

latitudini, dove la cella di Ferrel è solo indicativa e le fluttuazioni di percorso sono quasi la regola. Il nuovo modello teorico più realistico si basa su un'ipotesi che descrive queste variazioni.

LE ONDE PLANETARIE DI ROSSBY: studiando le *jet stream* (→ p.70) l'americano Rossby osservò che queste correnti, che di norma soffiano ad alta velocità in direzione Ovest-Est lungo i paralleli, al confine fra le celle di Hadley e di Ferrel (30°) e fra quelle di Ferrel e polare (60°) ogni tanto rallentano. Per una nota legge fisica, quando un flusso d'aria perde velocità, comincia a ondeggiare: Rossby osservò lo sviluppo di onde che, con un ciclo evolutivo di 5-6 giorni, crescevano di ampiezza e frequenza e poi si annullavano. Le *onde di Rossby* (da 3 a 6 in ciascun ciclo) si formano con una precisa successione di tempi (→ 3), sono lunghe 1.000 -10.000 km e hanno un'ampiezza anche superiore ai 3.000 km: si estendono da latitudini <30° a latitudini >60° (→ 2). La loro velocità di propagazione (V) dipende dalla loro lunghezza (L) e dalla velocità media delle correnti (U); in formula:

$$V = U - K\phi \cdot L^2$$

dove $K\phi$ sta per un'intera formula che prende il nome di "*parametro di Rossby*":

$$\frac{\omega \cos \phi}{2 \pi^2 R}$$

dove ω è la velocità angolare della Terra; ϕ la latitudine a cui si muove la corrente; R il raggio terrestre. Se si esprimono V e U in m/s; R in km; L in 10^3 km; alla latitudine media $\phi = 45^\circ$ delle correnti occidentali $K\phi \approx 0,4$. Da questa *relazione di Rossby* si vede che, per onde corte (L piccola), la velocità di propagazione (V) è quasi quella media delle correnti occidentali (U); e che all'aumentare di L , con un numero piccolo di onde e quindi una L grande, la velocità di propagazione diminuisce fino a zero per $L = L_c$ (lunghezza critica) definita dalla relazione:

$$L_c = \sqrt{\frac{U}{K\phi}} = \left(\frac{U}{K\phi}\right)^{\frac{1}{2}}$$

e che in media $L_c = 5.000$ km circa, dato che in media $U = 10$ m/s. Questa dinamica provoca un globale trasferimento d'energia dalle basse alle alte latitudini soprattutto per il distaccarsi di *sacche d'aria*: le *onde di Rossby* tipiche delle correnti d'alta quota, infatti, formano anse profonde che raggiungono le quote più basse e, spezzando-

si, formano ad alte latitudini zone d'alta pressione (*celle anticicloniche*) e a quelle basse zone di bassa pressione (*celle cicloniche*).

Nelle onde di Rossby si riconoscono:

- la **saccatura**: concavità di bassa pressione;
- il **promontorio**: convessità rivolta verso il polo nella quale si ha alta pressione;
- la **superficie di discontinuità**: piano che separa 2 masse d'aria con caratteri fisici diversi.

L'ipotesi di Rossby spiega l'intera circolazione atmosferica senza ricorrere alle celle convettive.

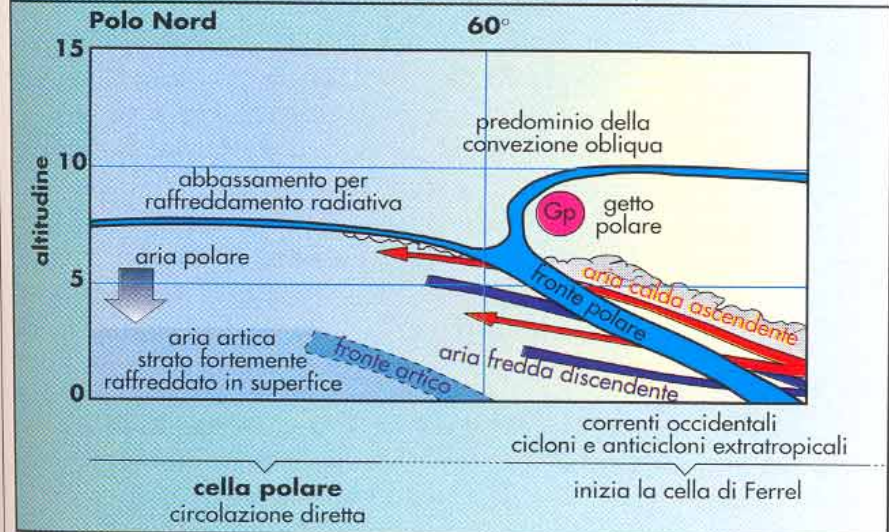
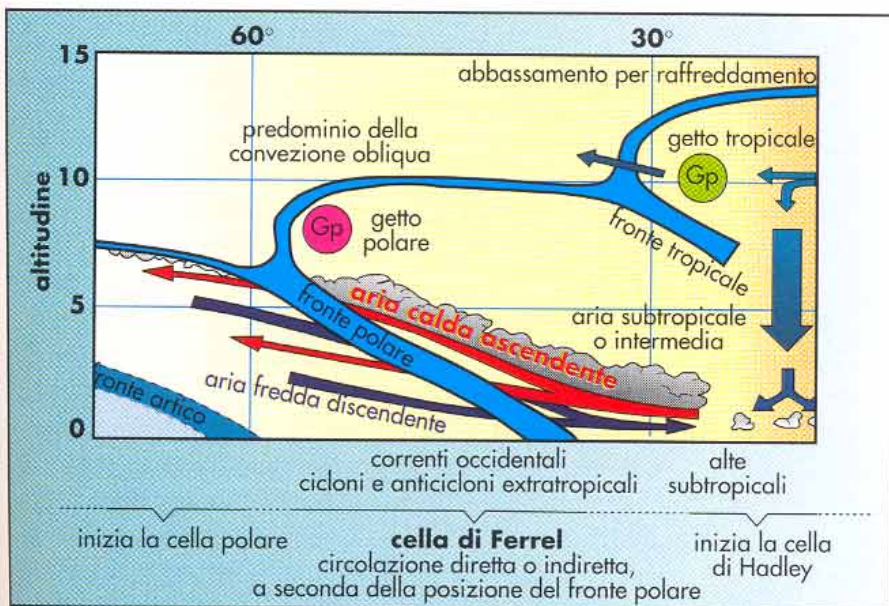
LE ONDE DI BJERKNES: sono famiglie di onde secondarie che danno origine ai *cicloni extratropicali* cui sono associati i *fronti* (→ p.76) che più condizionano l'evoluzione meteorologica delle medie latitudini. Le onde di Bjerknès (e quindi anche le famiglie di fronti) si sovrappongono a quelle di Rossby: si formano sul lato polare della superficie di discontinuità (cioè sul bordo orientale delle saccature, → p.59, 1) e sono dovute all'interazione di 2 masse d'aria con caratteristiche termiche opposte: aria fredda polare che tende a trasferirsi a latitudini più basse e aria calda proveniente da medie latitudini che tende verso latitudini maggiori (→ p.59, 2). Anch'esse seguono un ciclo più o meno costante:

- a. intorno a una bassa pressione inizia l'ondulazione e provoca lo sviluppo un settore caldo tra il fronte freddo e quello caldo;
- b. poiché l'aria fredda di solito è più veloce di quella calda, il settore si restringe sempre più;
- c. l'avanzata del fronte freddo provoca l'*occlusione*: il primo fronte raggiunge il secondo e lo solleva in quota (*fase di occlusione*);
- d. il ciclone si stacca dall'aria subtropicale e inizia la *fase di estinzione* mentre il fronte occluso in quota si dissolve lentamente e le masse d'aria si mescolano.

La velocità della famiglia di fronti formata dalle onde di Bjerknès è la stessa delle onde di Rossby che l'hanno originata con direzione, di norma, Nordest o Est. Anche la formazione di fronti produce un ulteriore trasferimento di energia dalle basse latitudini alle alte: la condensazione di nubi che si verifica, infatti, libera un calore pari a quello assorbito durante l'evaporazione.

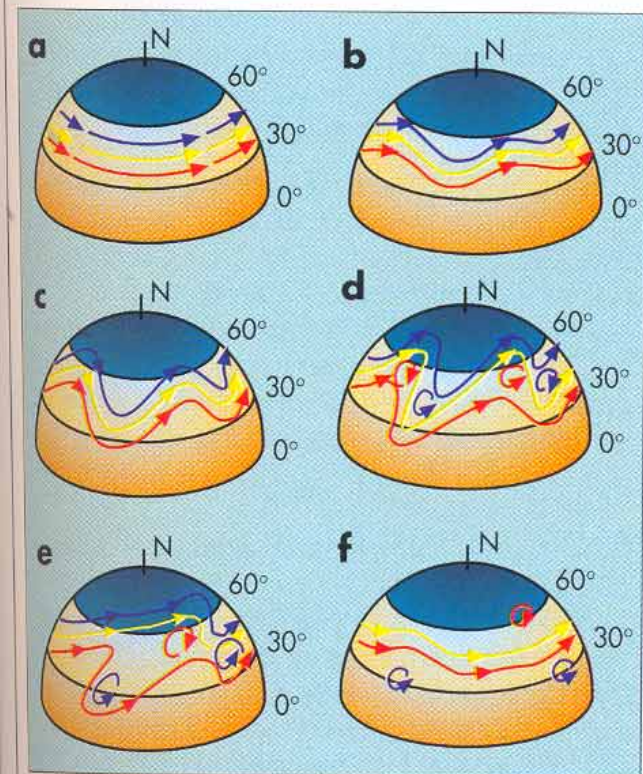
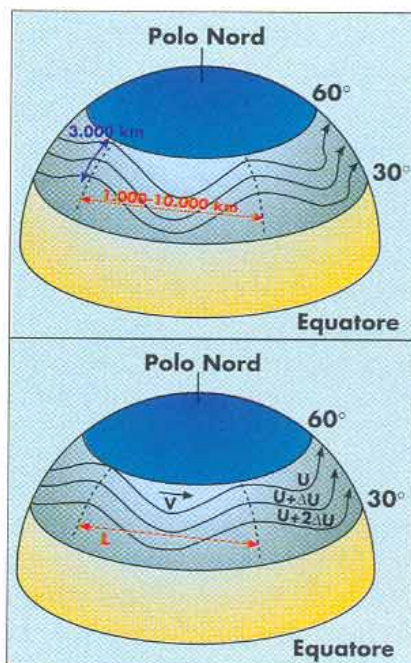
Cicloni extratropicali e anticicloni

I cicloni sono vortici d'aria: a differenza dei cicloni tropicali (→ p.72), quelli che si sviluppano a medie latitudini non sono particolarmente violenti perché colmano bassi dislivelli di pressione.



1. Schema convettivo della cella di Ferrel (SOPRA) e della cella polare (SOTTO).

2. Misure e grandezze che definiscono le onde di Rossby.



3. Evoluzione delle onde di Rossby: **a.** la corrente occidentale ha andamento prevalentemente parallelo all'Equatore; **b.** il suo rallentamento dà inizio all'ondulazione; **c.** l'ondulazione diventa sempre più marcata e, man mano che la velocità diminuisce, aumenta il numero delle onde (*onde di Rossby*); **d.** a circa metà del ciclo, l'ampiezza delle onde è tale da provocare il distacco di aree in movimento proprio, isolate dalla corrente e costituite da sacche d'aria relativamente calda (se a latitudini elevate) o relativamente fredda (a latitudini basse); **e.** più la corrente riprende velocità, più l'ampiezza delle onde diminuisce; **f.** si ripristinano rapidamente le condizioni di partenza, in cui la corrente segue l'andamento dei paralleli (*circolazione zonale*).