

Rapporto sulle piene e le frane del mese di novembre 2019 in Emilia Romagna



***A cura di:
Michele Di Lorenzo, Rosanna Foraci, William Pratizzoli
ARPAE Emilia-Romagna - Struttura Idro Meteo Clima
Marco Pizziolo, Giovanna Daniele, Cristina Baroni
Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli - Regione Emilia-Romagna***

Riassunto

Il mese di novembre 2019 è stato caratterizzato da afflussi di precipitazione particolarmente elevati, che hanno generato in tutti i corsi d'acqua centro-orientali della regione uno stato di piena quasi permanente, con la successione ravvicinata di almeno tre eventi principali distinti, insieme a fenomeni associati di allagamenti diffusi nelle zone pedecollinari e di pianura.

Le piogge, pur con tempi di ritorno generalmente inferiori ai 10-20 anni, hanno raggiunto sull'Appennino bolognese i valori massimi per le cumulate in 4 giorni, generando piene superiori ai massimi storici sui fiumi Samoggia, Sillaro, Idice, e 4 rotte arginali che hanno interessato i tratti di pianura di Savena abbandonato, Quaderna, Idice, ed il canale diversivo della Burana, con allagamenti dei territori agricoli circostanti ed interruzione della linea ferroviaria Bologna-Portomaggiore.

Nei tratti vallivi di Secchia, Panaro e Reno gli eventi di precipitazione consecutivi hanno mantenuto elevati livelli idrometrici per parecchi giorni, mettendo in crisi il sistema arginale ma anche il reticolo idraulico secondario e quello dei Consorzi di Bonifica, che hanno messo in atto numerose manovre di opere idrauliche, anche straordinarie, al fine di limitare i fenomeni di allagamento sul territorio fino all'esaurimento delle piene. Dal 26 al 28 novembre è transitata lungo tutto il tratto emiliano, anche una piena di Po con livelli superiori alle soglie 3.

Le elevate cumulate di precipitazione hanno innescato numerosi fenomeni franosi che hanno interessato la viabilità principale e secondaria su tutto il territorio regionale, soprattutto nelle province di Modena e Bologna, ma anche di Piacenza e Parma.

Il Centro Funzionale regionale ha emesso in fase di previsione 31 allerte nei giorni dal 2 novembre all'1 dicembre: 11 di codice rosso, 9 di codice arancione ed 11 di codice giallo, per criticità idraulica, idrogeologica, temporali, nonché per vento, stato del mare e criticità costiera. Nei giorni di allerta il Centro Funzionale ha condotto il presidio h24, con l'emissione di complessivi 39 documenti di monitoraggio dal 3 al 30 novembre, dall'inizio degli eventi di precipitazione all'esaurimento delle piene, inclusa quella di Po.

In copertina:

Rotta del Canale Diversivo della Bonifica Burana in località Canaletto, nel comune di Finale Emilia (in alto a sinistra), rotta in destra idraulica del torrente Idice nel comune di Budrio (in basso a destra.)

INDICE

<i>Riassunto</i>	2
1. Analisi meteorologica del periodo a scala regionale	4
1.1. Evento del 2-3 novembre 2019	6
1.2. Evento del 15-19 novembre 2019	6
1.3. Evento del 22-25 novembre 2019	9
2. Le piene del fiume Secchia dal 15 al 25 novembre	10
2.1. Analisi pluviometrica a scala di bacino	11
2.2. La piena sul fiume Secchia e gli effetti sul reticolo secondario affluente	13
2.3. Misure di portata effettuate durante la piena	17
3. Le piene del fiume Panaro dal 15 al 25 novembre.....	19
3.1. Analisi pluviometrica a scala di bacino	19
3.2. La piena sul fiume Panaro e gli effetti sul reticolo secondario affluente.....	21
4. Le piene del fiume Reno e dei suoi affluenti dal 15 al 22 novembre	26
4.1. Analisi pluviometrica a scala di bacino.....	27
4.2. La propagazione della piena sul fiume Reno e sui suoi affluenti Samoggia e Navile-Savona abbandonato	30
4.3. La propagazione della piena del fiume Idice e del suo affluente Quaderna.....	40
4.4. La propagazione della piena del torrente Sillaro	43
4.5. Misure di portata effettuate durante la piena	45
4.6. Effetti sul territorio dovuti al passaggio della piena di Reno e dei suoi affluenti.....	48
5. Le piene dei fiumi Romagnoli del 15-17 novembre	51
5.1. La piena del fiume Lamone	52
5.2. La piena dei fiumi Montone e Ronco.....	56
6. Fenomeni franosi sul territorio regionale.....	61
6.1. Provincia di Piacenza	61
6.2. Provincia di Parma	66
6.3. Provincia di Reggio Emilia.....	66
6.4. Provincia di Modena	67
6.5. Provincia di Bologna.....	70
6.6. Provincia di Ravenna	75
6.7. Provincia di Forlì-Cesena.....	75
6.8. Provincia di Rimini	78
7. Le attività di previsione e monitoraggio del Centro Funzionale.....	78

1. Analisi meteorologica del periodo a scala regionale

L'autunno 2019 in Emilia-Romagna è stato caratterizzato da una notevole variabilità meteorologica: dopo un'estate calda e siccitosa, i mesi di settembre e ottobre si sono mantenuti anch'essi più caldi della media e con una sostanziale assenza di precipitazioni significative fino alla fine di ottobre. A partire dai primi giorni di novembre invece, intensi flussi meridionali umidi ed instabili hanno interessato il territorio regionale a più riprese, fino alla fine del mese.

Le cumulate di precipitazione del periodo sono risultate elevatissime, in particolar modo sul settore appenninico centro-occidentale, dove hanno superato i 500 mm nel mese, con punte massime oltre i 700 mm sul crinale appenninico dei bacini di Reno e Taro (vedi Figura 1).

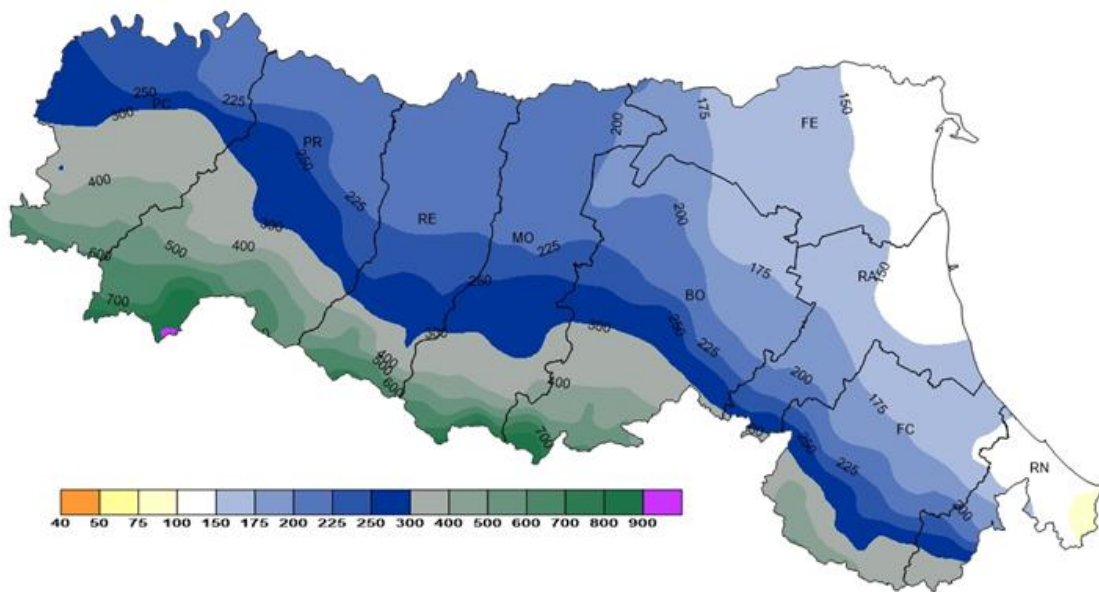


Figura 1: Precipitazione cumulata sul territorio regionale dall'1 al 30 novembre 2019.

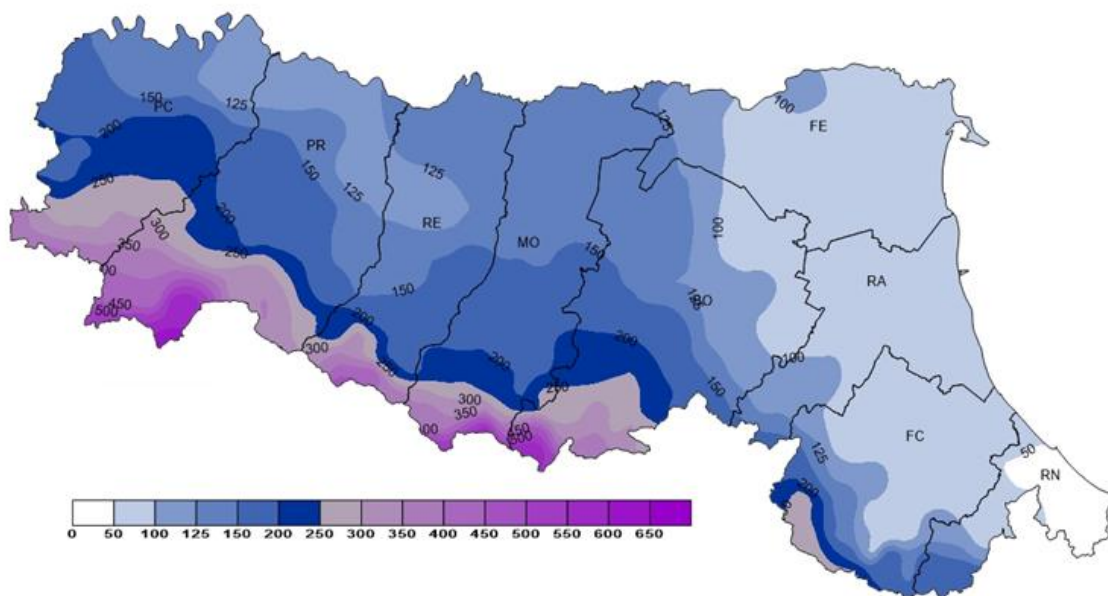


Figura 2: Anomalia delle precipitazioni di novembre 2019, rispetto al clima 1961-2015.

Le precipitazioni di novembre 2019 risultano le più elevate dal 1961 su tutto il settore appenninico centro-occidentale rispetto alla serie storica delle precipitazioni dello stesso mese, con anomalie che vanno dai 50-150 mm in più della media del periodo 1961-2015 sull'Appennino romagnolo e sulla pianura, ad oltre 200-400 mm in più della media sull'Appennino centro-occidentale (vedi Figura 2), con **punte massime di oltre 600 mm in più sul crinale dei bacini di Reno e Taro, che in termini percentuali rappresentano il 200% in più rispetto alla media** dei mesi di novembre, nel suddetto periodo.

Prendendo in esame i singoli anni, le precipitazioni di novembre 2019 sull'intero territorio regionale sono risultate superiori a quelle degli anni 1966 e 2000, caratterizzati da cumulate elevate e piene storiche su tutti i corsi d'acqua proprio nel mese di novembre (vedi Figura 3).

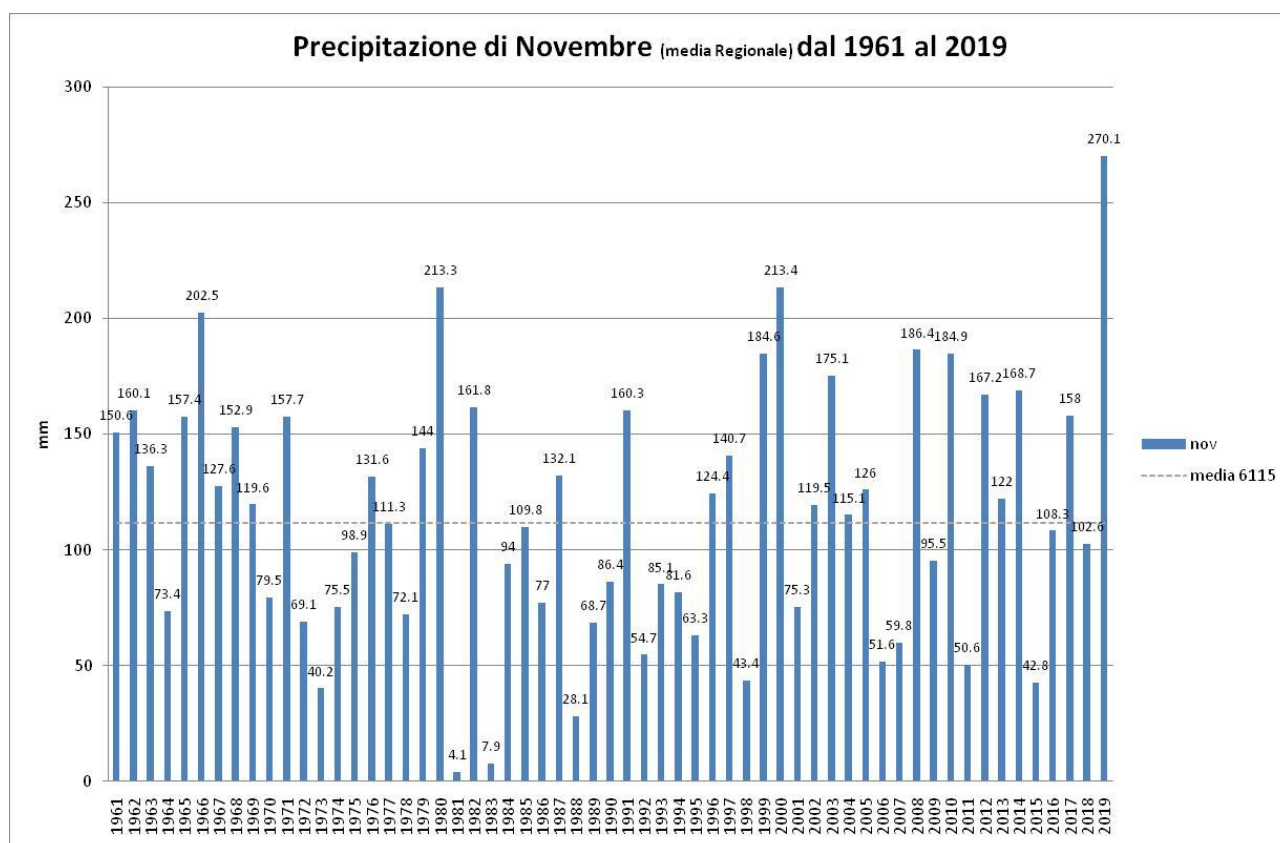


Figura 3: Precipitazione media del mese di novembre in Emilia-Romagna dal 1961 al 2019.

Analizzando l'evoluzione temporale delle precipitazioni di novembre 2019, è possibile distinguere 3 eventi meteorologici principali, intervallati da piogge residue meno significative:

1. **l'evento del 2-3 novembre**, che ha interessato soprattutto il settore appenninico occidentale, generando una piena impulsiva sul fiume Taro;
2. **l'evento del 15-19 novembre**, con un primo impulso che ha interessato soprattutto il settore appenninico centro-orientale, generando **piene sul fiume Reno ed i suoi affluenti e sui fiumi Romagnoli**, ed un secondo impulso sul settore centro-occidentale, che ha generato piene sui fiumi **Secchia e Panaro**, prolungando la piena di Reno;
3. **l'evento del 22-25 novembre**, che ha interessato soprattutto il settore centro-occidentale, prolungando ulteriormente le piene già in atto nei tratti vallivi di Secchia, Panaro e Reno.

Si analizzano di seguito le precipitazioni di ciascun evento, in termini di intensità, cumulate e andamento della precipitazione sul territorio regionale.

1.1. Evento del 2-3 novembre 2019

Deboli precipitazioni sparse hanno interessato tutto il territorio regionale il 2 novembre, mentre a partire dalle prime ore della mattina del 3, il settore più occidentale della regione è stato interessato da flussi umidi provenienti da sud-ovest, che hanno portato precipitazioni diffuse con strutture temporalesche persistenti sul crinale fino alla prima metà della giornata, quando hanno iniziato a traslare verso nord-est per esaurirsi nel tardo pomeriggio del 3 novembre.

Sono state registrate cumulate di precipitazione superiori ai 100 mm/24 ore sul tutto il bacino del Taro, con intensità massime prossime ai 200 mm/12 ore sul crinale, che hanno generato una rapida piena con livelli al colmo superiori alle soglie 2, che ha superato i massimi storici nella sezione di Ostia Parmense. Una descrizione dettagliata dell'evento è disponibile nel documento: *"Rapporto dell'evento meteo-idrologico dal 3 al 4 novembre 2019"*.

Sul resto del territorio regionale non si sono verificate piene significative ma le precipitazioni diffuse, che hanno superato i 50-70 mm/48 ore su tutto l'Appennino centro-occidentale, ed i 20-30 mm/48 ore sull'Appennino romagnolo (vedi Figura 4), hanno determinato piene ordinarie su Trebbia, Nure e Parma, nonché uno stato di saturazione dei suoli ed un regime di morbida generalizzato sui tutti i rimanenti corsi d'acqua della regione.

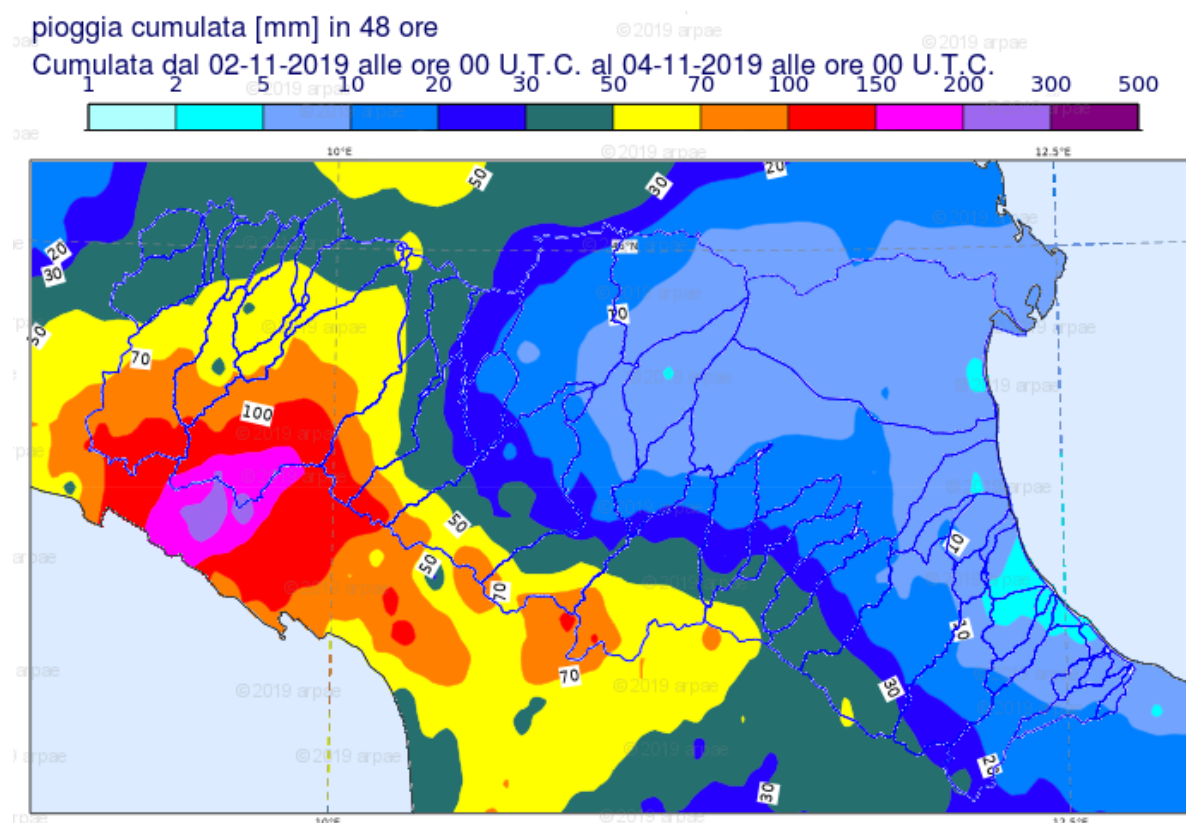


Figura 4: Precipitazione cumulata nelle 48 ore centrali dell'evento del 2-3 novembre 2019.

1.2. Evento del 15-19 novembre 2019

Dalle prime ore del 15 fino a tutto il 19 novembre, la persistenza di un'ampia area depressionaria collocata sul Mediterraneo occidentale, tra due promontori anticiclonici, ha causato sulla regione flussi meridionali umidi ed instabili, con più impulsi successivi di precipitazione intensa e persistente, che nei cinque giorni hanno fatto registrare cumulate superiori a 100 mm sul settore più occidentale, superiori ai 150 mm sul settore appenninico orientale e sulla pianura centrale, con punte massime superiori ai 300 mm sul crinale appenninico centrale.

L'impulso più intenso ha interessato il settore centro-orientale nelle giornate del 15 e 16 novembre, fino alla mattina del 17 (vedi Figura 5); nella notte tra il 15 ed il 16 novembre, le precipitazioni hanno assunto carattere nevoso su tutto l'Appennino fino a quote collinari (500 m), per poi trasformarsi in pioggia già dalla mattina del 16 novembre, quando il rapido innalzamento delle temperature ha favorito il progressivo scioglimento della neve al suolo. Le cumulate di precipitazione nelle 48 ore centrali dell'evento sono state tra i 100 ed i 150 mm/48 ore su tutto il bacino del Reno, del Samoggia, dell'Idice, e sul crinale dei bacini Romagnoli, dove si sono registrati rapidi fenomeni di piena, che hanno raggiunto i livelli massimi alla chiusura dei bacini montani nella giornata del 17 novembre.

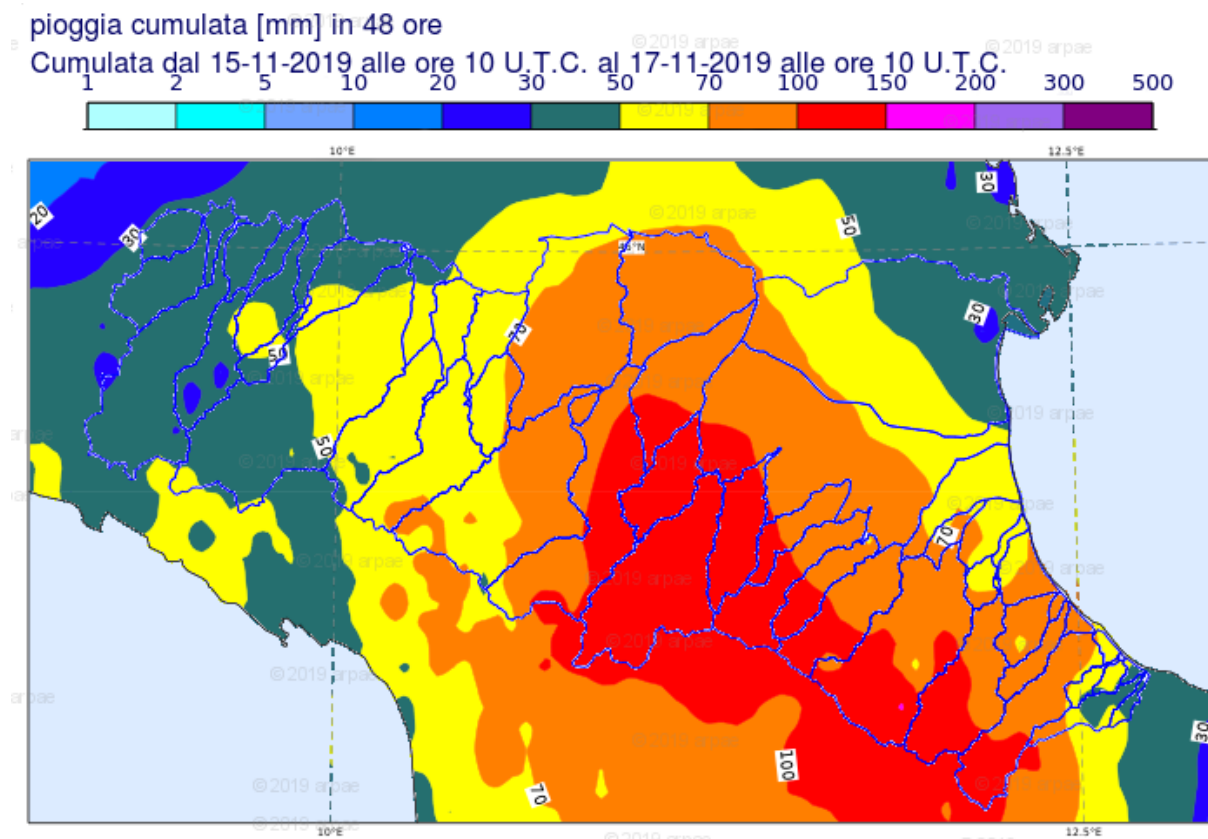


Figura 5: Precipitazione cumulata nelle 48 ore più significative dell'evento del 15-17 novembre 2019.

Dopo una breve pausa tra il 17 ed il 18, a partire dal pomeriggio del 18 novembre fino a tutta la giornata del 19 novembre (vedi Figura 6), un nuovo impulso ha interessato soprattutto il settore centro-occidentale ed il crinale appenninico di Secchia, Panaro e Reno, con precipitazioni che hanno assunto carattere nevoso sopra i 1000 m nella notte tra il 18 ed il 19 novembre, e si sono successivamente trasformate in pioggia dalla mattina del 19 novembre, fino a quote superiori ai 2000 metri, favorendo un nuovo parziale scioglimento della neve caduta nella notte precedente. Le cumulate di precipitazione nelle 48 ore centrali dell'evento sono state superiori ai 70 mm/48 ore sull'alto bacino del Reno, del Secchia e del Panaro, con punte superiori a 100 mm/48 ore sul crinale, generando nuovi colmi di piena a partire dalle sezioni montane.

Nella Figura 7 è possibile osservare l'andamento dei dati nivometrici registrati dalle stazioni di crinale appenninico: il primo accumulo nevoso nella notte del 15 novembre, il rapido scioglimento del giorno successivo, più accentuato da ovest verso est, il successivo accumulo del 18 novembre seguito dal nuovo lento scioglimento, che si è prolungato per tutta la giornata del 19 novembre fino

al termine del mese, a causa del progressivo aumento delle temperature che ha accompagnato gli eventi di precipitazioni successivi.

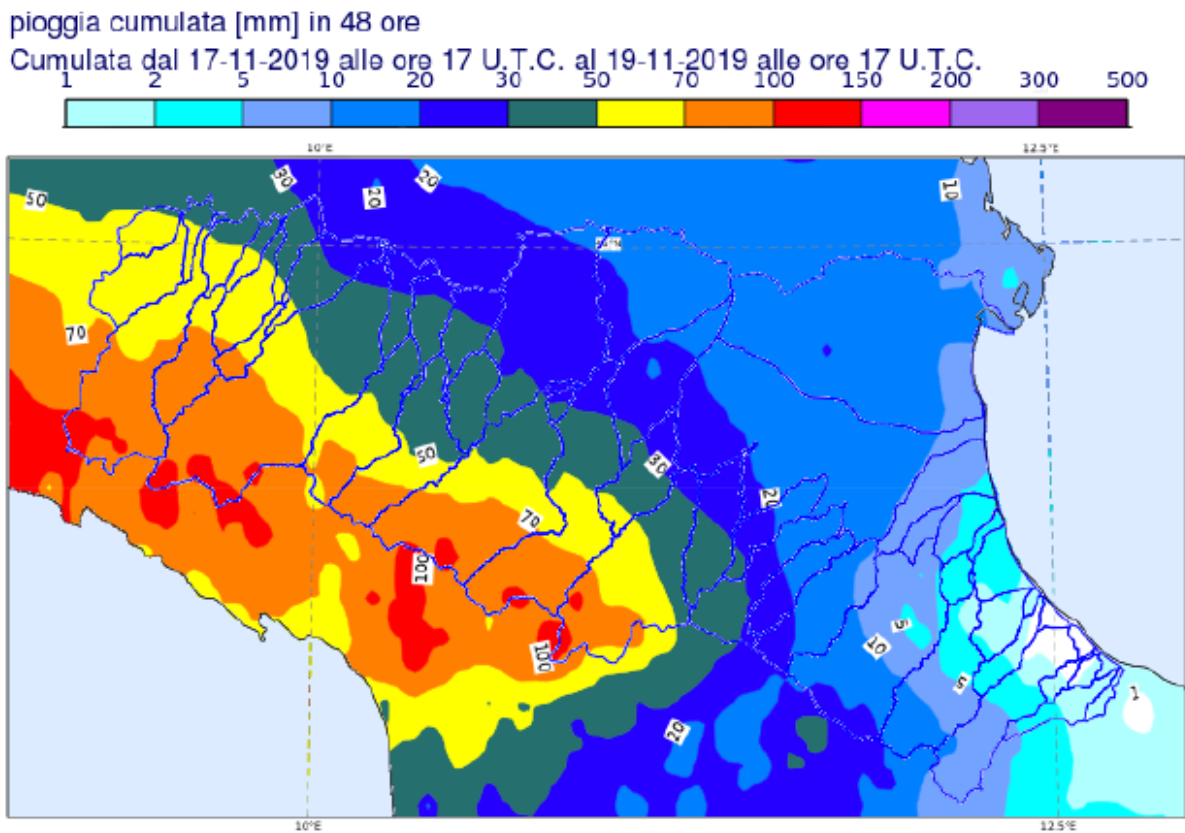


Figura 6: Precipitazione cumulata nelle 48 ore più significative dell'evento del 18-19 novembre 2019.

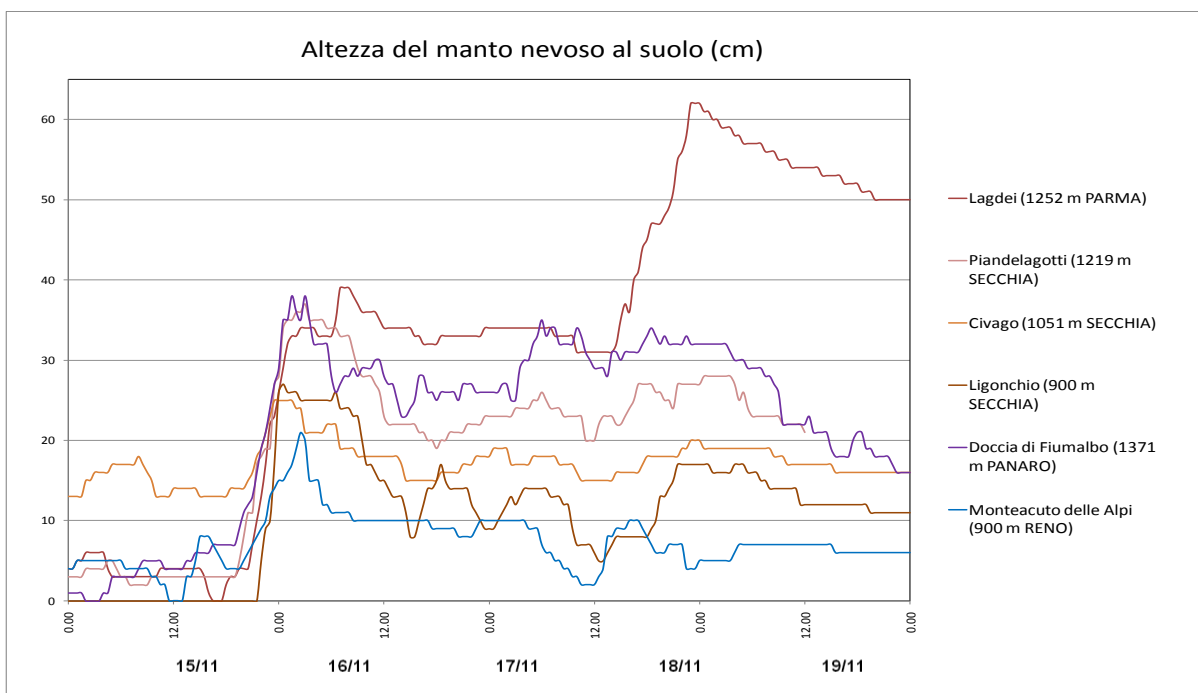


Figura 7: Andamento dell'altezza del manto nevoso registrata dai nivometri di crinale dal 15 al 19 novembre (dati validati).

1.3. Evento del 22-25 novembre 2019

A partire dalla sera del 22 novembre nuovi flussi caldi ed umidi provenienti da sud-ovest hanno interessato il territorio regionale, con più impulsi di precipitazione: il più intenso nella giornata del 23 novembre, a partire dal settore appenninico occidentale in progressiva estensione verso nord-est, ed un successivo dal pomeriggio del 24 novembre, con precipitazioni sparse ed intermittenti associate a qualche rovescio sul settore centrale della regione, in esaurimento nella mattina del 25 novembre. Lo zero termico, oltre i 2000 m durante tutto l'evento, ha determinato piogge su tutto l'Appennino, contribuendo all'ulteriore scioglimento della neve ancora presente al suolo alle quote più elevate.

Le cumulate di precipitazione nelle 48 ore centrali dell'evento, superiori ai 70 mm sull'Appennino occidentale con valori massimi prossimi ai 150 mm sul crinale (vedi Figura 8), hanno generato piene moderate nelle sezioni montane dei fiumi Nure, Trebbia, Parma ed Enza, che si sono rapidamente laminate verso valle. Le precipitazioni di questo ultimo evento sono state inferiori ai precedenti in intensità e cumulata anche sulla zona di crinale dei bacini di Secchia, Panaro e Reno, ma i nuovi incrementi di livello nelle sezioni montane hanno generato nuovi colmi che hanno rallentato ulteriormente l'esaurimento delle piene ancora in atto nei tratti vallivi.

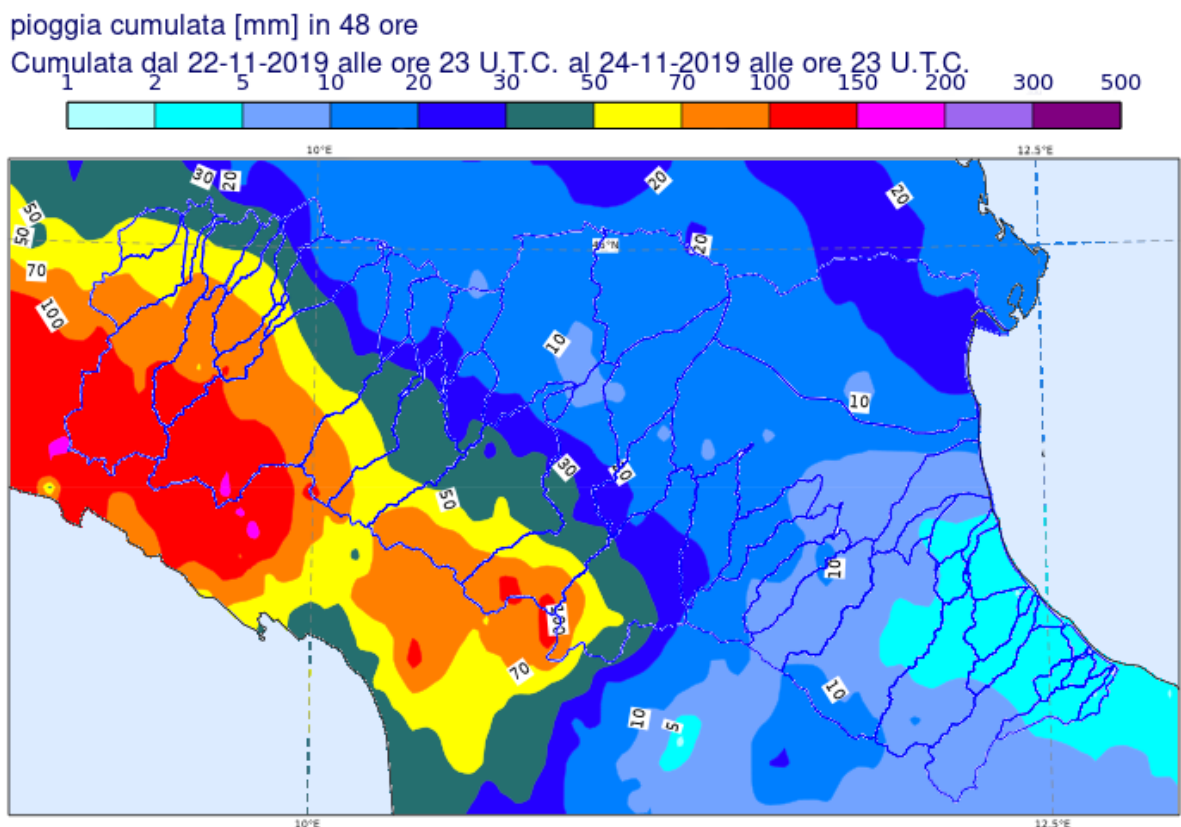


Figura 8: Precipitazione cumulata nelle 48 ore più significative dell'evento del 23-24 novembre 2019.

Nei paragrafi seguenti verranno descritte le piene più significative ed i conseguenti effetti sul territorio, analizzando le precipitazioni a scala di ciascun bacino idrografico e la propagazione dei colmi di piena lungo i corsi d'acqua. In particolare per l'analisi della piena del fiume Taro del 3 novembre si rimanda al documento già pubblicato: "Rapporto dell'evento meteo-idrologico dal 3 al 4 novembre 2019".

2. Le piene del fiume Secchia dal 15 al 25 novembre

Il fiume Secchia è stato interessato dagli impulsi successivi di precipitazione del 15-19 novembre, caratterizzati da piogge intense e persistenti sul crinale appenninico (vedi Figura 5), in condizioni di suolo parzialmente saturo per le piogge dei giorni precedenti. Il successivo evento di pioggia del 22-25 novembre (vedi Figura 8), occorso mentre la piena era ancora in esaurimento nel tratto arginato di valle ed in condizioni di suolo totalmente saturo, ha generato nuovi incrementi dei livelli a partire dalle sezioni montane, con nuovi colmi di piena di pari entità, che hanno mantenuto livelli idrometrici sostenuti nei tratti vallivi fino alla fine del mese di novembre.

Nella Figura 9 sono illustrati i bacini di Secchia e Panaro, con l'ubicazione delle stazioni di misura idrometriche e pluviometriche, i cui dati sono stati presi in esame nel presente rapporto.

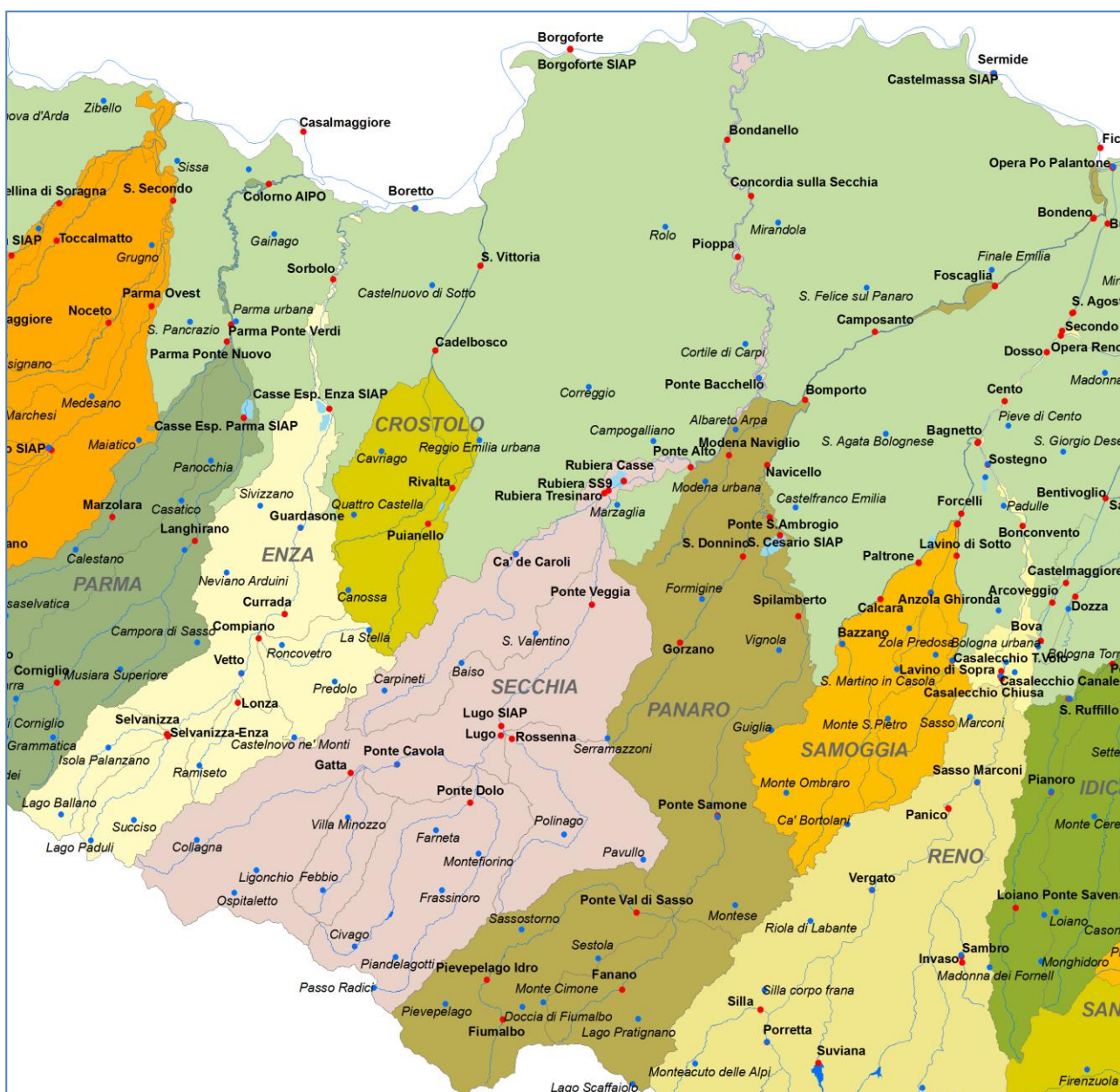


Figura 9: Bacini idrografici del Secchia e del Panaro, con ubicazione delle stazioni idrometriche (in rosso) e pluviometriche (in blu) di misura.

2.1. Analisi pluviometrica a scala di bacino

Nel periodo dal 15 al 19 novembre è possibile individuare tre impulsi principali di precipitazione intensa sul bacino del Secchia, che si sono susseguiti con brevissime interruzioni: il primo tra il 15 ed il 16 novembre, più intenso sul crinale, il secondo tra il 16 ed il 17, che ha interessato anche la zona collinare, e l'ultimo tra il 18 ed il 19 novembre, che con intensità inferiori ha interessato tutto il bacino montano, come è possibile osservare nella Figura 10 che riporta l'andamento delle piogge orarie e cumulate nelle stazioni pluviometriche più significative del bacino del Secchia e del suo affluente collinare Tresinaro dal 15 al 19 novembre.

Dopo la breve pausa dal 20 al 22 novembre, durante la quale si sono registrate solo sporadiche precipitazioni sul crinale appenninico, un nuovo evento ha fatto registrare precipitazioni su tutto il bacino montano, con due impulsi successivi, intervallati da piogge intermittenti di modesta intensità. Le cumulate dei tre giorni dal 23 al 25 novembre sono state superiori ai 100 mm sul crinale e ai 30 mm nella zona collinare.

Nella Tabella 1 si riportano, per tutte le stazioni pluviometriche del Secchia e del Tresinaro, i valori massimi di precipitazione registrata durante l'evento, per le durate da 1 a 24 ore, i valori di precipitazione giornaliera 0-24 e le cumulate totali dell'evento, dal 15 al 25 novembre.

Tabella 1: Precipitazioni intense e cumulate giornaliere nelle stazioni pluviometriche del bacino montano del Secchia e del suo affluente Tresinaro (in corsivo i pluviometri riscaldati) (dati validati).

STAZIONE	QUOTA	PIOGGE INTENSE					Precipitazione giornaliera 0 - 24								Cumulata		
		m.s.l.m.	1h	3h	6h	12h	24h	15/11	16/11	17/11	18/11	19/11	23/11	24/11		25/11	Tot evento
<i>Secchia montano</i>	<i>m.s.l.m.</i>																
Passo delle Radici	1535	15,8	30,6	55,4	95,2	107,6	49,0	10,0	24,2	0,4	107,6	84,6	23,2	15,4			314,4
Piandelagotti	1219	11,4	29,2	47,2	63,4	76,0	73,4	13,2	52,4	42,8	49,8	47,2	19,4	17,4			315,6
Ospitaletto	1150	15,4	37,8	61,4	83,2	100,8	93,2	19,6	27,8	27,6	98,6	93,2	32,6	25,4			418,0
Febbio	1148	11,4	29,8	52,6	68,4	84,2	75,6	15,6	28,8	36,2	80,4	75,0	20,2	18,6			350,4
Frassinoro	1091	8,8	21,2	36,2	50,4	59,4	56,4	25,0	45,0	43,8	27,6	43,8	16,2	7,8			265,6
Civago	1051	11,4	31,0	52,0	76,4	99,6	89,0	27,6	58,8	61,2	68,0	79,4	22,6	18,0			424,6
Ligonchio	900	13,2	31,0	55,4	72,2	80,2	77,6	31,6	57,0	53,0	37,8	70,4	20,6	15,6			363,6
Collagna	832	10,4	26,8	42,4	54,2	69,8	61,6	34,0	49,4	47,6	36,2	56,0	16,6	19,2			320,6
Polinago	754	10,0	19,2	29,6	52,8	73,4	32,4	24,2	61,8	39,4	23,4	16,4	15,2	4,8			217,6
Villa Minozzo	704	11,4	27,4	40,8	53,6	60,4	38,2	26,6	39,2	41,0	29,4	22,6	15,8	4,8			217,6
Farneta	703	8,2	18,8	28,8	42,6	56,2	46,4	20,0	46,6	43,4	25,6	15,8	14,8	5,6			218,2
Pavullo	678	10,8	24,8	45,4	75,0	80,4	36,4	36,0	54,4	27,4	22,2	12,6	9,2	3,6			201,8
Montefiorino	632	6,8	17,2	30,0	44,0	64,2	48,6	21,0	52,8	37,6	20,2	24,2	19,0	6,2			229,6
Baiso	550	8,4	17,6	31,4	55,8	66,8	31,4	32,8	41,0	29,2	10,4	4,0	21,2	2,8			172,8
Ponte Cavola	367	6,6	14,8	21,6	35,0	56,2	37,0	26,0	37,4	34,4	20,0	10,6	14,0	1,2			180,6
<i>Tresinaro</i>	<i>m.s.l.m.</i>																
Carpineti	580	8,2	18	24,8	39,8	61,6	31,4	29,2	38,8	30,0	16,0	7,8	27,8	4,2			185,2
Cà dei Caroli	476	11,8	29,6	46,4	76,4	80,8	30,6	33,6	51,4	22,8	11,6	1,2	23,8	1,6			176,6
S. Valentino	302	11,6	27,6	44,6	74,2	78,8	28,8	33,0	50,0	24,0	9,8	4,0	18,2	3,2			171,0

L'analisi statistica delle piogge intense, condotta con il modello probabilistico GEV per le durate da 1 a 24 ore, riportate nella Tabella 1, ha messo in evidenza tempi di ritorno (T_r) inferiori ai 2 anni per tutte le durate in tutte le stazioni pluviometriche di crinale, mentre per le stazioni di collina, le piogge intense di durata 12 e 24 ore hanno raggiunto T_r tra i 5 ed i 10 anni, quindi valori non particolarmente significativi in termini di rarità.

Viceversa le piogge cumulate dal 15 al 25 novembre, cui si è sommato il contributo dovuto al progressivo scioglimento della neve, hanno fatto registrare valori elevati, sia sul crinale che nella zona pedecollinare del bacino.

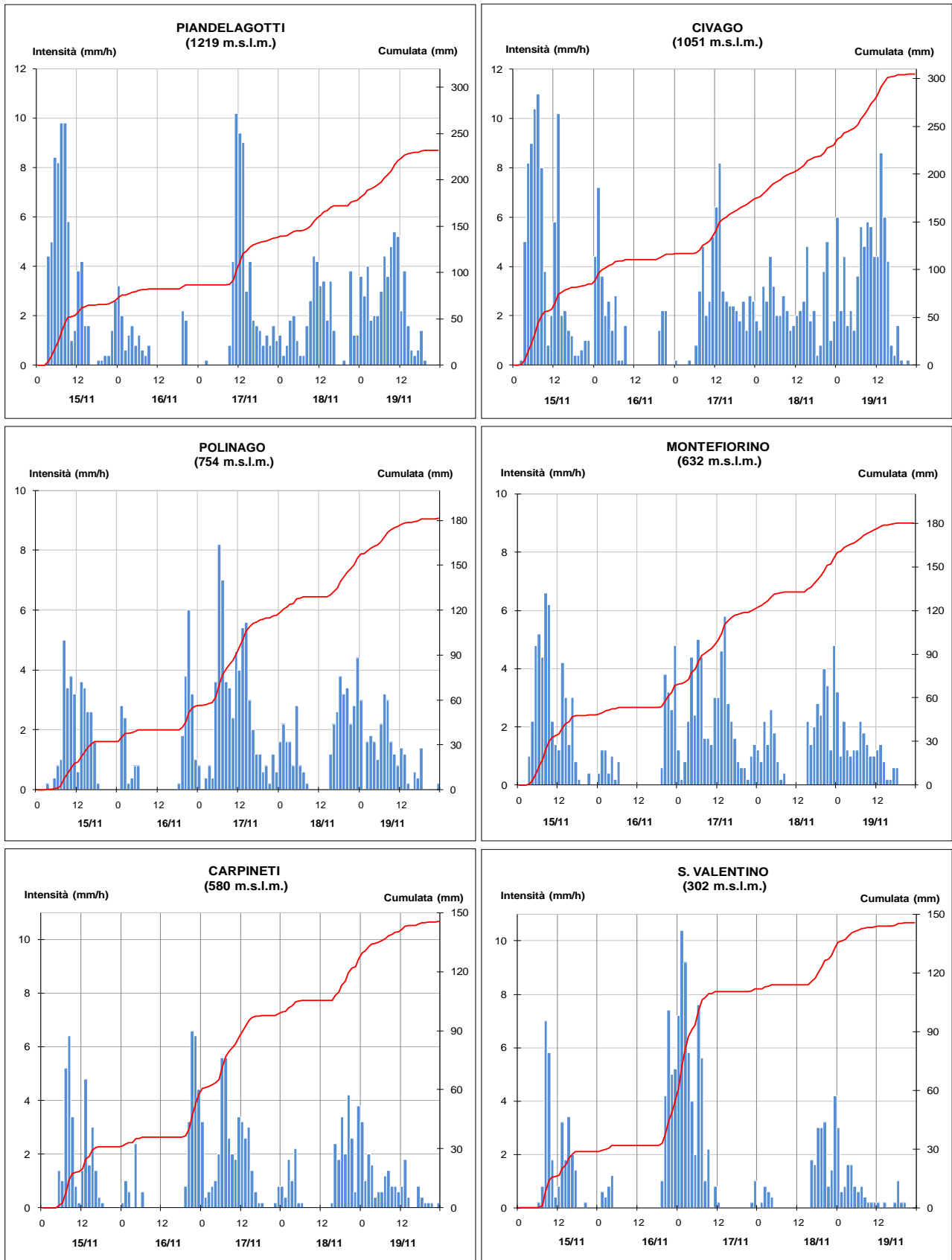


Figura 10: Andamento delle piogge orarie e cumulate nelle stazioni più significative del bacino montano del Secchia (in alto e al centro) e del suo affluente Tresinaro (in basso) (dati validati).

2.2. La piena sul fiume Secchia e gli effetti sul reticolo secondario affluente

I tre impulsi di precipitazione sopra descritti, dal 15 al 19 novembre, hanno generato tre onde di piena consecutive nelle sezioni montane del fiume Secchia, ciascuna innestata sull'esaurimento della precedente, con valori al colmo via via crescenti, che hanno raggiunto livelli massimi prossimi o superiori alla soglia 2 in tutte le sezioni il 19 novembre (vedi Figura 11). I notevoli volumi defluenti hanno causato un lento esaurimento delle piene anche nel tratto montano, mentre le elevate velocità della corrente hanno generato diffusi fenomeni di erosione spondale e danni alle opere di scarico della traversa di Castellarano, tra le sezioni di Lugo e Ponte Veggia.

L'effetto di parziale laminazione esercitato dalla cassa di espansione in linea a valle della sezione di Rubiera, insieme al naturale rallentamento dei deflussi nel tratto arginato, hanno generato nelle sezioni di valle quasi un'unica onda di piena, con colmi progressivamente crescenti e livelli che si sono mantenuti al di sopra della soglia 2 per oltre 6 giorni (vedi Figura 12).

Il successivo evento di precipitazione, che dal 22 al 25 novembre ha interessato con più impulsi soprattutto la parte montana del bacino del Secchia, ha generato due nuovi colmi di piena il 24 ed il 25, entrambi poco al di sotto della soglia 2 nelle sezioni montane. Nel tratto arginato a valle delle casse di espansione i due nuovi colmi si sono progressivamente saldati in un'unica onda di piena, i cui livelli massimi hanno nuovamente raggiunto la soglia 2, prolungando l'esaurimento della piena fino alla giornata del 30 novembre, anche a causa della contemporanea piena di Po che ne ha rallentato il deflusso.

La permanenza di livelli idrometrici elevati nel tratto vallivo ha determinato la chiusura precauzionale di ponte Alto, ponte dell'Uccellino, ponte Motta, ponte S. Martino, ponte Pioppa e del ponte di Concordia, con conseguenti forti disagi per la viabilità. Fenomeni localizzati di erosione del corpo arginale sono stati riscontrati nel comune di S. Possidonio.

Il reticolo idraulico secondario del Consorzio di Bonifica dell'Emilia Centrale è stato particolarmente sollecitato durante l'intero periodo, a causa della contemporaneità delle precipitazioni elevate in pianura e delle piene di Secchia e Panaro, che hanno reso difficile lo scarico delle acque consortili. Si sono registrati allagamenti diffusi dovuti a tracimazioni di fossi e canali, in particolare nei territori di Novi di Modena, Carpi e Soliera, nonché numerosi fontanazzi e fenomeni di erosione spondale interna.

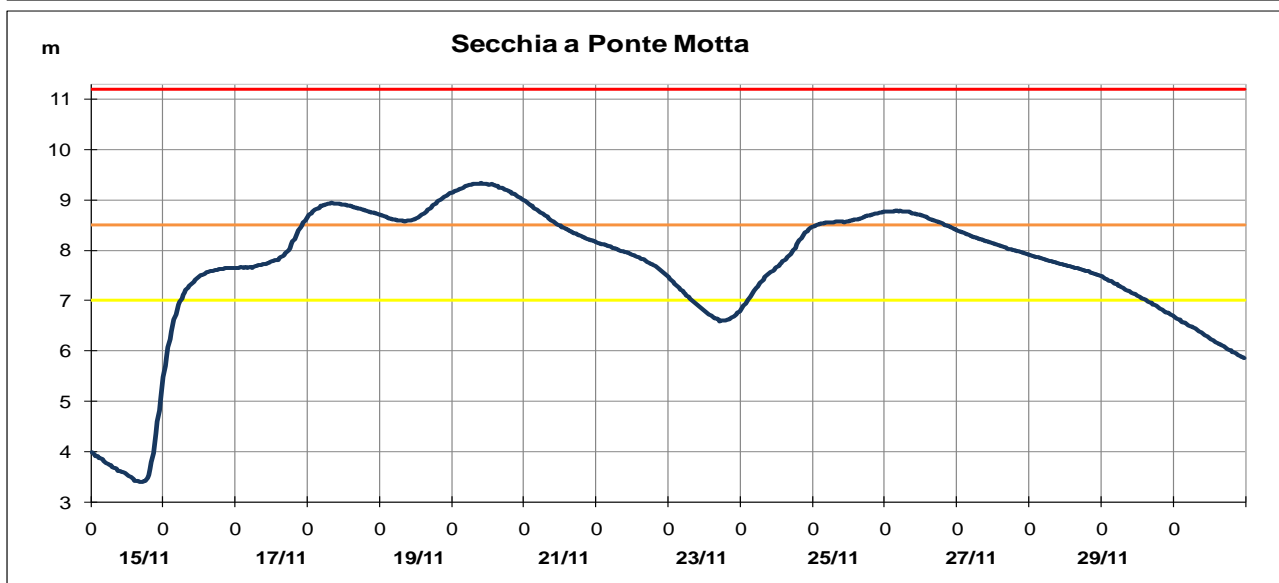
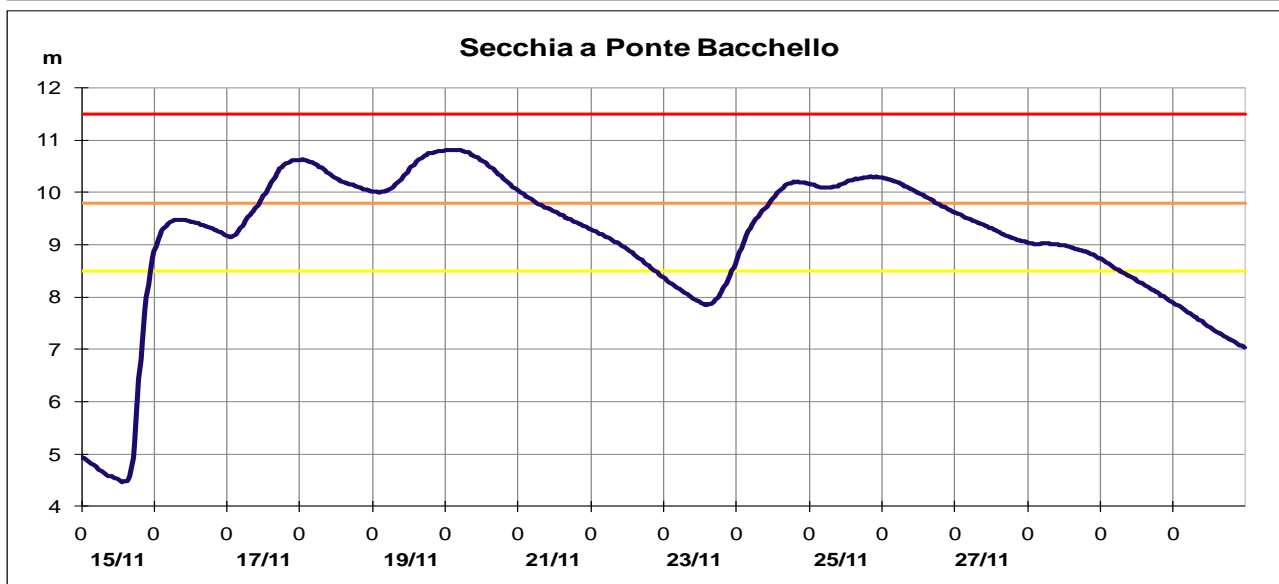
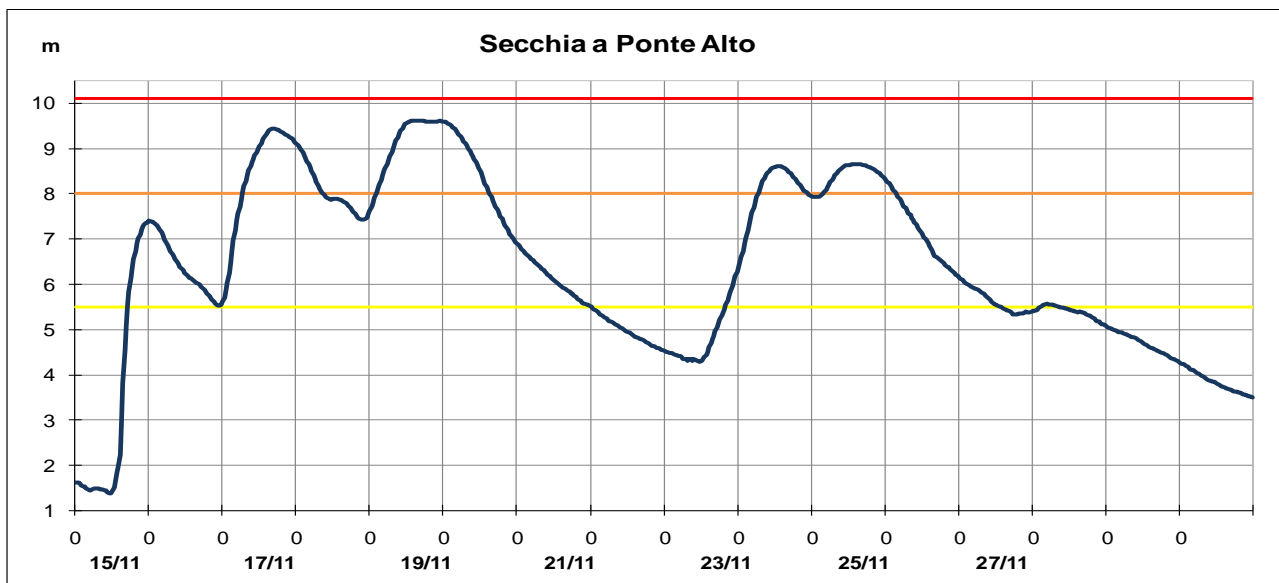



Figura 12: Idrogrammi di piena nelle principali sezioni del tratto vallivo arginato del fiume Secchia (dati validati).

Nella Tabella 2 è riportata la sintesi della piena sul Secchia e sul suo affluente Tresinaro, con l'indicazione delle punte massime raggiunte e la stima dei tempi di propagazione dell'onda.

Tabella 2: Sintesi dei colmi e dei tempi di propagazione della piena sul Secchia e sul suo affluente Tresinaro.

 <div style="text-align: center;"> Struttura Idro-Meteo-Clima CENTRO FUNZIONALE EMILIA-ROMAGNA </div> <div style="text-align: center;"> BACINO SECCHIA TABELLA delle PUNTE MASSIME </div> <div style="text-align: right;"> P06a19 </div>									
PIENA dei gg. 15-20 novembre 2019									
FIUME SECCHIA									
Denominazione del SENSORE	Distanze (km)		Livelli rif. soglia 2	Punta max registrata			Tempi		Note
	parziali	progres.		H idr.ca	gior.	ora	parziali	progres.	
origine	0,0	0,0							
GATTA	28,7	28,7	1,80	1,56	19	15:25			
confluenza Secchiello	1,7	30,4							
PONTE CAVOLA	4,1	34,4	1,60	-0,43	19	00:30	-	00:00	
confluenza Dolo	9,5	43,9							
LUGO	4,3	48,2	1,80	1,70	19	01:45	01:15	01:15	
confluenza Rossenna	0,5	48,7							
PONTE VEGGIA	17,5	66,2	11,80	11,86	19	03:00	01:15	02:30	
confluenza Tresinaro	13,0	79,2							
RUBIERA SS9	0,3	79,5	1,80	1,96	19	04:20	01:20	03:50	
RUBIERA CASSE monte	2,0	81,5		7,00	19	05:20	01:00	04:50	
RUBIERA CASSE valle	0,0	81,5		4,15	19	05:25	01:05	04:55	
PONTE ALTO	10,5	92,0	8,00	9,62	19	13:50	08:30	13:20	
PONTE BACCHELLO	13,8	105,7	9,80	10,81	20	00:10	10:20	23:40	
PONTE MOTTA			8,50	9,33	20	09:10	09:00	32:40	
PIOPPA	18,8	124,5	9,60	10,61	20	12:30	03:20	36:00	
CONCORDIA SULLA SECCHIA	9,0	133,5	9,80	11,00	20	17:35	05:05	41:05	
BONDANELLO	9,0	142,5		10,54	20	18:40	01:05	42:10	
sbocco in Po	24,0	166,5							
Torrente DOLO									
Denominazione del SENSORE	Distanze		Livelli rif. soglia 2	Punta max registrata			Tempi		Note
	parziali	progres.		H idr.ca	gior.	ora	parziali	progres.	
origine	0,0	0,0							
PONTE DOLO	30,7	30,7	3,00	1,88	19	16:10			
sbocco in Secchia	4,4	35,1							
Torrente ROSSENNA									
Denominazione del SENSORE	Distanze		Livelli rif. soglia 2	Punta max registrata			Tempi		Note
	parziali	progres.		H idr.ca	gior.	ora	parziali	progres.	
origine	0,0	0,0							
ROSSENNA	31,4	31,4	1,60	0,82	17	07:20			
sbocco in Secchia	0,8	32,2							
Torrente TRESINARO									
Denominazione del SENSORE	Distanze		Livelli rif. soglia 2	Punta max registrata			Tempi		Note
	parziali	progres.		H idr.ca	gior.	ora	parziali	progres.	
origine	0,0	0,0							
CA' DE CAROLI	65,7	65,7	1,30	1,63	17	02:30	-	00:00	
RUBIERA TRESINARO	12,6	78,3	3,00	3,56	17	04:40	02:10	02:10	
sbocco in Secchia	0,4	78,7							

2.3. Misure di portata effettuate durante la piena

Durante l'evento di piena, nel giorno del 20 novembre, sono state eseguite alcune misure di portata nel tratto vallivo del Secchia, nella sezione di Ponte Alto e nella sezione di Ponte San Martino, poco a monte di Ponte Motta. Le misure sono state eseguite entrambe in fase discendente del colmo di piena, utilizzando strumentazione acustica (ADCP) da ponte, che ha consentito di determinare il profilo di velocità della corrente, quindi la portata istantanea nella sezione di misura. La portata misurata a Ponte Alto è stata di 148 mc/s con livello idrometrico di 7,93 m, mentre più a valle a Ponte Sn Martino sono stati misurati 211 mc/s. In entrambi i casi le condizioni di moto della corrente erano influenzate dai deflussi delle piene precedenti, di conseguenza anche le portate misurate dovrebbero risentire dello stesso effetto.

SECCHIA A PONTE ALTO

20/11/2019 ore 15:20 – 15:30 h = 7,93 m portata misurata = 148 m³/s

Transect	Start Bank	# Ens.	Start Time	Total Q	Delta Q	Top Q	Meas. Q	Bottom Q
				m ³ /s	%	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s
Secchia797000	Right	245	15:20:46	155,106	4,80	5,068	129,370	20,754
Secchia797001	Left	209	15:23:43	150,959	1,99	5,072	124,536	21,475
Secchia797002	Right	185	15:26:12	141,726	-4,24	4,623	117,911	19,470
Secchia797003	Left	179	15:28:27	144,240	-2,55	4,745	119,835	20,119
Average		204		148,008	0,00	4,877	122,913	20,455
Std Dev.		30		6,131	4,14	0,229	5,126	0,859
Std./ Avg. (%)		14,71		4,140	0,00	4,690	4,170	4,200

Transect	Left Q	Left Dist.	Right Q	Right Dist.	Width	Total Area	Q/Area	Boat Speed
	m ³ /s	m	m ³ /s	m	m	m ²	m/s	m/s
Secchia797000	-0,086	4,00	0,000	0,00	61,36	329,25	0,471	0,391
Secchia797001	-0,125	4,00	0,000	0,00	60,79	323,04	0,467	0,463
Secchia797002	-0,278	4,00	0,000	0,00	59,35	319,17	0,444	0,491
Secchia797003	-0,458	4,00	0,000	0,00	59,02	321,17	0,449	0,521
Average	-0,237	4,00	0,000	0,00	60,13	323,16	0,458	0,466
Std Dev.	0,169	0,00	0,000	0,00	1,12	4,36	0,013	0,055
Std./ Avg.	71,420	0,00	0,000	0,00	1,87	1,35	2,910	11,880

Transect	Flow Speed	Flow Dir.	End Time	Duration	Start Ens.	End Ens.	Velocity Ref.	Depth Ref.
	m/s	°		s				
Secchia797000	0,402	131,49	15:23:37	170,80	187	431,00	Ref: BT	Composite (BT)
Secchia797001	0,430	133,76	15:26:06	143,56	441	649,00	Ref: BT	Composite (BT)
Secchia797002	0,388	133,37	15:28:21	128,96	658	842,00	Ref: BT	Composite (BT)
Secchia797003	0,364	137,44	15:30:32	125,09	851	1029,00	Ref: BT	Composite (BT)
Average	0,396							
Std Dev.	0,028							
Std./ Avg.	7,010							

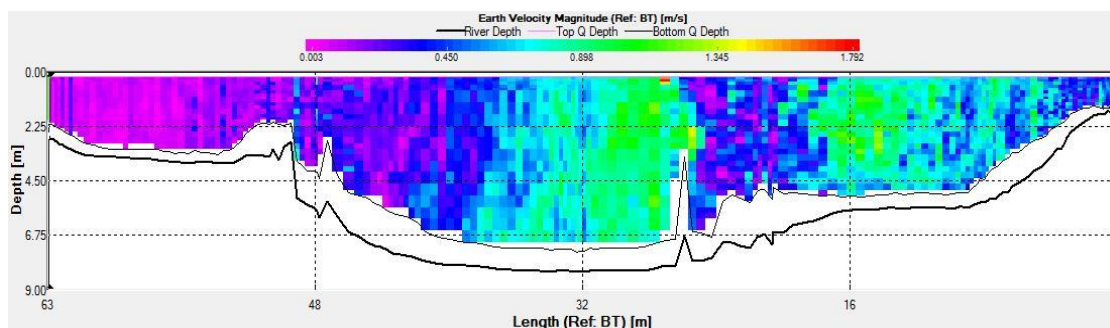


Figura 13: 20/11/19 Ponte Alto: esempio di sezione di misura con profilo di velocità della corrente

SECCHIA A PONTE SAN MARTINO

20/11/2019 ore 16:35 – 17:00 misura eseguita in tre tronchi, portata totale misurata = 211 m³/s
 A titolo esemplificativo si riportano nella tabella seguente e nel grafico di Figura 14 le risultanze delle misure effettuate sul tronco centrale della corrente.

Transect	Start Bank	# Ens.	Start Time	Total Q	Delta Q	Top Q	Meas. Q	Bottom Q
				m ³ /s	%	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s
Schhiatr2000	Left	138	16:46:01	184,867	-0,41	4,566	144,236	34,496
Schhiatr2001	Right	105	16:47:54	188,809	1,71	4,477	147,643	34,799
Schhiatr2002	Left	95	16:49:18	179,442	-3,34	4,256	140,428	32,689
Schhiatr2003	Right	114	16:50:33	193,910	4,46	4,644	151,553	34,990
Schhiatr2004	Left	92	16:52:05	181,149	-2,42	4,345	140,963	33,671
Average		108		185,635	0,00	4,457	144,965	34,129
Std Dev.		19		5,866	3,16	0,158	4,682	0,950
Std./ Avg. (%)		17,59		3,160	0,00	3,550	3,230	2,780

Transect	Left Q	Left Dist.	Right Q	Right Dist.	Width	Total Area	Q/Area	Boat Speed
	m ³ /s	m	m ³ /s	m	m	m ²	m/s	m/s
Schhiatr2000	0,837	2,00	0,732	2,00	36,74	265,48	0,696	0,374
Schhiatr2001	1,095	2,00	0,794	2,00	35,66	262,77	0,719	0,435
Schhiatr2002	0,620	2,00	1,448	2,00	34,15	251,64	0,713	0,496
Schhiatr2003	1,892	2,00	0,832	2,00	34,22	256,13	0,757	0,384
Schhiatr2004	0,666	2,00	1,505	2,00	34,76	255,80	0,708	0,494
Average	1,022	2,00	1,062	2,00	35,11	258,36	0,719	0,437
Std Dev.	0,521	0,00	0,381	0,00	1,1	5,63	0,023	0,058
Std./ Avg.	50,970	0,00	35,830	0,00	3,12	2,18	3,200	13,300

Transect	Flow Speed	Flow Dir.	End Time	Duration	Start Ens.	End Ens.	Velocity	Depth
	m/s	°		s			Ref.	Ref.
Schhiatr2000	0,578	20,07	16:47:44	103,29	15	152,00	Ref: BT	Composite (BT)
Schhiatr2001	0,673	31,88	16:49:11	76,22	164	268,00	Ref: BT	Composite (BT)
Schhiatr2002	0,696	17,78	16:50:25	67,01	279	373,00	Ref: BT	Composite (BT)
Schhiatr2003	0,763	32,06	16:51:56	83,15	383	496,00	Ref: BT	Composite (BT)
Schhiatr2004	0,701	16,12	16:53:11	65,65	508	599,00	Ref: BT	Composite (BT)
Average	0,682							
Std Dev.	0,067							
Std./ Avg.	9,820							

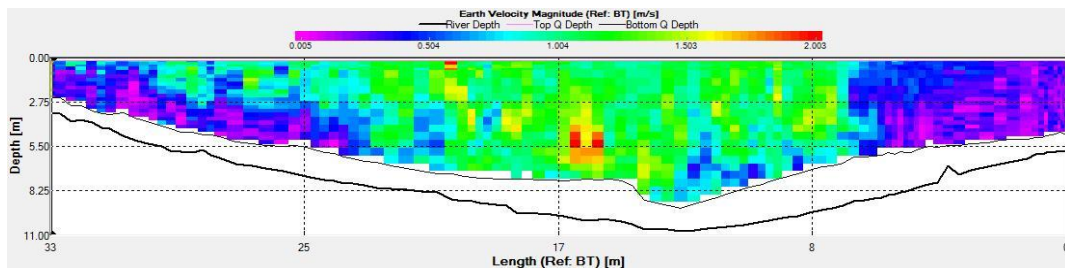


Figura 14: 20/11/19 Ponte San Martino: Tronco centrale della corrente - esempio di misura con profilo di velocità della corrente.

3. Le piene del fiume Panaro dal 15 al 25 novembre

3.1. Analisi pluviometrica a scala di bacino

La piena del fiume Panaro, come quella del Secchia, è stata generata principalmente dai tre impulsi di pioggia intensa che si sono verificati tra il 15 ed il 19 novembre (vedi Figura 15), intervallati da modeste interruzioni, che hanno fatto registrare nei 5 giorni sul crinale cumulate prossime ai 300 mm, e sulla pedecollina prossime ai 150 mm. Il successivo evento di precipitazione tra il 22 ed il 25 novembre, sebbene abbia avuto intensità e cumulate decisamente inferiori (vedi Tabella 3), è stato in grado di generare due ulteriori colmi di piena poco inferiori ai precedenti, anche a causa della ormai completa saturazione dei suoli e dello scioglimento della neve fino alle quote più elevate, mantenendo livelli idrometrici sostenuti nel tratto vallivo del corso d'acqua fino alla fine di novembre.

Nella Tabella 3 si riportano, per tutte le stazioni pluviometriche del Panaro e dei suoi affluenti Tiepido e Naviglio, i valori massimi di pioggia intensa registrata durante l'evento dal 15 al 25 novembre per le durate da 1 a 24 ore, i valori di precipitazione giornaliera 0-24 e le cumulate totali dell'evento. Nella Figura 15 sono invece riportati gli andamenti della precipitazione oraria e cumulata nelle stazioni pluviometriche più significative di Panaro, Tiepido e Naviglio dal 15 al 19 novembre.

Tabella 3: Precipitazioni intense e cumulate giornaliere nelle stazioni pluviometriche del bacino montano del Panaro e del suo affluente Tiepido (in corsivo i pluviometri riscaldati) (dati validati).

STAZIONE	QUOTA	PIOGGE INTENSE					Prec. giornaliera 0 - 24								Cumulata	
		1h	3h	6h	12h	24h	15/11	16/11	17/11	18/11	19/11	23/11	24/11	25/11		Tot evento
Panaro	m.s.l.m.															
Lago Scaffaiolo	1794	12,6	32,4	56,2	87,2	117,0	96,2	41,6	46,4	58,2	65,0	116,6	58	0,8		482,8
Doccia di Fiumalbo	1371	14,0	34,2	55,8	78,6	96,4	84,0	38,6	57,6	51,2	61,2	97,0	51,0	17,8		458,4
Lago Pratignano	1319	11,6	28,8	43,6	57,8	77,6	63,2	22,8	52,2	51,2	35,8	72,0	37,0	18,2		352,4
Pievepelago	1083	11,6	30,8	55,4	73,4	83,4	77,8	37,8	52,4	33,4	30,8	63	24,6	10,4		330,2
Sestola	985	7,8	20,2	35,4	53,4	70,0	58,6	27,6	58,8	55,6	24,2	26	22,8	7,8		281,4
Montese	920	12,2	28,4	52,0	75,6	78,8	39,6	33,4	58,4	31,8	35,2	22,6	8,6	6,2		235,8
Guiglia	456	9,8	24,8	46,8	76,8	82,0	23,6	37,2	55,2	30,2	12,4	5,4	19,6	4		187,6
Ponte Samone	224	11,0	26,0	50,4	85,8	89,2	27,4	45,2	58,2	29,2	18,8	9,2	8,8	3,6		200,4
Vignola	100	9,4	24,2	44,2	73,8	80,8	21,6	33,8	55,8	27,8	8,8	1,6	14,2	1,2		164,8
Tiepido	m.s.l.m.															
Serramazzonei	826	9,6	22,6	38,8	66,6	70,2	31,6	29,2	47	25,8	8,8	6,4	17	1,8		310,0
Canale Naviglio	m.s.l.m.															
Modena urbana	37	9,8	26	45	77,8	81,8	21,4	31,8	52	19,2	4,8	1,2	-	0,0		130,4
Albareto	28	9,2	25,6	43,4	74,8	80,6	0	22,4	29,2	53,4	20,8	-	4,4	0,0		130,2

L'analisi statistica delle piogge intense dell'evento, condotta con il modello probabilistico GEV per le durate da 1 a 24 ore, riportate nella Tabella 3, ha messo in evidenza tempi di ritorno (T_r) intorno ai 2 anni per tutte le durate in tutte le stazioni pluviometriche di crinale, mentre per le stazioni di collina di Guiglia e Montese, al confine con il bacino del Reno, le piogge intense di durata 12 ore hanno raggiunto T_r tra e 5 e 10 anni, valori nel complesso modesti in termini di rarità.

Piogge più intense sono state registrate invece nella stazione pluviometrica di Modena urbana, nella notte tra il 16 ed il 17 novembre, quando la pioggia di durata 12 ore ha raggiunto T_r di 20 anni, e quella di durata 24 ore T_r di 10 anni (vedi Figura 15).

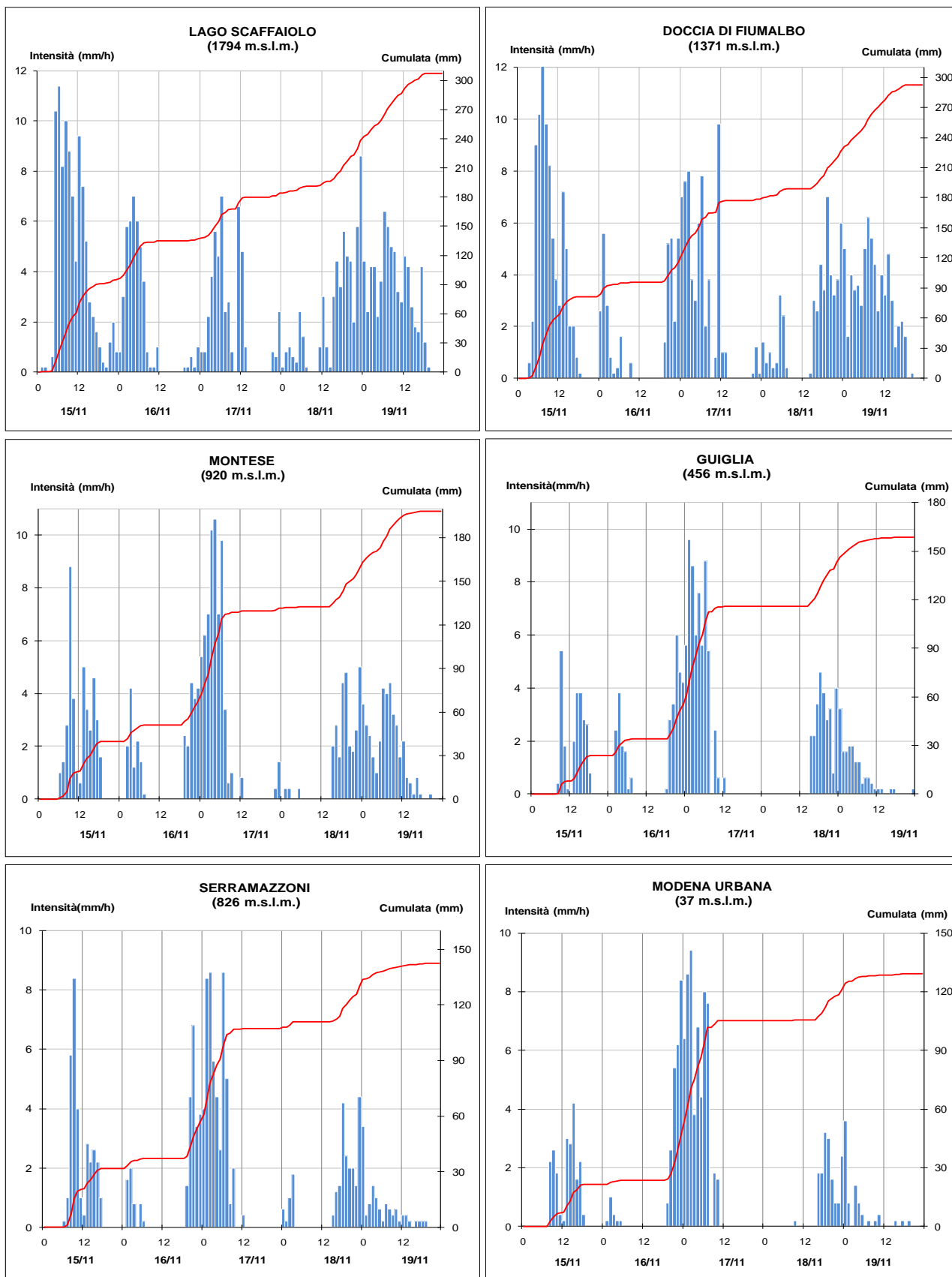


Figura 15: Andamento delle piogge orarie e cumulate nelle stazioni più significative del bacino del Panaro e dei suoi affluenti Tiepido e Naviglio (dati validati).

3.2. La piena sul fiume Panaro e gli effetti sul reticolo secondario affluente

Le intense piogge che hanno interessato anche la pianura e la media collina hanno messo in crisi il reticolo idraulico secondario, causando numerosi allagamenti localizzati (vedi Figura 16 e Figura 17), aggravati dall'impossibilità di scaricare le acque del reticolo di bonifica in Panaro o in Secchia, essendo gli stessi fiumi interessati da piene per parecchi giorni consecutivi.

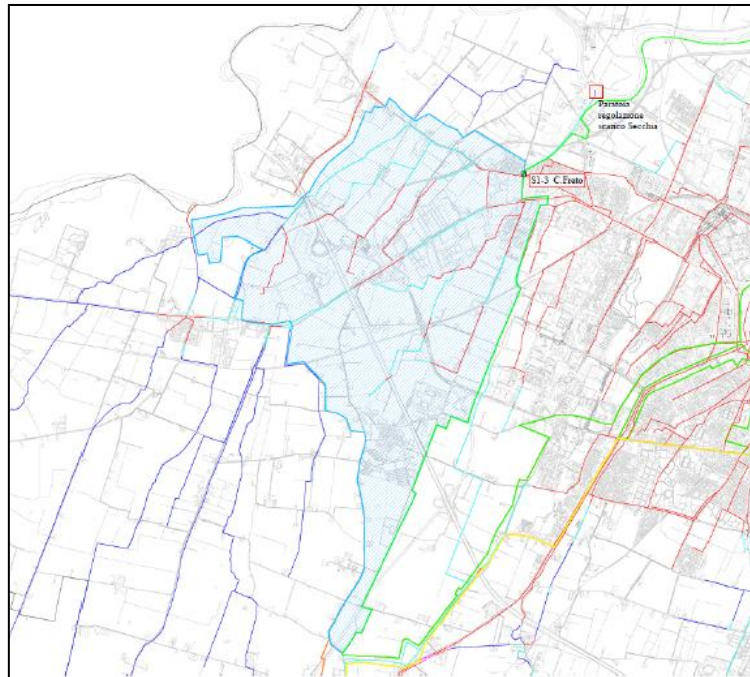


Figura 16: Allagamenti nella zona ovest di Modena dovuti all'impossibilità di scarico del sistema scolante urbano in Secchia dalla chiavica del Freto.



Figura 17: Allagamenti di strade, campi e viabilità di accesso nella zona nord di Modena (località Albareto) per impossibilità di scarico delle acque del canale Naviglio in Panaro a Bomporto.

Sul Canale Naviglio, che scarica le acque della zona nord di Modena in Panaro a Bomporto, si sono registrati tre colmi di piena successivi in corrispondenza dei tre impulsi di precipitazione sulla città di Modena (vedi Figura 18). In particolare il 17 novembre è stata superata la soglia 2 e a valle sono state necessarie manovre di pompaggio delle acque da parte del Consorzio di Bonifica, al fine di limitare il rigurgito della piena verso monte, causato dalla chiusura dei portoni vinciani che consentono lo scarico del Naviglio in Panaro, per il passaggio della piena su quest'ultimo.

Sul torrente Tiepido il colmo di piena del 17 novembre ha superato la soglia 3 (vedi Figura 18), causando numerosi allagamenti alla confluenza, nella zona est di Modena in località Fossalta, dove alla piena di Tiepido si è sommato il rigurgito della piena di Panaro. E' stato precauzionalmente chiuso il ponte di via Curtatona.

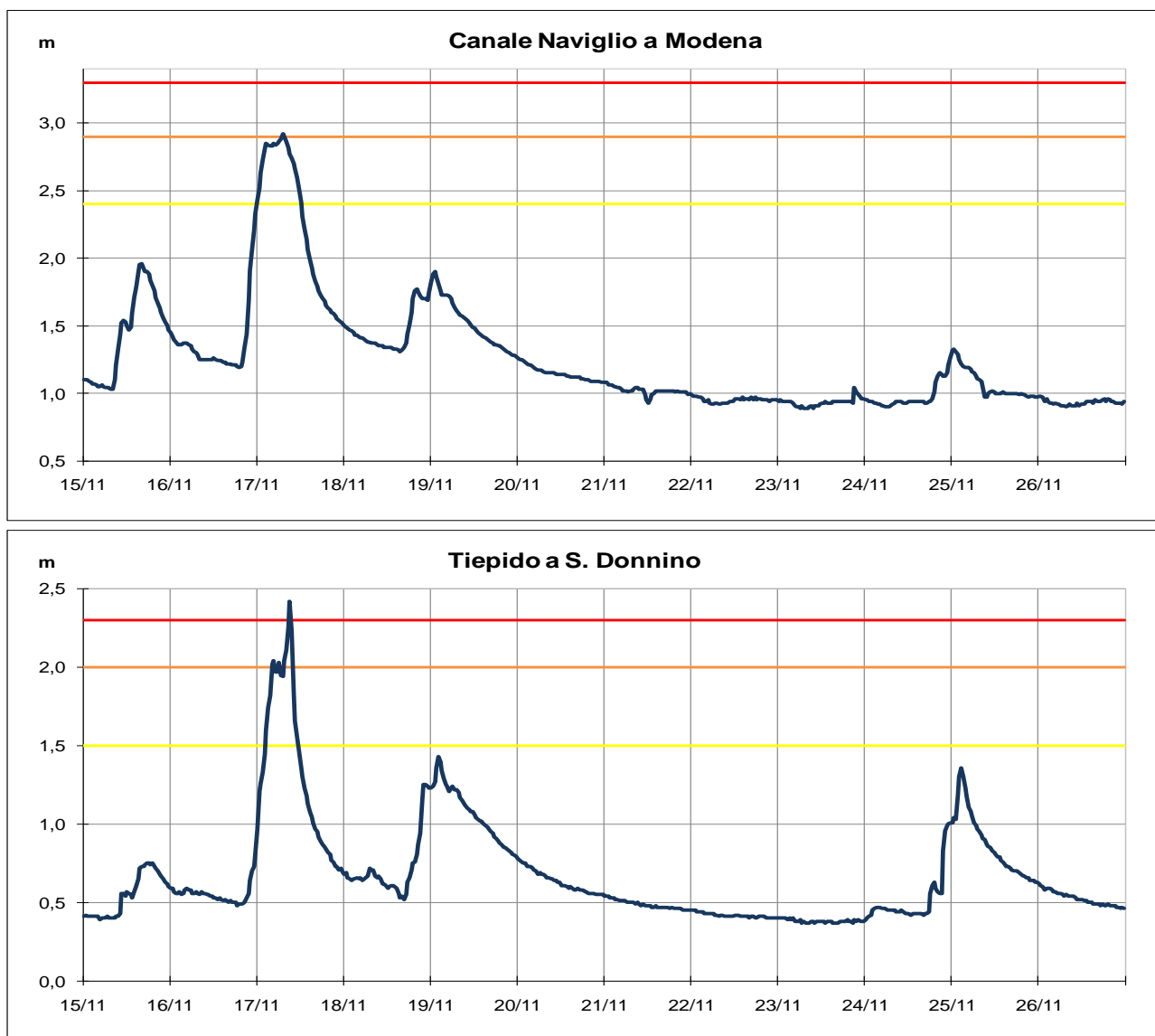


Figura 18: Idrogrammi di piena nelle principali sezioni montane del Panaro e del Tiepido (dati validati).

Sul tratto montano del fiume Panaro, in corrispondenza dei tre impulsi di precipitazione intensa tra il 15 ed il 19 novembre, si sono formati tre colmi di piena successivi, che nella sezione montana di Spilamberto si sono mantenuti al di sotto della soglia 2 (vedi Figura 19), ma nel tratto vallivo hanno fatto registrare superamenti della soglia 2 già a partire dal 17 novembre.

Al fine di limitare il fenomeno di rigurgito del Panaro in Tiepido e la durata della chiusura dei portoni vinciani sul Naviglio a Bomporto, a partire dal pomeriggio del 18 novembre, in previsione del secondo impulso di precipitazione, AIPO ha progressivamente parzializzato le paratoie sulla cassa di espansione del Panaro in località S. Cesario (vedi Figura 19), limitando la portata uscente fino a 20 mc/sec. Al raggiungimento della quota corrispondente alla fase di pericolo rischio diga, a partire dal 19 novembre le paratoie sono state progressivamente aperte, in fase di esaurimento della piena a monte, incrementando la portata scaricata fino a 365 mc/sec.

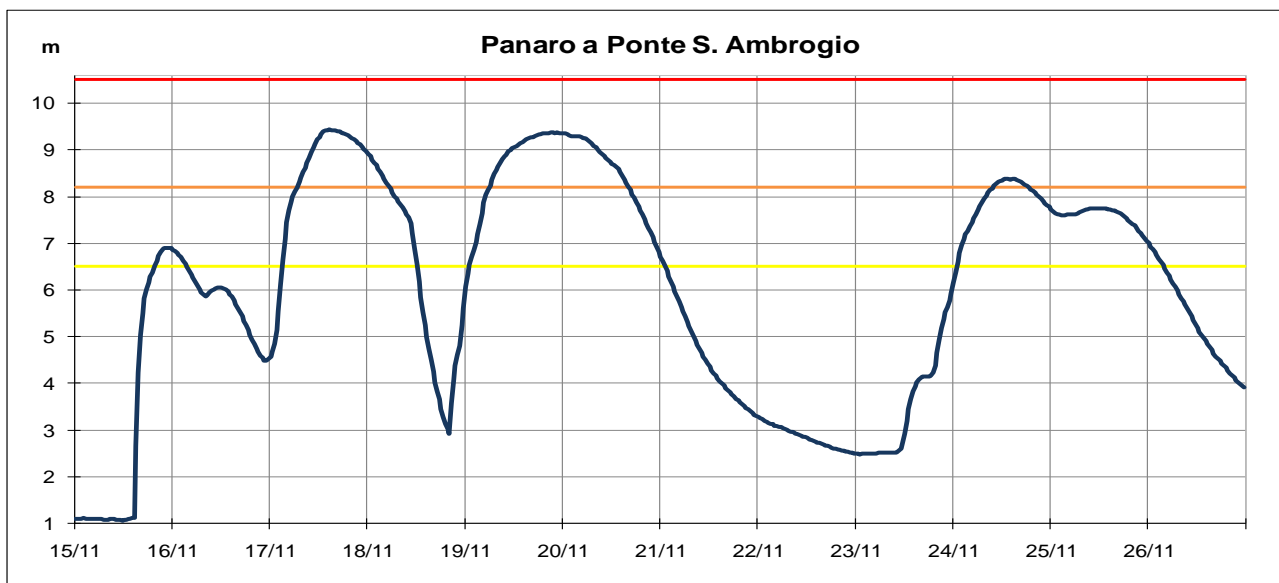
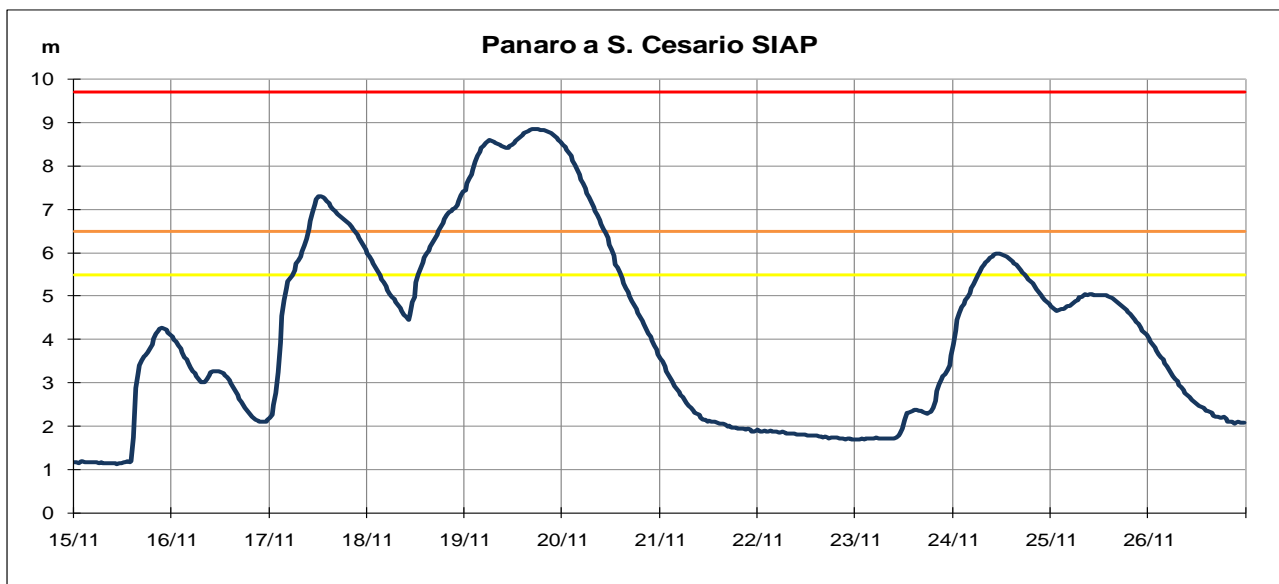
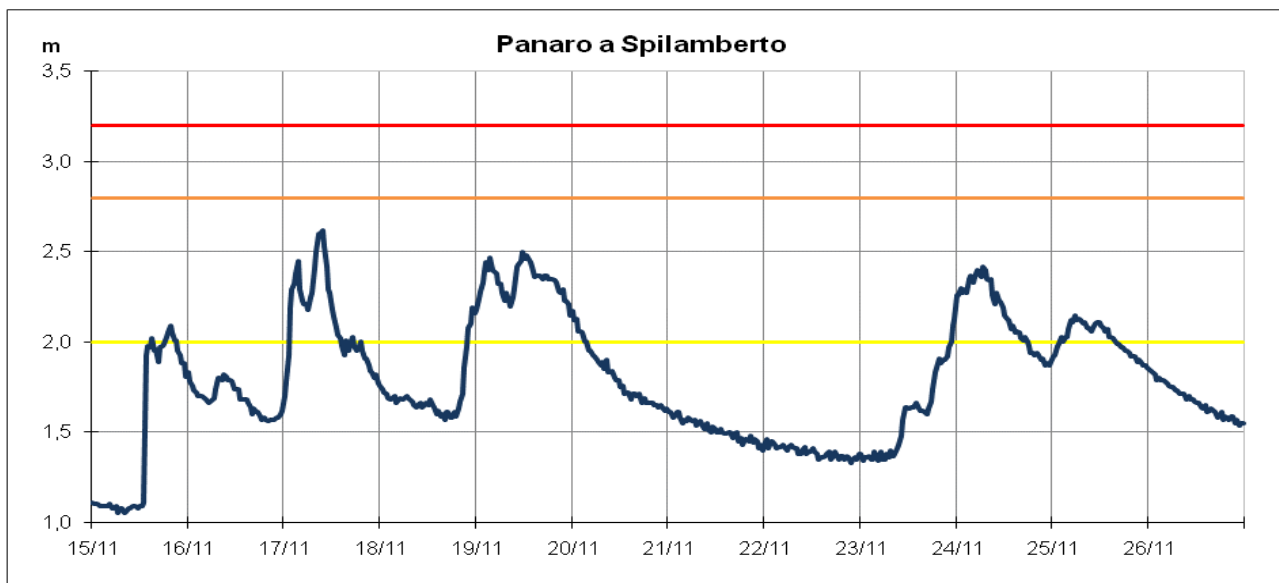


Figura 19: Idrogramma di piena nella cassa di espansione e a valle di questa sul fiume Panaro (dati validati).

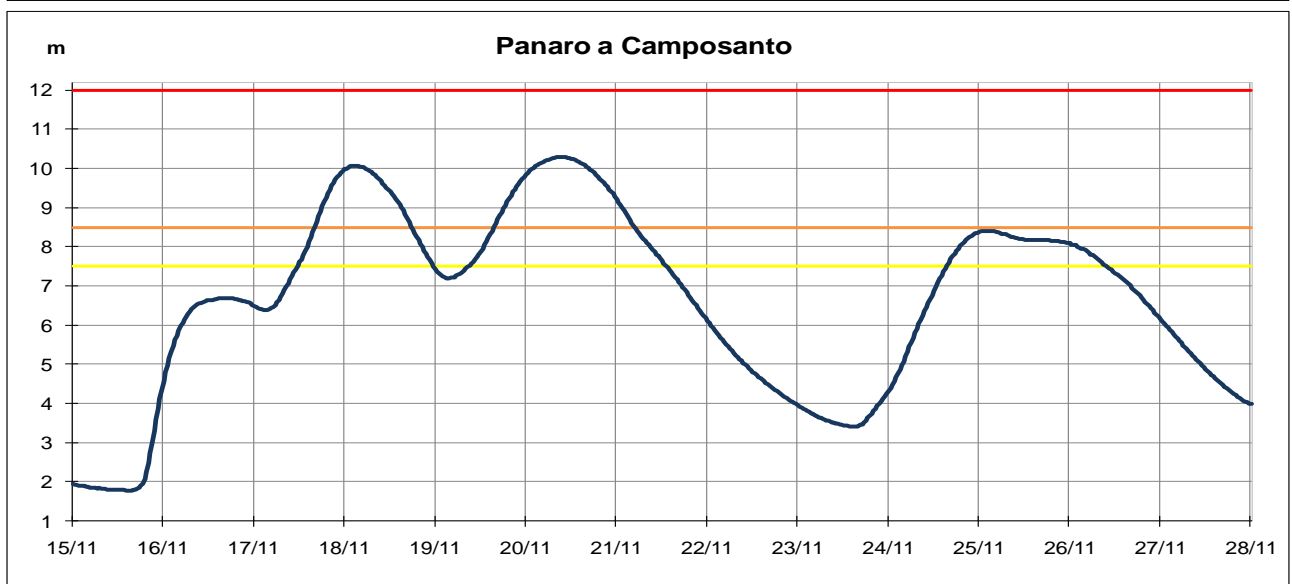
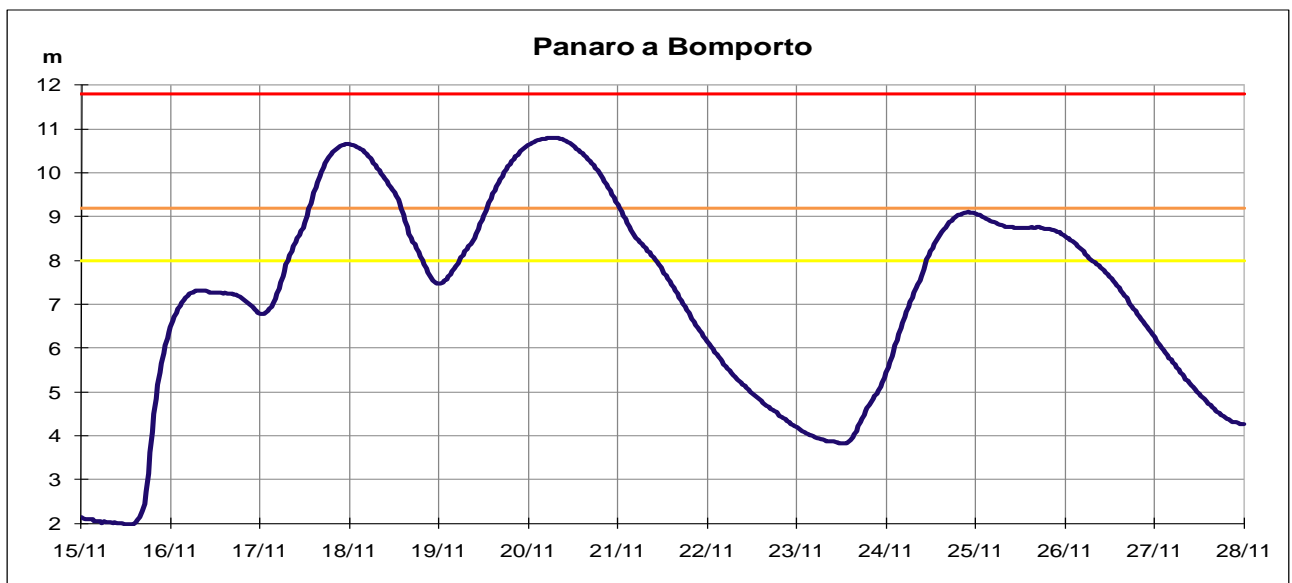
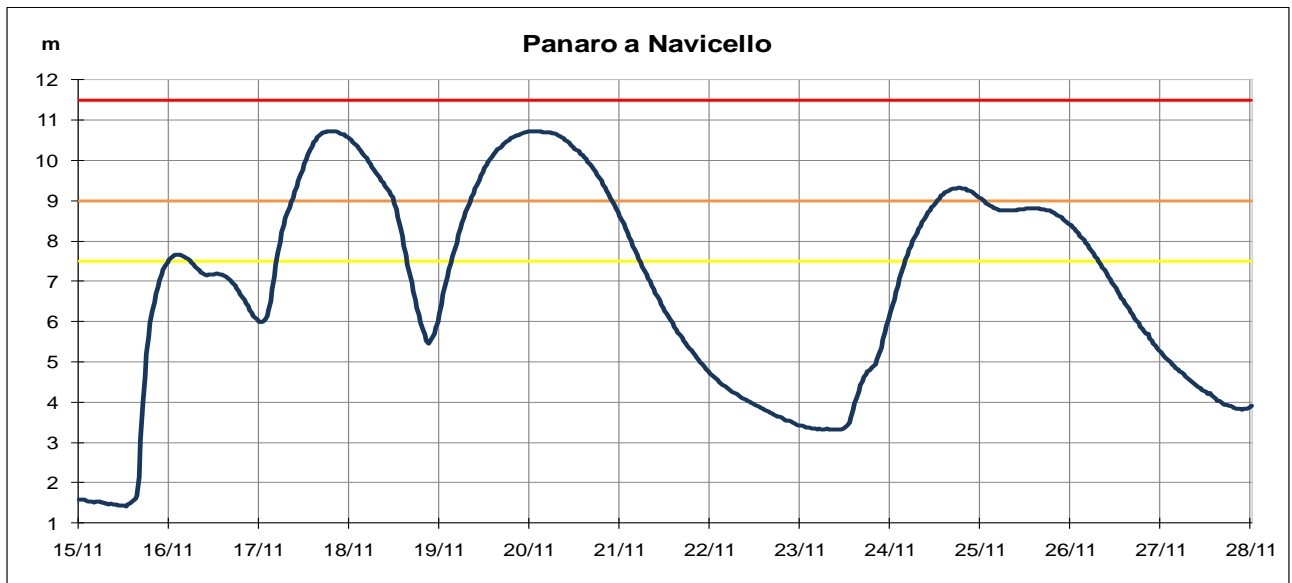


Figura 20: Idrogrammi di piena nelle sezioni del tratto arginato vallivo del Panaro (dati validati).

Nelle sezioni del tratto arginato a valle delle casse, tra il 17 ed il 20 novembre si sono susseguiti due colmi di piena quasi uguali, con valori al colmo superiori alla soglia 2 (vedi Figura 20).

A seguito della diramazione dell'allerta "Pericolo rischio diga", dovuta al raggiungimento della relativa quota, nella notte tra il 20 ed il 21 novembre è stata predisposta la chiusura del ponte sulla via Emilia SS9 a S. Ambrogio. Durante il passaggio dei colmi di piena sono stati chiusi in via precauzionale il ponte di Navicello, il ponte Bailey tra Bomporto e Ravarino ed il ponte Cà Bianca.

A seguito del nuovo evento di precipitazione del 22-25 novembre, che ha interessato principalmente il crinale appenninico ed in misura minore la pianura e la pedecollina con intensità e cumulate inferiori all'evento precedente (vedi Figura 8), non sono state eseguite manovre di chiusura delle paratoie sulla cassa di espansione, ed il nuovo colmo di piena si è mantenuto prossimo alla soglia 2, prolungando l'esaurimento dei livelli nelle ultime sezioni vallive a tutto il 28 novembre, anche a causa della contemporanea piena di Po che ne ha rallentato il deflusso.

Anche il reticolo idraulico secondario del Consorzio della Bonifica Burana è stato particolarmente sollecitato dalle piogge in pianura e dall'impossibilità di scaricare le acque a causa delle contemporanee piene dei corsi d'acqua principali. In particolare nel comune di Finale Emilia, in località Canaletto, il 18 novembre si è verificato il cedimento in sinistra idraulica dell'argine del Canale Diversivo Burana (vedi Figura 21), con conseguente allagamento delle aree agricole circostanti, dove non erano presenti abitazioni. Gli interventi di chiusura della rotta, prontamente messi in atto dal Consorzio, si sono conclusi nella giornata del 20 novembre.



Figura 21: Rotta del Canale diversivo della Burana a Finale Emilia.

4. Le piene del fiume Reno e dei suoi affluenti dal 15 al 22 novembre

Il bacino del fiume Reno è stato interessato da una piena che ha raggiunto livelli idrometrici elevati, prossimi o superiori alla soglia 3, sia sull'asta fluviale principale che sugli affluenti. Sul Samoggia, affluente di sinistra, e sull'Idice e Sillaro, affluenti di destra, in alcune sezioni si sono raggiunti o superati i massimi storici registrati; in destra Idice, a valle della sezione di Castenaso, si è verificata anche una rotta arginale. Piene di minore entità hanno interessato anche il Santerno ed il Senio, senza determinare particolari effetti sul territorio. I diversi colmi di piena che nei tratti montani si sono succeduti a brevi intervalli temporali, si sono progressivamente sommati nei tratti vallivi, mantenendo livelli idrometrici sostenuti per più giorni consecutivi, con problemi di tenuta dei corpi arginali che hanno reso necessarie manovre idrauliche, nonché numerosi interventi su rotture e fontanazzi.

Nella Figura 22 è illustrato il bacino idrografico del Reno e dei suoi affluenti, con l'ubicazione delle stazioni di misura idrometriche e pluviometriche, i cui dati sono stati presi in esame nel presente rapporto.

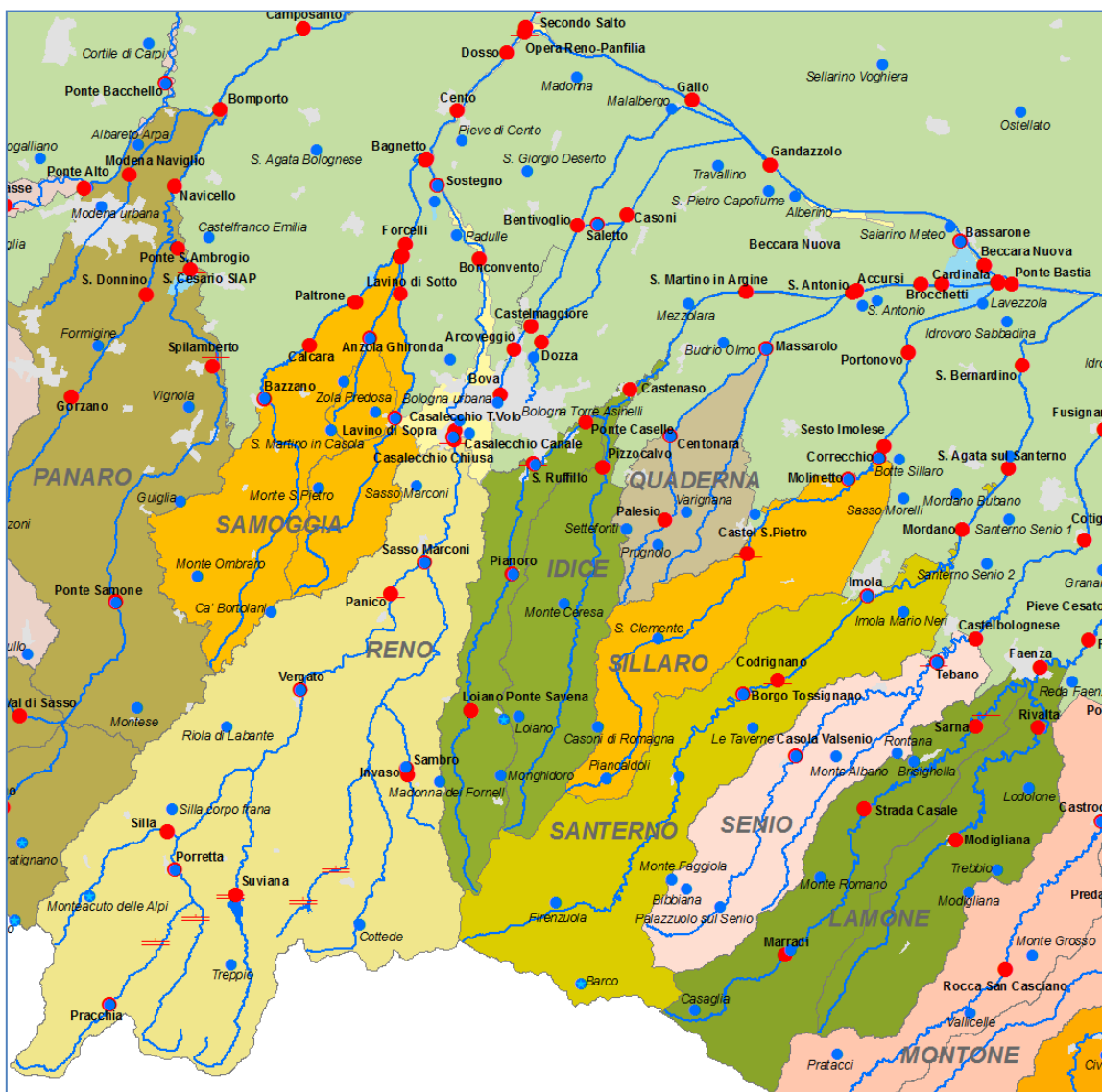


Figura 22: Bacino idrografico del fiume Reno e dei suoi principali affluenti, con ubicazione delle stazioni di misura idrometriche (in rosso) e pluviometriche (in blu).

Le abbondanti precipitazioni che hanno interessato anche la zona di pianura hanno richiesto numerose manovre idrauliche anche sul reticolo idrografico di bonifica, al fine di contenere l'acqua nel sistema dei canali, vista l'impossibilità di scaricare in Reno per molti giorni consecutivi.

4.1. Analisi pluviometrica a scala di bacino

Il bacino del Reno è stato interessato dagli stessi impulsi di precipitazione sopra descritti per i bacini del Secchia e Panaro: il primo tra il 15 ed il 16 novembre, il secondo tra il 16 ed il 17, l'ultimo tra il 18 ed il 19 novembre. Come è possibile osservare nella Figura 23, che riporta l'andamento delle piogge orarie e cumulate sulle stazioni più significative del bacino del Reno, nella zona di crinale si sono registrati tre impulsi con valori cumulati simili, ma di intensità progressivamente decrescenti, mentre nel settore collinare l'impulso più significativo si è registrato nella notte tra il 16 ed il 17 novembre, preceduto e seguito da eventi di minore entità.

Nella Tabella 4 si riportano invece, per tutte le stazioni pluviometriche del Reno, del Samoggia, dell'Idice e del Sillaro, i valori massimi di pioggia intensa registrata durante l'evento dal 15 al 19 novembre, per le durate da 1 a 24 ore, i valori di precipitazione giornaliera 9-9 e le cumulate dell'evento per più giorni consecutivi.

Tabella 4: Precipitazioni intense e cumulate 9-9 nelle stazioni pluviometriche del bacino montano del Reno, e dei suoi affluenti Samoggia, Idice e Sillaro (dati validati); in grassetto i valori di pioggia cumulata 9-9 superiori ai massimi storici registrati dal 1921.

STAZIONE	QUOTA	PIOGGE INTENSE (base 15 min)						Prec. giornaliera 9-9				Cumulata 9-9 evento			Cum totale	
		m.s.l.m.	1h	3h	6h	12h	24h	16/11	17/11	18/11	19/11	2 gg	3 gg	4 gg		5 gg
Reno montano																
Montacuto delle Alpi	900	14,4	37,4	58,4	86,6	120,6	73,4	69,2	58,2	90,8	149,0	218,2	291,6			378,6
Madonna dei Fornelli	900	14,2	38,8	56,2	81	92,4	35	89	5,8	37,8	124,0	132,6	167,6			182,8
Cottede	794	13,4	32,4	57,4	95	105,4	45,2	102,2	10	50,6	147,4	162,8	208,0			238,2
Treppio	650	11,8	32,4	46	72,6	97	56,2	63,4	37,8	75,6	119,6	176,8	233,0			285,0
Pracchia	620	11,4	28	49,6	73,4	94,8	64,6	81,6	19,8	63,2	146,2	166,0	229,2			291,0
Invaso	490	11	28	53,8	95,6	104	33,2	101,8	4	40,2	135,0	146,0	179,2			198,6
Porretta	352	10	27,2	43,4	77,8	90,6	41	84	11,4	52,6	125,0	148,0	189,0			220,0
Vergato	193	12	34,2	61,2	103	112,4	40,2	110,8	3,6	48,2	151,0	162,6	202,8			209,8
Samoggia - Lavino																
Monte Ombraro	700	13,2	35,8	54,6	89,6	95,6	32,4	94	3,6	51,4	126,4	149,0	181,4			195,4
Ca' Bortolani	691	11	27,8	52,8	88,8	96,4	37,4	94,6	2,6	45,8	132,0	143,0	180,4			189,6
Monte S.Pietro	291	11	26,8	51,2	80,2	85,2	31,8	83,6	1,6	34,2	115,4	119,4	151,2			156,2
Idice-Savena vivo																
Monghidoro	825	14,8	35,8	64,4	94,8	109,4	40,4	104,8	7	45,8	145,2	157,6	198,0			216,8
Loiano	675	12,6	33,8	60,6	86,4	97	29	94,4	4,4	32	123,4	130,8	159,8			166,2
Monte Ceresa	411	10,6	27,8	52,8	79,8	87,2	25,2	85	2,4	25,6	110,2	113,0	138,2			139,0
Pianoro	174	13,2	33,8	61,6	96	105,8	30,2	103,2	3,2	28	133,4	136,6	164,6			165,2
S. Ruffillo	92	9,6	24,6	46,4	73	81,6	23,4	78,4	3,4	21	101,8	105,2	126,2			126,6
Sillaro																
Casoni di Romagna	708	11,8	30,6	54,8	80,8	92,2	26,6	89	3,8	30	115,6	122,8	149,4			155,2
Piancaldoli	500	11,2	30,4	54,4	85,8	96,2	27,2	94	3,6	28,4	121,2	126,0	153,2			160,4
S. Clemente	166	9,2	25,6	45,4	71,4	79,4	17,8	77,8	2,2	21,4	95,6	101,4	119,2			121,0

L'analisi statistica delle piogge intense, condotta con il modello probabilistico GEV per le durate da 1 a 24 ore, riportate nella Tabella 4, ha messo in evidenza tempi di ritorno (Tr) tra 2 e 5 anni per tutte le stazioni pluviometriche di crinale del bacino montano Reno, con la sola eccezione di Cottede e Madonna dei Fornelli (entrambe sul bacino del Setta), dove la pioggia di durata 12 ore ha raggiunto un Tr superiori a 5 anni. Nelle stazioni di media collina invece, le piogge intense di durata 12 e 24 ore hanno fatto registrare Tr più elevati, tra i 10 e 20 anni ad Invaso, e tra 20 e 50 anni a Vergato.

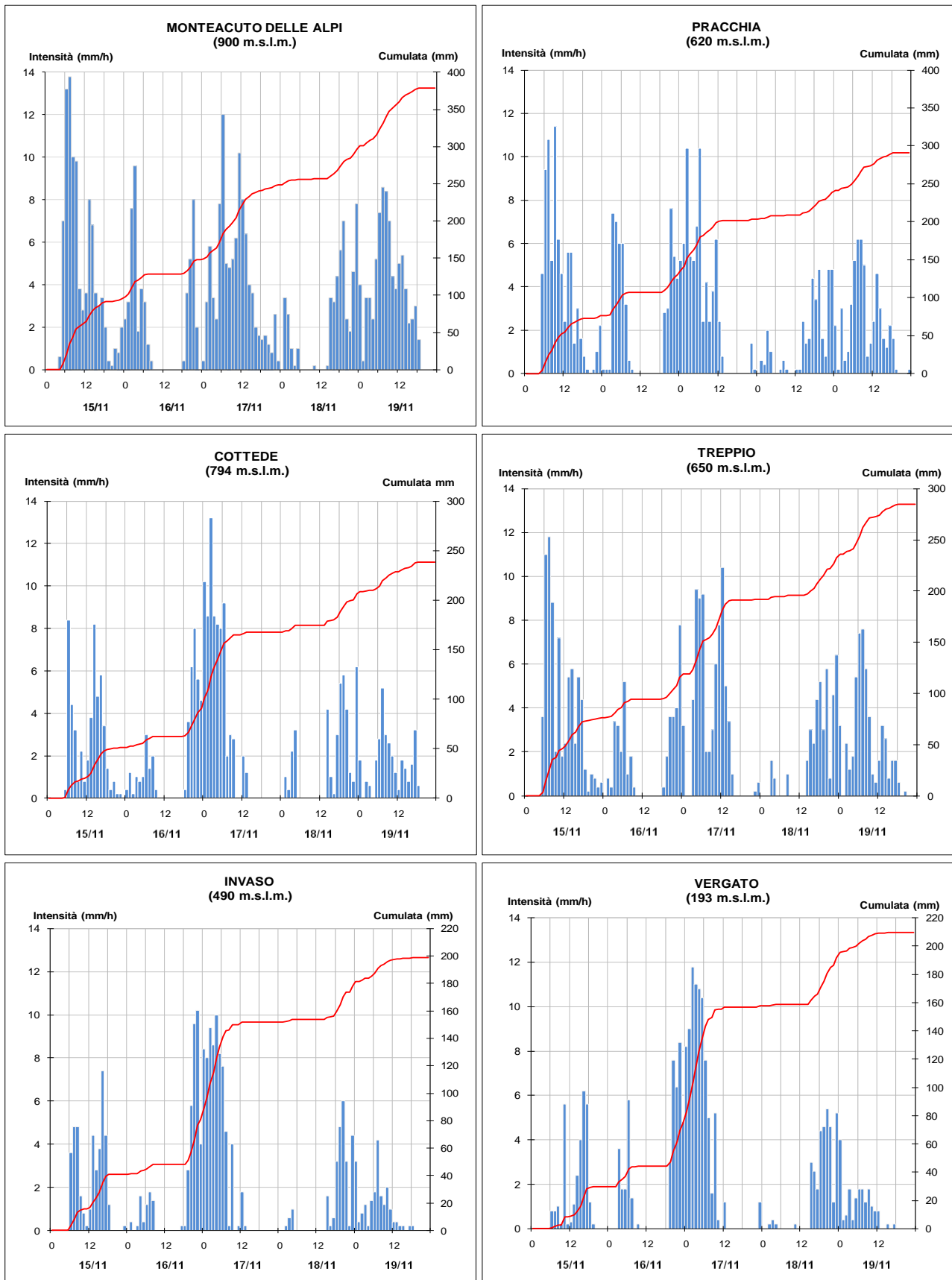


Figura 23: Andamento delle precipitazioni orarie e cumulate nelle stazioni più significative del bacino montano del Reno (dati validati).

Confrontando invece le piogge cumulate in più giorni consecutivi, con i valori storici della pioggia giornaliera 9-9, risulta che **per le stazioni di media collina Madonna dei Fornelli, Invaso, Vergato, la pioggia cumulata 9-9 in 4 giorni consecutivi è risultata superiore ai massimi storici e prossima ai valori massimi nelle altre stazioni del bacino montano** (vedi Tabella 4).

Anche sui bacini del Samoggia, dell'Idice e del Sillaro l'impulso di precipitazione più significativo in intensità e cumulata si è registrato nella notte tra il 16 ed il 17 novembre, come è possibile osservare rispettivamente nella Figura 24, Figura 25 e Figura 26, che riportano gli andamenti della precipitazione oraria e cumulata nelle stazioni pluviometriche più significative dei rispettivi bacini.

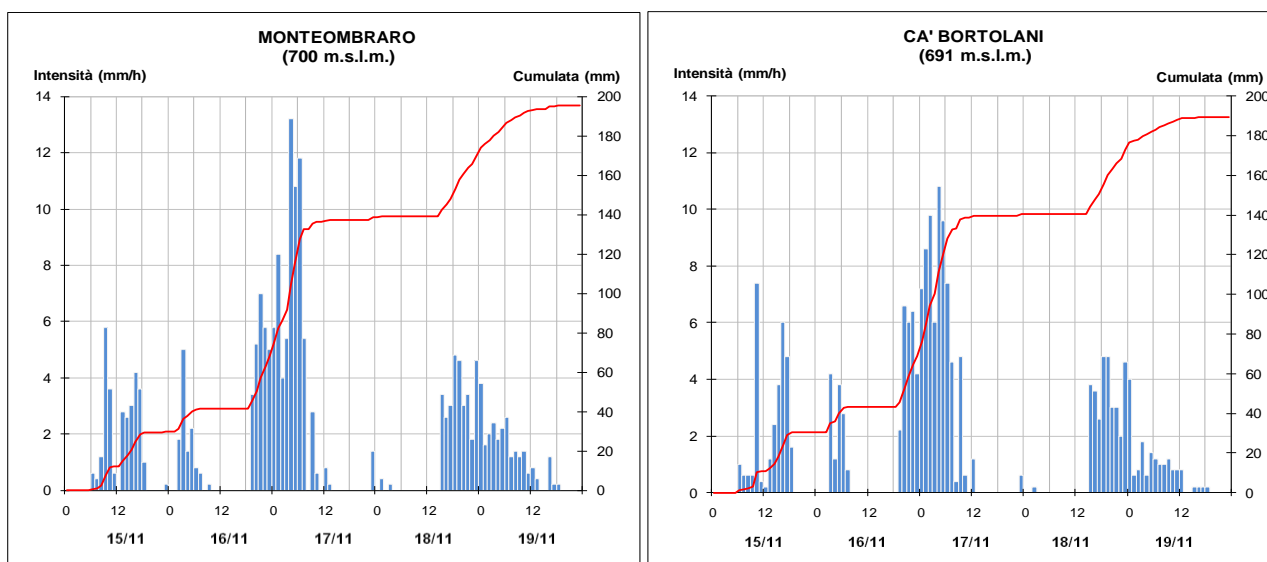


Figura 24: Andamento delle precipitazioni orarie e cumulate nelle stazioni più significative del bacino del Samoggia (dati validati).

L'analisi statistica delle piogge intense, condotta con il modello probabilistico GEV per le durate da 1 a 24 ore, riportate nella Tabella 4, ha evidenziato sugli affluenti di Reno tempi di ritorno (T_r) maggiori per le durate 12 e 24 ore, ma comunque inferiori a 20 anni, in particolare:

- sul Samoggia T_r compresi tra 10 e 20 anni nella stazione di Cà Bortolani, tra 5 e 10 anni nelle stazioni di Monteombraro e Monte S. Pietro;
- sull'Idice T_r mediamente compresi tra 10 e 20 anni in tutte le stazioni;
- sul Sillaro T_r tra 10 e 20 anni nella stazione di Piancaldoli, tra 5 e 10 anni nelle stazioni di S. Clemente e Casoni di Romagna.

L'evento pluviometrico sul bacino del Reno e dei suoi affluenti non è risultato quindi, nel suo complesso, particolarmente raro in termini di intensità (T_r massimi mediamente inferiori a 20 anni), ma è comunque da annoverarsi tra gli eventi più gravosi in termini di cumulata complessiva in 4 giorni consecutivi, soprattutto nella porzione medio-collinare del bacino del Reno, del suo affluente Setta e del Samoggia, mentre nelle restanti stazioni pluviometriche e su Idice e Sillaro le cumulate risultano comunque molto prossime ai valori massimi (vedi Tabella 4).

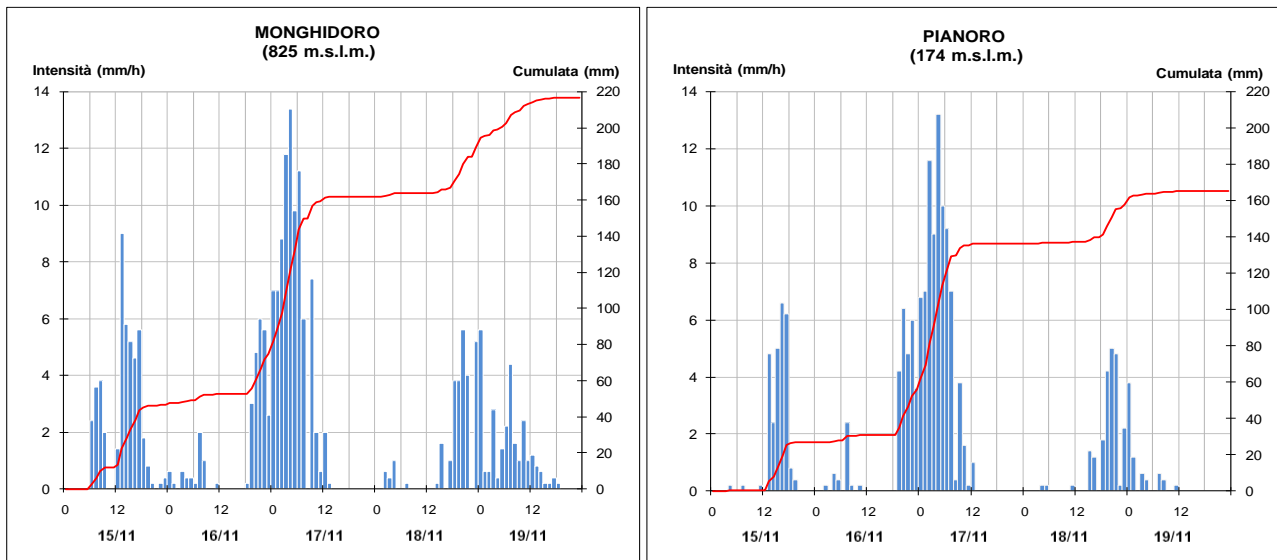


Figura 25: Andamento delle precipitazioni orarie e cumulate nelle stazioni più significative del bacino dell'Idice (dati validati).

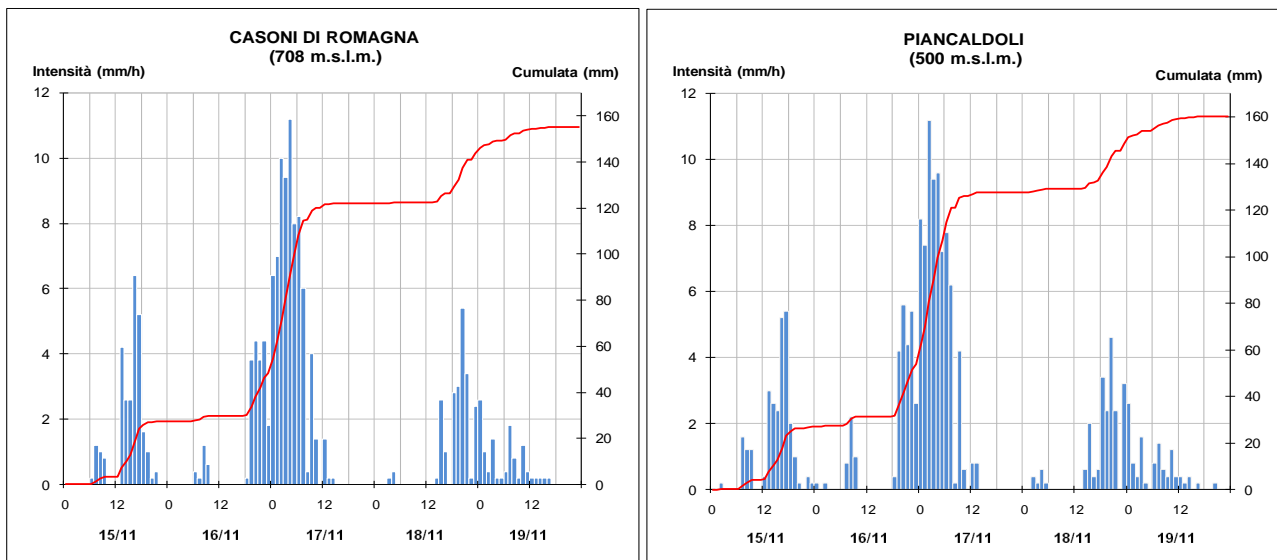


Figura 26: Andamento delle precipitazioni orarie e cumulate nelle stazioni più significative del bacino del Sillaro (dati validati).

4.2. La propagazione della piena sul fiume Reno e sui suoi affluenti Samoggia e Navile-Savona abbandonato

I primi innalzamenti dei livelli idrometrici nelle sezioni del bacino montano del Reno si sono registrati già nel pomeriggio del 15 novembre, con una piccola onda di piena inferiore alla soglia 2, esauritasi nella notte, anche a causa della trasformazione delle precipitazioni in neve fino a quote collinari. Il nuovo impulso di pioggia nella mattina del 16 novembre, insieme al progressivo aumento delle temperature, ha determinato lo scioglimento della neve al suolo e la saturazione dei terreni, rendendo subito efficace la precipitazione più intensa caduta nella notte tra il 16 ed il 17: nella mattina del 17 novembre, partendo da livelli idrometrici già sostenuti, un nuovo colmo di piena superiore alla soglia 2 si è rapidamente propagato verso valle.

L'ultimo impulso di precipitazione, nella notte tra il 18 ed il 19 novembre, sebbene mediamente inferiore in intensità, ha generato ulteriori colmi di piena nelle sezioni montane che, innestatisi

sull'esaurimento delle onde precedenti, hanno raggiunto colmi paragonabili a quelli del 17 novembre in molte sezioni (vedi Figura 27).

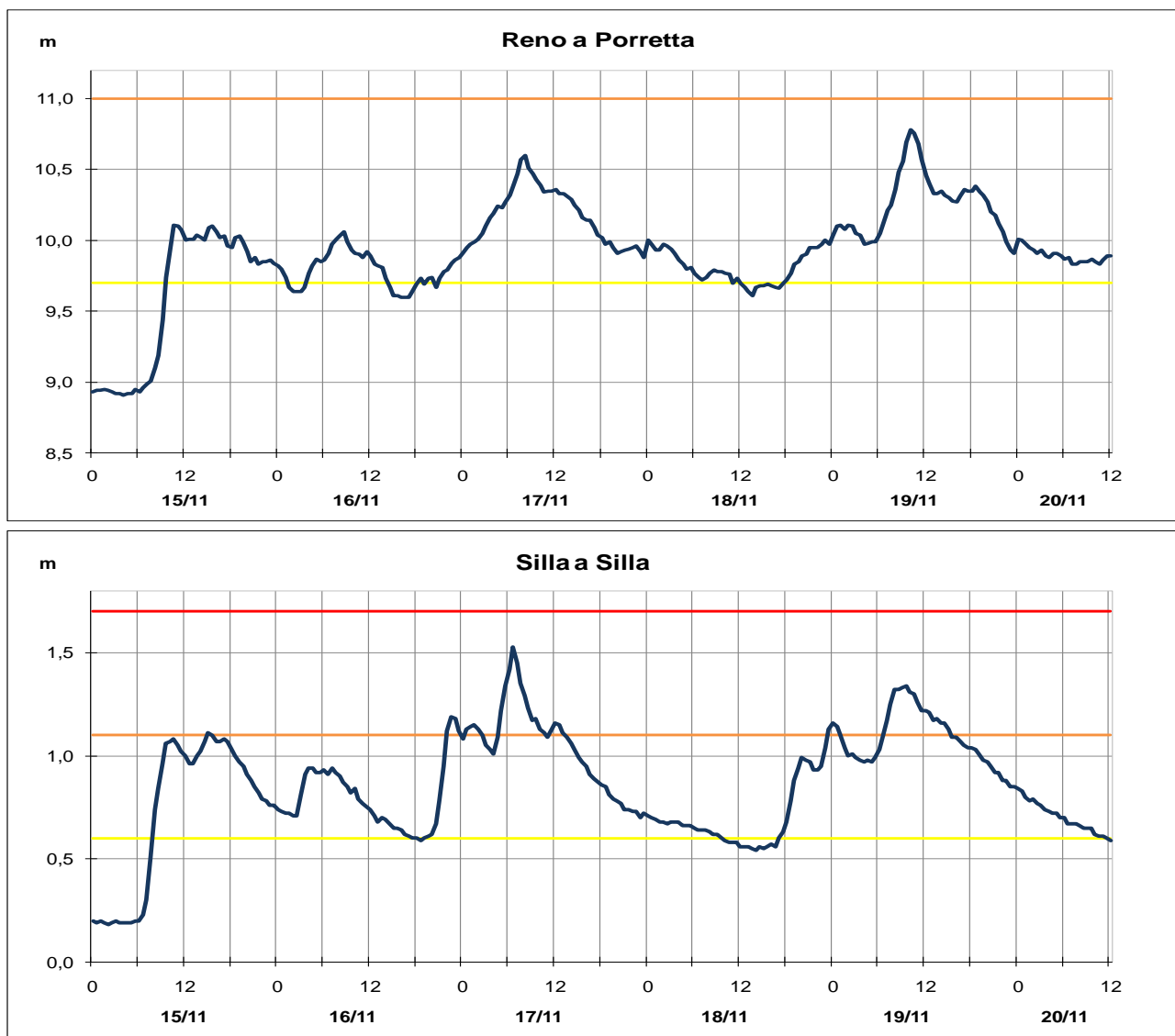


Figura 27: Idrogrammi di piena nelle sezioni montane del Reno e del suo affluente Silla (dati validati).

Durante l'evento l'invaso di Suviana sul Limentra di Treppio ha contribuito significativamente alla laminazione della piena. Come è possibile osservare nella Figura 28 infatti, prima dell'inizio della pioggia del 15 novembre, l'invaso è stato portato ad una quota di circa 463,70 m s.l.m., inferiore a quella normalmente consentita di 466,00 m s.l.m. nel periodo autunno-invernale, secondo il protocollo siglato tra Regione, Prefettura ed Enel per la laminazione delle piene.

Durante tutto il periodo dal 15 al 19 novembre è stato pertanto possibile laminare gran parte della piena del Limentra di Treppio, con il contenimento di un volume di circa 8.811.000 mc. All'approssimarsi della quota di max invasore di 470,00 m s.l.m., intorno alle ore 00:00 del 20 novembre, sono iniziate le operazioni di alleggerimento della diga con lo scarico in coda di piena. Va osservato che se non fosse stato possibile invasore tale volume, favorito anche dall'abbassamento preventivo della quota di invasore, anche il Limentra avrebbe contribuito con un'onda di piena contemporanea a quella di Reno, determinando a Vergato un colmo sicuramente superiore a quello effettivamente registrato.

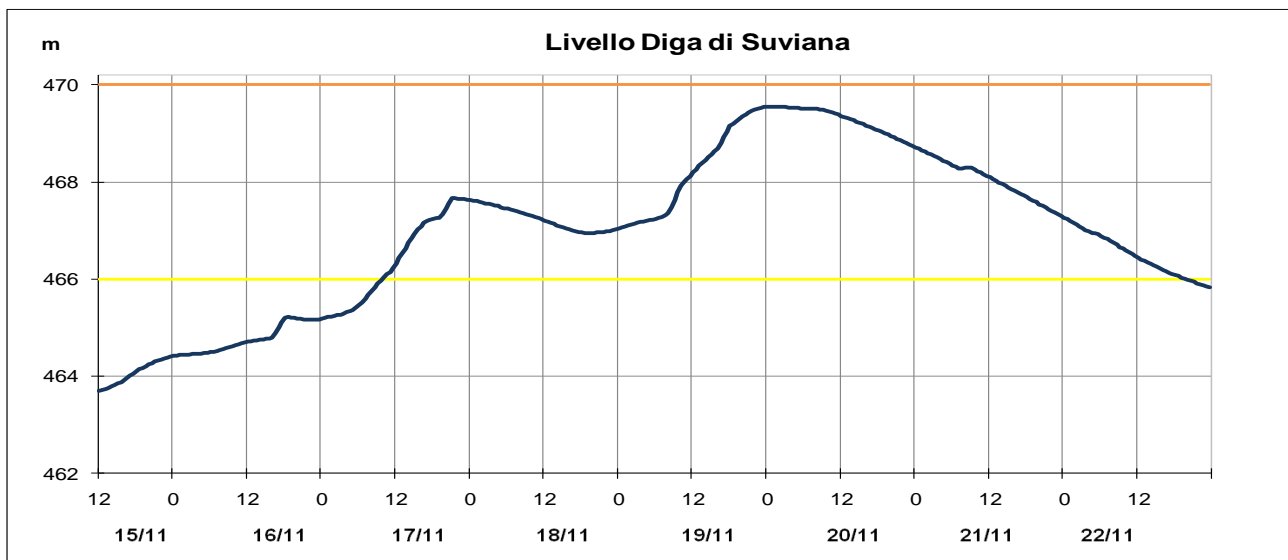


Figura 28: Andamento dei livello di invaso della diga Suviana (dati validati).

I colmi di piena più alti sono transitati nella sezione di Vergato alle ore 7:10 del 17 febbraio, con un livello di 3,78 m, e nella sezione di **Sasso Marconi sul Setta alle ore 8:20, con un livello al colmo di 2,70 m, massimo storico della serie in telemisura dal 1982**. I due colmi si sono sommati nella sezione di Casalecchio Chiusa, dove la piena ha raggiunto il livello massimo di 2,13 m alle ore 10:25 del 17 febbraio, che rappresenta l'8° caso storico della serie in telemisura dal 1982 (vedi Figura 29).

La portata al colmo stimata a Casalecchio Chiusa è risultata pari a 1100 m³/s, corrispondente ad un tempo medio di ritorno di poco inferiore ai 10 anni.

A valle di Casalecchio la piena si è propagata allagando le zone di espansione naturali prossime al corso d'acqua presenti nel territorio di Bologna, fino al tratto arginato a valle del ponte della ferrovia, dove ha completamente invaso le aree golenali, raggiungendo a Bonconvento un livello al colmo di 12,25 m alle ore 14:10, superiore alla soglia 3, che rappresenta il 2° caso storico dal 1995 (vedi Figura 30). I livelli idrometrici sensibilmente più alti registrati negli ultimi anni nella sezione di Bonconvento, a parità di livelli alla sezione di Casalecchio Chiusa sono determinati dal funzionamento del sistema di casse di espansione presenti in questo tratto (vedi *Rapporto dell'evento meteo-idrologico dal 30 gennaio al 3 febbraio 2019*) che, seppur in via di completamento, hanno comunque consentito la laminazione della piena attraverso lo sfioro nella cassa di espansione di Boschetto in sinistra, durato circa 10 ore, dalle ore 12:00 alle ore 22:00 circa del 17 novembre.

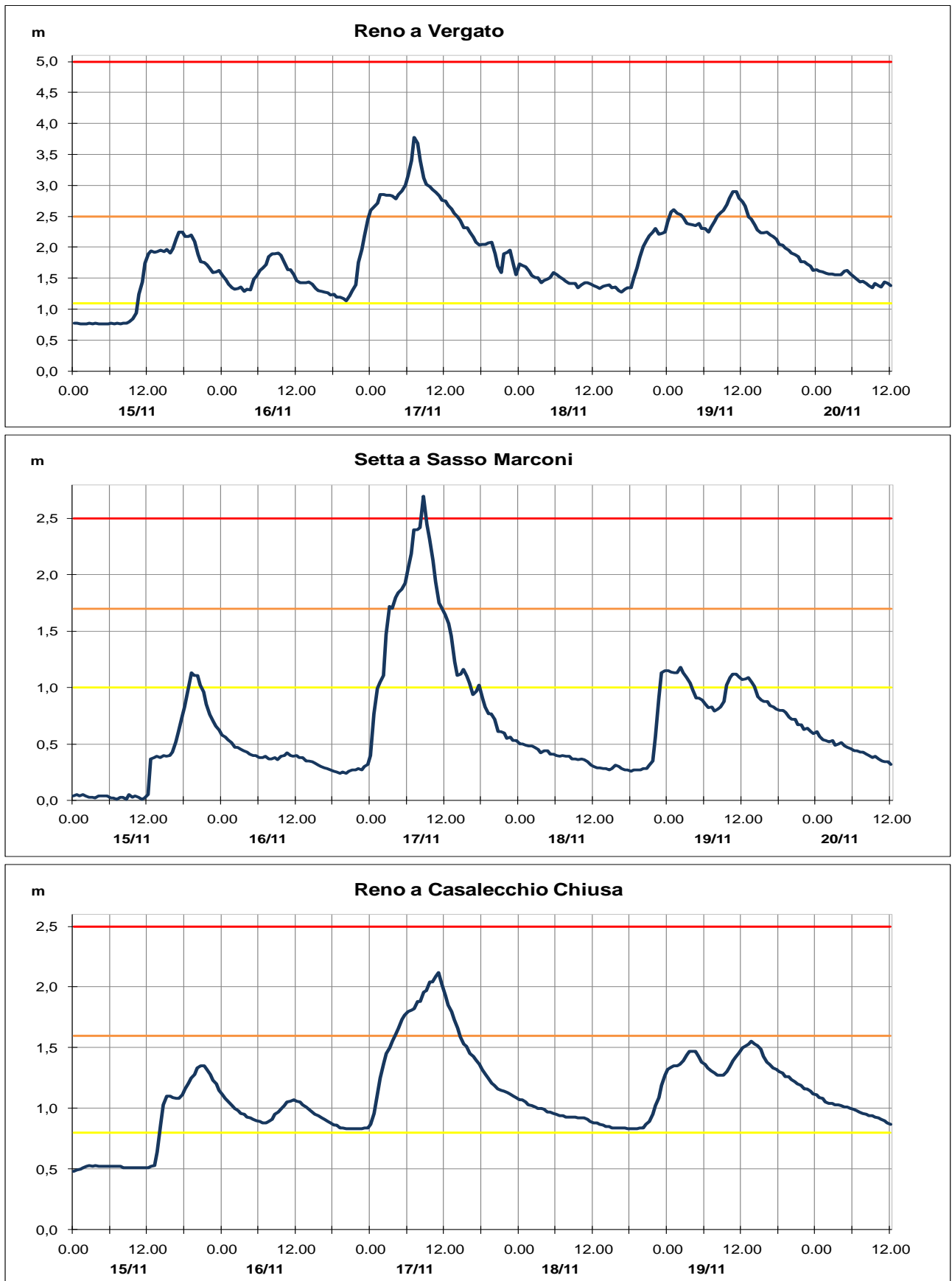


Figura 29: Idrogrammi di piena nelle sezioni più significative del bacino montano del Reno (dati validati).

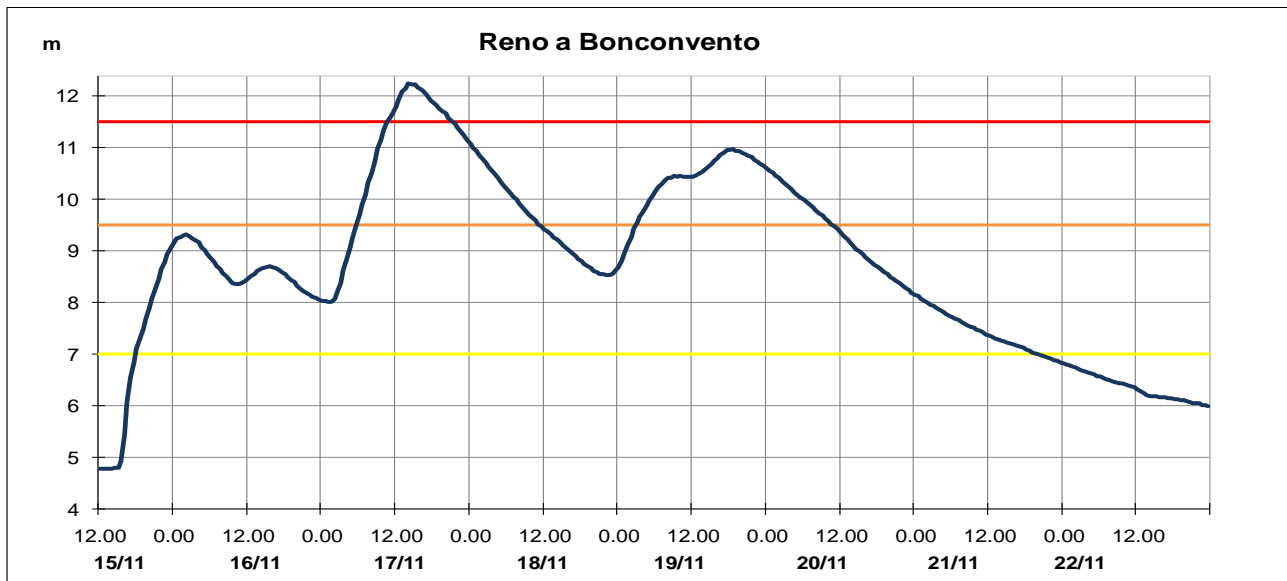


Figura 30: Idrogramma di piena nella sezione di Bonconvento sul Reno (dati validati).

Anche la piena sul torrente Samoggia ha fatto registrare il picco più elevato nella mattina 17 novembre (vedi Figura 31), a seguito del relativo picco di precipitazione della notte. Nella sezione di **Bazzano** il colmo di piena è transitato alle ore 8:15, con un livello di **1,89 m, massimo storico registrato dal 1986**, mentre sul suo affluente Lavino, nella sezione di Lavino di sopra, il colmo è transitato alle ore 7:10 con un livello massimo di 10,43 m, 3° caso storico registrato dal 1986.

La portata al colmo stimata nella sezione di Calcara con livello idrometrico raggiunto di 3,99 m è stata di circa 240 m³/s.

Nell'ultima sezione di Forcelli è transitato un colmo di piena di 12,89 m alle 10:40, poco inferiore alla soglia 3, grazie anche alla parziale laminazione del colmo del Samoggia esercitata dalla cassa di espansione delle Budrie, posta in sinistra a monte della confluenza con il Lavino, che ha invasato circa 1,5 milioni di metri cubi.

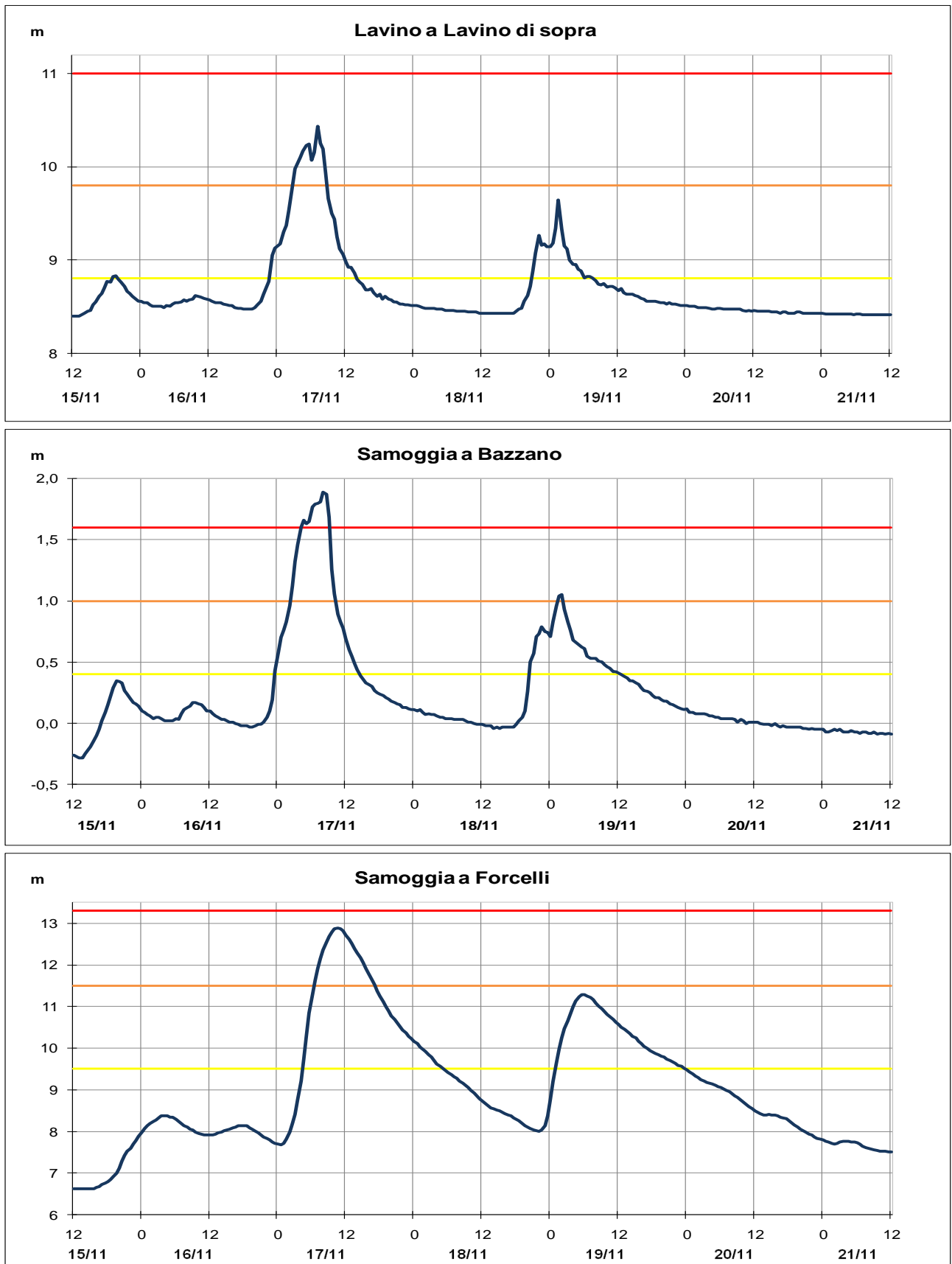


Figura 31: Idrogrammi di piena nelle sezioni più significative del torrente Samoggia e del suo affluente Lavino

A valle di Bonconvento la somma delle onde di piena di Reno e Samoggia ha fatto registrare un colmo a Cento di 8,76 m, alle ore 18:25 del 17 novembre, 5° caso storico dal 1982, poco superiore alla soglia 3 (vedi Figura 32), grazie alla laminazione esercitata a monte dalle casse sul Samoggia e soprattutto sul Reno, oltre che alla manovra di scolmo nel Cavo Napoleonico. Al fine di laminare il colmo di piena sia a monte che nel successivo tratto terminale di valle infatti, sono state eseguite le opportune manovre di scolmo alla sezione di Opera Reno, tenendo conto anche dei livelli del fiume Po in crescita, che ne limitavano la prospettiva di scarico. Nella Figura 32 è possibile osservare l'andamento delle manovre nell'idrogramma della prima sezione di Secondo Salto, sul Cavo Napoleonico.

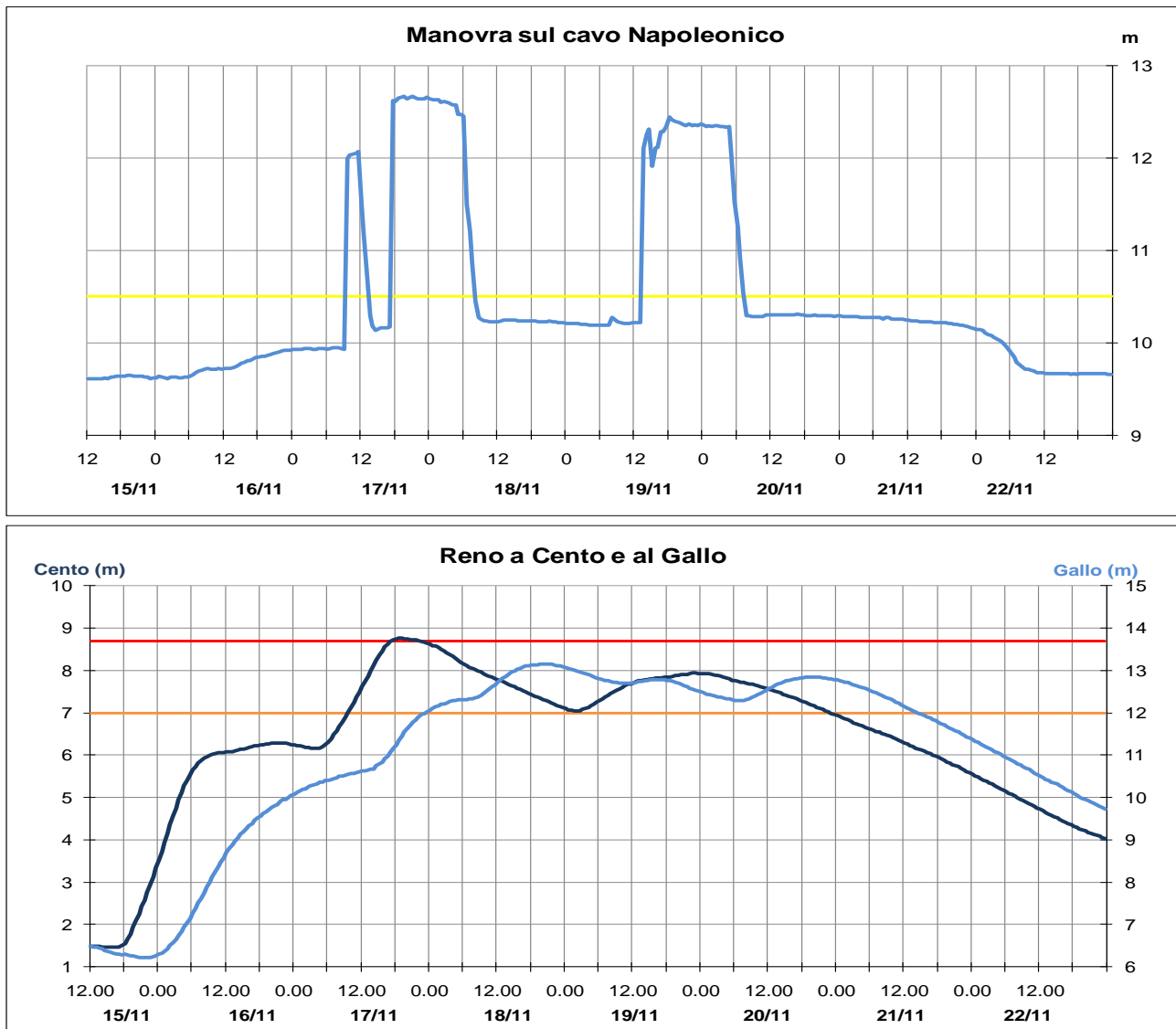


Figura 32: Effetto della manovra di scolmo, tramite confronto tra gli idrogrammi di piena di Cento e Gallo, rispettivamente a monte e a valle dello scolmatore di Reno (in basso), e l'idrogramma di Secondo Salto (in alto) sul Cavo Napoleonico (dati validati).

Dopo una prima manovra preparatoria, effettuata nella mattina del 17 novembre, alle ore 17:30 dello stesso giorno è iniziato il primo scolmo in Cavo, concluso alle ore 6:30 del 18 novembre, per una durata di 13 ore ed un volume scolmato di 14,7 milioni di mc, con una portata media di circa 300 m³/s, e massima di circa 350 m³/s. A partire dalle ore 13:30 del 19 fino alle ore 5:30 del 20 novembre, per una durata di 16 ore, è stata effettuata una seconda manovra di scolmo in Cavo Napoleonico, con invaso fino alla massima quota compatibile con l'attuale tenuta arginale. Nella

mattina del 22 novembre, stante l'impossibilità di scaricare nel Po, interessato da una contemporanea piena, è stata eseguita una manovra di alleggerimento del Cavo tramite scarico nel Canale della Burana.

L'effetto di laminazione dell'onda è ben visibile, dal confronto tra l'idrogramma di Cento e quello alla sezione del Gallo (Figura 32), rispettivamente a monte e a valle dello scolmatore di Reno. Si nota come, con l'effetto della prima manovra di scolmo, è stato possibile laminare il colmo di piena al Gallo che si è mantenuto ampiamente sotto la soglia 3, mentre meno efficace è stata la seconda manovra che non ha fatto registrare sostanziali differenze tra Cento e Gallo nella successiva onda. Sono state effettuate anche alcune misure di controllo della portata di piena nelle due sezioni, che hanno consentito di stimare una portata al colmo di $640 \text{ m}^3/\text{s}$ a Cento, con livello idrometrico di 8,72 m il giorno 17, ed una portata stimata di $250 \text{ m}^3/\text{s}$ al Gallo, con livello idrometrico raggiunto di 13,15 m il giorno 18, dopo la manovra di scolmo.

A valle dell'Opera Reno si è dunque propagata una lunga ondata di piena con livelli inferiori alla soglia 3, raggiungendo nella sezione del Gallo un livello di 13,15 m alle 19:50 del 18 novembre, inferiore di circa 0,55 m alla soglia laterale di sfioro in sinistra, seguita da due successivi colmi poco inferiori ai 13,00 m, il 19 ed il 20 novembre (vedi Figura 32).

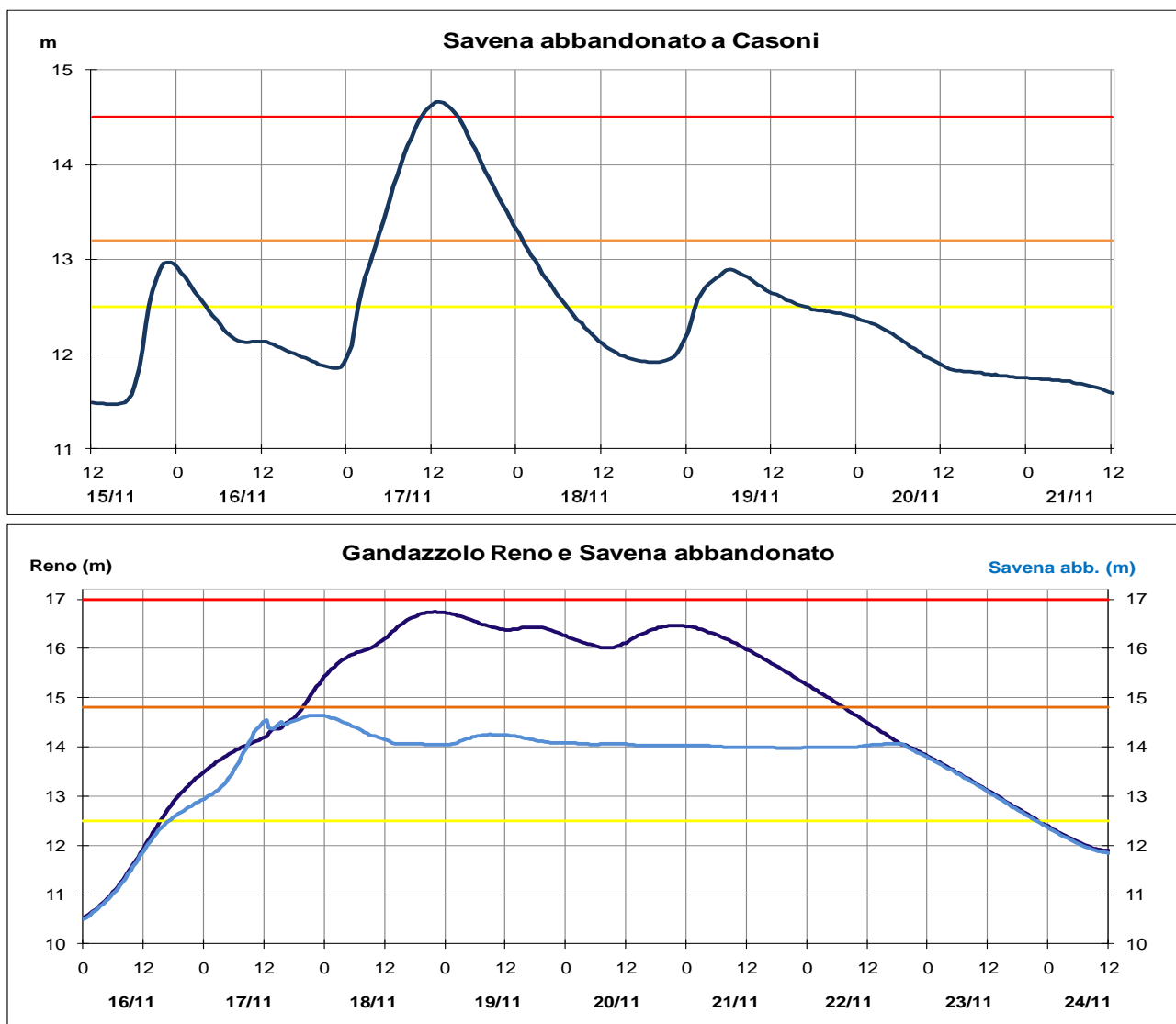


Figura 33: Idrogrammi di piena sul Savena abbandonato a Casoni, e a Gandazzolo a confronto sul Reno e sul Savena abbandonato (dati validati).

Nella sezione di Gandazzolo il colmo di piena è transitato alle 22:30 del 18 novembre, con un livello massimo di 16,75 m, seguito da due ulteriori colmi leggermente inferiori il 19 ed il 21 novembre, che hanno comportato la chiusura delle porte vinciane sul Savena abbandonato dalle ore 14:00 circa del 17 alle ore 20:00 circa del 22 novembre, per un totale di oltre 5 giorni.

In questo intervallo di tempo la pioggia sulla pianura ha continuato comunque ad alimentare la piena del Navile-Savena abbandonato, con un colmo di piena che ha raggiunto i massimi storici nella sezione di Casoni, che ha richiesto numerose manovre ad opera del Consorzio della Bonifica Renana per l'alleggerimento dei livelli idrometrici, ben visibili nell'idrogramma di piena nella sezione di Gandazzolo sul Savena abbandonato, a confronto con quello nella stessa sezione sul Reno, illustrato nella Figura 33.

Le acque del Navile sono state scaricate nell'Allacciante IV Circondario (affluente del Canale della Botte), e attraverso l'apertura della paratoia "Bentivoglio" nel tratto di Navile verso Malalbergo, storicamente non utilizzato a causa della fragilità delle sponde. Le acque del Savena abbandonato, nei pressi di Gandazzolo, sono state scaricate inizialmente nel Canale della Botte, a partire dalla mattina del 17 novembre, e successivamente a partire dal 19, nella cassa di espansione Gandazzolo Nuova. Quest'ultima operazione mai effettuata prima d'ora, non essendo la cassa ancora completa, ha comportato l'allagamento di alcuni terreni agricoli. Nonostante tali manovre, alle ore 12:00 del 17 novembre il Savena abbandonato ha tracimato in destra idraulica, ed ha contemporaneamente rotto l'argine in sinistra a Malalbergo (vedi § 4.5.).

Nel tratto terminale di Reno, nella sezione di Bastia, il primo colmo di piena è transitato alle ore 22:40 del 17 novembre, per effetto delle piene di Sillaro ed Idice, con un livello di 9,89 m, inferiore alla soglia 2 (vedi Figura 34). A partire dal 19 novembre i colmi di piena successivi, provenienti dall'asta principale di Reno, si sono innestati sull'esaurimento del colmo precedente, prolungando la fase di esaurimento della piena a tutta la giornata del 22 novembre, con livelli che hanno reso possibile lo scarico delle acque di bonifica in Reno, in corrispondenza dell'impianto di Beccara Nuova, solo nella giornata del 24 novembre.

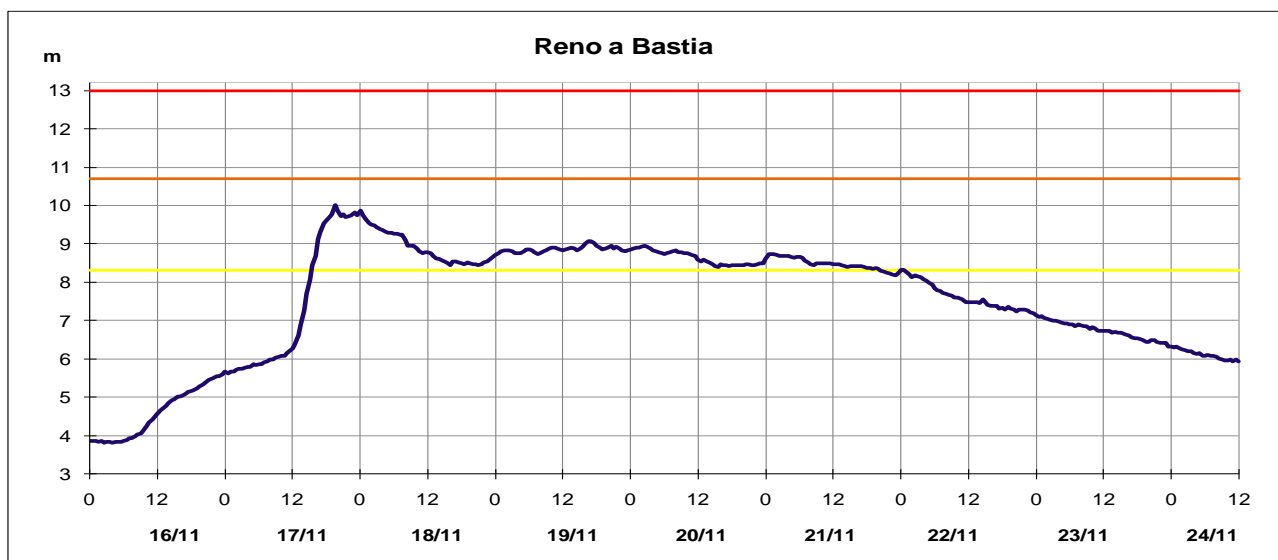



Figura 34: Idrogramma di piena sul Reno a Bastia (dati validati).

Nella Tabella 5 è riportata una sintesi della piena sul Reno e sul Samoggia, con l'indicazione delle punte massime nelle sezioni montane e vallive dell'asta principale, e la stima dei tempi di propagazione delle rispettive onde di piena.

Tabella 5: Sintesi dei colmi e dei tempi di propagazione della piena su Reno e Samoggia


 <div style="text-align: center;"> Struttura Idro-Meteo-Clima CENTRO FUNZIONALE BOLOGNA BACINO DEL RENO TABELLA delle PUNTE MASSIME </div> <div style="text-align: right; color: blue;">P05a19</div>									
PIENA dei gg. 17-20 novembre 2019									
Fiume RENO									
Denominazione del SENSORE	Distanze		Livelli rif. soglia 2	Punta max registrata			Tempi		Note
	parziali	progres.		H idr.ca	gior.	ora	parziali	progres.	
origine	0,0	0,0							
PRACCHIA	12,4	12,4	1,30	1,21	17	06:25	-	00:00	
PORRETTA	13,5	25,9	11,00	10,60	17	07:35	01:10	01:10	
confluenza Silla	3,0	28,9							
VERGATO	17,1	46,0	3,00	3,78	17	07:10	-	00:45	
PANICO 1 Reno	14,2	60,2	1,40	1,89	17	08:30	01:20	02:05	
PANICO 2 canale	0,0	60,2							
confluenza Setta	5,4	65,6							
CASALECCHIO CH.	11,8	77,4	1,60	2,13	17	10:25	01:55	04:00	
CASALECCHIO TV.	1,2	78,6	2,30	3,14	17	10:30	00:05	04:05	
BONCONVENTO	16,8	95,4	9,50	12,25	17	14:10	03:40	07:45	
SOSTEGNO	8,1	103,5	26,50	28,74	17	16:40	02:30	10:15	
BAGNETTO	2,4	105,9	25,50	27,40	17	17:00	00:20	10:35	
confluenza Samoggia	0,1	106,0							
CENTO	5,1	111,1	7,00	8,76	17	18:25	01:25	12:00	
DOSSO	6,5	117,6	10,80	10,99	17	17:10			
OPERA RENO	2,3	119,9	21,80	22,20	18	11:35		29:10	
GALLO	15,9	135,8	12,00	13,15	18	19:50	08:15	37:25	
confluenza Navile	4,0	139,8							
GANDAZZOLO	4,6	144,4	14,80	16,75	18	22:30	02:40	40:05	
BECCARA N.	21,3	165,7	11,00	9,88	17	21:40			max 1 punta da piena di Idice e Sillaro
confluenza Idice-Sillaro	2,8	168,5							
BASTIA	0,3	168,8	10,7	9,98	17	22:40			max 1 punta da piena di Idice e Sillaro
confluenza Santerno	6,9	175,7							
confluenza Senio	11,4	187,1							
VOLTA SCIROCCO monte	11,6	198,7		1,53	19	04:00		45:35	
VOLTA SCIROCCO valle	0,0	198,7		1,13	19	05:00	01:00	46:35	
sbocco in mare	6,3	205,0							
Torrente SILLA									
Denominazione del SENSORE	Distanze		Livelli rif. soglia 2	Punta max registrata			Tempi		Note
	parziali	progres.		H idr.ca	gior.	ora	parziali	progres.	
origine	0,0	0,0							
SILLA	17,0	17,0	1,40	1,53	17	06:35	01:00	00:10	tempi parziali rispetto a Porretta, progressivi rispetto a Pracchia
sbocco in Reno	0,9	17,9							
Torrente SETTA									
Denominazione del SENSORE	Distanze		Livelli rif. soglia 2	Punta max registrata			Tempi		Note
	parziali	progres.		H idr.ca	gior.	ora	parziali	progres.	
origine	0,0	0,0							
confluenza Sambro	26,5	26,5							tempi parziali rispetto a Porretta, progressivi rispetto a Pracchia
SASSO MARCONI	15,0	41,5	2,00	2,70	17	08:20	-00:10	01:55	max livello dal 1982
sbocco in Reno	0,5	42,0							
Torrente SAMOGGIA									
Denominazione del SENSORE	Distanze		Livelli rif. soglia 2	Punta max registrata			Tempi		Note
	parziali	progres.		H idr.ca	gior.	ora	parziali	progres.	
origine	0,0	0,0							
BAZZANO	26,8	26,8	1,00	1,89	17	08:15	-	00:00	max livello dal 1986
CALCARA	8,8	35,6	3,80	3,99	17	09:35	01:20	01:20	
PALTRONE	5,8	41,4	37,70	38,25	17	09:50	00:15	01:35	
confluenza Lavino	6,9	48,3							
FORCELLI	0,8	49,1	11,50	12,89	17	10:40	00:50	02:25	
sbocco in Reno	9,9	59,0							
Torrente GHIRONDA									
Denominazione del SENSORE	Distanze		Livelli rif. soglia 2	Punta max registrata			Tempi		Note
	parziali	progres.		H idr.ca	gior.	ora	parziali	progres.	
origine	0	0,0							
ANZOLA	7,5	7,5	38,00	38,57	17	07:00	00:10		tempi parziali rispetto a Lavino di Sopra
sbocco in Lavino	8,7	16,2							
Torrente LAVINO									
Denominazione del SENSORE	Distanze		Livelli rif. soglia 2	Punta max registrata			Tempi		Note
	parziali	progres.		H idr.ca	gior.	ora	parziali	progres.	
origine	0,0	0,0							
LAVINO di SOPRA	21,5	21,5	9,80	10,43	17	07:10	-	00:00	
LAVINO di SOTTO	11,5	33,0	11,40	11,57	17	09:00	01:50	01:50	
Impianto FORCELLI Lavino	3,3	36,3	32,00	32,75	17	10:00	01:00	02:50	
sbocco in Samoggia	0,2	36,5							

4.3. La propagazione della piena del fiume Idice e del suo affluente Quaderna

Sull'Idice, e soprattutto sul suo affluente Savena, i primi innalzamenti dei livelli idrometrici si sono registrati nelle sezioni più a monte già nella notte tra il 16 ed il 17 novembre, con livelli al colmo ovunque superiori alla soglia 2. In particolare nella sezione di **S. Ruffillo la piena è transitata alle ore 8:10 del 17 novembre, con un livello massimo di 1,88 m, superiore alla soglia 3 ed ai massimi storici registrati dal 2002**. A valle di S. Ruffillo la piena di Savena si è sommata a quella di Idice, facendo registrare nella sezione di Castenaso un colmo di 11,59 m alle ore 11:15 del 17 novembre, superiore alla soglia 3 (vedi Figura 35), con una portata stimata di circa 280 m³/s.

Nella Tabella 6 è riportata la sintesi della piena sull'Idice e sui suoi affluenti Savena vivo e Quaderna, con l'indicazione delle punte massime raggiunte e la stima dei tempi di propagazione delle onde.

Tabella 6: Sintesi dei colmi e dei tempi di propagazione della piena su Idice, Savena vivo e Quaderna.

 <div style="text-align: right;">P05a19</div>									
Struttura Idro-Meteo-Clima CENTRO FUNZIONALE BOLOGNA									
BACINO DEL RENO TABELLA delle PUNTE MASSIME									
PIENA dei gg. 17-20 novembre 2019									
Torrente SAVENA vivo									
Denominazione del SENSORE	Distanze		Livelli rif. soglia 2	Punta max registrata			Tempi		Note
	parziali	progres		H idr.ca	gior.	ora	parziali	progres	
origine	0,0	0,0							
LOIANO - Ponte Savena 2	15,0	15,0	1,50	1,96	17	07:05	-	00:00	
PIANORO	15,0	30,0	1,00	1,41	17	08:10	01:05	01:05	
S. RUFFILLO	9,9	39,9	1,20	1,88	17	08:10	-	-	max livello dal 2002
S. RUFFILLO Idro Canale	0,0	39,9							
sbocco in Idice	7,8	47,7							
Torrente QUADERNA									
Denominazione del SENSORE	Distanze		Livelli rif. soglia 2	Punta max registrata			Tempi		Note
	parziali	progres		H idr.ca	gior.	ora	parziali	progres	
origine	0,0	0,0							
PALESIO			1,10	1,44	17	07:40	-	00:00	
confluenza Fossatone	24,0	24,0							
confluenza Gaiana	3,2	27,2							
sbocco in Idice	8,2	35,4							
Torrente GAIANA									
Denominazione del SENSORE	Distanze		Livelli rif. soglia 2	Punta max registrata			Tempi		Note
	parziali	progres		H idr.ca	gior.	ora	parziali	progres	
origine	0,0	0,0							
MASSAROLO	20,9	20,9	19,00	19,48	17	13:10	-	00:00	
sbocco in Quaderna	0,1	21,0							
Torrente IDICE									
Denominazione del SENSORE	Distanze		Livelli rif. soglia 2	Punta max registrata			Tempi		Note
	parziali	progres		H idr.ca	gior.	ora	parziali	progres	
origine	0,0	0,0							
PIZZOCALVO	34,0	34,0	0,70	0,90	17	09:40	-	00:00	
confluenza Savena	4,6	38,6							
CASTENASO	3,6	42,2	9,80	11,59	17	11:15	-	-	
S. MARTINO	14,5	56,7	11,00	13,19	17	12:05	-	-	
confluenza Quaderna	8,3	65,0							
S. ANTONIO	0,6	65,6	11,70	13,85	17	13:35	-	-	
Chiavica ACCURSI	0,5	66,1	13,20	15,40	17	13:40	-	-	
Chiavica ACCURSI in c.c.	0,0	66,1							
Chiavica BROCCHETTI	5,5	71,6	11,70	7,44			-	-	livello medio
Chiavica BROCCHETTI in c.c.	0,0	71,6							
Chiavica CARDINALA	1,7	73,3	10,00	5,20			-	-	livello medio
Chiavica CARDINALA in c.c.	0,0	73,3							
CHIAVICONE monte	4,8	78,1	10,50	9,08	17	19:05	-	-	
CHIAVICONE valle	0,0	78,1	10,00	9,01	19	19:10	-	-	
sbocco in Reno	0,8	78,9							

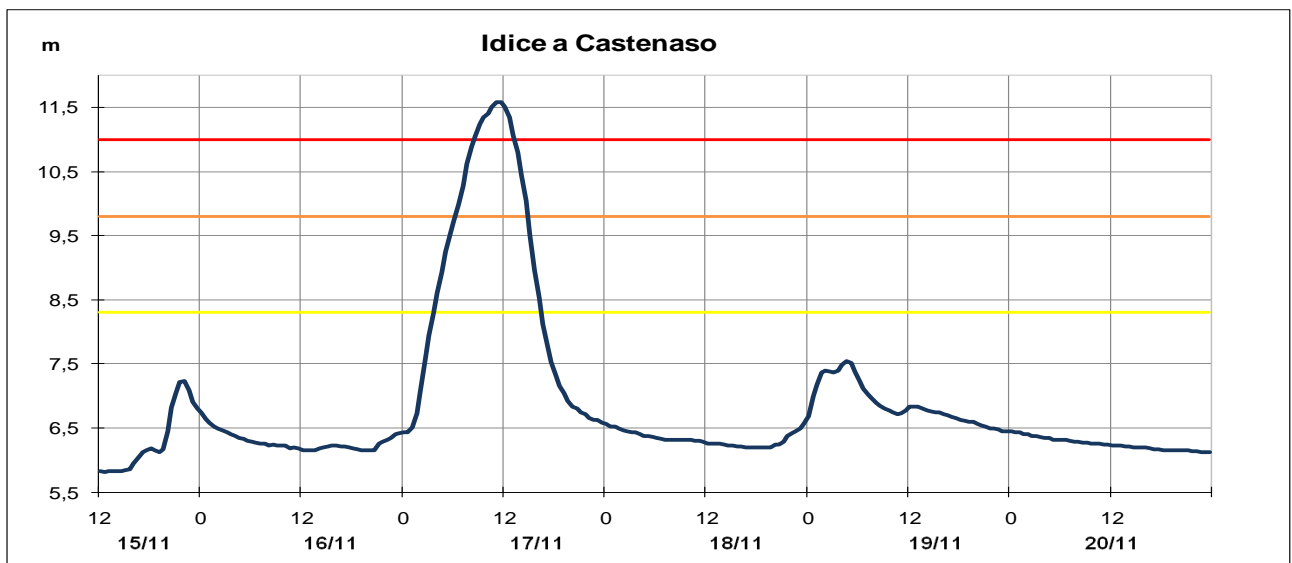
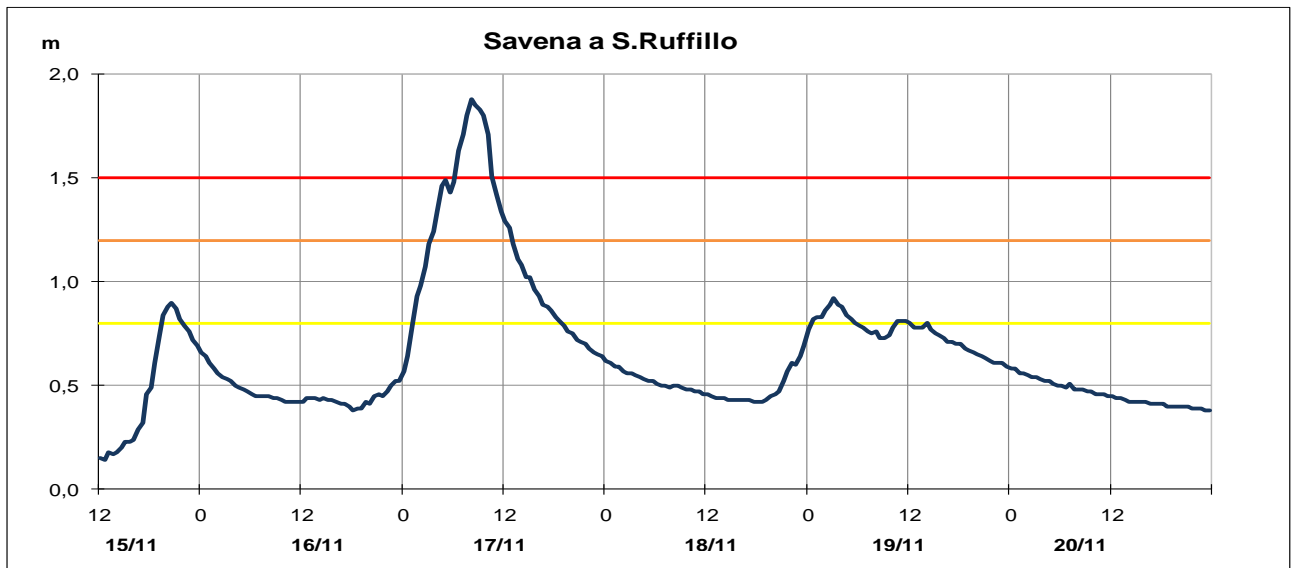


Figura 35: Idrogrammi di piena alla chiusura dei bacini montani di Savena vivo e Idice (dati validati).

A valle della sezione di Castenaso, in località Vedrana di Budrio, il 17 novembre alle ore 12 si è verificata una rottura arginale in destra, che è rimasta aperta fino alla prima mattina del 20 novembre, sversando nella pianura circostante un volume d'acqua stimato intorno ai 4 milioni di mc, successivamente convogliati verso i canali consortili del Sesto Alto e del Sesto Basso e le casse di espansione di Vallesanta e Punta Signana. Per alleggerire il canale Sesto Alto è stata inoltre condotta un'operazione di "allagamento controllato" nella valle denominata "La Boscosa", nel comune di Molinella: i danni causati a terreni, magazzini agricoli e alla viabilità sono descritti nel dettaglio nel § 4.5..

L'effetto della perdita di volume dalla rotta arginale è ben visibile nell'idrogramma di piena di S. Martino, il cui colmo è transitato alle ore 12:05 del 17 novembre, con un livello di 13,19 m, di poco inferiore alla soglia 3, e nell'idrogramma di S. Antonio, dove la somma del contributo del Quaderna ha reso più lento l'esaurimento della piena, con livelli che si sono mantenuti al di sopra della soglia 1 per oltre 4 giorni (vedi Figura 36).

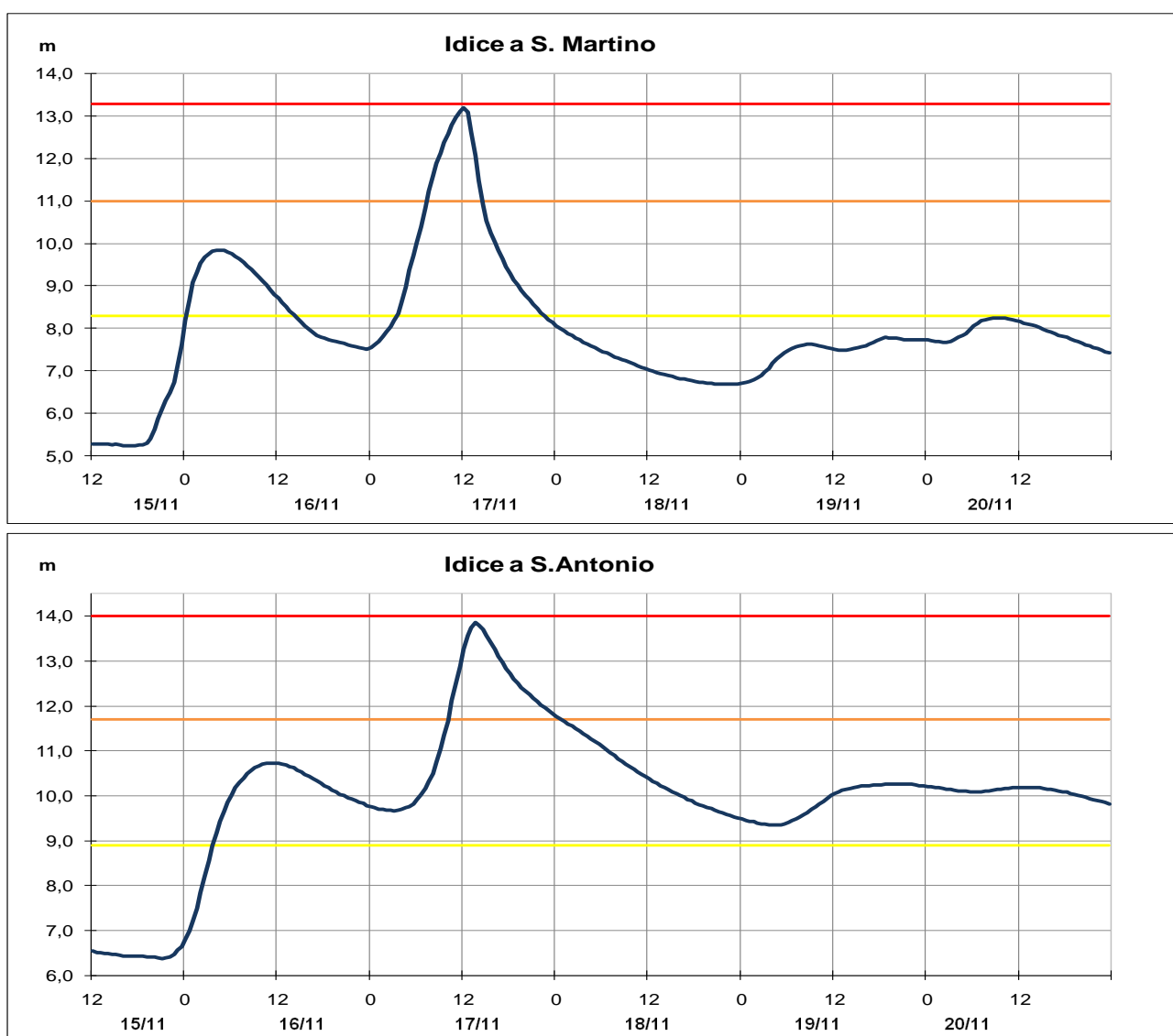


Figura 36: idrogrammi di piena nelle sezioni vallive del fiume Idice (dati validati).

La piena del torrente Quaderna, ha fatto registrare un colmo a Palesio di 1,44 m alle ore 7:40 del 17 novembre, 3° caso storico della serie dal 2008, uguale al massimo registrato durante la precedente piena di maggio 2019. A valle di Palesio, prima della confluenza del Gaiana, la mattina

del 17 novembre si sono verificate due rotte arginali in sinistra idraulica, nei comuni di Budrio e Medicina, con inondazione di alcuni territori agricoli; le acque fuoriuscite dalla rotta sono state successivamente convogliate nei canali di bonifica. Nell'idrogramma di piena nella sezione di Massarolo (vedi Figura 37) è ben visibile la perdita di volume dovuta alla rotta, con un colmo di piena inferiore alla soglia 2.

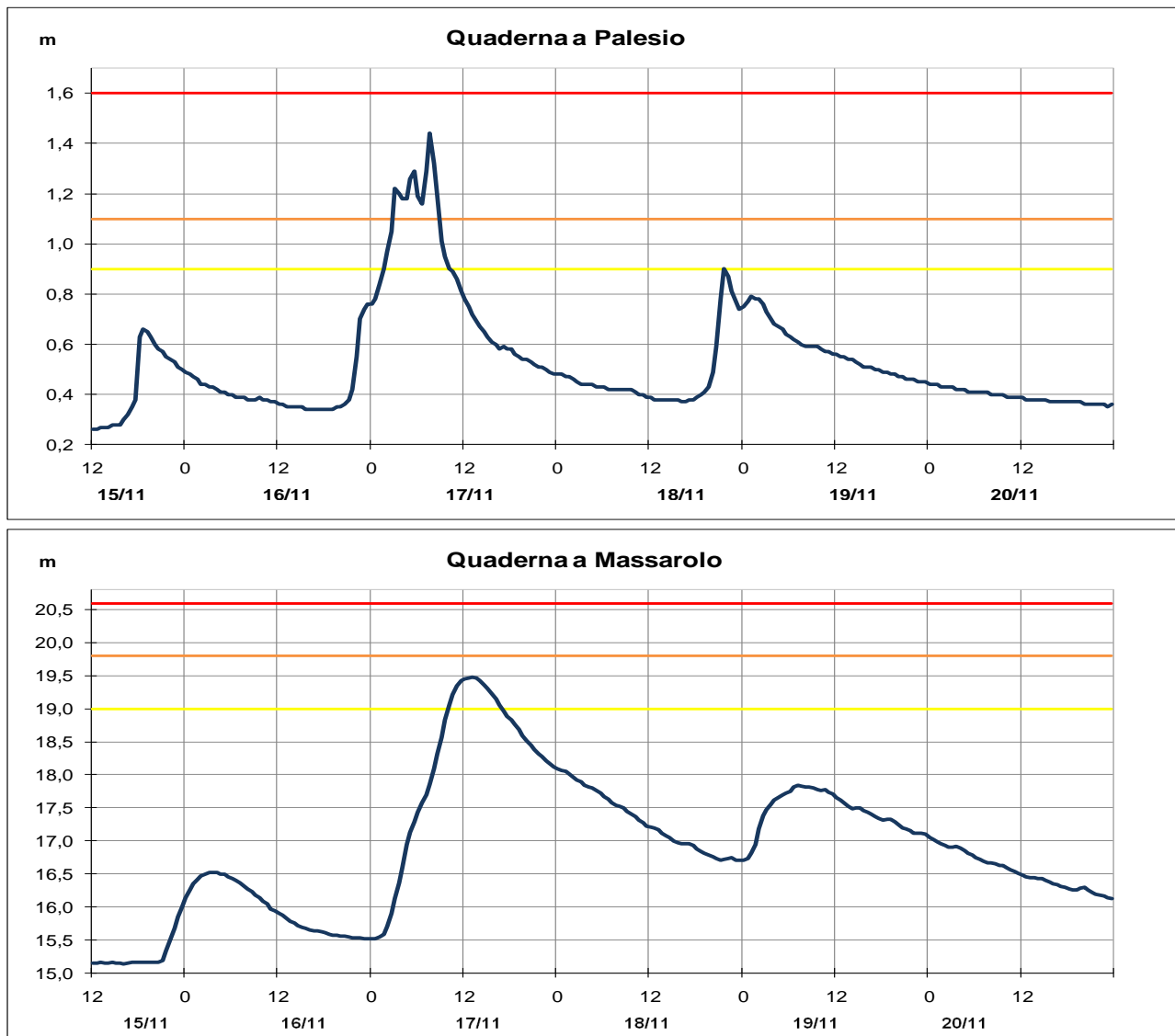



Figura 37: Idrogrammi di piena nelle sezioni più significative del torrente Quaderna (dati validati).

4.4. La propagazione della piena del torrente Sillaro

La piena del torrente Sillaro è transitata nella sezione di Castel S. Pietro con due colmi successivi, inferiori alla soglia 2, che si sono sommati tra di loro ed alle onde di piena del torrente Sellustra e del canale Correcchio, facendo raggiungere a Sesto Imolese un colmo di 13,5 m alle ore 11:30, superiore alla soglia 3, e di **13,61 m a Portonovo, alle ore 13:00 del 17 novembre, massimo storico registrato dal 1982** (vedi Figura 38).

Nella Tabella 7 è riportata la sintesi della piena sul Sillaro, con l'indicazione delle punte massime raggiunte e la stima dei tempi di propagazione dell'onda.

Tabella 7: Sintesi dei colmi e dei tempi di propagazione della piena sul torrente Sillaro

		Struttura Idro-Meteo-Clima CENTRO FUNZIONALE BOLOGNA			BACINO DEL SILLARO TABELLA delle PUNTE MASSIME			Piena dei gg. 17-20 novembre 2019		P05a19	
Torrente SILLARO											
Denominazione del SENSORE	Distanze		Livelli rif. soglia 2	Punta max registrata			Tempi		Note		
	parziali	progres.		H idr.ca	gior.	ora	parziali	progres.			
origine	0,0	0,0									
CASTEL S. PIETRO	31,7	31,7	1,3	1,34	17	05:45	-	00:00			
CORRECCHIO	15,7	47,4	21,0	22,26	17	11:20	05:35	05:35			
CORRECCHIO canale	0,0	47,4		21,02	17	08:30					
SESTO IMOLESE	1,1	48,5	12,2	15,02	17	11:30	00:10	05:45	valore ricostruito per errore strumentale nel range: 13,40-15,00		
PORTONOVO	9,2	57,7	12,0	13,61	17	13:00	01:30	07:15	max livello dal 1982		
CHIAVICA BASTIA	10,8	68,5	11,0	10,01	17	17:30	04:30	11:45			
sbocco in Reno	0,8	69,3									

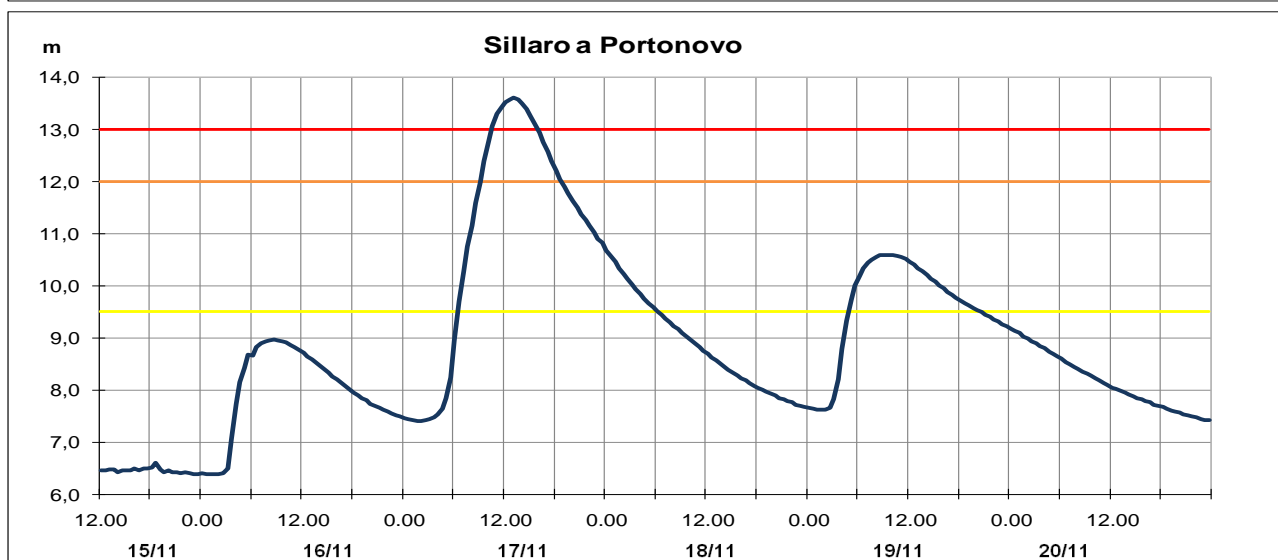
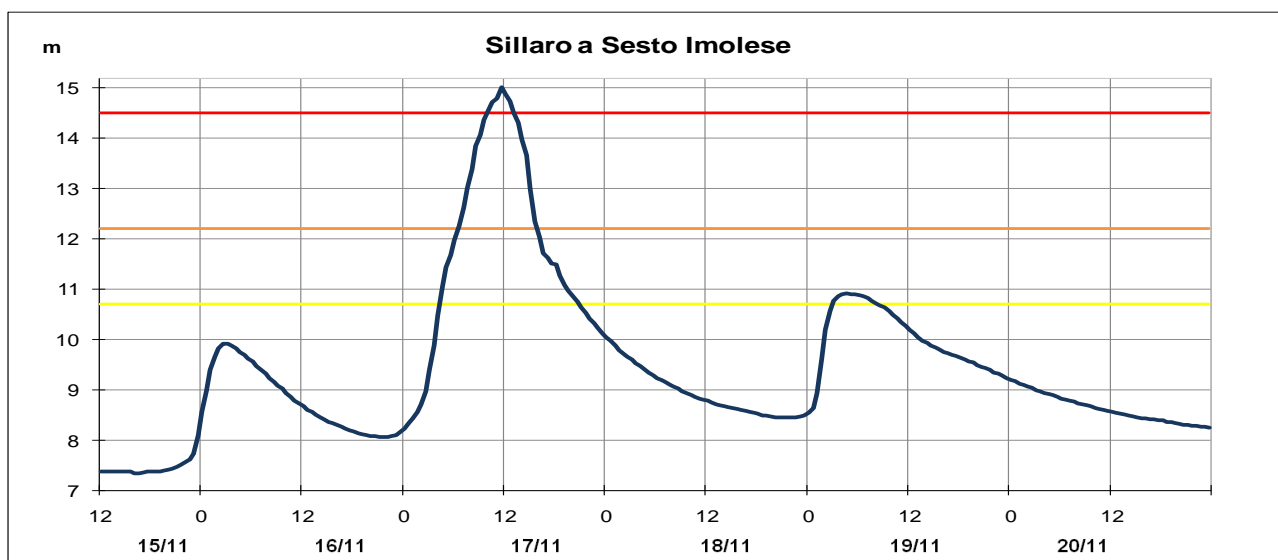


Figura 38: Idrogrammi di piena nelle sezioni vallive del torrente Sillaro (dati validati).

4.5. Misure di portata effettuate durante la piena

Durante l'evento di piena nei giorni 17, 19 e 21 novembre, sono state eseguite alcune misure di portata sia nel tratto di monte che in quello di valle dell'asta principale di Reno, nelle sezioni di Pracchia, Porretta, Cento e Gallo. Le misure sono state sempre eseguite in fase discendente del colmo di piena utilizzando strumentazione acustica (ADCP) da ponte, tranne nel caso della sezione di Cento dove è stato adottato il metodo correntometrico. Si evidenziano in particolare i risultati delle misure a Cento con livello idrometrico medio di 7,62 m e portata misurata di 496 mc/s e la misura alla sezione del Gallo dove con livello idrometrico medio di 11,96 m si sono misurati 196 mc/s. Le stesse misure, rapportate con ulteriori rilievi e misure precedenti nelle stesse sezioni, hanno consentito di stimare anche le portate al colmo transitate in queste sezioni rispettivamente a monte e a valle dello scolmatore di Reno, riportate nel § 4.2. a pag.37. Si riportano nelle figure seguenti le risultanze delle misure effettuate con metodologia ADCP:

RENO A PRACCHIA

19/11/2019 ore 9:40 – 9:50 h = 1,06 m portata misurata = 47,7 m³/s

Transect	Start Bank	# Ens.	Start Time	Total Q	Delta Q	Top Q	Meas. Q	Bottom Q
				m ³ /s	%	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s
Pracchia108000	Left	122	09:39:51	48,784	2,29	7,202	32,448	6,811
Pracchia108002	Left	79	09:42:31	47,265	-0,89	6,791	32,021	6,331
Pracchia108006	Left	74	09:50:24	46,806	-1,85	6,722	31,855	5,646
Pracchia108007	Right	86	09:51:20	47,906	0,45	6,530	31,261	6,544
Average		90		47,690	0,00	6,811	31,896	6,333
Std Dev.		22		0,857	1,80	0,283	0,491	0,498
Std./ Avg. (%)		24,44		1,800	0,00	4,150	1,540	7,870

Transect	Left Q	Left Dist.	Right Q	Right Dist.	Width	Total Area	Q/Area	Boat Speed
	m ³ /s	m	m ³ /s	m	m	m ²	m/s	m/s
Pracchia108000	0,713	1,50	1,610	1,00	25,03	33,58	1,453	0,430
Pracchia108002	0,458	1,50	1,665	1,00	21	27,66	1,709	0,532
Pracchia108006	0,676	1,50	1,907	1,00	22,14	29,07	1,610	0,563
Pracchia108007	1,943	1,50	1,628	1,00	25,51	36,17	1,325	0,539
Average	0,947	1,50	1,702	1,00	23,42	31,62	1,524	0,516
Std Dev.	0,673	0,00	0,139	0,00	2,19	3,95	0,170	0,059
Std./ Avg.	71,020	0,00	8,140	0,00	9,37	12,48	11,140	11,370

Transect	Flow Speed	Flow Dir.	End Time	Duration	Start Ens.	End Ens.	Velocity Ref.	Depth Ref.
	m/s	°		s				
Pracchia108000	1,595	26,05	09:41:16	85,09	258	379,00	Ref: BT	Composite (BT)
Pracchia108002	1,506	25,26	09:43:24	53,53	488	566,00	Ref: BT	Composite (BT)
Pracchia108006	1,590	24,24	09:51:15	50,91	1231	1304,00	Ref: BT	Composite (BT)
Pracchia108007	1,826	27,62	09:52:19	59,42	1312	1397,00	Ref: BT	Composite (BT)
Average	1,629							
Std Dev.	0,137							
Std./ Avg.	8,430							

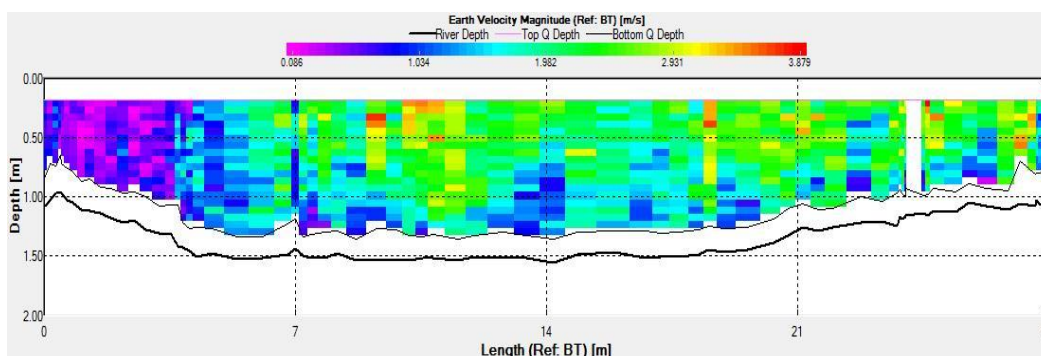


Figura 39: 19/11/19 Reno a Pracchia esempio di sezione di misura con profilo di velocità della corrente.

RENO A PORRETTA

19/11/2019 ore 10:45 – 10:50 h = 10,62 m portata misurata = 124 m³/s

Transect	Start Bank	# Ens.	Start Time	Total Q	Delta Q	Top Q	Meas. Q	Bottom Q
				m ³ /s	%	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s
Porretta134001	Right	65	10:43:44	123,647	-0,35	11,816	81,236	16,061
Porretta134004	Left	69	10:46:39	124,655	0,46	12,383	80,906	16,873
Porretta134006	Left	81	10:48:33	127,345	2,63	12,699	82,933	17,332
Porretta134007	Right	72	10:49:42	120,682	-2,74	12,266	77,014	15,345
Average		71		124,082	0,00	12,291	80,522	16,403
Std Dev.		7		2,752	2,22	0,366	2,502	0,879
Std./ Avg. (%)		9,86		2,220	0,00	2,980	3,110	5,360

Transect	Left Q	Left Dist.	Right Q	Right Dist.	Width	Total Area	Q/Area	Boat Speed
	m ³ /s	m	m ³ /s	m	m	m ²	m/s	m/s
Porretta134001	7,455	2,00	7,079	4,00	40,12	67,71	1,826	0,893
Porretta134004	5,828	2,00	8,666	4,00	39,07	69,92	1,783	0,867
Porretta134006	5,186	2,00	9,195	4,00	39,33	71,11	1,791	0,784
Porretta134007	5,785	2,00	10,273	4,00	38,52	64,98	1,857	0,734
Average	6,063	2,00	8,803	4,00	39,26	68,43	1,814	0,819
Std Dev.	0,973	0,00	1,330	0,00	0,67	2,70	0,034	0,073
Std./ Avg.	16,050	0,00	15,100	0,00	1,7	3,94	1,890	8,970

Transect	Flow Speed	Flow Dir.	End Time	Duration	Start Ens.	End Ens.	Velocity	Depth
	m/s	°		s			Ref.	Ref.
Porretta134001	2,091	13,57	10:44:29	45,44	244	308,00	Ref: BT	Composite (BT)
Porretta134004	2,334	359,53	10:47:26	47,65	492	560,00	Ref: BT	Composite (BT)
Porretta134006	2,329	2,01	10:49:28	54,89	655	735,00	Ref: BT	Composite (BT)
Porretta134007	2,184	10,81	10:50:33	50,36	754	825,00	Ref: BT	Composite (BT)
Average	2,234							
Std Dev.	0,118							
Std./ Avg.	5,290							

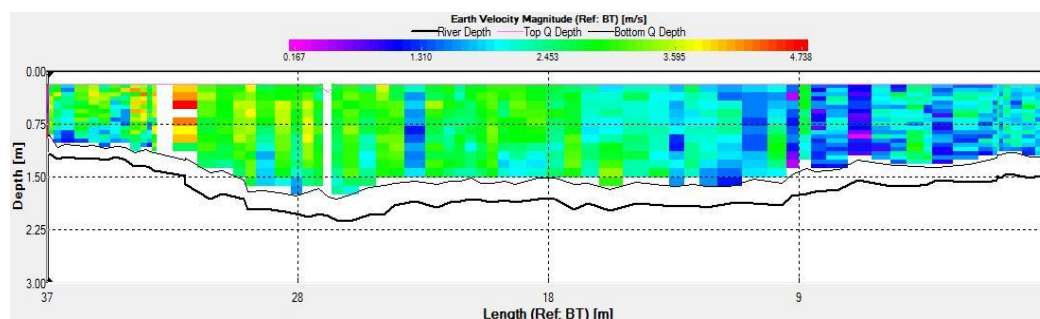


Figura 40: 19/11/19 Reno a Porretta: esempio di sezione di misura con profilo di velocità della corrente.

RENO A GALLO

21/11/2019 ore 16:30 – 16:40 h = 11,96 m portata misurata = 195,7 m³/s

Transect	Start Bank	# Ens.	Start Time	Total Q	Delta Q	Top Q	Meas. Q	Bottom Q
				m ³ /s	%	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s
Gallo1196003	Right	303	16:30:09	204,307	4,38	10,596	165,021	28,011
Gallo1196004	Left	353	16:33:34	187,054	-4,44	10,026	150,801	25,659
Gallo1196005	Right	324	16:37:28	194,894	-0,43	10,129	157,895	26,394
Gallo1196006	Left	316	16:40:59	196,710	0,49	10,163	158,393	27,538
Average		324		195,741	0,00	10,229	158,028	26,900
Std Dev.		21		7,083	3,62	0,252	5,810	1,070
Std./ Avg. (%)		6,48		3,620	0,00	2,460	3,680	3,980

Transect	Left Q	Left Dist.	Right Q	Right Dist.	Width	Total Area	Q/Area	Boat Speed
	m ³ /s	m	m ³ /s	m	m	m ²	m/s	m/s
Gallo1196003	0,568	5,00	0,110	5,00	108,42	396,18	0,516	0,524
Gallo1196004	0,391	5,00	0,177	5,00	107,72	392,43	0,477	0,456
Gallo1196005	0,387	5,00	0,090	5,00	109,95	401,31	0,486	0,522
Gallo1196006	0,405	5,00	0,211	5,00	107,5	392,92	0,501	0,503
Average	0,438	5,00	0,147	5,00	108,4	395,71	0,495	0,501
Std Dev.	0,087	0,00	0,057	0,00	1,11	4,09	0,017	0,032
Std./ Avg.	19,910	0,00	38,510	0,00	1,02	1,03	3,460	6,310

Transect	Flow Speed	Flow Dir.	End Time	Duration	Start Ens.	End Ens.	Velocity Ref.	Depth Ref.
	m/s	°		s				
Gallo1196003	0,521	117,69	16:33:26	196,50	886	1188,00	Ref: BT	Composite (BT)
Gallo1196004	0,461	119,11	16:37:22	227,84	1204	1556,00	Ref: BT	Composite (BT)
Gallo1196005	0,493	114,51	16:40:53	204,26	1569	1892,00	Ref: BT	Composite (BT)
Gallo1196006	0,477	117,46	16:44:22	202,97	1904	2219,00	Ref: BT	Composite (BT)
Average	0,488							
Std Dev.	0,026							
Std./ Avg.	5,240							

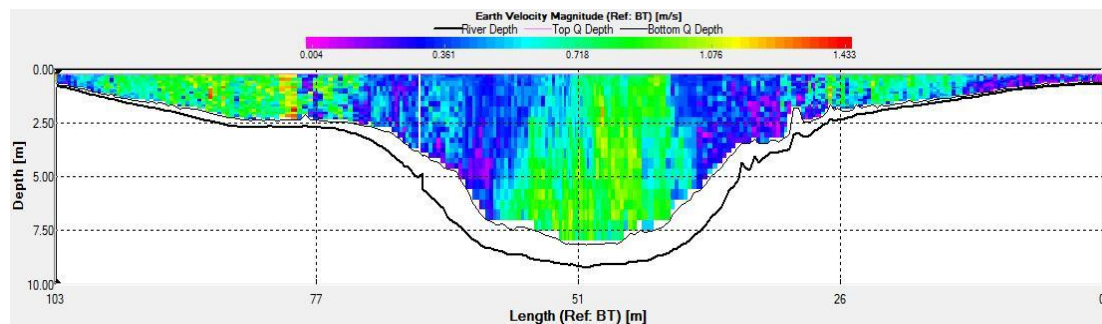


Figura 41: 21/11/19 Reno a Gallo: esempio di sezione di misura con profilo di velocità della corrente.

4.6. Effetti sul territorio dovuti al passaggio della piena di Reno e dei suoi affluenti

Durante l'intero mese di novembre 2019 lungo il fiume Reno e sui suoi affluenti si sono verificati numerosi dissesti sul territorio dovuti al passaggio delle piene, la cui frequenza ravvicinata ha spesso aggravato situazioni particolarmente fragili.

In particolare, per quanto riguarda la rete viaria nei tratti montani e pedecollinari, si sono verificati: il crollo di un tratto di 50 metri sulla SP 27 Fondo valle Samoggia, nel comune di Valsamoggia, numerose erosioni spondali sulla SP 85 Fondo valle Savena, con cedimento della scarpata e di parte della carreggiata nei comuni di Loiano e Pianoro, ed esondazione del torrente Zena sulla SP 36 Val di Zena con accumulo di detriti, sempre nel comune di Pianoro.

Il 17 novembre si sono verificate 4 rotture arginali sui torrenti Idice, Quaderna e Savena abbandonato, descritte nei precedenti paragrafi. Nella mappa illustrata in Figura 42, elaborata dal Consorzio della Bonifica Renana attraverso voli con droni, sono illustrati i punti di rottura arginale con l'indicazione delle superfici allagate nei diversi giorni dell'evento, e degli impianti idrovori attivati per l'allontanamento delle acque.

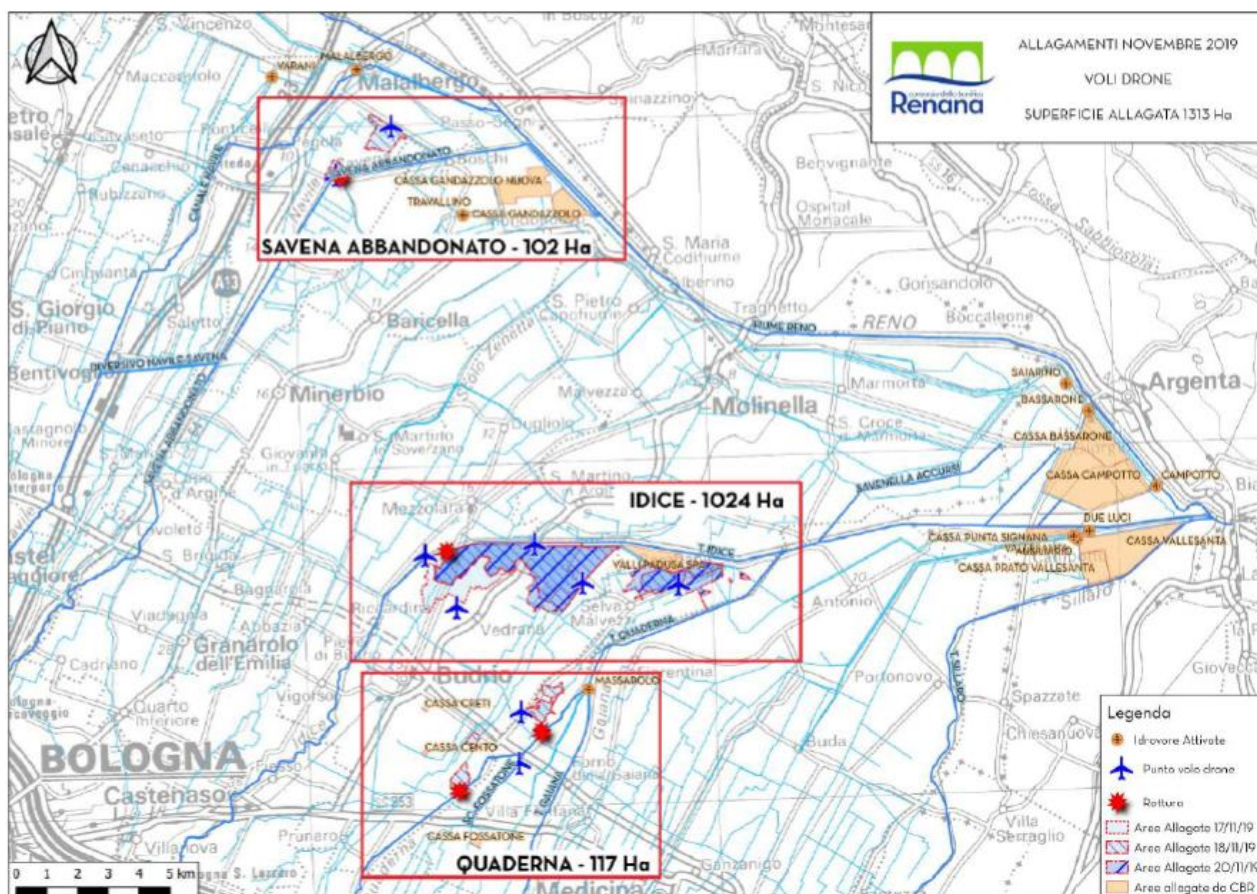


Figura 42: Rotte arginali su Savena abbandonato, Idice e Quaderna e conseguenti aree allagate dal 17 al 20 novembre, mappate dal Consorzio della Bonifica Renana

Sul Savena abbandonato il 17 novembre si è verificata **una tracimazione in destra idraulica**, nel tratto fiancheggiante la via Boschi nel comune di Malalbergo (vedi Figura 43), ed una contemporanea **rotta arginale in sinistra**, con riversamento delle acque nelle campagne sottostanti fino alla via Scalone che hanno danneggiato magazzini agricoli. Le acque dell'allagamento sono state successivamente smaltite attraverso il reticolo basso di bonifica, verso l'impianto di Saiarino. Sempre sul Savena abbandonato, nel comune di Granarolo, è stato rilevato un fontanazzo, contenuto con coronelle.



Figura 43: Rotta arginale in destra Savena abbandonato a Malalbergo (foto del 18 novembre)

Sul torrente Idice si è verificata una rotta in argine destro, per circa 40 metri, in località Vedrana nel comune di Budrio, l'acqua ha invaso l'intera campagna circostante, per complessivi 1.024 ettari, causando anche il cedimento del rilevato arginale della ferrovia Bologna-Portomaggiore (vedi Figura 44), e l'allagamento di numerose strade, inclusa la provinciale SP6 in località La Motta, tutte chiuse al traffico. Complessivamente l'allagamento ha interessato per l'84% terreni agricoli, per il 3% aree residenziali e per l'1% insediamenti produttivi, oltre 2 km di linea ferroviaria, 18 km di strade pubbliche e 32 km di canali consortili.



Figura 44: Rotta arginale in destra Idice e conseguente danneggiamento della ferrovia Bologna-Portomaggiore.

Sul torrente Quaderna si sono verificate due rotte arginali in sinistra idraulica, quella più a monte in località Fossatone nel comune di Budrio, e quella più a valle in località San Salvatore nel comune di Medicina (vedi Figura 45).



Figura 45: Aree allagate dalla rotta del torrente Quaderna a Medicina

5. Le piene dei fiumi Romagnoli del 15-17 novembre

I fiumi Romagnoli sono stati interessati principalmente dall'evento del 15-19 novembre, caratterizzato da piogge intense e persistenti sul crinale appenninico (vedi Figura 5), in condizioni di suolo saturo per le piogge dei giorni precedenti. Piene significative sono state registrate sul Lamone, Montone e Ronco, con livelli al colmo prossimi alla soglia 2, che in alcuni punti critici superiori hanno superato la soglia 3, ma senza particolari effetti sul territorio.

Nella Figura 46 sono illustrati i bacini Romagnoli con l'ubicazione delle stazioni di misura idrometriche e pluviometriche, i cui dati sono stati presi in esame nel presente rapporto.

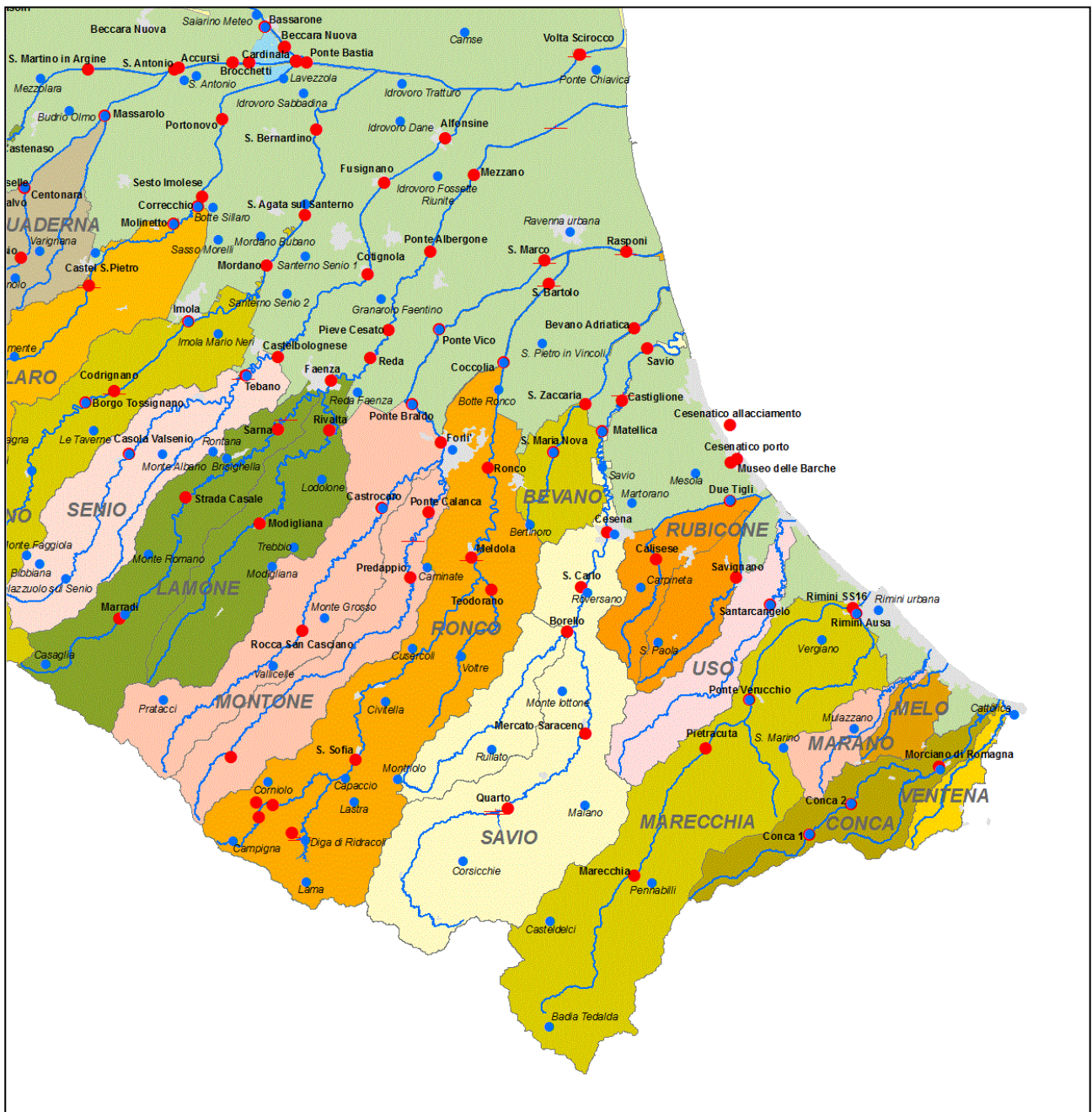


Figura 46: Bacini Romagnoli, con ubicazione delle stazioni idrometriche (in rosso) e pluviometriche (in blu) di misura.

5.1. La piena del fiume Lamone

Il bacino del fiume Lamone e del suo affluente Marzeno sono stati interessati dai tre impulsi principali di precipitazione: il primo tra il 15 ed il 16 novembre, il secondo tra il 16 ed il 17, l'ultimo il 18 novembre. Come è possibile osservare nella Figura 47, che riporta l'andamento delle piogge orarie e cumulate sul bacino montano di Lamone e Marzeno, il primo impulso, meno intenso, ha generato la saturazione iniziale dei suoli e deflussi di morbida nei corsi d'acqua, sui quali tra il 16 ed il 17 novembre l'impulso più significativo in termini di intensità e cumulata, soprattutto sul crinale, ha generato i colmi di piena più elevati. L'ultimo impulso, il 18 novembre, di entità minore rispetto ai precedenti, ha rallentato la fase di esaurimento, soprattutto nel tratto vallivo del corso d'acqua.

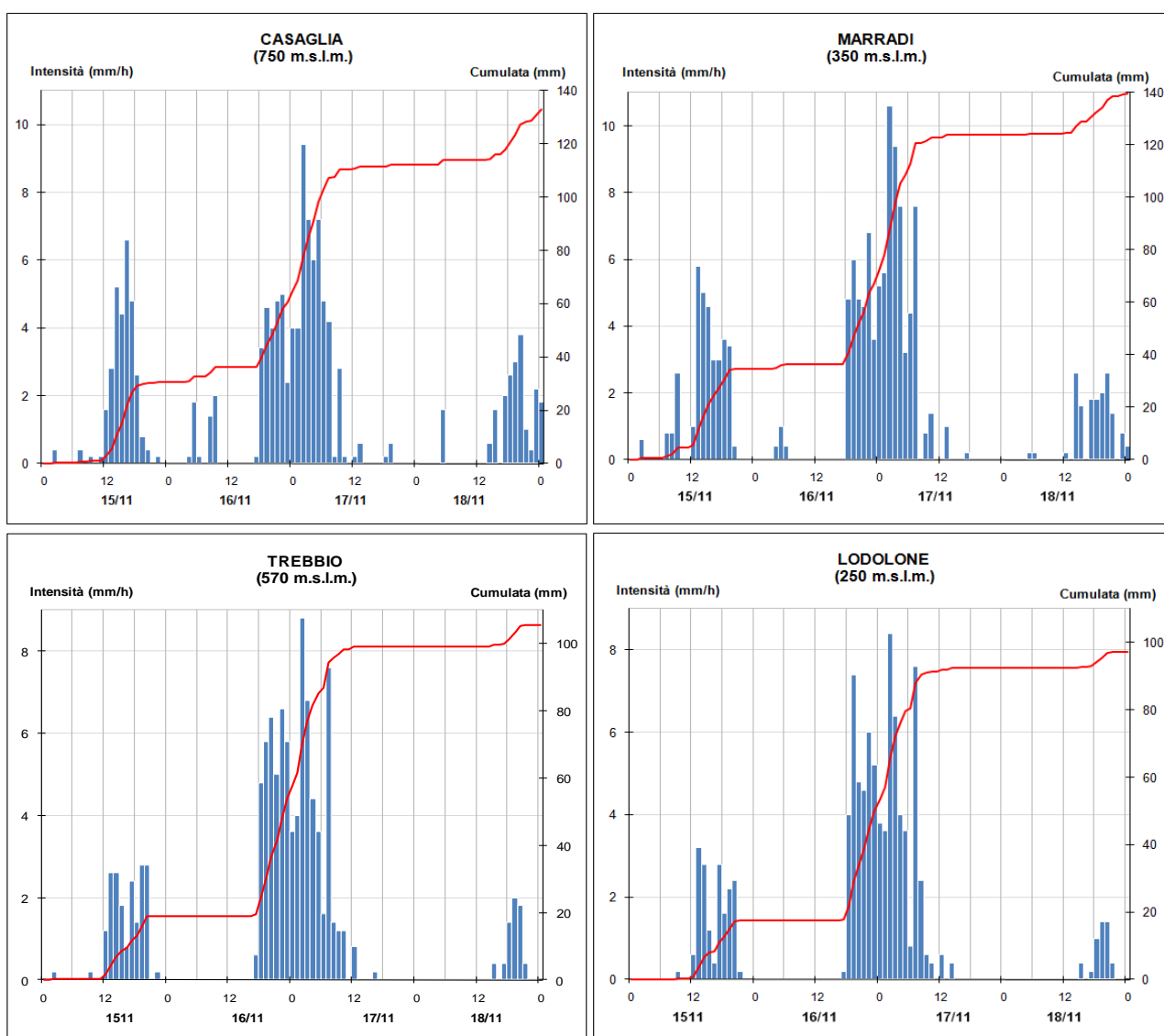


Figura 47: Andamento delle precipitazioni orarie e cumulate nelle stazioni più significative del bacino montano del Lamone (in alto) e del suo affluente Marzeno (in basso) (dati validati).

Nella Tabella 8 si riportano, per tutte le stazioni pluviometriche del Lamone e del suo affluente Marzeno, i valori massimi di pioggia intensa registrata durante l'evento dal 15 al 19 novembre, per le durate da 1 a 24 ore, i valori di precipitazione giornaliera 0-24 e la cumulata totale dell'evento.

L'analisi statistica delle piogge intense, condotta con il modello probabilistico GEV per le durate da 1 a 24 ore, riportate nella Tabella 8, ha messo in evidenza tempi di ritorno (T_r) intorno ai 5 anni per


le durate 12 e 24 ore, e inferiori ai 2 anni per le durate inferiori, per tutte le stazioni pluviometriche sia di crinale che di media collina.

Tabella 8: Precipitazioni intense di breve durata e cumulate nelle stazioni pluviometriche del Lamone e del suo affluente Marzeno, (dati validati).

STAZIONE	QUOTA	PIOGGE INTENSE					Prec. giornaliera 0 - 24					Cum totale
		1h	3h	6h	12h	24h	15/11	16/11	17/11	18/11	19/11	
Lamone	m.s.l.m.											
Casaglia	750	9,4	23	40,6	64,4	75	30,6	34,0	47,6	20,0	6,4	138,6
Monte Romano	705	12	27	42,2	69,2	83	22,0	33,6	52,4	14,6	2,6	125,2
Marradi	350	11	28	43,8	73,4	87	34,6	37,6	51,8	15,4	4,8	144,2
S. Cassiano	226	11,0	25,2	39,0	67,8	79,0	17,2	32,6	46,6	11,0	2,4	109,8
Brisighella	185	10	22	35,2	60,2	72	15,8	28,8	43,4	9,8	2,4	100,2
Marzeno	m.s.l.m.											
Trebbio	570	9,6	20	35,6	65,6	80	19	38,6	41,6	6,4	1	106,6
Lodolone	250	9,6	19	33,4	61,8	75	17,6	36	38,8	4,8	0,2	97,4

Gli innalzamenti dei livelli idrometrici nelle sezioni del bacino montano di Lamone e Marzeno si sono registrati nelle prime ore del 17 novembre, su livelli di morbida nei corsi d'acqua dovuti alle piogge dei giorni precedenti. I livelli al colmo di piena sono stati inferiori alla soglia 2 sul Marzeno a Rivalta, superiori alla soglia 3 sul Lamone a Sarna (vedi Figura 48). La somma dei due contributi ha generato un'unica onda di piena nella sezione di Faenza, con un livello al colmo prossimo alla soglia 2, che si è successivamente laminato propagandosi nel tratto vallivo (vedi Figura 49), senza generare particolari danni sui territori attraversati. Nella Tabella 9 è riportata la sintesi delle punte massime raggiunte su Lamone e Marzeno durante la piena in esame, con la stima dei tempi di propagazione delle onde.

Tabella 9: Sintesi dei colmi e dei tempi di propagazione della piena su Lamone e Marzeno

 Struttura Idro-Meteo-Clima CENTRO FUNZIONALE EMILIA-ROMAGNA BACINI ROMAGNOLI TABELLA delle PUNTE MASSIME PIENA dei gg. 16-19 novembre 2019									
Fiume LAMONE									
Denominazione del SENSORE	Distanze		Livelli rif. soglia 2	Punta max registrata			Tempi		Note
	parziali	progres.		H	idr.ca	gior.	ora	parziali	
origine	0,0	0,0							
MARRADI	15,1	15,1	1,40	1,51	17	4:05	-	0:00	
STRADA CASALE	18,8	33,8	1,40	1,38	17	6:00	1:55	1:55	
SARNA	20,1	54,5	3,00	4,20	17	10:00	4:00	5:55	(valore stimato)
confluenza Marzeno	12,7	67,2							
FAENZA	1,6	68,8	4,50	4,55	17	13:30	3:30	9:25	
REDA	7,7	76,5	7,00	6,62	17	15:45	2:15	11:40	
PIEVE CESATO	4,2	80,7	6,00	6,71	17	18:10	2:25	14:05	
MEZZANO	20,6	101,5	6,00	5,70	18	1:00	6:50	20:55	
sbocco in mare	18,7	120,2							
Torrente MARZENO									
Denominazione del SENSORE	Distanze		Livelli rif. soglia 2	Punta max registrata			Tempi		Note
	parziali	progres.		H	idr.ca	gior.	ora	parziali	
origine	0,0	0,0							
MODIGLIANA	21,1	21,1	1,00	0,84	17	5:15	-	0:00	
RIVALTA	24,9	46,0	4,00	3,43	17	8:45	3:30	3:30	
sbocco in Lamone	7,6	53,5							

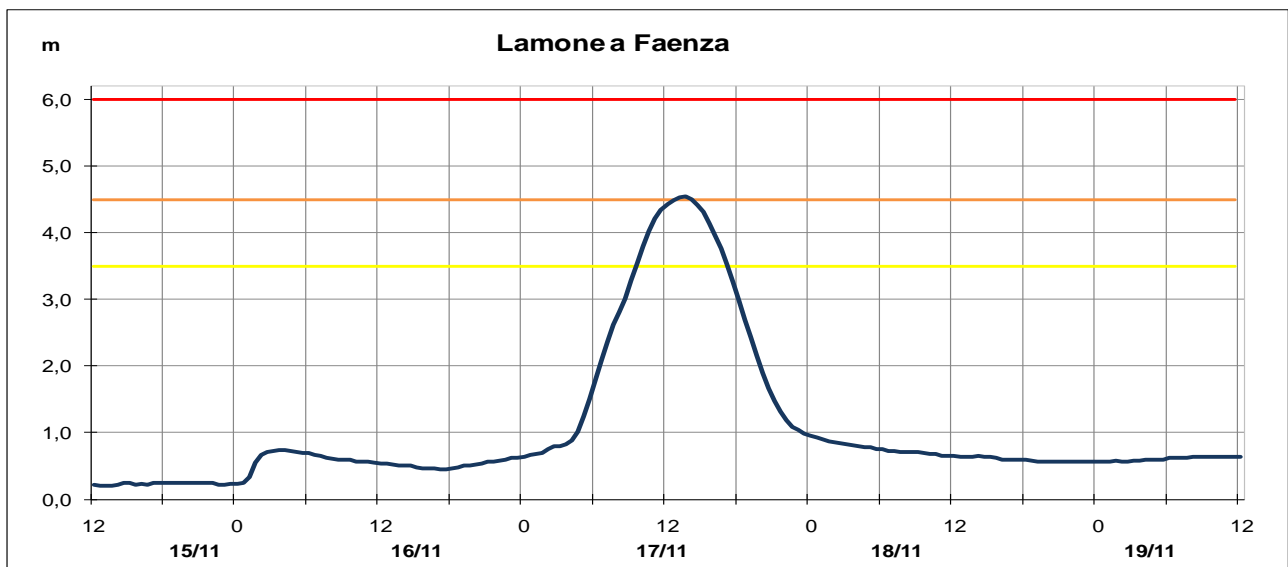
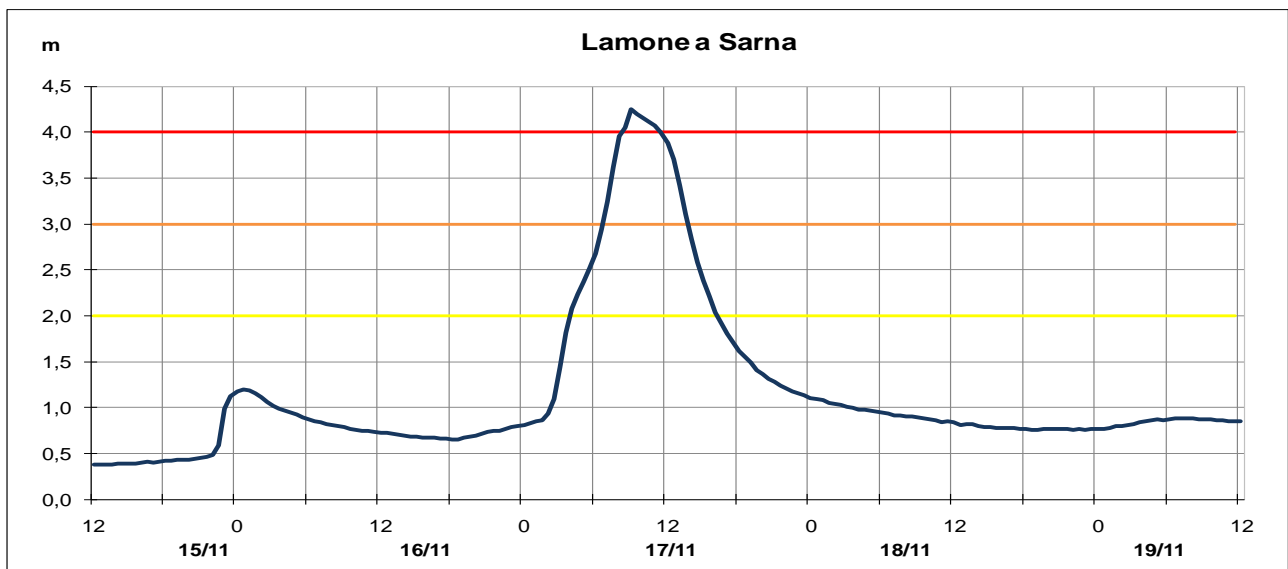
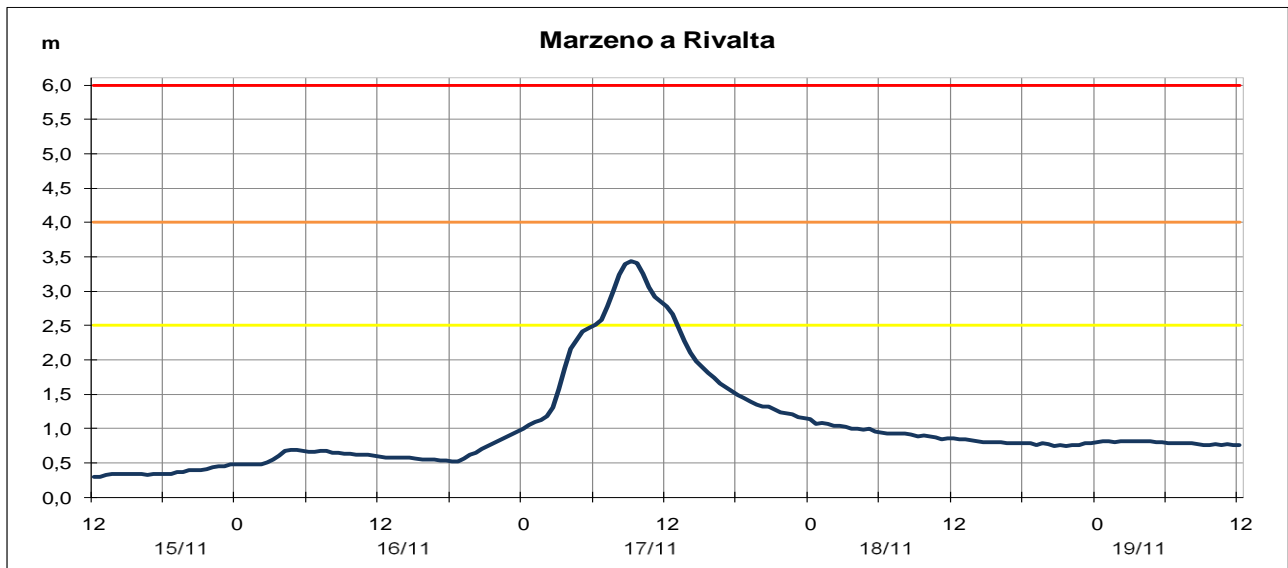


Figura 48: Idrogrammi di piena nelle sezioni medio-vallive del Lamone e del suo affluente Marzeno (dati validati).

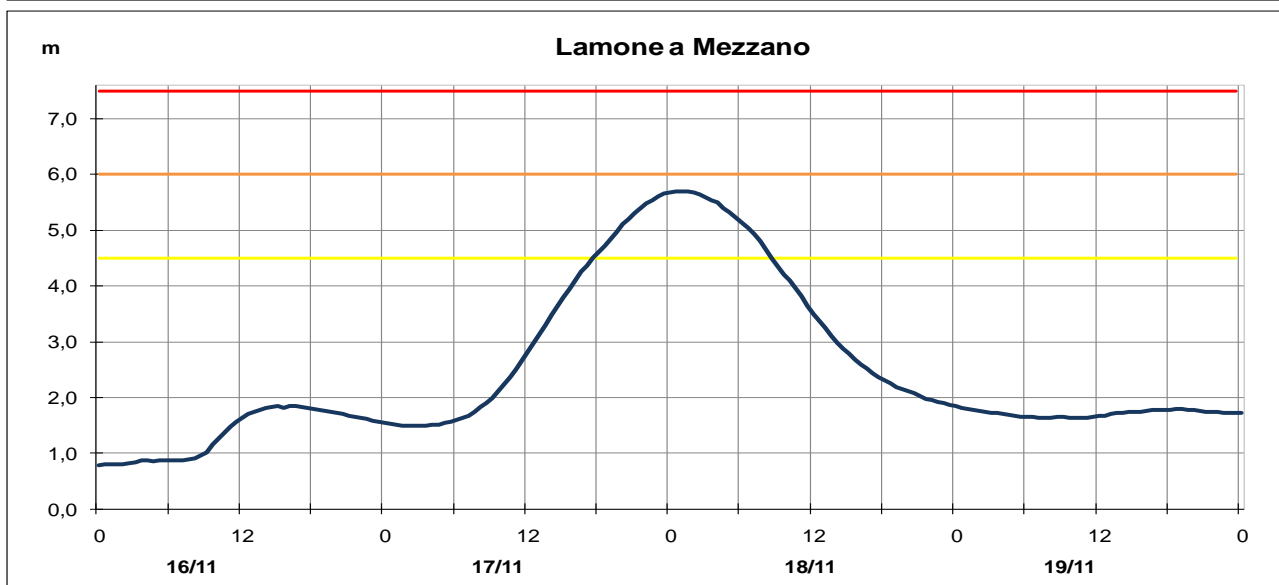
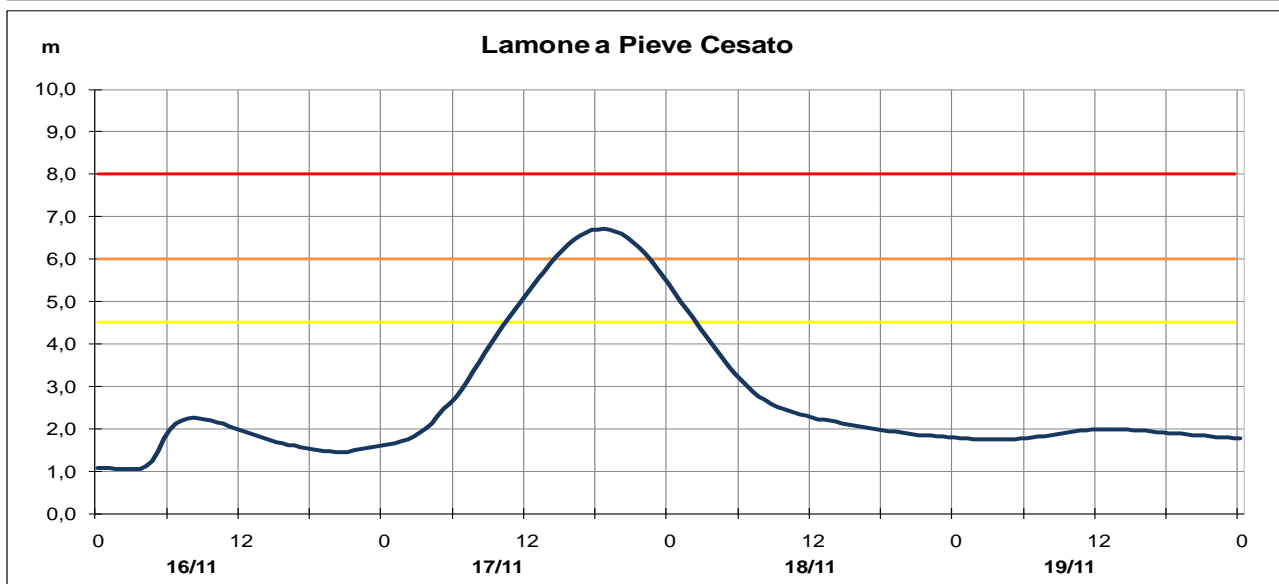
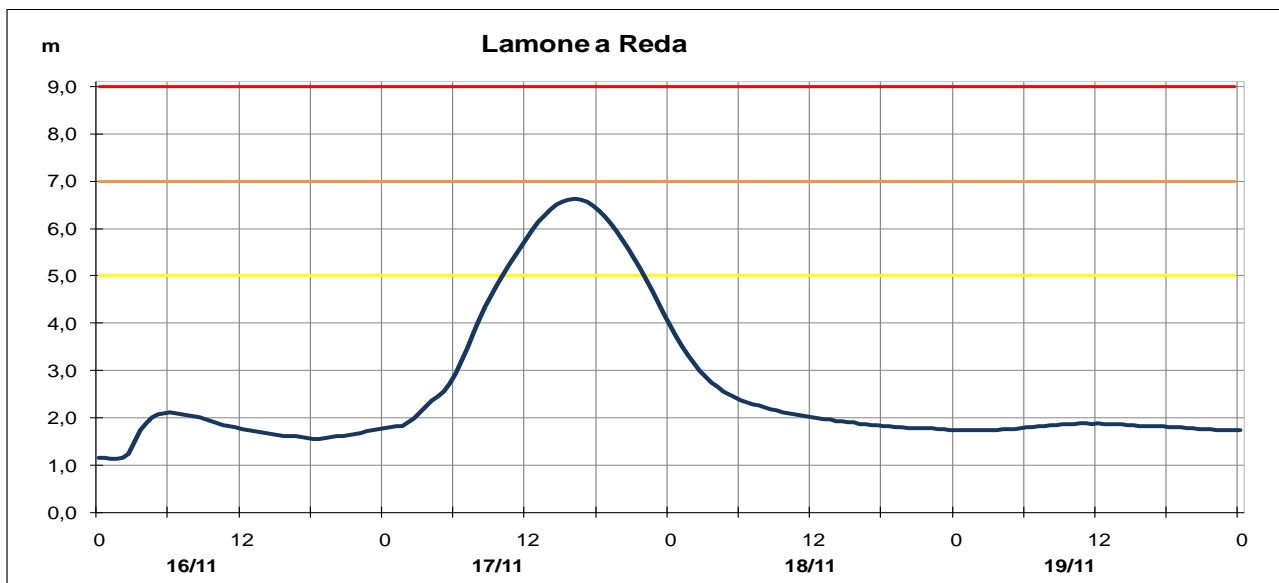


Figura 49: Idrogrammi di piena nelle sezioni vallive del Lamone (dati validati).

5.2. La piena dei fiumi Montone e Ronco

I bacini montani di Montone e Ronco sono stati interessati dai primi due impulsi di precipitazione: il primo tra il 15 ed il 16 novembre, il secondo più intenso tra il 16 ed il 17, con piogge residue tra il 18 ed il 19 novembre, come è possibile osservare nella Figura 50. Anche su Montone e Ronco il primo impulso di precipitazione ha generato saturazione dei suoli e deflussi di morbida nel corso d'acqua, sui quali tra il 16 ed il 17 novembre l'impulso più significativo in intensità e cumulate ha generato i colmi di piena più elevati.

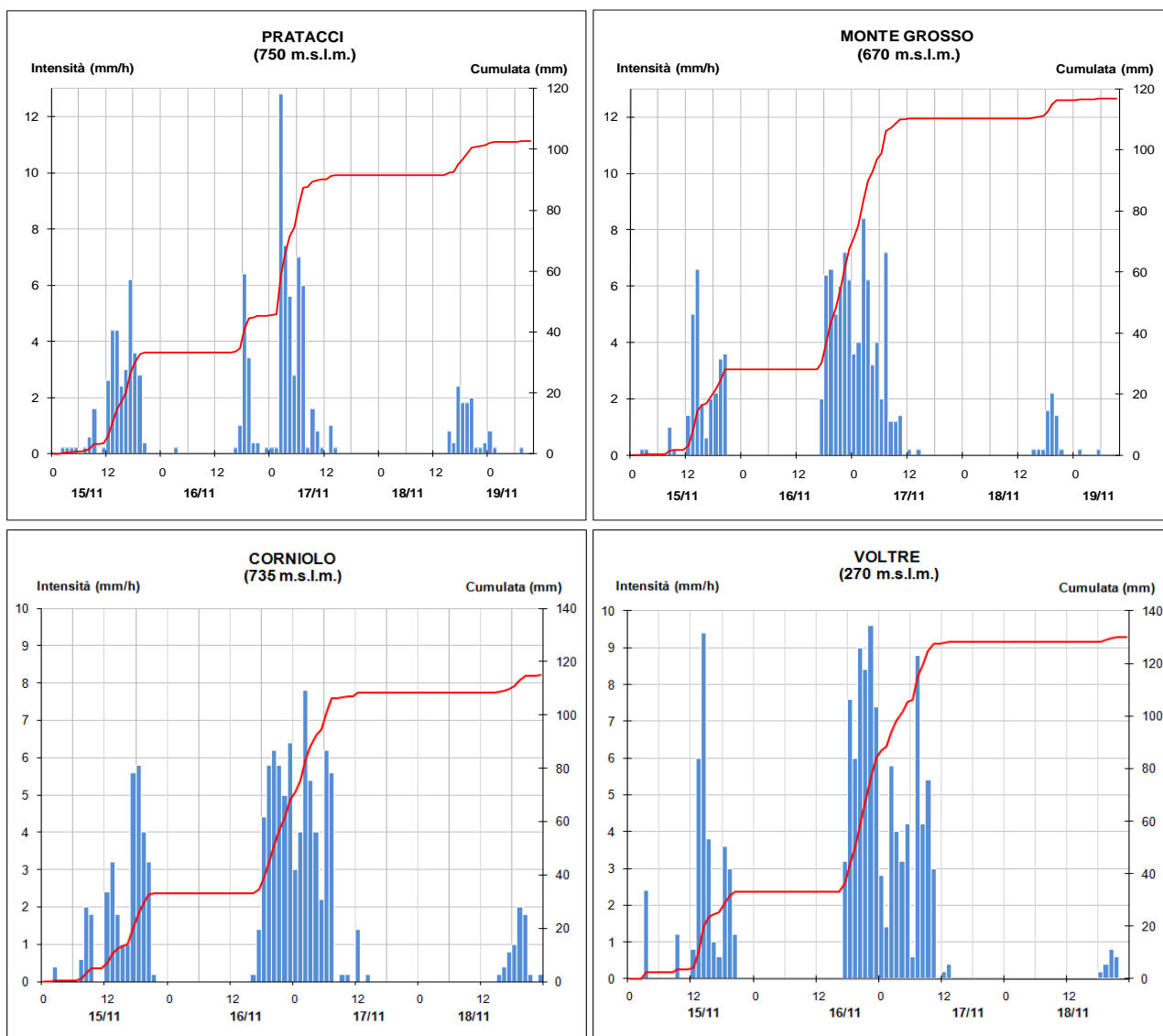


Figura 50: Andamento delle precipitazioni orarie e cumulate nelle stazioni più significative del bacino montano del Montone (in alto) e del Ronco (in basso), (dati validati).

Nella Tabella 10 sono riportate, per tutte le stazioni pluviometriche del Montone e del Ronco, i valori massimi di pioggia intensa registrati durante l'evento dal 15 al 19 novembre, per le durate da 1 a 24 ore, i valori di precipitazione giornaliera 0-24 e le cumulate totali dell'evento per lo stesso periodo.

Tabella 10: Precipitazioni intense e cumulate giornaliere 0-24 nelle stazioni pluviometriche del bacino montano del Montone e del Ronco (dati validati).

STAZIONE	QUOTA	PIOGGE INTENSE					Prec. giornaliera 0 - 24					Cumulata
<i>Montone</i>	m.s.l.m.	1h	3h	6h	12h	24h	15/11	16/11	17/11	18/11	19/11	5gg
Pratacci	750	12,8	25,8	41,6	45,4	58	33,2	12,4	45,8	10,2	1,0	102,6
Monte Grosso	670	9,6	19,4	37,4	68	82,2	28,2	43,0	39,2	6,0	0,8	117,2
Vallicelle	405	6,6	15,8	27,8	48,8	61	19,6	31,2	29,8	8,6	0,8	90,0
Castrocaro	66	9,8	17,2	30,6	36,4	46,8	28	11,4	35,6	5,2	0,6	80,8

STAZIONE	QUOTA	PIOGGE INTENSE					Prec. giornaliera 0 - 24					Cumulata
<i>Ronco</i>	m.s.l.m.	1h	3h	6h	12h	24h	15/11	16/11	17/11	18/11	19/11	5gg
Corniolo	735	9	18	33,6	63,2	75,4	33,0	38,2	37,2	6,6	1,4	116,4
Montriolo	685	7,2	19,2	30	49,2	61	35,0	33,8	27,2	7,6	1,4	105,0
Caminate	370	7,4	17	32	52,6	68,8	20,0	36,6	32,4	2,4	0,0	91,4
Cusercoli	330	8	19,2	33,2	57,2	71,4	24,4	39,6	31,8	3,6	0,4	99,8
Voltre	90	10,2	27	48	71,6	95,2	33	54	41,2	2	0,4	130,6

Gli innalzamenti dei livelli idrometrici nelle sezioni del bacino montano del Montone e del suo affluente Rabbi si sono registrati nelle prime ore del 17 novembre, sui livelli già sostenuti nel corso d'acqua dovuti alle piogge dei giorni precedenti; i colmi di piena hanno superato di poco la soglia 2 in tutte le sezioni del tratto montano, sommandosi nella sezione di confluenza di Forlì, dove il colmo ha raggiunto 6,6 m alle ore 15:15, superiore alla soglia 3. La piena si è poi laminata propagandosi rapidamente verso valle, con livelli al colmo inferiori alla soglia 3 lungo tutto il tratto arginato (vedi Figura 51). In termini di effetti sul territorio sono stati segnalati alcuni allagamenti di terreni privati nel comune di Forlì, dovuti ad esondazioni localizzate del Rabbi in tratto non arginato ed al malfunzionamento di alcune opere idrauliche sul Montone.

Sul Ronco è stata registrata una piena di minore entità, con livelli al colmo inferiori alla soglia 2 nelle sezioni montane che si è propagata rapidamente nel tratto vallivo, con livelli superiori alla soglia 2 (vedi Figura 52). In termini di effetti sul territorio sono stati riscontrati importanti accumuli di detriti e materiale legnoso trasportati dalla piena in prossimità di ponti e attraversamenti, erosioni spondali a valle di una briglia a Civitella, situazioni di fragilità arginale in località Rio Grotte di Forlì, che hanno richiesto l'intervento con telonature.

Nella Tabella 11 è riportata la sintesi delle punte massime raggiunte su Ronco e Montone durante la piena in esame, con la stima dei tempi di propagazione delle onde.

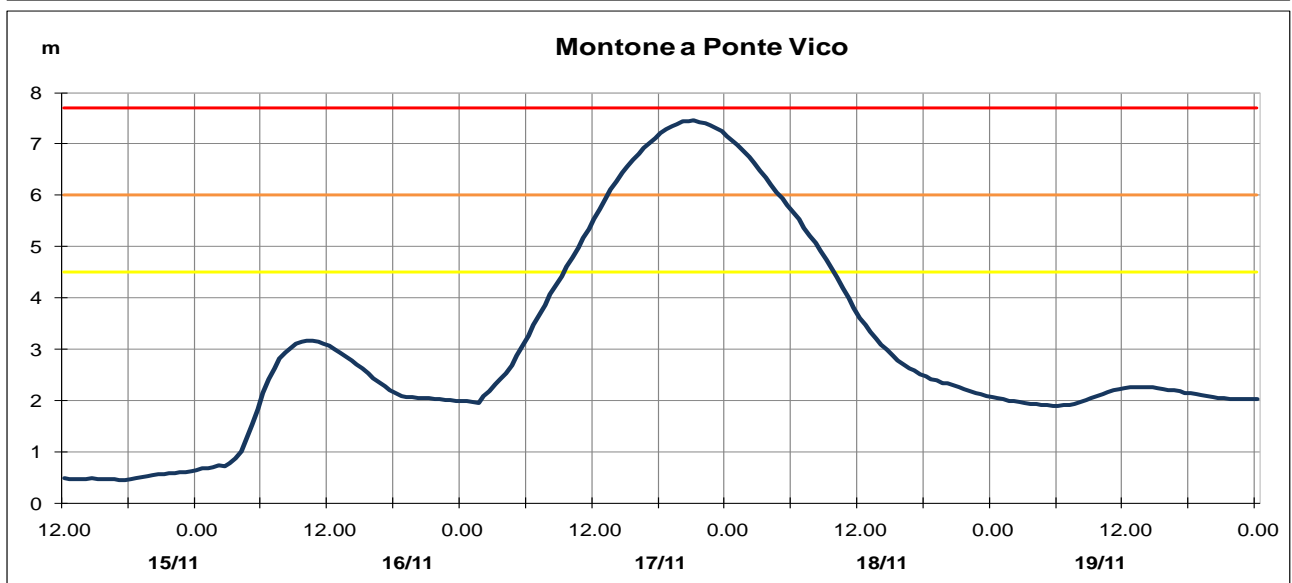
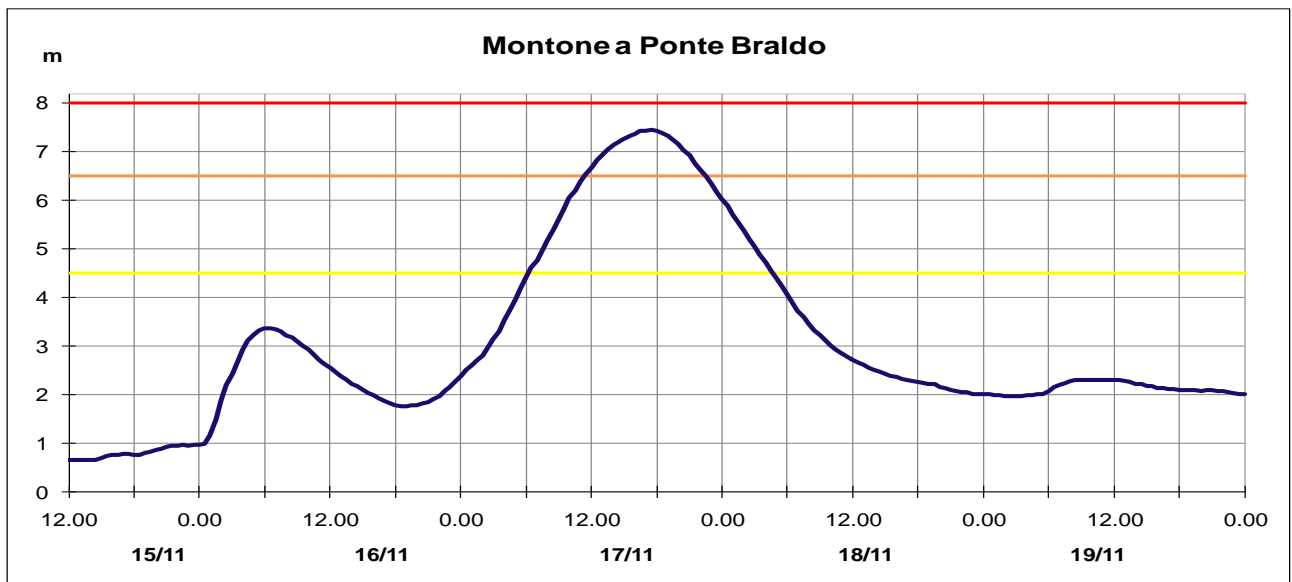
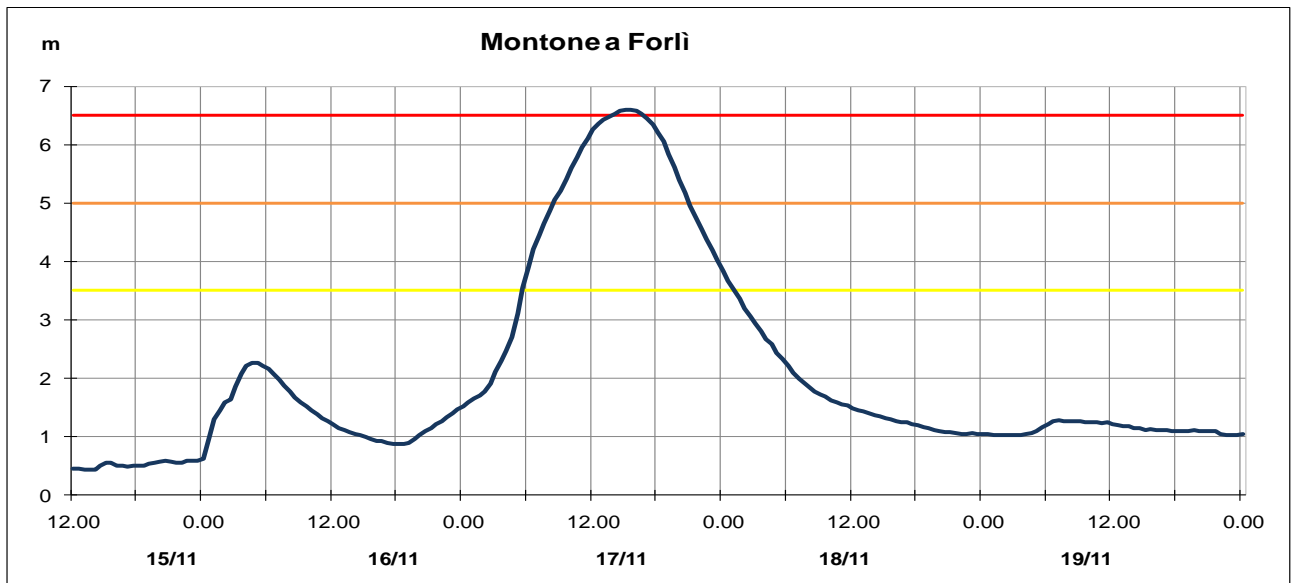


Figura 51: Idrogrammi di piena nelle sezioni più significative del tratto vallivo del Montone (dati validati).

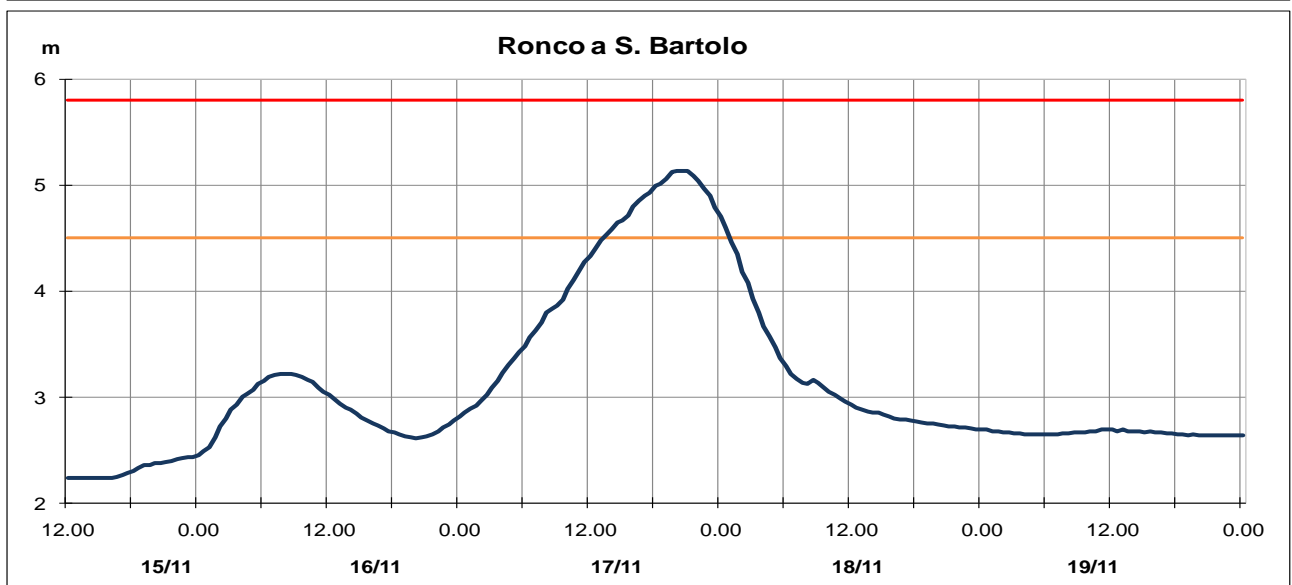
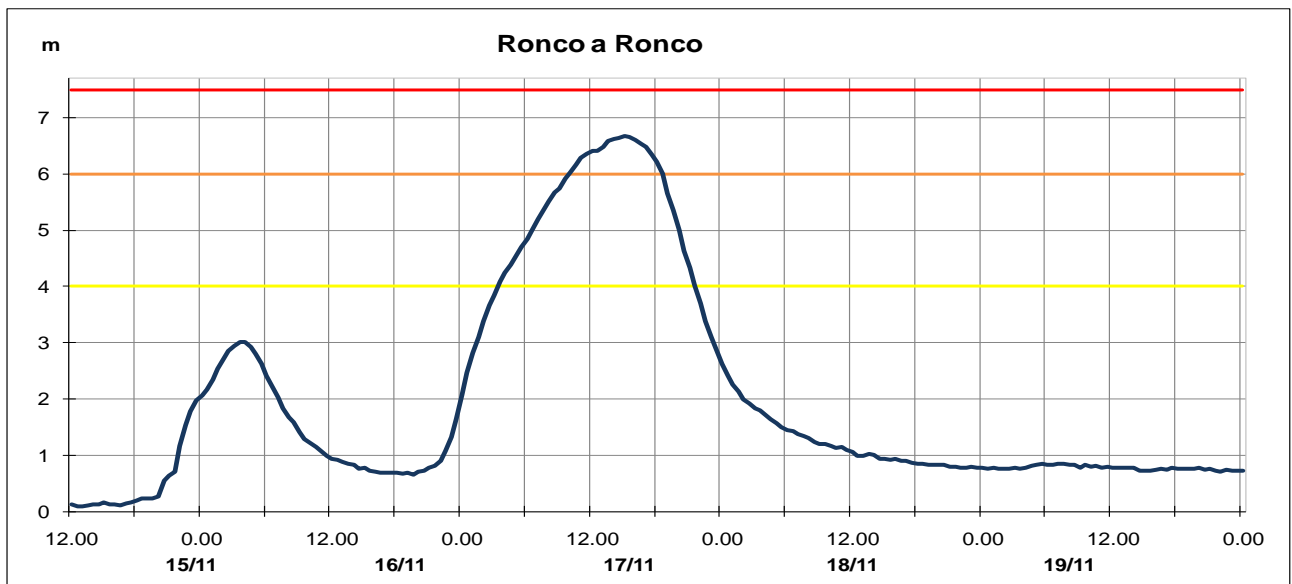
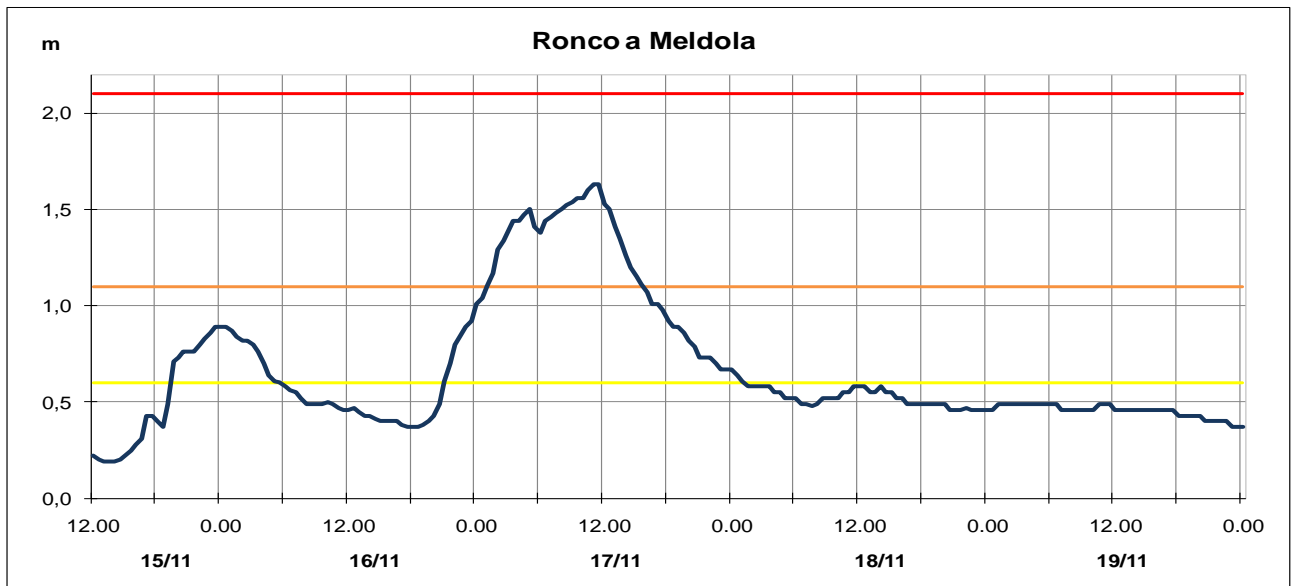


Figura 52: Idrogrammi di piena nelle sezioni più significative del tratto vallivo del fiume Ronco (dati validati).

Tabella 11: Sintesi dei colmi e dei tempi di propagazione della piena su Montone e Ronco

Struttura Idro-Meteo-Clima CENTRO FUNZIONALE EMILIA-ROMAGNA										P 03a19
BACINI ROMAGNOLI										
TABELLA delle PUNTE MASSIME										
PIENA dei gg. 16-19 novembre 2019										
Fiume MONTONE - Fiumi UNITI										
Denominazione del SENSORE	Distanze		Livelli rif. soglia 2	Punta max registrata			Tempi		Note	
	parziali	progres.		H	idr.ca	gior.	ora	parziali		progres.
origine	0,0	0,0								
ROCCA.S.CASCIANO	28,7	28,7	0,80	0,99	17	7:15	-	0:00		
CASTROCARO	22,7	51,4	2,00	2,34	17	8:30	1:15	1:15		
confluenza Rabbi	12,4	63,7								
FORLI'	1,9	65,6	5,00	6,60	17	15:15	6:45	8:00		
P.BRALDO	6,1	71,7	6,50	7,45	17	17:45	2:30	10:30		
P.VICO	9,7	81,4	6,00	7,46	17	21:00	3:15	13:45		
S.MARCO	13,9	95,4	3,80	2,02	17	23:25	2:25	16:10		
confluenza Ronco	2,7	98,1								
RASPONI	5,9	104,0	3,00	2,80	17	22:30	-	-		
sbocco in mare	3,8	107,8								
Fiume RABBI										
Denominazione del SENSORE	Distanze		Livelli rif. soglia 2	Punta max registrata			Tempi		Note	
	parziali	progres.		H	idr.ca	gior.	ora	parziali		progres.
origine	0,0	0,0								
PREDAPPIO	35,5	35,5	1,20	1,63	17	9:00	-	0:00		
P.CALANCA	12,2	47,6	1,30	1,36	17	9:45	0:45	0:45		
sbocco in Montone	10,3	57,9								
Fiume RONCO										
Denominazione del SENSORE	Distanze		Livelli rif. soglia 2	Punta max registrata			Tempi		Note	
	parziali	progres.		H	idr.ca	gior.	ora	parziali		progres.
origine	0,0	0,0								
S.SOFIA	23,0	23,0	1,50	1,56	17	5:00	-	0:00		
confluenza Voltre	30,4	53,5								
MELDOLA	2,3	55,7	1,10	1,63	17	11:00	-	0:00		
RONCO	17,3	73,1	6,00	6,67	17	14:55	3:55	3:55		
COCCOLIA	11,5	84,5	5,50	5,77	17	18:15	3:20	7:15		
S.BARTOLO	9,6	94,2	4,50	5,14	17	20:35	2:20	9:35		
sbocco in Montone - F.Uniti	4,1	98,3								
Torrente VOLTRE										
Denominazione del SENSORE	Distanze		Livelli rif. soglia 2	Punta max registrata			Tempi		Note	
	parziali	progres.		H	idr.ca	gior.	ora	parziali		progres.
origine	0,0	0,0								
TEODORANO	23,7	23,7	1,20	1,13	17	8:55	-	-		
sbocco in Ronco	2,6	26,3								

6. Fenomeni franosi sul territorio regionale

Dal punto di vista dei movimenti franosi le diverse perturbazioni che si sono succedute nel mese di novembre 2019 hanno impattato, con intensità diversa, sulle diverse province emiliano-romagnole. Le precipitazioni avvenute ad inizio mese hanno provocato alcune frane nei territori di Piacenza e Parma. La perturbazione che ha colpito la regione nei giorni 15-19 novembre ha causato le maggiori criticità sull'Appennino centro-occidentale, in particolare nelle province di Bologna e Modena, colpendo tuttavia in modo significativo anche il settore orientale. Infine, l'evento meteo registrato nella terza decade del mese ha avuto i maggiori effetti al suolo nuovamente nel settore occidentale (Piacenza e Parma) e nel territorio Bolognese.

6.1. Provincia di Piacenza

Fatta eccezione per un paio di eventi registrati nei primi giorni di novembre, il territorio Piacentino (ed in particolare i comuni di Bobbio, Farini, Ferriere e Travo) è stato particolarmente colpito dalla perturbazione transitata a fine mese (22-25 novembre). In questo caso, oltre a numerose frane lungo il reticolo stradale, sono state rilevate anche alcune importanti frane di versante.

Di seguito un breve focus sui movimenti franosi più rilevanti per dimensioni e/o entità del danno.

SP52, Rovereto, Cerignale

Nella notte fra sabato 2 e domenica 3 novembre si è verificato un distacco di massi lungo la SP 52 “per Cariseto” all'altezza della località Rovereto (comune di Cerignale). Buona parte del materiale franato è stato trattenuto dalle reti di protezione, ma alcuni blocchi hanno comunque invaso la carreggiata e raggiunto anche un'abitazione (disabitata), posta di fronte alla parete oggetto del crollo, danneggiandone il portone del garage (vedi Figura 53).



Figura 53: Crollo lungo la SP52 “per Cariseto” in località Rovereto (foto da ilpiacenza.it del 3/11).

Predalbora, Farini

Il 24 novembre ha cominciato a cedere la sede stradale dell'unica via di accesso a Predalbora (comune di Farini). Il movimento franoso si è sviluppato nella scarpata di valle in corrispondenza di una condotta sotto stradale e, una volta innescato, ha proseguito a estendersi fino al completo collasso della strada isolando così il piccolo centro abitato (vedi Figura 54).



**Figura 54: Frana sulla strada per Predalbora (foto tratte da ilpiacenza.it del 25/11 e liberta.it del 24/11).
Nel confronto tra le due immagini di sinistra è evidente la evoluzione progressiva del fenomeno.**

SP654R “di Val Nure”, Folli – Casalcò, Ferriere

Dopo i primi segnali di movimento iniziati nel pomeriggio di domenica, nella notte fra il 24 e il 25 novembre ha avuto luogo il parossismo della frana che ha completamente travolto la SP 654R “di Val Nure” fra le località di Folli e Casalcò (comune di Ferriere) indicativamente al km 55+200 (vedi Figura 55). Si tratta di un importante scivolamento di roccia e terreno che ha coinvolto un tratto di versante di circa 300-350 m di lunghezza e circa 50 m di larghezza, pari al tratto di strada distrutta. Quest’ultima in particolare, nell’arco di 24 ore, ha fatto registrare uno spostamento verso valle di almeno 30-40 m.

SP654R “di Val Nure”, Colla di Gambaro, Ferriere

Fra il 25 e il 26 novembre è stata registrata anche una riattivazione della frana storica di Casale – Colla di Gambaro (comune di Ferriere), un importante movimento franoso in roccia con una lunghezza complessiva di circa 1.100 m, una larghezza di circa 500 m e piani multipli di scivolamento da 30 a 50 m di profondità. L’evento franoso in oggetto ha lesionato con crepe di alcuni centimetri sia la sede stradale della SP 654 “di Val Nure”, asfaltata di recente (vedi Figura 55), sia la strada comunale che conduce agli abitati di Colla di Gambaro, Casale, Costignolo e Valle, tutti ubicati sul corpo di frana stesso (vedi Figura 56).

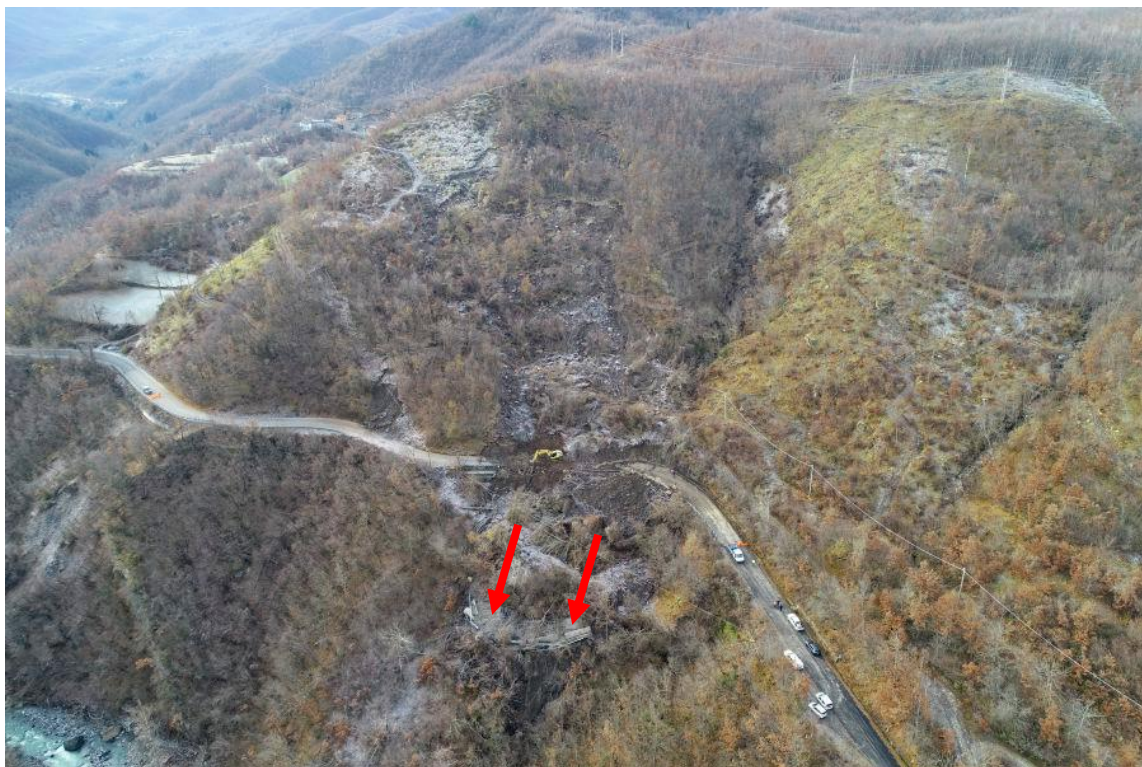


Figura 55: Frana sulla SP 654R “di Val Nure” fra le località di Folli e Casalcò; particolari del danno alla viabilità (in alto foto tratta da ilpiacenza.it del 25/11/2019) e panoramica del movimento franoso ripreso da drone (in basso) alcuni giorni dopo, in cui si nota lo spostamento dell'intera strada (foto tratta da Piacenzasera.it del 17 dicembre 2019).



Figura 56: Segni della riattivazione della frana storica di Casale – Colla di Gambaro (foto Servizio Area Affluenti Po, ARSTePC).

Vaio di Centenaro, Ferriere

Sempre nello stesso periodo di tempo, attorno al 24 novembre, una frana ha lambito un'abitazione a Vaio di Centenaro (comune di Ferriere) senza tuttavia causare danni evidenti (vedi Figura 57).



Figura 57: Frana a Vaio di Centenaro (foto ilpiacenza.it del 25/11).

In Figura 58 sono riportati alcuni esempi significativi delle altre frane che hanno interessato per lo più la rete stradale provinciale e comunale del territorio Piacentino.



a)



b)



c)



d)



e)



f)

Figura 58: Movimenti franosi avvenuti fra il 22 e il 27 novembre 2019 nel territorio Piacentino: a) SC Ozzola – Metteglia in località Tortaro, comune di Corte Brugnatella (foto comune di Corte Brugnatella); b) SP18 per Zerba (foto Provincia di Piacenza); c) SP52 per Cariseto, bivio per Lisore (foto Provincia di Piacenza); d) SP68 di Bobbiano, bivio per la loc. Bosco (foto Provincia di Piacenza); e) SC di Carmiano, comune di Vigolzone (foto ilpiacenza.it del 25/11); f) SS45 nei pressi della galleria di S. Salvatore (foto ilpiacenza.it del 27/11).

6.2. Provincia di Parma

Dal punto di vista dei versanti, la provincia di Parma è stata interessata, ancorché in modo relativamente modesto e principalmente in relazione a situazioni già critiche, soprattutto dagli eventi del 3-4 novembre e del 22-25 novembre, con fenomeni franosi che hanno coinvolto prevalentemente il reticolo stradale, con piccole colate di fango e cadute massi da monte legate ai momenti di massima intensità delle precipitazioni.

Tra le frane avvenute ad inizio mese vale la pena ricordare la colata di fango che il 3 novembre, verso le 9:00 di mattina, ha parzialmente e temporaneamente interrotto la SP 66 “di Compiano” in corrispondenza di un tornante all’ingresso del borgo antico (vedi Figura 59).



Figura 59: colata sulla SP66 “di Compiano” all’ingresso del borgo antico (da repubblica.it del 4/11).

Tra le frane che hanno interessato la viabilità pubblica nella seconda metà del mese si ricordano quella a Montegropo in comune di Albareto, che ha invaso la carreggiata stradale portando all’interruzione temporanea della viabilità comunale e quella la riattivazione della frana di Brunelli che ha temporaneamente interrotto, lesionandola, la Strada Comunale Ca’ Bruna – Marzocco in località Ca’ Bruna (comune di Borgo val di Taro) isolando un gruppo di case. La riapertura è avvenuta il 9 dicembre.

6.3. Provincia di Reggio Emilia

Analogamente al territorio parmense, nel Reggiano nella prima parte del mese non sono avvenuti dissesti di versante significativi. Alcuni eventi sono ascrivibili al maltempo della seconda metà del mese di novembre: oltre all’ennesima riattivazione localizzata della frana storica di Ca’ Lita – Levizzano (comune di Baiso), vale la pena ricordare il masso franato il 17 novembre sulla SP 10 “Rossigneto-Pomello” (comune di Vetto) e la frana di limitata estensione che ha interessato la SS 63 “del Cerreto” a Collagna (comune di Ventasso), nel pomeriggio del 19 novembre (vedi Figura 60).



Figura 60: Masso caduto sulla SP10 “Rossigneto-Pomello” (a sx) e frana sulla SS63 “del Cerreto” (a dx) (foto Facebook Provincia di Reggio Emilia e Reggionline).

6.4. Provincia di Modena

Insieme a quella di Bologna, la provincia di Modena è stata la più colpita dagli eventi meteo del 15-19 novembre 2019, con diffusi movimenti franosi soprattutto nell’alto Appennino. I danni sono stati rilevanti al reticolo viario sia comunale che provinciale, ma non sono mancate le frane di versante.

Di seguito si riportano quelle più significative per dimensioni e/o entità del danno.

SP23 “di Valle Rossenna”, Gombola, Polinago

Nel tardo pomeriggio di domenica 17 novembre la SP 23 “di Valle Rossenna” è stata chiusa appena sopra l’abitato di Gombola (comune di Polinago) a causa della riattivazione di un movimento franoso che ha causato un eccessivo accumulo di materiale nelle reti paramassi già presenti sul versante in oggetto. La strada è stata riaperta a senso unico alternato il giorno successivo.

Verica, Pavullo nel Frignano

Nelle prime ore del mattino di lunedì 18 novembre il muro di contenimento di un terrapieno, fra via Pertini e via I Fondi a Verica (comune di Pavullo nel Frignano), ha ceduto facendo franare il terreno retrostante su un bombolone di GPL al servizio di un’abitazione privata (vedi Figura 61). Nel crollo, il cui fronte si sviluppa per circa 50 metri, è stata anche danneggiata la condotta del gas che serve le villette poste a monte del muro stesso. A causa del rischio di esplosione ed anche al fine di verificare la tenuta strutturale degli edifici residenziali posti nelle vicinanze, questi ultimi, in via precauzionale, sono stati tutti temporaneamente evacuati.



Figura 61: Diverse vedute della frana di Verica in comune di Pavullo nel Frignano (immagini tratte da video Gazzetta di Modena).

SP24 “di Monchio”, Palagano

Il 19 novembre, verso le 5 della mattina, ha cominciato a cedere il fondo stradale della SP24 “di Monchio” nei pressi del bivio per Lama di Monchio in comune di Palagano (vedi Figura 62). Si è trattato della riattivazione di un corpo di frana già attivatosi a maggio 2019 e all’epoca parzialmente ripristinato.



Figura 62: Cedimento della strada lungo la SP24 “di Monchio” (foto Resto del Carlino del 20/11).

SP26 “di Samone”, Castagneto, Pavullo nel Frignano

Le forti precipitazioni avvenute nei giorni 15-19 novembre hanno causato il 19 novembre un movimento del rilevato della SP26 “di Samone”, inaugurato il 26 settembre come nuovo by-pass della ben nota frana delle Due Querce (località Castagneto) riattivata a febbraio-marzo 2019. In seguito al cedimento è comparsa nella pavimentazione stradale una fessura longitudinale che, per motivi di sicurezza, ha portato all’istituzione di un senso unico alternato (vedi Figura 63).



Figura 63: Frattura apertasi sulla SP26 “di Samone” in località Castagneto (foto Facebook Centro Meteo Emilia-Romagna).

SP486“di Montefiorino”, Cargedolo - Riccovolto, Frassinoro

Lo stesso 19 novembre è stata chiusa al traffico anche la SP486 “di Montefiorino fra le frazioni di Cargedolo e Riccovolto (comune di Frassinoro) a causa di un movimento franoso che ha rotto le reti paramassi riversandosi poi sulla sede stradale (vedi Figura 64).



Figura 64: particolari della frana sulla SP486 “di Montefiorino” (foto Provincia di Modena e Agenzia Regionale per la Sicurezza del territorio e la Protezione civile).

6.5. Provincia di Bologna

Anche in provincia di Bologna le frane più significative sono legate agli eventi meteo della seconda parte del mese. In totale si sono verificati più di una quarantina di movimenti franosi, la maggior parte collegati al reticolo viario comunale e provinciale, diffusamente su tutto il territorio e con maggiore frequenza nei comuni di Grizzana Morandi, Monzuno, Sasso Marconi e Vergato.

Via della China, Montecuto delle Alpi, Gaggio Montano

Nella prima parte del mese l'evento più significativo è avvenuto in seguito alle prime precipitazioni, quando nella notte fra venerdì 9 e sabato 10 novembre si è verificata una colata di terra in via della China a Montecuto delle Alpi (comune di Gaggio Montano). Il movimento franoso, che nella zona della nicchia è arrivato a lambire una legnaia ed una seconda abitazione (Figura 65), dichiarata inagibile in via precauzionale, ha asportato la coltre superficiale e si è poi incanalato verso valle a causa della forte acclività. Non è da escludere che parte dell'acqua che ha contribuito a causare il dissesto possa essere scaturita da un danno alla rete acquedottistica.



Figura 65: Dissesto a Montecuto delle Alpi (foto Servizio Area Reno e Po di Volano, ARSTePC).

Il 16 novembre un ampio movimento franoso ha interrotto la via Napoleonica a Loiano, coinvolgendo una tubatura del gas e una dell'acqua, posizionate a ridosso di un vecchio muro di contenimento poi rinfiancato per ampliare la banchina stradale. La frana si è poi sviluppata lungo il versante a valle arrivando ad interessare via del Pozzo, dove ha lambito due abitazioni private temporaneamente evacuate in via precauzionale (vedi Figura 66).



Figura 66: Alcune immagini del dissesto in via Napoleonica (foto Servizio Area Reno e Po di Volano, ARSTePC): nicchia che lambisce la via Napoleonica (alto a sx), dettaglio del vecchio muro di contenimento (in alto a dx), veduta da monte verso valle del corpo di frana (in basso a sx), deposito di frana in prossimità di un'abitazione nei pressi di via del Pozzo (in basso a dx)

Nel comune di Bologna, nella prima parte della giornata di domenica 17 novembre, una frana ha completamente ostruito via del Ravone senza tuttavia causare gravi danni (vedi Figura 67).



Figura 67: Frana in via del Ravone a Bologna (foto Vigili del Fuoco).

Per quanto riguarda il reticolo viario provinciale, sono stati registrati diversi cedimenti della scarpata di valle con interessamento parziale della banchina ed, in alcuni casi, anche della sede stradale. Non sono mancati neanche i crolli, fra cui si ricordano quello al km 3+700 della SP55 “Case Forlai” (comune di Alto Reno Terme) e quello al km 2+300 della SP43 “Badi-Rio Confini” (comune di Camugnano, vedi Figura 68) avvenuti entrambi verso fine mese (27 novembre).



Figura 68: Crollo che ha bloccato la SP 43 “Badi-Rio Confini” (foto facebook di Daniele Magagni).

Gardelletta, Monzuno

La frana della Gardelletta, al km 13+000 della SP 325 "Val di Setta", dopo la riattivazione di aprile 2019, che ha provocato la chiusura della strada, ha subito varie pulsazioni di movimento nei mesi successivi. Probabilmente in seguito all'abbassamento dell'accumulo, nella mattinata di domenica 17 novembre la frana è stata interessata da un nuovo crollo nella zona sottostante il piano viabile. In seguito, nella notte fra il 19 e il 20 novembre, si è staccata anche una piccola porzione della nicchia posta a monte della strada (vedi Figura 69).



Figura 69: vedute della frana della Gardelletta, SP325 "Val di Setta" (foto Bologna Today e Servizio Area Reno e Po di Volano, ARSTePC).

Via Roncastaldo, Loiano

La perturbazione che ha interessato l'Appennino bolognese a metà novembre ha causato la riattivazione di una frana lungo via Roncastaldo (comune di Loiano), su cui il Comune aveva appena terminato la realizzazione di tre dreni in corrispondenza della sede viabile. Il nuovo evento franoso ha interessato non solo la viabilità comunale, ma anche buona parte del versante sottostante (vedi Figura 70).



Figura 70: frana in via Roncastaldo (foto Servizio Area Reno e Po di Volano, ARSTePC).

Loc. Braina, Rocca Pitigliana, Gaggio Montano

Il 22 novembre si è verificata una riattivazione parziale della frana di Braina (comune di Gaggio Montano). Il nuovo evento franoso, che ha danneggiato la viabilità a servizio di un'abitazione, si è sviluppato nella parte mediana del deposito esistente ed ha portato alla formazione di diversi ristagni di acqua (vedi Figura 71).

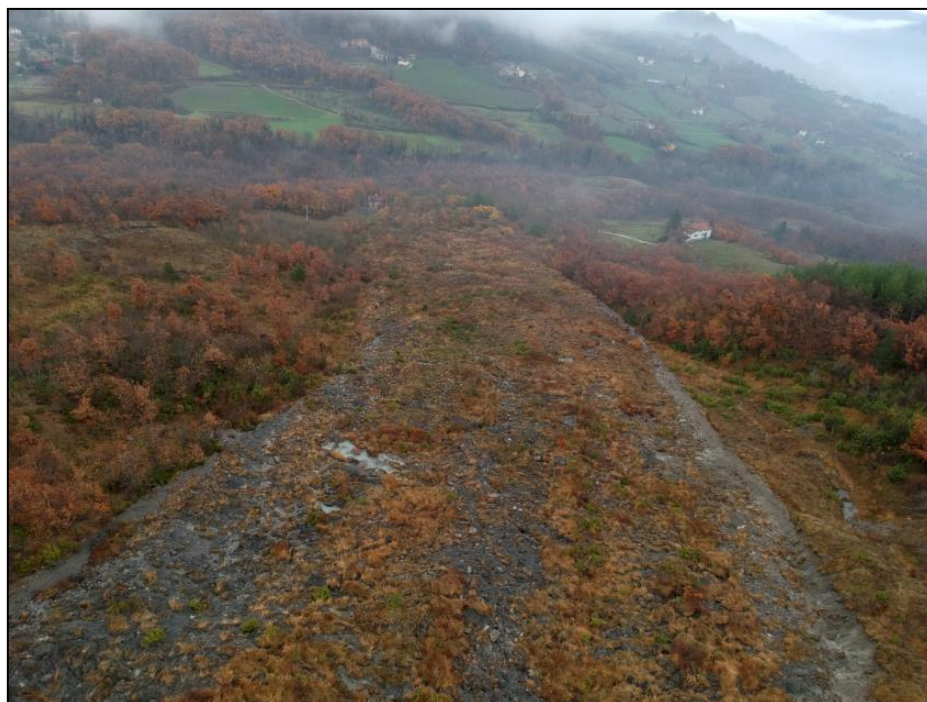


Figura 71: Panoramica della frana in località Braina (foto Università di Bologna).

Spareda, Vergato

Infine, nel mese di novembre 2019 è stata registrata anche una nuova riattivazione della frana di Spareda, uno scivolamento rotazionale in terra che già nel 2013 aveva interrotto il tracciato della vecchia Porrettana (declassata) rimasta poi da allora impraticabile. Il movimento è iniziato probabilmente all'inizio del mese e si è protratto fino ai primi di dicembre (vedi Figura 72). L'attuale piede del corpo franoso ha invaso l'alveo del Fiume Reno per circa 10-15 m senza peraltro minacciarne l'occlusione.



Figura 72: la frana di Spareda ripresa da drone (foto Università di Bologna).

6.6. Provincia di Ravenna

Nel novembre 2019 i dissesti che hanno interessato la provincia di Ravenna sono stati diffusi, ma di modesta entità, con situazioni di rischio sulla viabilità risolte in breve tempo.

6.7. Provincia di Forlì-Cesena

Fatta eccezione per il comune di Bagno di Romagna, che nei giorni 4-5 novembre 2019 è stato interessato da un intenso nubifragio con notevoli conseguenze dal punto di vista idrogeologico, la provincia di Forlì-Cesena nel suo complesso ha registrato la maggior parte degli eventi franosi in conseguenza della perturbazione avvenuta a metà mese.

Dalla serata di lunedì 4 novembre il territorio del comune di Bagno di Romagna è stato interessato da piogge abbondanti che sono proseguite nel corso del giorno successivo. In conseguenza di tale evento si sono verificati numerosi movimenti franosi, tutti di modeste dimensioni, che hanno coinvolto per lo più le scarpate poste a monte della viabilità pubblica. A titolo esemplificativo si ricordano quelle avvenute in località Bellosguardo, a ridosso di un'abitazione, e lungo la strada per Vetrice (vedi Figura 73).



Figura 73: frane di Bellosguardo (a sx) e Vetrice (a dx) (foto comune di Bagno di Romagna).

Anche se, nel complesso, gli effetti al suolo sono stati di entità minore rispetto a Bologna e Modena, l'evento meteo del 15-19 novembre ha impattato anche sulla provincia di Forlì-Cesena, interessando le infrastrutture stradali (comunali e provinciali) con movimenti franosi più o meno modesti, che hanno coinvolto sia le scarpate di monte che di valle anche, in un paio di casi, con crolli localizzati. Come esempio si riportano quelli avvenuti lungo le strade comunali di Cesata e Querciolano in comune di Tredozio (Figura 74 e Figura 75).

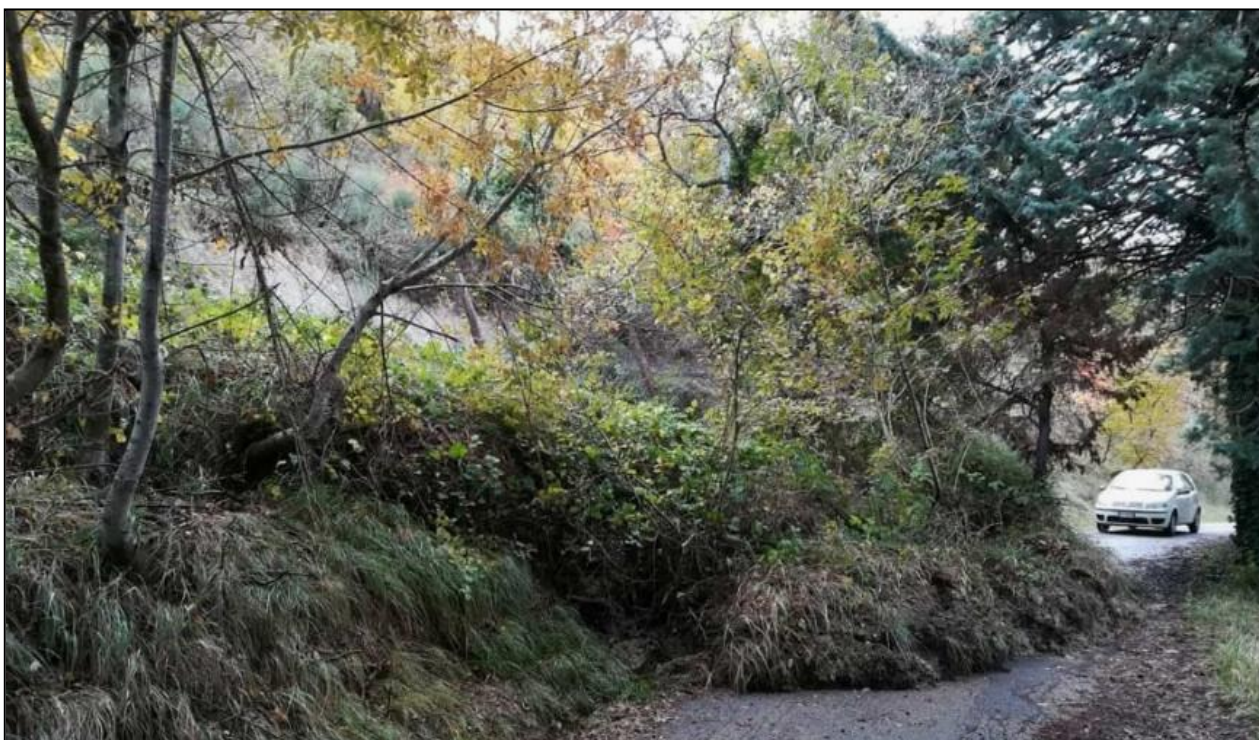


Figura 74: Movimenti franosi sulla strada comunale di Cesata (foto Forlì 24ore).



Figura 75: Movimenti franosi sulla strada comunale di Querciolano (foto Forlì 24ore).

Per le potenziali conseguenze del suo innesco, vale la pena menzionare anche la frana avvenuta nella prima mattinata di domenica 17 novembre in zona Cabelli (comune di Santa Sofia) su un rio secondario nei pressi della confluenza con il torrente Bidente. Il corpo di frana ha infatti ostruito il corso d'acqua minore mettendo a rischio un gruppo di abitazioni, per cui si è reso necessario un intervento di somma urgenza per ripristinarne l'efficienza idraulica (vedi Figura 76).



Figura 76: Frana che ha ostruito un rio secondario in località Cabelli (foto Servizio Area Romagna, ARSTePC).

6.8. Provincia di Rimini

Gli eventi meteo del novembre 2019 hanno prodotto un modesto numero di frane anche in provincia di Rimini, dove gli effetti al suolo più significativi sono stati registrati in seguito al passaggio della perturbazione del 15-19 novembre.

A seguito delle precipitazioni di inizio mese si ha notizia solo di un modesto crollo lungo la SC “Ponte Pianerini – Villa Fragheto” (comune di Castel delci) dove alcuni massi, staccatisi dalla parete rocciosa in fregio alla strada, si sono riversati sulla carreggiata danneggiando la parte terminale di un muro di contenimento (vedi Figura 77).

Gli eventi franosi che hanno interessato il territorio Riminese a partire dalla metà di novembre hanno interessato prevalentemente il reticolo stradale comunale nei comuni di Novafeltria e Sant’Agata Feltria, con modeste conseguenze.



Figura 77: Crollo sulla SC “Ponte Pianerini – Villa Fragheto” (foto Servizio Area Romagna, ARSTePC).

7. Le attività di previsione e monitoraggio del Centro Funzionale

Il Centro Funzionale ARPAE-SIMC ha seguito gli eventi meteo-idrologici e idraulici sul territorio regionale sia in fase di previsione che in fase di monitoraggio, a partire dal 2 novembre fino all’1 dicembre, con l’**emissione di complessive 31 allerte** (è possibile scaricare le allerte sul sito: <https://allertameteo.regione.emilia-romagna.it/allerte-e-bollettini>): 11 di codice rosso, 9 di codice arancione e 11 di codice giallo per criticità idraulica, idrogeologica, temporali, nonché per vento, stato del mare e criticità costiera, e **39 documenti di monitoraggio** meteo-idrologico-idraulico (è possibile scaricare i documenti di monitoraggio sul sito: <https://allertameteo.regione.emilia-romagna.it/monitoraggio-eventi>).

In fase di previsione dell'evento, il 2 novembre, è stata emessa un'allerta gialla sulle zone di allerta G, poiché tutti i modelli meteorologici prevedevano piogge intense ed organizzate sul crinale appenninico centro-occidentale, ma con quantitativi complessivi inferiori a quelli successivamente osservati (vedi *“Rapporto dell'evento meteo-idrologico dal 3 al 4 novembre 2019”*). Sebbene le procedure non lo rendessero necessario, dalla notte del 2 novembre è stato comunque attivato il presidio h24. La mattina del 3 novembre, quando le precipitazioni intense sul crinale appenninico occidentale sono state osservate attraverso i pluviometri ed il radar, prevista a breve termine la persistenza dei fenomeni temporaleschi sul bacino montano del Taro, è stata aggiornata l'allerta, con l'emissione di un codice arancione per criticità idrogeologica ed idraulica sulla zona G e l'emissione di 3 documenti di monitoraggio a cadenza di circa 4-5 ore, fino alle ore 24:00 del 3 novembre, contenenti la previsione a breve termine dell'evoluzione dei fenomeni di pioggia e di piena.

In fase di previsione dell'evento, dal 15 al 25 novembre, sono state emesse 17 allerte per criticità idrogeologica e idraulica, incluse quelle per la piena di Po:

- Inizialmente per il 15 e 16 novembre, con criticità idrogeologica e idraulica gialla sul settore centro-orientale della regione (allerte 102/2020 e 103/2020), successivamente aggiornata **dalle ore 12 del 16 fino al 18 novembre** (allerte 104/2020 e 105/2020) con criticità idrogeologica e idraulica arancione sul settore appenninico centro-orientale, gialla sul settore centro-occidentale, e **criticità idraulica rossa sulla pianura di Reno**.
- **Dal 19 al 20 novembre** le aree interessate dall'allerta arancione per criticità idrogeologica e idraulica sono state quelle del settore centro-occidentale (allerte 106/2020 e 107/2020), mentre permaneva la **criticità idraulica rossa prima sulla sola zona D, poi anche sulla F**, dove al perdurare di livelli idrometrici elevati nei tratti vallivi di Secchia, Panaro e Reno, si accompagnano le criticità legate alle rotture arginali sull'Idice e sul Canale diversivo della Burana, e quelle del reticolo idraulico secondario urbano e di bonifica.
- Nelle giornate dal 21 al 22 novembre la criticità idrogeologica e idraulica rientrerà progressivamente da rossa ad arancione fino a gialla (allerte 108/2020 e 109/2020), in conseguenza del temporaneo esaurimento delle piene.
- Dal 23 al 25 novembre, in previsione del nuovo evento pluviometrico, la criticità idraulica tornerà arancione sul settore centro-occidentale, prima montano e poi anche vallivo (allerte 110/2020 e 111/2020 e 112/2020).
- **Dal 26 al 28 novembre la criticità idraulica sarà rossa nelle zone di pianura per il transito della piena di Po** con livelli superiori alle soglie 3 lungo tutto il tratto emiliano, progressivamente dalla H alla D (allerte 113/2020, 114/2020, 115/2020), rientrando poi progressivamente da rossa ad arancione fino a gialla, a partire dal 29 novembre nelle zone più occidentali fino all'1 dicembre nelle zone più orientali (allerte 116/2020, 117/2020, 118/2020).

Nel periodo che va dal 14 novembre all'1 dicembre il Centro Funzionale ha mantenuto il presidio h24 per il monitoraggio degli eventi meteorologici e delle piene in atto. La previsione a breve termine delle precipitazioni e della propagazione delle piene, inclusa quella di Po dal 23 novembre all'1 dicembre, è stata diffusa attraverso l'emissione di 33 documenti di monitoraggio, ad intervalli temporali da 3 a 24 ore.