

OCEANOGRAFIA FISICA EN CUENCAS OCEANICAS Y PLATAFORMA

**PROPIEDADES FISICAS DEL
AGUA DE MAR**

TEMPERATURA

- Tipos de temperatura
- a) temperatura in situ (T) es directamente la temperatura medida a una profundidad dada
- b) temperatura potencial (θ) es la temperatura de una parcela de agua transportada adiabáticamente a la superficie. $T > \theta$

$$T = \theta + \Delta\theta$$

$\Delta\theta$ surge por efecto de la presión un cambio en la energía interna ΔE_i

$$\Delta E_i = \Delta Q + W$$

W = trabajo realizado, ΔQ = cantidad de calor

exportada o substraída de la parcela. Proceso adiabático $\Rightarrow \Delta Q = 0$

$$\uparrow p \Rightarrow \uparrow \Delta E_i \Rightarrow \uparrow T \quad \downarrow p \Rightarrow \downarrow \Delta E_i \Rightarrow \downarrow T$$

Cálculo de la profundidad real en base a la temperatura

$$\frac{\Delta\theta}{\Delta p} = \frac{\beta \alpha T}{J C_p}$$

$\beta = f(S, T)$ = coeficiente de expansión térmica del agua

$J (= 4,1863 \times 10^7 \text{ ergios/cal})$ = equivalente mecánico del calor

$C_p (= 0,924 \text{ cal/gr } ^\circ\text{K})$ = calor específico del agua de mar a presión constante

$T (= T + 273)$ = temperatura absoluta en grados Kelvin

Ecuación de estado donde

$$\Delta p = \rho g \Delta z$$

donde g = aceleración de la gravedad

$\rho = 1/\alpha$ = densidad (= inversa del volumen específico)

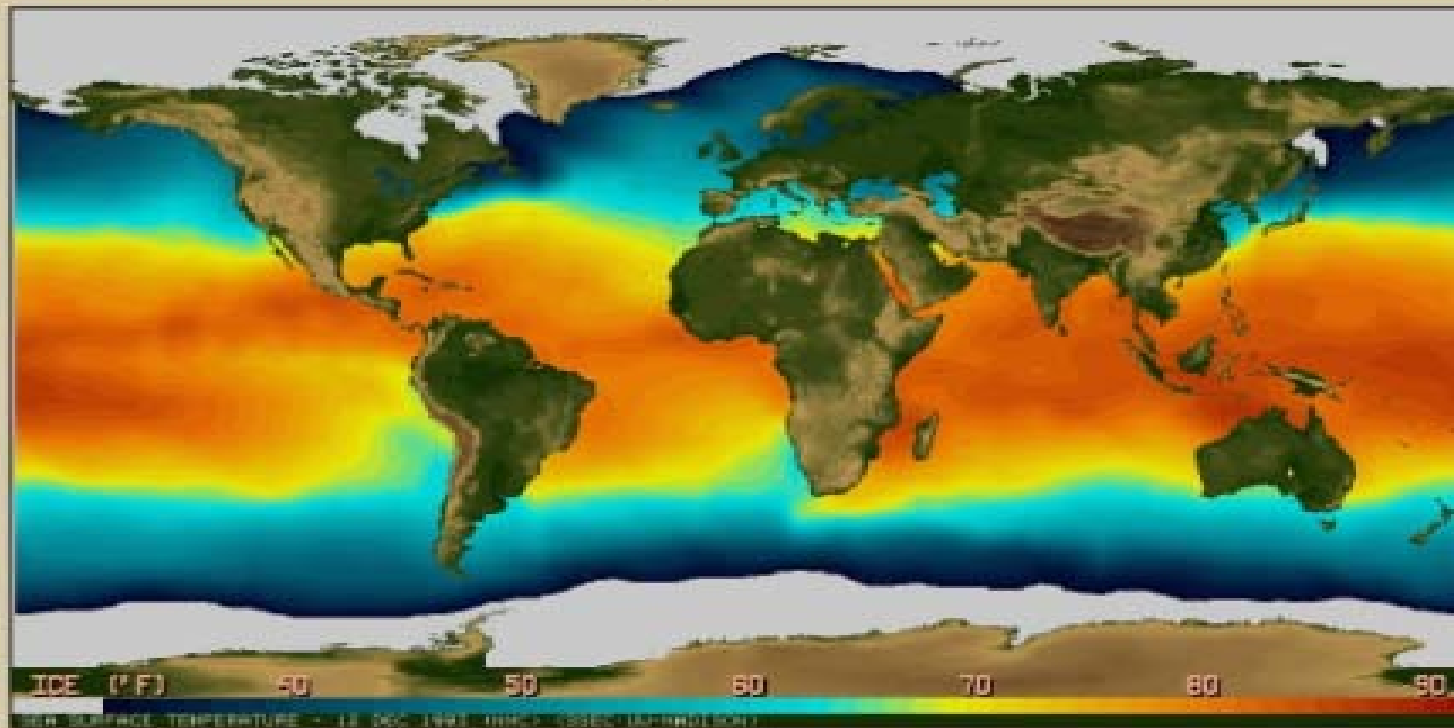
Reemplazando

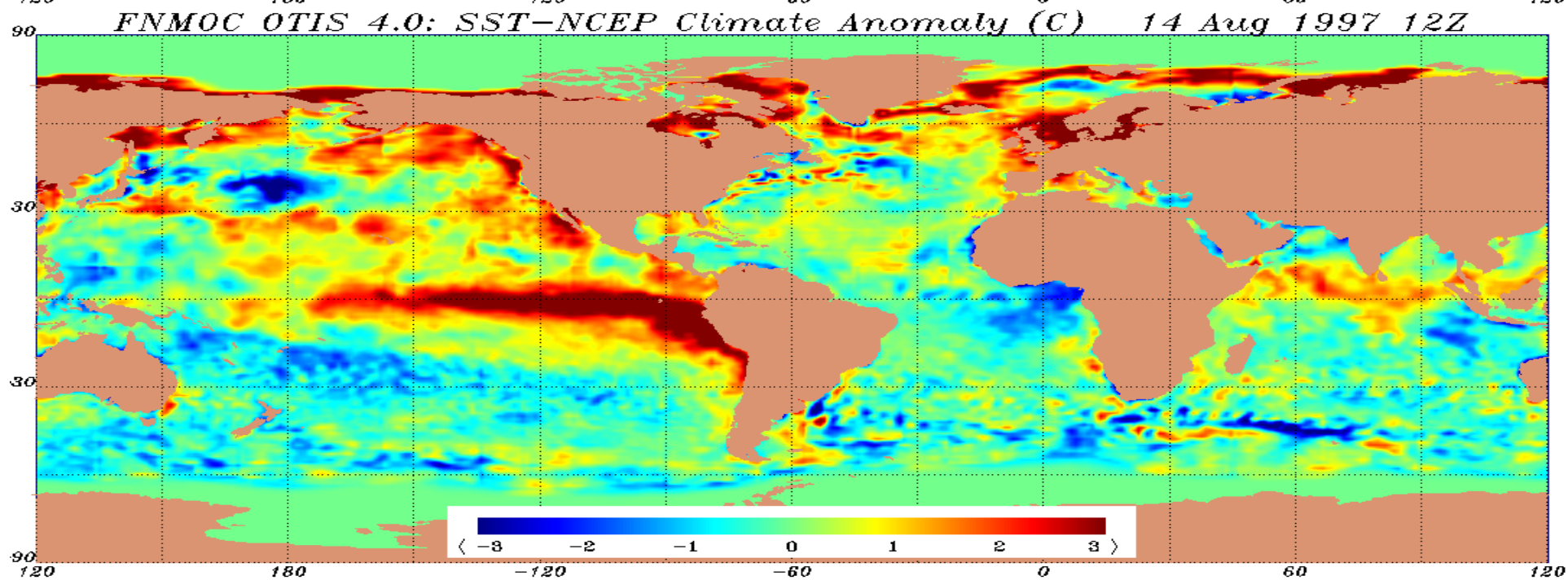
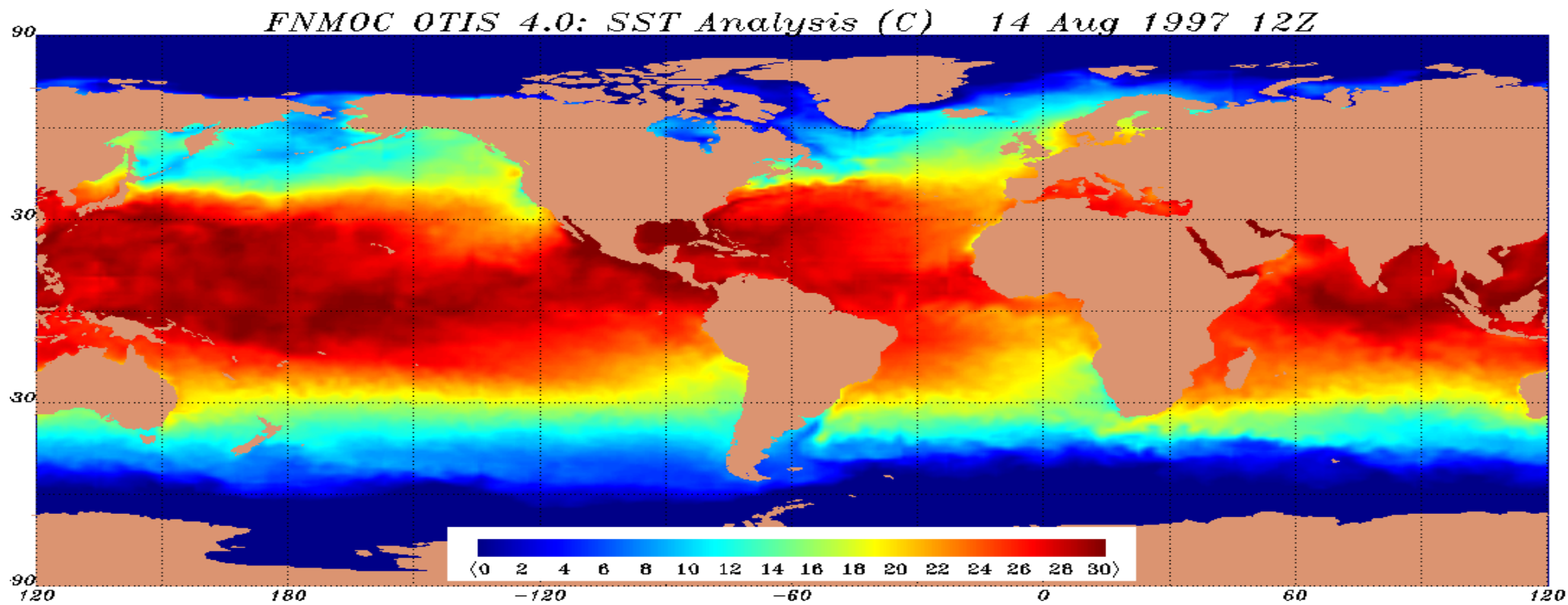
$$\frac{\Delta\theta}{\Delta Z} = \frac{\beta g T}{J C_p}$$

Por lo tanto, conociendo $\Delta\theta$ y T se puede calcular directamente z

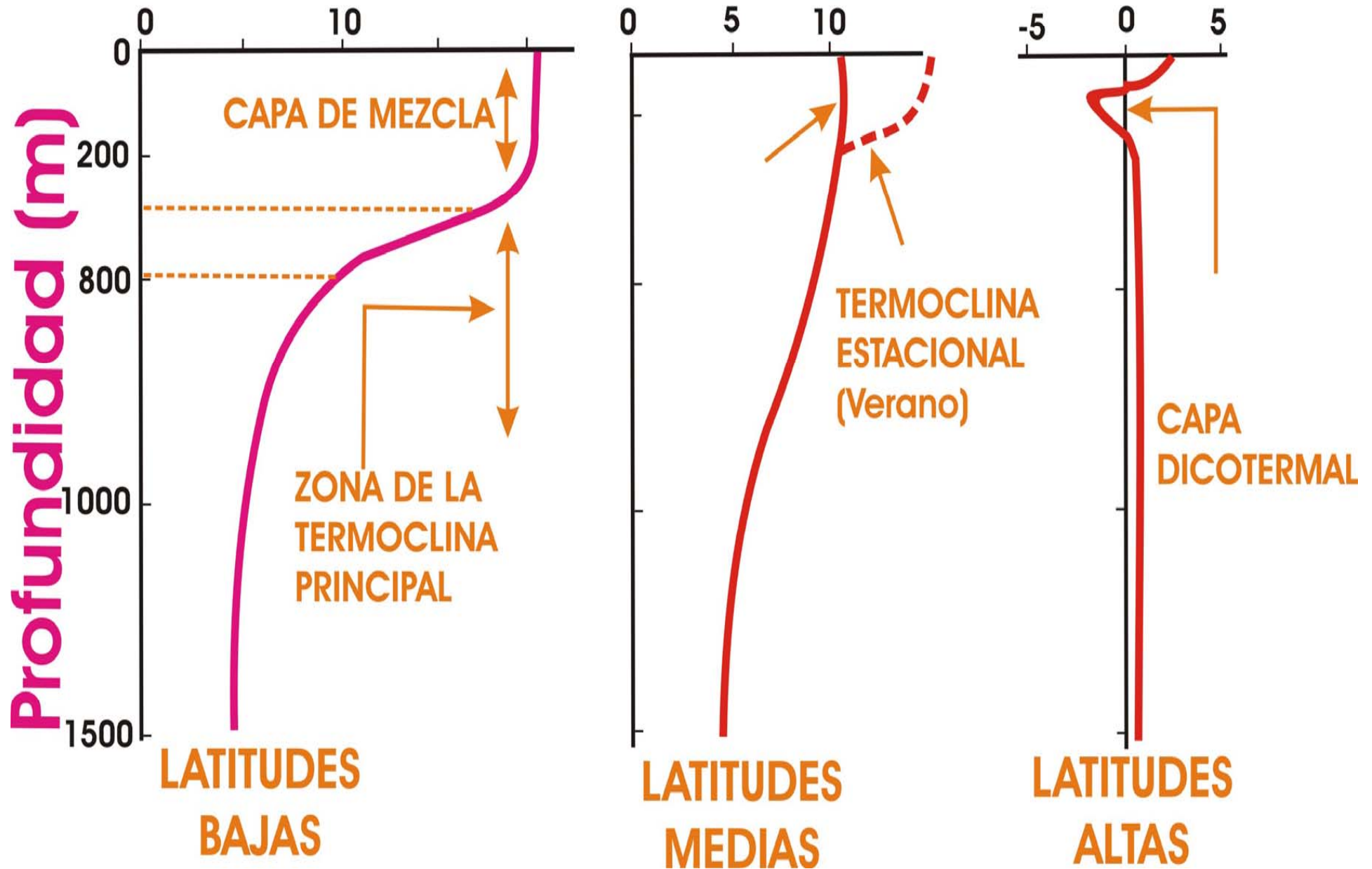
DISTRIBUCION DE LA TEMPERATURA EN LA SUPERFICIE DEL MAR

Sea Surface Temperature — 12 Dec. 1993



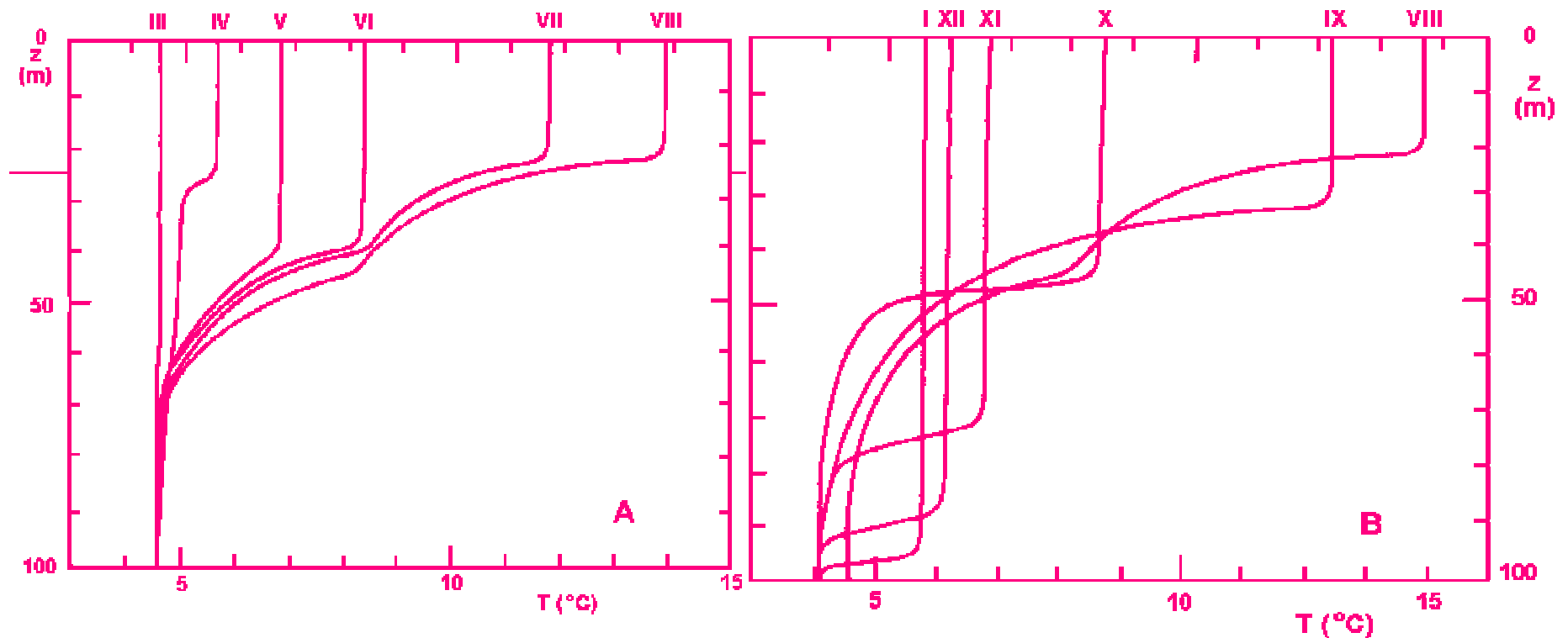


Temperatura (°C)

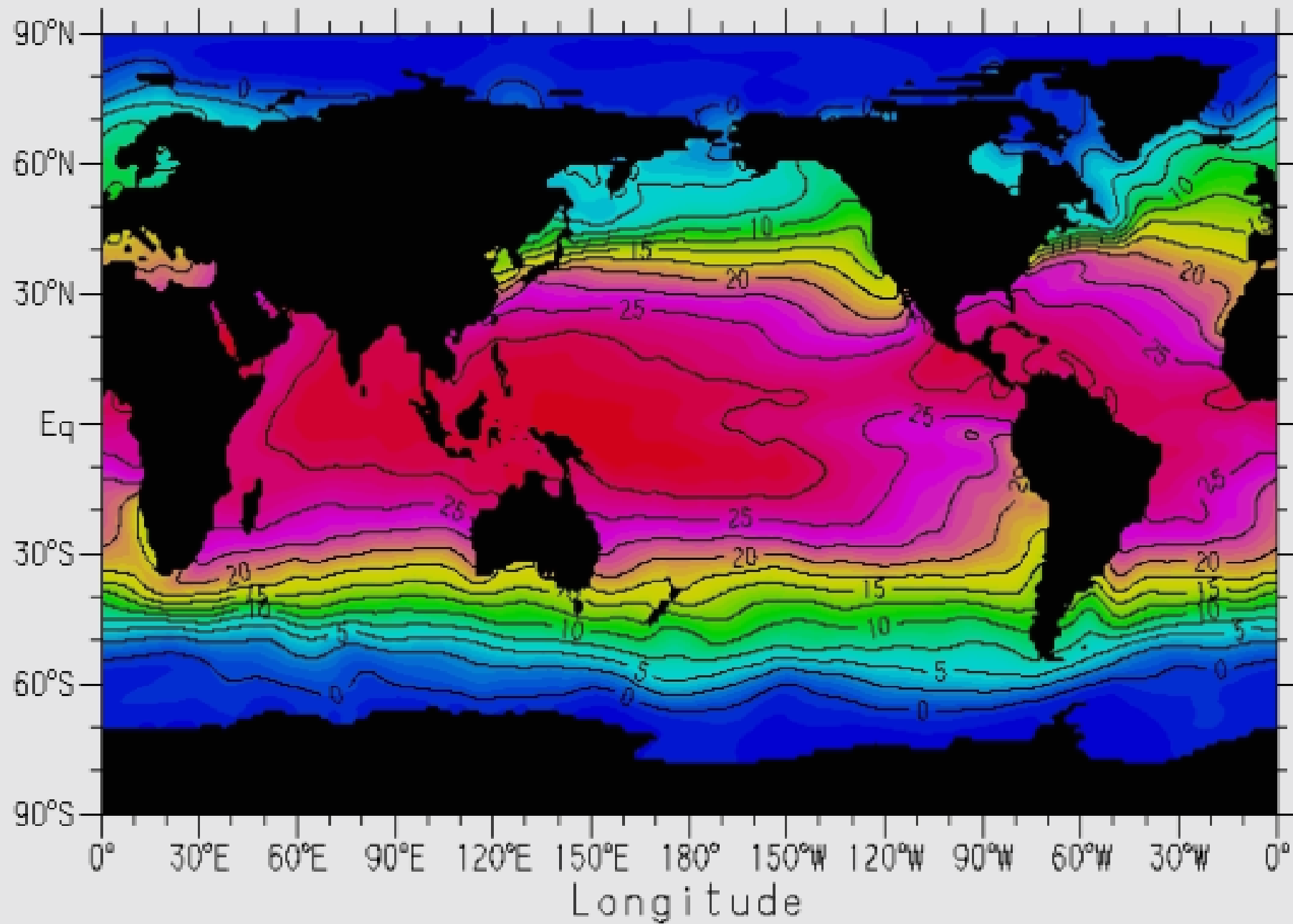


Distribución superficial y variaciones diurna y estacional de $T = f(\text{intercambio de calor entre el océano y la atmósfera})$

Factores: radiación incidente, radiación reflejada, evaporación y transferencia directa de calor



0m Temperature



SALINIDAD (S)

- Primera aproximación = la cantidad de sales disueltas en el agua.
- Definición la cantidad total de materiales sólidos en unidades de gr/kg de agua de mar, cuando todos los $\text{CO}_3^{=}$ fueron convertidos a óxidos, los Bromuros y Ioduros reemplazados por Cloruros, y toda la materia orgánica completamente oxidada.
- Determinación de la Clorinidad (Cl) por titulación con AgNO_3 (suponemos que el cociente entre las sales en la solución es constante)

$$S = 1.80655 \text{ Cl}$$

- Desde 1960 se emplea la Conductividad ($C = f(T, S)$) del agua

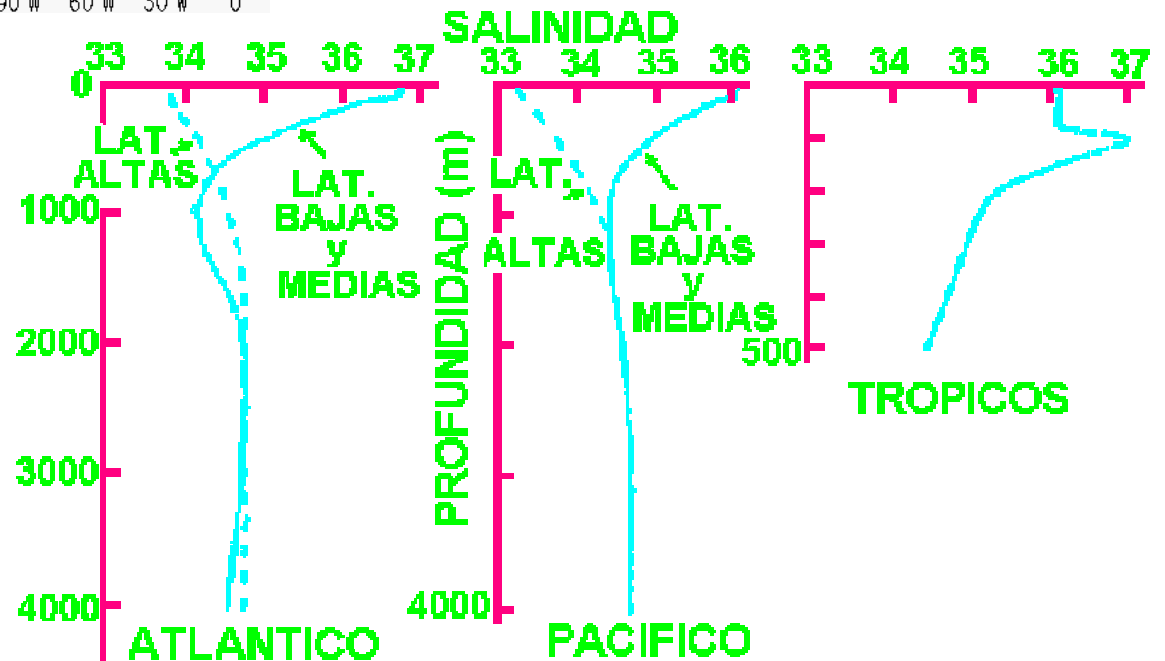
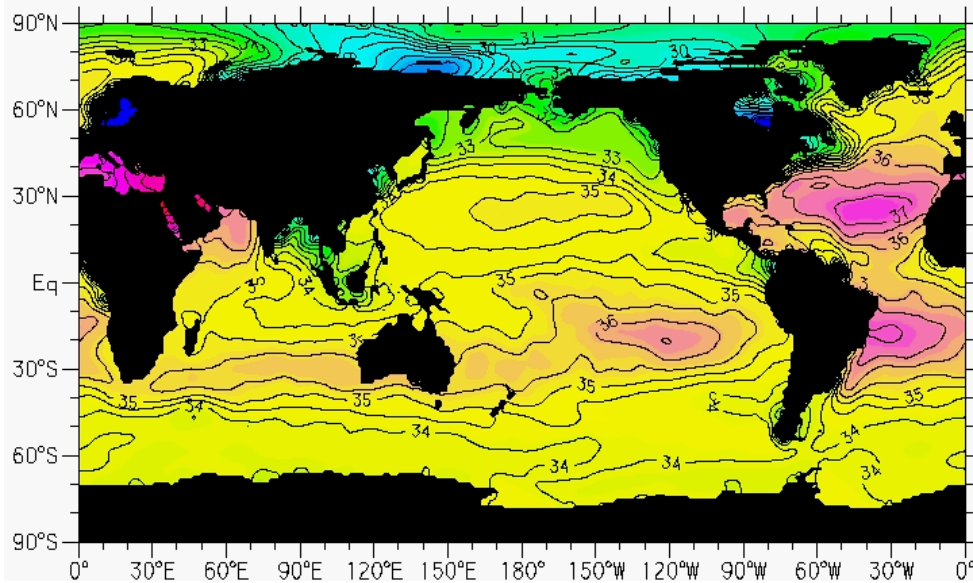
$$\frac{S_M}{C_M} = \frac{S_E}{C_E}$$

- Donde M son los datos de la muestra y E datos del agua estándar
- Valor típico: 35 (no tiene unidades)
- Precisión: Océano abierto = 0.001 (0.003)
- Aguas costeras = 0.01
- Estuarios = 0.1

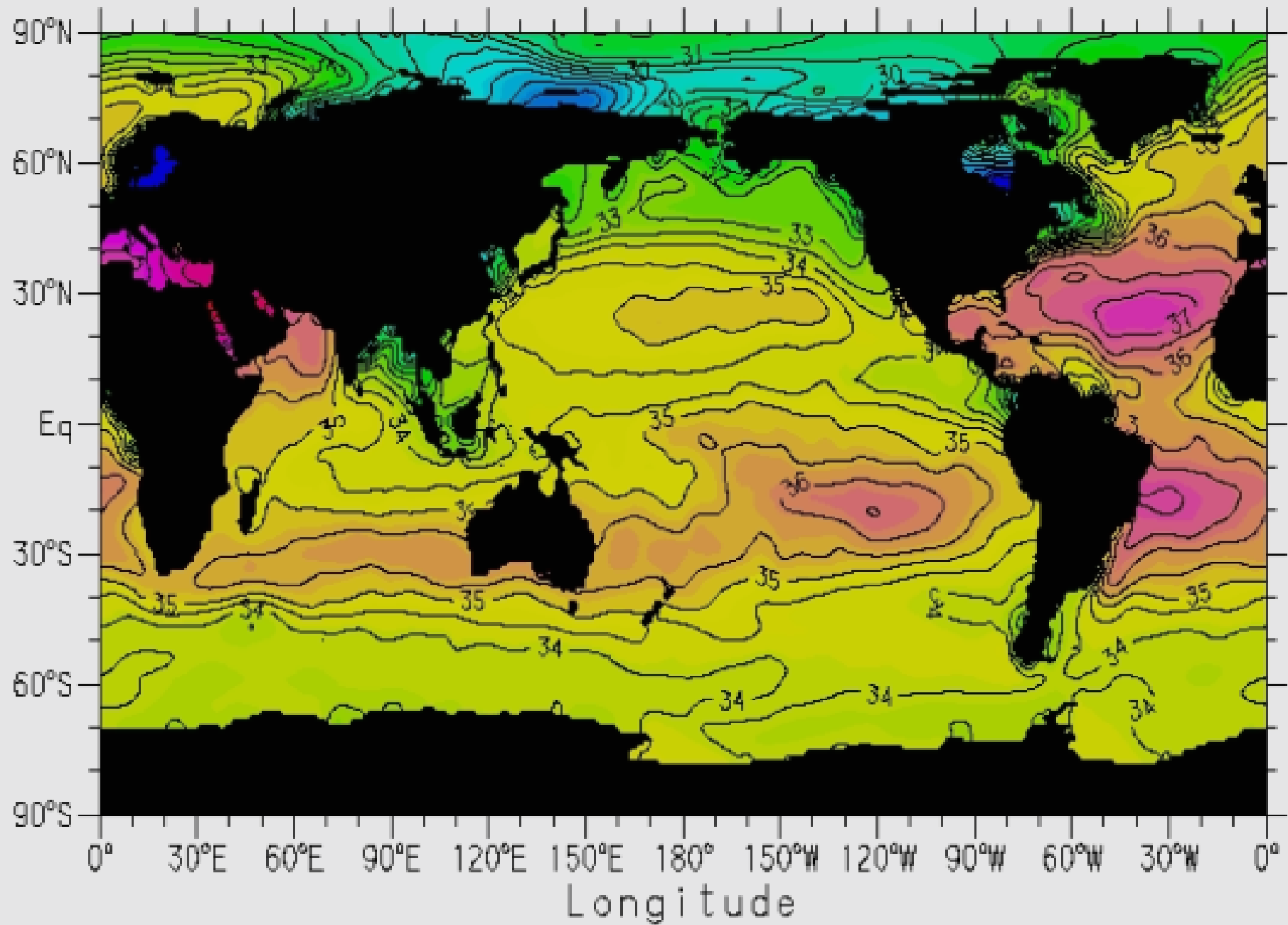
Distribución de la S en los Océanos

- **Principales factores**
 - cociente evaporación/precipitación
 - mezcla turbulenta
 - advección por corrientes
- **Cerca de costas = procesos de importancia local**
 - Descarga fluvial, formación y derretimiento de hielos
 - En profundidad = procesos de mezcla y advección

DISTRIBUCION DE SALINIDAD



0m Salinity



Presión

$$p = \frac{\textit{Fuerza}}{\textit{unidad de area}} = \frac{ma}{L^2} = zg$$

donde z = profundidad a la que se determina la presión
se desprecia la presión atmosférica

Relación profundidad presión considerando
= 1 gr/cm³; g = 103 cm/s²; z = 102 cm

$$p = 1 \frac{\textit{gr}}{\textit{cm}^3} 10^3 \frac{\textit{cm}}{\textit{s}^2} 10^2 \textit{cm} = 10^5 \frac{\textit{dinas}}{\textit{cm}^2} = 1 \textit{db}$$

DENSIDAD

$$\rho = (T, S, p)$$

Densidad del agua dulce es 1 gr/cm³

Densidad del agua marina varía entre 1,02 y 1,03 gr/cm³.

Densidad oceanográfica

Por ejemplo $\rho = 1,02536$ gr/cm³ se define la función

$$\sigma = (\rho - 1) 1000$$

Que se transforma a un valor de = 25,36 (en unidades de σ).

a) $\sigma_{S,T,p}$ densidad in situ: densidad de la muestra de agua a una dada S, T y p.

Forma abreviada

b) $\sigma_T = \sigma_{S,T,0}$ densidad de la parcela con su T in situ pero considerando que la $p = 0$, es decir transportada a la superficie.

c) $\sigma = \sigma_{S, ,0}$ densidad potencial:

d) $\sigma_0 = \sigma_{S,0,0}$ en esta densidad solo se toma en consideración la salinidad

$$\sigma_0 = -0.093 + 0.8149S - 0.000482S^2 + 0.0000068S^3$$

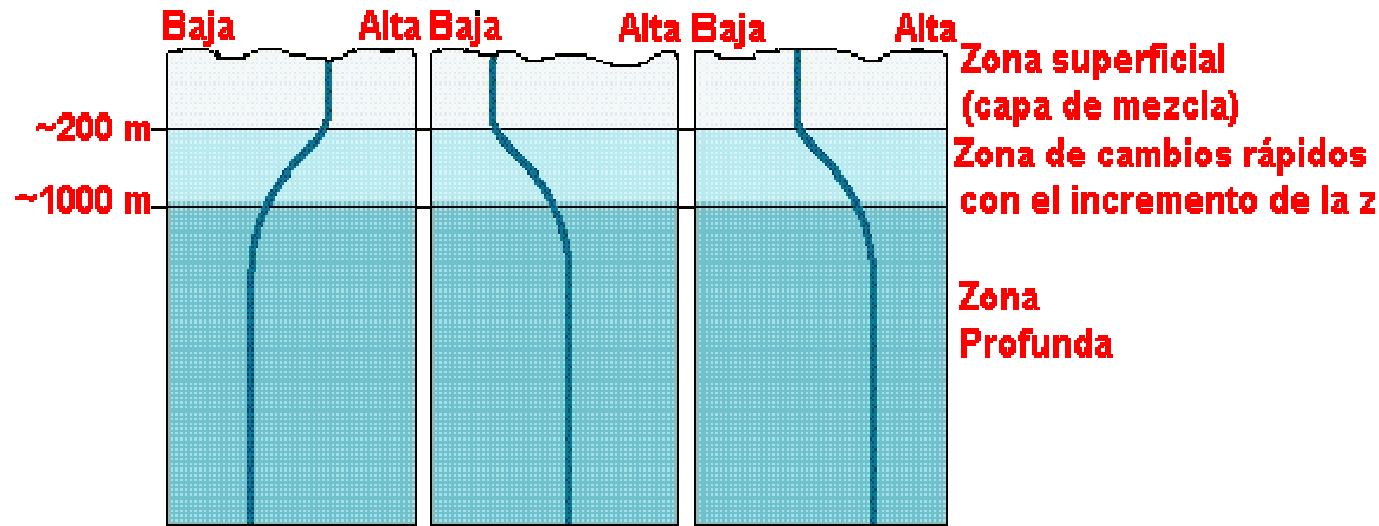
Volumen específico α [cm³/gr]

a) $\alpha_{S,T,p}$ volumen específico in situ

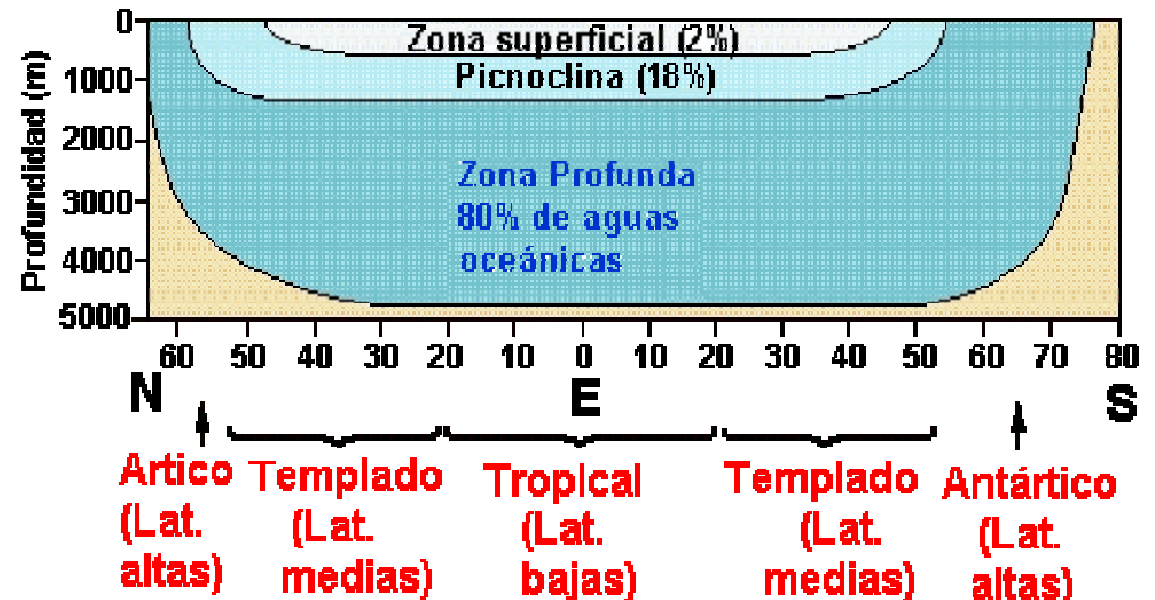
b) $\alpha_T = \alpha_{35,9,p}$ volumen específico estándar

Distribución de la Densidad

Temperatura Salinidad Densidad



Termoclina + Haloclina = Pycnoclina



Máxima Densidad y Punto de Congelamiento

A. pura máxima densidad 4° C (3.97° C). S T congelamiento < 0° C S = 17

$$T_{\rho\max} (^{\circ}\text{C}) = 3.95 - 0.266 \sigma_g$$

$$T_{\rho\max} (^{\circ}\text{C}) = 3.95 - 0.2 S - 0.011 S^2$$

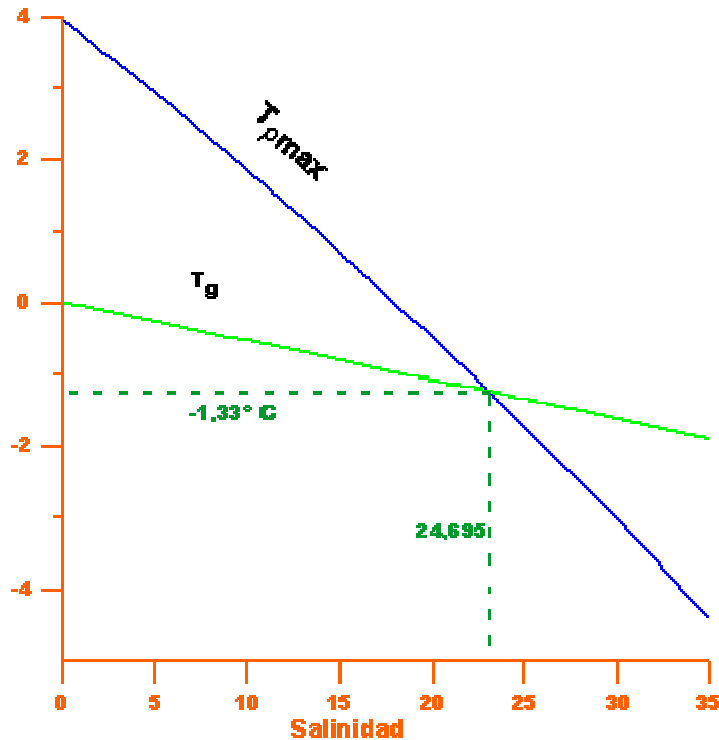
Ejemplos: $S = 10, T_{\rho\max} = 1.86^{\circ}\text{C}$
 $S = 30, T_{\rho\max} = -2.47^{\circ}\text{C}$

Temperatura de Congelamiento (T_g) < T del agua pura

$$T_g = -0.0086 - 0.04633\sigma_g - 0.0001055\sigma_g^2$$

$$T_g = -0.003 - 0.0527 S - 0.00004 S^2$$

Ejemplos: $S = 10, T_{\rho\max} = -0.53^{\circ}\text{C}$
 $S = 30, T_g = -1.63^{\circ}\text{C}$



Temperatura eutéctica de sales presentes en el agua de mar.

Sales	Temperatura
Sulfato de sodio	-1,2
Cloruro de potasio	-11,1
Cloruro de sodio	-21,2
Cloruro de magnesio	-33,6
Cloruro de calcio	-55,0

Compresibilidad del Agua de Mar

Fluido en recipiente cilíndrico de sección A y longitud l

Aplicar una fuerza F , pistón se mueve una distancia l

Volumen del fluido V cambiará en $\Delta V = -A \Delta l$, presión $p = F/A$.

$$\frac{\Delta V}{V} = -K \Delta p$$

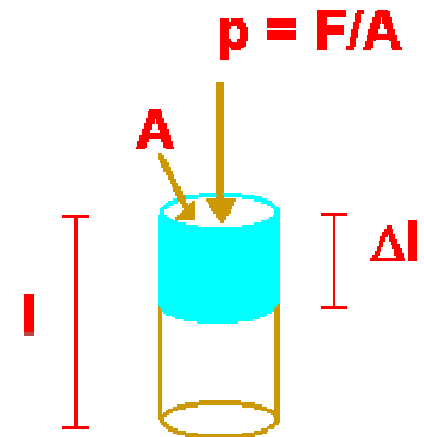
donde K es el *coeficiente de compresibilidad*

$$K = -\frac{1}{\alpha} \frac{d\alpha}{dp} \quad \alpha_{S,T,p} = \alpha_{S,T,0} (1 - kp)$$

donde $k =$ *compresibilidad media* y reemplazando

$$K = \frac{k + p \frac{dk}{dp}}{1 - kp}$$

Compresibilidad media del agua de mar para 0° C y 34,85 a diferentes profundidades.



Profundidad (m)	0	1000	2000	5000	8000	10000
$k \times 10^8$	4658	4580	4505	4295	4106	3993

Velocidad del Sonido

Sonido = $f(k, \rho)$ a una velocidad v

donde $M (=1/k)$ es el *módulo de compresibilidad* para fluidos

Para el caso de sólidos es $E = \textit{módulo de elasticidad}$

$$v = \sqrt{\frac{M}{\rho}}$$

$v = 1543 \text{ m/s}$ para $S = 34.85$, $T = 30 \text{ oC}$ y $p = 0 \text{ atm}$

