

Rapporto dell'evento meteorologico del 5 e 6 febbraio 2015



A cura di

***Unità Radarmeteorologia, Radarpluviometria,
Nowcasting e Reti non convenzionali***

Area Centro Funzionale e Sala Operativa Previsioni

Unità gestione Rete idrometeorologica RIRER

Area Idrografia e Idrologia

Area Modellistica Meteorologica Marina, unità mare e costa

BOLOGNA, 12/02/2015

RIASSUNTO

Nei giorni 5 e 6 febbraio una profonda depressione presente a ovest della Sardegna produce delle abbondanti nevicate fino a quote di pianura sul territorio emiliano; la caratteristica di neve bagnata causa rotture di tralicci elettrici, abbattimento di piante e conseguenti interruzioni di servizi. Le precipitazioni assumono un carattere di pioggia sul territorio ferrarese e sulla Romagna. Si determinano quindi delle piene dei fiumi romagnoli e affluenti di destra del Reno, con situazioni di allagamenti, ma dovuti a criticità del reticolo secondario. L'intensa circolazione da est sul mare Adriatico genera forti venti di bora e condizioni di mare molto agitato con altezze dell'onda sottocosta superiori a 4 metri; questo fenomeno, in combinazione con un livello del mare maggiore di 1 metro, produce una rovinosa mareggiata lungo tutta la costa regionale.

In copertina: Allagamenti a Cesenatico (foto a sinistra) e la nevicata a Bologna (foto a destra). Da "Il Resto del Carlino".

INDICE

RIASSUNTO	2
INDICE.....	3
1. EVOLUZIONE GENERALE E ZONE INTERESSATE	4
2. ANALISI DELL'EVOLUZIONE ALLA MESOSCALA SULL'EMILIA-ROMAGNA	5
3. CUMULATE DI PRECIPITAZIONE	9
4. ANALISI DELLA NEVE.....	12
5. LE PIENE DEI FIUMI ROMAGNOLI E DEGLI AFFLUENTI DI DESTRA DEL FIUME RENO	20
6. ANALISI DELLA MAREGGIATA E DELLE INGRESSIONI MARINE.....	27

1. Evoluzione generale e zone interessate

Nella giornata di giovedì 5 febbraio sul bacino del Mediterraneo è presente un profondo minimo depressionario posizionato ad ovest della Sardegna (Figura 1). Nelle ore successive della medesima giornata, la perturbazione trasla lentamente verso est. Sulla nostra regione il ramo caldo del minimo convoglia aria temperata proveniente dall'Adriatico sulla costa e le province orientali; viene così a costituirsi un promontorio di aria relativamente calda che manterrà valori superiori a 0°C fino a quote di circa 500-700 m in Romagna, confinando le nevicate fino alla pianura sul settore occidentale fino al modenese. In queste ore l'area del bolognese è una sorta di zona di transizione tra fenomeni di pioggia, pioggia mista a neve, temporanee nevicate.

Lo spostamento del minimo depressionario verso est nella giornata del 6 febbraio evidenzia, nella struttura della bassa troposfera, un aumento del gradiente di geopotenziale nel ramo orientale, che produce la configurazione di bora lungo la costa regionale (Figura 2).

La configurazione della perturbazione durante il giorno 6 febbraio ha mantenuto lo stesso profilo termico del giorno 5 su tutta la parte emiliana, spostando verso est il limite di influenza dell'aria fredda, interessando così la provincia bolognese. Ciò ha prodotto delle abbondanti nevicate anche nella città di Bologna, in particolare nelle prime ore del mattino. Il resto del territorio regionale (ferrarese, pianura e collina romagnola) è stato interessato sempre solo da piogge.

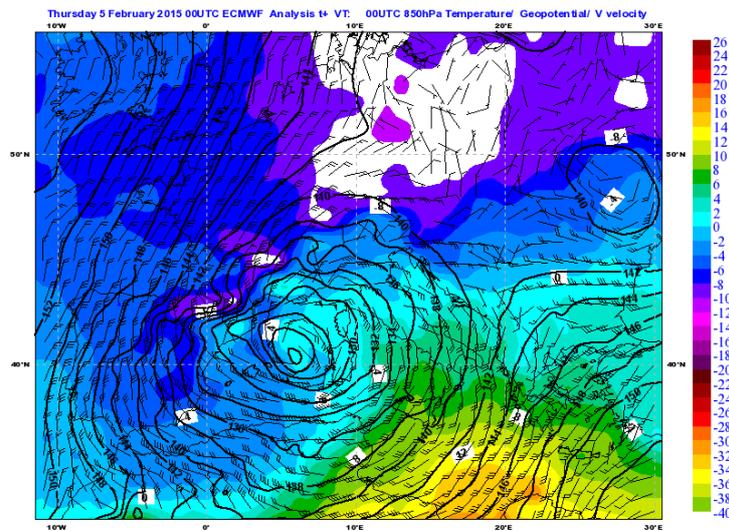


Figura 1: Mappa di analisi (da modello IFS-ECMWF) del campo di geopotenziale, temperatura e vento a 850 hPa del 05/02/2014 alle 00:00 UTC.

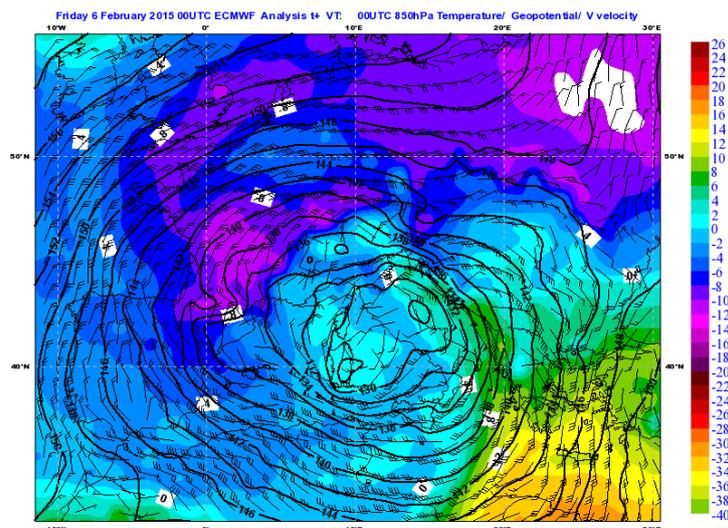


Figura 2: Mappa di analisi (da modello IFS-ECMWF) del campo di geopotenziale, temperatura e vento a 850 hPa del 06/02/2014 alle 00:00 UTC.

2. Analisi dell'evoluzione alla mesoscala sull'Emilia-Romagna

Dalle prime ore del 5 febbraio, la Regione è interessata da diffuse e persistenti precipitazioni che insistono in particolare sulla parte centro-orientale.

Le mappe radar mostrate in questa analisi provengono dal radar di San Pietro Capofiume (BO), in quanto le precipitazioni principalmente a carattere nevoso che hanno interessato il radar di Gattatico (RE) hanno impedito di effettuare un corretto rilevamento a causa della drastica attenuazione del segnale. Inoltre si sottolinea che le precipitazioni di tipo nevoso sono rappresentate dal radar come una debole precipitazione (toni del blu-grigio di riflettività, vedi ad esempio in Figura 4 alle 13 UTC la zona lungo l'Appennino).

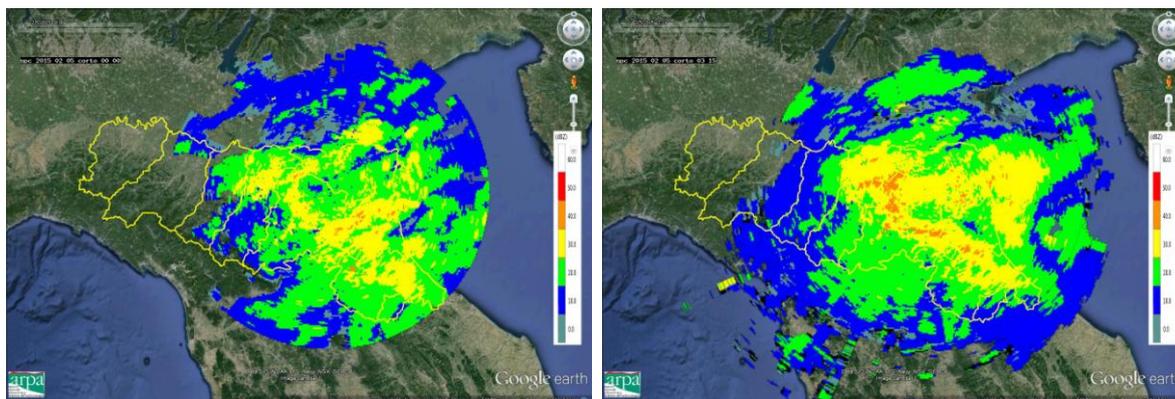


Figura 3: Mappe di riflettività del 05/02/2015 alle 00:00 UTC (a sinistra) e alle 03:15 UTC (a destra).

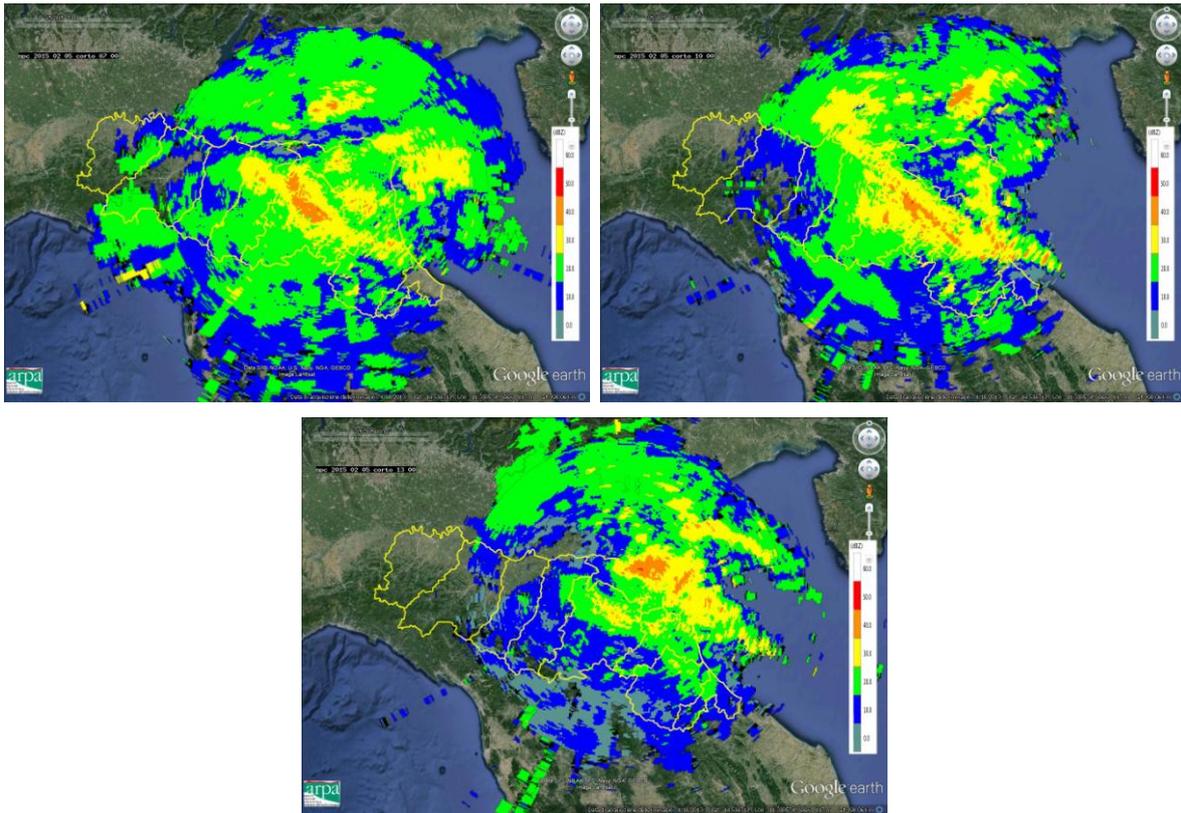


Figura 4: Mappe di riflettività del 05/02/2015 alle 07:00 UTC (in alto a sinistra), alle 10:00 UTC (in alto a destra) e alle 13:00 UTC (in basso).

Dal tardo pomeriggio del 5 febbraio, le precipitazioni si intensificano ulteriormente sul lato orientale della Regione ed in particolare sul Ferrarese e sulla costa. La tonalità del rosso/arancio, nei pressi della località in cui si trova il radar, è indicazione della forte eco provocata dalla neve in fase di scioglimento vicino al suolo, fenomeno denominato “bright band”. Anche in queste mappe le zone collinari (comprese alcune aree in pianura dal Parmense al Modenese), caratterizzate da precipitazioni nevose, sono contraddistinte da valori deboli di riflettività.

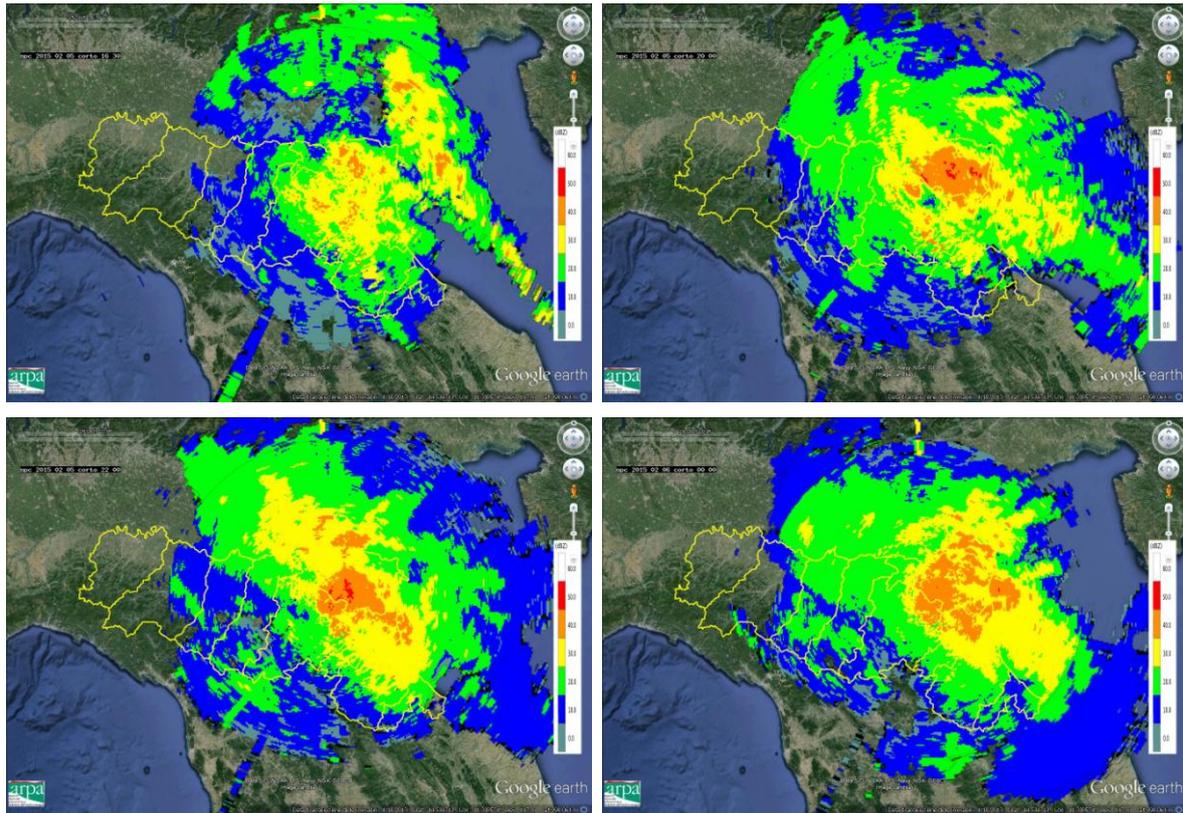


Figura 5: Mappe di riflettività del 05/02/2015 alle 16:30 UTC (in alto a sinistra), alle 20:00 UTC (in alto a destra), alle 22:00 UTC (in basso a sinistra) e del 06/02/2015 alle 00:00 UTC (in basso a destra).

Nelle prime ore del giorno 6, le abbondanti precipitazioni insistono sulla parte centro-orientale della Regione, dove si osserva anche un ulteriore restringimento (e quindi abbassamento) della “bright band” per il radar di San Pietro Capofiume, indicante il livello dello zero termico. In queste ore in Regione, nel lato occidentale fino al Bolognese, si verificano le maggiori nevicate anche in pianura.

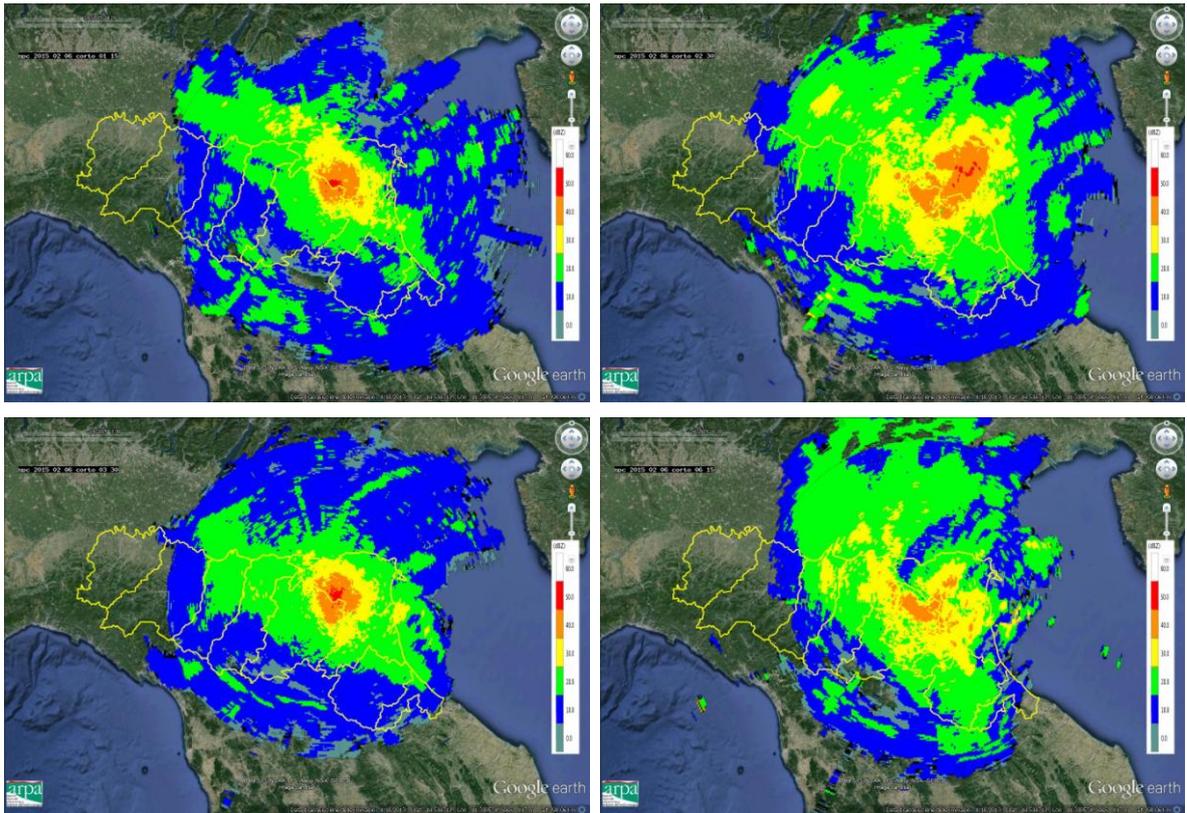


Figura 6: Mappe di riflettività del 06/02/2015 alle 01:15 UTC (in alto a sinistra), alle 02:30 UTC (in alto a destra), alle 03:30 UTC (in basso a sinistra) e alle 06:15 UTC (in basso a destra).

I fenomeni proseguono nella mattina del 6 e le ultime precipitazioni residue si verificano nel pomeriggio.

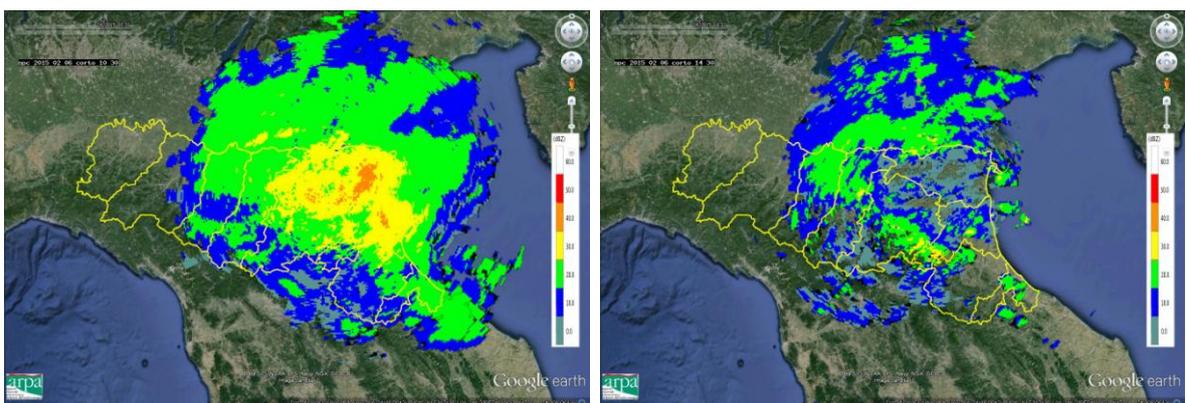


Figura 7: Mappe di riflettività del 06/02/2015 alle 10:30 UTC a sinistra) e alle 14:30 UTC (a destra).

3. Cumulate di precipitazione

L'evento si è contraddistinto per le abbondanti nevicate che hanno interessato la parte collinare della Regione Emilia-Romagna e anche le zone di Pianura a ovest della provincia di Bologna.

Le precipitazioni giornaliere per il 5 e 6 febbraio sono mostrate rispettivamente in Tabella 1 e Tabella 2. Il giorno 5 le Province maggiormente interessate da precipitazioni liquide sono il Bolognese, Forlì-Cesena, Ferrara e Ravenna, il 6 febbraio risulta interessata anche la Provincia di Rimini. Il grafico di severità in Figura 8 riporta le località con le precipitazioni più significative durante l'evento. Sono indicati i tempi di ritorno per le cumulate a intervalli di 1, 3, 6, 12, 24 ore.

Complessivamente le precipitazioni più abbondanti cadute nei due giorni di evento, mostrate in Tabella 3, indicano che la zona più colpita è la Regione Centro-Orientale, ed in particolare le province di Bologna, Forlì-Cesena, Ravenna e Rimini.

Nella parte collinare e nelle Province appartenenti alla parte occidentale della Regione, la presenza di precipitazioni di tipo nevoso, non ha reso attendibile la misura da pluviometro (un'analisi della neve verrà fornita nel successivo paragrafo).

Tabella 1

Cumulate di precipitazione giornaliera del 5 febbraio 2015 (> 60 mm) – DATI VALIDATI			
PREC(mm)	NOME STAZIONE	COMUNE	PROV
81.60	Imola	IMOLA	BO
79.80	Borgo Tossignano	BORG TOSSIGNANO	BO
75.60	San Clemente	CASTEL SAN PIETRO TERME	BO
71.80	Prugnolo	CASTEL SAN PIETRO TERME	BO
62.80	Canocchia Botte monte	BOLOGNA	BO
76.00	Castel San Pietro	CASTEL SAN PIETRO TERME	BO
67.60	Sasso Morelli	IMOLA	BO
71.60	Imola Mario Neri	IMOLA	BO
71.60	Ponte Braldo	FORLI'	FC
73.00	Castrocaro	CASTROCARO TERME	FC
63.40	Carpineta	CESENA	FC
70.60	Forlì	FORLI'	FC
61.20	Campello	CODIGORO	FE
65.60	Giraldia 1	CODIGORO	FE
60.80	Volano	CODIGORO	FE
71.80	Casola Valsenio	CASOLA VALSENI	RA
64.40	Rontana	BRISIGHELLA	RA
72.80	Lodolone	BRISIGHELLA	RA
79.80	Tebano	CASTEL BOLOGNESE	RA
65.80	Santerno Senio 2	SOLAROLO	RA
71.20	Reda Faenza	FAENZA	RA
73.20	Brisighella	BRISIGHELLA	RA
61.80	Granarolo Faentino	FAENZA	RA

Tabella 2

Cumulate di precipitazione giornaliera del 6 febbraio 2015 (> 60 mm) DATI VALIDATI			
PREC(mm)	NOME STAZIONE	COMUNE	PROV
60.20	Imola	IMOLA	BO
64.40	Borgo Tossignano	BORGHO TOSSIGNANO	BO
63.80	Casalecchio canonica	CASALECCHIO DI RENO	BO
70.00	Corsicchie	BAGNO DI ROMAGNA	FC
69.80	Ponte Braldo	FORLI'	FC
66.80	Trebbio	MODIGLIANA	FC
81.80	Roversano	CESENA	FC
88.40	Castrocaro	CASTROCARO TERME	FC
96.20	Carpineta	CESENA	FC
66.00	Martorano	CESENA	FC
70.40	Forli	FORLI'	FC
87.20	Cesena	CESENA	FC
89.00	Ponte Vico	RUSSI	RA
76.40	Coccolia	RAVENNA	RA
64.20	Santerno Senio 2	SOLAROLO	RA
62.00	Sant'Agata sul Santerno	SANT'AGATA SUL SANTERNO	RA
65.40	Reda Faenza	FAENZA	RA
66.60	Granarolo Faentino	FAENZA	RA
67.60	Ponte Verucchio	TORRIANA	RN
63.00	Vergiano	RIMINI	RN

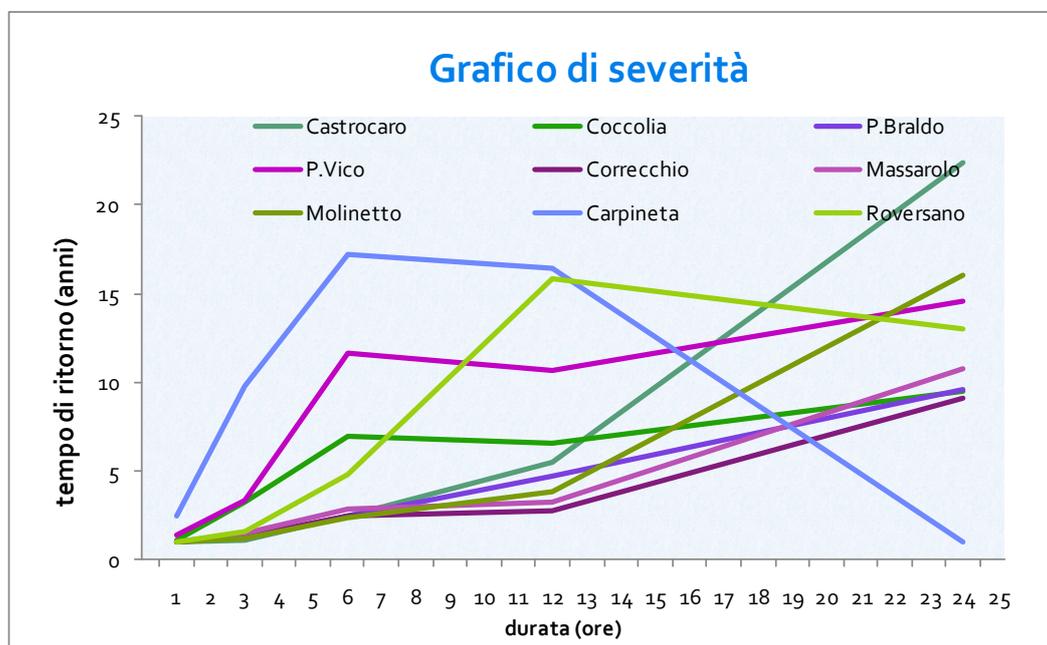


Figura 8: Grafico di severità tra le giornate 5 e 6 febbraio nelle località con le precipitazioni più significative; sono riportati i tempi di ritorno per le cumulate a intervalli di 1, 3, 6, 12, 24 ore.

Tabella 3

Cumulate di precipitazione dal 5 al 6 febbraio 2015 (> 100 mm) DATI VALIDATI			
PREC(mm)	NOME STAZIONE	COMUNE	PROV
123.20	Castel San Pietro	CASTEL SAN PIETRO TERME	BO
125.00	Sasso Morelli	IMOLA	BO
113.60	Imola Mario Neri	IMOLA	BO
144.20	Borgo Tossignano	BORG TOSSIGNANO	BO
115.00	Canocchia Botte monte	BOLOGNA	BO
141.80	Imola	IMOLA	BO
102.00	Prugnolo	CASTEL SAN PIETRO TERME	BO
127.80	San Clemente	CASTEL SAN PIETRO TERME	BO
106.40	Bologna	BOLOGNA	BO
159.60	Carpineta	CESENA	FC
116.40	Martorano	CESENA	FC
161.40	Castrocaro	CASTROCARO TERME	FC
105.40	Corsicchie	BAGNO DI ROMAGNA	FC
141.40	Ponte Braldo	FORLI'	FC
141.40	Roversano	CESENA	FC
121.60	Trebbio	MODIGLIANA	FC
142.20	Cesena	CESENA	FC
141.00	Forli	FORLI'	FC
126.80	Brisighella	BRISIGHELLA	RA
136.60	Reda Faenza	FAENZA	RA
103.00	San Pietro in Trento	RAVENNA	RA
116.00	Sant'Agata sul Santerno	SANT'AGATA SUL SANTERNO	RA
109.40	Idrovaro Dane	ALFONSINE	RA
130.00	Santerno Senio 2	SOLAROLO	RA
128.40	Granarolo Faentino	FAENZA	RA
120.80	Casola Valsenio	CASOLA VALSENIO	RA
133.00	Coccolia	RAVENNA	RA
131.20	Lodolone	BRISIGHELLA	RA
112.40	Matellica	RAVENNA	RA
146.00	Ponte Vico	RUSSI	RA
100.40	Vergiano	RIMINI	RN
111.80	Ponte Verucchio	TORRIANA	RN

La cumulata complessiva di precipitazione da radar, sui due giorni di evento, è mostrata in Figura 9. La zona in bianco è dovuta all'effetto della "bright band" prossima al suolo nell'intorno del radar.

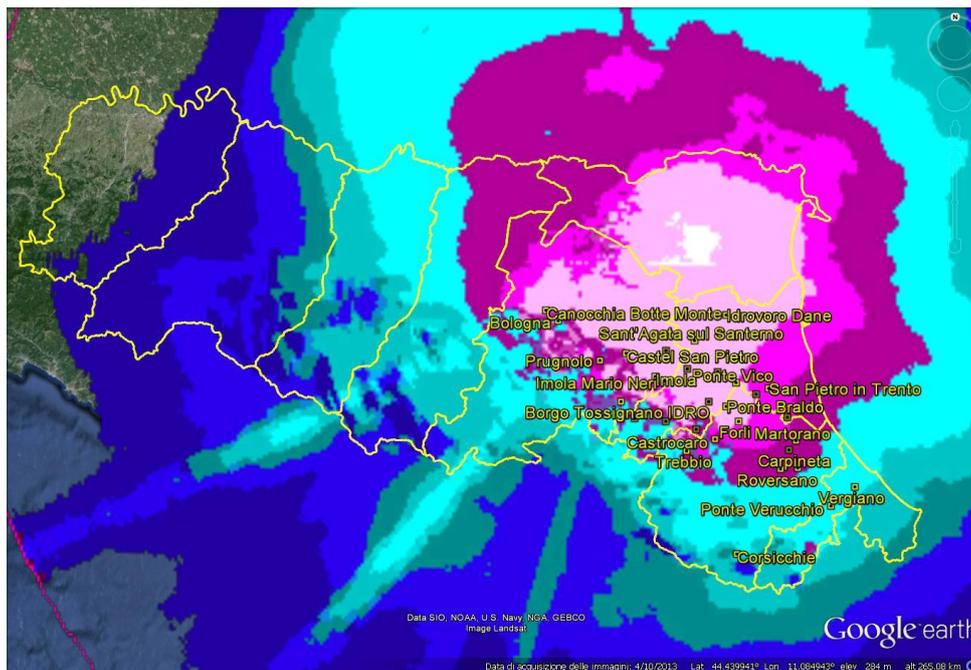


Figura 9: Cumulata di precipitazione dal radar di San Pietro Capofiume per i giorni 5 e 6 febbraio 2015. In giallo sono evidenziate le stazioni che hanno registrato i valori superiori ai 100 mm nel periodo.

I valori del vento registrati sulla costa il 6 febbraio sono mostrati in

Tabella 4.

Tabella 4

	Vento medio	Raffica
Cesena	36 km/h	86 km/h (ore 7)
Ravenna	33 km/h	75 km/h (ore 6)
Cesenatico	n.d.	86 km/h (ore 6)
Rimini	44 km/h	86 km/h (ore 7)

4. Analisi della neve

L'evento è stato caratterizzato da abbondanti nevicate nelle zone Appenniniche (con spessori osservati superiori a 70 cm) e anche in Pianura Centro-Occidentale. Ad esempio la città di Bologna ha registrato un accumulo di circa 30 cm per la neve caduta nella notte tra il 5 e il 6 febbraio.

Il giorno 5 in Appennino si sono registrate già fitte nevicate con intensità orarie massime di 7-9 cm/ora, come registrato dai nivometri regionali. La neve ha proseguito per tutto il giorno in Appennino e, fin dalle prime ore del mattino le nevicate hanno raggiunto quote sempre più basse fino ad arrivare alle zone di pianura a partire da Piacenza verso le ore 07:00 fino a Bologna alle 13:00 locali, ora in cui la pioggia abbondante del mattino si è trasformata in neve. Per le intensità della nevicata si veda il grafico di Figura 12.

Nella parte est della provincia di Bologna e in tutta la pianura romagnola e ferrarese le precipitazioni sono rimaste sotto forma di pioggia. Neve solo oltre i 500-700 m.

La nevicata si è attenuata nel pomeriggio del 5 ma la sera-notte ha ripreso a nevicare in tutto l'Appennino e pianura centro-occidentale con una notevole intensità e accumuli orari medi di 6-9 cm/h.

Per effetto delle neviccate, si sono verificati numerosi disagi alla viabilità, interruzione di servizi, black-out elettrici e interruzione dell'erogazione dell'acqua, principalmente in montagna e collina e cadute di alberi, sotto il carico della neve pesante, anche a basse quote, compresi i capoluoghi di provincia.



Figura 10: La nevicata a Modena (a sinistra) e Bologna (a destra). Foto da "Il Resto del Carlino".

La Figura 11 mostra lo spessore complessivo del manto nevoso misurato dai nivometri; in Tabella 5 sono riportati i valori dell'altezza della neve, nelle medesime località, ma espressamente riferiti allo specifico evento.

In particolare in Appennino si segnalano 86 cm a Lago Pratignano nel Modenese (stazione situata a più di 1300 metri di quota) e 68 cm a Loiano nel Bolognese (741 m.s.l.m.). In pianura, a Rivalta nel Comune di Reggio Emilia lo spessore della neve ha toccato i 37 cm.

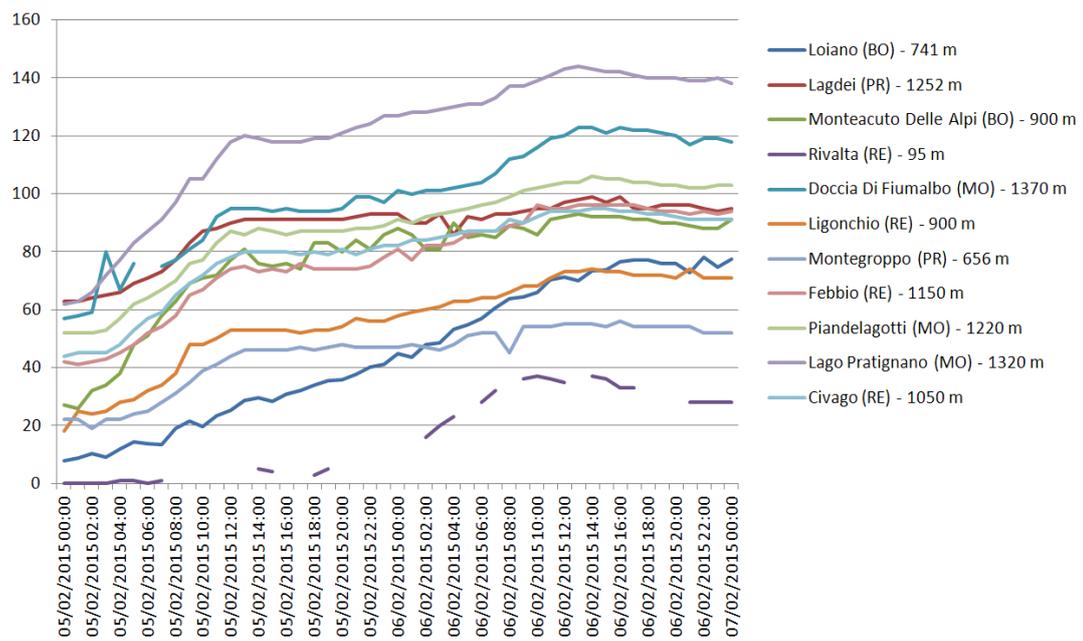


Figura 11: Spessore totale del manto nevoso (in cm) registrato dai nivometri; I valori di manto nevoso preesistente all'evento del 5 e 6 febbraio, variano a seconda della località.

Tabella 5

Comune	Località NIVOMETRO	Quota (m)	Dato (cm)
ALBARETO (PR)	Montegrosso	656	33
REGGIO EMILIA (RE)	Rivalta	94	37
LIGONCHIO (RE)	Ligonchio	900	53
VILLA MINOZZO (RE)	Civago	1051	54
VILLA MINOZZO (RE)	Febbio	1148	60
FRASSINORO (MO)	Piandelagotti	1219	59
FANANO (MO)	Lago Pratignano	1319	86
DOCCIA DI FIUMALBO (MO)	Fiumalbo	1371	66
LOIANO (BO)	Loiano	741	68
LIZZANO IN BELVEDERE (BO)	Monteacuto delle Alpi	900	74
CASTIGLIONE GARFAGNANA (LU)	Passo delle Radici	1535	68

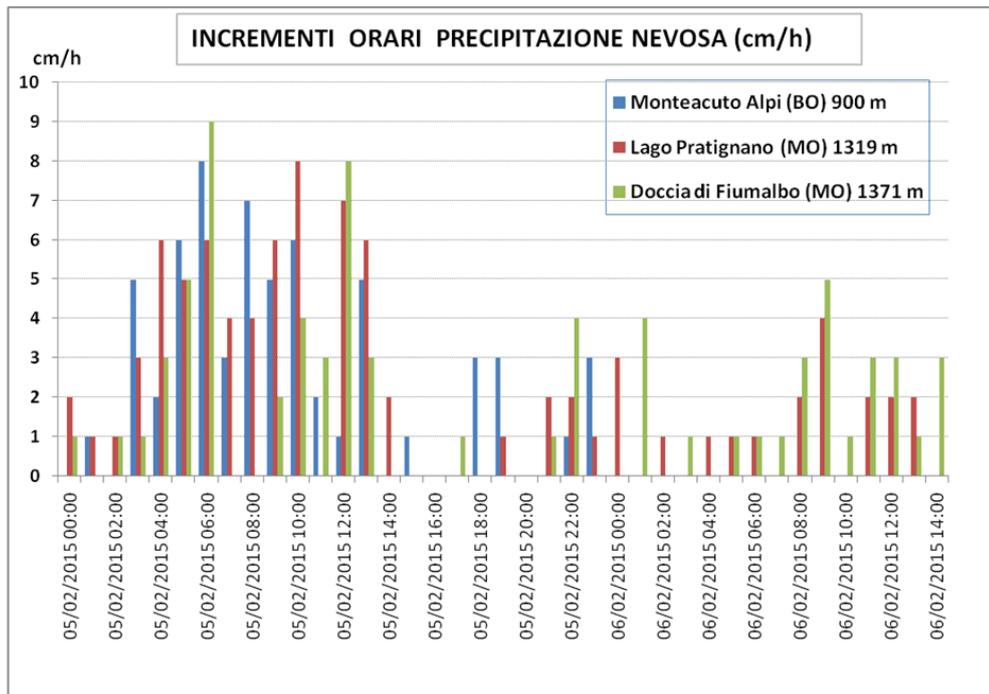


Figura 12: Intensità oraria della nevicata registrata tre località in Appennino bolognese e modenese.

La distribuzione geografica della neve al suolo è mostrata nelle aree in azzurro dell'immagine da satellite del 08.02.2015 alle ore 10:00 (combinazione bande RGB dal sensore MODIS), vedi Figura 13, mentre la Figura 14 riporta le mappe di "Snow Water Equivalent" (SWE) dal 5 al 7 febbraio. Le mappe di SWE indicano il contenuto equivalente in acqua del manto nevoso (espresso in mm) depositato al suolo, calcolato tramite un modello di accumulo che viene integrato, quando possibile, con le immagini satellitari delle aree del territorio coperte da neve. La stima è poco attendibile nelle aree di pianura per la scarsa presenza di pluviometri riscaldati la cui precipitazione costituisce il dato di base per il calcolo del modello.

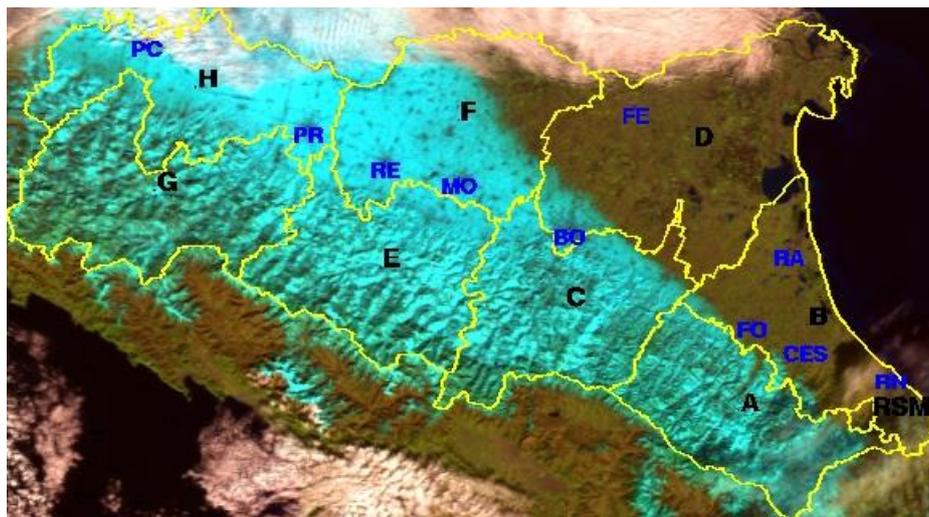


Figura 13: Manto nevoso da satellite del 08.02.2015 alle ore 10:00 (combinazione bande RGB sensore MODIS).

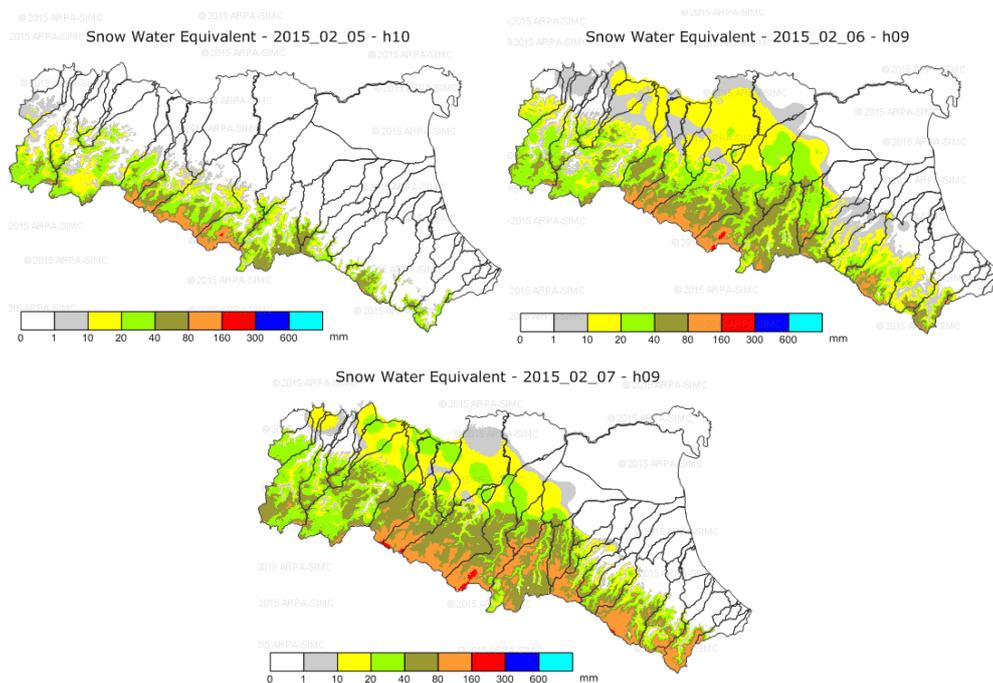


Figura 14: Mappe di "Snow Water Equivalent" nella mattina del 5 (in alto a sinistra), 6 (in alto a destra) e 7 febbraio 2015 (in basso).

La classificazione di idrometeore da radar del 6 febbraio alle 04:00 UTC (Figura 15) mostra la presenza di precipitazione nevosa (in giallo) anche nelle zone di pianura di Parma a Modena e pioggia (in azzurro) sulla pianura del Bolognese e nel Ferrarese. La colorazione arancione mostra la neve in scioglimento allo zero termico.

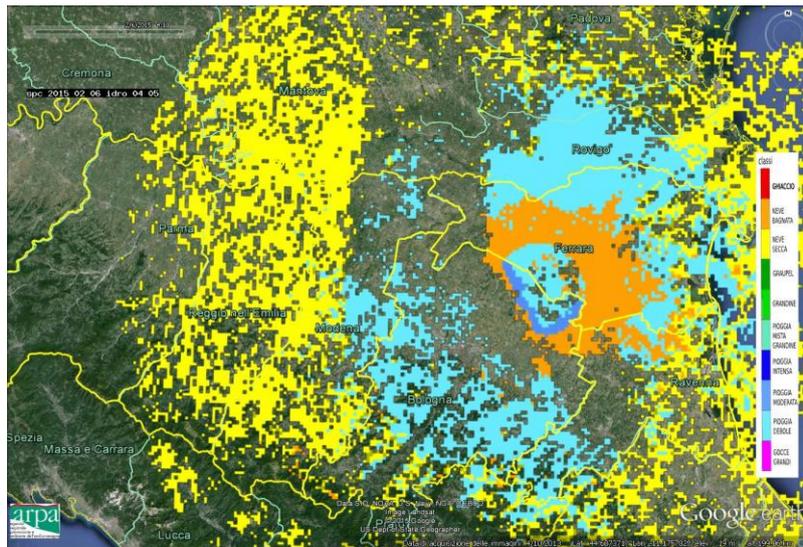


Figura 15: Mappa di classificazione di idrometeore da radar di San Pietro Capofiume del 6 febbraio alle 04:00 UTC

In Tabella 6 sono riportate le altezze massime del manto nevoso (cm) registrate nel periodo 5-7 febbraio 2015. Nelle località con quote inferiori a 600-700 m s.l.m. le altezze sono completamente riferibili all'evento 5-7 febbraio; alle quote superiori i dati comprendono il manto nevoso precedente (valori compresi tra 10 e 60 cm circa). I dati in corsivo sono rilevati dalla rete di osservatori idrografici e i restanti dai volontari. Dove è presente l'asterisco (*) il dato si riferisce alla somma della neve misurata ogni giorno nel periodo 5-7 febbraio.

Tabella 6

Dato (cm)	Località OSSERVATORE	Quota (m)	Comune
21	PIACENZA CENTRO	61	PIACENZA (PC)
25	<i>Borgonovo Val Tidone</i>	<i>114</i>	<i>BORGONOVO VAL TIDONE (PC)</i>
26	PODENZANO	118	PODENZANO (PC)
37	<i>Mignano Diga</i>	<i>342</i>	<i>VERNASCA (PC)</i>
35	<i>Boschi d'Aveto Diga</i>	<i>630</i>	<i>SALSOMINORE (PC)</i>
80	TERUZZI	1038	MORFASSO (PC)
35	MADREGOLO	50	COLLECCHIO (PR)
34	<i>Parma Università</i>	<i>55</i>	<i>PARMA (PR)</i>
36	MONTEBELLO	55	PARMA (PR)
36	BASILICANOVA	130	MONTECHIARUGOLO (PR)
39	LOCALITA' FERRARI	625	BORE (PR)
40	<i>Strinabecco</i>	<i>801</i>	<i>TORNOLO (PR)</i>
41	NOVELLARA	24	NOVELLARA (RE)*
37	REGGIO EMILIA	58	REGGIO EMILIA (RE)
43	ALBINEA	166	ALBINEA (RE)
35	BORZANO DI ALBINEA	170	ALBINEA (RE)
31	CARPI	26	CARPI (MO)
34	OSSERVATORIO GEOFISICO	34	MODENA (MO)*
70	<i>Montestefano</i>	<i>582</i>	<i>MONTEFIORINO (MO)</i>

64	Fontanaluccia diga	745	FRASSINORO (MO)
126	OSPITALE	1120	FANANO (MO)
8	SAN MATTEO DELLA DECIMA	16	SAN GIOVANNI IN PERSICETO (BO)
15	SAN GIOVANNI IN PERSICETO	21	SAN GIOVANNI IN PERSICETO (BO)
4	BUDRIO	25	BUDRIO (BO)
20	FUNO	26	ARGELATO (BO)
13	LONGARA	28	CALDERARA DI RENO (BO)
30	ANZOLA EMILIA	38	ANZOLA EMILIA (BO)
29	BORGO PANIGALE BOLOGNA	50	BOLOGNA (BO)*
28	BOLOGNA-QUARTIERE RENO	51	BOLOGNA (BO)
28	Bologna Ex-Idrografico	53	BOLOGNA (BO)
25	BOLOGNA STAZIONE	54	BOLOGNA (BO)
20	CORTICELLA	54	BOLOGNA (BO)
19	SAN LAZZARO DI SAVENA	73	SAN LAZZARO DI SAVENA (BO)*
23	CASTEL DE BRITTI	101	SAN LAZZARO DI SAVENA (BO)
50	Riola di Vergato	256	GRIZZANA MORANDI (BO)
40	Prugnolo	276	CASTEL SAN PIETRO TERME (BO)
51	Diga di Pavana	480	CASTEL DI CASIO (BO)
49	Diga di Suviana	500	CAMUGNANO (BO)
85	Monzuno	600	MONZUNO (BO)
85	MONZUNO	600	MONZUNO (BO)
112	Cà Bortolani	705	SAVIGNO (BO)
100	Diga del Brasimone	846	CAMUGNANO (BO)
105	PASSO BRASA	895	CASTEL D'AIANO (BO)
35	Casola Valsenio	195	CASOLA VALSENIO (RA)
31	FRAZ SAN RUFFILLO	390	CASOLA VALSENIO (RA)
45	LOC. PRUGNO	400	CASOLA VALSENIO (RA)
17	Modigliana	173	MODIGLIANA (FC)
25	Santa Sofia	290	SANTA SOFIA (FC)
11	Diga di Quarto	325	SARSINA (FC)
40	Terzo di Carnaio	704	BAGNO DI ROMAGNA (FC)
50	Verghereto	798	VERGHERETO (FC)

I parametri meteonivometrici registrati dal Corpo Forestale dello Stato il 5 febbraio 2015 sono riportati in Figura 16. Si noti che le temperature oltre i mille metri di quota presentano valori tra -2 e -5°C. Negli stessi bollettini si riporta che la neve è del tipo asciutto con valori di densità, misurati presso queste località, compresi fra 100 e 150 kg/m³. Per confronto si consideri che in queste stesse località l'evento della nevicata del 2012 registrò valori decisamente inferiori (dell'ordine di 40-60 kg/m³).

La sezione verticale della bassa atmosfera, in Figura 17, evidenzia un lieve aumento della temperatura dal valico appenninico fino al suolo a Bologna (rispettivamente cerchi rosso e viola); si può dedurre quindi che a quote collinari e fino alla pianura i valori di densità della neve fossero anche superiori a quelli sopra riportati.

BOLLETTINO VALANGHE - EMESSO ALLE ORE 14:00 del 05/02/2015

a cura del **CORPO FORESTALE DELLO STATO**

in collaborazione con il Comando Truppe Alpine e il Servizio Meteo dell'Aeronautica Militare

Parametri meteoronivometrici registrati presso i campi di rilevamento il 05/02/2015

Campo di rilevamento	Comune	Quota (Mslm)	Altezza neve (in cm)	Neve caduta nelle 24 ore (in cm)	Temp. Min. (°C)	Temp. Max. (°C)	Condizioni del tempo
PASSO PENICE	BOBBIO (PC)	1195	36	15	N.P.	N.P.	Nevicata moderata
LAGDEI	CORNIGLIO (PR)	1252	67	27	-5	-3	Nevicata forte
LAGO DELLA NINFA	SESTOLA (MO)	1550	106	41	-5	-2	Nevicata debole continua
RIFUGIO CAVONE	LIZZANO IN BELVEDERE (BO)	1416	-	-	-	-	Rilevamento non effettuato
FANGACCI - MONTE FALCO	SANTA SOFIA (FC)	1450	98	32	-4	-2	Nevicata moderata
PASSO DELLA BIANCARDA	VERGHERETO (FC)	1171	47	22	-3	0	Pioggia o pioviggine e neve moderati o forti

Figura 16: Parametri meteoronivometrici registrati dal Corpo Forestale dello Stato il 5 febbraio 2015.

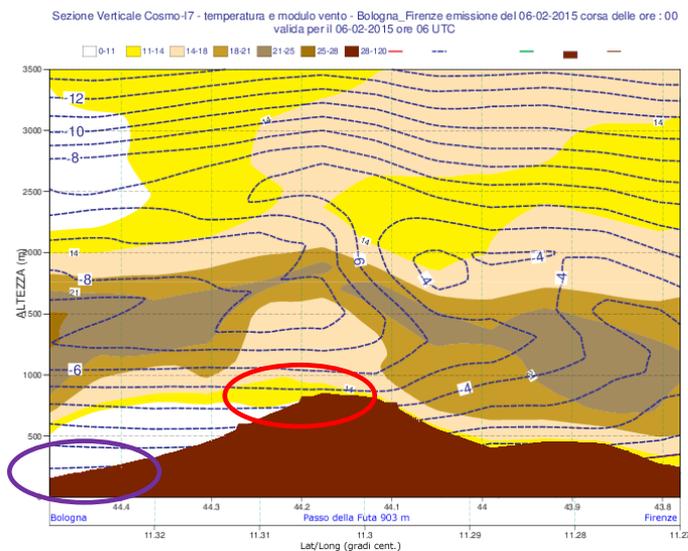


Figura 17: Sezione verticale della temperatura dal suolo fino a 3,5 km lungo la direttrice Bologna-Firenze del 6 febbraio 2015 ore 6 UTC.

5. Le piene dei fiumi Romagnoli e degli affluenti di destra del fiume Reno

Le precipitazioni dell'evento, che hanno assunto carattere nevoso sui bacini centro-occidentali della Regione, hanno assunto invece carattere di pioggia sugli affluenti di destra del fiume Reno e sui Bacini Romagnoli, soprattutto nella giornata del 5 febbraio, dove la neve è caduta solo alle quote più elevate del Santerno, Montone, Ronco e Marecchia (vedi Figura 19).

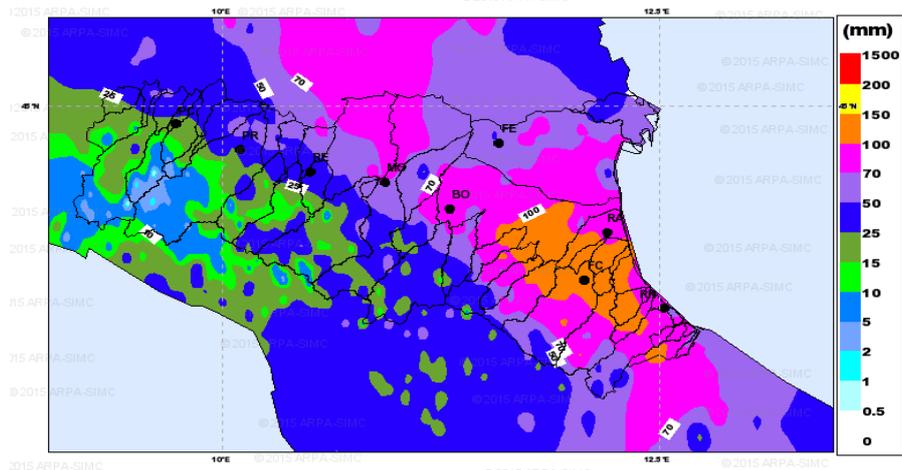


Figura 18: Pioggia cumulata in 48 ore dell'evento, nelle giornate del 5 e 6 febbraio sul territorio della Regione Emilia Romagna.

La differenza del tipo di precipitazione lungo il territorio regionale, da ovest ad est, è spiegata anche dalla sezione verticale della temperatura lungo l'asse corrispondente alla Via Emilia (Figura 19). Si noti infatti come lo strato d'aria sia a temperatura sia inferiore o attorno allo zero al suolo, fino alla zona a ovest di Forlì (area cerchiata in grigio), per poi crescere rapidamente fino a 4-5°C circa a Rimini.

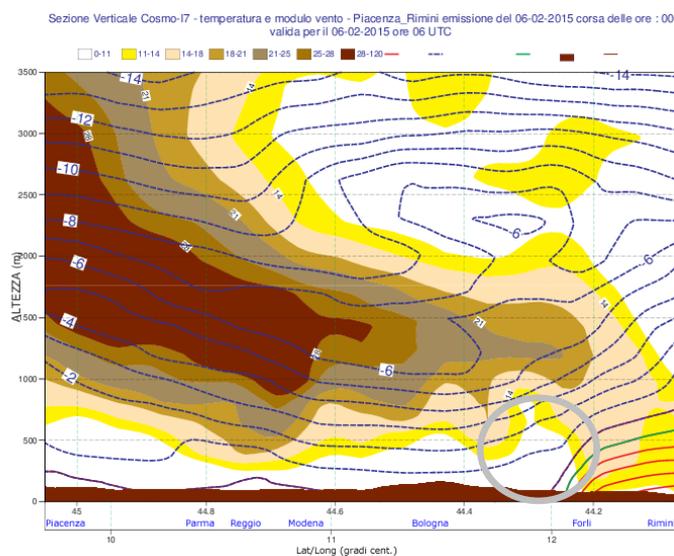


Figura 19: Sezione verticale della temperatura dal suolo fino a 3,5 km lungo la Piacenza-Rimini del 6/02 ore 6 UTC.

Come è possibile osservare nella Figura 18, in due giorni si sono raggiunti i 150 millimetri di pioggia cumulata sui bacini pedecollinari centro-orientali, sulla parte montana della zona centro-occidentale della Regione il dato non è significativo perché i pluviometri non tengono conto della precipitazione nevosa, ma va accoppiato alle mappe di precipitazione nevosa al suolo.

Le intensità orarie non hanno superato mediamente i 25 mm/ora, ma le dimensioni ridotte dei bacini hanno generato una risposta rapida alla precipitazione, generando onde di piena di notevole volume, caratterizzate da più colmi successivi, in corrispondenza dei diversi impulsi di precipitazione, che si sono sommati nelle sezioni vallive facendo raggiungere in alcuni punti i massimi livelli storici registrati.

Nella **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.** sono illustrati i bacini interessati dalle piene più significative dell'evento, con l'ubicazione delle stazioni idrometriche e pluviometriche di misura, per le quali si riportano alcuni degli idrogrammi di piena registrati nell'evento.

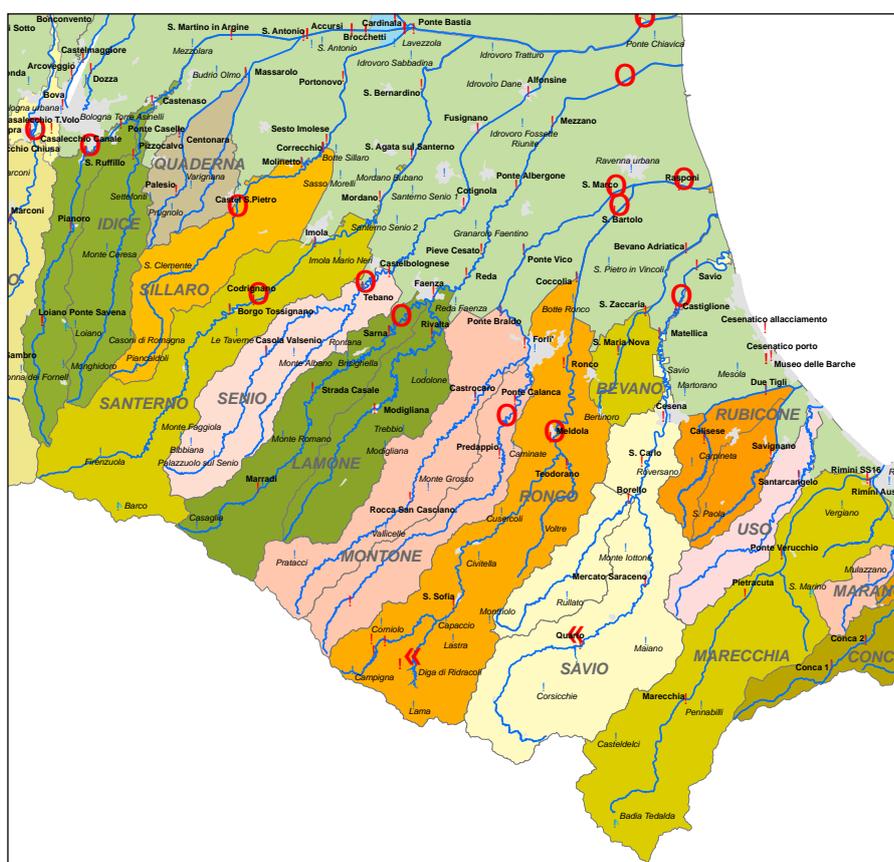


Figura 20: Bacini idrografici dei fiumi Romagnoli e degli affluenti di destra del Reno interessati dalle piene con ubicazione delle stazioni di misura (in blu i pluviometri, in rosso gli idrometri).

I bacini affluenti di destra del Reno sono stati tutti interessati dalle piene, dall'Idice al Senio, con volumi e altezza dei colmi maggiori crescenti dai bacini più ad ovest a quelli più ad est, al diminuire del contributo della neve all'afflusso totale.

Nelle sezioni di chiusura del bacino dell'Idice e del Quaderna i colmi più significativi si sono registrati nella prima parte della giornata del 5 febbraio, seguiti da colmi inferiori a distanza di meno di dodici ore, che si sono sommati nei tratti a valle. Alla confluenza dei due fiumi, nella sezione di S. Antonio, la somma delle due piene ha generato un'onda di notevole volume, che ha sfiorato la soglia 3, mantenendosi al di sopra della soglia 2 per oltre 12 ore e al di sopra della soglia

1 per oltre tre giorni, come è possibile osservare nella Figura 21.

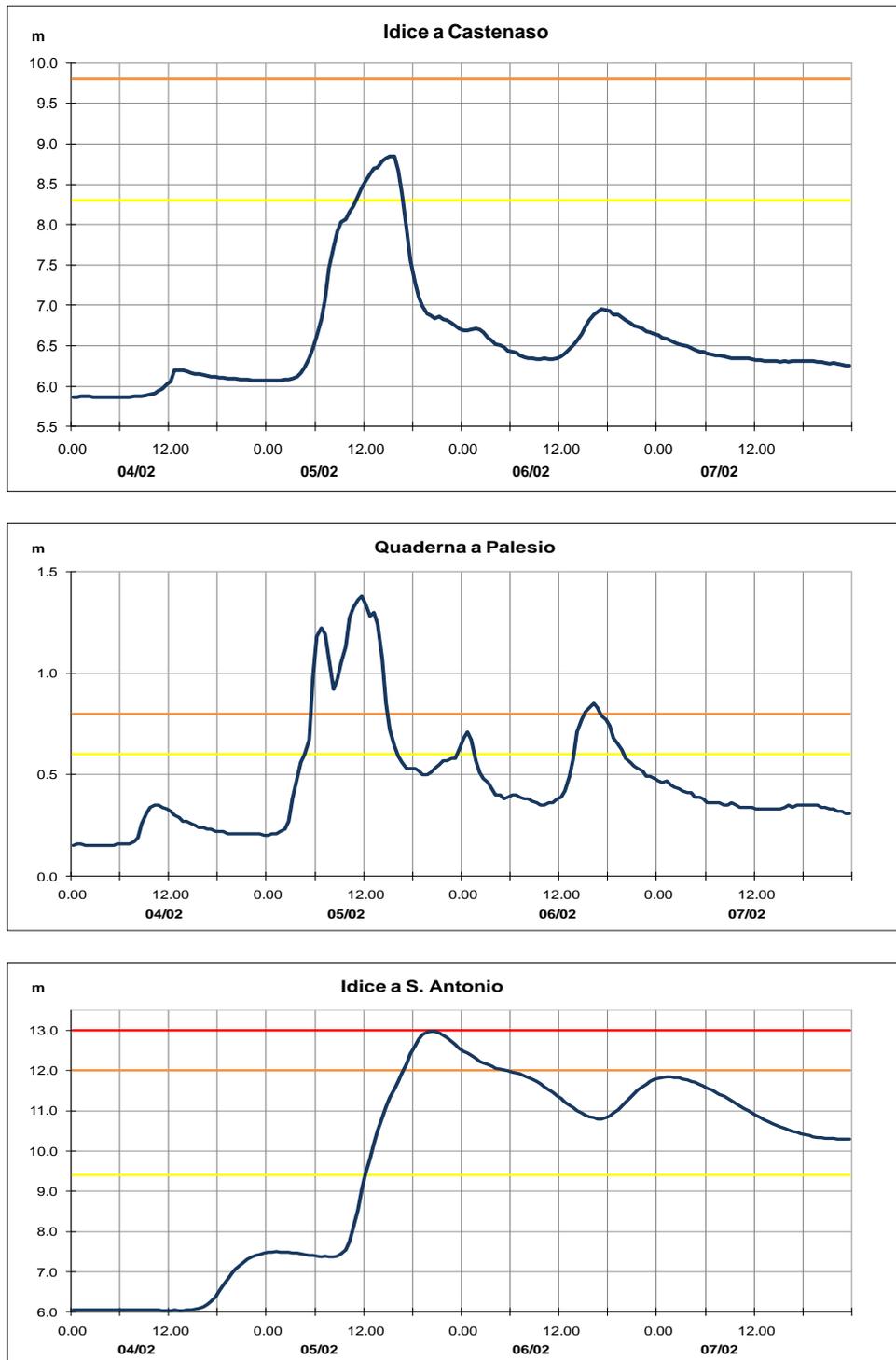


Figura 21: Idrogrammi di piena nelle sezioni più significative dell'Idice e del suo affluente Quaderna.

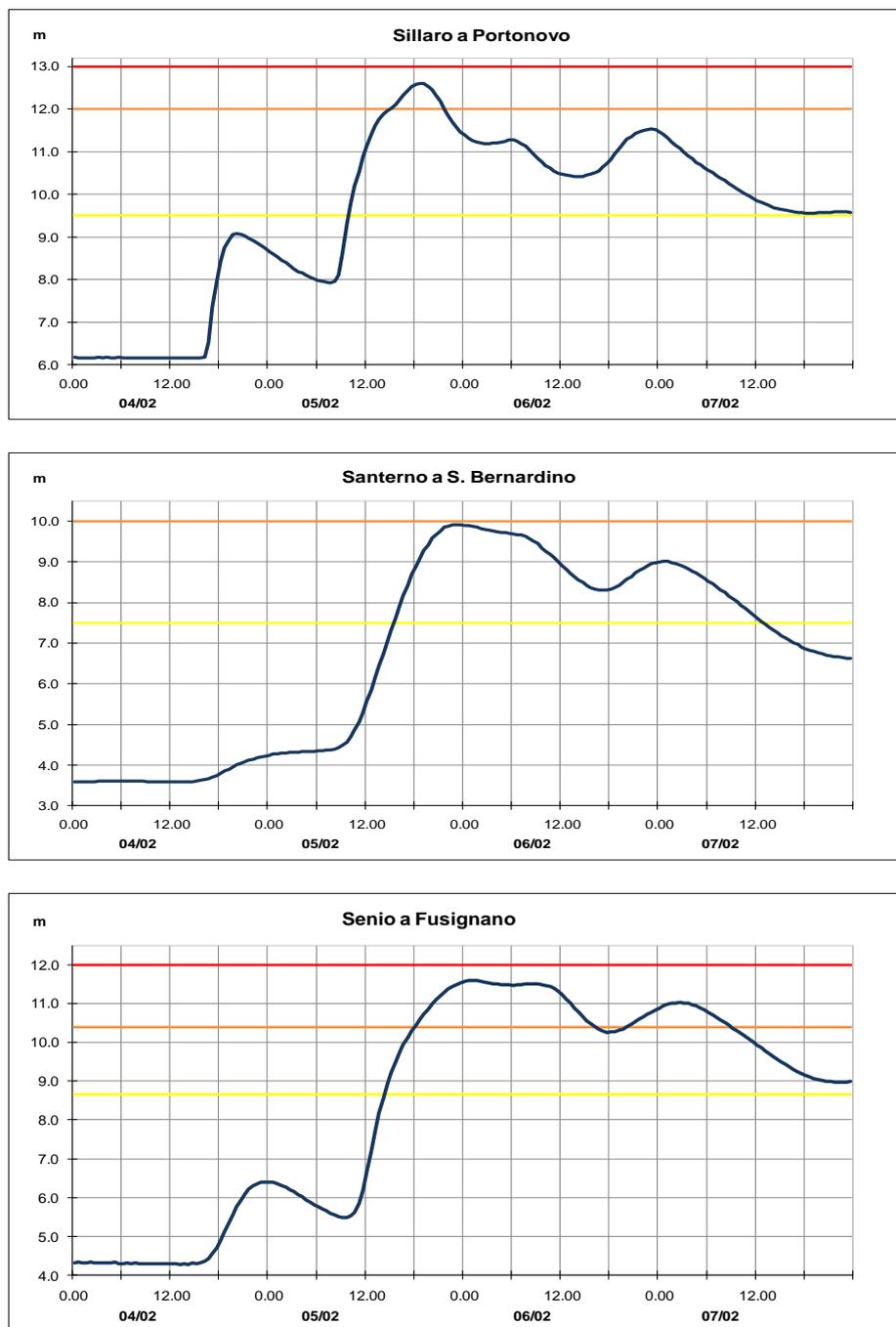


Figura 22: Idrogrammi di piena nelle sezioni vallive di Sillaro, Santerno e Senio.

Anche su Sillaro, Santerno e Senio (vedi Figura 22), a fronte di colmi di piena che alla chiusura dei bacini montani hanno raggiunto appena la soglia 1, hanno fatto registrare nelle sezioni vallive onde di piena di grande volume, con livelli al colmo superiori alla soglia 2, che si sono mantenuti al di sopra della soglia 1 per oltre 48 ore. Il lento esaurimento delle piene è da imputarsi anche al difficile deflusso del Reno in mare, causato dalla forte mareggiata in corso e dal concomitante innalzamento di marea.

Anche sul bacino del Lamone (Figura 23) si è sviluppata una piena di notevole volume, ed i tre colmi corrispondenti ai tre impulsi di precipitazione, distinti alla chiusura del bacino montano, si sono sommati nel tratto vallivo dando origine a due colmi intorno alla soglia 2.

Identico effetto si è avuto su Ronco e Montone (vedi Figura 24) dove le onde di notevole volume hanno però raggiunto livelli al colmo prossimi alla soglia 3 sia alla chiusura del bacino montano che nelle sezioni vallive.

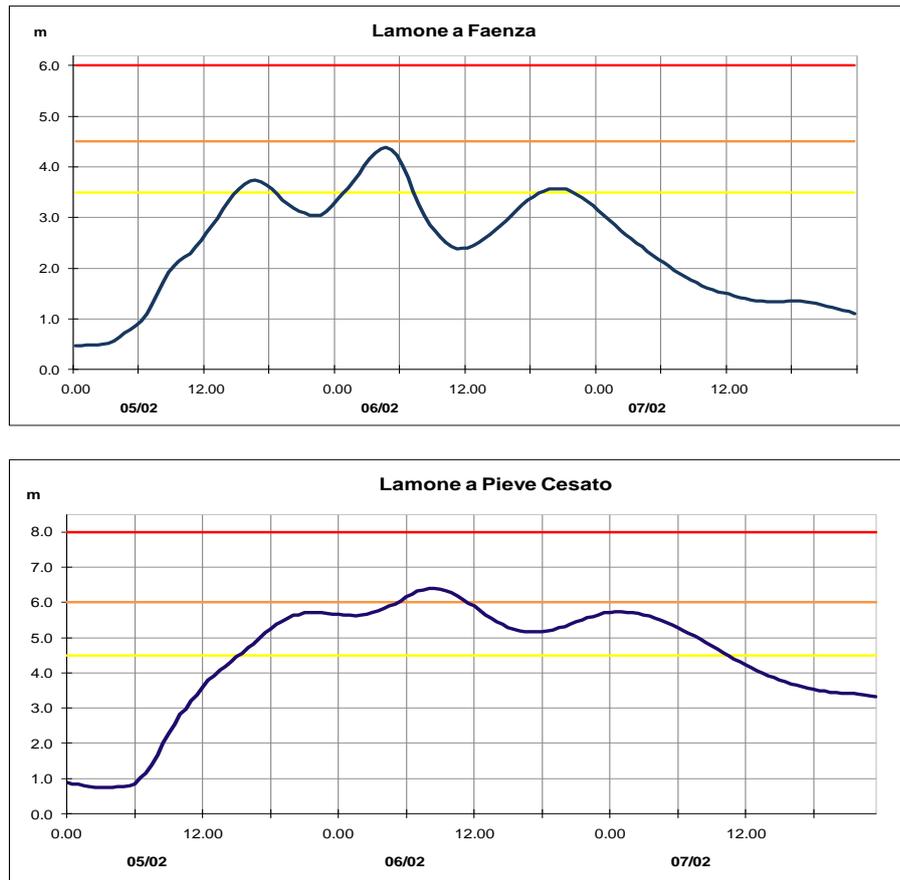


Figura 23: Idrogrammi di piena nelle sezioni più significative del Lamone

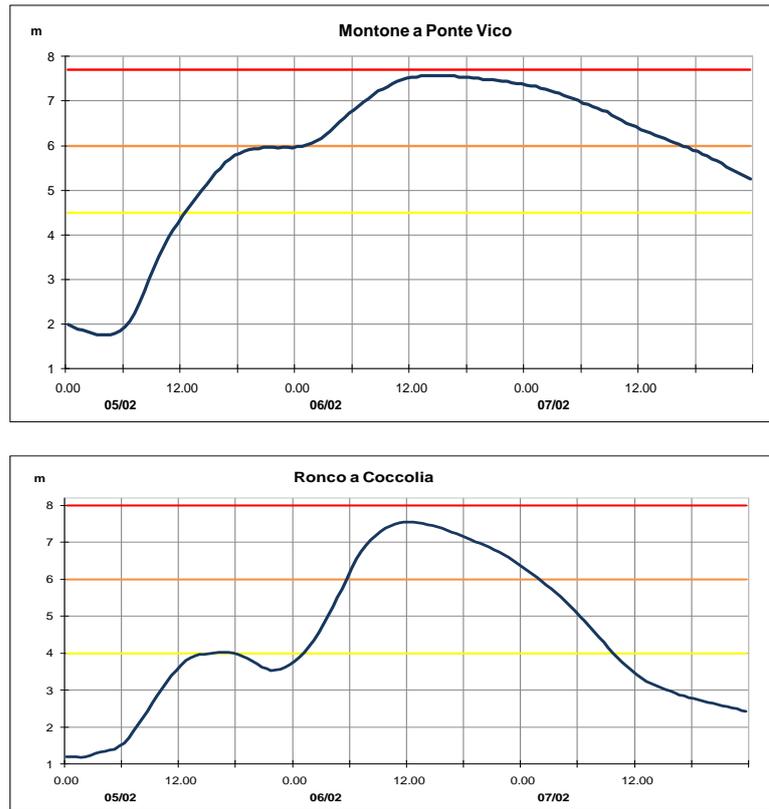


Figura 24: Idrogrammi di piena nelle sezioni più significative di Montone e Ronco

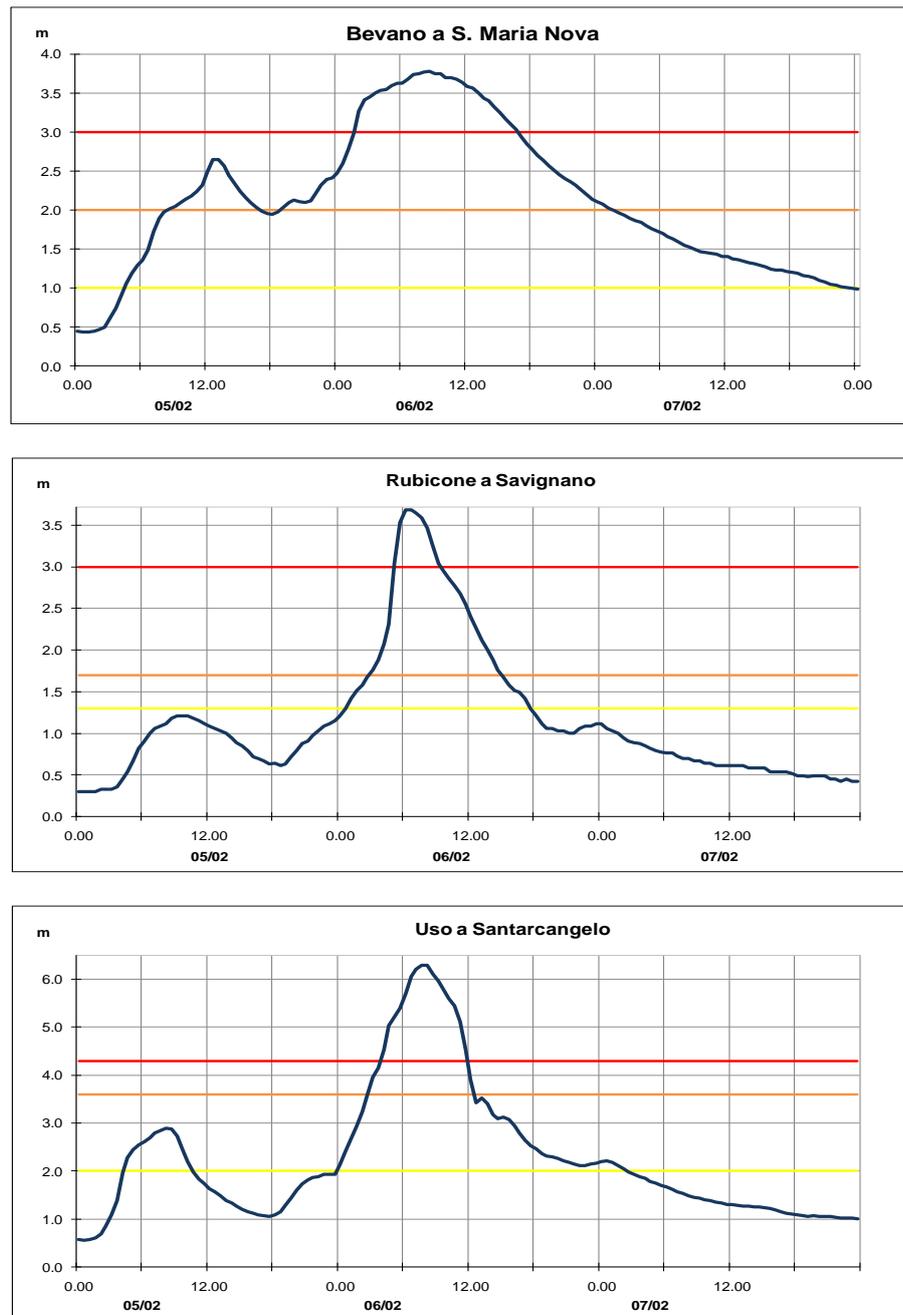


Figura 25: Idrogrammi di piena nelle sezioni più significative di Bevano, Rubicone e Uso

I colmi di piena più elevati, di molto superiori alla soglia 3 e ai massimi storici si sono registrati sui piccoli bacini pedecollinari della Romagna, dove la precipitazione cumulata è stata maggiore, senza alcun contributo di neve.

La Figura 25 mostra gli idrogrammi di piena nelle sezioni più significative di Bevano Rubicone ed Uso, dove i due colmi corrispondenti ai due impulsi di precipitazione sono rimasti distinti, ma il livelli si sono mantenuti al di sopra della soglia 3 per più di dodici ore (su Bevano e Uso), con un esaurimento molto lento per la dimensione dei bacini.

Anche sul Savio e sul Marecchia (vedi Figura 26) si sono verificati fenomeni di piena significativi con livelli al colmo prossimi alla soglia 3 nelle sezioni vallive. I volumi defluenti sono stati più

ridotti sul Marecchia grazie al carattere nevoso della precipitazione alle quote più elevate del bacino montano.

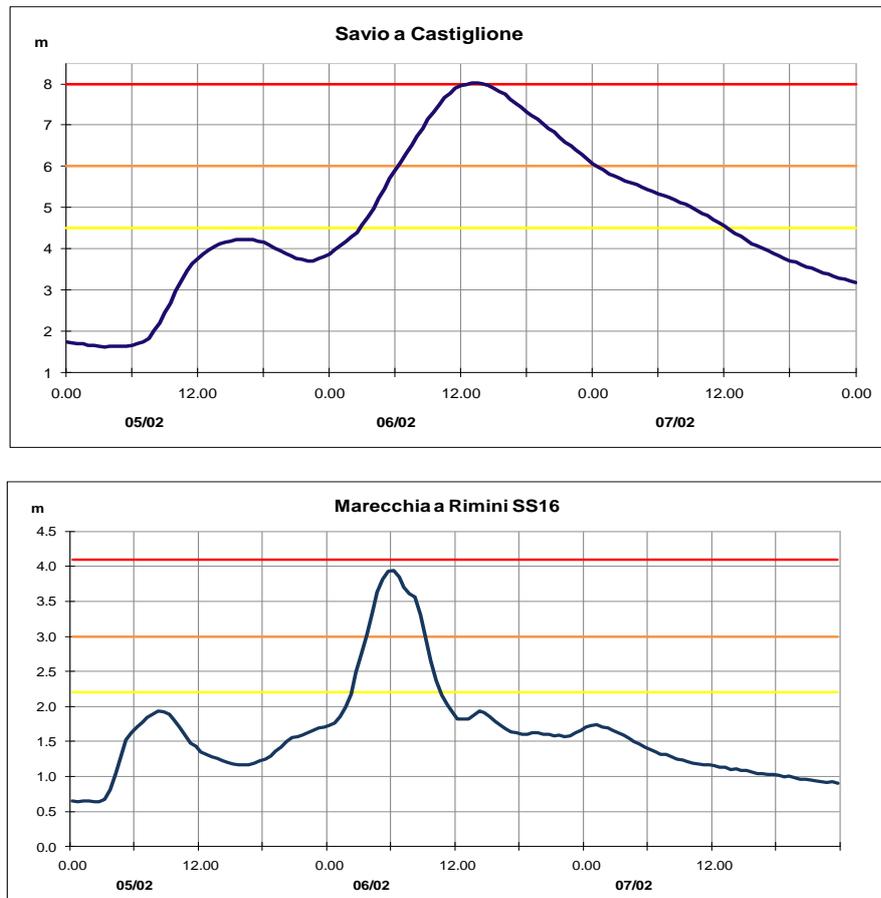


Figura 26: Idrogrammi di piena nelle sezioni più significative di Savio e Marecchia.

Le precipitazioni intense e prolungate hanno causato allagamenti diffusi anche sul reticolo idraulico secondario della Romagna (canali di bonifica, impianti fognari urbani e allagamento di sottopassi), aggravati anche da forti mareggiate che hanno prodotto ingressione marina in maniera estesa sul litorale, come discusso nel paragrafo successivo.

6. Analisi della mareggiata e delle ingressioni marine

Le previsioni meteo-marine emesse il giorno martedì 03 febbraio indicavano che l'intensificarsi dei venti da NE sulla costa durante la giornata di giovedì 05 e la prima mattina di venerdì 06 (Figura 27) avrebbe originato mare agitato/molto agitato che, in combinazione a un livello del mare già sostenuto dalla mattinata, avrebbe prodotto un effetto combinato di acqua alta ed altezza d'onda particolarmente intenso (Figura 28). Si prevedevano onde superiori ai 3.00 metri e un livello del mare superiore a 0.8 metri. Tale combinazione di *surge* ed onda avrebbe potuto originare fenomeni locali di ingressione marina ed erosione litoranea.

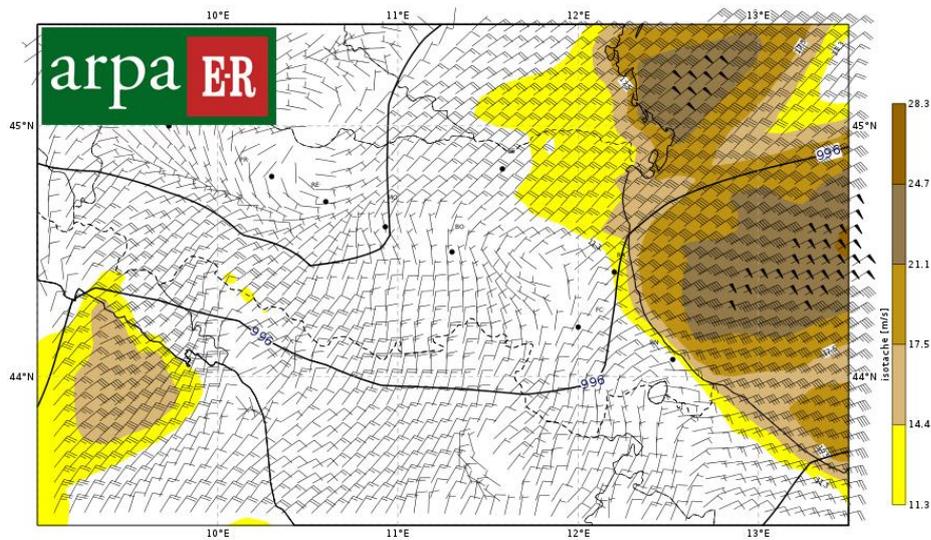


Figura 27: Previsione del 03 febbraio ore 21 UTC del 05/02/2015 del vento a 10 metri da modello COSMO. Al largo della costa emiliano-romagnola si prevedono venti di intensità fino a 50 nodi con direzione NE.

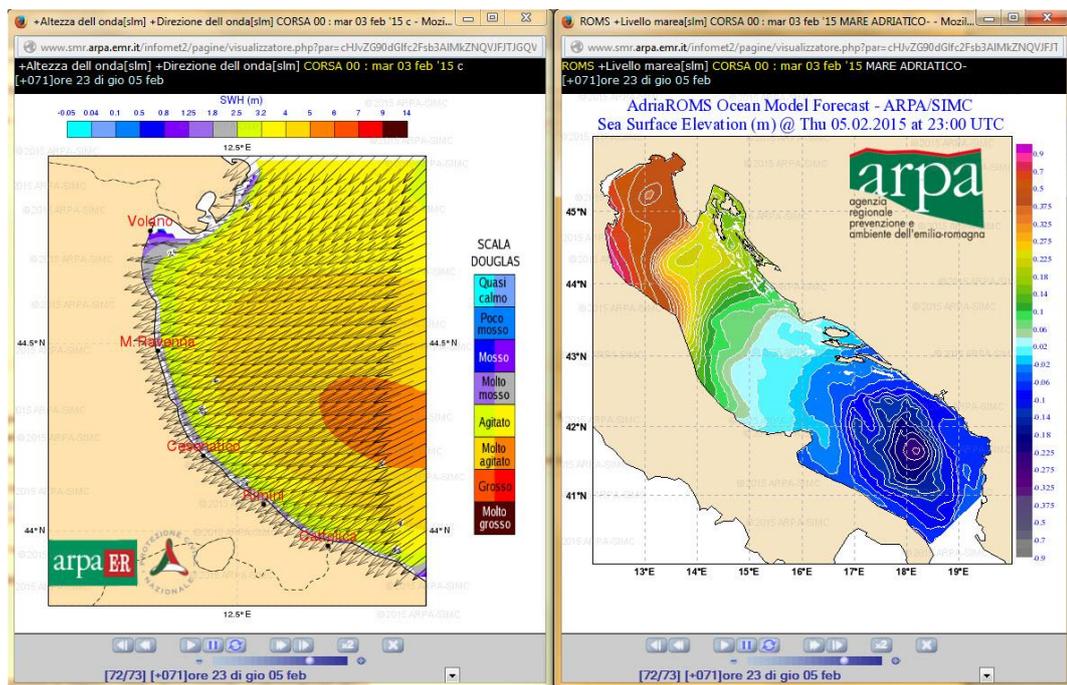


Figura 28: Previsione del 3 febbraio 2015 ore 23 UTC del 05/02/2015. A sinistra l'altezza significativa dell'onda (da modello SWAN), a destra il livello del mare (da modello AdriaROMS). Sulla costa dell'Emilia-Romagna si prevedono onde superiori ai 3.00 metri e un livello del mare superiore a 0.8 metri

Sulla base di queste informazioni, all'interno dell'avviso meteo n. 1006 emesso il 03 febbraio (validità dalle ore 18 del 03 fino alle ore 12 del 06 febbraio), è stata inserita la sezione di avviso per evento costiero, oltre a quella di stato del mare, per tutte e tre le macroaree costiere, indicando per giovedì mare agitato al largo e condizioni di ingressioni marine lungo la costa.

Le previsioni emesse mercoledì 04 febbraio (Figura 29) confermavano quanto già indicato il giorno

precedente, evidenziando un livello del mare superiore a 85 centimetri già alla mattina di giovedì 05 (Figura 30).

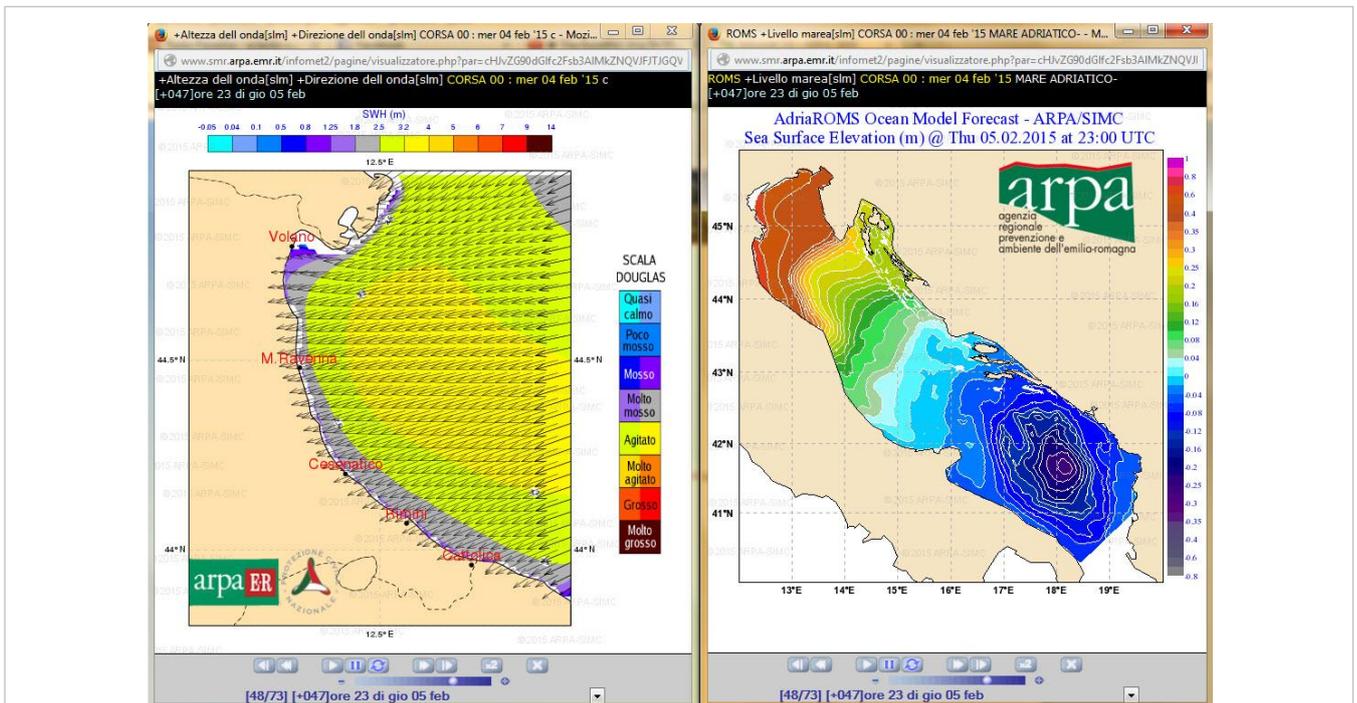


Figura 29: Previsione del 04 febbraio 2015 per le ore 23 UTC dell'05/02/2015. A sinistra l'altezza significativa dell'onda (da modello SWAN), a destra il livello del mare (da modello AdriaROMS).

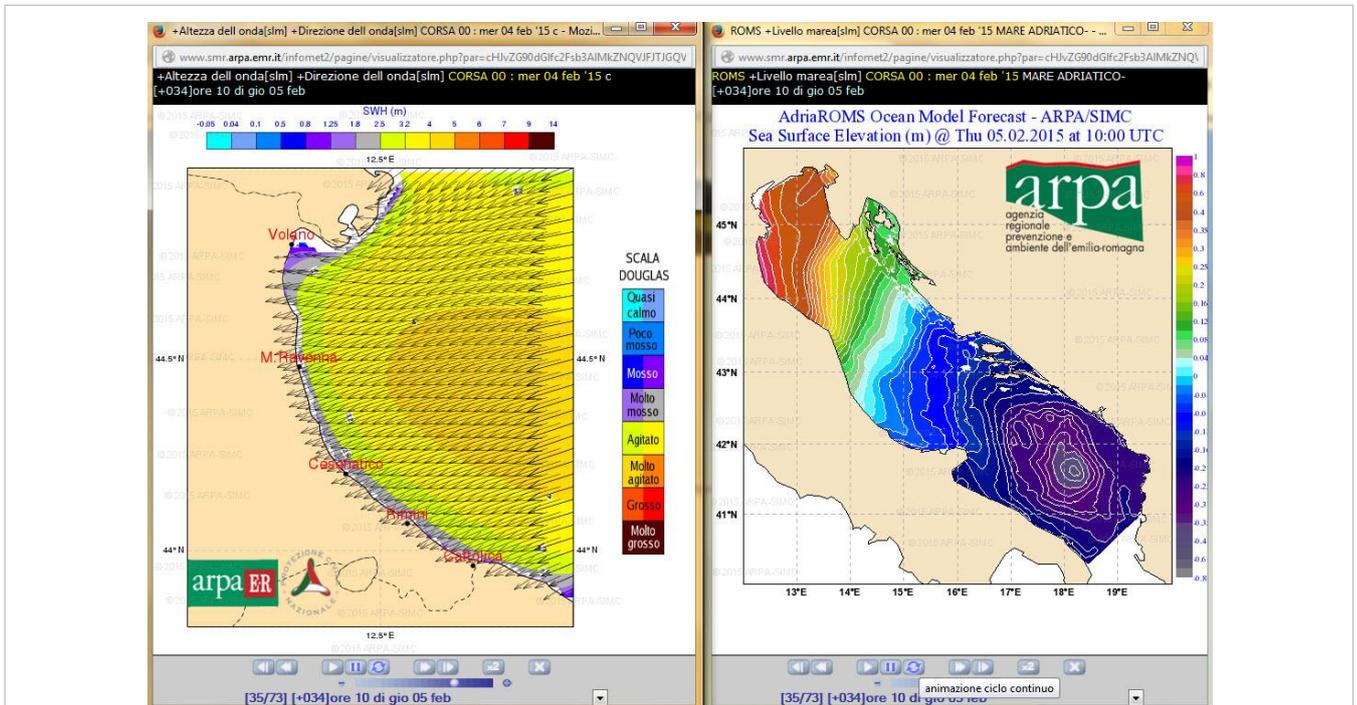


Figura 30: Previsione del 04 febbraio 2015 per le ore 10 UTC dell'05/02/2015. A sinistra l'altezza significativa dell'onda (da modello SWAN), a destra il livello del mare (da modello AdriaROMS). Si nota come già dalla mattina del 05 il livello del mare sia sostenuto con valori prossimi a 0.9 metri.

Le previsioni del 05 febbraio stesso (Figura 31) hanno fornito indicazioni di condizioni meteo-marine ancor più severe rispetto a quelle indicate i giorni precedenti, prevedendo onde sotto costa

superiori ai 3.5 metri e livello del mare prossimo a 1 metro durante la notte tra il 05 e il 06.

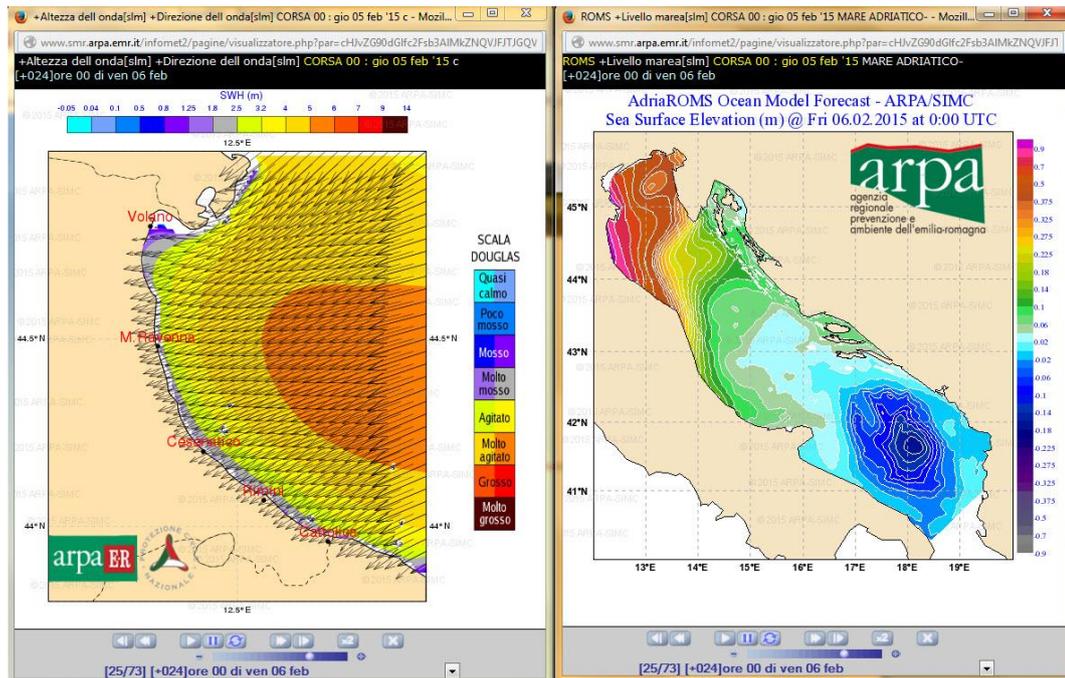


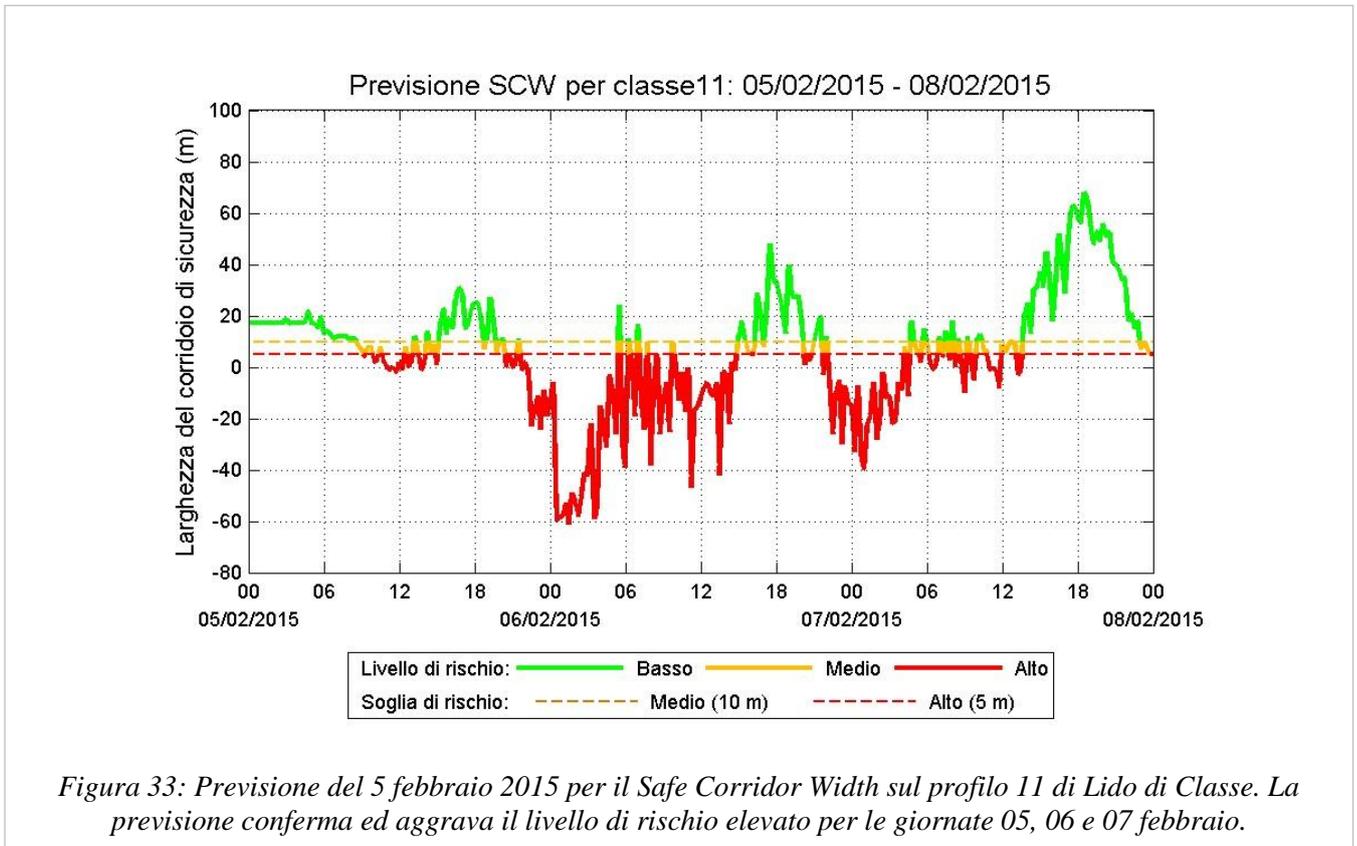
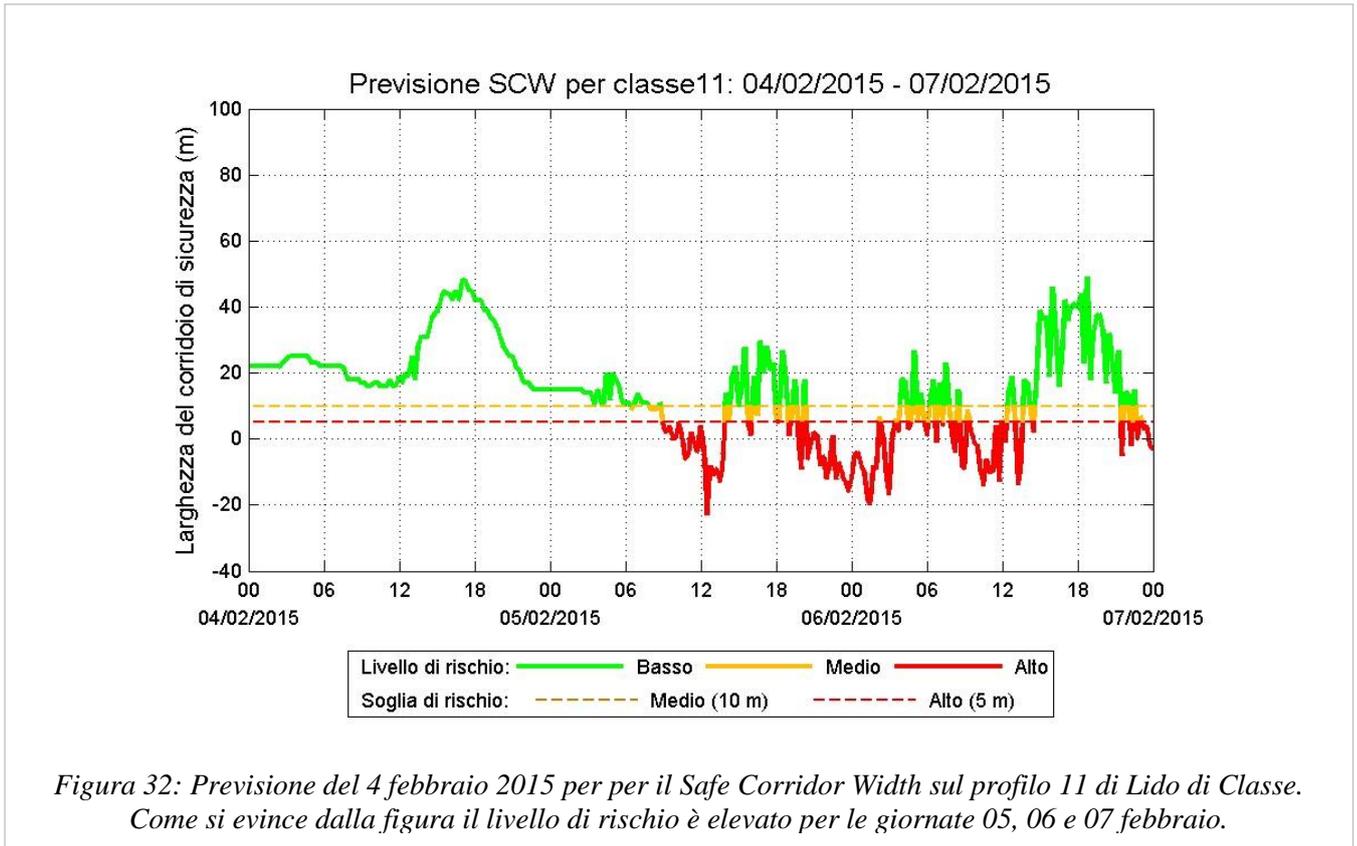
Figura 31: Previsione del 05 febbraio 2015 per le ore 00 UTC del 06/02/2015. A sinistra l'altezza significativa dell'onda (da modello SWAN) e a destra il livello del mare (da modello AdriaROMS). Si nota un'intensificazione dei fenomeni rispetto alle previsioni dei giorni precedenti.

La modellistica di morfodinamica costiera che fornisce previsioni di ingressione marina, ha dato indicazioni di livello di rischio elevato lungo tutta la costa per le giornate del 05, 06 e 07 febbraio.

Le previsioni dell'indicatore Safe Corridor Width su un profilo di costa nella zona di Lido di Classe, inoltre, indicavano un'ampiezza del corridoio di sicurezza notevolmente compromessa soprattutto durante la notte tra il 05 e 06 (Figura 32 e Figura 34).

Il Safe Corridor Width (SCW), è un indicatore definito solo per le zone di costa naturale (senza la presenza di edifici balneari) ed è finalizzato a prevenire gli incidenti mortali dovuti a mareggiate intense, durante le quali gli alti livelli d'acqua e/o *overtopping* possono risultare pericolosi per gli utenti. SCW è usato per prevedere quando la spiaggia sarà troppo stretta (sotto un valore di soglia prefissato) da permettere che la gente cammini senza alcun pericolo, date le avverse condizioni meteo-marine. Definisce quindi un corridoio sicuro lungo il quale la gente si può allontanare in caso di mareggiate intense che provocano ingressione marina sulla zona litoranea.

Il Safe Corridor Width è ottenuto attraverso la modellistica di morfodinamica costiera Xbeach (www.xbeach.org) che gira operativamente per alimentare il prototipo di EWS (Early Warning System, <http://geo.regione.emilia-romagna.it/schede/micore/>) dell'Emilia-Romagna sviluppato durante il progetto europeo MICORE (www.micore.eu),



Gli effetti sul sistema costa sono stati importanti e si sono verificati in maniera un po' diffusa lungo tutto il litorale dell'Emilia-Romagna.

Le misurazioni del livello del mare disponibili in Emilia-Romagna hanno registrato un picco pari a 1.18 metri a Porto Garibaldi (Figura 35) e di 1.21 metri a Ravenna - Porto Corsini (Figura 36).

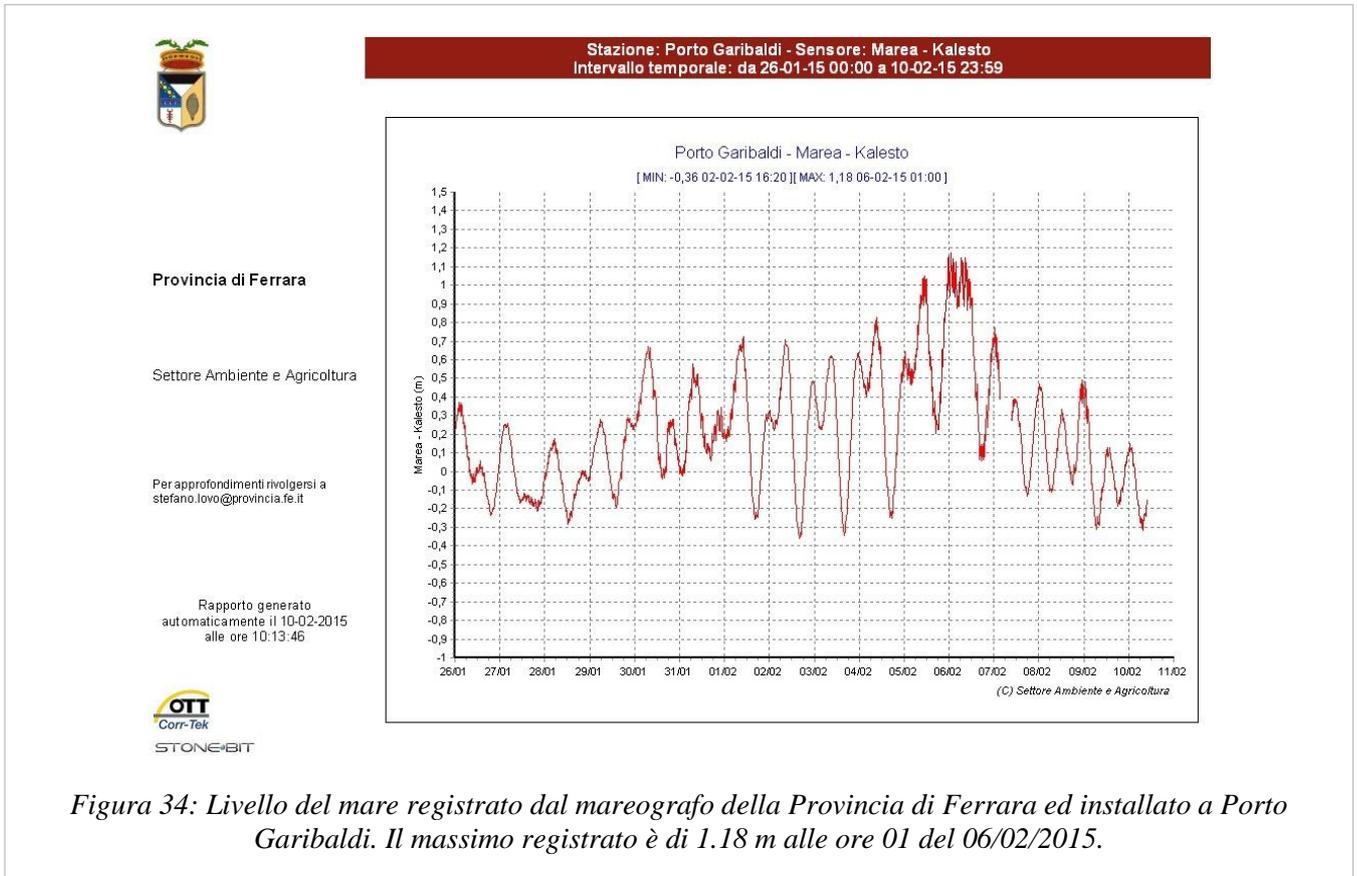


Figura 34: Livello del mare registrato dal mareografo della Provincia di Ferrara ed installato a Porto Garibaldi. Il massimo registrato è di 1.18 m alle ore 01 del 06/02/2015.

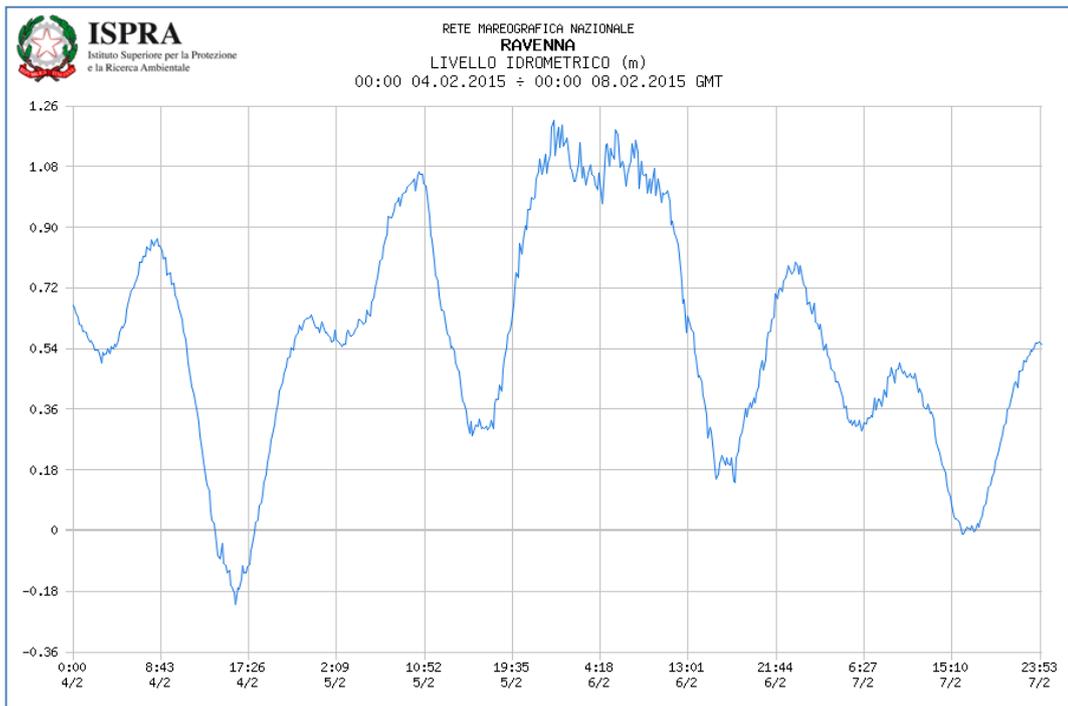


Figura 35: Livello del mare registrato dal mareografo della Rete Mareografica Nazionale gestito da ISPRA ed installato a Porto Corsini (Ravenna). Il massimo registrato è di 1.21 m alle ore 23:40 UTC del 05/02/2015.

La boa ondometrica installata a Cesenatico ha registrato un'altezza significativa di onda massima pari a 4.66 metri alle ore 08 UTC del 06 febbraio (Figura 37).



Figura 36: Altezza significativa dell'onda registrata nel periodo 05-07 febbraio 2015 dalla boa dell'Emilia-Romagna Nausicaa ed installata al largo di Cesenatico. Si noti il massimo dell'onda pari a 4.66 metri il 06 febbraio ore 08 UTC.

L'evento di mareggiata che si è abbattuto sulla costa dell'Emilia-Romagna nelle giornate del 05 e 06 febbraio è stato di eccezionale intensità se confrontato con gli eventi registrati dalle serie storiche a nostra disposizione.

L'analisi dei dati del livello idrometrico, resa possibile solo grazie ai dati registrati dal mareografo di Ravenna - Porto Corsini facente parte della Rete Mareografica Nazionale (RMN) gestita da ISPRA e che presenta una serie storica praticamente ininterrotta (rendimento del 98%) dal 1998 ad oggi con dati ogni 10 minuti, rivela che il dato di livello del mare di 1.21 metri alle ore 23:40 del 05 febbraio è il dato di livello più alto mai registrato dalla stazione mareografica. Il precedente valore massimo registrato dalla stazione era stato di 1,16 metri il 31 ottobre 2012.

L'analisi dei dati di moto ondoso è stata effettuata considerando l'archivio dati registrati dalla stazione ondometrica Nausicaa posizionata al largo di Cesenatico. L'ondametro è in funzione da maggio 2007 e i precedenti massimi registrati sono stati di 3.92 metri l'1 marzo 2011, di 3.91 metri il 10 marzo 2010 e di 3.79 metri l'11 novembre 2013.

Un'onda di 4.66 metri come quella registrata il 6 febbraio 2015 mattina non si era mai verificata prima.

L'eccezionalità dell'evento sta soprattutto nella concomitanza tra i due segnali di livello del mare e di altezza d'onda (Figura 37). Le due grandezze si sono mantenute entrambe sopra la soglia di criticità individuata per l'emissione dell'avviso meteo per evento costiero (altezza onda superiore a 2 metri e livello del mare superiore a 0.7 metri) per un arco temporale totale di 21 ore in 3 giorni (evidenziate in colore azzurro in Figura 37), con un'ampia finestra centrale di circa 14 ore.

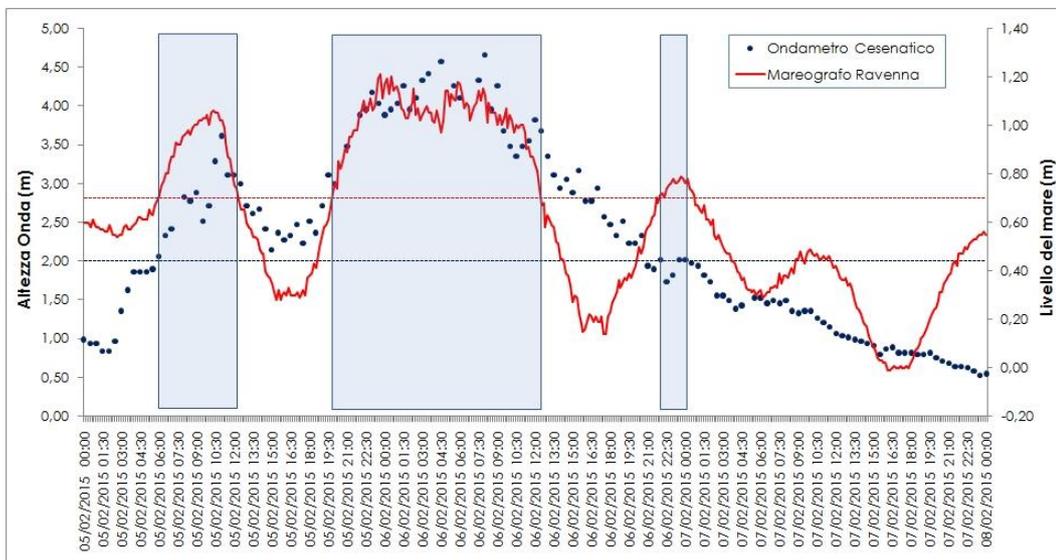
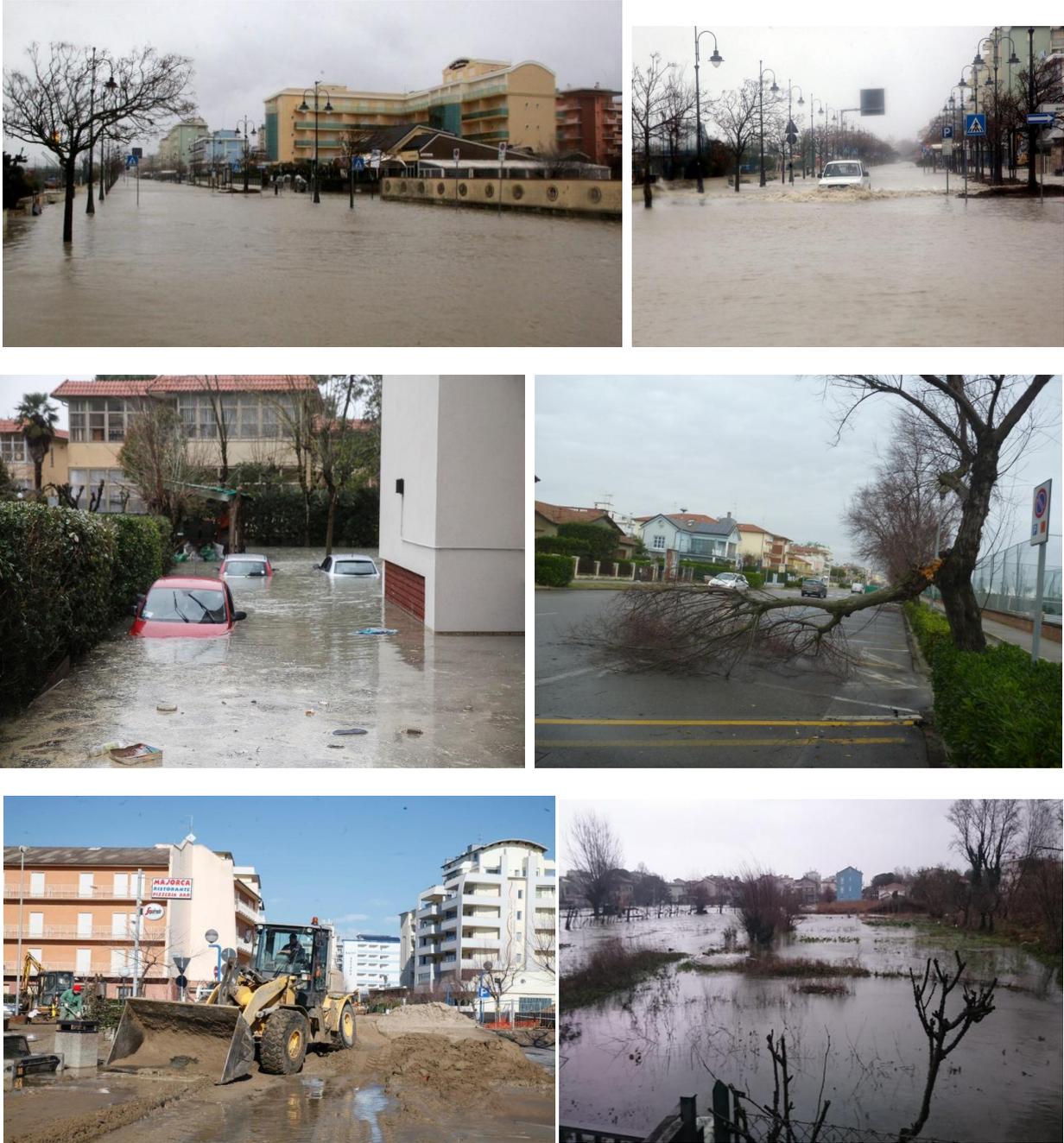


Figura 37: Altezza significativa dell'onda (pallini blu) registrata nel periodo 05-07 febbraio 2015 dalla boia ondometrica di Cesenatico e livello del mare (linea rossa) registrato dal mareografo di Porto Corsini RA .

Questa eccezionale concomitanza di segnali ha determinato una violentissima mareggiata con conseguente abbondante trasferimento energetico dal mare verso costa. Questo impattante trasferimento energetico ha portato alle estese ingressioni marine nelle aree costiere e alle disastrose erosioni che si sono registrate diffusamente lungo tutto il litorale.

Alcune immagini dei danni causati dal maltempo in Romagna sono mostrate in Figura 38.



*Figura 38: Foto degli allagamenti in Romagna: a Cesenatico (in alto), Lido Adriano (in centro a sinistra), Cervia (in centro a destra), Lido di Savio (in basso a sinistra) e Rimini (in basso a destra).
Foto da "Il Resto del Carlino".*

Arpa Emilia-Romagna
Via Po 5, Bologna
051 6223811

www.arpa.emr.it

Servizio IdroMeteoClima
Viale Silvani 6, Bologna
+39 051 6497511

www.arpa.emr.it/sim

