

### 3. Dinamica Oceánica y CO<sub>2</sub>

Flujos de Ekman y Circulación general

Masas de agua

PCO<sub>2</sub>-DIC escala global

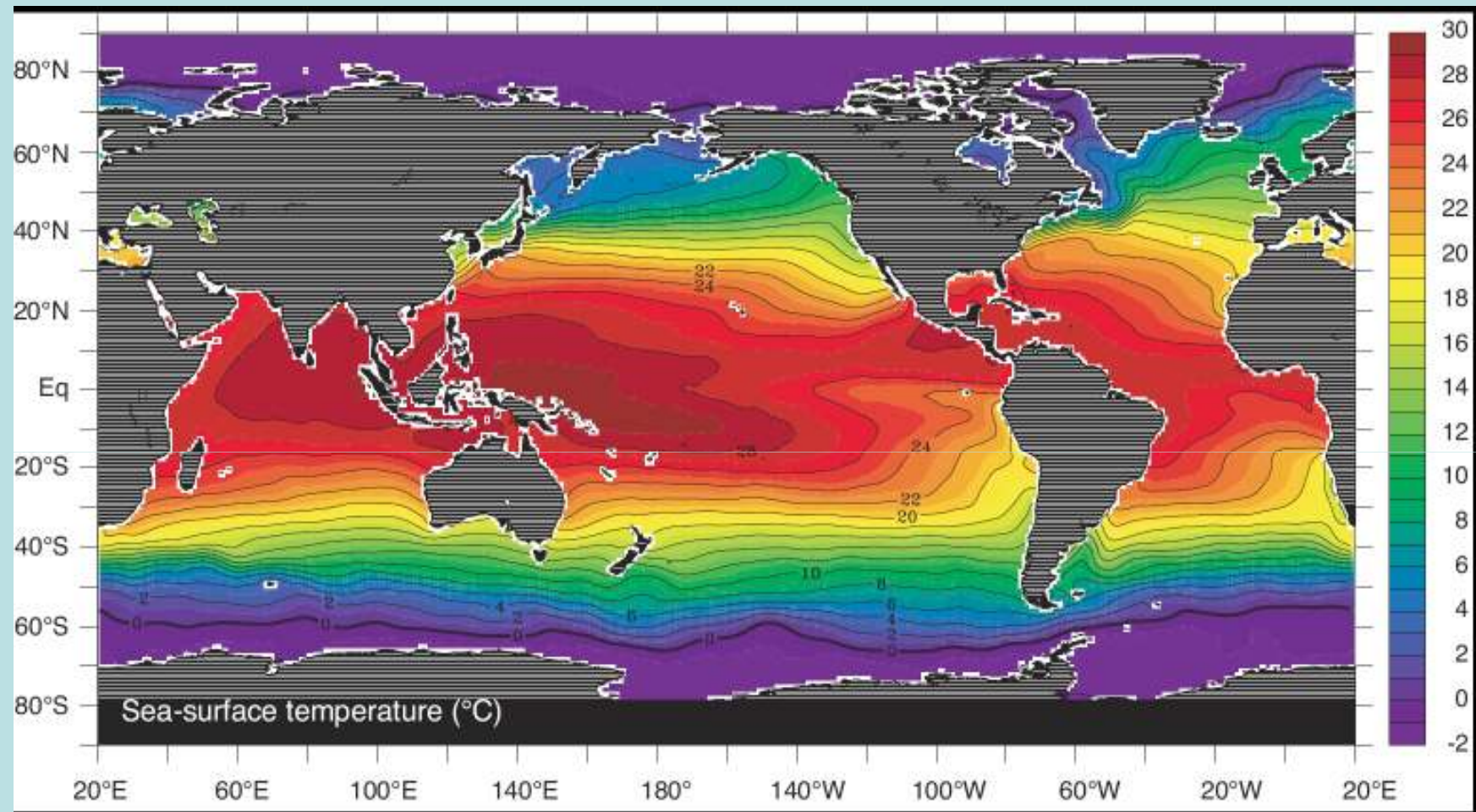
Convergencia-Divergencia DRAKE

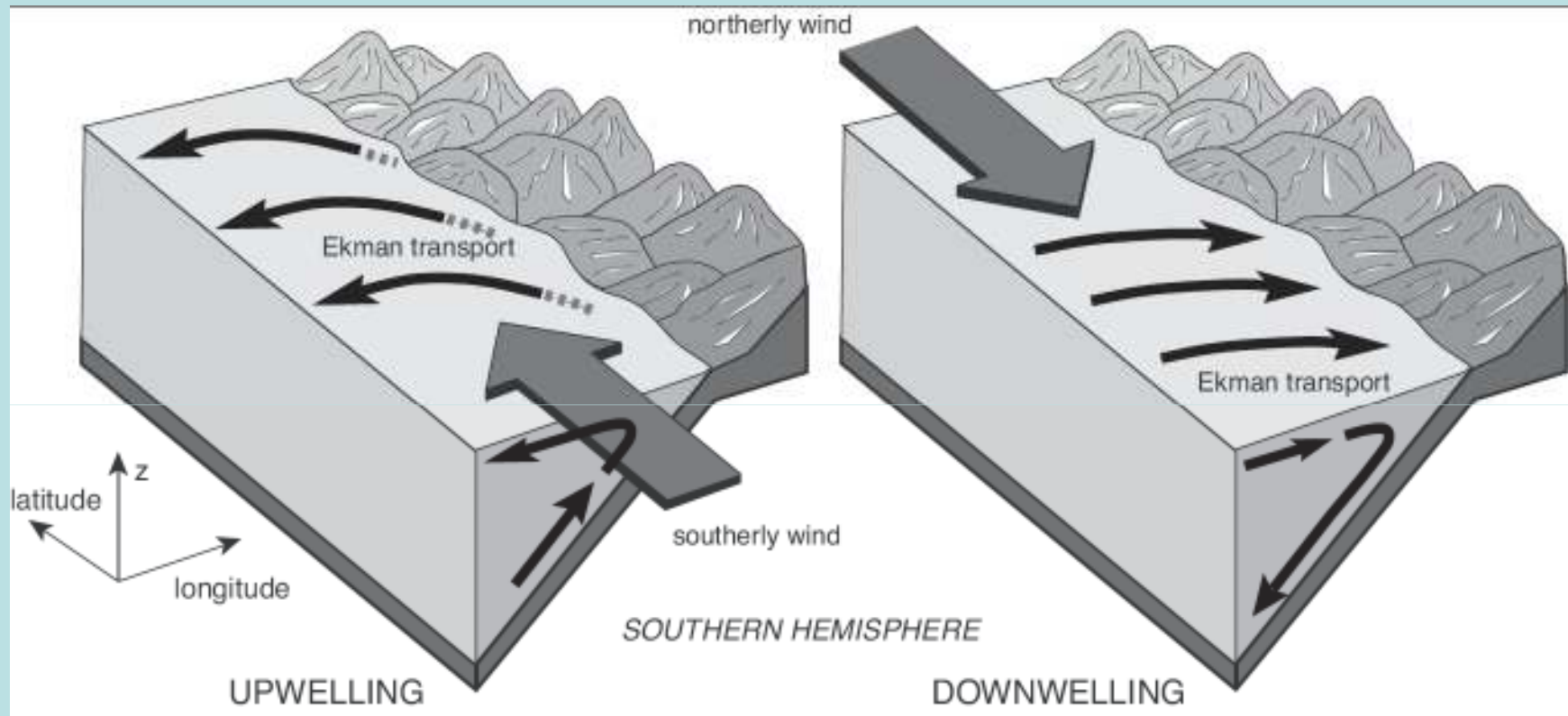
Estratificación PATAGONIA

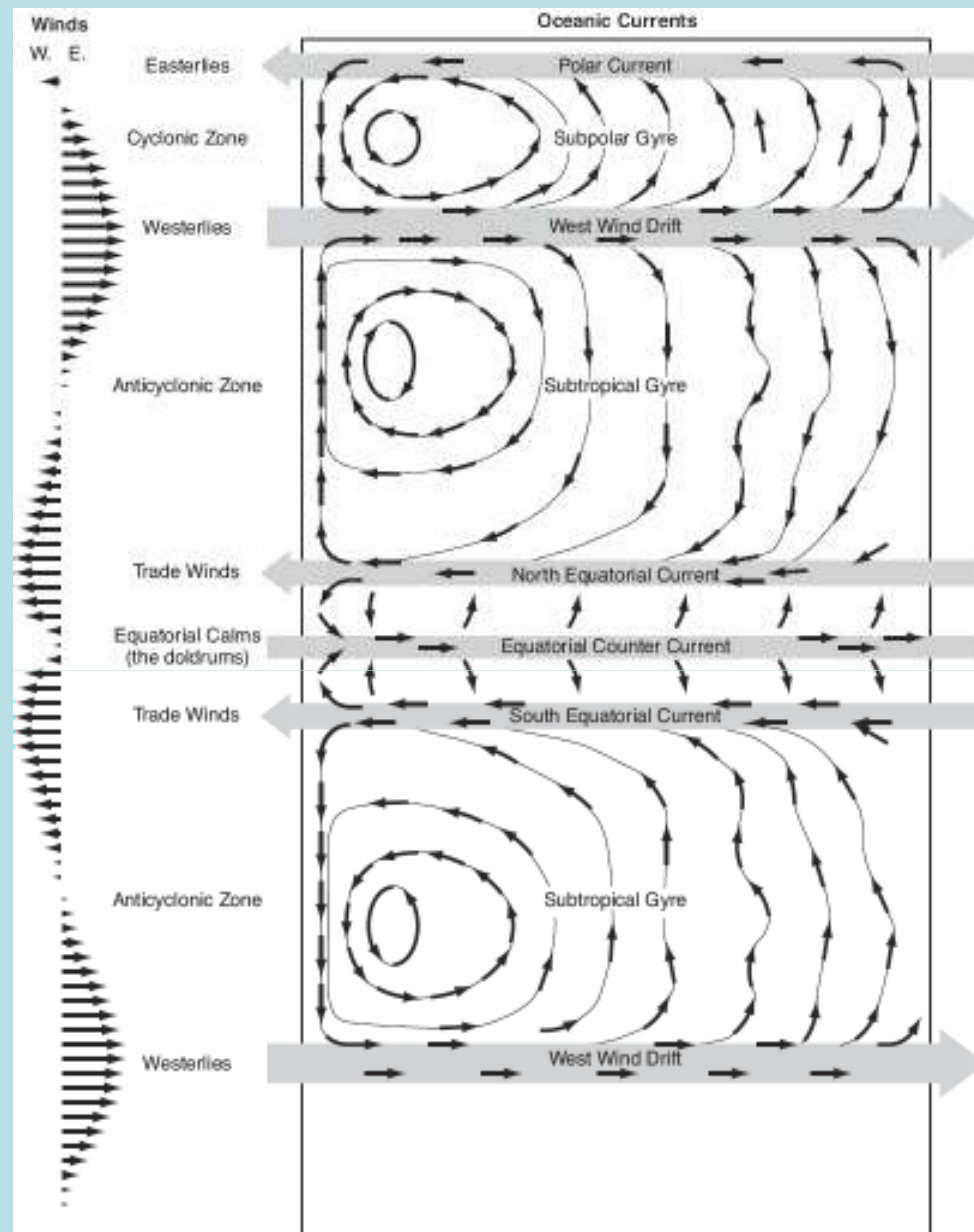
Variabilidad estacional

Eddy y CO<sub>2</sub>

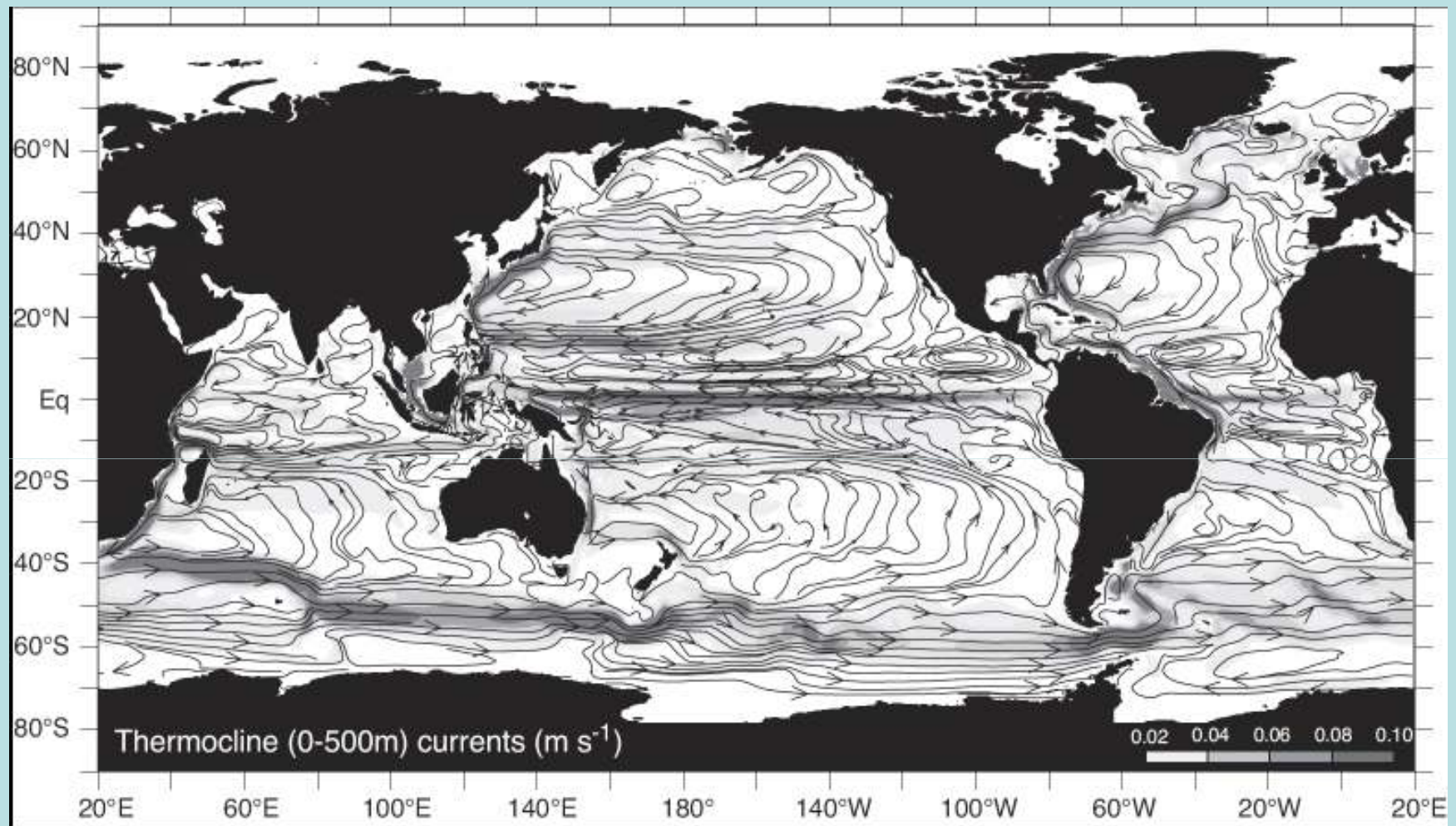
Aguas modales y CO<sub>2</sub> Antropico











## Conceptos básicos relacionados con las masas de agua

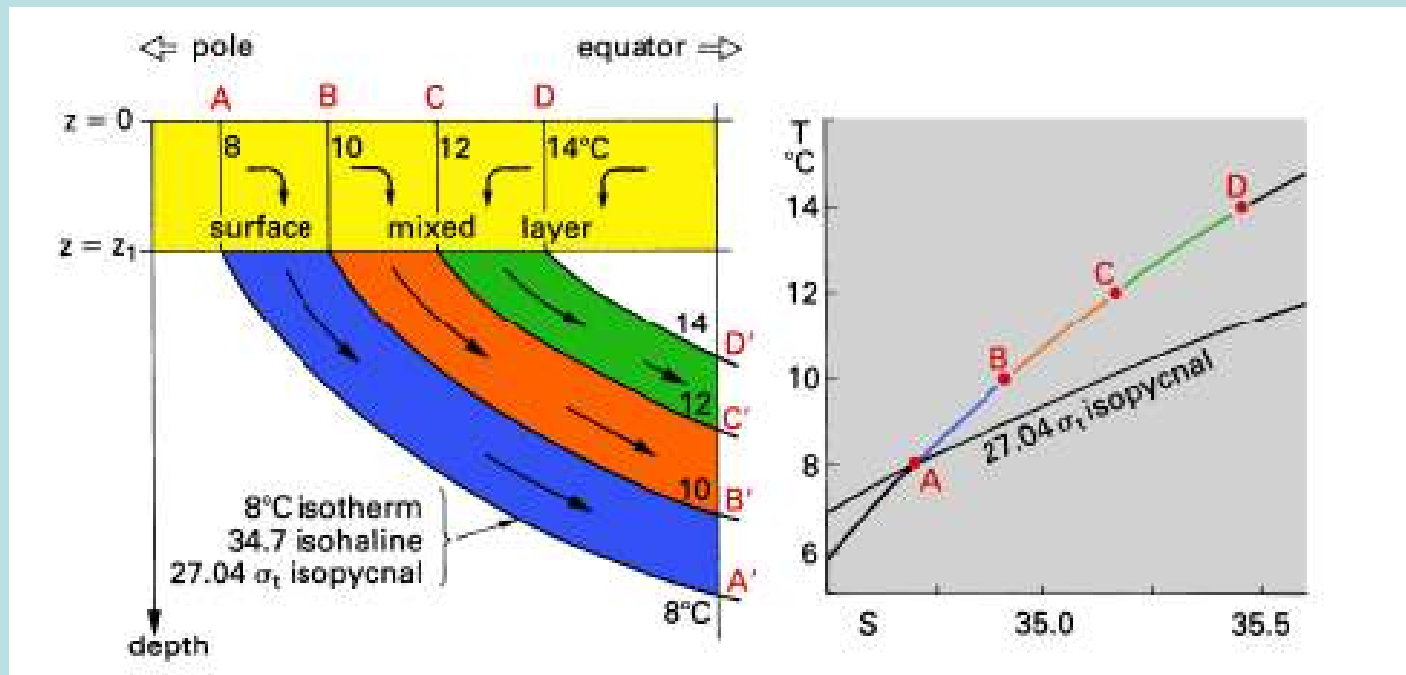


Fig. 1

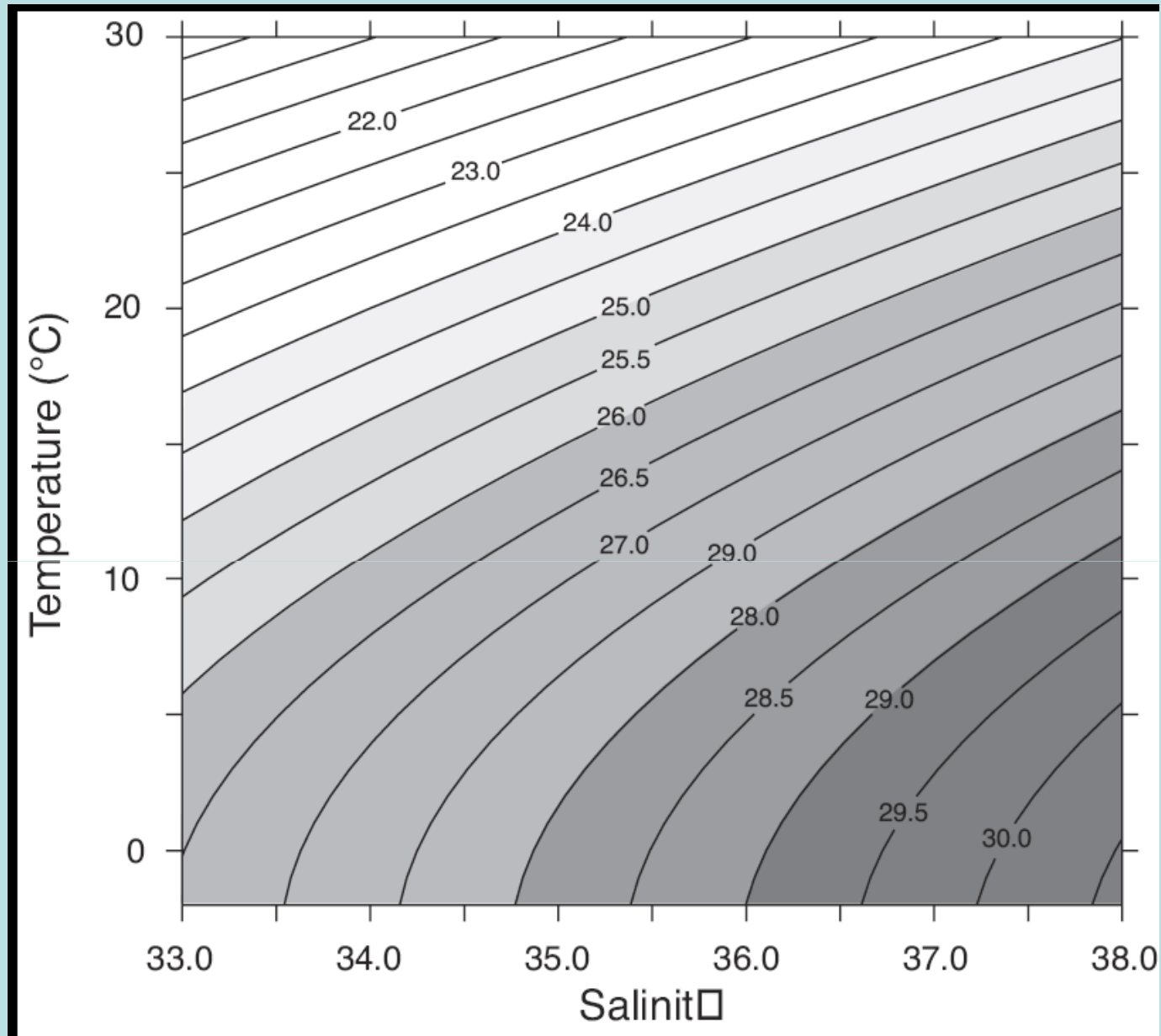
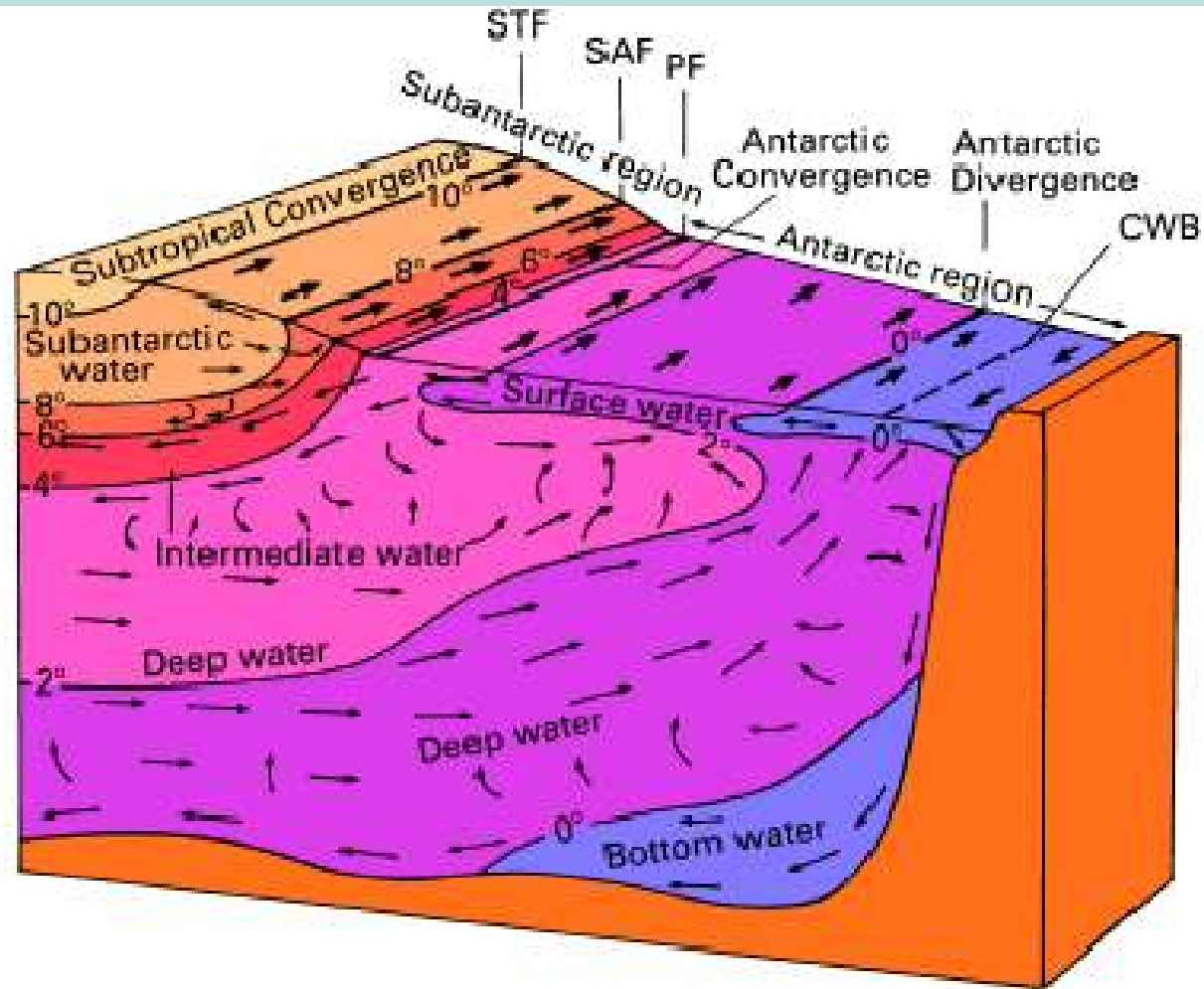
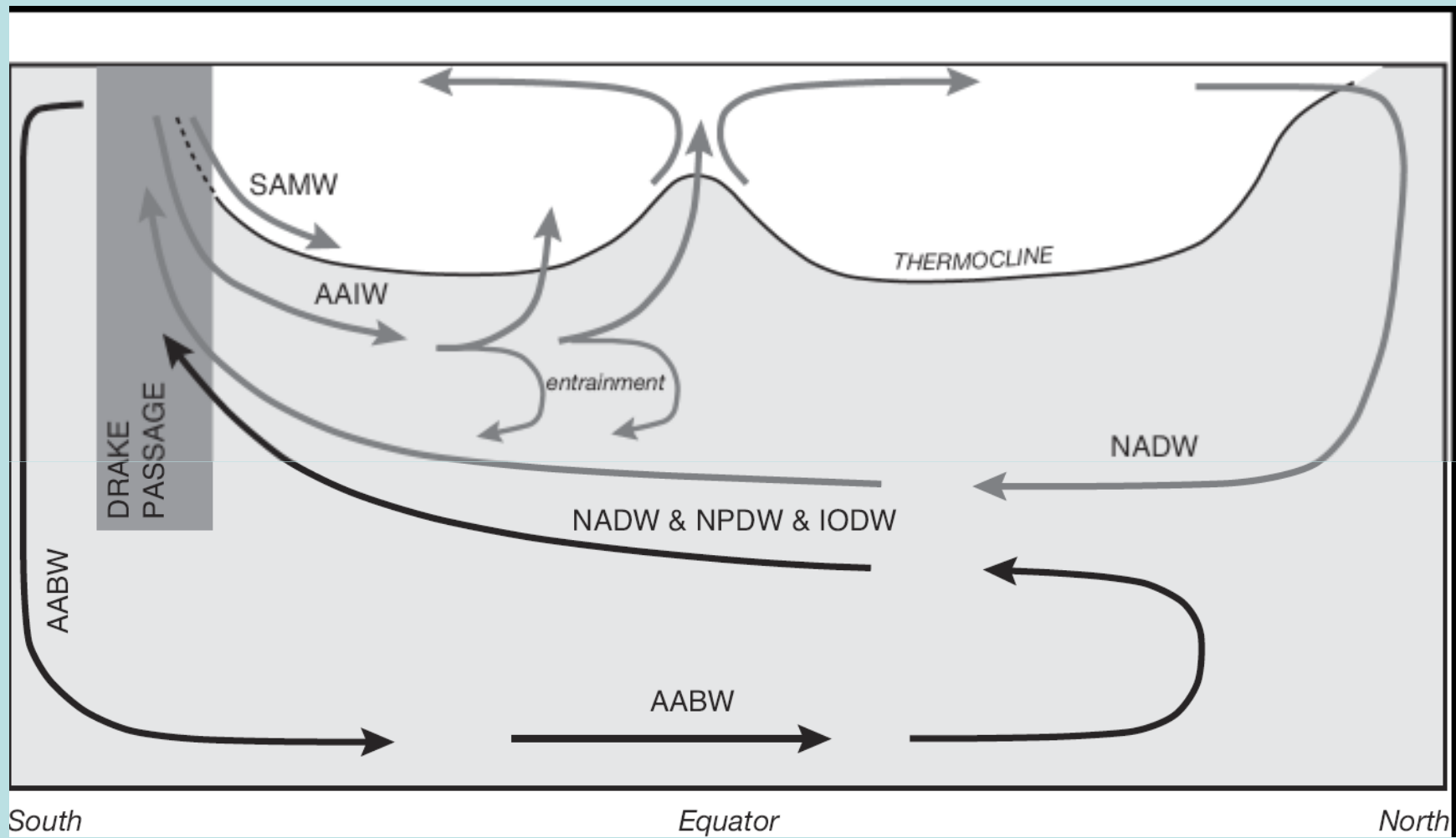
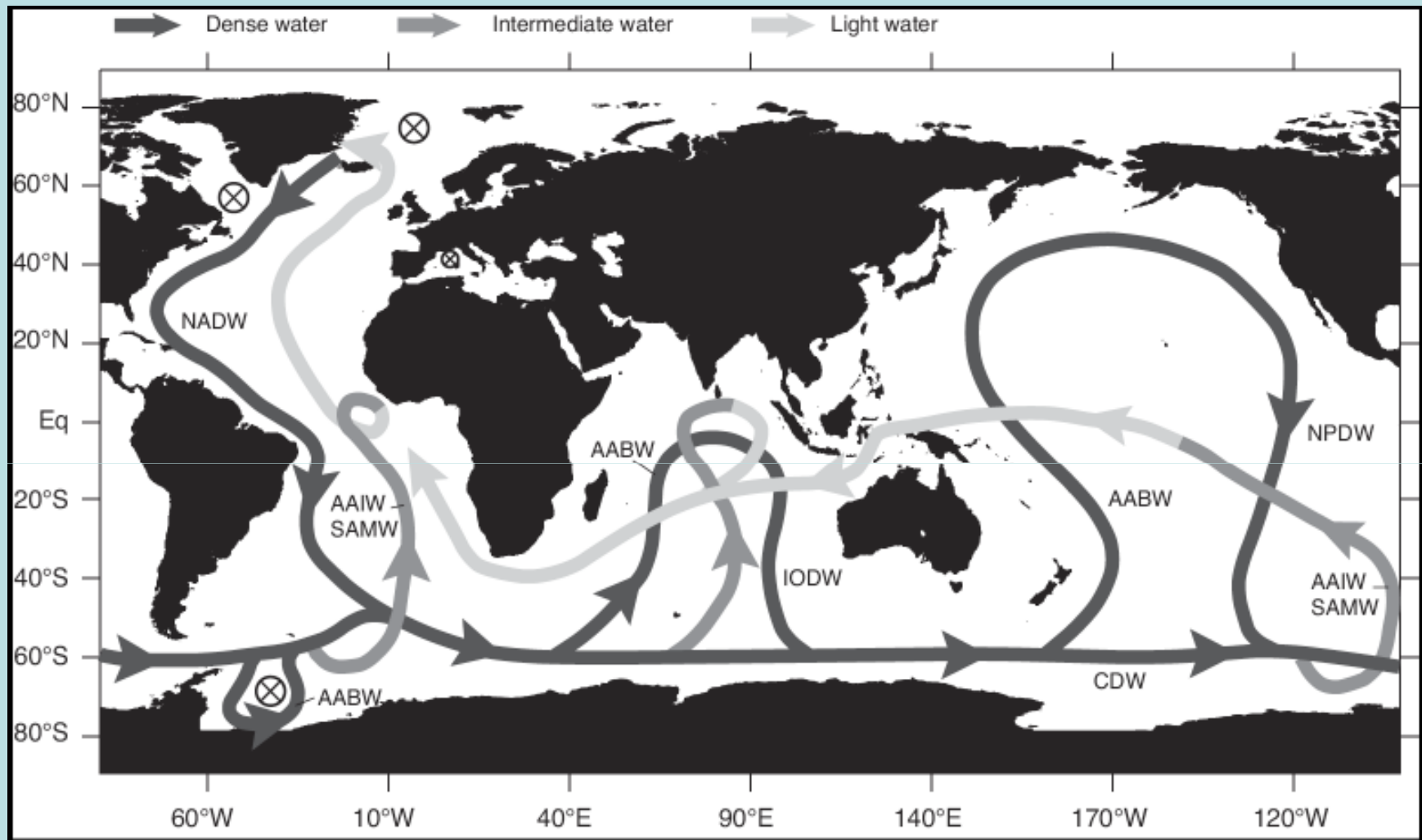


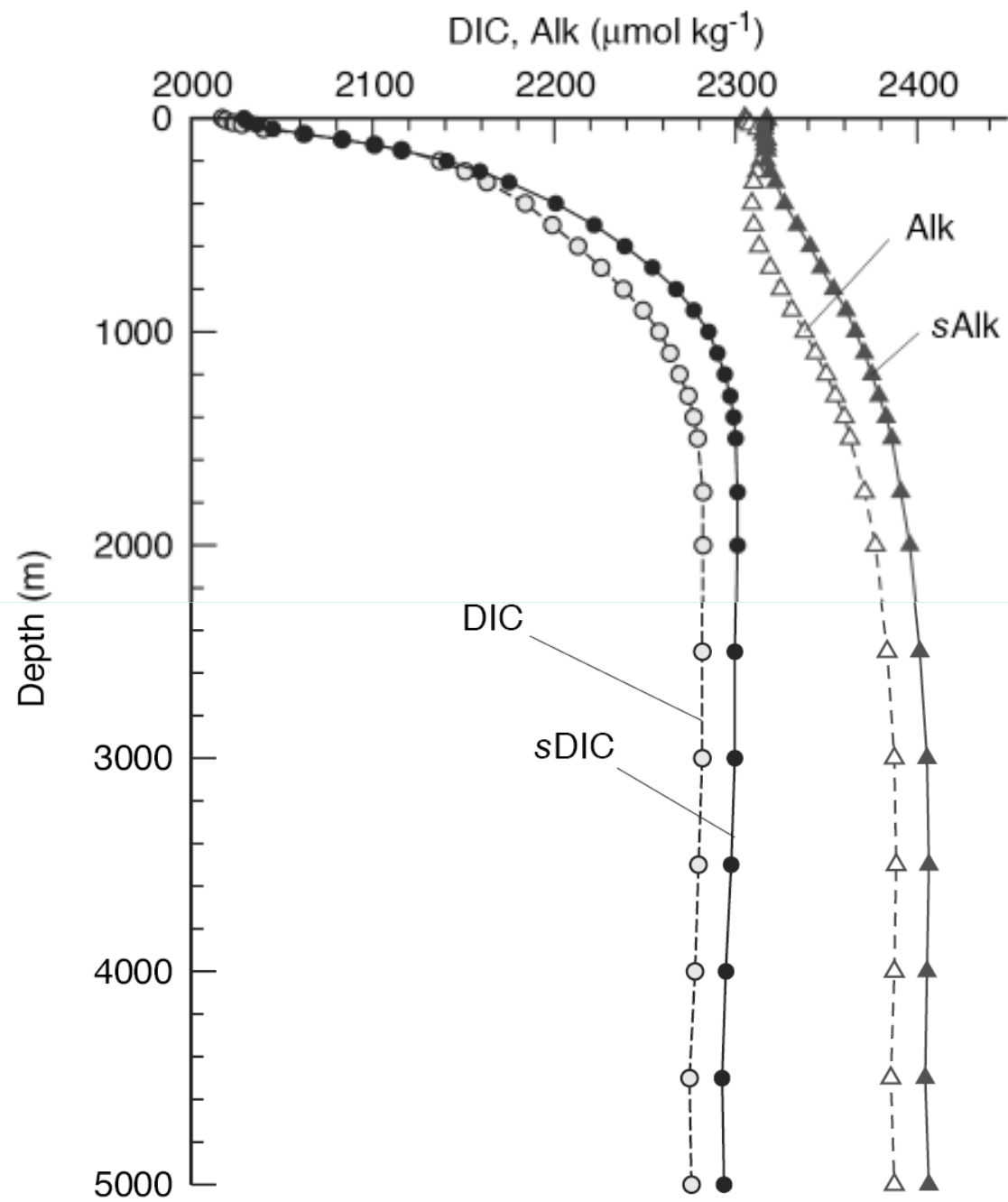
Fig. 10: Clásica representación de la circulación y masas de agua del océano austral Sverdrup et al (1942)

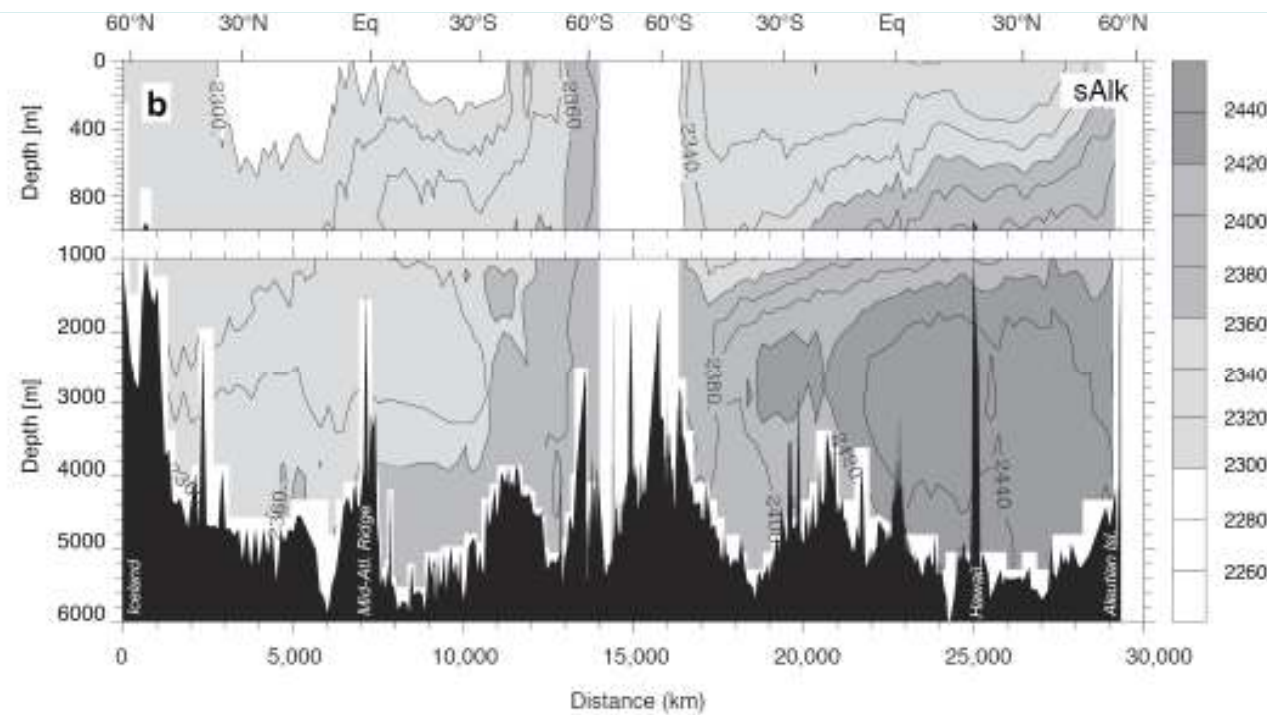
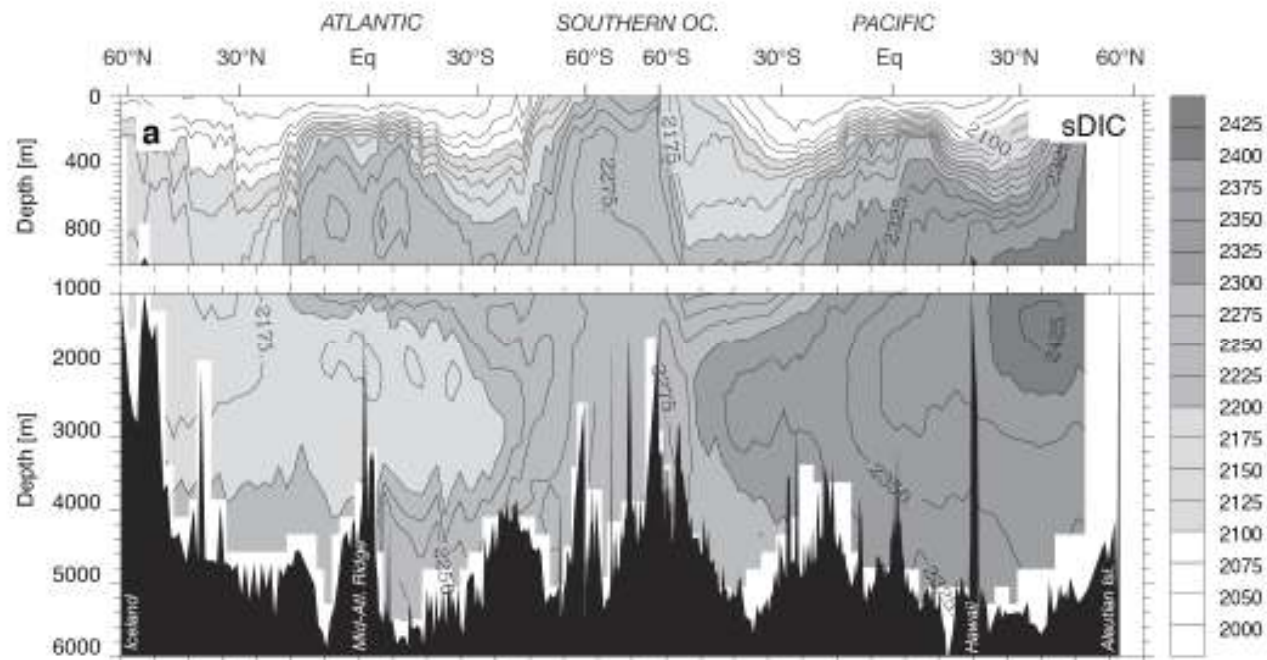


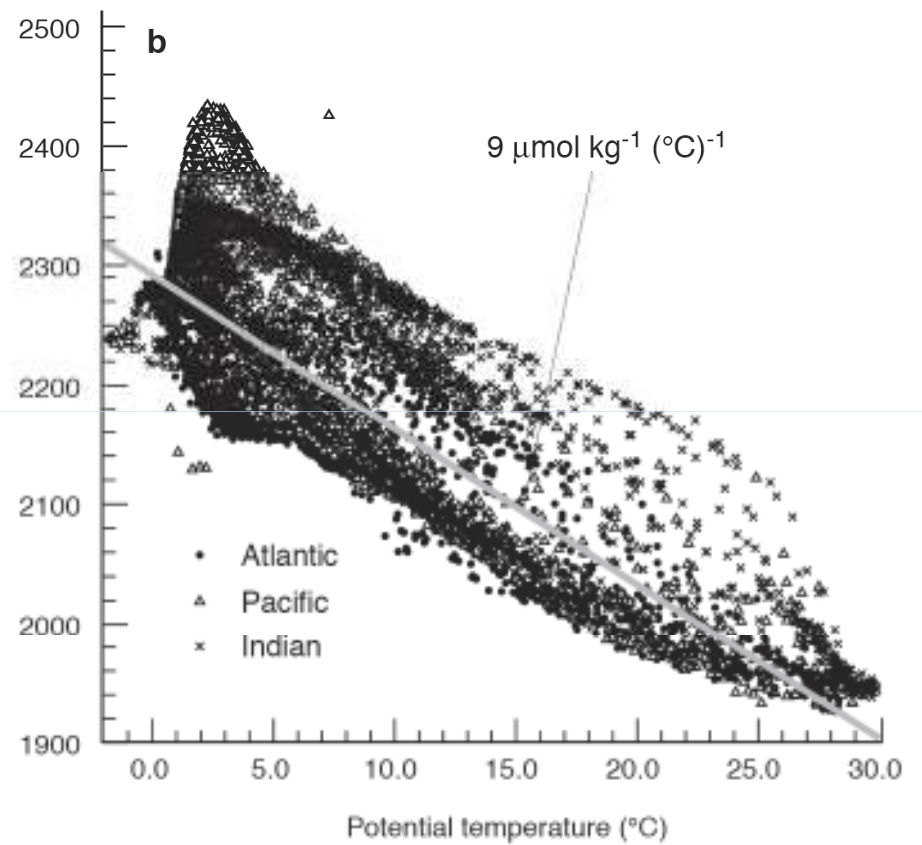
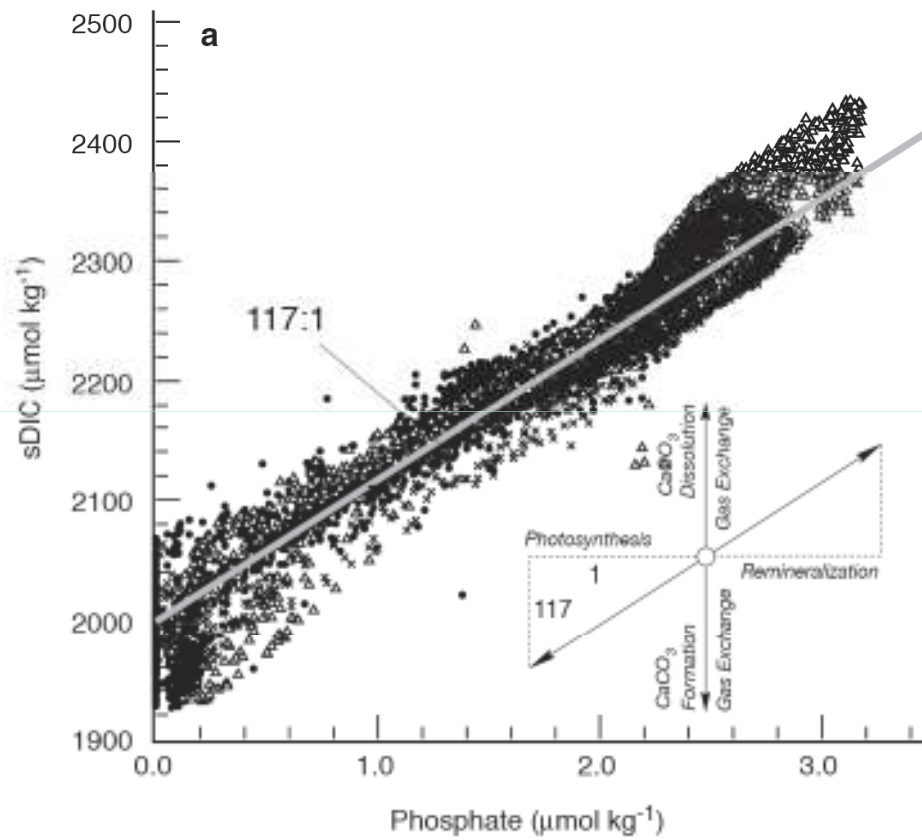


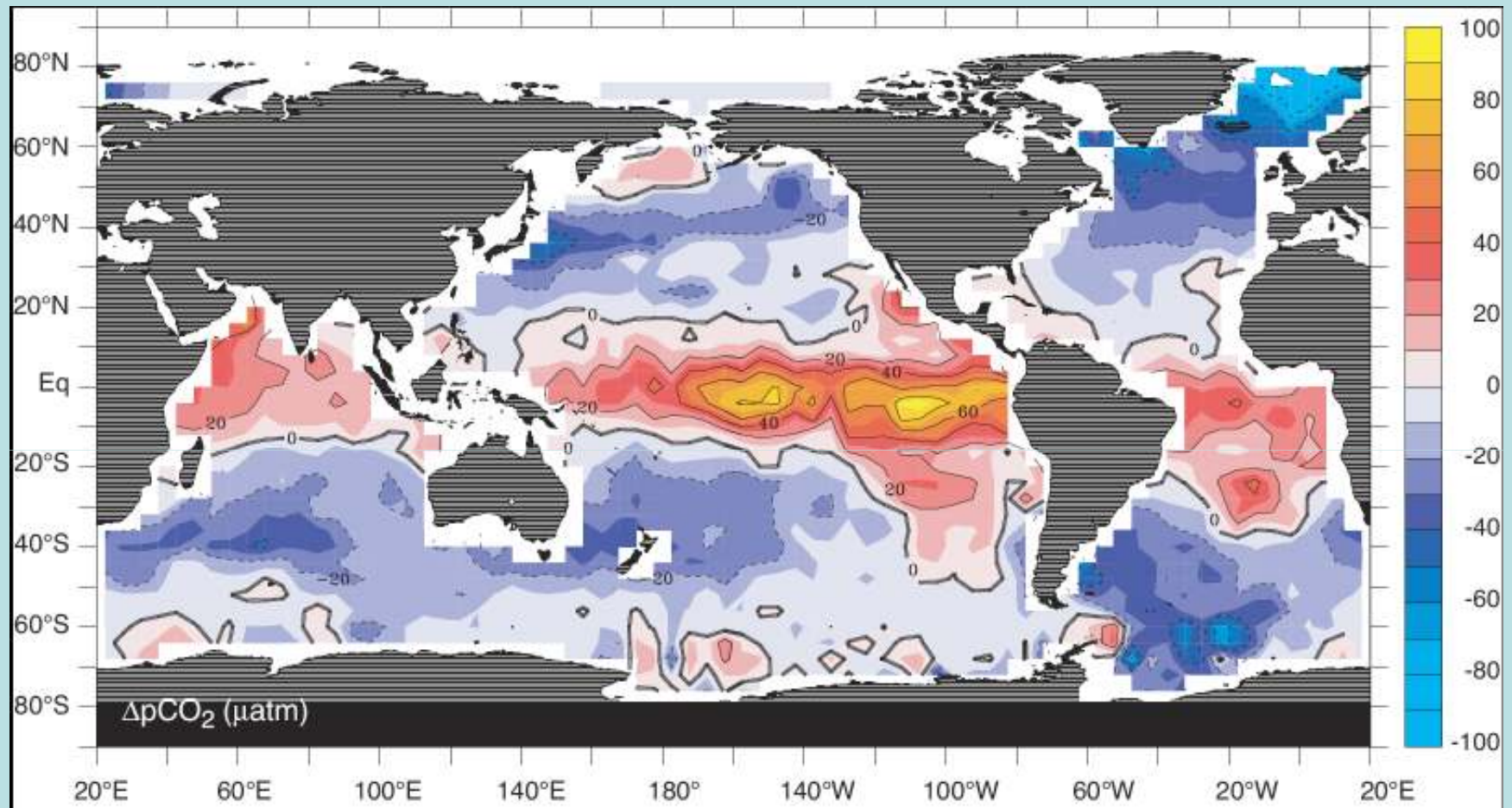














## Termoclina estacional y permanente

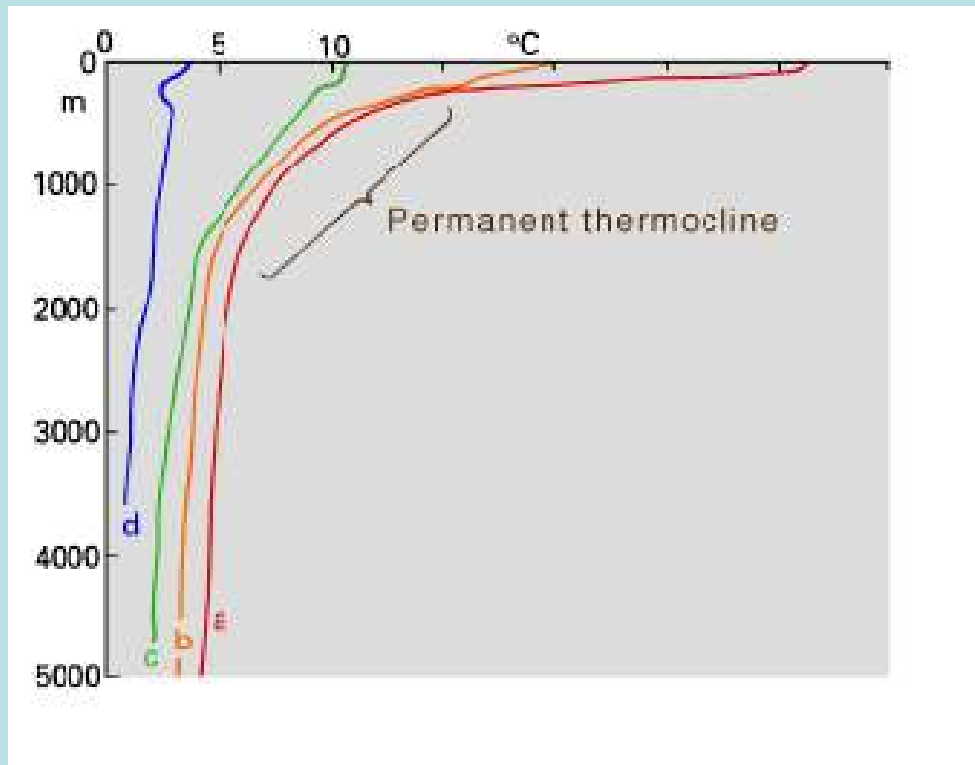


Fig.4: a) 5°S,; b) 35°S; c) 50°S,; d) 55°S

# Océanos Australes

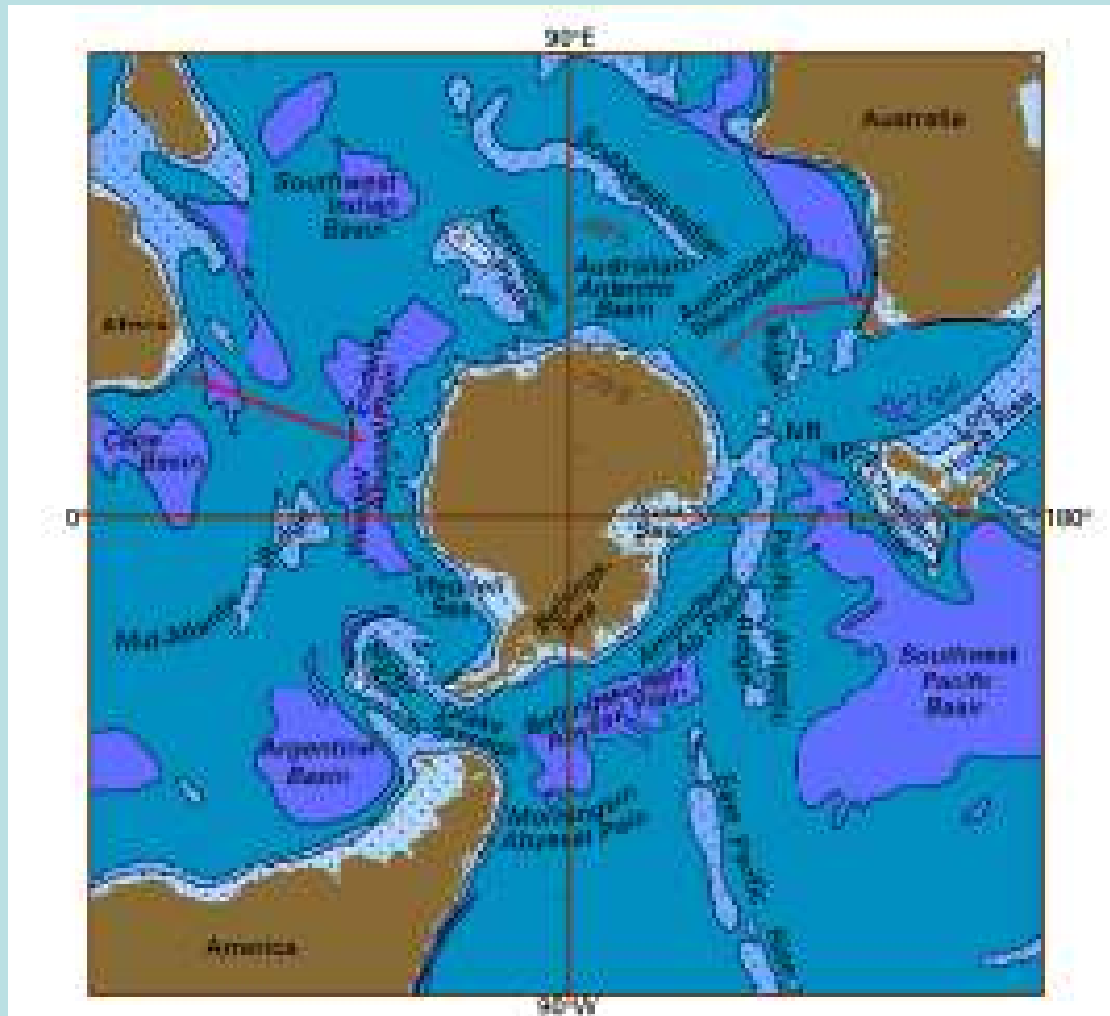


Fig.5: Topografía de fondo.

## “Zonation” de los océanos australes

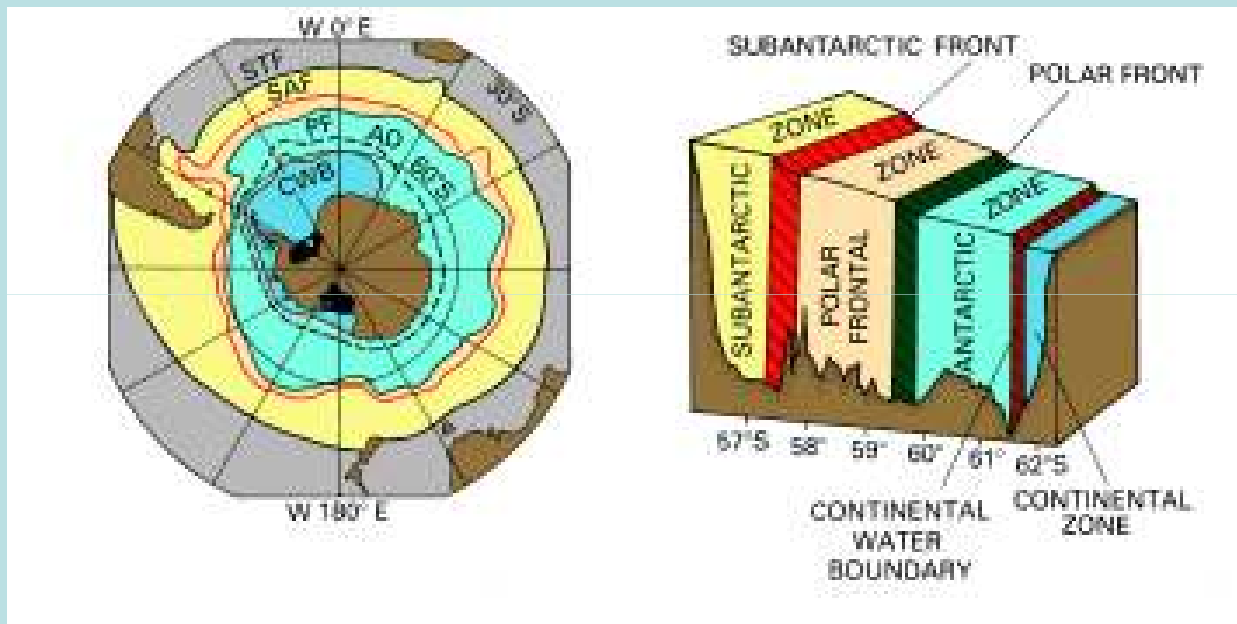
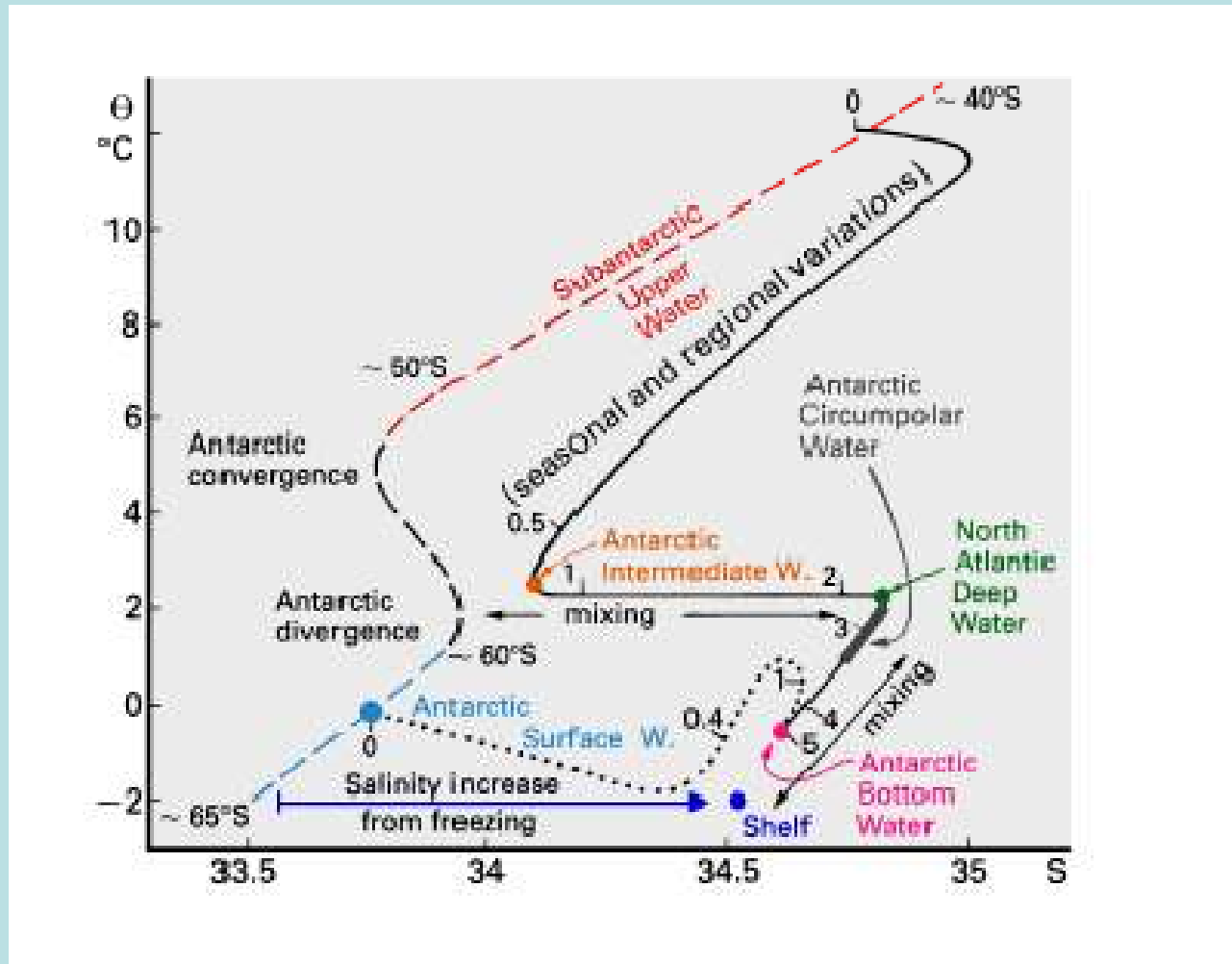


Fig.6

Fig.7: Diagramas T-S de las regiones subantártica (SAZ) y Antártica y de una línea superficial que atraviesa el FP y la divergencia Antártica



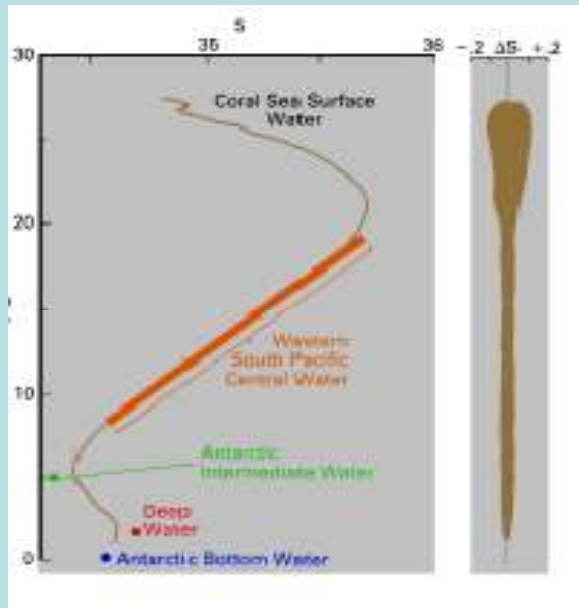
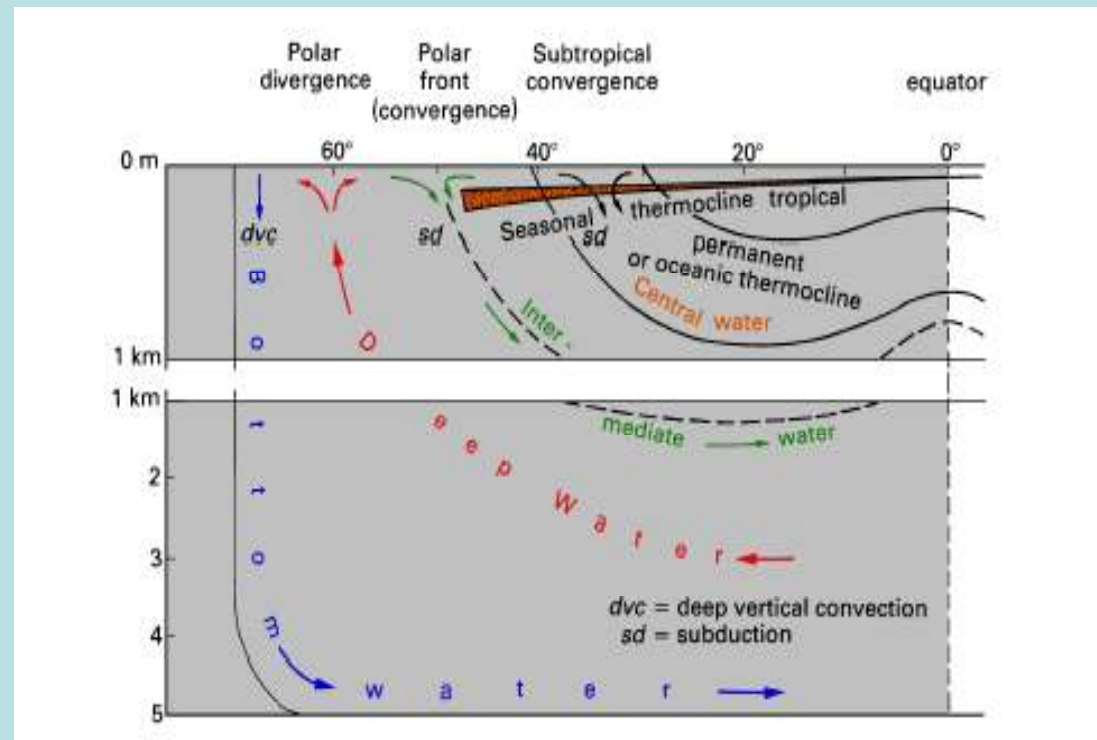


Fig.2: Diagrama T-S medio del Mar de Coral. Nótese el cambio en  $\Delta S$  entre la superficie y el fondo

Fig.3: Sección meridional típica. Se observan: convergencias, divergencias, termoclina (estacional y permanente), subducción y convección



# La formación del Agua de Fondo Antártica

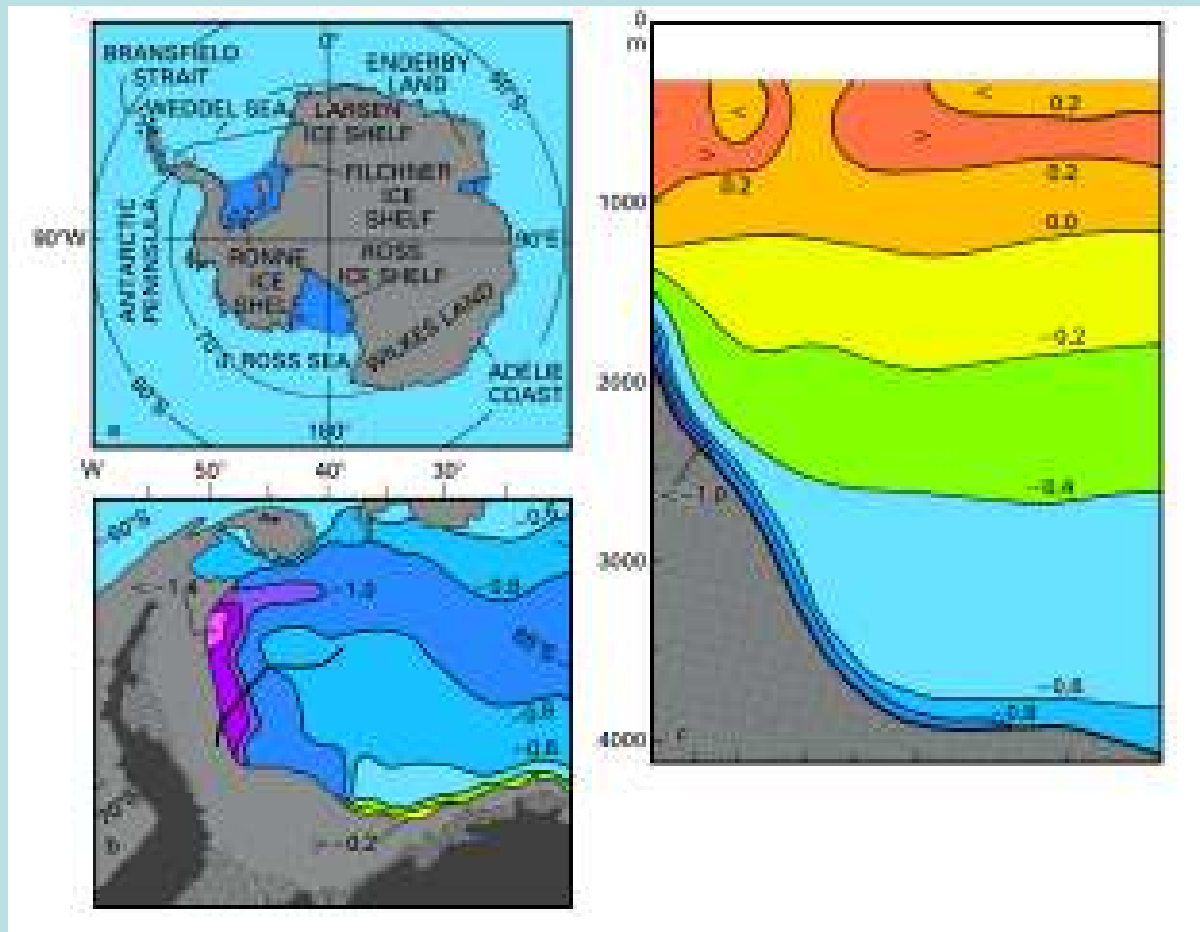
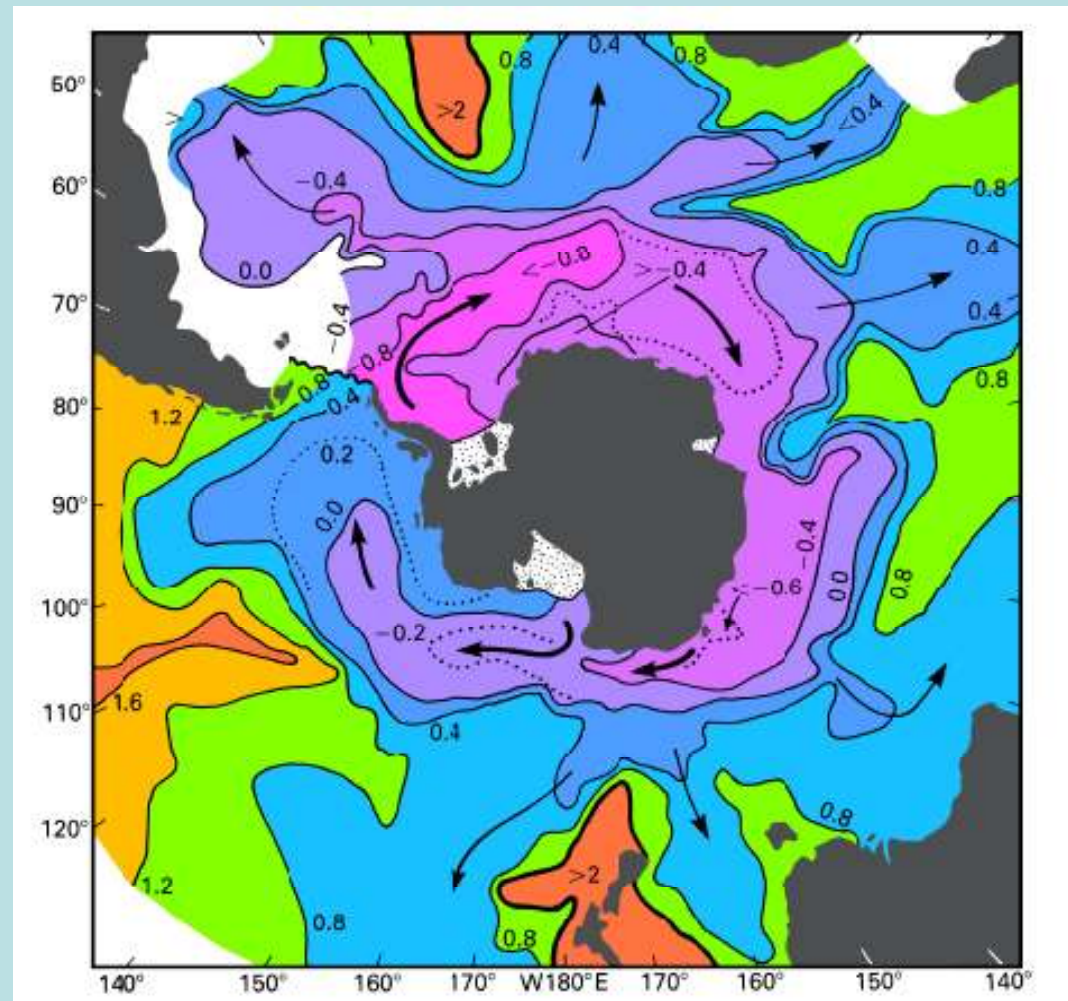


Fig.8: Procesos que intervienen en la conversión y formación de masas de agua antárticas. El Mar de Weddell



Fig.9: Temperatura potencial de fondo. Las flechas indican movimientos inferidos del AFA. Observar que a mayor profundidad de los umbrales corresponden menores temperaturas



# Masas de agua del Océano Atlántico

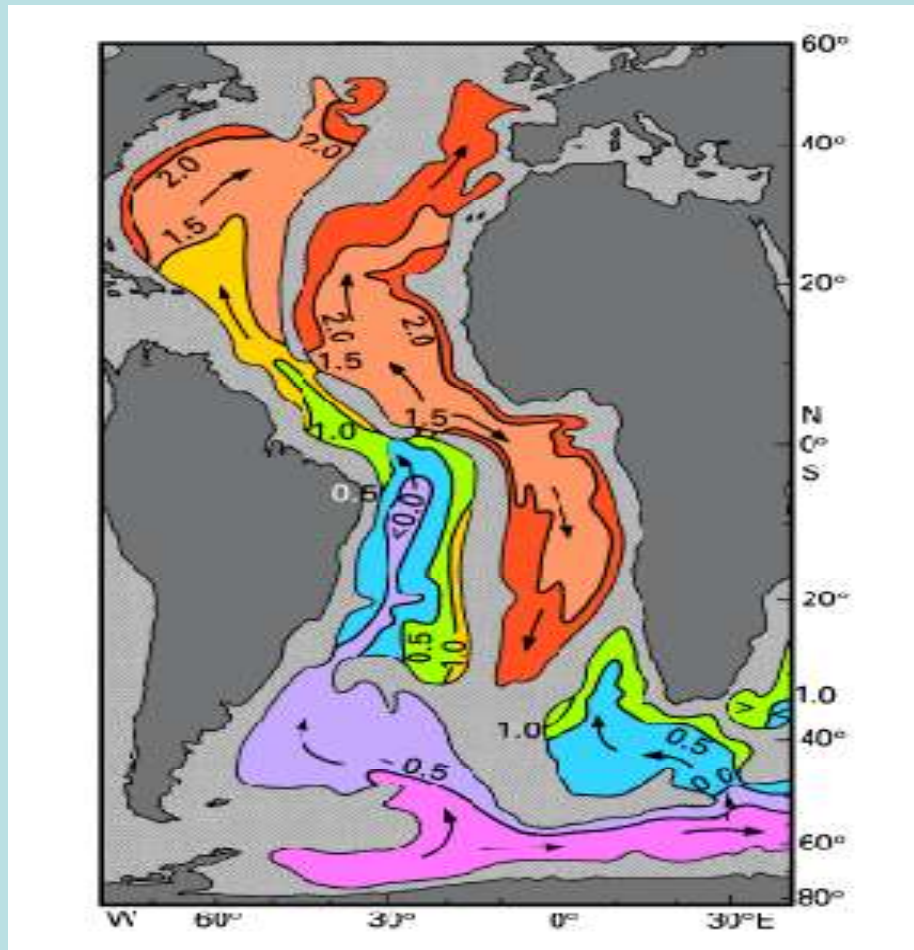
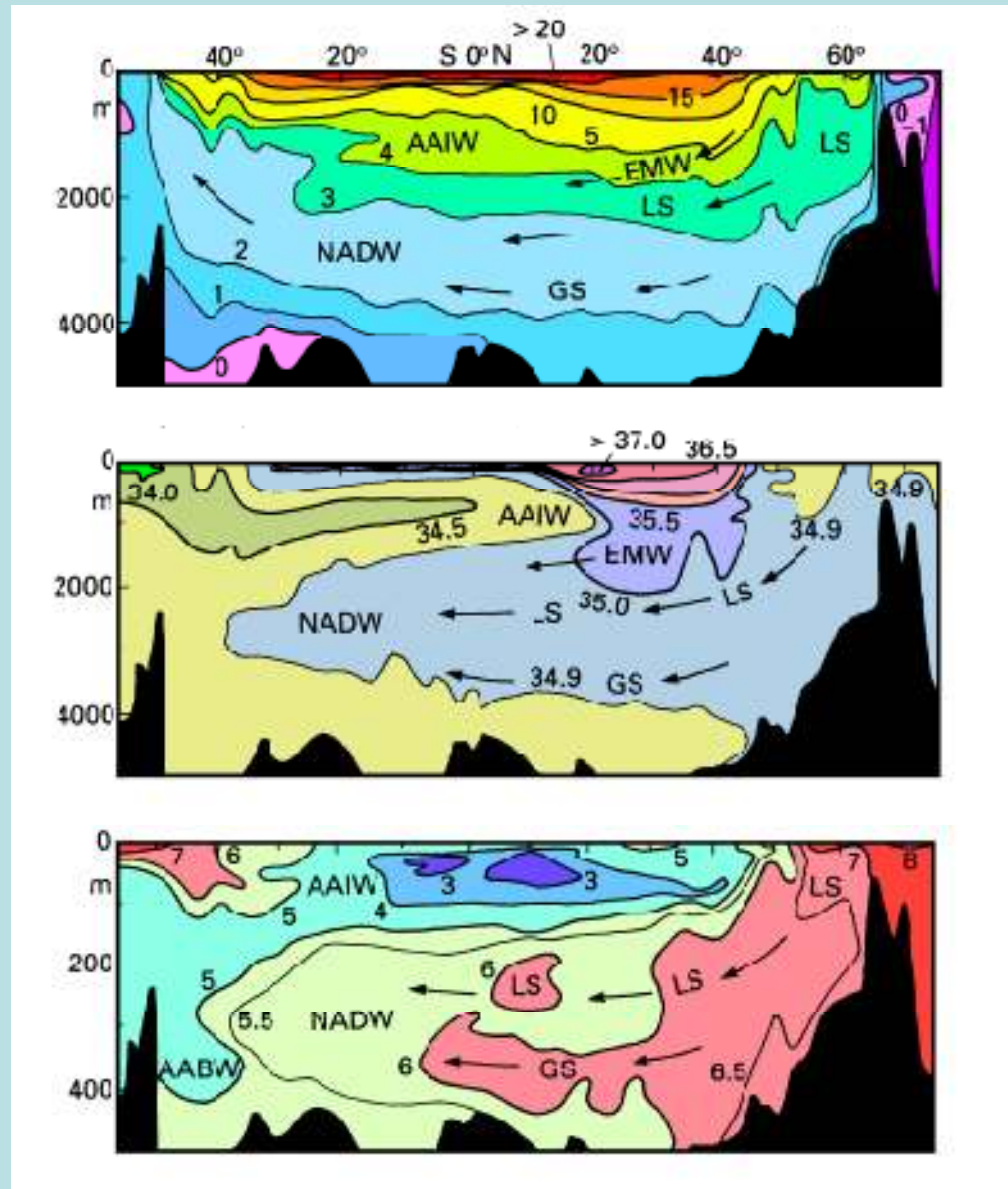


Figura 11: Temperatura potencial del agua por debajo de los 4000m de profundidad (inferida de la circulación del AFA, Wust, 1936)



$\Theta$  ( $^{\circ}\text{C}$ )

$S$

$\text{O}_2$  ( $\text{ml/l}$ )

Fig. 12: Secciones meridionales del Atlántico

# Transportes de volumen meridionales en el Atlántico Sur

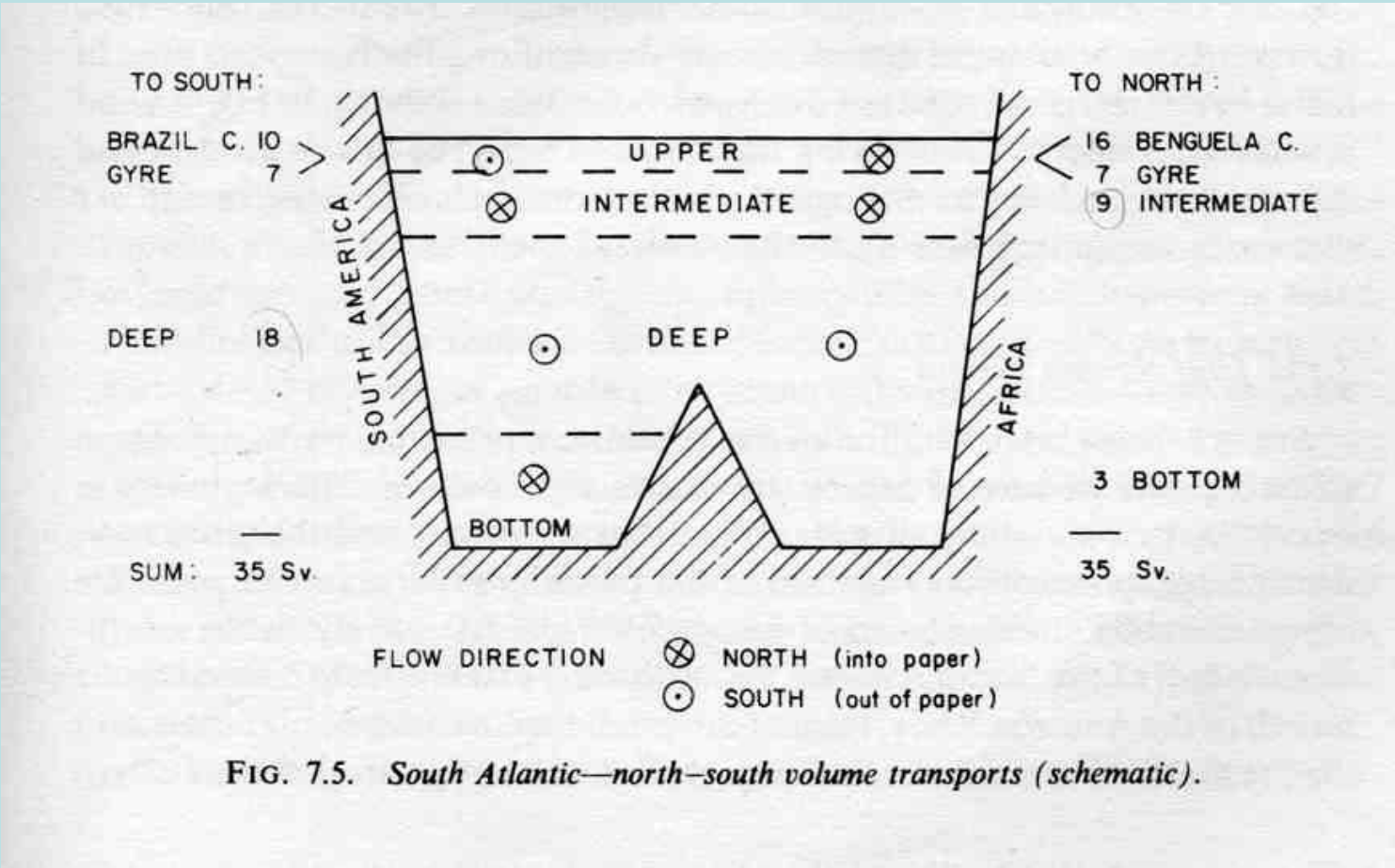


Fig. 16



# Algo de oceanografía regional

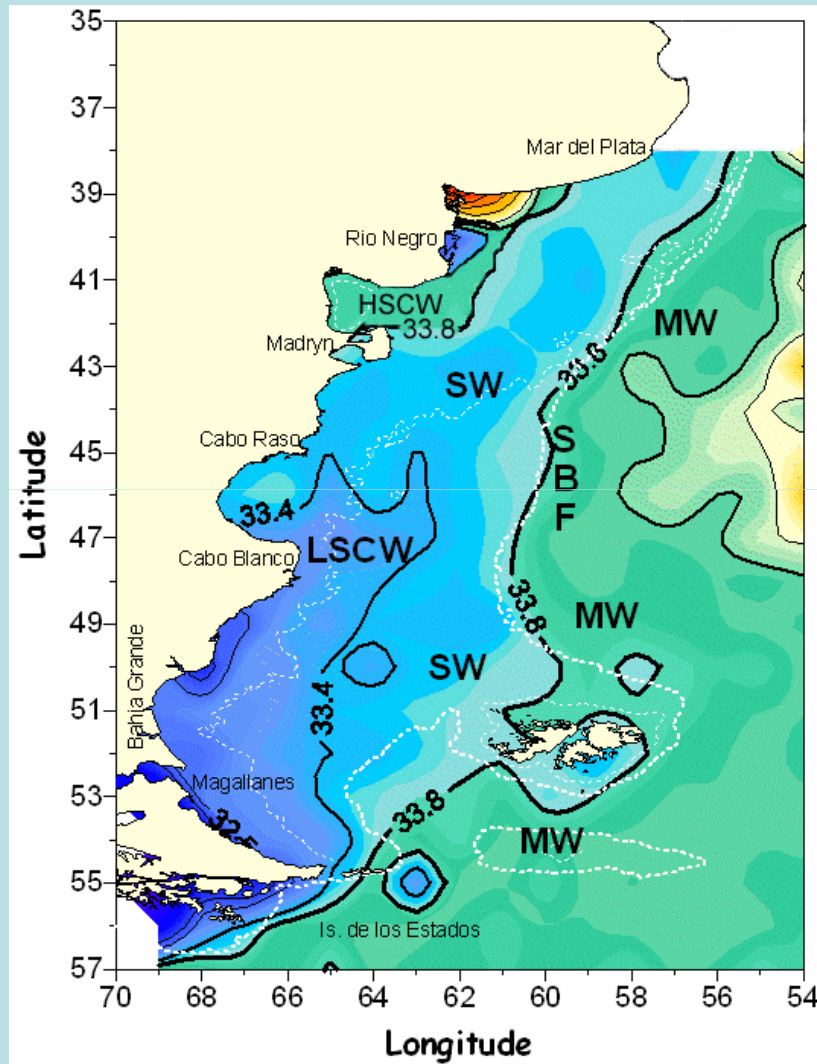


Fig. 17

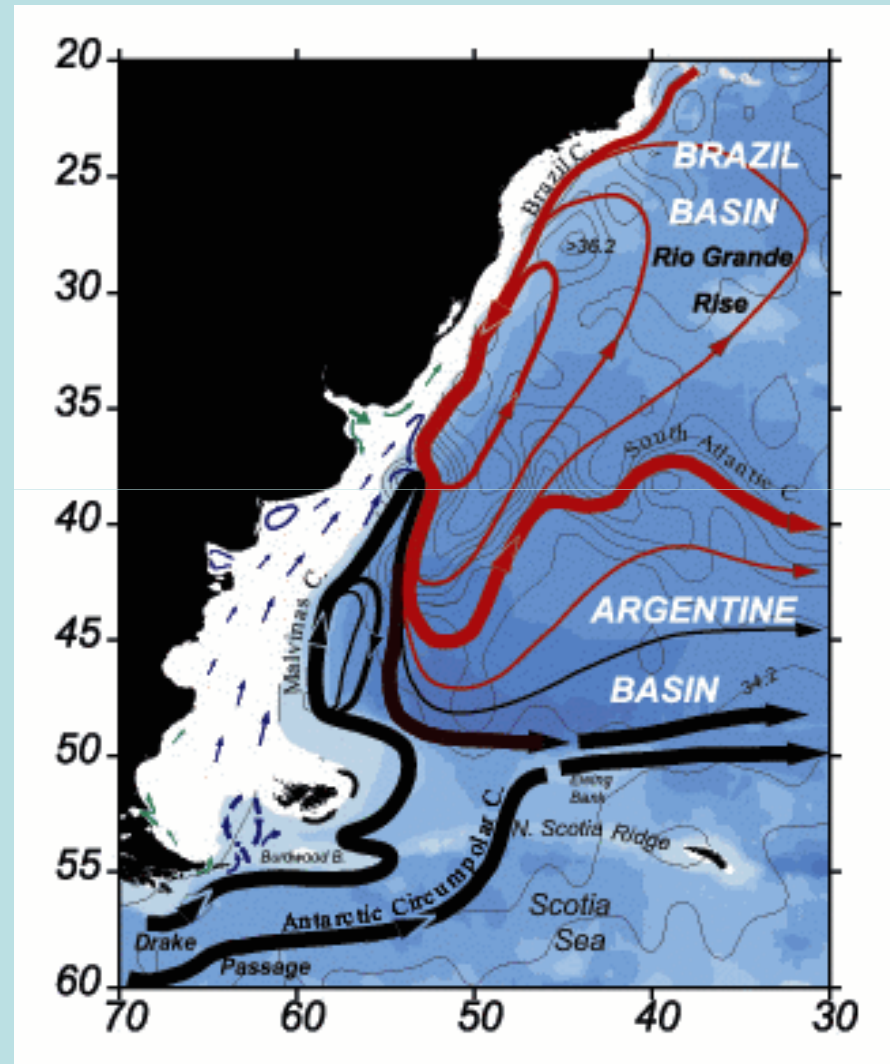


Fig. 18

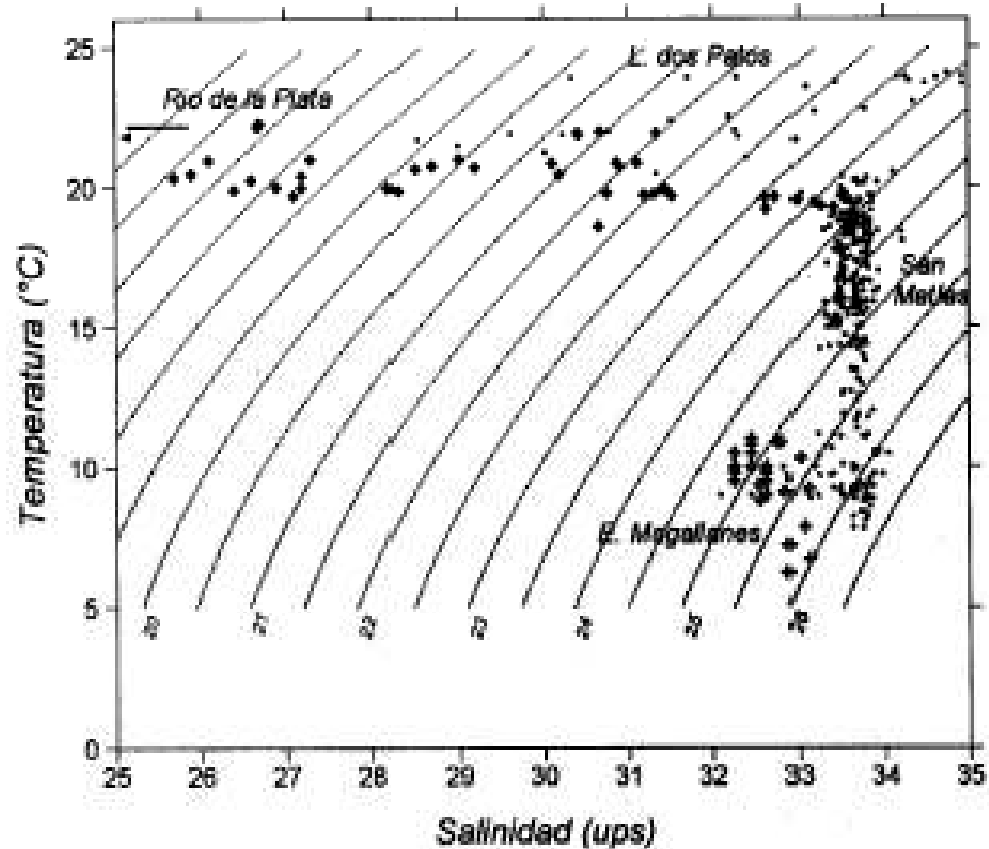


Fig. 19: T-S conjunto al sur de 32°S

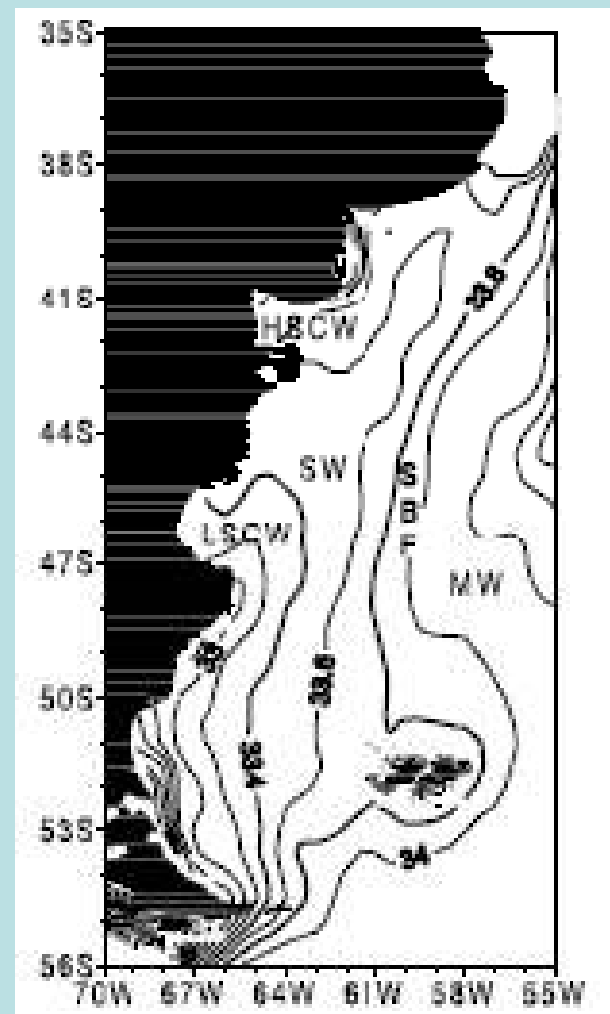
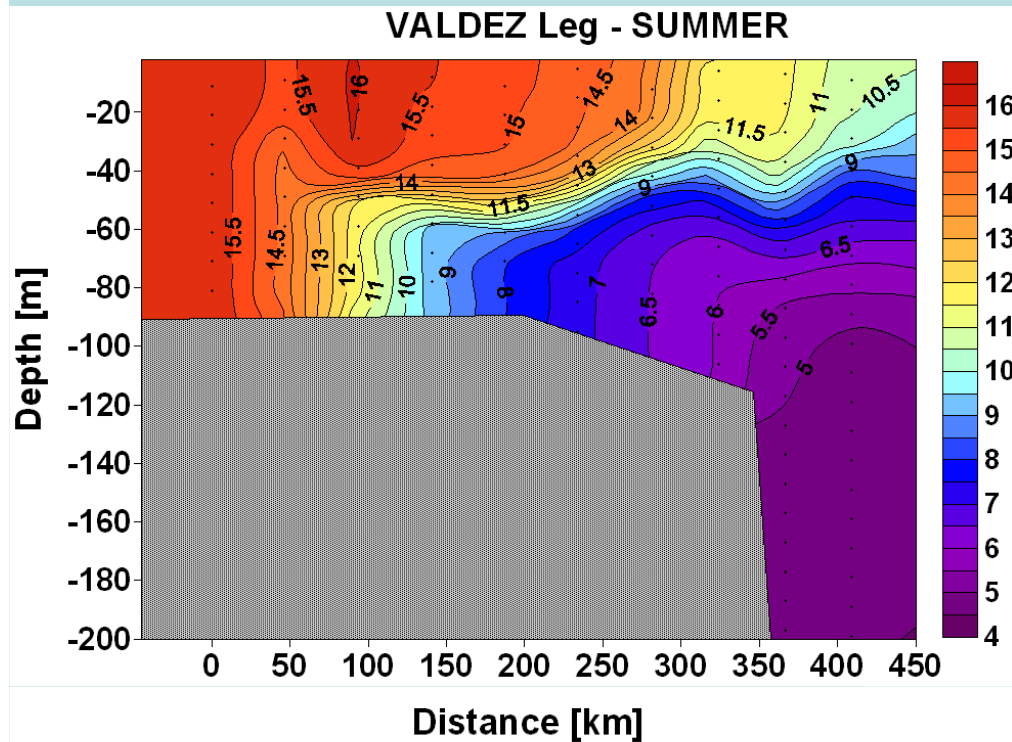


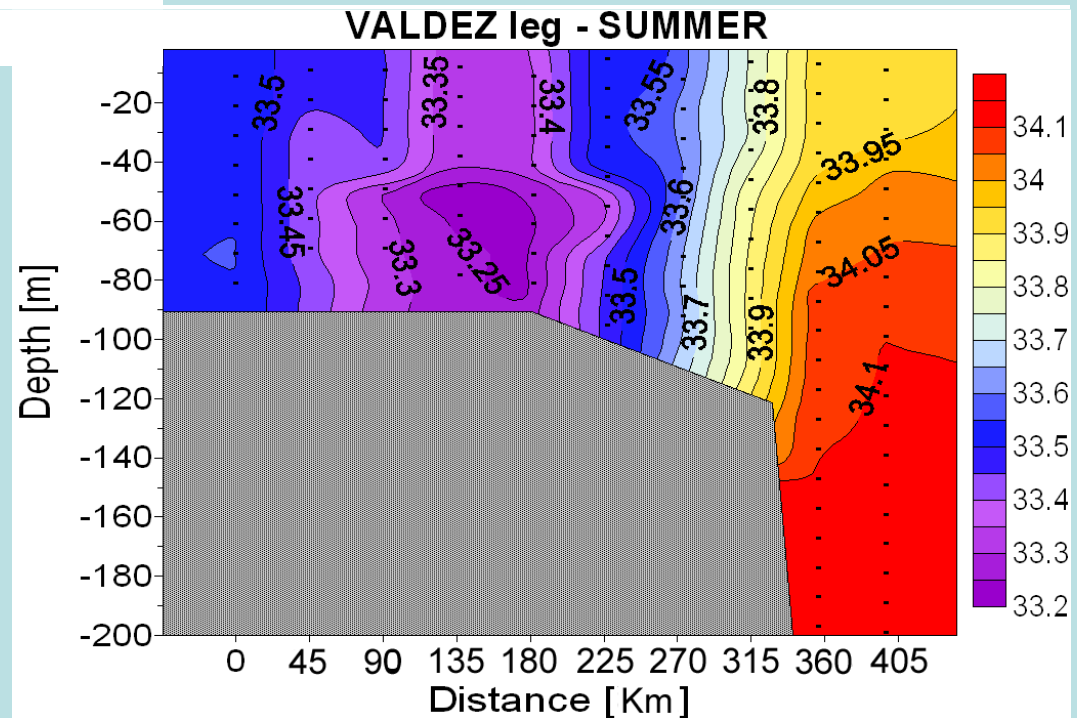
Fig. 20: Masas de agua de acuerdo a la SSS



# Sección vertical de Temperatura



# Sección vertical de salinidad

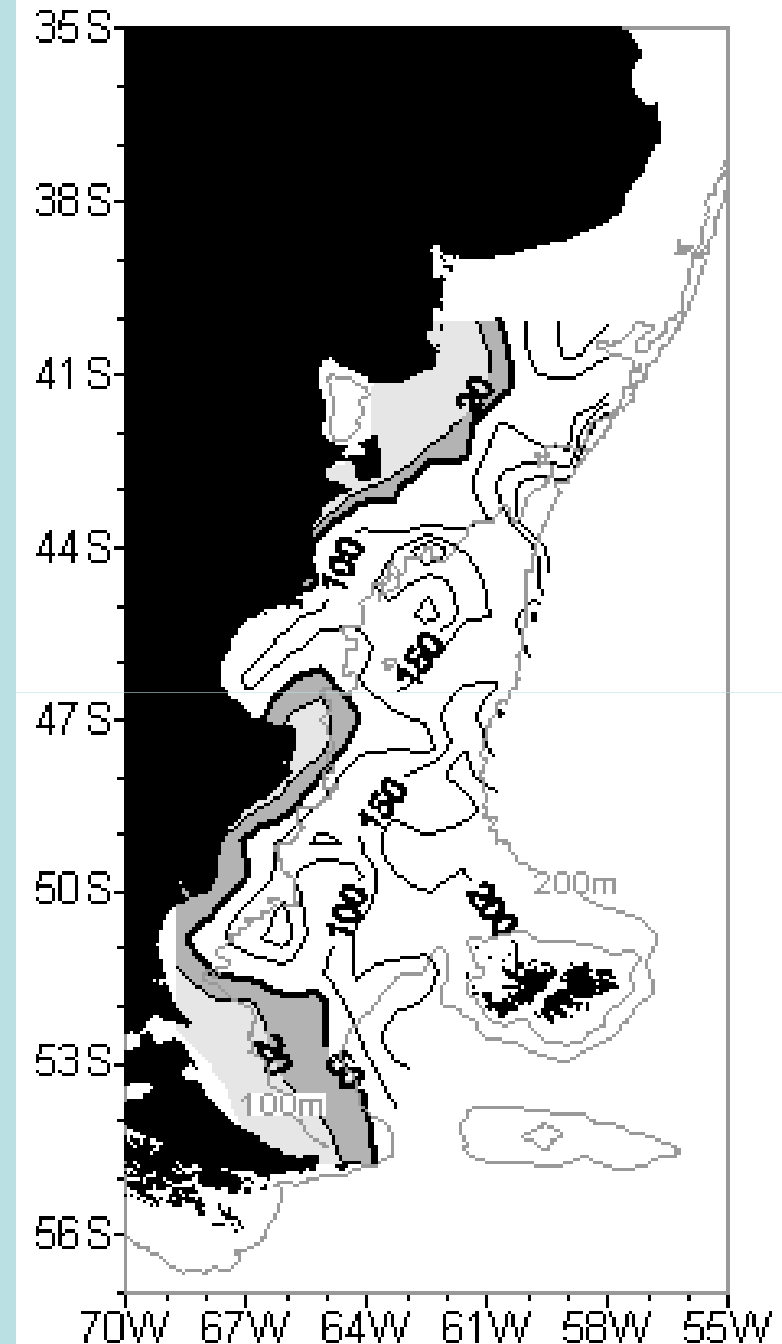


# Parámetro de Simpson

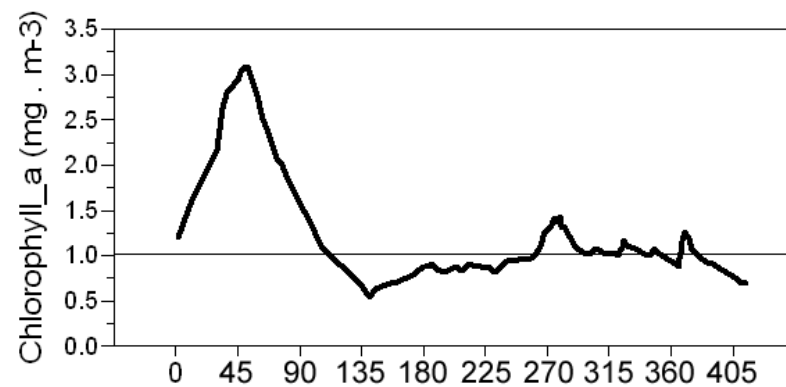
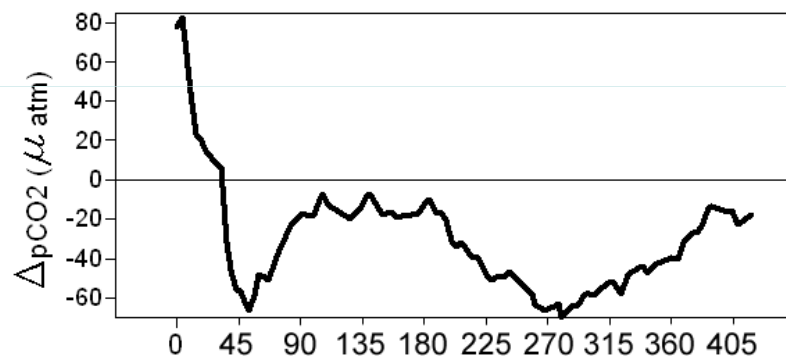
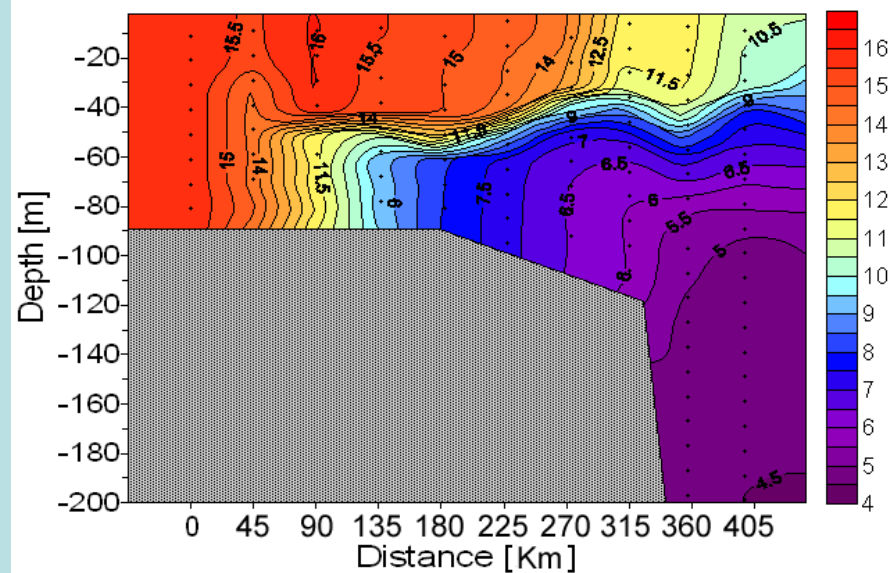
- Es una medida del trabajo necesario para mezclar convectivamente la columna de agua:

$$\Phi = \frac{g}{h} \int_{-h}^0 (\rho - \rho_0) \cdot z \cdot dz,$$

- Un valor de  $50\text{J}\cdot\text{m}^{-3}$  es considerado crítico. Valores menores se asocian con aguas mezcladas y los mayores corresponden a aguas estratificadas. Esta figura fue realizada a partir de datos históricos oceanográficos para verano-otoño. (Bianchi et. al., 2005)



### VALDEZ leg - SUMMER

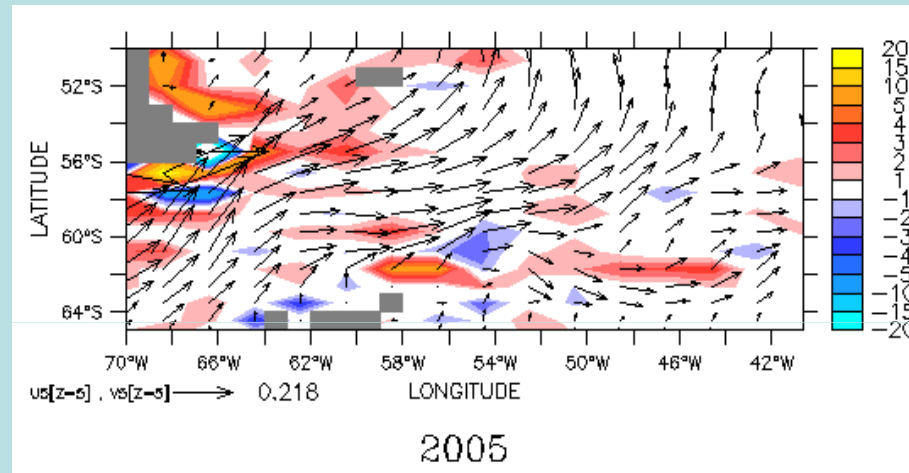


# El rol clave de la estratificación

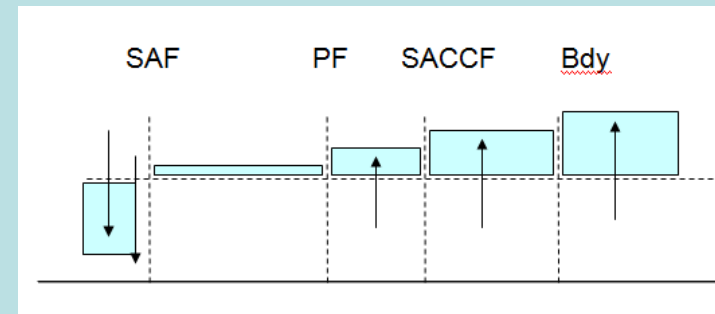
- La diferencia de signo en  $\Delta p\text{CO}_2$  debida a la estratificación vertical se confirma en los datos analizados. Sin embargo, la estratificación no es proporcional a la intensidad del hundimiento de  $\text{CO}_2$ . Una estratificación leve, como la observada en los datos CTD de primavera, es suficiente para inducir los valores negativos mayores de  $\Delta p\text{CO}_2$ , aún cuando el florecimiento está reforzando la absorción de  $\text{CO}_2$  oceánica por procesos fotosintéticos

# Las divergencias y convergencias

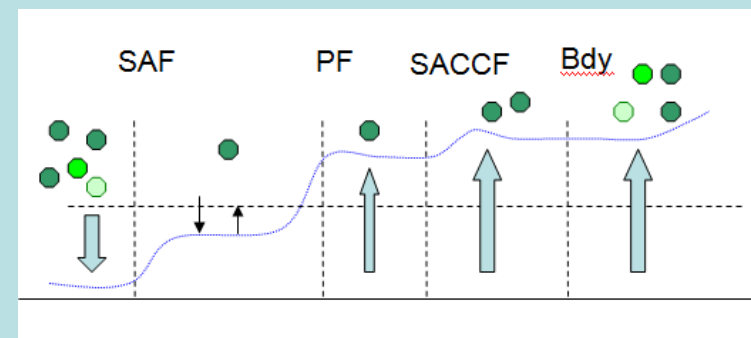
Modelo 3D circulación  
(NEMO, LOCEAN, Duteil, cp)

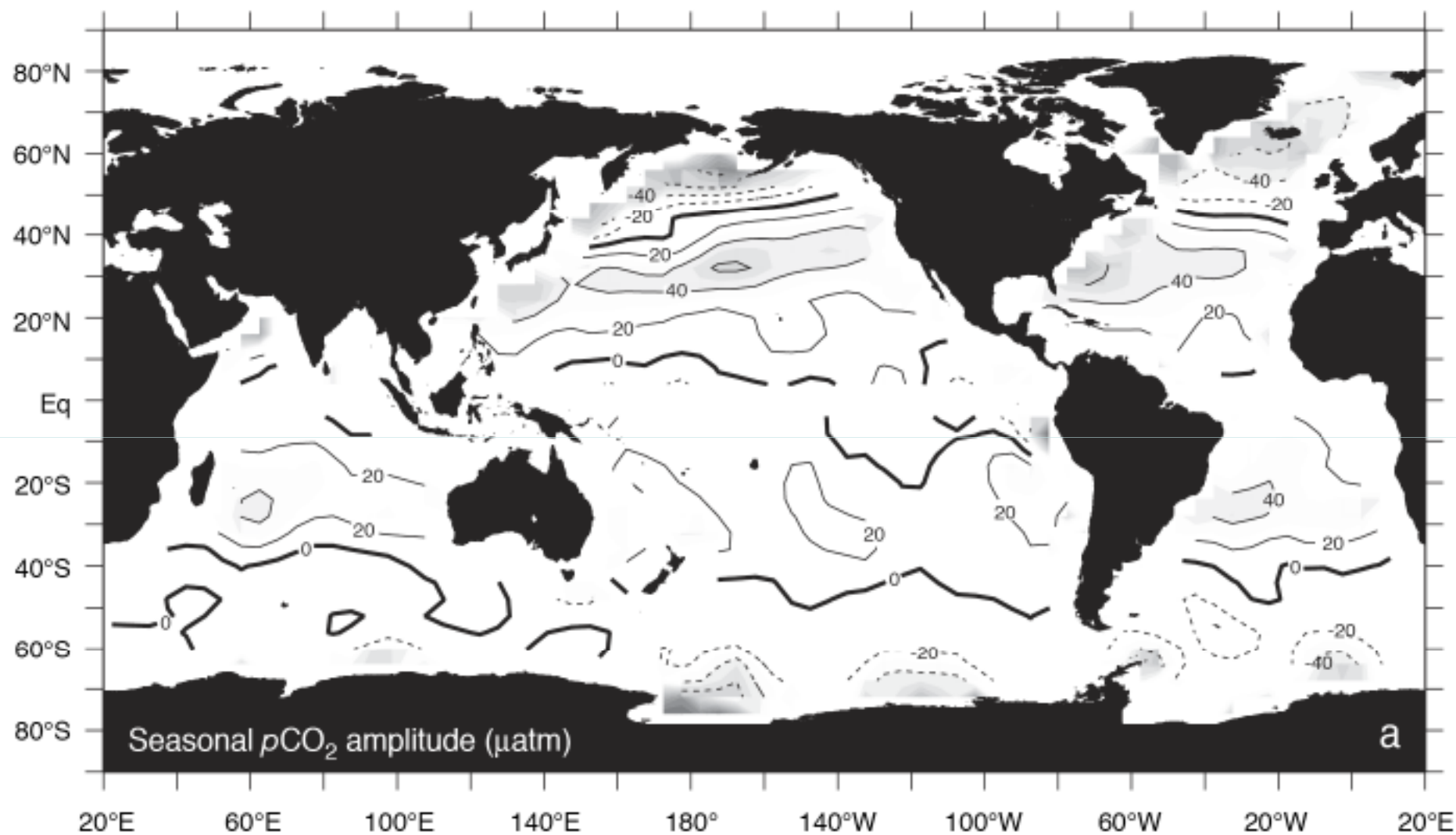


Esquema Conceptual DRAKE  
 $\Delta pCO_2$



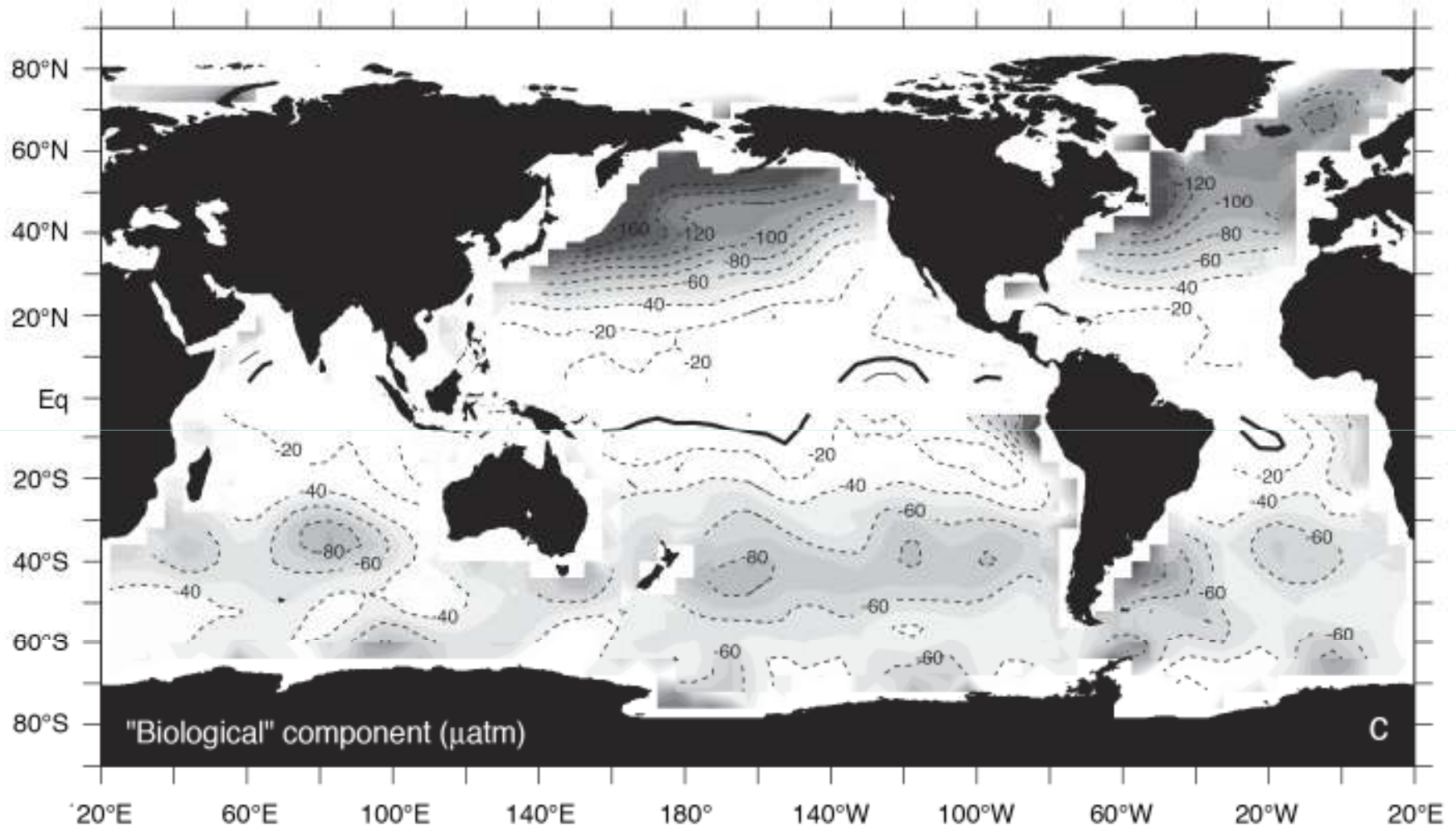
Hipótesis...

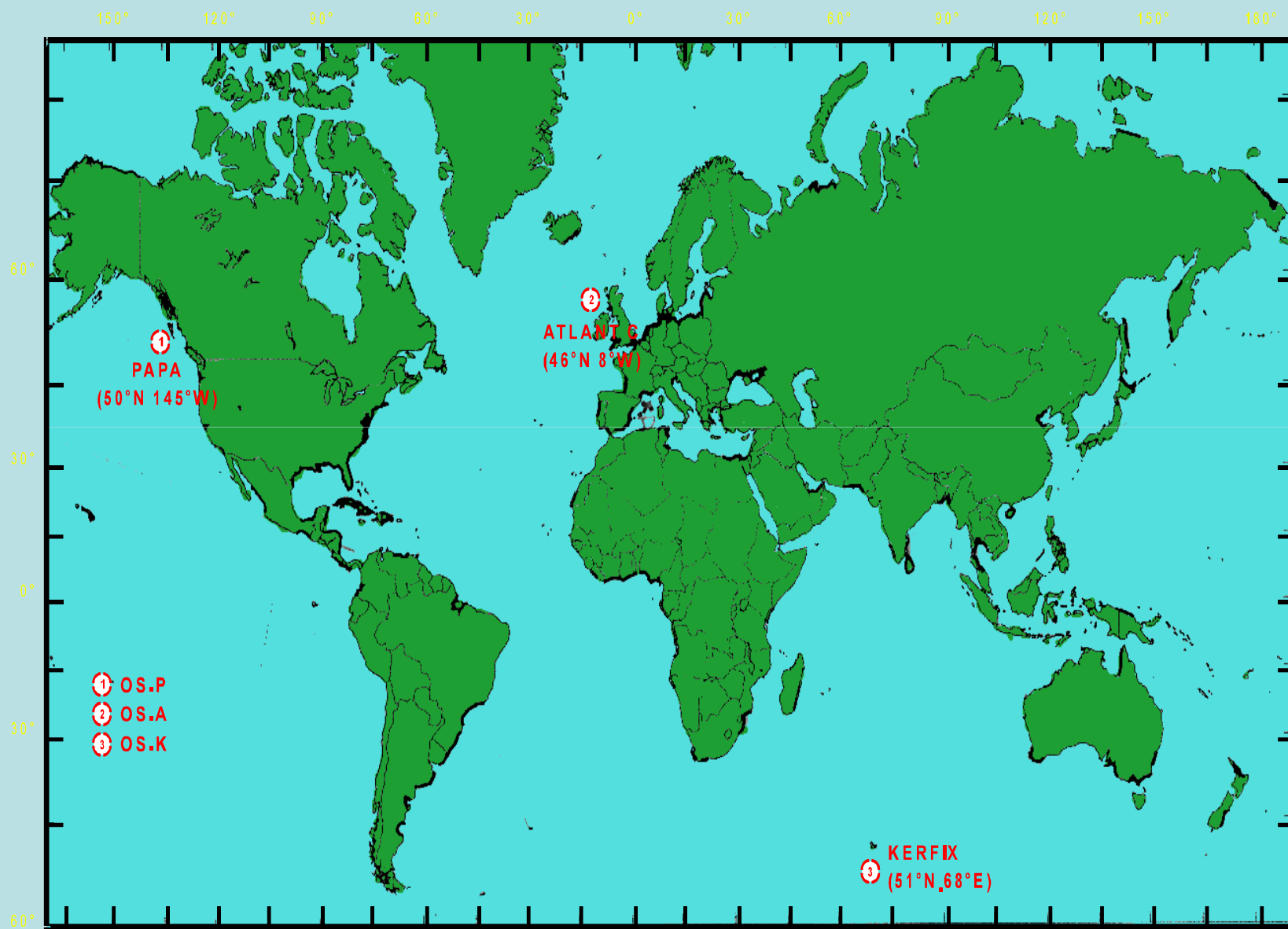




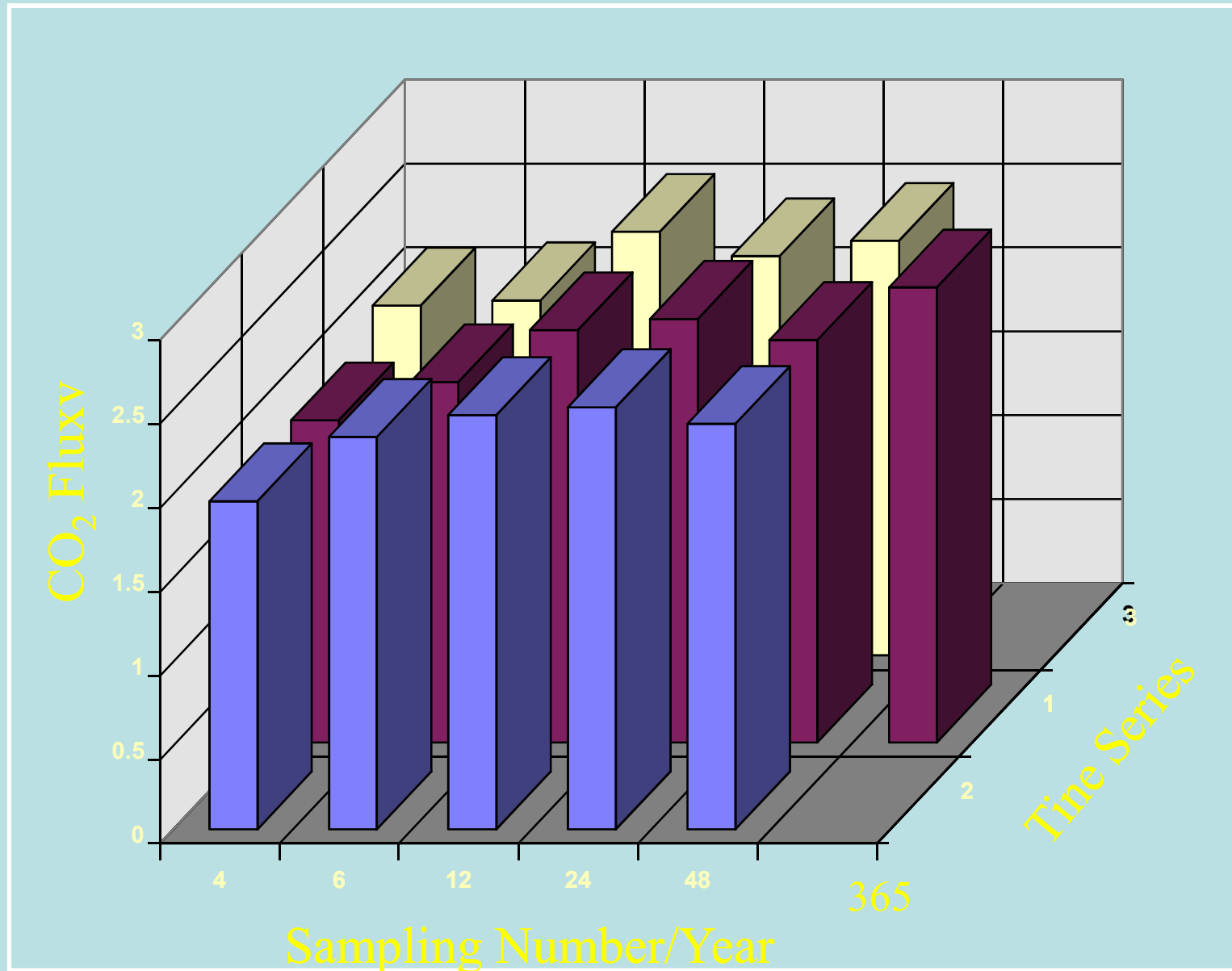


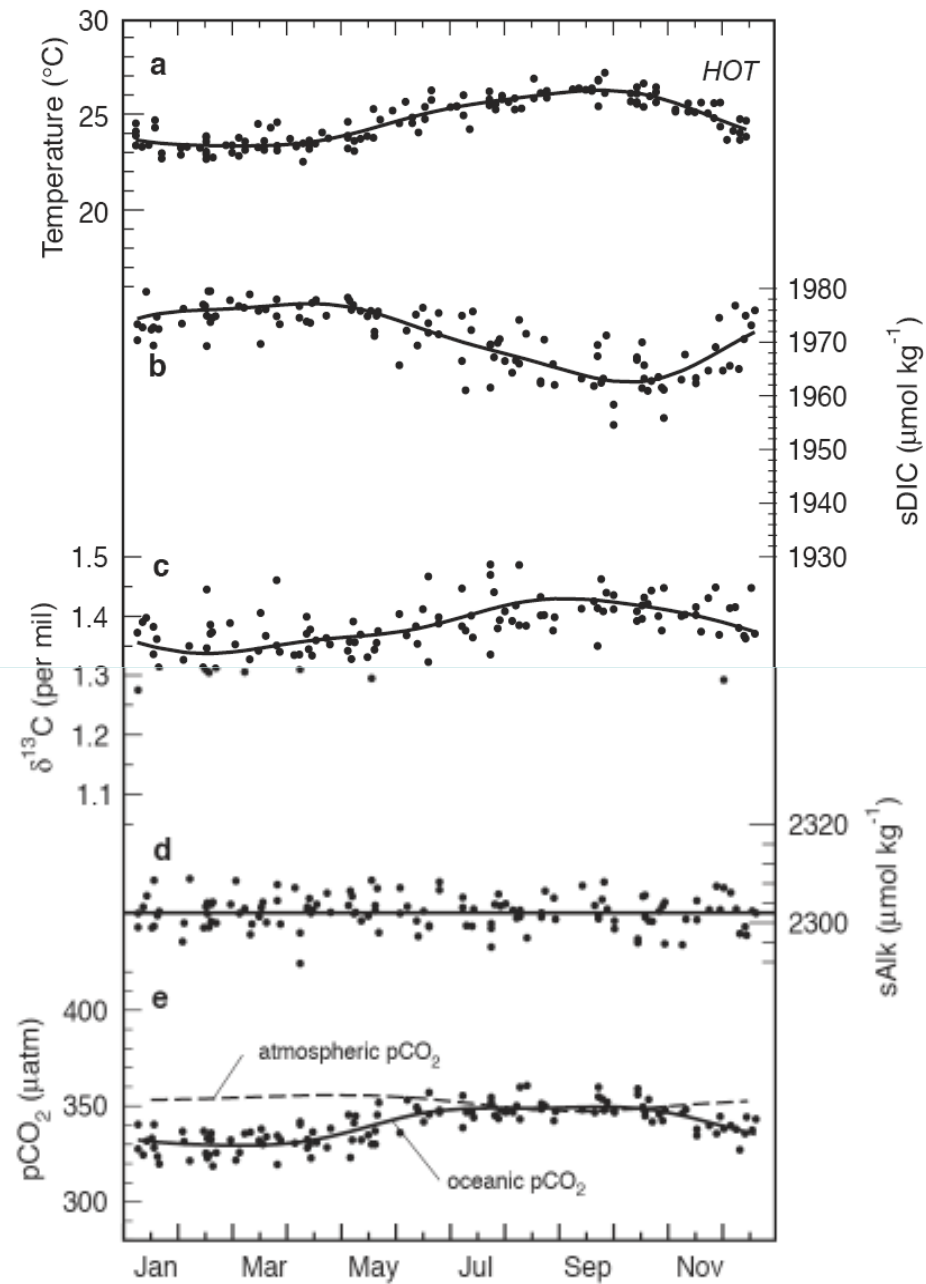
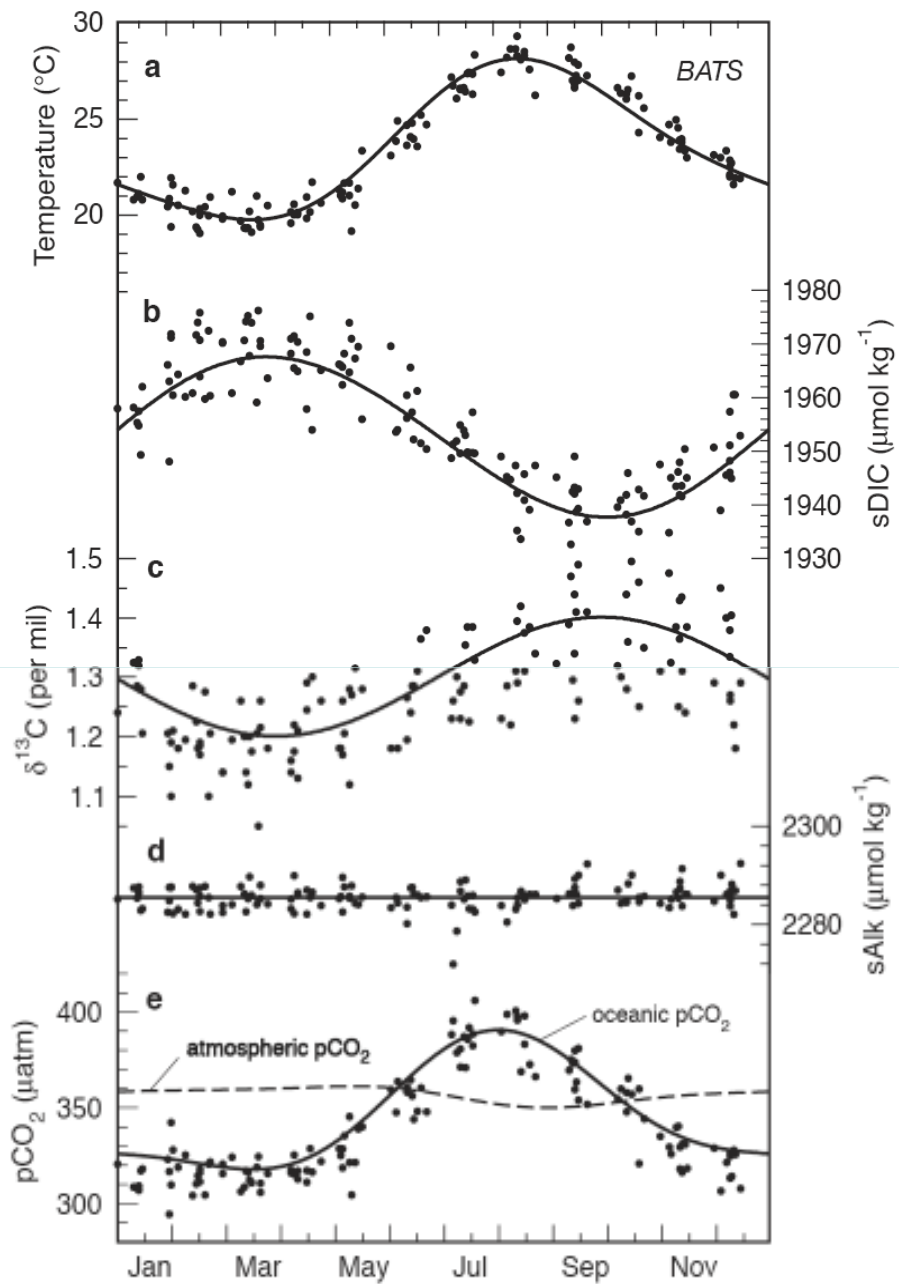


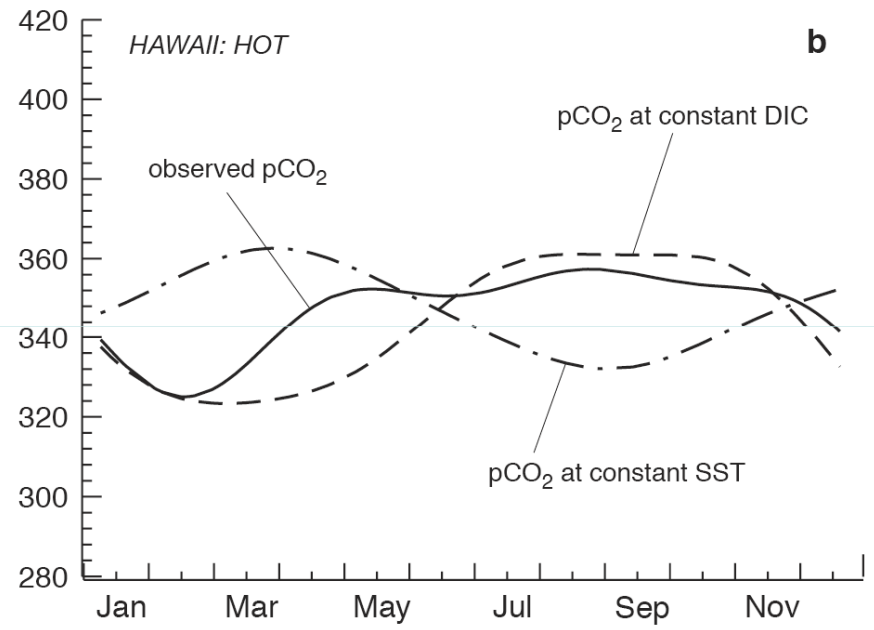
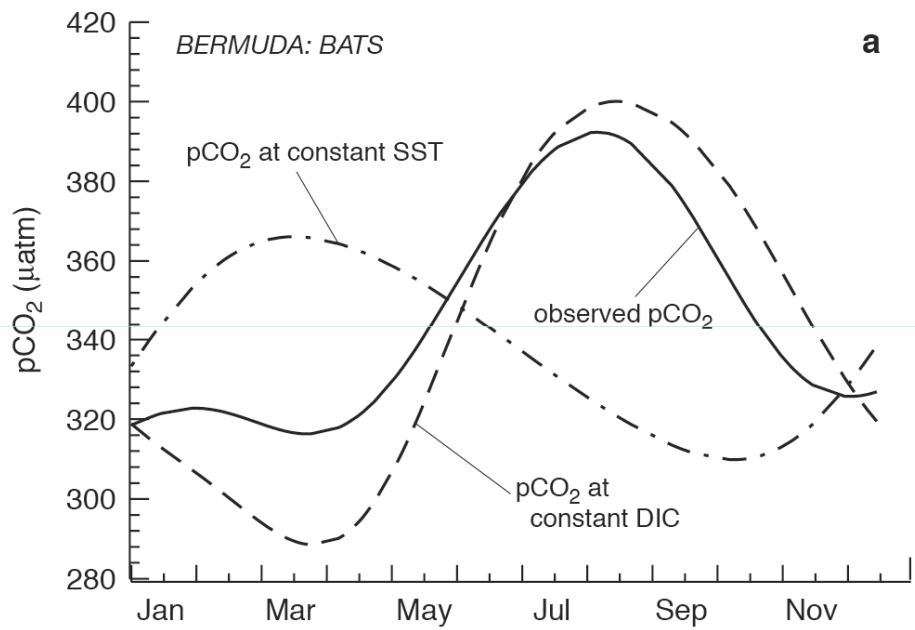


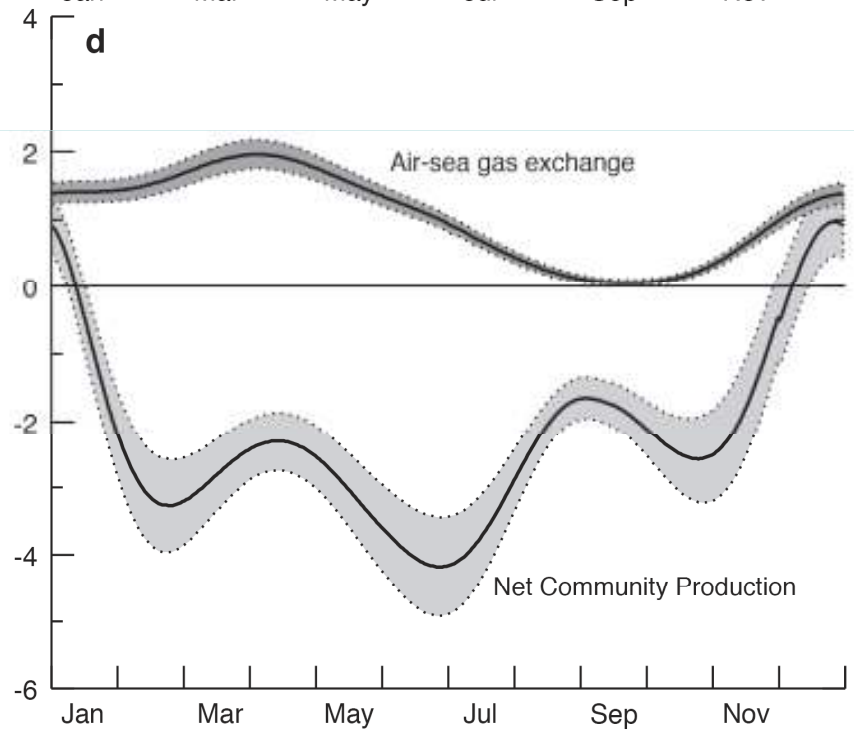
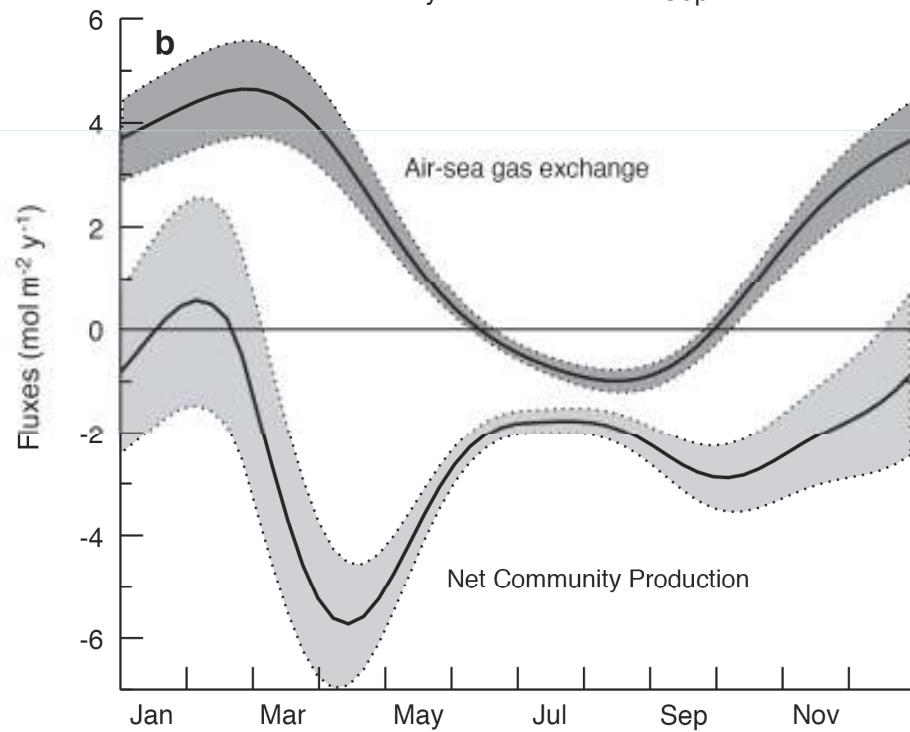
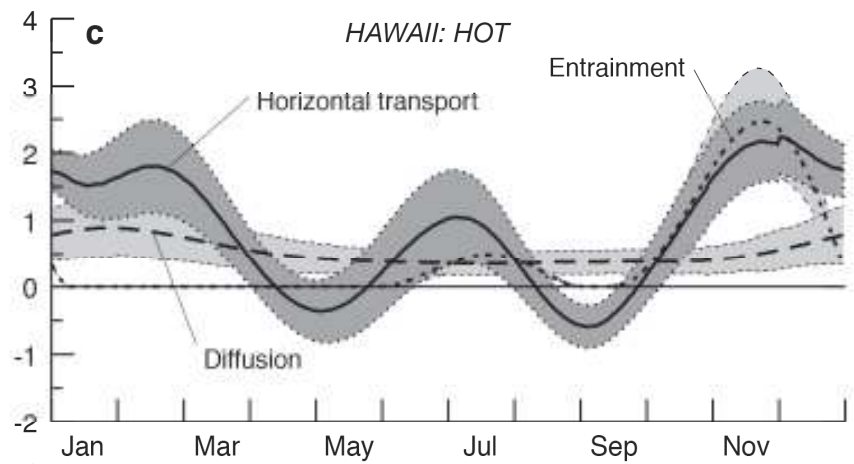
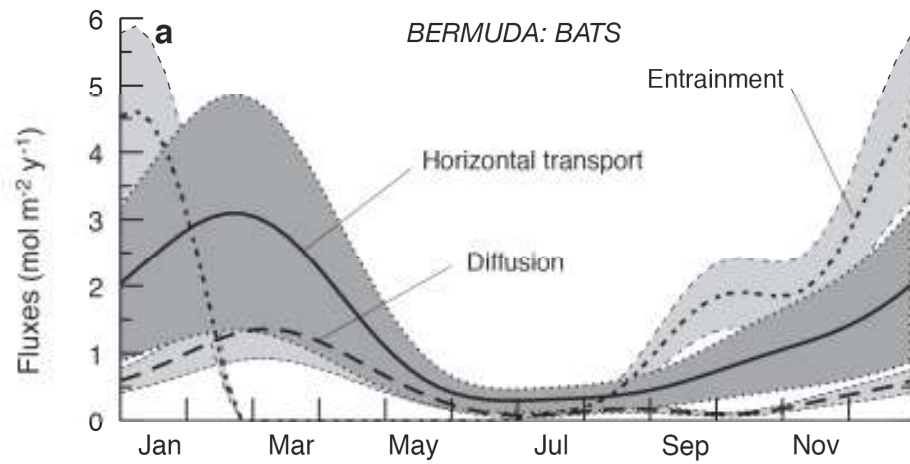


# SAMPLING STRATEGY

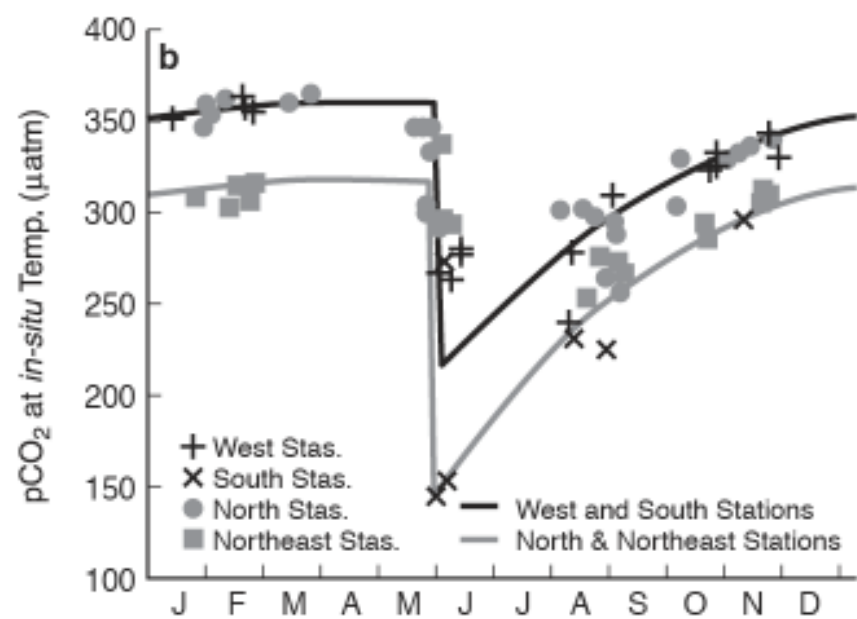
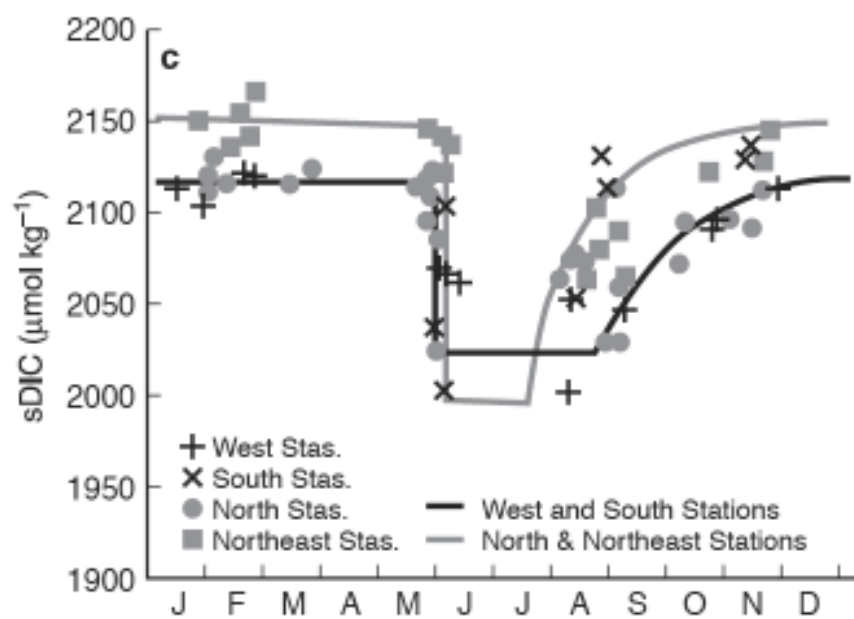
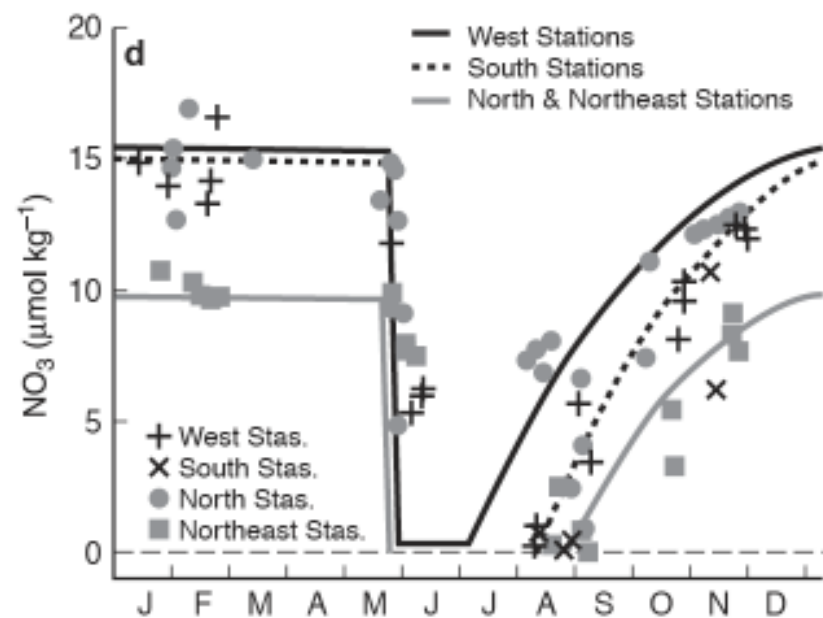
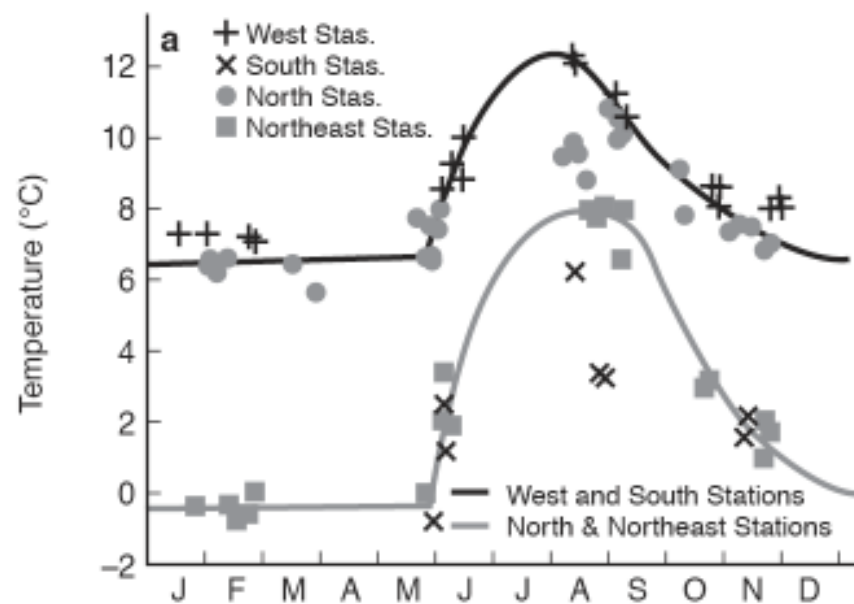




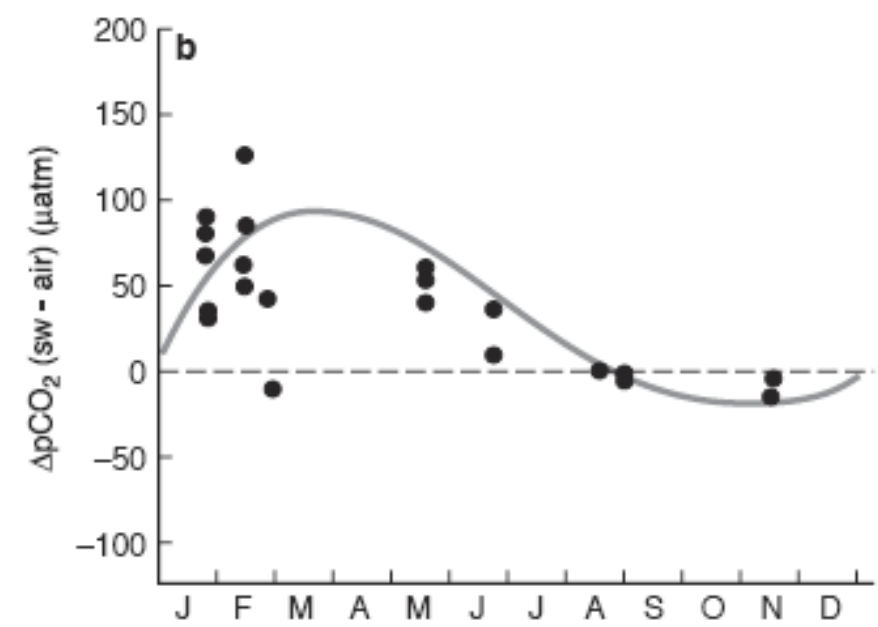
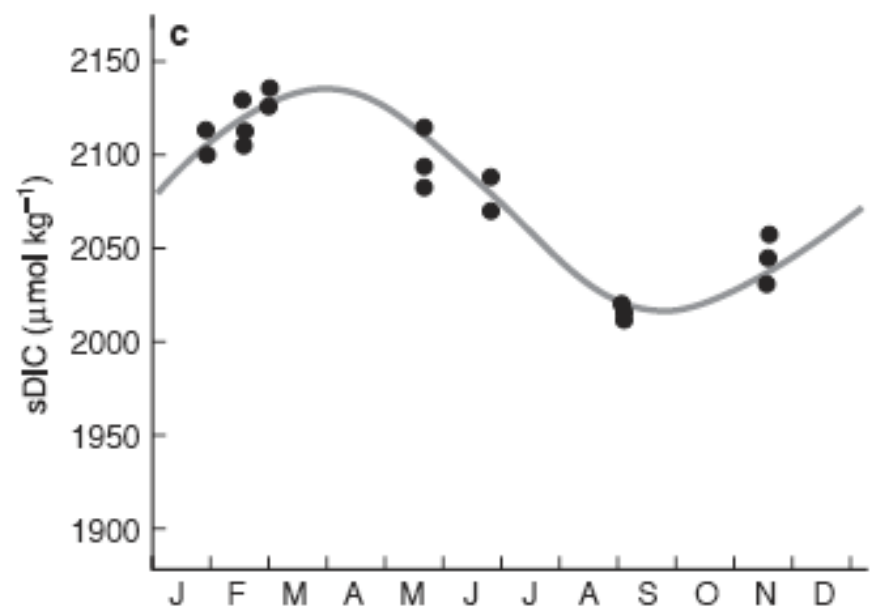
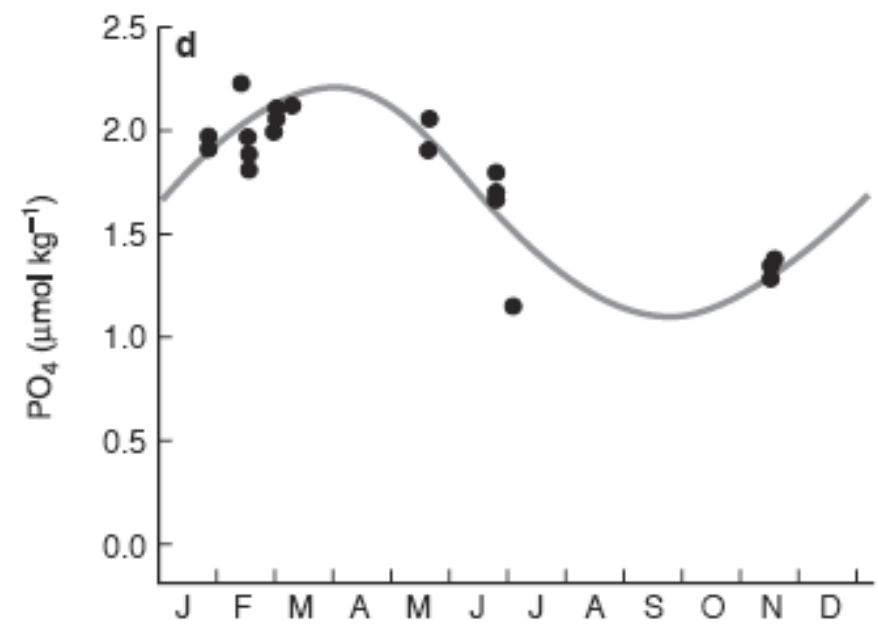
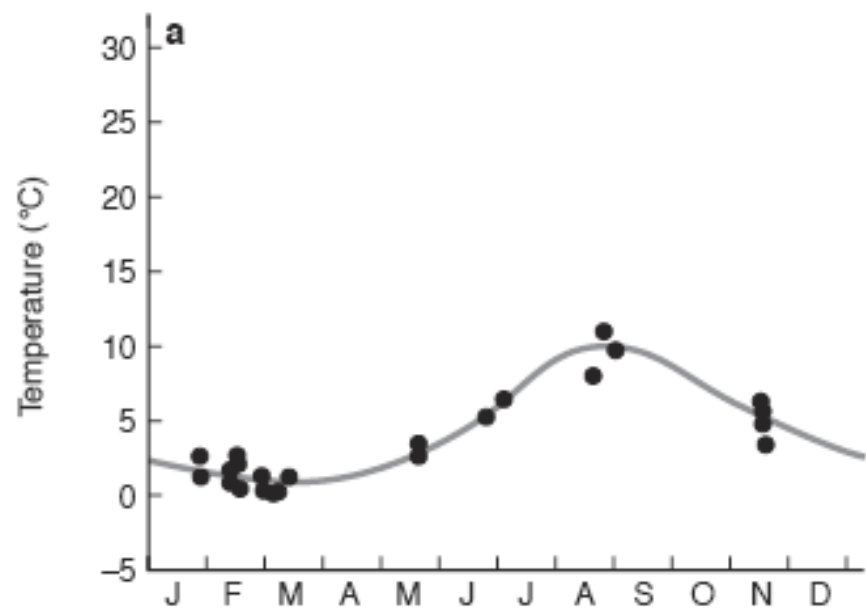


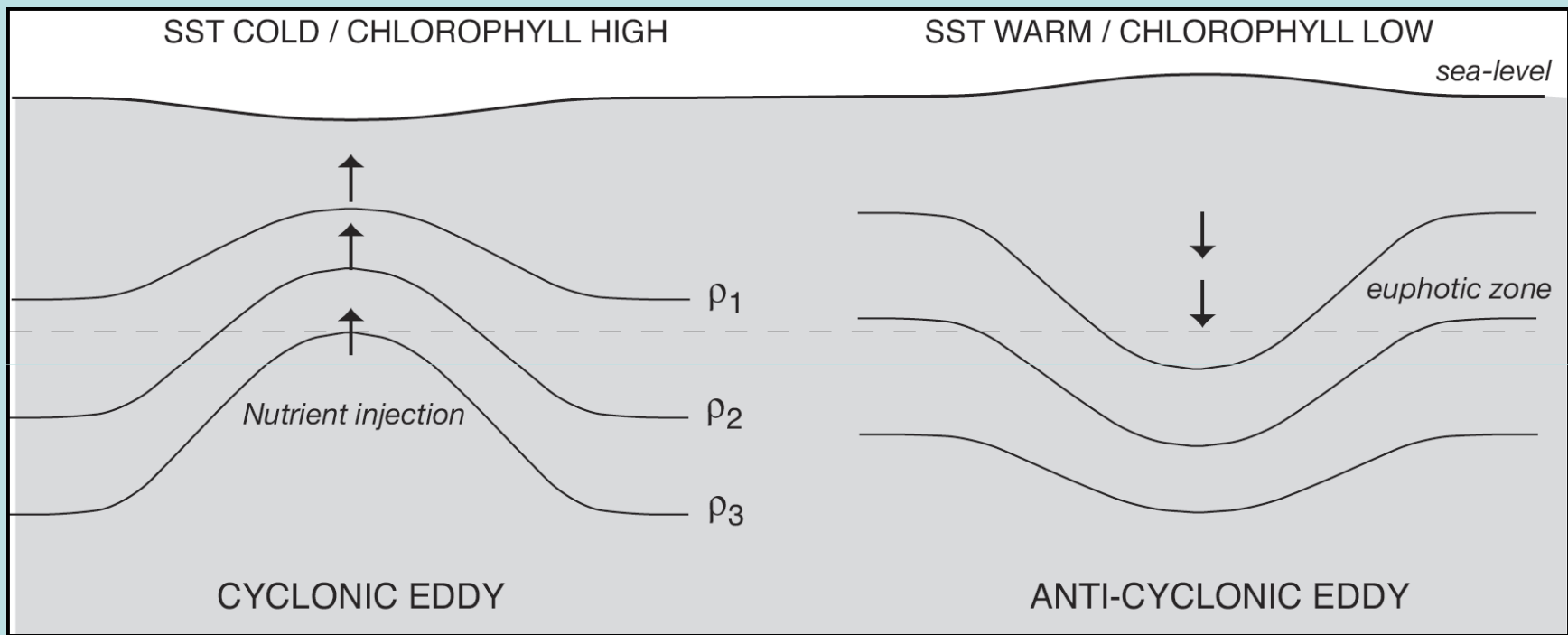




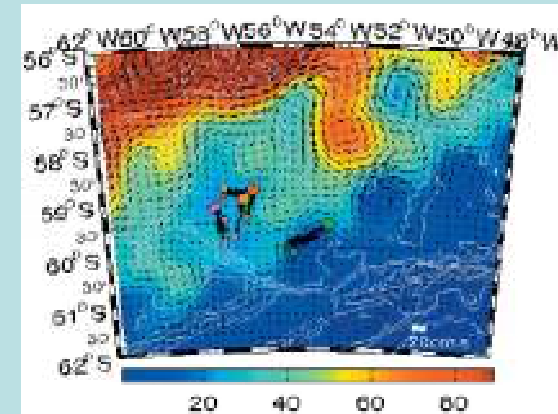
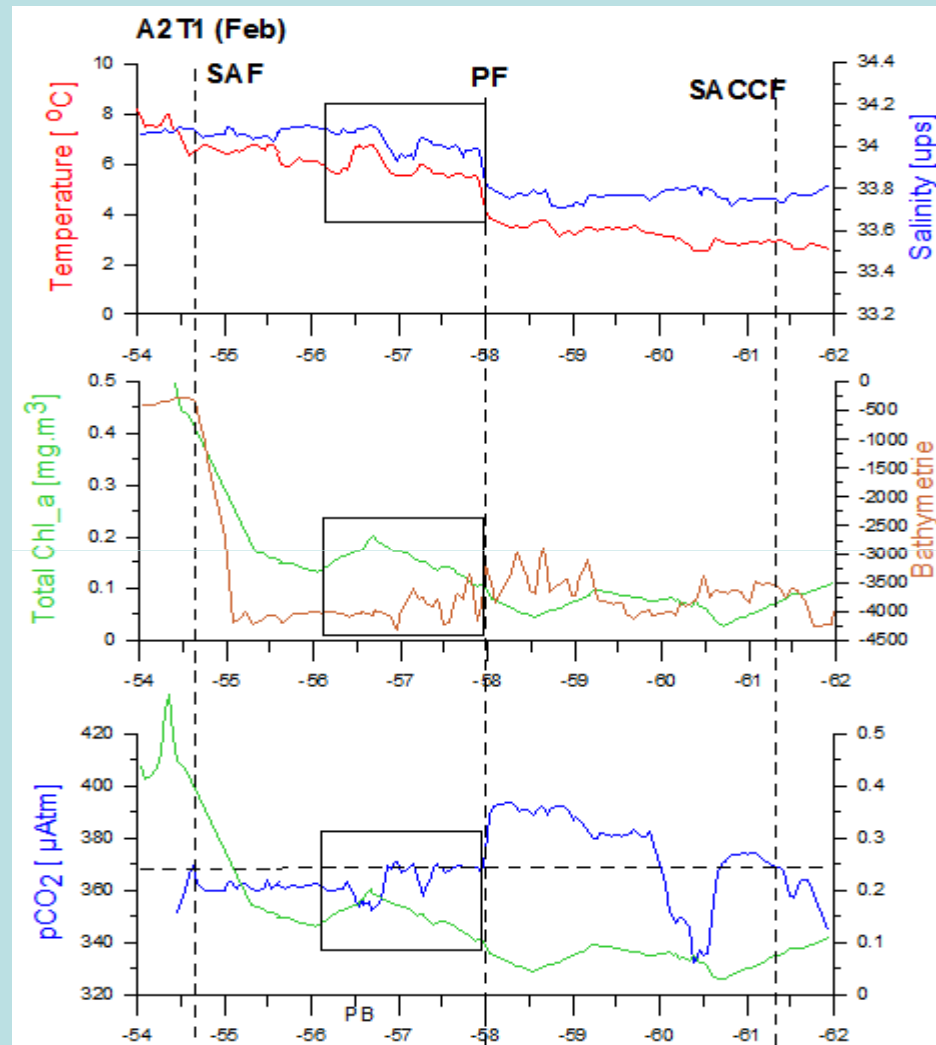








# Fertilización y captura del CO2 en los Eddies



*Barré et al., 2008*



# Modas de agua

Las Modas de agua (Mode waters, thermostads) son responsables de la formación de masas de agua a través de la modificación de las propiedades de las mismas en la proximidad de frentes o convergencias de aguas.

Se forman especialmente durante el invierno cuando la convección profunda induce también una ventilación de la moda de agua.

Sus núcleos son definidos por mínimos en el gradiente vertical de temperatura o densidad

# Formación de la SAMW

El agua Intermedia Antártica, es una masa de agua caracterizada por un mínimo de salinidad que circula en sentido S-N con su núcleo a unos 800 to 1000 m de profundidad. Como la más densa de las aguas circumpolares (SAMW), es la mayor contribuyente a la formación del AAIW. Esta masa de agua forma una capa de gran volumen que intersecta la capa de mezcla en el Pacífico SE, justo al N del Frente Subantártico (SAF). La formación de las SAMW y AAIW tiene un impacto muy importante en el hundimiento o subducción del CO<sub>2</sub> antropogénico

# Inventario de CO<sub>2</sub> antropico

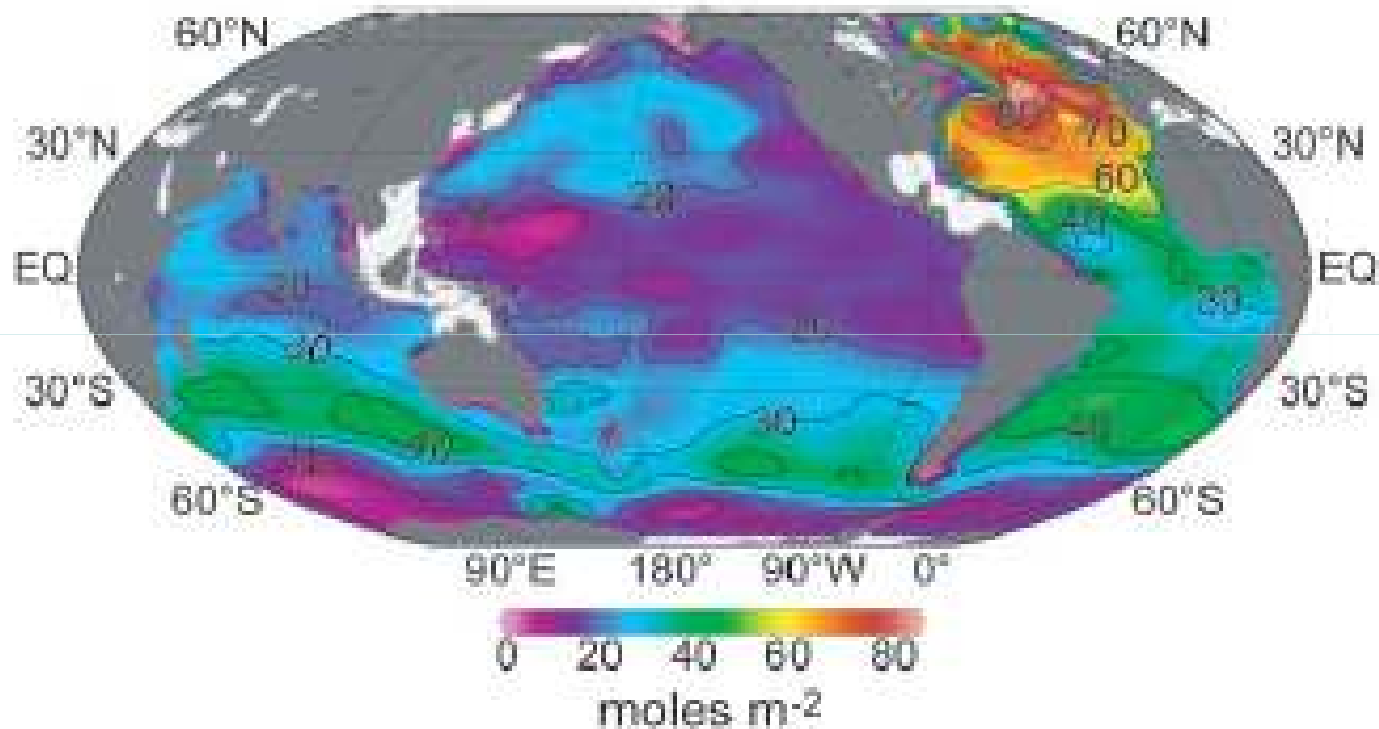


Fig. 1. Column inventory of anthropogenic CO<sub>2</sub> in the ocean (mol m<sup>-2</sup>). High inventories are associated with deep water formation in the North Atlantic and intermediate and mode water formation between 30° and 50°S. Total inventory of shaded regions is 106 ± 17 Pg C.

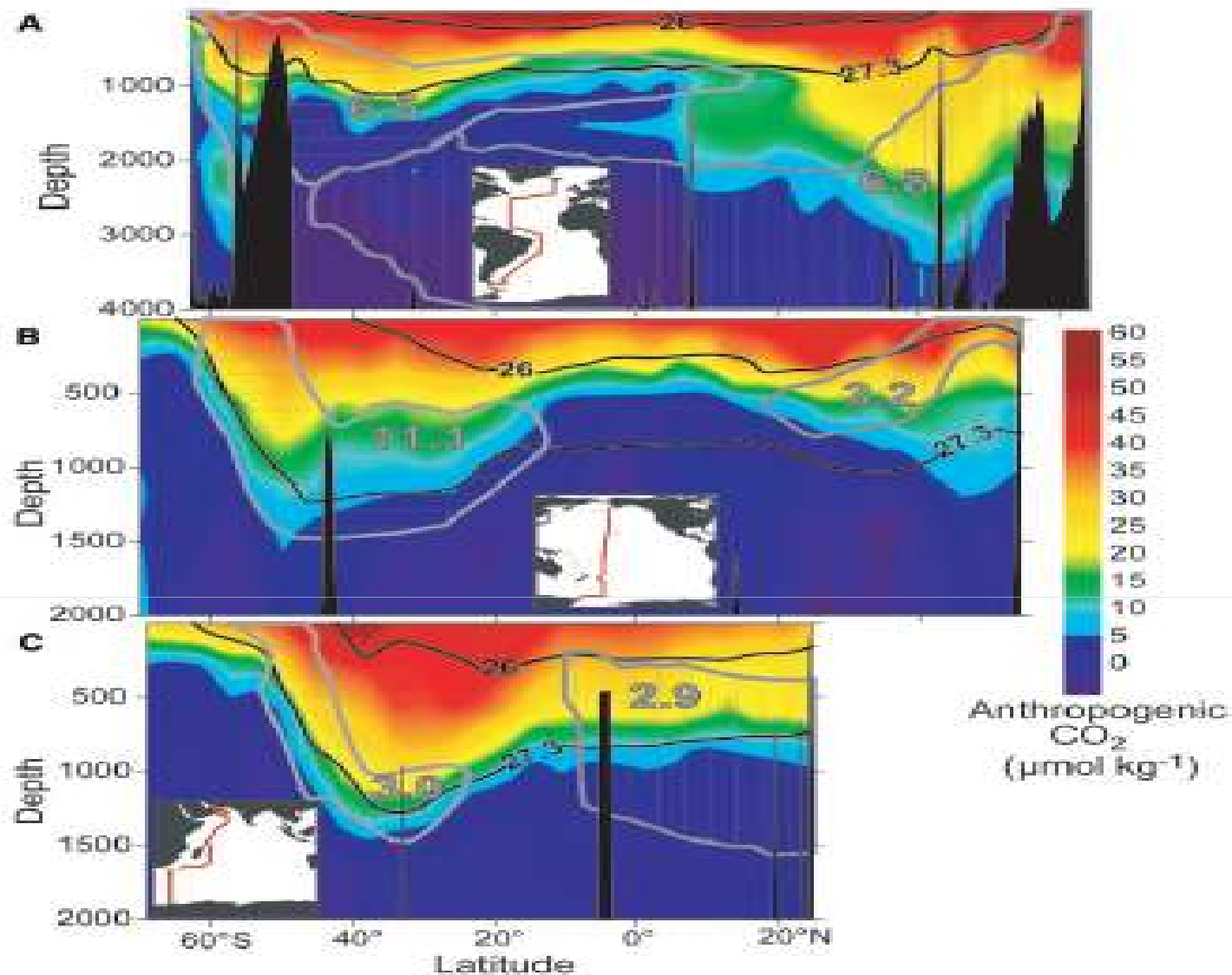


Fig. 2. Representative sections of anthropogenic  $\text{CO}_2$  ( $\mu\text{mol kg}^{-1}$ ) from (A) the Atlantic, (B) Pacific, and Indian (C) oceans. Gray hatched regions and numbers indicate distribution of intermediate water masses (and North Atlantic Deep Water) on the given section and the total inventory of anthropogenic  $\text{CO}_2$  (Pg C) within these water masses. The southern water masses in each ocean represent Antarctic Intermediate Water. The northern water masses represent the North Atlantic Deep Water (A), North Pacific Intermediate Water (B), and Red Sea/Persian Gulf Intermediate Water (C). The two bold lines in each panel give the potential density [ $\sigma_{\theta} = (\text{density} - 1) \times 1000$ ] contours for the surfaces shown in Fig. 4. Insets show maps of the cruise tracks used. Note that the depth scale for (A) is twice that of the other figures, reflecting the deeper penetration in the North Atlantic.