

C.A.I. - Sezione di Roma  
Scuola di Scialpinismo  
**NOZIONI DI METEOROLOGIA**

---

**Indice dei Contenuti**

LA PRESSIONE ATMOSFERICA.....	2
I VENTI .....	2
LA TEMPERATURA E L'UMIDITÀ ATMOSFERICHE.....	4
NUBI E PRECIPITAZIONI .....	5
LE MASSE D'ARIA E I FRONTI.....	7
GRADIENTE TERMICO VERTICALE.....	8
MOVIMENTI ASCENDENTI.....	9
FÖHN E STAU.....	10
INVERSIONE TERMICA .....	10
LA NEBBIA IN QUOTA.....	12
I TEMPORALI.....	12
L'ACQUISIZIONE DEI DATI METEOROLOGICI .....	15
I satelliti Meteorologici .....	15
Le stazioni meteo al suolo .....	17
I sondaggi atmosferici.....	17
LE PREVISIONI DEL TEMPO.....	18
Previsioni empiriche.....	18
Modelli Matematici .....	21
PORTALI METEO CONSIGLIATI.....	22

Vers. 1.0 del 27 febbraio 2001

## LA PRESSIONE ATMOSFERICA

La pressione atmosferica per un certo punto della superficie terrestre è determinata dal peso della colonna d'aria sovrastante. Al livello del mare il peso dello strato di aria equivale a:

$$760 \text{ mm di Hg} \times 1 \text{ cm}^2 = 1 \text{ Kg}$$

Con l'aumentare della quota diminuisce la pressione perchè si riduce lo spessore dello strato di aria che pesa sulla superficie. Alla quota del monte Bianco il peso dello strato d'aria equivale a 420 mm di Hg  $\times$  1 cm<sup>2</sup>. Le isobare sono le linee congiungenti i punti di eguale pressione e, opportunamente intervallate nei valori, rappresentano le carte isobariche.

Le isobare delimitano particolari configurazioni bariche, responsabili principali dell'andamento del tempo: depressione o zona di bassa pressione: insieme di isobare chiuse su di una zona in cui la pressione appare sempre più bassa procedendo verso il centro;

- anticiclone o zona di alta pressione: la pressione appare sempre più alta procedendo verso il centro;
- pressione livellata: zona di pressione uniforme.

Quanto più le isobare sono vicine, tanto più la variazione della pressione è rapida. La distribuzione delle zone di alta e bassa pressione sulla terra è estremamente variabile

da zona a zona e nelle stagioni, anche se segue delle leggi che di massima si ripetono (es.: anticiclone delle Azzorre, che nei mesi estivi tende ad estendersi a tutto il Mediterraneo occidentale). A seconda della loro rappresentazione grafica, le isobare individuano zone di: bassa pressione, altapressione, saccatura, cuneo o promontorio. Esprimere la pressione in termini di lunghezza (mm di Hg) è poco chiaro; si inserisce perciò una nuova misura che relazione il peso (forza) e lunghezza:

$$\text{Millibar} = \text{mb} \text{ mmHg} \times 4/3$$

$$\text{al livello del mare } 760 \text{ mmHg} \times 4/3 = 1013 \text{ mb}$$

$$\text{alla quota del monte Bianco } 420 \text{ mmHg} \times 4/3 = 566 \text{ mb}$$

Ad ogni aumento di 100 mt di quota corrisponde una riduzione di 9 mb di pressione.

## I VENTI

I venti, moti pressoché orizzontali delle masse atmosferiche, sono direttamente collegati alle situazioni bariche. Essi tendono a "colmare la pressione" - cioè ad andare dalle zone di alta a quelle di bassa pressione - e sono tanto più forti quanto maggiore è la variazione della pressione (gradiente barico). Principalmente per effetto della rotazione della terra

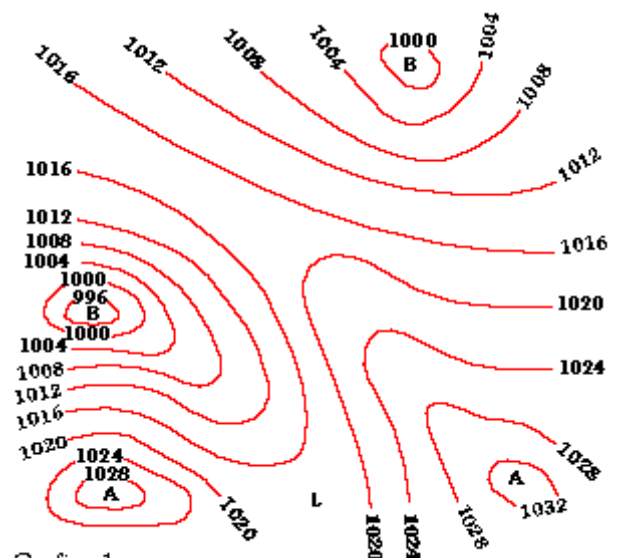


Grafico 1  
A=Anticiclone B=Depressione L=Pressione livellata

nell'emisfero Nord il vento, procedendo dall'alta alla bassa pressione, tende a deviare verso destra fino a formare con le isobare un angolo intorno ai 20°.

La forza del vento è direttamente proporzionale alla vicinanza delle isobare, cioè al variare del gradiente barico, e la sua direzione segue l'andamento delle isobare: nell'emisfero Nord, il vento spirale in senso orario attorno alle zone di alta pressione (circolazione anticiclonica: dall'alta alla bassa pressione deviando verso destra), in senso antiorario attorno alle zone di bassa pressione (circolazione ciclonica: verso la bassa pressione deviando verso destra).

Interessante ricordare la regola di Buys-Ballot valida per l'emisfero Nord: volgendo la faccia al vento, si ha la bassa pressione sulla destra un pò indietro, e l'alta pressione sulla sinistra un pò avanti.

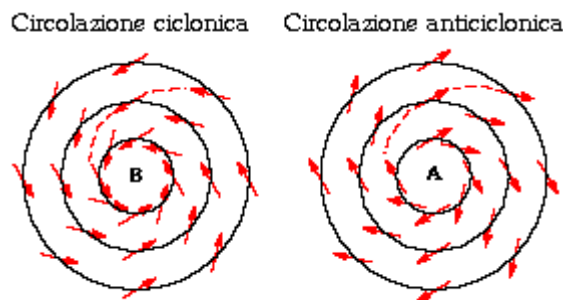


Grafico 2 - Andamento dei venti nell'emisfero nord

Mentre negli oceani si verificano anche venti permanenti come gli Alisei o periodici come i Monsoni, nel Mediterraneo soffiano venti locali come Tramontana, Scirocco, Maestrale, Grecale. Soprattutto nel periodo estivo, in condizioni di tempo stabile e bello si verificano le brezze di mare e di terra, provocate dal maggior riscaldamento diurno della terra (brezza dal mare) e dalla maggiore conservazione del calore da parte del mare durante la notte (brezza dalla terra).

Sotto l'aspetto della circolazione generale dell'atmosfera alle nostre latitudini (regioni extratropicali), si può dimostrare che dominano correnti di SW che, al crescere della latitudine, assumono man mano una direzione occidentale (correnti da W). Si può quindi affermare che il tempo sull'Europa e sul Mediterraneo proviene da Ovest e va verso Est. Questo non vuol dire peraltro che particolari situazioni bariche non possano fare pervenire venti e perturbazioni da Est: è tutto il sistema che comunque si sposta verso Ovest.

Il vento si misura in nodi oppure in Km/h: 1 nodo equivale a 1,8 Km/h. Conoscere la forza e la direzione dei venti significa prevedere il movimento e lo spostamento delle zone isobariche.

I tipi di vento più comuni sono:

TRAMONTANA - freddo, nordico, N.-N.E., dura per diversi giorni;

SCIROCCO - caldo, umido, afoso, S.-S.W., africano;

PONENTE - da ovest, porta brutto tempo delle regioni alpine;

FÖHN - vento caratteristico delle regioni alpine, caldo, porta notevoli modificazioni nello stato del manto nevoso.

Potere raffreddante del vento: a seconda della velocità del vento e della temperatura dell'aria misurata da un termometro la tabella mostra la temperatura dell'aria che il nostro corpo percepisce.

Vento (Km/h)	Temperatura dell'aria (gradi °C)								
	5	0	-5	-10	-15	-20	-25	-30	-35
0	7	2	-2	-7	-12	-17	-22	-26	-31
7,5	5	0	-5	-10	-15	-20	-25	-30	-35
18,5	-3	-9	-16	-22	-28	-34	-41	-47	-53
30	-6	-13	-21	-27	-34	-40	-48	-55	-61
37	-8	-16	-24	-30	-37	-44	-52	-60	-66
46,5	-10	-18	-26	-32	-39	-47	-55	-63	-70
55,5	-11	-19	-28	-34	-41	-49	-57	-65	-73
70	-12	-20	-29	-35	-42	-50	-58	-66	-74

## LA TEMPERATURA E L'UMIDITÀ ATMOSFERICHE

Esse costituiscono i due elementi fondamentali per la comprensione dei fenomeni atmosferici, perché caratterizzano le masse d'aria.

La più importante fonte diretta di calore per l'aria è la superficie terrestre che reirradia il suo calore, tanto maggiore quanto più i raggi del sole la colpiscono verticalmente. Le variazioni della temperatura saranno quindi giornaliere, stagionali, in funzione della latitudine e dell'altezza sul livello del mare.

Lo spostamento di masse d'aria più calda o più fredda determina la formazione dei FRONTI, i responsabili delle modificazioni meteorologiche sulla terra. Si parlerà allora di: fronte freddo, fronte caldo e fronte occluso.

L'umidità atmosferica è dovuta all'evaporazione prodotta sulle superfici acquee e sulle fonti secondarie dalla azione calorifica della radiazione solare. Il vapore si diffonde negli strati atmosferici inferiori, distribuito in funzione della temperatura e del tipo di regione. La quantità di vapore che l'aria può contenere è funzione della temperatura: l'aria si definisce satura quando contiene la massima quantità di vapore compatibile con la sua temperatura. La quantità di vapore d'acqua necessaria alla saturazione diminuisce rapidamente al decrescere della temperatura. L'umidità può essere assoluta o relativa. L'umidità assoluta è il massimo contenuto di vapore acqueo in 1 m<sup>3</sup> di aria. L'umidità relativa è il rapporto tra il contenuto reale nel determinato momento di vapore acqueo in 1 m<sup>3</sup> di aria e il contenuto max teorico.

Una porzione d'aria che compia un movimento verticale tende ad espandersi per la maggiore rarefazione dell'aria e quindi a raffreddarsi. Tale effetto di raffreddamento si riduce tanto più quanta più umidità contiene l'aria, perché viene attenuato dal calore prodotto dal vapore

che condensa. L'aumento di umidità oltre il valore di umidità assoluta porta al punto di condensazione: punto di rugiada.

Una massa d'aria che sale si dice instabile quando la sua temperatura alle varie quote tende a rimanere maggiore di quella degli strati in cui viene mano a mano a trovarsi, rispetto ai quali risulterà pertanto costantemente più leggera tendendo, di conseguenza, a continuare l'ascesa.

Una massa d'aria si dice invece stabile quando la distribuzione della temperatura con l'altezza diminuisce in maniera tale da ostacolare i moti convettivi. Per quanto detto, a parità di altre condizioni, una massa d'aria è tanto più instabile quanto maggiore è l'umidità che contiene.

## NUBI E PRECIPITAZIONI

Quando la temperatura di una porzione d'aria in salita si abbassa tanto da far condensare il vapore contenuto al di sopra del livello di condensazione, si formerà una nube. Oltre tale livello l'aria instabile tende a seguire il suo moto determinando una nube con sviluppo verticale; per contro, il moto dell'aria stabile tenderà a smorzarsi sviluppando una nube in senso orizzontale (stratificata).

Così nubi caratteristiche d'instabilità sono i cumuli (Cu) e i cumulonemi (Cb) - dai contorni delineati e ad accentuato sviluppo verticale - che vanno dalle piccole nubi lungo la costa foriere di buon tempo che non danno mai pioggia, ai cumuli più notevoli che indicano spesso l'arrivo di masse d'aria fredda, provocando a volte acquazzoni ma più spesso raffiche di vento disordinate e violente, ai grandi cumulonemi che testimoniano la presenza di fortissime correnti ascendenti e provocano rovesci violenti di pioggia e di grandine e venti violenti che variano notevolmente di direzione.

Nubi di stabilità sono i cirri (Ci), i cirrostrati (Cs), gli altostrati (As), i nembostrati (Ns), gli strati (St), che sono decrescenti in quota, vanno da una modesta copertura in quota dei cirri agli strati nuvolosi densi dei nembostrati e a volte strati e caratterizzano solitamente l'arrivo di masse d'aria calde. Nubi di limitata instabilità sono i cirrocumuli (Cc), gli altocumuli (Ac), gli stratocumuli (Sc).

L'aspetto estetico della nuvola è direttamente interessato da questo rapporto, e rappresenta la chiave di lettura delle condizioni meteorologiche.

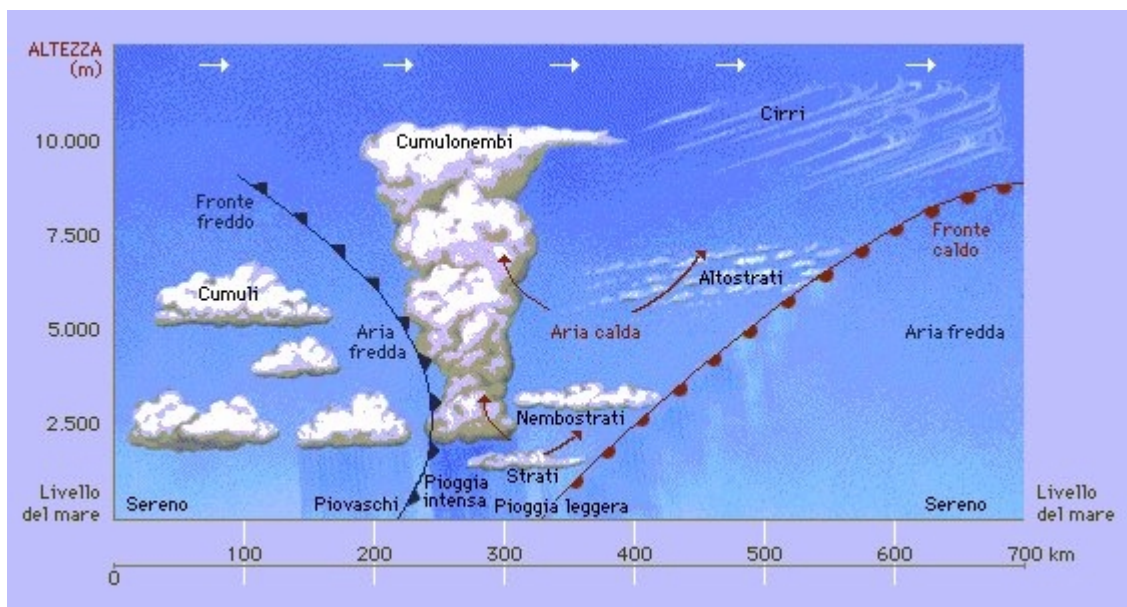
Le precipitazioni, tecnicamente "idrometeor", si verificano allorché le particelle di vapore acqueo raggiungono dimensioni tali da non poter più mantenersi in sospensione nell'aria. In funzione della temperatura esse possono essere allo stato liquido o solido:

- **Pioggia:** la condensazione del vapore acqueo alle normali temperature determina gocce d'acqua che, se minute e leggere, restano in aria a formare le nubi, se più pesanti scendono al suolo come pioggia. Se la condensazione avviene rapidamente, attorno a dei nuclei di condensazione (pulviscolo atmosferico, cariche elettriche), si ha un acquazzone con grosse gocce. Le nubi che principalmente portano pioggia sono i cumulonemi (temporali, rovesci, acquazzoni), i nembostrati (piogge continue persistenti o abbondanti neviccate), gli altostrati (piogge scarse o brevi neviccate). La quantità di pioggia che cade in una certa località e in certo periodo, si misura con il pluviometro, un recipiente graduato che misura i mm di acqua caduti.
- **Neve:** un altro prodotto della condensazione del vapore atmosferico a tutti noto è la neve. Essa si forma in quota a temperature inferiori allo 0 e scende in eleganti cristalli

geometrici di forma esagonale svariata, anche aggregati in fiocchi leggeri di alcuni mm di diametro o in falde più grandi se la temperatura al suolo è più elevata. Se la temperatura al suolo è inferiore ai  $-50^{\circ}\text{C}$  le nevicite in Europa sono improbabili perché, in tali condizioni, l'aria è povera di umidità, non essendoci evaporazione.

- **Grandine:** la grandine invece si produce quando una temperatura in quota inferiore allo  $0^{\circ}\text{C}$  fa gelare le gocce d'acqua in strati concentrici attorno a nuclei di pulviscolo elettrostatici. Tali granelli di ghiaccio ad opera di correnti ascensionali salgono e scendono all'interno delle nubi, fondendo e ricongelando, finché divengono tanto pesanti da cadere al suolo come chicchi duri di varia dimensione, dal grano di riso all'uovo di piccione o più grandi ancora. La grandine si forma quasi sempre solo durante i temporali estivi accompagnati da forti scariche elettriche, come quelli che si verificano sui sentieri di montagna: è bene ripararsi ed essere prudenti, perché in poco tempo può cadere un tale strato di chicchi di ghiaccio da rendere instabili i detriti e la neve sui canioni più scoperti.

Le nebbie, forme di condensazione del vapor d'acqua a contatto con suolo o con mare, possono crearsi per irraggiamento, per avvezione, per evaporazione (vedi sezione successiva).



## Classificazione delle nubi

**NUBI SUPERIORI** > 6.000 - 13.000 mt (cirri, cirrostrati, cirrocumuli): presenti prima e dopo vaste perturbazioni e precipitazioni; sottili veli luminosi stirati rappresentano venti molto forti in quota e quindi un probabile prossimo scontro tra 2 masse d'aria e di conseguenza una perturbazione in arrivo.

**NUBI MEDIE** > 2.000 - 6.000 mt: (altro strati, altocumuli): precedono le grandi perturbazioni; il loro rapido trasformarsi in strato continuo indica la quasi certezza di brutto tempo; viceversa, se si sfaldano è probabile il ritorno dell'alta pressione. Queste nubi sono responsabili delle grosse precipitazioni.

NUBI INFERIORI < 2.000 mt (strati, stratocumuli, nembo strati): sono formazioni nuvolose continue e molto estese, danno precipitazioni durature ma non di forte intensità a meno che non siano sovrastate da altostrati e altocumuli.

NUBI A SVILUPPO VERTICALE 1.000 - 10.000 mt (cumuli, cumulonembi): normalmente sono indice di tempo buono e di alta pressione se si dissolvono alla sera, altrimenti indicano l'approssimarsi di una bassa pressione. Si formano normalmente in primavera-estate con presenza di alta umidità e sbalzi di temperatura in quota.

NUBI PARTICOLARI: nebbie, foschie, pennacchi, cappelli, lenticolari.

## LE MASSE D'ARIA E I FRONTI

Le masse d'aria sono porzioni dell'atmosfera ricoprenti ampie superfici, caratterizzate da temperatura e umidità pressoché uniformi all'interno delle stesse. Tali caratteristiche vengono assunte nelle zone di origine. Così, ad esempio, si hanno arie artiche, fredde secche e stabili, arie tropicali, calde ricche d'umidità, instabili all'origine.

Le masse d'aria con le loro proprietà fisiche si muovono trasportate dalle circolazioni dei venti e vengono normalmente indicate con le loro caratteristiche termodinamiche anziché con quelle delle regioni di origine: così si avranno masse d'aria calde e masse d'aria fredde.

Quando due masse d'aria entrano in contatto, si formano delle zone di discontinuità denominate superfici frontali. Esse sono sempre inclinate verso l'aria fredda che tende ad incunarsi sotto quella calda. La superficie frontale interseca la superficie terrestre secondo una linea denominata fronte. In relazione alla mobilità delle masse d'aria si hanno fronti caldi (massa calda che avanza), freddi (massa fredda che avanza) e occlusi, che sono un incontro dei due tipi di fronti con tre differenti tipi di aria.

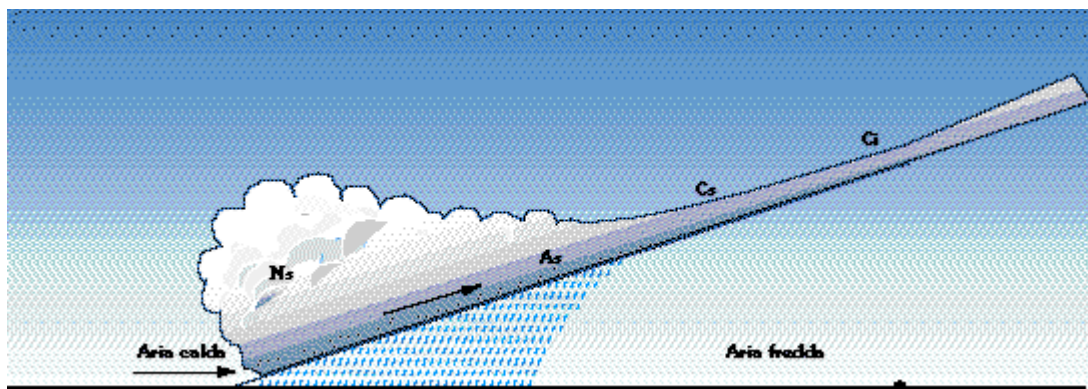


Grafico 3 - Il fronte caldo con le sue nubi caratteristiche

La violenza dei fronti e quindi l'entità dei fenomeni connessi dipendono dalle caratteristiche fisiche delle due masse d'aria che si scontrano.

Col fronte caldo l'aria calda sale lentamente sopra quella fredda, si verificano i fenomeni nuvolosi caratteristici del regime di "stabilità", cioè dai cirri ai nembostrati, con precipitazioni sotto gli altostrati e i nembostrati.

La pressione col sopraggiungere dell'aria calda, e quindi meno densa, diminuisce gradualmente fino al passaggio del fronte. I venti non riserbano grandi sorprese fino a detto passaggio e continuano a spirare dai quadranti meridionali. Al passaggio del fronte il vento cambia bruscamente di direzione ruotando in senso orario (es. da S a SW e poi NW; si ricordi la circolazione antioraria intorno alle basse pressioni).

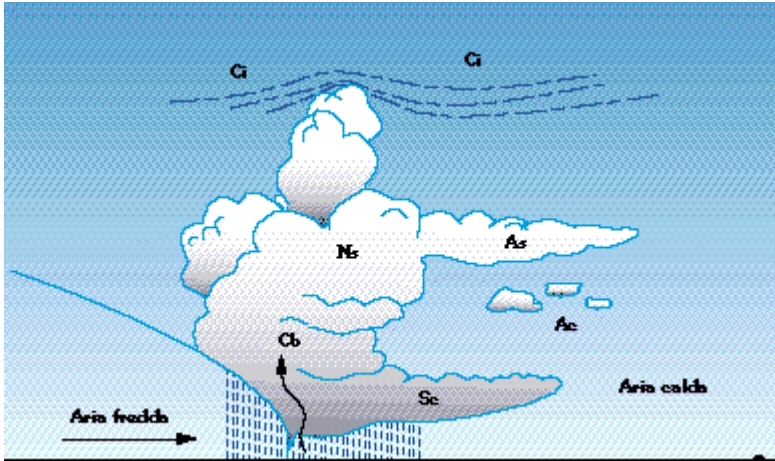


Grafico 4 - Fronte freddo con le sue nubi caratteristiche

Col fronte freddo l'aria fredda avanzando si incunea sotto quella calda che viene sollevata violentemente verso l'alto creando depressione. Si vengono a verificare i fenomeni caratteristici della "instabilità" con relative formazioni nuvolose cumuliformi e nembostrati e precipitazioni violente. La pressione diminuisce irregolarmente fino al passaggio del fronte, poi aumenta repentinamente accompagnata da una diminuzione della temperatura

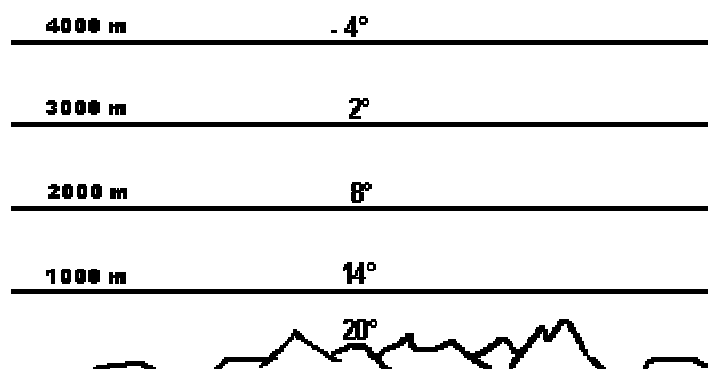
e da un rinforzo del vento, che gira rapidamente anche di 180° in senso orario (es. da SW a NW). Prima del passaggio del fronte sotto gli imponenti fenomeni nuvolosi si possono verificare groppi di vento anche violenti di direzione estremamente variabile.

Il fronte occluso è un fronte caldo seguito da un fronte freddo più veloce, che lo spinge a impulsi successivi. La linea di unione si definisce occlusione. L'aria calda si alza velocemente in quota dando luogo a precipitazioni inizialmente continue e in seguito anche temporalesche. Le formazioni nuvolose caratteristiche sono: cumuli, strati, altostrati e cirri.

Le grandi depressioni sono solitamente precedute da un fronte caldo e seguite da un fronte freddo. Un fronte freddo nelle Alpi può portare condizioni di tempo instabile anche in situazioni di alta pressione se sussistono determinate condizioni di temperatura e umidità elevate a valle.

## GRADIENTE TERMICO VERTICALE

L'aria così come è trasparente alla luce lo è anche all'irraggiamento termico del sole che attraversa tutta l'atmosfera e raggiunge il terreno dove viene assorbito, qui cede tutta la sua energia riscaldando il suolo che a sua volta riscalda l'aria a contatto con esso per conduzione e convezione. Questa è la ragione per cui salendo in quota l'aria si raffredda, o meglio è l'aria a contatto con il suolo che si riscalda.

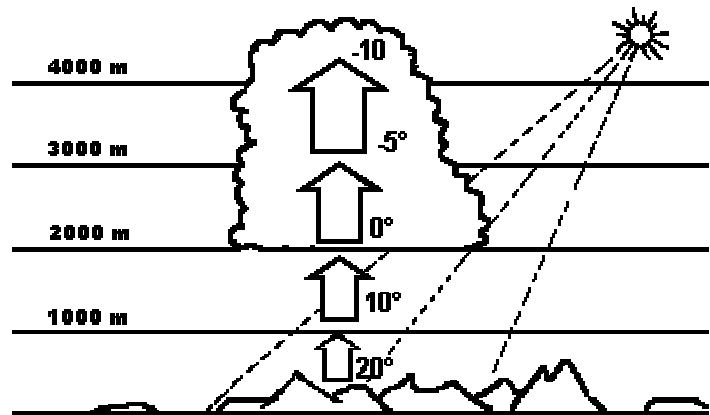


La diminuzione della temperatura varia a seconda del luogo e delle stagioni, ma con buona approssimazione si può ritenere che alle nostre latitudini la temperatura diminuisca di  $6^{\circ}\text{C}$  ogni 1000 metri fino ad una quota di circa 12000 metri, questa diminuzione prende il nome di **GRADIENTE TERMICO VERTICALE**. In stato di quiete, senza vento, se al livello del mare siamo a  $20^{\circ}\text{C}$  a 4000 m. siamo a  $-4^{\circ}\text{C}$ . (Vedi Figura sotto)

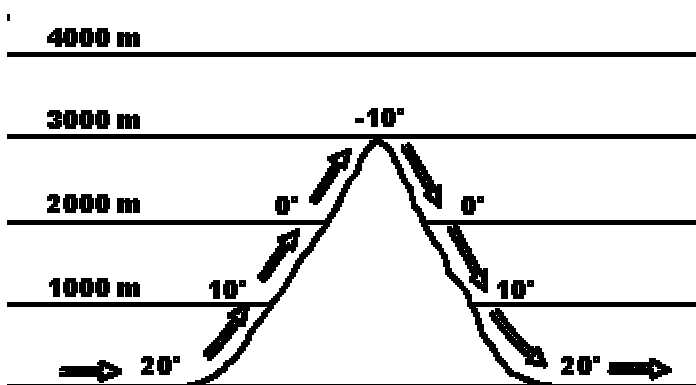
## MOVIMENTI ASCENDENTI

L'aria non sempre è in stato di quiete, immobile, ma può essere costretta a sollevarsi.

L'aria calda è più leggera di quella fredda e tende a salire creando dei **MOVIMENTI ASCENDENTI** di masse d'aria, salendo in quota trova pressioni via via inferiori e di conseguenza l'aria si espande (espansione adiabatica, senza scambi di calore con l'esterno), questa espansione causa un raffreddamento dell'aria, in questo caso il gradiente termico verticale non è più vero, perché l'aria si raffredda per espansione adiabatica e non perché è più lontana dal terreno, anzi queste masse d'aria provengono proprio dal terreno. Questo nuovo "gradiente termico" può essere calcolato intorno ai  $10^{\circ}\text{C}$  ogni 1000 metri.



Questo nuovo "gradiente termico" può essere calcolato intorno ai  $10^{\circ}\text{C}$  ogni 1000 metri.



L'aria raffreddandosi può raggiungere la sua temperatura di rugiada, in questo caso si ha condensazione di vapore, si formano le goccioline e quindi le nubi. Come in tutti i passaggi di stato da gas a liquido (vapore-goccioline) si ha una restituzione di calore, l'ambiente si scalda, ma l'aria continua a salire raffreddandosi, la concomitanza dei due fenomeni riduce il gradiente termico

verticale a  $5^{\circ}\text{C}$  ogni 1000 metri.

Capire questo fenomeno è essenziale per capire la formazione del fohn e dello stau.

L'aria può essere costretta a sollevarsi non solo per l'irraggiamento termico, ma spinta da forti venti contro una catena montuosa.

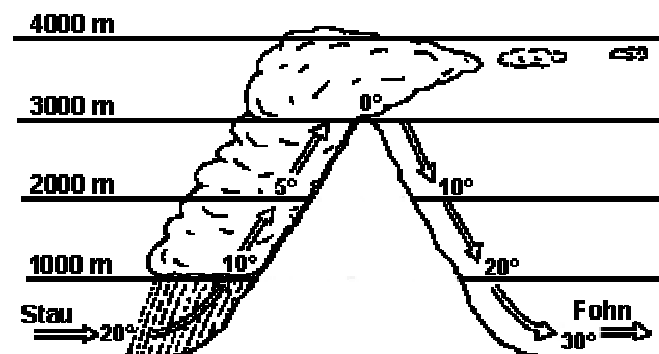
Se l'aria è molto secca non si avrà condensazione di nubi, per contro in quota si avranno temperature bassissime, se al livello del mare siamo a  $20^{\circ}\text{C}$  a 3000 m. siamo già a  $-10^{\circ}\text{C}$ .

Tenete ben presente questo fenomeno quando fate gite in montagna con previsioni di forti venti, perché oltre a temperature basse ( $-10^{\circ}\text{C}$  a 3000 m. nell'esempio) vi è anche il vento forte, e  $-10^{\circ}\text{C}$  con un vento a 60 Km/ora (che non è poi tanto forte) equivale ad un effetto sul corpo umano pari a circa  $-35^{\circ}\text{C}$  senza vento!

## FÖHN E STAU

Se l'aria è umida (aria atlantica o mediterranea) si avrà condensazione di nubi.

Sul lato sopravvento (Stau) si formano forti correnti ascendenti di aria, siamo in una situazione equivalente a quella vista nella figura alla pagina precedente: quando l'aria raggiunge la temperatura di rugiada il vapore condensa e si formano le nubi, l'umidità viene



eliminata sotto forma di pioggia. Tali piogge possono essere anche molto copiose e perdurano fino a quando persiste questa situazione.

Appena superato il crinale l'aria precipita verso il basso, si ha esattamente il fenomeno opposto, l'aria si riscalda per compressione adiabatica, fino a quando contiene goccioline allo stato liquido queste evaporano raffreddando l'aria, il

riscaldamento si riduce a  $5^{\circ}\text{C}$  ogni 1000 metri, quando tutte le goccioline saranno evaporate sarà di  $10^{\circ}\text{C}$  ogni 1000 metri. Ma quasi tutto il vapore contenuto nell'aria è stato eliminato sotto forma di pioggia sul lato dello stau, per cui si può ragionevolmente calcolare tutto il versante sottovento (fohn) con un gradiente termico di  $10^{\circ}\text{C}$  ogni 1000 metri.

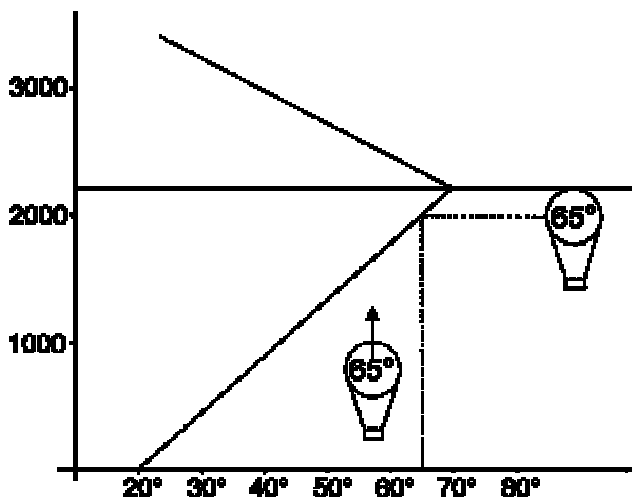
Nell'esempio in figura, sul lato sopravvento (STAU) dalla quota di 1000 m fino a 3000 m la temperatura scende di  $5^{\circ}\text{C}$  ogni 1000 m, mentre su quello opposto (FOHN) sale di  $10^{\circ}\text{C}$  ogni 1000 m. Ecco perché il fohn è un vento caldo e secco.

## INVERSIONE TERMICA

Situazione caratteristica invernale, con valli più fredde e cime più "calde", che si verifica quando, specie per effetto della nebbia a valle (filtro), non si verifica lo scambio di calore tra sole e suolo. Il suolo cioè non si riscalda (la nebbia non permette ai raggi di filtrare) e quindi si instaura una situazione di "stallo" da correnti fredde a valle e tiepide in quota. In questa situazione le montagne sono sempre sgombre da nubi.

La causa più comune è un forte irraggiamento termico notturno. A causa del cielo sereno, durante la notte si produce un forte raffreddamento del suolo che a sua volta raffredda il sottile strato d'aria a contatto con esso. Se l'umidità è sufficientemente elevata e la temperatura dell'aria diminuisce oltre la temperatura di rugiada si ha la condensazione e quindi la formazione di nebbia. Più in alto, lontano dal suolo l'aria rimane calda. Questa situazione è caratteristica delle pianure, famose le nebbie della pianura padano-veneta, e spesso l'alpinista osserva dall'alto la penetrazione di queste nebbie nella parte inferiore delle valli.

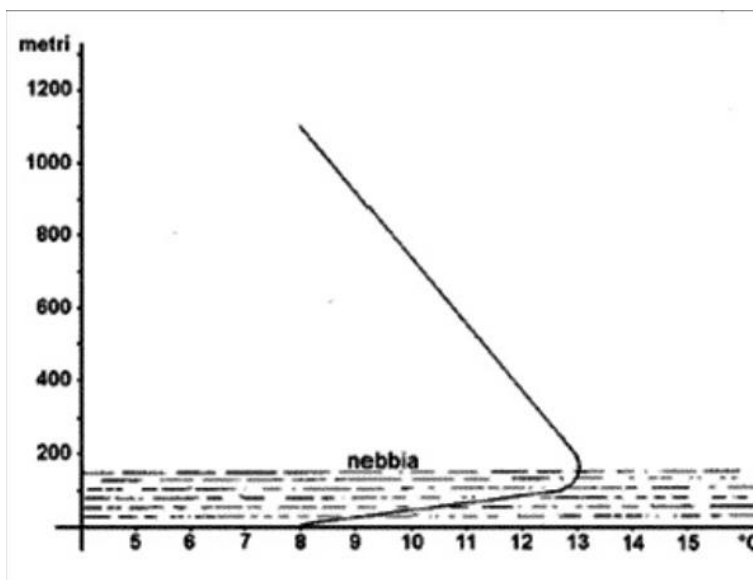
Un'altra causa d'inversione termica e di nebbie conseguenti è invece tipica della montagna. Quando non vi sono venti e l'atmosfera è in stato di quiete, l'aria fredda, notoriamente più pesante, si raccoglie nella notte nei fondovalle e nelle conche. Durante i mesi autunnali e



invernali il calore del sole non è sufficiente a scaldare i fondovalle e di conseguenza far salire l'aria fredda e umida, per cui questa ristagna in fondo alla valle anche per tutto il giorno e di conseguenza la nebbia non si dissipa. In questa situazione è più freddo il fondovalle delle vette, le quali godono dell'irraggiamento solare per tutto il giorno. In inverno è facile trovare i fondovalle ancora innevati e i pendii soleggiati in quota completamente spogli. Questo fenomeno è la spiegazione degli insediamenti di pendio dei villaggi che incontriamo nelle valli delle Alpi.

Quale meccanismo fisico è alla base di questi fenomeni? Supponiamo di essere su una mongolfiera in cui l'aria calda contenuta all'interno sia 65°C, e partiamo con una temperatura al suolo di 20°C in una situazione di inversione termica (i valori indicati sono paradossali, in realtà le inversioni avvengono con valori di pochi gradi, e anche meno). Man mano che saliamo di quota la temperatura dell'aria circostante sale, e quando raggiunge i 65°C la densità dell'aria all'interno è uguale a quella dell'esterno, e ci fermiamo. Più in alto, a 70°C, la temperatura riprende normalmente a scendere con il crescere della quota, ma la nostra

mongolfiera è bloccata sotto l'inversione termica: nella stessa situazione si trova la nebbia.



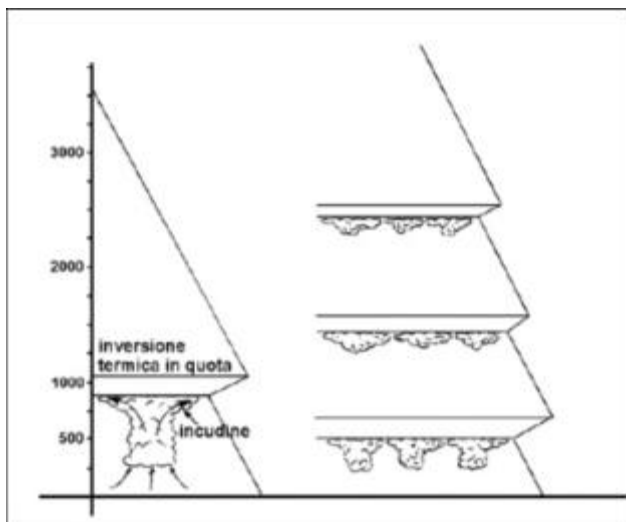
Nell'immagine qui a fianco è ben visibile il fenomeno della nebbia, l'inversione termica avviene a 150 metri e vi sono 5 gradi di differenza dal suolo, la nebbia non supera l'inversione termica. Nelle pianure molto umide, sui laghi o lungo i fiumi si possono avere inversioni termiche ad un solo metro di altezza con strati di nebbia sottilissima.

La nebbia e la foschia si possono considerare come delle vere e

proprie nubi al suolo. Vediamo le loro definizioni

**nebbia:** sospensione di piccolissime (pressoché microscopiche) goccioline di acqua in prossimità del suolo, tale da ridurre, per convenzione internazionale, la visibilità orizzontale a meno di 1 Chilometro.

**foschia:** sospensione nell'atmosfera di goccioline d'acqua microscopiche abbastanza disperse in modo da consentire una visibilità orizzontale superiore a 1 Chilometro.



Se l'inversione termica si forma in quota, la sua presenza influenza direttamente le nubi. La formazione di un'inversione termica in quota può essere causata da uno scorrimento di aria calda sopra ad uno strato freddo: in questo caso si ha la formazione di uno strato di nubi le cui sommità non supereranno mai l'inversione termica. Si possono avere anche più inversioni termiche, sviluppate in altezza, ciascuna con il suo strato di nubi.

## LA NEBBIA IN QUOTA

Si forma in situazioni di elevata umidità nell'aria sino a portarla al punto di saturazione, ma con temperatura stabile. Un ulteriore abbassamento della temperatura causerebbe l'effetto di condensazione e quindi punto di rugiada o pioggia (caduta della nebbia); viceversa un aumento della temperatura porterebbe ad un progressivo innalzarsi o diradarsi della nebbia. Capita molto spesso di superare lo strato di nebbia solamente alzandosi di quota, o attendendo le ore più calde.

## I TEMPORALI

Il temporale è un fenomeno convettivo intenso accompagnato da forti raffiche di vento, precipitazioni intense anche a carattere grandinigeno e da scariche elettriche (fulmini). I temporali si possono classificare in tre tipi principali: di calore, orografici e frontali. I temporali di calore si sviluppano quando l'atmosfera si trova in condizioni di instabilità condizionata al raggiungimento di una certa temperatura in prossimità del suolo. Sono più probabili nella stagione calda, in montagna ed al pomeriggio sera. Sulle Alpi i temporali sono molto frequenti nel periodo estivo, mentre nel periodo primaverile sono più probabili sulle Prealpi in quanto nelle Alpi, ancora innevate, è più difficile raggiungere al suolo le temperature di innesco. I temporali orografici si innescano quando il flusso negli strati medio bassi dell'atmosfera costringe l'aria a sollevarsi per la presenza delle montagne. Se l'atmosfera è instabile al di sopra di una certa quota si potranno sviluppare i temporali orografici. I temporali frontali avvengono invece in corrispondenza del passaggio di un fronte prevalentemente di tipo freddo. Frequenti sono i temporali anche in corrispondenza dei fronti occlusi mentre più rari sono quelli in corrispondenza dei fronti caldi. I temporali frontali possono svilupparsi a qualunque ora del giorno o della notte ed anche in inverno.

Sulle Alpi una delle cause più frequenti che innescano i temporali è la cosiddetta goccia fredda in quota. Quando masse d'aria fredda arrivano sulle Alpi dai quadranti settentrionali, vengono, almeno in un primo tempo, arginate dalle Alpi stesse sui versanti settentrionali nei bassi strati, mentre in quota si osserva un raffreddamento che innesci lo sviluppo dei temporali. I temporali sono potenzialmente tanto più pericolosi e violenti quanto più alta è la temperatura e l'umidità negli strati bassi dell'atmosfera. Sulle Alpi quando l'atmosfera è molto

instabile il cielo si annuvola già in mattinata e si verificano frequenti rovesci. L'annuvolamento mattutino non permette di raggiungere temperature molto elevate e quindi gli eventuali temporali non dovrebbero essere particolarmente intensi. La situazione più pericolosa si ha invece dopo un periodo prolungato di bel tempo che ha permesso di raggiungere temperature elevate nei bassi strati ed il ristagno di umidità. Quando si verificano queste condizioni la possibilità che si verifichino è elevata ed il rischio in montagna più accentuato data l'assenza di segnali premonitori. Il cielo rimane prevalentemente sereno fino a poco prima dello sviluppo dei temporali. Un lieve calo della pressione o un leggero raffreddamento in quota possono favorire lo sviluppo di temporali.

La previsione dei temporali è molto difficile e spesso necessariamente generica. Prevedere dove e quando si verificherà un temporale è ancora impossibile. Ciò che si può prevedere è se, tali fenomeni, sono più o meno favoriti. Se non vi sono passaggi frontali, la pressione è alta, l'umidità bassa e non vi sono altre cause forzanti come gocce fredde in quota i temporali non sono favoriti. Tuttavia in queste condizioni l'irraggiamento è elevato e si possono sviluppare i temporali di calore.

E' sempre opportuno informarsi consultando il bollettino meteo aggiornato e svolgere le attività all'aperto e soprattutto le escursioni in montagna preferibilmente al mattino, ovviamente se non sono previsti temporali in tale periodo della giornata. Si deve inoltre tenere presente che i temporali hanno una vita media di un'ora e che generalmente si spostano guidati dal flusso in quota. In un luogo la fase intensa dei temporali dura mediamente meno di mezz'ora. I fulmini costituiscono la fonte di pericolo maggiore connessa ai temporali e quindi di seguito vengono date alcune nozioni e regole pratiche di comportamento per ridurre la probabilità di essere colpiti dai fulmini.

## **Cos'è il fulmine?**

Esistono quattro tipi di fulmine (tecnicamente "elettrometeora"): quelli tra nube e cielo, tra nubi diverse, all'interno della stessa nube e tra nube e terra. Sono ovviamente solo gli ultimi a essere pericolosi per chi svolge attività in montagna. I fulmini tra nube e terra sono il modo in cui la terra riacquista gli elettroni (cariche negative) che vengono continuamente "perse" col bel tempo. I fulmini sono quindi principalmente negativi e cioè una enorme carica negativa che solitamente si ammassa alla base della nube viene scaricata a terra in un tempo brevissimo. Esistono tuttavia anche fulmini positivi i cui effetti sono del tutto analoghi a quelli dei fulmini negativi ma sono meno frequenti. Il fulmine avviene quando l'aria non è più in grado di tenere separata dal suolo l'enorme carica che si è ammassata alla base della nuvola. Quando il campo elettrico al suolo raggiunge valori così elevati i capelli tendono a sollevarsi e si sentono dei crepitii. Sui comignoli e sugli angoli dei tetti si possono vedere delle fiammelle azzurre chiamate fuochi di Sant'Elmo. Quando si verificano questi fenomeni la probabilità che cada un fulmine è molto elevata. Un'altra curiosità: il fulmine è raramente unico poiché una volta che nell'aria si è formato il canale del primo fulmine altre scariche avvengono nello stesso canale in un tempo brevissimo. Infatti se si fotografa un temporale notturno muovendo la macchina fotografica si possono poi contare queste scariche e si vedrà che spesso sono più di una e possono arrivare anche a qualche decina.

## **Dove cadono i fulmini?**

I fulmini possono cadere ovunque. Quando il campo elettrico tra nube e suolo è sufficientemente intenso si generano delle scariche di prova. Solo quando la prima di queste tocca il suolo parte la scarica vera e propria. Può accadere che due o più scariche di prova tocchino il suolo quasi nello stesso istante e quindi vi sono due o più canali liberi per la scarica. Si osservano quindi due o più fulmini che partendo dalla stessa base della nuvola arrivano al suolo in punti diversi. E' quindi ovvio che il fulmine cada più facilmente sulle montagne più alte poiché sono più vicine alla base della nuvola. Un ruolo importante viene rivestito dal campo elettrico al suolo che non è omogeneo ma più intenso nelle zone appuntite. Il fulmine colpirà con maggiore frequenza le vette, gli alberi alti ed isolati, i campanili etc. Anelli, collane, orecchini, braccialetti non attirano in modo particolare i fulmini ma possono eventualmente provocare bruciacature: per questa ragione si ritiene, in modo errato, che i monili attirino i fulmini.

## **Cos'è il tuono?**

Il tuono altro non è che l'onda acustica generata dal repentino innalzamento di temperatura dovuto al fulmine. Si stima in circa 30000 °C la temperatura dell'aria attorno al fulmine, per cui se un fulmine ci cade vicino verremo probabilmente ustionati.

## **Cosa fare in caso di temporale?**

In montagna l'arrivo di un temporale è sempre qualcosa di impressionante e di apocalittico: nubi nere e pesanti, cariche di pioggia si muovono rapidamente, accompagnate da lampi e fulmini. In pochi minuti il cielo si oscura completamente e si fa quasi notte. Gli alpinisti in parete, ma anche gli escursionisti che incautamente si siano spinti su una via ferrata, possono trovarsi immersi in un intenso campo elettrico, con i capelli che si rizzano in testa, moschettoni e chiodi che vibrano e risuonano, piccoli lampi bluastri sulla cima delle piccozze (i famosi luochi di S. Elmo"). La situazione è ovviamente di estremo pericolo perché un fulmine, in queste circostanze, è molto probabile. Occorre immediatamente allontanare da sé tutte le punte e gli oggetti metallici (piccozza, punte di ramponi, bastoncini da sci, chiodi da roccia, ecc.), allontanarsi dalle cime e da creste guglie o pinnacoli di roccia, dalle ferrate, dalle croci poste sulle vette, dai canaloni di neve o sassi. Evitare di ripararsi anche sotto singoli alberi, gruppi di alberi isolati, soprattutto se ad alto fusto, e vicino ad ogni oggetto esposto (piloni, tende...). Non si corre pericolo in case, capanne - meglio non appoggiarsi ai muri esterni -, nell'automobile, in caverne nella roccia (purché lontano dall'uscita e senza toccarne le pareti). Ci si può riparare in un bosco fitto di alberi della stessa altezza, o, se ci si trova in campo aperto, mettersi in posizione rannicchiata in conche o avvallamenti, seduti sullo zaino e coperti dalla mantella, allontanare anche le corde bagnate che potrebbero fare da conduttore. Conducono il fulmine anche i camini e le fessure della roccia o i rivoli d'acqua. In caso di sosta forzata in parete allontanarsi dai camini, dalle creste ed autoassicurarsi, cercare di non toccare la roccia, soprattutto se bagnata.

Se si viene colpiti direttamente dal fulmine difficilmente si ha possibilità di sopravvivere basti guardare gli effetti che il fulmine ha sulle piante colpite. Il pericolo però sussiste anche

quando il fulmine ci cade vicino. Infatti, contrariamente a quanto si crede la corrente del fulmine non entra direttamente nel terreno ma "galleggia" in superficie diminuendo la sua intensità mano a mano che ci si allontana dal punto di caduta (in particolare può viaggiare dalle cime verso il basso lungo il percorso che offre loro minore resistenza). E' fondamentale quindi toccare il terreno in un solo punto per ridurre la corrente di passo ed è meglio camminare saltellando in modo da toccare il terreno sempre con un piede solo. I bovini e gli ovini, avendo le zampe anteriori molto distanti da quelle posteriori sono più facilmente vittime dei fulmini a causa della corrente di passo; la corrente di passo può essere sufficiente a provocare arresto respiratorio o cardiaco (più raro), bruciate della pelle e contrazioni involontarie dei muscoli che possono indurre dei bruschi movimenti incontrollati o addirittura provocare delle fratture alle ossa.

I fulmini possono avere conseguenze mortali sia per il grande calore (la scarica arriva a determinare temperature fino a 30000 °C, capaci di provocare sulla pelle ustioni di 3° grado e fusione di catenine, bottoni o altri oggetti metallici), sia per il possibile arresto cardiaco dovuto alla fibrillazione ventricolare causata dallo shock elettrico. Frequentemente inoltre il fulmine fa perdere la conoscenza o, addirittura, manda in coma profondo per ore o giorni. Le manovre di rianimazione, con massaggio cardiaco e respirazione "bocca a bocca" devono essere in questo caso immediate.

## L'ACQUISIZIONE DEI DATI METEOROLOGICI

### *I satelliti Meteorologici*

I satelliti meteorologici sono un potentissimo strumento per la meteorologia, climatologia e fisica dell'atmosfera. Sono dotati di un radiometro che misura la radiazione solare riflessa dal nostro pianeta e dall'atmosfera. Grazie a questi satelliti si possono determinare la sommità delle nubi e la temperatura superficiale del mare (maggiore è la temperatura, maggiore è la radiazione infrarossa emessa da queste superfici). In questo modo si possono distinguere le nubi alte (più fredde) dalle nubi basse (più calde).

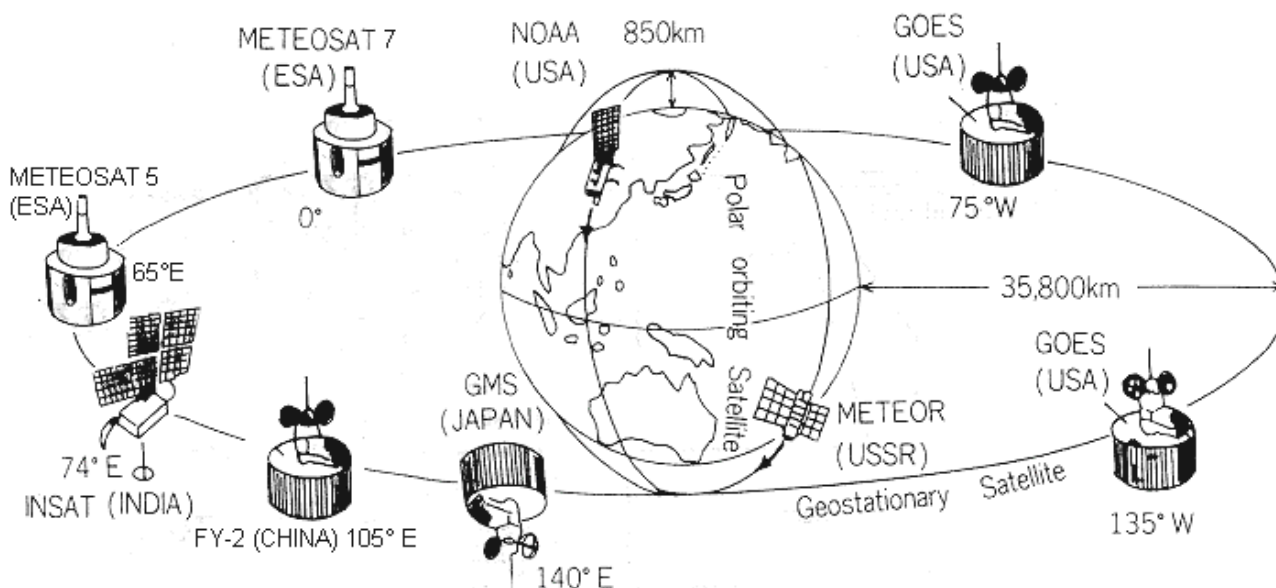
A seconda del tipo di orbita, i satelliti meteorologici si distinguono in satelliti geostazionari e satelliti polari. I primi si trovano ad una quota di circa 36.000 chilometri, ruotano con un periodo di 24 ore e stanno fissi sulla stessa verticale (in genere sopra l'equatore). I secondi tracciano un'orbita sopra i poli e stanno ad altezze molto più basse (tra i 100 e 700 chilometri) e acquisiscono immagini con una risoluzione spaziale maggiore, anche se con una minore risoluzione temporale.

I satelliti geostazionari forniscono immagini aggiornate con modesta risoluzione ma con elevata frequenza rispetto ai polari in orbita e, oltre a fornirci utilissime informazioni dello stato dell'atmosfera, contribuiscono allo scambio di informazioni meteo tra le varie aree del pianeta.

I satelliti polari meteorologici invece eseguono misurazioni chimico-fisiche accurate della superficie terrestre anche laddove i geostazionari non possono arrivare (aree polari).

La presenza in orbita di questi due tipi di satelliti contemporaneamente, fornisce un indispensabile aiuto ai meteorologi ed alla rete di monitoraggio atmosferico della wmo. Considerando poi che un satellite pur compiendo un'orbita in 90 minuti sorvola la stessa area solo 2 volte al giorno (una volta in orbita ascendente da sud a nord e dopo 12 ore un'altra volta

in orbita discendente da nord a sud) in quanto la terra che sta sotto il satellite ruota, occorrono 3 satelliti geostazionari e 2 polari per poter avere un quadro sufficiente della situazione meteorologica generale dell'intera superficie terrestre.



Attualmente in orbita il numero è molto maggiore, va tuttavia segnalato che non tutti i satelliti sono in grado di comunicare tra loro per lo scambio di informazioni. La rete di monitoraggio globale CGMS che coordina le attività di scambio tra le osservazioni compiute dai satelliti meteorologici è attiva solo su una porzione della totalità dei veicoli in orbita.

### Satelliti geostazionari: METEOSAT 7

Meteosat-7 è un satellite geostazionario operativo sotto il controllo di EUMETSAT. Esso invia a terra immagini riprese in 3 canali dello spettro elettromagnetico: visibile, infrarosso e vapore acqueo. La posizione assunta del Meteosat, circa 36000 km sopra l'incrocio tra l'equatore ed il meridiano di Greenwich, limita il campo visivo ad una parte della superficie terrestre. Le immagini, una per ogni canale ogni 30 minuti, giungono ad una stazione al suolo a Darmsadt, in Germania, che le rielabora e le distribuisce alle stazioni riceventi attraverso il satellite stesso. Le immagini vengono suddivise per settori e contrassegnate da lettere e numeri (si guardi le tre figure sottostanti). I settori più importanti per l'Europa sono C03, C2D, D2 ed E2. Le sigle CTOT, DTOT, ETOT, visualizzano l'intero emisfero. L'ora riportata è quella UTC: occorre aggiungere un'ora (due se e' in vigore l'ora legale) per ottenere l'ora locale.

Risorse Internet: <http://www.eumetsat.de/> (selezionare "Meteosat Images")

### Satelliti polari: NOAA

Meglio conosciuti come Tiros, i satelliti NOAA svolgono dall'Aprile del 1960 un servizio continuo di monitoraggio e di rilevamento dei parametri atmosferici. Viaggiano ad una altezza di circa 800 Km con una velocità che dovrebbe aggirarsi attorno ai 25000 Km/h (riferiti ad un osservatore al suolo). L'orbita è circolare, quasi polare, eliosincrona, ad un'altezza di circa

830-870 Km. L'orbita circolare permette al satellite una acquisizione uniforme dei dati nonché un'efficiente controllo dalle stazioni CDA situate presso Fairbanks, AK (USA), e Wallop Island, VA (USA).

La sofisticata strumentazione a bordo del satellite permette la misura di parametri relativi all'atmosfera, alla superficie ed alla copertura nuvolosa della Terra. Effettua anche un monitoraggio, all'altitudine del satellite, degli spettri di radiazione e di particelle (ioni positivi ed elettroni) dovuti all'attività solare.

Fa parte della missione anche la ricezione, l'elaborazione e la ritrasmissione a terra dei dati acquisiti dalle postazioni "Rescue and Search", boe e stazioni automatiche di osservazione

Il programma spaziale NOAA prevede la presenza contemporanea di due satelliti, uno in orbita eliosincrona antimeridiana, l'altro eliosincrona pomeridiana. Attualmente (inizio 2000) i satelliti operativi della serie sono Noaa14 e Noaa15 più altri 2 parzialmente operativi.

Risorse Internet: <http://www.sat.dundee.ac.uk/> (Fonte eccellente. occorre registrarsi. Accedere alla pagina "Thumbnails of recent passes" e selezionare le passate "easterly" che sono quelle che coprono l'Italia. Normalmente ci sono passate sull'Italia intorno le 4-5 del mattino e il pomeriggio verso le 16. Immagini più dettagliate rispetto a quelle delle Meteosat).

### ***Le stazioni meteo al suolo***

Sono in funzione centinaia di stazioni terrestri e marittime (boe) disseminate su tutto il globo terrestre che misurano continuamente le condizioni meteo (temperatura, pressione, umidità, vento, ecc.) e che trasmettono i dati misurati ai centri di meteorologia attraverso estese reti terrestri e satellitari. Utili anche ai fini scialpinistici le webcam dislocate in montagna.

Risorse Internet:

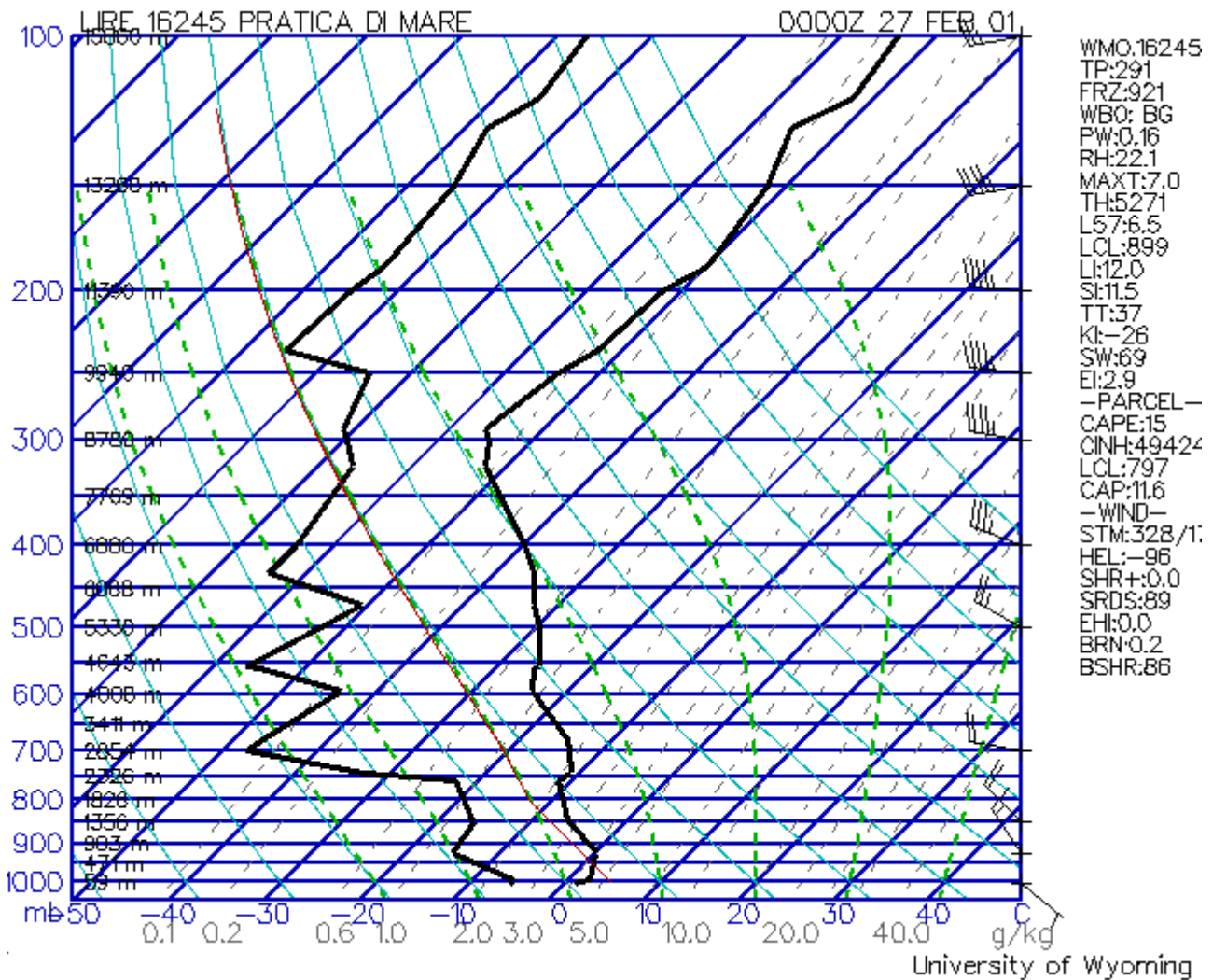
<i>URL</i>	<i>Descrizione</i>
<a href="http://weather.noaa.gov/weather/IT_cc.html">http://weather.noaa.gov/weather/IT_cc.html</a>	Sito della NOAA che fornisce le attuali condizioni meteo per tutte le stazioni al suolo italiane. <u>Utilissimo</u> . C'è anche la stazione sul Monte Terminillo.
<a href="http://www.politicheagricole.it/UCEA/stazioni_RAN/index.htm">http://www.politicheagricole.it/UCEA/stazioni_RAN/index.htm</a>	Rete Agrometeorologica Nazionale
<a href="http://www.arssa.abruzzo.it/car/">http://www.arssa.abruzzo.it/car/</a>	Rete Agrometeorologica dell'Abruzzo
<a href="http://www.corpoforestale.it/bollettini_meteo/hneve.htm">http://www.corpoforestale.it/bollettini_meteo/hneve.htm</a>	Altezza della neve nei campi di rilevamento del Corpo Forestale
<a href="http://www.westwind.ch/">http://www.westwind.ch/</a> (current weather)	Osservazioni, sondaggi, mappe radar, ecc.
<a href="http://live.cell-cam.com/cellcam11.htm">http://live.cell-cam.com/cellcam11.htm</a>	Webcam di Campo Imperatore (inquadra le piste)
<a href="http://live.cell-cam.com/cellcam13.htm">http://live.cell-cam.com/cellcam13.htm</a>	Webcam Pizzalto (Roccaraso)

### ***I sondaggi atmosferici***

Quotidianamente vengono effettuati lanci di palloni aerostatici che trasportano strumenti in grado di trasmettere via radio a terra misurazioni di pressione, temperatura, umidità e venti alle varie quote, fino ai limiti della troposfera. In Italia vengono effettuati due sondaggi al

giorno in sette diverse località. Di seguito si riporta un esempio del diagramma ottenuto con un radiosondaggio di Pratica di Mare del 27/2/2001 alle ore 00.

Il diagramma di esempio riporta l'andamento della temperatura e del punto di rugiada fino a 15.000 metri di quota. Sulla sinistra sono anche indicati direzione e intensità del vento. Con questi diagrammi è possibile analizzare le condizioni di stabilità/instabilità e quindi prevedere la formazione di nubi convettive (Cumoli) e le relative quote base e di sviluppo verticale per determinare anche la possibilità di temporali.



Risorse Internet per visualizzare i radiosondaggi aggiornati: <http://www.westwind.ch/>, <http://www.infomet.fcr.es/raob/>

## LE PREVISIONI DEL TEMPO

### *Previsioni empiriche*

Avendo la possibilità di scegliere, individuamo la zona dove compiere la nostra ascensione fra quelle che presentano caratteristiche meteo più favorevoli: del tempo 'a grande scala' possiamo distinguere *regimi di tempo ciclonico e anticiclonico*. I primi sono caratterizzati da depressioni, sistemi di bassa pressione, saccature, che tendono ad apportare aria umida e

relativamente più' calda sulle zone alpine, determinando condizioni di cattivo tempo ed innescando fenomeni di precipitazione. Il movimento dell'aria attorno ai centri di bassa pressione avviene in senso antiorario, con una componente ascensionale: l'aria salendo si raffredda e tende a condensare l'umidità che contiene formando nuvolosità. In particolare quando ai centri di bassa pressione sono associati i fronti, i fenomeni sono più evidenti: nuvolosità estesa con precipitazioni persistenti e continue sono associate al fronte caldo, mentre imponenti nubi cumuliformi con temporali e rovesci sono associati al passaggio del fronte freddo. Più lento e avvistabile da più lontano il fronte caldo, fino a circa 1000Km, con le nubi più alte (cirri) che incominciano ad invadere il cielo divenendo sempre più fitte, più rapido il fronte freddo, con fenomeni più violenti e concentrati in un'area di 70-100Km. Condizioni anticicloniche, anticicloni veri e propri, zone di alta pressione, assicurano invece condizioni di tempo stabile e solitamente soleggiato in montagna, grazie al moto discendente dell'aria che tende quindi a riscaldarsi, divenendo più' secca e dissolvendo la nuvolosità.

Anche i *venti prevalenti* previsti su una data regione forniscono un'informazione sul tipo di massa d'aria che interesserà, ad esempio, le Alpi. Venti dai quadranti meridionali (Sud-Ovest, Sud, Sud-Est) apportano aria umida e relativamente più calda di origine mediterranea, che incontrando i rilievi tende a sollevarsi, raffreddandosi e condensando, fino a provocare precipitazione, in particolare nel settore meridionale delle Alpi. Vento dai quadranti settentrionali (Nord-Ovest, Nord e Nord-Est) tenderà ad apportare aria più fredda (che d'estate può dare origine a temporali) ma anche meno umida verso i rilievi, tendendo a determinare condizioni di bel tempo nel settore delle Alpi meridionali, mentre su quelle settentrionali il tempo sarà perturbato. Se nella zona alpina sopravvento (Alpi settentrionali) vi è precipitazione ed il vento risulta piuttosto intenso da Nord, Nord-Ovest, al Sud della Alpi si avrà un regime di fohn, con aria secca discendente dai monti verso le pianure, accompagnato, a volte, da un aumento di temperatura.

Resta fondamentale imparare a conoscere i segni di cambiamento del tempo aiutandoci sia con gli strumenti a disposizione che con le osservazioni dello stato del cielo e delle variazioni dei parametri meteorologici che possiamo valutare, anche soggettivamente.

## **I segni dei cambiamenti del tempo**

Una volta che l'ascensione ha avuto inizio, non resta che all'alpinista seguire l'evoluzione del tempo. Di fondamentale importanza è l'uso dell'altimetro come barometro, cioè come indicatore della *variazione della pressione atmosferica*, quando si rimane almeno qualche ora in una certa località, ad esempio la sera al rifugio: un aumento della quota sull'altimetro, senza cambiare di fatto posizione, misura in realtà una diminuzione della pressione, viceversa una diminuzione della quota misura un aumento della pressione. Variazioni di quota significative per un cambiamento del tempo sono dell'ordine di 100-150 metri o più in 12 ore, mentre variazioni di entità inferiore, dell'ordine di qualche decina di metri, sono dovute al ciclo termico diurno. In particolare durante le belle giornate d'estate, la quota normalmente diminuisce dopo mezzogiorno e aumenta nelle prime ore del mattino a causa del diverso riscaldamento diurno che modifica la temperatura dell'aria e quindi la sua densità. Variazioni di pressione repentine indicano che un eventuale fenomeno associato è in rapido avvicinamento. Dal punto di vista dell'alpinista, meno importante della variazione della pressione è conoscere il suo valore assoluto, anche se è buona norma sapere che in condizioni

di alta pressione, un altimetro, finché non tarato, misurerà valori altimetrici più bassi di quelli reali, viceversa in condizioni di bassa pressione.

In condizioni invernali, sulle nostre regioni, i fenomeni sono di norma più lenti che durante l'estate: l'instaurarsi di un regime di bassa pressione, associato a precipitazione, può essere perciò monitorato con l'osservazione dell'altimetro che misurerà una pressione decrescente in modo costante, ed evitarne le conseguenze risulta più facile. I fenomeni più rapidi, tipici dell'estate, come il passaggio di sistemi frontali freddi a cui sono associati temporali organizzati, segnaleranno sull'altimetro una veloce diminuzione di pressione. In questo caso l'osservazione dell'evoluzione nubi risulta importante.

Anche il *regime dei venti*, che dal punto di vista meteorologico si osservano guardando il movimento delle nubi non deviato dalla presenza dell'orografia (ossia guardando in alto!), o meglio una variazione della direzione e dell'intensità del vento può essere indicativa di un cambiamento del tempo.

Dopo un periodo di tempo brutto, una rotazione dei venti fino a divenire da Ovest, Nord Ovest e' segno di miglioramento del tempo, mentre una rotazione da Est, Sud-Est dei venti dopo un periodo di bel tempo indica un peggioramento. Anche una cessazione del regime di brezza (vento discendente dai monti verso le valli e dalle valli verso le pianure di notte e ascendente di giorno), tipico delle stagioni più calde in condizioni di soleggiamento diurno, segnala un peggioramento del tempo.

Anche *le nubi* sono indicative dell'immediata evoluzione del tempo: cielo terso con foschie mattutine in pianura e nelle valli durante l'inverno, o con cumuli pomeridiani d'estate, isolati e in dissolvimento durante la notte sono condizioni tipiche di tempo bello e stabile.

Nubi alte formate da ghiaccio (cirri) segnalano la presenza di umidità in quota, ad esempio a causa di un sistema depressionario in avvicinamento (ne costituiscono le prime avvisaglie) se provenienti dai quadranti occidentali o meridionali. Se i cirri sono in allontanamento possono essere come residui di un sistema perturbato. Analogamente si può dire a proposito del proverbio "cielo a pecorelle acqua a catinelle": la presenza di altocumuli disposti regolarmente nel cielo precede l'arrivo del fronte freddo, ma dopo un periodo di cattivo tempo costituiscono una transizione verso schiarite più ampie. Per poter identificare la vera natura delle nubi e' quindi necessario sia avere un'idea della previsione meteorologica a grande scala, sia collegare tra loro le osservazioni: nubi e loro evoluzione, andamento della pressione, rotazione dei venti...

Cumuli pomeridiani estivi che invadono porzioni sempre più ampie di cielo, che tendono ad organizzarsi e a divenire più spessi verticalmente, oscurando sempre più la luce solare sono presagio di *formazione di temporali*. Quando sulla parte superiore della nube si formano protuberanze a forma di piccole torri, allora il temporale è davvero imminente. Come abbiamo visto la formazione di temporali con scariche elettriche è anticipato dalla presenza di elettricità nell'aria, visibile attorno a grossi oggetti metallici (piloni, cavi...) attraverso piccole scariche bluastre caratterizzate da un rumore simile ad un ronzio. Anche i capelli risultano molto sensibili all'elettricità presente nell'aria. Un sistema per valutare la distanza del temporale è quello di misurare il tempo che intercorre fra lampo e tuono in secondi, dividerlo per 3 e ottenere così la distanza in chilometri tra noi ed il temporale.

Se non si è avuto successo nell'interpretare per tempo l'insorgere o l'avvicinarsi di un temporale, e ci si trova coinvolti, è molto importante adottare tutte le precauzioni descritte nella sezione "Temporali".

### **Modelli Matematici**

Le previsioni elaborate dai centri meteorologici si basano su modelli matematici dell'atmosfera. La previsione viene generata inizializzando il modello con le condizioni osservate ad un certo istante (da satelliti, stazioni al suolo, radiosondaggi, vedi sezioni precedenti) e facendo calcolare le condizioni previste ad istanti di tempo successivi. Si distingue tra modelli globali, che forniscono indicazioni sull'evoluzione dello stato dell'atmosfera in aree geografiche estese (migliaia di chilometri), e modelli regionali, che hanno una risoluzione molto maggiore per aree estese poche centinaia di chilometri. I modelli regionali più precisi tengono anche conto dell'orografia.

Nella tabella seguente di elencano alcuni modelli previsionali utili per Italia e accessibili via Internet :

<b>Nome</b>	<b>Risoluzione</b>	<b>Portata</b>	<b>URL</b>
Dalam	30 km. 20 livelli verticali.	previsioni a partire dalle ore 00 del giorno corrente fino alle 72 ore successive ad intervalli 3 ore	<a href="http://www.politicheagricole.it/UCEA/Dalam/Index.htm">http://www.politicheagricole.it/UCEA/Dalam/Index.htm</a>
ETA	10, 30, 50 km	Fino a 5 giorni	<a href="http://meteo.tiscalinet.it/">http://meteo.tiscalinet.it/</a> <a href="http://www.vreme.tehnicom.net/maps.htm">http://www.vreme.tehnicom.net/maps.htm</a> <a href="http://meteo2.tiscalinet.it/eta2000/maps.htm">http://meteo2.tiscalinet.it/eta2000/maps.htm</a>
ECMWF (EU)	0,4°	Fino a 10 giorni, 12UTC	<a href="http://www.ecmwf.int/services/forecast/jmenu/index.html">http://www.ecmwf.int/services/forecast/jmenu/index.html</a>
MRF (USA)	0,7°	Fino a 7 giorni, 00 e 12 UTC	<a href="http://sunba2.ba.infn.it/text/meteo_mrf.html">http://sunba2.ba.infn.it/text/meteo_mrf.html</a> <a href="http://www.vreme.tehnicom.net/maps.htm">http://www.vreme.tehnicom.net/maps.htm</a>
AVN (USA)	0,7°	Fino a 7 giorni, 00 e 12 UTC	<a href="http://sunba2.ba.infn.it/text/meteo_avn.html">http://sunba2.ba.infn.it/text/meteo_avn.html</a> <a href="http://www.vreme.tehnicom.net/maps.htm">http://www.vreme.tehnicom.net/maps.htm</a>
Altri modelli			<a href="http://www.ilmeteo.it/carte.htm">http://www.ilmeteo.it/carte.htm</a> <a href="http://www.vreme.tehnicom.net/maps.htm">http://www.vreme.tehnicom.net/maps.htm</a> <a href="http://www.westwind.ch/">http://www.westwind.ch/</a>

## PORTALI METEO CONSIGLIATI

I portali meteo su internet sono tantissimi. Si riporta di seguito un elenco (molto parziale) di alcuni siti che consentono un accesso particolarmente efficace ad informazioni utili alla pianificazione delle gite.

<i>URL</i>	<i>Descrizione</i>
<a href="http://www.ilmeteo.it/">http://www.ilmeteo.it/</a>	Ottimo Sito di Antonio Sanò. La sezione "previsioni sperimentali" richiede password "2000"
<a href="http://www.westwind.ch/">http://www.westwind.ch/</a>	Tutti i modelli, radiosondaggi, osservazioni. Molto completo
<a href="http://meteo.tiscalinet.it/">http://meteo.tiscalinet.it/</a>	Ottima interfaccia verso il modello ETA
<a href="http://www.politicheagricole.it/UCEA/dalam/index.htm">http://www.politicheagricole.it/UCEA/dalam/index.htm</a>	Ottima interfaccia dell'UCEA verso il modello DALAM. Sempre aggiornato.
<a href="http://sunba2.ba.infn.it/">http://sunba2.ba.infn.it/</a>	Molto completo
<a href="http://www.canale5.com/informazioni/meteo/index.html">http://www.canale5.com/informazioni/meteo/index.html</a>	Meteo di Canale 5. Un classico.
<a href="http://www.corpoforestale.it/bollettini_meteo/bollettino.htm">http://www.corpoforestale.it/bollettini_meteo/bollettino.htm</a>	Bollettino meteo e situazione del manto nevoso (Meteomont).