

L'EVENTO METEO IDROGEOLOGICO E IDRAULICO DEL 16-18 MAGGIO 2023

A cura di Arpae-SIMC Centro Funzionale della Regione Emilia-Romagna

Analisi dell'evento meteorologico sul territorio regionale

Nel corso della giornata del 15 maggio una profonda saccatura si approfondisce sul Mediterraneo, andando ad alimentare minimo depressionario che dal Canale di Sicilia si porterà sulle regioni centrali italiane, dove stazionerà fino alla giornata del 17 maggio, bloccato tra un vasto campo anticiclonico presente tra l'Atlantico e la penisola Iberica e un esteso promontorio che dal Mediterraneo orientale risale fino all'Europa nord-orientale (vedi Figura 1).

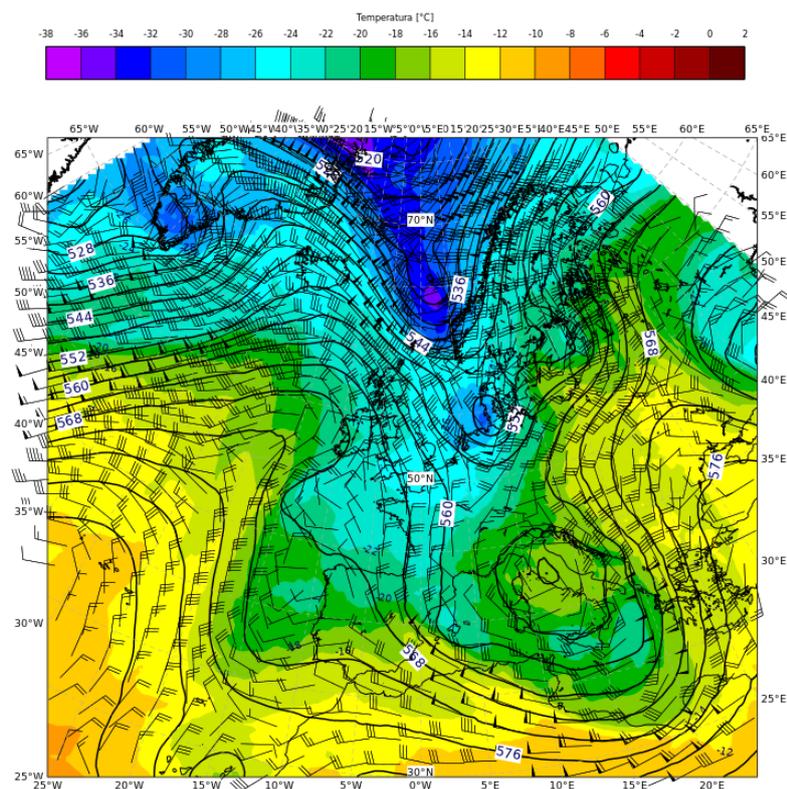


Figura 1: Mappa di analisi di geopotenziale, temperatura e vento a 500 hPa delle 12 UTC del 16 maggio 2023 da modello IFS-ECMWF.

Sarà questo minimo depressionario, denominato con il nome di “Minerva” dal Servizio Meteorologico dell'Aeronautica Militare, nell'ambito del programma europeo [Storm Naming](#) che attribuisce il nome alle tempeste più intense, a generare le condizioni di marcata instabilità che hanno interessato

dapprima le regioni meridionali, poi quelle centrali e infine la regione Emilia-Romagna nelle giornate tra il 15 e il 17 maggio (vedi Figura 2).

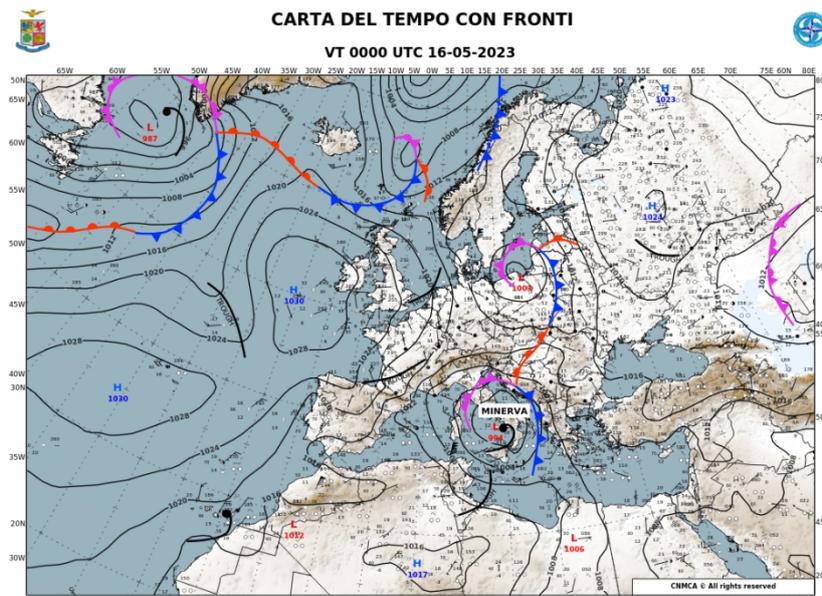


Figura 2: Carta del tempo con fronti in cui è sono riportati i valori di pressione al suolo, i messaggi synop ed i soggetti sinottici individuati sullo scenario euro-atlantico per alle 00 UTC del 16 maggio (“Informazioni elaborate dal Servizio Meteorologico dell’Aeronautica Militare e pubblicate sul sito www.meteoam.it”)

Nelle prime ore di martedì 16 il minimo depressionario, in risalita meridiana verso le regioni centrali italiane, determina una intensa circolazione ciclonica che convoglia correnti umide di Scirocco dal Mediterraneo sud-orientale verso il settore adriatico (vedi Figura 3), con intensi venti di Bora che vanno ad impattare sulle coste dell’Adriatico settentrionale.

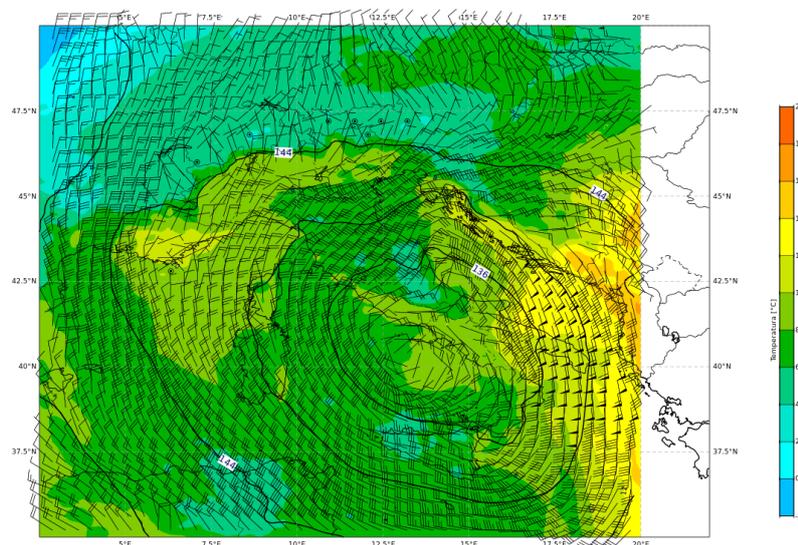


Figura 3: Mappa di analisi di geopotenziale, temperatura e vento a 850 hPa delle 00 UTC del 16 maggio 2023 da modello IFS-ECMWF.

L’interazione tra queste masse d’aria e la convergenza della ventilazione al suolo in prossimità della Romagna ha determinato intense precipitazioni anche a carattere temporalesco durante la mattina, come visibile dalla mappa di riflettività radar delle 10:25 e dalla mappa di fulminazioni sovrapposte al

canale infrarosso da satellite delle 10:30 (Figura 4 e Figura 5). Questa è stata l'unica fase convettiva dell'evento, durante la quale sono da segnalare i valori di pioggia cumulata nelle due ore registrati tra le 10 e le 12 dalla stazione di Riccione Urbana (RN) pari a 72,9 mm e tra le 9:45 e le 11:45 nella stazione di Cattolica (RN) pari a 67,2 mm.

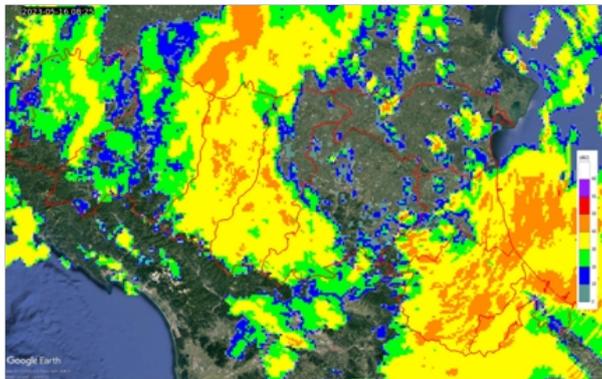


Figura 4: Mappa di riflettività del composito radar del 16/05/2023 alle 10:25

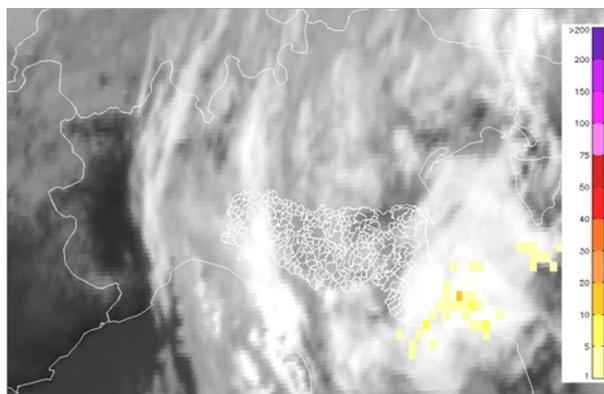


Figura 5: Fulminazioni da rete LAMPINET sovrapposte al canale IR da satellite geostazionario Meteosat-10 alle 10:30

Nelle ore successive l'azione del vortice depressionario, con centro di rotazione pressoché stazionario sull'Italia centrale, continua con impulsi ripetuti a far affluire masse d'aria cariche di umidità verso la Pianura Padana, determinando la persistenza di precipitazioni in particolare sul settore centro-orientale dell'Emilia-Romagna (vedi Figura 6).

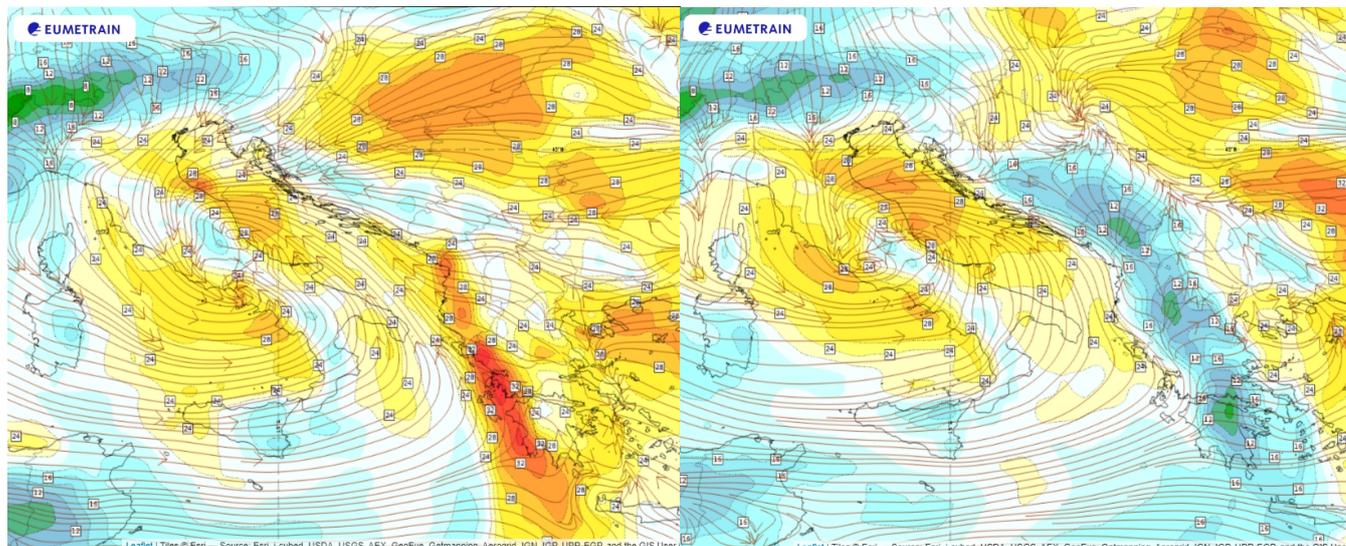


Figura 6: rappresentazione del trasporto di umidità mediante linee di flusso a 1000 hPa e Total Column Water (valore integrato sulla colonna di acqua (vapore + idrometeore contenute nelle nubi, escluse le precipitazioni in kg/mq) da modello IFS-ECMWF alle 00 UTC del 16 (a sinistra) e 17 maggio 2023 (a destra). (elaborazione eumetrain.org). L'effetto di sbarramento dei rilievi appenninici, come nel recente caso del 2-3 maggio, ha concentrato e intensificato le precipitazioni nel versante sopravvento (effetto Stau) in particolare sulle zone collinari tra il Bolognese e la Romagna.

In questa zona si sono verificate precipitazioni a carattere moderato, a tratti forte, seppur con intensità quasi sempre sotto i 30 mm/h come visibile dalle mappe radar (Figura 7).

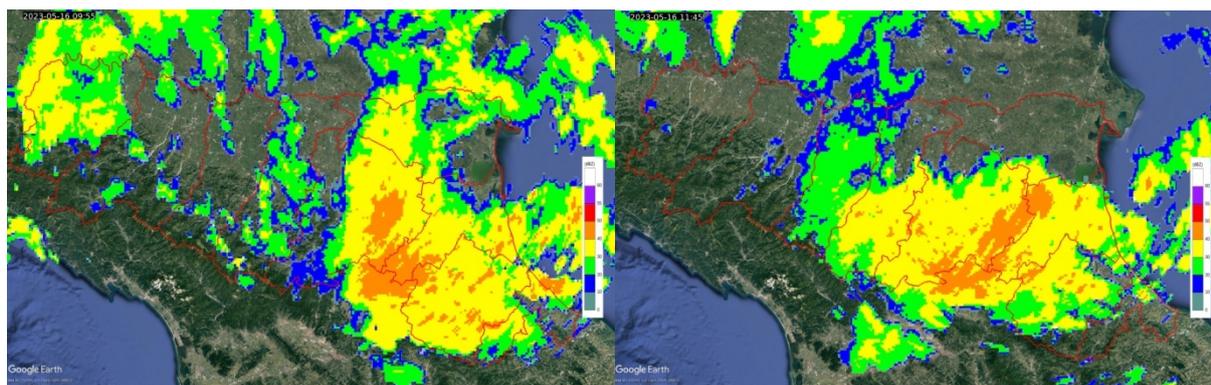


Figura 7: Mappe di riflettività del composito radar del 16/05/2023 alle 11:55 (a sinistra) e alle 13:45 (a destra). La mattina del 17 maggio la parte più intensa della perturbazione si è progressivamente spostata verso ovest, con precipitazioni a carattere moderato che hanno insistito sul settore centrale della regione, in particolare sul Bolognese (vedi Figura 8). Nella seconda parte della giornata il vortice depressionario ha cominciato ad indebolirsi, anche se l'area mediterranea ha continuato ad essere interessata da una più lasca circolazione ciclonica, con la formazione di un altro minimo barico sul settore occidentale. Sulla Pianura Padana permangono correnti orientali che favoriscono ancora

deboli condizioni di instabilità anche nei giorni successivi, interessando maggiormente il settore emiliano della regione.

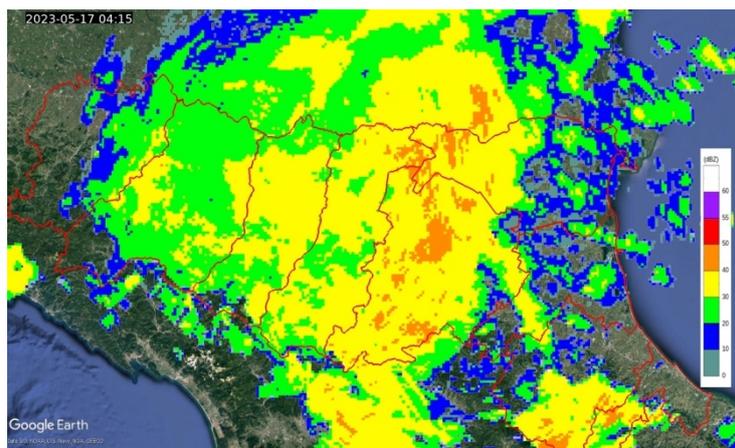


Figura 8: Mappe di riflettività del composito radar del 17/05/2023 alle 06:15.

Come nell'evento di inizio mese, nei giorni 16 e 17 maggio le precipitazioni si sono concentrate in sulle zone collinari e pedecollinari centro-orientali, con massimi della cumulata sui due giorni pari a 260,8 mm a Monte Albano, 254,8 mm a Trebbio e 254,6 a San Cassiano sul Lamone, stazioni poste sui rilievi sopra Imola, Forlì e Faenza, rispettivamente nei bacini di Senio, Lamone e del suo affluente Marzeno. Valori molto elevati sono stati registrati anche sulla collina tra Cesena e Rimini, con punte di 144,4 mm a Santa Paola (bacino del Rubicone) nella giornata del 16 maggio e 189,2 mm di cumulata su due giorni (vedi mappa in Figura 9). Da notare anche i massimi giornalieri registrati nella giornata del 16 sempre nella stazione di Trebbio (205.6 mm), San Cassiano sul Lamone (196.8 mm) e Monte Albano (194.4 mm).

La cumulata di precipitazione registrata nel periodo 1-17 maggio (Figura 10) è il record storico di cumulata a 17 giorni per oltre il 65% dei pluviometri dei bacini del settore centro-orientale della regione, alcune con serie di dati superiori ai 100 anni, con valori oltre i 300-400 mm cumulati nel periodo, e massimi di 609,8 mm a Trebbio (Modigliana, bacino del Lamone), e 563,4 mm a Le Taverne (Fontanelice, bacino del Santerno).

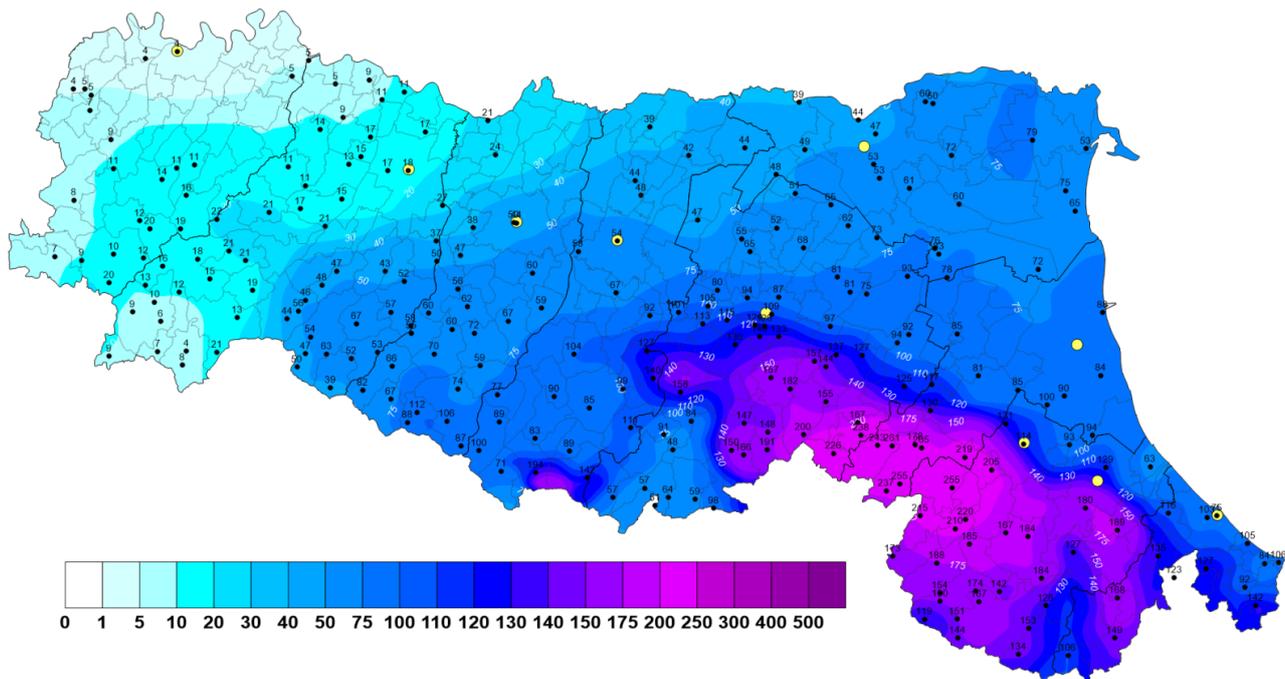


Figura 9: Precipitazioni cumulate sulla Regione nel periodo 16-17 maggio 2023

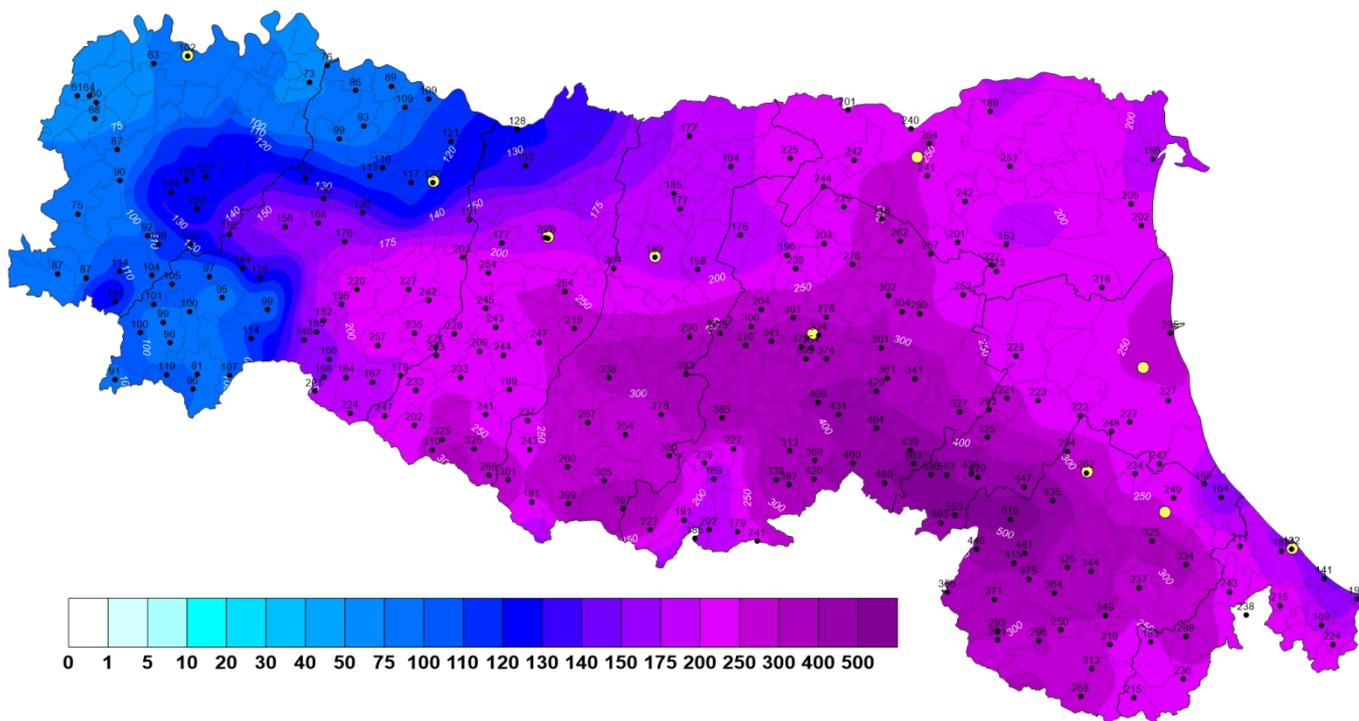


Figura 10: Precipitazioni cumulate sulla Regione nel periodo 1-17 maggio 2023

I fenomeni di piena sul territorio regionale

Dal punto di vista degli effetti al suolo l'evento del 16-17 maggio è strettamente legato sia all'evento del 1-3 maggio, sia - più in generale - alla sequenza ravvicinata delle precipitazioni dall'inizio del mese sul settore centro-orientale della regione che, come sottolineato, hanno registrato cumulate superiori ai massimi storici registrati (vedi Figura 10), soprattutto nella zona collinare.

Le precipitazioni dei giorni 1-3 maggio, per le quali è stato stimato un tempo di ritorno superiore a 100 anni per la durata 24 ore in molte stazioni pluviometriche, avevano generato piene contemporanee sugli affluenti pedecollinari di Reno, sul Lamone e sul Montone, con elevati volumi defluenti e livelli al a colmo che in molte sezioni avevano superato i massimi storici registrati. Nei tratti arginati dei suddetti corsi d'acqua si erano verificate numerose rotte e sormonti arginali nelle giornate del 2 e 3 maggio, con conseguente allagamento di zone agricole ed insediamenti civili e produttivi nella pianura bolognese, ravennate e forlivese. Centinaia di fenomeni franosi, da piccoli smottamenti a frane di grandi dimensioni, si sono verificati all'inizio del mese sul territorio bolognese, ravennate e forlivese, interrompendo temporaneamente la viabilità, mentre altre hanno interessato porzioni di versante più estese, danneggiando pesantemente le infrastrutture e gli edifici.

In queste condizioni di suoli saturi, grave compromissione della tenuta arginale nei tratti vallivi dei corsi d'acqua del settore centro-orientale della regione, e forte sofferenza delle rete di bonifica, gravata dalle acque fuoriuscite dalle rotte e dalle precipitazioni anche a carattere temporalesco del 9-10 e 12-14 maggio, si è abbattuta - sugli stessi territori - la più intensa precipitazione del 16-17 maggio sopra descritta.

Rapidi fenomeni di piena, con più impulsi successivi nei tratti montani, si sono sommati nei tratti vallivi, generando onde di piena con elevatissimi volumi e livelli ancor più alti dei massimi storici raggiunti dalle piene di 14 giorni prima, su Samoggia, Idice, Quaderna, Sillaro, Santerno, Senio, Lamone, Montone, Ronco, Savio, Bevano, Rubicone e Marecchia, come è possibile osservare in alcuni idrogrammi più rappresentativi illustrati in Figura 11, che mostrano come i livelli si siano mantenuti al di sopra delle soglie 3 per un periodo di oltre 24 ore già nelle sezioni di chiusura dei bacini montani.

Piene di minore entità, ma comunque prossime ai franchi arginali hanno interessato il Secchia ed il Panaro, dove sono entrate in funzione le casse di espansione, ed il Reno, la cui piena è stata scolmata in Po attraverso la manovra al Cavo Napoleonico.

Le casse di espansione presenti sul Samoggia e sull'Idice, che avevano efficacemente laminato le piene del 2-3 maggio, sebbene abbiano ridotto i colmi di piena, non sono state in grado di evitare gli allagamenti della ben più elevata piena del 16-17 maggio, spesso avvenuti già nei tratti pedemontani, ed i danni alle arginature nel tratto vallivo, stressate dalle piogge e dalle piene precedenti.

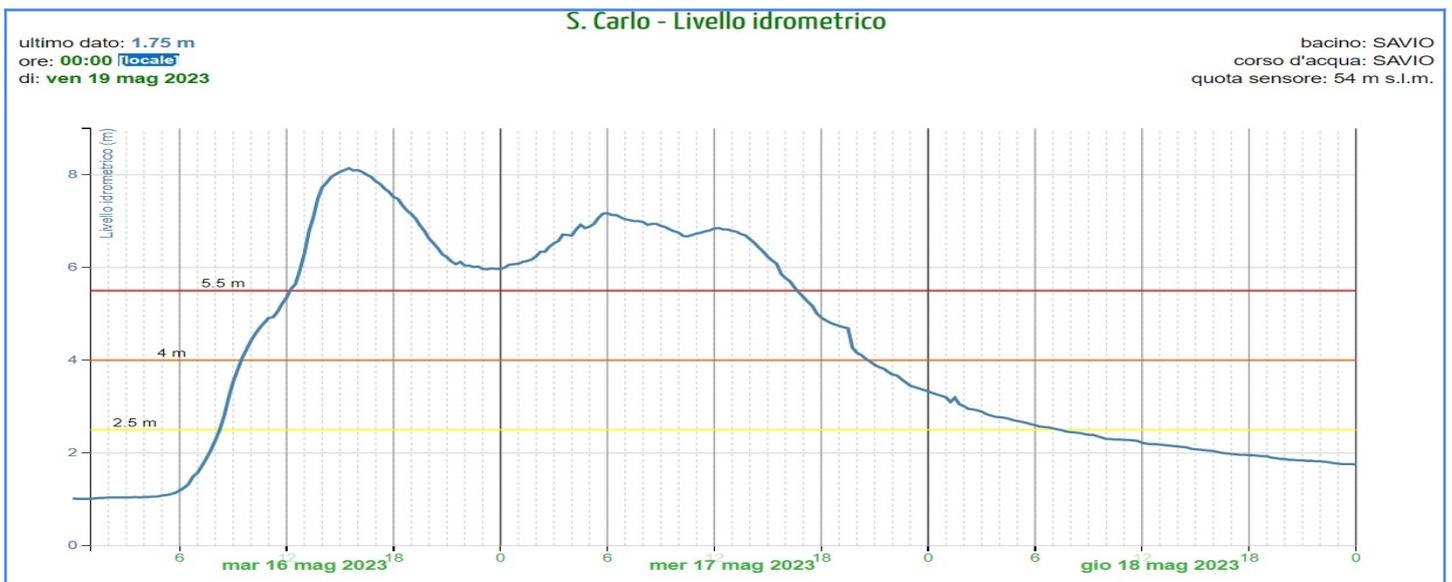
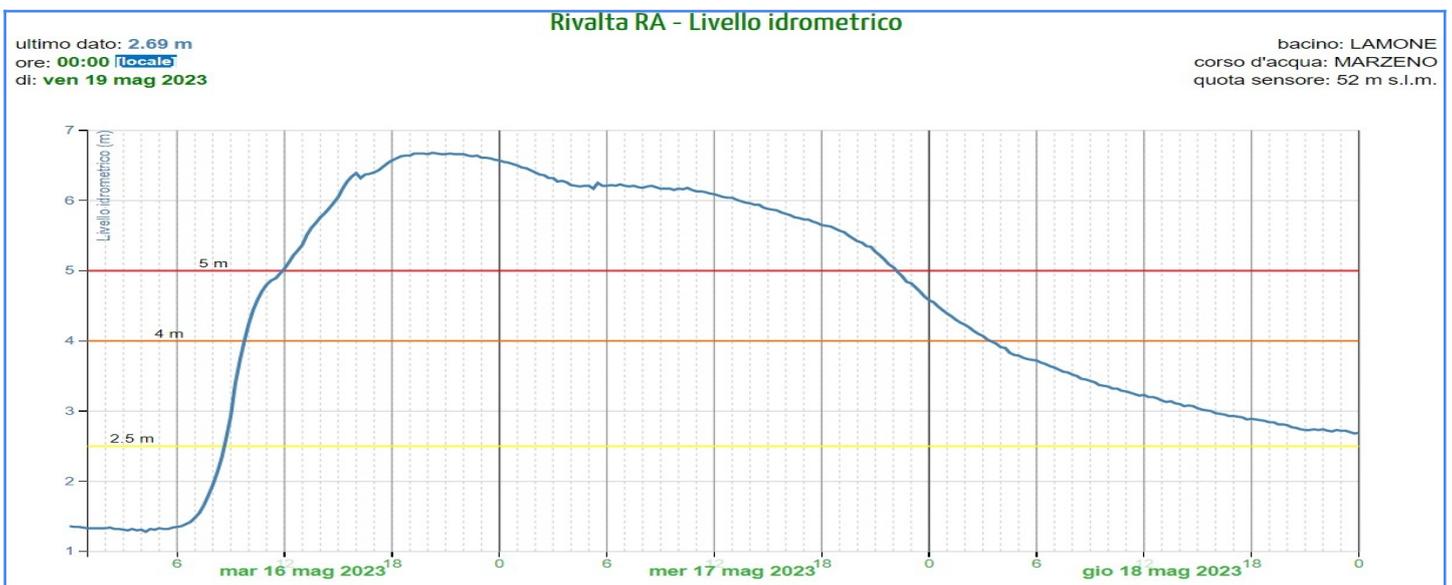
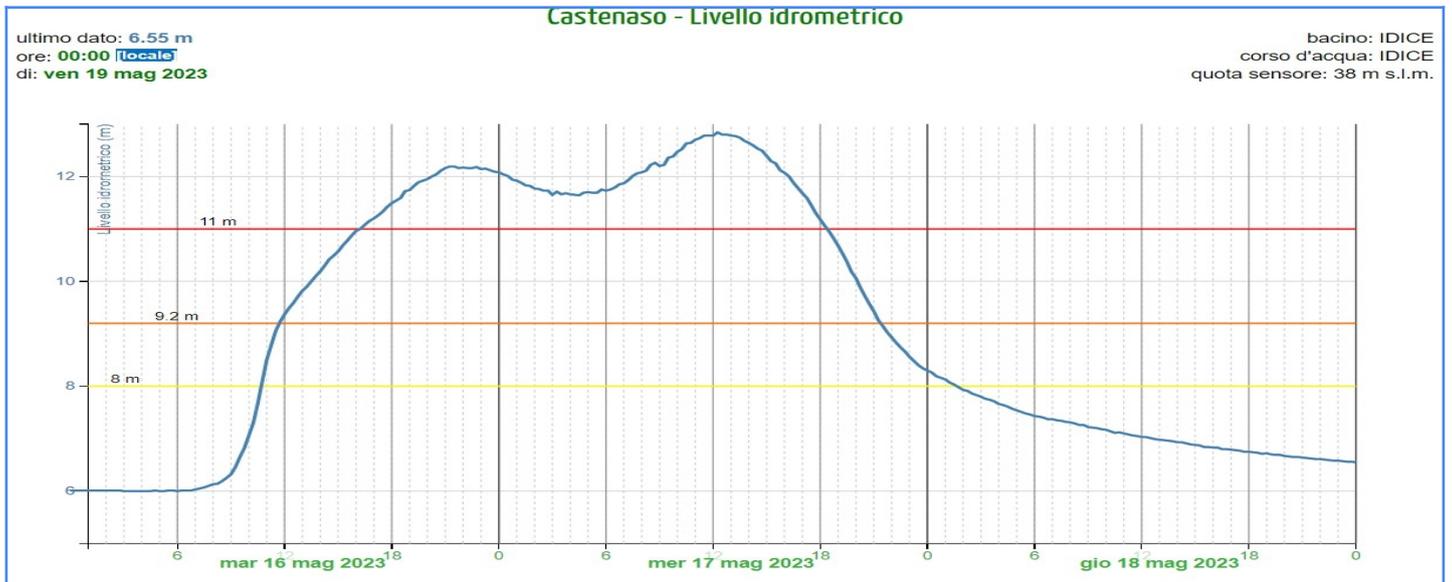


Figura 11: Idrogrammi di piena registrati il 16-18 maggio, nelle sezioni di Castenaso sull'Idice, Rivalta sul Marzeno (affluente di Lamone), S. Carlo sul Savio

L'eccezionale altezza e durata dei colmi di piena ha causato effetti sul territorio ancora più ingenti, questa volta sia nei tratti vallivi che in quelli pedecollinari di tutti i corsi d'acqua sopra citati, dove si sono verificate esondazioni, intensi fenomeni di erosione, sovralluvionamento e trasporto solido, sormonti arginali, ed effetti secondari quali occlusioni delle luci dei ponti con rigurgito delle piene a monte, nuove rotte e aggravamento di quelle già chiuse con gli interventi urgenti dei giorni precedenti.

Le acque esondate hanno allagato estesi territori nelle province di Bologna, Ravenna e Forlì-Cesena (vedi Figura 12) e danneggiato numerose opere idrauliche di difesa, tra cui alcuni impianti di bonifica in pianura, causando ulteriori difficoltà nell'allontanamento delle acque dalle stesse zone allagate.

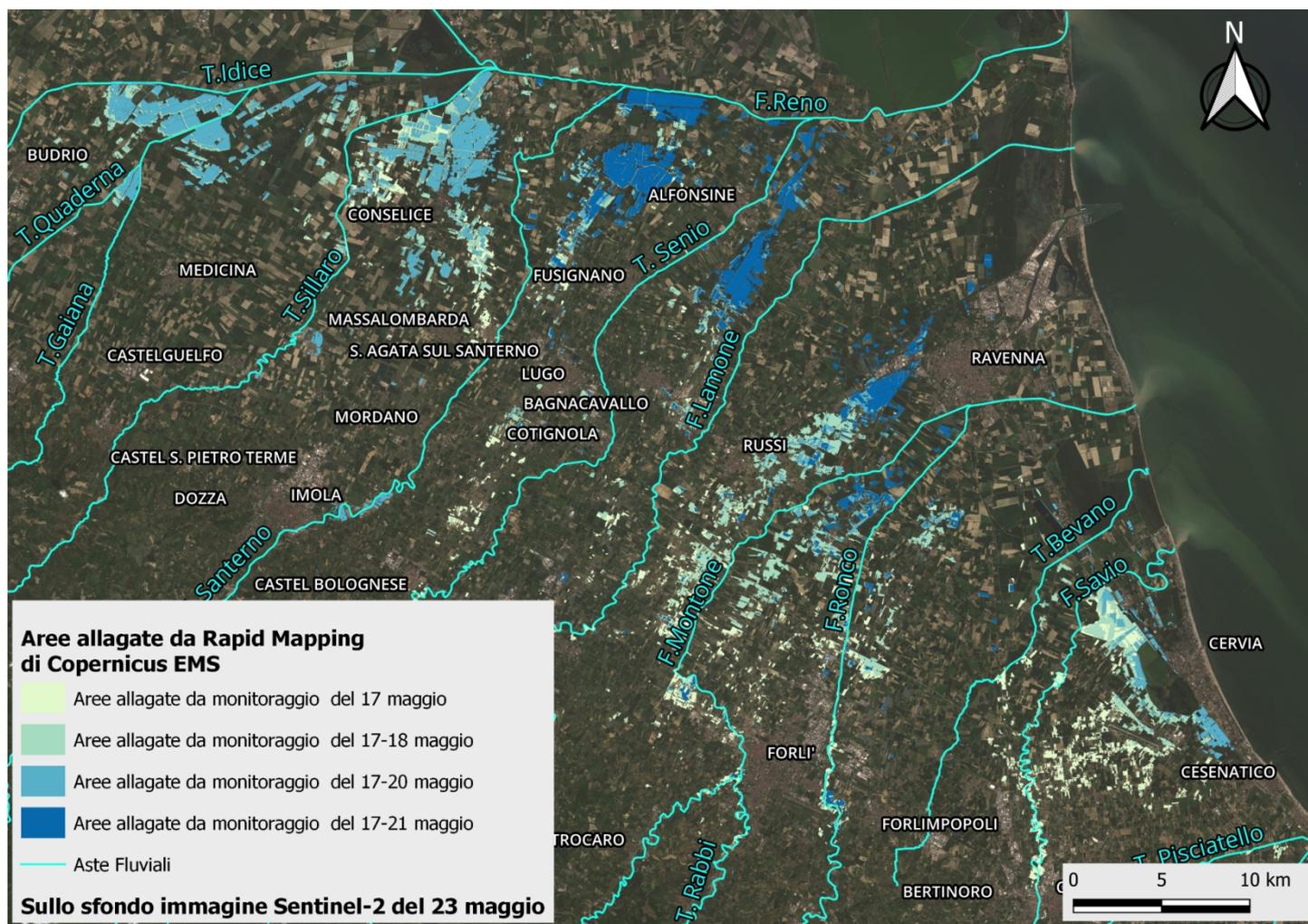


Figura 12: Immagine satellitare dei territori allagati a seguito delle piene del 16-18 maggio (Programma UE Copernicus Emergency Management Service)

La mareggiata sul litorale emiliano-romagnolo

L'evento di mareggiata che ha interessato la costa dell'Emilia-Romagna ha presentato le seguenti caratteristiche meteo-marine.

Il giorno 16-05-2023 la stazione mareografica di Arpae a Porto Garibaldi ha registrato due picchi del livello del mare sostenuti: il primo alle ore 9:30 (ora locale, UTC+2) di 0,89 m, e il secondo alle 19:30 di 0,87 m.

Come è possibile vedere nella linea blu della Figura 13, relativa al mareografo di Porto Corsini (di proprietà di ISPRA), i valori registrati risultano inferiori rispetto a quelli di Porto Garibaldi; probabilmente la differenza è dovuta a una forte influenza locale del vento, che potrebbe aver spinto una maggiore quantità d'acqua verso specifiche località costiere.

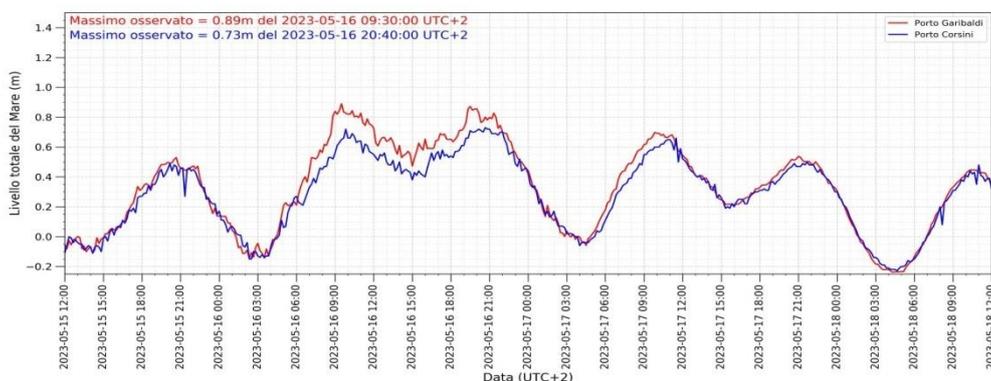


Figura 13: Il livello totale del mare misurato ai mareografi di Porto Garibaldi (linea rossa) e Porto Corsini (linea blu) nel periodo compreso dal 15/05/2023 alle 12:00 al 18/05/2023 alle 12:00, ora locale.

La boa ondometrica Nausicaa, posizionata al largo di Cesenatico, ha rilevato un innalzamento repentino dell'altezza dell'onda a partire dalle ore 1:30 (ora locale, UTC+2) circa del 16 maggio, raggiungendo un picco d'onda pari a 3,23 m alle ore 9:30 dello stesso giorno (Figura 14). Le condizioni di onda sopra-soglia (altezza superiore a 1,35 m, soglia utilizzata per identificare l'inizio e la fine di un evento di mareggiata, corrispondente al 95° percentile del dataset ondometrico disponibile dal 2007 a oggi), sono perdurate per molte ore. Sulla base di tale soglia, l'evento di mareggiata ha avuto una durata totale di circa 35,5 ore. La direzione di propagazione media dell'onda durante l'evento è di circa 60°N (proveniente da NE), caratteristica delle mareggiate generate dai venti di Bora.

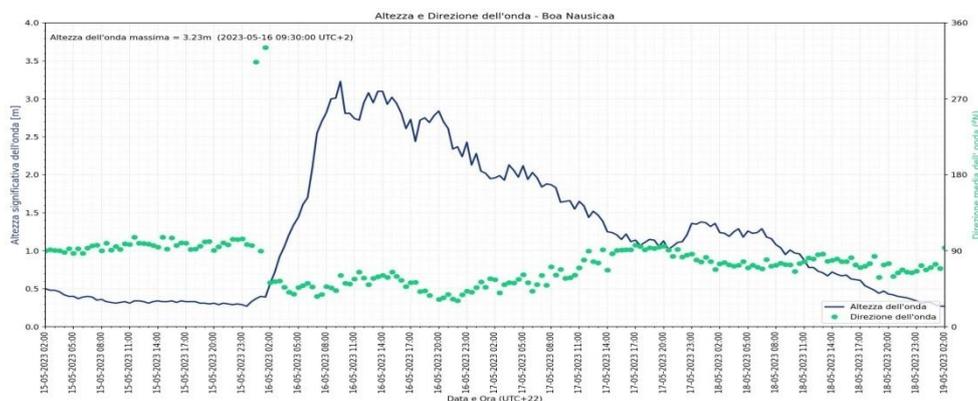


Figura 14: Dati di altezza e direzione dell'onda misurati dalla Boa Nausicaa posizionata al largo di Cesenatico per il periodo 15-05-2023 /18-05-2023.

Considerando i valori di mareggiata misurati durante il mese di maggio, da quando la boa è stata installata (2007), il picco d'onda di 3,23 m raggiunto in concomitanza di questo evento rappresenta il dato più alto mai registrato per il mese. Analizzando tutte le mareggiate occorse dal 2007 a oggi, su oltre 300 eventi solo 18 hanno raggiunto un picco superiore a 3,23 m, posizionando questo evento di onda come uno dei più alti dell'intero dataset disponibile.

L'evento di mareggiata ha provocato estesi allagamenti ed erosione dell'arenile, nonché lo spiaggiamento di ingente quantità di materiale nelle vicinanze delle foci fluviali, soprattutto legname, come è possibile osservare nelle immagini riportate di seguito.



Impatti a Marina di Ravenna



Impatti nel cesenate



Erosione arenile in prossimità di manufatti a Riccione



Allargamenti spiaggia e stabilimenti a Rimini

I fenomeni franosi sul territorio regionale

Dal punto di vista del dissesto idrogeologico, a seguito dell'evento del 16-17 maggio sono state segnalate circa 300 frane principali sul territorio, che nei giorni successivi sono salite a 422, cui si aggiungono migliaia di micro-frane attive, che hanno interessato (fonte ARsTePC):

- In provincia di Forlì Cesena i comuni di: Modigliana, Dovadola, Predappio, Roncofreddo, Casola Valsenio, Cesena, Meldola, Tredozio, Mercato Saraceno, Montiano, Sarsina, Santa Sofia, Civitella di Romagna, Galeata, Bertinoro, Meldola, Portico e San Benedetto, Premilcuore e Rocca San Casciano.
- In provincia di Ravenna: Casola Valsenio e Brisighella.
- In provincia di Bologna: Fontanelice, Loiano, Casalfiumanese, Monte San Pietro, Monzuno, Imola, Borgo Tossignano, Castel del Rio, Monterezeno, Monghidoro, Castel San Pietro Terme, Monte San Pietro, Pianoro, Sasso Marconi, Bologna, Valsamoggia.
- In provincia di Modena: Montecreto, Polinago, Prignano sulla Secchia, Serramazzoni, Zocca, Pavullo nel Frignano, Fiorano modenese, Montese.
- In provincia di Reggio Emilia: Canossa, Baiso, Carpineti, Toano, Villa Minozzo, Ventasso.
- In provincia di Rimini: Montescudo, Casteldelci, Sant'Agata Feltria, Novafeltria e San Leo.

Molti dei fenomeni franosi registrati sono stati aggravamenti delle centinaia di frane già registrate il 2-3 maggio e nei giorni successivi, comunque interessati da ulteriori, seppur deboli, precipitazioni per tutto il periodo fino all'inizio del nuovo evento pluviometrico. Frane di grandi dimensioni e piccoli smottamenti hanno interessato soprattutto la rete stradale principale e secondaria, nonché alcuni edifici.



Figura 15: Fenomeni franosi a Modigliana (a sinistra) e Casola Valsenio (a destra)

Per un maggior dettaglio sulla localizzazione nonché quantificazione dei danni dovuti alle piene, frane, e mareggiate, si rimanda ai successivi rapporti che saranno prodotti nelle prossime settimane dall'Agenzia regionale per la sicurezza territoriale e la protezione civile, al momento ancora impegnata nella gestione dell'emergenza sul territorio.

L'attività di previsione e monitoraggio del Centro Funzionale Arpae-SIMC

L'evento pluviometrico e le sue conseguenze sul territorio erano state previste con anticipo, ed a seguito dell'emanazione dell'allerta rossa per criticità idrogeologica e idraulica è stata attivata la macchina dell'emergenza, con il supporto della colonna mobile nazionale e del sistema di intervento di Protezione Civile Europeo, che ha prescritto molte azioni preventive: l'alleggerimento delle dighe, evacuazioni di abitati a rischio, chiusura di strade e scuole, ed una diffusione capillare dell'allerta alla popolazione, con indicazione dei comportamenti da seguire durante l'evento tramite i Comuni interessati ed i canali social di AllertameteoER.

Tutte le Allerte ed i Bollettini emessi, diffusi alla popolazione anche tramite i canali social Twitter e Telegram, sono disponibili sul portale ufficiale AllertameteoER della Regione Emilia Romagna <https://allertameteo.regione.emilia-romagna.it/web/guest/homepage/>

Per un maggior dettaglio sui singoli fenomeni di piena, di frana e meteo-marini si rimanda al successivo rapporto di evento che ARPAE-SIMC Centro Funzionale, al momento ancora impegnato nelle attività di previsione e monitoraggio dei fenomeni, produrrà nelle prossime settimane, a seguito della validazione ed analisi dei dati.