

# Aspetti accessori legati alla tornadogenesi

Fulvio Stel & Dario B. Giaiotti  
fulvio.stel@arpa.fvg.it



European Severe Storms Laboratory ([www.essl.org](http://www.essl.org))



Unione Meteorologica del Friuli Venezia Giulia ([www.umfvg.org](http://www.umfvg.org))

**DMC:**

I tornado sono sempre associati alla convezione atmosferica profonda (DMC), un meccanismo molto efficiente che l'atmosfera mette in atto per riportarsi ad un livello di equilibrio

La Deep Moist Convection (DMC) è caratterizzata da intensi moti verticali, organizzati, che si sviluppano dalla base alla sommità della bassa atmosfera (tropopausa). I moti verticali sono il sostrato di molti processi che potremmo definire "accessori" alla DMC.

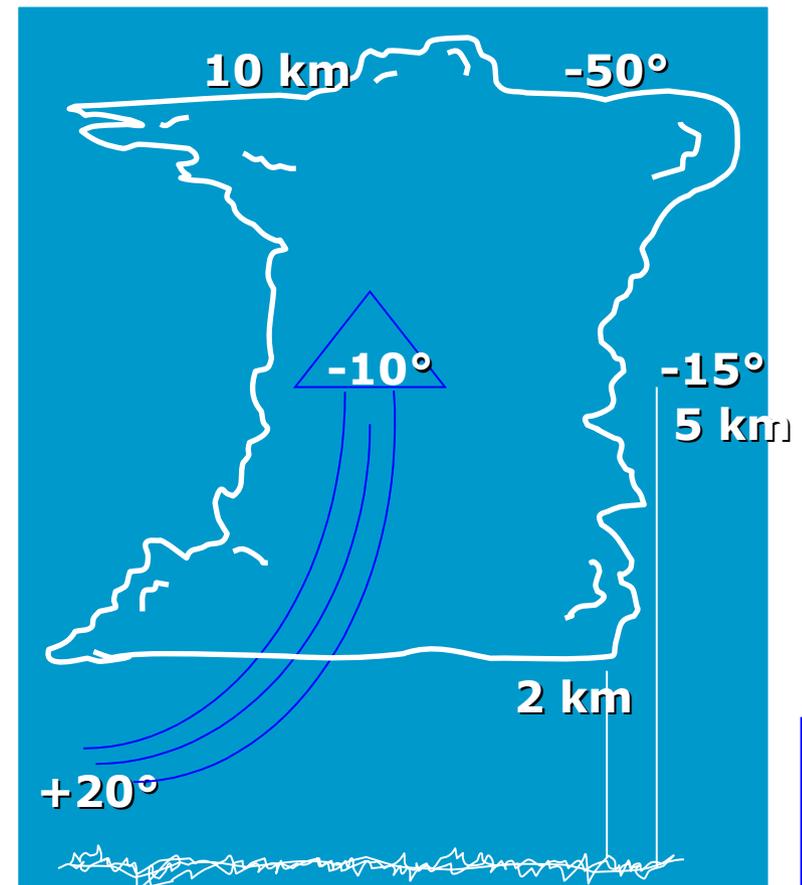
- La grandine
- I fulmini
- La pioggia
- Le perturbazioni del campo barico

## Grandine:

In ogni cella temporalesca c'è della grandine (precipitazione di ghiaccio solido con diametro superiore a 0.5 cm), che alle volte non raggiunge il suolo (scioglie prima)

Soprattutto nei tornado mesociclonici, la corrente ascendente non è solo intensa, ma anche inclinata e persistente

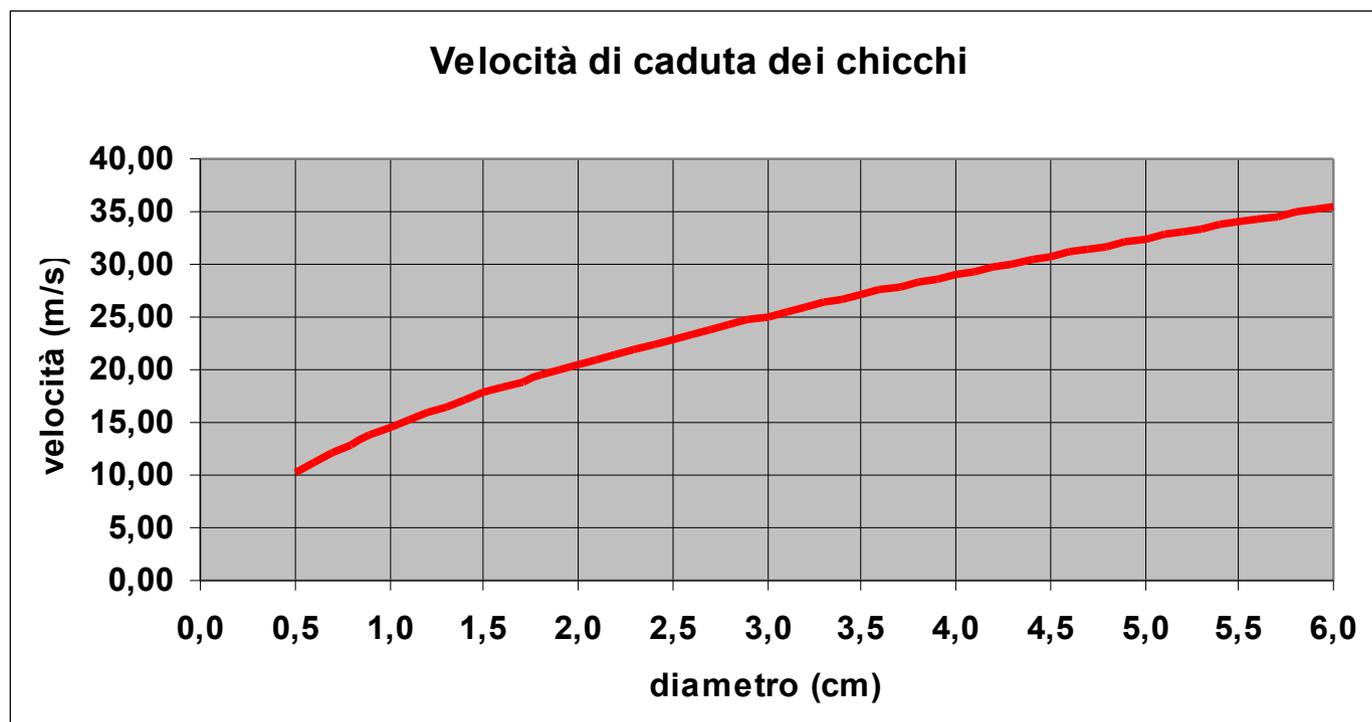
Questo consente di avere velocità verticali maggiori e che durano più a lungo, quindi grandine più "grossa"



## Grandine:

Molto spesso la grandine è associata ai tornado mesociclonici (anche se non se ne parla)

E' importante cercare i chicchi più grossi, in quanto sono legati alla intensità della corrente ascendente



## Grandine:

La forma dei chicchi di grandine associati ai tornado

Spesso i chicchi di grandine associati ai tornado hanno forma sferica, ma con delle piccole protuberanze (lobi)

La forma sferica è legata alla veloce rotazione.

I lobi alla presenza di molta acqua sovraffusa

*San Quirino (PN - Italia) 04 giugno 1999*



***Chicchi con diametro superiore ai 5 cm sono generalmente associati a temporali supercella***

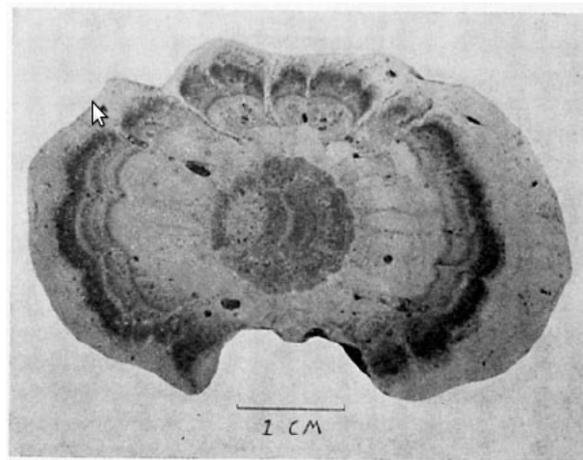
***(Charles Doswell)***

## Grandine:

La forma dei chicchi di grandine associati ai tornado

L'innescò dei lobi nasce dalla gombosità della superficie degli embrioni dei chicchi

La gombosità è legata all'acqua sovrassatura che entra negli interstizi  
La rotazione fa il resto

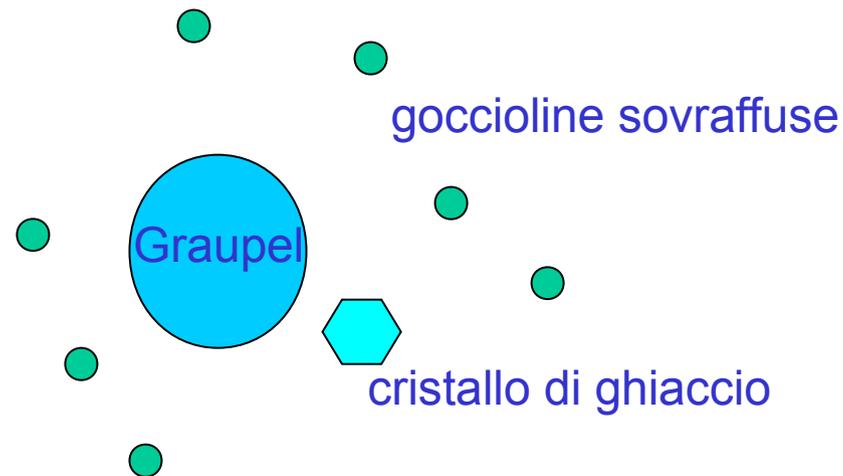


*Vivian (South Dakota) 23 luglio 2010*

## Fulmini:

I meccanismi di elettrificazione sono microfisici, ma è la velocità ascendente che separa le cariche

Scarica di corrente elettrica che avviene tra una porzione elettrificata della nube e il suolo (CG) o tra due porzioni elettrificate della nube (CC)



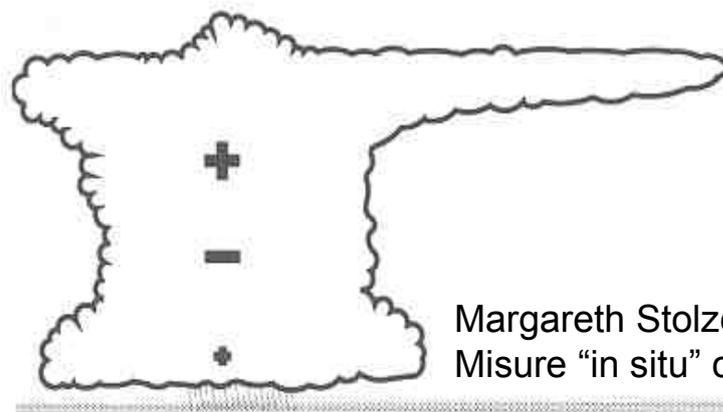
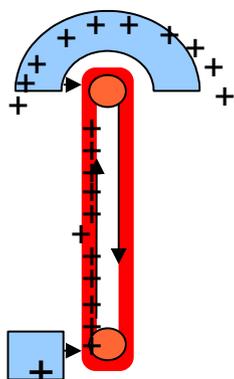
Il cristallo di ghiaccio e la pallottola di neve (il graupel) si scambiano carica di segno variabile in funzione della temperatura.

Tra i -10 e -20 graupel si carica negativamente e il cristallo positivamente

**Rohan Jayaratne**

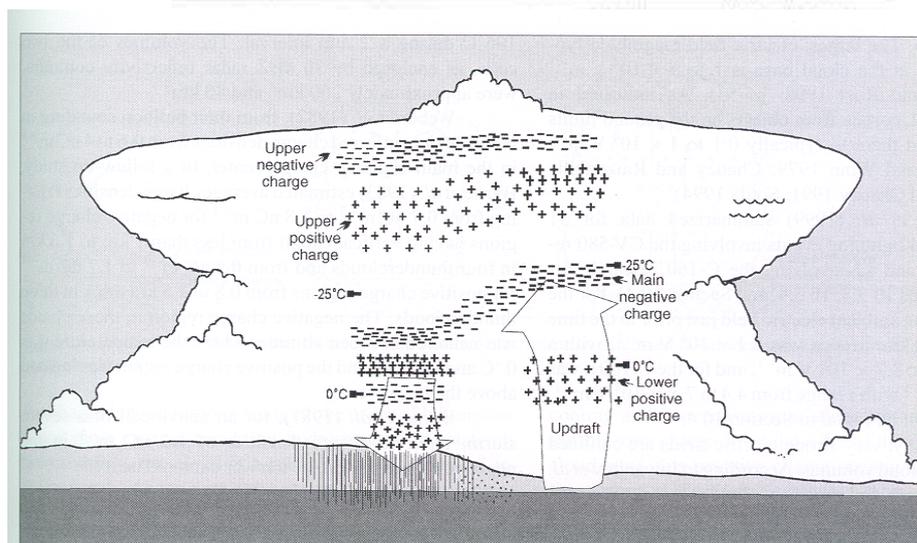
## Fulmini:

Scarica di corrente elettrica che avviene tra una porzione elettrificata della nube e il suolo (CG) o tra due porzioni elettrificate della nube (CC)



Margareth Stolzenburg 1998  
Misure "in situ" con palloni sonda

La DMC è una sorta di enorme "generatore di van der Graaf" che separa le cariche elettriche

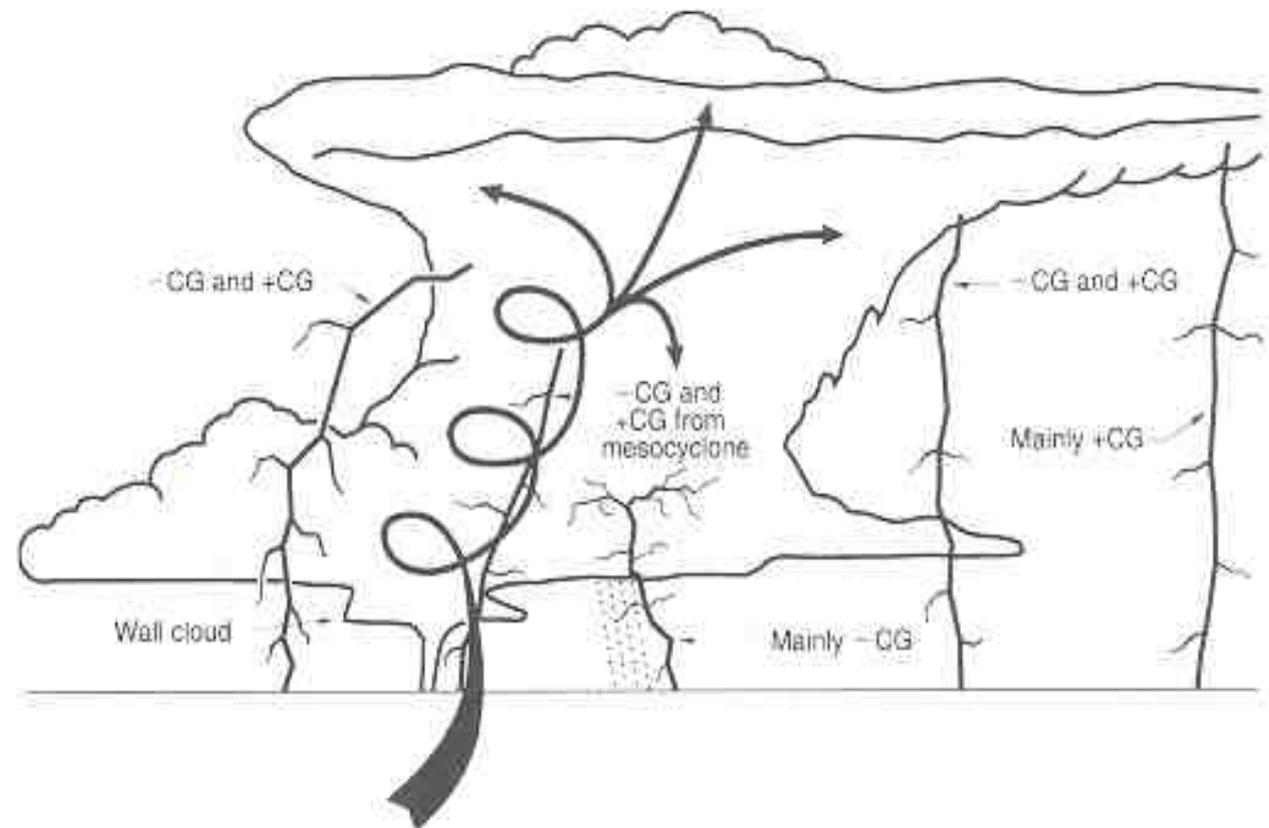


## Fulmini:

Fulmini positivi e negativi, sempre scariche elettriche, ma che provengono da parti diverse delle celle convettive

I meccanismi di elettrificazione sono microfisici, ma è la velocità ascendente che separa le cariche

La DMC è una sorta di enorme "generatore di van der Graaf" che separa le cariche elettriche

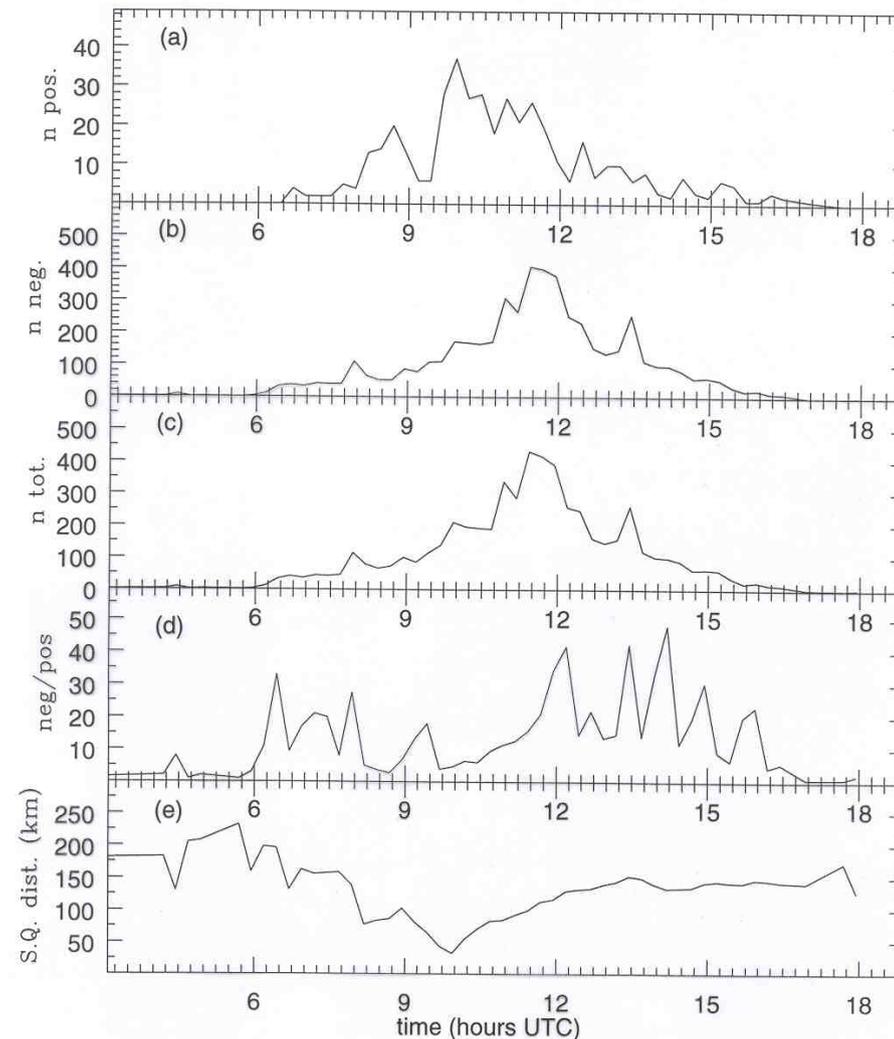


## Fulmini:

Spesso si osservano delle diminuzioni nel numero di fulmini CG, in particolare positivi, durante i tornado

Nella fase più intensa delle correnti ascendenti (momento dei tornado) i centri di carica sono molto distanti dal suolo

Il centro di carica positivo (incudine) è nel punto più distante dal suolo

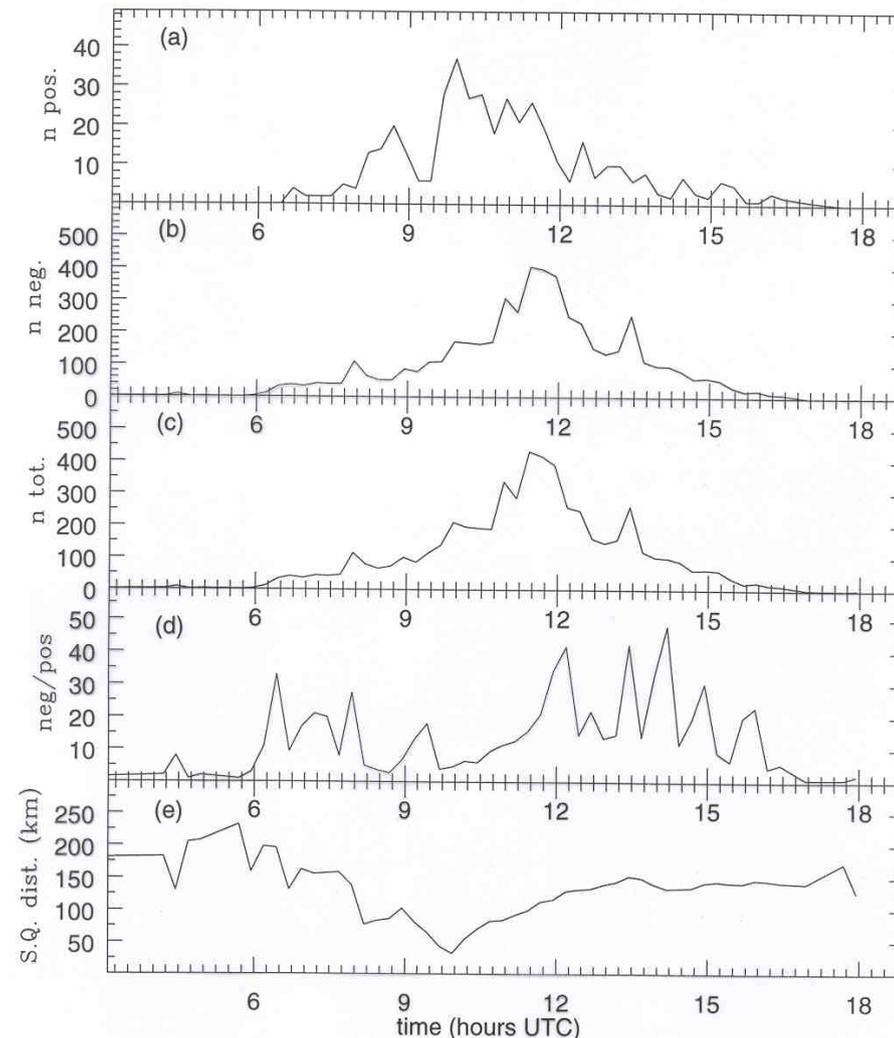


## Fulmini:

I fulmini CC, invece, sono grossomodo costanti in numero o aumentano con la velocità ascendente

In generale le celle convettive che ospitano tornado non sono tra le più "elettriche"

Mediamente l'area che ospita i tornado è priva di fenomeni elettrici maggiori, anche se piccole scariche sono state osservate



## Fulmini:

In generale le celle convettive che ospitano tornado non sono tra le più "elettriche"

Generalmente l'area che ospita i tornado è priva di grossi fenomeni elettrici, anche se si osservano piccole scariche e fulmini

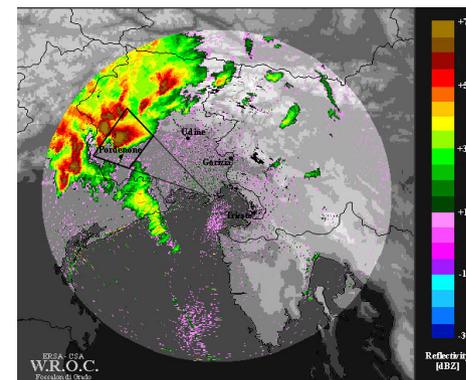
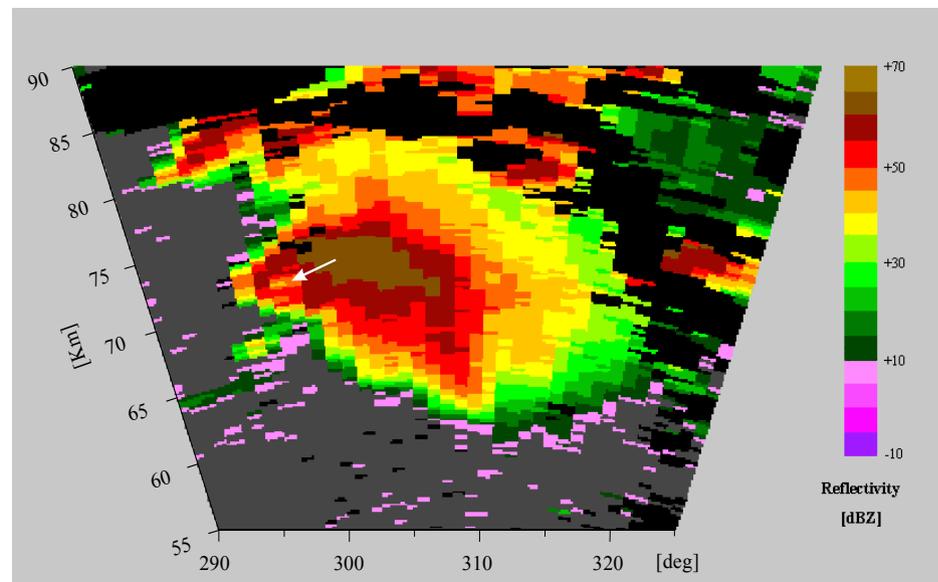
I fulmini CC, invece, spesso aumentano durante i tornado a causa del picco nella velocità ascendente, ma questo accade in molti sistemi convettivi



## Pioggia:

Se la corrente ascendente è molto intensa, le goccioline risultanti dalla condensazione non hanno tempo di crescere (alta sovrassaturazione, molti nuclei si attivano) e la riflettività RADAR è mediamente bassa

Tornado e pioggia (intensa) non vanno d'accordo, nel senso che la pioggia intensa è legata all'area con la corrente discendente, il tornado alla corrente ascendente

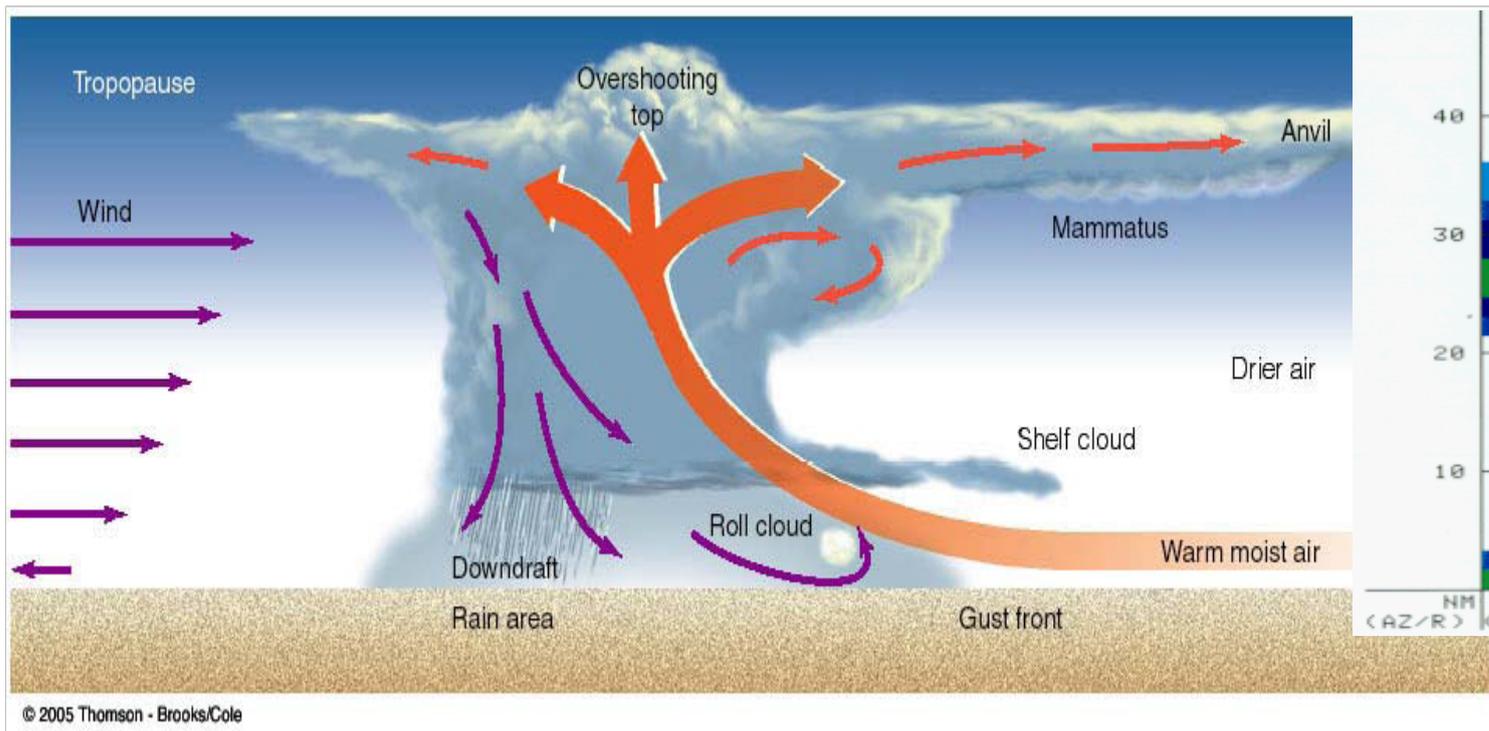


## Pioggia:

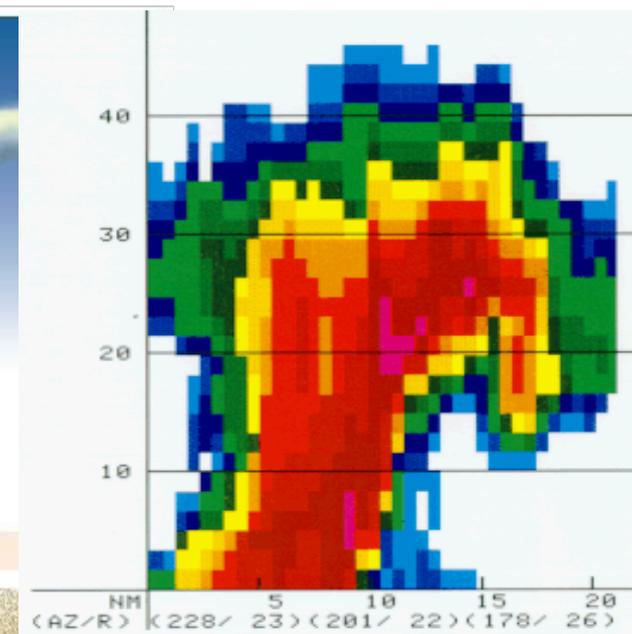
La distribuzione verticale della riflettività è ancora più chiara (BWER)

Tornado e pioggia (intensa) non vanno d'accordo, nel senso che la pioggia intensa è legata all'area con la corrente discendente, il tornado alla corrente ascendente

*Vista da un umano*



*Vista da un RADAR*



## Campo barico:

Nelle celle convettive più intense, la perturbazione del campo barico è tale da modificare la traiettoria delle celle stesse. Le supercella si spostano più lentamente e  $30^\circ$  a destra del vento medio.

Le forti intense correnti ascendenti e discendenti associate alla DMC modificano il campo barico nei pressi delle celle convettive.

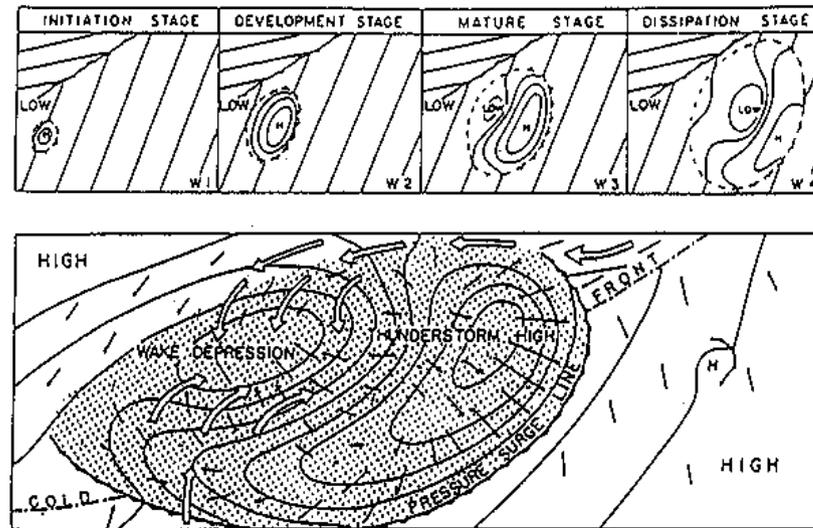
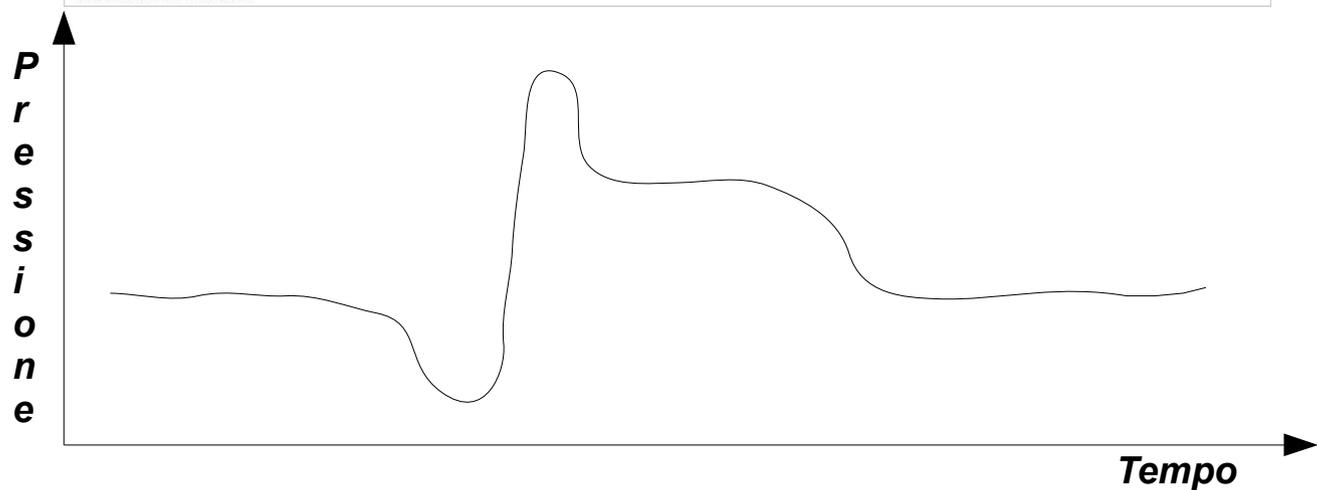
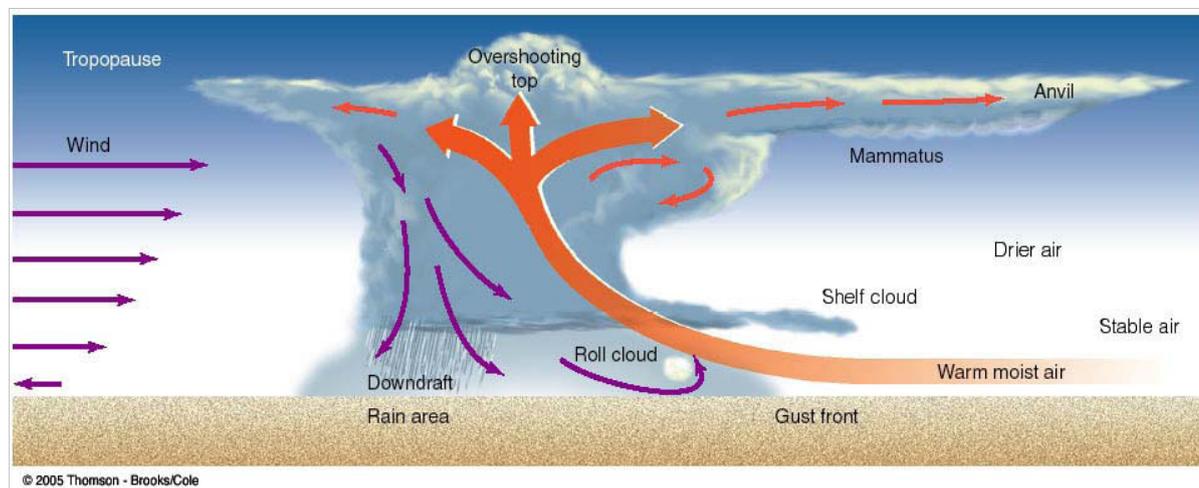


FIG. 1. Isobar patterns for four stages of squall-mesosystems (top, from Fujita 1963). The W designates warm sector type system. Schematic of surface pressure field in a squall-line thunderstorm (bottom, from Fujita 1955). Small arrows indicate surface wind; large arrows relative flow into the wake. Stippling indicates extent of precipitation-cooled air.

## Campo barico:

Le forti intense correnti ascendenti e discendenti associate alla DMC modificano il campo barico nei pressi delle celle convettive.

Tetzuia Fyjita nel 1945 si accorse che i temporali, specialmente quelli molto "intensi" erano caratterizzati da una "coppia barica", due zone molto vicine di alta e bassa pressione



## Campo barico:

Le forti intense correnti ascendenti e discendenti associate alla DMC modificano il campo barico nei pressi delle celle convettive.

La pressione ha due componenti: una idrostatica (uguale al "peso" dei volumi d'aria) e una idrodinamica (legata alla accelerazione dei volumi d'aria)...

Come in una fila...

$$\frac{\partial p}{\partial z} = -g\rho - \rho \frac{dw}{dt}$$

*Componente idrostatica*

*Componente non idrostatica*

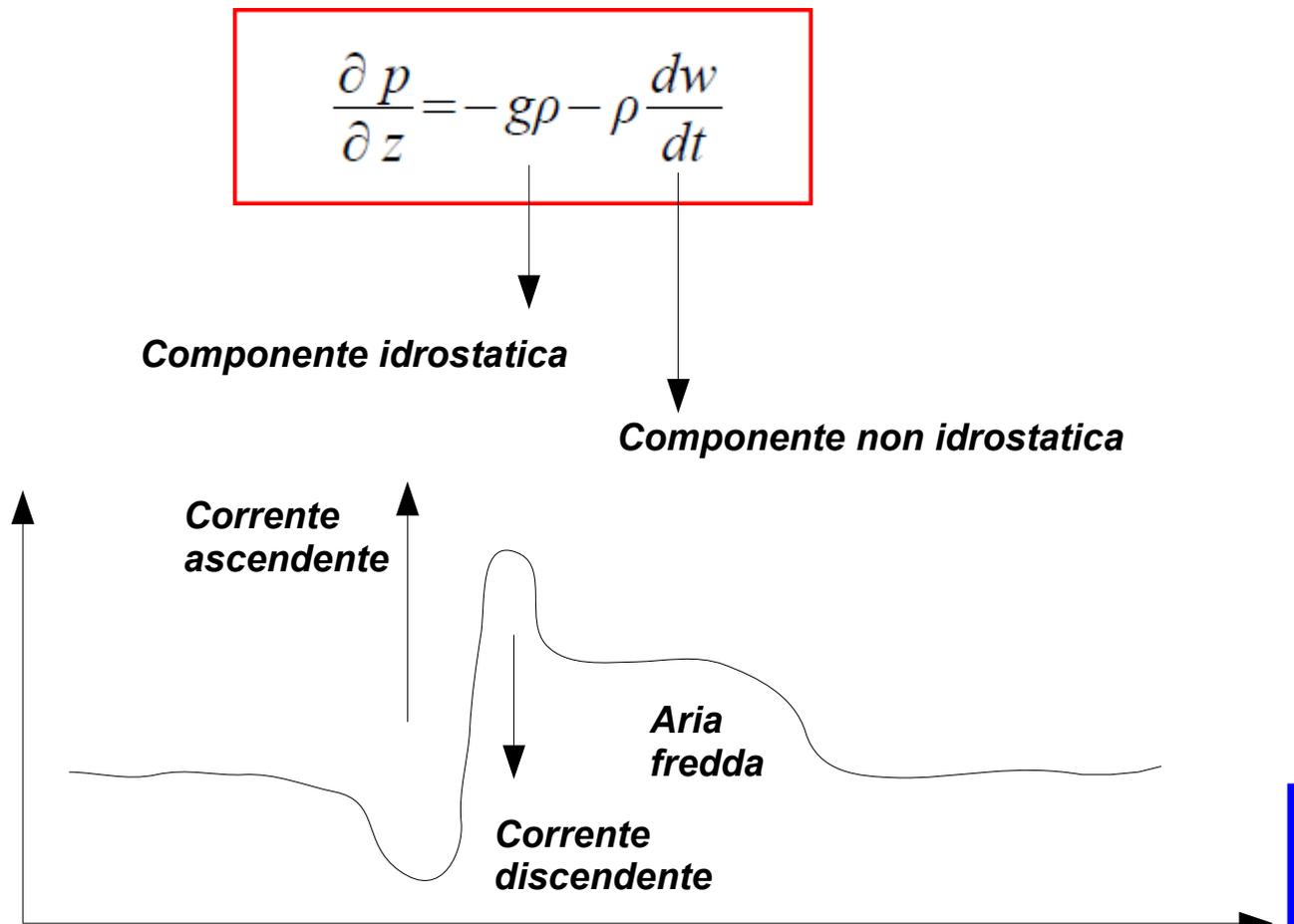


## Campo barico:

Le forti intense correnti ascendenti e discendenti associate alla DMC modificano il campo barico nei pressi delle celle convettive.

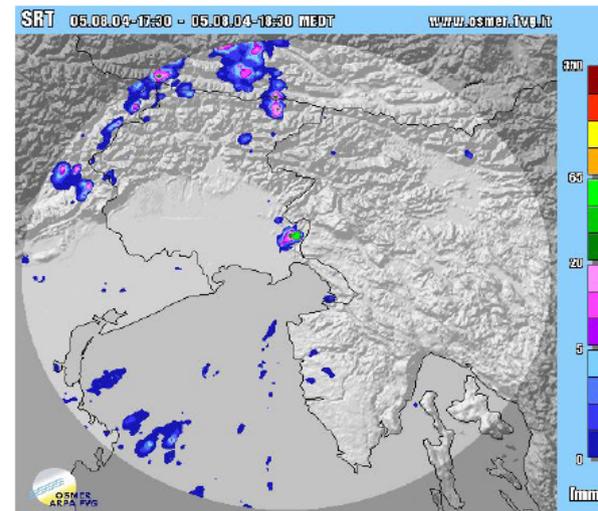
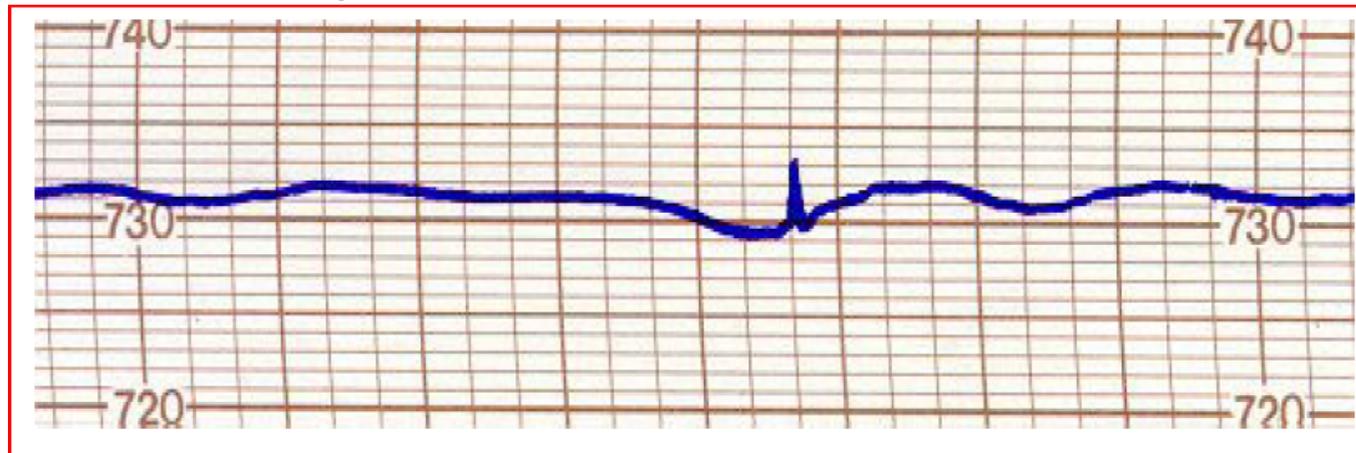
La pressione ha due componenti:  
una idrostatica  
(uguale al "peso" dei volumi d'aria)  
e una  
idrodinamica  
(legata alla accelerazione dei volumi d'aria)...

Come in una fila...



## Campo barico:

Le forti intense correnti ascendenti e discendenti associate alla DMC modificano il campo barico nei pressi delle celle convettive.



# Conclusioni

European Severe Weather Database  
ESWD  
Version 4.0.1 (2 Jan 2012)

partners:

username:  password:  remember username  log on immediately next time

[Submit a report to the ESWD](#) [Make a selection](#) [Information, terms and conditions...](#)

Selected data from the database

**selected:** all reports  
- occurring between 27-09-2013 00:00 and 04-10-2013 24:00 GMT/UTC

number of selected reports: 26  
Only the first 25 selected events are shown in the table

2013-10-04 19:46:09  
  
European Severe Weather Database  
www.eswd.eu  
(c) ESSL

## Bibliografia

La grandine. 1990. G. M. Morgan. Pubb. ERSA FVG. Gorizia I  
<http://www.meteo.fvg.it/IT/COMPRESIONE/morgan/hail/cover.htm>

Il chicco di grandine. 1985. F. Prodi e A. Strolin Franzini. Guide Calderini. Bologna I

Severe Convective Storms. 2001. C. Doswell. American Meteorological Monographs.  
Boston USA

Temporali, tornado e storm chasing. 2006. AAVV. Alpha Test Edizioni. I