

Rapporto dell'evento meteorologico, delle piene e delle frane occorsi dal 4 all'8 dicembre 2020



A cura di:

Miria Celano - Unità Radarmeteorologia e Centro di Competenza

Rosanna Foraci, Andrea Selvini - Servizio Sala Operativa e Centro Funzionale

Luis Biolchi, Andrea Valentini, Silvia Unguendoli -Unità modellistica marino-costiera

***Cristina Baroni, Giovanna Daniele, Marco Pizziolo - Regione Emilia-Romagna
Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli***

BOLOGNA, 26/01/2021

Riassunto

A partire dal 4 fino all'8 dicembre la presenza di flussi di aria calda e umida ha alimentato sulla regione Emilia-Romagna precipitazioni intense e persistenti in più impulsi successivi a carattere temporalesco, piuttosto inconsueti sotto il profilo climatico nel periodo invernale.

Le abbondanti precipitazioni, associate ad un rapido aumento delle temperature sul settore centro-occidentale, hanno causato il parziale scioglimento della neve caduta al suolo tra l'1 e il 3 dicembre, che ha contribuito ulteriormente all'afflusso sui bacini appenninici, generando piene con più colmi ravvicinati su tutti i corsi d'acqua, significative sia per i livelli che per i volumi raggiunti su Enza, Secchia Panaro e Reno, che si sono prolungate nei tratti vallivi fino al 10 dicembre.

In particolare nel tratto vallivo del fiume Panaro la piena ha superato i massimi storici registrati, provocando una rotta sull'argine destro la mattina del 6 dicembre, che ha causato l'allagamento di un'area di circa 15 km² da Castelfranco Emilia fino a Nonantola.

Numerosi i fenomeni di dissesto idrogeologico sull'Appennino, che hanno interessato le infrastrutture viarie principali e secondarie. Vento forte sul crinale e mareggiate sulla costa hanno causato ulteriori danni sul territorio.

Il Centro Funzionale ARPAE-SIMC della regione Emilia-Romagna ha seguito l'evento dal 4 al 10 dicembre, con l'emissione di 7 allerte in fase di previsione e 16 bollettini in fase di monitoraggio.

In copertina: *Allagamenti causanti dalla rottura arginale sulla sponda destra del fiume Panaro (foto Fiocchi, dal Resto del Carlino), a sinistra, e le evacuazioni in località Gaggio nel comune di Nonantola (foto Vigili del Fuoco, da Il Resto del Carlino), a destra.*

INDICE

1. Evoluzione meteorologica a grande scala.....	5
2. Analisi meteorologica in Emilia-Romagna	8
2.1. Evoluzione alla mesoscala sul territorio regionale	8
2.2. Analisi delle precipitazioni cumulate e dello scioglimento nivale sul territorio regionale.....	13
2.3. Analisi del vento e dei relativi effetti sul territorio regionale	16
3. Le piene dei fiumi ed i relativi effetti sul territorio regionale	18
3.1. Gli afflussi sui bacini idrografici	18
3.2. La piena del torrente Enza	22
3.2.1. Le precipitazioni sul bacino dell'Enza.....	22
3.2.2. La propagazione della piena sul torrente Enza	23
3.2.3. Gli effetti connessi al passaggio della piena sul torrente Enza	25
3.3. La piena del fiume Secchia	26
3.3.1. Le precipitazioni sul bacino del Secchia.....	26
3.3.2. La propagazione della piena sul fiume Secchia	28
3.3.3. Gli effetti connessi al passaggio della piena sul fiume Secchia.....	32
3.4. La piena del fiume Panaro	33
3.4.1. Le precipitazioni sul bacino del Panaro	33
3.4.2. La propagazione della piena sul fiume Panaro	35
3.4.3. Gli effetti connessi al passaggio della piena e alla rotta sul fiume Panaro	42
3.5. La piena del fiume Reno	44
3.5.1. Le precipitazioni sul bacino del Reno.....	44
3.5.2. La propagazione della piena sul fiume Reno	46
3.5.3. Gli effetti connessi al passaggio della piena sul fiume Reno e i suoi affluenti.....	51
4. I fenomeni franosi ed i relativi effetti sul territorio regionale	52
4.1. Provincia di Piacenza	52
4.2. Provincia di Parma	53
4.3. Provincia di Reggio Emilia	53
4.4. Provincia di Modena	55
4.5. Provincia di Bologna.....	56
4.6. Provincia di Forlì Cesena.....	56
4.7. Provincia di Ravenna	57
4.8. Provincia di Rimini	57

5.	Analisi della mareggiata e dei relativi effetti sul territorio regionale	58
5.1.	Altezza dell'onda e del livello del mare.....	58
5.2.	Gli effetti dalla mareggiata	59
5.2.1.	Provincia di Ferrara.....	59
5.2.2.	Provincia di Ravenna	60
5.2.3.	Provincia di Forlì-Cesena.....	60
5.2.4.	Provincia di Rimini	61
6.	Attività di previsione e monitoraggio del Centro Funzionale	62
7.	APPENDICE	64

1. Evoluzione meteorologica a grande scala

La situazione meteorologica nelle giornate comprese tra il 4 ed il 6 dicembre è stata caratterizzata dall'approfondimento di un'onda depressionaria in quota sull'Europa occidentale (vedi Figura 1), associata all'afflusso di correnti fredde sul bacino del Tirreno, che sul bordo orientale sono state ostacolate nel loro progresso verso est dalla presenza di un promontorio di aria calda ed umida persistente sull'Europa orientale e sul bacino del Mediterraneo.

Il forte contrasto termico tra le due masse d'aria, unito alla elevata disponibilità di umidità ha alimentato l'intensità delle precipitazioni che si sono verificate sui versanti meridionali dei crinali appenninici e alpini, fornendo l'energia necessaria per alimentare **diversi episodi temporaleschi, assolutamente inconsueti sotto il profilo climatico nel periodo invernale**, favorendo inoltre nella giornata del 5 dicembre (vedi Figura 2) una sostenuta ventilazione meridionale di aria calda, che ha determinato il parziale scioglimento del manto nevoso che si era accumulato nelle precedenti giornate sul settore appenninico centro-orientale della regione.

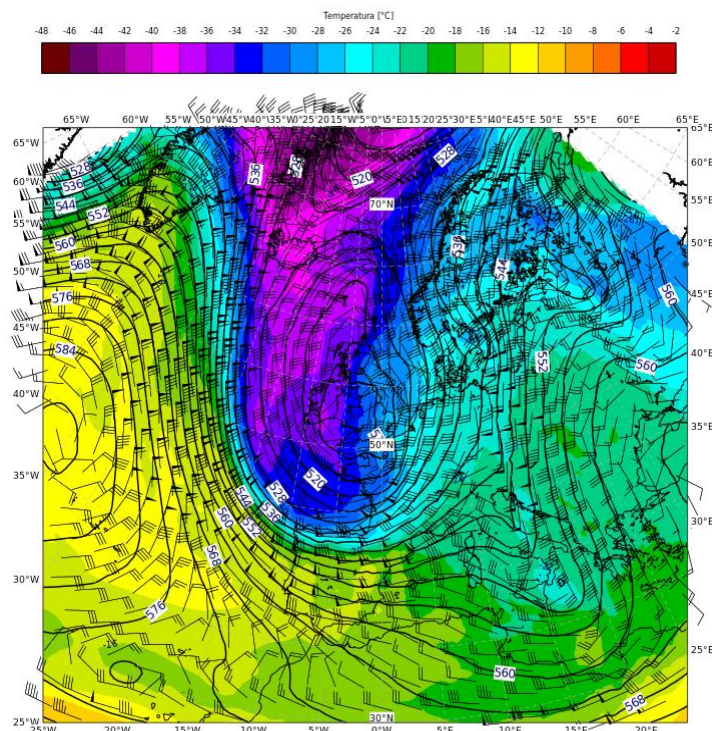


Figura 1: Mapa di analisi (da modello IFS-ECMWF) di geopotenziale, temperatura e vento a 500 hPa (circa 5500 metri) del giorno 4 dicembre 2020 alle ore 00.00 UTC (01:00 locali).

Il giorno 4 dicembre la massa d'aria fredda si è manifestata più attivamente, determinando il primo evento di precipitazioni sulla regione, che sul settore occidentale, più interessato dal margine orientale freddo della perturbazione, ha assunto carattere nevoso fino a quote collinari.

Dopo un'attenuazione nella notte tra il 4 ed il 5 dicembre, nella giornata del 5 l'intensificazione del contrasto termico tra la massa d'aria fredda ed il promontorio di aria calda presente sul Mediterraneo ha determinato un rapido innalzamento delle temperature (come si può osservare nella Figura 3, relativa al profilo termico verticale su Piacenza) ed una nuova ripresa, con successiva intensificazione, delle precipitazioni, che si sono mantenute liquide anche a quote elevate.

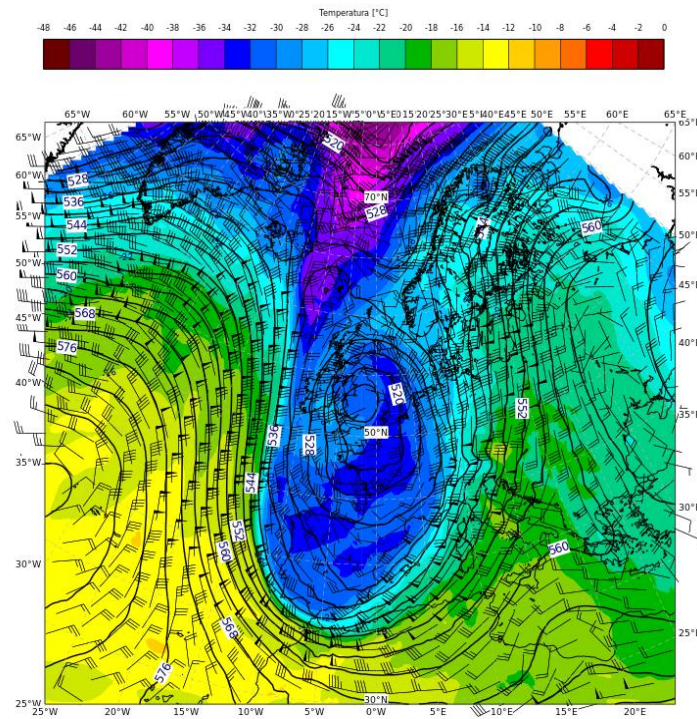


Figura 2: Mapa di analisi (da modello IFS-ECMWF) di geopotenziale, temperatura e vento a 500 hPa (circa 5500 metri) del giorno 5 dicembre 2020 alle ore 00.00 UTC(01:00 locali).

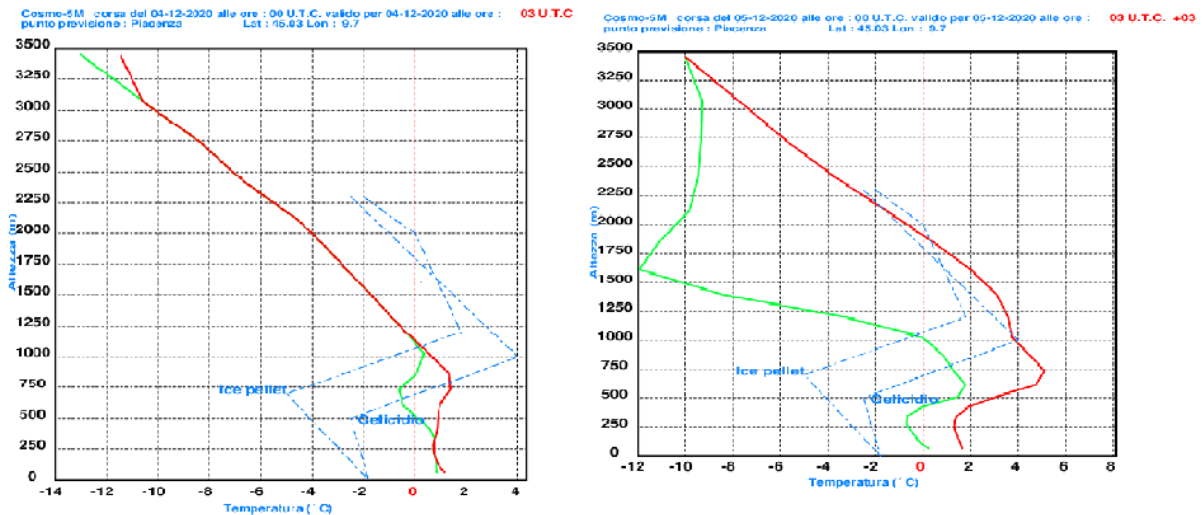


Figura 3: Profilo termico verticale su Piacenza, a destra analisi delle ore 04:00 UTC (04:00 locali). del 4 dicembre, a sinistra analisi delle ore 03:00 UTC (04:00 locali) del 5 dicembre.

L'intenso flusso meridionale che ha interessato il giorno 5 dicembre la penisola italiana, ed in particolare il nord Italia, è evidenziato nell'immagine del satellite Meteosat delle ore 18:00 UTC (19:00 locali, vedi Figura 4). Le precipitazioni più intense sono associabili alle aree di colore giallo-arancione, che si sono registrate sull'Appennino Emiliano centrale in queste ore, come è possibile osservare nell'andamento delle piogge orarie e cumulate relativo alla stazione di Pievepelago (MO) sul bacino del fiume Panaro, riportato in Figura 32 nel paragrafo 3.4.1.

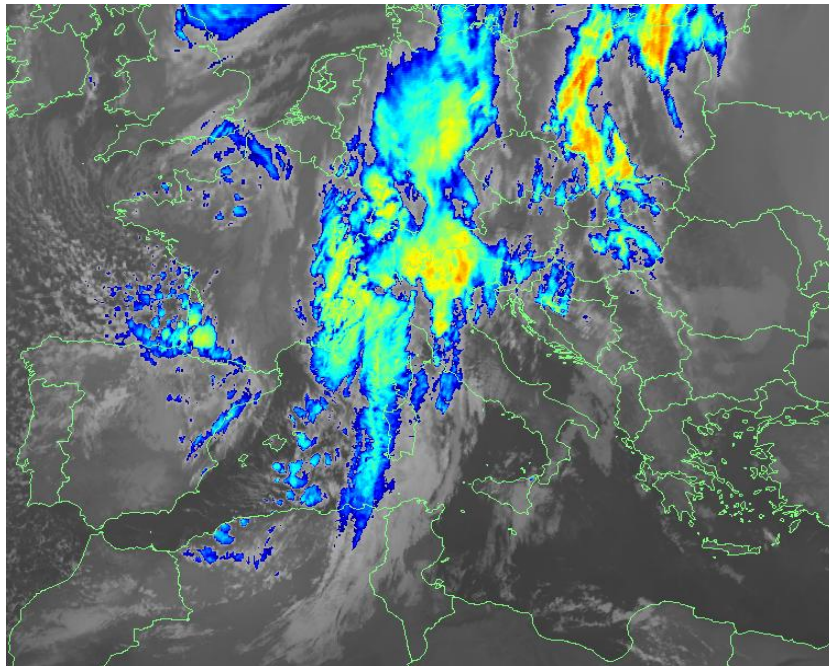


Figura 4: Immagine Enhanced Infrared da satellite Meteosat del 5 dicembre ore 18.00 UTC (19:00 locali).

Nelle giornate del 7 e dell'8 dicembre la presenza di una saccatura con minimo sul Tirreno ha determinato l'afflusso di correnti marittime fredde sulla nostra regione causando ancora precipitazioni diffuse sull'Emilia-Romagna. Il forte contrasto termico tra le correnti fredde e umide di origine marittima, e la massa d'aria temperata presente sull'Italia centro-meridionale ha fatto sì che le precipitazioni si siano dinuovo presentate in forma di rovescio, con persistenti episodi temporaleschi sui rilievi centro-occidentali nella mattina del 7 dicembre che nel pomeriggio si sono estesi alla pianura centro-orientale.

2. Analisi meteorologica in Emilia-Romagna

2.1. Evoluzione alla mesoscala sul territorio regionale

Dalla mattina del 4 dicembre, la perturbazione proveniente da sud-ovest ha interessato la regione, portando precipitazioni su Piacentino, Parmense e Reggiano e sui territori collinari del Modenese e Bolognese (Figura 5).

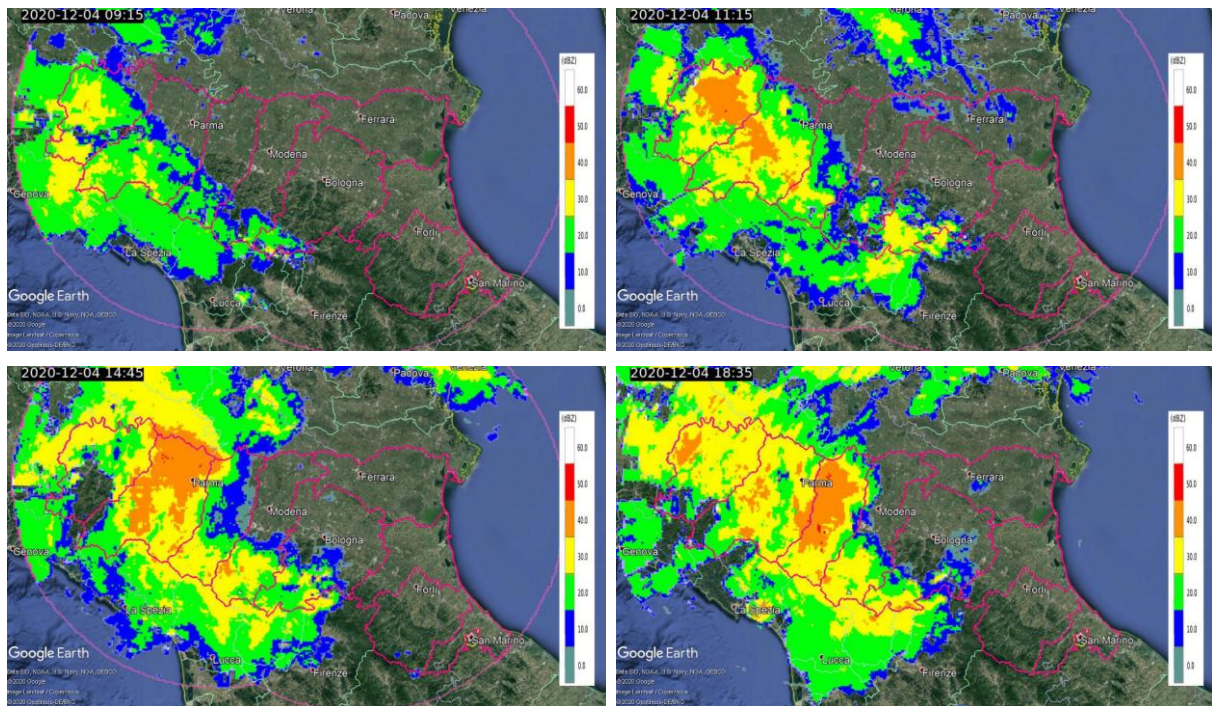


Figura 5: Mappe di riflettività del composito radar del 04/12/2020 alle 10:15 (09:15 UTC, in alto a sinistra), alle 12:15 (11:15 UTC, in alto a destra), 13:45 (12:45 UTC, in basso a sinistra), 15:45 (14:45 UTC, in basso a destra).

Dalla serata le precipitazioni hanno interessato sempre il settore occidentale della regione, con fenomeni anche sulla pianura tra Reggio Emilia, Modena e Bologna. Nel prosieguo un esteso sistema con direttrice nord-sud ha interessato dapprima le province da Piacenza a Reggio Emilia per poi successivamente spostarsi sul Modenese. Successivamente precipitazioni diffuse hanno interessato buona parte del territorio regionale, in particolare le zone collinari, con fenomeni che si sono estesi anche alle pianure (Figura 6).

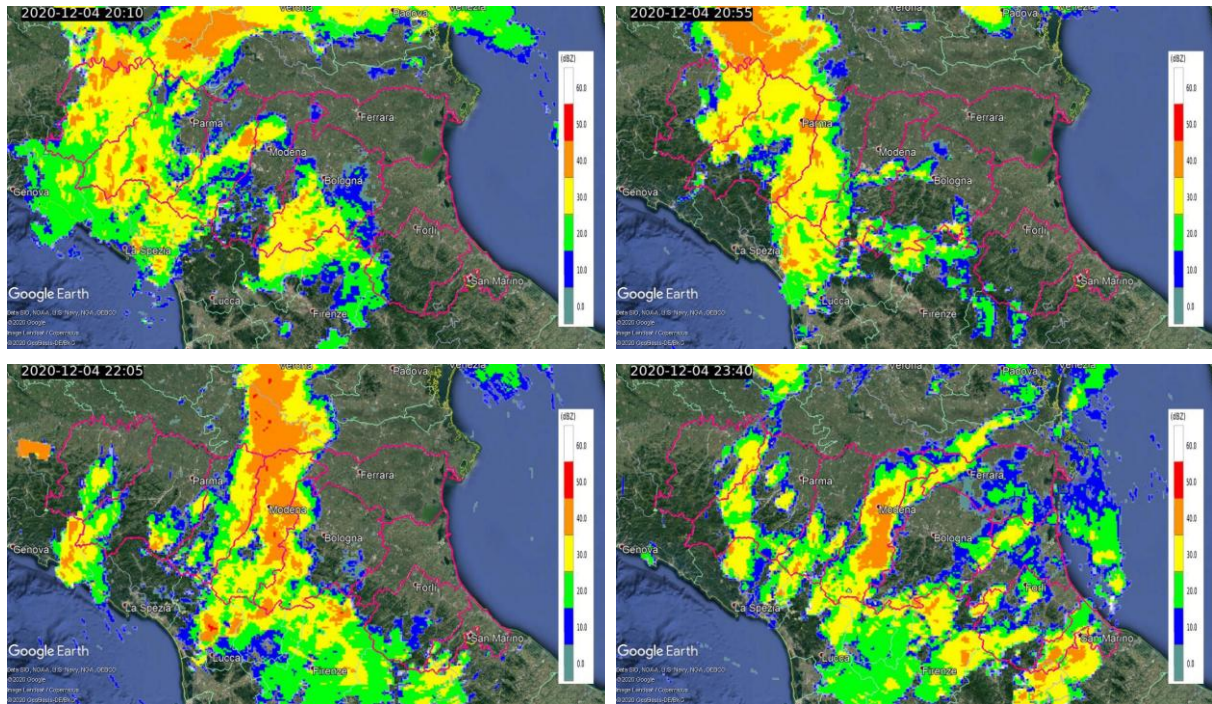


Figura 6: Mappe di riflettività del composito radar del 04/12/2020 alle 21:10 (20:10 UTC, in alto a sinistra), alle 21:55 (21:55 UTC, in alto a destra), alle 23:05 (22:05 UTC, in basso a sinistra), e del 05/12/2020 alle 00:40 (23:40 UTC del 4. in basso a destra).

Nella notte tra il 4 ed il 5 dicembre le precipitazioni sono continuate dal Reggiano al Modenese, in Romagna e sulla costa ferrarese (Figura 7). Nelle immagini radar di osserva come, a causa del flusso meridionale descritto nel paragrafo precedente, i sistemi precipitanti sono risultati allineati alla morfologia dei bacini fluviali.

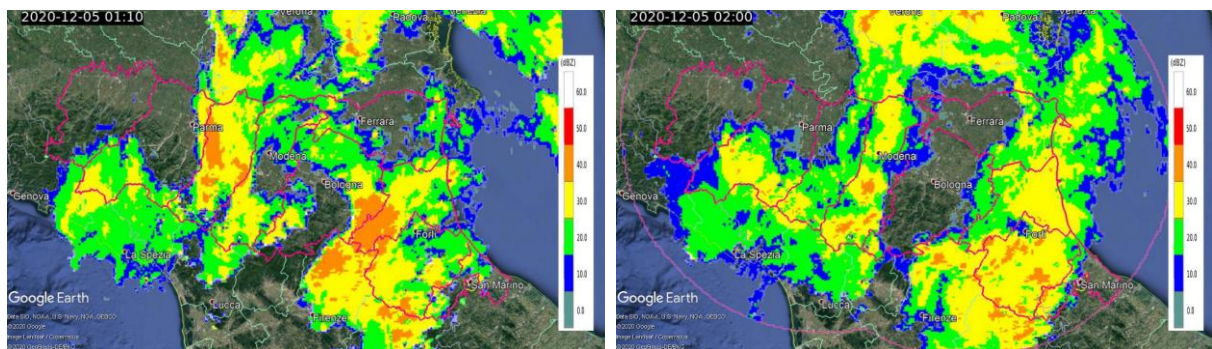


Figura 7: Mappe di riflettività del composito radar del 05/12/2020 alle 02:10 (01:10 UTC, a sinistra) e alle 03:00 (02:00 UTC, a destra).

Nella mattina del 5 dicembre le precipitazioni più intense si sono osservate inizialmente sul lato centro-orientale della Regione, in spostamento verso nord-ovest fino al Piacentino (Figura 8). La presenza di intense precipitazioni diffuse su tutto l'Appennino centrale ha fatto registrare i massimi di precipitazione sui bacini del Secchia e del Panaro intorno alle 08:00 locali, in spostamento sui bacini di Enza e Parma nel corso della mattina.

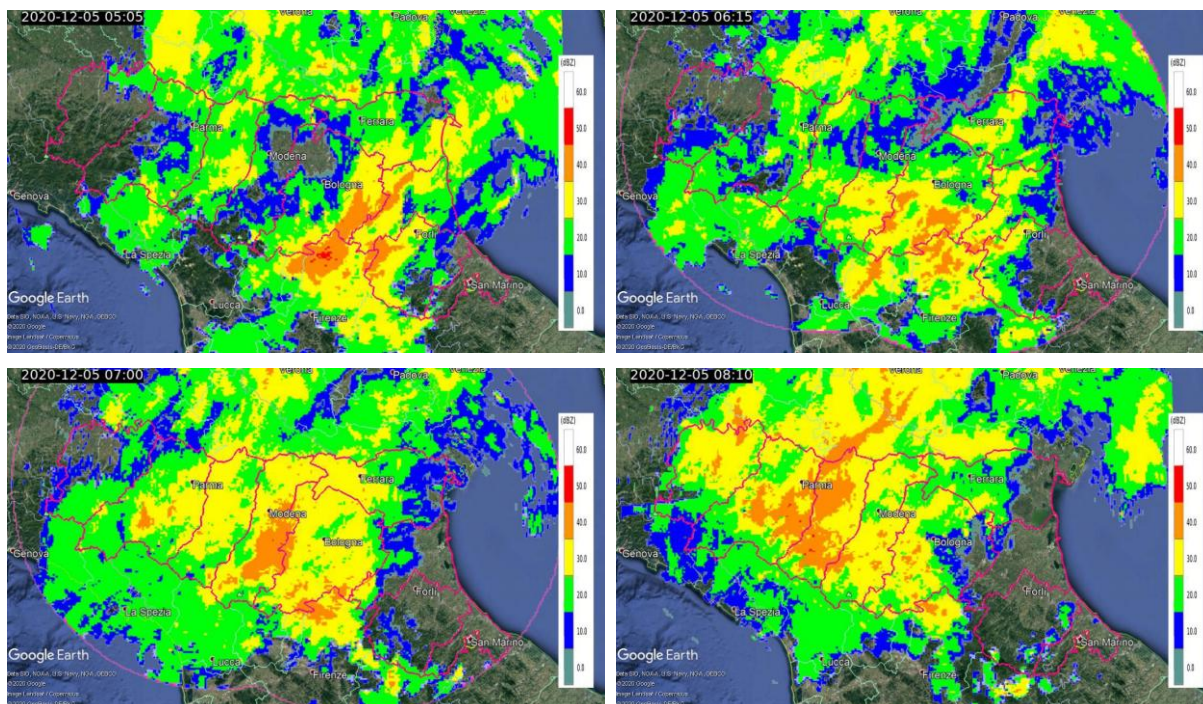


Figura 8: Mappe di riflettività del composito radar del 05/12/2020 alle 06:05 (05:05 UTC, in alto a sinistra), alle 07:15 (06:15 UTC, in alto a destra), alle 08:00 (07:00 UTC, in basso a sinistra), e alle 09:10 (08:10 UTC, in basso a destra).

Precipitazioni intense e persistenti si sono registrate fino al primo pomeriggio del 5, sempre sui bacini di Parma, Enza, Secchia, Panaro e Reno, mentre sul resto del territorio regionale si osserva una graduale diminuzione delle precipitazioni (Figura 9).

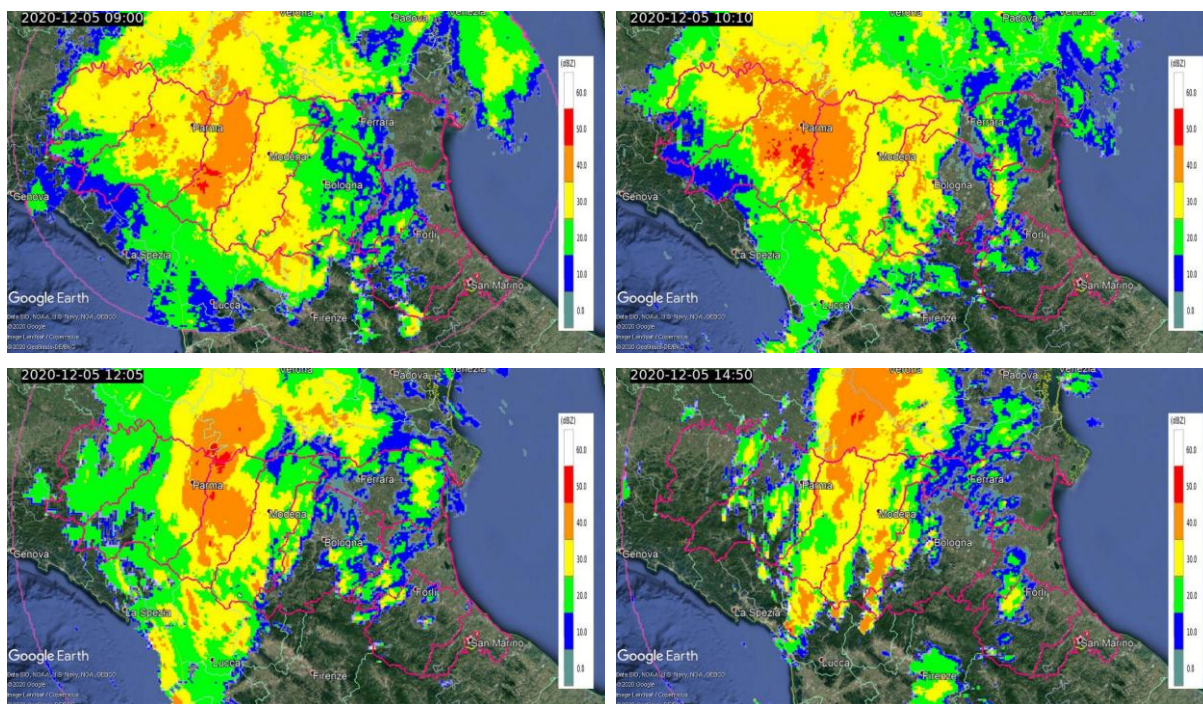


Figura 9: Mappe di riflettività del composito radar del 05/12/2020 alle 10:00 (09:00 UTC, in alto a sinistra), alle 11:10 (10:10 UTC, in alto a destra), alle 13:05 (12:05 UTC, in basso a sinistra) e alle 15:50 (14:50 UTC, in basso a destra).

A partire dal tardo pomeriggio del 5 dicembre, il persistere dei flussi meridionali ha mantenuto e alimentato i sistemi precipitanti sulla parte centrale della Regione, con fenomeni più intensi sui bacini del Reno e del Panaro (Figura 10). Si sono osservati nel corso della giornata rovesci e precipitazioni intense inserite all'interno di vaste zone di precipitazioni deboli-moderate.

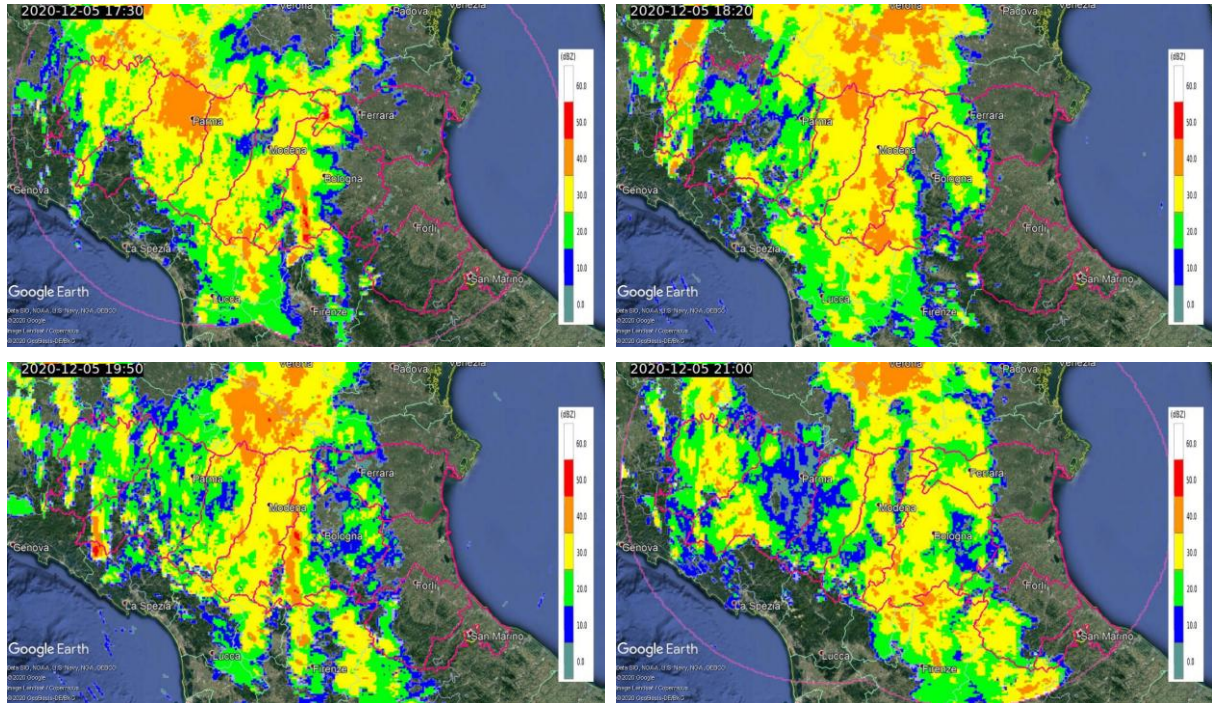


Figura 10: Mappe di riflettività del composito radar del 05/12/2020 alle 18:30 (17:30 UTC, in alto a sinistra), alle 19:20 (18:20 UTC, in alto a destra), alle 20:50 (19:50 UTC, in basso a sinistra) e alle 22:00 (21:00 UTC, in basso a destra).ms

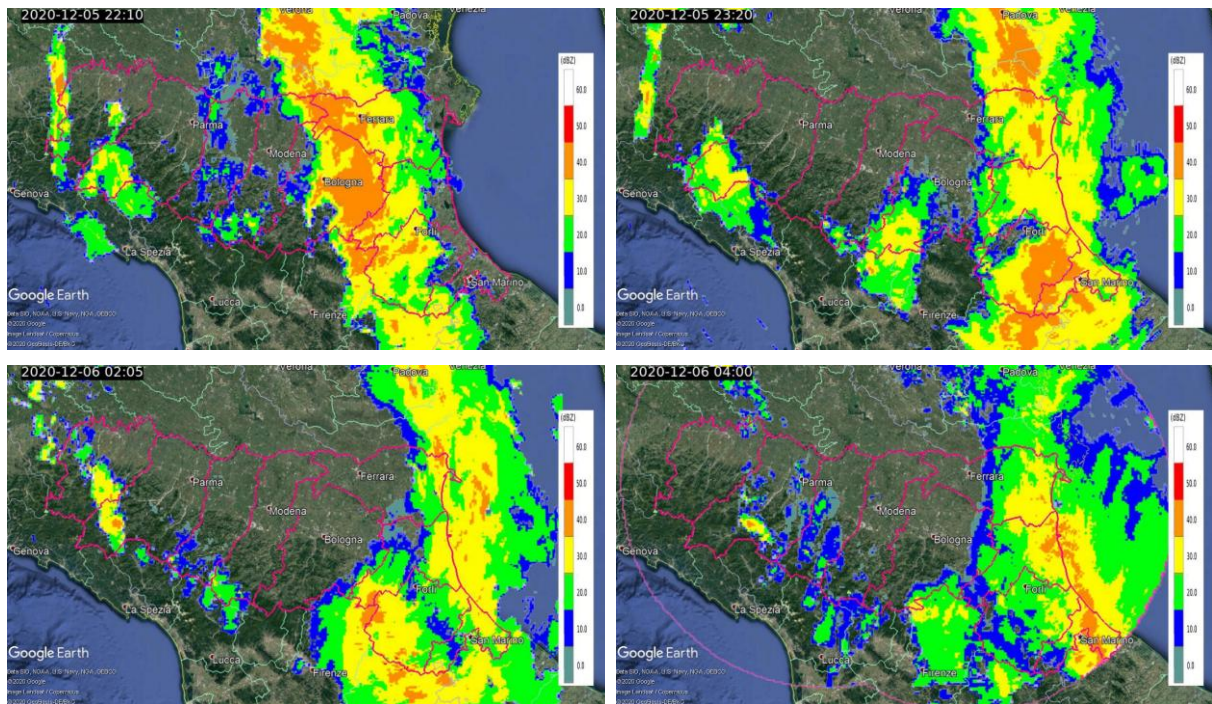


Figura 11: Mappe di riflettività del composito radar del 05/12/2020 alle 23:10 (22:10 UTC, in alto a sinistra), del 06/12/2020 alle 00:20 (23:20 UTC del 5, in alto a destra), alle 03:05 (02:05 UTC, in basso a sinistra) e alle 05:00 (04:00 UTC, in basso a destra).

Dalla tarda serata del 5 alla prima mattina del 6 dicembre le precipitazioni, organizzate in un sistema con direttrice nord-sud, interessano diffusamente la parte più orientale della regione, cessando di insistere sui bacini modenesi (Figura 11).

Nel prosieguo della mattina del 6 fenomeni di intensità minore, in estensione verso ovest, hanno interessato nuovamente tutta la regione (Figura 12).

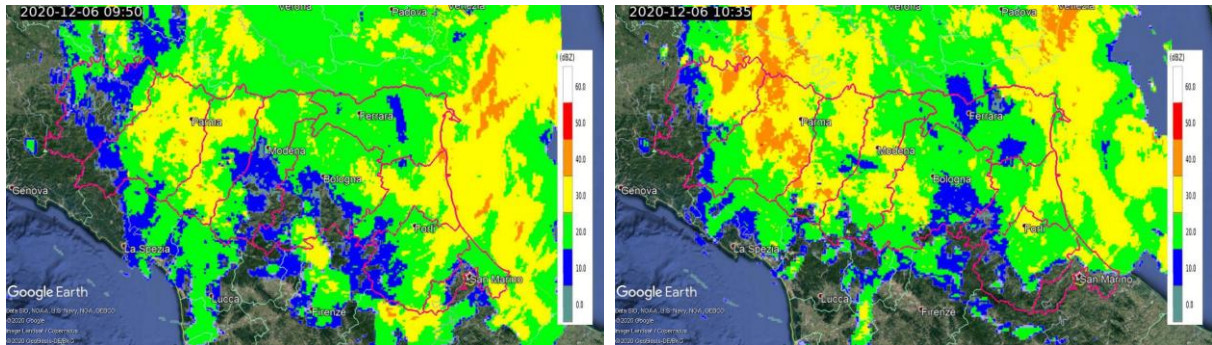


Figura 12: Mappe di riflettività del composito radar del 06/12/2020 alle 10:50 (09:50 UTC, a sinistra) e alle 11:35 (10:35 UTC, in basso a destra).

Nel corso della giornata del 6 dicembre si sono registrate precipitazioni sparse di intensità debole-moderata, che dal tardo pomeriggio hanno interessato principalmente l'asta del Po ed ancora la zona appenninica centro-orientale (Figura 13).

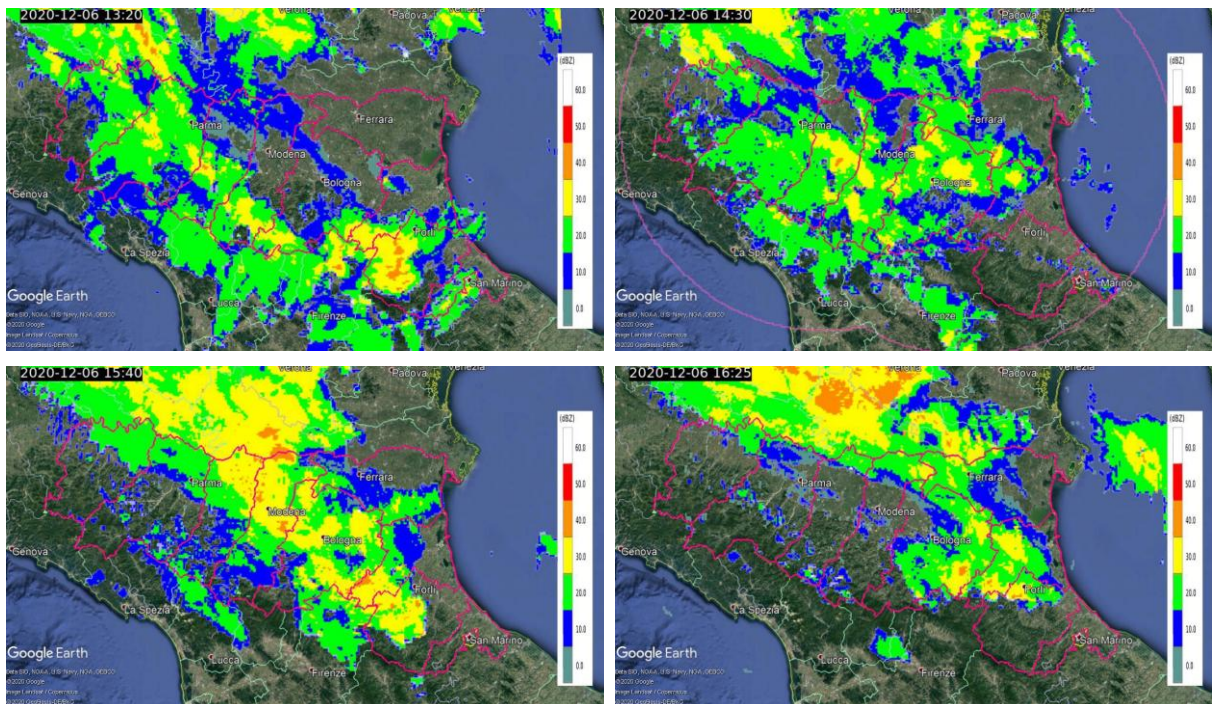


Figura 13: Mappe di riflettività del composito radar del 06/12/2020 alle 14:20 (13:20 UTC, in alto a sinistra), alle 14:30 (14:30 UTC, in alto a destra), alle 16:40 (15:40 UTC, in basso a sinistra) e alle 17:25 (16:25 UTC, in basso a destra).

Dalla notte fra il 6 ed il 7 dicembre, e per tutta la giornata del 7, le precipitazioni hanno interessato nuovamente l'Appennino centro-occidentale, con estensioni alle zone di pianura, principalmente dal Piacentino al Bolognese (Figura 14). Fenomeni localizzati anche sul Ferrarese ed in Romagna.

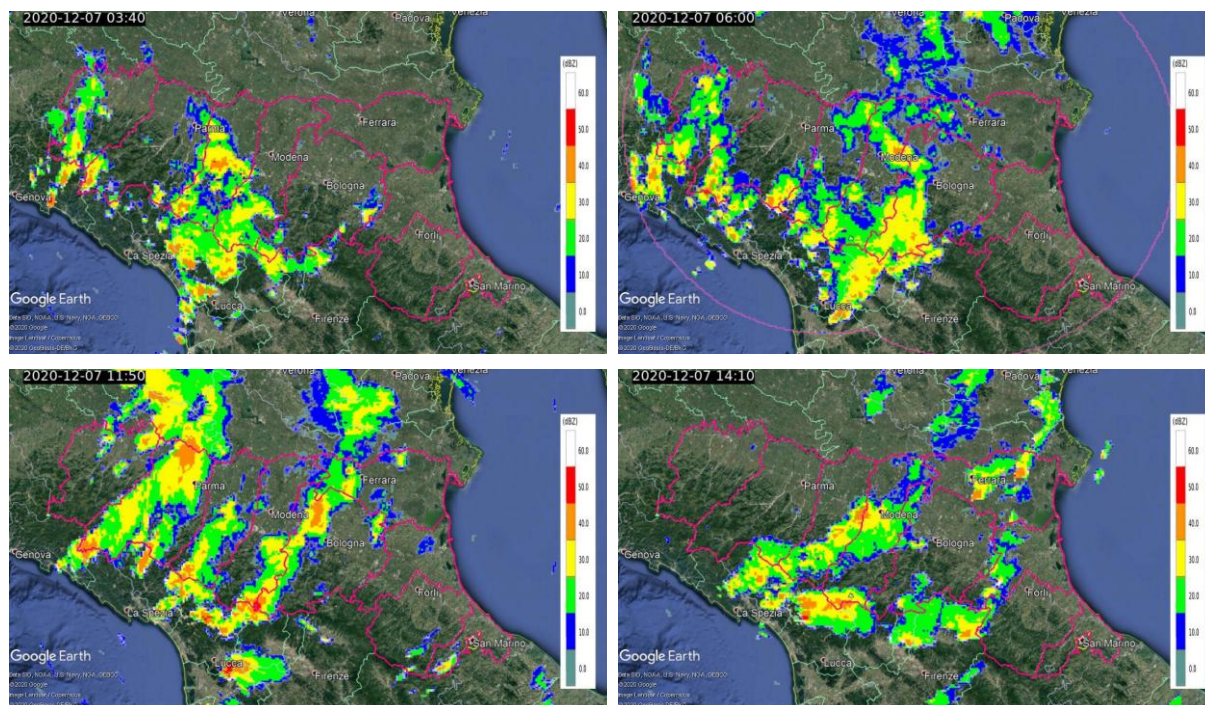


Figura 14: Mappe di riflettività del composito radar del 07/12/2020 alle 04:40 (03:40 UTC, in alto a sinistra), alle 07:00 (06:00 UTC, in alto a destra), alle 12:50 (11:50 UTC, in basso a sinistra) e alle 15:10 (14:10 UTC, in basso a destra).

Nelle prime ore della giornata dell'8 dicembre infine, persistono ancora precipitazioni deboli residue, su tutti i rilievi appenninici.

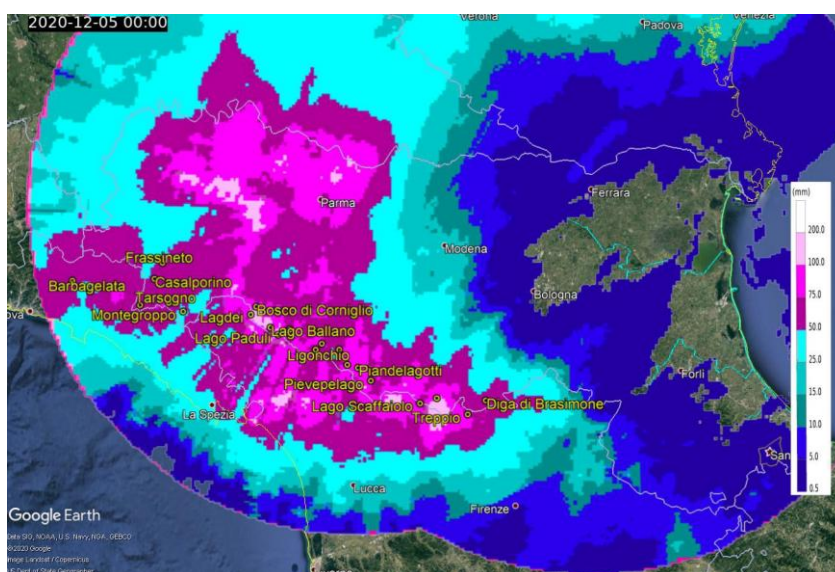
2.2. Analisi delle precipitazioni cumulate e dello scioglimento nivale sul territorio regionale

Le cumulate giornaliere misurate dalle stazioni pluviometriche nei giorni 4 e 5 dicembre evidenziano l'intensità e la persistenza delle precipitazioni, descritte nel precedente paragrafo.

Il giorno 4 le cumulate più elevate sono state registrate nelle province di Bologna, Modena, Reggio Emilia e Parma, in Tabella 1 sono riportate anche le cumulate per le stazioni, anche al di fuori del territorio regionale, le cui precipitazioni hanno generato le piene sui bacini di Parma, Enza, Secchia, Panaro e Reno. Nella Figura 15 si riporta la cumulata radar giornaliera con indicate le stazioni che hanno registrato i massimi di precipitazione nella giornata del 4 dicembre.

Tabella 1. Cumulate giornaliere del 4/12/2020 > 100 mm (dati validati)

PREC (mm)	NOME STAZIONE	COMUNE	PROV	BACINO
200,4	Monteacuto delle Alpi	Lizzano In Belvedere	BO	Reno
156,2	Cabanne	Rezzoaglio	GE	Trebbia
155,6	Civago	Villa Minozzo	RE	Secchia
139,4	Lagdei	Corniglio	PR	Parma
133	Bosco di Corniglio	Corniglio	PR	Parma
129	Ospitaletto	Ventasso	RE	Secchia
128,2	Tarsogno	Tornolo	PR	Taro
126	Torriglia	Torriglia	GE	Trebbia
125,4	Lago Ballano	Monchio Delle Corti	PR	Enza
124,2	Montegrosso	Albareto	PR	Taro
120,6	Casoni di Santa Maria di Taro	Tornolo	PR	Taro
119	Febbio	Villa Minozzo	RE	Secchia
115,6	Casalporino	Bedonia	PR	Taro
112,6	Barbagelata	Montebruno	GE	Trebbia
112,6	Piandelagotti	Frassinoro	MO	Secchia
110,6	Lago Scaffaiolo	Fanano	MO	Panaro
110	Lago Paduli	Comano	MS	Enza
110	Sestola	Sestola	MO	Panaro
109,4	Treppio	Sambuca Pistoiese	PT	Reno
107,6	Diga di Brasimone	Camugnano	BO	Reno
105,8	Succiso	Ventasso	RE	Secchia
105,4	Ligonchio	Ventasso	RE	Secchia
103	Frassineto	Bardi	PR	Secchia
102	Pievepelago	Pievepelago	MO	Panaro


Figura 15: Cumulate giornaliere di precipitazione da composito radar del 4 dicembre 2020.

La Tabella 2, che riporta le cumulate del giorno 5 dicembre, mostra che i bacini e le province più colpite rimangono le stesse del giorno precedente, con una maggiore incidenza delle province di

Modena e Reggio Emilia e con l'aggiunta della provincia di Forlì-Cesena. Nella Figura 16 si riporta la cumulata radar giornaliera con indicate le stazioni che hanno registrato i massimi di precipitazione nella giornata del 5 dicembre.

Tabella 2. Cumulate giornaliere del 5/12/2020 > 100 mm (dati validati)

PREC (mm)	NOME STAZIONE	COMUNE	PROV	BACINO
184,4	Lago Scaffaiolo	Fanano	MO	Panaro
170,2	Pievepelago	Pievepelago	MO	Panaro
167	Passo delle Radici	Castiglione Di Garfagnana	LU	Secchia
159,8	Monteacuto delle Alpi	Lizzano In Belvedere	BO	Reno
152,4	Febbio	Villa Minozzo	RE	Secchia
150	Piandelagotti	Frassinoro	MO	Secchia
149	Civago	Villa Minozzo	RE	Secchia
148,2	Lago Pratignano	Fanano	MO	Panaro
142,4	Ligonchio	Ventasso	RE	Secchia
139,8	Doccia di Fiumalbo	Fiumalbo	MO	Panaro
128,8	Ospitaletto	Ventasso	RE	Secchia
118	Bosco di Corniglio	Corniglio	PR	Parma
115,8	Frassinoro	Frassinoro	MO	Secchia
114,6	Collagna	Ventasso	RE	Secchia
113,2	Sestola	Sestola	MO	Panaro
109,2	Treppio	Sambuca Pistoiese	PT	Reno
107,2	Succiso	Ventasso	RE	Enza
103,4	Lago Ballano	Monchio Delle Corti	PR	Enza
100	Corniolo	Santa Sofia	FC	Ronco

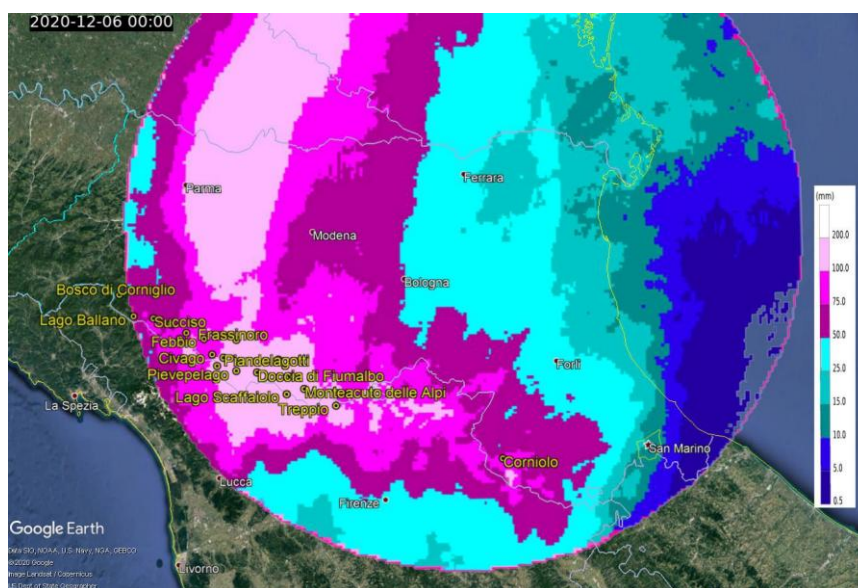


Figura 16: Cumulate giornaliere di precipitazione dal radar di San Pietro Capofiume del 5 dicembre 2020.

I giorni 6, 7 e 8 dicembre, infine, presentano cumulate giornaliere non particolarmente significative, con massimi sui 25-30 mm/24 ore.

2.3. Analisi del vento e dei relativi effetti sul territorio regionale

L'evento in esame è stato caratterizzato da forte ventilazione sulla parte centro-orientale della regione. Nel Bolognese sono stati segnalati interventi dei vigili del fuoco per danni da vento forte, che ha causato cadute di alberi; in particolare a Castiglione dei Pepoli sono volate parti di copertura in lamiera del palazzetto dello sport. Anche nel Ravennate si sono osservate forti raffiche di vento: la rete amatoriale ASMER riporta raffiche di 74 e 77.2 km/h a Porto Corsini (RA) rispettivamente alle 18:30 e 21 del 4 dicembre e di 69.2 km/h alle 17 del 5.



Figura 17: Foto dell'intervento dei Vigili del Fuoco a Castiglione dei Pepoli, (foto da Il Resto del Carlino).

Le tabelle seguenti riportano la velocità massima oraria scalare, in m/s, misurata dalle stazioni anemometriche, che hanno osservato valori massimi di velocità del vento nell'ora superiori a 17.2 m/s. I diversi colori evidenziano la codifica della scala Beaufort, in senso stretto riferita ai valori di vento medio, ma qui utilizzata per sottolineare l'intensità dell'evento, illustrata in Appendice.

Nella Tabella 3 sono riportati i massimi di vento del 4 dicembre: a Madonna dei Fornelli (BO) sono stati superati i 30 m/s alle 22 locali (21 UTC) ed a Pennabilli (RN) i 28 m/s alle 19 locali (18 UTC).

Tabella 3. Stazioni anemometriche che hanno registrato una velocità massima del vento nell'ora > 17.2 m/s il 4 dicembre 2020.

Data e ora (UTC)	Ca' Bortolani (691 mslm - BO)	Madonna dei Fornelli (900 mslm - BO)	Bologna urbana (78 mslm - BO)	Bologna Torre Asinelli (148 mslm - BO)	Pennabilli (629 mslm - RN)
2020-12-04 09:00	12,6	15,5	7,4	8,3	17,6
2020-12-04 10:00	16,4	20	7,1	7,9	21,6
2020-12-04 11:00	15	17,9	7,9	7,8	24,1
2020-12-04 12:00	14,5	19,7	8	7,7	23
2020-12-04 13:00	12,4	21,3	9,8	12,4	27,6
2020-12-04 14:00	13,7	20,9	9,3	12,3	23,5
2020-12-04 15:00	14,3	22	8,7	10,7	23,8
2020-12-04 16:00	16,8	26,5	6,4	10	23,6
2020-12-04 17:00	17,5	27,9	10,7	15,4	23,6
2020-12-04 18:00	21,7	29,2	9,4	15,3	28,6
2020-12-04 19:00	16,9	29,9	11,7	15,7	26,1
2020-12-04 20:00	18,4	26,1	12,2	16,8	27,8
2020-12-04 21:00	16,3	30,6	10,4	16,6	26,8
2020-12-04 22:00	20,5	34,6	18,9	19,8	25,5
2020-12-04 23:00	15,7	25,4	6,6	10,5	27,2

Il giorno 5 dicembre si registrano velocità di vento oltre i 30 m/s nella stazione di Lago Scaffaiolo (a 1794 m sul crinale), oltre i 26 m/s a Madonna dei Fornelli (BO) e sopra i 27 m/s a Pennabilli (RN) (Tabella 4). Nel giorno 6 dicembre sono state registrate raffiche di vento meno intense, (Tabella 5). Nella Figura 65 in Appendice è riportata la mappa con la posizione degli anemometri.

Tabella 4. Stazioni anemometriche con velocità massima del vento nell'ora > 17.2 m/s il 5 dicembre 2020.

Data e ora (UTC)	Febbio (1148 mslm - RE)	Lago Scaffaiolo (1794 mslm - MO)	Ca' Bortolani (691 mslm - BO)	Madonna dei Fornelli (900 mslm - BO)	Pennabilli (629 mslm - RN)
2020-12-05 00:00	19,5	30,3	15,1	21,7	27,3
2020-12-05 01:00	11,1	31,5	13,6	20,9	22,9
2020-12-05 02:00	6,1	24	9,7	19,4	25,4
2020-12-05 03:00	4,8	19,5	11,1	16,3	23,3
2020-12-05 04:00	4,8	21,1	2,1	10,7	20,7
2020-12-05 05:00	1,5	18	2,6	9	21,9
2020-12-05 06:00	1,3	21,5	3,4	10,3	26,7
2020-12-05 07:00	0,8	18	2,8	10,2	26,1
2020-12-05 08:00	3,6	26,6	3,2	18,6	22,8
2020-12-05 09:00	1,3	31,6	3,5	23,7	22,9
2020-12-05 10:00	4,1	34,1	6,1	23,9	25,9
2020-12-05 11:00	2,4	37,4	5,7	22,4	25,5
2020-12-05 12:00	2,1	34	5,9	24,1	25
2020-12-05 13:00	3,9	37,8	6,2	22,2	24,3
2020-12-05 14:00	3,1	41,2	5,6	22,7	23,2
2020-12-05 15:00	5,1	36,7	5,1	25,3	21,4
2020-12-05 16:00	15,5	40,9	5,3	25,6	21,1
2020-12-05 17:00	16,6	33,7	6,6	22,8	21,6
2020-12-05 18:00	10,7	36,1	13	23,6	25,5
2020-12-05 19:00	12,1	33,9	13,3	25,4	27,2
2020-12-05 20:00	9,8	34,5	18,9	26,6	22,9
2020-12-05 21:00	12,7	27,7	14,2	21,1	22,6
2020-12-05 22:00	12,1	36,9	8,9	21,1	22,3
2020-12-05 23:00	7,2	26,9	12,2	17,1	17,9

Tabella 5. Stazioni anemometriche con una velocità massima del vento nell'ora > 17.2 m/s il 6 dicembre 2020.

Data e ora (UTC)	Lago Scaffaiolo (1794 mslm - MO)	Madonna dei Fornelli (900 mslm - BO)	Pennabilli (629 mslm - RN)
2020-12-06 00:00	23,4	17,3	15,6
2020-12-06 01:00	22,4	16,7	21,6
2020-12-06 02:00	23,4	15,9	19,7
2020-12-06 03:00	21,7	16,2	20,5
2020-12-06 04:00	11,3	14,5	22,2
2020-12-06 05:00	1,8	11,9	20,5
2020-12-06 13:00		4,1	17,2
2020-12-06 14:00		3,6	20,9
2020-12-06 22:00		17,5	16,7
2020-12-06 23:00		17,5	19,6
2020-12-07 00:00		17,6	22,2

3. Le piene dei fiumi ed i relativi effetti sul territorio regionale

Le intense ed abbondanti precipitazioni cadute dal 4 al 6 dicembre hanno causato piene su tutti i fiumi dell'appenninici della regione. In particolare livelli prossimi alle soglie 3, sono stati raggiunti su Enza, Secchia, Panaro e Reno, e in alcune sezioni vallive di Secchia e Panaro sono stati superati anche i massimi storici. Il persistere delle precipitazioni, nelle giornate del 7 e l'8 dicembre, seppur con cumulate inferiori, ha fatto registrare ulteriori incrementi dei livelli idrometrici sull'esaurimento della piena precedente, che hanno prolungato le piene nei tratti arginati, in particolare di Secchia e Reno fin oltre il 10 dicembre. Piene meno significative, con livelli al colmo generalmente inferiori o prossimi alle soglie 2, hanno interessato il Parma, gli affluenti di Reno ed i fiumi Romagnoli.

Nei successivi paragrafi saranno descritte nel dettaglio le piene di Enza, Secchia, Panaro e Reno, attraverso l'analisi dei dati registrati dalle stazioni pluviometriche ed idrometriche, la cui ubicazione sui rispettivi bacini idrografici è possibile visualizzare sul sito AllertameteoER, alla pagina: <https://allertameteo.regione.emilia-romagna.it/previsioni-e-dati>.

3.1. Gli afflussi sui bacini idrografici

La Figura 18 illustra le precipitazioni cumulate sui bacini idrografici della regione Emilia-Romagna nelle 48 ore centrali dell'evento principale, dal 4 al 6 dicembre, che sul crinale di Enza e Reno hanno mediamente superato i 150 mm/48 ore, mentre sul crinale di Secchia e Panaro hanno mediamente superato i 200 mm/48 ore.

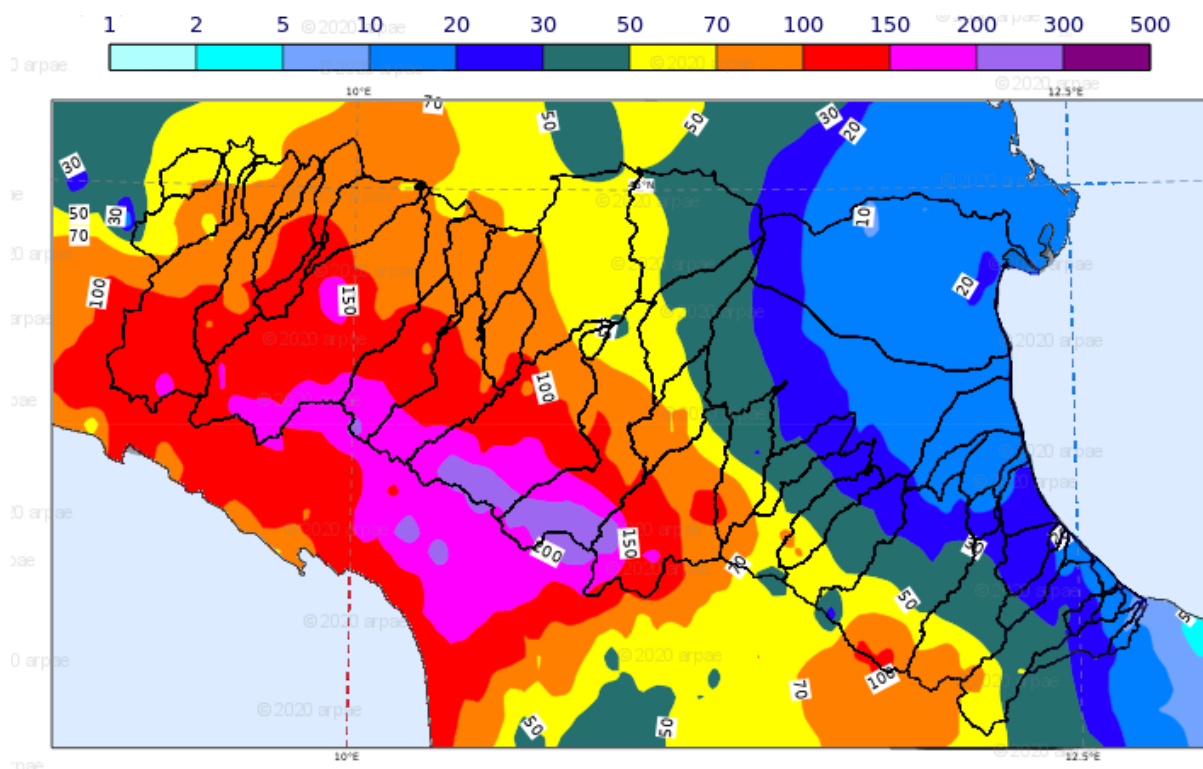
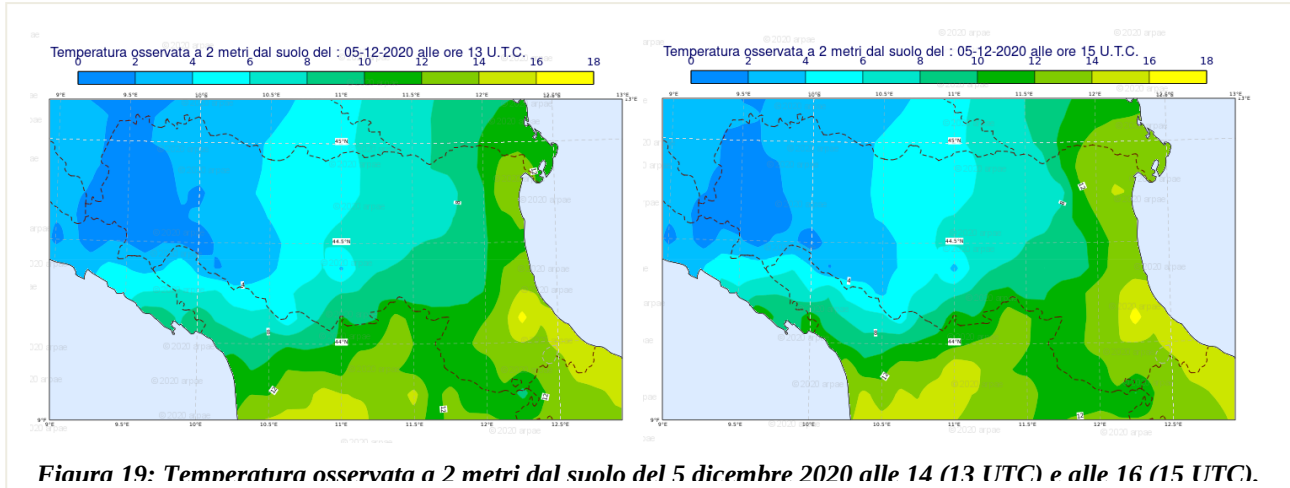


Figura 18: Precipitazione cumulata sui bacini della regione Emilia-Romagna nelle 48 ore centrali dell'evento, dalle ore 9:00 del 4 alle ore 9:00 del 6 dicembre

Come descritto nel capitolo 1, la precipitazione è stata accompagnata da un progressivo innalzamento delle temperature sul settore centro-orientale durante le giornate del 4 e 5 dicembre,

dovuto alla presenza dei flussi meridionali. Le temperature misurate il pomeriggio del 5 (vedi Figura 19) mostrano valori anche sopra gli 8-10° C nelle zone collinari e montane centro-orientali, nonché un notevole gradiente di temperatura zonale sul territorio regionale, con valori tra 0 e 2 gradi a ovest e valori superiori a 14 gradi, con picchi anche sopra i 16 gradi, a est.



L'innalzamento delle temperature insieme alle abbondanti piogge hanno provocato il parziale scioglimento della neve caduta tra l'1 ed il 3 dicembre fino a quote di pianura, che ha contribuito all'afflusso sui bacini idrografici, soprattutto sul settore centro-orientale.

Nelle figure seguenti è illustrato il contenuto in acqua della neve al suolo (Snow Water Equivalent – SWE) espresso in mm, stimato sul territorio regionale all'inizio e alla fine dell'evento in esame, attraverso il modello di accumulo e scioglimento nevoso sviluppato presso il Centro Funzionale ARPAE-SIMC, alimentato con i dati meteorologici della rete di rilevamento regionale (temperatura, precipitazione, radiazione solare, umidità relativa e intensità del vento), integrati con le mappe di innevamento rilevate da satellite.

Nella mappa in Figura 20, relativa alle ore 24 del 3 dicembre, si osserva come i bacini centro-occidentali della regione fossero interamente coperti di neve all'inizio dell'evento, mentre alla fine dello stesso, nella mappa in Figura 21 relativa alle ore 24 del 6 dicembre, si osservano accumuli di neve solo alle quote più elevate su Secchia, Panaro ed Enza, e a quote più basse nei bacini più ad ovest, mentre sul bacino del Reno e dei fiumi Romagnoli la neve risulta totalmente sciolta.

Si stima attraverso i dati numerici fornito dal modello, per differenza, che **il contributo all'afflusso dato dallo scioglimento della neve sia stato di circa 26 Mmc sul bacino del Reno, circa 16 Mmc sui bacini del Panaro e del Secchia, e circa 3 Mmc sul bacino dell'Enza.**

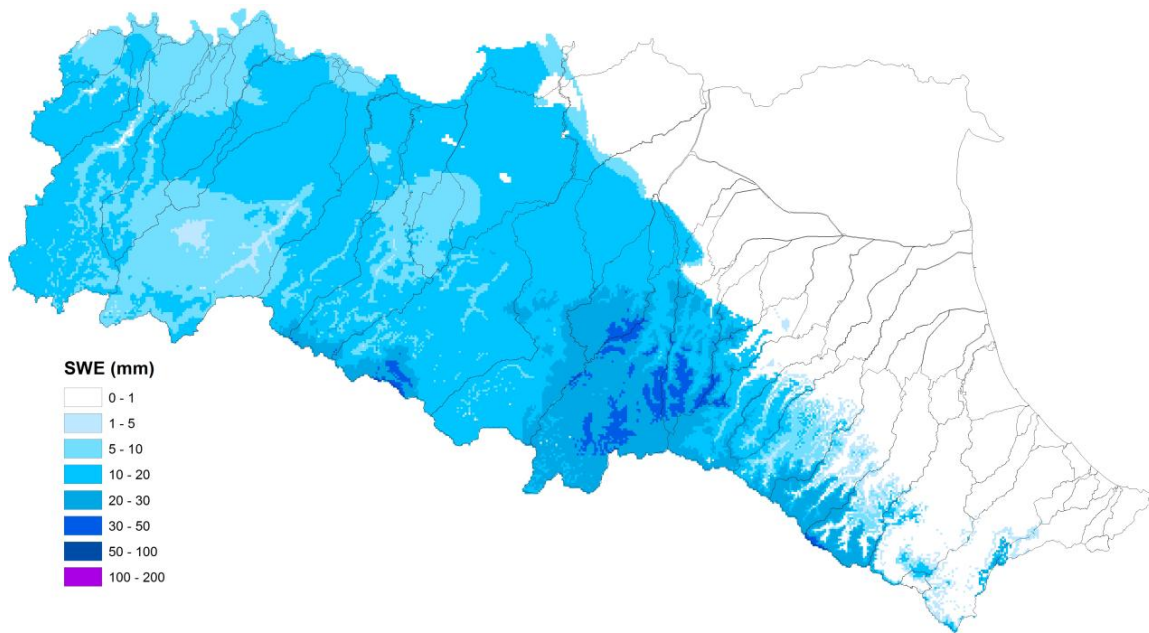


Figura 20: Contenuto in acqua della neve (SWE- mm) presente al suolo sui bacini idrografici della regione Emilia.Romagna il 3 dicembre alle ore 24:00

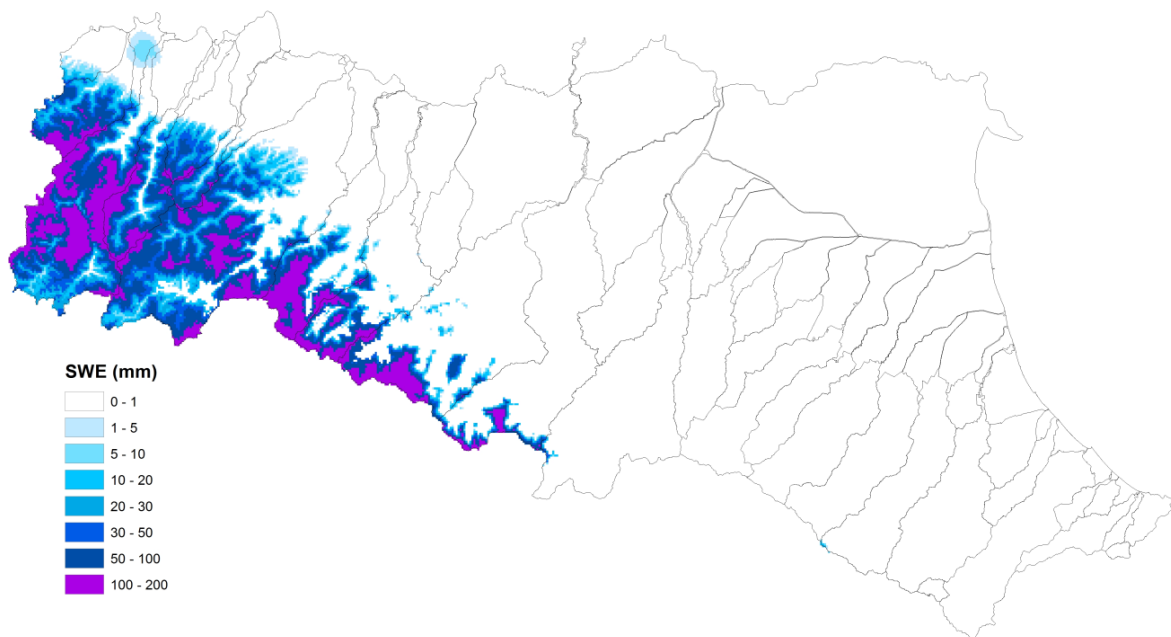


Figura 21: Contenuto in acqua della neve (SWE- mm) presente al suolo sui bacini idrografici della regione Emilia.Romagna il 6 dicembre alle ore 24:00

Il fenomeno di scioglimento risulta ben visibile anche nella Figura 22, dove è riportata la diminuzione dello spessore del manto nevoso, misurata dai nivometri dal 4 al 5 dicembre. Solo alle quote più alte, nelle stazioni di Passo delle radici (Secchia, 1535 m) e Lagdei (Parma, 1252 m) dopo una fase di scioglimento il 4 dicembre, si osserva una ripresa delle precipitazioni nevose dalla mattina del giorno 5.

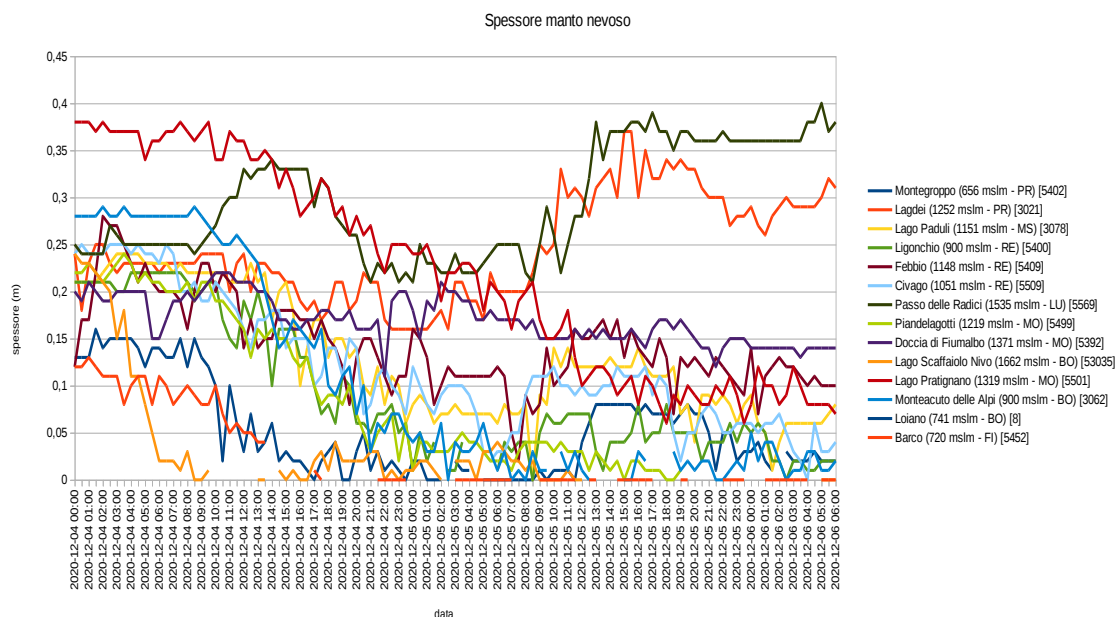


Figura 22: Andamento dello spessore del manto nevoso in metri dal 4 al 6 dicembre 2020.

Nelle giornate del 7 ed 8 dicembre le precipitazioni si sono concentrate sul crinale appenninico, soprattutto sui bacini di Reno, Secchia e Panaro (vedi Figura 23).

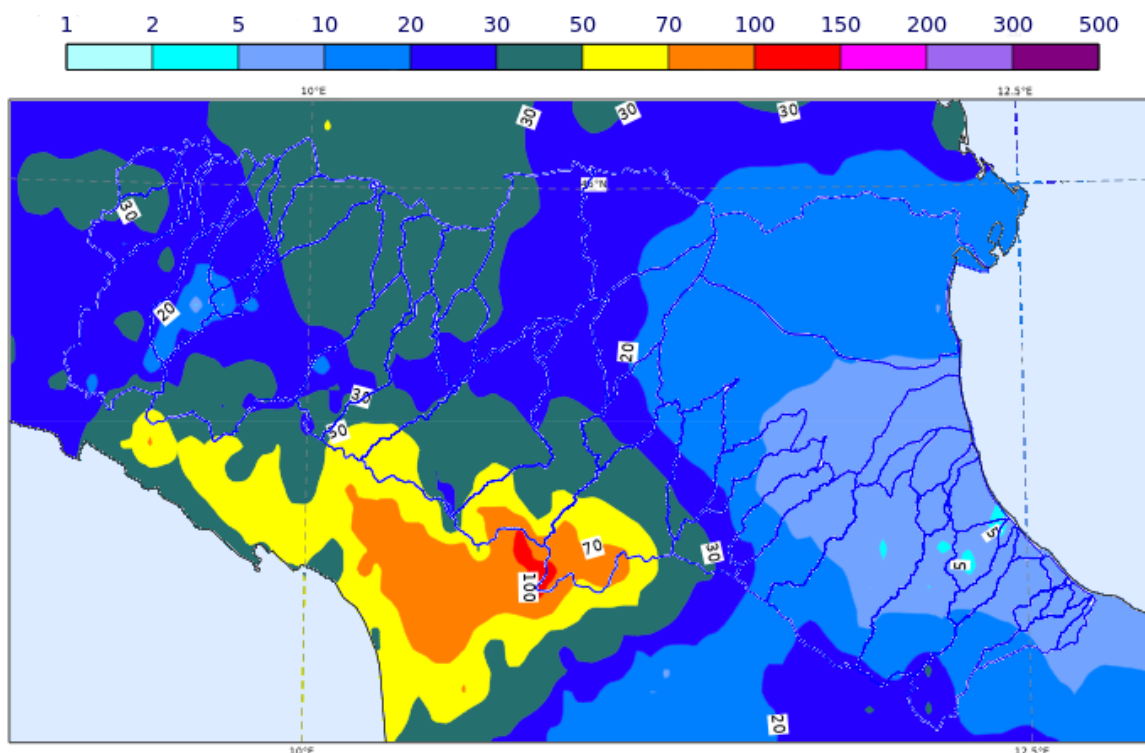


Figura 23: Precipitazione cumulata sui bacini della regione Emilia-Romagna nei giorni 7 e 8 dicembre

3.2. La piena del torrente Enza

3.2.1. Le precipitazioni sul bacino dell'Enza

Le precipitazioni più intense si sono registrate sul bacino montano dell'Enza nella sera del 4 dicembre (vedi Figura 24), attenuandosi nella mattina del 5, per poi riprendere con uguale intensità nel pomeriggio, estendendosi dalla zona di crinale a tutto il bacino pedecollinare.

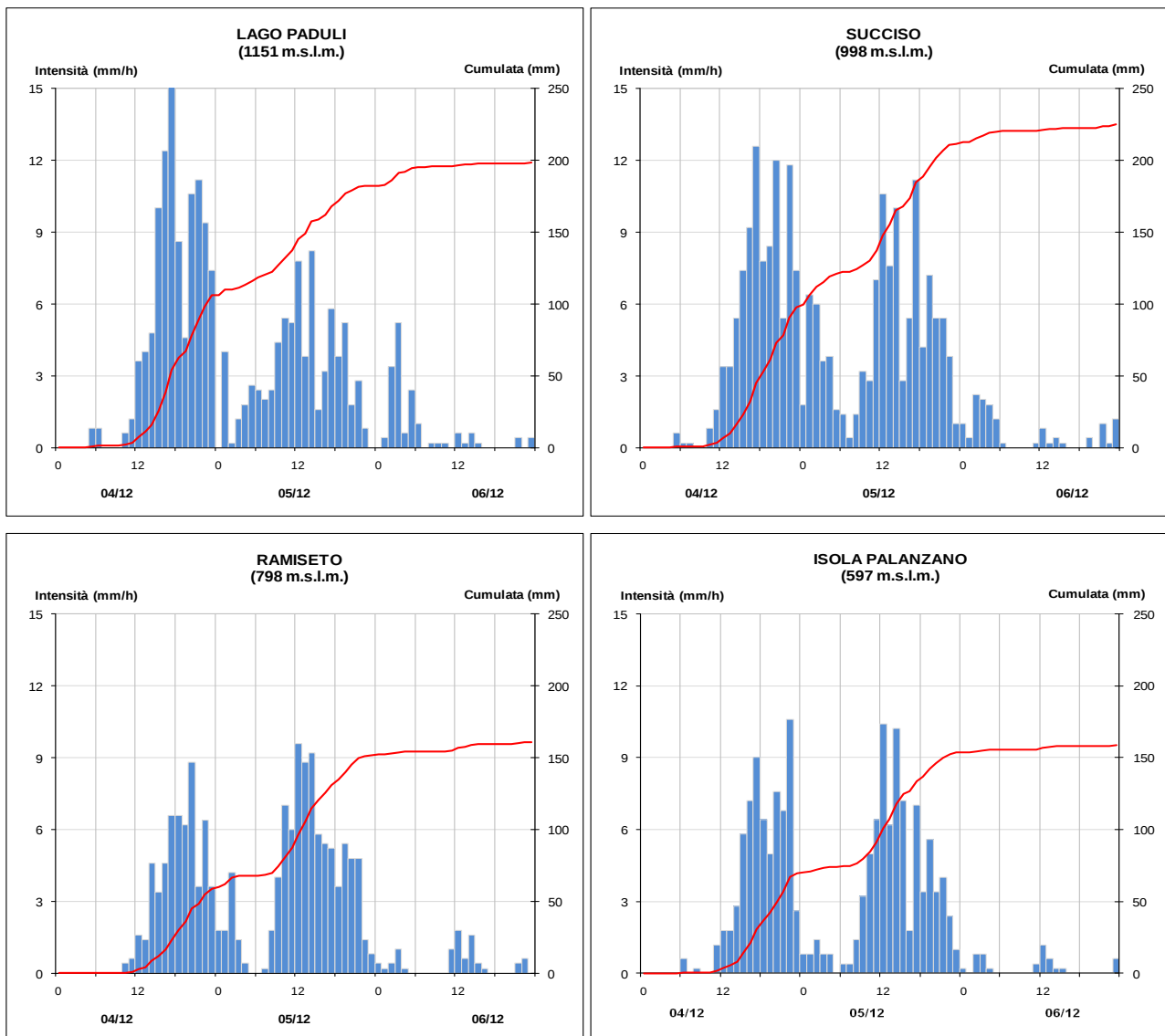


Figura 24: Andamento delle precipitazioni orarie e cumulate nelle stazioni più significative del bacino dell'Enza (dati validati)

Nella Tabella 6 sono riportate le intensità massime registrate nelle stazioni del bacino montano dell'Enza, per le durate da 1 a 24 ore, le cumulate giornaliere 9-9 (cioè dalle 9 del giorno precedente alle 9 del giorno in corso). I valori maggiori si osservano nelle stazioni di crinale per le durate 12 e 24 ore, seppure con tempi di ritorno inferiori ai 10 anni, e per i 2 giorni consecutivi, con massimi di 241,2 mm/48 ore a Lago Ballano e 219,4 mm/48 ore a Succiso. Anche sulla restante parte del bacino montano a quote inferiori, le piogge cumulate in 48 ore sono state prossime o superiori ai 100 mm.

Tabella 6: Precipitazioni intense di durata da 30 min a 24 ore e cumulate totali 9-9 dell'evento, nelle stazioni del bacino montano dell'Enza (in corsivo i pluviometri riscaldati)

STAZIONE	QUOTA	PIOGGE INTENSE					Prec. giornaliera 9-9				Cumulate 9-9		Cumulata
<i>Bacino dell'Enza</i>	<i>m.s.l.m.</i>	1h	3h	6h	12h	24h	5/12	6/12	7/12	8/12	2 gg	3 gg	Tot evento
Lago Ballano	1339	20,4	49,2	75,8	118,6	170,4	146	95,2	19,4	47,4	241,2	260,6	326,8
Lago Paduli	1151	16,8	39,6	66	102,6	141,6	125,4	68,8	18,6	35,8	194,2	212,8	265,8
Succiso	998	13,2	30	59	98	149,6	126,2	93,2	27	38,8	219,4	246,4	306,4
Ramiseto	798	9,6	27,8	47,2	75,8	110,2	74	80	18,2	35,8	154,0	172,2	224,0
Predolo	751	8,6	21,8	39	56	74	32,6	53,4	8,8	10	86,0	94,8	115,4
Castelnovo ne' monti	729	8,2	20,8	38	61,2	90	59,2	59,4	11,6	13,6	118,6	130,2	146,4
Isola Palanzano	597	11,6	28	45,4	70,8	111,4	78,6	76,0	10,2	29,4	154,6	164,8	213,6
Roncovetro	571	8,6	21,8	38,6	56,8	70,6	41	54,8	8,4	3,8	95,8	104,2	119,6
Neviano Arduini	513	9,6	23,2	41,8	59	83,2	49,4	58,4	6,6	6,4	107,8	114,4	140,2
Vetto	342	8,2	21,4	40	60,2	72,6	38,6	59,4	10,6	8	98,0	108,6	126,8
Guardasone	158	9,6	22,6	39,4	54,2	70,4	32,4	52,8	6,4	15	85,2	91,6	124,0

Il parziale scioglimento del manto nevoso presente al suolo ha apportato un modesto contributo all'afflusso, stimabile da modello in circa 10-15 mm di pioggia equivalente media su tutto il bacino (vedi § 3.1), ma ha comunque generato una pressoché totale saturazione iniziale dei suoli, favorendo il rapido accrescimento del fenomeno di piena.

3.2.2. La propagazione della piena sul torrente Enza

I due impulsi di precipitazione hanno generato due colmi di piena di livello simile lungo il tratto montano, superiori alle soglie 2, che si sono rapidamente propagati a circa 18 ore di distanza (vedi Figura 25). I valori massimi sono stati registrati alle ore 00:00 nella stazione di Vetto, con 2,43 m e alle 00:30 nella stazione di Cedogno con 1,85 m.

Per effetto del naturale rallentamento della piena nel tratto vallivo il secondo colmo, innestato sull'esaurimento del primo, è stato il più elevato, con **un livello massimo nella sezione di Sorbolo di 11,10 m alle ore 22:00 del 5 dicembre, di poco superiore alla soglia 3.**

Nella Tabella 7 sono riportate le punte massime registrate in tutte le sezioni teleidrometriche del torrente Enza e dei suoi affluenti, con i tempi di propagazione dei colmi di piena.

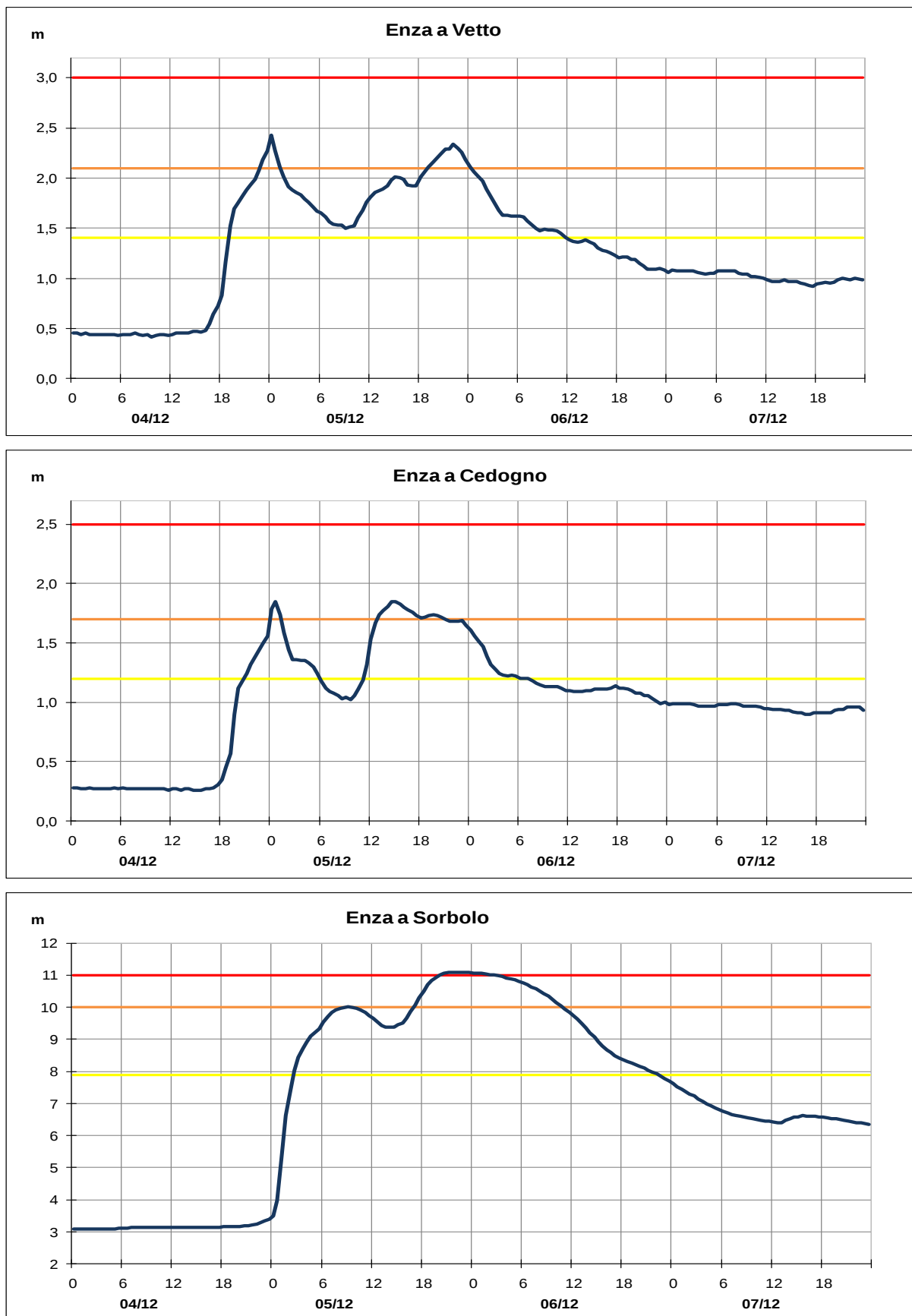


Figura 25: Idrogrammi di piena nelle sezioni più significative del torrente Enza (dati validati).

Tabella 7: Punta massime raggiunte in tutte le sezioni teleidrometriche del torrente Enza e dei suoi affluenti nella piena del 4-6 dicembre 2020, in rosso i livelli superiori alla soglia 2 (dati validati).

Torrente ENZA									
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 Cedra	16,2	16,2							
confluenza Lonza	9,3	25,5							
VETTO	2,1	27,6	2,10	2,43	5	00:00	-	00:00	max = 1^ punta
confluenza Tassobio	5,4	33,0							
CEDOGNO	3,8	36,8	1,70	1,85	5	00:30	00:30	00:30	max = 1^ punta
CASSE DI ESP. ENZA	23,9	60,7	2,40	2,96	6	1:00			max = 3^ punta
S. ILARIO D'ENZA	6,7	67,4		2,04	5	20:30	-	00:00	saldatura 2^ e 3^ punta
SORBOLO	10,2	77,6	10,00	11,10	5	22:00	01:30	01:30	max = 2^ punta
sbocco in Po	19,6	97,2							
Torrente CEDRA									
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							
SELVANIZZA	17,7	17,7	3,0	3,21	4	23:00			
sbocco in Enza	0,4	18,1							
Torrente LONZA									
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							
LONZA	11,7	11,7	1,80	1,15	5	14:30			max = 2^ punta
sbocco in Enza	1,34	13,0							
Torrente TASSOBIO									
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							
COMPIANO	17,3	17,3	2,00	2,15	5	13:15			
sbocco in Enza	0,8	18,1							

3.2.3. Gli effetti connessi al passaggio della piena sul torrente Enza

Gli elevati livelli idrometrici raggiunti nel tratto vallivo dell'Enza hanno causato la chiusura al traffico del ponte sull'Enza, tra Sorbolo Levante di Brescello e Sorbolo Mezzani, tra le province di Reggio e Parma. Nel Reggiano si sono verificati allagamenti di strade per lo straripamento di diversi canali, con problemi in alcune abitazioni che hanno richiesto l'intervento dei vigili del fuoco.

Si segnalano inoltre intensi fenomeni di erosione in sinistra idraulica a monte del Ponte di Gottano di Vetto sul Torrente Lonza, ed allagamenti localizzati a Castelnovo ne' Monti.

3.3. La piena del fiume Secchia

3.3.1. Le precipitazioni sul bacino del Secchia

Anche sul bacino del Secchia le precipitazioni più intense si sono registrate sul crinale, con due impulsi, il primo nella sera del 4 dicembre, il secondo, dopo una parziale attenuazione, nella sera del 5, in estensione dal crinale all'intero bacino, in direzione nord-est (vedi Figura 26). Precipitazioni deboli si sono registrate ad intermittenza nei giorni 7 e 8 dicembre, inferiori per intensità e cumulate a quelle dei giorni precedenti, nevose oltre i 1200-1300 m (vedi Figura 23).

Nella Tabella 8 sono riportate le massime intensità di pioggia sulle stazioni del bacino montano del Secchia e del suo affluente Tresinaro, calcolate per le durate temporali da 1 a 24 ore, le precipitazioni giornaliere 9-9 (cioè dalle 9 del giorno precedente alle 9 del giorno in corso) nei singoli giorni e nei giorni di pioggia consecutiva, e le cumulate totali dell'evento.

Le precipitazioni orarie sono state inferiori ai 30 mm/h in tutte le stazioni, mentre i valori più elevati si sono registrati nelle stazioni di Frassinoro, Febbio e Civago, per **le piogge di durata 12, con tempi di ritorno tra 15 e 20 anni, e 24 ore, con tempi di ritorno tra 20 e 40**. Il confronto con i massimi storici registrati nel periodo 1942-2019 per le piogge di più giorni consecutivi mostra invece come **nelle stesse stazioni la pioggia complessiva del 5 e 6 dicembre ha superato i massimi storici** (evidenziati in neretto in Tabella 8), **con cumulate totali nell'evento di 290 mm a Febbio, 344,4 mm a Civago, 293,6 mm ad Ospitaletto, con un valore massimo sul bacino di 365,6 mm a Ligonchio**.

Il parziale scioglimento del manto nevoso presente al suolo all'inizio dell'evento ha apportato un modesto contributo all'afflusso, stimabile da modello in circa 15-20 mm di pioggia equivalente media su tutto il bacino (vedi § 3.1.), ma ha comunque generato una pressoché totale saturazione iniziale dei suoli, favorendo il rapido accrescimento del fenomeno di piena.

Tabella 8: Precipitazioni intense di durata da 1 a 24 ore e cumulate 9-9 dell'evento, nelle stazioni del bacino montano del Secchia e del suo affluente Tresinaro (in corsivo i pluviometri riscaldati, in neretto i valori superiori ai massimi storici)

STAZIONE	QUOTA	PIOGGE INTENSE						Prec. giornaliera 9-9				Cumulate 9-9		Cumulata	max giorn. 1942-2019		
Bacino Secchia	m.s.l.m.	1h	3h	6h	12h	24h	5/12	6/12	7/12	8/12	2 gg	3 gg	Tot evento	1 gg	2 gg	3 gg	
Passo delle Radici	1535	20,2	44,4	72,6	130,4	186,8	49,6	150,2	1,4	0	199,8	201,2	201,4	202,4	226,2	267,4	
Piandelagotti	1219	20	45	78,2	124	178	134,2	135,2	5,8	0,4	269,4	275,2	275,8	278	278	299	
Ospitaletto	1150	14	38,6	73,8	127,8	171,8	163,4	120,8	9,4	0	284,2	293,6	293,6	234	283,2	313,6	
Febbio	1148	22,2	47,6	85,4	123,6	176,4	141,8	139,4	8,6	0,2	281,2	289,8	290,0	194,4	277,0	281,2	
Frassinoro	1091	16	36,8	60,2	95,8	125,6	62,8	102,6	16,2	25,6	165,4	181,6	223,0	181,4	297,8	360,2	
Civago	1051	19,8	48	81,2	140,2	209	178,2	142,8	12,4	10,2	321,0	333,4	344,4	216	320,8	372,2	
Ligonchio	900	17,6	37,2	68,8	113,6	171,2	127	129,8	21,8	67	256,8	278,6	365,6	259,2	278,4	306,8	
Collagna	832	11,6	28,6	53	86,6	130,8	90,2	96,4	21,4	55	186,6	208,0	282,2	301	327	368	
Polinago	754	7,4	18	29,4	47,8	65	50,2	50	9	19,6	100,2	109,2	181,2	175	181	197,6	
Villa Minozzo	704	11	23,8	42,2	71,4	92,2	47,2	71,2	8,6	31	118,4	127,0	173,8	160	199,4	224	
Fameta	703	12	29	48	77	97,4	73,4	78,6	9,2	10,6	152,0	161,2	177,4	115,2	172,2	208,6	
Pavullo	678	7,4	14,2	26	49,8	69,4	25,4	51,8	8,8	24,6	77,2	86,0	115,2	187,5	207,5	215,2	
Baiso	550	8	20,2	36,4	57	71,6	34	55,8	6,4	15,2	89,8	96,2	120,2	365,6	430,6	435,2	
Ponte Cavola	367	9,6	22,4	41,4	63,4	79	35,8	62	8,4	20,2	97,8	106,2	145,2	129	129	129,2	
Tresinaro	m.s.l.m.	1h	3h	6h	12h	24h	5/12	6/12	7/12	8/12	2 gg	3 gg	Tot evento	1 gg	2 gg	3 gg	
Cà dei Caroli	476	6,6	17,8	31,8	51,8	64,6	16,4	53,6	4,6	19	70,0	77,2	100,8	138	138	141	
S. Valentino	302	7,4	18,6	32,2	49,2	65	26,4	51,6	5,8	17,6	78,0	75,0	105,0	150	180	184	

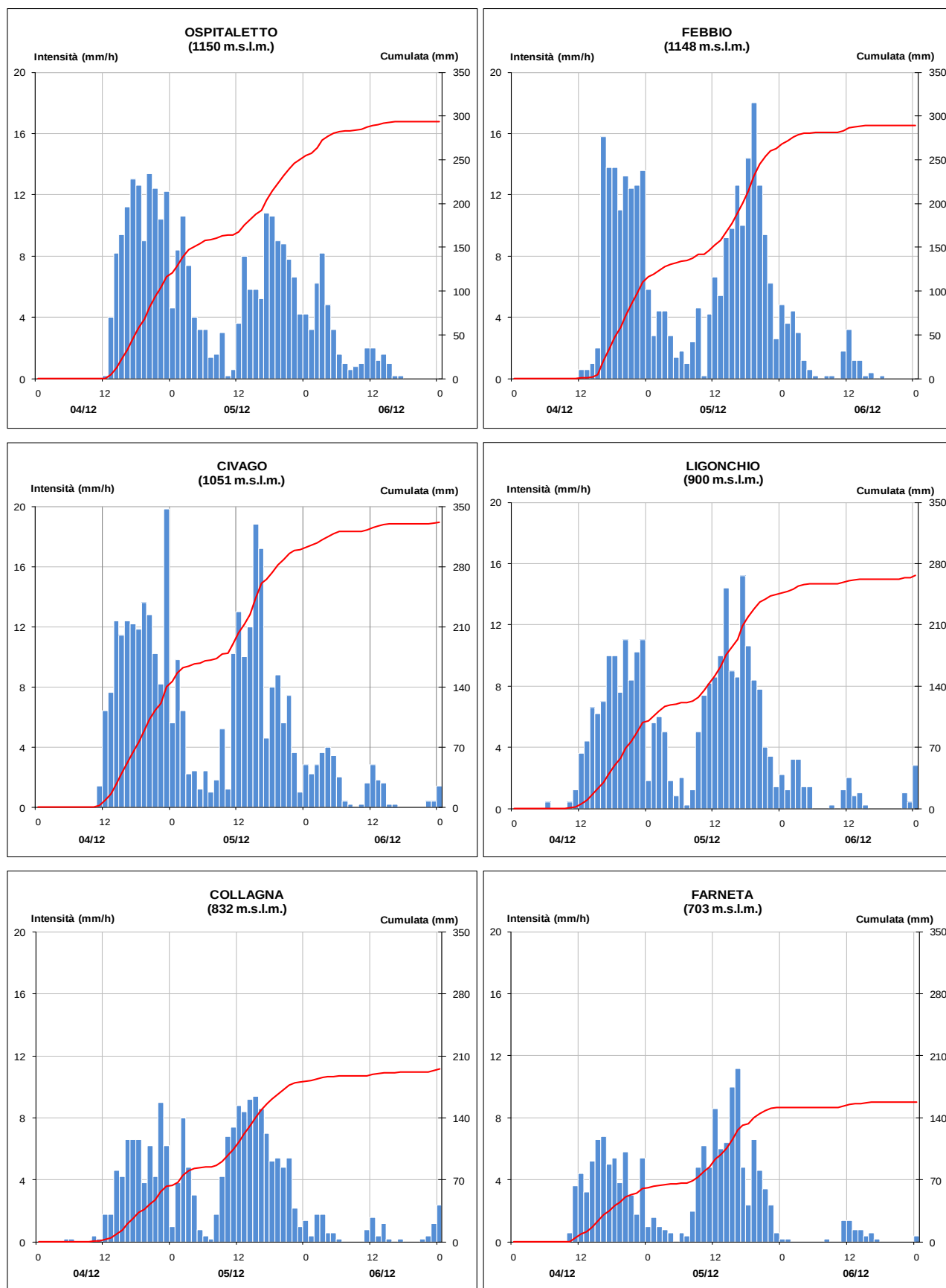


Figura 26: Andamento delle precipitazioni orarie e cumulate nelle stazioni più significative del bacino del Secchia (dati validati)

3.3.2. La propagazione della piena sul fiume Secchia

Nelle sezioni montane del fiume Secchia i primi innalzamenti dei livelli idrometrici si sono registrati nella notte tra il 4 ed il 5 dicembre, in corrispondenza del primo impulso di precipitazione nella zona di crinale, con colmi prossimi o superiori alle soglie 2. Nel pomeriggio del 5 dicembre il secondo impulso di precipitazione, esteso a tutto il bacino, ha fatto registrare nuovi innalzamenti dei livelli idrometrici sul modesto esaurimento dei precedenti (vedi Figura 27), con due ulteriori colmi di piena ravvicinati, in corrispondenza dei due picchi di precipitazione, ben visibili nell'andamento delle piogge orarie di Ligonchio o Civago (Figura 26).

I livelli massimi, superiori alle soglie 3, hanno raggiunto 12,82 m alle ore 19:00 a Ponte Veggia, e 2,66 m alle ore 20:45 a Rubiera SS9, entrambi 2° casi delle serie storiche dei livelli massimi dal 2003, inferiori solo alla piena di dicembre 2017 che aveva fatto registrare 12,91 m a Ponte Veggia e 2,73 m a Rubiera SS9.

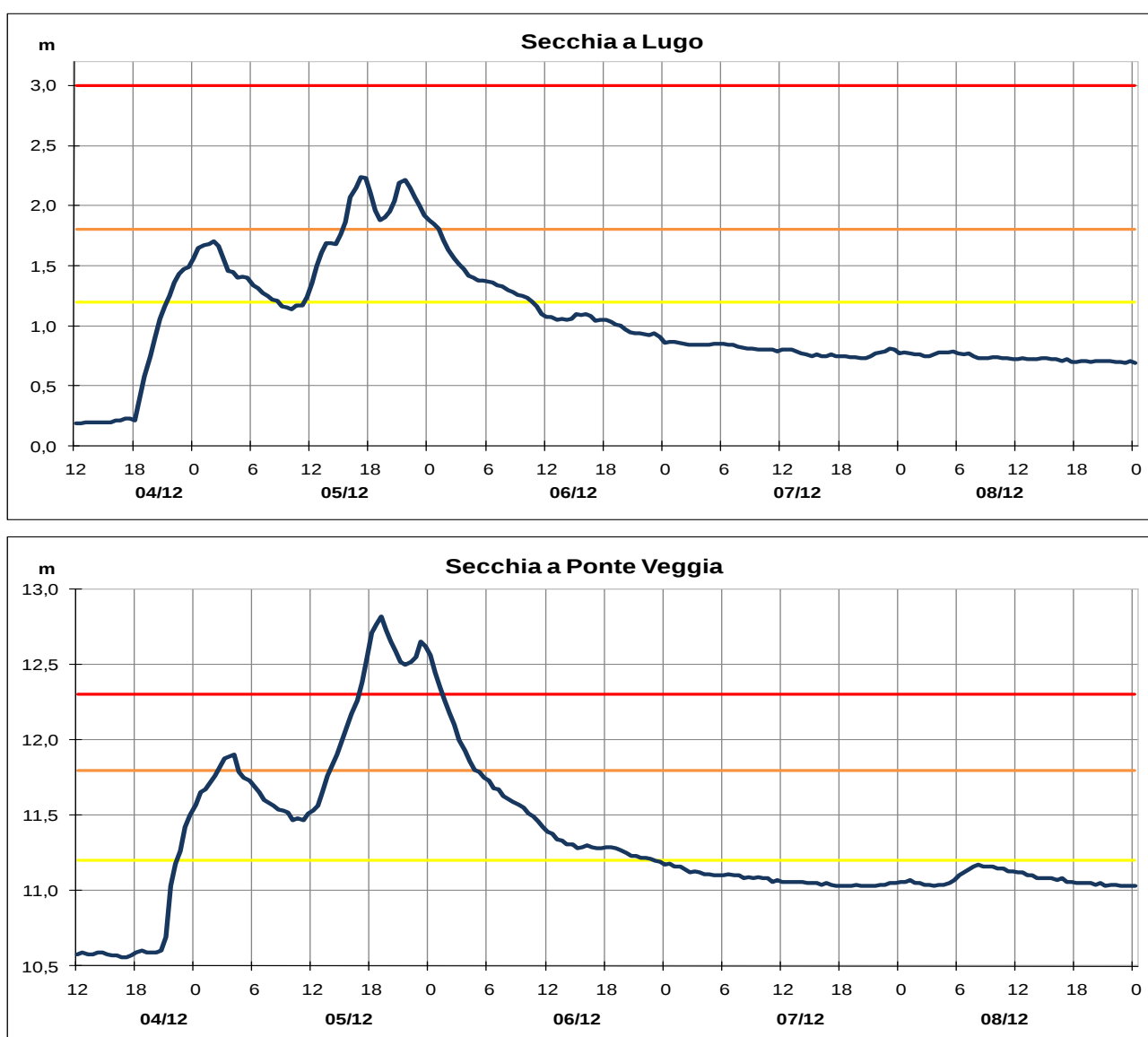


Figura 27: Idrogrammi di piena nelle sezioni montane più significative del fiume Secchia (dati validati).

I due colmi di piena della sera del 5 dicembre si sono propagati ben distinti nelle sezioni montane, a circa 3-4 ore di distanza, fino alla chiusura del bacino montano a Rubiera dove hanno incontrato la

piena concomitante proveniente dal torrente Tresinaro, anch'essa superiore alla soglia 3 nella sezione di Rubiera Tresinaro (vedi Figura 28).

Le precipitazioni residue del 7 e 8 dicembre (vedi Figura 23) hanno mantenuto i livelli prossimi alla soglia 1 nelle sezioni montane per diversi giorni, prolungando l'esaurimento complessivo della piena.

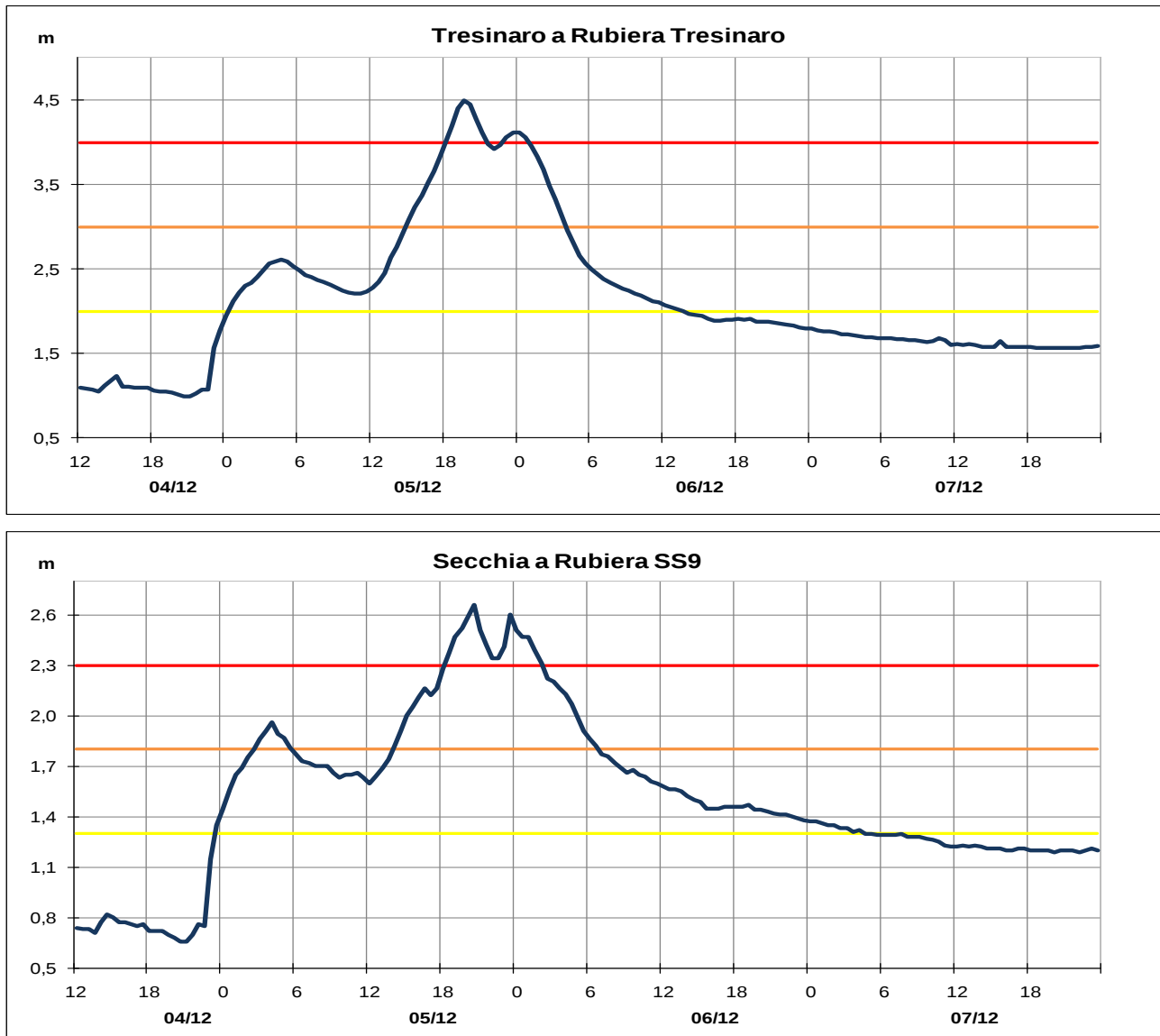


Figura 28: Idrogrammi di piena nelle sezioni di Rubiera sul Tresinaro e Rubiera SS9 sul Secchia (dati validati)

Le casse di espansione di Rubiera hanno esercitato la laminazione dei livelli al colmo (Figura 29) tramite invaso sia della cassa in linea che della cassa laterale, per naturale superamento della soglia di sfioro durato oltre 12 ore. Il rigurgito della piena causato dal manufatto di sbarramento ha fatto sì che il secondo dei due colmi di piena ravvicinati si innestasse sul primo, facendo raggiungere i **9,04 m nella sezione di Rubiera casse monte, massimo livello storico dal 2001**. Gli elevati livelli della piena hanno causato anche il sormonto del manufatto di sbarramento per diverse ore, nella notte tra il 5 ed il 6 dicembre.

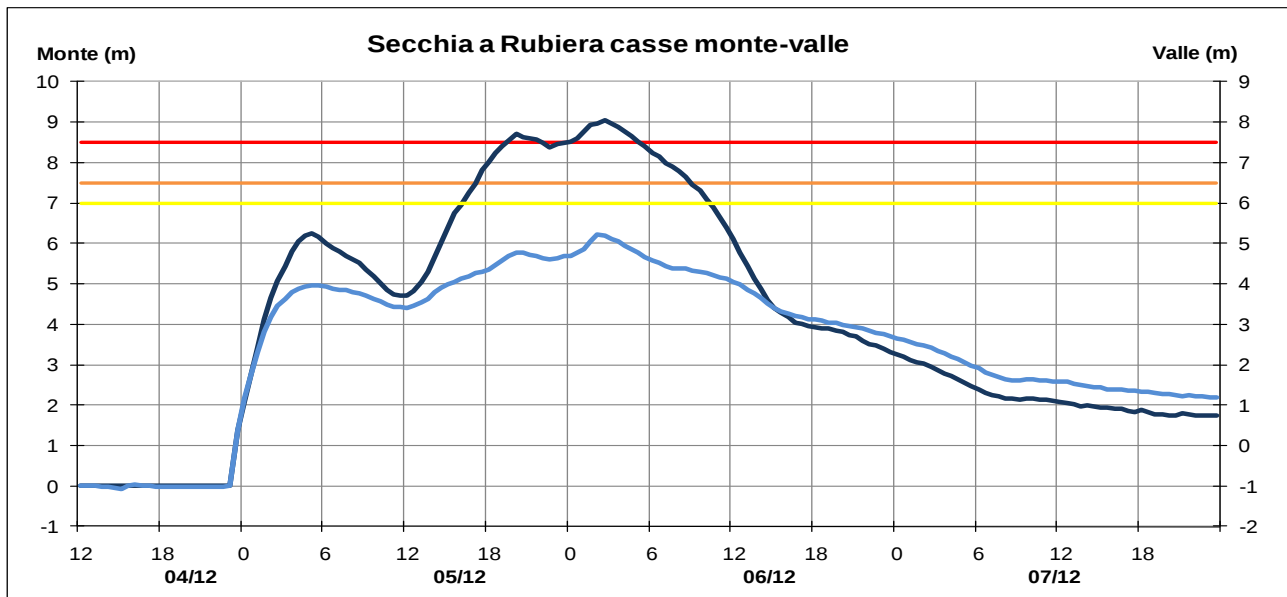


Figura 29: Laminazione della piena del Secchia alle casse di espansione di Rubiera: in blu il livello a monte ed in azzurro il livello a valle delle casse (dati validati).

Nelle sezioni subito a valle delle casse di espansione, per effetto del naturale rallentamento della piena, dovuto anche all'allagamento della zona di espansione a Campogalliano, i tre colmi di piena si sono sovrapposti creando un unico colmo (vedi Figura 30), che ha raggiunto **11,07 m a Ponte Alto alle ore 6:50 del 6 dicembre 2020, superiore al massimo storico dal 2003 di 10,63 m, registrato nel dicembre 2017. A Ponte Bacchello il colmo è transitato alle ore 14:00 del 6, con un livello di 11,72 m, superiore al massimo storico dal 1922 di 11,26 m, registrato nel dicembre 2009.**

A valle di Ponte Bacchello la piena si è progressivamente laminata, facendo registrare in tutte le sezioni colmi inferiori alla soglia 3, ma lunghe code di piena, che, alimentate dalle piogge del 7 e 8 dicembre, hanno mantenuto livelli pressoché stazionari intorno alle soglie 2 per alcuni giorni, esaurendosi nelle ultime sezioni del tratto vallivo oltre la giornata del 10 dicembre.

Nella Tabella 9 sono riportate le punte massime registrate in tutte le sezioni teleidrometriche del fiume Secchia e dei suoi affluenti, con i tempi di propagazione dei colmi ed alcune note sulla velocità della piena nei diversi tratti e sul confronto con le serie storiche.

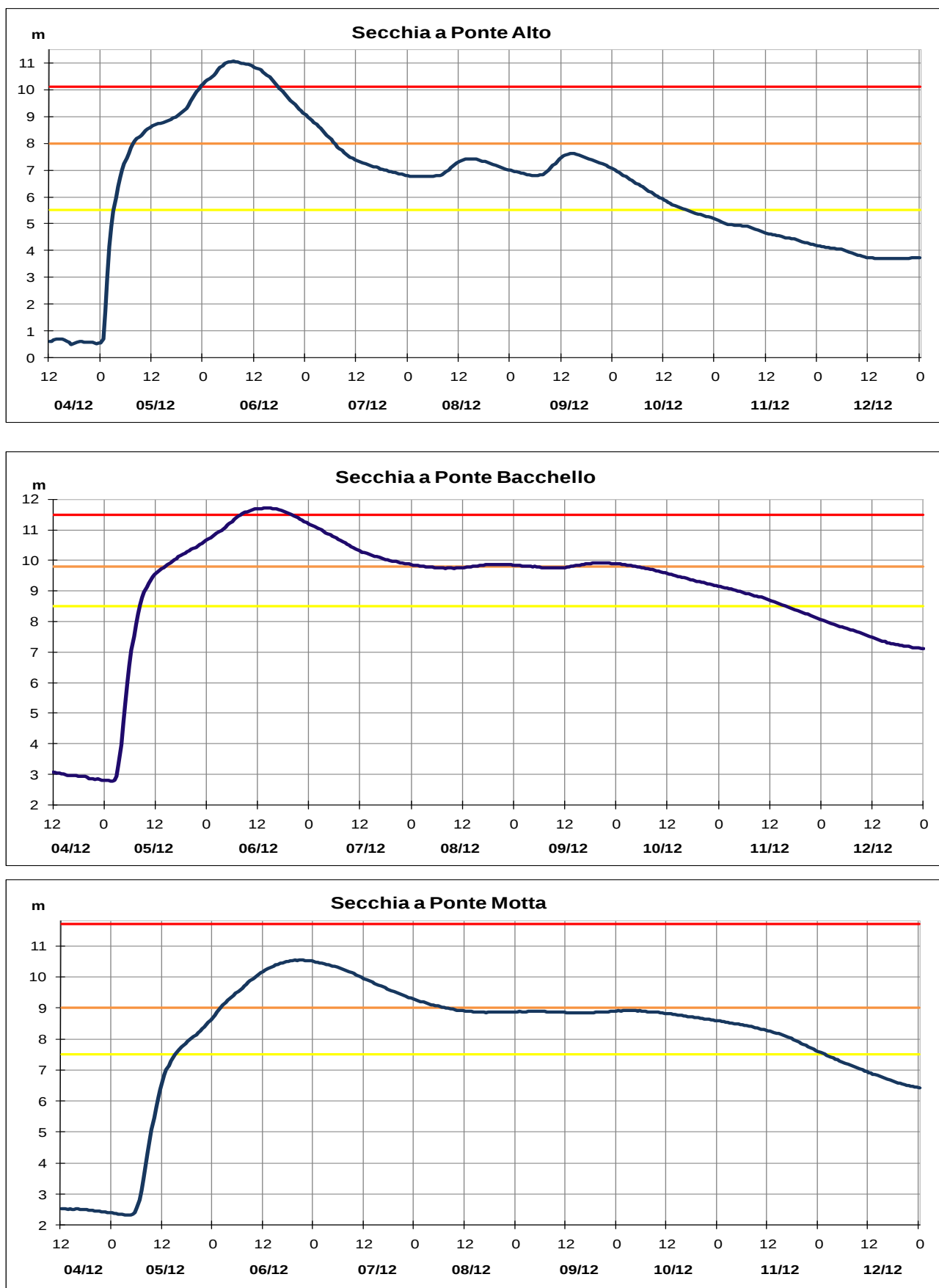


Figura 30: Idrogrammi di piena nelle sezioni vallive più significative del fiume Secchia (dati validati).

Tabella 9: Punte massime raggiunte in tutte le sezioni teleidrometriche del fiume Secchia e dei suoi affluenti nella piena del 4-7 dicembre 2020, in rosso i livelli superiori alla soglia 2 (dati validati).

FIUME SECCHIA										
Denominazione del SENSORE	Distanze (km)		Livelli rif. soglia 2	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	1,80	1,25	4	22:30				max = 2^ punta
confluenza Secchiello	1,7	30,4								
PONTE CAVOLA	4,1	34,4	1,60	0,50	4	20:15				max = 2^ punta
confluenza Dolo	9,5	43,9								
LUGO	4,3	48,2	1,80	2,24	5	17:15	-	00:00	-	max = 1^ punta
confluenza Rossenna	0,5	48,7								
PONTE VEGGIA	17,5	66,2	11,80	12,82	5	19:00	01:45	01:45	2,5	max = 1^ punta
confluenza Tresinaro	13,0	79,2								
RUBIERA SS9	0,3	79,5	1,80	2,66	5	20:45	01:45	03:30	-	max = 1^ punta
RUBIERA CASSE monte	2,0	81,5	7,50	9,04	6	02:40				max livello dal 2001
RUBIERA CASSE valle	0,0	81,5		5,23	6	02:00	-	00:00		max = 2^ punta
PONTE ALTO	10,5	92,0	8,00	11,07	6	06:50	04:10	04:10	-	max livello dal 2003
PONTE BACCHELLO	13,8	105,7	9,80	11,72	6	14:00	07:10	11:20	0,5	max livello dal 1922
PONTE MOTTA	11,5	117,2	8,50	10,04	6	21:00	07:00	18:20	-	
PIOPPA	7,3	124,5	9,60	11,46	7	02:30	05:30	23:50	0,6	
CONCORDIA	9,0	133,5	9,80	12,07	7	04:00	01:30	25:20	-	
BONDANELLO	9,0	142,5		11,58	7	12:30	08:30	33:50		funzionamento parziale
sbocco in Po	24,0	166,5								

Torrente DOLO										
Denominazione del SENSORE	Distanze		Livelli rif. soglia 2	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	3,00	2,93	5	15:30				max = 1^ punta
sbocco in Secchia	4,4	35,1								

Torrente ROSSENNA										
Denominazione del SENSORE	Distanze		Livelli rif. soglia 2	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	1,60	0,78	5	16:30	-	-		max = 1^ punta
sbocco in Secchia	0,8	32,2								

Torrente TRESINARO										
Denominazione del SENSORE	Distanze		Livelli rif. soglia 2	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	1,30	1,54	5	17:30	-	00:00		max = 1^ punta
RUBIERA TRESINARO	12,6	78,3	3,00	4,50	5	19:30	02:00	02:00		max = 1^ punta
sbocco in Secchia	0,4	78,7								

3.3.3. Gli effetti connessi al passaggio della piena sul fiume Secchia

Le elevate velocità della corrente e la successione dei colmi di piena registrati nel tratto montano del Secchia e dei suoi affluenti minori, hanno causato numerosi fenomeni di erosione spondale, con conseguente danneggiamento delle opere idrauliche e delle infrastrutture presenti (dati forniti dall'Agenzia per la sicurezza territoriale e la protezione civile), si segnalano in particolare:

- Sul fiume Secchia, in corrispondenza dell'abitato di Roteglia, tra Gatta e ponte del Pianello erosioni spondali e danneggiamento delle opere esistenti (comuni di Castellarano, Castelnovo Monti, Villa Minozzo e Ventasso); in località Casa Azzoni a Prignano sulla Secchia, grave erosione in destra idraulica in prossimità di abitati; tra i comuni di Baiso e Toano, cedimento della parte centrale della briglia della Fornace sul Secchia.

- Sul torrente Dolo erosioni a monte e valle del ponte Morsiano Romanoro (comune di Villa Minozzo) ed in destra idraulica per circa 1,5 km in località la Piana (comune di Montefiorino).
- Sul torrente Rossenna, in località Cà d'Oceta, erosioni in sinistra idraulica per un tratto di 1,5 km e danneggiamento alla briglia (comune di Prignano sulla Secchia).
- Sul torrente Tresinaro erosioni spondali da Cà de Caroli a Rubiera (comuni di Scandiano, Casalgrande, Reggio Emilia e Rubiera).

Nel comune di Campogalliano si segnala l'allagamento dell'area di naturale espansione della piena a valle delle casse di Rubiera, in corrispondenza dell'innesto dell'A22 all'A1, che ha comportato l'evacuazione di alcuni edifici.

Si segnalano inoltre numerose chiusure di ponti e attraversamenti durante il passaggio della piena: la pista di collegamento Gatta-Pianello a Villa Minozzo, il ponte a San Donnino sul Tresinaro, tra Casalgrande e Reggio Emilia, il ponte Alto a Modena ed il ponte dell'Uccellino a Soliera, il sottopassaggio ferroviario ed il sottopasso SP58/SP51 a Rubiera per allagamento.



Figura 31: Erosione in destra idraulica per circa 1,5 km nel Comune di Montefiorino del torrente Dolo (fonte Protezione Civile).

3.4. La piena del fiume Panaro

3.4.1. Le precipitazioni sul bacino del Panaro

Il bacino del Panaro è stato interessato dai due impulsi di precipitazione, il primo dal pomeriggio del 4 dicembre, in progressiva attenuazione nella notte ed il secondo più intenso già dalla mattina del 5, in estensione dal crinale alla media collina. Nell'andamento delle precipitazioni orarie e cumulate illustrato nella Figura 32 sono ben visibili, nel secondo impulso di precipitazione, due picchi di intensità a distanza di poche ore di distanza nel pomeriggio-sera del 5 dicembre. Ulteriori precipitazioni a carattere di rovescio si sono registrate nei giorni 7 e 8 dicembre, inferiori per intensità e cumulate a quelle dei giorni precedenti, nevose oltre i 1200 m (vedi Figura 23).

Nella Tabella 10 sono riportate le massime intensità di pioggia sulle stazioni del bacino montano del Panaro e del suo affluente Tiepido, calcolate per le durate temporali da 1 a 24 ore, le precipitazioni giornaliere 9-9 (cioè dalle 9 del giorno precedente alle 9 del giorno in corso) nei singoli giorni e per più giorni consecutivi, e le cumulate totali dell'evento.

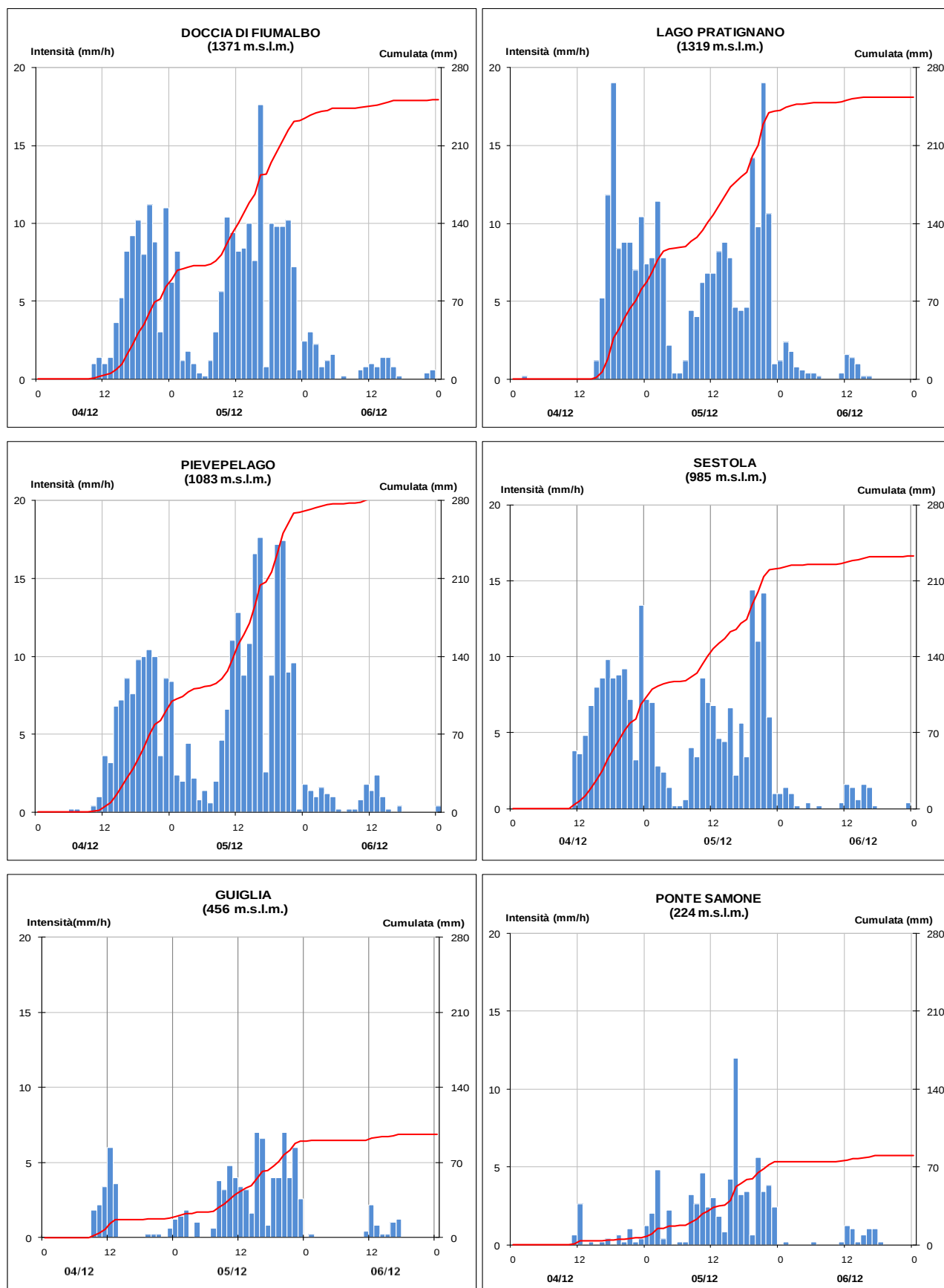


Figura 32: Andamento delle precipitazioni orarie e cumulate nelle stazioni più significative del bacino del Panaro (dati validati)

Tabella 10: Precipitazioni intense di durata da 1 a 24 ore e cumulate 9-9 dell'evento, nelle stazioni del bacino montano del Panaro e del suo affluente Tiepido (in corsivo i pluviometri riscaldati, in neretto i valori superiori ai massimi storici)

STAZIONE	QUOTA	PIOGGE INTENSE					Prec. giornaliera 9-9				Cumulate 9-9		Cumulata	max giorn. 1942-2019		
Panaro	m.s.l.m.	1h	3h	6h	12h	24h	5/12	6/12	7/12	8/12	2 gg	3 gg	Tot evento	1 gg	2 gg	3 gg
Lago Scaffaiolo	1794	25,8	63,0	81,0	137,4	201,0	138,4	159,4	21,6	0,6	297,8	319,4	322,0	249,4	411,0	414,8
Doccia di Fiumalbo	1371	17,6	35,2	61,6	112,2	161,8	112,0	131,4	15,0	43,4	243,4	258,4	328,6	177	235,4	284,4
Lago Pratignano	1319	21,0	44,8	63,8	114,6	173,0	127,6	120,6	4,8	0,0	248,2	253,0	254,2	146	205,2	267,2
Pievepelago	1083	18,4	46,0	80,2	142,2	186,2	119,6	157,6	22,4	57,4	277,2	299,6	379,8	281,2	281,2	352,4
Sestola	985	15,2	39,6	55,0	98,0	140,2	125,0	100,0	8,8	6,6	225,0	233,8	248,0	166	218	256
Montese	920	10,8	17,2	25,0	37,8	55,8	26,6	43,2	9,0	23,2	69,8	78,8	108,4	126,6	161,8	207,8
Guiglia	456	7,8	17,6	29,4	51,8	72,6	29,0	59,2	10,0	20,4	88,2	98,2	125,4	174	277	277
Ponte Samone	224	12,0	19,4	29,8	45,4	68,4	23,2	51,6	12,0	23,6	74,8	86,8	115,8	126	126	136
Vignola	100	6,2	15,0	23,2	43,4	63,8	15,0	49,4	7,0	13,8	64,4	71,4	87,0	112,4	149,4	162
Tiepido	m.s.l.m.	1h	3h	6h	12h	24h	5/12	6/12	7/12	8/12	2 gg	3 gg	Tot evento	1 gg	2 gg	3 gg
Serramazzone	826	6,6	13,8	26,4	42	55,8	15,2	43,8	3,8	13,4	47,6	61,0	154,4	94,2	109	115

Le precipitazioni orarie sono state inferiori ai 30 mm/h in tutte le stazioni, mentre i valori più elevati si sono registrati sul crinale appenninico per le piogge di durata 24 ore, con tempi di ritorno tra 15 e 20 anni nelle stazioni di Doccia di Fiumalbo, Lago Pratignano e Sestola, inferiori a 10 anni in tutte le altre stazioni. Il confronto con i massimi storici registrati nel periodo 1942-2019 per le piogge di più giorni consecutivi mostra invece come nelle stesse stazioni **la pioggia complessiva del 5 e 6 dicembre ha superato i massimi storici** (evidenziati in neretto nella Tabella 10), **con cumulate totali nell'evento di 328,6 mm a Doccia di Fiumalbo, 254,2 mm a Lago Pratignano, 379,8 mm a Pievepelago e 248 mm a Sestola.**

Il parziale scioglimento del manto nevoso presente al suolo all'inizio dell'evento ha apportato un modesto contributo all'afflusso, stimabile da modello in circa 15-20 mm di pioggia equivalente media su tutto il bacino (vedi § 3.1), ma ha comunque generato una pressoché totale saturazione iniziale dei suoli, favorendo il rapido accrescimento del fenomeno di piena.

3.4.2. La propagazione della piena sul fiume Panaro

In corrispondenza del primo impulso di precipitazione, nella notte tra il 4 ed il 5 dicembre, si sono registrati nelle sezioni montane del fiume Panaro rapidi incrementi dei livelli idrometrici, con un primo colmo di piena prossimo o superiore alle soglie 1. Nel pomeriggio del 5 dicembre il secondo e più intenso impulso di precipitazione ha fatto registrare nuovi innalzamenti dei livelli idrometrici sull'esaurimento dei precedenti (vedi Figura 33), con due nuovi colmi di piena ravvicinati, in corrispondenza dei due picchi di precipitazione, ben visibili nell'andamento delle piogge orarie in tutte le stazioni pluviometriche (vedi Figura 32). Il terzo picco di piena ha raggiunto un colmo di 1,82 m alle ore 22:30 del 5 a Ponte Samone e di **3,33 m alle ore 24:00 del 5 dicembre a Spilamberto, superiore alla soglia 2 e 2° caso storico dal 2003**, cui corrisponde una portata di circa 960 mc/sec.

La piena ha iniziato ad invadere la cassa di espansione in linea a S. Cesario nelle prime ore del 5 dicembre, dove a partire dalle ore 18:30 è iniziata la manovra delle paratoie, finalizzata a limitare il più possibile la portata scaricata a valle, compatibilmente con la quota di massima regolazione (vedi Figura 33). Il colmi di piena ravvicinati provenienti da monte si sono sovrapposti, e alle ore 4:00 del 6 dicembre è stato raggiunto **allo sbarramento il livello al colmo di 11,07 m, massimo della serie storica dal 2003, corrispondente ad un volume massimo invasato di circa 17 milioni di mc** (fonte AIPO).

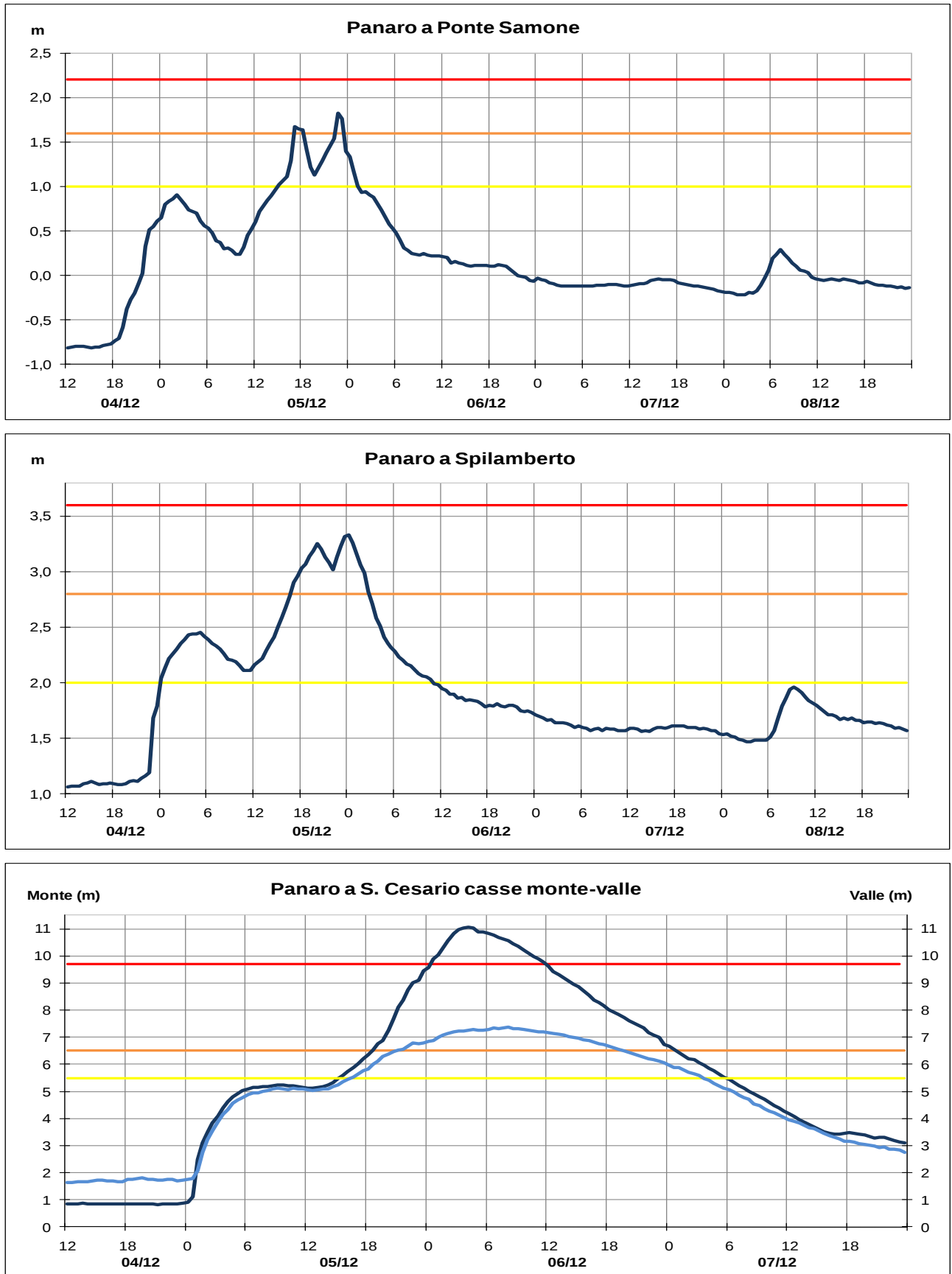


Figura 33: Idrogrammi di piena nelle sezioni montane più significative del fiume Panaro e laminazione della piena alla cassa di espansione di S.Cesario: in blu il livello a monte ed in azzurro il livello a valle della cassa (dati validati).

La laminazione esercitata dalla cassa di espansione ha garantito livelli al colmo di piena nel tratto vallivo compatibili con le quote arginali (vedi Figura 34), sebbene non sia stata in grado di contenere il rigurgito della piena di Panaro alla confluenza del Tiepido, nella zona della Fossalta sulla via Emilia, interessata da numerosi allagamenti (vedi § 3.4.3).

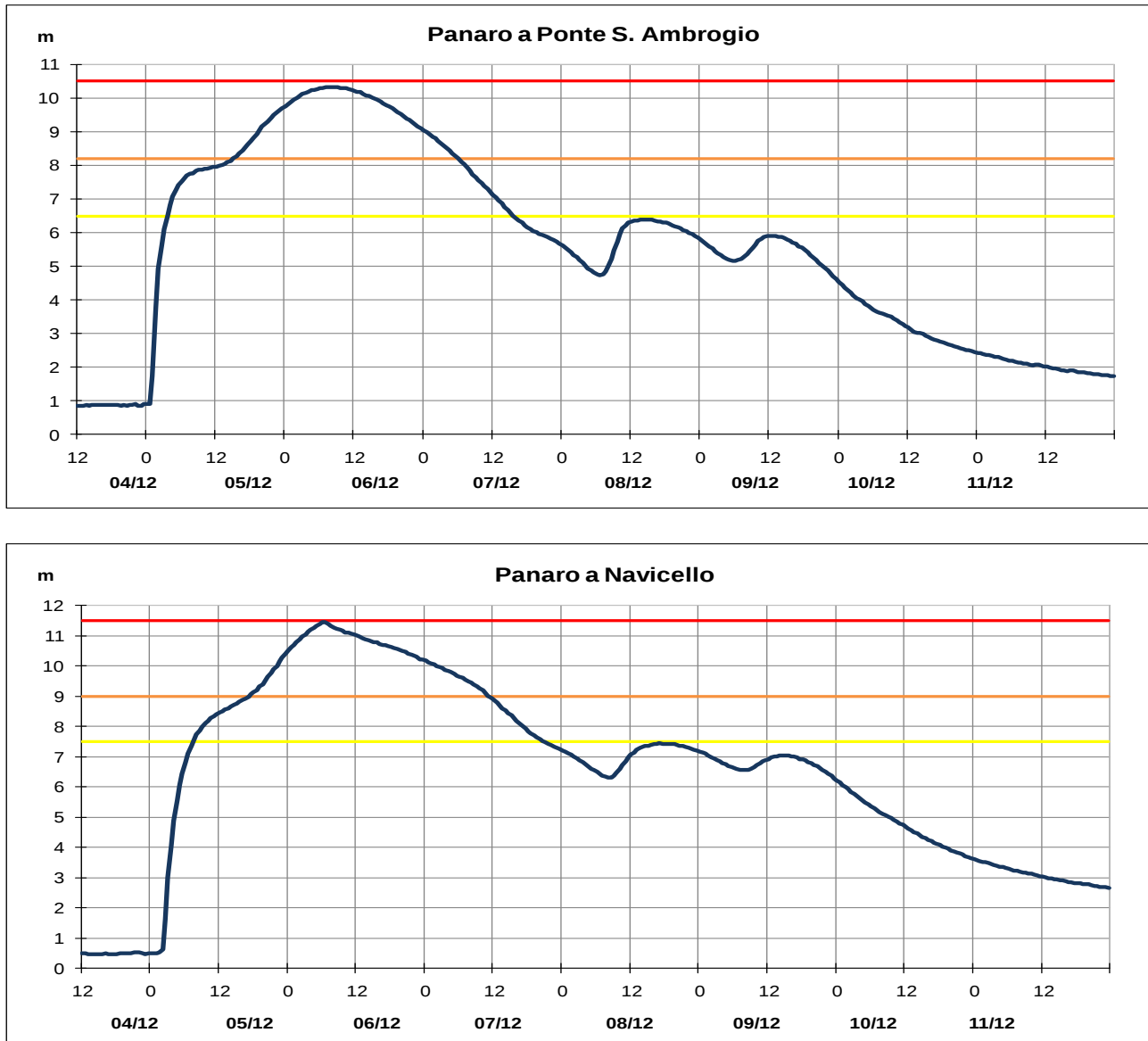


Figura 34: Idrogrammi di piena nelle sezioni vallive del fiume Panaro a valle della cassa di espansione (dati validati).

Intorno alle ore 6:00 del 6 dicembre si è improvvisamente aperta una breccia sull'argine destro del Panaro, in località Gaggio nel comune di Castelfranco Emilia (vedi Figura 35), a valle di Ponte S. Ambrogio (sulla SS9 via Emilia) e poco a monte del ponte di Navicello, dove non era stato ancora raggiunto il colmo di piena. Nell'idrogramma di Navicello, illustrato nella Figura 34, si osserva l'effetto della rotta di monte, con un rapido decremento dei livelli idrometrici a partire dal livello massimo di 11,07 raggiunto alle 06:15.

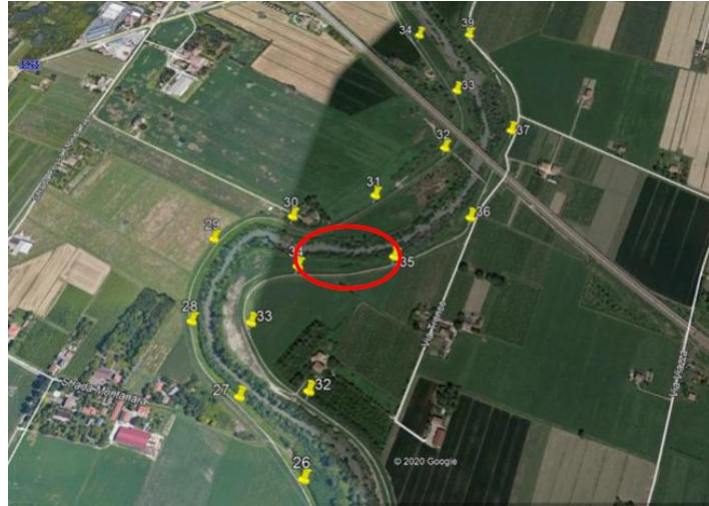


Figura 35: Ortofoto con ubicazione della rotta dell'argine destro sul fiume Panaro.

Il volume di piena fuoriuscito dalla rotta, stimato in circa 7-9 milioni di m³ ha allagato un'area di circa 15 km² (fonte AdB Po) in direzione nord-ovest, fino a raggiungere il centro abitato di Nonantola ed oltre, in direzione di Bomporto e Ravarino.

Nella Figura 36 è illustrata l'immagine delle aree allagate acquisita dal satellite COSMO SKyMed alle ore 6:00 locali del 7 dicembre, a circa 24 ore dalla rotta. La mappa riporta anche una stima dell'altezza dei tiranti delle aree inondate, effettuata attraverso il modello Floodwater Depth Estimation Tool (FwDET, Cohen et al., 2019) a partire dalle immagini satellitari e dal modello digitale del terreno, fornita dal Dipartimento delle Protezione Civile Nazionale.

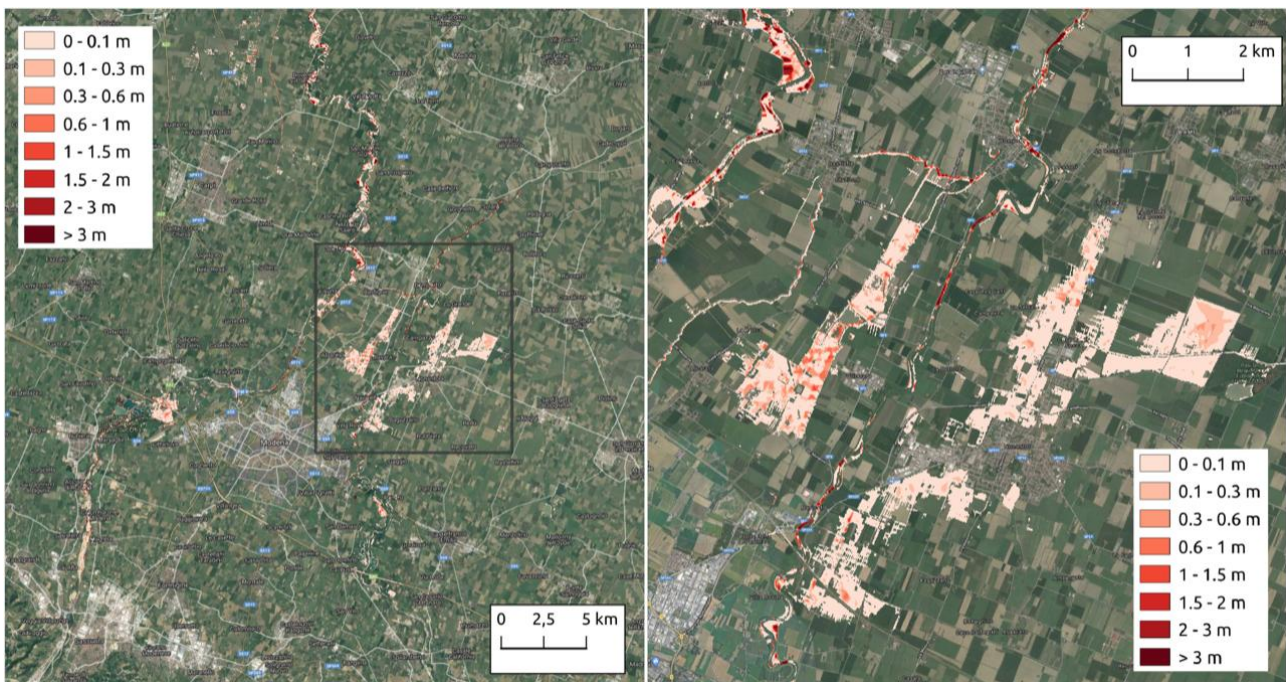


Figura 36: Mappa dei territori allagati a seguito della rotta, con una stima dei relativi tiranti idrici ottenuta dal modello FwDET, basato sull'acquisizione di COSMO SKyMed del 7 dicembre alle ore 6:00 (fonte DPC).

L'intervento di AIPO ha consentito la chiusura della falla con massi ciclopici intorno alle ore 8:30 del 7 dicembre; i lavori sono successivamente proseguiti per parecchi giorni, al fine di ripristinare l'impermeabilità del rilevato ricostruito e la messa in quota rispetto all'argine preesistente con terra e argilla, nonché la sicurezza definitiva dell'arginatura mediante l'infissione di palancolato sul lato fiume e ringrosso arginale sul lato campagna.

Al fine di allontanare le acque che si sono riversate nel comprensorio Destra Panaro, gestito dal Consorzio della Bonifica Burana, sono state messe in campo numerose azioni di pompaggio e manovre idrauliche (illustrate in Figura 37), attraverso le quali **sono state convogliate le acque fuoriuscite dalla rotta nei canali di bonifica del sistema Acque Alte – Acque Basse**, e successivamente scaricate nuovamente in Panaro, in coda di piena, attraverso gli impianti di Foscaglia e Bondeno Palata.

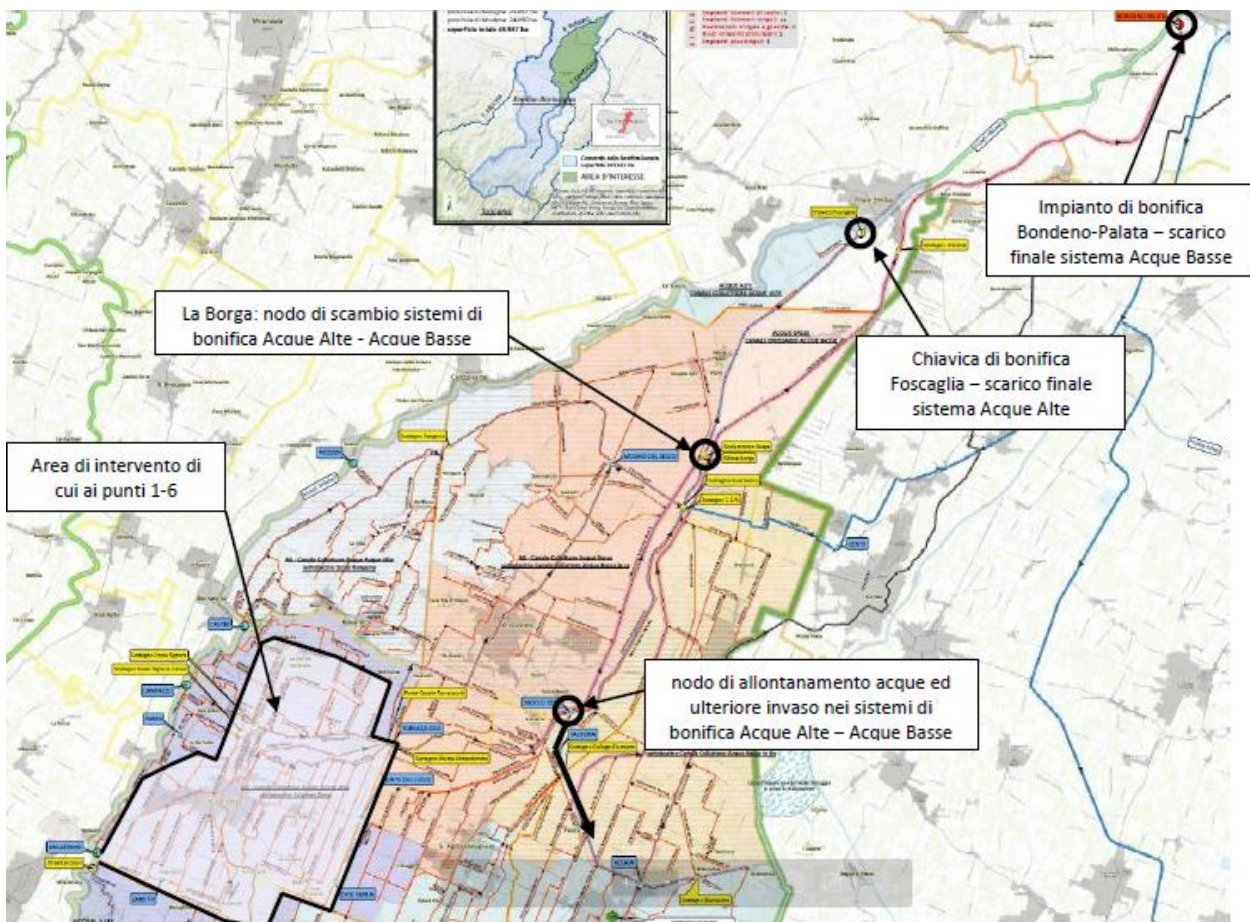


Figura 37: Azioni messe in campo per la gestione delle acque fuoriuscite dalla rotta nel comprensorio destra Panaro (fonte Consorzio della Bonifica Burana)

La piena del fiume Panaro si è propagata nel tratto arginato raggiungendo, nonostante la perdita di volume dalla rotta, **un colmo di 11,43 m a Bomporto alle ore 9:00 del 6 dicembre, massimo registrato di sempre**. La piena si è successivamente laminata nelle sezioni più a valle (vedi Figura 38), con livelli al colmo inferiori alle soglie 3.

La persistenza delle precipitazioni nei giorni 7 e 8 dicembre ha generato nuovi incrementi dei livelli a partire dalle sezioni montane, che hanno rallentato l'esaurimento della piena nelle sezioni vallive, con livelli che si sono mantenuti intorno alla soglia 1 fino a tutto il 9 dicembre.

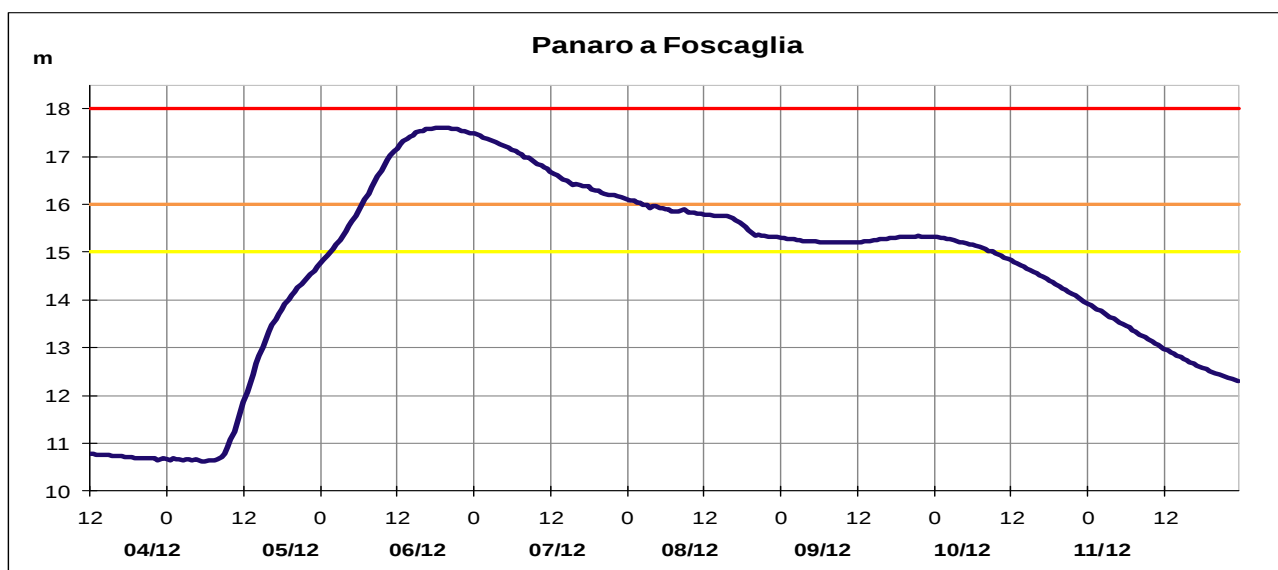
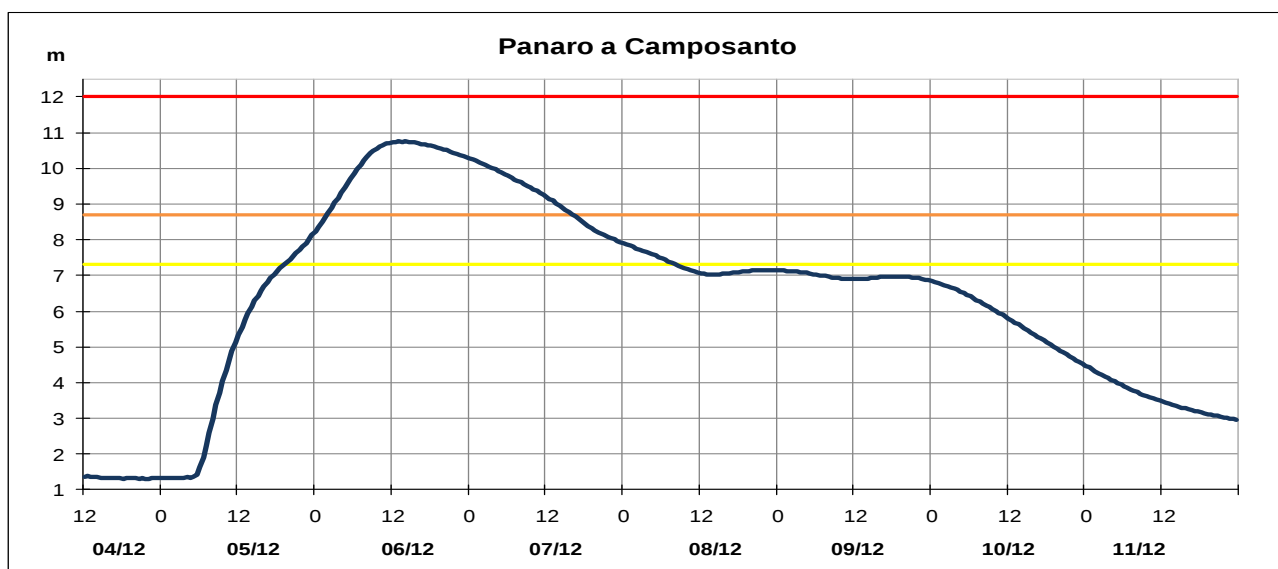
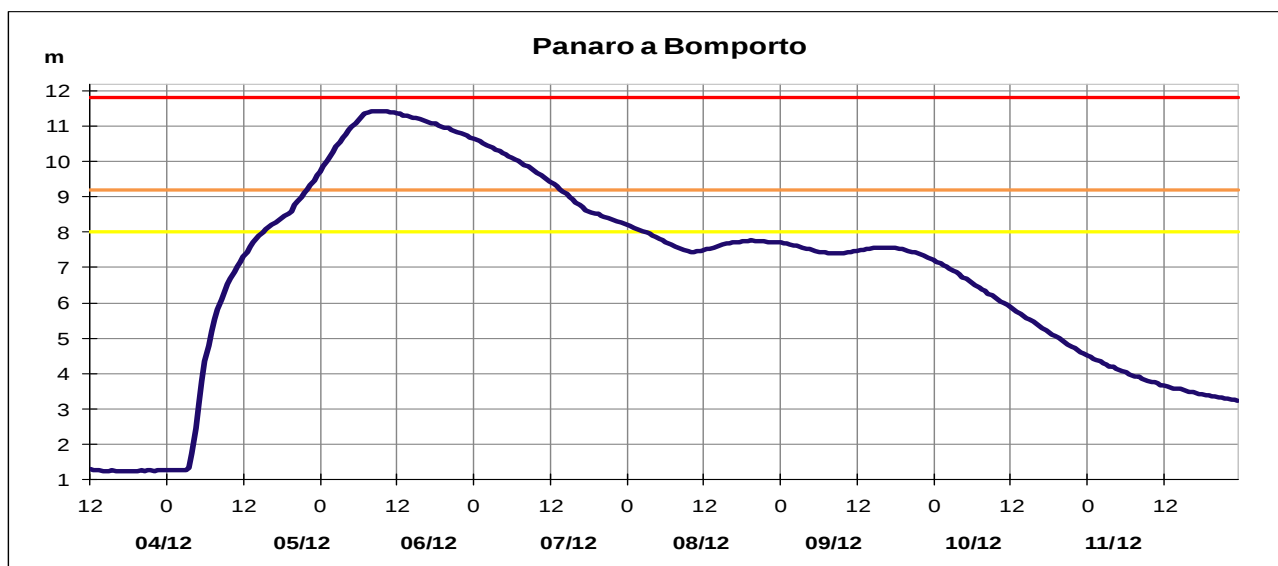


Figura 38: Idrogrammi di piena nelle sezioni vallive del fiume Panaro a valle della rotta (dati validati).

Nella Tabella 11 sono riportate le punte massime registrate in tutte le sezioni teleidrometriche del fiume Panaro e dei suoi affluenti, con i tempi di propagazione dei colmi ed alcune note sul confronto con le serie storiche.

Tabella 11: Punte massime raggiunte in tutte le sezioni teleidrometriche del fiume Panaro e dei suoi affluenti nella piena del 4-6 dicembre 2020, in rosso i livelli superiori alla soglia 2 (dati validati.)

Fiume PANARO									
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							
FIUMALBO ACQUICCIOLA	7,1	7,1	1,70	1,63	5	21:45			max = 3 ^a punta
PIEVEPELAGO	6,3	13,4	3,00	2,23	5	21:30	-	00:00	max = 3 ^a punta
PONTE VAL DI SASSO	23,0	36,4	2,80	3,58	5	22:30	01:00	01:00	max = 3 ^a punta
confluenza Leo	4,1	40,5							
PONTE SAMONE	12,9	53,4	1,60	1,82	5	22:30	00:00	01:00	max = 3 ^a punta
SPILAMBERTO	26,6	80,0	2,80	3,33	6	00:00	01:30	02:30	max = 3 ^a punta
S. CESARIO casse monte	11,2	91,2	6,50	11,07	6	04:00	04:00	06:30	max livello dal 2003
PONTE S. AMBROGIO	2,0	93,2	8,20	10,33	6	08:00	04:00	10:30	max livello dal 2012
confluenza Tiepido	3,0	96,2							
NAVICELLO	7,1	103,3	9,00	11,47	6	06:15	-	00:00	rottura in DX a monte
BOMPORTO	9,4	112,7	9,20	11,43	6	09:00	02:45	02:45	max livello dal 1874
confluenza canale Naviglio	0,3	113,0							
CAMPOSANTO	10,5	123,5	8,70	10,75	6	13:00	04:00	06:45	
FOSCAGLIA	15,6	139,1	16,00	17,61	6	19:00	06:00	12:45	
BONDENO	12,2	151,3	12,00	-	-	-	-	-	fuori uso
sbocco in Po	7,9	159,2							
Torrente LEO									
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							
FANANO	9,7	9,7	1,30	1,23	5	21:00			
sbocco in Panaro	10,8	20,5							
Torrente TIEPIDO									
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							
GORZANO	14,0	14,0	1,30	1,01	5	16:00	-	00:00	max = 1 ^a punta
S. DONNINO	11,8	25,8	1,50	1,63	5	17:30	01:30	01:30	
FOSSALTA	19,1	30,9	5,70	8,15	6	08:00			rigurgito di Panaro
sbocco in Panaro	0,8	31,6							
canale NAVIGLIO									
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							
MODENA NAVIGLIO	18,8	18,8	2,90	2,23	5	21:45			
sbocco in Panaro	11,9	30,7							
Note: rottura dell'argine Panaro in destra idraulica, in località Gaggio nel Comune di Castelfranco Emilia, circa alle ore 6:00 del 6/12/20 tra le sezioni di S. Ambrogio e Navicello.									

3.4.3. Gli effetti connessi al passaggio della piena e alla rotta sul fiume Panaro

Le elevate velocità della piena nel tratto montano del Panaro e dei suoi affluenti ha causato numerosi fenomeni di erosione spondale, con ingenti danni delle opere idrauliche e alla rete viaria (dati forniti dall'Agenzia per la sicurezza territoriale e la protezione civile), si segnalano in particolare:

- Sul torrente Scoltenna: erosione in destra idraulica danneggiamenti alla briglia in località Pian della Valle, nei comuni di Lama Mocogno e Montecreto, e in località Mulino de Pagliai (Figura 39), nel comune di Sestola.
- Sul torrente Guerro: erosione in sponda sinistra a monte dell'abitato ed in sponda destra in fregio alla strada comunale via San Polo a Castelvetro di Modena.
- Sul torrente Tiepido: danneggiamenti alla briglia ed erosione in sinistra in fregio alla SS12 nel comune di Serramazzoni.
- Sul torrente Grizzaga: erosione in sinistra del corpo arginale con scalzamento della fondazione di un ponte privato ed interessamento del corpo arginale in sinistra idraulica.
- Sul fiume Panaro: parziale rottura di un pilone in pietra del ponte Samone (Figura 39), nel comune di Pavullo nel Frignano, con conseguente chiusura della SP225; danni alla briglia di Zenzano e ai repellenti in destra, nel comune di Savignano sul Panaro; erosione spondale in sinistra con crollo del percorso ciclabile a monte del ponte della pedemontana a Vignola.



Figura 39: Il danneggiamento di una pila del ponte Samone, a sinistra e i fenomeni erosivi delle sponde destra e sinistra con pericolo di interessamento abitazioni nel comune di Sestola (fonte Protezione Civile)



Figura 40: Allagamenti della strada Curtatona all'intersezione con la via Emilia, a sinistra, e la SS9 via Emilia altezza Hotel Rechiqi, a destra (fonte Protezione Civile).

Alla confluenza del torrente Tiepido in Panaro, in località Fossalta, il rigurgito della piena di Panaro ha causato numerosi allagamenti che hanno interessato la strada Curtatona e la SS9 via Emilia (Figura 40), dove l'hotel Rechigi ed altri edifici sono stati invasi dall'acqua, allontanata tramite pompe a partire dalla sera del 5 fino a tutta la giornata del 6 dicembre. Chiuse temporaneamente la via Emilia, dalla Fossalta fino al ponte di Sant'Ambrogio, la strada Curtatona e la SP623 Vignolese.

La rottura dell'argine destro del Panaro, verificatasi intorno alle ore 6:00 del 6 dicembre in via Tronco, località Gaggio, nel comune di Castelfranco Emilia, ha provocato l'allagamento dei terreni circostanti fino a raggiungere il centro abitato di Nonantola, con intervento dei vigili del fuoco (provenienti anche da Toscana e Piemonte), nonché della Marina Militare, della Protezione Civile e di AIPO. Ai piani terra delle case sono stati segnalati fino a 1,50 m d'acqua e le persone evacuate sono state 364, principalmente nel comune di Nonantola.

Chiuso un tratto della ferrovia tra Castelfranco e Modena e alcune strade: via Imperiale, via Bonvino, via Viazza, via Ortigara e via Tronco. Chiuse per tutta la notte tra domenica 6 e lunedì 7, la via Emilia, la Nonantolana e alcune vie di collegamento locali, nonché il ponte di Navicello.



Figura 41: In alto ed in basso gli allagamenti causanti dalla rotta del Panaro (foto Fiocchi, dal Resto del Carlino); in basso a sinistra le evacuazioni a Gaggio (foto Vigili del Fuoco, da Il Resto del Carlino); in basso a destra, la breccia nell'argine in destra (foto Vigili del Fuoco, da Il Resto del Carlino).

3.5. La piena del fiume Reno

3.5.1. Le precipitazioni sul bacino del Reno

Le precipitazioni sul bacino del Reno sono iniziate nel pomeriggio del 4 dicembre e sono proseguite con più impulsi successivi fino a tutta la giornata del 5, attenuandosi il 6 dicembre. Dall'andamento delle precipitazioni orarie e cumulate illustrato nella Figura 42 sono ben visibili tre picchi di intensità nel pomeriggio-sera del 4 dicembre, nella mattina del 5 e nella sera della stessa giornata.

Ulteriori precipitazioni a carattere di rovescio si sono registrate nei giorni 7 e 8 dicembre, inferiori per intensità a quelle dei giorni precedenti, ma con cumulate comunque superiori ai 50 mm sul bacino montano, piovose fino alle quote più elevate (vedi Figura 23).

Nella Tabella 12 sono riportate le massime intensità di pioggia sulle stazioni del bacino montano del Reno calcolate per le durate temporali da 1 a 24 ore, nonché le precipitazioni giornaliere 9-9 (cioè dalle 9 del giorno precedente alle 9 del giorno in corso) nei singoli giorni, per più giorni consecutivi e le cumulate totali dell'evento.

Tabella 12: Precipitazioni intense di durata da 1 a 24 ore e cumulate 9-9 dell'evento, nelle stazioni del bacino montano del Reno (in corsivo i pluviometri riscaldati, in neretto i valori superiori ai massimi storici)

STAZIONE	QUOTA	PIOGGE INTENSE					Prec. giornaliera 9-9				Cumulate 9-9		Cumulata	max giorn. 1924-2019		
Reno montano	m.s.l.m.	1h	3h	6h	12h	24h	5/12	6/12	7/12	8/12	2 gg	3 gg	Tot. evento	1 gg	2 gg	3 gg
Montacuto delle Alpi	900	21	54,2	99	176	239,8	228,6	135,8	25,2	46,2	364,4	389,6	472,4	315	348,6	358,2
Madonna dei Fornelli	900	16,4	25,8	35,8	48,4	74,6	68,2	61	11,2	22,6	129,2	140,4	171,6	123	143,6	158,8
Cottede	794	14,6	23	39	50	88	53	68	29,8	45,8	121,0	150,8	212,8	200,8	233,0	248,8
Treppio	650	19	40	57	99,2	147,8	130	94,8	27	52,4	224,8	251,8	326,4	244,0	262,8	311,4
Pracchia	620	12	28	45,4	71	103,6	99,4	59,6	34	42,2	159,0	193,0	256,0	213,0	315,8	419,0
Invaso	490	13,4	23,6	40,2	53,4	81	66,4	68,4	16	21,8	134,8	150,8	184,8	101,8	135,0	149,8
Porretta	352	11,4	21,4	35	51,2	82,6	67	63	26	36,8	130,0	156,0	211,5	242,0	242,0	312,8
Vergato	193	15,4	28,6	34,2	51,4	68,4	19,6	58,6	16,2	21,6	78,2	94,4	123,4	127,0	155,0	174,0

Le precipitazioni orarie sono state inferiori ai 30 mm/h in tutte le stazioni, i valori più elevati si sono registrati nelle stazioni di crinale appenninico per le piogge di durata 24 ore, sebbene con tempi di ritorno intorno ai 20 anni a Montecuto delle Alpi, inferiori a 10 anni in tutte le altre stazioni. **Le cumulate totali dell'evento sono invece state notevoli, con 472,4 mm a Montecuto delle Alpi, superiore ai massimi storici di pioggia in più giorni consecutivi registrati nel periodo 1924-2019, 326,4 mm a Treppio e 256 mm a Pracchia.**

Lo scioglimento del manto nevoso presente al suolo all'inizio dell'evento ha apportato un contributo al volume della piena non trascurabile, stimabile da modello in circa 25-30 mm di pioggia equivalente media su tutto il bacino (vedi § 3.1.), generando anche una pressoché totale saturazione iniziale dei suoli, che ha favorito il rapido accrescimento del fenomeno di piena.

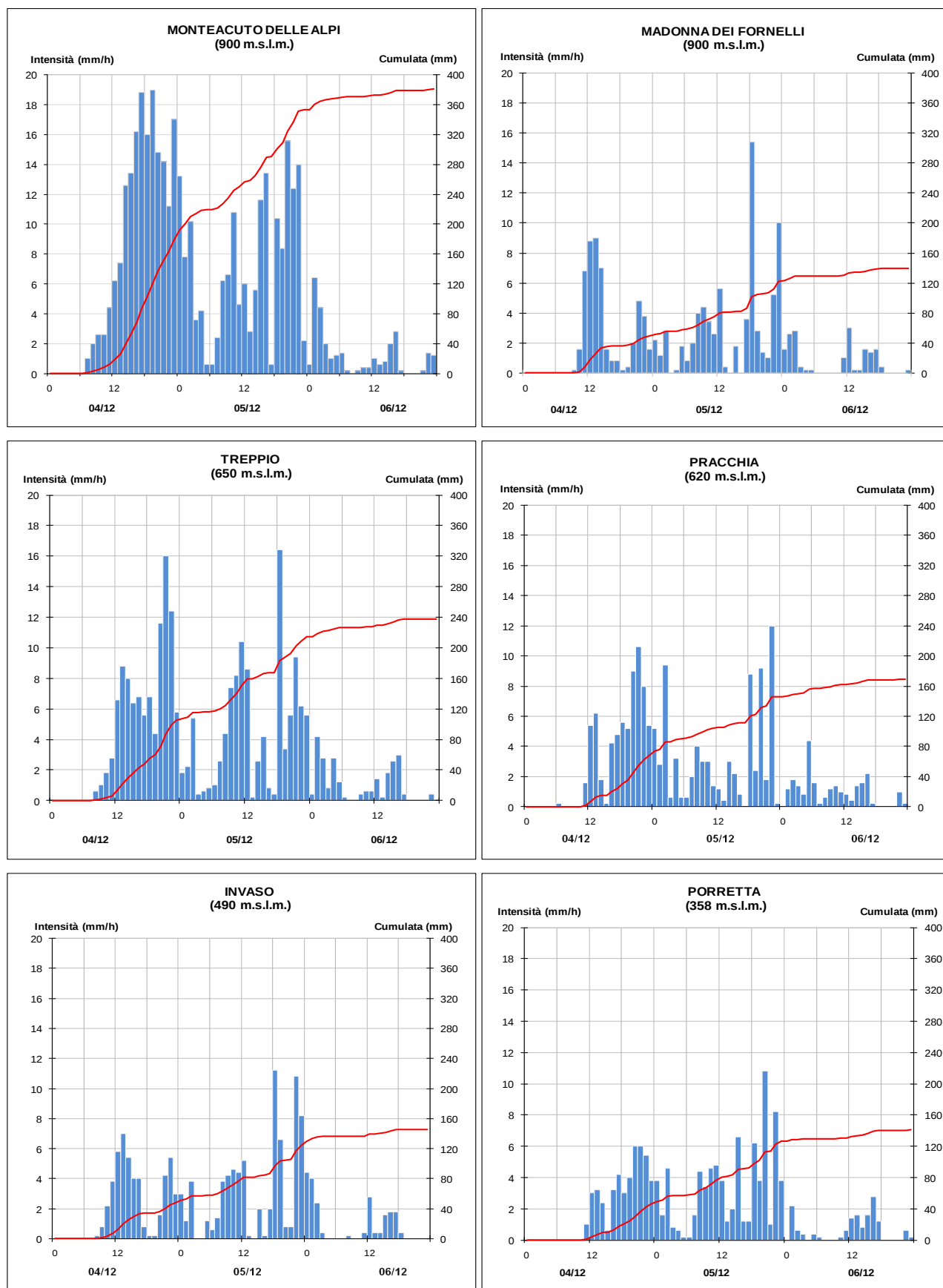


Figura 42: Andamento delle precipitazioni orarie e cumulate nelle stazioni più significative del bacino del Reno (dati validati)

3.5.2. La propagazione della piena sul fiume Reno

I primi innalzamenti dei livelli idrometrici nelle sezioni montane del Reno si sono registrati nella sera del 4 dicembre, raggiungendo nella notte colmi superiori alla soglia 2 solo nella sezione di Silla, dove le cumulate di precipitazione nel bacino sotteso con il pluviometro di Monteacuto delle Alpi avevano raggiunto i 200 mm già alla mezzanotte del 4.

La diga di Suviana sul Limentra di Treppio ha contribuito significativamente alla laminazione della piena proveniente da monte: come è possibile osservare nella Figura 43 infatti, prima dell'inizio della dell'evento l'invaso è stato portato ad una quota di circa 460 m s.l.m, inferiore a quella consentita di 466,00 m nel periodo autunno-invernale, dal protocollo siglato tra Regione, Prefettura ed Enel ai fini della laminazione delle piene. **Durante l'evento è stato pertanto possibile laminare gran parte della piena del Limentra di Treppio, con il contenimento di un volume di circa 12,85 milioni di mc in diga.** All'approssimarsi della quota di massimo invaso di 470,00 m s.l.m., a precipitazioni esaurite, il 10 dicembre sono iniziate le operazioni di alleggerimento dell'invaso in coda di piena.

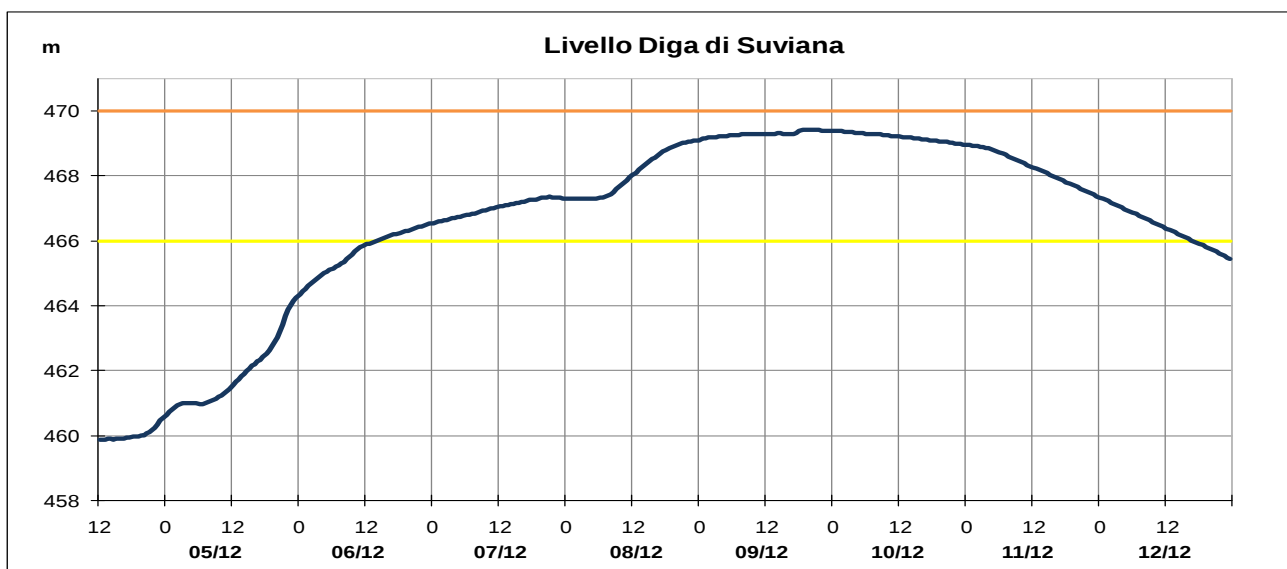


Figura 43: Andamento del livello della Diga di Suviana durante la piena (dati validati).

I due successivi colmi di piena del pomeriggio del 5 e della notte tra il 5 ed il 6 dicembre, in corrispondenza dei relativi impulsi di precipitazione a breve distanza, si sono innestati l'uno sull'esaurimento dell'altro creando un progressivo innalzamento dei livelli, che hanno raggiunto il colmo di **3,77 m a Vergato alle ore 22:00 del 5 dicembre, e 1,83 m a Casalecchio Chiusa alle ore 3:00 del 6 dicembre, entrambi superiori alle soglie 2.** La portata al colmo di piena stimata a Casalecchio è di circa 750 m³/sec.

Come è possibile osservare negli idrogrammi di piena illustrati in Figura 44, le onde di piena si sono lentamente esaurite nel tratto montano nei giorni 6 e 7 dicembre, mantenendosi prossimi alla soglia 1 a Vergato e Casalecchio (vedi Figura 44). In queste condizioni la persistenza delle precipitazioni nei giorni 7 e 8 dicembre è stata in grado di generare nuovi colmi di piena, inferiori alla soglia 2 sia a Vergato che a Casalecchio, con una lenta fase di esaurimento che si è prolungata fino al 9 dicembre ed oltre.

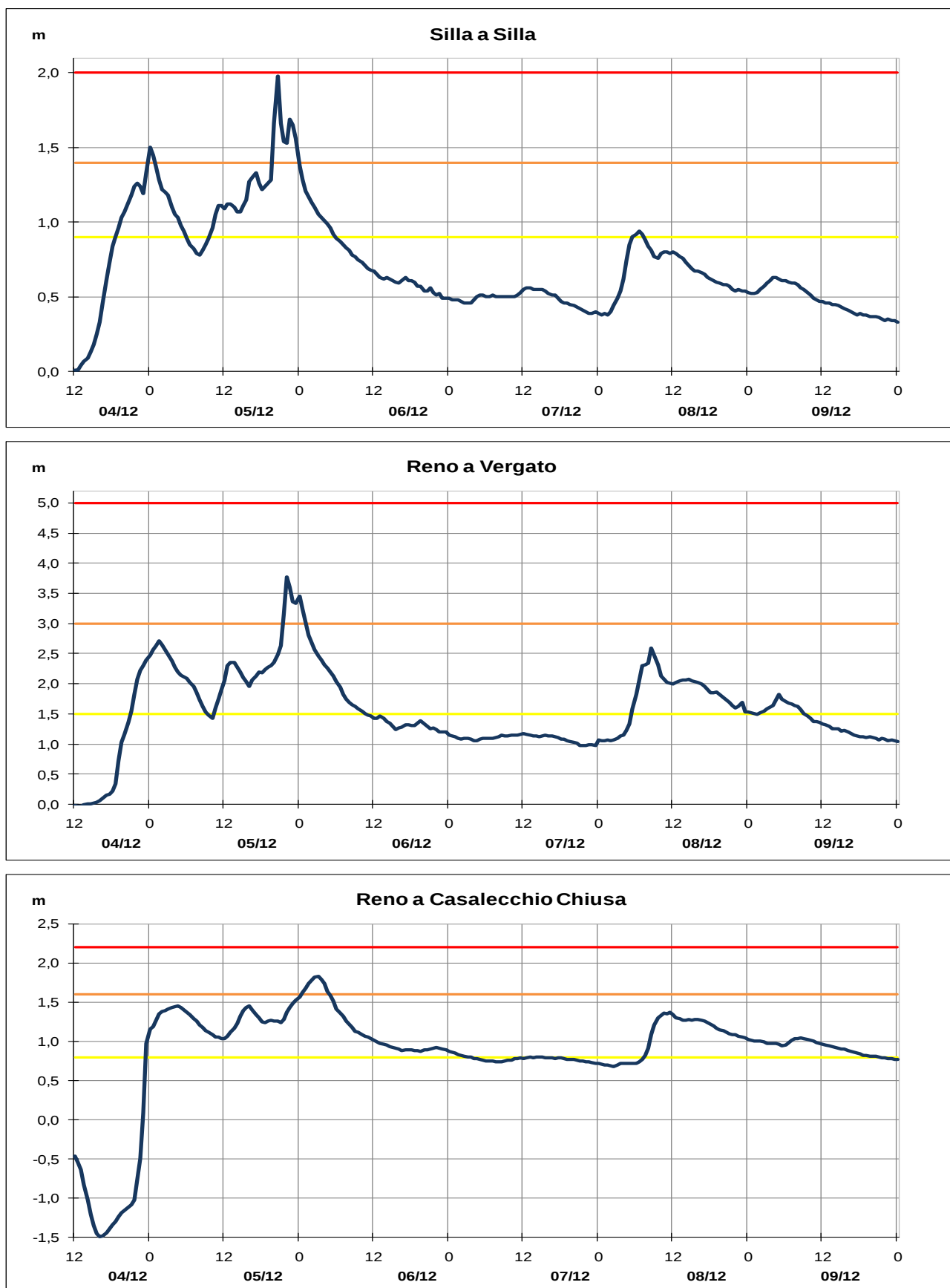


Figura 44: Idrogrammi di piena nelle sezioni più significative del bacino montano del Reno (dati validati).

I tre colmi di piena del 5 e 6 dicembre, ravvicinati ma ancora distinti nel tratto montano, si sono progressivamente sommati nel tratto vallivo (vedi Figura 45), facendo raggiungere un livello al colmo di **11,33 m alle ore 7:30 del 6 dicembre a Bonconvento, prossimo alla soglia 3** ed inferiore alla soglia di sfioro nella cassa di espansione di Bagnetto. Sull'esaurimento della piena, l'8 dicembre alle ore 19:30 si è registrato a Bonconvento un successivo colmo proveniente da monte, con un livello di 9,83 m, poco superiore alla soglia 2, che ha prolungato il rientro della piena nella sezione al di sotto di tutte le soglie fino al 10 dicembre.

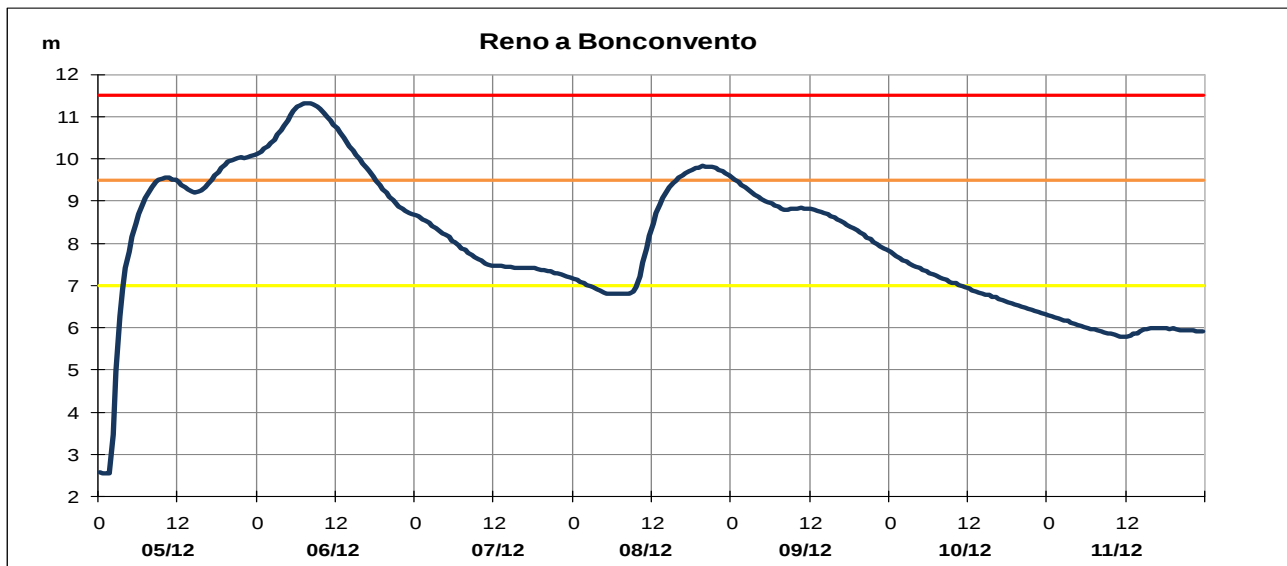


Figura 45: Idrogramma di piena nella sezione di Bonconvento.

A valle di Bonconvento, grazie anche al modesto contributo del torrente Samoggia, la piena ha fatto registrare **un colmo a Cento di 8,31 m alle ore 12:00 del 6 dicembre, prossimo alla soglia 3.**

Al fine di abbassare il colmo nel tratto arginato più a valle, è stata eseguita la manovra di scolmo della piena in Cavo Napoleonico, iniziata alle ore 01:30 del 6 dicembre e conclusa intorno alle ore 24:00 del 6 dicembre, come è possibile osservare dall'andamento dei livelli ad Opera Reno e Secondo Salto sul Cavo, illustrato in Figura 46.

L'effetto di laminazione è ben visibile dal confronto tra l'idrogramma di piena nella sezione di Cento e l'idrogramma **nella sezione di Gallo, a valle del Cavo, dove il colmo ha raggiunto 11,97 m alle ore 7:30 del 7 dicembre, prossimo alla soglia 2.**

Il nuovo colmo di piena del 9 dicembre ha fatto registrare nella sezione di Cento un livello massimo di 7,20 m alle 2:00, che si è propagato verso valle senza alcuna manovra di scolmo in cavo, raggiungendo nella sezione del Gallo un livello di 11,79 m alle ore 00:00 del 10 dicembre, di altezza paragonabile al colmo del 7 dicembre (Figura 46).

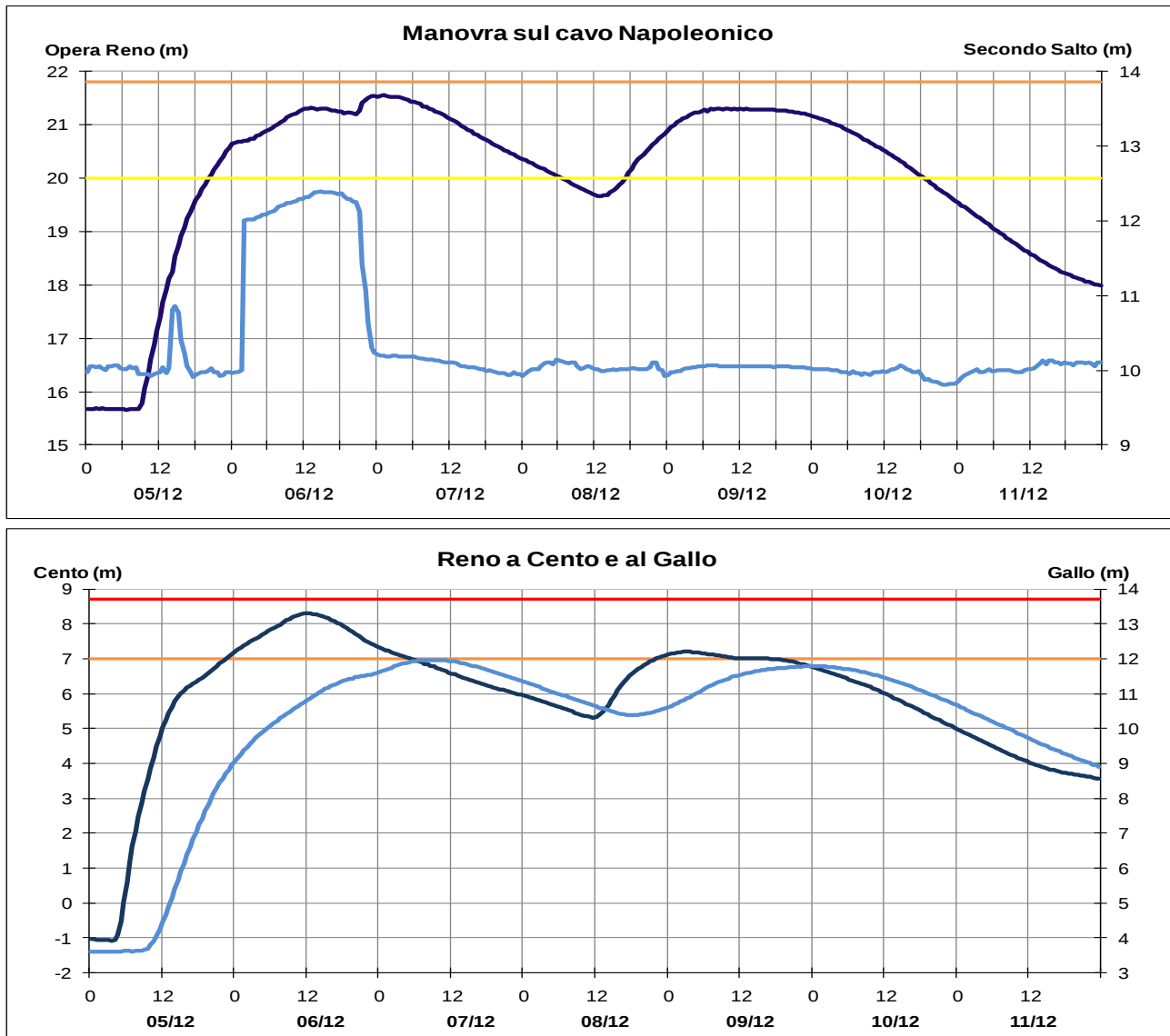


Figura 46: Idrogrammi di piena nelle sezioni di Opera Reno e Secondo Salto sul Cavo Napoleonico, e di Cento e Gallo dai quali è visibile la manovra di scolmo e l'effetto della di laminazione della piena (dati validati).

Più a valle, nella sezione di **Gandazzolo**, il **primo colmo di piena è transitato alle 14:30 del 7 dicembre, con un livello massimo di 15,58 m** e, dopo una fase di esaurimento che ha portato i livelli poco sotto alla soglia 2 per circa 24 ore, il secondo colmo di piena ha raggiunto 15,39 m alle ore 2:00 del 10 dicembre (vedi Figura 47), prolungando il rientro dei livelli al di sotto di tutte le soglie oltre l'11 dicembre.

Il perdurare di livelli idrometrici sostenuti sul Reno a Gandazzolo ha comportato la **chiusura delle porte vinciane sul Savena abbandonato per oltre 5 giorni**, dalle ore 00:00 del 6 alle ore 12 del 10 dicembre, ben visibile nel confronto tra gli idrogrammi nella Figura 47.

La mancanza di apporti significativi da parte degli affluenti di destra ha fatto registrare nella sezione di **Bastia due colmi successivi di 7,51 m alle 18:30 del 7 dicembre, e di 7,64 m alle ore 8:00 del 10 dicembre**, entrambi inferiori alla soglia 1.

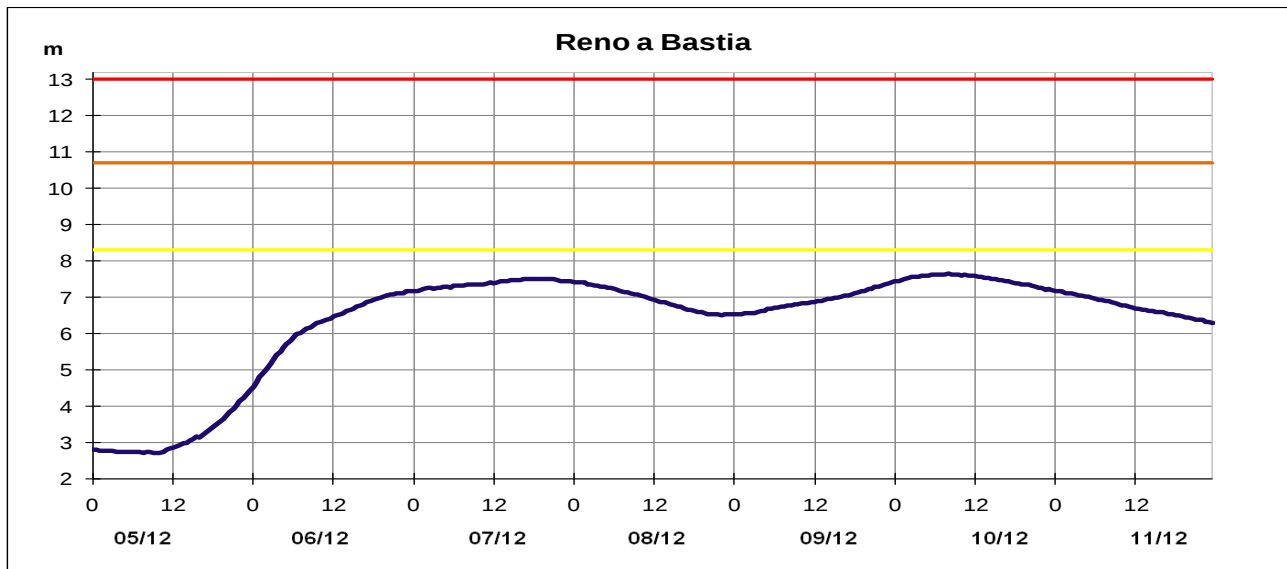


Tabella 13: Punte massime raggiunte in tutte le sezioni teleidrometriche del fiume Reno e dei suoi affluenti montani nella piena del 4-8 dicembre 2020, in rosso i livelli superiori alla soglia 2 (dati validati)

Fiume RENO									
Denominazione del SENSORE	Distanze		Livelli rif.	Punta max registrata			Tempi		
	parziali	progres.	soglia 2	H idr.ca	gior.	ora	parziali	progres.	
origine	0,0	0,0							
PRACCHIA	12,4	12,4	1,30	1,37	5	22:30	-	00:00	
PORRETTA	13,5	25,9	11,00	10,83	5	23:00	00:30	00:30	
confluenza Silla	3,0	28,9							
VERGATO	17,1	46,0	3,00	3,77	5	22:00	-	00:00	
PANICO 1 Reno	14,2	60,2	1,40	1,82	6	0:00	02:00	02:00	
confluenza Setta	5,4	65,6							
CASALECCHIO CH.	11,8	77,4	1,60	1,83	6	3:00	03:00	05:00	
CASALECCHIO TV.	1,2	78,6	2,30	2,53	6	3:30	00:30	05:30	
BONCONVENTO	16,8	95,4	9,50	11,33	6	7:30	04:00	09:30	
SOSTEGNO	8,1	103,5	26,50	27,99	6	10:30	03:00	12:30	
BAGNETTO	2,4	105,9	25,50	26,92	6	11:00	00:30	13:00	
confluenza Samoggia	0,1	106,0							
CENTO	5,1	111,1	7,00	8,31	6	12:00	01:00	14:00	
DOSSO	6,5	117,6	10,80	10,35	6	13:30	01:30	15:30	
OPERA RENO	2,3	119,9	21,80	21,57	7	1:00	11:30	27:00	
GALLO	15,9	135,8	12,00	11,97	7	8:30	07:30	34:30	
confluenza Navile	4,0	139,8							
GANDAZZOLO	4,6	144,4	14,80	15,56	7	14:30	06:00	40:30	
BECCARA N.	21,3	165,7	11,00	8,43	7	17:30	03:00	43:30	
confluenza Idice-Sillaro	2,8	168,5							
BASTIA	0,3	168,8	10,7	7,51	7	18:30	01:00	44:30	
confluenza Santerno	6,9	175,7							
confluenza Senio	11,4	187,1							
sbocco in mare	17,9	205,0							

Torrente SILLA									
Denominazione del SENSORE	Distanze		Livelli rif.	Punta max registrata			Tempi		
	parziali	progres.	soglia 2	H idr.ca	gior.	ora	parziali	progres.	
origine	0,0	0,0							
SILLA	17,0	17,0	1,40	1,98	5	20:30			
sbocco in Reno	0,9	17,9							

Torrente SETTA									
Denominazione del SENSORE	Distanze		Livelli rif.	Punta max registrata			Tempi		
	parziali	progres.	soglia 2	H idr.ca	gior.	ora	parziali	progres.	
origine	0,0	0,0							
confluenza Sambro	26,5	26,5							
SASSO MARCONI	15,0	41,5	2,00	1,85	6	01:00	-	00:00	
sbocco in Reno	0,5	42,0							

3.5.3. Gli effetti connessi al passaggio della piena sul fiume Reno e i suoi affluenti.

I ripetuti impulsi di precipitazione a carattere temporalesco, insieme ai conseguenti innalzamenti dei livelli idrometrici sul fiume Reno e sugli affluenti del bacino montano, hanno causato la fuoriuscita di numerosi fossi in montagna, con conseguenti allagamenti, nonché fenomeni di intensa erosione spondale, con danni alle infrastrutture viarie. Si segnalano in particolare (dati forniti dall'Agenzia per la sicurezza territoriale e la protezione civile):

- Danni al manto stradale per erosione a Pianaccio e Montecauto.
- Erosione in sponda destra sulla strada comunale 152 Bocca nord, ed asportazione del manto stradale sulla strada comunale 26 a Castel di Casio
- Esondazione del Canale del Maglio, con allagamento di strade e stabilimenti industriali a Sasso Marconi.
- Erosioni lungo il rio della Torricella a Monghidoro.

4. I fenomeni franosi ed i relativi effetti sul territorio regionale

Le precipitazioni che hanno interessato l'Emilia-Romagna fra il 4 e l'8 dicembre hanno indotto diversi movimenti franosi prevalentemente nel settore centro-occidentale della regione dove, come illustrato nel § 3.1, alla pioggia si è sommato un significativo scioglimento della neve già presente al suolo all'inizio dell'evento. A tale proposito, si rimarca che la fusione del manto nevoso, che per altro in Emilia alle quote più alte non si è esaurita al momento della stesura del presente rapporto, può avere effetti sia nel breve sia nel medio periodo (in termini di attivazioni di frane lungo l'arco della stagione invernale-primaverile). Dalle date di attivazione disponibili si evince che la maggior parte dei movimenti franosi si è verificata il 5 e il 6 dicembre, si hanno tuttavia notizie di frane anche nei giorni successivi, fino a circa la metà del mese di dicembre. Ad oggi gli effetti a più lungo termine, che pur non si escludono, sono invece difficilmente ponderabili.

Premesso che il quadro dei movimenti franosi nelle aree non antropizzate non è al momento completo, la maggior parte delle frane di cui si ha notizia ha interessato le infrastrutture viarie, dove numerosi sono stati i casi di crisi del sistema di drenaggio superficiale. Diversi sono stati anche i crolli e le cadute di massi che hanno interessato pareti rocciose prospicienti la viabilità comunale e provinciale.

4.1. Provincia di Piacenza

La maggior parte dei dissesti si sono verificati nella zona dell'alto Appennino, ed in particolare nel comune di Ferriere, dove vengono segnalate diverse frane lungo il reticolo viario provinciale (SP 18 di Zerba, SP 586R della Val d'Aveto e SP 654R di Val Nure, vedi Figura 48). Fra queste vale la pena rammentare una riattivazione localizzata della frana de I Folli, attivatasi a novembre 2019.



Figura 48: Tipologia di fenomeni franosi che hanno interessato la viabilità provinciale piacentina: SP 654R di Val Nure km 51+000 (in alto a sinistra), SP 586R della Val d'Aveto km 3+200 (in alto a destra) e SP 18 di Zerba (in basso) (foto in alto: Agenzia Regionale di Protezione Civile. In basso: foto da Piacenza sera.it del 5/12/2020).

Per quanto riguarda invece la rete stradale comunale, particolari disagi si sono avuti sulla strada di Dezza (vedi Figura 49), frazione del comune di Bobbio, dove la mattina del 6 dicembre fango, neve e detriti si sono riversati sulla carreggiata bloccando la circolazione. La strada è stata aperta dopo qualche ora, ma fenomeni di instabilità sono proseguiti anche nei giorni successivi.



Figura 49: Movimento franoso lungo la strada comunale di Dezza che conduce al Passo del Brallo (comune di Bobbio) (foto Agenzia regionale per la sicurezza territoriale e la protezione civile).

4.2. Provincia di Parma

Modeste sono le segnalazioni attualmente disponibili per il territorio parmense, dove si ha notizia di una riattivazione localizzata di un fenomeno di versante in località Le Vignole (comune di Borgo Val di Taro) e di una in località Rocchette di Maiatico (comune di Sala Baganza).

4.3. Provincia di Reggio Emilia

In provincia di Reggio Emilia è stato particolarmente interessato il comune di Villa Minozzo dove, in seguito alle abbondanti precipitazioni che hanno interessato il territorio fra il 5 e 6 dicembre, si sono registrati due eventi franosi rispettivamente lungo la strada comunale per Garfagno e lungo la strada Morsiano–Romanoro (vedi Figura 50). Sempre in comune di Villa Minozzo, da collegare alla fusione del manto nevoso, è segnalata la riattivazione della frana storicamente nota lungo il Rio della Costa, avvenuta il 12 dicembre all'altezza della località Case della Costa (vedi Figura 51). Il movimento franoso, costituito in prevalenza da un colamento di fango, su cui è stato installato un sistema di monitoraggio, ha interessato la zona a monte della strada comunale Gova–Morsiano (via Monte le Bore), la quale in via precauzionale è stata comunque chiusa al traffico.

Altri eventi franosi sono stati segnalati lungo la rete stradale provinciale e precisamente lungo la SP 7 “Pratissolo – Felina” all'altezza del bivio con la SP 64 a Montefaraone (comune di Carpineti), ancora lungo la SP 7 “Pratissolo–Felina” nei pressi del Ristorante Piccolo Mare a Rondinara (comune di Scandiano) e lungo la SP 79 “Cerezzola-Trinità-Gombio-Feriolò” a Gombio (comune di Castelnovo né Monti).



Figura 50: Cedimento della sede stradale lungo la SC Morsiano-Romanoro (comune di Villa Minozzo) (foto da Reggionline.com del 6/12/2020).



Figura 51: Immagini da drone della riattivazione della frana del Rio della Costa (comune di Villa Minozzo) (foto di G. Bertolini, Agenzia regionale per la sicurezza territoriale e la protezione civile).

4.4. Provincia di Modena

Anche nel territorio modenese le frane hanno particolarmente interessato il sistema stradale principale con segnalazioni lungo diverse strade provinciali. Fra queste si ricordano gli eventi franosi che hanno interessato la SP 21 di Serramazzoni nei pressi dell'abitato di Prignano (comune di Prignano sulla Secchia), la SP 35 di Fontanaluccia a Madonna di Pietravolta e la SP 486 di Montefiorino presso il Rio Palancato (entrambi in comune di Frassinoro) (vedi Figura 52). Mentre le frane in comune di Frassinoro sono databili al 5-6 dicembre, quella avvenuta in comune di Prignano sulla Secchia si è attivata l'11 dicembre ed è probabilmente da ricollegare alla rottura di una condotta idrica a monte della strada.



Figura 52: SP 21 nei pressi dell'abitato di Prignano (in alto a sinistra); SP 35 a Madonna di Pietravolta (in alto a destra); SP 486 presso il Rio Palancato (in basso a sinistra); frana da crollo in comune di Montese (in basso a destra) (foto Agenzia regionale per la sicurezza territoriale e la protezione civile e Gazzetta di Modena).

Per quanto riguarda le strade comunali è da segnalare la caduta di alcuni massi lungo la SC Montese-Villa D'Aiano-Zocca (via Pescaroggio) nei pressi del Ponte di Rosola avvenuta il 5 dicembre (vedi ancora Figura 52).

4.5. Provincia di Bologna

In provincia di Bologna si sono verificati diversi movimenti franosi di modesta entità, che hanno interessato prevalentemente il reticolo viario comunale del medio-alto Appennino; criticità sono state segnalate soprattutto nei comuni di Grizzana Morandi, Lizzano in Belvedere, Monghidoro, Monzuno e San Benedetto Val di Sambro.

In particolare, a Gaggio Montano un movimento franoso in località Sassuriano, frazione di Silla, ha coinvolto l'ex SS 64 con rischio isolamento per la caserma dei VVFF e per l'annesso eliporto. A Lizzano in Belvedere una frana in località Chiesina Farné ha interrotto la viabilità comunale isolando alcune abitazioni; ulteriori dissesti sono segnalati a Monteacuto, Prato Villa e Terrarossa. Interrotta la strada di accesso al depuratore HERA in comune di San Benedetto Val di Sambro.



Figura 53: Uno dei movimenti franosi che hanno interessato il Comune di Lizzano in Belvedere (foto: il Resto del Carlino del 7/12/2020).

4.6. Provincia di Forlì Cesena

Alcuni movimenti franosi sono stati segnalati nei comuni di Bagno di Romagna (si veda Figura 54), Roncofreddo e Sarsina.



Figura 54: movimenti franosi a Vessa (a sinistra) e lungo la SC Santo Stefano (a destra), comune di Bagno di Romagna (foto Agenzia regionale per la sicurezza territoriale e la protezione civile).

4.7. Provincia di Ravenna

Dalla provincia di Ravenna sono pervenute segnalazioni dal comune di Casola Val Senio interessato da due eventi franosi uno in via dei Mulini, dove il crollo di un muro di proprietà privata ha temporaneamente ostruito la carreggiata, e uno in via Capanni, dove un masso è caduto sulla sede stradale interrompendo momentaneamente la circolazione.

4.8. Provincia di Rimini

Diffusi dissesti sono stati segnalati anche in Provincia di Rimini; fra quelli di cui si ha avuto notizia ricordiamo la colata che la mattina del 5 dicembre ha interrotto la SP8 “Santagate” al km 18 km 17+500 nei pressi del ponte sul torrente Marecchiola (vedi Figura 55) e la frana che ha interessato via Colombarina, in comune di Poggio Torriana, causandone la deformazione ed il parziale cedimento.



Figura 55: Colata lungo la SP8 “Santagate”, comune di Sant’Agata Feltria (foto da giornalediriccione.com del 5/12/2020).

Si riportano inoltre anche due movimenti gravitativi più estesi che hanno interessato alcuni versanti. Una riattivazione localizzata all’interno di una frana molto estesa ha lambito la strada comunale per Ugrigno (comune di Sant’Agata Feltria) nei pressi del cimitero per un tratto di circa 50 m interessando anche una linea aerea Telecom (vedi Figura 56). A Soanne (comune di Pennabilli) la riattivazione di una frana lungo il Fosso della Ruvina ha invece interrotto la SC Soanne-Cavedale (sempre in Figura 56).



Figura 56: Movimento franoso in località Ugrigno (a sinistra) e in località Soanne (a destra) (foto Agenzia regionale per la sicurezza territoriale e la protezione civile).

5. Analisi della mareggiata e dei relativi effetti sul territorio regionale

5.1. Altezza dell'onda e del livello del mare

A partire dall'1 dicembre l'alto Adriatico è stato interessato da intense correnti di scirocco, che si sono prolungate per più giorni. In questa configurazione meteorologica la situazione marina è stata caratterizzata da due eventi di mareggiata consecutivi. La Figura 57 riporta l'andamento dell'altezza e della direzione dell'onda misurati dalla Boa Nausicaa posizionata al largo di Cesenatico. Come visibile in figura, il primo evento di mareggiata di breve durata si è verificato il giorno 2 dicembre con un'altezza d'onda massima significativa superiore ai 2 m, mentre tra i giorni 4 e 7 dicembre si denota un'ulteriore mareggiata con inferiore intensità ma di notevole durata. La boa ondometrica ha registrato un massimo dell'altezza d'onda significativa di 2.72 m alle ore 5:22 locali del 2 dicembre con direzione media di provenienza pari a 66°N . Un successivo innalzamento dell'altezza d'onda dal giorno 4 dicembre ha portato al raggiungimento di un valore massimo di 1.91 m alle ore 10:36 locali del 5 dicembre, con direzione media dell'onda pari a 84°N .

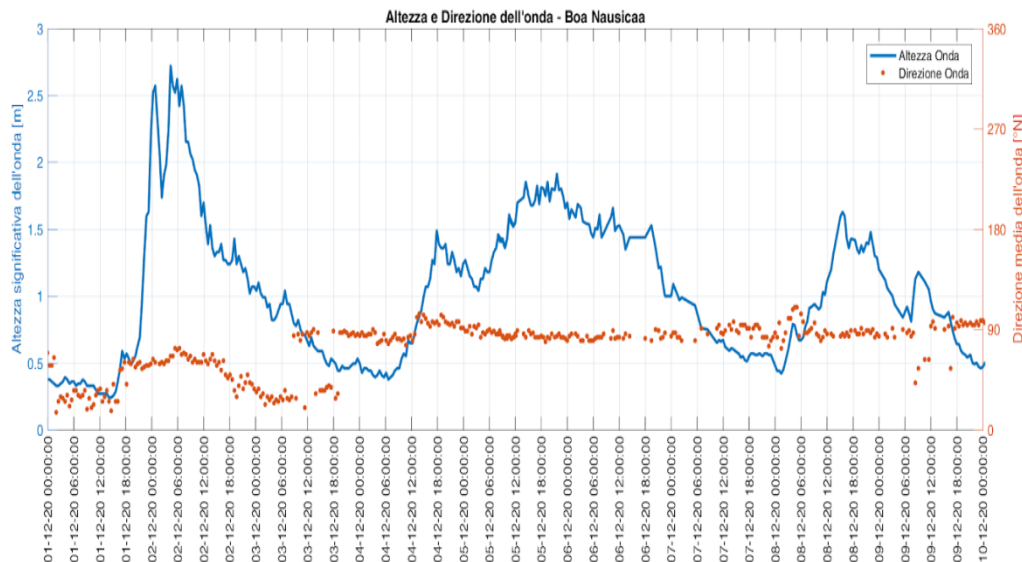


Figura 57: Altezza significativa e direzione dell'onda registrata dalla boa dell'Emilia-Romagna Nausicaa installata al largo di Cesenatico nel periodo 1-10 dicembre 2020. Gli orari sono in UTC (ora locale -1).

In concomitanza a tale situazione ondosa, il mareografo di Porto Garibaldi ha rilevato un innalzamento del livello del mare tra il 5 e il 7 dicembre, legato all'evento meteorologico del periodo. L'andamento del livello del mare misurato dalla stazione di Porto Garibaldi e riportato in Figura 58 mostra livelli superiori a 0.90 m e 1 m tra il 5 e il 7 dicembre e rileva un picco massimo di livello pari a 1.12 m alle ore 00:10 locali del 6 dicembre. Dal grafico si può inoltre notare come tale innalzamento del livello abbia interessato anche i giorni successivi al 7 dicembre, raggiungendo un ulteriore picco massimo pari a 1.23 m alle ore 15:20 locali del giorno 8 dicembre, in concomitanza con il fenomeno dell'acqua alta a Venezia.

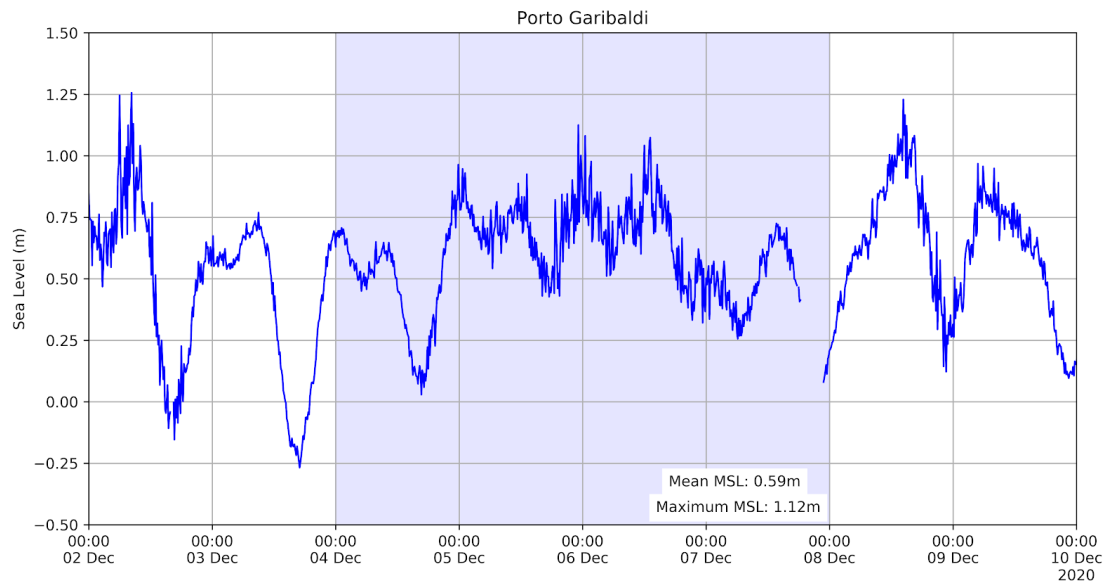


Figura 58: Livello del mare registrato dal mareografo di Arpae installato presso Porto Garibaldi (Ferrara) per il periodo 2-10 dicembre 2020. Gli orari sono in UTC (ora locale -1).

5.2. Gli effetti dalla mareggiata

Sebbene le condizioni ondose non fossero particolarmente intense per le nostre spiagge, la concomitanza con un notevole innalzamento del livello del mare superiore a 1m per il periodo 4-8 dicembre ha innescato fenomeni erosivi su gran parte del litorale dell'Emilia-Romagna, riassunti nei paragrafi seguenti.

5.2.1. Provincia di Ferrara

Nel Ferrarese si è verificata una fortissima erosione con arretramento significativo della linea di costa di tutto il litorale. Gli eventi hanno determinato non solo la perdita degli argini invernali a difesa degli stabilimenti balneari, ma hanno modificato il profilo dell'arenile fino a determinare la scomparsa della spiaggia emersa erodendo la difesa a mare, con un arretramento complessivo medio di almeno 20-30 metri fronte mare a Lido di Volano (Figura 59), Lido delle Nazioni (Figura 60, Lido Pomposa, Lido di Spina (Figura 59) ed in corrispondenza del faro di Gorino.



Figura 59: Bagno Isa –Fronte di erosione prossimo all'argine di difesa in sabbia che corre lungo tutta la pineta di Volano, con creazione di falesia di altezza massima di circa 2 m, falesie prodotte a seguito di erosione di argini invernali al Lido di Volano e totale scomparsa della prima linea di difesa a mare (fonte Protezione Civile)



Figura 60: Erosione totale degli argini invernali al Lido delle Nazioni e riduzione della prima linea di difesa a mare (sinistra.) Falesia di erosione nella spiaggia al Lido di Spina (destra). (fonte Protezione Civile)

5.2.2. Provincia di Ravenna

Il territorio della provincia di Ravenna è stato interessato da elevati livelli di marea e moto ondoso, che hanno provocato l'erosione della duna costiera invernale a protezione degli stabilimenti e dell'abitato nella zona di Lido Adriano e Lido di Savio a Ravenna, e nella zona di Milano Marittima e Cervia (Figura 61).

Dalla rassegna stampa emerge inoltre l'affondamento di un peschereccio a Marina di Ravenna che ha richiesto l'intervento della Capitaneria e dei Vigili del Fuoco.



Figura 61: Erosione a Lido Adriano, Ravenna (sinistra) e a Cervia (destra) (fonte Protezione Civile)

5.2.3. Provincia di Forlì-Cesena

A partire dalla sera del 4 dicembre tutto il litorale è stato interessato dalla forte mareggiata, che ha causato un arretramento ed abbassamento del piano spiaggia in tutti i comuni litoranei: Cesenatico, Gatteo, Savignano sul Rubicone e San Mauro Pascoli, con abbattimento o forte erosione al piede delle dune invernali (Figura 62).



Figura 62: – Cesenatico loc. Ponente, duna abbattuta fronte colonie 12 stelle, a sinistra, San Mauro Mare, abbassamento del piano spiaggia, a destra (fonte Protezione Civile)

5.2.4. Provincia di Rimini

Anche nel Riminese si segnalano fenomeni di erosione della spiaggia che hanno pesantemente intaccato la duna di protezione, in particolar modo, nei tratti costieri di Misano Adriatico e Riccione (Figura 63).



Figura 63: – Erosioni nel Riminese (fonte Protezione Civile)

6. Attività di previsione e monitoraggio del Centro Funzionale

Per l'evento in esame, dal 3 al 10 dicembre 2020 il Centro Funzionale della Regione Emilia-Romagna ha emanato 7 allerte meteo idrogeologiche idrauliche, tutte scaricabili dal portale allertamento all'indirizzo:

<https://allertameteo.regione.emilia-romagna.it/allerte-e-bollettini>

La prima allerta è stata emessa giovedì 3 dicembre, per la giornata di venerdì 4 (Allerta n° 093/20202), con previsione di codice arancione per temporali e giallo per criticità idrogeologica e idraulica sulle zone di allerta montane del settore centro-occidentale. L'allerta prevedeva anche codice giallo nelle sottozone di collina ed arancione nelle sottozone di crinale per vento, nonché codice arancione per criticità costiera e stato del mare sulla costa ferrarese, giallo sulla costa romagnola.

Venerdì 4 dicembre veniva emesso un nuovo aggiornamento dell'allerta, con validità a partire dalle ore 12 del 4 fino alle 24 del 5 dicembre (Allerta n° 094/2020), che nella descrizione dei fenomeni indicava: "A partire dal pomeriggio del 4 dicembre, sono previste precipitazioni diffuse nei settori centro-occidentali, più persistenti e intense sui crinali appenninici centro-occidentali dove potranno assumere anche carattere di rovescio. È prevista una ventilazione intensa meridionale sui crinali appenninici, e fascia pedemontana centro-occidentale e sul settore costiero settentrionale. Per la giornata del 5 dicembre è previsto lo spostamento dei fenomeni verso est con precipitazioni estese sui settori centrali e rovesci intensi sui crinali appenninici centrali. Sui rilievi centro-orientali e sul settore costiero settentrionale, è prevista ancora ventilazione intensa."

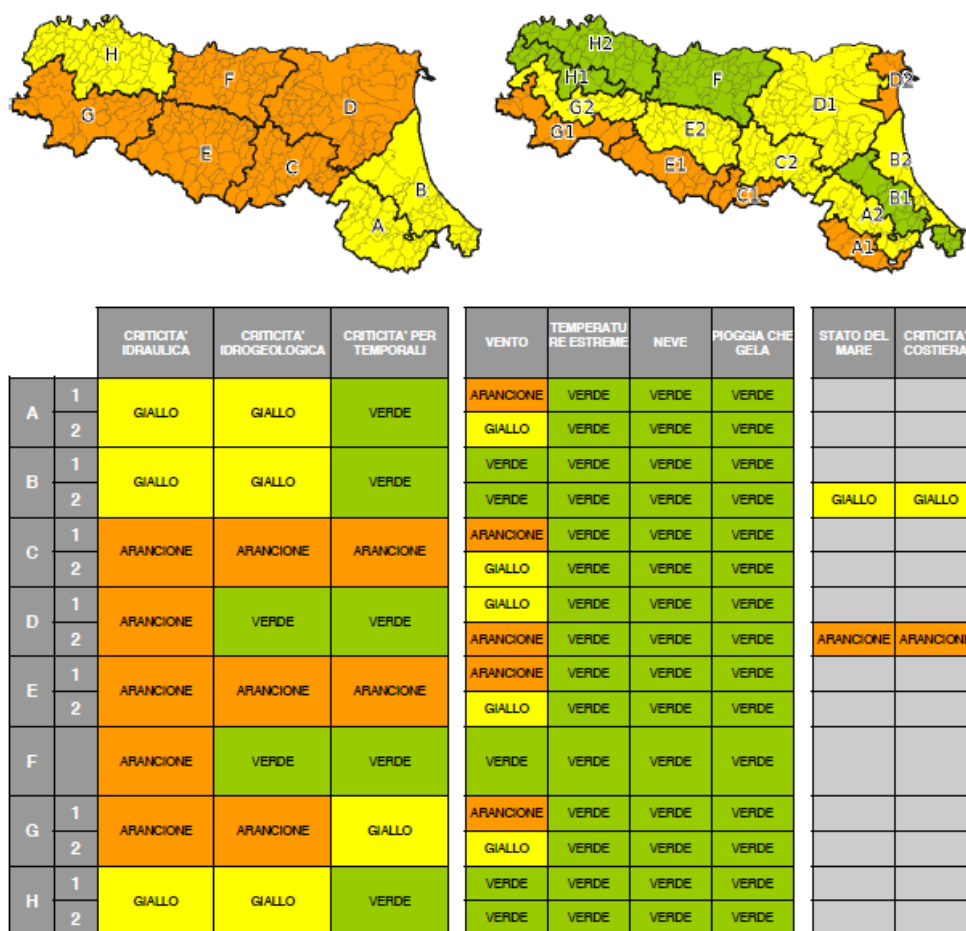


Figura 64: Allerta n°094/2020 valida dalle ore 12:00 del 4 alle ore 24:00 del 5 dicembre

L'allerta n° 094/2020 prevedeva di conseguenza per il 4-5 dicembre un codice arancione per temporali e per criticità idrogeologica e idraulica nelle zone appenniniche centro-occidentali, per vento nelle zone di crinale e per criticità costiera e stato del mare sulla costa settentrionale. Nella Figura 64 è illustrato il quadro completo dell'allerta.

Sabato 5 dicembre è stata emessa una terza allerta per il 6 dicembre (Allerta n° 095/2020), con codice arancione per criticità idraulica nelle zone di pianura centro-occidentali, per la propagazione delle piene nei tratti vallivi dei corsi d'acqua, dove erano previste le precipitazioni più intense, e codice giallo per criticità idrogeologica e idraulica sul resto della regione.

Domenica 6 dicembre, alla luce degli elevati livelli al colmo previsti nei tratti arginati di Secchia, Panaro e Reno, è stata aggiornata l'allerta con validità a partire **dalle ore 12 del 6 fino alle ore 24:00 del 7 dicembre (Allerta n° 096/2020), con criticità idraulica arancione sulla pianura bolognese e rossa sulla pianura reggiana e modenese**, anche in considerazione della rotta fluviale verificatasi in destra Panaro.

Lunedì 7 dicembre infine, alla luce della chiusura della rotta arginale sul Panaro, nonché dell'esaurimento delle piene nei tratti vallivi di Secchia, Panaro e Reno, è stata emessa ancora un'allerta **per la giornata dell'8 dicembre (Allerta n° 097/2020) con criticità idraulica arancione nella pianura modenese**, gialla sulle rimanenti zone centro-occidentali, per la persistenza di precipitazioni diffuse. L'allerta per criticità idraulica nella pianura modenese e bolognese è diventata progressivamente gialla nella giornata del 9 (Allerta n° 098/2020) per poi ritornare arancione il 10 dicembre (Allerta n° 099/2020) sulla pianure modenese e bolognese, per il transito della nuova onda di piena su Secchia e Reno.

A seguito dell'emissione dell'allerta arancione per criticità idraulica, a partire dal 4 dicembre il **Centro Funzionale ha attivato il presidio h24 per il monitoraggio e la previsione a breve termine degli eventi in corso, emettendo 12 bollettini di monitoraggio meteo-idrologico-idraulico in corso di evento, dal 5 all' 8 dicembre**, con una cadenza temporale da 4 a 12 ore, in funzione dell'evoluzione dei fenomeni e delle piene in atto sul territorio. La sequenza dei bollettini emessi è scaricabile dal portale allertamento della Regione Emilia-Romagna, all'indirizzo:

<https://allertameteo.regione.emilia-romagna.it/monitoraggio-eventi>

Il primo bollettino di monitoraggio (n° 005/2020/01), emesso il 5 dicembre alle 01:33 di notte, dava un riscontro di precipitazioni superiori a 100 mm in 12 ore, che avevano generato piene superiori alle soglie 2 nelle sezioni montane dell'Enza, e superiori alle soglie 1 nelle sezioni montane di Secchia, Panaro e Reno. Nel secondo e nel terzo bollettino (n° 005/2020/02 e n°005/2020/02), del 5 dicembre veniva prevista una ripresa delle precipitazioni sul crinale, con conseguente ulteriore incremento dei livelli idrometrici sui corsi d'acqua già interessati dalle piene. L'intensificazione delle precipitazioni che si è poi effettivamente verificata nelle ore successive, con più impulsi a carattere temporalesco che sia sul crinale che sulla media collina, ha fatto registrare cumulate maggiori di quelle previste, determinando incrementi rilevanti dei livelli idrometrici su Enza, Secchia, Panaro e Reno.

Nei bollettini seguenti è stata effettuata la previsione a breve termine dei colmi di piena nei tratti vallivi dei corsi d'acqua, inizialmente sottostimati anche a causa della sottostima dei quantitativi e della distribuzione spazio-temporale della precipitazione prevista dai modelli meteorologici, in input ai modelli di previsione idrologico-idraulici.

L'emissione dei bollettini di monitoraggio è stata temporaneamente chiusa la mattina dell'8 dicembre, quando la prima onda di piena del 5-6 dicembre si era esaurita nelle ultime sezioni vallive di Secchia e Reno, per riprendere già dal pomeriggio, con **il monitoraggio della seconda onda di piena, che dal 9 all'11 dicembre ha visto l'emissione di ulteriori 4 bollettini.**

7. APPENDICE

Legenda dei colori delle intensità del vento in riferimento alla scala Beaufort.

Valore scala Beaufort	Termine descrittivo	Velocità del vento medio in m/s
8	Burrasca moderata	17.2-20.7
9	Burrasca forte	20.8-24.4
10	Burrasca fortissima	24.5-28.4
11	Fortunale	28.5-32.6
12	Uragano	>= 32.7

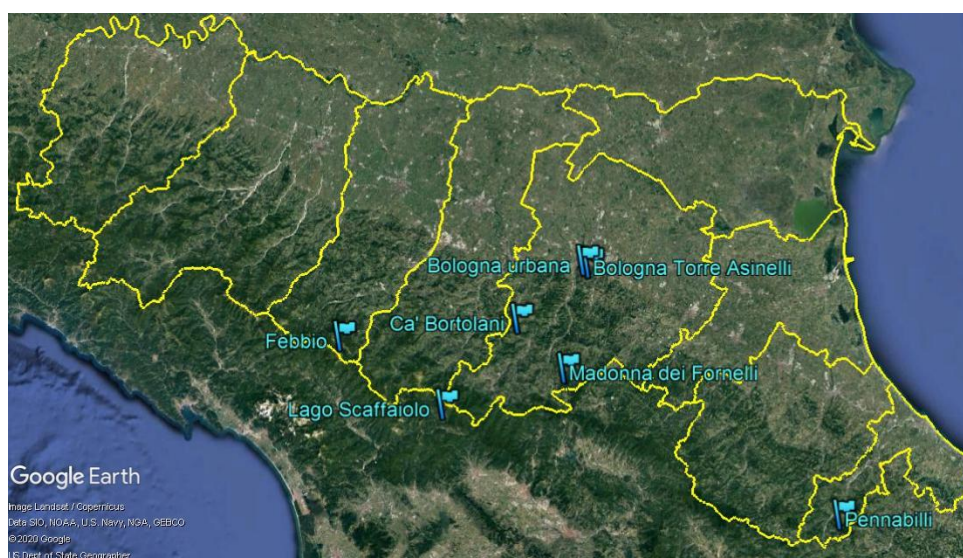


Figura 65: Posizione degli anemometri indicati in Tabella 3, Tabella 4 e Tabella 5.



Struttura Idro-Meteo-Clima

Viale Silvani, 6 – Bologna

051 6497511

<http://www.arpae.it/sim>