



**ARPA FVG**  
Agenzia Regionale per la Protezione  
dell'Ambiente del Friuli Venezia Giulia



---

## **Resoconto sulla “6<sup>th</sup> ISAC Summer School: Advances in severe weather analysis: models and observations” Castro Marina, 20-24/06/2016**

**Agostino Manzato**

ARPA – Agenzia Regionale per la Protezione dell’Ambiente del FVG,  
S.O.C. OSMER – Osservatorio Meteorologico Regionale, Visco (UD), Italy

---

### **1 Introduzione**

Per la seconda volta in vita mia ho avuto la fortuna di partecipare alla scuola estiva dell’ISAC organizzata a Castro Marina (LE), anche grazie ad un supporto ricevuto dall’ISAC stesso. Il sito della scuola è:

<http://ss2016.le.isac.cnr.it>

mentre tutte le presentazioni si possono trovare qua:

<http://www.le.isac.cnr.it/ss2016>

I partecipanti sono stati 37, con una maggior partecipazione di Italiani rispetto alle volte scorse (circa metà dei partecipanti), anche se non mancavano studenti venuti da lontano come Singapore, Canada, Malta e Cipro, oltre che dalle principali nazioni Europee.

All'inizio ci sono stati i saluti della direttrice dell'ISAC, Cristina Sabbioni, cui hanno seguito le lezioni dei 5 docenti principali (Vincenzo Levizzani -ISAC Bologna-, Howard Bluestein -Oklahoma Univ.-, Rich Rotunno -NCAR-, Mary Barth -NCAR- e John Warner -U.S. Geological Survey) e di due docenti "brevi" (Silvio Davolio -ISAC Bologna- e Sandro Carniel -ISMAR Venezia), più i briefing meteo curati da Marcello Miglietta. Di seguito potete trovare solo alcuni spunti su alcuni degli argomenti che mi hanno interessato di più. Per approfondimenti sul resto rimando alle lezioni presenti sul sito, nonchè al resoconto del collega Pucillo.

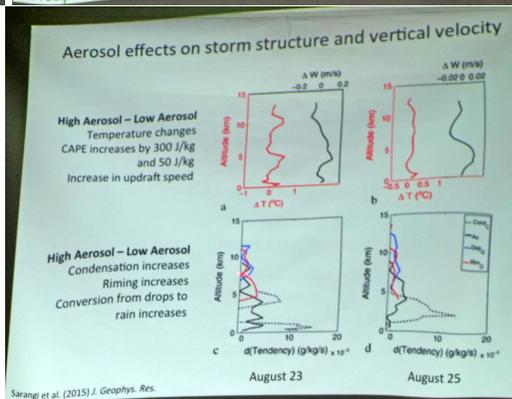
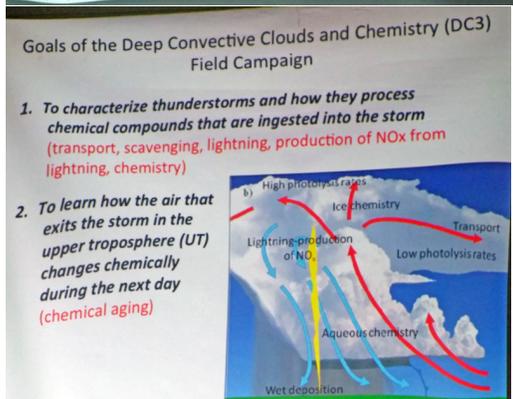
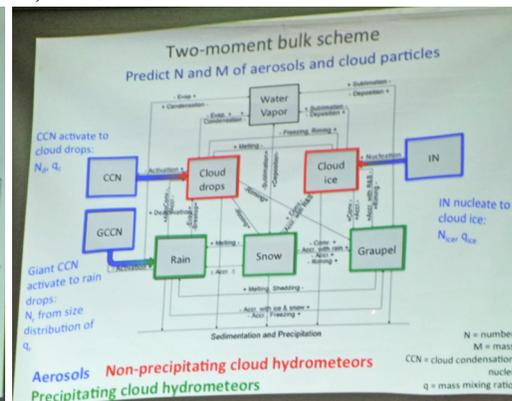
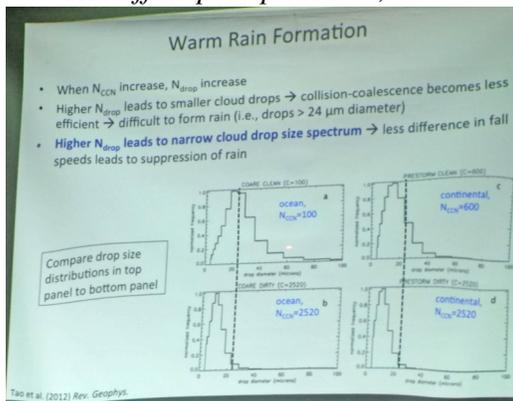
## 2 Mary Barth

Mary Barth aveva il difficile compito di tenere delle lezioni su un argomento di cui -secondo me- si sa ancora poco, sia per la difficoltà di effettuare misure in situ che per il suo stretto legame col complesso mondo della microfisica delle nubi. L'argomento in oggetto è l'influenza dell'aerosol sulla meteorologia e in particolare sullo sviluppo delle nubi convettive. Se ci sono abbastanza idee sul legame (bivalente) tra aerosol e radiazione, le cose si fanno più confuse quando si analizza il legame con la formazione di nubi e successivamente di pioggia, grandine e fulmini.



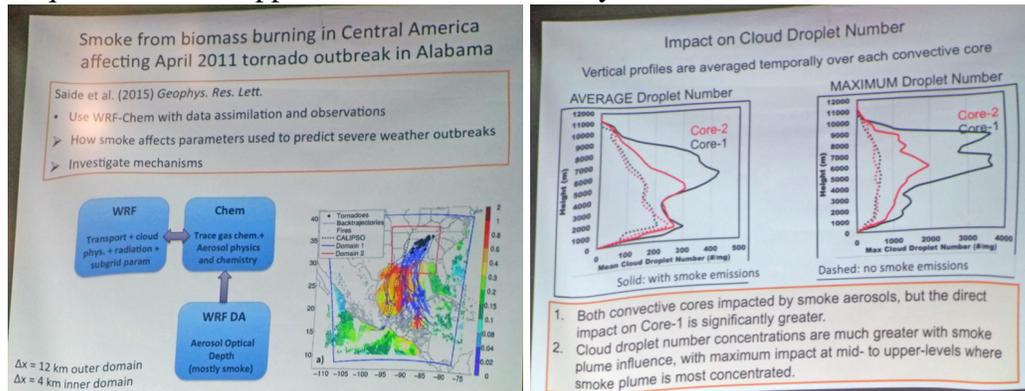
Dal punto di vista della radiazione l'aerosol (che è un termine generico per indicare particelle di natura anche molto diversa) può avere due effetti contrastanti: alcuni tipi di aerosol (es. nitrati, solfati, sali marini) aumentano molto l'albedo, riflettendo la radiazione e quindi portando ad un raffreddamento della bassa troposfera; altri invece assorbono molto il calore (es. black carbon e polvere) comportandosi di fatto come i gas serra ed aumentando il global warming. Tra le varie soluzioni proposte per diminuire il riscaldamento globale c'è anche qualche burlone che ha proposto di emettere in atmosfera grandi quantità di aerosol con effetto riflettente. . .

Per quanto riguarda la formazione delle gocce di nube, la vecchia teoria di Köhler che lega il rapporto di super-saturazione al diametro critico delle goccioline sembra un po' troppo semplificata per descrivere l'interazione tra aerosol e goccioline, ma in generale si ritiene abbastanza scontato che l'aerosol agisca come nucleo di condensazione per le goccioline (CCN) e quindi un'atmosfera inquinata produrrebbe nubi con maggior concentrazione di goccioline. Però, almeno nel caso di nubi a base calda, avere più goccioline piccole invece di poche (ma più grosse), rende meno efficiente il processo di coalescenza (a meno che la base non sia troppo calda, dando tantissimo tempo per i processi di coalescenza dell'acqua) e quindi può portare a minor produzione di precipitazione nella fase iniziale. Se questo si avvera, l'effetto di avere più acqua sovrappesa che raggiunge la parte alta della nube, senza precipitare prima, può dare maggior importanza alla fase mista e più in generale ai processi ghiacciati, portando alla produzione di maggior graupel e ad una maggior efficienza dell'elettrificazione della nube. Inoltre dovrebbe portare ad un maggior rilascio di calore latente di condensazione (e poi di ghiacciamento) a quote alte, modificando il profilo della buoyancy e aumentando di fatto l'energia disponibile. Vedere per esempio: Rosenfeld et al. 2008: *Flood or drought: how do aerosols affect precipitation?*, Science 321, 1309-1313.



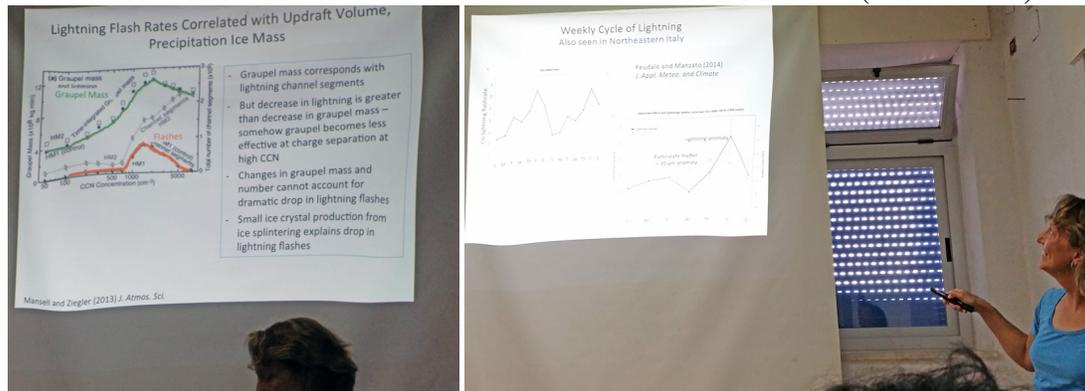
La realtà può essere molto più complicata e diversi studi hanno trovato diversi effetti dell'aerosol sulla precipitazione, ma anche sulla dinamica dei cumulonembi (vedi ad es. Lebo and Morrison, 2014: *Dynamical effects of aerosol perturbations on simulated idealized squall lines*, MWR 142, 991-1009).

In India pare che la grande quantità di Black Carbon prodotta influenzi i quantitativi di pioggia generata dai monsoni. Questo è in parte legato anche agli incendi, che producono quel tipo di aerosol. Nel 2015 Pablo E. Saide dell'NCAR ha pubblicato con altri coautori l'interessante *Central American biomass burning smoke can increase tornado severity in the U.S.*, GRL 42, 956-965, dove ha suggerito un legame tra il fumo degli incendi avvenuti nella foresta amazzonica e il famoso tornado outbreak di aprile 2011 in Alabama (che fece 313 morti). Hanno fatto accurate simulazioni con WRF-CHEM, assimilando anche l'Optical Thickness osservata da satellite (una misura indiretta dell'aerosol presente in troposfera). Pare che il Black Carbon emesso dagli incendi sia l'unico modo di produrre una Optical Thickness verosimile e il suo effetto è quello di scaldare di più i bassi strati, abbassando l'LCL e aumentando il numero di gocce di nube negli strati medio-alti. La continuazione di questo lavoro è appena stata sottomessa: stay tuned!



Relativamente ai fulmini il legame con l'aerosol è molto difficile da studiare. Mansell e Ziegler 2013: *Aerosol Effects on Simulated Storm Electrification and Precipitation in a Two-Moment Bulk Microphysics Model* JAS 70, 2032-2050, hanno simulato un ritardo nell'inizio della precipitazione aumentando la concentrazione di aerosol. La quantità di graupel prodotto aumenta con l'aerosol fino a concentrazioni pari a 2000 al  $\text{cm}^3$ , e poi non aumenta più. Il numero di fulmini aumenta con l'aerosol solo quando si supera una quantità critica, pari a 700 per  $\text{cm}^3$ , ma con un picco di fulmini (a circa 1500 per  $\text{cm}^3$ ) "sintonizzato" sul processo di moltiplicazione del ghiaccio secondo la teoria di Hallett-Mossop. A concentrazioni superiori pare che il graupel sia anche troppo per l'efficienza di elettrificazione tra graupel e goccioline di acqua sovraffusa e questo mi ricorda la competizione benefica invocata dal metodo glaciogeno per ridurre la grandine (più embrioni di grandine e meno chicchi grossi). Anche Stolz, Rutledge e Pierce 2015: *Simultaneous influences of thermodynamics and aerosols on deep convection and lightning in the tropics*, JGR 120, 6207-6231, studiano la relazione tra fulmini e CCN (particelle con diametro  $\geq 40$  nm) e CAPE nei tropici, trovando che maggior aerosol e maggior CAPE, oltre a un minor strato di nube calda (dall'LCL al livello di 0 gradi), favoriscono la produzione di più fulmini. Tra parentesi, parlando dei cicli settimanali nella frequenza

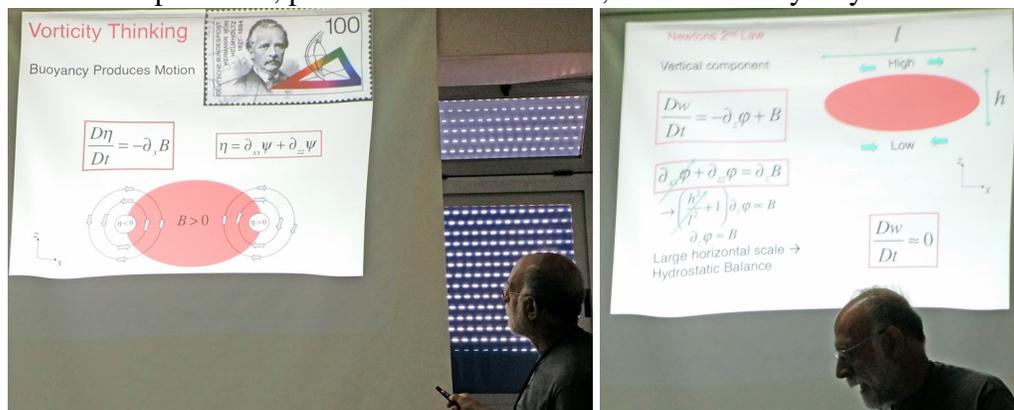
dei fulmini la Barth ha citato anche il lavoro di Feudale e Manzato (JAMC 2014).



Mary Barth lavora all'NCAR, in particolare sulla chimica dell'atmosfera, ed è tra i responsabili del progetto DC3, vedi Barth et al. 2015: *The Deep Convective Clouds and Chemistry (DC3) Field Campaign*, BAMS 96, 1281-1309.

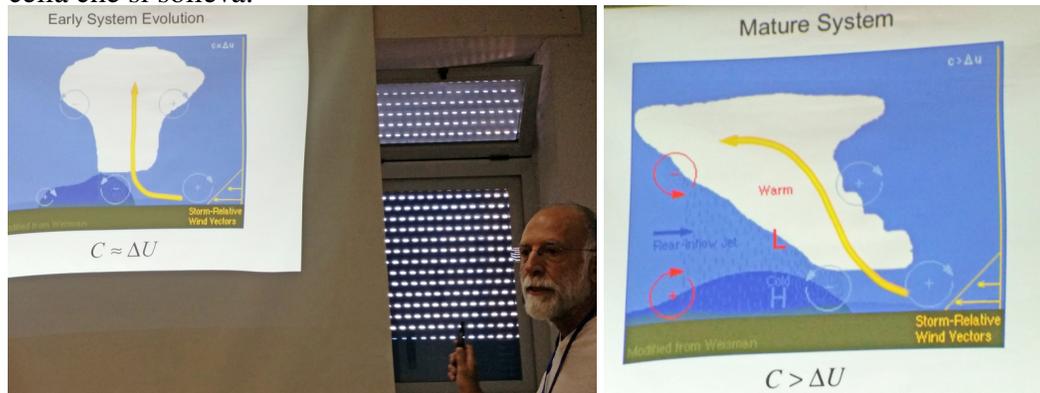
### 3 Rich Rotunno

Il famoso ricercatore dell'NCAR è ormai la "bandiera" della scuola, avendo partecipato a ben quattro edizioni. L'idea alla base del suo corso era quella di spiegare dal punto di vista teorico i diversi fenomeni convettivi che il prof. Bluestein illustrava dal punto di vista fenomenologico. Il taglio che ha dato alle sue spiegazioni è la *vorticity thinking*, ovvero pensare a cosa succede nei temporali (partendo dalle celle isolate per arrivare alle supercelle tornadigene) dal punto di vista della vorticità. In particolare mi è piaciuto molto il legame iniziale che ha fatto tra buoyancy e vorticità, quasi come due facce della stessa medaglia. Quando una particella si solleva crea delle perturbazioni di pressione sopra di essa (dove si crea divergenza) e sotto di essa (dove si crea convergenza): se uno guarda sopra la sommità (e sotto alla base della particella) vede che questi moti orizzontali, combinati col moto verticale della particella, provocano una rotazione, ovvero la buoyancy crea vorticità.



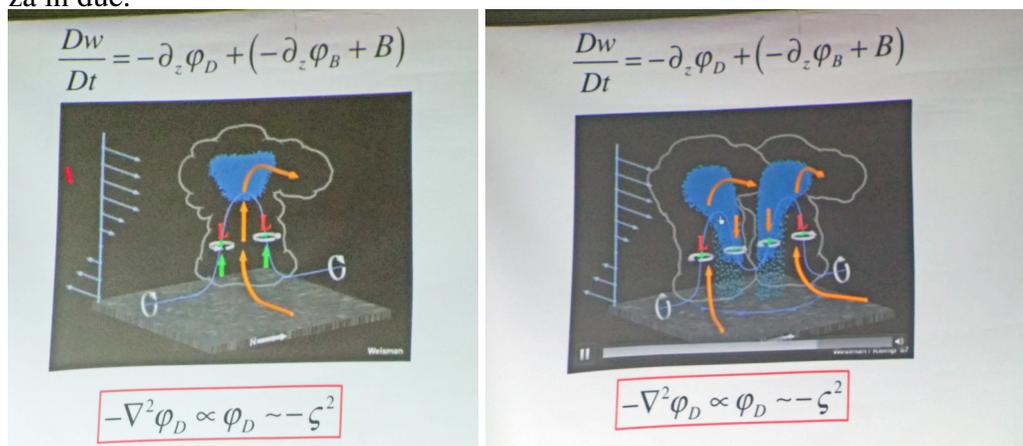
Ovviamente, lo stesso principio funziona con la buoyancy negativa associata alle cold-pool che si formano dall'outflow dei temporali, per cui anche sui bordi della

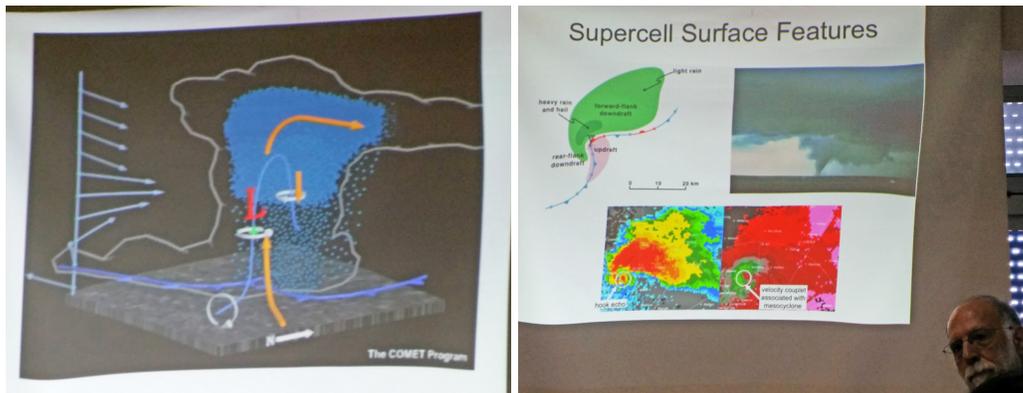
cold-pool si crea una vorticità, con rotazione opposta a quella del caso della particella che si solleva.



Se non c'è shear del vento (inteso solo come variazione di intensità con la quota) si tenderà a formare una cella isolata, che si propaga col vento medio. Invece la cella tenderà a rimanere stazionaria nel caso in cui ci sia shear e questo bilancia la propagazione della cold-pool. Quando invece la cold-pool è più veloce dello shear il cumulonembo tenderà a piegarsi con la parte bassa che avanza di più e l'incudine che resta "indietro".

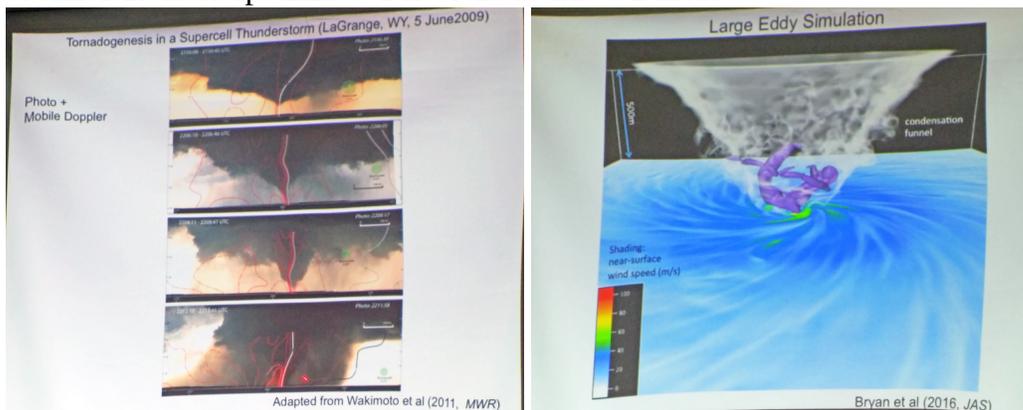
Dalla presenza di questi rotori orizzontali (i cosiddetti rolls), che sono intimamente legati ai moti verticali, si può creare vorticità verticale quando un tubo di flusso finisce per qualche motivo dentro un updraft, creando di fatto una supercella (ovvero un temporale caratterizzato da updraft rotante). Successivamente ci può essere lo split del temporale in due celle, "left-movers" e "right-movers", con quella che si sposta a destra di solito maggiormente favorita, perché la parte bassa dell'odogramma di solito ha veering (rotazione oraria salendo di quota) e non backing. Questo accade quando il downdraft, dovuto alla precipitazione che evapora, cade sopra l'updraft senza avere la forza di "spegnerlo" completamente e quindi lo spezza in due.





Da notare come il lato destro (rispetto al movimento della supercella guardando dall'alto) sia quello in cui la rotazione (ciclonica) del tubo di flusso genera ulteriore sollevamento (mentre il lato sinistro genera subsidenza), per cui il lato destro è quello dove solitamente succedono più casini e dove si possono sviluppare i tornadi.

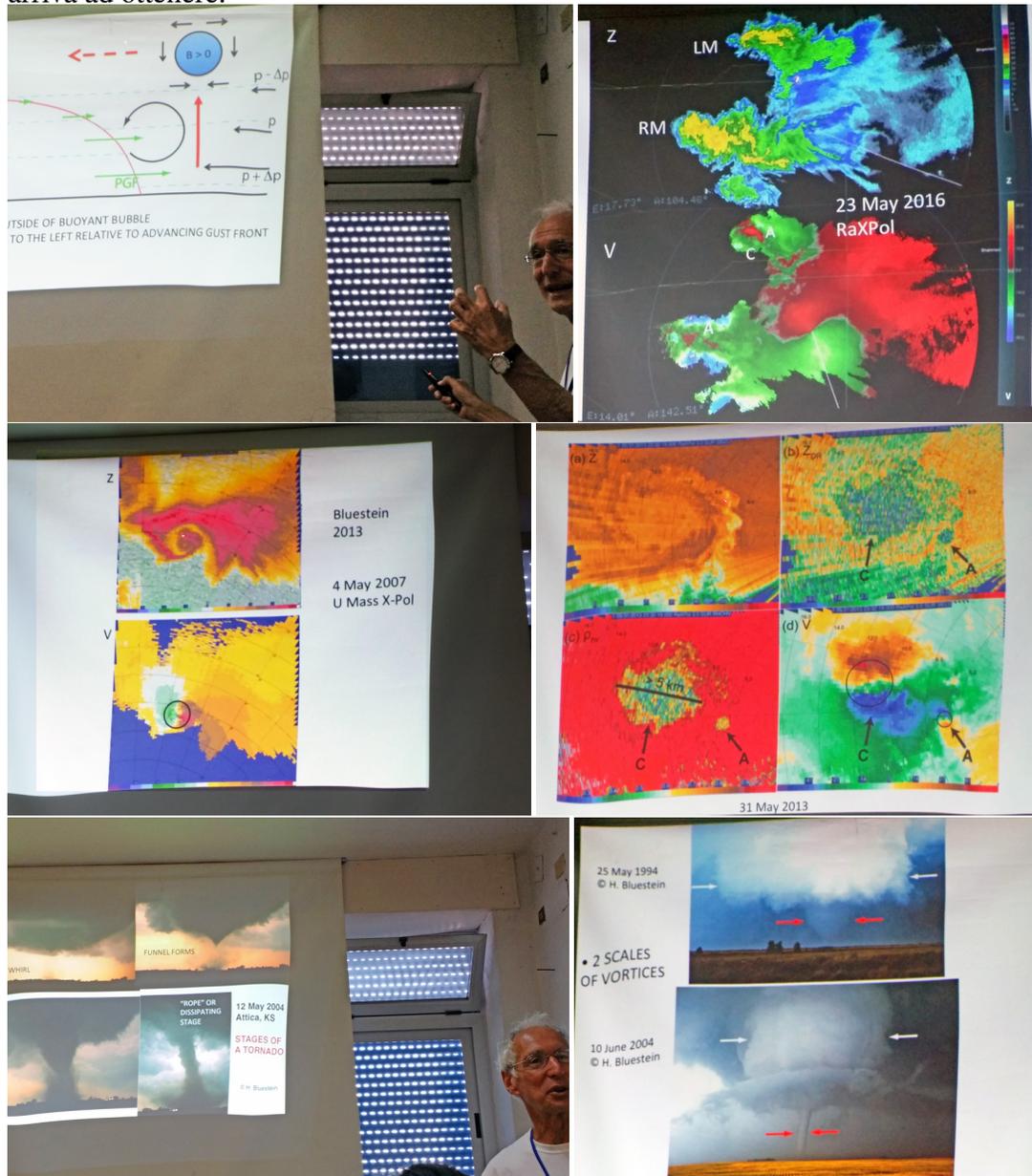
L'ultima parte del lavoro l'ha dedicata alla tornadogenesi, in modo simile a quanto aveva fatto nella scuola del 2012, ma mentre a quel tempo aveva presentato lavori (anche analitici) in un contesto di fluido *laminare*, al giorno d'oggi le risorse computazionali dell'NCAR sono in grado di fare simulazioni numeriche molto precise anche in regime di flusso *turbolento*. In particolare vedere Rotunno, Bryan, Nolan and Dahl, 2016: *Axisymmetric Tornado Simulations at High Reynolds Number*, JAS, Early Online available, e un nuovo Bryan et al., JAS submitted. Si parla di simulazioni di tipo LES con risoluzione fino a 2 metri!



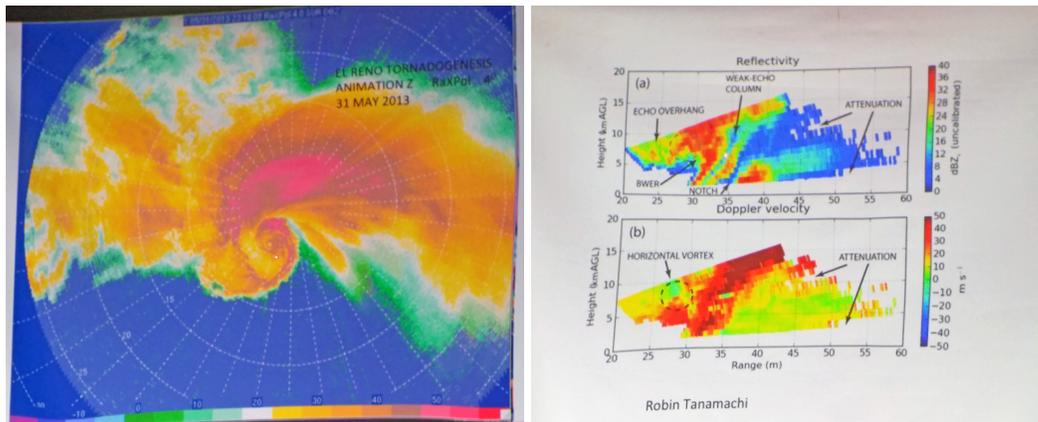
## 4 Howie “Cb” Bluestein

Questo noto professore dell'Università dell'Oklahoma (Norman, USA) è legato anche all'NCAR, dove sta passando un anno sabbatico. Ha presentato dal punto di vista fenomenologico i temporali “singoli”, ovvero i multicella (o MCS) e infine le supercelle con o senza tornadi. Oltre che per i libri di testo, è diventato famoso

perché anche lui fa *storm-chasing* inseguendo le supercelle con dei radar polarimetrici doppler in banda X ad altissima risoluzione (scansioni temporali ogni secondo usando fino a 11 frequenze consecutive). Le immagini (sia foto, sia scansioni radar, di cui sotto riporto un estratto) sono molto eloquenti del livello di dettaglio che si arriva ad ottenere.

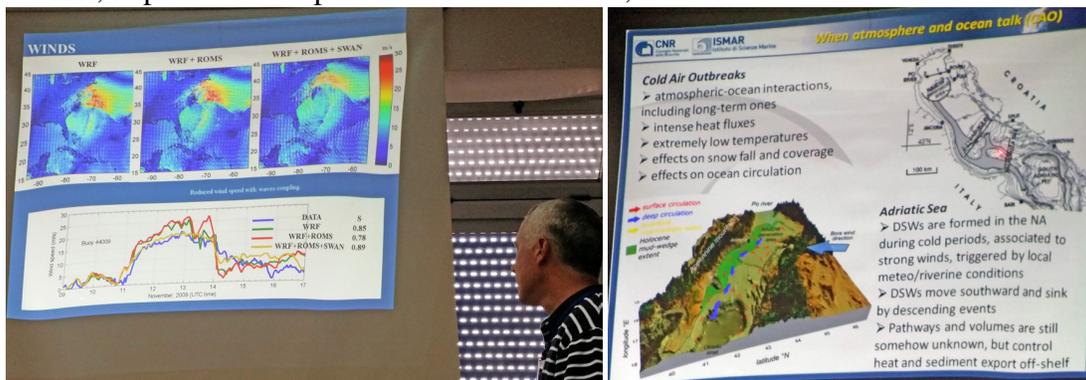


In particolare l'interesse maggiore è stato suscitato dalle immagini e scansioni radar dei grandi tornadi che popolano le Great Plains.



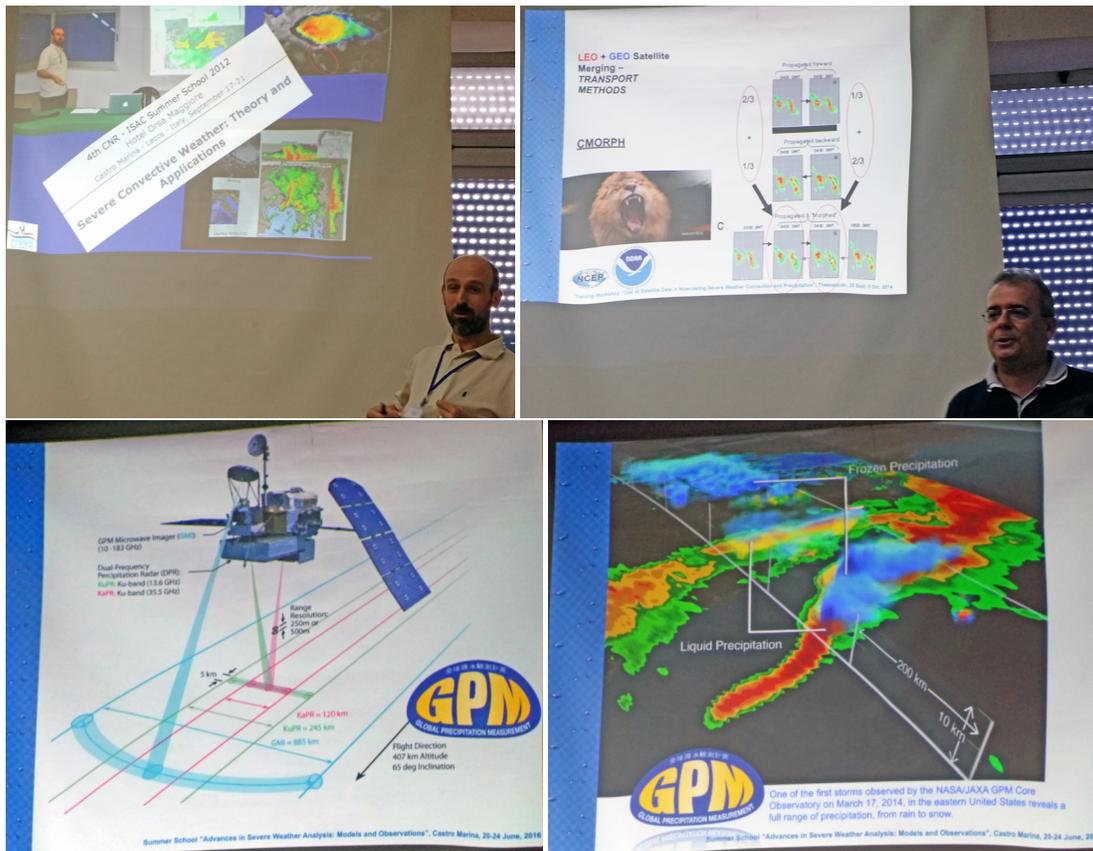
## 5 Altri relatori

Il quarto relatore “principale” era John Warner dell’U.S. Geological Survey, che è un oceanografo con particolare interesse nei modelli accoppiati Atmosfera–Oceano–Onda. Il tritico di modelli che sembra andare per la maggiore è WRF + ROMS + SWAN, rispettivamente per simulare l’atmosfera, il mare e le onde.



Tra i relatori “brevi” c’è stato Sandro Carniel dell’ISMAR–CNR di Venezia, che ha mostrato come l’accoppiamento atmosfera–oceano porti a sensibili miglioramenti della previsione, anche meteo, in particolare del vento. Ha mostrato un caso di bora sull’Adriatico.

L’altro relatore “breve” era Silvio Davolio dell’ISAC–CNR di Bologna, che ha illustrato il progetto HyMeX e alcuni dei principali risultati raggiunti, tra i quali ha messo anche l’articolo Davolio et. al. 2016 apparso sul QJ al quale abbiamo partecipato anche noi. Ha segnalato anche Flaounas et al. 2016: *Processes leading to heavy precipitation associated with two Mediterranean cyclones observed during the HyMeX SOP1*, in press su QJ.



Il quinto e ultimo relatore “principale” è stato Vincenzo Levizzani, dirigente dell’ISAC–CNR di Bologna e chairman dell’International Precipitation Working Group (IPWG) del WMO (per il quale sta preparando un workshop internazionale dal 3 al 7 ottobre 2016 a Bologna). Nel suo intervento ha dato una panoramica degli strumenti principali di remote sensing usati in meteorologia, per poi focalizzarsi in particolare sui *radiometri* installati nei satelliti polari. In particolare ha mostrato le meraviglie del satellite Global Precipitation Measurements, vedi

[http://www.nasa.gov/mission\\_pages/GPM/main/index.html](http://www.nasa.gov/mission_pages/GPM/main/index.html)

che dispone a bordo sia di radiometro che di radar a doppia frequenza (Ka e Ku)! Lo scopo principale è di usarlo per tarare i radiometri a bordo degli altri satelliti. Con le microne (a differenza degli imager tradizionali) si riesce a fare delle stratigrafie *dentro* le nubi e quindi sono gli strumenti più utili per vedere il contenuto microfisico alle diverse quote.

## 6 Conclusioni

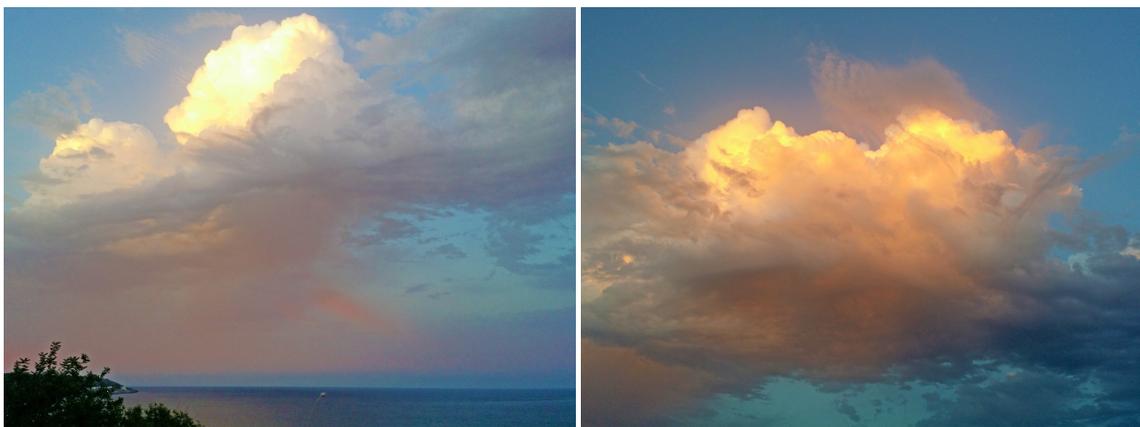
Questa scuola è stata molto utile, secondo me in particolare per le tematiche toccate da Mary Barth, che raramente vengono trattate. Ovviamente non va trascurata la possibilità di conoscere nuovi colleghi (sia Italiani che non), come alcuni giovani

promettenti, che si sono distinti coi loro poster (mi vengono in mente Guido Cioni, attualmente al Max Planck Institute e Patou Maximilien dell'Università de Lille). Ringrazio ancora tutti quelli che mi hanno permesso di partecipare.

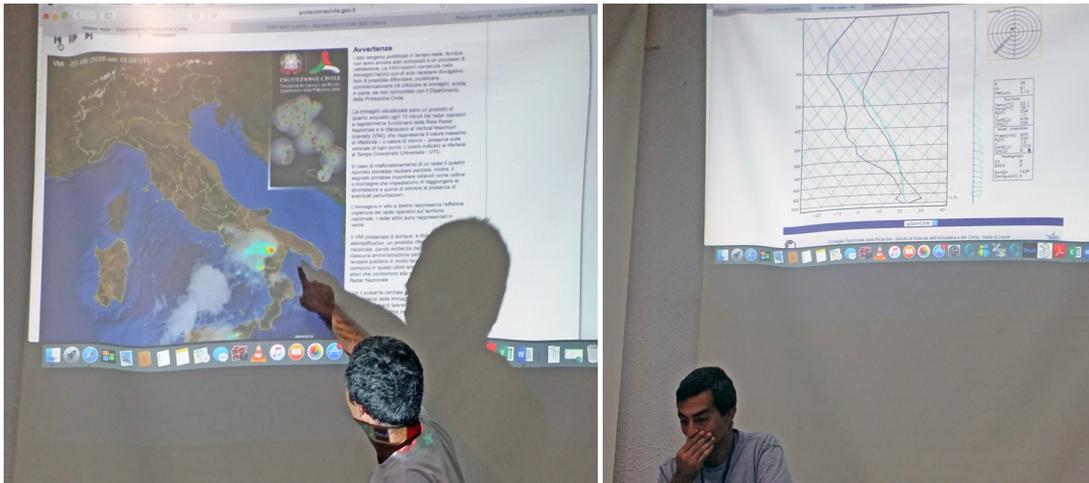
Visco, 27 luglio 2016.



Foto di gruppo.



Durante il laboratorio organizzato dalla scuola abbiamo potuto apprezzare dei temporali triggerati da un trasporto di “saharian dust” che agiva come CCN.



Miglietta spiega i temporali in real-time, ma fatica a interpretare un sondaggio senza l'ausilio del Thetaplot. . .