

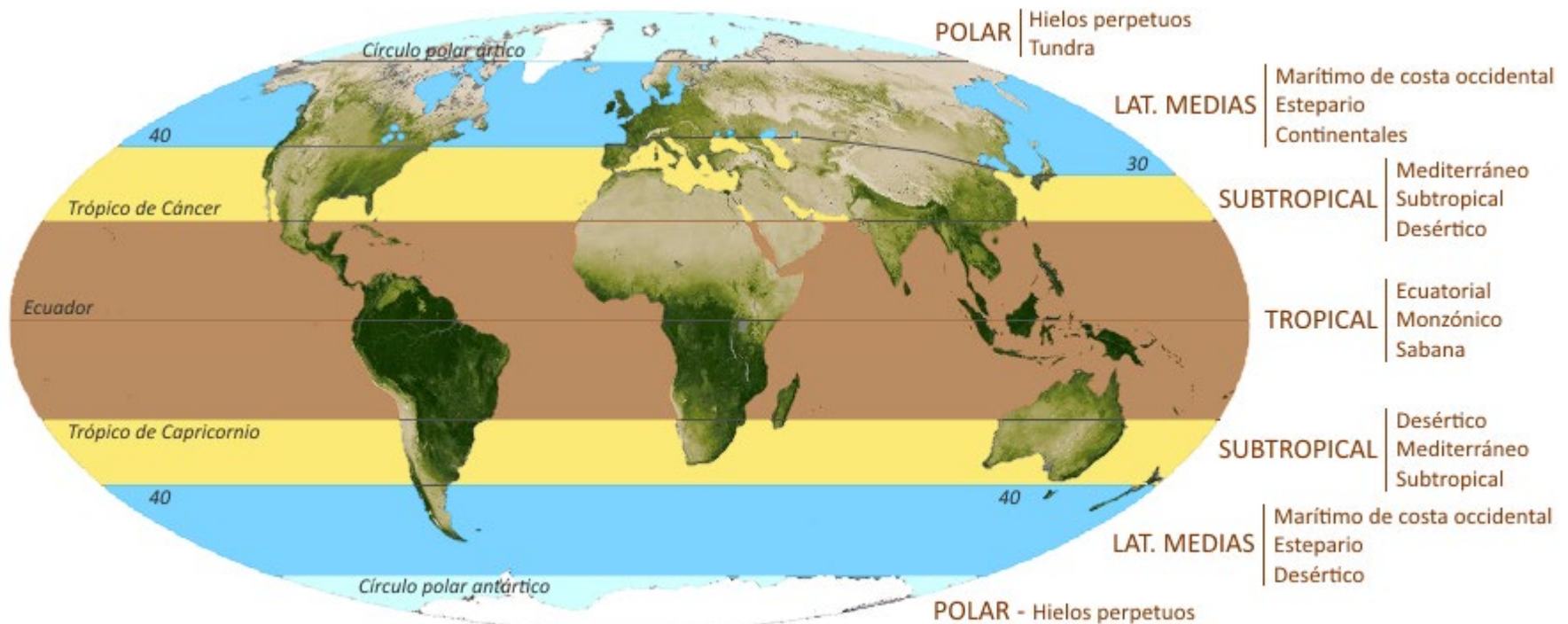
Universidad de Chile
Departamento de Geofísica

Introducción a la Meteorología

Sistemas de Latitudes Medias

Prof. René Garreaud
www.dgf.uchile.cl/rene

En la clase de hoy describiremos los sistemas de latitudes medias, que corresponden aproximadamente a la banda de latitud entre 40°-60° de ambos hemisferios. **Santiago (Chile) esta a -33°S, por lo cual caemos en las latitudes subtropicales, pero los cambios de tiempo en Invierno son mayormente causadas por sistemas que transitan en las latitudes medias.**

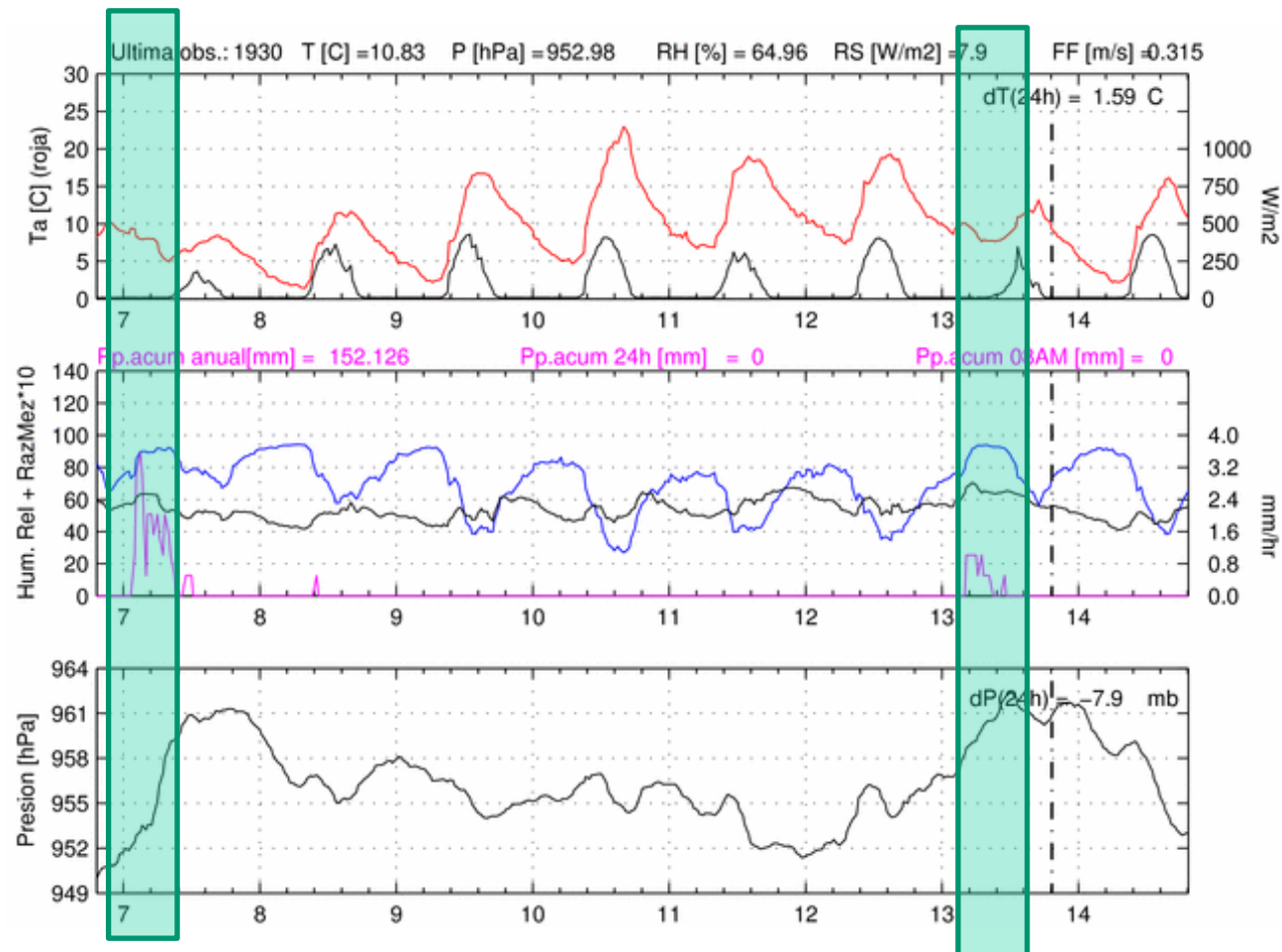


Esquema de distribución de climas por zonas latitudinales

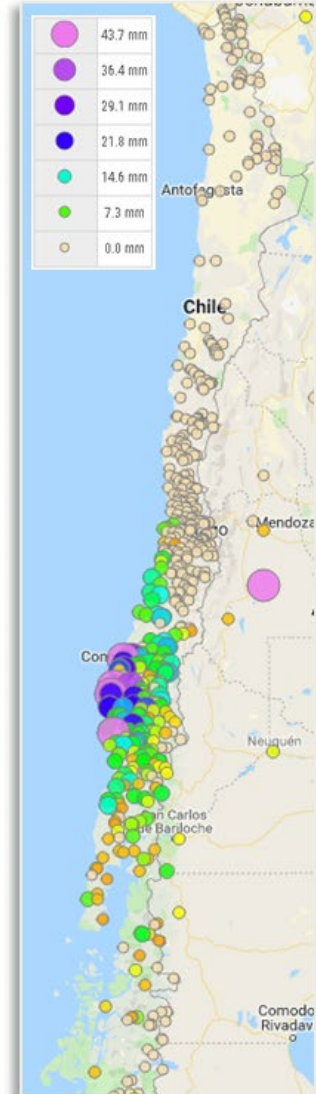
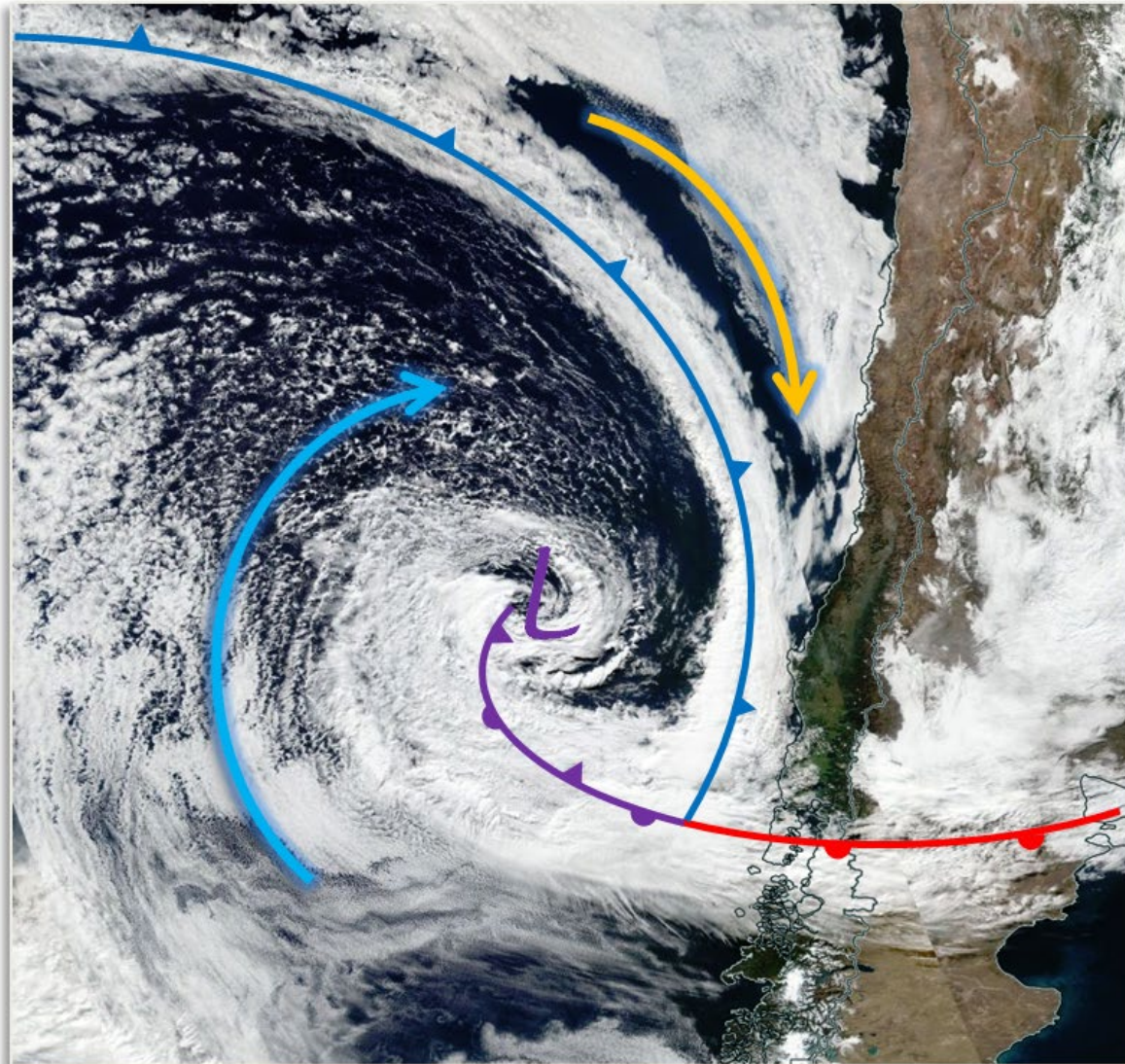
Consideremos “mal tiempo” como un periodo frío y con precipitaciones, que generalmente dura 1-2 días. En latitudes medias la separación entre estos fluctúa entre 3-10 días, pero en promedio recurren cada 7 días. Mas abajo un ejemplo para Santiago.

Mal tiempo:

- Aire frío
- Lluvia, Nubosidad
- Baja presión



Ejemplo de una baja + frente llegando a Chile



Porque el “mal tiempo” se asocia a un mínimo de presión?
Porque tienen una duración breve (1-2 días)?
Porque tienen una recurrencia cuasi-semanal?



La respuesta debemos buscarla en los sistemas de latitudes medias.

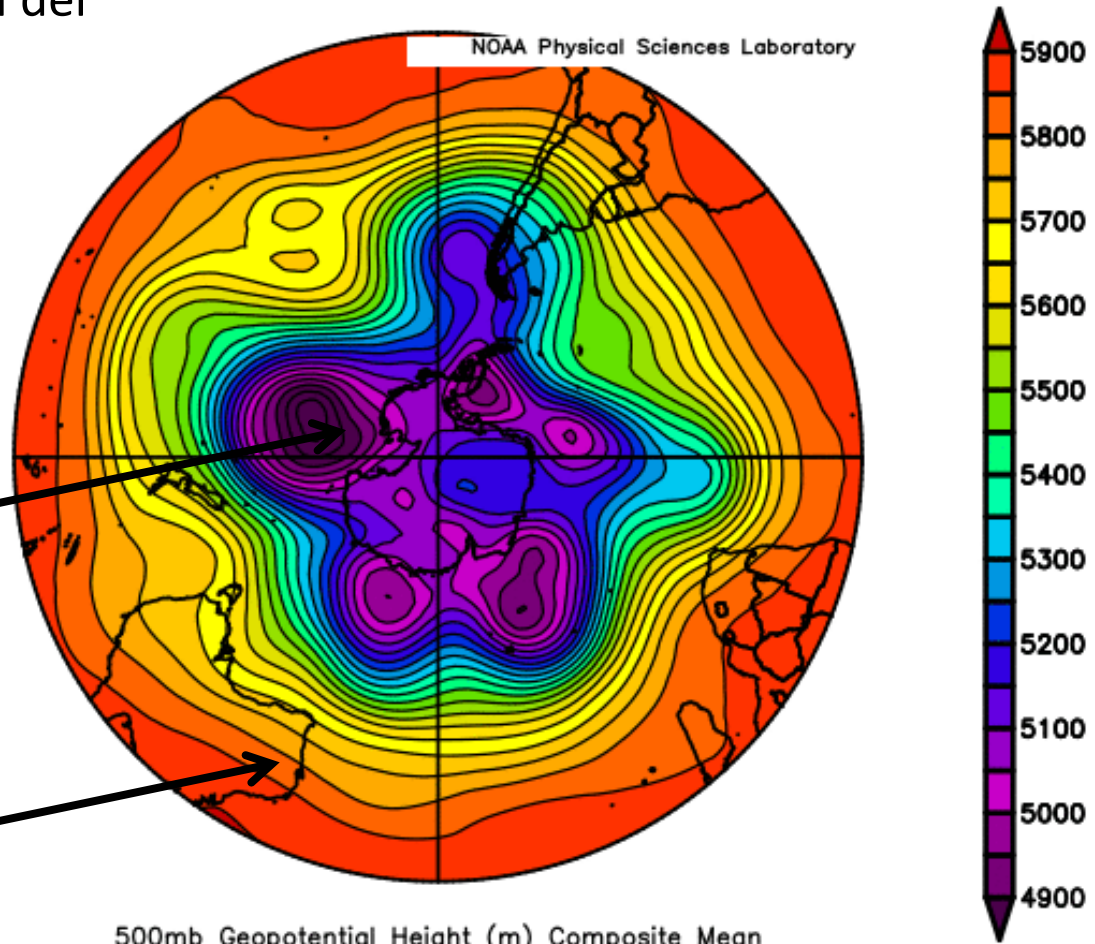
Geopotencial 500 hPa (Z500)

Altura a la cual se debe ascender para llegar al nivel de 500 hPa, unos 5600 m (recuerde que la presión a nivel del mar es cercana a los 1000 hPa

$$\Delta z = \frac{R\bar{T}}{g} \ln\left(\frac{p_{inf}}{p_{sup}}\right)$$

Z500 ~ 5300 m
Columna de aire frío

Z500 ~ 5800 m
Columna de aire cálido



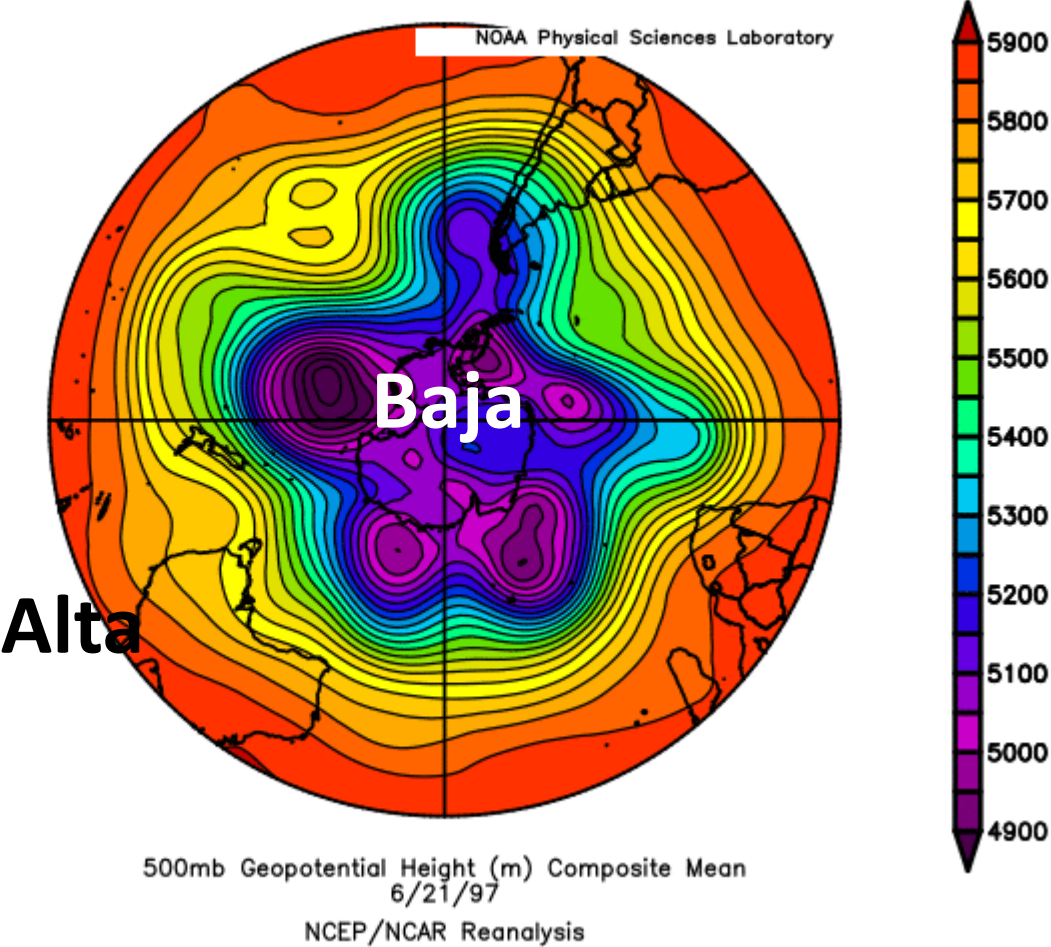
500mb Geopotential Height (m) Composite Mean
6/21/97
NCEP/NCAR Reanalysis

Geopotencial 500 hPa (Z500)

Altura a la cual se debe ascender para llegar al nivel de 500 hPa, unos 5600 m (recuerde que la presión a nivel del mar es cercana a los 1000 hPa)

Como la columna mas fría sobre latitudes altas genera una baja de Z500, el viento mayormente circula de oeste hacia el este:

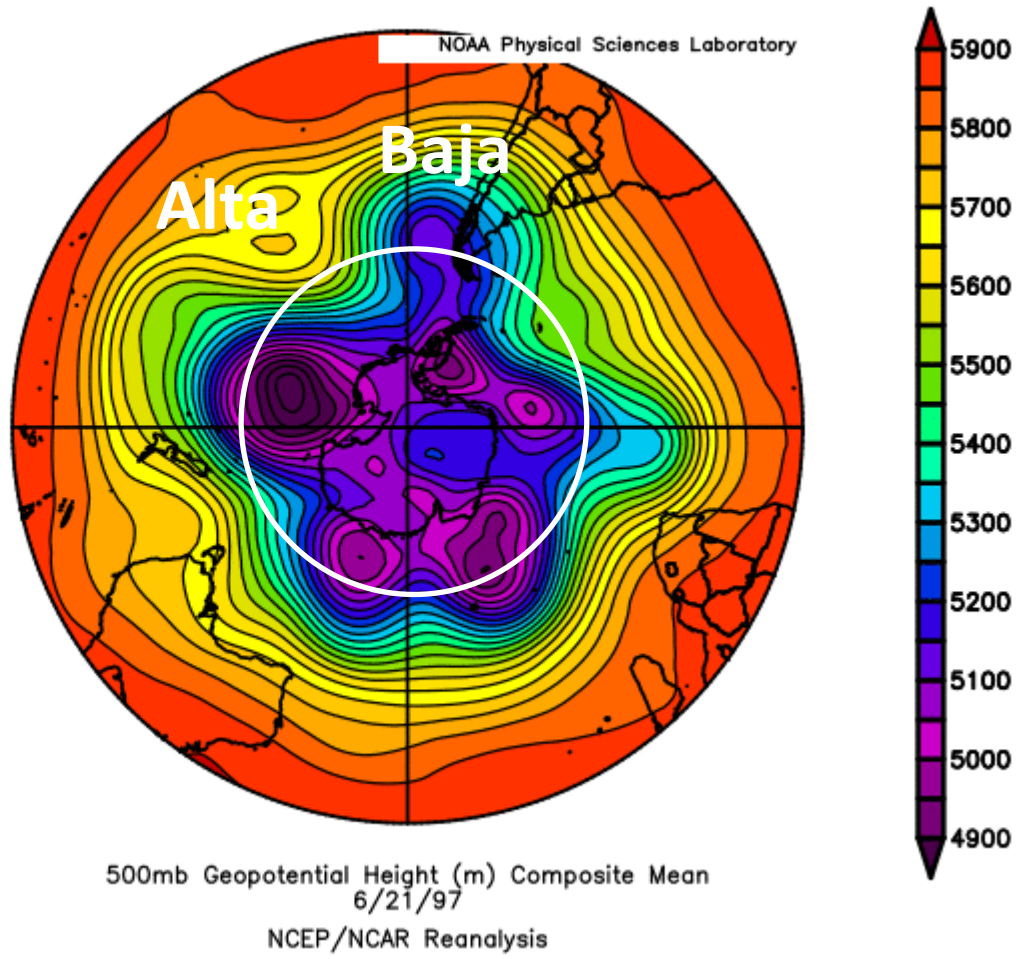
flujo del oeste



Geopotencial 500 hPa (Z500)

Altura a la cual se debe ascender para llegar al nivel de 500 hPa, unos 5600 m (recuerde que la presión a nivel del mar es cercana a los 1000 hPa)

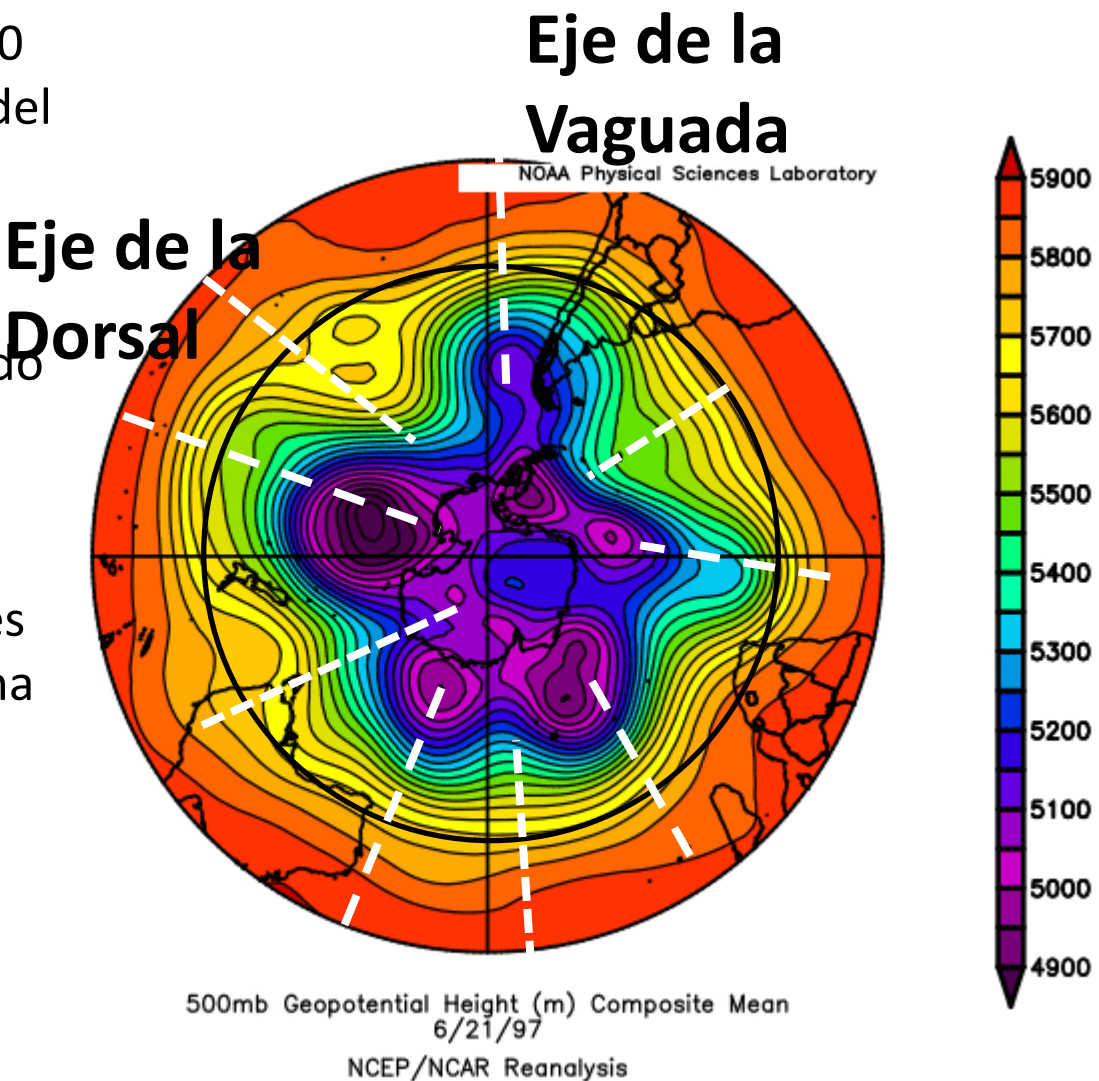
Notar las ondulaciones de Z500 lo que produce que, moviéndose a una misma latitud se encuentran zonas de alta y baja altura geopotencial



Geopotencial 500 hPa (Z500)

Altura a la cual se debe ascender para llegar al nivel de 500 hPa, unos 5600 m (recuerde que la presión a nivel del mar es cercana a los 1000 hPa)

Se definen así ejes de vaguadas (bajas) y dorsales (altas). Recordando la ecuación hipométrica, las vaguadas representan regiones donde aire frío se ha movido hacia latitudes subtropicales y las dorsales regiones donde aire más cálido se ha movido hacia latitudes medias

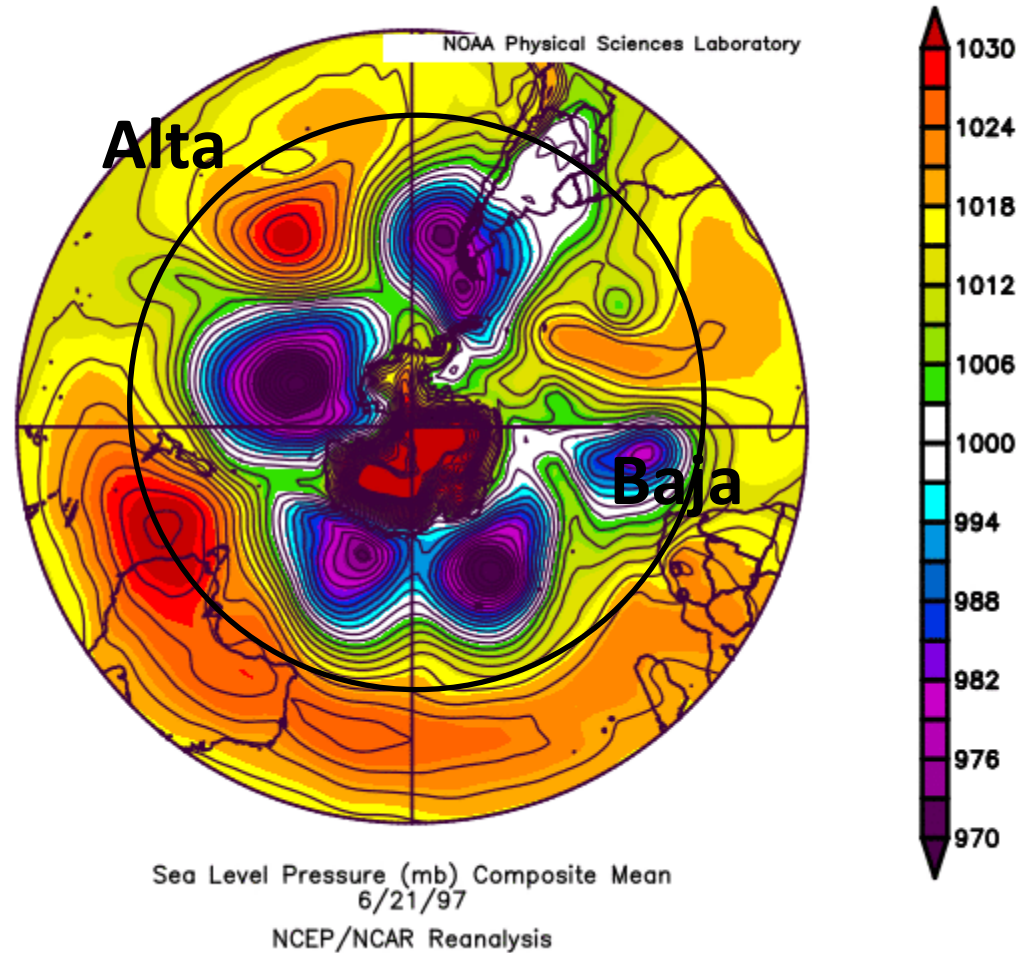


Presión a nivel del mar

En este caso, los contornos son isobaras (líneas de igual presión) a nivel del mar. Los valores se identifican solo con los primeros dos dígitos: 24=1024 hPa; 98=998 hPa

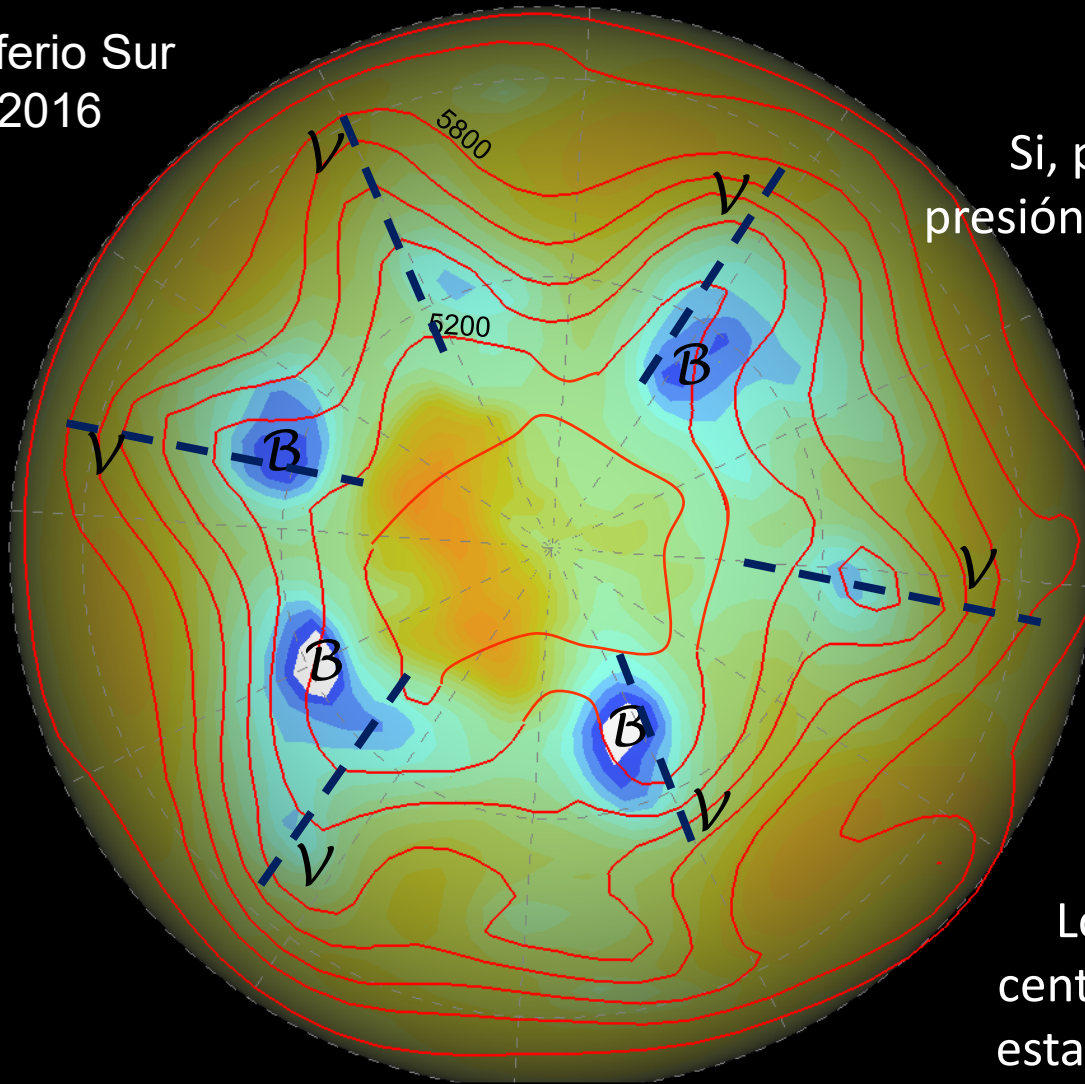
En contraste con Z500, el campo de PNM esta caracterizado por centros cerrados de alta y baja presión.

Existe alguna relación entre los centros de alta/baja y las dorsales y vaguada.



Colores: PNM
Contornos: Z500

Hemisferio Sur
25-06-2016



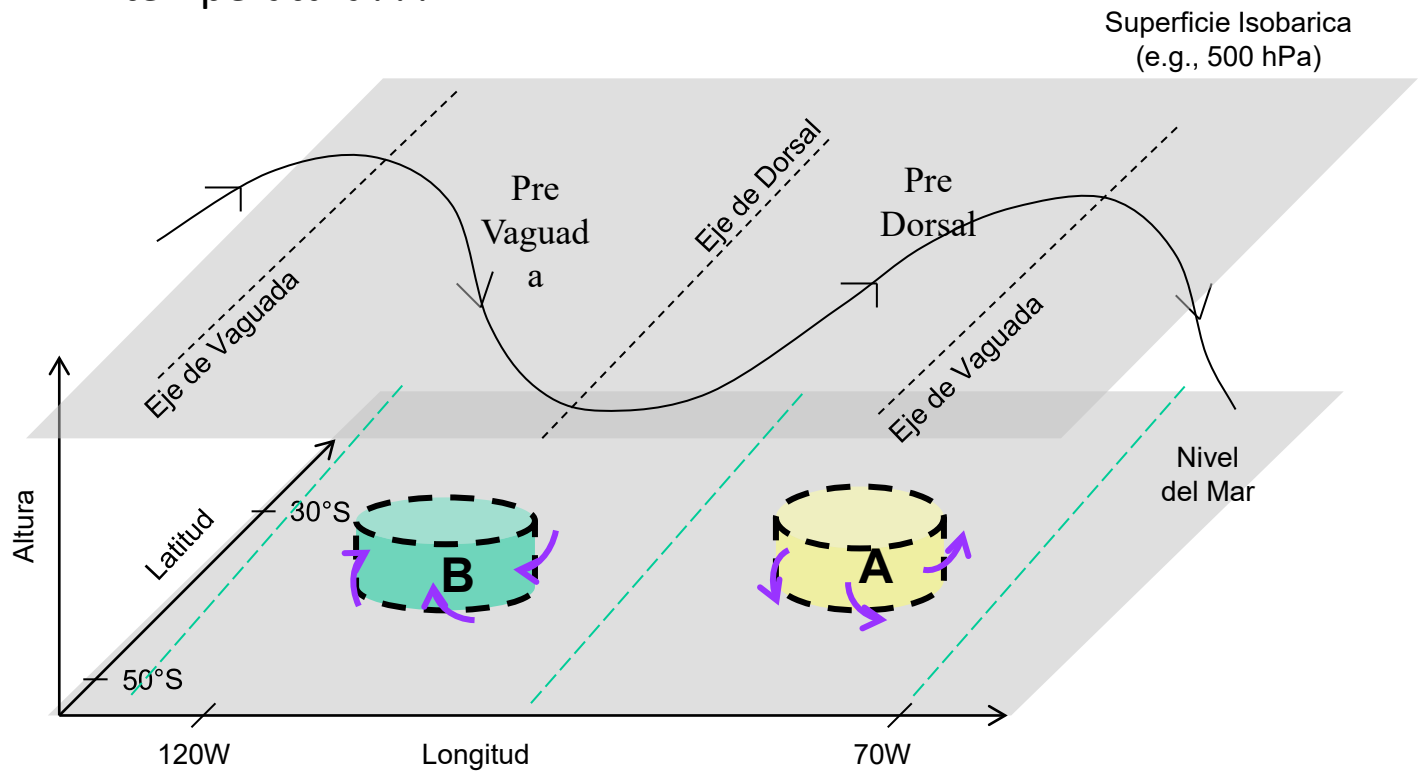
Existe alguna relación entre los centros de alta/baja y las dorsales y vaguadas?

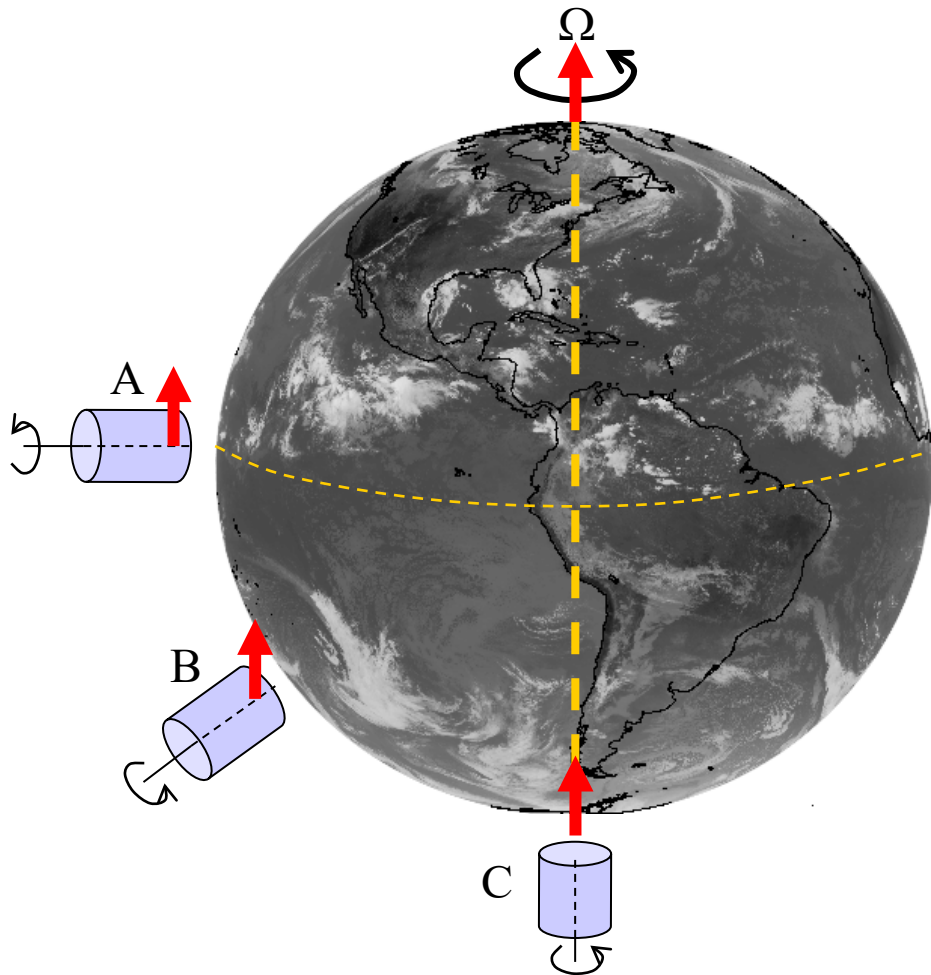
Si, pues los centros de baja presión se ubican levemente al este de los ejes de las vaguadas

Lo mismo sucede con los centros de Alta presión que estan un poco al este de los ejes de las dorsales

Estructura tri-dimensional de la onda en desarrollo

En general se observan las bajas (altas) en superficie un poco al este de las vaguadas (dorsales) en altura....y que pasa con la temperatura???





Rotación de una columna de aire

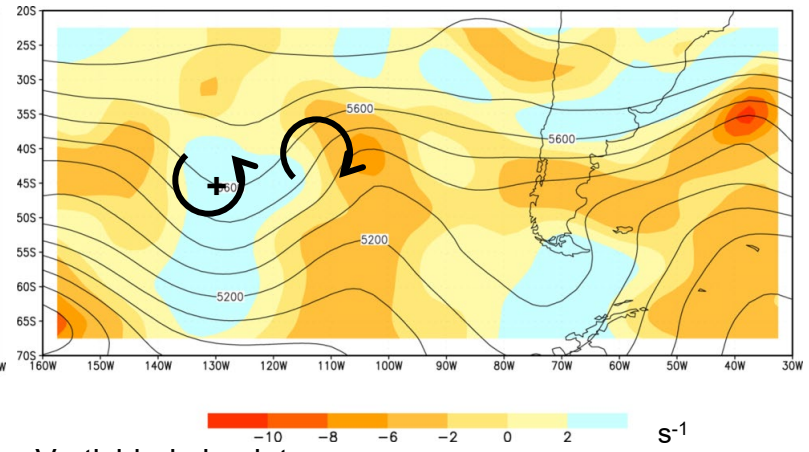
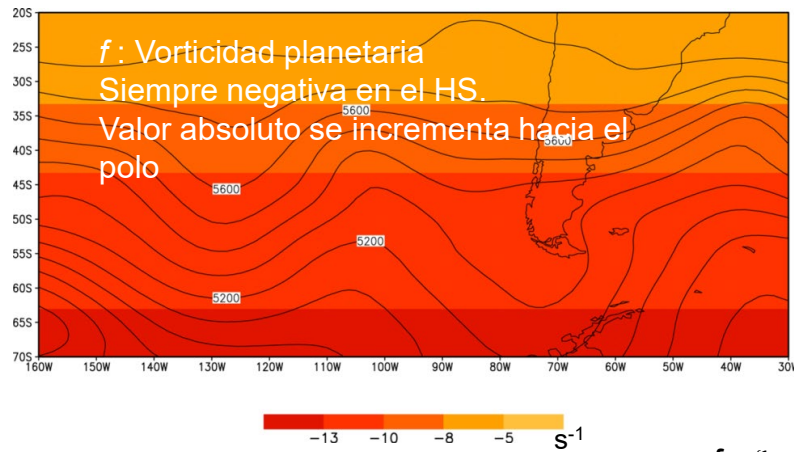
Vistas desde la tierra, las columnas están rotando en torno a su eje vertical (ξ : Vorticidad relativa)

Desde un sistema fijo (fuera de la tierra) hay que sumar la componente de rotación terrestre ($f=2\Omega\sin(\text{lat})$)

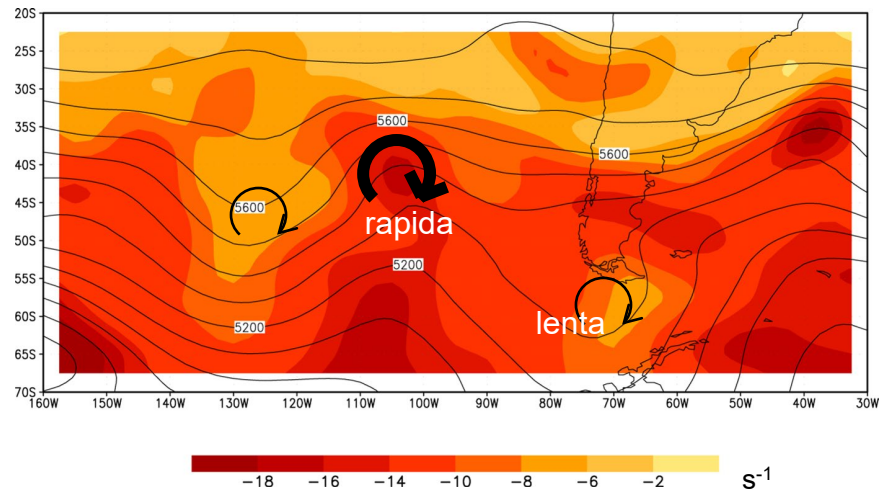
La rotación total es:

$$f + \xi = \eta \quad \dots$$

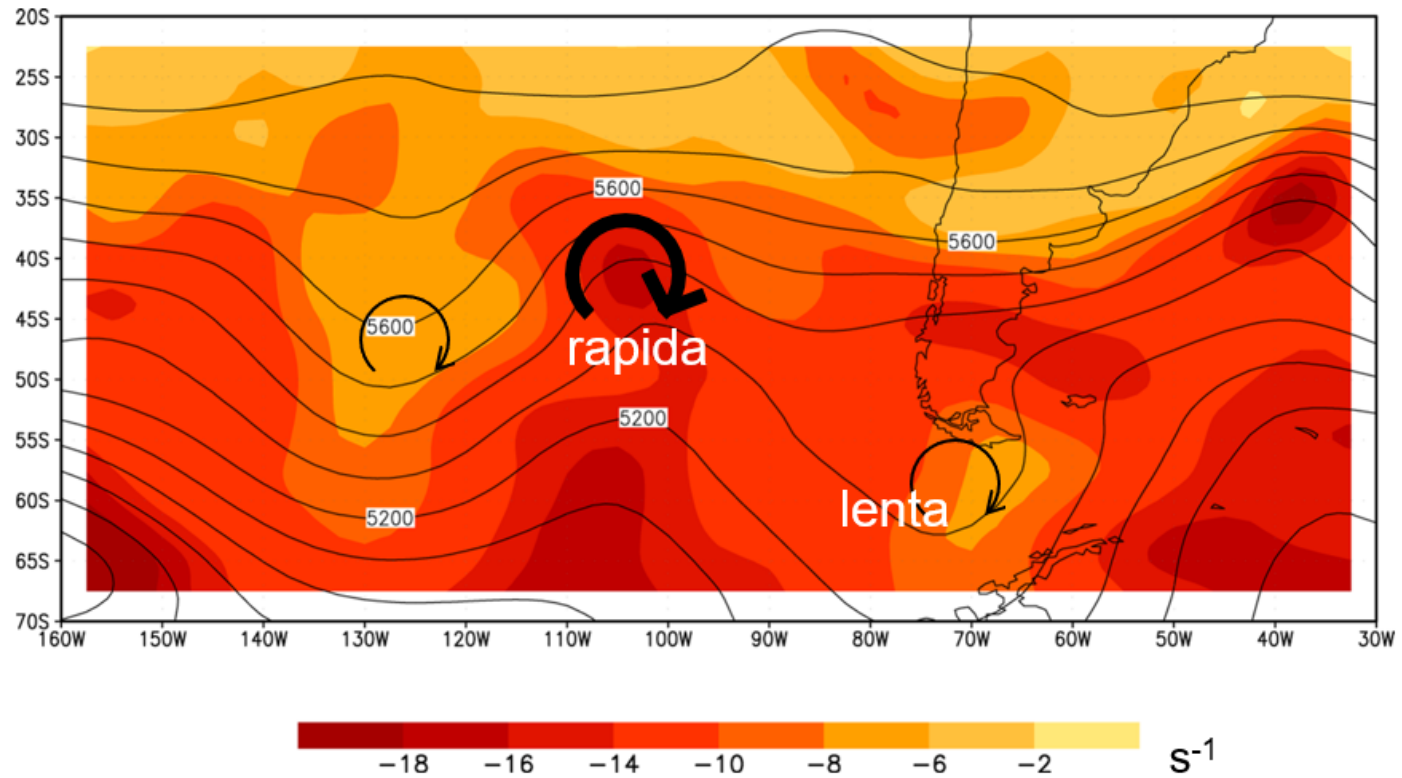
ξ : Vorticidad relativa



$f + \xi = \eta$: Vorticidad absoluta



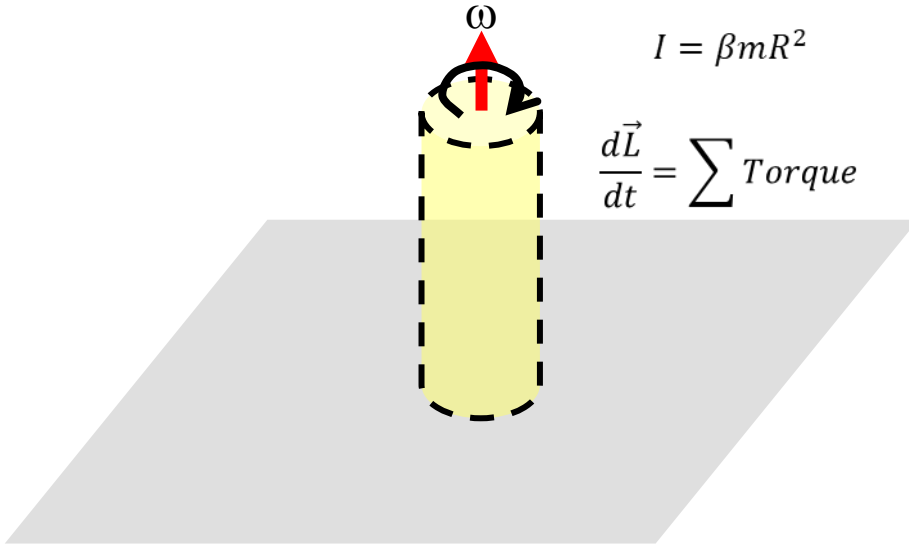
$f + \xi = \eta$: Vorticidad absoluta



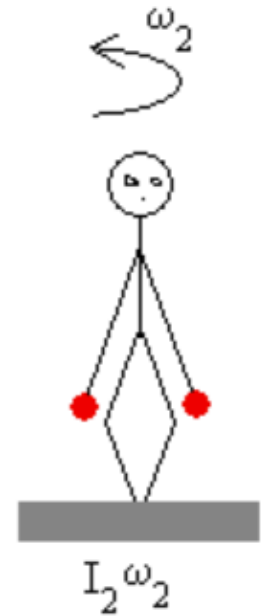
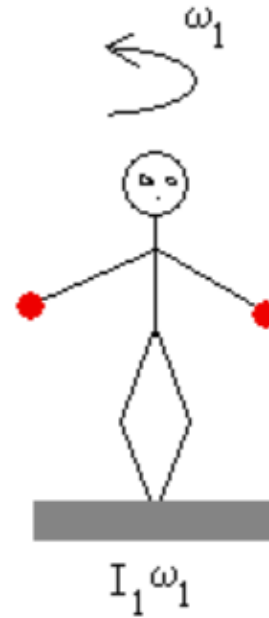
$$\vec{L} = I\vec{\omega}$$

$$I = \beta m R^2$$

$$\frac{d\vec{L}}{dt} = \sum \text{Torque}$$



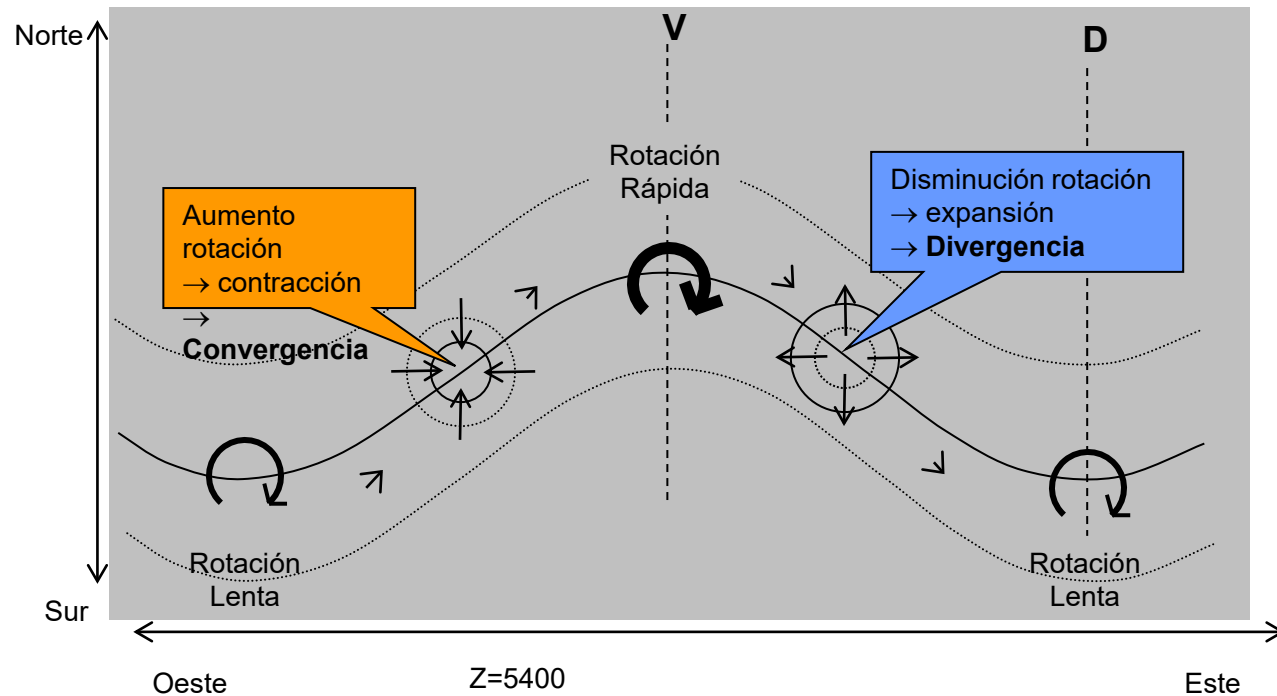
Si el torque neto es cero (por ejemplo, porque la fuerza en el plano de rotación es nula) entonces $L = \text{constante}$



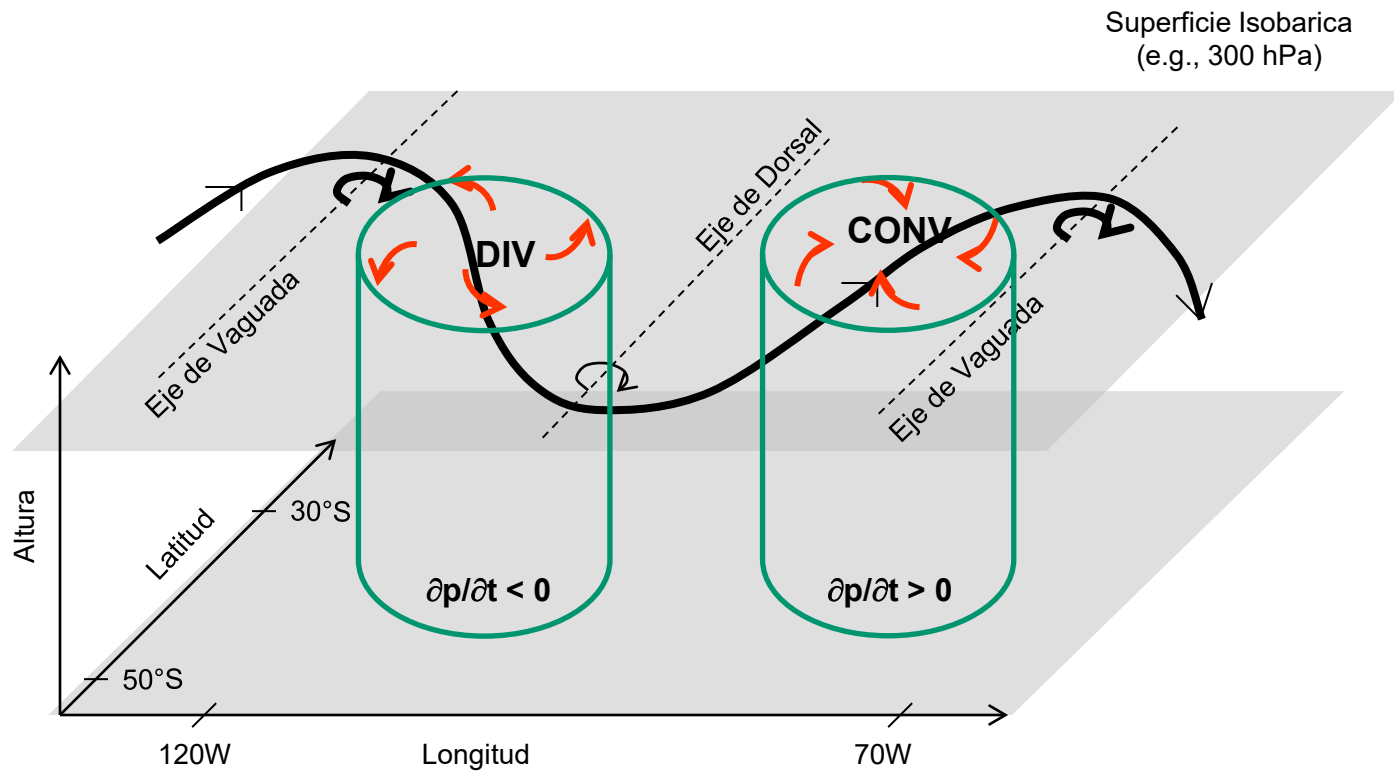
Consideremos una pequeña ondulación en el flujo superior...

En el eje de la dorsal : $f \sim -9 \cdot 10^{-5} \text{s}^{-1}$ $\xi: \sim +2 \cdot 10^{-5} \text{s}^{-1}$ $\eta = f + \xi: \sim -7 \cdot 10^{-5} \text{s}^{-1}$

En el eje de la Vaguada: $f \sim -4 \cdot 10^{-5} \text{s}^{-1}$ $\xi: \sim -10 \cdot 10^{-5} \text{s}^{-1}$ $\eta = f + \xi: \sim -14 \cdot 10^{-5} \text{s}^{-1}$

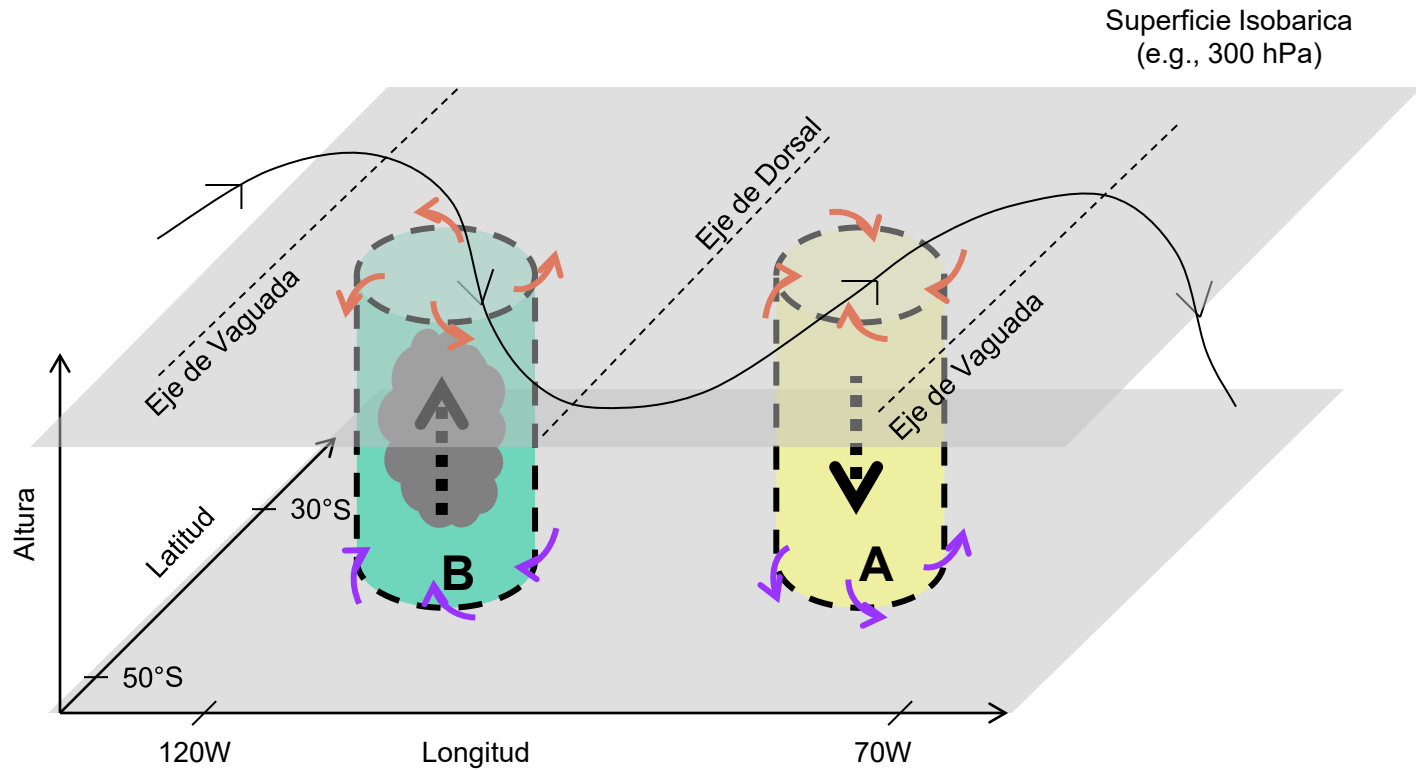


Estructura tri-dimensional de la onda en desarrollo

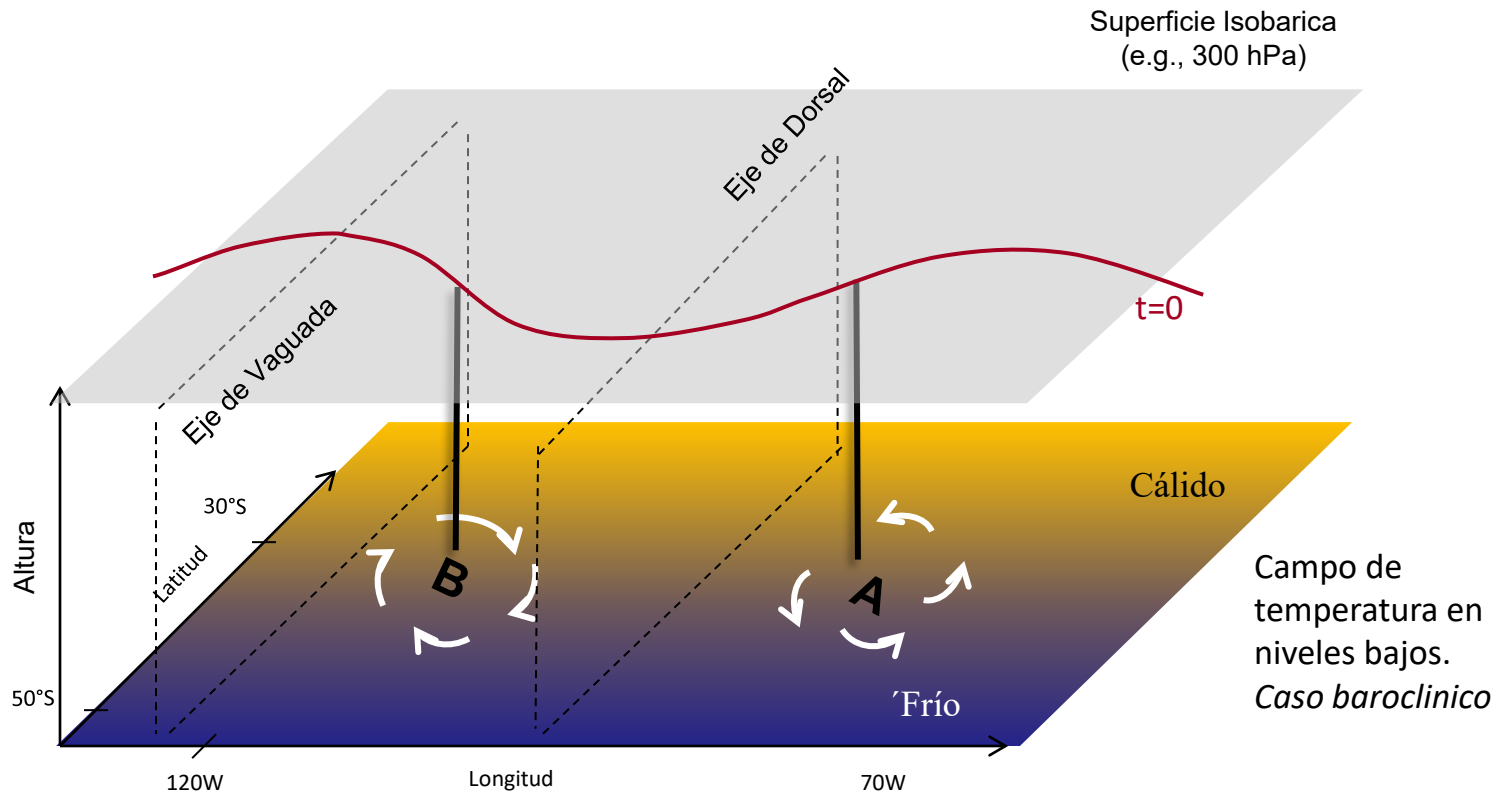


Estructura tri-dimensional de la onda en Desarrollo

El roce (especialmente en sfc) tiende a aplanar todo...

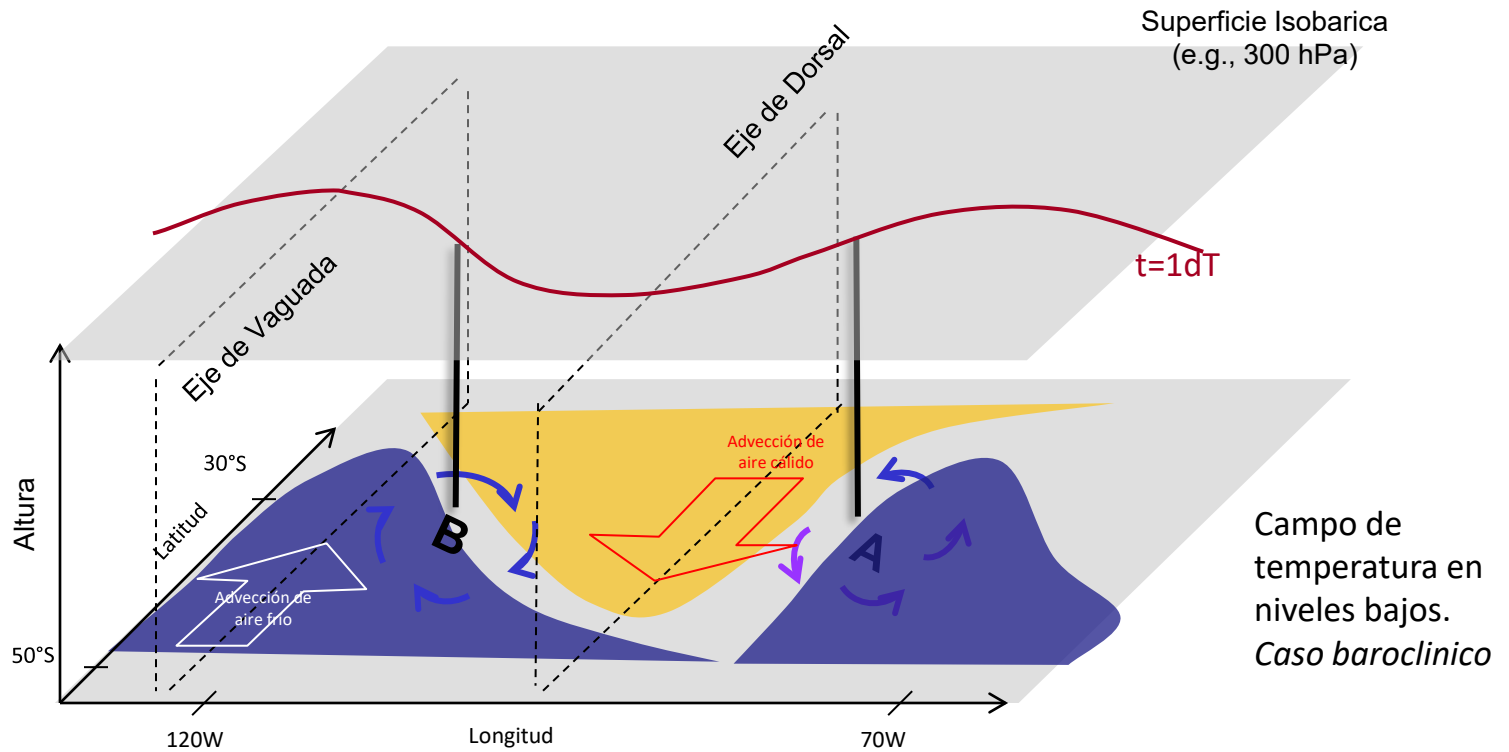


Estructura tri-dimensional de la onda en desarrollo



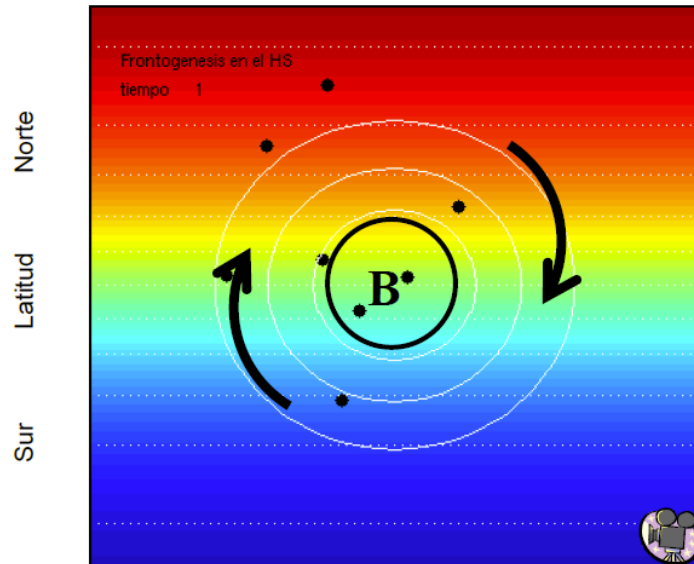
Estructura tri-dimensional de la onda en Desarrollo

En este caso la advección fría bajo la VV hacen caer Z300

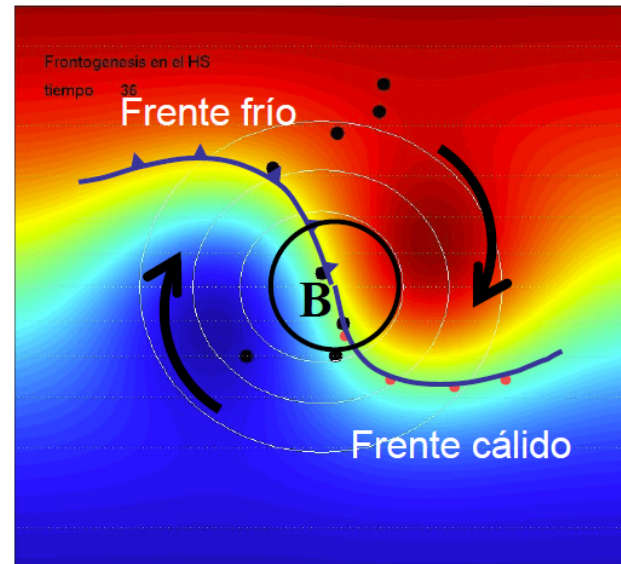


Frontogenesis en el Hemisferio Sur

Aire cálido



Aire frío



Oeste

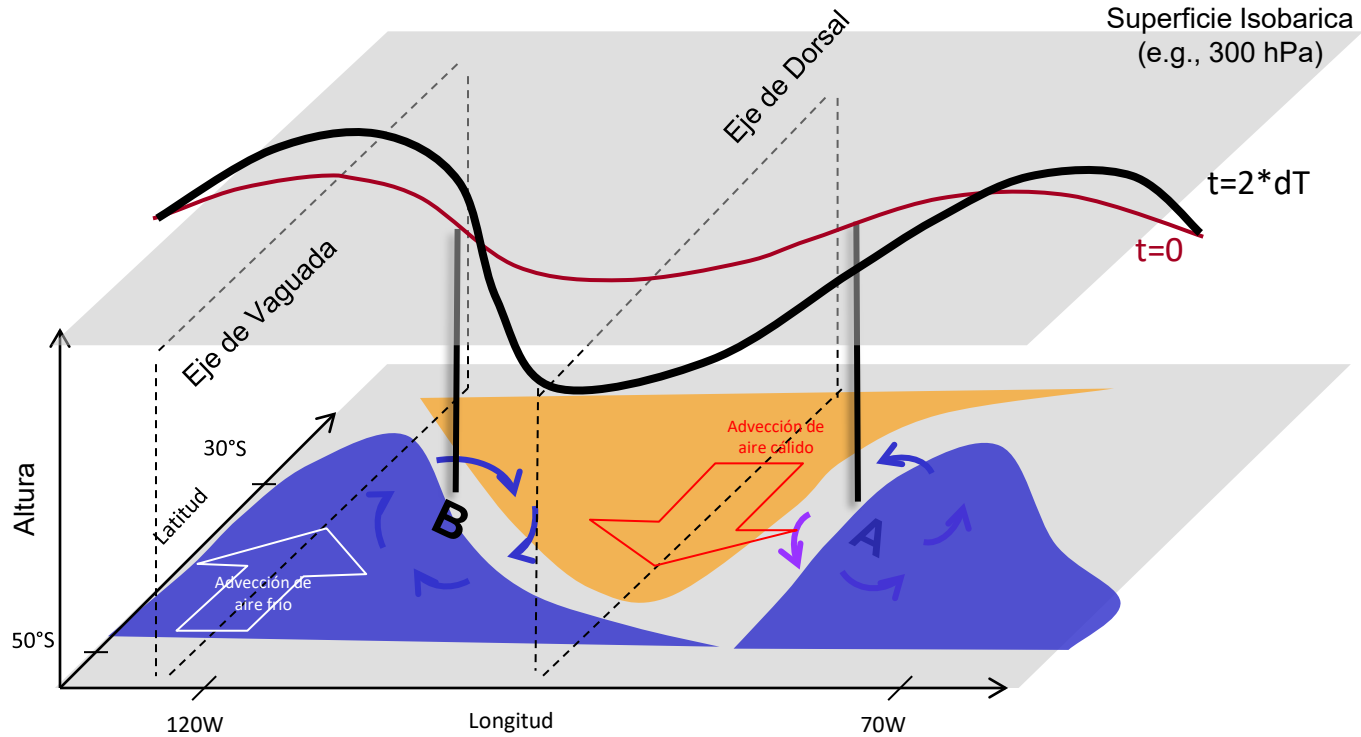
Longitud

Este

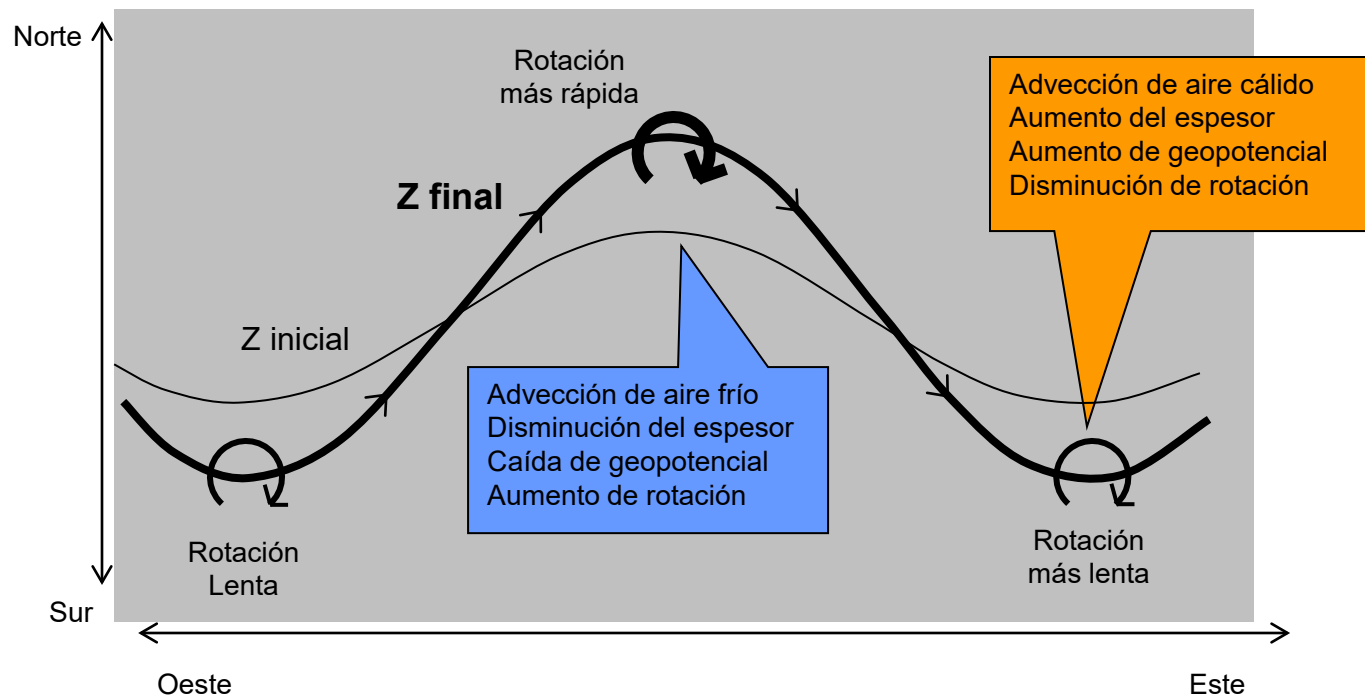
Colores: Temperatura en niveles bajos
Contornos: Presión superficial
Puntos: Trazadores de velocidad

Estructura tri-dimensional de la onda en Desarrollo

En este caso la advección fría bajo la VV hacen caer Z300

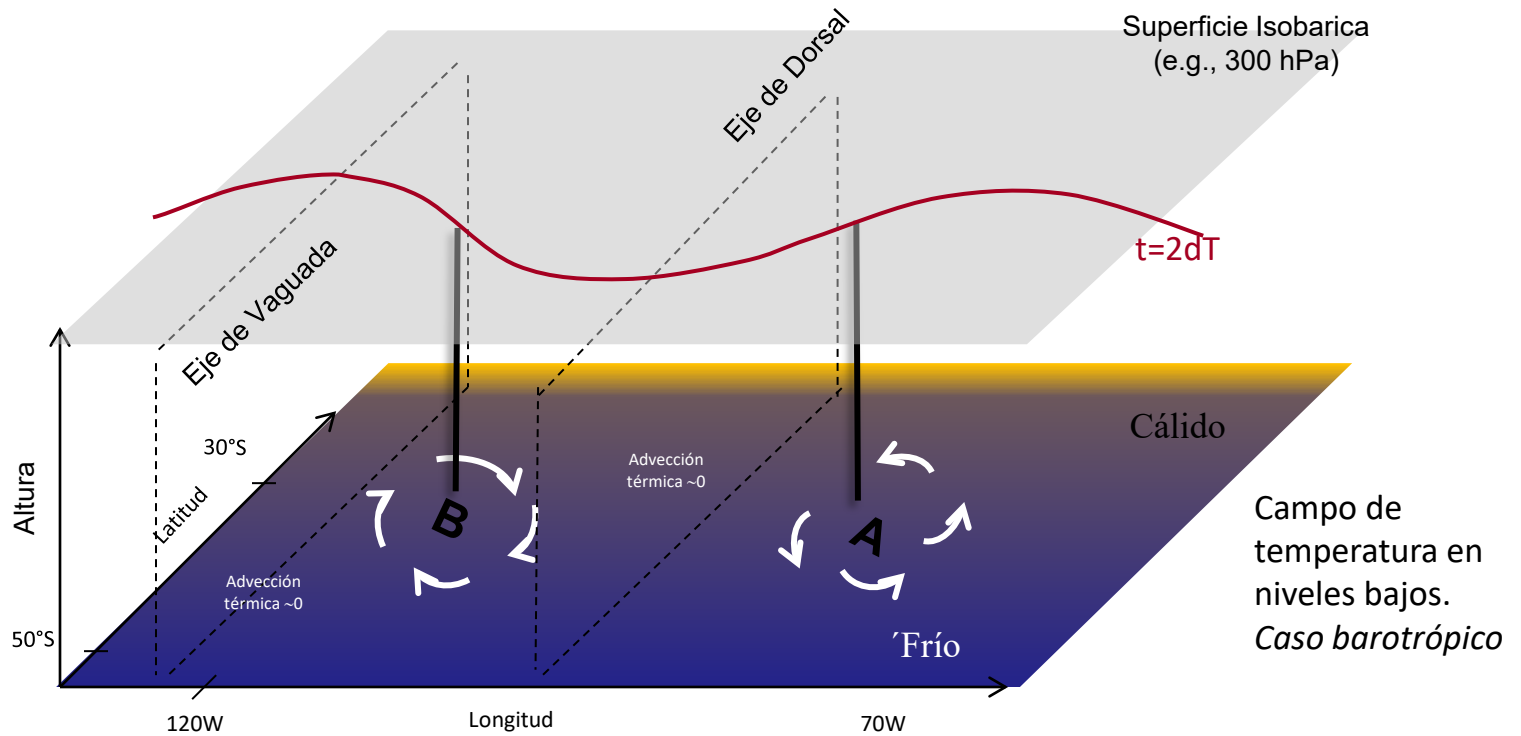


Advección térmica en niveles bajos profundiza la vaguada y hace crecer la dorsal, lo cual exacerba la diferencia de rotación entre ambos ejes...

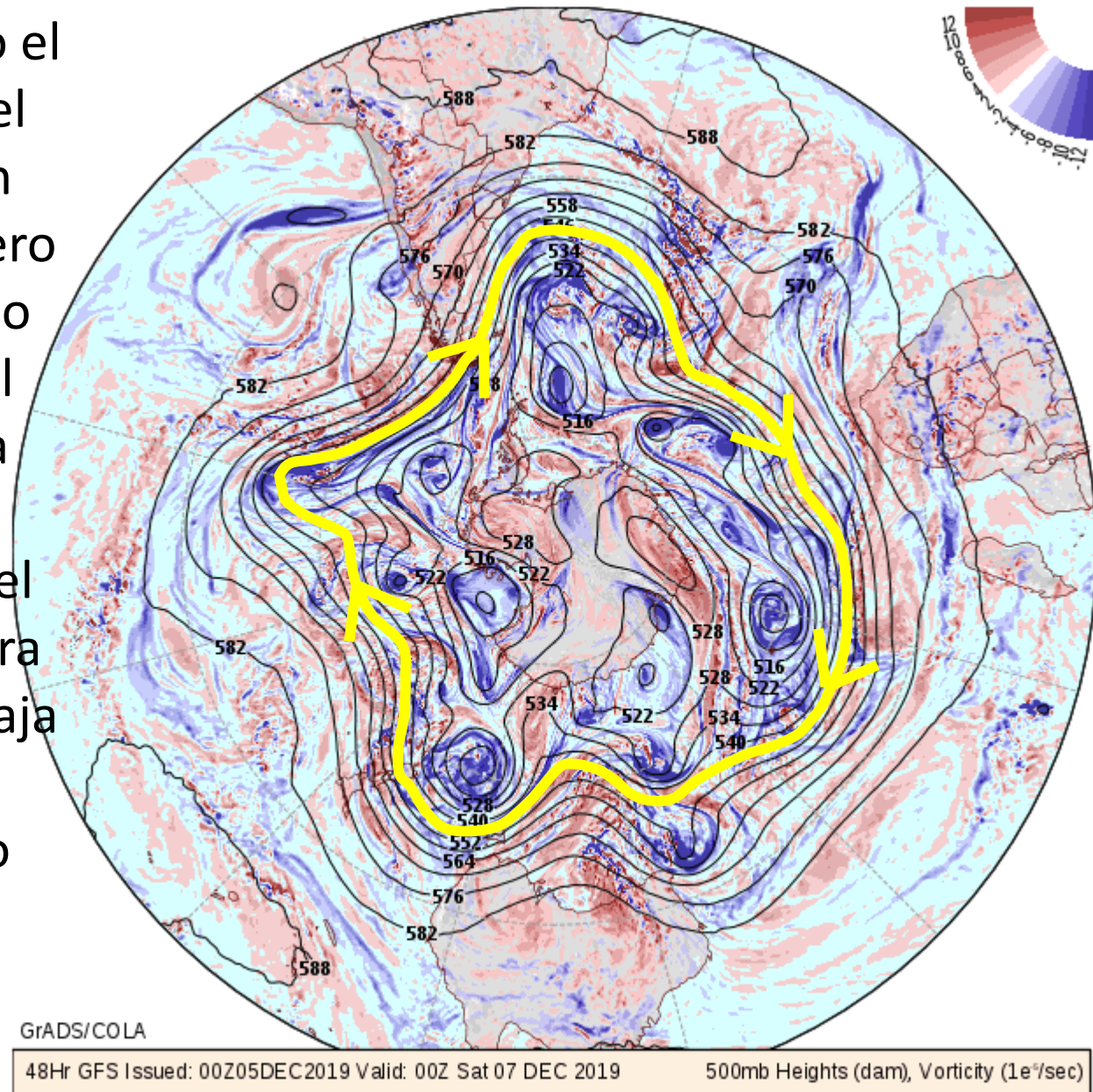


Estructura tri-dimensional de la onda en Desarrollo

En este caso no hay advección térmica...onda no crece

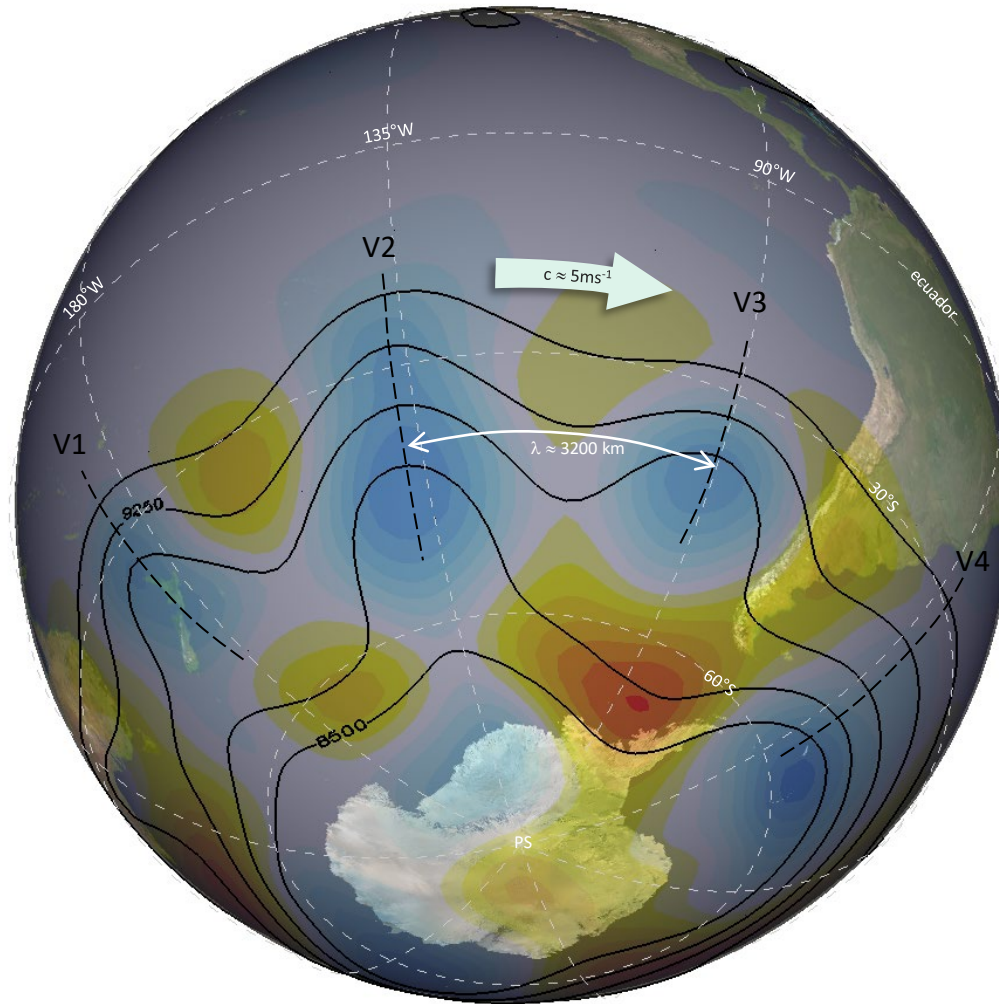


Por ahora hemos tenido el reloj detenido....todo el análisis se refiere a un tiempo en particular. Pero a medida que el tiempo progresa, el viento del oeste en la troposfera media favorece el desplazamiento hacia el este de la onda en altura (V/D) y los centros de baja y alta presión en superficie. También lo hacen los sistemas frontales



20-Julio-2016

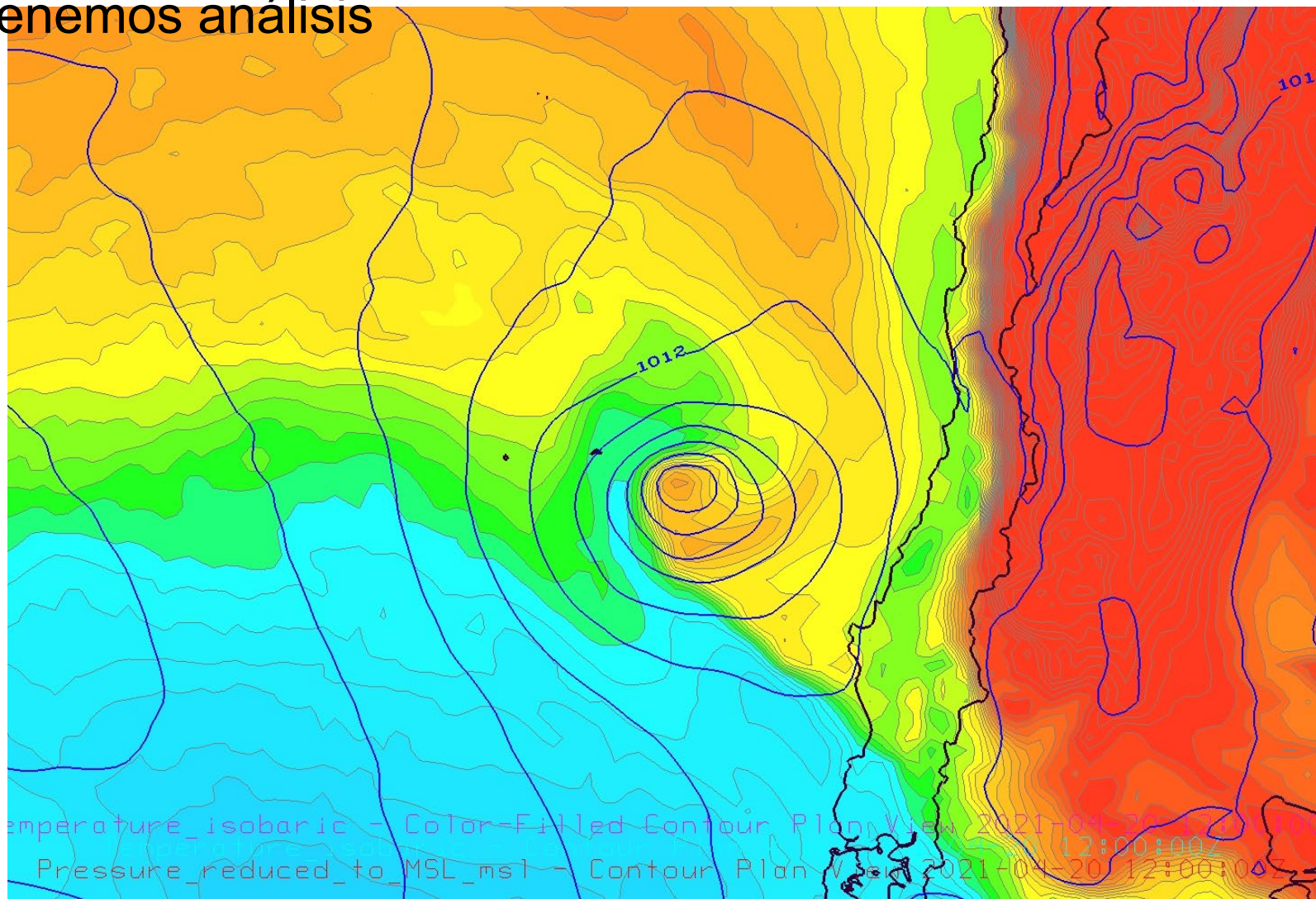
Z300 (contornos) y anomalías Z300 (colores)



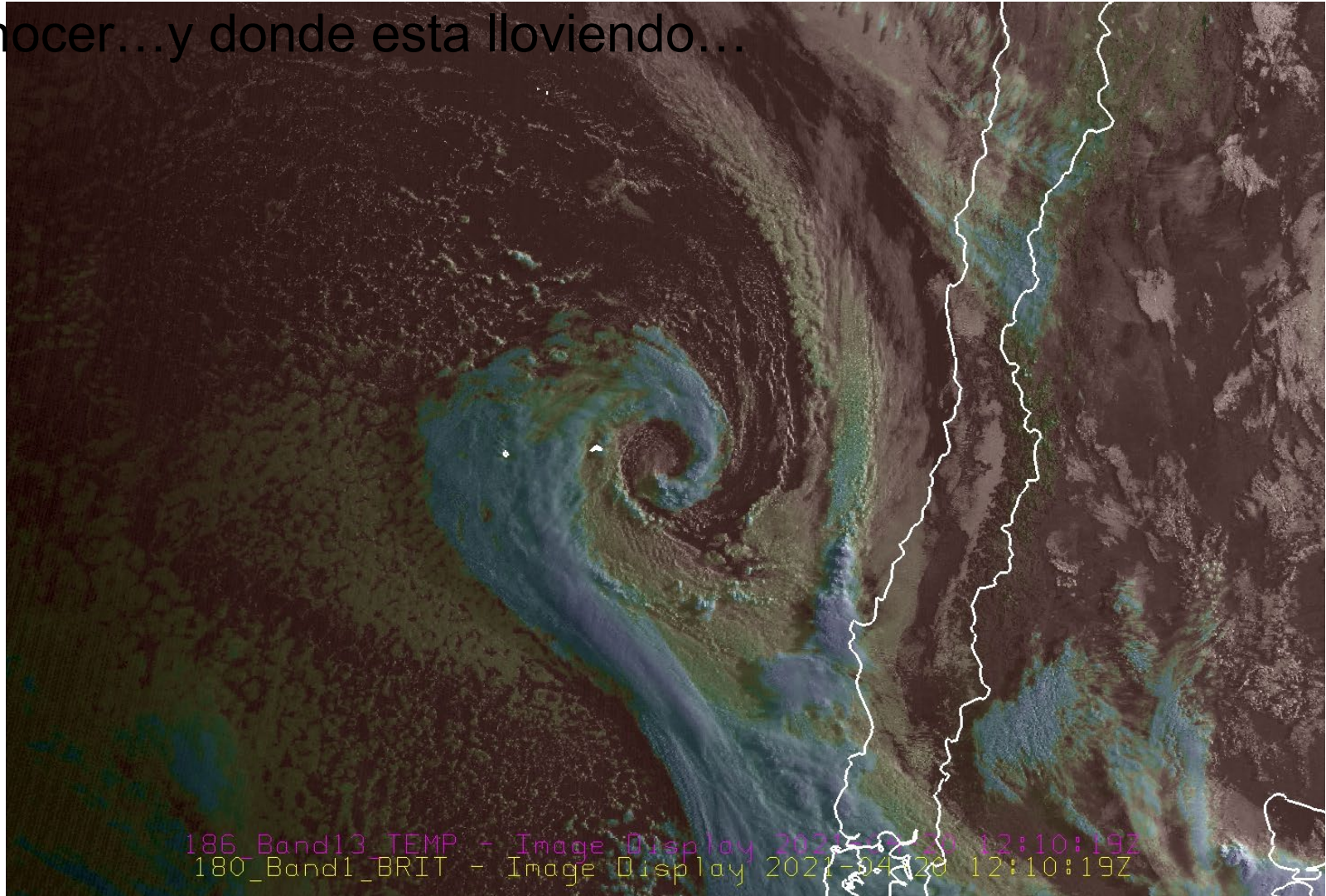
$$\lambda \approx r \cdot \phi = (R_T \cdot \cos(45^\circ)) \cdot (45^\circ \cdot \pi / 180^\circ) \approx 3200 \text{ Km}$$

$$\tau = \lambda / c \approx 3200 \text{ Km} / 5 \text{ m s}^{-1} \approx 7 \text{ días}$$

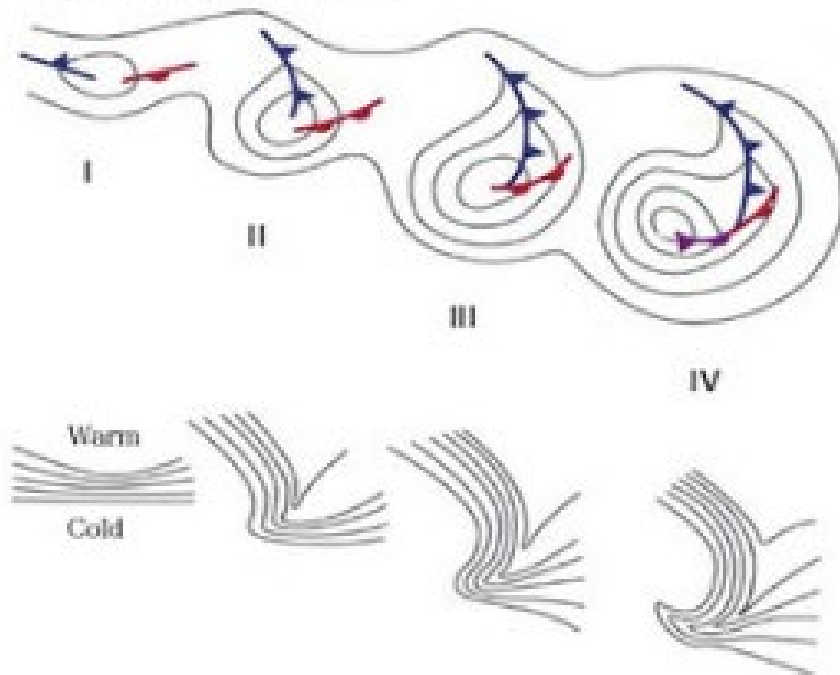
Es “fácil” determinar la ubicación de los frentes (y otros rasgos) si tenemos análisis



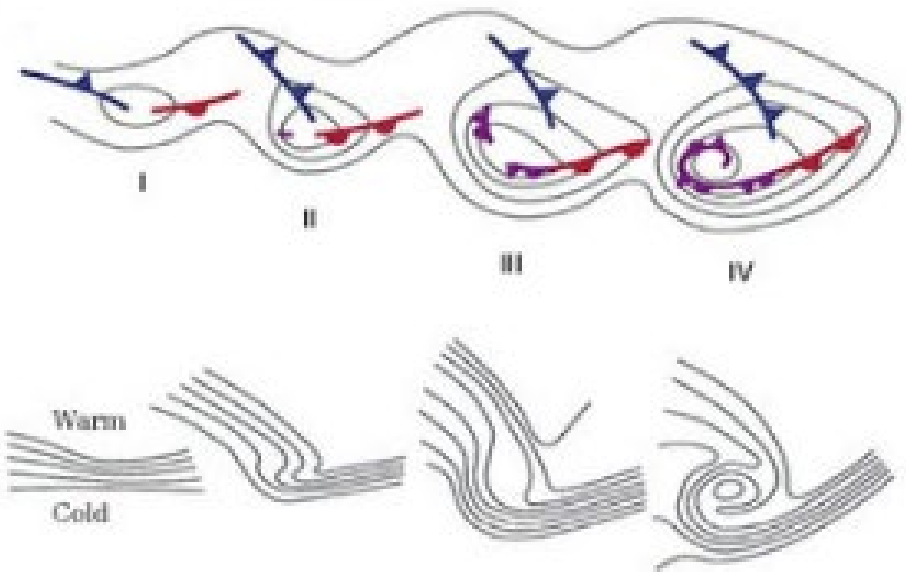
Que pasa si solo tenemos imágenes satelitales. Además, los rasgos nubosos y de precipitación son los que queremos conocer...y donde esta lloviendo...



(a) Norwegian model



(b) Shapiro-Keyser model



This figure was uploaded by [Carolina Barnez Gramscianinov](#).

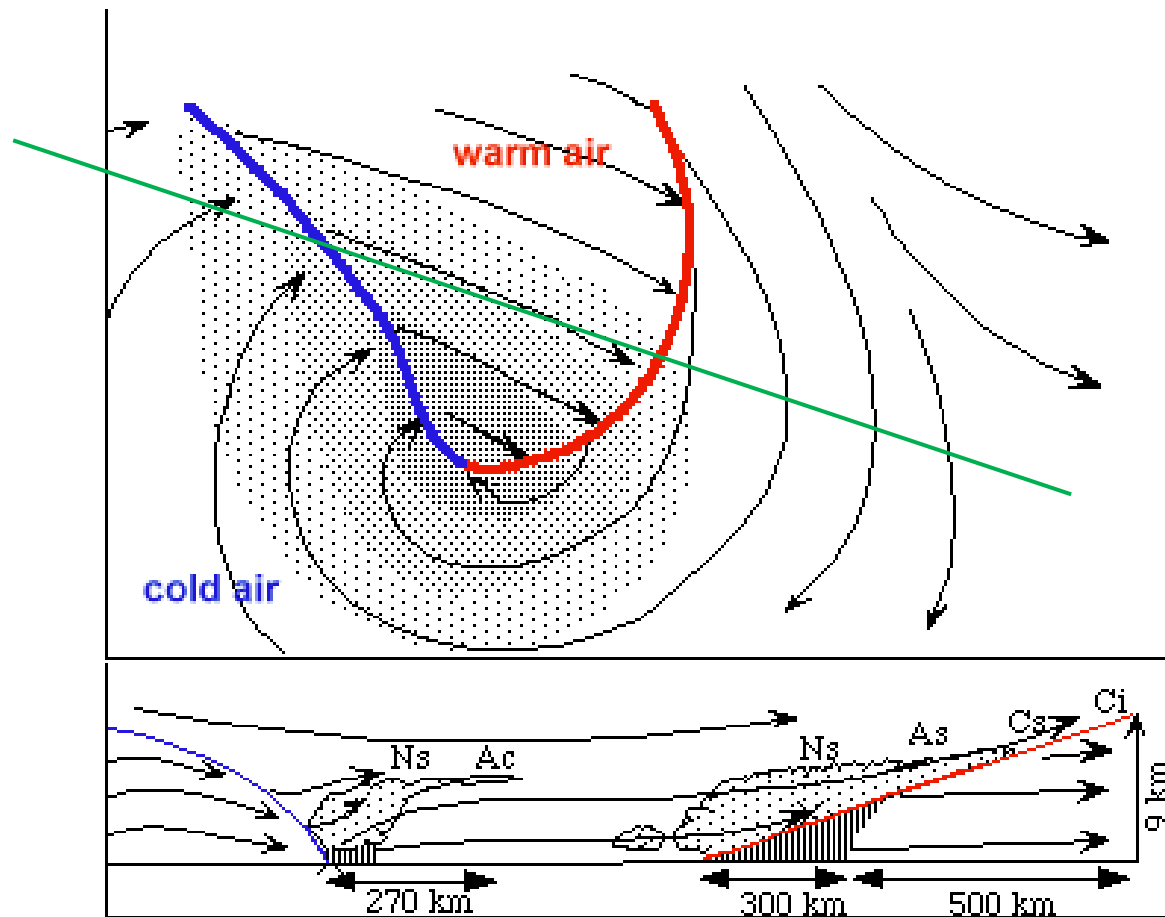
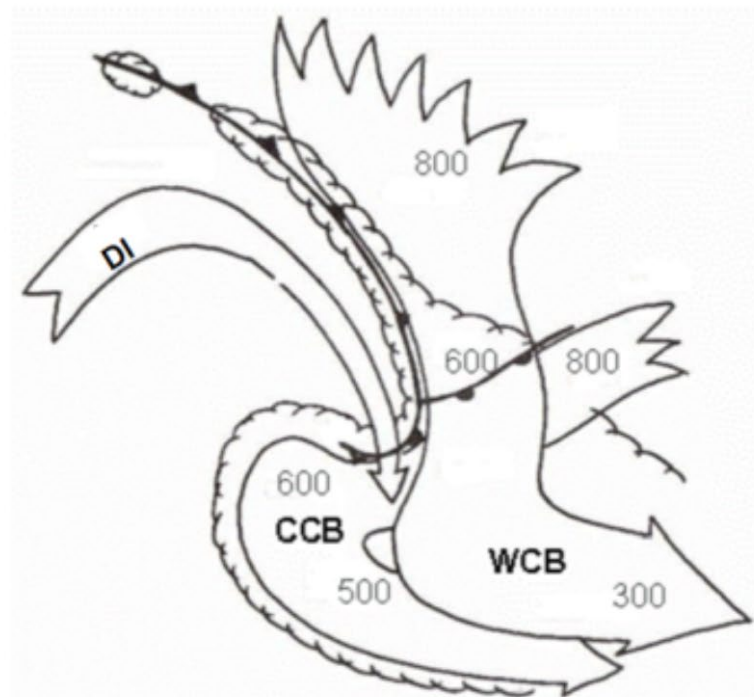


FIG.1 Formation of a cold front in the southern hemisphere. Below is a cross-section through a cold (blue) and warm (red) front - clouds are Ns (nimbostratus), Ac (altocumulus), As (altostratus), Cs (Cirrostratus), Ci (Cirrus).

There are three types of conveyor belts:

- **Warm Conveyor Belt (WCB):** an air stream that originates in warm air and carries warm, moist air from low to high levels, usually with a path towards the pole. Characterized by high values of Θ_e or Θ_w .
- **Cold Conveyor Belt (CCB):** an air stream that originates at low levels ahead of the warm front. It transports cold air from the low and mid-levels, usually towards the SW, and is part of the cloudiness associated with the occlusion cloud spiral. Initially it is cold and drier than the WCB (low values of Θ_e or Θ_w).
- **Dry Slot (DS):** located west of the WCB and the CCB and transports very dry air that originates in the upper troposphere. This current can enter the circulation system of a low pressure resulting in a "dry tongue" or "dry slot", which is a cloud-free region spiraling around the CCB.

Schematic distribution of conveyor belts. Numbers correspond to pressure levels expressed in hPa.



Super Ciclogenesis

01 Abril 2022

