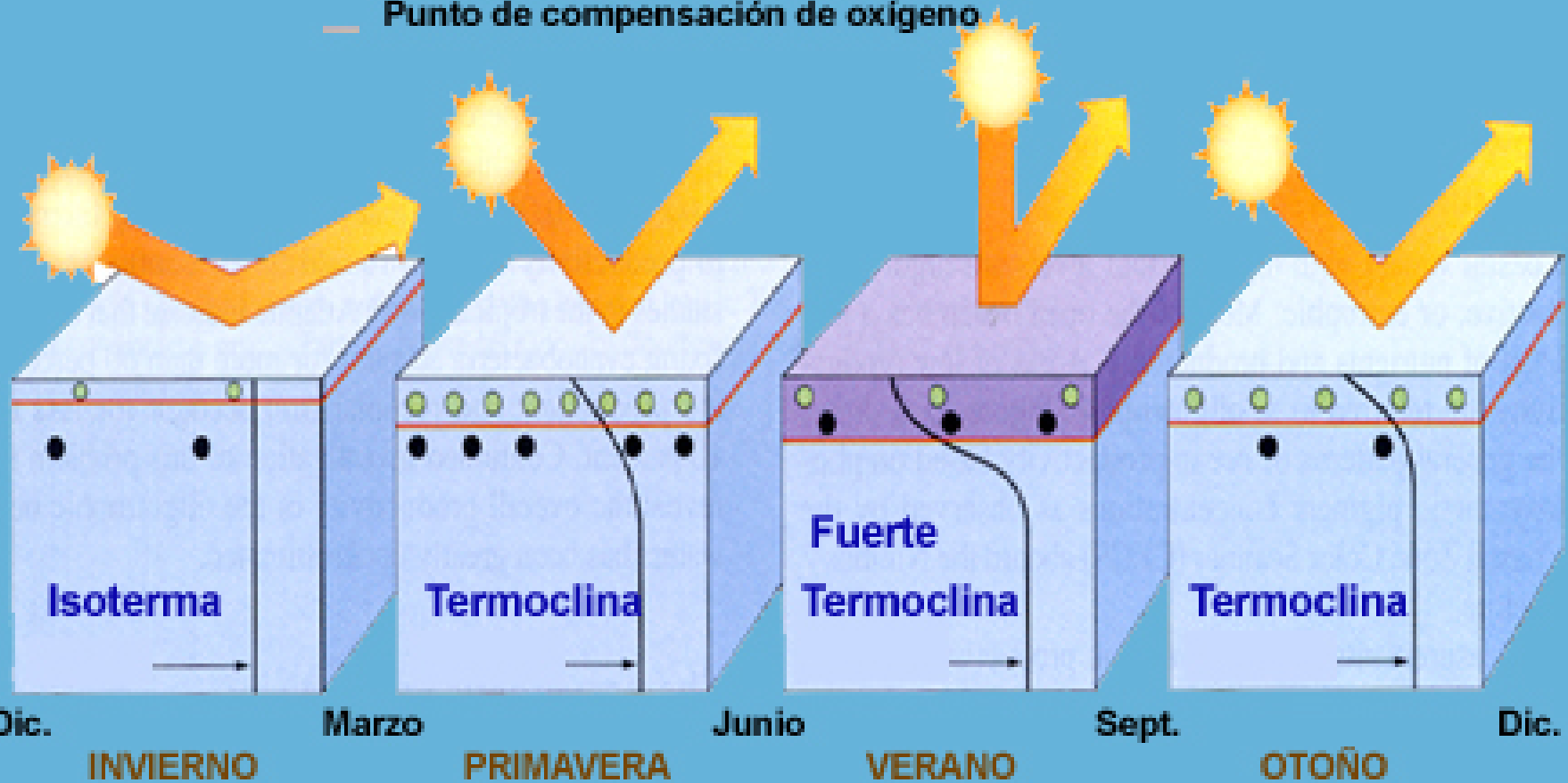


Masas de agua

- Fitoplancton
- Zooplancton
- Agua rica en nutrientes
- Agua pobre en nutrientes
- Punto de compensación de oxígeno



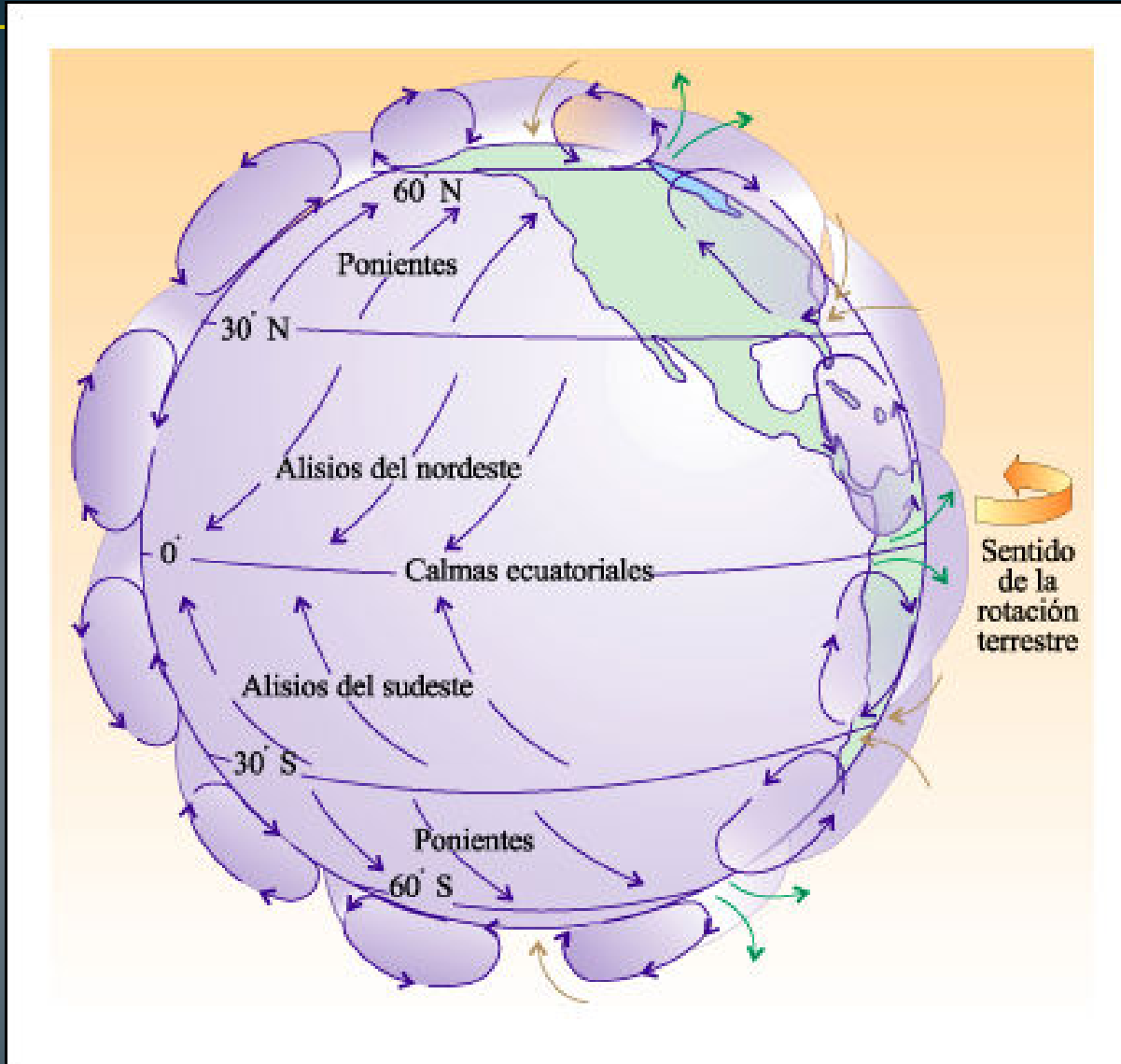
Luz solar: menor
Nutrientes: mayor

aumento
disminución

mayor
menor

aumento
disminución

Las masas de agua se identifican por su temperatura y salinidad.



Las masas de agua son influenciadas por las características climáticas como los movimientos en la atmosfera

➤ Físicamente T y S son propiedades independientes.



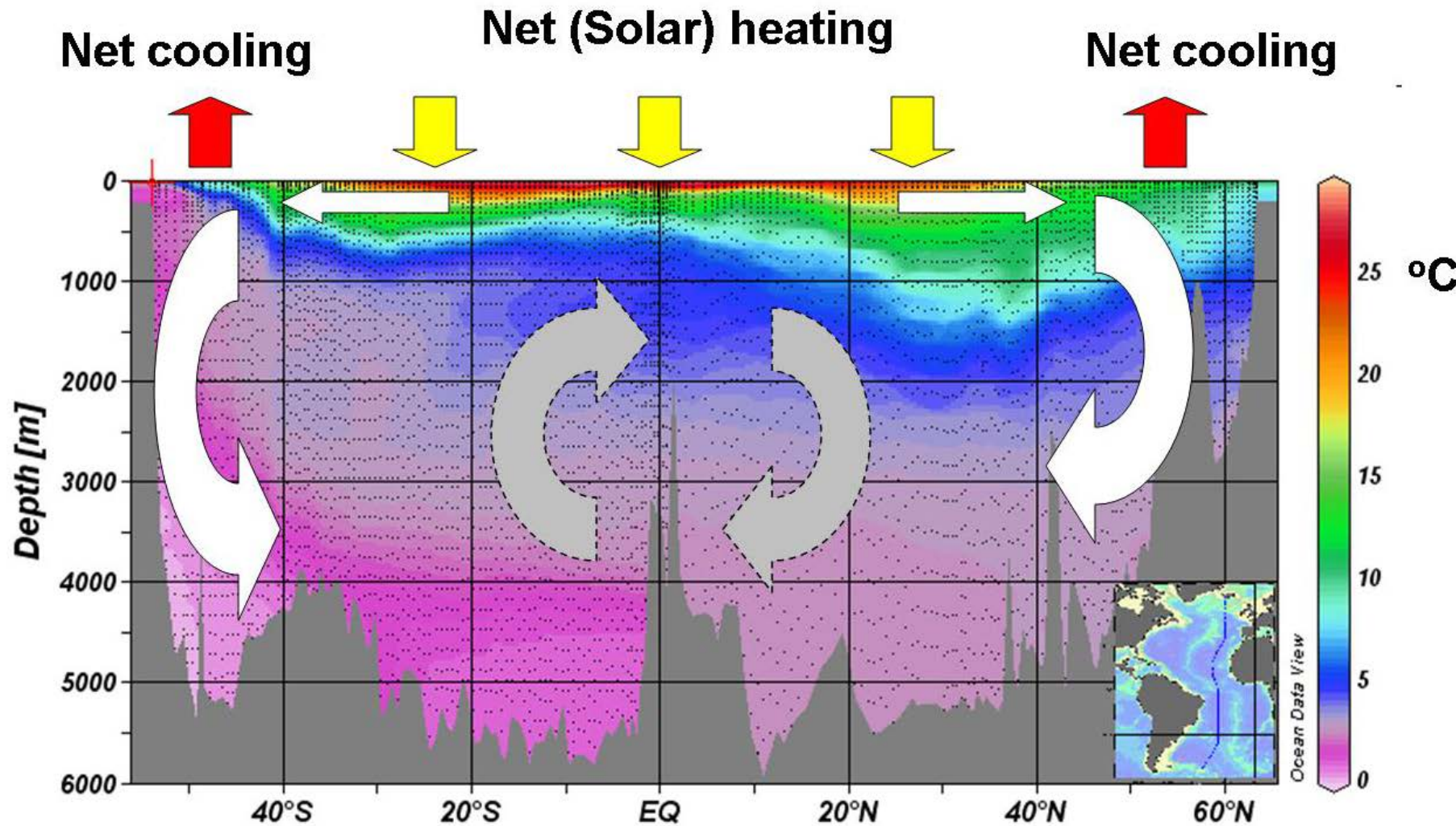
Parece en principio factible encontrarse cualquier combinación de T y S en los océanos del mundo.

➤ Sin embargo el número de posibles combinaciones está limitado.

- Las valores de T y S posibles vienen fijados por el clima en lugares muy concretos de la superficie.
- Estos valores de T y S determinan cual es la densidad del agua de mar.
- Algunas de estas aguas se hunden y mantienen la T y S que adquirieron en la superficie.
- Esta T y S sólo puede cambiar a través de la mezcla con otras aguas con T y S distintas.



La temperatura del agua de mar no se distribuye homogéneamente ni vertical ni horizontalmente



➤ **Propiedades conservativas de los océanos.**

- Son aquellas propiedades cuyos valores pueden ser alterados a través procesos que ocurren en los límites de los océanos, pero que dentro de los océanos solo pueden ser modificadas por procesos de mezcla.
- Ejemplos: T, S,...

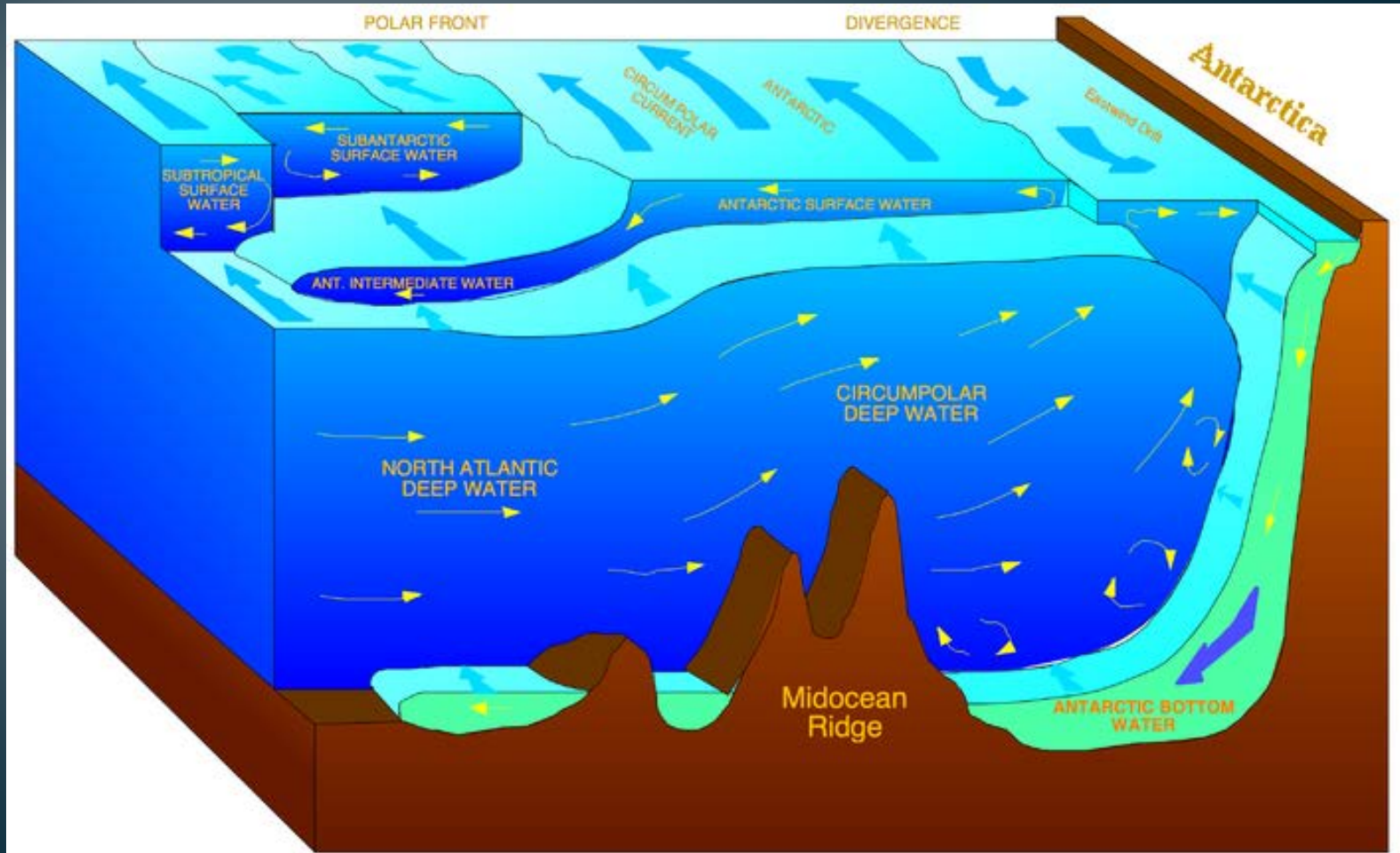
➤ **Propiedades no conservativas de los océanos.**

- Estas propiedades están sujetas además a cambios dentro de los océanos mediante procesos físicos (otros que la mezcla), químicos y biológicos.
- Ejemplos: Oxígeno disuelto, nutrientes,...

➤ **Importancia de las propiedades conservativas T y S.**

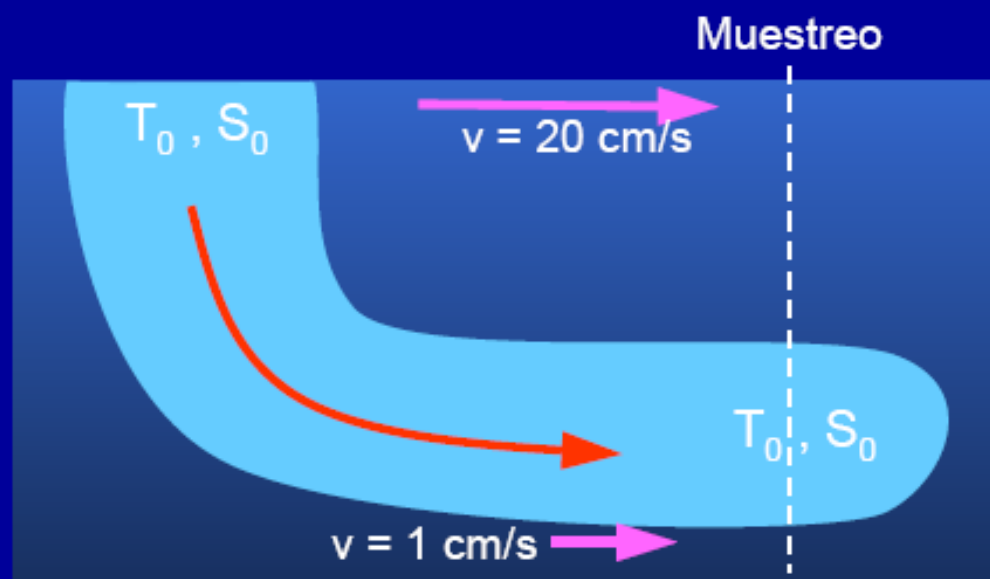
- Pueden ser utilizadas para identificar un cuerpo de agua y establecer su origen o su mezcla con otros cuerpos de agua.
- T y S son propiedades del agua de mar que se pueden medir fácilmente.

De esta forma aguas con diferentes características de temperatura y salinidad, se distribuyen diferencialmente por su densidad



➤ Masas de agua.

- Cuerpo o volumen de agua distinguible por sus propiedades físicas y biológicas.
- Las propiedades empleadas para diferenciarlos son T y S principalmente.
- Se forman en áreas oceánicas específicas.
- En muchos casos toman sus valores de T y S cuando están en la superficie bajo influencia del clima local.
- Después se hunden y se desplazan lentamente conservando su T y S.



- El análisis de las masas de agua permite conocer la circulación en la parte inferior de los océanos.
- Agua tipo. Masa de agua completamente homogénea en sus propiedades (definición ideal).

➤ **Procesos de formación de las masas de agua.**

- Los procesos involucrados en la formación de las masas de agua son:

- Convección profunda.

- Subducción.

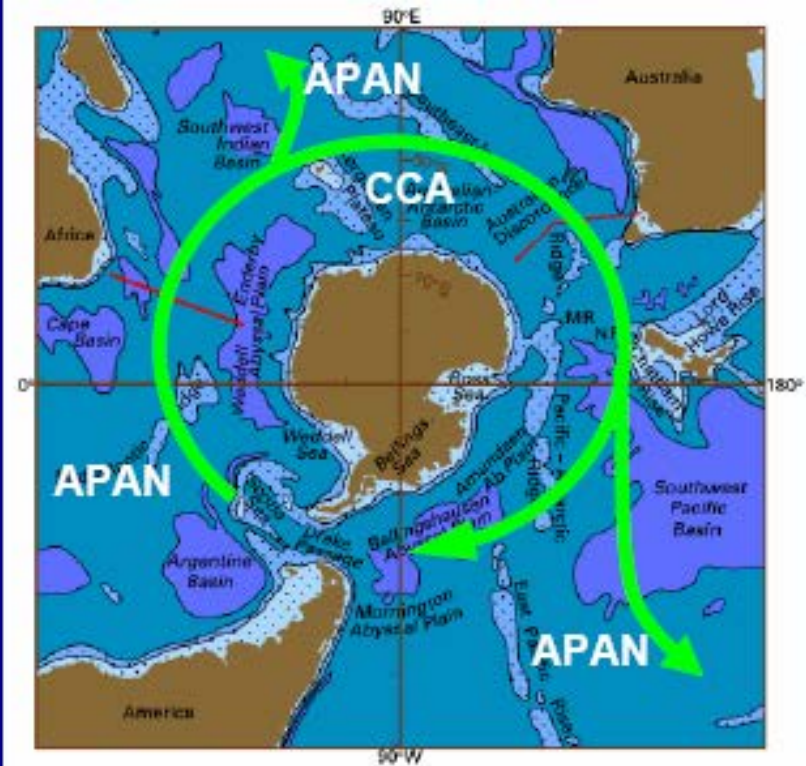
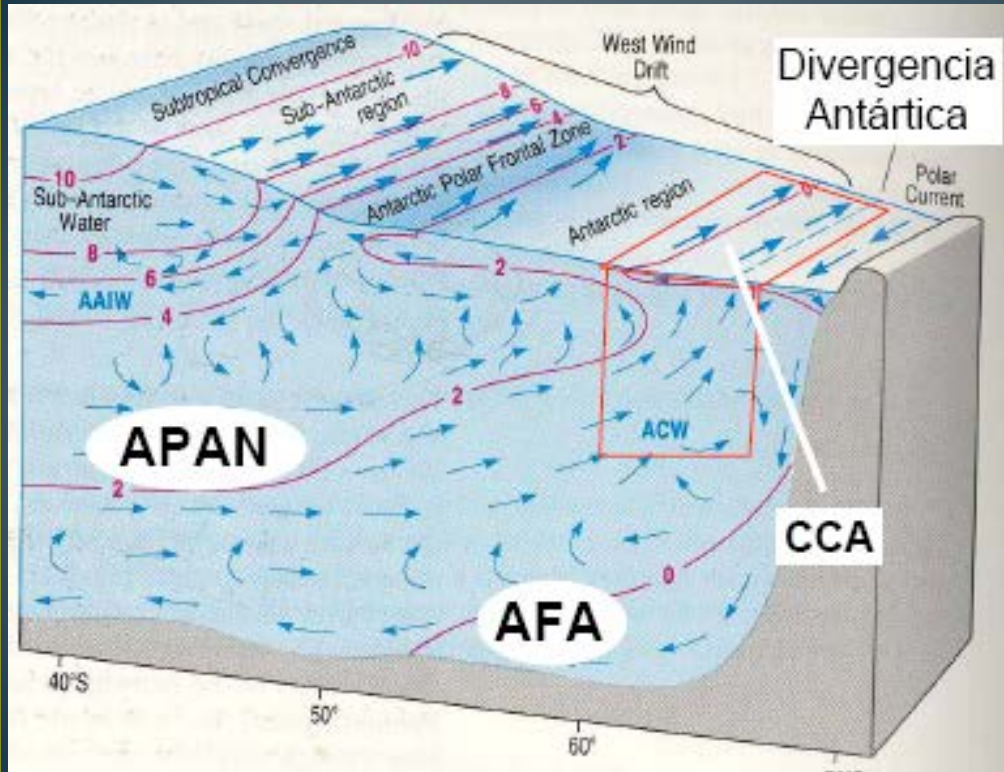
- Mezcla.

-----> Capa de mezcla

➤ **Convección.**

- Sucede en lugares con poca estratificación (regiones polares y subpolares).
- Ocurre cuando el agua superficial se hace más densa que aquella situada en la parte inferior y se hunde.
- El aumento de la densidad puede producirse por:
 - Enfriamiento.
 - Aumento de la salinidad
 - Evaporación.
 - Congelación.
 - Ambos procesos (térmico y halino) actuando conjuntamente.

Algunas de las masas de agua reconocidas



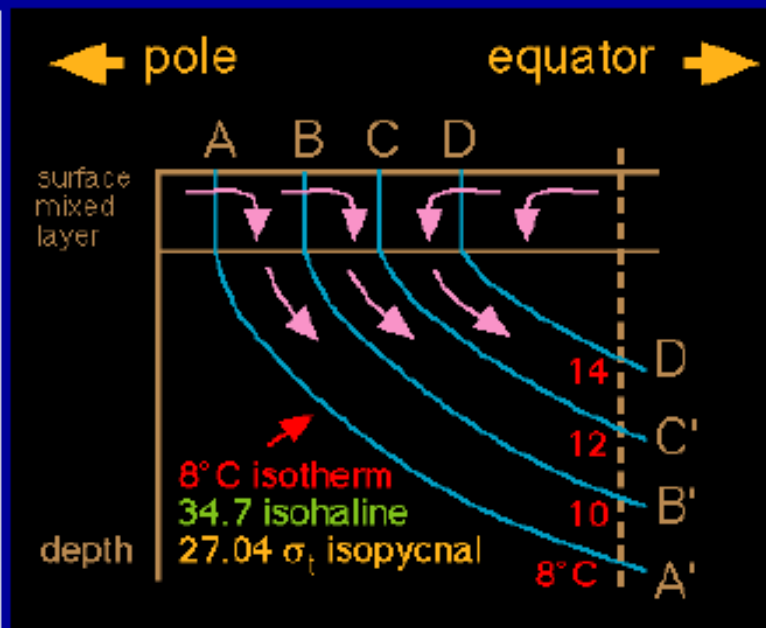
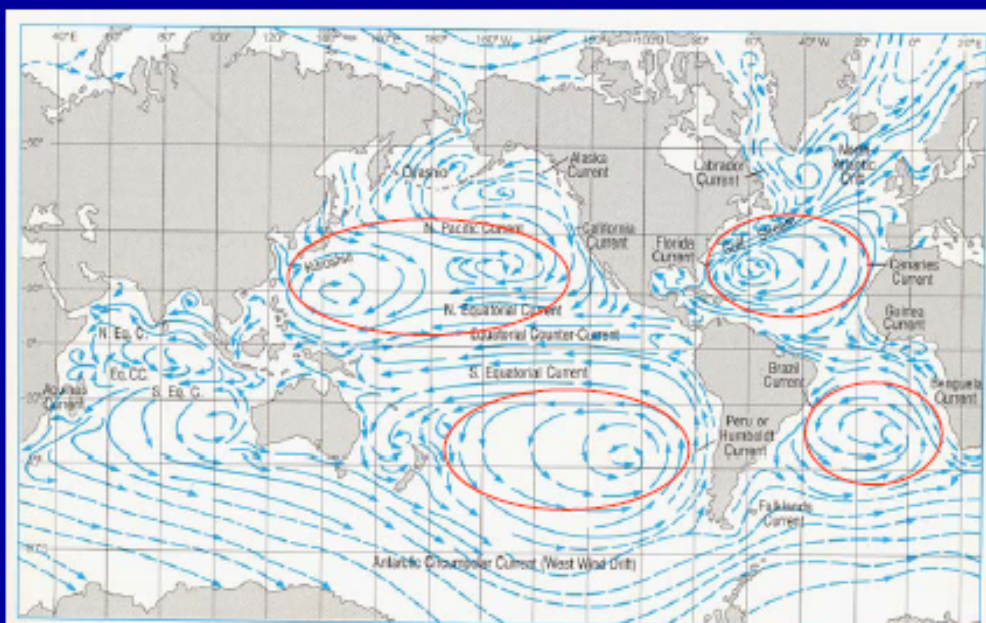
CCA = Circumpolar Antártica

AFA =

APAN = Aguas profundas del Atlántico Norte

➤ Subducción.

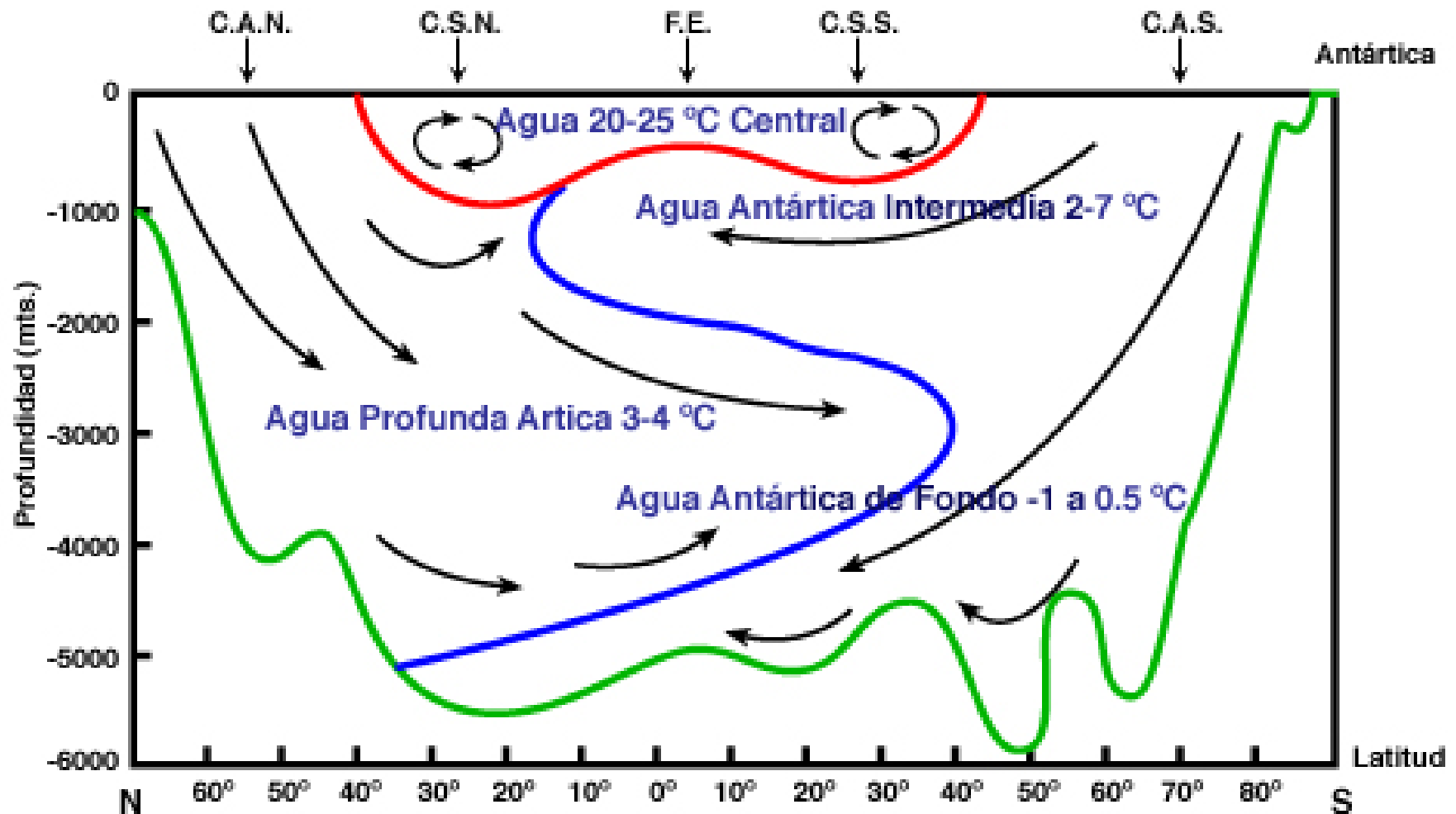
- Sucede principalmente en regiones subtropicales.
- Se produce por convergencia y lento hundimiento de las aguas oceánicas.
- Se bombea el agua de la parte inferior de la capa de mezcla a mayores profundidades a lo largo de superficies de densidad constante.



➤ Mezcla.

- Pueden formarse por mezcla de dos o más masas de agua.

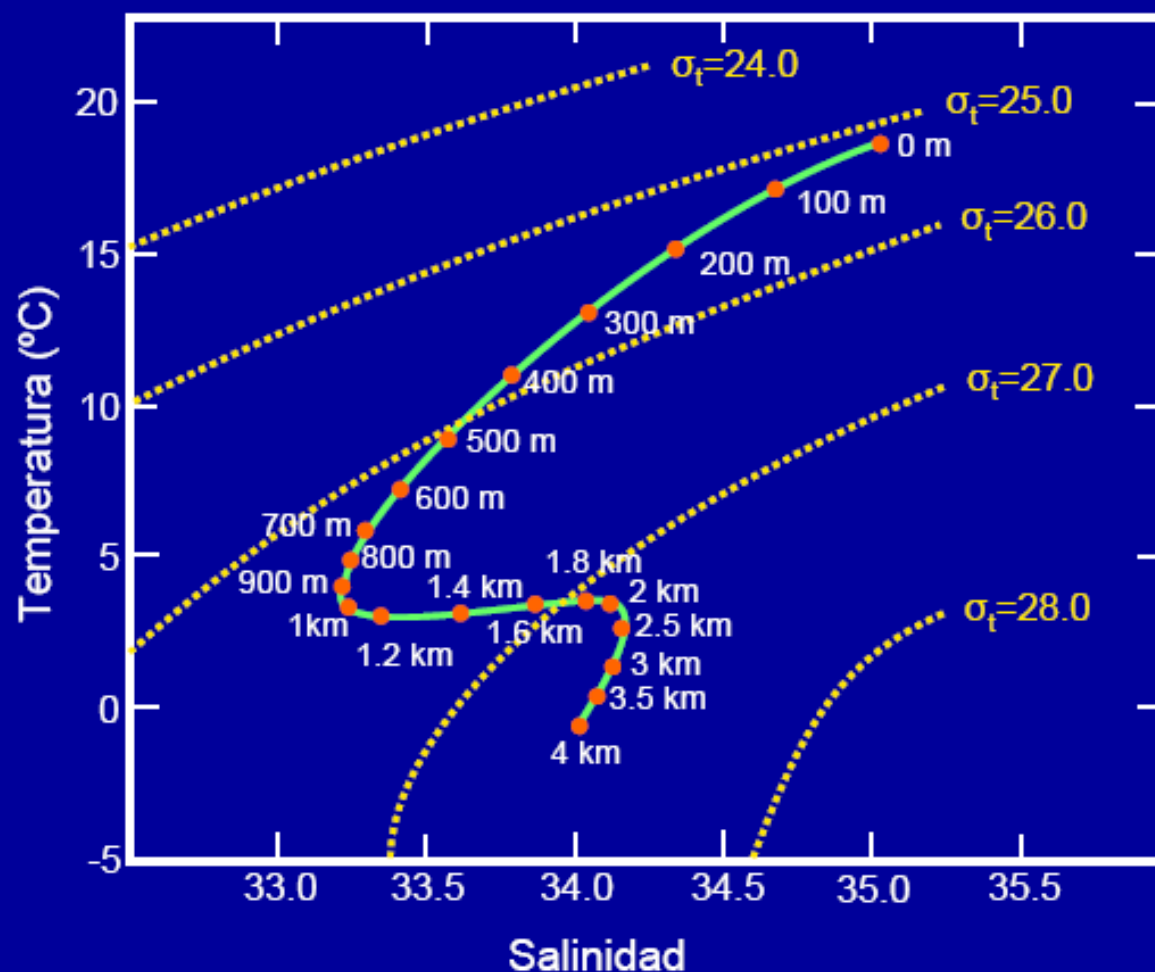
Distribución de masas de agua a lo largo del Atlántico



MASAS DE AGUA Y SUS CARACTERISTICAS DE TEMPERATURA Y SALINIDAD

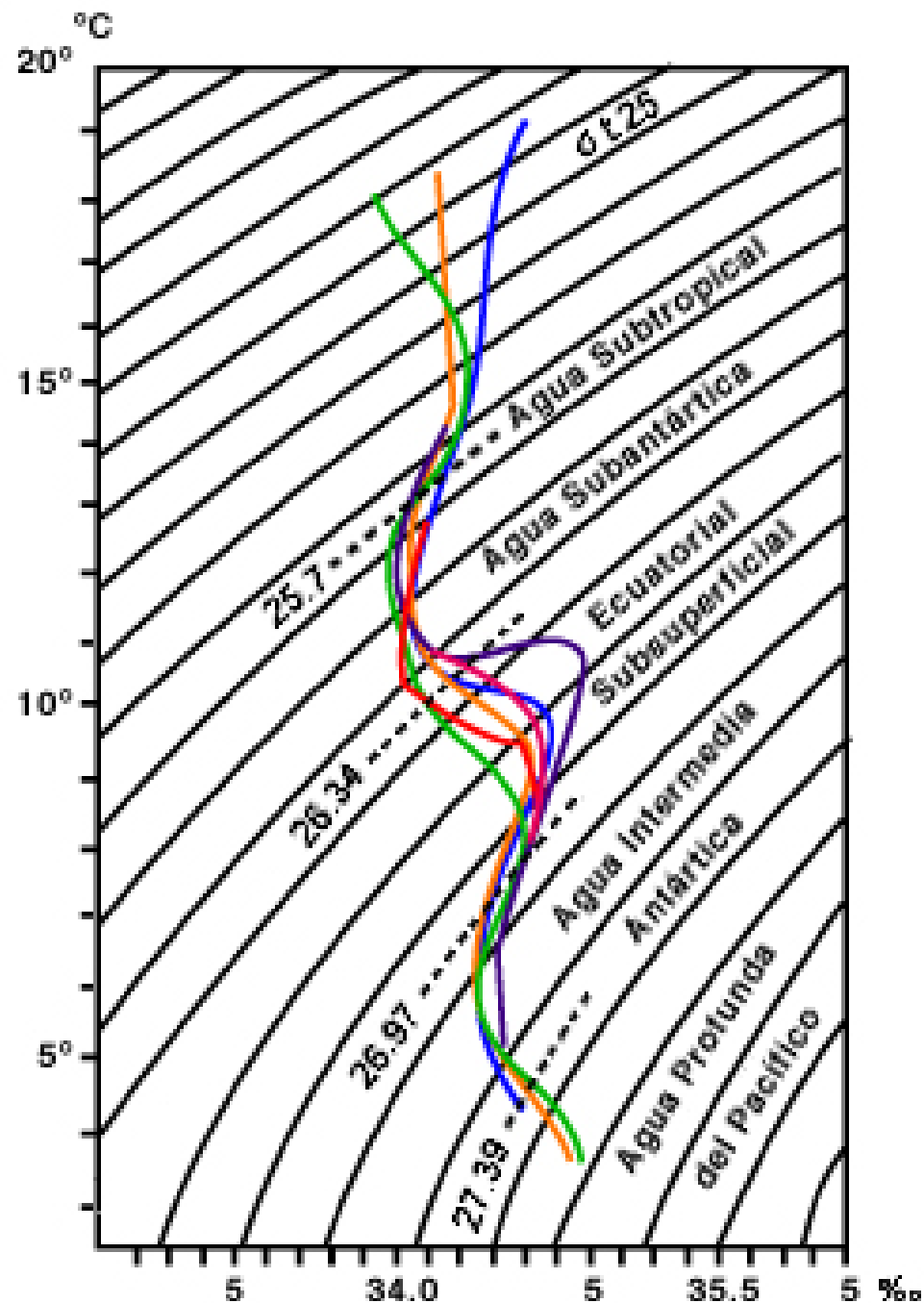
MASAS DE AGUA	SALINIDAD ‰	TEMPERATURA °C
Agua antártica	33.80 - 34.76	2.0 - 6.1
Agua subantártica	33.70 - 34.80	5.0 - 10.0
Agua atlántica sur	34.57 - 35.70	7.5 - 18.0
Agua atlántica norte	35.03 - 36.20	7.5 - 18.0
Agua mediterránea	35.00 - 36.50	4.0 - 12.0
Agua índica	34.50 - 35.71	7.7 - 16.0
Agua pacífica sur	34.47 - 35.64	6.2 - 17.0
Agua pacífica norte	34.02 - 34.74	9.0 - 17.05

➤ **Diagrama T-S:** Gráfica donde se representa T frente a S (Helland-Hansen, 1916).



➤ Realización

- Se representan con puntos las combinaciones de T y S obtenidas para cada profundidad.
- Los puntos son unidos en orden creciente de profundidad mediante una curva suave (Curva T-S).
- Es mejor usar la temperatura potencial (θ) en los diagramas. Es propiedad conservativa.
- Se suelen representar algunas curvas de densidad constante. Permite estudiar la densidad y estabilidad de las masas de agua.
- Es mejor usar como densidad σ_θ aunque también se emplea σ_t



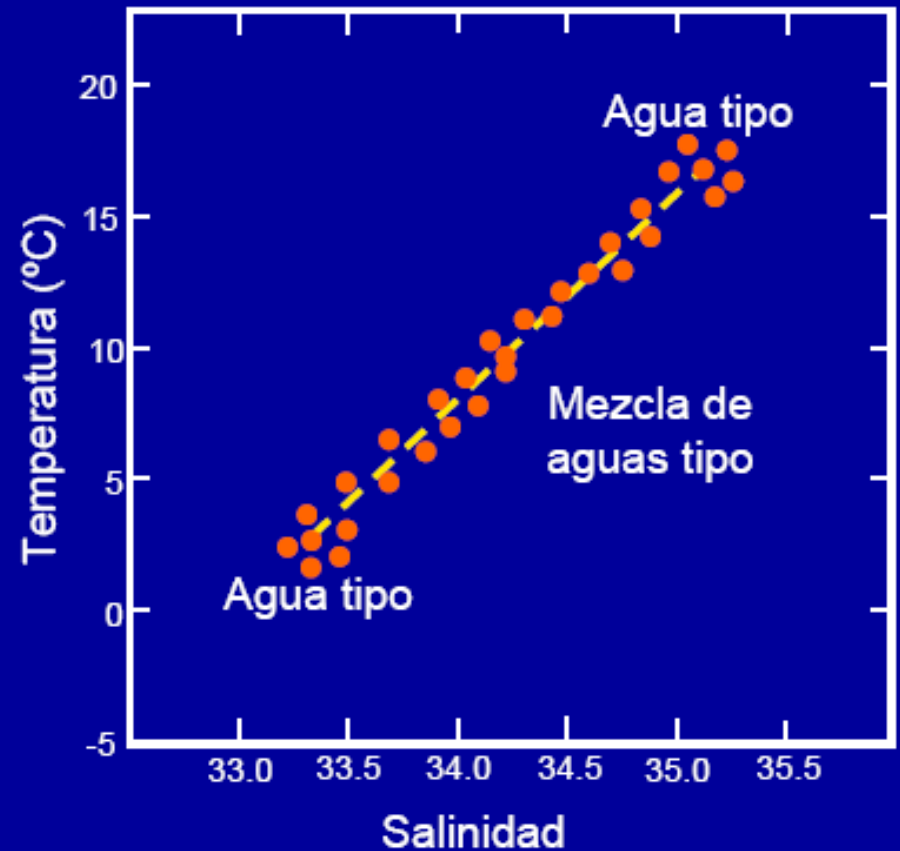
- **Agua tipo.**

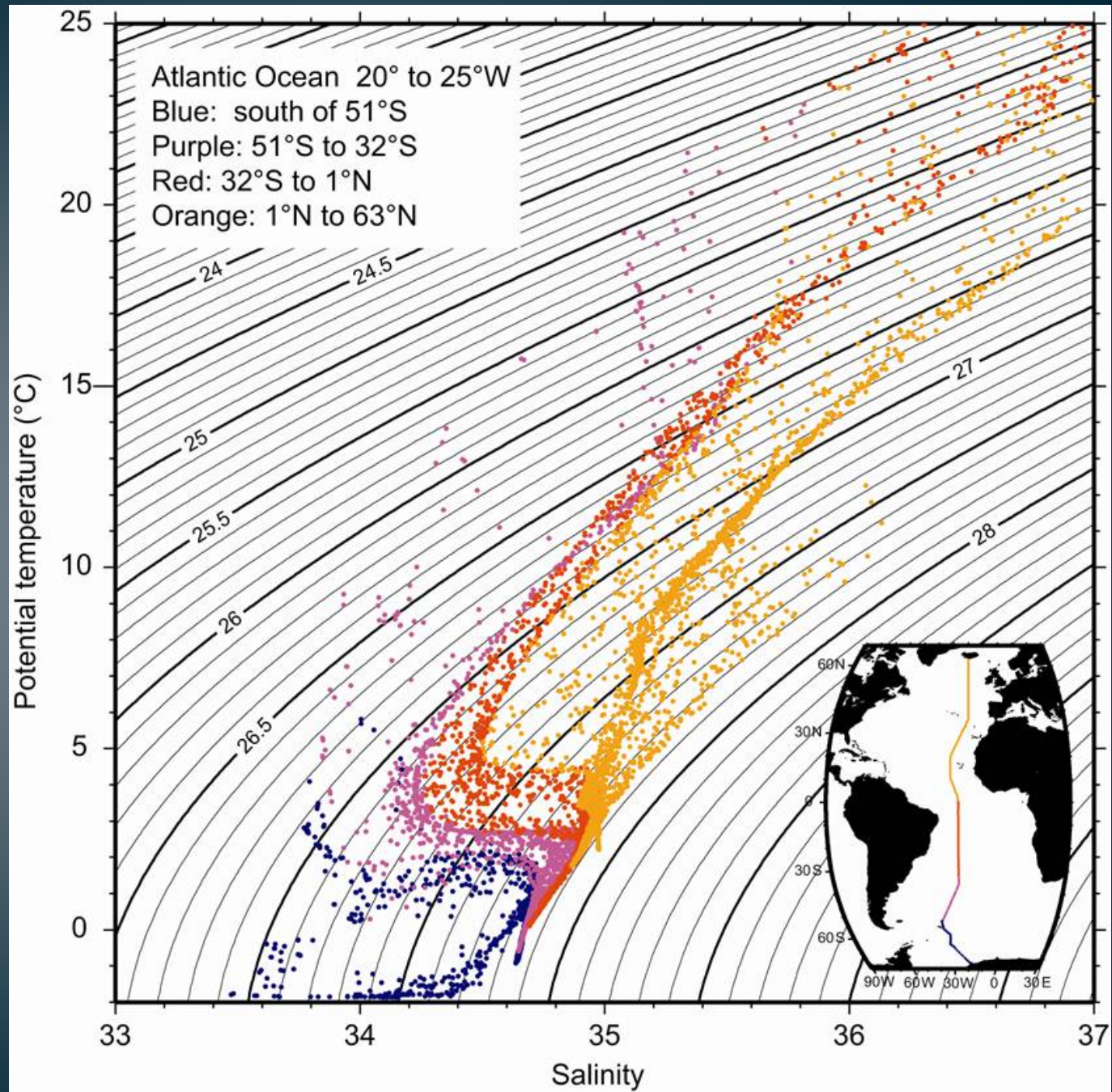
- Masa de agua de T y S homogéneas.
- Es un punto en el diagrama T-S.

- **Mezcla de dos aguas tipo.**

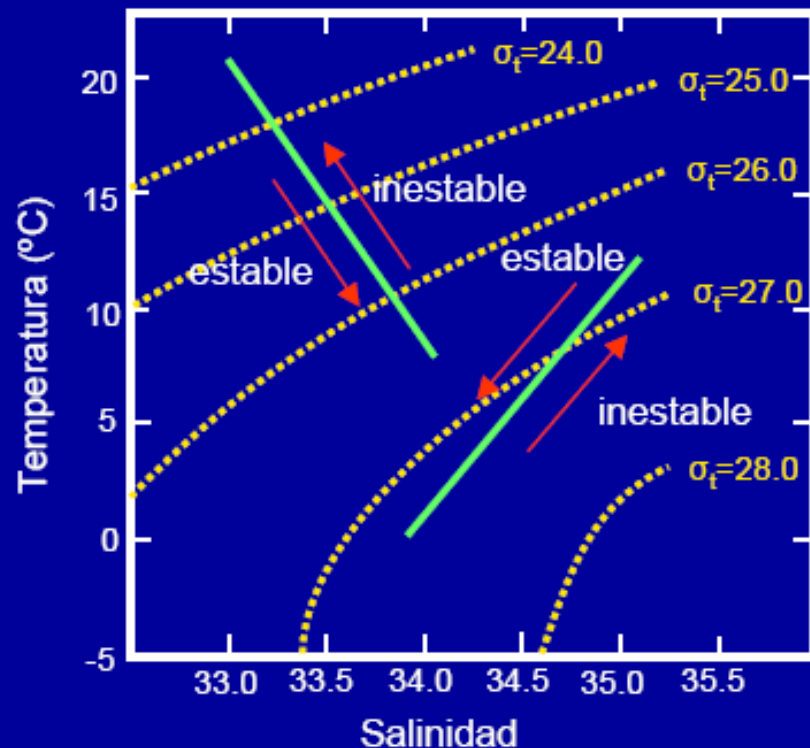
- La línea que une a dos aguas tipo resulta de la mezcla de estas.

- Estas definiciones son ideales y en realidad hay una dispersión alrededor de estos puntos y curvas.





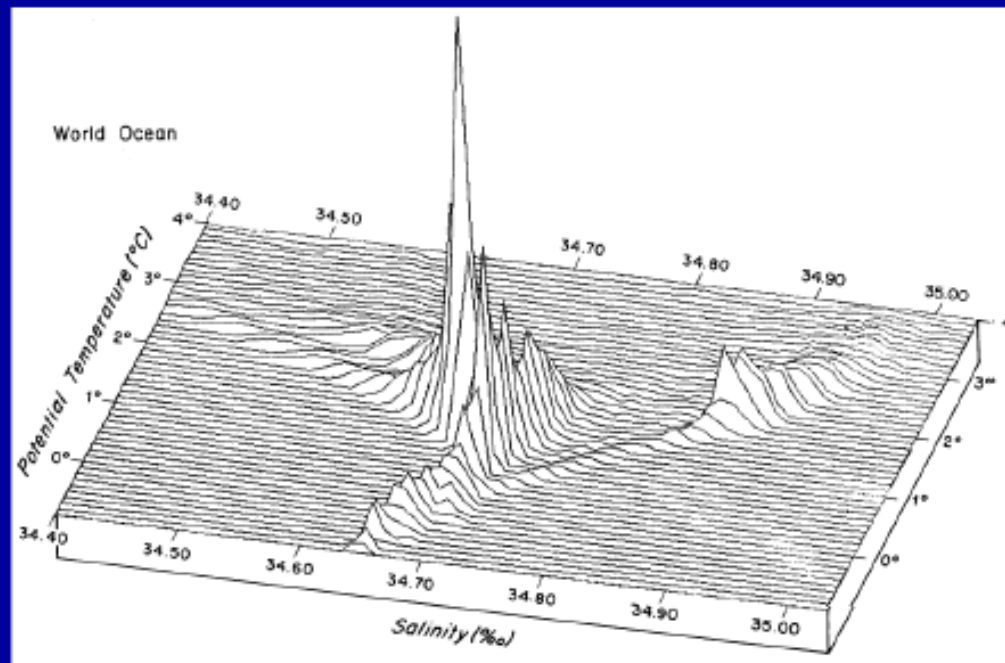
- La **estabilidad** de la columna de agua viene marcada por los cambios de la densidad con la profundidad.
 - Si la **densidad aumenta con la profundidad**, la columna de agua es **estable** ($d\sigma_\theta/dz > 0$)
 - Si **disminuye con la profundidad**, la columna de agua es **inestable** ($d\sigma_\theta/dz < 0$)
 - Si la **densidad no cambia con la profundidad**, la estabilidad es **neutra** ($d\sigma_\theta/dz = 0$)



- El **diagrama T-S** permite analizar la estabilidad de las masas de agua.
 - Si la **curva T-S** corta las isopícnas formando grandes ángulos el agua puede ser **altamente** estable o inestable.
 - Si la **curva T-S** corta las isopícnas formando ángulos pequeños, el agua puede ser **ligeramente** estable o inestable.
 - Si la **curva T-S** es paralela a las isopícnas la estabilidad del agua es neutra.

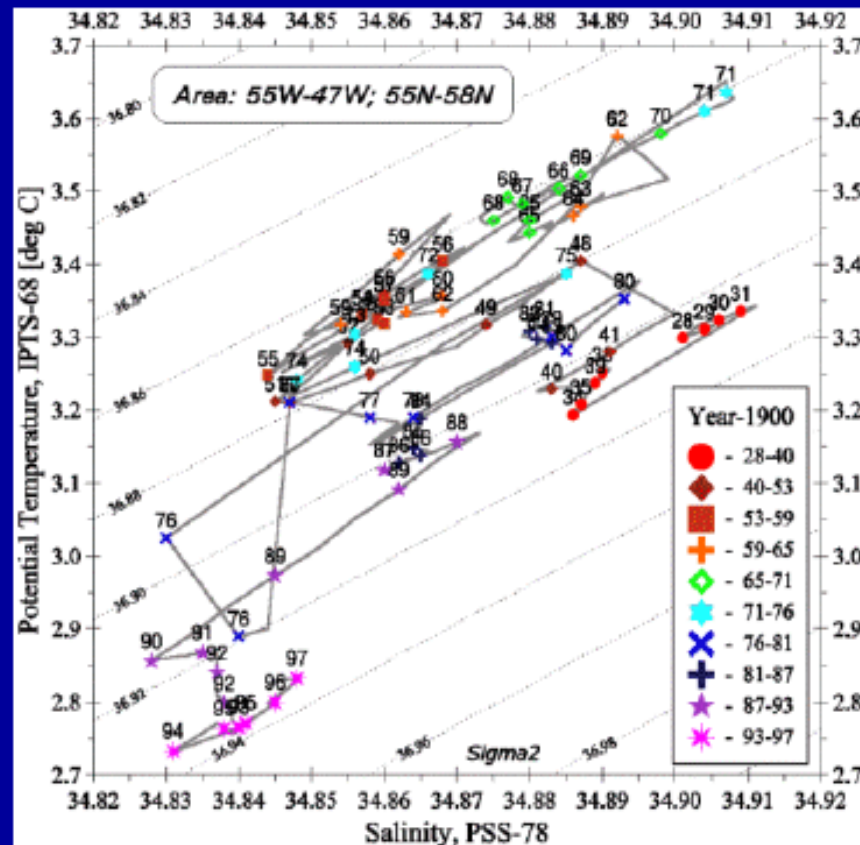
➤ Diagrama T-S-V.

- Es una extensión del concepto de diagrama T-S que refleja la distribución de la temperatura y salinidad de los océanos en proporción a su volumen.
- Para ello es necesario usar un gráfico tridimensional, en el que cada pico indica el volumen de agua con unas propiedades de T y S características.



➤ Diagrama T-S-t.

- Es una extensión del concepto de diagrama T-S que incluye información de la evolución temporal de las propiedades de las aguas oceánicas en áreas específicas.
- Para ello se traza en un diagrama T-S estándar, la temperatura y salinidad de un área dada a intervalos de tiempo regulares.



Las Masas de Agua se dividen en superficiales, intermedias y profundas.

Aguas superficiales

- Calientes y saladas
- Baja densidad - dependencia de ρ en T, S.
- Consumo de nutrientes – productividad biótica
- Abundancia de Oxígeno - mezcla.

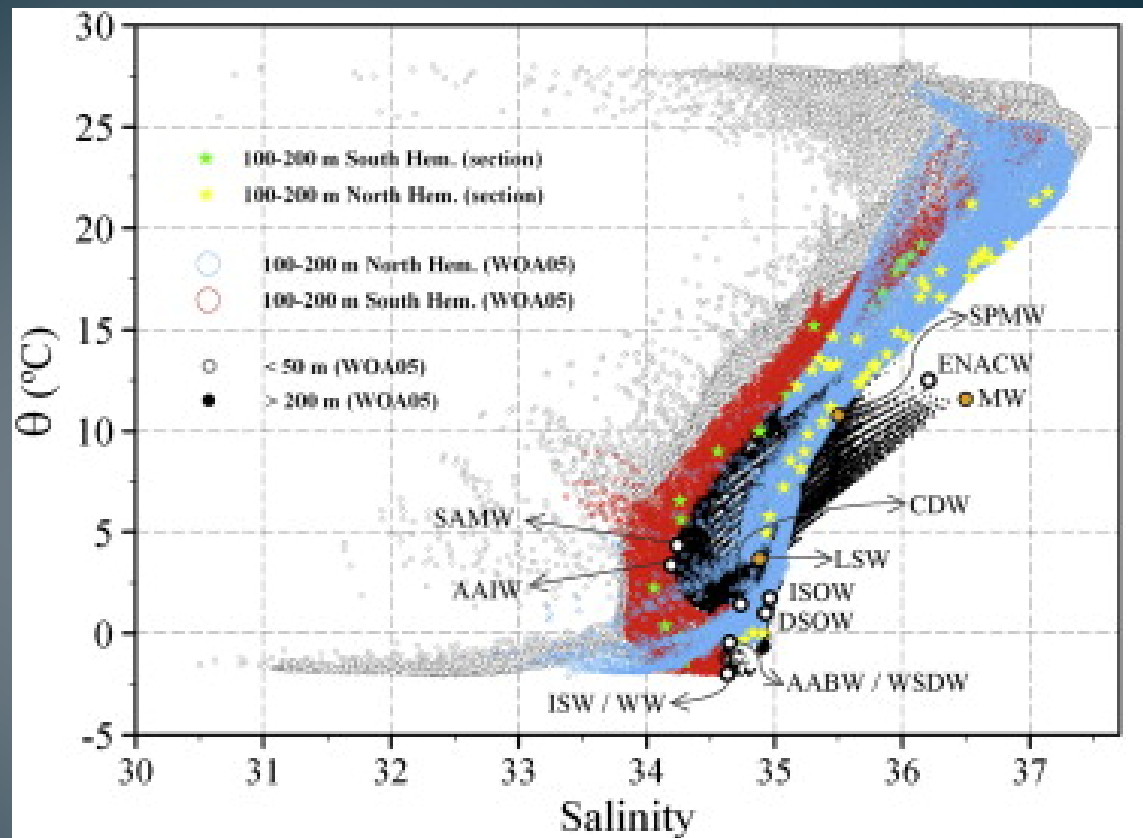
Agua Intermedia

- Gran variabilidad T & S
- La combinación da valores relativamente alto de ρ , típicamente 1027 to 1027.6 kg/m³.

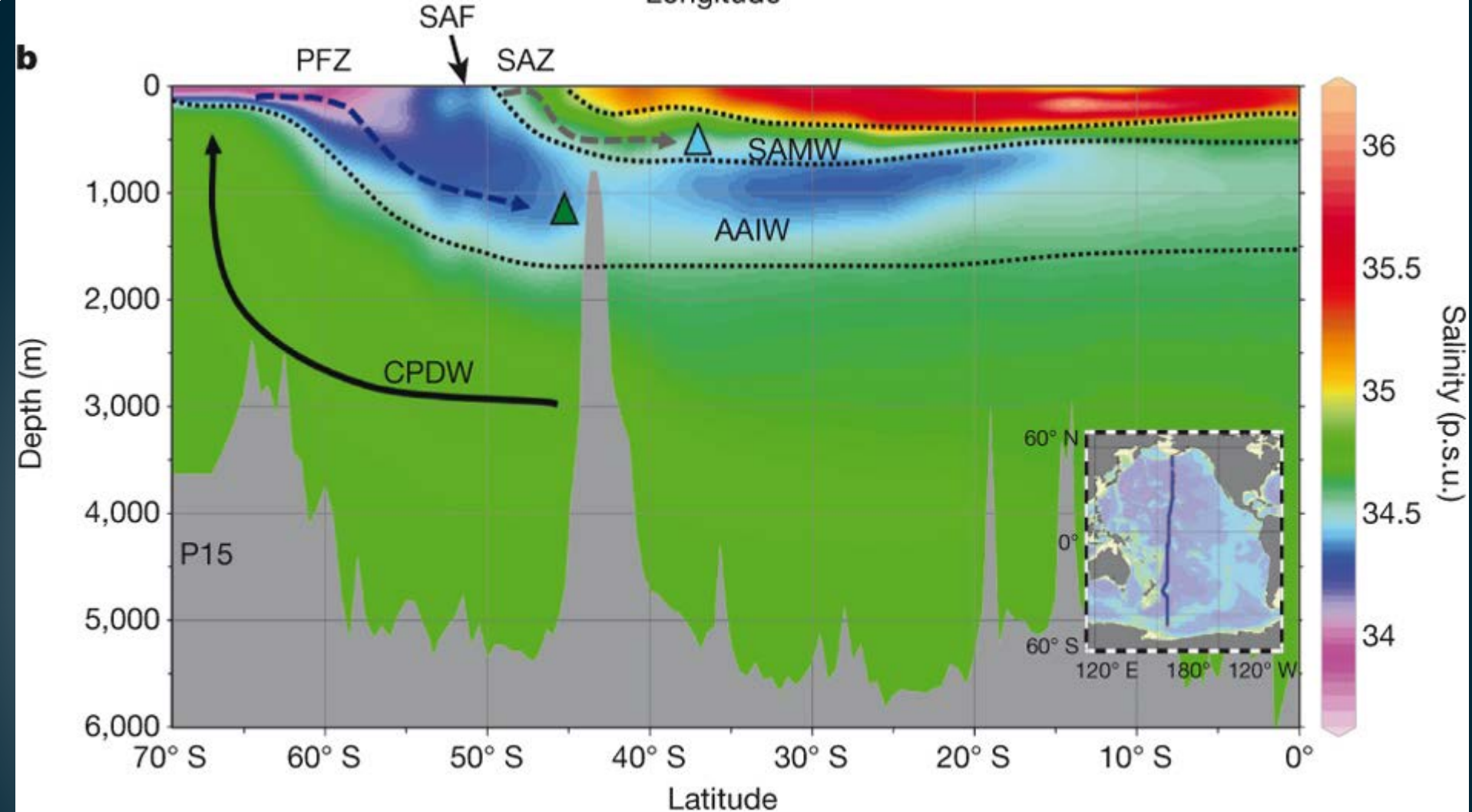
Agua profunda

- T = -1 to 3°C
- S = 34.5 to 35.0
- ρ = 1027.7 to 1028.0 kg/m³
- Rica en nutrientes
- Concentraciones bajas de oxígeno

Principales Masas de agua

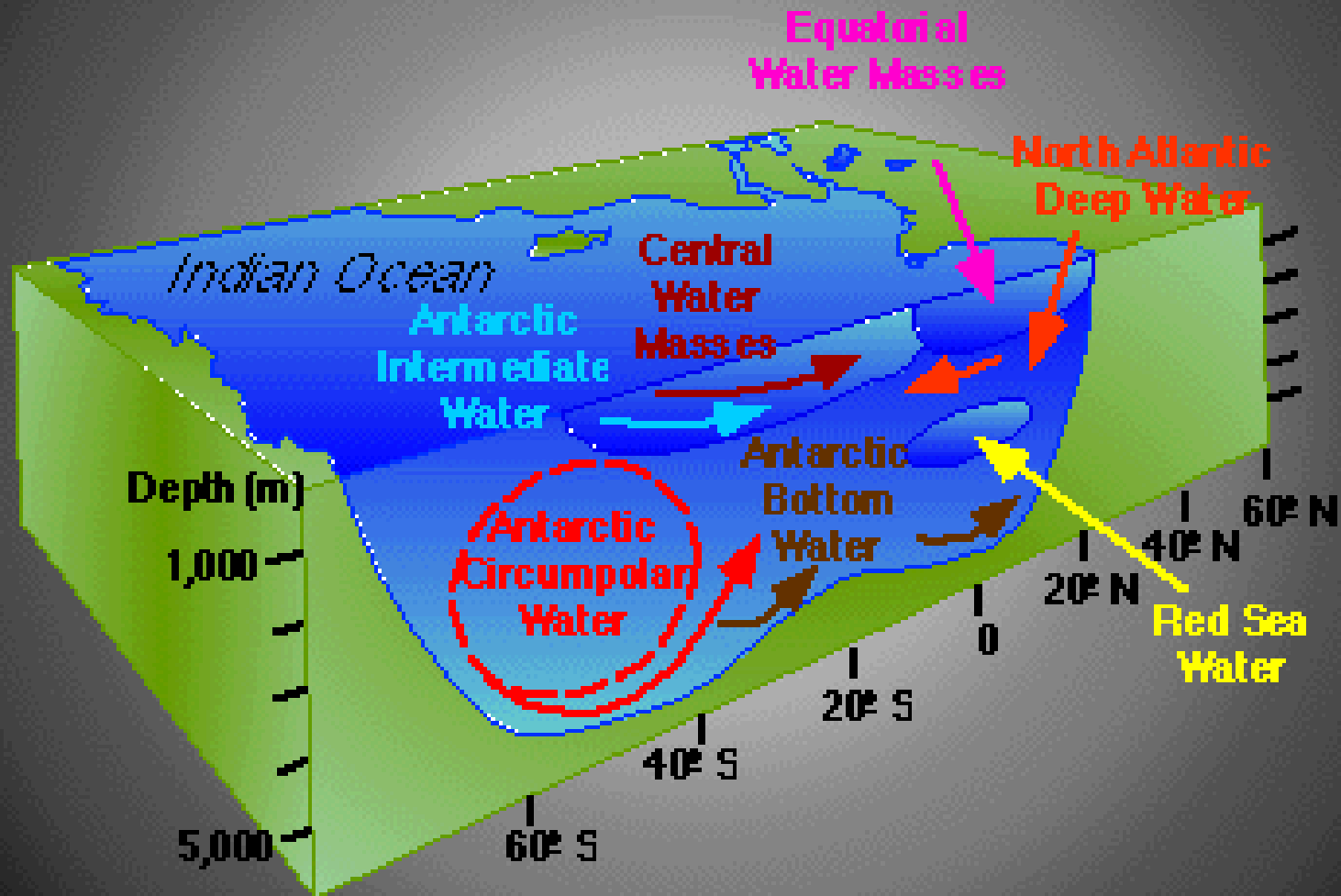


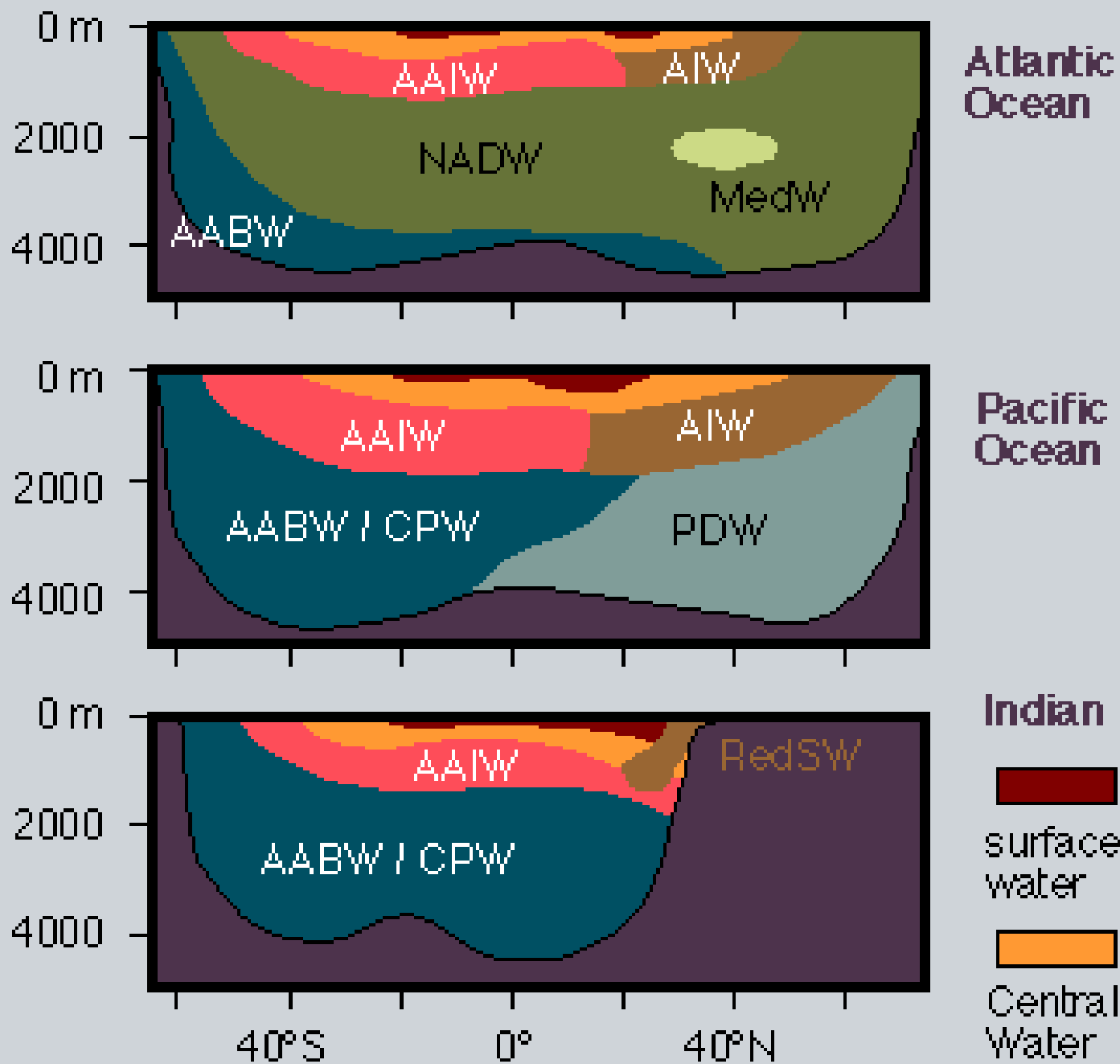
AABW = Antarctic Bottom Water; WSDW = Weddell Sea Deep Water; CDW = Circumpolar Deep Water; AAIW = Antarctic Intermediate Water; SAMW = Subantarctic Mode Water; ISW = Ice Shelf Water; WW = Winter Water; ISOW = Iceland–Scotland Overflow Water; DSOW = Denmark Strait Overflow Water; MW = Mediterranean Water; SPMW = Subpolar Mode Water; LSW = Labrador Sea Water; MOW = Mediterranean Overflow Water; ENACW = Eastern North Atlantic Central Water.

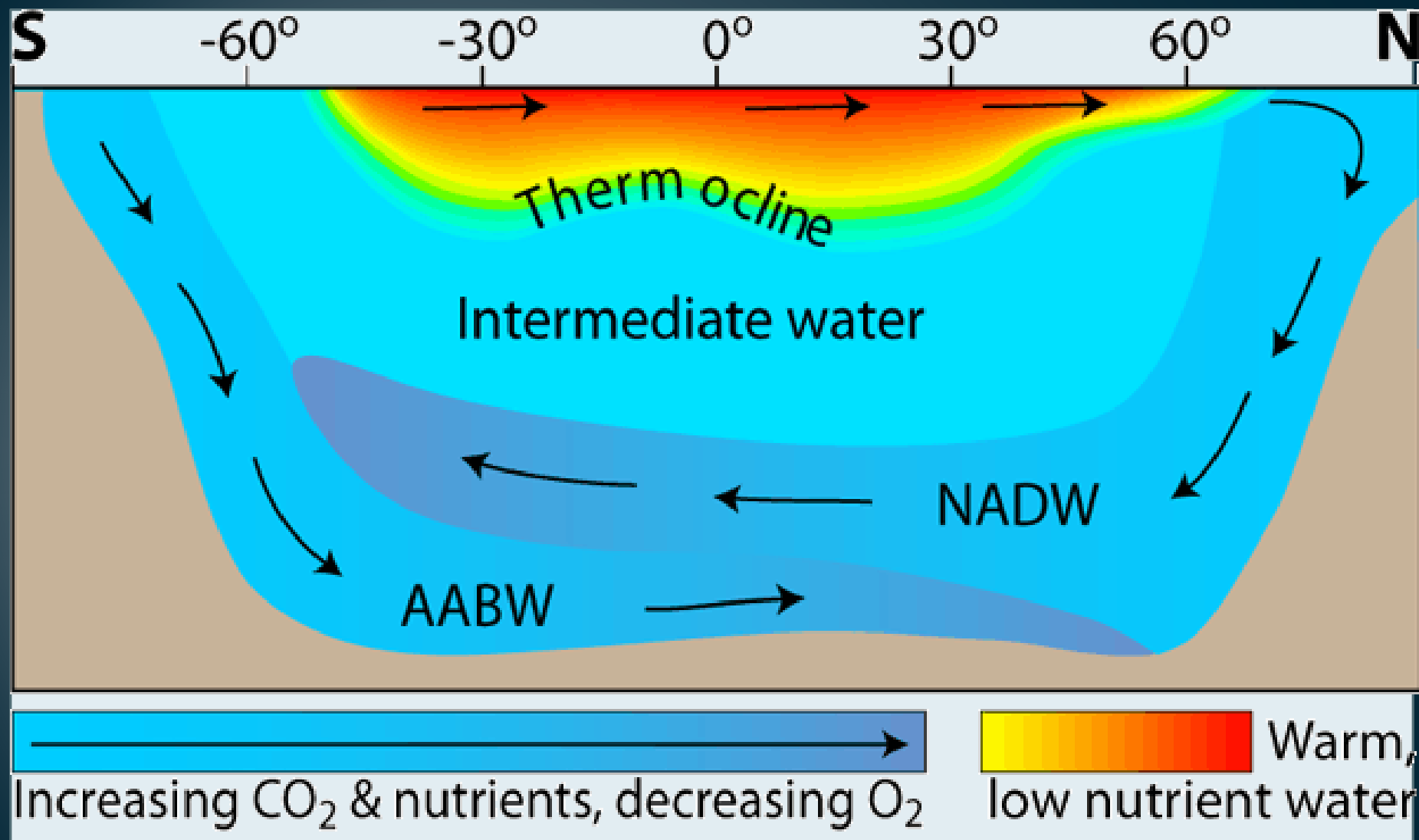


sub-Antarctic front (SAF), sub-Antarctic zone (SAZ), sub-Antarctic middle water (SAMW), circumpolar deep water (CPDW), Antarctic intermediate water (AAIW), North Atlantic Deep Water (NADW) .

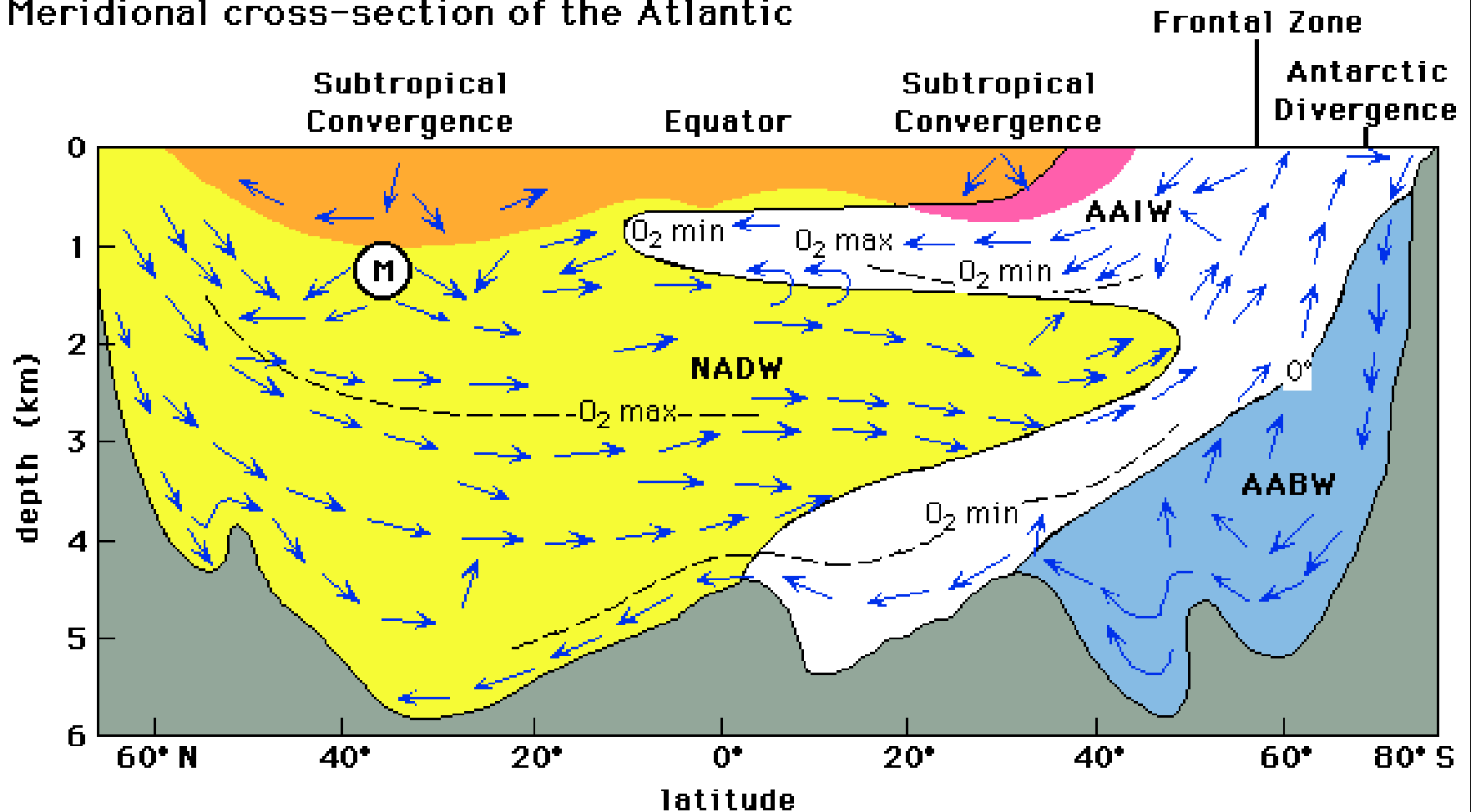
Indian Ocean Water Masses







Meridional cross-section of the Atlantic



NADW = North Atlantic Deep Water
AAIW = Antarctic Intermediate Water
AABW = Antarctic Bottom Water
M = Inflow of water from the Mediterranean

salinity > 34.8
 water warmer than 10°C
 water cooler than 0°C
 direction of water flow

Adapted from Open University (1989) *Ocean Circulation*. Pergamon Press.

Circulación Termo-halina Global

