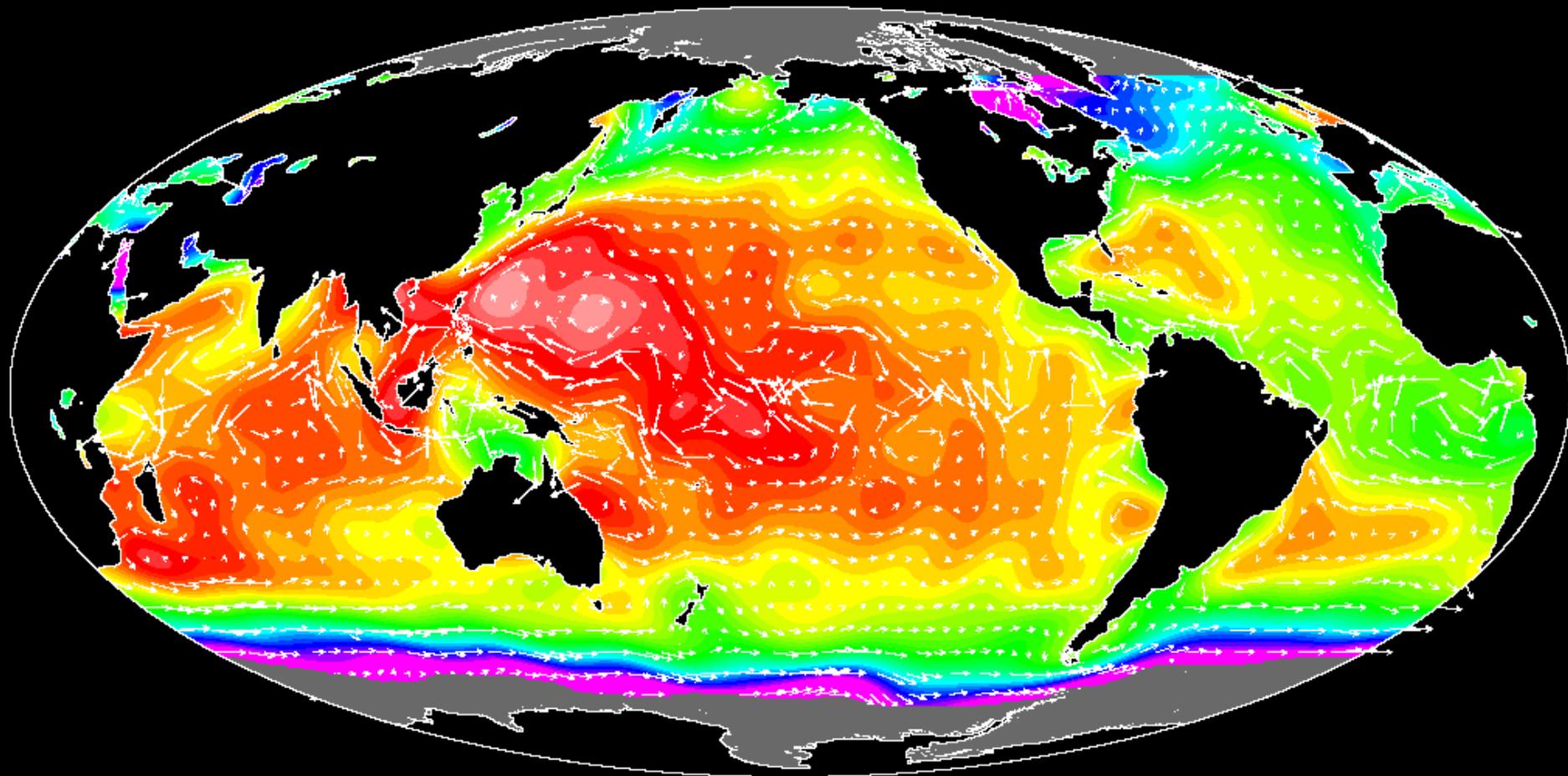


Circulación Oceánica Global



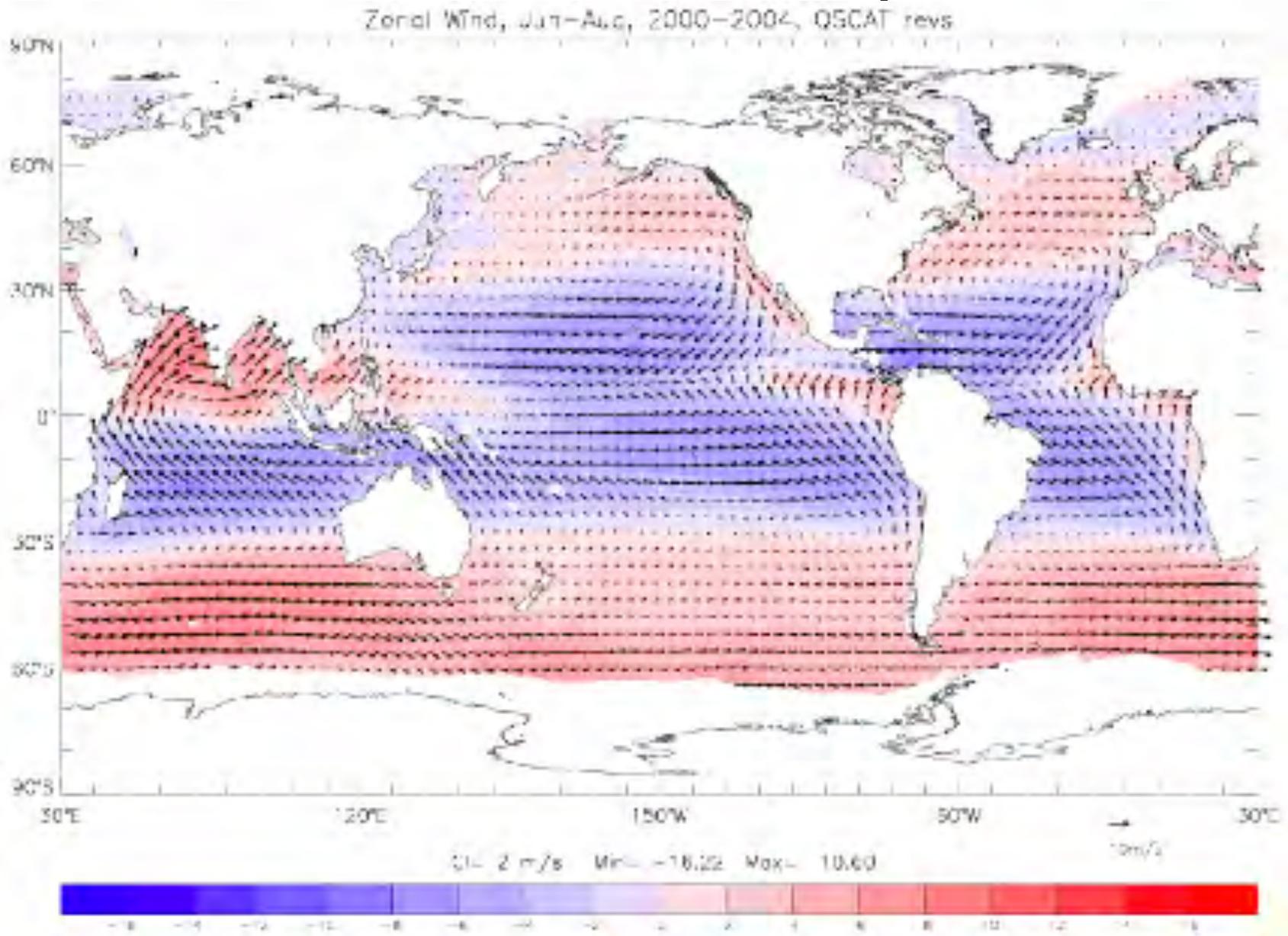
→ 10 cm/s



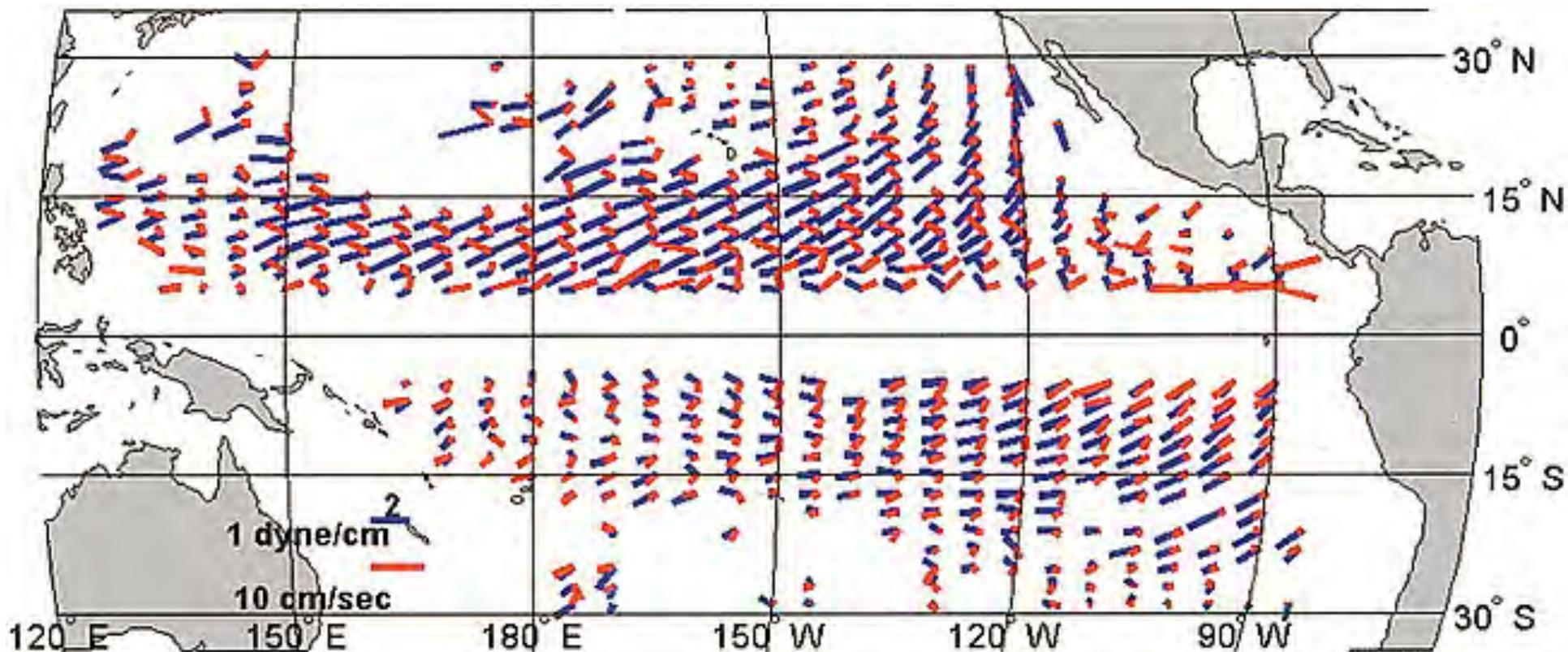
■ No Valid Data

Ocean Dynamic Topography (cm) Sep 23, 1992 - Sep 24, 1993

Viento sobre la superficie



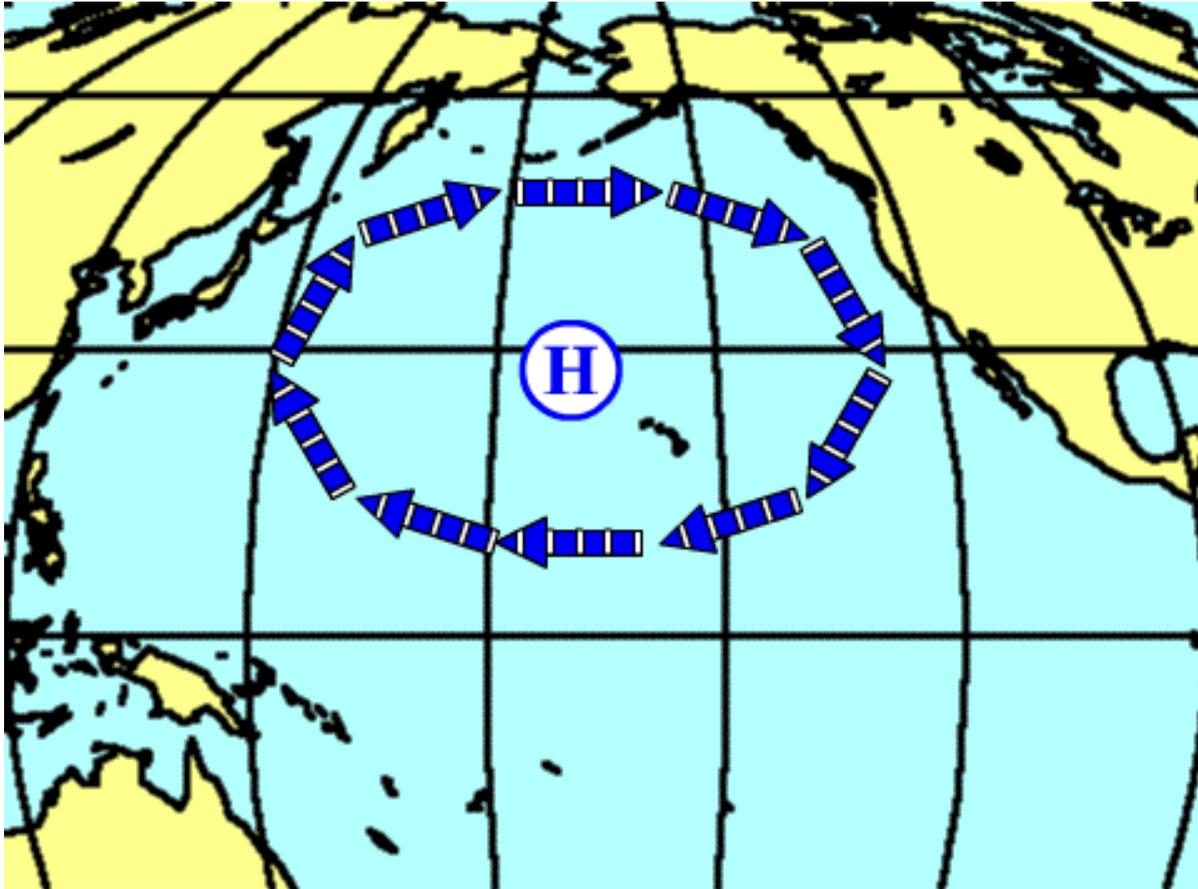
Balance de Ekman global en base a boyas de deriva

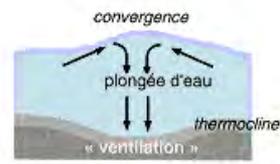
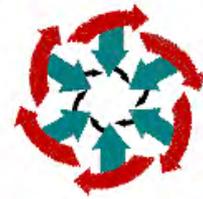


Azul – Viento promedio

Rojo - Corriente promedio 0-15 m

Patrón de vientos y el Transporte de Ekman





North America

Europe

N

60°N

Hill's center offset to west

W

E

Coriolis effect

B

15°N

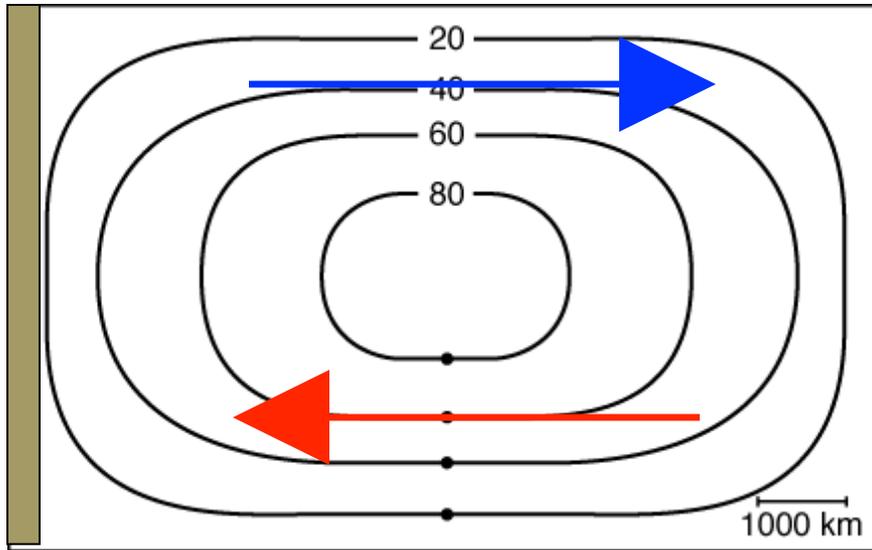
Equator

Pressure gradient

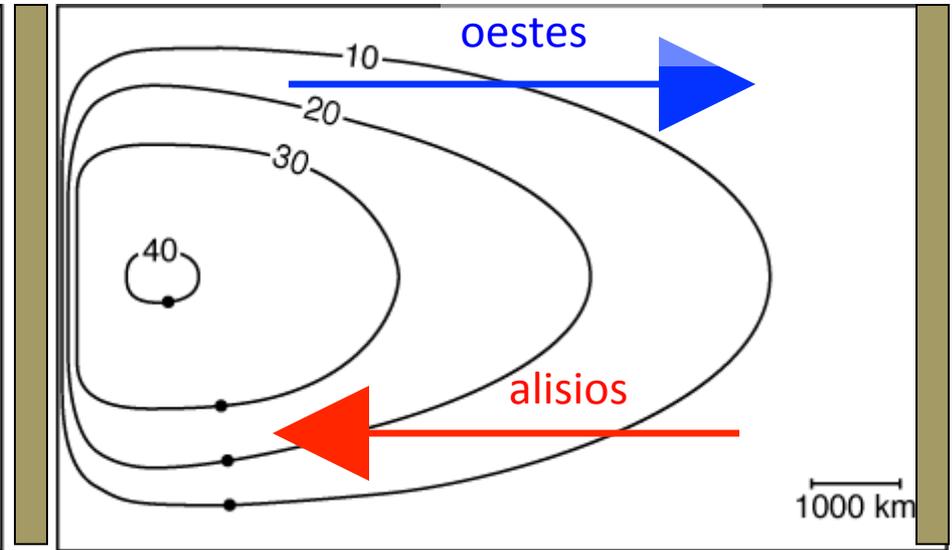
S

Pycnocline

Asimetría de circulación

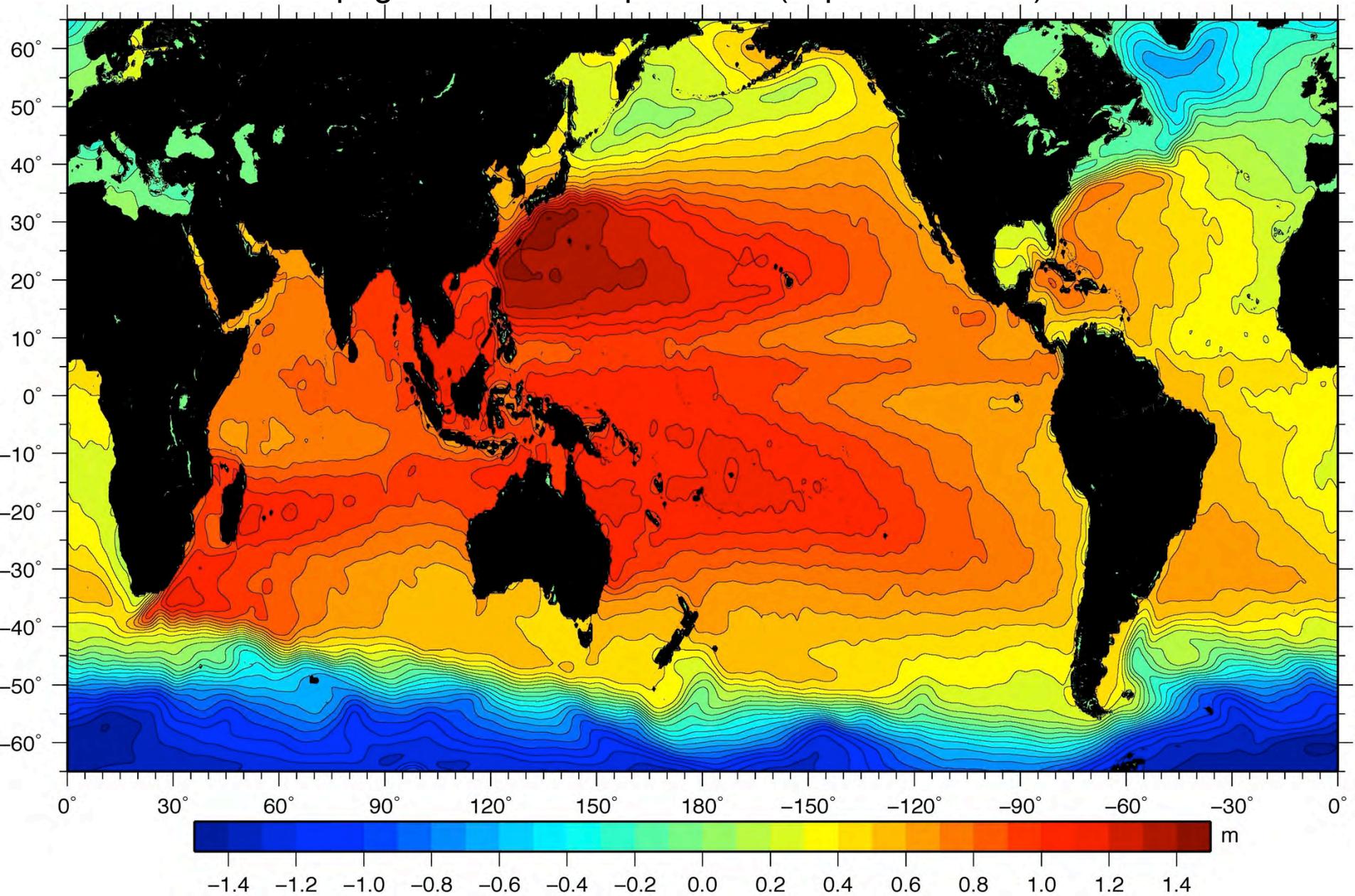


Lo que se espera

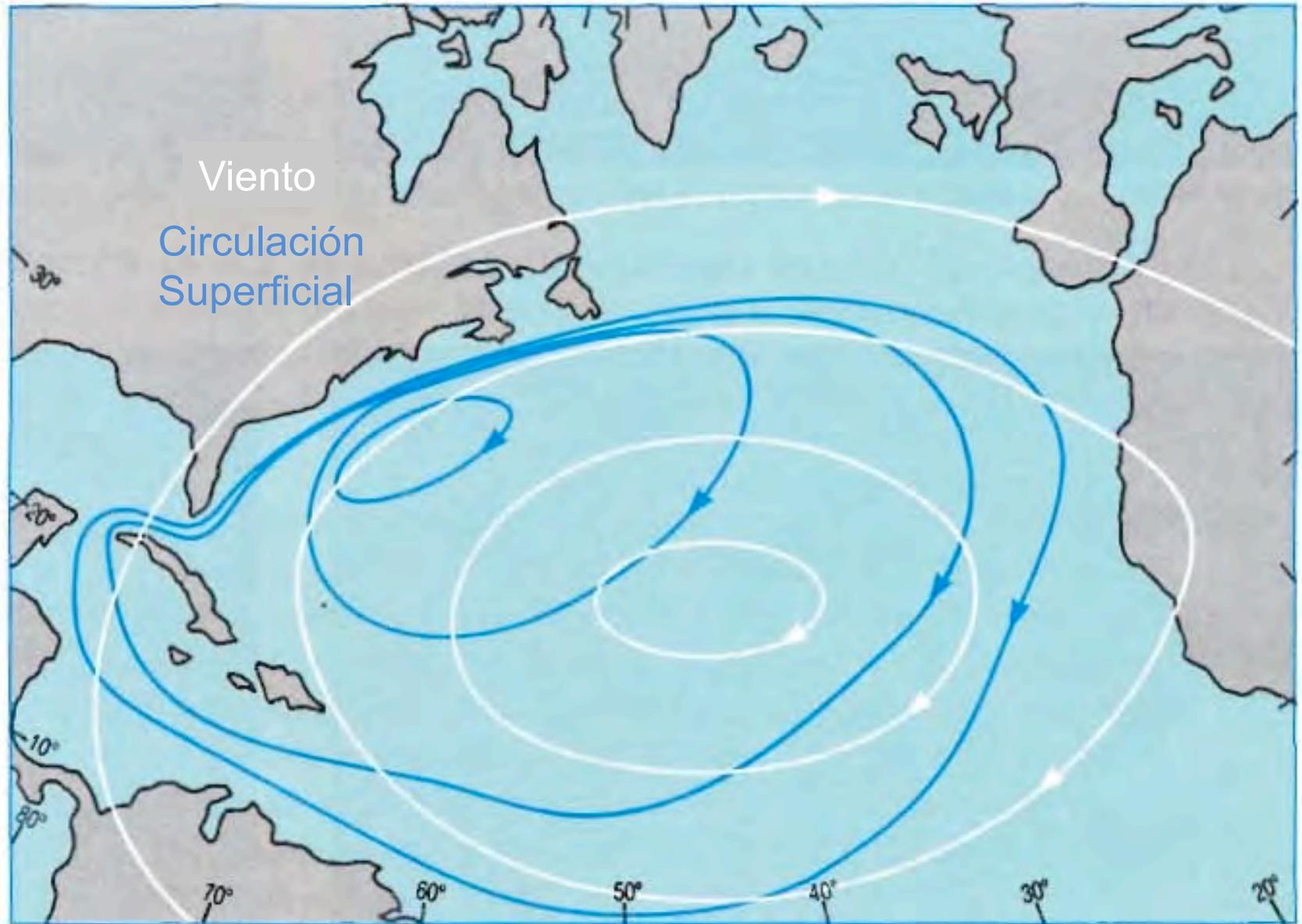


Lo que se observa

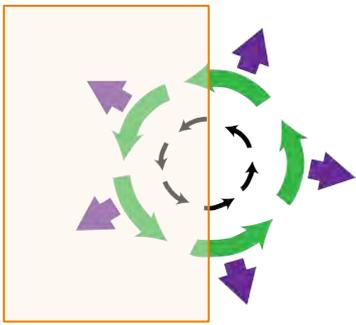
Topografía Dinámica promedio (Topex Poseidon)



Vientos simétricos, circulación oceánica asimétrica

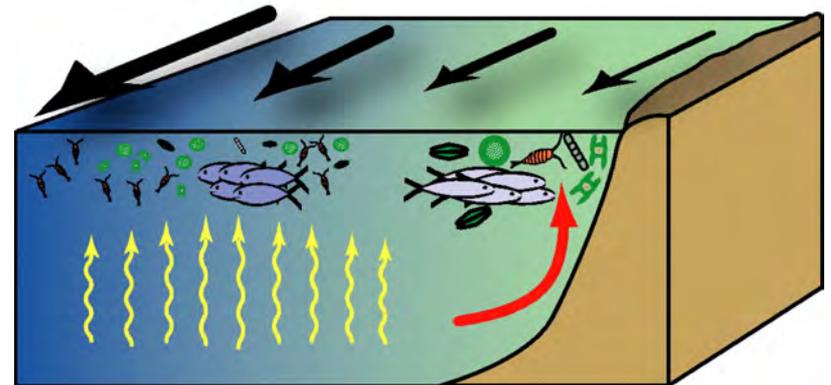
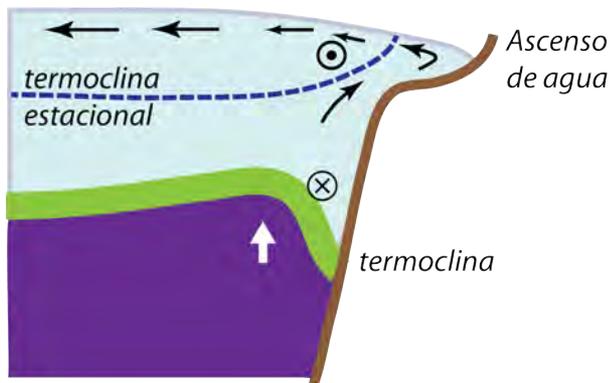
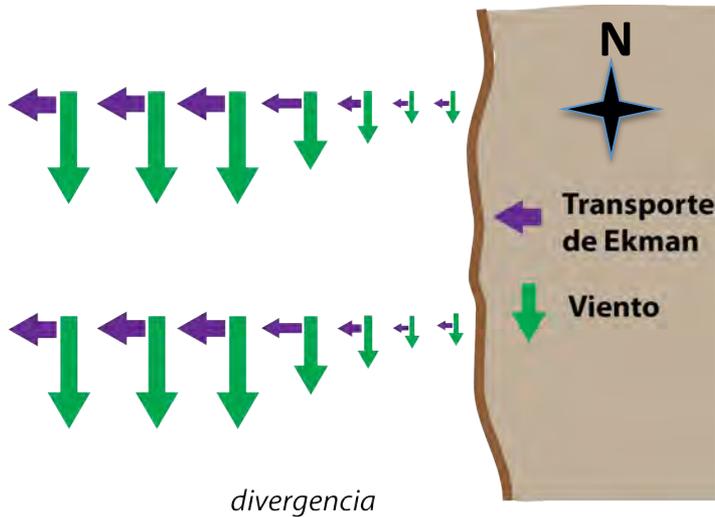


Surgencia por el Rotacional del Esfuerzo (divergencia) del Viento



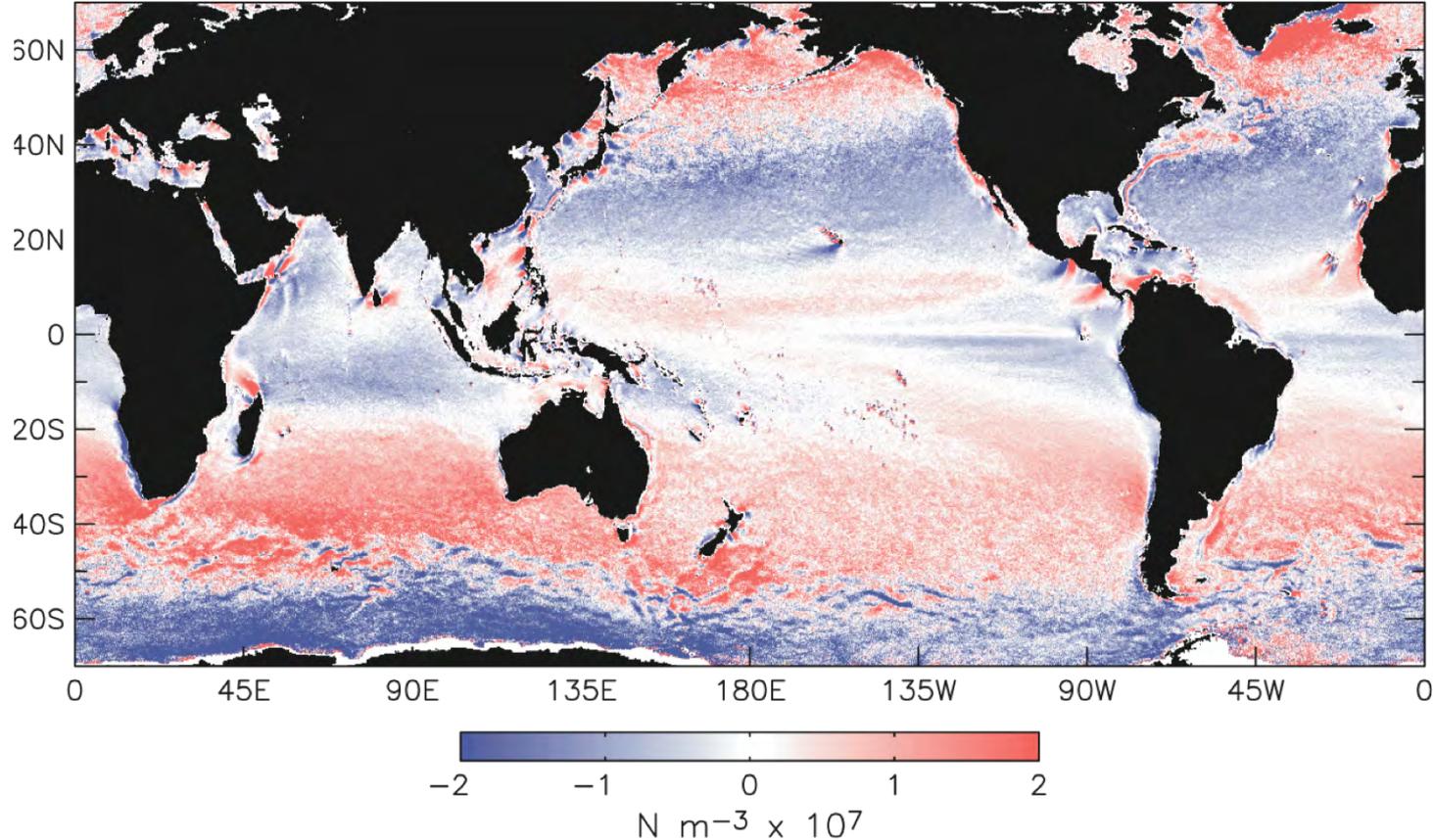
$$\nabla \times \vec{\tau} = \frac{\partial \tau_y}{\partial x} - \frac{\partial \tau_x}{\partial y}$$

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

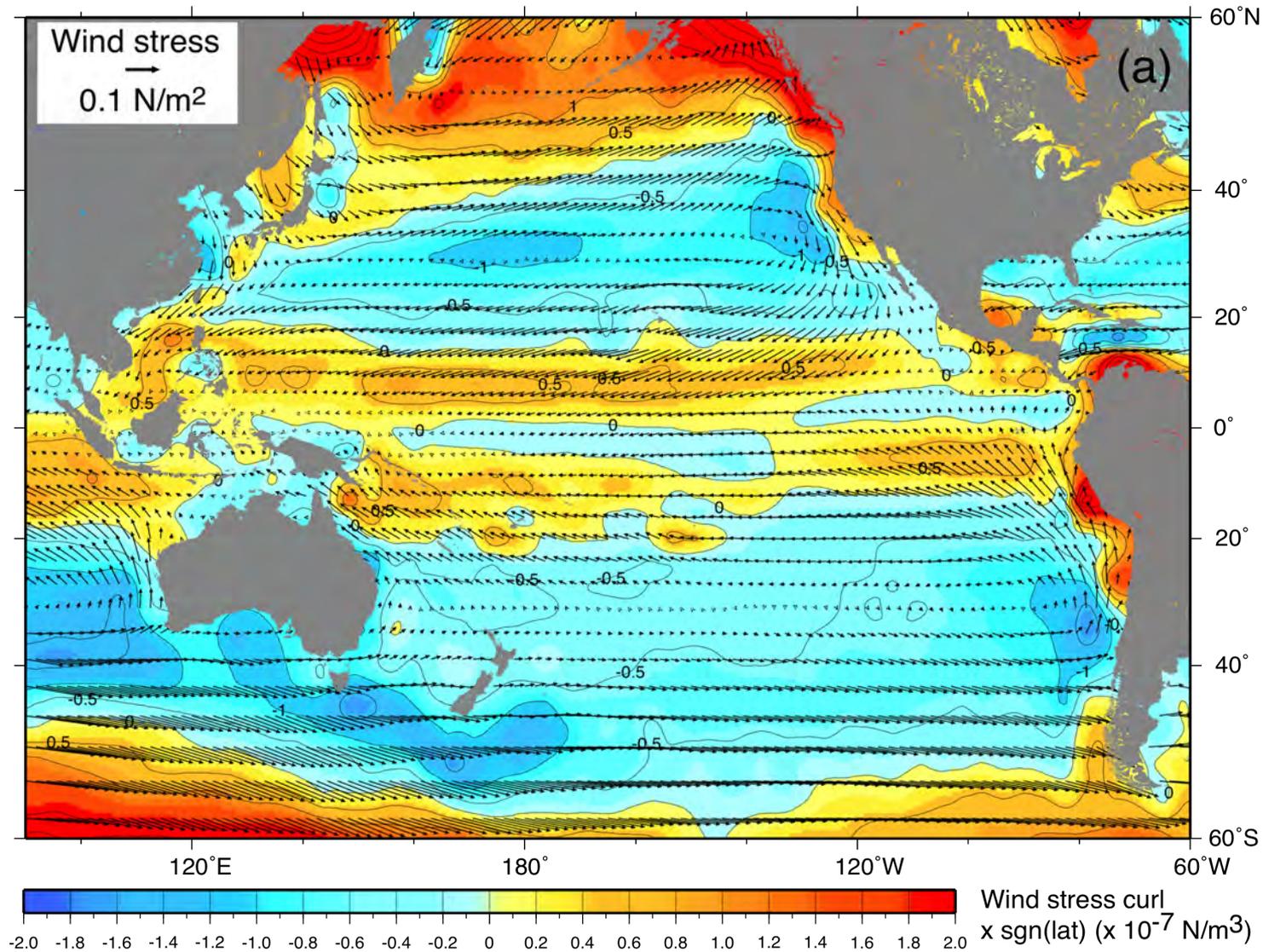


Rotacional del esfuerzo del viento

$$\nabla \times \vec{\tau} = \frac{\partial \tau_y}{\partial x} - \frac{\partial \tau_x}{\partial y}$$



Bombeo de Ekman en el Pacífico



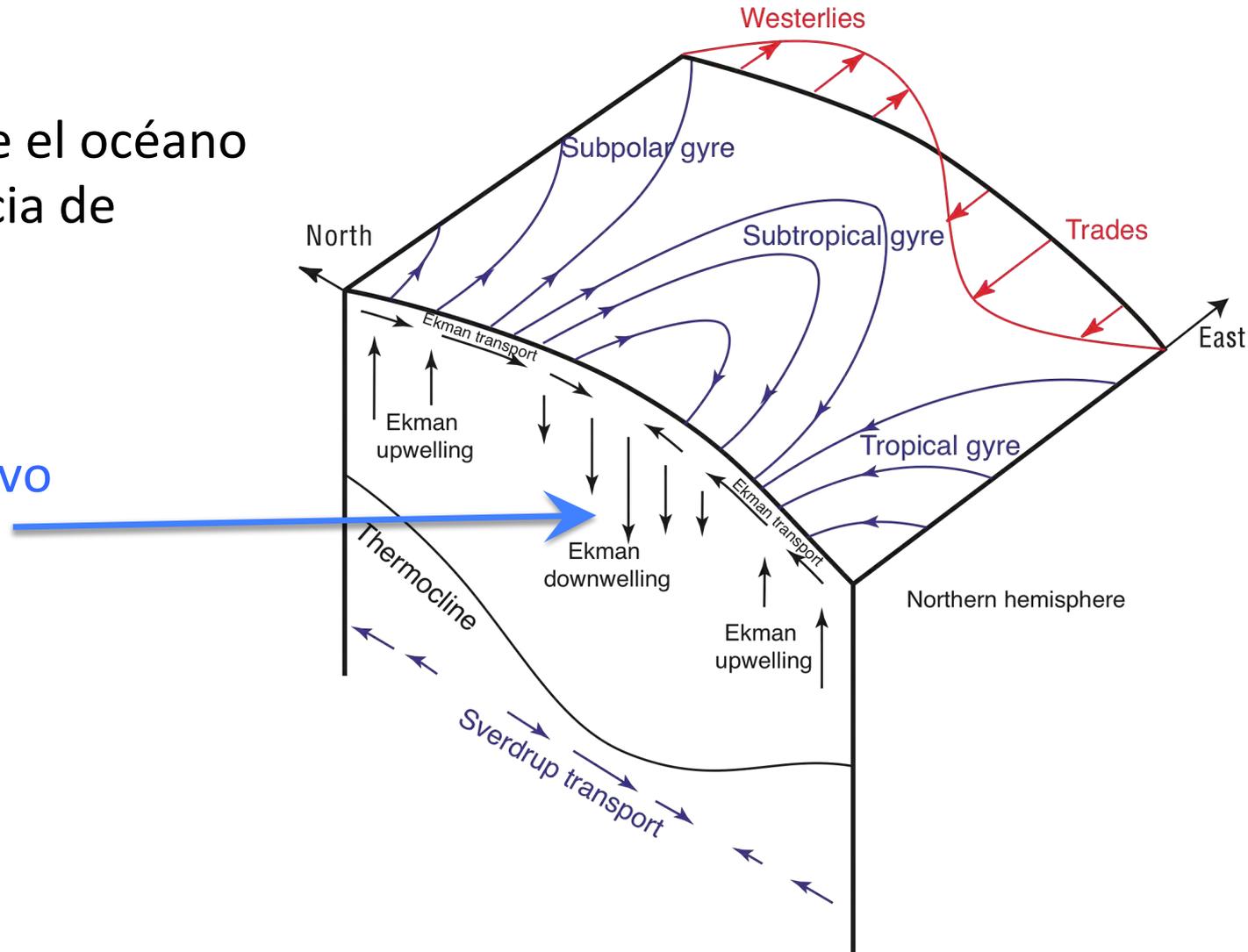
Bombeo negativo
(hundimiento)

Bombeo positivo
(afloramiento)

Balance de Sverdrup

Cómo responde el océano a la convergencia de Ekman?

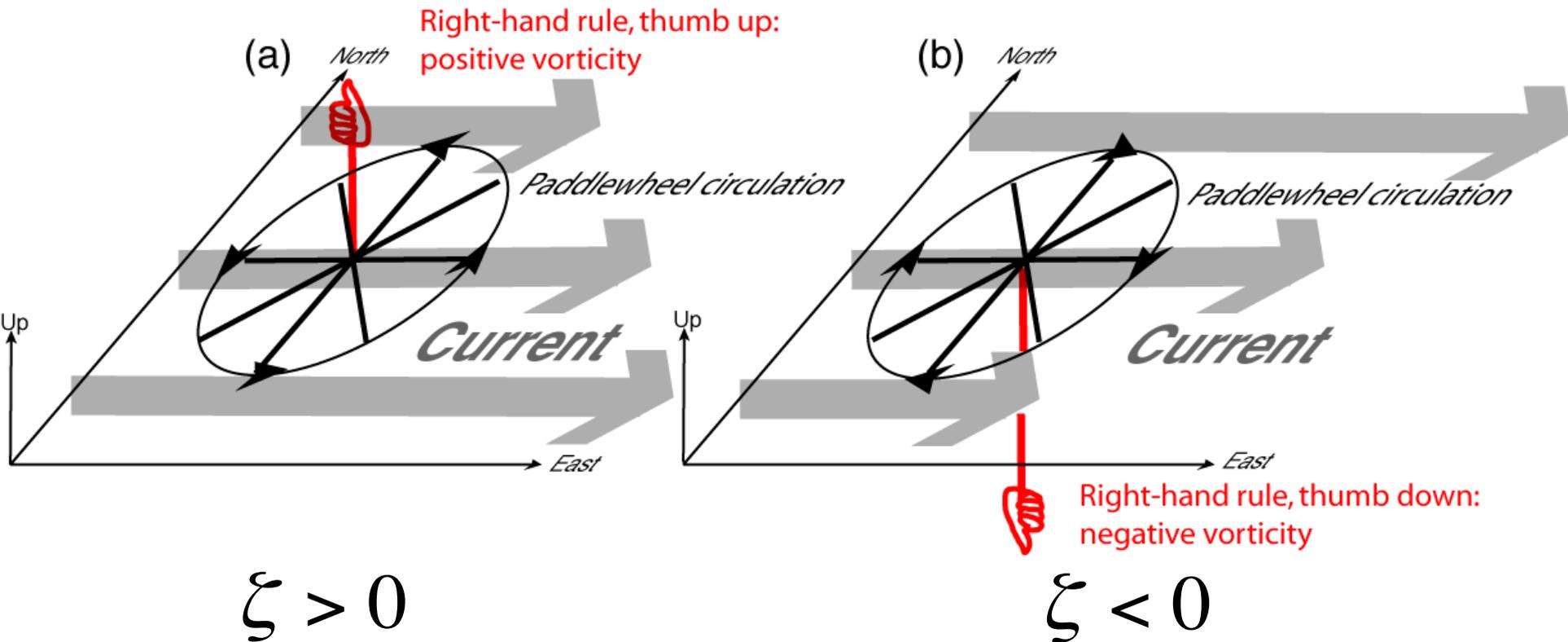
Bombeo negativo



Respuesta a la dinámica de Ekman

Cómo responde el océano a convergencia y divergencia?

Definir vorticidad: planetaria, relativa y absoluta



Vorticidad Potencial

$Q = (\text{vorticidad planetaria} + \text{vorticidad relativa}) / \text{profundidad}$

$$Q = \frac{f + \zeta}{H}$$

ζ - Vorticidad relativa. Se genera con la circulación de un fluido

f - Vorticidad planetaria. Se debe a la rotación de la tierra
Depende de la latitud

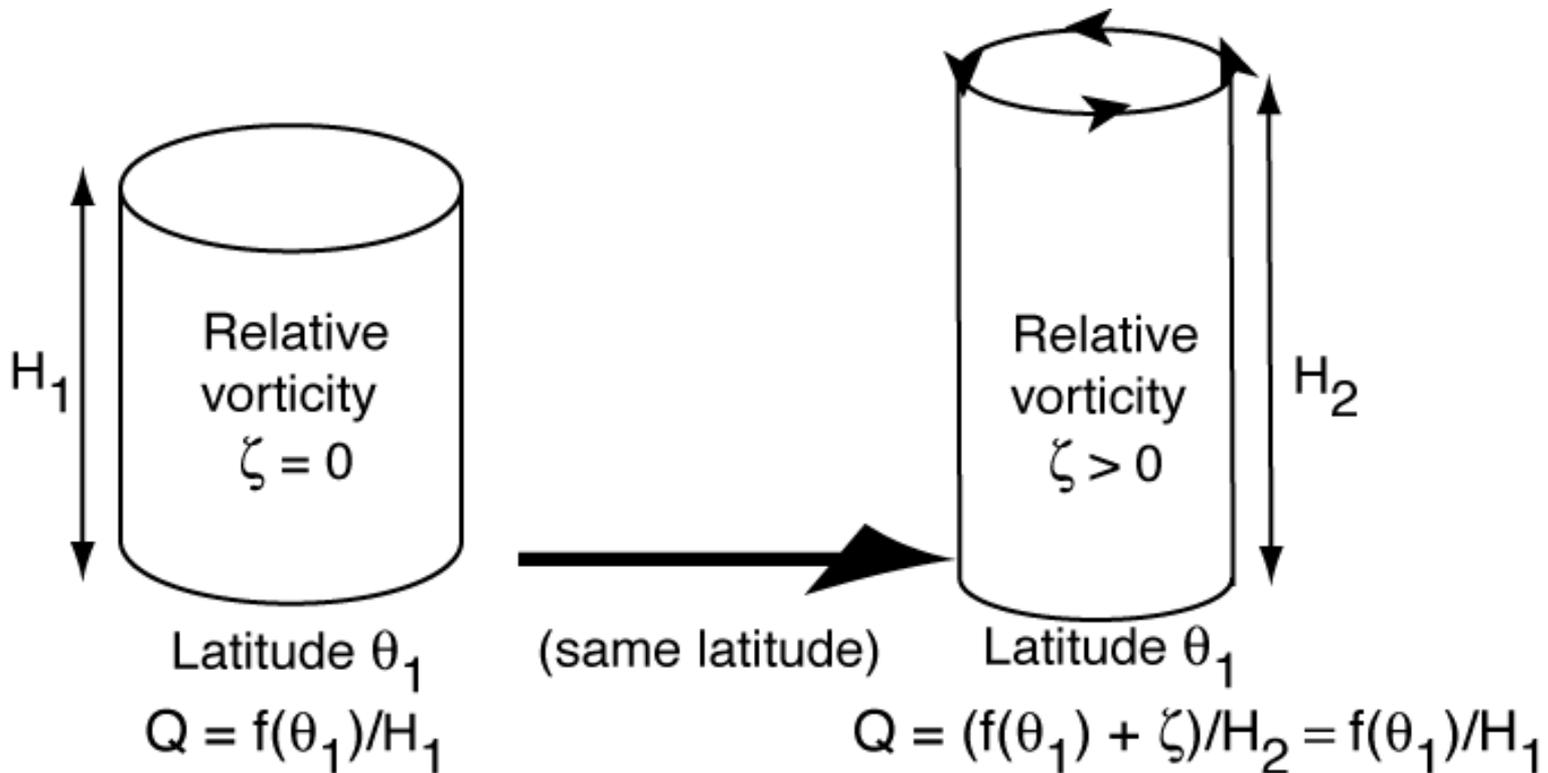
$1/H$ - Alargamiento

$$\text{Vorticidad Total} = f + \zeta$$

Conservación de vorticidad potencial

Cambio en H

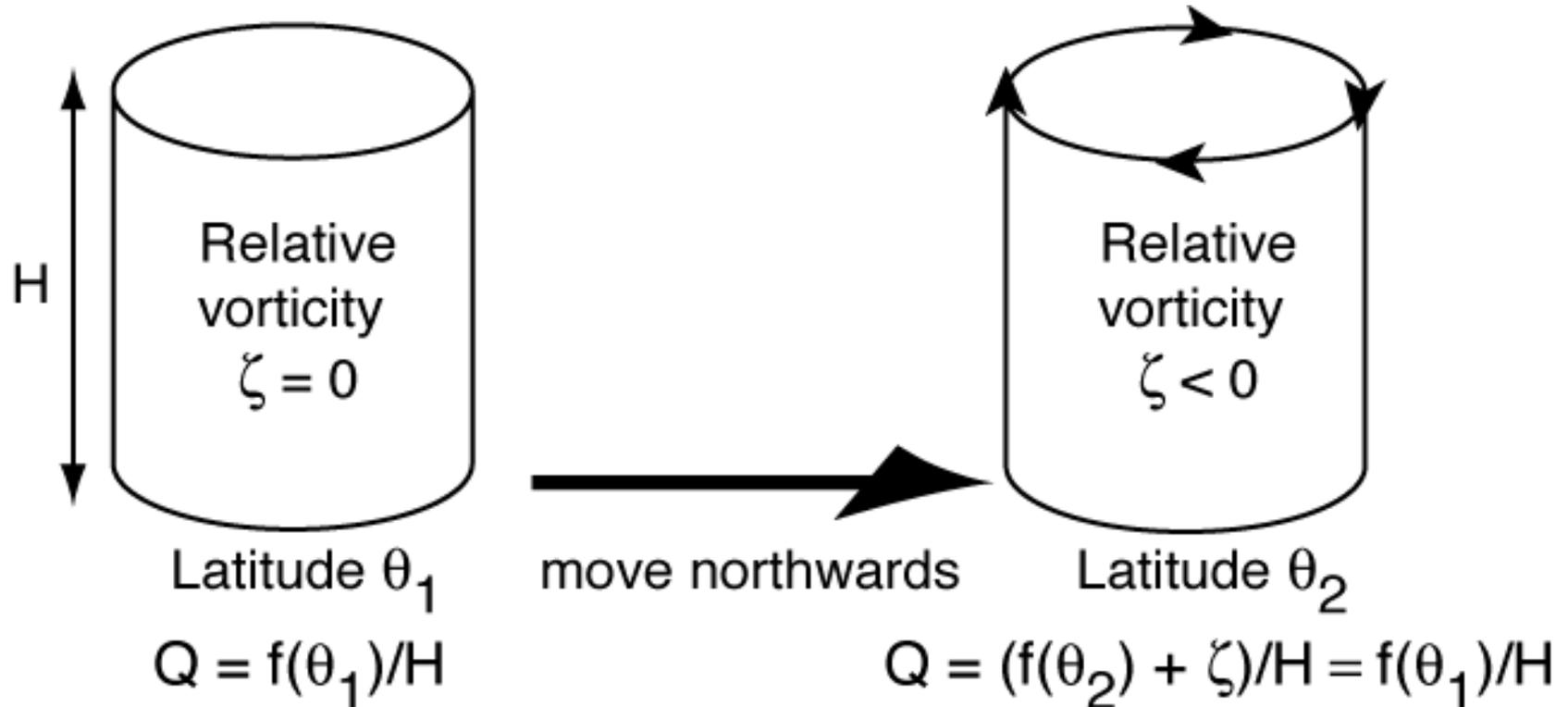
$$Q = (f + \zeta)/H \text{ se conserva}$$



Conservación de vorticidad potencial

Cambio en f

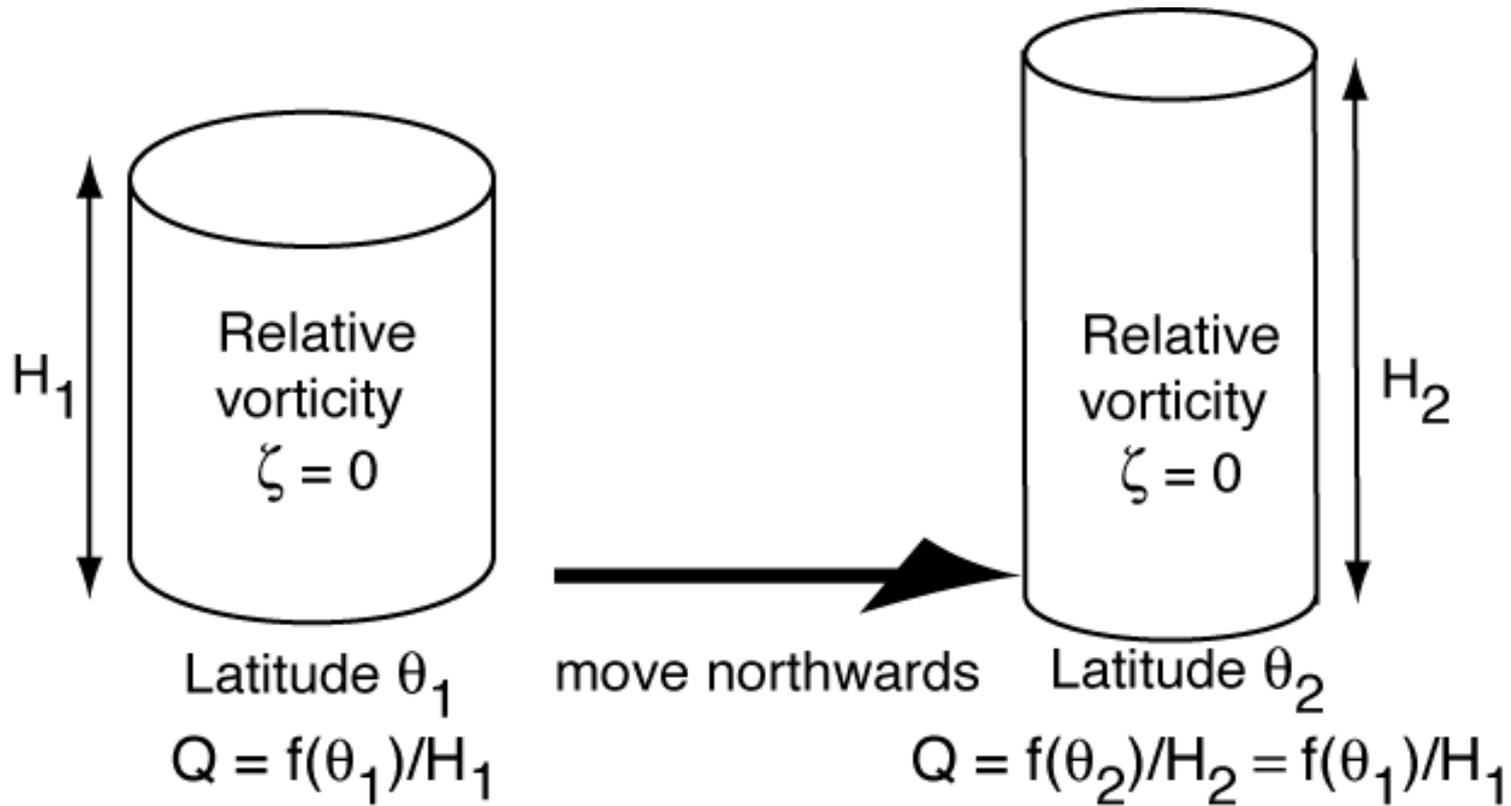
$$Q = (f + \zeta)/H \text{ se conserva}$$



Conservación de vorticidad potencial

Cambio en f y H

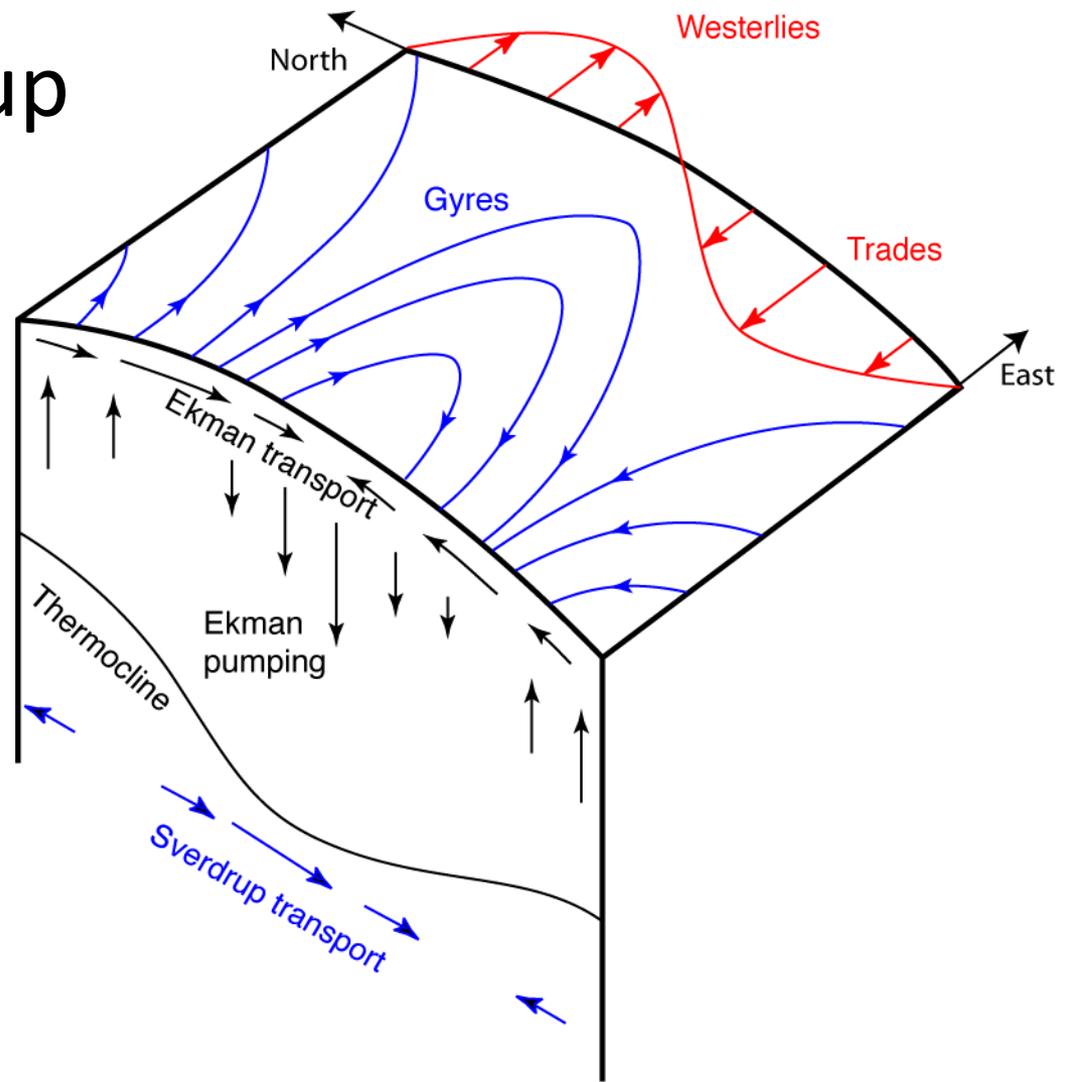
$Q = (f + \zeta)/H$ is conserved



Balance de Sverdrup

El bombeo de Ekman genera cambios en la profundidad

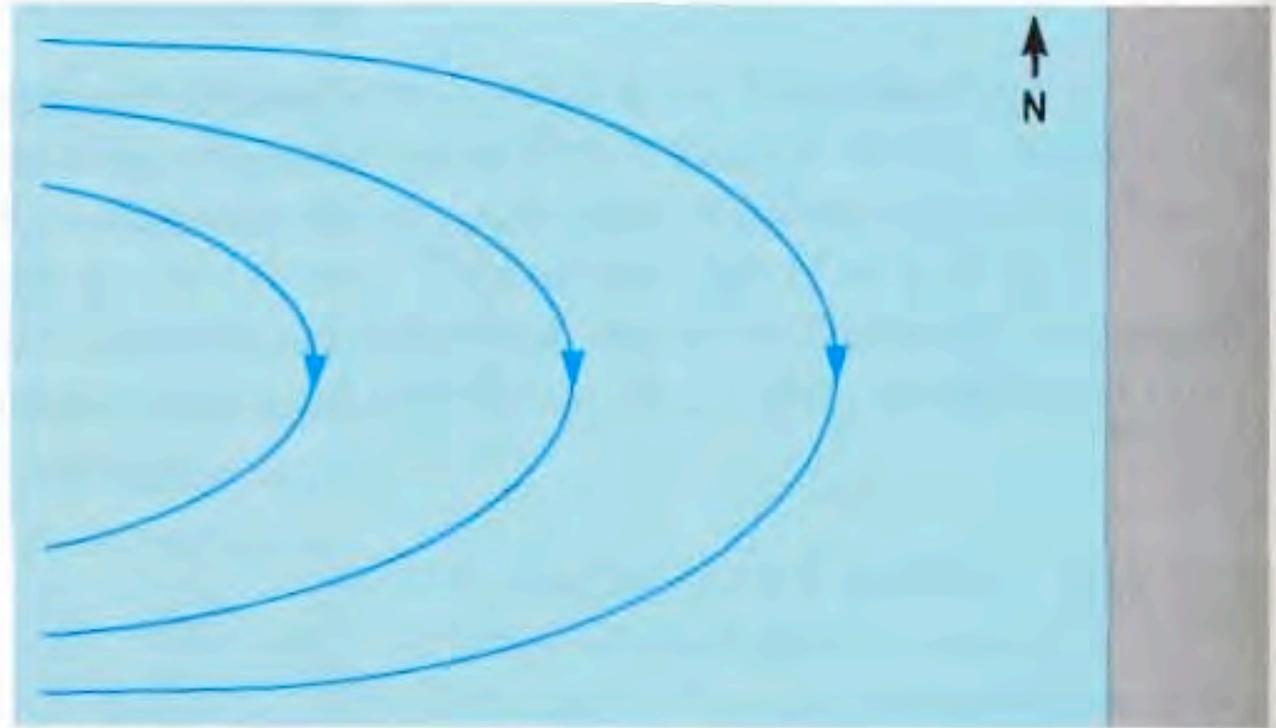
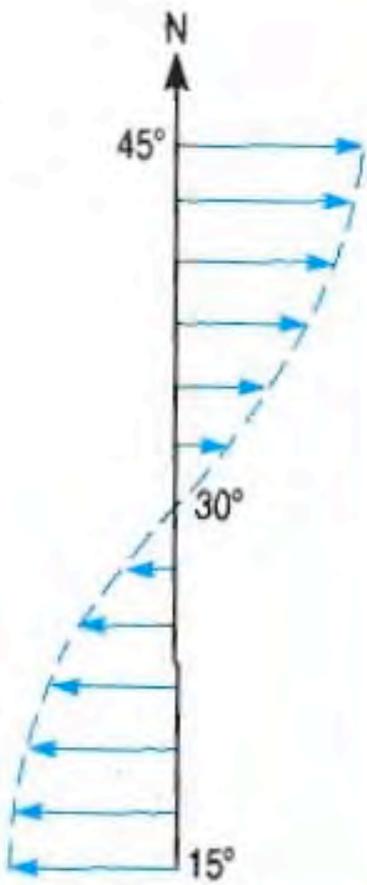
La columna de agua responde al cambiar la latitud



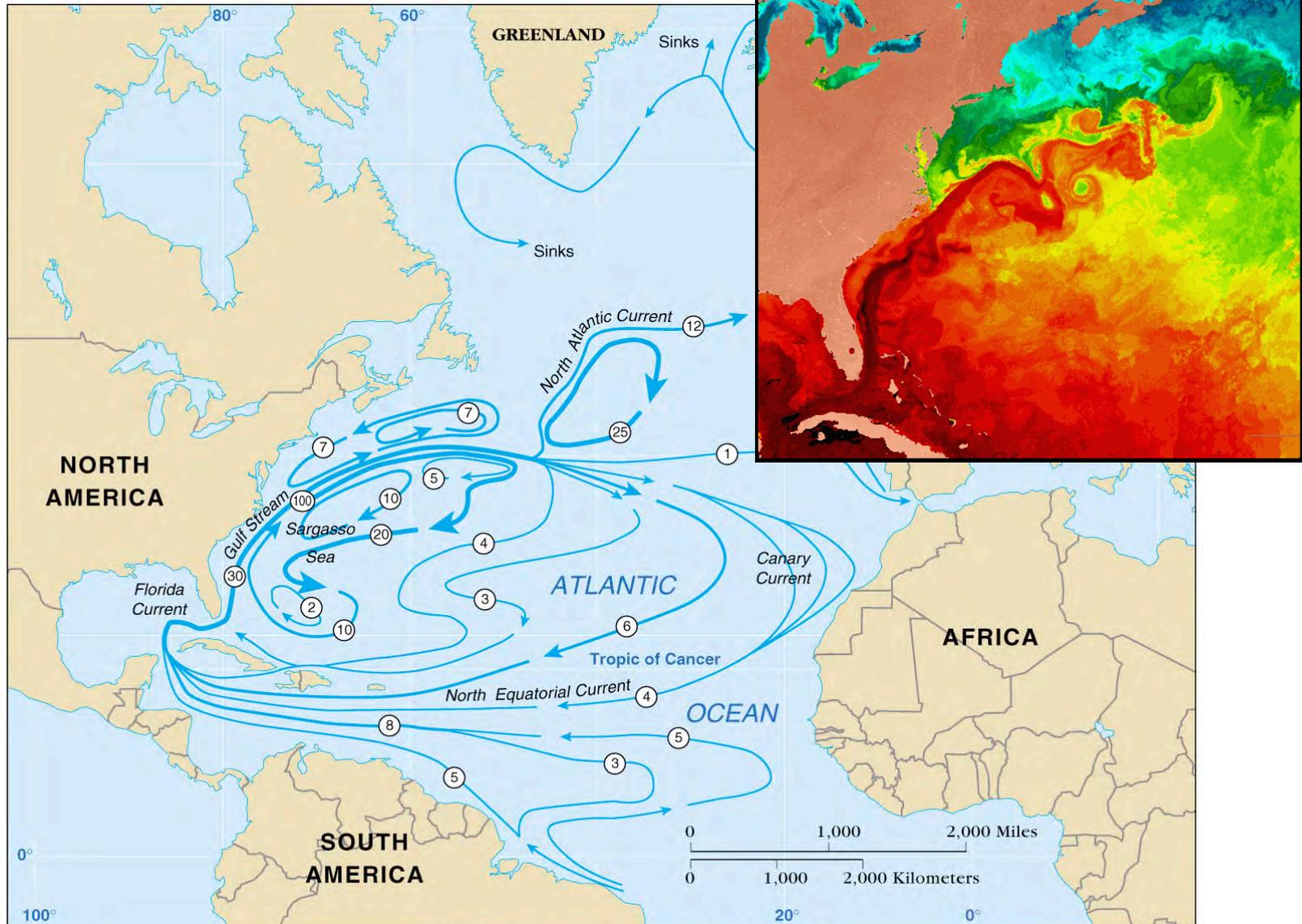
H disminuye, se mueve al ecuador
H aumenta, se mueve hacia el polo

$$Q = \frac{f + \zeta}{H}$$

Transporte de Sverdrup



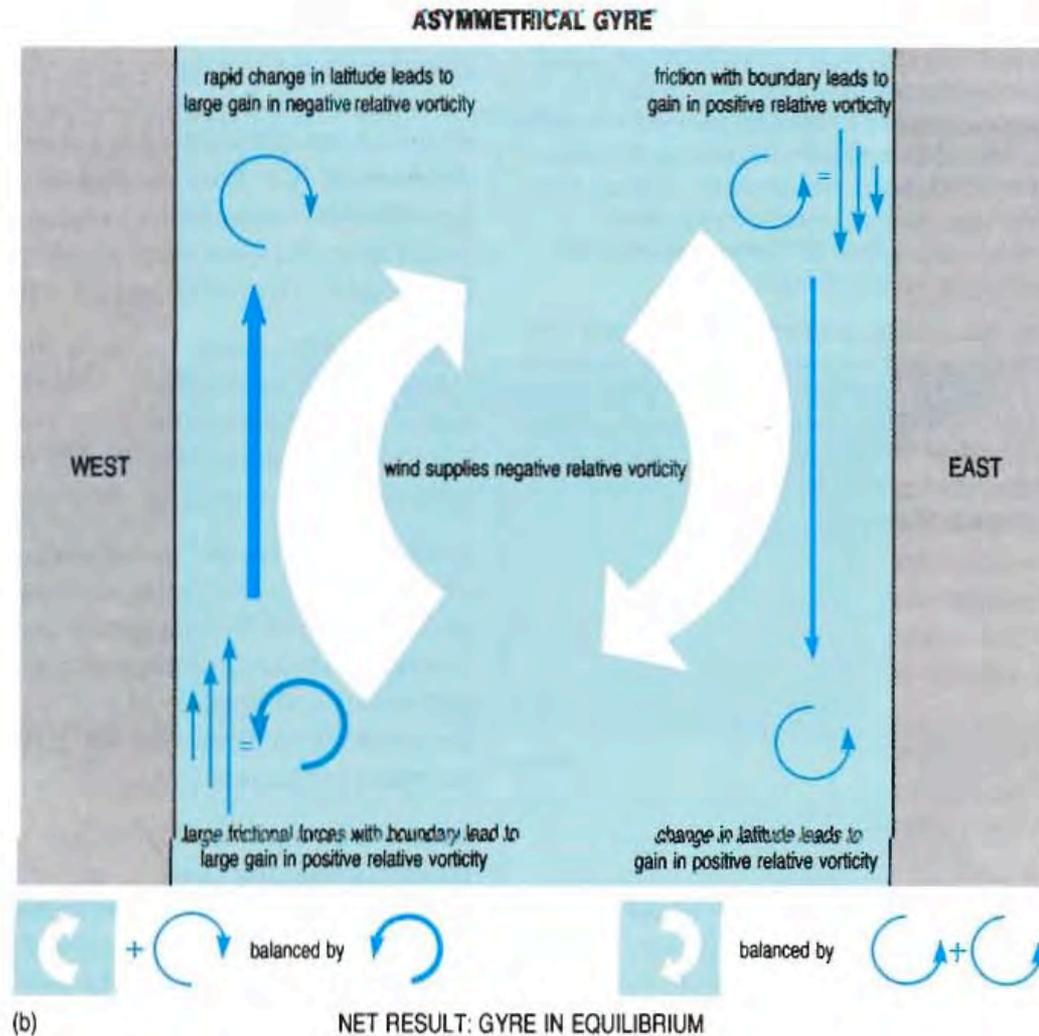
Corrientes de frontera oeste



Corrientes de frontera oeste: flujo de retorno

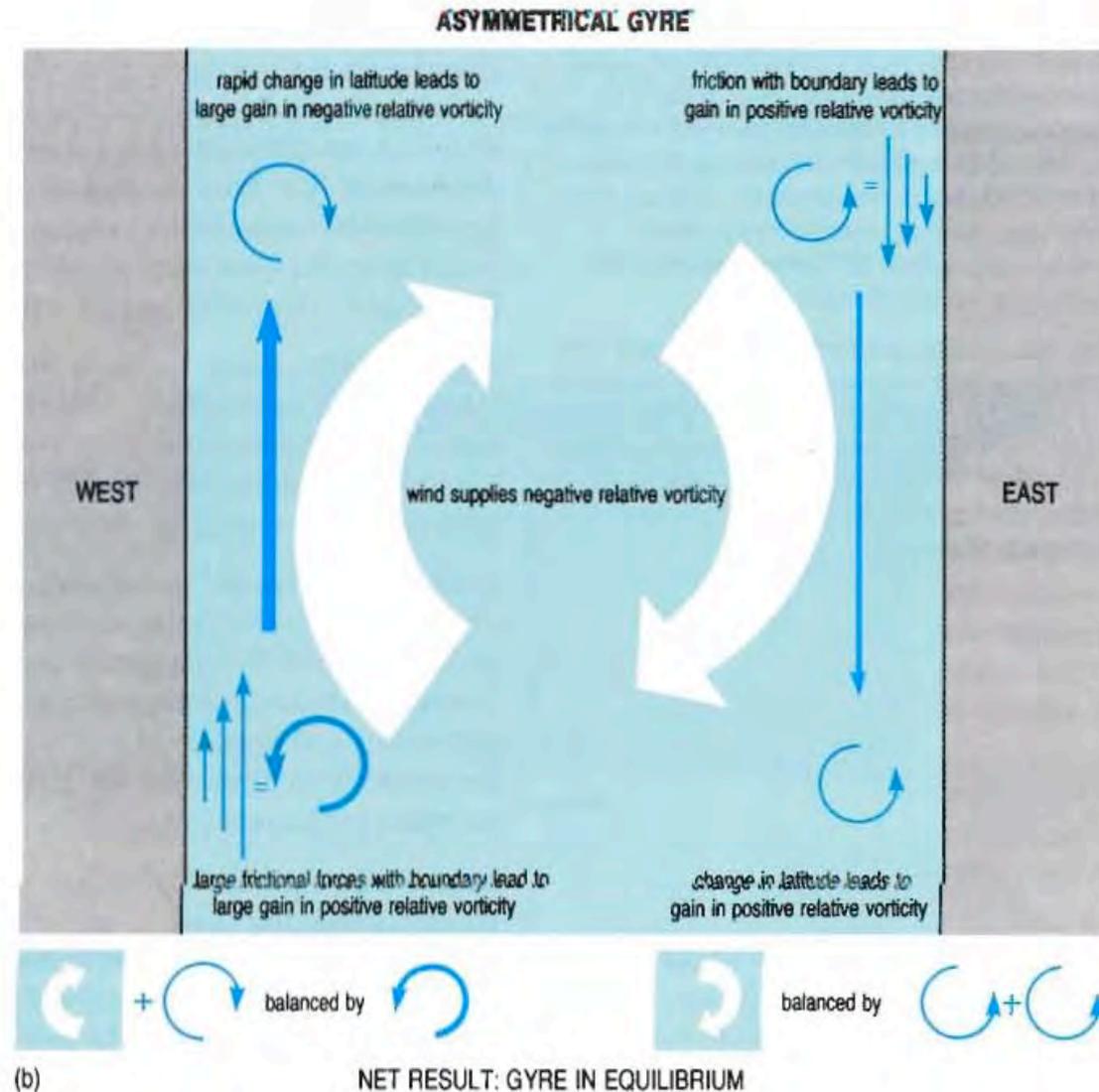
$$Q = \frac{f + \zeta}{H}$$

- El viento genera vorticidad en el océano (ζ). Cambios en H .
- Se requiere de una región viscosa para contrarrestar esta vorticidad. Debe ser una frontera
- Una frontera viscosa genera la vorticidad contraria



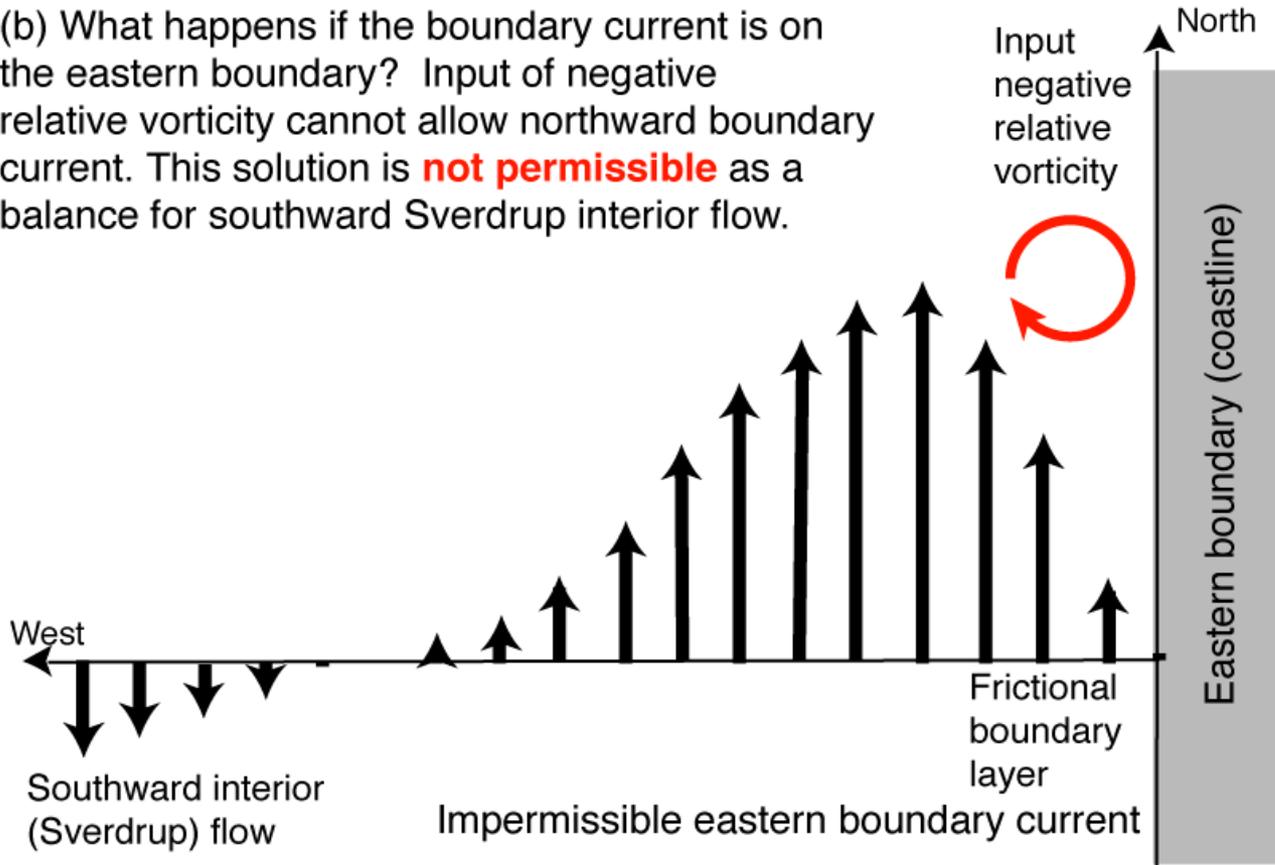
Corrientes de frontera oeste: flujo de retorno

- Puede ser cualquier frontera?
- NO – tiene que ser una en occidente
- El viento genera vorticidad negativa
- La frontera oeste debe generar vorticidad positiva



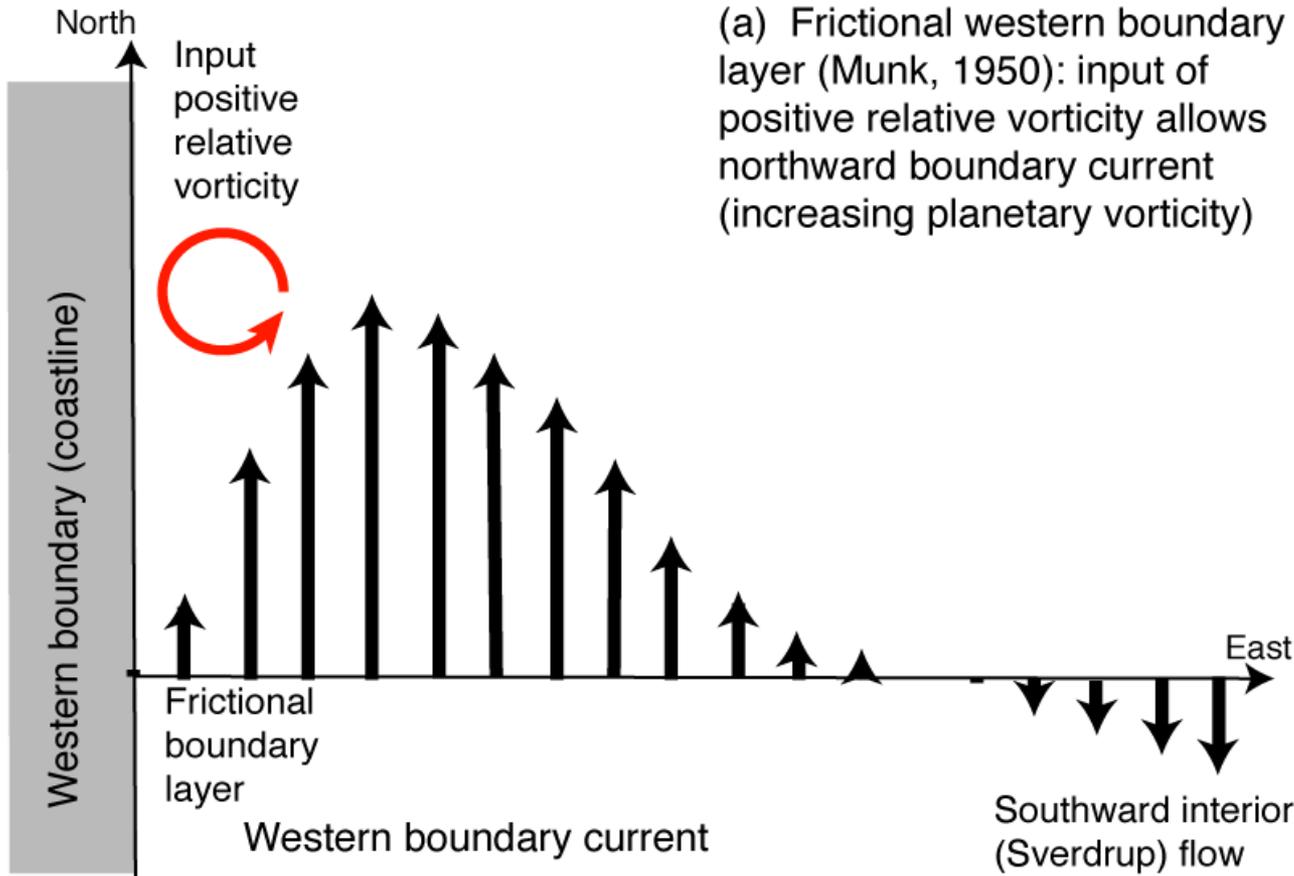
Corrientes de frontera este vs oeste

(b) What happens if the boundary current is on the eastern boundary? Input of negative relative vorticity cannot allow northward boundary current. This solution is **not permissible** as a balance for southward Sverdrup interior flow.



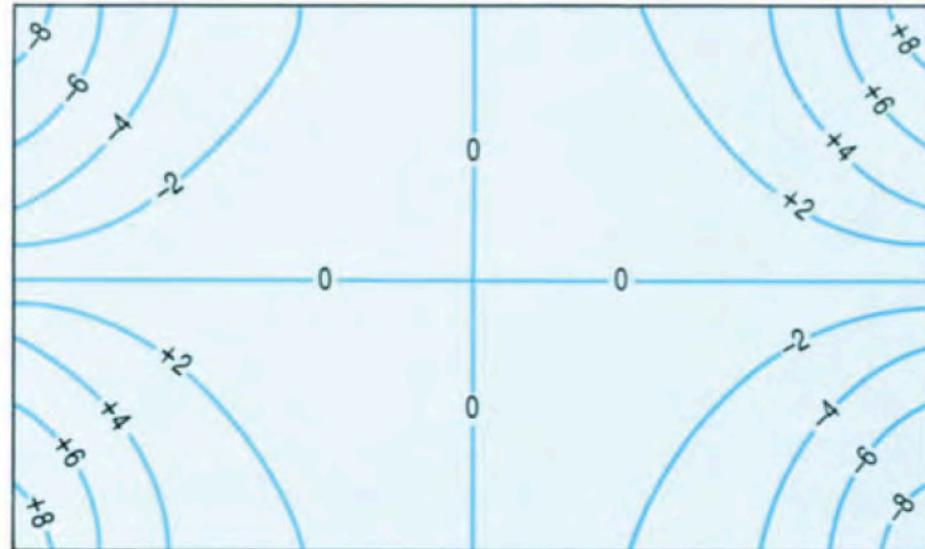
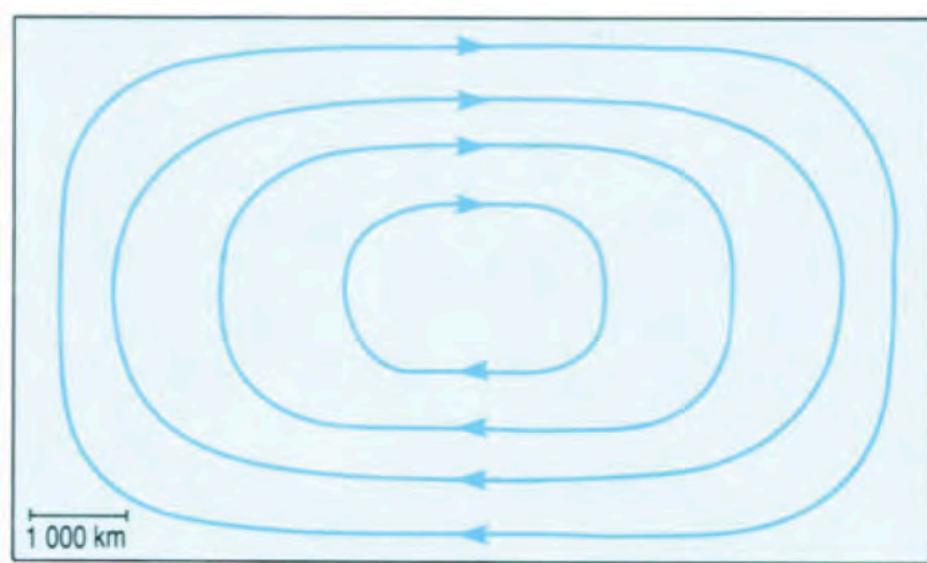
Se genera vorticidad negativa. Esto no es permisible pues no contrarresta el transporte de Sverdrup

Corrientes de frontera este vs oeste

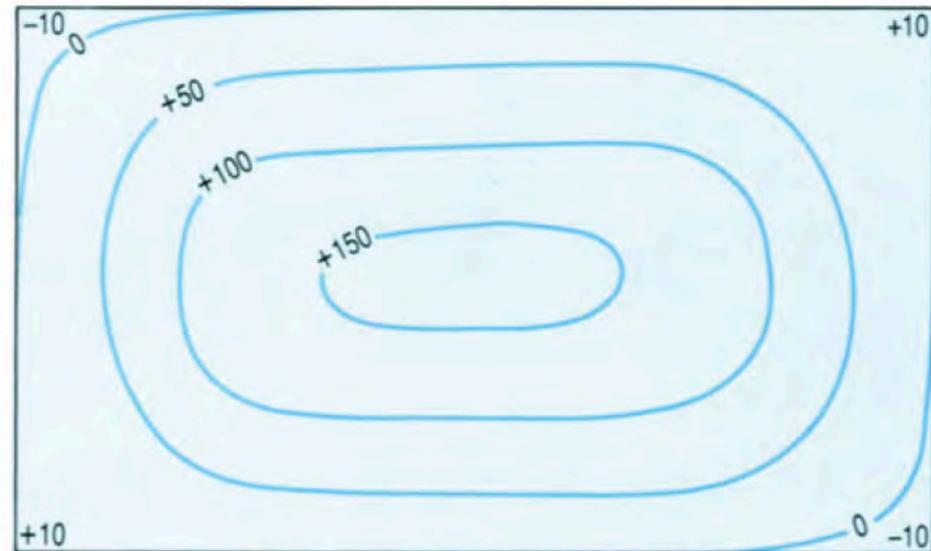
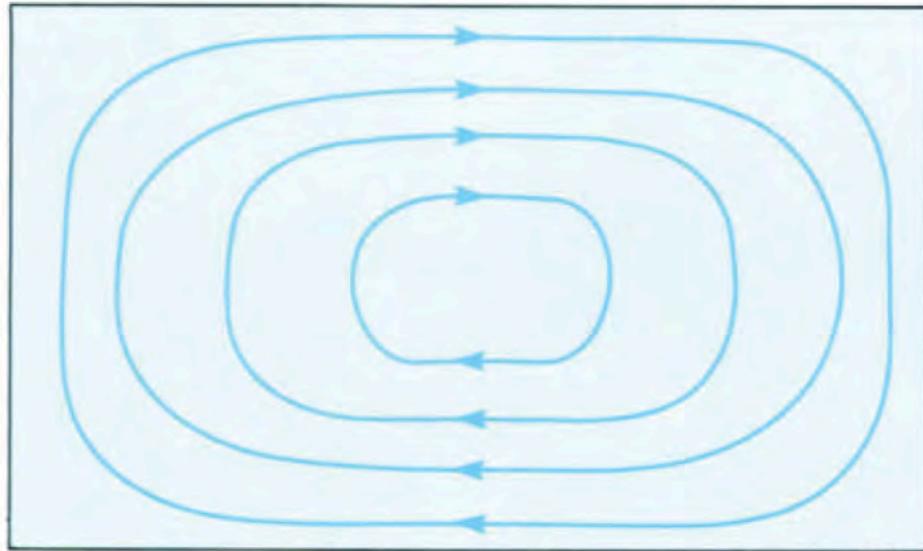


Se genera vorticidad positiva. Esto permite que se genere una corriente intensa hacia el norte (viscosidad) que contrarresta el transporte de Sverdrup.

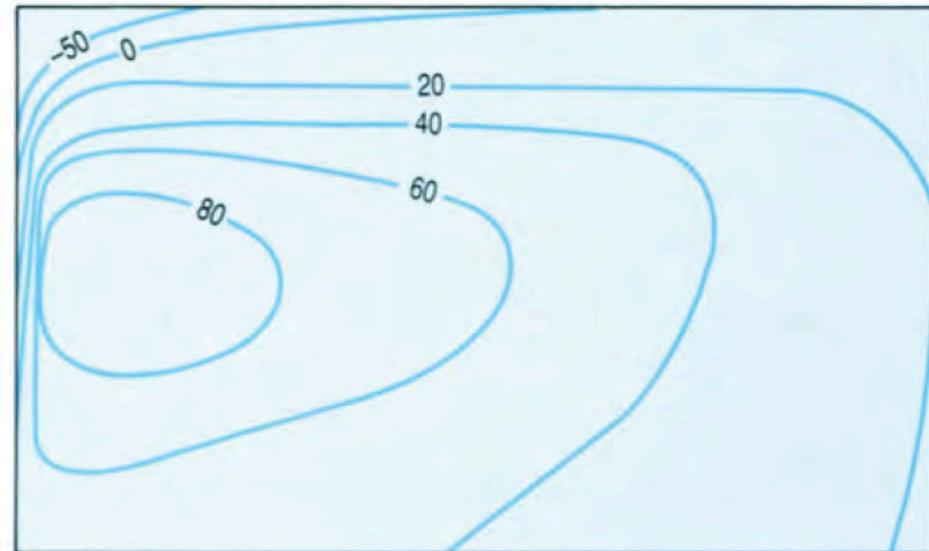
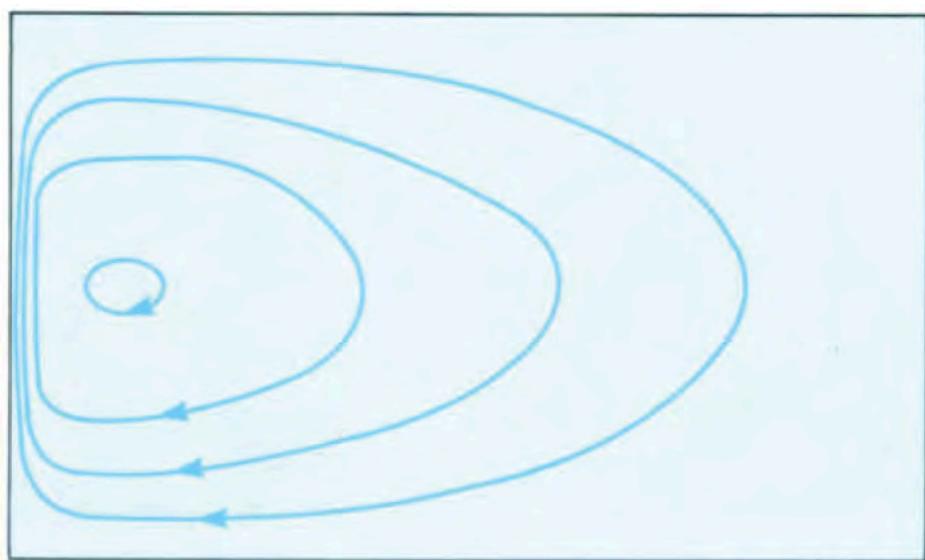
No rotación

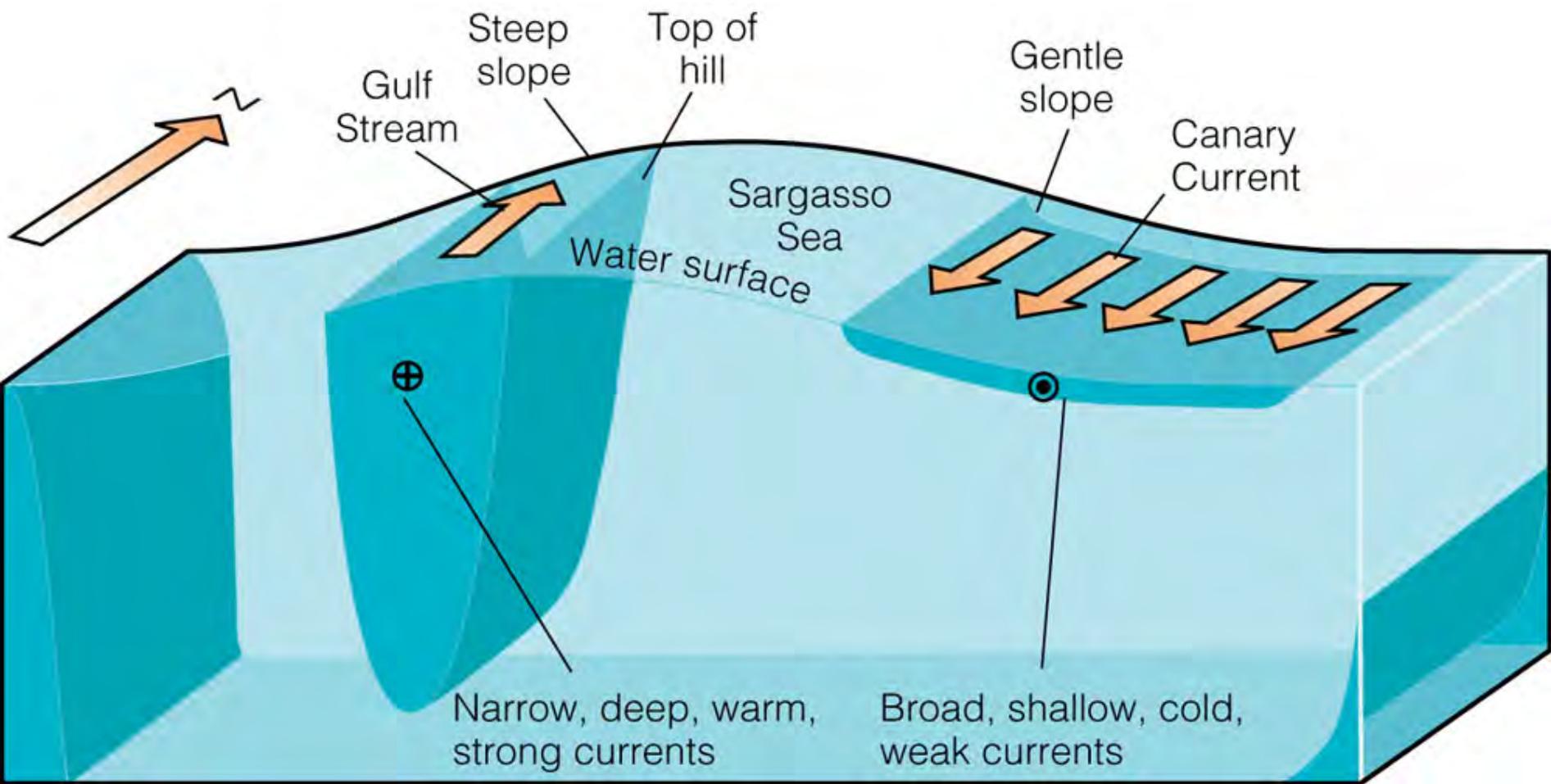


Rotación con f constante



Rotación, f cambia con la latitud





Estructura de temperatura en el océano

Océano Atlántico

Qué controla esta estructura?

