



**PROGETTO DI VARIANTE AL PAI PO:
ESTENSIONE AI BACINI IDROGRAFICI
DEL RENO, ROMAGNOLI E CONCA
MARECCHIA**

FASCE FLUVIALI

**Monografia Montone, Rabbi, Ronco e
Fiumi Uniti**

Dicembre 2025

Metadata

Titolo	Progetto di variante al PAI Po: estensione ai bacini idrografici del Reno, Romagnoli e Conca Marecchia. Fasce Fluviali. Montone, Rabbi, Ronco e Fiumi Uniti
Descrizione	Il presente documento è la Monografia dei fiumi Montone, Rabbi, Ronco e Fiumi Uniti allegata al <i>Progetto di variante al PAI Po: estensione ai bacini idrografici del Reno, Romagnoli e Conca Marecchia. Fasce Fluviali. Relazione Tecnica</i> . Questo elaborato contiene una descrizione delle analisi idrologiche e idrauliche volte all'identificazione delle attuali condizioni di pericolosità idraulica e alla definizione delle relative linee di assetto, identificate in coerenza con le strategie generali descritte nella relazione tecnica
Data creazione	2025-11-01
Data ultima versione	2025-12-10
Stato	Versione 01
Creatore	Autorità di bacino distrettuale del fiume Po – Settore 1, Andrea Colombo, Marta Martinengo, Ludovica Marinelli, Laura Casicci
Copertura	Fiumi Montone, Rabbi, Ronco e Fiumi Uniti
Fonti	Attività di studio e analisi sui fiumi dei bacini Reno, Romagnoli e Conca Marecchia per l'aggiornamento dei PAI e del PGRA (ADBPO, 2025)
Lingua	Italiano
Nome del file	Monografia_Montone_Rabbi_Ronco_FUniti
Formato	pdf
Relazioni	Progetto di variante al PAI Po: estensione ai bacini idrografici del Reno, Romagnoli, Conca Marecchia e al bacino del Fissero Tartaro Canalbianco (D. Lgs.152/2006 art.64, c.1 lett. b, numeri da 2 a 7). Relazione generale; Progetto di variante al PAI Po: estensione ai bacini idrografici del Reno, Romagnoli e Conca Marecchia. Fasce Fluviali. Relazione Tecnica.
Licenza	Attribuzione 4.0 Internazionale (CC BY 4.0) https://creativecommons.org/licenses/by/4.0
	
Attribuzione	Autorità di bacino distrettuale del fiume Po, Progetto di variante al PAI Po: estensione ai bacini idrografici del Reno, Romagnoli e Conca Marecchia. Fasce Fluviali. Montone, Rabbi, Ronco e Fiumi Uniti, Versione 01 del 2025-12-10

Indice

1	Premessa	1
2	L'ambito fluviale in esame.....	2
3	Analisi morfologica	5
3.1	Fiume Montone.....	5
3.2	Fiume Rabbi.....	7
3.3	Fiume Ronco.....	8
3.4	Fiumi Uniti	10
4	Idrologia di piena: portate ed eventi di riferimento.....	11
4.1	Fiume Montone.....	11
4.2	Fiume Rabbi.....	19
4.3	Fiume Ronco.....	24
5	La geometria del modello 2D	31
6	Stima della capacità di portata nel tratto arginato.....	35
6.1	Le condizioni contorno	35
6.1.1.	Portate	35
6.1.2.	Condizioni di valle	35
6.2	Scabrezze.....	35
6.3	Simulazioni e risultati ottenuti	36
7	Condizioni di pericolosità idraulica dello stato attuale	38
7.1	Le condizioni contorno	38
7.1.1.	Portate	38
7.1.2.	Condizioni di valle	39
7.2	Scabrezze.....	39
7.3	Simulazioni e risultati ottenuti	39
7.3.1.	Fiume Montone.....	45
7.3.1.1	Evento T50.....	45
7.3.1.2	Evento T200	56
7.3.1.3	Evento T500	66
7.3.2.	Fiume Rabbi	66
7.3.2.1	Evento T50.....	66
7.3.2.2	Evento T200	75
7.3.2.3	Evento T500	83
7.3.3.	Fiume Ronco	84
7.3.3.1	Evento T50.....	84
7.3.3.2	Evento T200	98
7.3.3.3	Evento T500	112

7.3.4.	Fiumi Uniti.....	112
7.3.4.1	Evento T50	112
7.3.4.2	Evento T200	114
7.3.4.3	Evento T500	115
7.4	Valutazioni dei franchi dei ponti rispetto alla piena di riferimento	115
7.4.1.	Fiume Montone	115
7.4.1.1	Ambito montano, collinare, pedecollinare e di pianura non arginato.....	115
7.4.1.2	Tratto arginato di pianura.....	116
7.4.2.	Fiume Rabbi	116
7.4.2.1	Ambito montano, collinare, pedecollinare e di pianura non arginato.....	116
7.4.3.	Fiume Ronco	117
7.4.3.1	Ambito montano, collinare, pedecollinare e di pianura non arginato.....	117
7.4.3.2	Tratto arginato di pianura.....	117
7.4.4.	Fiumi Uniti.....	117
7.4.4.1	Tratto arginato di pianura.....	117
7.5	Scenari di rotta arginale	127
8	Linee di assetto	129
8.1	L'assetto del Fiume Montone	129
8.1.1.	Tratto collinare tra Dovadola e la confluenza con il Fiume Rabbi	129
8.1.2.	Tratto dalla confluenza con il fiume Rabbi fino alla confluenza con il Rio Cosina	130
8.1.3.	Tratto tra la confluenza con il Rio Cosina e Fiumi Uniti – tratto arginato classificato di pianura	131
8.2	L'assetto del Fiume Rabbi	132
8.2.1.	Tratto collinare tra Predappio e la confluenza nel Fiume Montone.....	132
8.3	L'assetto del Fiume Ronco	133
8.3.1.	Tratto collinare tra Meldola e Forlì.....	133
8.3.2.	Tratto da Forlì fino a Borgo Sisa.....	134
8.3.3.	Tratto tra Borgo Sisa e Fiumi Uniti – tratto arginato classificato di pianura.....	134
8.4	L'assetto dei Fiumi Uniti.....	135
8.5	Valutazioni su eventi di piena superiori a quello di riferimento	136
8.6	Quadro degli interventi.....	138
8.7	Valutazioni dei franchi dei ponti e criticità idrauliche rispetto alle linee di assetto	140
9	Portate di piena di riferimento.....	150

1 Premessa

La presente monografia è parte integrante del Progetto di variante al PAI Po: estensione ai bacini idrografici del Reno, Romagnoli e Conca Marecchia, allegata alla Relazione Tecnica Fasce Fluviali, e contiene una descrizione delle analisi idrologiche e idrauliche finalizzate all'analisi delle attuali condizioni di pericolosità idraulica e alla definizione delle relative linee di assetto, identificate in coerenza con le strategie generali descritte nella relazione tecnica.

Il presente documento è inerente al fiume Montone ed ai suoi affluenti Rabbi, Ronco e Fumi Uniti che, nell'ambito delle attività di studio descritte nella relazione tecnica, è stato analizzato per i seguenti tratti:

- fiume Montone, dall'abitato del Comune di Rocca San Casciano fino alla confluenza nel Fumi Uniti, per un'estensione di circa 69 km. I comuni interessati sono: Rocca San Casciano, Dovadola, Castrocaro Terme e Terre del Sole, Forlì, Faenza, Russi e Ravenna;
- fiume Rabbi, dalla località Strada di San Zeno in Comune di Galeata fino alla confluenza nel fiume Montone, per un'estensione di circa 41 km. I comuni interessati sono: Galeata, Predappio e Forlì;
- fiume Ronco, dal centro abitato del Comune di Santa Sofia fino alla confluenza nel Fumi Uniti, per un'estensione di circa 76 km. I comuni interessati sono: Santa Sofia, Galeata, Civitella di Romagna, Meldola, Bertinoro, Forlimpopoli, Forlì e Ravenna;
- Fumi Uniti, dall'unione dei fiumi Montone e Ronco fino al mare, per un'estensione di circa 10 km, tutti in Comune di Ravenna.

Il tratto oggetto del presente progetto di variante e di delimitazione di fasce fluviali, secondo il metodo del PAI Po, è compreso:

- per il Fiume Montone tra il centro abitato del Comune di Dovadola e la confluenza in Fumi Uniti (59 km);
- per il Fiume Rabbi tra il centro abitato del Comune di Predappio e la confluenza nel fiume Montone (22.5 km);
- per il Fiume Ronco tra le località Ricò e Gualdo del Comune di Meldola e la confluenza in Fumi Uniti (51 km);
- per i Fumi Uniti tra la confluenza tra i fiumi Montone e Ronco e il mare (9.5 km).

2 L'ambito fluviale in esame

I Fiumi Uniti costituiscono il più importante sistema idrografico della Romagna; esso è formato da due corsi d'acqua principali, Ronco e Montone, che confluiscono all'altezza della città di Ravenna (e da cui deriva l'attuale denominazione di Fiumi Uniti) nonché dal fiume Rabbi, che diviene affluente del Montone appena giunto in pianura, alle porte della città di Forlì. Originariamente i fiumi Ronco e Montone sfociavano separatamente nel mare Adriatico; in seguito, per motivi di sicurezza idraulica dell'abitato di Ravenna, dopo vari tentativi succedutisi nei tempi, nel XVIII secolo furono regimati in un unico tratto terminale, mentre il vecchio corso fu trasformato in canale navigabile e successivamente occluso.

Complessivamente il bacino idrografico ha una superficie di 1241 km², suddivisa nei due sottobacini del Rabbi-Montone (531,7 km²) e del Ronco-Bidente (626,2 km²), nonché in una rete scolante minore (83 km²) che si sviluppa nella parte di pianura a nord della Via Emilia, fino alla costa.

Il fiume Montone nasce nei pressi del Passo Muraglione (836 m s.m.) e dopo un percorso di circa 76,5 km confluisce nel fiume Ronco e insieme si portano al mare con un ulteriore percorso di circa 10 km. Una vasta area di pianura soggetta a bonifica idraulica è attraversata dalla parte terminale dei due fiumi che, dopo l'ingresso nel territorio della Provincia di Ravenna, scorrono pensili.

Il fiume Rabbi nasce a Poggio degli Orticai nei pressi del Monte Falco e si getta nel fiume Montone nei pressi di Forlì, dopo un percorso di quasi 56 km. Si stacca dal Rabbi, nei pressi di S. Lorenzo, un canale artificiale (detto Canale di Ravaldino) che attraversa la città di Forlì combinato e ritorna a cielo aperto a nord della città, ove prosegue fino ad immettersi nel fiume Ronco a Coccolla.

Il fiume Bidente-Ronco è formato dall'unione di tre rami: Bidente di Corniolo (1400 m s.m.), Bidente di Ridracoli (1200 m s.m.), Bidente di Strabatenza (1200 m s.m.); i tre rami si uniscono nei pressi di Isola. Sviluppa una lunghezza di 80 km circa. Nella parte alta del bacino, segnatamente nel sottobacino del Bidente di Ridracoli, sorge una diga di sbarramento (Ridracoli) che forma un invaso artificiale di circa 33 milioni di metri cubi.

La rete scolante minore si caratterizza per la presenza di un complesso idraulico tributario dello Scolo Lama che si getta nel Ronco nei pressi di Longana, intercettando lo Scolo Tratturo che lo attraversa sopra e che va a confluire nel Canale Candiano.

Nel bacino sono poche le sorgenti perenni che alimentano i corsi d'acqua, per cui la portata è influenzata in misura notevole dalle precipitazioni, dunque con un andamento dei deflussi che segue quello degli afflussi meteorici. Il regime delle piene è pertanto determinato dall'andamento stagionale delle precipitazioni, caratterizzato dal tipico clima sub-litoraneo appenninico, che di solito trova la massima intensità durante la primavera e l'autunno (e la minima nel periodo estivo) con portate di magra aventi valori modesti.

Sul piano dell'articolazione amministrativa, il bacino è interamente compreso nella Regione Emilia-Romagna, ad eccezione di una pressoché spopolata porzione della estensione di circa 55 km² facente parte della Toscana, in un tratto in cui il Comune di San Godenzo e minuscole parti di Dicomano e Marradi (Provincia di Firenze) travalicano la linea di spartiacque. Sul piano della suddivisione provinciale, oltre al menzionato sconfinamento della Provincia di Firenze, il bacino include una limitata porzione della Provincia di Ravenna (circa 18 km²). Il restante 94% resta compreso nella Provincia di Forlì.

L'ambito idrografico oggetto di studio ha un'estensione complessiva di quasi 200 km ed è così costituito:

- fiume Montone, dall'abitato del Comune di Rocca San Casciano fino alla confluenza nel Fiumi Uniti, per un'estensione di circa 69 km. I comuni interessati sono: Rocca San Casciano, Dovadola, Castrocaro Terme e Terre del Sole, Forlì, Faenza, Russi e Ravenna;
- fiume Rabbi, dalla località Strada di San Zeno in Comune di Galeata fino alla confluenza nel fiume Montone, per un'estensione di circa 41 km. I comuni interessati sono: Galeata, Predappio e Forlì;
- fiume Ronco, dal centro abitato del Comune di Santa Sofia fino alla confluenza nel Fiumi Uniti, per un'estensione di circa 76 km. I comuni interessati sono: Santa Sofia, Galeata, Civitella di Romagna, Meldola, Bertinoro, Forlimpopoli, Forlì e Ravenna;

- Fiumi Uniti, dall'unione dei fiumi Montone e Ronco fino al mare, per un'estensione di circa 10 km, tutti in Comune di Ravenna.

Lungo il sistema Montone – Rabbi, a monte del centro abitato della città di Forlì cominciano ad essere presenti dei rilevati finalizzati al contenimento degli eventi di piena, anche se il sistema arginale continuo, classificato di seconda categoria, è presente solo lungo il fiume Montone, a partire dalla confluenza del Rio Cosina (poco a valle del Ponte Braldo), fino all'immissione nei fiumi Uniti, per un'estensione di circa 25 km. In realtà, anche il tratto arginato di monte, compreso tra il ponte della via Emilia e la suddetta confluenza, lungo circa 7 km, presenta caratteri di continuità, ma comunque non rientra tra gli argini classificati.

Lungo il fiume Ronco iniziano ad essere presenti rilevati arginali non appena il corso d'acqua entra nel territorio dei comuni di Forlì e Forlimpopoli, anche se il sistema arginale continuo, classificato di seconda categoria, inizia a svilupparsi dalla località Borgo Sissa di Forlì e prosegue fino all'immissione nel Fiume Uniti, per un'estensione di circa 17 km.

I suddetti sistemi arginali proseguono senza soluzione di continuità lungo Fiumi Uniti, fino al mare, per un'estensione di ulteriori 10 km.

Si sottolinea che l'intero suddetto sistema arginale si sviluppa sostanzialmente sempre in fregio agli alvei incisi, con conseguente quasi totale assenza di aree goleinali.

I comuni interessati dal presente progetto di variante sono:

- Fiume Montone: Castrocaro Terme e Terra del Sole, Dovadola, Faenza, Forlì, Ravenna, Russi;
- Fiume Rabbi: Forlì e Predappio
- Fiume Ronco: Bertinoro, Forlì, Forlimpopoli, Meldola, Ravenna;
- Fiumi Uniti: Ravenna

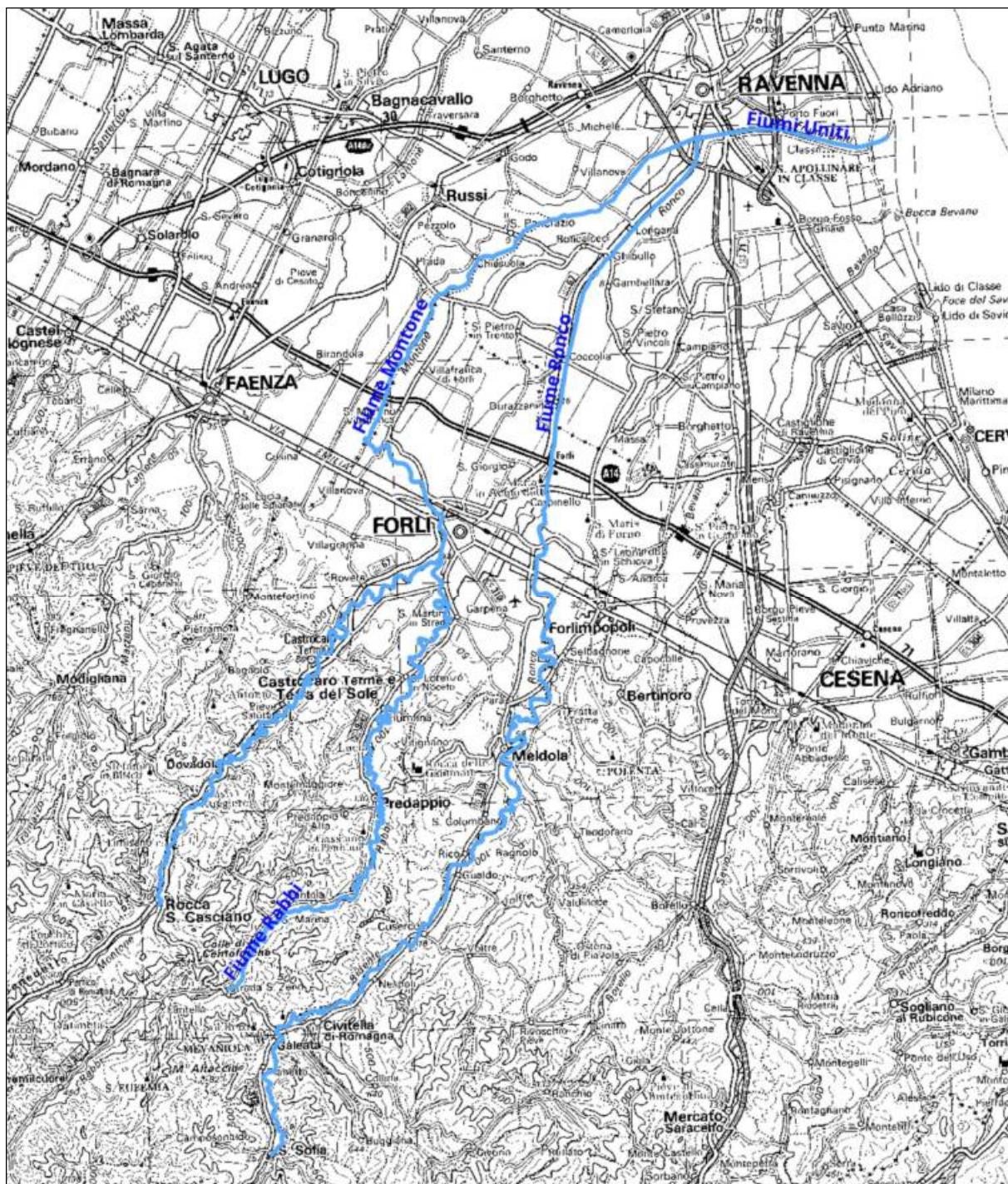


Fig. 1 - Inquadramento cartografico dell'ambito di studio dei fiumi Montone, Rabbi, Ronco e Fiumi Uniti.

3 Analisi morfologica

3.1 Fiume Montone

Il tratto del fiume Montone oggetto di studio ha inizio dal ponte della SP 23 in località Rocca San Casciano, fino alla confluenza con il fiume Ronco, per una lunghezza di circa 70 km.

Nella provincia di Forlì-Cesena, nei comuni di Rocca San Casciano e Dovadola, il Montone scorre in una valle piuttosto stretta, ad andamento leggermente arcuato in direzione SSO-NNE, bagnando gli abitati sopra citati e ricevendo le acque del torrente di Ridaccio e del fosso di Sant'Antonio nel margine meridionale, presso Rocca San Casciano e di numerosi rii e fossi minori lungo il suo corso in questo tratto, tra cui il fosso della Villa e il fosso dell'Acqua che si immettono all'altezza di S. Ruffillo di Dovadola.

Tra Dovadola e Castrocaro Terme, dove si immette il torrente Brasina, la valle del Montone tende progressivamente ad allargarsi fino a collegarsi all'alta pianura, abbandonando le colline del margine appenninico. Qui, un primo tratto si sviluppa in direzione ENE-OSO fino alla confluenza col fiume Rabbi; successivamente il corso prosegue verso nord, lambendo il centro urbano di Forlì per poi piegare verso ovest e quindi verso NNE, con un angolo quasi retto. A partire dalla confluenza col Rabbi il corso del Montone è profondamente artificializzato, nello specifico risulta costretto all'interno di argini fino al termine del suo corso.

Dall'analisi delle variazioni morfologiche storiche del primo tratto collinare - montano, è emerso che il corso d'acqua in epoca storica tendeva a seguire grossomodo l'attuale tracciato mentre da Castrocaro Terme fino a Forlì è evidente una maggiore divagazione dell'alveo, in particolare considerando quello di fine '800 e della prima metà del XX secolo.

Negli ultimi decenni la maggiore dinamica fluviale si è concentrata nel tratto collinare compreso tra Dovadola e Terra del Sole, dove si osservano erosioni spondali diffuse, tendenza all'arretramento e formazione di barre.

Le opere idrauliche rilevate nel settore fino a Castrocaro Terme sono 5 briglie di controllo dell'erosione di fondo e del trasporto solido e da diversi muri arginali in corrispondenza dell'attraversamento dei centri urbani (16 elementi); si segnala anche una trasversa fluviale, presso Dovadola, e una difesa di sponda longitudinale in sponda sinistra, a difesa della sede stradale di fondovalle (S. Ruffillo di Dovadola). La soglia presso S. Ruffillo di Dovadola risulta demolita a seguito dei recenti eventi di piena.

Dal punto di vista della qualità morfologica, il corso d'acqua fino a Dovadola presenta un unico tratto omogeneo con indice di qualità morfologica (IQM) in classe "Buono", essenzialmente per la naturalità e bassa artificialità dell'alveo, con l'eccezione del breve tratto del corso d'acqua presso Rocca San Casciano.

In questo settore durante gli eventi alluvionali più recenti (maggio 2023 e settembre 2024) le criticità idrauliche e morfologiche nel fondovalle sono state puntuali e limitate a fenomeni intensi di erosione di sponda, oltre ad accumuli di materiale ligneo. Presso Castrocaro le erosioni di sponda hanno interessato anche infrastrutture e abitazioni.

Non è stato invece possibile, in questo tratto, analizzare l'evoluzione altimetrica della quota di fondo alveo, attraverso il confronto delle sezioni "storiche" e del bilancio volumetrico da confronto dei DTM, non essendo disponibili rilievi sovrapponibili e confrontabili.

Da Dovadola, il grado di artificialità aumenta progressivamente, con presenza di numerosi attraversamenti e opere di regimazione di controllo del fondo alveo a monte e a valle degli stessi; tali opere sono concentrate in prossimità dei centri abitati e, in particolare, nel tratto di attraversamento del fiume dell'area urbana di Dovadola e Forlì. A parte un breve tratto presso Castrocaro Terme dove la qualità permane in classe "Buono" per un ritorno ad una maggiore naturalità del corso d'acqua, la classe dei tratti omogenei ricade, per i motivi suddetti, nella classe "Moderato o sufficiente".

Dalla confluenza col fiume Rabbi e per tutto il resto del suo corso la qualità morfologica del Montone è fortemente condizionata dalla presenza di argini pressoché continui e prossimi all'alveo che causano una

progressiva diminuzione della larghezza media della sezione d'alveo; a causa di ciò e di ulteriori opere di regimazione fluviale, il tratto omogeneo a valle di Villafranca di Forlì rientra in classe "Scadente o scarso".

Lo stato di alcune di queste opere appare spesso in dissesto strutturale, dovuto alla dinamica del corso d'acqua con effetti di erosione e inizio di scalzamento al piede, che si verificano durante gli eventi alluvionali più intensi.

Nel tratto compreso tra Dovadola e Terra del Sole durante gli eventi alluvionali più recenti (maggio 2023 e settembre 2024) le criticità idrauliche sono state locali, legate ad erosione intensa delle sponde per lo più in corrispondenza di curve di meandri e in minor misura a canali divaganti, rotte ed esondazioni. Nei settori arginati, dalla confluenza con il Rabbi fino alla fine del corso d'acqua, si rilevano occasionali erosioni del rilevato arginale. In particolare, si segnala il dissesto dell'alveo e della Briglia Medicea Ladino San Varano (Ladino, Terra del Sole) ed erosioni di sponda e deviazioni di tracciato dell'alveo, con danneggiamento delle opere idrauliche (Rovere Chiesa, Terra del Sole).

Nel settore più a valle si sono avute rotture arginali, occlusione di ponti, erosioni di sponda con interessamento di infrastrutture e abitazioni (Rani Gardini, Forlì). Presso l'abitato di Forlì i danni sono stati numerosi: argini danneggiati e dissesti dell'alveo, frane di sponda e dissesti arginali con cedimenti stradali in prossimità di abitazioni e attività produttive, rotture arginali, occlusioni di ponti, erosioni di sponda e deviazione degli alvei con interessamento di infrastrutture e abitazioni.

Altre località colpite dai danneggiamenti agli argini sono state Villafranca di Forlì, S. Pancrazio (franamenti, occlusione dell'alveo per vegetazione caduta e frane golenali) mentre a S. Marco si è avuta infiltrazione da piano campagna come a sud di Ravenna dove si sono registrati anche smottamenti nel ciglio arginale.

La configurazione attuale del Montone fu definita nel periodo 1735-39 quando fu deviato a sud di Ravenna, raccordato al fiume Ronco e insieme immessi nel canale artificiale che divenne il nuovo corso di Fiumi Uniti.

Dal confronto tra le differenze altimetriche dei DTM RER 2024 e DTM 2009 MATTM da Rocca San Casciano a San Ruffillo di Dovadola (intervallo temporale di 15 anni), si evidenziano (escludendo i valori di differenza altimetrica compresi da -1 a 1 m per errori di sovrapposizione, quota livello idrico e pulizia della vegetazione) depositi ed erosioni in alveo piuttosto contenuti che localmente si alternano, verosimilmente per la migrazione della barra fluviale. Nel settore di valle, fino a Castrocaro Terme la tendenza generale è quella dell'erosione, particolarmente marcata in corrispondenza dei meandri tra Dovadola e Virano Vecchia, a sud di Castrocaro. Di contro, le sponde mostrano localmente un guadagno di quota che potrebbe essere attribuito ad accumulo per i processi di tracimazione.

L'abbassamento del fondo dell'alveo si verifica anche nel settore compreso tra Castrocaro Terme e S. Varano, poco prima della confluenza col Rabbi, ma in modo più sporadico e spesso associato alle anse dei meandri mentre localmente le sponde risultano in crescita. In corrispondenza della traversa fluviale in località Ladino, a NE di Terra del Sole, si osservano diffuse perdite di quota del fondo dell'alveo sia a monte che a valle dell'opera e fenomeni di accumulo presso le sponde.

Nel tratto di confluenza tra Montone e Rabbi sono evidenti profonde modificazioni con aree in sollevamento circa pari a quelle in abbassamento che evidenziano la divagazione del canale.

Nel tratto arginato si osservano differenze meno sostanziali, che mostrano spesso un lato dell'alveo e la sponda corrispondente in abbassamento e il lato e la sponda opposta in crescita. In questo settore sono due le situazioni degne di nota, una presso Forlì dove il lato sinistro dell'alveo e la sua sponda risultano in più punti in abbassamento e l'altra a valle della traversa fluviale presso La Chiusa poco a monte della confluenza col Ronco, dove l'alveo e la sponda destra hanno perso diffusamente quota.

3.2 Fiume Rabbi

Il tratto del fiume Rabbi oggetto di studio inizia da circa 500 metri a valle del ponte della SP24, presso Strada S. Zeno, fino alla confluenza col Montone, per una lunghezza di circa 41 km.

Nei Comuni di Galeata e Predappio, nel tratto collinare, le acque del Rabbi scorrono in una valle piuttosto ampia, con una distanza tra i crinali opposti di circa 3 km fino a Tontola, per allargarsi ulteriormente fino a S. Lorenzo in Noceto, ora in comune di Forlì, in corrispondenza delle ultime colline del margine appenninico. L'andamento del corso è ondulato con tre principali curvature e una direzione generale NNE-SSO. Da qui il Rabbi prosegue con ampi meandri in direzione NNE, poi N fino alla confluenza col Montone nel contesto di alta pianura. Nel suo tragitto il fiume lambisce gli abitati di Predappio e Fiumana e il margine meridionale di Forlì.

Il corso d'acqua mantiene il suo assetto naturale nel tratto montano-collinare fino a Predappio, scorrendo sulla destra rispetto alla strada provinciale 9ter, spesso a ridosso dei versanti più acclivi, ad eccezione del tratto presso San Savino dove sono presenti due attraversamenti. Da Predappio in avanti sono maggiormente presenti opere di regimazione, il corso d'acqua, inoltre, si pone generalmente al centro della valle, scorrendo ancora sulla destra della SP9ter, fino a San Lorenzo in Noceto dove passa in sinistra fino all'immissione nel Montone.

Dall'analisi delle variazioni morfologiche storiche, è emerso che le maggiori differenze rispetto al corso attuale sono riconducibili ai tracciati di fine XIX secolo e della prima metà del XX secolo mentre successivamente l'alveo si è mantenuto sostanzialmente stabile. Fino a Fiumana queste differenze sono di piccola entità mentre a valle di questa località il fiume mostra maggiori divagazioni ampliando significativamente la fascia di mobilità.

I fenomeni di erosione di sponda e divagazione sono presenti e diffusi lungo l'intero corso del fiume Rabbi, in particolare associati alle curve di meandro, e gli effetti più eclatanti si osservano tanto nei settori a monte, in corrispondenza dei tratti presso Strada S. Zeno e presso Tontola, tanto nei settori storicamente interessati dalle maggiori divagazioni come in località San Lorenzo in Noceto, presso lo sbocco vallivo.

Le opere idrauliche rilevate nel settore a sud di Forlì, in ambito collinare, sono 4 briglie di controllo dell'erosione di fondo e del trasporto solido e 5 difese longitudinali, 9 muri arginali presenti soprattutto lungo la sponda sinistra, a difesa della sede stradale di fondovalle, e 2 traverse fluviali. Le opere sono in genere in buono stato funzionale; si segnala che le spalle del ponte che collega Casa Cava alla strada SP9ter (San Lorenzo in Noceto) risultano dissestate in corrispondenza dei muri arginali.

Dal punto di vista della qualità morfologica, il corso d'acqua fino a Tontola presenta tratti omogenei con indice di qualità morfologica (IQM) in classe "Buono", essenzialmente per la naturalità e bassa artificialità dell'alveo; in questo settore si realizza una significativa riduzione dell'ampiezza dell'alveo.

Durante gli eventi alluvionali più recenti (maggio 2023 e settembre 2024) le criticità idrauliche e morfologiche nel fondovalle, in questo settore, sono state piuttosto diffuse e associate a fenomeni intensi di erosione di sponda e alle divagazioni dei canali. In particolare, sono stati osservati erosioni di sponda con interessamento di infrastrutture e abitazioni, e accumuli in alveo (Tontola).

Non è stato invece possibile, in questo tratto, analizzare l'evoluzione altimetrica della quota di fondo alveo, attraverso il confronto delle sezioni "storiche" e del bilancio volumetrico da confronto dei DTM, non essendo disponibili rilievi sovrapponibili e confrontabili.

Da Tontola fino alla confluenza col Montone, il grado di artificialità aumenta, con presenza di alcuni attraversamenti e opere di regimazione di controllo del fondo alveo, in particolare presso Predappio, Fiumana, in località La Chiusa (San Lorenzo in Noceto) e a San Martino in Strada, a sud di Forlì, dove iniziano le opere di arginatura che proseguono in continuità fino al termine del Rabbi.

Dal punto di vista della qualità morfologica, il corso d'acqua presenta tratti omogenei con indice di qualità morfologica (IQM) in classe "Moderato o Sufficiente", ad eccezione del tratto tra Trivella e Fiumana (RA_01_04) per il quale l'indice IQM risale alla classe "Buono".

In questo settore durante gli eventi alluvionali più recenti (maggio 2023 e settembre 2024) le criticità idrauliche sono state puntuali, limitate per lo più a edifici prossimi all'alveo attivo, come in località La Chiusa presso San Lorenzo in Noceto, dove i danni sono stati particolarmente ingenti e hanno interessato l'alveo, le sponde e le opere idrauliche qui presenti. Altra situazione critica si è avuta presso Trivella con erosioni di sponda ed interessamento di infrastrutture e abitazioni e accumuli in alveo.

Questo sito è stato in passato un importante nodo idraulico; si trova qui la chiusa del Calanco, messa in funzione nel XV secolo dopo che un'alluvione del Rabbi distrusse la chiusa più a valle, presso S. Martino in Strada; dalla chiusa del Calanco si diparte il canale artificiale Ravaldino, creato nel medioevo utilizzando anche antichi alvei fluviali dismessi, tra cui l'antico corso del fiume Rabbi stesso che da San Lorenzo in Noceto proseguiva verso nord attraversando l'abitato di Forlì. Con l'evento di maggio 2023 il fiume ha aggirato l'opera ed è stato danneggiato il paramento esterno della briglia e la pavimentazione della chiusa.

Dal confronto tra le differenze altimetriche dei DTM RER 2024 e DTM 2009 MATTM, da Strada S. Zeno a San Martino in Strada, a sud di Forlì (intervallo temporale di 15 anni), si evidenziano (escludendo i valori di differenza altimetrica compresi da -1 a 1 m per errori di sovrapposizione, quota livello idrico e pulizia della vegetazione) diffusi abbassamenti del fondo alveo e pochi casi di aumento delle quote in alveo, più frequentemente lungo le sponde. Le perdite altimetriche sono spesso associate alle anse dei meandri, localizzate in genere nel lato esterno mentre un guadagno di quota si osserva nel lato interno (ad es. presso Predappio). Lungo la stessa sponda si registra spesso un'alternanza tra erosione e accumulo, a testimonianza dei processi sedimentari fluviali durante i recenti eventi alluvionali.

Il tratto iniziale del corso analizzato, presso Strada S. Zeno, è caratterizzato da profonde variazioni altimetriche, con accumuli ed erosioni, a testimonianza della spiccata dinamicità di questo settore.

Altri importanti ed estesi abbassamenti di quota si rilevano presso San Lorenzo in Noceto a monte della traversa fluviale e in alcuni meandri a nord di questo settore, in particolare presso San Martino in Strada.

3.3 Fiume Ronco

Il tratto del fiume Ronco oggetto di studio inizia dal ponte della SP 77 presso Santa Sofia e termina alla confluenza con il Montone, per una lunghezza di circa 75 km.

Nel tratto a monte fino a Cusercoli, il Ronco scorre in una valle piuttosto incassata, ad andamento blandamente ondulato con due principali curvature e con direzione generale NE-SO; in questo tratto il fiume attraversa l'abitato di S. Sofia e lambisce gli abitati di Galeata e Civitella di Romagna, dove riceve il suo principale affluente, il torrente Suasa, dal versante orientale. A partire da Cusercoli la valle tende progressivamente ad ampliarsi e il corso prosegue in direzione nord, creando ampi meandri nel tratto presso Meldola e a valle, nella fascia di alta pianura. In questo tratto confluiscono altri due importanti affluenti, sempre in destra idrografica: Il torrente Voltre e il rio Salso.

Il corso d'acqua mantiene il suo assetto naturale nel tratto montano-collinare tra Santa Sofia e Civitella di Romagna; con eccezione di questo tratto, la presenza diffusa di opere di regimazione e attraversamenti lungo l'intero suo corso, ne compromettono la naturalità.

Dall'analisi delle variazioni morfologiche storiche del settore fino a Cusercoli, è emerso come il corso d'acqua in epoca storica tendeva a scorrere lungo il tracciato dell'alveo attuale, con poche differenze, riscontrate in particolare per il corso di fine XIX secolo. A valle di Cusercoli sono evidenti maggiori divagazioni che hanno interessato l'alveo sia nei tratti sinuosi sia nei tratti meandriformi.

I fenomeni di divagazione e di erosione di sponda odierni si registrano soprattutto in questo settore, da Cusercoli fino alla via Emilia, in corrispondenza dell'ampliamento della fascia di mobilità storica.

Non è stato possibile analizzare l'evoluzione altimetrica della quota di fondo alveo, attraverso il confronto delle sezioni "storiche" e del bilancio volumetrico da confronto dei DTM, non essendo disponibili rilievi sovrapponibili e confrontabili.

Le opere idrauliche rilevate nel settore collinare sono costituite dalla presenza di 14 briglie di controllo dell'erosione di fondo e del trasporto solido in buono stato funzionale e da 6 difese longitudinali presenti, 12 muri arginali sia in sponda destra che in sponda sinistra e 7 traverse fluviali, di cui due in stato di dissesto, presso Maestà e Tombaccia di Sotto, tra Civitella di Romagna e Cusercoli.

Dal punto di vista della qualità morfologica, il corso d'acqua presenta tratti omogenei con indice di qualità morfologica (IQM) in classe "Moderato o sufficiente", essenzialmente per la commistione tra naturalità e artificialità dell'alveo. Nel tratto montano-collinare presso Galeata (RO_01_02), il livello di naturalità tende a risalire, facendo rientrare questo tratto in classe "Buono"; diversamente, il tratto più a valle del corso d'acqua (RO_04_01), in ambito di bassa pianura e in presenza di una arginatura continua e confinante, il punteggio IQM diminuisce e il tratto è attribuito alla classe "Scadente o scarso".

Nel settore a monte, fino Cursecoli durante gli eventi alluvionali più recenti (maggio 2023 e settembre-ottobre 2024) le criticità idrauliche e morfologiche nel fondovalle sono state puntuale e limitate a fenomeni intensi di erosione di sponda. In aggiunta, si è registrato un aggravamento del dissesto nell'abitato di Civitella di Romagna e a sud di Tombaccia (Cusercoli) vi è stato anche interessamento di infrastrutture e abitazioni, oltre che accumuli in alveo.

Da Cursecoli a Ronco (via Emilia), il grado di artificialità aumenta per la presenza di attraversamenti e opere di regimazione di controllo del fondo alveo (una briglia, un muro arginale) e di arginature.

Dall'analisi morfologica si segnalano lungo le anse esterne fenomeni di erosione di sponda intensa e fenomeni di rotta e divagazione del canale, particolarmente evidenti in corrispondenza del settore a meandri nell'intorno di Meldola e nel settore immediatamente a valle dove il fiume trova spazio per esondare e laminare naturalmente, prima di essere confinato all'interno degli argini.

In questo settore durante gli eventi alluvionali più recenti (maggio 2023 e settembre 2024) le criticità idrauliche sono state le esondazioni, favorite anche dall'accumulo di vegetazione nell'alveo e contro i ponti (Meldola), e la tracimazione e il danneggiamento degli argini nel tratto più a valle. In vari punti, le acque di piena del 2023 hanno sormontato e in parte ammalorato questi argini, a monte della via Emilia.

A valle della via Emilia, a partire da Coriano, l'alveo diviene decisamente rettilineo, anche prima di essere arginato con continuità fino alla confluenza con il Montone. Questa configurazione è stata attribuita alla presenza dell'acquedotto romano che da Meldola portava l'acqua del Ronco fino a Ravenna; questo acquedotto nel tempo fu in parte seppellito, creando un infossamento che il fiume avrebbe riutilizzato per il suo scorrimento a partire dal medioevo.

In questo settore l'alveo ha perso la sua naturalità ed è costretto all'interno di argini artificiali continui; inoltre, sono presenti 3 briglie, 7 opere longitudinali, 1 traversa e 2 muri arginali. Durante i recenti eventi di piena si è danneggiato l'argine presso Borgo Sisa, a nord di Forlì, e si sono registrati allagamenti per collasso parziale dei muri di contenimento (Coccolia); all'altezza di Ghibullo e a sud di Ravenna il dissesto delle arginature ha provocato franamenti, con occlusione dell'alveo anche per il materiale vegetale accumulato.

Dal confronto tra le differenze altimetriche dei DTM RER 2024 e DTM 2009 MATTM, da Santa Sofia a Galeata (intervallo temporale di 15 anni), si evidenziano (escludendo i valori di differenza altimetrica compresi da -1 a 1 m per errori di sovrapposizione, quota livello idrico e pulizia della vegetazione) variazioni di quota lungo i versanti e lungo le sponde con aree di perdita e di guadagno altimetrico che, approssimativamente, si equivalgono. Da Galeata a Cusercoli, la sponda destra è maggiormente interessata da un abbassamento di quota mentre a partire da Cusercoli fino a San Colombano si registrano abbassamenti in corrispondenza dell'alveo, dove il corso compie delle curve e delle anse più marcate (ad esempio tra Gualdo, Ricò e San Colombano).

A Meldola, a valle della traversa fluviale, si osservano una perdita di quota importante sulla sponda destra e un altrettanto importante guadagno di quota lungo la corrispondente sponda sinistra.

Più a valle, all'altezza di Fratta Terme, nei due meandri del fiume sono presenti perdite altimetriche dovute ad erosione; locali abbassamenti del fondo alveo si osservano anche nel tratto all'altezza di Forlimpopoli.

3.4 Fiumi Uniti

Fiumi Uniti parte dalla confluenza tra Montone e Ronco fino allo sbocco a mare, per una lunghezza di circa 10 km. L'intero tratto fluviale in oggetto scorre nella bassa pianura in direzione circa E-O, con andamento quasi rettilineo, con due blande curvature. Per tutto il suo corso Fiumi Uniti è confinato entro argini artificiali che tendono progressivamente ad allontanarsi dall'alveo soltanto in prossimità della foce.

Dall'analisi delle variazioni morfologiche storiche si osserva che l'alveo del fiume è per lo più stabile, con piccole differenze legate al corso di fine XIX secolo. Differenze sostanziali di questo corso rispetto a quelli precedenti si apprezzano, invece, in prossimità della foce dove il fiume, ad una distanza di circa 1.5 km dalla linea di riva, presentava un andamento con ampi meandri prima di sfociare in mare. Anche la foce ha subito notevoli mutamenti, governati da processi di erosione e smantellamento della cuspide deltizia che hanno causato il progressivo arretramento della linea di riva.

Dall'analisi morfologica emerge che il fenomeno di arretramento della linea di riva è un fenomeno attualmente in corso, insieme all'erosione del rilevato arginale in alcuni punti, lungo la parte mediana e terminale del corso d'acqua.

Le opere idrauliche rilevate sono costituite dalla presenza di una traversa fluviale in buono stato funzionale e rilevati arginali continui.

Dal punto di vista della qualità morfologica, il corso d'acqua presenta un unico tratto omogeneo con indice di qualità morfologica (IQM) in classe "Scadente o scarso".

Il grado di artificialità è alto per la presenza di arginature e opere di regimazione delle acque, oltre al fatto che Fiumi Uniti è di fatto un canale artificiale scavato in epoca moderna. Il tracciato di Fiumi Uniti fu completato nella prima metà del XVIII secolo a seguito di una serie di opere idrauliche finalizzate ad allontanare le piene di Ronco e Montone da Ravenna.

In questo settore durante gli eventi alluvionali più recenti (maggio 2023 e settembre 2024) le criticità idrauliche sono risultate i danni localizzati al rilevato arginale; nello specifico, si sono rilevati arginature danneggiate, franamenti, occlusione dell'alveo per vegetazione caduta, con la creazione di una voragine nel terrapieno presso Puglioli Vecchio, vicino alla Chiusa Rasponi.

Dal confronto tra le differenze altimetriche dei DTM RER 2024 e DTM 2009 MATTM non si evidenziano particolari variazioni altimetriche lungo il corso d'acqua. Caso particolare è la zona di foce dove si possono apprezzare le modificazioni associate all'erosione costiera e all'arretramento della linea di riva (escludendo i valori di differenza altimetrica compresi da -1 a 1 m per errori di sovrapposizione, quota livello idrico e pulizia della vegetazione). Si osserva la perdita di quota dovuta all'erosione della spiaggia e all'avanzata del mare nonché l'accumulo di nuovi depositi nel retrospiaggia legati ai processi di overwashing.

4 Idrologia di piena: portate ed eventi di riferimento

Nel presente paragrafo sono riportati in sintesi gli esiti dell'analisi idrologica, la cui impostazione metodologica generale è descritta nella Relazione Tecnica del progetto di variante

4.1 Fiume Montone

Le portate al colmo del fiume Montone, per eventi a differente probabilità, sono riportate nella tabella seguente:

Tab. 1 Portate di piena per il fiume Montone

Bacino	Corso d'acqua	Progr (km)	Sezione (Cod. rif. Bacino)	Sup. (km ²)	T50 (m ³ /s)	T200 (m ³ /s)	T500 (m ³ /s)	Idrometro ¹
Uniti	Montone	29	Rocca San Casciano	126,2	205	275	325	Rocca San Casciano
Uniti	Montone	52	Castrocaro Terme	236.1	370	500	585	Castrocaro
Uniti	Montone	64.5	Valle confluenza Rabbi	481.2	665	845	1000	
Uniti	Montone	73	Valle confluenza Rio Cosina	543.0	775	985	1210	

In Fig. 2 e Fig. 3 sono riportati i confronti tra:

- “Risultati della simulazione” (indicatori blu): massime portate al colmo ottenute dal modello idrologico allestito per il presente studio;
- “PAI” (indicatori grigi): ove disponibili, valori di riferimento da pianificazione preesistente;
- “WP3” (indicatori arancioni): valori di massima piena di riferimento dallo studio WP3²;

¹ Idrometri rete ARPAE 2025

² Eredi Accordo *Caratterizzazione del regime di frequenza degli estremi idrologici nel Distretto Po, anche considerando scenari di cambiamento climatico Idrologia di piena* (c.d. idrologia di piena) sottoscritto fra l'Autorità di bacino distrettuale del fiume Po, il Politecnico di Milano - Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale, il Politecnico di Torino – Dipartimento di Ingegneria dell'Ambiente, del Territorio e delle Infrastrutture, l'Alma Mater Studiorum Università di Bologna – Dipartimento di Ingegneria Civile, Chimica, Ambientale e dei Materiali, l'Università degli Studi di Brescia e l'Università degli Studi di Parma – Dipartimento di Ingegneria e Architettura (2023)

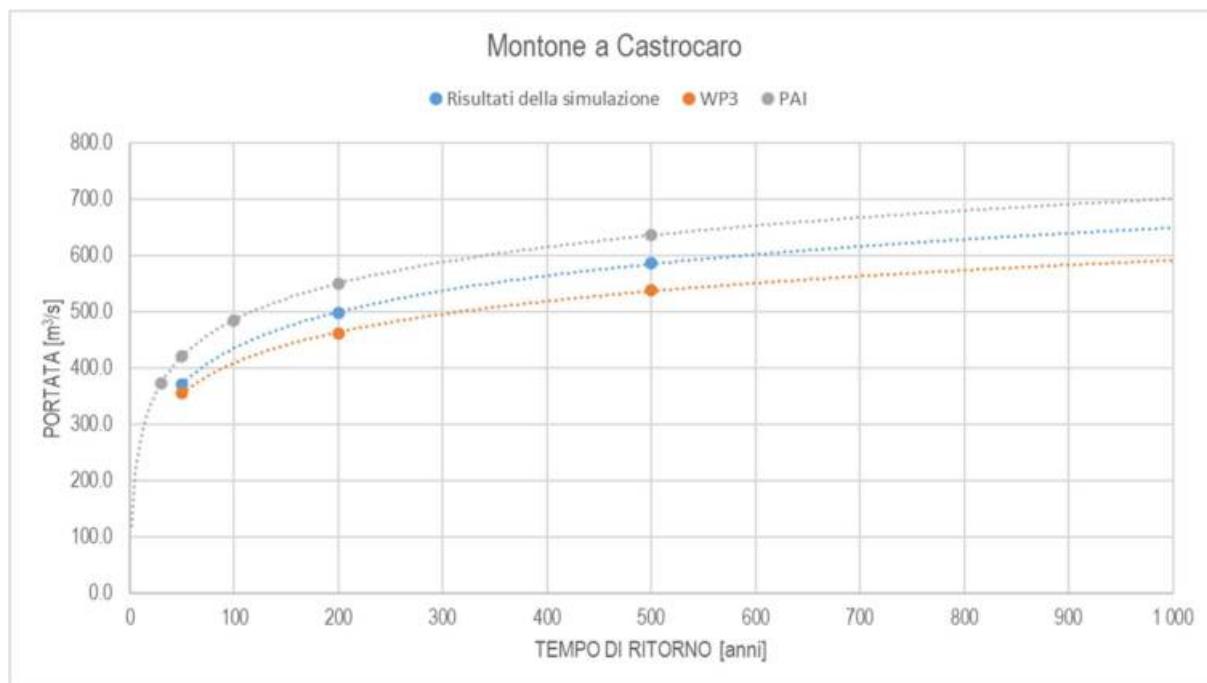


Fig. 2 - Fiume Montone a Castrocaro - confronto delle portate al colmo con preesistente PAI e WP3

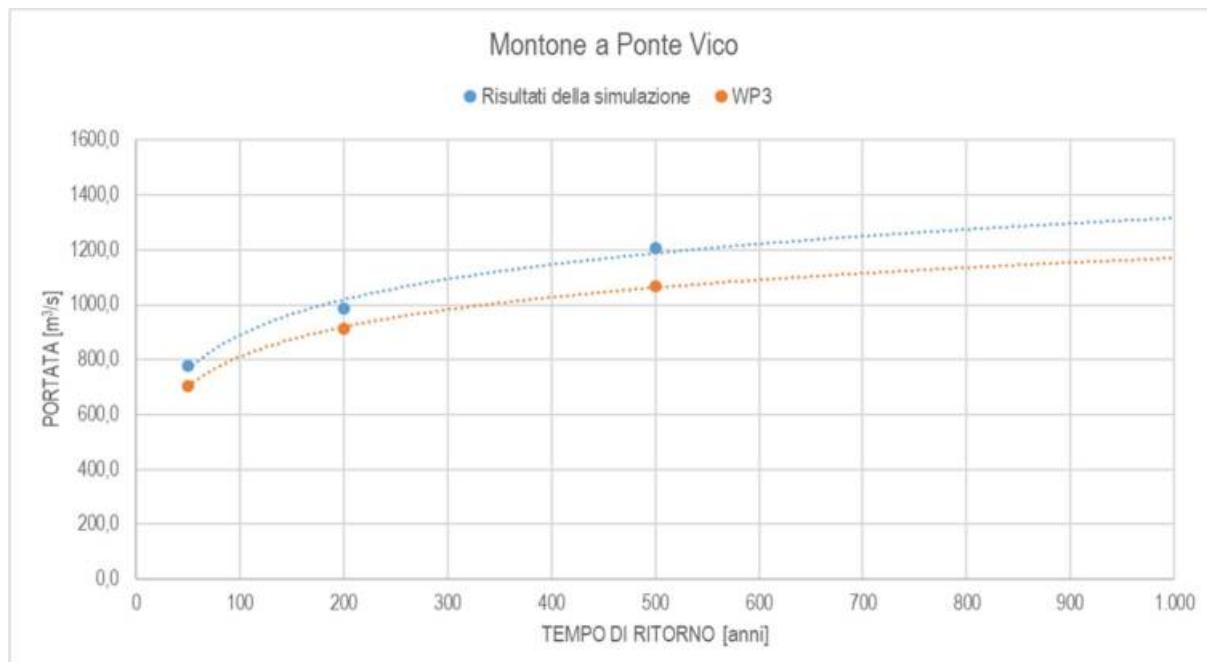


Fig. 3 - Fiume Montone a Ponte Vico - confronto delle portate al colmo con WP3

Gli eventi di piena di riferimento, nelle diverse sezioni di chiusura indicate e per durate di pioggia pari a 3, 6, 9, 12 e 18 ore, sono riportati nelle immagini seguenti. Si osservi che le portate al colmo indicate in Tab. 1 fanno riferimento, in ogni sezione e per ogni tempo di ritorno indagato, al valore massimo ottenuto, per le diverse durate di pioggia indagate, arrotondato a multipli di 5.

Si osservi che:

- A Rocca San Casciano la durata critica di pioggia è 6/9 ore;
- A Castrocaro Terme la durata critica di pioggia è 9 ore;
- A monte della confluenza con il fiume Rabbi la durata critica di pioggia è pari a 18 ore;

- A valle della confluenza con il fiume Rabbi la durata critica di pioggia è pari a 12 ore. Si osserva però che nelle aree di pianura di valle il maggior volume dell'evento di durata 18 h induce tiranti di qualche decina di cm superiori pur impattando sostanzialmente sul medesimo areale.

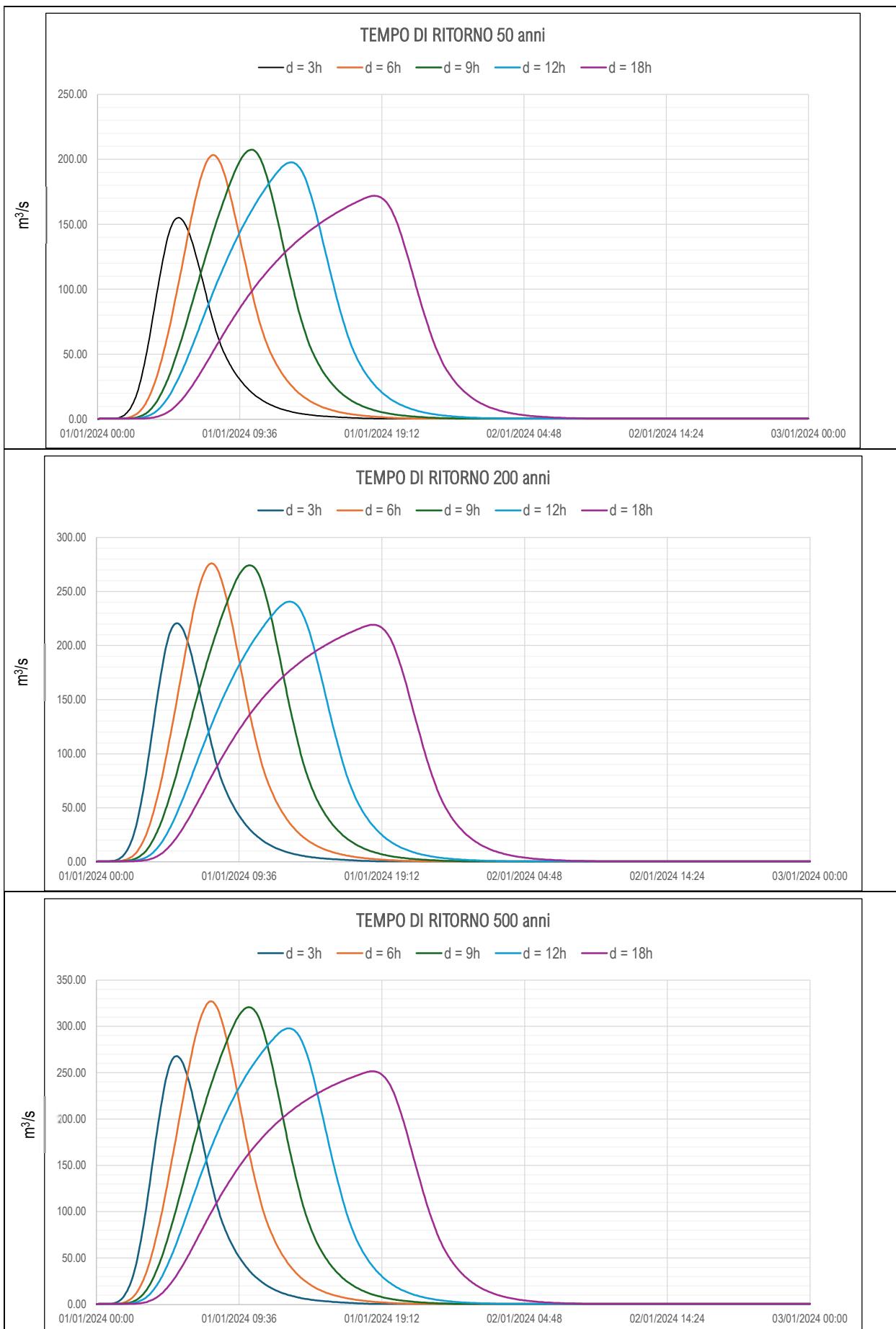


Fig. 4 Montone a Rocca San Casciano: idrogrammi di riferimento T50, T200 e T500

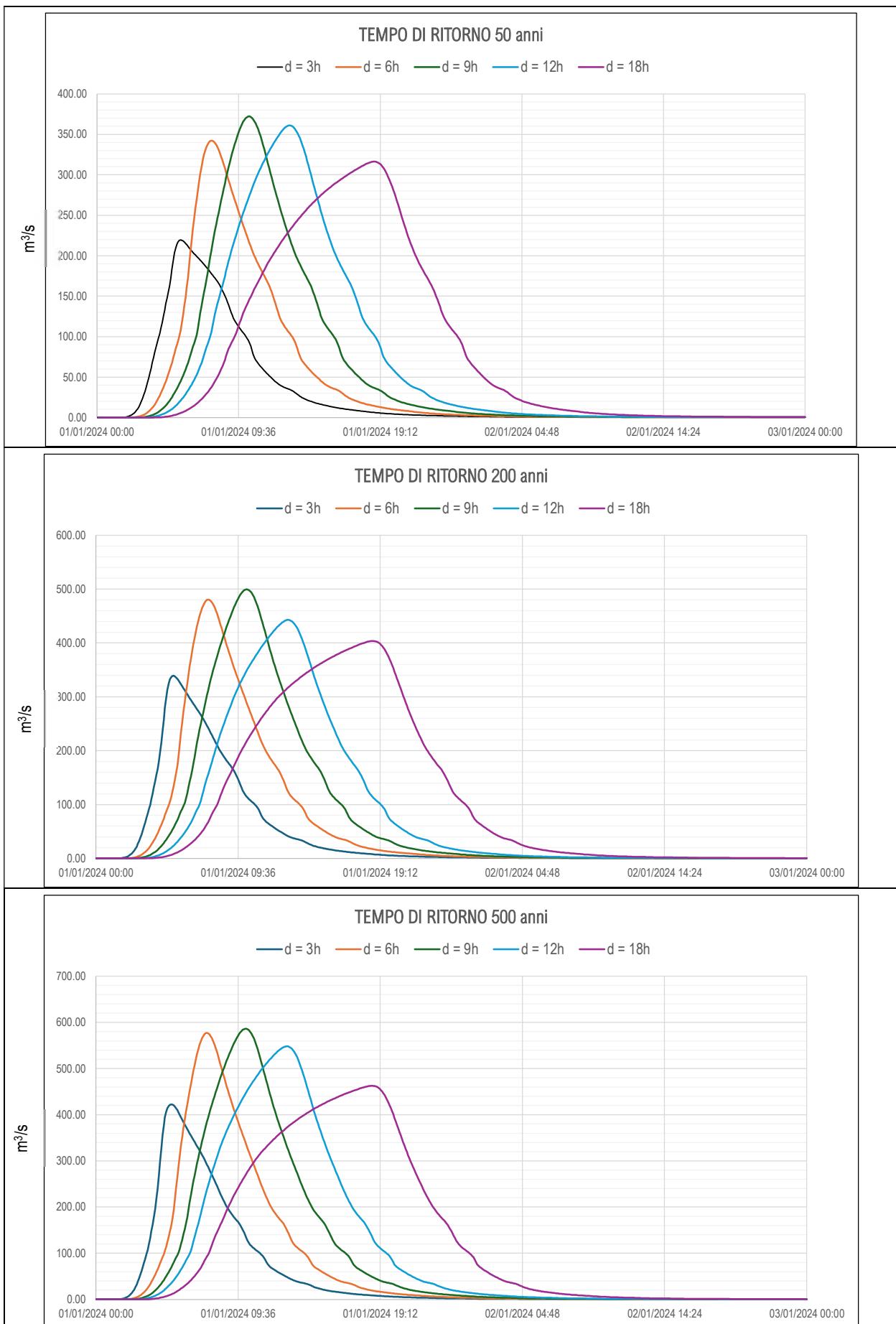


Fig. 5 Montone a Castrocaro Terme: idrogrammi di riferimento T50, T200 e T500

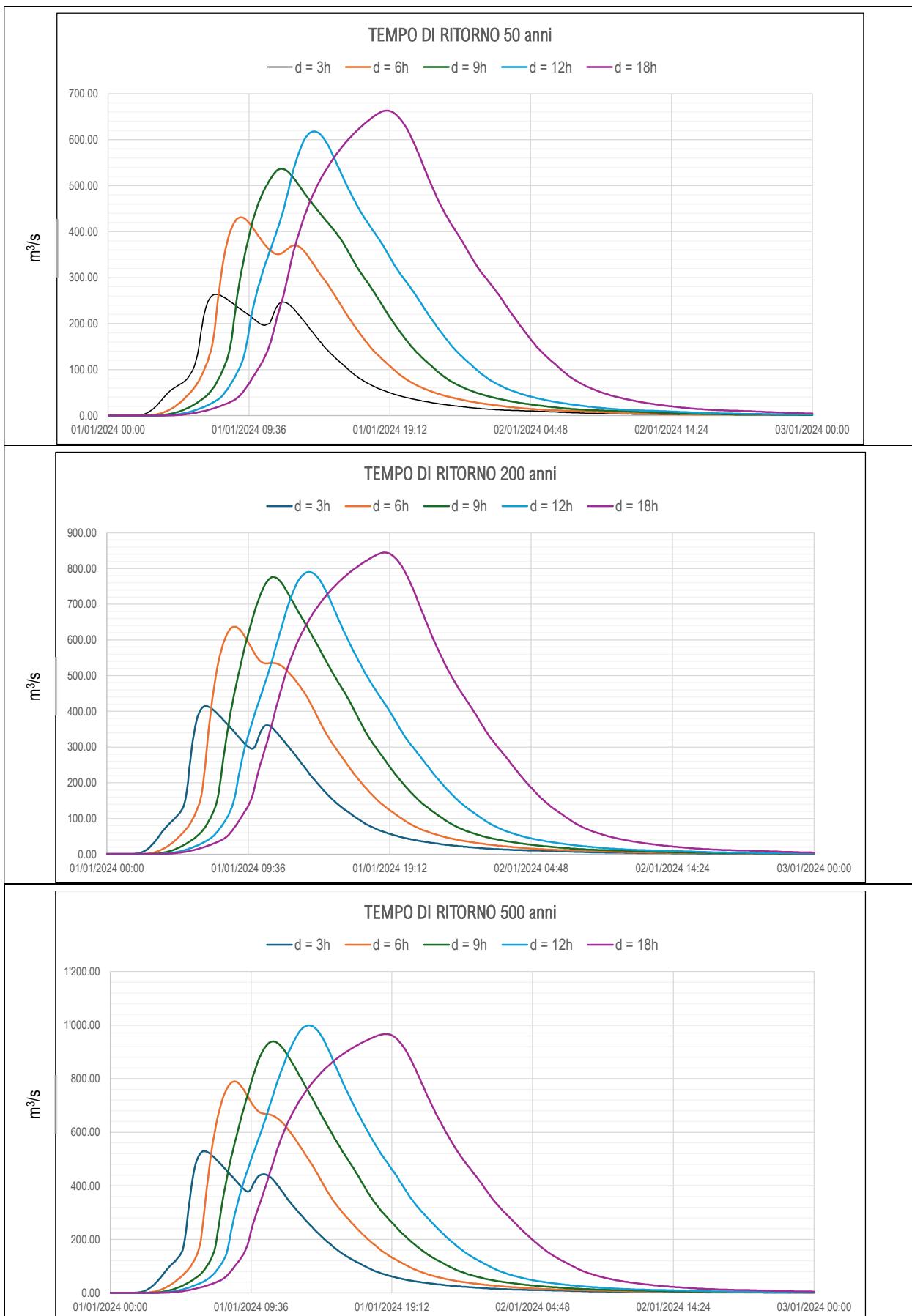


Fig. 6 Montone a valle confluenza Rabbi: idrogrammi di riferimento T50, T200 e T500

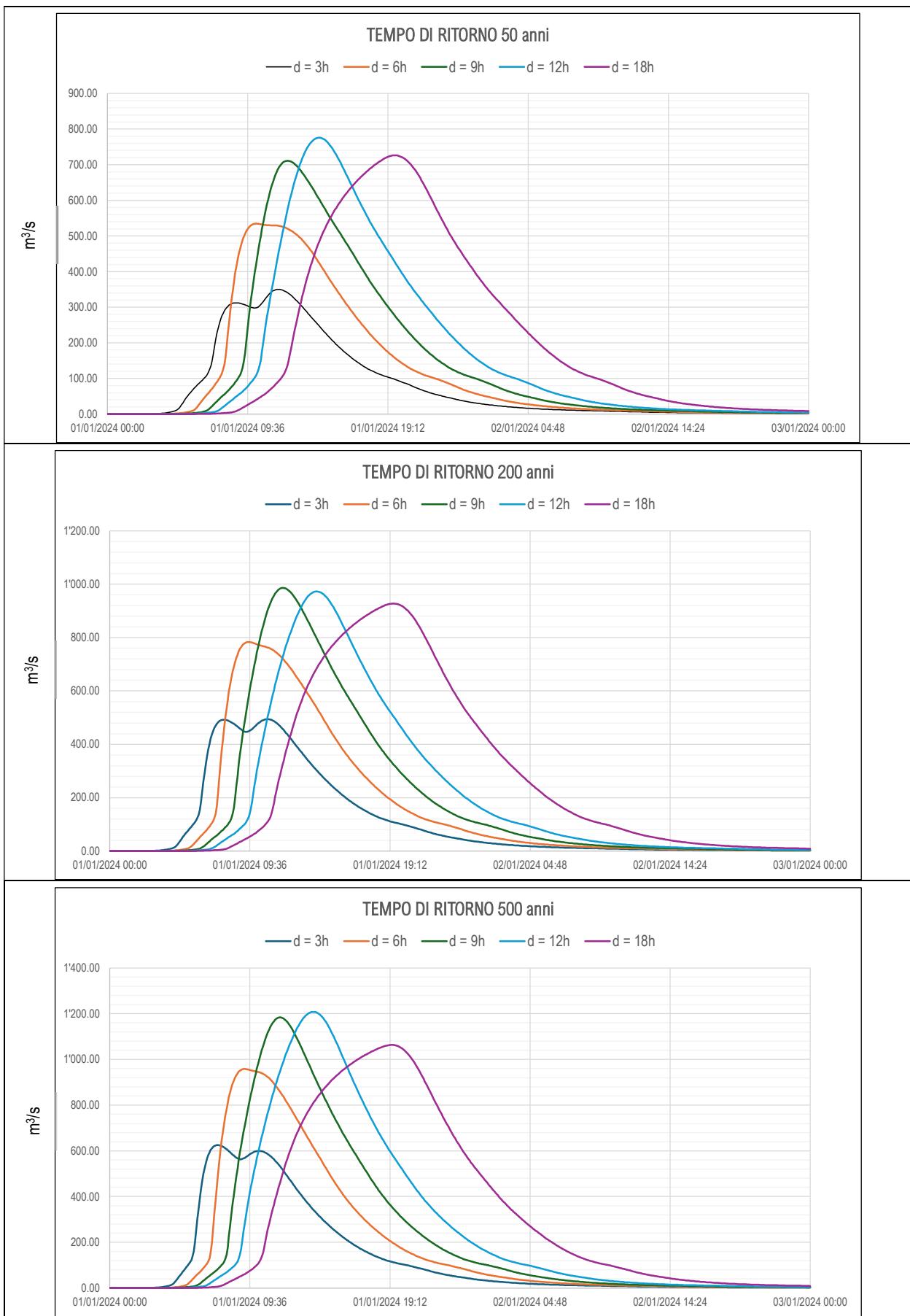


Fig. 7 Montone a valle confluenza Rio Cosina: idrogrammi di riferimento T50, T200 e T500

Nell'ambito dell'analisi Idrologica, già richiamata, è stata inoltre eseguita la ricostruzione degli idrogrammi di piena potenziali degli eventi gravosi più recenti (2023-2024). Per quanto concerne la stima di quest'ultimi, a causa dell'assenza di stime affidabili di portata agli idrometri, si è resa necessaria l'esecuzione di molte simulazioni idrauliche in moto vario volte al confronto tra i reali effetti al suolo verificatisi e quelli simulati usando come forzante gli idrogrammi stimati. Tale confronto, seppur nel quadro complessivo delle incertezze in cui si inserisce, è stato finalizzato alla valutazione della bontà delle stime idrologiche e ad una loro eventuale revisione qualora i risultati modellistici non fossero soddisfacenti.

In Fig. 8 è proposto il confronto, nelle diverse sezioni di chiusura del bacino, tra le portate massime idrologiche ottenute per i 4 eventi simulati e le portate di riferimento calcolate per i diversi tempi di ritorno nelle medesime sezioni.

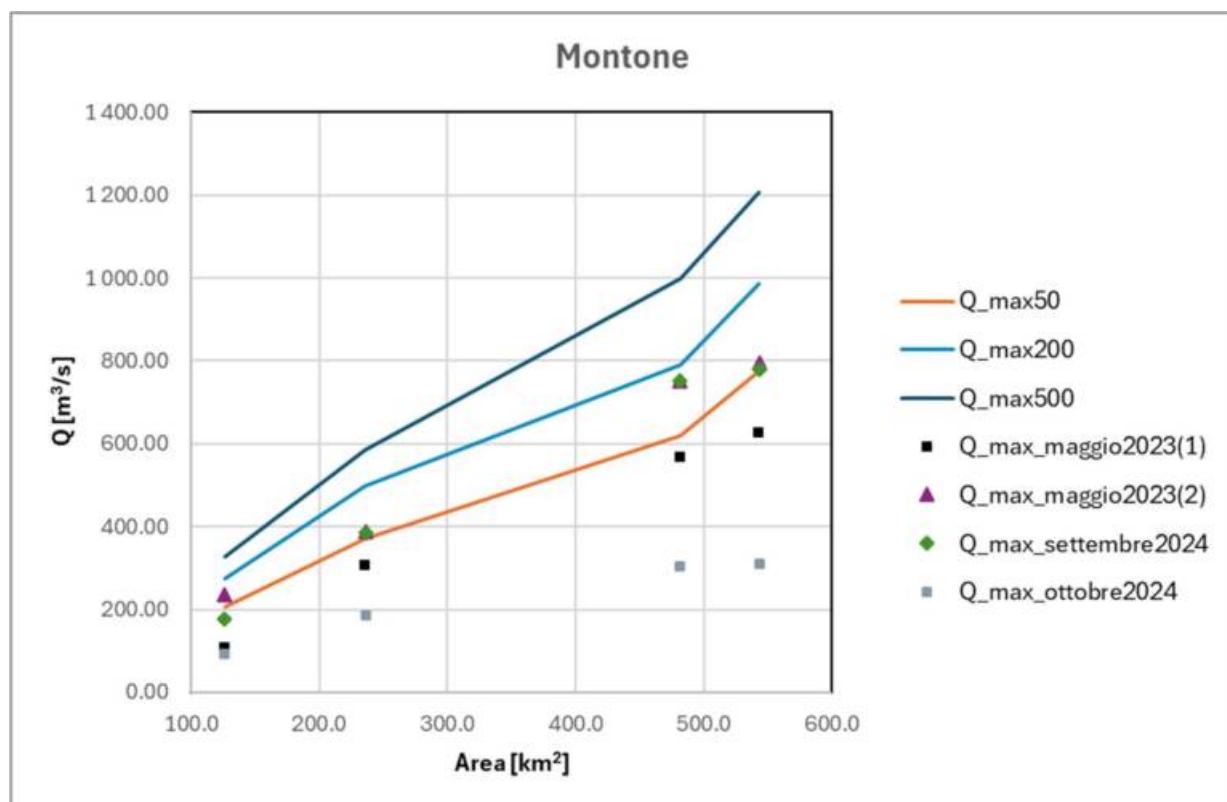


Fig. 8 Montone: confronto tra portate al colmo di eventi reali e portate di riferimento

4.2 Fiume Rabbi

Le portate al colmo del fiume Rabbi, per eventi a differente frequenza di probabilità, sono riportate nella tabella seguente:

Tab. 2 Portate di piena per il torrente Rabbi

Bacino	Corso d'acqua	Progr (km)	Sezione (Cod. rif. Bacino)	Sup. (km ²)	T50 (m ³ /s)	T200 (m ³ /s)	T500 (m ³ /s)	Idrometro ³
Uniti	Rabbi	27	Strada San Zeno– Galeata	117.7	285	360	415	
Uniti	Rabbi	45	Predappio	165.3	295	390	465	Predappio
Uniti	Rabbi	68	Monte confluenza Montone	222.3	350	440	545	

In Fig. 9 sono riportati i confronti tra:

- “Risultati della simulazione” (indicatori blu): massime portate al colmo ottenute dal modello idrologico allestito per il presente studio;
- “PAI” (indicatori grigi): ove disponibili, valori di riferimento da pianificazione preesistente;
- “WP3” (indicatori arancioni): valori di massima piena di riferimento dallo studio WP3⁴;

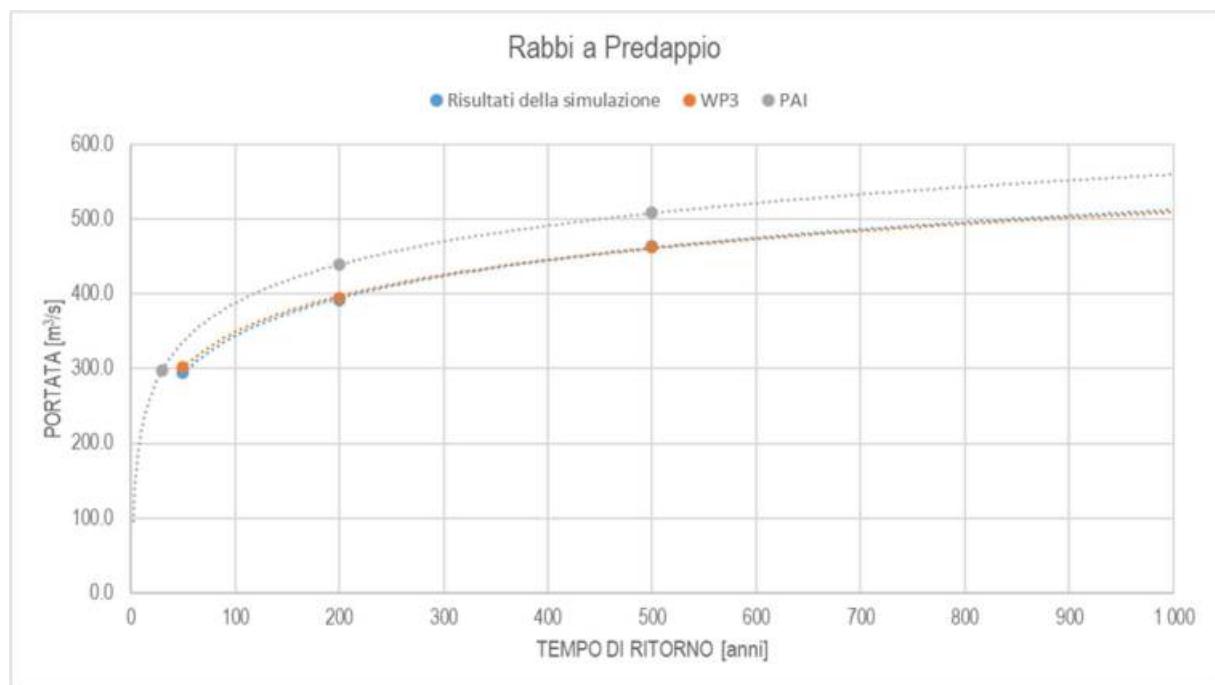


Fig. 9 - Fiume Rabbi a Predappio - confronto delle portate al colmo con PAI vigente e WP3

Gli eventi di piena di riferimento, nelle diverse sezioni di chiusura indicate e per durate di pioggia pari a 3, 6, 9, 12 e 18 ore, sono riportati nelle immagini seguenti. Si osservi che le portate al colmo indicate in Tab. 12 fanno riferimento, in ogni sezione e per ogni tempo di ritorno indagato, al valore massimo ottenuto, per le diverse durate di pioggia indagate, arrotondato a multipli di 5.

Si osservi che:

- A Galeata la durata critica di pioggia è 6 ore;
- A Predappio la durata critica di pioggia è 9 ore;

³ Idrometri rete ARPAE 2025

⁴ Eredi Accordo Idrologia di piena (Università). Vedi nota 2

- A monte della confluenza nel Montone la durata critica di pioggia è 12 ore.

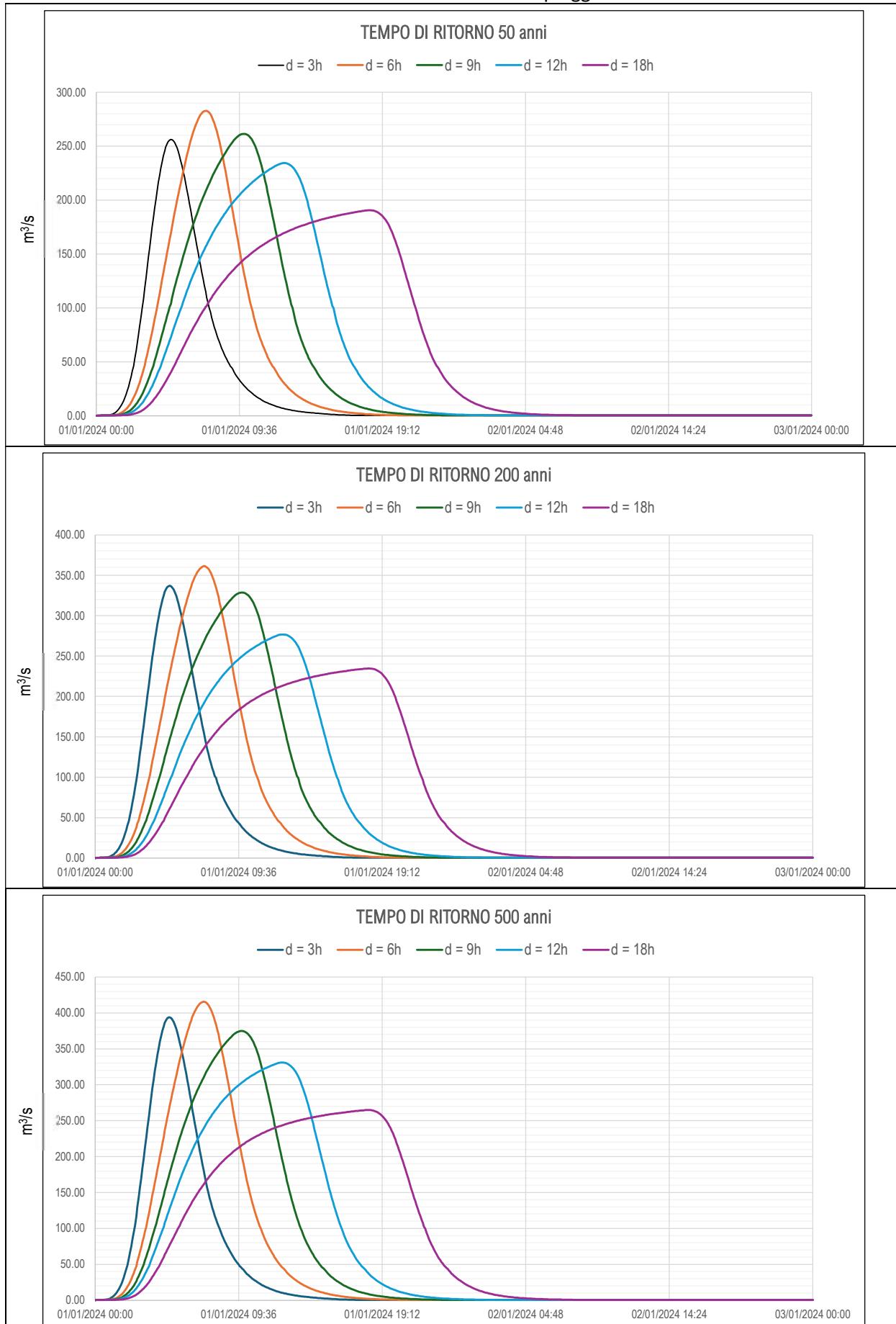


Fig. 10 Rabbi a Galeata: idrogrammi di riferimento T50, T200 e T500

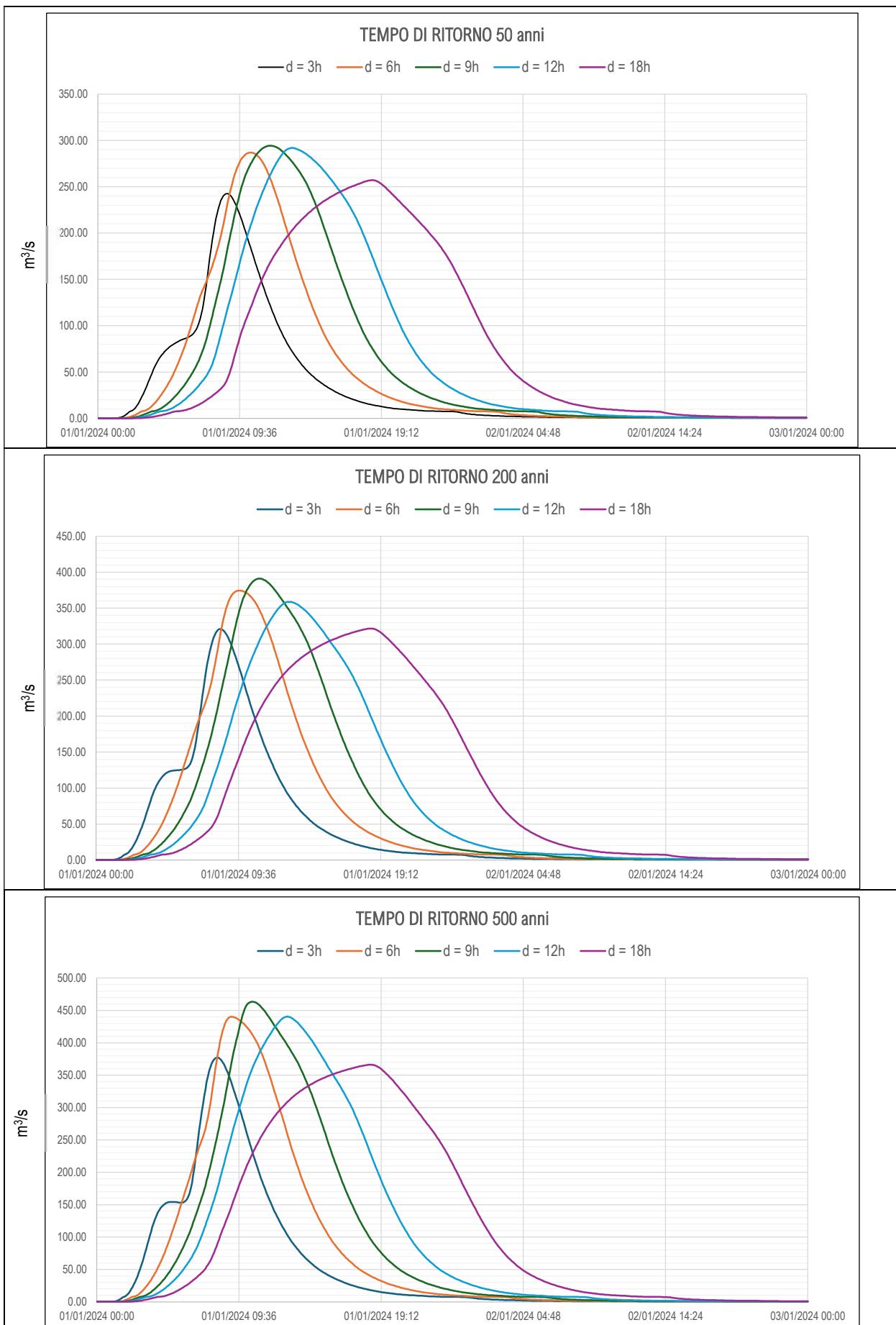


Fig. 11 Fiume Rabbi a Predappio: idrogrammi di riferimento T50, T200 e T500

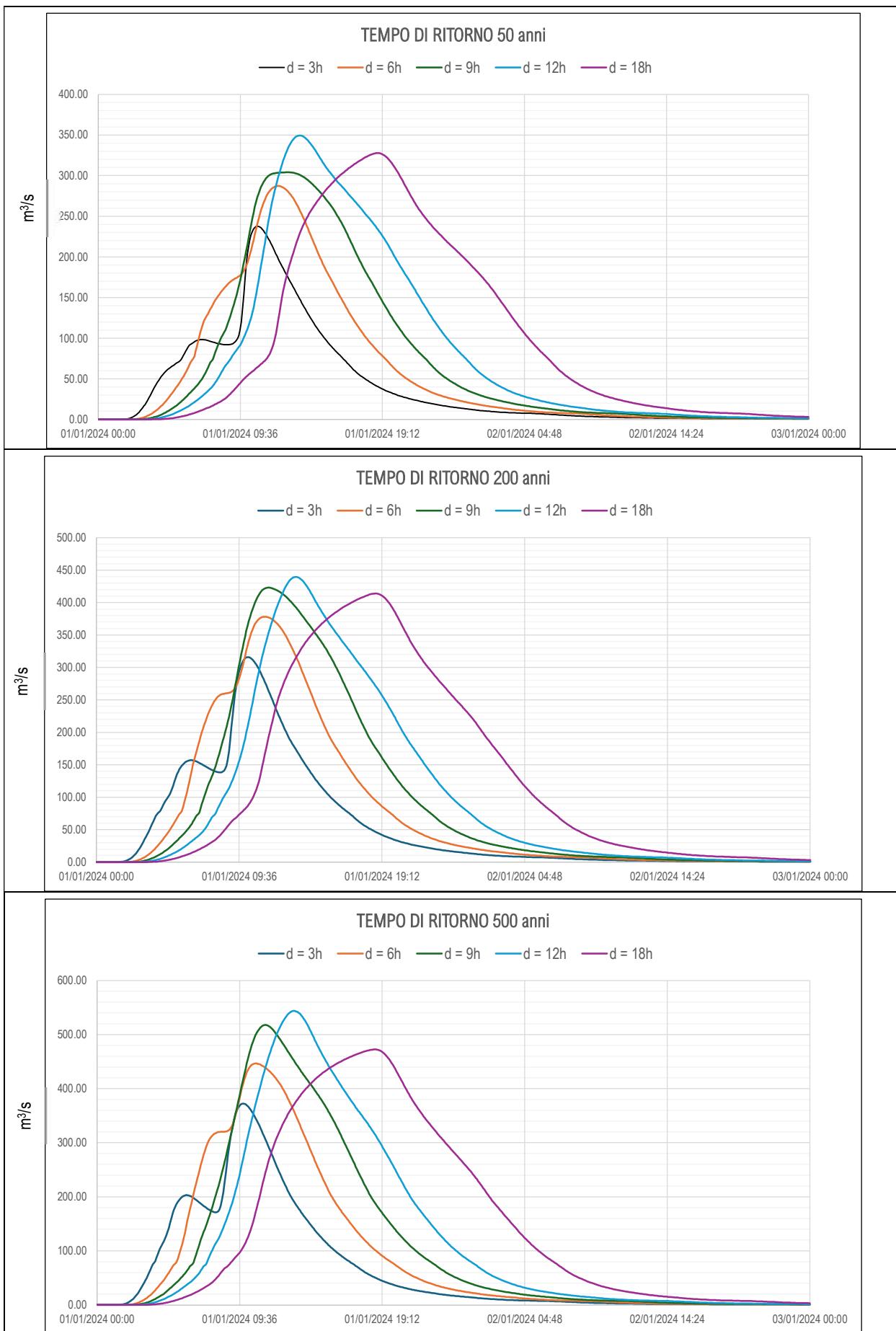


Fig. 12 Fiume Rabbi a monte confluenza Montone: idrogrammi di riferimento T50, T200 e T500

Nell'ambito dell'analisi Idrologica, già richiamata, è stata inoltre eseguita la ricostruzione degli idrogrammi di piena potenziali degli eventi gravosi più recenti (2023-2024).

Per quanto concerne la stima di quest'ultimi, a causa dell'assenza di stime affidabili di portata agli idrometri, si è resa necessaria l'esecuzione di molte simulazioni idrauliche in moto vario volte al confronto tra i reali effetti al suolo verificatisi e quelli simulati usando come forzante gli idrogrammi stimati. Tale confronto, seppur nel quadro complessivo delle incertezze in cui si inserisce, è stato finalizzato alla valutazione della bontà delle stime idrologiche e ad una loro eventuale revisione qualora i risultati modellistici non fossero soddisfacenti.

In Fig. 13 è proposto il confronto, nelle diverse sezioni di chiusura del bacino, tra le portate massime idrologiche ottenute per i 4 eventi simulati e le portate di riferimento calcolate per i diversi tempi di ritorno nelle medesime sezioni.

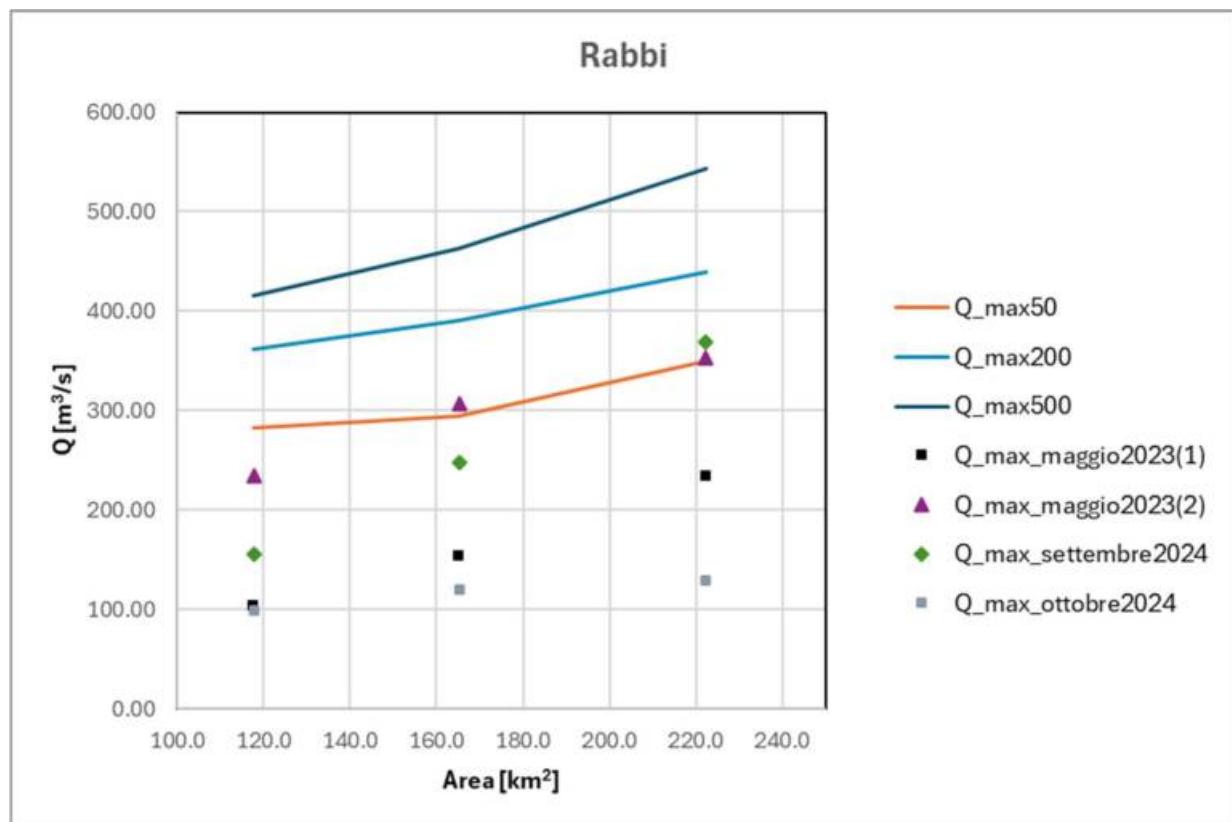


Fig. 13 Fiume Rabbi: confronto tra le portate al colmo di eventi reali e le portate di riferimento

4.3 Fiume Ronco

Le portate al colmo del fiume Ronco, per eventi a differente frequenza di probabilità, sono riportate nella tabella seguente.

Tab. 3 Portate di piena per il fiume Ronco

Bacino	Corso d'acqua	Progr (km)	Sezione (Cod. rif. Bacino)	Sup. (km ²)	T50 (m ³ /s)	T200 (m ³ /s)	T500 (m ³ /s)	Idrometro ⁵
Uniti	Ronco	24	Santa Sofia	217.60	410	515	595	
Uniti	Ronco	54	Ronco a valle T. Voltre	436.0	810	1085	1275	
Uniti	Ronco	56	Meldola	446.3	805	1075	1260	Meldola
Uniti	Ronco	82	Coccolia	641.5	945	1290	1525	Coccolia

In Fig. 14 e in Fig. 15 sono riportati i confronti tra:

- “Risultati della simulazione” (indicatori blu): massime portate al colmo ottenute dal modello idrologico allestito per il presente studio;
- “PAI” (indicatori grigi): ove disponibili, valori di riferimento da pianificazione vigente;
- “WP3” (indicatori arancioni): valori di massima piena di riferimento dallo studio WP3⁶;
- “Risultati della simulazione ARF” (indicatori verdi): massime portate al colmo ottenute dal modello idrologico allestito per il presente studio, con applicazione del coefficiente ARF.

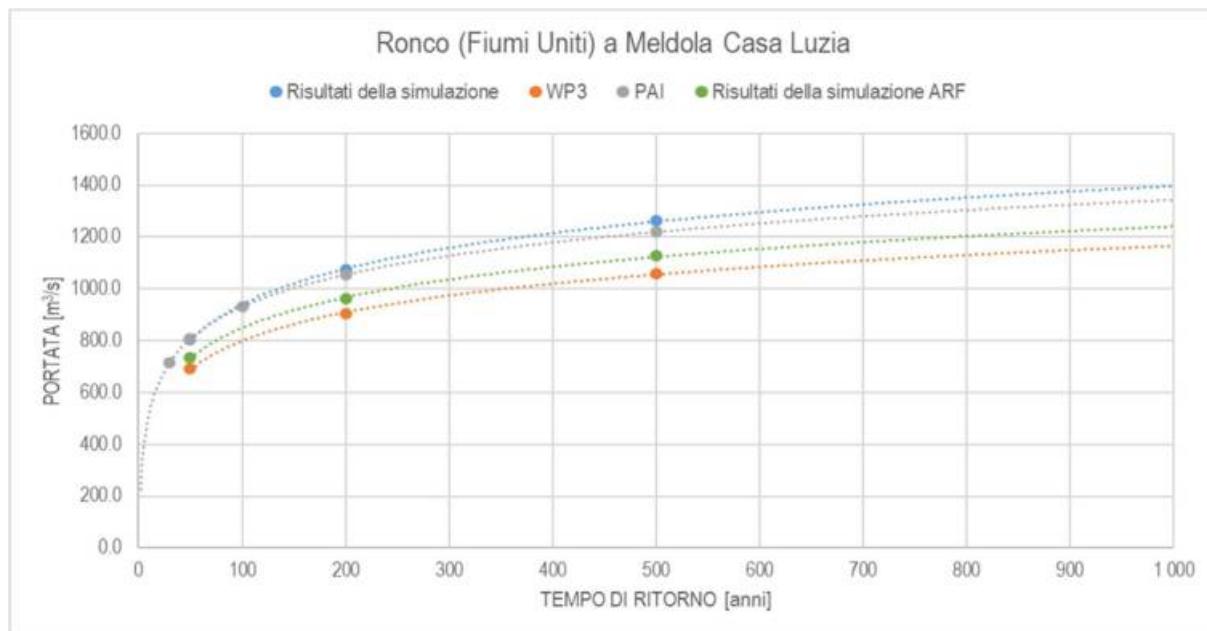


Fig. 14 - Fiume Ronco a Meldola - confronto delle portate al colmo con PAI vigente e WP3

⁵ Idrometri rete ARPAE 2025

⁶ Vedi nota 2

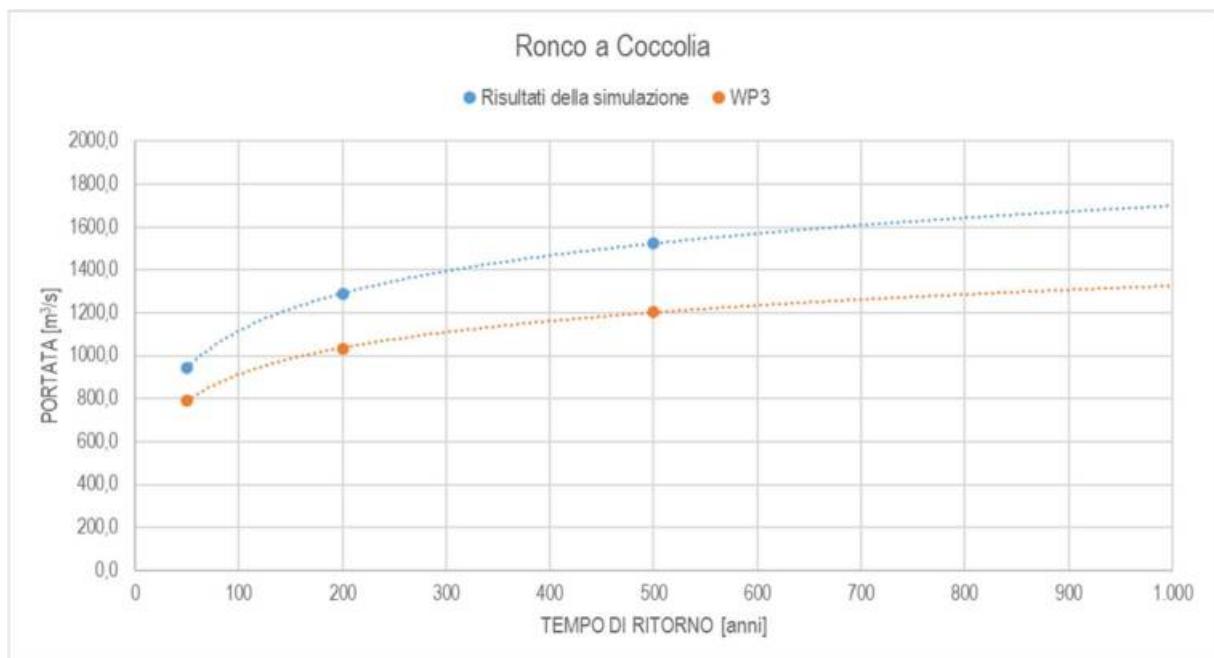


Fig. 15 - Fiume Ronco a Cocolia - confronto delle portate al colmo con WP3

Gli eventi di piena di riferimento, nelle diverse sezioni di chiusura indicate e per durate di pioggia pari a 3, 6, 9, 12 e 18 ore, sono riportati nelle immagini seguenti. Si osservi che le portate al colmo indicate in Tab. 13 fanno riferimento, in ogni sezione e per ogni tempo di ritorno indagato, al valore massimo ottenuto, per le diverse durate di pioggia indagate, arrotondato a multipli di 5.

Si osservi che:

- a Santa Sofia la durata critica di pioggia è pari a 6/9 ore;
- la durata critica del bacino dell'affluente T. Voltre è pari a 6 ore;
- a valle della confluenza con il T. Voltre la durata critica di pioggia è 6 ore;
- a Meldola la durata critica di pioggia è pari a 6/9 ore;
- a Cocolia la durata critica di pioggia è pari a 9 ore. Si osserva che nelle aree di pianura il maggior volume dell'evento di durata 18 h induce tiranti superiori rispetto ad eventi di durata inferiore, impattando su di un'areale leggermente maggiore rispetto a quello dell'evento critico come portata al colmo

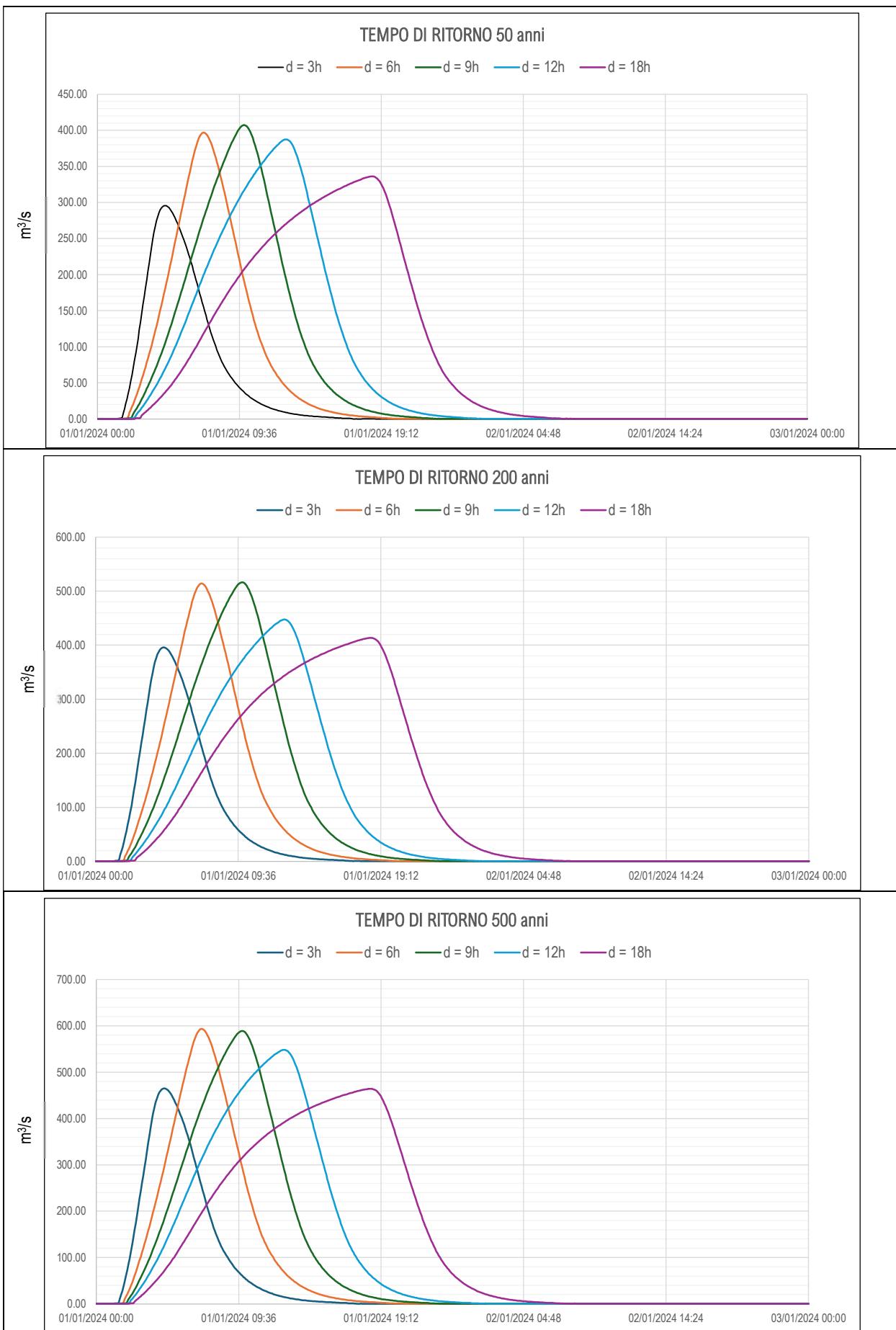


Fig. 16 Fiume Ronco a Santa Sofia: idrogrammi di riferimento T50, T200 e T500

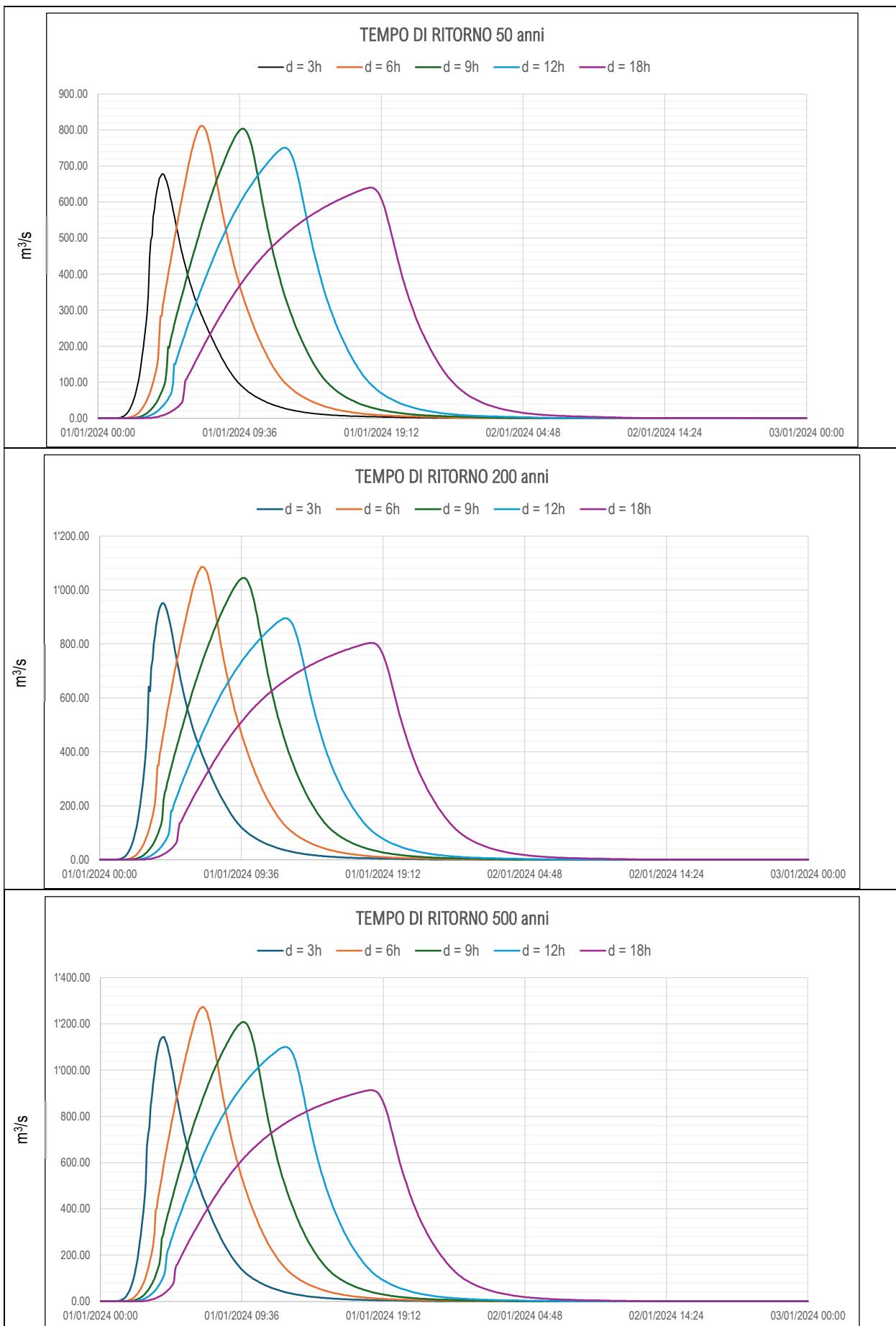


Fig. 17 Fiume Ronco a monte T. Voltre: idrogrammi di riferimento T50, T200 e T500

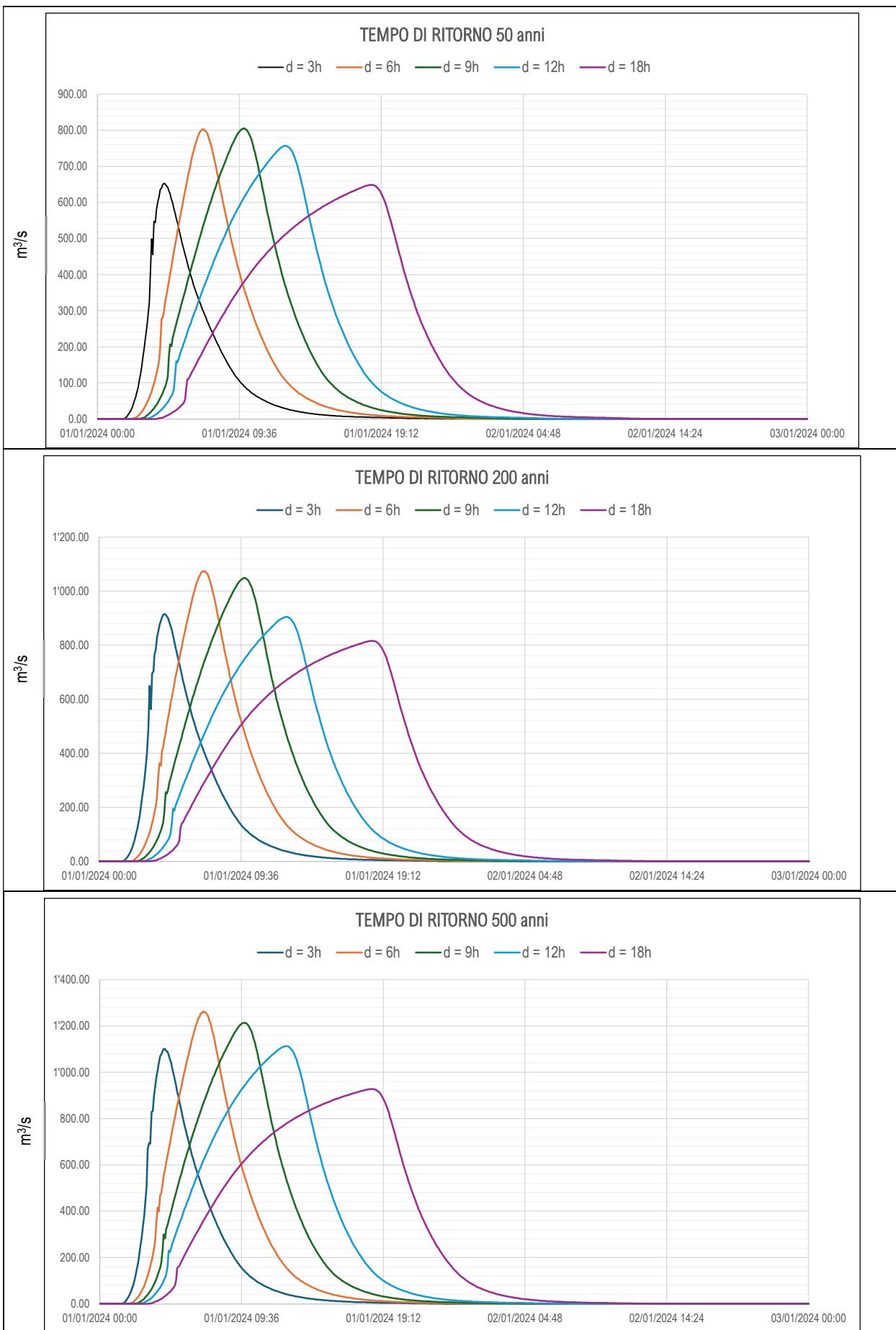


Fig. 18 Fiume Ronco a Meldola: idrogrammi di riferimento T50, T200 e T500

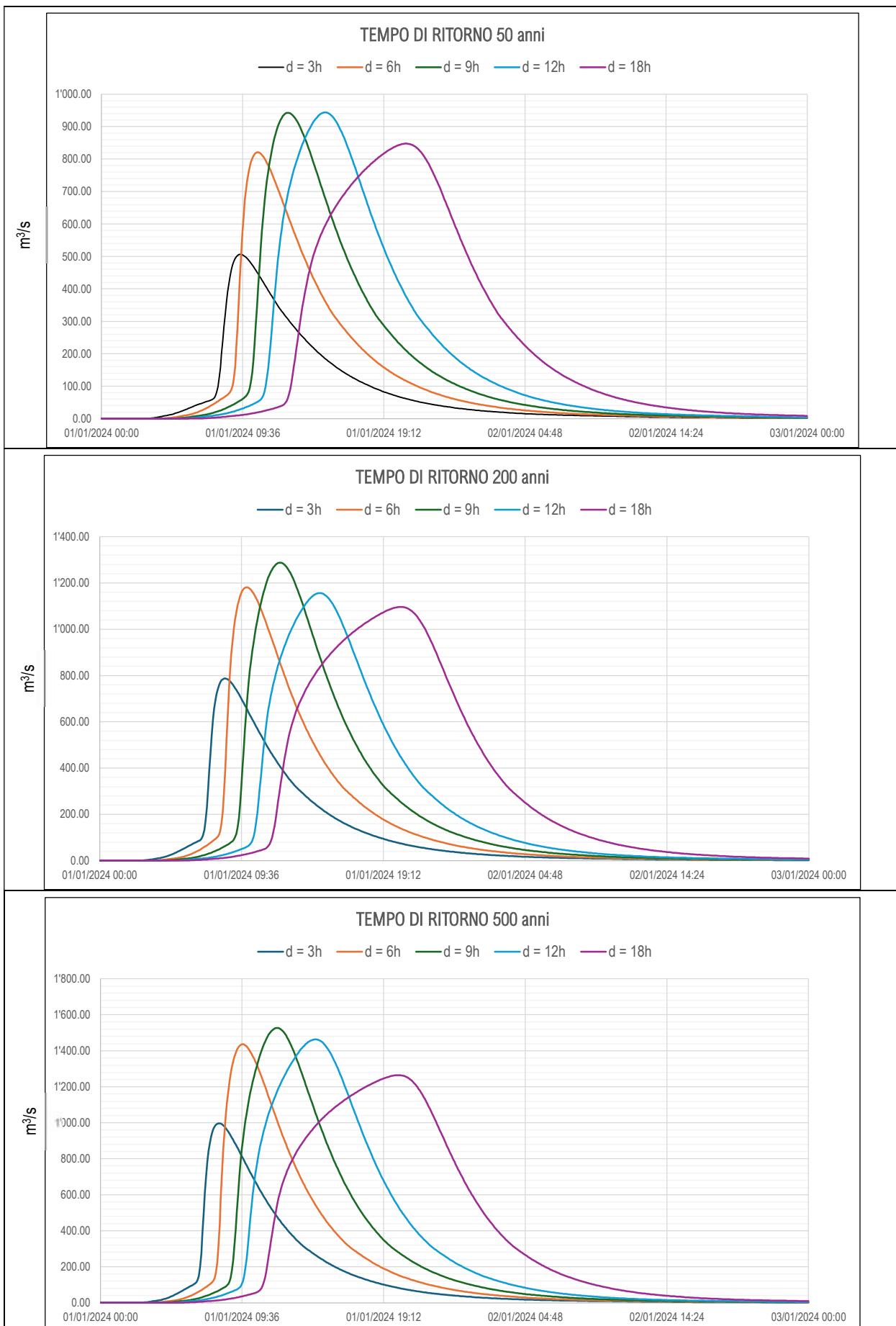


Fig. 19 Fiume Ronco a Coccolia: idrogrammi di riferimento T50, T200 e T500

Nell'ambito dell'analisi idrologica, già richiamata, è stata inoltre eseguita la ricostruzione degli idrogrammi di piena potenziali degli eventi gravosi più recenti (2023-2024).

In Fig. 20 è proposto il confronto, nelle diverse sezioni di chiusura del bacino, tra le portate massime idrologiche ottenute per i 4 eventi simulati e le portate di riferimento calcolate per i diversi tempi di ritorno nelle medesime sezioni.

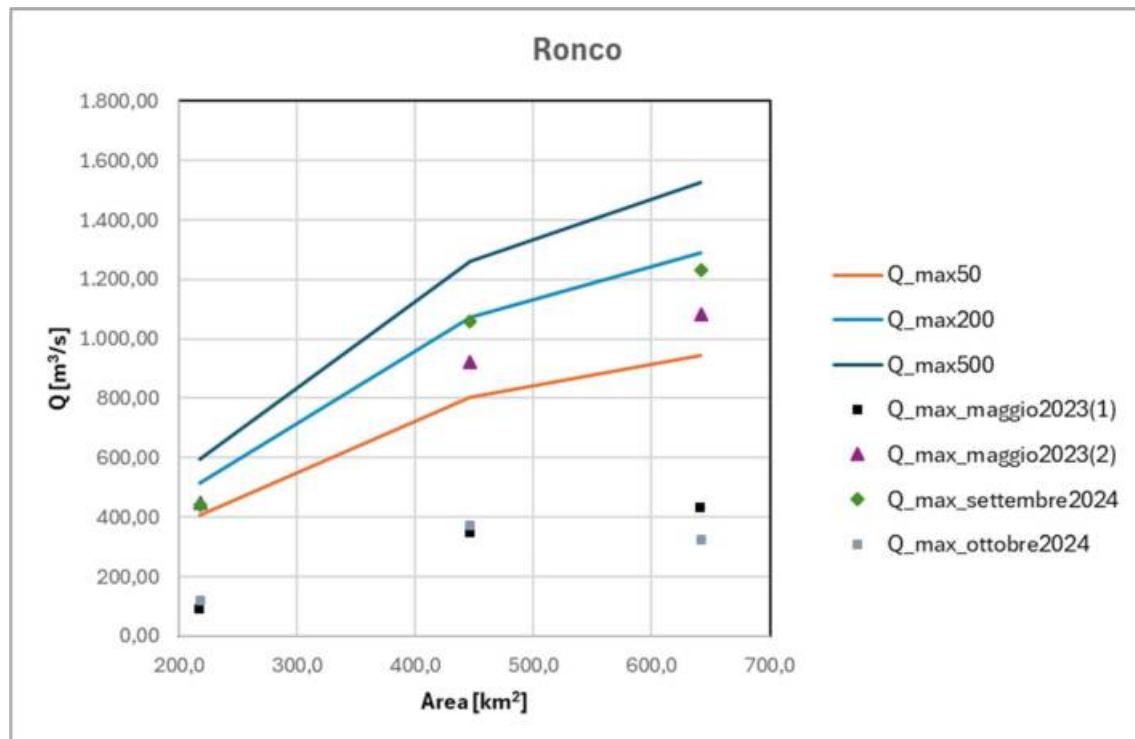


Fig. 20 Fiume Ronco: confronto tra le portate al colmo relative agli eventi reali e le portate di riferimento

5 La geometria del modello 2D

Nell'implementazione dei modelli 2D si è prestata particolare cura e attenzione alla definizione delle caratteristiche piano-altimetriche. Per la parte di alveo al di sopra del livello idrico di magra sono stati utilizzati i modelli digitali del terreno (DTM Lidar) più recenti disponibili. In particolare, si è fatto riferimento:

- lungo le aste fluviali, al DTM Agenzia Regionale Protezione Civile e Difesa del Suolo (periodo marzo - giugno 2024, https://servizgis.regione.emilia-romagna.it/wcs/dtm_apc_fiumi_2024), ove disponibile; per l'asta di monte del fiume Reno con i relativi affluenti (Setta, Samoggia, Ghironda, Lavino) il DTM più recente di riferimento è prevalentemente il 2023 (pre-evento);
- per le aree di pianura, al DTM Regione Emilia-Romagna 2023-2024 (https://servizgis.regione.emilia-romagna.it/wcs/dtmrer2023_24);

Per la parte di alveo posta al di sotto del livello idrico di magra, non rilevabile attraverso il sistema Lidar, sono state utilizzate le sezioni topografiche rilevate tra maggio e luglio 2024 ed eventuali ulteriori sezioni d'alveo recenti disponibili. Attraverso tali dati è stato possibile modificare le quote della maglia di calcolo del modello bidimensionale, abbassandole fino al fondo alveo. Tale attività è stata effettuata nei tratti in cui l'incidenza della porzione sommersa di alveo inciso (in condizioni di regime ordinario – alla data del rilievo) è risultata rilevante rispetto alla sezione di deflusso di piena.

Nel modello numerico di dettaglio sono stati inseriti tutti i manufatti di attraversamento presenti e le opere idrauliche trasversali (traverse/briglie) interferenti con le dinamiche di piena (queste ultime talvolta già descritte dal DTM e quindi non introdotte come struttura). Le strutture interferenti con il corso d'acqua sono state implementate direttamente nella griglia di calcolo con l'apposita funzione modellistica "struttura lineare - Ponte 2D" per i manufatti di attraversamento e "struttura lineare 2D base" per traverse e briglie.

In corrispondenza del coronamento degli argini sono state inserite "strutture lineari 2D base", con quote definite dal DTM, in modo che nel modello di calcolo sia riprodotto l'effettivo sviluppo altimetrico di tali opere.

Per l'implementazione dello schema bidimensionale, la descrizione geometrica utilizzata è a maglie di calcolo triangolari del tipo "Clip meshing", auto adattiva rispetto alle variazioni di quote del DTM (magliatura più fitta nelle zone caratterizzate da variazioni di quota altimetrica del terreno e meno fitta nelle zone più omogenee/pianeggianti), adatte a discretizzare in maniera dettagliata le varie geometrie da ricostruire con particolare interesse per le arginature e le opere interferenti il deflusso della piena sia in alveo sia nelle aree di esondazione.

L'estensione del dominio di calcolo del modello bidimensionale dei suddetti corsi d'acqua, comprensivo anche dell'intero ambito di pianura interessato dalle esondazioni a seguito della tracimazione degli argini, è pari a 540 km² e il numero totale delle celle di calcolo è pari a circa 5'000'000. Pertanto, la superficie media di ogni cella di calcolo è pari a circa 100 m², con una variabilità compresa tra 2 m², nelle zone di alveo inciso nei tratti arginati, e 1000 m² nelle aree di pianura esterne ai corsi d'acqua.

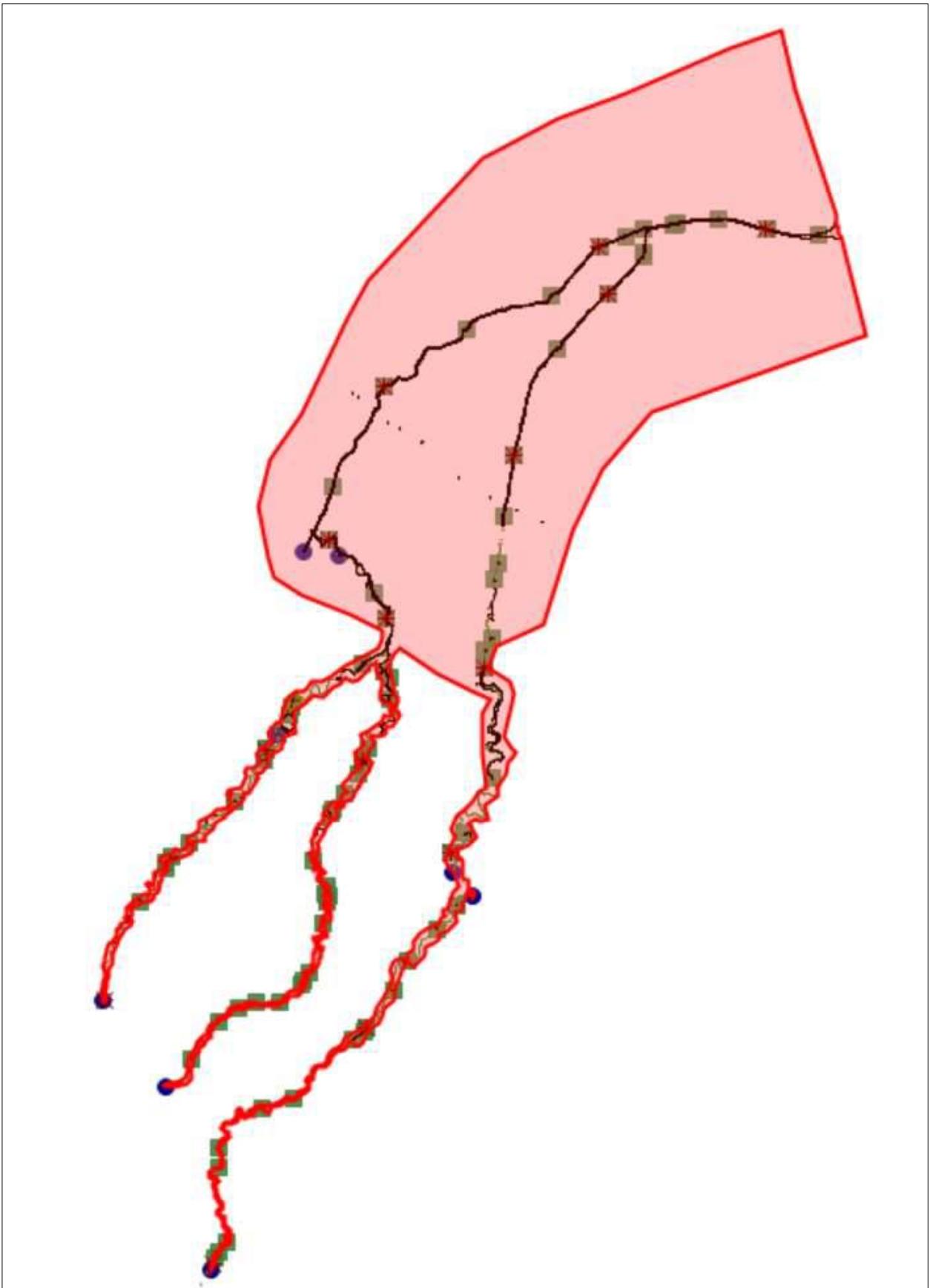


Fig. 21 Estensione del dominio di calcolo del modello bidimensionale relativa ai corsi d'acqua interessati

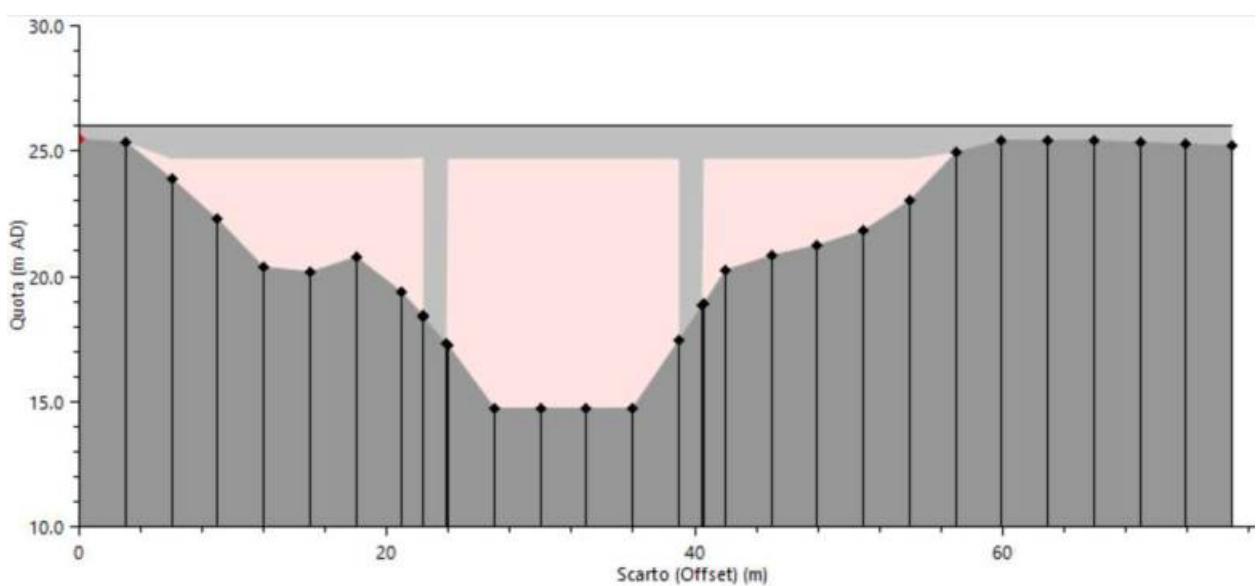
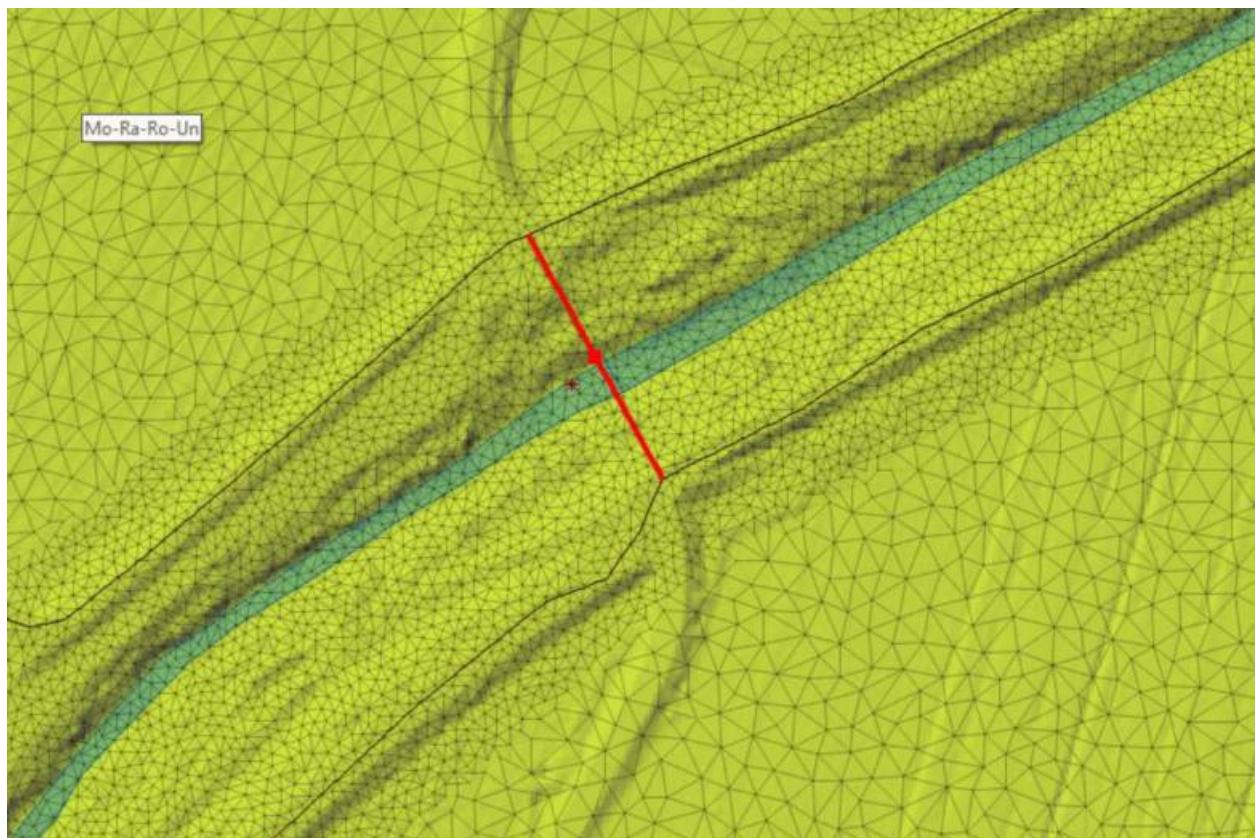


Fig. 22 Esempio di geometria di un manufatto di attraversamento lungo il fiume Montone

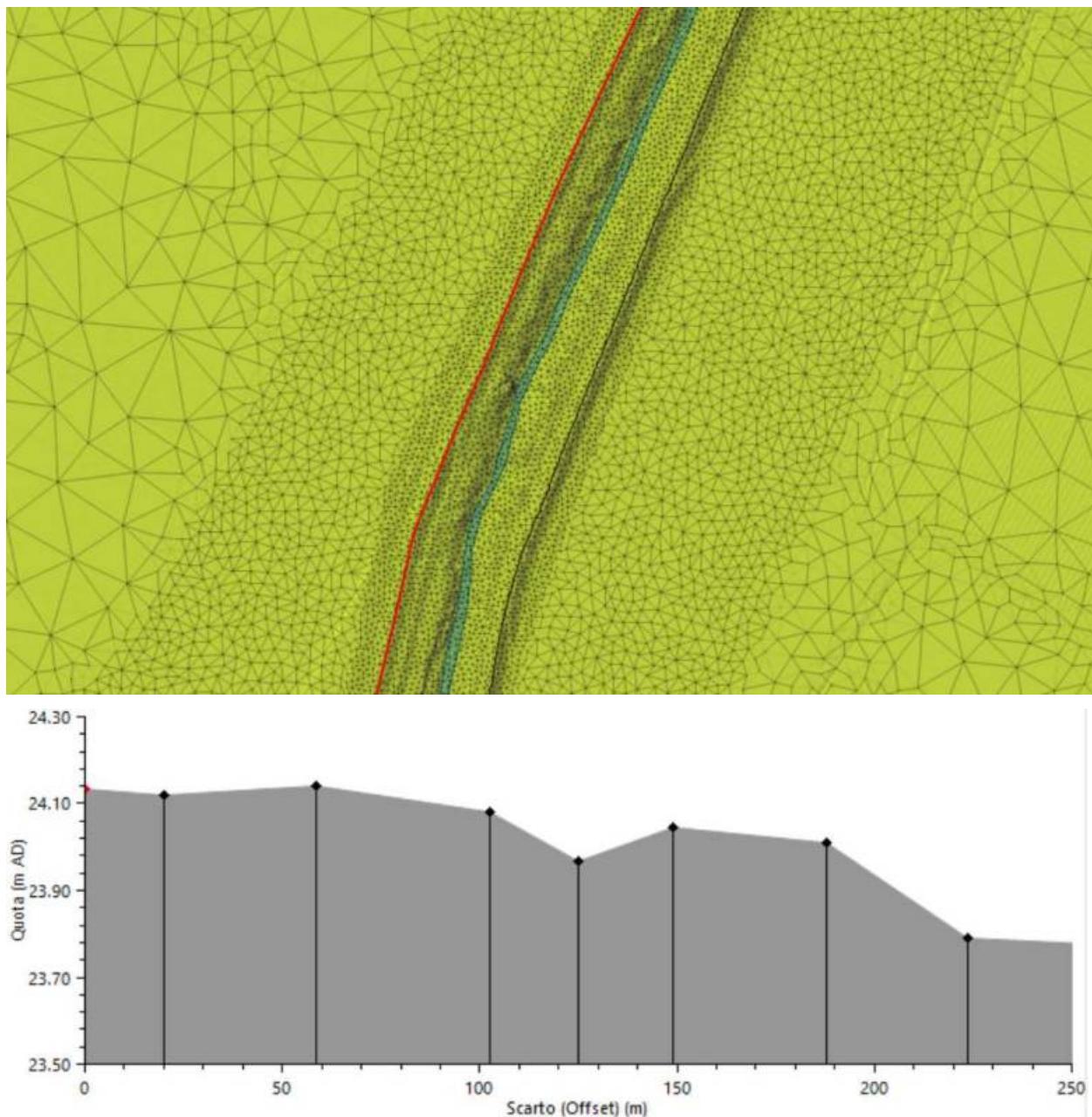


Fig. 23 Esempio di variazione di dimensione della magliatura di calcolo e rappresentazione della struttura lineare rappresentante il coronamento arginale

6 Stima della capacità di portata nel tratto arginato

Una prima fase di lavoro è stata finalizzata a stimare la capacità di portata attuale, ancorché con franchi limitati, dei tratti arginati dei fiumi Montone, Ronco e Fumi Uniti. Tali valori di portata rappresentano la portata limite attuale.

Il modello implementato per la valutazione della capacità dei tratti arginati comprende l'asta dei fiumi Montone e Ronco rispettivamente da confluenza Rio Cosina e da Borgo Sisa, nonché tutta l'asta del Fiumi Uniti, dalla confluenza tra Montone e Ronco, fino al mare.

Le simulazioni sono state condotte nella configurazione ad argini insormontabili e a portata costante.

Si evidenzia che, in generale, le portate compatibili valutate con un'analisi in moto permanente tendono a essere maggiormente cautelative rispetto ad un'analisi in moto vario.

6.1 Le condizioni contorno

6.1.1. Portate

I valori di portata di riferimento sono di seguito riportati. In particolare, le portate simulate per il fiume Montone sono riportate in Tab. 4, per il fiume Ronco in Tab. 5 e per il Fumi Uniti in Tab. 6.

Nel caso del bacino del Montone e affluenti, i valori considerati sono inferiori alle portate caratterizzate da un tempo di ritorno pari a 50 anni, in quanto i tre corsi d'acqua risultano compatibili per valori di portata nettamente inferiori rispetto a tale tempo di ritorno.

Tab. 4 Portate di moto permanente simulate per il fiume Montone

Q (m ³ /s)	150	200	250	300	350	400	450	500
-----------------------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Tab. 5 Portate di moto permanente simulate per il fiume Ronco

Q (m ³ /s)	250	300	350	400	450	500	550	600
-----------------------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Tab. 6 Portate di moto permanente simulate per Fumi Uniti

Q (m ³ /s)	400	500	600	700	800	900	1000
-----------------------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------

6.1.2. Condizioni di valle

La condizione al contorno di valle del modello in corrispondenza della sezione prossima a foce (mare) è stata posta considerando un livello del mare pari a 1.25 m s.m. (media probabilità secondo lo studio "Approfondimento Tecnico-Scientifico sui Quadri Conoscitivi in Ambito Costiero")⁷.

6.2 Scabrezze

Il set di portate così definito è stato simulato facendo riferimento alla scabrezza definita in funzione dalla perimetrazione di dettaglio dell'uso del suolo, aggiornata sulle ortofoto recenti disponibili (anno 2023). In tale scenario le scabrezze associate alle diverse condizioni morfologiche della sezione di deflusso, alla presenza di vegetazione e allo stato di manutenzione sono state definite in funzione dei valori di riferimento di Gauckler-Strickler (da letteratura, in particolare *Open-channel hydraulics*, *Ven Te Chow*) riportati nella tabella seguente.

⁷ Esiti Accordo di collaborazione per l’“*Approfondimento tecnico-scientifico sui quadri conoscitivi in ambito costiero*” (c.d. accordo Mare) sottoscritto fra l’Autorità di bacino distrettuale del fiume Po, l’Università degli Studi di Ferrara - Dipartimento di Fisica e Scienze della Terra e il Consiglio Nazionale delle Ricerche - Istituto di Scienze Marine di Venezia (2023)

Tab. 7 Uso suolo – coefficienti di scabrezza associati (Gauckler-Strickler)

Uso suolo	Scabrezza ($m^{1/3}/s$)
Strade/Ferrovie/Aeroporti	50,0
Alvei di fiumi con vegetazione scarsa/bacini/Canali	28,6
Prati stabili/Parchi	25,0
Rocce nude/Calanchi	25,0
Alvei di fiumi con vegetazione abbondante/Zone Umide salmastre	20,0
Seminativi semplici	20,0
Sistemi colturali complessi	17,2
Vigneti / Frutteti / oliveti	16,7
Strutture residenziali isolate / Ville	11,1
Cespuglieti e arbusteti	9,6
Insediamenti produttivi o commerciali / Tessuto residenziale rado / Impianti	8,7
Boschi	4,5
Tessuto residenziale urbano/ Tessuto residenziale compatto e denso	4,3

Per verificare la sensibilità sul parametro, sono stati inoltre simulati due ulteriori scenari di scabrezza:

- scabrezza omogenea su intera sezione traversale assunta pari a $25 m^{1/3}/s$ (Gauckler-Strickler);
- scabrezza omogenea su intera sezione trasversale assunta pari a $35 m^{1/3}/s$ (Gauckler-Strickler).

6.3 Simulazioni e risultati ottenuti

I livelli idrici restituiti dalle simulazioni 2D sono stati estratti, per ogni portata e per ogni scenario di scabrezza, con passo 100 m lungo le arginature sia in sinistra che in destra, permettendo poi la definizione del relativo franco idraulico rispetto alla quota locale di sommità arginale.

Tab. 8 Classi di valutazione del franco idraulico sulle arginature

FR < 0 cm	0 cm < FR < 30 cm	30 cm < FR < 50 cm	50 cm < FR < 100 cm	FR > 100 cm
-----------	-------------------	--------------------	---------------------	-------------

Anche in corrispondenza degli attraversamenti sono stati estratti i livelli a monte e a valle del ponte permettendo di stimare, in prima approssimazione, l'interferenza con il deflusso dell'opera e il relativo franco idraulico (calcolato rispetto agli appoggi). Per ogni opera ad arco è riportata anche la quota di intradosso in chiave che permette una prima valutazione sull'effettiva adeguatezza della quota dell'impalcato rispetto ai massimi livelli di piena.

Tab. 9 Classi di valutazione del franco idraulico sui ponti

FR < 0 cm	0 cm < FR < 30 cm	30 cm < FR < 50 cm	50 cm < FR < 100 cm	100 cm < FR < 150 cm	FR > 150 cm
-----------	-------------------	--------------------	---------------------	----------------------	-------------

L'analisi proposta permette di stimare la portata compatibile per tratti del sistema arginale; tali tratti sono stati individuati facendo riferimento alla rete idrometrica esistente e pertanto, in genere, sono definiti tra due attraversamenti dotati di sensori di misura dei livelli idrometrici.

La portata è valutata compatibile allorché il franco sia superiore o uguale a 50 cm.

L'analisi di sensitività eseguita sulle scabrezze ha confermato come in alvei arginati a sezione regolare sia rilevante l'incidenza di tale parametro tanto più la larghezza a piene rive dell'alveo sia modesta. In generale, minore è la scabrezza e maggiore è la portata compatibile.

Di seguito si riporta la tabella di sintesi dei risultati ottenuti in termini di portata compatibile per tratti omogenei considerando la scabrezza definita in funzione dell'uso del suolo, in quanto più cautelativa e rappresentativa dell'assetto attuale. I valori puntuali dei franchi idraulici relativi a tutti gli scenari di scabrezza considerati sono stati condivisi con l'autorità idraulica competente (Agenzia per la sicurezza territoriale e la protezione civile della Regione Emilia-Romagna) e con la Regione Emilia-Romagna.

Tab. 10 Portata compatibile del fiume Montone – scenario di scabrezza da uso del suolo

ID	Tratto	Q compatibile (m^3/s)
1	Da inizio tratto arginato fino a ponte Autostrada A14	200
2	Da ponte Autostrada A14 a ponte SP4 (idrometro Ponte Vico)	300
3	Da ponte SP4 (idrometro Ponte Vico) a ponte SP45	300
4	Da ponte SP45 a chiusa San Marco (idrometro San Marco)	250
5	Da chiusa San Marco (idrometro San Marco) a Fiumi Uniti	200

Tab. 11 Portata compatibile del fiume Ronco – scenario di scabrezza da uso del suolo

ID	Tratto	Q compatibile (m^3/s)
1	Da inizio tratto arginato fino a ponte SP53 (idrometro Coccchia)	250
2	Da ponte SP53 (idrometro Coccchia) a Chiusa San Bartolo (idrometro San Bartolo)	300
3	da Chiusa San Bartolo (idrometro San Bartolo) a Fiumi Uniti	250

Tab. 12 Portata compatibile del Fiumi Uniti – scenario di scabrezza da uso del suolo

ID	Tratto	Q compatibile (m^3/s)
1	Da inizio tratto fino ponte SR142	500
2	Da ponte SR142 fino a ponte SS67	600
3	Da ponte SS67 fino a chiusa Rasponi (idrometro Rasponi)	700
4	Da chiusa Rasponi (idrometro Rasponi) al mare	500

7 Condizioni di pericolosità idraulica dello stato attuale

Le analisi in moto vario hanno interessato, attraverso un unico modello bidimensionale, i seguenti corsi d'acqua:

- fiume Montone, dall'abitato del Comune di Rocca San Casciano fino alla confluenza nei Fiumi Uniti, per un'estensione di circa 69 km;
- torrente Rabbi, dalla località Strada di San Zeno in Comune di Galeata fino alla confluenza nel fiume Montone, per un'estensione di circa 41 km;
- fiume Ronco, dal centro abitato del Comune di Santa Sofia fino alla confluenza nei Fiumi Uniti, per un'estensione di circa 76 km;
- Fiumi Uniti, dall'unione dei fiumi Montone e Ronco fino al mare, per un'estensione di circa 10 km.

Il modello numerico 2D allestito è stato utilizzato nella configurazione ad argini sormontabili ma non erodibili.

7.1 Le condizioni contorno

7.1.1. Portate

Le simulazioni sono state condotte a partire dagli eventi di piena di riferimento per tempi di ritorno 50, 200 e 500 anni definiti nell'analisi idrologica e sinteticamente illustrati nel paragrafo 4.

Per ogni tempo di ritorno sono stati simulati eventi associati a durate di pioggia di 6, 9, 12 e 18 ore.

Per quanto riguarda il fiume Montone, in ingresso al modello sono stati inseriti:

- l'idrogramma corrispondente alla sezione di chiusura del sottobacino montano di Rocca San Casciano nell'analisi idrologica, applicato in modo concentrato all'inizio del modello;
- nel tratto compreso tra Rocca San Casciano e Castrocaro Terme è stato inserito in modo distribuito il contributo dell'interbacino;
- Il contributo del sottobacino compreso tra Castrocaro Terme e la confluenza con il fiume Rabbi, è stato suddiviso in due parti uguali di cui una è stata inserita in modo distribuito lungo il tratto, mentre l'altra è stata inserita come contributo concentrato in corrispondenza dell'affluente sinistro del F. Montone in Comune di Castrocaro Terme;
- il contributo del sottobacino compreso tra confluenza Rabbi e immissione Rio Cosina è stato suddiviso in due parti di cui una, pari a un terzo del totale, è stata inserita come contributo concentrato in corrispondenza dell'immissione del Rio Cozzi, mentre l'altra, pari a due terzi del totale, è stata inserita come contributo concentrato in corrispondenza del Rio Cosina.

Per quanto riguarda il fiume Rabbi, in ingresso al modello sono stati inseriti:

- l'idrogramma corrispondente alla sezione di chiusura del sottobacino montano chiuso a Strada San Zeno nell'analisi idrologica, applicato in modo concentrato all'inizio del modello;
- nel tratto compreso tra Galeata e Predappio è stato inserito in modo distribuito il contributo dell'interbacino;
- nel tratto compreso tra Predappio e la confluenza nel fiume Montone è stato inserito distribuito il contributo del sottobacino vallivo.

Per quanto riguarda il fiume Ronco, in ingresso al modello sono stati inseriti:

- l'idrogramma corrispondente alla sezione di chiusura del sottobacino montano chiuso a Santa Sofia nell'analisi idrologica, applicato in modo concentrato all'inizio del modello;
- nel tratto compreso tra Santa Sofia e la confluenza del T. Voltre è stato inserito in modo distribuito il contributo dell'interbacino;

- l'idrogramma corrispondente al punto di immissione del T. Voltre nel fiume Rabbi, applicato in modo concentrato;
- l'idrogramma corrispondente al punto di immissione del Rio dell'Olmo nel fiume Rabbi applicato in modo concentrato;
- il contributo del sottobacino compreso tra Meldola e Coccolia applicato in modo distribuito lungo il tratto.

Per Fiumi Uniti non è stato inserito nessun altro contributo oltre a quelli provenienti direttamente dai fiumi Montone e Ronco.

7.1.2. Condizioni di valle

Il modello implementato comprende l'asta dei fiumi Montone e Ronco, nonché tutta l'asta del Fiumi Uniti, dalla confluenza tra Montone e Ronco, fino al mare.

La condizione al contorno di valle del modello in corrispondenza della sezione prossima a foce (mare) è stata posta considerando un livello del mare pari a 1.25 m s.m. (media probabilità secondo lo studio "Approfondimento Tecnico-Scientifico sui Quadri Conoscitivi in Ambito Costiero")⁸.

7.2 Scabrezze

I valori di scabrezza utilizzati sono stati definiti a partire dalla perimetrazione di dettaglio dell'uso del suolo, aggiornata su ortofoto recenti dell'anno 2023.

Alle diverse forme di uso del suolo, sono state associate le scabrezze riassunte nella Tab. 7 desunte da letteratura.

7.3 Simulazioni e risultati ottenuti

I modelli numerici 2D allestiti sono stati utilizzati per definire le condizioni di pericolosità attuali rispetto ad eventi a gravosità crescente (tempo di ritorno associato pari a 50, 200 e 500 anni) nei tratti appenninici e collinari; nei tratti arginati di pianura la perimetrazione delle aree allagabili a diversa pericolosità è stata effettuata integrando i risultati dei modelli citati con gli scenari di rotta arginale, come illustrato in dettaglio in precedenza.

Preliminarmente a tali simulazioni sono state indagate le possibilità di calibrare il modello allestito rispetto agli eventi reali recenti (1-4 e 16-18 maggio 2023, settembre e ottobre 2024); per tali eventi, assai gravosi nel loro complesso, non sono disponibili idrogrammi di portata misurati ma solo alcune stime puntuali approssimate di valori di portata al colmo. Questa condizione impedisce di fatto una taratura diretta del modello, calibrazione che sarebbe comunque stata possibile solo per gli eventi dove gli effetti al suolo non avessero completamente alterato la propagazione verso valle dell'onda. In particolare, il Montone, il Rabbi e il Ronco, durante il secondo evento di maggio 2023 sono stati interessati da rilevanti esondazioni, causate da rotte e tracimazioni. Anche durante l'evento di settembre 2024 si sono verificate esondazioni, seppur con minore entità rispetto all'evento del maggio 2023.

Per i 4 eventi recenti citati, nell'ambito dell'analisi idrologica sono stati comunque ricostruiti gli idrogrammi di piena (potenziali) lungo le aste oggetto di studio a partire dalle precipitazioni misurate ARPAE.

Pur con tutti i limiti intrinseci dell'approccio proposto, gli idrogrammi così ricostruiti sono stati applicati ai modelli numerici idrodinamici allestiti; in particolare, sull'intero sistema Montone – Rabbi – Ronco – Fiumi Uniti, è stato simulato l'evento del 16-18 maggio 2023.

⁸ Esiti Accordo di collaborazione per l’“*Approfondimento tecnico-scientifico sui quadri conoscitivi in ambito costiero*” (c.d. accordo Mare) sottoscritto fra l’Autorità di bacino distrettuale del fiume Po, l’Università degli Studi di Ferrara - Dipartimento di Fisica e Scienze della Terra e il Consiglio Nazionale delle Ricerche - Istituto di Scienze Marine di Venezia (2023)

Di seguito si riportano gli andamenti dei livelli idrici registrati da alcuni idrometri posti lungo le suddette aste fluviali in corrispondenza del tratto collinare/pedecollinare; per l'evento più gravoso del 16-18 maggio 2023 si mostra il confronto fra i valori misurati e quelli ricavati dal modello idraulico, avendo fatto traslare il livello ricavato dal modello in modo tale da far coincidere l'altezza idrica prima dell'arrivo dell'onda di piena con quella effettivamente misurata, associata al deflusso di base presente.

Tali simulazioni sono state eseguite con diversi valori di scabrezza da letteratura, al fine di indagare la possibilità di riprodurre i livelli e gli andamenti idrometrici misurati (fonte ARPAE). Tali analisi hanno mostrato come l'incertezza sulle portate in ingresso sia tale da non permettere valutazioni affidabili sulle scabrezze.

In tali condizioni, si è optato per un approccio cautelativo sulla scabrezza che prevede di utilizzare la perimetrazione di dettaglio delle forme di uso del suolo, alle quali sono stati associati i valori di scabrezza da letteratura riportati in Tab. 7.

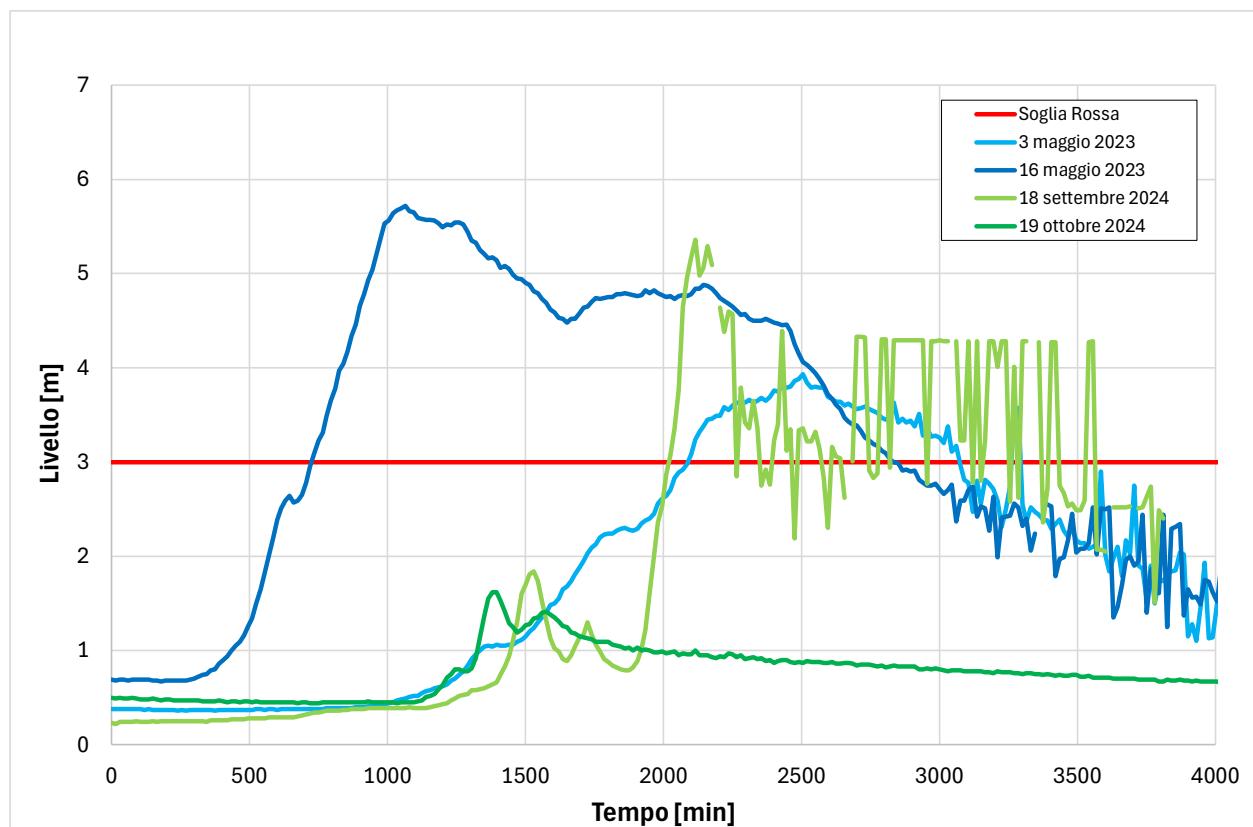


Fig. 24 Fiume Montone - idrometro di Castrocaro: livelli idrometrici ARPAE, eventi 2023 e 2024

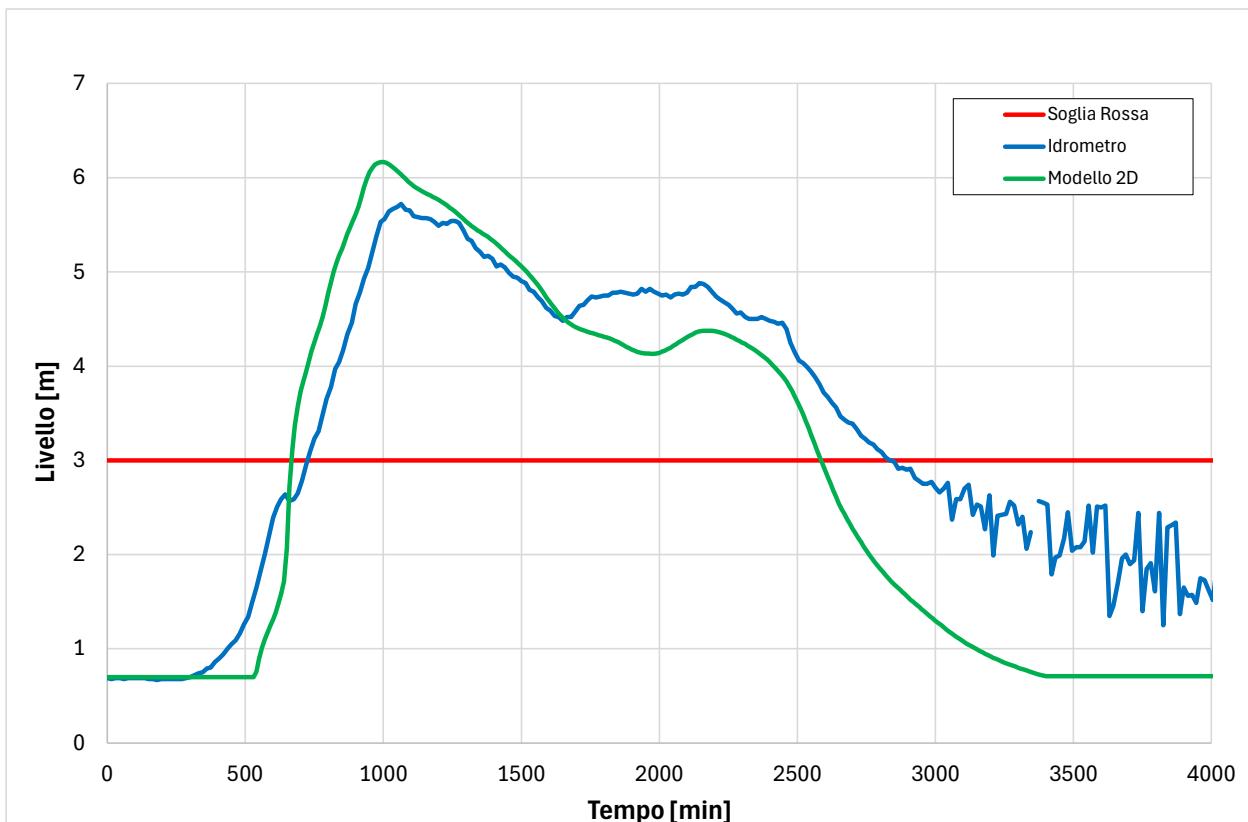


Fig. 25 Fiume Montone – idrometro di Castrocaro: evento 16-18/05/2023, confronto fra i livelli idrometrici ARPAE e i risultati del modello idrologico-idraulico

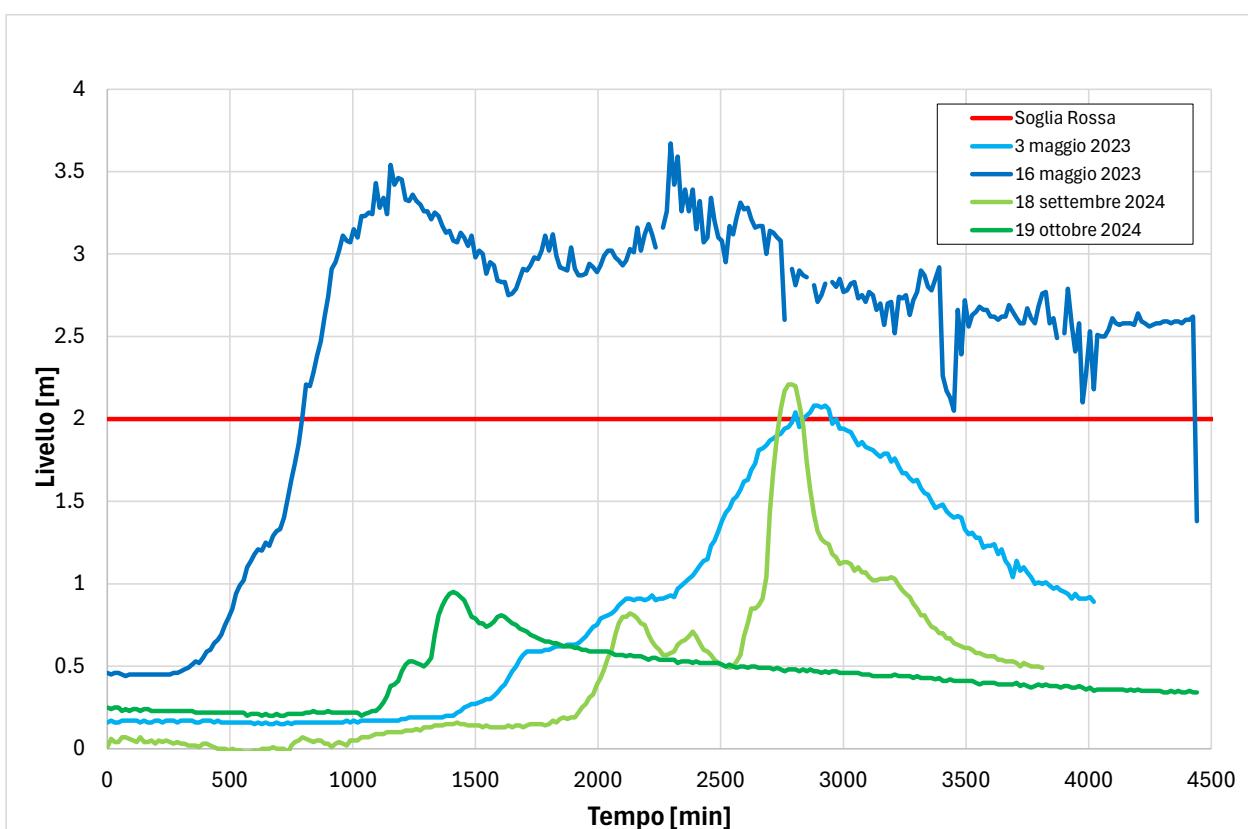


Fig. 26 Fiume Rabbi – idrometro Ponte Calanca: livelli idrometrici ARPAE per gli eventi 2023 e 2024

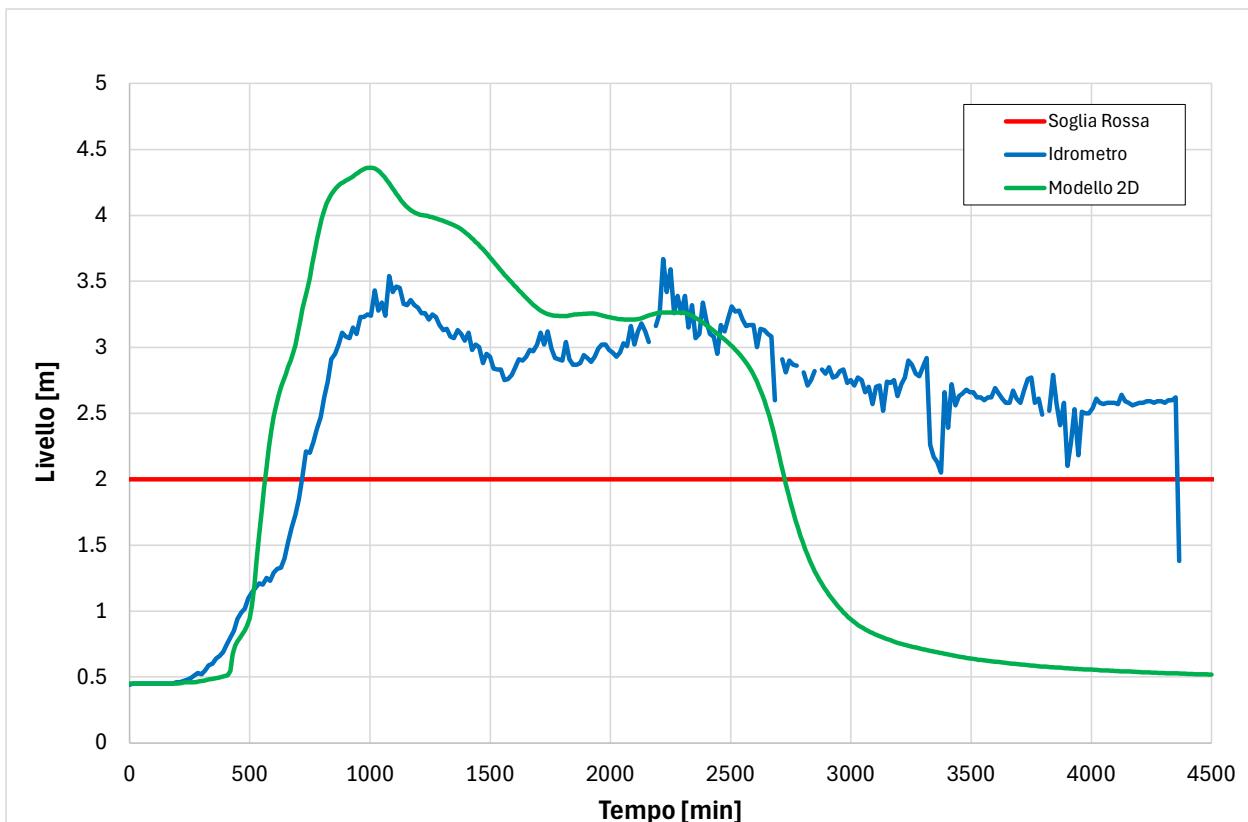


Fig. 27 Fiume Rabbi – idrometro Ponte Calanca: evento del 16-18/05/2023 e confronto fra livelli idrometrici ARPAE e i risultati del modello idrologico-idraulico

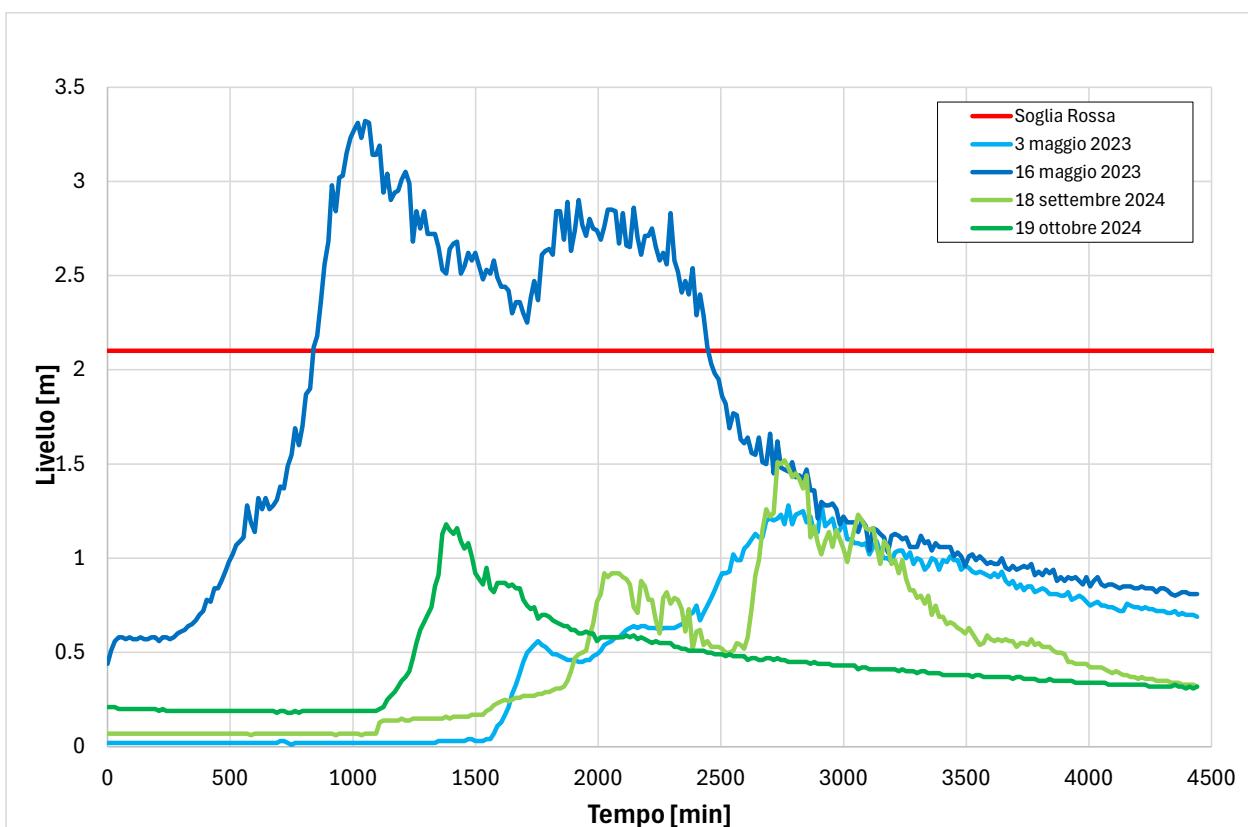


Fig. 28 Fiume Ronco – idrometro Meldola: livelli idrometrici ARPAE degli eventi 2023 e 2024

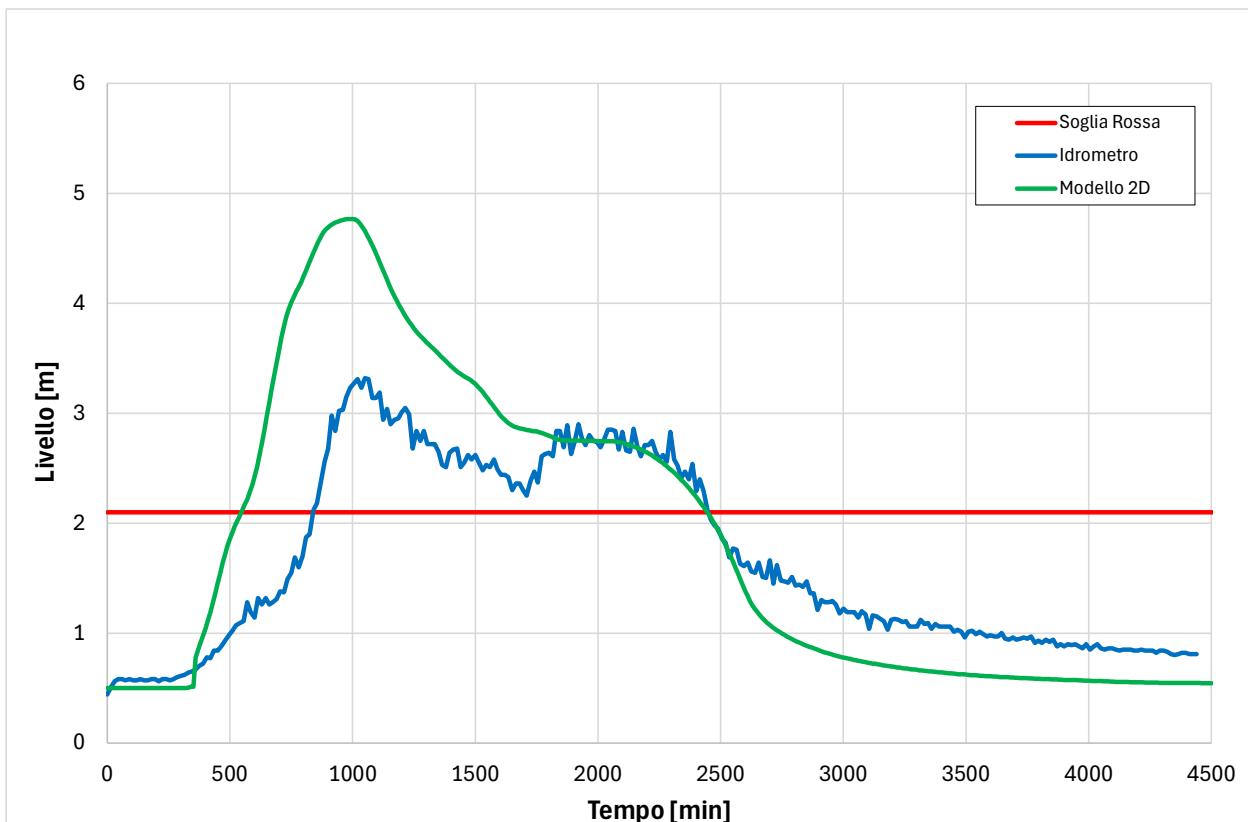


Fig. 29 Fiume Ronco – idrometro Meldola: evento del 16-18/05/2023 e confronto fra livelli idrometrici ARPAE e risultati del modello idrologico-idraulico

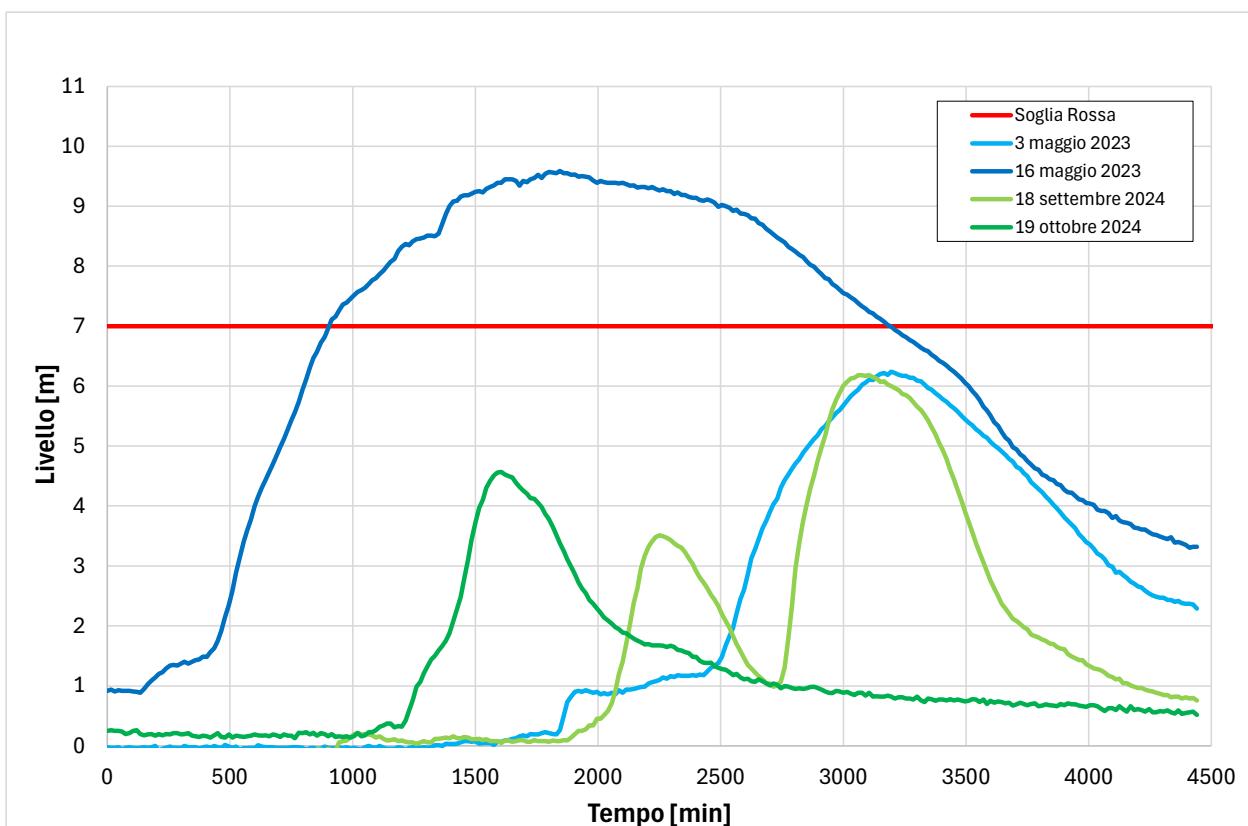


Fig. 30 Fiume Ronco – idrometro Ronco: livelli idrometrici ARPAE ed eventi 2023 e 2024

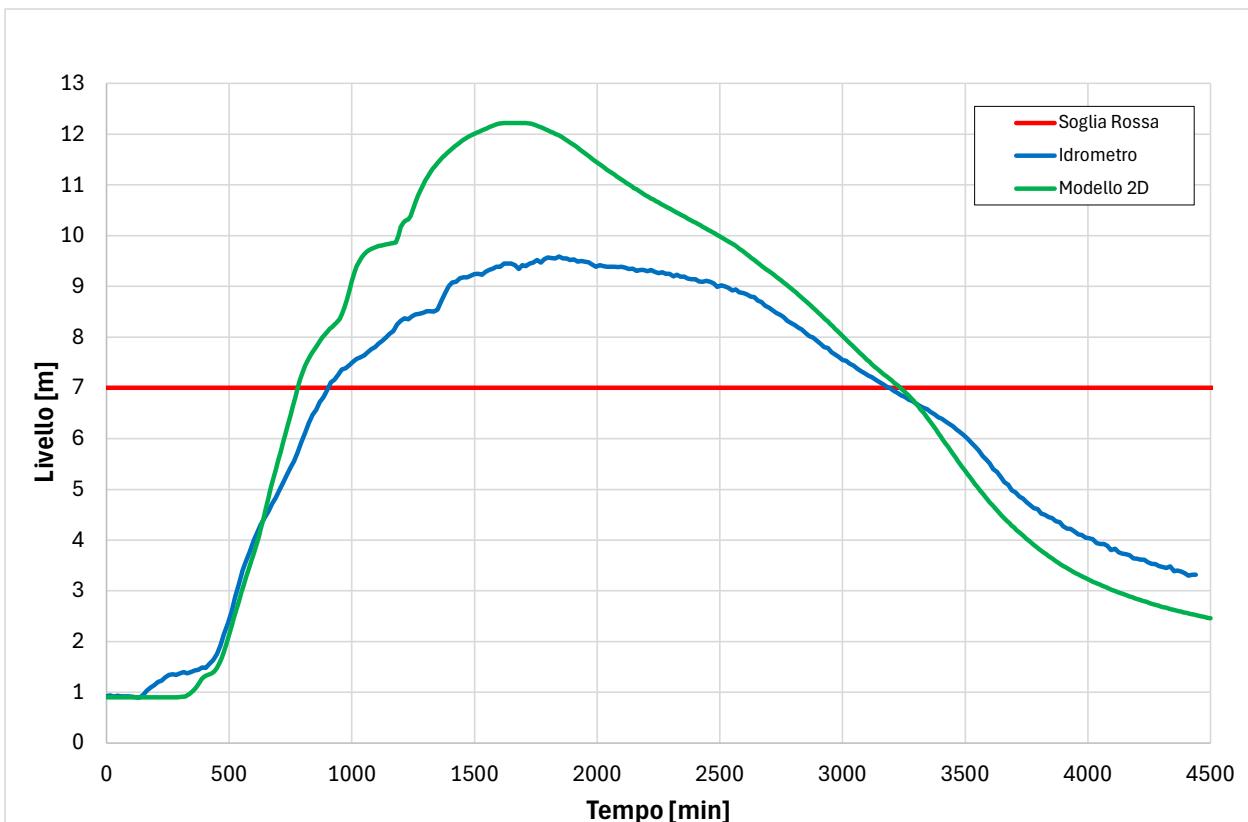


Fig. 31 Fiume Ronco – idrometro Ronco: evento 16-18/05/2023 e confronto fra livelli idrometrici ARPAE e i risultati del modello idrologico-idraulico

Gli eventi simulati di assegnato tempo di ritorno sono stati confrontati, in termini di aree allagabili, con gli strumenti di pianificazione e le evidenze degli eventi recenti disponibili; in particolare si è fatto riferimento a:

- evento T50: perimetrazione P3 PGRA 2021, che riprende le *Aree ad elevata probabilità* (art. 3 preesistente PAI), aree inondabili per eventi con tempi di ritorno inferiori od uguali a 30 anni e perimetrazione Agenzia per la sicurezza territoriale e la protezione civile dell'evento 16-18 maggio 2023, che come indicato nel precedente paragrafo 4, è caratterizzato da un tempo di ritorno compreso tra 50 e 200 anni;
- evento T200: perimetrazione P2 PGRA 2021, che riprende le *Aree a moderata probabilità* (art. 4 preesistente PAI), aree inondabili per eventi con tempi di ritorno inferiori od uguali a 200 anni e perimetrazione dell'Agenzia per la sicurezza territoriale e la protezione civile Evento 16-18 maggio 2023, che come indicato nel precedente paragrafo 4 è caratterizzato da un tempo di ritorno compreso tra 50 e 200 anni.

Nel seguito sono sinteticamente illustrate le evidenze delle analisi eseguite relativamente ai tre tempi di ritorno indagati per i corsi d'acqua sopra citati.

Si osservi che le restituzioni delle aree inondabili, in termini di tiranti, velocità e quote idriche, rappresentano, per tempo di ritorno, sempre l'inviluppo dei massimi valori ottenuti dalle simulazioni eseguite per eventi di piena definiti dalle diverse durate di pioggia ipotizzate (3, 6, 9, 12, 18 ore).

7.3.1. Fiume Montone

7.3.1.1 Evento T50

Tra Rocca San Casciano e Dovadola, l'ambito fluviale è vincolato dai versanti e i deflussi coinvolgono tale areale senza interessare abitati o infrastrutture, ad eccezione di alcune porzioni del centro abitato di Dovadola (cfr. Fig. 32).

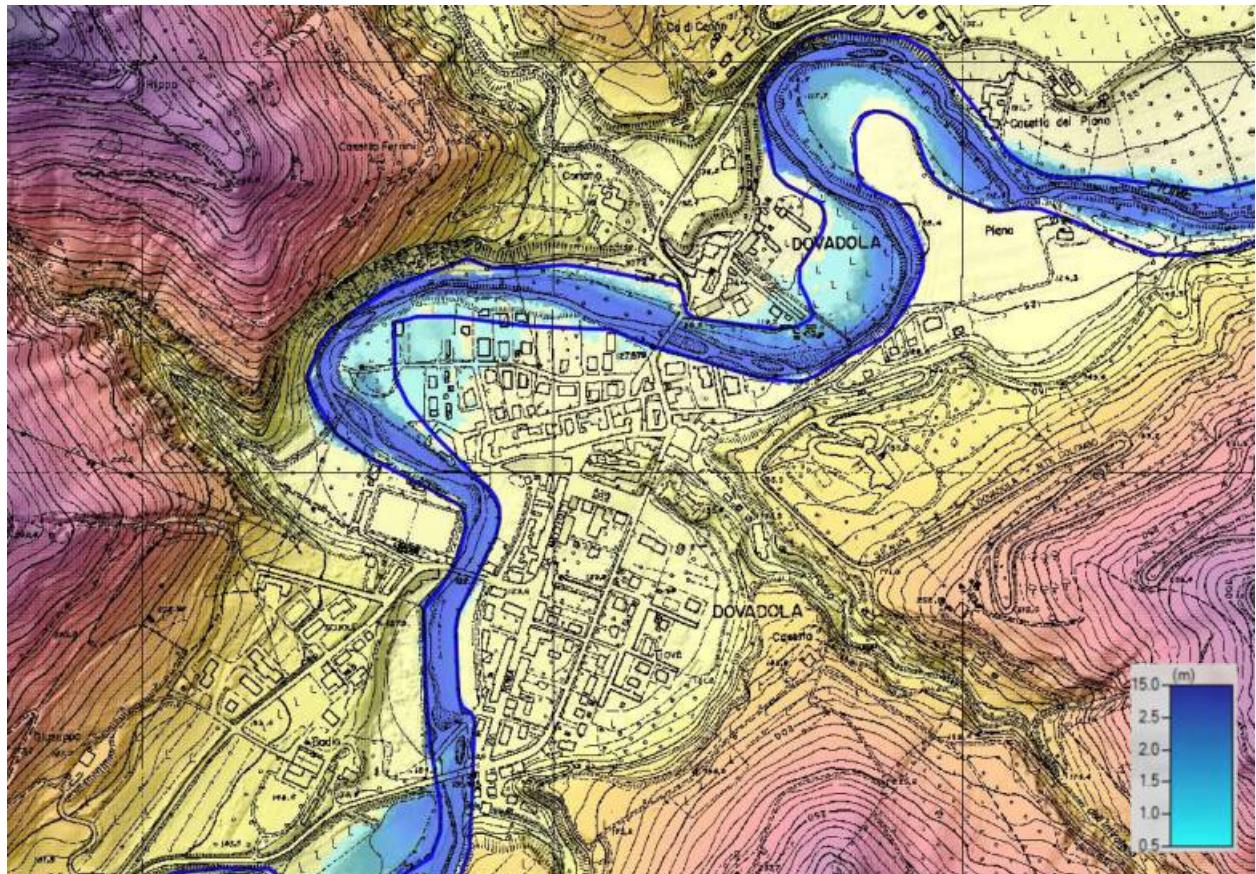


Fig. 32 Fiume Montone T50: massimi tiranti a Dovadola (in blu P3 PGRA 2021)

A valle di Dovadola il contesto morfologico muta, il fondovalle si amplia e il corso d'acqua presenta un andamento mediamente meandriforme. L'evento di piena cinquantennale interessa porzioni del fondovalle sempre più ampi. Si osservi nelle successive figure la buona corrispondenza tra le aree classificate P3 del PGRA 2021, che riprendono l'art.3 del preesistente PAI, e le evidenze del modello numerico. Si consideri comunque che il tempo di ritorno della P3 PGRA 2021 è pari a 30 anni, per cui in alcuni casi le aree interessate dagli allagamenti calcolati dal modello idraulico risultano maggiori anche perché sono relativi ad un evento caratterizzato da un tempo di ritorno maggiore. Tale circostanza si riscontra, ad esempio, nell'attraversamento dell'abitato di Castrocaro Terme (cfr. Fig. 34) e Terra del Sole (cfr. Fig. 35), con interessamento di alcuni edifici posti al di fuori delle aree classificate P3 del PGRA 2021. Analoga situazione si verifica anche nel tratto a monte della confluenza con il fiume Rabbi (cfr. Fig. 36).

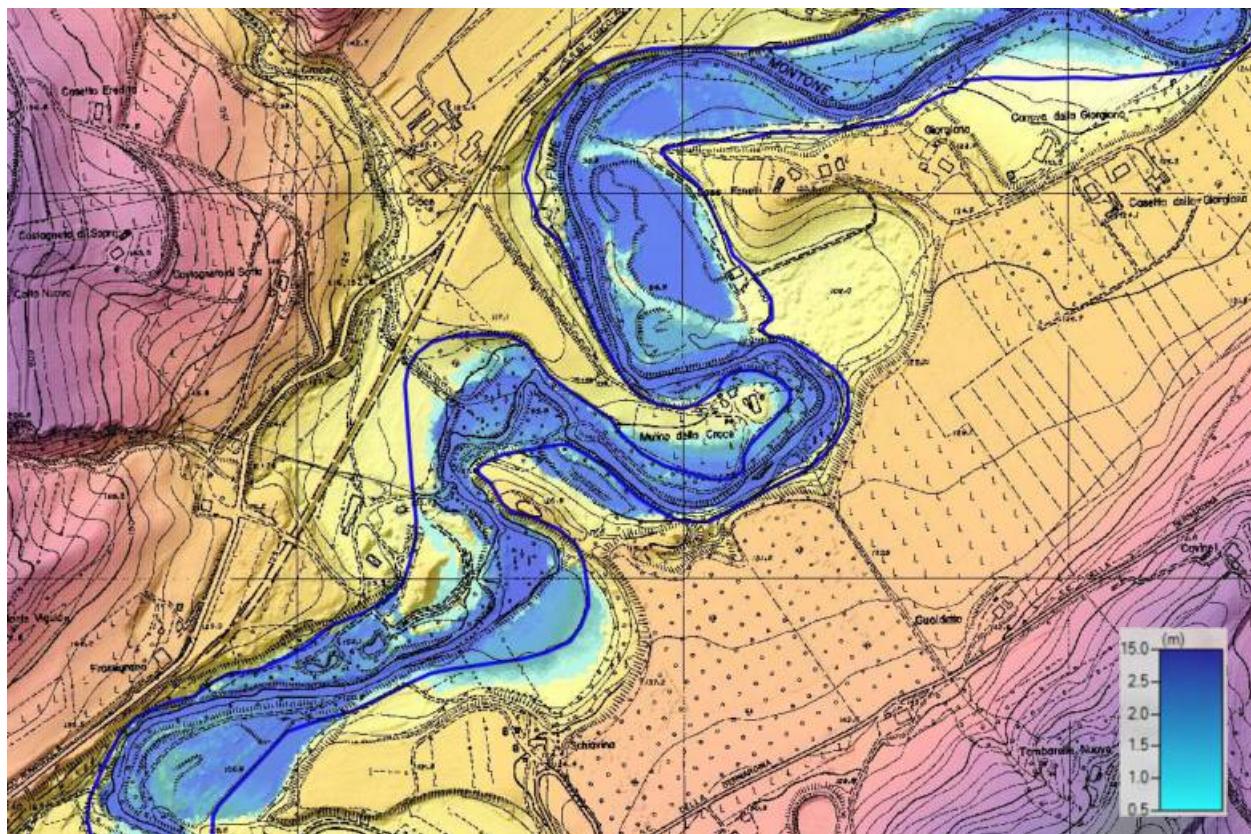


Fig. 33 Fiume Montone T50: massimi tiranti tra Dovadola e Castrocaro Terme (in blu P3 PGRA 2021)

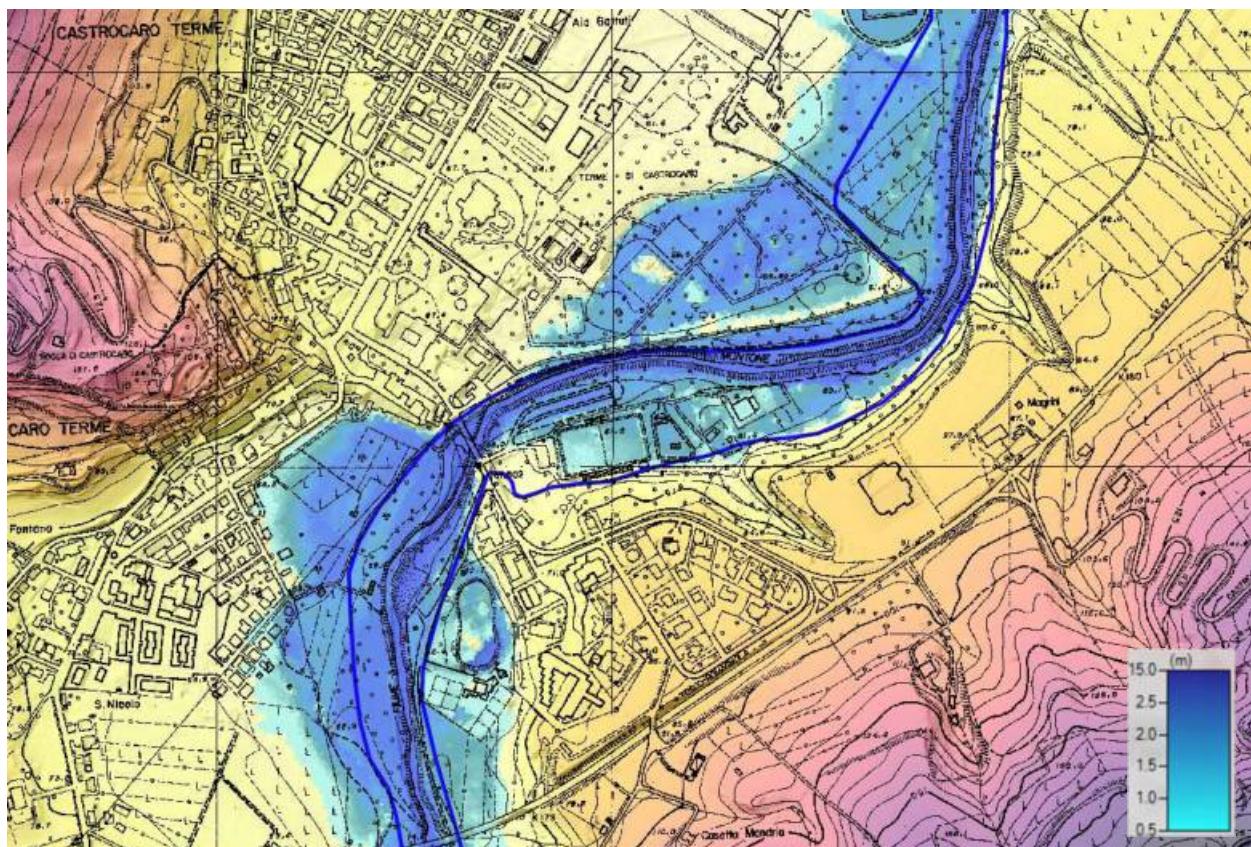


Fig. 34 Fiume Montone T50: massimi tiranti a Castrocaro Terme (in blu P3 PGRA 2021)

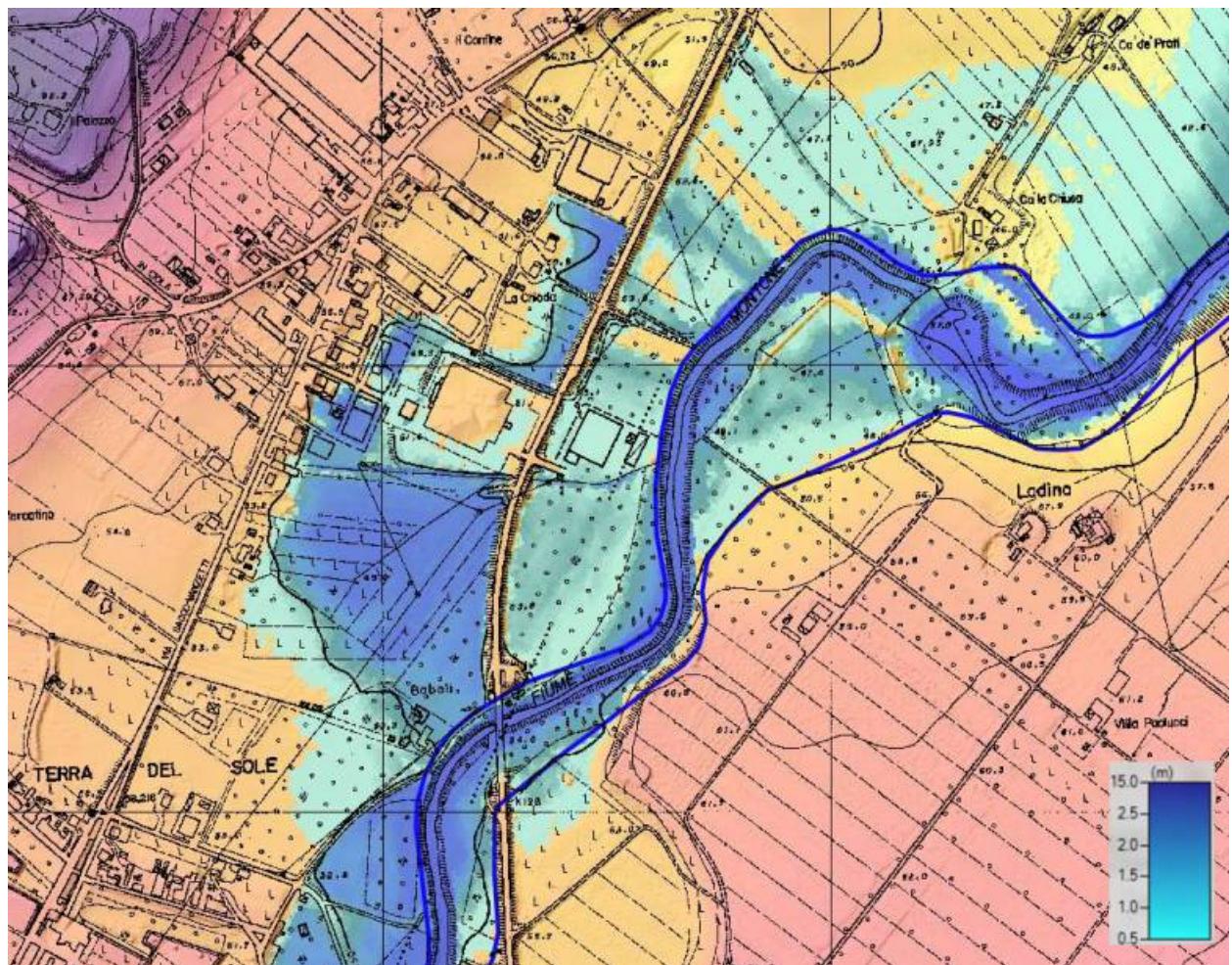


Fig. 35 Fiume Montone T50: massimi tiranti a Terra del Sole (in blu P3 PGRA 2021)



Fig. 36 Fiume Montone T50: massimi tiranti a monte confluenza Rabbi (in blu P3 PGRA 2021)

In corrispondenza dell’attraversamento della città di Forlì, lungo le sponde del Montone, sono presenti dei rilevati arginali, non classificati, che non sono adeguati al contenimento della piena cinquantennale. Gli allagamenti conseguenti interessano:

- un’area goleale compresa tra la confluenza del fiume Rabbi e il centro abitato di Forlì, con interessamento del parco pubblico e dell’annesso parcheggio, oltre che qualche edificio posto lungo la via Salinatore e via Fiume Rabbi (cfr. Fig. 37);
- una vasta area urbanizzata in sinistra idraulica a monte dell’attraversamento della via Emilia (cfr. Fig. 38);
- la pianura a valle dell’attraversamento della via Emilia, lungo entrambe le sponde arginate (cfr. Fig. 39). L’esondazione in sinistra idraulica si dirige in direzione nord-ovest fino ad intersecare l’alveo del Rio Cosina e, in parte, proseguire oltre. L’esondazione in destra idraulica si propaga in direzione nord lungo la pianura.

A valle dell’attraversamento dell’autostrada A14 la piena proveniente da monte prosegue verso valle, fino a confluire nei Fiumi Uniti, senza ulteriori tracimazioni arginali (cfr. Fig. 42, Fig. 43 e Fig. 44).

I suddetti allagamenti risultano del tutto paragonabili con quelli verificatisi durante l’evento del 16-18 maggio 2023, come riportato nella Fig. 40. Ciò conferma quanto già indicato nella Fig. 8 e nella Fig. 13, in cui è indicato che l’evento di piena del 16-18 maggio 2023 è stato caratterizzato da un tempo di ritorno prossimo a 50 anni.

Si segnala che lungo l’intero tratto di corso d’acqua a valle della confluenza con il fiume Rabbi le aree P3 del PGRA 2021 sono poste in corrispondenza dei rilevati arginali (non classificati e classificati).

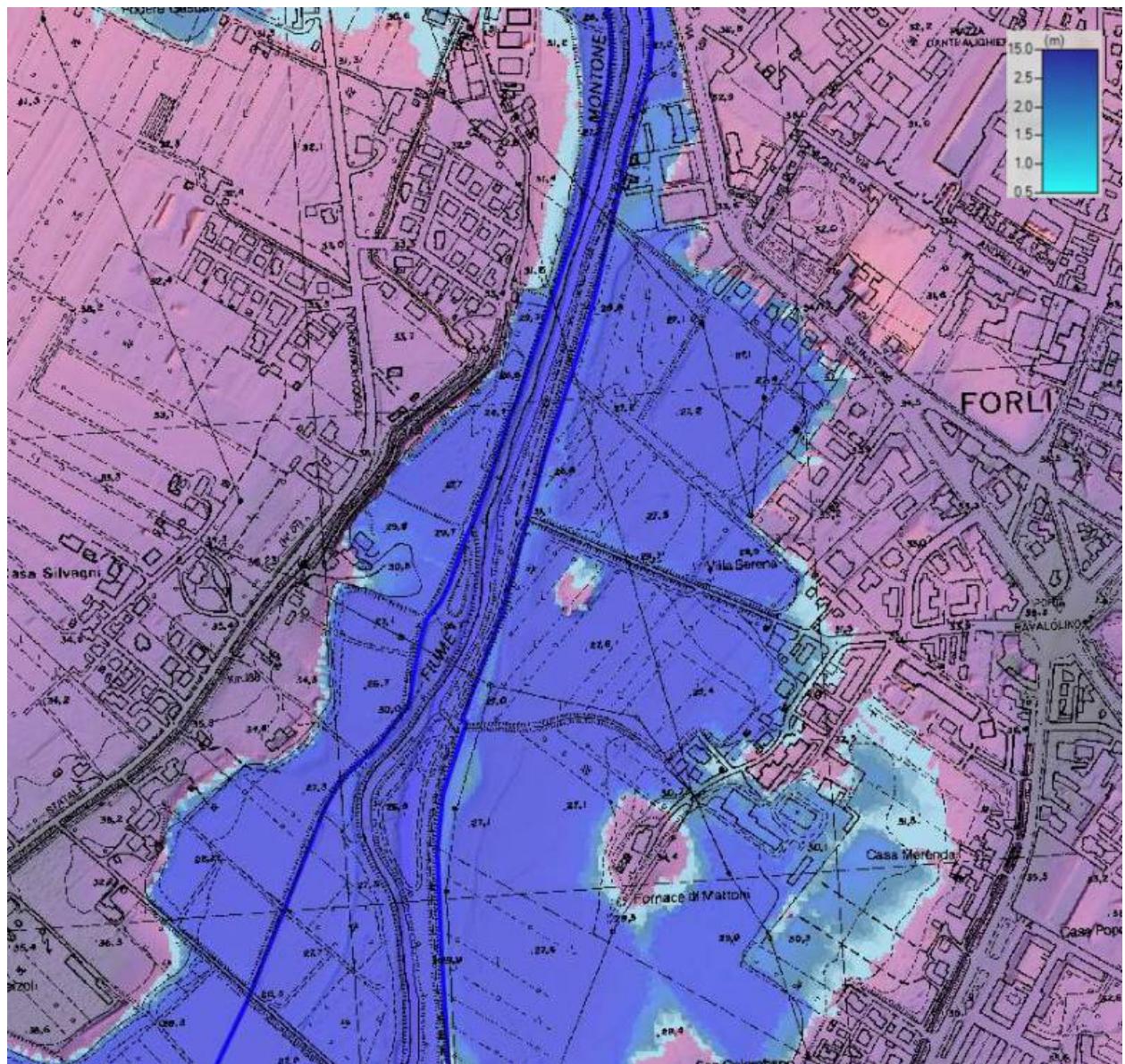


Fig. 37 Fiume Montone T50: massimi tiranti nel tratto in attraversamento della città di Forlì (in blu P3 PGRA 2021)

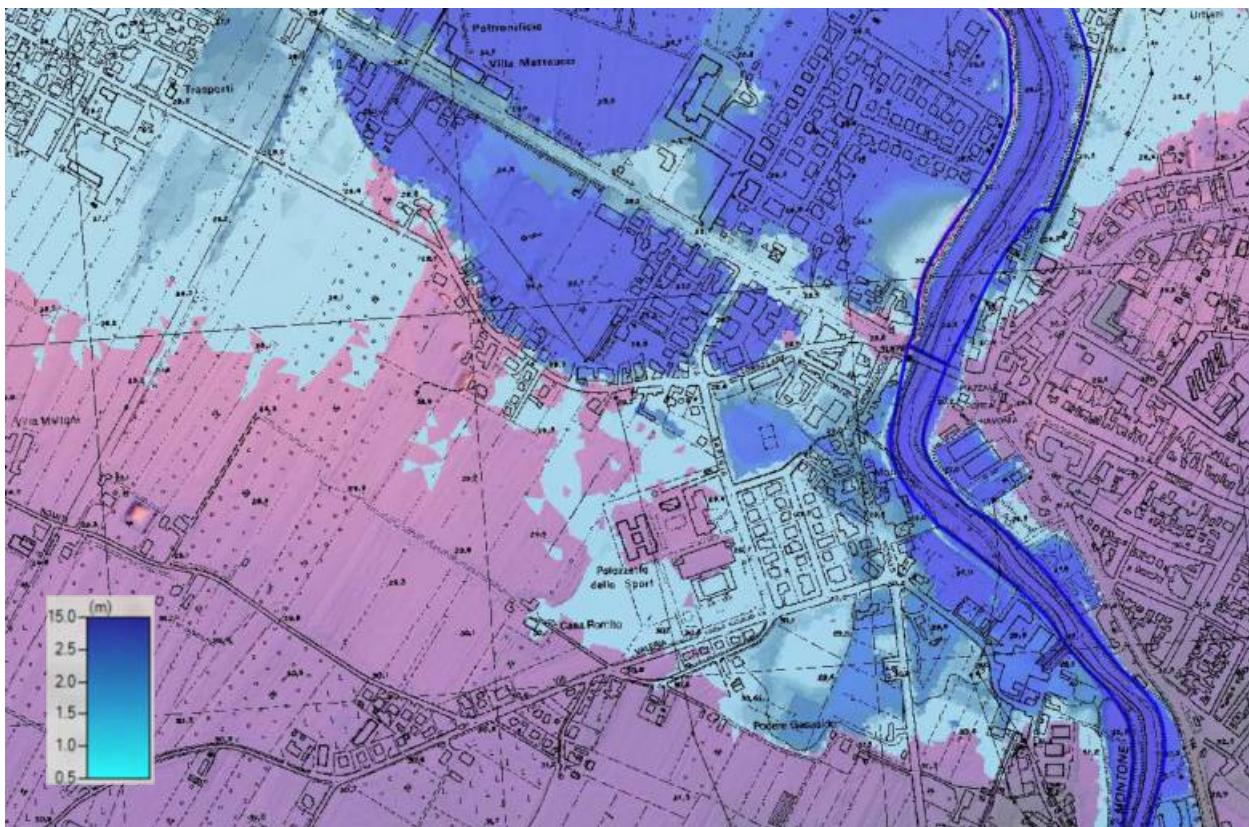


Fig. 38 Fiume Montone T50: massimi tiranti nel tratto in attraversamento della città di Forlì (in blu P3 PGRA 2021)

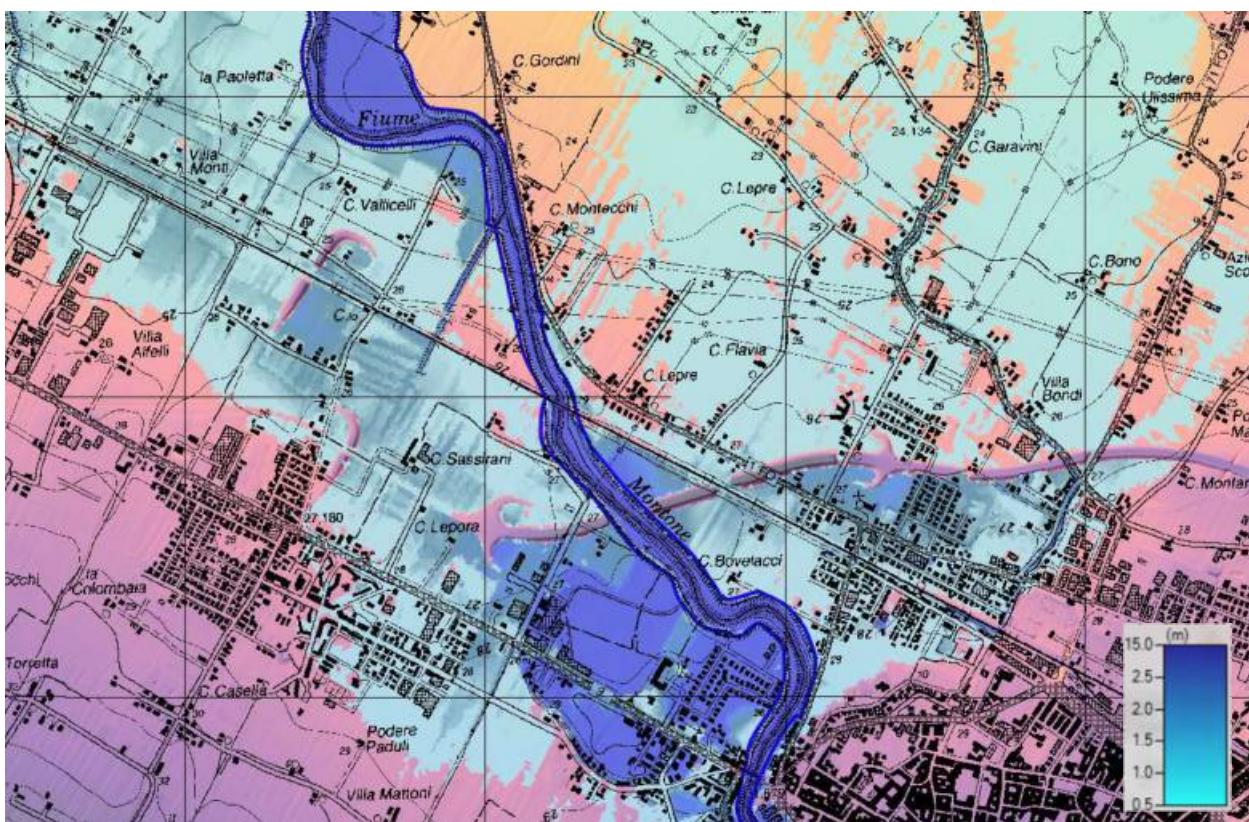


Fig. 39 Fiume Montone T50: massimi tiranti nel tratto in attraversamento della città di Forlì (in blu P3 PGRA 2021)

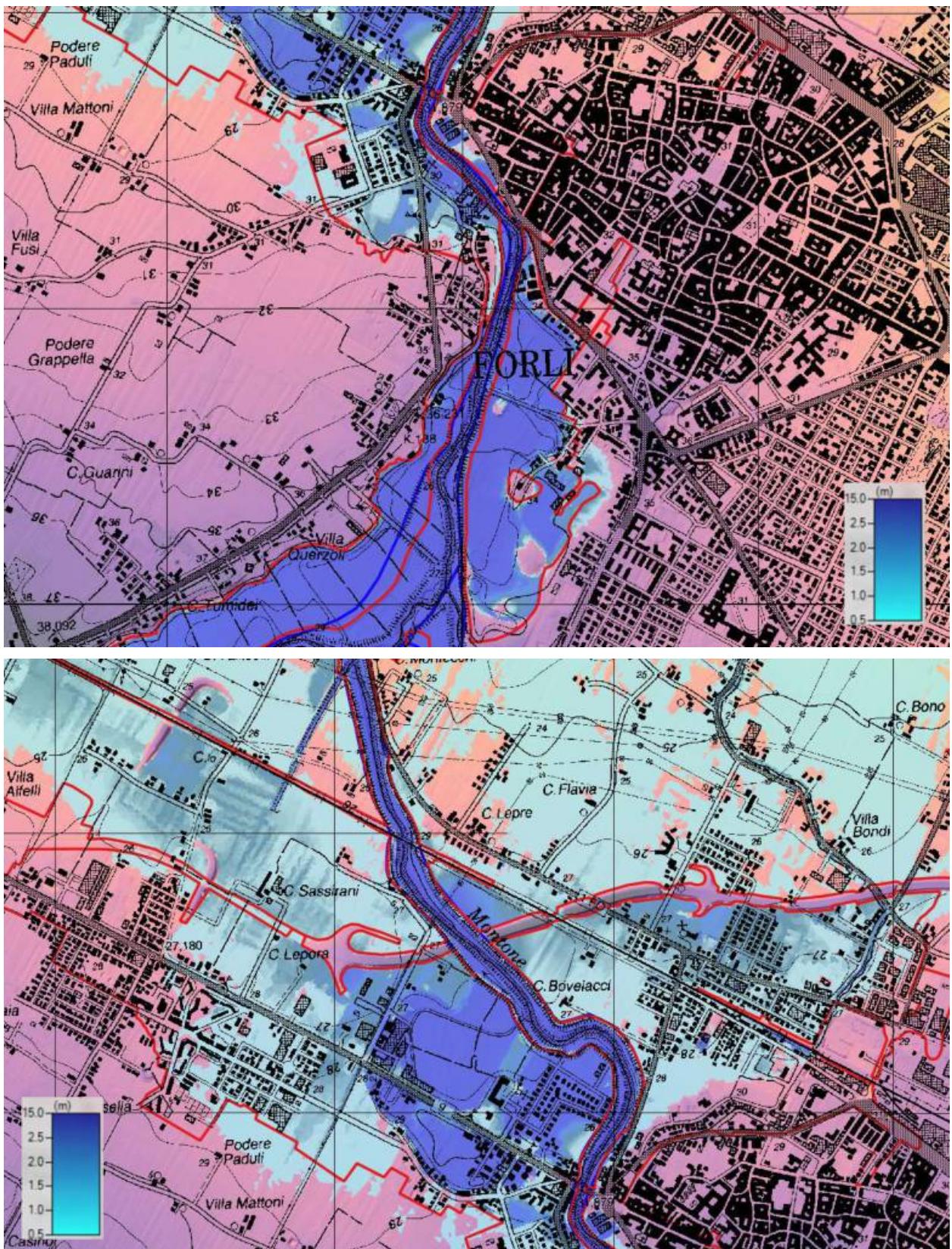


Fig. 40 Fiume Montone T50: massimi tiranti nel tratto in attraversamento della città di Forlì sovrapposti alla perimetrazione degli allagamenti occorsi durante l'evento del 16-18 maggio 2023 (in rosso)

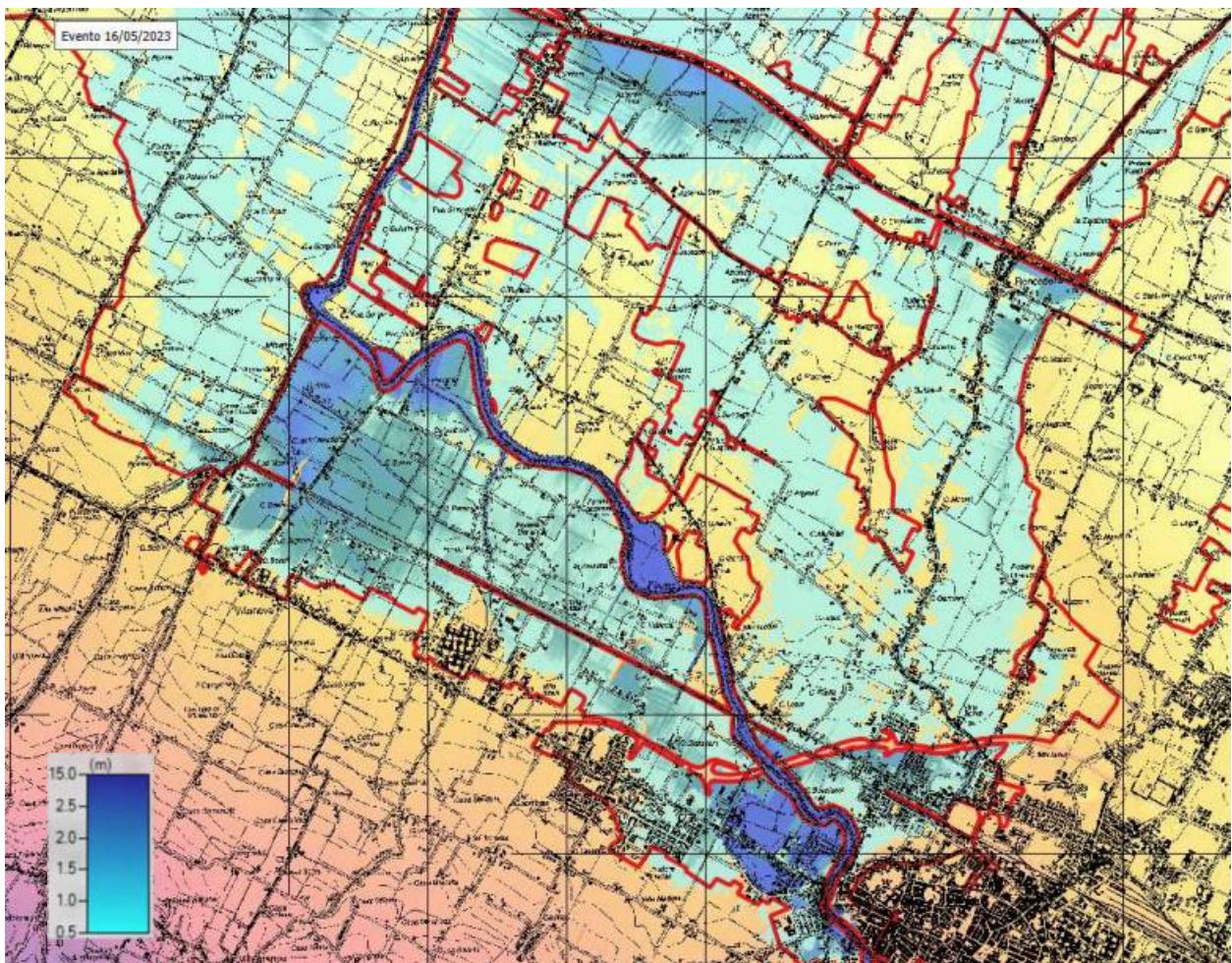


Fig. 41 Fiume Montone T50: massimi tiranti nel tratto a valle della città di Forlì sovrapposti alla perimetrazione degli allagamenti occorsi durante l'evento del 16-18 maggio 2023 (in rosso)

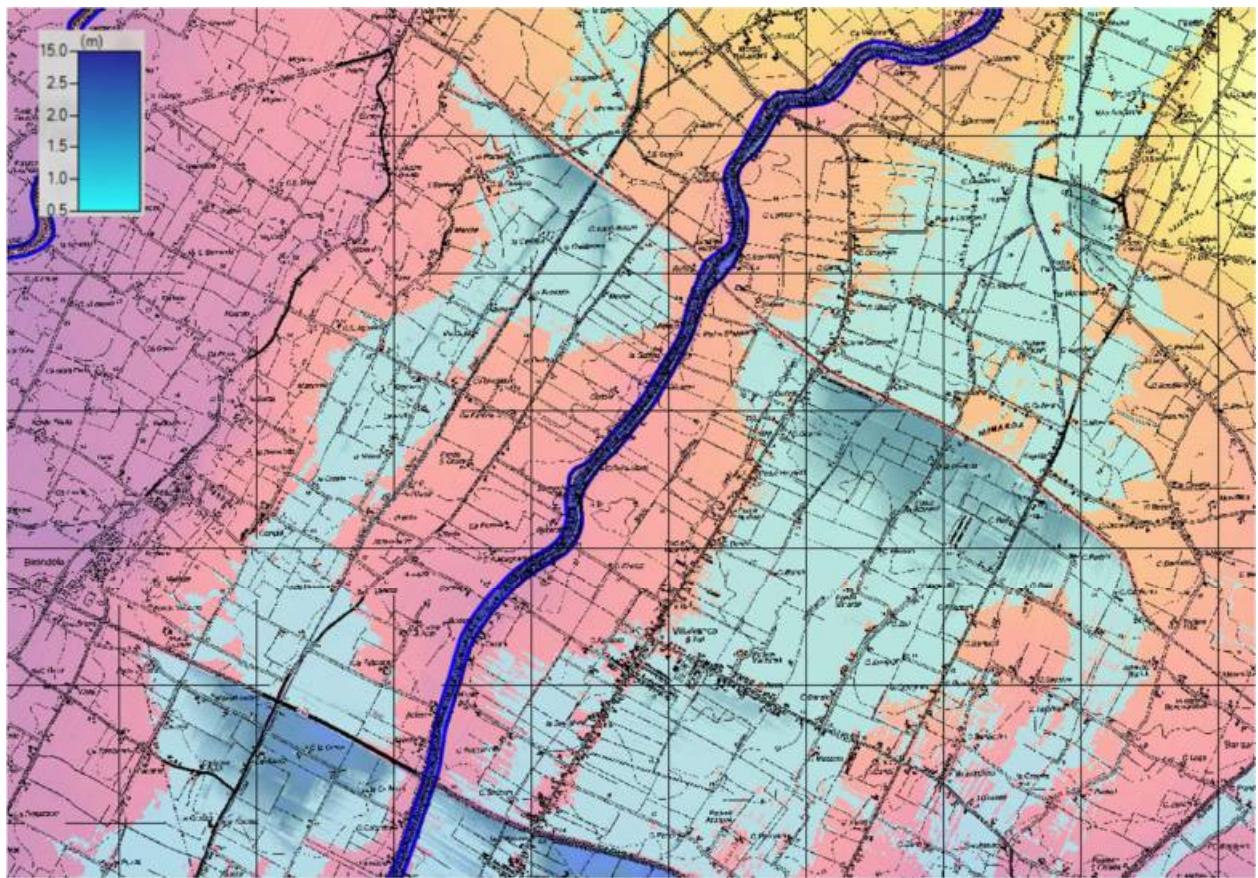


Fig. 42 Fiume Montone T50: massimi tiranti nel tratto a valle dell'autostrada A14 fino a Ponte Vico (in blu P3 PGRA 2021)

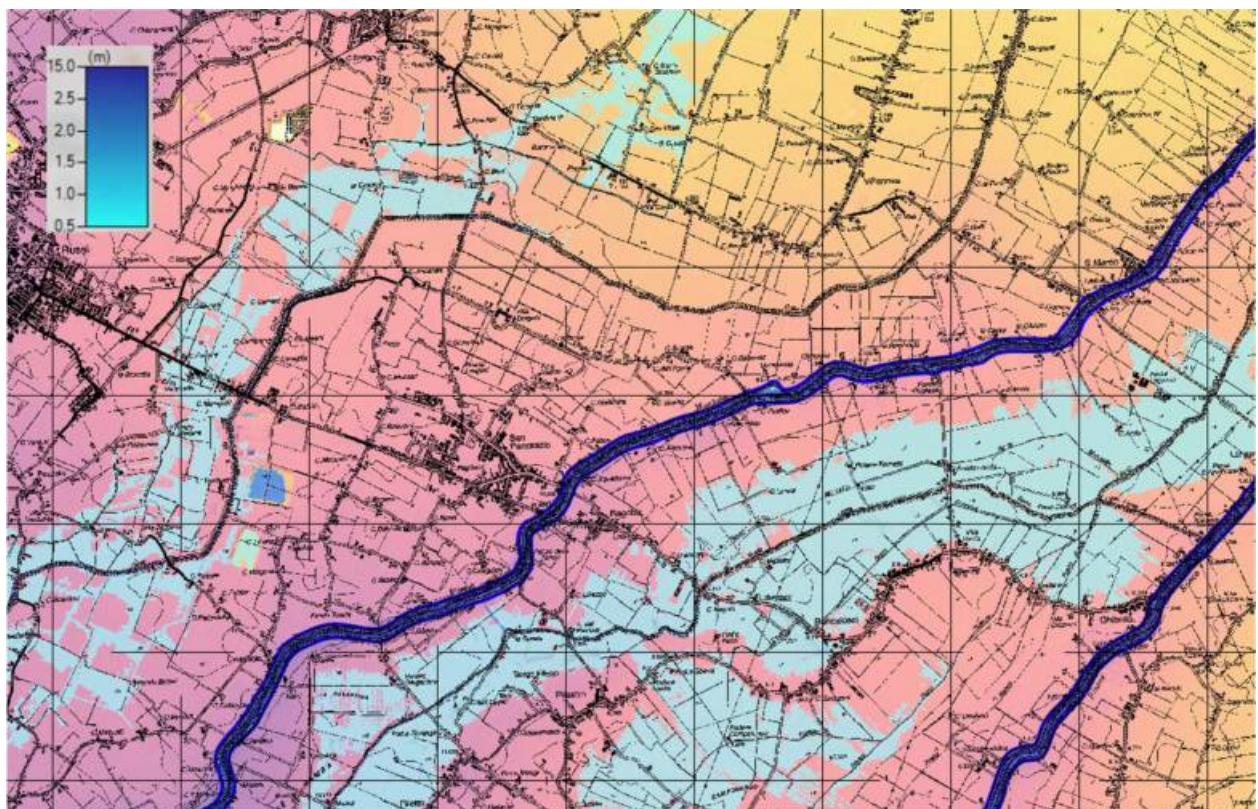


Fig. 43 Fiume Montone T50: massimi tiranti nel tratto a valle di Ponte Vico fino a San Marco (in blu P3 PGRA 2021)

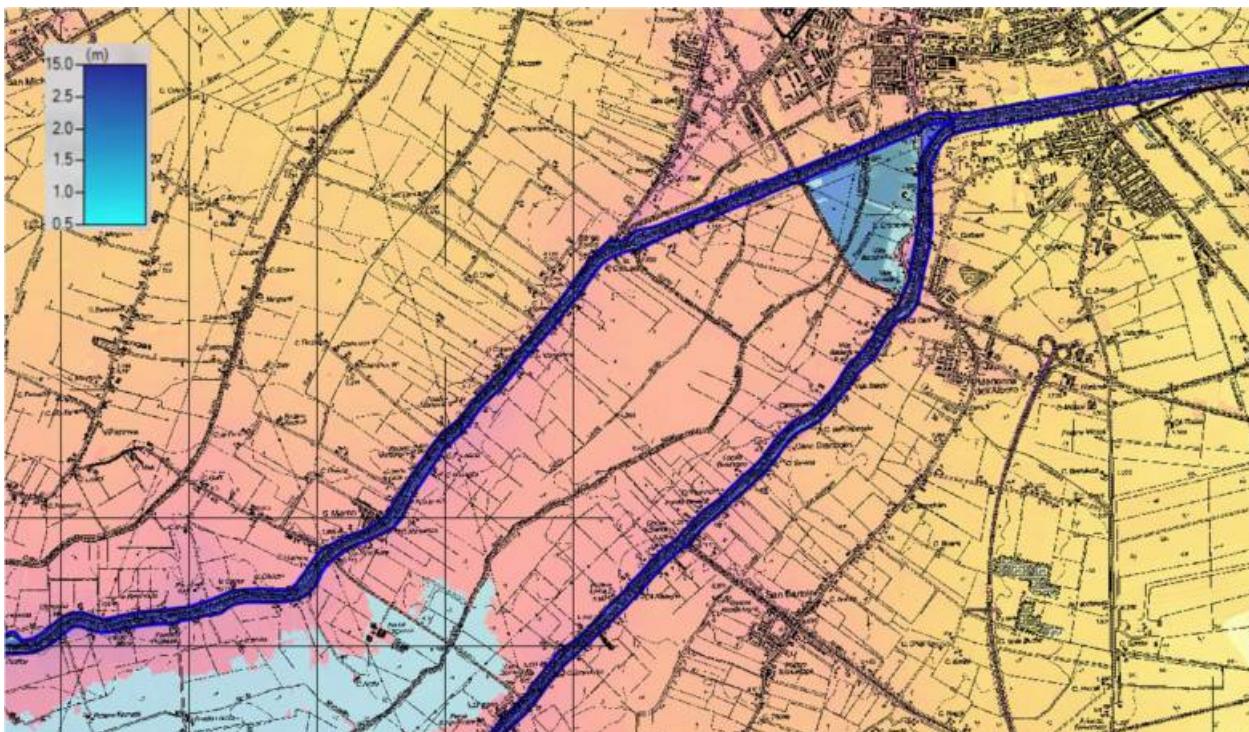


Fig. 44 Fiume Montone T50: massimi tiranti nel tratto tra San Marco e la confluenza in Fiumi Uniti (in blu P3 PGRA 2021)

Di seguito si riportano alcuni confronti tra gli idrogrammi definiti dalle analisi idrologiche nelle sezioni di chiusura dei sottobacini e le portate ottenute con il modello idraulico nelle medesime sezioni. La differenza tra le due tipologie di idrogrammi è rappresentativa degli effetti di laminazione e traslazione dell'onda di piena, associati soprattutto ai fenomeni di esondazione che si verificano lungo l'asta fluviale, che possono indurre anche una riduzione del volume dell'idrogramma di piena defluente verso valle.

Dall'analisi dei grafici riportati nella Fig. 45, si riscontra una maggiore differenza tra gli idrogrammi definiti dalle analisi idrologiche nelle sezioni di chiusura dei sottobacini e le portate ottenute con il modello idraulico nelle medesime sezioni per gli eventi caratterizzati da una durata più critica (9 e 12 ore), in quanto in tali eventi, caratterizzati da portate al picco maggiori, si verificano fenomeni di esondazione che comportano una maggiore riduzione della portata defluente verso valle. Osservazione analogia anche per gli idrogrammi riportati nella Fig. 46 relativi al tratto a valle dell'immissione del fiume Rabbi e a monte dell'attraversamento della città di Forlì dove, tra l'altro, si osserva tale differenza anche per eventi di durata pari a 18 ore.

Gli idrogrammi riportati nella Fig. 47 sono relativi alla sezione di chiusura dell'intero bacino idrografico, nel punto in cui inizia il tratto arginato con opere di difesa classificate di seconda categoria (immissione Rio Cosina). Si osserva che, mentre gli idrogrammi ottenuti dalla sola analisi idrologica differiscono come valore di portata al colmo in base alla durata dell'evento, gli idrogrammi ottenuti con il modello idraulico sono tutti caratterizzati dalla medesima portata di picco, pari a circa $300 \text{ m}^3/\text{s}$, che di fatto rappresenta la portata limite in ingresso al tratto arginato. Tale valore è molto inferiore rispetto alla portata al colmo idrologica che varia, a seconda della durata dell'evento, tra 710 e $780 \text{ m}^3/\text{s}$.

La differenza tra le due tipologie di idrogrammi indica il volume che esonda dal fiume Montone e che defluisce nelle aree goleinali e nelle aree di pianura esterne agli argini e, soprattutto, che non rientra più in alveo.

In particolare, il volume esondato è pari a 5.7 Mm^3 per l'evento sintetico caratterizzato da una durata di 9 ore, pari a 7.7 Mm^3 per l'evento di durata 12 ore e pari a 10.5 Mm^3 per l'evento di durata pari a 18 ore.

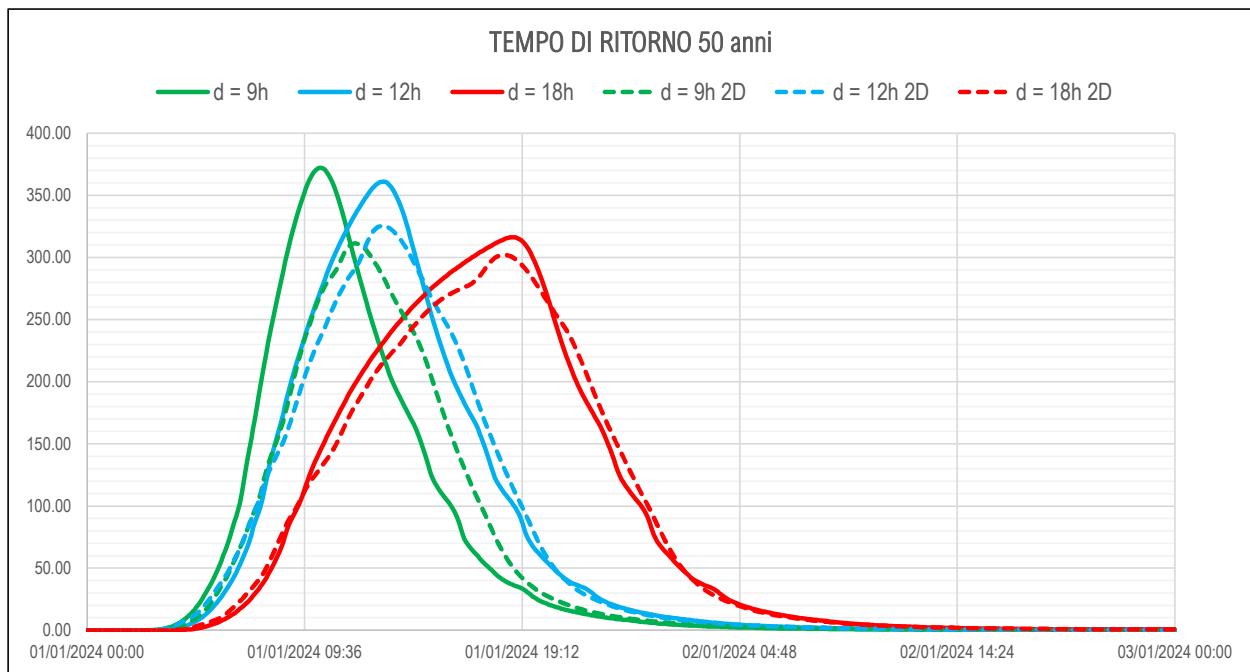


Fig. 45 Fiume Montone T50: sezione a Castrocaro Terme - confronto tra idrogrammi idrologia (linee continue) e idrogrammi modello idraulico (linee tratteggiate)

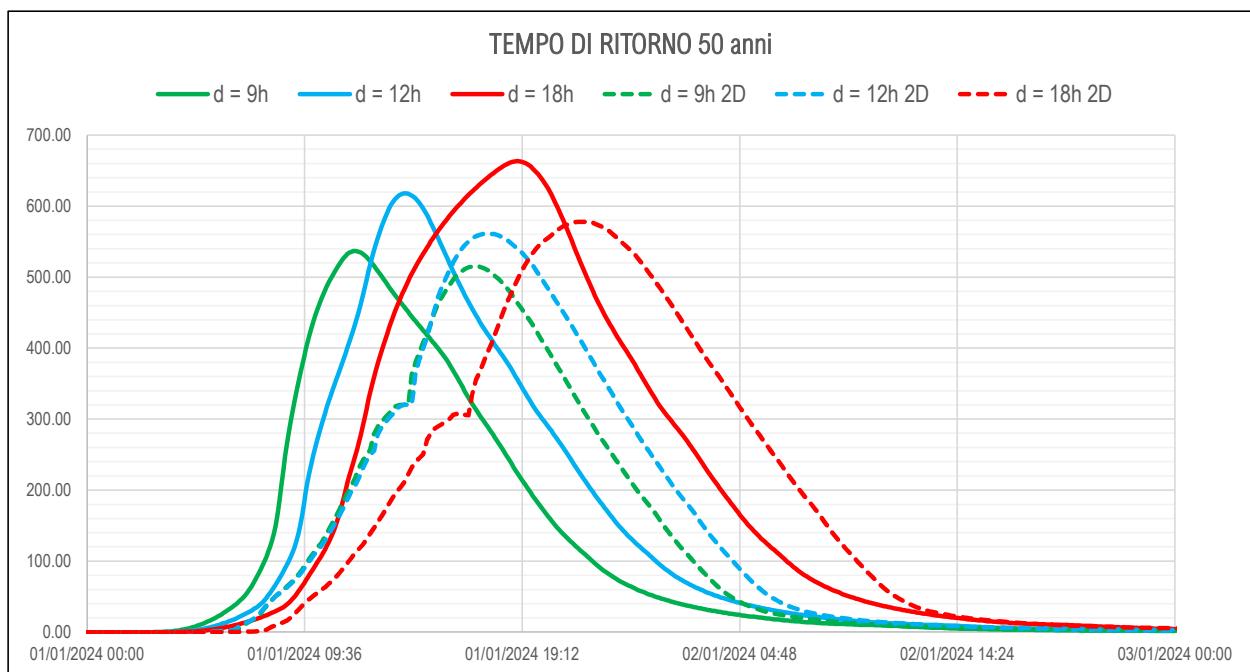


Fig. 46 Fiume Montone T50: sezione a valle confluenza Rabbi (a monte attraversamento Forlì) - confronto tra idrogrammi idrologia (linee continue) e idrogrammi modello idraulico (linee tratteggiate)

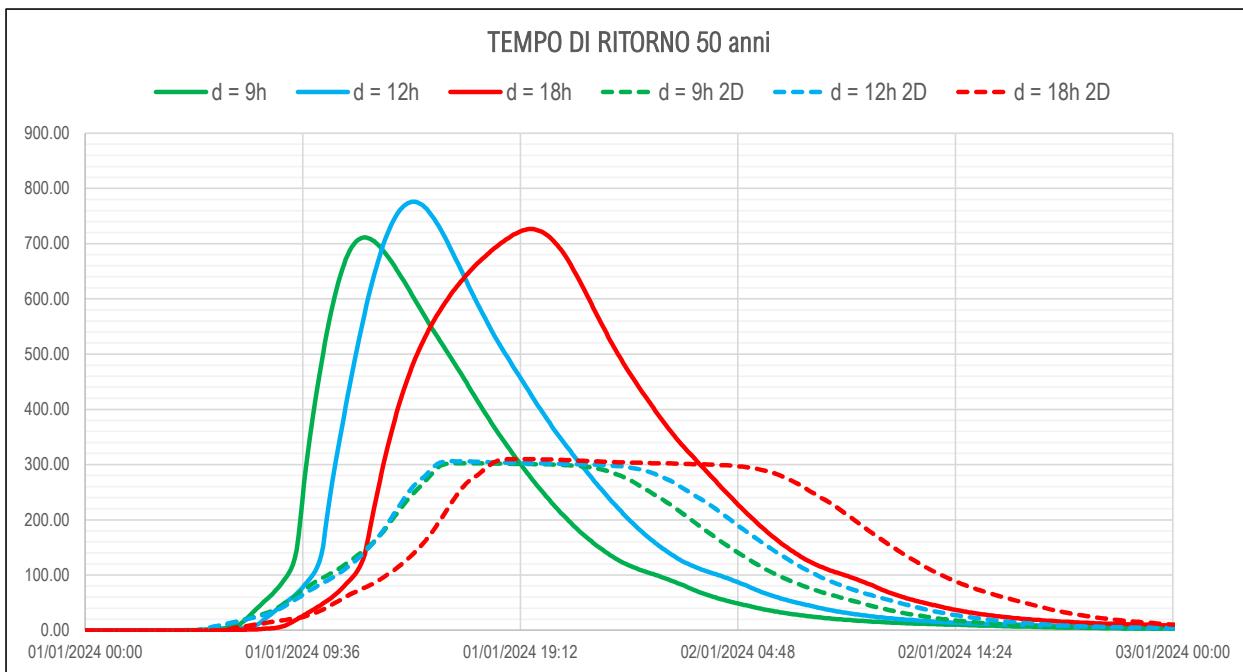


Fig. 47 Fiume Montone T50: sezione a valle confluenza Rio Cosina (inizio tratto arginato classificato, a valle dell'attraversamento di Forlì) - confronto tra idrogrammi idrologia (linee continue) e idrogrammi modello idraulico (linee tratteggiate)

Il suddetto valore di portata in ingresso al tratto arginato, pari a circa $300 \text{ m}^3/\text{s}$, prosegue verso valle subendo ulteriori riduzioni per effetto di tracimazioni su alcune arginature, soprattutto nel primo tratto arginato fino all'attraversamento dell'autostrada A14 (2.5 km dall'inizio del tratto arginato classificato). La portata al colmo in corrispondenza di tale attraversamento è pari a circa $260 \text{ m}^3/\text{s}$. Tale valore, proseguendo verso valle, si riduce ancora per gli effetti di traslazione lungo l'alveo. La portata al colmo nella sezione terminale del fiume Montone, che si immette nel Fiumi Uniti, è pari a circa $245 \text{ m}^3/\text{s}$.

Questi valori di portata confermano i risultati delle analisi in moto permanente, riportate nel paragrafo 6.3 rispetto ai quali si è definito che il valore della capacità idraulica del tratto arginato è pari a circa $200 \text{ m}^3/\text{s}$ (considerando un valore di franco di almeno 50 cm rispetto al coronamento arginale).

7.3.1.2 Evento T200

Con riferimento ad evento di piena duecentennale, le dinamiche idrauliche sono del tutto analoghe a quelle descritte per l'evento con tempo di ritorno cinquantennale, con tiranti più severi e aree di allagamento più estese, soprattutto nella zona di pianura.

Di seguito si riportano le medesime figure proposte in precedenza, in cui è raffigurato il confronto fra i risultati del modello idraulico, in termini di aree allagabili, e le aree di pericolosità P2 del PGRA 2021 (coincidenti con le aree art. 4 del preesistente PAI), associate anch'esse ad eventi con tempo di ritorno pari a 200 anni.

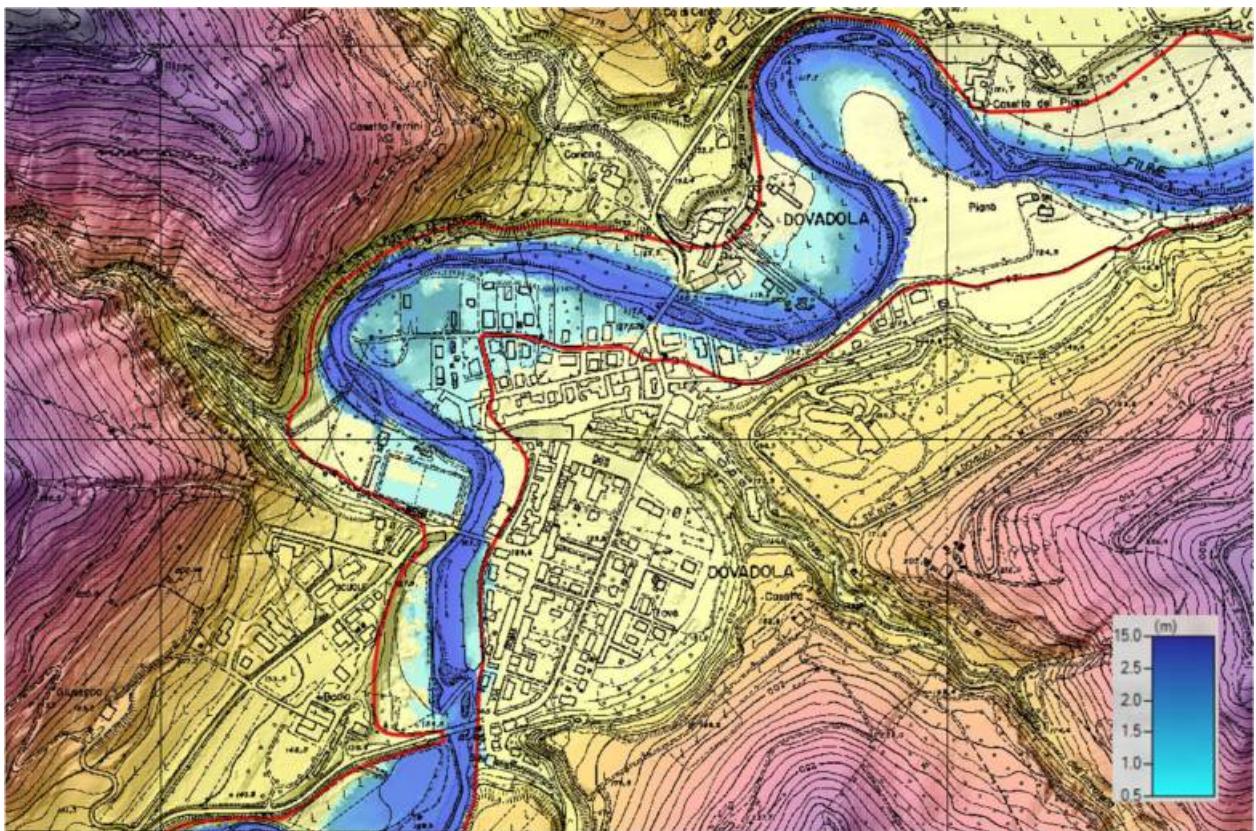


Fig. 48 Fiume Montone T200: massimi tiranti a Dovadola (in rosso P2 PGRA 2021)

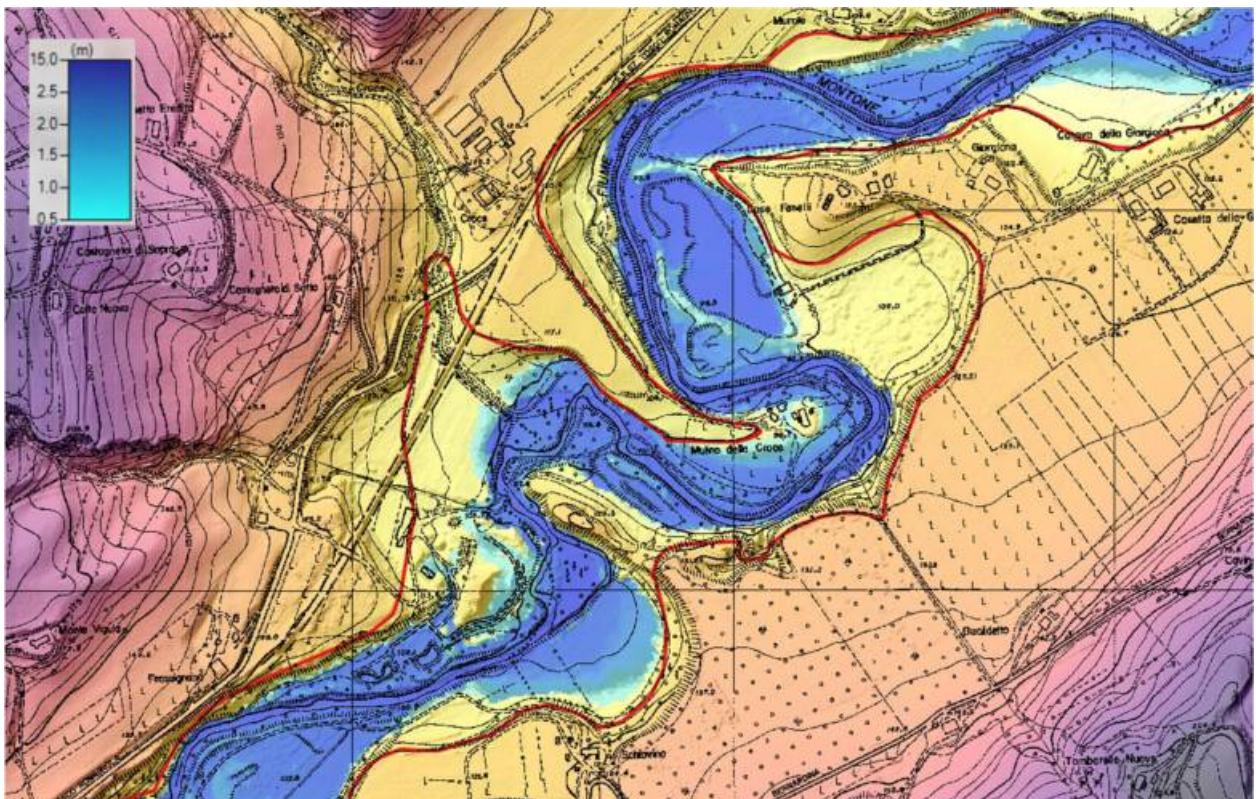


Fig. 49 Fiume Montone T200: massimi tiranti tra Dovadola e Castrocaro Terme (in rosso P2 PGRA 2021)

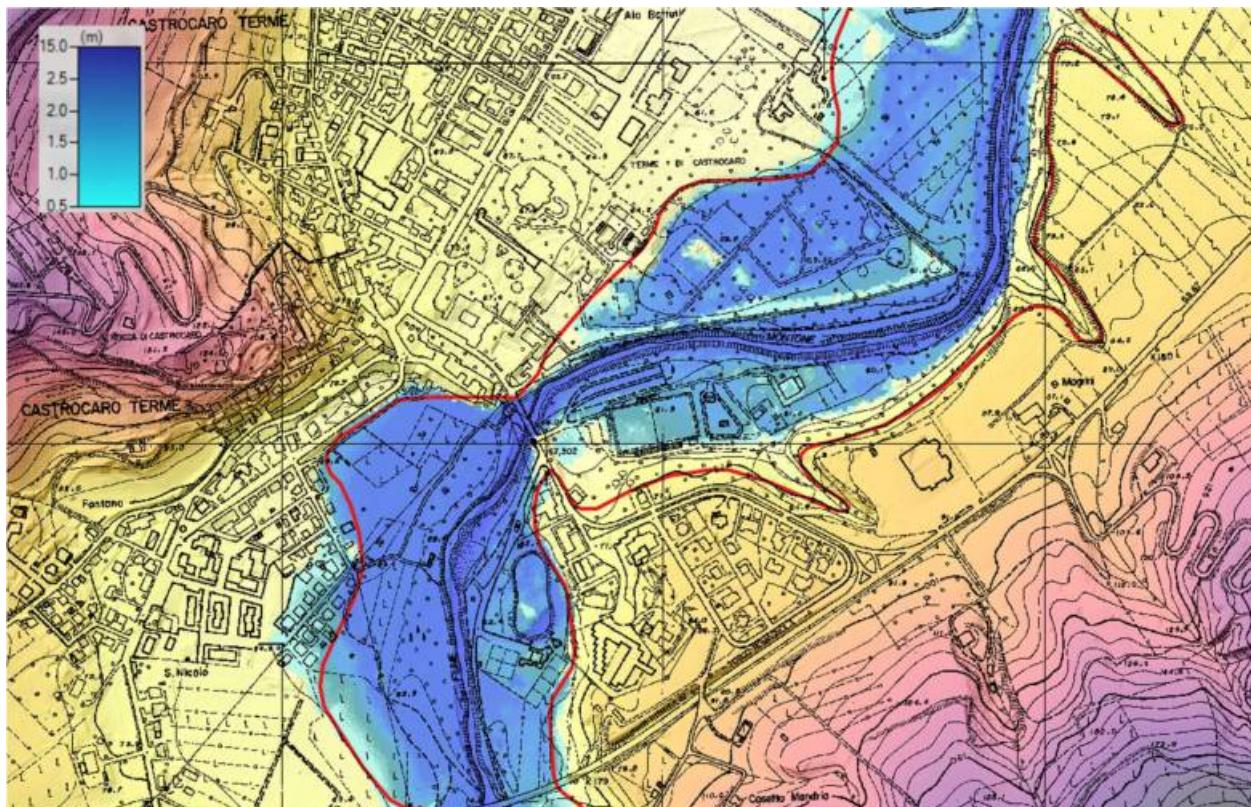


Fig. 50 Fiume Montone T200: massimi tiranti a Castrocaro Terme (in rosso P2 PGRA 2021)

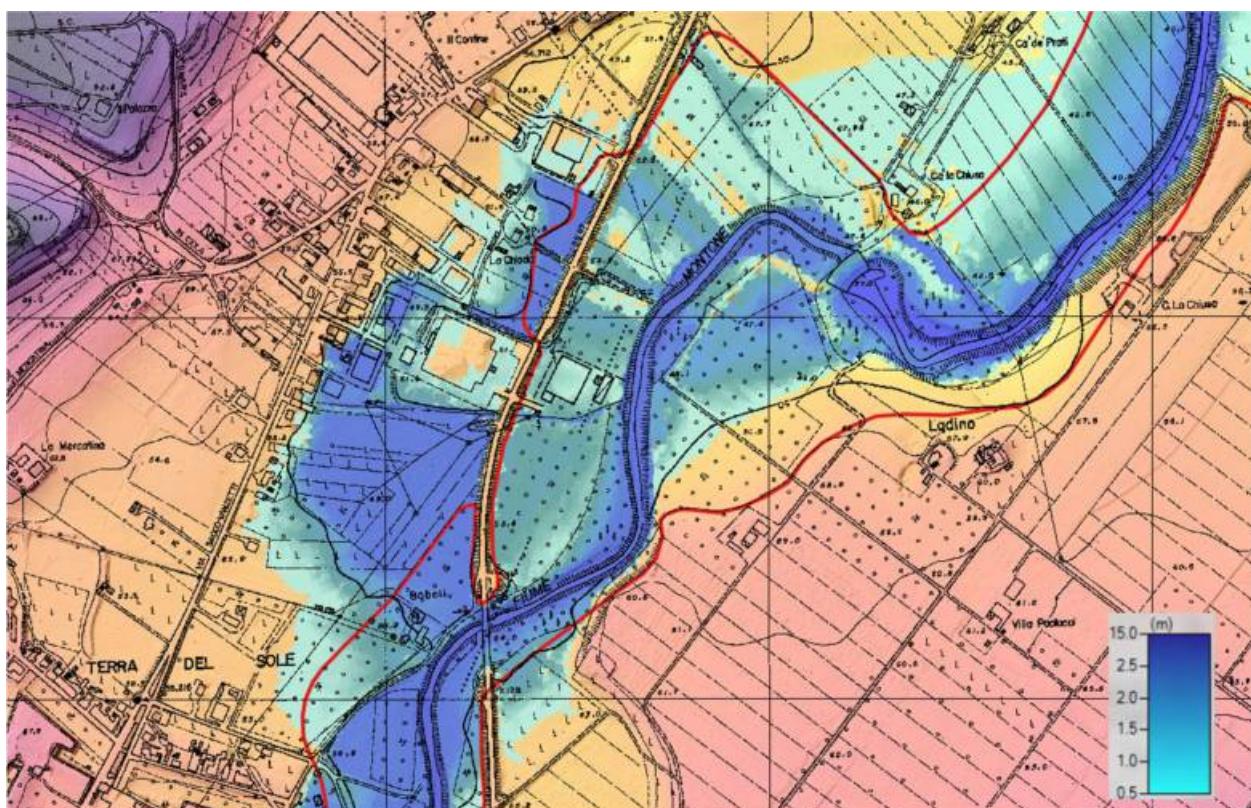


Fig. 51 Fiume Montone T200: massimi tiranti a Terra del Sole (in rosso P2 PGRA 2021)

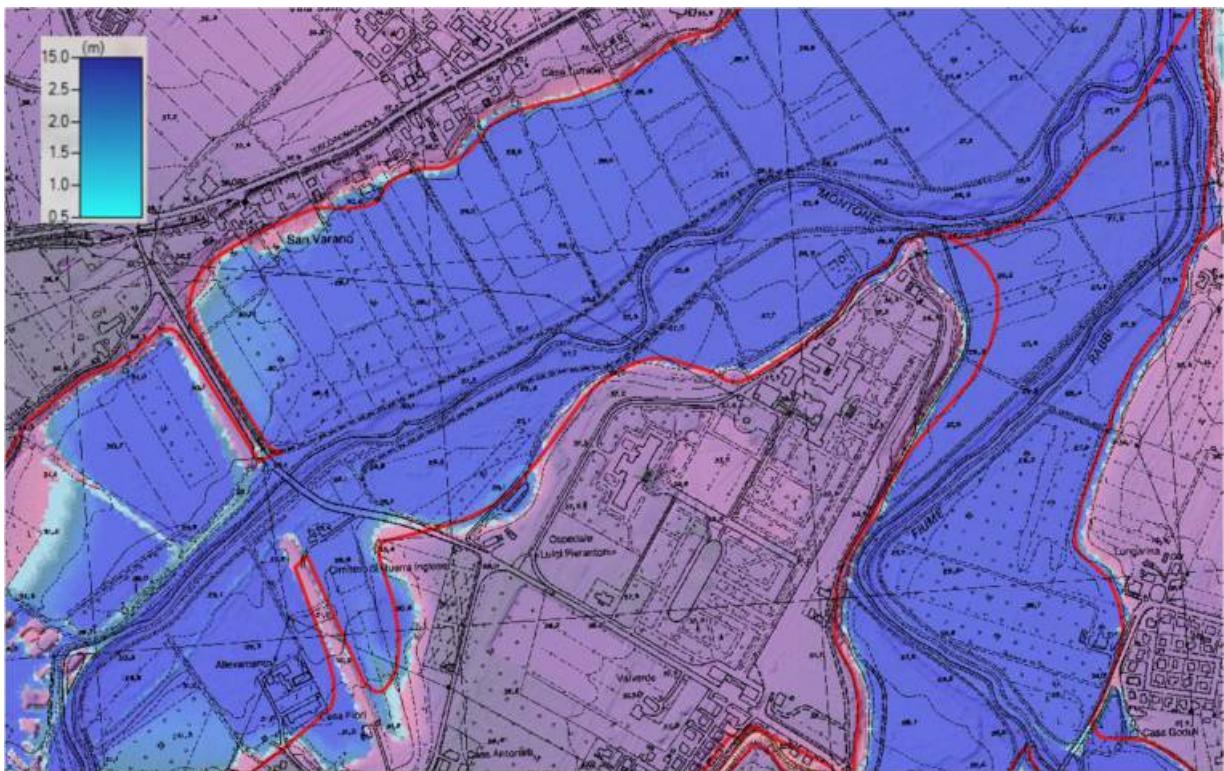


Fig. 52 Fiume Montone T200: massimi tiranti a monte confluenza Rabbi (in rosso P2 PGRA 2021)

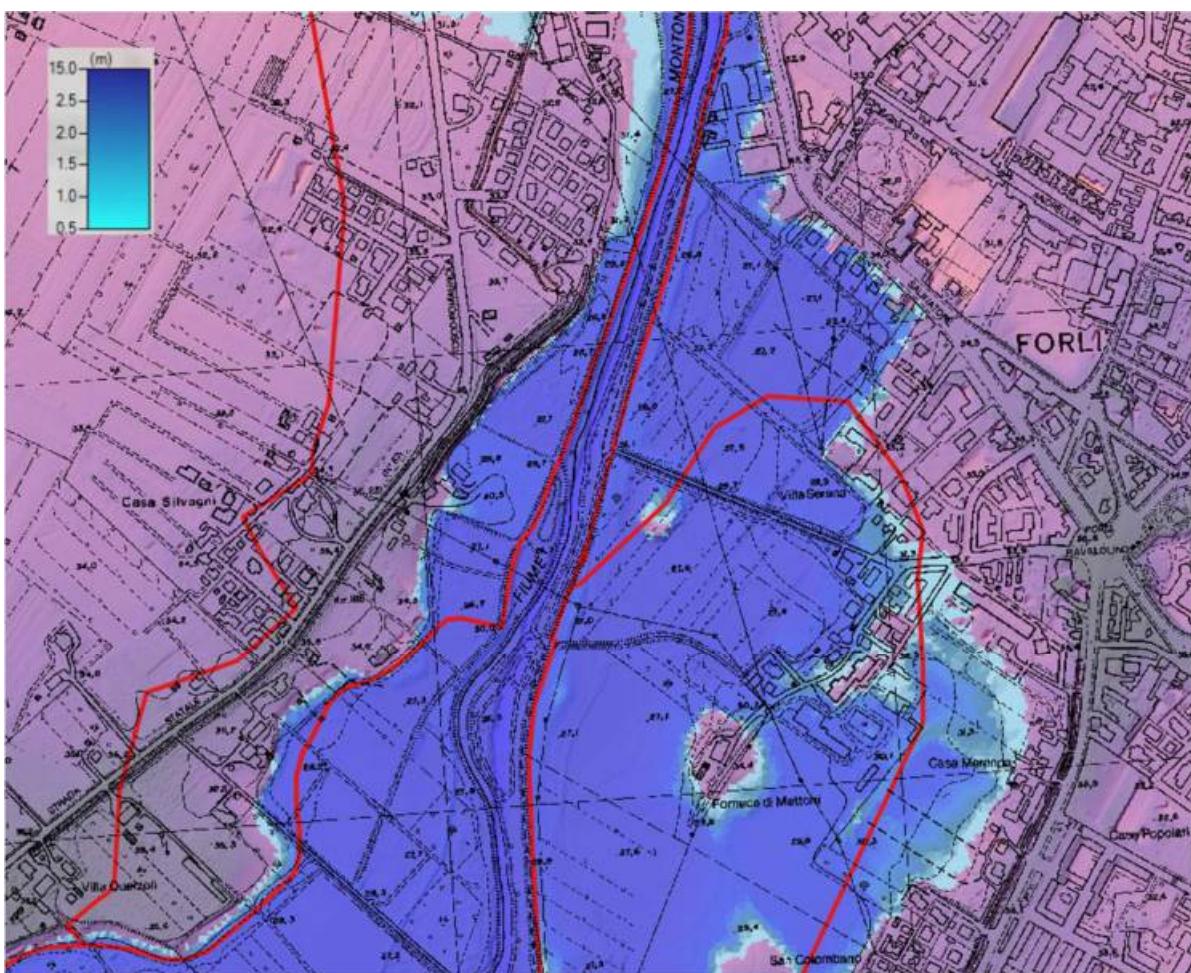


Fig. 53 Fiume Montone T200: massimi tiranti nel tratto in attraversamento alla città di Forlì (in rosso P2 PGRA 2021)

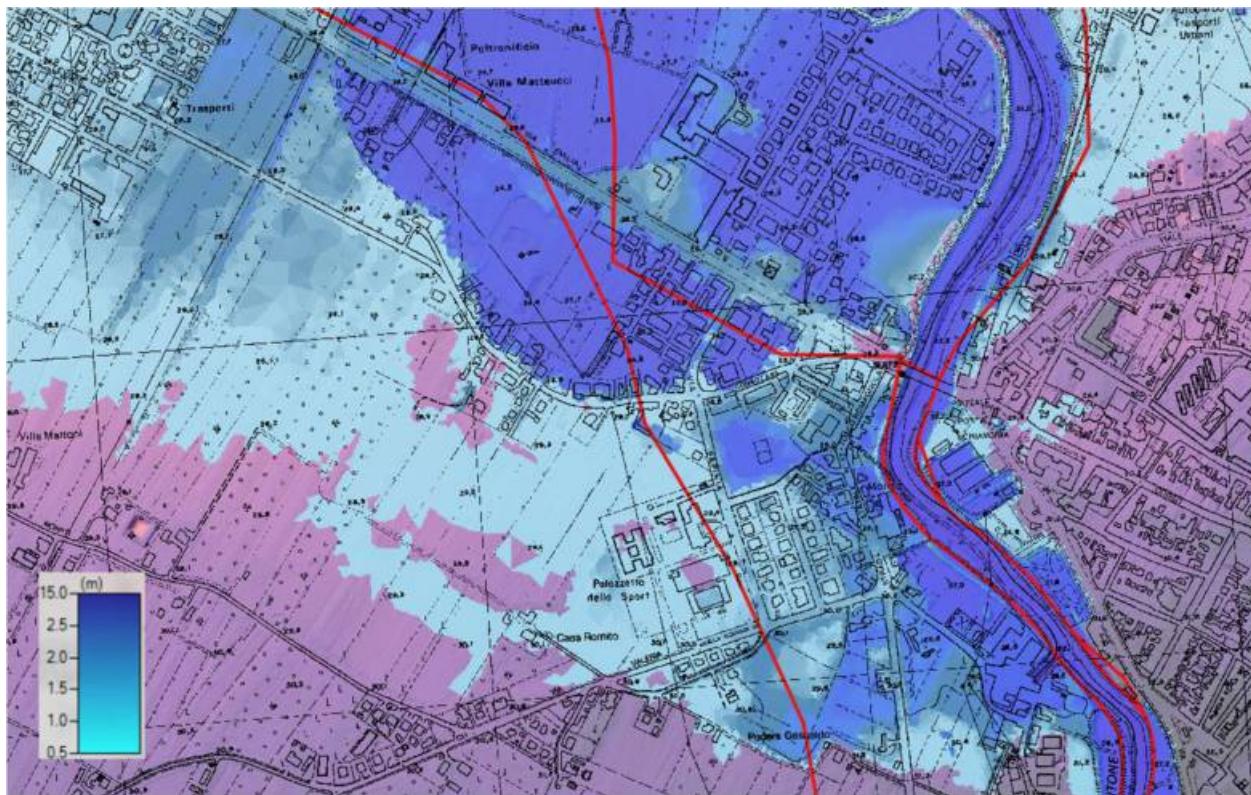


Fig. 54 Fiume Montone T200: massimi tiranti nel tratto in attraversamento alla città di Forlì (in rosso P2 PGRA 2021)

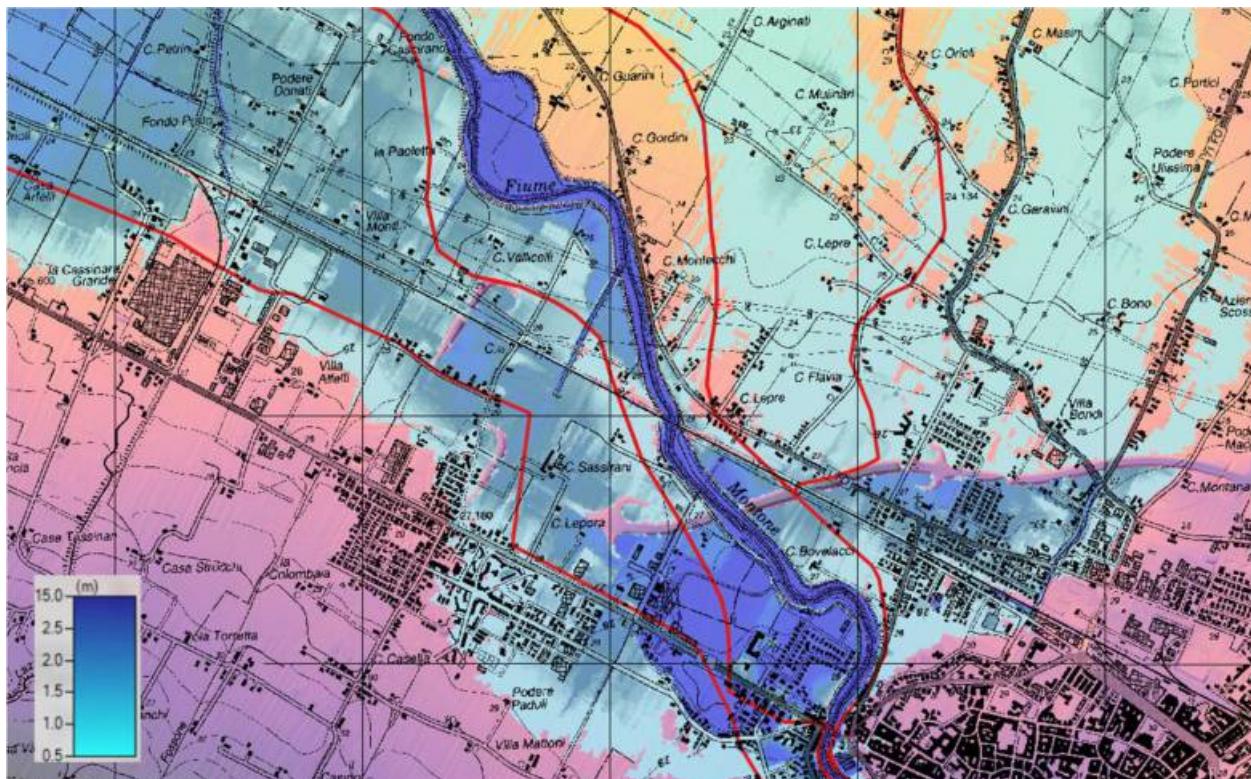


Fig. 55 Fiume Montone T200: massimi tiranti nel tratto in attraversamento alla città di Forlì (in rosso P2 PGRA 2021)

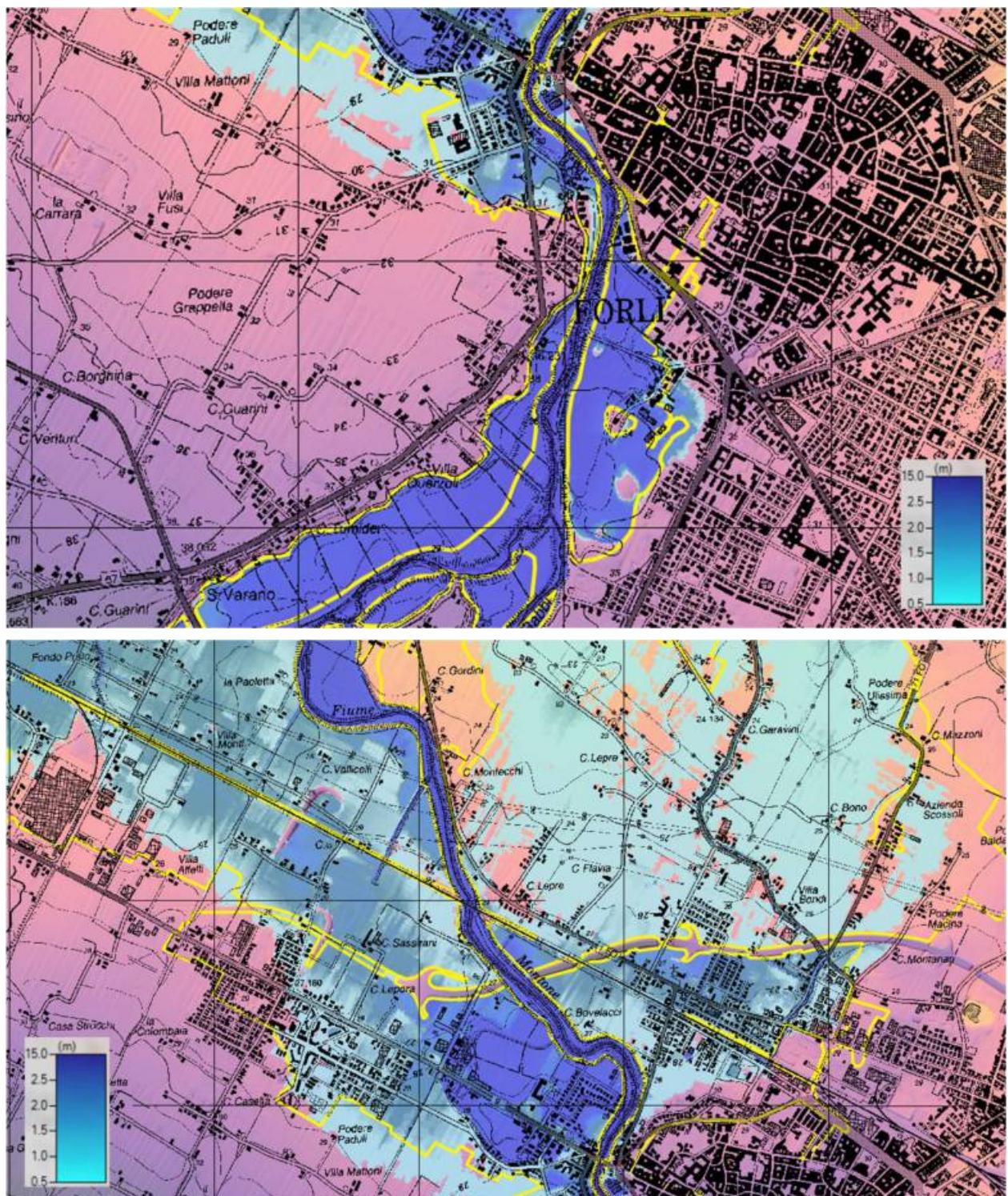


Fig. 56 Fiume Montone T200: massimi tiranti nel tratto in attraversamento alla città di Forlì sovrapposti alla perimetrazione degli allagamenti occorsi durante l'evento del 16-18 maggio 2023 (in giallo)

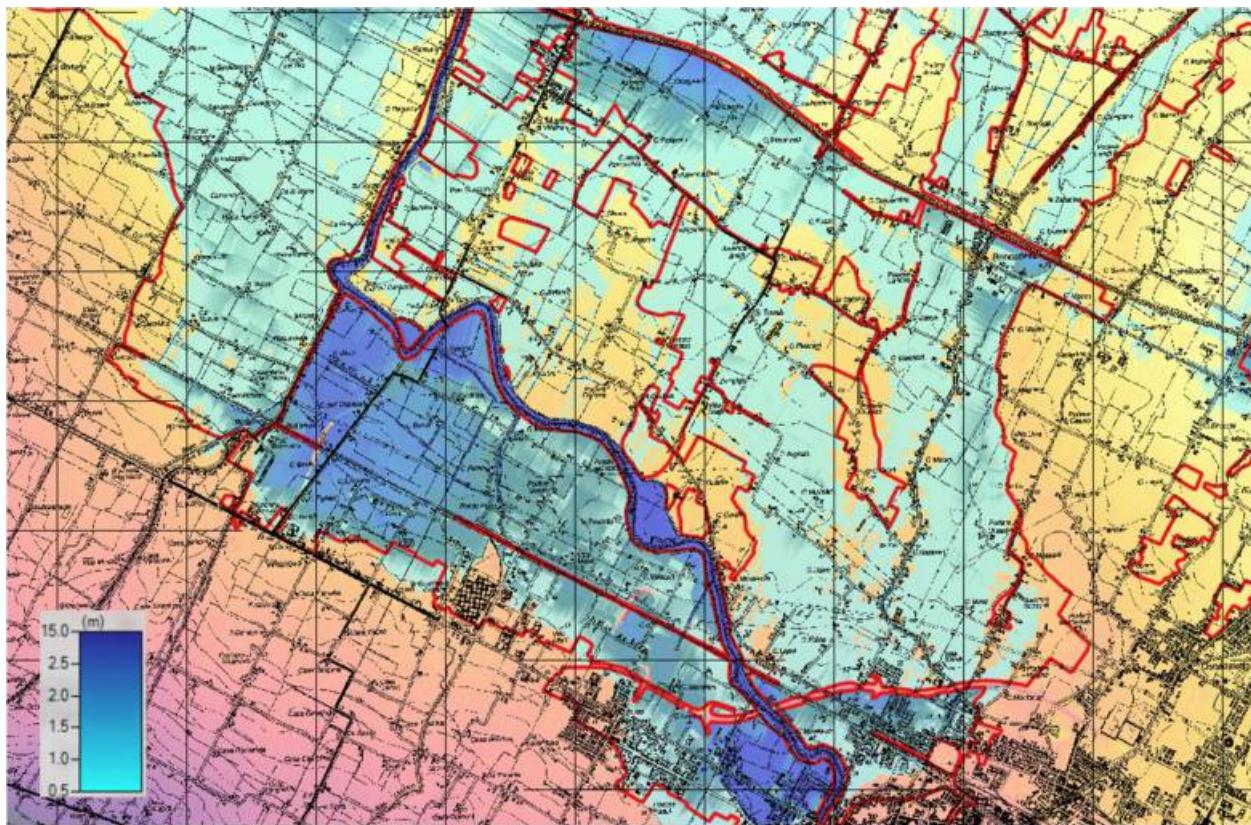


Fig. 57 Fiume Montone T200: massimi tiranti nel tratto a valle della città di Forlì sovrapposti alla perimetrazione degli allagamenti occorsi durante l'evento del 16-18 maggio 2023 (in rosso)

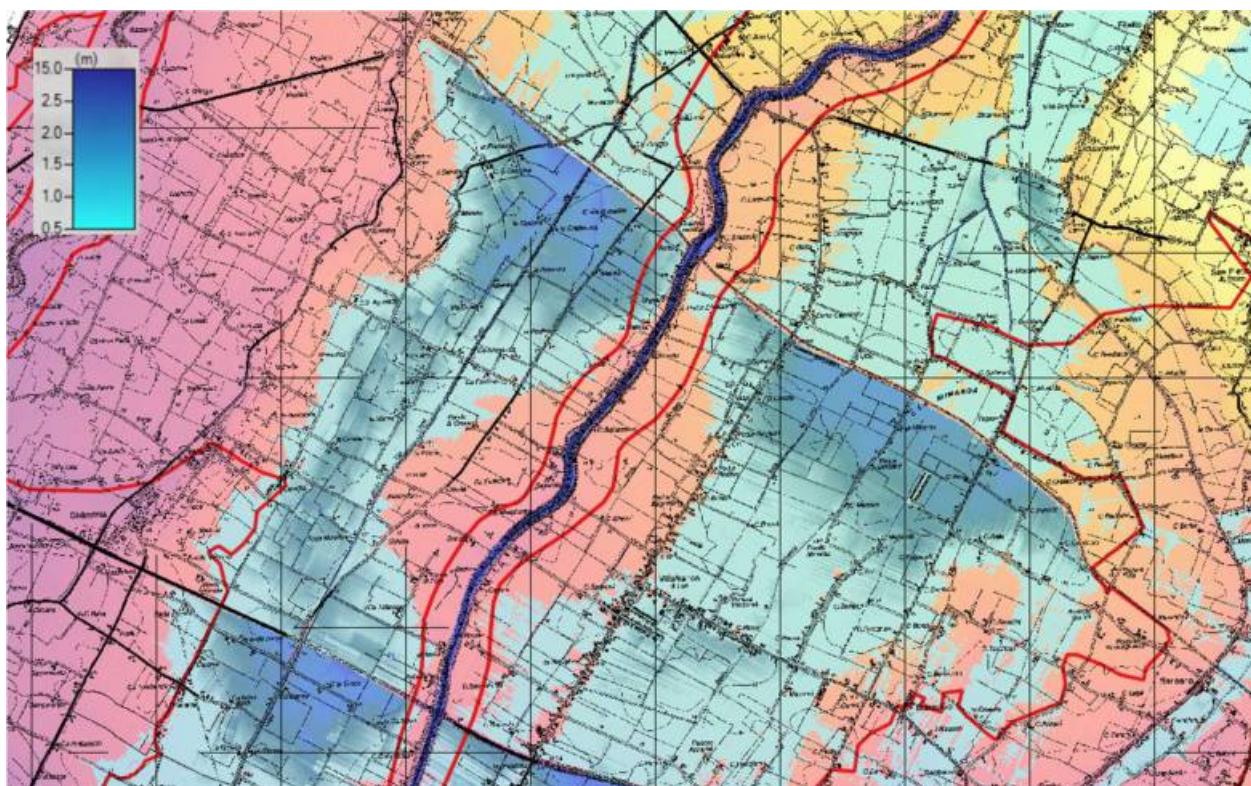


Fig. 58 Fiume Montone T200: massimi tiranti nel tratto a valle dell'autostrada A14 (in rosso P2 PGRA 2021)

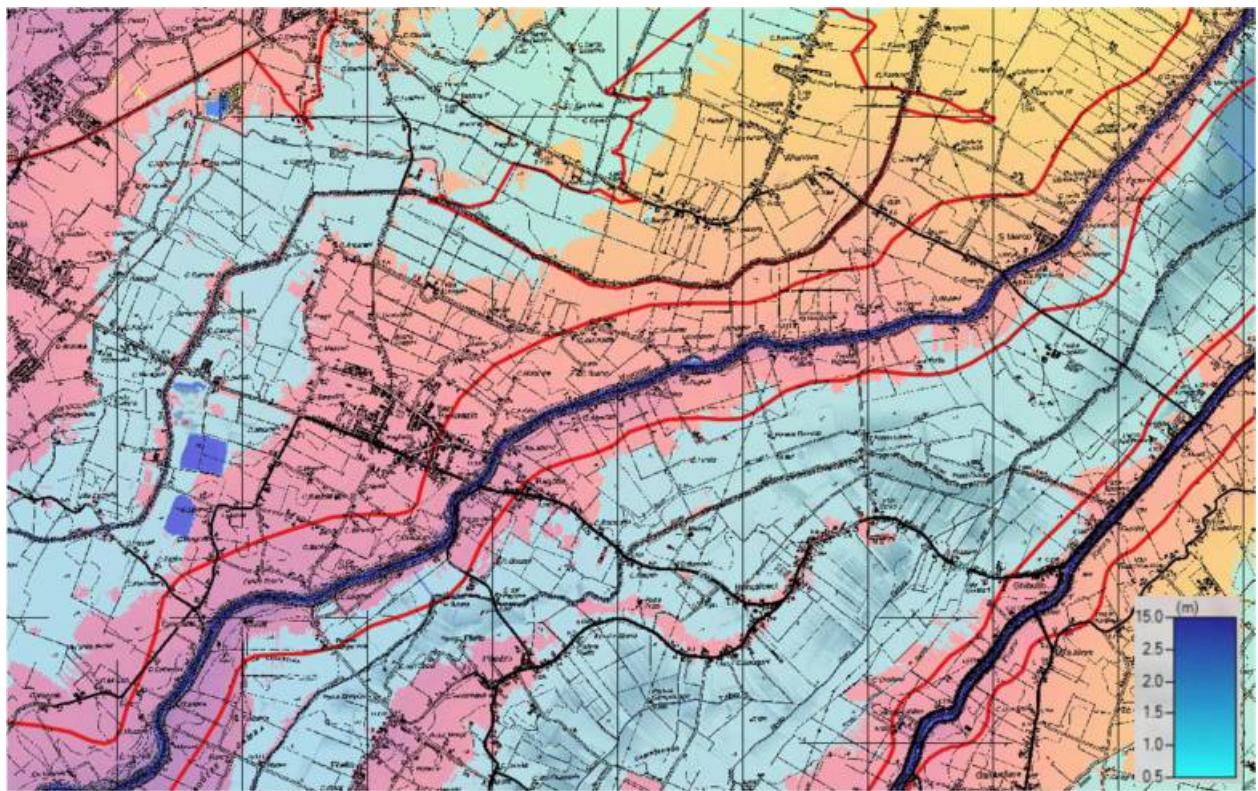


Fig. 59 Fiume Montone T200: massimi tiranti nel tratto a valle dell’autostrada A14 (in rosso P2 PGRA 2021)

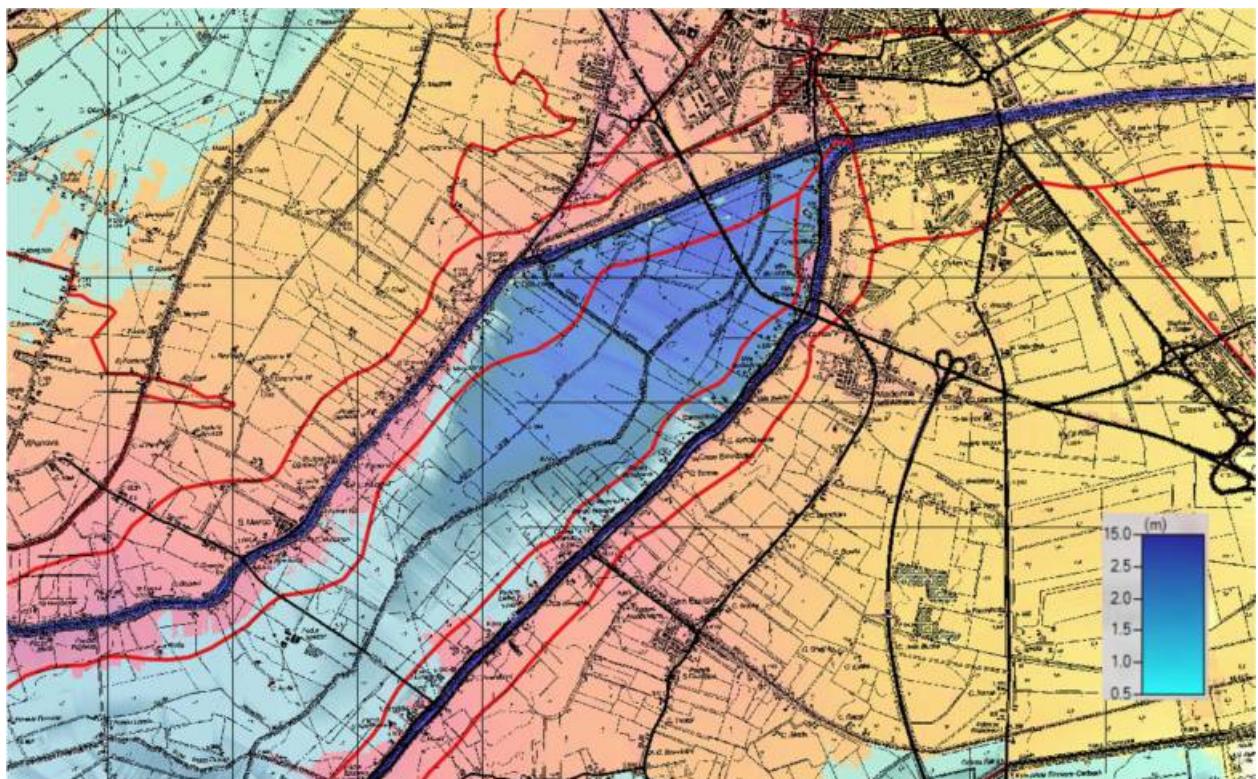


Fig. 60 Fiume Montone T200: massimi tiranti nel tratto a valle dell’autostrada A14 (in rosso P2 PGRA 2021)

Di seguito, analogamente a quanto mostrato in precedenza per l’evento T50, si riportano i confronti tra gli idrogrammi definiti dalle analisi idrologiche nelle sezioni di chiusura dei sottobacini e le portate ottenute con il modello idraulico nelle medesime sezioni.

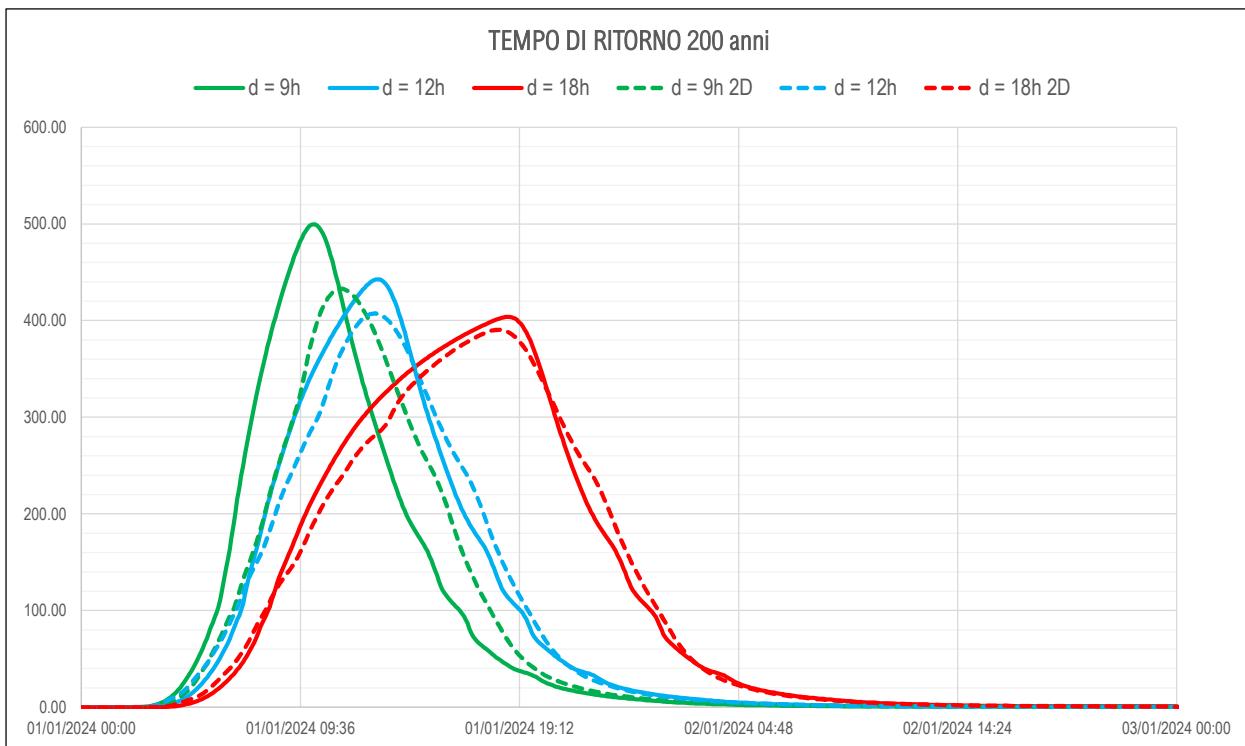


Fig. 61 Fiume Montone T200: sezione a Castrocaro Terme - confronto tra idrogrammi idrologia (linee continue) e idrogrammi modello idraulico (linee tratteggiate)

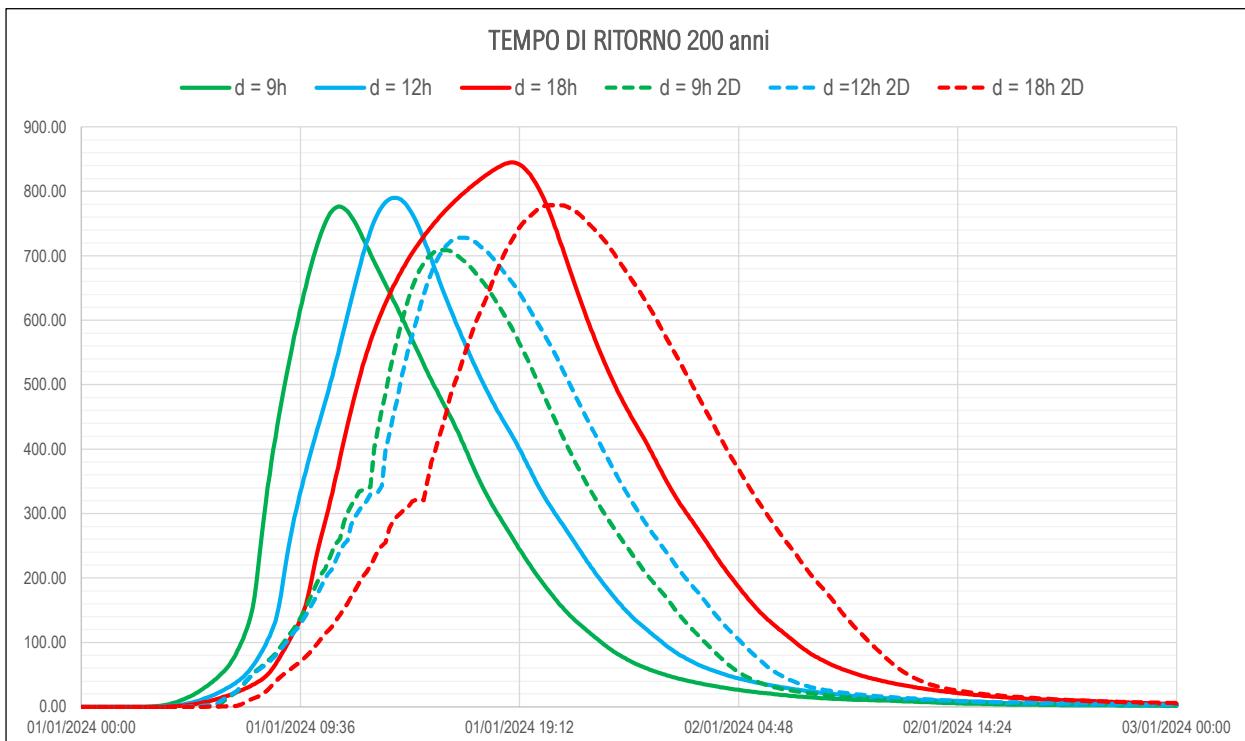


Fig. 62 Fiume Montone T200: sezione a valle confluenza Rabbi (a monte attraversamento Forlì) - confronto tra idrogrammi idrologia (linee continue) e idrogrammi modello idraulico (linee tratteggiate)

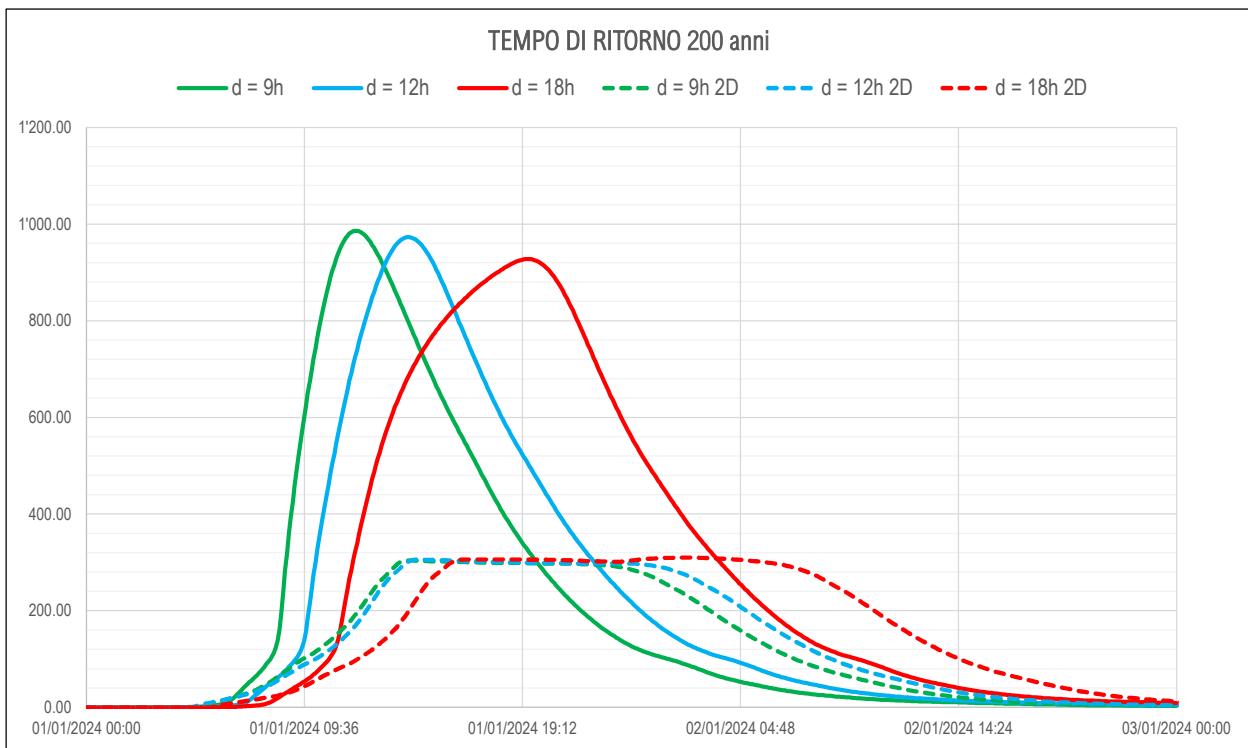


Fig. 63 Fiume Montone T200: sezione a valle confluenza Rio Cosina (inizio tratto arginato classificato, a valle dell’attraversamento di Forlì) - confronto tra idrogrammi idrologia (linee continue) e idrogrammi modello idraulico (linee tratteggiate)

Dall’analisi dei grafici riportati nella Fig. 61, si riscontra una maggiore differenza per gli eventi caratterizzati da una durata più critica (9 e 12 ore), in quanto in tali eventi, caratterizzati da portate al picco maggiori, si verificano fenomeni di esondazione che comportano una maggiore riduzione della portata defluente verso valle. Osservazione analoga anche per gli idrogrammi riportati nella Fig. 62, relativi al tratto a valle dell’immissione del fiume Rabbi e a monte dell’attraversamento della città di Forlì dove, tra l’altro, si osserva tale differenza anche per eventi di durata pari a 18 ore.

Gli idrogrammi riportati nella Fig. 63 sono relativi alla sezione di chiusura dell’intero bacino idrografico, nel punto in cui inizia il tratto arginato con opere di difesa classificate di seconda categoria. Si osserva che, mentre gli idrogrammi ottenuti dalla sola analisi idrologica si differenziano, come valore di portata al colmo, in base alla durata dell’evento, gli idrogrammi ottenuti con il modello idraulico sono tutti caratterizzati dalla medesima portata di picco, pari a circa $300 \text{ m}^3/\text{s}$ che, di fatto, rappresenta la portata limite in ingresso al tratto arginato. Tale valore è molto inferiore rispetto alla portata al colmo idrologica che varia, a seconda della durata dell’evento, tra 920 e $985 \text{ m}^3/\text{s}$.

Il suddetto valore di portata defluente nella sezione immediatamente a valle dell’immissione del Rio Cosina è lo stesso dell’evento T50, a ulteriore dimostrazione che la portata in transito in tale tratto è limitata dall’effettiva capacità di deflusso dell’alveo arginato e risulta invariante rispetto al tempo di ritorno di evento di piena. Ciò che aumenta, al crescere del tempo di ritorno, è l’entità e l’estensione degli allagamenti che si verificano a monte di tale tratto.

La differenza tra le due tipologie di idrogrammi (idrologico – idraulico) indica il volume che esonda dal fiume Montone e che defluisce nelle aree goleali e nelle aree di pianura esterne agli argini e, soprattutto, che non rientra più in alveo.

In particolare, il volume esondato è pari a 11.7 Mm^3 per l’evento sintetico caratterizzato da una durata di 9 ore, 13.1 Mm^3 per l’evento di durata 12 ore e 18.9 Mm^3 per l’evento di durata pari a 18 ore. Tali volumi di esondazione risultano essere pari a circa il doppio di quelli associati ad un evento T50.

Analogamente a quanto già affermato per l’evento T50, il valore di portata in ingresso al tratto arginato, pari a circa $300 \text{ m}^3/\text{s}$, prosegue verso valle subendo ulteriori riduzioni per effetto delle tracimazioni di

alcune arginature, soprattutto nel primo tratto fino all'attraversamento dell'autostrada A14 (2.5 km dall'inizio del tratto arginato classificato). La portata al colmo in corrispondenza di tale attraversamento è pari a circa 260 m³/s. Tale valore, proseguendo verso valle, si riduce ancora di una modesta entità per gli effetti di traslazione lungo l'alveo. La portata al colmo, nella sezione terminale del fiume Montone che si immette nel Fiume Uniti, è pari a circa 245 m³/s.

Tali valori di portata confermano i risultati delle analisi in moto permanente, riportate nel paragrafo 6.3; in cui si è definito che il valore minimo della capacità del tratto arginato è pari a circa 200 m³/s (considerando un valore di franco di circa 50 cm).

7.3.1.3 Evento T500

Con riferimento ad evento di piena cinquecentennale, le dinamiche idrauliche sono del tutto analoghe a quelle descritte in precedenza, con tiranti più severi e aree di allagamento più estese rispetto all'evento duecentennale, soprattutto nella zona di pianura.

Per quanto riguarda il tratto arginato a valle di Forlì si confermano i valori e le considerazioni riportate in precedenza per gli eventi T50 e T200.

7.3.2. Fiume Rabbi

7.3.2.1 Evento T50

Tra Galeata e Predappio, l'ambito fluviale è vincolato dai versanti e i deflussi coinvolgono tale areale senza interessare abitati o infrastrutture ad eccezione di alcuni edifici sparsi nelle località Tontola, San Savino e Casone in comune di Predappio (cfr. Fig. 64, Fig. 65, Fig. 66 e Fig. 67).

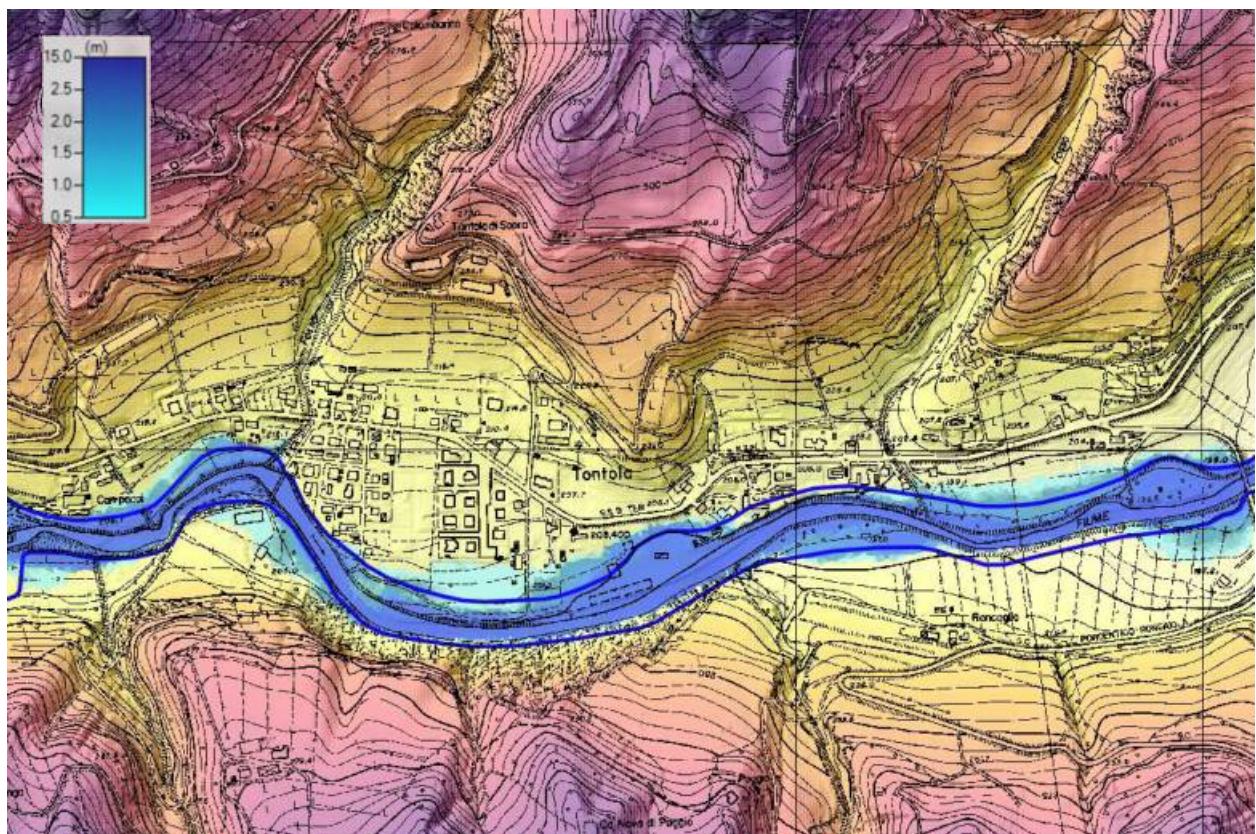


Fig. 64 Fiume Rabbi T50: massimi tiranti a Predappio – loc. Tontola (in blu P3 PGRA 2021)

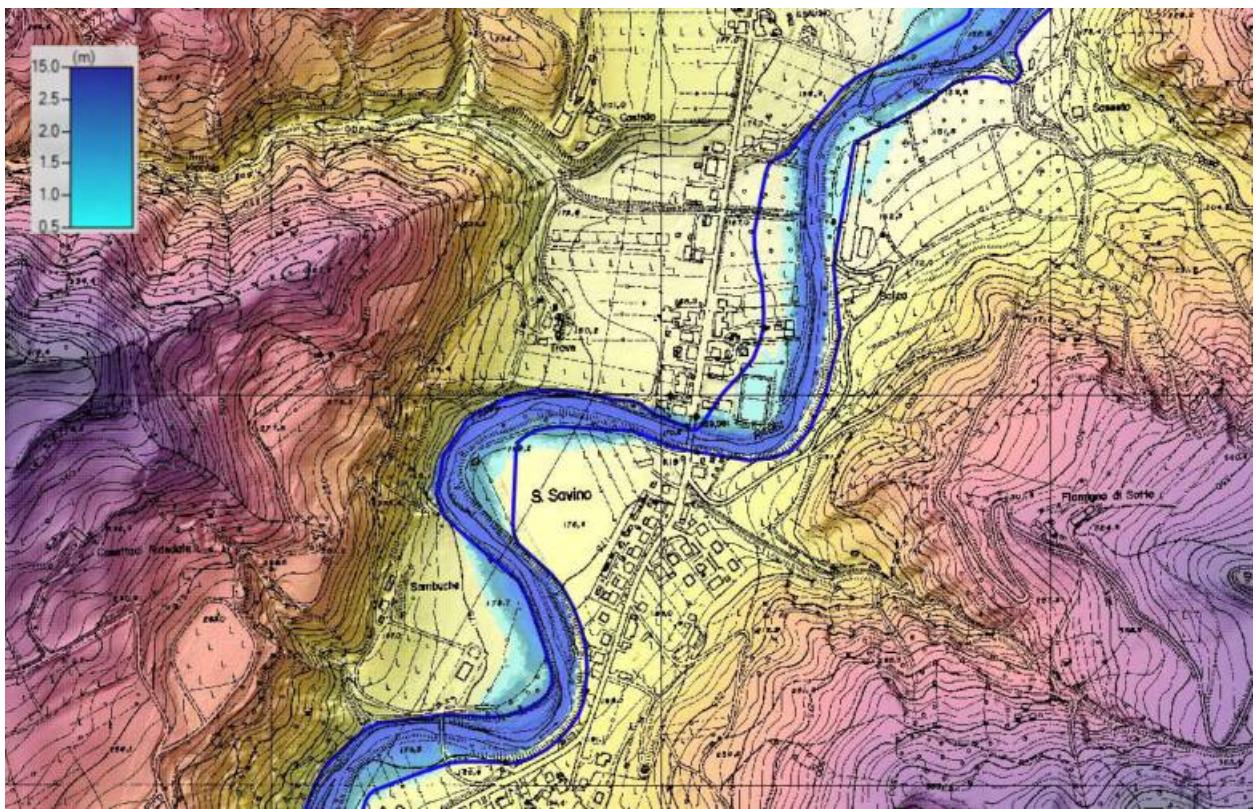


Fig. 65 Fiume Rabbi T50: massimi tiranti a Predappio – loc. S. Savino (in blu P3 PGRA 2021)

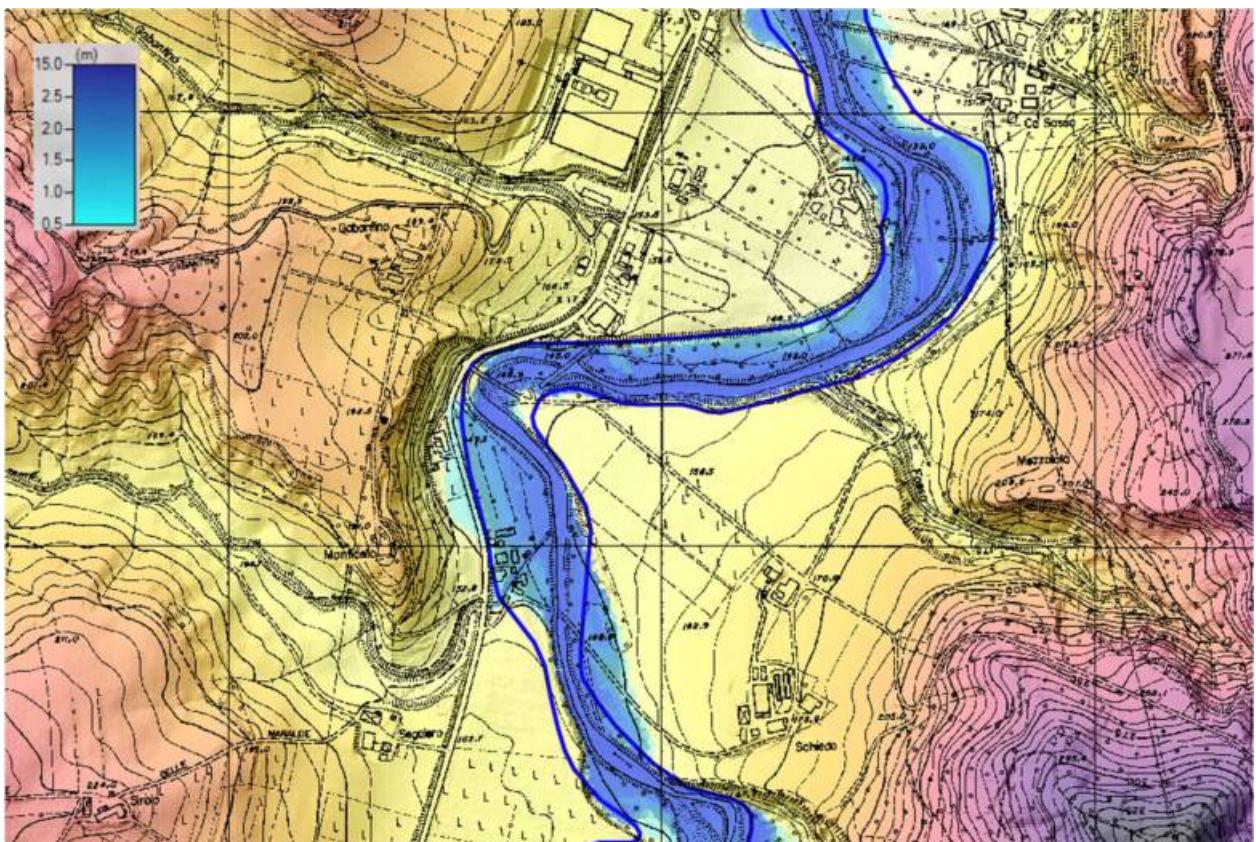


Fig. 66 Fiume Rabbi T50: massimi tiranti a Predappio (in blu P3 PGRA 2021)

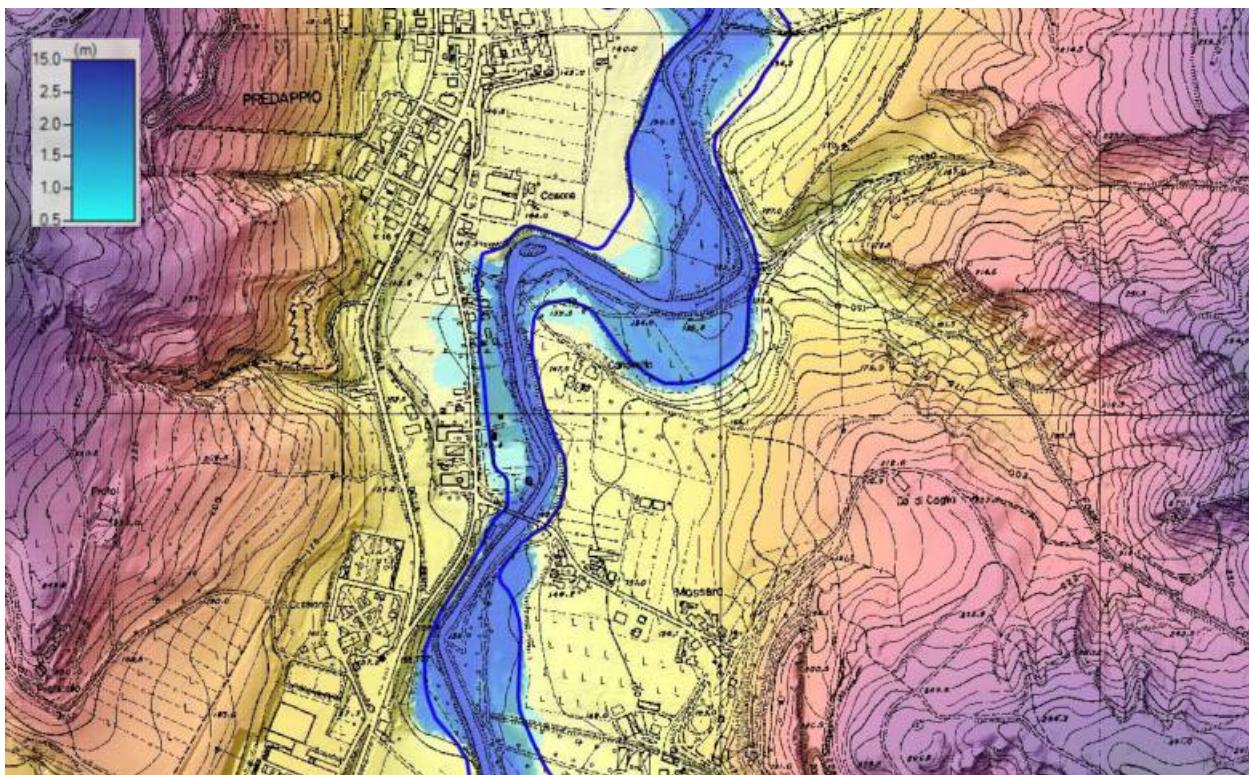


Fig. 67 Fiume Rabbi T50: massimi tiranti in loc. Casone a Predappio (in blu P3 PGRA 2021)

Con riferimento al centro abitato del Comune di Predappio, l'evento di piena cinquantennale interessa la zona dello stadio/centro sportivo e i capannoni presenti in sinistra idraulica a monte del ponte della SP126 (cfr. Fig. 68).

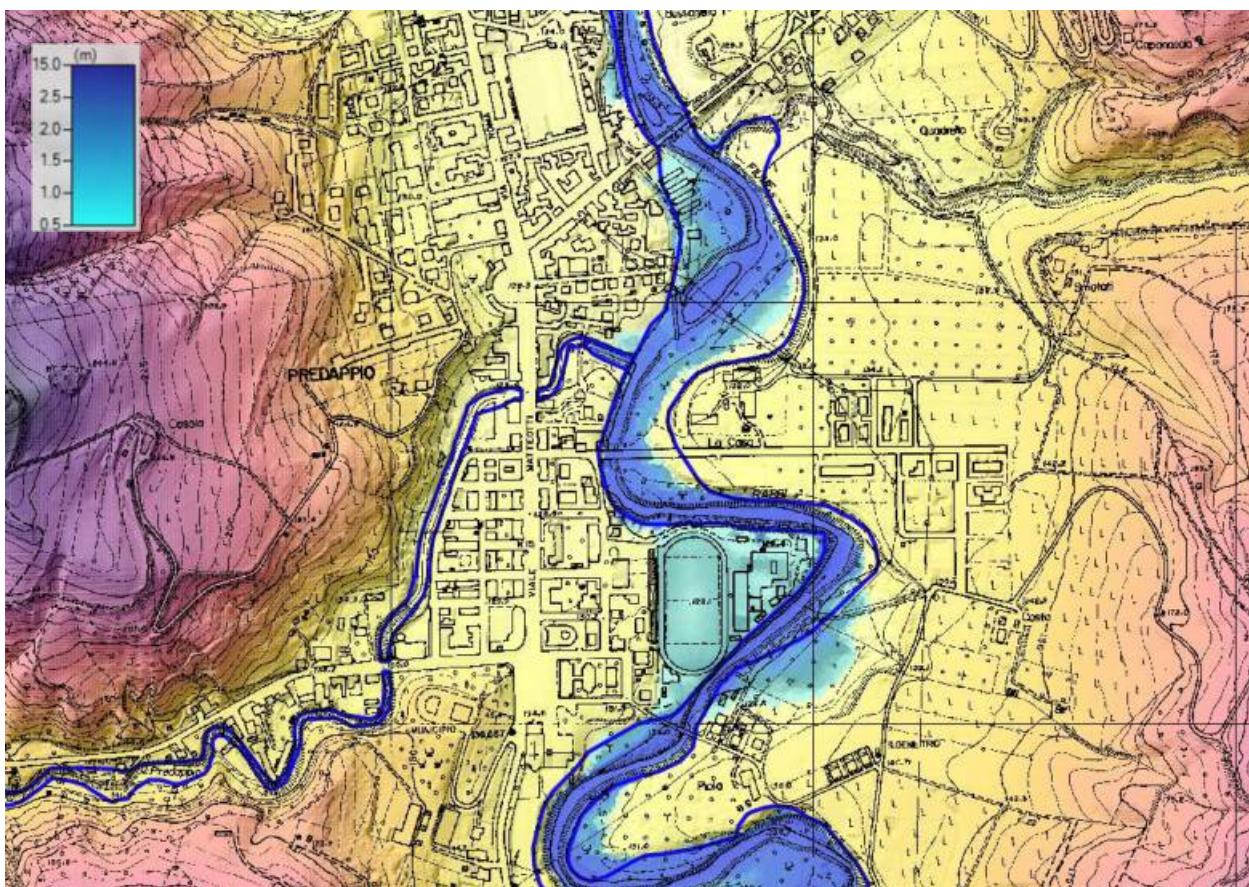


Fig. 68 Fiume Rabbi T50: massimi tiranti a Predappio (in blu P3 PGRA 2021)

A valle dell'abitato di Predappio l'alveo è ancora abbastanza inciso, per cui le aree interessate dalla piena cinquantennale si discostano poco dall'alveo inciso. Si segnalano alcune aree di esondazione che interessano edifici/capannoni posti a ridosso delle sponde del corso d'acqua (cfr. Fig. 69 e Fig. 70).

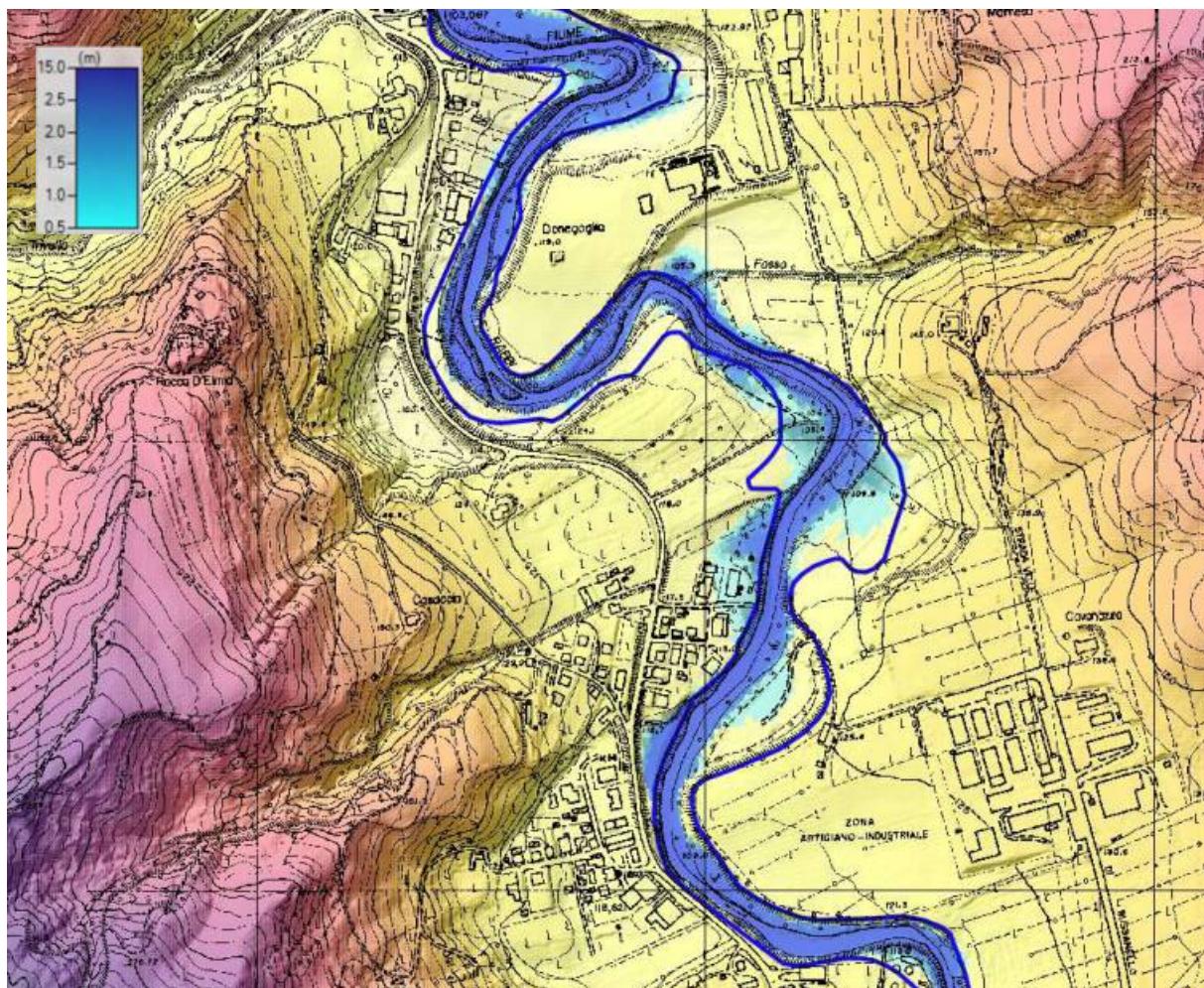


Fig. 69 Fiume Rabbi T50: massimi tiranti a valle dell'abitato di Predappio (in blu P3 PGRA 2021)

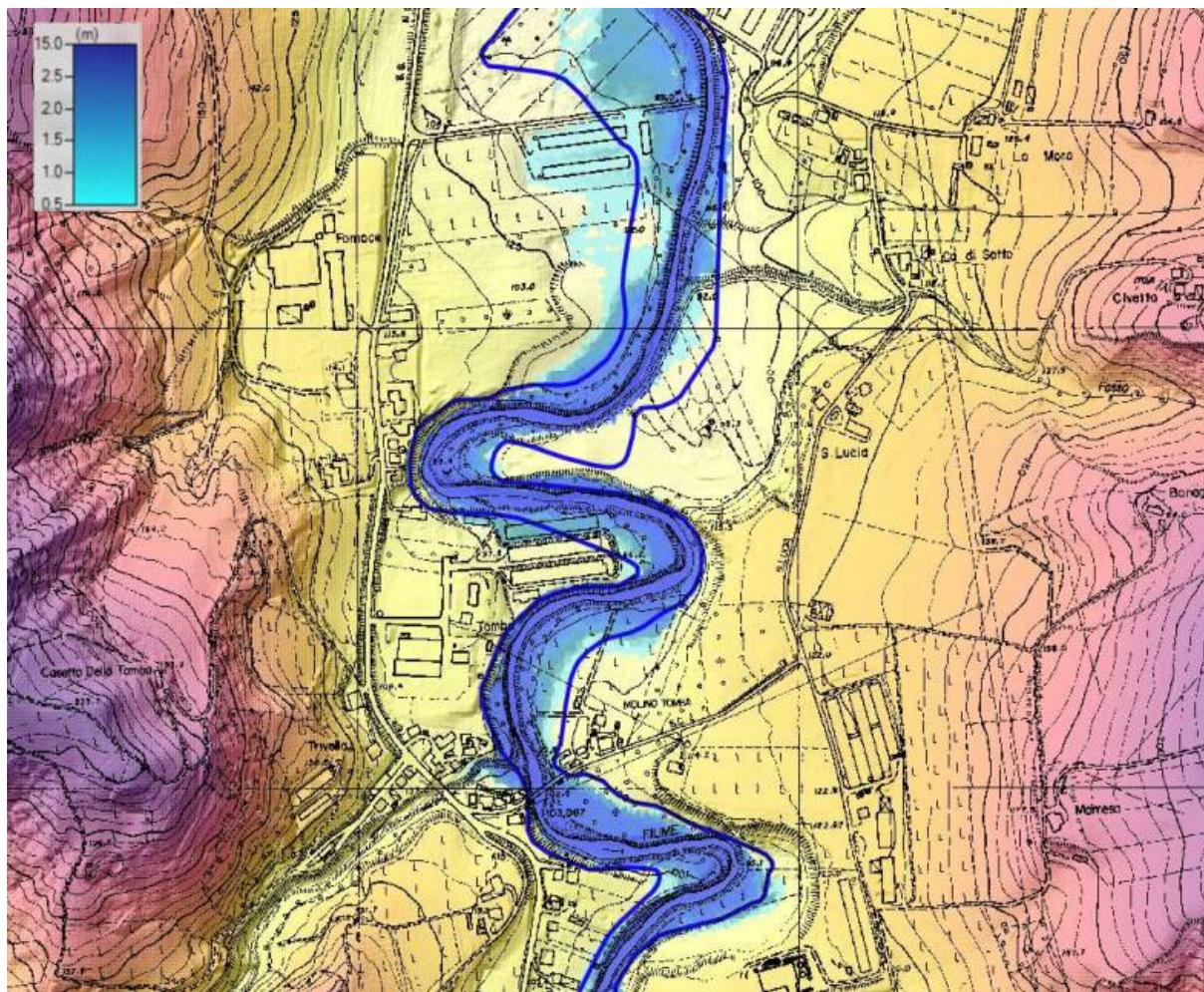


Fig. 70 Fiume Rabbi T50: massimi tiranti a valle dell'abitato di Predappio (in blu) P3 PGRA 2021

A partire dalla località Fiumana il fondovalle si amplia e il corso d'acqua presenta un andamento mediamente meandriforme. L'evento di piena cinquantennale interessa porzioni del fondovalle sempre più ampi, in alcuni casi con presenza di edifici (cfr. Fig. 71).

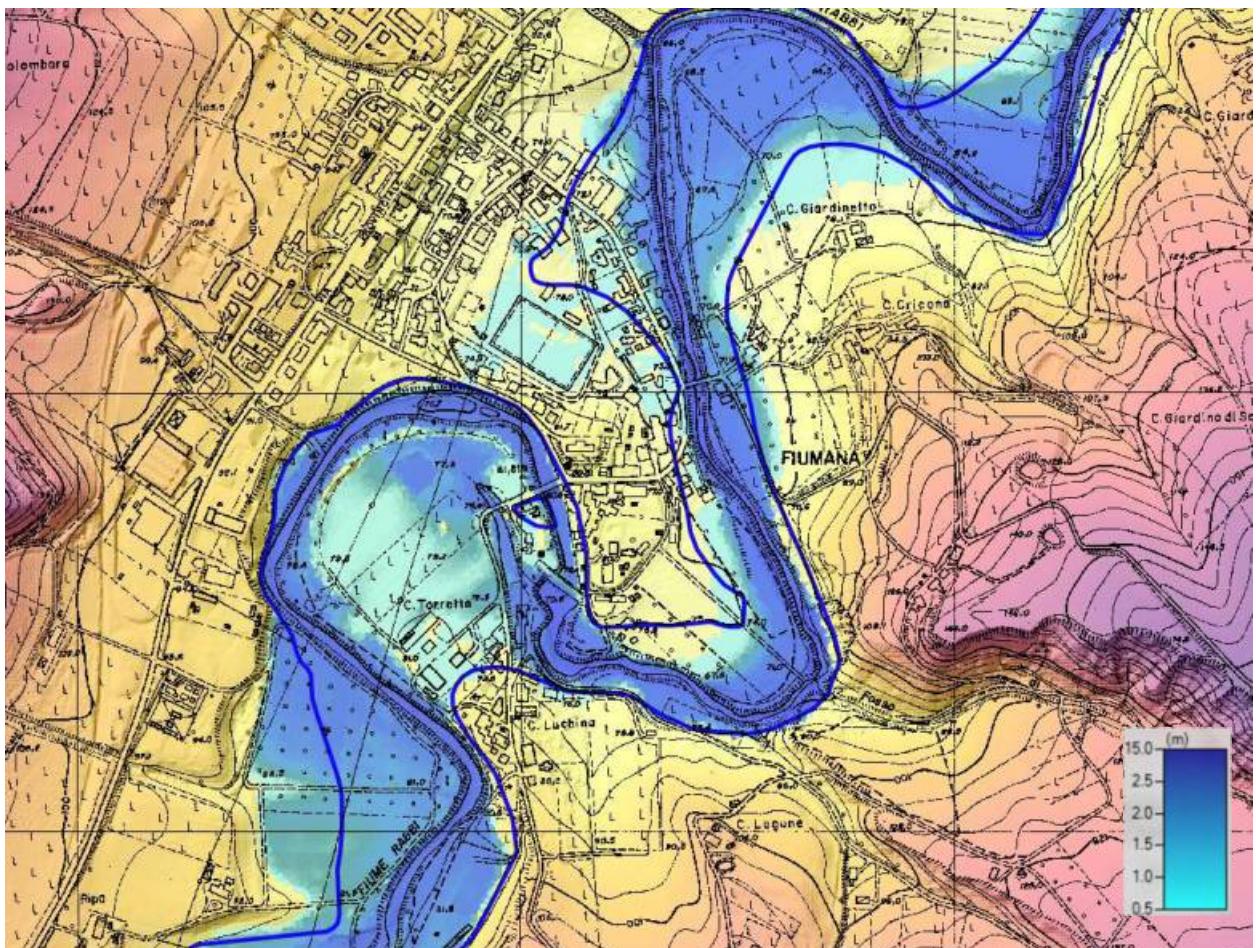


Fig. 71 Fiume Rabbi T50: massimi tiranti a Predappio – loc. Fiumana (in blu P3 PGRA 2021)

In Comune di Forlì l'alveo di piena diventa sempre più ampio e gli allagamenti conseguenti ad un evento di piena cinquantennale interessano alcuni insediamenti produttivi posti in fregio al corso d'acqua (cfr. Fig. 72, Fig. 73, Fig. 74 e Fig. 75).

In generale si osserva una buona corrispondenza tra le aree P3 del PGRA 2021, che riprendono l'art.3 del preesistente PAI, e le evidenze del modello numerico. Si consideri comunque che il tempo di ritorno della P3 è pari a 30 anni per cui, in alcuni casi, le aree interessate dagli allagamenti calcolati dal modello idraulico risultano maggiori anche perché sono relativi ad un evento caratterizzato da un tempo di ritorno maggiore.

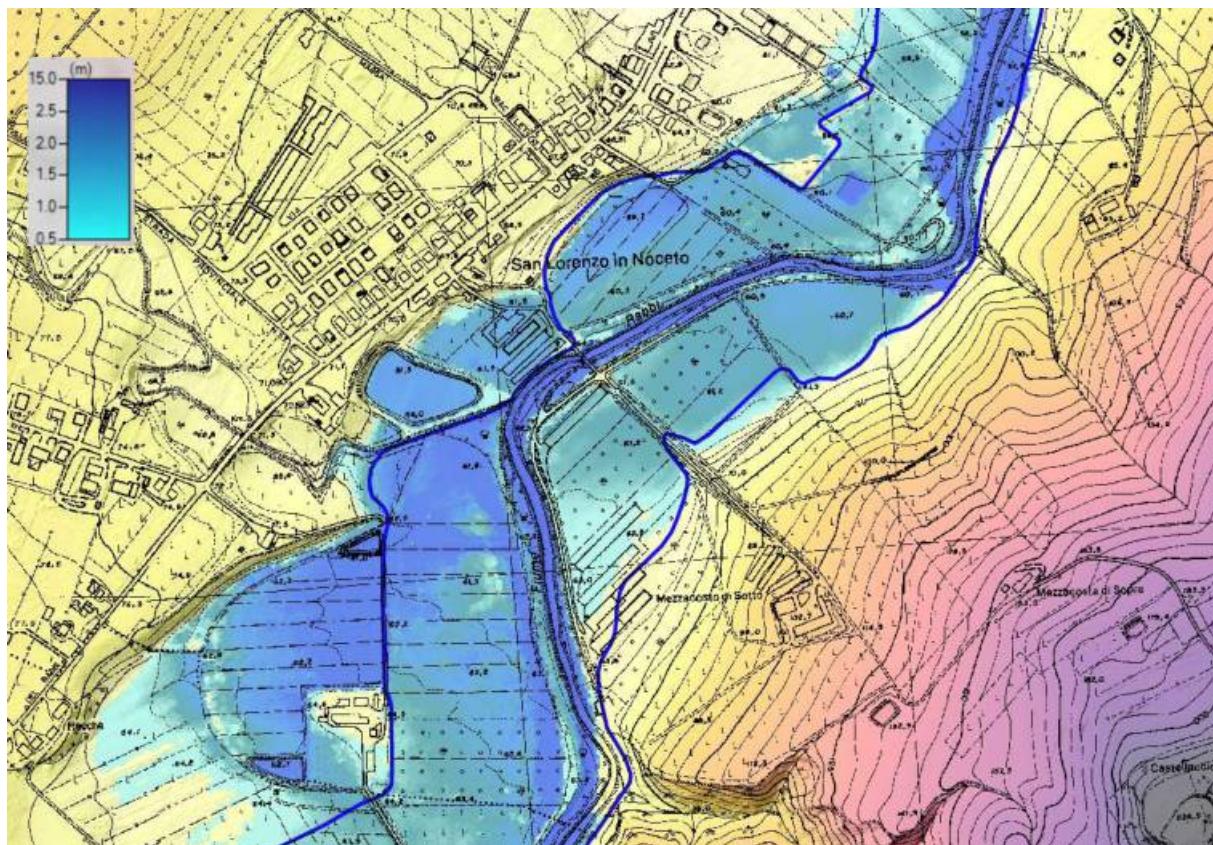


Fig. 72 Fiume Rabbi T50: massimi tiranti a Forlì – loc. San Lorenzo in Noceto (in blu P3 PGRA 2021)

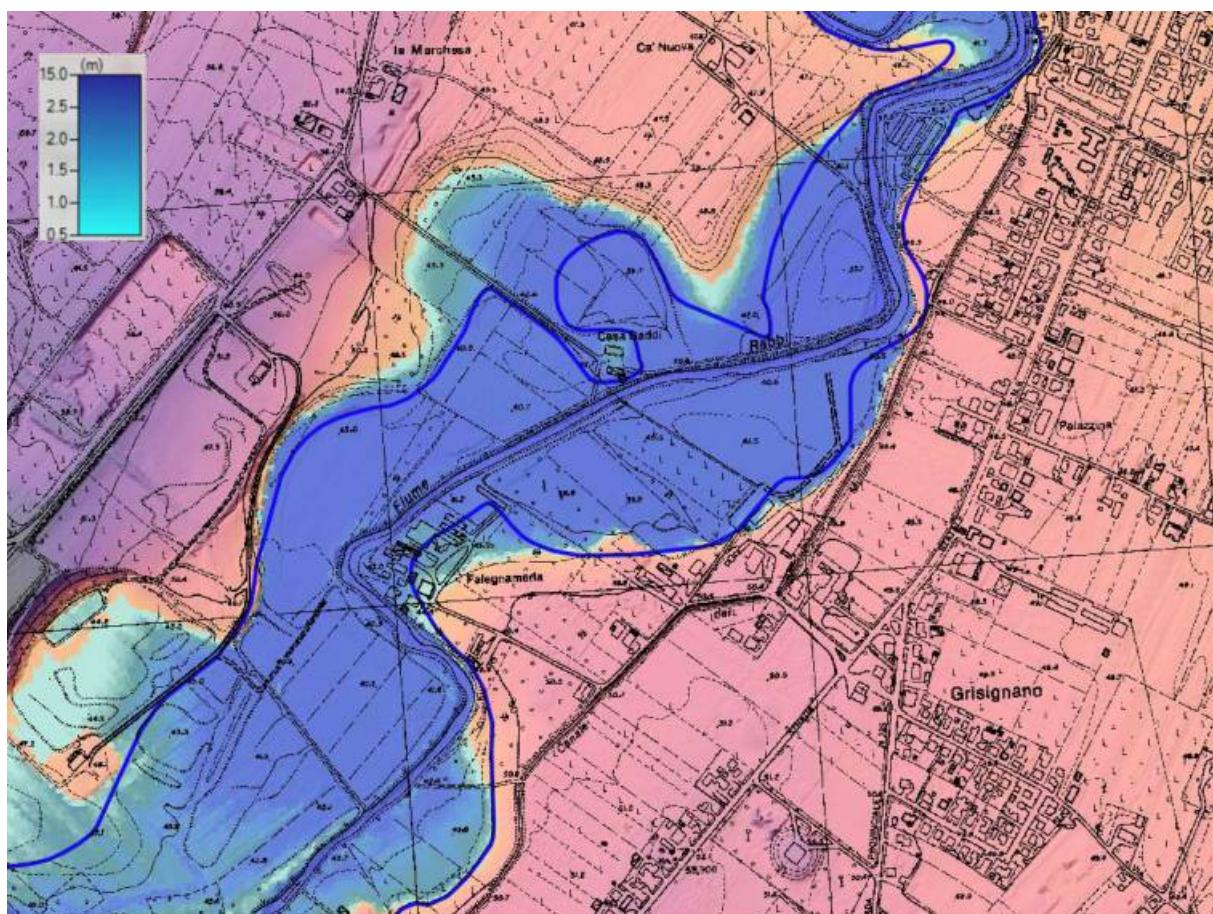


Fig. 73 Fiume Rabbi T50: massimi tiranti a Forlì – loc. Grisignano(in blu P3 PGRA 2021)

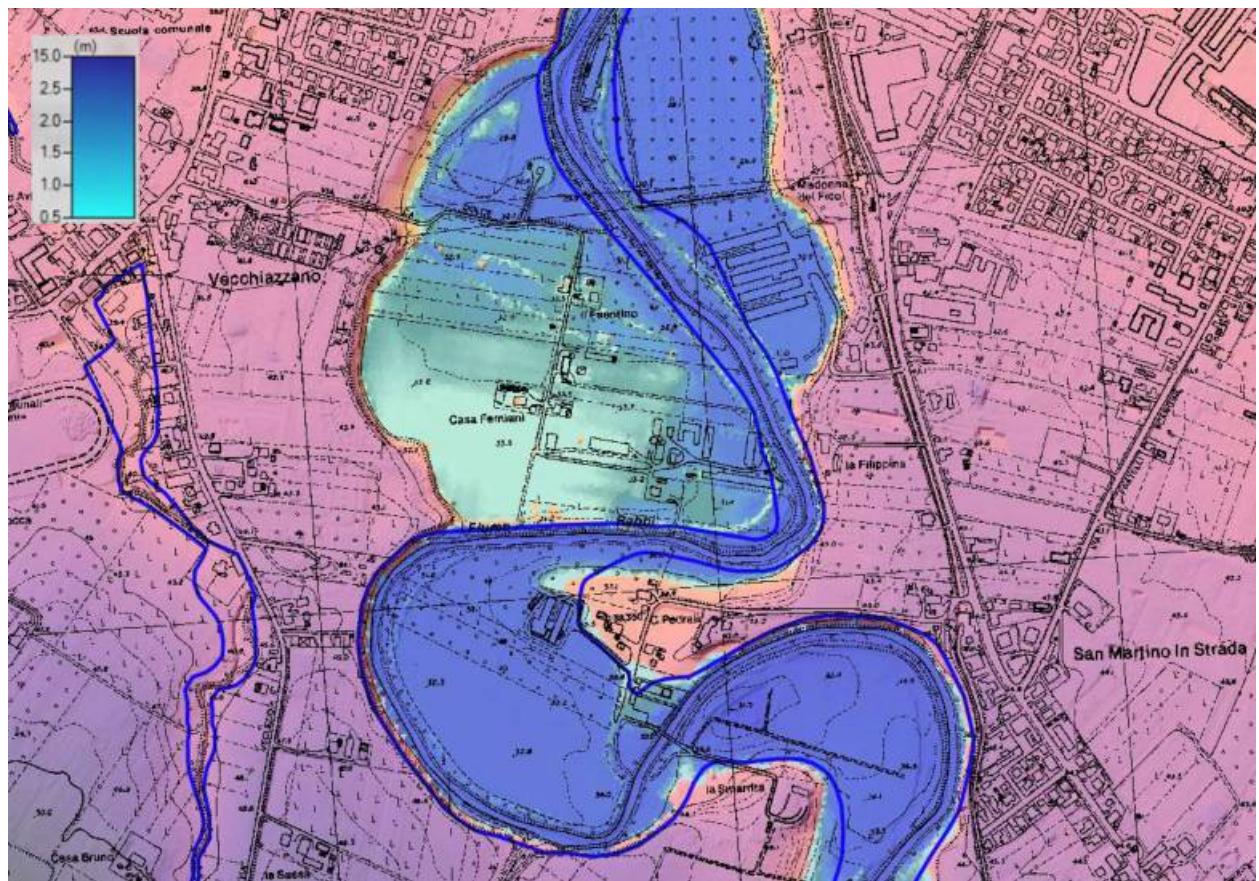


Fig. 74 Fiume Rabbi T50: massimi tiranti a Forlì – loc. Vecchiazzano (in blu P3 PGRA 2021)

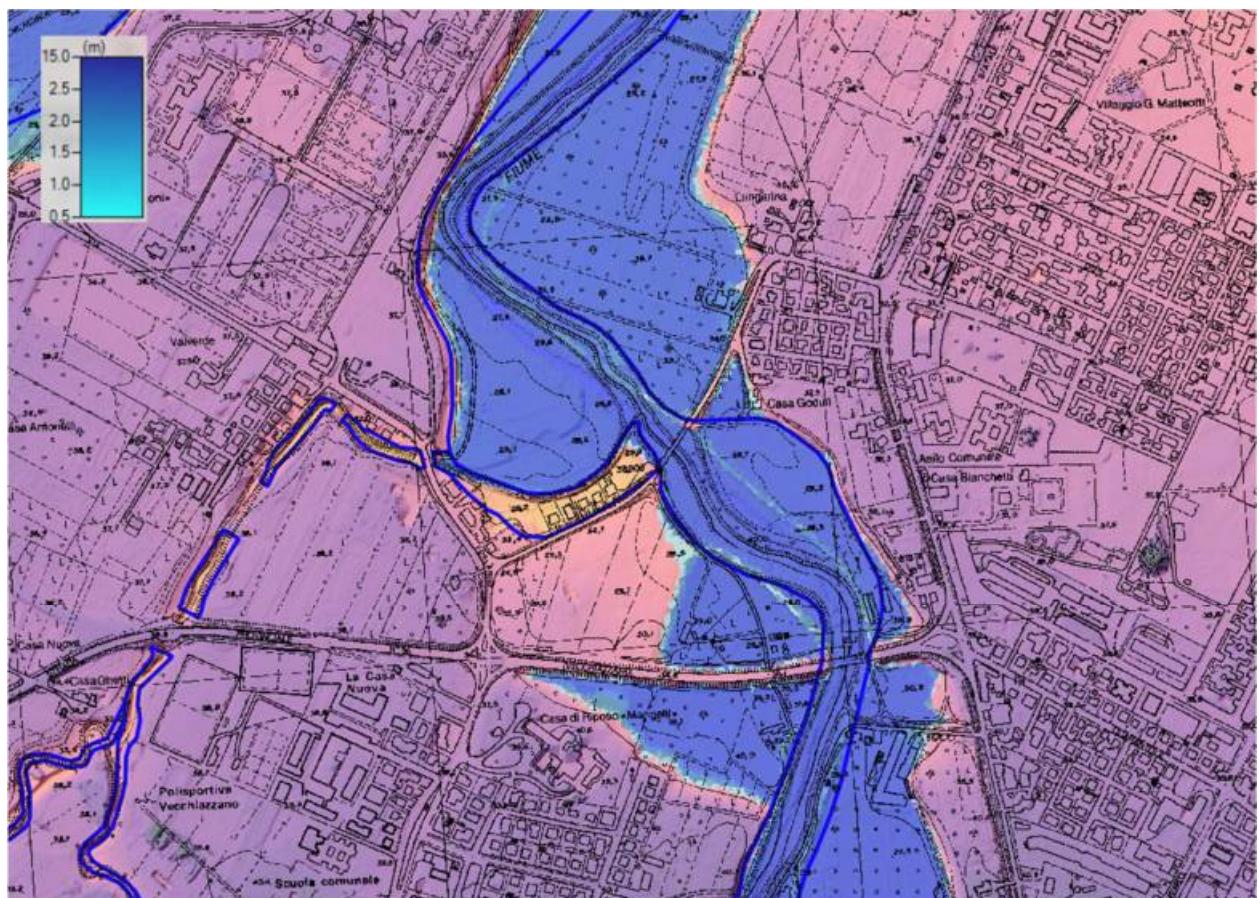


Fig. 75 Fiume Rabbi T50: massimi tiranti a Forlì (in blu P3 PGRA 2021)

Di seguito si riportano alcuni confronti tra gli idrogrammi definiti dalle analisi idrologiche nelle sezioni di chiusura dei sottobacini e le portate ottenute con il modello idraulico nelle medesime sezioni. La differenza tra le due tipologie di idrogrammi è rappresentativa degli effetti di laminazione e traslazione dell'onda di piena, associati soprattutto ai fenomeni di esondazione che si verificano lungo l'asta fluviale, che possono indurre anche una riduzione del volume dell'idrogramma di piena defluente verso valle.

Dall'analisi dei grafici riportati nella Fig. 76 si osserva una sostanziale coincidenza tra gli idrogrammi idrologici e quelli idraulici, a dimostrazione che il tratto è scarsamente interessato da fenomeni di esondazione in grado di indurre effetti di laminazione sulle onde di piena. Si può notare che, in realtà, gli idrogrammi del modello idraulico sono superiori a quelli idrologici, a dimostrazione del fatto che la velocità di traslazione dell'onda nel modello idrologico è stata sottostimata, ma ciò non inficia i risultati delle analisi effettuate.

Con riferimento ai risultati di Fig. 77, relativi alla sezione di chiusura del bacino del fiume Rabbi, si riscontra un effetto di laminazione degli idrogrammi, seppur abbastanza contenuto, indotto soprattutto dalle esondazioni nelle aree goleali che si verificano nel fondo valle in Comune di Forlì a monte del centro abitato.

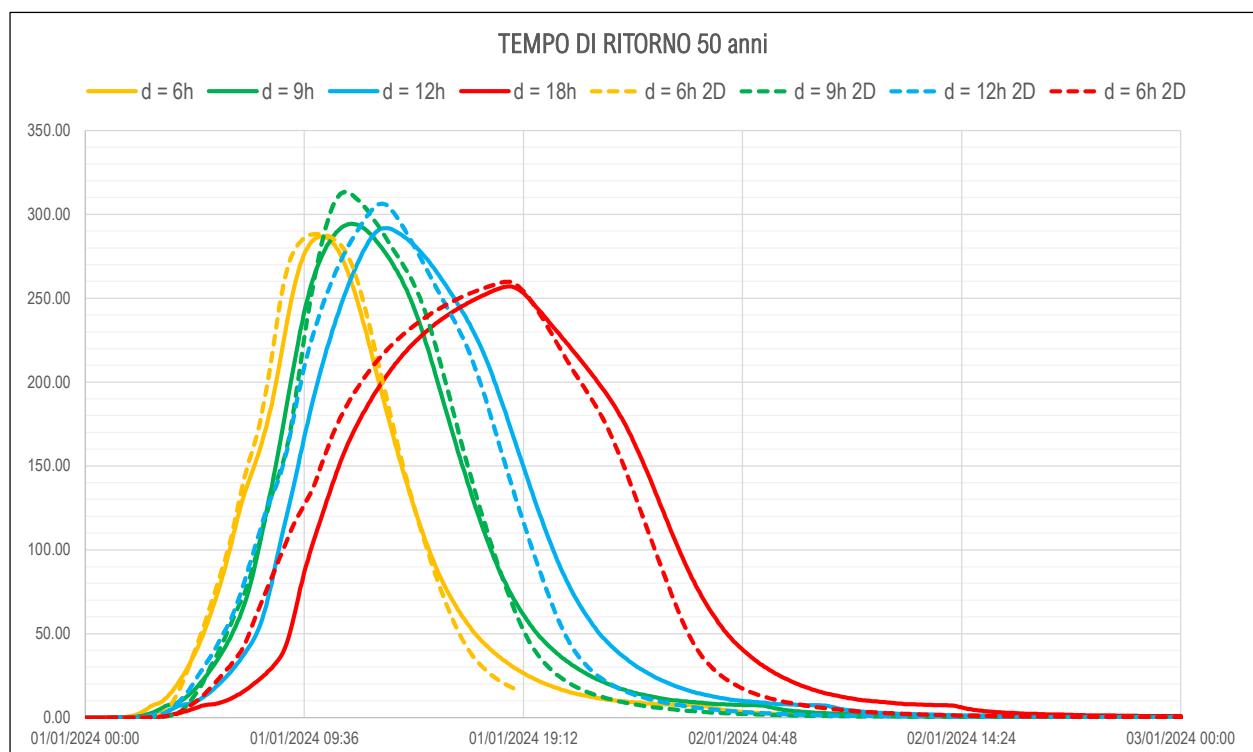


Fig. 76 T50: sezione a Predappio - confronto tra idrogrammi idrologia (linee continue) e idrogrammi modello idraulico (linee tratteggiate)

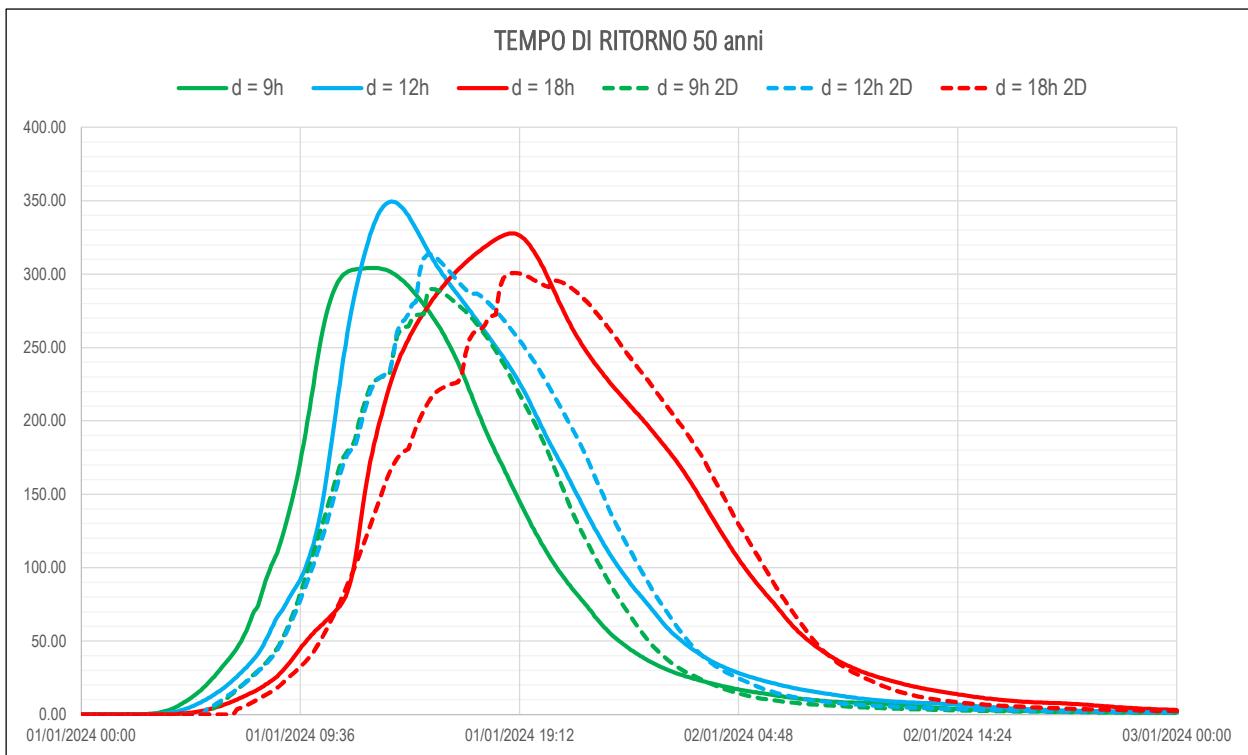


Fig. 77 Fiume Rabbi T50: sezione a monte confluenza Montone - confronto tra idrogrammi idrologia (linee continue) e idrogrammi modello idraulico (linee tratteggiate)

7.3.2.2 Evento T200

Con riferimento all'evento di piena duecentennale, le dinamiche idrauliche sono del tutto analoghe a quelle descritte per l'evento con tempo di ritorno cinquantennale, con tiranti più severi e aree di allagamento più estese.

Di seguito si riportano le medesime figure proposte in precedenza, in cui è raffigurato il confronto fra i risultati del modello idraulico, in termini di aree allagabili, e le aree di pericolosità P2 del PGRA 2021 (coincidenti con le aree art. 4 del PAI preesistente), associate anch'esse ad eventi con tempo di ritorno pari a 200 anni.

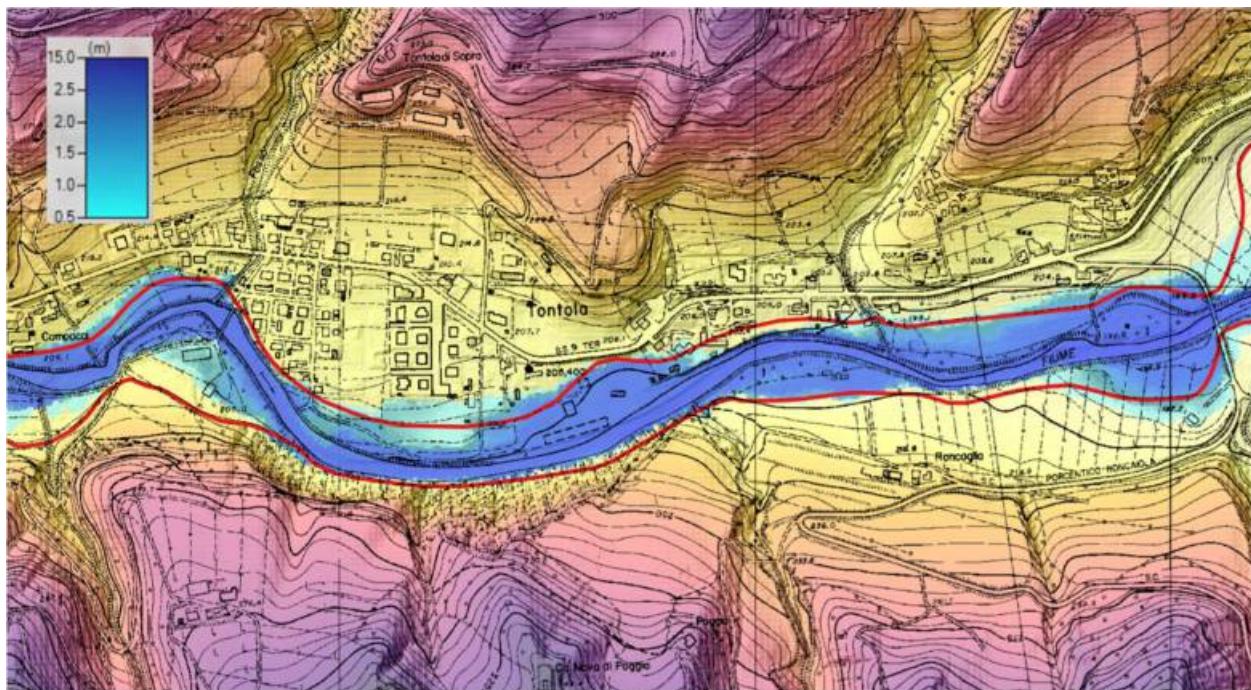


Fig. 78 Fiume Rabbi T200: massimi tiranti a Predappio – loc. Tontola (in rosso P2 PGRA 2021)

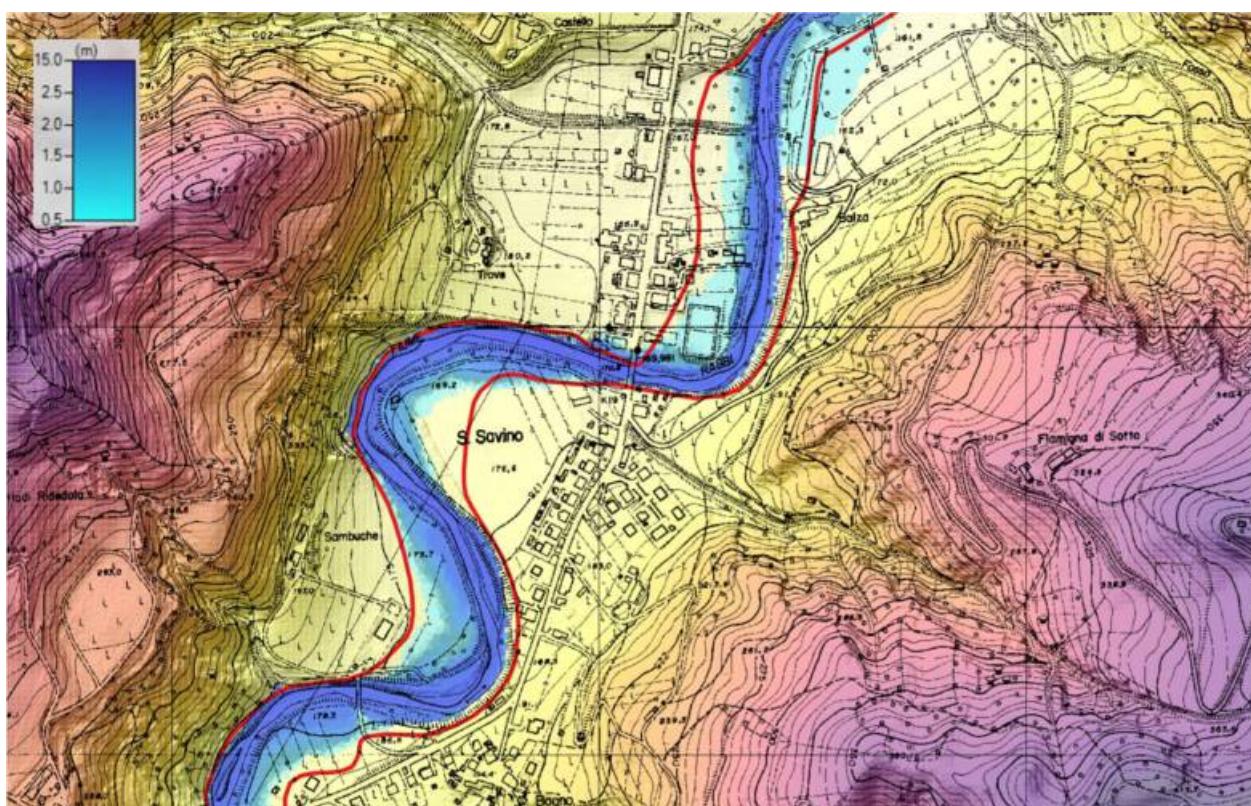


Fig. 79 Fiume Rabbi T200: massimi tiranti a Predappio – loc. S. Savino (in rosso P2 PGRA 2021)

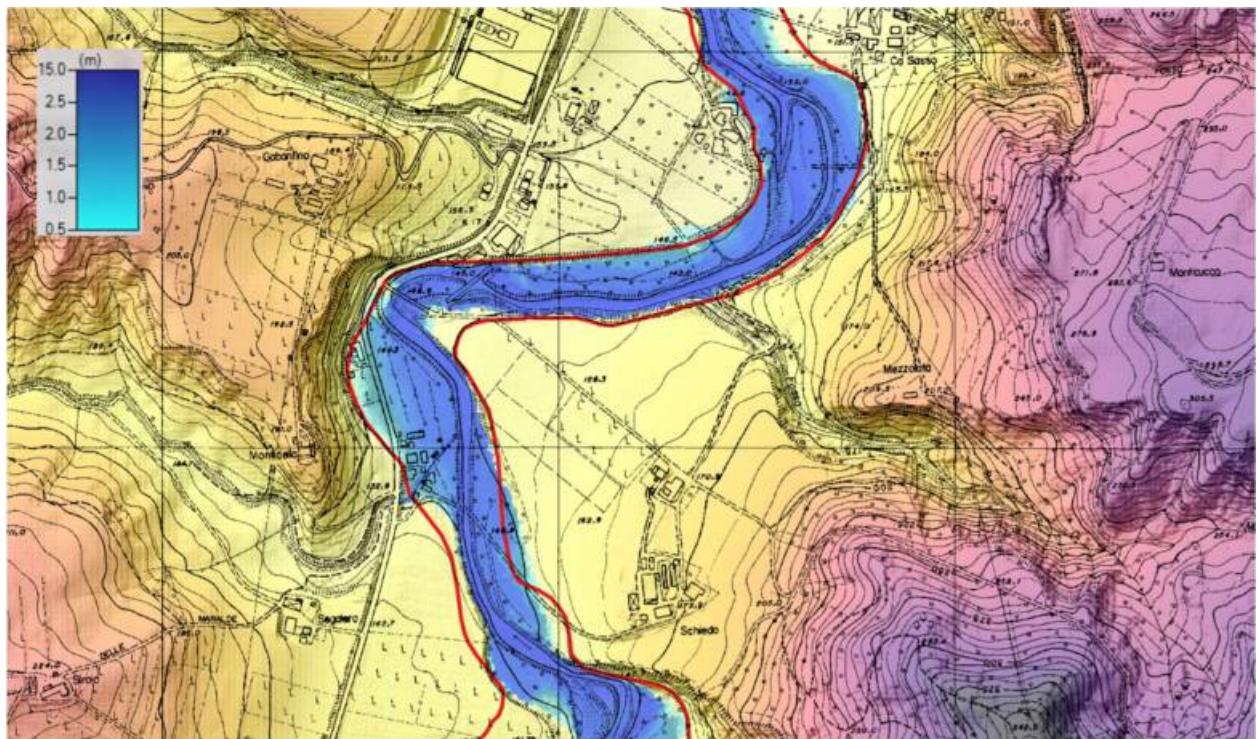


Fig. 80 Fiume Rabbi T200: massimi tiranti a Predappio (in rosso P2 PGRA 2021)

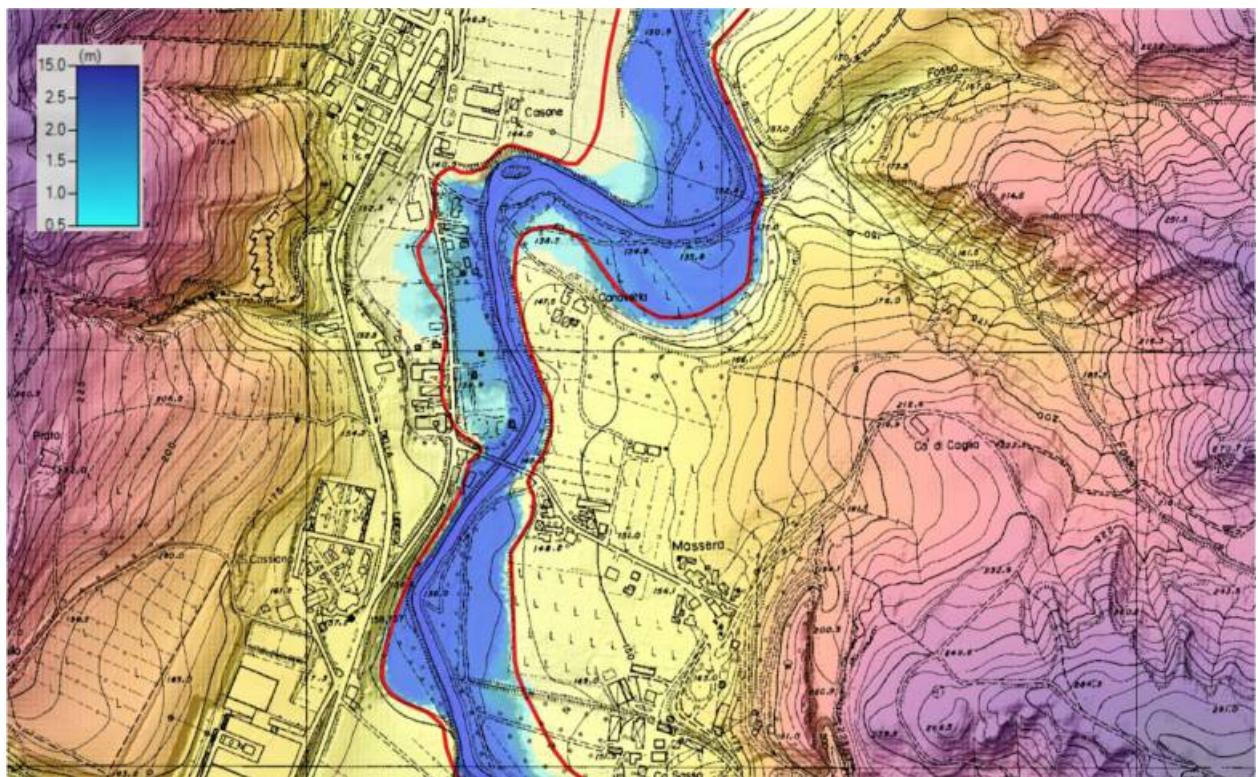


Fig. 81 Fiume Rabbi T200: massimi tiranti in loc. Casone a Predappio (in rosso P2 PGRA 2021)

Con riferimento al centro abitato del Comune di Predappio, l'evento di piena duecentennale interessa la zona dello stadio/centro sportivo e i capannoni presenti in sinistra idraulica a monte del ponte della SP126 (cfr. Fig. 82).

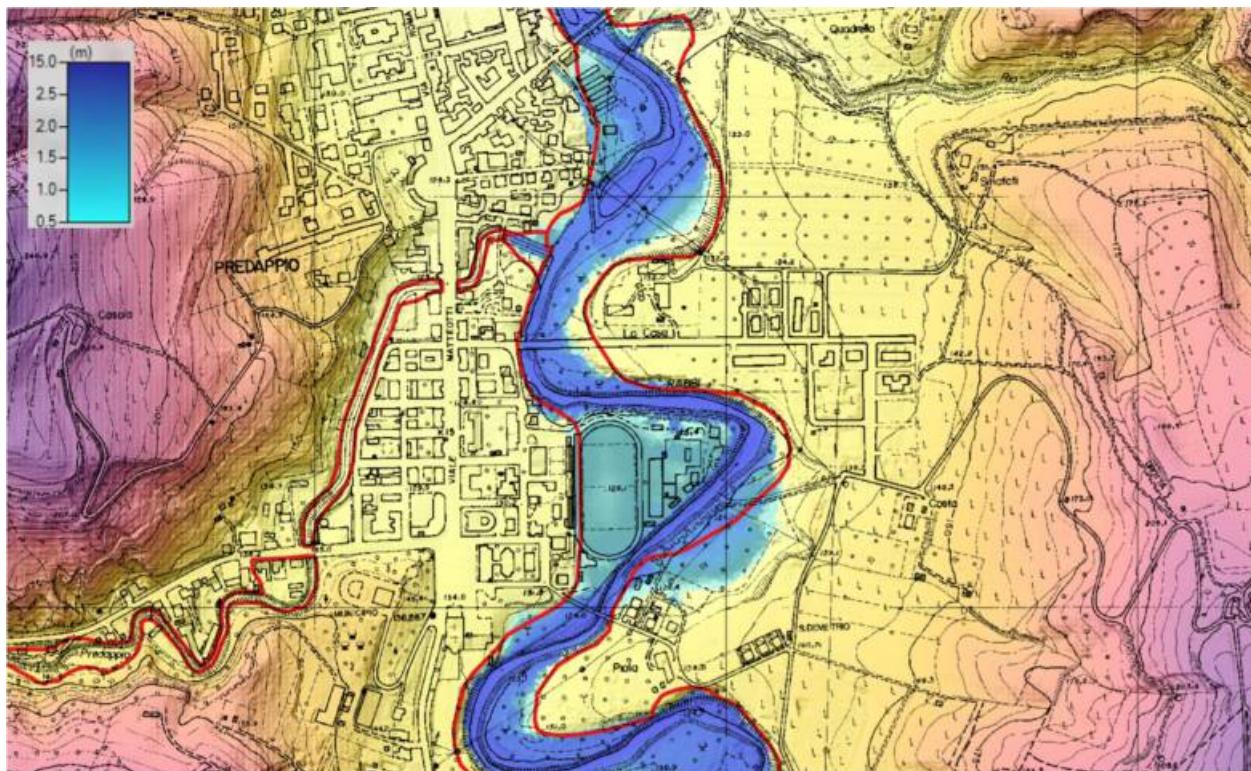


Fig. 82 T200: massimi tiranti a Predappio (in rosso P2 PGRA 2021)

A valle dell'abitato di Predappio l'alveo è ancora abbastanza inciso, per cui le aree interessate dalla piena duecentennale si discostano poco dall'alveo inciso. Si segnalano alcune aree di esondazione che interessano edifici/capannoni posti a ridosso delle sponde del corso d'acqua (cfr. Fig. 83 e Fig. 84).

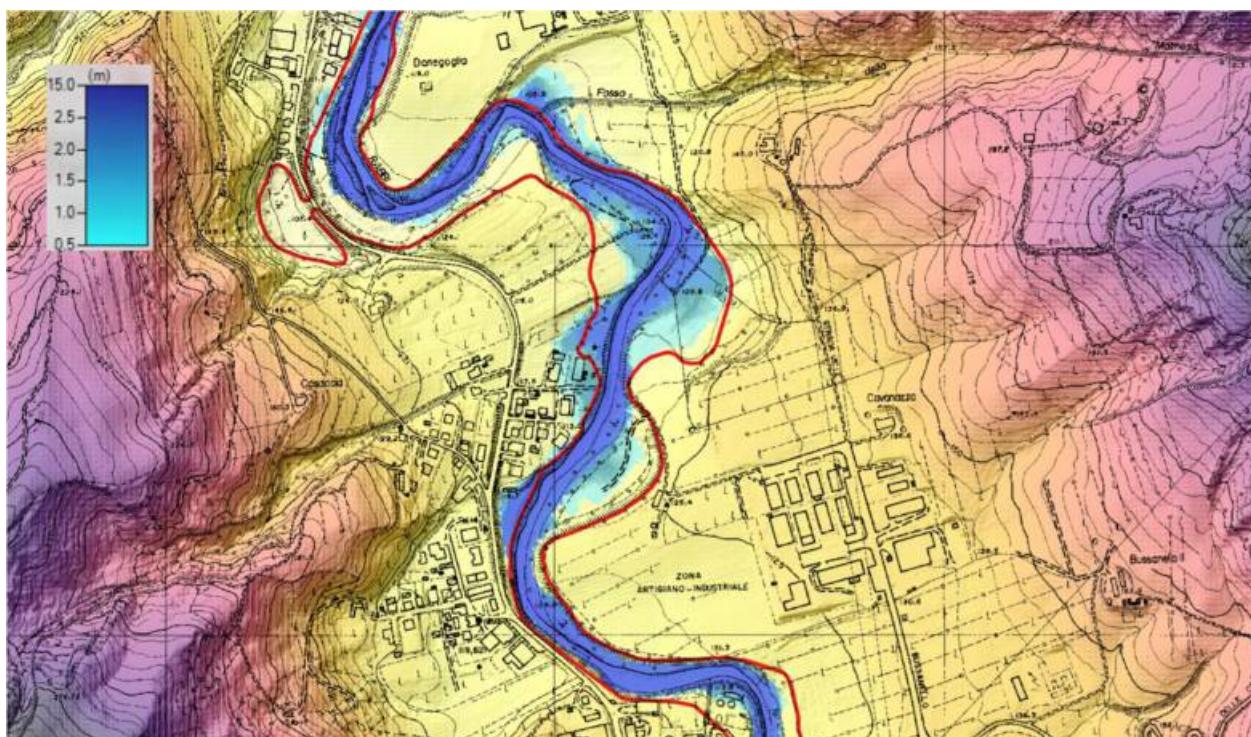


Fig. 83 T200: massimi tiranti a valle dell'abitato di Predappio (in rosso P2 PGRA 2021)

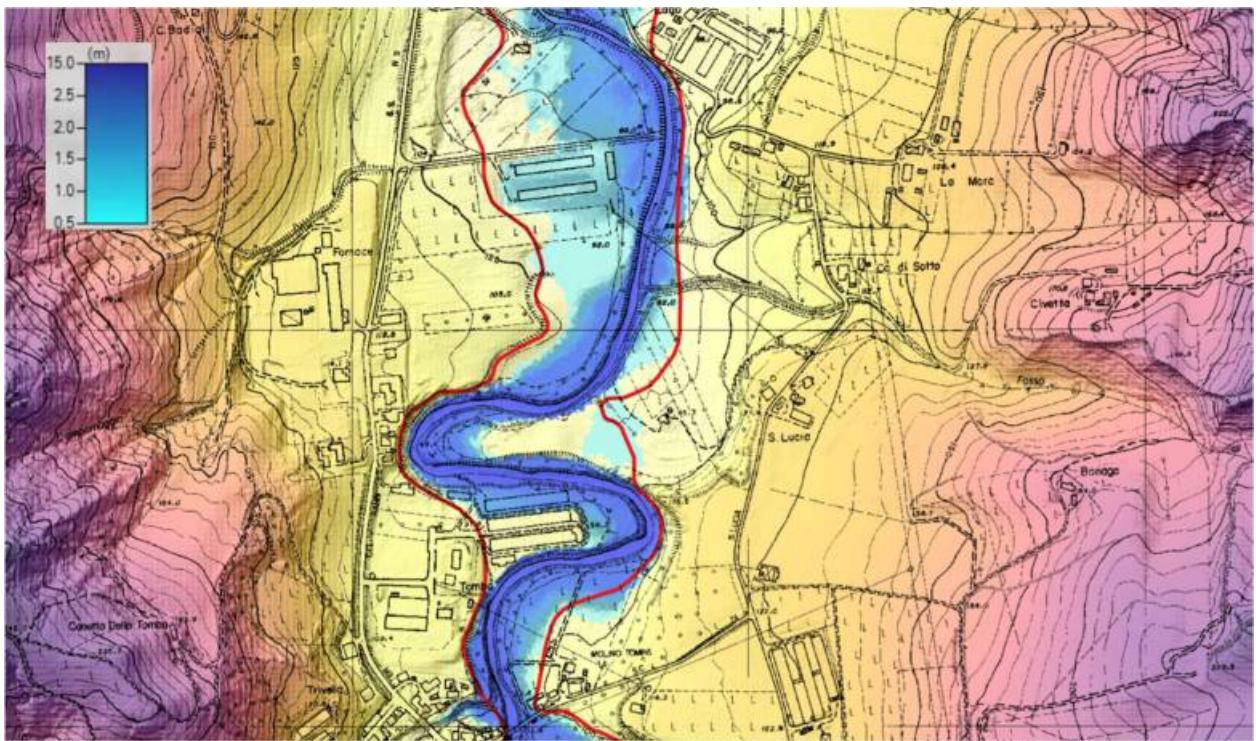


Fig. 84 T200: massimi tiranti a valle dell'abitato di Predappio (in rosso P2 PGRA 2021)

A partire dalla località Fiumana il fondovalle si amplia un po' e il corso d'acqua presenta un andamento mediamente meandriforme. L'evento di piena duecentennale interessa porzioni del fondovalle sempre più ampie, in alcuni casi con presenza di edifici (cfr. Fig. 85).

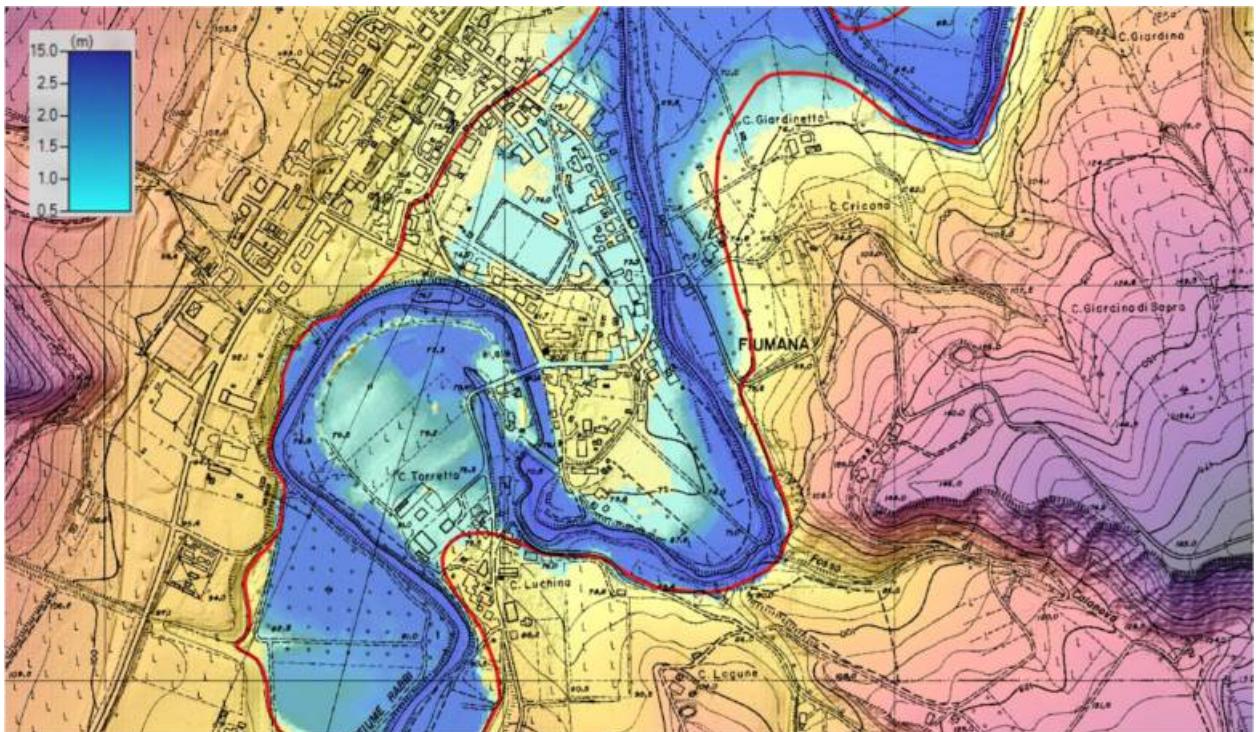


Fig. 85 T200: massimi tiranti a Predappio – loc. Fiumana (in rosso P2 PGRA 2021)

In Comune di Forlì l'alveo di piena diventa sempre più ampio e gli allagamenti conseguenti ad un evento di piena duecentennale interessano insediamenti produttivi posti in fregio al corso d'acqua (cfr. Fig. 86, Fig. 87, e Fig. 89).

In generale si osserva un'ottima corrispondenza tra le aree classificate P2 del PGRA 2021, che riprendono l'art. 4 del PAI preesistente, e le evidenze del modello numerico.

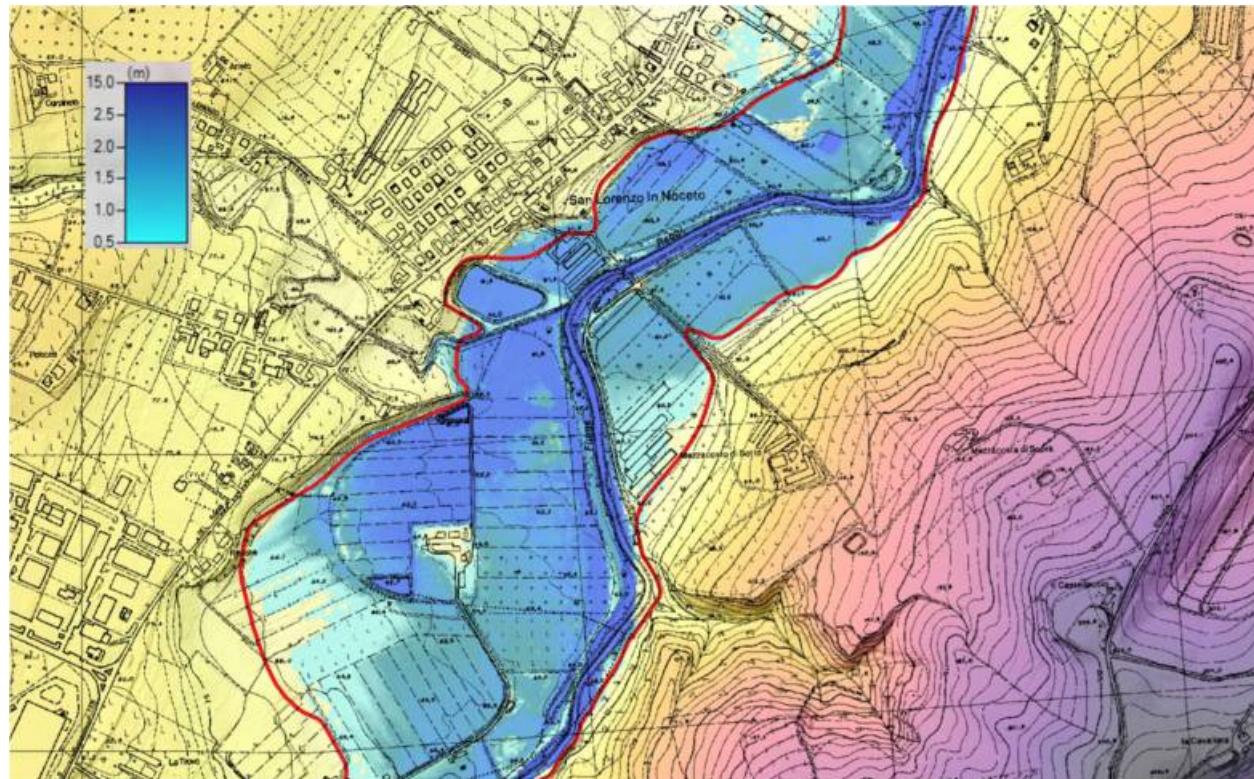


Fig. 86 T200: massimi tiranti a Forlì – loc. San Lorenzo in Noceto (in rosso P2 PGRA 2021)

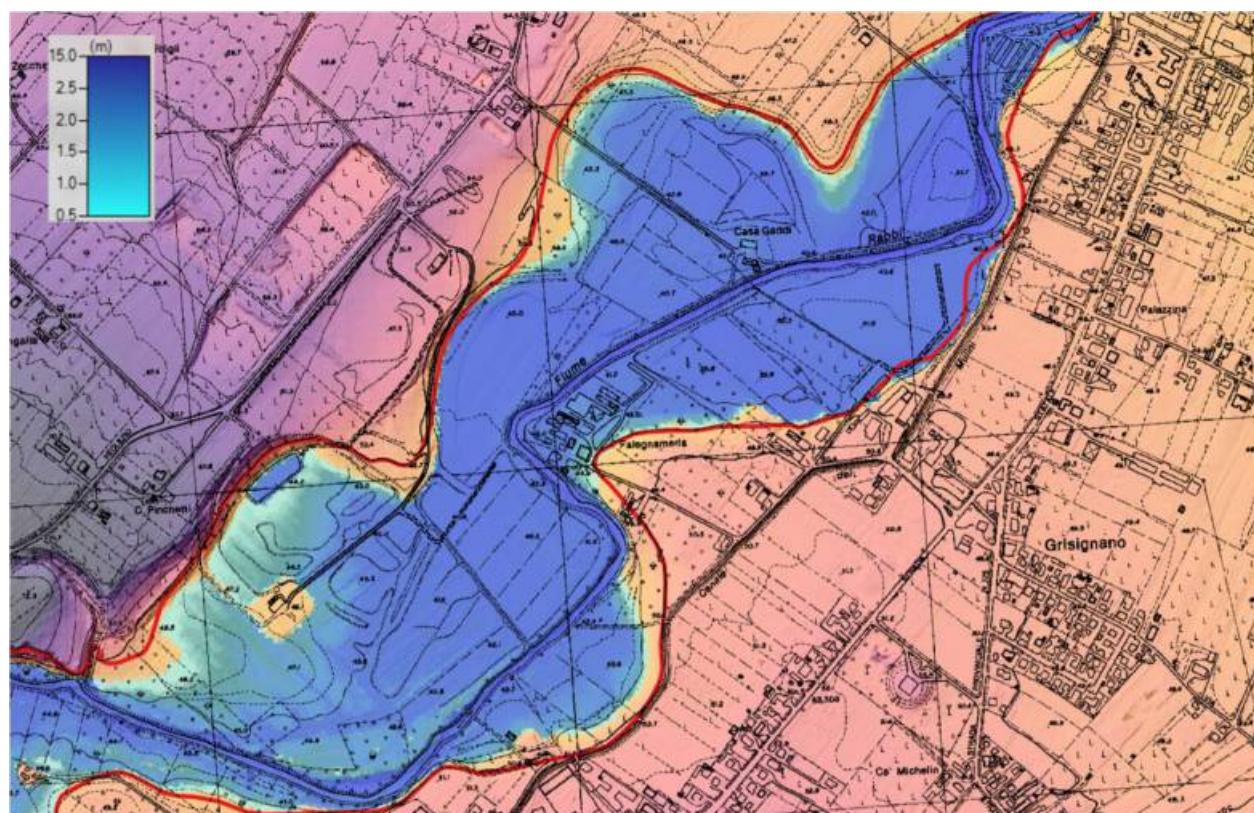


Fig. 87 T200: massimi tiranti a Forlì – loc. Grisignano (in rosso P2 PGRA 2021)

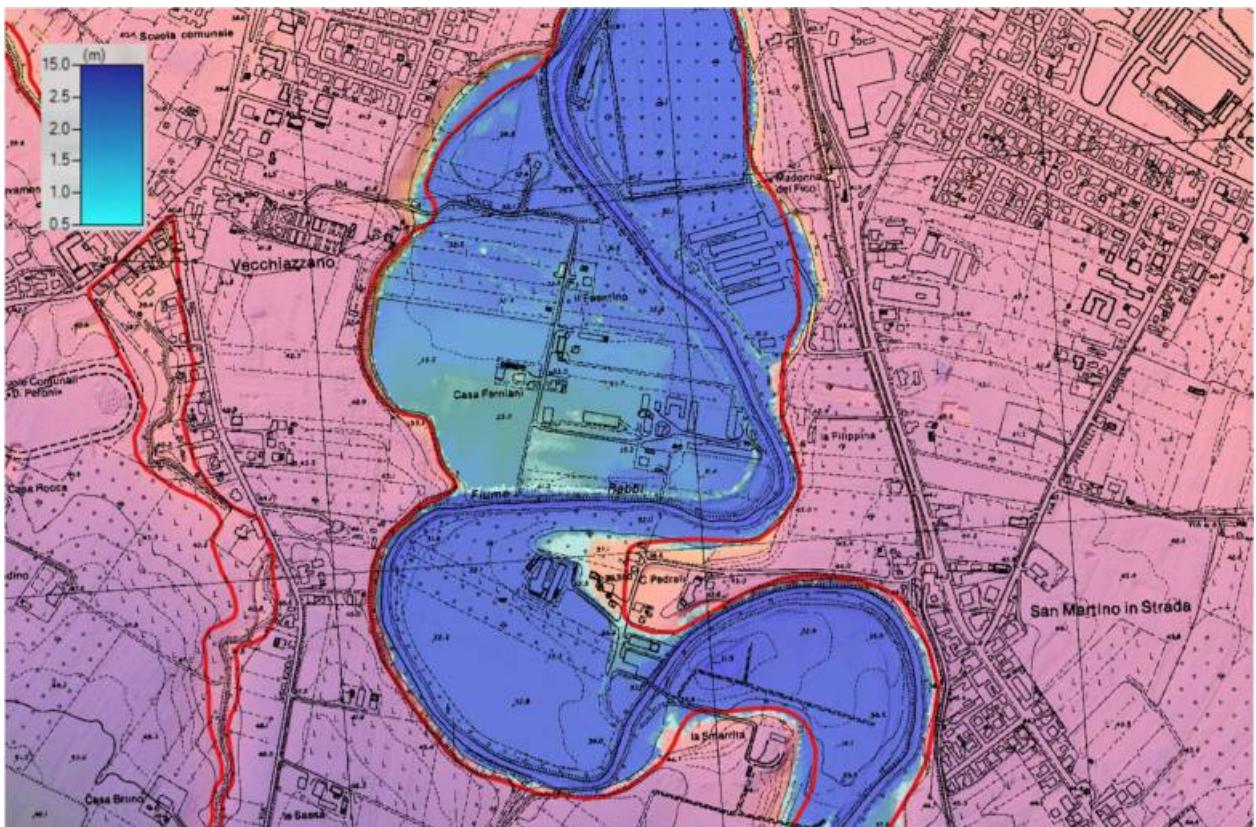


Fig. 88 T200: massimi tiranti a Forlì – loc. Vecchiazzano (in rosso P2 PGRA 2021)

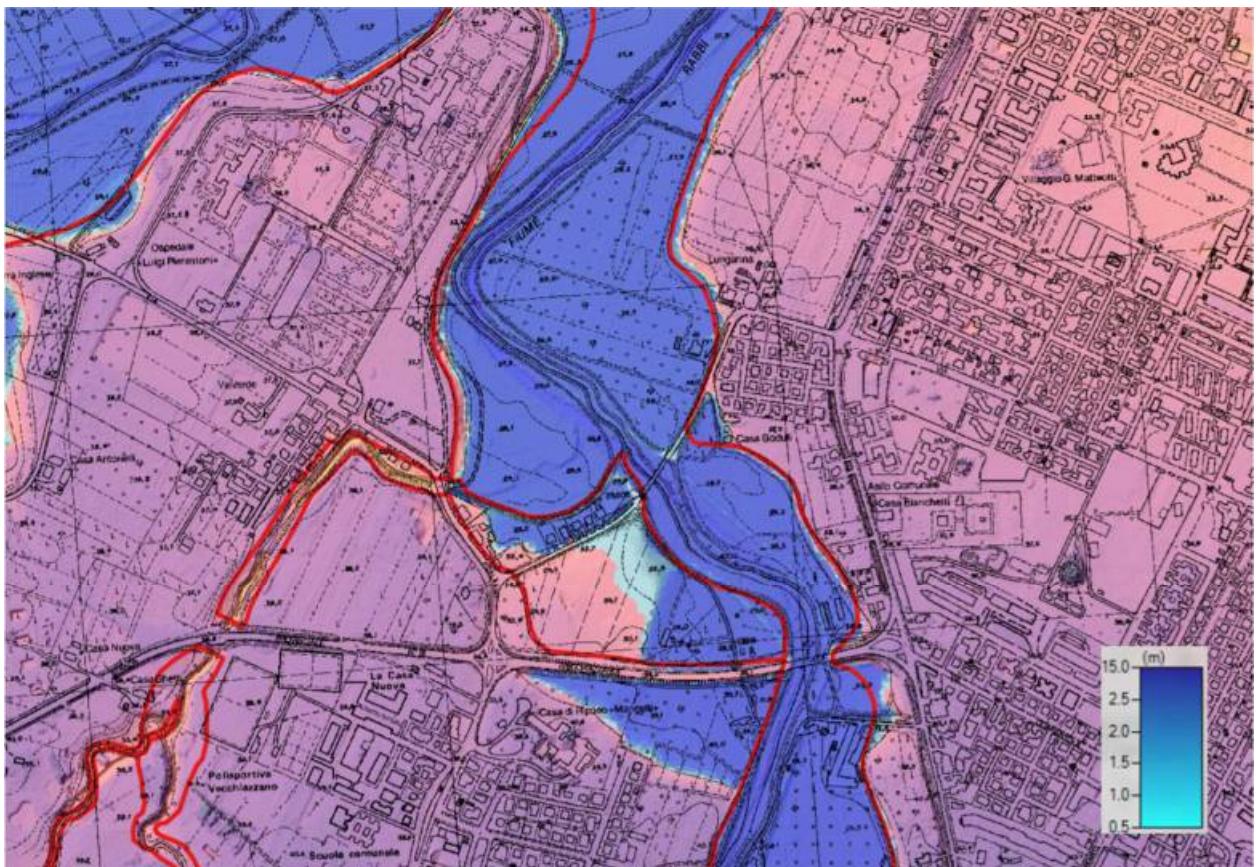


Fig. 89 T200: massimi tiranti a Forlì (in rosso P2 PGRA 2021)

Di seguito si riportano alcuni confronti tra gli idrogrammi definiti dalle analisi idrologiche nelle sezioni di chiusura dei sottobacini e le portate ottenute con il modello idraulico nelle medesime sezioni. La differenza tra le due tipologie di idrogrammi è rappresentativa degli effetti di laminazione e traslazione dell'onda di piena, associati soprattutto ai fenomeni di esondazione che si verificano lungo l'asta fluviale, che possono indurre anche una riduzione del volume dell'idrogramma di piena defluente verso valle.

Dall'analisi dei grafici riportati nella Fig. 90 si osserva una sostanziale coincidenza tra gli idrogrammi idrologici e quelli idraulici, a dimostrazione che il tratto è scarsamente interessato da fenomeni di esondazione in grado di indurre effetti di laminazione sulle onde di piena.

Con riferimento ai risultati di Fig. 91, relativi alla sezione di chiusura del bacino del fiume Rabbi, si riscontra un effetto di laminazione degli idrogrammi, seppur abbastanza contenuto, indotto soprattutto dalle esondazioni nelle aree goleali che si verificano nel fondo valle in Comune di Forlì, a monte del centro abitato.

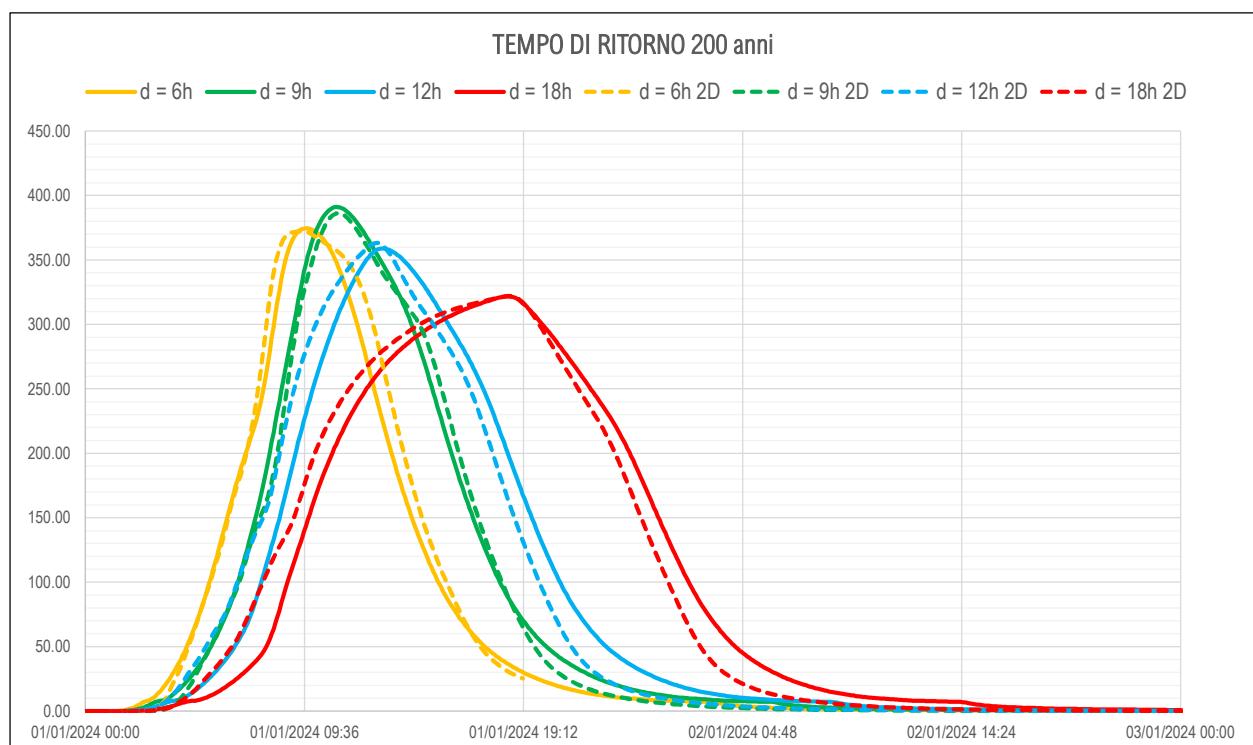


Fig. 90 Fiume Rabbi T200: sezione a Predappio - confronto tra idrogrammi idrologia (linee continue) e idrogrammi modello idraulico (linee tratteggiate)

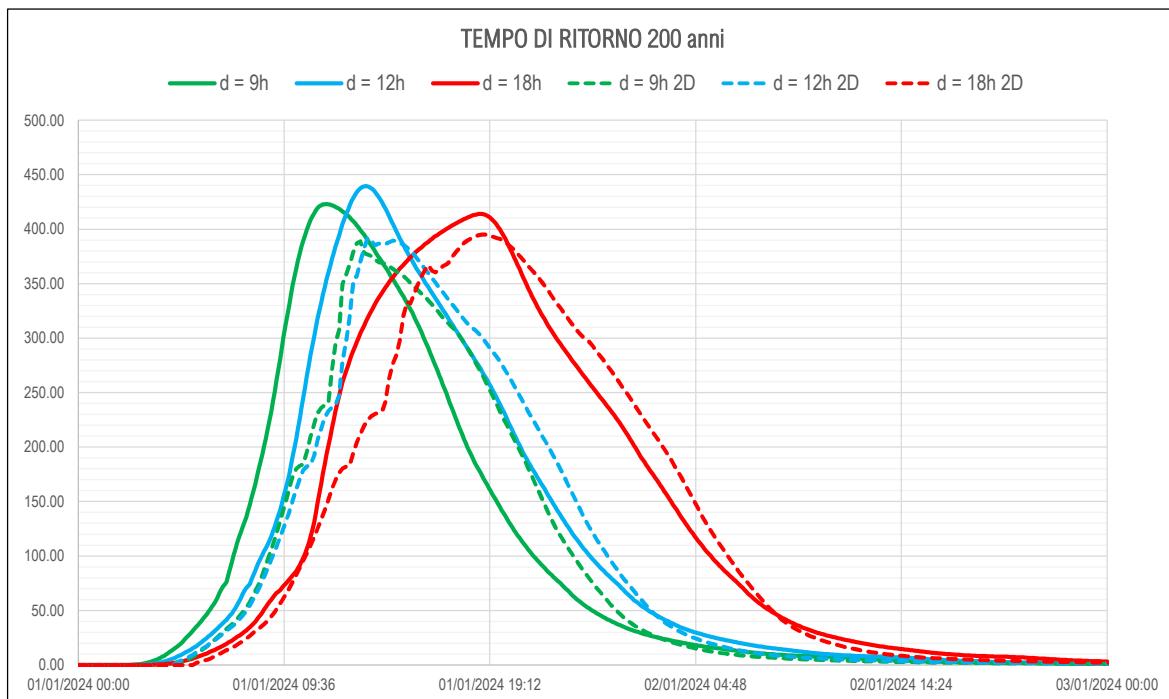


Fig. 91 Fiume Rabbi T200: sezione a monte confluenza Montone - confronto tra idrogrammi idrologia (linee continue) e idrogrammi modello idraulico (linee tratteggiate)

7.3.2.3 Evento T500

Con riferimento ad evento di piena cinquecentennale, le dinamiche idrauliche sono del tutto analoghe a quelle descritte in precedenza, con tiranti più severi e aree di allagamento sostanzialmente coincidenti con quelle associate ad un evento duecentennale.

Di seguito si riportano gli idrogrammi di piena del T. Rabbi a monte della confluenza nel Fiume Montone.

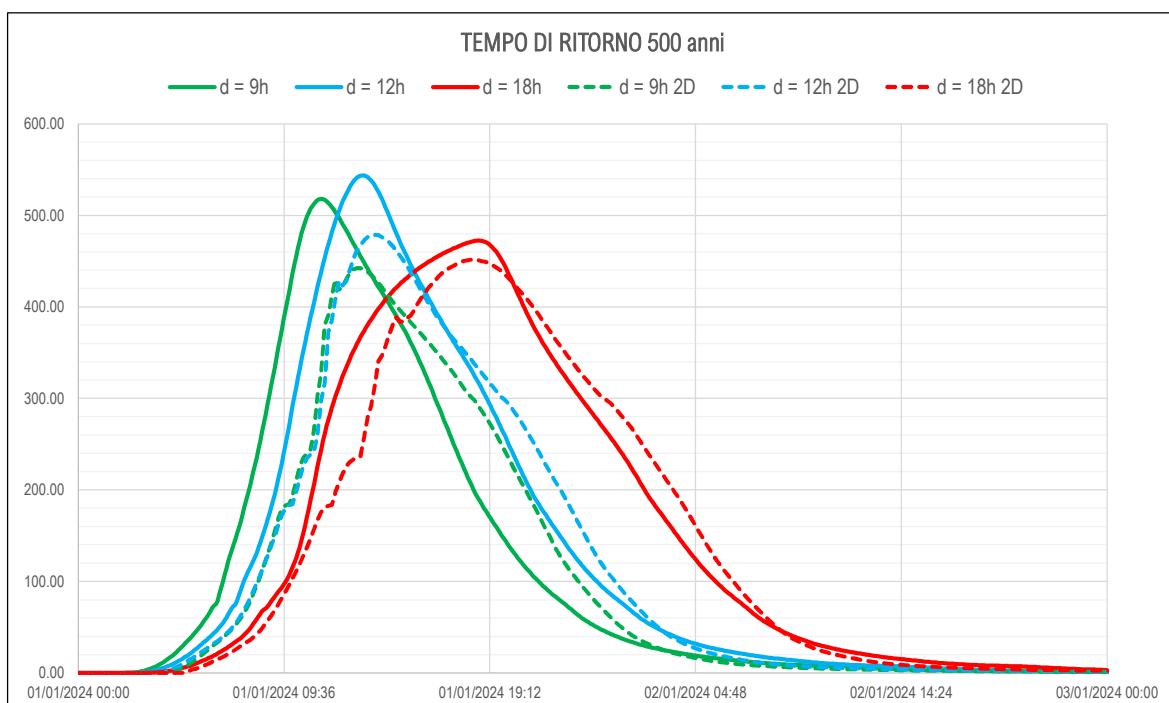


Fig. 92 Fiume Rabbi T500: sezione a monte della confluenza Montone - confronto tra idrogrammi idrologia (linee continue) e idrogrammi modello idraulico (linee tratteggiate)

7.3.3. Fiume Ronco

7.3.3.1 Evento T50

Tra Santa Sofia, Galeata e Civitella di Romagna, l'ambito fluviale è vincolato dai versanti e i deflussi della piena cinquantennale rimangono contenuti sostanzialmente all'interno dell'alveo senza interessare abitati o infrastrutture, ad eccezione di qualche edificio isolato (cfr. Fig. 93, Fig. 94 e Fig. 95).

In corrispondenza della località Cusercoli di Civitella di Romagna le aree di esondazione per la piena cinquantennale sono maggiori e giungono ad interessare porzioni del centro abitato di tale località (cfr. Fig. 96).

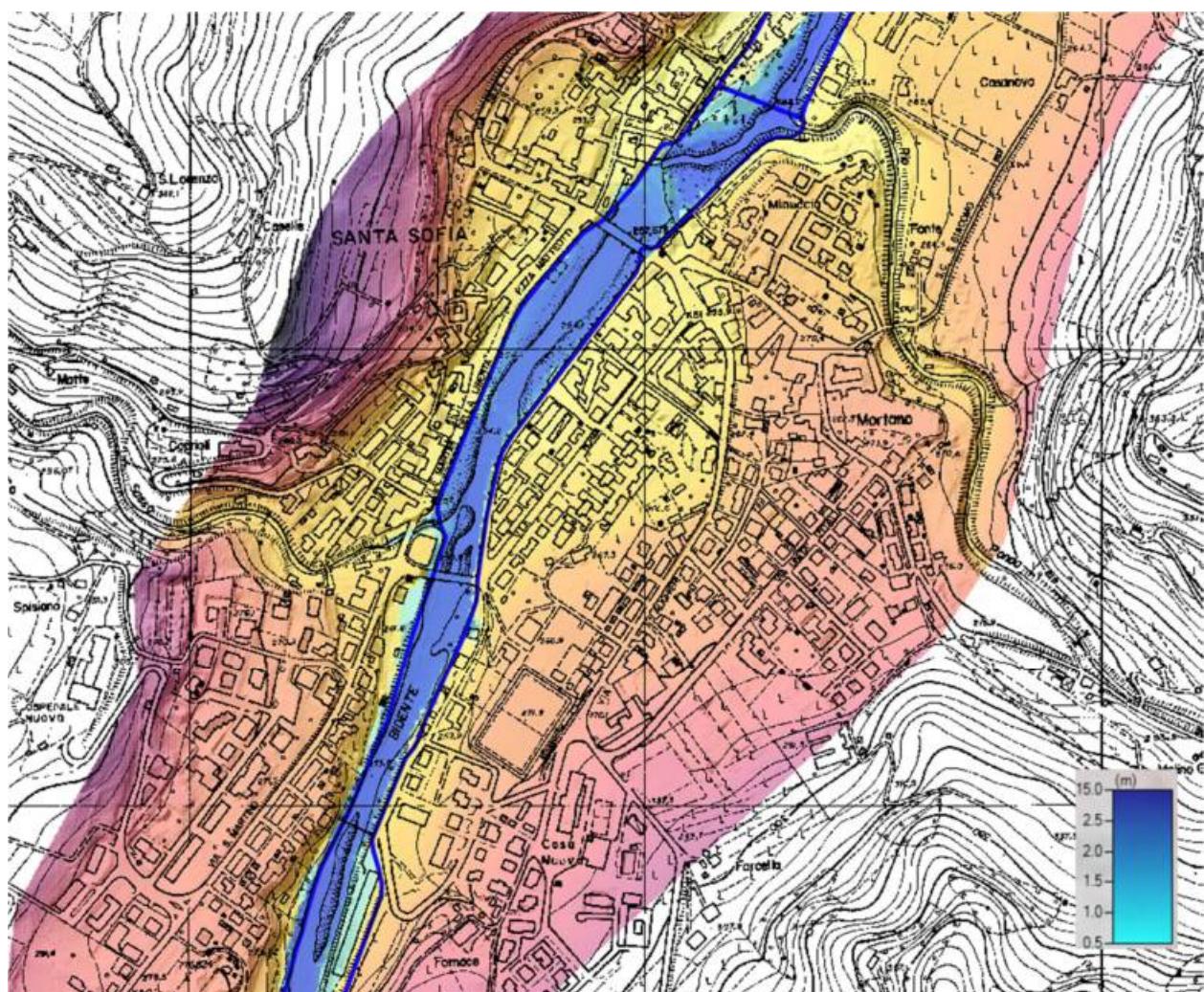


Fig. 93 Fiume Ronco T50: massimi tiranti a Santa Sofia (in blu P3 PGRA 2021)

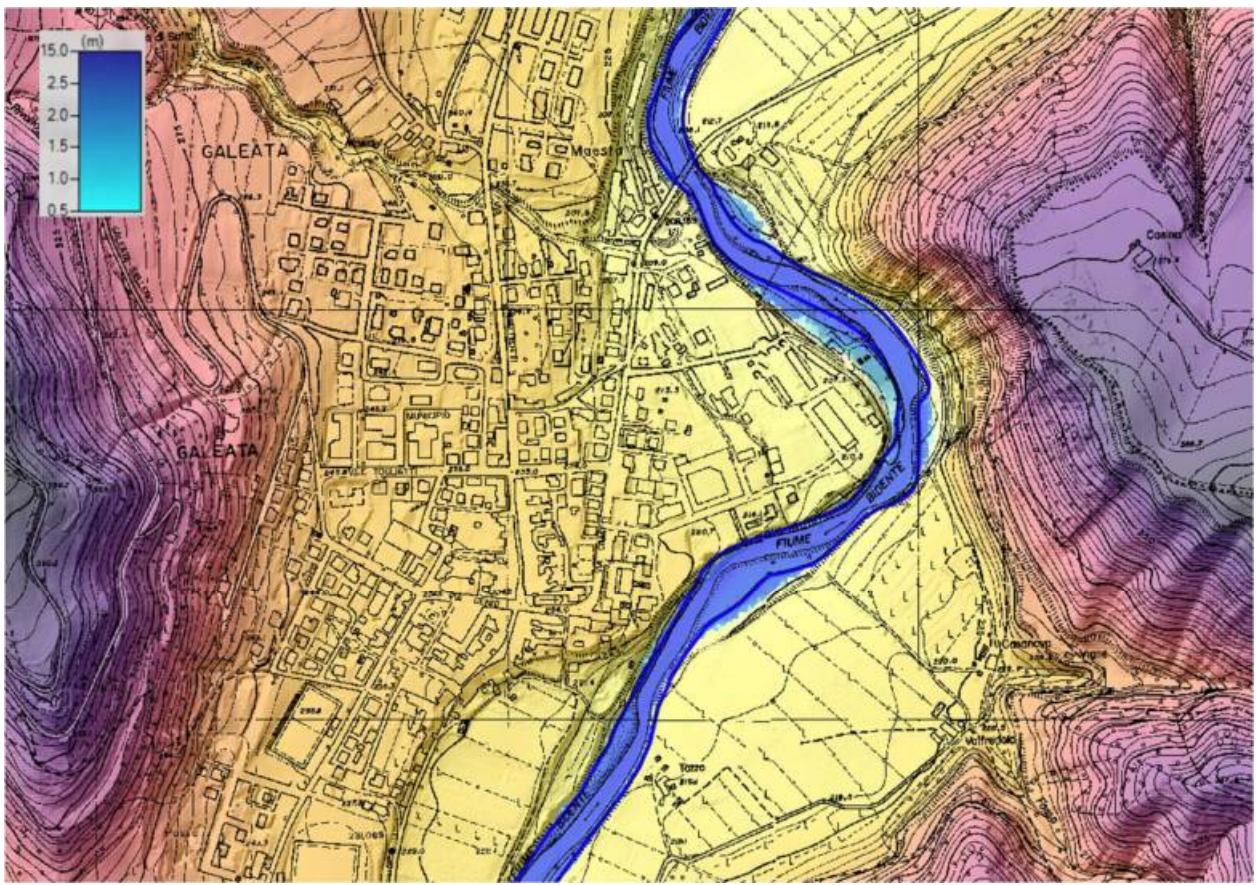


Fig. 94 Fiume Ronco T50: massimi tiranti a Galeata (in blu P3 PGRA 2021)

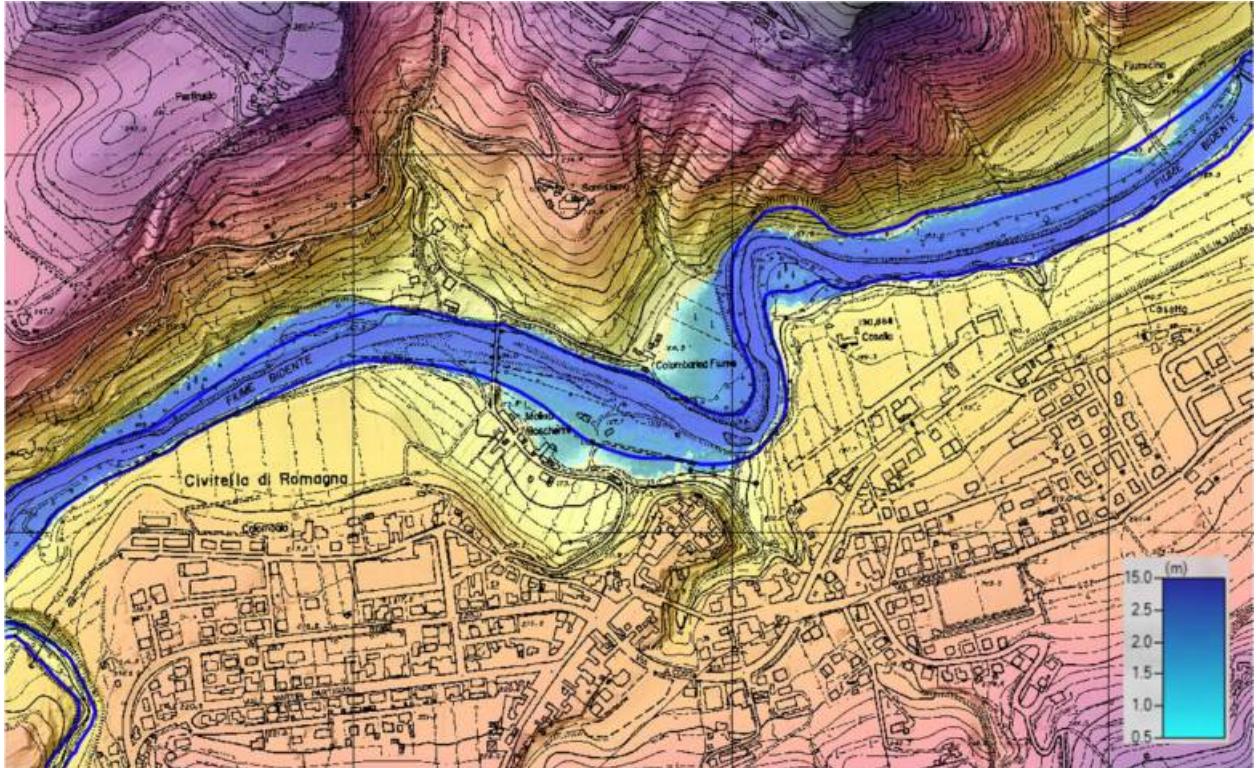


Fig. 95 Fiume Ronco T50: massimi tiranti a Civitella di Romagna (in blu P3 PGRA 2021)

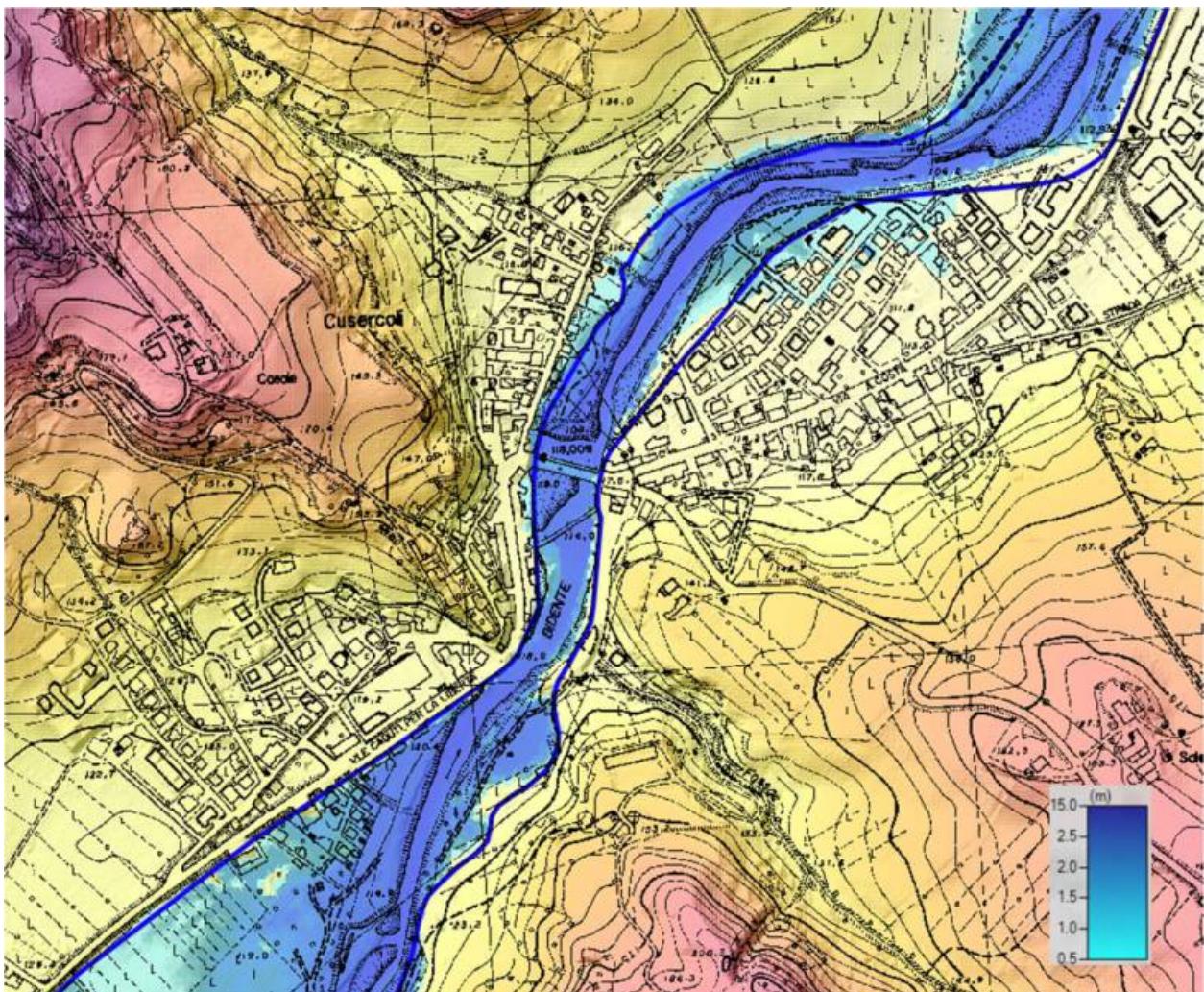


Fig. 96 Fiume Ronco T50: massimi tiranti a Civitella di Romagna – loc. Cusercoli (in blu P3 PGRA 2021)

Proseguendo verso valle, in Comune di Meldola, l'alveo diventa più ampio e anche le aree di esondazione della piena cinquantennale risultano più estese e interessano porzioni di territorio esterne all'alveo inciso, con coinvolgimento di alcune edifici produttivi posti comunque in fregio al corso d'acqua (cfr. Fig. 97 e Fig. 98).

In corrispondenza del centro abitato di Meldola si verificano allagamenti della zona urbanizzata posta all'interno del meandro (cfr. Fig. 99).

Tra l'abitato di Meldola e la località Ronco in Comune di Forlì la valle è sempre più ampia e le aree di allagamento per la piena cinquantennale raggiungono larghezze prossime a 800/900 m, al cui interno sono presenti diverse aree di cava (cfr. da Fig. 100 e Fig. 105).

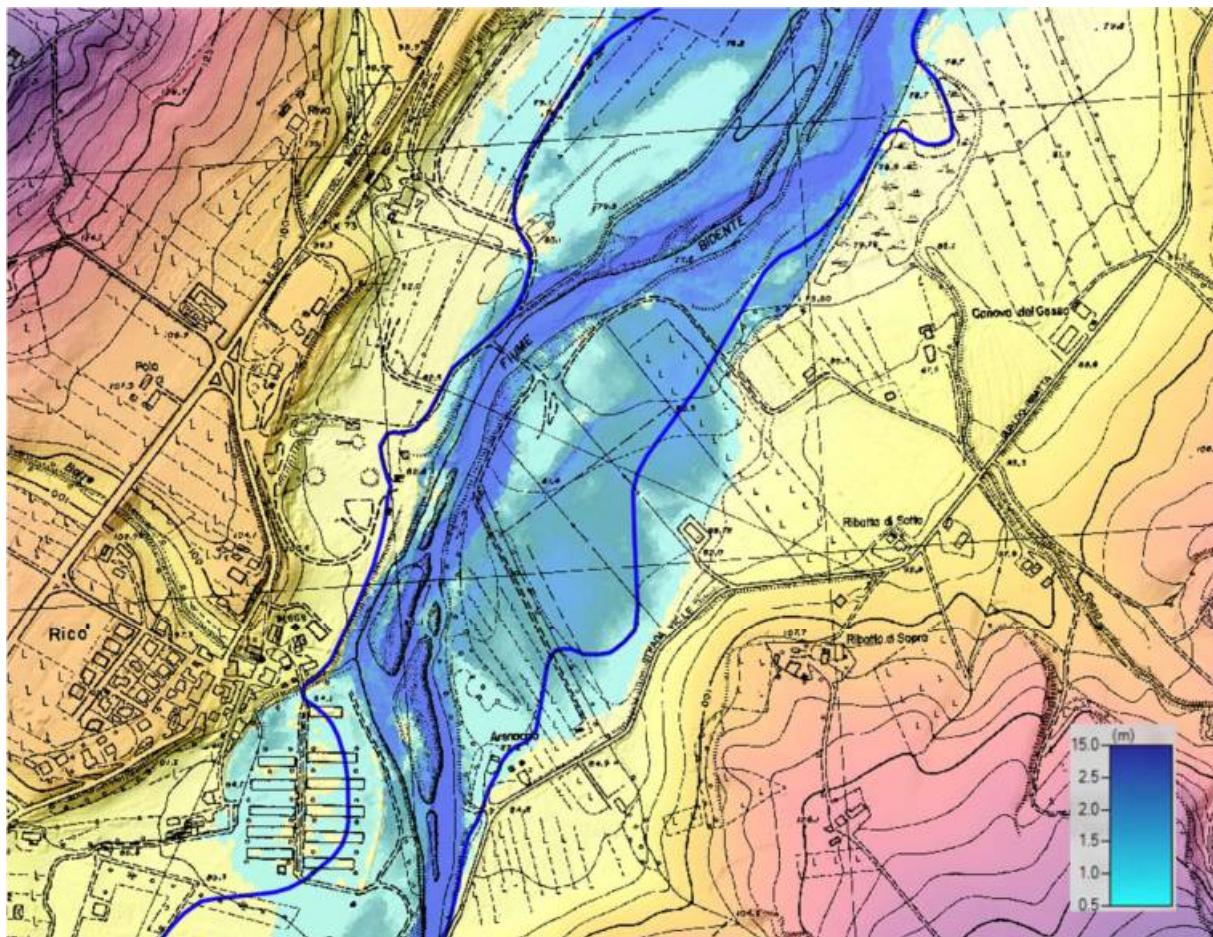


Fig. 97 Fiume Ronco T50: massimi tiranti a Meldola (in blu P3 PGRA 2021)

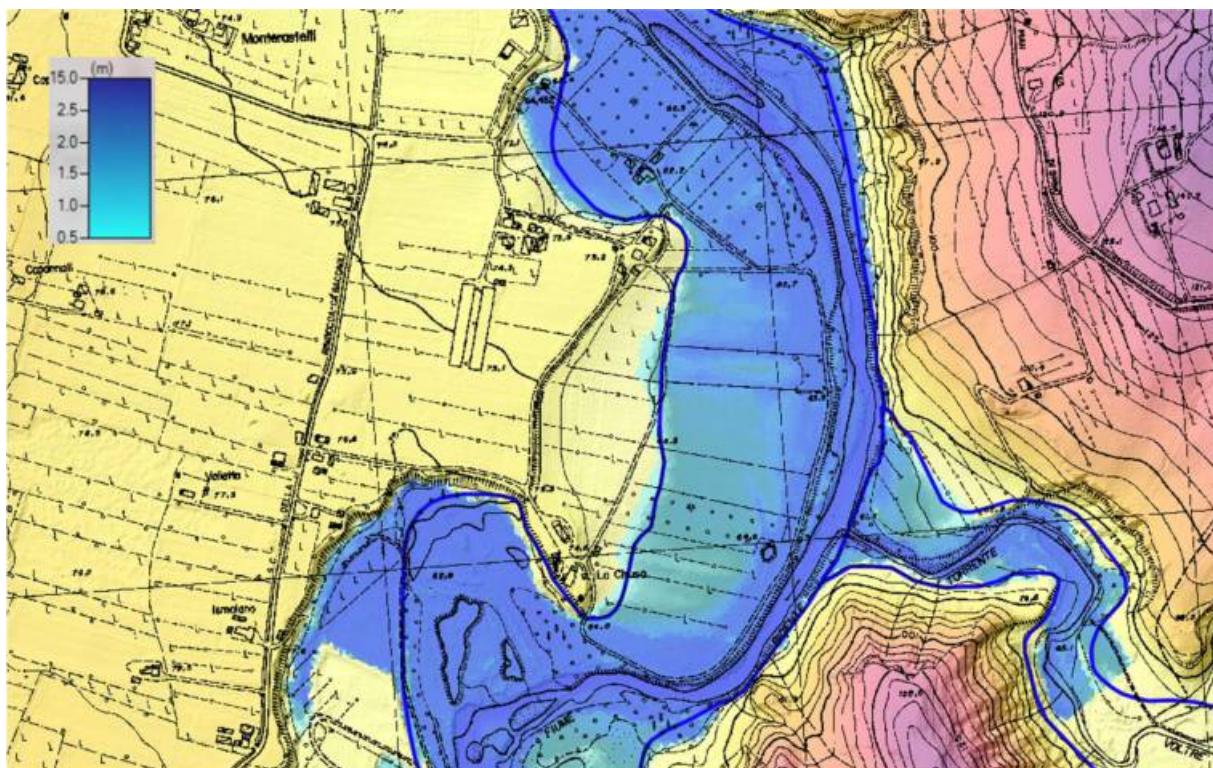


Fig. 98 Fiume Ronco T50: massimi tiranti a Meldola in corrispondenza della confluenza con il T. Voltre (in blu P3 PGRA 2021)

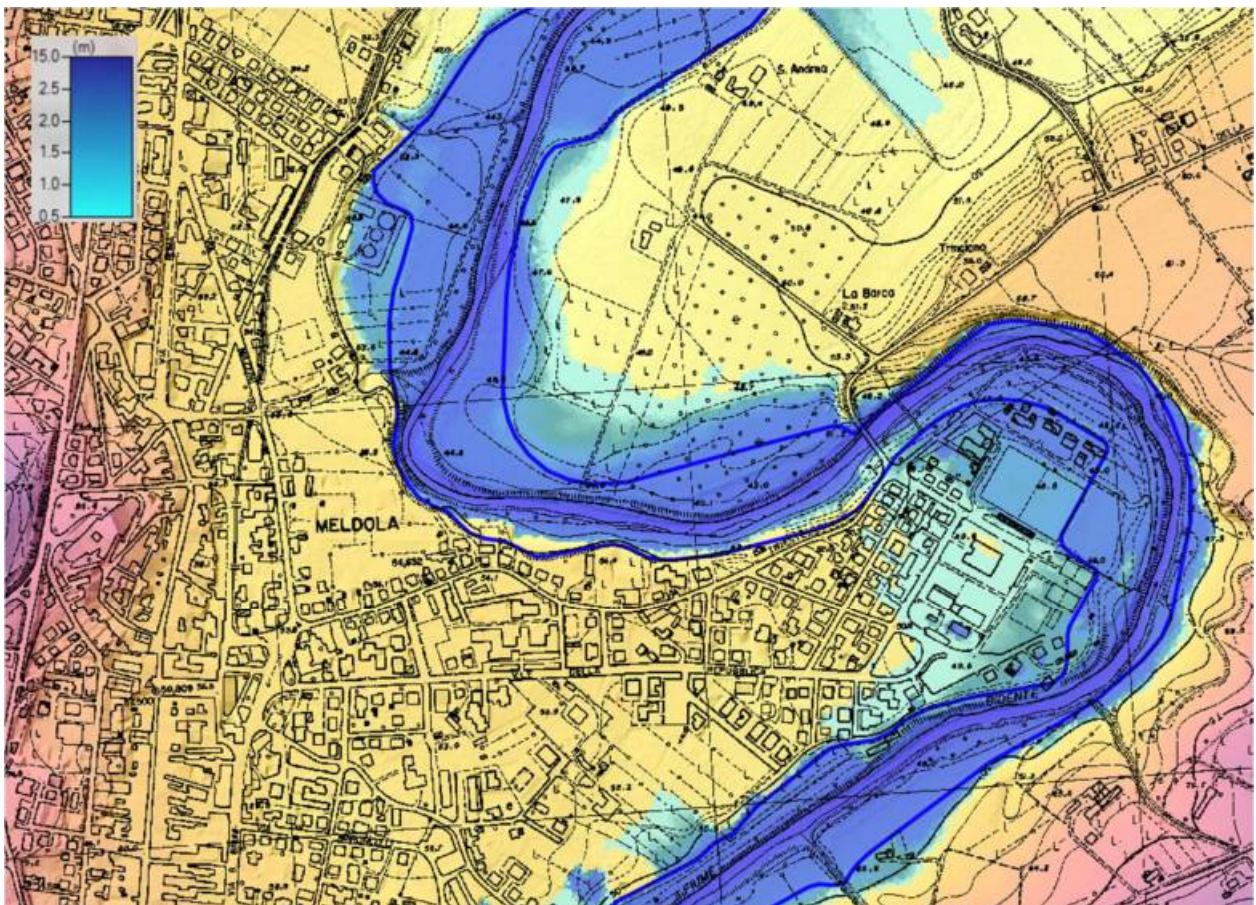


Fig. 99 Fiume Ronco T50: massimi tiranti a Meldola in corrispondenza del centro abitato (in blu P3 PGRA 2021)

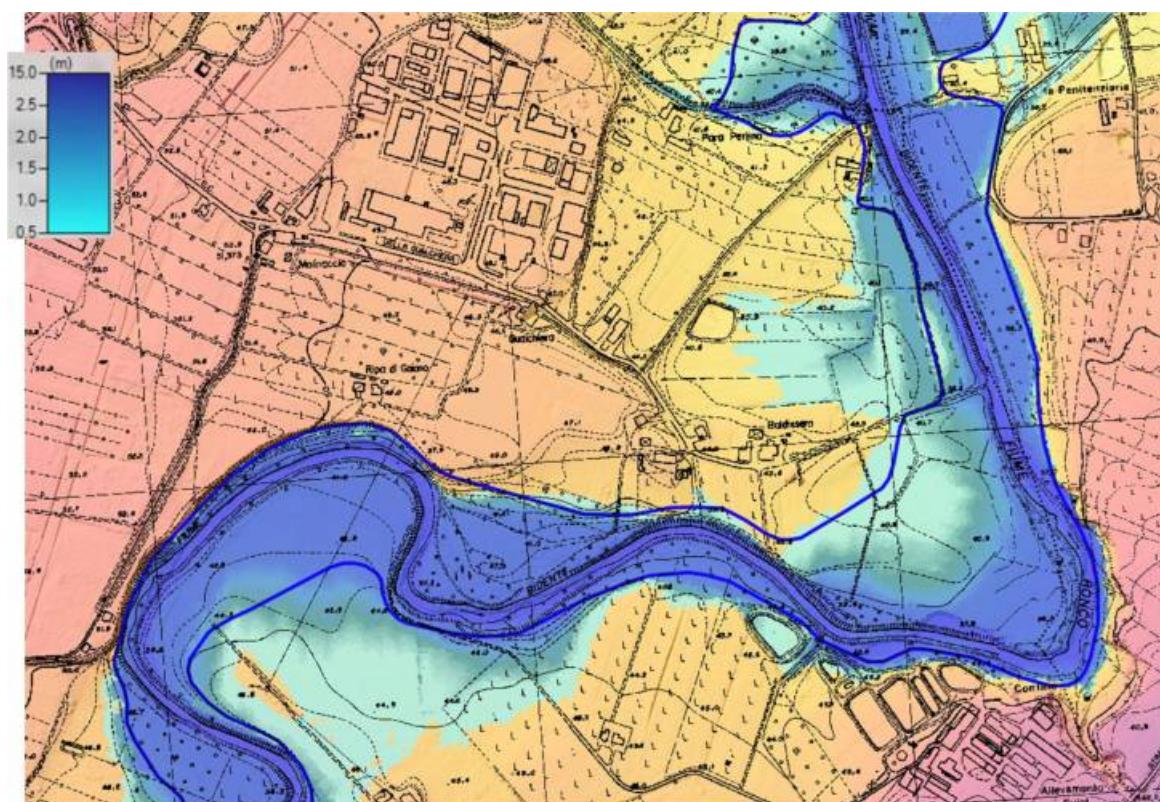


Fig. 100 Fiume Ronco T50: massimi tiranti tra il centro abitato di Meldola e Forlì – loc. Ronco (in blu P3 PGRA 2021)

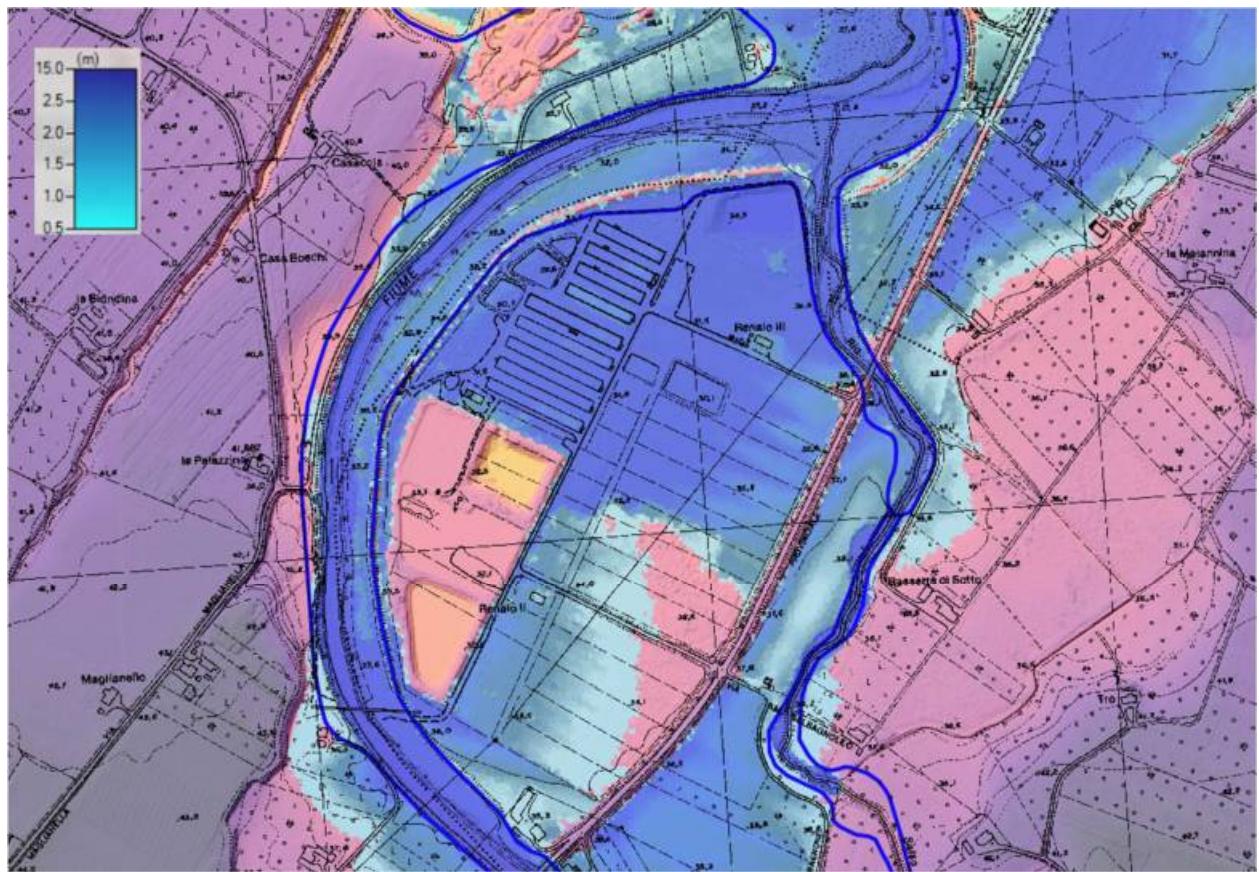


Fig. 101 Fiume Ronco T50: massimi tiranti tra il centro abitato di Meldola e Forlì – loc. Ronco (in blu P3 PGRA 2021)

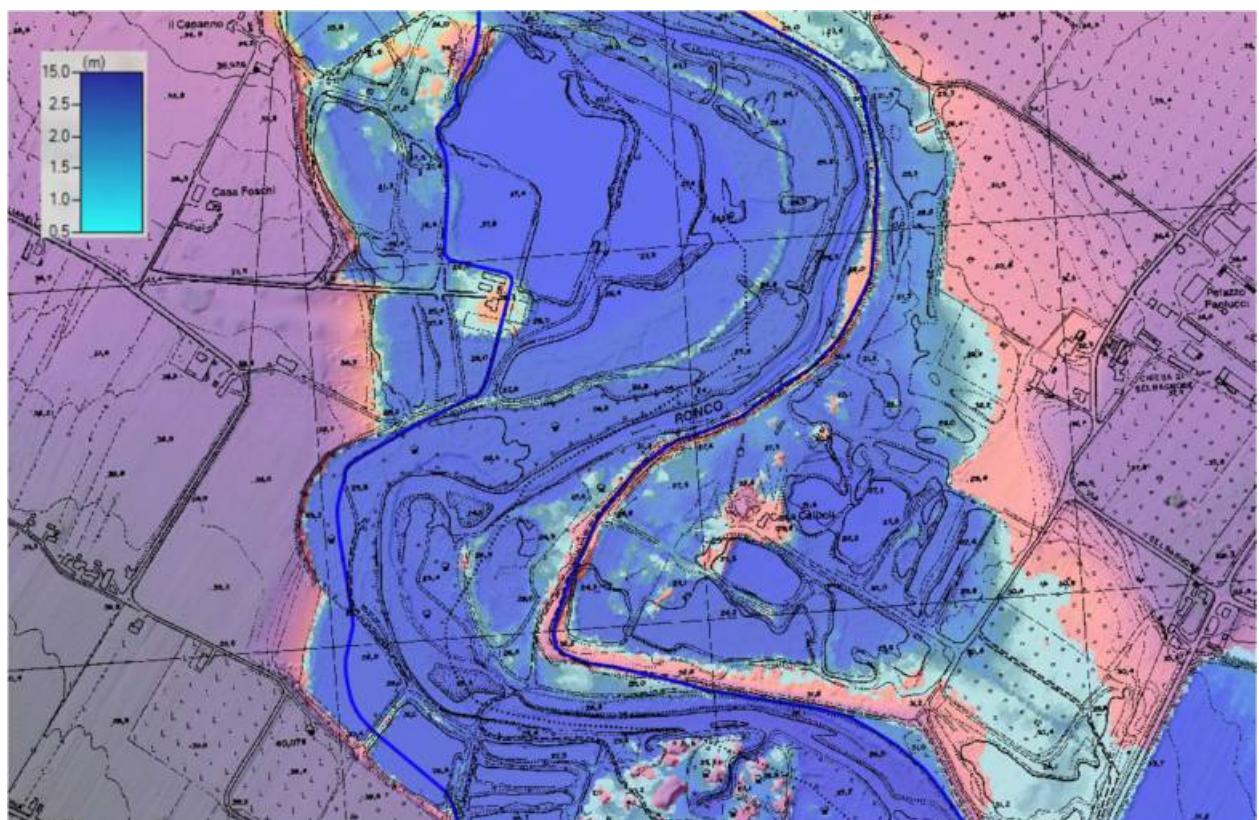


Fig. 102 Fiume Ronco T50: massimi tiranti tra il centro abitato di Meldola e Forlì – loc. Ronco (in blu P3 PGRA 2021)

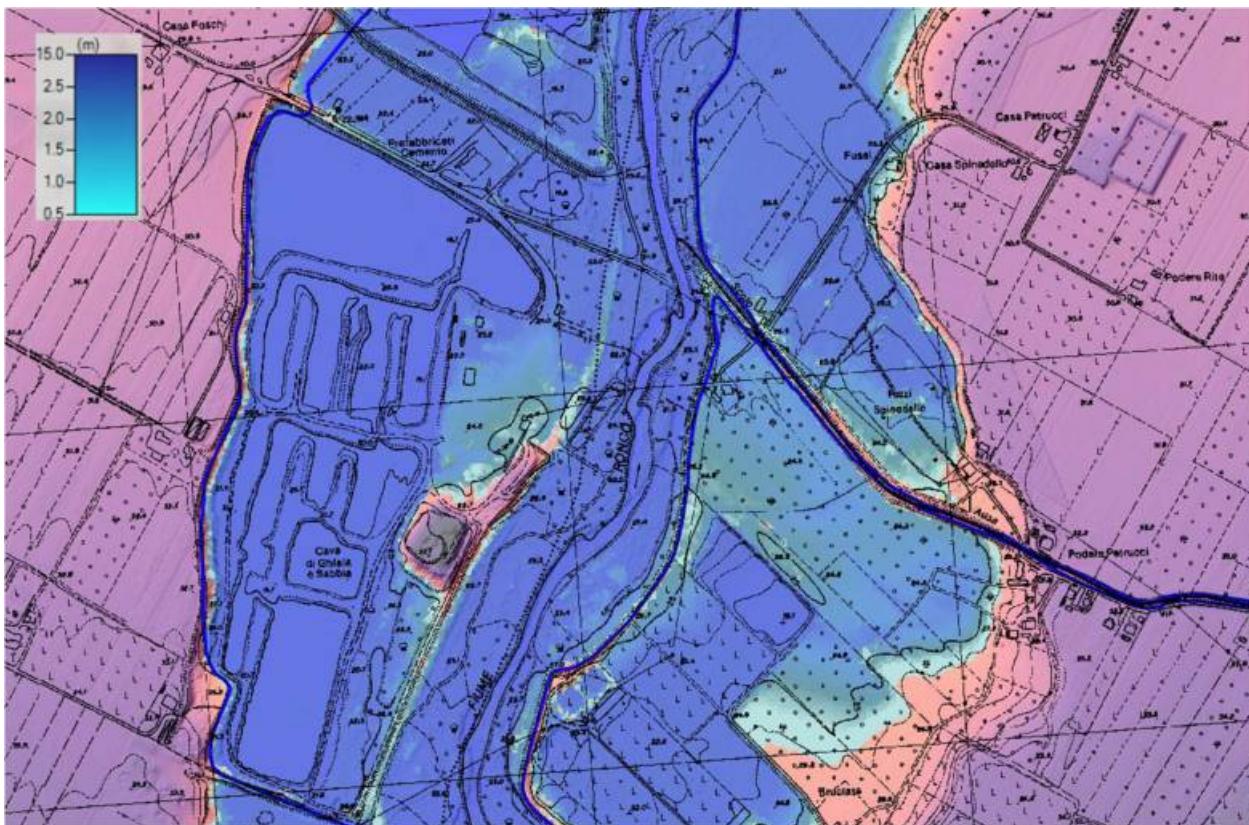


Fig. 103 Fiume Ronco T50: massimi tiranti tra il centro abitato di Meldola e Forlì – loc. Ronco (in blu P3 PGRA 2021)

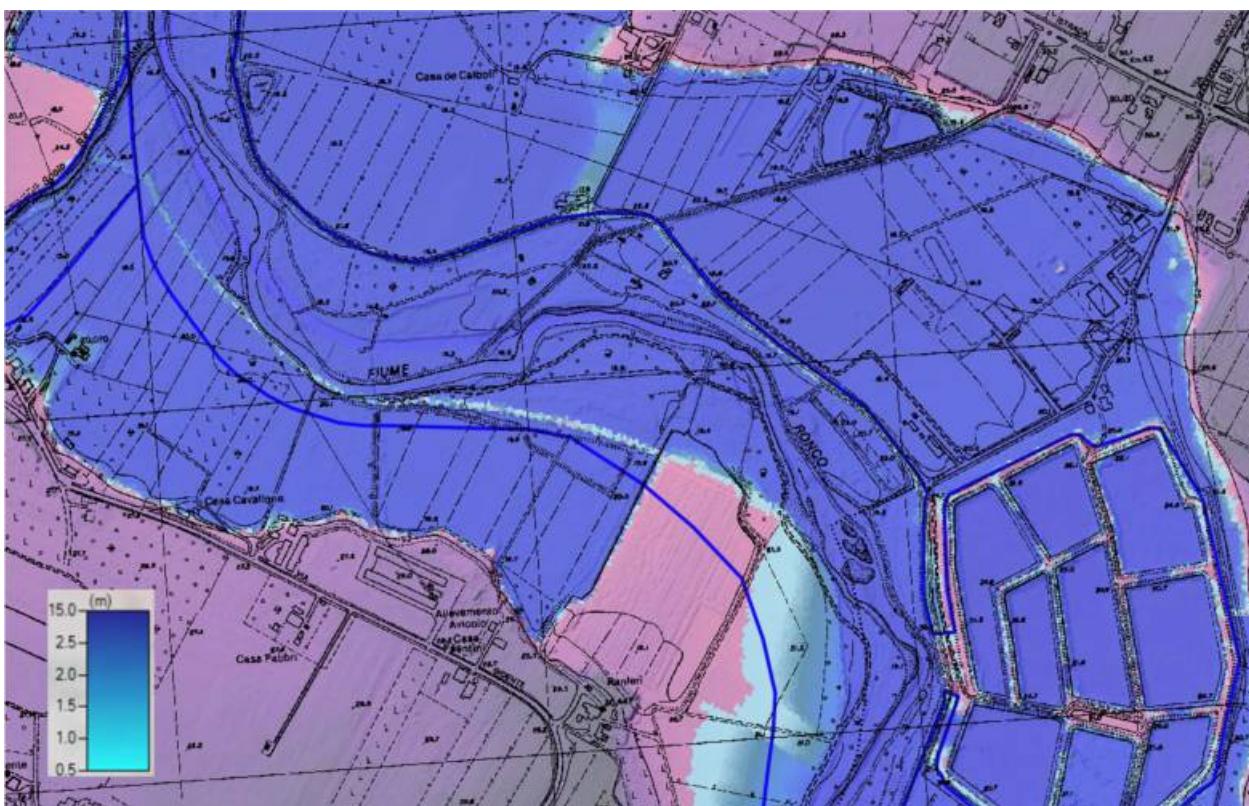


Fig. 104 Fiume Ronco T50: massimi tiranti tra il centro abitato di Meldola e Forlì – loc. Ronco (in blu P3 PGRA 2021)

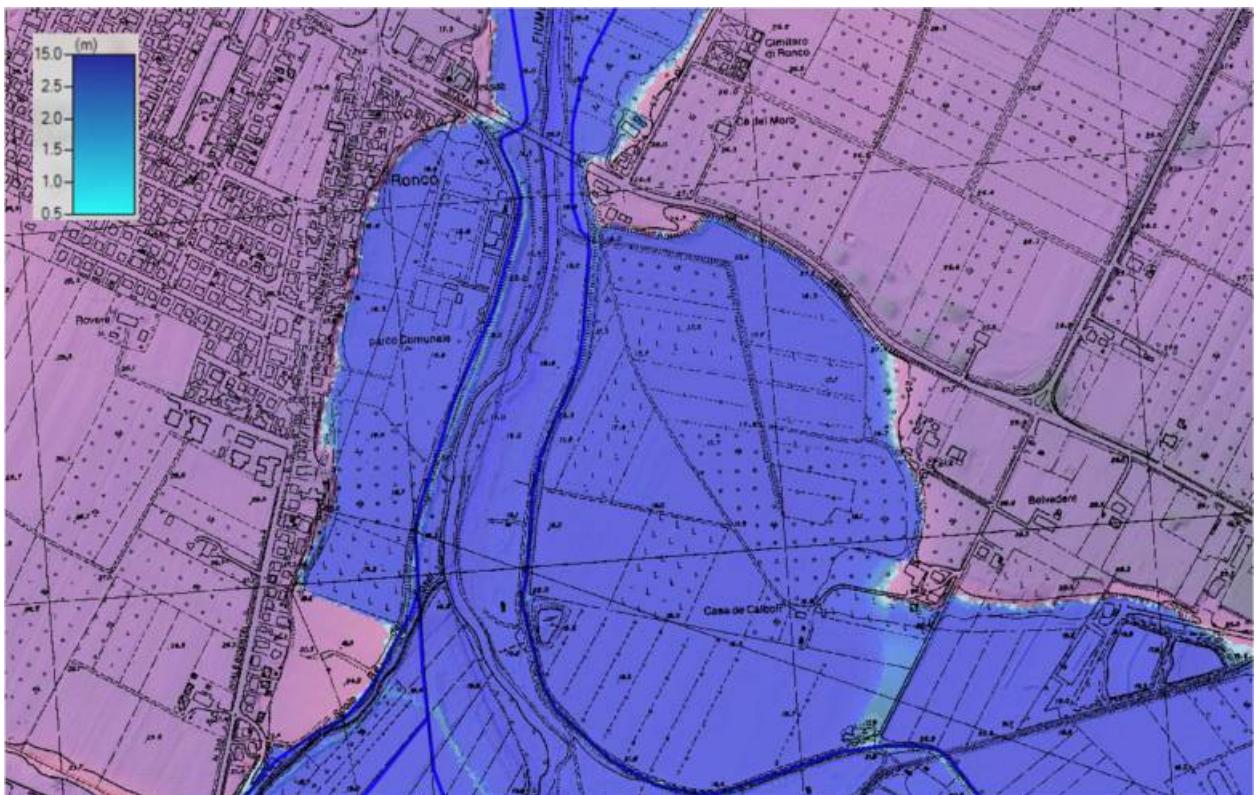


Fig. 105 Fiume Ronco T50: massimi tiranti tra il centro abitato di Meldola e Forlì – loc. Ronco (in blu P3 PGRA 2021)

A valle della via Emilia, l'alveo si riduce in larghezza e l'andamento dello stesso comincia ad essere a tratti sinuoso e rettilineo. Fino alla periferia nord della città di Forlì, zona depuratore, la piena dell'evento cinquantennale non interessa ambiti urbanizzati (cfr. Fig. 106, Fig. 107 e Fig. 108).

A valle, nel tratto a monte dell'autostrada A14, invece, si verificano esondazioni ampie che interessano ambiti urbanizzati (cfr. Fig. 109). Tali esondazioni proseguono poi verso valle, in direzione nord, attraversando la pianura. Dalla località Borgo Sisa inizia il tratto arginato classificato, dal quale si verificano alcune tracimazioni che incrementano le suddette esondazioni provenienti da monte (cfr. Fig. 110 e Fig. 111).

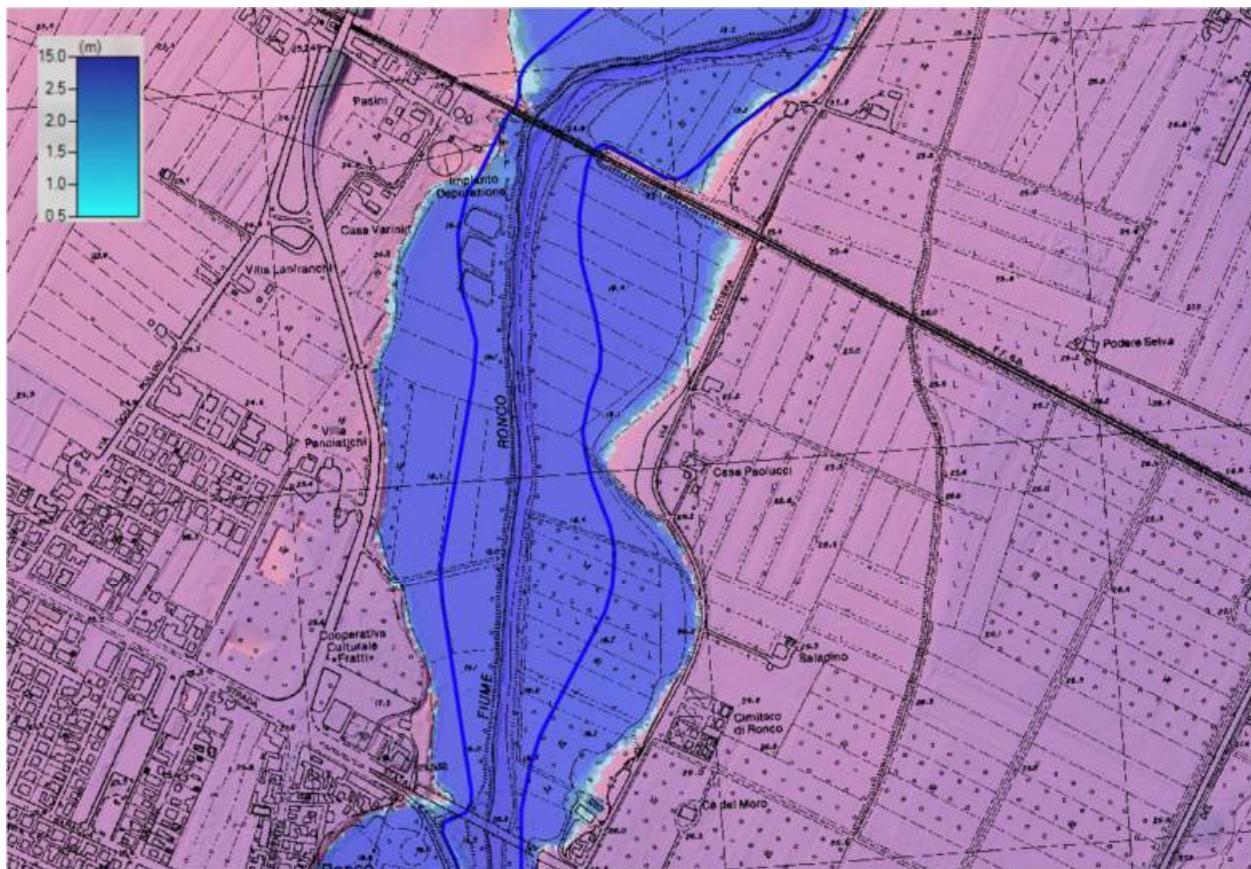


Fig. 106 Fiume Ronco T50: massimi tiranti a Forlì (in blu P3 PGRA 2021)



Fig. 107 Fiume Ronco T50: massimi tiranti a Forlì (in blu P3 PGRA 2021)

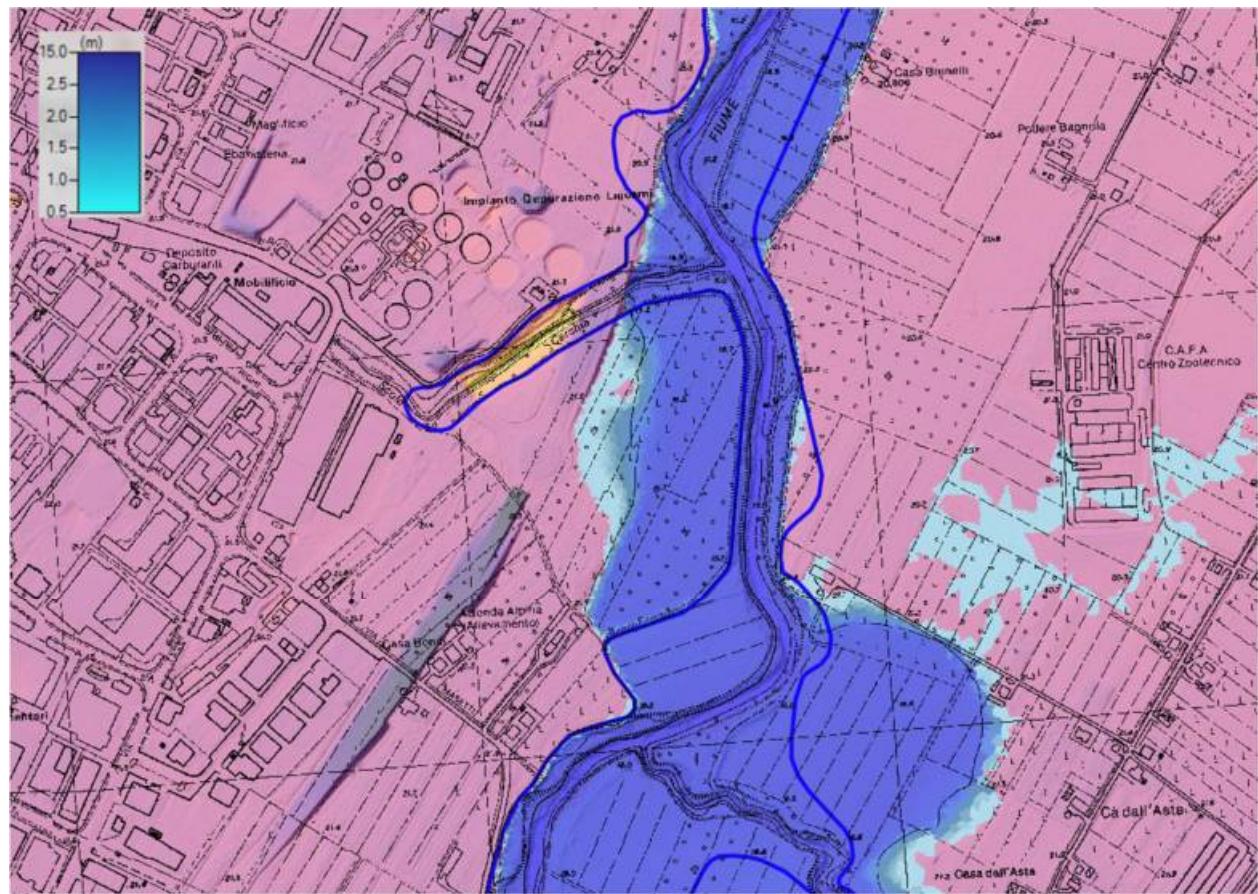


Fig. 108 Fiume Ronco T50: massimi tiranti a Forlì (in blu P3 PGRA 2021)

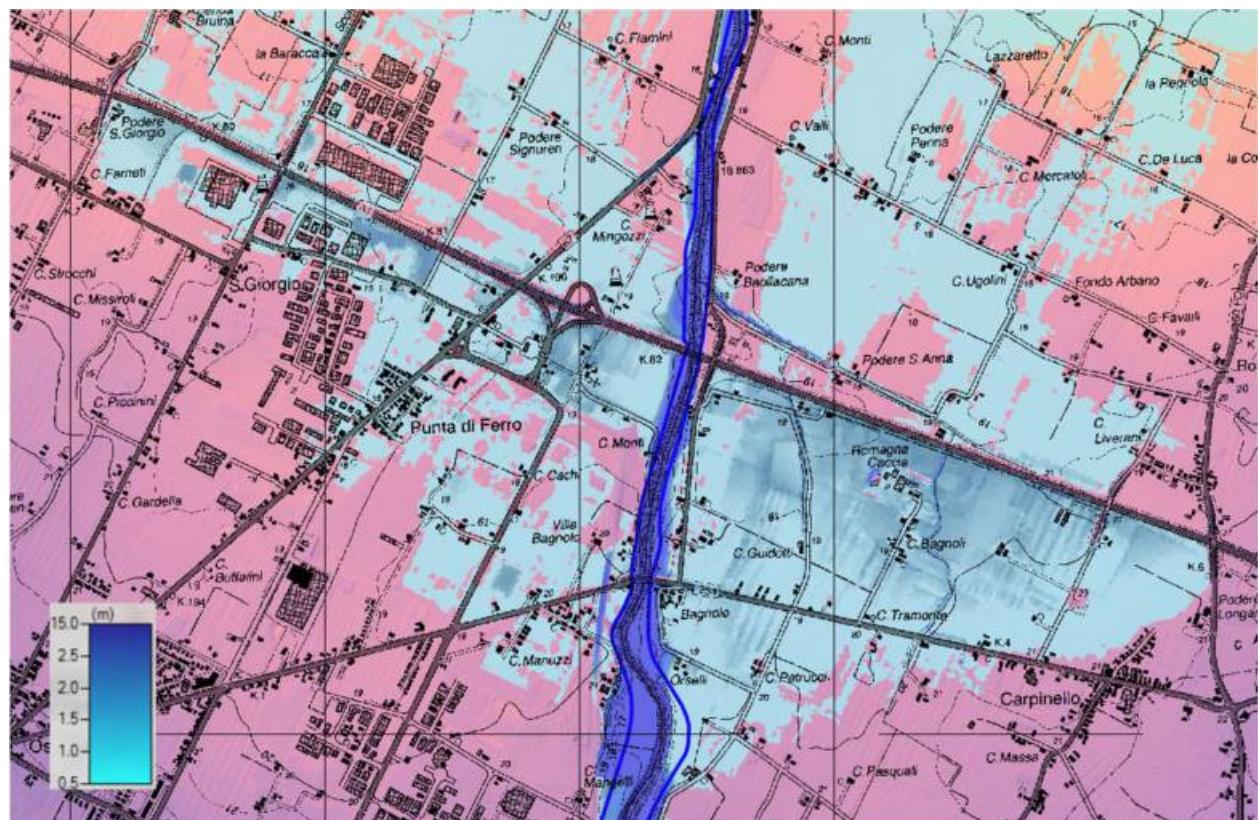


Fig. 109 Fiume Ronco T50: massimi tiranti a Forlì (in blu P3 PGRA 2021)



Fig. 110 Fiume Ronco T50: massimi tiranti a Forlì (in blu P3 PGRA 2021)



Fig. 111 Fiume Ronco T50: massimi tiranti a Forlì (in blu P3 PGRA 2021)

A valle di Coccolia la piena proveniente da monte prosegue verso valle, fino a confluire nei Fiumi Uniti, senza ulteriori tracimazioni arginali.

I suddetti allagamenti risultano del tutto paragonabili, ad eccezione del tratto a monte dell'Autostrada A14 in destra idraulica, con quelli verificatisi durante l'evento del 16-18 maggio 2023, come riportato nella Fig. 112 e successive. Ciò conferma quanto già indicato nella Fig. 20, in cui è indicato che l'evento di piena del 16-18 maggio 2023 è stato caratterizzato da un tempo di ritorno compreso tra 50 e 200 anni.

Si segnala che lungo l'intero tratto di corso d'acqua arginato, le aree P3 del PGRA 2021 sono poste in corrispondenza dei rilevati arginali classificati.

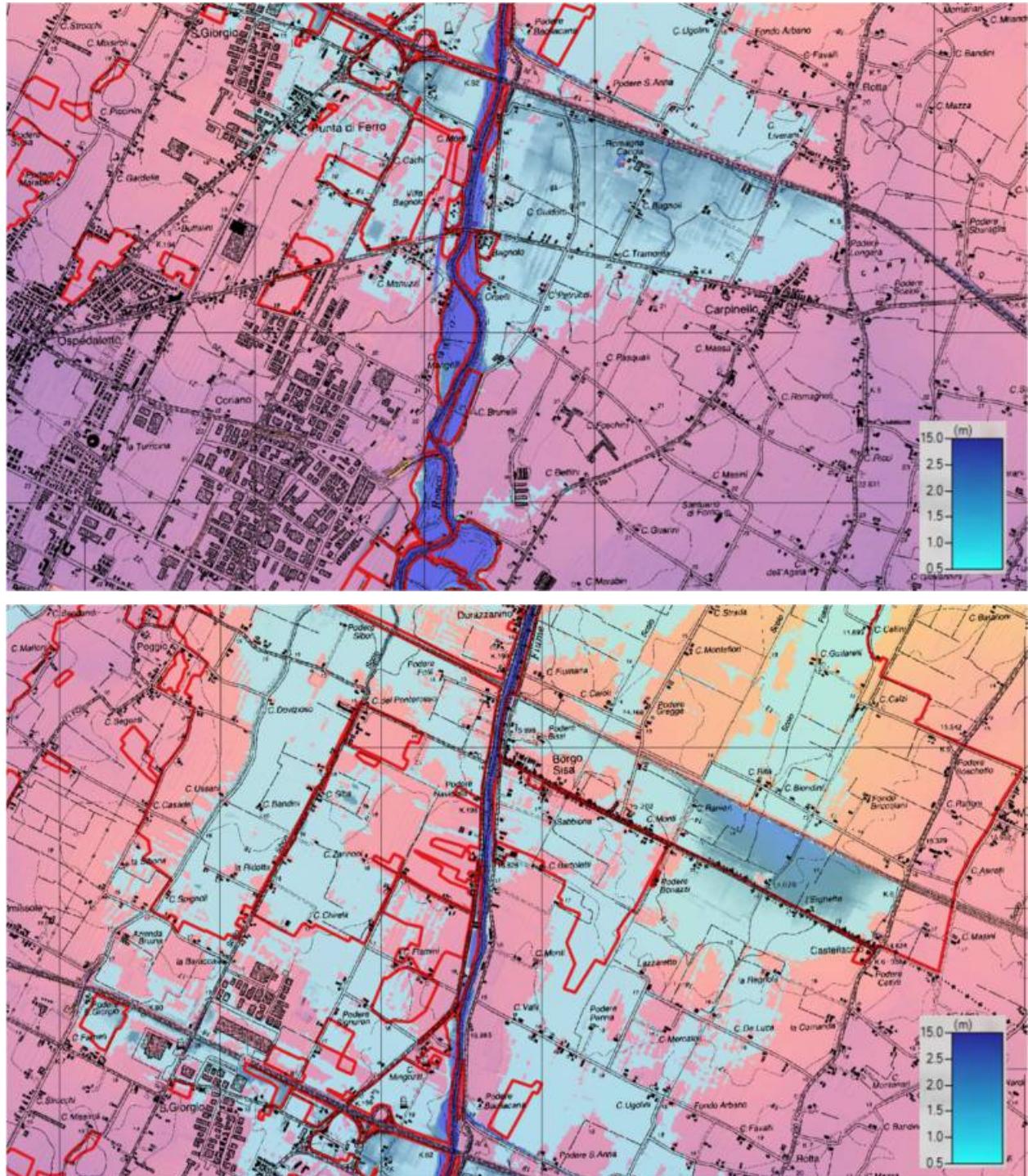


Fig. 112 Massimi tiranti T50 nel tratto a valle della città di Forlì sovrapposti alla perimetrazione degli allagamenti occorsi durante l'evento del 16-18 maggio 2023 (in rosso)

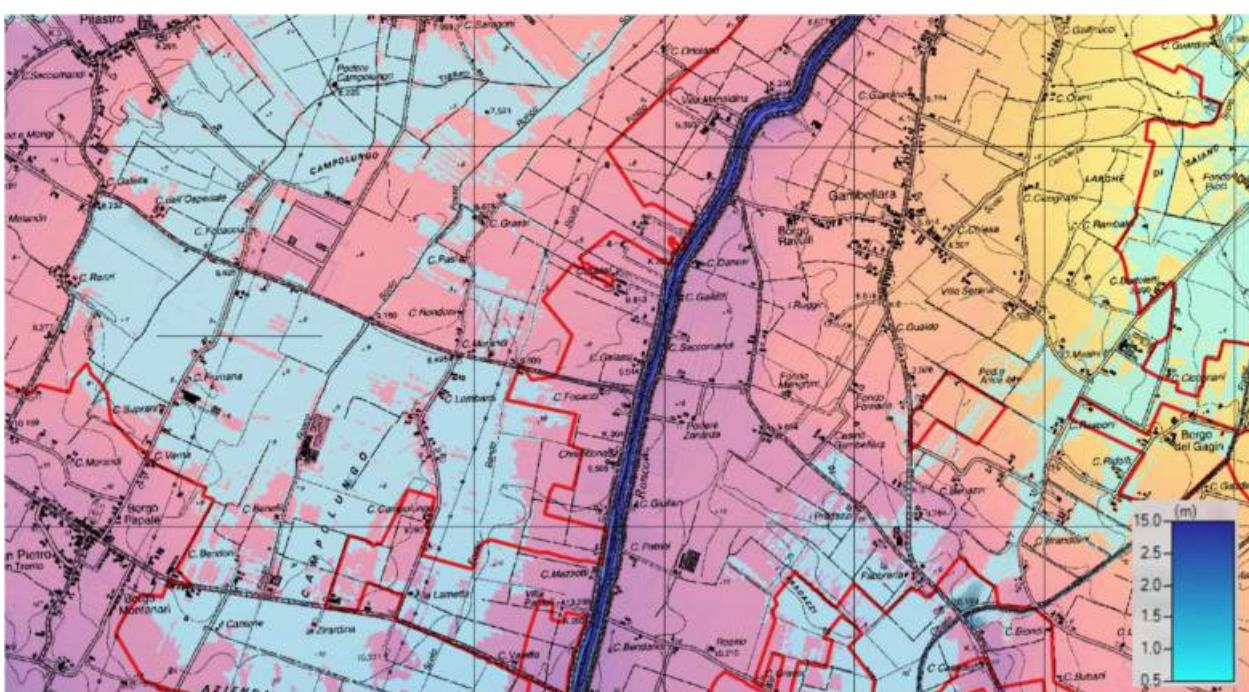


Fig. 113 Massimi tiranti T50 nel tratto a valle della città di Forlì sovrapposti alla perimetrazione degli allagamenti occorsi durante l'evento del 16-18 maggio 2023 (in rosso)

Di seguito si riportano alcuni confronti tra gli idrogrammi definiti dalle analisi idrologiche nelle sezioni di chiusura dei sottobacini e le portate ottenute con il modello idraulico nelle medesime sezioni. La differenza tra le due tipologie di idrogrammi è rappresentativa degli effetti di laminazione e traslazione dell'onda di piena, associati soprattutto ai fenomeni di esondazione che si verificano lungo l'asta fluviale, che possono indurre anche una riduzione del volume dell'idrogramma di piena defluente verso valle.

Dall'analisi dei grafici riportati nella Fig. 114 si riscontra una notevole differenza tra gli idrogrammi a qualsiasi durata critica a dimostrazione del fatto che, nel tratto del fiume Ronco a monte di Meldola, sono presenti diverse aree di esondazione che inducono tale effetto di laminazione.

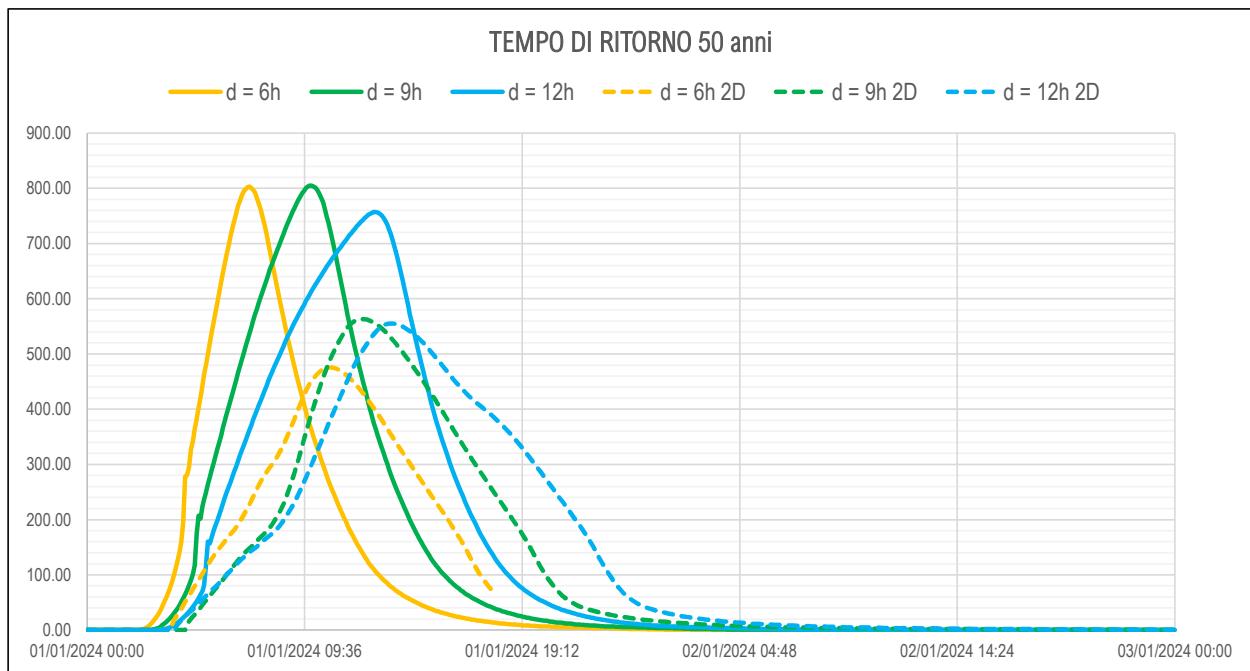


Fig. 114 Sezione a Meldola - confronto tra idrogrammi idrologici (linee continue) e idrogrammi da modello idraulico (linee tratteggiate) per T50

Gli idrogrammi riportati nella Fig. 115 sono relativi alla sezione di chiusura dell'intero bacino idrografico, nel punto in cui l'alveo è arginato con opere di difesa classificate di seconda categoria. Si osserva che, mentre gli idrogrammi ottenuti dalla sola analisi idrologica differiscono come valore di portata al colmo dalla durata dell'evento, gli idrogrammi ottenuti con il modello idraulico sono tutti caratterizzati dalla medesima portata di picco, pari a circa $300 \text{ m}^3/\text{s}$, che di fatto rappresenta la portata limite in ingresso al tratto arginato. Tale valore è molto inferiore rispetto alla portata al colmo idrologica che varia, a seconda della durata dell'evento, tra 850 e $950 \text{ m}^3/\text{s}$.

La differenza tra le due tipologie di idrogrammi indica il volume che esonda dal fiume Ronco che defluisce nelle aree goleali e nelle aree di pianura esterne agli argini e, soprattutto, che non rientra più in alveo.

In particolare, il volume esondato che non rientra più in alveo è pari a 6.6 Mm^3 per l'evento sintetico caratterizzato da una durata di 9 ore, 7.5 Mm^3 per l'evento di durata 12 ore e 10.6 Mm^3 per l'evento di durata pari a 18 ore.

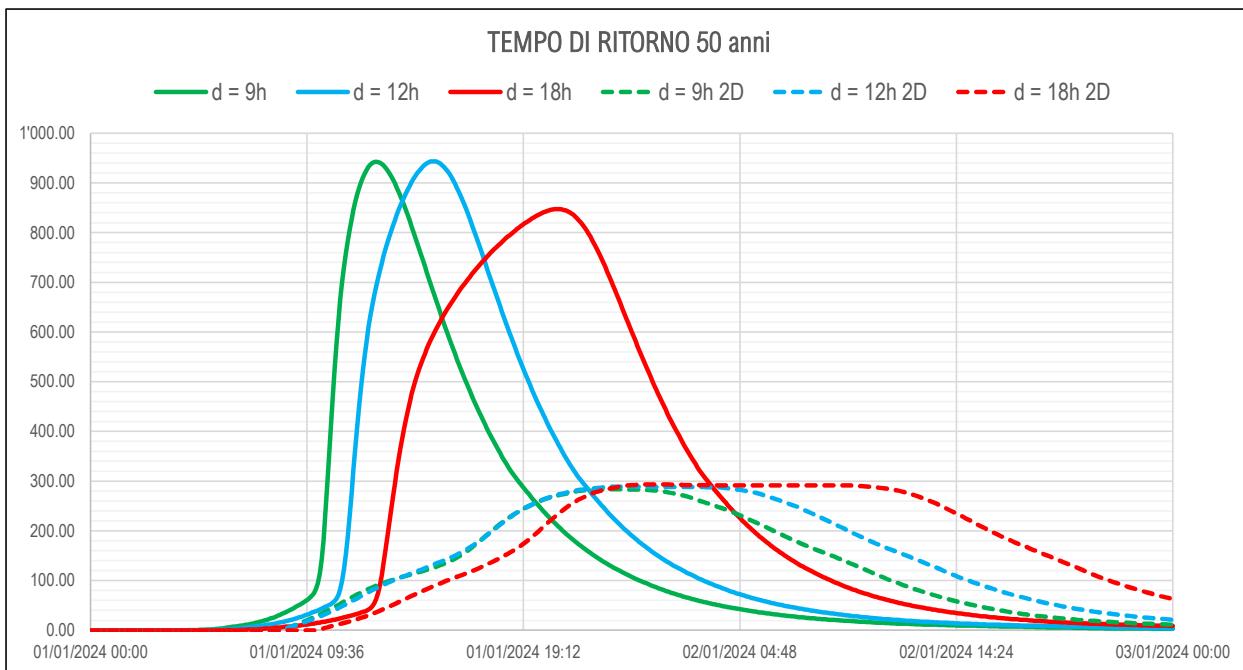


Fig. 115 T50: sezione a Coccolia - confronto tra idrogrammi idrologia (linee continue) e idrogrammi modello idraulico (linee tratteggiate)

Il suddetto valore di portata defluente nel tratto arginato a Coccolia, pari a circa $300 \text{ m}^3/\text{s}$, prosegue verso valle senza subire ulteriori riduzioni, grazie all'assenza di tracimazioni delle arginature. Pertanto, tale valore al colmo prosegue verso valle riducendosi leggermente per effetti di traslazione lungo l'alveo. La portata al colmo nella sezione terminale del fiume Ronco, che si immette nel Fiumi Uniti, è pari a circa $280 \text{ m}^3/\text{s}$, per l'evento di durata 12 ore (per evento di durata pari a 18 ore il colmo è pari a $285 \text{ m}^3/\text{s}$).

Tali valori di portata confermano i risultati delle analisi in moto permanente, riportate nel paragrafo 6.3; in cui si è definito che il valore della capacità idraulica del tratto arginato è pari a circa $250 \text{ m}^3/\text{s}$ (considerando un valore di franco di almeno 50 cm rispetto al coronamento arginale).

7.3.3.2 Evento T200

Con riferimento all'evento di piena duecentennale, le dinamiche idrauliche sono del tutto analoghe a quelle descritte per l'evento con tempo di ritorno cinquantennale, con tiranti più severi e aree di allagamento più estese, soprattutto nella zona di pianura.

Di seguito si riportano le medesime figure proposte in precedenza, in cui è raffigurato il confronto fra i risultati del modello idraulico, in termini di aree allagabili, e le aree di pericolosità P2 del PGRA 2021 (coincidenti con le aree art. 4 del PAI preesistente), associate anch'esse ad eventi con tempo di ritorno pari a 200 anni.

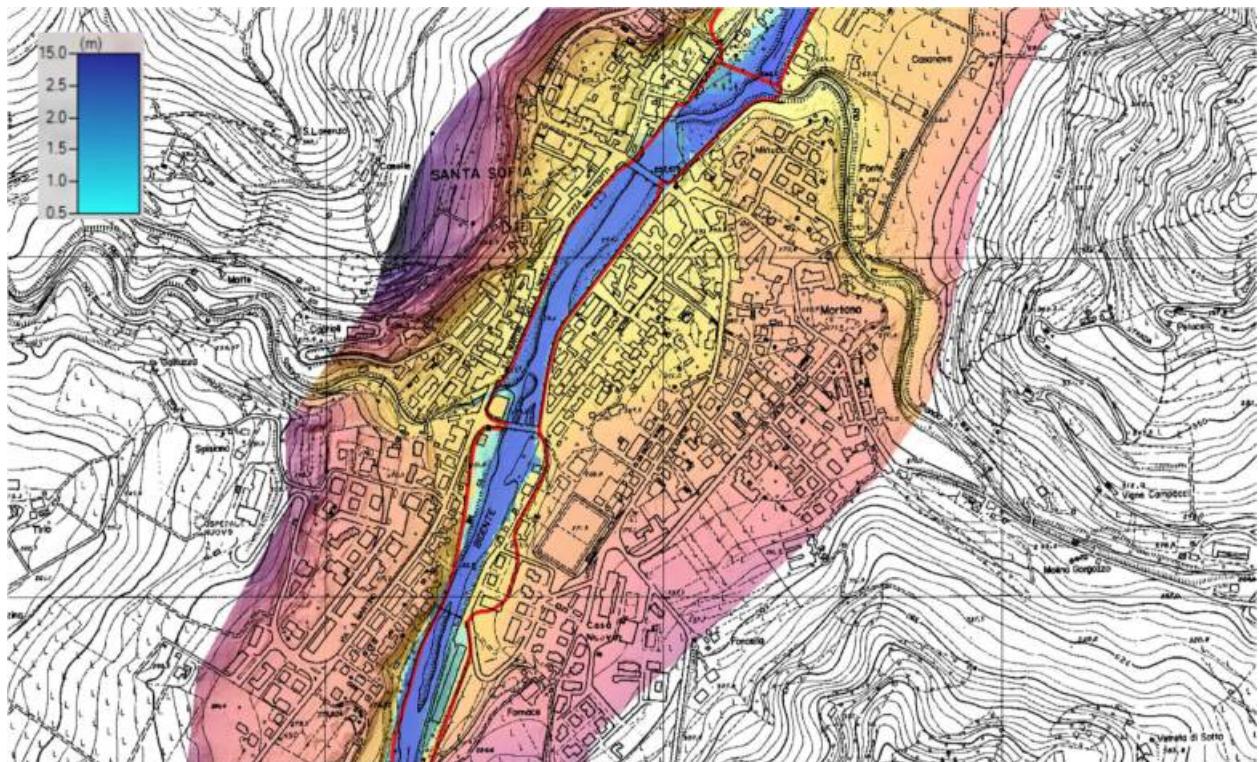


Fig. 116 T200: massimi tiranti a Santa Sofia (in rosso P2 PGRA 2021)

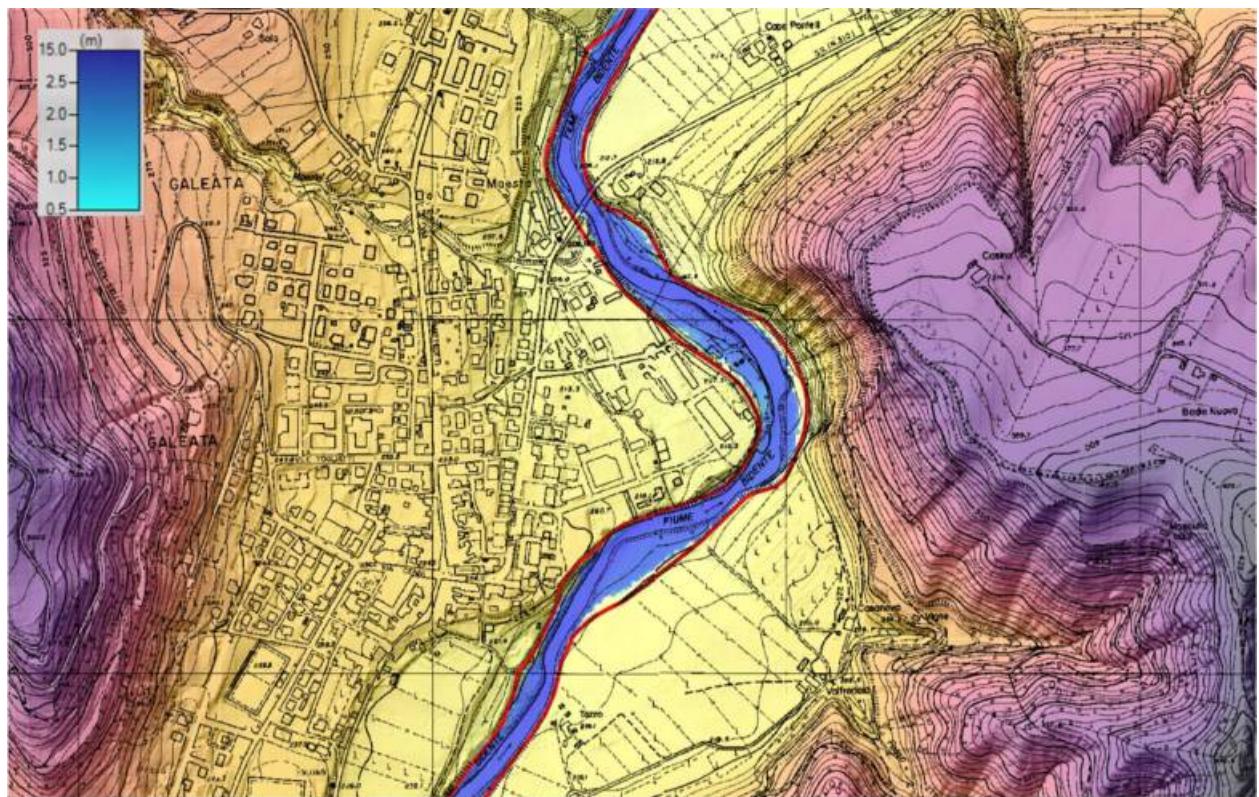


Fig. 117 T200: massimi tiranti a Galeata (in rosso P2 PGRA 2021)

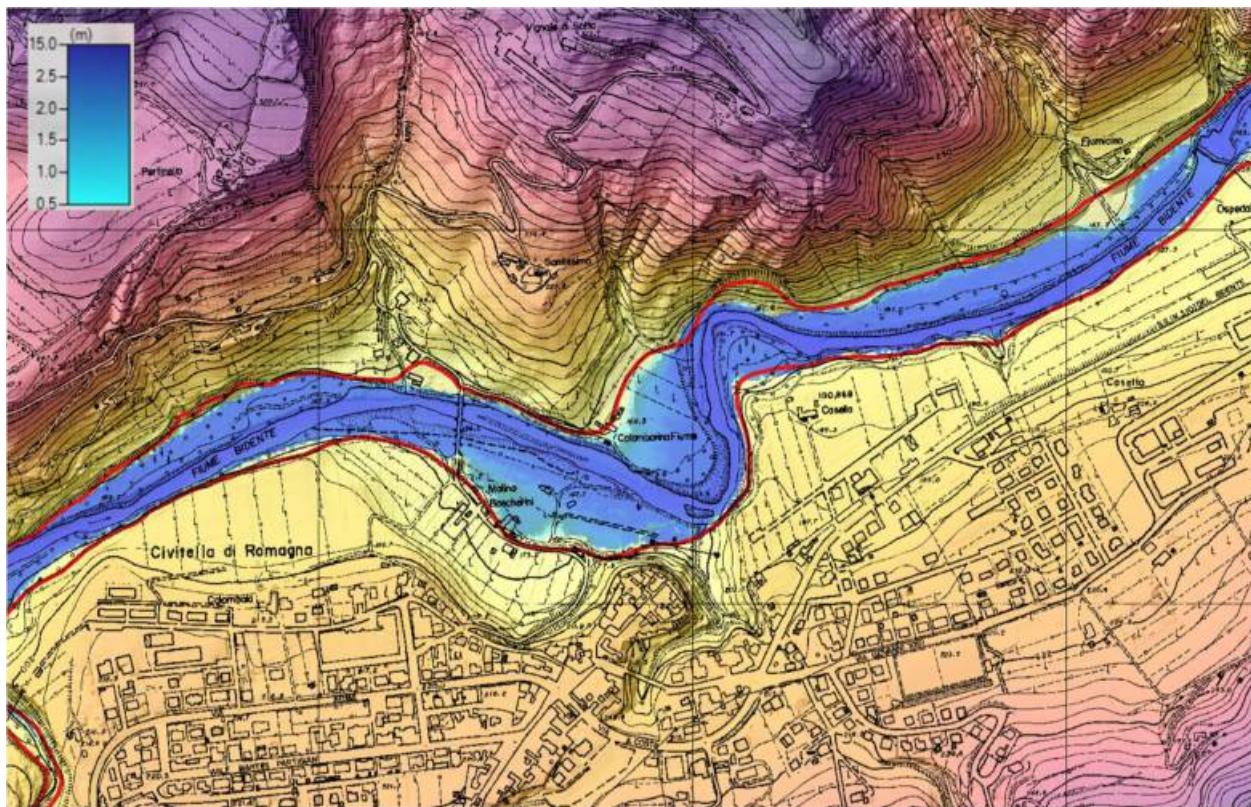


Fig. 118 T200: massimi tiranti a Civitella di Romagna (in rosso P2 PGRA 2021)

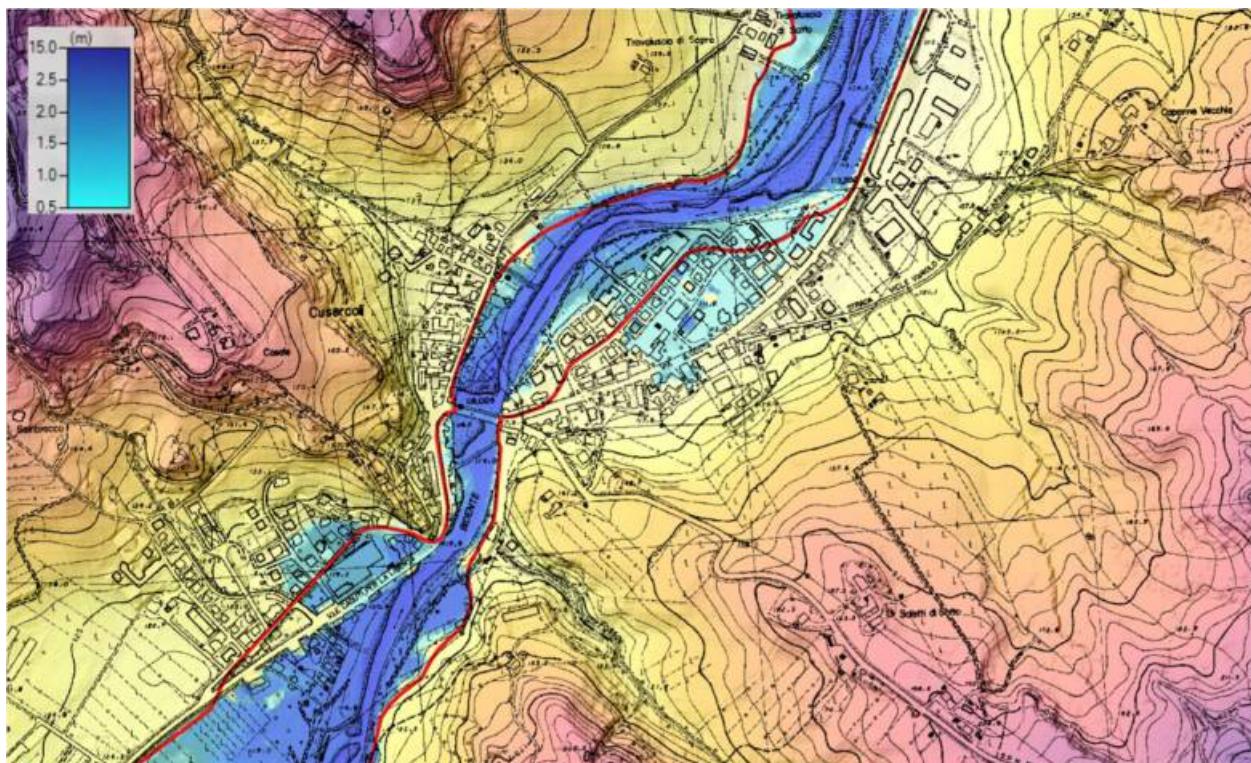


Fig. 119 T200: massimi tiranti a Civitella di Romagna – loc. Cusercoli (in rosso P2 PGRA 2021)

Proseguendo verso valle, in Comune di Meldola, l'alveo diventa più ampio e anche le aree di esondazione della piena duecentennale risultano più estese e interessano porzioni di territorio esterne all'alveo inciso, con interessamento di alcune edifici produttivi posti comunque in fregio al corso d'acqua (cfr. Fig. 120 e Fig. 121).

In corrispondenza del centro abitato di Meldola si verificano degli allagamenti della zona urbanizzata posta all'interno del meandro (cfr. Fig. 122).

Tra l'abitato di Meldola e la località Ronco in Comune di Forlì la valle è sempre più ampia e le aree di allagamento per la piena cinquantennale raggiungono larghezze prossime a 800/900 m, al cui interno sono presenti diverse aree di cava (cfr. da Fig. 123 e Fig. 128).

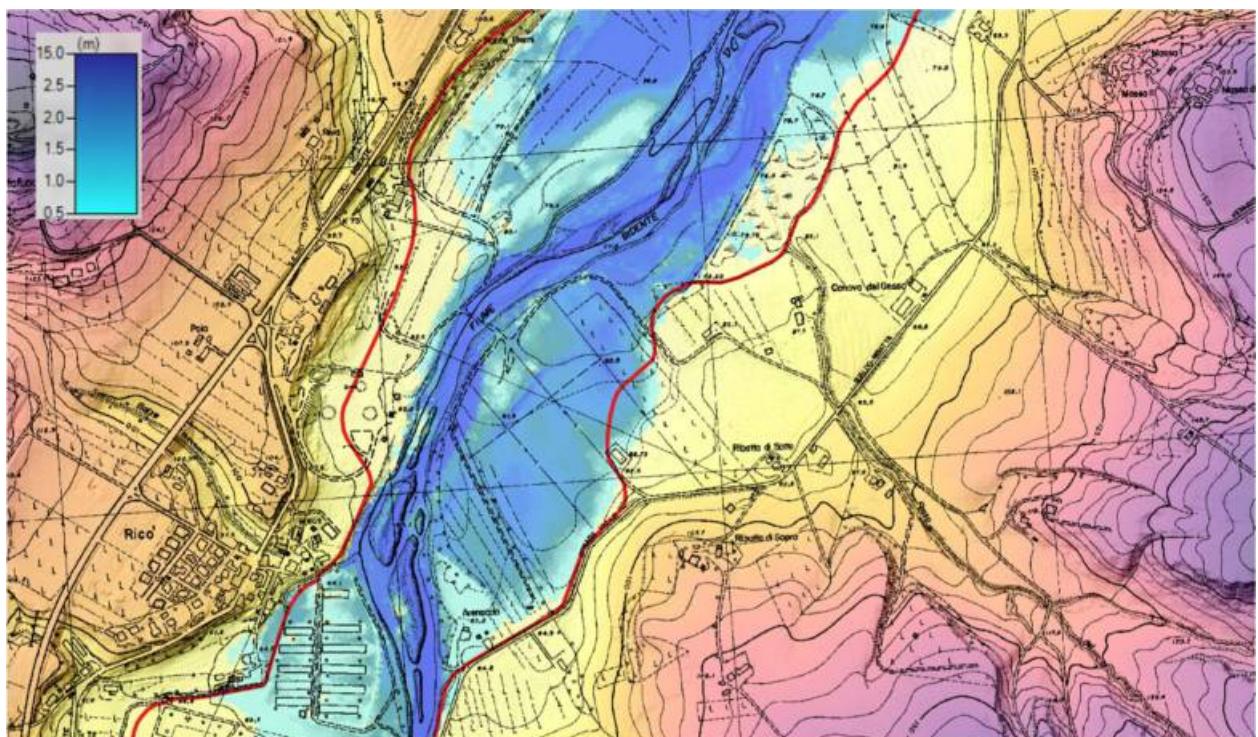


Fig. 120 T200: massimi tiranti a Meldola (in rosso P2 PGRA 2021)

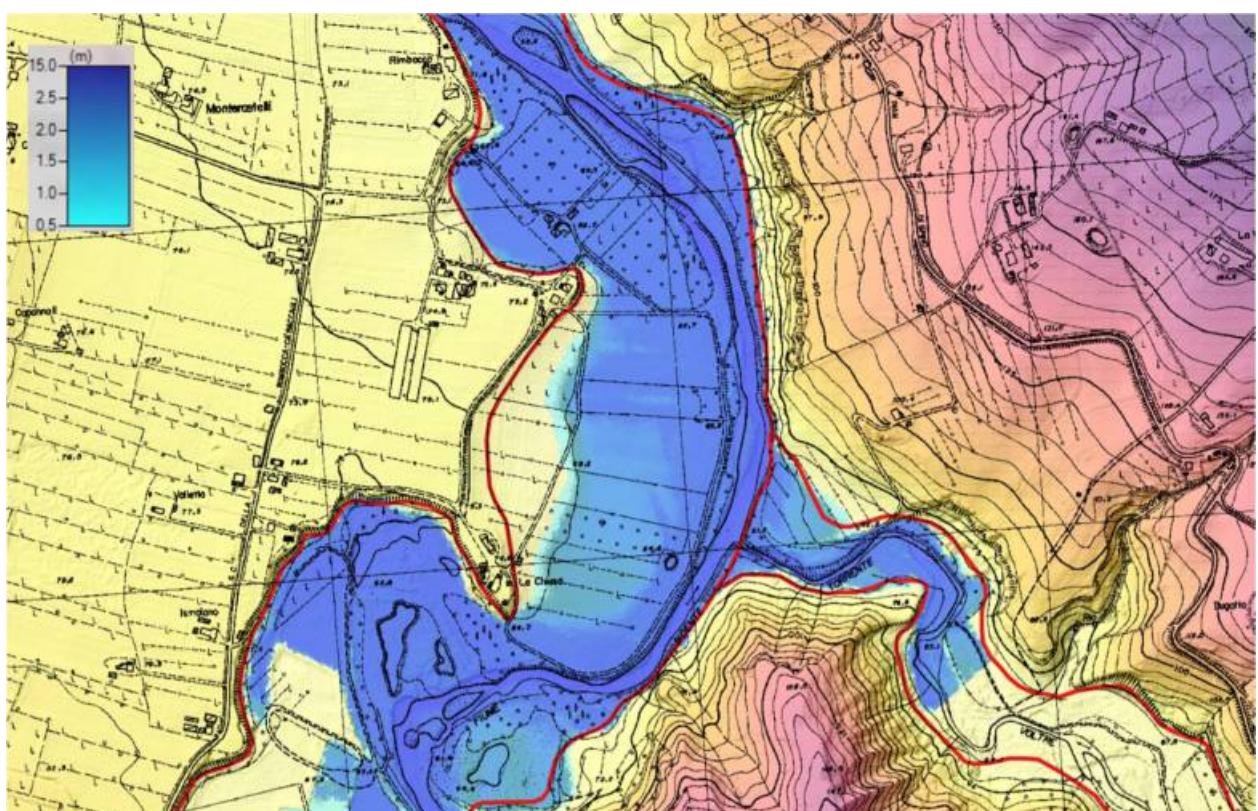


Fig. 121 T200: massimi tiranti a Meldola in corrispondenza della confluenza con il T. Voltre (in rosso P2 PGRA 2021)

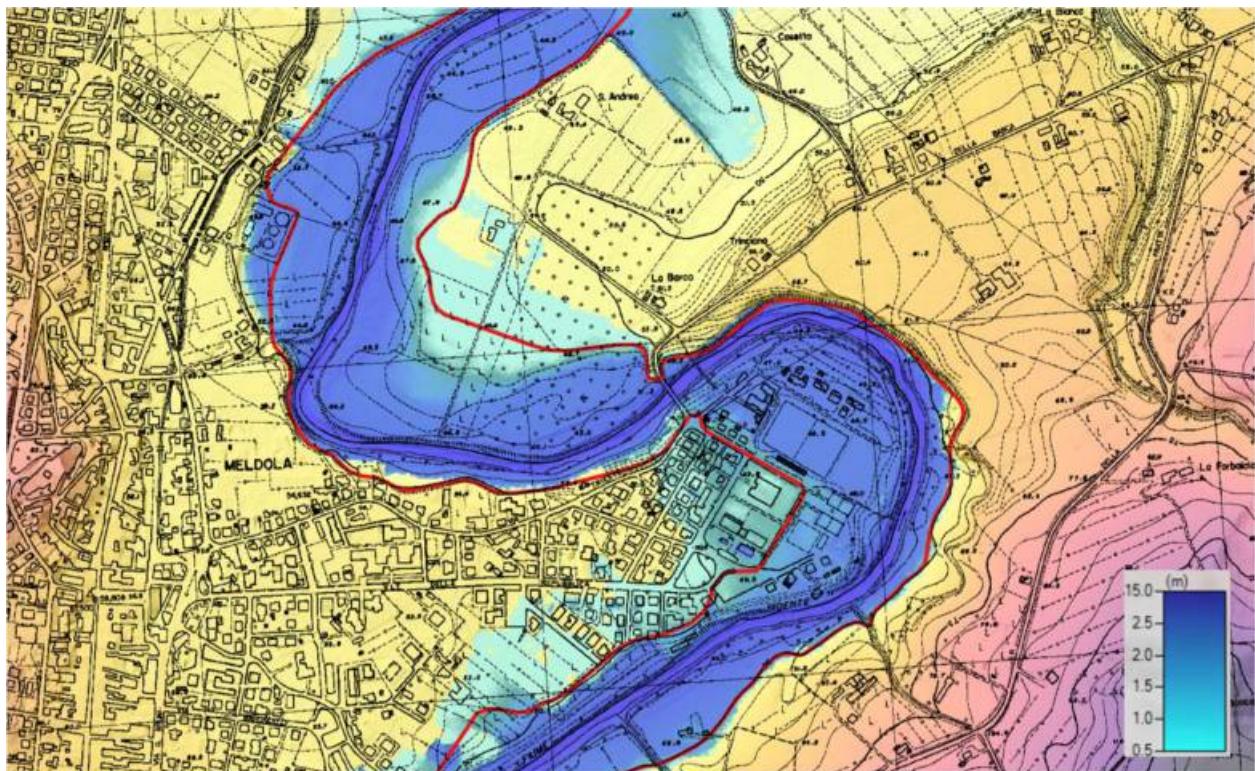


Fig. 122 T200: massimi tiranti a Meldola in corrispondenza del centro abitato (in rosso P2 PGRA 2021)

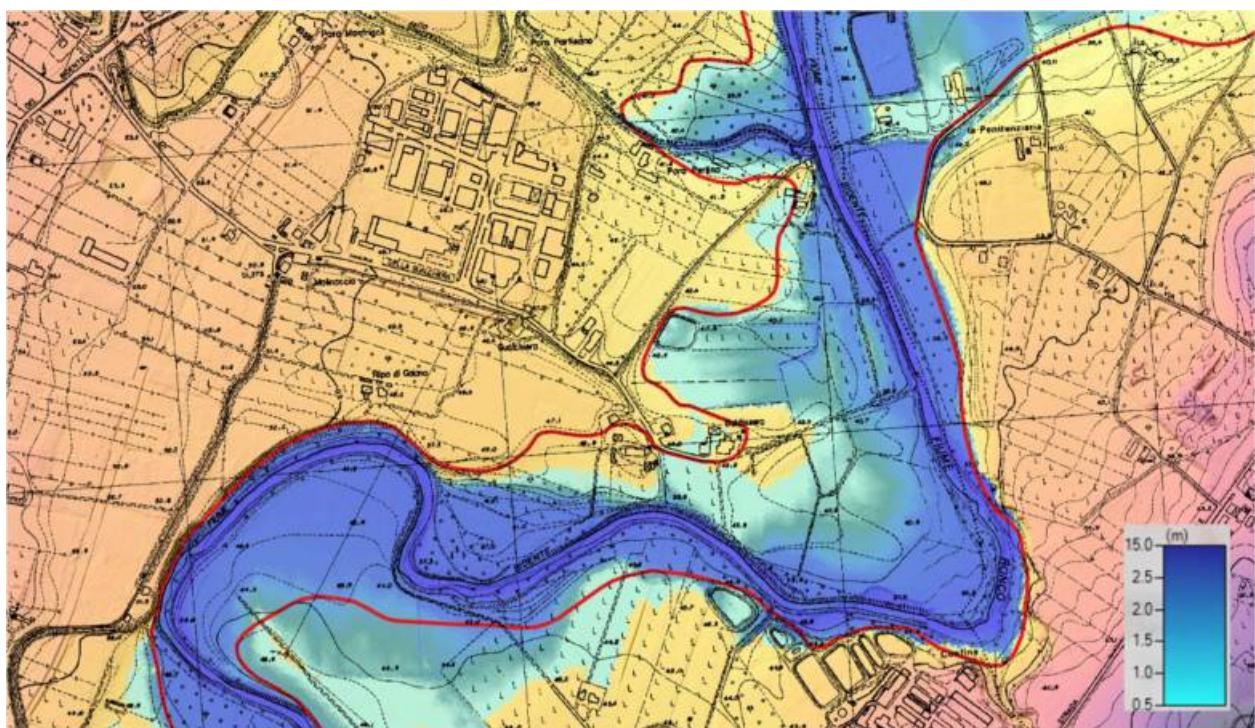


Fig. 123 T200: massimi tiranti tra il centro abitato di Meldola e Forlì – loc. Ronco (in rosso P2 PGRA 2021)

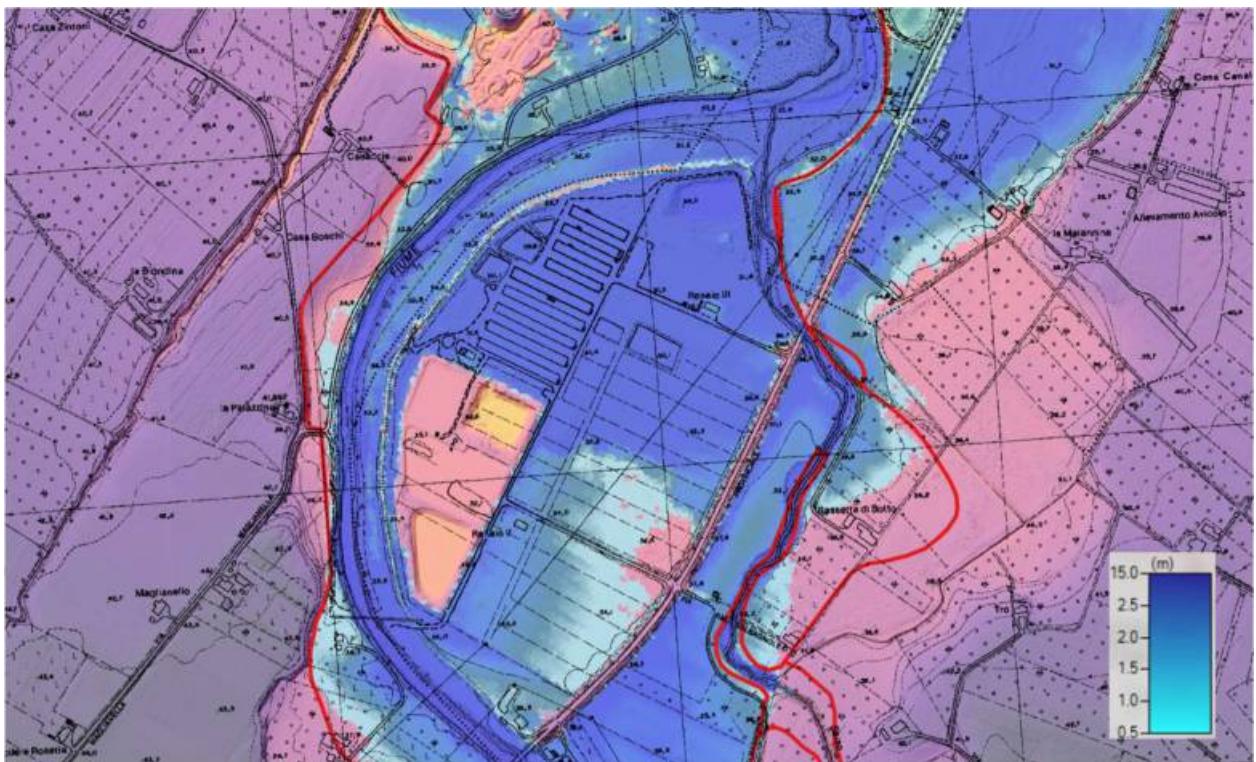


Fig. 124 T200: massimi tiranti tra il centro abitato di Meldola e Forlì – loc. Ronco (in rosso P2 PGRA 2021)

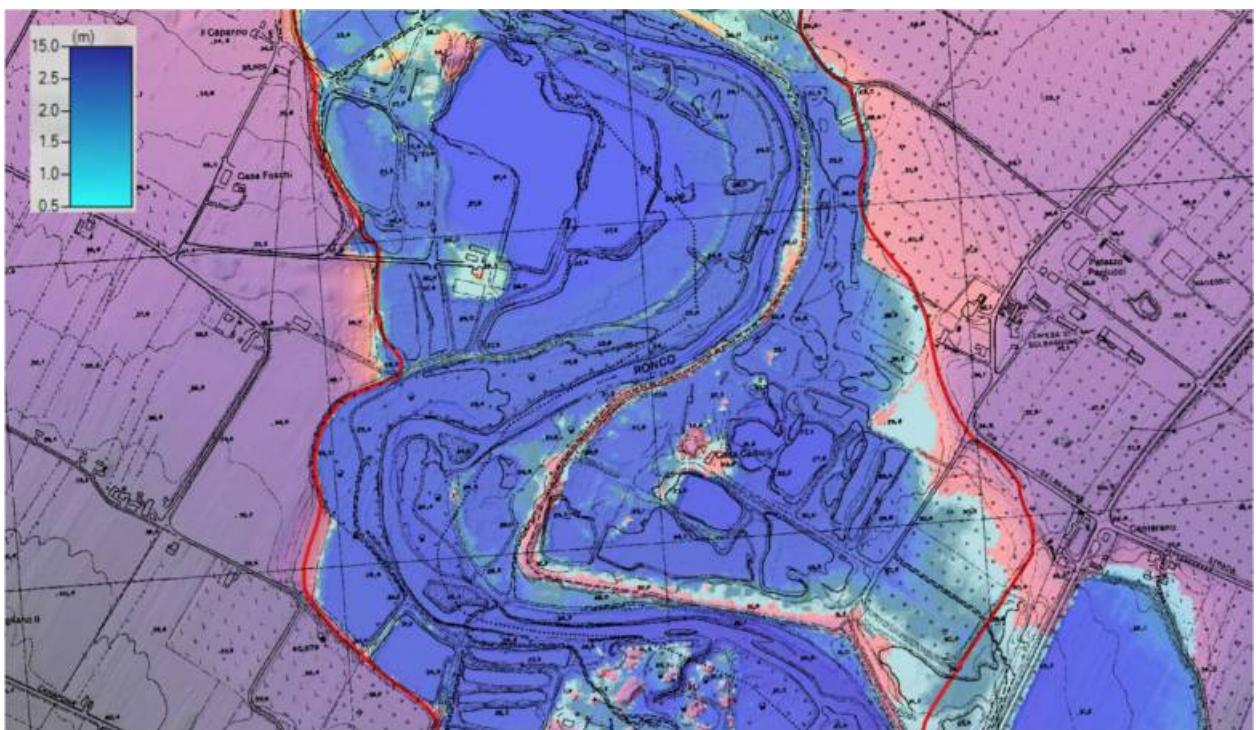


Fig. 125 T200: massimi tiranti tra il centro abitato di Meldola e Forlì – loc. Ronco (in rosso P2 PGRA 2021)

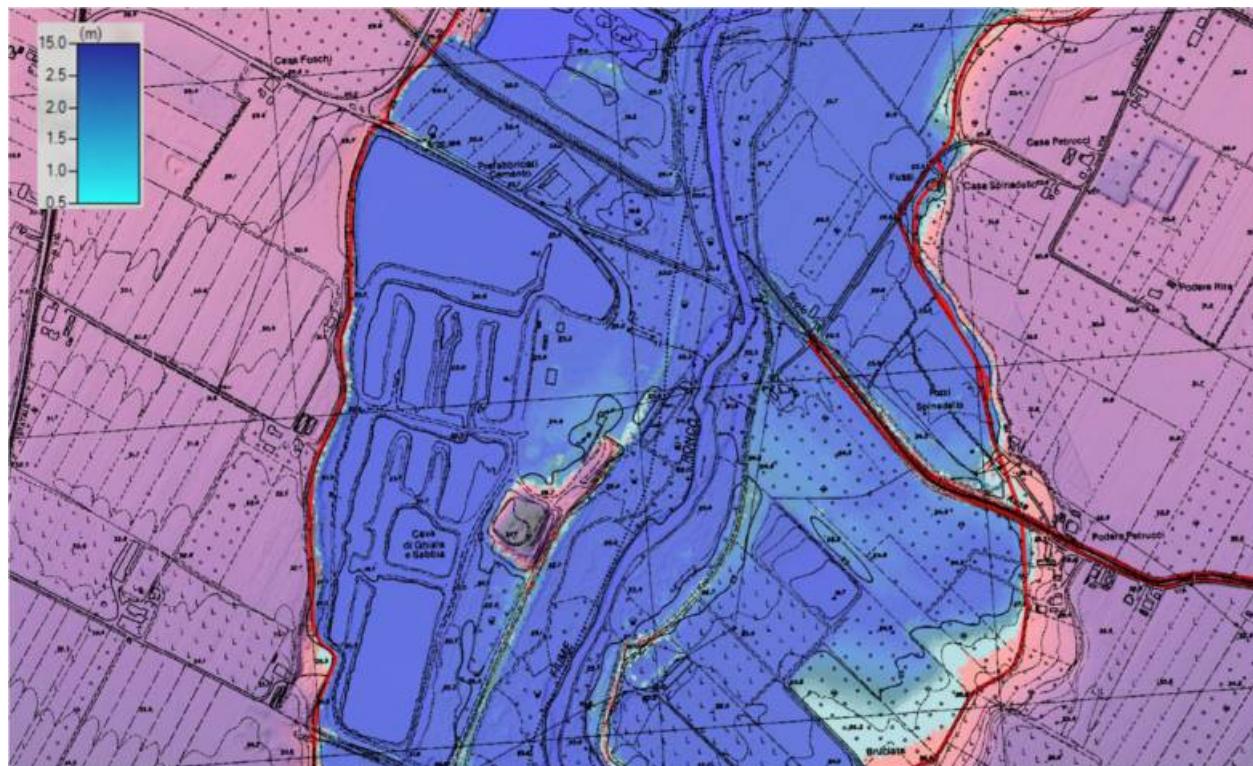


Fig. 126 T200: massimi tiranti tra il centro abitato di Meldola e Forlì – loc. Ronco (in rosso P2 PGRA 2021)

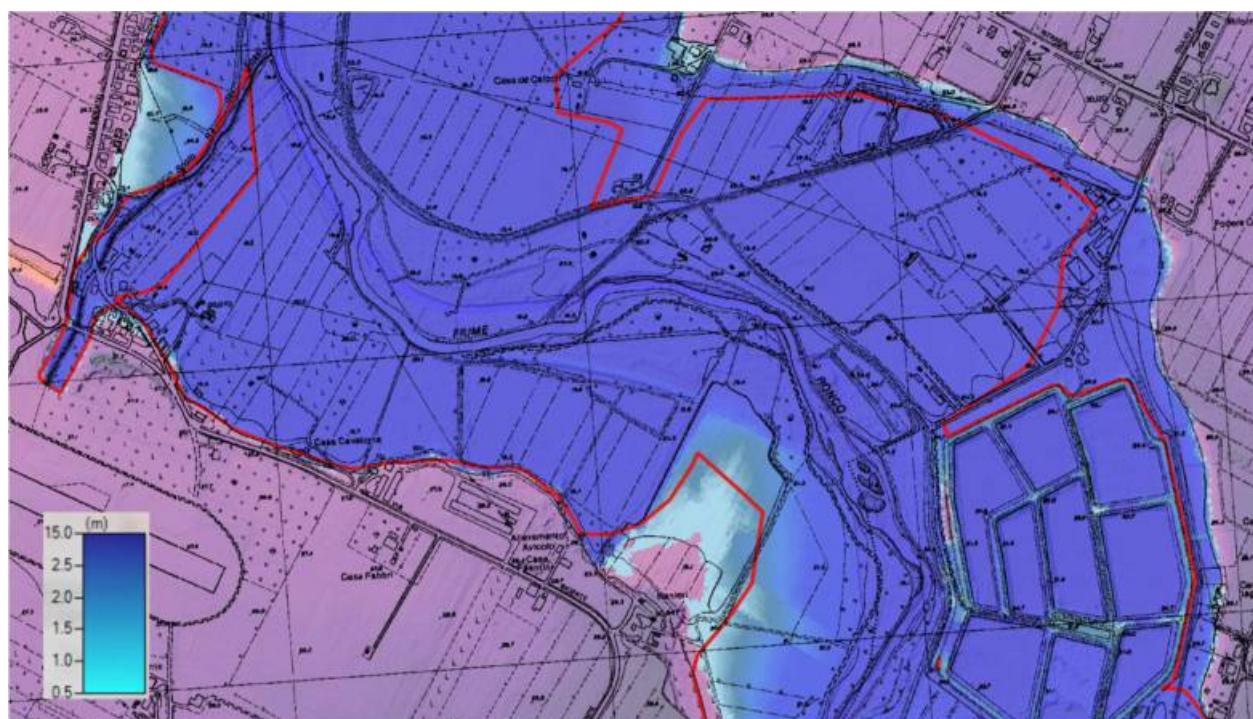


Fig. 127 T200: massimi tiranti tra il centro abitato di Meldola e Forlì – loc. Ronco (in rosso P2 PGRA 2021)

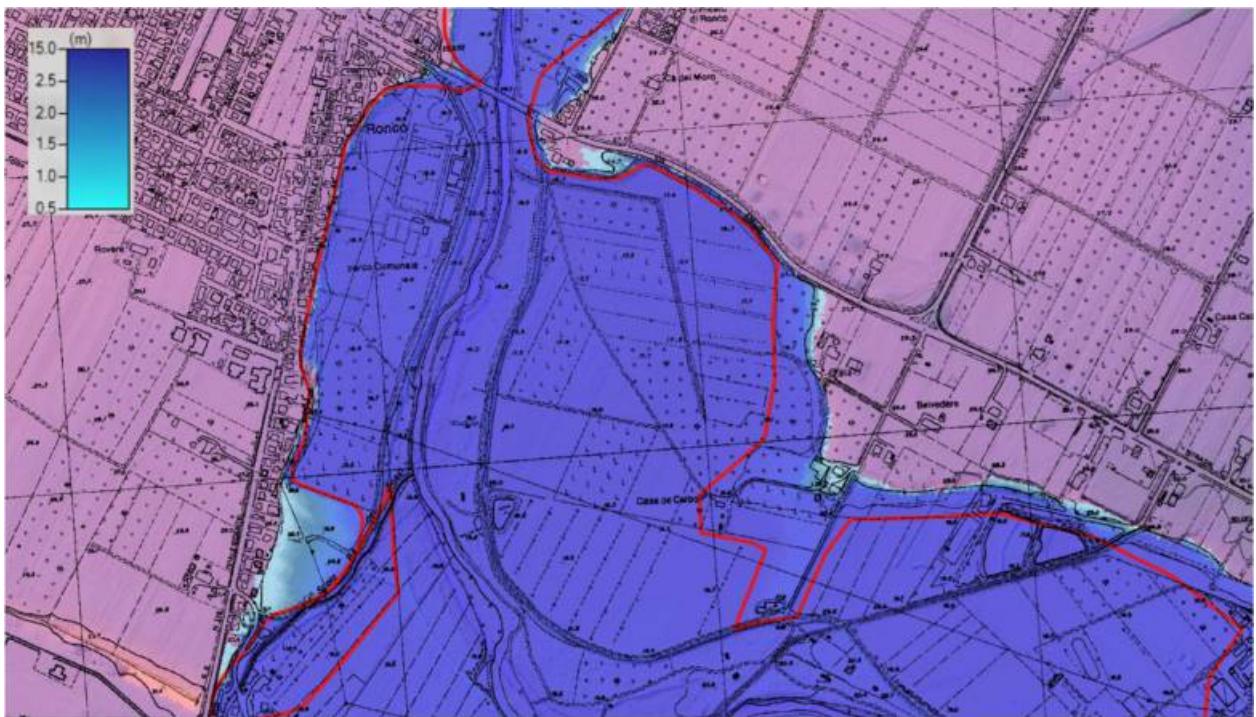


Fig. 128 T200: massimi tiranti tra il centro abitato di Meldola e Forlì – loc. Ronco (in rosso P2 PGRA 2021)

A valle della via Emilia, l'alveo si riduce in larghezza e l'andamento dello stesso comincia ad essere a tratti sinuoso e rettilineo. Fino alla periferia nord della città di Forlì, zona depuratore, la piena dell'evento duecentennale non interessa ambiti urbanizzati (cfr. Fig. 129, Fig. 130 e Fig. 131). In destra idraulica, a valle dell'immissione dello scolo Ausa, si verifica una tracimazione della sponda destra (Fig. 131) che causa un allagamento diffuso che interessa un ambito agricolo e zootecnico.

A valle, nel tratto a monte dell'autostrada A14, invece, si verificano esondazioni ampie che interessano ambiti urbanizzati (cfr. Fig. 132). Tali esondazioni proseguono poi verso valle, in direzione nord, attraversando la pianura. Dalla località Borgo Sisa inizia il tratto arginato classificato, dal quale si verificano alcune tracimazioni che incrementano le suddette esondazioni provenienti da monte (cfr. Fig. 133 e Fig. 134).

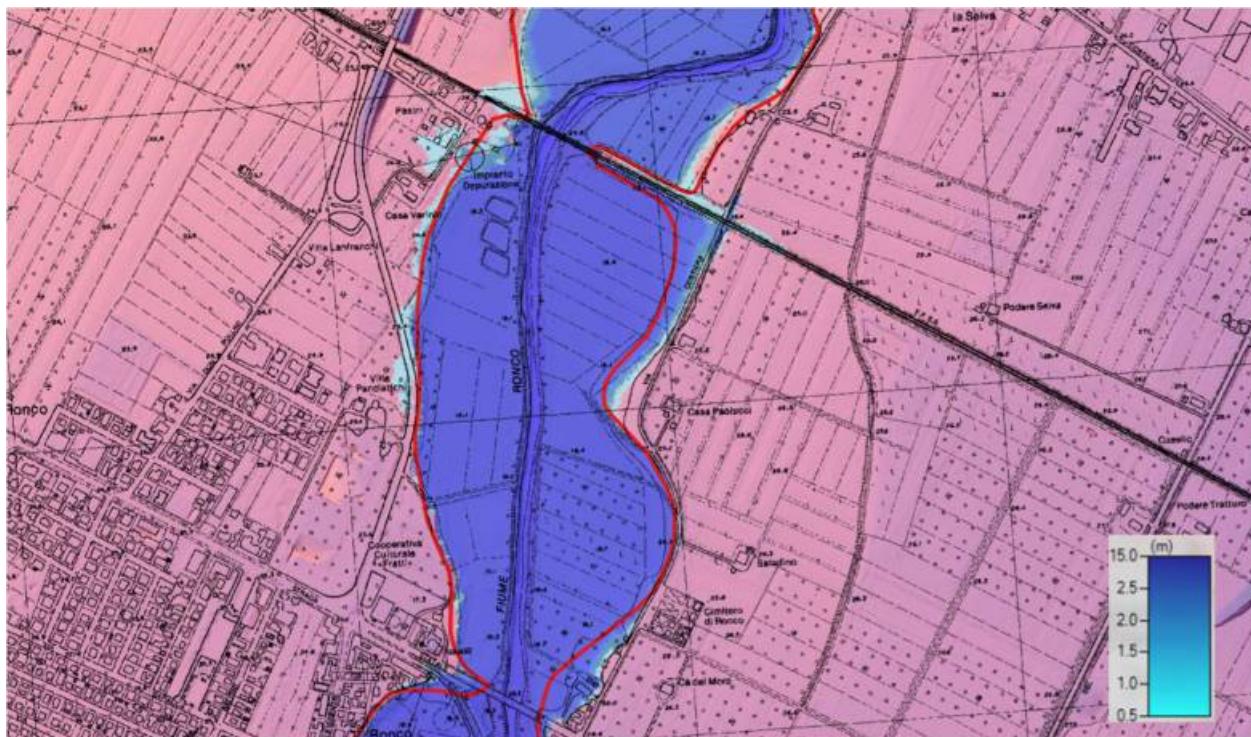


Fig. 129 T200: massimi tiranti a Forlì (in rosso P2 PGRA 2021)

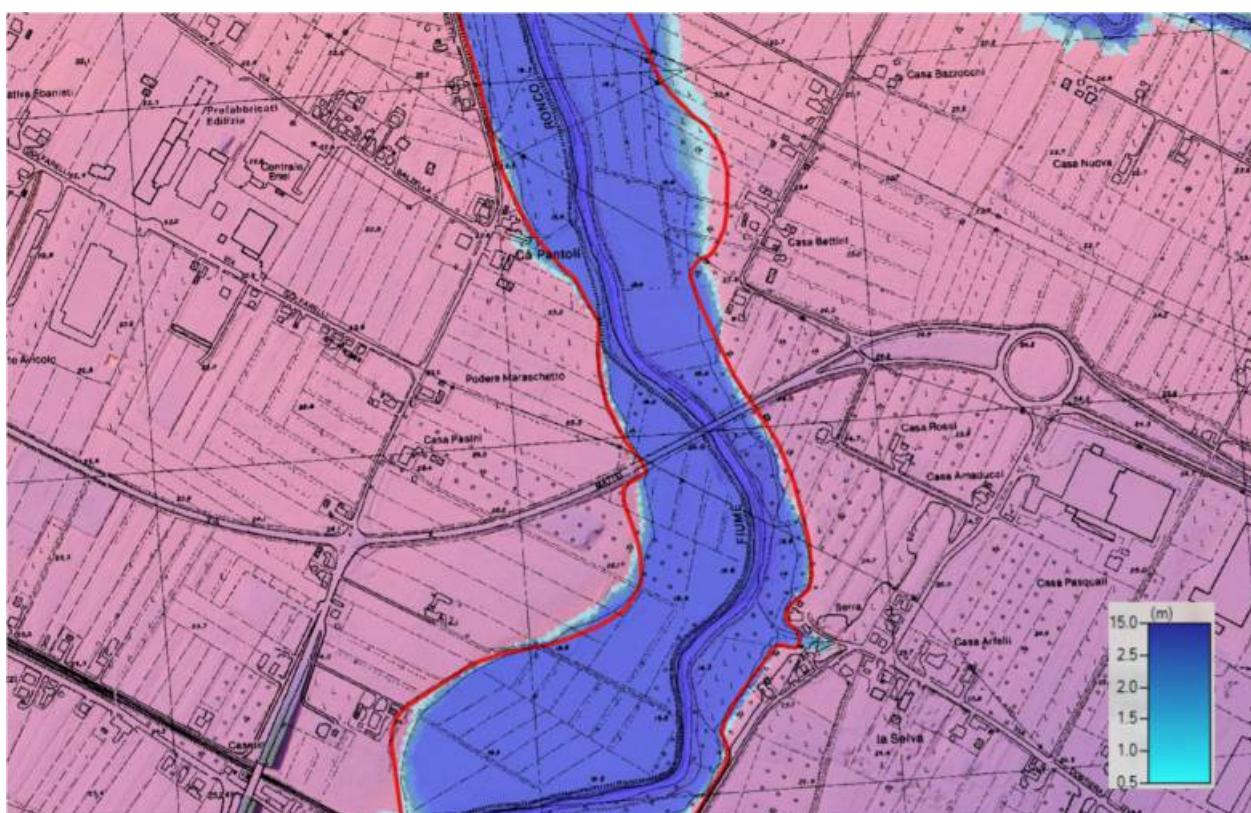


Fig. 130 T200: massimi tiranti a Forlì (in rosso P2 PGRA 2021)

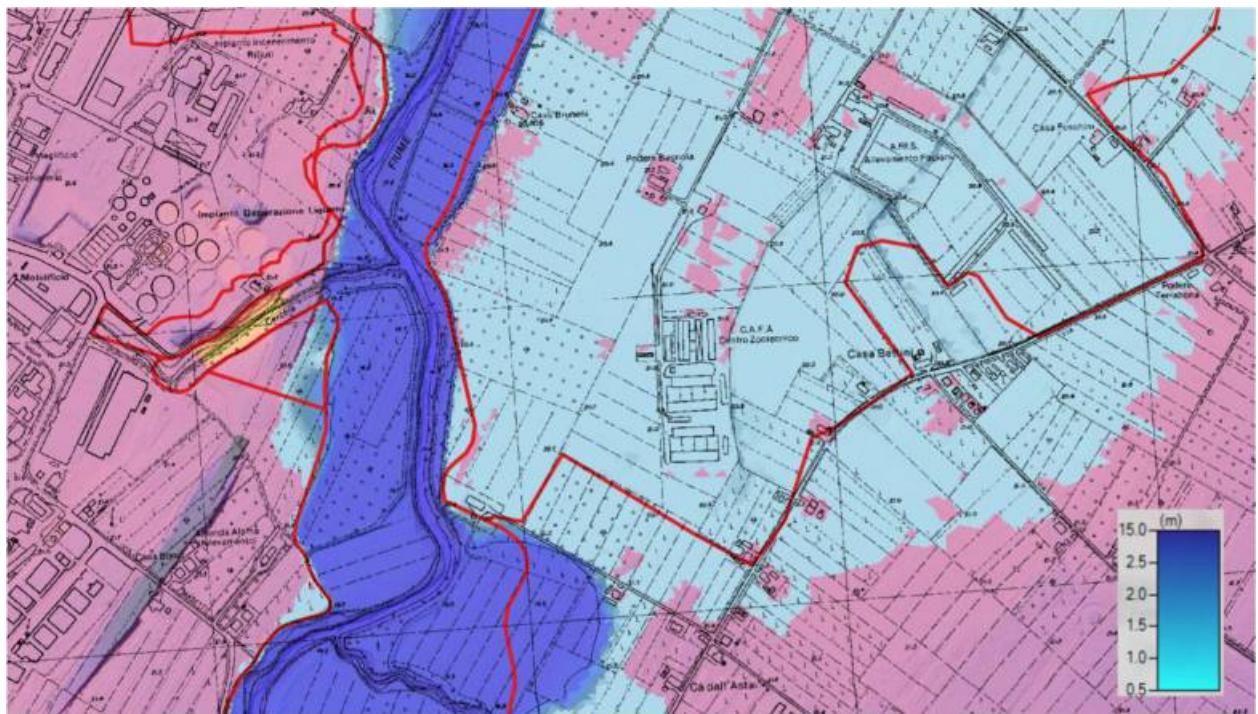


Fig. 131 T200: massimi tiranti a Forlì (in rosso P2 PGRA 2021)

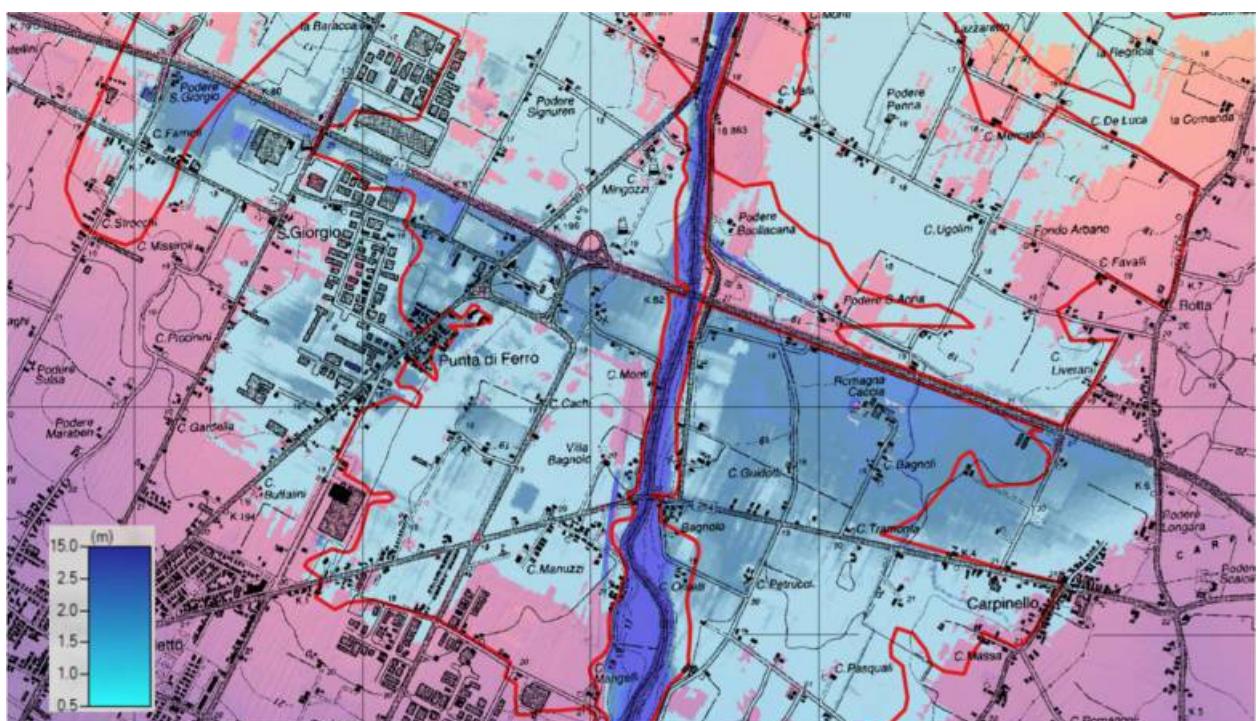


Fig. 132 T200: massimi tiranti a Forlì (in rosso P2 PGRA 2021)

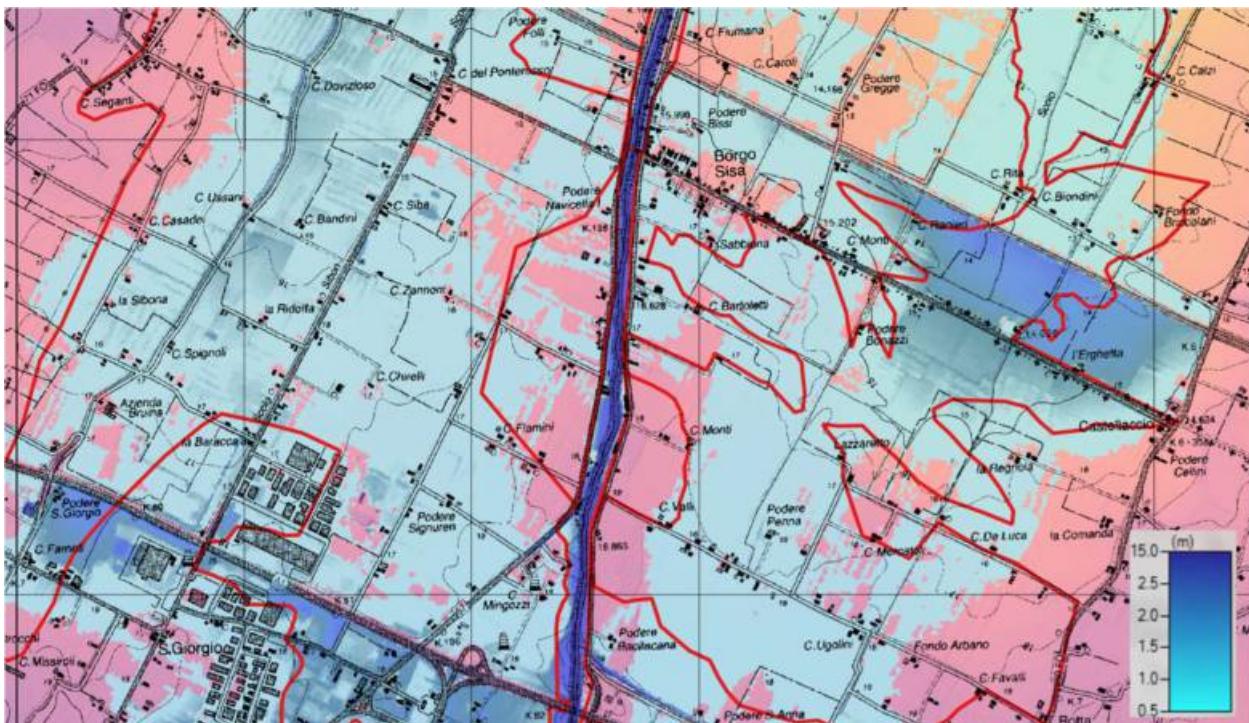


Fig. 133 T200: massimi tiranti a Forlì (in rosso P2 PGRA 2021)

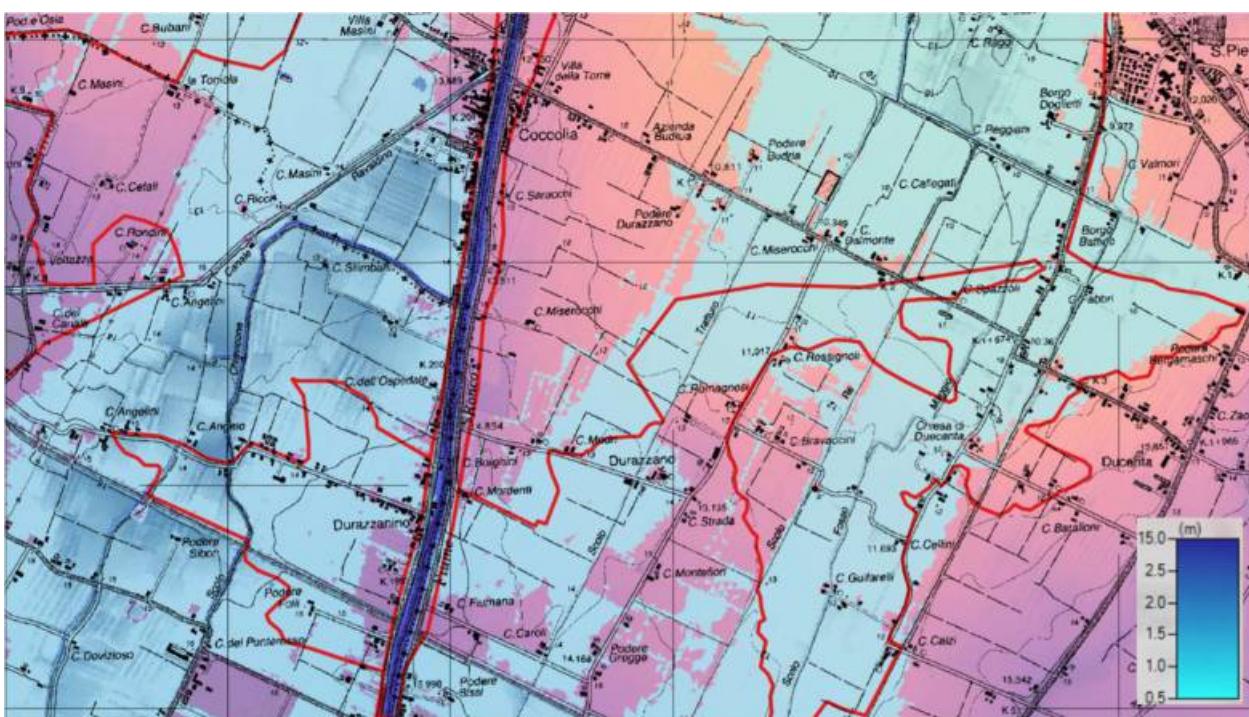


Fig. 134 T200: massimi tiranti a Forlì (in rosso P2 PGRA 2021)

A valle di Coccolia la piena proveniente da monte prosegue verso valle, fino a confluire nel Fiume Uniti, senza ulteriori tracimazioni arginali.

I suddetti allagamenti risultano del tutto paragonabili, ad eccezione del tratto a monte dell'Autostrada A14 in destra idraulica, con quelli verificatisi durante l'evento del 16-18 maggio 2023, come riportato nella Fig. 135 e successive. Ciò conferma quanto già indicato nella Fig. 20, in cui è indicato che l'evento di piena del 16-18 maggio 2023 è stato caratterizzato da un tempo di ritorno compreso tra 50 e 200 anni.

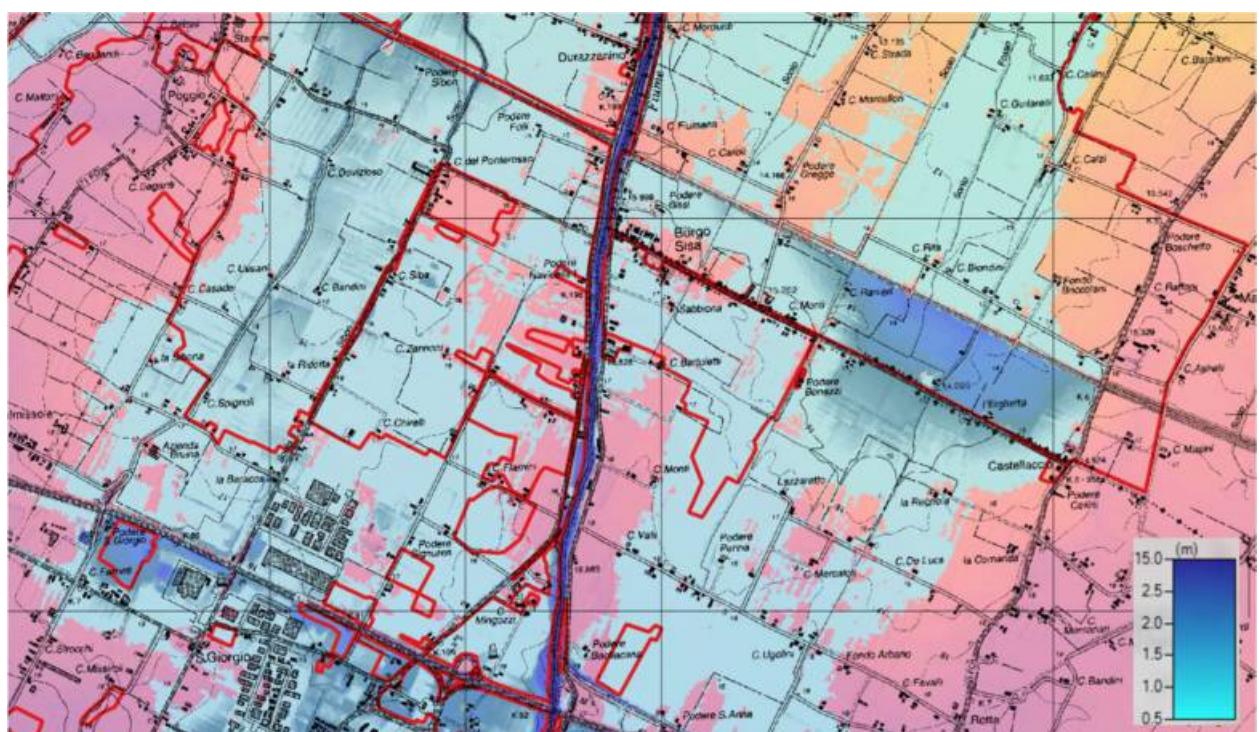
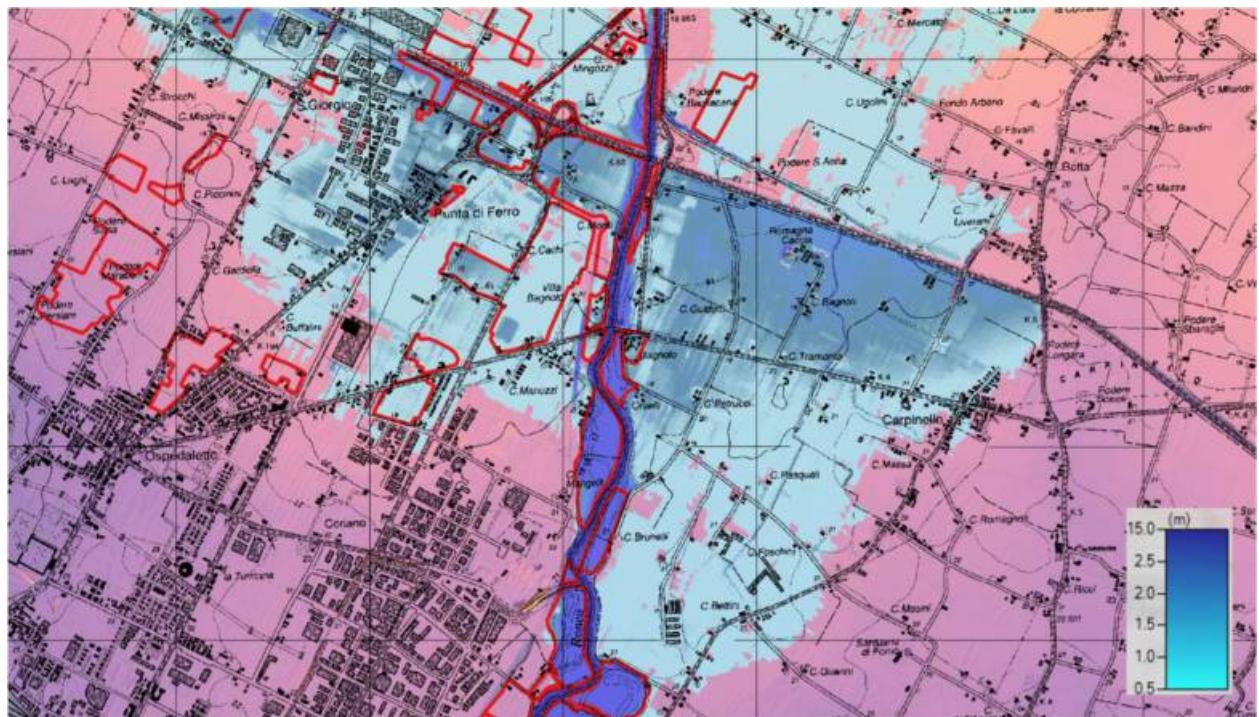


Fig. 135 T200: massimi tiranti nel tratto a valle della città di Forlì sovrapposti alla perimetrazione degli allagamenti occorsi durante l'evento del 16-18 maggio 2023 (in rosso)

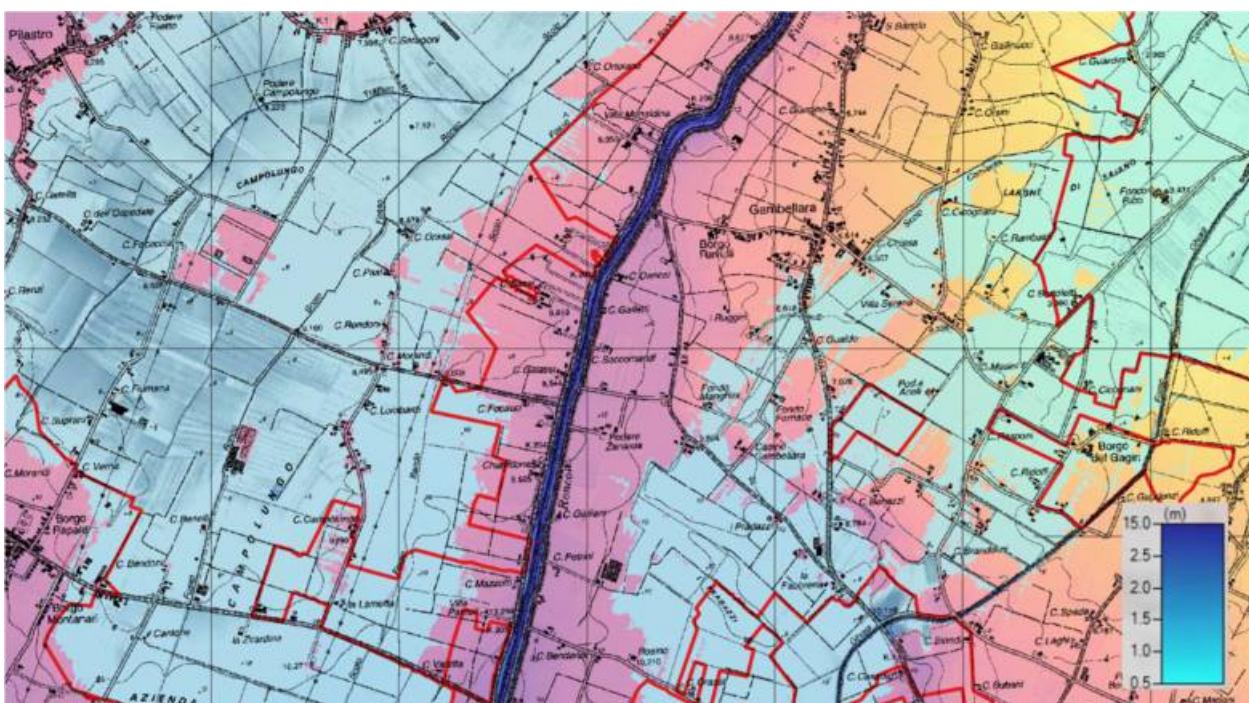


Fig. 136 T200: massimi tiranti nel tratto a valle della città di Forlì sovrapposti alla perimetrazione degli allagamenti occorsi durante l'evento del 16-18 maggio 2023 (in rosso)

Di seguito si riportano alcuni confronti tra gli idrogrammi definiti dalle analisi idrologiche nelle sezioni di chiusura dei sottobacini e le portate ottenute con il modello idraulico nelle medesime sezioni. La differenza tra le due tipologie di idrogrammi è rappresentativa degli effetti di laminazione e traslazione dell'onda di piena, associati soprattutto ai fenomeni di esondazione che si verificano lungo l'asta fluviale, che possono indurre anche una riduzione del volume dell'idrogramma di piena defluente verso valle.

Dall'analisi dei grafici riportati nella Fig. 137, si riscontra una notevole differenza tra gli idrogrammi a qualsiasi durata critica a dimostrazione del fatto che, nel tratto del fiume Ronco a monte di Meldola, sono presenti diverse aree di esondazione che inducono tale effetto di laminazione.

Gli idrogrammi riportati nella Fig. 138 sono relativi alla sezione di chiusura dell'intero bacino idrografico, nel punto in cui l'alveo è arginato con opere di difesa classificate di seconda categoria. Si osserva che, mentre gli idrogrammi ottenuti dalla sola analisi idrologica si differenziano, come valore di portata al colmo, in base alla durata dell'evento, gli idrogrammi ottenuti con il modello idraulico sono tutti caratterizzati dalla medesima portata di picco, pari a circa $300 \text{ m}^3/\text{s}$ che, di fatto, rappresenta la portata limite in ingresso al tratto arginato.

La differenza tra le due tipologie di idrogrammi indica il volume che esonda dal fiume Ronco e defluisce nelle aree goleinali e nelle aree di pianura esterne agli argini e, soprattutto, che non rientra più in alveo. Tale valore è molto inferiore rispetto alla portata al colmo idrologica che varia, a seconda della durata dell'evento, tra $1'100$ e $1'300 \text{ m}^3/\text{s}$.

In particolare, il volume esondato che non rientra più in alveo è pari a 11.0 Mm^3 per l'evento sintetico caratterizzato da una durata di 9 ore, 11.6 Mm^3 per l'evento di durata 12 ore e 19.6 Mm^3 per l'evento di durata pari a 18 ore. Tali volumi di esondazione risultano essere pari a circa una volta e mezza quelli associati ad un evento T50.

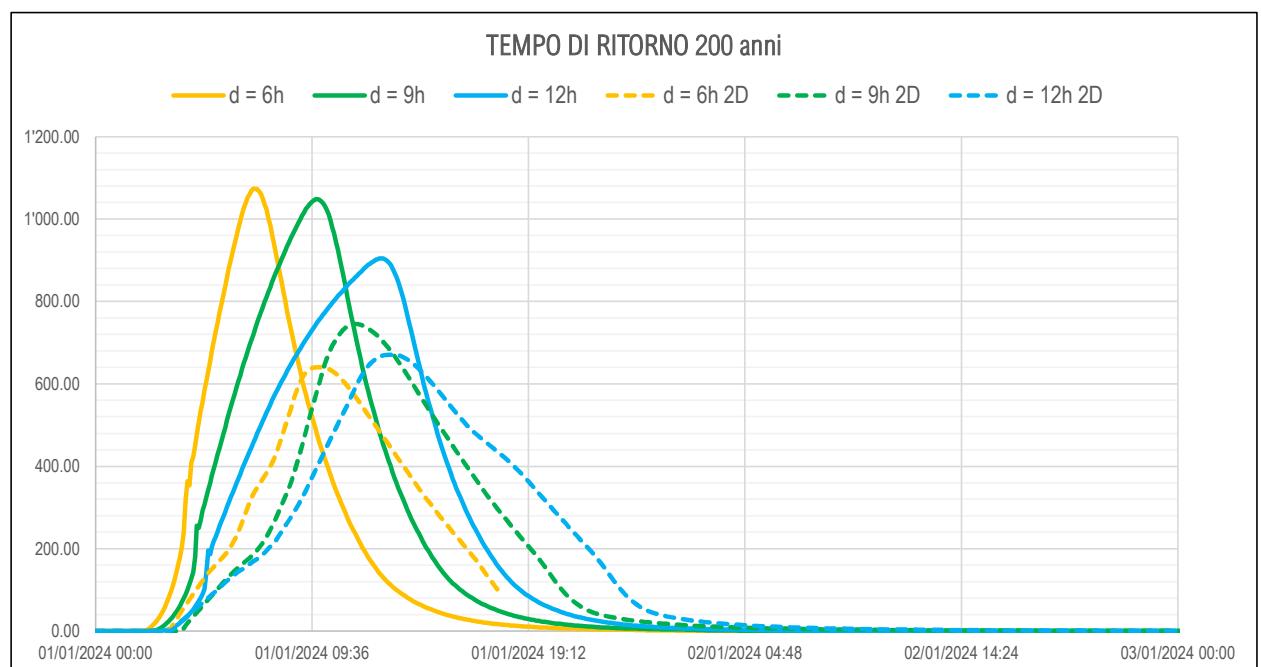


Fig. 137 T200: sezione a Meldola - confronto tra idrogrammi idrologia (linee continue) e idrogrammi modello idraulico (linee tratteggiate)

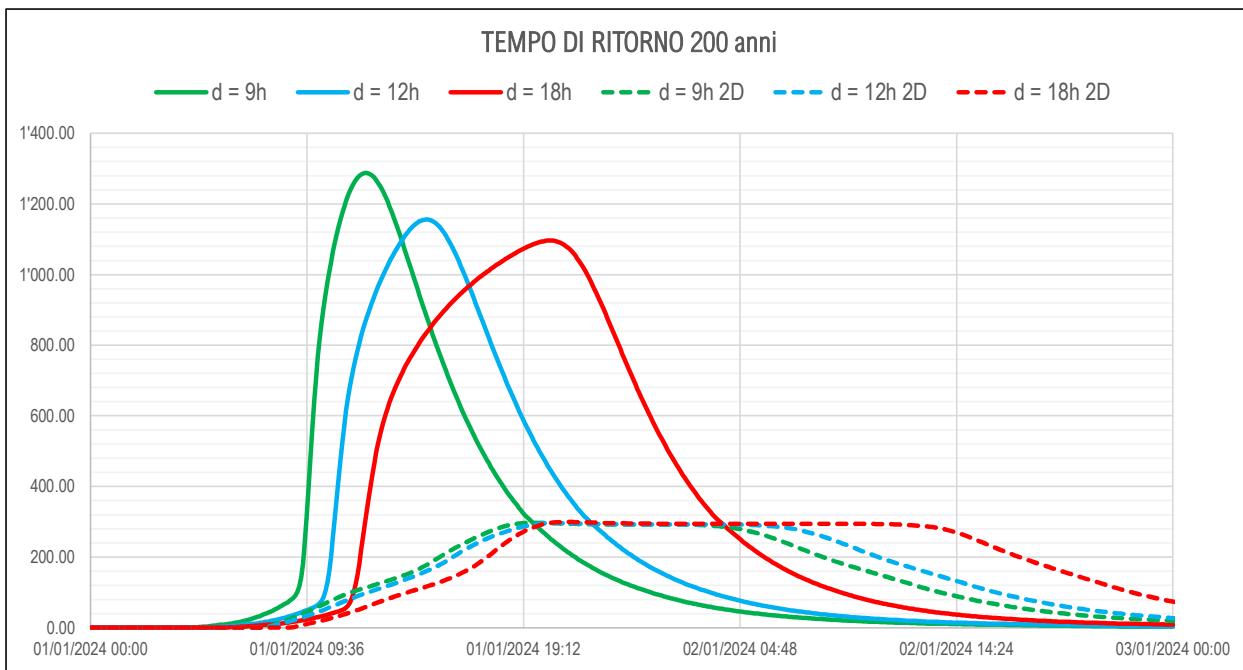


Fig. 138 T200: sezione a Coccolia - confronto tra idrogrammi idrologia (linee continue) e idrogrammi modello idraulico (linee tratteggiate)

Il suddetto valore di portata defluente nel tratto arginato a Coccolia, pari a circa $300 \text{ m}^3/\text{s}$, prosegue verso valle senza subire ulteriori riduzioni, grazie all'assenza di tracimazioni delle arginature. Pertanto, tale valore al colmo prosegue verso valle riducendosi di una modesta entità solo per effetti di traslazione lungo l'alveo. La portata al colmo nella sezione terminale del fiume Ronco, che si immette nel Fiumi Uniti, è pari a circa $285 \text{ m}^3/\text{s}$, per l'evento di durata 12 ore (per evento di durata pari a 18 ore il valore al colmo è pari a $290 \text{ m}^3/\text{s}$).

Tali valori di portata confermano i risultati delle analisi in moto permanente, riportate nel paragrafo 6.3; in cui si è definito che il valore della capacità idraulica del tratto arginato è pari a circa $250 \text{ m}^3/\text{s}$ (considerando un valore di franco di almeno 50 cm rispetto al coronamento arginale).

7.3.3.3 Evento T500

Con riferimento ad evento di piena cinquecentennale, le dinamiche idrauliche sono del tutto analoghe a quelle descritte in precedenza, con tiranti più severi e aree di allagamento più estese rispetto all'evento duecentennale, soprattutto nella zona di pianura.

Per quanto riguarda il tratto arginato a valle di Forlì si confermano i valori e le considerazioni riportate in precedenza per gli eventi T50 e T200.

7.3.4. Fiumi Uniti

7.3.4.1 Evento T50

I Fumi Uniti nascono dalla confluenza tra il fiume Montone e il fiume Ronco, senza ricevere direttamente nessun altro contributo idrologico.

La portata defluente è quindi pari alla somma dei contributi dei suddetti corsi d'acqua, ciascuno dei quali strettamente correlato dalla capacità di deflusso del tratto arginato, definito nei precedenti paragrafi.

In particolare, si è riscontrato che la portata massima veicolabile dal fiume Montone nel Fumi Uniti è pari a circa $245 \text{ m}^3/\text{s}$, mentre l'apporto massimo del fiume Ronco è pari a circa $280 \text{ m}^3/\text{s}$. L'idrogramma di piena dell'evento cinquantennale in ingresso ai Fumi Uniti, riportato graficamente nella successiva Fig. 139, è caratterizzato da una portata al colmo pari a circa $510 \text{ m}^3/\text{s}$. Tale valore di portata è inferiore alla

sommatoria delle portate provenienti da Montone e Ronco a causa di un esondazione che si verifica in corrispondenza della medesima confluenza, come rappresentato nella successiva Fig. 140.

L'idrogramma di piena prosegue verso valle senza subire significative riduzioni per effetto dell'assenza di tracimazioni arginali.

Tali valori di portata confermano i risultati delle analisi in moto permanente, riportate nel paragrafo 6.3; in cui si è definito che il valore minimo della capacità del tratto arginato è pari a circa 500 m³/s (considerando un valore di franco di circa 50 cm).

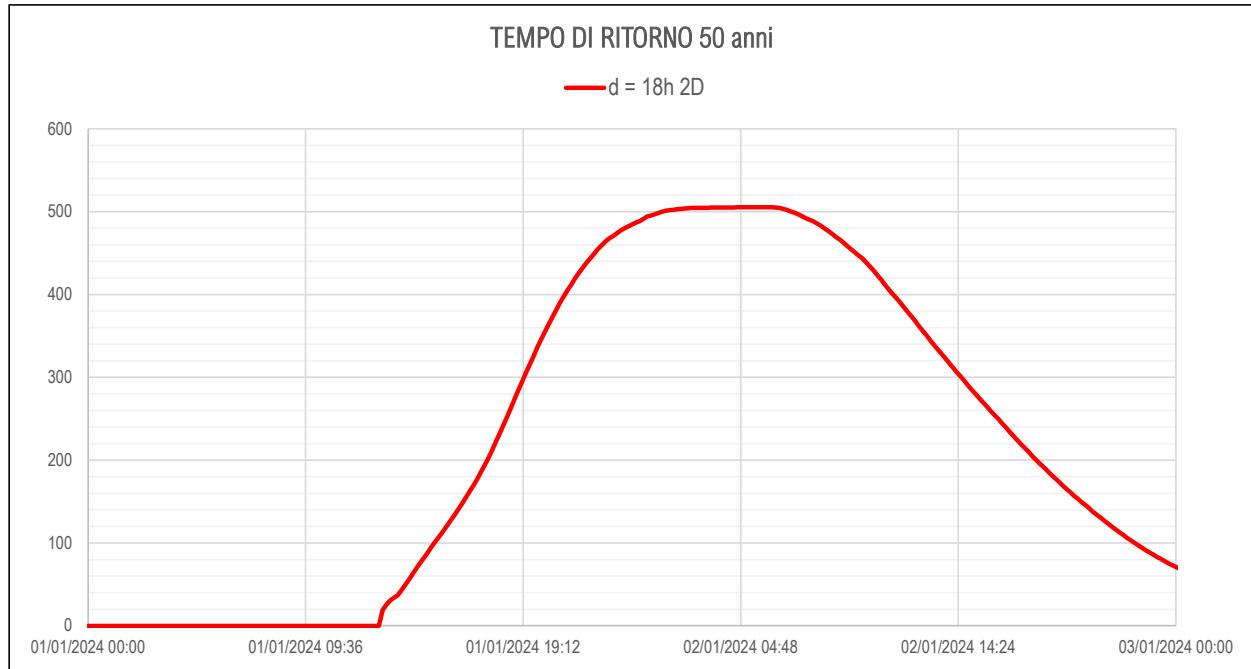


Fig. 139 T50: idrogramma Fiumi Uniti



Fig. 140 T50: massimi tiranti in corrispondenza della confluenza tra Montone e Ronco (in blu P3 PGRA 2021)

7.3.4.2 Evento T200

Per l'evento di piena duecentennale valgono le medesime considerazioni e i medesimi valori di portata definiti per l'evento T50. Nella Fig. 141 si riporta l'idrogramma di piena T200.

In pratica, tutto il sistema idrografico di monte, costituito dal fiume Montone, con il suo affluente principale Rabbi, e dal fiume Ronco, apporta al Fiumi Uniti una piena che non è associata ad uno specifico tempo di ritorno, ma che risulta unicamente condizionata dalla capacità idraulica dei tratti arginati dei fiumi Montone e Ronco.

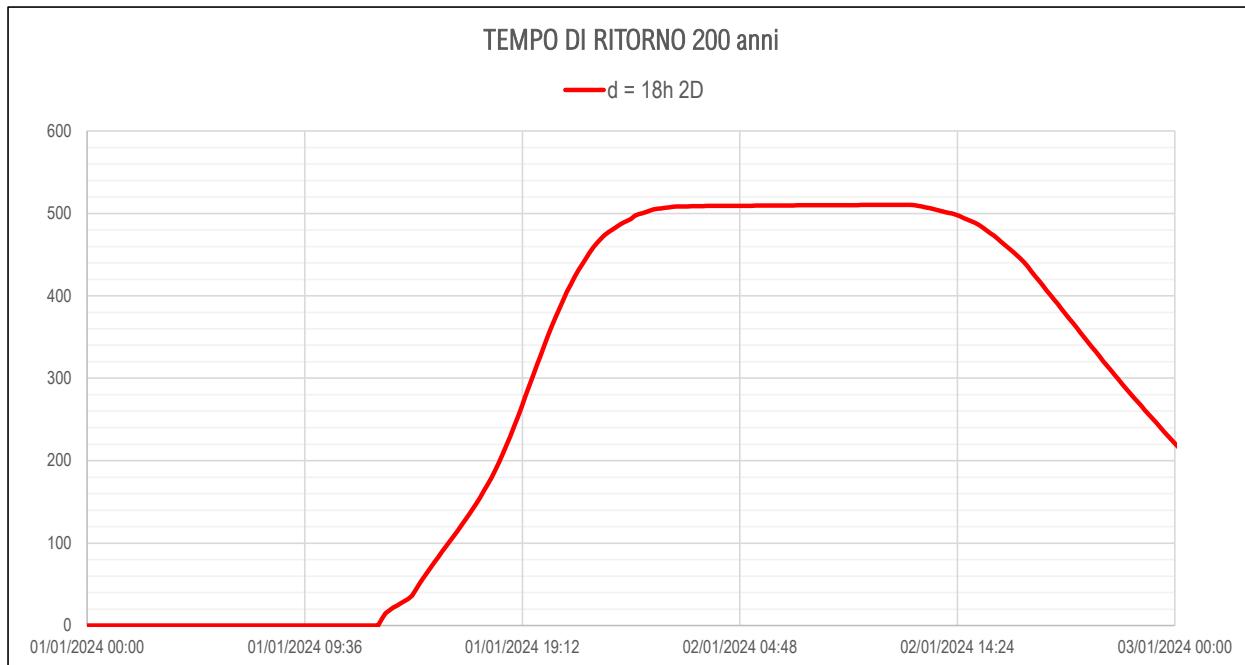


Fig. 141 T200: idrogramma Fiumi Uniti

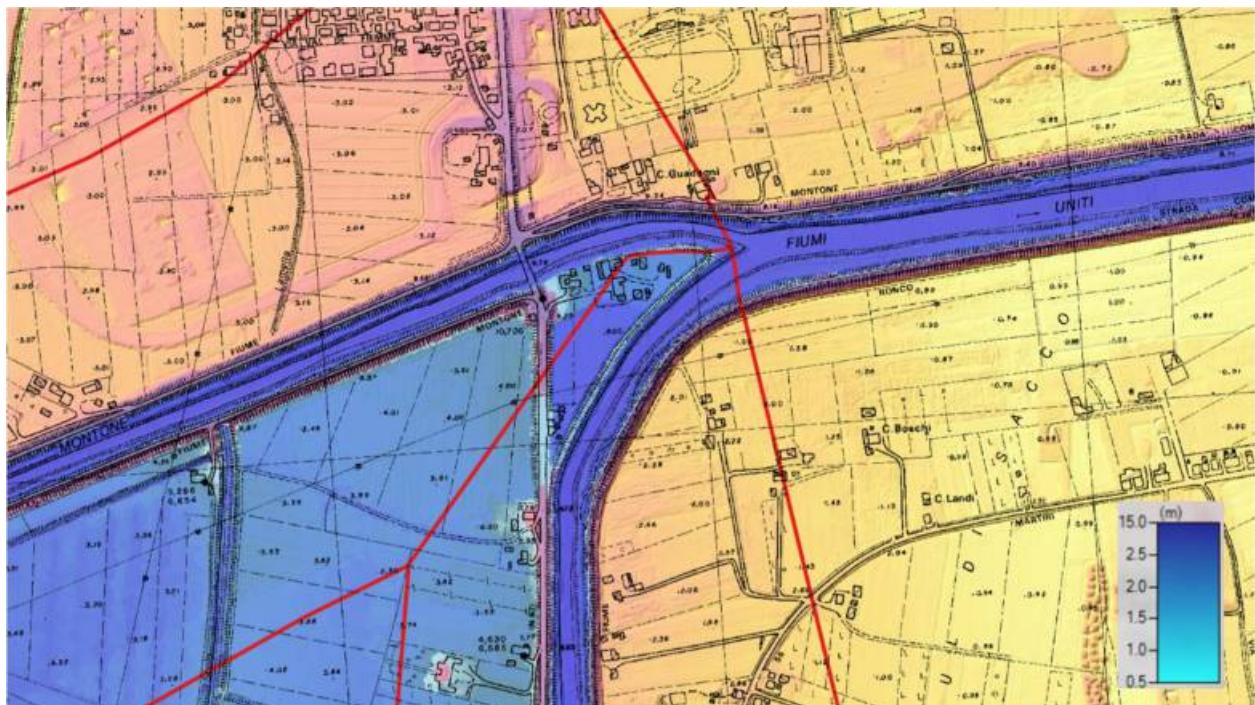


Fig. 142 T200: massimi tiranti in corrispondenza della confluenza tra Montone e Ronco (in rosso P2 PGRA 2021)

7.3.4.3 Evento T500

Per l'evento di piena cinquecentennale valgono le medesime considerazioni e i medesimi valori di portata definiti in precedenza. Nella Fig. 143 si riporta l'idrogramma di piena T500.

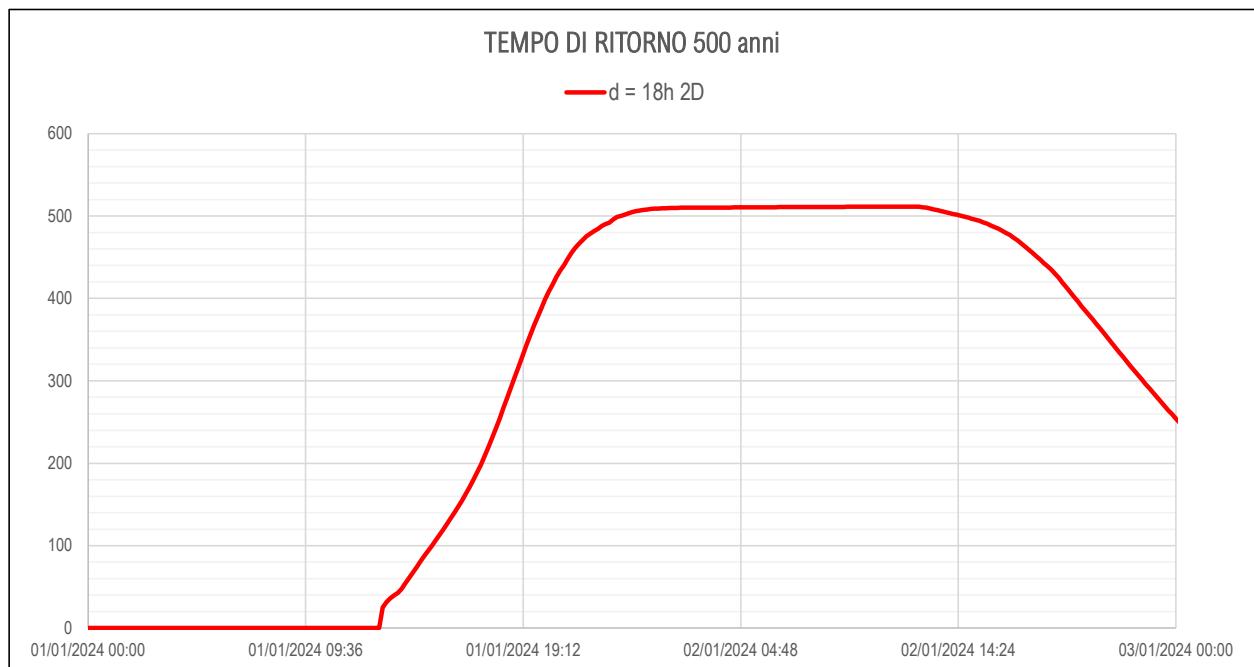


Fig. 143 T500: idrogramma Fiumi Uniti

7.4 Valutazioni dei franchi dei ponti rispetto alla piena di riferimento

Nel seguito sono illustrate, nelle condizioni attuali, alcune valutazioni sui franchi idraulici degli attraversamenti presenti nei tratti fluviali oggetto di analisi.

Le classi di valutazione del franco idraulico sui ponti sono riportate in Tab. 13.

Si evidenzia che per i ponti ad arco, il franco è stato valutato rispetto alla quota minima sia della chiave che dell'appoggio dell'arco sulla pila. Questo non rappresenta quindi il valore di franco così come definito da normativa (distanza tra la quota idrometrica e la quota di intradosso del ponte sui 2/3 della luce).

Tab. 13 Classi di valutazione del franco idraulico sui ponti

FR < 0 cm	0 cm < FR < 30 cm	30 cm < FR < 50 cm	50 cm < FR < 100 cm	100 cm < FR < 150 cm	FR > 150 cm
-----------	-------------------	--------------------	---------------------	----------------------	-------------

7.4.1. Fiume Montone

7.4.1.1 Ambito montano, collinare, pedecollinare e di pianura non arginato

Nel presente ambito si è fatto riferimento all'evento T200 anni ed in particolare all'inviluppo delle superfici idriche ottenute per le diverse durate di pioggia simulate.

I livelli idrici H200 sono i massimi riscontrabili nella sezione immediatamente a monte del ponte.

I franchi idraulici ottenuti sono riportati nella seguente Tab. 14.

7.4.1.2 Tratto arginato di pianura

Nel tratto arginato di pianura, dalla confluenza del Rio Cosina fino alla confluenza nei Fiumi Uniti, si è fatto riferimento, nella valutazione dei franchi idraulici, alle portate compatibili individuate per i singoli tratti omogenei.

I livelli idrici sono i massimi riscontrabili, per la portata compatibile del tratto specifico, nella sezione immediatamente a monte del ponte.

I franchi idraulici ottenuti sono riportati nella seguente Tab. 15

7.4.2. Fiume Rabbi

7.4.2.1 Ambito montano, collinare, pedecollinare e di pianura non arginato

L'intero alveo del Fiume Rabbi rientra in questo ambito, in cui si è fatto riferimento all'evento T200 anni ed in particolare all'inviluppo delle superfici idriche ottenute per le diverse durate di pioggia simulate.

I livelli idrici H200 sono i massimi riscontrabili nella sezione immediatamente a monte del ponte.

I franchi idraulici ottenuti sono riportati nella seguente

Tab. 16.

7.4.3. Fiume Ronco

7.4.3.1 Ambito montano, collinare, pedecollinare e di pianura non arginato

Nel presente ambito si è fatto riferimento all'evento T200 anni ed in particolare all'inviluppo delle superfici idriche ottenute per le diverse durate di pioggia simulate.

I livelli idrici H200 sono i massimi riscontrabili nella sezione immediatamente a monte del ponte.

I franchi idraulici ottenuti sono riportati nella seguente Tab. 17.

7.4.3.2 Tratto arginato di pianura

Nel tratto arginato di pianura, da Borgo Sissa fino alla confluenza nei Fiumi Uniti, si è fatto riferimento, nella valutazione dei franchi idraulici, alle portate compatibili individuate per i singoli tratti omogenei.

I livelli idrici sono i massimi riscontrabili, per la portata compatibile del tratto specifico, nella sezione immediatamente a monte del ponte.

I franchi idraulici ottenuti sono riportati nella seguente Tab. 18

7.4.4. Fiumi Uniti

7.4.4.1 Tratto arginato di pianura

L'intero alveo del Fiumi Uniti rientra in questo ambito, per il quale si è fatto riferimento, nella valutazione dei franchi idraulici, alle portate compatibili individuate per i singoli tratti omogenei.

I livelli idrici sono i massimi riscontrabili, per la portata compatibile del tratto specifico, nella sezione immediatamente a monte del ponte.

I franchi idraulici ottenuti sono riportati nella seguente Tab. 19

Tab. 14 Fiume Montone ambito montano, collinare, pedecollinare, e di pianura non arginato: attraversamenti e franchi idraulici T200

ID	Ponte, Località	Comune	H200 (m s.m.)	Tipologia ponte	H chiave (m s.m.)	H appoggio min (m s.m.)	FR chiave (m)	FR appoggio (m)	Note
MOIN0001	Via Mazzini	Rocca San Casciano	206.50	Ad arco	210.00	207.60	3.50	1.10	
MOIN0002	SS 67	Rocca San Casciano	202.30	Ad arco	212.72	201.38	10.42	-0.92	
MOIN0003	SS 67	Rocca San Casciano	178.60	Ad arco	190.57	184.64	11.97	6.04	
MOIN0004	Via San Ruffilo	Dovadola	151.80	Intradosso piano	152.18	152.18	0.38	0.38	
MOIN0005	SS 67	Dovadola	132.74	Ad arco	132.40	131.27	-0.34	-1.47	Quota estradosso 134.50 m s.m.
MOIN0006	Via Guerra	Dovadola	129.50	Ad arco	131.90	124.12	2.4	-5.38	
MOIN0007	SS 67	Dovadola	123.47	Ad arco	127.34	117.9	3.87	-5.57	
MOIN0008	Via Treggiolo	Dovadola	111.80	Ad arco	115.68	108	3.88	-3.8	
MOIN0009	SP 54	Castrocaro	85.40	Ad arco	82.60	80.60	-2.80	-4.80	Quota estradosso 84.80 m s.m.
MOIN0010	SS67 via Mengozzi	Castrocaro	66.28	Intradosso piano inclinato	72.43	70.96	6.45	4.68	
MOIN0011	Via Conti	Castrocaro	65.75	Ad arco	64.84	61.57	-0.91	-4.18	Quota estradosso 66.6 m s.m.
MOIN0012	Passerella	Castrocaro	60.35	Ad arco	60.52	59.34	0.17	-1.01	
MOIN0014	Via Ladino	Castrocaro	54.06	Intradosso piano	50.90	50.90	-3.16	-3.16	Quota estradosso 52.30 m s.m.
MOIN0015	SS67 via Mengozzi	Castrocaro	52.60	Intradosso piano	53.30	53.30	0.7	0.7	

ID	Ponte, Località	Comune	H200 (m s.m.)	Tipologia ponte	H chiave (m s.m.)	H appoggio min (m s.m.)	FR chiave (m)	FR appoggio (m)	Note
MOIN0029	Pontentubo	Forlì	35.30	Intradosso piano	41.54	41.54	6.24	6.24	
MOIN0016	SP 141	Forlì	32.70	Intradosso piano inclinato	35.12	34.6	2.42	1.9	
MOIN0018	SS 9 – via Emilia	Forlì	30.50	Ad arco	29.17	24.48	-1.33	-6.02	Quota estradosso 30.5 m s.m.
MOIN0019	SS 727	Forlì	28.80	Intradosso piano	32.09	32.09	3.29	3.29	
MOIN0020	Ferrovia Bologna – Rimini	Forlì	28.60	Ad arco	26.55	24.13	-2.05	-4.47	Quota estradosso 28.2 m s.m.
MOIN0021	SP 27bis – Ponte Braldo	Forlì	25.20	Intradosso piano	24.7	24.7	-0.5	-0.5	Quota estradosso 26.0 m s.m.

Tab. 15 Fiume Montone da Rio Cosina a Fiumi Uniti: attraversamenti e franchi idraulici rispetto alla portata compatibile dei singoli tratti (scenario Ks uso suolo)

ID	Ponte, Località	Comune	Q comp. (m ³ /s)	H comp. (m s.m.)	Tipologia ponte	H chiave (m s.m.)	H appoggio min (m s.m.)	FR chiave (m)	FR appoggio (m)	Note
MOIN0022	Autostrada A14	Forlì	200	21.05	Intradosso piano	22.06	22.06	1.01	1.01	.
MOIN0023	SP4 - Ponte Vico	Russi – Forlì	300	18.15	Intradosso piano	19.39	19.39	1.24	1.24	
MOIN0024	SP5	Russi - Ravenna	300	14.76	Ad arco	15.32	14.60	0.56	-0.16	
MOIN0025	Pontetubo	Russi - Ravenna	300	14.13	Intradosso piano	16.59	16.59	2.46	2.46	
MOIN0026	SP45	Ravenna	300	12.57	Ad arco	13.93	13.32	1.36	0.75	
MODT0002	Chiusa San Marco	Ravenna	250	9.60	Intradosso piano	11.53	11.53	1.93	1.93	
MOIN0027	SS16	Ravenna	200	7.91	Ad arco	9.73	9.05	1.82	1.14	
MOIN0028	via Ravegnana	Ravenna	200	7.51	Intradosso piano	8.10	8.10	0.59	0.59	

Tab. 16 Fiume Rabbi: attraversamenti e franchi idraulici T200

ID	Ponte, Località	Comune	H200 (m s.m.)	Tipologia ponte	H chiave (m s.m.)	H appoggio min (m s.m.)	FR chiave (m)	FR appoggio (m)	Note
RAIN0002	Strada poderale	Galeata	254.70	Intradosso piano	255.08	255.08	0.38	0.38	
RAIN0004	SP 9ter	Predappio	231.10	Intradosso piano	229.18	229.18	-1.92	-1.92	Quota estradosso 230.30 m s.m.
RAIN0027	Predappio	Predappio	217.10	Intradosso piano	216.28	216.28	-0.82	-0.82	Quota estradosso 216.51 m s.m.
RAIN0005	Via Forlì	Predappio	206.80	Intradosso piano	205.61	205.61	-1.19	-1.19	Quota estradosso 206.06 m s.m.
RAIN0006	Via S. Pietro	Predappio	197.50	Ad arco	195.80	192.24	-1.70	-5.26	Quota estradosso 197.90 m s.m.
RAIN0007	SP 9ter	Predappio	178.60	Ad arco	179.33	177.60	0.73	-1.00	
RAIN0008	Strada vicinale	Predappio	175.80	Intradosso piano	176.81	176.81	1.00	1.00	
RAIN0009	SP 9ter	Predappio	169.60	Ad arco	169.46	167.36	-0.14	-2.24	Quota estradosso 170.50 m s.m.
RAIN0010	SP 9ter	Predappio	142.0	Intradosso piano	141.47	141.47	-0.53	-0.53	Quota estradosso 143.48 m s.m.
RAIN0011	Via Demetrio	Predappio	129.55	Intradosso piano	128.62	128.62	-0.93	-0.93	Quota estradosso 129.23 m s.m.
RAIN0012	Passerella pedonale	Predappio	127.40	Intradosso piano	127.65	127.65	0.25	0.25	
RAIN0013	Via Sanzio	Predappio	125.80	Intradosso piano	127.29	127.29	1.49	1.49	
RAIN0014	SP 126	Predappio	120.70	Ad arco	124.7	121.4	4.0	0.7	

ID	Ponte, Località	Comune	H200 (m s.m.)	Tipologia ponte	H chiave (m s.m.)	H appoggio min (m s.m.)	FR chiave (m)	FR appoggio (m)	Note
RAIN0015	Via Santa Lucia	Predappio	100.15	Ad arco	100.75	98.55	0.6	-1.6	
RAIN0017	Via Lucchina	Predappio	81.10	Ad arco	79.68	77.34	-1.42	-3.76	Quota estradotto 80.72 m s.m.
RAIN0018	Via Bellaria	Predappio	74.30	Intradosso piano	72.07	72.07	-2.23	-2.23	Quota estradotto 73.24 m s.m.
RAIN0019	Strada poderele	Predappio	69.00	Intradosso piano	67.07	67.07	-1.93	-1.93	Quota estradotto 68.57 m s.m.
RAIN0020	Via Mezzacosta	Forlì	62.75	Intradosso piano	62.95	62.95	0.20	0.20	
RAIN0021	SP 9ter	Forlì	53.75	Ad arco	55.58	53.35	1.83	-0.4	
RAIN0022	Via Pontirola	Forlì	51.70	Intradosso piano	49.93	49.93	-1.77	-1.77	Quota estradotto 51.73 m s.m.
RAIN0023	Pontetubo	Forlì	45.20	Intradosso piano	47.61	47.61	2.41	2.41	
RAIN0024	Strada poderele	Forlì	37.35	Intradosso piano	36.89	36.89	-0.46	-0.46	Quota estradotto 37.19 m s.m.
RAIN0025	SP 56	Forlì	33.95	Intradosso piano	36.12	36.12	2.17	2.17	
RAIN0026	Rabbi	Forlì	33.60	Ad arco	32.14	30.24	-1.46	-3.36	Quota estradotto 33.32 m s.m.

Tab. 17 Fiume Ronco: attraversamenti e franchi idraulici T200

ID	Ponte, Località	Comune	H200 (m s.m.)	Tipologia ponte	H chiave (m s.m.)	H appoggio min (m s.m.)	FR chiave (m)	FR appoggio (m)	Note
ROIN0001	Via Maglianella	Santa Sofia	254.00	Ad arco	254.82	251.57	0.82	-2.43	
ROIN0002	Ponte tubo	Santa Sofia	246.00	Intradosso piano	244.00	244.00	-2.00	-2.00	Quota estradosso 245.30 m s.m.
ROIN0004	Via Versara	Galeata	209.50	Intradosso piano	222.87	222.87	13.37	13.37	
ROIN0006	Via don Zaccaro	Galeata	205.00	Intradosso piano	201.85	201.85	-3.15	-3.15	Quota estradosso 204.36 m s.m.
ROIN0007	SP 4	Galeata	192.40	Ad arco	207.19	188.0	14.79	-4.4	
ROIN0008	Via Buozzi	Civitello di Romagna	170.55	Intradosso piano	171.33	171.33	0.78	0.78	
ROIN0009	Via Castagnolo	Civitello di Romagna	158.40	Intradosso piano	159.00	159.00	0.60	0.60	
ROIN0010	SP 4	Civitello di Romagna	124.65	Ad arco	125.00	122.75	0.35	-1.90	
ROIN0011	SP 4	Civitello di Romagna	119.80	Intradosso piano	120.72	120.72	0.92	0.92	
ROIN0012	Via Bidente	Civitello di Romagna	116.10	Intradosso piano	116.48	116.48	0.38	0.38	
ROIN0013	via S. Martino in Varolo	Civitello di Romagna	101.10	Intradosso piano	100.84	100.84	-0.26	-0.26	Quota estradosso 102.65 m s.m.
ROIN0014	SP 4	Meldola	89.30	Intradosso piano	103.26	103.26	13.96	13.96	
ROIN0015	Strada Ricò	Meldola	89.70	Ad arco	92.69	88.76	2.99	-0.94	
ROIN0016	Strada Vernacchia Montevescovo	Meldola	77.40	Intradosso piano	79.20	79.20	1.80	1.80	

ID	Ponte, Località	Comune	H200 (m s.m.)	Tipologia ponte	H chiave (m s.m.)	H appoggio min (m s.m.)	FR chiave (m)	FR appoggio (m)	Note
ROIN0017	Strada San Colombano	Meldola	71.25	Intradosso piano	69.92	69.92	-1.33	-1.33	Quota estradosso 70.60 m s.m.
ROIN0019	SP 48	Meldola	57.00	Ad arco	58.24	54.00	1.24	-3.00	
ROIN0020	Strada della Barca	Meldola	50.40	Intradosso piano	48.1	48.1	-2.30	-2.30	Quota estradosso 49.50 m s.m.
ROIN0021	SP 37	Forlì - Bertinoro	37.15	Ad arco	38.70	34.81	1.55	-2.34	
ROIN0023	SS 9 via Emilia	Forlì	25.60	Ad arco	23.50	16.86	-2.1	-8.74	Quota estradosso 27.00 m s.m.
ROIN0024	Ferrovia Bologna – Rimini	Forlì	24.60	Ad arco	20.28	17.80	-4.32	-6.80	Quota estradosso 25.00 m s.m.
ROIN0025	Via Mattei	Forlì	21.65	Intradosso piano	22.65	22.65	1.00	1.00	
ROIN0026	SP 2	Forlì	20.05	Ad arco	20.24	15.90	0.19	-4.15	
ROIN0027	Autostrada A14	Forlì	19.10	Intradosso piano	17.41	17.41	-1.69	-1.69	Quota estradosso 21.00 m s.m.
ROIN0028	Via Argine	Forlì	16.40	Intradosso piano	17.36	17.36	0.96	0.96	

Tab. 18 Fiume Ronco da Borgo Sissa a Fiumi Uniti: attraversamenti e franchi idraulici rispetto alla portata compatibile dei singoli tratti (scenario Ks uso suolo)

ID	Ponte, Località	Comune	Q comp. (m³/s)	H comp. (m s.m.)	Tipologia ponte	H chiave (m s.m.)	H appoggio min (m s.m.)	FR chiave (m)	FR appoggio (m)	Note
ROIN0029	SP53	Ravenna	250	13.13	Ad arco	14.74	13.84	1.61	0.71	.
ROIN0030	Pontetubo	Ravenna	300	11.33	Intradosso piano	13.02	13.02	1.69	1.69	
ROIN0031	SP3	Ravenna	300	10.73	Ad arco	12.27	11.69	1.54	0.96	
ROIN0032	SS16	Ravenna	250	7.25	Ad arco	9.34	8.98	2.09	1.73	
ROIN0033	Via Cella	Ravenna	250	7.13	Ad arco	8.43	7.88	1.3	0.75	

Tab. 19 Fiumi Uniti: attraversamenti e franchi idraulici rispetto alla portata compatibile dei singoli tratti (scenario Ks uso suolo)

ID	Ponte, Località	Comune	Q comp. (m³/s)	H comp. (m s.m.)	Tipologia ponte	H chiave (m s.m.)	H appoggio min (m s.m.)	FR chiave (m)	FR appoggio (m)	Note
UNIN0001	SR142	Ravenna	500	6.97	Ad arco	7.02	1.86	0.05	-5.11	.
UNIN0005	Passerella	Ravenna	600	7.23	Ad arco	8.57	7.93	1.34	0.7	
UNIN0002	Ferrovia	Ravenna	600	6.84	Intradosso piano	7.73	7.73	0.89	0.89	
UNIN0003	SS67	Ravenna	600	5.80	Ad arco	9.88	9.01	4.08	3.21	
UNIN0004	Via Manzoni	Ravenna	500	3.06	Intradosso piano	3.69	3.69	0.63	0.63	

7.5 Scenari di rotta arginale

Il modello numerico allestito è stato applicato anche per approfondire scenari di rotta arginale.

La localizzazione delle rotte è stata definita in funzione dei seguenti criteri:

- punti di sormonto evento T50: tali localizzazioni sono confrontate con le rotte occorse negli eventi 2023 e 2024. Ultimata l'individuazione di tali tratti viene verificato anche il comportamento dell'evento T200: ulteriori punti sono aggiunti se distanti dai precedenti almeno 3-5 km;
- criticità geometriche locali individuate dalle analisi in permanente, con riferimento allo scenario di scabrezza definito dalle condizioni di uso del suolo attuali;
- prossimità al corso d'acqua di centri abitati rilevanti non colpiti dagli effetti delle rotte precedentemente definite.

La posizione di ogni singola breccia è stata valutata in modo tale da ottenere un allagamento uniforme del comparto e più cautelativo possibile, ad esempio valutando gli effetti di significativi elementi topografici in grado di regimentare le dinamiche alluvionali (magari aumentando in maniera localizzata la densità di brecce), prediligendo il posizionamento delle brecce nei tratti più di monte del comparto e in posizioni che, considerando le dinamiche inerziali interne al corso d'acqua, favorissero l'esondazione di volumi maggiori.

Tab. 20 Localizzazione dei punti di rotta arginale simulati per il fiume Montone

ID Rotta	Località	Comune	Criterio individuazione	Sponda
01	Casa Bovelacci	Forlì	Tracimazione T50	DX
02	Villa Matteucci	Forlì	Rotta evento reale e Tracimazione T50	SX
03	Fondo Cascirano	Forlì	Tracimazione T50	SX
04	C. Albertini	Forlì	Tracimazione T50	DX
05	Cà Gorgona	Faenza	Tracimazione T50	SX
06	C. Bufalini	Forlì	Tracimazione T50	DX
07	Il Rivale	Forlì	Criticità moto permanente - Q=350	DX
08	Bernarda	Faenza	Criticità moto permanente - Q=350	SX
09	C. Lorenzina	Forlì	Criticità moto permanente - Q=350	DX
10	Chiesuola	Russi	Criticità moto permanente - Q=350	SX
11	Palazzo della Torre	Ravenna	Criticità moto permanente - Q=350	DX
12	Palazzo Valli	Ravenna	Criticità moto permanente - Q=400	SX
13	C. Durando	Ravenna	Criticità moto permanente - Q=300	SX
14	La Chiusa	Ravenna	Criticità moto permanente - Q=250	DX
15	Villa Galli	Ravenna	Criticità moto permanente - Q=250	SX

Tab. 21 Localizzazione dei punti di rotta arginale simulati per il fiume Ronco

ID Rotta	Località	Comune	Criterio individuazione	Sponda
01	Borgo Sisa	Ravenna	Criticità moto permanente - Q=300	DX
02	Durazzanino	Forlì	Tracimazione T50	SX
03	Coccolia	Ravenna	Criticità moto permanente - Q=350	DX
04	Ruset	Ravenna	Criticità moto permanente - Q=400	DX
05	Chiavicona	Ravenna	Criticità moto permanente - Q=400	SX
06	Villa Ingegneri	Ravenna	Criticità moto permanente - Q=400	DX
07	Cà Ravaglia	Ravenna	Criticità moto permanente - Q=400	DX
08	Chiusa San Bartolo	Ravenna	Criticità moto permanente - Q=400	SX
09	Cà Rani	Ravenna	Criticità moto permanente - Q=350	DX

Tab. 22 Localizzazione punti di rotta arginale simulati per i Fiumi Uniti

ID Rotta	Località	Comune	Criterio individuazione	Sponda
01	C. Guadagni	Ravenna	Criticità moto permanente - Q=700	SX
02	Ponte Nuovo	Ravenna	Criticità moto permanente - Q=700	DX
03	Scolo Lecche	Ravenna	Criticità moto permanente - Q=800	SX
04	Marabina	Ravenna	Criticità moto permanente - Q=800	DX
05	Porto Fuori	Ravenna	Criticità moto permanente - Q=800	SX
06	Casa Lavatello	Ravenna	Criticità moto permanente - Q=900	SX
07	Alberaccio	Ravenna	Criticità moto permanente - Q=800	DX

Per ogni punto di rotta sono stati simulati gli eventi T50, T200 e T500 per la durata di pioggia di 18 ore.

Inoltre, per tutte le brecce si è ipotizzata una forma trapezia, con una quota che varia gradualmente nel tempo a partire da quella del coronamento arginale fino a raggiungere la quota del piano campagna circostante, e con una larghezza finale alla base assunta pari a 50 m; tale larghezza è stata condivisa in funzione delle evidenze delle rotte reali occorse negli eventi 2023 e 2024. L'innesto della formazione della breccia viene impostato nel momento del passaggio del colmo in prossimità del punto di rotta.

I risultati di tali simulazioni, integrati con i corrispondenti inviluppi degli scenari di analisi ad argini inerodibili, hanno consentito di perimetrire le aree allagabili per i diversi scenari idrologici frequente, poco frequente e raro.

8 Linee di assetto

Al fine di conseguire una visione complessiva delle linee di assetto definite nel paragrafo successivo, si rimanda al Capitolo 6 della Relazione Tecnica in cui sono descritte le strategie generali che guidano la definizione delle linee di assetto.

8.1 L'assetto del Fiume Montone

L'asta del fiume Montone, oggetto di delimitazione delle Fasce Fluviali e interessata dalla definizione delle linee di assetto, è compresa tra il centro abitato del Comune di Dovadola e la confluenza in Fiumi Uniti (59 km). L'ambito in esame può essere suddiviso nei seguenti tratti:

- da Dovadola fino alla confluenza con il fiume Rabbi (25 km), il Montone si sviluppa in ambito collinare con un fondovalle in grado di contenere il deflusso della piena di riferimento duecentennale, con presenza di diversi ambiti goleinali anche ampi, che in occasione di eventi intensi vengono interessati da esondazioni fino ai limiti morfologici naturali;
- dalla confluenza con il fiume Rabbi fino alla confluenza con il Rio Cosina, dove ha inizio il tratto arginato classificato (9 km), in cui si ha l'attraversamento del centro abitato di Forlì e di ambiti agricoli. Lungo tale tratto è presente un sistema continuo di rilevati arginali su entrambe le sponde, non classificati, posti in fregio all'alveo attivo, che svolge funzione di difesa, ma che è caratterizzato da quote di ritenuta insufficienti a contenere il deflusso della piena cinquantennale;
- tra la confluenza con il rio Cosina e Fiumi Uniti (25 km), in cui l'alveo risulta arginato in modo continuo (argini classificati di seconda categoria).

8.1.1. Tratto collinare tra Dovadola e la confluenza con il Fiume Rabbi

Nel tratto collinare si prevede l'adeguamento e il potenziamento del sistema difensivo per il contenimento dei livelli idrici in corrispondenza dell'abitato di Dovadola, in destra idraulica e in Comune di Castrocaro Terme e Terre del Sole, in sinistra idraulica, in località San Nicolò.

Lungo l'intero tratto è prevista la realizzazione di diversi interventi strutturali per la laminazione delle piene, tutti in corrispondenza di aree goleinali che già nello stato attuale sono interessate da allagamenti durante gli eventi di piena. La funzione di tali opere è di ridurre il più possibile, compatibilmente con l'assetto territoriale presente, la portata di piena al colmo che poi transita nel centro abitato di Forlì. In particolare, le opere previste sono le seguenti.

1. A Castrocaro Terme, in destra idraulica, nell'area goleale in località La Bastardina, è prevista la realizzazione di una cassa di laminazione fuori linea, senza opere di regolazione in alveo e attuata con ribassamenti del piano goleale. Il volume utile è stimato in 280.000 m³.
2. A Terre del Sole, in destra idraulica, nell'area goleale a monte del ponte di via Ladino, è prevista la realizzazione di una cassa di laminazione fuori linea, senza opere di regolazione in alveo e attuata con ribassamenti del piano goleale. Il volume utile è stimato in 320.000 m³.
3. A Forlì, in sinistra idraulica, nell'area goleale nei pressi della località Villa Rovere, è prevista la realizzazione di una cassa di laminazione fuori linea, con opera di regolazione in alveo (comune con le casse di laminazione descritte nei punti 4 e 5) e attuata con ribassamenti del piano goleale. Il volume utile è stimato in 510.000 m³.
4. A Forlì, in destra idraulica, nell'area goleale nei pressi della località L'Eremo, è prevista la realizzazione di una cassa di laminazione fuori linea, con opera di regolazione in alveo (comune con le casse di laminazione descritte nei punti 3 e 5) e attuata con ribassamenti del piano goleale. Il volume utile è stimato in 580.000 m³.
5. A Forlì, in sinistra idraulica, nell'area goleale nei pressi della località Ceccarelli, è prevista la realizzazione di una cassa di laminazione fuori linea, con opera di regolazione in alveo (comune con le casse di laminazione descritte nei punti 3 e 4) e attuata con ribassamenti del piano goleale. Il volume utile è stimato in 1.000.000 m³.

6. A Forlì, in destra idraulica, nell'areaolenale nei pressi della località La Gironda, è prevista la realizzazione di una cassa di laminazione fuori linea, con opera di regolazione in alveo (comune con le casse di laminazione descritte nei punti 7 e 8) e attuata con ribassamenti del piano goleale. Il volume utile è stimato in 420.000 m³.
7. A Forlì, in sinistra idraulica, nell'areaolenale nei pressi della località Casa Gianna, è prevista la realizzazione di una cassa di laminazione fuori linea, con opera di regolazione in alveo (comune con le casse di laminazione descritte nei punti 6 e 8) e attuata con ribassamenti del piano goleale. Il volume utile è stimato in 780.000 m³.
8. A Forlì, in destra idraulica, nell'areaolenale nei pressi della località Vecchiazzano, è prevista la realizzazione di una cassa di laminazione fuori linea, con opera di regolazione in alveo (comune con le casse di laminazione descritte nei punti 6 e 7) e attuata con ribassamenti del piano goleale. Il volume utile è stimato in 1.600.000 m³.
9. A Forlì, in sinistra idraulica, nell'areaolenale nei pressi della località San Varano, è prevista la realizzazione di una cassa di laminazione fuori linea, senza opera di regolazione in alveo e attuata senza ribassamenti del piano goleale. Il volume utile è stimato in 960.000 m³.

Il suddetto sistema di opere, il cui volume di laminazione complessivo è stimato in circa 6,5 Mm³, consente di ridurre la portata di piena al colmo dell'evento di riferimento T200 del fiume Montone, a monte della confluenza del Fiume Rabbi, ad un valore di circa 175 m³/s, con una riduzione di circa 220 m³/s rispetto alla portata al colmo dello stesso evento nell'attuale assetto.

8.1.2. *Tratto dalla confluenza con il fiume Rabbi fino alla confluenza con il Rio Cosina*

Nel tratto di fiume Montone a valle della confluenza con il fiume Rabbi, fino alla confluenza con il Rio Cosina, che comprende anche l'attraversamento del centro abitato di Forlì, sono previsti i seguenti interventi:

- appena a valle della confluenza del fiume Rabbi, in destra idraulica, nell'areaolenale interessata dal parco pubblico, è prevista la realizzazione di una cassa di laminazione fuori linea, senza opera di regolazione in alveo e attuata senza ribassamenti del piano goleale. Il volume utile è stimato in 680.000 m³.
- potenziamento della capacità di deflusso dell'alveo attraverso interventi di:
 - realizzazione di opere di contenimento dei livelli nel tratto tra la suddetta cassa di laminazione e il ponte della via Emilia;
 - adeguamento in quota e in sagoma dell'esistente sistema arginale, non classificato, presente lungo entrambe le sponde, compreso tra il ponte della via Emilia e il ponte della linea ferroviaria Bologna – Rimini. In tale tratto di prevede anche la riprofilatura della sezione d'alveo con abbassamento dei piani goleali compresi tra l'alveo inciso e i rilevati arginali;
 - adeguamento in quota e in sagoma dell'esistente sistema arginale, non classificato, presente lungo entrambe le sponde, compreso tra il ponte della linea ferroviaria Bologna – Rimini e la confluenza del Rio Cosina. In tale tratto di prevede di sostituire parte degli argini esistenti con nuovi argini posti più arretrati rispetto all'alveo attivo;
 - sostituzione del Ponte Braldo – SP 27bis con un manufatto idraulicamente adeguato e compatibile, tenuto conto anche della posizione delle nuove arginature arretrate.

Tali interventi si rendono necessari in quanto le casse di laminazione che possono essere previste nel tratto di monte, sia lungo il fiume Montone che lungo il fiume Rabbi, compatibili con la morfologia dei luoghi e del contesto territoriale, non sono in grado di ridurre la portata al colmo dell'evento di piena di riferimento a valori compatibili con l'attuale capacità idraulica del sistema difensivo presente nel tratto in oggetto, che è pari a circa 300 m³/s.

8.1.3. Tratto tra la confluenza con il Rio Cosina e Fiumi Uniti – tratto arginato classificato di pianura

La portata limite attuale del tratto arginato del fiume Montone, definita secondo i criteri illustrati nei precedenti paragrafi, è riportata nella successiva tabella.

Tab. 23 Portata limite attuale del tratto arginato del fiume Montone

ID	Tratto	Q compatibile (m ³ /s)
1	Da inizio tratto arginato fino a ponte Autostrada A14	200
2	Da ponte Autostrada A14 a ponte SP4 (idrometro Ponte Vico)	300
3	Da ponte SP4 (idrometro Ponte Vico) a ponte SP45	300
4	Da ponte SP45 a chiusa San Marco (idrometro San Marco)	250
5	Da chiusa San Marco (idrometro San Marco) a Fiumi Uniti	200

Tenendo conto del fatto che non è possibile ridurre a tali valori di portata limite, nonostante la realizzazione di molteplici aree di laminazione, la portata al colmo proveniente dai tratti di monte si prevedono i seguenti interventi:

- nel tratto compreso tra la confluenza del Rio Cosina e il CER:
 - Realizzazione di n. 3 aree a tracimazione controllata, poste sia in sinistra che in destra idraulica, in cui poter invasare un volume di circa 6.500.000 m³, interessando un areale di circa 500 ha, interamente ad uso agricolo. I tratti arginali dove sarà prevista la tracimazione controllata dovranno essere adeguati affinché il sormonto non determini il crollo dei rilevati. Le aree da destinare ad allagamento dovranno essere opportunamente confinate in modo da proteggere il territorio esterno. Gli insediamenti posti all'interno di tali aree saranno anch'essi protetti con misure locali. All'interno degli areali potranno essere studiati sistemi di contenimento che permettano l'interessamento dell'ambito in modo progressivo e al contempo aiutino a trattenere quota parte dei volumi esondati;
 - interventi di adeguamento in quota e in sagoma degli argini esistenti fino al ponte dell'A14.
- nel tratto a monte della confluenza del fiume Montone e del fiume Ronco nei Fiumi Uniti è prevista un'area di tracimazione controllata, posta tra le due aste arginate, in grado di ricevere le portate in esubero rispetto alla capacità idraulica dei tratti terminali dei due corsi d'acqua e del tratto iniziale dei Fiumi Uniti. L'area di tale area di tracimazione controllata è pari a circa 900 ha e il volume laminato per l'evento di riferimento è pari a circa 4.000.000 m³. Anche per tale area valgono i medesimi principi sopra richiamati per le altre aree di tracimazione controllata.

La tabella seguente confronta la portata limite attuale e quella di progetto nei diversi tratti. Allo scopo di rendere compatibile l'intero tratto arginato classificato di pianura con la portata proveniente da monte, è necessario prevedere interventi di adeguamento in quota e in sagoma degli argini esistenti. In particolare, si segnala che nel tratto 1 - 4 - 5 tali interventi sono necessari per poter ottenere adeguati franchi di sicurezza idraulica.

Tab. 24 Portata limite attuale e di progetto del tratto arginato del fiume Montone

ID	Tratto	Q limite attuale (m ³ /s)	Q limite progetto (m ³ /s)
1	Da inizio tratto arginato fino a ponte Autostrada A14	200	300
2	Da ponte Autostrada A14 a ponte SP4 (idrometro Ponte Vico)	300	300
3	Da ponte SP4 (idrometro Ponte Vico) a ponte SP45	300	300
4	Da ponte SP45 a chiusa San Marco (idrometro San Marco)	250	300
5	Da chiusa San Marco (idrometro San Marco) a Fiumi Uniti	200	300

8.2 L'assetto del Fiume Rabbi

Il tratto di fiume Rabbi, oggetto di delimitazione delle Fasce Fluviali e interessato dalla definizione delle linee di assetto, è compreso tra il centro abitato del Comune di Predappio e la confluenza nel fiume Montone (22.5 km).

L'ambito in esame può essere ricompreso tutto in un unico tratto che si sviluppa in ambito collinare con un fondovalle in grado di contenere il deflusso della piena di riferimento duecentennale, con presenza di diversi ambiti goleinali anche ampi che, in occasione di eventi intensi, vengono interessati da esondazioni fino ai limiti morfologici naturali.

8.2.1. Tratto collinare tra Predappio e la confluenza nel Fiume Montone

Nel tratto collinare si prevede l'adeguamento e il potenziamento del sistema difensivo per il contenimento dei livelli idrici in corrispondenza dell'abitato di Fiumana (Comune di Predappio) in sinistra idraulica e in Comune di Forlì, nei pressi della località La Chiusa lungo la via Comeccia, sempre in sinistra idraulica.

Lungo l'intero tratto è prevista la realizzazione di diversi interventi strutturali per la laminazione delle piene, tutte in corrispondenza di aree goleinali che già nello stato attuale sono interessate da allagamenti durante gli eventi di piena. La funzione di tali opere è di ridurre il più possibile, compatibilmente con l'assetto territoriale presente, la portata di piena al colmo che confluisce nel fiume Montone poco prima di transitare nel centro abitato di Forlì. In particolare, le opere previste sono:

1. A Forlì, in sinistra idraulica, nell'area goleale nei pressi della località San Lorenzo in Noceto, è prevista la realizzazione di una cassa di laminazione fuori linea, senza opere di regolazione in alveo e attuata con ribassamenti del piano goleale. Il volume utile è stimato in 1.100.000 m³.
2. A Forlì, in destra idraulica, nell'area goleale nei pressi della località La Chiusa, è prevista la realizzazione di una cassa di laminazione fuori linea, con opera di regolazione in alveo (comune con la cassa di laminazione descritta nel punto 3) e attuata con ribassamenti del piano goleale. Il volume utile è stimato in 400.000 m³.
3. A Forlì, in sinistra idraulica, nell'area goleale nei pressi della località Puntirola, è prevista la realizzazione di una cassa di laminazione fuori linea, con opera di regolazione in alveo (comune con la cassa di laminazione descritta nel punto 2) e attuata con ribassamenti del piano goleale. Il volume utile è stimato in 500.000 m³.
4. A Forlì, in sinistra idraulica, nell'area goleale nei pressi della località Pinchetti e via Veclezio, è prevista la realizzazione di una cassa di laminazione fuori linea, con opera di regolazione in alveo e attuata con ribassamenti del piano goleale. Il volume utile è stimato in 1.800.000 m³.
5. A Forlì, in destra idraulica, nell'area goleale nei pressi della località San Martino in Strada, è prevista la realizzazione di una cassa di laminazione fuori linea, senza opera di regolazione in alveo e attuata con ribassamenti del piano goleale. Il volume utile è stimato in 375.000 m³.
6. A Forlì, in destra idraulica, nell'area goleale a monte del ponte della SP 56, è prevista la realizzazione di una cassa di laminazione fuori linea, senza opera di regolazione in alveo e senza ribassamenti del piano goleale. Il volume utile è stimato in 460.000 m³.
7. A Forlì, in destra idraulica, nell'area goleale a valle del ponte Rabbi, è prevista la realizzazione di una cassa di laminazione fuori linea, senza opera di regolazione in alveo e attuata con ribassamenti del piano goleale. Il volume utile è stimato in 370.000 m³.

Il suddetto sistema di opere, il cui volume di laminazione complessivo è stimato in circa 5 Mm³, consente di ridurre la portata di piena al colmo dell'evento di riferimento T200 del fiume Rabbi, a monte della confluenza nel F. Montone, ad un valore di circa 230 m³/s, con una riduzione di circa 170 m³/s rispetto alla portata al colmo dello stesso evento nell'attuale assetto.

8.3 L'assetto del Fiume Ronco

Il tratto di fiume Ronco, oggetto di delimitazione delle Fasce Fluviali e interessato dalla definizione delle linee di assetto, è compreso tra le località Ricò e Gualdo del Comune di Meldola e la confluenza in Fiumi Uniti (51 km). L'ambito in esame può essere suddiviso nei seguenti tratti:

- tra Meldola fino a Forlì, ponte di via Mattei (28 km), il Ronco si sviluppa in ambito collinare e di pianura con un fondovalle in grado di contenere il deflusso della piena di riferimento duecentennale, con presenza di diversi ambiti goleinali anche ampi, che in occasione di eventi intensi vengono interessati da esondazioni fino ai limiti morfologici naturali;
- da Forlì fino a Borgo Sisa (6.5 km), località in Comune di Ravenna dove ha inizio il tratto arginato classificato, in cui si ha l'attraversamento di ambiti agricoli. Lungo tale tratto non è presente un sistema continuo di rilevati arginali e le sponde sono caratterizzate da quote insufficienti a contenere il deflusso della piena cinquantennale;
- tra Borgo Sisa e Fiumi Uniti (16.5 km), in cui l'alveo risulta arginato in modo continuo (argini classificati di seconda categoria).

8.3.1. Tratto collinare tra Meldola e Forlì

Lungo l'intero tratto è prevista la realizzazione di diversi interventi strutturali per la laminazione delle piene, tutte in corrispondenza di aree goleinali che già nello stato attuale sono interessate da allagamenti durante gli eventi di piena. La funzione di tali opere è di ridurre il più possibile, compatibilmente con l'assetto territoriale presente, la portata di piena al colmo che poi giunge in pianura e nel tratto arginato classificato. In particolare, le opere previste sono:

1. A Meldola, in destra idraulica, nell'area goleale in località Ribatta di Sotto, è prevista la realizzazione di una cassa di laminazione fuori linea, con opera di regolazione in alveo (comune con le casse di laminazione descritte nei punti 2 e 3) e attuata con ribassamenti del piano goleale. Il volume utile è stimato in 380.000 m³.
2. A Meldola, in sinistra idraulica, nell'area goleale in località Ricò, è prevista la realizzazione di una cassa di laminazione fuori linea, con opera di regolazione in alveo (comune con le casse di laminazione descritte nei punti 1 e 3) e attuata con ribassamenti del piano goleale. Il volume utile è stimato in 670.000 m³.
3. A Meldola, in destra idraulica, nell'area goleale in località Canova del Gesso, è prevista la realizzazione di una cassa di laminazione fuori linea, con opera di regolazione in alveo (comune con le casse di laminazione descritte nei punti 1 e 2) e attuata con ribassamenti del piano goleale. Il volume utile è stimato in 300.000 m³.
4. A Meldola, in sinistra idraulica, nell'area goleale nei pressi della località La Chiusa, è prevista la realizzazione di una cassa di laminazione fuori linea, senza opera di regolazione in alveo e attuata con ribassamenti del piano goleale. Il volume utile è stimato in 770.000 m³.
5. A Meldola, in destra idraulica, nell'area goleale nei pressi della località Arenaccia, è prevista la realizzazione di una cassa di laminazione fuori linea, senza opera di regolazione in alveo e attuata con ribassamenti del piano goleale. Il volume utile è stimato in 990.000 m³.
6. A Meldola, in sinistra idraulica, nell'area goleale nei pressi della località Monte di Sotto, è prevista la realizzazione di una cassa di laminazione fuori linea, senza opera di regolazione in alveo e attuata con ribassamenti del piano goleale. Il volume utile è stimato in 500.000 m³.
7. A Meldola, in destra idraulica, nell'area goleale nei pressi della località Casetta, è prevista la realizzazione di una cassa di laminazione fuori linea, senza opera di regolazione in alveo e attuata con ribassamenti del piano goleale. Il volume utile è stimato in 800.000 m³.
8. A Meldola, in sinistra idraulica, nell'area goleale nei pressi della località Baldissera, è prevista la realizzazione di una cassa di laminazione fuori linea, senza opera di regolazione in alveo e attuata con ribassamenti del piano goleale. Il volume utile è stimato in 600.000 m³.

9. A Bertinoro, in destra idraulica, nell'area goleale nei pressi della località Penitenziaria, è prevista la realizzazione di una cassa di laminazione fuori linea, senza opera di regolazione in alveo e attuata con ribassamenti del piano goleale. Il volume utile è stimato in 730.000 m³.
10. A Forlì, in sinistra idraulica, nell'area goleale nei pressi della località La Perlina, è prevista la realizzazione di una cassa di laminazione fuori linea, senza opera di regolazione in alveo e attuata con ribassamenti del piano goleale. Il volume utile è stimato in 800.000 m³.
11. A Bertinoro, in destra idraulica, nell'area goleale nei pressi della località Bassetta di Sotto, è prevista la realizzazione di una cassa di laminazione fuori linea, senza opera di regolazione in alveo e attuata con ribassamenti del piano goleale. Il volume utile è stimato in 1.650.000 m³.
12. A Forlimpopoli, in destra idraulica, è previsto l'adeguamento delle arginature della cassa denominata Sa.Pi.Fo., senza opera di regolazione in alveo e senza ribassamenti del piano goleale. Il volume utile è stimato in 1.400.000 m³.
13. A Forlì, in sinistra idraulica, è previsto l'adeguamento delle arginature della cassa denominata Fo.Ma., senza opera di regolazione in alveo e senza ribassamenti del piano goleale. Il volume utile è stimato in 4.600.000 m³.
14. A Forlimpopoli, in destra idraulica, nell'area goleale nei pressi della località Bruciata, è prevista la realizzazione di una cassa di laminazione fuori linea, senza opera di regolazione in alveo e attuata senza il ribassamento del piano goleale. Il volume utile è stimato in 1.000.000 m³.
15. A Forlimpopoli, in destra idraulica, è previsto l'adeguamento delle arginature delle casse denominata Spinadello e SFIR, senza opera di regolazione in alveo e senza ribassamenti del piano goleale. Il volume utile è stimato in 1.100.000 m³.
16. A Forlimpopoli, in destra idraulica, è previsto l'adeguamento delle arginature delle casse denominata Calboli, senza opera di regolazione in alveo e senza ribassamenti del piano goleale. Il volume utile è stimato in 2.400.000 m³.
17. A Forlì, in sinistra idraulica, nell'area goleale nei pressi della località Grotta, è prevista la realizzazione di una cassa di laminazione fuori linea, senza opera di regolazione in alveo e attuata con il sistema di interventi è completato dall'adeguamento e potenziamento del sistema difensivo per il contenimento dei livelli idrici in corrispondenza dell'abitato di Forlì, in sinistra e destra idraulica.

8.3.2. Tratto da Forlì fino a Borgo Sisa

Nel tratto di fiume Ronco a valle dell'abitato di Forlì e fino all'inizio del tratto arginato classificato, sono previsti interventi di realizzazione di nuove arginature per confinare gli allagamenti in aree compatibili e consentire di trasferire la portata al colmo proveniente dal tronco di monte verso il tratto di valle.

8.3.3. Tratto tra Borgo Sisa e Fiumi Uniti – tratto arginato classificato di pianura

La portata limite attuale del tratto arginato del fiume Ronco, definita secondo i criteri illustrati nei precedenti paragrafi, è riportata nella successiva tabella.

Tab. 25 Portata limite attuale del tratto arginato del fiume Ronco

ID	Tratto	Q compatibile (m ³ /s)
1	Da inizio tratto arginato fino a ponte SP53 (idrometro Coccchia)	250
2	Da ponte SP53 (idrometro Coccchia) a Chiusa San Bartolo (idrometro San Bartolo)	300
3	da Chiusa San Bartolo (idrometro San Bartolo) a Fiumi Uniti	250

Tenendo conto del fatto che non è possibile ridurre a tali valori di portata limite, nonostante la realizzazione di molteplici aree di laminazione, la portata al colmo proveniente dai tratti di monte, nel tratto arginato da Borgo Sisa a Coccolia è prevista un'area di tracimazione controllata, posta tra le due aste arginate di Montone e Ronco, in grado di ricevere le portate in esubero rispetto alla capacità idraulica dei tratti terminali dei due corsi d'acqua e del tratto iniziale dei Fiumi Uniti. L'area di tale area di tracimazione controllata⁹ è pari a circa 900 ha e il volume laminato per l'evento di riferimento è pari a circa 4.000.000 m³.

Allo scopo di rendere compatibile l'intero tratto arginato classificato di pianura con la portata proveniente da monte, è necessario prevedere interventi di adeguamento in quota e in sagoma degli argini esistenti. In particolare, si segnala che nei tratti 2-3 tali interventi sono necessari per poter ottenere adeguati franchi di sicurezza idraulica.

La tabella seguente confronta la portata limite attuale e quella di progetto nei diversi tratti.

Tab. 26 Portata limite attuale e di progetto del tratto arginato del fiume Ronco

ID	Tratto	Q limite attuale (m ³ /s)	Q limite progetto (m ³ /s)
1	Da inizio tratto arginato fino a ponte SP53 (idrometro Coccolia)	250	330
2	Da ponte SP53 (idrometro Coccolia) a Chiusa San Bartolo (idrometro San Bartolo)	300	330
3	da Chiusa San Bartolo (idrometro San Bartolo) a Fiumi Uniti	250	310

8.4 L'assetto dei Fiumi Uniti

L'asta dei Fiumi Uniti, interamente oggetto di delimitazione delle Fasce Fluviali e interessata dalla definizione delle linee di assetto, è compresa tra la confluenza tra i fiumi Montone e Ronco e il mare (9.5 km).

L'ambito in esame può essere classificato in un unico tratto in cui l'alveo risulta arginato in modo continuo (argini classificati di seconda categoria).

La portata limite attuale del tratto arginato dei Fiumi Uniti, definita secondo i criteri illustrati nei precedenti paragrafi, è riportata nella successiva tabella.

Tab. 27 Portata limite attuale del tratto arginato dei Fiumi Uniti

ID	Tratto	Q compatibile (m ³ /s)
1	Da inizio tratto fino ponte SR142	500
2	Da ponte SR142 fino a ponte SS67	600
3	Da ponte SS67 fino a chiusa Rasponi (idrometro Rasponi)	700
4	Da chiusa Rasponi (idrometro Rasponi) al mare	500

Nell'assetto di progetto dei fiumi Montone e Ronco, le rispettive portate al colmo nei tratti terminali sono pari rispettivamente a 300 e 310 m³/s. Come già detto in precedenza, nell'ambito della confluenza di tali fiumi è prevista un'area di tracimazione controllata, posta tra le due aste arginate, in grado di ricevere le portate in esubero rispetto alla capacità idraulica dei tratti terminali dei due corsi d'acqua e del tratto iniziale dei Fiumi Uniti. L'area di tale area di tracimazione controllata è pari a circa 900 ha e il volume laminato per l'evento di riferimento è pari a circa 4.000.000 m³.

⁹ Area di tracimazione già descritta al 8.1.3

Per effetto di tale area di laminazione, la portata al colmo che si immette dai fiumi Montone e Ronco nei Fiumi Uniti è pari a circa 540 m³/s, che riesce a transitare lungo tutta l'asta fluviale, fino al mare, senza tracimare.

Allo scopo di rendere compatibile l'intero tratto arginato classificato dei Fiumi Uniti con la portata proveniente da monte, è necessario prevedere interventi di adeguamento in quota e in sagoma degli argini esistenti. In particolare, si segnala che nei tratti 1-4 tali interventi sono necessari per poter ottenere adeguati franchi di sicurezza idraulica

La tabella seguente confronta la portata limite attuale e quella di progetto nei diversi tratti.

Tab. 28 Portata limite attuale e di progetto del tratto arginato del fiume Uniti

ID	Tratto	Q limite attuale (m ³ /s)	Q limite progetto (m ³ /s)
1	Da inizio tratto fino ponte SR142	500	540
2	Da ponte SR142 fino a ponte SS67	600	540
3	Da ponte SS67 fino a chiusa Rasponi (idrometro Rasponi)	700	540
4	Da chiusa Rasponi (idrometro Rasponi) al mare	500	540

8.5 Valutazioni su eventi di piena superiori a quello di riferimento

Al fine di indagare la resilienza dell'assetto proposto rispetto ad eventi superiori a quello di riferimento (T200 anni), il complesso delle sistemazioni proposte è stato sollecitato dall'evento T200, durata di pioggia 18 ore, ottenuto nello scenario idrologico che contempla gli effetti del cambiamento climatico, così come definito nell'analisi Idrologica, alla quale si rimanda per ogni dettaglio.

In Tab. 29 si riporta il confronto tra le portate idrologiche di riferimento del fiume Montone e quelle ottenute nelle analisi idrologiche stimando gli effetti del cambiamento climatico per l'evento T200 (in tale tabella è riportato massimo valore al colmo tra le diverse durate di pioggia). Nelle tabelle successive sono poi riportate le stesse grandezze con riferimento ai fiumi Rabbi e Ronco.

Tab. 29 Portate di piena per il fiume Montone

Bacino	Corso d'acqua	Progr (km)	Sezione (Cod. rif. Bacino)	Sup. (km ²)	T50 (m ³ /s)	T200 (m ³ /s)	T500 (m ³ /s)	T200 CC (m ³ /s)
Uniti	Montone	29	Rocca San Cascino	126,2	205	275	325	365
Uniti	Montone	52	Castrocaro Terme	236.1	370	500	585	655
Uniti	Montone	64.5	Valle confluenza Rabbi	481.2	665	845	1000	1240
Uniti	Montone	73	Valle confluenza Rio Cosina	543.0	775	985	1210	1345

Tab. 30 Portate di piena per il fiume Rabbi

Bacino	Corso d'acqua	Progr (km)	Sezione (Cod. rif. Bacino)	Sup. (km ²)	T50 (m ³ /s)	T200 (m ³ /s)	T500 (m ³ /s)	T200 CC (m ³ /s)
Uniti	Rabbi	27	Strada San Zeno–Galeata	117.7	285	360	415	455
Uniti	Rabbi	45	Predappio	165.3	295	390	465	510
Uniti	Rabbi	68	Monte confluenza Montone	222.3	350	440	545	590

Tab. 31 Portate di piena per il fiume Ronco

Bacino	Corso d'acqua	Progr (km)	Sezione (Cod. rif. Bacino)	Sup. (km ²)	T50 (m ³ /s)	T200 (m ³ /s)	T500 (m ³ /s)	T200 CC (m ³ /s)
Uniti	Ronco	24	Santa Sofia	217.60	410	515	595	675
Uniti	Ronco	54	Ronco a valle T. Voltre	436.0	810	1085	1275	1430
Uniti	Ronco	56	Meldola	446.3	805	1075	1260	1420
Uniti	Ronco	82	Coccolia	641.5	945	1290	1525	1715

Si osservi che l'incremento idrologico del colmo in tutte le sezioni è praticamente sempre dell'ordine del 30-40%.

In termini di volumi nelle sezioni di chiusura dei bacini, l'evento T200, durata di pioggia 18 ore, palesa, nello scenario che contempla gli effetti del cambiamento climatico, un incremento del 30%.

Per quanto riguarda il fiume Montone, nel tratto collinare, e il fiume Rabbi, a monte dell'abitato di Forlì, il transito dell'evento citato non determina variazioni significative delle aree inondabili, in quanto l'intero fondovalle è già comunque coinvolto. Tutte le casse di laminazione previste esauriscono la propria capacità di laminazione, veicolando verso valle portate maggiori rispetto all'evento di riferimento senza i cambiamenti climatici. In particolare, in corrispondenza dell'abitato di Forlì la portata al colmo passa da 390 a 440 m³/s, comunque ben inferiore al valore di portata al colmo nell'assetto attuale, pari a circa 770 m³/s.

Tale maggior valore di portata transita senza indurre il sormonto dei rilevati arginali nel tratto tra Forlì e l'inizio dell'attuale tratto con argini classificati, mentre in corrispondenza delle aree a tracimazione controllata avvengono delle tracimazioni verso l'esterno.

In corrispondenza del ponte dell'autostrada A14 la portata al colmo con lo scenario relativo ai cambiamenti climatici assume un valore prossimo a quello ottenuto con l'evento di piena di riferimento per la definizione dell'assetto di progetto, pari a circa 310 m³/s.

Una dinamica analoga si ha anche lungo il fiume Ronco. In particolare, in corrispondenza di Forlì la portata al colmo con i cambiamenti climatici è pari a circa 360 m³/s, mentre nell'assetto di progetto con l'evento di riferimento è pari a 340 m³/s. Tale maggior valore di portata induce la formazione di alcune aree di esondazione nei tratti privi di intervento, in cui il franco idraulico nell'assetto di progetto non è stato garantito. Nel tratto arginato classificato la portata con tale scenario idrologico risulta essere di poco superiore a quello dell'assetto di progetto di riferimento e lungo di esso non si verificano tracimazioni.

Le suddette dinamiche idrauliche lungo le aste di Montone e Ronco si compongono in maniera tale che in corrispondenza dei Fiumi Uniti la portata con i due scenari idrologici è la medesima.

In linea generale, è comunque necessario che le opere arginali siano progettate, realizzate e adeguate per evitare il collasso in caso di sormonto.

8.6 Quadro degli interventi

In Tab. 32 sono riassunte le localizzazioni e le tipologie di intervento rappresentati dai limiti B di progetto individuati lungo il fiume Montone, mentre nella

Tab. 33 sono riportate quelle relative al fiume Rabbi e, infine, nella Tab. 34 quelle relative al fiume Ronco.

Tab. 32 Localizzazione e modalità attuative dei limiti B di progetto del Fiume Montone

N.	Comune	Progressiva (km)	Sponda	Localizzazione	Tipologia intervento
1	Dovadola	39-40	DX	Abitato di Dovadola	Contenimento livelli idrici
2	Castrocaro Terme e Terre del Sole	51-52	SX	Abitato Castrocaro Terme	Contenimento livelli idrici
3	Castrocaro Terme e Terre del Sole	53-54	DX	La Bastardina	Cassa di laminazione
4	Castrocaro Terme e Terre del Sole	55-56	DX	Via Ladino	Cassa di laminazione
5	Castrocaro Terme e Terre del Sole	56-57	SX	Abitato Terre del Sole	Contenimento livelli idrici
6	Forlì	57-58	SX	Villa Rovere	Cassa di laminazione
7	Forlì	58-59	DX	L'Eremo	Cassa di laminazione
8	Forlì	59-60	SX	Ceccarelli	Cassa di laminazione
9	Forlì	60-61	DX	La Gironda	Cassa di laminazione
10	Forlì	60-61	SX	Casa Gianna	Cassa di laminazione
11	Forlì	61-62	DX	Vecchiazzano	Cassa di laminazione
12	Forlì	62-63	DX	Casa Marchini	Contenimento livelli idrici
13	Forlì	63-64	SX	San Varano	Cassa di laminazione
14	Forlì	64-65	DX	Parco pubblico	Cassa di laminazione
15	Forlì	65-66	SX	Forlì	Contenimento livelli idrici
16	Forlì	65-66	DX	Forlì	Contenimento livelli idrici
17	Forlì	66-68	SX	Forlì	Adeguamento in quota e sagoma rilevati arginali
18	Forlì	66-70	DX	Forlì	Adeguamento in quota e sagoma rilevati arginali
19	Forlì	68-73	SX	Villanova	Arretramento rilevati arginali
20	Forlì	70-72	DX	Podere Canova	Arretramento rilevati arginali
21	Forlì	73-80	DX		Aree a tracimazione controllata
22	Faenza	73-76	SX		Area a tracimazione controllata
23	Ravenna	92-98	DX		Area a tracimazione controllata

Tab. 33 Localizzazione e modalità attuative dei limiti B di progetto del Fiume Rabbi

N.	Comune	Progressiva (km)	Sponda	Localizzazione	Tipologia intervento
1	Predappio	52-53	SX	Fiumara	Contenimento livelli idrici
2	Predappio, Forlì	55-56	SX	San Lorenzo in Noceto	Cassa di laminazione
3	Forlì	57-58	SX	La Chiusa	Contenimento livelli idrici
4	Forlì	58-59	DX	La Chiusa	Cassa di laminazione
5	Forlì	58-59	SX	Puntirola	Cassa di laminazione
6	Forlì	60-62	SX	Pinchetti e via Veclezio	Cassa di laminazione
7	Forlì	64-65	DX	San Martino in Strada	Cassa di laminazione
8	Forlì	65-66	DX	Ponte SP56	Cassa di laminazione
9	Forlì	66-67	DX	Ponte Rabbi	Cassa di laminazione

Tab. 34 Localizzazione e modalità attuative dei limiti B di progetto del F. Ronco

N.	Comune	Progressiva (km)	Sponda	Localizzazione	Tipologia intervento
1	Meldola	49	DX	Ribatta di Sotto	Cassa di laminazione
2	Meldola	49-50	SX	Ricò	Cassa di laminazione
3	Meldola	50	DX	Canova del Gesso	Cassa di laminazione
4	Meldola	54	SX	Chiusa	Cassa di laminazione
5	Meldola	55	DX	Arenaccia	Cassa di laminazione
6	Meldola	56	SX	Monte di Sotto	Cassa di laminazione
7	Meldola	57-59	SX	Abitato di Meldola	Contenimento livelli idrici
8	Meldola	60-62	DX	Casetta	Cassa di laminazione
9	Meldola	62-63	SX	Baldissera	Cassa di laminazione
10	Bertinoro	63-64	DX	Penitenziaria	Cassa di laminazione
11	Forlì	64-65	SX	La Perlina	Cassa di laminazione
12	Bertinoro	65-66	DX	Bassetta di Sotto	Cassa di laminazione
13	Forlimpopoli	67-68	DX	Sa.Pi.Fo	Cassa di laminazione
14	Forlì	68-70	SX	Fo.Ma.	Cassa di laminazione
15	Forlimpopoli	69-70	DX	Bruciata	Cassa di laminazione
16	Forlimpopoli	70-72	DX	Spinadello	Cassa di laminazione
17	Forlì	72-73	DX	Calboli	Cassa di laminazione
18	Forlì	72-73	SX	Grotta	Cassa di laminazione
19	Forlì	77-81	DX		Contenimento livelli idrici
20	Forlì	78-82	SX		Contenimento livelli idrici

Risulta inoltre necessario predisporre il Programma generale di gestione della vegetazione ripariale in coerenza con le disposizioni regionali di riferimento, evidenziando la necessità di coordinare le azioni di sicurezza idraulica con la tutela e valorizzazione della vegetazione ripariale, riconoscendone da un lato le funzioni ecosistemiche essenziali e dall'altro il ruolo chiave nella mitigazione del rischio idraulico.

Infine, occorre predisporre il Programma generale di gestione dei sedimenti quale strumento conoscitivo, gestionale e di programmazione di interventi, relativi all'assetto morfologico del corso d'acqua, mediante il quale disciplinare le attività di manutenzione degli alvei, delle opere e di gestione dei sedimenti. Il riferimento per la definizione dell'impostazione metodologica del Programma generale è la Direttiva sedimenti del PAI Po. Tale programma dovrà tenere in considerazione gli esiti degli approfondimenti svolti nell'ambito dell'Attività 2.

8.7 Valutazioni dei franchi dei ponti e criticità idrauliche rispetto alle linee di assetto

In Tab.35 sono riportate le valutazioni sui franchi idraulici degli attraversamenti presenti lungo il F. Montone per l'evento T200 (con durata di pioggia pari a 18 ore) nella configurazione definita dalle linee di assetto.

In Tab.36 sono riportate le valutazioni sui franchi idraulici degli attraversamenti presenti nel tratto arginato di pianura rispetto alla portata limite di progetto.

Si evidenzia che per i ponti ad arco, il franco è stato valutato rispetto alla quota sia della chiave che dell'appoggio dell'arco sulla pila. Questo non rappresenta quindi il valore di franco così come definito da normativa (distanza tra la quota idrometrica e la quota di intradosso del ponte sui 2/3 della luce).

In tab.37 sono riportate le valutazioni sui franchi idraulici degli attraversamenti presenti lungo il F. Rabbi per l'evento T200 (con durata di pioggia pari a 18 ore) nella configurazione definita dalle linee di assetto.

In tab.38 sono riportate le valutazioni sui franchi idraulici degli attraversamenti presenti lungo il F. Ronco per l'evento T200 (con durata di pioggia pari a 18 ore) nella configurazione definita dalle linee di assetto.

In tab.39 sono riportate le valutazioni sui franchi idraulici degli attraversamenti presenti nel tratto arginato di pianura del F. Ronco rispetto alla portata limite di progetto.

In tab.40 sono riportate le valutazioni sui franchi idraulici degli attraversamenti presenti nel tratto arginato di pianura dei F. Uniti rispetto alla portata limite di progetto

Tab. 35 Fiume Montone: attraversamenti e franchi idraulici T200 rispetto alle linee di assetto (evento 18 ore)

ID	Ponte, Località	Comune	H200 (m s.m.)	Tipologia ponte	H chiave (m s.m.)	H appoggio min (m s.m.)	FR chiave (m)	FR appoggio (m)	Note
MOIN0001	Via Mazzini	Rocca San Casciano	205.80	Ad arco	210.00	207.60	4.20	1.80	
MOIN0002	SS 67	Rocca San Casciano	201.90	Ad arco	212.72	201.38	10.82	-0.52	
MOIN0003	SS 67	Rocca San Casciano	177.60	Ad arco	190.57	184.64	12.97	7.04	
MOIN0004	Via San Ruffilo	Dovadola	151.40	Intradosso piano	152.18	152.18	0.78	0.78	
MOIN0005	SS 67	Dovadola	132.20	Ad arco	132.40	131.27	0.20	-0.93	Quota estradosso 134.50 m s.m.
MOIN0006	Via Guerra	Dovadola	128.6	Ad arco	131.90	124.12	3.30	-4.48	
MOIN0007	SS 67	Dovadola	123.00	Ad arco	127.34	117.9	4.34	-5.10	
MOIN0008	Via Treggiolo	Dovadola	111.70	Ad arco	115.68	108	3.98	-3.7	
MOIN0009	SP 54	Castrocaro	85.30	Ad arco	82.60	80.60	-2.70	-4.70	Quota estradosso 84.80 m s.m.
MOIN0010	SS67 via Mengozzi	Castrocaro	65.90	Intradosso piano inclinato	72.43	70.96	6.83	5.06	
MOIN0011	Via Conti	Castrocaro	65.10	Ad arco	64.84	61.57	-0.26	-3.53	Quota estradosso 66.6 m s.m.
MOIN0012	Passerella	Castrocaro	60.90	Ad arco	60.52	59.34	-0.38	-1.56	
MOIN0014	Via Ladino	Castrocaro	53.80	Intradosso piano	50.90	50.90	-2.90	-2.90	Quota estradosso 52.30 m s.m.
MOIN0015	SS67 via Mengozzi	Castrocaro	52.50	Intradosso piano	53.30	53.30	0.8	0.8	

ID	Ponte, Località	Comune	H200 (m s.m.)	Tipologia ponte	H chiave (m s.m.)	H appoggio min (m s.m.)	FR chiave (m)	FR appoggio (m)	Note
MOIN0029	Pontentubo	Forlì	39.3		41.54	41.54	2.24	2.24	
MOIN0016	SP 141	Forlì	31.75	Intradosso piano inclinato	35.12	34.6	3.37	2.85	
MOIN0018	SS 9 – via Emilia	Forlì	28.8	Ad arco	29.17	24.48	0.37	-4.32	Quota estradosso 30.5 m s.m.
MOIN0019	SS 727	Forlì	28.0		32.09	32.09	4.09	4.09	
MOIN0020	Ferrovia Bologna – Rimini	Forlì	27.85	Ad arco	26.55	24.13	-1.30	-3.72	Quota estradosso 28.2 m s.m.
MOIN0021	SP 27bis – Ponte Braldo	Forlì	25.55						Ponte da rifare nell'assetto di progetto

Tab. 36 Fiume Montone da Rio Cosina a Fiumi Uniti: attraversamenti e franchi idraulici rispetto alla portata limite di progetto (scenario Ks uso suolo)

ID	Ponte, Località	Comune	Q limite progetto (m³/s)	H limite progetto (m s.m.)	Tipologia ponte	H chiave (m s.m.)	H appoggio min (m s.m.)	FR chiave (m)	FR appoggio (m)	Note
MOIN0022	Autostrada A14	Forlì	300	22.22	Intradosso piano	22.06	22.06	-0.16	-0.16	.
MOIN0023	SP4 - Ponte Vico	Russi – Forlì	300	18.15	Intradosso piano	19.39	19.39	1.24	1.24	
MOIN0024	SP5	Russi - Ravenna	300	14.76	Ad arco	15.32	14.60	0.56	-0.16	
MOIN0025	Pontetubo	Russi - Ravenna	300	14.13	Intradosso piano	16.59	16.59	2.46	2.46	
MOIN0026	SP45	Ravenna	300	12.57	Ad arco	13.93	13.32	1.36	0.75	
MODT0002	Chiusa San Marco	Ravenna	300	10.55	Intradosso piano	11.53	11.53	0.98	0.98	
MOIN0027	SS16	Ravenna	300	9.85	Ad arco	9.73	9.05	-0.12	-0.80	
MOIN0028	via Ravegnana	Ravenna	300	9.49	Intradosso piano	8.10	8.10	-1.39	-1.39	

Tab. 37 Fiume Rabbi: attraversamenti e franchi idraulici T200 rispetto alle linee di assetto (evento 18 ore)

ID	Ponte, Località	Comune	H200 (m s.m.)	Tipologia ponte	H chiave (m s.m.)	H appoggio min (m s.m.)	FR chiave (m)	FR appoggio (m)	Note
RAIN0002	Strada poderele	Galeata	254.00	Intradosso piano	255.08	255.08	1.08	1.08	
RAIN0004	SP 9ter	Predappio	230.45	Intradosso piano	229.18	229.18	-1.27	-1.27	Quota estradosso 230.30 m s.m.
RAIN0027	Predappio	Predappio	216.55	Intradosso piano	216.28	216.28	-0.27	-0.27	Quota estradosso 216.51 m s.m.
RAIN0005	Via Forlì	Predappio	206.20	Intradosso piano	205.61	205.61	-0.59	-0.59	Quota estradosso 206.06 m s.m.
RAIN0006	Via S. Pietro	Predappio	195.35	Ad arco	195.80	192.24	0.45	-3.11	Quota estradosso 197.90 m s.m.
RAIN0007	SP 9ter	Predappio	178.00	Ad arco	179.33	177.60	1.33	-0.40	
RAIN0008	Strada vicinale	Predappio	175.40	Intradosso piano	176.81	176.81	1.41	1.41	
RAIN0009	SP 9ter	Predappio	168.6	Ad arco	169.46	167.36	0.86	-1.24	Quota estradosso 170.50 m s.m.
RAIN0010	SP 9ter	Predappio	141.5	Intradosso piano	141.47	141.47	-0.03	-0.03	Quota estradosso 143.48 m s.m.
RAIN0011	Via Demetrio	Predappio	128.9	Intradosso piano	128.62	128.62	-0.28	-0.28	Quota estradosso 129.23 m s.m.
RAIN0012	Passerella pedonale	Predappio	127.0	Intradosso piano	127.65	127.65	0.65	0.65	
RAIN0013	Via Sanzio	Predappio	125.4	Intradosso piano	127.29	127.29	1.89	1.89	
RAIN0014	SP 126	Predappio	120.3	Ad arco	124.7	121.4	4.40	1.10	

ID	Ponte, Località	Comune	H200 (m s.m.)	Tipologia ponte	H chiave (m s.m.)	H appoggio min (m s.m.)	FR chiave (m)	FR appoggio (m)	Note
RAIN0015	Via Santa Lucia	Predappio	99.50	Ad arco	100.75	98.55	1.25	-0.95	
RAIN0017	Via Lucchina	Predappio	81.0	Ad arco	79.68	77.34	-1.32	-3.66	Quota estradotto 80.72 m s.m.
RAIN0018	Via Bellaria	Predappio	74.15	Intradosso piano	72.07	72.07	-2.08	-2.08	Quota estradotto 73.24 m s.m.
RAIN0019	Strada podereale	Predappio	68.90	Intradosso piano	67.07	67.07	-1.83	-1.83	Quota estradotto 68.57 m s.m.
RAIN0020	Via Mezzacosta	Forlì	62.40	Intradosso piano	62.95	62.95	0.55	0.55	
RAIN0021	SP 9ter	Forlì	54.75	Ad arco	55.58	53.35	0.83	-1.40	
RAIN0022	Via Pontirola	Forlì	51.85	Intradosso piano	49.93	49.93	-1.92	-1.92	Quota estradotto 51.73 m s.m.
RAIN0023	Pontetubo	Forlì	46.80	Intradosso piano	47.61	47.61	0.81	0.81	
RAIN0024	Strada podereale	Forlì	39.9	Intradosso piano	36.89	36.89	-3.01	-3.01	Quota estradotto 37.19 m s.m.
RAIN0025	SP 56	Forlì	33.05	Intradosso piano	36.12	36.12	3.07	3.07	
RAIN0026	Rabbi	Forlì	32.9	Ad arco	32.14	30.24	-0.76	-0.76	Quota estradotto 33.32 m s.m.

Tab. 38 Fiume Ronco: attraversamenti e franchi idraulici T200 rispetto alle linee di assetto (evento 18 ore)

ID	Ponte, Località	Comune	H200 (m s.m.)	Tipologia ponte	H chiave (m s.m.)	H appoggio min (m s.m.)	FR chiave (m)	FR appoggio (m)	Note
ROIN001	Via Maglianella	Santa Sofia	253.3	Ad arco	254.82	251.57	1.52	-1.73	
ROIN002	Ponte tubo	Santa Sofia	245.4	Intradosso piano	244.00	244.00	-1.40	-1.40	Quota estradosso 245.30 m s.m.
ROIN004	Via Versara	Galeata	209.1	Intradosso piano	222.87	222.87	13.77	13.77	
ROIN006	Via don Zaccaro	Galeata	202.85	Intradosso piano	201.85	201.85	-1.00	-1.00	Quota estradosso 204.36 m s.m.
ROIN007	SP 4	Galeata	192.3	Ad arco	207.19	188.0	14.89	-4.30	
ROIN008	Via Buozzi	Civitello di Romagna	170.15	Intradosso piano	171.33	171.33	1.18	1.18	
ROIN009	Via Castagnolo	Civitello di Romagna	158.2	Intradosso piano	159.00	159.00	0.80	0.80	
ROIN010	SP 4	Civitello di Romagna	124.6	Ad arco	125.00	122.75	0.40	-1.85	
ROIN011	SP 4	Civitello di Romagna	118.8	Intradosso piano	120.72	120.72	1.92	1.92	
ROIN012	Via Bidente	Civitello di Romagna	115.95	Intradosso piano	116.48	116.48	0.53	0.53	
ROIN013	via S. Martino in Varolo	Civitello di Romagna	100.9	Intradosso piano	100.84	100.84	-0.06	-0.06	Quota estradosso 102.65 m s.m.
ROIN014	SP 4	Meldola	89.5	Intradosso piano	103.26	103.26	13.76	13.76	
ROIN015	Strada Ricò	Meldola	89.4	Ad arco	92.69	88.76	3.29	-0.64	
ROIN016	Strada Vernacchia Montevescovo	Meldola	76.7	Intradosso piano	79.20	79.20	2.50	2.50	

ID	Ponte, Località	Comune	H200 (m s.m.)	Tipologia ponte	H chiave (m s.m.)	H appoggio min (m s.m.)	FR chiave (m)	FR appoggio (m)	Note
ROIN0017	Strada San Colombano	Meldola	70.9	Intradosso piano	69.92	69.92	-0.98	-0.98	Quota estradosso 70.60 m s.m.
ROIN0019	SP 48	Meldola	55.5	Ad arco	58.24	54.00	2.74	-1.50	
ROIN0020	Strada della Barca	Meldola	49.2	Intradosso piano	48.1	48.1	-1.10	-1.10	Quota estradosso 49.50 m s.m.
ROIN0021	SP 37	Forlì - Bertinoro	36.6	Ad arco	38.70	34.81	2.10	-1.79	
ROIN0023	SS 9 via Emilia	Forlì	22.3	Ad arco	23.50	16.86	1.20	-5.44	Quota estradosso 27.00 m s.m.
ROIN0024	Ferrovia Bologna – Rimini	Forlì	22.0	Ad arco	20.28	17.80	-1.72	-4.20	Quota estradosso 25.00 m s.m.
ROIN0025	Via Mattei	Forlì	21.0	Intradosso piano	22.65	22.65	1.65	1.65	
ROIN0026	SP 2	Forlì	20.0	Ad arco	20.24	15.90	0.24	-4.10	
ROIN0027	Autostrada A14	Forlì	19.35	Intradosso piano	17.41	17.41	-1.94	-1.94	Quota estradosso 21.00 m s.m.
ROIN0028	Via Argine	Forlì	16.85	Intradosso piano	17.36	17.36	0.51	0.51	

Tab. 39 Fiume Ronco da Borgo Sissa a Fiumi Uniti: attraversamenti e franchi idraulici rispetto alla portata limite di progetto (scenario Ks uso suolo)

ID	Ponte, Località	Comune	Q limite progetto (m³/s)	H limite progetto (m s.m.)	Tipologia ponte	H chiave (m s.m.)	H appoggio min (m s.m.)	FR chiave (m)	FR appoggio (m)	Note
ROIN0029	SP53	Ravenna	330	14.33	Ad arco	14.74	13.84	0.41	-0.49	.
ROIN0030	Pontetubo	Ravenna	330	11.78	Intradosso piano	13.02	13.02	1.24	1.24	
ROIN0031	SP3	Ravenna	330	11.18	Ad arco	12.27	11.69	1.09	0.51	
ROIN0032	SS16	Ravenna	310	8.21	Ad arco	9.34	8.98	1.13	0.77	
ROIN0033	Via Cella	Ravenna	310	8.09	Ad arco	8.43	7.88	0.34	-0.21	

Tab. 40 Fiumi Uniti: attraversamenti e franchi idraulici rispetto alla portata compatibile dei singoli tratti (scenario Ks uso suolo)

ID	Ponte, Località	Comune	Q limite progetto (m³/s)	H limite progetto (m s.m.)	Tipologia ponte	H chiave (m s.m.)	H appoggio min (m s.m.)	FR chiave (m)	FR appoggio (m)	Note
UNIN0001	SR142	Ravenna	540	7.34	Ad arco	7.02	1.86	-0.32	-5.48	.
UNIN0005	Passerella	Ravenna	540	6.64	Ad arco	8.57	7.93	1.93	1.29	
UNIN0002	Ferrovia	Ravenna	540	6.55	Intradosso piano	7.73	7.73	1.18	1.18	
UNIN0003	SS67	Ravenna	540	5.46	Ad arco	9.88	9.01	4.46	3.55	
UNIN0004	Via Manzoni	Ravenna	540	3.43	Intradosso piano	3.69	3.69	0.26	0.26	

9 Portate di piena di riferimento

Per le condizioni attuali sono riportate le portate di piena al colmo di riferimento nelle sezioni di chiusura a monte del tratto arginato classificato. In nero le portate idrologiche, in blu quelle ottenute da modellazione idraulica bidimensionale. In entrambi i casi è indicato il valore massimo tra tutte le durate di pioggia simulate (3, 6, 9, 12, 18 e 24 ore).

Tab. 41 Portate di piena per il fiume Montone

Corso d'acqua	Progr (km)	Sezione (Cod. rif. Bacino)	Sup. (km ²)	T50 (m ³ /s)	T200 (m ³ /s)	T500 (m ³ /s)	T50 (m ³ /s)	T200 (m ³ /s)	T500 (m ³ /s)
Montone	52	Castrocupo Terme	236.1	370	500	585	310	430	490
Montone	64.5	Valle confluenza Rabbi	481.2	665	845	1000	575	780	895
Montone	73	Valle confluenza Rio Cosina	543.0	775	985	1210	310	310	330

Tab. 42 Portate di piena per il fiume Rabbi

Corso d'acqua	Progr (km)	Sezione (Cod. rif. Bacino)	Sup. (km ²)	T50 (m ³ /s)	T200 (m ³ /s)	T500 (m ³ /s)	T50 (m ³ /s)	T200 (m ³ /s)	T500 (m ³ /s)
Rabbit	45	Predappio	165.3	295	390	465	315	385	460
Rabbit	68	Monte confluenza Montone	222.3	350	440	545	315	400	480

Tab. 43 Portate di piena per il fiume Ronco

Corso d'acqua	Progr (km)	Sezione (Cod. rif. Bacino)	Sup. (km ²)	T50 (m ³ /s)	T200 (m ³ /s)	T500 (m ³ /s)	T50 (m ³ /s)	T200 (m ³ /s)	T500 (m ³ /s)
Ronco	56	Meldola	446.3	805	1075	1260	560	740	805
Ronco	82	Coccolia	641.5	945	1290	1525	290	295	300

Nelle tabelle seguenti si riportano i valori al colmo dell'onda di piena idraulica per il tempo di ritorno 200 anni e durata di pioggia 18 ore, nell'ipotesi di realizzazione delle linee di intervento proposte nel capitolo 8, in alcune sezioni del corso d'acqua a monte del tratto arginato.

Tab. 44 fiume Montone linee di assetto – Portate di riferimento a monte del tratto arginato classificato

Corso d'acqua	Progr (km)	Sezione (Cod. rif. Bacino)	Sup. (km ²)	T200 (m ³ /s)
Montone	64.5	Valle confluenza Rabbi (valle ultima cassa di espansione a Forlì)	481.2	390
Montone	73	Valle confluenza Rio Cosina (a valle ultimo sfioro nelle aree a tracimazione controllata)	543.0	311

Tab. 45 fiume Rabbi linee di assetto – Portate di riferimento a monte del tratto arginato classificato

Corso d'acqua	Progr (km)	Sezione (Cod. rif. Bacino)	Sup. (km ²)	T200 (m ³ /s)
Rabbi	68	Monte confluenza Montone (a valle ultima cassa di laminazione lungo il F. Rabbi)	222.3	230

Tab. 46 fiume Ronco linee di assetto – Portate di riferimento a monte del tratto arginato classificato

Corso d'acqua	Progr (km)	Sezione (Cod. rif. Bacino)	Sup. (km ²)	T200 (m ³ /s)
Ronco	56	Meldola	446.3	525
Ronco	82	Coccolia	641.5	335

Per i tratti arginati classificati, nelle tabelle seguenti sono infine riportate la portata limite nello stato attuale (pur con franchi limitati) e nello stato definito dalle linee di assetto.

Tab. 47 Portata limite attuale e di progetto del tratto arginato del fiume Montone

ID	Tratto	Q limite attuale (m ³ /s)	Q limite progetto (m ³ /s)
1	Da inizio tratto arginato fino a ponte Autostrada A14	200	300
2	Da ponte Autostrada A14 a ponte SP4 (idrometro Ponte Vico)	300	300
3	Da ponte SP4 (idrometro Ponte Vico) a ponte SP45	300	300
4	Da ponte SP45 a chiusa San Marco (idrometro San Marco)	250	300
5	Da chiusa San Marco (idrometro San Marco) a Fiumi Uniti	200	300

Tab. 48 Portata limite attuale e di progetto del tratto arginato del fiume Ronco

ID	Tratto	Q limite attuale (m ³ /s)	Q limite progetto (m ³ /s)
1	Da inizio tratto arginato fino a ponte SP53 (idrometro Coccolia)	250	330
2	Da ponte SP53 (idrometro Coccolia) a Chiusa San Bartolo (idrometro San Bartolo)	300	330
3	da Chiusa San Bartolo (idrometro San Bartolo) a Fiumi Uniti	250	310

Tab. 49 Portata limite attuale e di progetto del tratto arginato del fiume Uniti

ID	Tratto	Q limite attuale (m ³ /s)	Q limite progetto (m ³ /s)
1	Da inizio tratto fino ponte SR142	500	540
2	Da ponte SR142 fino a ponte SS67	600	540
3	Da ponte SS67 fino a chiusa Rasponi (idrometro Rasponi)	700	540
4	Da chiusa Rasponi (idrometro Rasponi) al mare	500	540