

## I tornado del 3 maggio 2013 in Emilia: analisi dell'evento

(di Pierluigi Randi, SMI / Meteocenter / Meteonetwork)

Un evento di tempo severo di primissimo livello ha imperversato nel pomeriggio di ieri sul comparto modenese-bolognese meritando in dovuto rilievo giacché di rarissima intensità.

Tralasciando alcune violente grandinate, con chicchi di diametro talora eccedenti i 5-6 cm, che sono giunte ad interessare anche il comparto ferrarese, l'aspetto maggiormente caratterizzante l'outbreak riguarda i fenomeni vorticosi occorsi.

Infatti almeno due distinti tornado, ma quasi certamente tre vortici, generati da due sistemi temporaleschi a supercella (ovvero con presenza al loro interno di mesocicloni) si sono abbattuti nell'area modenese-bolognese fino al confine con la provincia di Ferrara.

Un primo ha colpito essenzialmente la zona immediatamente a nord di Castelfranco Emilia (MO); un secondo ha flagellato l'area di San Giorgio di Piano, Bentivoglio ed Argelato (BO).

Entrambi hanno recato danni materiali anche di notevole entità e diversi feriti sebbene non gravi (13 secondo le fonti giornalistiche comprendendo anche quelli relativi a Castelfranco Emilia).

Infine un terzo tornado di cui sono disponibili dati radar, immagini ed alcuni video, è stato segnalato nella zona compresa tra Gavello e San Martino Spino (MO), collocata più a nord rispetto all'area precedente; anche questo, sebbene un poco meno violento rispetto al primo, ha prodotto vistosi danni materiali, in particolare nell'abitato di San Martino Spino.

In base ai danni provocati ed analizzando video ed immagini pervenuti, si può stimare approssimativamente, per il primo ed il secondo tornado, ovvero quelli che hanno flagellato l'area di Castelfranco Emilia (MO), San Giorgio di Piano, Argelato e Bentivoglio (BO), si ipotizza una magnitudine pari almeno ad EF 2-3 con possibili alcuni momenti ad EF 4 (fino a 320 km/h).

In merito al terzo tornado, quello innescatosi tra Mirandola e San Martino Spino (MO), si stima una intensità leggermente inferiore, sebbene il grado EF 2, e per brevi tratti EF 3, siano stati probabilmente raggiunti nella fase di massima violenza.

**Occorre precisare che per una stima attendibile del grado di intensità raggiunta dal tornado, occorrono verifiche (meglio se in loco) alquanto meticolose sull'entità la tipologia dei danni materiali, integrate con analisi delle velocità radiali desunte da radar.**

**Pertanto l'ipotesi di un evento EF 3 con alcuni picchi ad EF 4 per Castelfranco Emilia/San Giorgio di Piano, e di EF 2/EF 3 per Mirandola/San Martino Spino, è da considerarsi non definitiva, pertanto soggetta a possibili correzioni.**

I sistemi temporaleschi, responsabili di tanta violenza atmosferica, si sono innescati tra reggiano e modenese a partire dalle 15.30 circa (locali) raggiungendo la massima intensità nella zona di pianura compresa tra Modena, Bologna e Ferrara.

Le celle temporalesche, viaggiando nella bassa pianura da SW a NE, hanno trovato in loco condizioni favorevoli, **anche se non del tutto prevedibili**, per evolvere rapidamente in sistemi a supercella, ovvero dotati di rotazione e contenenti al loro interno i pericolosi "mesocicloni", ovvero circolazioni cicloniche alla mesoscala che rappresentano i potenziali "produttori" di tornado (non tutti i mesocicloni innescano tornado). Occorre precisare che nei giorni precedenti l'evento, sull'Italia, e quindi anche in regione, si era manifestata una prolungata avvezione di aria molto calda (per il periodo) ed umida di origine nord africana.

Tale massa d'aria ha determinato la strutturazione di uno strato inversionale nel profilo termico verticale su vaste zone della Valle Padana, sotto il quale si sono accumulate elevate quantità di vapore acqueo e calore sensibile, forieri di un notevole tasso di energia potenziale.

L'inversione in tali circostanze ostacola il rimescolamento verticale della colonna d'aria all'origine di una migliore dispersione dell'umidità dei bassi strati.

Ma se per qualche ragione tale inversione viene forzata la convezione può assumere toni esplosivi qualora sussistano le condizioni per il verificarsi della rottura stessa e si abbiano forzanti di tipo sinottico in media ed alta troposfera.

Al di là dei forcing che hanno condotto all'innescò della convezione profonda, occorre precisare che anche la radiazione solare, grazie ad una mattinata ed un primo pomeriggio soleggiati, ha fornito l'energia necessaria per provocare la rottura dell'inversione presente nella zona.

Nel momento in cui ciò accade si ha una esplosiva liberazione dell'energia accumulata nei bassi strati con fenomeni che assai facilmente evolvono in "severe weather".

A fronte di una siffatta situazione in loco, si sono manifestate alcune forzanti troposferiche in grado di determinare l'innescò di intensi sistemi temporaleschi (supercelle); le cui principali sono di seguito elencate:

- 1) Presenza di medio-elevato speed windshear verticale positivo nel campo del vento tra bassa e medioalta

troposfera (rinforzo dei venti da SW tra i piani isobarici di 700 e 300 hPa) in seno alla presenza di una saccatura nel campo di geopotenziale attiva tra Francia e nord Italia con annessa moderata avvezione fredda (valori fino a  $-20^{\circ}\text{C}$  sul piano isobarico di 500 hPa).

2) Intrusione di aria secca stratosferica nei piani troposferici inferiori con sensibile incremento dei valori di IPV (isentropic potential vorticity); evenienza alquanto frequente in seno a saccature troposferiche di tipo baroclino.

3) Avvezione di aria secca da SW in media troposfera al di sopra di masse d'aria molto umida nei bassi strati (set-up incline a generare intensa attività temporalesca).

4) Presenza di un getto di basso livello (Low Level Jet) da E/ESE in entrata dal mare Adriatico con avvezione di masse d'aria molto umida ed instabile.

Tale LLJ, particolarmente attivo tra il suolo e la superficie isobarica di 950 hPa, ha nel contempo determinato un incremento dei valori di directional windshear positivo tra bassa e media troposfera (da ESE a SW); verificabile anche dagli elevati valori previsti di elicità 0-1; 0-3 e 0-6 km e dalla magnitudine dello SWEAT index (oltre 300).

A tale proposito occorre specificare che in letteratura si considerano valori di SWEAT superiori a 300 per tempeste severe e superiori a 400 per tempeste tornadiche.

Ma la casistica italiana evidenzia come si abbiano sovente fenomeni vorticosi con SWEAT index assai più basso (Palmieri, Pulcini et al.), in parte dovuto al fatto che diversi eventi sono non mesociclonici/non supercellulari (landspout e waterspout).

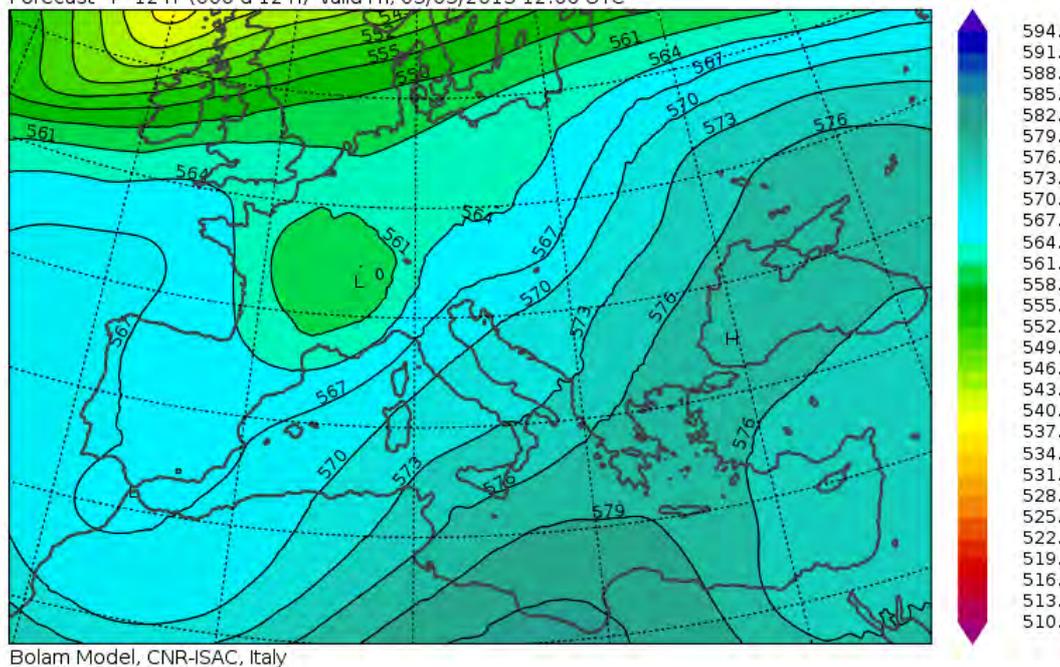
5) Avvento da SW di una dry-line appenninica (fronte secco) con costituzione di una linea di convergenza nei bassi strati tra flussi orografici discendenti (e quindi più secchi); correnti molto umide da ESE (LLJ) adriatiche ed aria molto calda ed umida ristagnante in loco proprio sulla bassa pianura emiliana.

L'insorgere di dry-line appenniniche è evenienza alquanto comune nelle suddette aree in situazioni atmosferiche caratterizzate dall'approssimarsi di saccature da ovest nel campo di geopotenziale in media troposfera allorquando si abbia la formazione di minimi barici al suolo su golfo ligure o su valle padana.

6) Elevati valori di energia potenziale convettiva disponibile (valori di CAPE su livelli quasi tipicamente estivi), dovuti alla presenza di aria molto calda ed umida per il periodo nei bassi strati dopo alcuni giorni caratterizzati da avvezioni nordafricane e con temperature massime sovente superiori a  $26^{\circ}\text{C}$  e con picchi fino a  $28^{\circ}\text{C}$ .

Nella serie successiva di immagini è riportata: la previsione dei campi di geopotenziale a 500 hPa tramite il modello BOLAM 11 km CNR-ISAC (figura 1) ove si evidenzia la posizione del minimo ciclonico in quota chiuso su Francia con flussi freschi ed instabili da SW sul nord Italia; le temperature previste a 500 hPa tramite Moloch 2.3 km del CNR-ISAC (figura 2) ove si evince la presenza dell'isoterma  $-20^{\circ}\text{C}$  sulla pianura emiliana; l'intrusione di aria secca stratosferica nei sottostanti piani troposferici (frecce gialle da SW nell'immagine sat "air mass" di figura 3); i valori previsti di SWEAT index tramite WRF model MeteoNetWork (figura 4).

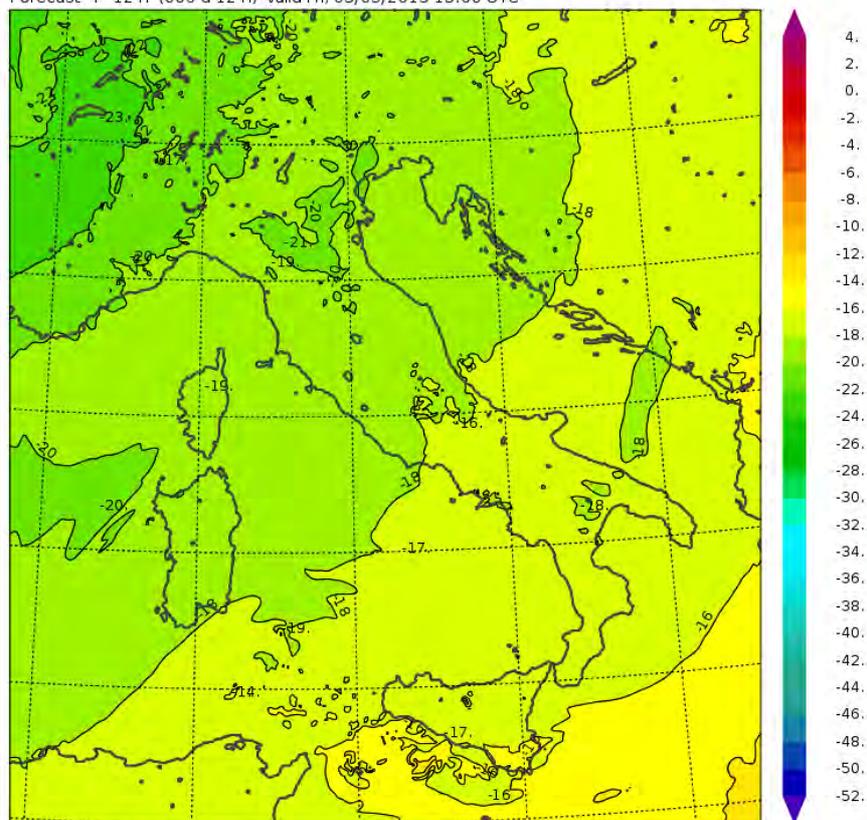
**Geopotential height (dam) at 500 hPa**  
 Initial time Fri, 03/05/2013 00:00 UTC  
 Forecast + 12 h (000 d 12 h) valid Fri, 03/05/2013 12:00 UTC



Bolam Model, CNR-ISAC, Italy

Fig. 1 Topografia di geopotenziale a 500 hPa ore 12 UTC del 03/05/2013. Fonte: 11 km Bolam model CNR-ISAC

**Temperature (deg. C) at 500 hPa**  
 Initial time Fri, 03/05/2013 03:00 UTC  
 Forecast + 12 h (000 d 12 h) valid Fri, 03/05/2013 15:00 UTC



Moloch Model, CNR-ISAC, Italy

Fig. 2: Temperatura sul piano isobarico di 500 hPa ore 15 UTC del 03/05/2013. Fonte: 2.3 km Moloch model CNR-ISAC

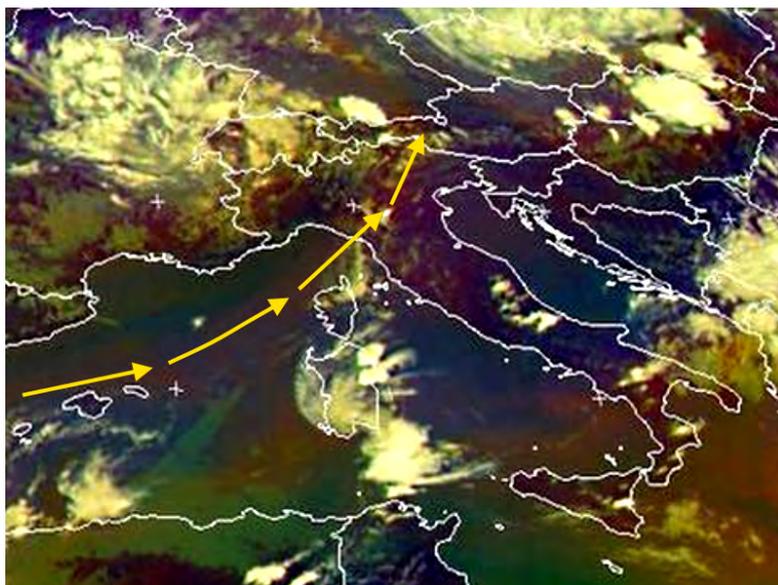


Fig. 3: Immagine sat nel campo airmass ore 12.00 UTC del 3 maggio 2013. Fonte: Eumetrain.org

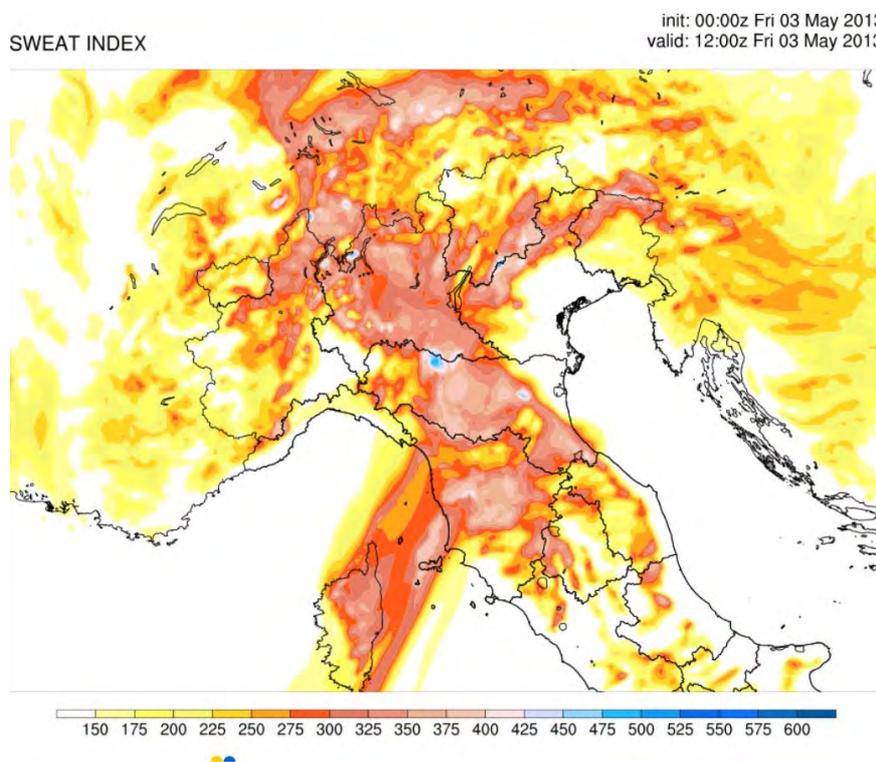


Fig. 4: Valori di SWEAT index previsti per le ore 12 UTC del 03/05/2013. Fonte: Wrf model MeteoNetWork

In figura 5 è raffigurata la situazione alle ore 12.30 UTC in Emilia-Romagna (satellite polare nel campo del visibile). La distribuzione della nuvolosità cumuliforme nel primo pomeriggio del giorno 3 facilita la individuazione delle tre masse d'aria in interazione sulla regione.

Un primo afflusso di aria umida marittima (frecche gialle), in parte dovuto al delta termico esistente tra mare ed entroterra (brezze pomeridiane) ed in parte ascrivibile all'azione della relativa circolazione depressionaria al suolo vista in precedenza, avanza verso ovest dalla costa adriatica determinando un linea, con assetto N-S, di cumuli dovuti al sollevamento dell'aria caldo-umida preesistente.

Correnti secche orografiche (fohn) tendono invece a scendere dalla catena appenninica strutturando una dry-line nei bassi strati (frecche arancio) con formazioni cumuliformi orientate in una linea ondulata con assetto WNW-ESE. Infine deboli venti nordorientali legati alla circolazione locale caratterizzano il PBL padano con presenza di aria molto calda ed umida (frecche azzurre).

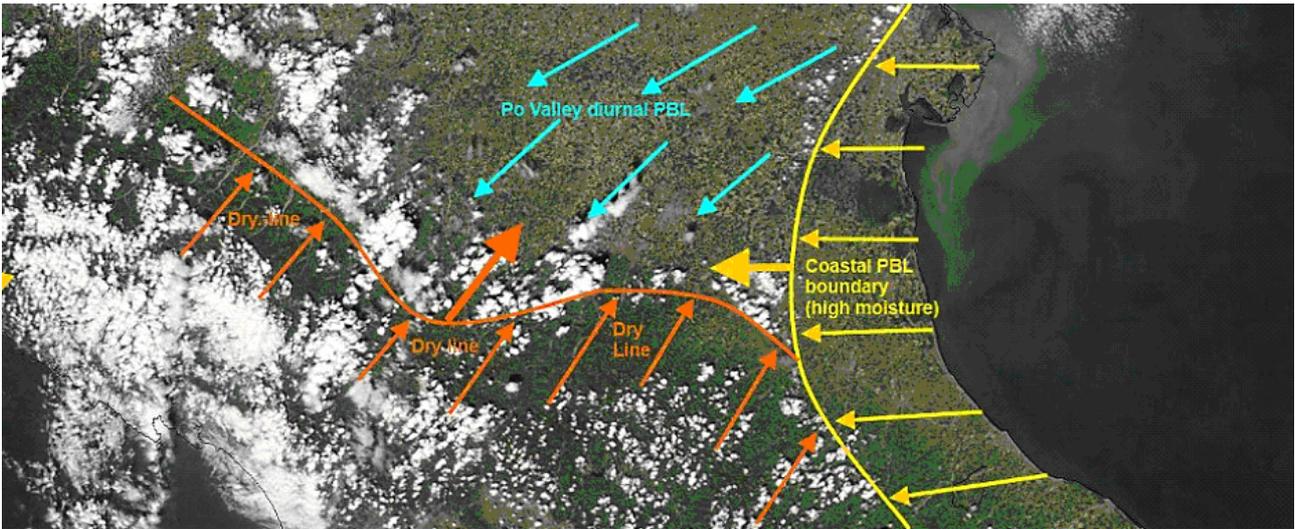


Fig. 5: Immagine da satellite polare nel campo del visibile ore 12.30 UTC. Fonte: Aeronet Ispra

Inoltre si allega il radiosondaggio previsto per le ore 12 UTC in località di Modena tramite COSMO model cortesemente fornito da Arpa-SIMC (figura 6):

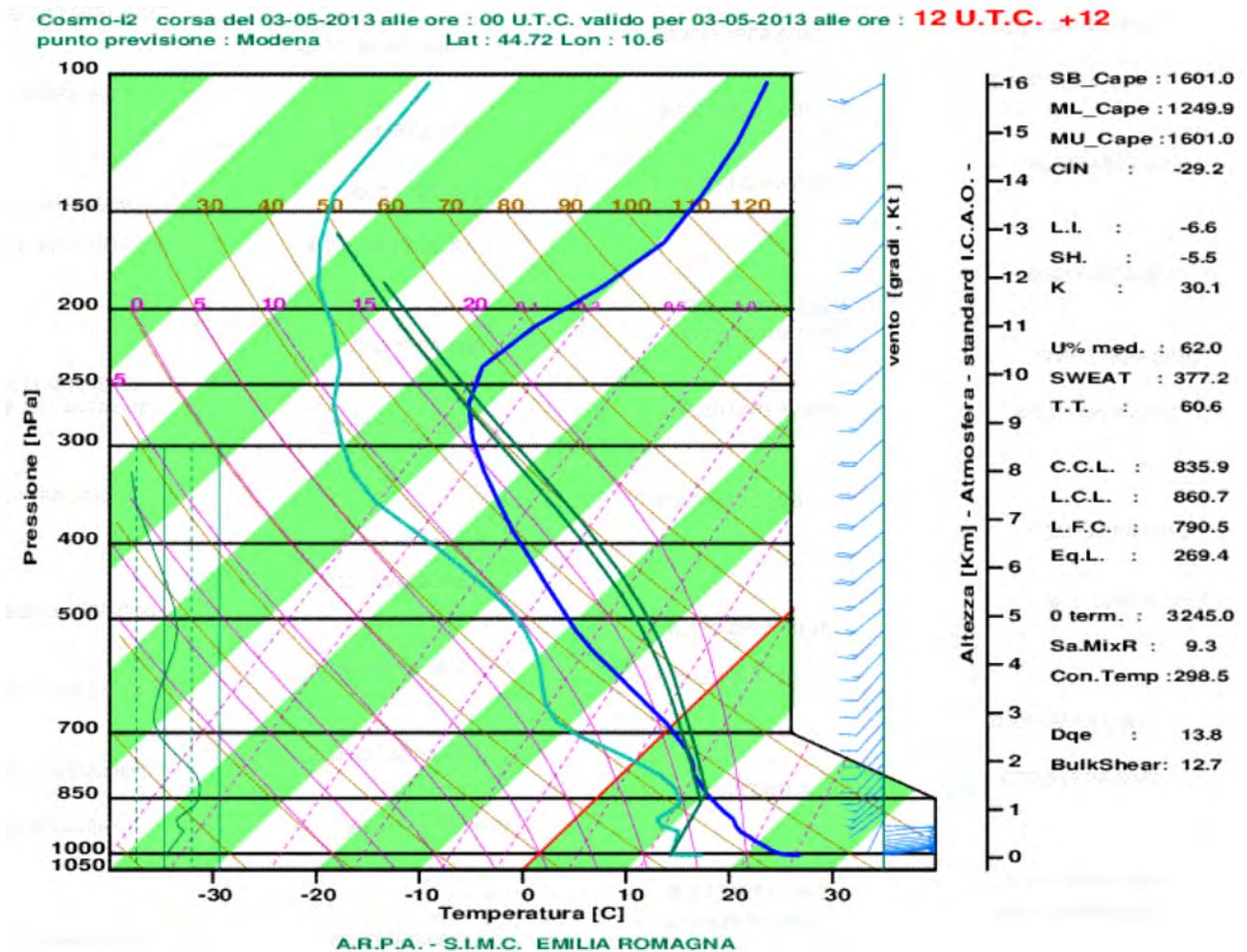


Fig. 6: Radiosondaggio previsto ore 12 UTC del 03/05/2013 su Modena. Fonte Cosmo model Arpa-SIMC

In esso si rilevano valori alquanto elevati (sebbene previsti) di Surface Based CAPE e Most Unstable CAPE (1601 J/Kg) che per il periodo possono essere considerati ragguardevoli e che potrebbero essere stati, trattandosi di previsione, leggermente sottostimati.

Da notare anche valori significativi di Lifted Index ( $-6.6^{\circ}\text{C}$ ) e di SWEAT index (377.2).

Gli elementi di cui sopra possono essere considerati come i più influenti nella determinazione dei fenomeni occorsi, e si tratta di condizioni ambientali che sovente contribuiscono alla genesi di tempo severo su comparto emiliano e talora anche romagnolo, tuttavia gli eventi del 3 maggio hanno tempi di ritorno assai lunghi, specialmente in merito all'intensità dei fenomeni vorticosi osservati.

Rimanendo in sede di previsione c'è da considerare il fatto che pochissimi LAM, nonostante gli elementi di cui sopra fossero sostanzialmente ben inquadrati, prevedevano fenomeni convettivi di qualche rilievo in zona, privilegiando alcune aree del Veneto e della Lombardia meridionale.

Ciò a causa di una probabile sovrastima sulla tenuta dello strato inversionale che avrebbe inibito l'innesco della convezione, cosa che invece è avvenuta a metà pomeriggio circa.

Le celle temporalesche, organizzatesi inizialmente in tipologia multicellulare lineare lungo la dry-line, hanno fin da subito mostrato segni di rotazione al loro interno, evolvendo ben presto in classici sistemi a supercella con formazione di mesocicloni e tornado con traiettoria WSW-ENE.

In particolare un sistema convettivo molto intenso, innescatosi verso le 13.00 UTC sulla pianura pedecollinare reggiana e modenese, è evoluto rapidamente in una prima supercella che è andata ad interessare successivamente, muovendosi verso NE, una estesa fascia di territorio (Modena Ovest, Campogalliano, Carpi) producendo grandine di notevoli dimensioni (chicchi fino a 6 cm di diametro ed anche oltre).

Verso le 14.15 UTC il sistema convettivo principale ha subito una divisione in due distinti elementi con una prima supercella, molto intensa, che nella sua parte meridionale ha originato un tornado abbattutosi poco a NW della località di Castelfranco Emilia, come indicato dalla figura 7:

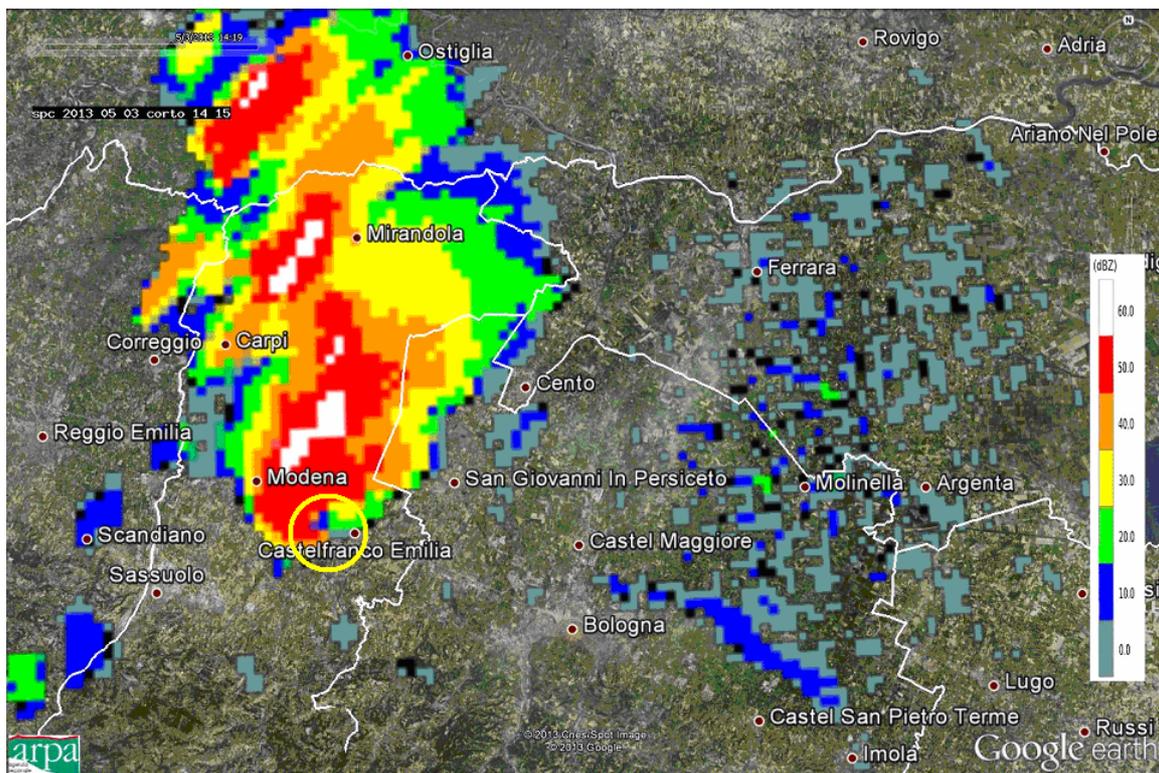


Fig. 7: Immagine radar di San Pietro Capofiume (BO) delle ore 14.15 UTC. Fonte: Arpa-SIMC

Essa evidenzia campi di riflettività che mostrano la presenza di tre celle temporalesche disposte in linea con assetto all'incirca N-S. Quella più meridionale (supercella) presenta evidenti segni di rotazione con un ben visibile hook eco (eco ad uncino) ad WNW di Castelfranco (cerchio giallo).

Da notare la presenza di grandine intensa a carico di tutte e tre le celle (aree bianche in figura).

Alle 14.40 UTC il sistema convettivo è evoluto in una struttura caratterizzata da due distinte e principali supercelle, come mostrato dalla figura 8:

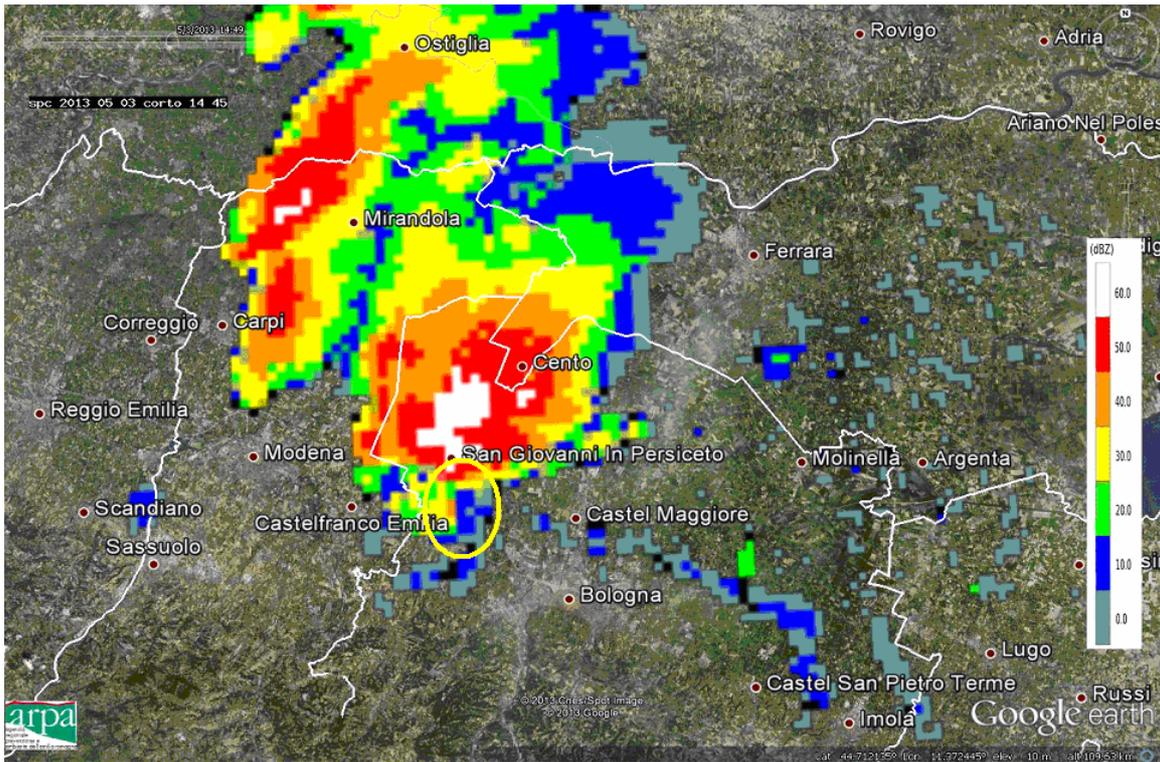


Fig. 8: Immagine radar di San Pietro Capofiume (BO) delle ore 14.40 UTC. Fonte: Arpa-SIMC

Infatti si nota una prima ed ottimamente definita supercella al confine tra le pianure di modenese e bolognese, la quale presenta un ben visibile V-notch ed ancora un eco ad uncino (delimitato dal cerchio giallo).

Una seconda supercella impegna l'area settentrionale modenese tra Carpi e Mirandola con i primi eloquenti segni di rotazione al suo interno (primo embrione di hook eco a N di Modena).

Permangono violente grandinate (aree color bianco), specie a carico della supercella più a sud.

Alle 15.15 UTC la situazione si aggrava ulteriormente come confermato dalla immagine radar seguente (figura 9):

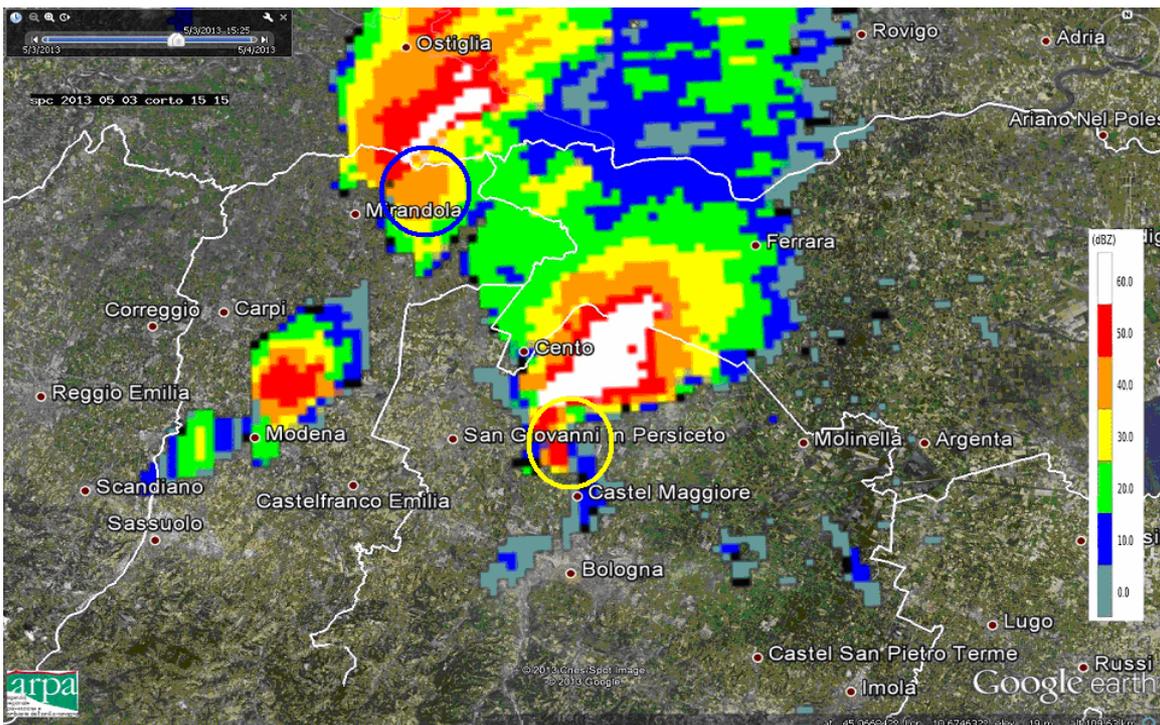


Fig. 9: Immagine radar di San Pietro Capofiume (BO) delle ore 15.15 UTC. Fonte: Arpa-SIMC

Infatti la supercella più a sud, attiva tra la pianura bolognese e ferrarese, mostra un rinvigorismento del mesociclone con hook eco nuovamente molto pronunciato (cerchio giallo) e nuovo tornado che agisce nell'area compresa tra San Giorgio di Piano, Bentivoglio, San Pietro in Casale ed Argelato (BO), mentre grandine molto intensa si abbatte ad est di Cento fino a sconfinare in territorio ferrarese. Nel contempo la supercella a nord pronuncia anch'essa un più vistoso eco ad uncino (cerchio blu) con un terzo tornado accertato a NE di Mirandola (MO) e documentato da immagini e video. In questa base ben 2 tornado imperversano contemporaneamente nella bassa pianura emiliana.

La supercella più a nord può avere mostrato echi meno definiti dando la sensazione di essere assai meno intensa rispetto a quella meridionale, tuttavia occorre tenere presente l'effetto "schermante" della supercella bolognese data la posizione del radar (nella mappa nei pressi di Molinella); tale fattore potrebbe trarre in inganno, pertanto è possibile che la magnitudine dei due sistemi fosse assai più simile. Interessante notare come anche una terza cella, di estensione minore e più debole, (a N di Modena) mostri segni di rotazione al proprio interno, a testimonianza di condizioni ambientali assai favorevoli alla genesi di tempeste mesocicloniche. Essa tenderà in ogni caso ad indebolirsi successivamente entrando nella sfera di influenza delle due celle principali.

Alle 15.45 UTC le due supercelle sono ancora ben attive come mostrato dall'immagine radar (figura 10):

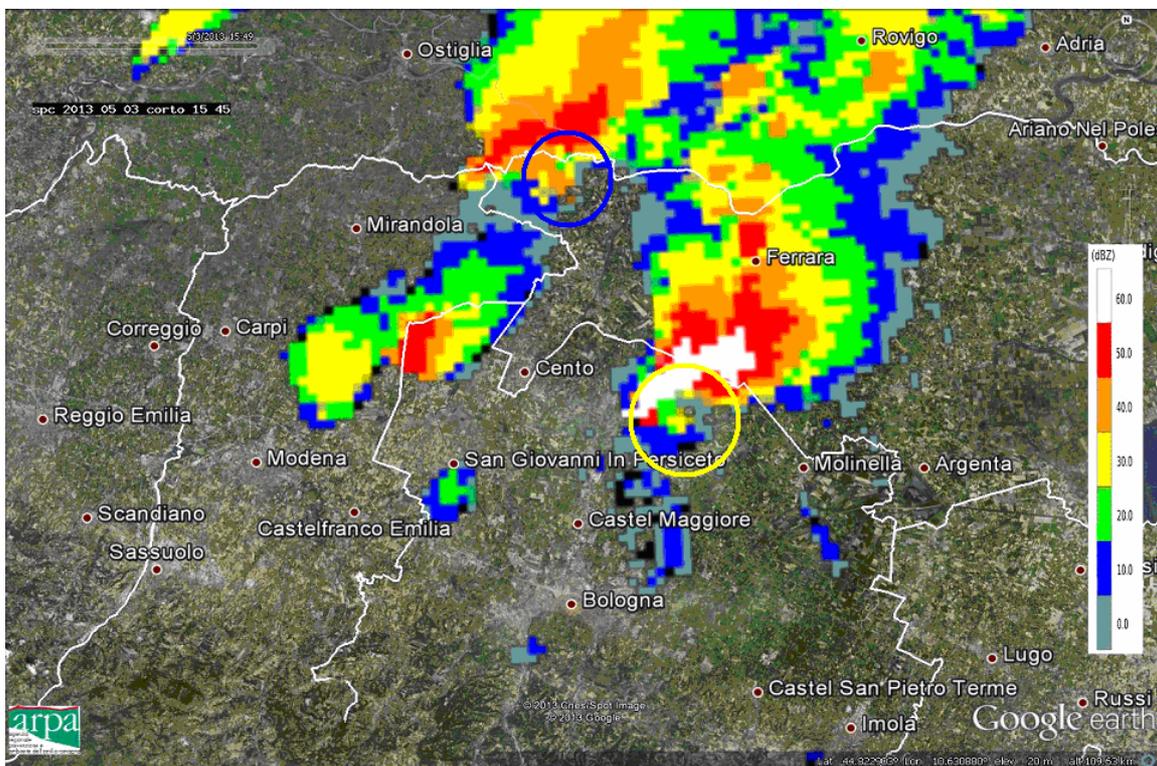


Fig. 10: Immagine radar di San Pietro Capofiume (BO) delle ore 15.45 UTC. Fonte: Arpa-SIMC

Trenta minuti dopo entrambi i sistemi sono evoluti ulteriormente verso NE presentando ancora nette caratteristiche supercellulari come si evince facilmente dalla struttura degli echi radar.

Quella a sud mantiene ben attivo il mesociclone con hook eco ancora molto netto (cerchio giallo) e tornado che si porta verso il confine tra la pianura bolognese e quella ferrarese. Grandine ancora severa nel core della supercella (aree bianche).

La supercella più a nord è in procinto di abbandonare il territorio emiliano ma anch'essa mantiene in azione il mesociclone con eco ad uncino ben pronunciato in prossimità del Po e probabile presenza di tornado.

Successivamente la coppia di supercelle continua a viaggiare verso NE/ENE; quella meridionale abbandona la provincia di Bologna agendo sul territorio ferrarese; essa permane ancora molto intensa e con associata grandine severa ma l'hook eco tende a divenire meno definito nonostante la circolazione mesociclonica sia ancora ben attiva.

Probabilmente in questa fase il tornado, dopo un percorso che lo ha portato al confine con la provincia di Ferrara si estingue.

La seconda supercella si porta nel frattempo a N del Po evidenziando ancora la presenza di un mesociclone con eco ad uncino ancora definito (cerchio blu) e possibile presenza di tornado, ma anch'essa mostra i primi segni di indebolimento, sebbene verso le 18.30 locali si abbia una temporanea riattivazione dei moti vorticosi, con hook eco nuovamente ben visibile, prima del definitivo collassamento.

Anche al satellite (geostazionario nel campo del visibile) la struttura convettiva è ben riconoscibile come evidenziato dalla figura 11:

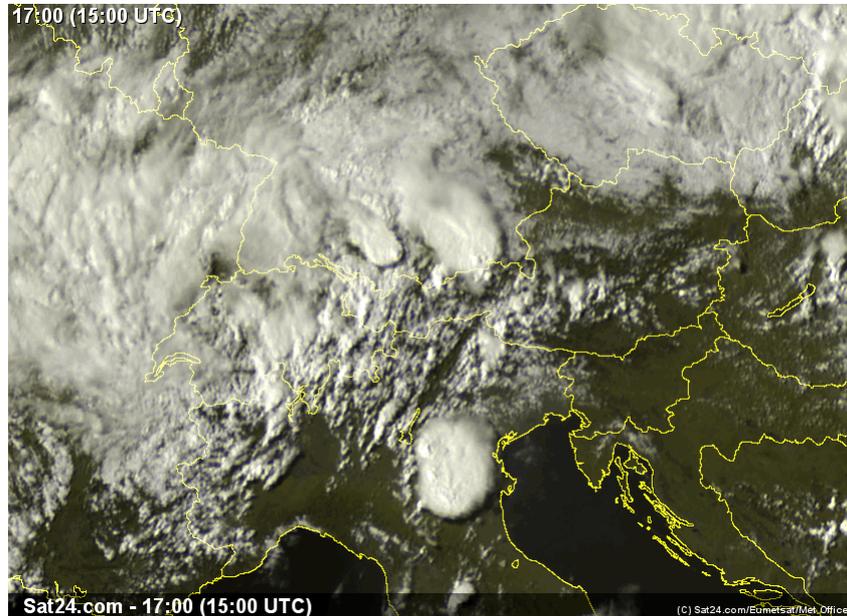


Fig 11: Immagine sat nel campo del visibile ore 15.00 UTC del 03/05/2013. Fonte: Sat24.com

Essa è riferita alle ore 15.00 UTC e mostra la presenza del vasto sistema convettivo (Mesoscale Convective System) con 3 evidenti overshooting top al suo interno (torri cumuliformi che penetrano nella bassa stratosfera, elementi tipici di temporali a supercella) e ben definita flanking line nella parte sudoccidentale del sistema (a forma di "coda").

In base alle informazioni ed ai dati disponibili è stato possibile ipotizzare una ricostruzione di massima del path di entrambi i tornado prodotti dalla prima supercella, che qui di seguito viene proposta (figura 12):

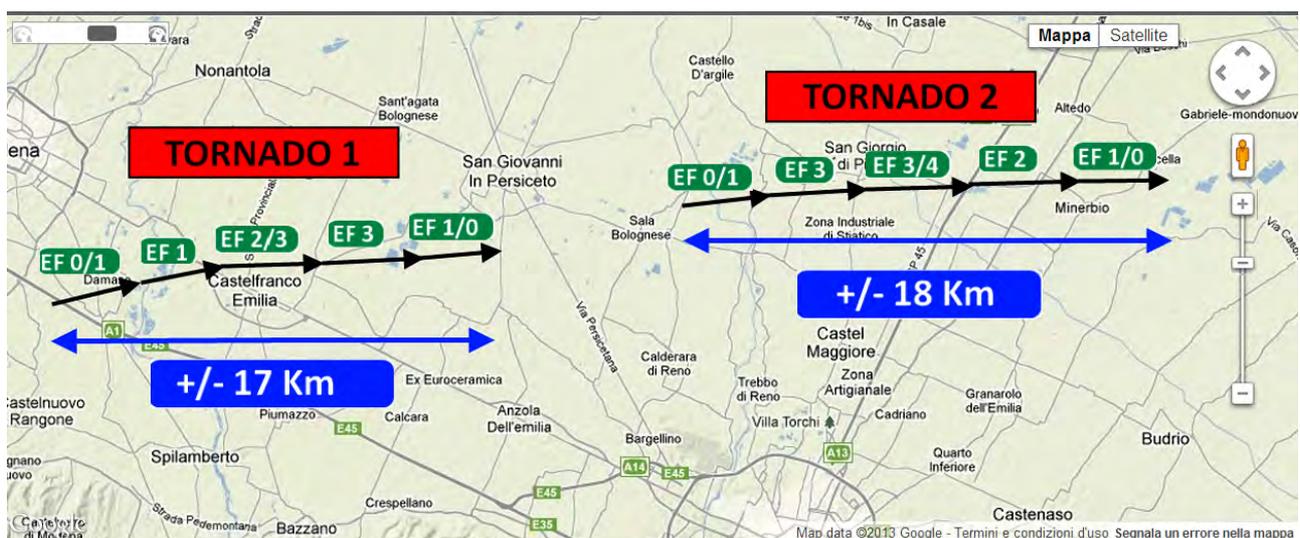


Fig. 12: probabile percorso dei tornado 1 e 2 con traiettoria e gradi stimati di intensità EF scale.

Il primo vortice (tornado 1), innescatosi poco ad ovest di Castelfranco Emilia, percorre un tragitto in direzione ENE fino ad esaurirsi poco prima dell'area di San Giovanni in Persiceto (BO), con intensità massima stimata di grado EF 3 a NNE di Castelfranco Emilia (MO) e con percorrenza complessiva di circa 17 Km.

Il secondo vortice (tornado 2 in figura) sembra essersi generato qualche chilometro ad WSW di San Giorgio di Piano (BO) raggiungendo la massima intensità tra la medesima località ed Argelato/Bentivoglio (BO), stimata in grado EF 3 con possibili brevissime fasi ad EF 4 (riferimento a stima visiva ipotizzato anche da esperti di ESSL: European Severe Storm Laboratory), prima di indebolirsi ed in seguito esaurirsi al confine con la provincia di Ferrara. Percorrenza di circa 18 km.

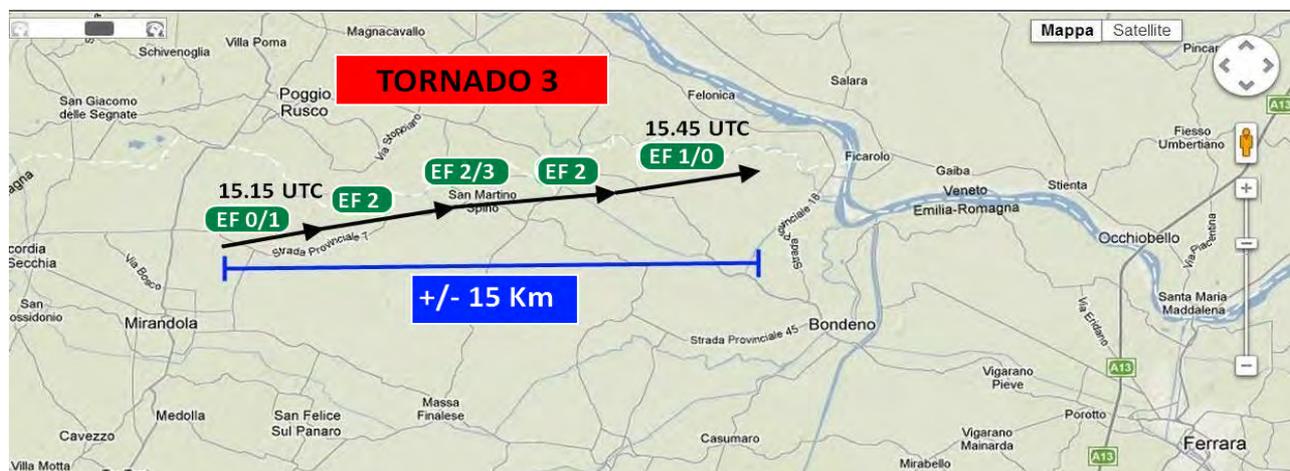


Fig. 13: probabile percorso del tornado 3 con traiettoria e gradi stimati di intensità EF scale

Per quanto concerne il terzo tornado (figura 13) è probabile sia stato di durata leggermente più breve (circa 15 km) con evoluzione verso ENE. L'innescò è presumibile si sia verificato poco a NE di Mirandola (MO) con raggiungimento del picco di massima violenza a San Martino Spino (MO) ed esaurimento in prossimità del corso del Po.

In base ai danni occorsi presso la località di San Martino Spino e la frazione di Gabello appare probabile una magnitudine massima pari al grado EF 2 e per brevi tratti possibile fino ad EF 3 (venti fino a 266 km/h), sebbene nel complesso questo evento possa ritenersi meno severo, oltre che un poco più breve, rispetto a quelli di Castelfranco Emilia e San Giorgio di Piano.

Di seguito sono proposte alcune immagini del tornado attivo a Castelfranco Emilia:



*Tornado nei pressi di Castelfranco Emilia. Fonte: youreporter.it*

Le immagini seguenti sono invece riferite al tornado di San Giorgio di Piano, Argelato e Bentivoglio (BO):



*Tornado nei pressi San Giorgio di Piano (BO). Fonte: [modenaonline.info/multimedia.quotidiano.net](http://modenaonline.info/multimedia.quotidiano.net)*

Infine due immagini sul tornado di Mirandola-San Martino Spino (MO):



*Tornado su bassa modenese nei pressi di Mirandola. Fonte: [youreporter.it/www.tempoitalia.i](http://youreporter.it/www.tempoitalia.i)*

Le immagini dei danni materiali sono eloquenti:



*Danni da tornado nei pressi di San Giorgio di Piano- Argelato (BO). Fonte: youreporter.it*



*Danni da tornado nei pressi di San Giorgio di Piano- Argelato (BO). Fonte: youreporter.it/VVFF.*

Occorre comunque precisare che l'area di bassa pianura emiliana non è nuova ad eventi tornadici di un certo rilievo.

Infatti proprio nell'area di Bentivoglio (BO) si verificò un significativo evento il 22 maggio 1995, sebbene non paragonabile a quello appena occorso, sia come intensità che durata.

Si ebbero una quindicina di case scoperchiate, talora con lesioni anche gravi, che fanno pensare ad un grado EF 2/EF 3.

Inoltre uno studio di G. Simonini (Arpa-SIMC) pubblicato sulla rivista AER (numero 5 del 1995) evidenzia come nel periodo 1984-1995 siano occorsi ben 14 tornado (quindi una media di più di uno all'anno) nell'area di bassa pianura compresa tra le province di MO-BO-FE, che quindi non è nuova ad eventi così severi, sebbene la violenza di quelli del 3 maggio 2013 difficilmente possa avere dei precedenti.

Chiaramente non si ha la certezza assoluta che gli episodi classificati come tornado nel passato fossero effettivi, poiché alcune informazioni giungevano da fonti giornalistiche che potevano scambiare forti downburst (raffiche lineari) per fenomeni vorticosi.

In ogni caso una cartina rappresentante la frequenza di tornado nel periodo 1984-1995 in Emilia-Romagna è rappresentata di seguito:



*Fig. 1 - Trombe d'aria verificatesi in Emilia-Romagna nel periodo 1984-1995.*

La cartina, redatta da G. Simonini (Arpa-SIMC) evidenzia come nel periodo considerato si sia avuta una discreta concentrazione di fenomeni vorticosi nelle pianure comprese tra le province di RE, MO, BO e FE, con massima frequenza in un'area più ristretta comprendente l'area pianeggiante settentrionale del bolognese ed occidentale del ferrarese fino al confine con modenese.

Dunque, eventi tornadici sono tutt'altro che insoliti nel comparto territoriale emiliano, tuttavia l'outbreak recente spicca per l'inusitata violenza dei vortici.

Si ringrazia sentitamente il Dr. Paolo Mezzasalma di Arpa-SIMC per i dati radar di San Pietro Capofiume e per le numerose informazioni fatte pervenire.

**P. Randi**  
**Socio SMI**  
**MeteoCenter**  
**TT meteonetwork**