

MARCO RABITO

Meteorologia e Cambiamenti Climatici

**CONOSCENZA
ADATTAMENTO
AUTOPROTEZIONE**



SerenissimaMeteo
previsione - didattica - informazione



a cura di Marco Rabito
illustrazioni di Lara Padoan
progetto grafico di Marika Farinea
anno 2020



Buongiorno amici,
propongo, attraverso questa piccola guida,
un viaggio nelle scienze,
dalla terra all'atmosfera,
con la speranza di trasmettervi
informazioni utili a conoscere meglio
la meteorologia e le dinamiche
che caratterizzano il cielo sopra di noi.
Le Scienze dell'Atmosfera rappresentano
un fondamentale supporto
alle nostre decisioni e pianificazioni,
dalle attività più banali fino a quelle più
delicate in cui non è a rischio solamente
una perdita economica.
Possiamo immaginare un semplice giro
in bicicletta, una giornata in piscina
o una passeggiata, ma anche altre attività

in cui sono investiti parecchi denari come i settori dell'agricoltura e del turismo.

Fino a quelle attività in cui è a rischio anche la nostra incolumità ed in tal senso possiamo pensare alle nostre vacanze al mare, ad un'escursione in alta montagna, ai nostri spostamenti all'aperto oppure a quando si organizza o si partecipa ad un grande evento all'aperto.

Disporre di una sufficiente conoscenza significa avere gli strumenti per osservare correttamente ciò che accade, comprendere le dinamiche della nostra atmosfera e saper dove reperire le buone informazioni.

Tutto ciò ci consente di disporre di quanto necessario affinché ogni aspetto della nostra vita, soprattutto quelli fortemente condizionati dalla situazione meteorologica, sia pianificato al meglio riducendo il rischio di sprecare tempo e denaro o, al peggio, di mettere a rischio la nostra incolumità fisica.

In queste pagine propongo un percorso graduale che vi possa guidare ad approfondire una scienza che assume ogni giorno di più un ruolo fondamentale nelle nostre giornate, ancor più in questa epoca di grandi cambiamenti, così repentini come mai si sono osservati prima.

Non mi resta che augurarvi buona lettura.

Marco Rabito

Meteorologo AMPRO

Presidente di Serenissima Meteo

SCIENZE dell'**Atmosfera**

Ogni giorno, attraverso i mass media, ci giungono una moltitudine di informazioni legate a quanto accade in atmosfera e, di conseguenza, anche ai nostri insediamenti in ogni angolo del pianeta.

Troppo spesso si tratta di informazioni di tipo scientifico che necessiterebbero di un genere di approccio più professionale ed attento, invece ci vengono somministrati concetti grossolani e superficiali che, purtroppo, fanno perdere di vista la realtà o ce ne forniscono una visione distorta.

Una delle grandi mancanze è la conoscenza di quanto segue, ovvero delle differenze che intercorrono tra due scienze affini, che vengono quasi sempre mescolate fino ad apparire sovrapponibili, quando non lo sono per niente.

la Climatologia

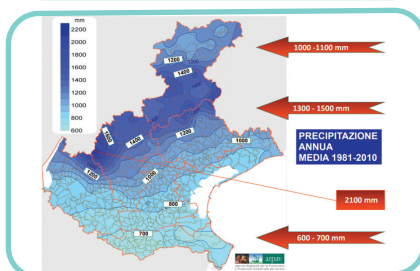
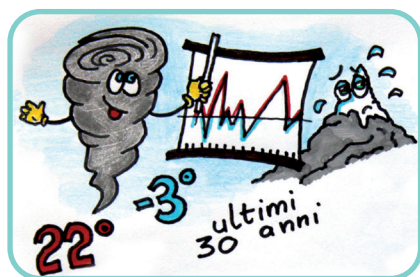


Fig.1 - la Climatologia, per esempio, ci racconta la piovosità media sul territorio veneto.

Il clima rappresenta l'insieme delle condizioni meteorologiche (cioè del tempo) che si osservano in un dato luogo nel corso di un anno, sulla base di rilevazioni effettuate per un periodo di almeno 30 anni.

E' quella **scienza che studia i vari fattori che determinano un clima** (attingendo le informazioni dalla meteorologia); essa si occupa anche dei reciproci rapporti tra i diversi fattori, della loro influenza sull'ambiente fisico e biologico e delle variazioni che subiscono in relazione alle condizioni geografiche.

In climatologia si sentirà quindi spesso parlare di **ANOMALIE**.

la Meteorologia

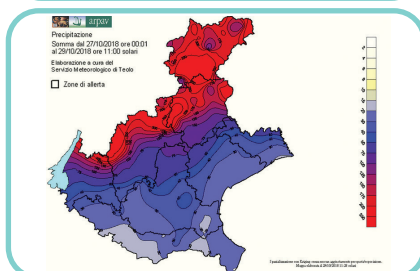
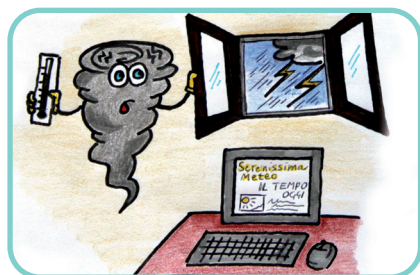


Fig. 2 - la Meteorologia, per esempio, ci racconta quanta pioggia è caduta in Veneto tra il 27 e il 29 ottobre 2018.

Il tempo meteorologico è una **successione di fenomeni atmosferici dalla durata piuttosto limitata**, dell'ordine di ore o di qualche giorno, come ad esempio: il vento, le formazioni delle nubi, le precipitazioni, le temperature registrate.

Quando ci riferiamo alle condizioni meteorologiche di una località, diamo sempre precise indicazioni temporali; ad esempio, affermiamo che oggi a Schio piove o che in queste ore a Vicenza spira un forte vento.

La meteorologia è quindi quella scienza che si occupa del tempo atmosferico.

GLI STRATI dell'**Atmosfera**

dove avvengono i **Fenomeni Atmosferici**

Tutti i fenomeni della meteorologia avvengono in uno spazio molto ridotto verso l'alto, ovvero **in quei pochi chilometri che delimitano la troposfera** (dagli 8 ai 18/20 km, più schiacciata ai Poli e più ampia all'Equatore).

L'atmosfera è un "involucro" di gas che, per effetto della forza di gravità, sono trattenuti attorno al nostro Pianeta.

Il Sole, che fornisce la primaria fonte di energia sotto forma di calore, **riscalda il pianeta in maniera non uniforme**, sia in base alla latitudine (l'inclinazione dei raggi solari cambia, anche di molto, in base alla latitudine), sia in base alle caratteristiche del territorio (aree ricoperte da neve o ghiaccio hanno meno attitudine ad accumulare calore rispetto, per esempio, a zone urbanizzate).

Questo trasferimento di calore si chiama IRRAGGIAMENTO.

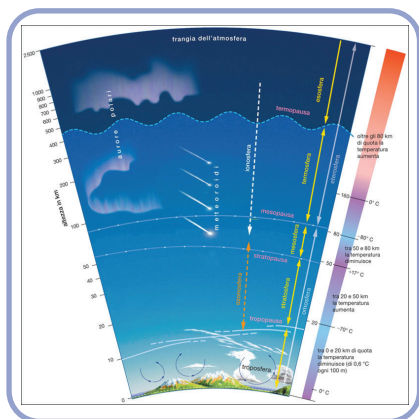


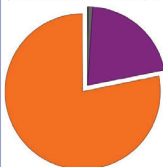
Fig.3 - gli Strati dell'Atmosfera e come cambia la temperatura.

Composizione chimica dell'Atmosfera terrestre

La composizione chimica dell'Atmosfera varia a seconda dell'altezza dal suolo; il **vapore acqueo** è quasi esclusivo della Troposfera, mentre He e H sono tipici della Termosfera e dell'Esosfera. L'ozono è particolarmente abbondante nella parte bassa della Stratosfera (**Ozonosfera**)

Al suolo, la composizione chimica dell'Atmosfera è in media la seguente:

Azoto (N_2): 78,08%
Ossigeno (O_2): 20,95%
Argon (Ar): 0,93%
Vapore acqueo (H_2O): 0,33% in media (variabile da 0 a circa il 5-6%)
Anidride carbonica (CO_2): 0,032% (320 ppm)
Neon (Ne): 0,00181% (18 ppm)
Elio (He): 0,0005% (5 ppm)
Metano (CH_4): 0,0002% (2 ppm)
Idrogeno (H_2): 0,00005% (0,5 ppm)
Kriptone (Kr): 0,000011% (0,11 ppm)
Xeno (Xe): 0,000008% (0,08 ppm)
Ozono (O_3): 0,000004% (0,0364 ppm)



Geografia fisica - Modulo "Fisica dell'Atmosfera e dell'Idrosfera" Prof. Carlo Bisci

Fig.4 - la composizione chimica dell'Atmosfera.

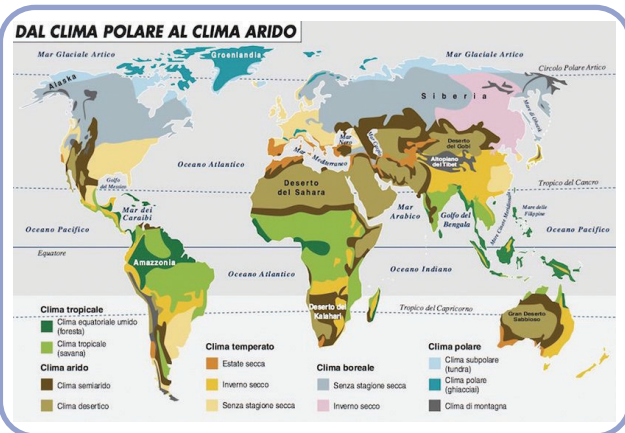


Fig.5 - le Zone Climatiche.

Cambiano quindi, in base a questi fattori, le caratteristiche ambientali e i fenomeni che si verificano in atmosfera, facendo sì che essi siano molto variegati e peculiari in aree diverse del Pianeta. **La climatologia distingue infatti, nella superficie terrestre, varie ZONE CLIMATICHE.**

La nostra atmosfera, nel suo caotico rimescolamento energetico, dà origine ad **una gamma molto vasta di fenomeni**, gran parte dei quali figli di quella continua **ricerca di equilibrio** tra masse d'aria di diversa origine, composizione ed estrazione.

Questi concetti troveranno un approfondimento più dettagliato nelle pagine dedicate ai **fronti meteorologici**, ovvero le superfici di contatto e quindi di **discontinuità**, tra masse d'aria aventi caratteristiche differenti per temperatura, umidità e pressione.

Semplificando all'estremo e rendendo ancora più affascinante questa descrizione, possiamo pensare che anche l'evento più traumatico e devastante porta con sé, una volta passato, maggiore equilibrio.

I fenomeni atmosferici più conosciuti sono:

PIOGGIA
NEVE
TEMPORALE
NEBBIA
BRINA
ARCOBALENO
TORNADO

In questa pubblicazione impareremo tuttavia a conoscerne anche altri.

Clima CHE CAMBIA

1° Effetto Serra

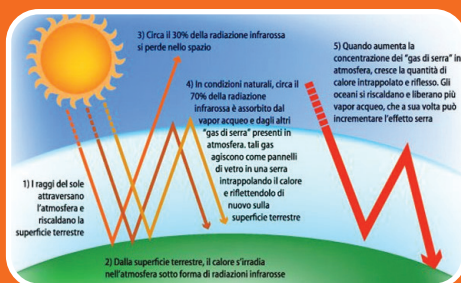


Fig. 6 - gli scambi di calore tra il Sole e il nostro Pianeta e il loro rapporto con la superficie terrestre e l'Atmosfera.

Nell'immaginario ormai comune, l'effetto serra richiama ad una circostanza atmosferica con accezione negativa; tuttavia, è bene sottolineare come, da un punto di vista strettamente scientifico, si tratta di quel **processo indispensabile per il mantenimento della vita sul nostro Pianeta**.

La temperatura media globale nella Troposfera è di circa 15 gradi al livello del suolo, in assenza di atmosfera e quindi di effetto serra naturale sarebbe di circa 33 gradi in meno, quindi attorno ai -18 gradi quindi incompatibile con la nostra presenza sul Pianeta.

L'effetto serra terrestre è creato da una serie di fenomeni che, interagendo tra di loro, regolano costantemente il contenuto dei gas serra in atmosfera e l'assorbimento e mantenimento del calore. Proprio grazie a questi meccanismi è possibile la presenza e lo sviluppo, come detto, della vita sulla Terra.

L'accezione negativa che percepiamo deriva dal fatto che **uno dei principali effetti del cambiamento climatico è dato dalla esasperazione di questo processo**, che finisce così per trattenere calore in eccesso.

Una dinamica che dipende strettamente dalla presenza sempre più determinante in atmosfera dei cosiddetti **GAS SERRA** (anidride carbonica, metano e altri), immessi in buona parte quale residuo dell'utilizzo dei combustibili fossili per produrre energia (carbone, petrolio e gas naturale) su tutti.

il Cambiamento Climatico

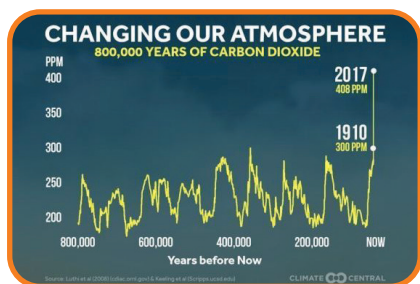


Fig. 7 - la ricostruzione della concentrazione di Anidride Carbonica in Atmosfera negli ultimi 800.000 anni.

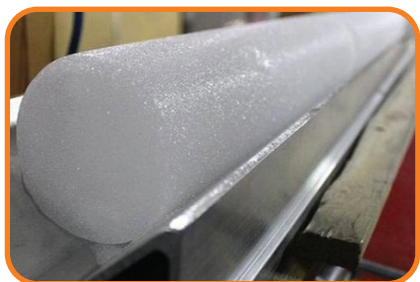


Fig. 8 - carotaggio su ghiacci artici, si possono notare le bollicine d'aria intrappolate nel ghiaccio.

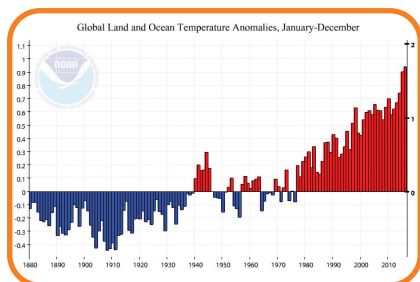


Fig. 9 - le anomalie di temperatura annua globali negli ultimi 140 anni.

La comunità scientifica è concorde nell'indicare come di **origine antropica** (ovvero derivante dall'impatto delle attività umane sul Pianeta) il cambiamento climatico in atto.

Si tratta di variazioni climatiche su scala globale che vanno in direzione di un **surriscaldamento della nostra atmosfera**, meglio conosciuto come GLOBAL WARMING.

L'immagine a sinistra [Fig. 7] mostra il rilevamento della concentrazione di CO₂ in atmosfera negli ultimi 800.000 anni. Tale dato si è ricavato tramite dei carotaggi nei ghiacci artici [Fig.8] che nei millenni hanno intrappolato minuscole bollicine d'aria, una sorta di "macchina del tempo" che ci permette di apprendere fondamentali informazioni sullo stato della nostra atmosfera fino ad epoche molto remote. Ebbene **negli ultimi 800.000 anni la concentrazione di CO₂, ovvero di Anidride Carbonica, non aveva mai superato le 300 ppm (parti per milione)**; l'aumento di concentrazione rilevato negli ultimi 100 anni ci ha portati a superare, ormai ampiamente, le 400 parti per milione, pertanto un livello mai raggiunto negli ultimi 800.000 anni.

Troppo spesso siamo portati a pensare a queste gravissime circostanze come a qualcosa di lontano da noi nel tempo: "è un problema a cui penseranno i nostri figli o nipoti!", o nello spazio: "tanto è globale, noi siamo in Italia!", oppure a sottovalutarne, drammaticamente ed in maniera ignorante, le conseguenze.

Alcuni effetti, nemmeno marginali, di questo cambiamento sono già ben osservabili anche sul nostro territorio e misurati nei dati rilevati dalle stazioni meteorologiche, nonché riscontrabili sull'incidenza di fenomenologia estrema più frequente e capace di generare criticità, che paghiamo sempre più a caro prezzo.

Cambiamento Climatico e Fenomeni Atmosferici Estremi IN VENETO

Alzi la mano chi non ha mai sentito parlare di “tropicalizzazione” del nostro clima. In realtà, volendo approcciarsi in maniera scientifica, ci si rende facilmente conto che non c'è proprio nulla di affine al clima dei Tropici nelle variazioni che, purtroppo, sta attraversando anche il clima del nostro territorio.

Siamo, semmai, in presenza di una **ESTREMIZZAZIONE CLIMATICA**: elementi già parte del nostro clima, già conosciuti e da sempre presenti, tendono e tenderanno a divenire più intensi, frequenti ed impattanti.

Ciò per effetto di quantitativi sempre maggiori di energia (sotto forma di calore) in eccesso.

Parlare quindi di tropicalizzazione del clima, qui sul nostro territorio, risulta scientificamente poco corretto.

Dobbiamo invece interrogarci su quanto l'urbanizzazione spesso selvaggia degli ultimi decenni influisca fortemente sulle reazioni del territorio in cui viviamo ai cambiamenti delle dinamiche atmosferiche, amplificandone gli **effetti negativi**.



Fig. 10 - superfici urbanizzate sostituiscono superfici rurali.



Fig. 11 - il dissesto idrogeologico in Italia.

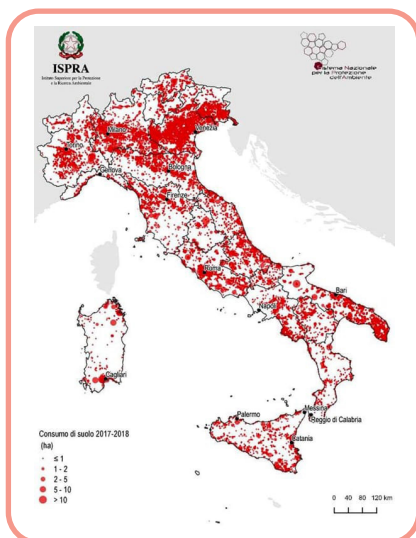


Fig. 12 - rapporto ISPRA 2019 sul consumo di suolo in Italia, il Veneto risulta in maglia nera.

Sempre più superfici urbanizzate e cementificate significano **minore permeabilità dei terreni e quindi maggiori difficoltà nello smaltimento delle acque meteoriche** (specie in corrispondenza di piogge intense e/o persistenti) favorendo pertanto situazioni di dissesto idrogeologico ed idraulico con allagamenti e in taluni casi anche alluvioni. **Una maggiore estensione delle superfici scure si traduce quindi in una maggiore capacità di accumulare calore** (isole di calore urbane) con tutte le conseguenze che conosciamo a carico soprattutto delle categorie più fragili come bambini, anziani, malati cronici e persone debilitate.

Diventa pertanto necessario **allargare il nostro punto di vista**, partendo proprio dalla presa di coscienza di uno **scientificamente conclamato Cambiamento Climatico Globale**, riuscendo ad assumere **consapevolezza** che, anche dove viviamo e conduciamo tutte le nostre attività, queste **variazioni sempre più veloci sono osservabili giorno dopo giorno**.

Come è vero che le **generazioni future** saranno quelle che pagheranno sempre più profondamente questa congiuntura climatica, è altrettanto vero che spetta anche a noi, in ogni attività che svolgiamo e nel nostro impegno di cittadini, cercare di **mitigarne** quanto più possibile **gli effetti**, anche attraverso **comportamenti virtuosi e buone pratiche ambientali individuali e collettive**.

L'atmosfera è una grande casa di tutti e spetta ad ognuno di noi prendersene cura con dedizione ed amore.



Il territorio veneto, per caratteristiche microclimatiche, orografiche e di urbanizzazione e cementificazione dei suoli, presta il fianco ad una variegata tipologia di eventi e fenomeni atmosferici e alle conseguenze degli stessi.

Alluvioni

In caso di consistenti e/o molto abbondanti precipitazioni, concentrate in tempi abbastanza ristretti (12/24 ore), la rete idrica del nostro territorio in taluni casi va in forte sofferenza, al punto da originare, come accaduto ad inizio novembre del 2010, vere e proprie catastrofi, esito di esondazioni di corsi d'acqua della rete principale. Negli ultimi decenni, anche per effetto dell'importante **incremento delle superfici cementificate e della forte urbanizzazione del territorio**, le caratteristiche delle piene dei nostri corsi d'acqua sono mutate e diventate più veloci e quindi più difficilmente prevedibili e gestibili. Intense precipitazioni, localizzate su aree ristrette, possono altresì provocare criticità a carico dei corsi d'acqua secondari, anche in tempi molto più ridotti.

Ondate di Calore

La maggiore entità e frequenza delle ondate di calore sul territorio veneto rappresenta una di quelle variazioni climatiche, figlie dei cambiamenti globali, di cui si parla troppo poco; eppure **rappresenta un notevole fattore di rischio per le categorie più fragili (neonati e bambini, malati cronici, anziani e persone già debilitate).** Rispetto agli anni '70 e '80 queste fasi particolarmente calde **tendono ad essere, come detto, più intense e durature.**



Fig. 13 - 01 novembre 2010, una vista aerea di Vicenza alluvionata.



Fig. 14 - 01 novembre 2010, le operazioni di soccorso a Vicenza alluvionata.

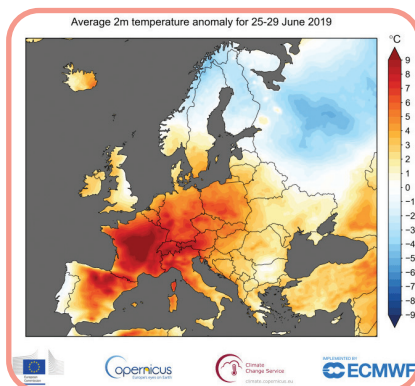


Fig. 15 - l'ondata di calore di fine giugno 2019 in Europa.

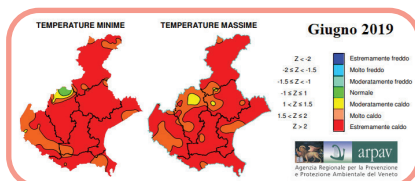


Fig. 16 - l'ondata di calore di fine giugno 2019 sul nostro territorio: infranti molti record storici in Veneto.

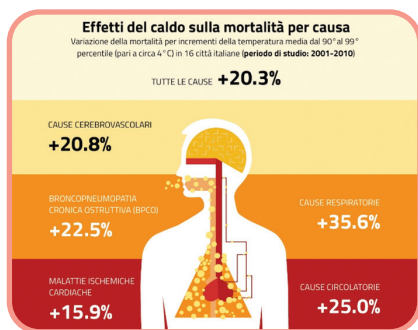


Fig. 17 - l'impatto delle ondate di calore sulla nostra salute.



Fig. 18 – 01 marzo 2018, Venezia imbiancata dalla neve il primo giorno della Primavera Meteorologica.



La dinamica alla base di queste variazioni va ricercata nell'azione combinata tra Alta Pressione delle Azzorre e Alta Pressione Subtropicale (il suggerimento è di dimenticare tutti quei nomi fantasiosi o legati alla mitologia che ci propinano i siti del meteo-gossip che, tra Caronte, Cerbero, Hannibal e Lucifero, hanno fatto passare in secondo piano l'aspetto scientifico della meteorologia).

Ondate di Freddo/Neve

Un altro effetto locale di assoluto rilievo del Cambiamento Climatico sul nostro territorio è anche la **riduzione della portata e della frequenza degli episodi di freddo intenso**. Ciò non significa che non vedremo più i candidi fiocchi imbiancare le nostre città, tuttavia queste occasioni tenderanno ancor più a diradersi. Anche sulle nostre montagne, alle quote attorno ai 1000 metri tipiche degli altipiani, l'innevamento medio sta mostrando negli ultimi decenni un progressivo assottigliamento, figlio inequivocabilmente di un aumento delle temperature anche in quota. In passato, anche in Veneto, abbiamo avuto a che fare con disagi e in qualche caso tragedie, dovuti al grande freddo e alle abbondanti nevicate e per chi ha qualche capello bianco in più il ricordo è ancora molto vivo (il **gennaio 1985** su tutti); ora come detto le cose

sono cambiate e, in parte per la già citata riduzione della frequenza e portata degli eventi stessi, un po' per il miglioramento delle infrastrutture e della macchina preventiva, soffriamo sempre meno anche il disagio. Tuttavia per molti si avverte di più che in passato. Come mai?

Probabilmente la nostra vita sempre più frenetica ci impone di non fermarci mai, al punto che talvolta è sufficiente il "disagio" di dover rallentare un po', magari solo per una manciata di ore, che ci troviamo a detestare uno dei fenomeni atmosferici più affascinanti. Un fenomeno che, spesso senza nemmeno rendercene conto e quindi senza ringraziarlo abbastanza, **ci riporta indietro nel tempo**. A quando, da bambini, con gli occhi pieni di emozione e le guance ed il nasino rossi per il freddo, ci perdevamo ad osservare i fiocchi cadere, magari stringendo la mano dei nostri genitori.

L'amore per l'atmosfera si può ritrovare anche in queste riflessioni: prendete un po' di tempo per voi, anche solo pochi minuti.

Temporali e Fenomeni Accessori

I temporali ed i fenomeni a loro collegati ed interconnessi rientrano a pieno titolo in quella categoria di eventi atmosferici talvolta capaci di produrre criticità e danni anche sul nostro territorio.

Il temporale può essere visto come un riequilibratore termico dell'atmosfera, **prende forma infatti molto spesso quando sussiste un considerevole gradiente termoisigrometrico tra gli strati più bassi e quelli più in alto, oppure tra una massa d'aria calda preesistente ed una più fredda in arrivo** (per esempio quando in Pianura Padana rovente nei mesi caldi sopraggiungono masse d'aria più fredde di estrazione artica o provenienti dall'Atlantico).

Anche alle nostre latitudini il temporale va annoverato tra i fenomeni atmosferici più intensi ed in molti casi si associa ad episodi a tutti gli effetti, estremi.

La relativa frequenza delle manifestazioni temporalesche sul Veneto ci ha permesso negli anni di riuscire ad interpretarne le dinamiche di sviluppo e transito sul nostro sito di osservazione: nubi gonfie e sempre più scure che si avvicinano (spesso da occidente a metà/tardo pomeriggio), luce solare via via oscurata dal cumulonembo, prime raffiche di vento e di lì a poco anche le prime gocce, via via più grosse e in qualche caso poi accompagnate da chicchi di grandine, rovesci e nubifragi che poi lasciano spazio ad un miglioramento con schiarite ed aria completamente ricambiata e più fresca. Un "normale" temporale può anche transitare senza colpo ferire, talvolta anche benedetto poiché interrompe magari un pesante periodo di caldo afoso. Non sempre però il temporale è "una benedizione dal cielo" e le insidie che può portare con sé sono molte:

Le Grandinate

Calamità per l'agricoltura e molto spesso anche per le nostre automobili o suppellettili all'aperto. Sul nostro territorio la calamità della grandine è **temuta in particolare dal settore agricolo ed in particolare vitivinicolo per i danni, talvolta devastanti,** che possono essere arrecati alla produzione.



Fig. 19 – 14 settembre 2015, temporale sul trevigiano che produsse anche un tornado, con danni soprattutto a Morgano (TV).

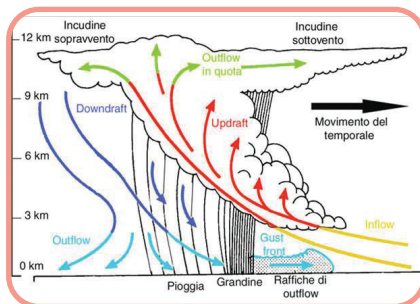


Fig. 20 – lo schema delle correnti all'interno del cumulonembo (temporale).



Fig. 21 – chicchi di grandine con lobi, indice di correnti ascensionali particolarmente intense.



Fig. 22 – 08 giugno 2019,
un nubifragio produce allagamenti sul padovano.



Fig. 23 – 12 giugno 2018, Zermeghedo (VI),
un fulmine colpisce un albero con danni
ad un istituto scolastico.

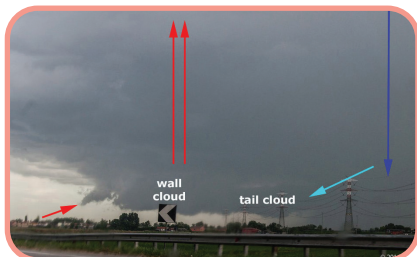


Fig. 24 – 23 maggio 2014,
supercella tra Cavarzere e Chioggia (VE),
foto ed analisi di Alberto Gobbi.

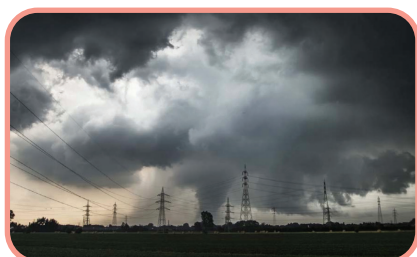


Fig. 25 – 08 luglio 2015,
tornado sulla Riviera del Brenta,
foto di Valentina Abinanti.

I Nubifragi

Intense precipitazioni localizzate nel tempo e nello spazio che possono produrre allagamenti improvvisi anche a carico di zone fortemente urbanizzate (qui tornano in gioco le valutazioni sulla cementificazione del territorio), esondazioni di piccoli corsi d'acqua, colate di detriti e fango dai versanti su zone collinari o montane; le bombe d'acqua non esistono, si chiamano NUBIFRAGI.

Le Intense Raffiche di Vento Lineari,

Ogni temporale, lo sappiamo bene, è produttivo di **rinforzi alla ventilazione che in qualche caso possono raggiungere forza sufficiente a produrre danni** ed interessare porzioni di territorio anche ampie, sotto forma di DOWNBURST di cui parleremo anche in un capitolo dedicato (coppi smossi sui tetti delle abitazioni, coltivazioni allettate, alberi abbattuti o sradicati e nei casi più gravi anche asportazioni di coperture e abbattimento di tralicci dell'alta tensione);

Le Fulminazioni

Il temporale risulta essere anche un **immenso generatore di elettricità** e molto spesso si registrano **danni da fulminazioni** a carico della rete elettrica pubblica o privata (con blackout) o alla vegetazione. Nei casi più gravi anche a carico della popolazione in quanto non sono troppo rare le folgorazioni.

I Tornado o Trombe D'aria

Che rappresentano il **fenomeno atmosferico più intenso in natura**, molto frequente nelle Grandi Pianure del NordAmerica, ma **presente anche nel territorio veneto** talvolta con danni e perdite di vite umane.

I tornado più intensi e quindi anche produttivi di danni maggiori sono in genere prodotti da **sistemi temporaleschi a supercella**.

Anche di questo specifico fenomeno si parlerà in maniera approfondita in un successivo capitolo.

Negli ultimi anni l'impatto di questo genere di fenomenologia estrema è stato osservato e riportato con una frequenza molto più ravvicinata rispetto al passato.

Talvolta risulta semplicistico ed azzardato imputare al Cambiamento Climatico ed al Global Warming ogni considerazione inerente intensità e frequenza dei fenomeni estremi collegati all'attività temporalesca, sebbene concetti di fondo di tipo prettamente meteorologico ne diano ampia giustificazione: calore, umidità, energia a disposizione, contrasti più accesi, isole di calore ecc.

Quelli legati ai temporali infatti sono spesso e volentieri episodi a scala spaziale ridotta ed interessano in maniera puntiforme il territorio con ampie differenze anche a distanze nell'ordine di pochi chilometri.

Oltre alla sua "dimensione", questo genere di fenomenologia è molto variegata, come abbiamo visto, nella dinamica e nelle peculiarità.

Il rapidissimo progresso scientifico e la disponibilità per tutti di mezzi di documentazione fotografica e video, nonché dei mezzi di comunicazione di massa (smartphones, webcams, social network ecc.), ci permette di avere **notizia quasi in tempo reale e in maniera capillare anche degli eventi più piccoli**, quelli che magari riescono ad espletarsi senza produrre danni apprezzabili (per esempio una tromba d'aria che interessa una zona non abitata o coltivata). Non solo.

L'urbanizzazione, in molti casi "selvaggia" che ha interessato il nostro territorio (si suggerisce la lettura di "La megalopoli padana" ed. Marsilio, di Eugenio Turri), aggiunge un ulteriore fattore a supporto della **più fitta rilevazione di questa fenomenologia a piccola scala** in quanto interessante, sempre più spesso, zone abitate che un tempo erano agricole. La climatologia, dal punto di vista prettamente scientifico, si confronta con queste inevitabili considerazioni e, pur **indicando come probabile o molto probabile la correlazione tra maggiore frequenza ed intensità di questi eventi e il Cambiamento Climatico, non dispone ancora della cosiddetta "pistola fumante", mancando appunto una casistica sufficientemente completa e dettagliata degli eventi minori occorsi nel passato.**

Il Global Warming appare come parte in causa sebbene occorra prendere sempre con le pinze questa considerazione, sulla base di quanto sopra illustrato.

I temporali odierni sono mediamente più intensi e produttivi di criticità sul territorio rispetto al passato?

Le grandinate sono più frequenti?

I tornado sono più frequenti ed intensi sul territorio padano rispetto a 30/40 anni fa?

Se sì, per quale motivo?

Sulle possibili risposte a questi e ad altri interrogativi, la Meteorologia e la Climatologia cercano di rispondere attraverso **studi ed accurate analisi scientifiche**, nonché cercando di ricostruire l'incidenza sul territorio attraverso **osservazioni pluriennali e indagini statistiche.**

Nello specifico, la modificata frequenza ed intensità della fenomenologia estrema collegata ai temporali, tende a favorire una maggiore organizzazione da parte delle strutture temporalesche capaci poi di impattare sul territorio con fenomeni accessori produttivi di criticità e danni.

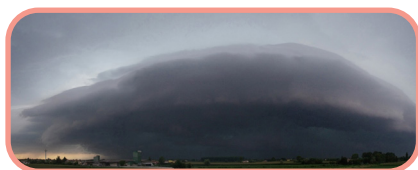


Fig. 26 – 07 luglio 2014,
shelf cloud (nube a mensola) sul padovano,
foto di Alberto Gobbi.



Fig. 27 – 11 maggio 2019,
supercella su Montagnana (PD),
foto di Alberto Gobbi.

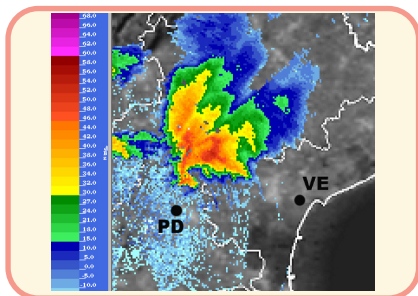


Fig. 28 – 08 luglio 2015,
eco ad uncino sul radar ARPAV di Teolo,
indicante la presenza del tornado della Riviera del Brenta.

Con il supporto di Alberto Gobbi, esperto di temporali, tra gli autori del libro "TEMPORALI E TORNADO" ed. Alpha Test (si faccia anche riferimento al sito www.fenomenitemporaleschi.it) ne approfondiamo alcune tipologie:

Squall Line: la squall line, detta anche linea di groppo, consiste in una **ristretta fascia di temporali con un continuo e ben sviluppato fronte delle raffiche sul bordo avanzante della linea**. Si genera davanti a un fronte freddo che separa aria caldo-umida che verrà sollevata da aria più fredda e pesante; lo sviluppo delle celle più intense avviene all'estremità sud della linea, il dissolvimento all'estremità nord e in mezzo vi si trovano le celle mature con un'enorme incudine che si estende davanti ai corpi verticali dei cumulonembi.

Le squall lines possono generare venti di downbursts molto forti fino a 200 km/h, grandine a volte di grandi dimensioni e anche allagamenti lampo. Spesso sono accompagnate sul bordo principale da un'imponente **nube a mensola (shelf cloud)**, molto bassa e a forma di cuneo, che in determinati contesti termodinamici può assumere **forma arcuata (bow echo)** quando la squall line inizia ad acquistare velocità all'interno di una massa d'aria caldo-umida.

Supercella: la supercella è in assoluto il temporale più pericoloso e potente e la sua formazione richiede una particolare concomitanza di eventi: infatti le

supercelle in Italia sono fenomeni relativamente rari e spesso il loro numero viene sovrastimato qualora si manifestino temporali violenti. In questa particolare tipologia di temporale la corrente ascendente assume moto rotatorio trasformandosi così in un mesociclone, alla cui estremità inferiore potrà comparire una minacciosa **nube a muro (wall cloud) foriera di tornado**. Il **mesociclone** è a tutti gli effetti un **piccolo ciclone**, avente un diametro indicativo tra 1 e 20 km a seconda dei casi. Tutto il cumulonembo del temporale a supercella ruota lentamente in senso antiorario, quindi con rotazione ciclonica nell'emisfero nord. **La supercella è l'unico tipo di temporale in grado di originare tornado violenti (EF4-EF5) e grandine gigante con chicchi anche superiori ai 10 cm di diametro.** La rotazione conferisce a questo tipo di temporale caratteri molto particolari, utili per giungere alla sua individuazione: in particolare, nelle immagini radar di precipitazione si potrà osservare il cosiddetto **"eco a uncino"** che tradisce la presenza del **mesociclone**.

Tornado

Il tornado o tromba d'aria è una **violenta colonna d'aria rotante** che si estende dalla base del temporale fino al suolo, ha un **diametro compreso generalmente tra 10 metri e 2 km**, può essere priva della classica nube ad imbuto e quindi non visibile finché non compaiono polvere e detriti alla base del vortice, inoltre il tornado può essere nascosto dai rovesci di pioggia e grandine.

Il fatto che la nube ad imbuto sia poco estesa o assente non significa che il vortice d'aria non è in contatto con il terreno: la nube ad imbuto non è il tornado, ma solo una manifestazione visibile di esso e a volte, benché il vortice d'aria sia attivo, essa non è presente. La mancata discesa dell'imbuto fino a terra può evidenziare la scarsa intensità della tromba, oppure può indicare aria poco umida nei bassi strati.

La presenza o meno della nube ad imbuto, la dimensione e la forma del vortice non dicono nulla di certo circa la sua forza, inoltre **i venti rotanti si estendono oltre il cono visibile del tornado stesso e possono superare abbondantemente i 300 km/h.**

La classificazione delle trombe d'aria avviene in base alla rilevazione empirica dei danni causati secondo la **Scala Fujita avanzata** (che negli Stati Uniti ha sostituito l'originale Scala Fujita nel 2007, prendendo il nome di **Enhanced Fujita scale**), dal nome del professore dell'Università di Chicago che l'ha ideata nel 1971. Come per i terremoti con la Scala Mercalli, la suddivisione avviene per gradi di distruttività del fenomeno.

A ogni grado Fujita corrisponde un livello di distruttività.

Si parte dall'EF0 (raffiche da 105–137 km/h) che può danneggiare i rami degli alberi, sollevare le tegole dei tetti, **fino ad arrivare all'EF5 (>322 km/h)** che rade al suolo ogni cosa che trova sul suo cammino fino a sradicare le fondazioni di case e altri edifici. In particolare, per la caduta di pressione atmosferica che viene a verificarsi durante il passaggio di una tromba d'aria violenta (si stima di circa 100 hPa in pochi secondi) le strutture chiuse, per la differenza barica con l'esterno, esplodono letteralmente. Le trombe d'aria più frequenti sono quelle comprese tra le classi EF0 e EF1, solo il 5% delle trombe d'aria è classificato come forte. Le trombe d'aria devastanti (EF4-EF5) coprono una percentuale compresa tra 1% e lo 0,1%, sono cioè molto rare.

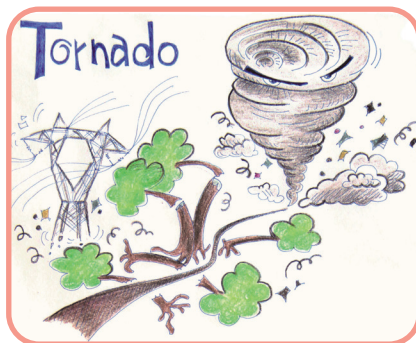
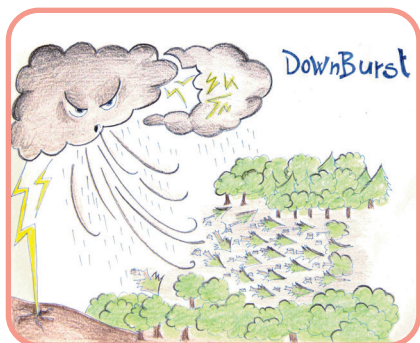


Fig. 29 – 08 luglio 2015, tornado sulla Riviera del Brenta, foto di Alberto Gobbi.



Fig. 30 – 08 luglio 2015, danni dovuti al passaggio di un tornado a Dolo (VE).



Downburst

Il downburst consiste in una forte e concentrata colonna d'aria fredda in rapida discesa dalla sommità del temporale che incontra la superficie del suolo più o meno perpendicolarmente e che si espande orizzontalmente in tutte le direzioni fino a raggiungere diametri a terra di circa 8-10 km. La violenta espansione, paragonabile ad un improvviso scoppio, può generare raffiche di vento lineari molto violente, anche superiori ai 150 km/h, accompagnate in genere da rovesci di pioggia e grandine.

Sul bordo avanzante del temporale spesso compare un vortice rotante ad asse orizzontale entro il quale si manifestano campi di vento ravvicinati tra di loro, ad elevata velocità e di opposte direzioni, poiché i flussi caldi in entrata e quelli freddi in uscita dal temporale vengono quasi a contatto. Questi contrasti tra diversi flussi spiegano perché al downburst è associata una marcata variazione di velocità e direzione del vento con la quota e con la distanza orizzontale che può causare gravi incidenti aerei nelle fasi di atterraggio.

In assenza di rotori visibili o di masse concentrate di precipitazioni in discesa dalla base della nube, la curvatura verso l'esterno nella parte inferiore delle bande di precipitazione sul fronte avanzante del temporale può costituire un primo indizio di forti raffiche di vento ed eventualmente di downburst.



Fig. 31 – 10 agosto 2017, traliccio dell'alta tensione abbattuto a Taglio di Po (RO), foto di Alberto Gobbi.



Fig. 32 – 10 agosto 2017, cavi dell'alta tensione su abitazione a Taglio di Po (RO), foto di Alberto Gobbi.



Fig. 33 – 10 agosto 2017 danni da downburst su un vigneto a Massenzatica di Mesola (FE), foto di Alberto Gobbi.

I PARAMETRI della **Meteorologia**



Fig. 34 – esempio di collocazione sul terreno di strumenti di rilevazione di dati meteorologici.

Nel definire i parametri fondamentali in campo meteorologico occorre innanzitutto tener presente che esistono moltissime variabili in grado di determinare una previsione meteo accurata.

I parametri meteorologici sono costantemente misurati, su tutto il nostro pianeta dalle stazioni meteorologiche e da un'ampia gamma di altri strumenti di rilevamento, sulla superficie ed in libera atmosfera; alcuni di questi, tra i più importanti, saranno trattati in maniera più specifica a partire dalla Temperatura.



Fig. 35 – sensore termoigrometrico regolarmente allocato all'interno di uno schermo solare.

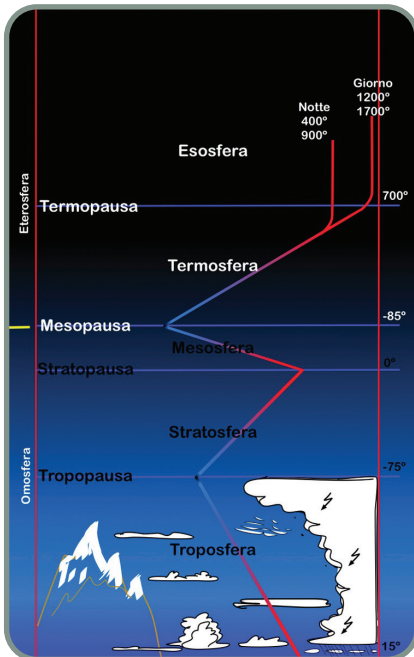


Fig. 36 – il gradiente termico verticale medio in atmosfera.

La Temperatura

Tra tutti i parametri meteo misurabili, la temperatura dell'aria è probabilmente quello più evidente; esso esprime il **grado d'agitazione delle molecole d'aria**, impiegando una grandezza scalare chiamata appunto "grado".

In Italia viene correntemente impiegato il **"grado centigrado"**, detto anche **"grado Celsius"**, il cui simbolo è: °C. Tale unità di misura è definita in modo che i valori 0°C e 100°C corrispondano rispettivamente al punto di fusione e al punto d'ebollizione dell'acqua a pressione atmosferica normale. La misura di questo valore si esegue tramite il **termometro**. Nelle stazioni meteorologiche si utilizza un sensore a termoresistenza, opportunamente schermato, ossia protetto dall'irraggiamento diretto e indiretto della radiazione solare, che ne falserebbe la misurazione. Si tratta di una serie di "piatti" bianchi perforati progettati per massimizzare la riflessione e favorire allo stesso tempo una discreta ventilazione.

Gradiente Termico

Sulla superficie ed in libera atmosfera il parametro temperatura mostra una grande variabilità nelle rilevazioni dipendente fortemente da latitudine, altezza sul livello del mare, tipologia della superficie e una moltitudine di variabili locali. Si tenderà a registrare una temperatura mediamente più bassa in una zona prossima al Circolo Polare Artico rispetto ad una sul Bacino del Mediterraneo e altre differenze, molto più locali, si potranno misurare tra una superficie adibita a prato rispetto ad una cementificata, anche a brevissime distanze. L'altra tipologia di **gradiente termico** è quella **verticale** in libera atmosfera: **mediamente le temperature registrate sulla nostra verticale tendono a diminuire con l'aumentare della quota.**

L'Umidità

Per umidità atmosferica s'intende la **quantità di vapore acqueo contenuto nell'aria** e che proviene dall'evaporazione dell'acqua dalla superficie terrestre per azione della radiazione solare e anche, in piccole quantità, dalla traspirazione delle piante.

Il vapore acqueo ha un ruolo importantissimo nell'atmosfera, perché **dalla sua condensazione si formano le nubi e hanno origine le precipitazioni**.

Il vapore acqueo contenuto nell'atmosfera può essere espresso come umidità assoluta e umidità relativa.

L'**umidità assoluta** indica i grammi di vapore acqueo contenuti in un determinato volume d'aria (per esempio 1 metro cubo). L'**umidità relativa**

(U.R.) rappresenta il rapporto percentuale tra la quantità effettiva di vapore acqueo presente nell'aria e la massima quantità che, alla medesima temperatura, sarebbe necessaria perché l'aria fosse satura di vapore acqueo. Infatti, **per ogni valore di temperatura dell'aria, esiste una quantità massima di vapore acqueo** che può essere contenuta allo stato aeriforme: superata questa quantità, il resto del vapore acqueo condensa in goccioline di acqua allo stato liquido o, se la temperatura è uguale o minore di 0 °C, sublima in piccoli cristalli di ghiaccio.

Quando il vapore acqueo contenuto nell'aria comincia a condensare, si dice che **l'aria è satura di vapore acqueo**. Un valore di U.R. pari, per esempio, al 70% significa che l'aria contiene il 70% del vapore acqueo che, a una data temperatura, la renderebbe satura; un valore di **U.R. pari al 100%** indica, invece, che **l'aria è satura** e, se la temperatura si abbassa o se altro vapore si aggiunge, il vapore presente in eccesso condensa.

Il valore dell'umidità relativa dipende dalla temperatura dell'aria: all'aumentare della temperatura, aumenta la quantità di vapore acqueo necessaria affinché l'aria giunga a saturazione; viceversa, se la temperatura è bassa, una minor quantità di vapore acqueo sarà sufficiente per saturare l'aria.

Gli strumenti impiegati per la misura dell'umidità dell'aria si chiamano igrometri, di cui esistono diversi tipi: il più diffuso, specie nel passato, era l'**igrometro a capello**, il cui funzionamento sfrutta la proprietà dei capelli di allungarsi all'aumentare dell'umidità relativa dell'aria e di accorciarsi al diminuire della medesima.



Fig. 37 – il ciclo dell'acqua.

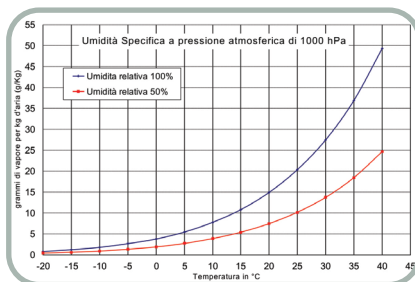


Fig. 38 – la curva della saturazione.

T [°C]	vapore acqueo [gr]
-20	1,07
-10	2,28
0	4,83
10	9,36
15	12,74
20	17,15
30	30,08
40	50,67
50,67	82,23

Fig. 39 – saturazione dell'aria, versione tabellare.

La Pressione Atmosferica

La pressione atmosferica **equivale al peso di una colonna d'aria alta quanto l'atmosfera su una superficie di 1 cm²; a livello del mare, a 45° di latitudine e a 0 °C**, essa è pari alla pressione che esercita una colonna di mercurio (Hg) alta 760 mm e della sezione di 1 cm²: si dice, perciò, che vale 760 mm Hg.

La pressione atmosferica **varia in rapporto all'altitudine, alla temperatura e all'umidità dell'aria**.

La pressione **diminuisce all'aumentare dell'altitudine** poiché in corrispondenza diminuisce sia l'altezza della colonna d'aria sovrastante, sia la densità dell'aria.

La pressione diminuisce all'aumentare della temperatura perché, riscaldandosi, l'aria si dilata, diventa meno densa e quindi più leggera.

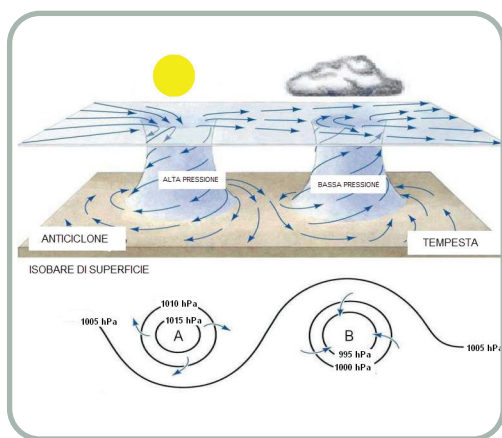


Fig. 40 – la pressione atmosferica e i flussi d'aria.

La pressione diminuisce all'aumentare dell'umidità atmosferica, cioè del suo contenuto di vapore acqueo, in quanto quest'ultimo ha una densità minore dell'ossigeno e dell'azoto, i gas presenti in maggior quantità nell'atmosfera. Pertanto, l'aria umida è più leggera dell'aria secca e tende a salire verso l'alto, mentre la seconda tende a scendere verso il basso.

È possibile rappresentare su una carta geografica la distribuzione della pressione atmosferica mediante le isobare, linee concentriche che uniscono tutti i punti caratterizzati da uguale

pressione atmosferica, al livello del mare e alla temperatura di 0 °C.

Le isobare delimitano aree di pressione più alta da aree di pressione più bassa.

Un'area di alta pressione è detta area anticiclonica: in essa l'aria è più densa e tende quindi a spostarsi verso il basso e a dirigersi verso le zone di bassa pressione circostanti.

Un'area di bassa pressione è detta area ciclonica: in essa l'aria è meno densa e tende quindi a spostarsi verso l'alto, convergendo verso il centro.

La pressione atmosferica è misurata attraverso i barometri. Esistono barometri a mercurio, analoghi al dispositivo ideato nel 1643 da E. Torricelli (1608-1647) e barometri digitali (di largo uso corrente) che misurano la pressione atmosferica attraverso cariche elettriche.

L'unità di misura della pressione atmosferica del Sistema Internazionale è il Pascal (Pa); altre unità sono: l'atmosfera (atm), che corrisponde a 760 mm Hg, il bar e un suo sottomultiplo, il millibar (mb). Il valore medio della pressione a livello del mare è fissato a 1 atm (760 mm Hg), corrispondenti a 1013,25 mb o a 101 325 Pa, ovvero 1013,25 etto Pascal (hPa).

Il Vento

Le differenze di pressione atmosferica che si registrano tra zone diverse della superficie terrestre sono responsabili della formazione dei venti.

I venti sono masse d'aria che si spostano orizzontalmente sulla superficie terrestre, da zone di pressione maggiore verso zone di pressione minore.

Quanto più alta è la pressione tanto più pesante è l'aria: in un'area di alta pressione (anticiclonica) le masse d'aria che si trovano al centro, più dense e più pesanti, tendono a dirigersi verso la periferia; mentre in un'area di bassa pressione (ciclonica), l'aria al centro è più leggera e viene sollevata da quella più pesante delle aree vicine.

Poiché le zone anticicloniche e cicloniche sono adiacenti, al suolo si verifica uno spostamento di aria dalle aree anticicloniche verso quelle cicloniche.

La forza che origina un vento è chiamata **forza di gradiente** ed è direttamente proporzionale al gradiente barico, cioè al rapporto tra la differenza di pressione fra due punti della Terra e la loro distanza.

I venti, come qualsiasi altro corpo che si muove liberamente su una superficie ruotante, non si spostano in linea retta, ma subiscono una deviazione, verso destra nell'emisfero boreale e verso sinistra nell'emisfero australe, dovuta alla forza di Coriolis.

Come capiremo meglio affrontando il capitolo sulla Circolazione Atmosferica, in qualche caso il gradiente barico tra zone piuttosto ravvicinate, può risultare veramente ampio.

In quelle **particolari configurazioni**, soprattutto quando si generano profonde circolazioni cicloniche (per esempio sul Mar Ligure), **il vento di gradiente** (o sinottico) **può assumere particolare intensità e violenza.**

Un esempio recente è dato dagli effetti della **Tempesta Vaia** sulla nostra regione a fine ottobre del 2018 con danni ingenti al patrimonio boschivo montano e all'ecosistema. Tempeste di vento di questa entità sono ben più frequenti sul versante estero dell'Arco Alpino (Tempesta Lothar, 26 dicembre 1999), mentre per ritrovare episodi simili nel passato sui nostri versanti occorre tornare indietro di oltre 50 anni.

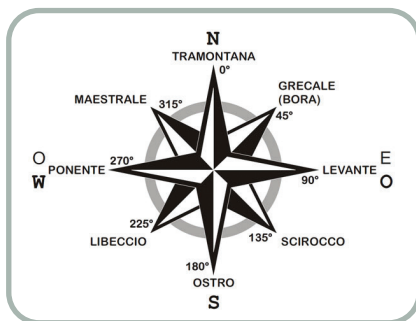


Fig. 41 – la Rosa dei Venti.



Fig. 42 – la struttura di un anemometro.



Fig. 43 – 29 ottobre 2018, la Tempesta Vaia abbatte milioni di alberi sul comparto montano veneto.



Fig. 44 – i venti prevalenti sul territorio italiano.

Grado	Simbolo	Nodi	Classificazione	Descrizione
0		0/1	Calma	Assenza di vento.
1		0/1	Bava	Leggerissimo movimento che sposta il fumo ma non le banderuole indicatrici.
2		4/6	Brezza leggera	Le banderuole indicatrici si dispongono al vento e si muovono le foglie.
3		7/10	Brezza tesa	Le bandiere si distendono al vento, si muovono i ramoscelli con foglie.
4		11/16	Vento moderato	Il vento solleva la polvere e alcuni materiali leggeri, si muovono i rami degli alberi.
5		17/21	Vento teso	L'acqua di mare inizia ad incresparsi, si muovono i rami degli alberi.
6		22/27	Vento fresco	Si muovono anche i rami più grossi, grossi, qualche difficoltà nell'usare l'ombrellone.
7		28/33	Vento forte	Si muovono anche i fusti degli alberi e si cammina con difficoltà.
8		34/40	Burrasca moderata	Si spezza qualche ramo degli alberi.
9		41/47	Burrasca forte	Si spezzano i rami degli alberi, si sollevano materiali non ancorati.
10		48/53	Tempesta	Sollevamento di materiali pesanti non ancorati, smarcamento di alberi, danni alle strutture fissate.
11		56/63	Tempesta violenta	Devastazioni alle strutture.
12		> 64	Uragano	Devastazioni e distruzioni gravi.

Fig. 45 – l'intensità del vento e la Scala Beaufort.

Caratteri distintivi di un vento

La Direzione

che è sempre quella di provenienza e viene indicata in gradi sessagesimali partendo dal Nord; sono in uso anche le denominazioni fornite dalla rosa dei venti.

La Velocità

che si esprime in km/h o in nodi (1 nodo = 1,852 km/h); si misura con uno strumento detto **anemometro** e viene indicata dalla scala di Beaufort, che comprende valori da 0 a 12, con velocità crescenti; la velocità di un vento dipende dal gradiente barico:

maggiore è il gradiente barico, maggiore sarà la velocità del vento.

Classificazione dei venti

In base al loro regime, cioè alla presenza o meno di variazioni nella direzione in cui spirano, i venti si classificano in:

Costanti

quando spirano tutto l'anno sempre nella stessa direzione e nello stesso senso;

Periodici

se periodicamente invertono il senso in cui spirano; possono essere a periodo stagionale (monsoni) o a periodo diurno (breeze);

Variabili o Locali

se soffiano irregolarmente nelle zone temperate tutte le volte che si vengono a formare aree cicloniche o anticicloniche (scirocco, föhn, bora);

Irregolari o Ciclonici

se sono caratterizzati da movimento vorticoso che conferisce loro una violenza distruttiva.

CIRCOLAZIONE Atmosferica

alla Ricerca di Equilibrio

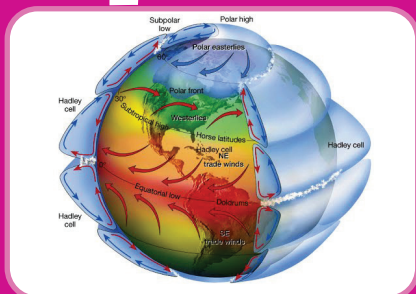


Fig. 46 – la circolazione atmosferica globale.

Da prolungati periodi di tempo soleggiato e temperature primaverili, ad improvvise interruzioni di eventi meteo perturbati, calo delle temperature e della pressione che nell'insieme vanno a definire quello che collettivamente viene chiamato "brutto tempo".

La meteorologia che caratterizza un determinato luogo geografico è infatti diretta conseguenza ed effetto dell'estrema dinamicità della nostra atmosfera, dei suoi meccanismi e principi, ma soprattutto delle sue proprietà fisiche, oltre che chimiche che contribuiscono a renderla un sistema complesso, ma affascinante al tempo stesso.

La circolazione atmosferica generale viene considerata in meteorologia come l'insieme di quei meccanismi fisici che l'involucro gassoso attorno la Terra attiva per equilibrare le differenze bariche (cioè riguardanti la pressione atmosferica) e termiche, instaurate e situate su regioni della superficie terrestre.

Ecco che il principale strato atmosferico coinvolto in tale processo risulta essere proprio la **troposfera, cioè la parte di atmosfera con un'altezza dal suolo di circa 8-18 km dove si concentrano intensi fenomeni di circolazione aerea quali correnti e venti con la funzione di apportare una completa uniformità pressoria e di temperatura sulla superficie del pianeta.**

Sole e scambi di calore

Il motore fondamentale della circolazione a scala globale è il Sole, o meglio, la sua radiazione elettromagnetica che raggiunge la Terra; infatti i raggi solari impattando sulla Terra, da ritenersi quasi di forma sferica, vengono assorbiti con diversa inclinazione, e ciò determina una distribuzione energetica in funzione della latitudine; cioè una stessa quantità di radiazione, viene distribuita su di una superficie sempre più estesa man mano che ci si sposta verso latitudini più basse. Questo permette un **maggior riscaldamento nella fascia equatoriale rispetto a quella polare** dato che l'inclinazione della Terra, di 23° rispetto alla perpendicolare del piano dell'eclittica (cioè il piano ideale su cui poggia il Sistema Solare), fa in modo che nella zona fra i due tropici i raggi incidano quasi perpendicolarmente sulla superficie; al contrario, alle alte latitudini l'angolazione diviene sempre più marcata, quindi la quantità di radiazione ricevuta su metro quadro dal terreno detto anche flusso radiante, risulta inferiore rispetto alla fascia equatoriale; sempre per tale motivo tra il circolo polare artico e il polo nord, e

analogamente 6 mesi dopo nel polo sud, si realizza il periodo semestrale di buio durante il quale vi è la totale assenza di radiazione.

Questi fattori concorrono a formare il **bilancio radiativo globale**, che si è osservato essere nettamente positivo alle basse latitudini, mentre risulta negativo verso la fascia polare.

Ora è logico pensare che l'aria all'equatore aumenti costantemente il surplus energetico mentre ai poli, per gli stessi motivi, aumenti quello negativo; nella realtà non è così: l'atmosfera infatti interviene proprio per "livellare" questa disomogenea distribuzione termica, rimuovendo il surplus di calore dalla

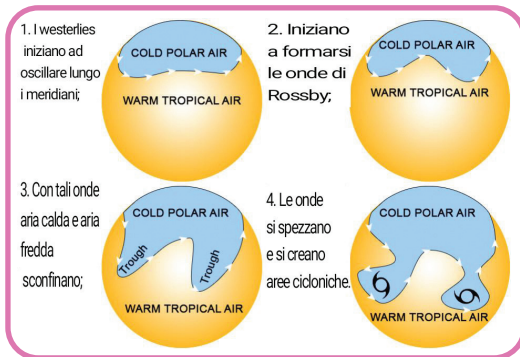


Fig. 47 – scambi di calore, dalle onde di Rossby alla nascita di un Ciclone Extratropicale.

fascia equatoriale per compensare il deficit energetico delle zone polari.

Come si realizza tutto ciò?

Questo **riequilibrio trova il suo motore in primis dai fenomeni di convezione**, molto attivi alle latitudini equatoriali **a causa del forte irraggiamento**; ciò porta all'ascesa e raffreddamento adiabatico delle masse d'aria, e quindi alla loro successiva condensazione; in questa fase viene però liberato il calore latente di evaporazione che rallenta il raffreddamento verticale. Ipotizzando che la Terra non si muovesse, ci sarebbe un'unica grande e semplice circolazione di aria per cui le masse d'aria presenti nei bassi strati all'equatore si porterebbero in quota perchè più leggere per poi essere trasportate verso i poli raffreddandosi durante il percorso; qui discenderebbero verso la superficie poichè più dense; si rimpiazzerebbe così l'aria fredda in uscita che nel frattempo si era mossa verso l'equatore chiudendo in tal modo questo elementare circuito termico. Tuttavia come è noto, la Terra compie un moto di rotazione attorno il proprio asse e per tale motivo **i flussi atmosferici sono soggetti alla forza apparente di Coriolis** che fa parte della complessa equazione di conservazione della quantità di moto. Il fisico francese Gustave de Coriolis, da cui questa forza trae il nome, per primo descrisse la forza apparente che consiste, per il nostro emisfero e per un osservatore posto sulla Terra, in una deviazione verso destra di un oggetto in movimento con direzione equatore-polo, mentre la deviazione avviene a sinistra nell'emisfero australe. La fisica ci insegna che tale deviazione si osserva solo sulla Terra e non dallo spazio (da qui l'aggettivo forza apparente). Riassumendo, per la forza di Coriolis e per gli altri termini dell'equazione di conservazione della quantità di moto come la forza di gradiente, si generano dei venti detti geostrofici che alle latitudini attorno ai 30 gradi risultano molto intensi ed orientati da ovest verso est; tali flussi di intensità crescente con la quota, sono chiamati westerlies (dall'inglese, "venti occidentali"), presenti quindi in ambedue gli emisferi.

I CICLONI

Extratropicali

Come si può percepire, in particolar modo, nelle giornate caratterizzate da fenomeni meteorologici dinamici e instabili, **la troposfera ed in generale tutta l'atmosfera si presenta come un sistema complesso e dinamico**, regolato da continui processi chimico-fisici che, oltre a rendere possibile la vita sulla Terra, concorrono nell'insieme a sviluppare gli eventi atmosferici e a modificarne le condizioni e proprietà, in atto sulla superficie del pianeta.

Una prova evidente di tale dinamicità può essere di certo la ciclogenesi ovvero **la formazione dei cicloni**, con la loro conseguente evoluzione, che **alle nostre latitudini vengono definiti "extratropicali"** e che spesso comportano episodi di tempo perturbato nel nostro Paese.

A causa del contrasto energetico che insiste tra le basse e alte latitudini, le celle atmosferiche permettono gli scambi di calore tra le regioni polari ed equatoriali, in modo tale da garantire un equilibrio energetico globale. L'afflusso di aria calda in quota in spostamento verso le latitudini polari determina la formazione di forti correnti in quota, che spirano verso est e vengono definite westerlies. Tali correnti occidentali con direzione lungo i paralleli sono situate proprio sull'interfaccia tra la massa d'aria calda e quella fredda impedendo che ci siano scambi tra esse e provocando un progressivo riscaldamento all'equatore e un raffreddamento ai poli. In questa situazione di equilibrio il contrasto di temperatura (o meglio, il gradiente termico) aumenta, come pure il gradiente barico (ovvero la differenza di pressione).

Entrambi i forti gradienti sono capaci di far insorgere venti molto intensi noti come correnti a getto (dall'inglese, jet stream), che scorrono all'interno delle westerlies a 10 km di altezza circa e che possono arrivare a velocità comprese in media tra i 150-250 km/h.

Più i gradienti aumentano, più le westerlies si fanno intense e più facilmente si formano le jet stream, che cominciano ad oscillare lungo i meridiani a causa degli ostacoli orografici o all'alternarsi di superfici oceaniche e continentali, capaci di modificare il gradiente barico. Le oscillazioni generate raggiungono una lunghezza di 3000-4000 km, poichè riescono ad assumere una spiccata sinuosità, e tali onde sono in grado di portare l'aria fredda ad aggirare l'aria calda, costretta a penetrare in quella fredda portando alla formazione di una depressione che tende ad approfondirsi nel tempo. La parte avanzante, in questo caso, di una massa d'aria costituisce un fronte: si avrà quindi un **FRONTE FREDDO** avanzante verso l'aria calda e un **FRONTE CALDO**, nello stesso movimento di quello freddo.

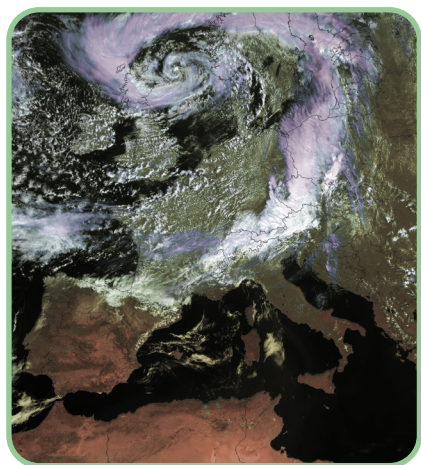


Fig. 48 – 10 agosto 2014,
il ciclone extratropicale Bertha sul nord Europa
visto al satellite.

Ma in sostanza, un ciclone in cosa consiste?

Il ciclone è una struttura di bassa pressione, ove la pressione atmosferica diminuisce spostandosi dall'esterno verso il suo centro, associata alla formazione di sistemi frontali. **I cicloni si estendono dal suolo fino ai limiti della troposfera** (circa 10 km) e possono avere una larghezza orizzontale di 1000-3000 km. Hanno un **tempo di vita breve, intorno ai 5-7 giorni**, in confronto agli anticicloni di blocco che possono durare quasi un mese, in particolari condizioni.

Infine, la zona più “ciclogenetica” viene considerata quella ad est del Nord America dove la corrente oceanica fredda del Labrador incontra la calda corrente del Golfo. E qui entrano in gioco i venti occidentali: spirando verso oriente, spingono i cicloni

formati o in formazione verso l'Europa.

Tale descrizione sulla formazione dei vortici depressionari è stata recentemente rivista ed integrata con una **teoria più moderna definita baroclina**, la quale permette di studiare e analizzare più approfonditamente i fenomeni meteorologici, mantenendo ancora valida la teoria sopra esposta. In conclusione, **lo sviluppo di un ciclone è associato allo sviluppo dei relativi sistemi frontali, fattori determinanti per quello che comunemente viene detto “brutto tempo” ma che, in verità, se compresi rivelano la capacità dell'atmosfera di restituire alla Terra un bilancio energetico il più possibile equilibrato.**

In atmosfera possiamo infatti affermare che la ricerca dell'equilibrio sia spesso costituita da un vero e proprio viaggio attraverso la tempesta, dopo la quale torna il sereno e a livello fisico ci sarà minore disomogeneità, seppur **sempre temporaneamente**... poichè l'eterna lotta tra masse d'aria di diversa natura ed estrazione è stata, solo per un attimo, accantonata.

I FRONTI

Meteorologici

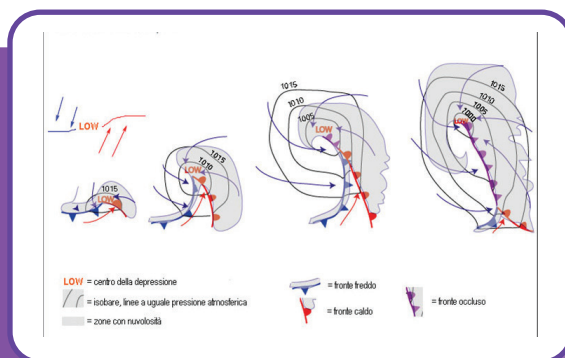


Fig. 49 – sviluppo dei Fronti a scala sinottica associati ad un sistema ciclonico extratropicale.

In generale, con il termine **fronte** si intende la **superficie o zona di transizione** tra due masse d'aria che possiedono caratteristiche termodinamiche ed ottiche diverse quali **temperatura, umidità, densità, visibilità**.

Il fronte, inoltre, è anche sede di differenze di intensità e direzione del vento sia in orizzontale che lungo la verticale nonché di altri processi termodinamici che nell'insieme svolgono il ruolo di abbassare e smorzare il contrasto termico esistente tra i due volumi d'aria; una delle principali conseguenze di tutto ciò è la formazione di nuvolosità e precipitazioni lungo la zona frontale.

Per quanto riguarda lo spostamento a grande scala, i **sistemi frontali si muovono insieme al ciclone al quale sono associati e nel contempo ruotano attorno al suo centro in senso antiorario, con velocità di circa 40km/h, con picchi di 60-70km/h. La velocità infatti dipende dall'intensità dei venti perpendicolari al fronte.**

Il fronte freddo.
Cosa succede prima, durante e dopo?

	Prima del fronte	In prossimità del fronte	Dopo il fronte
Nuvole	Inizialmente banchi di alto-cumuli. Poi ammassamento di cumulo-nembi	Rovesci di pioggia, spesso fulmini e tuoni	Rasserenamento assai rapido
Pressione	In diminuzione	In aumento, a volte assai brusco	In aumento
Vento	Da sudovest, umido	Da ovest a nordovest, tempestoso e freddo, anche a raffiche	Da nordovest, meno forte e freddo
Temperatura	Stazionaria	In diminuzione	In diminuzione
Visibilità	Scarsa	Cattiva	Progressivamente migliore
tempo	Minaccioso per ammassamento di nubi oscure ad ovest ed anche a nordovest	Cielo interamente coperto con nubi nere in rapido movimento e possibilità di temporali	Improvvisi schiarite alternate a rovesci di pioggia

Fig. 50 – il susseguirsi delle osservazioni in presenza di un Fronte Freddo.

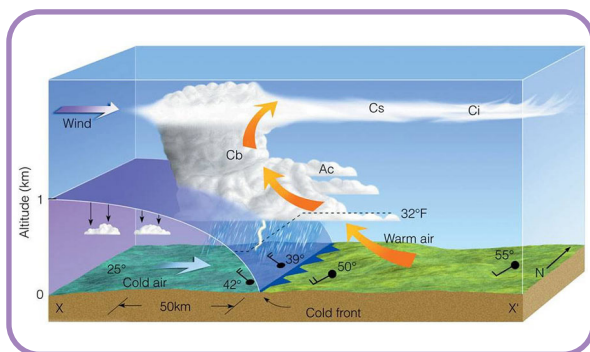


Fig. 51 – lo schema tipico di un Fronte Freddo.

Se la massa d'aria fredda (polare) si muove verso quella di aria calda (equatoriale) siamo in presenza di un **fronte freddo**: esso consiste quindi in un'**irruzione di aria fredda che si estende dal suolo** (ove viene evidenziato dalle omonime carte meteorologiche) **fino agli strati medio-alti** e che viaggia verso zone e volumi d'aria prima occupati da aria più calda.

Ma quali sono i segnali che ci avvertono dell'arrivo di un fronte freddo?

Andiamo con ordine:

prima dell'arrivo del fronte la pressione cala, i venti spirano dai quadranti meridionali e in cielo può presentarsi nuvolosità di tipo alto e stratificata. **In prossimità del fronte** invece, essendo l'aria fredda in arrivo più densa di quella presente, essa penetra scalzando l'aria più calda la quale, **sollevata prepotentemente**,

porta alla formazione di nuvolosità. Infatti a causa del rapido moto ascensionale **l'aria calda è soggetta ad un raffreddamento dovuto al sollevamento detto adiabatico che porta alla condensazione del vapore acqueo in microscopiche goccioline di acqua** (passaggio di stato da gassoso a liquido) che alla fine **costituiscono la massa della nube**; ebbene nel fronte freddo si osserva uno spiccato e massiccio sviluppo verticale che porta alla formazione di **nubi cumuliformi responsabili di temporali**, rovesci o piogge convettive relativamente durature.

Cosa accade invece dopo il passaggio del fronte freddo?

La pressione atmosferica inizia a salire, il vento subisce un cambiamento sia in direzione che in intensità mentre, gradualmente, **la nuvolosità tende a diminuire ed il cielo si apre sempre di più**; tuttavia le schiarite producono un maggior irraggiamento solare che favorisce il riscaldamento degli strati d'aria più vicini al suolo, mentre nel contempo permane aria più fredda in quelli superiori. Questa è una situazione **termodinamicamente instabile** (freddo su caldo) che favorisce lo sviluppo di **temporali termoconvettivi postfrontali**.

E il fronte caldo?

Il **fronte caldo**, che in un sistema frontale **precede il fronte freddo**, è invece una zona di transizione che separa aria calda in arrivo da quella fredda preesistente.

Come ben sappiamo, l'aria calda è meno densa di quella fredda e tenderà quindi a scivolare e sollevarsi sopra quest'ultima in maniera meno irruenta di quanto faceva l'aria nel fronte freddo.

Come già spiegato, **il sollevamento verticale di un volume d'aria porta alla saturazione e, se il moto continua, ad una successiva condensazione con conseguente formazione di nubi.**

Poiché lo scivolamento dell'aria calda avviene lungo un ideale piano meno inclinato rispetto a quello del fronte freddo ecco

che si generano nubi di tipo stratiforme proprio per la maggior componente orizzontale.

Per questo motivo **il fronte caldo è caratterizzato da precipitazioni diffuse e persistenti**, di intensità variabile in quanto dipendenti dall'acqua precipitabile presente nelle nuvole, in particolare le nubi maggiormente presenti nel fronte caldo sono i nimbostati. I principali parametri che subiscono modifiche al transito del fronte sono: **la pressione atmosferica che diminuisce gradualmente prima dell'arrivo del fronte per poi aumentare al passaggio dello stesso**; la temperatura che davanti al fronte risulta più bassa sia per la matrice fredda dell'aria e sia per il raffreddamento connesso alle precipitazioni, essa al transito del fronte è destinata pertanto ad aumentare. Infine un sistema frontale completo annovera anche il **fronte occluso** e ciò si realizza quando il fronte freddo, più veloce di quello caldo, raggiunge quest'ultimo, il risultato è **una fenomenologia che fa un mix delle caratteristiche sia del fronte freddo che di quello caldo**. Infine il fronte occluso segna **l'avvio della fase finale o maturità del ciclone** e ciò avviene quando raggiunge al suo interno il valore più basso di pressione atmosferica; da questo momento, esauriti i contrasti termodinamici, **il ciclone tenderà gradualmente a dissolversi entro qualche giorno**; tuttavia nella fase iniziale di questo lasso di tempo perdurano comunque precipitazioni abbondanti e bassi valori della temperatura, oltre alla possibilità di significativa ventilazione.

Il fronte caldo.

Cosa succede prima, durante e dopo?

	Prima del fronte	In prossimità del fronte	Dopo il fronte
Nuvole	Passaggio di cirri seguito da campi di nuvole stratificate	Basse nuvole piovose: nimbostati	Dissoluzioni delle nubi
Pressione	In diminuzione	In diminuzione	Costante, a volte in diminuzione
Vento	Da sudest a sud, piuttosto forte	Sud, in rafforzamento	Da sudovest a ovest, piuttosto forte e caldo
Temperatura	In diminuzione	In aumento	In aumento
Visibilità	Progressivamente peggiore	Cattiva	Progressivamente migliore
Tempo	Grigio, eventualmente pioviggine	Nuvolosità estesa, pioggia continua	Pioggia in diminuzione

Fig. 52 – il susseguirsi delle osservazioni in presenza di un Fronte Caldo.

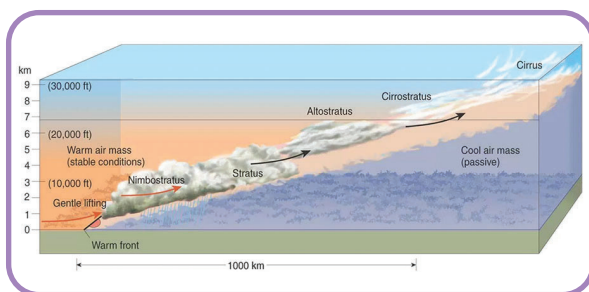


Fig. 53 – lo schema tipico di un Fronte Caldo.

La prossima volta che il nostro territorio sarà interessato da precipitazioni o da fenomeni di origine frontale, saremo più consapevoli delle dinamiche che l'atmosfera mette in atto per ottenere quell'equilibrio termico terrestre tanto a noi difficilmente comprensibile quanto in verità necessario per la nostra stessa vita, e quella delle altre creature che popolano la Terra.



Fig. 54 – 11 settembre 2019,
Altostratus Floccus sul cielo di Dolo (VE),
foto di Vincenzo Baldan.



Fig. 55 – 7 luglio 2018,
Cumulonimbus (temporale) sul cielo di Rossano Veneto (VI),
foto di Melissa Briotto

Dedicare un po' del nostro tempo in più all'osservazione dei fenomeni che caratterizzano il nostro cielo non aumenterà solamente il nostro bagaglio di conoscenza ma ci permetterà di apprezzare ancora meglio il nostro territorio poiché le sue peculiari caratteristiche meteoroclimatiche ne definiscono parte assolutamente integrante della bellezza.

L'atmosfera del nostro angolo di mondo ci accompagna, da quando siamo nati, con le sue nuvole, con i colori del cielo di spettacolari albe e tramonti, con paesaggi che cambiano colore per una nevicata o che scompaiono temporaneamente dietro ad una nebbia; talvolta il nostro cielo ci rende partecipi anche di eventi più tragici, quando i fenomeni atmosferici estremi ne colpiscono fortemente le infrastrutture, le abitazioni ed il tessuto sociale. Un'epoca frenetica come quella che stiamo vivendo, in cui tutto viaggia velocissimo, **ci ha portato a vivere con maggiore distacco il nostro più intimo rapporto con l'atmosfera**, quel rapporto che chi ha qualche anno in più e le generazioni che ci hanno preceduto ha condotto in modo molto più stretto, sviluppando un'attenta attitudine all'osservazione.

E' tempo probabilmente di fare un passo indietro e uno degli scopi di questa pubblicazione è anche quello **di fornire degli strumenti di conoscenza e sollecitare un rinnovato approccio ai fenomeni atmosferici** poiché ognuno di noi, pur senza alcuna pretesa di essere "Meteorologo", può diventare un bravo osservatore del susseguirsi dei fenomeni, imparando a comprenderne le dinamiche e, in questo modo, **sviluppando ancor più amore per il territorio in cui si vive.**

Le dinamiche che si sviluppano con l'approssimarsi dei Fronti Meteorologici possono rappresentare uno stimolo in più all'osservazione. Il lettore può, una volta appreso dai Bollettini di previsione dell'arrivo di un sistema perturbato, consultare le tabelle allegate a questo capitolo e trovare conferma della progressione degli eventi attraverso la consultazione degli strumenti e l'osservazione dello stato del cielo e gli eventuali fenomeni prodotti.

NUBI e Precipitazioni

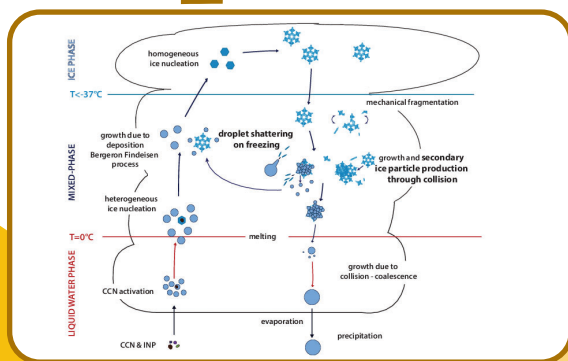


Fig. 56 – all'interno di una "nube fredda".

I fenomeni atmosferici che si generano nella troposfera sono **strettamente correlati con la presenza di umidità atmosferica e al raggiungimento del livello di saturazione** all'interno della massa d'aria. I capitoli precedenti, nella trattazione dei parametri meteorologici, della circolazione atmosferica e dei fronti, hanno preparato il lettore alla comprensione di questo passaggio, in particolare raccontando i moti ascensionali figli di pressione e fronti ma, più in generale, del continuo conflitto di masse d'aria diverse dal punto di vista termico e igrometrico.

Sono molteplici le forzanti al sollevamento delle masse d'aria in troposfera e per giungere al passaggio di stato dell'acqua da gassoso (vapore acqueo) a liquido è necessario che un determinato volume d'aria (che andrà a costituire la nube) sia raffreddato.

Proprio attraverso il suo moto verso l'alto, ove sussiste pressione minore e, molto spesso, anche un'atmosfera più fredda. **Possiamo in sostanza affermare che, quando un volume d'aria tende a salire verso l'alto si espande (per via della minor pressione) e la sua umidità relativa tende ad aumentare (per effetto del raffreddamento).**

Ad una determinata quota ed in presenza di pulviscolo atmosferico che funge da nucleo di condensazione, quando questo volume d'aria in salita raggiunge l'umidità relativa del 100%, non potendo più crescere il valore dell'umidità relativa, la quantità eccedente va incontro alla condensazione in microscopiche goccioline sospese in aria che vanno a costituire la nube aderendo al particolato presente (le nubi che osserviamo sono composte prevalentemente di acqua allo stato liquido).

La nube si ingrandisce in virtù della continua risalita di masse d'aria dal basso che compiono il medesimo percorso e **vanno continuamente incontro alla condensazione**, questo avviene per la maggiore in presenza di bassa pressione atmosferica (si vedano le immagini al capitolo apposito). Un piccolo accenno a parte merita la **nebbia**, ovvero la costituzione di una **nube** (composta in genere da goccioline d'acqua di calibro minore rispetto alle altre nubi) **che avviene in prossimità del suolo proprio per effetto del processo di condensazione**, favorito dalla differenza di temperatura tra la superficie e la massa d'aria soprastante.

Definito il processo di formazione delle nuvole siamo solo all'inizio del cammino che ci porterà a comprendere come dalle stesse si andranno a generare le precipitazioni.

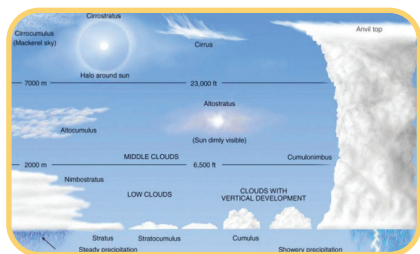


Fig. 57 – le tipologie di nuvole.

Per arrivarci occorre prima di tutto suddividere le formazioni nuvolose in due grandi categorie, le **nubi calde** e le **nubi fredde** (quest'ultime tipiche delle nostre latitudini).

Le goccioline che costituiscono le nuvole possono formare precipitazioni solo quando diventano sufficientemente grandi e pesanti da cadere giù dalla nuvola. Questo può avvenire in due modi.

Il principale, responsabile della maggior quantità delle precipitazioni alle medie latitudini, si chiama **processo Bergeron-Findeisen**, nel quale le **goccioline d'acqua sovrassature e cristalli di ghiaccio in una nuvola interagiscono per formare un rapido accrescimento del cristallo di ghiaccio**: questi cristalli cadono dalla nuvola e possono fondersi mentre cadono. Il processo avviene nelle nubi che hanno una sommità con una temperatura inferiore a -15°C ($258,15\text{ K}$). Nella loro caduta verso il basso un ulteriore accrescimento avviene anche per coalescenza (di cui parleremo qui di seguito), intercettando correnti ascendenti o altre goccioline sospese nella porzione inferiore della nube stessa.

Nel percorso di caduta verso il basso, quando la temperatura del volume d'aria attraversato lo consente, lo stato di cristallo (agglomerato di cristalli) può essere mantenuto fino al suolo ed in questo caso si parlerà di nevicata, altrimenti andando incontro a fusione, parleremo di pioggia.

Il secondo processo, detto di **coalescenza**, più comune nelle **zone tropicali**, avviene in nubi più calde ed è prodotto dalla collisione delle goccioline d'acqua più grandi con goccioline più piccole che vengono così inglobate. Il processo risulta efficace soprattutto quando la nuvola ha un'elevata densità. Finché le correnti d'aria nella nuvola e quelle che scorrono sotto riescono a mantenere in sospensione le goccioline, esse continueranno a ingrandirsi; raggiunta la sommità della nuvola, dove le correnti ascendenti divergono, le goccioline ricadono verso il basso a causa della forza di gravità e poi vengono nuovamente portate verso l'alto, creando continui saliscendi, che fanno ulteriormente incrementare le dimensioni delle goccioline. Quando esse raggiungono dimensioni di circa $200\text{ }\mu\text{m}$, le correnti ascensionali non possono più sostenerle e, quindi, possono solo cadere: se la nuvola è molto alta e il numero di goccioline urtate è elevato, le gocce possono raggiungere un diametro di $0,5\text{--}2\text{ mm}$ o anche di più e allora cadono direttamente come pioggia.



AVVISI E ALLERTE Meteo

dove reperire queste Informazioni

Sono molteplici le risorse che si possono trovare nel web ai fini di comprendere l'evoluzione e trovarsi preparati ad eventuali situazioni di criticità, rischio o pericolo.

E' prerogativa della Meteorologia Professionale emettere dei bollettini di previsione che possano avere anche la funzione di supportare il cittadino nella pianificazione delle attività ed in molti casi per guidarlo nel prevenire situazioni di rischio e di pericolo.

È fondamentale, tuttavia, ricordare che STATI DI ATTENZIONE E DI ALLERTA METEO possono essere emessi solamente dagli **ENTI PREPOSTI**, ovvero tutte quelle fonti istituzionali come Comuni, Province, Regioni, Protezione Civile e Centro Funzionale Decentrato.

Il Centro Funzionale Decentrato della Protezione Civile Regionale, valutato il Bollettino di previsione emesso da ARPA VENETO redige, in occasioni di possibile criticità, un'apposita comunicazione ufficiale di ATTENZIONE o di ALLERTA meteo.

È importante diffidare sempre di soggetti diversi da quelli indicati.



Il Monitoraggio in Tempo Reale e le Risorse Utili

Il web, a partire dal sito di ARPA VENETO, offre molti punti di riferimento ed opportunità per un monitoraggio in tempo reale in merito ad eventi meteorologici in atto o in arrivo, grazie a specifici strumenti, gratuitamente disponibili a tutti. Di seguito si è cercato di indicare i principali, risorse che ci permettono di accedere individualmente, tramite la propria connessione internet, ad elaborazioni radar, fulminazioni in tempo reale, immagini ed animazioni satellitari, nonché a tutti i dati rilevati sul territorio dalle stazioni meteorologiche a norma.

Il tutto per poter controllare in tempo reale cosa sta accadendo e, in caso di necessità, saper reagire prontamente a scopo preventivo, tutelando la propria incolumità e la sicurezza anche dei propri beni. In tal senso, quando gestiti da **Professionisti**, anche alcuni riferimenti sui social network hanno saputo negli ultimi anni assumere una importante componente di supporto ai canali ufficiali, un esempio è la **Pagina Facebook di SerenissimaMeteo**.

Links Utili

Previsioni Meteo sul Veneto e Italia

Bollettini ufficiali di Arpa Veneto:

www.arpa.veneto.it/previsioni/it/html/index.php

Pagina Facebook e sito di Serenissima Meteo:

www.facebook.com/SerenissimaMeteo - www.serenissimameteo.it

Previsioni in Italia:

www.meteo.it - www.meteoam.it - www.3bmeteo.com

Emanazione di Stati di Attenzione o di Allerta Meteo

Centro Funzionale Decentrato Regione Veneto:

www.regione.veneto.it/web/protezione-civile/cfd

Risorse per il monitoraggio in tempo reale

Dati meteorologici registrati nelle ultime ore (Veneto e Italia):

www.arpa.veneto.it/bollettini/meteo/h24/img13/Mappa_TEMP.htm

<https://www.meteonetwork.it/rete/livemap/>

Immagini ed animazioni satellitari:

<http://sat24.com> - www.meteoam.it/meteosat

Radar meteorologico (Veneto):

www.arpa.veneto.it/bollettini/meteo/radar/radar.php

www.arpa.veneto.it/bollettini/meteo/radar/index_geo.php

Fulminazioni in tempo reale:

http://it.blitzortung.org/live_dynamic_maps.php?map=10 - www.lightningmaps.org

Risorse per la previsione a breve e medio-lungo termine

Modelli Fisico-Matematici Globali (GM) di Previsione:

www.wetterzentrale.de - www.meteociel.fr

Modelli di Previsione ad Area Limitata (LAM):

<https://meteologix.com/es/model-charts>

<http://www.isac.cnr.it/dinamica/projects/forecasts/>

<http://www.lamma.rete.toscana.it/modelli/atmo/mappe>



IL CORRETTO APPROCCIO ALLE PREVISIONI del Tempo



La PREVISIONE DEL TEMPO esprime la **probabilità che un evento si verifichi**. Non si tratta di certezze, bensì dell'espressione scientifica di quello che potrebbe essere una **VEROSIMILE evoluzione futura**.

Quanto più desideriamo una previsione **DETTAGLIATA** nel tempo e nello spazio (es. "pioverà domani a Padova?") tanta **minor affidabilità** possiamo pretendere. Ecco perché occorre apprendere le indicazioni delle previsioni automatiche derivanti dalle varie APP per smartphone sempre con il giusto spirito critico, consapevoli che non possono essere accurate e preferire SEMPRE affidarsi a prodotti professionali, in particolare quando in gioco c'è la nostra sicurezza.

Alcune regole importanti:

- Oltre i 3 giorni le previsioni meteorologiche perdono esponenzialmente di affidabilità, più sarò interessato al dettaglio spaziale (per es. il mio paese) o temporale (per esempio l'orario preciso), più dovrò limitare il mio sguardo in là nel tempo; a maggior ragione, quindi, **NON FARE AFFIDAMENTO su previsioni a 7-15 giorni e ancor meno su previsioni stagionali**.
 - Più il fenomeno per il quale si cerca una previsione è di **modesta estensione** spaziale (per es. temporale, grandinata, nubifragio, tornado ecc.) più la previsione non potrà essermi utile, poiché la **prevedibilità cala drasticamente** quanto più è piccolo il fenomeno che si cerca di prevedere (in tal senso ci può supportare il monitoraggio in tempo reale o la previsione a brevissimo termine (a 1-3 ore o meno)).
 - È bene quindi **aggiornarsi ogni giorno sull'evoluzione del tempo prevista**: man mano che ci si avvicina al giorno di interesse, la previsione guadagna di accuratezza ed affidabilità, grazie a elaborazioni su dati reali più attuali e quindi con un netto miglioramento delle performance.
 - Fare sempre attenzione a **COME LA PREVISIONE VIENE COMUNICATA**. L'utilizzo di terminologia allarmistica, esagerata, oppure ancora di sensazionalismi che trasmettono ansia e preoccupazione, è una chiara indicazione che la previsione non proviene da professionisti del settore e pertanto non va utilizzata per pianificare attività né, tantomeno, per prevenire rischi o preservare la propria incolumità.
 - In caso di fenomenologia estrema prevista, è opportuno trovarsi preparati e conoscere i suggerimenti di autoprotezione che seguono.

Come prepararsi all'evento estremo:

- 1 Informarsi per conoscere il territorio in cui si vive o che si sta visitando (ospedali, carabinieri/polizia, protezione civile, presenza di fiumi, quote dei terreni, versanti instabili...).
- 2 Identificare un luogo sicuro da usare come rifugio (es. aree più elevate in caso di alluvione).
- 3 Verificare il contenuto della cassetta del pronto soccorso, comprese le date di scadenza dei medicinali.
- 4 Definire un piano d'azione per sé e i propri familiari (casa, lavoro, scuola, all'esterno...).
- 5 Controllare le persone anziane, i bambini, i soggetti fisicamente o mentalmente disabili, gli animali domestici e da allevamento.

IN CASO DI...



In Caso di Alluvione

- 1** Se nel territorio in cui abitiamo si sono verificate delle alluvioni è plausibile che ce ne saranno altre in futuro.
- 2** Procurarsi una torcia elettrica e una radio a batterie per sintonizzarsi sulle stazioni locali e ascoltare eventuali segnalazioni utili, assicurarsi che tutte le persone potenzialmente a rischio siano al corrente dell'allerta meteorologica.
- 3** Limitare l'uso del cellulare e togliere la password di accesso alla rete Internet Wi-Fi per facilitare i soccorsi e le comunicazioni in genere. Tenersi informati su come evolve la situazione.
- 4** In casa i luoghi più pericolosi sono le cantine, i garage, i piani seminterrati e i piani terra, non usare l'ascensore che potrebbe bloccarsi. Porre delle paratie a protezione dei locali situati al piano strada, chiudere o bloccare le porte di cantine o seminterrati. Disattivare gli impianti elettrici, di riscaldamento e chiudere il gas.
- 5** L'acqua in genere è più profonda di quanto sembri e può nascondere molti pericoli come: oggetti appuntiti, manto stradale danneggiato o mancante, buche, tombini aperti, cavi elettrici tranciati; di notte poi è più difficile stimarne l'altezza e l'aumento del livello.
- 6** Non guidare assolutamente in aree allagate! Massima attenzione ai sottopassaggi: sono sufficienti 30 cm di acqua per far galleggiare le automobili o spegnerne il motore, mentre 50 cm di acqua sono in grado di far fluttuare anche dei camion.
- 7** All'aperto sono più a rischio i sottopassi, i tratti vicini agli argini e ai ponti, le strade con forte pendenza e in generale tutte le zone più basse rispetto al territorio circostante. Non avvicinarsi a pendii o scarpate artificiali che potrebbero franare.
- 8** In un campeggio posto vicino a un corso d'acqua con un forte temporale in atto è preferibile portarsi in aree più elevate piuttosto che tentare di allontanarsi.
- 9** Durante e dopo le alluvioni l'acqua dei fiumi è fortemente inquinata e trasporta detriti galleggianti che potrebbero colpire le persone oppure ostruire vie o passaggi con rischio di cedimento improvviso.
- 10** Seguire le indicazioni fornite dalle autorità di Protezione Civile. Gettare i cibi che sono entrati in contatto con le acque dell'alluvione, non bere l'acqua dal rubinetto che potrebbe essere contaminata da carburanti o altre sostanze.



In Caso di Fulmini

- 1** Se è possibile sentire i tuoni si è a rischio fulminazione ed è perciò opportuno rinviare tutte le attività: i fulmini possono abbattersi a notevole distanza dalla nube temporalesca.
- 2** Entrare in un edificio robusto, evitare capanni o gazebo. In casa, stare lontano da verande, porte e finestre che vanno ben chiuse, non appoggiarsi ai muri e ai termosifoni, evitare bagni/docce o di lavarsi le mani o i piatti. Staccare dalla televisione il cavo dell'antenna: le linee elettriche e telefoniche nonché le tubazioni possono condurre la corrente anche per via sotterranea. Staccare la spina o spegnere gli apparecchi elettrici, usare il telefono fisso o il computer solo in caso di emergenza.
- 3** Si è sempre più sicuri dentro un'automobile che all'esterno, a patto che i finestrini siano chiusi, l'antenna radio sia ritirata e non si tocchino le parti metalliche del veicolo.
- 4** Stare lontano da tutti gli oggetti sopraelevati (creste, vette, campanili, tralicci, ombrelli...), non ripararsi sotto alberi alti e isolati, non rimanere in piedi in aree aperte, uscire immediatamente dall'acqua ai primi tuoni se al mare.
- 5** All'aperto tenere i piedi il più uniti possibile e piegarsi "a riccio" con la testa tra le ginocchia senza toccare il terreno con altre parti del corpo, non sdraiarsi o sedersi a terra. Se in gruppo, distanziarsi tra una persona e l'altra per prevenire il reciproco passaggio della corrente. Non tenersi per mano o agganciarsi alle ferrate! Stare lontano dall'acqua, da oggetti umidi e oggetti metallici.
- 6** Se i peli o i capelli tendono a drizzarsi e si prova una sensazione di solletico sulla pelle, entrare immediatamente in macchina o in un edificio, altrimenti assumere la posizione "a riccio", con le punta delle dita tapparsi le orecchie per evitare danni all'udito.
- 7** Il corpo non è in grado di immagazzinare energia elettrica, perciò la vittima di fulminazione può essere soccorsa senza alcun rischio mediante massaggio cardiaco e respirazione bocca a bocca. Chiamare immediatamente il 118 se l'infortunato è privo di coscienza, non somministrare bevande. Massima attenzione se si deve spostare il paziente perché la folgorazione può aver causato fratture dovute alle contrazioni muscolari.
- 8** Se si è in gruppo all'aperto, sparpagliarsi fino a distanziarsi di una decina di metri tra una persona e l'altra per prevenire il reciproco passaggio della corrente.
Non tenersi per mano o agganciarsi alle ferrate! Stare lontano dall'acqua, da oggetti umidi (es. corde) e oggetti metallici (recinzioni, pali, rubinetti, piccozze, anelli, collane, bracciali, orecchini ecc.): acqua e metalli non attraggono i fulmini, ma sono ottimi conduttori di elettricità che possono propagare la corrente anche per notevoli distanze e causare bruciature alla pelle. All'aperto, evitare l'utilizzo del cellulare essendo anch'esso composto da parti metalliche.



In Caso di Forti Raffiche di Vento e Mareggiate

All'aperto:

- 1** Evita le zone esposte, guadagnando una posizione riparata rispetto al possibile distacco di oggetti esposti o sospesi e alla conseguente caduta di oggetti anche di piccole dimensioni e relativamente leggeri, come un vaso o una tegola;
- 2** Evita con particolare attenzione le aree verdi e le strade alberate. L'infortunio più frequente associato alle raffiche di vento riguarda proprio la rottura di rami, anche di grandi dimensioni, che possono sia colpire direttamente la popolazione che cadere ed occupare pericolosamente le strade, creando un serio rischio anche per motociclisti ed automobilisti.

In ambiente urbano:

- 1** Se ti trovi alla guida di un'automobile o di un motoveicolo presta particolare attenzione perchè le raffiche tendono a far sbandare il veicolo, e rendono quindi indispensabile moderare la velocità o fare una sosta;
- 2** Presta particolare attenzione nei tratti stradali esposti, come quelli all'uscita dalle gallerie e nei viadotti; i mezzi più soggetti al pericolo sono i furgoni, mezzi telonati e caravan, che espongono alle raffiche una grande superficie e possono essere letteralmente spostati dal vento, anche quando l'intensità non raggiunge punte molto elevate.

In generale, sono particolarmente a rischio tutte le strutture mobili, specie quelle che prevedono la presenza di teli o tendoni, come impalcature, gazebo, strutture espositive o commerciali temporanee all'aperto, delle quali devono essere testate la tenuta e le assicurazioni.

In zona costiera:

Sulle zone costiere, alla forte ventilazione è associato il rischio mareggiate, in particolare se il vento proviene perpendicolarmente rispetto alla costa. Per questo:

- 1** presta la massima cautela nell'avvicinarti al litorale o nel percorrere le strade costiere;
- 2** evita di sostare su queste ultime e a maggior ragione su moli e pontili;
- 3** evita la balneazione e l'uso delle imbarcazioni e assicura preventivamente le barche e le strutture presenti sulle spiagge e nelle aree portuali.

In casa:

Sistema e fissa opportunamente tutti gli oggetti che nella tua abitazione o luogo di lavoro si trovino nelle aree aperte esposte agli effetti del vento e rischiano di essere trasportati dalle raffiche (vasi ed altri oggetti su davanzali o balconi, antenne o coperture/rivestimenti di tetti sistemati in modo precario, ecc.).



In Caso di Tornado

- 1** Il tornado o tromba d'aria è una violenta colonna d'aria rotante. Può essere privo della classica nube ad imbuto e quindi non visibile finché non compaiono polvere e detriti alla base del vortice, oppure può essere nascosto da rovesci di pioggia.
- 2** Non sottovalutare il pericolo: la presenza o meno della nube ad imbuto, la dimensione e la forma del vortice non dicono nulla di certo circa la sua forza, inoltre i venti rotanti si estendono oltre il cono visibile del tornado stesso.
- 3** Si tenga presente che, specialmente all'aperto e nelle vicinanze del tornado, è estremamente difficile avere corretta percezione del suo spostamento. Il tornado può cambiare direzione, velocità di spostamento e dimensioni senza preavviso.
- 4** Cercare riparo in una struttura solida, dirigersi ai piani inferiori, preferibilmente nel seminterrato, un sottoscala interno, una stanza centrale o un corridoio senza finestre. La tromba interna delle scale è generalmente un buon luogo dove rifugiarsi e permette di raggiungere velocemente il piano più basso.
- 5** Ripararsi vicino ad un muro portante, sotto un tavolo o un letto, dietro al divano, nella vasca da bagno o in un armadio, coprirsi testa e collo con braccia e mani, meglio se con un casco, materassi, coperte o cuscini. Stare lontano da porte e finestre, accovacciarsi stando il più possibile a livello del pavimento e tenere la faccia a terra.
- 6** I veicoli sono estremamente pericolosi in caso di tornado. Se si è in macchina uscire immediatamente, non rifugiarsi sotto i cavalcavia perché il vento vi si incanala. Non tentare di schivare il tornado a meno che questo sia visibile da lontano, in tal caso provare ad uscire dalla sua traiettoria muovendosi ad angolo retto rispetto ad esso. Se l'impatto col vortice è imminente, piegarsi in basso il più possibile con la cintura di sicurezza allacciata. Mantenersi distanti da finestrini e parabrezza.
- 7** Se all'esterno, stendersi a terra, meglio se in un avvallamento del terreno, coprirsi testa e collo con le mani, prestare massima attenzione ai detriti in caduta anche nella fase di allontanamento del tornado; cercare di stare lontano da alberi, automobili o altri oggetti che potrebbero essere facilmente scagliati contro le persone.
- 8** Dopo il tornado, cercare di rimanere calmi e vigili, stare vicino ai propri cari e attendere il personale di emergenza. Se possibile, con cautela, dare aiuto a coloro che sono feriti. Stare lontano da linee e fili elettrici (soprattutto dove vi sono pozzanghere), attenzione ai vetri e altri oggetti appuntiti. Non entrare nelle strutture danneggiate e non camminare vicino ai tetti per il rischio di caduta tegole, antenne, comignoli ecc. Non usare fiammiferi o accendini in caso di perdite di gas o benzina.

Cosa Fare IN CASO DI...

Collasso di Calore

Non uscire durante le ore più calde, in casa mantenere il climatizzatore a 25-27 gradi. Fare docce fredde e non sottoporsi a sforzi. Consumare pasti leggeri, bere molto e mangiare frutta. Indossare abiti e cappelli leggeri e di colore chiaro evitando le fibre sintetiche. Durante un collasso da calore la temperatura corporea potrebbe salire a 38-40°C con cefalea e principi di svenimento, nausea e vomito, pelle fredda, pallida e umida, sudorazione abbondante, battito debole e accelerato. Spostare la persona dal sole, stenderla a terra e allentare i vestiti, spugnare con delicatezza la pelle con acqua tiepida, dare piccoli sorsi d'acqua solo se l'infortunato è cosciente e se non vomita. Se la situazione non migliora chiamare il 118.

Colpo di Calore

Durante un colpo di calore la temperatura corporea supera i 41°C con cefalea e principi di svenimento, nausea e vomito, pelle calda e secca, la sudorazione spesso è assente. Il battito diventa forte e accelerato, le pupille tendono a dilatarsi, possono verificarsi stati confusionali seguiti da convulsione e coma che può portare al decesso. Chiamare immediatamente i soccorsi, nell'attesa seguire i consigli visti per il collasso di calore con l'accortezza di togliere i vestiti non necessari e immergere la persona in acqua con una temperatura non inferiore a 15°C.

Sintomi di Congelamento

Orecchie, naso, mani e piedi assumono un aspetto pallido e bianco cereo/bluastro con perdita di sensibilità, dolori e formicolii. Tenere in movimento e riscaldare lentamente le parti congelate anche immergendole in acqua tiepida non superiore a 37°C. Non frizionare le zone congelate. Togliere tutto ciò che potrebbe impedire la circolazione, non far camminare l'infortunato con i piedi congelati.

Ipotermia

Nello stato di ipotermia la temperatura corporea scende sotto i 35°C. La vittima avverte molto freddo, ha brividi incontrollabili e poca coordinazione, si trova in uno stato confusionale e fatica a parlare.

In ipotermia acuta si ha sonnolenza e perdita dei sensi, la respirazione rallenta, il battito potrebbe non essere percettibile.

Chiamare subito i soccorsi, nell'attesa riscaldare gradualmente prima il tronco e poi braccia e gambe. Se la persona è cosciente, somministrare bevande calde e cibo ad alto contenuto calorico.

Le indicazioni e i suggerimenti di AUTOPROTEZIONE presenti in questa piccola guida sono stati redatti dagli esperti di due Associazioni che si occupano di studio e divulgazione della METEOROLOGIA, ovvero:



SerenissimaMeteo
previsione - didattica - informazione

meteonetwork ■

È FONDAMENTALE RICORDARE CHE

i fenomeni meteorologici possono essere caratterizzati da un'evoluzione molto rapida con effetti assai variabili nello spazio e nel tempo.

È quindi di estrema importanza tenersi costantemente aggiornati mediante i bollettini e le allerte meteorologiche emanate dagli enti ufficiali preposti, le immagini radar e l'osservazione del cielo.

Essere consapevoli di un evento estremo in arrivo costituisce un primo passo per imparare ad affrontarlo nel modo più corretto e a difendersi da eventuali pericoli.

Disclaimer (dichiarazione di esclusione di responsabilità)

L'AUTORE DECLINA OGNI RESPONSABILITÀ PER FATTI E DANNI DIRETTI O INDIRETTI CHE POSSANO DERIVARE ALL'UTENTE E/O A TERZI DA ERRORI, DALL'USO LECITO O ILLECITO DEL CONTENUTO, NONCHÉ DELLA COMPLETEZZA E DELLA VERIDICITÀ DELLE INFORMAZIONI RIPORTATE NEI SUGGERIMENTI DI AUTOPROTEZIONE.

LE INFORMAZIONI RIGUARDANTI LE PROCEDURE MEDICHE PRESENTI IN QUESTE PAGINE HANNO RILEVANTE UTILITÀ INFORMATIVA, SCIENTIFICA E CULTURALE MA NON HANNO IN NESSUN MODO IL CARATTERE DELLA PRESCRIZIONE MEDICA, NEPPURE SOTTO FORMA VIRTUALE, PERTANTO NON POSSONO SOSTITUIRE IN ALCUN CASO IL PARERE DI UN MEDICO.

LA LEGGE ITALIANA OBBLIGA COLUI CHE OSSERVI PERSONE IN CONDIZIONE DI RISCHIO DI VITA A PRESTARE SOCCORSO NEI LIMITI DELLE PROPRIE CAPACITÀ, MA SI TENGA PRESENTE CHE MANOVRE ERRATE O INAPPROPRIATE POSSONO CAUSARE LESIONI GRAVI O IL DECESSO CON IL RISCHIO DI ESPORSI ALLE ACCUSE DI LESIONI PERSONALI COLPOSE (ARTICOLO 590 CODICE PENALE) O DI OMICIDIO COLPOSO (ARTICOLO 589 CODICE PENALE).

TUTTAVIA, NON SI PUÒ IGNORARE UNA PERSONA IN DIFFICOLTÀ, ALTRIMENTI SI INCORRE NEL REATO DI OMISSIONE DI SOCCORSO: È DOVEROSO QUINDI CHIAMARE IMMEDIATAMENTE I NUMERI TELEFONICI DEI SERVIZI DI PRONTO INTERVENTO, O CERCARE UN MEDICO.

La Protezione Civile

La doverosa premessa a questo capitolo si ricollega a quanto illustrato a pagina --: nel nostro paese **la Protezione Civile è l'ente preposto all'emanazione di stati di ATTENZIONE o di ALLERTA METEO**. Si tratta di un soggetto istituzionale che opera di concerto con le Pubbliche Amministrazioni, centrali o decentralizzate, per raggiungere amministratori locali, addetti, volontari e cittadini. La presenza di un ente univoco deputato a questi atti è fondamentale per permettere a tutti gli attori in gioco di evitare dannose perdite di tempo o confusione in frangenti talvolta delicati.

La Protezione Civile individua inoltre nella conoscenza delle peculiarità e delle dinamiche meteorologiche e climatiche del territorio la base su cui sviluppare un importante **“strumento”** di salvaguardia dell'incolumità pubblica, ovvero quella che si chiama **AUTOPROTEZIONE**. **CONOSCERE** i fenomeni atmosferici (anche non necessariamente estremi) che possono interessare il proprio territorio è il primo passo per imparare ad affrontarli nel modo più corretto e a difendersi da eventuali pericoli.

E' fondamentale inoltre, in funzione di efficiente autoprotezione **CONOSCERE** le eventuali zone a particolare rischio, oltre che **CONOSCERE** i comportamenti e le precauzioni o atti di prevenzione necessari da mettere in atto.

Tutto ciò permette di ridurre, limitare o annullare il rischio per se stessi e per i propri cari.

Un cittadino preparato e che si aggiorna costantemente sull'evoluzione del tempo previsto sul proprio territorio, è quindi un cittadino che sa agire e reagire nel modo giusto ed in maniera tempestiva ad eventuali situazioni di rischio o di pericolo.

Rappresenta inoltre, un fondamentale supporto ed agevola l'intervento degli addetti di Protezione Civile.

Dal 2011 la Protezione Civile fornisce al cittadino un importantissimo strumento educativo e informativo che si chiama **“IO NON RISCHIO”** e che potete reperire nel web al seguente link:
<http://iononrischio.protezionecivile.it>



Il **VOLONTARIATO** in Protezione Civile rappresenta inoltre, per molti cittadini, l'opportunità di impegnarsi per il bene collettivo in attività utili e formative, di supporto attivo alla comunità in cui viviamo.



I contenuti sulla meteorologia e sulle previsioni del tempo, presenti in questa pubblicazione, sono stati redatti e adattati da Marco Rabito.

Marco Rabito è un Meteorologo AMPRO (Associazione Meteo-Professionisti) e Tecnico Meteorologo Certificato WMO1083, presta attività come insegnante di laboratorio presso molti Istituti Scolastici del vicentino e in regione Veneto.

Da vari anni cura le previsioni del tempo per TVA Vicenza, per Radio Vicenza e per l'Associazione Serenissima Meteo di cui è Fondatore e Presidente.

E' relatore in numerose conferenze sulla Meteorologia, sui Cambiamenti Climatici e sui Fenomeni Atmosferici Estremi in tutto il territorio regionale.

Nel tempo libero l'autore è anche un cacciatore di tornado, sia in Italia che negli Stati Uniti e questa passione per i fenomeni estremi ha sicuramente guidato lo spirito con cui si sono redatti questi contenuti.

Ha collaborato in questi anni con varie Amministrazioni Pubbliche in occasione di situazioni di criticità e di emergenza meteo e contribuisce tutt'ora, in supporto alle decisioni, in caso di eventi ed attività all'aperto, soprattutto nell'eventualità di condizioni atmosferiche potenzialmente dannose.

E' autore del libro "Tornado Alley".

Nel 2017 ha redatto una prima Guida all'Autoprotezione e alcuni dei contenuti raccolti sono ripresi anche in questa pubblicazione.

Si ringraziano il Dott. Alberto Gobbi, Francesco Puppo e Alessandro Furian per i contributi forniti alla stesura di alcuni capitoli e alla correzione delle bozze, nonché a tutti gli autori citati nelle apposite didascalie per le foto che hanno messo a disposizione.

Si ringrazia inoltre Lara Padoan per le vignette presenti in questa pubblicazione, frutto della sua innata attitudine al disegno.

Un ultimo, ma non meno importante grazie, va ad Elena Celebron che ha sopportato l'autore in questi mesi di raccolta di informazioni, redazione e correzione dei testi, con il sostegno che solo l'amore può dare.

**“La ricerca dell’equilibrio
è un viaggio
attraverso la tempesta”.**

Marco Rabito



serenissimameteo

www.serenissimameteo.it

info@serenissimameteo.it