

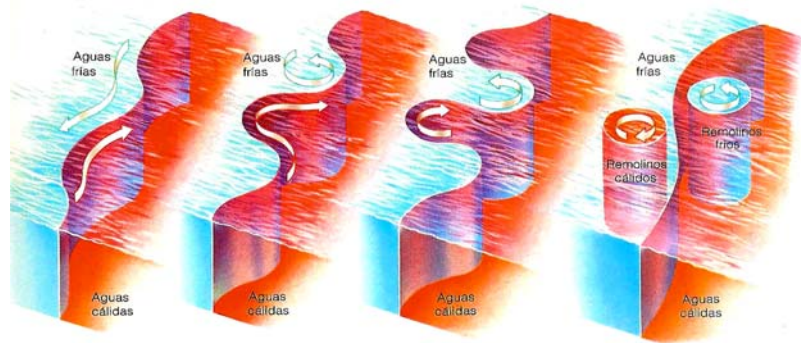
Características de los Medios Acuáticos



Ricardo Anadón
Consolación Fernández



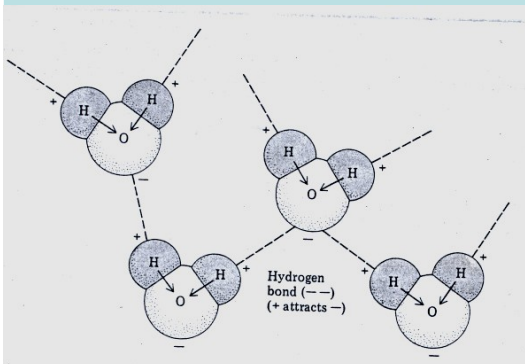
Universidad de Oviedo



Apoyo a la Lección 8 de Ecología 3^{er} curso de Licenciatura de Biología.

El agua

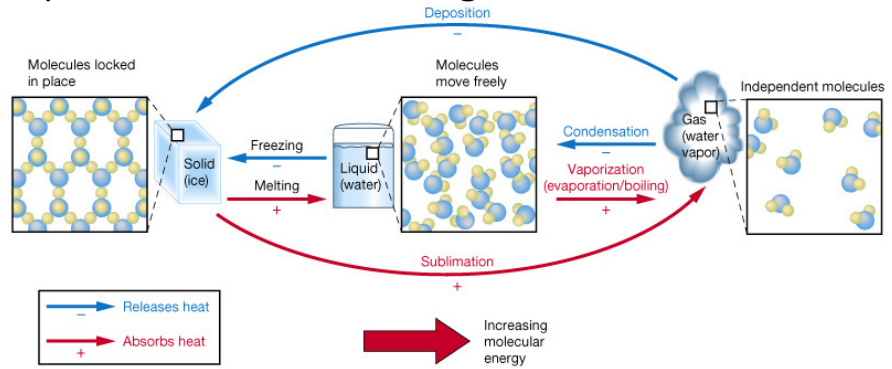
- Enlaces de hidrógeno
- Polaridad



- Propiedades del agua
- 1.-Tensión superficial
- 2.-Viscosidad
- 3.- Calor latente
- 4.- Calor específico
- 5.- Capacidad calorífica
- 6.- Conductividad
- 7.- Densidad
- 8.- Transparencia
- 9.- Disolvente

Propiedades Físicas del Agua

Estados físicos del agua, con indicación de la pérdida o ganancia de energía entre ellos

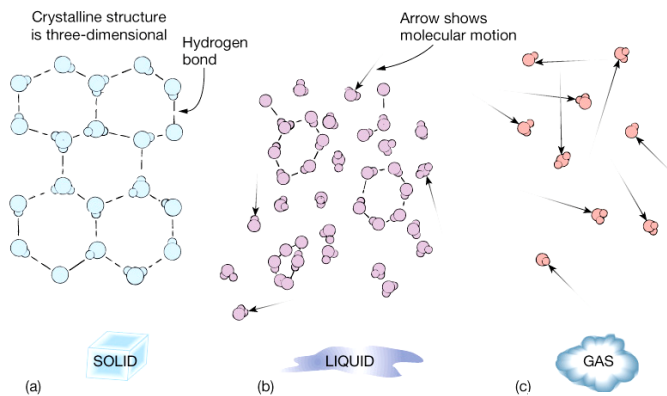


Propiedad	Marina	Pura
Densidad, g/cm ³ , 25 °C	1,02412	1,0029
Conductividad específica, 25 °C, ohm ⁻¹ cm ⁻¹	0,0532	-
Viscosidad, 25 °C, millipoise	9,08	8,90
Presión de vapor, mm Hg a 20 °C,	17,4	17,34
Temperatura a la máxima densidad, °C	-3,52	+3,98
Punto de congelación, °C	-1,91	0,00
Tensión superficial, 25 °C, dyn/cm	72,74	71,97
Calor específico, 17,5 °C, J g ⁻¹ °C ⁻¹	3,898	4,182

Comparación entre las propiedades físicas del agua marina y del agua pura

Libes, 1992. An Introduction to Marine Biogeochemistry. Wiley

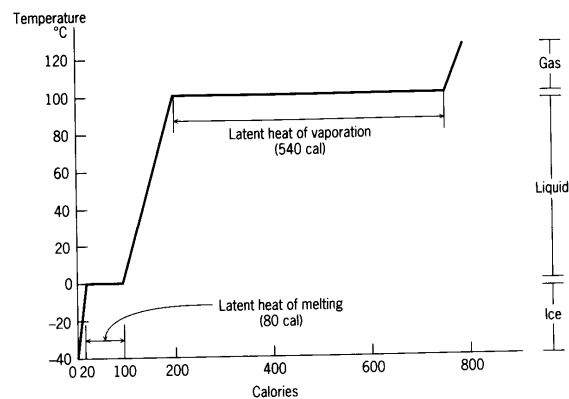
Propiedades Físicas del Agua



Estructura del agua en sus diferentes estados físicos

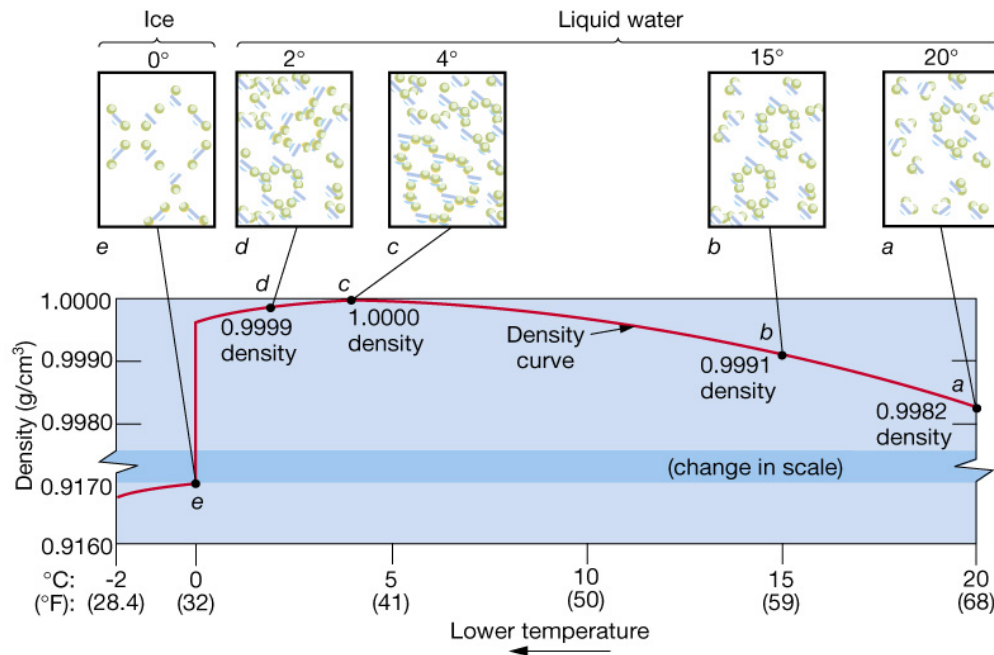
Essentials in Oceanography

Transiciones de fase del agua causados por el cambio de contenido calorífico. Las pendientes de la línea indican la capacidad calorífica



Libes, 1992. An Introduction to Marine Biogeochemistry. Wiley

Propiedades Físicas del Agua



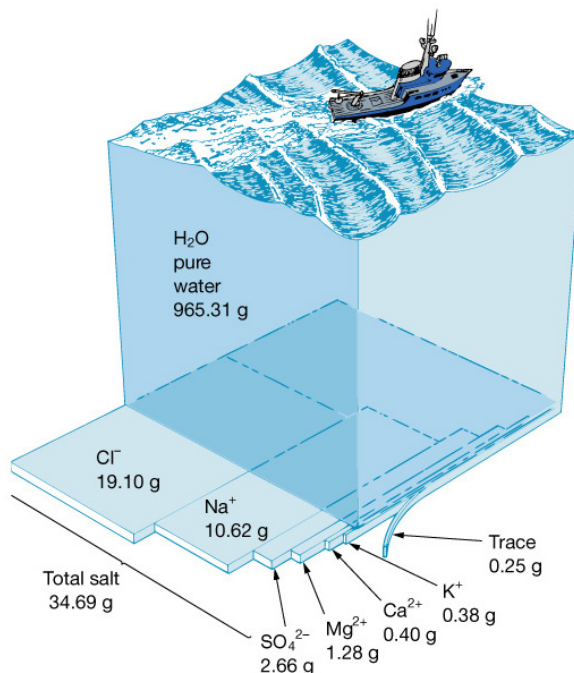
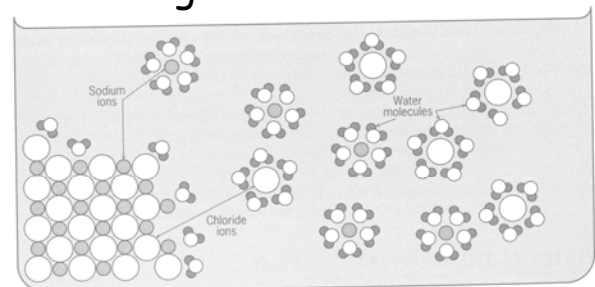
Cambios de la densidad como función de la temperatura y el estado del agua, con un esquema de organización molecular

Essentials in Oceanography

Propiedades Físicas del Agua

El agua es un buen solvente. Esquema de la disolución de cloruro sódico en agua

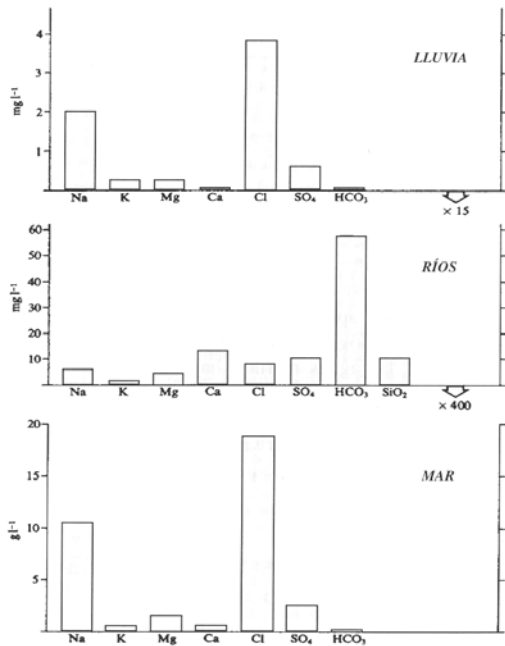
Libes, 1992. An Introduction to Marine Biogeochemistry. Wiley



Composición iónica del agua marina. Se indican sólo los elementos más abundantes y su especie química

Essentials in Oceanography

Composición iónica de las aguas de lluvia, ríos y mares: Se aprecia la semejanza entre la estequiometría de las aguas marinas y de lluvia



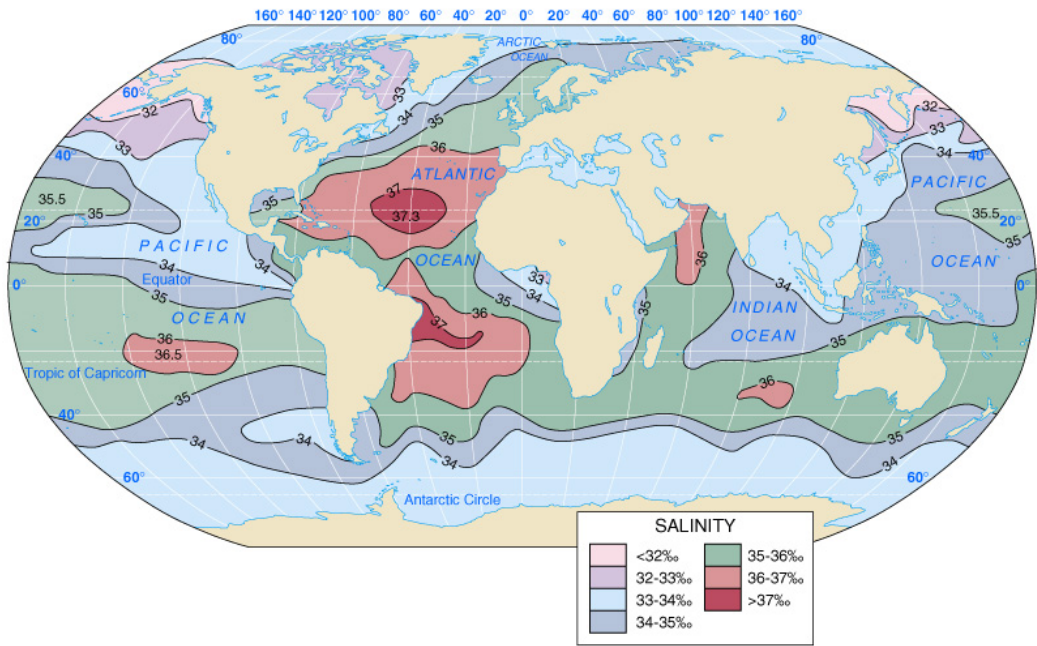
Tipos de Agua por su contenido en cloruros

Agua	Clorinidad g kg ⁻¹
Dulce	menos de 0,2
Salobre	
Oligohalina	0,2 a 2
Mesohalina	2 a 10
Polihalina	10 a 17
Marina	Más de 17

Rodriguez. 1999. Ecología. Pirámide

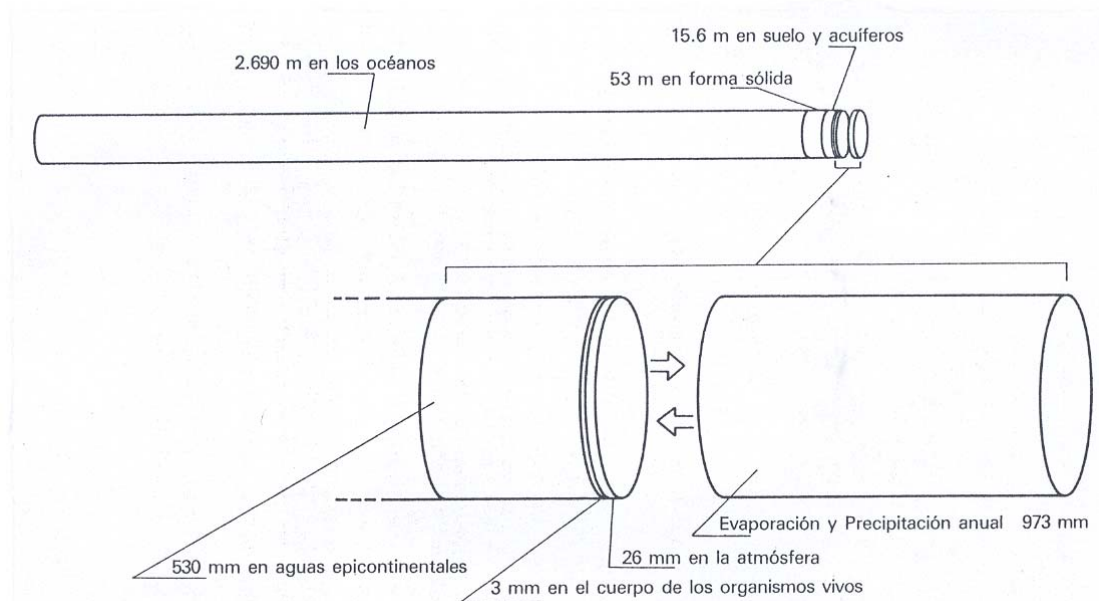
Margalef. 1974. Ecología. Omega

Distribución superficial de la salinidad en los océanos



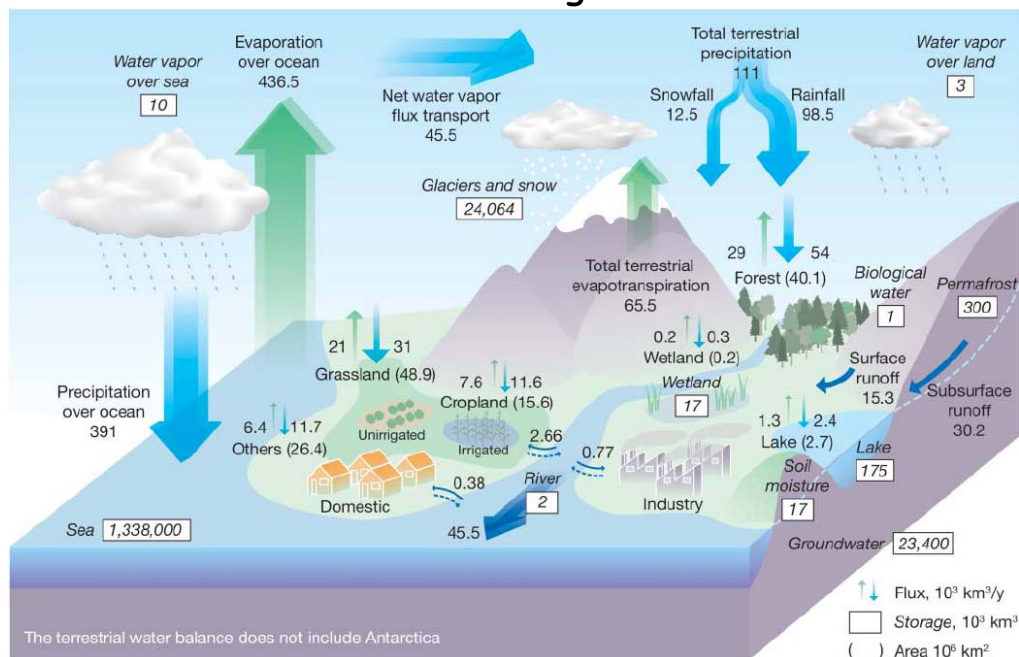
La concentración salina del océano varía, poco, dependiendo de la localización geográfica y la profundidad

Compartimentos



Margalef, R. Limnología

Ciclo del Agua

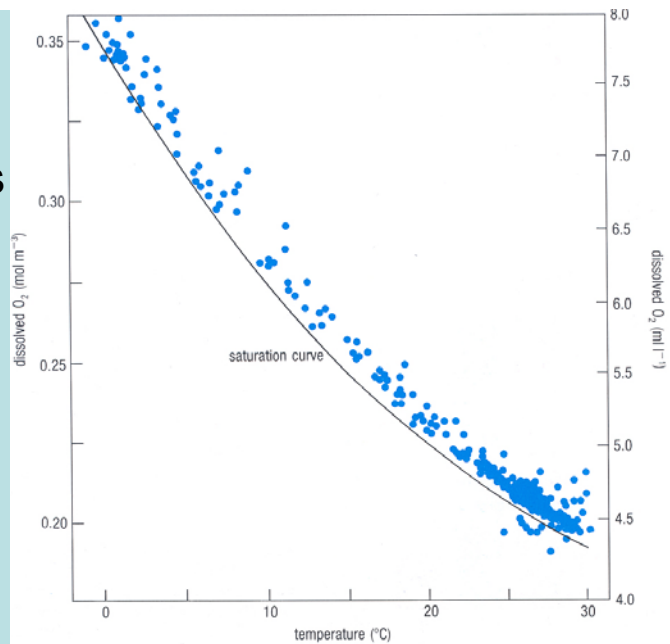


Flujos hidrológicos globales (1000 km³/año) y reservas (1000 km³) con ciclos naturales y antropogénicos. Flechas verticales gruesas muestran la precipitación y la evapotranspiración anual total sobre los océanos y la tierra (1000 km³/año), que se descompone en los diferentes Biomas (1000 km³/año) - flechas pequeñas; los paréntesis indican el área de cada Bioma (millones km²).

Oki and Kanae, 2006. Science

Saturación: equilibrio con la atmósfera

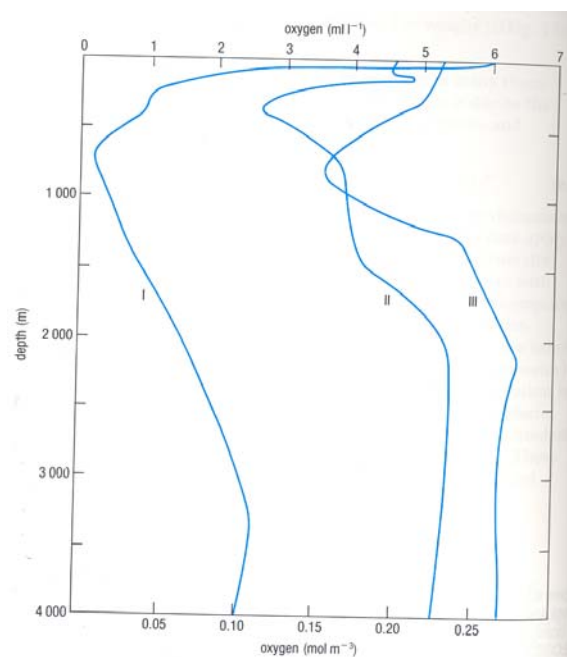
- Cantidad de gas disuelto en equilibrio:
 - Presión parcial del gas en la superficie del líquido
 - Coeficiente de solubilidad
 - Temperatura
 - Salinidad
 - Presión



Brown et. al. 1989.- Seawater: its composition, properties and behaviour. The Open University.

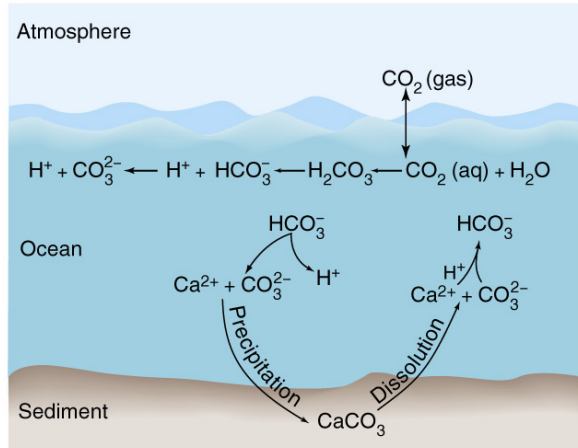
Oxígeno

- **Sobresaturación en superficie**
 - Fotosíntesis
 - Burbujeo oleaje
- **Distribución vertical**
 - Mínimo (500-1000m): 2ml/l



Brown et. al. 1989.- Seawater: its composition, properties and behaviour. The Open University, BH

El Carbono Inorgánico en Aguas Marinas y dulces Equilibrio Carbónico-Carbonatos



Seawater too basic: H₂CO₃ → HCO₃⁻ + H⁺ pH drops
Seawater too acidic: HCO₃⁻ + H⁺ → H₂CO₃ pH rises

Porcentaje de carbonato,
bicarbonato y dióxido de carbono
como efecto del pH del agua

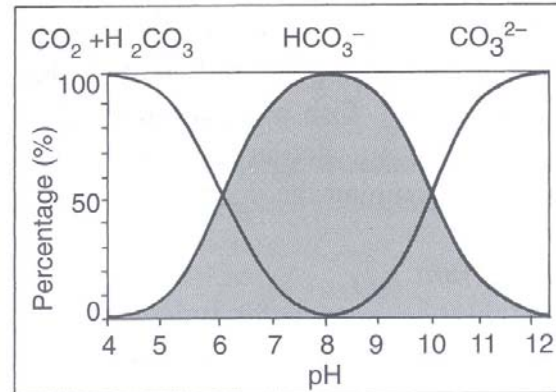
Lampert y Sommer, Limnoecology. 1997

Esquema de los equilibrios
químicos en los que interviene el
CO₂ en el océano, de acuerdo a
las ecuaciones básicas



y su efecto sobre el pH

Essentials in Oceanography



Nutrientes inorgánicos

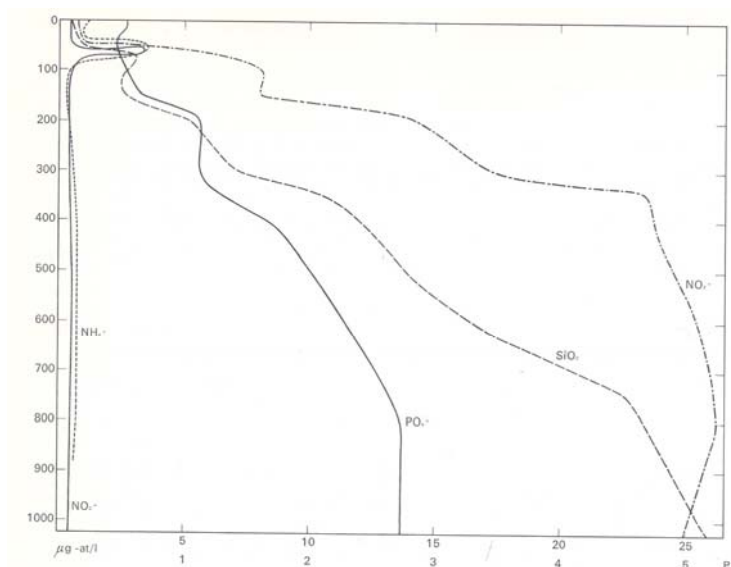
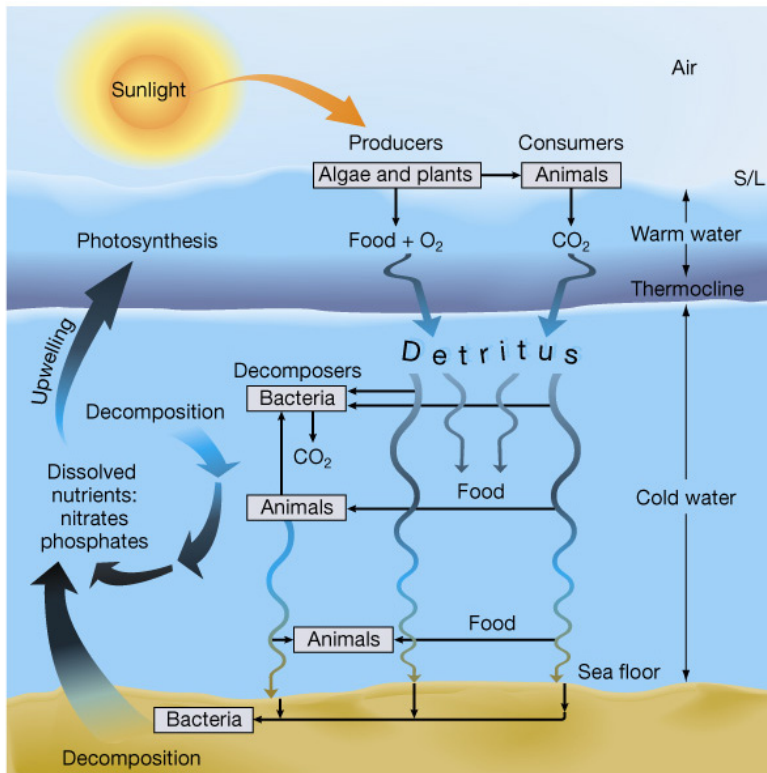


Figura 2-32 Distribución vertical de silicio (silicato), fósforo (fosfato) y nitrógeno (nitrato, nitrito y amonio) en una estación del Atlántico oriental situada a 22 °N el 11 de agosto de 1971. Profundidades, en metros, a la izquierda. Se usan dos diferentes escalas para expresar las concentraciones de los distintos elementos.

Perfiles verticales de
silicio, fósforo y
nitrógeno (nitrato,
nitrito y amonio) en
el Atlántico.

Margalef, 1974. Ed. Omega

Concentración de elementos nutritivos en la columna de agua



Essentials in Oceanography

El hecho de que el agua no se mezcle cuando existen gradientes de densidad, unido a que la intensidad de las actividades metabólicas (fotosíntesis y respiración) difieren entre zonas iluminadas y no iluminadas de la columna de agua generan que la distribución de los nutrientes tienda a ser heterogénea, más concentrada en profundidad. Sólo en columnas de agua mezcladas la concentración de nutrientes es similar en ambas zonas. Al proceso de transferencia, mediada por organismos, de materiales de las capas superficiales a las capas profundas o al sedimento se la conoce como *bomba biológica*

Efecto de la Viscosidad sobre la Morfología y la Velocidad de desplazamiento de organismos acuáticos

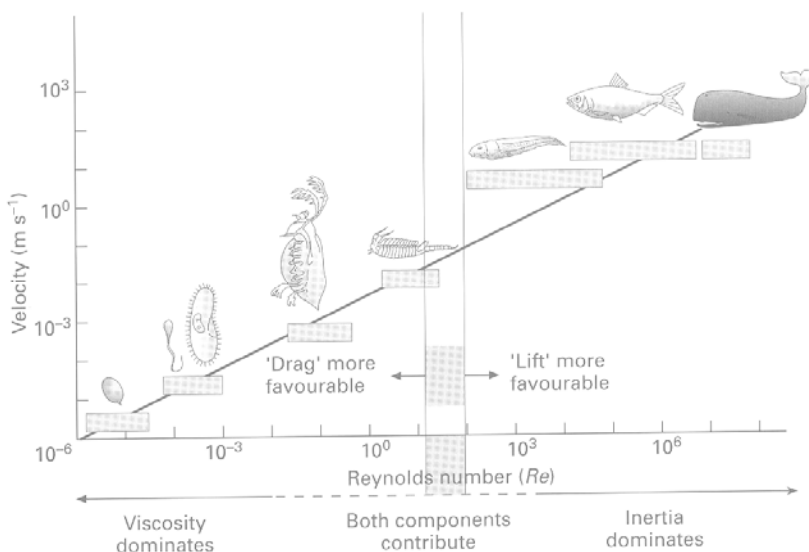
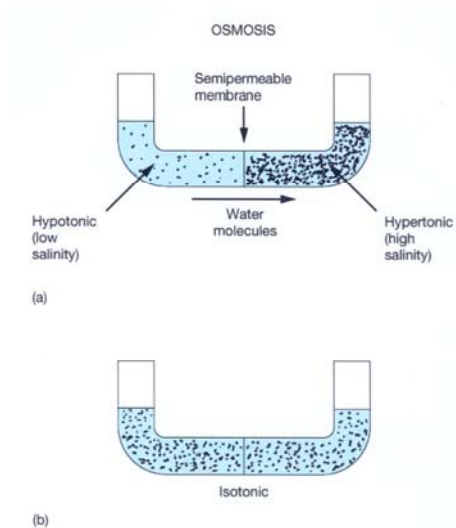


Fig. 9.26 Effects of size and Reynolds number (Re) on swimming patterns and the relative importance of viscous forces and frictional forces. Re is given by $\rho VL/\mu$, where V is velocity, L is dimension of moving surface, ρ is the density of the medium and μ its viscosity, so giving a dimensionless ratio related to size. A high Reynolds number applies to a large or a very fast animal, where flow patterns are dominated by inertia and streamlining is useful. At low Reynolds numbers (small or very slow swimmers, with high surface areas relative to volume) viscosity is much more important and streamlining is irrelevant. (Adapted from Nachtigall 1983.)

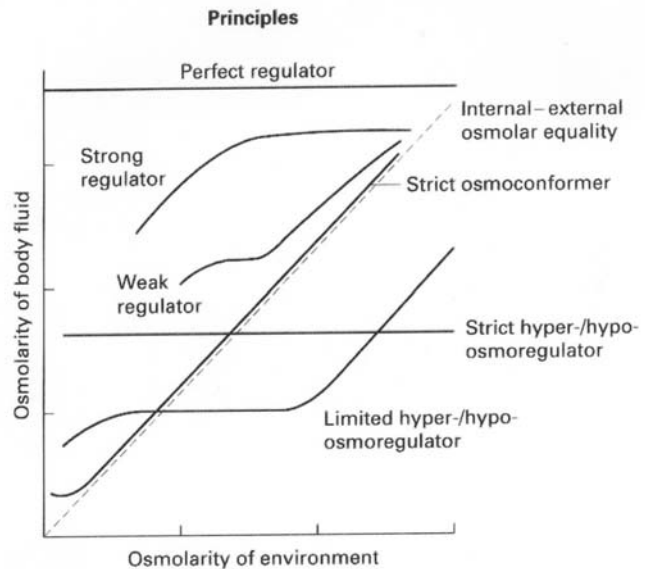
El número de Reynolds (Re) es una forma útil de cuantificar la dinámica biológica de los fluidos; es adimensional y se expresa como $Re = \rho \bar{U} L / \nu$, siendo ρ la densidad, $\bar{U}$ la velocidad del organismo, L es una longitud característica del organismo, y ν es la viscosidad cinemática

Regulación Osmótica en organismos acuáticos

Esquema de fenómeno osmótico:
ambientes iso, hipo e hiper osmóticos



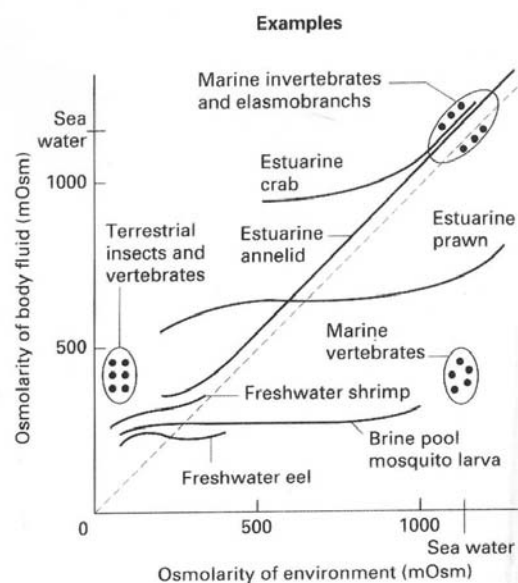
Tipos generales de respuesta de los fluidos internos de los animales a la concentración exterior de sales



Willmer et al. Environmental Physiology of Animals. Blackwell Sci. 2000

Regulación Osmótica de los organismos acuáticos

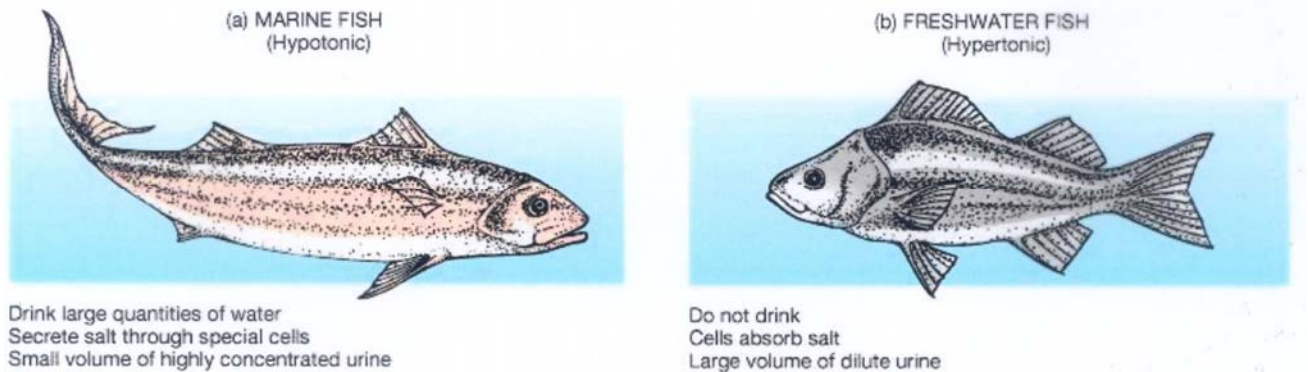
Algunos ejemplos de respuesta de los fluidos internos de los animales a la concentración exterior de sales



Willmer et al. Environmental Physiology of Animals. Blackwell Sci. 2000

Regulación Osmótica de los organismos acuáticos

Respuestas de teleósteos a los medios marino y de agua dulce



Willmer et al. Environmental Physiology of Animals. Blackwell 2000

Regulación Osmótica de los organismos acuáticos

Composición de los fluidos corporales de peces y una rana marinos y sus mecanismos de regulación osmótica

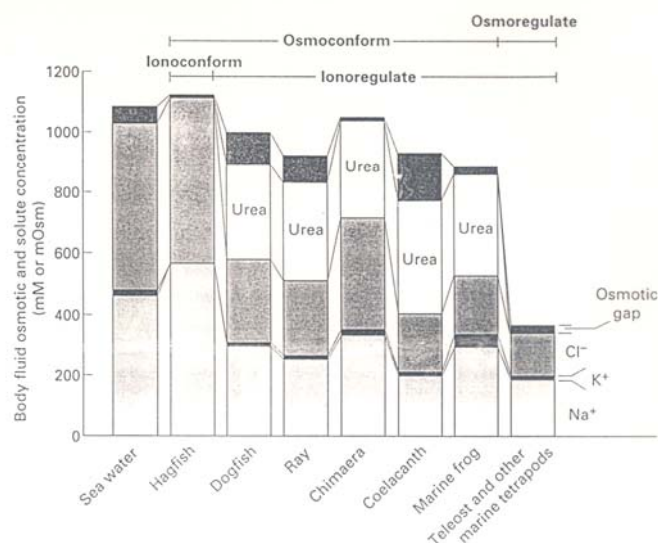
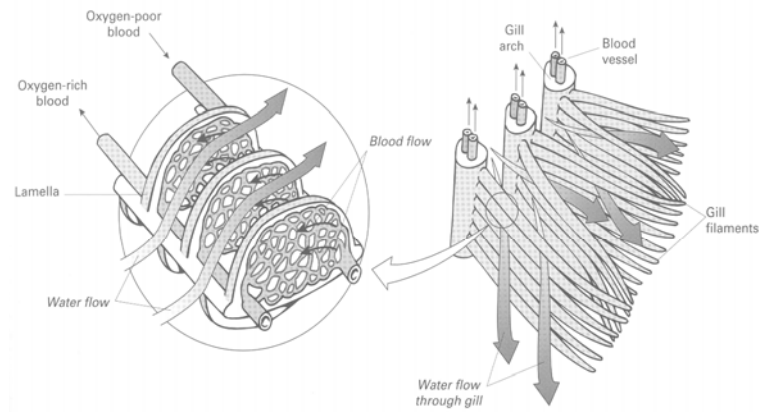


Fig. 9.36 Body fluid composition in marine fish and a marine frog, showing the ionic and osmotic conforming or regulating patterns. 'Osmotic gap' is the blood solute concentration not accounted for by the listed components. (Adapted from Withers 1992.)

Willmer et al. Environmental Physiology of Animals. Blackwell 2000

Respiración en organismos acuáticos

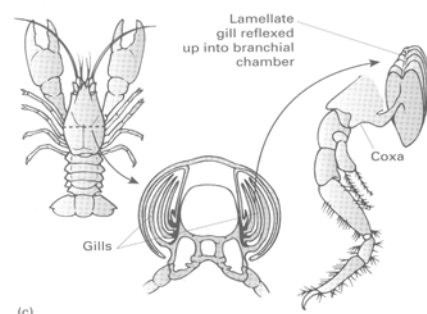
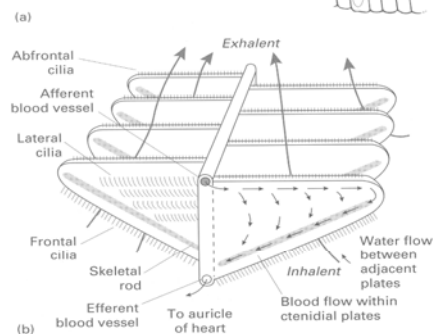
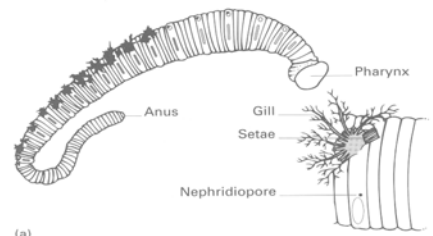
Estructura de las lamelas de una branquia de pez mostrando el flujo contracorriente del agua y la sangre



Willmer et al. Environmental Physiology of Animals. Blackwell Sci. 2000

Respiración en organismos acuáticos

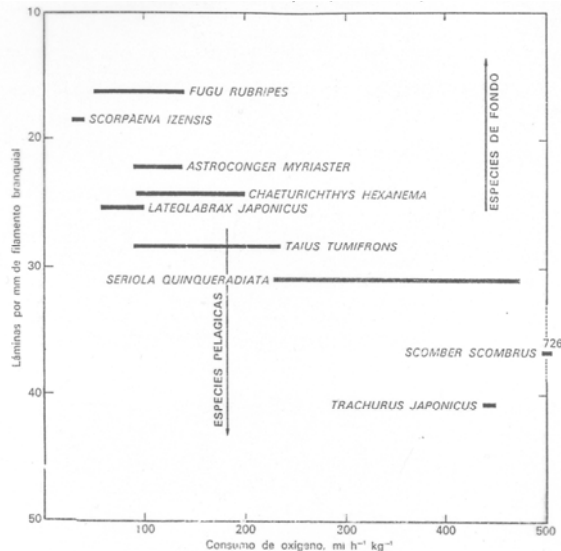
Diferentes estructuras respiratorias de invertebrados marinos: poliquetos, gasterópodos y crustáceos



Willmer et al. Environmental Physiology of Animals. Blackwell Sci. 2000

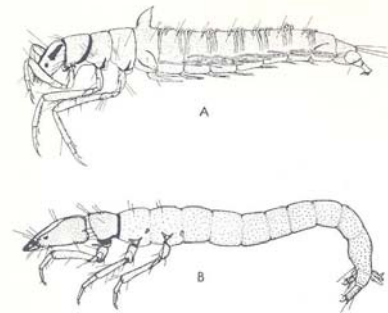
Respiración en organismos acuáticos

Número de laminillas por filamento branquial en peces en función del consumo de oxígeno. Los pelágicos tienen un consumo superior

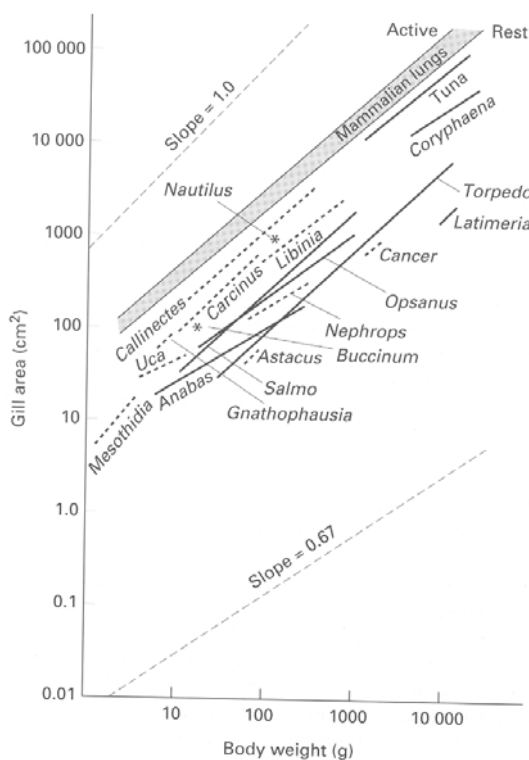


Margalef, 1974 Ed. Omega

Variación en el número de branquias en larvas de tricópteros de aguas estancadas (A) y arroyos (B)



Respiración en organismos acuáticos



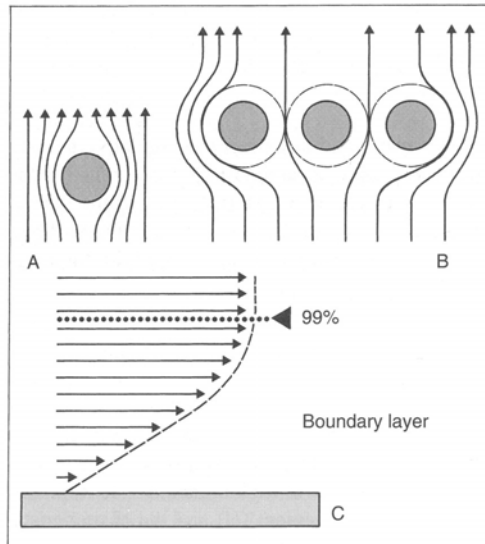
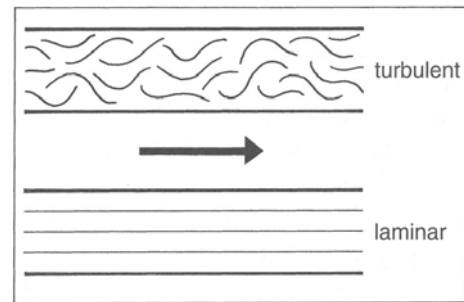
Relación entre la superficie de branquia y la masa corporal en crustáceos, peces y moluscos

Willmer et al. Environmental Physiology of Animals. Blackwell Sci. 2000

Fig. 9.15 The relationship between gill area and body mass for a range of crustaceans (dashed lines), molluscs (*) and fish (solid lines). (From Withers 1992.)

Movimientos del Medio Acuático: Procesos a pequeña escala

El flujo del agua puede ser laminar o turbulento. El descriptor de la dinámica biológica de los fluidos más sencillo es el número de Reynolds Re (adimensional), que depende de la velocidad del fluido, su viscosidad, y alguna dimensión lineal característica.

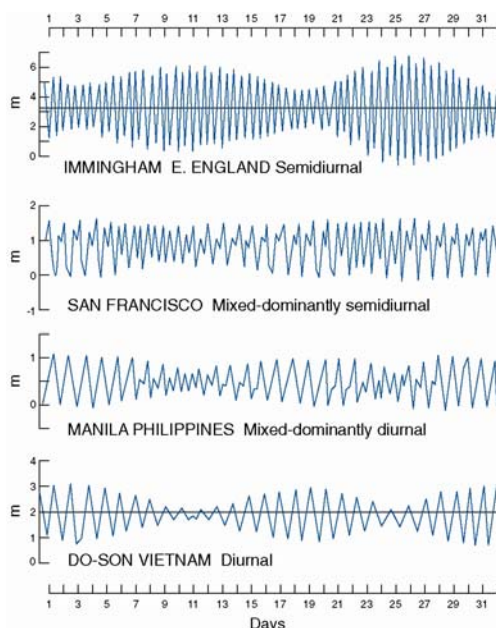


La circulación del agua cerca de superficies sólidas se ralentiza por efecto de la fricción. Esta capa de velocidad reducida se conoce como capa límite, y tiene importancia para la vida de organismos sésiles que viven en medios muy hidrodinámicos, p.e. ríos y zonas costeras.

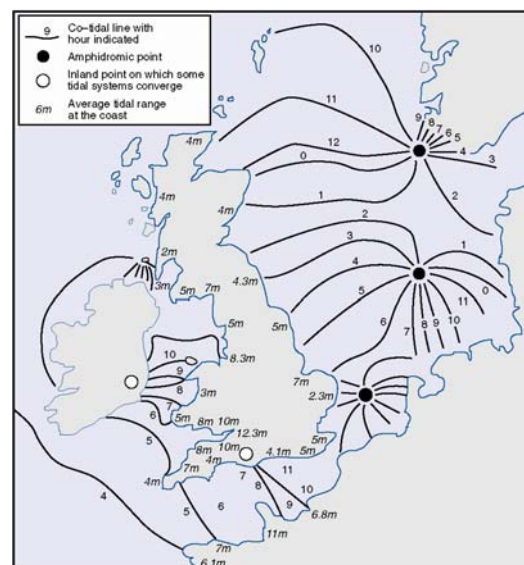
Lampert y Sommer, Limnology. 1997

Movimientos del Medio Acuático: mareas

Las mareas, oscilaciones verticales de corto periodo, pueden influir en la distribución de los organismos costeros y generar corrientes costeras



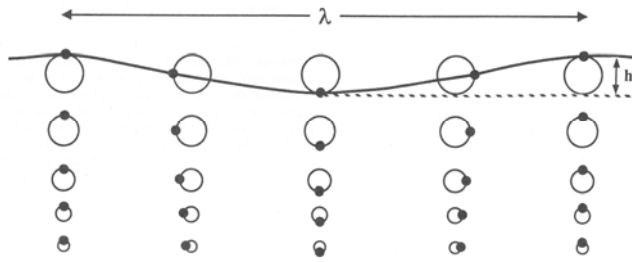
Ejemplos de tipos de marea.



Puntos anfídromicos en el Mar del Norte como ejemplo de su desplazamiento.

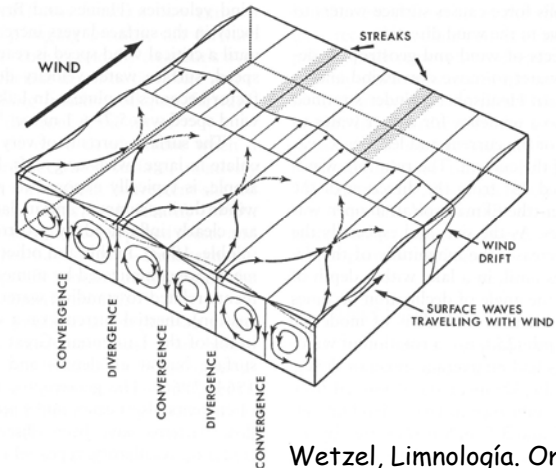
Smithson et al. Fundamentals of the Physical Environment. Routledge 2002

Movimientos del Medio Acuático: olas



Las olas son movimientos superficiales generados por la fuerza de fricción del viento sobre el agua. Las moléculas de agua adquieren un movimiento orbital. La energía de las olas se traduce en movimiento longitudinal en fondos someros, y su impacto afecta a los organismos de las costas.

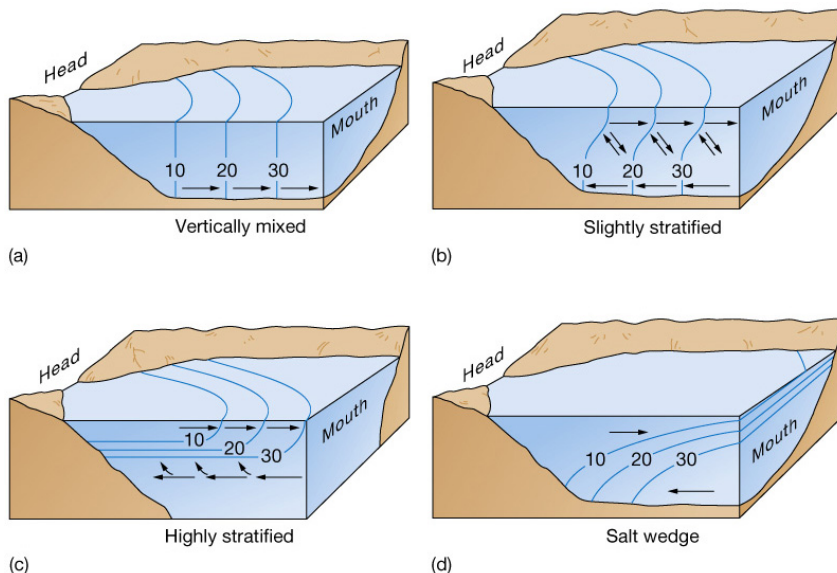
Si el viento sopla de manera continuada sobre agua estratificada se genera una circulación convectiva y helicoidal conocida con circulación de Langmuir. Este tipo de circulación afecta a la distribución a pequeña escala de los organismos pelágicos



Wetzel, Limnología. Omega

Movimientos del Medio Acuático: circulación estuarina

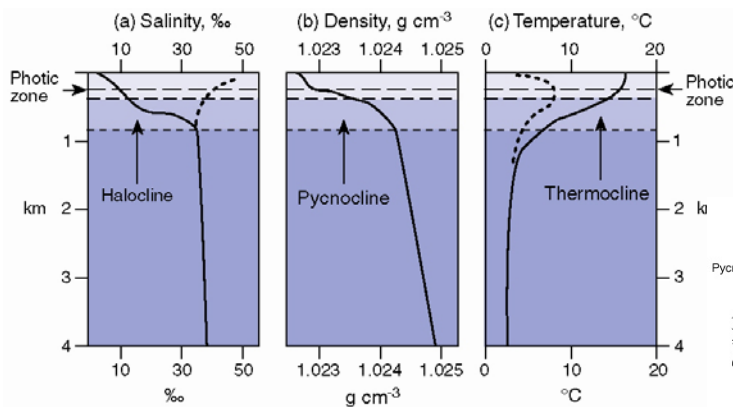
Cuando aguas de diferente densidad se ponen en contacto se producen procesos de mezcla, o se generan frentes, como es el caso de desembocaduras de ríos y estuarios. En estas situaciones de gradiente y variables con las mareas, los organismos están sometidos aun estrés ambiental importante, que afecta a su distribución.



La circulación del agua depende de la sección de la apertura al mar respecto al volumen de agua del estuario, originándose así diferentes tipos de estuario.

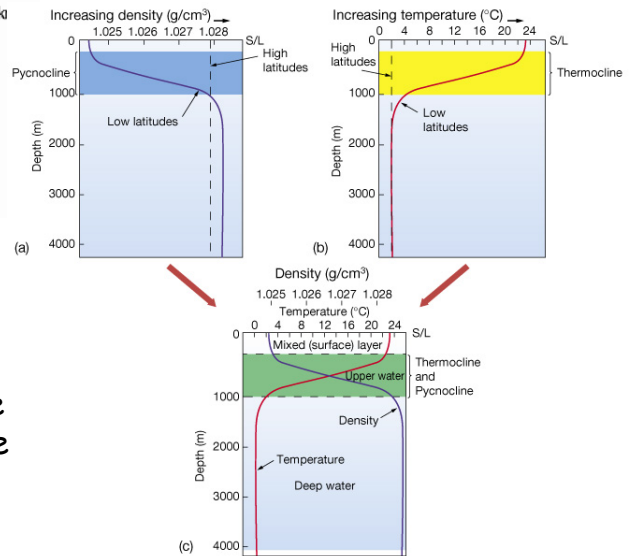
Movimientos del Medio Acuático: circulación vertical

Uno de los condicionantes principales en los océanos se refiere al estado de las primeras capas de la columna de agua: mezclada o estratificada



Smithson et al. Fundamentals of the Physical Environment. Routledge 2002

La estratificación se produce cuando existen cambios de densidad que impiden la mezcla. Pueden ser por temperatura, salinidad o ambos



Essentials in Oceanography

La duración e intensidad de los periodos de estratificación y mezcla, al igual que ocurre en lagos, varía dependiendo de la latitud

Movimientos del Medio Acuático: termoclinas

La formación y destrucción de las termoclinas depende del balance de calor entre el medio atmosférico y el acuático.

Existen diferentes tipos de termoclina en los medios acuáticos

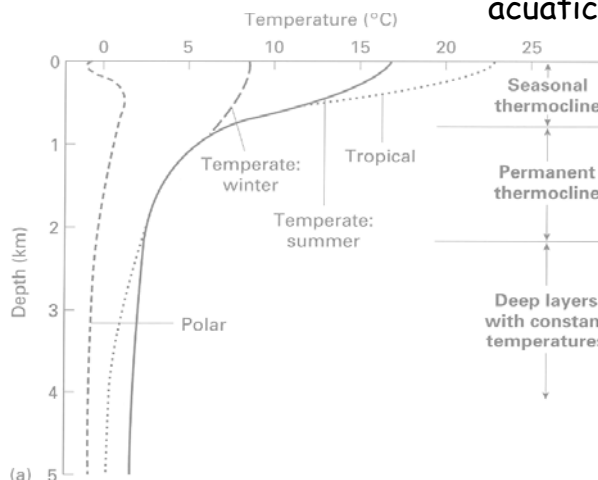
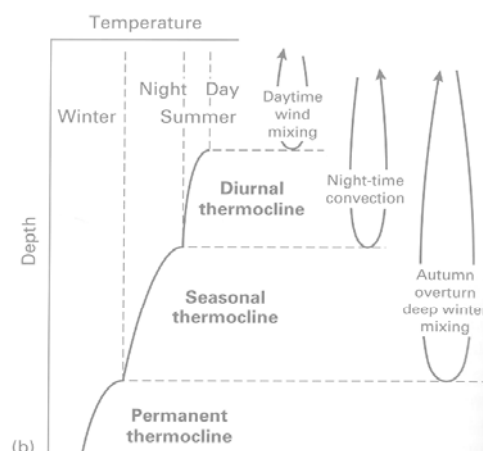


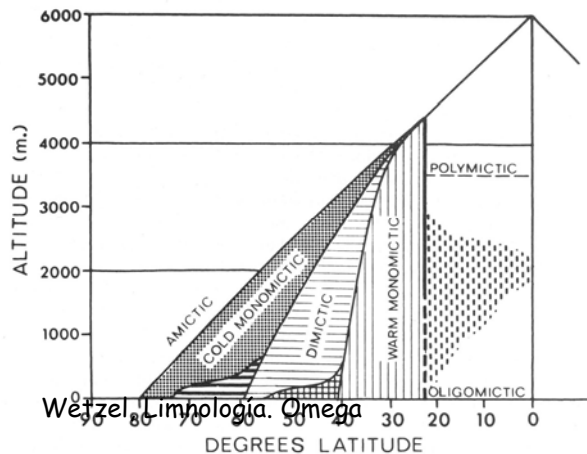
Fig. 9.7 (a) Patterns of temperature gradient in the upper ocean showing seasonal and permanent thermoclines. (b) The associated patterns of mixing and stratification for the open ocean. The strongly mixed layer extends only to the top of the diurnal thermocline, though there may be some deeper mixing where night-time temperatures are very low and at the onset of winter (the 'autumn overturn').



less than 1°C in the Antarctic. Only in some temperate zones with temporary thermoclines over continental shelves is there a really marked seasonality; the western shores of the UK are a good example of this, with sea temperatures of 2°C in January rising to as high as 18°C at the end of a good summer. In such zones the mixing in the warmed surface layers may be very limited.

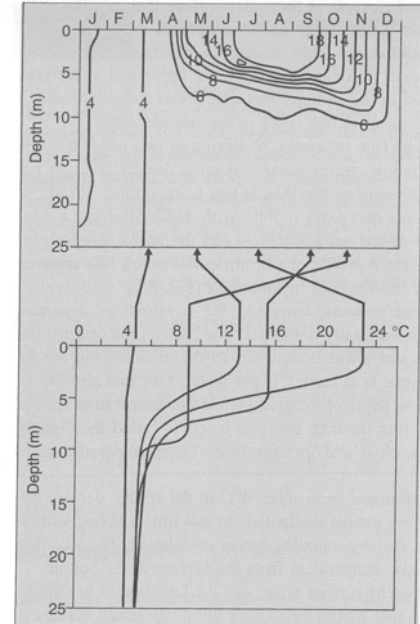
Movimientos del Medio Acuático: circulación lacustre

Los procesos de mezcla y estratificación son fundamentales en la dinámica de un lago. Se diferencian tipos de lago por el número de veces por año que un lago se estratifica y se mezcla. La localización geográfica se asocia con la latitud y/o la altitud



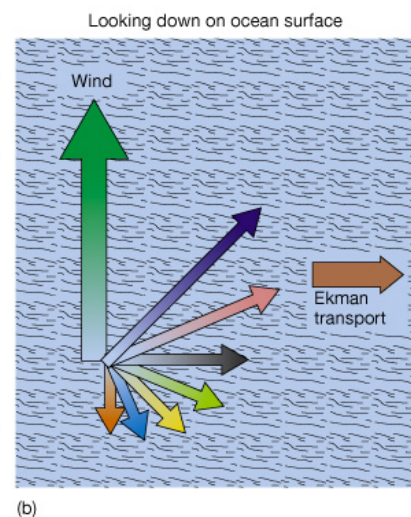
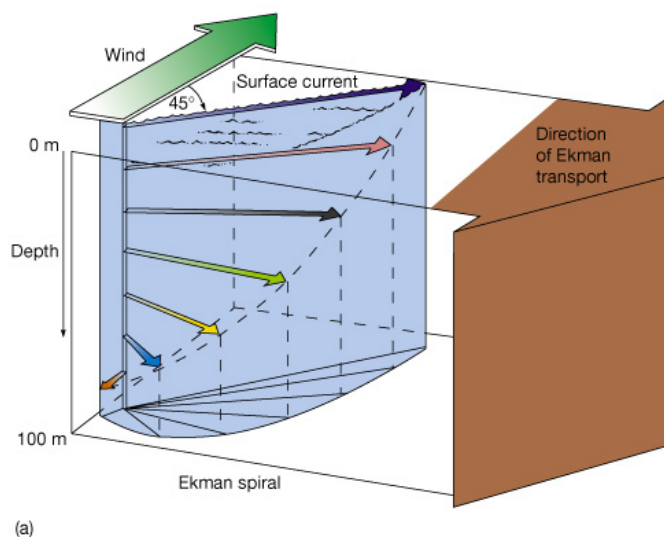
En un lago dimictico se producen dos mezclas anuales, separadas por dos periodos de estratificación térmica, una fría invernal y otra cálida estival. EN los monomícticos calidos está mezclada en invierno y se estratifica en verano, como en los océanos

Lampert y Sommer, Limnology. 1997



Movimientos del Medio Acuático: transporte de Ekman y afloramientos

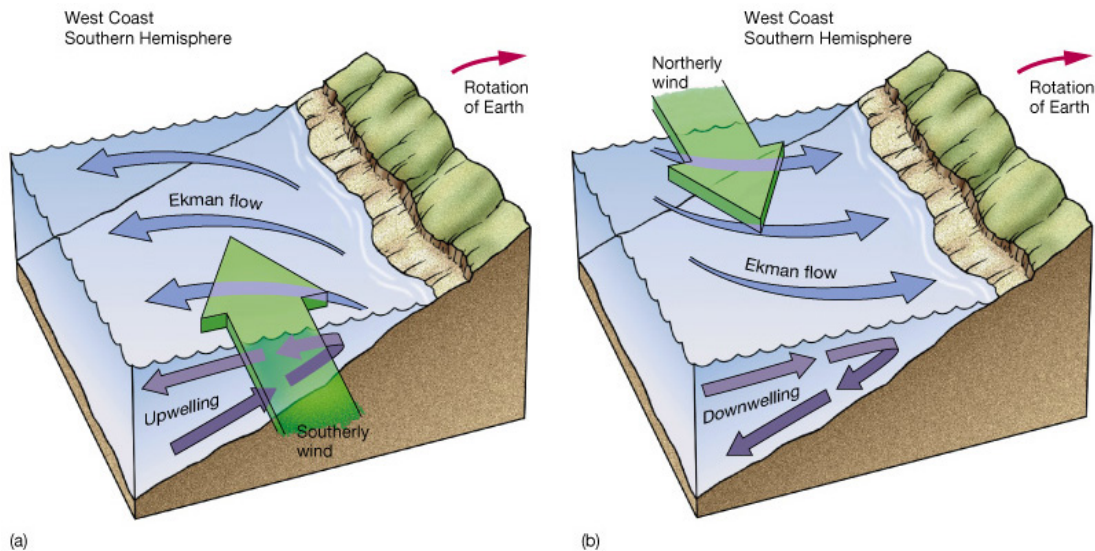
El arrastre de agua superficial por acción del viento genera un desplazamiento de las capas de agua en profundidad en el sentido de la aceleración de Coriolis. Y un desplazamiento neto del agua en este sentido que se conocen como la espiral y transporte de Ekman



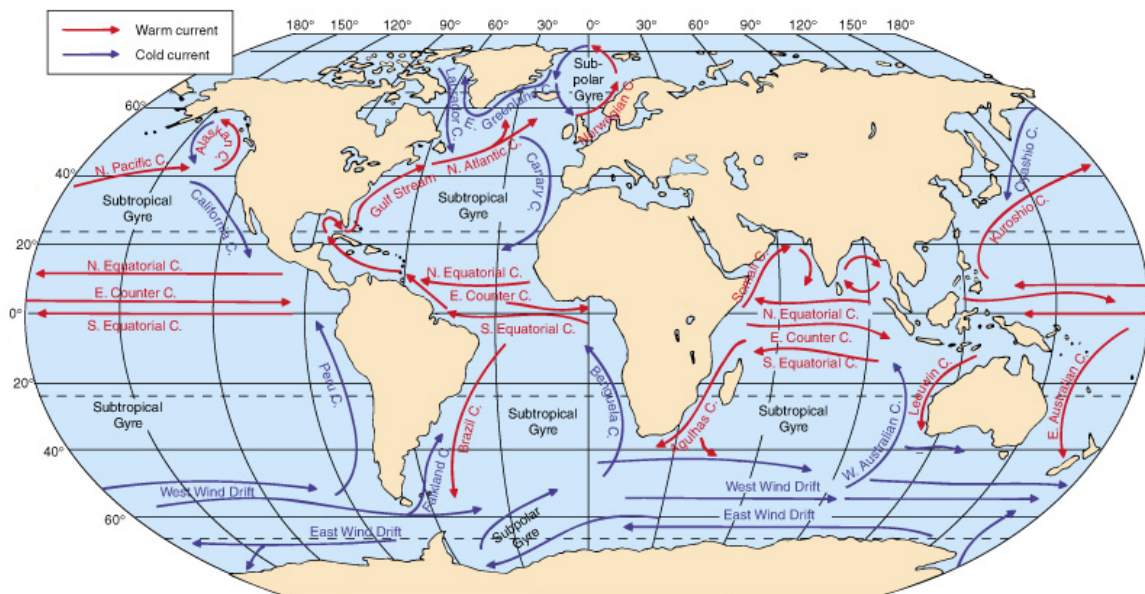
Essentials in Oceanography

Movimientos del Medio Acuático: afloramientos

Cuando el arrastre de Ekman se produce en la cercanía de una costa se puede producir un afloramiento (upwelling), proceso que implica un arrastre del agua superficial hacia el océano y un ascenso de aguas profundas ricas en nutrientes inorgánicos, que fertilizan el agua superficial. En caso contrario se produce un hundimiento (downwelling) que lo empobrece

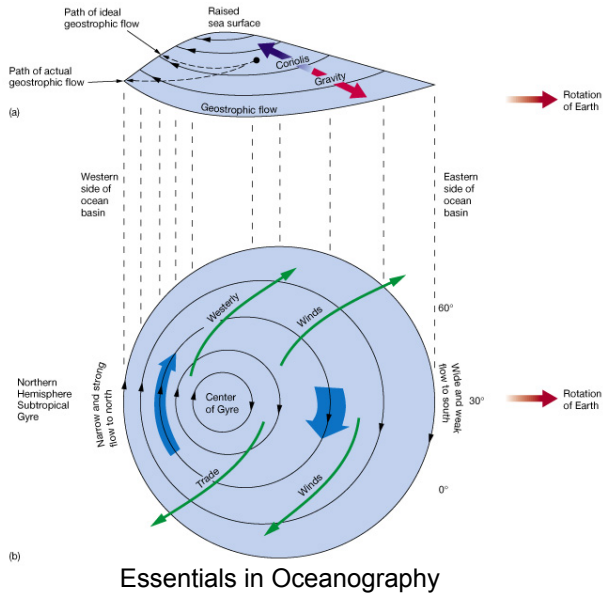


Movimientos del Medio Acuático: corrientes marinas superficiales

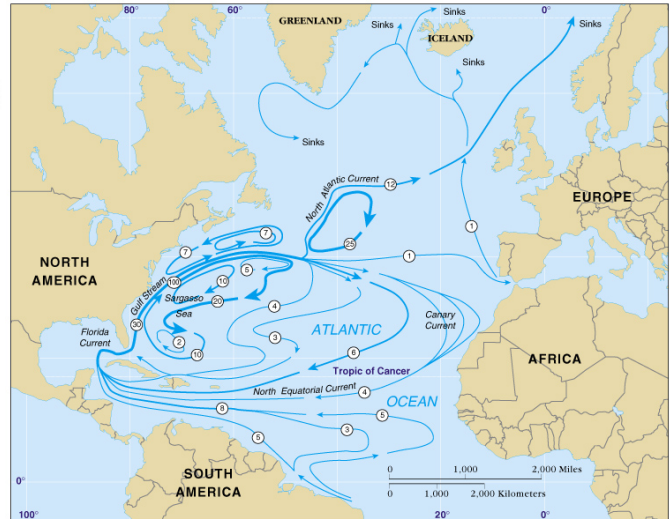


El arrastre del viento, la rotación de la tierra y la circulación termohalina participan en la formación y mantenimiento de las principales corrientes de los océanos. Los patrones reconocibles más destacados son los giros subtropicales y la circulación continua circumpolar en la Antártida

Movimientos del Medio Acuático



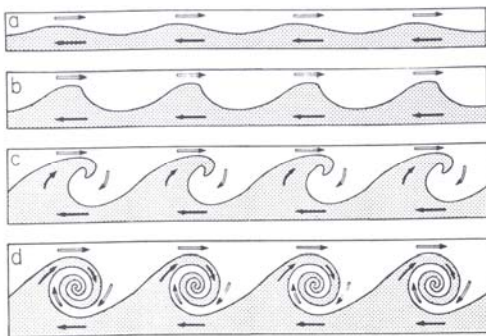
Las corrientes oceánicas están afectadas por los efectos de Coriolis; se modifican en intensidad y extensión dependiendo de su dirección hacia o desde el Polo.



Open University, Circulation

La intensidad de las corrientes tienen influencia en el transporte de calor y de organismos. Las corrientes son más débiles en los márgenes Orientales de los océanos

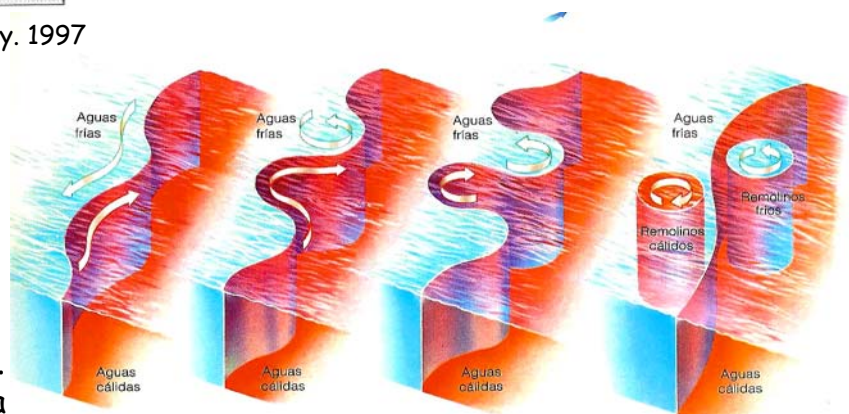
Movimientos del Medio Acuático



Lampert y Sommer, Limnoecology. 1997

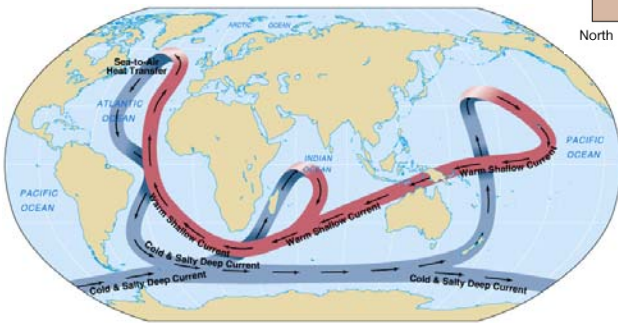
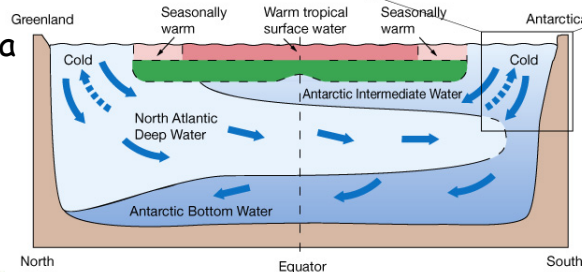
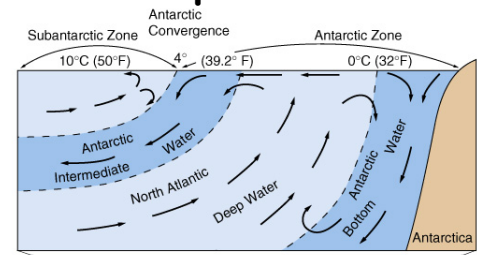
La confluencia de dos corrientes en la misma dirección pero sentido contrario genera irregularidades en sus bordes, que terminan en vórtices y giros. Este proceso puede aislar masas de agua de características diferentes en el seno de otra masa de agua

Los giros y remolinos pueden tener una gran extensión (centenares de kilómetros de diámetro) y permanecer durante periodos superiores al año. Pueden mantener una flora y fauna diferenciados.



Movimientos del Medio Acuático: **circulación profunda**

Además de las corrientes superficiales, los mecanismos de transferencia de calor y los efectos de la densidad generan una circulación profunda en los océanos, una circulación termohalina. Las aguas densas de las zonas polares se hunden y ocupan la mayor parte de la columna de agua de los océanos. Se reconocen como masas de agua diferenciada, y poseen temperatura y salinidad diferentes



Essentials in Oceanography

La circulación termohalina de los océanos contribuye a la homogenización térmica de la Tierra. Se fundamenta en la existencia de una *cinta transportadora de calor* en los océanos