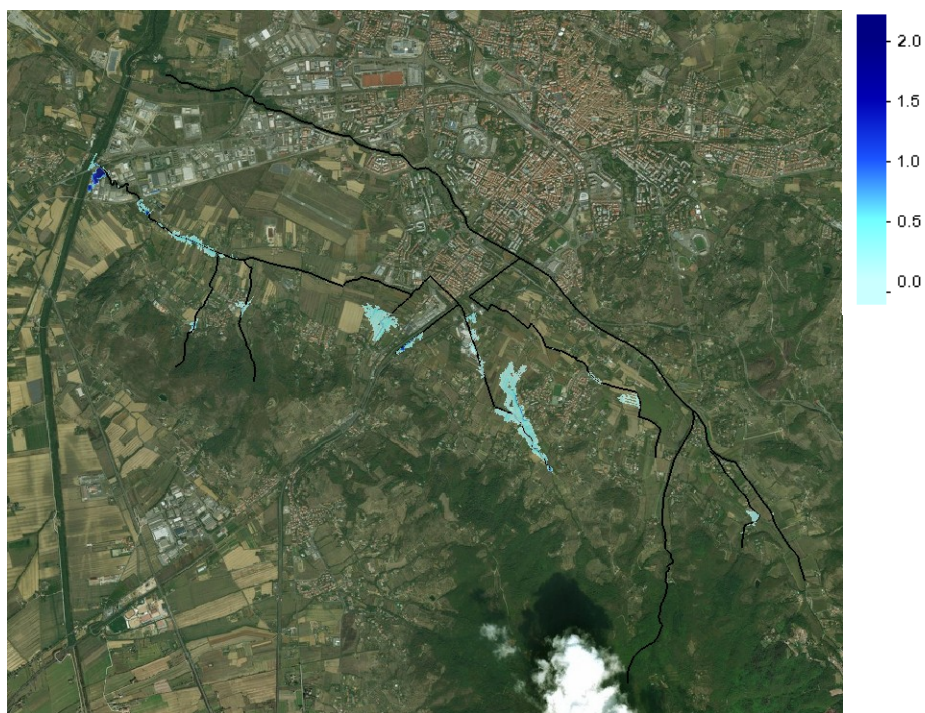


Il contributo del bacino Sellina3 (a monte della ferrovia) è stato inserito nel dominio 2D in quanto il corso d'acqua di riferimento non ben rappresentabile (Figura 4-99).



**Figura 4-99 Contributo del sottobacino Sellina3**

Le criticità si manifestano in maniera diffusa sulla rete ed in tempi proporzionali alla durata critica del bacino che risulta per il Torrente Vingone, di circa 2h e per il Torrente Fossatone di 1h. Entrambi i corsi d'acqua analizzati presentano problemi per sezioni inadeguate nel tratto iniziale in particolare sul T. Sellina. Fuoriuscite compaiono anche nel tratto terminale del T. Fossatone. Si osserva l'effetto di trattenuta dei rilevati stradali (SS73) e ferroviari (Figura 4-100 e Figura 4-101).





**Figura 4-100 Esondazioni per l'intero reticolo Tr=200 anni a t=1h**



**Figura 4-101 Esondazioni per l'intero reticolo Tr=200 anni a t=2h**

Lo scenario di allagamento complessivo (Figura 4-102) evidenzia diffuse problematiche relative. Le esondazioni del F. Vingone raggiungono anche il centro urbano attraverso il sottopasso di Via Arno.



**Figura 4-102 Esondazioni massime per l'intero reticolo Tr=200 anni**

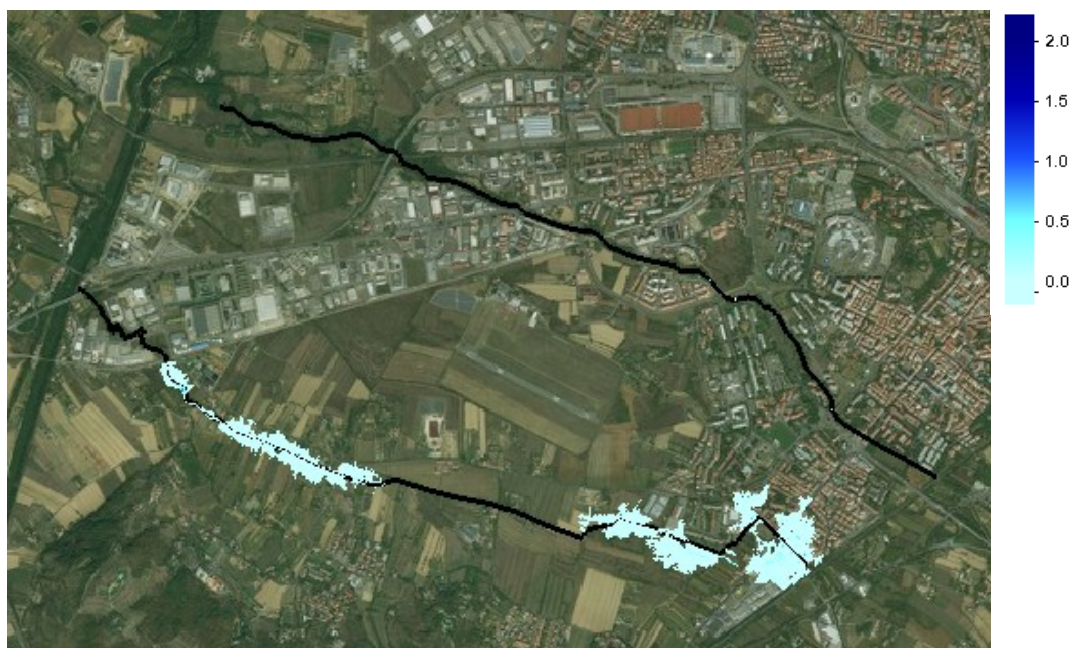


Analogo andamento per  $Tr=30$  anni (Figura 4-103).



**Figura 4-103 Esondazioni massime per l'intero reticolo  $Tr=30$  anni**

Le analisi per il solo tratto a valle evidenziano in generale inadeguatezza delle sezioni in particolare nel primo tratto che scorre nel centro abitato (dove sono presenti anche rapide variazioni planimetriche in successione). Il Fossatone presenta comunque criticità anche nel resto dell'asta fluviale, in particolare e a monte della zona artigianale di Ca' dei Frati (prima dell'attraversamento della Ferrovia).





**Figura 4-104 Esondazioni per la parte di valle  $T_r=200$  anni a  $t=1h$**



**Figura 4-105 Esondazioni per la parte di valle  $T_r=200$  anni a  $t=2h$**



**Figura 4-106 Esondazioni massime per la parte di valle  $T_r=200$  anni**



**Figura 4-107 Esondazioni massime per la parte di valle  $T_r=30$  anni**

### 2.3.7 Bacini minori

L'analisi dei bacini minori è stata svolta in dominio 2D. La ridotta dimensione dei corsi d'acqua e degli attraversamenti esistenti presuppongono che i volumi di invaso della rete siano considerabili modesti e che il deflusso in condizioni critiche avvenga prevalentemente in superficie.

L'analisi è stata compiuta per 4 ambiti diversi con griglie a celle di 5x5m.





**Figura 4-108** Griglia zona Palazzina



**Figura 4-109** Griglia zona Ponte alla Chiassa





**Figura 4-110 Griglia zona San Giuliano**



**Figura 4-111 Griglia zona Tucciarello**

I risultati evidenziano una tendenza delle esondazioni alla diffusione del territorio, dovuta principalmente ai numerosi tombamenti che, considerati ostruiti, facilitano la propagazione superficiale. L'assenza di una rete secondaria di canali o scoline contribuisce a rendere difficoltoso il drenaggio delle aree e l'allontanamento delle acque. Solo in alcune aree la propagazione è condizionata dalle infrastrutture che costituiscono ostacolo al deflusso.

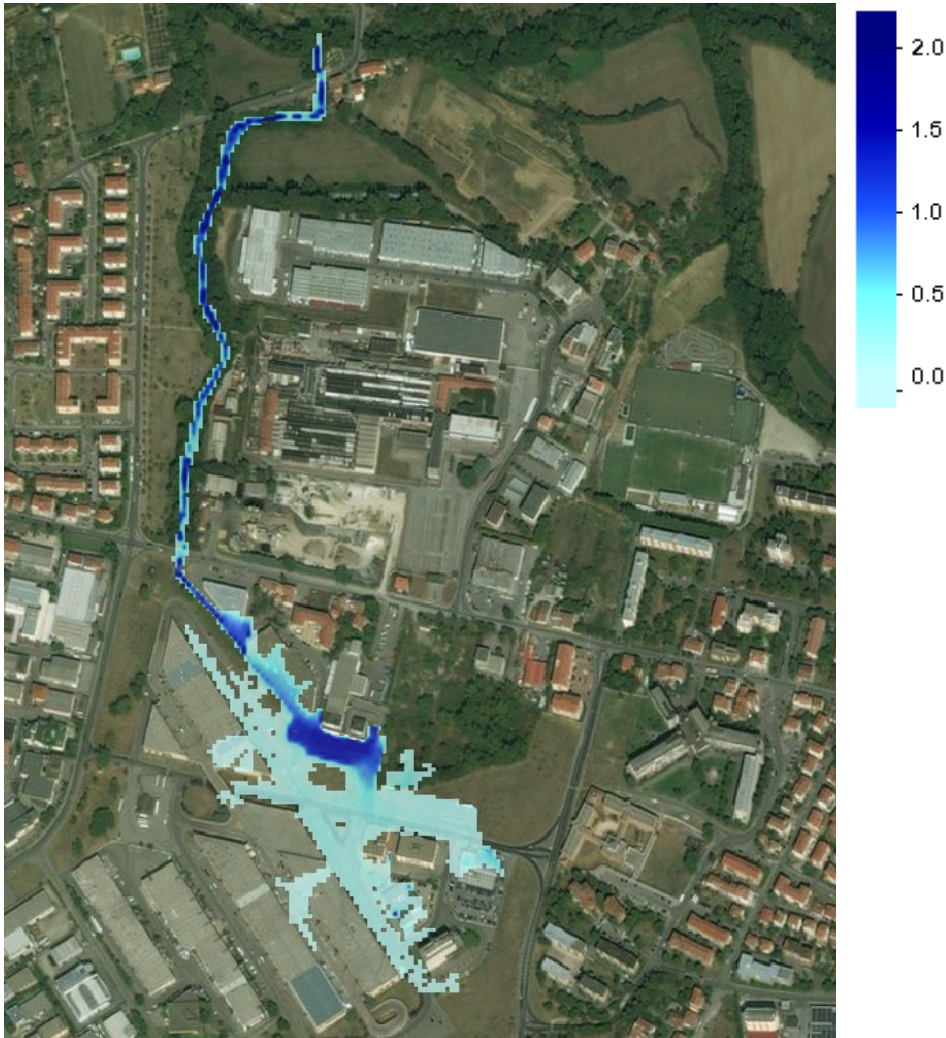


Figura 4-112 Esondazioni per Tr200 anni zona Palazzina



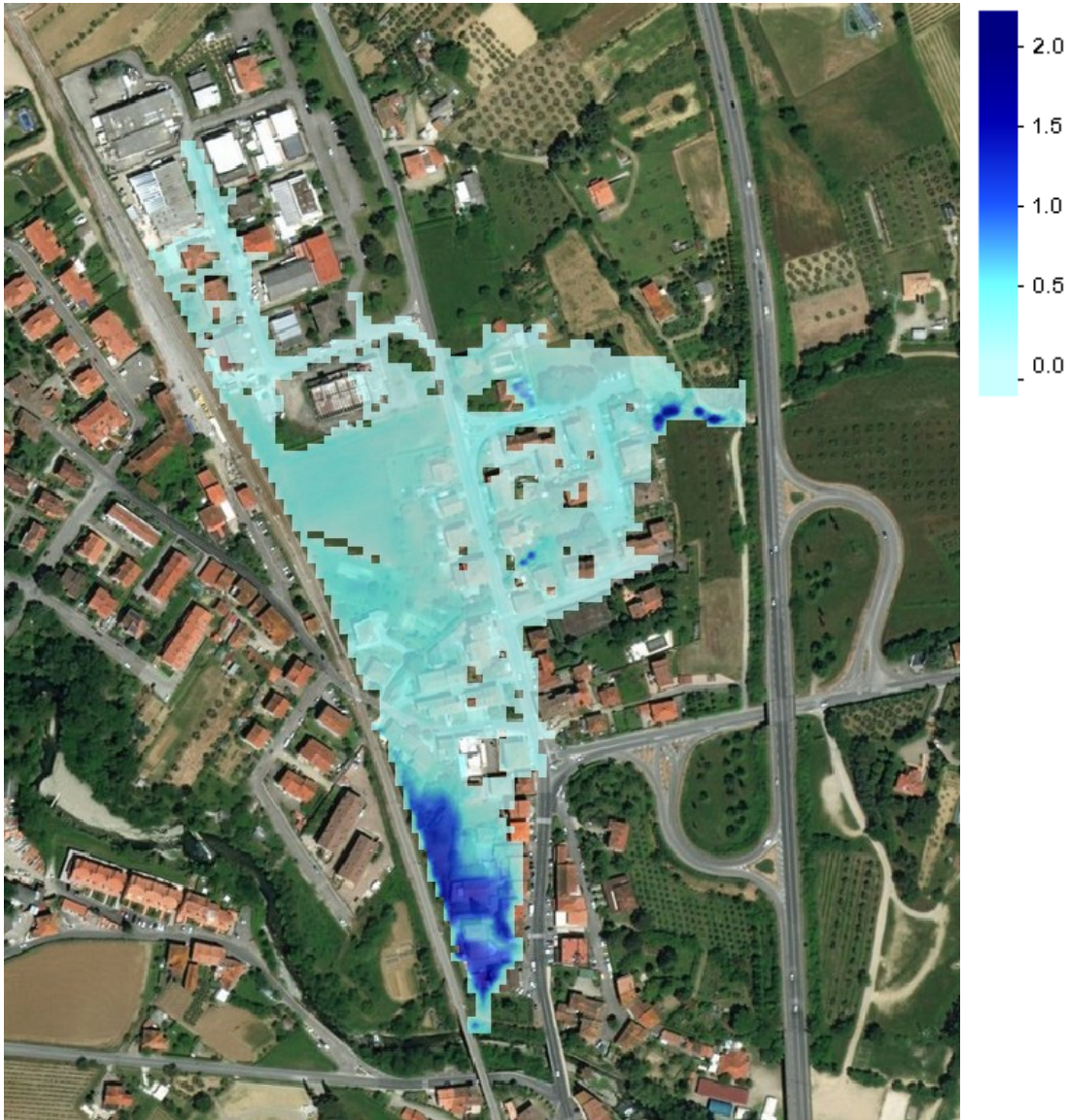


Figura 4-113 Esondazioni per Tr200 anni zona Ponte Alla Chiassa



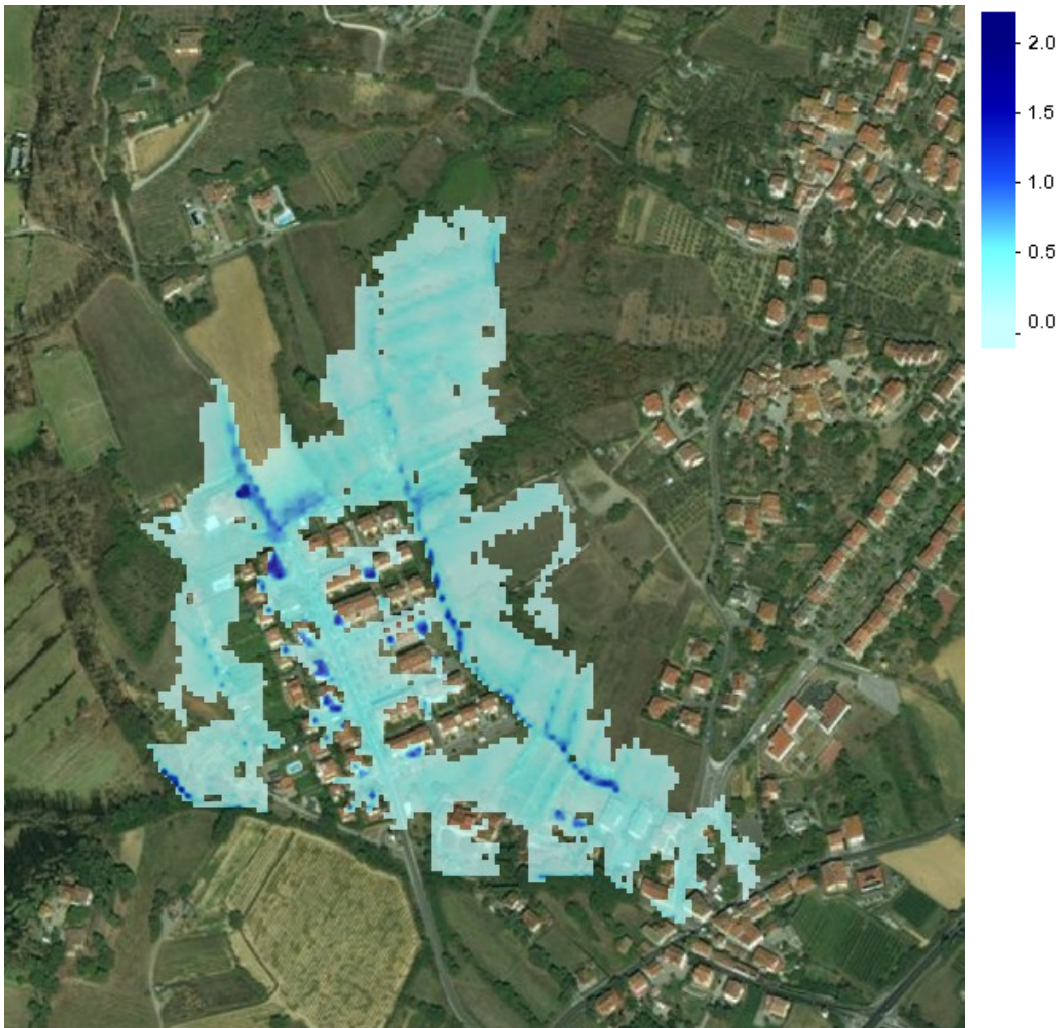


Figura 4-114 Esondazioni per Tr200 anni zona San Giuliano



Figura 4-115 Esondazioni per Tr200 anni zona Tucciarello  
**SITUAZIONI PARTICOLARI**



Si riportano di seguito alcuni dettagli dell'andamento delle esondazioni.

### Confluenza Castro-Bicchieraia

Lo studio ha considerato diversi scenari di esondazione del T. Castro. Quello considerato più cautelativo è rappresentato dal caso del solo tombamento con portata idrologica in ingresso. Lo scenario non considera i muretti in sinistra presenti a monte del tombamento stesso, ritenuti facilmente abbattibili in caso di piena. La dinamica delle esondazioni per Tr30 anni è riportata da Figura 5-1 a Figura 5-4. Principalmente le insufficienze sono attribuibili al T. Bicchieraia e non all T. Castro.



Figura 5-1 Esondazioni per Tr30 a t=1h e 30 min



**Figura 5-2 Esondazioni per Tr30 a t=1h e 40 min**



**Figura 5-3 Esondazioni per Tr30 a t=1h e 50 min**



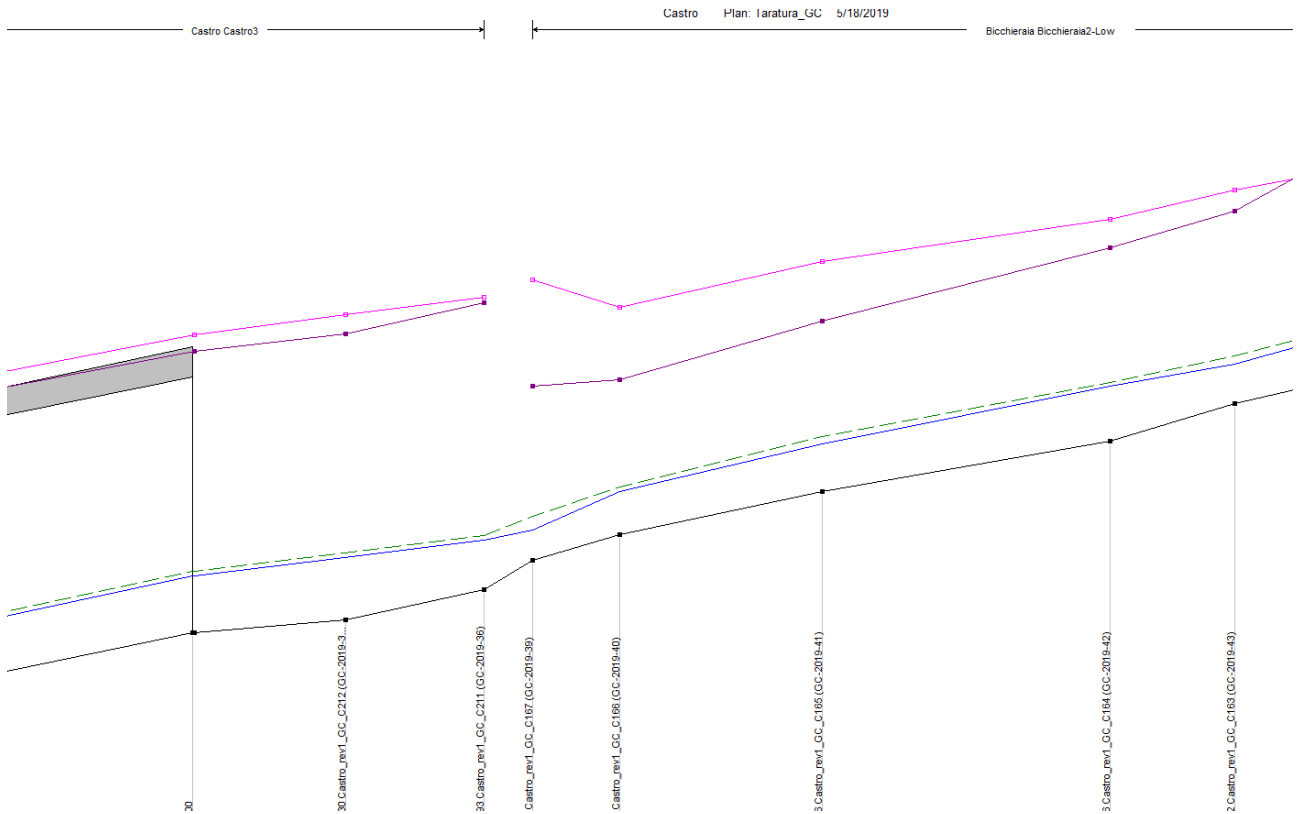


**Figura 5-4 Esondazioni per Tr30 a t=2h e 00 min**

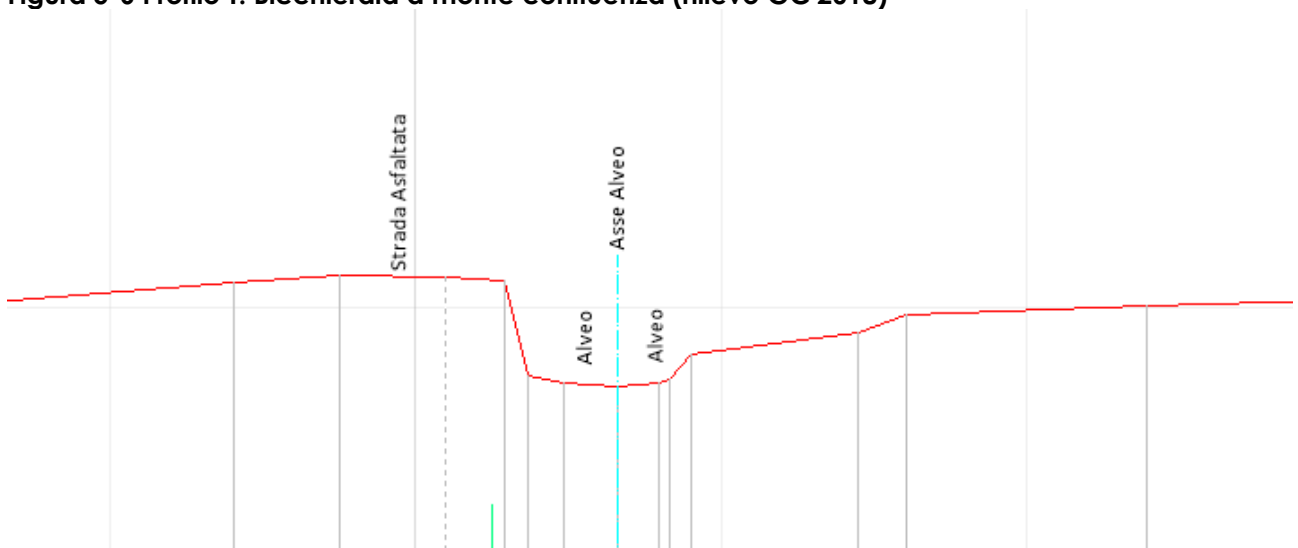


**Figura 5-5 Esondazioni massime per Tr=30 anni**

Tale andamento appare coerente con la geometria del corso d'acqua. Il T. Bicchieraia a monte della confluenza presenta la sponda destra a quota inferiore rispetto a quella sinistra (Figura 5-6 e Figura 5-7).



**Figura 5-6 Profilo T. Bicchieraia a monte confluenza (rilievo GC 2018)**



**Figura 5-7 Sezione T. Bicchieraria a monte della confluenza con il T. Castro**

Il caso più generale, che analizza i corsi d'acqua in un ambito più ampio assieme alle aste secondarie (che presentano tratti tombati e numerosi attraversamenti) evidenzia insufficienze in prevalenza della rete minore. Di seguito si riporta l'evoluzione per  $Tr=30$  anni (Figura 5-8 a Figura 5-11).



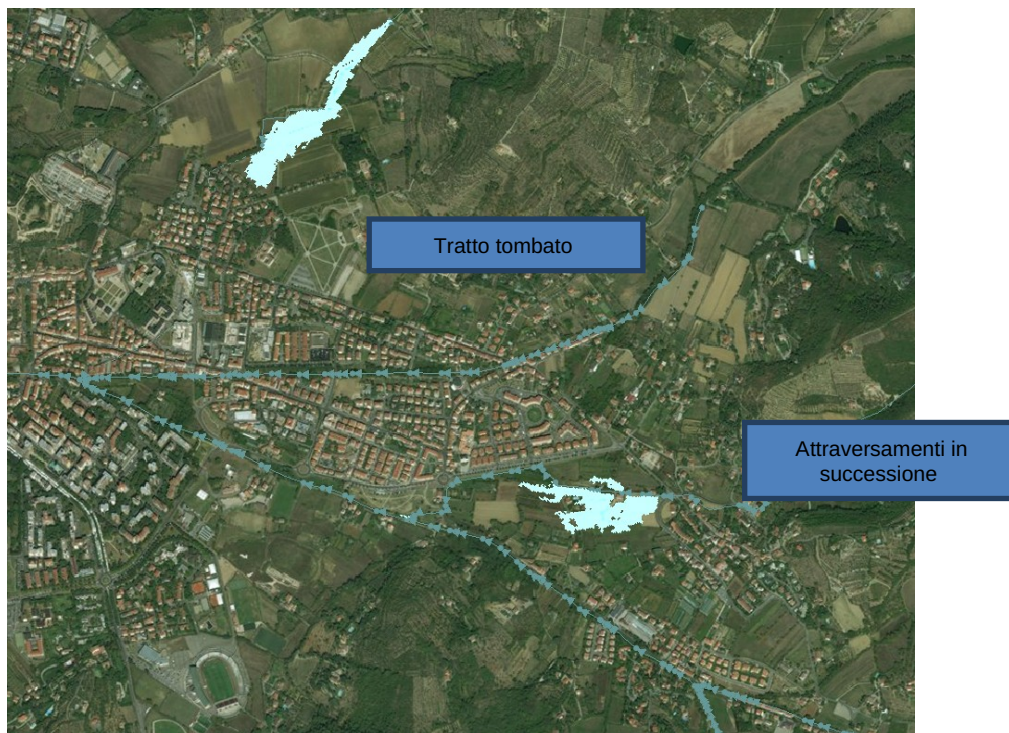


Figura 5-8 Andamento delle esondazioni a  $t=1h:30min$  per  $Tr=30$  anni



Figura 5-9 Andamento delle esondazioni a  $t=2h:00min$  per  $Tr=30$  anni





**Figura 5-10 Andamento delle esondazioni a  $t=2h:30min$  per  $Tr=30$  anni**



**Figura 5-11 Andamento delle esondazioni a  $t=3h:00min$  per  $Tr=30$  anni**

Il valore massimo delle esondazioni per  $Tr=20$  in questo scenario è riportato in Figura 5-12



**Figura 5-12 Esondazioni massime per  $Tr=30$  anni**

Pertanto, le esondazioni in prossimità della confluenza tra T. Castro e T. Bicchieraia per  $Tr$  30 anni sono attribuibili prevalentemente al reticolo secondario (i cui dati topografici sono stati presi dal Lidar integrandoli per i principali attraversamenti con un rilievo specifico) e sono riconducibili principalmente a problematiche di drenaggio urbano.

### **Confluenza T. Covole-F. Peneto**

Si riportano di seguito gli scenari di esondazione del Peneto e Covole per  $Tr30$ . i dati del Covole (Figura 5-13) sono stati presi da un rilievo che ha posto diversi problemi di interpretazione (essendo disponibile la cartografia dei punti rilevati ma non le sezioni interpolate). Ne è derivato un assetto del corso d'acqua con sponde irregolari che presentano numerosi avvallamenti origine delle principali esondazioni (Figura 5-14).



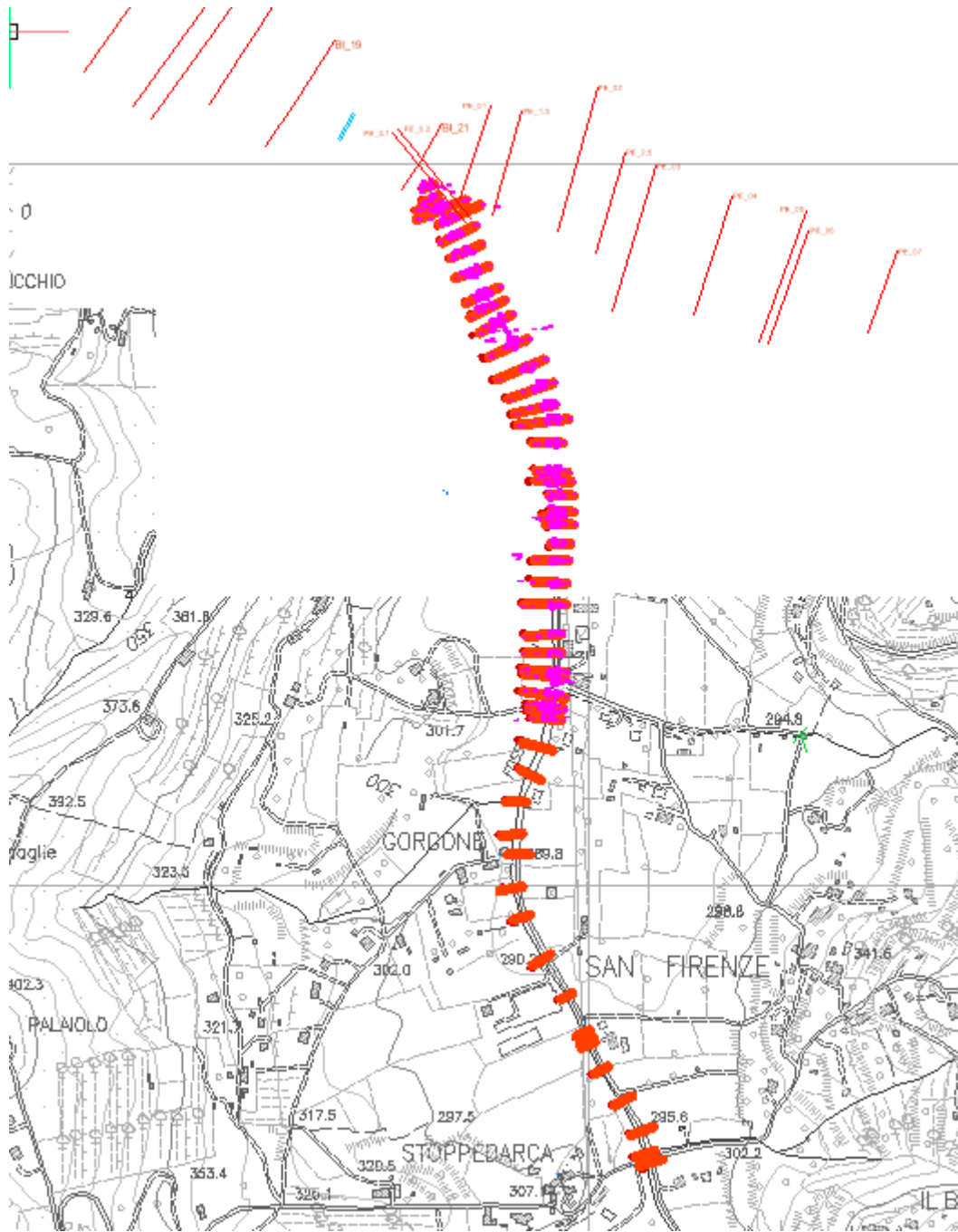
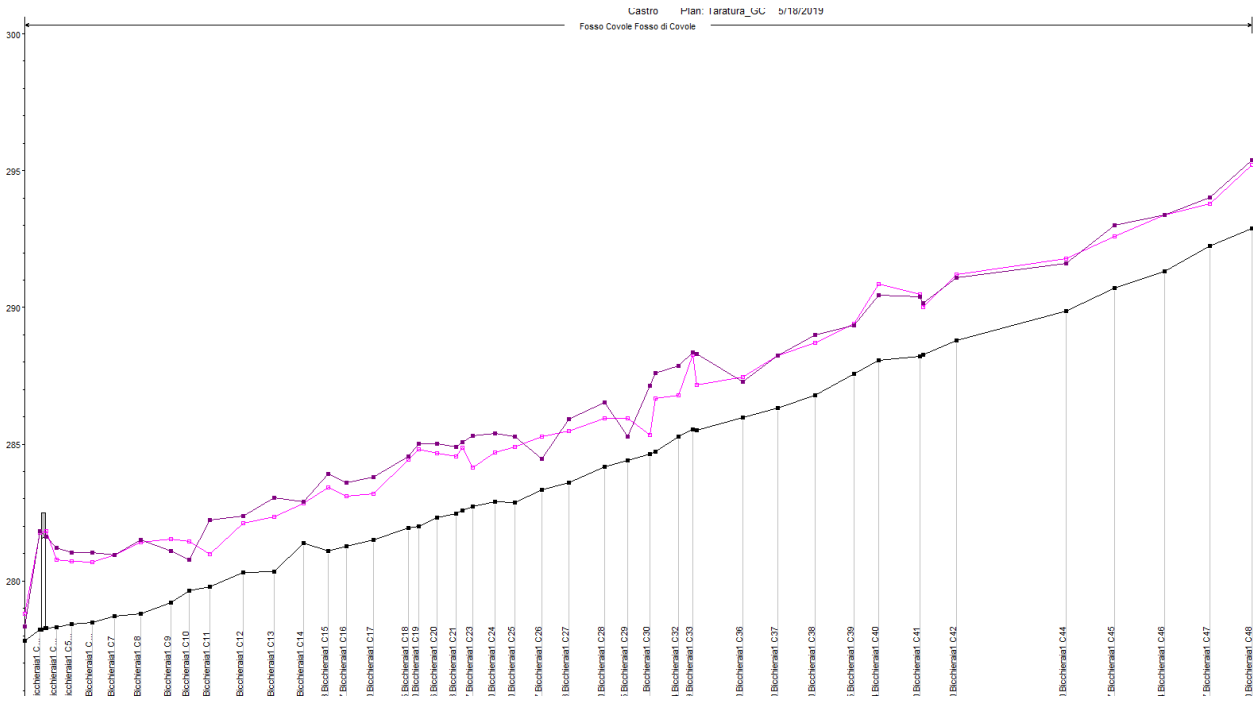


Figura 5-13 Dati del rilievo del Covole





**Figura 5-14 Profilo del Covole determinato con i rilievi messi a disposizione**  
 L'andamento temporale delle esondazioni conferma quest'assetto topografico (da Figura 5-15 a Figura 5-17).



**Figura 5-15 Andamento delle esondazioni Covole e Peneto a t=1h:30min per Tr=30 anni**



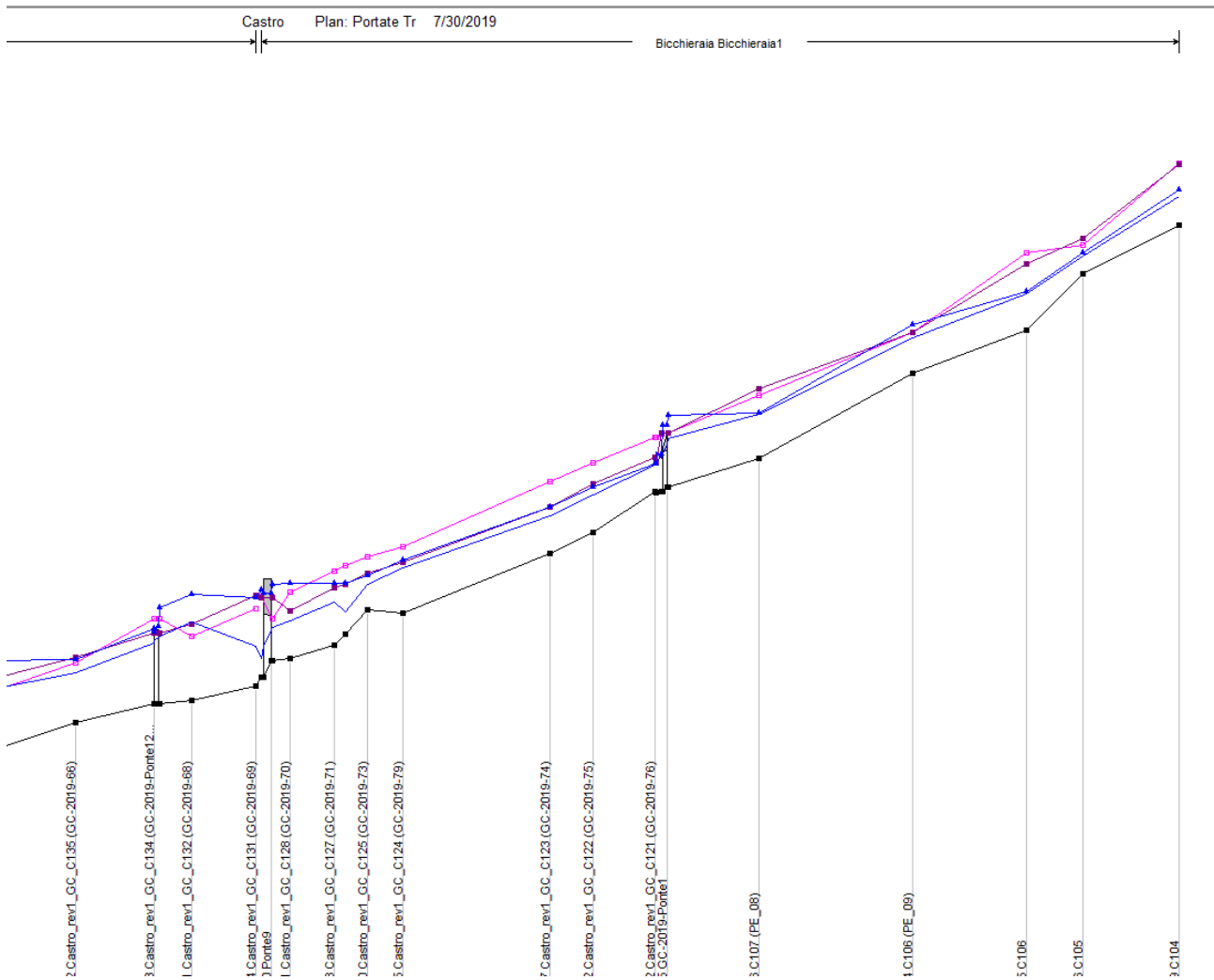
**Figura 5-16** Andamento delle esondazioni Covole e Peneto a t=2h:00min per Tr=30 anni



**Figura 5-17** Esondazioni massime per Tr30 anni per Covole e Peneto

RTP: Studio D:RH - CRITERIA SRL - Agostino Zanelli Quarantini - Matteo Scamporrino - Luca Di Figlia

Sul Fosso Peneto invece non sussistono particolari criticità per Tr30 anni, cosa è confermata anche dai profili a moto permanente (svolto con il software HecRas). In questo caso i rilievi sono relativi ai dati forniti dal Genio Civile e relativi al 2018 (Figura 5-18).

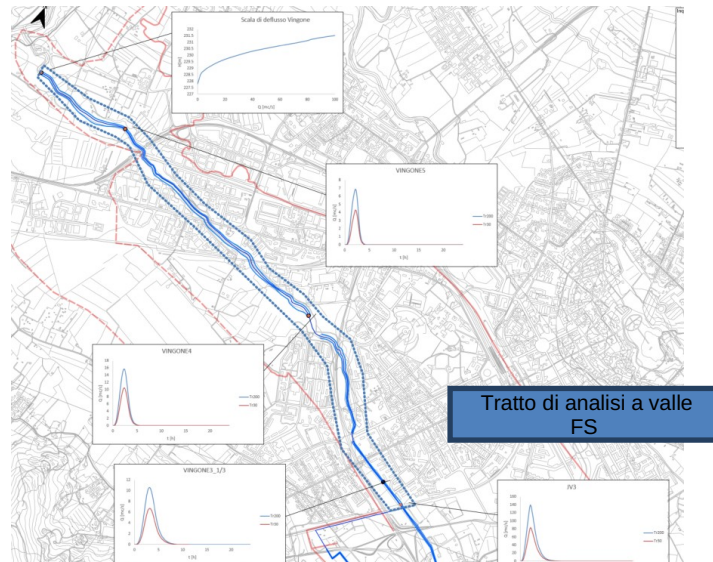


**Figura 5-18 Profilo liquido in moto permanente del Fosso di Peneto**

### Torrente Vingone a Valle della Ferrovia

Come evidenziato in precedenza ed in maniera analoga al Castro è stata effettuata un'analisi del tratto a valle della ferrovia con portata in ingresso di tipo idrologica (senza sottrazione a monte). In Figura 5-19 è indicato il perimetro di questo tratto di analisi. E' sicuramente uno scenario cautelativo, analizzato per non tenere conto delle significative esondazioni a monte che di diminuiscono sensibilmente le portate di deflusso a valle (come analizzato nello scenario esteso all'intero tratto- Figura 5-20). A titolo di esempio la portata che rimane in alveo a valle della ferrovia del Vingone è di circa 6 mc/s (Figura 5-21) a fronte di una portata idrologica di circa 44mc/s. Per questo è stata svolta un'analisi con due scenari opposti che costituiscono due estremi dell'andamento delle esondazioni.



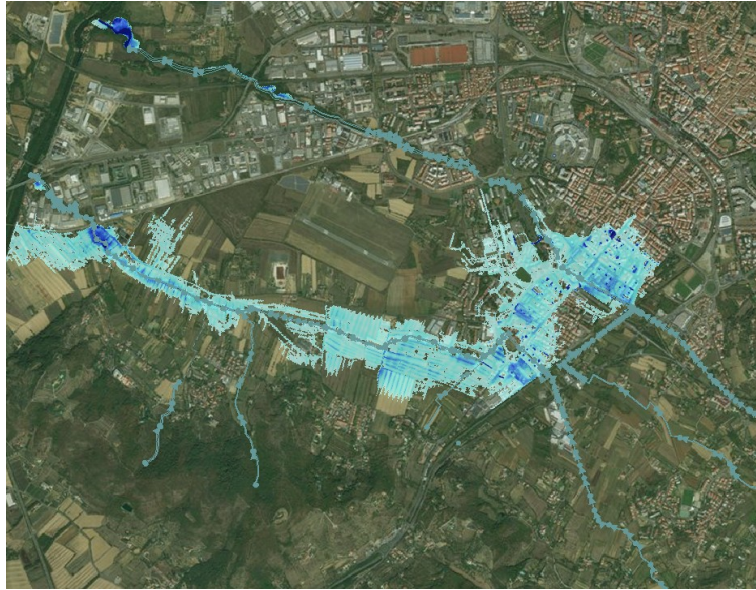


**Figura 5-19 Schema di analisi della sola asta a valle**



**Figura 5-20 Caso di analisi dell'intera asta**





**Figura 5-21 Caso di analisi della sola asta a valle ferrovia**

### 3 DEFINIZIONE DELLE PERICOLOSITA'

#### 3.1 Quadro normativo di riferimento

La definizione della pericolosità idraulica è stata realizzata sulla base del quadro normativo regionale vigente di seguito richiamato:

- Legge regionale 24 luglio 2018, n. 41: Disposizioni in materia di rischio di alluvioni e di tutela dei corsi d'acqua in attuazione al decreto legislativo 23 febbraio 2010, n.49 (Attuazione della direttiva 2007/60/CE relativa alla valutazione alla gestione dei rischi di alluvioni). Modifiche alla l.r. 80/2015 e alla l.r. 65/2014;
- Decreto del Presidente della Giunta Regionale 25 ottobre 2011, n. 53/R: Regolamento di attuazione dell'articolo 62 della legge regionale 3 gennaio 2005, n.1 (Norme per il governo del territorio) in materia di indagini geologiche;
- Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni (PGRA) del Distretto dell'Appennino Settentrionale (ai sensi di: direttiva 200/60/CE, decreto legislativo 49/2010, decreto legislativo 152/2066, decreto legislativo 219/2010).

Al fine di rappresentare organicamente le definizioni delle classi di pericolosità idraulica, descritte nei diversi testi normativi sopra richiamati, si fornisce la Tabella 5-1 di corrispondenza.

**Tabella 5-1 - Classi di pericolosità secondo il quadro normativo di riferimento**

L.R. 53/R - 2011		L.R. 41/2018		PGRA	
Pericolosità	Tr [y]	Pericolosità	Tr [y]	Pericolosità	Tr [y]
Pericolosità idraulica molto elevata (I.4)	≤30	Aree a pericolosità per alluvioni frequenti	≥30	Pericolosità da alluvione elevata (P3)	≤30
Pericolosità idraulica elevata (I.3)	30÷200	Aree a pericolosità per alluvioni poco frequenti	≥200	Pericolosità da alluvione media (P2)	30÷200
Pericolosità idraulica media (I.2)	200÷500			Pericolosità da alluvione bassa (P1)	≤500

#### 3.2 Metodologia adoperata per la definizione della pericolosità idraulica

Ai fini della perimetrazione delle aree a pericolosità idraulica relative al reticolo modellizzato dal presente studio, si è proceduto con un'interpretazione grafica degli output di battente idraulico forniti dal modello. Tali output, disponibili in formato raster individuano anche le aree di esondazione, in maniera discreta, in analogia con le informazioni fornite in input (riguardanti l'andamento topografico del terreno). Di conseguenza gli output grezzi forniti dal modello si presentavano in maniera difficilmente adattabile alle esigenze di interpretazione a scala urbanistica. Perciò si è avuta la necessità di interpretare quei dati in funzione delle caratteristiche reali del territorio, ottenibili grazie ad un'analisi combinata dei dati a disposizione (quali modello digitale del terreno, ortofoto, carta tecnica regionale) e grazie alla conoscenza diretta del territorio ottenuta mediante più sopralluoghi.

Le aree a pericolosità sono state dunque determinate alla scala di studio analizzando i dati forniti in funzione della morfologia del territorio; in particolare come discriminante per

la scelta della inclusione di porzioni di territorio all'interno delle aree a pericolosità (in particolare in corrispondenza dei bordi delle aree relative al battente idraulico) è stata utilizzata la differenza tra la quota altimetrica del suolo tra due punti contigui e il valore di battente idraulico nella zona adiacente: nel caso in cui la differenza di quota fosse stata maggiore, nei limiti di una tolleranza dell'ordine di  $10^{-3}$  m, del livello del battente idraulico, si è ritenuto di tenere la zona al di fuori delle aree a pericolosità. Questo criterio è stato adoperato in ultima analisi, dopo aver adottato quelli di massima cautela e di omogeneizzazione del dato rappresentato.

### **3.3 Interpretazione della sovrapposizione con le aree a pericolosità idraulica secondo PGRA**

La modellazione idraulica del presente studio ha interessato esclusivamente i tratti che attraversavano o erano tangenti alle aree urbanizzate e urbanizzabili descritte dal Piano Strutturale, ad esclusione del Fiume Arno, del Canale Maestro della Chiana e del Torrente Cerfone in località Palazzo del Pero. Per tutti gli altri tratti è stata adoperata la rappresentazione vigente, ossia quella definita dagli scenari del PGRA del Distretto Idrografico dell'Appennino Centrale e del Distretto Idrografico dell'Appennino Settentrionale.

Nelle zone di sovrapposizione tra i due strati informativi (aree a pericolosità determinate dal presente studio e aree a pericolosità vigenti del PGRA), in prossimità delle aree di pericolosità relative ai tratti esclusi sopra citati, si è scelta la perimetrazione più gravosa tra quelle disponibili.

Inoltre, poiché il presente studio si è occupato della sola perimetrazione delle aree a pericolosità per  $Tr \leq 30$  y e per  $Tr \leq 200$  y, si è adottata la pericolosità di livello inferiore (per  $Tr \leq 500$  y) proveniente dal PGRA, sia nelle aree già perimetrate da esso, che in quelle eventualmente declassate grazie al nuovo studio realizzato a scala di maggior dettaglio rispetto a quello esistente.

#### 4 DEFINIZIONE DELLA MAGNITUDO

L'ultimo aggiornamento normativo regionale in tema di protezione idraulica del territorio, la L.R. 41/2018, introduce anche il nuovo concetto di magnitudo idraulica, la cui definizione è fornita all'art. 2 comma 1, lett. h, h1, h2, h3.

Per le aree a pericolosità per alluvioni poco frequenti viene definita anche la magnitudo idraulica in funzione dei parametri di battente idraulico [m] e di velocità [m/s] secondo la suddivisione riportata nella Tabella 6-1.

**Tabella 6-1 - Classificazione della magnitudo idraulica secondo battente idraulico e velocità**

<b>MAGNITUDO</b>	<b>Battente [m]</b>	<b>Velocità [m/s]</b>
<b>Magnitudo idraulica moderata</b>	$B \leq 0.5$	$V \leq 1.0$
	$B \leq 0.3$	No Data
<b>Magnitudo idraulica severa</b>	$B \leq 0.5$	$V > 1.0$
	$0.5 < B \leq 1.0$	$V \leq 1.0$
	$0.3 < B \leq 0.5$	No Data
<b>Magnitudo idraulica molto severa</b>	$0.5 < B \leq 1.0$	$V > 1.0$
	$B > 1.0$	$V \leq 1.0$ oppure $V > 1.0$
	$B > 0.5$	No Data

##### 4.1 Determinazione della magnitudo idraulica nelle aree oggetto di modellazione idraulica

Ai fini di una corretta analisi dei dati necessari per la determinazione della magnitudo idraulica nelle aree a pericolosità per alluvioni poco frequenti, è doveroso riportare la procedura di interpretazione del battente idraulico resa necessaria in alcune zone a superficie limitata.

Nel caso delle aree oggetto del presente studio, che hanno sfruttato come uno tra i dati di input della modellazione idraulica, il modello digitale del terreno a risoluzione 1 m, nelle zone dove fosse disponibile, si è ottenuta una risoluzione elevata, ma affetta in rari casi da alcune aberrazioni legate allo stesso DTM. In particolare, come nel caso rappresentato in Figura 7-1, è possibile notare la presenza di avvallamenti irreali, di seguito denominato falso sink, legato ad una riclassificazione scorretta dei volumi edificati durante la procedura di interpretazione del rilievo LIDAR. In particolare l'elemento rappresentato corrisponde ad una zona dove è stato realizzato un centro commerciale, così come si può capire dall'ortofoto relativa alla stessa zona, riportata in Figura 7-2.

Tale aberrazione ha affetto in maniera negativa il risultato del modello idraulico, relativo a queste superfici ridotte, in particolare per quanto riguarda il battente idraulico, così come visibile in Figura 7-3.

Il dato di velocità, viceversa, non è stato affetto in maniera negativa da tali errori nel dtm.

Grazie all'analisi fotointerpretativa, e grazie all'informazione fornita dallo stesso battente, è stato possibile mettere a punto una procedura di correzione di tali sink, come di seguito descritto.

Oltre a queste correzioni specifiche, si è ritenuto opportuno omogeneizzare il dato raw di battente idraulico secondo le perimetrazioni della pericolosità, effettuate secondo i criteri



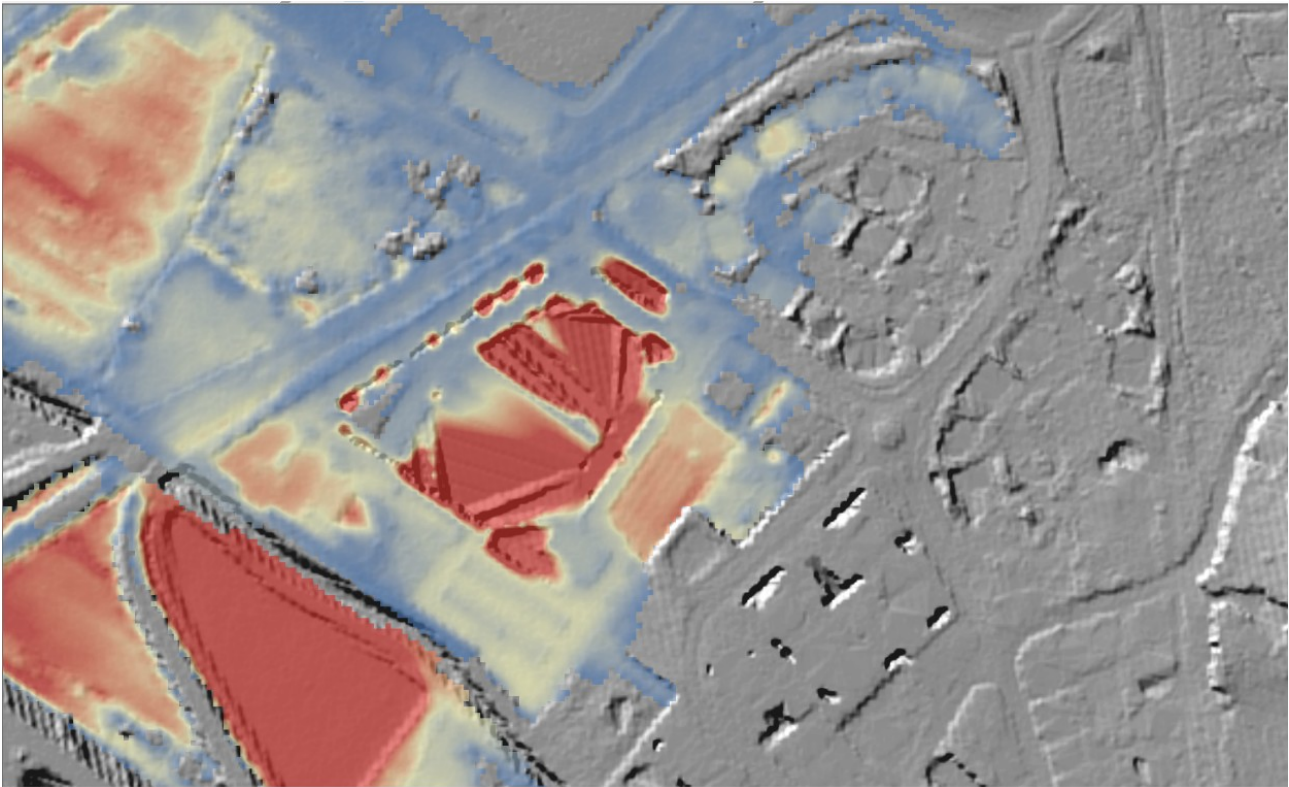
di cui al paragrafo precedente; questa procedura è stata effettuata anche per il dato di velocità, così come descritto nel paragrafo successivo.



**Figura 7-1 - Esempio di aberrazione del modello digitale del terreno in corrispondenza di un volume edificato.**



**Figura 7-2 - Ortofoto dell'area di falso sink, di cui alla Figura 6-1.**



**Figura 7-3 - Effetto del falso sink nell'output del modello idraulico (Battente idraulico [m]); il colore rosso rappresenta aree a battente maggiore.**

#### **4.2 Procedura interpretativa del dato output del modello idraulico (battente [m] e velocità [m/s]) finalizzata alla implementazione del dato *Magnitudo idraulica***

- Analisi spaziale di comparazione tra dato raster in output dal modello idraulico (Battente idraulico [m]) e modello digitale del terreno (DTM): individuazione delle incongruenze giudicate discendenti da imperfezioni del DTM originario (ad es. aree no-data e/o falsi sink derivanti da interpolazioni ed elaborazioni del DSM originario);
- Creazione di un file vettoriale poligonale coincidente con le aree di imperfezione del DTM, che condizionano i dati raster del Battente Idraulico (aree no-data derivanti da differenze altimetriche poco significative rispetto alle aree circostanti o battenti elevati generati da depressioni topografiche corrispondenti a manufatti insediativi): procedura eseguita tramite interpretazione dell'operatore relativa ai dati a disposizione (battente, DTM, hillshade, ortofoto, carta tecnica regionale). Il file ottenuto costituisce una maschera per le successive analisi;
- Trasformazione del battente idraulico in file vettoriale puntuale (tramite tool *Raster to Point*);
- Rimozione dal file puntuale delle aree relative alla maschera di cui sopra;

- Procedura di interpolazione spaziale del dato puntuale così ottenuto tramite metodologia IDW (*Inverse Distance Weighted*) relativamente alle zone che risultavano prive di dati (o per evidenza della presenza di un'aberrazione nel DTM, o perché ricadenti in un'area valutata comunque a pericolosità idraulica); contestuale trasformazione del file puntuale ritagliato in file raster (*tool Point to Raster*);
- Trasformazione del dato raster interpolato in dato puntuale;
- Ritaglio del dato puntuale interpolato in corrispondenza delle aree con dati mancanti;
- Trasformazione del dato puntuale in dato raster;
- Mosaico dei due raster: dato interpolato e dato originario corretto, sulla base del dato originario: quest'ultima operazione dà origine al raster del **“battente corretto”**, ottenendo in questo modo un dato spaziale rappresentativo di ambiti più omogenei per valori di battente idraulico.
- Procedimento analogo effettuato per il raster della velocità (con la differenza che quest'ultimo dato non era influenzato in maniera sensibile dalle imprecisioni del DTM, perciò le interpolazioni sono state necessarie solamente nelle zone in cui si è ritenuto di estendere la pericolosità per coerenza spaziale). A valle di questo procedimento si è ottenuto un raster di velocità corretto con estensione coincidente a quella della pericolosità idraulica.
- Avendo eliminato sostanzialmente i NoData sia nel raster del battente Idraulico che in quello della velocità, è stata ricreata una classificazione come di seguito, ai fini della determinazione del grado di magnitudo idraulica:

**Tabella 6-2 - Classificazione della Magnitudo idraulica in mancanza di NoData per i valori di velocità**

<b>Magnitudo</b>	<b>Battente [m]</b>	<b>Velocità [m/s]</b>
Magnitudo idraulica moderata	$B \leq 0.5$	$V \leq 1.0$
Magnitudo idraulica severa	$B \leq 0.5$	$V > 1.0$
	$0.5 < B \leq 1.0$	$V \leq 1.0$
Magnitudo idraulica molto severa	$0.5 < B \leq 1.0$	$V > 1.0$
	$B > 1.0$	$V \leq 1,0$ oppure $V > 1,0$

- Sulla base della precedente tabella sono stati riclassificati i raster di velocità e di battente idraulico, creando una classe per ognuno dei tre possibili range di battente, e una classe per ognuno dei due possibili range di velocità.



- Tramite il *raster calculator* è stato dunque possibile creare raster differenti, impostando le condizioni di cui sopra, relativi alle tre severità di magnitudo idraulica.

#### **4.3 Procedura interpretativa dei dati a disposizione relativi al Canale Maestro della Chiana e al Torrente Cerfone per la determinazione delle aree a Magnitudo idraulica.**

Per quanto riguarda il Canale Maestro della Chiana erano disponibili i dati di *Water Surface Elevation* e di *Velocity* ottenuti dal modello idraulico utilizzato per la determinazione delle aree a pericolosità nel suddetto canale, in corrispondenza di sezioni note. Per adoperare questi valori riferiti alle sezioni si è stabilito di associare al punto centrale della sezione, preso convenzionalmente come punto più basso dell'alveo in esame, la quota di livello della superficie idrica rispetto al livello del mare. Grazie a questa attribuzione è stato possibile adoperare una procedura di interpolazione spaziale analoga a quella descritta nel paragrafo precedente, che sfrutta il tool dell'IDW, per ottenere i valori di battente per l'intero ambito di interesse del corso d'acqua. Si è proceduto quindi a calcolare la differenza tra il raster così ottenuto e il dtm a 1 m sottostante (tramite il *Raster Calculator*): sono stati quindi selezionati solo i pixel con valori positivi, che perciò indicassero le zone dove il battente idraulico interpolato fosse a una quota maggiore rispetto al piano campagna. I valori positivi di questo raster differenza sono stati poi interpolati nelle zone a pericolosità idraulica per alluvioni poco frequenti (determinate con la procedura di cui al par. Interpretazione della sovrapposizione con le aree a pericolosità idraulica secondo PGRA), per ottenere un dato coerente con quello calcolato nelle aree modellizzate.

Per l'analisi della velocità è stata sufficiente un'interpolazione del dato all'ambito di interesse del corso d'acqua e un adattamento alle aree di pericolosità; in particolare, nella zona del Canale Maestro della Chiana i valori ottenuti sono risultati ovunque maggiori di 1.0 m/s; per questa ragione, nella zona in analisi, non si è ottenuta alcuna area interessata da magnitudo idraulica moderata, ma solo dalle due classi superiori.

Tramite la consueta riclassificazione e l'utilizzo dello strumento di *Raster Calculator* è stato possibile quindi definire le classi di magnitudo idraulica.

Nelle aree a pericolosità per alluvioni poco frequenti del Torrente Cerfone, fornite dal Distretto Idrografico dell'Appennino Centrale, è stato invece adoperato il criterio presentato all'art. 18 comma 2 lett.b della L.R. 41/2018, relativo alla determinazione della magnitudo nelle aree in cui il battente di riferimento non sia determinato. In particolare esso riporta che “[..]nei casi in cui non sia determinabile la quota in alveo della superficie dell'acqua dell'evento alluvionale poco frequente, (si assume) il battente pari a 2 metri”. E' stato quindi attribuito il valore della quota altimetrica del terreno addizionato di 2 m, ai punti costituenti il reticolo idrografico d'interesse, e si è creato un raster tramite l'interpolazione (IDW) di questi punti nelle aree contigue al corso d'acqua. Con l'utilizzo del *raster calculator* per determinare la differenza tra il battente idrico calcolato e la quota altimetriche del terreno, si è ottenuto un ulteriore dato discreto, di cui sono state selezionate solo i pixel con valori positivi. Il battente così ottenuto è stato quindi omogeneizzato rispetto alle aree a pericolosità per alluvioni poco frequente.

Nel caso del Torrente Cerfone non era però possibile in alcun modo ricavare il dato di velocità, perciò gli unici casi analizzati sono stati quelli relativi alle righe di NoData della Tabella 6-1, al fine di ricavare la magnitudo idraulica.



## 5 AREE PRESIDATE DAI SISTEMI ARGINALI E FASCE DI TUTELA

Ai sensi dell'art. 2 comma 1 lett. s, sono state determinate le aree presidiate dai sistemi arginali, parallelamente alle fasce di tutela dei corsi d'acqua, di cui all'art. 3 comma 1 della L.R. 41/2018.

E' significativo qui precisare che l'analisi che si è portata avanti per l'individuazione di questi tematismi, è legata a una procedura di interpretazione spaziale. In particolare si evidenzia che la determinazione spaziale delle fasce di tutela in sito dovrà essere condotta mediante rilievo diretto a partire dalla individuazione fisica degli elementi idrici di cui all'art. 3 della L.R. 41/2018. Il suddetto articolo infatti fa riferimento alla individuazione di "[..]due fasce di larghezza di dieci metri dal piede esterno dell'argine o, in mancanza, dal ciglio di sponda dei corsi d'acqua del reticolo idrografico di cui all'articolo 22, comma 2, lettera e, della legge regionale 27 dicembre 2012, n.79."

L'elaborazione che si descrive qui, funzionale alla costruzione della *carta delle aree presidiate dai sistemi arginali e fasce di tutela dei corsi d'acqua*, può essere affetta da imprecisioni legate agli strumenti informativi geografici a disposizione, alla scala di analisi e di rappresentazione; questi limiti devono infatti essere superati con la determinazione sul terreno caso per caso, conducendo un rilievo diretto nel sito di interesse.

Per la determinazione dei sistemi arginali esistenti si è sfruttato il dato fornito dal modello digitale del terreno, in forma di hillshade, l'informazione dell'ortofoto, e la conoscenza diretta dei luoghi, adottando le sezioni rilevate e utilizzate nel del modello idraulico.

Anche in questo caso, una volta determinato il piede esterno dell'argine sotto forma di shapefile lineare dotato di quota altimetrica, si è proceduto con una interpolazione spaziale (IDW) della sua quota rispetto al livello del mare aumentata di 2 m, fino al limite esterno prescritto pari a 300 m (art. 2 comma 1 lett. s) della L.R. 41/2018). Calcolata la differenza tra le quote così ottenute e il DTM sottostante, e selezionati solo i pixel contenenti valori positivi, si sono potute perimetrare in corrispondenza le aree presidiate dai sistemi arginali.

Le fasce di tutela dei corsi d'acqua comprendono gli alvei, le golene, gli argini e le aree di larghezza pari a 10,0 m a partire dal ciglio di sponda dei corsi d'acqua del reticolo idrografico di riferimento; In questi termini le zone di fondo valle, in particolare dei corsi d'acqua affluenti al Fiume Arno e al Canale Maestro della Chiana, presentano le fasce di tutela più estese del reticolo idrografico studiato.

## 6 OPERE DI MITIGAZIONE DAL RISCHIO IDRAULICO

Nella tabella è riportato lo stato di avanzamento della progettualità relativa alla mitigazione idraulica del Comune di Arezzo.

**Tabella 8-1 - Stato di avanzamento progettualità di mitigazione idraulica Comune di Arezzo**

Progetto	Ente competente	Stato progetto	Rappresentazione	Note
Cassa di espansione sul Torrente Castro in località Cognaia	Comune di Arezzo	realizzato	Tav. B3.12	
Realizzazione della cassa di espansione Torrente Sellina e riprofilatura tratto pensile adiacente	Regione Toscana	definitivo		
Scolmatore Fosso Pergolacce loc.Antria	Comune di Arezzo	in fase di realizzazione	Tav. B3.12	lavori aggiudicati e previsto inizio lavori a breve con durata dei lavori pari a 60 giorni
Interventi per la riduzione del rischio idraulico nel tratto terminale del Rio Valtina – Cassa di espansione	Comune di Arezzo	definitivo	Tav. B3.12	
Cassa di espansione Torrente Bicchieraia – deviazione Torrente Peneto	Regione Toscana	in fase di realizzazione		
Interventi atti a ridurre il rischio idraulico sul Torrente Cerfone in località Palazzo del Pero	Provincia di Arezzo	realizzato		
Riduzione rischio idraulico sulle aree contermini al Rio Sellina in località Montagnoro- Stralcio I	Provincia di Arezzo	realizzato		
Riduzione rischio idraulico sulle aree contermini al Rio Sellina località Montagnoro - Stralcio III	Regione Toscana	preliminare		
Lavori di adeguamento Borro di Covole – Borro Casacce	Regione Toscana	in fase di realizzazione		
Interventi di sistemazione del Rio Valtina stralcio I – sistemazione di un tratto d'alveo pensile posto a monte dell'attraversamento sulla strada comunale del Colle	Consorzio di bonifica	realizzato	Tav. B3.12	
Interventi di sistemazione del Rio Valtina - stralcio II –restante tratto di alveo pensile dalla località Caselle alla confluenza con il Torrente Vingone	Consorzio di bonifica	esecutivo		
Torrente Frassina e reticolo minore in Località Ca de Cio	Provincia di Arezzo	preliminare		
T. Gavardello-Frassina Viale Santa Margherita-prolungamento tangenziale	Comune di Arezzo	in fase di realizzazione	Tav. B3.12	
Reticolo minore Via Romana	Consorzio di bonifica	Esecutivo		
T.Castro – Viale Santa Margherita	Nuove Acque spa	esecutivo		
Via Salvadori . Via Padre Teodosio	Consorzio di bonifica	Esecutivo		