



Assessorato all'Ambiente
della Provincia di Udine



Unione Meteorologica del
Friuli Venezia Giulia -ONLUS-

Manuale per l'osservazione e comprensione dei fenomeni atmosferici locali e violenti

a cura di
Arturo Pucillo

Trombe marine riprese nei pressi
di Lignano il 17 settembre 2002
(foto Dino Viezzoli)

L'autore ringrazia l'OSMER
Osservatorio Meteorologico
Regionale dell'ARPA FVG
per il materiale concesso e
per la collaborazione tecnica fornita.

Manuale per l'osservazione e comprensione dei fenomeni atmosferici locali e violenti

a cura di
Arturo Pucillo

MANUALE PER L'OSSERVAZIONE E LA COMPrensIONE DEI FENOMENI ATMOSFERICI LOCALI E VIOLENTI

E' con vivo piacere che l'Assessorato all'Ambiente della Provincia di Udine presenta questo manuale dedicato all'osservazione e alla comprensione dei fenomeni meteorologici locali e violenti. Il libro contiene una risposta ad alcune domande fondamentali che spesso ci poniamo sul maltempo locale e violento: che cosa significa, che cosa identifica, come, quando, dove e perché si manifesta, come si prevede. Con un'illustrazione ricca e completa per ciascuna tipologia di evento atmosferico (il temporale violento, la grandine, il tornado, il colpo di vento e il rovescio di pioggia), il manuale fornisce una spiegazione precisa e puntuale e allo stesso tempo semplice e concreta alle domande sopra citate. Su queste tematiche, con cui dobbiamo confrontarci sempre più spesso, desidero sottolineare due concetti che non dovremmo mai dimenticare, la conoscenza da un lato e la nostra vulnerabilità dall'altro. La conoscenza è l'unica strada per migliorare la qualità della vita, i rapporti tra le persone e anche l'atteggiamento che ognuno di noi dovrebbe tenere nei confronti dell'ambiente, del clima e dei fenomeni che lo caratterizzano. Tuttavia, anche se ciò può sembrare paradossale, è anche vero che, nonostante il continuo incremento del nostro grado di conoscenza, assistiamo ogni giorno a fenomeni naturali, anche sconvolgenti, sui quali l'uomo difficilmente riesce ad intervenire.

La ricerca di nuove strade per dominare tali fenomeni della natura, o almeno per limitare i danni da essi provocati, è continua ed inarrestabile, anche se spesso dobbiamo constatare l'impotenza dell'uomo dinanzi a questi avvenimenti. La conoscenza diventa allora un modo per accettare i propri limiti di fronte alle forze della natura e del clima. In questo senso questa pubblicazione ci spiega e ci fa comprendere come l'esistenza di fenomeni meteorologici incontrollabili debba essere studiata, ma anche compresa ed accettata.

**L'Assessore all'Ambiente
della Provincia d Udine
Dott. Loreto Mestroni**

Queste brevi pagine sono state realizzate con lo scopo di informare sull'esistenza e pericolosità di taluni fenomeni atmosferici, il più delle volte difficilmente prevedibili e pertanto non annunciati con il dovuto anticipo dagli organi d'informazione, capaci di incidere in misura significativa sulle attività antropiche e di introdurre un fattore di rischio concreto per la sopravvivenza stessa, in alcuni casi, dell'uomo. Vi saranno diverse sezioni dedicate alla fenomenologia con approfondimenti, curiosità e suggerimenti per affrontare con serenità ed in sicurezza anche le situazioni apparentemente più critiche.

Iniziamo con **quattro domande fondamentali** sull'argomento:

Local Severe Weather:

- 1- Cosa significa?
- 2- Cosa identifica?
- 3- Come, quando, dove, perchè si manifesta?
- 4- Come si prevede?

Le risposte saranno articolate, talora complesse, ove possibile capaci di interpretare la sensibilità comune verso l'atmosfera e le sue manifestazioni.

COSA SIGNIFICA?

I fenomeni di **Local Severe Weather** (che d'ora in avanti abbrevieremo con l'acronimo **LSW**), in italiano *maltempo locale violento*, individuano un insieme articolato e vasto di eventi atmosferici caratterizzati da particolare intensità, localizzazione e brevità. Nel senso comune il fenomeno che per primo viene in mente è il temporale: è bene non lasciarsi ingannare in quanto fenomeni di LSW possono manifestarsi anche in forme diverse dal temporale!



COSA IDENTIFICA?

Analizziamo ora i fenomeni di LSW più comuni:

- Il **temporale violento**
- La **grandine** con chicchi di diametro maggiore o uguale a 2 cm
- Il **tornado**
- Il **colpo di vento** con velocità istantanea superiore a 90 km/h
- Il **rovescio di pioggia** con tasso di precipitazione superiore a 60 mm/h

C'è da dire che gli ultimi quattro fenomeni il più delle volte si associano proprio al temporale; se anche d'ora in avanti li tratteremo separatamente, si tenga presente che essi possono trovarsi spesso concomitanti durante un temporale.

Il temporale

Si definisce convenzionalmente temporale un fenomeno atmosferico tale che da una nube particolare (cumulonembo) si generi almeno un fulmine (con relativo tuono). Evidentemente un temporale caratterizzato da un solo fulmine e da una pioggia moderata non potrà essere catalogato come LSW! Analizziamo quindi quali sono i temporali che possono dar luogo a fenomeni di LSW: in generale quelli caratterizzati da una singola cella non danno luogo a fenomeni particolarmente violenti. E' necessario che vi siano due o più celle temporalesche, capaci di interagire in varia misura tra di loro per convertire sotto forma di precipitazione, vento e fulmini tutta l'energia in gioco. Parleremo quindi di *temporali multicellulari*. A seconda dell'intensità e del grado di interazione delle celle che compongono il sistema potremo individuare altri sottogruppi:

- 1- MCS (*Mesoscale Convective System*): temporale multicellulare con interazione tra le singole celle temporalesche, capace di durata superiore ai 30' e di continua rigenerazione. Ammette disposizione in geometria circolare o lineare, nel qual caso parleremo di Squall Line o Linea di Gruppo.
- 2- MCC (*Mesoscale Convective Complex*): è un MCS con particolari caratteristiche di intensità e durata (diverse ore).
- 3- Supercella: è una possibile evoluzione del temporale multicellulare in cui le singole celle concorrono a costituire l'impalcatura per un'unica figura temporalesca, in genere molto intensa, caratterizzata da un moto rotatorio proprio e parzialmente svincolata dalla circolazione atmosferica gen-

erale. I temporali a supercella rappresentano una piattaforma ideale per lo sviluppo di tornado e grandinate distruttive.

Ci soffermiamo ora su un aspetto del temporale che più concretamente di altri può determinare rischio anche mortale per l'uomo: **il fulmine**.

Il fulmine in generale si definisce come una forma visibile di scarica elettrica prodotta dal temporale, classificata come elettrometeora. Si distinguono principalmente fulmini che si articolano tra due nubi o tra una nube ed il suolo. A noi interessano questi ultimi.

Molte volte ci saremo posti diversi interrogativi riguardo al fulmine: il fatto che sia un fenomeno che si costruisce segretamente e poi appare quando ormai è inutile prevederne l'evoluzione ci spaventa e ci affascina. Proviamo allora a darci qualche semplice risposta



Dove si abbatte il fulmine?

Prevalentemente in punti che sporgono rispetto agli altri oggetti nei dintorni (alberi isolati, antenne, torri, ecc.). E' fondamentale sapere che anche le immediate vicinanze (fino a 40 m dall'oggetto) risultano pericolose! Il materiale dell'oggetto non è determinante: chi crede il contrario rischia grosso nel momento critico di un temporale. Tuttavia materiali con buona conducibilità elettrica saranno generalmente prediletti dal fulmine.

Anche il corpo umano è un "materiale" con buona conducibilità elettrica?

Sfortunatamente il corpo umano, fatto in prevalenza di acqua, è un discreto *conduttore* ricoperto da un *isolante* (la pelle). Esso può essere interessato in diversi modi dal fulmine:

- 1- Impatto diretto: la vittima può sperimentare differenze di potenziale prossime ai 14 milioni di Volt: ne conseguono ustioni, esplosioni di liquido subcutaneo, ferite molto nette ed incontrollate reazioni del sistema nervoso.
- 2- Impatto indiretto: è stato sperimentato che fino a 40 metri dal punto d'impatto del fulmine si genera una differenza di potenziale molto elevata, che si riduce allontanandosi dal centro dell'impatto. Quando cade un fulmine, le cariche elettriche che arrivano dalla nube cercano di disperdersi rapidamente sul terreno allontanandosi dal punto dell'impatto. Il loro moto avviene lungo dei cammini che offrono la minore resistenza. Il nostro corpo è un conduttore migliore rispetto al terreno, quindi le cariche fluiscono attraverso di esso: è la cosiddetta "corrente di passo". Accade lo stesso se tocchiamo un albero mentre vi cade un fulmine, o se tocchiamo il cavo di assicurazione di una via ferrata in montagna.

Casa mia è un posto sicuro?

In linea di massima sì, come anche un qualsiasi luogo chiuso, basta restarvi all'interno senza contatti con l'esterno, preferibilmente su di una superficie isolata (non toccare tubi dell'acqua, cavi elettrici, apparecchi ed elettrodomestici, non aprire le finestre o ancor peggio affacciarvisi). La cosiddetta Gabbia di Faraday sostanzialmente è una realtà, anche se il fulmine è talmente imprevedibile e sfuggente che in linea di principio se ne infischia delle nostre spiegazioni più o meno scientifiche!

E la mia macchina?

Anche l'automobile offre un riparo ragionevolmente sicuro... ma attenzione! Il discorso non vale per le vetture cabriolet anche se con la capote alzata.

Se sono lontano da casa mia e mi sorprende il temporale?

Niente paura, basta che nelle vicinanze ci sia un posto riparato dove andare: andranno bene costruzioni con struttura metallica, vagoni del treno, cabine telefoniche, caverne (ma non all'ingresso!); al limite va bene anche un bosco con alberi tutti di altezza simile e non troppo radi, una capanna o baracca, un fienile; potrebbe salvarci anche stare sotto una condotta dell'alta tensione (ma non vicino ai tralicci!).

E se non ho nessun posto riparato in cui andare?

Allora sarà bene seguire alcuni consigli pratici che aumentano le probabilità di salvarsi: ci si può proteggere dalle scariche in posizione rannicchiata preferibilmente in conche o ribassamenti del terreno senza appoggiarsi con le mani, avendo i piedi ben uniti (ricordarsi della corrente di passo...); se si è in gruppo, vietato tenersi per mano (ancora la corrente di passo...)! Sono invece da evitare alberi isolati (starne lontani

più di 30-40 metri!), i bordi di un bosco con alberi ad alto fusto, gli oggetti alti (gru, tralicci, torri), i corsi d'acqua, i laghi e le piscine; bisogna anche disfarsi di eventuali oggetti sporgenti che si portino con sé (un escursionista dovrebbe sbarazzarsi di picozze e bastoncini telescopici, un pescatore della canna da pesca, un cacciatore del fucile, e così via).

Qual è la probabilità che un fulmine mi cada sulla testa?

Chi conosce la penna, i colori e la fantasia di Goscinny e Uderzo sa che Abraracourcix, il capo supremo della tribù gallica di Asterix, temeva che il cielo gli cadesse sulla testa. Ebbene il fulmine è un pezzo di cielo che ci può cadere sulla testa, e il superstizioso timore gallico può e deve diventare il nostro timore molto più realistico. Da studi condotti negli USA risulta che c'è una probabilità annua di 1 persona colpita su 280000 e di 1 edificio colpito su 200!

Per saperne di più

Un fulmine nube-suolo inizia la sua brevissima vita (dell'ordine delle decine di millisecondi) all'interno della nube temporalesca, quando un canale di cariche negative esce dalla base della nube e, sotto l'influenza del campo elettrico presente tra la nube ed il suolo, si propaga verso il suolo attraverso una serie di segmenti lunghi fino a 30 metri; in genere compie questo percorso in tempi dell'ordine delle decine di millisecondi, a seconda della tortuosità del cammino. Quando si avvicina al suolo, questo canale di cariche negative, detto pilota, porta con sé una differenza di potenziale enorme con il suolo stesso: fino a 100 milioni di Volt! A questo punto una grandiosa quantità di cariche fluisce dall'area del suolo interessata (e dagli oggetti ivi presenti) verso il canale di cariche pilota, provocando diversi effetti: il canale pilota risulta connesso con il suolo e di conseguenza le cariche dalla nube scendono attraverso di esso per raggiungere il suolo, dando luogo al processo di scarica. Contestualmente un'onda di corrente fluisce dal suolo verso la nube generando la scia luminosa che noi chiamiamo fulmine. La corrente che si genera a terra è pari a 30000 Ampère ed è raggiunta in tempi dell'ordine del microsecondo, mentre in altri 50 microsecondi diminuisce fino a dimezzarsi. Il campo elettromagnetico che ne risulta tende ad "occupare" tutte le porzioni di atmosfera che sono state interessate dai canali di cariche pilota: per questo motivo spesso e volentieri il fulmine non appare come un unico tubo luminoso ma mostra numerose ramificazioni più o meno evidenti. Inoltre, dopo che tutta la carica è fluita attraverso il canale pilota verso il suolo, possono passare dai 20 ai 50 millisecondi prima che un altro canale pilota si insinui sulle tracce del suo predecessore (semprechè vi sia quantità di carica sufficiente all'interno della nube) che ormai gli ha aperto una "corsia preferenziale", dando luogo alla ripetizione del fulmine. Ecco perchè è anche frequente vedere un fulmine ripetuto più volte nell'arco di un'unica scarica apparente. Solitamente i fulmini secondari sono meno articolati ed intensi dei loro progenitori. Da notare una cosa: esistono anche fulmini che portano cariche positive dalla nube al suolo: essi sono molto più rari (poche unità percentuali rispetto alla totalità dei fulmini nube-suolo) ma più intensi (o meglio, generano campi elettrici più intensi) e pertanto potenzialmente più distruttivi. Inoltre non seguono lo schema della ripetibilità visto con gli altri fulmini (NOAA Technical Memorandum ERL NSSL -102).

Il tuono si genera invece per l'intenso riscaldamento impulsivo che subisce la colonna d'aria interessata dal passaggio della corrente elettrica: in meno di un secondo l'aria si scalda fino a temperature comprese tra 15000 e 35000 gradi Celsius!! Pertanto essa si espande violentemente dando luogo ad un suono molto forte, che si ode anche a distanze ragguardevoli (fino a 20 km se non c'è pioggia o vento).

In Friulano il temporale viene chiamato **burlaç** mentre il termine, anche se desueto, che indica il fulmine è **tarlup**.

La grandine

La grandine è un fenomeno atmosferico catalogato come litometeora, il cui parametro caratterizzante è il diametro dei chicchi.

Si definisce grandine una precipitazione di acqua allo stato solido sottoforma di palline o solidi irregolari, di diametro superiore a 5 mm, prodotta sempre da *nubi convettive*, quasi sempre da *cumulonembi*. Affinchè una grandinata sia classificabile come LSW deve contenere chicchi di diametro maggiore o uguale a 2 cm.

Facciamo un po' di conti: se consideriamo un chicco di grandine di diametro 2 cm - proprio il limite minimo per essere considerato LSW! - e supponiamo che inizi a precipitare da fermo a partire da una quota di circa 3000 metri - in realtà chicchi di grandine possono iniziare a precipitare da quote ben più elevate - otterremo che al suolo avrà una velocità compresa tra 25 e 30 m/s, ossia tra 90 e 110 km/h! Immaginiamo che un cubetto di ghiaccio ci cada in testa a quella velocità...

Scala	Danni più frequenti	Dimensioni
0	Grandine leggera, nessun danno	< 5 mm
1	Petali dei fiori strappati	5-10 mm
2	Foglie strappate, alberi da frutto parzialmente danneggiati	11-15 mm
3	Danni a pannelli di vetro degli abbaini, cortecce di alberi graffiate, formazione di bozzi nelle carrozzerie delle vetture, alberi da frutto seriamente danneggiati	16-20 mm
4	Alcune finestre di case e parabrezza di automobili incrinati; porte a vetri danneggiate; danni alle tettoie ed ai tetti più leggeri; danni più estesi alle carrozzerie dei veicoli; rami secondari degli alberi divelti; muoiono alcuni uccelli tra i più piccoli se esposti alla precipitazione	21-30 mm
5	Alcuni tetti seriamente danneggiati; molte finestre distrutte; danni ai tetti ed alle finestre rinforzate; carrozzerie della maggior parte dei veicoli visibilmente danneggiate; carlinghe degli aerei più leggeri danneggiate; rischio di ferite anche mortali negli animali più piccoli; rami più grossi divelti dagli alberi	31-45 mm
6	Molti tetti e coperture seriamente danneggiati; tettoie ed insegne distrutte; coperture e strutture in metallo incrinata, in alcuni casi bucate; muri in mattoni leggermente graffiati; stipiti e cornici di legno delle finestre strappate via	46-60 mm

7	Gran parte dei tetti in tegole o piastrellature o travi fracassati; tetti in metallo diffusamente abbozzati; muri in mattoni o pietre visibilmente segnati; carrozzerie di automobili e carlinghe di aerei leggeri seriamente o irreparabilmente danneggiate	61-80 mm
8	Tetti di cemento seriamente danneggiati; tetti in tegole o travi completamente distrutti. Sedi stradali danneggiate; carlinghe di aerei commerciali seriamente danneggiati; piccoli alberi abbattuti; rischio di gravi ferite alle persone che si trovassero all'aperto	81-100 mm
9	Muri di cemento segnati; tetti di cemento distrutti; muri di case in legno completamente squarciati; alberi a grosso fusto abbattuti; rischio di ferite mortali per le persone che si trovassero all'aperto.	101-125 mm
10	Case in legno distrutte; case in mattoni seriamente danneggiate; forte rischio di ferite mortali per le persone che si trovassero all'aperto	> 125 mm

Un'organizzazione meteorologica inglese, la TORRO (**TOR**nado and storm **R**esearch **O**rganization), ha proposto una scala suddivisa in 10 classi più una in relazione ai danni che la grandine può provocare su persone o cose:

Le classi dalla 4 alla 10 rientrano nella classificazione LSW che ci interessa.

La regione Friuli Venezia Giulia è soggetta alla grandine; studi compiuti in passato prima dal Centro Ricerche sulla Grandine dell'ERSA, in seguito dall'OSMER, hanno prodotto diversi lavori inerenti, di cui riportiamo per informazione alcuni risultati:

Giorni all'anno con grandine (almeno una grandinata registrata): **55**

Giornate temporalesche all'anno (almeno un fulmine registrato): **92**

Mesi più grandinigeni: **Giugno e Luglio**

Periodo con maggior frequenza di grandinate: **pomeriggio.**



Grandine di piccole dimensioni... i chicchi più grossi possono avere un diametro pari alla lunghezza della foglia stessa!!

In Friulano la grandine viene chiamata **tampieste.**

Il tornado

Molti di noi sentono parlare di tornado in USA ed in Australia, e di trombe d'aria in Italia, pensando che qui da noi le cose accadano in piccolo, e non vi sia niente a che spartire con le grandi stagioni tornadiche che tanto danno arrecano all'uomo nelle grandi pianure nordamericane. Diciamolo subito, a scanso di equivoci: tornado e tromba d'aria sono sinonimi, identificano entrambi una colonna d'aria in rotazione molto rapida ed impetuosa, discendente per lo più da un cumulonembo, la cui velocità di rotazione può avvicinarsi ai 500 km/h. Gli USA e l'Australia vantano il triste primato quanto a frequenza annua di tornado, mentre in Italia sono fenomeni ben più sporadici, ma nella storia delle osservazioni meteorologiche, specie negli ultimi anni, spiccano evidenze di tornado piuttosto consistenti.

Il tornado può avere diverse origini: può essere generato in seno ad una supercella dotata di moto rotatorio proprio (il mesociclone), oppure può nascere dall'interazione tra venti sovrapposti negli strati prossimi al suolo provenienti da direzioni diverse (si chiamano in gergo *gustnado* e sono meno intensi); se avvengono sulla superficie del mare li chiamiamo trombe marine.

Il tornado è **SEMPRE** un fenomeno di LSW. La classificazione dell'intensità di un tornado è legata, attraverso la cosiddetta scala Fujita, ai danni prodotti sul territorio: è un po' il corrispettivo della *scala Mercalli* per i terremoti.

Scala F	Descrizione	Velocità del vento	Danni arrecati
F0	Tornado debole	70-130 km/h	Alcuni danni ai comignoli; rottura di alcuni rami degli alberi; divelti alberi con radici poco profonde; danni ai cartelli stradali.
F1	Tornado moderato	130-200 km/h	Il limite inferiore corrisponde a venti di uragano; volano le tegole dei tetti; caravan e case mobili rovesciate; automobili in moto spostate al di fuori della sede stradale; garage separati dalle case possono essere distrutti.
F2	Tornado significativo	200-280 km/h	Danni considerevoli. I tetti vengono scoperchiati; caravan e case mobili vengono distrutte; grossi alberi spezzati o sradicati; piccoli oggetti vengono lanciati in aria a forte velocità (i cosiddetti missili).
F3	Tornado forte	280-360 km/h	Tetti ed alcuni muri vengono strappati alle strutture portanti delle case; i treni vengono ribaltati; la gran parte degli alberi vengono sradicati
F4	Tornado devastante	360-470 km/h	Case anche ben costruite vengono pesantemente danneggiate; strutture con piccole fondamenta vengono abbattute e spostate a distanza; automobili ed oggetti anche molto pesanti diventano potenziali missili.

F5	Tornado estremo	470-570 km/h	Case dalle solide fondamenta e dai muri pesanti vengono abbattute e spostate a distanza; automobili vengono lanciate come missili a più di 100 metri di distanza; strutture rinforzate vengono pesantemente danneggiate o distrutte.
F6	Tornado incommensurabile	570-680 (>) km/h	Venti assolutamente inimmaginabili. I danni prodotti da questi tornado non potrebbero essere ricondotti direttamente al vento in quanto i missili (automobili, camion e quant'altro) produrrebbero danni secondari della stessa portata di quelli diretti. Definire un tornado di questa intensità dovrebbe essere possibile solo tramite studi ingegneristici degli effetti sul terreno.

Teniamo presente che le dimensioni del tornado non sono direttamente legate alla sua intensità! Esse, invece, possono essere legate allo stadio evolutivo: un piccolo tornado può essere quel che resta di uno più grosso, pur conservandone gran parte della forza distruttrice.

Oltre a questa fonte di incertezza nel valutare il pericolo di un tornado in avvicinamento, vediamo riassunte le principali mistificazioni che girano (specie negli USA, di frequente colpiti da questa calamità) intorno al tornado:

I sottopassaggi delle sopraelevate rappresentano un posto sicuro ove rifugiarsi in caso di tornado.

Aprire le finestre di casa per compensare gli sbalzi di pressione tra interno ed esterno della casa impedisce al tornado di produrre danni eccessivi.

Il tornado lascia in pace le grandi città.

Le aree in prossimità di fiumi, laghi e montagne sono esenti da tornado.

Sarà bene tener presente che nessuna di queste affermazioni corrisponde a verità!!

Ci potremmo chiedere ora chi è più a rischio in presenza di un tornado...

Gli automobilisti

Le persone più anziane, i bambini, chi lamenta handicap fisici o mentali.

Persone in caravan o case mobili.

Stranieri che non comprendono la lingua del Paese in cui si trovano, quindi non fruiscono di utili informazioni per scampare al pericolo.

La scala Fujita non si tratta solo di una scala di pericolo oggettiva, legata cioè alla pericolosità intrinseca del tornado, ma è una scala soggettiva, che tiene conto anche delle eventuali limitazioni delle persone che si trovano a dover fronteggiare l'emergenza!

Per saperne di più

Interessante è capire la formazione dei tornado e le condizioni che ne facilitano la comparsa; quasi sempre alla genesi di un fenomeno atmosferico fanno da corollario parecchi avvenimenti non manifesti ma fondamentali per spiegare l'evento visibile che li accompagna. Andiamo quindi a sbirciare cosa accade prima della formazione di una nube temporalesca capace di produrre un tornado.

Nelle fasi precedenti lo sviluppo della nube può capitare che vi siano su diversi strati di atmosfera sovrapposti venti orientati diversamente e con diverse intensità: si crea così una situazione di forte shear verticale. Tale situazione provoca la formazione di ideali figure cilindriche orizzontali di aria caratterizzate da rotazione intorno al loro asse: sono i cosiddetti tubi di vortice. Quando si creano i presupposti per la formazione della nube temporalesca e quindi si innescano i processi di sollevamento forzato dell'aria dal suolo verso l'alto, tali tubi di vortice vengono contestualmente sollevati: essi si arcuano verso l'alto offrendo ad un osservatore virtuale, che ne catturi con qualche mezzo tecnologico la geometria, una disposizione a "ferro di cavallo". Uno dei due segmenti di tale figura risulterà dotato di una rotazione più decisa e convinta, probabilmente ove lo shear era inizialmente più marcato. Proprio in corrispondenza di questi tubi di vortice, per attrito, anche l'aria circostante assume un moto che ora è rotatorio rispetto ad un asse verticale, e così tutta la nube che nel frattempo si è andata formando si mette in rotazione. Quando l'energia in gioco è sufficiente, tale rotazione tende ad intensificarsi e a concentrarsi verso la base della nube: si ha in questo caso la formazione di un mesociclone, ossia una nube ruotante (indipendentemente dalla rotazione terrestre), da cui può svilupparsi, in ultima analisi, un tornado.



*Tornado di Villalta di Fagagna
del 26 Marzo 2001
immortalato dall'obiettivo di
Christian Kompare*



*Tornado di forte intensità
direttamente dalle pianure
USA*

In Friulano esistono molti vocaboli utilizzati per indicare il tornado; tra questi ricordiamo **bisson**, **bisseboghe**, **code-musse**, **codebave**, **seon**, **seonere** e **foradorie**.

Il colpo di vento

Spesso sottovalutiamo l'intensità che può essere raggiunta dal vento durante un temporale, specie se esso non si trova nelle condizioni di generare un tornado (e quindi introdurre altri grattacapi alla popolazione...). Qualche esempio:

Verona, 9 Agosto 2001 (fonte www.meteoverona.it): raffica massima 174 km/h

Sirmione (BS), 5 Agosto 2002 (fonte www.giornaledibrescia.it): raffica massima di 132 km/h

Collina di Forni Avoltri (UD), 17 Novembre 2002: raffica massima stimata oltre i 120 km/h

E questi sono solo alcuni esempi. Si vede chiaramente che rientriamo in fenomeni LSW, specie in quanto associati a fenomeni temporaleschi.

Per saperne di più

Quali sono i fenomeni legati ai temporali che provocano più di frequente raffiche di vento?

Sicuramente anche un singolo temporale (per intendersi quelli che si formano d'estate a causa del surriscaldamento del terreno) può produrre raffiche di vento discendente dal temporale stesso. Tuttavia esistono configurazioni più favorevoli a tale evenienza: ad esempio i sistemi temporaleschi multicellulari (MCS o MCC) possono produrre notevoli raffiche di vento grazie alla dinamica di interazione tra le varie celle che compongono il temporale. Esistono inoltre alcune aree adiacenti una formazione temporalesca in cui si possono produrre raffiche di vento: il cosiddetto "fronte delle raffiche" (in inglese "gust front") rappresenta l'avamposto dell'aria che discende dal nucleo del temporale e che può estendersi per qualche decina di chilometri all'esterno delle zone colpite dalla pioggia, e perciò può risultare inaspettato.

Perchè la raffica di Bora non è considerata LSW?

E' una questione di dimensioni globali del fenomeno: la Bora, pur rientrando nel range di intensità dei fenomeni LSW, non vi rientra quanto a brevità e localizzazione: ha origini remote (il Bassopiano Sarmatico) ed ha elementi scatenanti che sicuramente non si limitano ad una scala locale. La raffica di Bora quindi rientra in un meccanismo meteorologico molto più generale e sicuramente meglio prevedibile di un qualsiasi altro fenomeno LSW!

In Friulano il colpo di vento viene chiamato **boje** o **bojadice**



© 1992 Ronald L. Hille

Splendida immagine di una forte corrente discendente dal temporale (sulla destra dell'osservatore) che si diffonde orizzontalmente al suolo, a sua volta portando alla condensazione dell'aria preesistente (baffi scuri al centro della foto)

Il rovescio di pioggia

Cosa intendiamo per rovescio di pioggia? La definizione esatta di rovescio è una precipitazione (sottoforma di acqua liquida o solida) caratterizzata da improvvisa comparsa e scomparsa, rapidi cambiamenti nell'intensità e rapidi mutamenti nell'aspetto che conferisce al cielo. Del rovescio si misura il tasso di precipitazione, ossia la quantità di acqua che cade al suolo (per unità di superficie) in un'ora. Diremo che un rovescio è LSW se verifica un rateo di precipitazione pari o maggiore a 60 mm/h.

La preoccupazione maggiore che riguarda la pioggia è la capacità del terreno ove essa si abbatte di sopportarne la quantità e l'intensità: un terreno secco e inaridito, quindi reso impermeabile da lunga siccità, faciliterà lo scorrimento superficiale dell'acqua precipitata determinando fenomeni alluvionali anche molto gravi (Val Canale, Agosto 2003). D'altra parte un terreno carsico, estremamente permeabile, non risentirà eccessivamente della pioggia caduta... non essendo possibile nè scientificamente corretto catalogare fenomeni atmosferici in base a "feedback" geologici si è posto il limite di 60 mm/h come discriminante tra fenomeni LSW e fenomeni non LSW, rappresentando tale valore un rischio, se non per la zona in cui viene raggiunto, almeno per le zone adiacenti o limitrofe ove tale fenomeno può ripercuotersi anche un po' di tempo dopo: ad esempio, un intenso e prolungato rovescio di pioggia in territorio montano può non incidere su quell'area e invece portare ad una devastante piena alluvionale nelle zone di pianura solcate dai fiumi afferenti al bacino interessato dall'evento (vedi Pordenone 2002).



Ha un nome il "muro di pioggia" che delimita il rovescio?
Sì, gli inglesi lo chiamano "*rain curtain*", che significa "tenda di pioggia", ed è un termine da palcoscenico... signori, va in scena la pioggia!!!

COME, QUANDO, DOVE, PERCHE' SI MANIFESTA?

I fenomeni di LSW rappresentano una realtà con cui siamo costretti a convivere nelle nostre zone, per diversi motivi:

- 1- Climatologia: zona temperata. La zona temperata è climatologicamente sede di scambi anche vivaci tra le masse d'aria dalle caratteristiche diverse: artica, polare, tropicale, equatoriale. E' intuitivo che più sono accentuate le differenze tra masse d'aria che vengono a contatto più sono violenti i fenomeni che ne liberano l'energia latente.
- 2- Meteorologia: dalle Alpi al mare. La nostra regione si trova in uno stretto lembo di terra in cui vi sono al massimo 80 km tra Alpi e mare. Le masse d'aria interagiscono con entrambi in modi diversi: dinamicamente coi primi, termodinamicamente con il secondo. I nostri monti, infatti, per quanto affascinanti, severi ed impegnativi, sono più bassi dei loro fratelli veneti, trentini, lombardi ed ancor più piemontesi, quindi lasciano sovente qualche spiraglio all'aria fredda che preme dal freddo nord Europa. Spesso questi spiragli fanno sì che si organizzino fenomeni locali e violenti, quindi LSW. Il mare Adriatico, bacino inesauribile di umidità e spesso di calore, non fa altro che garantire riserve di energia all'atmosfera che vi si serve a man bassa quando c'è da accendere i fuochi artificiali!

Vediamo nel dettaglio grafico i tipi di configurazione meteorologica che in genere (ma non sempre!) si associano a fenomeni LSW.



Sovrapposizione di correnti diverse, venti intensi e divergenti in quota, effetto di sbarramento (Stau) sulla barriera prealpina.... tutti ingredienti per la miscela LSW!



COME SI PREVEDE?

Infine affrontiamo uno dei problemi più spinosi della meteorologia applicativa: la previsione.

Una cosa dev'essere chiara fin da subito: il meteorologo è una figura fondamentale nel saper riconoscere ed interpretare i segnali che il tempo (quello meteorologico) invia. E' coadiuvato in quest'arduo compito da una serie di strumenti, pratici e concettuali, spesso affidati alle cure potenti e veloci dei computer. L'atmosfera è un sistema fisico, e come tale può essere semplificato e schematizzato: in particolare viene ridotto ad una griglia tridimensionale di punti su ognuno dei quali si va a vedere come diverse grandezze, dirette o derivate, evolveranno nel tempo.

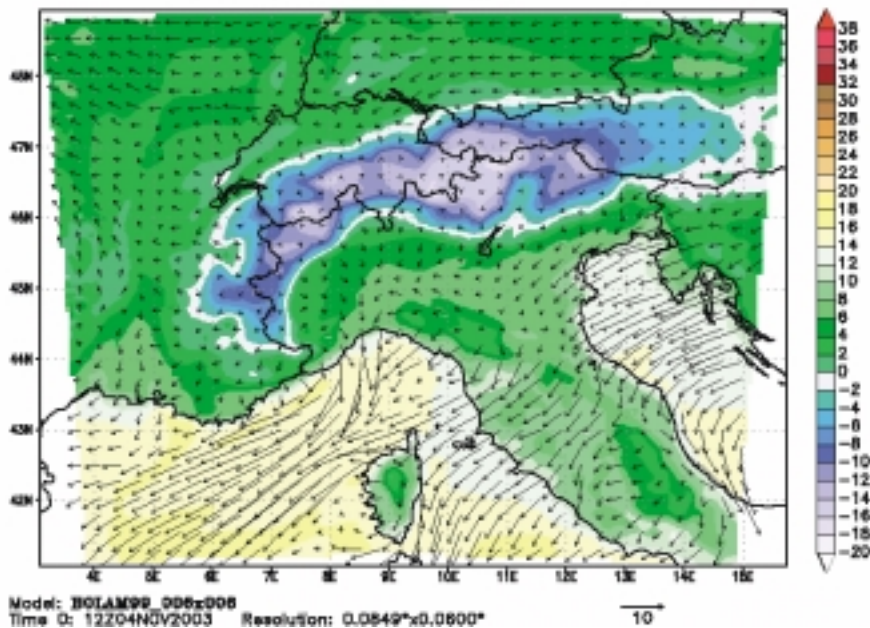
Il numero di grandezze coinvolte nell'analisi dipende dalla potenza dei calcolatori che le gestiscono. Tale procedimento predittivo prende il nome di **modello numerico di previsione**.

Tuttavia abbiamo detto che si tratta di una semplificazione, che rende discreto un mondo in realtà continuo: in particolare attualmente la distanza tra due punti della griglia può essere ridotta ad alcuni chilometri (sono 6,5 km nel caso delle mappe BOLAM dell'università di Bologna, vedi figura), mentre nella realtà essa dovrebbe essere praticamente nulla! Ecco dove l'abilità interpretativa provvede ad un'armoniosa attenuazione delle spigolose proiezioni proposte dalle uscite dei modelli.

Per quanto riguarda i fenomeni LSW, inoltre, non è stato ancora possibile determinarne la fisica con soddisfacente approssimazione: ancora troppi e troppo oscuri sono gli interrogativi che ruotano vorticosamente all'interno di un tornado!

ARPAE (Genoa - Italy) - DDT (Genoa - Italy) - ISAC-CNR (Bologna - Italy)
2 m Temperature [C] and 10 m wind vectors [m s⁻¹]

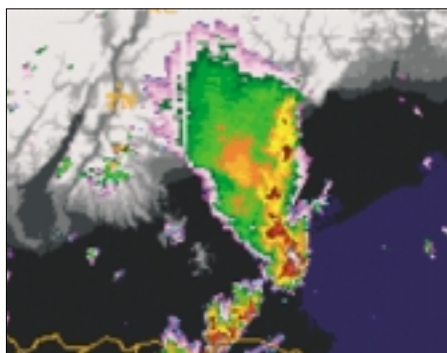
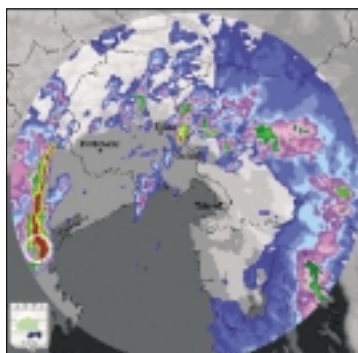
06Z Wed 05 NOV $\tau = 18h$ - surface



Nell'immagine la rappresentazione grafica dell'uscita di un modello numerico fisico-matematico (BOLAM) che molto aiuta chi fa previsioni del tempo... molto ma non troppo!

I modelli numerici, creati dall'uomo, ne rispecchiano le incertezze, e non sono capaci di prevederli. Pertanto entra in gioco l'accuratezza nelle **osservazioni**: anche in questo campo all'occhio umano si unisce l'occhio di un apparecchio, che non ne sostituisce di certo l'inimitabile capacità di cogliere sfumature, colori e soprattutto movimenti, ma ne completa l'efficacia producendo immagini di cose che l'oc-

chio umano non può vedere: il **radar meteorologico**. In seguito agli sforzi bellici della seconda guerra mondiale è stata sviluppata un'apparecchiatura denominata RADAR (RADio Detection And Ranging) che invia impulsi elettromagnetici a lunghezze d'onda prestabilite e ne riceve l'eco determinato dall'incontro di tali onde con elementi materiali sospesi nell'atmosfera circostante l'apparecchiatura: in particolare i RADAR meteorologici sono regolati per intercettare le gocce d'acqua. E così sappiamo se una nuvola, che noi vediamo grigia oppure non vediamo perchè troppo lontana è formata da gocce grosse magari caratteristiche di una convezione profonda e potenzialmente pericolosa su di una determinata zona. Inoltre alcuni RADAR possono fornire informazioni sulla velocità di avvicinamento o allontanamento dall'apparecchiatura degli elementi sospesi in atmosfera (RADAR Doppler), il che ci permette di individuare se da qualche parte, lontano dal nostro piccolo orizzonte, c'è qualche porzione di atmosfera che sta iniziando a ruotare in maniera sospetta...

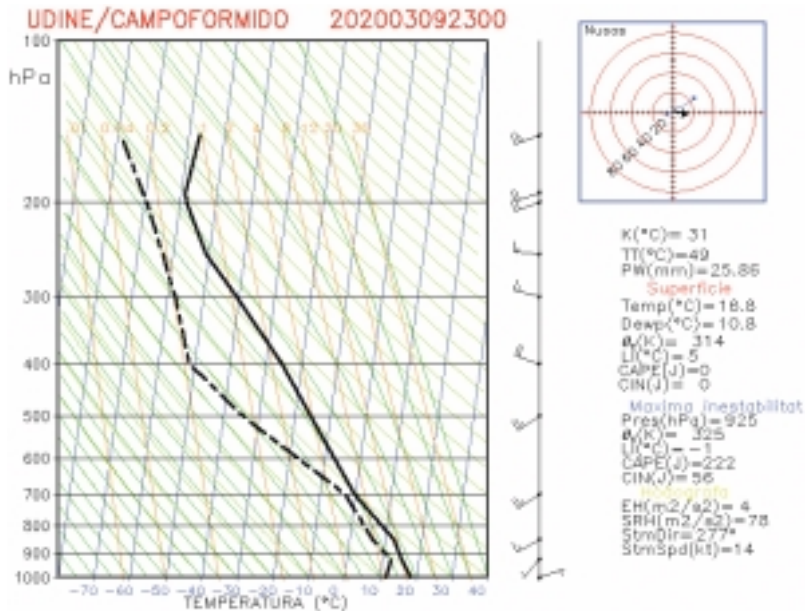


Due esempi di immagine RADAR meteorologica (rispettivamente dell'OSMER Friuli Venezia Giulia e del Veneto) i colori tendenti al rosso rappresentano maggiore densità e dimensioni più grandi delle gocce d'acqua in atmosfera

Infine abbiamo ancora l'uomo che sente caldo e freddo, umido e secco. Tuttavia per stabilire la presenza o il rischio di fenomeni LSW sono necessarie delle misurazioni più assolute; ancora una volta apparecchiature create dall'uomo si prendono in carico questa parte di lavoro: ci sono allora le centraline meteorologiche le quali, uniformate ad uno standard internazionale, forniscono all'uomo ed ai modelli numerici, ad intervalli regolari, i valori di temperatura, umidità, vento, stato del cielo, radiazione solare, precipitazione cumulata ecc. L'uomo osserva questi dati e la loro variazione nel tempo, e trae le sue conclusioni. Il modello numerico li usa per inizializzare le sue uscite, ossia lo sfrutta come una sorta di "blocco di partenza" per le simulazioni che i calcolatori fanno ogni 6 o 12 ore circa. Tuttavia l'atmosfera, ce ne saremo accorti tutti, è dotata di tre dimensioni: oltre al nord-sud e all'est-ovest c'è anche l'alto-basso! E così esistono frutti dell'ingegno umano capaci di fornire dati anche alle diverse quote dell'atmosfera. Il trucco è semplice: riempire un pallone di un gas nobile più leggero dell'aria (tipicamente l' Elio) e attaccargli sotto gli stessi strumenti delle centraline meteorologiche: si hanno così i **palloni sonda** che effettuano 4 volte al giorno scansioni verticali dell'atmosfera. Anche i dati da essi forniti vengono osservati dall'uomo (che ha trovato un modo molto intuitivo ed immediato di rappresentarli) ed usati dai modelli numerici.

Il difetto principale è che ce ne sono troppo pochi nel mondo, il che complica ulteriormente le cose.

Ricordiamoci di una parola molto importante per chi si occupa di LSW: **nowcasting**. E' quella specialità nelle previsioni del tempo che, avvalendosi dei mezzi osservativi appena descritti, permette di formulare previsioni a breve termine (non più



Rappresentazione grafica dei risultati di un radiosondaggio atmosferico colto presso la stazione di Udine Campoformido

di 6 ore), più dettagliate e più capaci di allerta nei confronti di possibili fenomeni violenti.

Chiudiamo con il più ovvio dei mezzi a disposizione: **l'appassionato!** Spesso gli esperti di ogni settore tendono a sottovalutare le competenze e le capacità di un semplice appassionato, che non ha studiato ma ha molto osservato. Nel campo della meteorologia l'osservazione è fondamentale. Ecco che chiunque desideri far pratica di meteorologia osservativa potrà poi risultare fondamentale nel prevedere,



Esempio di carta sinottica con i valori di temperatura misurati dalle principali centraline meteorologiche europee

ed immortalare fenomeni LSW, rendendo più capillare la rete di osservazioni che contribuisce in maniera sostanziale a creare un *database* di informazioni utili per chi intende studiare approfonditamente tali fenomeni. Capire per conoscere, conoscere per capire.

Piccolo glossario dei termini tecnici

Velocità istantanea: si intende il rapporto tra la quantità di spazio percorso da una massa d'aria piccola a piacere ed il tempo che ci impiega per percorrerla, istante per istante. Si affianca alla definizione di velocità media, che misura il medesimo rapporto ma per un intero percorso.

Rateo di precipitazione: quantità di acqua che cade al suolo (per unità di superficie) in unità di tempo (tipicamente in un'ora).

Cumulonembo: particolare nube a forte sviluppo verticale (base anche inferiore ai 1000 metri, sommità che può spingersi oltre i 12000 metri) caratterizzata interamente da moti convettivi e capace di generare una repentina separazione delle cariche tra base e sommità e tra base e suolo, responsabile dei fulmini. E' l'unica nube in grado di produrre fenomeni temporaleschi (ogni volta che vi sono fulmini e pioggia o solo fulmini siamo in presenza di un cumulonembo).

Conduttore e isolante: si definisce conduttore un materiale che favorisce (o almeno non ostacola) il trasferimento di cariche nello spazio, limitatamente al materiale stesso; si definisce isolante un materiale che si comporta in maniera opposta, dissipando altrimenti (tipicamente sotto forma di calore) l'energia trasportata dagli elettroni in moto.

Gabbia di Faraday: è una particolare struttura di materiale conduttore, chiusa, cava all'interno, che sperimentalmente determina l'assenza di campo elettrico al suo interno grazie

ad un'opportuna disposizione delle cariche sia che ve ne sia una sorgente all'interno, sia che ve ne sia una all'esterno... a patto di non mettere in comunicazione interno ed esterno...

Moti convettivi: la convezione è uno dei mezzi di trasporto del calore: è un moto dentro un fluido (nel caso particolare l'atmosfera) che determina trasporto e rimescolamento delle proprietà fisiche del fluido stesso. In meteorologia la convezione riguarda il trasporto verticale di calore, ed è legata a complessi fenomeni termodinamici che devono tener conto della quantità di vapore acqueo contenuta nell'aria, e capace di fornire o sottrarre calore nei cambiamenti di stato (aeriforme-liquido, liquido-solido, aeriforme-solido e viceversa).

Shear: termine inglese che identifica la variazione di un vettore lungo una direzione nel sistema di riferimento prescelto. Si usa in meteorologia per identificare variazioni nell'intensità e direzione del vento su diversi livelli dell'atmosfera (windshear)

Bibliografia

- Tornado Storm and Research Organization
(<http://www.torro.org.uk/>)
- National Lightning Safety Institute (NLSI)
(<http://www.lightningsafety.com/contents.html>)
- Colorado Lightning Resource Center
(<http://www.crh.noaa.gov/pub/ltg.shtml>)
- The Climatology Of Hail In The Plain Of Friuli Venezia Giulia, D. Giaiotti et al., in Atmospheric Research, 2003, vol 67-68, pp247-259
- Definizioni Relative Ai Fenomeni di Tempo Locale violento, F. Stel e D. Giaiotti
- Temporali & Valanghe - manuale di autoprotezione, Protezione Civile Regione Lombardia
- Pericoli In Montagna Connessi Al Tempo, Giovanni Kappenberger dell'osservatorio ticinese di Locarno monti (CH)
- A Guide For Conducting Convective Windstorm Surveys, W.F.Hunting et al., NOAA
- An Introduction To Dynamic Meteorology, J. Holton, Academic Press
- www.osmer.fvg.it
- www.tornadoproject.com/index.html
- www.fenomenitemporaleschi.it
- www.meteo89.it
- www.umfvg.adriacom.it
- www.meteoverona.it

U.M. FVG -ONLUS-
Unione Meteorologica del Friuli Venezia Giulia
via Silvio Pellico, 9
34033 CIVIDALE DEL FRIULI (Ud)