



UNIONE DEI COMUNI DELLA VAL DI BISENZIO

PROVINCIA DI PRATO

Studio idraulico di supporto alla formazione del Piano Strutturale Intercomunale e per i Piani Operativi dei comuni di Vaiano, Vernio e Cantagallo.

VERBALE DELLA CONFERENZA DEI SERVIZI ISTRUTTORIA in forma semplificata in modalità asincrona, ai sensi dell'art.14 e segg. della Legge n.241/1990, tenutasi in data **15 giugno 2021** in videoconferenza.

Con propria nota prot.n.1782 del 20/04/2021 il Responsabile dell'Ufficio Associato di Piano dell'Unione dei Comuni della Val di Bisenzio, nonché Responsabile Unico del Procedimento dell'intervento in oggetto, procedeva all'**indizione** della Conferenza dei Servizi istruttoria, in forma semplificata ed in modalità asincrona, ai sensi dell'art.14, co.2, della Legge n.241/1990, per acquisire tutti i pareri necessari sul progetto di cui in oggetto, come qui di seguito indicati:

- Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Settentrionale;
- Autorità di Bacino Distrettuale del Fiume Po;
- Regione Toscana Dir. Difesa del Suolo e Protezione Civile - Settore Genio Civile Valdarno Centrale;

A tal fine si rendevano disponibili agli Enti sopra indicati, in via telematica, gli elaborati di progetto di seguito elencati:

- Valutazione idrologica dello Studio Idraulico Comuni di Vernio, Vaiano e Cantagallo;
- Cartografia con indicati i corsi d'acqua secondari proposti per lo studio;

Entro il termine del 13/03/2021 stabilito al momento della indizione della Conferenza, **non pervenivano** determinazioni da parte dei soggetti coinvolti, poiché a seguito di contatti telefonici e precedenti impegni inderogabili viene deciso da parte degli uffici coinvolti a presenziare alla riunione indetta per il 15/06/2021;

Entro il termine del 15/06/2021 **risultava pervenuto** un parere da parte della Regione Toscana Dir. Difesa del Suolo e Protezione Civile - Settore Genio Civile Valdarno Centrale, contenente le seguenti indicazioni:

- Relativamente alle condizioni al contorno di monte, si ritiene debba essere concordata in sede di Conferenza dei Servizi, di concerto con l'Autorità di Distretto, la metodologia più idonea a rappresentare il bacino in esame sulla base dei risultati documentati nella relazione "Valutazioni Idrologiche";
- Relativamente ai corsi d'acqua di cui si propone di effettuare la modellazione idraulica, di cui allo shapefile fornito, si richiede di aggiungere i seguenti, in ragione del fatto che essi attraversano in tombamento aree urbane di cui si ritiene debbano essere approfonditi gli aspetti legati al transito delle piene:
 - Rio della Briglia, incluso il suo affluente Fosso di Pupigliano;
 - Fosso delle Fornaci;
 - Fosso Trescelle;
- Per tutti gli altri corsi d'acqua appartenenti al reticolo idrografico della Regione Toscana per i quali non è prevista la modellazione idraulica, devono comunque essere definiti, in ottemperanza alle Direttive tecniche di cui alla DGR 31/2020, gli ambiti territoriali di fondovalle posti in situazione morfologicamente sfavorevole, di norma a quote altimetriche inferiori a metri 2 sopra il piede esterno dell'argine o, in mancanza, sopra il ciglio di sponda;
- per i tutti i corsi d'acqua che presentano tratti tombati interferenti con aree urbanizzate, è necessario procedere a specifiche valutazioni finalizzate a definire le modalità di gestione degli stessi e le misure di protezione civile volte a gestire le situazioni di rischio, in ottemperanza alle disposizioni di cui agli articoli 4, 5 e 6 della L.R. 41/18.

Nella medesima comunicazione veniva inoltre delegato a partecipare alla Conferenza il Geol. Andrea Salvadori.

Alle ore 10:00 del giorno 15/06/2021 alla Conferenza, radunata per l'occasione in videoconferenza, risultano presenti e legittimamente rappresentati:

- per il l'Unione dei Comuni..... *Arch. Daniele Crescioli*;
- per la Regione Toscana..... *Geol. Andrea Salvadori, formalmente delegato, Geol. Andrea Reggiannini, Ing. Annamaria Innocenti*;
- Per l'Autorità di Bacino..... *Geol. Roberto Spicchi*

Partecipa alla conferenza, in qualità di progettista, l'Ing. David Malossi dello studio A4 Ingegneria, incaricato della redazione dello studio idraulico di supporto alla formazione del piano strutturale intercomunale e del piano operativo per i Comuni di Vaiano, Vernio e Cantagallo.



UNIONE DEI COMUNI DELLA VAL DI BISENZIO

PROVINCIA DI PRATO

L'Ing. Malossi inizia la conferenza relazionando sull'impostazione data allo studio dei corsi d'acqua secondari, specificando che è opportuno in questa sede concordare con gli enti intervenuti lo scenario univoco di progettazione e valutazione del rischio idrologico.

I soggetti intervenuti alla conferenza prendono atto della nota trasmessa dalla Regione Toscana - Dir. Difesa del Suolo e Protezione Civile - Settore Genio Civile Valdarno Centrale, che fundamentalmente approva quanto proposto nella documentazione prodotta dal professionista, con l'indicazione di approfondire lo studio di tre ulteriori corsi d'acqua secondari intubati, di definire gli ambiti territoriali di fondovalle posti in situazione morfologicamente sfavorevole e procedere a specifiche valutazioni finalizzate a definire le modalità di gestione di tutti i corsi d'acqua che presentano tratti tombati interferenti con aree urbanizzate.

Il progettista informa di aver provveduto a ricostruire il modello idrologico-idraulico del fiume Bisenzio che, valutato in relazione agli eventi realmente accaduti in loc. Gamberame il 21 ottobre e il 10 febbraio 2014, non è attendibile, poiché tra l'idrogramma derivante dal metodo di calcolo e quello dello scenario reale si rileva una significativa differenza.

Spicchi interviene specificando che occorre adottare metodi di calcolo atti a produrre scenari il più aderenti possibile alla realtà, consigliando di utilizzare il modello di regionalizzazione delle portate di piena della Regione Toscana ALTO.

Lo studio A4Ingegneria rileva difficoltà legate ai tempi ed alla complessità informatica nell'utilizzo di AITo per definire i diversi modelli idrologico-idraulici per ricostruire le portate di piena, per questo motivo l'Ing. Malossi propone di utilizzare coefficienti di ragguglio da applicare ai risultati forniti dal software, per consentire la corretta interpolazione del modello rispetto alla realtà.

Il Geol. Spicchi specifica che è necessario utilizzare coefficienti di ragguglio da applicare lungo tutto il corso del Bisenzio, avendo l'accortezza di usare parametri più alti a monte e più bassi a valle, coefficienti che dovranno essere verificati ed approvati previa trasmissione via mail dei risultati dello studio, per la sua successiva validazione. Occorre affrontare lo studio usando i coefficienti di ragguglio areale alle condizioni idrologiche CN2 con ragguglio per sezioni, i quali risultati andranno verificati per ottenere un compromesso il più aderente possibile alla realtà. Anche l'Ing. Innocenti della Regione Toscana concorda, in alternativa all'utilizzo del modello di regionalizzazione delle portate di piena, sul cercare di tarare al meglio il modello idrologico sugli eventi reali, tramite valutazioni con CN II raggugliato per sezioni.

Il Geol. Salvadori interviene chiedendo raggugli in merito alla gestione degli affluenti, domanda alla quale risponde l'Autorità di Bacino specificando che i corsi d'acqua secondari andranno gestiti considerando cautelativamente come condizioni idrologiche di riferimento quelle di suolo saturo (CN III), probabilmente senza utilizzare coefficienti di ragguglio.

Rimandiamo la valutazione conclusiva sul metodo di studio ai risultati che deriveranno applicando le condizioni CN II raggugliato per sezioni, al fiume Bisenzio e CN III ai corsi d'acqua secondari.

L'Ing. Malossi specifica che il metodo di studio sopra proposto produrrà due modelli idrologici diversi, uno per gli affluenti l'altro per il fiume Bisenzio, poiché differiscono le condizioni di riferimento, in particolare i tempi critici dei piccoli bacini rispetto al bacino del Bisenzio, pur concordando sulla necessità di individuare la corretta interpolazione del modello rispetto alla realtà.

Il Geol. Reggiannini ricorda di procedere ad approfondire gli aspetti legati al transito delle piene negli affluenti elencati nella nota del 15/06/2021, ponendo particolare attenzione ai tratti tombati e alle attività di protezione civile che ne conseguono.

La conferenza termina con l'indicazione del Geol. Spicchi in merito alla necessità di rappresentare i tratti dei corsi d'acqua a cielo aperto che non intervengono nel PGRA, da non modellare, evidenziandoli in cartografia come P1.

Il RUP **sospende** in data 15/06/2021 la Conferenza dei Servizi, in attesa di procedere alla valutazione conclusiva una volta ricevute le risultanze delle simulazioni condotte con l'applicazione del coefficiente di ragguglio. A tal proposito viene chiesto all'Ing. Malossi di procedere alla taratura del modello idrologico sugli eventi reali, tramite valutazioni con CN II raggugliato per sezioni al fiume Bisenzio e di trasmettere i risultati via mail.



UNIONE DEI COMUNI DELLA VAL DI BISENZIO

PROVINCIA DI PRATO

In data 29/09/2021 l'Ing. Malossi trasmette via mail all'unione dei Comuni, alla Regione Toscana e all'Autorità di Bacino le simulazioni condotte dallo studio A4Ingegneria, con confronto degli idrogrammi di piena del Fiume Bisenzio nei pressi di Gamberame, ovvero al termine del tratto di Bisenzio oggetto di studio, per eventi di durata 1, 2, 3, 4, 6 e 9 ore per tempo di ritorno di 200 anni. Il confronto è stato condotto tra idrogrammi derivanti dall'applicazione del coefficiente di ragguglio calcolato per singola sezione, idrogrammi derivanti dall'applicazione del coefficiente di ragguglio globale e idrogrammi ottenuti senza applicazione del coefficiente di ragguglio.

Dal confronto emerge che per l'evento critico, ovvero quello di durata pari a 4 ore, la portata massima non raggugliata è pari a 720 mc/s, mentre quella raggugliata (CN II per sezioni) è pari a 570 mc/s. Per un bacino completo sotteso pari a circa 157kmq.

Tali risultati, valutati congiuntamente da Genio Civile e Autorità di Bacino Distrettuale Appennino Settentrionale, portano a poter ritenere idoneo, per il modello Bisenzio- Fiumenta, il metodo di applicazione delle condizioni CN II raggugliato per sezioni, con condizione di valle per il Bisenzio la pendenza dell'asta (normal depth). Si segnala ad ogni buon conto di verificare la correttezza del calcolo del coefficiente di ragguglio, nonché di confrontare il valore del tempo di ritardo con altri metodi (es. Nash).

Per il modello sui corsi d'acqua secondari si conferma l'utilizzo del CN III, con condizione di valle da valutare in base alla più attinente per ogni corso d'acqua tra normal depth o livelli idrometrici della sezione del Bisenzio in corrispondenza dell'affluente.

Un ulteriore modello sarà sviluppato per quei corsi d'acqua, come il Torrente Setta, compresi nel comune di Vernio ma afferenti al bacino del Fiume Reno, e quindi di competenza dell'Autorità di bacino distrettuale del Fiume Po.

Il documento prodotto da A4 Ingegneria viene allegato al presente verbale.

Preso atto delle valutazioni conclusive di cui sopra, in data 22/11/2021 il RUP **conclude** la conferenza dei servizi istruttoria in argomento dando atto dell'avvenuta acquisizione di tutti i pareri e delle prescrizioni necessarie all'esecuzione dello studio idraulico Comuni di Vernio, Vaiano e Cantagallo e rimanda a data da definirsi l'indizione di una nuova conferenza dei servizi istruttoria atta a valutare i risultati dello studio stesso.

F.to **II RUP**
Arch. Crescioli Daniele

Per Autorità di Bacino
Geol. Roberto Spicchi

Per Genio Civile Valdarno Centrale
Geol. Andrea Salvadori

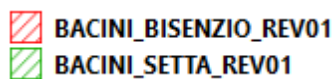
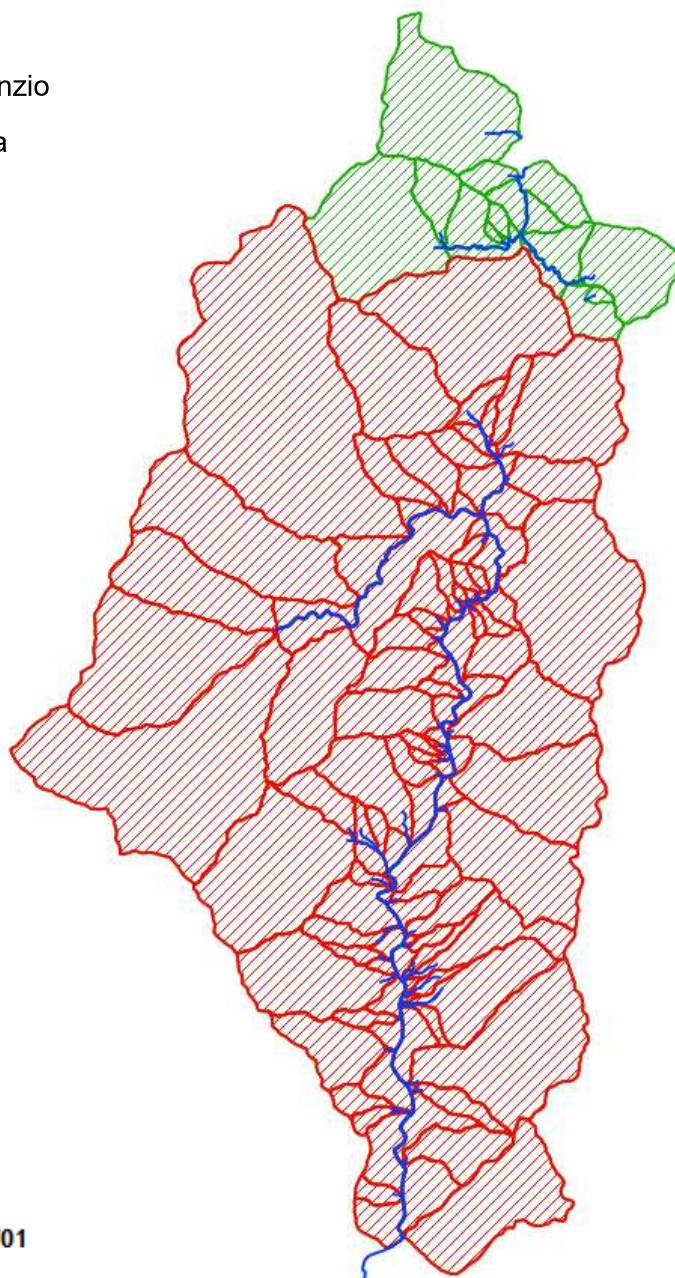
VALUTAZIONI IDROLOGICHE

STUDIO IDRAULICO COMUNI DI VERNIO, VAIANO E CANTAGALLO

BACINI OGGETTO DELL'ANALISI IDROLOGICA

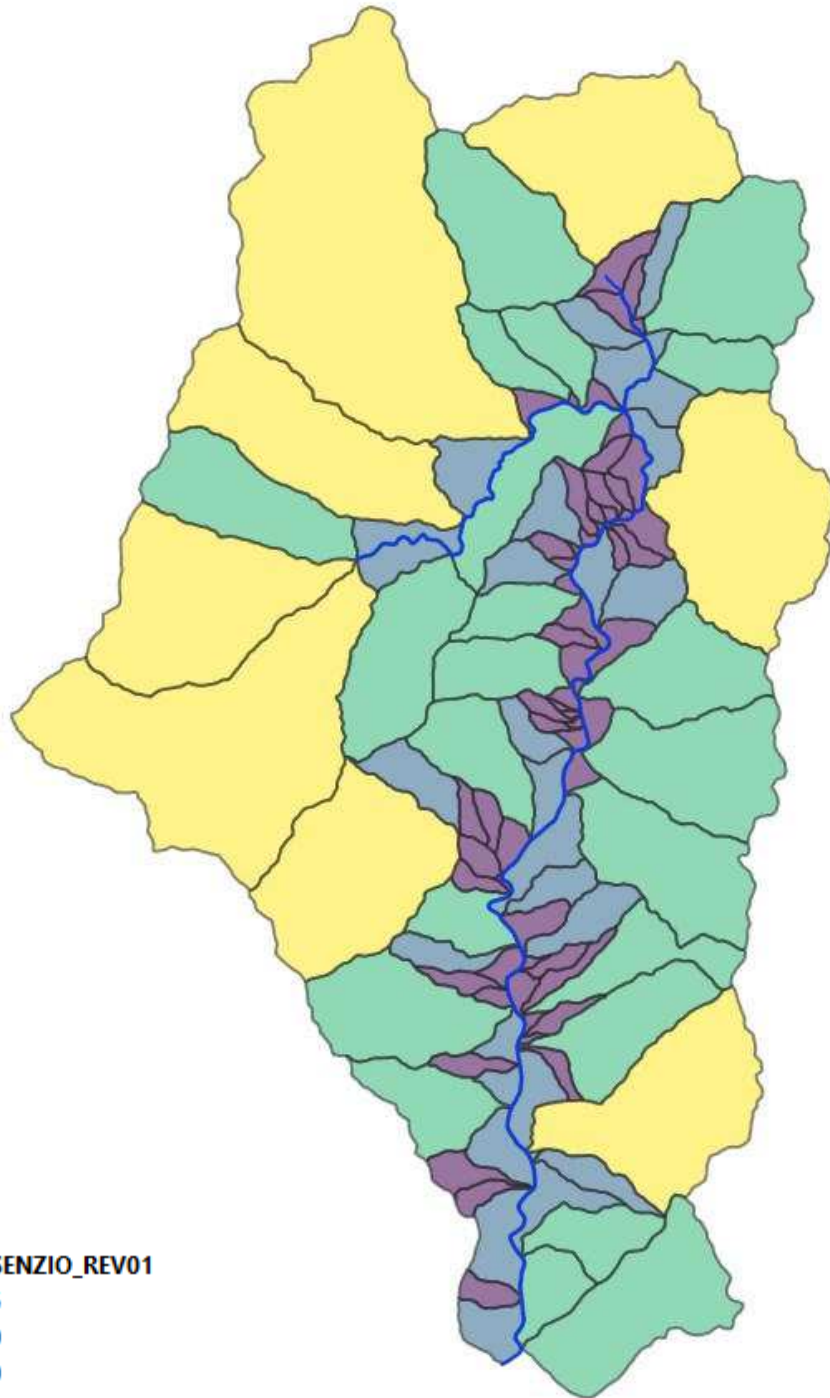
113 bacini, di cui:






- 97 del Torrente Bisenzio
- 16 del Torrente Setta



BACINI DEL TORRENTE BISENZIO SUDDIVISI PER SUPERFICIE ESPRESSA IN KMQ

- Area < 0.5 kmq = 41 bacini
- Area 0.5 – 1 kmq = 26 bacini
- Area 1 – 5 kmq = 22 bacini
- Area > 5 kmq = 8 bacini



-  **BACINI_BISENZIO_REV01**
-  0.0 - 0.5
 -  0.5 - 1.0
 -  1.0 - 5.0
 -  >5.0

SCHEMATIZZAZIONE DEL MODELLO IDROLOGICO TRAMITE IL SOFTWARE HEC HMS

- 97 sottobacini » Loss Method: SCS Curve Number
» Transform Method: SCS Unit Hydrograph



SCHEMATIZZAZIONE DEL MODELLO IDRAULICO TRAMITE HEC-RAS

Di seguito si riporta la schematizzazione del modello idraulico composto dall'asta del Fiume Bisenzio di sviluppo complessivo pari a circa 25 km e quella del Torrente Fiumenta di sviluppo 2.3 km.

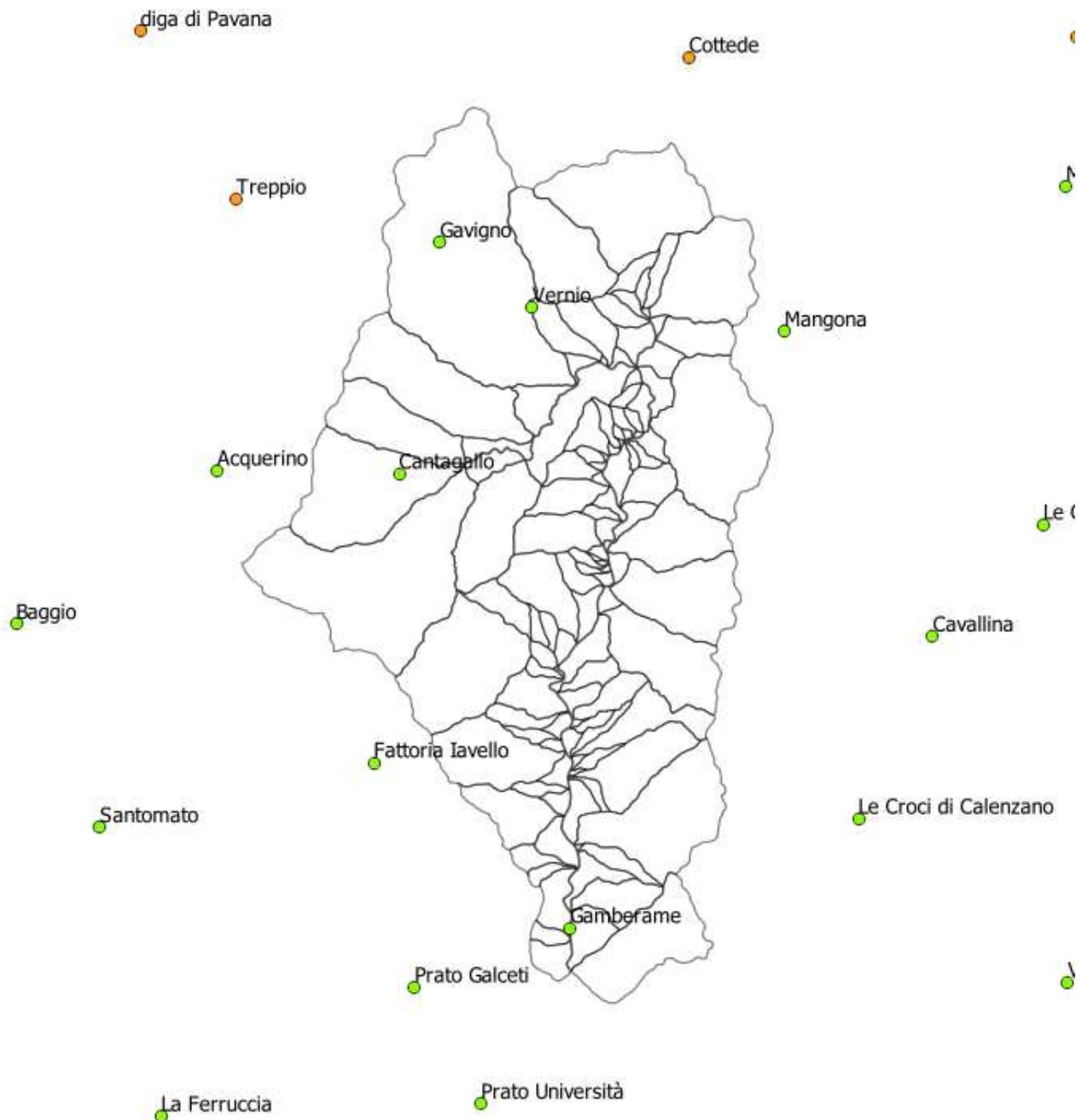


La geometria del modello idraulico è stata realizzata assegnando la posizione dei “banks” sulla base del DTM Lidar, del rilievo topografico e delle ortofoto disponibili. Per quanto riguarda i valori è stato assegnato $0.035 \text{ s m}^{-1/3}$ all'alveo e $0.06 \text{ s m}^{-1/3}$ alle fasce laterali. Di seguito si riporta un estratto della geometria su base ortofotografica da cui si evince che la posizione dei “banks” è stata definita in corrispondenza dell'alveo di magra che risulta privo di vegetazione.

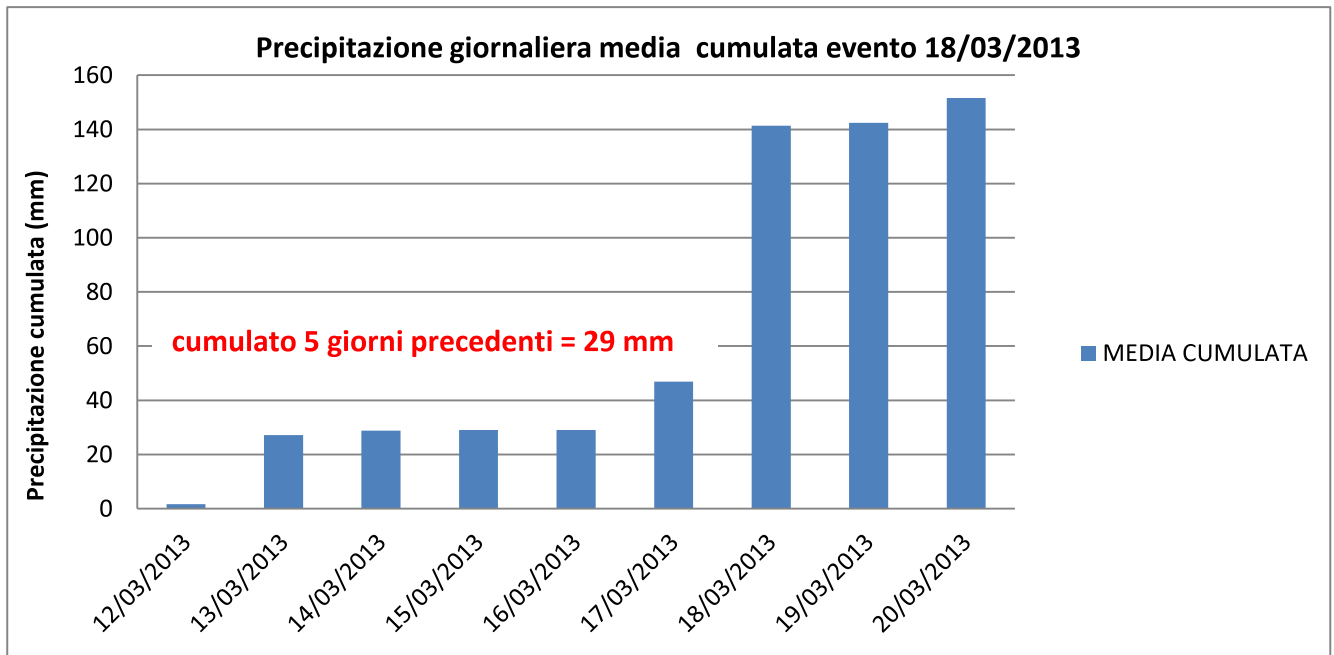


DETERMINAZIONE DELLE PRECIPITAZIONI PER GLI SCENARI DI EVENTO

1. Individuazione dei pluviometri per l'area di interesse e richiesta delle serie storiche;
2. Creazione dei poligoni di Thiessen tramite il software QGIS;
3. Assegnazione a ciascun bacino del peso di ciascun pluviometro, valutato come rapporto tra la superficie del poligono di Thiessen relativa al bacino e la superficie totale del bacino stesso;
4. Determinazione della serie storica di pioggia di ciascun bacino tramite la somma dei prodotti tra i pesi dei pluviometri e le rispettive serie storiche.



Precipitazione giornaliera media cumulata dei pluviometri oggetto di analisi



Dal grafico si evince che nei 5 giorni precedenti all'evento meteorico la pioggia caduta risulta essere pari a 29 mm. Secondo la tabella riportata di seguito risulta che le condizioni di umidità del terreno antecedenti all'evento possono essere ricondotte a tutte e tre le condizioni in quanto la stagione può essere sia di riposo sia di crescita. Sulla base delle modellazioni effettuate è stato deciso di utilizzare la condizione di umidità AMCIII che meglio approssima l'evento misurato.

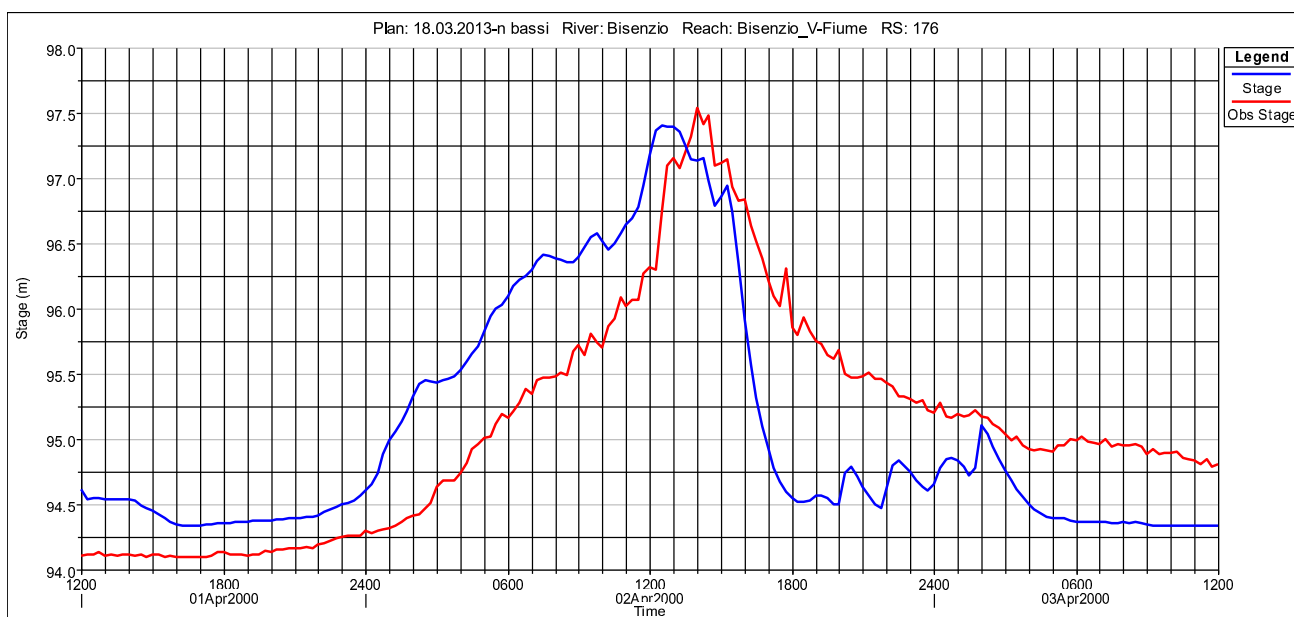
| Classe AMC | Stagione di riposo | Stagione di crescita |
|------------|--------------------|----------------------|
| I | < 12.7 mm | <35.5 mm |
| II | 12.7-28.0 mm | 35.5-53.3 mm |
| III | >28.0 mm | >53.3 mm |

CONFRONTO RISULTATI MODELLAZIONE IDRAULICA CON LIVELLI IDROMETRO GAMBERAME

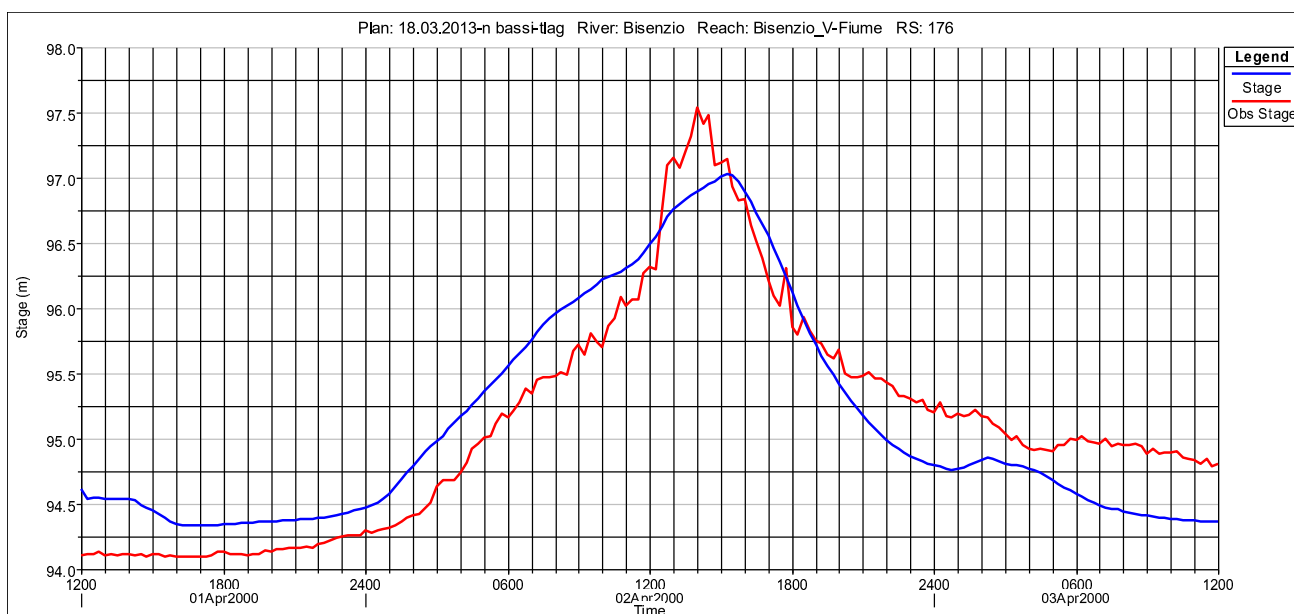
Sono state realizzate due modellazioni idrologiche-idrauliche variando il tempo di ritardo (t_{lag}) dei sottobacini del Torrente Bisenzio, utilizzando in una prima modellazione il valore classico $t_{lag}=0.6*t_c$ (t_c calcolato mediante formula del metodo SCS CN) e nella seconda il valore $t_{lag}=4*t_c$, valore di prova al fine di cercare una migliore sovrapposizione dei grafici nell'ipotesi di un tempo di accesso alla rete ritardato rispetto a quanto dettato dalle formule classiche. Il risultato sembra migliore nel secondo caso dove si avvicinano i grafici sia in fase di salita che calo della piena.

Di seguito si riportano i confronti dei risultati ottenuti in termini di livelli idrometrici presso la sezione di valle del ponte di Via di Faltugnano dove è posto l'idrometro di Gamberame.

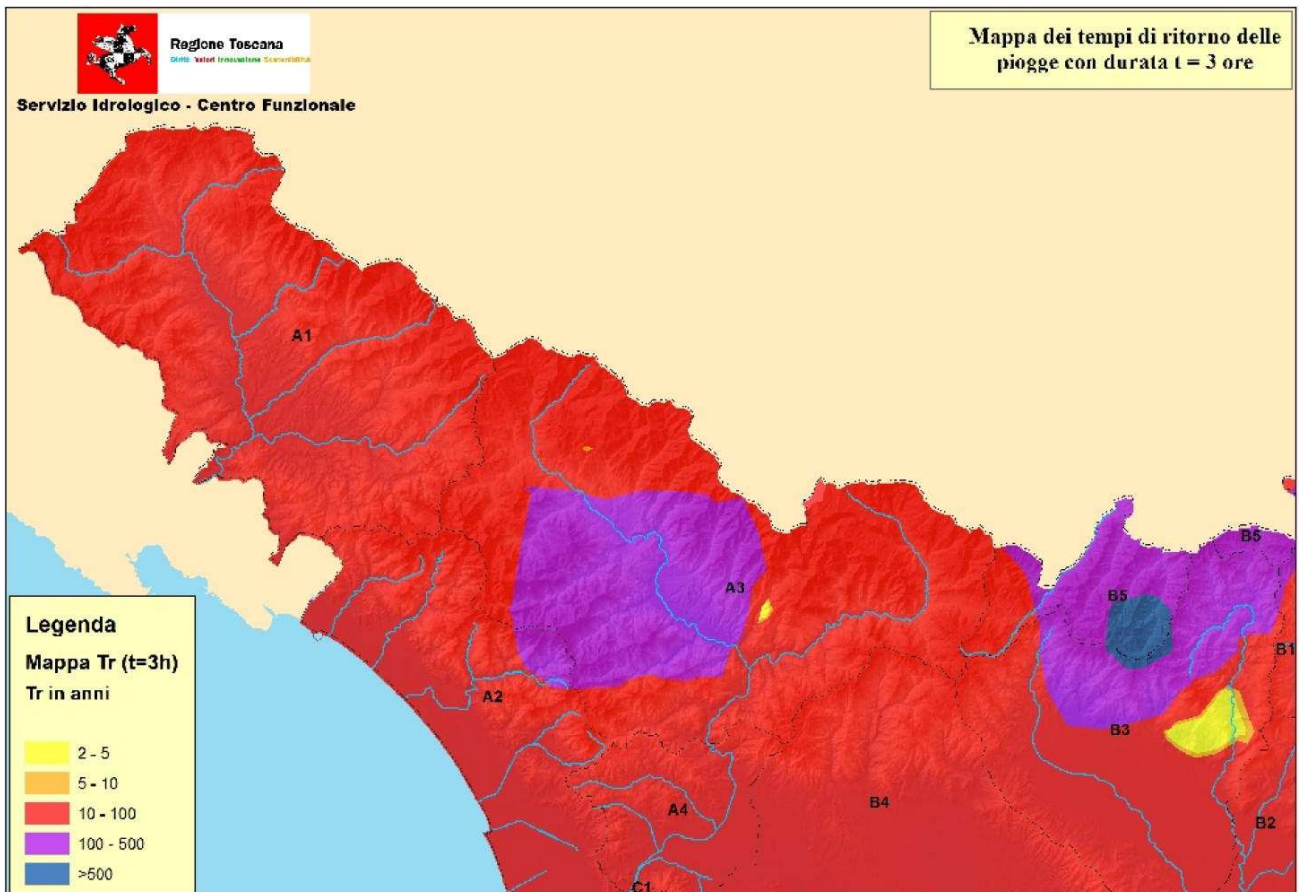
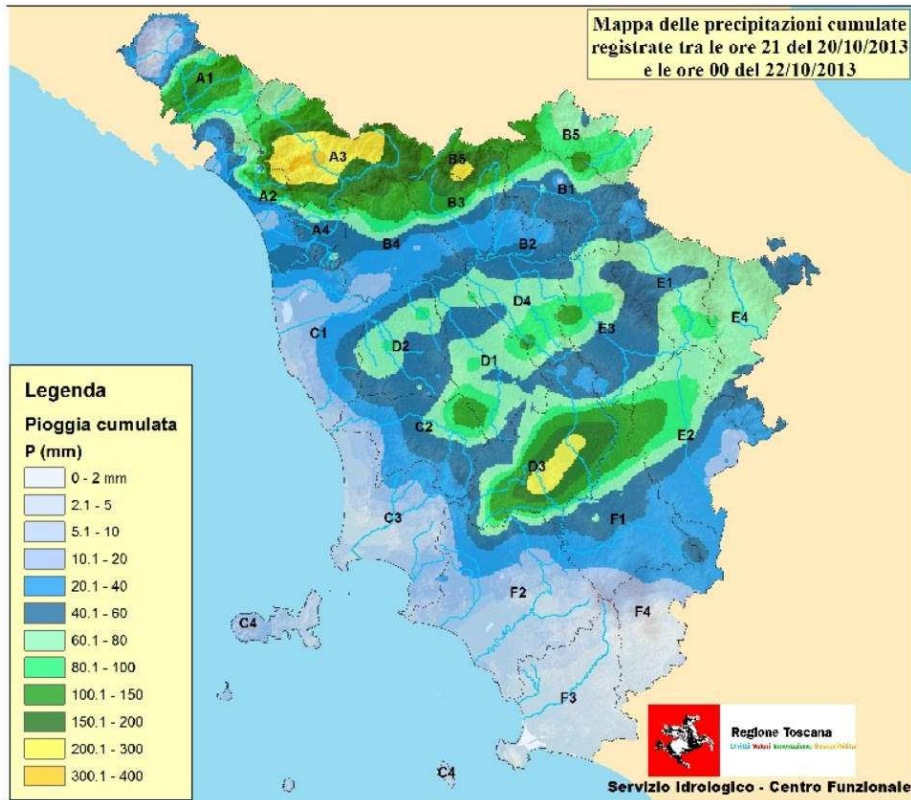
$t_{lag}=0.6*t_c$



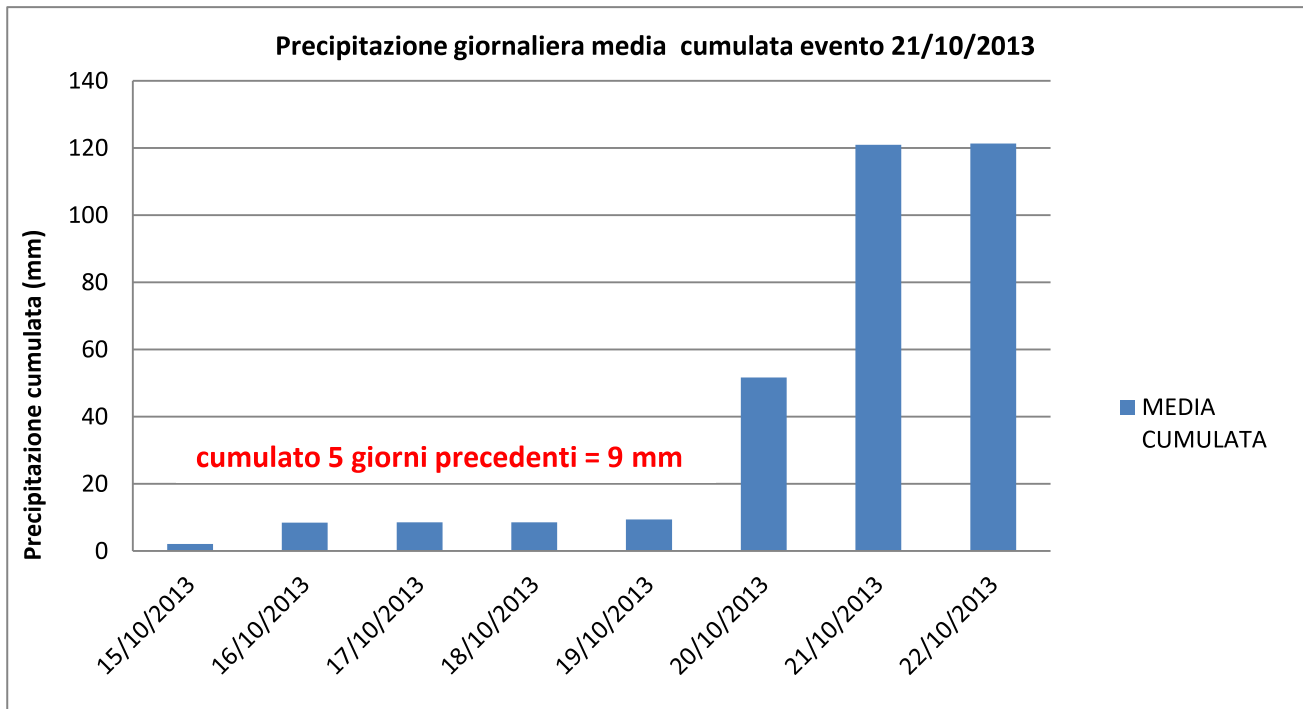
$t_{lag}=4*t_c$



EVENTO 21/10/2013



Precipitazione giornaliera media cumulata dei pluviometri oggetto di analisi



Dal grafico si evince che nei 5 giorni precedenti all'evento meteorico la pioggia caduta risulta essere pari a 9 mm. Secondo la tabella riportata di seguito risulta che le condizioni di umidità del terreno antecedenti all'evento risultano essere **AMC I** (indipendentemente dalla stagione di crescita della vegetazione).

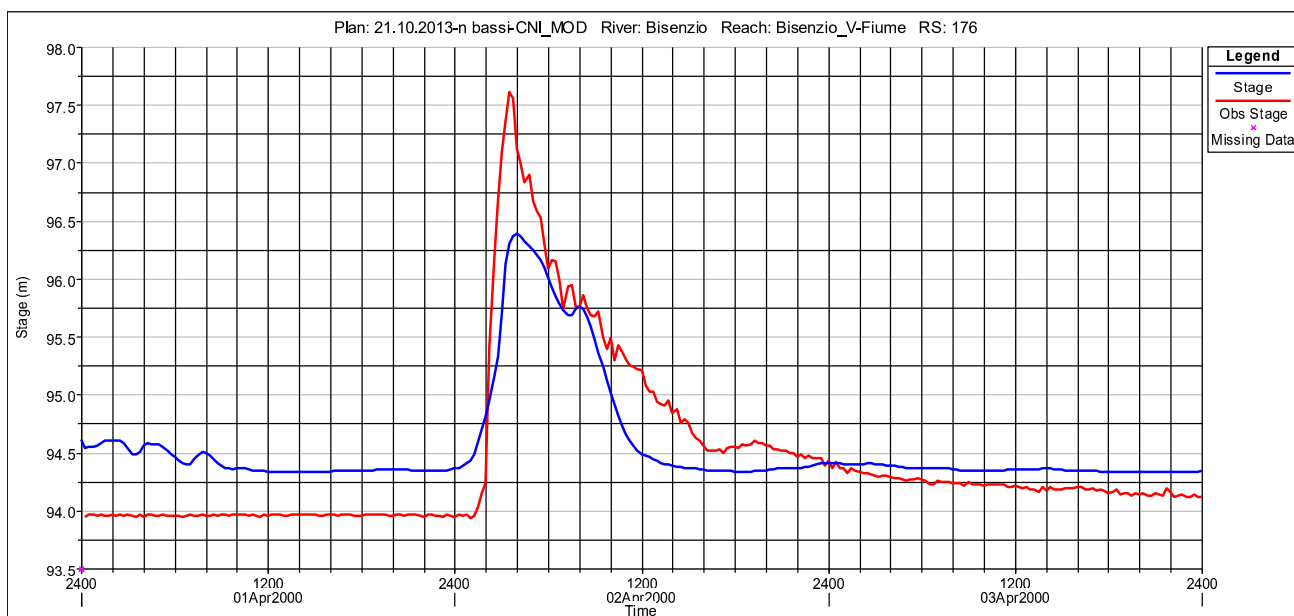
| Classe <i>AMC</i> | Stagione di riposo | Stagione di crescita |
|-------------------|--------------------|----------------------|
| I | < 12.7 mm | <35.5 mm |
| II | 12.7-28.0 mm | 35.5-53.3 mm |
| III | >28.0 mm | >53.3 mm |

CONFRONTO RISULTATI MODELLAZIONE IDRAULICA CON LIVELLI IDROMETRO GAMBERAME

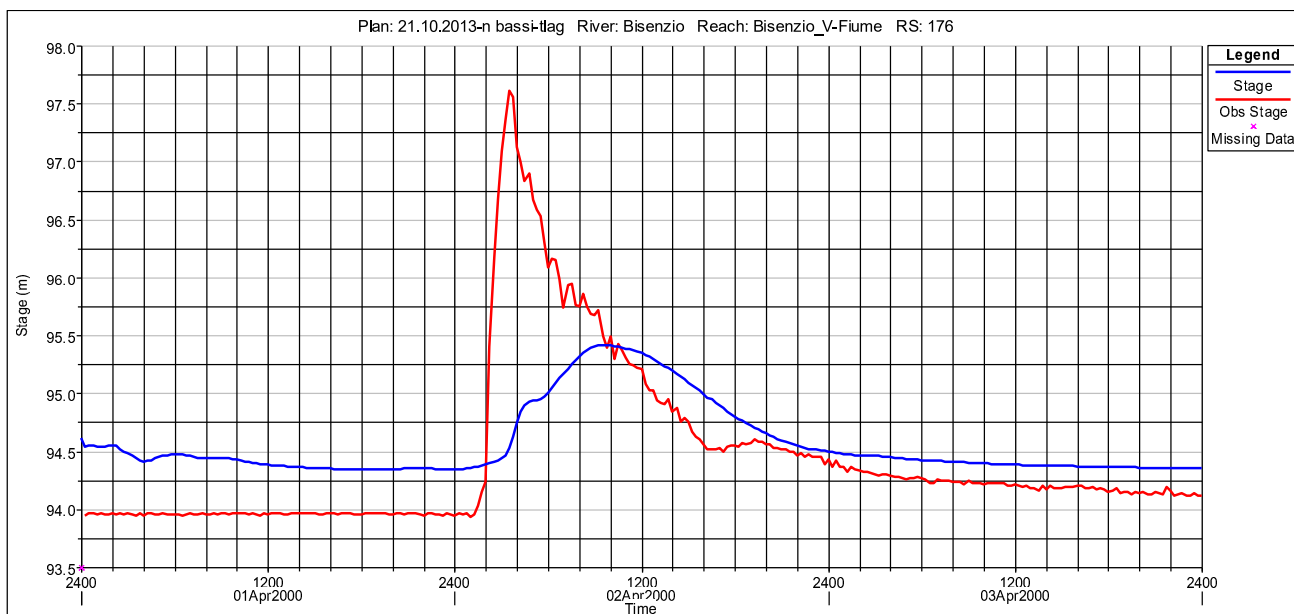
Sono state realizzate due modellazioni idrologiche-idrauliche variando il tempo di ritardo (t_{lag}) dei sottobacini del Torrente Bisenzio, utilizzando in una prima modellazione il valore classico $t_{lag}=0.6*tc$ (tc calcolato mediante formula del metodo SCS CN) e nella seconda il valore $t_{lag}=4*tc$. A differenza del caso precedente i grafici nel secondo scenario si discostano in maniera sostanziale. Comunque nella condizione di t_{lag} standard i valori di picco non combaciano. Realisticamente la valutazione del CN pari ad 1 porta ad una sottostima dei deflussi a valle con un assorbimento da parte del terreno evidentemente non reale.

Di seguito si riportano i confronti dei risultati ottenuti presso la sezione di valle del ponte di Via di Faltugnano dove è posto l'idrometro di Gamberame.

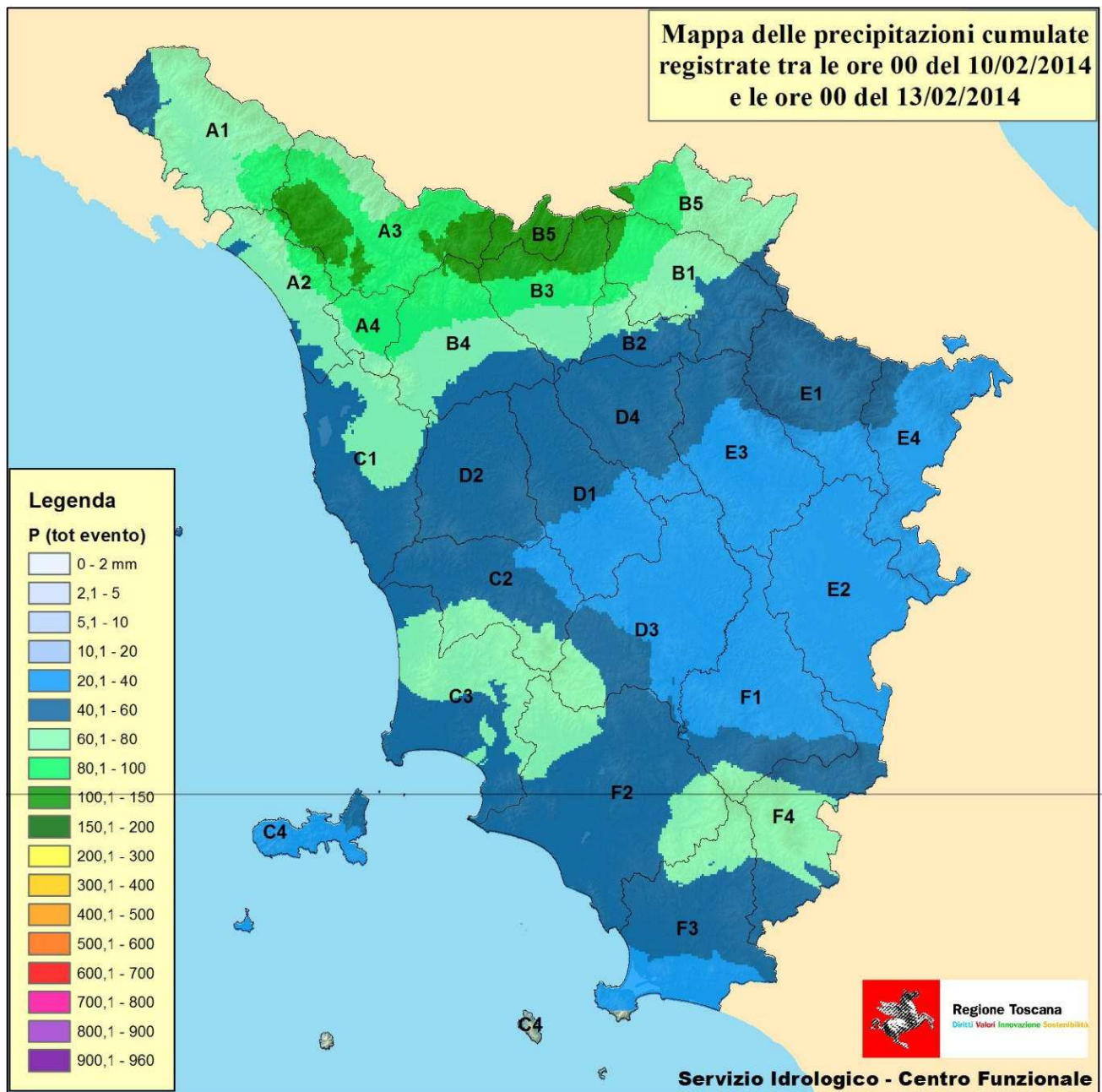
$t_{lag}=0.6*tc$



$t_{lag}=4*tc$



EVENTO 10/02/2014



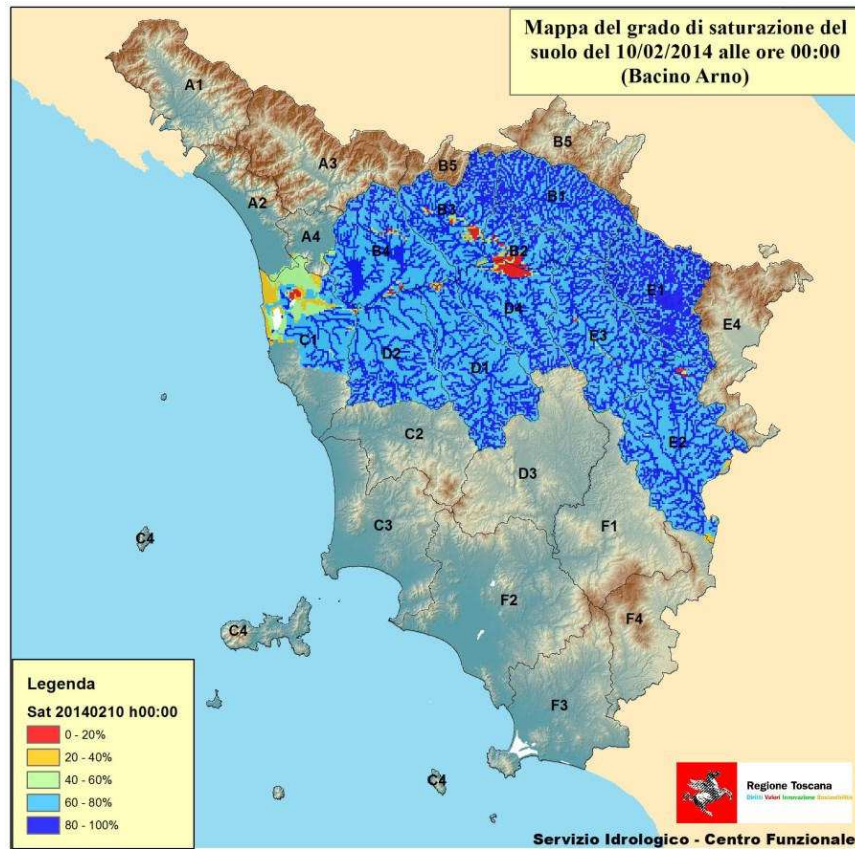


Figura 5a – Mappa del grado di saturazione dei suoli (bacino F. Arno) nel giorno lunedì 10 febbraio 2014 h 00:00

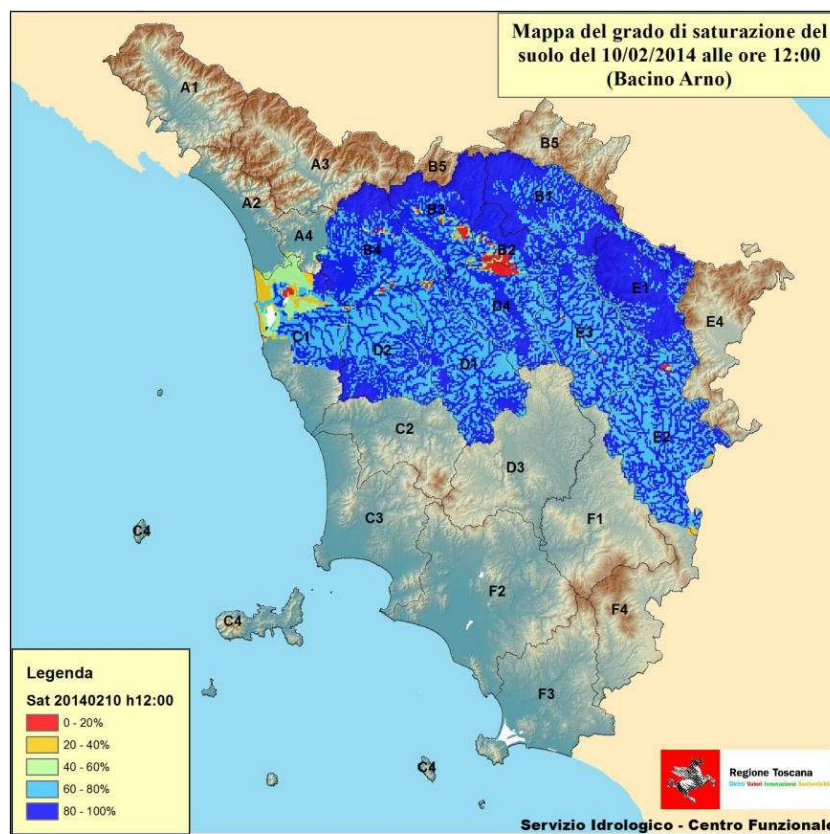


Figura 5b – Mappa del grado di saturazione dei suoli (bacino F. Arno) nel giorno lunedì 10 febbraio 2014 h 12:00

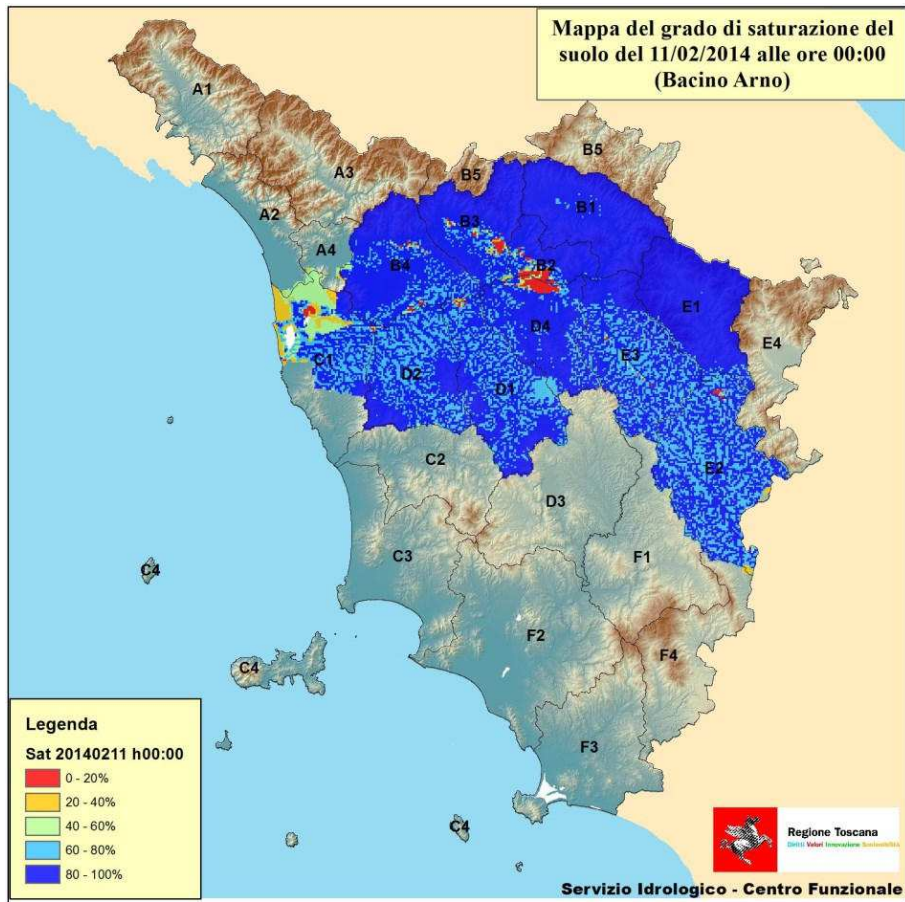
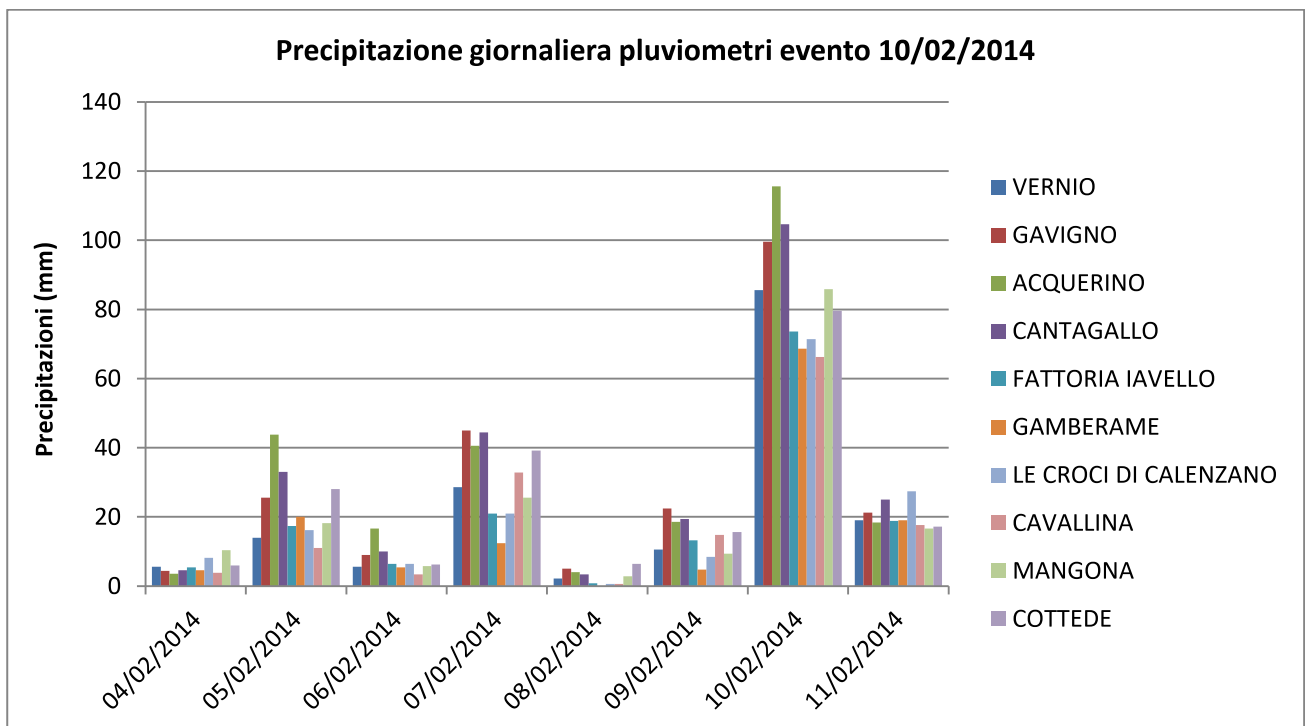
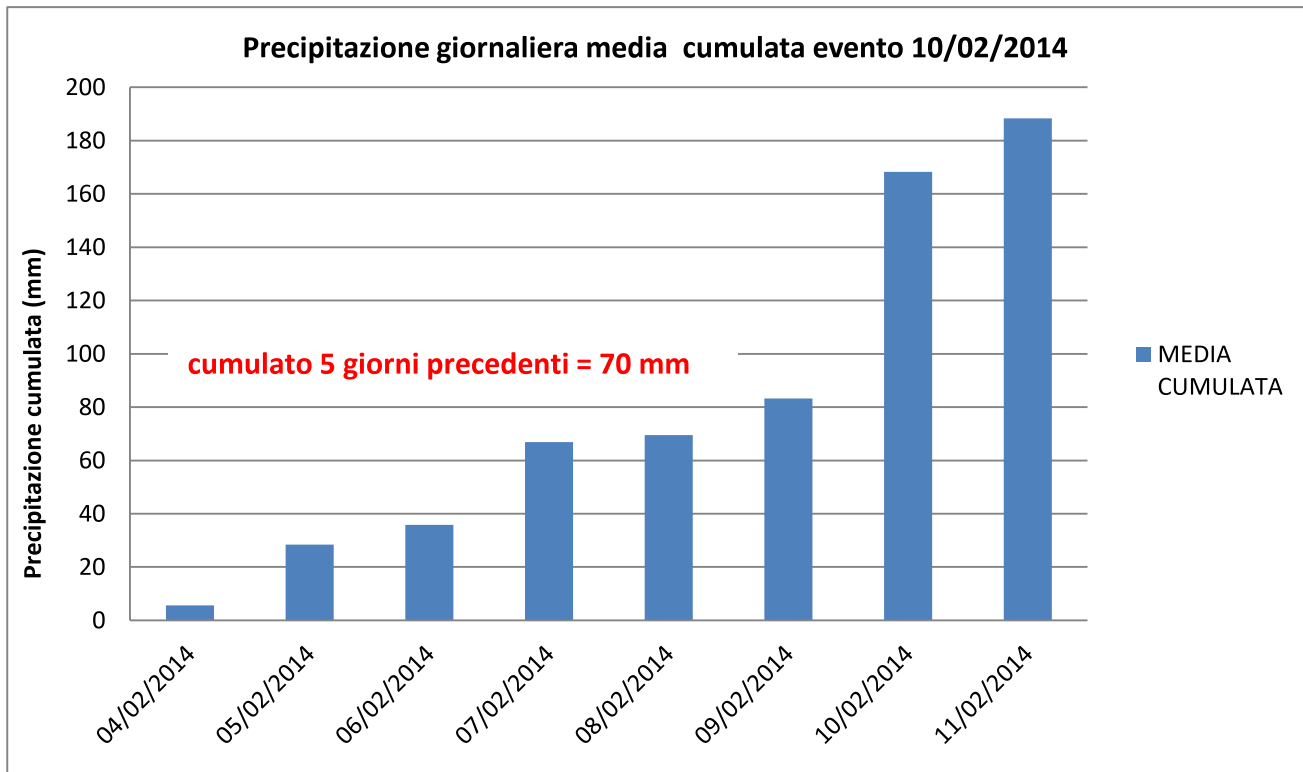


Figura 5c – Mappa del grado di saturazione dei suoli (bacino F. Arno) nel giorno martedì 11 febbraio 2014 h 00:00

Precipitazione giornaliera dei pluviometri oggetto di analisi



Precipitazione giornaliera media cumulata dei pluviometri oggetto di analisi



Dal grafico si evince che nei 5 giorni precedenti all'evento meteorico la pioggia caduta risulta essere pari a 70 mm. Secondo la tabella riportata di seguito risulta che le condizioni di umidità del terreno antecedenti all'evento risultano essere **AMC III** (indipendentemente dalla stagione di crescita della vegetazione).

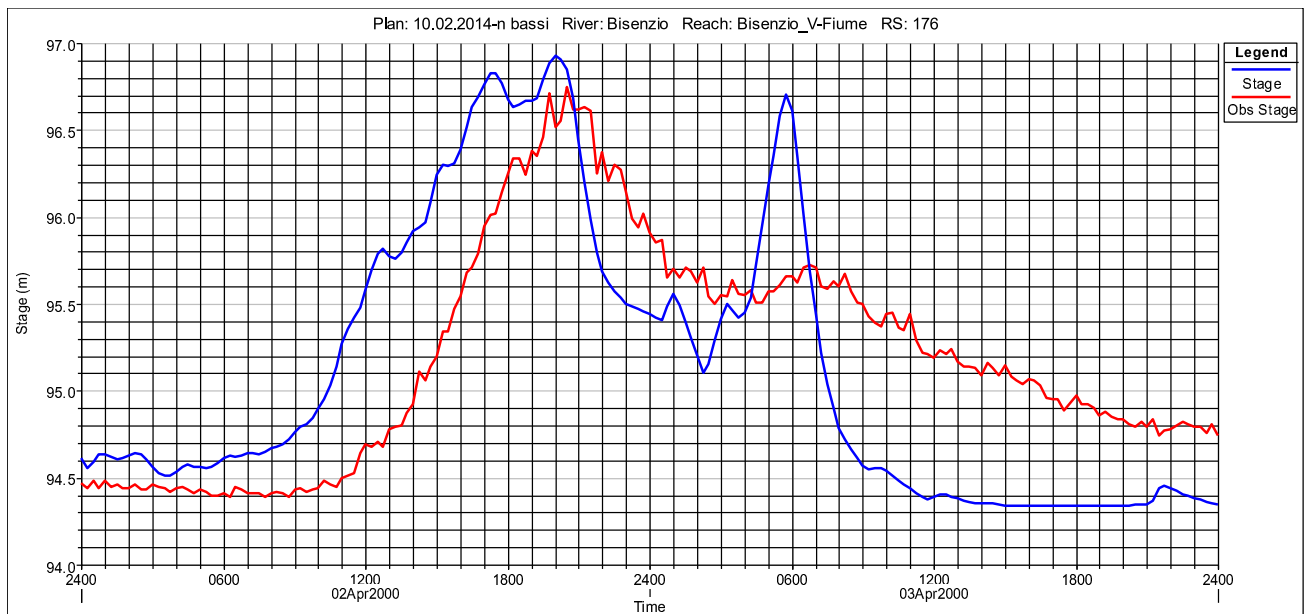
| Classe AMC | Stagione di riposo | Stagione di crescita |
|------------|--------------------|----------------------|
| I | < 12.7 mm | <35.5 mm |
| II | 12.7-28.0 mm | 35.5-53.3 mm |
| III | >28.0 mm | >53.3 mm |

CONFRONTO RISULTATI MODELLAZIONE IDRAULICA CON LIVELLI IDROMETRO GAMBERAME

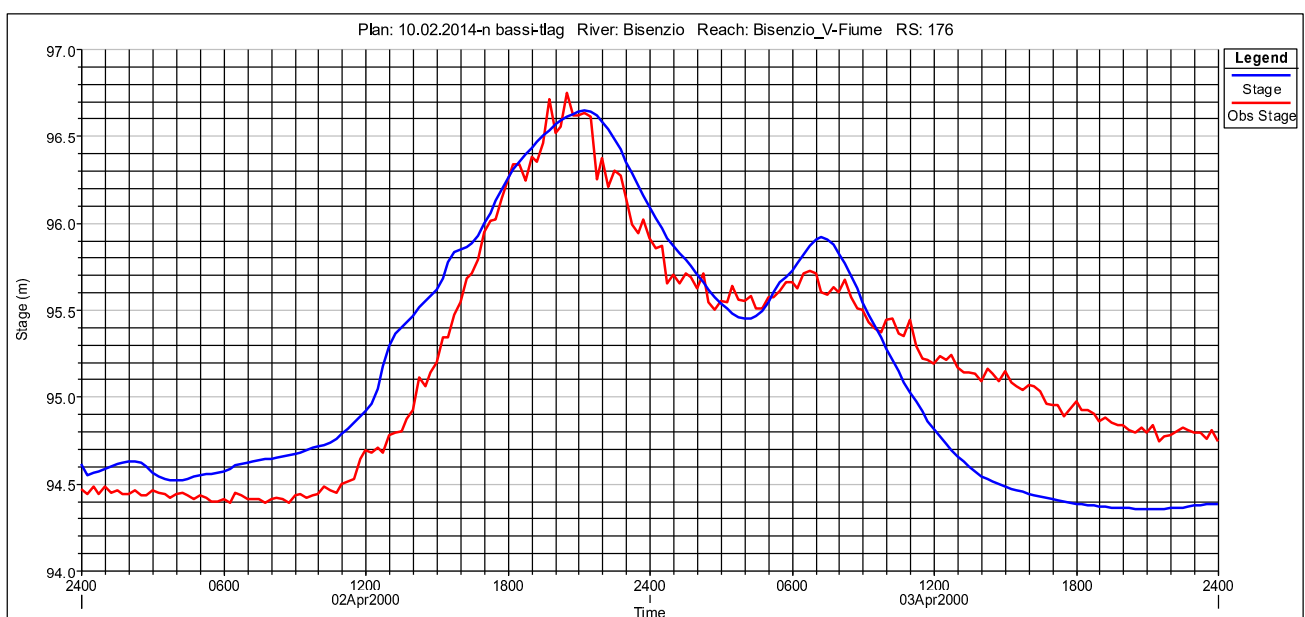
Sono state realizzate due modellazioni idrologiche-idrauliche variando il tempo di ritardo (t_{lag}) dei sottobacini del Torrente Bisenzio, utilizzando in una prima modellazione il valore classico $t_{lag}=0.6*tc$ (tc calcolato mediante formula del metodo SCS CN) e nella seconda il valore $t_{lag}=4*tc$. In questo caso come nel primo il risultato risulta molto più corretto nel secondo scenario.

Di seguito si riportano i confronti dei risultati ottenuti presso la sezione di valle del ponte di Via di Faltugnano dove è posto l'idrometro di Gamberame.

$t_{lag}=0.6*tc$



$t_{lag}=4*tc$

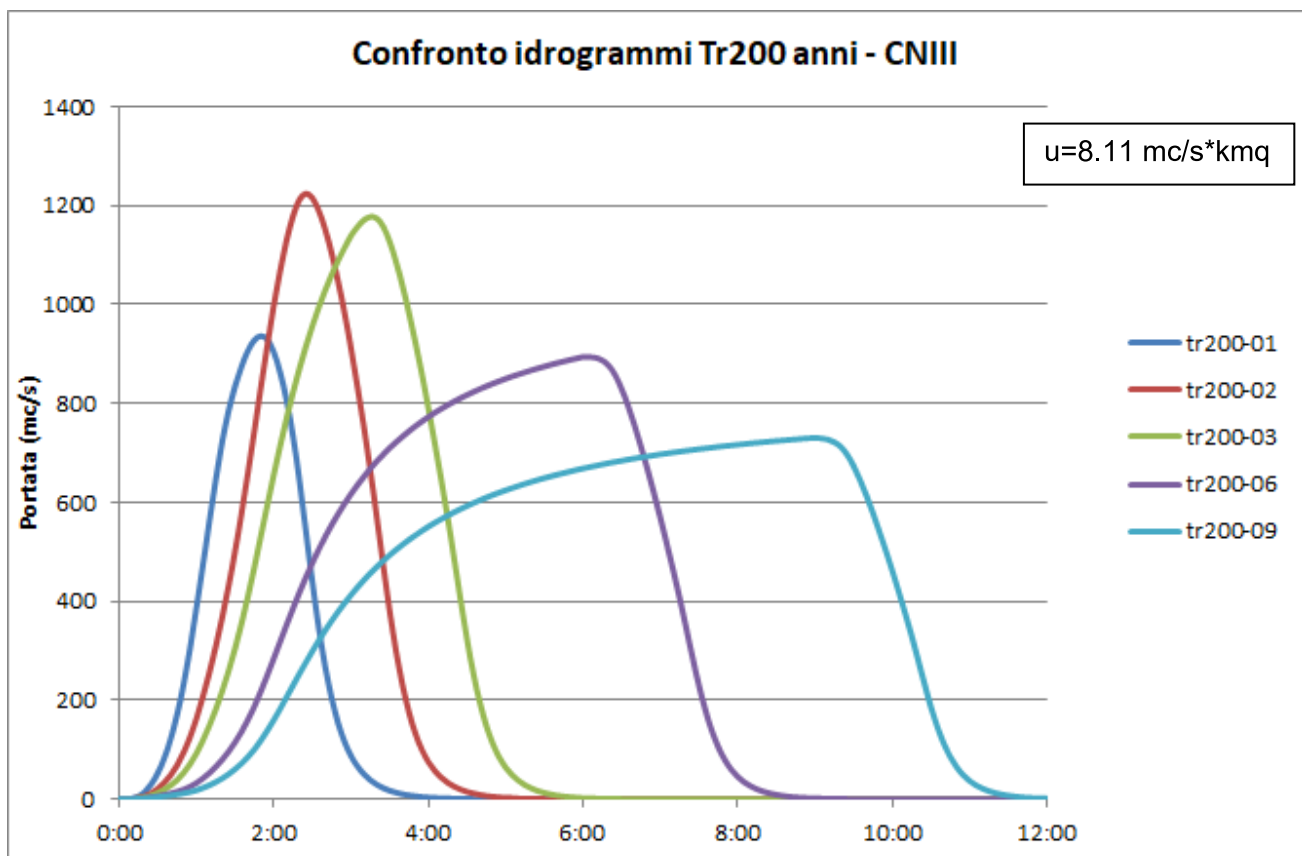


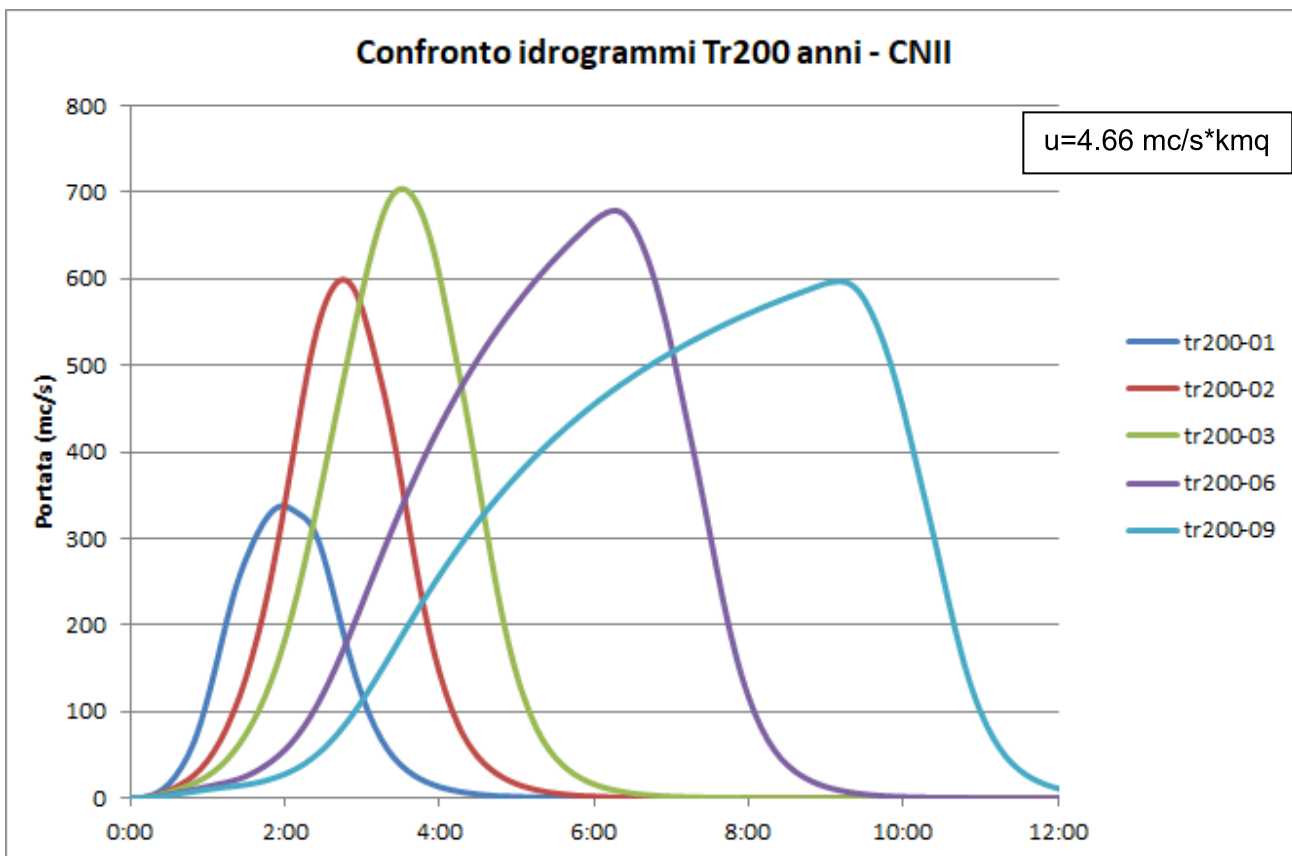
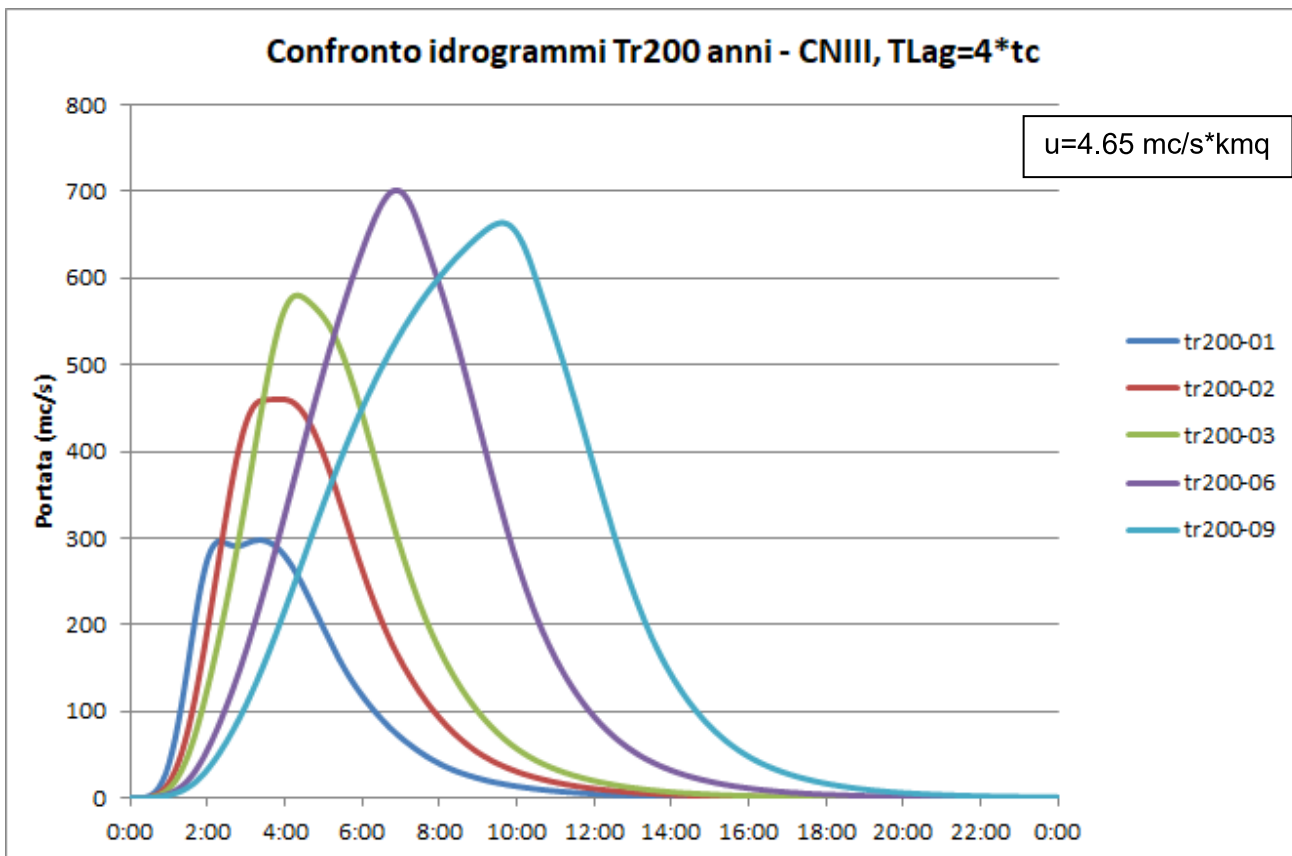
STIMA DEGLI IDROGRAMMI DI PIENA IDROLOGICI PER TR 200 A GAMBERAME

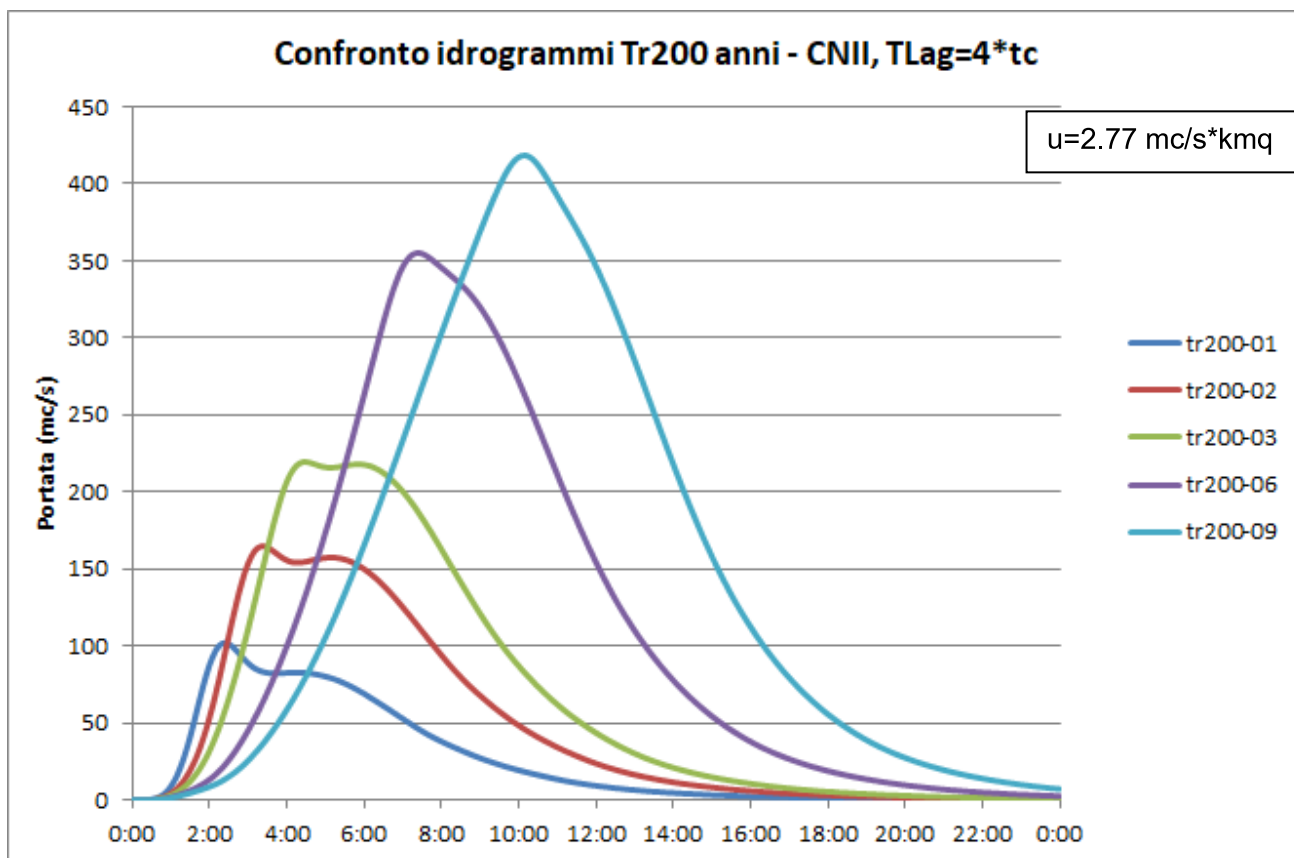
Sulla base di quanto sopra riportato sono stati stimati gli idrogrammi di piena idrologici calcolati con il modello HEC HMS sopra schematizzato per tempo di ritorno 200 anni nelle seguenti ipotesi:

- Condizioni di umidità del terreno di tutto il bacino del Torrente Bisenzio antecedenti l'evento pari a AMC III con $t_{lag}=0.6*t_c$;
- Condizioni di umidità del terreno di tutto il bacino del Torrente Bisenzio antecedenti l'evento pari a AMC III con $t_{lag}=4*t_c$;
- Condizioni di umidità del terreno di tutto il bacino del Torrente Bisenzio antecedenti l'evento pari a AMC II con $t_{lag}=0.6*t_c$;
- Condizioni di umidità del terreno di tutto il bacino del Torrente Bisenzio antecedenti l'evento pari a AMC II con $t_{lag}=4*t_c$.

Di seguito si riportano gli idrogrammi per TR 200 anni e durate pari a 1, 2, 3, 6 e 9 ore nelle varie ipotesi assunte con indicati i valori del coefficiente udometrico relativo all'evento che massimizza il picco.



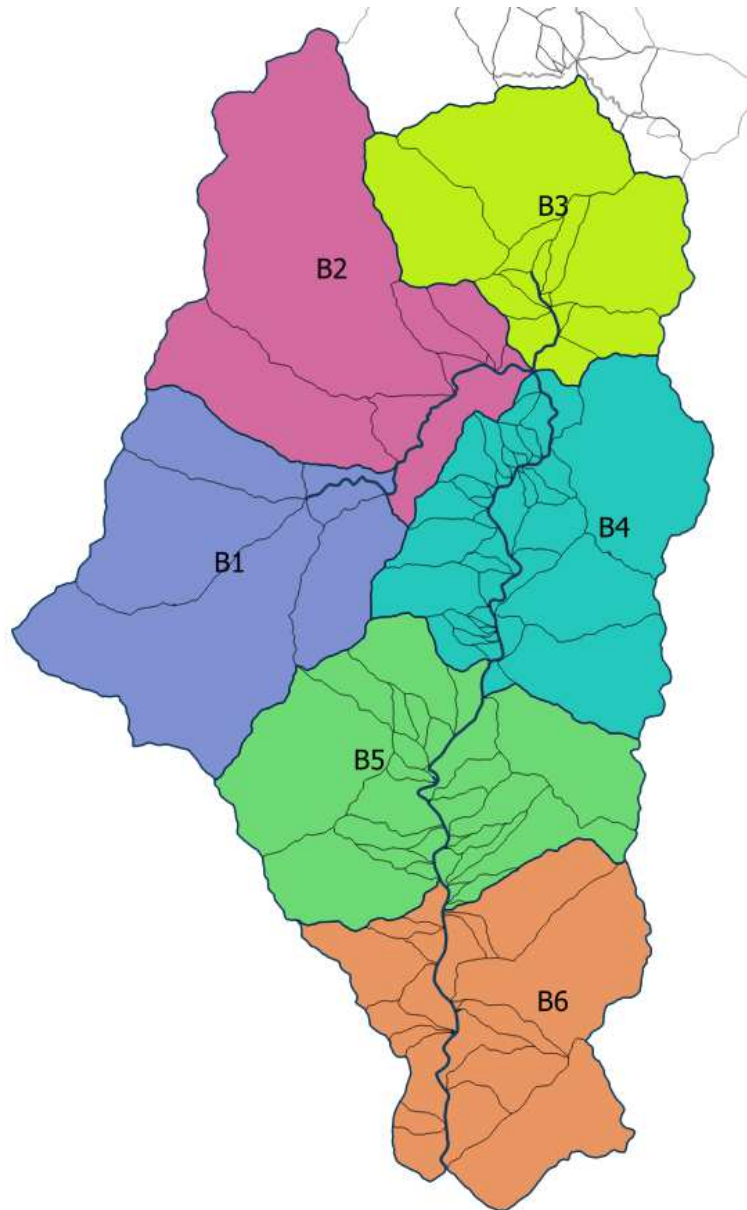




Dal confronto sopra eseguito si nota che gli scenari di piena nei vari casi sono completamente diversi in termini di portata di picco e pertanto deve essere individuato lo scenario univoco di progettazione e valutazione del rischio. Ad oggi le portate di picco duecentennale valutate con il modello AITo sono dell'ordine di circa 550mc/sec per scenari critici di 4ore, valore non certo compatibile con picchi di 1200mc/sec relativi al CN3 con tlag standard.

A seguito della seduta di conferenza di servizi del 15/06/21 sono stati condivisi i tratti di corsi d'acqua da studiare con riferimento al reticolo idrografico regionale. Sono state fornite inoltre indicazioni in merito alla metodologia idrologica da utilizzare per la stima delle portate di picco sia del Fiume Bisenzio che dei suoi affluenti stabilendo quanto di seguito:

- Per il Fiume Bisenzio verrà utilizzato il metodo del SCS-CN con riferimento al CN II con applicazione del coefficiente di ragguglio calcolato per singola sezione in relazione alla divisione in macro bacini progressivi di seguito riportata.



| BIENZIO TR200 | | | | | | | | |
|---------------|----------|-------------------|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | Area kmq | Area cumulata kmq | Durata (ore) | | | | | |
| | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 6 | 9 |
| B1 | 27.66 | 27.66 | 0.91 | 0.93 | 0.94 | 0.94 | 0.95 | 0.96 |
| B2 | 30.08 | 57.74 | 0.84 | 0.87 | 0.89 | 0.90 | 0.91 | 0.93 |
| B3 | 21.04 | 78.78 | 0.80 | 0.84 | 0.86 | 0.87 | 0.89 | 0.91 |
| B4 | 26.73 | 105.51 | 0.77 | 0.81 | 0.83 | 0.85 | 0.87 | 0.89 |
| B5 | 27.34 | 132.85 | 0.74 | 0.78 | 0.81 | 0.83 | 0.85 | 0.88 |
| B6 | 24.4 | 157.25 | 0.72 | 0.77 | 0.79 | 0.81 | 0.84 | 0.87 |

A titolo esemplificativo: il calcolo della portata relativa ad un sottobacino all'interno del macro bacino B1 viene effettuato con l'utilizzo del coefficiente di ragguglio calcolato sull'area del macro bacino B1. Mentre per un sottobacino all'interno del macro bacino B3 il coeff. di ragguglio viene calcolato sull'area cumulata dei tre macrobacini B1, B2 e B3.

Il calcolo del coefficiente di ragguglio è stato effettuato con la procedura riportata di seguito.

L'input pluviometrico è stato raggugliato al bacino attraverso il metodo del coefficiente di ragguglio areale K_r . Questo è espresso dalla seguente formula come definita nello studio di "Regionalizzazione delle portate di piena in Toscana" [7]:

$$K_r = 1 - \exp(-\alpha t^\beta) + \exp(-\alpha t^\beta - \gamma A)$$

dove α , β e γ sono i parametri della formula, t [h] è la durata della precipitazione e A [km²] è l'area del bacino.

Per la Regione Toscana sono stati stimati i seguenti valori dei parametri:

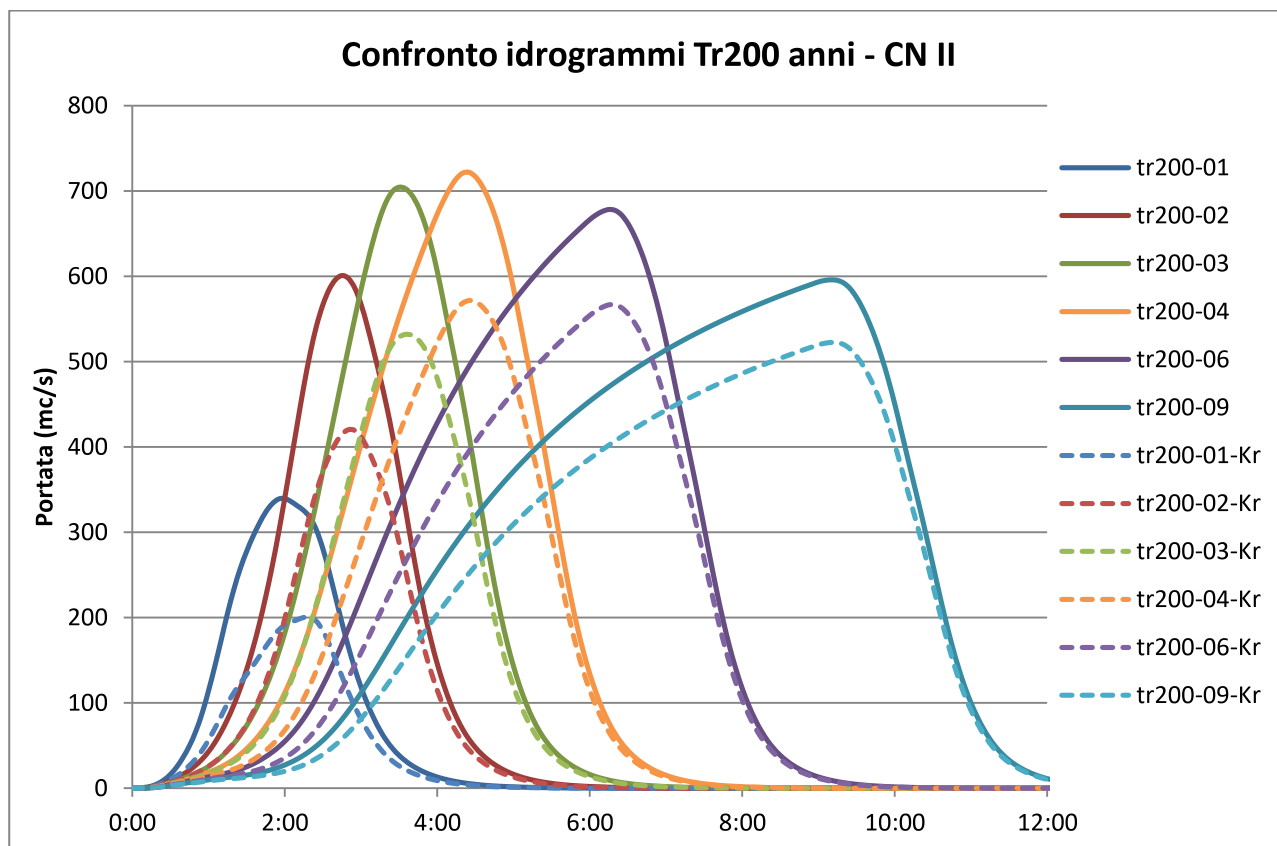
$$\alpha = 0.036 \text{ a} \qquad \beta = 0.25 \qquad \gamma = 0.01$$

dove a è il parametro della curva di possibilità pluviometrica espresso nella forma trinomia:

$$h = at^n Tr^m$$

dove a , n e m sono i parametri, t [h] la durata dell'evento, Tr [anni] il tempo di ritorno e h [mm] l'altezza di pioggia. I parametri a e n differiscono da quelli della formulazione binomia sopra citata e pertanto sono calcolati con regressione sul campione generato dalla formula binomia al variare di t (1-3-6-9-12-15-18-24-36-48-72 ore) e Tr (2-5-10-20-30-50-100-150-200-500 anni).

I risultati ottenuti sono riportati nel grafico seguente, in cui si rappresentano gli idrogrammi di piena del Fiume Bisenzio nei pressi di Gamberame, ovvero al termine del tratto di Bisenzio oggetto di studio, per eventi di durata 1, 2, 3, 4, 6 e 9 ore per tempo di ritorno di 200 anni. Al fine di apprezzare il contributo dovuto all'applicazione del coefficiente di ragguglio calcolato per singola sezione rispetto a non utilizzarlo, si riportano nel grafico sia gli idrogrammi raggugliati (linee tratteggiate), sia quelli non raggugliati (linee continue).

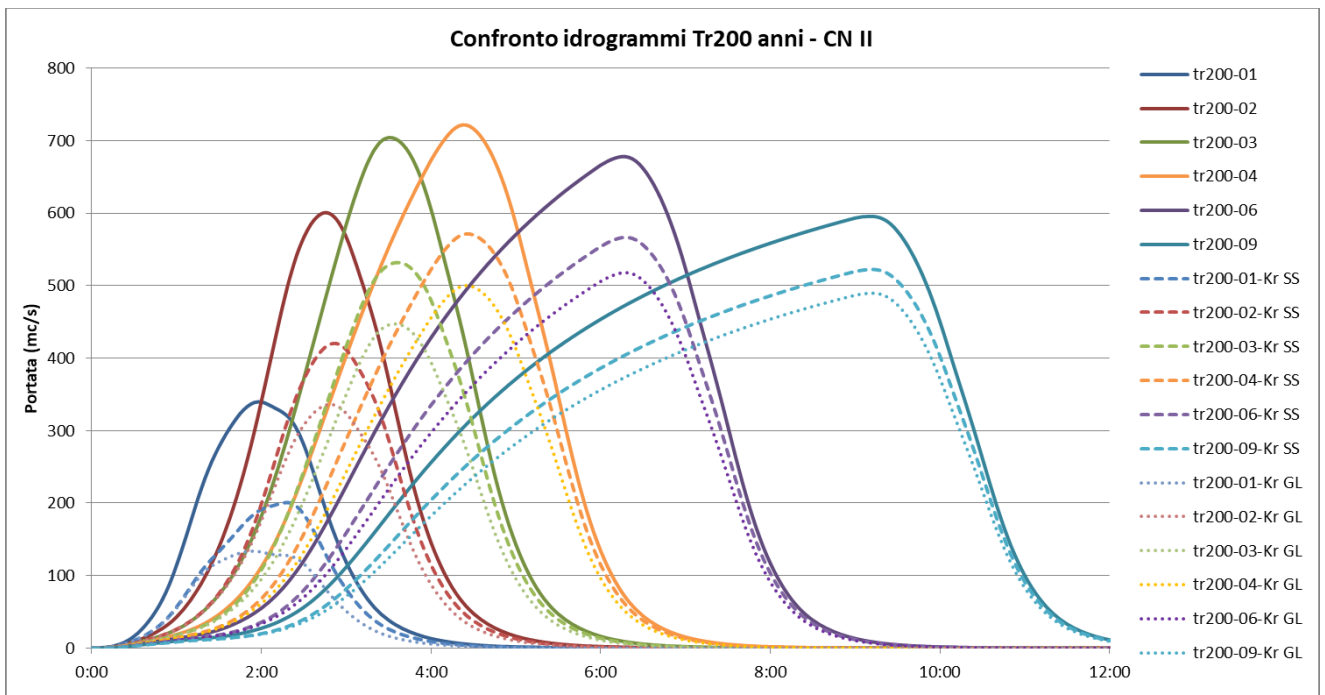


Dal confronto emerge che per l'evento critico, ovvero quello di durata pari a 4 ore, la portata massima non raggugliata è pari a 720 mc/s, mentre quella raggugliata è pari a 570 mc/s. Il bacino completo sotteso è pari a circa 157kmq.

Durante la conferenza dei servizi del 15/06/21 è stato mostrato il confronto fra gli idrogrammi non raggugliati e quelli raggugliati con un coefficiente globale, ovvero valutato sull'intera superficie del bacino ed applicato a tutti i sottobacini. Di seguito è riportata la tabella relativa al valore del coeff. di ragguglio globale calcolato per ogni singola durata di pioggia.

| Durata (ore) | 1 | 2 | 3 | 4 | 6 | 9 |
|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Kr | 0.72 | 0.77 | 0.79 | 0.81 | 0.84 | 0.87 |

Di seguito si riporta il confronto dei grafici degli idrogrammi calcolati con le 3 modalità (non raggugliati; GL=globale; SS=singola sezione).



- Per gli affluenti del Fiume Bisenzio verrà utilizzato il metodo del SCS-CN con riferimento al CN III senza applicazione del coefficiente di ragguglio.

A livello di modellistica idraulica quindi verranno predisposti 2 modelli separati, oltre a quello del Torrente Setta e relativi affluenti (bacino del Reno): il primo relativo a Bisenzio e Fiumenta, il secondo ai singoli affluenti. Le condizioni al contorno di valle per il Bisenzio saranno date dalla pendenza dell'asta (normal depth) mentre per gli affluenti verrà valutato caso per caso lo scenario più corretto tra l'utilizzo della normal depth o l'imposizione dei livelli idrometrici della sezione del Bisenzio in corrispondenza dell'affluente nello scenario CN II con ragguglio a singola sezione.