



41° Stormo

Ufficio Meteorologico Aeroportuale

T.Col. Franco Colombo

Fenomeni pericolosi per il volo:

IL TEMPORALE



Sigonella 24 Novembre 2010

non classificato





Giorgione 1508 “La Tempesta”

Qualcuno l'ha considerato un collage di "personificazioni" astratte: la Fortezza (il soldato) e la Carità (la donna) in perenne lotta contro l'imprevedibilità della Fortuna (il fulmine che squarcia le nubi).

Il temporale rappresenta una delle manifestazioni più pericolose per il volo perchè implica

- **Turbolenza**
- **Formazioni di ghiaccio**
- **Grandine**
- **Fulmini**
- **Scarsa visibilità**



CLIMATOLOGIA DEI TEMPORALI

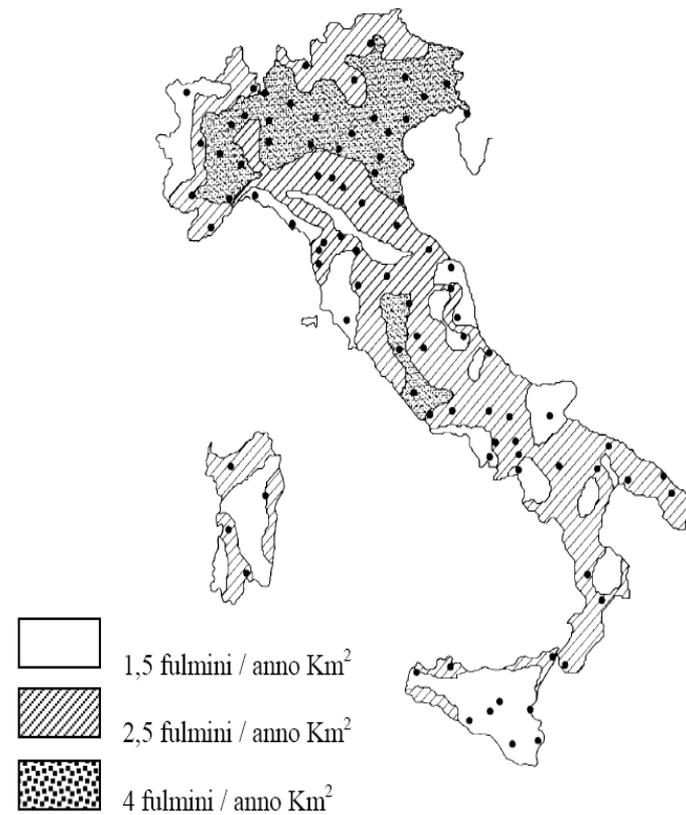
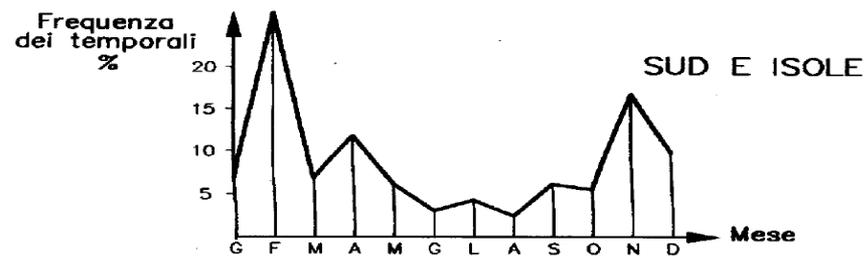
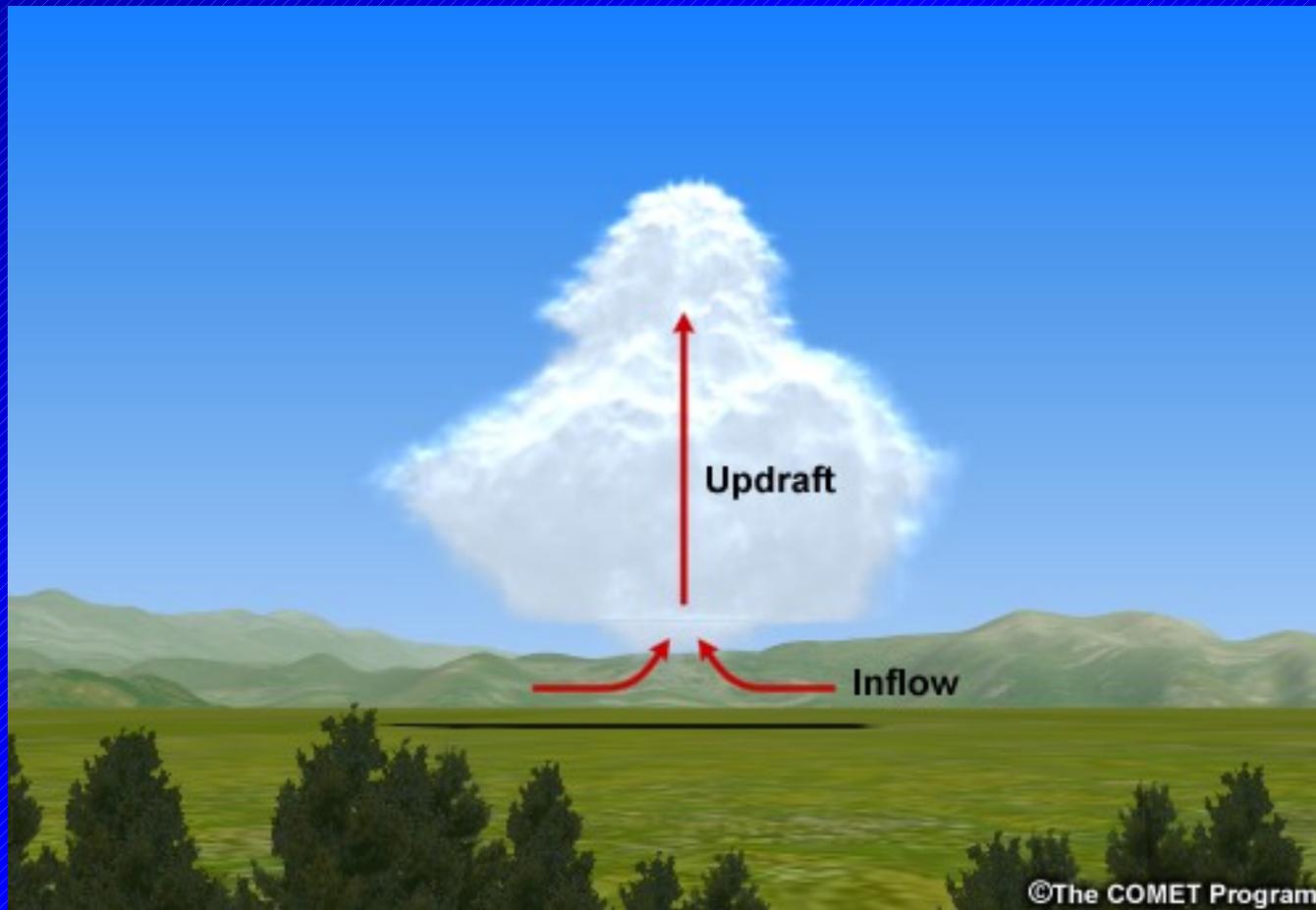


Fig.1.7 valori medi del numero N_t di fulmini a terra all'anno e al Km², in Italia



Un temporale si sviluppa solo se si ha la concomitanza delle seguenti condizioni:

- aria instabile;
- presenza di una qualsiasi azione di sollevamento;
- adeguato contenuto di vapore nell'aria.

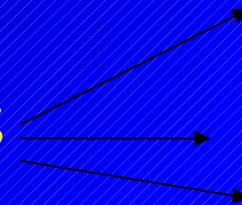


CLASSIFICAZIONE DEI TEMPORALI

In base all' ORIGINE

Temporali di masse d'aria;

Temporali frontali.



Termoconvettivi

Orografici

Convergenza

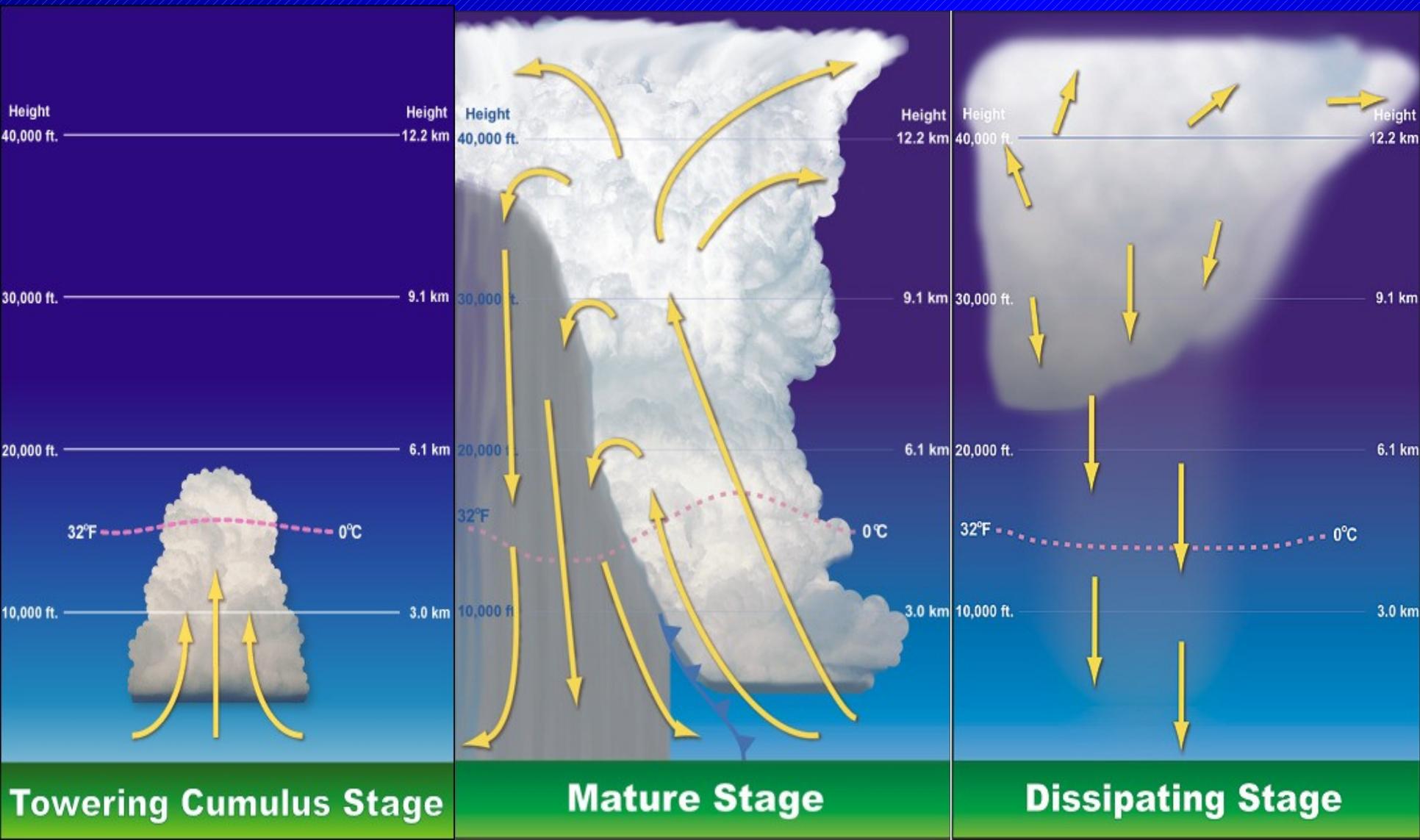
In base alla STRUTTURA

Temporali a cella singola;

Temporali multicella;

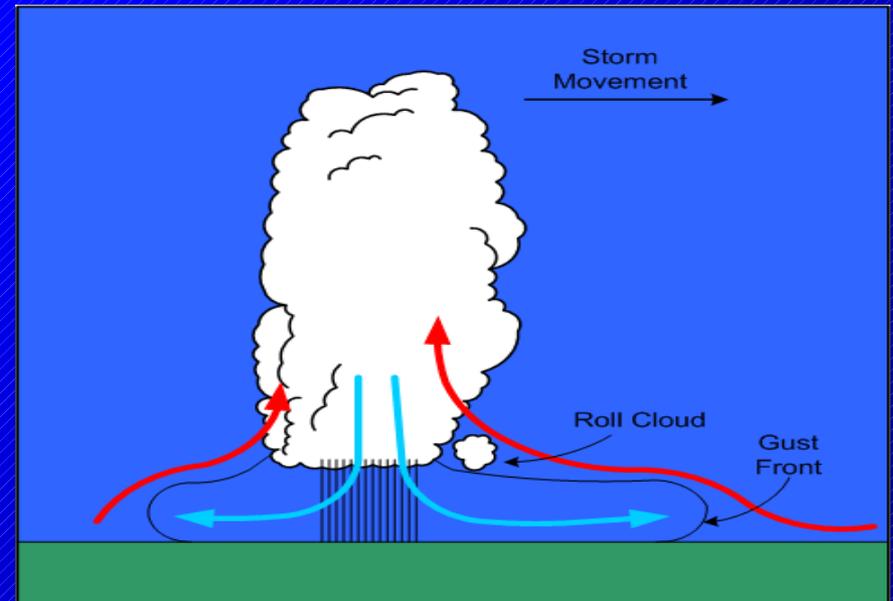
Temporali supercella.

FASI DI SVILUPPO DI UN TEMPORALE



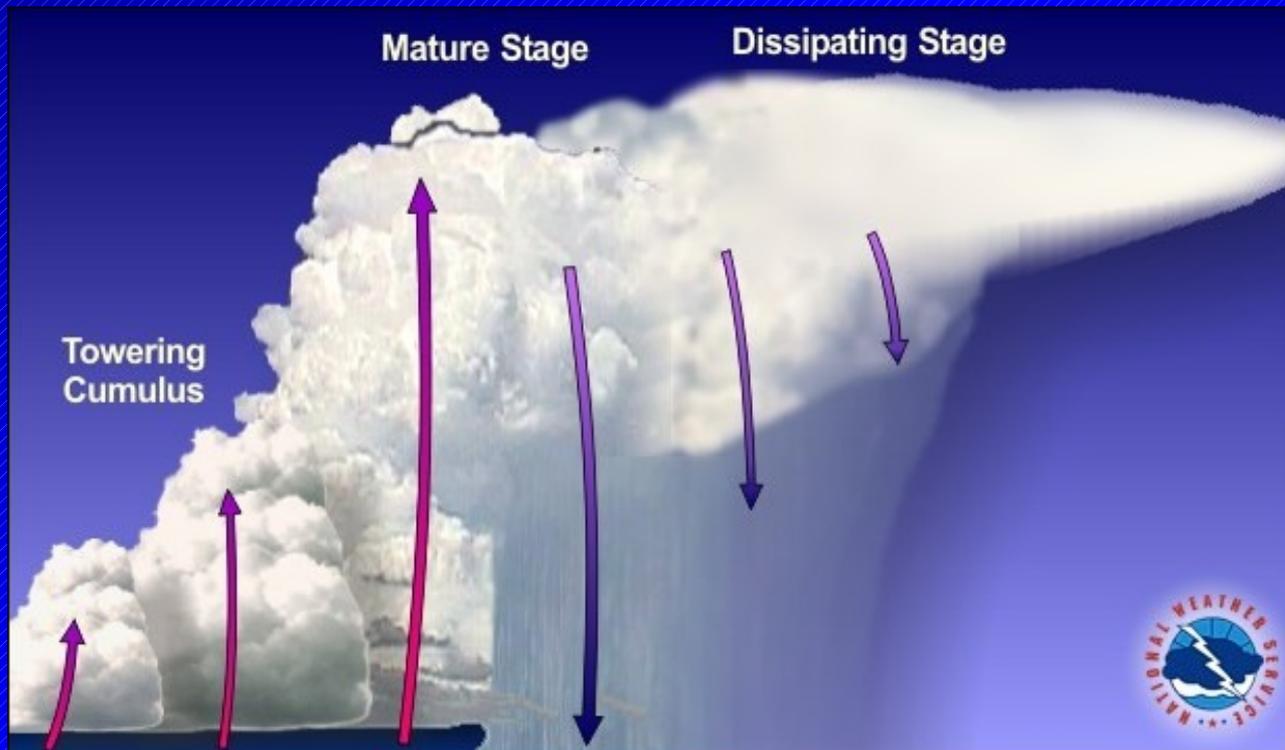
TEMPORALE A CELLA SINGOLA

La cella singola è la forma più semplice di temporale e si sviluppa indipendentemente da altri Cb. Si nota ad occhio nudo come un singolo cumulonembo dotato di un'unica e grossa protuberanza. La durata media è di circa 2 ore e il raggio della cella non supera di solito i 30km.



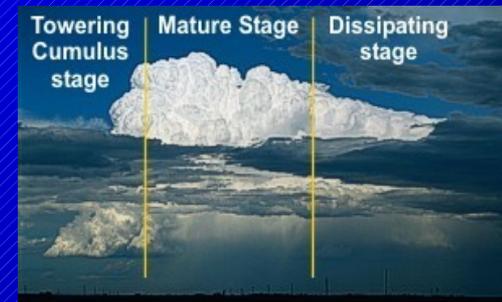
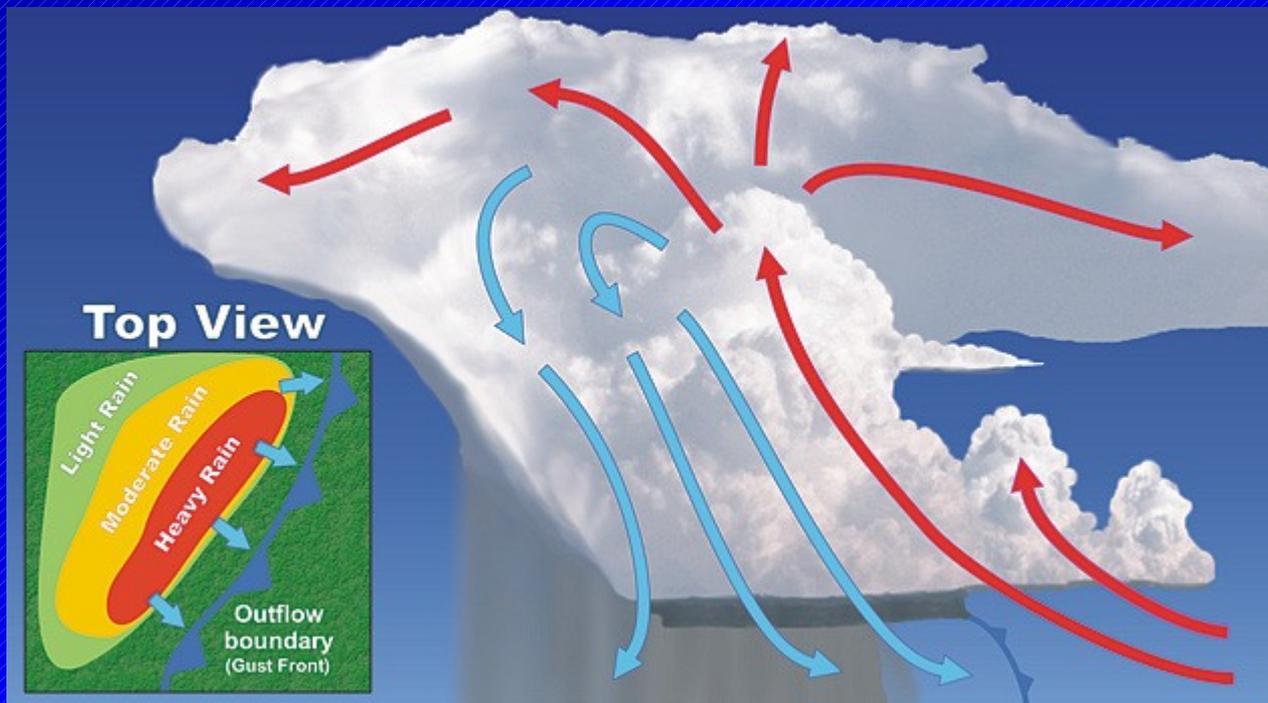
TEMPORALE MULTICELLA (1)

I temporali a multicella differiscono dal tipo a cella singola per la presenza di una serie di correnti ascendenti pulsanti e separate (updraft) che mantengono in uno stato più o meno stazionario la forma e la struttura globale della nube temporalesca. Queste pulsazioni possono variare dalle decine di secondi alle decine di minuti ed essere osservate come nubi torreggianti separate ed in ascesa.



TEMPORALE MULTICELLA (2)

La caratteristica del temporale a Multicelle è che la nuova cella in formazione nasce dalla cella che l'ha preceduta durante il suo stadio di dissolvimento. Ciascuna cella nasce dall'updraft dominante che per tutta la durata del suo stadio di maturità sarà anche la parte più attiva e vitale del temporale. Questo sistema temporalesco rimane in vita grazie ad un processo ininterrotto le cui componenti sono le singole celle temporalesche che passano attraverso il proprio ciclo evolutivo. Il temporale a Multicella può sopravvivere anche per molte ore grazie al bilancio quasi stazionario fra gli updraft ed i downdraft



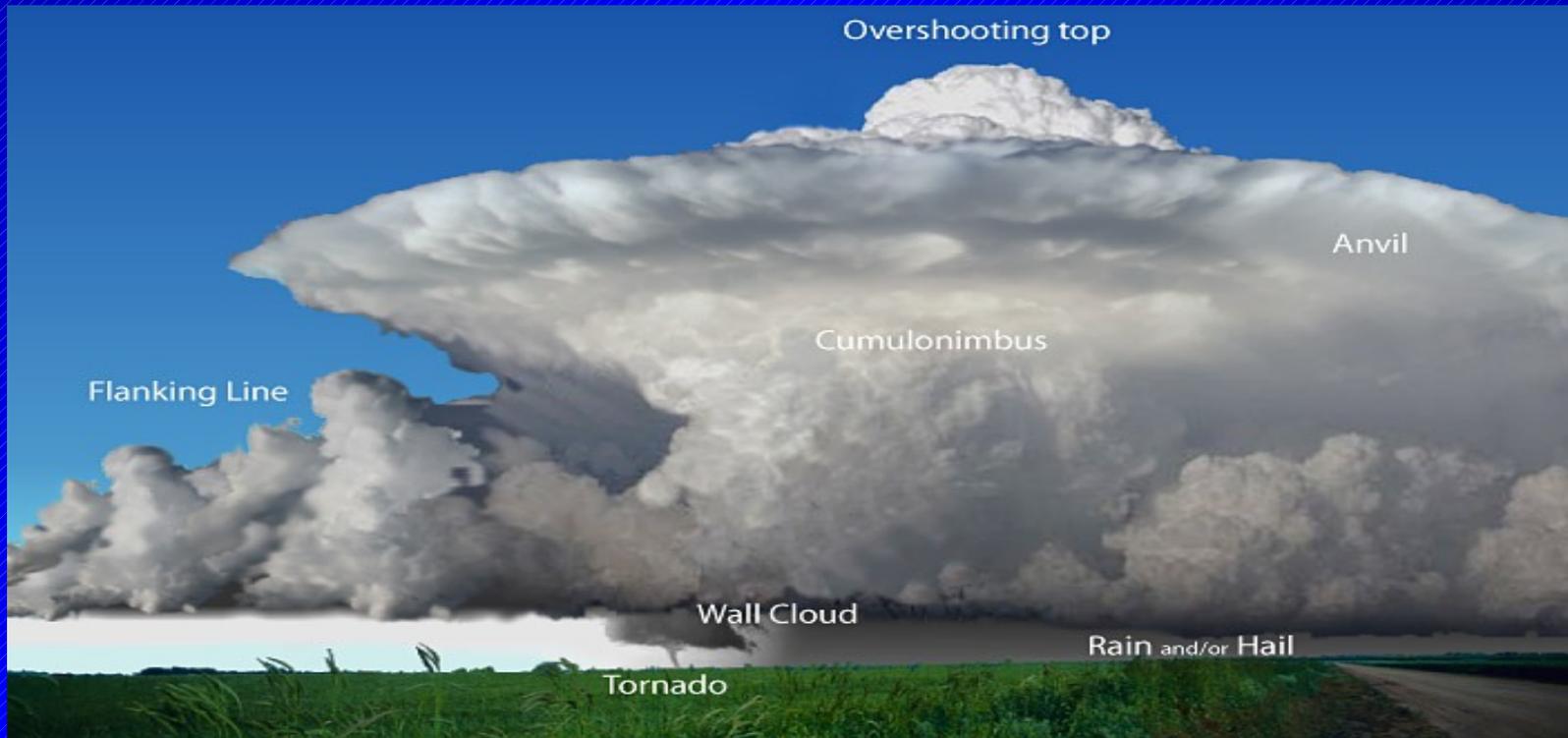
TEMPORALE SUPERCELLA (1)

La Supercella è in assoluto il più pericoloso ed il più potente fra tutti i tipi di temporale e si distingue dagli altri per la presenza di un updraft rotante ovvero di un mesociclone. E' causa di fenomeni meteorologici estremi come pioggia intensa o nubifragi, alluvioni lampo, grandine di grandi dimensioni, venti forti ed a volte trombe d'aria. La formazione di una Supercella richiede la concomitanza di numerosi eventi ed è per questo motivo che in Italia è un fenomeno relativamente raro che spesso viene scambiato con temporali particolarmente violenti

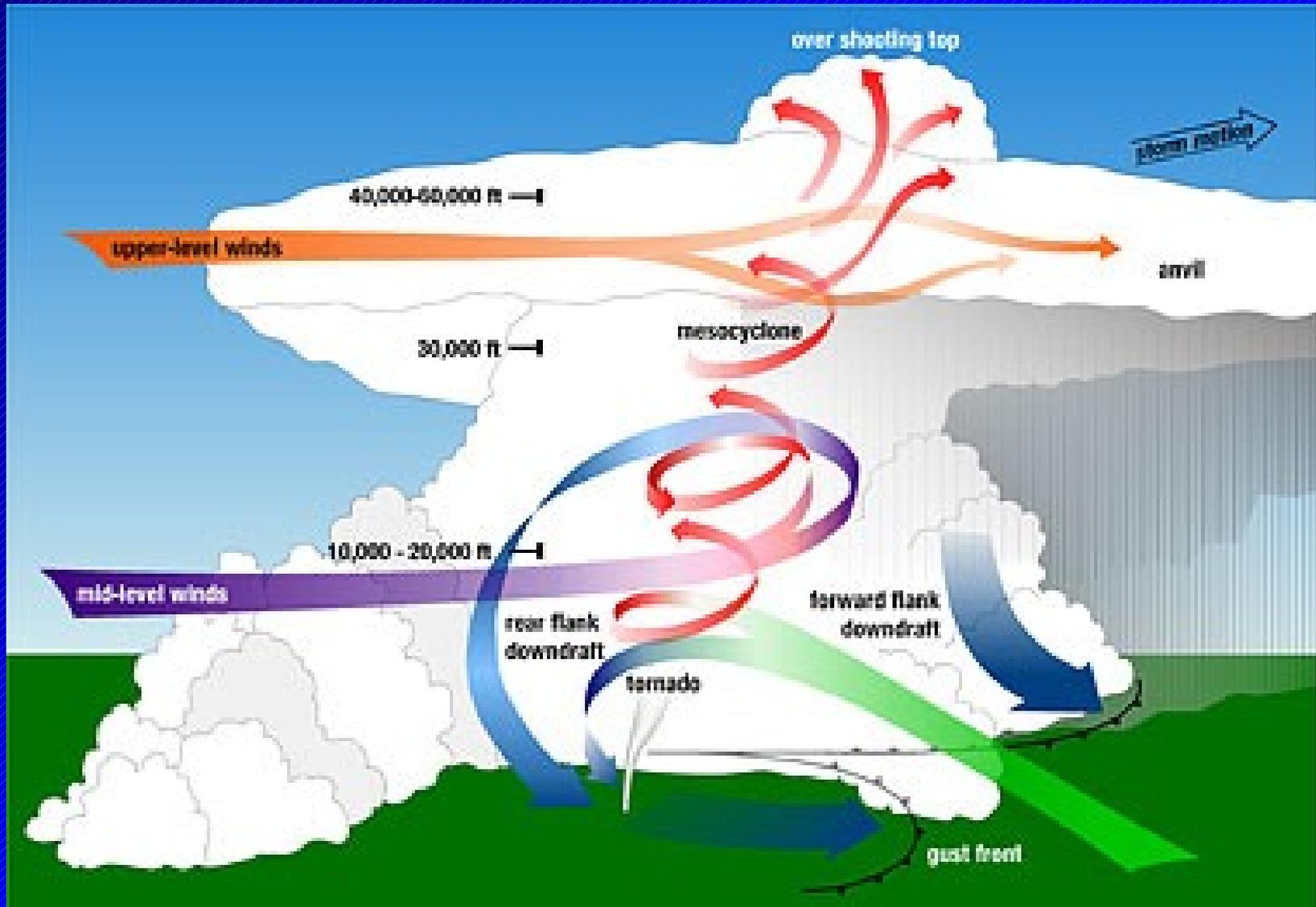


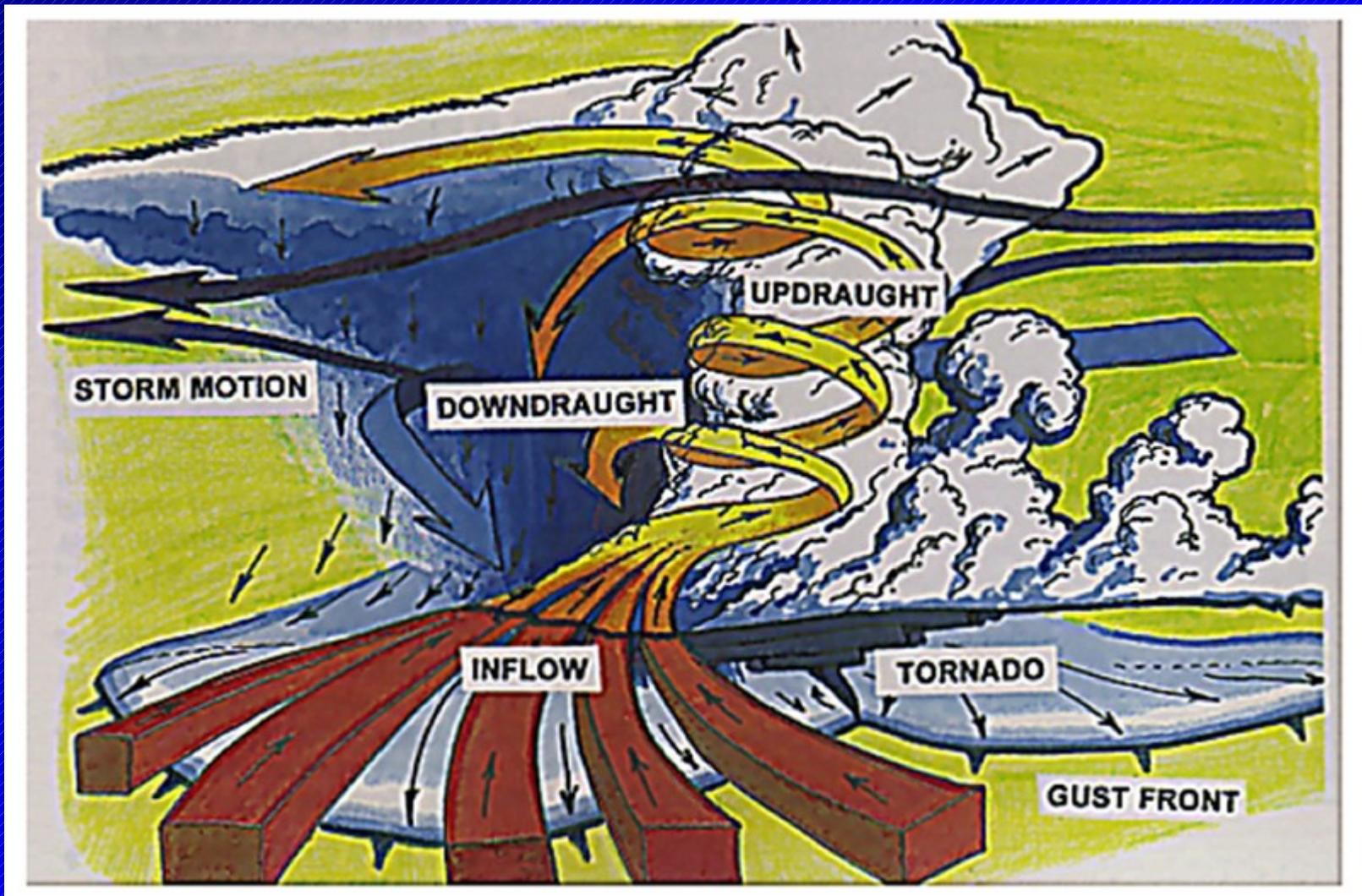
TEMPORALE SUPERCELLA (2)

All'interno delle celle temporalesche il sistema delle correnti spesso non è ordinato secondo il classico schema della cella convettiva (correnti calde ascendenti e correnti fredde discendenti) a tal punto che ogni cella temporalesca tende ad interferire con le correnti di una cella adiacente. In questo caso si può dire che si disturbano a vicenda, impedendo così lo sviluppo di una singola cella o cella altamente organizzata. Ma se si dovessero creare le condizioni per lo sviluppo di una sola singola cella, allora il discorso cambierebbe completamente. In questo caso il cumulonembo che si sviluppa prende il nome scientifico di Supercella ed è costituito solo da due sistemi di correnti su vasta scala.



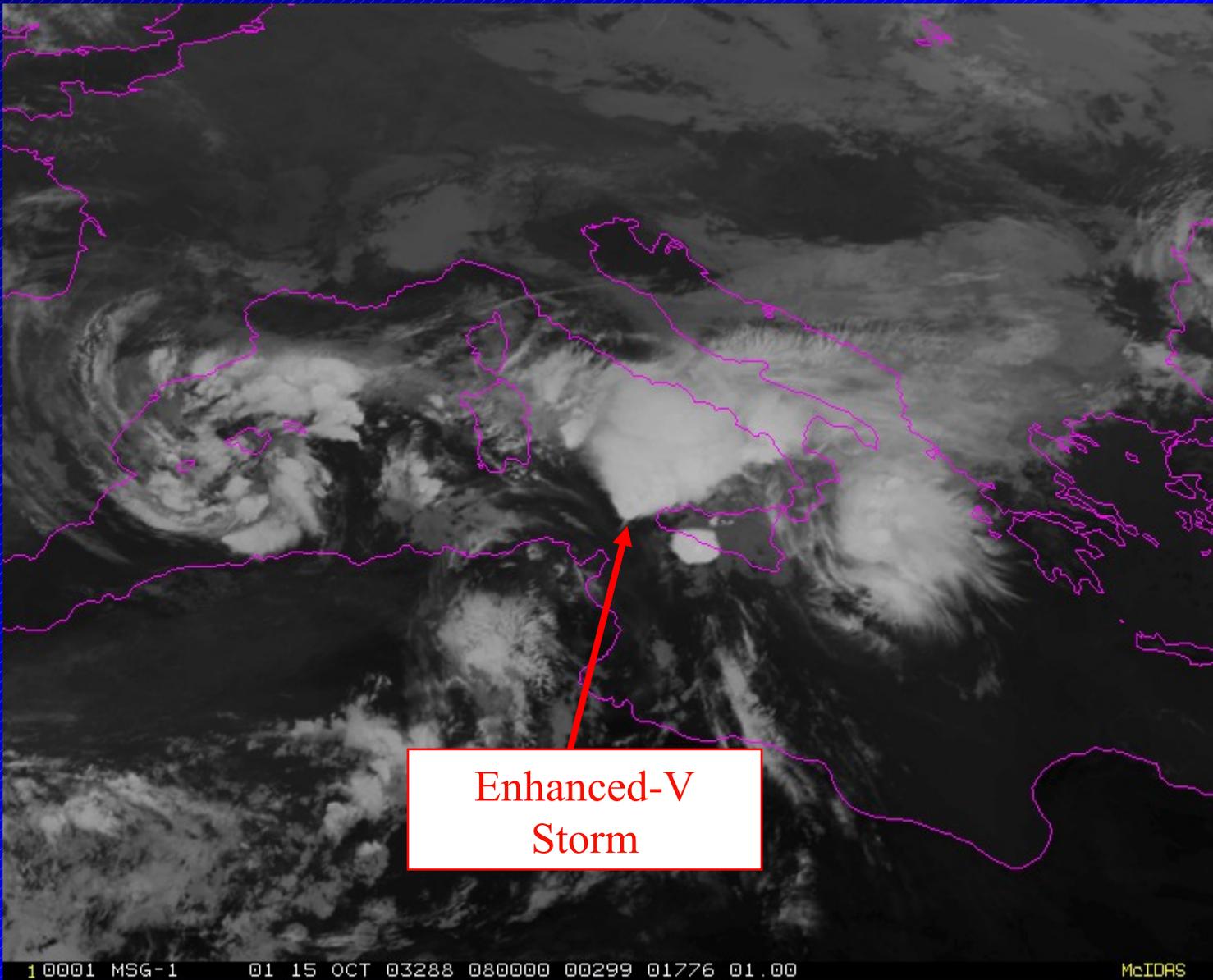
TEMPORALE SUPERCELLA (3)





Un esempio di supercella nel Mediterraneo

15 Ottobre 2003



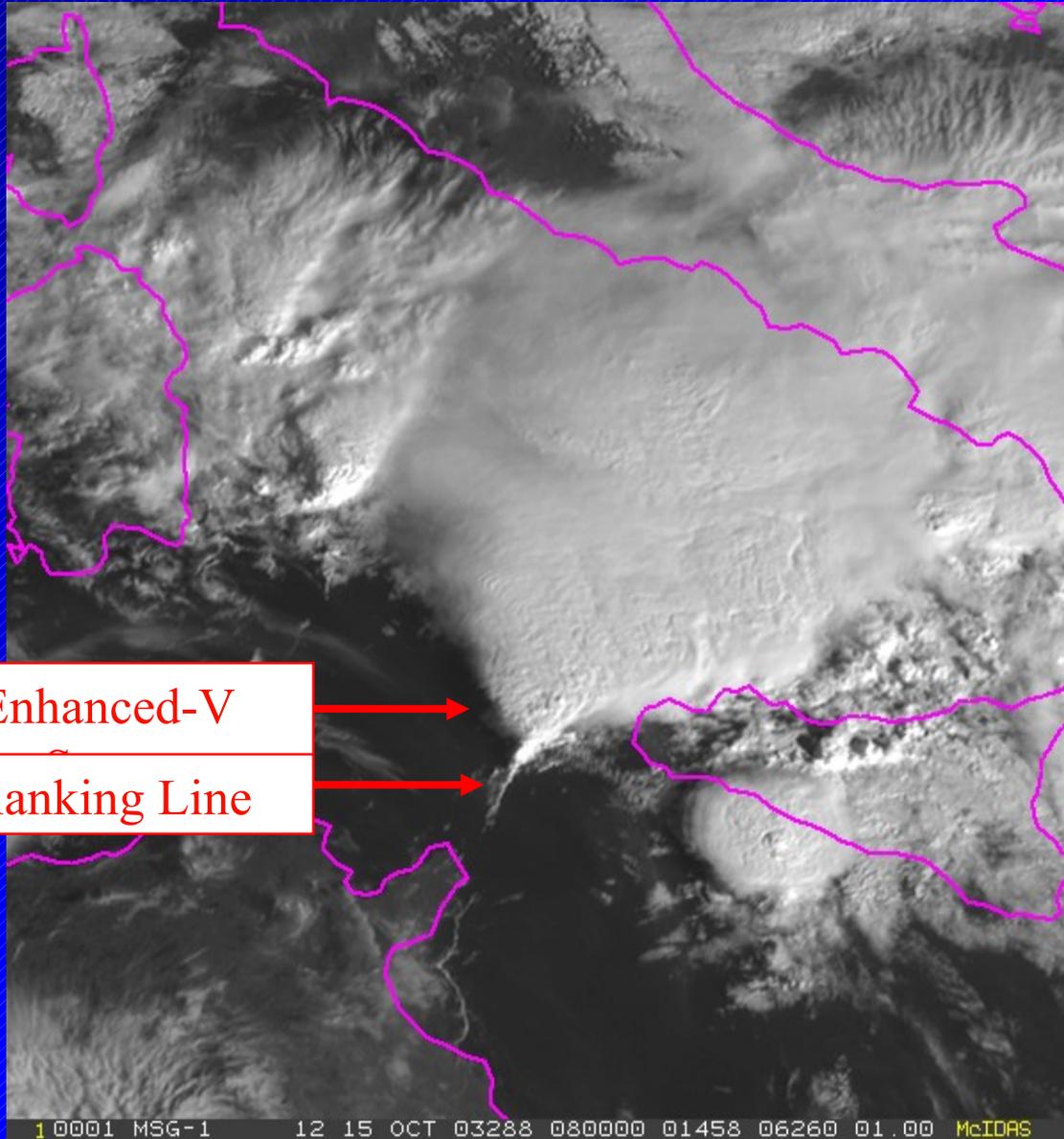
[CLICK HERE](#)

Enhanced-V
Storm

MSG-1
15 Oct 2003
08:00 UTC
Channel 09
(IR10.8)

10001 MSG-1 01 15 OCT 03288 080000 00299 01776 01.00

McIDAS



Enhanced-V

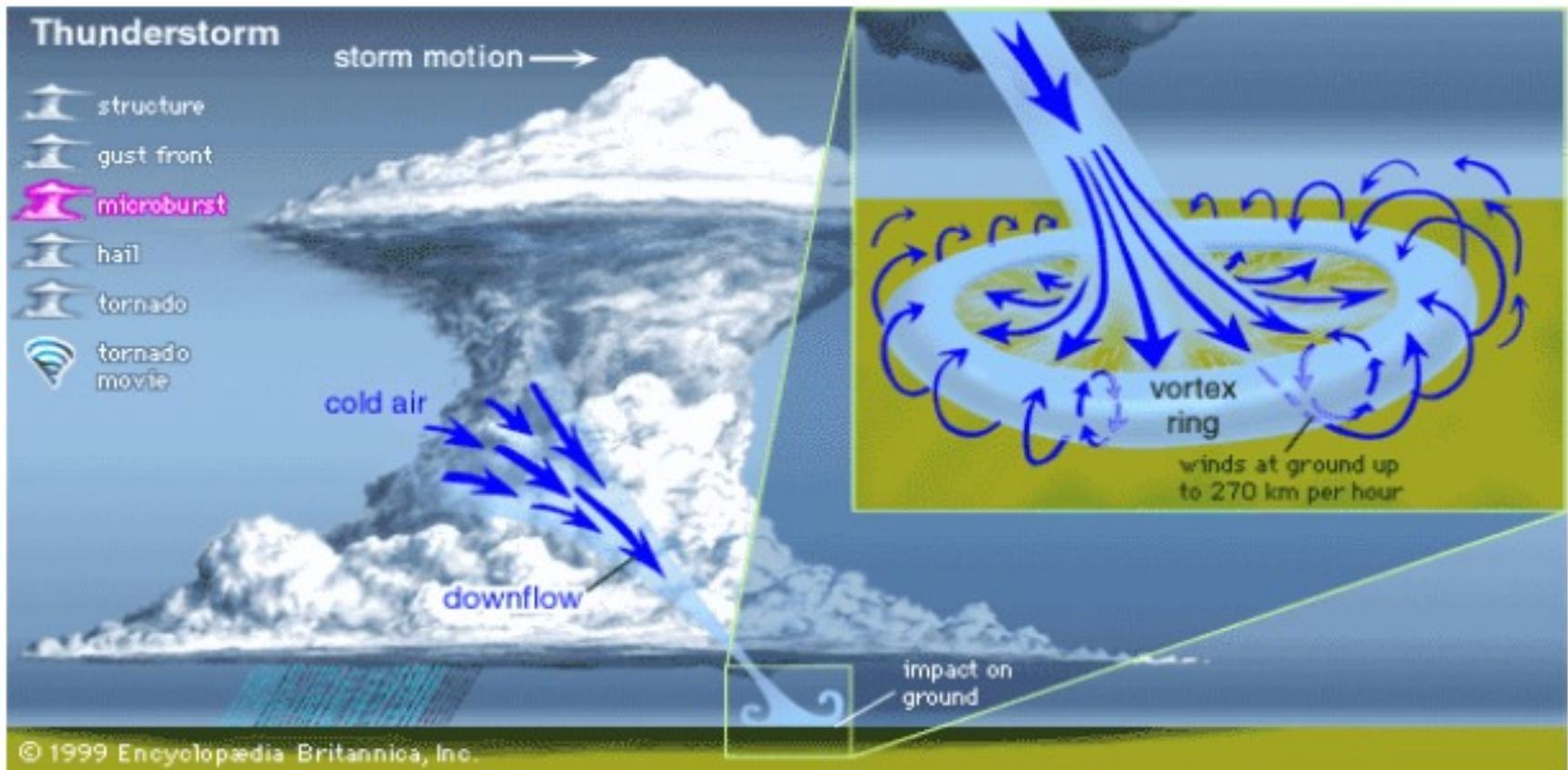
Flanking Line

MSG-1
15 Oct 2003
08:00 UTC
Channel 12
(HRV)

FENOMENI ASSOCIATI AL TEMPORALE:

1. TURBOLENZA

MICROBURST



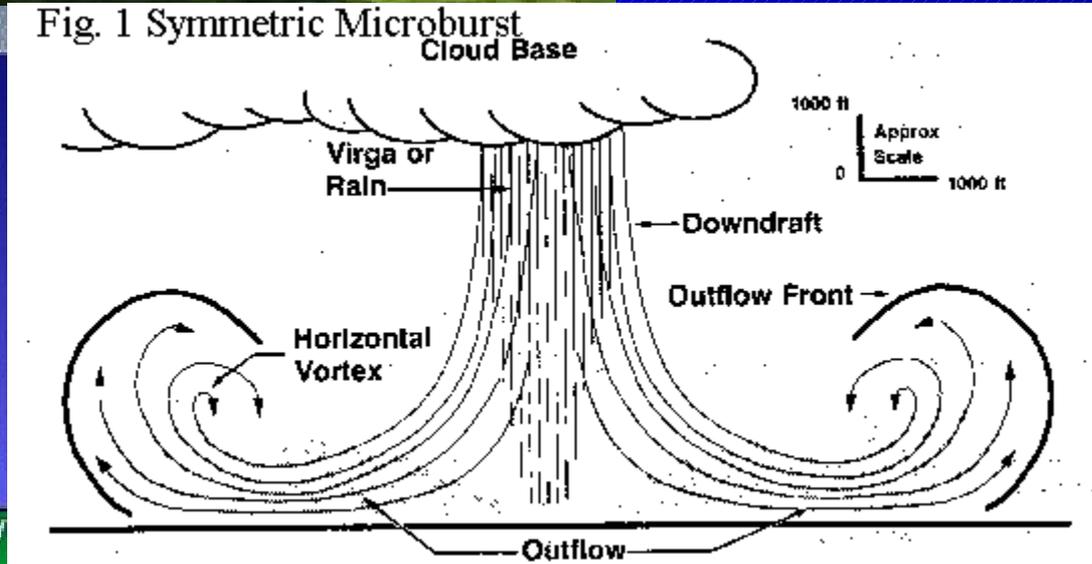
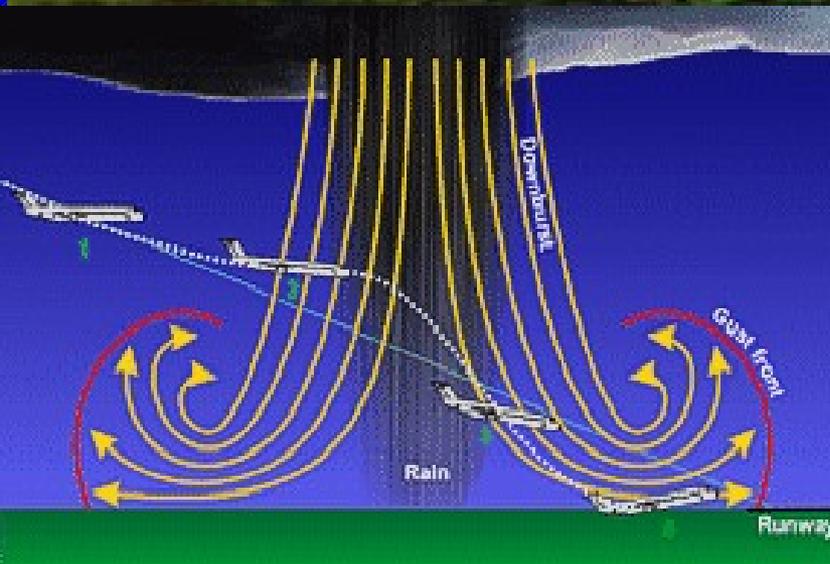


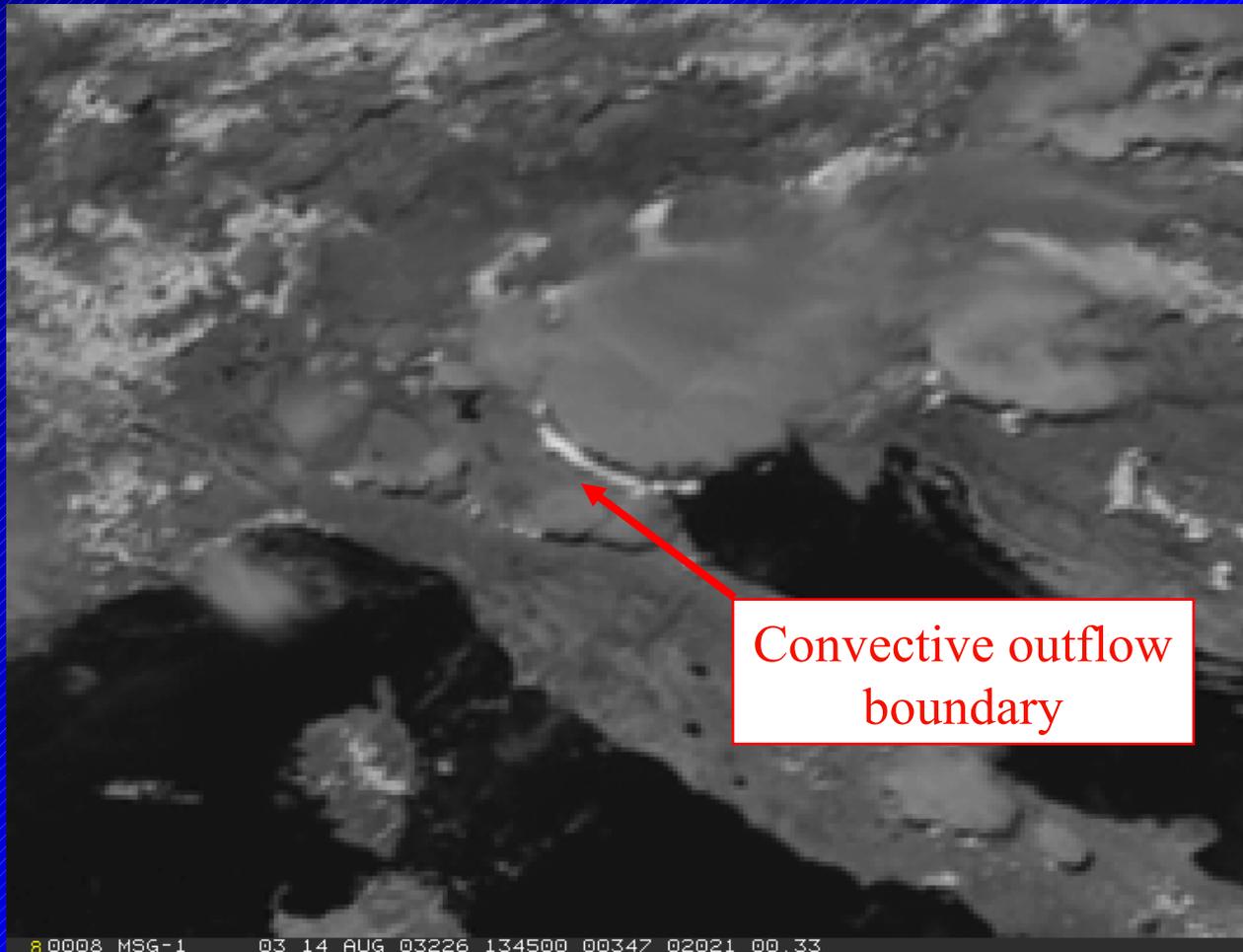
Fig. 1 Symmetric Microburst



Severe
Convection

MSG-1, 14 August 2003, 13:45 UTC, RGB Composite NIR1.6-VIS0.8-VIS0.6

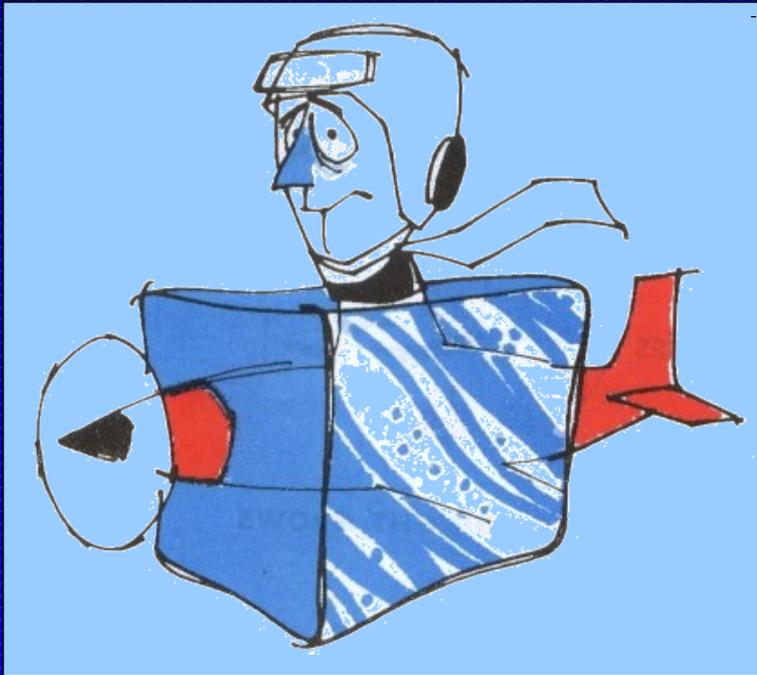
Click on the
icon to see the
animation
(12:00-14:15
UTC, AVI,
14065 KB) !



MSG-1, 14 August 2003, 12:00 UTC, RGB Composite VIS0.6-NIR1.6-IR10.8

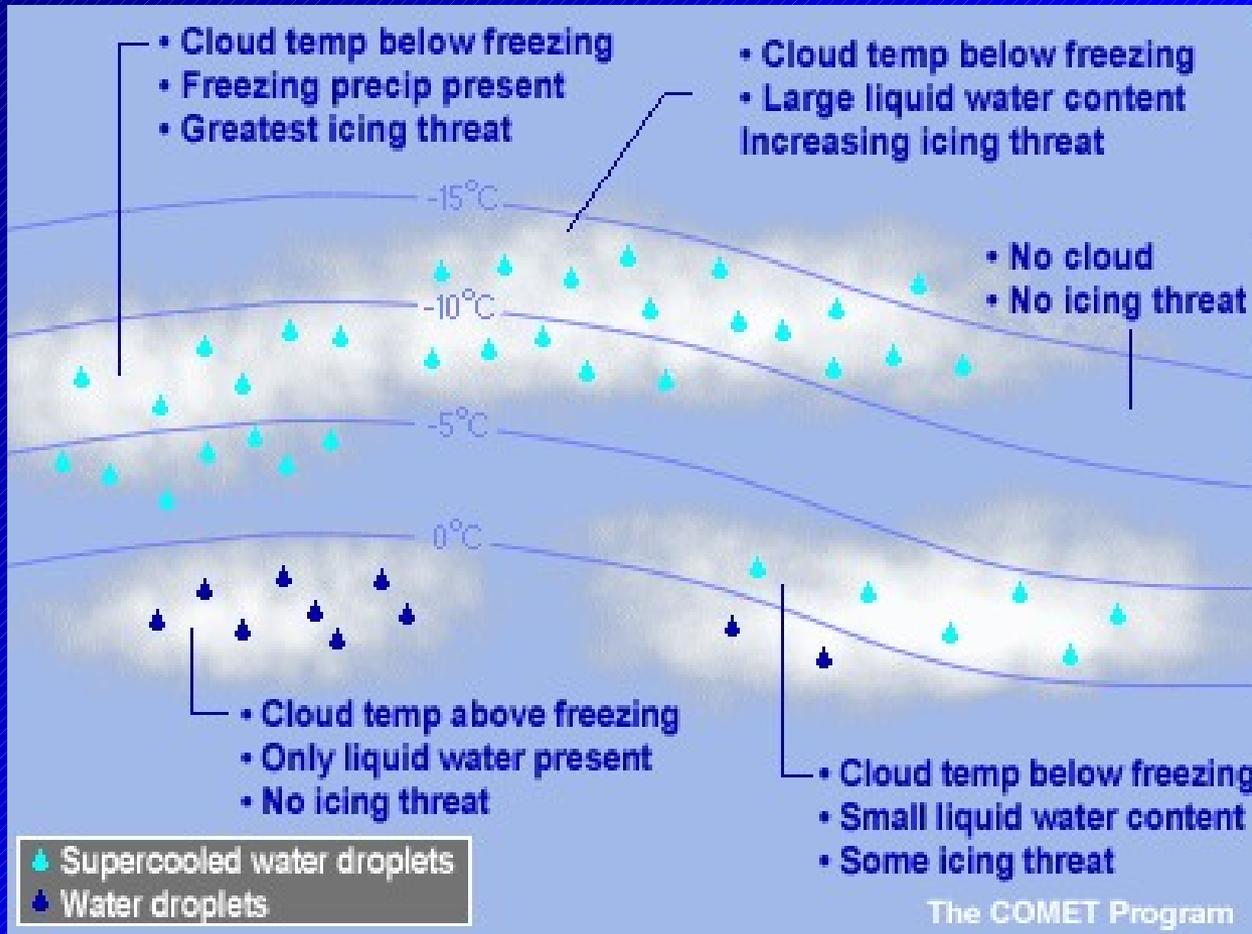
FENOMENI ASSOCIATI AL TEMPORALE:

2. FORMAZIONE DI GHIACCIO



Ross Paulson photography

Non basta una nube a provocare il ghiaccio...



Tutti i processi di formazione delle nubi comportano un rischio di formazione di ghiaccio, se la temperatura e il contenuto di acqua liquida sono favorevoli. La quantità di goccioline di acqua liquida presente e la temperatura inferiore allo zero sono i fattori chiave per la determinazione del potenziale rischio di ghiacciamento.

ma in un CB tutte le condizioni sono favorevoli!

FORMAZIONE DI GHIACCIO

il CB costituisce l'ambiente fisicamente più idoneo alla formazione di ghiaccio

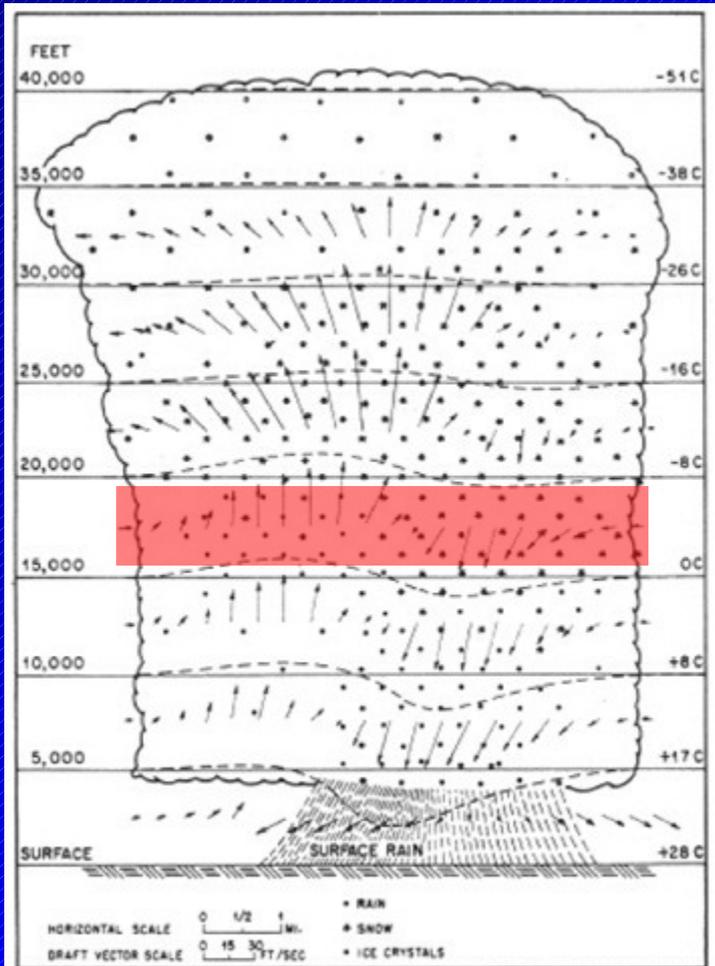


Figure 1. Schematic of a mature thunderstorm cell from Byers and Braham (1949)

Formazioni più abbondanti di ghiaccio

Tra le isoterme 0°C e -20°C con max prob a $T = -5^{\circ}\text{C}$

FENOMENI ASSOCIATI AL TEMPORALE: 3. GRANDINE



GRANDINE

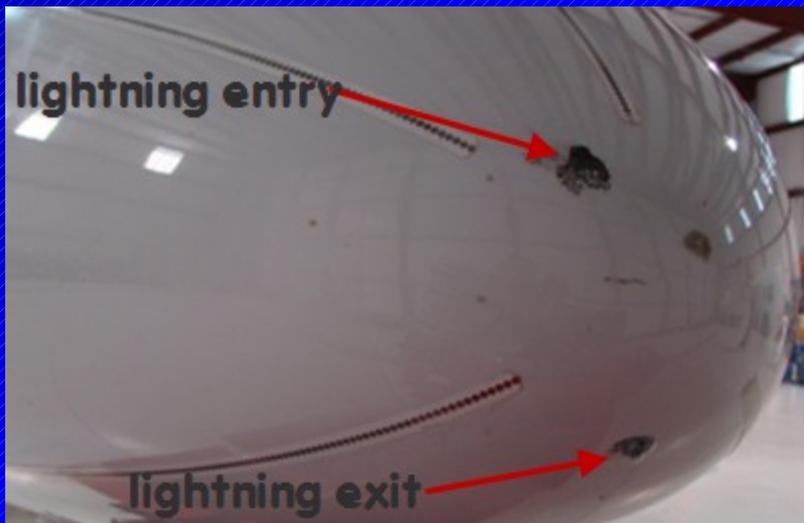
Può provocare gravi danni sia alla cellula dell'aereo che ai motori.

Difficile prevedere se e dove vi sia grandine in un TS.

In genere la si incontra sotto la base del CB nelle zone di precipitazione ma è presente sicuramente anche in nube.

FENOMENI ASSOCIATI AL TEMPORALE:

4. FULMINI



FULMINI

- **Temporaneo abbagliamento della vista – perdita di coscienza;**
- **Danni strutturali di varia entità concentrati sulle estremità del mezzo.**
- **Danni più consistenti a:**
 - **Antenne radio, tubi per le prese d'aria del Pitot**
 - **Avarie varie (spegnimento radar , bloccaggio dell'HSI, apparati di navigazione, reset del main computer di bordo, ecc.)**
 - **Avarie gravi all'impianto elettrico**

CONDOTTA DI VOLO IN PRESENZA DI TEMPORALI

In aggiunta alle specifiche procedure contenute nel manuale di volo quelle che seguono sono le linee guida se siete costretti a volare attraverso o vicino ad un temporale :

- Non atterrate o decollate mai quando un temporale si sta avvicinando: il *Wind Shear* è sempre in agguato.
- Non volate sotto un temporale anche se potete vedere dall'altro lato, la turbolenza può essere fortissima
- Non tentate di circumnavigare fenomeni con una ampiezza superiore ai 6/10 di un'area confinata (Valli) potreste rimanere ingabbiati.
- Non volate in nube senza radar meteo in mezzo a temporali sparsi affogati
- Evitate di almeno 20 miglia temporali di forte intensità .
- Sorvolate la parte superiore di un cumulonembo sospetto di almeno 1000 ft per ogni 10 Kts di velocità del vento sopra la nube.
- Lampi molto vivaci e frequenti indicano temporali molto forti.
- I temporali molto forti hanno una sommità superiore a 35000 ft.

CONDOTTA DI VOLO IN PRESENZA DI TEMPORALI

* Tenere gli occhi sulla strumentazione. Guardando all'esterno si corre il rischio di rimanere abbagliati in caso di lampi.

* Non variare la potenza. Mantenere la velocità di crociera minima.

* Non manovrare continuamente nel tentativo di mantenere una quota costante; lasciare che l'aereo “cavalchi le onde”. Se in contatto radio con ATC comunicare l'impossibilità di mantenere una quota costante.

* Non tornare indietro una volta dentro il cumulonembo. Seguendo una traiettoria diritta si hanno maggiori probabilità di uscire più velocemente dal CB. Inoltre in virata si aumenta il carico aerodinamico dell'aereo.

* Stare lontano da rovesci di pioggia violenti. Possono provocare perdita di potenza o di portanza.

- **SE POSSIBILE, EVITA DI ENTRARE NEI TEMPORALI**

- **non volare oltre le cime dei CB** (le correnti ascendenti aumentano d'intensità con la quota fino a ca. 6000 ft al di sopra del top dei CB)

SE PROPRIO NON PUOI

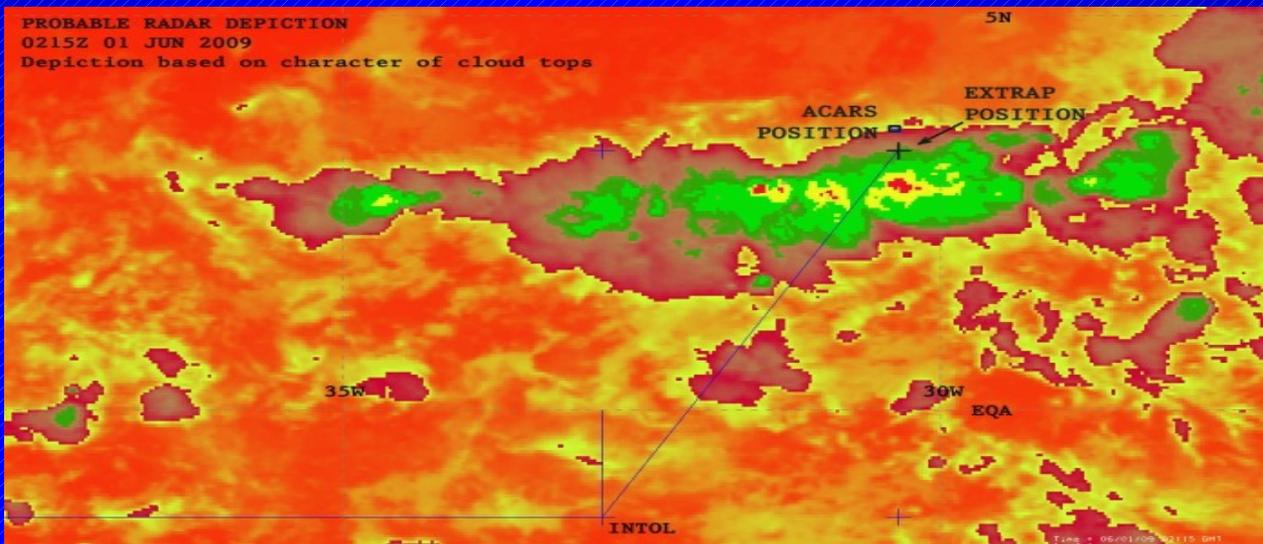
- attraversali negli interspazi esistenti fra i vari cumuli (il radar può rilevarli)
- vola attraverso la parte più bassa (tra 5000 e 6000 ft) **se consentito dall'orografia della regione**

- Se entri in un **temporale termoconvettivo**, non tornare indietro (questi temporali hanno piccole dimensioni: 15 – 30 km)
- Invece i **temporali frontali** possono essere molto estesi (anche centinaia di km): **attraversa i fronti perpendicolarmente per evitare questo rischio!**
- Se voli sotto un temporale, **evita le aree di precipitazione** (zone di **max turbolenza**, max prob di incontrare grandine, *ceiling* molto bassi, visibilità scarsa)



CASE STUDY: Fly 447 Air France (Brasil)

Dietro la tragedia dell'Airbus Air France potrebbe esserci un'intensa attività temporalesca. Osservando le immagini satellitari si evince che nella fascia compresa tra il 1° e il 5°N vi era una lunga serie di sistemi a multicella. Una vera e propria cintura di temporali, distesa dalla foce del Rio delle Amazzoni fino alle coste liberiane. L'aereo è precipitato proprio in corrispondenza dell'area temporalesca più vasta, individuabile tra il 35°W e il 5°N. A detta dell'ONERA, ufficio francese di studi e ricerche aerospaziali, la causa più probabile potrebbe essere quella del fulmine.



PROBABLE RADAR DEPICTION

0215Z 01 JUN 2009

Depiction based on character of cloud tops

5N

ACARS
POSITION

EXTRAP
POSITION

35W

30W

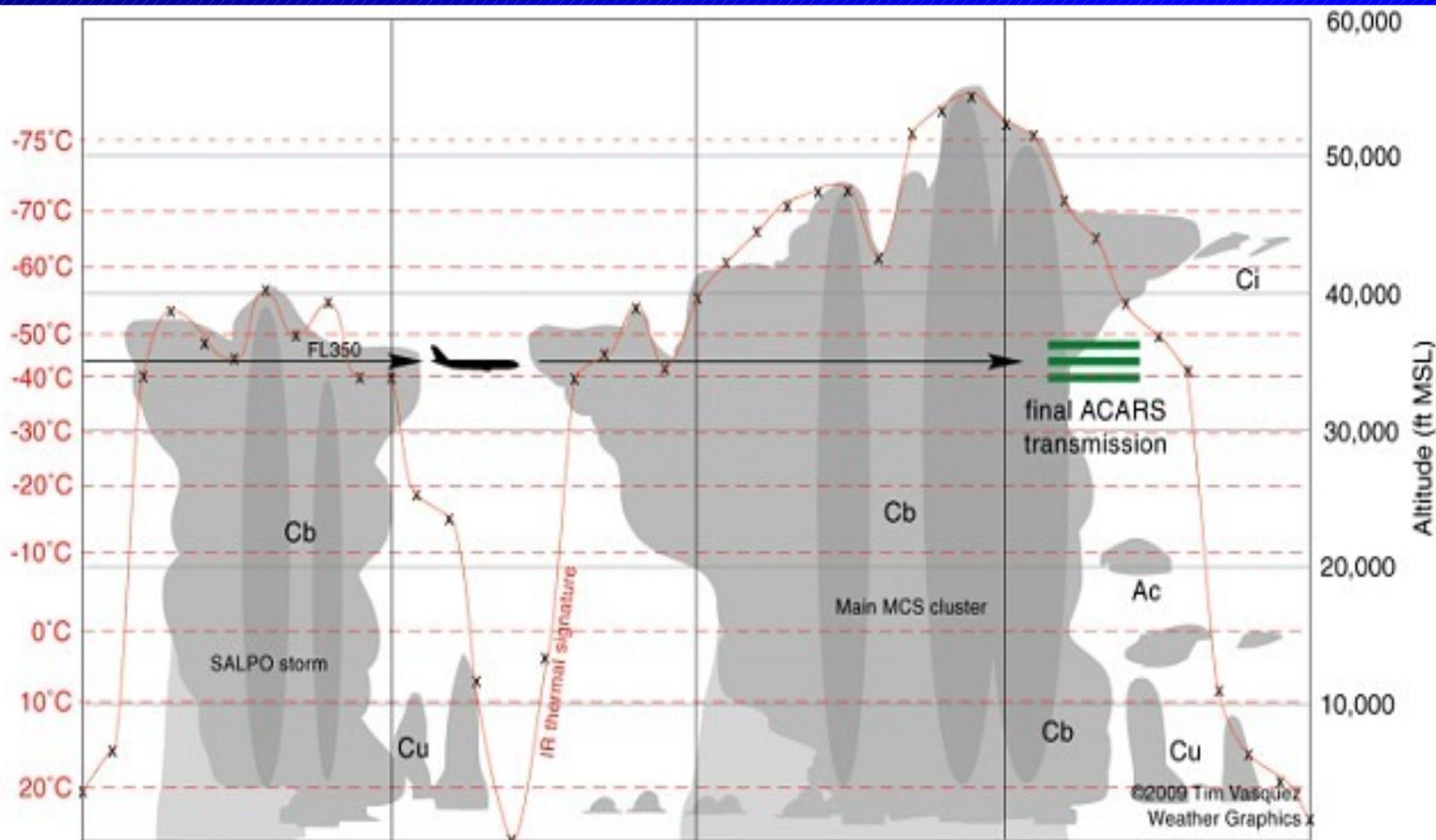
EQA

INTOL

Time: 06/01/09 02:15 GMT

Immagine ricostruita su quello che i piloti avrebbero potuto vedere sul radar meteo

Nell'area in oggetto l'altissima attività elettrica avrebbe reso l'aereo un bersaglio quasi inevitabile, nonostante la statistica ci dica che un velivolo viene colpito da un fulmine mediamente 1-2 volte l'anno. La scarica (o più scariche) sarebbe stata così forte da mandare il tilt l'alimentazione dell'aereo. A sostegno di questo il fatto che le ultime segnalazioni automatiche dall'Airbus segnalavano guasti di natura elettronica. Un'altra ipotesi, sempre di natura meteorologica, può essere quella legata a forti moti verticali all'interno del groppo temporalesco. Nell'area in oggetto i top delle celle possono raggiungere i 14000m di altezza, producendo correnti ascendenti e discendenti di inaudita potenza (fino a 140-150km/h!). Se a queste sommiamo updraft e downdraft secondari ecco che il mix può diventare pericoloso. E' bene precisare che gli aerei sono progettati per resistere a turbolenze di estrema potenza e i piloti hanno un bagaglio scientifico tale da permettergli di evitare situazioni pericolose. Tuttavia a volte una concatenazione di eventi eccezionale può essere fatale



Latitude	+0.00°	+1.00°	+2.00°	+3.00°	+4.00°
Longitude	-32.10°	-31.57°	-31.04°	-30.50°	-29.97°
UTC Time	01:45:20Z	01:54:22Z	02:03:24Z	02:12:26Z	02:21:38Z
Distance (km)	0	126	252	378	504
elapsed (nm)	0	68	136	204	272

Projected flight path
 blended with infrared satellite analysis
AIR FRANCE FLIGHT 447

©2009 Tim Vasquez
 Weather Graphics

DOMANDE?

