

7. Le rotte nel tratto emiliano del fiume Po

Paolo Mignosa

*Così il Po, gonfio per la piena, \ si riversa al di sopra delle rive \ protette dall'argine e sconvolge \ tutta la
campagna; se qualche terra frana e, \ non sopportando la furia delle onde \ crescenti, crolla, allora con tutta \
la corrente vi irrompe e si apre \ col gorgo terreni ignoti: qui le terre \ sfuggono ai padroni, lì campagne \
si aggiungono ai contadini, regalo del Po.*

Lucano (29-65 d.C.) libro VI (vv. 272-278) di *Pharsalia*¹

*C'era la gente del mio paese sull'argine, ferma, con le facce trepide, infantili anche quelle senili.
E da lontano veniva un rombo: l'onda di piena arrivava e avrebbe rotto in qualche parte [...]*

Cesare Zavattini da *E l'uomo creò la terra: il Po tra Casalmaggiore, Colorno, Sabbioneta, Viadana*²

Sono trascorsi quasi due millenni da quando Lucano³, nel libro VI di *Pharsalia*, ci ha lasciato una delle prime testimonianze sugli effetti di un'inondazione probabilmente conseguente a una rotta arginale del Po⁴. Si intravede comunque già, in quelle poche righe, quello che sarà il rapporto che l'uomo intratterrà con il fiume nei secoli a venire: un rapporto ambivalente, di coesistenza pacifica per la maggior parte del tempo, ma che si trasforma in lotta per la sopravvivenza durante le più imponenti piene del fiume, accompagnate quasi sempre da rotte arginali ed estesi e prolungati allagamenti. Le parole di Cesare Zavattini ne sono una testimonianza recente.

È nel secolo XIX che una sequenza ravvicinata di eventi di piena mette a dura prova il sistema arginale del Po, nel tratto che va dalla confluenza del Ticino al Delta. Il secolo si apre con la piena del novembre 1801, all'epoca valutata da GALLIZIA (1878 a) seconda per importanza solo a quella del 1705. Passano solo sei anni e nel dicembre 1807 un'altra piena raggiunge e, in alcuni tratti, supera le altezze idrometriche massime verificatesi nel 1801, provocando numerose rotte nell'argine sinistro mantovano nei pressi di Ostiglia (GOVI & TURITTO, 2000). Trascorrono poi tre decenni di relativa tranquillità – nei quali si manifestano piene rilevanti ma non catastrofiche – fino al sopraggiungere, alla metà di ottobre del 1839, di un'altra grande piena che sconvolge l'alveo del fiume, provocando numerose rotte arginali ed estesissimi allagamenti, primo fra tutti quello del comparto in destra idraulica compreso tra i fiumi Secchia e Panaro. Seguono nei decenni successivi le piene del 1846, 1857, 1868, 1872 (primavera e autunno), tutte di assoluta rilevanza.

La Tab. 7.1, dedotta da GALLIZIA (1878 b), riporta il quadro generale delle rotte avvenute nell'arginatura maestra del Po dal Ticino al mare fino al 1878, anno in cui il GALLIZIA pubblica i suoi resoconti.

Tab. 7.1 - Quadro generale delle rotte avvenute nell'arginatura maestra del Po nel secolo XIX dal Ticino al mare (da Gallizia, 1878 b).

Anno	Cause che provocarono le rotte						Osservazioni
	Sormonto	Corrosione	Fontanazzo e travenazione sotto la base dell'argine	Ruina di manufatti	Cause ignote	Totale delle rotte avvenute	
1801 (autunno)	23	5	–	–	2	30	Altre rotte minori nell'arginatura pavese e piacentina non numerate.
1802 (autunno)	–	2	–	–	–	2	
1803 (primavera)	–	1	–	–	–	1	
1807 (autunno)	6	–	2	–	–	8	
1808 (autunno)	–	1	–	–	–	1	
1810 (primavera)	–	–	–	1	4	5	
1811 (autunno)	–	–	–	–	1	1	
1812 (autunno)	–	–	2	–	1	3	
1823 (autunno)	–	1	1	–	–	2	
1839 (autunno)	26	2	1	1	–	30	
1840 (autunno)	1	–	–	1	–	2	
1841 (autunno)	1	–	2	–	–	3	
1843 (primavera)	–	1	–	–	–	1	
1846 (primavera)	18	–	–	–	–	18	Altri “rottazzi” ⁴ minori e tagli artificiali per lo scarico dell'inondazione interna nel tronco superiore
1846 (autunno)	9	1	–	–	–	10	
1857 (autunno)	43	–	3	2	–	48	Come sopra
1868 (autunno)	13	1	6	–	–	20	
1872 (primavera)	–	–	2	–	–	2	Come sopra
1872 (autunno)	18	–	8	–	–	26	Come sopra
1876 (primavera)	–	–	1	–	–	1	
Totale	158	15	28	5	8	214	

Questo elenco annovera un numero di piene superiore a quello registrato (1801, 1807, 1810, 1812, 1839 due volte, 1857, 1868, 1872 due volte, 1879) dal padimetro di Ferrara (Fig. 10.1 di questo volume; LEZIROLI, 2005); da esso manca, invece, un evento di rotta che sembra abbia interessato, in occasione della piena del 1801, la pianura parmense. La *Planimetria Rettificata della sponda destra di Po tra l'Ongina e il Taro*, delle Planimetrie della Commissione Brioschi, riporta, esternamente alle arginature del Po, presso Ragazzola (comune di Roccabianca), piccoli specchi d'acqua dal contorno tondeggiante, con la dicitura *Burroni⁶ della rotta 1801*. Di questo evento non si dispone di altra notizia ed esso non viene riportato nelle pur attente note di GOVI & TURITTO, come quella più recente (2000).

Per completare il quadro del secolo XIX occorre aggiungere all'elenco del Gallizia almeno la grande piena del 1879, che diede luogo al cedimento, tra l'altro, dell'arginatura poco a valle di Revere, con conseguente allagamento, per la terza volta nell'arco di quarant'anni, dell'Oltrepò Mantovano.

Trascorrono trent'anni di relativa tregua, fino all'evento dell'ottobre 1907

che provoca l'allagamento, come già nel 1868, di ampie porzioni del territorio lodigiano, pavese e piacentino (compresa parte della stessa città di Piacenza). Seguono, con cadenza pressoché decennale, gli eventi del maggio 1917 (lodigiano) e maggio 1926 (piacentino), come documentato da GOVI & TURITTO (2000). Venticinque anni dopo, si verifica la disastrosa piena del novembre 1951, con le rotte di Paviole e di Occhiobello e la conseguente inondazione di circa 1000 km² dei territori della provincia di Rovigo. Le ultime grandi piene del secolo appena concluso (1994, 2000), pur essendosi rivelate catastrofiche per alcuni importanti affluenti del Po (Tanaro, Dora Baltea, ecc.) non hanno però provocato apprezzabili rotte arginali lungo l'asta principale.

Ritornando ad analizzare i dati della Tab. 8.1 redatti da GALLIZIA (1878), si evince che quasi i tre quarti delle rotte da lui censite (158 su 214) furono causate da sormonto, mentre il residuo quarto è da ascrivere all'insieme di tutte le altre cause. Se poi si considera che spesso le rotte causate da "corrosione" sono innescate dall'aumento locale di velocità, generato da brecce apertesi poco prima più a valle (rotte "per consenso" o "di risentimento"), la percentuale di rotte che, direttamente o indirettamente, è da imputare a un'insufficienza del contenimento arginale aumenta ulteriormente. Non meraviglia, quindi, che la strategia difensiva di quegli anni si sia concentrata sul sopralzo, e conseguente ringrosso, delle sezioni arginali. Questa politica è poi stata mantenuta sostanzialmente immutata fino a pochi anni fa, inseguendo, per così dire, l'ultima piena. Già subito dopo la catastrofica inondazione del Polesine del novembre 1951, DE MARCHI (1952) osservava, in un suo intervento tenutosi a Milano in occasione di un Convegno sulla difesa del suolo, che "...le piene di Po sono andate progressivamente aumentando nel corso degli ultimi secoli, ed è pure certo che esse aumenteranno ancora in avvenire ...dopo ogni piena disastrosa si procede alla ricostruzione degli argini danneggiati e ad un loro generale sopralzo... Senonché l'esame obiettivo dei fatti porta a riconoscere che le arginature, da sole, non possono costituire la soluzione definitiva e sicura del problema della difesa dalle inondazioni..." e suggeriva, quindi, di adottare "nuovi indirizzi difensivi ...nel caso di eventi eccezionali, ma sempre possibili, di fronte ai quali le arginature esistenti siano decisamente insufficienti...".

Tra i possibili interventi, il medesimo Autore individuava, oltre alla ottimizzazione dell'utilizzo delle aree golenali già esistenti, "lo scarico delle acque esuberanti fuori dagli argini maestri". Mostrava poi come, per la piena del 1951, "lo scollamento tempestivo di meno di 400 milioni di metri cubi avrebbe... scongiurato le rotte di Occhiobello e di Paviole ed eliminato ogni pericolo per il tronco vallivo del fiume", mentre "...la massa liquida che attraverso le brecce si versò sul Polesine fu con ogni probabilità assai superiore ai due miliardi di metri cubi, almeno cinque volte più grande". Commentava più avanti: "...la difesa dalle piene perderebbe il carattere rigido e passivo, che ammette semplici operazioni tattiche di soprassogli e difese locali, e consentirebbe invece, a chi la deve dirigere, una certa possibilità di manovre strategiche, atte ad evitare i grandi disastri". Passava poi a spiegare più nel dettaglio la sua proposta: "...Punti di erogazione e zone soggette a sommersione dovrebbero essere prestabiliti da un piano generale d'insieme... I territori soggetti a quegli allagamenti dovrebbero formare oggetto di una speciale servitù, che naturalmente dovrebbe essere compensata in equa misura... Il piano difensivo dovrà a tal fine considerare l'intero territorio soggetto alla minaccia delle piene di un fiume come una entità unica e solidale... dovrebbero essere chiamati a concorrere alla spesa tutti i territori che, grazie agli scolmi tempestivi, abbiano evitato il disastro delle inondazioni".

A conclusione, rendendosi conto delle difficoltà di attuare un siffatto progetto, si interrogava sulla sua fattibilità: “...*Qualora si addivenisse ad una difesa manovrata e le inondazioni non accadessero più ove le vuole il destino... verrebbero esse serenamente accolte dagli abitanti dei territori allagati? ... i vantaggi sono troppo evidenti perché se ne possa dubitare: l'interesse collettivo ha sempre una sua forza, anche per popolazioni estremamente individualistiche come le nostre.*” Queste ultime considerazioni di DE MARCHI (1952) appaiono, a più di cinquant'anni di distanza, eccessivamente ottimistiche. La difesa dalle inondazioni del grande fiume è, ancora oggi, di tipo passivo ed è esclusivamente delegata alla sufficienza e alla capacità di resistenza del sistema arginale, che si erge sempre più imponente sopra le campagne circostanti. Ma poiché, citando ancora DE MARCHI, “*la grandezza delle piene, come la intensità delle piogge, e tutti in generale i fenomeni naturali, che sfuggono ad ogni umano controllo, non ammettono limiti superiori sicuramente individuabili...*” c'è da chiedersi quali sarebbero le conseguenze di una rotta arginale oggi. Una risposta a questa domanda è utile, se non altro, per predisporre gli indispensabili piani di protezione civile, da mettere in atto nel caso un simile evento si verifichi.

Nell'ambito di una serie di collaborazioni attivate in questi ultimi anni con l'AUTORITÀ DI BACINO DEL FIUME PO (2004), il Dipartimento di Ingegneria Civile dell'Università di Parma (DICATeA) si è occupato di simulare, per alcuni comparti in destra idraulica nella tratta emiliana del Fiume Po, quale potrebbe essere la dinamica dell'inondazione oggi, a seguito di cedimento dell'argine maestro del fiume. Come caso di studio si è analizzato approfonditamente il comparto idraulico compreso tra le foci dei torrenti Parma ed Enza, in provincia di Parma. Nel corso degli ultimi due secoli tale comparto è stato soggetto ad allagamenti in occasione degli eventi di piena dell'ottobre 1868 e del novembre 1951⁸. Nei paragrafi che seguono vengono brevemente richiamate le caratteristiche delle inondazioni storiche e vengono poi riportati i principali risultati di un ipotetico scenario di allagamento nelle condizioni attuali.

Inondazioni verificatesi nel comparto Parma-Enza conseguenti a rotte arginali nel XIX e XX secolo

Piena dell'ottobre 1868. Riporta GALLIZIA (1878):

“...*dopo la metà di settembre, per stemperate piogge diluviali cadute particolarmente sulla catena delle Alpi Retiche e Pennine, crebbero strabocchevolmente i fiumi della Lombardia, ed il Ticino raggiunse la massima altezza assoluta, che si sia mai ricordata... Questa piena... riescì... la massima di tutte dall'Adda all'Oglio, segnando m 5,42 a Cremona e m 6,07 a Casalmaggiore, e superò pure notevolmente tutte le precedenti con m 8,28 a Ostiglia...*”

Nel tardo pomeriggio del giorno 6 ottobre si verificò una rottura arginale a Mezzano Superiore in seguito allo schiantamento della paratoia alla Chiavica del Bigone che causò l'inondazione di gran parte del territorio fra Po, Parma ed Enza, comprendente i paesi di Mezzano Superiore, Mezzano Inferiore, Coenzo e Frassinara; a mezzanotte dello stesso giorno la piena era ancora in fase crescente. Una successiva rotta dell'argine di Enza il giorno 8, presso Coenzo, causò l'allagamento di Mezzano Inferiore. Il 9 ottobre venne realizzata una breccia di rientro per salvare alcune abitazioni ubicate in località Bocca d'Enza, all'interno dell'argine maestro; alla rotta d'Enza si rimediò mediante la chiusura delle dieci brecce originatesi nell'argine della

cinta Oppi; il livello del Po si era abbassato di circa un metro rispetto alla situazione più gravosa.

Piena del novembre 1951. Riportano CHIODARELLI & AVVENTI (1953):

“...All'idrometro di Casalmaggiore la piena toccò il colmo alle ore 8 del giorno 14 con 7.64 m sullo zero, collocato a 23.49 m s.l.m.; all'idrometro di Boretto la piena toccò il colmo pressoché alla stessa ora con 8.50 m sullo zero collocato a 19.95 m s.l.m.: in entrambi i casi si superarono tutti i massimi livelli noti... Non appena superato il livello di guardia l'8 novembre, vennero attivati numerosi provvedimenti per la difesa del territorio, ma ciononostante il mattino del giorno 14 si verificarono sei rotte... quando la piena era in calo dalla Becca a Polesine, alle ore 5 del 14 Novembre in località Buca di Mezzano Inferiore si verificò il sifonamento della chiavica del Bigone⁹. Per lo squarcio arginale si riversarono le acque nelle campagne dei comuni di Mezzano Inferiore, Sorbolo, interessando gli abitati di Coenzo, Frassinara, Pizzolese, Colorno, sommergendo circa 4000 ha di terreno. In corrispondenza della rotta il sottosuolo era eminentemente sabbioso tanto che la corrente creò un gorgo del diametro di circa 80 m, profondo 17 m”.

La relazione redatta dal Servizio di Piena in occasione dell'evento in oggetto riporta interessanti notizie riguardo la condizione del comparto in studio. Il giorno 12, in seguito al rigurgito provocato dalle acque del Po in piena, si ingrossò il Canalazzo Terrieri che minacciava di tracimare a monte; i soprassogli creati non bastarono a scongiurare l'inondazione, quindi si otturò la luce di un ponte per impedire il risalimento delle acque. Anche nel Canale Fumolenta fu necessario riprendere una frana e un fontanazzo con sacchetti. La massima minaccia veniva però dal Po, che con un incessante aumento di portata riuscì a tracimare l'argine golenale fronteggiante l'abitato del comune di Mezzani, che preservava l'argine maestro dal contatto con l'acqua dal 1917. Oltre alle precipitazioni, il rialzo del letto del fiume e forse le coltivazioni, che avevano originato un restringimento della sezione idraulica, furono le cause dell'aumento di livello, tant'è che a valle fu necessario costruire un soprassoglio. Intanto giunse la notizia dello sprofondamento della Chiavica del Bigone, dovuto al progressivo scalzamento della base sabbiosa su cui poggiava la platea, dalla quale furono sradicate le palafitte di fondazione. Lo squarcio, che pare avesse una dimensione di circa 150 m di arginatura di Po, causò l'allagamento del comune di Mezzani e di buona parte di Sorbolo, essendosi prodotte nove frane, di circa 10 m ciascuna, nell'argine destro del Canalazzo Terrieri in località Casalora; le acque si spinsero così fino alla Corte di Frassinara.

Descrizione dell'area in studio

L'area di potenziale allagamento è delimitata su tre lati dall'argine destro del Po, dall'argine destro della Parma e dall'argine sinistro dell'Enza. A sud l'area è delimitata solo dalla naturale acclività del terreno. Per effettuare la simulazione si è costruito un modello digitale del terreno dell'area allagabile e del tratto di fiume Po prospiciente a essa. Sono stati anche descritti i principali rilevati che potrebbero interferire in maniera significativa con la dinamica dell'allagamento. In Fig. 7.1 è mostrata l'altimetria del terreno ricostruita.

Lunghezza e localizzazione della rotta

Dall'analisi delle numerose rotte verificatesi negli ultimi due secoli e riportate da GOVI & TURITTO (2000) si evince che la lunghezza del tratto di argine demolito varia da poche decine di metri a oltre mille metri. La media e lo scarto quadratico medio dell'ampiezza delle rotte, per i 27 casi riportati, sono pari rispettivamente a 327 m e a 313 m. In Fig. 7.2 è riportato l'istogramma di frequenza assoluta¹⁰, dal quale si deduce un valore modale¹¹ compreso nell'intervallo 200-400 m.

La rotta è stata posizionata (Fig. 7.1) in località Mezzano Superiore, dove l'argine è piuttosto prossimo all'alveo del fiume (anche se non in *frollo*¹²) e dove si sono riattivati numerosi *fontanazzi* durante l'evento di piena dell'ottobre 2000. Tale ubicazione, a monte del comparto in studio, può causare una condizione di allagamento particolarmente gravosa, per l'elevata energia di posizione alla quale si trova la massa idrica che fuoriesce dalla breccia. L'ampiezza della breccia è stata assunta pari a 300 m, valore prossimo alla media delle brecce storiche in Po¹³.

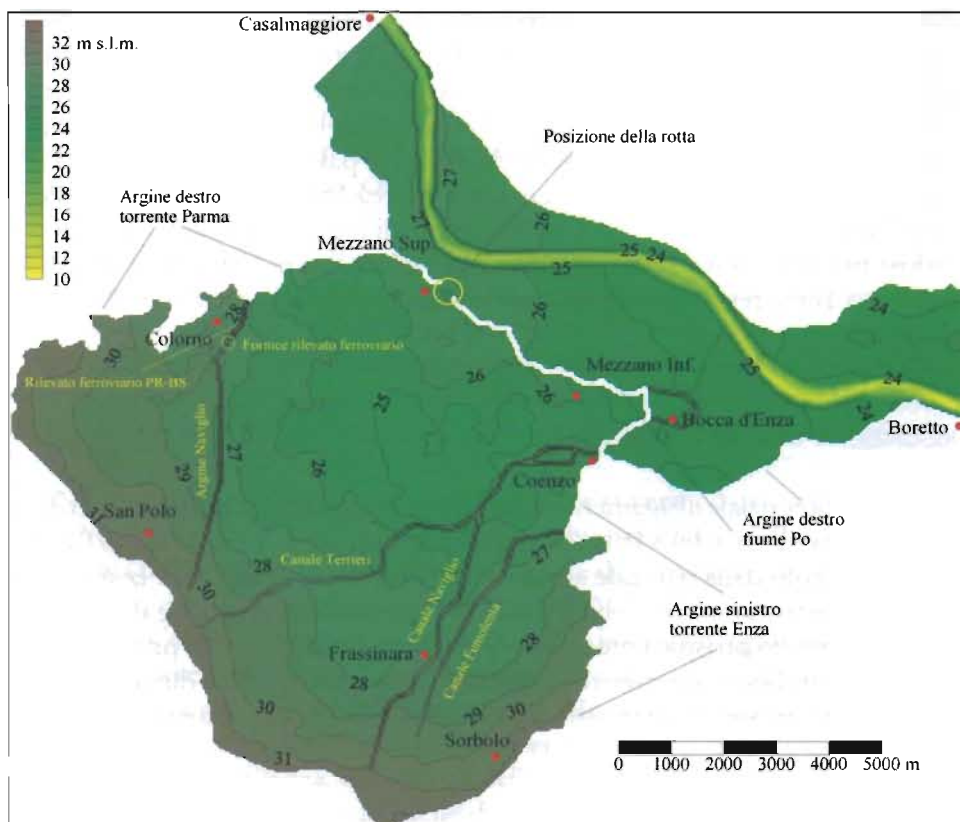
Scenario idrologico

Nella Fig. 7.3 è mostrata l'onda di piena sintetica di tempo di ritorno duecentennale utilizzata¹⁴, dedotta dagli studi effettuati dal Politecnico di Milano per conto dell'AUTORITÀ DI BACINO DEL FIUME PO (2001); partendo già da uno stato preesistente con portata di 8000 m³/s il colmo della piena vie-

Fig. 7.1 - Altimetria dell'area considerata.

Nella pagina a fianco
Fig. 7.2 a sinistra - Istogramma di frequenza dell'ampiezza delle rotte arginali (elaborato sulla base dei dati riportati da GOVI & TURITTO, 2000).

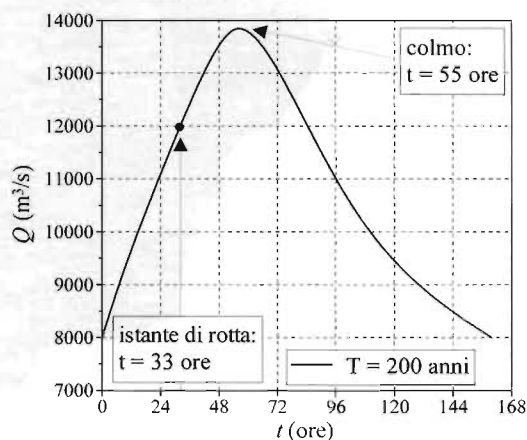
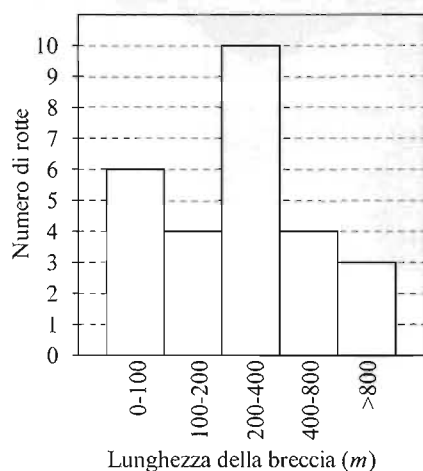
Fig. 7.3 a destra - Onda di piena sintetica duecentennale e istante ipotizzato di rotta.



ne raggiunto dopo 55 ore con un valore di portata di circa $13.800 \text{ m}^3/\text{s}$.

Dal punto di vista della collocazione temporale della breccia, la situazione più gravosa per l'allagamento si verifica quando la rotta si manifesta nella fase crescente della piena, a causa delle maggiori durate per le quali si mantiene un'elevata portata in arrivo e, di conseguenza, attraverso la breccia; non è però ragionevole anticipare eccessivamente l'istante di rotta rispetto al colmo.

Si è pertanto ipotizzata la rottura in corrispondenza di un valore di portata di $12000 \text{ m}^3/\text{s}$ (Fig. 7.3) e di una quota idrica nei pressi della breccia di circa $30,5 \text{ m s.l.m.}$, ancora contenibile entro le arginature maestre.

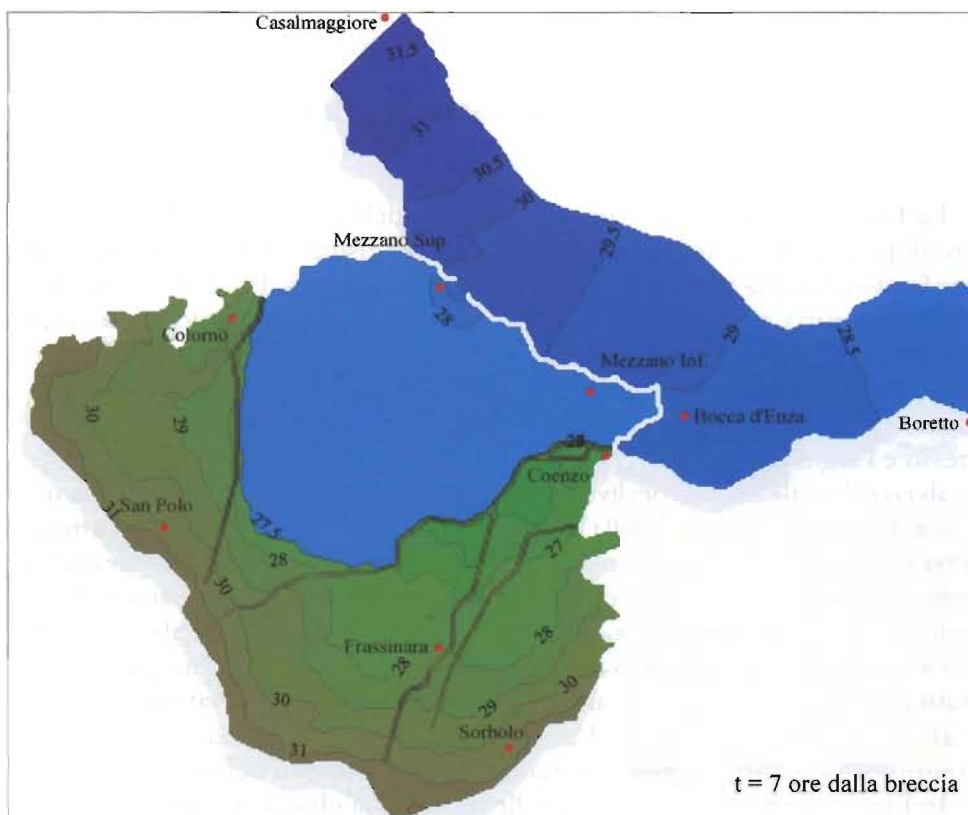
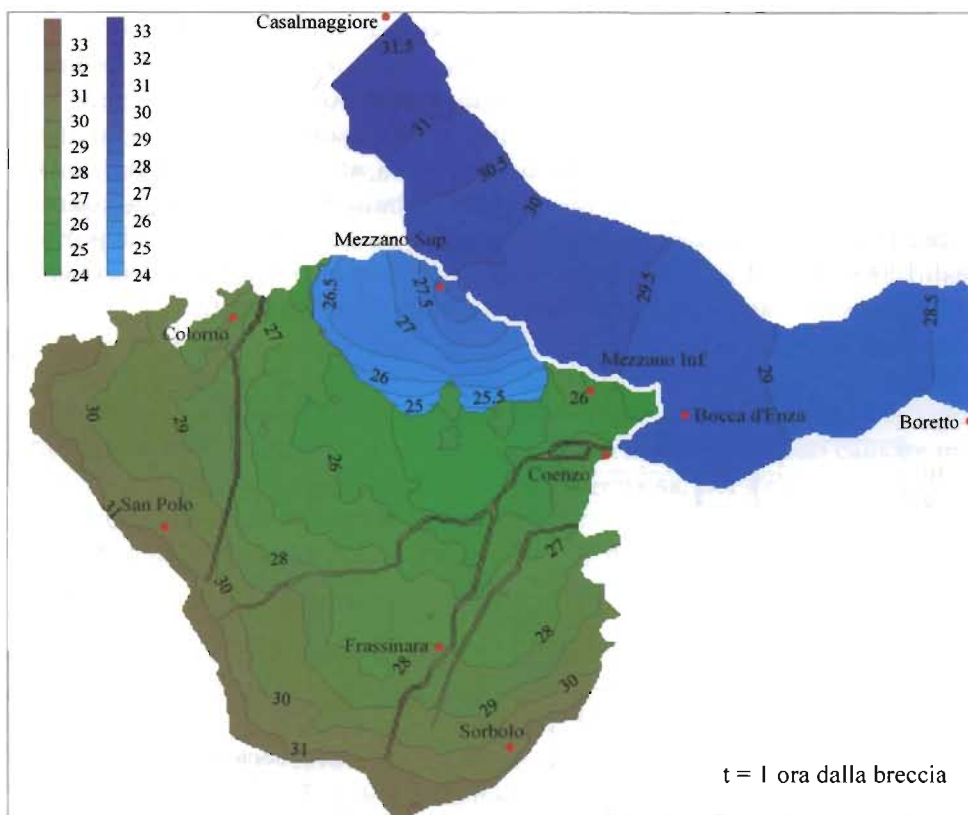


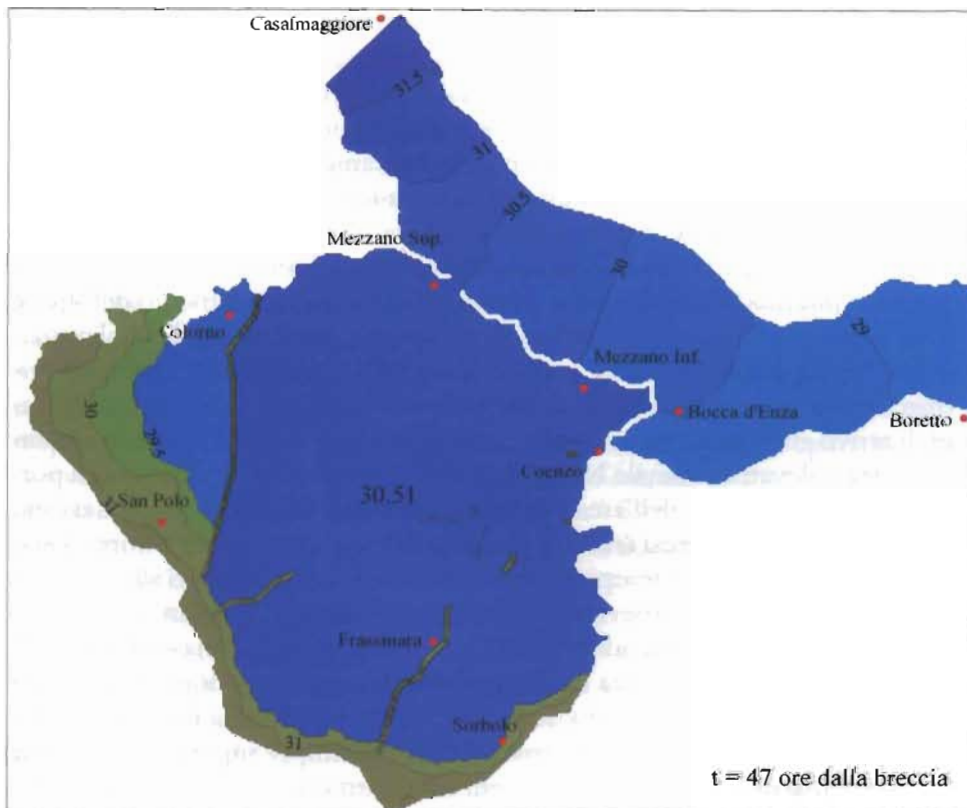
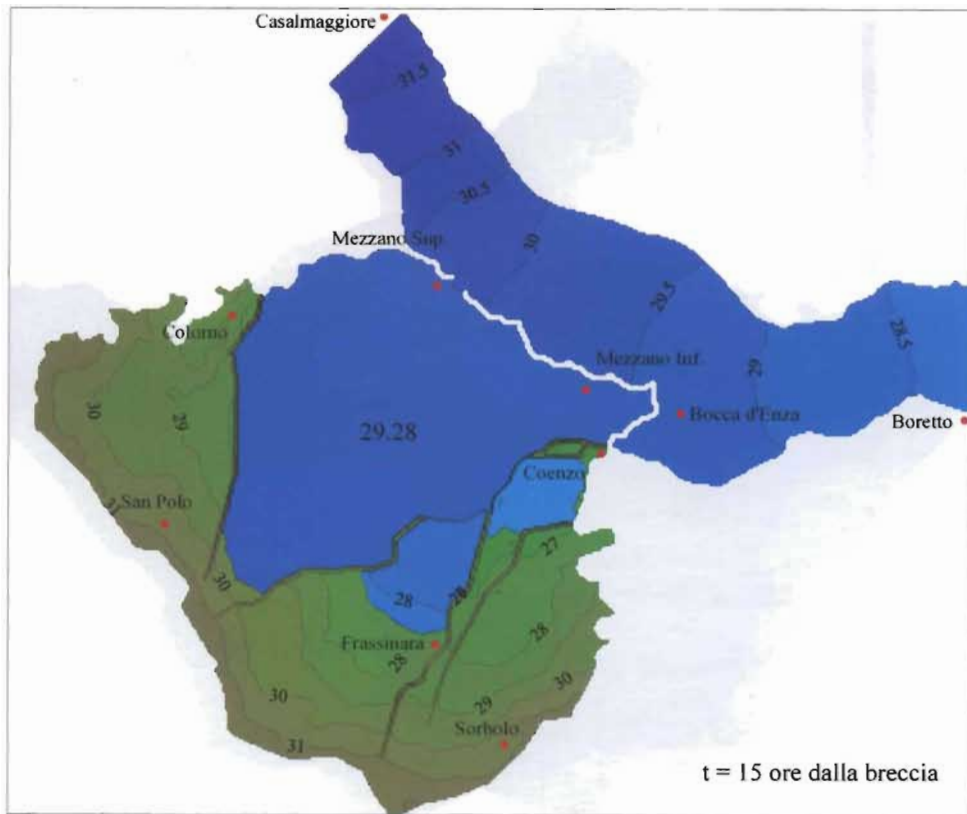
Simulazione dell'allagamento conseguente a una rotta in località Mezzano Superiore

La Fig. 7.4 riporta l'evoluzione temporale dell'allagamento. Nelle prime ore dopo l'apertura della breccia l'allagamento risulta sostanzialmente non confinato e l'acqua si espande liberamente nel territorio. Trascorse 7 ore dall'istante di rotta, si nota come l'acqua sia giunta a ridosso del rilevato a ovest (ferrovia Parma-Brescia che continua nell'argine del Naviglio) e dell'argine del Canalazzo Terrieri e rimanga da essi confinata; dopo 15 ore quest'ultimo argine viene sormontato e l'allagamento prosegue nell'area compresa tra lo stesso e l'argine del Canale Naviglio. A 47 ore dalla rotta il calo della portata in alveo e l'innalzamento dei livelli nella zona allagata sono tali da impedire ulteriori fuoriuscite di acqua dalla breccia. Si raggiunge in questo istante la massima estensione dell'allagamento, che vede coinvolte le località di Mezzano Inferiore, Mezzano Superiore, Coenzo, Frassinara, Colorno e parte di Sorbolo, per un'estensione totale di circa 66 km^2 ; la quota del pelo libero nell'area allagata è pari a circa $30,5 \text{ m s.l.m.}$, e la condizione è ovunque pressoché statica. Poiché tale quota è ovunque inferiore a quella del rilevato ferroviario – argine del Naviglio, si potrebbe evitare l'allagamento della zona a ovest, compreso l'abitato di Colorno, turando i fornicelli presenti nel rilevato stesso.

In Fig. 7.5 è riportata la mappa delle profondità idriche massime; esse superano di poco i 6 m nella zona a nord del rilevato del Canalazzo Terrieri, cor-

Fig. 7.4 - *Evoluzione temporale dell'allagamento (i tempi sono successivi all'istante di rotta).*





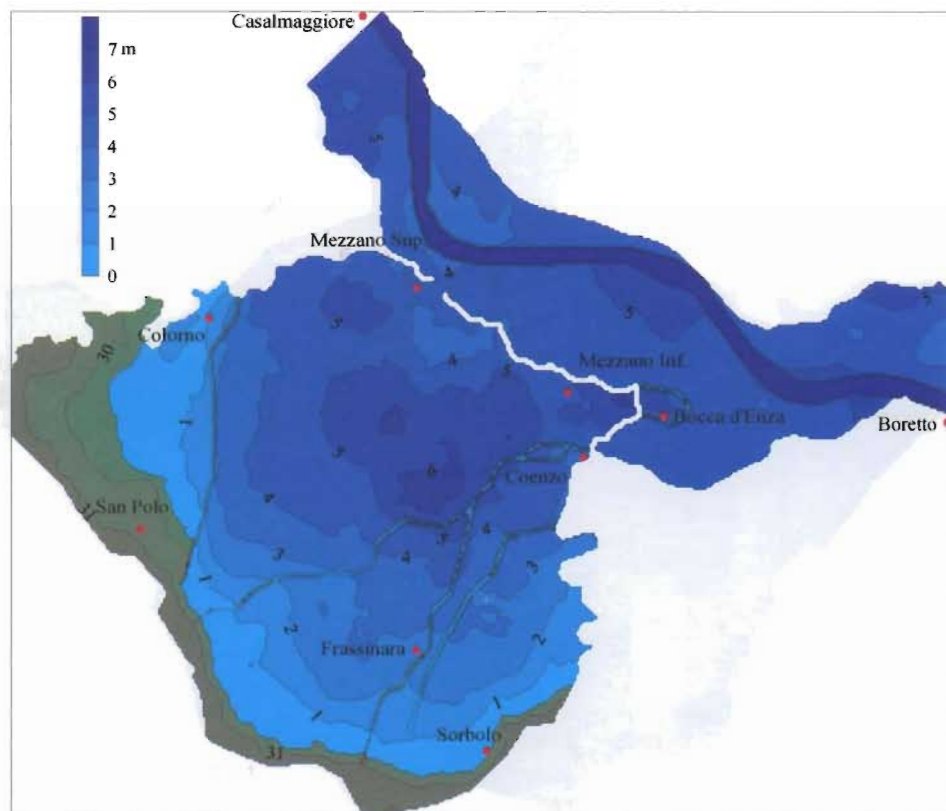


Fig. 7.5 - Massime profondità idriche raggiungibili dalle acque di piena, secondo la simulazione eseguita.

rispondente alla porzione più depressa del territorio coinvolto dall'allagamento. Nella zona nord-occidentale del comparto di allagamento si osservano profondità idriche superiori a 4-5 m. Profondità idriche superiori a 5 m si osservano anche nella zona a sud del Canalazzo Terrieri a causa della tracimazione dello stesso che avviene tra le 7 e le 15 ore successive al cedimento arginale. Le minime profondità si riscontrano ovviamente in corrispondenza dei contorni sud e ovest dell'area allagata, dove a limitare l'inondazione è il graduale innalzamento del terreno. A ovest della ferrovia Parma-Brescia e dell'argine del Naviglio i massimi valori delle profondità idriche sono comparativamente più modesti, inferiori ai 2 m; in questo caso l'allagamento dell'area è dovuto alla presenza dei fornicci e non avviene per tracimazione del rilevato.

In Fig. 7.6 è riportato l'andamento dei tempi di uguale avanzamento (*isocrone*) del fronte idrico. A causa della modesta estensione del comparto i tempi di arrivo sono piuttosto brevi (inferiori alle 6 ore) in quasi tutta l'area compresa tra i rilevati del canale Naviglio e del Canalazzo Terrieri. Solo nella porzione sudoccidentale dell'area compresa tra i suddetti rilevati, si osservano tempi di arrivo compresi tra 12 e 24 ore o anche superiori alle 24 ore. A sud del Canalazzo Terrieri i tempi di arrivo del fronte sono superiori alle 12 ore in quanto la presenza del rilevato condiziona fortemente la dinamica dell'allagamento. La zona più meridionale del comparto, in prossimità dell'abitato di Sorbolo, viene poi raggiunta dal fronte idrico oltre 24 ore dopo il verificarsi della rotta. A ovest del rilevato della ferrovia Parma-Brescia e dell'argine del Naviglio si osservano tempi di arrivo del fronte sempre superiori alle 12 ore: l'allagamento indotto dalla sola presenza dei fornicci e l'andamento altimetrico dell'area agiscono infatti a favore di sicurezza.

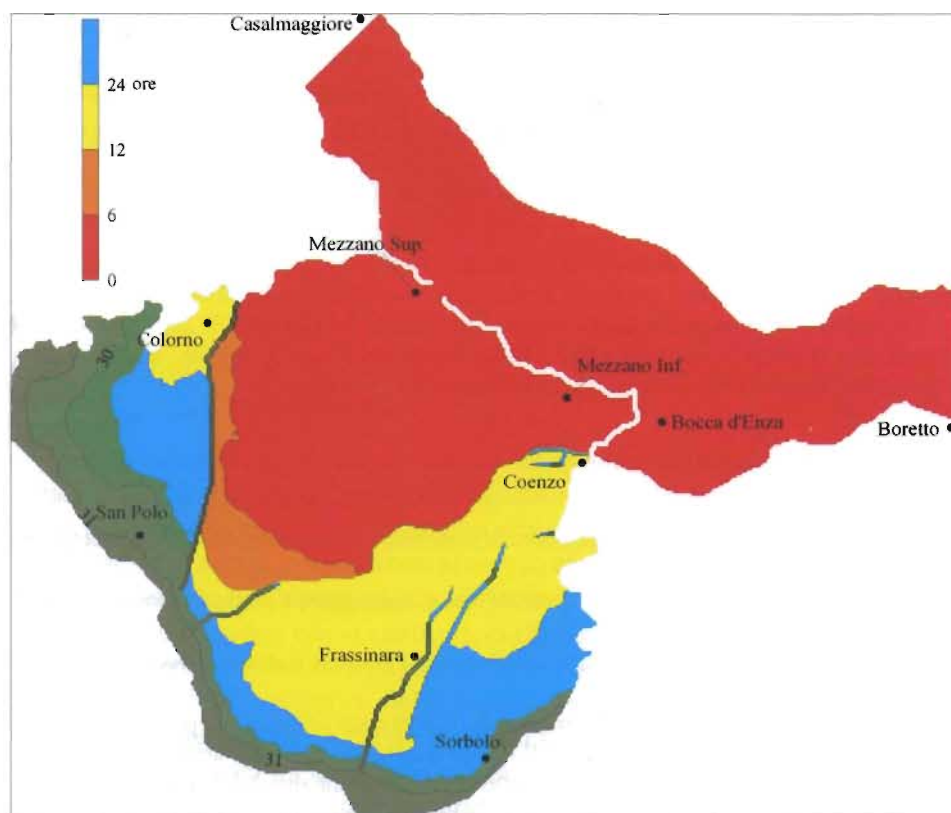


Fig. 7.6 - Tempi di arrivo del fronte di allagamento.

Considerazioni conclusive

Lo scenario prospettato non si sarebbe potuto verificare nel XIX secolo. L'onda di piena assunta in ingresso non avrebbe infatti potuto sopraggiungere nella zona considerata, poiché già a monte si sarebbero verificati sormonti e rotte che avrebbero ridotto il colmo di portata in corrispondenza dell'area in studio. Inoltre, la minore altezza delle arginature del tratto rigurgitato dell'Enza avrebbe permesso il naturale rientro delle acque in Po, anche senza provvedere a rotte artificiali all'uopo realizzate. Il maggiore contenimento operato dai sopralzi arginali che si sono realizzati dopo ogni piena, se da un lato garantisce il contenimento di portate di più elevato tempo di ritorno, dall'altro incrementa la soggiacenza e aumenta l'estensione delle aree potenzialmente soggette a rischio di inondazione a seguito di una rotta, purtroppo sempre possibile. Questi risultati confermano la preoccupazione che faceva scrivere a De Marchi che *“le arginature, da sole, non possono costituire la soluzione definitiva e sicura del problema della difesa dalle inondazioni...”* e sollecitano fortemente a considerare sistemi difensivi più articolati, nei quali ai sopralzi arginali si affianchino interventi tesi a ridurre le portate per assegnati tempi di ritorno. La Regione Emilia-Romagna e il Magistrato per il Po (ora AIPO, Agenzia Interregionale per il Po) hanno aderito a questa sollecitazione realizzando, nell'ultimo trentennio, un sistema di casse di espansione sugli affluenti appenninici del Po che non ha eguali nel territorio italiano. Ciò naturalmente non incide, se non in minima parte, sulle portate di piena del Po, per ridurre le quali occorrono volumi di laminazione di altro ordine di grandezza. Tuttavia gli indirizzi difensivi prospettati dal Piano di Assetto Idrogeolo-

gico (PAI) presentato dall'Autorità di Bacino del Po e approvato in anni recenti (AUTORITÀ DI BACINO DEL FIUME PO, 1999), che recepiscono queste considerazioni, fanno ben sperare che nel prossimo futuro si possa finalmente invertire la tendenza che ha caratterizzato le sistemazioni dell'asta del Po fino a pochi anni fa.

Un ringraziamento all'Autorità di Bacino del Po per aver acconsentito alla pubblicazione di alcuni dei risultati svolti nell'ambito delle attività di collaborazione.

Un ringraziamento particolare ai miei collaboratori del DICATeA, Ing. Francesca Aureli, Ing. Andrea Maranzoni e Ing. Chiara Ziveri per il loro contributo alle attività di ricerca da cui sono tratti gran parte dei risultati sopra esposti.

Note

1. Lucano, *Pharsalia*, libro VI, in *Lucano: la storia verso la rovina* (trad. di C. Salemmme), Lofredo, 2002.

2. Cesare Zavattini, *E l'uomo creò la terra: il Po tra Casalmaggiore, Colorno, Sabbioneta, Viadana*, Calderini, 1975.

3. Per una completa rassegna delle citazioni sul Po in età romana si veda CALZOLARI (2004).

4. In effetti analizzando i testi di età romana, CALZOLARI (2004, p. 25) perviene alla conclusione che non si hanno prove che il Po fosse dotato di arginature artificiali anche modeste: «l'unico autore che usa la parola *agger* in riferimento alle rive del Po è Lucano [...] ma non è chiaro il senso preciso che egli voleva attribuire al termine».

5. Si intende con il termine "rottazzi" l'erosione ed asportazione di piccole porzioni di arginatura che poi non si sviluppano fino a generare una rotta vera e propria.

6. Il termine *Burrone*, come esposto in precedenti capitoli (1, 2) è equivalente a quelli di *bugno*, *gorgo* e si riferisce allo scavo provocato dalla corrente effluente dalla breccia.

7. I tecnici definiscono questo tipo di rotta *per consenso* o *di risentimento*: la breccia di valle provoca un rapido abbassamento delle acque e un conseguente aumento di velocità nel tratto di alveo immediatamente a monte. Ciò induce maggiori sollecitazioni sull'argine che ne possono provocare il franamento o l'erosione.

8. Come già accennato in precedenza, a queste due rotte sembra debba aggiungersi quella del 1801, della quale però non si hanno notizie certe.

9. È necessario sottolineare che al tempo, in quei luoghi, l'arginatura maestra correva arretrata rispetto alla posizione attuale, intercettando la suddetta chiavica.

10. Dopo aver suddiviso le ampiezze delle rotte storiche in classi, si conta il numero di eventi ricadente in ciascuna classe e se ne costruisce l'istogramma.

11. La moda è la classe alla quale corrisponde la massima frequenza.

12. Con "argine in frodo" si intende una porzione di argine costantemente a contatto con la corrente idrica, ovvero adiacente all'alveo inciso del fiume.

13. L'influenza dell'ampiezza della breccia, così come la sua localizzazione temporale rispetto all'evento di piena transigente in alveo, sono state oggetto di un'analisi di sensibilità, riportata diffusamente in AUTORITÀ DI BACINO DEL FIUME PO (2004 a).

14. Con "onda di piena sintetica" si intende un'onda ottenuta, con opportune procedure, a partire dai dati storici di numerose piene in modo tale da sintetizzarne le principali caratteristiche (portata al colmo, volume, distribuzione temporale, ecc.). Si definisce "tempo di ritorno" il numero di anni in cui la grandezza in esame è superata o uguagliata mediamente una sola volta.