

Aria in movimento

I moti dell'aria

Masse d'aria in movimento

E' difficile costruire un modello della circolazione atmosferica, perchè moltissimi fattori concorrono agli spostamenti delle masse d'aria nell'atmosfera, tuttavia il principio fondamentale è che i gas che costituiscono l'atmosfera tendono a mettersi in una situazione di equilibrio, che prevede una distribuzione uniforme di energia, uniformando le temperature e le pressioni sull'intero pianeta. Il "motore" della circolazione atmosferica è perciò dato dalla ridistribuzione dell'energia ricevuta dal Sole. L'irraggiamento solare, infatti, è diverso alle diverse latitudini, per cui le regioni equatoriali sono più calde di quelle polari. L'atmosfera tenta di riequilibrare questa differenza muovendo masse di aria calda dalle regioni dove vi è un eccesso di calore verso regioni più fredde, nel tentativo di ridurre la differenza di temperatura tra equatore e poli.

Le differenze di temperatura si traducono immediatamente in differenze di pressione all'interno delle masse d'aria: sono proprio le differenze di pressione che provocano lo spostamento dell'aria. Zone di bassa pressione richiamano aria dalle zone dove la pressione è più elevata. Viceversa, l'aria tende ad allontanarsi dalle aree di alta pressione, spostandosi verso zone di minor pressione. La velocità dello spostamento è direttamente proporzionale alla differenza di pressione tra due punti. In condizioni ideali, se la Terra fosse immobile e in mancanza di attrito o ostacoli, il flusso d'aria sarebbe diretto perpendicolarmente alle isobare (le linee che collegano punti di uguale pressione), secondo il cosiddetto gradiente barico, seguendo una traiettoria che permette all'aria di compiere il tragitto più breve dall'area di alta pressione a quella di bassa pressione. Molti fattori, però, concorrono nel deviare il flusso dell'aria dalla situazione ideale.

Un po' di fisica: l'effetto Coriolis

E' difficile costruire un modello della circolazione atmosferica, perchè moltissimi fattori concorrono agli spostamenti delle masse d'aria nell'atmosfera, tuttavia il principio fondamentale è che i gas che costituiscono l'atmosfera tendono a mettersi in una situazione di equilibrio, che prevede una distribuzione uniforme di energia, uniformando le temperature e le pressioni sull'intero pianeta. Il "motore" della circolazione atmosferica è perciò dato dalla ridistribuzione dell'energia ricevuta dal Sole. L'irraggiamento solare, infatti, è diverso alle diverse latitudini, per cui le regioni equatoriali sono più calde di quelle polari. L'atmosfera tenta di riequilibrare questa differenza muovendo masse di aria calda dalle regioni dove vi è un eccesso di calore verso regioni più fredde, nel tentativo di ridurre la differenza di temperatura tra equatore e poli.

Le differenze di temperatura si traducono immediatamente in differenze di pressione all'interno delle masse d'aria: sono proprio le differenze di pressione che provocano lo spostamento dell'aria. Zone di bassa pressione richiamano aria dalle zone dove la pressione è più elevata. Viceversa, l'aria tende ad allontanarsi dalle aree di alta pressione, spostandosi verso zone di minor pressione. La velocità dello spostamento è direttamente proporzionale alla differenza di pressione tra due punti. In condizioni ideali, se la Terra fosse immobile e in mancanza di attrito o ostacoli, il flusso d'aria sarebbe diretto perpendicolarmente alle isobare (le linee che collegano punti di uguale pressione), secondo il cosiddetto gradiente barico, seguendo una traiettoria che permette all'aria di compiere il tragitto più breve dall'area di alta pressione a quella di bassa pressione. Molti fattori, però, concorrono nel deviare il flusso dell'aria dalla situazione ideale.

Alte e basse pressioni

Se si osserva una carta delle isobare, si può notare come la pressione non sia distribuita uniformemente nell'atmosfera del nostro pianeta: vi sono zone dove le pressioni sono minori che nelle aree circostanti e zone dove le pressioni sono maggiori. Per le proprietà dei gas, l'aria tende a muoversi dalle aree di alta pressione verso quelle di bassa pressione, nel tentativo di equilibrare la differenza. La presenza di zone di alta e di bassa pressione è quindi il motore principale di tutti i fenomeni meteorologici e, in sostanza, del "tempo". E' quindi importante capire come circola l'aria in prossimità di queste zone e come queste siano distribuite nell'atmosfera.

Anticicloni

In corrispondenza di zone di alta pressione, l'aria tende a scendere verso il basso, allontanando l'aria con moto divergente al suolo. L'aria comprimendosi scendendo tende a dissipare le nubi e alle condizioni di alta pressione sono associate condizioni di tempo bello e non perturbato. Per effetto Coriolis, l'aria tende ad allontanarsi dal centro di alta pressione, con movimento in senso orario nel nostro emisfero e in senso antiorario nell'emisfero australe (circolazione anticiclonica).

Cicloni

Un'area di bassa pressione, invece, tende a richiamare aria dalle zone circostanti, dove la pressione è maggiore e in corrispondenza del centro depressionario l'aria tende a salire verso l'alto, richiamando una quantità d'aria sempre maggiore dalle aree limitrofe. Salendo, l'aria si espande, si raffredda e dà luogo alla formazione di nubi e precipitazioni: per questo le aree di bassa pressione sono di solito associate a maltempo. L'aria tende a convergere verso il centro di bassa pressione con movimento in senso antiorario nel nostro emisfero e orario nell'emisfero australe (circolazione ciclonica).

Cellule di circolazione

Le differenze di temperatura e di pressione non sono distribuite a caso nell'atmosfera, ma si individuano aree di bassa e di alta pressione pressochè permanenti e stabili, organizzate a formare grandi cellule di circolazione intorno al globo. La situazione, ovviamente, non è statica e immutabile. Le cellule di circolazione si spostano nel corso dell'anno verso N o verso S, in funzione della diversa quantità di energia solare che le diverse regioni della Terra ricevono nel corso delle stagioni: nel nostro emisfero si avvicinano all'equatore in inverno e si spostano verso il polo in estate.

In ciascuno dei due emisferi si individuano tre cellule di circolazione principali, simmetriche tra loro.

Incontro di masse d'aria

Quando una massa d'aria fredda in movimento incontra una massa d'aria calda, più leggera, tende ad incunearsi al di sotto di quest'ultima, originando un fronte freddo. L'aria calda viene forzata verso l'alto e la sua ascesa provoca la formazione di nubi. Poichè la superficie di contatto tra le due masse è piuttosto ripida e l'ascesa è rapida, le nubi saranno prevalentemente di tipo cumuliforme. Il passaggio di un fronte freddo è accompagnato da estesi sistemi nuvolosi e da precipitazioni, con una brusca diminuzione delle temperature, un aumento della pressione e da precipitazioni spesso a carattere temporalesco.

Sulle carte del tempo, i fronti freddi sono indicati da una linea nera con triangoli. Fronti freddi si formano tipicamente, alle nostre latitudini, all'incontro di aria fredda e secca di origine polare con aria calda e umida proveniente dalle regioni tropicali.

Fronti caldi

Se, al contrario, è la massa d'aria calda ad essere in movimento verso quella fredda, la massa d'aria calda scivola lentamente su quella fredda, innalzandosi adagio lungo una superficie vasta e poco inclinata: in questo caso si parla di fronte caldo, e anch'esso porta nubi e sistemi di perturbazioni. I margini di un fronte caldo sono meno netti di quelli di un fronte freddo, i cambiamenti sono più gradualmente e le perturbazioni arrivano più lentamente. Il passaggio di un fronte caldo è segnato da un aumento delle temperature, una diminuzione della pressione e piogge persistenti, ma di moderata intensità. A causa dell'innalzamento più lento, il sistema nuvoloso che si forma è in genere costituito da nubi stratificate.

Sulle carte del tempo, i fronti caldi sono indicati da una linea nera con semicerchi.

Fronti occlusi

Un fronte occluso si forma quando un fronte freddo raggiunge un fronte caldo, sollevando in quota tutta l'aria calda e stratificando al suolo quella fredda. Alle nostre latitudini sull'Atlantico si formano continuamente aree cicloniche alimentate dall'anticiclone delle Azzorre e dall'anticiclone polare. Qui si incontrano aria calda e umida tropicale e aria fredda e secca polare e in genere si forma un vortice depressionario in cui sono attivi un fronte caldo e uno freddo. Il fronte freddo è in genere il più attivo e avanza più velocemente di quello caldo. Quando il fronte freddo raggiunge il fronte caldo, si origina un fronte occluso: dopo aver scaricato sul fronte occluso l'umidità residua, il tempo in genere ritorna bello e l'aria al suolo torna a riscaldarsi: la perturbazione si è esaurita.

Sulle carte del tempo, i fronti occlusi sono indicati da una linea nera con triangoli e semicerchi alternati.

fronte della perturbazione.

La presenza di rilievi montuosi sul cammino di un fronte può provocare variazioni e deformazioni di vario tipo, che possono far evolvere la perturbazione in modo difficilmente prevedibile.

Le cellule di circolazione

Dall'equatore fino a 30° di latitudine (N o S), si stabilisce la cellula di Hadley.

Nella regione equatoriale, l'aria si riscalda e sale, creando un'area di bassa pressione. L'aria tenderebbe a spostarsi verso N lungo i meridiani, ma nell'emisfero boreale, per effetto Coriolis, il flusso viene deviato verso NE e discende intorno al 30° parallelo, portandovi aria calda e umida. Una volta discesa, l'aria viene nuovamente richiamata verso l'equatore, a causa della bassa pressione ivi esistente, viaggiando, questa volta, da NE a SW, sempre per effetto Coriolis: questo movimento origina, al suolo, i venti alisei di NE. Lo stesso accade nell'emisfero australe, dove gli alisei spirano da SE. La zona dove si scontrano e convergono gli alisei di NE con quelli di SE crea un'area di bassa pressione equatoriale, caratterizzata da precipitazioni e perturbazioni violente, la cosiddetta zona delle calme equatoriali, così chiamata per le basse pressioni e le basse velocità dei venti.

Tra i 30° e i 60° di latitudine, invece, in entrambi i gli emisferi è attiva la cellula di Ferrel, che ruota in direzione opposta a quella di Hadley. Convergenndo con il margine della cellula di Hadley, crea un'area di alta pressione tropicale, intorno ai 30°; la cosiddetta area delle bonacce tropicali, che produce venti da SW al suolo, venti occidentali che hanno però un andamento meno regolare degli alisei. In questa fascia si situa una serie di nuclei anticiclonici, tra i quali l'anticiclone delle Azzorre, che determina, con i suoi spostamenti stagionali, il tempo delle nostre regioni. Le masse d'aria della cellula di Ferrel tornano in quota intorno ai 60° di latitudine, dove si stabilisce l'area delle basse pressioni subpolari.

A latitudini superiori, si instaura la cellula polare, che ha lo stesso andamento di quella di Hadley, con venti orientali al suolo e occidentali in quota. Le cellule polari sono quelle meno estese, ma, grazie all'area delle alte pressioni polari, hanno l'importante compito di trasferire la gelida aria polare alle medie latitudini, nelle cellule di Ferrel.