



ADBPO

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

Relazione Tecnica

Dicembre 2025



Metadata

Titolo	Progetto di variante al PAI Po: estensione ai bacini idrografici del Reno, Romagnoli e Conca Marecchia. Fasce Fluviali. Relazione Tecnica
Descrizione	Il presente documento è la Relazione Tecnica inerente al Progetto di variante al PAI Po – estensione ai bacini idrografici del Reno, Romagnoli e Conca Marecchia relativa alle fasce fluviali. Questo elaborato si pone come obiettivo la definizione dell’ambito territoriale di riferimento, ossia i corsi d’acqua del reticolo principale dei bacini del Reno, Romagnoli (Regionale Romagna) e Conca – Marecchia, e la descrizione, in linea generale e metodologica, delle attività conoscitive sviluppate, del quadro delle criticità presenti e delle linee di assetto, anche in termini di criteri ed indirizzi generali di gestione del rischio alluvionale.
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	Bacini idrografici del Reno, Romagnoli e Conca Marecchia
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	Relazione_tecnica_fasce
Formato	pdf
Relazioni	Gli elaborati del progetto di variante PAI Po sono: Relazione generale; Relazione tecnica – Fasce Fluviali; Monografie dei corsi d’acqua; Tavole delle fasce fluviali; Tavole delle aree allagabili; Relazione tecnica – Dissesti di versante; Cartografia vettoriale- Dissesti di versante
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. Relazione Tecnica, Versione 01 del 2025-12-10

Sommario

Premessa.....	4
1. Ambito territoriale	6
2. Caratteristiche generali del reticolo idrografico naturale	8
2.1 Fiume Reno e affluenti.....	8
2.2 Bacini Regionali Romagnoli.....	9
2.3 Marecchia-Conca	10
3. Aggiornamento dei quadri conoscitivi	13
3.1 Sistematizzazione e integrazione dell'informazione topografica	13
3.2 Catasto opere idrauliche	13
3.3 Idrologia di piena: portate ed eventi di riferimento	15
3.4 Definizione e analisi delle tendenze evolutive dell'alveo e delle forme fluviali riattivabili	16
3.5 Analisi idraulica dello stato attuale	16
4. Eventi di piena recenti	18
4.1 Evento 1 - 3 maggio 2023	18
4.2 Evento 16 - 17 maggio 2023	20
4.3 Evento 17 - 19 settembre 2024	23
4.4 Evento 17 - 20 ottobre 2024	24
5. Quadro delle criticità idrauliche	26
6. Linee di assetto	28
6.1 Strategie generali	28
6.2 Sintesi delle linee di assetto.....	31
6.3 Valutazione e gestione delle piene superiori a quella di riferimento	32
7. Fasce fluviali e aree allagabili	33
8. Ulteriori elaborati	35

Premessa

La presente relazione tecnica riguarda i corsi d'acqua del reticolo principale dei bacini del Reno, Romagnoli (Regionale Romagna) e Conca – Marecchia, oggetto di delimitazione delle fasce fluviali nel presente progetto di Variante al PAI Po che si pone come obiettivo, come meglio e compiutamente descritto nella Relazione Generale, quello di estendere l'ambito di applicazione del PAI medesimo ai bacini suddetti, sostituendo i sei PAI vigenti e predisposti dalle preesistenti Autorità di bacino interregionali e regionali.

Tale obiettivo è stato condiviso fra Autorità di bacino, Regione Emilia-Romagna e Agenzia regionale per la sicurezza territoriale e la protezione civile, attraverso la sottoscrizione (in data 30/06/2022) di un'apposita Convenzione, ai sensi dell'art. 15 della Legge n. 241/90 "per la definizione condivisa e l'esecuzione di attività di studio integrato finalizzate all'aggiornamento del quadro conoscitivo relativo alle condizioni di pericolosità e rischio idraulico per i corsi d'acqua più significativi dell'UoM (Unit of Management) Reno, dell'UoM Bacini Romagnoli e dell'UoM Conca-Marecchia propedeutico alla revisione della pianificazione di bacino vigente al fine di una omogeneizzazione e armonizzazione con il PAI Po".

In attuazione di tale Convenzione sono stati avviate a febbraio 2024 dettagliate ed articolate attività di studio, su oltre 1500 km di corsi d'acqua, funzionali all'aggiornamento dei quadri conoscitivi relativi alle condizioni di pericolosità e di rischio idraulico (attraverso l'esecuzione di rilievi topografici, l'utilizzo dei modelli digitali del terreno regionali, la realizzazione di modellazioni idrologico-idrauliche bidimensionali e lo svolgimento di analisi geomorfologiche), alla delimitazione delle nuove fasce fluviali e alla definizione delle linee di assetto per la mitigazione del rischio idraulico.

Tali linee di assetto aggiornano quelle a suo tempo proposte nei preesistenti PAI, tenendo conto dell'attuale sistema difensivo, delle dinamiche alluvionali degli eventi del maggio 2023 e del settembre e ottobre 2024, nonché della conseguente necessità di implementare nuove strategie, anche win-win con il Piano di gestione delle acque (Direttiva 2000/60/CE), finalizzate a dare più "spazio al fiume" ed indispensabili anche per tener conto, per quanto possibile, degli effetti dei cambiamenti climatici.

In analogia con l'approccio impiegato per il bacino del Po, il quale ha delimitato le fasce fluviali per i corsi d'acqua del solo reticolo principale, l'ambito di riferimento delle attività di studio e analisi è stato identificato con i corsi d'acqua più significativi nell'area di pianura e nei principali fondivalle, ambito anch'esso denominato quale reticolo principale. La delimitazione delle fasce fluviali si è basata sul metodo definito dall'Allegato 3 delle Norme di Attuazione del PAI Po secondo un criterio idraulico, morfologico e ambientale e che sottende un assetto di progetto del corso d'acqua differenziandosi dall'attuale quadro di pericolosità rappresentato dalle aree allagabili del PGRA.

La presente Relazione tecnica descrive in linea generale e metodologica le attività conoscitive sviluppate, il quadro delle criticità presenti e le linee di assetto anche in termini di criteri ed indirizzi generali di gestione del rischio alluvionale. Il dettaglio specifico di ciascun corso d'acqua

è contenuto nelle monografie e tavole delle fasce fluviali e delle aree allagabili, confluite anche nell'aggiornamento delle mappe del PGRA.

1. Ambito territoriale

Come evidenziato in premessa, l'ambito territoriale del presente progetto di variante sono i corsi d'acqua più significativi del reticolo delle preesistenti Autorità di bacino regionali e interregionali: Reno, Bacini Romagnoli e Conca Marecchia.

I corsi d'acqua considerati e i relativi tratti oggetto di delimitazione delle fasce fluviali, e quindi classificati come Reticolo Principale (RP) nelle mappe di pericolosità del PGRA, sono riportati in Tabella 1, Tabella 2 e Tabella 3.

Tabella 1 Corsi d'acqua Bacino Reno

Corso d'acqua	Tratto oggetto di delimitazione di fasce fluviali	Lunghezza tratto oggetto di delimitazione delle fasce fluviali (km)
Fiume Reno	Da Ospedale di Sopra (frazione di Vergato) alla foce	160
Canale Navile	Da via Bovi (Bologna) a confluenza in Reno	39
Scolo Savena Abbandonato	Da via Aposazza (Bologna) a confluenza in Reno	32
Torrente Setta	Da confluenza torrente Gambellato (Castiglione dei Pepoli) a confluenza in Reno	35
Torrente Ghiaia di Serravalle	Da Ponte SP70 (Mercatello di Castiglione dei Pepoli) a confluenza in Samoggia	9
Torrente Samoggia	Da confluenza Rio Maledetto (Valsamoggia) a confluenza in Reno	53
Torrente Lavino	Da Calderino (Monte San Pietro) a confluenza in Samoggia	21
Torrente Savena	Da confluenza Rio Colombara (Pianoro) a confluenza in Idice	23
Torrente Zena	Da Botteghino di Zocca (Pianoro) a confluenza in Idice	11
Torrente Idice	Da Casella di Monte Armato (Ozzano dell'Emilia) a confluenza in Reno	58
Torrente Quaderna	Dalla via Emilia (Ponte SS9 - Ozzano dell'Emilia) a confluenza in Idice	25
Torrente Gaiana	Dalla via Emilia (Ponte SS9 – Castel San Pietro Terme) a confluenza in Quaderna	16
Torrente Sillaro	Da Sassoleone (Casalfiumanese) a confluenza in Reno	63
Torrente Santerno	Da confluenza Rio di Gaggio (Fontanelice) a confluenza in Reno	65
Torrente Senio	Da Borgo Rivola (Riolo Terme) a confluenza in Reno	67

Tabella 2 Corsi d'acqua Bacini Romagnoli

Corso d'acqua	Tratto di riferimento oggetto di delimitazione di fasce fluviali	Lunghezza tratto oggetto di delimitazione delle fasce fluviali (km)
Fiume Lamone	Da Strada Casale (Ponte di via Tura -Brisighella) a foce	86
Torrente Marzeno	Da Modigliana (Ponte di via Gramsci) a confluenza in Lamone	33
Fiume Montone	Da Dovadola (Ponte di via Guerra) a confluenza Fiumi Uniti	59
Fiume Rabbi	Da Predappio (Ponte di via Sanzio) a confluenza in Montone	23
Fiume Ronco	Da Ricò (Meldola) a confluenza Fiumi Uniti	42
Fiumi Uniti	Da Ravenna a foce	10
Torrente Borello	Da San Romano (Mercato Saraceno) a confluenza in Savio	12
Fiume Savio	Da Mercato Saraceno a foce	64

Tabella 3 Corsi d'acqua Conca-Marecchia

Corso d'acqua	Tratto di riferimento oggetto di delimitazione di fasce fluviali	Lunghezza tratto oggetto di delimitazione delle fasce fluviali (km)
Torrente Uso	Da Ponte Uso (Sogliano al Rubicone) a foce	39
Fiume Marecchia	Da valle confluenza torrente Senatello a foce	48
Torrente Ausa	Da Dogana a confluenza in Marecchia	16
Torrente Marano	Da circa 1 km a monte del ponte SP 131 (Montescudo – Montecolombo (RN)) a foce	26
Rio Melo	Da Case del Molino di Riccione (ponte SP31) a foce	7
Torrente Conca	Da Monte Cerignone (Ponte SP2) a foce	38
Torrente Ventena	Da ponte via Barattina (San Giovanni in Marignano) a foce	12
Torrente Tavollo	Da Fanano alla foce	5

2. Caratteristiche generali del reticolo idrografico naturale

2.1 Fiume Reno e affluenti

Il fiume Reno nasce in Toscana convenzionalmente alla confluenza di due rami, Reno di Prunetta e Reno di Campolungo. Il bacino montano, chiuso all'opera della Chiusa di Casalecchio, si estende per 1059 km². Il fiume Reno sfocia nel mare Adriatico dopo un percorso di circa 212 km. I principali affluenti di pianura del fiume Reno sono:

1. il torrente Samoggia con un bacino, chiuso alla confluenza in Reno, di 369 km² e con una lunghezza di circa 62 km;
2. il sistema idrografico Navile – Savena Abbandonato con un bacino di circa 111 km² (58 il Navile e 53 il Savena Abbandonato) e con una lunghezza del Navile di circa 36 km e una lunghezza del Savena Abbandonato di circa 32 km;
3. il torrente Idice (che raccoglie anche il torrente Savena) con un bacino, chiuso alla confluenza in Reno, di circa 397 km² e con una lunghezza di circa 84 km;
4. il torrente Sillaro con un bacino, chiuso alla confluenza in Reno, di circa 212 km² e con una lunghezza di circa 75 km;
5. il fiume Santerno con un bacino, chiuso alla confluenza in Reno, di 466 km² e con una lunghezza di circa 103 km;
6. il torrente Senio con un bacino, chiuso alla confluenza in Reno, di circa 270 km² e con una lunghezza di circa 92 km.

Nella pianura l'attuale rete idrografica del fiume Reno e dei suoi affluenti è il risultato di una serie di trasformazioni attuate con grandi interventi di bonifica e di difesa idraulica che l'uomo ha dovuto realizzare per colonizzare e svilupparsi in questa parte di pianura Emiliano-Romagnola. Tale evoluzione storica ha determinato, nel corso dei secoli, un radicale cambiamento del territorio compreso fra le provincie di Bologna, Ferrara e Ravenna, e i corsi d'acqua, superata la Via Emilia, scorrono all'interno di arginature artificiali, che si ergono dalla campagna, portando le acque verso il mare.



Figura 1 – Reticolo idrografico naturale Bacino Reno

2.2 Bacini Regionali Romagnoli

I Bacini Regionali Romagnoli sono composti dai seguenti corpi idrici: Lamone, Fiumi Uniti (che nasce dalla confluenza tra i torrenti Montone e Bidente-Ronco), Rabbi (affluente del Montone), Bevano, Savio, Rubicone e Pisciatello (affluente del Rubicone).

Il Lamone è il primo per lunghezza dei fiumi Romagnoli (97 Km), il suo bacino imbrifero comprende la sua vallata e quella del Marzeno, ha una superficie complessiva di 530 km² (510 alla chiusura del bacino montano), di cui 60 in territorio toscano, per la maggior parte coincidente col comune di Marradi (FI).

I Fiumi Uniti costituiscono il più importante sistema idrografico della Romagna, composto da due corsi d'acqua principali, Montone e Ronco, originariamente dotati di foci distinte, che confluiscono presso Ravenna in seguito all'inallveamento artificiale del secolo XVIII. Il bacino ha una superficie complessiva di 1241 km², suddivisibile nei due sottobacini del Rabbi-Montone (531 km²) e del Bidente, che cambia il suo nome in Ronco presso Meldola (626 km²), nonché in una rete scolante minore.

Il torrente Bevano origina dalle colline presso Bertinoro, il suo bacino di complessivi 320 km² è quasi esclusivamente di pianura. Nel tratto iniziale funge da collettore di numerosi canali di bonifica e la sua foce in Adriatico è l'unica lasciata alla libera divagazione.

Il fiume Savio ha un bacino imbrifero chiuso a S. Carlo di circa 639 km². Si snoda lungo un percorso tortuoso di 61 Km nel tratto collinare, ove raccoglie anche il contributo del suo affluente Borello, e per altri 27 Km in quello pianeggiante, per buona parte arginato.

Anche il fiume Rubicone ha un bacino prevalentemente collinare di 190 km², composto dai sottobacini del Pisciatello, del Rigossa e del Rubicone stesso che confluiscono ad un chilometro dalla foce.

Le lunghezze di tali corsi d'acqua sono pari a: Montone 68 km, Bidente-Ronco 80 km, Fiumi Uniti a valle confluenza Montone-Ronco 12 km, Rabbi 39 km, Bevano 29 km, Savio 61 km, Rubicone 11 km, Pisciatello 18 km.



Figura 2 – Reticolo idrografico naturale Bacini Romagnoli

2.3 Marecchia-Conca

Dal punto di vista idrografico si possono individuare sette corpi idrici principali con foce diretta in Adriatico: Uso, Marecchia-Ausa, Marano, Melo, Conca, Ventena e Tavollo.

L'Uso ha una superficie del bacino idrografico pari a 141 km² e una lunghezza dell'asta principale di 49 km. La chiusura del bacino montano può essere individuata in corrispondenza del confine fra i comuni di Santarcangelo di Romagna e Poggio Berni. Nel tratto di pianura, caratterizzato da un andamento molto tortuoso, il torrente riceve le acque del R. Salto. La foce è situata presso Bellaria – Igea Marina.

Il Marecchia – Ausa ha una superficie drenata di 610 km² e una lunghezza dell'asta principale pari a 71 km. Lungo il suo sviluppo confluiscono numerosi torrenti, i maggiori dei quali sono il Presale,

il Senatello, il Mazzocco e il San Marino. Nel tratto finale di pianura il F. Marecchia riceve le acque del T. Ausa, il cui corso naturale è artificialmente deviato poco prima dell'autostrada A14. L'immissione in Adriatico avviene in corrispondenza della città di Rimini; per ovviare all'insufficiente officiosità dell'alveo storico nell'attraversamento del centro cittadino, è stato realizzato in sinistra idraulica, con partenza a valle del nuovo tracciato della S.S. n°16, un canale artificiale, denominato Deviatore Marecchia, con sbocco a mare. Il Deviatore Marecchia è diventato il percorso principale, mentre l'alveo storico – porto canale contribuisce al deflusso dei soli eventi di piena più gravosi. Per quanto riguarda il Torrente Ausa, esso prende origine presso i rilievi del centro abitato di San Marino. Dal punto di vista amministrativo una parte del bacino del Marecchia, in particolare gli areali imbriferi relativi al T. S. Marino e alla parte montana del T. Ausa, ricadono nel territorio della Repubblica di San Marino.

Il T. Marano ha un bacino pari a 60 km² e una lunghezza dell'asta principale pari a 27 km. La chiusura dell'areale imbrifero montano può essere individuata in corrispondenza di Ospedaletto (Coriano); nel breve tratto di pianura il corso d'acqua ha un andamento meandriforme, lo sbocco in mare avviene in zona Marano – Colonia Marina Modenese (comune di Riccione).

Il Rio Melo ha una superficie drenata di 47 km² e una lunghezza dell'asta principale pari a 15 km. Prima della chiusura dell'areale montano, che può essere individuata poco a monte dell'attraversamento dell'autostrada A14, si immette in destra idraulica il Rio Bessanigo; nel breve tratto di pianura il torrente riceve le acque del Fosso Raibano. Lo sbocco in mare è posto in corrispondenza del centro abitato di Riccione (porto canale).

Il Conca ha una superficie del bacino idrografico pari a 162 km² e una lunghezza dell'asta principale pari a 44 km. Il tratto superiore presenta diversi piccoli affluenti, nessuno dei quali caratterizzato da apporti idrici particolarmente significativi, mentre una confluenza di rilievo, il Rio Ventena di Gemmano, è presente nel tratto inferiore. Il tratto di pianura vero e proprio è molto breve e lo sbocco a mare avviene in corrispondenza di Misano Adriatico.

Il bacino del Ventena ha una superficie drenata di 42 km² e una lunghezza dell'asta principale pari a 23 km. La chiusura dell'areale collinare si può individuare in corrispondenza di San Giovanni in Marignano; dopo un breve tratto di pianura, lo sbocco a mare avviene presso Cattolica.

Il bacino del Tavollo ha una superficie del bacino pari a 79 km² e una lunghezza dell'asta principale di 16 km. L'unica confluenza di rilievo è quella del Taviolo, che si immette in destra idraulica poco prima dello sbocco a mare. Date le caratteristiche morfologiche del territorio non esiste un tratto di pianura vero e proprio, il corso d'acqua diventa pianeggiante solo in corrispondenza degli abitati di Cattolica e Gabicce, dove avviene lo sbocco in mare (porto canale).



Figura 3 – Reticolo idrografico naturale bacini Conca – Marecchia

3. Aggiornamento dei quadri conoscitivi

L'aggiornamento dei quadri conoscitivi, quale elemento di base fondamentale per il presente progetto di variante è stato effettuato nell'ambito dell'“Attività di studio e analisi sui fiumi dei bacini Reno, Romagnoli e Conca Marecchia per l'aggiornamento dei PAI e del PGRA” (ADBPO, 2025). L'aggiornamento dei quadri conosciuti, brevemente descritto nei paragrafi successivi, è stato preceduto da un'attività di acquisizione e sistematizzazione di quanto già disponibile per l'ambito di analisi.

Di seguito si riportano una sintesi delle principali attività conoscitive.

3.1 Sistematizzazione e integrazione dell'informazione topografica

Un'attività chiave in questo contesto ha riguardato la sistematizzazione e l'integrazione delle informazioni topografiche relative ai corsi d'acqua e alle opere interferenti e di attraversamento. L'attività è stata finalizzata, da un lato, alla realizzazione di nuovi rilievi topografici, necessari per l'integrazione della parte batimetrica dell'alveo nei Modelli Digitali del Terreno (DTM) prodotti dalla Regione Emilia-Romagna, e, dall'altro, alla valorizzazione dei dati storici e recenti già acquisiti e messi a disposizione dell'Autorità di bacino distrettuale del fiume Po. Complessivamente sono state rilevate, tra maggio e luglio 2024, 1748 sezioni, inclusi i manufatti interferenti non presenti nei rilievi topografici storici.

3.2 Catasto opere idrauliche

Questa attività ha avuto come obiettivo la costruzione del catasto delle opere idrauliche del corso d'acqua e delle opere interferenti. La costruzione di un catasto delle opere idrauliche risponde a una pluralità di finalità operative e conoscitive. In primo luogo, esso consente di rappresentare in modo sistematico lo stato di consistenza delle opere presenti lungo i corsi d'acqua, costituendo una base informativa aggiornata e affidabile. Il catasto permette inoltre di monitorare l'avanzamento delle attività di progettazione e realizzazione degli interventi attualmente in corso, avviati a seguito degli eventi alluvionali verificatisi nel maggio 2023 e nei mesi di settembre e ottobre 2024. Tale strumento supporta anche la successiva fase di analisi geomorfologica e idraulica, fornendo un quadro completo degli elementi interferenti che interagiscono con la dinamica fluviale. Infine, il catasto rappresenta un riferimento fondamentale per la valutazione della funzionalità e dell'efficienza dei sistemi difensivi, contribuendo alla definizione delle strategie di gestione e manutenzione.

Il catasto delle opere idrauliche è stato costruito attraverso:

- la raccolta e sistematizzazione dei censimenti di opere idrauliche già precedentemente realizzati in studi di settore e presso Enti competenti;
- l'analisi fotointerpretativa preliminare in ambiente GIS delle immagini aeree e satellitare, dei rilievi LIDAR e topografici eseguiti in fase di pre e post eventi alluvionali del maggio 2023 a supporto dei successivi rilievi in campo, mediante il posizionamento planimetrico delle opere individuate con definizione planimetrica degli estremi di inizio (tratto di monte) e fine di un tratto omogeneo (tratto di valle) per ciascuna opera, qualora l'opera abbia uno sviluppo lineare, con diversificazione delle caratteristiche);

- sopralluoghi in campo per la verifica e integrazione delle informazioni relative alle opere individuate da fotointerpretazione, con rilevamento delle caratteristiche tipologiche, dimensionali e funzionali e della vegetazione ripariale, mediante la compilazione delle schede di rilevamento previste dalla specifica tecnica e acquisizione della documentazione fotografica di inizio e fine tratto

In Tabella 4 Tabella 1 è riportata una sintesi delle opere idrauliche presenti lungo i corsi d'acqua analizzati, espressa in termini di chilometri di arginature classificate, numero di opere di difesa idraulica in alveo (sia trasversali sia longitudinali) per chilometro e numero di casse di laminazione.

Tabella 4 Sintesi delle opere idrauliche per corso d'acqua

Corso d'acqua	Argini classificati di seconda categoria – sinistra e destra (km)	Opere di difesa in alveo		Casse di laminazione (numero)
		Longitudinali (sinistra e destra) (km)	Trasversali (numero)	
Fiume Reno	248	18	51	2
Canale Navile	70	4,6	7	1
Scolo Savena Abbandonato	44	0,9	6	0
Torrente Setta	0	5,8	29	0
Torrente Ghiaia di Serravalle	0	1,6	5	0
Torrente Samoggia	62	4	29	1
Torrente Lavino	30	1,8	16	0
Torrente Savena	16	4,3	31	0
Torrente Zena	0	0,6	9	0
Torrente Idice	64	2,6	26	2
Torrente Quaderna	44	0,5	4	0
Torrente Gaiana	16	0	0	0
Torrente Sillaro	44	2,5	28	0
Torrente Santerno	64	2	24	0
Torrente Senio	84	4	19	1
Fiume Lamone	104	3,1	29	0
Torrente Marzeno	2	3,7	17	0
Fiume Montone	70	3,7	21	0
Fiume Rabbi	0	1	6	0
Fiume Ronco	36	4,4	26	0
Fiumi Uniti	20	0	1	0
Torrente Borello	0	1,1	4	0

Corso d'acqua	Argini classificati di seconda categoria – sinistra e destra (km)	Opere di difesa in alveo		Casse di laminazione (numero)
		Longitudinali (sinistra e destra) (km)	Trasversali (numero)	
Fiume Savio	40	1,4	15	2
Torrente Uso	0	6	46	1
Fiume Marecchia	0	3	46	0
Torrente Ausa	0	1	4	0
Torrente Marano	0	1	9	0
Rio Melo	0	1,5	1	0
Torrente Conca	0	1	20	0
Torrente Ventena	0	4	1	0
Torrente Tavollo	0	1,4	1	0

3.3 Idrologia di piena: portate ed eventi di riferimento

Sulla base degli esiti dell'Accordo di collaborazione tra l'Autorità di bacino distrettuale del fiume Po, il Politecnico di Milano, il Politecnico di Torino, l'Alma Mater Studiorum Università di Bologna, l'Università degli Studi di Brescia e l'Università degli Studi di Parma per la realizzazione del progetto "Caratterizzazione del regime di frequenza degli estremi idrologici nel Distretto Po, anche considerando scenari di cambiamento climatico" (cd. Idrologia di piena), conclusosi a fine 2023, è stato effettuato un aggiornamento delle forzanti idrologiche di riferimento.

L'analisi idrologica dei bacini oggetto di studio ha previsto la suddivisione in sottobacini, la caratterizzazione dei parametri morfologici e idrologici e l'allestimento di modelli numerici afflussi-deflussi per simulare la formazione e la traslazione delle onde di piena.

I modelli sono stati calibrati e validati utilizzando eventi di piena recenti, mentre per i bacini non strumentati sono stati assegnati parametri per analogia. Sono stati generati dataset di precipitazioni intense, sulla base delle curve di possibilità pluviometrica aggiornate nell'accordo idrologia di piena, per ottenere gli idrogrammi di piena sintetici per diversa frequenza probabile. Inoltre, sono stati considerati i possibili effetti attesi dei cambiamenti climatici, applicando un incremento del 20% alle precipitazioni con tempo di ritorno pari a 200 anni, e stimati gli idrogrammi potenziali di piena relativi agli eventi del maggio 2023 e del settembre e ottobre 2024. Con particolare riferimento a questi ultimi idrogrammi, risulta doveroso sottolineare che, in fase di espletamento delle attività, non erano disponibili dati di portata misurati e validati per questi eventi, bensì unicamente i livelli agli idrometri. Inoltre, l'incidenza dei fenomeni idraulici — quali laminazioni ed esondazioni — nei bacini maggiormente interessati ha reso particolarmente complessa la stima attendibile degli idrogrammi di piena. Per tali motivazioni la riproduzione dei recenti eventi di piena non sempre ha raggiunto risultati soddisfacenti per i corsi d'acqua analizzati.

In linea generale, occorre infatti evidenziare che la stima degli idrogrammi di piena è comunque affetta da diversi fattori di incertezza legati principalmente a:

- limitata affidabilità della scala di deflusso presso alcuni idrometri (di cui non è noto il range in cui siano state effettuate le operazioni di taratura), che - particolarmente per le portate più elevate - può comportare incertezze e approssimazioni nel dato misurato (di confronto per la taratura);
- possibile presenza di esondazioni o fenomeni di laminazione a monte, per cui gli idrogrammi misurati possono risultare modificati nella forma o di minor valore al colmo rispetto a quelli potenziali;
- significative incertezze che gravano sulla forzante pluviometrica utilizzata in fase di calibrazione e validazione, ovvero le altezze di precipitazione. Esse sono infatti descritte puntualmente dalle registrazioni dei pluviometri, che però non sempre coprono in modo omogeneo le aree contribuenti del singolo modello, costringendo ad assumere come rappresentativi dei dati di misura talora osservati in aree piuttosto lontane del bacino.

3.4 Definizione e analisi delle tendenze evolutive dell'alveo e delle forme fluviali riattivabili

Nell'ambito dell'aggiornamento dei quadri conoscitivi è stata condotta un'attività finalizzata alla definizione e all'analisi delle tendenze evolutive dell'alveo e delle forme fluviali riattivabili. L'analisi si è basata sull'acquisizione e sull'esame della documentazione disponibile, comprendente cartografie, ortofoto attuali e storiche (aeree e satellitari), a partire dal primo impianto di fine '800, rilievi topografici recenti e passati, dati di subsidenza, analisi interferometriche satellitari e studi di caratterizzazione geomorfologica, integrata da un'attività di fotointerpretazione e perimetrazione degli alvei storici. A completamento e affinamento del lavoro su base documentale sono state inoltre condotte specifiche indagini di campo. L'analisi ha consentito la definizione della dinamica morfologica, l'identificazione delle forme fluviali riattivabili, l'individuazione della morfologia attuale dell'alveo, il tracciamento della fascia di dinamica morfologica compatibile, funzionali al tracciamento delle fasce fluviali, ed il calcolo dell'Indice di Qualità Morfologica (IQM).

3.5 Analisi idraulica dello stato attuale

Un ruolo di primaria importanza nell'ambito dell'aggiornamento dei quadri conoscitivi è stato assunto dall'analisi idraulica, finalizzata alla determinazione della capacità di portata dei tratti arginali classificati (ovvero della portata limite attuale), all'individuazione delle criticità idrauliche nelle condizioni attuali, anche con scenari di rottura arginale, e alla valutazione dei franchi dei ponti rispetto alla piena di riferimento.

A tal fine, per ciascun corso d'acqua oggetto di studio, è stato implementato un modello idraulico bidimensionale a fondo fisso, esteso al tratto d'asta di interesse, al fine di rappresentare la risposta idraulica del sistema fluviale ai diversi scenari idrologici di riferimento. Per l'implementazione dei modelli idraulici è stata posta particolare attenzione alla definizione della base altimetrica di riferimento, integrando i più recenti DTM disponibili con le sezioni topografiche rilevate nell'ambito dello studio e con eventuali ulteriori sezioni d'alveo recenti disponibili. Inoltre, sono stati opportunamente inseriti nei modelli idraulici tutti i manufatti di attraversamento e le opere idrauliche trasversali (es. traverse e briglie) interferenti con le dinamiche di propagazione delle piene, al fine di garantire una simulazione quanto più realistica possibile delle condizioni di deflusso in alveo.

I modelli idraulici bidimensionali sono stati definiti in modo da includere, all'interno del dominio di calcolo, l'alveo inciso, le aree golenali, le zone di confluenza, nonché le aree potenzialmente soggette ad allagamento, coprendo pertanto l'intera pianura emiliano-romagnola. Sono stati inoltre rappresentati tutti gli elementi morfologici ed infrastrutturali esterni all'alveo in grado di influenzare in modo significativo la propagazione e l'estensione delle aree allagabili, quali rilevati stradali e ferroviari, canali arginati e non, manufatti idraulici e opere di attraversamento. Tale impostazione consente di simulare in maniera realistica le condizioni di piena eccedenti la capacità di deflusso dell'alveo attuale.

Per tutti i corsi d'acqua arginati, sono state quindi effettuate simulazioni in moto permanente del tratto arginale classificato considerando gli argini insormontabili. Tali simulazioni hanno consentito di valutare le criticità idrauliche dell'attuale sistema arginale e di stimare, per tratti omogenei, la portata limite attuale, ossia la portata attualmente in grado di transitare nel sistema, seppur con franchi limitati (0,5 metri). Questa prima analisi ha consentito di identificare i tratti arginali potenzialmente critici e di quantificare quanto i sistemi arginali attuali siano inadeguati rispetto alle forzanti idrologiche di riferimento attese.

Per tutti i corsi d'acqua sono state inoltre eseguite simulazioni in moto vario, utilizzando come forzanti idrologiche gli idrogrammi di piena sintetici con tempi di ritorno pari a 50, 200 e 500 anni. Nei tratti arginati di pianura, la pericolosità è stata valutata integrando i risultati del modello con gli scenari di rotta arginale. I risultati delle simulazioni hanno permesso di valutare le attuali condizioni di pericolosità idraulica e di stimare i franchi dei ponti rispetto alla piena di riferimento.

Sulla base dei principali esiti dell'analisi idraulica è stato possibile costruire il quadro delle principali criticità idrauliche descritte nel Capitolo 5.

4. Eventi di piena recenti

L'ambito territoriale del presente progetto di variante è stato interessato da intensi eventi alluvionali del maggio 2023 e nel settembre e ottobre 2024. Per tutti gli eventi alluvionali sono state perimetrate, dall'Agenzia regionale per la sicurezza territoriale e la protezione civile, le aree allagate, disponibili sul geoportale della Regione Emilia-Romagna e sulla piattaforma FloodCat del Dipartimento di Protezione Civile nazionale.

Nei successivi paragrafi vengono riassunte le analisi degli eventi meteorici verificatisi e degli effetti al suolo, estratte dai seguenti documenti:

- Rapporto degli eventi meteorologici di piena e di frana dell'1-4 maggio 2023 – Arpa Emilia-Romagna Struttura Idro Meteo Clima – 3 giugno 2023
- Rapporto degli eventi meteorologici di piena e di frana del 16-18 maggio 2023 – Arpa Emilia-Romagna Struttura Idro Meteo Clima – 7 luglio 2023
- Rapporto della Commissione tecnico-scientifica istituita con deliberazione della Giunta Regionale n. 984/2023 e determinazione dirigenziale 14641/2023, al fine di analizzare gli eventi meteorologici estremi del mese di maggio 2023 – Prof. Armando Brath (Coordinatore), Prof. Nicola Casagli, Prof. Marco Marani, Dott.ssa Paola Mercogliano, Prof. Renzo Motta – 12 dicembre 2023
- Rapporto degli eventi meteorologici di piena e di frana del 17-19 settembre 2024 – Arpa Emilia-Romagna Struttura Idro Meteo Clima – 2 dicembre 2024
- Rapporto degli eventi meteorologici di piena e di frana del 17-21 ottobre 2024 – Arpa Emilia-Romagna Struttura Idro Meteo Clima – 31 gennaio 2025

4.1 Evento 1 - 3 maggio 2023

Dalla notte del 1° maggio fino alla mattina del 3 si è verificata una perturbazione sull'area mediterranea che ha apportato sull'intero territorio regionale precipitazioni diffuse, persistenti, ma di debole e moderata intensità (bassi valori di pioggia cumulata sull'ora durante tutto l'evento), che hanno però prodotto accumuli significativi nel corso delle tre giornate. A livello regionale si è verificata la seguente evoluzione:

- 1° maggio: prime deboli precipitazioni nel settore occidentale sin dalle prime ore del mattino, che si sono poi estese all'Appennino centrale nel corso della mattinata. Nel pomeriggio un sistema di precipitazioni a carattere debole e moderato si è esteso dai versanti appenninici verso le pianure, fino ad interessare l'intero territorio regionale intorno alle 16:00. I fenomeni sono stati persistenti e con moderata intensità nel settore compreso tra Parmense, Ferrarese, Ravennate e Forlivese. In diversi pluviometri sono stati registrati accumuli di pioggia sulle 24 ore compresi tra 50 e 70 mm.
- 2° maggio: nella mattina le precipitazioni tra Piacentino e Parmense si sono progressivamente esaurite, mentre sono proseguite nel settore centrale della regione, sul Ravennate e Ferrarese, rimanendo persistenti per il resto della giornata. Nella notte del 2 maggio le precipitazioni hanno iniziato a transitare verso ovest, continuando ad interessare una fascia compresa tra Reggiano e parte di Ferrarese, Ravennate e Forlivese,

mantenendo precipitazioni di intensità moderata sul Bolognese e Ferrarese. Molte stazioni pluviometriche hanno misurato valori di pioggia cumulata giornaliera maggiori di 80 mm, con numerosi superamenti anche di 100 mm nel settore centro-orientale della regione; gli accumuli più significativi sono stati registrati nel Bolognese ed in Romagna, dove le cumulate registrate in 48 ore risultano le massime della serie storica per 27 stazioni pluviometriche su 45, anche su stazioni aventi serie di dati prossime ai 100 anni.

- **3 maggio:** nella mattina si sono verificate deboli precipitazioni ancora su Bolognese, Ferrarese e sulle pianure tra Parma e Reggio Emilia, che si sono poi progressivamente esaurite. I valori di pioggia cumulata giornaliera si sono mantenuti inferiori a 50 mm sull'intero territorio regionale.

La pioggia cumulata sull'intero evento ha raggiunto i maggiori accumuli, con valori superiori anche a 200 mm, in tutto il settore centro-orientale della regione. Nel Ferrarese e su buona parte delle zone di pianura dell'intero territorio, ad eccezione del Riminese, del Piacentino e della bassa parmense, gli accumuli stimati sull'intero evento risultano comunque significativi, sebbene inferiori a 100 mm.

Di seguito sono riportati nella Figura 4 la cumulate della precipitazione dell'evento relativo all'intero territorio regionale, mentre nella Figura 5 la mappa con indicati i valori della cumulate di pioggia areale complessivamente caduta sui bacini idrografici maggiormente interessati dall'evento.

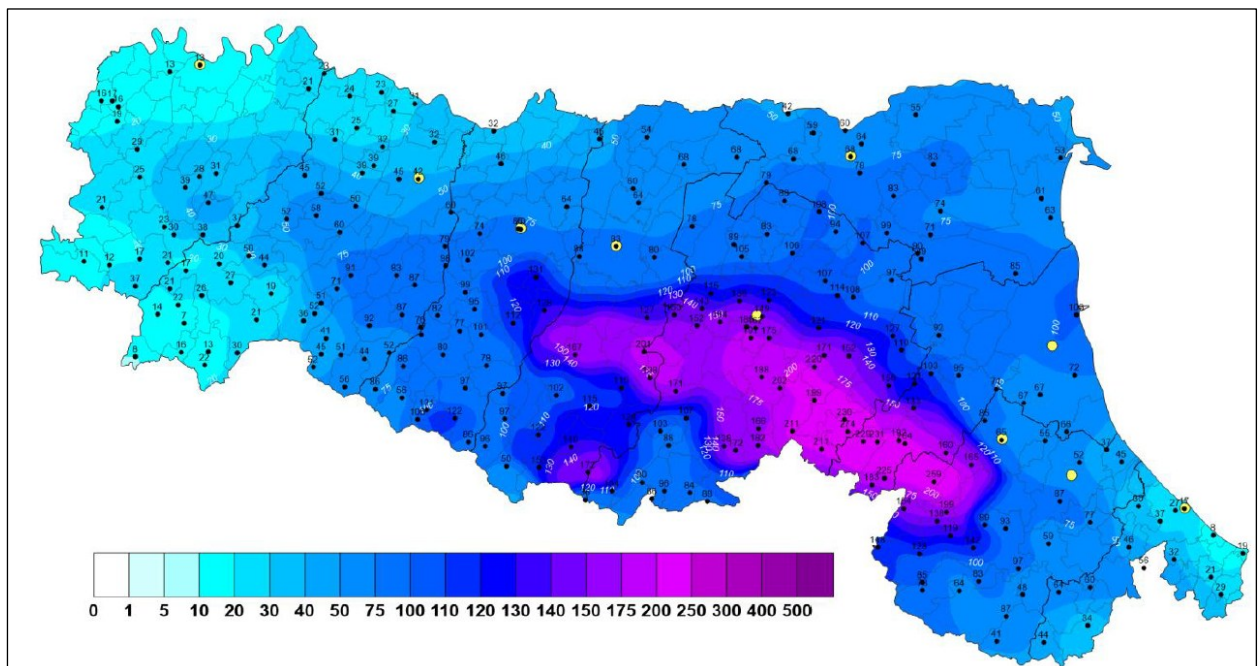


Figura 4 Cumulate di precipitazione osservata nell'evento dal 1° al 3 maggio 2023 sulla Regione Emilia-Romagna, con indicazione dei valori puntuali e dei confini dei territori provinciali e comunali.

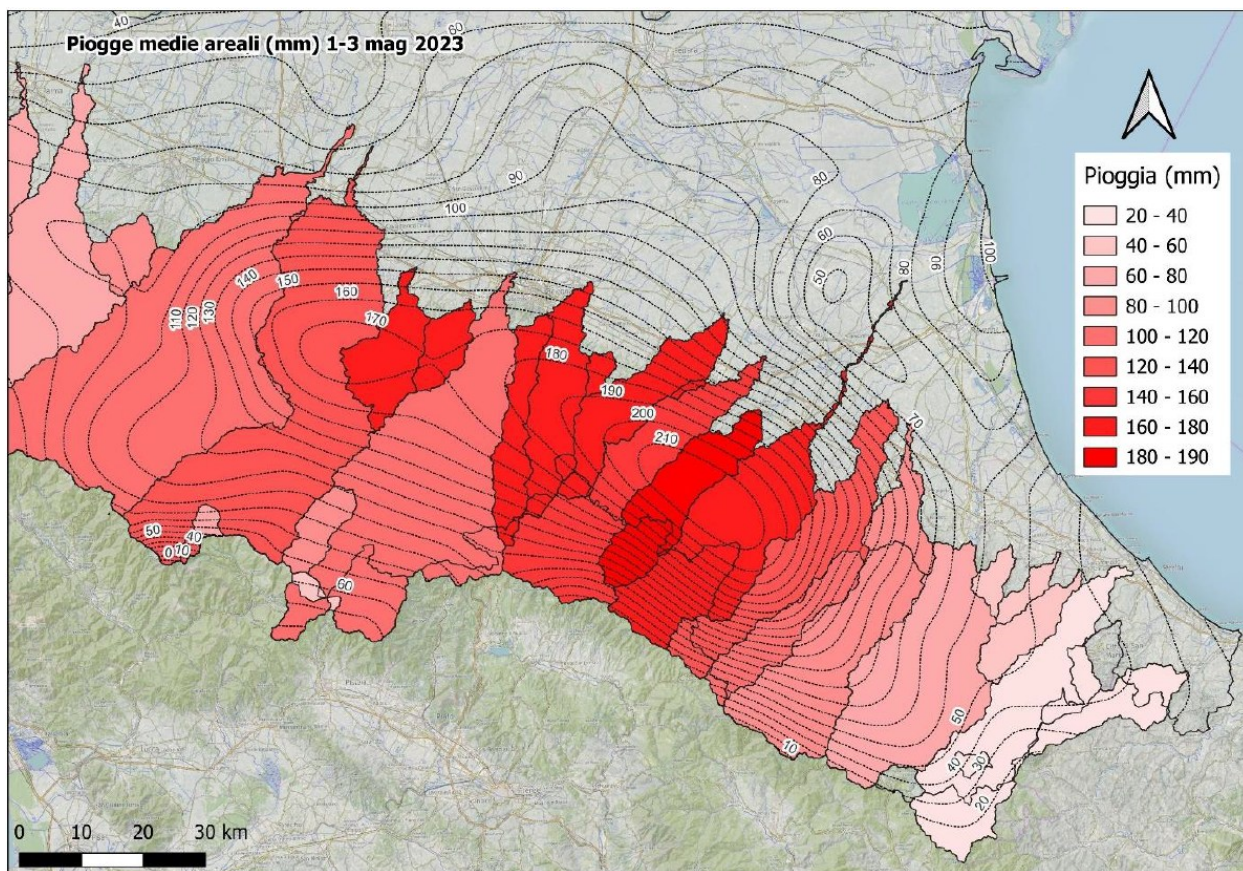


Figura 5 Piogge medie areali complessivamente cadute sui bacini durante l'evento 1-3 maggio 2023

L'evento pluviometrico descritto in precedenza ha interessato quindi una porzione molto estesa di territorio regionale, superando in particolare i 150 mm sui bacini collinari di Samoggia, Idice, Quaderna, Sillaro, Santerno, Senio, Lamone e Montone, tutti di estensione inferiore ai 400-500 km², che sono stati contemporaneamente interessati da piene superiori ai massimi storici registrati.

Pièe di minore entità hanno interessato anche i bacini del Secchia e del suo affluente Tresinaro, del Panaro e del suo affluente Tiepido, e del Reno, interessati da cumulate di precipitazione superiori ai 100 mm solo nella porzione collinare dei bacini, piuttosto che nelle zone montane.

4.2 Evento 16 - 17 maggio 2023

Dalla mattina del 16 fino a tutta la giornata del 17 maggio una perturbazione sull'area mediterranea ha apportato precipitazioni diffuse sull'intero territorio regionale, particolarmente intense e persistenti sul settore centro-orientale già interessato dal gravoso evento del 1-3 maggio. Le nuove precipitazioni sono state più intense ed estese delle precedenti. A livello regionale si è verificata la seguente evoluzione:

- **16 maggio:** nelle prime ore le precipitazioni iniziano ad interessare la Romagna a partire dal Riminese con quantitativi deboli-moderati. La precipitazione si sposta gradualmente verso ovest, intensificandosi, andando ad interessare tutta la fascia Appenninica e la pianura centro-orientale. Nella tarda mattinata e nel primo pomeriggio risultano

interessate da precipitazioni moderate, a tratti forte, le aree Riminese, Forlivese, Ravennate e Bolognese. Aree diffuse sono interessate da altezze di pioggia cumulate superiori a 100 mm nell'intera giornata.

- 17 maggio: nelle prime ore si assiste a un'intensificazione dei fenomeni pluviometrici, dapprima sul Ferrarese e quindi su Bolognese e Modenese. A partire dalle 5 del mattino i fenomeni iniziano a traslare verso ovest. La fase finale dell'evento, tra le 13 e le 15, è caratterizzata da precipitazioni per lo più deboli-moderate e intermittenti, che si esauriscono nella fascia centrale della regione. La pioggia cumulata è inferiore a quella del giorno precedente.

La pioggia cumulata sull'intero evento ha raggiunto valori massimi anche superiori a 200 mm, interessando soprattutto la zona appenninica centro-orientale della regione, dal Bolognese al Riminese. Valori significativi, sebbene inferiori a 100 mm, si sono registrati anche nel Modenese e nel Ferrarese.

L'evento pluviometrico risulta nel suo complesso eccezionale sia sotto l'aspetto dell'intensità che dell'estensione del territorio coinvolto. Si stima che per la durata di un giorno l'evento è stato caratterizzato da un tempo di ritorno superiore a 200 anni per i bacini di Santerno, Senio, Lamone, Montone e Ronco. Considerando invece i due giorni consecutivi, si stimano tempi di ritorno superiori a 200 anni per i bacini di Santerno, Senio, Lamone e superiori a 100 anni per i bacini del Sillaro e del Montone.

A fronte di precipitazioni cumulate piuttosto simili a quelle di inizio maggio, l'evento del 16-17 maggio è stato caratterizzato non solo da una maggiore intensità ed estensione, ma anche – a differenza del primo – da condizioni iniziali di elevata saturazione dei suoli, che hanno indotto la formazione di maggiori deflussi di piena nei corsi d'acqua.

In tutti i corsi d'acqua compresi tra il Samoggia e il Marecchia si sono verificate piene superiori ai massimi storici registrati, molti dei quali verificatisi durante l'evento di piena del 1-3 maggio. I fiumi Secchia, Panaro e Reno sono stati interessati da piene di minor entità, comunque prossimi o superiori alla soglia 3 di allarme.

Nella Figura 7 è riportata una mappa con indicati i valori della cumulata di pioggia areale complessivamente caduta sui bacini durante l'evento.

Di seguito sono riportati nella Figura 6 la cumulata della precipitazione dell'evento relativo all'intero territorio regionale, mentre nella Figura 7 la mappa con indicati i valori della cumulata di pioggia areale complessivamente caduta sui bacini idrografici maggiormente interessati dall'evento. Tali precipitazioni eccezionali hanno avuto un forte impatto sul territorio, sia di pianura che collinare-montano. Si sono infatti verificati vastissimi allagamenti, avvenuti anche a seguito di 21 rotte arginali (nel secondo evento) nei tratti classificati, che hanno interessato un territorio di circa 850 km²

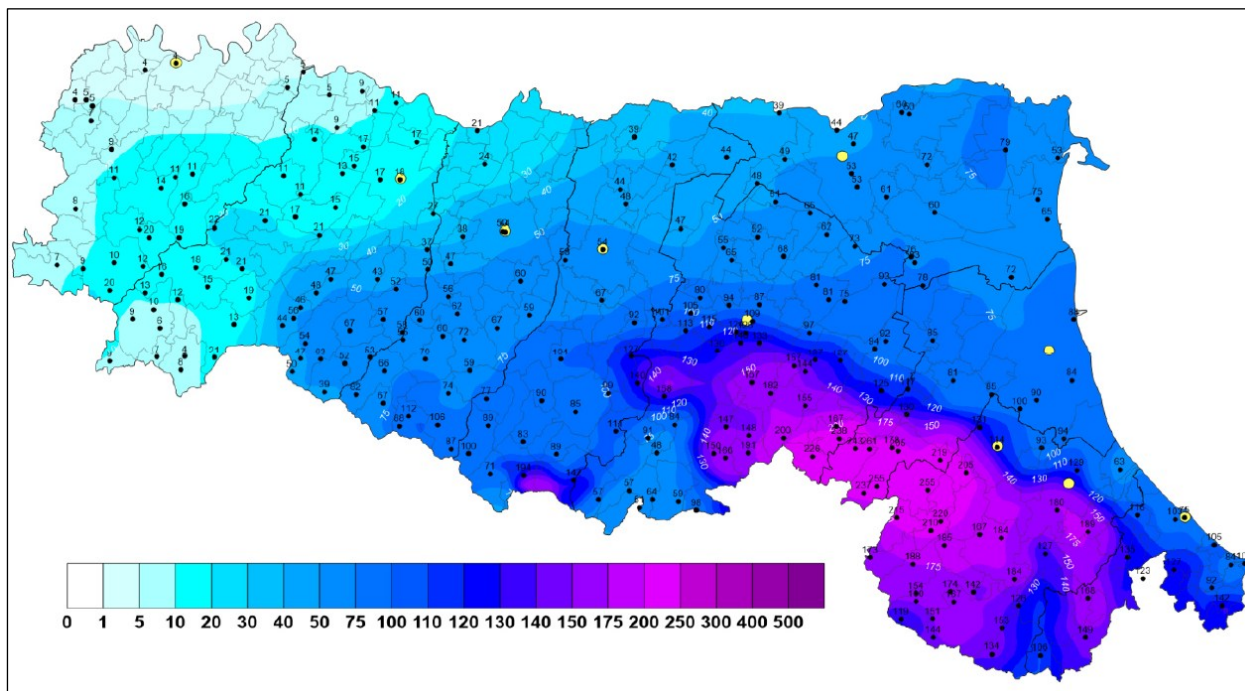


Figura 6 Cumulata di precipitazione osservata nell'evento dal 16 al 17 maggio 2023 sulla Regione Emilia-Romagna, con indicazione dei valori puntuali e dei confini dei territori provinciali e comunali.

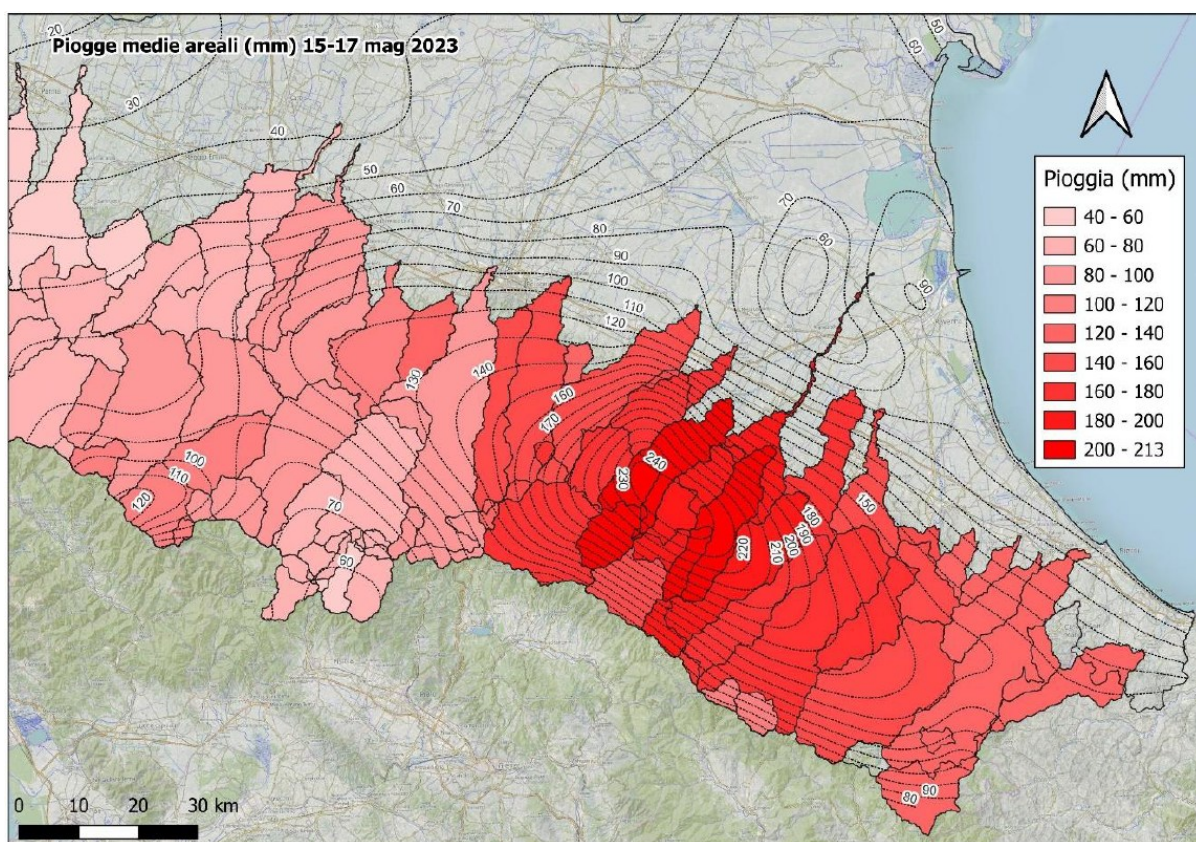


Figura 7 Piogge medie areali complessivamente cadute sui bacini durante l'evento 15-17 maggio 2023

4.3 Evento 17 – 19 settembre 2024

Il periodo tra il 17 e il 19 settembre 2024 è stato segnato da un eccezionale evento meteorologico sull'Emilia-Romagna, causato dalla stazionarietà del Ciclone Boris sulla regione. A rendere l'evento così intenso hanno contribuito due fattori critici: le anomalie record della temperatura del Mar Mediterraneo e un elevato flusso di vapore acqueo convogliato dalle correnti di scirocco.

Le conseguenze sono state precipitazioni intense, in particolare sulla fascia collinare centro-orientale, che copre il Bolognese, il Ravennate e il Forlivese. In queste aree, gli accumuli di pioggia sono stati equivalenti a 3-4 volte la media climatica dell'intero mese di settembre, quantitativi di precipitazione diffusamente superiori ai 100 mm dal Modenese al Ravennate, come è possibile osservare nella Figura 8, con tempi di ritorno che in alcuni punti hanno superato i 200 anni.

Le province più colpite sono state Bologna, Ravenna, Forlì-Cesena e Rimini, con picchi di 360 mm registrati a S. Cassiano sul Lamone (RA), 334,8 mm a Modigliana Arpa (FC), 326,8 mm a Casola Valsenio (RA) e 323,8 mm a Brisighella (RA).

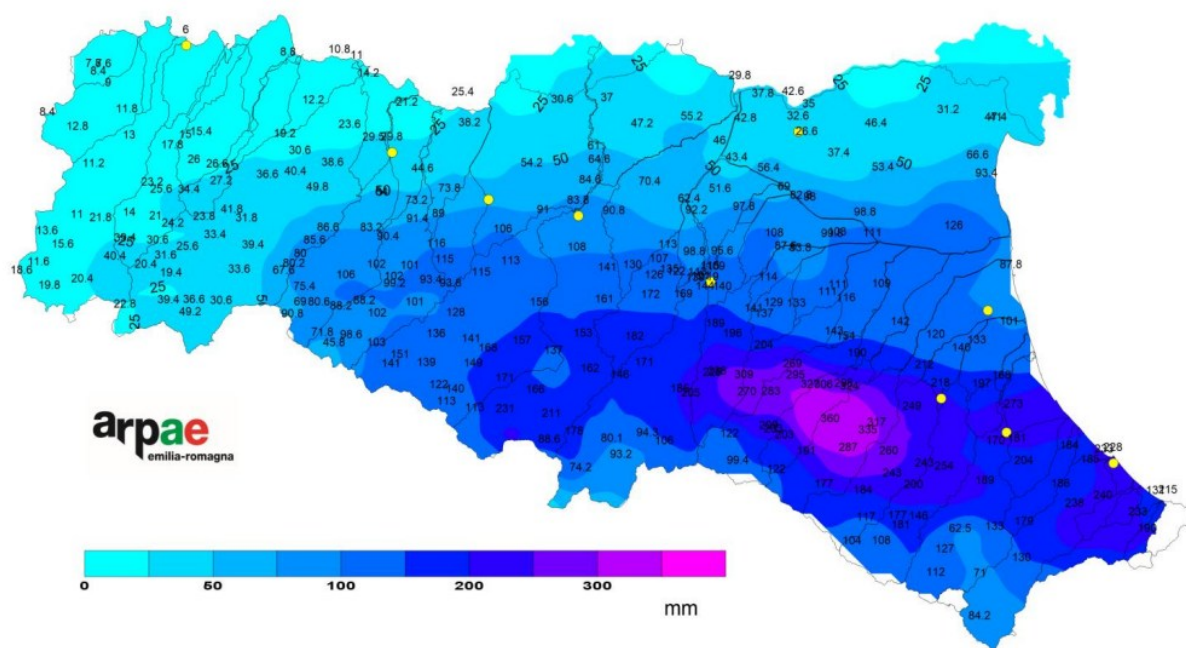


Figura 8 Precipitazione cumulata dell'evento sui bacini della regione Emilia-Romagna in tre giorni, dal 17 al 19

Questa quantità d'acqua ha avuto un impatto immediato e severo sul sistema idrografico regionale. Sebbene i fiumi come Secchia, Panaro, Reno, Ronco e Savio abbiano registrato piene moderate che sono state contenute all'interno degli argini, la situazione è stata critica sui bacini più orientali.

I fiumi Idice, Sillaro, Santerno, Senio, Lamone e Montone hanno raggiunto livelli idrometrici prossimi o superiori ai franchi arginali, e in alcuni casi hanno eguagliato o superato i massimi storici registrati durante l'alluvione del maggio 2023. L'innalzamento repentino delle acque ha innescato una serie di danni:

1. fenomeni intensi di ruscellamento, erosione delle sponde e allagamenti circoscritti hanno interessato rii e torrenti minori, nel territorio collinare-montano;
2. nei tratti vallivi, si sono verificate diffuse tracimazioni e sei rotture arginali. Questo ha portato a ingenti allagamenti con gravi danni a infrastrutture, edifici civili e attività produttive.

Si è verificata anche una mareggiata sulla costa, in particolare tra Ravenna e Cesena, con un notevole accumulo di detriti portati al mare dalle piene fluviali.

4.4 Evento 17 - 20 ottobre 2024

L'evento meteorologico del 17-20 ottobre 2024 si è rivelato di intensità eccezionale, con la fase critica (19-20 ottobre) che ha stabilito record pluviometrici storici. Sulla collina bolognese, le precipitazioni cumulate hanno rappresentato il massimo registrato dall'inizio del '900, con valori puntuali notevoli: la stazione di Pianoro ha registrato 180,8 mm in 24 ore, mentre a Paderno si sono accumulati 162,5 mm/24 ore e ben 75,4 mm in sole 3 ore. Tale pioggia massima in 24 ore ha superato i massimi delle rispettive serie storiche, e per durate di 6 e 12 ore, l'analisi statistica sulla stazione di San Luca stima un tempo di ritorno superiore a 200 anni.

Questi volumi d'acqua, scaricati su suoli già saturi a causa di un autunno precoce molto piovoso (Figura 9), hanno generato rapidi ed estesi effetti idraulici. I livelli dei principali corsi d'acqua del settore centro-occidentale, tra cui Crostolo, Samoggia, Savena, Idice, Quaderna, e Sillaro, hanno superato i massimi storici precedentemente registrati nel maggio 2023. Il fiume Reno ha superato i suoi massimi storici nel tratto vallivo, rendendo necessaria l'attivazione dello sfioratore laterale

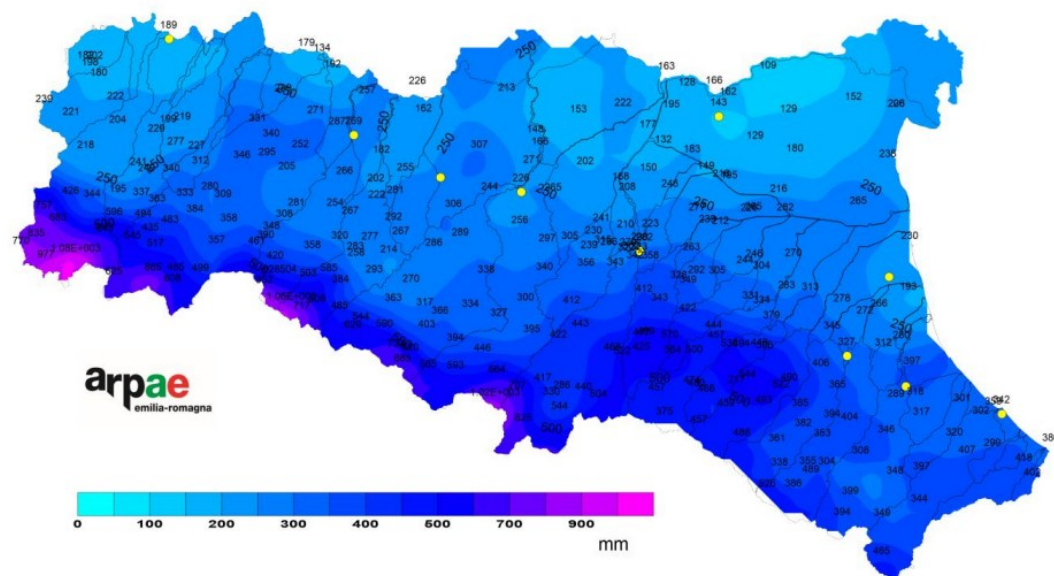


Figura 9 Precipitazione cumulata registrata sulla regione Emilia-Romagna dal 1° settembre al 18 ottobre 2024

del Gallo per la prima volta in oltre 50 anni. L'evento è stato catastrofico per le aree di pianura e i centri abitati, tra cui Bologna, a causa di alluvioni improvvise su rii e torrenti minori e tombinati (es. torrente Ravone), unitamente a numerose tracimazioni e sette rotte arginali (ad esempio sul

Crostolo a Cadelbosco), che hanno causato allagamenti diffusi nelle pianure di Parma, Reggio Emilia e Bologna.

5. Quadro delle criticità idrauliche

Le analisi idrauliche condotte sull'ambito territoriale di riferimento confermano e quantificano come l'attuale assetto idraulico dei corsi d'acqua determini condizioni di pericolosità idraulica non compatibile con il territorio interessato. Tale evidenza risulta coerente con quanto già evidenziato negli atti di pianificazione (preesistenti PAI¹ e del PGRA²) e con gli effetti al suolo osservati durante i recenti eventi alluvionali. In linea generale, le principali criticità idrauliche possono essere sintetizzate nei seguenti elementi:

- nei tratti di fondovalle montani e collinari, le dinamiche di allagamento, già per piene frequenti, interessano diversi centri abitati e numerosi insediamenti sparsi di carattere residenziale, agricolo e produttivo spesso realizzati, nel recente passato, in aree di pertinenza fluviale e prossime all'alveo del corso d'acqua. Tale pressione antropica ha inoltre comportato una sottrazione di spazi disponibili per la naturale espansione delle piene con conseguenti ripercussioni sui tratti di valle. Inoltre, in alcuni corsi d'acqua, sono presenti squilibri morfologici dovuti all'asportazione storica di sedimento che ha interferito negativamente sulla dinamica evolutiva e all'assetto fluviale, con conseguenze sullo stato ecologico e sulla capacità di laminazione delle piene;
- nella zona pedecollinare e lungo la via Emilia, l'elevata urbanizzazione, caratterizzata dalla presenza di insediamenti urbani e produttivi in prossimità dei corsi d'acqua, ha determinato una generale canalizzazione dei tratti fluviali e una contestuale riduzione della capacità di deflusso. In questi contesti, il sistema difensivo non è generalmente in grado di contenere l'onda di piena di riferimento con la conseguente esondazione di significativi volumi di acqua e il potenziale allagamento di ampie porzioni di territorio fortemente urbanizzato;
- la pianura è difesa da centinaia di chilometri di arginature (Tabella 4) che, in alcuni tratti, raggiungono altezze superiori a 10 metri, pensili rispetto al piano campagna circostante, e spesso non in grado di contenere i livelli delle piene di riferimento. Tali caratteristiche rappresentano una rilevante fragilità del sistema di difesa dalle piene in pianura, in quanto gli argini possono manifestare rotte, cedimenti e anche sormonti per le piene più elevate, come accaduto durante gli eventi di maggio 2023, settembre e ottobre 2024. Oltre alle inadeguatezze in quota, le arginature possono presentare criticità anche per eventi di piena contenibili nelle stesse, a causa di inadeguatezze della sagoma e della composizione dei terreni costituenti i rilevati e le fondazioni (sifonamento). Inoltre, tali criticità possono essere incrementate dalla presenza di tane di animali fossori;
- i corsi d'acqua presentano numerose opere infrastrutturali di attraversamento, che spesso interferiscono con il deflusso delle piene, influenzando negativamente le condizioni di pericolosità complessive. La maggior parte degli attraversamenti è infatti caratterizzata dalla presenza di pile e/o spalle in alveo e/o da franchi insufficienti rispetto alla piena di

¹ Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico dei bacini del fiume Reno, del torrente Idice, del torrente Sillaro e del torrente Santerno, Piano Stralcio per il bacino del torrente Samoggia, Piano Stralcio per il bacino del torrente Senio, Piano stralcio per il sistema idraulico "Navile - Savena abbandonato", Piano Stralcio per il Rischio Idrogeologico dei Bacini Regionali Romagnoli e Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico del Bacino Interregionale Marecchia - Conca.

² Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni 2021 - Autorità di bacino Distrettuale del fiume Po.

riferimento, determinando restringimenti della sezione idraulica efficace, aumento dei tiranti idrici e potenziali condizioni di rigurgito a monte.

Tali criticità sono descritte nelle singole monografie dei corsi d'acqua allegate alla presente relazione.

6. Linee di assetto

6.1 Strategie generali

La definizione delle linee di assetto ha avuto come principale obiettivo l'individuazione di strategie di intervento, anche innovative e maggiormente sostenibili in un contesto di cambiamento climatico, volte alla riduzione del rischio ad un livello compatibile con il territorio interessato. L'obiettivo strategico è quello di minimizzare i danni complessivi che gli eventi di piena possono determinare, partendo dal presupposto che il rischio zero – inteso come la messa in sicurezza assoluta del territorio – non è conseguibile.

Nella definizione delle linee di assetto si è inoltre tenuto conto, ove compatibile, delle esigenze di tutela, recupero e valorizzazione degli ecosistemi fluviali e della biodiversità, promuovendo approcci basati sul principio del “dare più spazio al fiume”. Tale impostazione consente di integrare gli obiettivi della Direttiva Alluvioni (2007/60/CE) e della Direttiva Quadro sulle Acque (2000/60/CE), in un'ottica di gestione sostenibile e sinergica dei bacini idrografici.

Le linee di assetto sono state definite a scala di bacino, tenendo conto delle specificità e delle criticità dei diversi ambiti territoriali emerse dalle analisi idrauliche e geomorfologiche. A tale proposito si può, in generale, suddividere ogni corso d'acqua nei seguenti tratti:

1. montano, collinare e pedecollinare;
2. di pianura in assenza di sistemi arginali continui, generalmente in prossimità della via Emilia;
3. di pianura con presenza di sistemi arginali continui, prevalentemente posti in adiacenza o in prossimità delle sponde dell'alveo inciso.

Nel tratto montano, collinare e pedecollinare le linee di assetto si pongono l'obiettivo di mantenere come aree di laminazione le attuali aree allagabili ed allagate durante gli eventi alluvionali del maggio 2023 e del settembre e ottobre 2024, se compatibili con le urbanizzazioni presenti (centri abitati e/o produttivi) e, ove possibile, prevedere la realizzazione di aree di espansione e laminazione, allo scopo di rallentare la propagazione delle piene e contribuire, per quanto possibile in relazione alla morfologia della regione fluviale, alla riduzione della portata al colmo defluente verso valle. Se, invece, l'allagamento interessa porzioni di centri abitati e/o produttivi di una certa rilevanza, è prevista la realizzazione o l'adeguamento di opere di contenimento della piena di riferimento, in tal caso le opere arginali dovranno essere classificate.

Nei tratti di pianura privi di sistemi arginali continui, presenti in prossimità della via Emilia ed in corrispondenza di alcuni dei principali centri abitati, tra cui, in particolare, Cesena, Forlì, Faenza, Castel Bolognese e Imola, la principale linea di assetto è l'ottimizzazione della capacità di deflusso, anche attraverso la realizzazione o il potenziamento dei sistemi arginali per il contenimento della piena di riferimento. Tali argini dovranno essere posti nelle vicinanze dell'urbanizzazione da proteggere, senza ridurre l'estensione delle aree allagabili compatibili con l'attuale uso del suolo.

In tali tratti, inoltre, dove possibile, un'ulteriore linea di assetto consiste nella realizzazione di opere di laminazione delle piene, di nuova realizzazione o mediante l'adeguamento e l'ampliamento di opere già esistenti, allo scopo di contribuire alla riduzione della portata al colmo defluente verso valle a valori compatibili con la capacità idraulica dei tratti fluviali arginati.

Nei tratti di pianura, i sistemi arginali continui presenti hanno già quote non significativamente incrementabili per raggiunte condizioni limite strutturali. Per tale motivo, nota la portata limite attuale, che corrisponde alla massima portata che può defluire, seppur con franchi limitati (0,5 metri), nell'attuale sistema arginale, è stata definita la portata limite di progetto, che può defluire nel sistema arginale a fronte di interventi di miglioramento della capacità di deflusso quali:

- l'adeguamento locale delle quote di sommità arginale, finalizzato a rendere quanto più omogeneo possibile, lungo il tratto arginato, il livello di contenimento della portata limite di progetto sistemando quindi depressioni e corde molli, qualora presenti;
- il consolidamento e adeguamento strutturale delle arginature. Nei casi in cui tali argini siano posti in corrispondenza o in prossimità delle sponde fluviali, andranno attentamente considerati interventi strutturali di consolidamento degli argini o il loro arretramento verso campagna, anche allo scopo di restituire maggiore spazio ai fiumi. Tuttavia, l'assetto del territorio e la diffusa presenza di insediamenti urbani e di infrastrutture di trasporto in adiacenza ai fiumi rendono questi interventi attuabili solo in alcune limitate situazioni locali e non a una scala di asta fluviale;
- interventi di manutenzione straordinaria dell'alveo inciso per il mantenimento e/o incremento della capacità di deflusso in relazione ai fenomeni di sedimentazione e accumulo del materiale solido trasportato. Si prevedono interventi di abbassamento dei piani golenali compresi tra le arginature e le sponde dell'alveo inciso, allo scopo di aumentare la superficie di deflusso della piena per incrementare la capacità idraulica del tratto, oppure per ridurre localmente la velocità della corrente e i correlati effetti erosivi. Per essere efficace tale intervento non deve limitarsi a tratti troppo localizzati, ma deve poter essere effettuato a tratti sufficientemente estesi per poter ottenere dei reali benefici idraulici. La quota di riferimento per tale intervento potrebbe essere fissata pari alla quota del piano campagna attualmente presente all'esterno degli argini.

Le portate superiori a quella limite di progetto è previsto siano gestite, anche al fine di evitare il pericolo di rotture arginali incontrollate, attraverso la realizzazione di aree di esondazione controllata volte a convogliare, in modo controllato, in aree a minor vulnerabilità e caratterizzate da un uso del suolo prevalentemente agricolo, una porzione del volume di piena, allo scopo di salvaguardare altre aree caratterizzate da una maggiore esposizione in termini di beni e valori insediati. Per poter realizzare tale strategia occorre effettuare interventi di adeguamento dei rilevati arginali per consentire la tracimazione controllata senza indurre il crollo dell'argine per sormonto. Le aree da destinare ad allagamento dovranno essere opportunamente confinate così da proteggere il territorio esterno ed eventuali insediamenti posti all'interno dell'area stessa. In tali aree devono essere realizzati sistemi di canali di scolo e opere di scarico in modo da consentire, durante e dopo l'evento di piena, di recapitare le acque invase nei corsi d'acqua naturali e riportare l'area alle condizioni originarie in un tempo ragionevole. Generalmente all'interno di tali aree è già presente un sistema di canali afferente al reticolo di bonifica, che dovrà essere oggetto di interventi di adeguamento strutturale e funzione, in modo da rendere efficiente la fase di svuotamento e contenere i tempi di permanenza dell'acqua esondata all'interno di tali aree.

In relazione alla realizzazione delle casse di laminazione e delle aree di tracimazione controllata, in fase di progettazione, dovranno essere valutate le modalità attuative in termini di espropri o servitù di allagamento, favorendo, laddove possibile, lo sviluppo di usi del suolo maggiormente resilienti rispetto alle dinamiche di allagamento.

Fanno parte integrante delle linee di assetto anche i seguenti criteri ed indirizzi generali di gestione del rischio alluvionale:

- **invasi montani:** utilizzazione a scopo di laminazione delle piene degli invasi presenti nei territori montani mediante la predisposizione dei piani di laminazione di cui al DPCM 27 febbraio 2004 e al DPCM 8 febbraio 2013. Tali invasi possono contribuire a migliorare la sicurezza nei tratti di valle, soprattutto se sottendono porzioni significative di bacino, come ad esempio quelli nel bacino del Reno;
- **infrastrutture di attraversamento:** si rende necessario definire strategie di intervento finalizzate all'adeguamento e al miglioramento della compatibilità idraulica delle opere di attraversamento che risultano maggiormente interferenti con il deflusso e con l'espansione delle piene lungo i corsi d'acqua. Parallelamente, dovranno essere individuate e disciplinate le condizioni di esercizio transitorio per la gestione in sicurezza di tali opere, nelle more della realizzazione degli interventi di adeguamento. Le informazioni riportate nelle monografie sui franchi arginali costituiscono un primo riferimento anche per la prioritizzazione delle attività di verifica di compatibilità idraulica degli attraversamenti;
- **monitoraggio e manutenzione dei rilevati arginali:** si rende necessario approfondire le conoscenze dei materiali costituenti i rilevati arginali e i terreni di fondazione, anche attraverso analisi indirette in grado di caratterizzare in via speditiva disomogeneità e possibili vie di filtrazione, individuando i tratti maggiormente critici, sui quali approfondire le analisi. Parimenti deve essere programmata e assicurata un'attività di manutenzione dei rilevati medesimi in grado di garantire adeguate performance degli stessi;
- **animali fossori:** particolare attenzione deve essere posta alla gestione degli animali fossori, la cui presenza in corrispondenza degli argini può determinare un'alterazione del rilevato, sia in termini di stabilità che di caratteristiche idrauliche, e quindi generare rotture anche per eventi di piena anche non straordinari e contenibili nel sistema arginale. In particolare, dovranno essere programmate campagne di monitoraggio sulla presenza di fauna fossoria e predisposti e adottati piani di controllo;
- **vegetazione ripariale:** per ciascun corso d'acqua, si rende necessaria la predisposizione di un Programma generale di gestione della vegetazione ripariale, redatto in coerenza con le disposizioni regionali vigenti. Tale strumento dovrà garantire il coordinamento tra le esigenze di sicurezza idraulica e gli obiettivi di tutela e valorizzazione ambientale, riconoscendo alla vegetazione ripariale un duplice ruolo: da un lato, quale elemento essenziale per il mantenimento delle funzioni ecosistemiche e della qualità morfologica dei corsi d'acqua; dall'altro, quale fattore che influenza la capacità di deflusso delle piene, la stabilità delle sponde e il controllo dell'erosione. Nei tratti arginati o maggiormente canalizzati, l'obiettivo prioritario deve essere l'ottimizzazione della capacità di deflusso;
- **gestione sedimenti:** per ciascun corso d'acqua, dovrà essere predisposto il Programma generale di gestione dei sedimenti, inteso come strumento conoscitivo, gestionale e di programmazione degli interventi volti a garantire un corretto equilibrio morfologico e funzionale dei corsi d'acqua. Tale Programma dovrà disciplinare le attività di manutenzione degli alvei e delle opere idrauliche, nonché la gestione dei sedimenti in un'ottica di equilibrio tra esigenze di mitigazione del rischio idraulico, tutela ambientale

e conservazione del trasporto solido naturale. Il riferimento per la definizione dell'impostazione metodologica del Programma generale è la Direttiva Sedimenti del PAI Po;

- **indirizzi per la delocalizzazione:** qualora all'interno delle aree allagabili siano presenti edificazioni sparse, sia a carattere residenziale che produttivo, le linee di assetto non prevedono la realizzazione di opere di difesa idraulica, ma l'incentivazione alla delocalizzazione delle stesse al di fuori delle aree allagabili. Nel caso in cui non sia possibile delocalizzare, il livello di rischio dovrà essere minimizzato nell'ambito degli strumenti di protezione civile con misure di preparazione, previsione e allertamento della popolazione nonché con misure di mitigazione della vulnerabilità dei singoli edifici, applicate a livello locale in modo tale da non comportare un aumento della pericolosità nelle aree circostanti rispetto a tali dinamiche di allagamento. Le priorità di delocalizzazione dovranno essere definite anche sulla base dei tiranti e delle velocità stimate per la redazione delle mappe del PGRA, delle linee di assetto definite dalle fasce fluviali, nonché della dinamica morfologica del corso d'acqua.

6.2 Sintesi delle linee di assetto

Le strategie generali descritte nel paragrafo Strategie generali 6.1 sono state opportunamente contestualizzate e declinate per ogni corso d'acqua sulla base delle specifiche caratteristiche idrauliche, morfologiche, sociali ed economiche.

In generale, le linee di assetto prevedono le seguenti misure:

- la realizzazione di nuove casse di laminazione funzionali alla laminazione dell'onda di piena e quindi alla riduzione della portata al colmo defluente verso valle;
- l'ottimizzazione, qualora necessaria, delle casse di laminazione attualmente esistenti;
- l'abbassamento e riconfigurazione morfologica dei piani golenali e manutenzione dell'alveo volta rispettivamente all'incremento della capacità di espansione e di deflusso dell'onda di piena;
- difese spondali da processi erosivi nel caso in cui interessino infrastrutture e centri abitati;
- strategie di recupero morfologico dei tratti maggiormente incisi volti alla riconnessione dell'alveo con le aree di pertinenza fluviale;
- la realizzazione di nuove opere di contenimento dei livelli in corrispondenza dei principali centri abitati e/o produttivi;
- locali rialzi arginali per aumentare la capacità di deflusso e quindi raggiungere l'obiettivo di contenimento della portata limite di progetto;
- la realizzazione di argini golenali, arretrati rispetto al corso d'acqua, volti al contenimento delle piene più frequenti;
- l'abbassamento o la demolizione con arretramento di rilevati arginali, ove compatibile con l'attuale uso del suolo, al fine di dare maggiore spazio al fiume e consentire l'espansione o la laminazione dell'onda di piena;
- nei tratti arginati, la manutenzione dell'alveo e delle golene, al fine di aumentare la capacità di deflusso e quindi raggiungere l'obiettivo di contenimento della portata limite di progetto;
- la realizzazione di aree a tracimazione controllata volte alla gestione attiva delle portate superiori a quelle di progetto attraverso il convogliamento, in modo controllato, di una

porzione del volume di piena in aree a minor vulnerabilità e caratterizzate da un uso del suolo prevalentemente agricolo. Tale strategia permette di salvaguardare le aree maggiormente esposte, in cui sono presenti beni e valori insediati più rilevanti;

- manutenzione della vegetazione ripariale, al fine di ottimizzare la capacità di deflusso dei tratti arginati e ridurre eventuali ostacoli al passaggio della piena;
- delocalizzazione degli edifici vulnerabili soggetti a pericolosità significativa.

6.3 Valutazione e gestione delle piene superiori a quella di riferimento

Tra gli scenari idrologici considerati è stato incluso anche quello che contempla i potenziali effetti del cambiamento climatico sulle forzanti idrologiche. Tale scenario risulta sensibilmente più gravoso rispetto agli scenari di riferimento, in particolare in termini di volumi di piena, per i quali si stima un incremento medio compreso tra il 30% e il 40% per il tempo di ritorno duecentennale.

Lo scenario idrologico che considera i potenziali effetti del cambiamento climatico è stato utilizzato per verificare la risposta idraulica delle linee di assetto dei corsi d'acqua quando sottoposte a una sollecitazione superiore a quella di riferimento, sulla quale tali linee sono state originariamente definite. Tale verifica risulta necessaria poiché, pur non essendo generalmente sostenibile dimensionare le opere per mitigare integralmente eventi di questa entità, in considerazione dell'attuale quadro di criticità idraulica dei corsi d'acqua analizzati e delle incertezze ancora presenti per la stima quantitativa degli effetti dei cambiamenti climatici sull'entità dei colmi e dei volumi di piena, è fondamentale adottare adeguate strategie di gestione del rischio residuo, ossia della quota di rischio che permane anche dopo l'attuazione degli interventi previsti. Tali strategie mirano a ridurre quanto più possibile i potenziali danni associati a scenari di piena superiori a quelli di riferimento, anche influenzati dai possibili effetti del cambiamento climatico.

In questo contesto, le strategie principali prevedono:

- la realizzazione di arginature resistenti alla tracimazione, progettate per ridurre al minimo il rischio di rotte incontrollate e permettere la fuoriuscita esclusivamente della quota di volume di piena non transitabile attraverso il sistema difensivo a valle;
- potenziamento della tracimazione controllata, attraverso l'individuazione di aree e punti di sfioro predisposti, per convogliare in maniera sicura parte del volume di piena verso zone a minore vulnerabilità;
- regolazione dell'altezza degli argini in corrispondenza di insediamenti urbani o zone particolarmente esposte, ad esempio prevedendo argini più elevati per la difesa degli insediamenti maggiormente vulnerabili o per i quali il valore dell'esposto è maggiore;
- misure di riduzione locale della vulnerabilità dei beni e delle strutture esposti ai fini della tutela della vita umana e della minimizzazione del danno in caso di evento. Tali misure devono essere applicate a livello locale in modo tale da non comportare un aumento della pericolosità nelle aree circostanti rispetto alle dinamiche di allagamento;
- misure di protezione civile e gestione emergenziale, tra cui sistemi di allerta precoce e piani di emergenza.

7. Fasce fluviali e aree allagabili

L'alveo fluviale e la parte di territorio limitrofo, costituente nel complesso la regione fluviale, sono oggetto della seguente articolazione in fasce:

- Fascia di deflusso della piena (Fascia A), costituita dalla porzione di alveo che è sede prevalente, per la piena di riferimento, del deflusso della corrente, ovvero che è costituita dall'insieme delle forme fluviali riattivabili durante gli stati di piena;
- Fascia di esondazione (Fascia B), esterna alla precedente, costituita dalla porzione di alveo interessata da inondazione al verificarsi dell'evento di piena di riferimento. Con l'accumulo temporaneo in tale fascia di parte del volume di piena si attua la laminazione dell'onda di piena con riduzione delle portate di colmo. Il limite della fascia si estende fino al punto in cui le quote naturali del terreno sono superiori ai livelli idrici corrispondenti alla piena di riferimento ovvero sino alle opere idrauliche esistenti o programmate di controllo delle inondazioni (argini o altre opere di contenimento), dimensionate per la stessa portata;
- Area di inondazione per piena catastrofica (Fascia C), costituita dalla porzione di territorio esterna alla precedente (Fascia B), che può essere interessata da inondazione al verificarsi di eventi di piena più gravosi di quelli di riferimento.

La delimitazione delle fasce, in particolare A e B, sottende l'assunzione di specifiche linee di assetto di un corso d'acqua, comprendente l'individuazione delle caratteristiche e della localizzazione delle nuove opere idrauliche per il contenimento dei livelli idrici di piena e per la regimazione dell'alveo.

I limiti della fascia B sono evidenziati nella cartografia allegata alla presente con la dicitura “di progetto” nei casi in cui coincidano con il perimetro esterno di nuove opere idrauliche, finalizzate ad esempio al contenimento dei livelli idrici, alla laminazione delle piene o al riequilibrio morfologico. In ciascuna monografia sono descritte nel dettaglio le linee di assetto e gli interventi associati ai limiti B di progetto, riportati in un'apposita tabella.

Le aree allagabili fanno riferimento al Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (PGRA) e la loro perimetrazione è disciplinata dal D.lgs. 49/2010 che recepisce la Direttiva Alluvioni (2007/60/CE). Esse individuano le porzioni di territorio potenzialmente soggette a inondazione in caso di piena di un corso d'acqua, sulla base di tre diversi scenari di probabilità:

- a) scarsa probabilità o scenari di eventi estremi (Low – P1)
- b) media probabilità di alluvioni (Medium – P2)
- c) elevata probabilità di alluvioni (High - P3)

Le aree allagabili si differenziano quindi dalle fasce fluviali: mentre le prime sono delimitate sulla base delle modellazioni idrauliche, utilizzando come forzanti idrologiche le onde di piena associate a specifici tempi di ritorno e considerando anche possibili scenari di breccia arginale, le seconde sono delimitate applicando un criterio non solo idraulico ma anche morfologico, legato all'evoluzione del corso d'acqua, e sottendono delle linee di assetto.

La fascia B, pertanto, può essere più ampia dell'area allagabile per lo scenario P2, ricomprendendo aree attualmente non allagabili ma che potrebbero esserlo in futuro, anche in seguito ad interventi di abbassamento e rimodellamento dei piani golenali e che comunque è bene tutelare con le norme d'uso del suolo della fascia B.

Al contrario è possibile che l'allagamento nello scenario P2 o anche P3, sia più ampio della fascia B, nei casi in cui sia necessaria un'opera di contenimento dei livelli (in questo caso nella tavola

delle fasce è delimitata con un apposito singolo grafico l'”area inondabile in assenza dell'intervento”) oppure nei casi dei fiumi arginati con continuità dove le arginature non hanno franchi adeguati al deflusso della portata di riferimento. In tali casi il limite di fascia B è sempre posto in corrispondenza degli argini classificati, senza il tematismo “di progetto”, anche se gli stessi non sono adeguati in quota (in questi casi le linee di assetto, ad esempio l'adeguamento in quota, sono descritte nelle monografie).

8. Ulteriori elaborati

Fanno parte integrante della presente relazione le monografie, le tavole delle fasce fluviali e le tavole delle aree allagabili dei seguenti corsi d'acqua:

- Samoggia, Ghiaia e Lavino;
- Reno e Setta;
- Navile e Savena Abbandonato;
- Idice, Zena, Savena, Quaderna e Gaiana;
- Sillaro;
- Santerno;
- Senio;
- Lamone e Marzeno;
- Montone, Ronco, Rabbi e Fiumi Uniti;
- Savio e Borello;
- Uso;
- Marecchia e Ausa;
- Marano;
- Melo;
- Conca;
- Ventena;
- Tavollo.