

METEO INVERNALE

Albert Leichtfried
meteorologo, guida alpina
ed esperto alpinista
Servizio Meteorologico del
Club Alpino "Alpenverein"

Un'occhiata al bollettino meteorologico può bastare a far accendere una luce negli occhi di tutti gli amanti degli sport invernali. Il passaggio di un fronte freddo fa battere più forte i cuori di tutti coloro che, come i freerider, pregustano l'emozione di scendere con la tavola lungo pendii abbondantemente coperti di neve fresca e polverosa... tutt'altro sentimento desta invece lo stesso bollettino negli appassionati dell'arrampicata su ghiaccio, che auspicano scarse quantità di neve fresca, associate ad una discesa di aria polare che faccia precipitare le temperature. Albert ci illustra le condizioni meteorologiche ideali che fanno la gioia dei diversi amanti degli sport invernali.



Foto a pag. 5 -
 Klaus Kranebitter
 Mountain Guide UIAGM /
 Photographer
 Ridnaunweg 9
 6071 - Aldrans, Austria
 klaus@saac.at

JET STREAM POLARE

La centrale di controllo del nostro tempo meteorologico si trova molto in alto, al di sopra dei 9000m di altitudine, tra i 40° e i 60° di latitudine N. Qui scorre la cosiddetta "Jet Stream" ("corrente a getto") del fronte polare, una stretta banda di venti molto forti che registrano velocità di oltre 500 Km/h e a cui spetta appunto il compito di pilotare le perturbazioni e generare i campi di alta e bassa pressione. Come si evince dal nome medesimo questi fiumi impetuosi di aria hanno la forma di una corrente a getto in cui la velocità decresce rapidamente quanto più ci si allontana dal centro del getto medesimo. Il "jet" che determina i nostri fenomeni atmosferici è dunque un forte flusso di venti occidentali che si origina dalla dif-

ferenza di temperatura esistente fra le masse di aria che stazionano sull'equatore e quelle che sovrastano il polo e che scorre ad elevata altezza per effetto delle forze causate dalla rotazione terrestre.

UNA VERA E PROPRIA CENTRALE DI CONTROLLO

In che modo questa corrente di alta quota incide sulla nostra situazione meteorologica? Quando il getto del fronte polare corre intorno all'emisfero settentrionale della nostra terra "taglia" perpendicolarmente un'imponente barriera montuosa come ad es. la catena delle Montagne Rocciose, esso devia dal suo percorso lineare ed inizia a descrivere un moto ondulato che si propaga amplificandosi (da ovest

a est) intorno all'emisfero settentrionale, dando vita anche a movimenti di rotazione ciclonica (senso antiorario). Proprio la formazione di onde in seno alla corrente condiziona in modo cruciale i fenomeni atmosferici, in quanto il rimescolamento dell'aria tra nord e sud si fa più marcato e le perturbazioni che si sviluppano diventano più intense in maniera proporzionale alla "profondità" della sacca di aria fredda che scende verso sud. Osservando la rappresentazione schematica del getto del fronte polare (fig. 1, 2, 3) si possono individuare subito le rispettive zone di alta e bassa pressione (blu/rosso in fig. 2).

Analogamente al principio per il quale dalle isoipse di una carta geografica si ricava la morfologia di un territorio, le linee discendenti danno origine ad una saccatura (forma a V), mentre quelle ascendenti formano un promontorio anticiclonico (graficamente simile alla lettera A).

Queste osservazioni ci forniscono i dati per le previsioni meteorologiche a grande scala.

PREVISIONE DEGLI EVENTI

Conoscere il comportamento della corrente a getto e la sua posizione è spesso il primo passo per poter monitorare l'evoluzione della situazione meteorologica.

La figura 4 mostra la distribuzione della temperatura nell'emisfero settentrionale e la fig. 5 il getto del fronte polare associato. Questo tipo di monitoraggio è possibile solo per le località raggiunte dalla connessione internet. Per i numerosi posti in cui non è ancora garantito l'accesso alla rete, le fonti di informazione a disposizione del meteorologo restano la radio e il contatto telefonico con il Servizio Meteorologico. Cercare di prevedere il tempo affidandosi solo all'osservazione di certi fenomeni equivale a sedersi al tavolo della roulette e vedere se esce rosso o nero. E' un atteggiamento prognostico su cui un moderno alpinista non può assolutamente fare affidamento.

GFS

Il modello previsionale GFS (*Global Forecast System*), prodotto negli U.S.A. ed

Fig. 1 - Getto del fronte polare: rappresentazione schematica del suo moto ondulatorio.

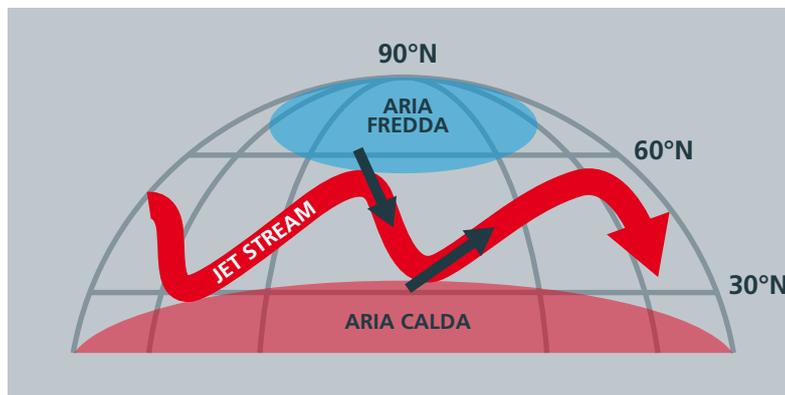
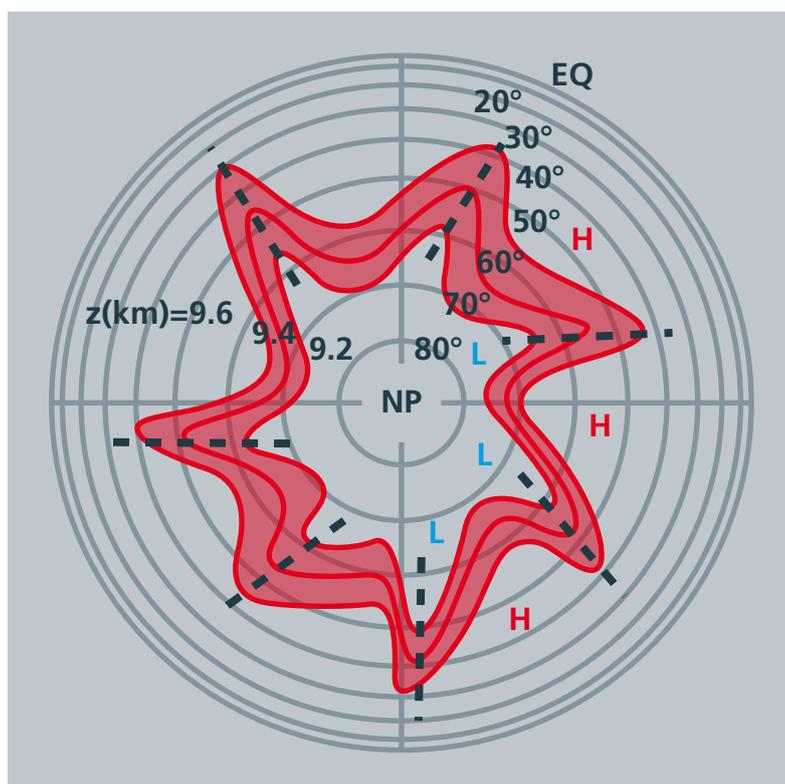


Fig. 2 - Aree di alta e bassa pressione



elaborato da numerosi centri meteorologici mondiali, può essere consultato gratuitamente da chiunque. Qui viene proposta l'elaborazione grafica prodotta dal centro meteorologico tedesco *Wetterzentrale*, disponibile su www.wetterzentrale.de, menu "Topkarten" (mappe dei principali modelli globali).

Cliccando sulla carta "300hPa Stromlinien und Wind" (correnti a 300hPa) viene visualizzata la posizione della corrente a getto e la sua evoluzione nelle prossime 6 ore. Osservando le linee di corrente è possibile ottenere un quadro generale della situazione meteorologica su grande scala.

La fig. 6 mostra correnti in quota da sud-ovest in area alpina.

Sopra la Gran Bretagna si è creata una depressione mentre sopra le Azzorre vi è una zona anticiclonica di alte pressioni. Saranno dunque attese precipitazioni da Stau al sud ed eventualmente una situazione di föhn da sud nelle Alpi settentrionali. Previsioni più dettagliate si possono ottenere sulla base di più specifiche mappe della temperatura, della pressione atmosferica a vari livelli, delle precipitazioni e della nuvolosità.

FRONTE FREDDO

Il passaggio di un fronte condiziona notevolmente la pianificazione delle escursioni invernali.

La genesi di un sistema frontale è direttamente connessa al getto del fronte polare: è infatti in questa zona di interfaccia tra le masse di aria fredda polare e quelle di aria calda tropicale che iniziano a verificarsi ricambi d'aria dovuti ad avvezioni calde e fredde.

Nascono così un fronte d'avanzata dell'aria calda (fronte caldo) e un fronte d'avanzata dell'aria fredda (fronte freddo), nell'insieme detti sistema frontale. Tra i due fronti si instaura il centro di bassa pressione.

Dalle figure 7 e 8 risulta evidente che col fronte freddo, l'aria fredda, avanzando, si incunea sotto quella calda che viene sollevata violentemente verso l'alto creando depressione.

Si viene così a formare la caratteristica nuvolosità associata al fronte freddo.

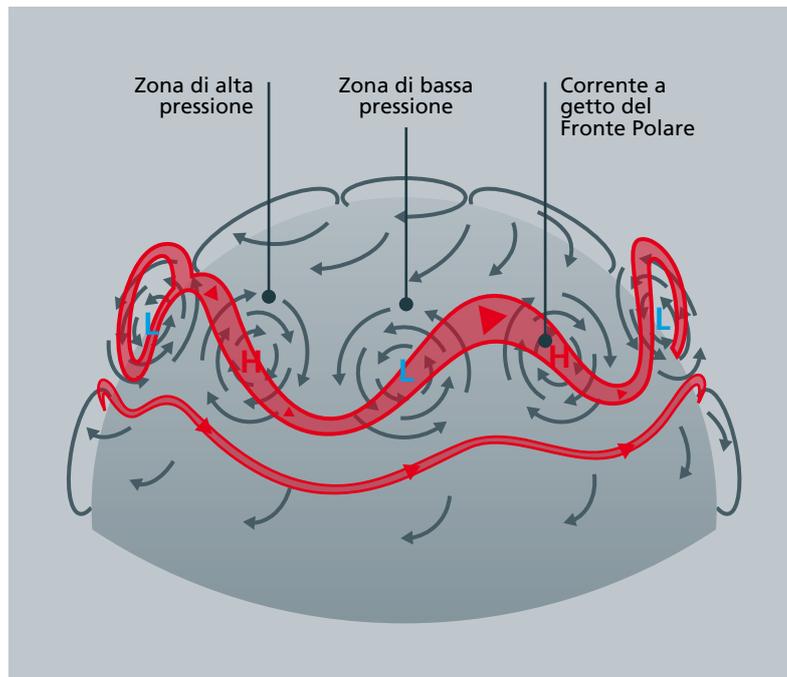
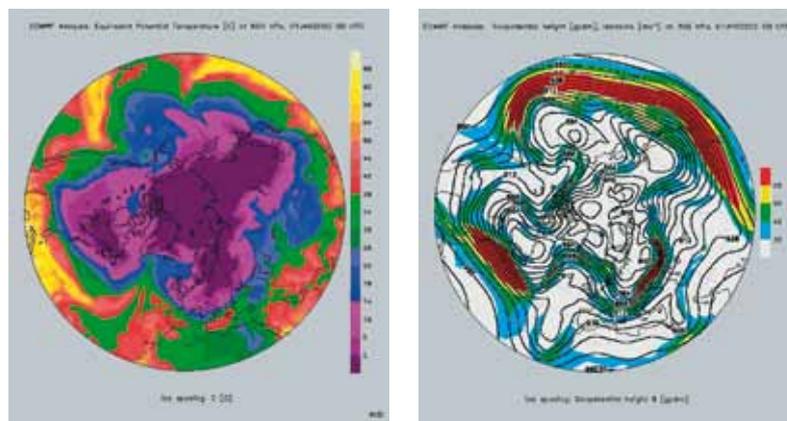


Fig. 3 - Rappresentazione schematica: saccature/promontori/getto.



A sinistra, fig. 4 - Fronte polare: temperature tropicali e polari.

A destra, fig. 5 - Getto del fronte polare.



Fig. 6 - Modello meteorologico GFS: posizione del fronte polare.

Si tratta di una linea continua di nubi nere e minacciose che si presentano in forma di cumulonemi e nembrostrati e sono foriere di precipitazioni violente, spesso a carattere di rovescio. L'annuncio dell'approssimar-

si di un fronte freddo fa trepidare *freerider* ed escursionisti, giacché il suo passaggio è caratterizzato da un abbassamento della temperatura e dal mantenimento per alcuni giorni di condizioni di neve abbondante.

Fig. 7 - Schema della formazione dei fronti caldi e freddi.

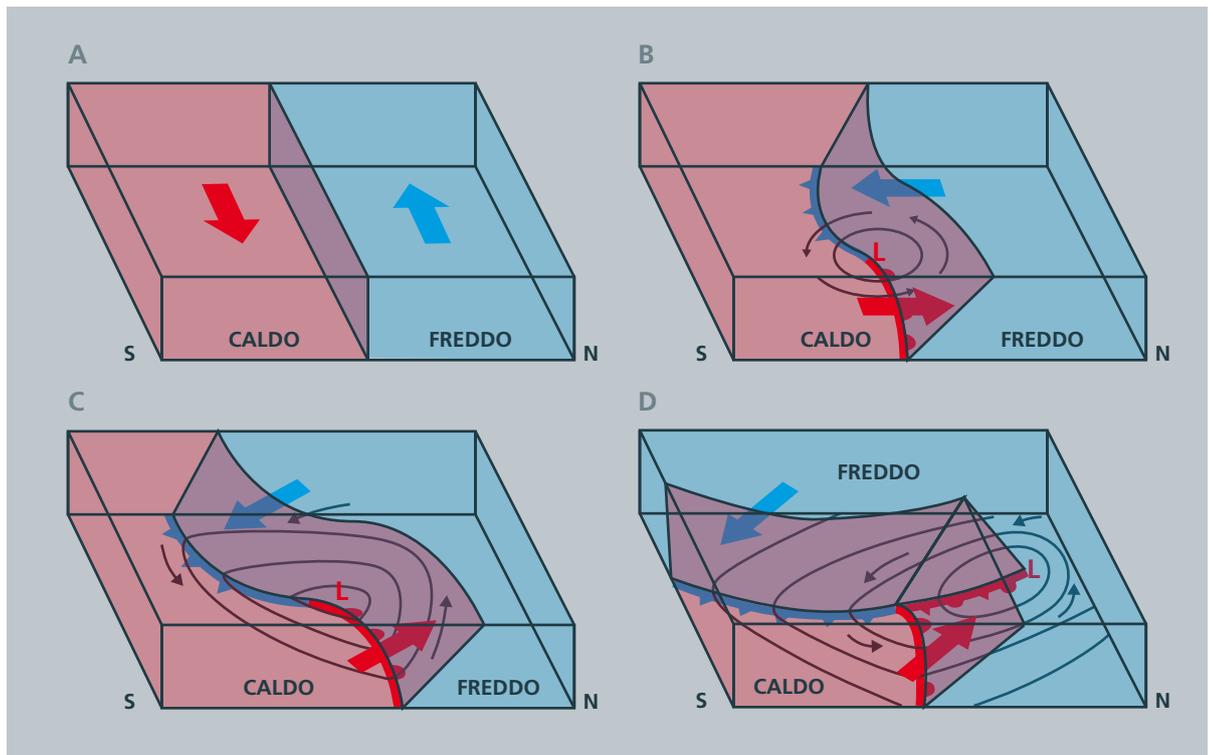
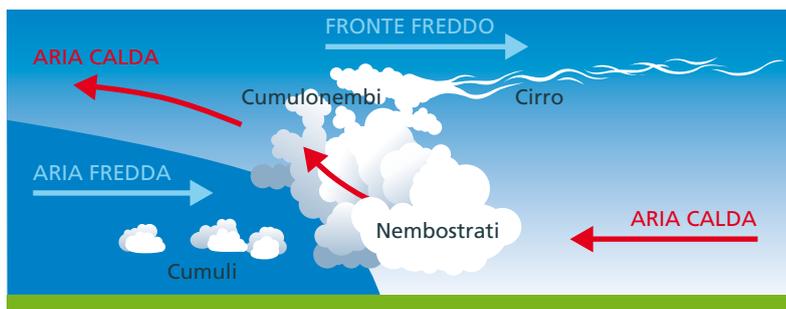


Fig. 8 - Fronte freddo: nuvolosità/massa d'aria.



a battere in ritirata. Se essi si muovono perpendicolarmente rispetto alla direzione della corrente a getto, assumono infatti notevoli velocità di avanzamento in grado di produrre repentini cambiamenti meteorologici. Anche i corpi nuvolosi che anticipano l'arrivo di un fronte freddo (es. passaggio di cirri) si manifestano quasi sempre con poco preavviso. Un segnale affidabile dell'imminente irruzione di aria fredda dal nord è la nuvolosità addensata sul versante sud-ovest di una cresta con orientamento est-ovest. Il versante nord della montagna è già stato raggiunto dalla massa d'aria fredda, mentre sulla parte sud c'è ancora aria calda. Poiché l'aria fredda che incalza è più pesante di quella calda, essa scorre lentamente fin sopra la cresta, la scavalca e si riversa verso valle sul versante sud. Così si formano sul pendio, sotto il livello del crinale, strati di aspetto solitamente ondulato e fibroso che assumono forme bizzarre. Sono l'avanguardia di un fronte freddo che potrà manifestarsi entro poche ore.

Fig. 9 - Fonte IR Satellitenbild (METEOSAT): sistema frontale.



tracce dell'ultimo strato di neve fresca e creando delle situazioni ingannevoli sulla reale consistenza del manto nevoso. I fronti freddi sono ben riconoscibili nelle immagini satellitari. Al sito www.zamg.ac.at è possibile visionare immagini da satellite aggiornate. Nella fig. 9 si vedono un'area di bassa pressione a nord ovest della Gran Bretagna e l'associato sistema frontale, riconoscibile dalla tipica forma a spirale delle nuvole. A ovest della Gran Bretagna è individuabile una nuvolosità molto strutturata che preannuncia l'aria fredda al seguito del fronte. Il fronte freddo medesimo si trova nella banda nuvolosa direttamente davanti ai corpi nuvolosi.

SITUAZIONE INSIDIOSA

La parola d'ordine resta comunque sempre prudenza! Il passaggio del fronte è associato a venti impetuosi spesso con rovesci di gragnola che non influiscono proprio favorevolmente sulla situazione valanghe. L'aria fredda postfrontale rallenta l'assestamento del manto nevoso e mantiene invariato il pericolo di distacchi. Inoltre l'azione del vento impetuoso che si leva ad accompagnare il fronte freddo, "denuda" i pendii esposti, cancellando le

GIÀ IN VIAGGIO - COME FARE?

In assenza di precise e attendibili previsioni meteo i fronti freddi possono essere una spiacevole sorpresa e costringono spesso

IL FÖHN DA SUD CONTRO IL FRONTE FREDDO

L'acerrimo nemico dei fronti freddi è il ben noto e non sempre amato "föhn da sud".

Esso si genera in seguito all'abbassamento di pressione che precede un'ondata di aria polare e che favorisce sulle Alpi la formazione di un gradiente barico. La presenza di questo vento, che ha il compito di ristabilire l'equilibrio barico tra due zone, disturba le previsioni elaborate dai meteorologi relativamente al momento del transito di un fronte freddo. Il föhn si oppone infatti strenuamente al suo passaggio e spesso, solo al tramonto e con il vento di föhn indebolito, il fronte freddo riesce ad avere il sopravvento e a scaricare i rovesci. Chi dunque tarda a riconoscere i segni del preannunciato fronte freddo, sarà bene che aspetti sempre il tramonto prima di criticare l'inaffidabilità delle previsioni meteorologiche. I fronti freddi non sono solo inclementi ma anche molto subdoli ed insidiosi.

PRODROMI INGANNEVOLI

A confondere ancor più gli alpinisti i fronti freddi sono spesso preceduti dalle cosiddette linee di instabilità; esse sono quasi identiche al fronte e possono pertanto trarre in inganno, tanto più che tra il fron-

te freddo e la linea di instabilità interviene spesso un intervallo che può indurre l'escursionista a pensare che l'evento sia già passato, salvo per poi vedersi sorpreso dal passaggio del fronte freddo vero e proprio. Un segnale quasi sempre inequivocabile del passaggio di un fronte freddo è dato dall'andamento barometrico. Se prima del passaggio del fronte si registra infatti un forte calo di pressione, nella fase postfrontale questa dovrebbe riprendere a salire sensibilmente. La drastica riduzione della temperatura è un altro segno premonitore del passaggio di un fronte freddo. Come si è già detto, tuttavia, i fronti freddi possono essere subdoli e mascherarsi. Quando il transito di un fronte freddo contribuisce

a dissipare ad es. un lago di aria fredda, il termometro indicherà dopo il suo passaggio addirittura un rialzo termico. Si parla in questi casi di un fronte freddo "mascherato".

ALTA PRESSIONE DI MATRICE TERMICA

Se i pendii coperti di neve fresca e polverosa costituiscono un vero e proprio eldorado per i *freerider* e gli escursionisti, le stesse condizioni sono spesso un limite per chi ama invece arrampicare su ghiaccio. Il cuore degli amanti di questa disciplina batte infatti più forte per un autunno umido, associato a ripetute discese di aria fredda, senza grandi quantitativi

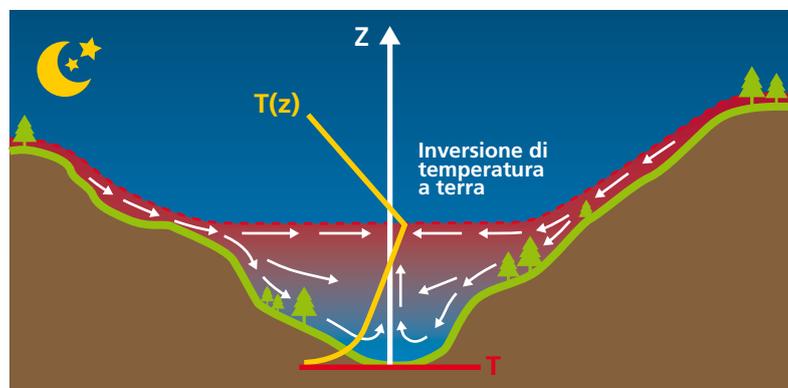
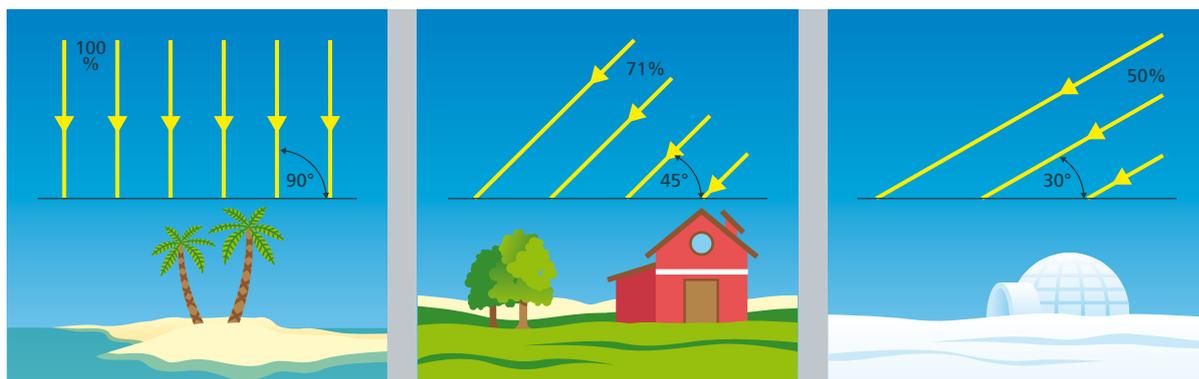




Fig. 11 - Angoli di incidenza della radiazione solare sulla superficie terrestre.



di neve fresca in inverno. Il freddo che ci attanaglia in questi casi nasce dall'innevamento presente sulle vaste pianure dei nostri vicini d'oriente, in particolare della Russia. Queste enormi distese di neve e le masse d'aria sovrastanti si raffreddano per effetto del forte bilancio termico negativo alla loro superficie; il fenomeno è legato alle specifiche caratteristiche della neve che perde costantemente energia negli scambi radiativi.

Poiché l'aria fredda è più pesante di quella calda si origina una struttura altopressoria di tipo termico.

Quando, nei mesi invernali, la corrente a getto favorisce un'imponente incursione di aria gelida dalla Russia, questo freddo

polare raggiunge anche noi, le cascate si ghiacciano e gli amanti dell'arrampicata possono dare libero sfogo alla loro passione sportiva.

LAGHI DI ARIA FREDDA (INVERSIONE) - LO STESSO FENOMENO IN SCALA RIDOTTA

Il principio dell'alta pressione termica si ripresenta spesso, in scala ridotta, quando nelle valli si assiste alla formazione dei cosiddetti "laghi di aria fredda".

Queste inversioni (la temperatura aumenta con l'altezza per un tratto, fino allo strato limite del lago d'aria fredda, fig. 10) porta-

no nelle aree più basse il freddo necessario a congelare le cascate.

Resta in ogni caso l'imperativo categorico della prudenza, soprattutto se la tanto sospirata cascata si estende anche al di fuori della zona interessata dall'inversione. Anche se prima di iniziare l'arrampicata si è provveduto a controllare la temperatura e ci si è tranquillizzati nel constatare il suo valore negativo, la situazione può cambiare drasticamente dopo pochi tiri di corda. Al di sopra dell'inversione la temperatura può essere nettamente sopra lo zero e pertanto influenzare negativamente le condizioni del ghiaccio. Questo fenomeno si manifesta in modo più marcato se al di sopra del lago d'aria fredda spira il föhn.

In questi casi si possono infatti rilevare differenze di temperatura di 10° nell'ambito di poche centinaia di metri di quota. Una continua valutazione delle condizioni del ghiaccio è per tanto indispensabile per poter affrontare in serenità la giornata di arrampicata.

ALLA RICERCA DEL FIRN D.O.C.

Il firn è un tipo di neve che si forma normalmente in primavera per la gioia degli amanti degli sport invernali che praticano le loro attività con un clima più tiepido.

Il luogo e il momento ottimali per una bella discesa su firn dipendono soprattutto dal parametro "radiazione". Dopo il gelo notturno, che rende la neve dura e ghiacciata, la radiazione solare diretta (ad onda corta) fornisce l'energia necessaria a riscaldare in superficie il manto nevoso, rendendolo morbido al punto giusto e piacevole per essere percorso con la tavola.

Questo fenomeno di fusione dei cristalli di neve avviene con maggior intensità quando i raggi solari colpiscono la superficie nevosa ad angolo retto (cfr. fig. 11).

Considerando una latitudine nord di 47°, dalla formula utilizzata per calcolare l'altezza del Sole α nel momento della sua culminazione ($\alpha = 90 - \text{latitudine} \pm \text{declinazione}$) si può ricavare l'altezza massima del sole al 21 dicembre (19,5°) e al 21 marzo (43°). Si evince pertanto che al 21 dicembre, alle nostre latitudini, il sole cede la maggior parte della sua energia ad un pendio inclinato di 70,5°, mentre al 21 marzo sono le pendenze di 47° a beneficiare maggiormente della radiazione solare.

Ne è riprova il fatto che, sui pendii più ripidi, il firn si forma prima rispetto alle zone meno inclinate.

...SEGUENDO L'ORBITA DEL SOLE

Torniamo al 21 marzo, la data dell'equinozio di primavera in cui la notte è lunga esattamente quanto il giorno.

Il giorno dell'equinozio è speciale anche per un altro motivo: solo in questo giorno infatti il sole sorge e tramonta esattamente

a est e ovest, tutti gli altri giorni dell'anno sorge e tramonta in altri punti. Il saggio sciatore alla ricerca del firn ha dunque a disposizione un giorno intero per seguire il percorso del sole e rincorrere dunque i processi di fusione dei cristalli di neve, trovando sempre un manto nevoso morbido e portante al punto giusto. Passando dai ripidi pendii orientali alle più pianeggianti superfici occidentali, il divertimento può essere dunque assicurato per tutto il corso della giornata.

Un ulteriore non irrilevante effetto della radiazione solare primaverile è quello di consentire il rapido assestamento e consolidamento del manto nevoso dopo una caduta di neve fresca, soprattutto sui pendii esposti ad ovest. A fare da contraltare alla radiazione solare ad onda corta vi è l'emissione ad onda lunga del manto nevoso che contribuisce in modo determinante al congelamento della neve di primavera.

Ogni corpo perde energia per irraggiamento. La quantità dipende dalla temperatura e dalle specifiche caratteristiche del corpo stesso. Soprattutto la neve bagnata e a grana grossa si presta bene a raffreddarsi, cedendo energia, con temperature intorno agli a zero gradi.

NEVE FRESCA VERSUS FIRN

La neve fresca ed asciutta inibisce lo sviluppo del firn (neve gelata e trasformata). Il naturale effetto serra ostacola la perdita completa dell'energia per irraggiamento, rispedita in gran parte indietro al manto nevoso. Questo effetto si avverte con maggiore intensità soprattutto quando l'aria è umida o il cielo è nuvoloso. Pertanto il manto nevoso riassorbe la maggior parte dell'energia irradiata e non riesce a raffreddarsi e congelare.

Notti coperte o parzialmente coperte rendono difficile fare previsioni sulle condizioni del firn. Può essere utile controllare l'evoluzione dell'umidità durante la notte. Naturalmente anche altri fattori come la temperatura dell'aria e la struttura del manto nevoso esercitano una notevole influenza sulla qualità del firn. Temperature

elevate, con un preoccupante innalzamento dello zero termico, rendono impossibile il congelamento negli strati più profondi. Se nella struttura del manto nevoso sono interposti strati di brina di profondità, come nella stagione invernale 2009/10, allora una crosta ghiacciata che trasmette sicurezza può divenire una subdola trappola. L'esame di alcune dinamiche di distacco delle valanghe avvenute su pendii con croste portanti o con uno spesso strato di brina di profondità ha lasciato ammutolito più di un esperto.

PLATONE E LA METEOROLOGIA

Già Platone si era occupato dello studio della "conoscenza" e il concetto da cui muove la sua filosofia è quello secondo il quale "la conoscenza è una credenza vera e giustificata".

Senza un possesso della verità sicuro, non incerto e aleatorio, senza che la verità della credenza sia stata legata e assicurata con forti ragioni, non si ha dunque conoscenza. Lo studio della meteorologia e di tutti i fenomeni ad essa connessi contribuisce sicuramente ad acquisire una maggiore conoscenza utile nella programmazione delle proprie escursioni.

La propensione ad acquisire più informazioni possibili per poter essere in grado di prendere chiare decisioni risulta opportuna e giustificata in molti casi.

Le varie informazioni acquisite dovranno tuttavia sempre essere filtrate con il necessario buon senso, nonché essere confrontate con le effettive condizioni naturali. Infine, dopo tanti ragionamenti, c'è un'ultima cosa da non dimenticare mai: la luce che brilla negli occhi e scalda il cuore di chi sale in montagna!

Bibliografia

- Meteorology for Scientists and Engineers, Roland B. Stull
- ECMWF Analysekarte Geopot 300
- ECMWF Analysekarte Äquipot 850
- Jetstream mit Rossby-Wellen, opuscolo Lufthansa
- <http://www.wetterzentrale.de/topkarten> www.wetterzentrale.de/topkarten
- Mountain Meteorology, C. David Whiteman
- http://www.zamg.ac.at/wetter/sat_bilder www.zamg.ac.at/wetter/sat_bilder