

Balance geostrófico

Cuando las únicas fuerzas involucradas son Coriolis y el gradiente de presión

Balance de fuerzas (con rotación)

$$\begin{aligned} x: \quad & \cancel{\partial u / \partial t} + u \cancel{\partial u / \partial x} + v \cancel{\partial u / \partial y} + w \cancel{\partial u / \partial z} - fv = \\ & - (1/\rho) \partial p / \partial x + \partial / \partial x (\cancel{A_H} \partial u / \partial x) + \\ & \partial / \partial y (\cancel{A_H} \partial u / \partial y) + \partial / \partial z (\cancel{A_V} \partial u / \partial z) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} y: \quad & \cancel{\partial v / \partial t} + u \cancel{\partial v / \partial x} + v \cancel{\partial v / \partial y} + w \cancel{\partial v / \partial z} + fu = \\ & - (1/\rho) \partial p / \partial y + \partial / \partial x (\cancel{A_H} \partial v / \partial x) + \\ & \partial / \partial y (\cancel{A_H} \partial v / \partial y) + \partial / \partial z (\cancel{A_V} \partial v / \partial z) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} z: \quad & \partial w / \partial t + u \partial w / \partial x + v \partial w / \partial y + w \partial w / \partial z \quad (+ F_c \approx 0) = \\ & - (1/\rho) \partial p / \partial z - g + \partial / \partial x (\cancel{A_H} \partial w / \partial x) + \\ & \partial / \partial y (\cancel{A_H} \partial w / \partial y) + \partial / \partial z (\cancel{A_V} \partial w / \partial z) \end{aligned}$$

Balance de fuerzas: geostrofa

$$-fv = \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x}$$

$$fu = \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial y}$$

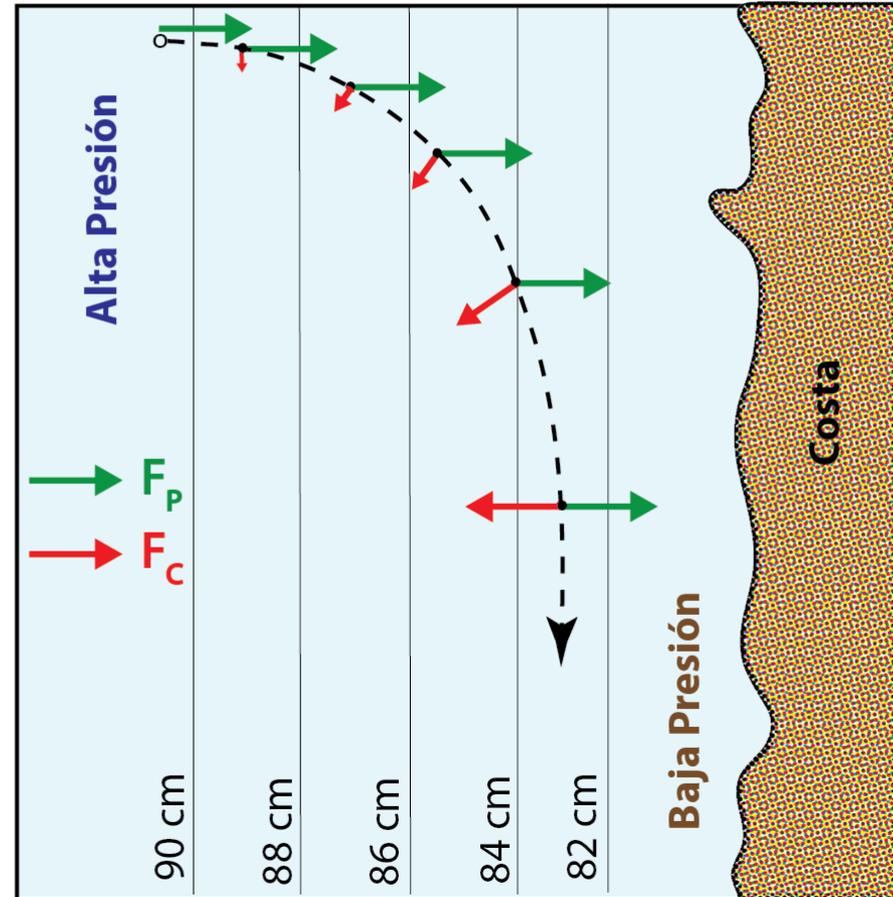
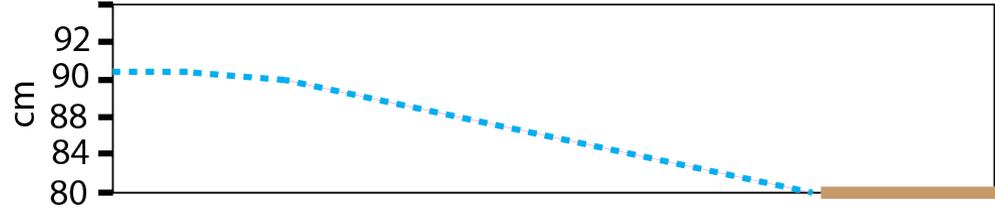
Balance:

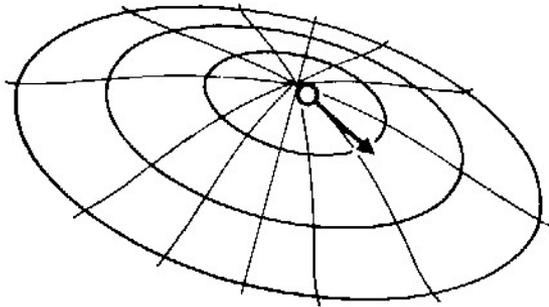
Aceleración de Coriolis y Aceleración por gradiente de presión

Balance de fuerzas: geostrofa

$$-fv = \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x}$$

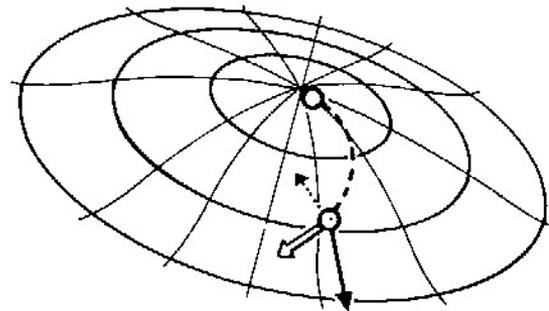
$$fu = \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial y}$$





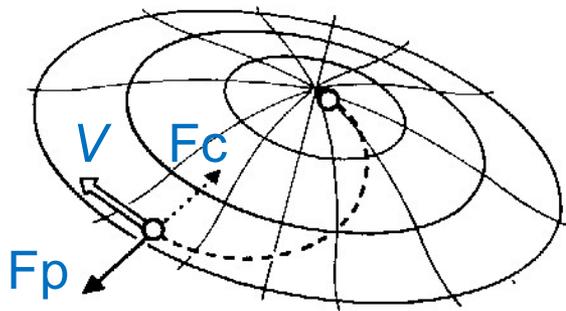
estado inicial:

Inicia el movimiento debido a las diferencias de energía potencial (grad. de presión)



estado intermedio:

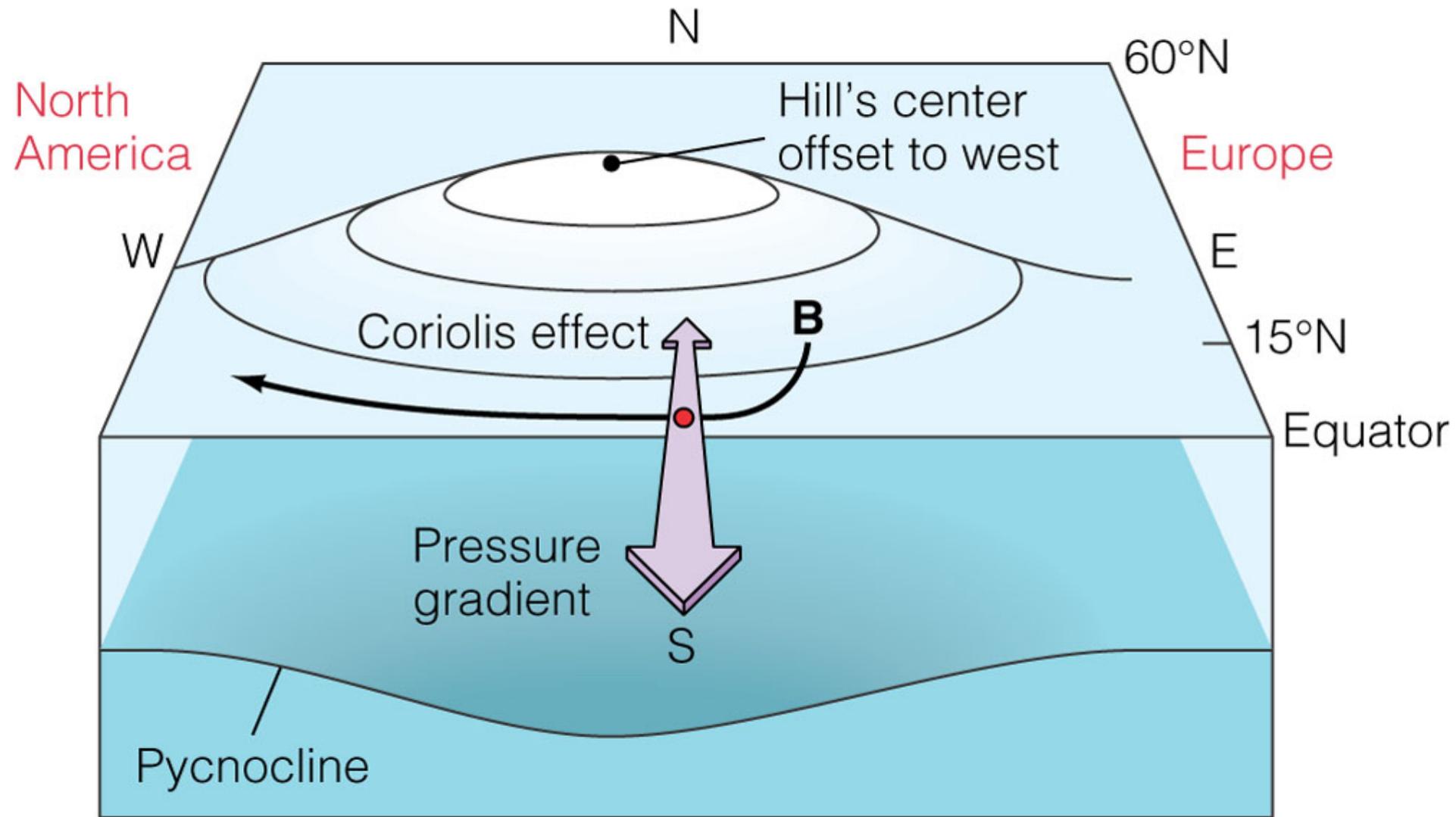
Con el movimiento aparece la fuerza de Coriolis
Existe aceleración que ocasiona mayor velocidad y por tanto mayor F_c .

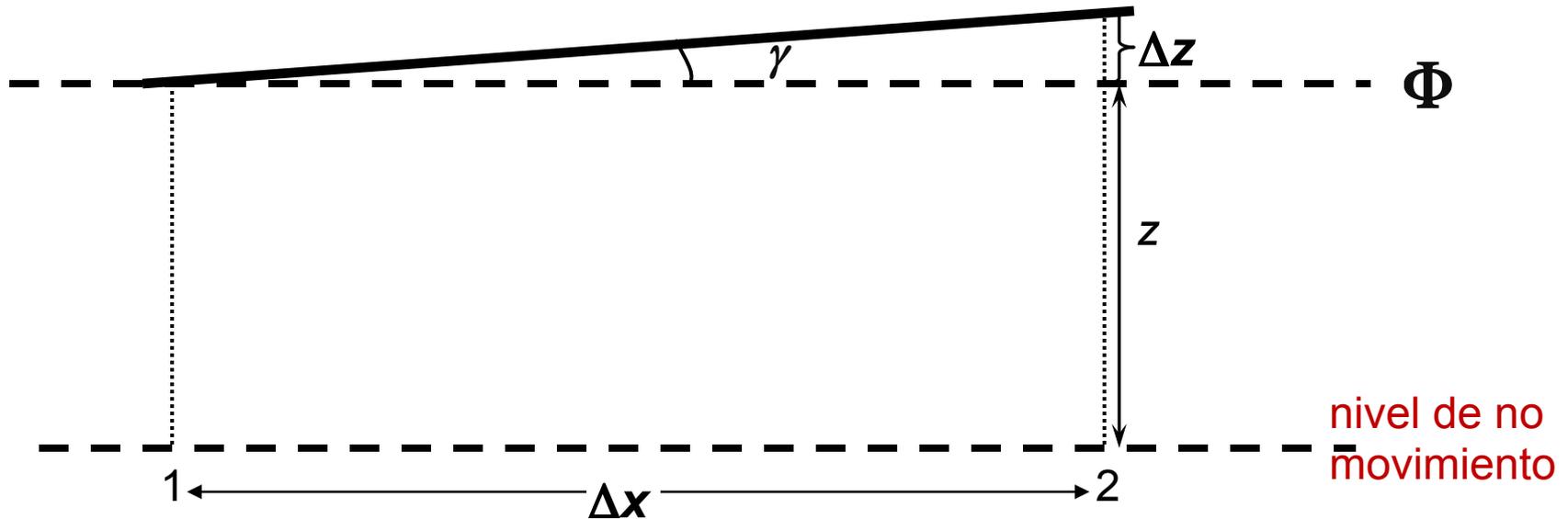


estado de equilibrio:

Velocidad constante. La fuerza de Coriolis actúa a la derecha (en contra de la pendiente). La F_p hacia la izquierda

$$\text{Fuerza de Coriolis} = \text{Fuerza de (grad) Presión}$$



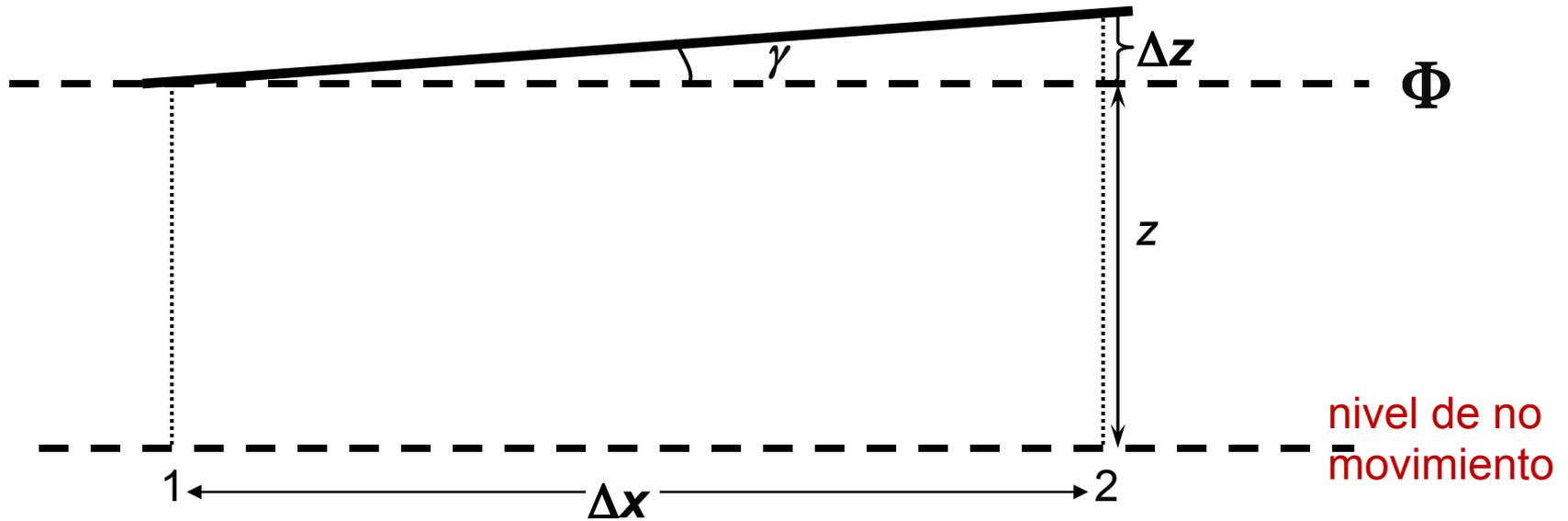


$$P_1 = -\rho g z_1$$

$$P_2 = -\rho g z_2$$

$$\frac{\Delta p}{\Delta x} = \frac{P_2 - P_1}{\Delta x} = \frac{-\rho g (z_2 - z_1)}{\Delta x} = -\rho g \frac{\Delta z}{\Delta x}$$

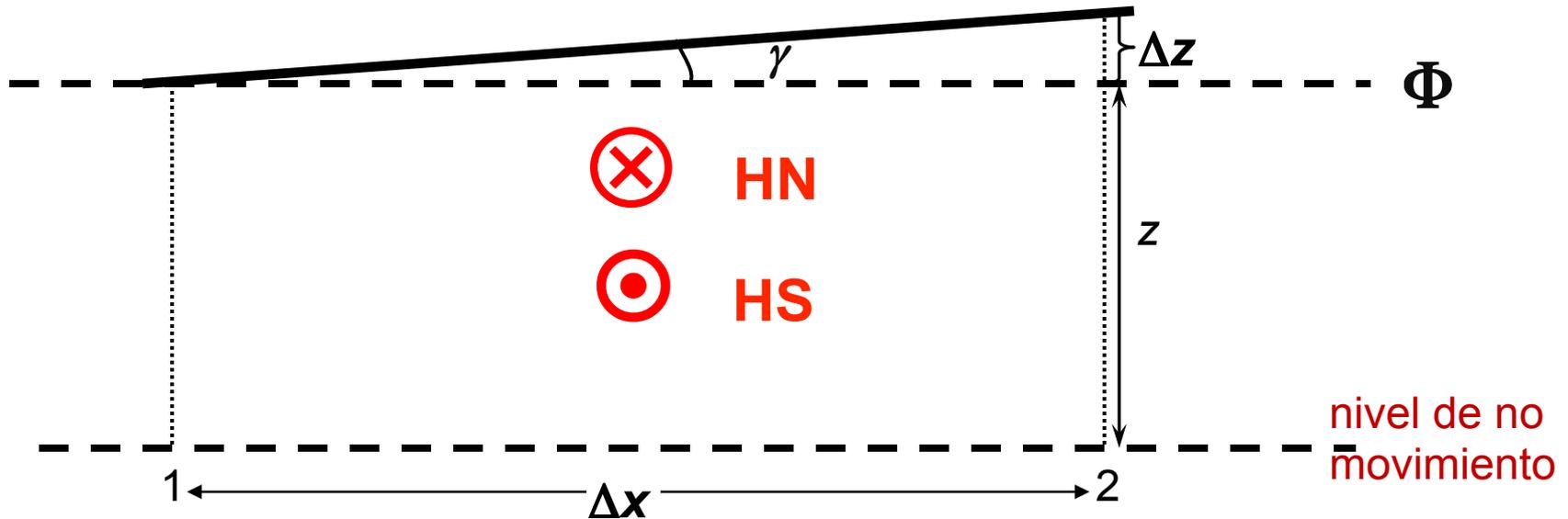
esta es la fuerza del gradiente de presión por unidad de volumen (N/m^3)



La fuerza del gradiente de presión por unidad de masa es:

$$\frac{F_{GPH}}{\rho} = \frac{1}{\rho} \left[-\rho g \frac{\Delta z}{\Delta x} \right]$$

$$= -g \frac{\Delta z}{\Delta x} \quad (\text{m/s}^2)$$



El balance geostrófico está dado por:

$$fU_h = -g \frac{\Delta z}{\Delta x} = -g \tan \gamma = -g i$$

Donde i es la pendiente de la superficie

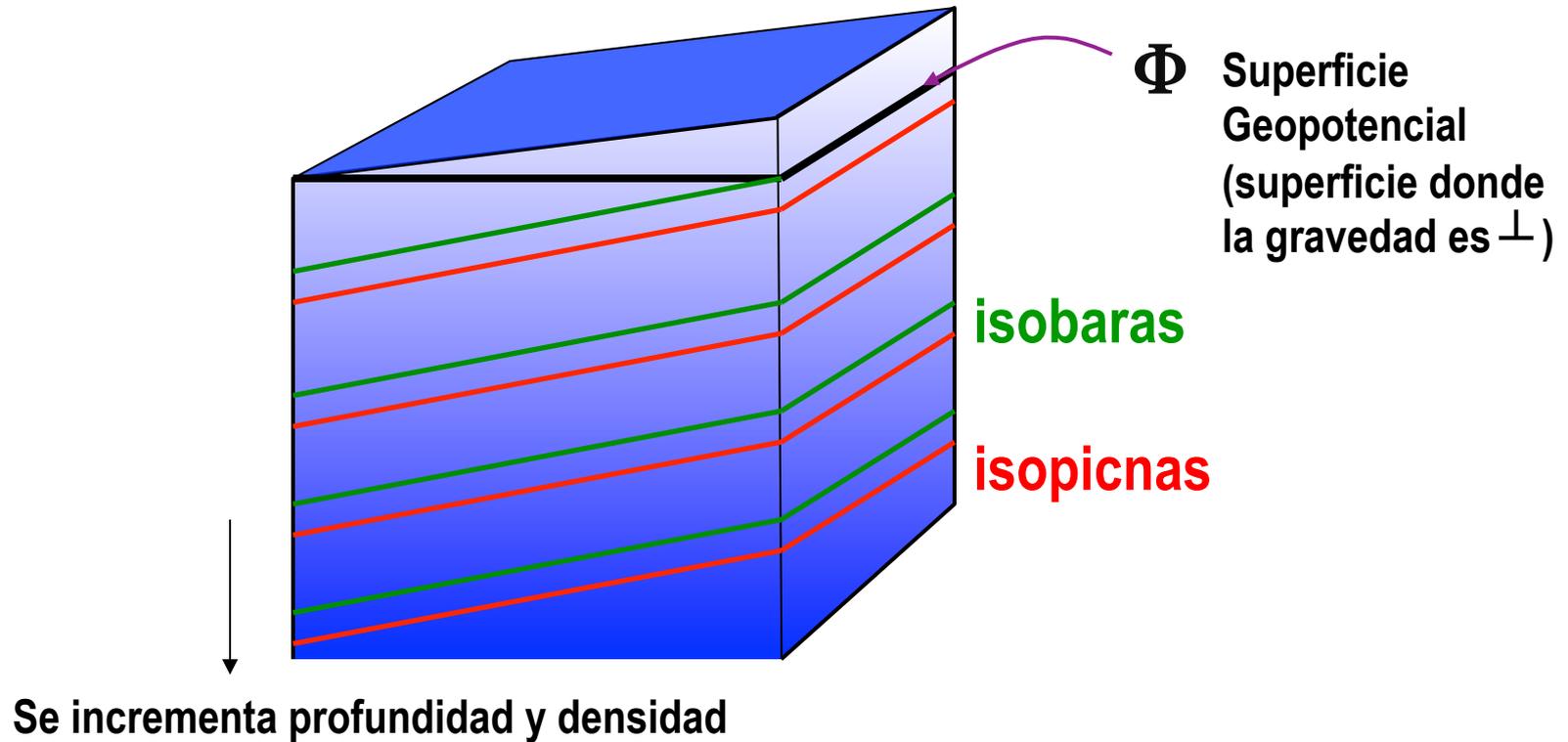
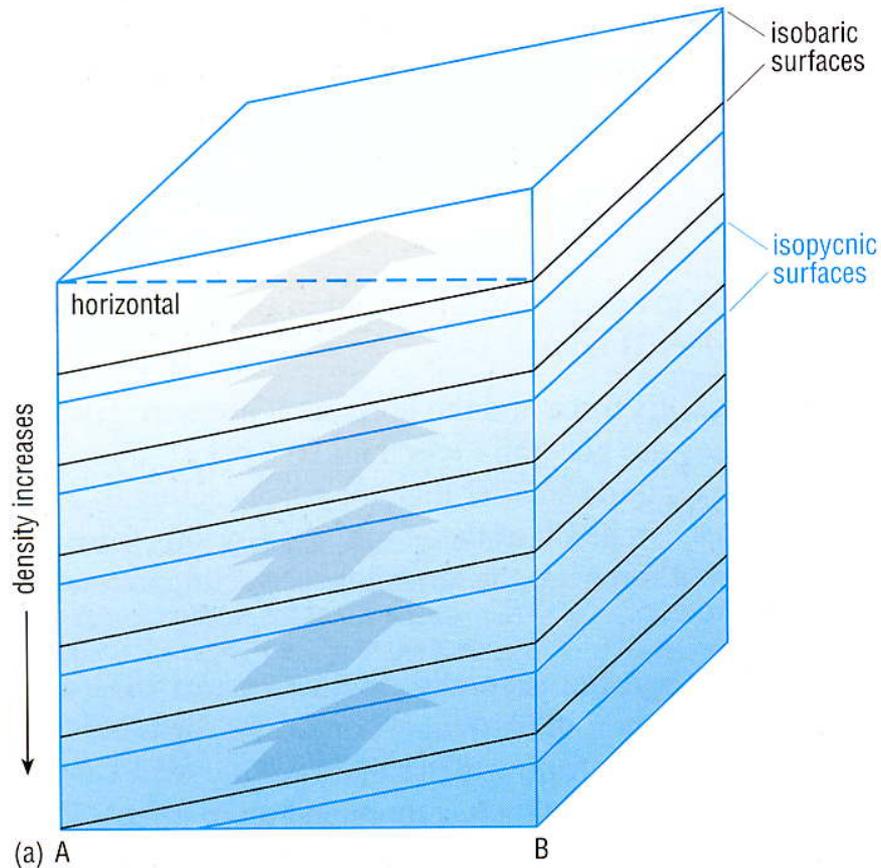


Diagrama de condiciones barotrópicas

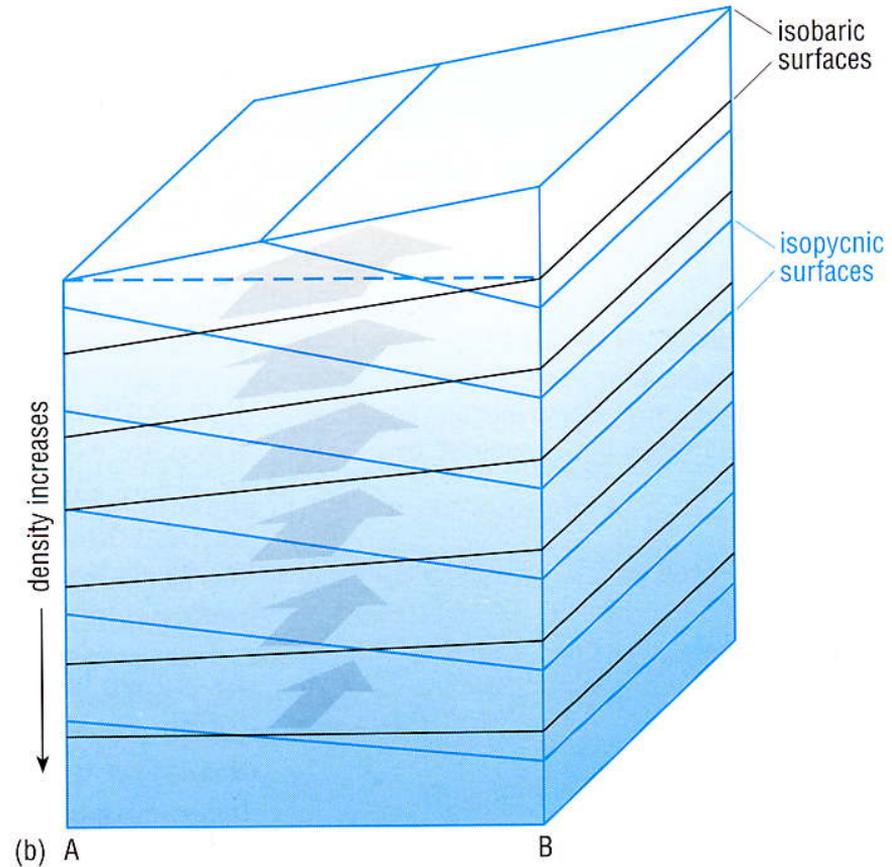
Si la superficie de Φ es paralela a las isobaras, entonces no existe movimiento

Condiciones Barotrópicas y Baroclínicas

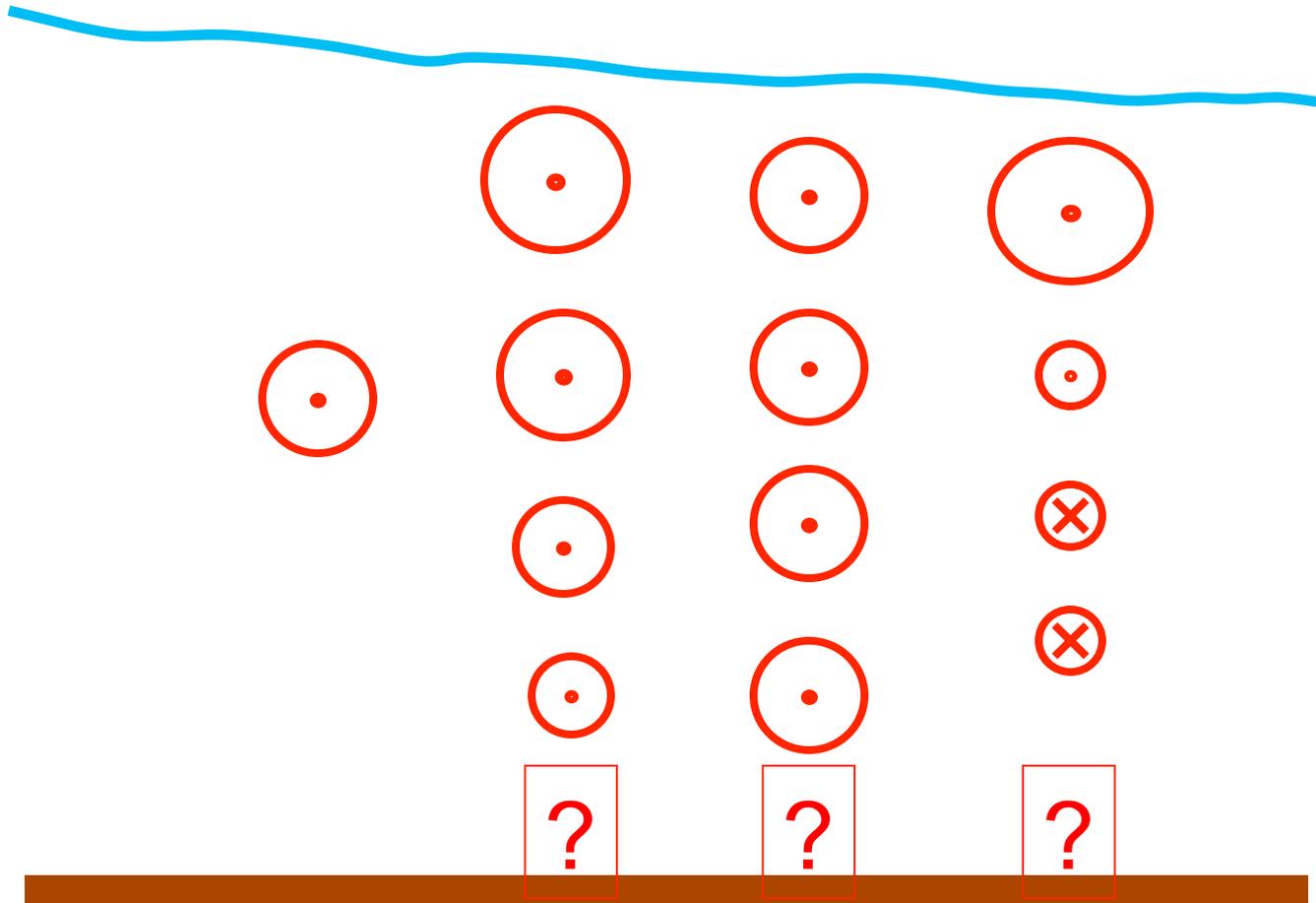
BAROTROPIC CONDITIONS
(ISOBARIC AND ISOPYCNIC SURFACES PARALLEL)



BAROCLINIC CONDITIONS
(ISOBARIC AND ISOPYCNIC SURFACES INCLINED)

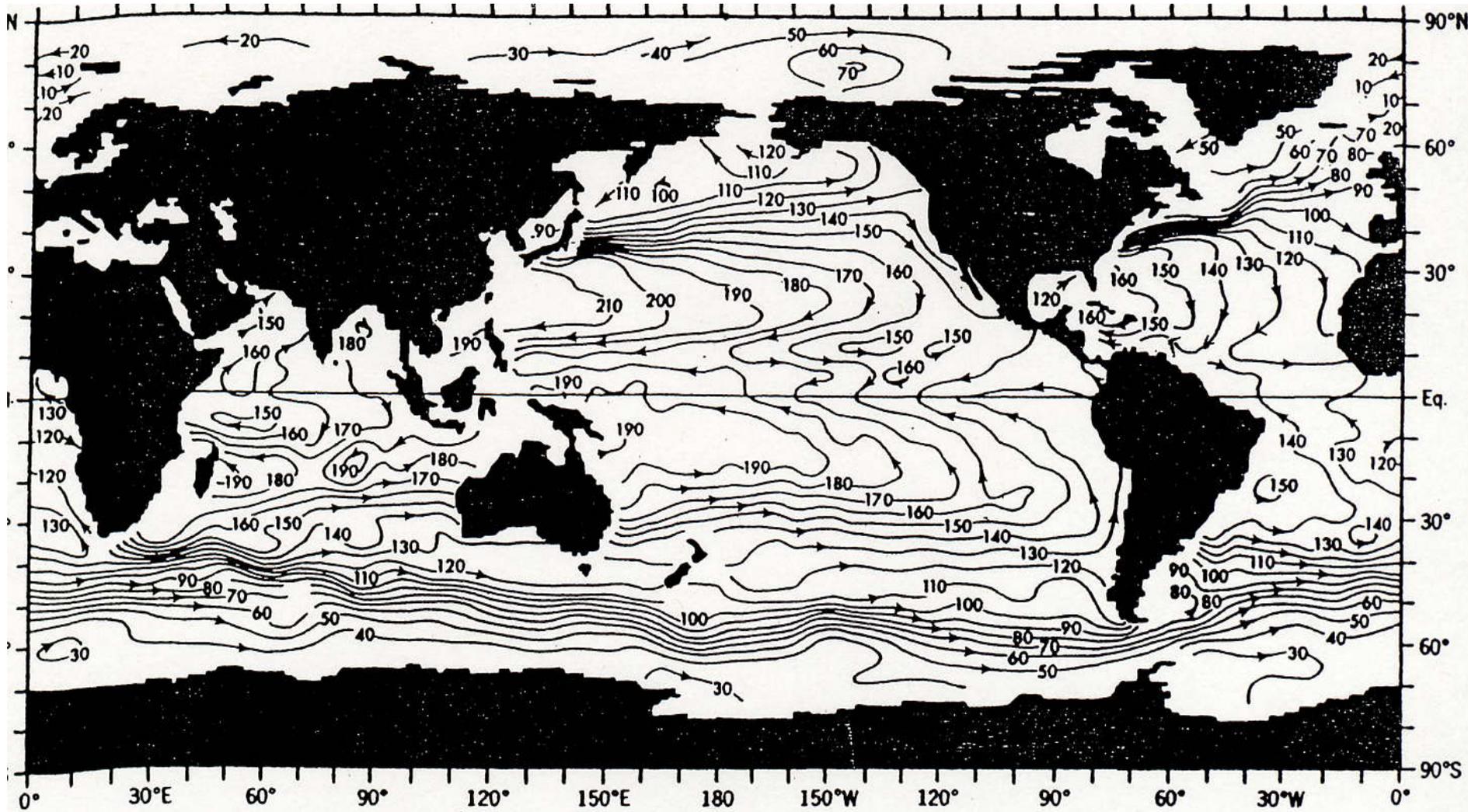


El balance geostrófico ofrece una aproximación para la corriente promedio



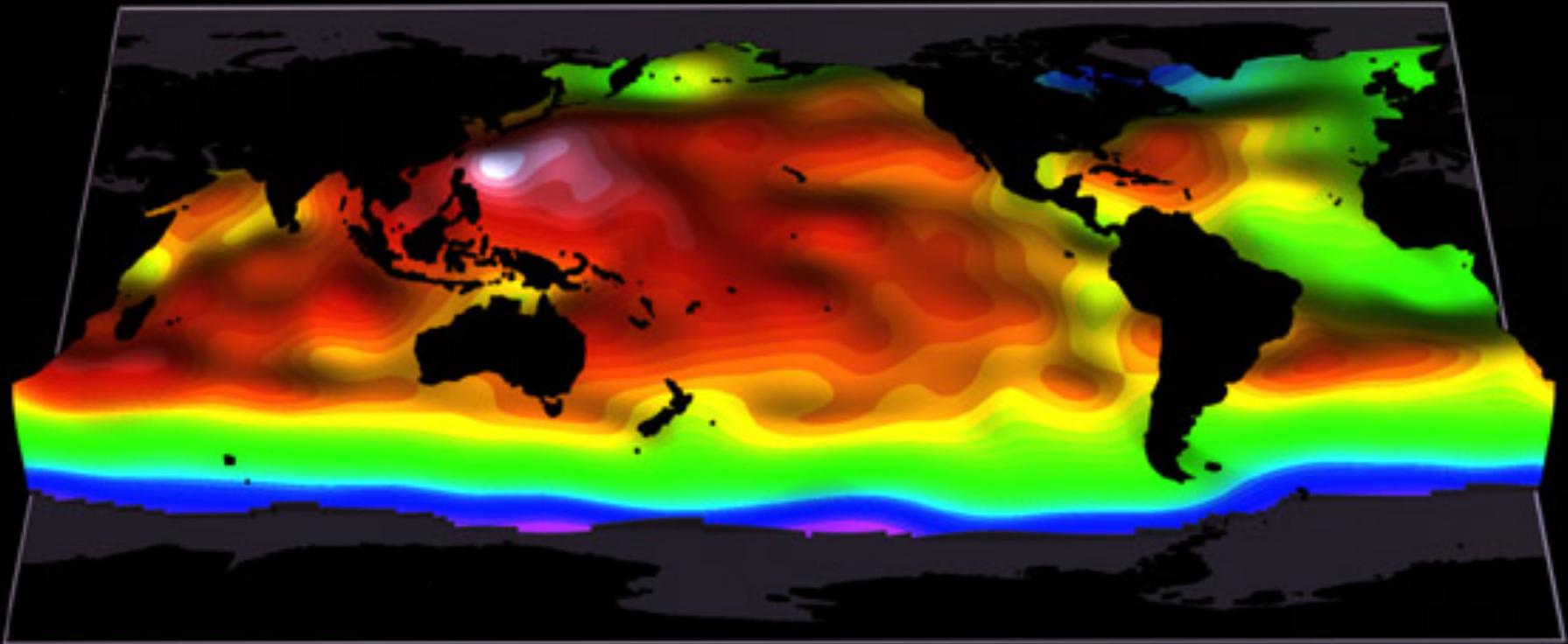
que sucede cuando hay estratificación y la presión depende de densidad ?

Sea Surface Height Anomaly (cm dinámicos)



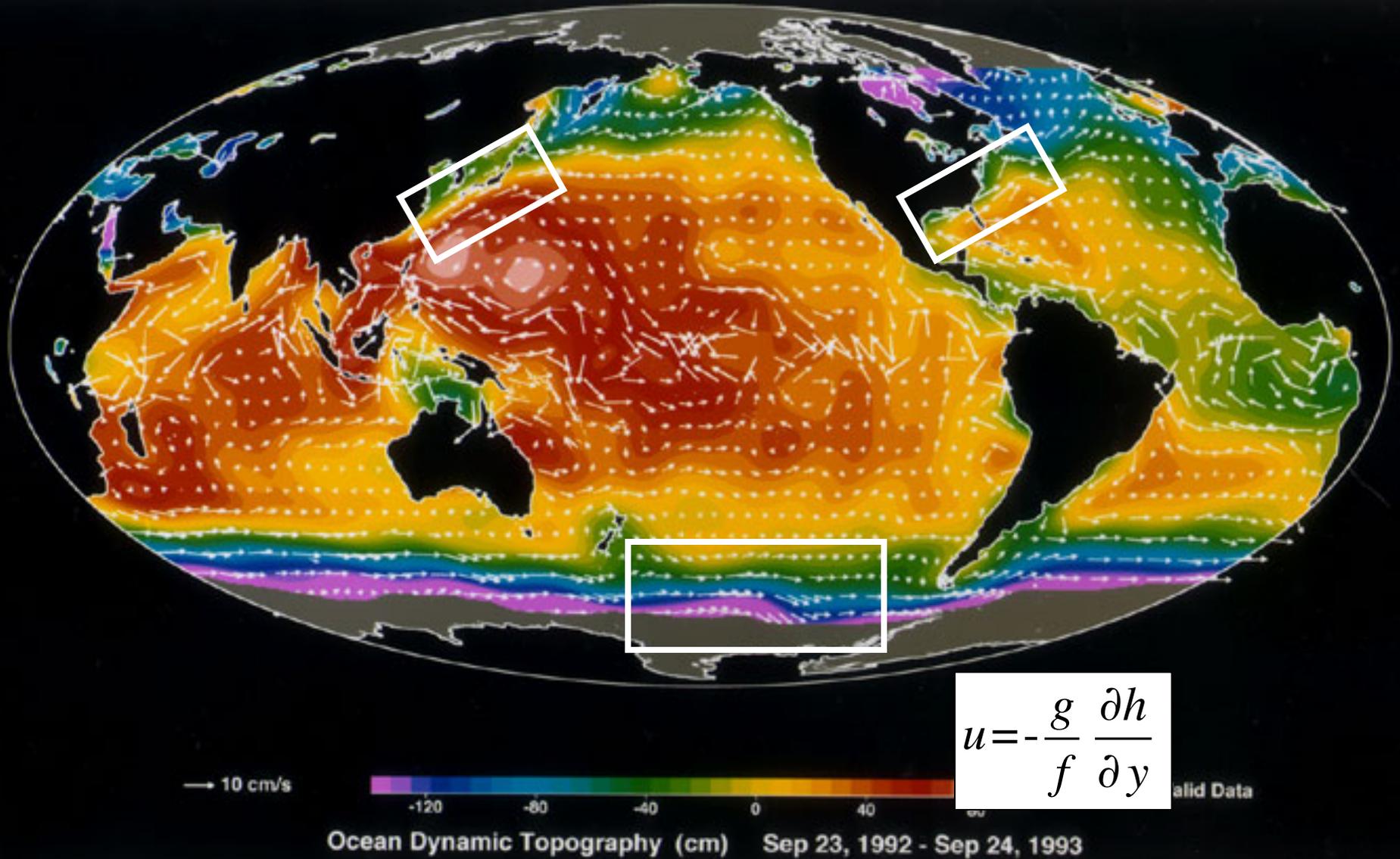
(relativo a 1000 dbar)

Nivel del mar. Se pueden inferir las pendientes



□ No Valid Data

Ocean Dynamic Topography (cm) Oct 3-12, 1992

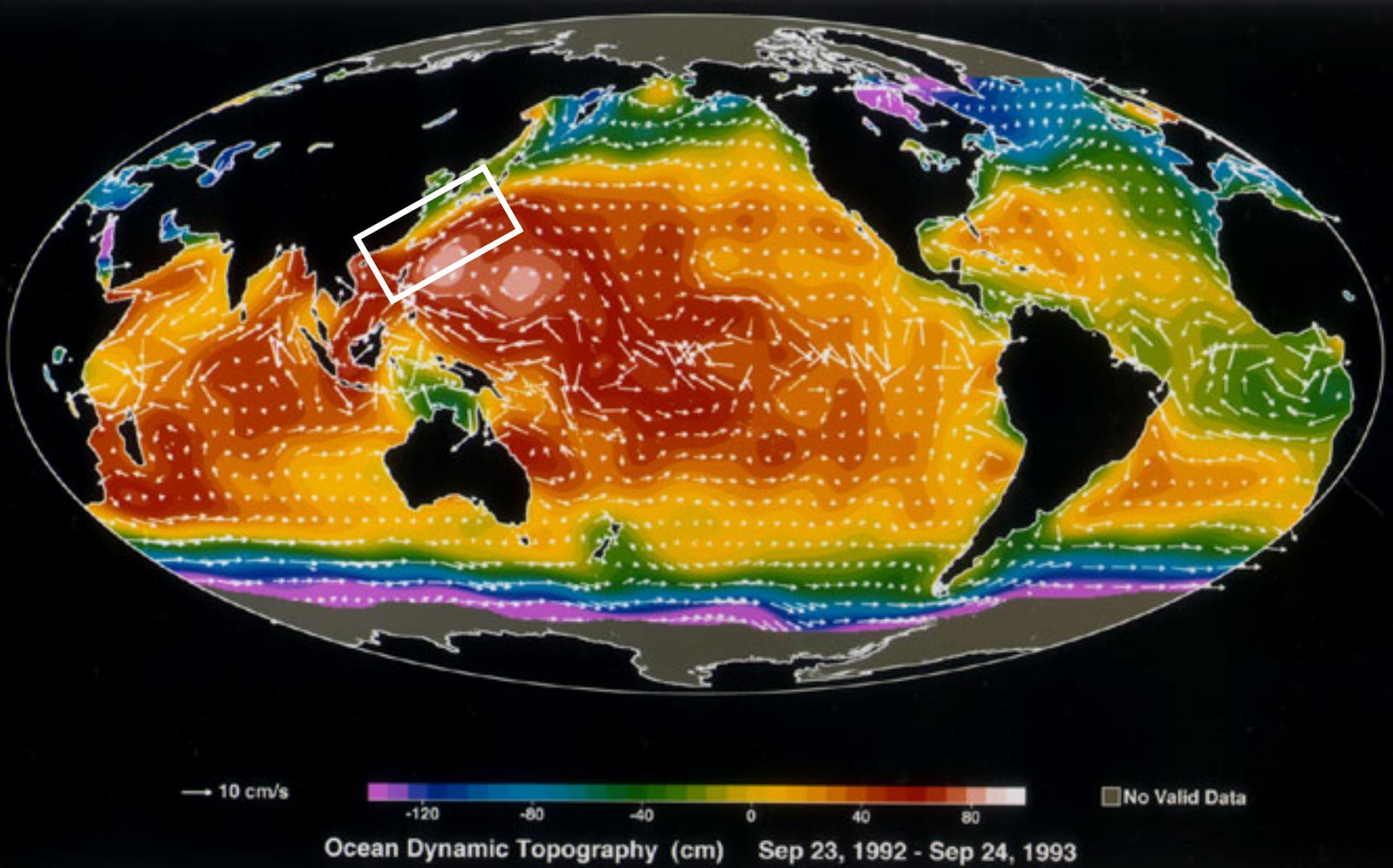


Corrientes más intensas en regiones de máximo gradiente de presión

En Kuroshio, la diferencia del nivel del mar es de ~ 1 m in 100 km, i.e.,

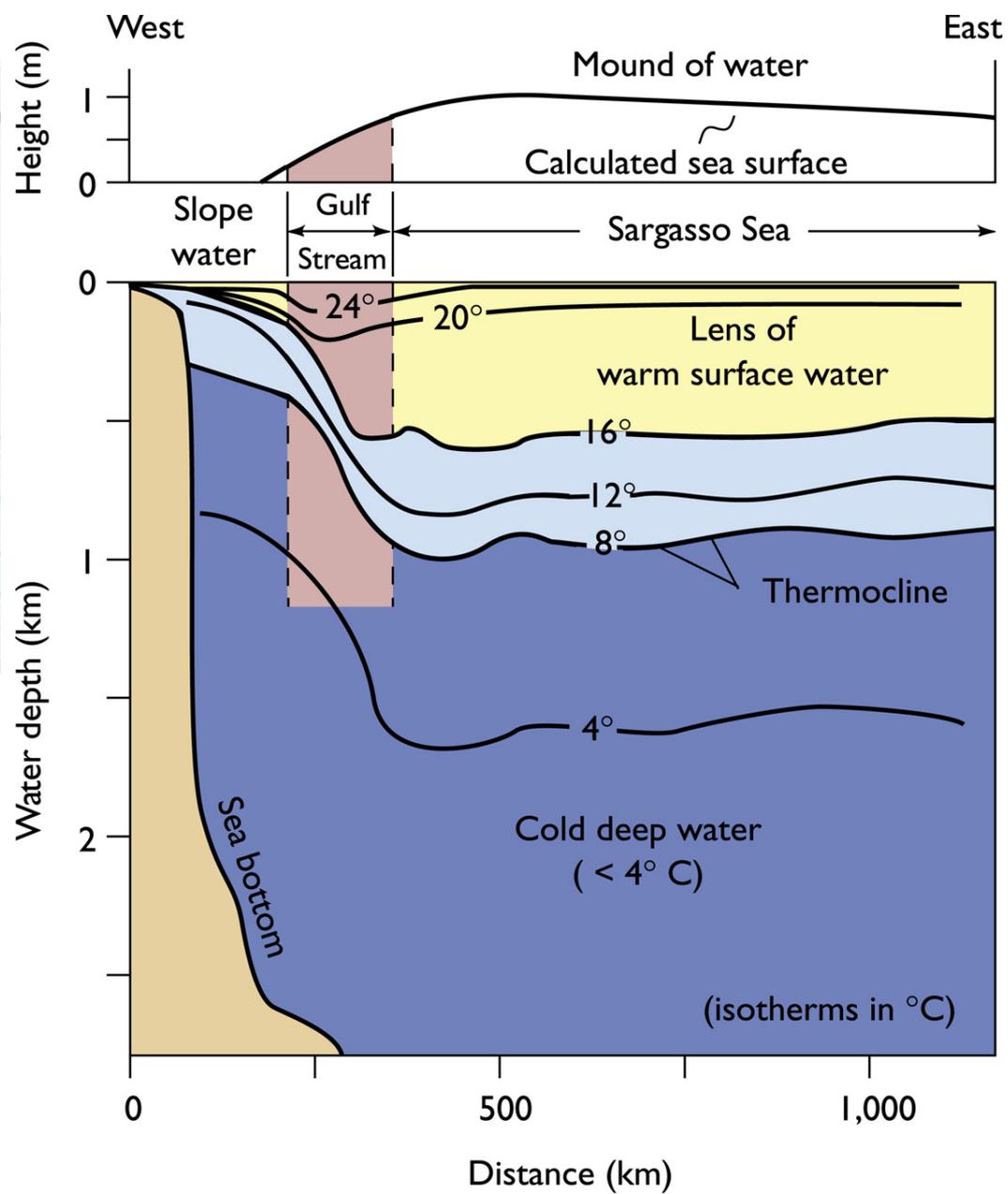
$$fU_h = -g \frac{\Delta z}{\Delta x} = -9.8 \frac{1}{10^5}$$

$$U_h = -\frac{9.8}{10^{-4}} \frac{1}{10^5} \approx 1 \text{ m/s}$$

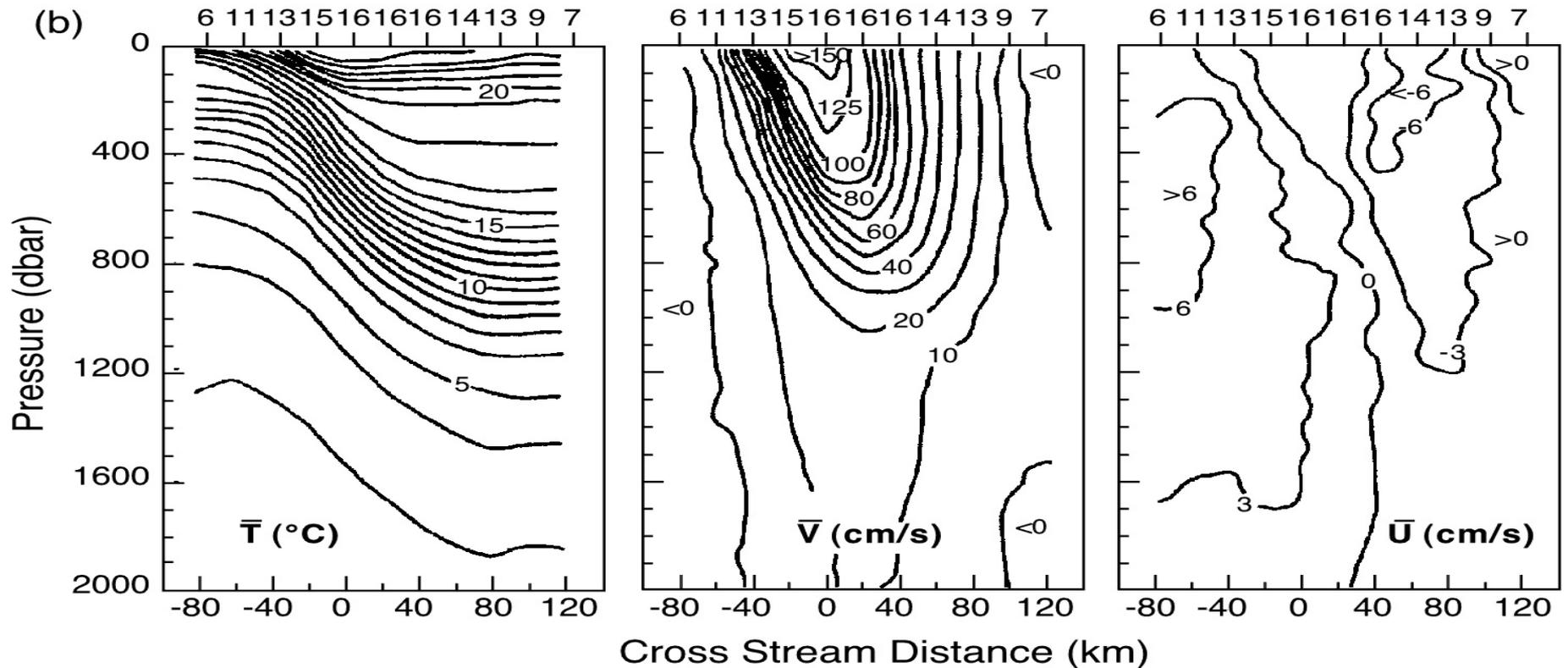




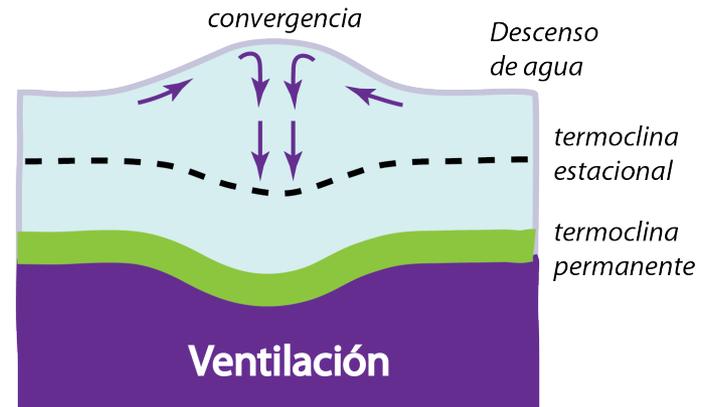
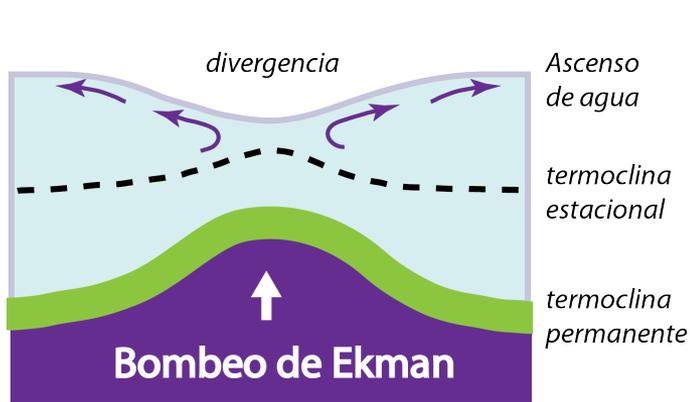
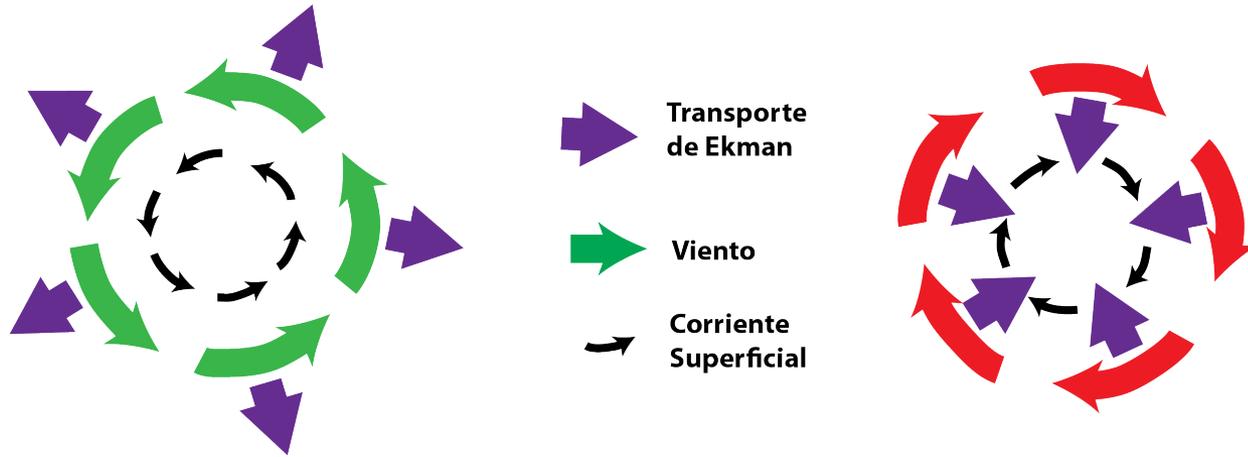
Corriente del Golfo



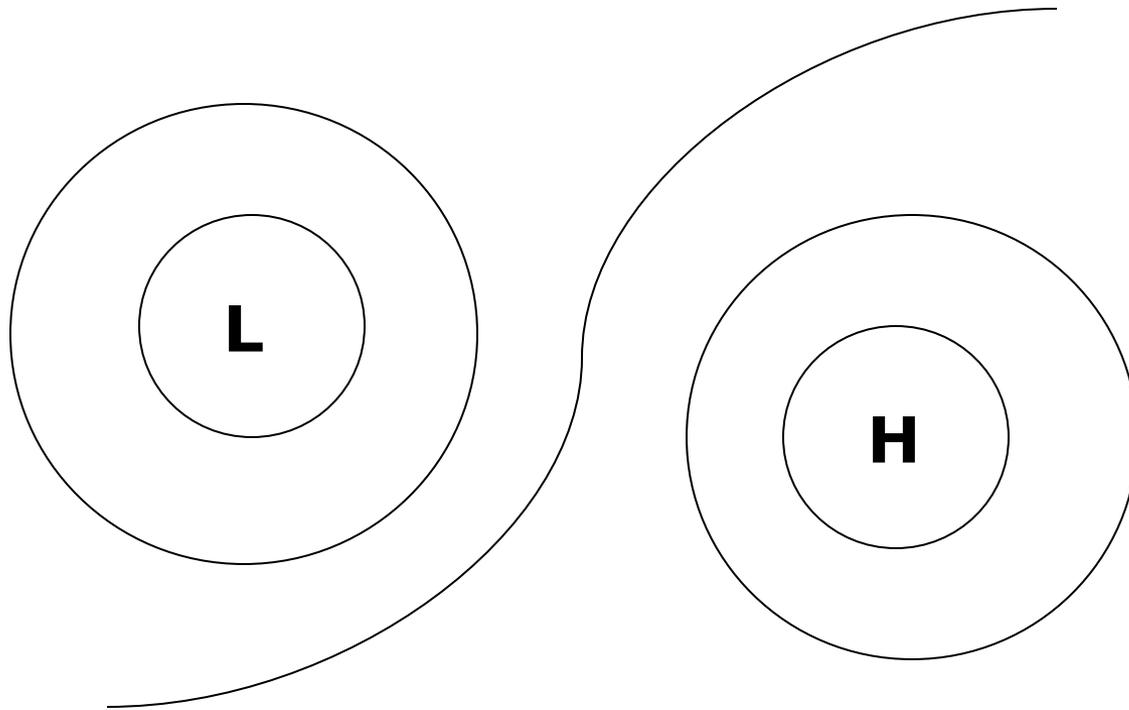
Sección vertical



Viento y Bombeo de Ekman (hemisferio norte)



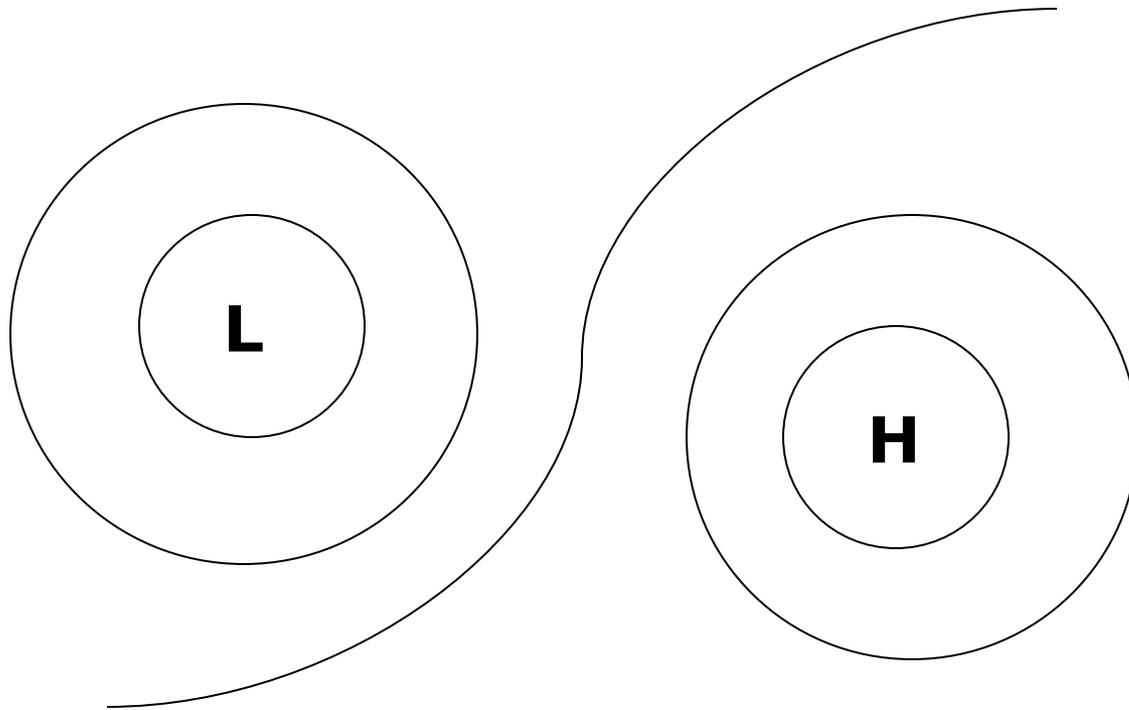
- Cuál sería la dirección de (1) la fuerza de presión y (2) la fuerza de Coriolis en un balance geostrófico?
- Cuál sería la dirección de la corriente geostrófica?



Ciclónico

Anti-ciclónico

En el Hemisferio Sur, cuál sería la dirección del flujo geostrófico?



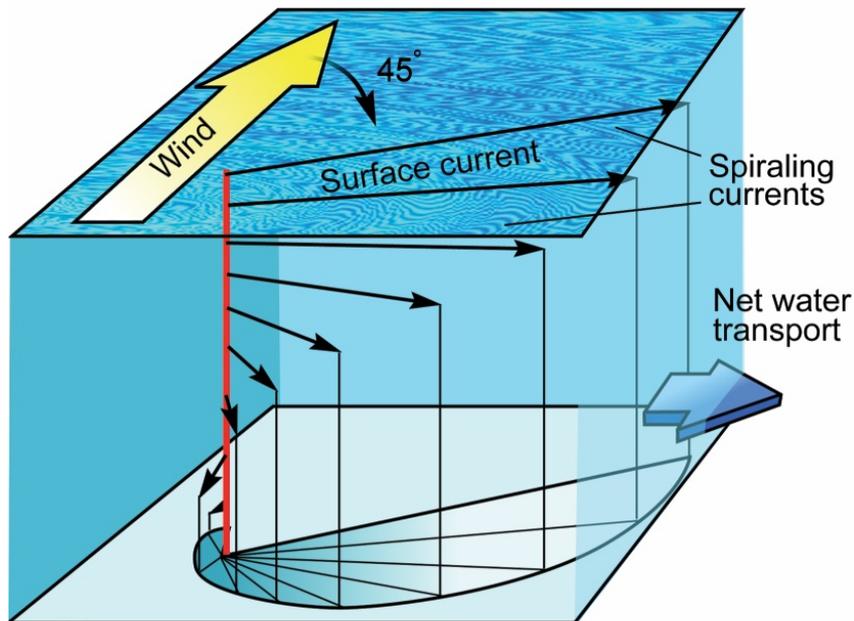
Ciclónico

Anti-ciclónico

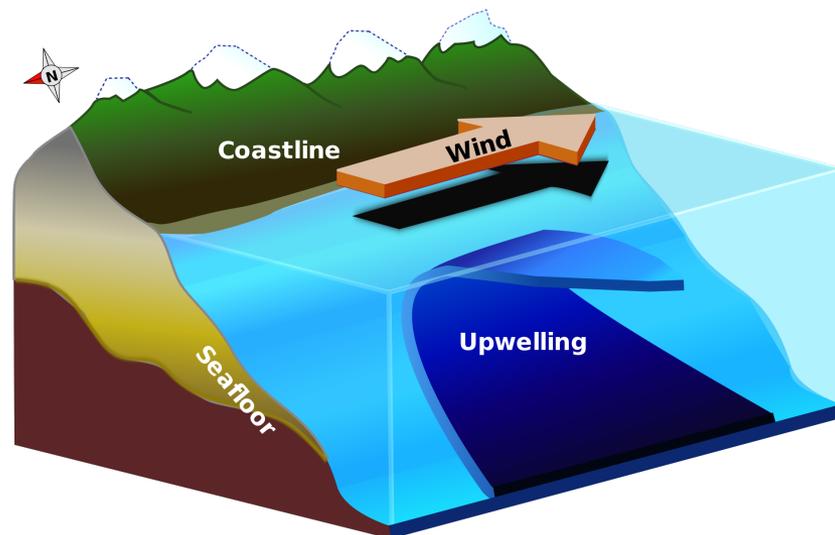
Dinámica de Ekman y Surgencias

(hemisferio norte)

Espiral de Ekman



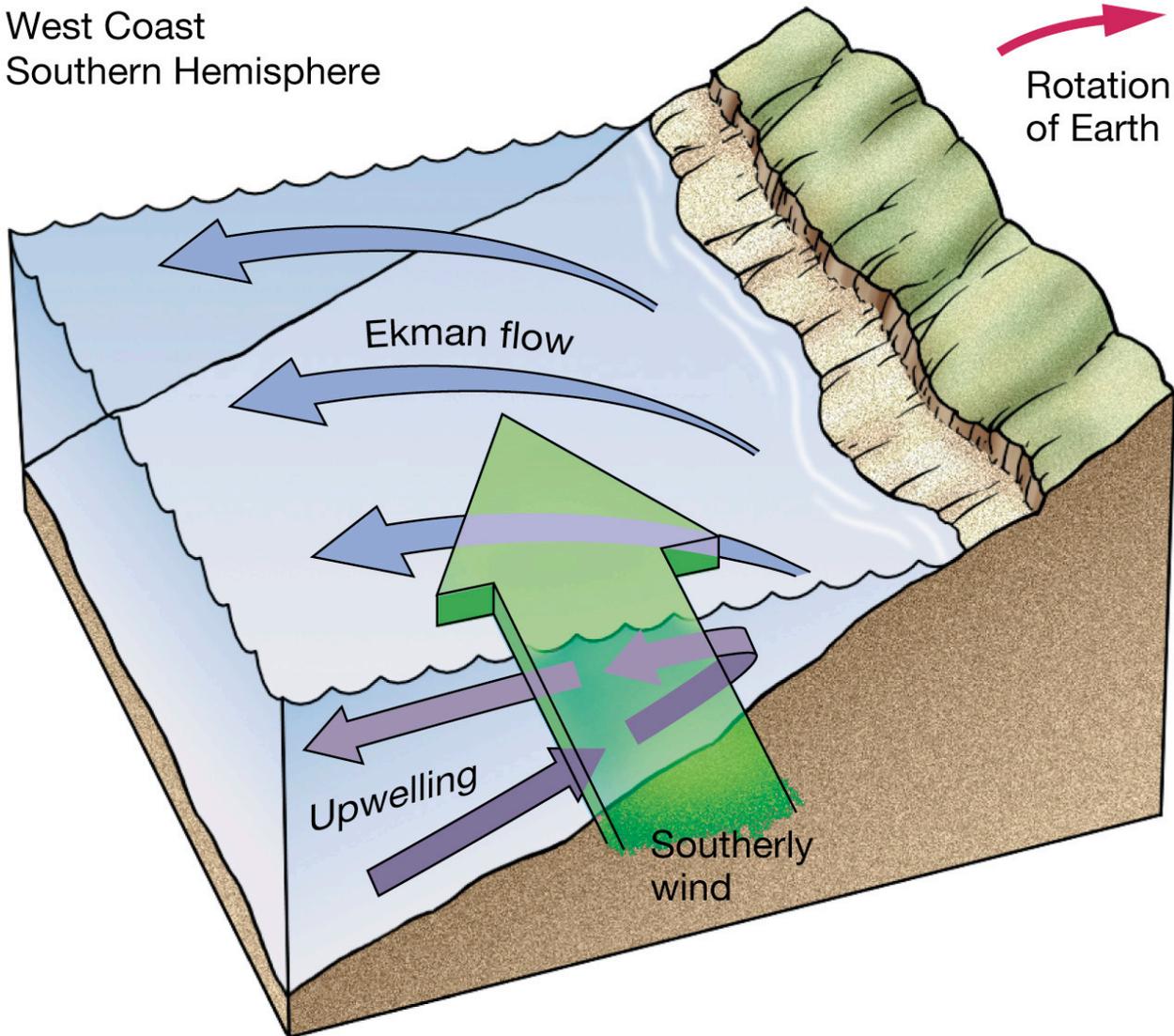
Surgencia Costera



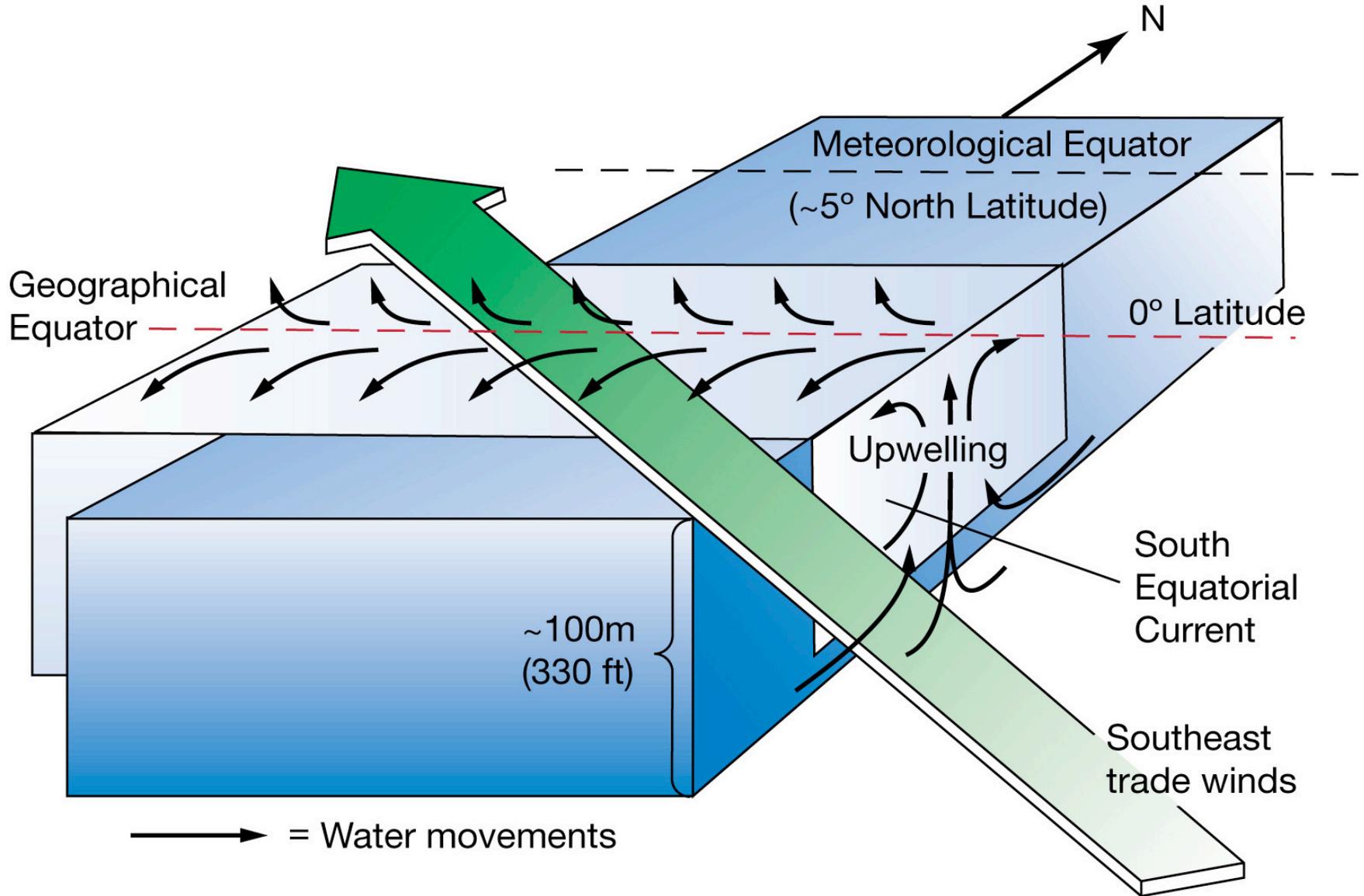
- En promedio, el agua se mueve 90° a la derecha del viento en la capa superficial (capa de Ekman).
- Para que exista surgencia costera en el HN, el viento debe ser paralelo a la costa, con la costa a la izquierda
- Las aguas costeras son más frías y ricas en nutrientes

Hemisferio sur

West Coast
Southern Hemisphere

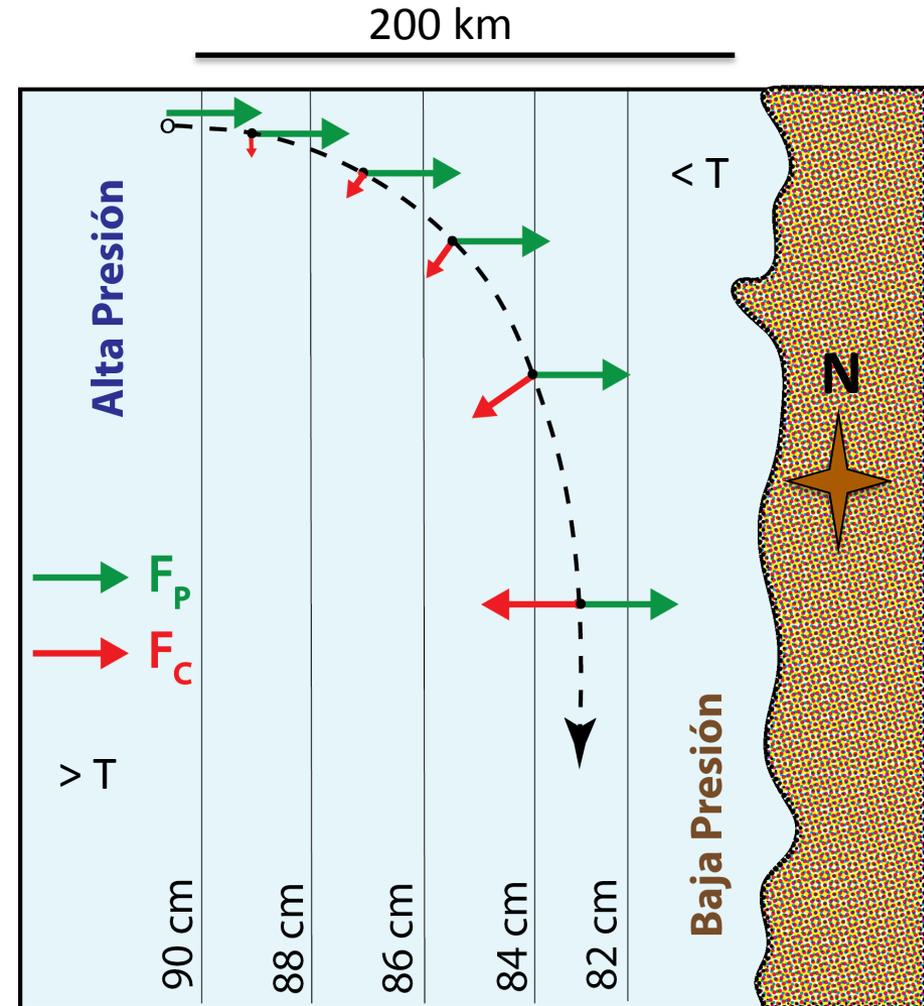
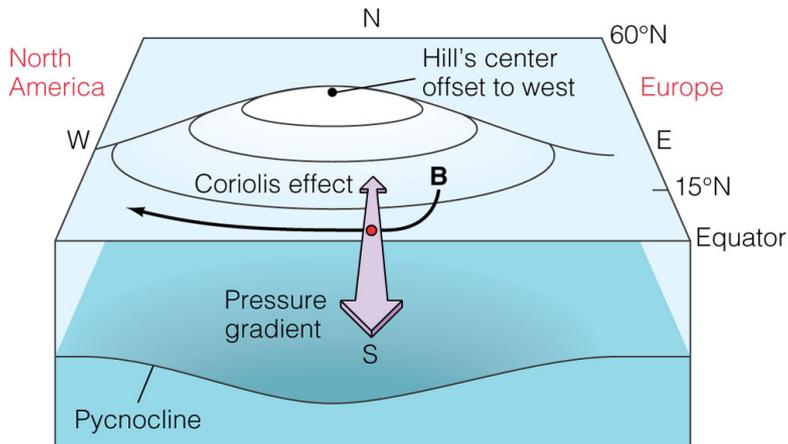


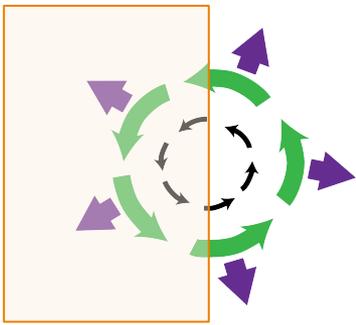
Surgencia ecuatorial



Balance Geostrófico:

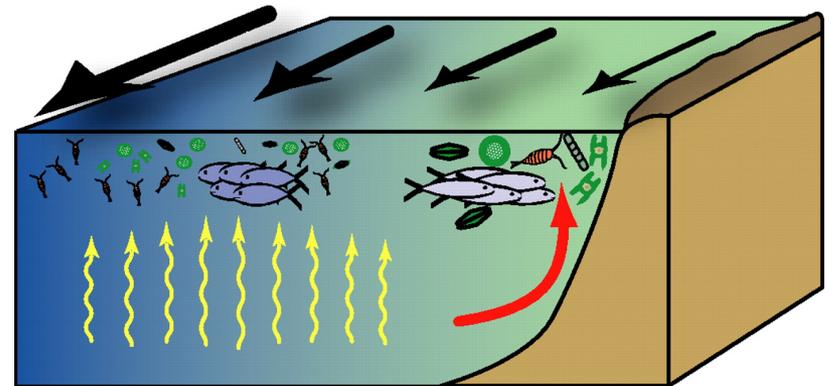
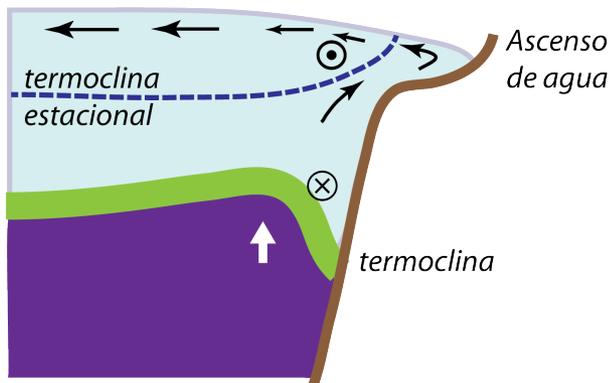
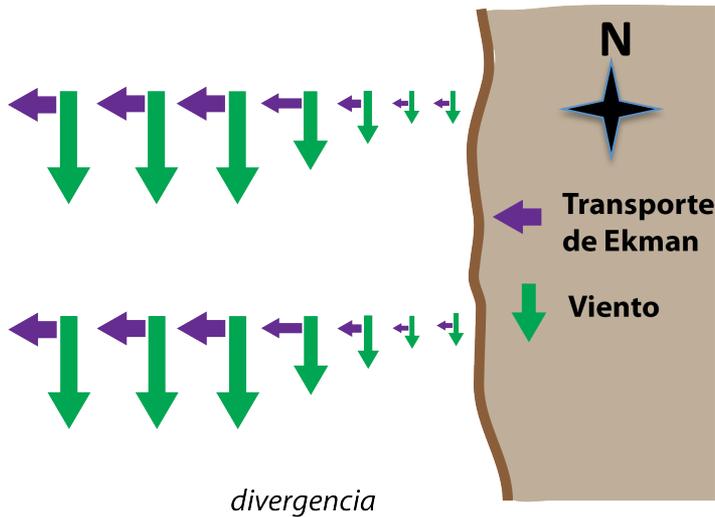
Una partícula en Balance Geostrófico en el HN, se mueve siempre con el agua de mayor temperatura (elevación) a su mano derecha





Surgencia por el Rotacional del Esfuerzo (divergencia) del Viento

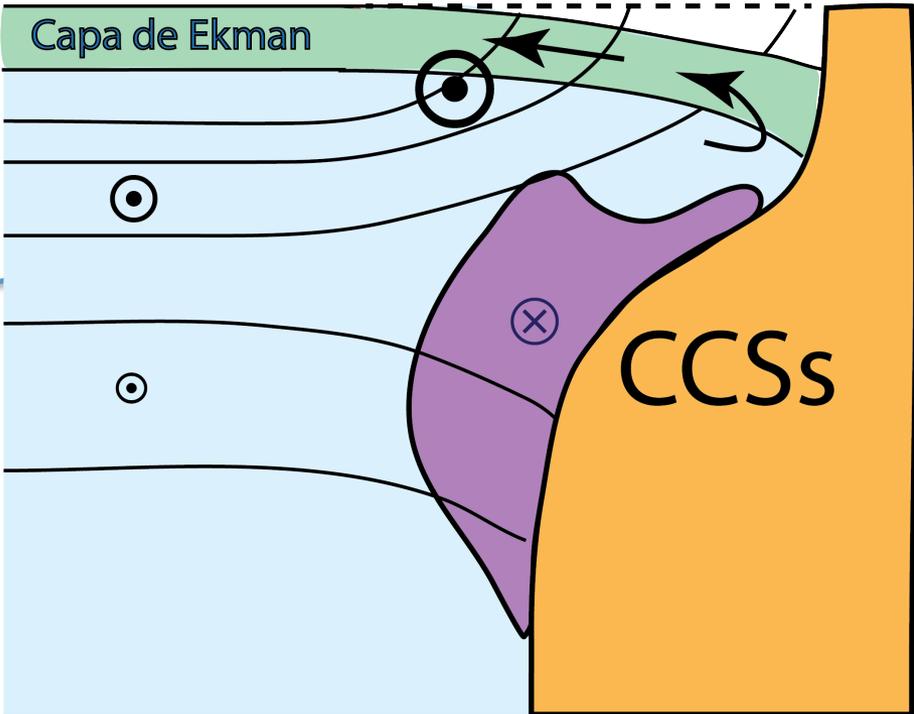
- El rotacional positivo levanta la termoclina estacional
- Los nutrientes debajo de la termoclina se desplazan hacia la zona fótica



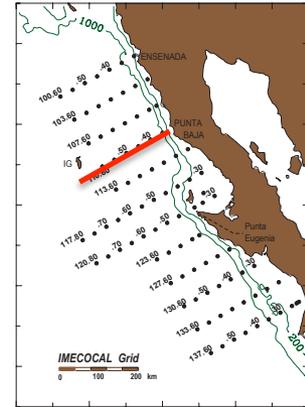
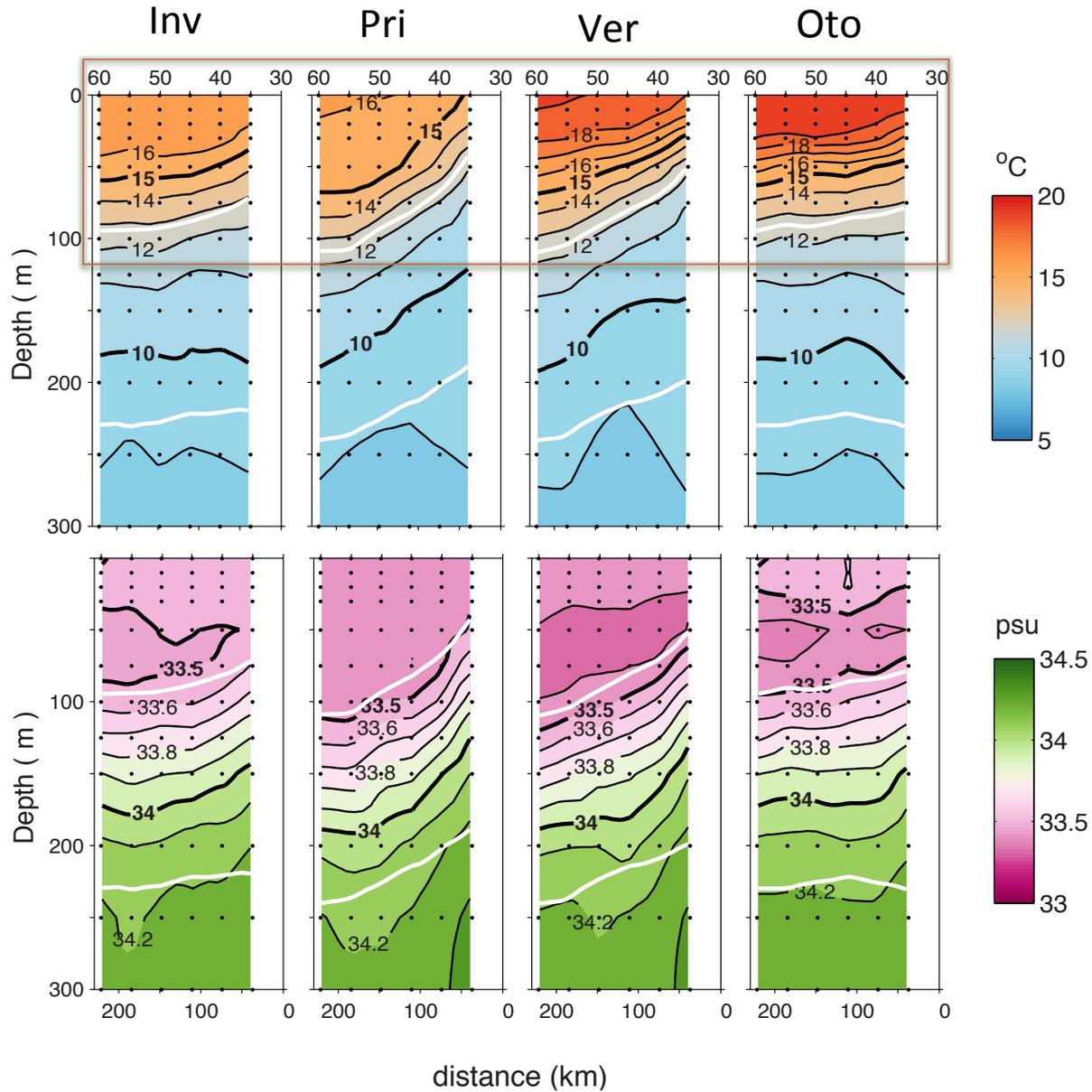
Corrientes de Frontera Oriental



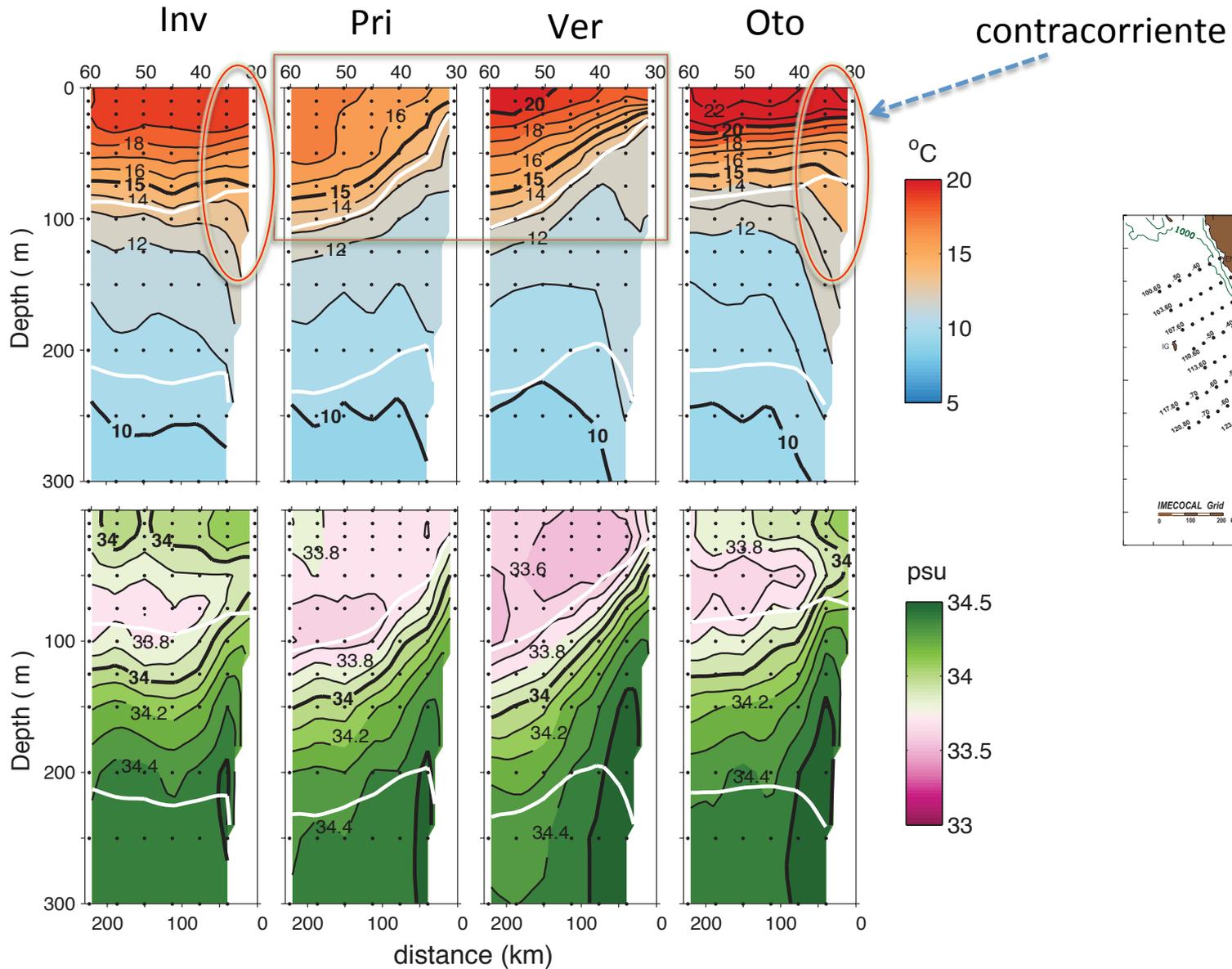
○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ Viento

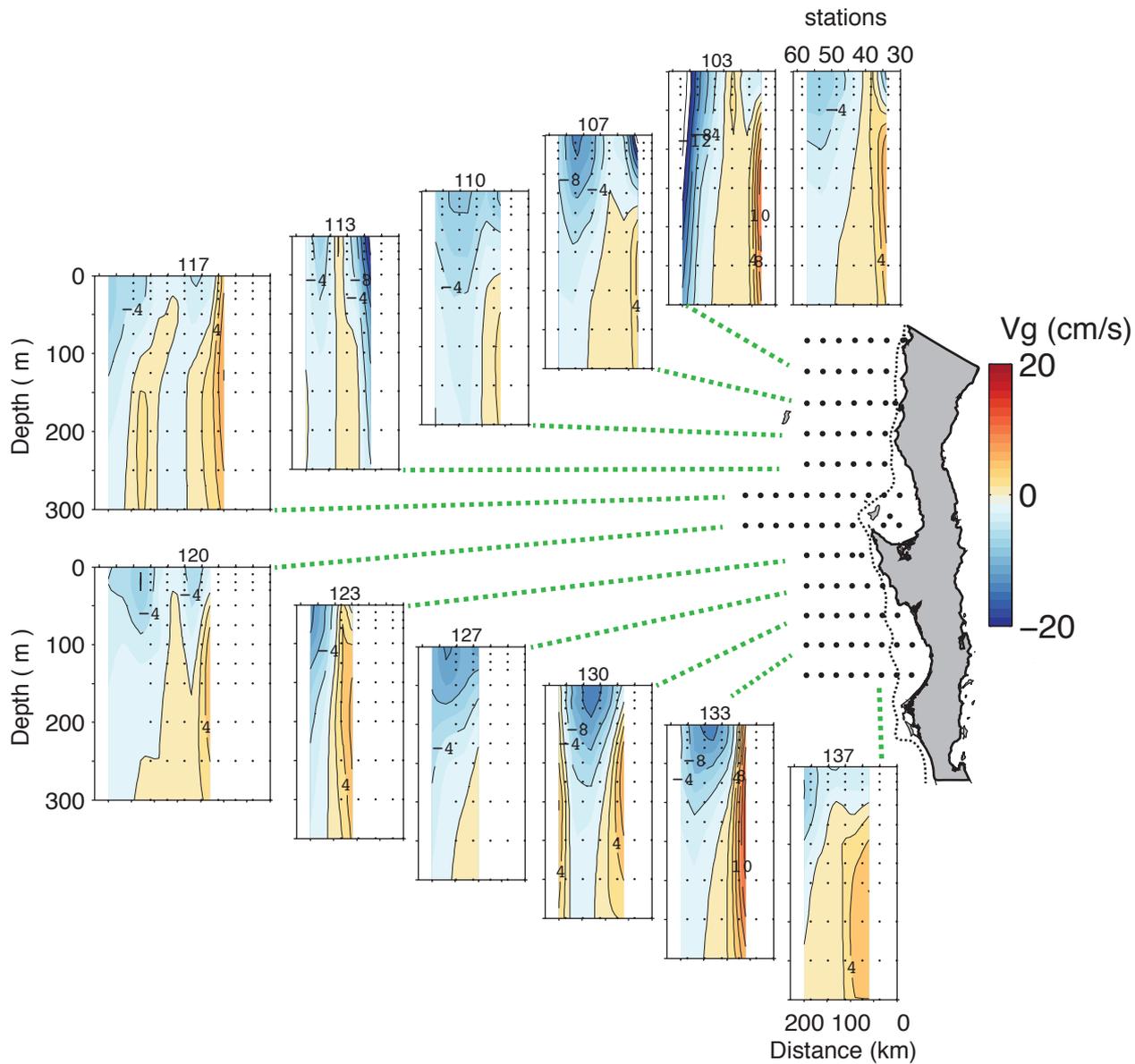


Linea 110

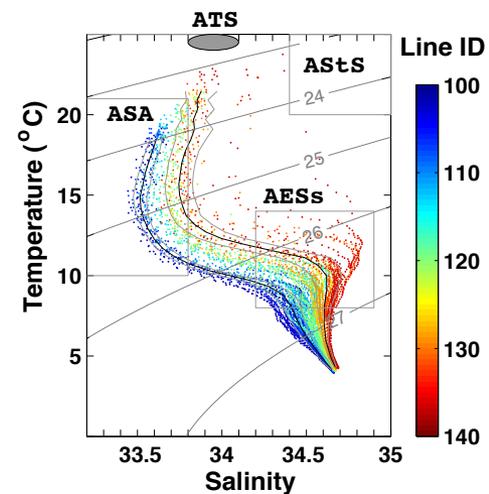


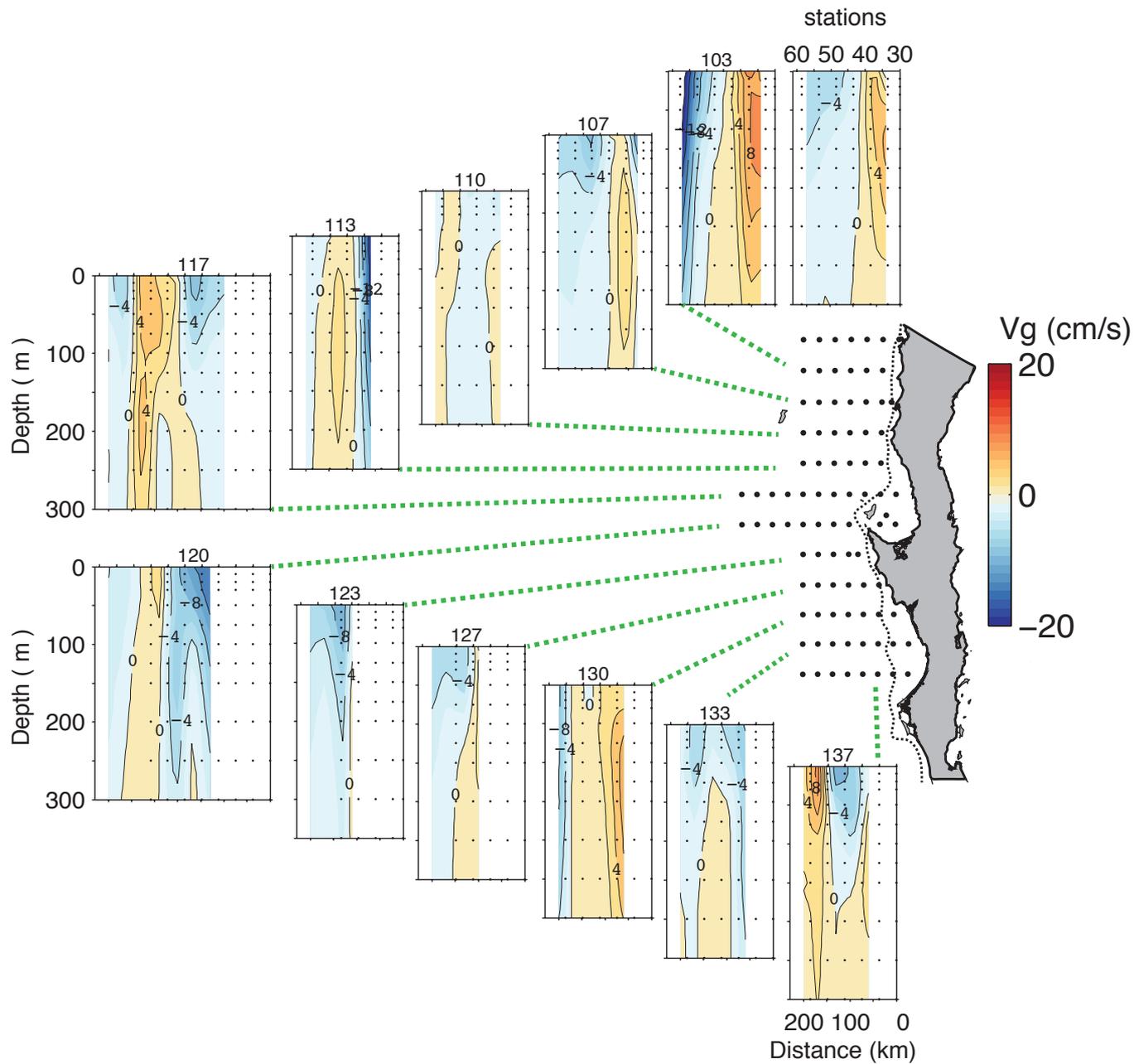
Linea 130



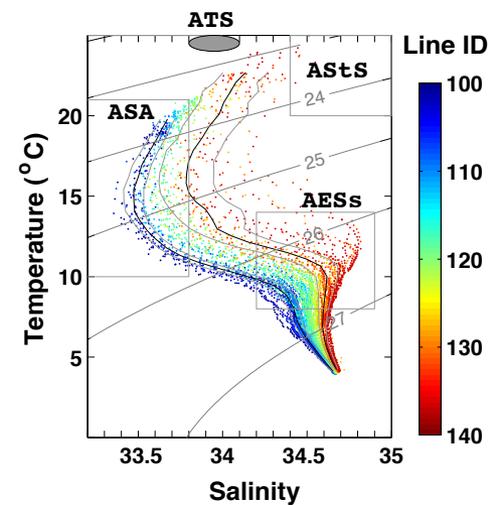


Verano





Otoño



CC superficial
no es CU !!

Enseguida:

El balance geostrófico baroclínico

Importancia de la estratificación vertical
en la estructura de corrientes

Próximamente:

Circulación global

Importancia de la variación latitudinal
de la Fuerza de Coriolis

