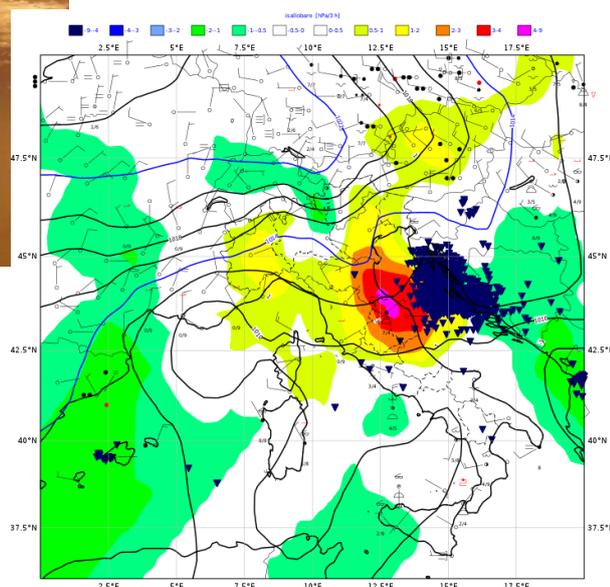


Rapporto dell'evento meteorologico del 22 settembre 2014



A cura di
**Unità Radarmeteorologia, Radarpluviometria,
Nowcasting e Reti non convenzionali**
Area Centro Funzionale e Sala Operativa Previsioni
Unità gestione Rete idrometeorologica RIRER

BOLOGNA, 06/10/2014

RIASSUNTO

Il giorno 22 settembre, l'approfondimento di una saccatura e la formazione di un minimo depressionario nella bassa troposfera innesca la rapida organizzazione di una linea temporalesca sull'Alto Adriatico.

La contemporanea formazione di intensi venti, associati al minimo barico alla mesoscala, generano il repentino aumento dell'altezza dell'onda che determina una forte mareggiata su Cesenatico.

In copertina: Immagine della mareggiata a Cesenatico avvenuta nella serata del 22/09/2014 (da Il Resto del Carlino) e mappe di analisi al suolo della pressione, della tendenza (isoallobarica), del vento a 10 m e delle fulminazioni del 22/09/2014 ore 23:00 UTC.

INDICE

RIASSUNTO	2
INDICE	3
1. EVOLUZIONE GENERALE E ZONE INTERESSATE	4
2. ANALISI DELL'EVOLUZIONE ALLA MESOSCALA SULL'EMILIA-ROMAGNA	9
3. CUMULATE DI PRECIPITAZIONE E CARATTERIZZAZIONE MICROFISICA	11
4. ANALISI DEL VENTO ED EFFETTI AL SUOLO	13

1. Evoluzione generale e zone interessate

Una estesa area depressionaria è presente a nord dell'Europa e convoglia aria fredda a ridosso dell'area alpina settentrionale. Sul bacino del Mediterraneo insiste un promontorio anticiclonico in estensione dal continente africano, mentre a ovest della penisola Iberica un cut-off è in lento movimento verso l'area Mediterranea (vedi Figura 1).

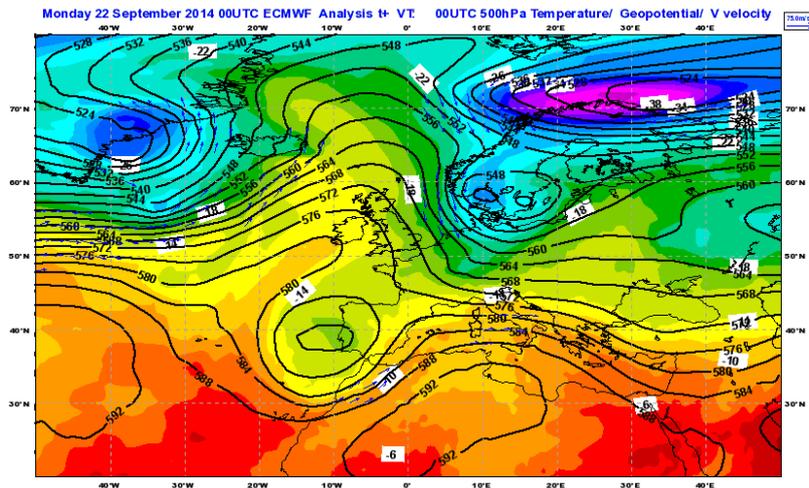


Figura 1: Mappa di analisi (da modello IFS-ECMWF) del campo di geopotenziale, temperatura e vento a 500 hPa del 22/09/2014 alle 00 UTC.

La sera del 22 settembre il graduale cedimento del geopotenziale sul settore settentrionale, guidato dall'approfondimento della saccatura centrata sulla Scandinavia, determina l'ingresso di aria fredda sul nord-est con interessamento dell'alto Adriatico (vedi Figura 2).

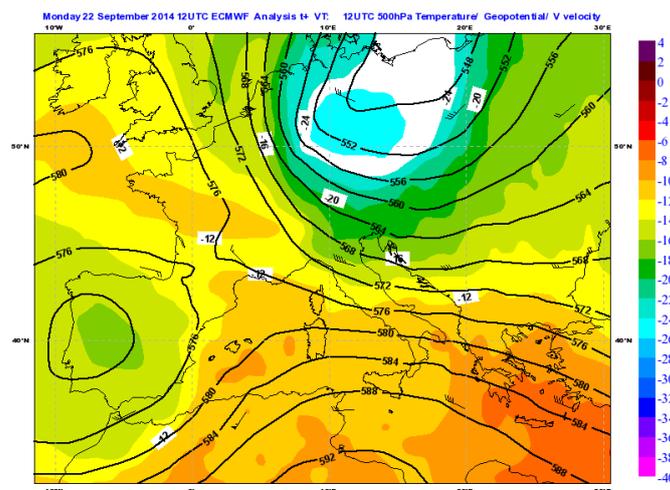


Figura 2: Mappa di analisi (da modello IFS-ECMWF), centrata sull'Italia, del campo di geopotenziale, temperatura e vento a 500 hPa del 22/09/2014 alle 12 UTC.

Il contrasto termico con l'aria preesistente sulla penisola determina forte instabilità sul settore adriatico della nostra regione con conseguente innesco di venti forti sulla nostra area costiera.

Più in dettaglio, nelle ore serali di lunedì 22 settembre 2014 sulla parte nord-orientale del territorio italiano si determina l'approfondimento di una saccatura alla media troposfera e la formazione di un minimo depressionario nella bassa troposfera (Figura 3).

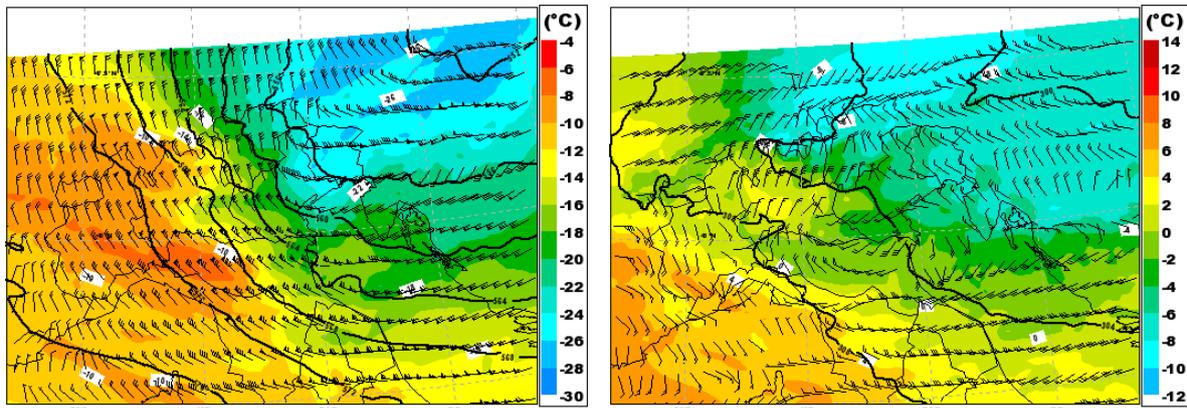


Figura 3: Analisi del sistema LAPS del 22/09/2014 ore 21:00 UTC: mappa di geopotenziale, direzione e velocità vento, temperatura a 500 hPa (a sinistra) e a 700 hPa (a destra).

Alla quota di 850 hPa (circa 1500 m) si evidenzia la struttura di vento intenso proveniente da nord-est associato all'intrusione dell'aria fredda (Figura 4).

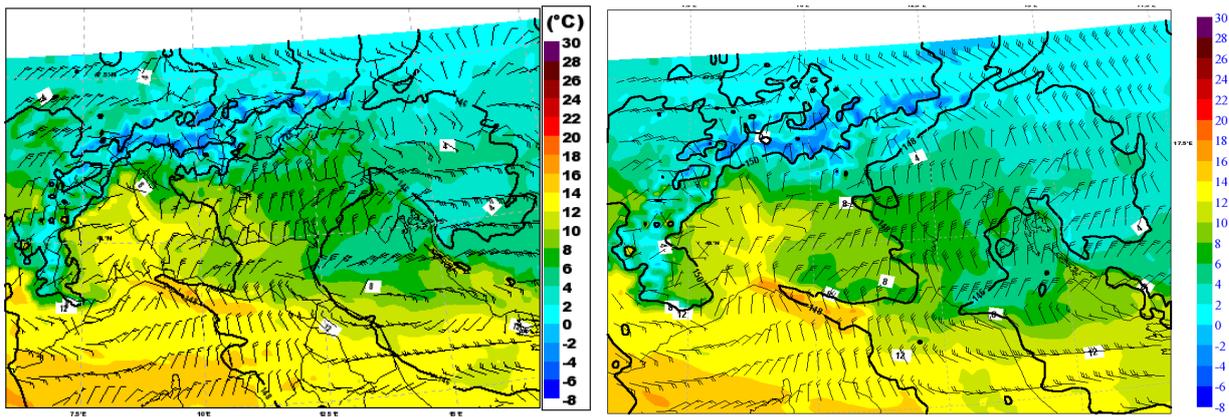


Figura 4: Analisi del sistema LAPS del 22/09/2014 ore 21:00 (a sinistra) e 22:00 UTC (a destra) mappa di geopotenziale, direzione e velocità vento, temperatura a 850 hPa)

L'analisi della pressione al suolo pone in maggior risalto l'effetto dell'aria fredda propagatasi verso la costa. In particolare il suo rapido aumento è evidente nelle mappe isoalobariche (variazione della pressione rispetto alle tre ore precedenti) delle ore 22:00 e 23:00 UTC (Figura 5): nella seconda si vede un aumento maggiore di 4 hPa lungo la costa romagnola-marchigiana. A conferma di ciò, i dati puntuali della stazione di Rimini urbana riportano un incremento di 7 hPa e una diminuzione della temperatura dell'aria di 3 °C in tre ore, tra le 21:00 del 22/09 e le ore 00:00 del 23/09.

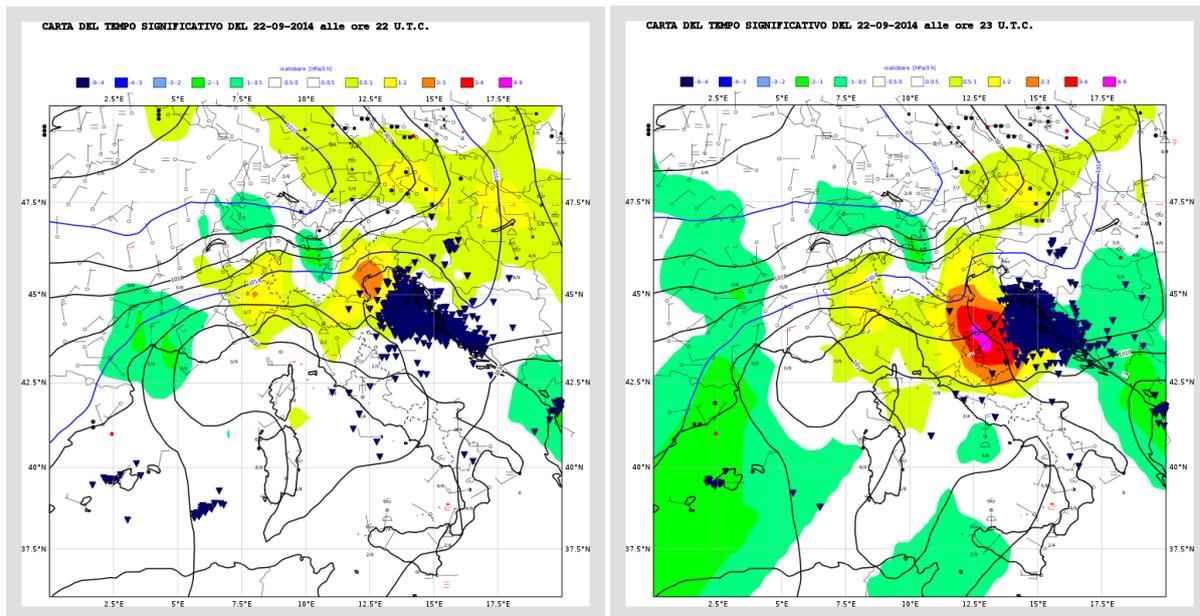


Figura 5: Analisi 22/09/2014 ore 22:00 UTC (a sinistra) e ore 23:00 UTC (a destra): pressione al livello medio del mare, tendenza trioraria della pressione (isoalobarica), vento a 10 m dalle stazioni sinottiche, fulmini (colore blu).

L'intensità e la propagazione dei venti si evidenzia nei campi al suolo relativi alla pressione e al vento a 10 m tra le ore 20 e 22 UTC. L'intensità del vento arriva al valore di 24,7 m/s (area di colore marrone scuro nelle tre mappe).

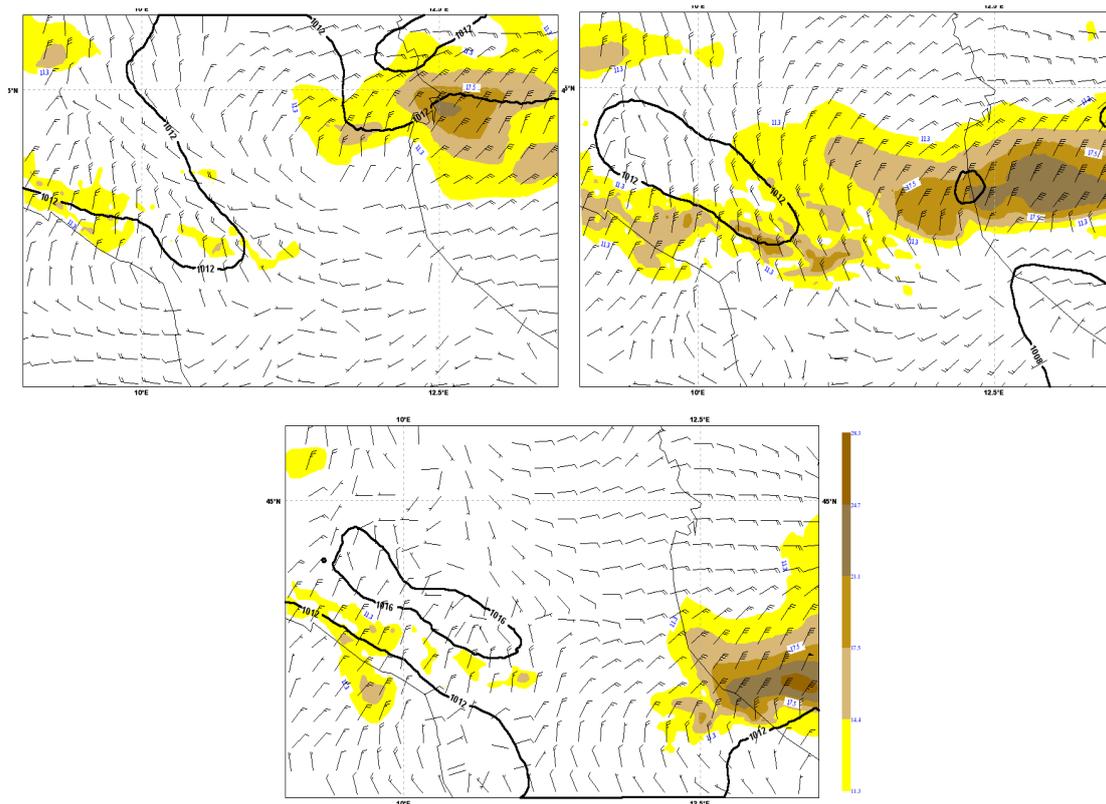


Figura 6: Mappe di analisi al suolo della pressione e vento a 10 m del 22/09/2014 ore 20:00 (in alto a sinistra) e 21:00 (in alto a destra) e 22:00 UTC (in basso).

Si determina quindi una situazione di amplificazione dei venti associati al minimo barico alla mesoscala con le correnti di ricaduta (downdraft) associati alla linea temporalesca organizzata.

Più in dettaglio, il quadro meteorologico determinatosi in questo breve intervallo di tempo (2-3 ore) può essere interpretato in questa maniera: il minimo depressionario genera il richiamo di aria umida presente nella bassa atmosfera sull'Adriatico, con conseguente condensazione del vapore, aumento della temperatura per rilascio di calore latente e amplificazione dei venti, associati sia a questa componente diabatica che alla componente convettiva dinamica. L'effetto è un meccanismo di retroazione positiva ("feedback"), che determina un'ulteriore diminuzione della pressione al suolo unitamente ad un'accresciuta organizzazione ed intensificazione della linea temporalesca (riscontrabile dall'area estesa compatta delle fulminazioni in Figura 5).

Tale configurazione sul Nord Italia ha determinato lo sviluppo di un esteso sistema organizzato nel pomeriggio del giorno 22, che dal Veneto e alto Adriatico si è propagato verso sud in serata (Figura 7).

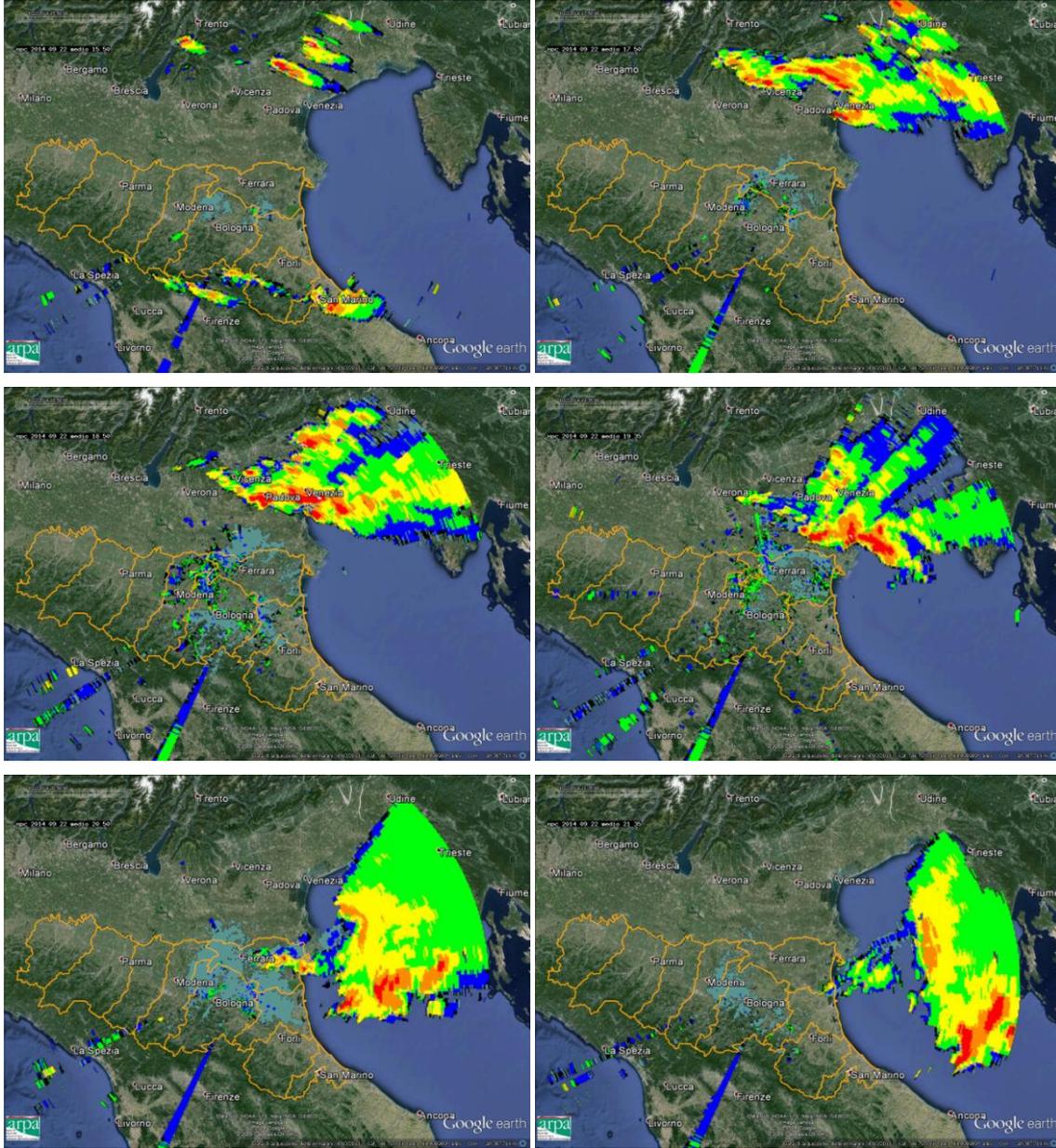


Figura 7: Mappe di riflettività radar del 22/09/2014 alle 15:50, 17:50, 18:50, 19:35, 20:50 e 21:35 UTC

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

Nella mattina del giorno 22 alcuni temporali isolati interessano la zona di confine tra l'Appennino Toscano e quello di Forlì e Ravenna e la pianura di Forlì-Cesena e Rimini.

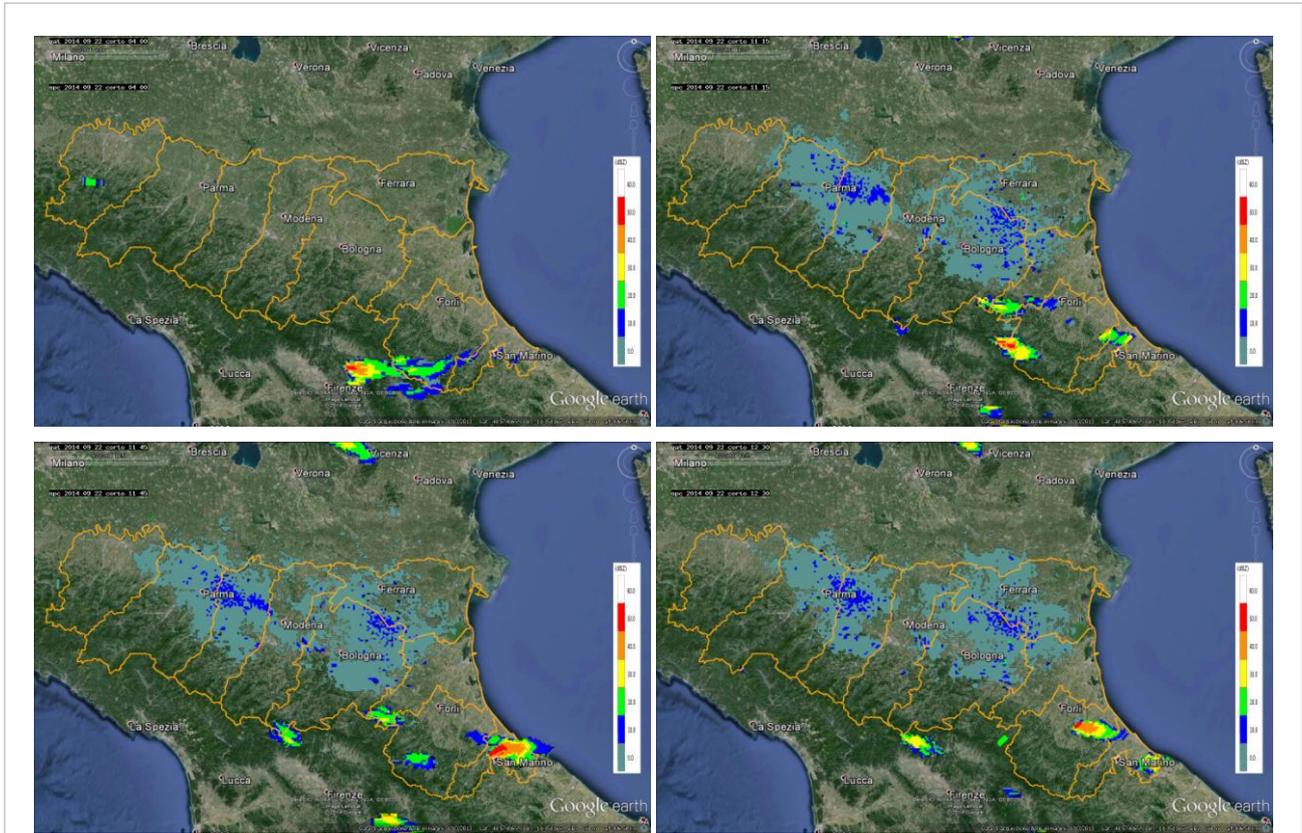


Figura 8: Mappe di riflettività del 22/09/2014 alle 04:00 UTC (in alto a sinistra), alle 11:15 UTC (in alto a destra), alle 11:45 UTC (in basso a sinistra) e alle 12:00 UTC (in basso a destra).

Nel pomeriggio nuovi fenomeni temporaleschi interessano l'Appennino centro-orientale e la costa di Forlì e Rimini.

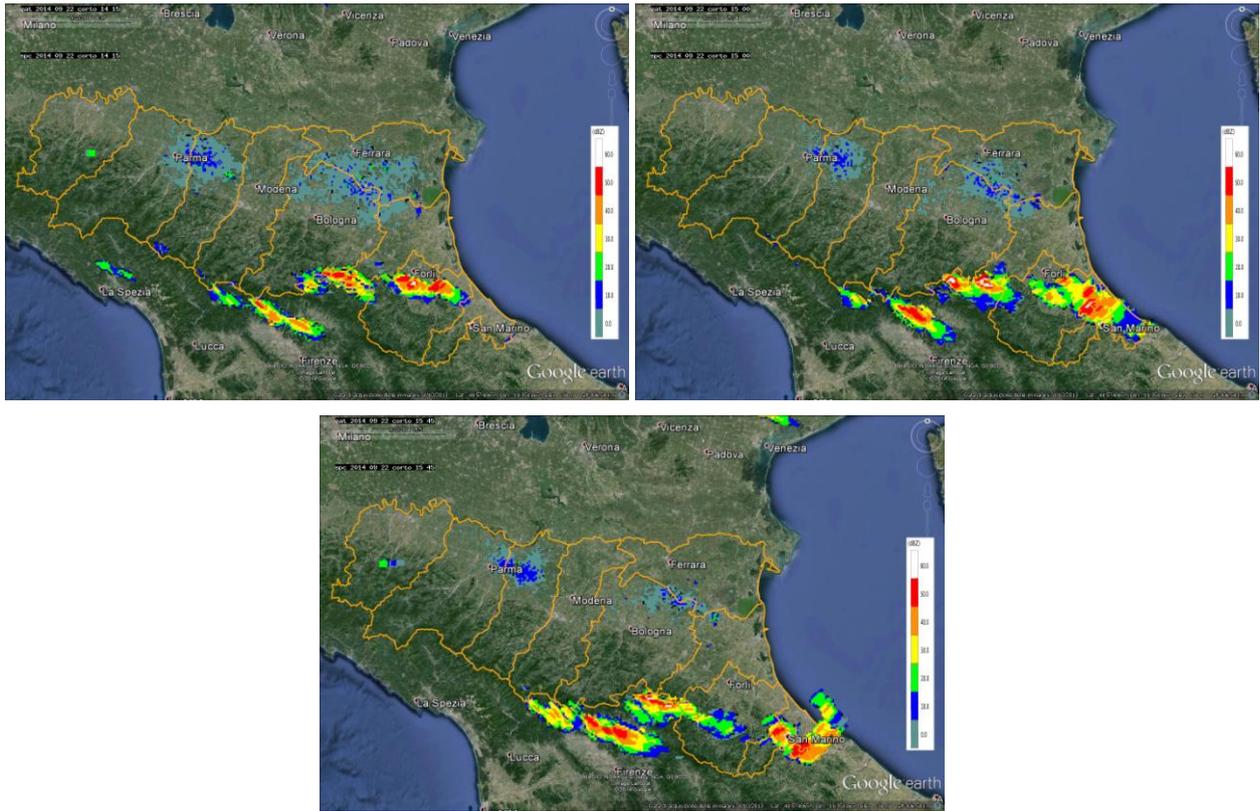


Figura 9: Mappe di riflettività del 22/09/2014 alle 14:15 UTC (in alto a sinistra), alle 15:00 UTC (in alto a destra), alle 15:45 UTC (in basso).

Nella serata un intenso sistema organizzato proveniente dal Veneto, che ha causato una forte grandinata nel Veneziano (nuclei di riflettività maggiori di 50 dBZ nelle mappe), si dirige verso la nostra Regione.

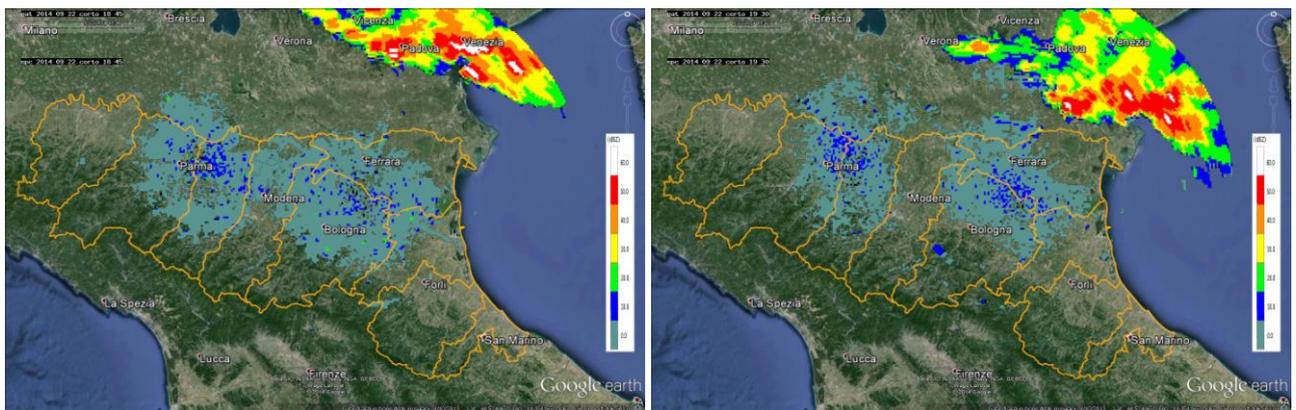
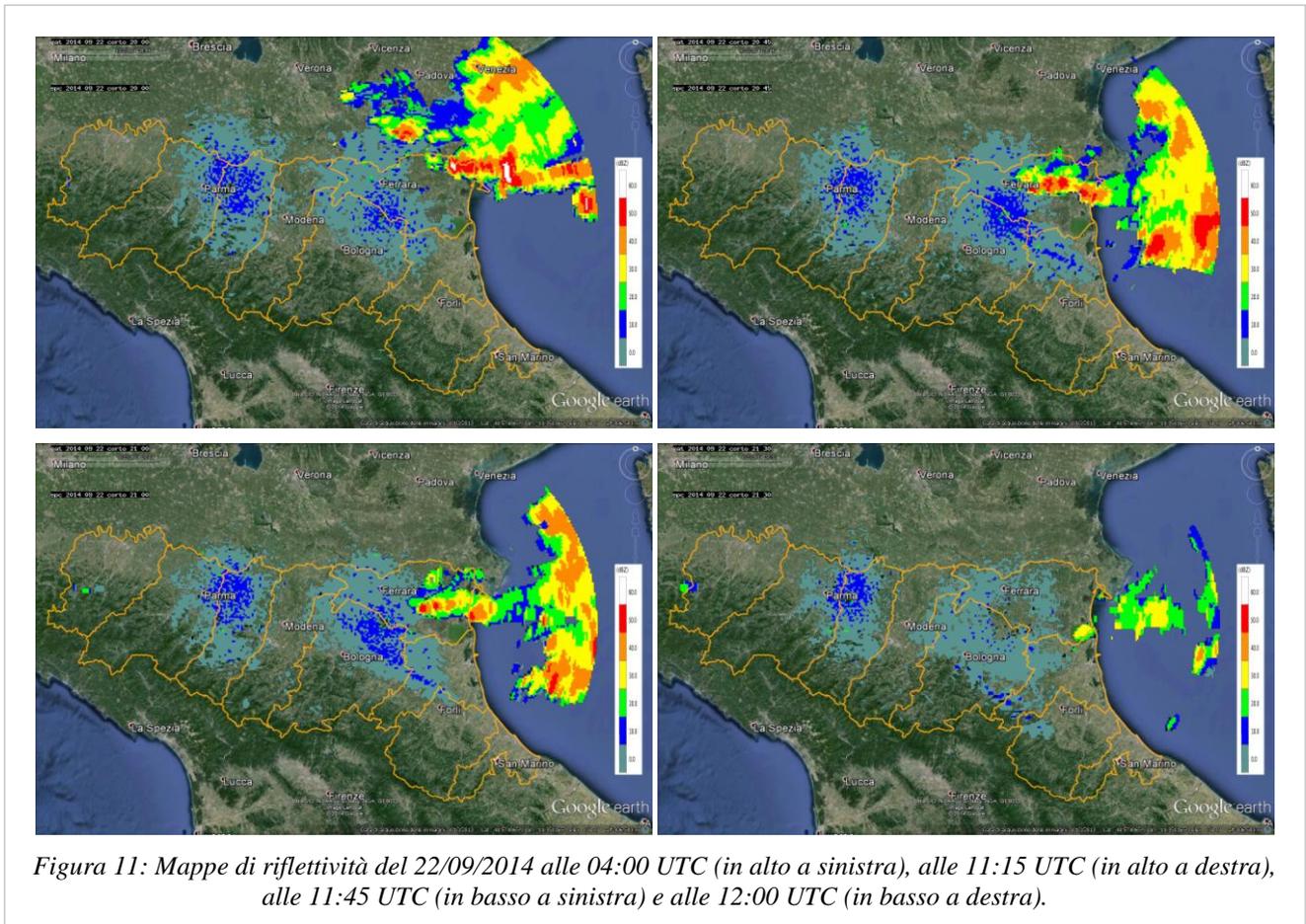


Figura 10: Mappe di riflettività del 22/09/2014 alle 18:45 UTC (a sinistra) e alle 19:30 UTC (a destra).

Nella tarda serata il sistema entra in Regione da Nord con una linea temporalesca allineata lungo una direttrice ovest-est, che interessa il Ferrarese. Alle ore 20:00 UTC la linea temporalesca interessa marginalmente il territorio costiero della Provincia di Ferrara, per poi traslare

progressivamente ad est sul Mar Adriatico (ore 21:00 UTC). I dati radar relativi a questo istante evidenziano l'ampiezza del sistema temporalesco.



3. Cumulate di precipitazione e caratterizzazione microfisica

Le precipitazioni che hanno caratterizzato l'evento non sono state particolarmente intense sulla Regione Emilia-Romagna (vedi Tabella 1 per le cumulate orarie), mentre hanno portato forti grandinate sul Veneziano. La costa però è stata interessata dai forti venti che hanno accompagnato i fenomeni provenienti dal Veneto e che hanno causato notevoli danni sulla costa del Cesenate.

I massimi di precipitazione oraria registrati dalle stazioni sono modesti (vedi Tabella 1) e riguardano le precipitazioni che interessano l'Appennino centro-orientale nel pomeriggio (in Figura 12 sono inoltre mostrate le cumulate orarie da radar di San Pietro Capofiume agli orari in cui le stazioni hanno misurato i massimi).

Tabella 1

Cumulate orarie del 22 settembre 2014 > 10 mm – DATI VALIDATI				
ORA (UTC)	PREC(mm)	NOME STAZIONE	COMUNE	PROV
15:00	16	Carpineta	Cesena	FC
16:00	16.4	Monte Romano	Brisighella	RA
16:00	13	Ponte Verucchio	Torriana	RN

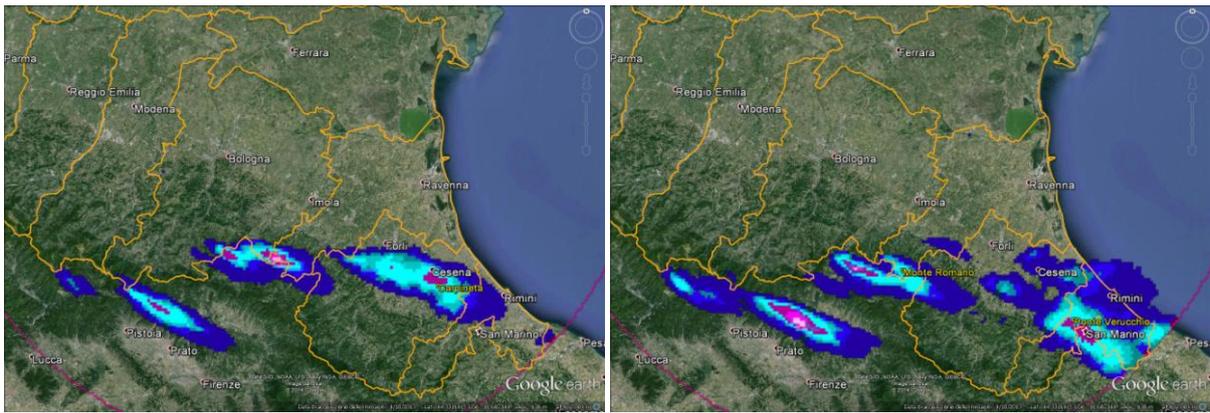


Figura 12: Mappe di cumulate orarie di precipitazione da radar del 22/09/2014 alle 15:00 UTC (a sinistra) e alle 16:00 UTC. In giallo le stazioni che hanno registrato il massimo nell'ora.

In Figura 13 sono mostrate invece le cumulate orarie da radar delle 20 e 21 UTC in cui i valori più elevati si osservano sull'Alto Adriatico (e quindi non registrati dalle stazioni al suolo).

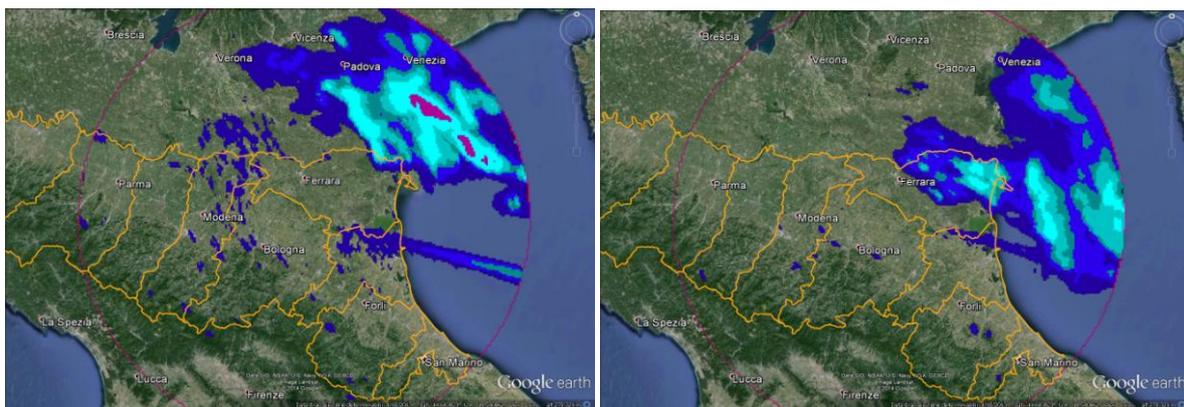


Figura 13: Mappe di cumulate orarie di precipitazione da radar del 22/09/2014 alle 20:00 UTC (a sinistra) e alle 21:00 UTC.

La mappa di classificazione delle idrometeore, rappresentata in Figura 14, mostra l'intensità del fenomeno che ha colpito L'Alto Adriatico; le zone in verde chiaro indicano i nuclei grandinigeni.

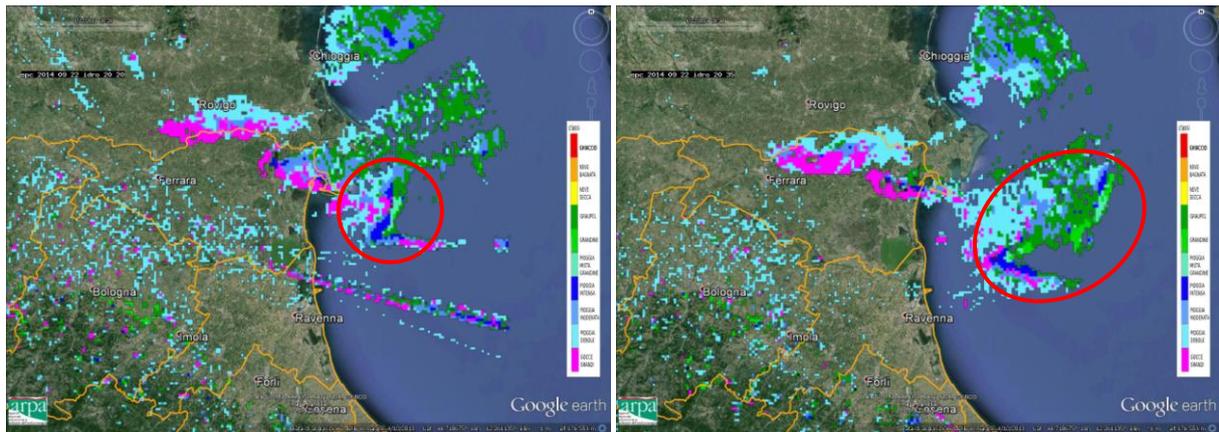


Figura 14: Mappa di classificazione delle idrometeore del 22/09/2014 alle 20:20 UTC (a sinistra) e alle 20:35 UTC. Le zone evidenziate in verde chiaro indicano in nuclei grandinigeni.

L'intensità dei fenomeni temporaleschi, oltre che dai dati radar, è attestata dai dati di fulminazione, relativi agli stessi intervalli di tempo. Risultano evidenti in queste mappe dei fulmini (Figura 15) le aree colpite che hanno interessato in buona parte il territorio veneto (ad es. è stata riportata dai media una grandinata intensa a Venezia) e in misura minima il territorio emiliano-romagnolo.

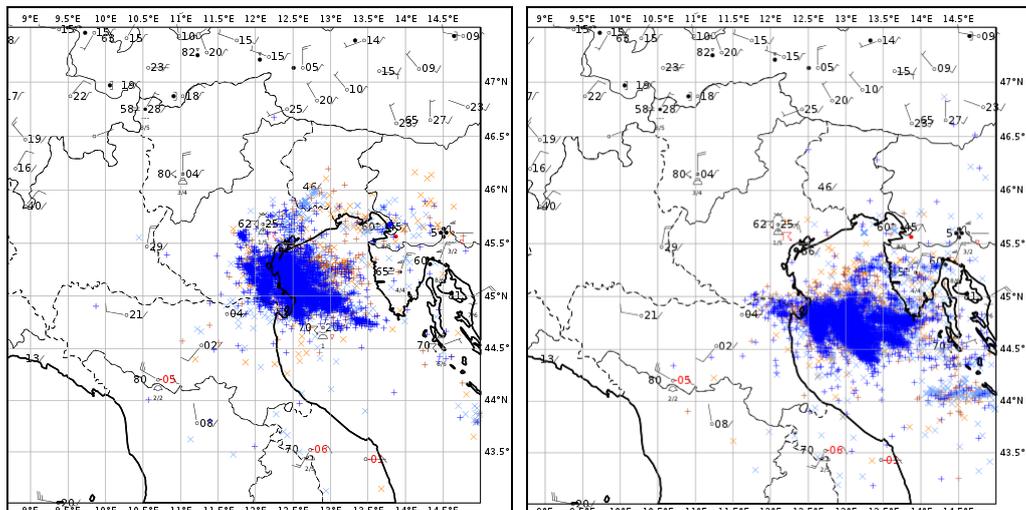


Figura 15: Mappa di fulmini del 22/09/2014 alle ore 20:00 UTC (a sinistra) e alle ore 21:00 UTC (a destra).

4. Analisi del vento ed effetti al suolo

Nella notte tra il 22 e il 23 settembre sulla costa di Cesenatico si è verificata una forte mareggiata con mare molto mosso e forti venti che hanno causato numerosi danni sul litorale e nelle zone limitrofe.

I dati delle raffiche del vento rilevati dalla stazioni prossime alla costa sono mostrati nella Tabella 2. In giallo, arancione e rosso si evidenziano rispettivamente i valori 7, 8 e 9 della scala Beaufort: in particolare gli effetti possibili connessi alla scala 9 (Burrasca forte) sono: “piccoli danni strutturali

agli edifici, quali cadute di tegole”, mentre già con il valore precedente 8 (Burrasca moderata), possono verificarsi rotture dei rami degli alberi. In effetti è stata segnalata la caduta di alberi in più punti della costa romagnola.

Tabella 2

Intensità massime del vento registrate dalle stazioni della rete regionale RIRER								
Data e Ora UTC	Camse	Volano	Martorano	Forli' Urbana	Cesena Urbana	Ravenna Urbana	Rimini Urbana	Mulazzano
22/09/2014 20:00	3,5	12,7	3,7	5,2	6	4,7	2,1	3,6
22/09/2014 21:00	13,9	14,7	3,6	7,4	7,3	15,8	4	9,2
22/09/2014 22:00	15,2	17,1	16,9	15,2	18,9	17,9	22,9	21,9
22/09/2014 23:00	11	9,9	14,6	11	15,4	16	21,3	16
23/09/2014 00:00	5,4	5,6	5,7	6,1	6,9	6,8	12,3	8,3

Possiamo focalizzare l'attenzione sui dati di intensità del vento a Cesenatico, esaminando i dati del vento medio orario (la stazione non dispone della misura della raffica registrata nell'ora). Si vede dalla Tabella 3 che presso il porto di Cesenatico è stato registrato il picco il 22 settembre alle 22:00 UTC, con un valore maggiore di 16 m/s, mentre il confronto con i rispettivi valori di vento medio delle altre stazioni mostra che sono stati inferiori della metà (7,5 m/s a Rimini). Questo ci fa ipotizzare dei valori di raffica a Cesenatico ben superiori ai valori di Beaufort 9 registrati a Rimini.

Tabella 3

Vento (m/s) misurato da stazioni al suolo				
Data e Ora UTC	Cesena Urbana	Cesenatico	Mulazzano	Rimini Urbana
22/09/2014 21:00	2.3	2.8	5	1.7
22/09/2014 22:00	5.4	16.3	6.8	7.5
22/09/2014 23:00	4.5	11.3	8.2	7.3

In Tabella 4 sono mostrati i valori di vento misurati dalla piattaforma petrolifera “Angelina” posizionata a sud di Lido Adriano (vedi Figura 16).

Tabella 4

Vento (m/s) da stazioni anemometriche sulla piattaforma petrolifera Angelina	
2014/09/22 21:00	19.6
2014/09/22 21:30	21.9
2014/09/22 22:00	20.8
2014/09/22 22:30	18.5
2014/09/22 23:00	13.8
2014/09/22 23:30	11.4

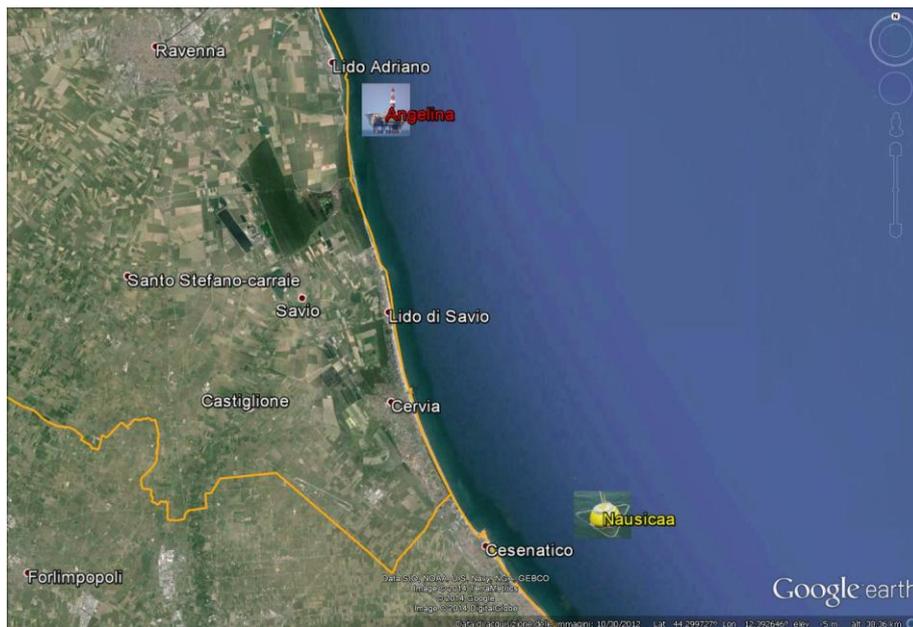


Figura16: Posizione della piattaforma petrolifera “Angelina” e della boa “Nausicaa”.

La Tabella 5 riporta inoltre i dati registrati dalla boa Nausicaa, che è collocata a circa 8 km al largo di Cesenatico su un fondale di 10 m di profondità. Si noti la rotazione antioraria della direzione delle onde, da est a nord-est, assieme all’aumento dell’altezza delle stesse.

Tabella 5

Nausicaa			
Data e Ora UTC	Periodo Di Picco Delle Onde (s)	Direzione Delle Onde (gradi)	Altezza Significativa Delle Onde (m)
22/09/2014 20:00	3,03	92,8	0,34
22/09/2014 20:30	3,23	85,8	0,35
22/09/2014 21:00	4	57,7	0,38
22/09/2014 21:30	3,7	46,4	0,94
22/09/2014 22:00	4,76	43,6	1,87
22/09/2014 22:30	6,25	40,8	2,53
22/09/2014 23:00	7,14	32,3	2,35
22/09/2014 23:30	7,14	38	2,42
23/09/2014 00:00	7,69	40,8	2,34
23/09/2014 00:30	8,33	46,4	2,65
23/09/2014 01:00	7,69	45	2,56
23/09/2014 01:30	7,69	46,4	2,52
23/09/2014 02:00	7,69	46,4	2,01
23/09/2014 02:30	7,14	49,2	1,86
23/09/2014 03:00	7,14	50,6	1,73

Infine in Figura sono mostrate alcune immagini degli allagamenti e dei danni a seguito della mareggiata .



Figura17: Immagini degli effetti della mareggiata su Cesenatico (Da Il resto del Carlino e La Repubblica)

In conclusione l'evento che ha prodotto la mareggiata a Cesenatico e zone circostanti è stato determinato da un profondo minimo barico a mesoscala, inizialmente centrato sull'alto Adriatico, che unitamente all'intensificazione di una linea temporalesca organizzata, ha prodotto dei venti intensi al suolo e il repentino innalzamento dell'altezza delle onde, che dal mare aperto si sono velocemente propagate verso costa .

**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

