

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



A cura di:

Federico Grazzini, Rosanna Foraci

ARPAE Emilia-Romagna –Struttura Idro Meteo Clima

Cristina Baroni, Giovanna Daniele, Marco Pizziolo

Regione Emilia-Romagna – Servizio Geologico, Sismico e dei suoli

INDICE

Riassunto.....	3
1. ANALISI METEOROLOGICA DEL PERIODO A SCALA REGIONALE	4
2. EVENTI DI PIENA SIGNIFICATIVI SUL TERRITORIO REGIONALE	8
2.1. Le piene del fiume Secchia del mese di maggio.....	11
2.2. Le piene del Panaro del mese di maggio.....	20
2.3. Le piene del torrente Samoggia e di Reno del 5 e del 13 maggio.....	24
2.4. Le piene del torrente Sillaro del mese di maggio.....	30
2.5. Le piene dei bacini Romagnoli del 13 maggio	34
2.5.1. La piena del fiume Lamone	34
2.5.2. La piena del fiume Montone	38
2.5.3. La piena del fiume Ronco	43
2.5.4. La piena del fiume Savio	47
3. FENOMENI FRANOSI SUL TERRITORIO REGIONALE.....	52
3.1. Provincia di Bologna.....	52
3.2. Provincia di Forlì-Cesena.....	53
3.3. Provincia di Modena	54
3.4. Provincia di Piacenza	55
3.5. Provincia di Parma	56
3.6. Provincia di Ravenna	56
3.7. Provincia di Reggio Emilia.....	56
3.8. Fenomeni significativi per dimensioni ed entità del danno	58
5. ATTIVITA' DI PREVISIONE E MONITORAGGIO DEL CENTRO FUNZIONALE REGIONALE.....	65

Riassunto

Il mese di Maggio 2019 in Emilia-Romagna è stato caratterizzato da una serie di eventi di precipitazione consecutivi, che hanno interessato soprattutto la zona appenninica centro-orientale, con valori cumulati sul territorio regionale che rappresentano il massimo assoluto del mese di maggio dal 1961.

I 4 eventi di precipitazione principali, che si sono succeduti a distanza di circa 7 giorni uno dall'altro, hanno generato fenomeni di piena consecutivi su tutti i bacini appenninici centro-orientali della Regione, mantenendo livelli idrometrici sostenuti nei tratti vallivi dei corsi d'acqua, spesso senza una vera e propria fase di esaurimento tra l'uno e l'altro. La notevole sollecitazione cui sono state sottoposte le arginature dei corsi d'acqua, ed i notevoli volumi defluenti, hanno generato nelle zone di pianura allagamenti in più punti.

Le elevate cumulate di precipitazione complessive del mese di maggio hanno causato numerosi fenomeni franosi, sia di riattivazione di grandi frane che di dissesti idrogeologici diffusi; le frane hanno colpito, in particolare, le Province di Bologna, Forlì-Cesena, Modena e Reggio Emilia

Il Centro Funzionale regionale ha emesso in fase di previsione 28 allerte nei giorni dal 5 maggio al 3 giugno, per temporali, criticità idrogeologica e criticità idraulica, ed ha condotto il monitoraggio degli eventi in atto con l'emissione di 47 documenti di monitoraggio, per complessivi 4 eventi di piena, dal 5 al 31 maggio.

In copertina:

Frana di Raggi, Comune di Borgo Tossignano (BO), e allagamenti causati dal fiume Secchia, nella zona di Campogalliano.

1. ANALISI METEOROLOGICA DEL PERIODO A SCALA REGIONALE

La primavera 2019 in Emilia-Romagna è stata caratterizzata da un'intensa e estrema variabilità meteorologica. Ad eccezione dell'episodio della piena del Reno del Febbraio 2019, la primavera si è mantenuta siccitosa e più calda della media fino alla fine di Aprile, tanto da far presagire una imminente stagione estiva connotata da forte criticità per la mancanza di risorsa idrica.

Nel mese di Maggio invece il quadro si è completamente ribaltato, con un sostanziale cambio di regime meteorologico e un ritorno a condizioni più tipiche di fine inverno inizio primavera. A partire dalla prima settimana di maggio, l'instaurarsi di una circolazione connotata da forti scambi meridiani, ha determinato successive irruzioni di aria fredda sul Nord-Italia con conseguente aumento delle condizioni d'instabilità e una sensibile diminuzione delle temperature. Queste condizioni hanno favorito il verificarsi di una intensa nevicata in Appennino a bassa quota (400 m), con accumuli sui rilievi fino a 60 cm sull'Appennino centro-orientale. L'evento è stato accompagnato da piogge abbondanti, localmente temporalesche, e da venti intensi.

Dall'archivio storico del Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale risulta che l'ultimo evento significativo di neve a quote simili sul nostro Appennino risale al 6 /7 maggio 1957. Oltre a questo primo notevole evento, avvenuto fra il 4 e il 6 maggio 2019, i cui quantitativi sono riportati in Figura 1, ne sono seguiti altri connotati sempre da forte instabilità e precipitazioni cumulate elevate, seppure con temperature relativamente più alte (vedi Figura 3, Figura 4, Figura 5), descritti nel dettaglio nei relativi Rapporti di evento meteorologico, pubblicati da ARPE-SIMC.

In totale in Appennino il numero di giorni piovosi è stato tra 20 e 28, laddove i valori climatologici medi sul trentennio 1961- 1990 si aggirano tra 10 e 15 giorni. In Figura 1a viene mostrato il quantitativo totale mensile della precipitazione in Emilia-Romagna, dal quale si osserva come sull'alto Appennino centrale sono caduti più di 450 mm in meno di un mese. Il valore medio regionale delle precipitazioni cumulate nel mese di Maggio è pari a 228 mm che, come si vede in Figura 1b, che rappresenta in assoluto il valore massimo dal 1961, superiore del 40% al precedente massimo registrato nel 1984.

A termine del mese quindi il bilancio idrico è tornato in condizioni di sostanziale normalità, mentre le temperature si sono attestate, dopo molti mesi consecutivi sopra la media, su valori inferiori alla media, posizionando questo mese come il quarto Maggio più freddo dopo il 1961 (per maggiori dettagli vedi articolo [V. Pavan et al., *Ecoscienza* 3/2019](#)). Da rimarcare il fatto che l'estrema variabilità di questa primavera, con il repentino transito da condizioni siccitose a condizioni alluvionali, è perfettamente compatibile con gli scenari di cambiamento climatico ipotizzati per gli anni e i decenni futuri.

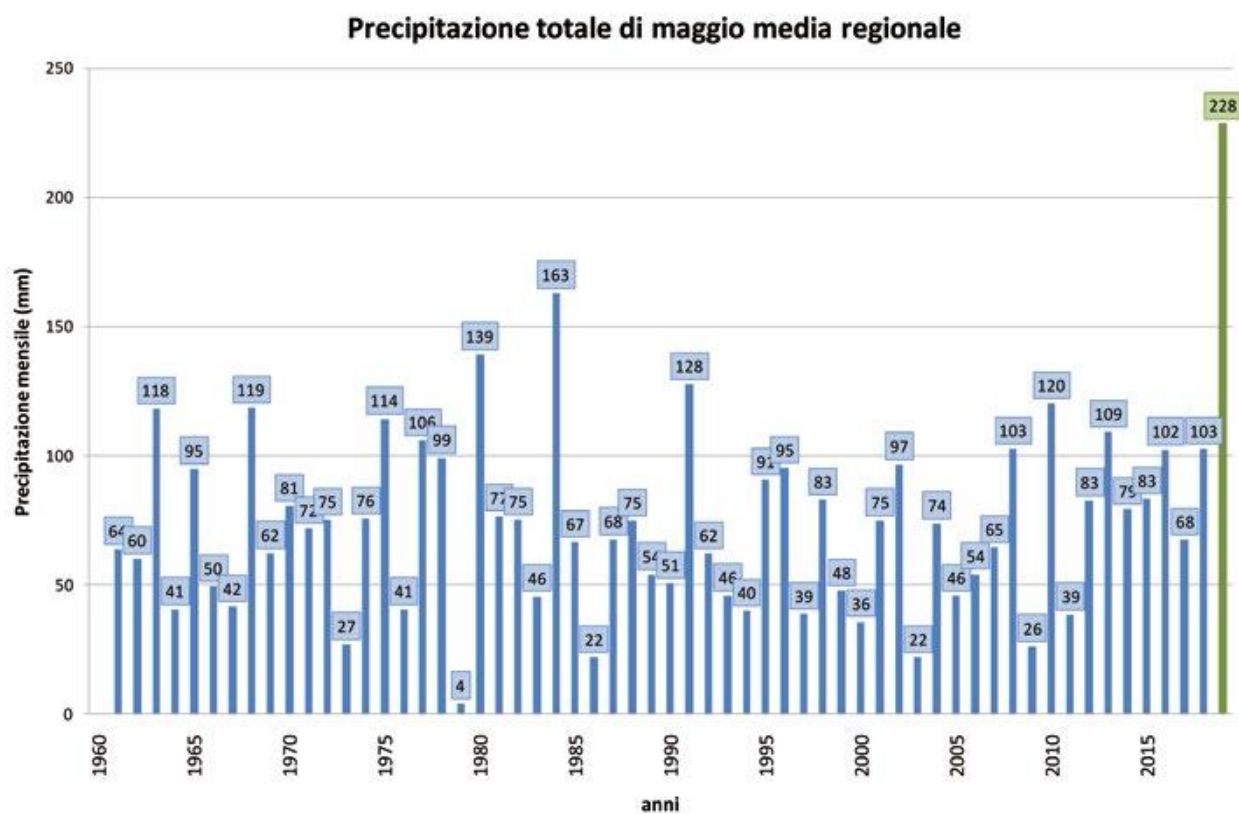
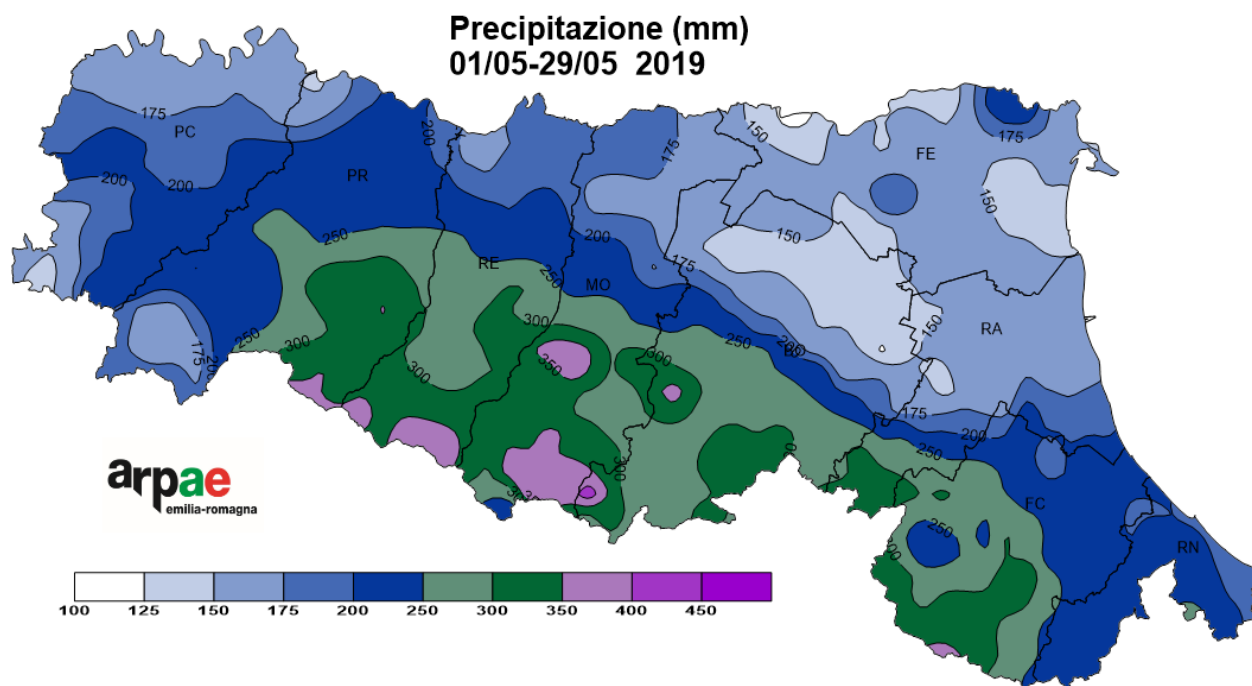


Figura 1: In alto precipitazione cumulata del mese di maggio 2019 sulla regione Emilia-Romagna. In basso serie storica delle valore cumulato mensile della precipitazione media sulla regione per il mese di Maggio (fonte rianalisi Eraclito)

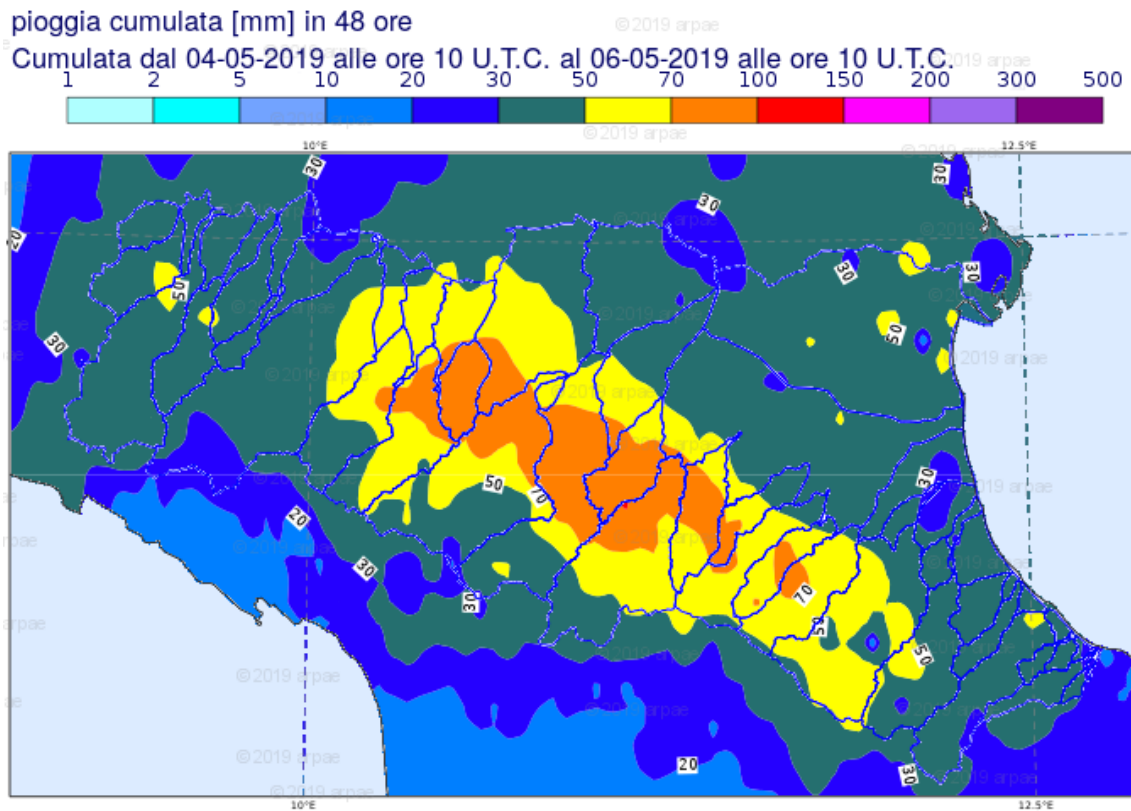


Figura 2: Pioggia cumulata in 48 ore sui bacini dell'Emilia-Romagna nell'evento dal 4 al 6 maggio.

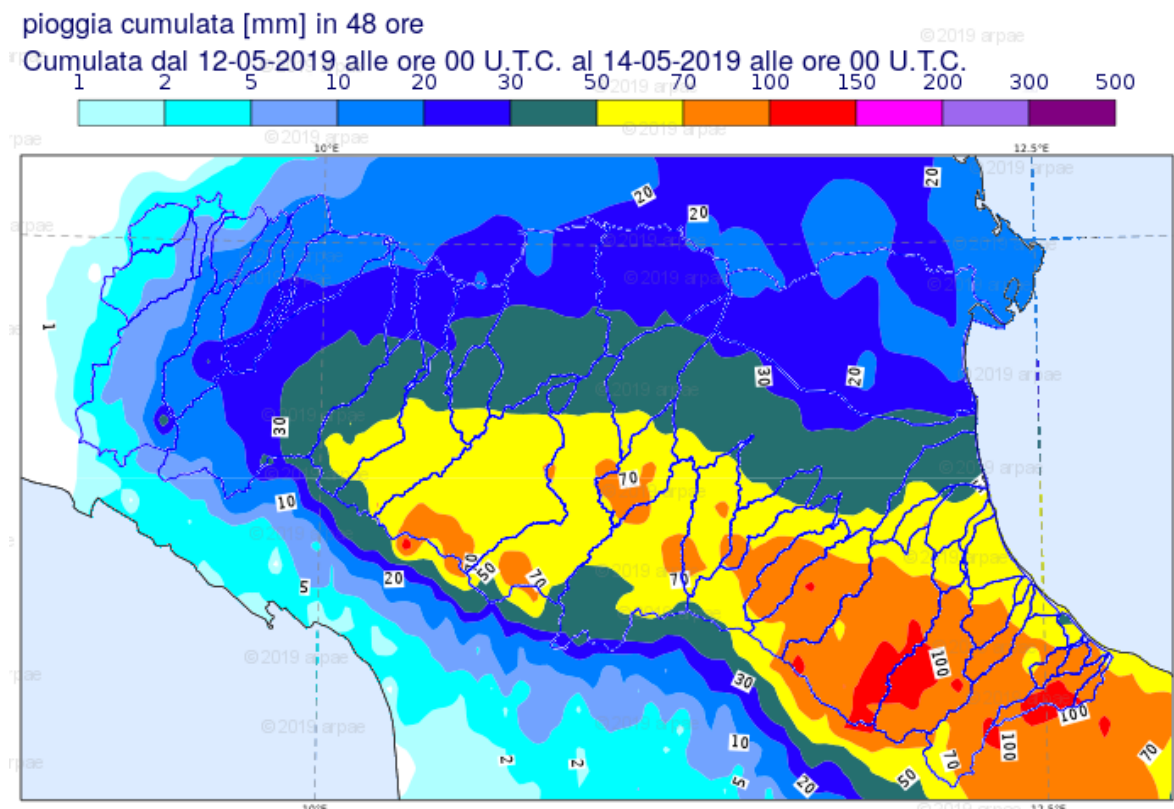


Figura 3: Pioggia cumulata in 48 ore sui bacini dell'Emilia-Romagna nell'evento dal 12 al 13 maggio

pioggia cumulata [mm] in 48 ore

Cumulata dal 18-05-2019 alle ore 00 U.T.C. al 20-05-2019 alle ore 00 U.T.C.

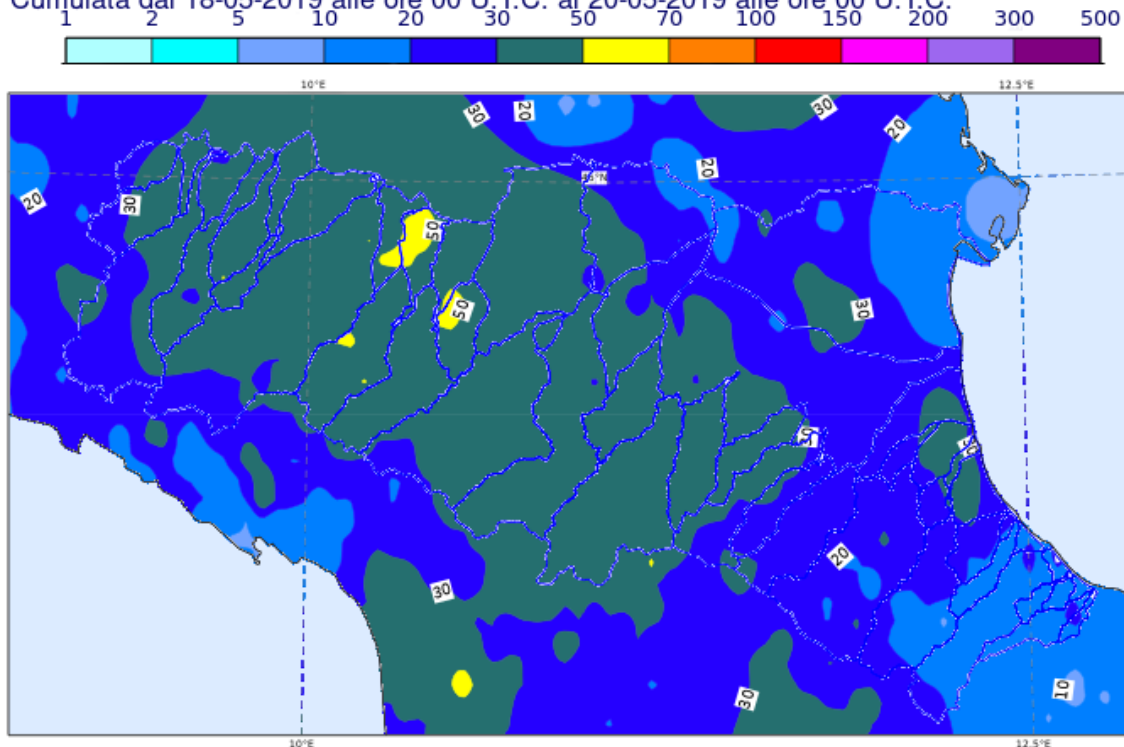


Figura 4: Pioggia cumulata in 48 ore sui bacini dell'Emilia-Romagna nell'evento dal 18 al 19 maggio

pioggia cumulata [mm] in 48 ore

Cumulata dal 26-05-2019 alle ore 00 U.T.C. al 28-05-2019 alle ore 00 U.T.C.

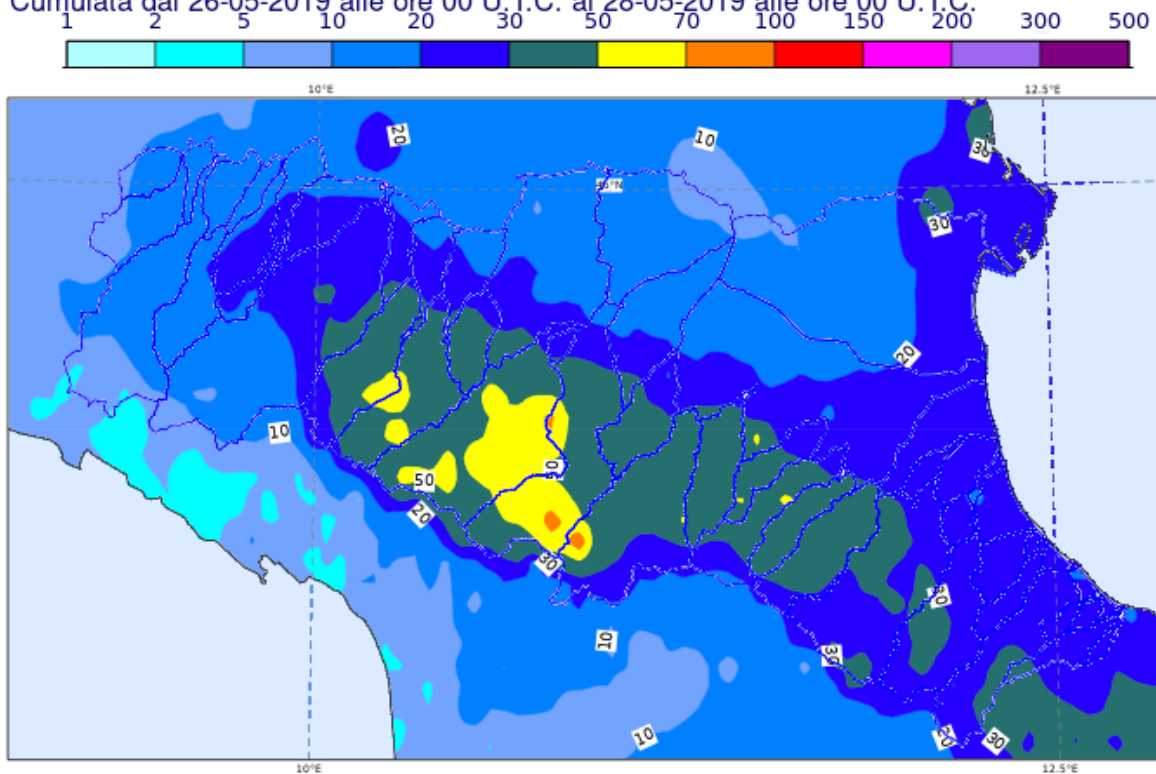


Figura 5: Pioggia cumulata in 48 ore sui bacini dell'Emilia-Romagna nell'evento dal 26 al 27 maggio

2. EVENTI DI PIENA SIGNIFICATIVI SUL TERRITORIO REGIONALE

A partire dal 5 maggio 2019 si sono osservati sui corsi d'acqua del settore centro-orientale della regione ben 4 eventi di piena consecutivi, 5-6, il 12-13, il 18-19 ed il 27-29 maggio, con intervalli quasi costanti tra l'uno e l'altro, intorno ai 7 giorni, talvolta caratterizzati da deboli precipitazioni residue tra un evento più intenso ed il successivo, nonché da una nevicata fino a quote collinari (vedi § 1). Tali circostanze hanno mantenuto livelli idrometrici sostenuti nei tratti vallivi dei corsi d'acqua interessati dalle piene, spesso senza una vera e propria fase di esaurimento tra l'uno e l'altro.

In sintesi, procedendo da ovest verso est:

- Il fiume **Secchia è stato interessato da tutti e 4 gli eventi di piena** consecutivi del mese di maggio, con prolungati superamenti delle soglie 2 in tutte le sezioni vallive.
- Sul tratto vallivo del fiume **Panaro** sono stati registrati superamenti di soglia 2 per i **primi due eventi del 5 e 13 maggio, e per l'ultimo del 27 maggio.**
- **I fiumi Romagnoli e gli affluenti di Reno sono stati maggiormente interessati dai primi due eventi di piena**, con superamenti delle soglie 2 il 5 maggio su Samoggia, Idice e Sillaro, e superamenti delle soglie 3 il 13 maggio nelle sezioni vallive di Samoggia, Idice, Sillaro, Montone, Ronco e Savio; colmi inferiori si sono invece verificati sugli stessi corsi d'acqua nei due eventi successivi, del 19 e 27 maggio.

Su tutti i suddetti corsi d'acqua i livelli al colmo più elevati sono stati generalmente registrati durante l'evento del 13 maggio, che ha superato i massimi storici sul Secchia, sul Montone, sul Ronco e sul Savio, e livelli prossimi ai massimi sul Samoggia. Fra il 13 ed il 14 maggio si sono inoltre verificati numerosi allagamenti nelle zone di pianura, sia in aree di espansione naturale dei corsi d'acqua (Secchia, Panaro, Sillaro), sia in territori limitrofi, a seguito di localizzate rotture arginali (Montone, Savio) che hanno prodotto danni a terreni agricoli, viabilità, abitazioni e attività produttive.

Nei paragrafi seguenti verranno analizzate le piene più significative su ciascun bacino idrografico ed i conseguenti effetti sul territorio. La Figura 6 mostra il territorio dei bacini di Secchia, Panaro e Samoggia, affluente di sinistra del Reno, con l'ubicazione delle stazioni idrometriche e pluviometriche di misura, mentre nella Figura 7 sono illustrati i bacini di Idice e Sillaro, affluenti di destra del Reno, ed i bacini di Montone, Ronco e Savio, tutti interessati da piene significative durante il mese di maggio.



Figura 6: Bacini idrografici del Secchia, Panaro e Samoggia affluente di sinistra del Reno, con ubicazione delle stazioni idrometriche e pluviometriche di misura.



Figura 7: Bacini idrografici di Idice e Sillaro (affluente di destra del Reno) e bacini romagnoli, con ubicazione delle stazioni idrometriche e pluviometriche di misura.

2.1. Le piene del fiume Secchia del mese di maggio

Il bacino del Secchia è stato interessato nel mese di maggio da 5 eventi di precipitazione consecutivi: il 5-7, l'8-9, il 12-13, il 18-19 ed il 27-29, intervallati da piogge di minore entità il 22 maggio, per un totale che ha mediamente superato i 300 mm nel mese, sull'intero bacino.

Le precipitazioni hanno colpito sia la parte montana del bacino principale che la parte pedecollinare, incluso il Tresinaro, affluente di sinistra, che ha contribuito alla piena nel tratto arginato del Secchia nei quattro eventi principali (vedi Figure da 2 a 5), in particolare nell'evento del 5 maggio (vedi Figura 8), che ha fatto registrare nei pluviometri di Baiso e di Cà de Caroli cumulate di oltre 110 mm complessivi, con un'intensità massima di 20,2 mm/ora a Cà de Caroli.

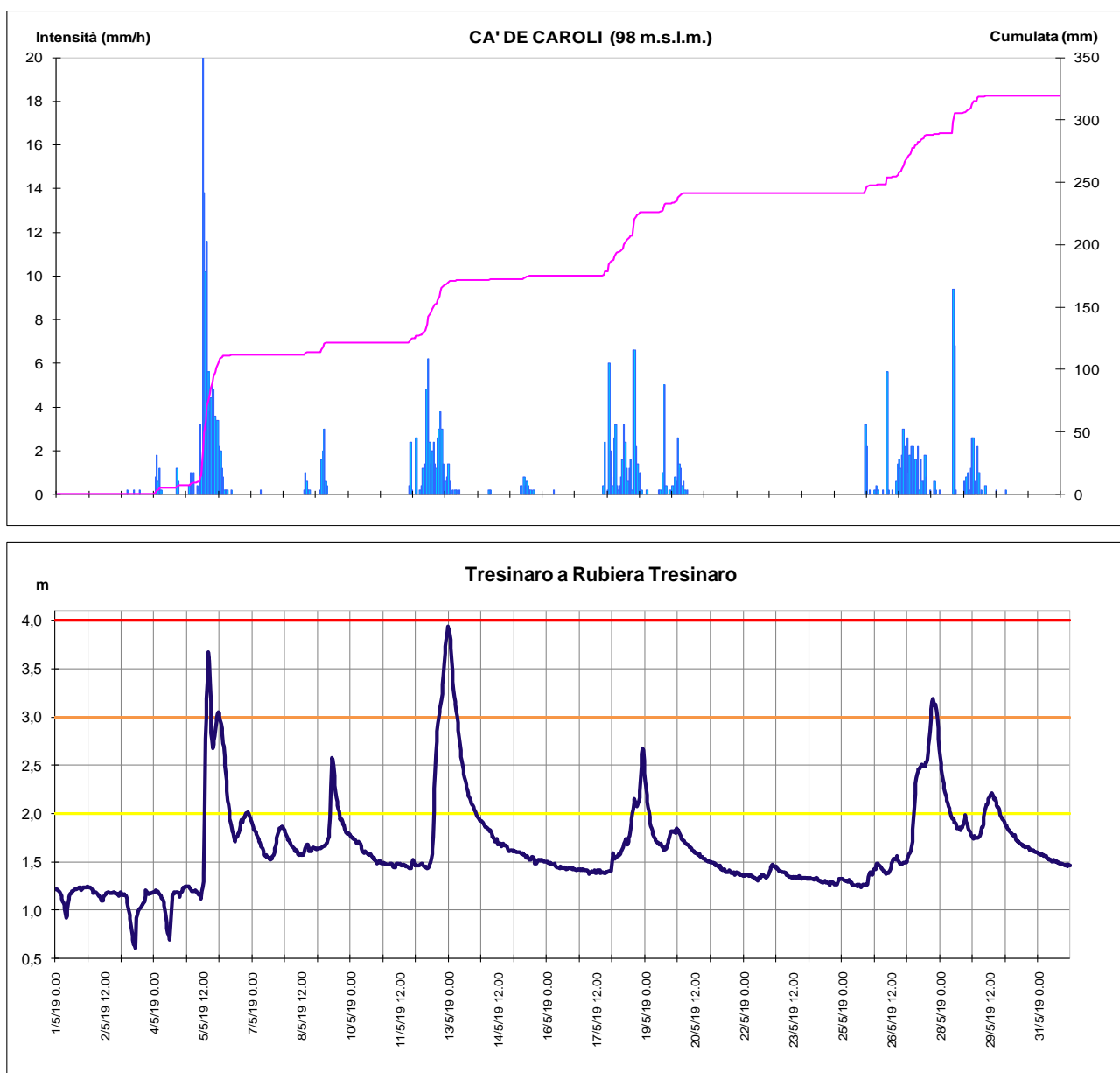


Figura 8: Andamento di piogge e livelli nel bacino del Tresinaro nel mese di maggio

Nella Figura 8 sono illustrate le intensità e le cumulate di precipitazione registrate a Cà de Caroli nel mese di maggio, ed i corrispondenti picchi di piena registrati nella sezione di chiusura del bacino del Tresinaro a Cà de Caroli, dove il 13 maggio sono stati raggiunti valori prossimi alla soglia 3.

Entrando nel dettaglio della sequenza delle precipitazioni, il primo evento del 5 e 6 maggio, dopo un lungo periodo secco, è stato caratterizzato da precipitazioni abbondanti nella pedecollina, che hanno assunto a carattere nevoso fino a quote di 600-700 m, con accumuli massimi misurati a quote superiori ai 900 m da 40 a 60 cm (vedi Figura 9). Nella Figura 10 è possibile osservare la distribuzione del manto nevoso sull'appennino centrale al termine della nevicata.

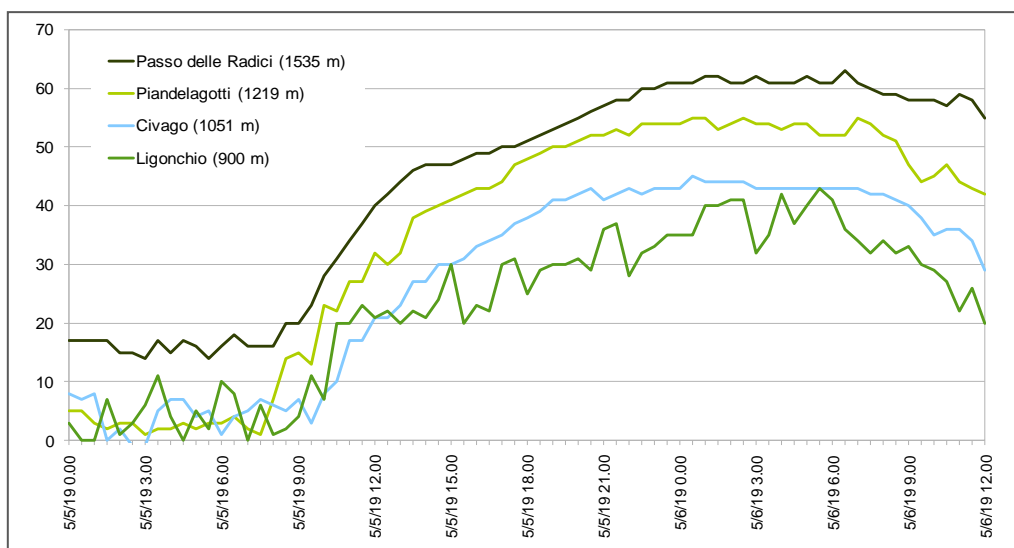


Figura 9: Andamento dell'altezza del manto nevoso durante l'evento del 5-6 maggio, nelle stazioni nivometriche del bacino montano del Secchia

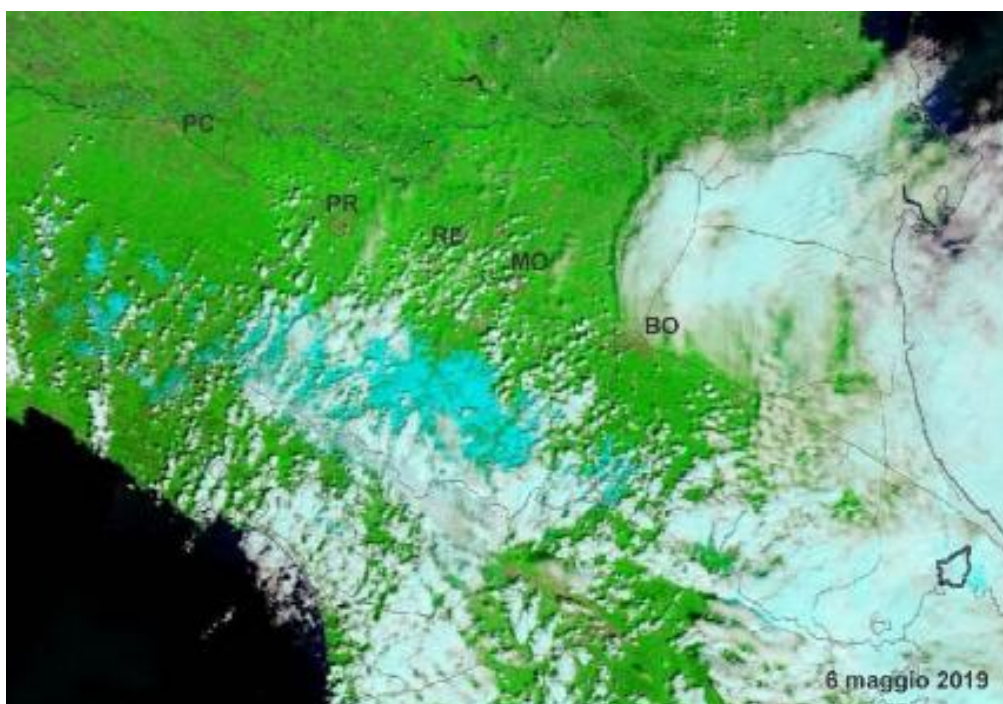


Figura 10: Immagine da satellite MODIS del 06/05/2019 alle 10:25 UTC in ciano la presenza di neve

Il successivo rapido scioglimento della neve, già durante le giornate del 6 e 7 maggio, per effetto congiunto di pioggia e aumento della temperatura, ha generato un immediato effetto di saturazione dei suoli, contribuendo ulteriormente al deflusso nella sezione di chiusura del bacino montano a Rubiera, dove si sono registrati tre colmi ravvicinati nelle giornate dal 5 al 7 maggio, all'ingresso della cassa di espansione.

A valle della cassa di espansione, per effetto della propagazione nel tratto vallivo, i suddetti colmi si sono via via sommati (vedi Figura 13), generando una piena di notevole volume che, alimentata dal progressivo scioglimento della neve e da un ulteriore modesto impulso di precipitazione nei giorni 9 e 10 maggio, si è esaurita solo nella giornata del 13, per una durata totale di oltre cinque giorni di piena nel tratto arginato.

In queste condizioni di suolo completamente imbibito e di piena ancora in esaurimento nel tratto arginato, l'evento del 13-14 maggio, seppure caratterizzato da intensità di pioggia modeste e da un afflusso medio sul bacino montano del Secchia stimato in 66 mm, ha generato un nuovo colmo di piena, che nella sezione di Ponte Alto ha raggiunto il livello di 10,47 m alle ore 15:00 del 13 maggio, secondo massimo storico e a **Ponte Bacchello ha raggiunto il livello di 11,30 metri alle 21:00 del 13 maggio, massimo livello storico dal 1922.**

Come è possibile osservare nella Figura 12 , gli eventi che sono seguiti per tutto il mese di maggio sono stati caratterizzati ancora da piogge intensità modeste, mediamente inferiori agli 8-10 mm/ora, che però si sono prolungate, talvolta con più impulsi nello stesso evento, per 36-48 ore consecutive. Osservando l'andamento delle intensità di pioggia nei due pluviometri di Civago (riscaldato) e Polinago (non riscaldato), a confronto con l'idrogramma di piena nella sezione di Ponte Alto (vedi Figura 12), è possibile notare come, con intensità di pioggia via via minori si sono registrate piene di altezza e volume progressivamente crescenti, per l'effetto congiunto sia di un progressivo aumento della saturazione dei suoli, sia di livelli nelle sezioni vallive del corso d'acqua che sono rimasti sostenuti per tutto il periodo, caratterizzato da piogge a distanza ravvicinata che non hanno permesso alle piene di esaurirsi completamente.

L'ultimo evento di pioggia del 26-27 maggio, seguito da un ulteriore impulso il 29-30 maggio, con intensità mediamente inferiori ai 5 mm/ora, ma una durata di quasi 4 giorni, ha prodotto una piena con livelli al colmo inferiori al 13 maggio, ma con volumi molto maggiori, che hanno notevolmente sollecitato le arginature di valle, già sottoposte a ripetute pressioni per effetto delle piene di tutto il mese.

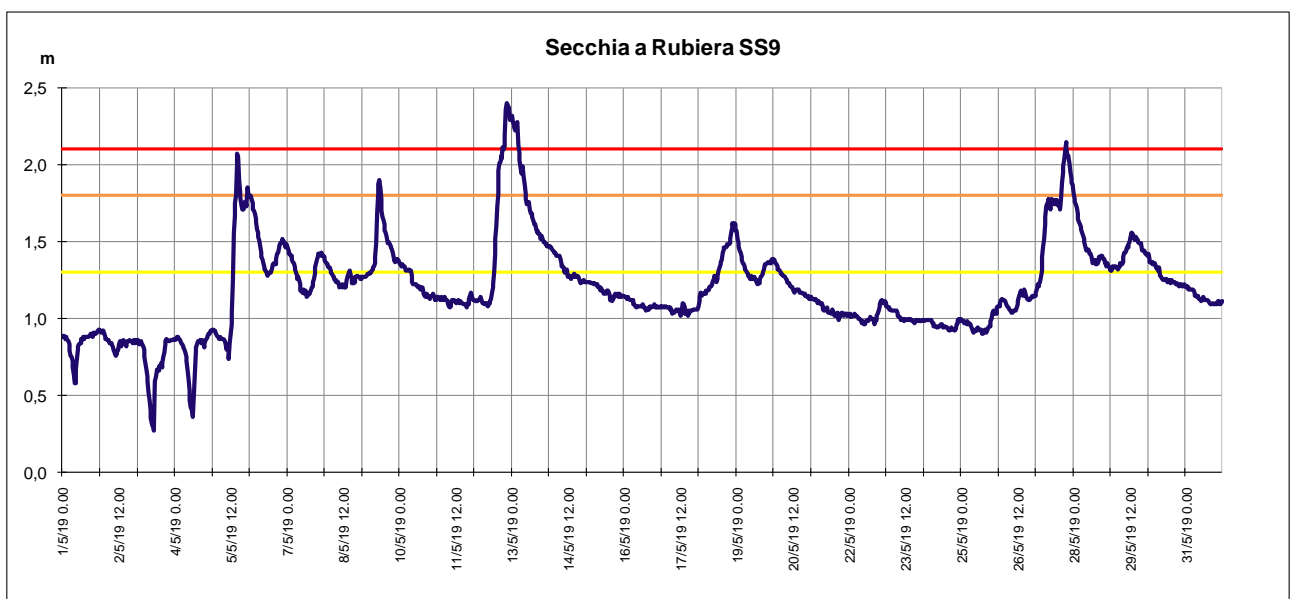
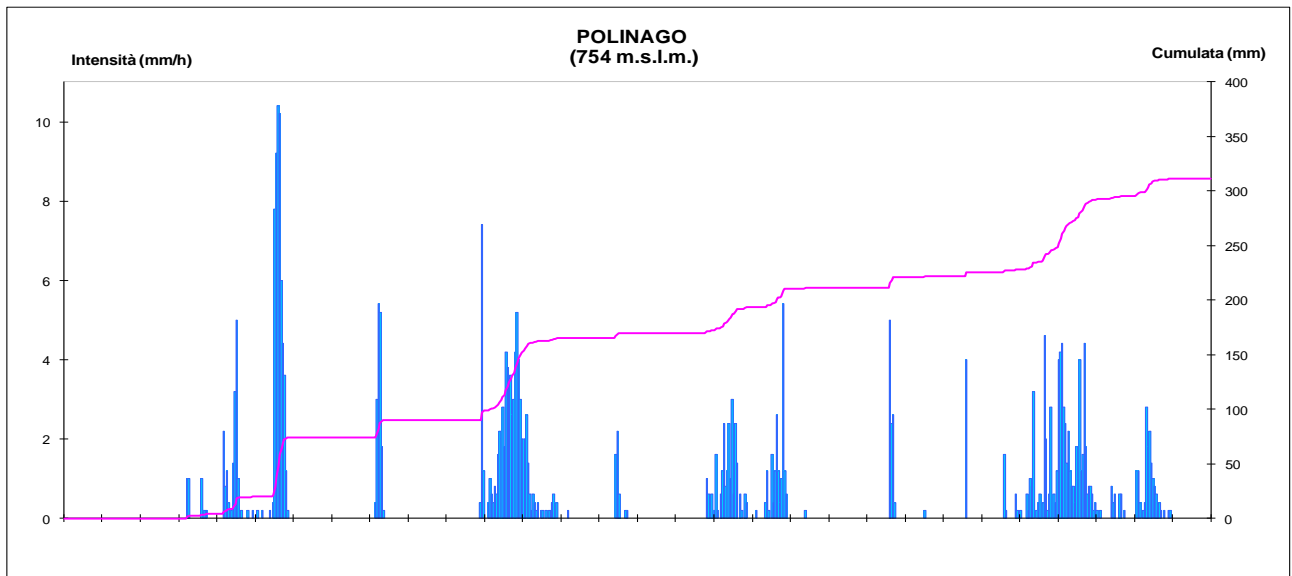
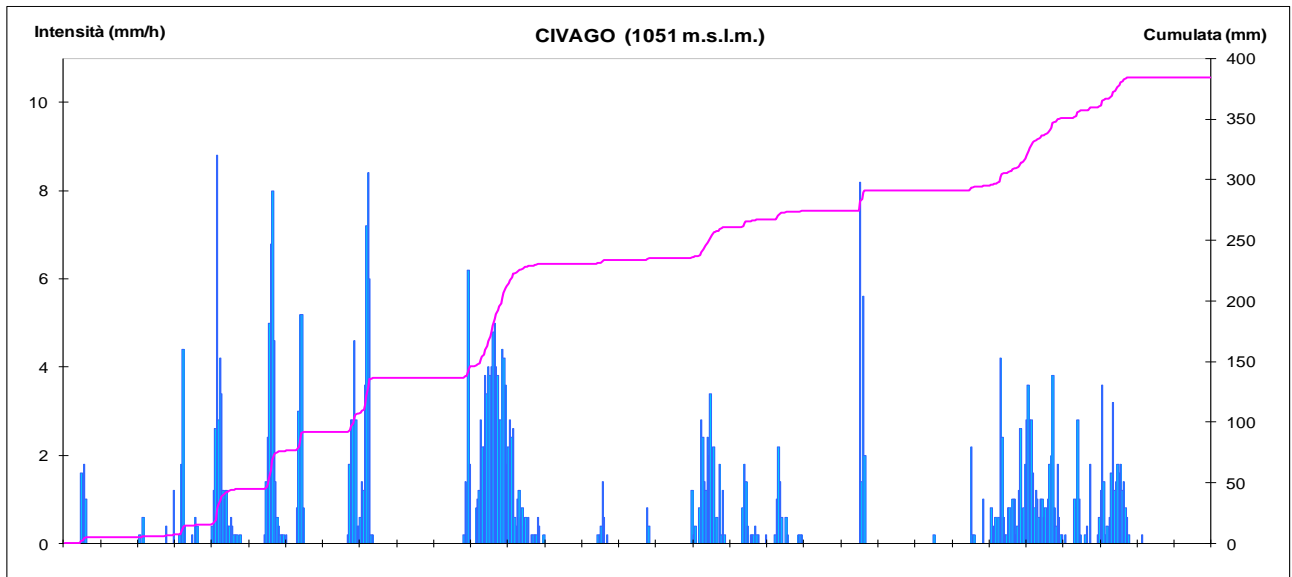


Figura 11: Andamento delle piogge in stazioni significative del bacino montano del Secchia e livelli idrometrici nella sezione di chiusura nel mese di maggio

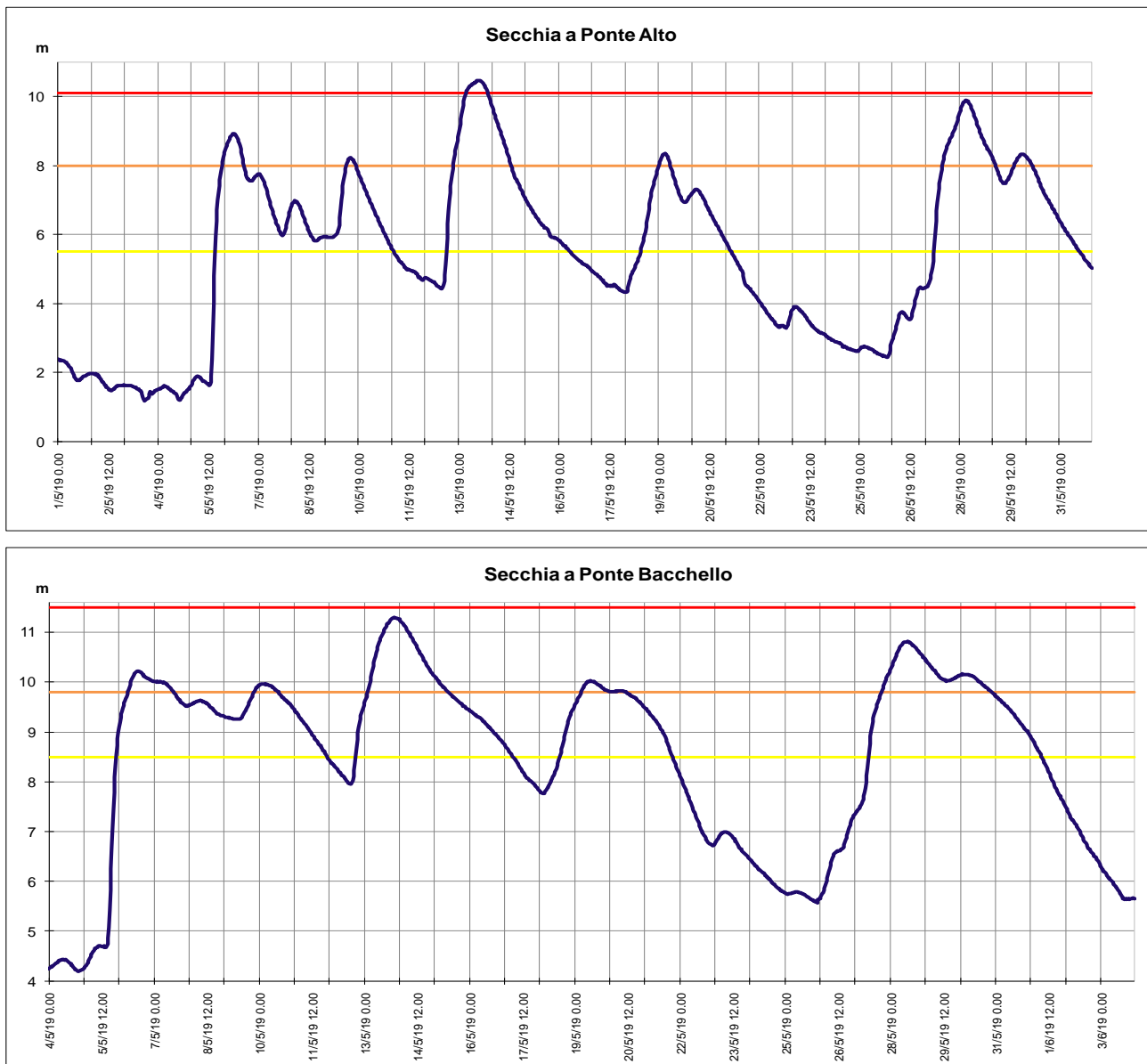


Figura 12: Propagazione delle piene nelle prime sezioni del tratto vallivo del fiume Secchia, a valle delle casse di espansione, nel mese di maggio

A valle delle sezioni di Ponte Alto e Ponte Bacchello, tutte le piene si sono laminate per effetto dell'espansione nelle aree golenali, per cui i colmi a Pioppa e Concordia sono risultati inferiori ai massimi, sebbene i volumi transitati siano stati notevoli in quantità e durata (vedi Figura 13).

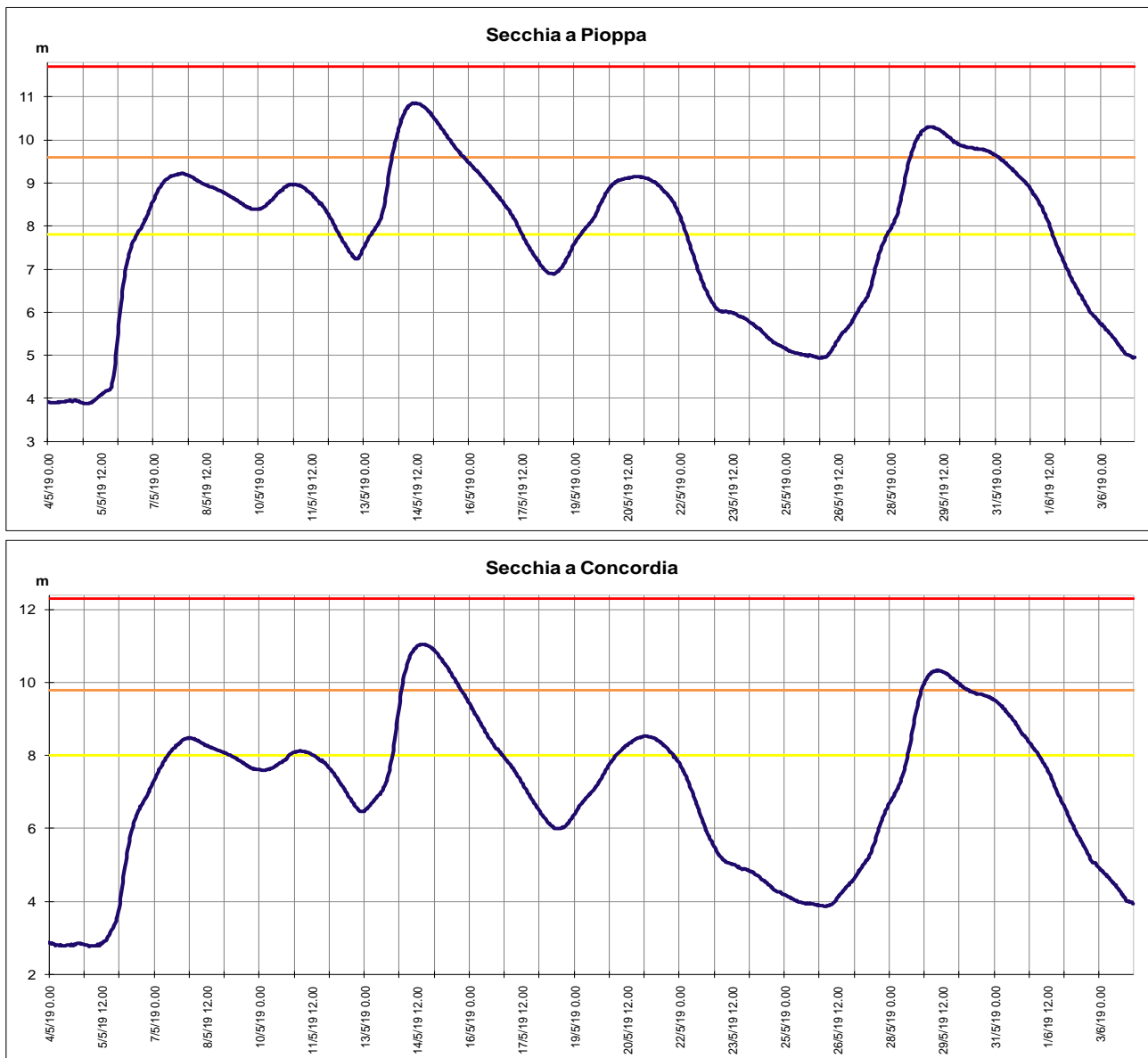


Figura 13: Propagazione delle piene nel tratto vallivo del fiume Secchia nel mese di maggio

Statisticamente, in termini di portate rilevate alla chiusura del bacino montano, le piene del mese di maggio sul fiume Secchia non risultano avere frequenze probabili particolarmente rilevanti, mentre nei tratti vallivi i livelli al colmo raggiunti risultano piuttosto rari, così come è rara la loro successione ravvicinata, che ha contribuito a mantenere i livelli al di sopra delle soglie per molte ore, con conseguente notevole sollecitazione dei corpi arginali e completo esaurimento delle piene solo al termine del mese di maggio.


Come è possibile osservare nella Tabella 1, che riporta il dettaglio dei 6 periodi caratterizzati da eventi di piena consecutivi, in un periodo di 50 giorni, registrati dal 2003 sul Secchia a Ponte Alto, **le piene di maggio 2019 hanno raggiunto il massimo storico di 124 ore di permanenza dei livelli al di sopra della soglia 2, in un arco temporale di soli 25 giorni.**

Tabella 1: Piene storiche in un periodo di 50 gg consecutivi, dal 2003 nella sezione di Ponte Alto

Secchia a Ponte Alto dal 2003		
PERIODO 30 nov 2008 - 6 dic 2008 (7 gg)		
N° piene	data	N° ore > soglia 2
1	30 nov 08 - 2 dic 08	42
2	5 dic 08 - 6 dic 08	13
N° ore complessive > soglia 2		55
PERIODO 7 dic 2010- 25 dic 2010 (17 gg)		
N° piene	data	N° ore > soglia 2
1	8 dic 10- 9 dic 10	33,30
2	23 dic 11 - 25 dic 11	30
N° ore complessive > soglia 2		63,30
PERIODO 4 nov 2012- 4 dic 2012 (30 gg)		
N° piene	data	N° ore > soglia 2
1	5 nov 12- 6 nov 12	4
2	11 nov 12 - 13 nov 12	18
3	28 nov 12 - 30 nov 12	14
N° ore complessive > soglia 2		36
PERIODO 10 mar 2013 - 8 apr 2013 (27 gg)		
N° piene	data	N° ore > soglia 2
1	10 mar 13 - 11 mar 13	18
2	18 mar 13 - 19 mar 13	14
3	31 mar 13 - 6 apr 13	45
N° ore complessive > soglia 2		77
PERIODO 25 dic 2013 - 13 feb 2014 (50 gg)		
N° piene	data	N° ore > soglia 2
1	26 dic 13 -27 dic 13	13
2	5 gen 14 - 6 gen 14	18,30
3	18 gen 14 - 20 gen 14	41,30
4	31 gen 14 - 1 feb 14	10,30
5	11 feb 14 - 12 feb 14	9
N° ore complessive > soglia 2		92,30
PERIODO 5 mag 2019 - 30 mag 2019 (25 gg)		
N° piene	data	N° ore > soglia 2
1	5 mag 19 - 6 mag 19	16
2	9 mag 19	6,30
3	12 mag 19- 14 mag 19	41,30
4	19 mag 19	8,30
5	26 mag 19-30 mag 19	51,30
N° ore complessive > soglia 2		124,00

Nella Tabella 2 è riportata la sintesi della piena del 13 maggio, che ha raggiunto i massimi livelli al colmo, con i tempi di propagazione dei colmi lungo il corso d'acqua.

Tabella 2: Sintesi della propagazione dei colmi di piena del Secchia il 13-14 maggio

 <div style="text-align: center;"> Struttura Idro-Meteo-Clima CENTRO FUNZIONALE BOLOGNA </div> <div style="text-align: center;"> BACINI DEL SECCHIA TABELLA delle PUNTE MASSIME </div> <div style="text-align: center;"> PIENA dei gg. 12-13-14 maggio 2019 </div>										
FIUME SECCHIA										
Denominazione del SENSORE	Distanze (km)		Livelli rif. soglia 1	Punta max registrata			Tempi		Velocità m/sec	Note
	parziali	progres.		H idr.ca	gior.	ora	parziali	progres.		
origine	0,0	0,0								
GATTA	28,7	28,7	1,00	1,16	12	23:00	-	00:00		
confluenza Secchiello	1,7	30,4								
PONTE CAVOLA	4,1	34,4	0,80	0,08	12	21:50	-	00:00	-	
confluenza Dolo	9,5	43,9								
LUGO	4,3	48,2	1,20	2,29	12	22:30	-	00:00		
confluenza Rossenna	0,5	48,7								
PONTE VEGGIA	17,5	66,2	11,20	12,47	13	00:20	-	00:00	-	
confluenza Tresinaro	13,0	79,2								
RUBIERA SS9	0,3	79,5	1,30	2,40	12	21:00	-	00:00		
RUBIERA CASSE monte	2,0	81,5	6,00	8,35	13	01:00	04:00	04:00		vedi nota
RUBIERA CASSE valle	0,0	81,5		4,97	13	00:30	-	-		vedi nota
PONTE ALTO	10,5	92,0	5,50	10,47	13	15:00	14:30	14:30	-	2°livello storico
PONTE BACCHELLO	13,8	105,7	8,50	11,30	13	21:00	06:00	20:30		max livello dal 1922
PONTE MOTTA			7,00	9,63	14	05:30	08:30	29:00		max livello dal 2016
PIOPPA	18,8	124,5	7,80	10,86	14	11:30	06:00	35:00	-	
CONCORDIA SULLA SECCHIA	9,0	133,5	8,00	11,07	14	16:10	04:40	39:40		
BONDANELLO	9,0	142,5		10,46	14	21:30	05:20	45:00		
sbocco in Po	24,0	166,5								
Torrente DOLO										
Denominazione del SENSORE	Distanze		Livelli rif. soglia 1	Punta max registrata			Tempi		Velocità m/sec	Note
	parziali	progres.		H idr.ca	gior.	ora	parziali	progres.		
origine	0,0	0,0								
PONTE DOLO	30,7	30,7	2,50	2,34	12	22:50	-	00:00		
sbocco in Secchia	4,4	35,1								
Torrente ROSSENNA										
Denominazione del SENSORE	Distanze		Livelli rif. soglia 1	Punta max registrata			Tempi		Velocità m/sec	Note
	parziali	progres.		H idr.ca	gior.	ora	parziali	progres.		
origine	0,0	0,0								
ROSSENNA	31,4	31,4	1,20	1,95	12	20:30	-	00:00		
sbocco in Secchia	0,8	32,2								
Torrente TRESINARO										
Denominazione del SENSORE	Distanze		Livelli rif. soglia 1	Punta max registrata			Tempi		Velocità m/sec	Note
	parziali	progres.		H idr.ca	gior.	ora	parziali	progres.		
origine	0,0	0,0								
CA' DE CAROLI	65,7	65,7	1,0	1,31	12	21:30	-	00:00		
RUBIERA TRESINARO	12,6	78,3	2,0	3,94	12	23:30	02:00	02:00		
sbocco in Secchia	0,4	78,7								
Note: Rubiera Cassa monte e valle: le tarature dei due idrometri a pressione sono state variate in data (... apr 2019) aggiungendo + 44 cm all'idrometro di monte e -220 cm all'idrometro di valle. Pertanto occorre fare attenzione nella serie storica dei livelli e nelle correlazioni, considerando dette variazioni										

Il giorno 13 maggio, durante l'evento di piena, sono state eseguite alcune **misure di portata nella sezione di Ponte Alto**. La misura è stata effettuata poco dopo il passaggio del colmo, dalle ore 15:50 alle ore 16:20 solari, suddividendo la sezione in tre tronchi: destro, sinistro e tronco centrale, e **stimando un valore di 277 mc/sec, corrispondente ad un livello idrometrico medio di 10,46 m**.

In termini di effetti al suolo, durante le piene del mese di maggio si sono verificati numerosi allagamenti, in particolare nella zona di Campogalliano, nel tratto non arginato a valle della cassa di espansione di Rubiera, in corrispondenza dell'innesto dell'A22 all'A1 (vedi Figura 14). Gli allagamenti ripetuti hanno comportato l'evacuazione di 13 famiglie dalle loro abitazioni e di animali e persone presso l'agriturismo "La Falda".



Figura 14: Allagamento della zona di Campogalliano il 13 maggio, all'altezza dell'innesto dell'autostrada A22 sull'A1.

Durante il passaggio di tutti i colmi di piena sono stati chiusi ponte Alto, ponte dell'Uccellino e ponte Motta, alcuni tratti stradali nelle vicinanze dell'argine, nonché – in via precauzionale – le scuole nei Comuni rivieraschi nella giornata di lunedì 13 maggio.

Notevoli anche i problemi di tenuta degli argini, in particolare durante l'ultimo evento di piena dal 27 al 31 maggio, la cui notevole durata ha causato numerosi fenomeni di infiltrazione e sui quali si è prontamente intervenuti con coronelle.

Durante l'evento di piena dal 27 al 31 maggio sono state inoltre eseguite sacchettature precauzionali in punti bassi dell'argine, in prossimità di Ponte Alto, a seguito di previsioni di pioggia per il 29 maggio più intense di quanto siano state successivamente osservate sul bacino del Secchia, tali da far temere possibili sormonti.

2.2. Le piene del Panaro del mese di maggio

Il bacino del Panaro è stato interessato nel mese di maggio da 3 eventi di precipitazione significativi: il 5-6, il 12-13, ed il 27-29 maggio, intervallati da precipitazioni minori il 9 ed il 18-19 maggio, che hanno contribuito a mantenere sostenuti i livelli idrometrici nel tratto vallivo. Le piogge totali del mese di maggio hanno superato i 300 mm medi sul bacino nel mese, con punte superiori ai 400 mm/mese (vedi Figura 1).

Le precipitazioni hanno interessato il crinale appenninico, ma anche la parte pedecollinare del bacino principale del Panaro e del suo affluente di sinistra Tiepido (vedi Figura 15), che ha contribuito alla piena nel tratto arginato del Panaro soprattutto nel primo evento del 5-6 maggio, quando la precipitazione sul bacino montano era stata a prevalente carattere nevoso, nonché nell'ultimo evento del 27-28 maggio, in cui il contributo dell'afflusso proveniente da monte era limitato, come è possibile osservare dall'andamento della pioggia del periodo, registrato dal pluviometro di Serramazzoni sul Tiepido e di Doccia di Fiumalbo sul crinale appenninico (vedi Figura 16). Sul Tiepido la piena del 5 maggio ha raggiunto nella sezione di S. Donnino il livello massimo di 2,69 m, secondo caso critico registrato dal 2003 (vedi Figura 15).

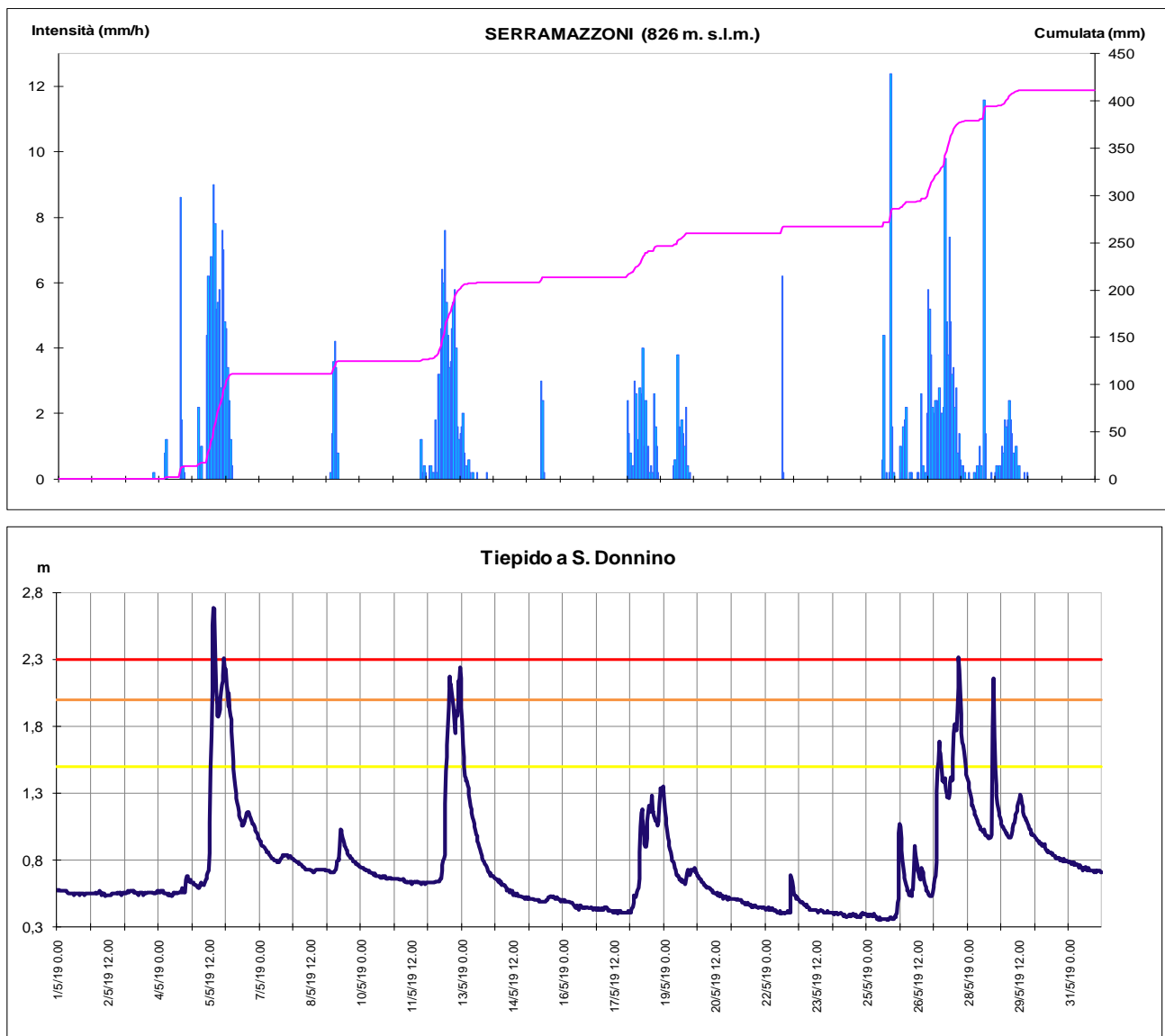


Figura 15: Andamento di piogge e livelli in stazioni significative del Tiepido nel mese di maggio

Poiché il Tiepido confluisce in Panaro a valle della cassa di espansione, la regolazione di quest'ultima ha solo in parte limitato i colmi di piena nel tratto vallivo, dove si sono progressivamente laminati (vedi Figura 17), superando marcatamente la soglia 2 soltanto il 13-14 maggio, in corrispondenza dell'evento pluviometrico più significativo, con una pioggia media areale sul bacino stimata in circa 74 mm complessivi.

Le intensità di precipitazione massime sono state registrate a Doccia di Fiumalbo, con 157,8 mm/24 ore e 108 mm/12 ore, per i quali è stato stimato un tempo di ritorno rispettivamente di 8 e 14 anni circa; per durate inferiori i tempi di ritorno delle piogge massime sono stati stimati inferiori ai 5 anni.

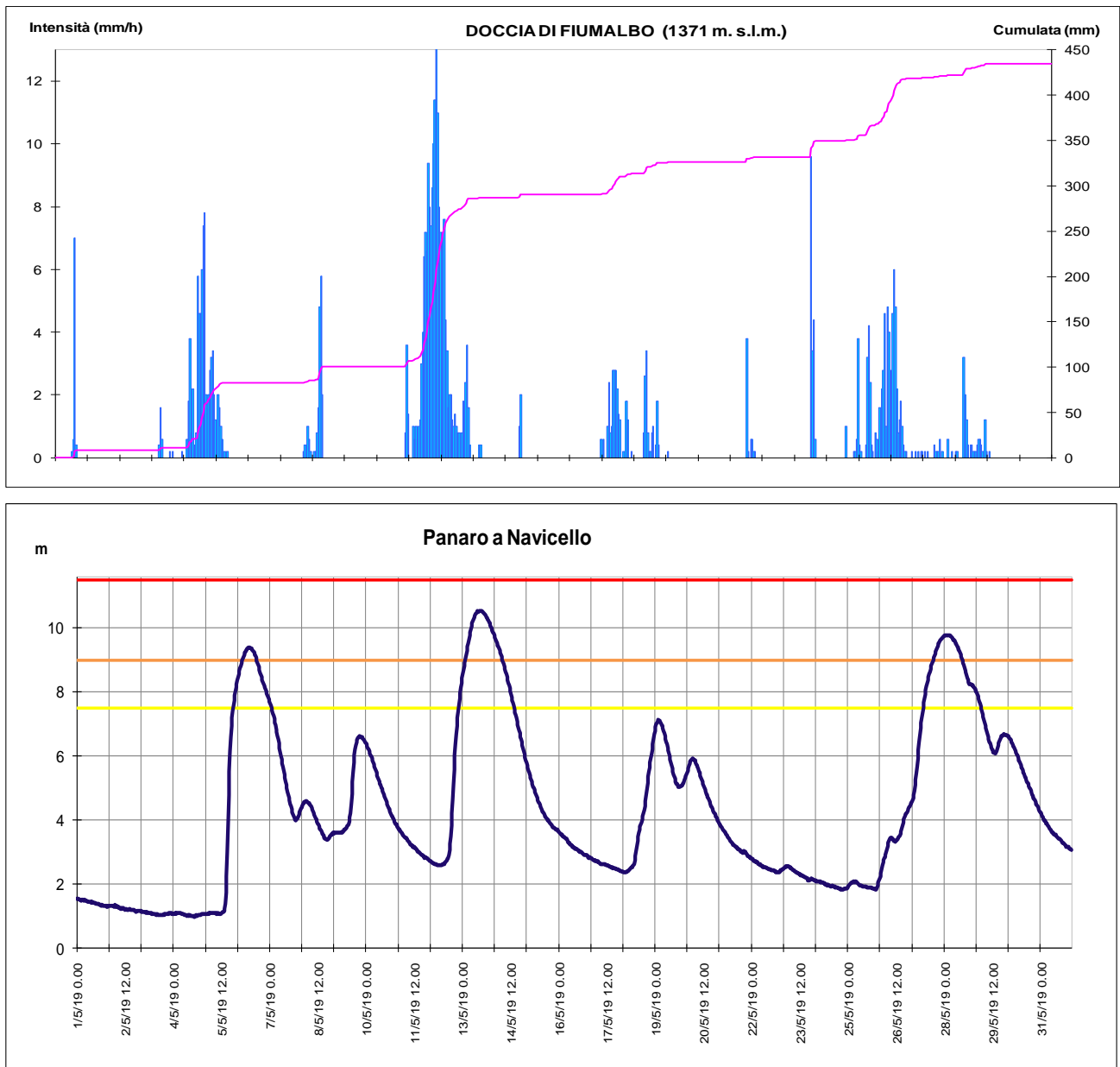


Figura 16: Andamento di piogge e livelli in stazioni significative del bacino del Panaro nel mese di maggio

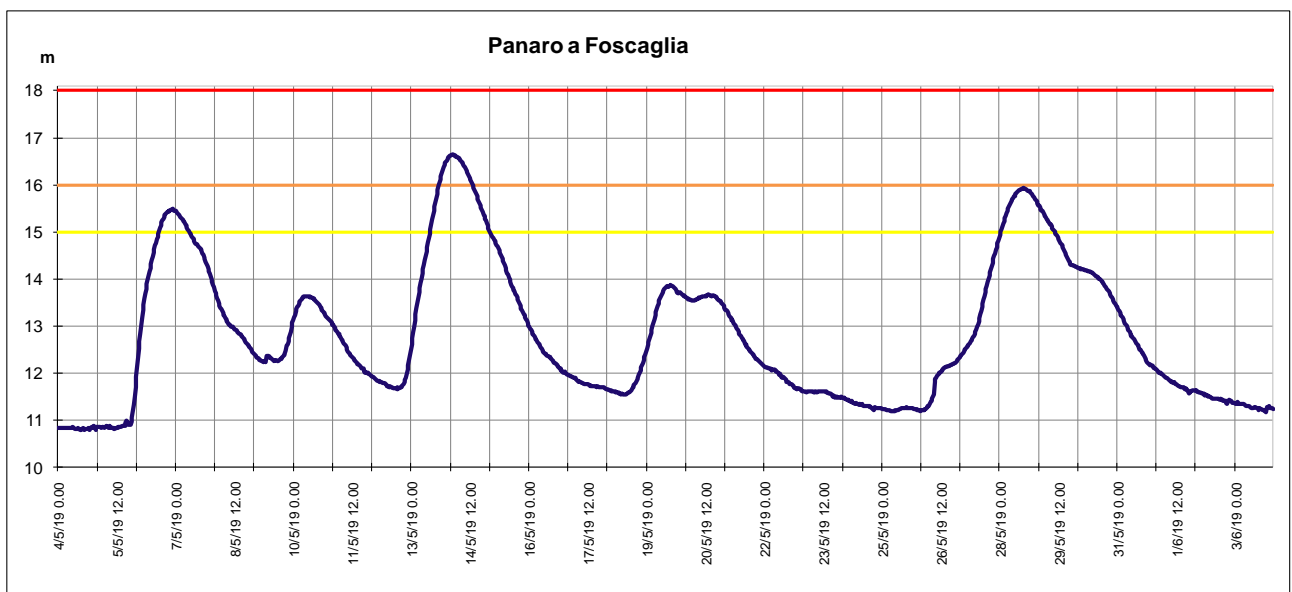
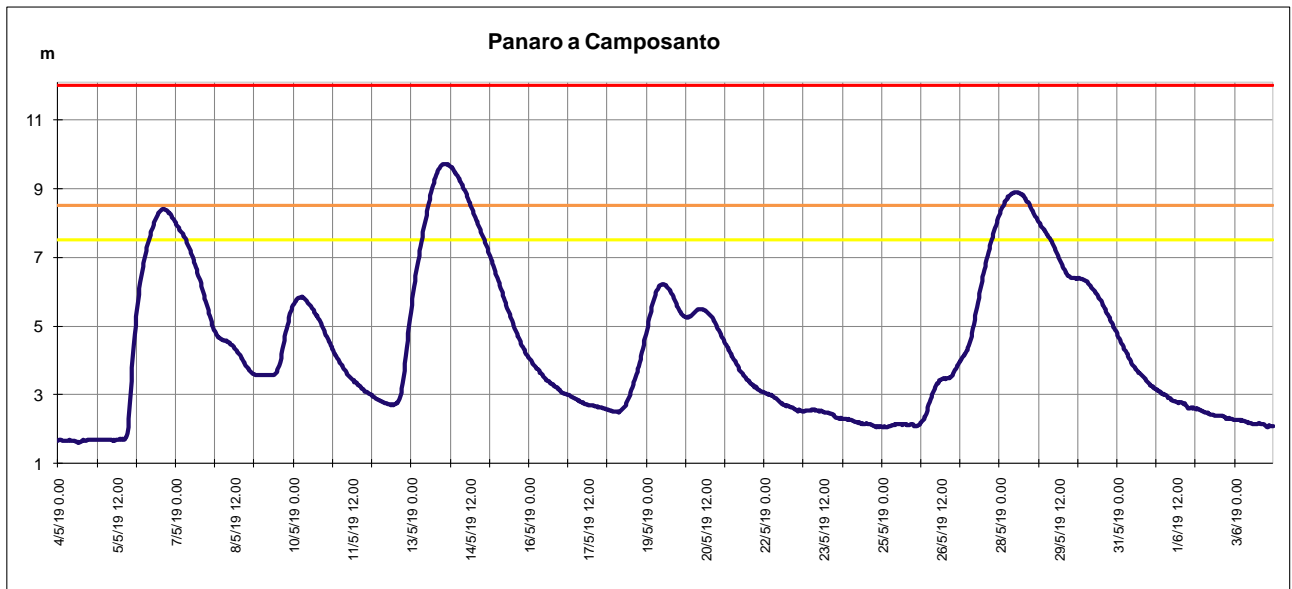
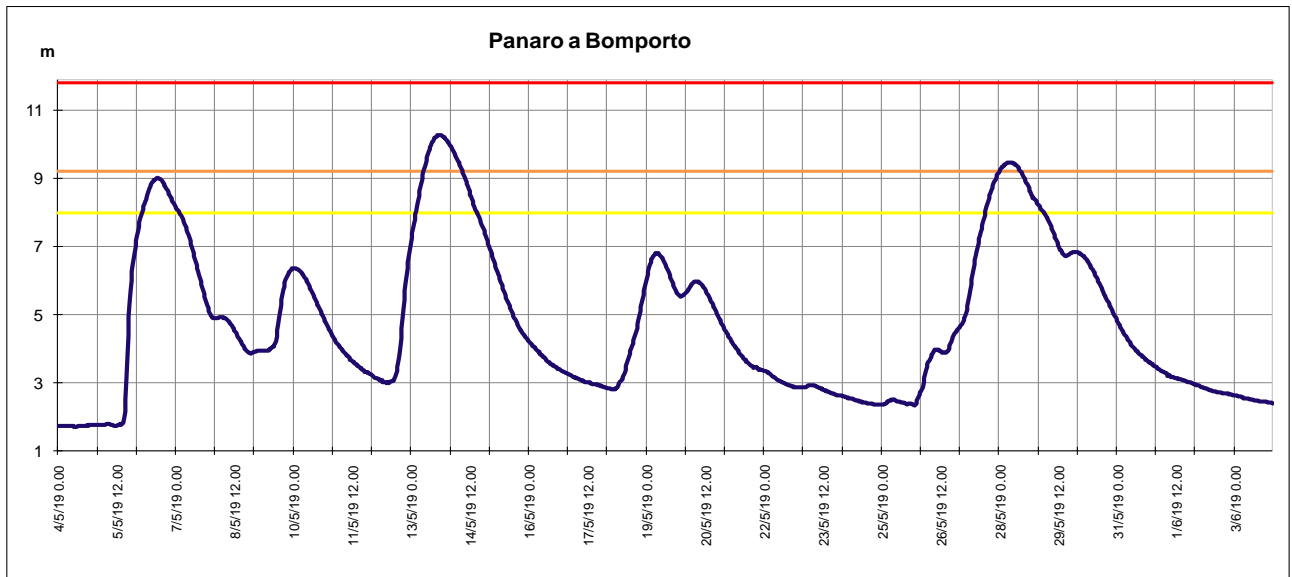



Figura 17: Propagazione della piena nelle sezioni vallive del fiume Panaro nel mese di maggio

La piena che ha raggiunto i massimi livelli è stata, anche per il Panaro, quella del 13 maggio, che ha fatto registrare valori prossimi ai massimi storici a Navicello, con un colmo di 10,55 m, ed a Bomporto, con un colmo di 10,27 m. Nella Tabella 3 è riportata la sintesi della piena del 12-14 maggio sul Panaro, con i tempi di propagazione dei colmi lungo il corso d'acqua.

Tabella 3: Sintesi della propagazione dei colmi di piena del Panaro il 13-14 maggio

 <div style="text-align: center;"> <p>Struttura Idro-Meteo-Clima CENTRO FUNZIONALE BOLOGNA</p> <p>BACINI DEL PANARO TABELLA delle PUNTE MASSIME</p> <p>PIENA dei gg. 12-13-14 maggio 2019</p> </div> P03a19										
Fiume PANARO										
Denominazione del SENSORE	Distanze		Livelli rif. soglia 1	Punta max registrata			Tempi		Velocità m/sec	Note
	parziali	progres.		H idr.ca	gior.	ora	parziali	progres.		
origine	0,0	0,0								
FIUMALBO ACQUICCIOLA	7,1	7,1	1,30	1,21	12	22:00	-	00:00		
PIEVEPELAGO	6,3	13,4	2,30	-	12	-	-	00:00		livello indefinibile
PONTE VAL DI SASSO	23,0	36,4	2,00	2,14	12	23:30	-	00:00		
confluenza Leo	4,1	40,5								
PONTE SAMONE	12,9	53,4	1,00	1,28	12	22:20	-	00:00	-	
SAVIGNANO SUL PANARO			0,80	1,62	12	21:30	-	00:00		
SPILAMBERTO	26,6	80,0	2,00	2,61	12	23:00	01:30	01:30		
S. CESARIO SIAP Monte	11,2	91,2	5,50	7,29	13	06:00	07:00	08:30	-	
PONTE S. AMBROGIO	2,0	93,2	6,50	9,45	13	09:30	03:30	12:00		
confluenza Tiepido	3,0	96,2								
NAVICELLO	7,1	103,3	7,50	10,55	13	13:30	04:00	16:00	-	
BOMPORTO	9,4	112,7	8,00	10,27	13	18:00	04:30	20:30		
confluenza canale Naviglio	0,3	113,0								
CAMPOSANTO	10,5	123,5	7,50	9,73	13	20:40	02:40	23:10	-	
FOSCAGLIA	15,6	139,1	15,00	16,64	14	01:00	04:20	33:30		
BONDENO	12,2	151,3	11,00	11,39	14	06:00	05:00	38:30	-	
sbocco in Po	7,9	159,2								
Torrente LEO										
Denominazione del SENSORE	Distanze		Livelli rif. soglia 1	Punta max registrata			Tempi		Velocità m/sec	Note
	parziali	progres.		H idr.ca	gior.	ora	parziali	progres.		
origine	0,0	0,0								
FANANO	9,7	9,7	1,00	0,73	12	22:00				
sbocco in Panaro	10,8	20,5								
Torrente TIEPIDO										
Denominazione del SENSORE	Distanze		Livelli rif. soglia 1	Punta max registrata			Tempi		Velocità m/sec	Note
	parziali	progres.		H idr.ca	gior.	ora	parziali	progres.		
origine	0,0	0,0								
GORZANO	14,0	14,0	1,00	1,53	12	14:10	-	00:00		max = 1^ punta
S. DONNINO	11,8	25,8	1,50	2,24	12	23:00	08:50	08:50		max = 2^ punta
sbocco in Panaro	5,8	31,6								
canale NAVIGLIO										
Denominazione del SENSORE	Distanze		Livelli rif. soglia 1	Punta max registrata			Tempi		Velocità m/sec	Note
	parziali	progres.		H idr.ca	gior.	ora	parziali	progres.		
origine	0,0	0,0								
MODENA NAVIGLIO	18,8	18,8	2,40	2,28	12	21:20	-	-		
sbocco in Panaro	11,9	30,7								

La confluenza del Tiepido in Panaro in corrispondenza di una zona di espansione non arginata, in località Fossalta, è stata soggetta ad allagamenti ripetuti nel mese di maggio, sia a causa delle piene di Tiepido che del rigurgito delle piene di Panaro.

2.3. Le piene del torrente Samoggia e di Reno del 5 e del 13 maggio

Il torrente Samoggia è stato interessato da precipitazioni durante tutto il periodo di maggio, ma le più rilevanti in termini di intensità e cumulate sono state quelle del 5 maggio, con precipitazioni inizialmente nevose alle quote più alte che si sono sciolte rapidamente, contribuendo all'afflusso, e l'evento del 13 maggio, che – come per i bacini di Secchia e Panaro – ha generato i livelli al colmo più alti del precedente, anche a fronte di piogge di intensità e cumulate inferiori.

Come è possibile osservare in Figura 18, sul bacino del Lavino sono piovuti mediamente circa 100 mm tra il 5 ed il 6 maggio, sebbene le intensità massime registrate nel pluviometro di Monte S. Pietro siano comunque modeste: per le durate di 1, 3, 6 e 12 ore, si stima un tempo di ritorno inferiore ai 5 anni, mentre per la massima intensità di durata 24 ore, pari a 101,8 mm tra il 5 ed il 6 maggio, si stima un tempo di ritorno tra 5 e 10 anni.

Gli ulteriori 90 mm medi areali, caduti sul Lavino tra il 12 ed il 13 maggio, con intensità inferiori rispetto all'evento precedente, hanno generato **nella sezione di Lavino di sopra un colmo di piena che, con 10,55 metri alle ore 21:40 del 12 maggio, rappresenta il massimo registrato dal 1981.**

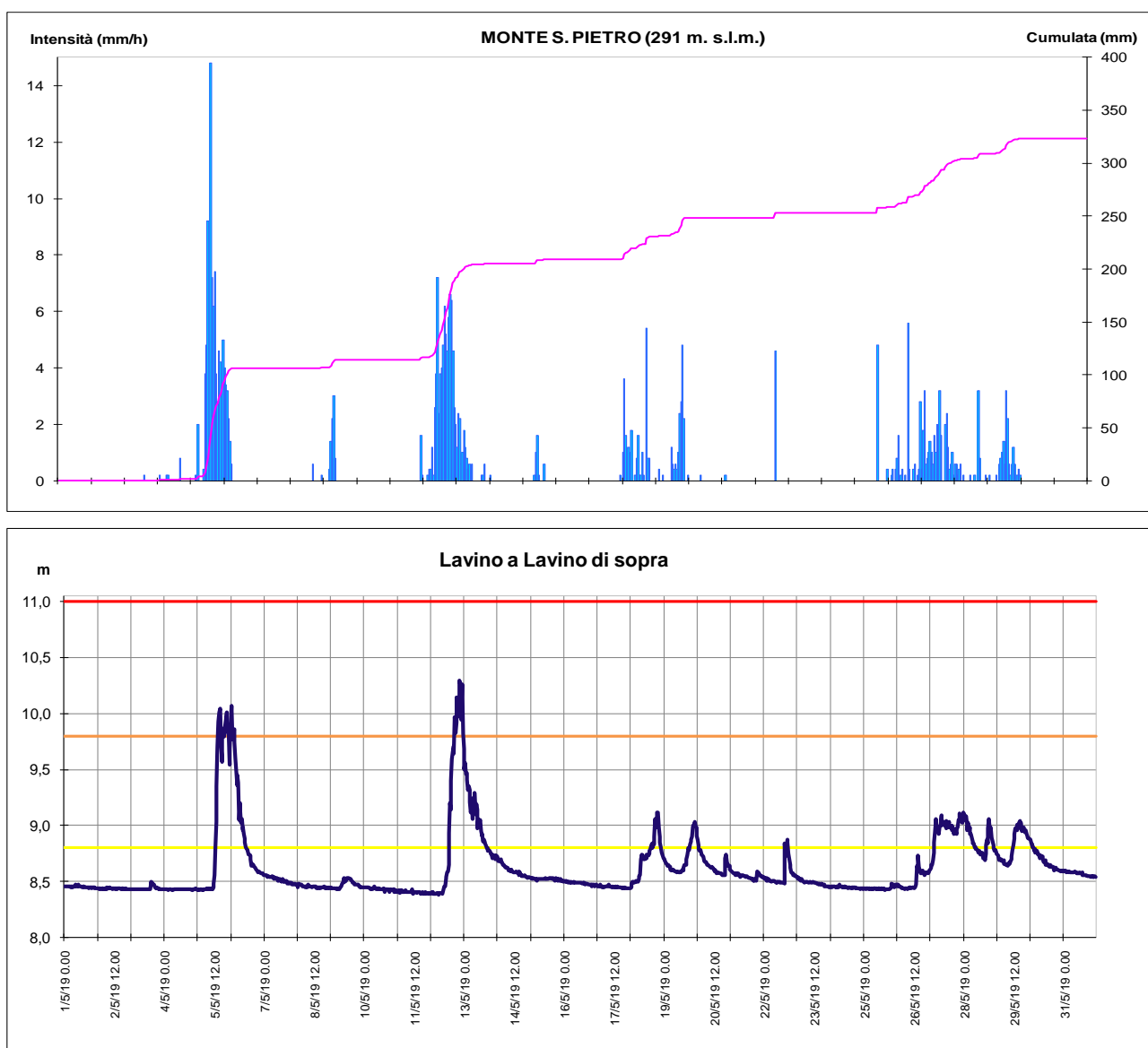


Figura 18: Andamento di piogge e livelli in stazioni significative del bacino del Lavino nel mese di maggio

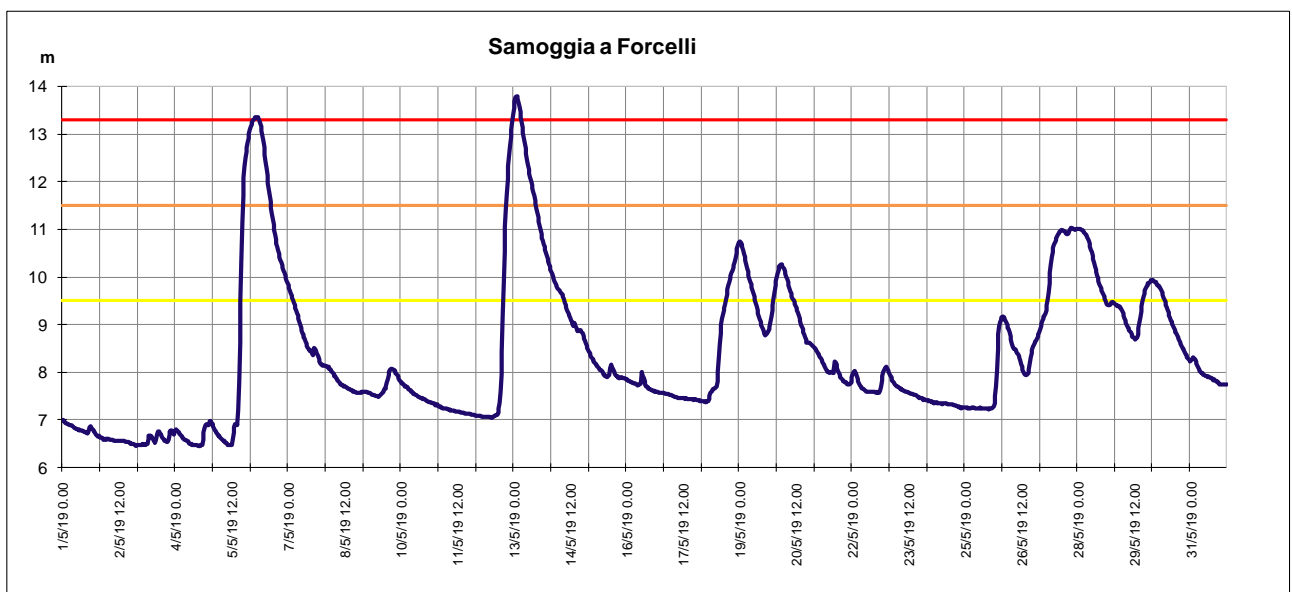
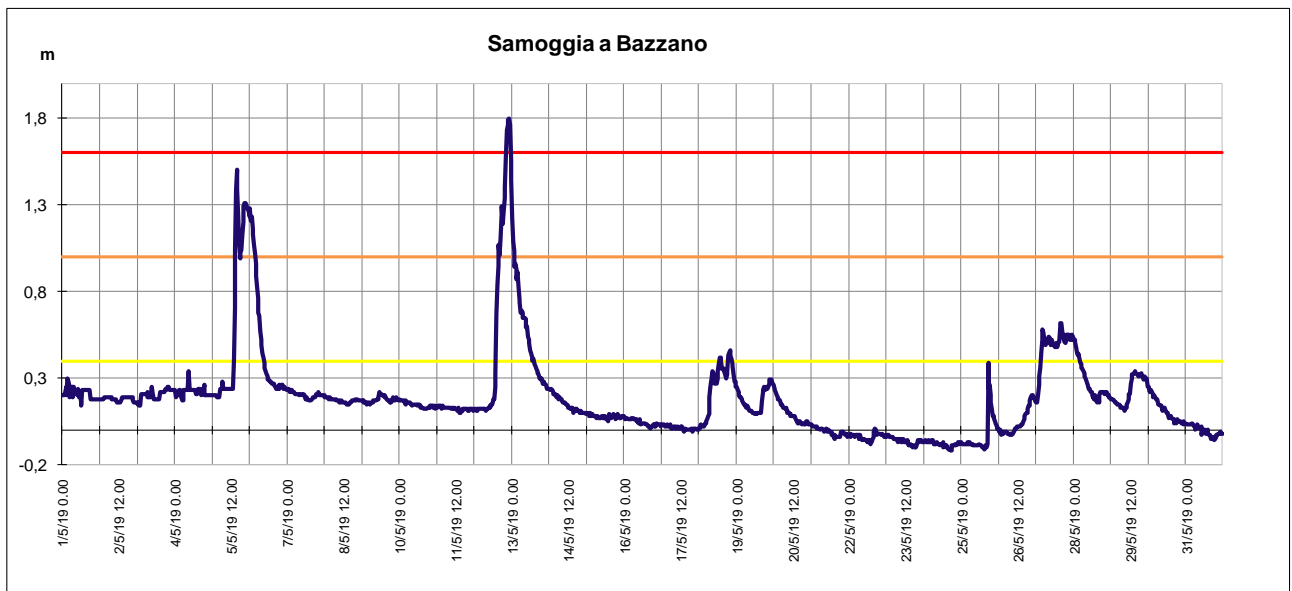
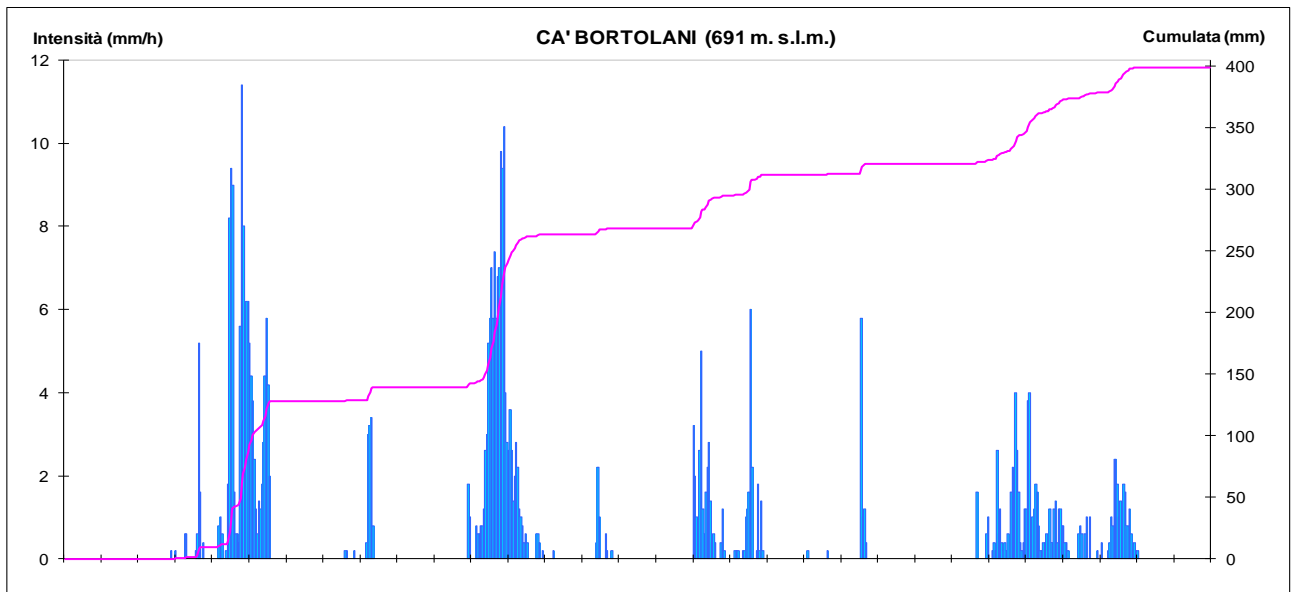



Figura 19: Andamento di piogge e livelli in stazioni significative del bacino del Samoggia in maggio

Anche sul torrente Samoggia si sono registrati mediamente 100 mm di pioggia tra il 5 ed il 6 maggio, e circa 70 mm tra il 12 ed il 13 maggio. Il pluviometro di Cà Bortolani (vedi Figura 19) ha registrato intensità modeste per entrambi gli eventi, con tempi di ritorno stimati per le durate da 1 a 6 ore inferiori ai 5 anni, per le durate di 12 e 24 ore intorno ai 20 anni.

A fronte di intensità di pioggia non eccezionali, la piena del 12-13 maggio, occorsa a pochi giorni dalla precedente, in condizioni di terreni saturi e livelli idrometrici sostenuti nei tratti vallivi, ha fatto registrare a **Bazzano un colmo di 1,85 metri alle 22:10 del 12 maggio, massimo storico della serie in telemisura dal 1981**. Il colmo di piena a Forcelli, transitato con un livello di 13,80 metri alle ore 2:00 del 13 maggio, rappresenta invece il 3° caso della serie storica dal 1981, probabilmente per il parziale effetto di laminazione esercitato dalla cassa di espansione delle Budrie, localizzata a monte della confluenza Samoggia-Lavino, non ancora completa in tutte le sue parti.

Nella Tabella 4 è riportata la sintesi della piena del 12-14 maggio sul Samoggia e Lavino, con i tempi di propagazione dei colmi lungo il corso d'acqua.

Tabella 4: Sintesi della propagazione dei colmi di piena sul torrente Samoggia il 12-13 maggio

 <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;">P03a19</div>										
PIENA dei gg. 12-14 maggio 2019										
Torrente SAMOGGIA										
Denominazione del SENSORE	Distanze			Punta max registrata			Tempi		Velocità m'/sec	Note
	parziali	progres.	Liv.1	H idr.ca	gior.	ora	parziali	progres.		
origine	0,0	0,0								
BAZZANO	26,8	26,8	0,4	1,85	12	22:10	-	00:00		max livello serie in telemisura
CALCARA	8,8	35,6	2,8	3,95	13	00:10	02:00	02:00		
PALTRONE	5,8	41,4	36,5	37,81	13	00:50	00:40	02:40		
PALTRONE mandracchio	0,0	41,4	36,5	37,83	13	00:50				
confluenza Lavino	6,9	48,3								
FORCELLI	0,8	49,1	9,5	13,80	13	02:00	01:10	03:50		
sbocco in Reno	9,9	59,0								
Torrente GHIRONDA										
Denominazione del SENSORE	Distanze			Punta max registrata			Tempi		Velocità m'/sec	Note
	parziali	progres.	Liv.1	H idr.ca	gior.	ora	parziali	progres.		
origine	0	0,0								
ANZOLA	7,5	7,5	37,4	37,92	12	22:20	-	00:00		i tempi parziali sono calcolati rispetto a Lavino
sbocco in Lavino	8,7	16,2								di Sopra
Torrente LAVINO										
Denominazione del SENSORE	Distanze			Punta max registrata			Tempi		Velocità m'/sec	Note
	parziali	progres.	Liv.1	H idr.ca	gior.	ora	parziali	progres.		
origine	0,0	0,0								
LAVINO di SOPRA	21,5	21,5	8,8	10,55	12	21:40	-	00:00		max livello serie in telemisura
LAVINO di SOTTO	11,5	33,0	7,4	12,33	13	00:20	02:40	02:40		max livello serie in telemisura
Impianto FORCELLI Lavino	3,3	36,3	27,5	33,34	13	01:50	01:30	04:10		
sbocco in Samoggia	0,2	36,5								

Gli effetti al suolo più significativi connessi al passaggio delle piene sul Samoggia e Lavino si sono avuti nella notte tra il 12 ed il 13 maggio, con allagamenti di alcune strade limitrofe al corso d'acqua tra Bazzano e Monteveglio, e forti fenomeni di erosione spondale che hanno interessato in numerosi punti la rete stradale, tra tutti citiamo: la SP 27, chiusa temporaneamente al traffico, nel territorio comunale di Savigno (vedi Figura 20), e la strada comunale Bernardi, nel territorio comunale di Monte S. Pietro, la cui interruzione ha provocato il temporaneo isolamento di 26 cittadini.



Figura 20: Erosione spondale del Samoggia sulla SP27 e in via Bernardi a Monte S. Pietro del 13 maggio

Durante entrambi gli eventi di piena del 5 e 13 maggio, si è verificato un notevole trasporto di materiale vegetale, che ha creato problemi di accumulo in corrispondenza dei ponti; in particolare a valle della confluenza del torrente Lavino in Samoggia, a monte del ponte di Lorenzatico, tra i comuni di S. Giovanni in Persiceto e Sala Bolognese, sono stati rimossi i rami con mezzi meccanici per consentire in regolare deflusso della piena.

Entrambi gli eventi del 5 e del 13 maggio hanno interessato, seppure con piogge inferiori in intensità e cumulate, anche il fiume Reno: la pioggia media areale sul bacino montano è stata stimata intorno a 50 mm/36 ore il 5 e 6 maggio, al netto della neve alle quote più alte (vedi Figura 2), e in circa 61 mm/48 ore il 12 e 13 maggio (vedi Figura 3). Le piene sul corso d'acqua principale sono state entrambe inferiori alla soglia 2 nella sezione di Casalecchio Chiusa (vedi Figura 21), mentre a valle la confluenza della piena di Samoggia in Reno ha generato nella sezione di Cento un colmo di 7,54 metri alle ore 14:30 del 6 maggio, e di 7,61 metri, alle ore 18:30 del 13 maggio.

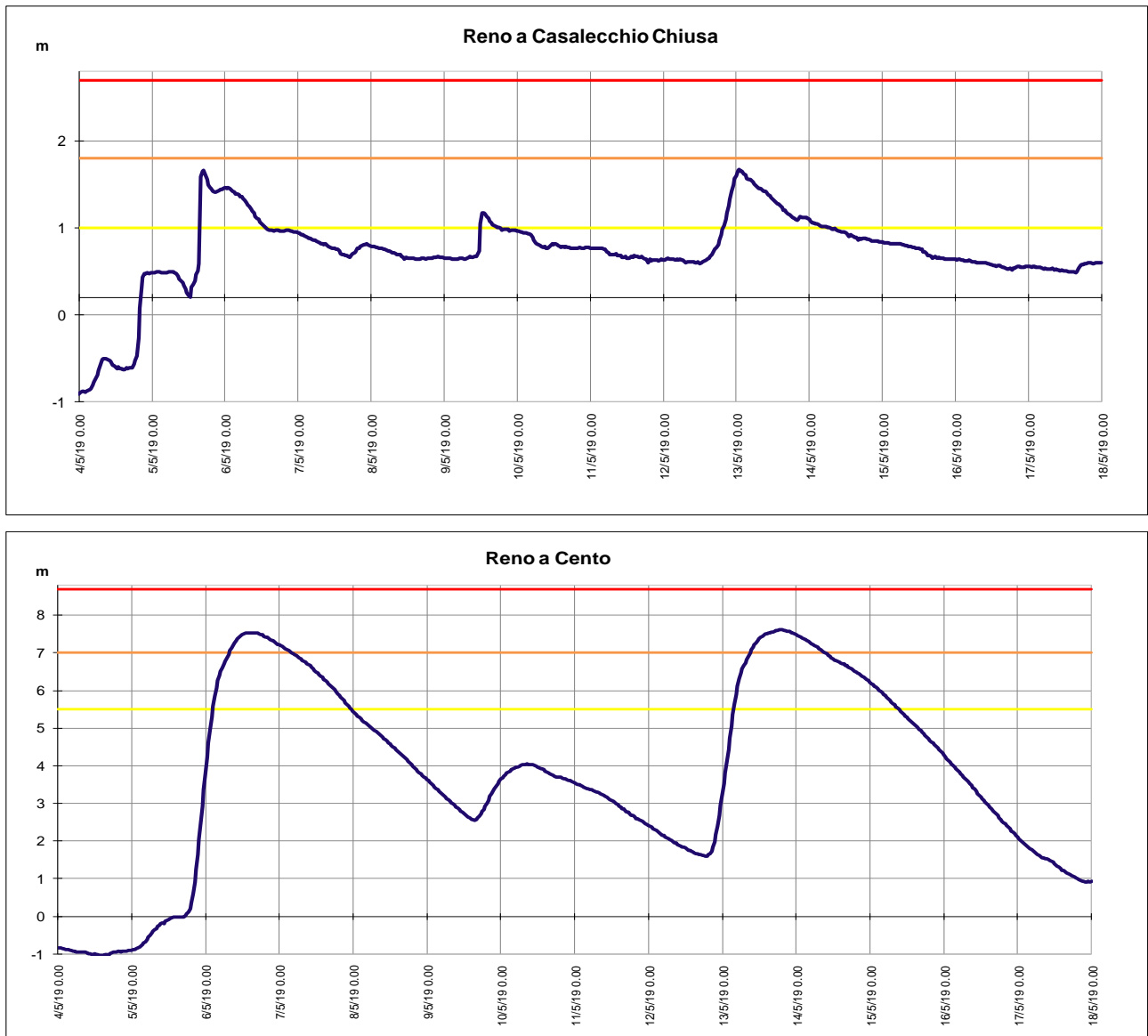


Figura 21: Idrogrammi di piena sul Reno a Casalecchio e a Cento dal 4 al 17 maggio

Entrambe le piene si sono successivamente laminate nel tratto vallivo, con colmi inferiori alla soglia 2 al Gallo, e prossimi alla soglia 2 a Gandazzolo. Nella Figura 22 è possibile osservare l'effetto di rigurgito della manovra di scolmo della piena al Cavo Napoleonico, eseguita il 13 maggio, con un secondo colmo di piena che si è saldato al primo a valle del Gallo.

I portoni vinciani a Gandazzolo, alla confluenza del Savena abbandonato in Reno, sono rimasti chiusi dalle ore 13:00 del 6 alle ore 16:30 dell'8 maggio, per un totale di 51,30 ore durante la prima piena, e dalle ore 15:00 del 13 alle ore 21:00 del 15 maggio, per un totale di 54 ore durante la seconda piena. Al fine di alleggerire la prolungata pressione sugli argini del Savena abbandonato, già sollecitati dalla piena precedente, dalle ore 19:00 del 14 alle ore 14:00 del 15 maggio è stata eseguita una manovra di scarico nella cassa laterale, in corrispondenza di Gandazzolo, che ha anche abbattuto il colmo di piena, mantenendolo inferiore a 14,42 metri, come è possibile osservare negli idrogrammi di Figura 22.

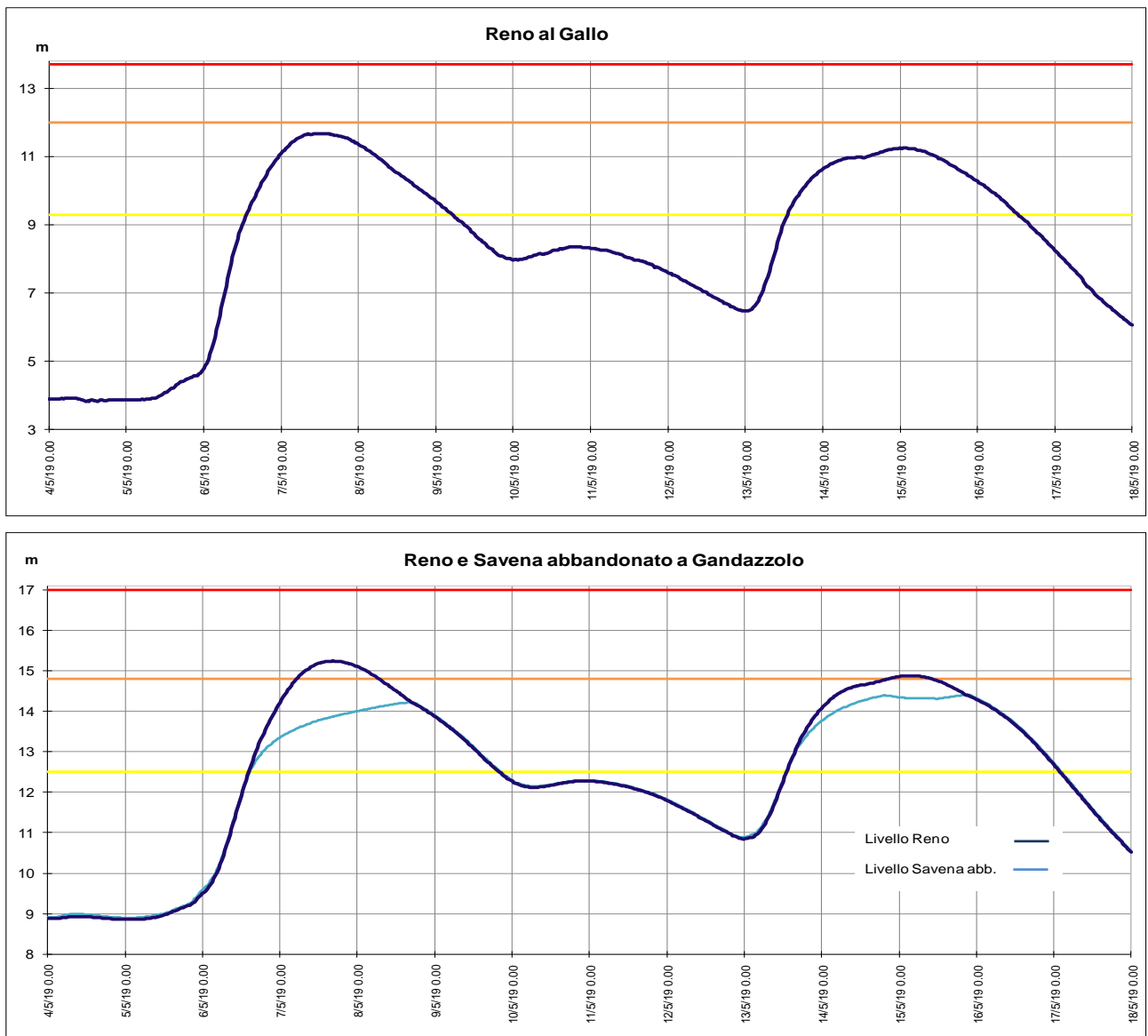


Figura 22: Idrogrammi di piena nelle sezioni vallive del Reno, a Gallo e Gandazzolo, dal 4 al 17 maggio

2.4. Le piene del torrente Sillaro del mese di maggio


Il torrente Sillaro è stato interessato da tutte e 4 le piene del mese di maggio, in corrispondenza dei 4 eventi di pioggia principali dei giorni 5-6, 13-14, 19-20 e 26-30 maggio. Come è possibile osservare nell'andamento delle piogge orarie e cumulate del mese di maggio (vedi Figura 23), i quattro eventi di pioggia principali sono stati caratterizzati da intensità via via decrescenti, intervallati da precipitazioni di minore entità.

Entrando nel dettaglio della sequenza delle precipitazioni, il primo evento del 5 e 6 maggio, dopo un lungo periodo secco, ha registrato precipitazioni abbondanti nella parte montana del bacino, che hanno assunto a carattere nevoso fino a quote di 600-700 m nella notte tra il 4 ed il 5, per poi sciogliersi saturando rapidamente i suoli e aumentando l'afflusso complessivo, stimato in circa 50 mm medi areali sull'intero bacino chiuso a Sesto Imolese. Le piogge intense massime sono state registrate dal pluviometro di S. Clemente il 5 maggio con un valore di 14,8 mm/ora, avente un tempo di ritorno stimato comunque inferiore a 5 anni, anche per le durate fino a 24 ore.

Il secondo evento del 13-14 maggio, con precipitazioni medie sul bacino superiori ai 70 mm (vedi Figura 3), sebbene con intensità inferiori rispetto all'evento precedente, è occorso in condizioni di suolo completamente saturo, ed ha generato una piena con livelli superiori ai massimi storici nella sezione di **Sesto Imolese, dove è stato registrato un colmo di 15,10 metri alle ore 4:00 del 13 maggio, massimo storico della serie in telemisura dal 1981**; nella sezione di Portonovo (vedi Figura 24) il colmo di piena raggiunto rappresenta il secondo caso storico.

Nella Tabella 5 sono sintetizzati i massimi livelli raggiunti dalla piena nelle diverse sezioni del Sillaro, con i relativi tempi di propagazione del colmo.

Tabella 5: Sintesi della propagazione dei colmi di piena sul torrente Sillaro il 12-13 maggio

 P03a19 Struttura Idro-Meteo-Clima CENTRO FUNZIONALE BOLOGNA BACINO DEL RENO TABELLA delle PUNTE MASSIME PIENA dei gg. 12-14 maggio 2019										
Torrente SILLARO										
Denominazione del SENSORE	Distanze		Liv.1	Punta max registrata			Tempi		Velocità m'/sec	Note
	parziali	progres.		H	idr.ca	gior.	ora	parziali		
origine	0,0	0,0								
CASTEL S. PIETRO	31,7	31,7	1,1	1,31	12	22:30	-	00:00		
CORRECCHIO	15,7	47,4	19,0	23,44	13	03:50	05:20	05:20		
CORRECCHIO canale	0,0	47,4	19,0	20,18	13	12:10				
SESTO IMOLESE	1,1	48,5	10,7	15,10	13	04:00	00:10	05:30		max livello serie in telemisura
PORTONOVO	9,2	57,7	9,0	13,53	13	08:30	04:30	10:00		
CHIAVICA BASTIA	10,8	68,5	8,7	9,15	13	18:30	10:00	20:00		
sbocco in Reno	0,8	69,3								

Il confronto tra gli idrogrammi nella sezione montana di Castel S. Pietro e nelle sezioni vallive di Sesto Imolese e Portonovo (vedi Figura 24) dimostra l'elevato contributo all'afflusso della parte pedecollinare del bacino, ma anche l'effetto del non completo esaurimento delle piene nei tratti vallivi nel mese di maggio.

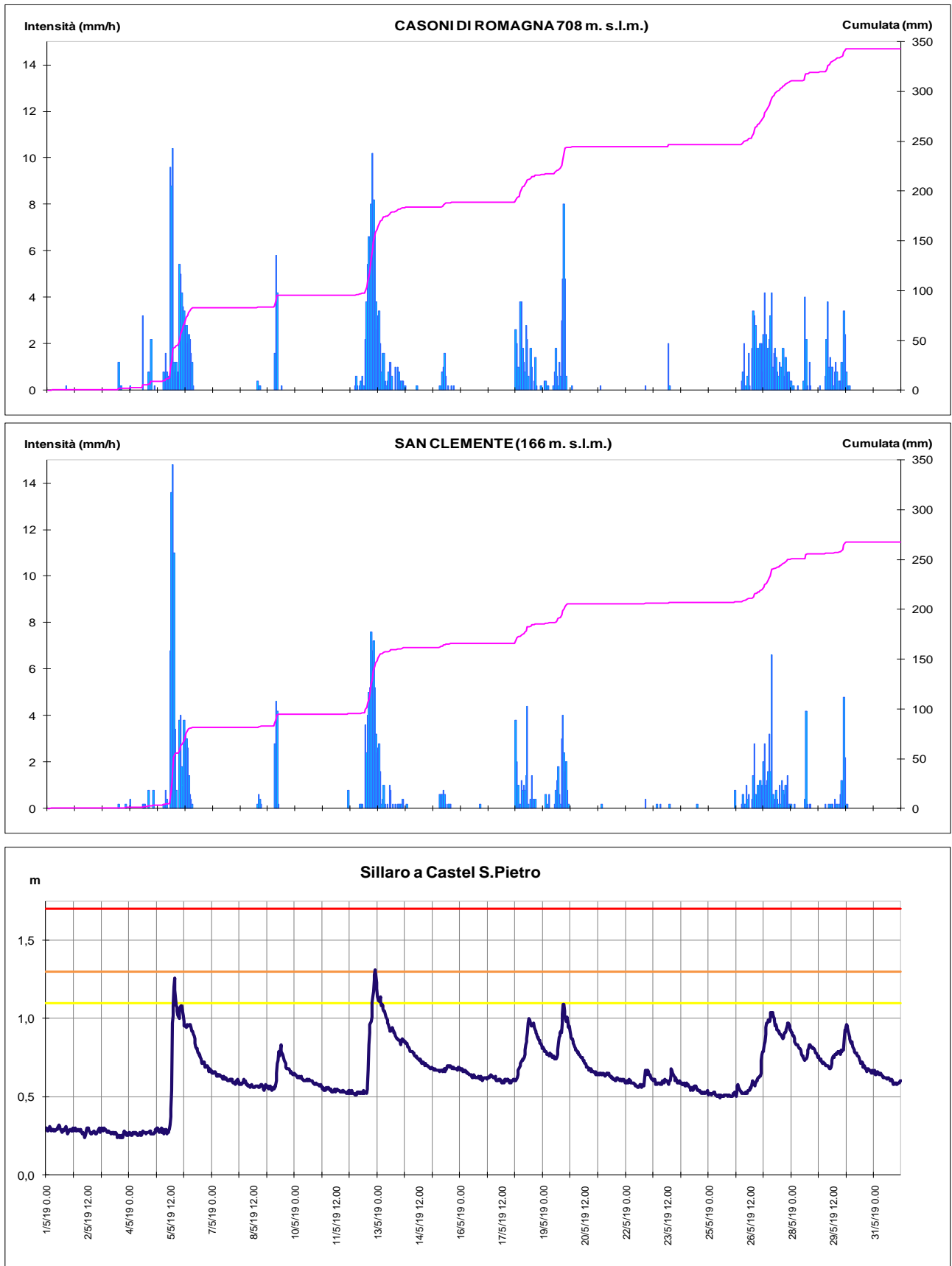


Figura 23: Andamento di piogge e livelli in stazioni significative del bacino del Sillaro in maggio

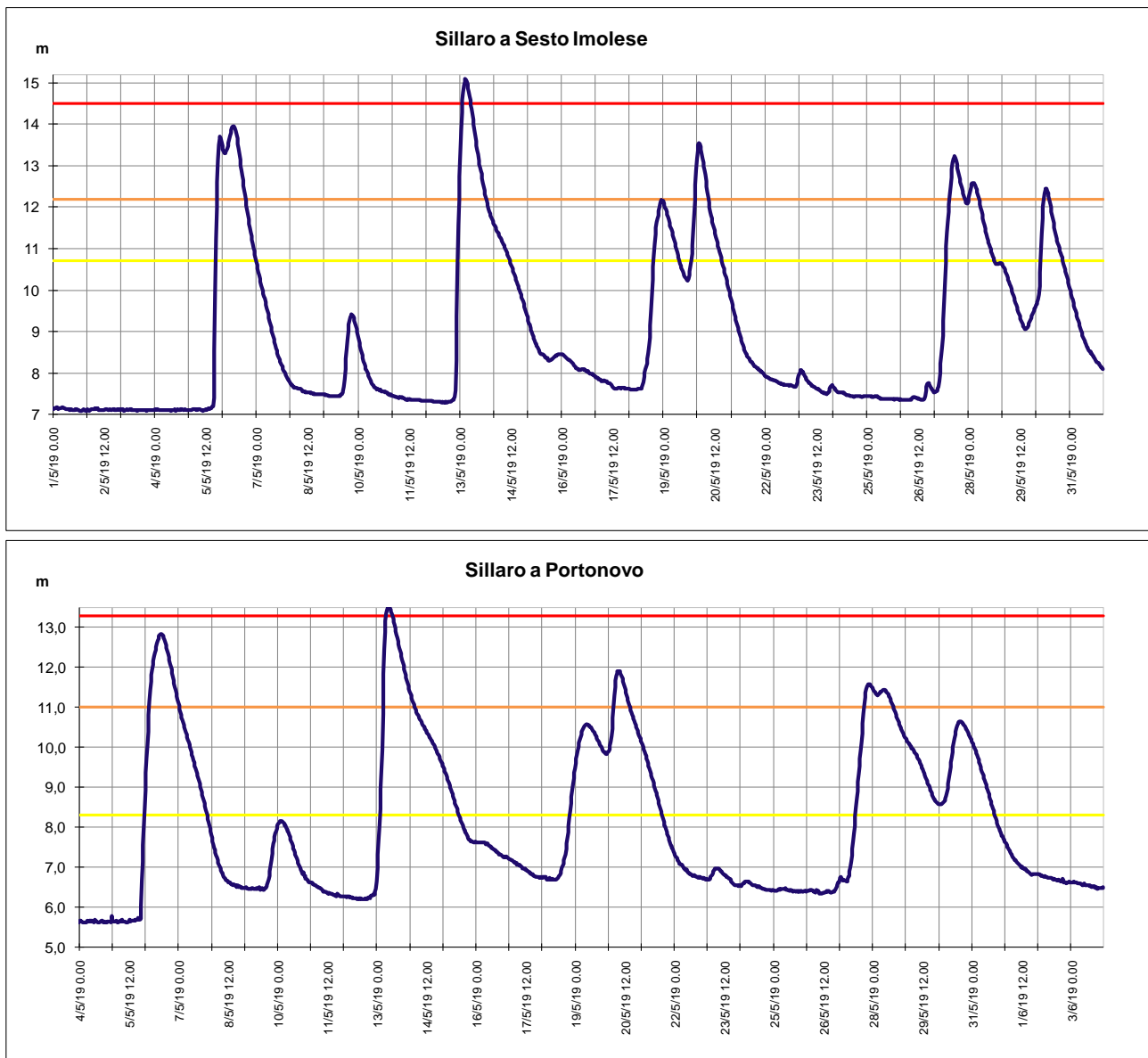


Figura 24: Andamento del livelli nelle stazioni idrometriche vallive del Sillaro in maggio

Gli eventi del 19-20 e del 26-30, seppure caratterizzati da precipitazioni inferiori in intensità e cumulate, caratterizzate da più impulsi successivi, hanno generato piene che nei tratti vallivi hanno di poco superato le soglie 2.

Gli effetti al suolo più significativi connessi al passaggio della piena sul Sillaro si sono verificati il 13 maggio: nel tratto montano numerosi fenomeni di erosione si sono verificati a Castel S. Pietro, coinvolgendo un terreno di proprietà del Comune destinato a campo da golf.

Nel tratto vallivo le criticità maggiori sono state a valle del ponte “Bettola” sulla SP51, in località Sasso Morelli (Imola), dove il corso d’acqua ha sormontato in due punti (vedi Figura 25) alcuni arginelli di proprietà privata, con conseguente inondazione di piccole porzioni di territorio agricolo; sono state eseguite sacchettature per proteggere alcune aree abitate ed il ponte è stato chiuso.



Figura 25: Esondazioni nel tratto vallivo del fiume Sillaro

2.5. Le piene dei bacini Romagnoli del 13 maggio

I Bacini Romagnoli sono stati interessati da precipitazioni significative, in termini di intensità e cumulata, durante i primi due eventi del mese di maggio: il 5-6 ed il 13-14, sebbene deboli precipitazioni siano state registrate, ad intermittenza, fino alla fine del mese di maggio.

L'evento del 5-6 maggio, giunto dopo più di due mesi di precipitazioni sotto la media del periodo, sebbene abbia registrato cumulate medie areali nei bacini montani superiori ai 50 mm/48 ore (vedi Figura 2), ha generato modesti incrementi dei livelli idrometrici, con superamenti delle sole soglie 1 nelle sezioni idrometriche di Lamone, Montone e Ronco. Ciò dovuto anche al fatto che la precipitazione tra il 5 ed il 6 maggio ha avuto carattere prevalentemente nevoso già al di sopra dei 500 metri, sciogliendosi successivamente, a partire dal 6 maggio.

Il nuovo evento del 13-14 maggio si è quindi verificato in condizioni iniziali di terreni saturi e di livelli idrometrici sostenuti, alimentati dallo scioglimento della neve che ha rallentato l'esaurimento della piena precedente. Sono stati interessati i bacini del Lamone, Montone, Ronco, Savio, dove sono stati raggiunti i massimi livelli della serie storica, ed in misura minore anche il Marecchia, l'Uso ed il Rubicone. Si riporta nei paragrafi seguenti il dettaglio delle precipitazioni e della propagazione delle piene principali.

2.5.1. LA PIENA DEL FIUME LAMONE

Le precipitazioni sul bacino del Lamone si sono concentrate soprattutto sulla parte pedecollinare (vedi Figura 7), come è possibile osservare anche nella Tabella 6, che riporta le piogge registrate dalle stazioni pluviometriche di Lamone e del suo affluente Marzeno. Le intensità orarie sono state piuttosto modeste in tutte le stazioni, mentre valori più significativi sono stati registrati per le durate 12 e 24 ore, con massimi di 87,6 mm/12 ore a S. Cassiano e 72 mm/12 ore a Monte Romano. La stima dei tempi di ritorno delle piogge intense di durata inferiore alle 24 ore ha mostrato valori inferiori ai 5 anni per tutte le durate in tutte le stazioni, con l'unica eccezione di Brisighella, dove la pioggia massima di durata 12 ore ha un tempo di ritorno stimato intorno ai 13 anni.

Tabella 6: Piogge intense massime e cumulate registrate sul bacino del Lamone il 12 e 13 maggio

STAZIONE	QUOTA	PIOGGE INTENSE (base 30 min)					Prec. giornaliera 0 - 24		Cumulata Tot evento
		1h	3h	6h	12h	24h	12/5	13/5	
Lamone	m.s.l.m.								
Casaglia	750	6,6	15	24,8	37,6	45,6	35,8	19,8	55,6
Monte Romano	705	11,2	27,6	45	72,4	87,6	69,8	28,8	98,6
Marradi	350	6,4	16,4	27,6	42,8	51,8	40,2	20,2	60,4
S. Cassiano	226	12,8	34,6	57,6	86,8	103	82,6	29,0	111,6
Brisighella	185	8,8	23,6	39,2	60	69,6	58,2	17,8	76,0
Medie giornaliere sul bacino		9,2	23,4	38,8	59,9	71,5	57,3	23,1	80,4
Marzeno	m.s.l.m.								
Trebbio	570	9,4	25,8	46,4	68	85,6	67,8	26,2	94,0
Lodolone	250	7,6	16,4	27,8	47,2	62,6	46,2	20,8	67,0
Medie giornaliere sul bacino		8,5	21,1	37,1	57,6	74,1	57,0	23,5	80,5

Come è possibile osservare negli ietogrammi di pioggia riportati nella Figura 26, le precipitazioni sono iniziate nella seconda metà della giornata del 12 maggio, per raggiungere le intensità massime nella notte e proseguire con impulsi successivi di minore intensità durante tutta la giornata del 13, per un totale di quasi 36 ore di pioggia consecutive.

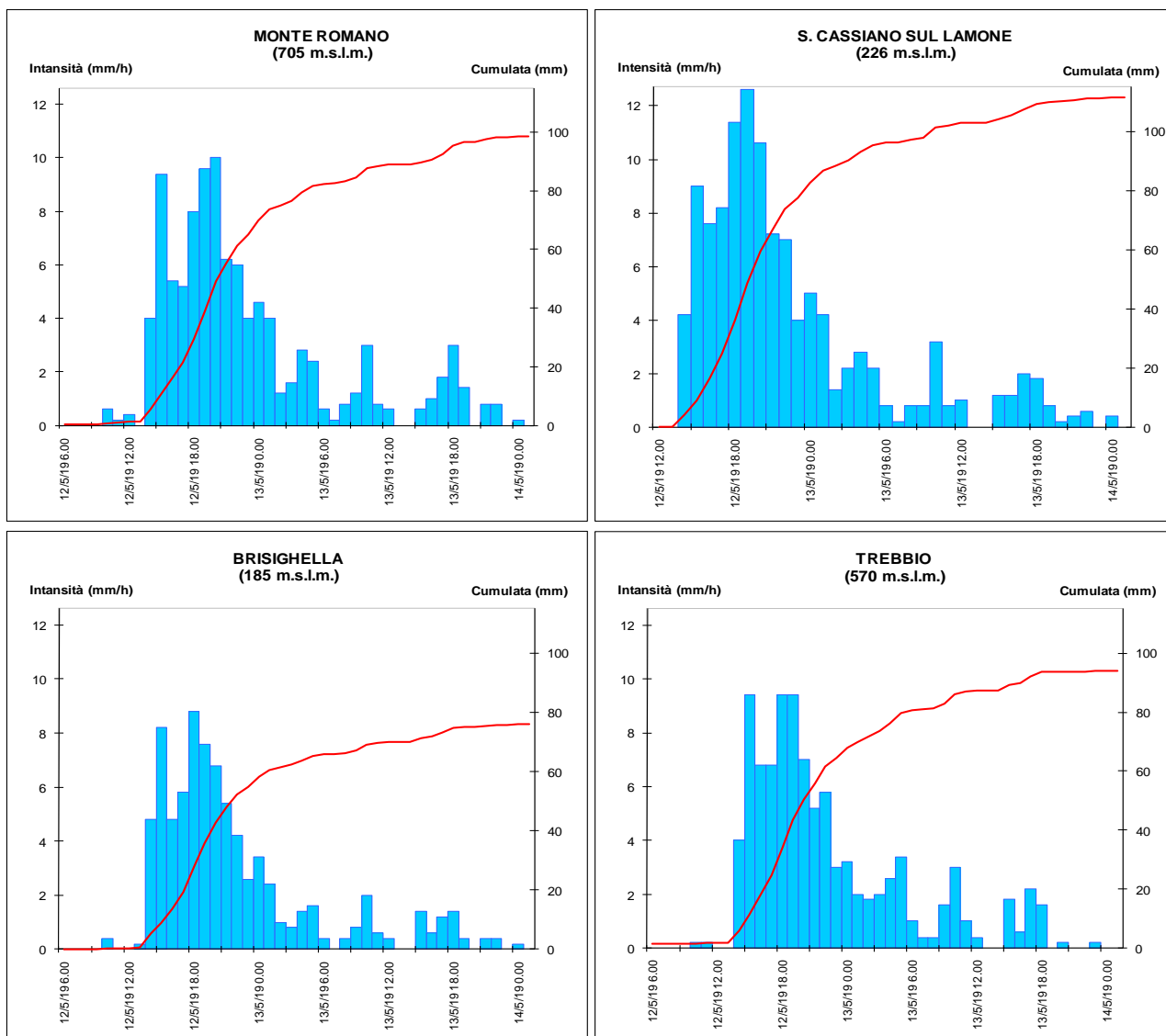


Figura 26: Andamento della pioggia oraria e cumulata del 12 e 13 maggio, nelle stazioni più significative del bacino del Lamone.

I primi innalzamenti dei livelli idrometrici si sono registrati nella notte tra il 12 ed il 13 maggio nelle sezioni idrometriche montane di Lamone e Marzeno, con colmi poco superiori alle soglie 2 ma con notevoli volumi. Livelli massimi prossimi o superiori alle soglie 3 si sono invece registrati nelle sezioni di chiusura del bacino montano e in quelle vallive (vedi Figura 27), alimentati dalle piogge più intense ed abbondanti del settore collinare dei bacini.

L'onda si è successivamente propagata verso valle con notevoli volumi (Figura 28), ed una fase di esaurimento molto lenta, dovuta al protrarsi delle precipitazioni per tutta la giornata del 13 maggio. A Mezzano è stato superato il massimo storico della serie in telemisura, ed i livelli si sono mantenuti al di sopra della soglia 2 per oltre 24 ore.

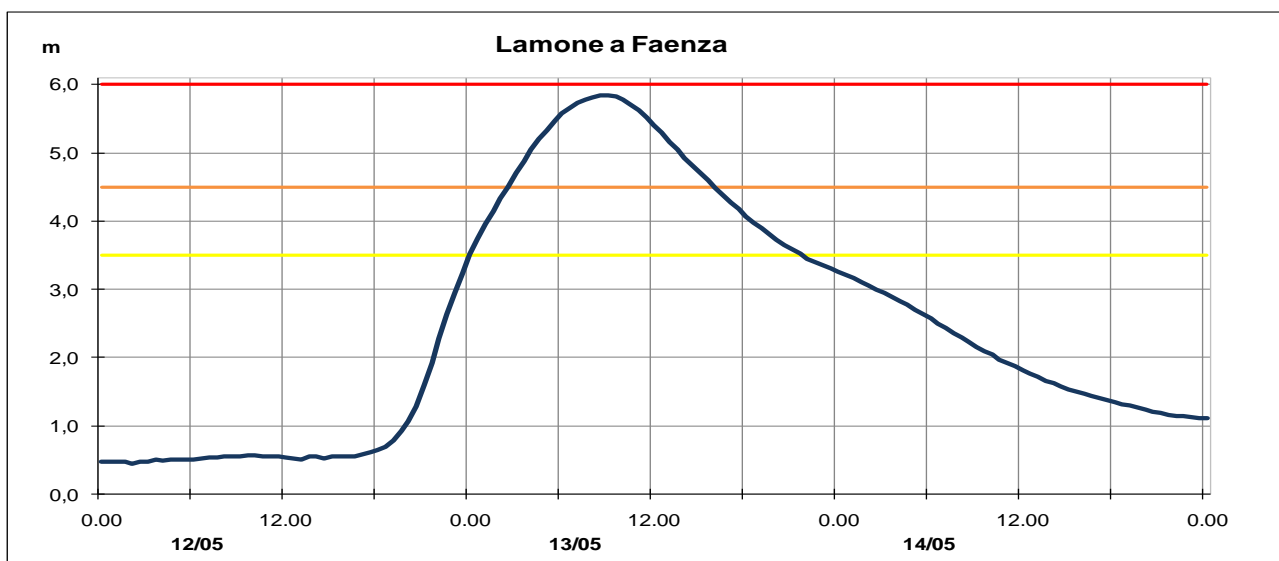
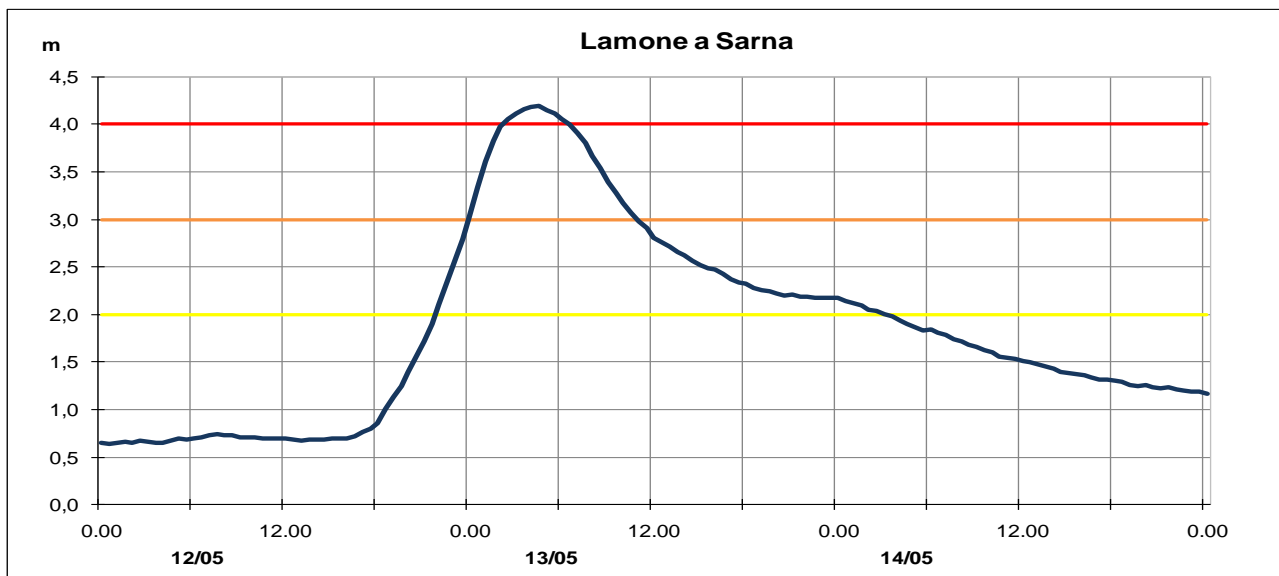
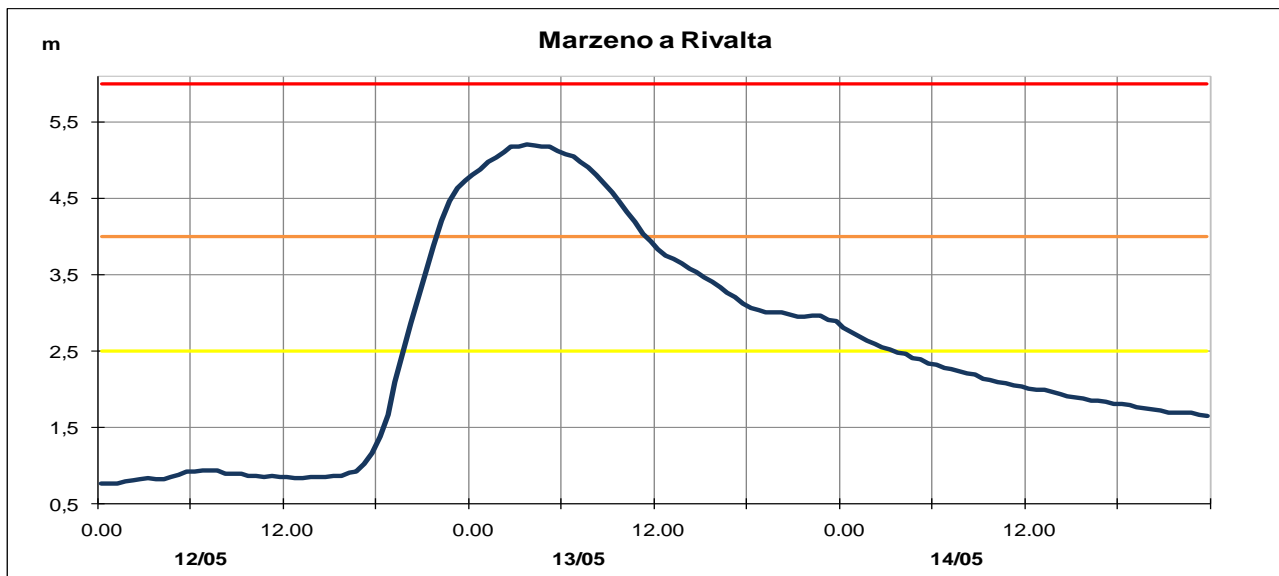


Figura 27: Idrogrammi di piena nelle sezioni di chiusura dei bacini montani di Lamone e Marzeno

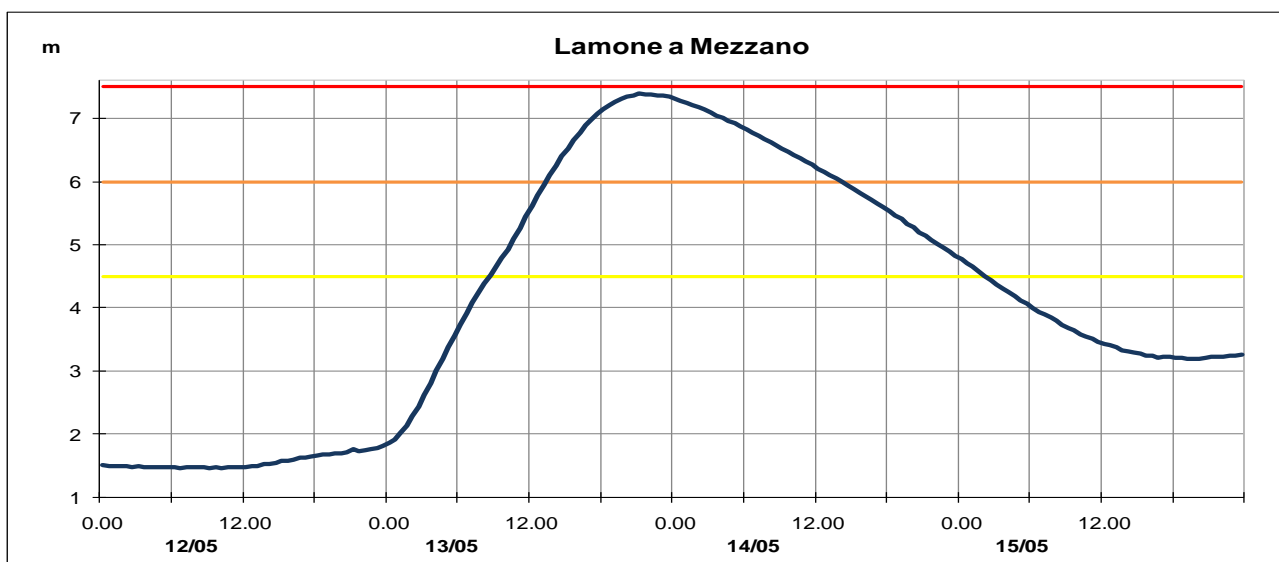
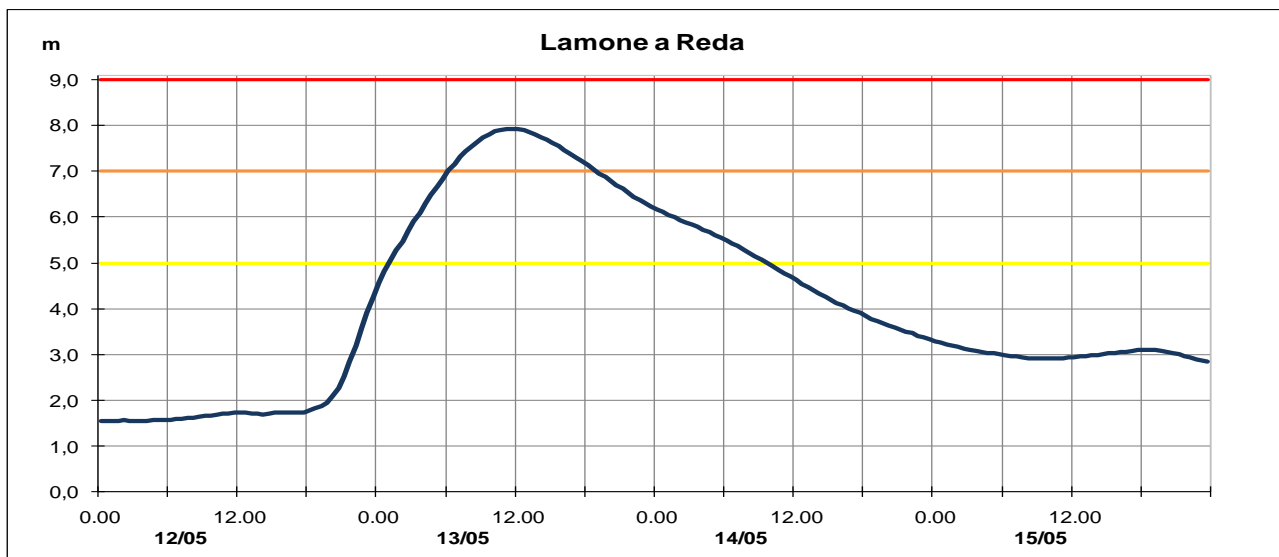



Figura 28: Propagazione della piena nelle sezioni vallive del fiume Lamone.

Il giorno 14 maggio, durante l'evento di piena, sono state eseguite alcune **misure di portata nella sezione di Reda**. La misura è stata effettuata nella fase di esaurimento della piena, dalle ore 10:46 alle ore 11:27, stimando un valore di **70,6 mc/sec**, corrispondente ad un livello idrometrico tra **4,96 e 4,85 metri**.

Nella Tabella 7 si riporta la sintesi dei livelli massimi raggiunti dalla piena sul Lamone, con le informazioni sui tempi di propagazione ed il superamento dei massimi storici.

Tabella 7: Sintesi della propagazione dei colmi di piena del Lamone il 13-14 maggio

 Struttura idro-meteo-clima CENTRO FUNZIONALE EMILIA ROMAGNA BACINI ROMAGNOLI TABELLA delle PUNTE MASSIME PIANA dei gg. 13-14 maggio 2019										
Fiume LAMONE										
Denominazione del SENSORE	Distanze		Guardia H idr.ca	Punta max registrata			Tempi		Velocità m/sec	Note
	parziali	progres.		H idr.ca	gior.	ora	parziali	progres.		
origine	0,0	0,0								
MARRADI	15,1	15,1	0,80	1,22	13	1:30	-	0:00		
STRADA CASALE	18,8	33,8	1,00	1,29	13	4:30	3:00	3:00		
SARNA	20,1	54,5	2,00	4,19	13	4:30	0:00	3:00		(valore stimato)
confluenza Marzeno	12,7	67,2								
FAENZA	1,6	68,8	3,50	5,84	13	9:00	4:30	7:30		
REDA	7,7	76,5	5,00	7,93	13	11:30	2:30	10:00		
PIEVE CESATO	4,2	80,7	4,50	8,15	13	14:30	3:00	13:00		max livello serie in telemisura
MEZZANO	9,5	101,5	4,50	7,39	13	21:00	6:30	19:30		max livello serie in telemisura
sbocco in mare	18,7	120,2								
Torrente MARZENO										
Denominazione del SENSORE	Distanze		Guardia H idr.ca	Punta max registrata			Tempi		Velocità m/sec	Note
	parziali	progres.		H idr.ca	gior.	ora	parziali	progres.		
origine	0,0	0,0								
MODIGLIANA	21,1	21,1	0,70	1,11	13	2:30	-	0:00		
RIVALTA	24,9	46,0	2,50	5,20	13	3:30	2:30	2:30		
sbocco in Lamone	7,6	53,5								

2.5.2. LA PIENA DEL FIUME MONTONE

Le precipitazioni sul bacino del Montone e del suo affluente Rabbi si sono concentrate soprattutto sulla parte pedecollinare dei bacini, come è possibile osservare nella Figura 7 e nella Tabella 8, che riporta le piogge registrate dalle stazioni pluviometriche.

Le intensità orarie sono state modeste in tutte le stazioni, i valori più significativi sono stati registrati per la durata di 24 ore, con massimi di 84 mm/24 ore a Pratacci e 85,2 mm/24 ore a Castrocaro. La stima dei tempi di ritorno delle piogge intense di durata 1, 3, 6, 12 e 24 ore ha mostrato valori inferiori ai 5 anni in tutte le stazioni.

Tabella 8: Piogge intense massime e cumulate registrate sul bacino del Montone il 12 e 13 maggio

STAZIONE	QUOTA m.s.l.m.	PIOGGE INTENSE (base 30 min)					Prec. giornaliera 0 - 24			Cumulata Tot evento
		1h	3h	6h	12h	24h	12/5	13/5	14/5	
Pratacci	750	8,8	22,2	37,2	63,4	84,0	61,6	35,4	0,0	97,0
Monte Grosso	670	6,4	17	27,8	47,4	69,4	2,6	66,4	25,2	102,4
Vallicelle	405	6,2	13,8	21,2	33,4	44,8	32,8	17,4	0,4	50,6
Castrocaro	66	9,2	24,2	39,8	61,2	85,2	60,2	34	0,2	94,4
Medie giornaliere sul bacino		7,1	17,7	28,7	48,1	66,1	32,3	39,7	8,5	83,3

Come è possibile osservare negli ietogrammi di pioggia riportati nella Figura 29, le precipitazioni sono iniziate nella seconda metà della giornata del 12 maggio, hanno raggiunto le intensità massime nella notte tra il 12 ed il 13, e si sono protratte senza interruzioni ma con minore intensità durante tutta la giornata del 13, esaurendosi nella notte tra il 13 ed il 14 maggio.

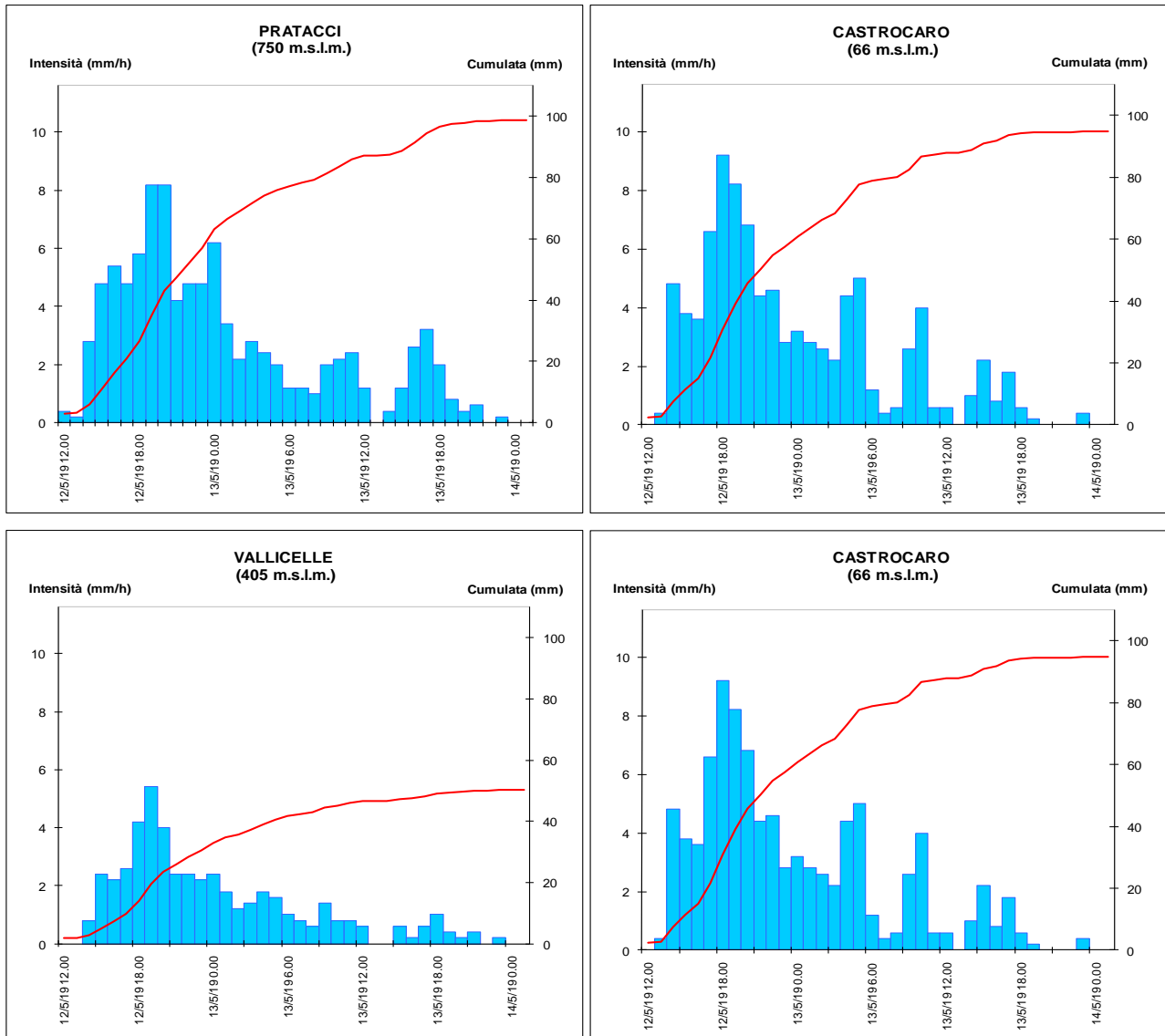


Figura 29: Andamento della pioggia oraria e cumulata del 12 e 13 maggio, nelle stazioni più significative del bacino del Montone.

I primi innalzamenti dei livelli idrometrici si sono registrati nella notte tra il 12 ed il 13 maggio nelle sezioni idrometriche montane del Montone, ed in misura minore del Rabbi, con colmi poco superiori alle soglie 2. Livelli massimi prossimi alla soglia 3 si sono invece registrati nella sezione di Castrocara (vedi Figura 30), alimentati dalle piogge più intense ed abbondanti del settore collinare del bacino.

Come è possibile osservare negli idrogrammi di piena riportati in Figura 31, l'onda si è propagata verso valle con notevoli volumi. Il protrarsi di deboli precipitazioni, ad intermittenza, per tutta la giornata del 14 e del 15 maggio, hanno generato un secondo piccolo colmo in fase di esaurimento della piena, che ha ulteriormente rallentato la decrescita dei livelli idrometrici.

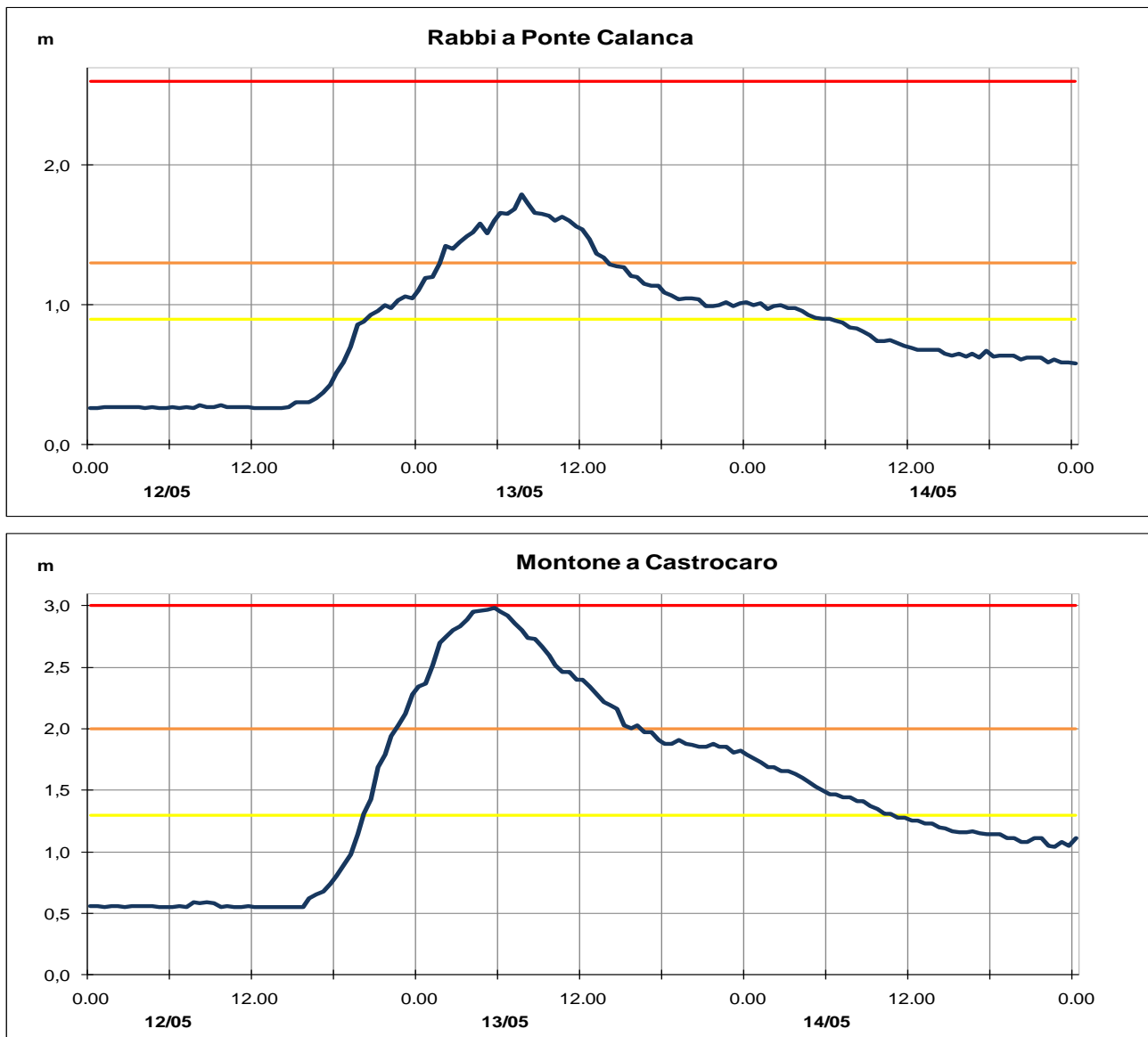


Figura 30: Idrogrammi di piena nelle sezioni di chiusura dei bacini montani di Montone e Rabbi

I colmi di piena hanno superato i massimi livelli storici nelle sezioni di Forlì e Ponte Vico (vedi Figura 32), e si sono attestati a valori prossimi ai massimi nella sezione di Ponte Braldo; in particolare dentro l'abitato di Forlì, è stata totalmente sommersa la pista ciclo-pedonale e l'acqua è arrivata a pochi metri dalla sommità arginale.

Il giorno 14 maggio, durante la fase di esaurimento della piena sono state eseguite alcune **misure di portata nella sezione di Ponte Braldo**, dalle ore 12:25 alle ore 12:30, **stimando un valore di 91,2 mc/sec, corrispondente ad un livello idrometrico tra 6,34 e 6,00 m.**

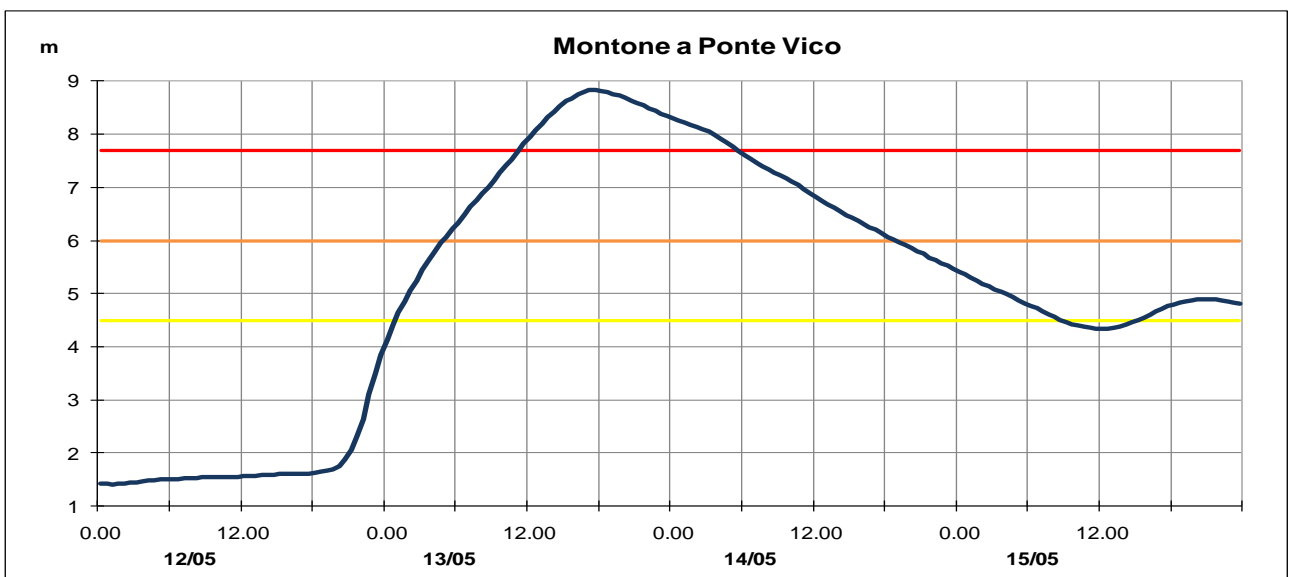
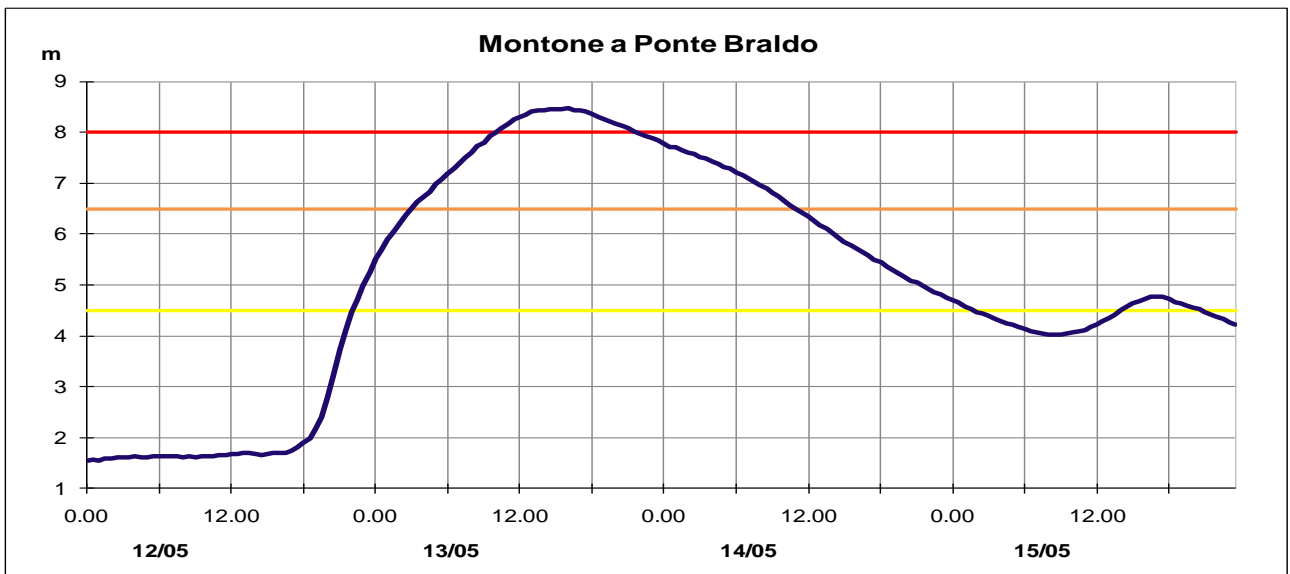
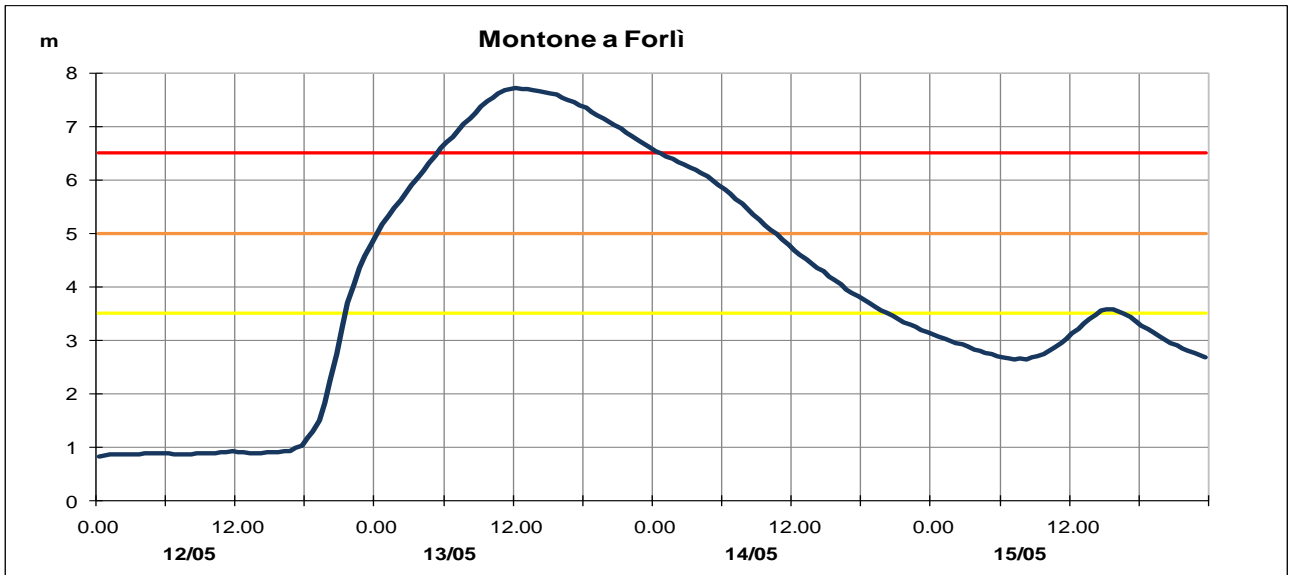


Figura 31: Propagazione della piena nelle sezioni vallive del fiume Montone.

Intorno alle ore 17 del 13 maggio, in prossimità del passaggio del colmo di piena, si è verificata una rotta arginale in destra idraulica nel territorio comunale di Forlì in località Villafranca, sotto il ponte dell'autostrada A14, tra le sezioni di Ponte Braldo e Ponte Vico. L'effetto della rotta, e della conseguente fuoriuscita dell'acqua nelle campagne limitrofe, è ben visibile nell'andamento dei livelli idrometrici a Ponte Braldo e Ponte Vico (vedi Figura 31), tra le ore 18:00 del 13 e le ore 4:00 del 14 maggio.

Le acque fuoriuscite dalla rotta hanno allagato i territori agricoli adiacenti l'argine del Montone, raggiungendo la zona industriale e l'abitato di Villafranca e San martino di Villafranca, con notevoli danni alle attività produttive, alle abitazioni, alle infrastrutture di rete e alla viabilità, e chiusura al traffico della via Lughese (SP1) Nella giornata del 14 maggio le acque sono state allontanate tramite pompe idrovore e sversate nei canali di bonifica limitrofi, l'argine sotto il ponte dell'autostrada è stato ripristinato con sacchettature e massi ciclopici.

Nella Figura 32 sono riportate alcune immagini relative al passaggio della piena e alla rotta arginale sotto il ponte dell'autostrada A14.

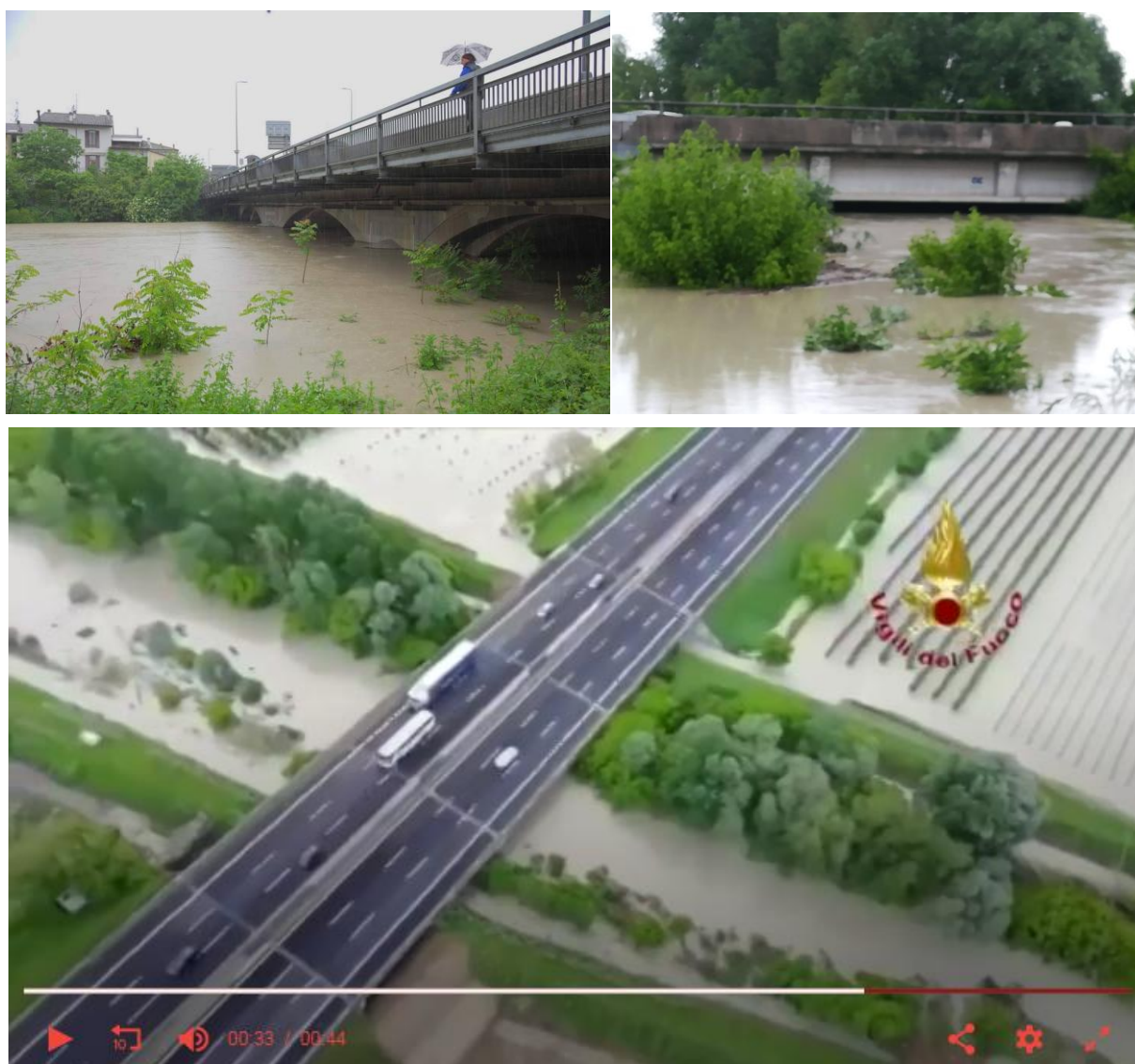


Figura 32: Montone in piena, in senso orario: nella sezione di Forlì, sotto il ponte dell'autostrada A14 e vista dall'elicottero del punto della rotta arginale.

2.5.3. LA PIENA DEL FIUME RONCO

Le precipitazioni sul bacino del Ronco e del suo affluente Voltre si sono concentrate sia sul settore montano che sulla parte pedecollinare del bacino, con cumulate dell'evento medie sul bacino superiori ai 100 mm ed un massimo di 144,2 mm nella stazione di Montriolo. La Figura 33 riporta l'andamento delle piogge orarie e cumulate registrate dalle stazioni pluviometriche del bacino montano.

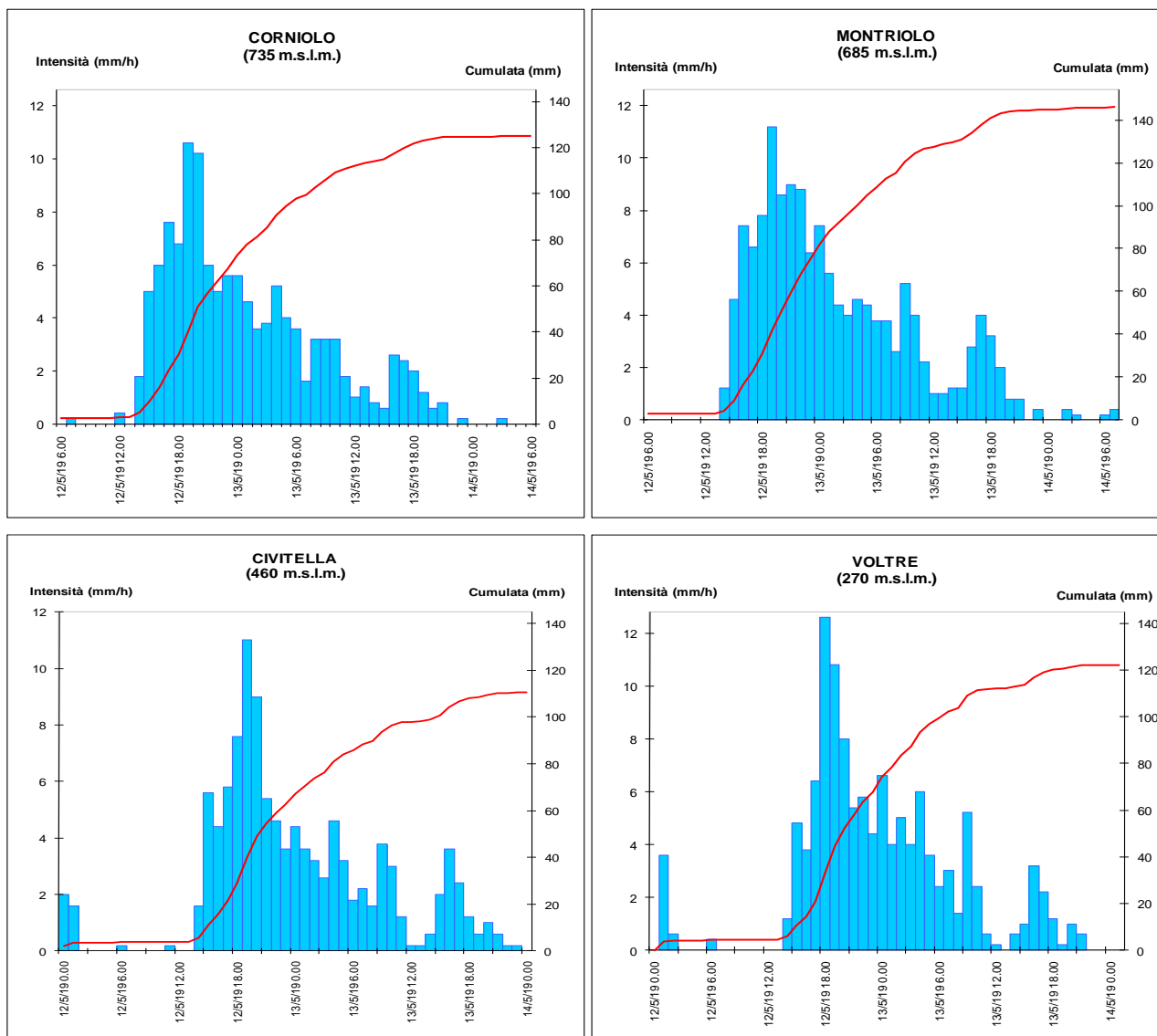


Figura 33: Andamento della pioggia oraria e cumulata del 12 e 13 maggio, nelle stazioni più significative del bacino del Ronco.

Le intensità orarie sono state modeste in tutte le stazioni (vedi Tabella 9), i valori più significativi sono stati registrati per la durata di 24 ore, con massimi di 125,2 mm/24 ore a Montriolo, cui corrisponde un tempo di ritorno stimato in circa 38 anni, e 107,6 mm/24 ore a Voltre, per cui è stato stimato un tempo di ritorno di circa 20 anni. La stima dei tempi di ritorno delle piogge intense di durata 1, 3, 6 ore ha mostrato valori inferiori ai 5 anni in tutte le stazioni.

Tabella 9: Piogge intense massime e cumulate registrate sul bacino del Ronco il 12 e 13 maggio

STAZIONE	QUOTA m.s.l.m.	PIOGGE INTENSE (base 30 min)					Prec. giornaliera 0 - 24			Cumulata
		1h	3h	6h	12h	24h	12/5	13/5	14/5	Tot evento
Ronco										
Corniolo	735	12	28,4	48	76,8	110,4	73,2	51,4	0,2	124,8
Montriolo	685	11,2	29,2	52,4	87,8	125,2	80,0	63,0	1,2	144,2
Civitella	460	11	27,8	43,8	68,2	94,2	65,0	43,6	0,4	109,0
Caminante	370	8,6	22	36,8	58,6	80,6	55,8	33,4	0,0	89,2
Cusercoli	330	8	21,2	34,8	53,6	72,2	52,4	28,0	0,0	80,4
Medie giornaliere sul bacino		10,2	25,7	43,2	69,0	96,5	65,3	43,9	0,4	109,5
Voltre										
Voltre	90	13,8	31,4	49	79	107,6	74,4	47,8	0	122,2
Medie giornaliere sul bacino		13,8	31,4	49,0	79,0	107,6	74,4	47,8	0,0	122,2

Come è possibile osservare negli ietogrammi di pioggia riportati nella Figura 29, le precipitazioni sono iniziate nella seconda metà della giornata del 12 maggio, raggiungendo subito le intensità massime nella notte; successivamente si sono protratte senza interruzioni durante tutta la giornata del 13, con minore intensità, esaurendosi nelle prime ore del 14 maggio, per un totale di oltre 36 ore di precipitazione ininterrotte.

I livelli idrometrici nelle sezioni di monte hanno registrato innalzamenti a partire dalla notte del 12 maggio, anche per effetto della laminazione esercitata dalla diga di Ridracoli, che ha invasato i volumi affluenti fino al raggiungimento di un volume massimo di 33.227.881 metri cubi, alle ore 21 del 13 maggio, superando la soglia di sfioro di 557,33 m.

Un'onda di notevole volume si è propagata nel tratto vallivo, con livelli che nella sezione di Meldola sono rimasti al di sopra della soglia 2 per oltre 36 ore. Nella sezione di **Ronco il colmo di piena ha superato i massimi livelli storici raggiunti, con 7,31 metri alle ore 16:30 del 13 maggio** (vedi Figura 34).

Nella Tabella 10 si riporta la sintesi dei livelli massimi raggiunti dalla piena sul Montone e sul Ronco, con le informazioni sui tempi di propagazione ed il superamento dei massimi storici.

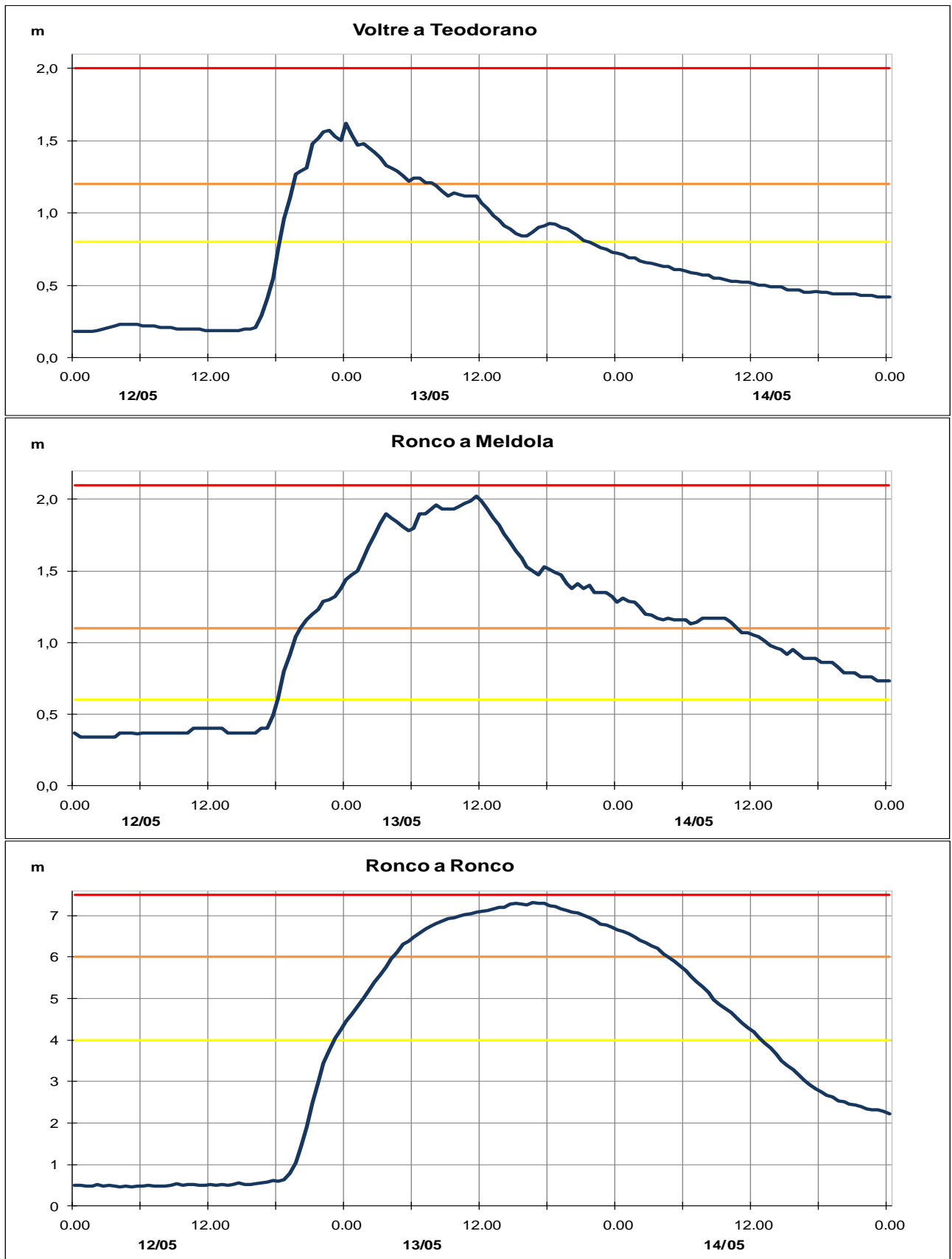


Figura 34: Idrogrammi di piena nelle sezioni più significative del fiume Ronco e del suo affluente Voltre.

Tabella 10: Sintesi della propagazione dei colmi di piena su Montone e Ronco il 13-14 maggio

Struttura idro-meteo-clima CENTRO FUNZIONALE EMILIA ROMAGNA											P 02a19
BACINI ROMAGNOLI TABELLA delle PUNTE MASSIME											
PIENA dei gg. 13-14 maggio 2019											
Fiume MONTONE - Fiumi UNITI											
Denominazione del SENSORE	Distanze		Guardia H idr.ca	Punta max registrata			Tempi		Velocità m/sec	Note	
	parziali	progres.		H idr.ca	gior.	ora	parziali	progres.			
origine	0,0	0,0									
ROCCA.S.CASCIANO	28,7	28,7	0,50	1,06	13	5:00	-	0:00			
CASTROCARO	22,7	51,4	1,30	2,98	13	5:30	0:30	0:30			
confluenza Rabbi	12,4	63,7									
FORLI'	1,9	65,6	3,50	7,71	13	12:00	6:30	7:00		max livello serie in telemisura	
P.BRALDO	6,1	71,7	4,50	8,47	13	16:00	4:00	11:00		raggiunto circa il max della serie	
P.VICO	9,7	81,4	4,50	8,83	13	17:00	1:00	12:00		max livello serie in telemisura	
S.MARCO	13,9	95,4	*3.80	2,93	13	21:40	4:40	16:40			
confluenza Ronco	2,7	98,1									
RASPONI	5,9	104,0	*3.00		-	-	-	-		senso non rilevato	
sbocco in mare	3,8	107,8									
Fiume RABBI											
Denominazione del SENSORE	Distanze		Guardia H idr.ca	Punta max registrata			Tempi		Velocità m/sec	Note	
	parziali	progres.		H idr.ca	gior.	ora	parziali	progres.			
origine	0,0	0,0									
PREDAPPIO	35,5	35,5	0,70	1,73	13	5:00	-	0,00			
P.CALANCA	12,2	47,6	0,90	1,79	13	7:30	2:30	2:30			
sbocco in Montone	10,3	57,9									
Fiume RONCO											
Denominazione del SENSORE	Distanze		Guardia H idr.ca	Punta max registrata			Tempi		Velocità m/sec	Note	
	parziali	progres.		H idr.ca	gior.	ora	parziali	progres.			
origine	0,0	0,0									
S.SOFIA	23,0	23,0	0,90	-	13	7:00	-	0,00		fuori uso	
confluenza Voltre	30,4	53,5									
MELDOLA	2,3	55,7	0,60	2,02	13	11:30	4:30	4:30			
RONCO	17,3	73,1	4,00	7,31	13	16:30	5:00	9:30		max livello serie in telemisura	
COCCOLIA	11,5	84,5	4,00	6,23	13	21:30	5:00	14:30			
S.BARTOLO	9,6	94,2	*4.50	-	-	-	-	-		senso non rilevato	
sbocco in Montone - F.Uniti	4,1	98,3									
Torrente VOLTRE											
Denominazione del SENSORE	Distanze		Guardia H idr.ca	Punta max registrata			Tempi		Velocità m/sec	Note	
	parziali	progres.		H idr.ca	gior.	ora	parziali	progres.			
origine	0,0	0,0									
TEODORANO	23,7	23,7	0,80	1,56	12	22:00	-	-			
sbocco in Ronco	2,6	26,3									
DIGHE											
Denominazione del SENSORE	Quota di sfioro	max. Invaso (mc)	manovre nel bacino			Scarico e/ o Sfioro (mc/ sec)					
			livello (quota)	giorno	ora						
RIDRACOLI		33.227.881	557,37	13-mag	21:00						

2.5.4. LA PIENA DEL FIUME SAVIO

Le precipitazioni sul bacino del Savio si sono concentrate soprattutto sulla parte pedecollinare del bacino, e sul Borrello, affluente di sinistra, sul quale sono state registrate le intensità e cumulate di pioggia più significative, come è possibile osservare nella Tabella 11.

Le intensità registrate per le durate da 1 a 6 ore sono state modeste, la stima dei tempi di ritorno delle piogge intense ha infatti mostrato valori inferiori ai 5 anni in tutte le stazioni. I valori più significativi sono stati registrati nella stazione di Rullato con un massimo di 119,6 mm/24 ore, per il quale è stato stimato un tempo di ritorno di circa 40 anni.

Tabella 11: Piogge intense massime e cumulate registrate sul bacino del Savio il 12 e 13 maggio

STAZIONE	QUOTA	PIOGGE INTENSE (base 30 min)					Prec. giornaliera 0 - 24			Cumulata
		1h	3h	6h	12h	24h	12/5	13/5	14/5	Tot evento
Savio	m.s.l.m.									
Corsicchie	1200	7,8	21,6	41,2	66,4	93,6	66,4	48,8	1,0	116,2
Maiano	680	12,6	28	44	69,6	95,4	65,0	44,8	0,0	109,8
Roversano	175	14,4	28,8	42,4	67	89,6	0,0	69,0	32,0	101,0
Cesena urbana	42	8,2	16,4	23,8	37,6	44,6	0,0	40,0	10,8	50,8
Medie giornaliere sul bacino		10,8	23,7	37,9	60,2	80,8	32,9	50,7	11,0	94,5
Borello	m.s.l.m.									
Rullato	600	12,4	30	48,4	82,4	119,6	78,8	61,2	0,8	140,8
Medie giornaliere sul bacino		12,4	30,0	48,4	82,4	119,6	78,8	61,2	0,8	140,8

Come è possibile osservare negli ietogrammi di pioggia riportati nella Figura 35, sporadiche precipitazioni sono iniziate nelle prime ore del 12 maggio, per intensificarsi nella seconda metà della giornata e raggiungere i valori massimi nella notte. Successivamente si sono protratte senza sostanziali interruzioni, con più impulsi di minore intensità, durante tutta la giornata del 13, per un totale di oltre 36 ore di precipitazione ininterrotte.

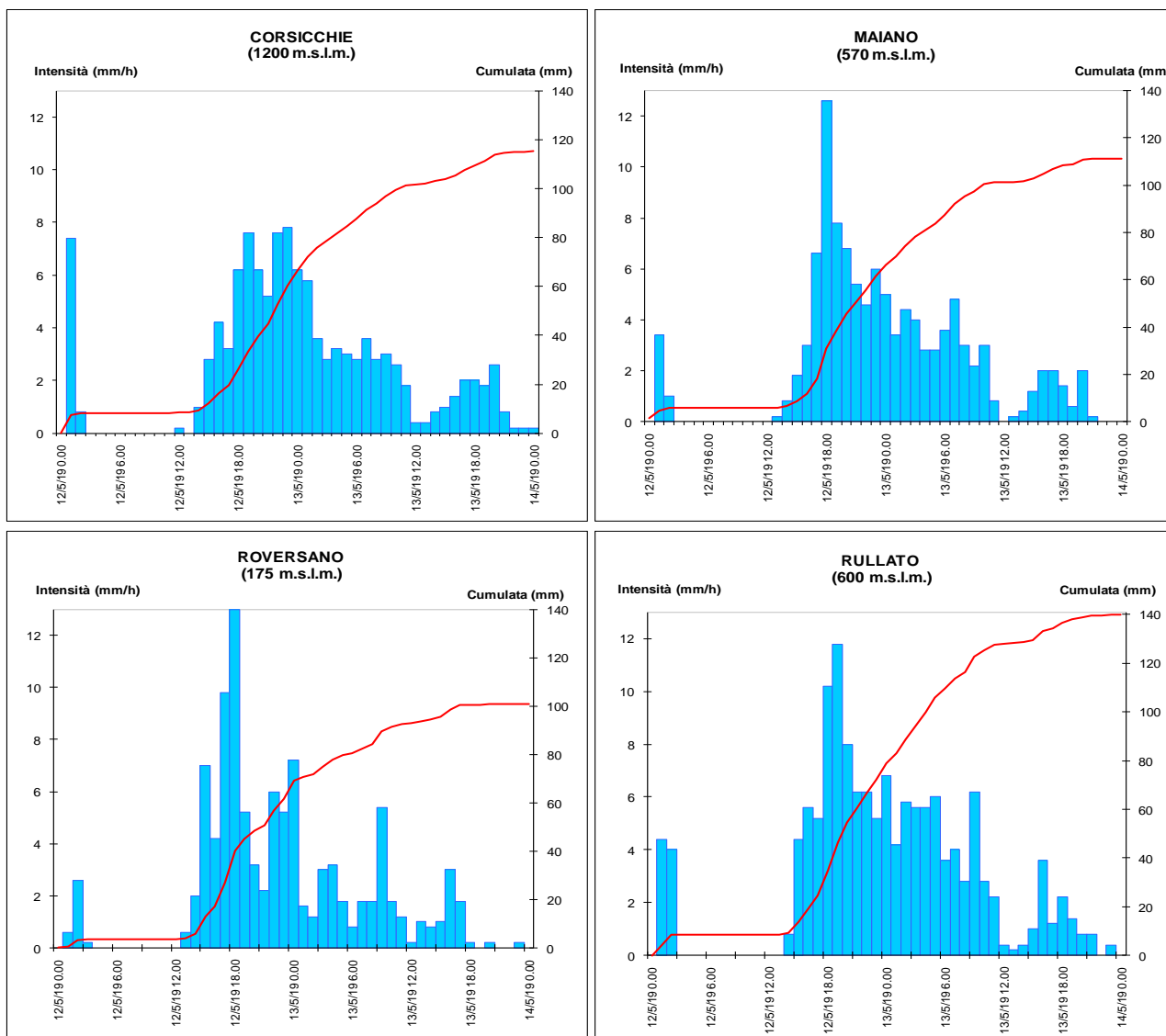


Figura 35: Andamento della pioggia oraria e cumulata del 12 e 13 maggio, nelle stazioni più significative del bacino del Savio.

I livelli idrometrici nelle sezioni di monte hanno registrato rapidi innalzamenti già nella notte del 12 maggio, raggiungendo colmi prossimi ai massimi storici. Un'unica onda di notevole volume si è propagata nel tratto vallivo arginato, con livelli che sono rimasti al di sopra della soglia 2 per oltre 24 ore, e **colmi di piena che hanno superato i massimi livelli storici registrati nelle sezioni di S. Carlo, Matellica, Castigliane e Savio** (vedi Figura 37). Nella sezione di Cesena invece, l'idrogramma di piena è rimasto piatto per più di 6 ore in prossimità del colmo, a causa dell'accumulo di legname a monte del ponte.

Nella Tabella 12 si riporta la sintesi dei livelli massimi raggiunti dalla piena sul Montone e sul Ronco, con le informazioni sui tempi di propagazione ed il superamento dei massimi storici.

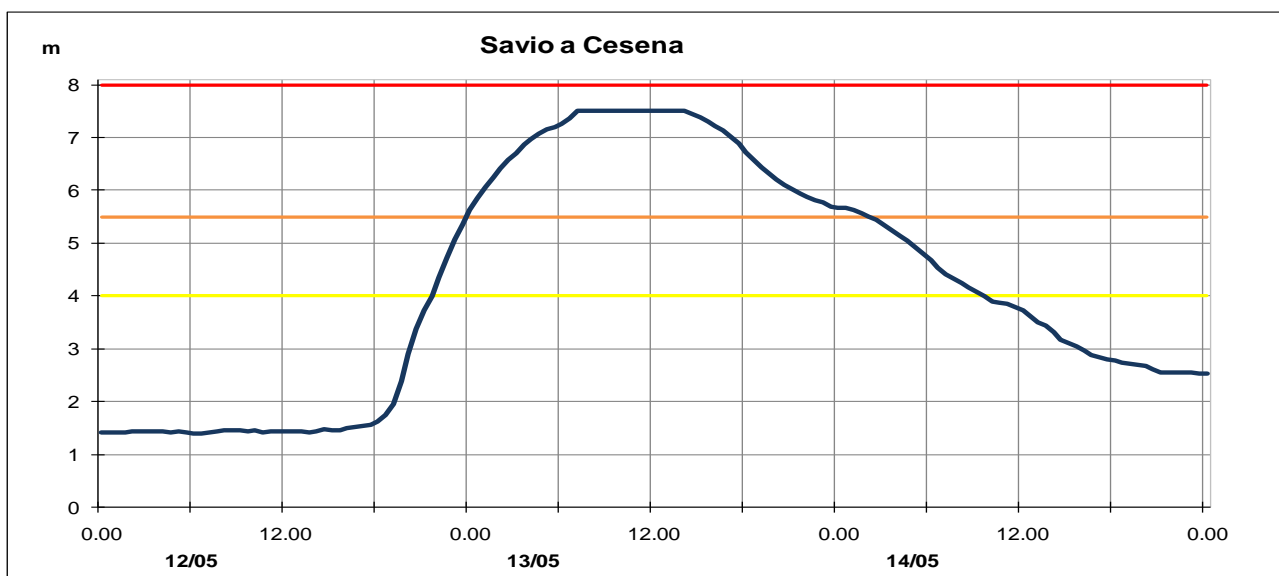
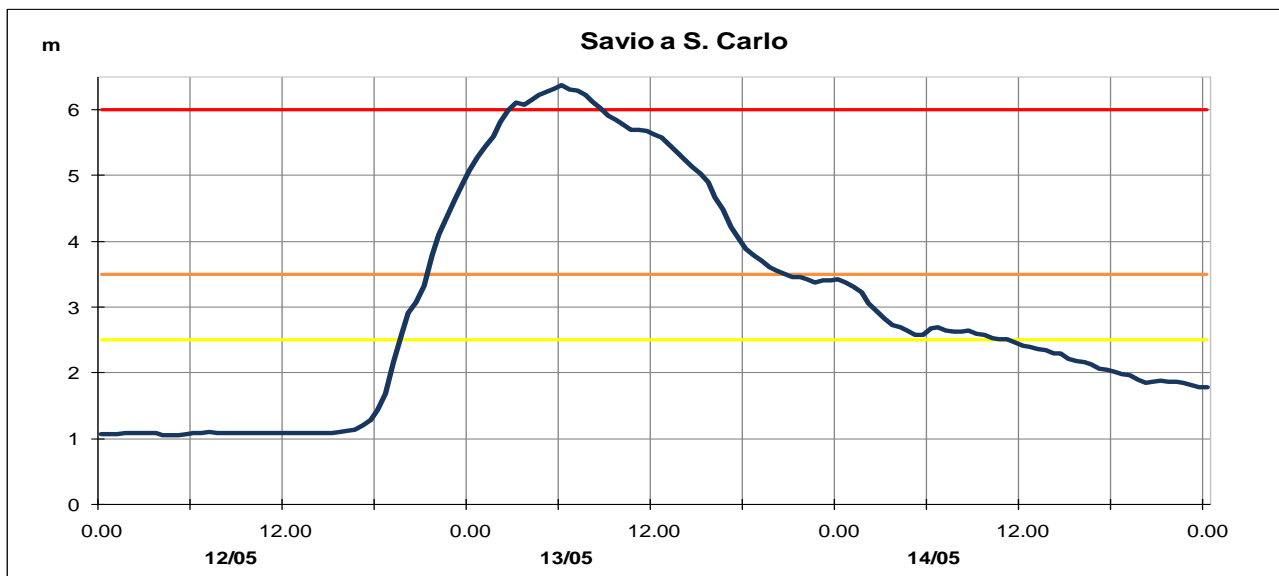
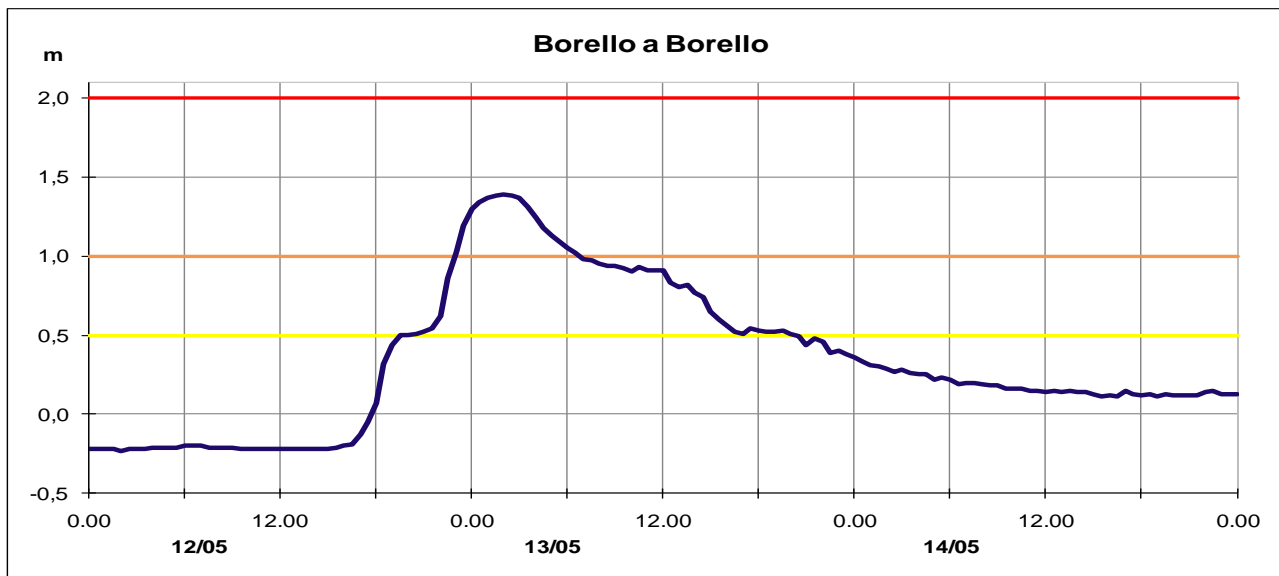


Figura 36: Idrogrammi di piena nelle sezioni medio-vallive del fiume Savio e del suo affluente Borello.

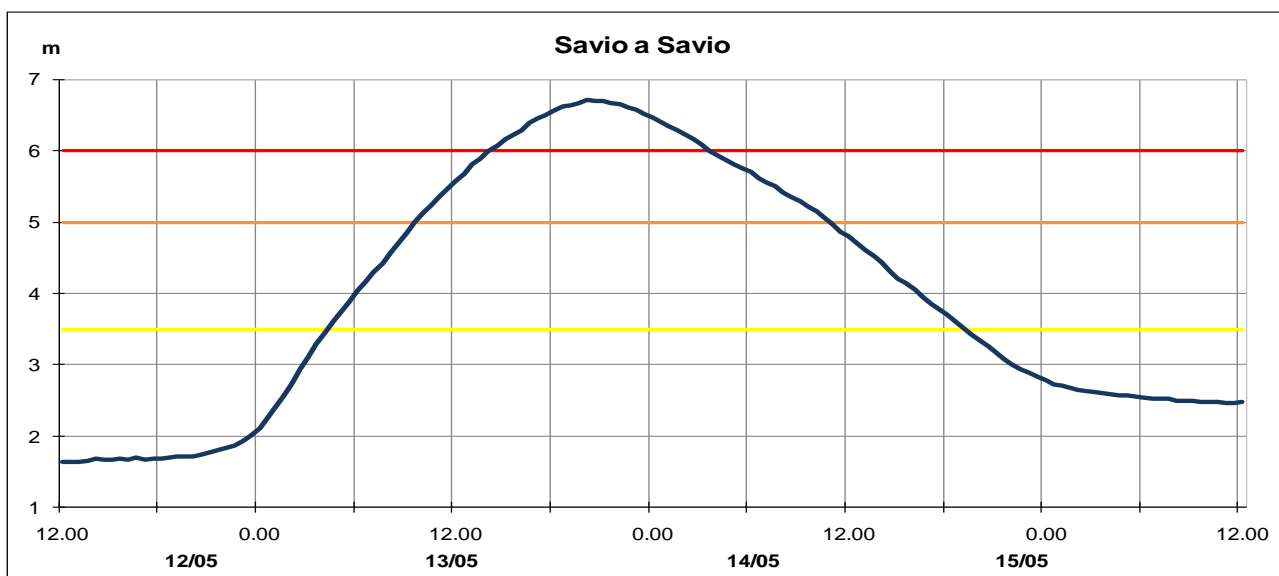
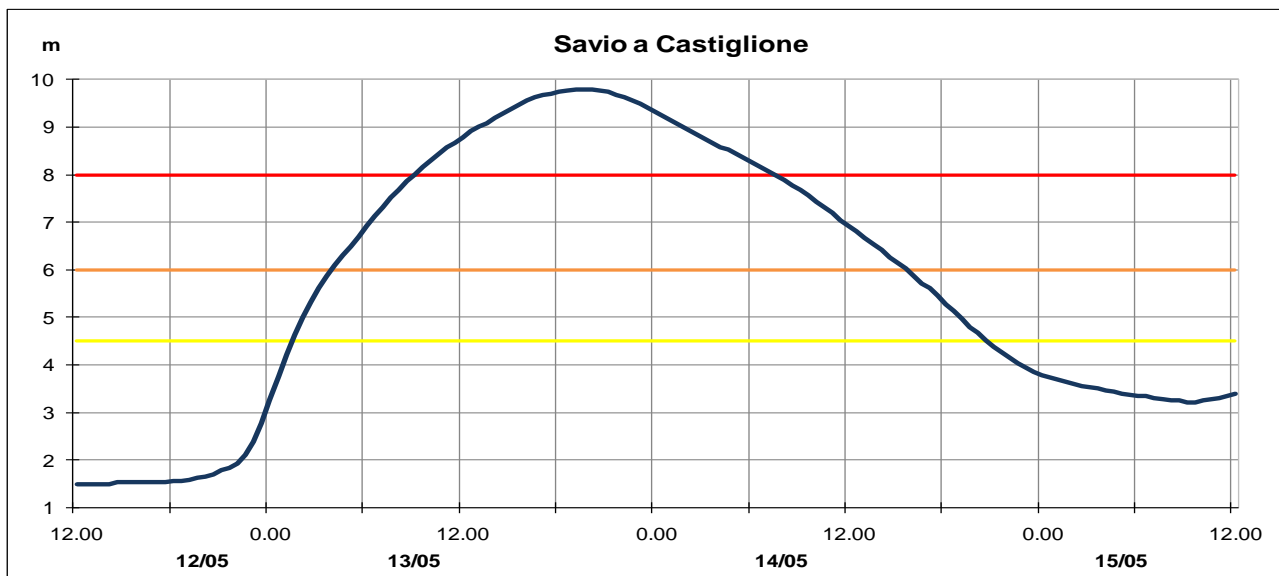
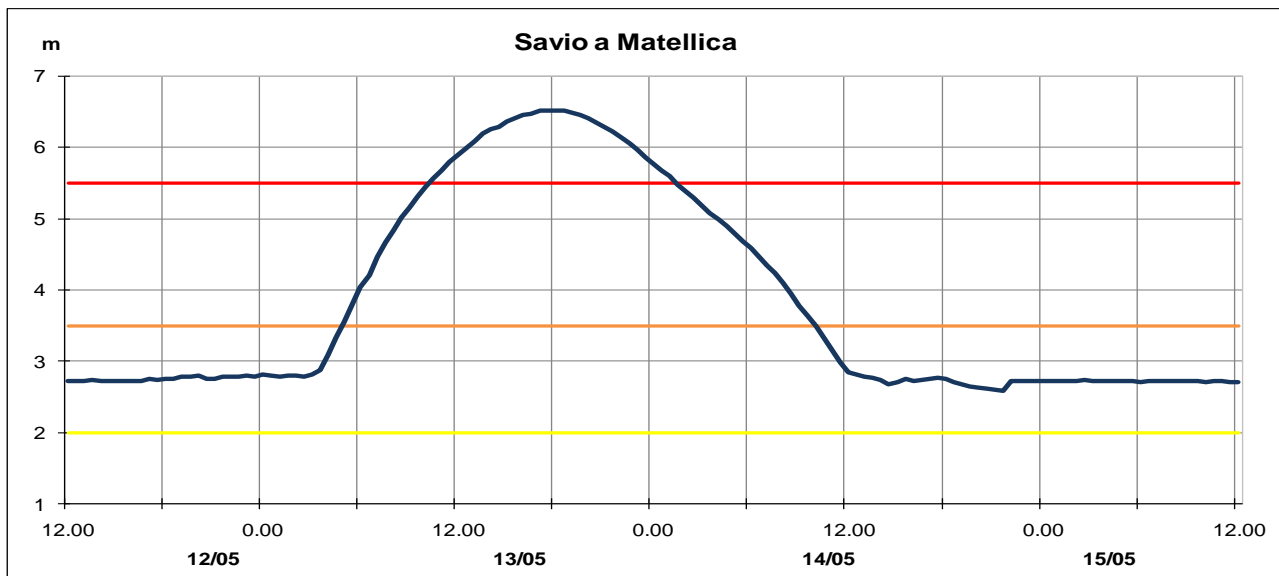



Figura 37: Propagazione della piena nelle sezioni vallive del fiume Savio.

Tabella 12: Sintesi della propagazione dei colmi di piena sul Savio il 13-14 maggio

<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p>agenzia prevenzione ambiente energia emilia-romagna</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>Struttura idro-meteo-clima CENTRO FUNZIONALE EMILIA ROMAGNA</p> <p>BACINI ROMAGNOLI TABELLA delle PUNTE MASSIME</p> </div> <div style="text-align: right;"> <p>P 02a19</p> </div> </div>										
PIENA dei gg. 13-14 maggio 2019										
Fiume SAVIO										
Denominazione del SENSORE	Distanze		Guardia H idr.ca	Punta max registrata			Tempi		Velocità m/sec	Note
	parziali	progres.		H idr.ca	gior.	ora	parziali	progres.		
origine	0,0	0,0								
QUARTO	30,7	30,7	*2,00	2,75	13	0:30	-	0:00		
MERCATO SARACENO	14,9	45,6	1,50	3,88	13	2:00	1:30	1:30		
confluenza Borello	12,9	58,5								
S.CARLO	5,8	64,3	2,50	6,37	13	6:00	4:00	5:30		max livello serie in telemisura
CESENA	8,6	72,9	4,00	7,51	13	10:30	4:30	10:00		
MATELLICA	18,1	90,9	*3,50	6,52	13	18:00	7:30	17:30		max livello serie in telemisura
CASTIGLIONE	6,2	97,1	4,50	9,80	13	19:00	1:00	18:30		max livello serie in telemisura
SAVIO	7,2	104,3	3,50	6,71	13	20:00	1:00	19:30		max livello serie in telemisura
sbocco in Mare	8,5	112,9								
Torrente BORELLO										
Denominazione del SENSORE	Distanze		Guardia H idr.ca	Punta max registrata			Tempi		Velocità m/sec	Note
	parziali	progres.		H idr.ca	gior.	ora	parziali	progres.		
origine	0,0	0,0								
BORELLO	34,9	34,9	0,50	1,39	13	2:00	-	-		2° livello storico
sbocco in Savio	0,8	35,8								
DIGHE										
Denominazione del SENSORE	Quota di sfioro	max. Invaso (mc)	manovre nel bacino			Scarico e/o Sfiato (mc/sec)				
			livello (quota)	giorno	ora					
QUARTO										
Note:										
* livello 2										

Durante il passaggio della piena si sono verificate esondazioni in sinistra nella zona di via Torino a Cesena, con allagamento delle zone agricole limitrofe ed evacuazione di alcune abitazioni. La piena ha anche lambito i binari della ferrovia Bologna-Rimini, anche a causa del notevole accumulo di detriti a monte del ponte, e la circolazione ferroviaria è stata temporaneamente interrotta.



Figura 38: Esondazione in sinistra del fiume Savio a Cesena nei pressi di via Torino

3. FENOMENI FRANOSI SUL TERRITORIO REGIONALE

In seguito agli eventi meteo di cui al quadro precedentemente descritto, nel mese di maggio si sono verificati numerosi fenomeni franosi che hanno colpito, in particolare, le Province di Bologna, Forlì-Cesena, Modena e Reggio Emilia.

3.1. Provincia di Bologna

Oltre alla riattivazione di alcune grandi frane, per le quali si rimanda ai paragrafi dedicati, il territorio Bolognese è stato interessato in modo diffuso e significativo.

Nello specifico, nei Comuni di Monte San Pietro e Valsamoggia si sono verificati diversi scivolamenti. Questi hanno coinvolto il substrato, o le sovrastanti coperture detritiche, per profondità in genere relativamente limitate, ma con estensioni areali anche significative. Tali dissesti hanno interessato perlopiù aree agricole o zone calanchive, tuttavia localmente hanno coinvolto anche alcune abitazioni private. A **Tiola (Comune di Valsamoggia)**, in via Colline, un'abitazione è stata evacuata a seguito dell'arretramento della testata di una zona calanchiva che ha interessato l'area cortiliva ed il cancello della proprietà.

Particolarmente colpito anche il reticolo viario; a titolo esemplificativo, si ricordano la frana di **via Rivabella (Comune di Castel di Casio)** e quella di **Brana di Montorio (Comune di Monzuno)**. La prima, un aggravamento di un dissesto attivatosi il 14 aprile, è uno scivolamento che ha interessato il versante a valle della sede stradale coinvolgendo metà carreggiata ed asportandola completamente (vedi Figura 39). Il dissesto di Brana, verificatosi nella notte fra il 15 e 16 maggio, è invece una riattivazione di una frana di versante che ha interrotto l'unica via di accesso all'omonima località, isolandola (vedi Figura 40).



Figura 39: Alcune immagini del dissesto in via Rivabella (foto Comune Castel di Casio).



Figura 40: Frana in località Brana di Montorio; area sorgente (sinistra) e accumulo sulla sede stradale (destra) (foto Comune Monzuno).

3.2. Provincia di Forlì-Cesena

Anche in Provincia di Forlì-Cesena risultano particolarmente colpiti i collegamenti viari, soprattutto nei Comuni di Bagno di Romagna, Dovadola, Mercato Saraceno, Modigliana, Roncofreddo e Verghereto. Qui, in particolare, due importanti frane hanno interessato la **Strada Provinciale 137** “Tiberina” rispettivamente ai km 4+600 e 5+100 (vedi seguenti approfondimenti).

Il 13 maggio un movimento franoso ha completamente ostruito la **via San Casciano (Comune di Modigliana)** rendendo necessaria l’interdizione al traffico; inoltre, in considerazione del fatto che sullo stesso incombeva il corpo di frana, è stato dichiarato inagibile un edificio adiacente al tracciato stradale. Anche la **Strada Comunale Montesorbo – Cà di Pisino, in Comune di Mercato Saraceno**, è stata interessata da due modesti movimenti franosi rispettivamente nella tarda serata del 12 e nella mattina del 13 maggio (vedi Figura 41). Entrambi gli accumuli sono stati prontamente rimossi dalla sede stradale in quanto la viabilità in oggetto è l’unica via di accesso all’abitato di Montesorbo, dove la chiusura della strada ha provocato l’isolamento di 6 nuclei familiari per un totale di 16 persone.



Figura 41: Dissesti che hanno interessato la SC Montesorbo – Cà di Pisino (foto Comune Mercato Saraceno).

3.3. Provincia di Modena

La Provincia di Modena è stata una delle più colpite dagli eventi meteo di maggio e molti sono i movimenti franosi che hanno interessato il territorio; in particolare, i Comuni di Lama Mocogno, Montefiorino, Palagano, Pavullo nel Frignano, Polinago, Prignano sulla Secchia, Serramazzoni e Sestola. Oltre al reticolo viario ed alle infrastrutture a rete, sono stati interessati anche diversi edifici (vedi seguenti approfondimenti). Di seguito sono descritti solo alcuni dei casi più significativi ed esemplificativi.

In considerazione del numero di persone coinvolte (15 in tutto), fra i dissesti che hanno provocato l'interruzione di viabilità pubblica vale la pena menzionare quelli di **Casa Chesi** e **Cà Castagni** entrambi in **Comune di Serramazzoni**. Nel primo caso una frana ha provocato il parziale cedimento di via Casa Chesi in prossimità dell'omonima località, di cui costituisce l'unica via di accesso; la chiusura al traffico della strada ha pertanto determinato l'isolamento del piccolo nucleo abitato. Nel tardo pomeriggio del 29 maggio, invece, un movimento franoso ha interessato il versante su cui insiste il borgo di Cà Castagni causando l'interruzione della viabilità di accesso allo stesso e, in via precauzionale, l'evacuazione temporanea dei relativi abitanti.

Anche la frana avvenuta al km 43+800 della **Strada Provinciale 324 “del Passo delle Radici”**, in **Comune di Sestola**, ha provocato una temporanea chiusura del traffico poi riaperto e senso unico alternato. Al contrario delle precedenti, questa ha però interessato una parete rocciosa dove sono stati distrutti i presidi esistenti (vedi Figura 42).



*Figura 42: Interruzione sulla SP 324 “del Passo delle Radici”
(foto Provincia di Modena).*

In Comune di Prignano sulla Secchia le abbondanti precipitazioni di maggio hanno, infine, provocato una frana fra la Strada Provinciale 24 “di Monchio” e la località di **Giuncheto di Saltino**, dove sono state lambite alcune abitazioni (vedi Figura 43).



Figura 43: La frana di Giuncheto di Saltino nei pressi di uno degli edifici (foto Comune Prignano sulla Secchia).

3.4. Provincia di Piacenza

Rispetto al resto del territorio regionale, nel Piacentino si è verificato un numero più esiguo di eventi franosi. In generale, si tratta di frane che hanno interessato la viabilità provinciale e comunale, come la frana al km 8+100 della **Strada Provinciale 39 “del Cerro”** e quella al km 51+000 della **Strada Provinciale 654R “di Val Nure”** (vedi Figura 44).

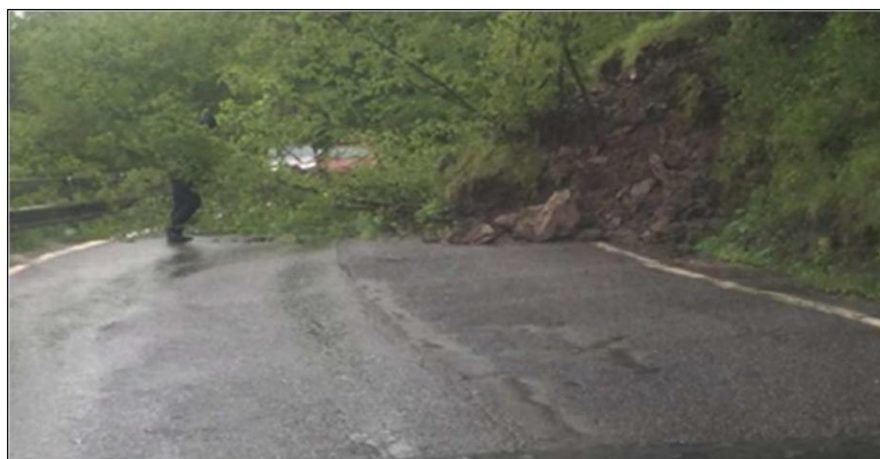


Figura 44: Riattivazione sulla SP 39 “del Cerro” (in alto) e frana sulla SP 654R (in basso) (foto Comuni Provincia di Piacenza).

3.5. Provincia di Parma

In Provincia di Parma sono stati particolarmente colpiti i Comuni di Berceto, Calestano, Langhirano, Lesignano dè Bagni, Neviano degli Arduini e Tizzano Val Parma. Anche qui i dissesti più diffusi interessano le infrastrutture viarie. È questo il caso della **Strada Comunale bassa di S. Michele Cavana in località Nespolo (Comune di Lesignano dè Bagni)** dove il 28 maggio parte della parete di monte è crollata sulla sede stradale mettendo in crisi la circolazione viaria dell'intera zona.

3.6. Provincia di Ravenna

Anche sull'Appennino Ravennate si sono registrati alcuni moventi franosi, che hanno coinvolto la rete viaria, sia in Comune di Casola Val Senio sia in Comune di Brisighella. Fra questi vale la pena menzionare il crollo che il 14 maggio ha interessato la **Strada Provinciale 306R "Casolana Rioliese"** al km 27 in località Mercatale (**Comune di Casola Val Senio**) (vedi Figura 45).



Figura 45: Crollo avvenuto sulla Strada Provinciale 306R "Casolana Rioliese" in località Mercatale (foto Provincia di Ravenna).

3.7. Provincia di Reggio Emilia

Diversi fenomeni franosi si sono verificati anche in Provincia di Reggio Emilia, i Comuni più colpiti sono Baiso, Carpineti e Viano. Nello specifico, in **Comune di Baiso**, oltre alle frane di cui ai successivi approfondimenti, sono state segnalate diverse criticità (nuove attivazioni o riattivazioni/aggravamenti di fenomeni già noti) in località **Ca' Talami, Casale, Casara, Costa Alta, Olmo, San Cassiano e Serra di Sotto**. Fra queste è degna di nota la riattivazione avvenuta in via Bucciardi, nei pressi della località San Cassiano, che ha interessato la scarpata di valle causando il distacco ed il cedimento del terreno sottostradale per una lunghezza di circa 25 m. Il movimento franoso, che ha provocato una traslazione di oltre 1 m verso valle di un'opera di contenimento

realizzata negli scorsi anni, ha sensibilmente ridotto la sede stradale dell'unica viabilità per la frazione di Monte San Cassiano (vedi Figura 46).

In **Comune di Carpineti**, invece, si segnalano in particolare la riattivazione di una frana nei pressi della **località Villaprara** e una riattivazione localizzata della frana di **Frascanera**.

Da menzionare anche il cedimento che il 29 maggio ha interessato la **Strada Provinciale 54** al km 7+400 nei pressi della località **Cerdolo dei Coppi** in **Comune di Canossa** (vedi Figura 47).



Figura 46: Cedimento del terreno sottostradale in via Bucciardi a San Cassiano (foto Comune Baiso)



Figura 47: Cedimento stradale sulla SP 54 nei pressi della località Cerdolo dei Coppi (foto Gazzetta di Reggio)

Modesti e circoscritti sono stati, infine, i movimenti franosi che hanno interessato la Provincia di **Rimini**.

3.8. Fenomeni significativi per dimensioni ed entità del danno

Di seguito alcuni degli eventi franosi più significativi per dimensioni e/o entità del danno.

RAGGI, BORGO TOSSIGNANO (BO)

La frana si è attivata nella prima mattinata del 20 maggio 2019 in località Raggi (Comune di Borgo Tossignano) verso le ore 8:30 con un meccanismo prevalente di scivolamento planare in roccia lungo una o più superfici di strato, ed ha interessato la Formazione Marnoso-Arenacea, qui in giacitura a franapoggio inclinato come il pendio (vedi Figura 48 e Figura 49).



Figura 48: Panoramica della frana di Raggi (foto SGSS e Servizio Area Reno, ARSTePC).



Figura 49: Scarpata di distacco e dettaglio del piano di scivolamento della frana (foto SGSS e Servizio Area Reno, ARSTePC).

La principale causa innescante è stata senza dubbio la presenza di acqua infiltrata nella roccia del versante, a seguito delle precipitazioni abbondanti dell'intero mese di maggio. Nei 15 giorni precedenti l'attivazione, infatti, le piogge sulla zona sono state consistenti: i pluviometri di Borgo Tossignano e le Taverne hanno registrato, a partire dal 5 maggio, cumulate rispettivamente di 193,6

mm e 213,8 mm. Queste piogge, insistendo su un versante suscettibile a franamento per assetto geologico, hanno innescato il parossismo.



Figura 50: Dettaglio dell'abitazione distrutta dalla frana (foto SGSS e Servizio Area Reno, ARSTePC).



Figura 51: La frana di Raggi ripresa dal drone; nell'immagine sono ben visibili l'interruzione della viabilità di accesso all'omonima località e i blocchi sparsi di materiale lapideo presenti sul corpo di frana (foto Università di Bologna).

Il movimento è stato repentino e sembra non sia stato preceduto da evidenti segni premonitori. L'unico abitante della casa posta immediatamente a valle della nicchia di distacco è riuscito a mettersi in salvo pochi secondi prima che la stessa crollasse, senza poter portare con sé cose o animali (vedi Figura 50). Nella zona del piede la frana ha interessato anche parte della vicinale ad uso pubblico che conduce alle abitazioni in località Raggi. L'area interessata dal movimento di scorrimento, vistosamente e profondamente sconvolta da blocchi sparsi di materiale lapideo (vedi Figura 51), ha avuto una lunghezza di circa 300 m ed una larghezza massima di circa 150 m, mentre la profondità presunta del piano di scivolamento è di circa 7-10 m. Il materiale scivolato ha inoltre riattivato, sovraccaricandolo e traslandolo di alcuni metri, anche parte del vecchio accumulo detritico quiescente posto più a valle. La lunghezza complessiva del movimento (scivolamento in roccia più scivolamento di detrito) è di circa 450 m (vedi Figura 52).

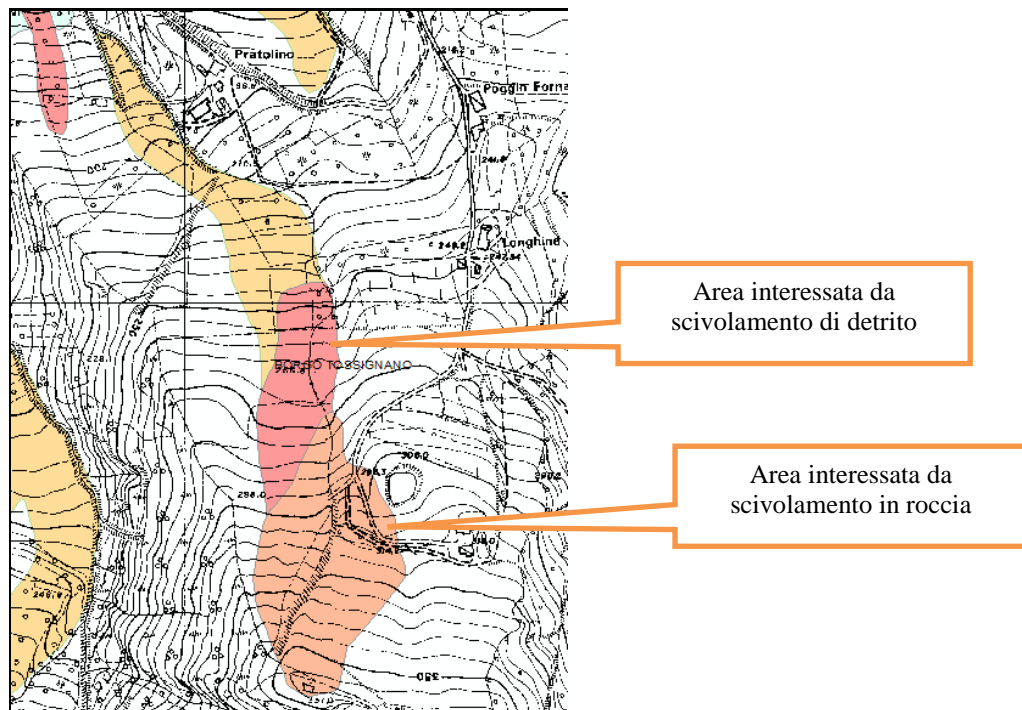


Figura 52: Perimetrazione della frana di Raggi (stato dei luoghi al 24 maggio 2019).

SAN CLEMENTE, CASTEL SAN PIETRO TERME (BO)

Il 5 maggio si è parzialmente riattivata una colata in terra che ha interessato le Argille Varicolori della Val Samoggia (AVS) nella parte media e bassa, le Breccie argillose della Val Tiepido-Canossa (MVT) e le Marne di Antognola (ANT) nella parte alta.

A seguito delle piogge del 12 maggio il fenomeno ha subito un ulteriore aggravamento.

La frana, che aveva registrato una precedente riattivazione parossistica nel 2015, è stata innescata da una serie di scorrimenti nella zona di monte, che si sono riversati sulla parte sottostante del deposito causando così la propagazione della colata verso valle. La lunghezza complessiva è circa 550 m, la larghezza è di circa 15 m nel canale, mentre raggiunge i 120 m al piede del deposito (vedi Figura 53). L'intero corpo di frana copre un'area di circa 20.000 mq.



Figura 53: Corpo della colata visto da monte (sinistra) e strutture compressive al piede del deposito (destra) (foto Università di Bologna).

SUVIANA TRAMONTI, CASTEL DI CASIO (BO)

Il 15 maggio una frana, sviluppatasi sul fianco sinistro della valle del Torrente Limentra di Treppio, poco a valle della diga di Suviana, ha subito un ampliamento ed una retrogressione. La frana si è sviluppata per circa 130 m in lunghezza e 100 m in larghezza con una profondità stimata di 5-6 m.

Il dissesto, che già da alcuni anni manifestava segnali di attività, ha coinvolto un'abitazione, causandone l'evacuazione, ha disarticolato i muri di sostegno, ha danneggiato parte di un piazzale, la strada di accesso alla casa stessa, i sottoservizi, il portico e la linea elettrica provocando anche la rottura della condotta fognaria (vedi Figura 54).



Figura 54: Danni causati dalla frana in località Suviana Tramonti (foto Consorzio della Bonifica Renana).

SP137 “TIBERINA” KM 5+100, VERGHERETO (FC)

La frana si è attivata alle ore 5 circa del 13 maggio, con un meccanismo di scorrimento traslativo in roccia in testata, evoluto in colata di detrito verso valle. Si tratta una nuova attivazione che ha interessato la Formazione Marnoso-Arenacea, qui in giacitura a franapoggio.

Il blocco scivolato ha traslato di circa 30-40 m mentre la colata si è riversata a valle in modo molto rapido per oltre 300 m coinvolgendo la viabilità provinciale (SP137 “Tiberina”) e proseguendo poi fino all’alveo del Fiume Savio (vedi Figura 55 e Figura 56).



Figura 55: Confronto fra le immagini Google Earth del 2015 e del 2019 (foto Google Earth).



Figura 56: Sopralluogo del Dipartimento Nazionale di Protezione Civile presso la SP137 “Tiberina” (foto Agenzia per la sicurezza territoriale e la protezione civile)

SP137 “TIBERINA” KM 4+600, LA STRADA, VERGHERETO (FC)

La frana si è attivata molto probabilmente il 13 maggio, con un meccanismo di scivolamento che ha coinvolto il versante a valle della viabilità provinciale causando un abbassamento di una consistente

porzione del manto stradale e coinvolgendo una proprietà privata (vedi Figura 57). Quattro nuclei familiari sono stati evacuati e la SP137 “Tiberina” è stata chiusa al transito.



Figura 57: Confronto fra le immagini Google Earth del 2015 e del 2019 (foto Google Earth).

AIA DEL SASSO, PRIGNANO SULLA SECCHIA (MO)

La frana in località Aia del Sasso si è attivata il 30 maggio, con un meccanismo di scivolamento in terra che ha interessato la Formazione di Monghidoro (MOH), ed ha coinvolto un'area già in piccola parte interessata da una frana attiva ed in parte da una quiescente. Il dissesto si è sviluppato per una lunghezza di circa 330 m ed una larghezza di circa 80 m; il volume di materiale coinvolto è stimato in circa 150.000 mc. Ulteriori movimenti, via via più deboli, sono stati registrati fino al 14 giugno.

La frana ha coinvolto un edificio rurale, significativamente danneggiato, ed ha lambito due abitazioni, evacuate in via precauzionale (vedi Figura 58).

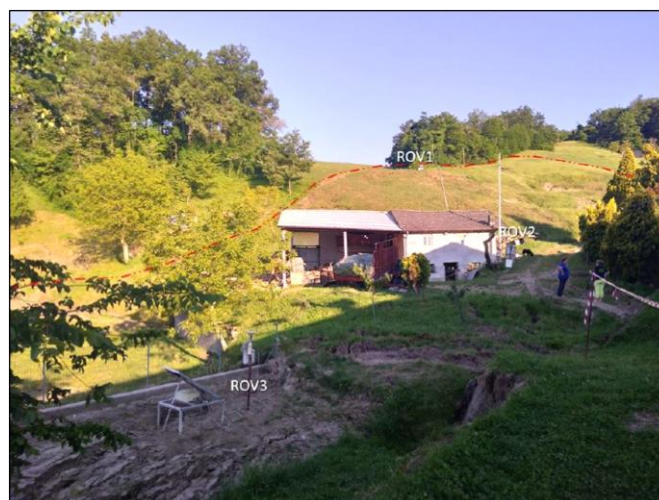


Figura 58: Edificio rurale interessato dal dissesto (foto Università di Modena e Reggio Emilia); il tratteggio rosso evidenzia il perimetro della frana.

VIA CASSUOLO, SALTINO, PRIGNANO SULLA SECCHIA (MO)

La frana, attivatasi il 29 maggio, ha interessato sia la pendice di monte che quella di valle del versante su cui insiste la via Cassuolo, alla progressiva Km 0+500. La sede stradale è stata coinvolta e distrutta completamente per un tratto di circa 30 m, con uno sprofondamento rispetto all'originaria livelletta stradale di circa 1,00-1,50 m (vedi Figura 59).



Figura 59:: Tratto stradale di via Cassuolo interessato dal dissesto (foto Comune Prignano sulla Secchia).

VIA CASELLETTA, SALTINO, PRIGNANO SULLA SECCHIA (MO)

Nella prima metà di maggio si è verificato un aggravamento del dissesto, già attivatosi nella primavera del 2013, in via Caselletta presso la località Saltino. In seguito a tale recrudescenza si è aggravato il quadro fessurativo sia della sede stradale sia di un'abitazione, anch'essa già precedentemente coinvolta. L'abitazione è stata evacuata, in via temporanea ed a scopo cautelativo, il 18 maggio.

CARANO, BAISO (RE)

Il 12 maggio si è riattivata, nei pressi della località Carano, la parte apicale di una frana, che ha interessato una strada vicinale ed il versante a valle della stessa, senza tuttavia coinvolgere la strada comunale posta più in basso. In seguito ad un aggravamento avvenuto nei giorni successivi al primo parossismo è rimasta isolata una abitazione, e la strada è stata interrotta (vedi Figura 60).



Figura 60: Versante interessato da dissesto in località Carano (sinistra) e dettaglio della strada interrotta (destra) (foto Comune Baiso)

CÀ LITA, BAISO (RE)

Il 15 maggio si è parzialmente riattivata la frana di Ca' Lita-Corciolano. Nella parte a monte il nuovo evento franoso, che ha mobilitato circa 10.000 mc di materiale, è partito come scivolamento di terra e roccia e si è poi evoluto in colata a valle. I movimenti sono stati relativamente rapidi nella prima ora (circa 10 m) e sono proseguiti fino a luglio, causando uno spostamento complessivo nella zona al piede di circa 40 m.

5. ATTIVITA' DI PREVISIONE E MONITORAGGIO DEL CENTRO FUNZIONALE REGIONALE

Durante tutto il mese di maggio 2019 il Centro Funzionale Regionale ARPAE-SIMC ha effettuato le consuete attività di previsione dei fenomeni meteorologici e delle criticità connesse sul territorio, e di monitoraggio delle piene in atto in fase di evento, con presidio h24.

Complessivamente sono state emesse 28 allerte nei giorni dal 5 maggio al 3 giugno (scarica le allerte sul sito: <https://allertameteo.regione.emilia-romagna.it/allerte-e-bollettini>), e 47 documenti di monitoraggio, per complessivi 4 eventi di piena, dal 5 al 31 maggio (scarica i bollettini di monitoraggio sul sito: <https://allertameteo.regione.emilia-romagna.it/monitoraggio-eventi>).

Per l'evento meteorologico del 5-6 maggio la prima allerta è stata emessa il 4 maggio, con previsione per l'intera giornata del 5 maggio di criticità idrologico-idraulica arancione sulle zone A, B, C e D (Reno, affluenti e bacini Romagnoli). L'allerta è stata aggiornata successivamente dalle ore 12:00 del 5 maggio alle ore 00:00 del 7 maggio, con estensione della criticità idrologico-idraulica arancione anche alle zone E ed F (Enza, Secchia e Panaro). L'allerta arancione è stata successivamente mantenuta nelle zone di pianura F e D fino a tutta la giornata del 7 maggio, per il transito della piena nei tratti vallivi di Secchia, Panaro, Reno e affluenti, monitorate h24 con l'emissione di 9 documenti di monitoraggio, dalle 20:30 del 5 alle 23:00 dell'8 maggio 2019.

L'11 maggio, quando le piene nei tratti vallivi di Secchia e Panaro erano ancora in transito con criticità gialla, è stata emessa una nuova allerta arancione (037/2019) con previsione per l'intera giornata del 12 maggio di criticità idrologico-idraulica arancione sulle zone A, B, C, D ed F, e arancione per vento nelle zone di crinale appenninico e costiere. Il giorno 13 maggio l'allerta è stata

portata a rossa nelle zone B, D ed F (039/2019), per la previsione di transito delle piene nei tratti vallivi di tutti i corsi d'acqua con livelli superiori alla soglia 3, fino a tutto il 14 maggio, per ritornare arancione e poi nuovamente gialla per le giornate del 15 e del 16 maggio.

Una nuova allerta per criticità idrogeologica e idraulica arancione (043/2019), questa volta sulle zone G,H, E,F, C e D è stata emessa a partire dal 18 maggio, prolungata fino al 20 maggio, per poi limitarsi alle due zone di pianura F e D nella giornata del 21, per il transito delle piene nei tratti vallivi di Secchia, Panaro e Reno.

Infine, seppure con quantitativi di pioggia previsti inferiori agli eventi precedenti, per il giorno 28 maggio è stata emessa un'allerta arancione per criticità idraulica inizialmente sulle zone F e D (015/2019), per il prolungarsi di livelli idrometrici superiori alla soglia 2 nei tratti vallivi di Secchia e Reno, successivamente portata a rossa nella F e ad arancione su C, D, G ed E, a causa di precipitazioni intense previste su tutto il settore appenninico (vedi Figura 61), che avrebbero potuto causare, in particolare sul Secchia, nuovi innalzamenti dei livelli idrometrici sull'esaurimento delle piene precedenti. Le precipitazioni osservate, molto inferiori a quelle previste dai modelli, hanno invece generato nuovi colmi di piena intorno alla soglia 3 solo nelle sezioni di Rubiera SS9 e Ponte Alto (vedi § 2.1.)

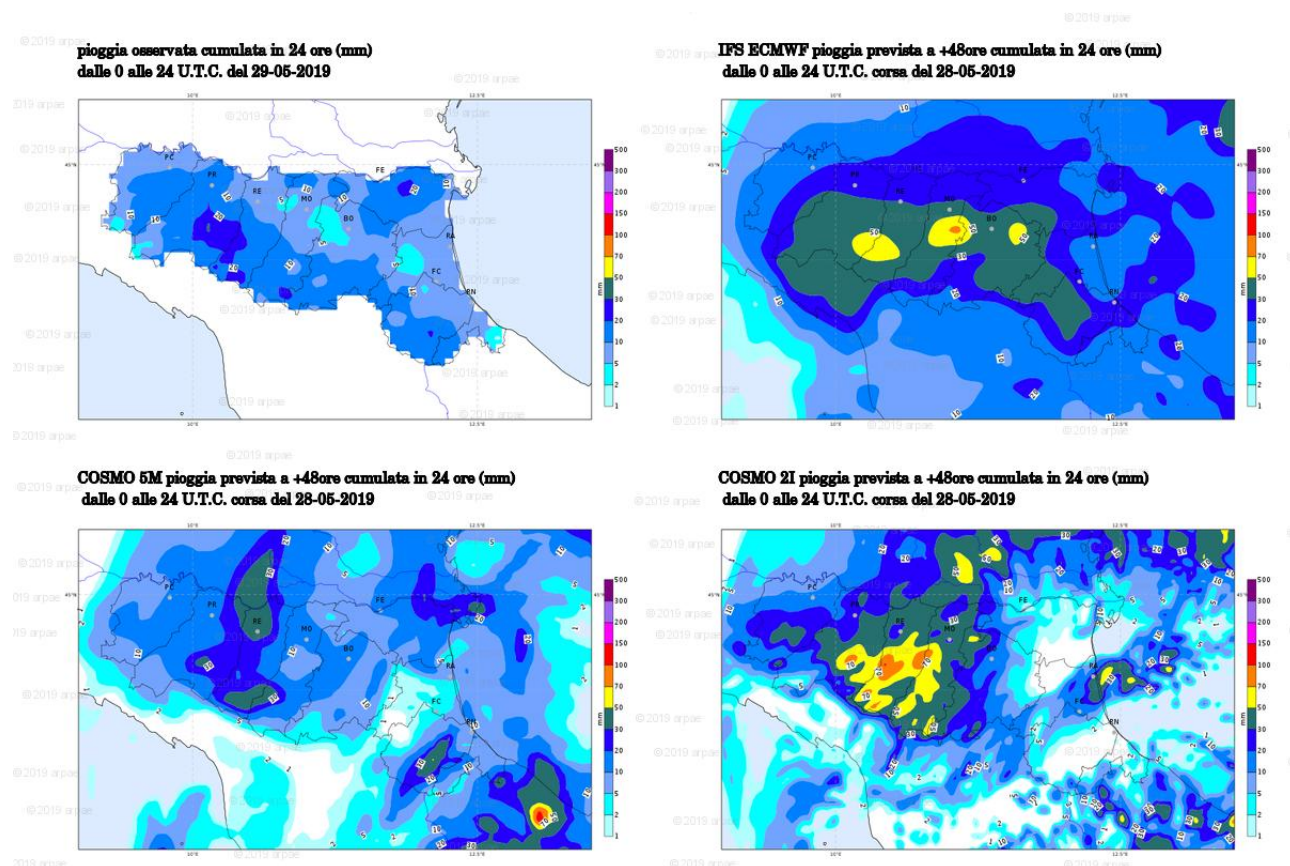


Figura 61: Pioggia prevista dai diversi modelli meteorologici il giorno 28 maggio, a confronto con la pioggia effettivamente osservata (in alto a sinistra)