

Tema 9 – Limnología

CI4102 Ingeniería Ambiental
Profesora Ana Lucia Prieto



¿Qué es la ECOLOGÍA?

Es el estudio de la **relación entre organismos y su medio ambiente**.

Tomando como medio ambiente las **componentes físicas, químicas y biológicas**.

Ejemplos de Estudios Ecológicos:

- Cómo afecta la **química del suelo** el desarrollo de ciertas especies vegetales
- Cómo afecta el **caudal de un río** el desarrollo de ciertas especies ícticas (Fauna íctica = Peces) **Caudales ecológicos**
- Cómo afectan las **descargas de aguas servidas** en un río o lago el desarrollo de seres vivos en dichos medio

Ecosistema = Ambiente abiótico (sin vida) + Biota (seres vivos)

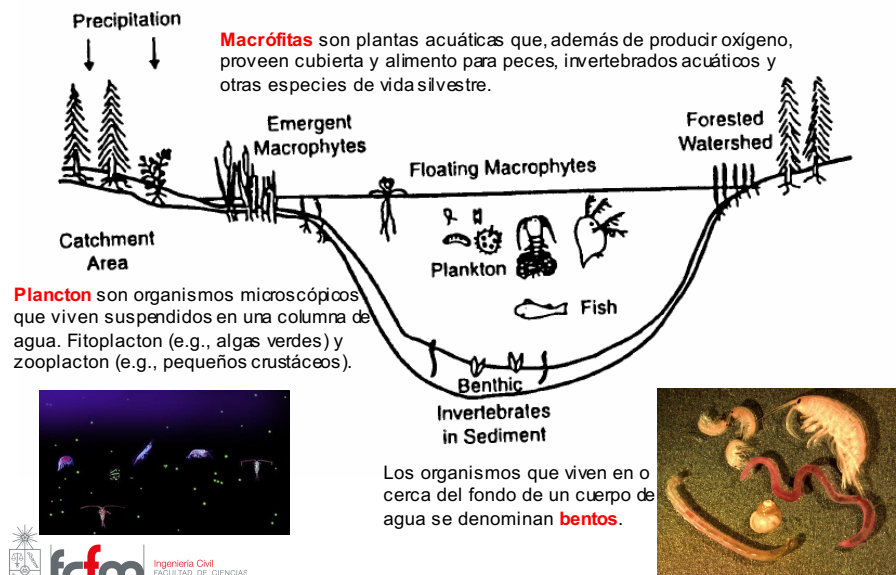


Agua, aire, suelo





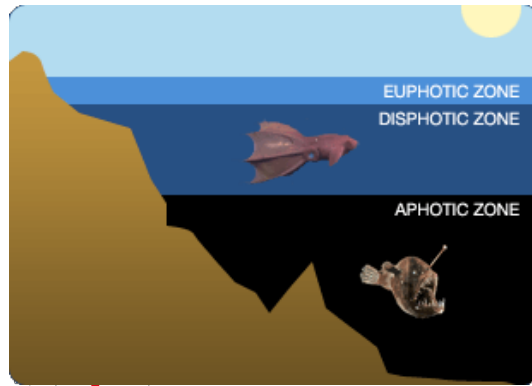
Lagos como ejemplos de Ecosistema



Luz en Lagos

La cantidad de luz disponible en diferentes profundidades en lagos es **importante para la ecología**.

La luz visible es absorbida por el agua, por las sustancias disueltas, y por material particulado. Teóricamente, cada metro de profundidad que se desciende la luz se extingue en una proporción fija. De esta manera, a pesar que nunca desaparece por completo, alcanza valores indetectables visualmente, los que caen debajo de un 1% de intensidad.



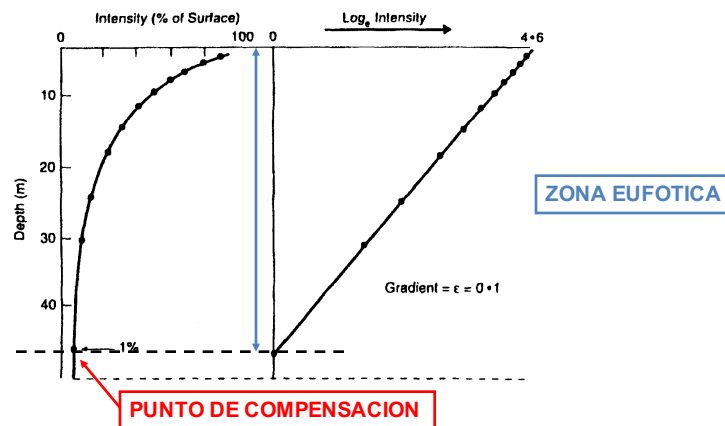
Zona euphotica: La producción de oxígeno por fotosíntesis es mayor que su consumo por respiración.

Punto de compensación de luz: transición entre dos zonas. Profundidad a la cual la intensidad de la luz es 1% de la intensidad solar total.

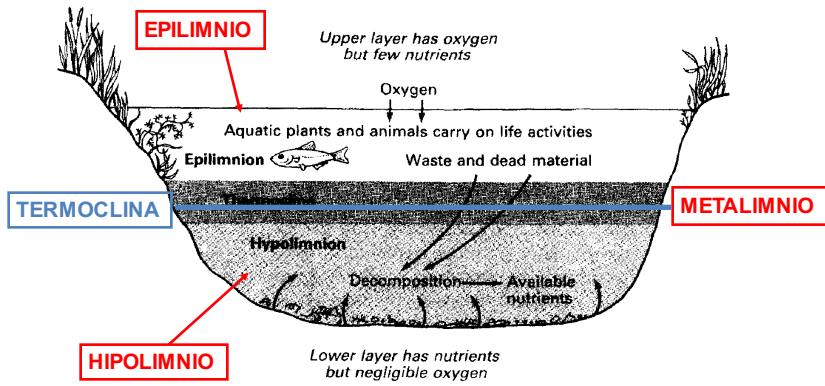
Zona profunda:
Disfótica: luz no es suficiente para fotosíntesis.
Afótica: Penetración nula.

Luz en Lagos

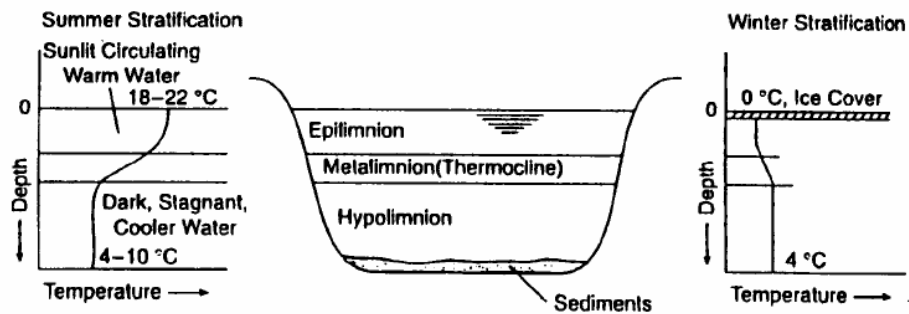
Por convención, se define el límite de 1% de intensidad como la profundidad límite para la ocurrencia de fotosíntesis. Este punto se denomina **punto de compensación**.



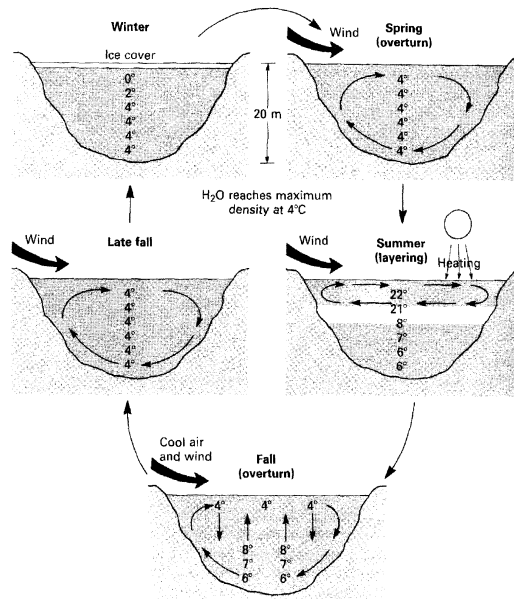
Estratificación térmica en Lagos



Estratificación en Lagos: Ciclo Estacional



Estratificación en Lagos: Ciclo Estacional



Nutrientes en lagos

La palabra **eutroficación** proviene de las palabras griegas; *eu* que significa *bueno* y *trofos* que significa *alimento*. De esta forma, el sentido literal de esta palabra es “rico en alimento”. Esta **eutroficación natural** es un proceso lento desde un punto de vista humano, tomando un período del orden de miles de años.

CLASE TRÓFICA O ÍNDICE DE EUTROFICACIÓN	NUTRIENTES		Productividad Clorofila a ($\mu\text{g/L}$)	Transparencia Profundidad Secchi (m)
	Fósforo Total ($\mu\text{g/L}$)	Nitrógeno Total ($\mu\text{g/L}$)		
Oligotrófico	$P < 10$	$N < 700$	$CL < 2$	$H > 10$
Mesotrófico	$10 \leq P < 50$	$700 \leq N < 1000$	$2 \leq CL < 5$	$10 \geq H > 5$
Eutrófico	$50 \leq P < 100$	$1000 \leq N < 2000$	$5 \leq CL < 50$	$5 \geq H > 0.5$
Hipertrofico	$P \geq 100$	$N \geq 2000$	$CL \geq 50$	$H \leq 0.5$

La descarga de aguas residuales e industriales no tratadas en un lago acelera este proceso en forma muy dramática. Este proceso acelerado se denomina **eutroficación cultural**. Los lagos eutróficos se caracterizan por abundante vegetación en sus riberas y por la ocurrencia de **algal blooms** (proliferación de algas).



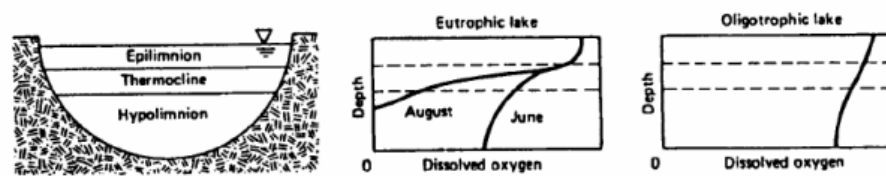
[Thick Green Algae Chokes Beach—Swimmers Dive In](#)

Nutrientes y Eutroficación

El crecimiento biológico que se produce en el **epilimnio**, principalmente algas, muere y se deposita hacia el hipolimnio donde es degradado, produciéndose el consumo del oxígeno disuelto en el agua.

Bajos niveles de oxígeno cerca del fondo asociados a:

- Demanda de oxígeno para degradar materia orgánica que sedimenta (Ej: algas muertas)
- Poca o nula reoxigenación del hipolimnio.



Nutrientes y Eutroficación

La eutroficación cultural puede ser revertida si el flujo de nutrientes al lago es eliminado.

Antes de tomar medidas específicas es necesario desarrollar **campañas de terreno** para mostrar el origen de los nutrientes (nitrógeno y fósforo) al lago: **fuentes puntuales o difusas**.

Fuentes puntuales, tales como descargas municipales, son controlables mediante métodos alternativos de descarga o mediante tratamientos terciarios que eliminen el nitrógeno y el fósforo.

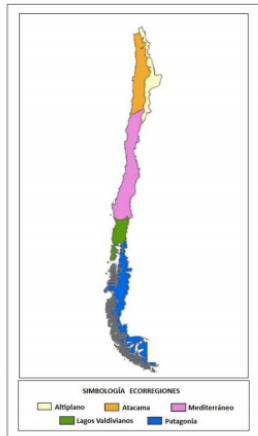
Los nutrientes contenidos en **fuentes difusas**, como por ejemplo lixiviación agrícola, pueden ser controlados mediante mejoras en los métodos de riego y aplicación de fertilizantes.

Métodos alternativos de control son el uso de algicidas (sulfato de cobre) o la aeración artificial de lagos y la cosecha de semillas y plantas acuáticas para evitar su proliferación.

Nutrientes y Eutroficación

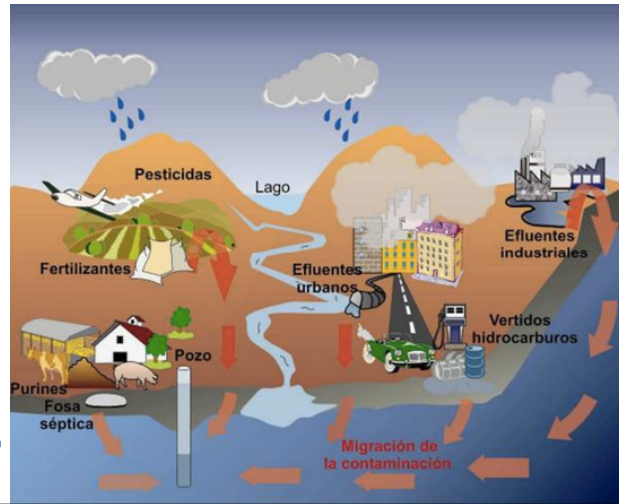
FUENTES DE NUTRIENTES → Actividades en la cuenca

Contaminación difusa principal por Macro zonas



Definición de la Clasificación de Cuerpos de Agua
(DCA & RNR, 2011)

Gobierno de Chile | Ministerio del Medio Ambiente



Nutrientes y Eutroficación: Efectos

Los más importantes problemas creados por la excesiva eutroficación se listan a continuación:

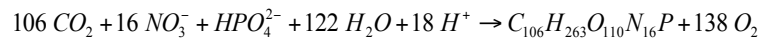
- El efecto negativo sobre la industria de **pesca comercial y deportiva** debido a los cambios en las especies de peces encontradas en lagos, lo que es causado por el bajo nivel de oxígeno encontrado en las aguas más profundas.
- El efecto en **turismo y recreación** debido al excesivo crecimiento de algas y otras plantas acuáticas. Las algas filamentosas son depositadas en las playas y riberas luego de tormentas produciendo pilas de material en descomposición.
- Los crecimientos explosivos de algas (**algal blooms**) que provocan problemas de olor y sabor en el agua y tapa los filtros de las plantas de tratamiento.

Nutrientes y Eutroficación

Los principales factores que controlan la tasa de producción de algas son:

- La **cantidad de luz** se relaciona directamente con la transparencia del agua, la que es a su vez una función del nivel de eutroficación.
- La lista de **nutrientes** que controlan eutroficación incluye elementos tales como carbón, nitrógeno, fósforo, sulfuro, calcio, magnesio, potasio, sodio, hierro, manganeso, zinc, cobre, boro, y otros. Afortunadamente el proceso es más manejable si nos concentramos en un único nutriente, usualmente fósforo o nitrógeno.

En 1840 se formuló la idea que “el crecimiento de una planta depende de la cantidad de alimento que se le presenta”. De esta manera, existen algunos elementos esenciales que, al ser reducidos, limitan el crecimiento potencial de algas en lagos → **Factor Limitante**.



$$\frac{N}{P} = \frac{16 \cdot 14}{1 \cdot 31} = 7.2$$

Lo anterior muestra que se requiere alrededor de 7 veces más nitrógeno que fósforo para producir una cantidad fija de algas.



Tópicos: País | Región de Los Lagos

Ver más de la Región de Los Lagos

Playa de Lago Llanquihue no es apta para el baño por presencia de coliformes fecales

Publicado: Viernes, 4 de Enero de 2019 a las 17:00hrs. | Periodista Digital: Pablo Barria

- Playa Venado, Playa Nikitschek y Playa Vista Hermosa se encuentran
- Habrá transporte gratuito para llegar a los balnearios.

Foto: Archive



diarioUchile

Año XI, 30 de abril de 2019

MENÚ



MEDIO AMBIENTE NACIONAL

Lago Villarrica saturado: exceso de contaminantes pone en riesgo vida lacustre

“El Lago Villarrica está saturado”, denunció la organización Aguas Libres, detallando que de acuerdo a los resultados de medición de la Norma Secundaria de Calidad Ambiental, se han superado los indicadores establecidos para evitar que se llegue a un nivel de contaminación irreversible.

Karina Palma Domingo 31 de diciembre 2017 9:21 hrs.



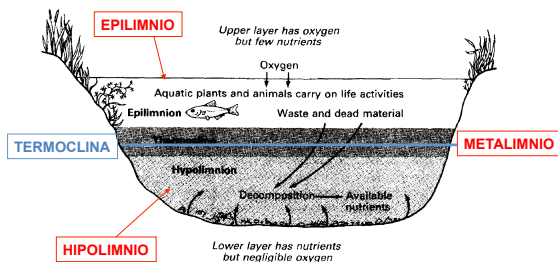
Ejemplo 1 (extra credit): Un lago limitado en contenido de fósforo, tiene un área superficial de $80 \times 10^6 \text{ m}^2$ y es alimentado por una vertiente de caudal $15 \text{ m}^3/\text{s}$ que tiene una concentración de fósforo de $0,010 \text{ mg/L}$. Al lago también descarga una planta de tratamiento (fuente puntual) a una tasa de 1 g/s de fósforo. Medidas específicas al lago sugieren que el fósforo se sedimenta a razón de 10 m/yr .

- Estime la concentración de fósforo en el lago. Cómo se clasificaría este lago según su clase trófica?
- Qué porcentaje de remoción de fósforo tendría que implementar la planta para mantener una concentración promedio de en el lago de $0,010 \text{ mg/L}$?

Ejemplo 2 (extra credit): Considere un lago estratificado como el de la figura. Asuma que el epilimnio (zona 1) y el hipolimnio (zona 2) son reactores de mezcla completa. El transporte de masa entre el 1 y 2 se da solamente por difusión ($F = D \, dC/dx$) y por la sedimentación de algas muertas hacia la zona 2. La concentración de O_2 en la zona 1 se mantiene a la concentración de saturación ($\text{OD}_{\text{sat}} = 12,5 \text{ mg/L}$). En la zona 2, hay demanda de oxígeno debido a la degradación de algas muertas. El oxígeno se reestablece en la zona 2 debido a la difusión a través de la termoclina. La siguiente ecuación define el cambio del OD en la zona 2:

$$\frac{d(\text{OD})}{dt} = -\alpha(A/V)J_m + K(A/V)(\text{OD}_{\text{sat}} - \text{OD})$$

Donde A/V es la razón entre la superficie de la zona 1 y su volumen ($0,1 \text{ m}^{-1}$), $\alpha = 1,42$ es la demanda de O_2 por masa de alga degradada ($\text{g O}_2/\text{g alga}$), J_m es el flujo de algas a través de la termoclina ($\text{g m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), y K coeficiente de transferencia de O_2 por difusión.



Asumiendo que las partículas de algas son esféricas con diámetro 25 μm , densidad de 1,5 g/cm^3 , composición molecular igual a $\text{C}_5\text{H}_7\text{O}_2\text{N}$. Resuelva:

- ¿Qué masa (en g) de O_2 se necesita para oxidar 1 partícula de alga a CO_2 , H_2O y NH_3 ?
- ¿Cuál es la velocidad de sedimentación de la partícula (m/s)?
- ¿Si el número de algas muertas permanece constante en la zona 1 ($10/\text{cm}^3$), cuánto es J_m ?
- ¿Cuánto tiempo tomaría para que el OD de la zona 2 sea menor o igual a 5 mg/L ?. Considere un K de 2×10^{-6} m/s y $\text{OD}(t=0) = \text{OD}_{\text{sat}}$

Nutrientes y Eutroficación



Lake Erie, 2011