

Propiedades físico-químicas del agua de mar

- Presión
- Temperatura
- Salinidad
- Densidad

- Estabilidad
- Propagación del Sonido

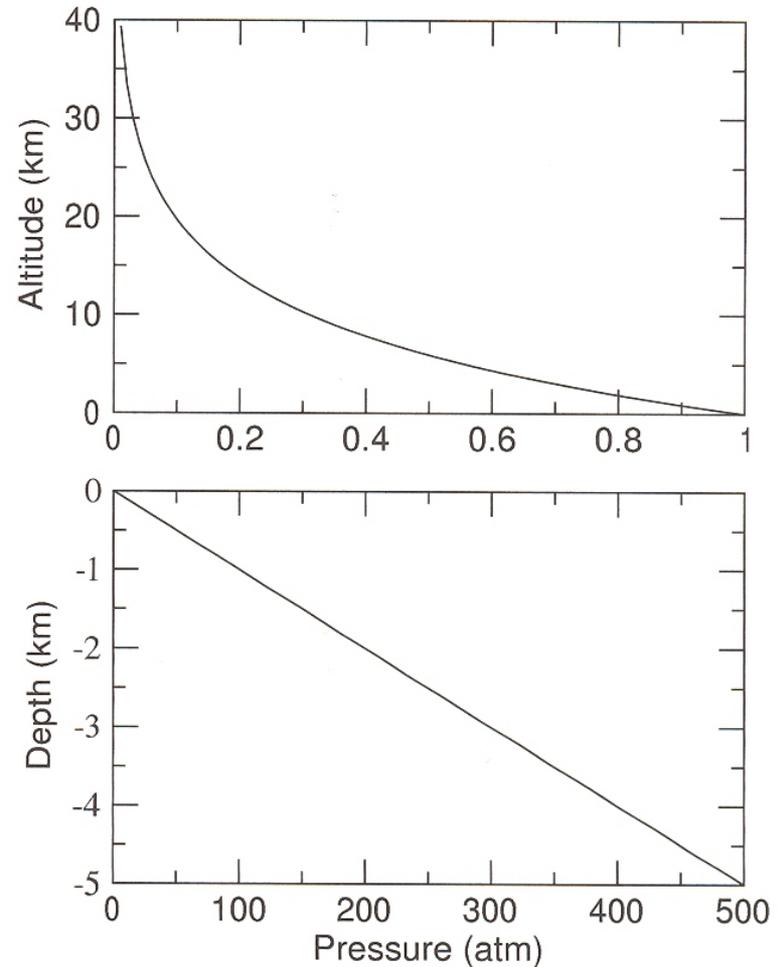


Presión

Es la fuerza que se genera por el peso de la columna de agua. La masa total depende de la densidad del agua y de la altura de la columna de agua.

Rango: 0-6000 dbar (1 dbar~1 m).

Las líneas de igual presión se les conoce como **isóbaras**



Presión

Es fuerza por unidad de área

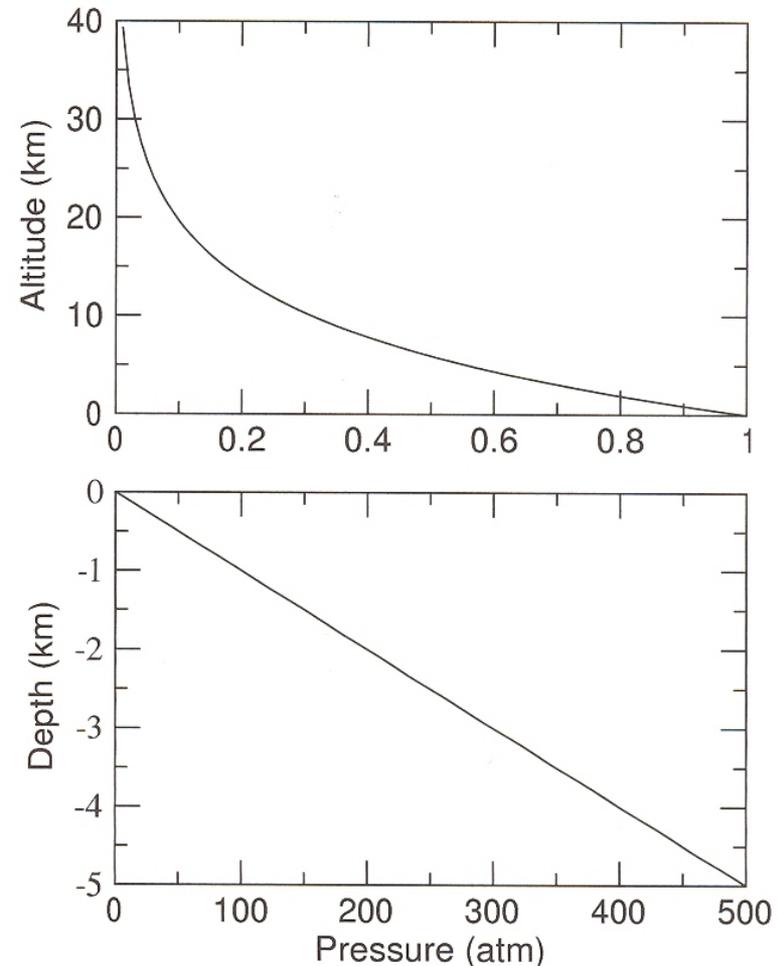
Ley de Newton: $\mathbf{F} = ma$

Unidades de fuerza:

masa x longitud / (tiempo)²

cgs: 1 dina = 1 gr cm/s²

mks: 1 Newton = 1 kg m/s²



Presión

Unidades: dine/cm^2 y N/m^2

1 Pascal = 1 N/m^2

1 bar = $10^6 \text{ dines/cm}^2 = 10^5 \text{ N/m}^2$

al nivel del mar:

1 atmósfera = 1000 milibares = 1 bar

1 decibar = 0.1 bar

Decibar o “**dbar**” es una unidad de uso común en oceanografía porque es cercana a 1 m.

Presión

El balance en la dirección vertical es:

Acel. Vertical = Fza presión vertical + Fza gravit

Fza. Presión = $-(\Delta p / \Delta z)$

Fza. Gravitatoria = $-\rho g$

Donde ρ es la densidad del agua de mar, $\rho \sim 1025 \text{ kg/m}^3$

Presión

Las aceleraciones verticales no existen, entonces:

$0 = F_{za} \text{ presión vertical} + F_{za} \text{ gravitatoria}$

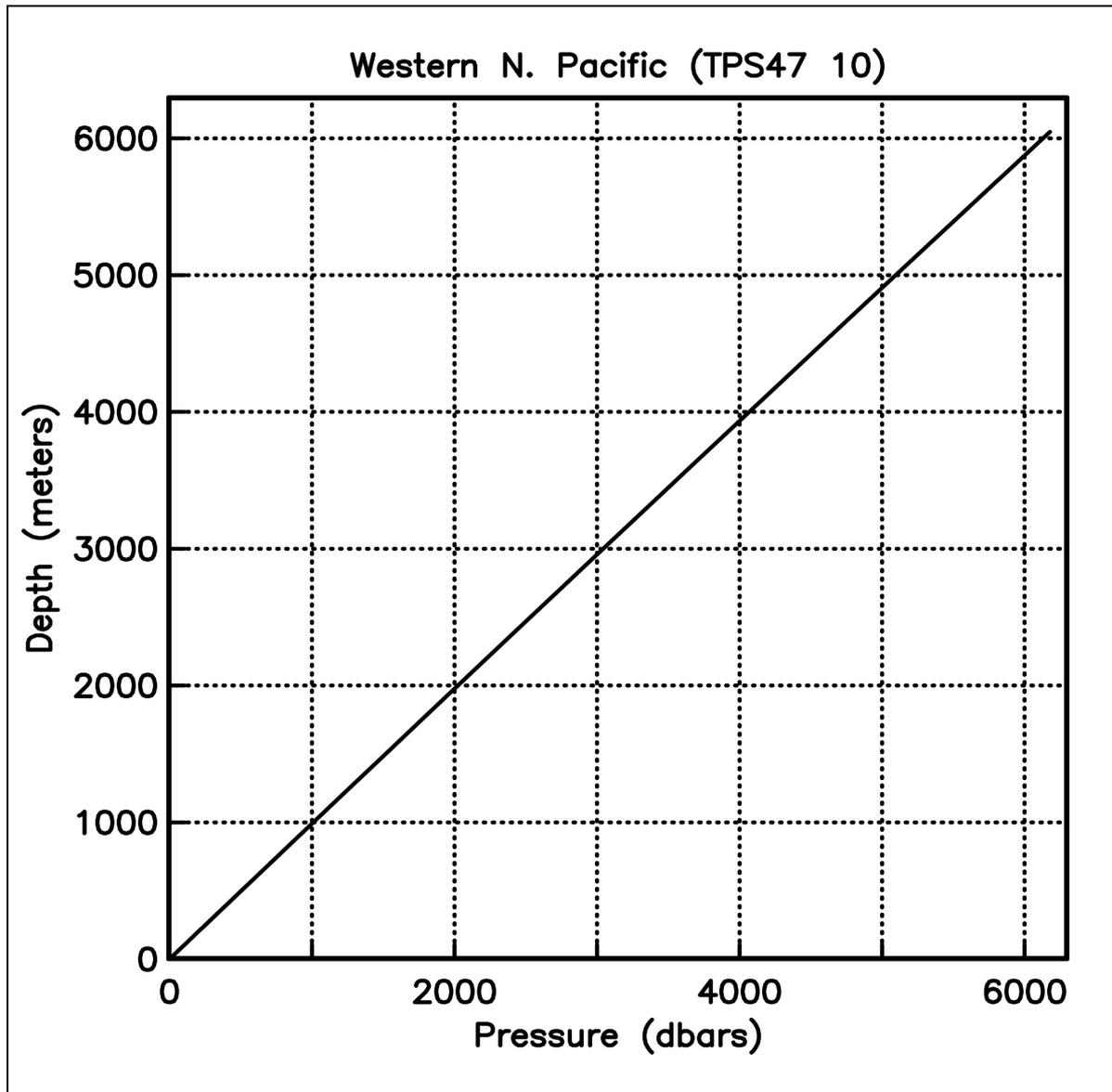
$$0 = - (\Delta p / \Delta z) - \rho g$$

Si $\Delta z = 1 \text{ m}$, densidad $\rho \sim 1025 \text{ kg/m}^3$, y $g = 9.8 \text{ m/s}^2$

$$\Delta p = - \rho g \Delta z = (1025 \text{ kg/m}^3)(9.8 \text{ m/s}^2)(1 \text{ m}) =$$

$$10045 \text{ kg/(m s}^2) = 0.10045 \text{ bar} = 1.0045 \text{ dbar}$$

Presión vs. profundidad,



Sensor de presión



Transductor de cuarzo
que produce una salida
digital

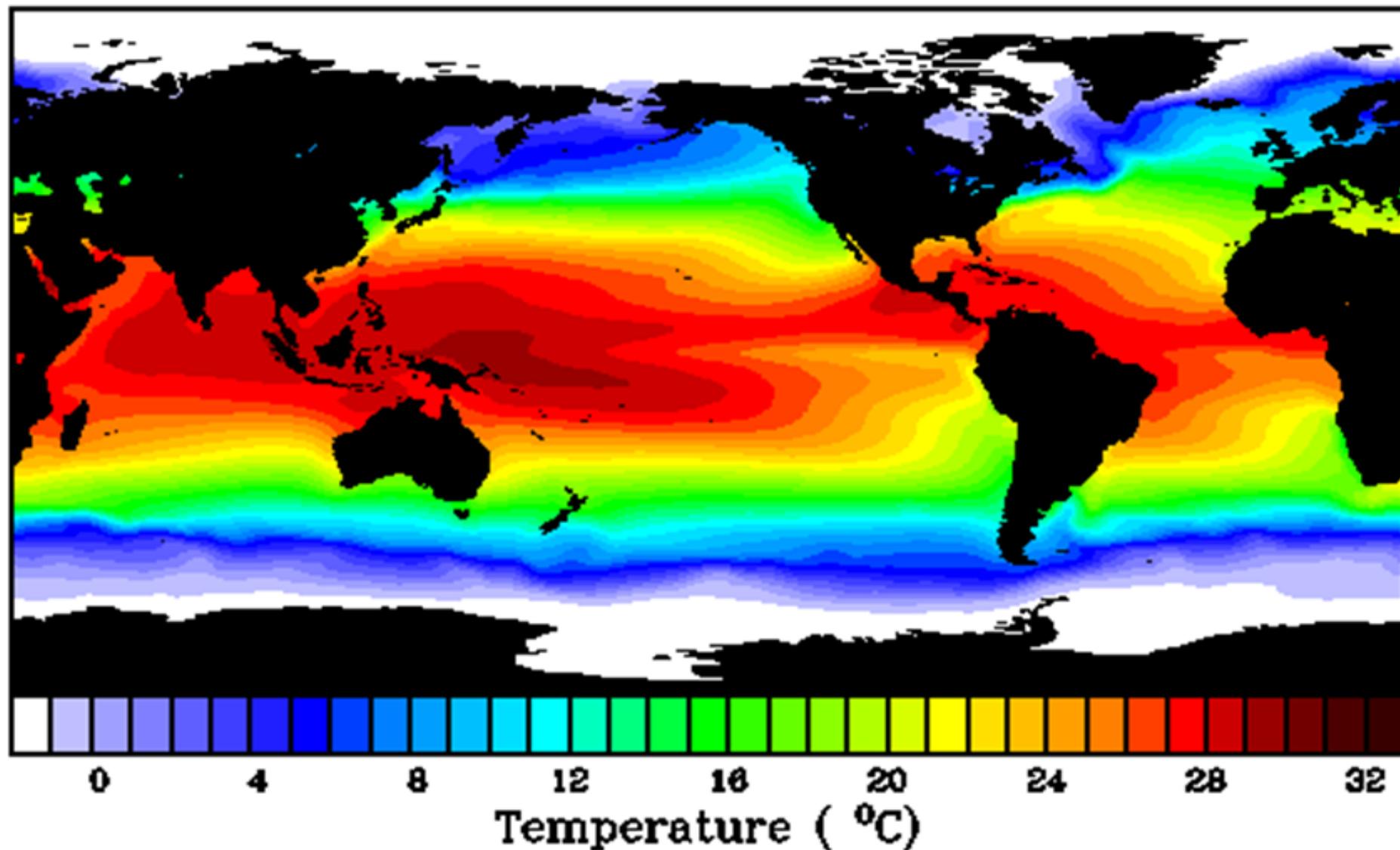
Exactitud: 3 dbar (0.1% del rango)

Precisión: 0.5 dbar (0.01% del rango)

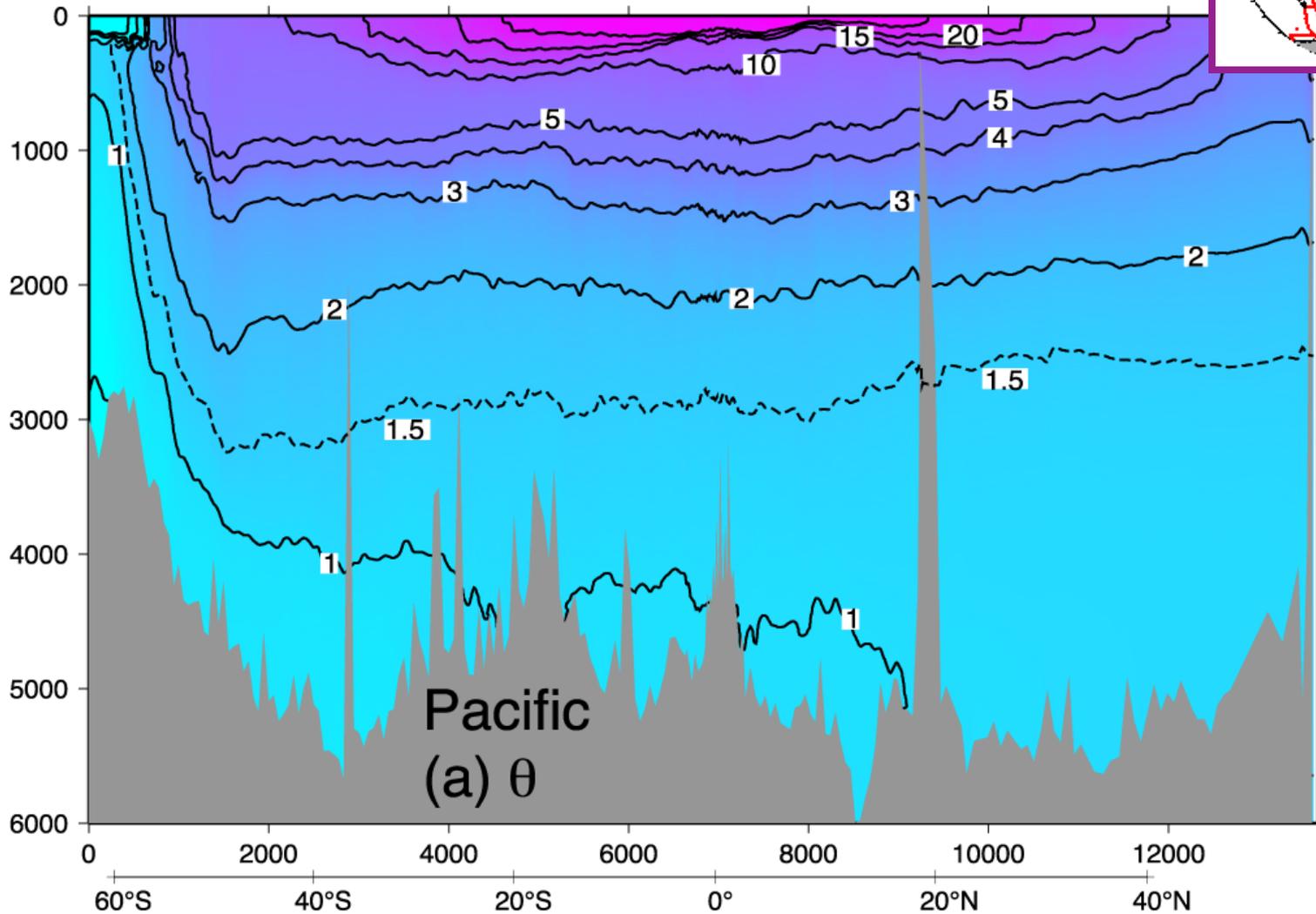
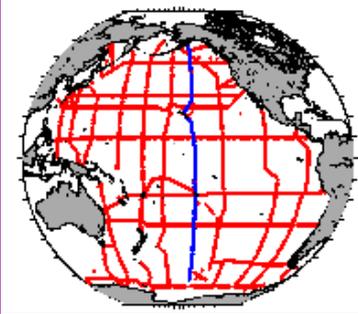
Temperatura

- Unidades: °K, °C
- Grados Kelvin es temperatura absoluta. 0°K es el punto de cero entropía (sin movimiento de moléculas)
- $T_K = T_C + 273.16^\circ$
- Rango: desde el punto de congelamiento hasta 30 o 31°C
- (Punto de congelamiento es $< 0^\circ\text{C}$ por el contenido de sales)

ANNUAL MEAN GLOBAL SEA SURFACE TEMPERATURES



Sección de Temperatura Potencial Pacífico



Note los rangos de variación

Temperatura

- La temperatura está definida en términos de energía calorífica

T= temperatura

Q=calor

S=entropía

- El contenido de calor es nulo a 0°K

Calor

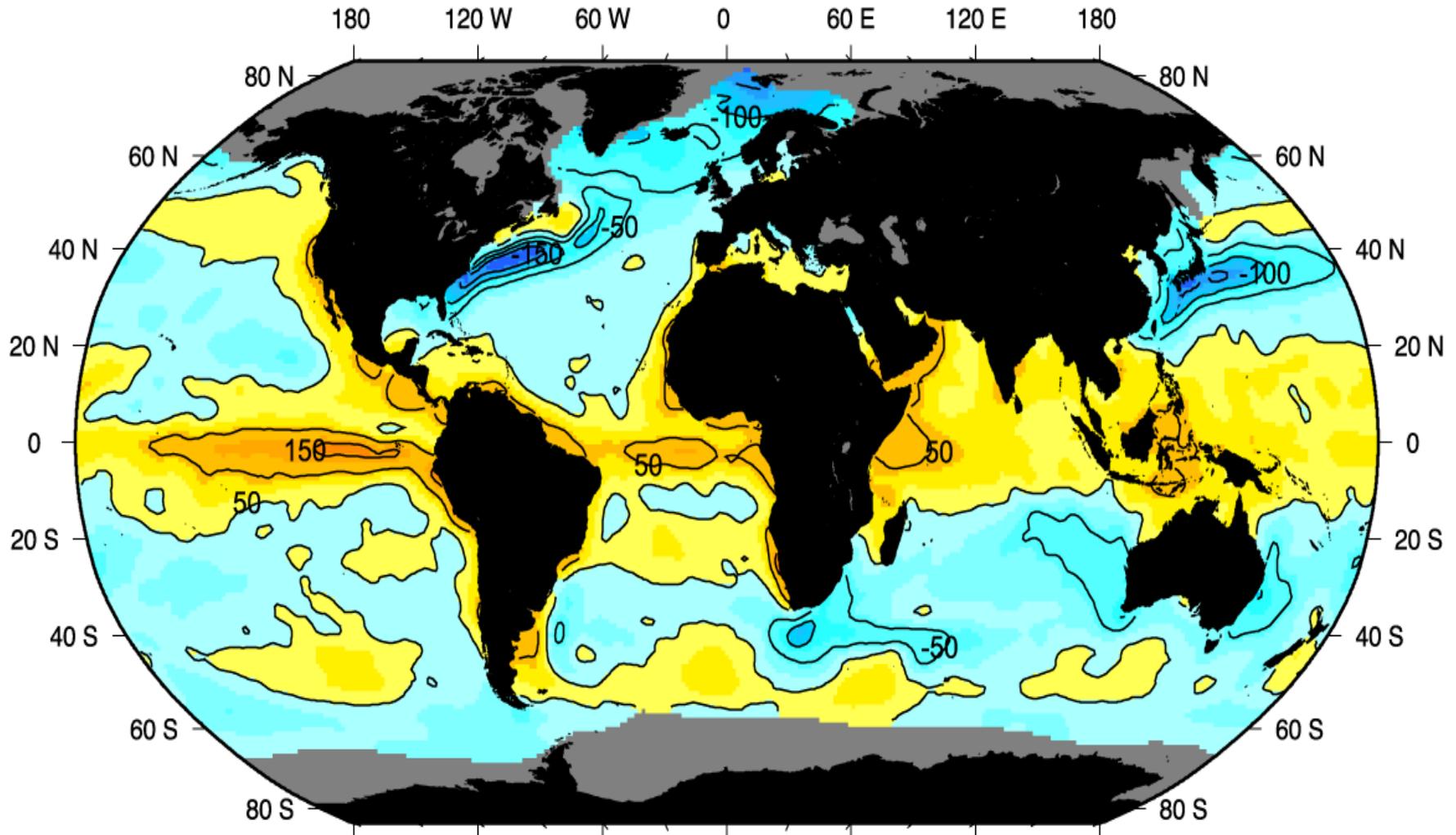
Q = Contenido de calor

$dQ/dT = C_p$ con C_p la capacidad calorífica

q = Calor por unidad de volumen = Q/V . Las unidades son de J/m^3

$dq/dT = \rho c_p$ donde c_p es calor específico
= $C_p/mass$

Qué determina la temperatura? El flujo de calor en la interfase (W/m^2)



Promedio anual de Q

Flujo de calor y ΔT

El cambio de temperatura en un volumen de fluido que tiene un área superficial de 1 m^2 y 100 m de grosor, si durante un mes el flujo de calor en la superficie es de 150 W/m^2 (Flujo neto)

$$\text{i.e. } dq/dt = 150 \text{ W/m}^2$$

El flujo total de calor en la columna de agua es

$$dQ = (dq/dt) * \text{Area} * \text{tiempo} =$$

$$(150 \text{ W/m}^2)(1 \text{ m}^2)(30 \text{ dias}) = 3.8888 \times 10^8 \text{ J}$$

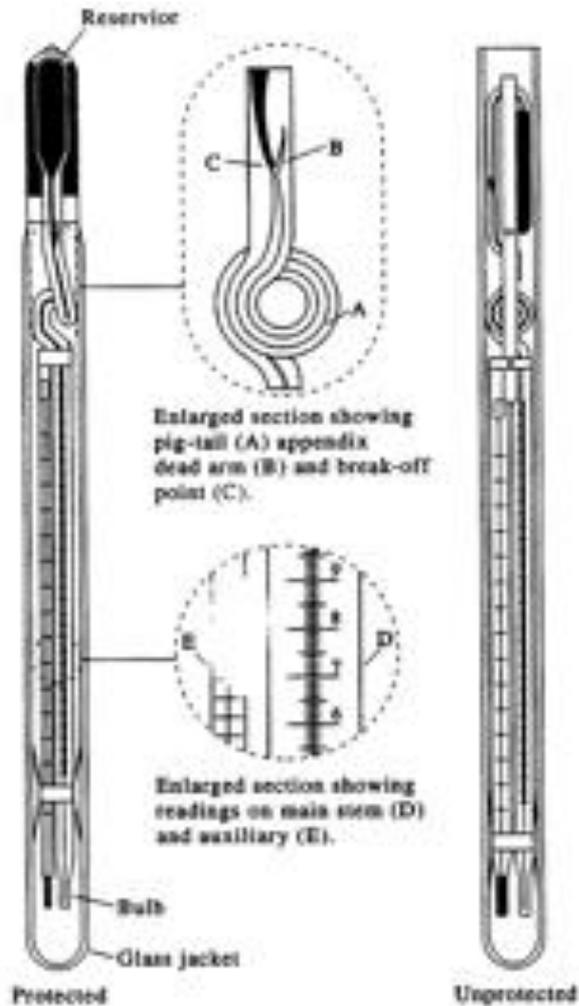
El cambio de calor total en la columna de agua, en términos de temperatura es:

$$dQ = (\text{Volumen}) \rho c_p dT \quad \text{puesto que } dq = dQ/\text{volumen}$$

$$\begin{aligned} \text{Así, } dT &= (3.8888 \times 10^8 \text{ J}) / (100 \text{ m}^3 \times 1025 \text{ kg/m}^3 \times 3850 \text{ J/kg}^\circ\text{C}) \\ &= 0.99 \text{ }^\circ\text{C} \quad \text{o } \sim 1^\circ\text{C} \end{aligned}$$

Instrumentos:

Termómetros reversibles
(< 1960)



Lectura

Mediciones de temperatura por termistores



Exactitud: 0.002 °C

Precisión: 0.0005 – 0.001

Temperatura potencial

El agua es compresible.

Por el aumento o disminución de presión, el agua se calienta o enfría, respectivamente. Ocurren cambios de volumen

La temperatura potencial es la temperatura que tiene un elemento de fluido que se ha movido adiabáticamente a la superficie.

La temperatura potencial es siempre menor que la temperatura medida excepto en la superficie donde no existen los efectos de presión

Expresiones de temperatura potencial

El cambio de temperatura que se debe solamente a la presión se conoce como **razón de cambio adiabático**

$$\Gamma(S, T, p) = \partial T / \partial p \quad (> 0)$$

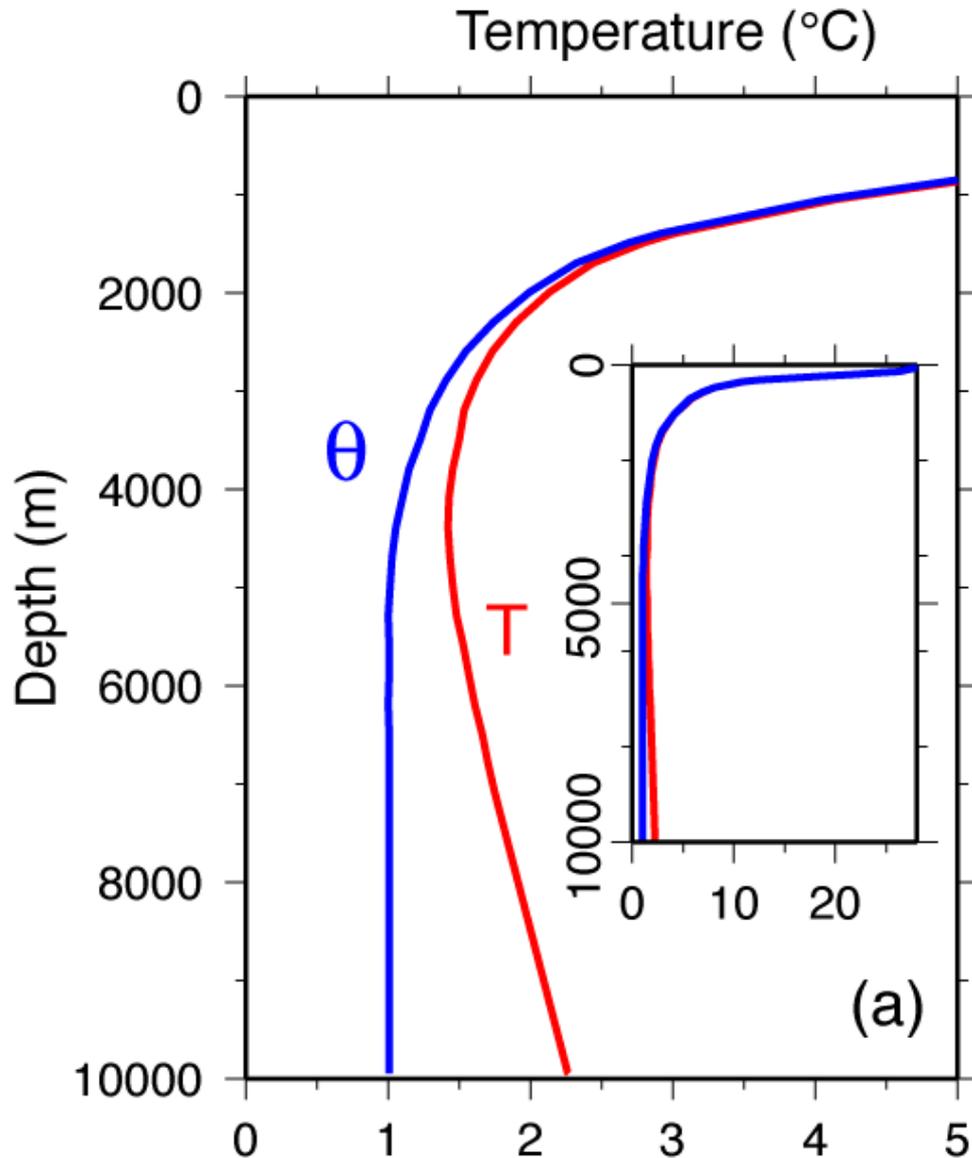
En la atmósfera, es equivalente a 6.5 °C por cada 1000 m de altitud.

En el océano, es alrededor de 0.1 °C por cada 1000 m de profundidad (1000 dbar pressure).

Temperatura potencial se define como

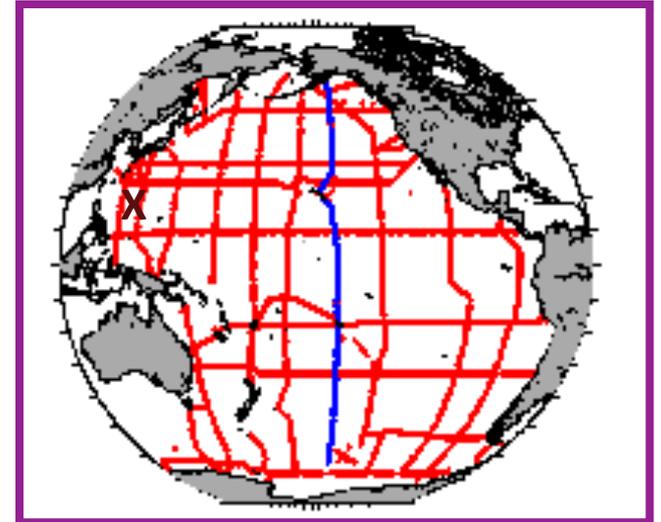
$$\theta(S, T, p) = T + \int_p^{p^{ref}} \Gamma(S, T, p') dp'$$

Efecto de la presión en la temperatura: Trinchera de las Marianas

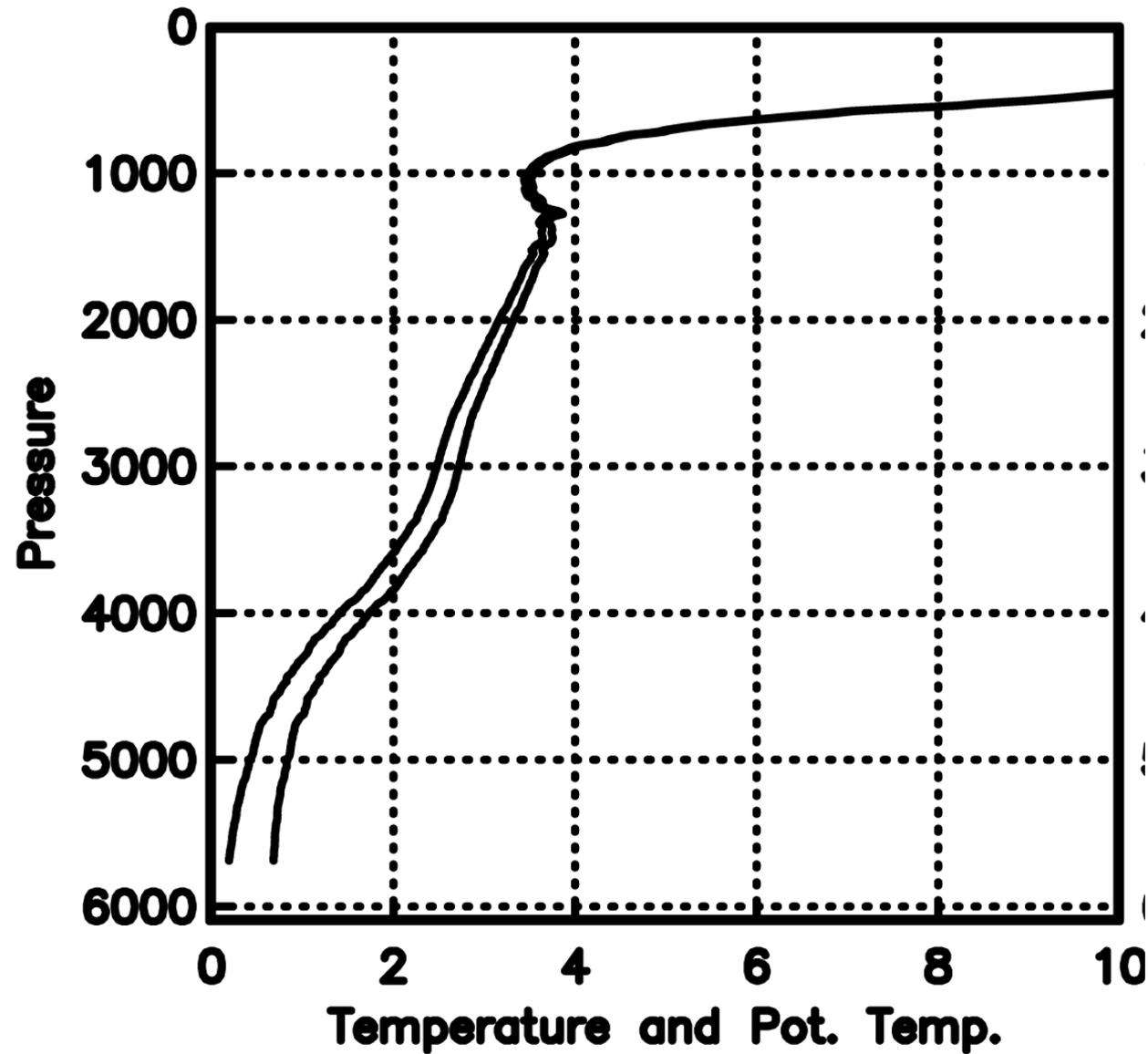


Noten que la temperatura medida (in situ) tiene un mínimo alrededor de 4000 dbar y se incrementa a profundidades mayores.

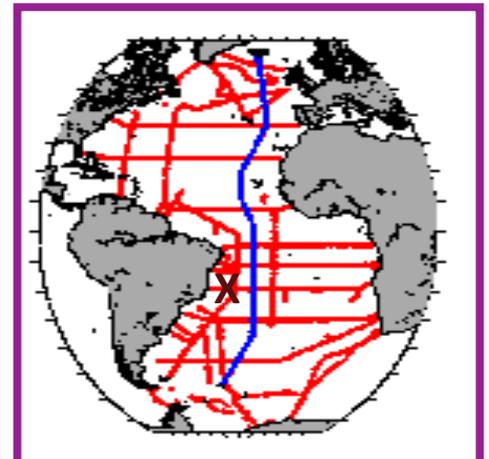
La temperatura potencial es casi uniforme por debajo de los 5000 m.



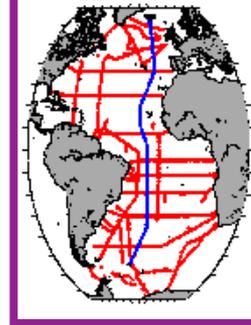
Temperatura in situ y temperatura potencial en el Atlántico (25°S)



Noten que esta columna de agua tiene una temperatura y una temperatura potencial mínima, alrededor de 1000 m (debe estar balanceada por la salinidad).

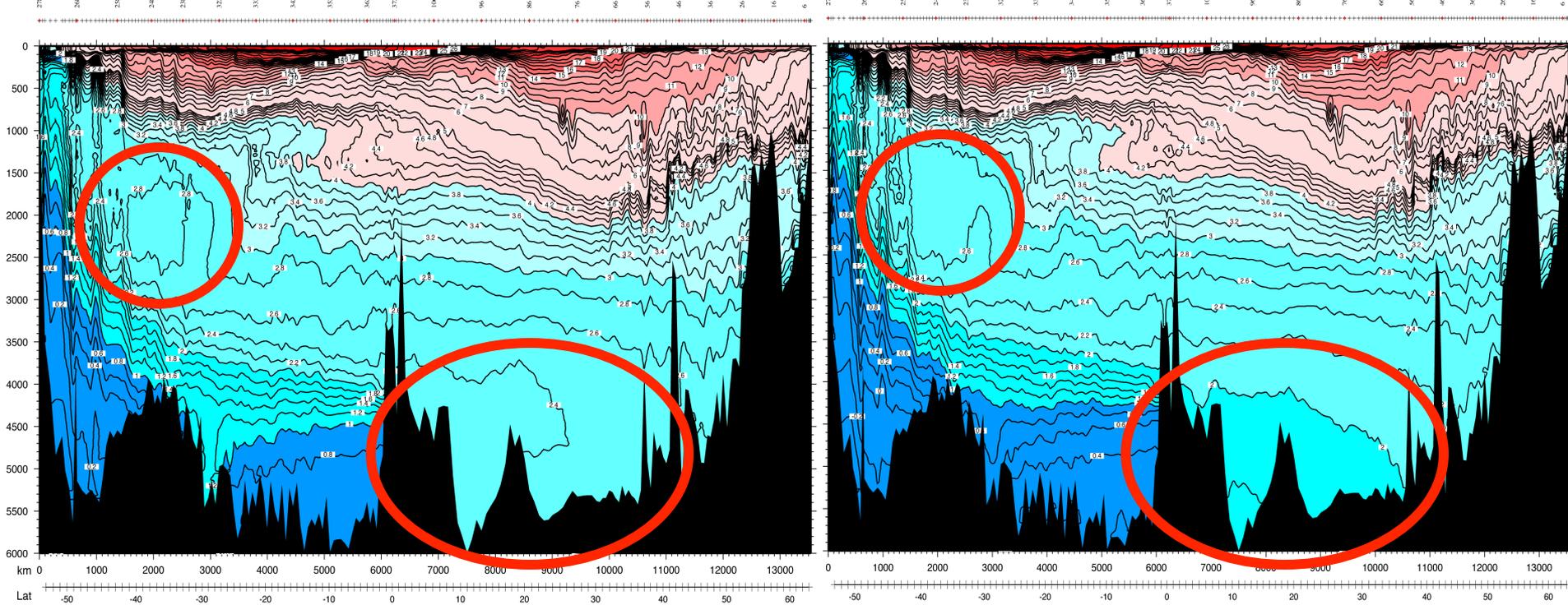


Contraste de temperatura in situ y potencial en una sección del Atlántico



Temperature (C) for A16 25W

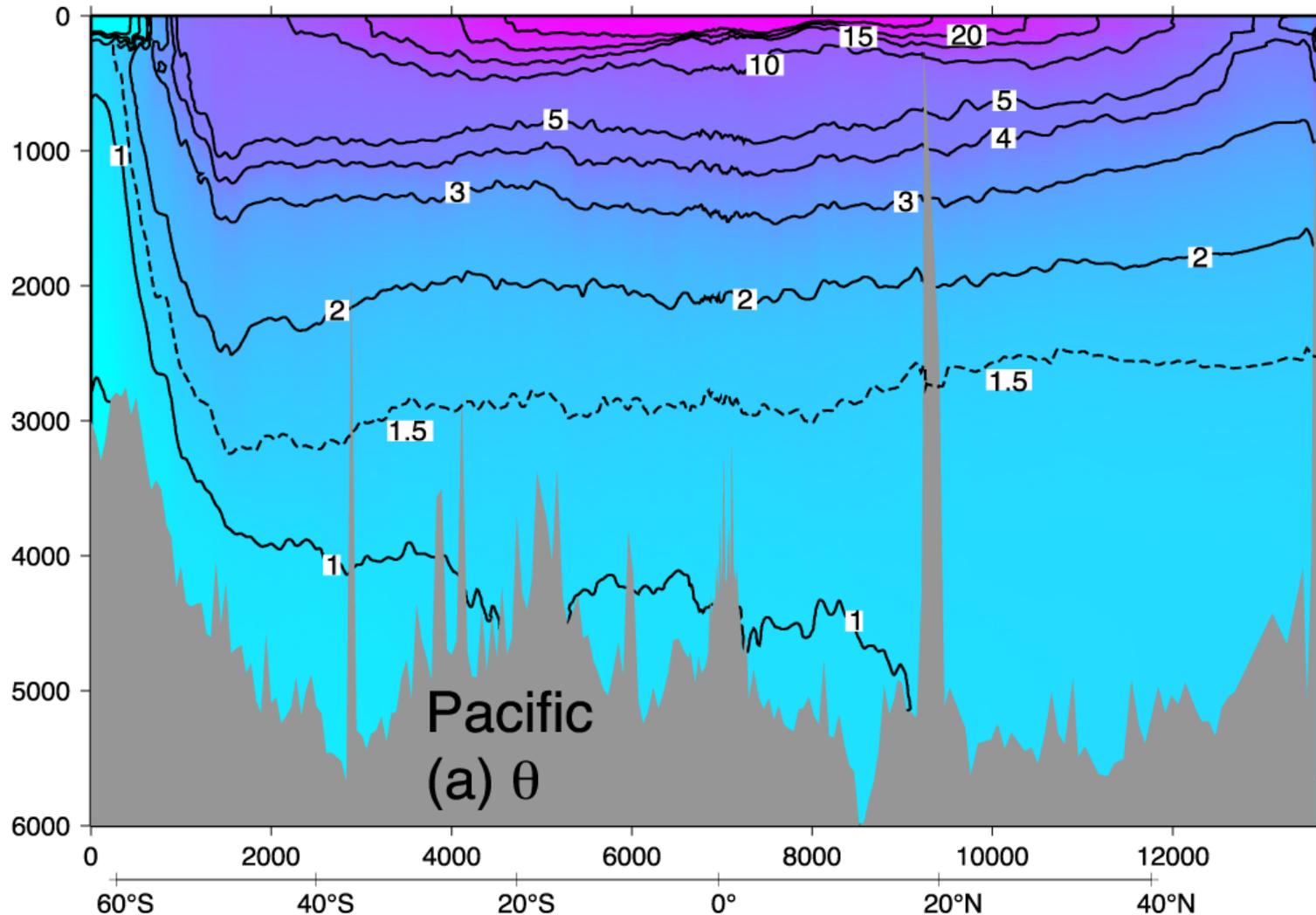
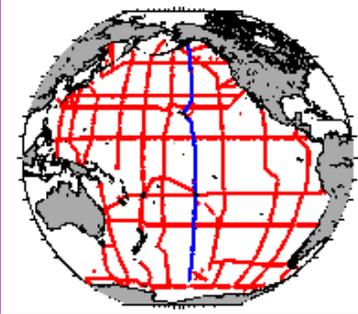
Potential temperature (°C) for A16 25W



In situ

Potencial

Sección de temperatura potencial en el Océano Pacífico



Notar el rango total y distribución general de temperatura

Talley SIO 210 (2013)