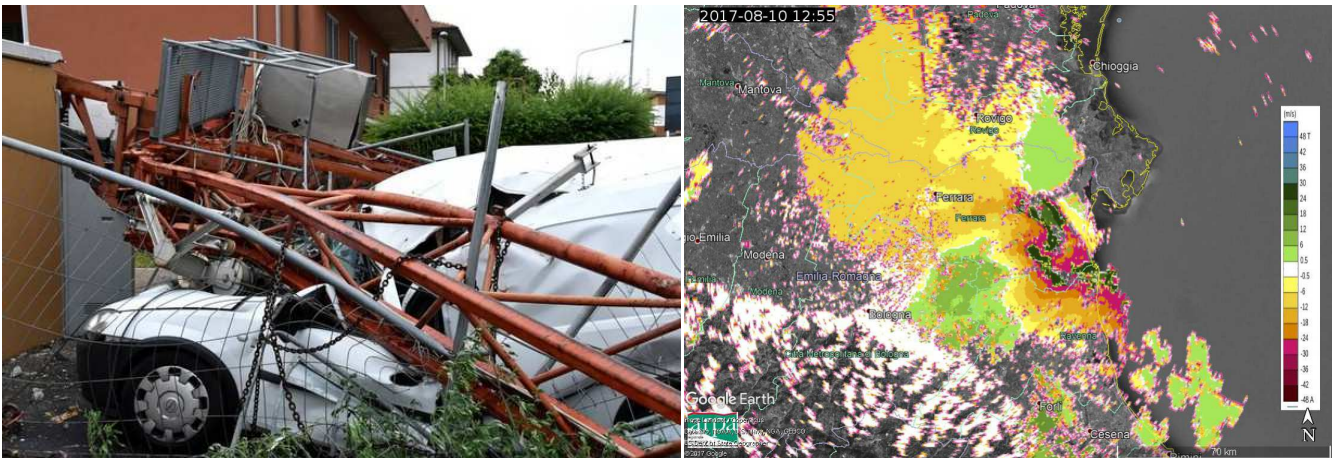


Rapporto dell'evento meteorologico del 10 agosto 2017



*A cura di
Unità Radarmeteorologia, Radarpluviometri,
Nowcasting e Reti non convenzionali
Area Centro Funzionale e Sala Operativa Previsioni*

BOLOGNA, 17/08/2017

Riassunto

Nella giornata di giovedì 10 agosto 2017 un intenso fronte temporalesco del tipo Sistema Convettivo a Mesoscala (noto come MCS), favorito dall'afflusso di correnti fredde nella media troposfera, è transitato velocemente sulla parte centro-orientale del territorio regionale. Le province costiere, da Ferrara a Forlì-Cesena, sono risultate maggiormente interessate dai fenomeni meteorologici prodotti dal MCS, in particolare le raffiche di vento hanno superato i 100 km/h con il dato "record" di Forlì urbana che ha registrato una raffica di 132 km/h. Le conseguenze si sono tradotte in moltissime piante abbattute, anche su abitazioni automezzi e sedi stradali, tetti scoperchiati, interruzioni diffuse dell'energia elettrica a causa di pali della luce abbattuti.

In copertina: Gru abbattuta dal vento a Forlì (Fonte: Il Resto del Carlino, Forlì) e mappa di velocità radiale radar del 10/08/2017 alle 12:55 UTC.

INDICE

Riassunto.....	2
1. Evoluzione generale e zone interessate.....	4
2. Analisi dell'evoluzione alla mesoscala sull'Emilia-Romagna.....	8
3. Cumulate di precipitazione	9
4. Analisi della grandine, del vento ed effetti al suolo.....	11

1. Evoluzione generale e zone interessate

Il 10 agosto è presente una vasta circolazione depressionaria in quota con minimo centrato sulla Francia settentrionale, associato alla circolazione di una massa d'aria fredda in lento spostamento verso la regione alpina, mentre sul bacino del Mediterraneo da vari giorni permane una circolazione anticiclonica di aria calda e umida (Figura 1).

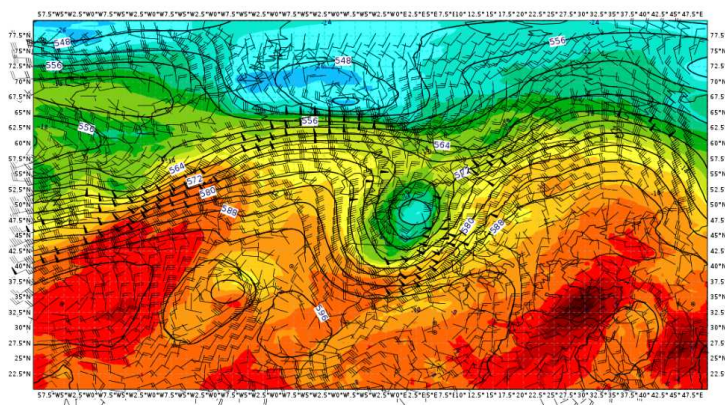


Figura 1. Mapa di analisi (da modello IFS-ECMWF) di geopotenziale e vento a 500 hPa del 10/08/2017 alle 00:00 UTC.

L'approssimarsi del minimo depressionario verso il Tirreno determina l'afflusso di veloci correnti fredde provenienti da sud-ovest sull'Italia settentrionale, che, in presenza di condizioni termodinamiche favorevoli, porta allo sviluppo di un esteso sistema convettivo che nelle ore pomeridiane ha interessato il settore centro-orientale della Regione Emilia-Romagna.

La situazione meteorologica è particolarmente interessante, poiché già in fase di previsione erano presenti le condizioni dinamiche e termodinamiche che lasciavano presagire la possibilità dello sviluppo di celle temporalesche ben organizzate sulla Pianura Padano-Veneta.

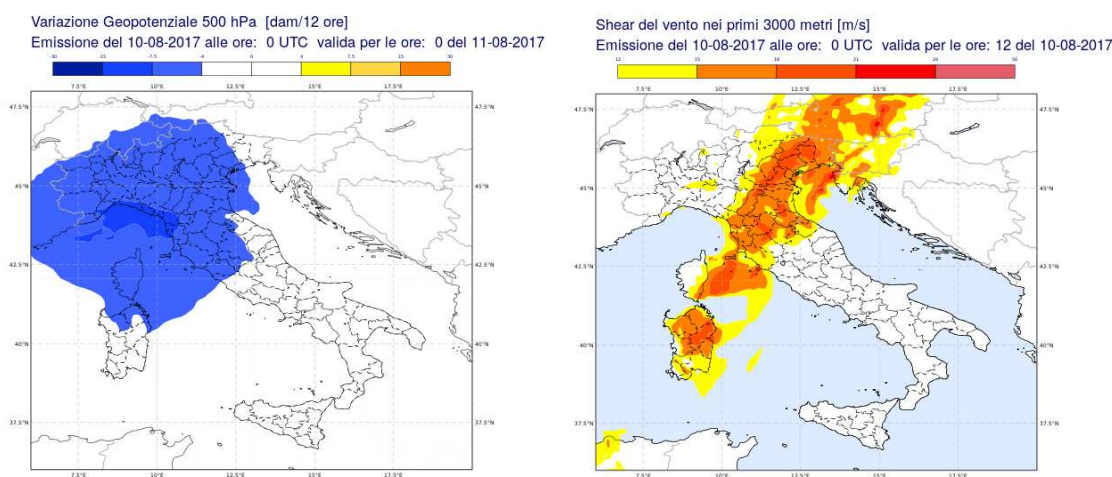
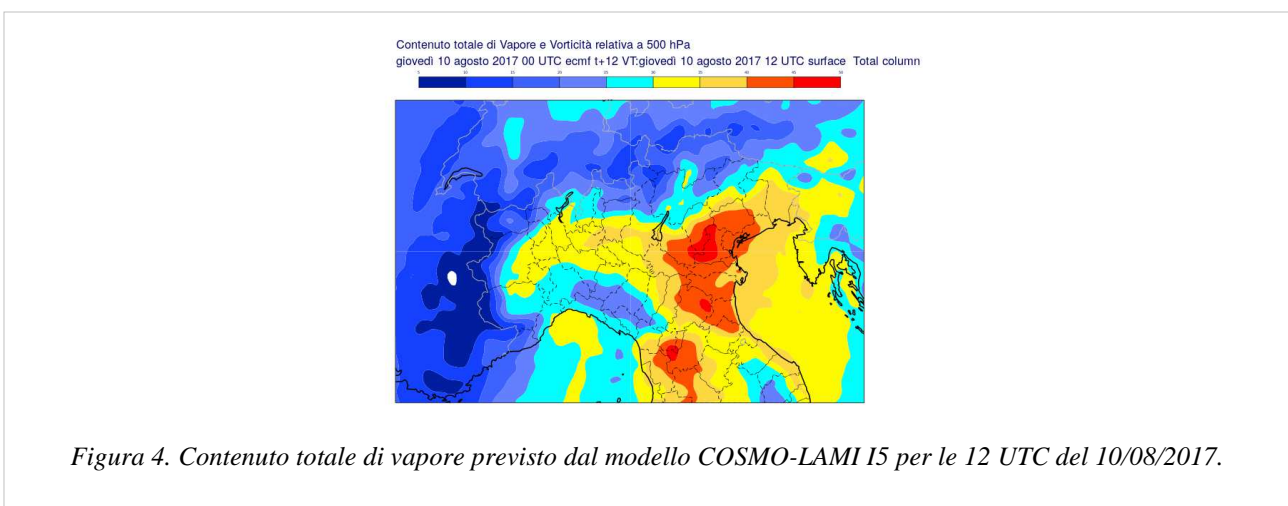
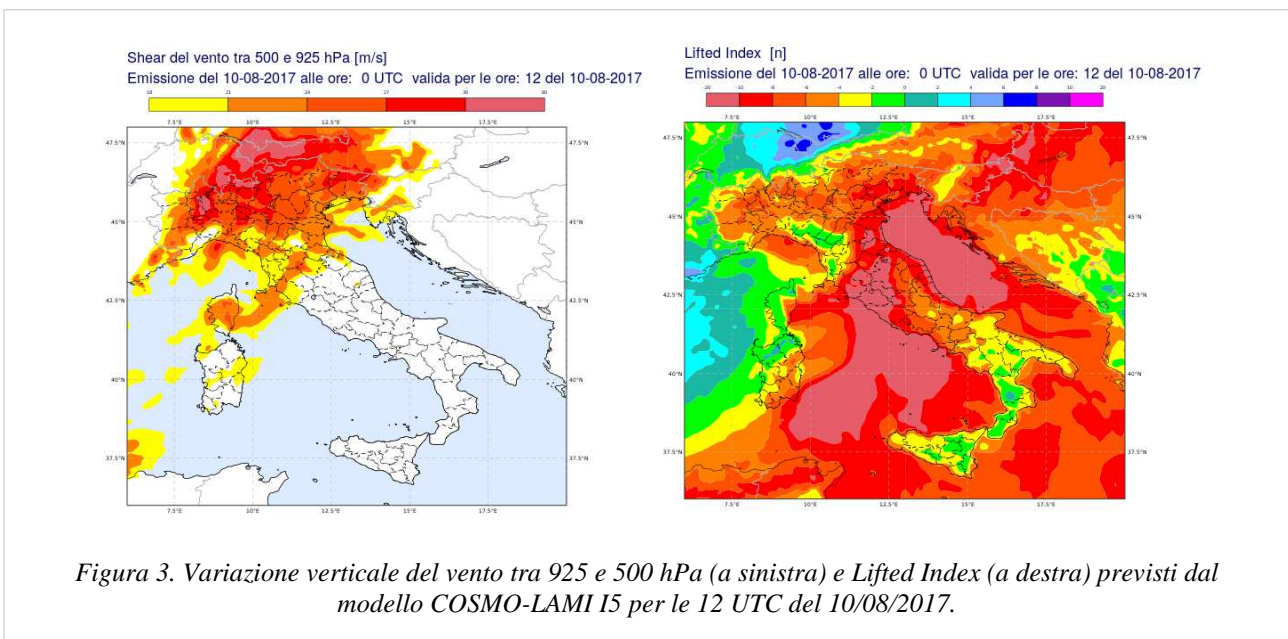


Figura 2. Variazione, in 12 ore, del geopotenziale a 500 hPa (a sinistra) e variazione verticale del vento tra il suolo e 3000 metri (a destra) previste dal modello COSMO-LAMI I5 per le ore 12 UTC del 10/08/2017.

In Figura 2, a sinistra, si può notare la forte diminuzione prevista dell'altezza di geopotenziale a 500 hPa in 12 ore, dalle ore 12 UTC del 10 alle ore 00 UTC dell'11 agosto, segno dell'ingresso di un

minimo depressionario sul Tirreno settentrionale, associato ad un'irruzione di aria fredda. In Figura 2, a destra, è rappresentata la sensibile variazione verticale della velocità del vento nei bassi strati dell'atmosfera prevista per le ore 12 UTC del 10 agosto, tra le vicinanze del suolo e i 3000 metri, condizione che favorisce l'instaurarsi di sistemi temporaleschi autorigeneranti.

In Figura 3, a sinistra, è riportata la variazione verticale del vento nella media troposfera, tra 500 e 5500 m, che è un altro fattore che favorisce la formazione di sistemi temporaleschi intensi. Così come l'indice "Lifted Index" fortemente negativo raffigurato in Figura 3, a destra, previsto sempre per le 12 UTC del 10 agosto, che indicava sia la propensione della massa d'aria presente in Valpadana a sollevarsi sotto l'effetto di una forzante dinamica, sia la grande quantità di energia latente in essa contenuta, immagazzinata nell'elevato contenuto di vapore della massa d'aria presente sulla pianura riportata in Figura 4, che coincide con il sistema convettivo a mesoscala, MCS, che si è sviluppato nel pomeriggio di giovedì 10 agosto (Figura 7).



Il transito dei fenomeni che hanno caratterizzato l'evento è stato molto rapido. Alle 09:00 UTC si osservano le prime precipitazioni che da sud-ovest si spostano verso nord-est e si estendono tra la Toscana ed il Veneto. Alle 12:00 UTC i fenomeni si intensificano con precipitazioni sparse su tutta l'Italia nord-orientale.

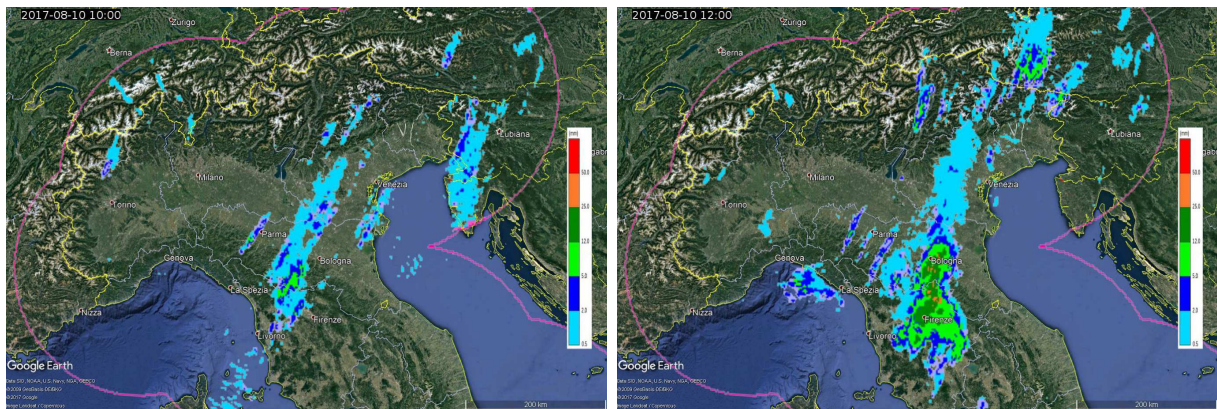


Figura 5. Mappe di precipitazione cumulata oraria, in mm, del composito radar nazionale fornito dal Dipartimento di Protezione Civile del 10/08/2017 alle 10 UTC (a sinistra) ed alle 12 UTC (a destra).

Le immagini ad alta risoluzione, da satellite geostazionario europeo, mostrano l'evoluzione delle strutture sul Nord Italia. In particolare, alle 11:45 UTC si osservano due nuclei convettivi, il primo sulla Toscana ed il secondo sull'Emilia-Romagna, evidenziati dai colori dal blu all'arancione che nell'arco di un'ora si uniscono per formare un unico sistema. Il cerchio fucsia, a destra in Figura 6, evidenzia un "cold ring", ovvero una struttura circolare distinta da temperature molto basse, mentre le frecce indicano gli "overshooting top", ovvero le parti del nucleo convettivo che, a causa delle correnti ascensionali molto intense, hanno forza sufficiente per superare la tropopausa e penetrare nella bassa stratosfera. Queste caratteristiche sono indice di forte convezione e, generalmente, associate a fenomeni di forte intensità.

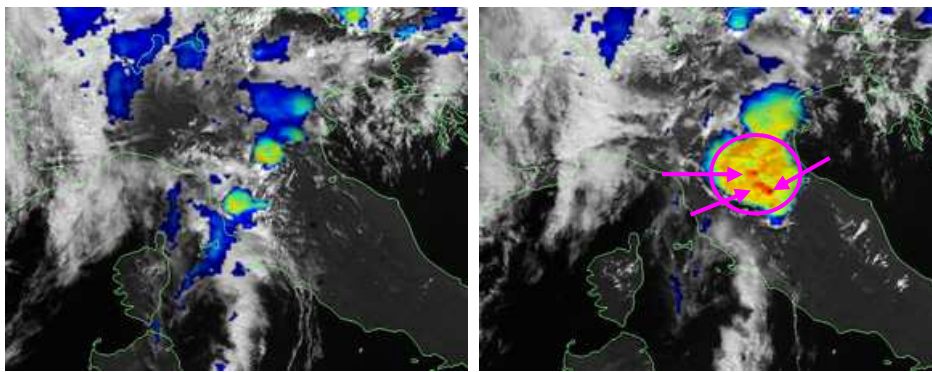


Figura 6. Immagine nel visibile ad alta risoluzione da satellite geostazionario europeo alle 10:45 UTC (a sinistra) ed alle 11:45 UTC (a destra) del 10/08/2017. I colori dal blu al rosso evidenziano le temperature più basse del top delle nubi, stimate dai canali all'infrarosso, e sono, quindi, indicativi di una maggiore estensione verticale delle nubi stesse. Il cerchio indica il "cold ring" e le frecce gli "overshooting top".

Tra le 12:00 e le 13:00 UTC il fenomeno raggiunge il massimo dell'intensità e dell'ampiezza assumendo sicuramente le connotazioni di un MCS, Mesoscale Convective System, ovvero di un sistema temporalesco esteso per decine o centinaia di chilometri (mesoscala) che nasce dall'unione di più cumulonembi a diversi stadi evolutivi. L'intensità della convezione, associata a questo istante, viene nuovamente dimostrata presenza degli "overshooting top" e dalla densità dei fulmini riportata nelle mappe di fulminazione (Figura 7 e Figura 8).

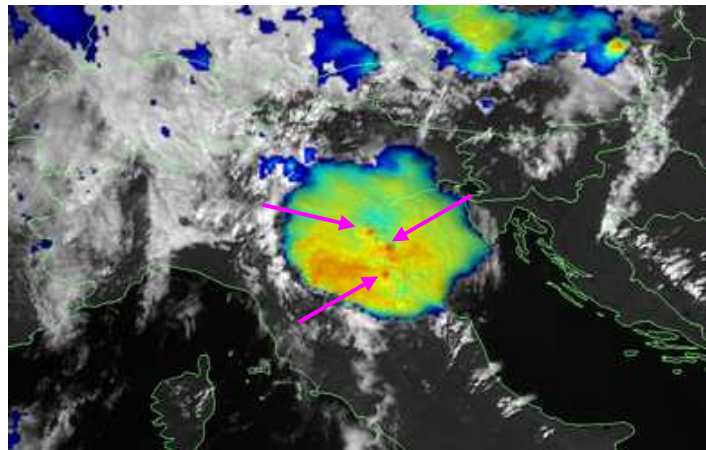


Figura 7. Immagine nel visibile ad alta risoluzione da satellite geostazionario europeo alle 12:45 UTC del 10/08/2017. I colori dal blu al rosso evidenziano le temperature più basse del top delle nubi, stimate dai canali all'infrarosso, e sono, quindi, indicativi di una maggiore estensione verticale delle nubi stesse. Le frecce indicano gli "overshooting top".

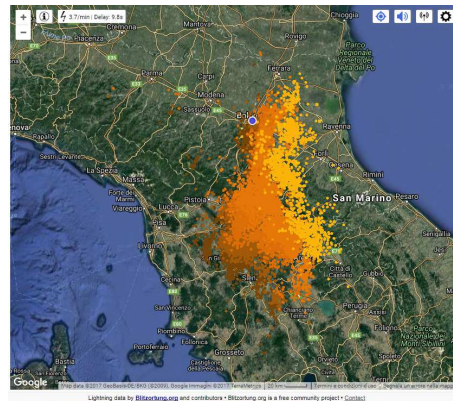


Figura 8. Fulminazioni nell'ora, dal sito LightningMaps.org, alle 12:33 UTC del 10/08/2017. I colori più chiari indicano le fulminazioni più recenti.

Nel pomeriggio, tra le 14:00 UTC e le 15:00 UTC i fenomeni più intensi coinvolgono Lombardia e Veneto, mentre in serata si registrano fenomeni residui, anche associati localmente a precipitazioni moderate, sulla parte più settentrionale dell'Italia.

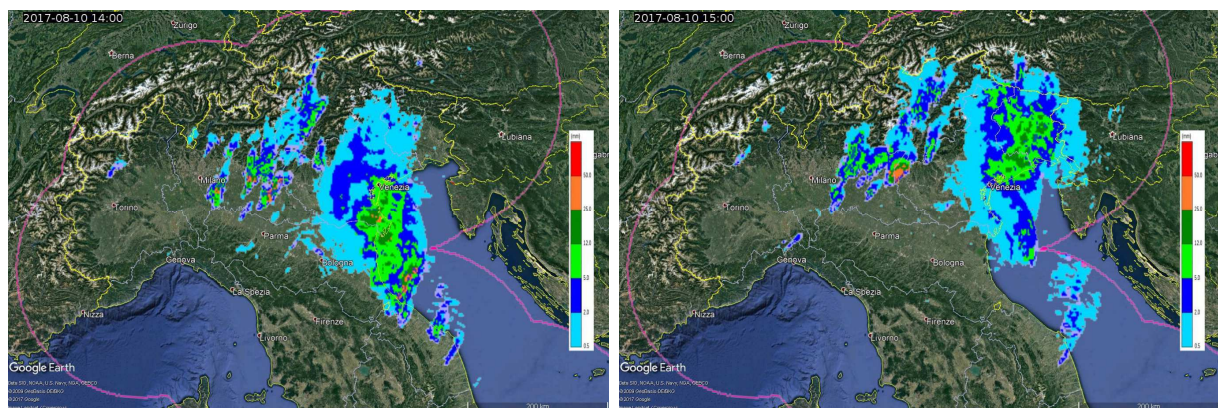


Figura 9. Mappe di precipitazione cumulata oraria, in mm, del composito radar nazionale fornito dal Dipartimento di Protezione Civile del 10/08/2017 alle 14 UTC (a sinistra) ed alle 15 UTC (a destra).

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

Le prime precipitazioni, in ingresso sulla nostra Regione da sud-ovest, si osservano già a partire dalle 08:00 UTC. Piccole strutture temporalesche, di ampiezza limitata ed associate a precipitazioni da deboli a moderate, interessano quasi tutte le province centro-orientali. Tra le 08:30 UTC e le 10:00 UTC, sulla provincia di Parma transita un nucleo più esteso dei precedenti, mentre la provincia di Modena è attraversata, lungo il confine con la provincia di Reggio-Emilia, da una struttura precipitante più organizzata e di estensione maggiore. Alle 09:25 UTC un nuovo sistema fa il suo ingresso sull'Appennino tra Modena e Bologna e, nell'ora successiva, si dispone al confine tra le due province con asse meridionale.

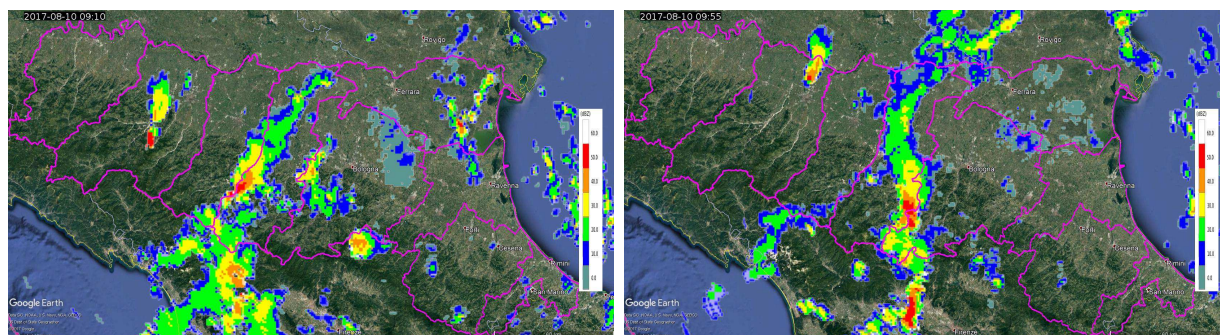


Figura 10. Mappe di riflettività del 10/08/2017 alle 09:10 UTC (a sinistra) ed alle 09:55 UTC (a destra).

Nuove strutture precipitanti si susseguono, sempre con spostamento da sud-ovest verso nord-est, sulla provincia di Bologna. Dalle 10:50 UTC si assiste ad un rinforzo dei fenomeni. Alle 11:20 UTC altri sistemi organizzati, associati a precipitazioni più deboli, entrano sull'Appennino reggiano e modenese e, nell'ora successiva, attraversano le province centrali.

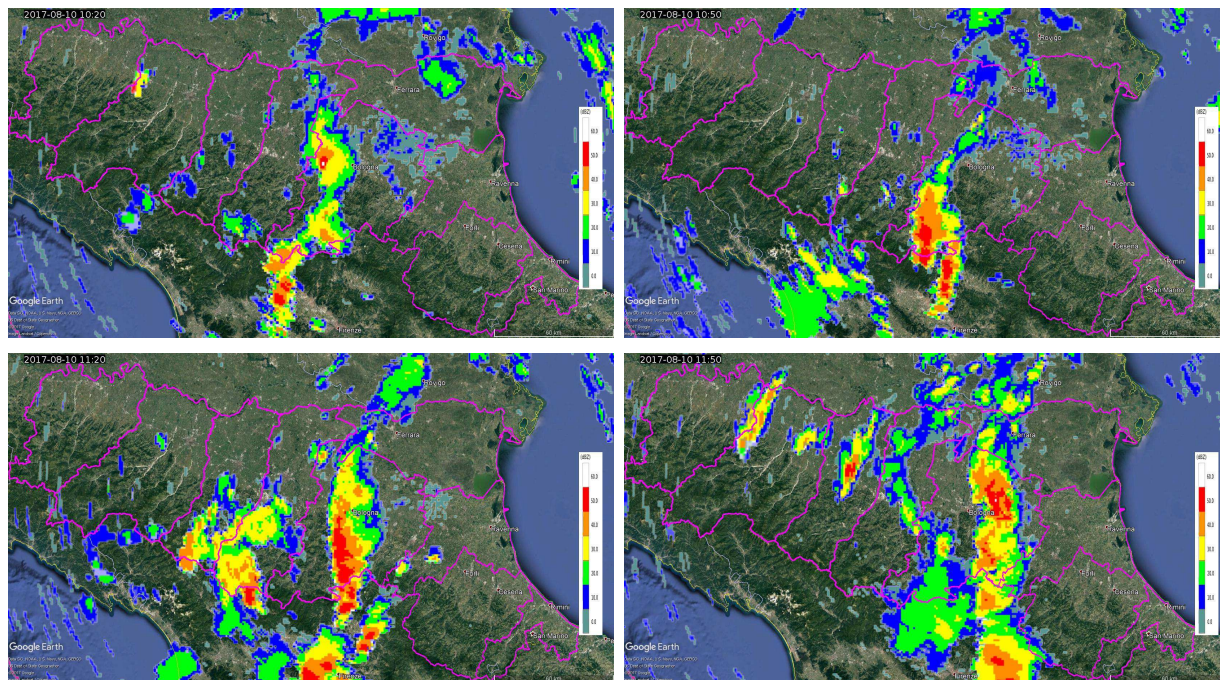


Figura 11. Mappe di riflettività del 10/08/2017 alle 10:20 UTC (in alto a sinistra), alle 10:50 UTC (in alto a destra), alle 11:20 UTC (in basso a sinistra) ed alle 11:50 UTC (in basso a destra).

Dalle 12:00 UTC si assiste all'espansione del fenomeno che dapprima insiste sull'intera provincia

di Bologna e, poi, si sposta interessando, di conseguenza, anche le province limitrofe di Ferrara, Ravenna e Forlì-Cesena. La struttura acquisisce una forma organizzata nella quale si osservano diversi nuclei convettivi associati alle precipitazioni localmente più intense. In un'ora tale sistema trasla velocemente verso la costa, fuoriuscendo dalla Regione alle 13:50 UTC.

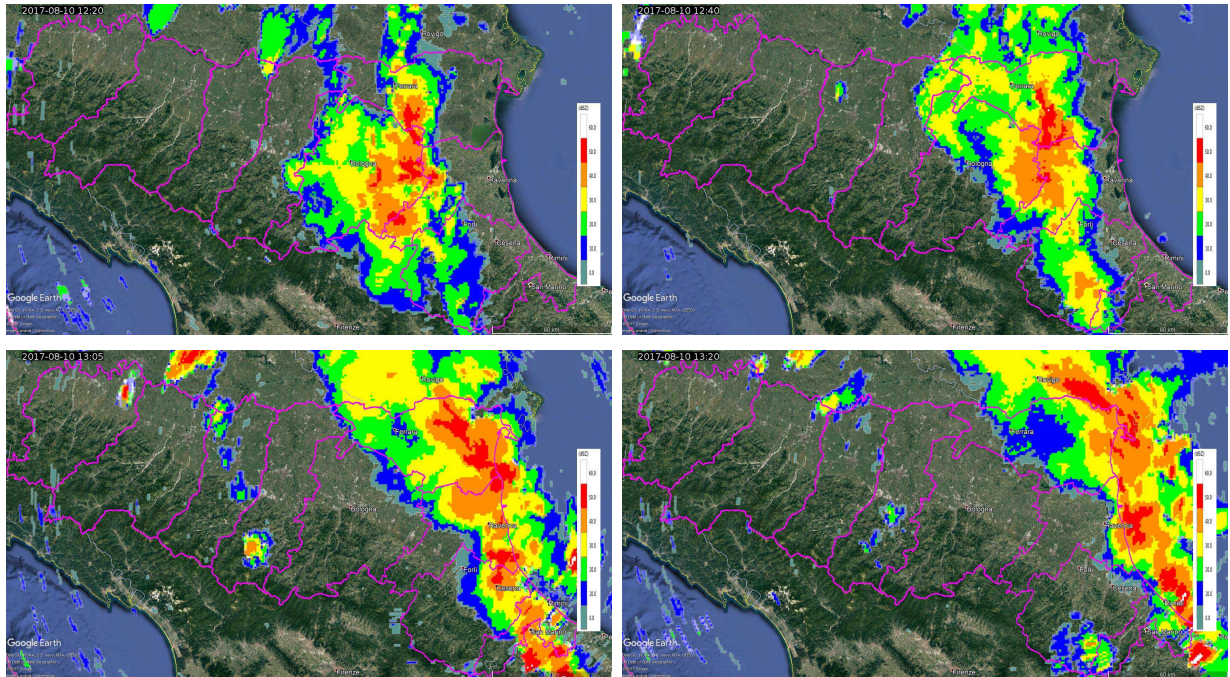


Figura 12. Mappe di riflettività del 10/08/2017 alle 12:20 UTC (in alto a sinistra), alle 12:40 UTC (in alto a destra), alle 13:05 UTC (in basso a sinistra) ed alle 13:20 UTC (in basso a destra).

Il passaggio degli eventi temporaleschi è associato anche al repentino abbassamento delle temperature. Una delle escursioni massime si osserva per la stazione di Morciano (RN) che passa dai 38.2 gradi delle 11:00 UTC ai 22.6 gradi delle 14 UTC

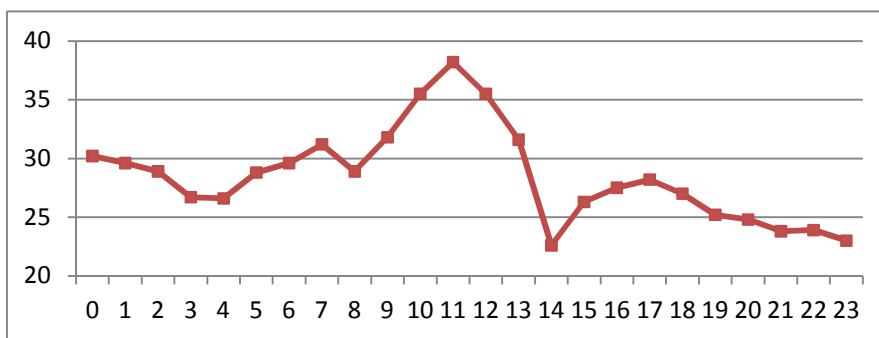


Figura 13. Grafico delle temperature misurate il 10/08/2017 dalla stazione di Morciano (RN).

3. Cumulate di precipitazione

Le precipitazioni che hanno caratterizzato l'evento sono state localmente anche intense. In Tabella 1 sono riportate le stazioni pluviometriche che, nell'ora, hanno registrato valori massimi superiori a 25 mm. Per la quasi totalità di queste stazioni la cumulata oraria coincide anche con quella giornaliera, ovvero l'evento si è concentrato tra le 12 e le 13 UTC. Le uniche stazioni i cui valori

giornalieri si discostano significativamente da quelli orari sono Casoni di Romagna (BO) con un totale di 47.8 mm e Prugnolo (BO) con 34 mm.

Tabella 1

Cumulate orarie > 25 mm – DATI VALIDATI				
DATA-ORA (UTC)	PREC(mm)	NOME STAZIONE	COMUNE	PROV
10/08/2017 13:00	27,8	Casoni di Romagna	Monterenzio	BO
10/08/2017 13:00	29,8	Prugnolo	Castel San Pietro Terme	BO
10/08/2017 13:00	32,6	Imola	Imola	BO
10/08/2017 13:00	33,6	Casola Canina	Imola	BO
10/08/2017 13:00	26,8	Tebano	Castel Bolognese	RA
10/08/2017 13:00	36,0	Sant'Agata sul Santerno	Sant'Agata Sul Santerno	RA
10/08/2017 13:00	34,8	Ponte Vico	Russi	RA
10/08/2017 13:00	30,4	Casteldelci	Casteldelci	RN

Si sottolinea, inoltre, come i totali orari siano stati generati principalmente da precipitazioni nella mezz'ora, così come mostrato in Tabella 2 dove sono riportate le misure delle stazioni che, nei 15 minuti, hanno registrato valori superiori a 15 mm. Da evidenziare la stazione di Casteldelci (RN) che ha misurato 30 mm in 15 minuti.

Tabella 2

Cumulate su 15 minuti > 15 mm – DATI VALIDATI													
	Casoni di Romagna (Monterenzio -BO)	Monte Albano (Casola Valsenio - RA)	Sasso Morelli (Imola - BO)	Modigliana Arpa (Modigliana - FC)	Sant'Agata sul Santerno (Sant'Agata sul Santerno - RA)	Reda Faenza (Faenza - RA)	Granarolo Faentino (Faenza - RA)	Forlì urbana (Forlì - FC)	Camse (Argenta - FE)	Casteldelci (Casteldelci - RN)	Monticelli (Mesola - FE)	Vallona Nuova (Mesola - FE)	Guagnino (Comacchio - FE)
10/08/2017 12:00	20,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10/08/2017 12:15	23,4	0,4	0,8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10/08/2017 12:30	4,0	16,4	23,2	15,4	14,8	1,2	4,2	0	0	0	0	0	0
10/08/2017 12:45	0,4	2,2	8,6	1,6	17,4	15,0	15,8	15,8	0,2	30,0	0	0	0
10/08/2017 13:00	0	0	1,0	0	3,8	1,2	2,6	4,2	19,8	0,4	0	0	2,6
10/08/2017 13:15	0	0	0	0	0,2	0	0	0	3,2	0	17,0	18,4	18,2
10/08/2017 13:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0,4	0	8,0	3,4	2,2
10/08/2017 13:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0,4	0

Considerando l'intero evento, la sequenza delle cumulate orarie, stimate dal radar di San Pietro Capofiume, mostra il rapido transito dei sistemi sulla Regione centro-orientale. Si osservi, inoltre, come anche le stime da radar mostrino valori di precipitazioni compresi, al massimo, nella classe tra 25 e 50 mm (in azzurro chiaro).

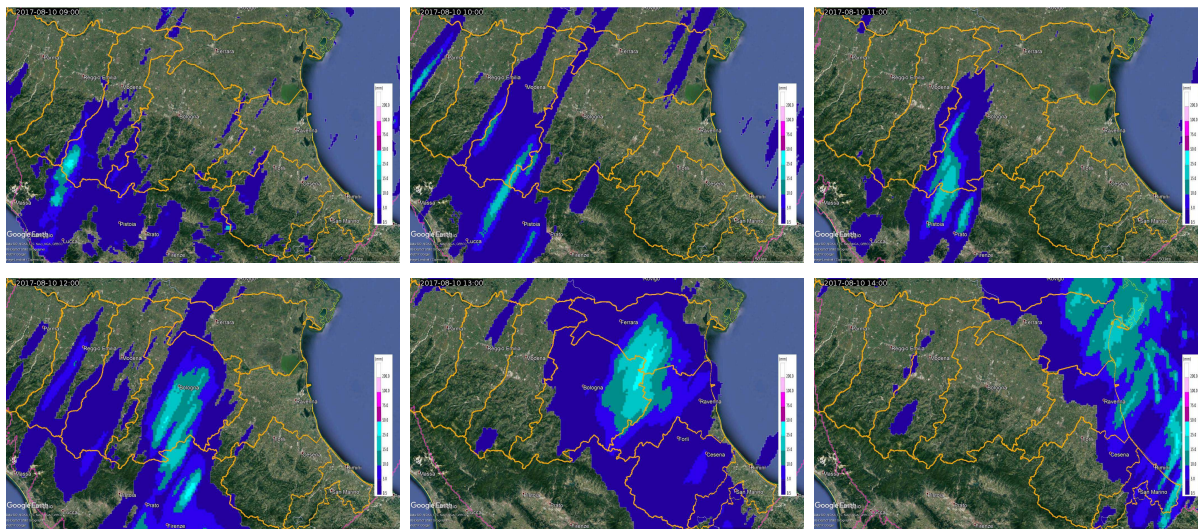


Figura 14. Sequenza delle cumulate orarie stimate dal radar di San Pietro Capofiume dalle 09:00 UTC (in alto a sinistra) alle 14:00 UTC (in basso a destra) del 10/08/2017.

4. Analisi della grandine, del vento ed effetti al suolo

L'evento, quindi, è stato caratterizzato dal rapido transito di strutture temporalesche associate a forti raffiche di vento.

I valori massimi e più significativi, in m/s, misurati dalle stazioni anemometriche sono riportati in Tabella 3. Tali valori sono compresi tra il settimo ed il decimo livello della scala Beaufort (**Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**), ad eccezione del valore di Forlì urbana che è ancora superiore. Espressa in km/h, la raffica di vento registrata a Forlì urbana tra le ore 14 e 15 locali corrisponde a 132,5 km/h e ha prodotto numerosi danni ad alberature ed infrastrutture, come riportato nelle cronache locali. Va precisato che la scala Beaufort è riferita, in senso stretto, ai valori di vento medio, ma qui è utilizzata per sottolineare l'intensità dell'evento.

Tabella 3

Data e ora (UTC)	Lago Scaffaiolo (Mo) m 1794	Settefonti (Bo) m 330	Imola M.N. (Bo) m 68	Martorano (FC) m 25	Granarolo Faent. (Ra) m 15	Forlì urbana (FC) m 51	Cesena urbana (FC) m 77	Ravenna urbana (Ra) m 27	Mulazzano (Rn) m 190
10/08/2017 13	23.7	17.2	27.2	17.2	27.3	36.8	22.5	23.4	24.9

Tabella 4

Valore scala Beaufort	Termine descrittivo	Velocità del vento medio in m/s
7	Vento forte	13.9-17.1
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

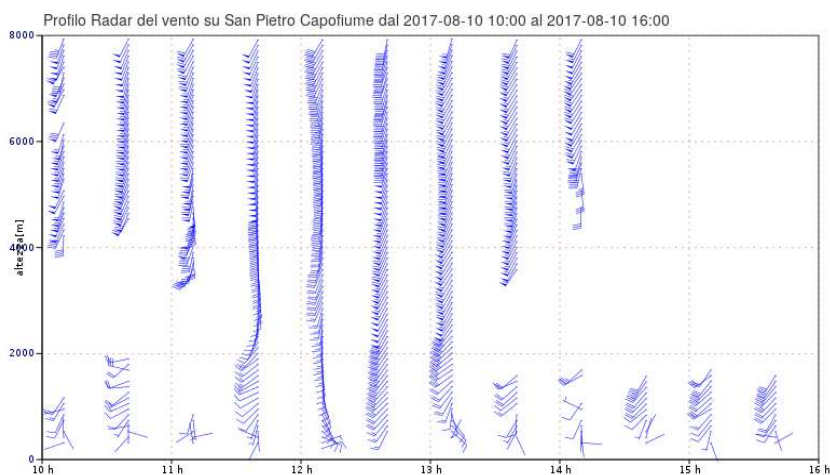


Figura 15. Profilo del vento stimato dal radar sito in San Pietro Capofiume (Bo). Dati ogni 30 minuti.

L'analisi dei dati del profilo verticale del vento ricavati dal radar sito in san Pietro Capofiume (Bo) mostrano il passaggio della linea temporalesca tra le ore 12 e 13 UTC mettendo in evidenza in particolare il forte shear del vento (rotazione ed aumento di intensità con la quota) indice di ambiente favorevole allo sviluppo d'intense celle temporalesche. Questo conferma quanto previsto dai modelli e discusso nel primo paragrafo.

Il transito delle strutture convettive è stato accompagnato anche da violente raffiche di vento che hanno causato danni estesi. In generale, le cronache locali delle province interessate dall'evento riportano caduta di rami ed alberi ed anche danni alle strutture. In particolare viene segnalato che a Forlì, tra le altre, il vento ha causato la caduta di una gru e della quercia secolare di Villa Saffi (San Varano, Forlì).

In provincia di Ferrara dalla rassegna stampa emerge che l'evento ha provocato danni in tutta la parte centro-orientale del territorio. Sono segnalati cadute di alberi, scoperchiamento di tetti con caduta di tegole, black-out e allagamenti locali e chiusure temporanee di alcune strade.

Situazioni analoghe sono state riportate anche per tutta la parte di pianura dal territorio della provincia di Ravenna, dove oltre ai danni ad alberi e a strutture sono stati segnalati anche alle colture con cadute di filari di vite.



Figura 16. Gru caduta in provincia di Forlì. Fonte: il Resto del Carlino, Forlì



Figura 17. Prov. Ferrara, Alberi caduti. Fonte: La Nuova Ferrara. Allagamenti Fonte il Resto del Carlino, Fe.



Figura 18. Prov. Ravenna, Danni causati dal vento Fonte il Resto del Carlino, Ravenna.



Servizio Idro-Meteo-Clima

Viale Silvani 6, Bologna

051 6497511

www.arpae.it/sim