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

meteo.FVG
ARPA FVG - OSMER
Osservatorio meteorologico regionale

Resoconto sulla "2nd European Hail Workshop" Berna, 19-21/04/2017

Agostino Manzato
ARPA – Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente del FVG,
S.O.C. OSMER G.R.N. – Osservatorio Meteorologico Regionale, Visco (UD)

1 Introduzione

Nella prima edizione della conferenza europea sulla grandine (svoltasi a Berna in giugno 2014) avevo avuto l'onore di essere un "invited speaker", mentre questa volta mi hanno chiesto di far parte del "scientific committee". Gli organizzatori principali sono la professoressa Olivia Romppainen–Martius del Oeschger Center for Climate Change Research (OCCR) dell'Università di Berna e il dr Michael Kunz del Karlsruhe Institute of Technology (KIT).

I partecipanti a questo secondo workshop sono stati circa 140, provenienti da tutto il mondo (inclusi America, Africa, Australia e Cina), a dimostrazione che l'argomento continua a suscitare molto interesse, anche da parte delle compagnie di re-assicurazione, che finanziano parzialmente questi eventi.

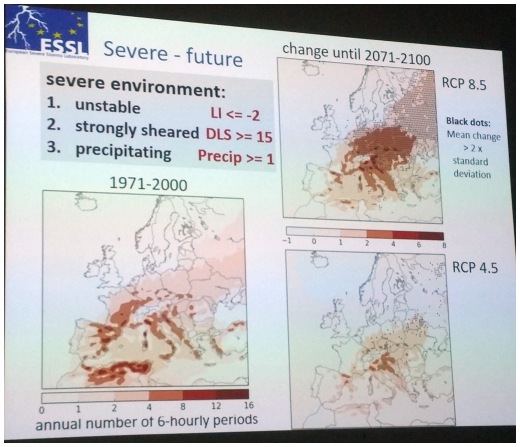
Tra i nomi più importanti che hanno partecipato è doveroso citare Andrew Heymsfield (NCAR), Jeff Trapp (Illinois Univ.) e Ulrike Lohmann (ETH Zurigo). Qui riporterò dei commenti solo su alcune delle molte presentazioni, che sono tutte scaricabili (sia in formato PDF che come podcast video MP4) dal seguente link:
http://www.oeschger.unibe.ch/services/events/conferences/past_conferences/2nd_european_hail_workshop/presentations/index_eng.html.

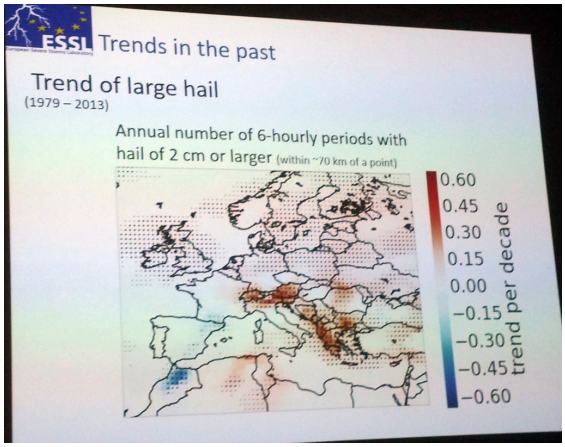
1.1 Pieter Groenemeijer

Il direttore dell'ESSL ha presentato uno studio sulla relazione (calcolata tramite logistic regression) tra grandine osservata maggiore di 2 cm e Lifted Index, deep-layer-shear e pioggia convettiva prevista dai modelli. Poi la applicano a 5 modelli climatologici per studiare il trend futuro della grandine. Interessante che parzializzano la probabilità di grandine come probabilità di temporale per la probabilità che un temporale sia grandinigeno, ovvero:

$$P(hail) = P(storm) \cdot P(hail|storm) \tag{1}$$

Alla fine pare che una delle zone dove il trend aumenti di più sarebbe proprio il nord-est Italia. Vedere anche Westermayer et al. 2016: *Identification of thunderstorms in reanalysis data*, Met. Zeit. **26**, 59-70.





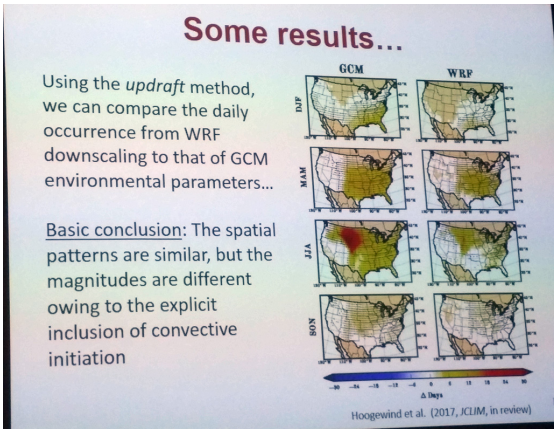
1.2 José Luis Sánchez

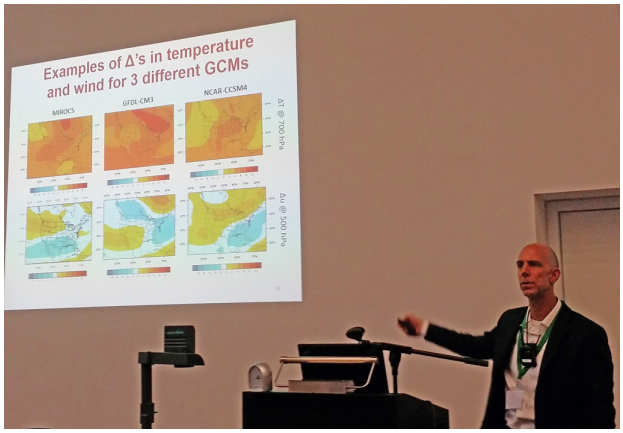
Il professore dell'Università di Leon ha analizzato il trend di grandine osservata da 3 reti di hailpads presenti in Francia dal 1995. Le 3 reti rappresentano 3 situazioni diverse: "Atlantica", "Pirenei" e "Mediterranea". Nei dati storici dei casi Atlantico e Mediterraneo non si evidenziano trend significativi, mentre in quello dei Pirenei si nota un trend di aumento. Secondo Sánchez ciò è dovuto al fatto che in questi anni è aumentata la frequenza di situazioni sinottiche favorevoli ai temporali grandinigeni, ma anche l'altezza del Melting Level, che secondo lui sfavorisce la formazione

della grandine. I due effetti si bilancierebbero, tranne che in montagna, dove la distanza per raggiungere il Melting Level resta comunque bassa per l'orografia.

1.3 Jeff Trapp

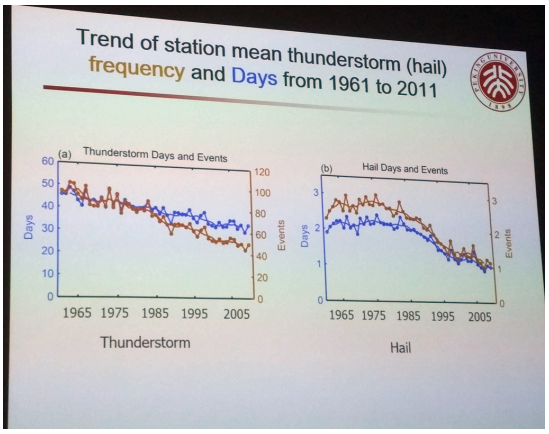
Il professore di Urbana-Champaign (Illinois) è partito dalla classica ricetta secondo la quale i temporali in USA sarebbero determinati dal prodotto "CAPE x $\text{Shear}_{\text{sfc}-6\,\text{km}}$" (beato chi ci crede ancora) e dalle simulazioni GCM che darebbero per fine secolo un aumento di CAPE tale da compensare il previsto calo di $\text{Shear}_{\text{sfc}-6\,\text{km}}$, ovvero un trend positivo per la frequenza di temporali. Secondo lui però questo approccio è troppo semplicistico e quindi è passato a qualcosa di più realistico, ovvero dei run "climatologici" di simulazioni WRF su tutto il dominio USA (a 4 km, reinizializzando ogni giorno), usando come indicatori di presenza di temporali non la relazione basata su CAPE e $\text{Shear}_{\text{sfc}-6\,\text{km}}$ ma direttamente la riflettività simulata, e l'elicità e la velocità degli updraft generati da queste simulazioni. I risultati (simili come pattern spaziali a quelli basati su GCM e relazione coi parametri ambientali, ma molto inferiori come ampiezza) saranno pubblicati in un articolo (Hoogewind et al.) under review su JCLIM. Nella seconda parte della presentazione ha mostrato un lavoro basato sul "Pseudo-global warming" di Schär et al 1996: *Surrogate climate-change scenarios for regional climate models*, GRL **23**, 669-672, e Frei et al. 1998: *Heavy precipitation processes in a warmer climate*, GRL **25**, 1431-1434, originariamente proposto per i modelli climatologici locali e da Trapp applicato ai LAM. L'idea si basa sulla simulazione di casi studio reali e sulla modifica tridimensionale di tutti i campi simulati indotta da un riscaldamento "ΔT". In pratica, quando il LAM simula un hailstorm, poi forzano le condizioni iniziali col Pseudo-global warming e vedono come cambia l'hailstorm. Trovano maggior CAPE, hailswaths più corti e meno shear (a tal proposito vedi anche Dennis e Kumjian 2017: *The impact of vertical wind shear on hail growth in simulated supercells*, JAS **74**, 641-663).

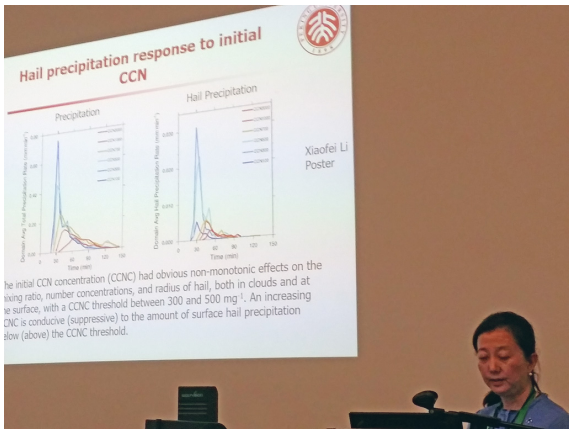


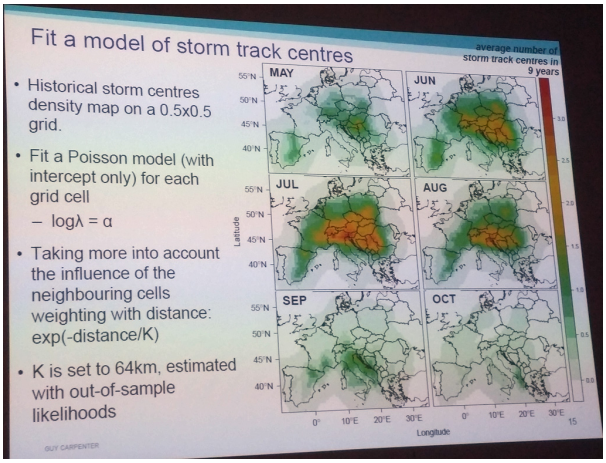


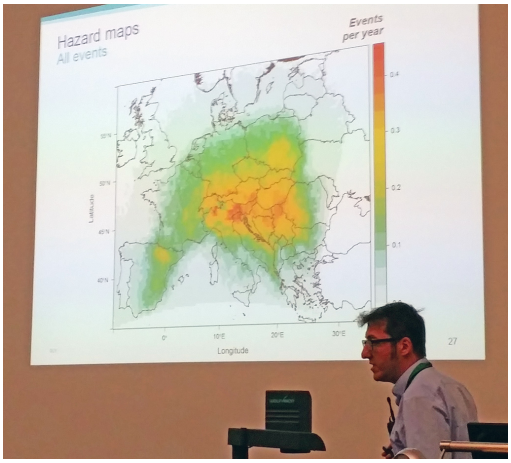
1.4 Qinghong Zhang

La professoressa dell'Università di Pechino ha mostrato il trend *negativo* di grandine osservata in quello che molti considerano uno dei migliori database storici di grandine (attivo dal 1960), ovvero la rete osservativa cinese, che dal 1980 si basa su 2454 stazioni manuali. Secondo loro il motivo di questo calo di grandine sarebbe un indebolimento del monsone e quindi un minor apporto di umidità e un minor forcing dinamico, ma si riservano di fare studi approfonditi sull'effetto dell'aerosol (CCN) e quindi d'investigare possibili legami con l'inquinamento, fortemente accresciuto in Cina negli ultimi anni.









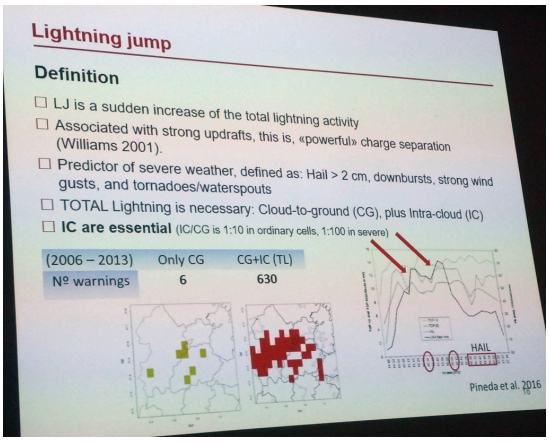
1.5 Symeon Koumoutsaris

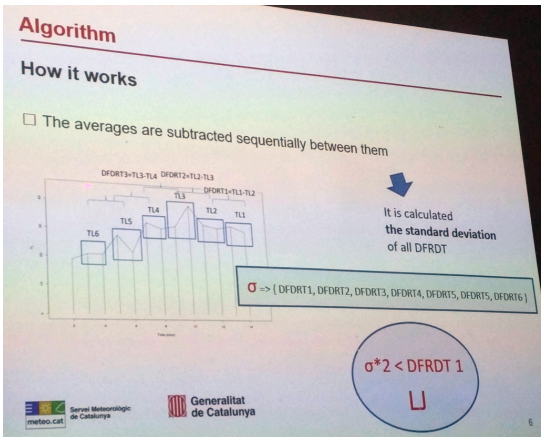
Tra le presentazioni fatte dalle compagnie assicurative, questa mi ha colpito per il buon livello scientifico. Hanno sviluppato un modello di "catastrofi" a scala europea, basato sui dati di fulmini della rete Nowcast - LINET dal 2006 al 2015 (tracciati quasi 9000 temporali). L'algoritmo usa una tecnica di bootstrap che cerca nel database storico gli storm tracks più simili all'evento analizzato. All'ignaro lettore

chiedo: guardando le mappe climatologiche prodotte da questo studio (vedi sopra), qual è il posto peggiore in tutta Europa per i temporali?

1.6 Tomeu Rigo e Carme Farnell

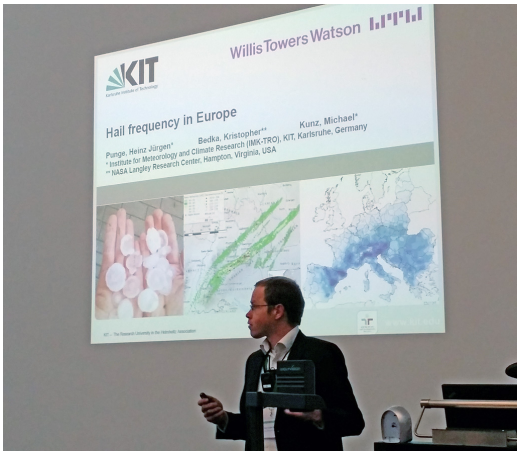
Il gruppo del Centro Meteo Catalano (di cui fa parte anche Nicolao Pineda) si candida come uno dei massimi esperti di fulmini in Europa. Infatti, non solo gestiscono in proprio una rete di sensori Vaisala 8000, migliore della rete ufficiale Euclid in Spagna, ma collaborano con l'Università Barcellona-Tech (Joan Montanyà e Oscar van der Velde) per gestire una delle sole due reti presenti in Europa (a mia conoscenza) di Lightning Mapping Array (LMA), ovvero una rete di sensori ad altissima frequenza (VHF) e risoluzione (ma che di converso copre un territorio molto piccolo, la Ebro Valley), e che utilizzano anche come "verità" nel confronto tra le diverse reti di rilevamento dei fulmini (Euclid, Earth-Network e Linet). Per es., dalla loro esperienza i fulmini intra-cloud (IC) sono fondamentali per il nowcasting e il rapporto tra CG (cloud-to-ground) e IC è di 1:10 in condizioni normali e di 1:100 per i temporali più severi. Vedi https://lrg.upc.edu/en/facilities/ebro-valley/ebro-valley-laboratory. In questa conferenza hanno presentato diversi lavori basati sulla rete Vaisala e in particolare sulla loro implementazione di *"lightning jump"* per la previsione delle grandinate, osservate tramite una rete di hailpads. Se una sequenza temporale relativa a un dominio 10x10 km e intervalli temporali di 2 minuti ha almeno 20 fulmini *totali* (nota che contano ogni singolo stroke, senza molteplicità) per 14 minuti di fila allora, calcolano la varianza della serie detrendata e se i due minuti finali si discostano di più di 2σ lo definiscono essere un "lightning jump", altrimenti continuano a scorrere la serie in avanti nel tempo. Trovano buoni risultati per prevedere il severe weather, in particolare se si tiene conto di tutti i singoli strokes invece di aggregarli con la molteplicità. Su alcuni case study trovano che c'è un lightning jump mediamente 20 minuti prima della grandinata. Vedi Farnell, Rigo e Pineda 2017: *Lightning jump as a nowcast predictor: Application to severe weather events in Catalonia*, Atmos. Res. **183**, 130-141.

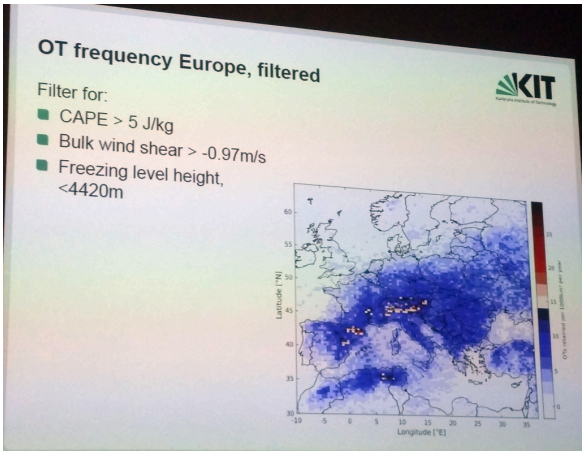


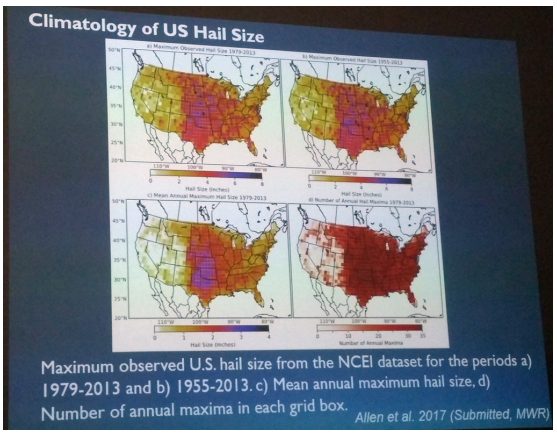


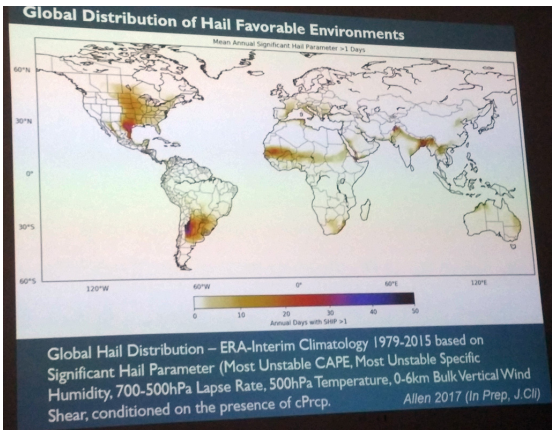
1.7 Heinz Jürgen Punge

Questo ricercatore del KIT è diventato molto noto per aver elaborato, assieme a Kris Bedka (NASA) e Michael Kunz (KIT), una prima mappa climatologica della grandine basata sui dati da satellite (e in particolare sugli Overshooting Top -OT- identificati con gli algoritmi di Bedka). Partendo dalla climatologia degli OT filtrano i massimi non verosimili (es. in Nord Africa) che –dalle reanalisi– non passano tre controlli: hanno dei Freezing Level > 4400 m o CAPE < 5 J/kg o Bulk-shear < -1 m/s. I risultati mostrano che i massimi di grandine in Europa sono in prossimità delle Alpi (e in particolare nel nord-est dell'Italia) e dei Pirenei. Vedere la mappa qua sotto. Approfondimenti anche su Punge and Kunz, 2016: *Hail observations and hailstorm characteristics in Europe: A review*, *Atmos. Res.* **176-177**, 159-184.









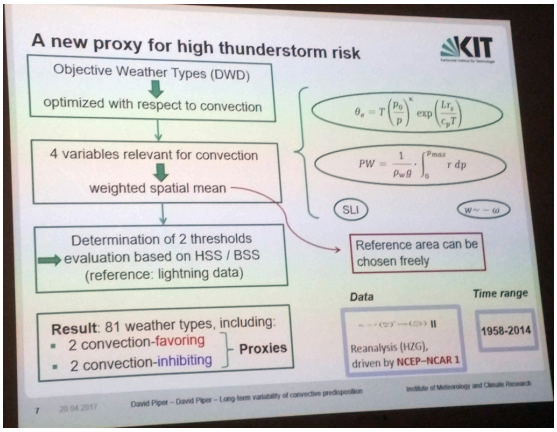
1.8 John Allen

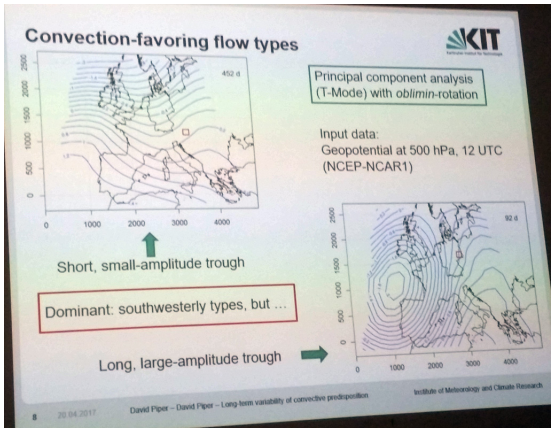
Il ricercatore australiano ora lavora alla Central Michigan Univ. e si occupa di grandine dal punto di vista climatologico. Analizzando i report di grandine in USA 1955-2014 non trova un trend nel numero di giorni con grandine. Analizzando le

dimensioni dei chicchi massimi pare che ci sia un'alta probabilità di chicchi sui 10 cm a est delle Rocky Mountains (tempi di ritorno tra 10 e 20 anni). Utilizza questi dati per identificare i parametri ambientali favorevoli alla grandine grossa e applica la relazione a livello globale, ottenendo la mappa qua sopra, che, secondo me, in Europa non mostra andamenti molto simili a quella di Punge basata sugli OT osservati da satellite. Maggiori dettagli in un articolo under review per MWR.

1.9 David Piper

Questo giovane collaboratore di Kunz (KIT) ha fatto un semplice ma interessante analisi delle grandinate in Europa in base ai Weather Types applicati alle reanalisi 1948-2014. I 4 parametri che usa per classificare la situazione sinottica sono Θ_e, acqua precipitabile (PW), surface-based Lifted Index e il parametro ω, come stima di un possibile sollevamento verticale. Di 81 diversi Weather Types ne trova 2 particolarmente favorevoli alle giornate grandinigene (associati a flussi da sud-ovest) e due particolarmente inibitori, ma i risultati possono variare in diverse zone d'Europa. Poi prova delle teleconnessioni con l'indice EA (East-Atlantic Pattern < -0.5 sarebbe favorevole) e anche in quel caso trova molte zone con una relazione statisticamente significativa. Lavoro che sarebbe utile replicare da noi. Il collega Thomas Krennert dello ZAMG mi segnala il software per Linux cost733class: (http://cost733.geo.uni-augsburg.de/cost733class-1.2/wiki/WikiStart) che fa tutti i Weather Types possibili e immaginabili. Da approfondire!

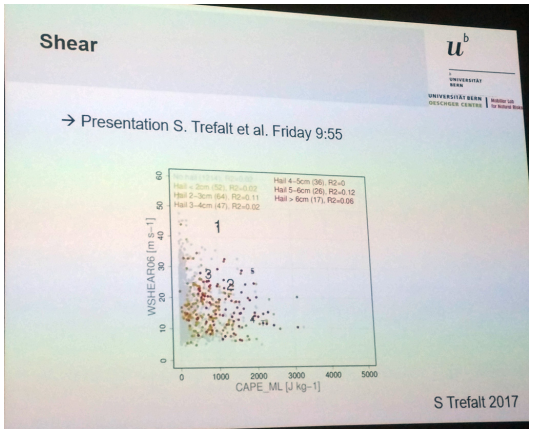


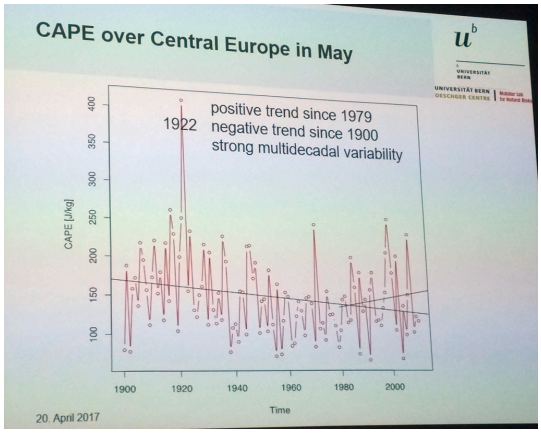


1.10 Olivia Romppainen–Martius

La professoressa dell'OCCR ha fatto uno studio climatologico della grandine in Svizzera, trovando una relazione tra la sua probabilità di accadimento e alcuni parametri ambientali (regressione con T a 2 m, CAPE e shear, oltre a un parametro che rappresenta la stagione). Mentre in Svizzera il T a 2 m e CAPE hanno un leggero trend positivo negli ultimi anni, a scala Europea il CAPE ha un leggero trend

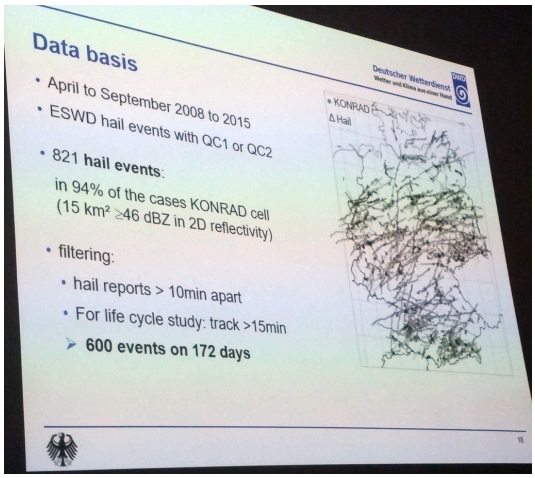
negativo fino al 1979 e positivo dopo.

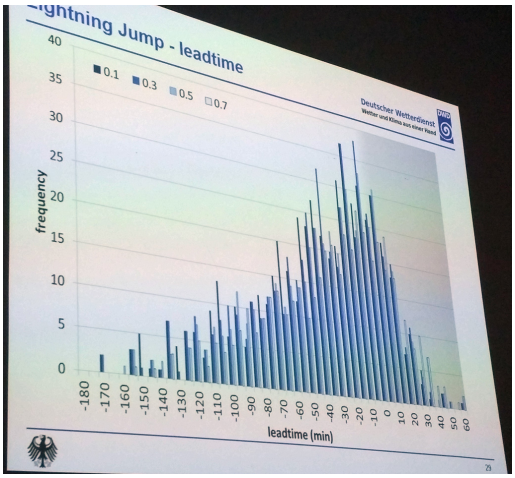




1.11 Katrin Wapler

La ricercatrice del DWD è l'organizzatrice del seconda conferenza Europea sul Nowcasting, svoltasi a Offenbach a inizio maggio scorso (http://www.dwd.de/EN/specialusers/research_education/seminar/2017/enc/enc_en.html). Ha studiato dai dati radar circa 600 celle grandinigeni in Germania, cercando di identificare dei precursori nei dati di riflettività e nei lightning jump dei fulmini. Sembra che nei fulmini il segnale arrivi prima che nel campo di riflettività.

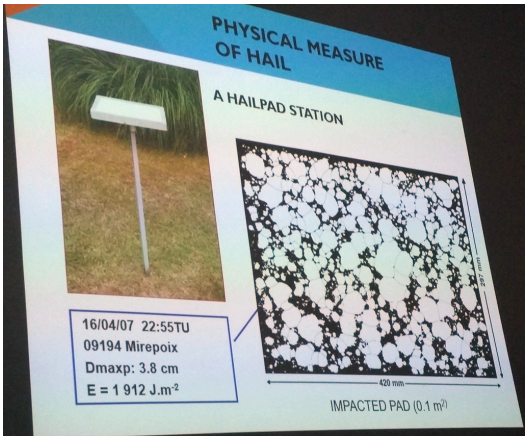


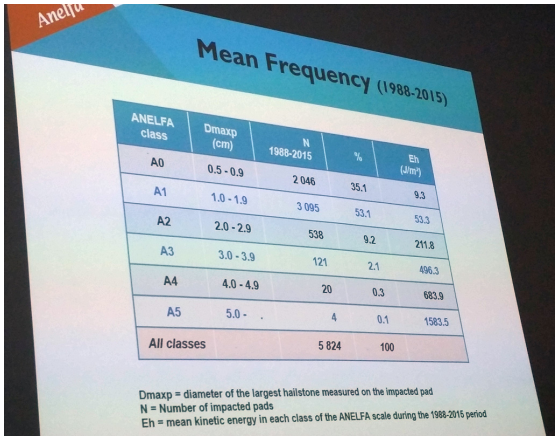


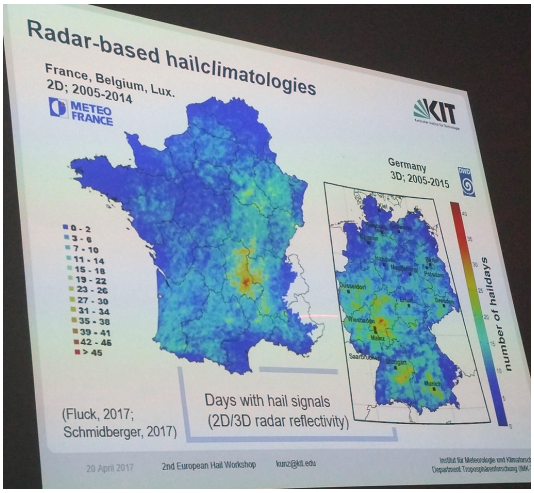
1.12 Claude Berthet e Jean Dessens

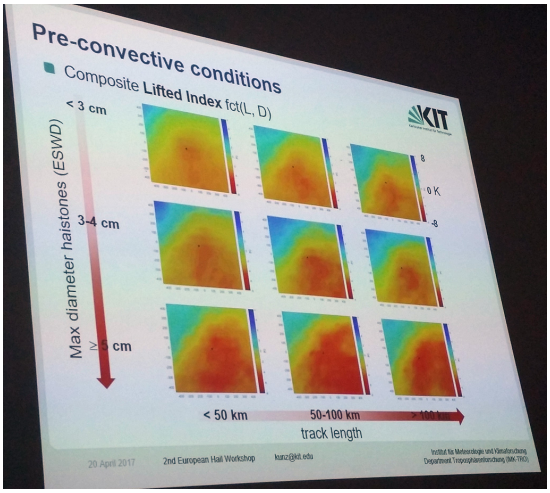
I vecchi esperti dell'ANELFA (associazione francese che gestisce 3 poligoni di hail-pads e l'inseminazione delle nubi con ioduro d'argento) hanno mostrato il trend dei dati rilevati dalle loro reti. Trovano un trend positivo nei chicchi di diametro grande e negativo in quelli di diametro piccolo. Vedi Dessens et al. 2015: *Change in hailstone size distributions with an increase in the melting level height*, Atmos. Res.

158, 245-253. Hanno anche visto che il diametro massimo dei chicchi che cascano nelle immediate vicinanze di un pannello ha dimensioni circa 1.5 volte quello misurato sul pannello. La cosa che più mi ha stupito è che il flusso di energia cinetica dei pannelli classificati in base al diametro massimo è molto più alto di quello trovato nella nostra analisi del 4 luglio 2010 per i diametri massimi corrispondenti (3.2 cm).









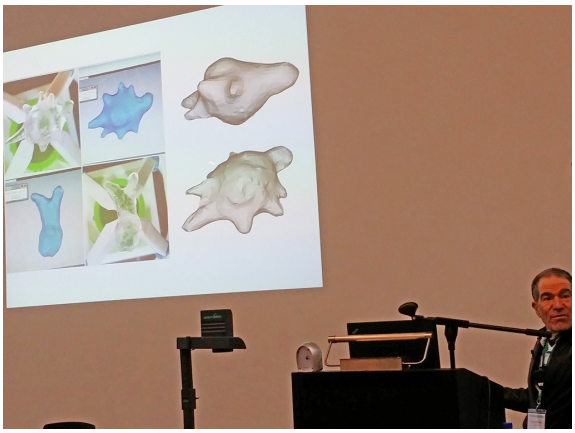
1.13 Michael Kunz

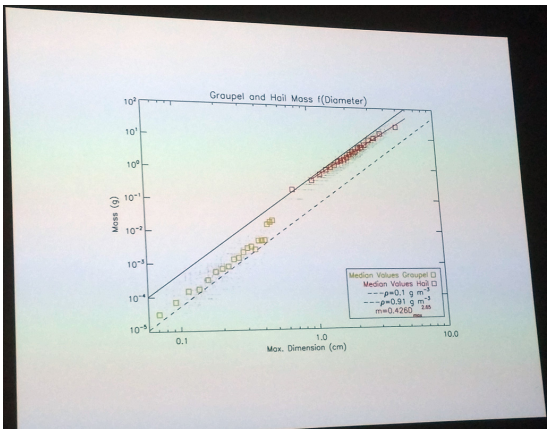
Il ricercatore del KIT pare essere il più attivo in Europa sul tema della grandine. Identifica da radar (usando una soglia massima o l'algoritmo di Waldvogel 1979) i potenziali hailstreaks in Francia e crea un database di mappe composite (50-100 km) in cui l'evento grandinigeno è sempre riportato al centro, mentre tutto intorno vengono riportate le condizioni ambientali corrispondenti. Mediando tutte queste mappe trova le condizioni ambientali "tipiche" per la grandine. In particolare, il surface-based Lifted Index ha un massimo poco più a sud dell'evento, mentre lo shear ha un debole gradiente (massimo a ovest). Ha poi utilizzato l'algoritmo di detezione dei fronti sviluppato da Sebastian Schemm per studiare quanti hailstreak

sono associati a fronti freddi (o a condizioni pre-frontali) e quanti invece non hanno legami coi fronti.

1.14 Andrew Heymsfield

Uno dei grandi padri dello studio della grandine, il ricercatore dell'NCAR ha focalizzato la sua attenzione sulla variazione della densità dei chicchi di grandine (molto minore per il graupel che per la grandine grossa), che, lungi dal poter venir modellati come sfere, hanno proprietà che dipendono in modo non lineare dalle loro dimensioni e forma. In particolare, i chicchi più piccoli e gli ambienti con uno strato umido tra 800 e 500 hPa creano condizioni molto più favorevoli allo scioglimento dei chicchi. Invece una distribuzione iniziale con più diametri grandi, che cadono in uno strato secco, hanno molta più probabilità di arrivare al suolo come grandine grossa, anche in ambienti relativamente caldi e con alto Freezing Level. Ovviamente, non devono essere molto mescolati con la precipitazione e per questo è importante che ci sia uno shear capace di disaccoppiare pioggia e grandine (oltre che updraft e downdraft). Insomma, la grandine più grossa dovrebbe arrivare al suolo come grandine "secca", prima dell'arrivo della pioggia. Per studiare meglio le proprietà del legame tra massa e dimensione del chicco, il gruppo di Gianmanco fa degli scan al laser dei chicchi e poi li ricostruisce con stampanti 3D, utilizzando materiali di diversa densità. Vedere Giammanco et al. 2016: *Using 3D Laser Scanning Technology to Create Digital Models of Hailstones*, BAMS, in press. Per esempio, Heymsfield mette questi chicchi artificiali dentro una camera a vento per studiarne la dinamica e derivarne i parametri tipici, come il numero di Reynolds o la velocità terminale.

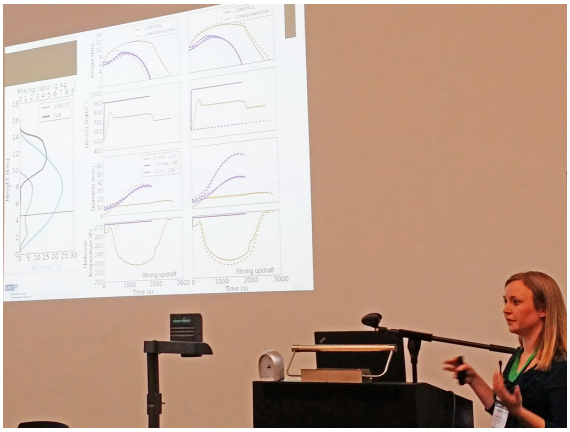


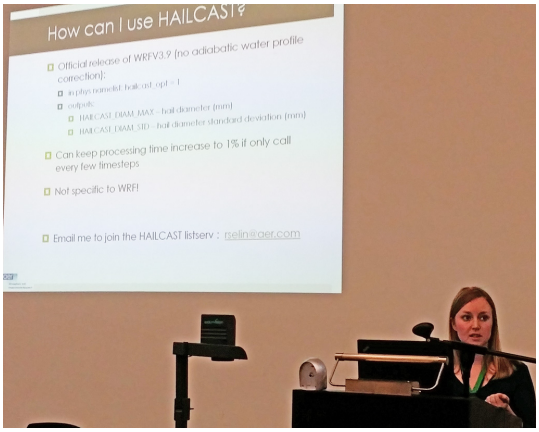


1.15 Rebecca Adams-Selin

Questa giovane ricercatrice della ditta "Atmospheric and Environmental Research" del Nebraska ha sviluppato un modulo per simulare la genesi di grandine in WRF. È

partita dal modello monodimensionale "HailCast" sviluppato anni fa dal canadese Julian Brimelow e lo ha esteso per girare in WRF (già disponibile dalla versione 3.9). In pratica partono da 5 classi di embrioni diversi immessi nella nube al livello di circa -13 °C e simulano l'accrescimento dei chicchi, utilizzando anche densità dei chicchi variabile e parametrizzazioni diverse per accrescimento secco (ambiente freddo, chicchi bianchi) o bagnato (ambiente vicino a 0 °C, strati trasparenti). Il risultato finale è la simulazione completa della grandine che dovrebbe raggiungere il suolo. Si trovano risultati anche molto diversi a seconda del tipo di microfisica configurato dentro WRF. Essendo un modulo quasi plug-&-play, consiglio a chi usa WRF di testarlo. Il modulo è stato presentato in Adams-Selin and Ziegler 2016: *Forecasting Hail Using a One-Dimensional Hail Growth Model within WRF*, MWR **144**, 4919-4939.





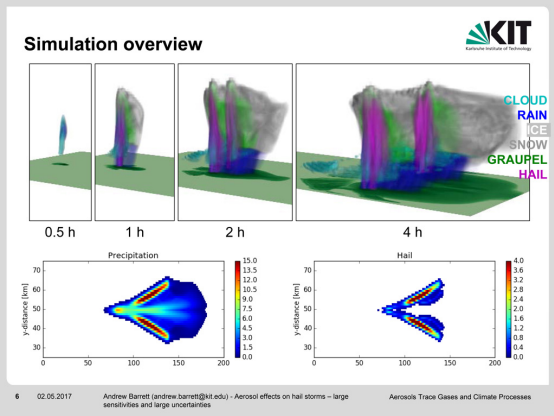
1.16 Ulrike Lohmann

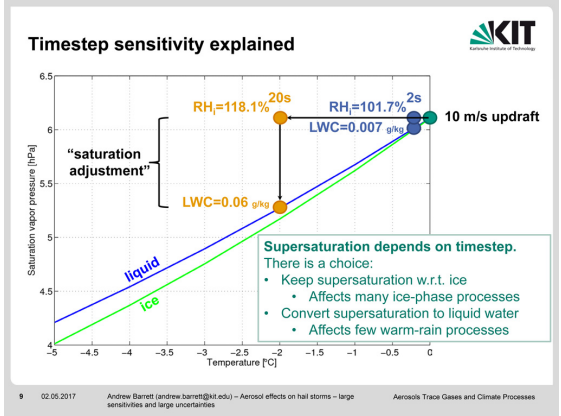
Questa famosa professoressa dell'ETH di Zurigo è un'esperta di microfisica e ha un laboratorio sito a circa 3500 m di quota, ovvero sul passo dello Jungfraujoch. In quelle condizioni osservano i cristalli di ghiaccio nelle nubi in fase mista (insieme alle goccioline di acqua sovraffusa), tramite uno visualizzatore olografico chiamato HOLIMO 3G. Per evitare aerosol dovuto all'inquinamento dei turisti che visitano il sito, stanno costruento un'apparecchiatura simile da montare sul tetto della gondola che va su e giù dalla montagna, in modo da fare dei profili microfisici a diverse altezze, per vedere la nube nelle diverse fasi, in un'atmosfera più "pulita". Vedi Beck et al. 2017: *HoloGondel: In situ cloud observations on a cable car in the Swiss Alps using a holographic imager*, Atmos. Meas. Tech. **10**, 459-476. Hanno anche una camera di nucleazione chiamata HINC, di cui trovate risultati in Lacher et al. 2017: *The Horizontal Ice Nucleation Chamber HINC: INP measurements at Conditions Relevant for Mixed-Phase Clouds at the High Altitude Research Station Jungfraujoch*, Atmospheric Chemistry and Physics, under review, open discussion. Interessante anche la sua analisi dell'effetto radiativo indotto dall'aerosol antropico

che trovate in Lohmann 2017: *Anthropogenic Aerosol Influences on Mixed-Phase Clouds*, Current Climate Change Reports **3**, 32-44.

1.17 Andrew Barrett

Questo ricercatore del KIT si è laureato a Reading discutendo una tesi dal titolo molto interessante: *Why cant models simulate mixed-phase clouds correctly*. A Berna ha fatto un'ottima presentazione sull'effetto dell'aerosol nei modelli, facendo diversi test con COSMO. Analizzando la letteratura trova risultati molto contrastanti tra di loro sugli effetti dell'aerosol: alcuni esperimenti numerici trovano più severe weather aumentando la concentrazione di CCN, mentre altri di meno. Per es. Khain et al. 2011: *The role of CCN in precipitation and hail in a mid-latitude storm as seen in simulations using a spectral (bin) microphysics model in a 2D dynamic frame*, Atmos. Res. **99**, 129-146, trova un aumento di grandine aumentando i CCN, mentre Noppel et al. 2010: *Simulations of a hailstorm and the impact of CCN using an advanced two-moment cloud microphysical scheme*, Atmos. Res. **96**, 286-301, trova risultati opposti. Secondo gli esperimenti di Barrett e colleghi il bandolo della matassa sta nel timestep d'integrazione usato nella simulazione e in particolare nell'aggiustamento della supersaturazione in ogni passo d'integrazione. Su tale argomento segnalo anche la brillate proposta di Thuburn 2017: *Use of the Gibbs thermodynamic potential to express the equation of state in atmospheric models*, QJ **143**, 1185-1196. Anche la diversa durata della simulazione, per la quale si va a valutare gli effetti dell'aerosol, può portare a conclusioni diverse. Per finire segnalo un articolo di Barrett che varrebbe la pena studiare: Barrett et al. 2015: *Synoptic versus orographic control on stationary convective banding*, QJ **141**, 1101-1113.

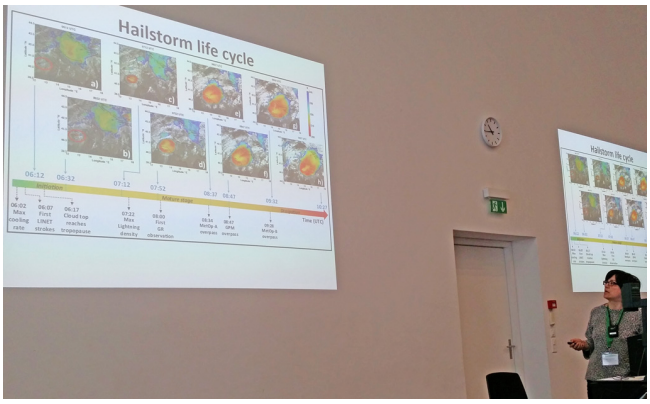


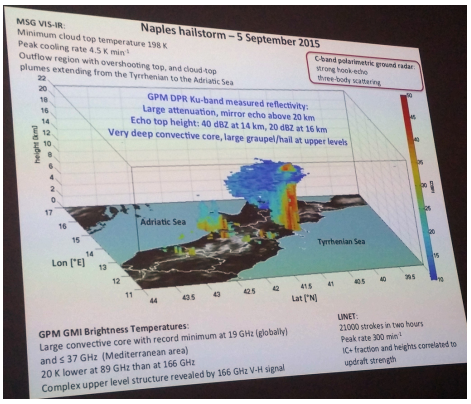


1.18 Anna Cinzia Marra

Questa ricercatrice dell'ISAC-CNR ha mostrato il famoso caso della grandinata (7-10 cm) di Napoli del 5 settembre 2015, quello di cui potete trovare in rete diversi video (es. https://www.youtube.com/watch?v=yarARzbkjI4). L'evento è stato ben

osservato dal passaggio della missione satellitare GPM, un satellite equipaggiato sia con radiometri alle microonde che con due radar, in banda Ku e Ka rispettivamente. Hanno usato anche le immagini MSG, del radar di Il Monte e i fulmini LINET. Questi ultimi hanno registrato 28177 fulmini dalle 7 alle 10 UTC nel dominio 2x4 gradi centrato sull'evento. Intorno alle 9 UTC la densità dei fulmini intra-cloud positivi (?) ha raggiunto valori di 1.2 fulmini/km^{2}min. I valori di brightness temperature misurati dal GPM a diversi canali mostravano valori abbastanza inferiori a quelli trovati in letteratura per discriminare temporali con grandine, in particolare a 18.7 GHz. Facendo un confronto con i diversi temporali osservati da GPM finora in tutto il mondo, il caso di Napoli si pone ai primissimi posti, se non al primo guardando il canale a 18.7 GHz. Il lavoro è stato pubblicato su Marra et al. 2017: *Observational analysis of an exceptionally intense hailstorm over the Mediterranean area: Role of the GPM Core Observatory*, Atmos. Res. **192**, 72-90. Alla gentile Anna Cinzia ho chiesto come mai non hanno mostrato delle simulazioni LAM di questo evento e lei mi ha confessato che Greg Tripoli (Wisconsin University) in persona ha provato a simularlo, senza però riuscire a tirar fuori un ragno dal buco. Questo fa capire quanto dei casi di grandine molto intensa siano ancora difficilmente riproducibili dagli attuali modelli.

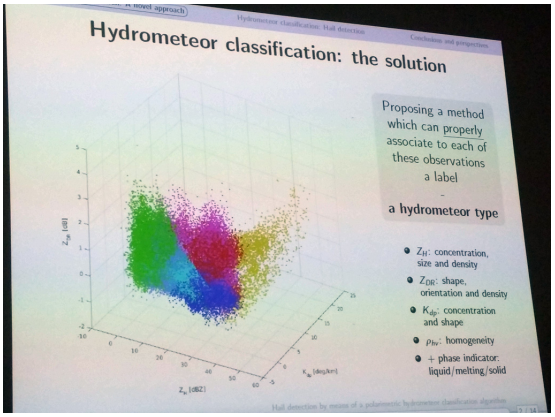


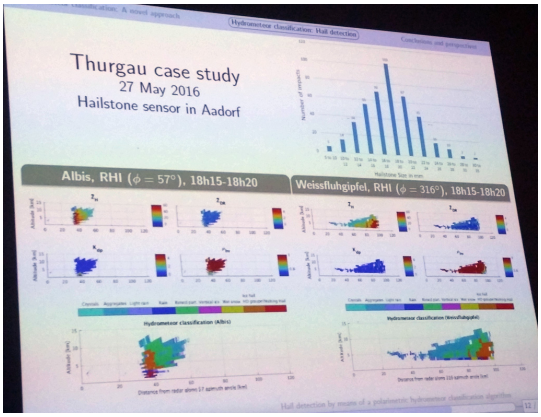


1.19 Jordi Figueras-i-Ventura

Il brillante esperto di radarmeteorologia attualmente in forza a Meteo–Swiss ha mostrato una delle poche presentazioni in cui non si usava Waldvogel 1979 per la detezione della grandine da radar. Infatti ha collaborato allo sviluppo di un nuovo metodo di detezione della grandine che utilizza tutte le misure polarimetriche. La filosofia è analoga a Bechini and Chandrasekar 2015: *A Semisupervised Robust Hydrometeor Classification Method for Dual-Polarization Radar Applications*, JTECH **32**, 22-47, ovvero usando un metodo non supervised, che quindi non impone soggettivamente le relazioni tra le variabili (come nella fuzzy–logic). Nel caso di Meteo-Swiss la fase di clustering delle misure polarimetriche ricavate dall'archivio storico viene fatta in modo un-supervised, ovvero totalmente guidato dai dati. Maggiori dettagli in Besic et al. 2016: *Hydrometeor classification through stati-*

stical clustering of polarimetric radar measurements: a semi-supervised approach, Atmos. Meas. Tech. **9**, 4425-4445. Adesso faranno una fase di verifica del metodo giovandosi dei loro 10 sensori automatici di detezione della grandine "Hailsens", prodotti dalla ditta InNET Monitoring.





2 Conclusioni

La seconda conferenza europea sulla grandine mi pare sia stata un successo, sia in termini di partecipazione che di qualità dei lavori presentati. Sono convinto che le nostre attuali conoscenze e gli attuali modelli meteorologici sono ancora ben lontani dal poter prevedere questo tipo di eventi e certamente gli studi su aerosol e microfisica sono quelli che, secondo me, potranno portare maggior giovamento. La grandine continua a fare moltissi danni economici e questo spinge le grosse compagnie assicurative a investire sulla ricerca (almeno questo accade in molti paesi Europei). Resta il problema dell'osservazione, visto che le reti di hailpads sono poche, gli strumenti automatici costano ancora troppo e la detezione da radar è o poco accurata (Waldvogel 1979) o, quando fatta con radar polarimetrici, dipende dal tipo di radar e necessita di un fine-tuning locale. In ogni caso, anche gli algoritmi di detezione da radar o da satellite necessitano di un "ground–truth" per la loro verifica. Dal punto di vista umano mi ha fatto piacere poter ascoltare e parlare con esperti giunti da tutto il mondo e mi pare che anche la mia presentazione sia stata apprezzata. La prossima conferenza dovrebbe essere tra 3 anni.

Visco, 14 giugno 2017.