



Appunti conferenze ESSL: "Afternoon with convections"

Francesco De Martin, Federico Pavan

Settembre 2021

1 Introduzione

Nel mese di giugno l'associazione ESSL (European Severe Storm Laboratory), con cui collaboriamo tramite l'invio di segnalazioni dal database Storm Report al database ESWD, ha organizzato un ciclo di webinar dal titolo "Afternoons with Convection". Una parte dei membri di PRETEMP ha seguito le conferenze in diretta o in differita (sono presenti sul sito di ESSL le conferenze registrate). Si è deciso quindi di condividere gli appunti, tradotti in italiano, raccolti durante queste conferenze allo scopo di fornire più che altro spunti di approfondimento. Questi appunti non hanno infatti la pretesa di essere completi, né tanto meno totalmente comprensibili (sarebbe stato necessario quantomeno aggiungere alcune delle immagini usate dai relatori). Riteniamo comunque possano tornare utili in quanto toccano aspetti molto all'avanguardia per quanto riguarda la previsione degli episodi di convective severe weather, che possono permettere un perfezionamento dei metodi previsionali.

2 Prevedere grandine grossa

Dr. Matthew Kumjian (Pennsylvania State University)

Il relatore inizia la presentazione mostrando alcune simulazioni numeriche che studiano la relazione tra alcuni indici tradizionali e il diametro dei chicchi di grandine. Osserva che aumentando il Deep Layer Shear (DLS) aumenta il diametro dei chicchi di grandine più grossi. Aumentando la componente ortogonale (rispetto al DLS) del Low Level Shear (LLS), diminuisce invece il numero di chicchi con diametri grossi. Da cui si desume che chicchi più

grossi si formano con alto DLS, ma piccola componente ortogonale al DLS del LLS.

Inoltre, per dato odografo, aumentando il CAPE il diametro dei chicchi non aumenta in maniera monotona, ma aumenta maggiormente per chicchi più piccoli ed in maniera meno significativa per i chicchi più grossi. Aumentando il DLS o rendendo più “fatter” (largo nella parte bassa della troposfera) il profilo del CAPE, è sufficiente meno CAPE complessivo per avere gli stessi diametri dei chicchi.

Successivamente il relatore affronta una trattazione meno tradizionale ed entra nello specifico di dettagli più recenti sulla genesi di grandine grossa.

Per produrre grandine grossa sono necessari:

1. Un lungo tempo di residenza del chicco all'interno dell'updraft
2. Un grande rate di crescita dei chicchi

Il tempo di residenza è legato sia al path d del chicco all'interno dell'updraft, sia alla velocità v del chicco, tramite la relazione $t=d/v$. Per aumentare il tempo di residenza è dunque necessario aumentare il path o diminuire la velocità nell'updraft.

Per aumentare il path si può agire o aumentando il diametro dell'updraft o facendo in modo che il chicco segua in maniera ottimale la forma dell'updraft. Il diametro dell'updraft può essere aumentato in vari modi:

- Aumentando il DLS (si allunga l'updraft)
- Aumentando l'SRH e l'inflow (una buona alimentazione garantisce un updraft largo)
- Aumentando il CAPE (più energia potenziale aumenta il volume di massa d'aria in sollevamento)

Per quanto riguarda invece il secondo fattore, ossia rendere più ottimale la traiettoria del chicco all'interno del cumulonembo, torna utile una corrente mesociclonica: essa, infatti, curva la traiettoria del chicco in modo tale da tenerlo più a lungo all'interno dell'updraft.

Infine, si osserva che la velocità del chicco nell'updraft aumenta aumentando il CAPE. Dunque abbiamo due rapporti competitivi tra CAPE e grandine grossa: aumentando il CAPE aumenta sia il diametro dell'updraft sia la velocità del chicco nell'updraft stesso. Per la presenza di questi fattori competitivi la previsione di grandine grossa è così complicata.

Per quanto riguarda il punto 2, quindi il rate di crescita dei chicchi, è necessario avere molta acqua sopraffusa. Questa è legata alla quantità di vapore acqueo in atmosfera. Indicazioni dalle simulazioni suggeriscono che per avere chicchi grossi serve molto vapore acqueo in particolare nello strato superiore dell'inflow (3-6 km dal suolo, generalmente appena al di sotto della hail growth region).

In conclusione, gli elementi necessari per generare grandine grossa sono:

1. DLS elevato (formazione di supercelle, updraft ampi)
2. Abbastanza CAPE
3. Elevato indice SRH (updraft ampi, formazione di supercelle)
4. Debole componente del storm relative wind nella parte superiore dello strato di inflow, con vettore quasi ortogonale rispetto al DLS (per rallentare la velocità del chicco nell'updraft)
5. Molta umidità nella parte superiore dello strato di inflow

La previsione della grandine grossa è solo nei suoi stadi preliminari: gli indici tradizionali non sempre funzionano e il meccanismo che porta alla genesi dei chicchi più grossi non è ancora stato completamente compreso.

3 Nuovi aspetti della dinamica delle supercelle

Dr. John Peters (Naval Postgraduate School)

Viene approfondito l'*entrainment* dell'updraft, ossia il rimescolamento della corrente ascendente con l'ambiente circostante in medio-alta troposfera. In particolare se in medio-alta troposfera l'aria è più stabile e secca l'updraft tende a perdere vigore. Simulazioni numeriche mostrano come questo è tanto più vero quanto è più stretto l'updraft. Nel caso di updraft ampi invece l'*entrainment* è trascurabile.

A questo punto il relatore osserva come le velocità verticali più intense di un updraft si osservano in presenza di supercelle (che producono anche i chicchi di grandine più grossi). Si domanda dunque perché questo accade.

Riportando risultati di correlazioni eseguiti su un numero significativo di simulazioni numeriche con il modello CM1, variando di volta in volta leggermente l'odografo, dimostra la seguente catena causa-effetto:

- L'inflow è determinato effettivamente dal low level storm relative inflow
- L'ampiezza dell'updraft è legata all'intensità dell'inflow, per effetto dell'equazione di continuità
- Updraft ampi sono meno diluiti dall'*entrainment*
- Updraft più ampi sono più forti (ossia più veloci)

Compreso dunque l'importanza dell'ampiezza dell'updraft nel determinare elevate velocità verticali, il relatore si domanda se la rotazione influenza l'*entrainment*.

In passato si riteneva che questo accadesse, in quanto la rotazione dovrebbe ridurre la turbolenza. In realtà simulazioni numeriche plottate su

un uno spettro dell'energia cinetica mostra come la turbolenza in temporali supercellulari e non supercellulari non cambia. Dunque la rotazione non influenza l'entrainment, che è determinato esclusivamente dall'ampiezza dell'updraft. Si cita anche un contributo da parte anche del LCL: più questo alto più favorisce updraft ampi.

La presentazione si conclude con qualche cenno sull'aspetto previsionale. Dall'equazione di conservazione del momento lineare si vede che l'accelerazione verticale è determinata dalla forza di galleggiamento e dalle perturbazioni di pressione. La forza di galleggiamento è legata in prima approssimazione dal CAPE, ricavabile dal sondaggio, ma è anche influenzata dall'entrainment. Le forze di gradiente di pressione sono invece determinate dallo shear ambientale e dall'ampiezza dell'updraft, che a sua volta determina l'entrainment. Dunque due ingredienti "classici", CAPE e shear ambientale, influenzano in maniera articolata la velocità verticale. La formula classica per ottenere la velocità verticale massima (la radice di due volte il CAPE), deve essere corretta parametrizzando queste relazioni. Come nel caso della grandine grossa della prima conferenza si arriva alla conclusione che la dinamica di un temporale è influenzata da numerosi fattori, talvolta competitivi tra loro, che rendono la previsione di questo fenomeno assolutamente non banale.

4 Usare l'odografo

Cameron Nixon (Central Michigan University) Il relatore inizia la presentazione osservando come esistano numerosi tipi di supercelle, con diversa organizzazione e diversa capacità di produrre episodi di severe weather.

Il comportamento di una supercella è governato dallo storm relative wind, dunque dal profilo del vento, ricavabile dall'odografo. Il metodo classico per effettuare la previsione di eventi temporaleschi severi è basato su alcuni parametri che riassumono le caratteristiche di radiosondaggio e odografo (CAPE, bulk shear. . .). Tuttavia questi parametri sono più utili a fini statistici, mentre per capire quale tipo di supercella si formerà oggi è più utile studiare la forma dell'odografo.

Il relatore confronta quindi l'odografo più tipico di supercelle "*low precipitation*" con quello più classico delle "*high precipitation*": il primo è caratterizzato dall'essere più allungato, determinando così con un outflow più forte, il secondo invece è più arcuato nei primi chilometri, causando un "*veered outflow*".

Nixon ribadisce quindi l'importanza di avere un forte inflow per avere forti supercelle, come già illustrato nelle precedenti conferenze. Nel caso di inflow deboli è più facile avere invece minisupercelle.

Viene dunque evidenziata la differenza tra *streamwise vorticity* e *crosswise vorticity*: la prima è definita quando lo storm relative inflow è parallelo alla vorticità (nei bassi strati), mentre la seconda quando è ortogonale. Il

primo caso si evidenzia nell'odografo quando lo storm relative inflow è perpendicolare alla traccia dell'odografo, viceversa nel secondo lo storm relative inflow è parallelo alla traccia dell'odografo. In presenza di streamwise vorticity si formano supercelle del tipo "mothership", nel secondo le splitting supercells.

Capire quanta streamwise vorticity è presente è importante, in quanto in sua presenza le supercelle tendono ad essere più intense e a generare tornado (con l'angolo critico a circa 90°). Classicamente si usa l'indice Storm Relative Helicity (SRH), il quale tuttavia può assumere valori alti anche in assenza di streamwise vorticity. Inoltre Nixon evidenzia come possano svilupparsi supercelle anche in assenza di SRH, attraverso la crosswise vorticity. L'utilizzo dell'odografo è quindi imprescindibile per fare una buona previsione del tipo di supercella che potrà formarsi.

L'odografo è uno strumento utile anche per capire la dinamica delle altre tipologie di temporali che non siano supercelle, anche se in questo caso assume un ruolo importante anche la forzante che genera questi temporali (cold pool, boundary. . .), la quale può influenzare il moto del temporale stesso. Inoltre nel calcolo dello storm motion viene utilizzato il metodo Bunker, il quale assume che la storm di cui si sta prevedendo il moto sia una supercella: nel caso invece si formi un QLCS il sistema temporalesco non segue la traiettoria di Bunker e di conseguenza pure tutti gli indici e vettori calcolati rispetto al moto del temporale (come l'indice SRH) non sono più utili (o meglio andrebbero corretti rispetto al moto effettivo del temporale).

In conclusione viene nuovamente posto l'accento sul fatto che l'utilizzo di valori soglia dell'indice SRH o del bulk shear per prevedere intensità e tipologia delle supercelle è una via spesso fallimentare: è più utile studiare la forma dell'odografo per avere un quadro più completo del profilo del vento con la quota.