

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD CIENCIAS DE LA SALUD
ESCUELA DE NUTRICIÓN Y SALUD COMUNITARIA
TECNOLOGÍA EN SANEAMIENTO AMBIENTAL**



**TRABAJO DE GRADO PREVIA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
TECNÓLOGO EN SANEAMIENTO AMBIENTAL**

TEMA:

**LA EUTROFIZACIÓN DE LOS
LAGOS Y SUS
CONSECUENCIAS. IBARRA
2008.**

**AUTOR:
JUAN CARLOS MORETA POZO**

**DIRECTORA DE TESINA:
Dra. MARIANA OLEAS**

Ibarra – Octubre 2008

CERTIFICACIÓN

Quien suscribe, Dra. Mariana Oleas, en calidad de Directora de la Tesina titulada LA EUTROFIZACIÓN DE LOS LAGOS Y SUS CONSECUENCIAS, de autoría del egresado Juan Carlos Moreta Pozo, de la Tecnología en Saneamiento Ambiental, una vez revisado el trabajo cumple con los requisitos necesarios por lo que se autoriza su publicación.

DIRECTORA DE TESINA

Ibarra, Octubre 2008

DEDICATORIA

A Dios y mi familia, quienes son parte esencial de mi vida.

AGRADECIMIENTO

Un agradecimiento especial a Dios, mi familia, al I. Municipio de Ibarra, PRODESIMI, Universidad Técnica del Norte y compañeros, quienes conformaron esta trascendental e inolvidable etapa de formación profesional.

TABLA DE CONTENIDOS

	Págs.
DETALLE	
CERTIFICACIÓN.....	i
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
TABLA DE CONTENIDOS.....	iv
RESUMEN.....	v
SUMARY.....	vi
TEMA.....	vii
JUSTIFICACIÓN.....	1
OBJETIVOS.....	5
Objetivo General.....	5
Objetivos Específicos.....	5
MARCO TEÓRICO	
CAPÍTULO I	
1. EUTROFIZACIÓN.....	6
1.1 El proceso de eutrofización.....	7
ESQUEMA DEL PROCESO DE EUTROFIZACIÓN DE LOS LAGOS.....	8
1.2 EUTROFIZACIÓN DE LOS LAGOS.....	10
1.2.1 Eutrofización de lagos y charcas someros (poco profundos).....	11
1.3 EL DESEQUILIBRIO DE ENRIQUECER CON NUTRIENTES.....	11
1.3.1 Nutrientes que eutrofizan las aguas.....	12
1.4 LOS LAGOS Y LA CONTAMINACIÓN.....	13
1.5 TIPOS DE LAGOS.....	16
1.5.1 Lagos Eutróficos.....	17
1.5.2 Lagos Oligotróficos.....	18
1.6 ZONIFICACIÓN DE LOS LAGOS.....	19
CAPÍTULO II	
2. VARIABLES QUE DETERMINAN EL ESTADO EUTRÓFICO.....	21
2.1 VARIABLES ABIÓTICAS.....	21
2.1.1 Temperatura.....	21
2.1.2 Oxígeno disuelto.....	21
2.1.3 Fósforo total.....	23
2.1.4 Nitrógeno total.....	24
2.1.5 Turbiedad.....	24
2.1.6 Color de agua.....	25

2.1.7	Transparencia.....	26
2.1.8	Sólidos disueltos o residuo filtrable.....	26
2.1.9	Alcalinidad.....	26
2.1.10	Conductividad.....	27
2.1.11	Ph.....	28
2.1.12	Dióxido de carbono.....	28
2.2	VARIABLES BIÓTICAS.....	29
2.2.1	Productividad primaria (correlación con concentración de clorofila).....	29
2.2.2	Biomasa planctónica.....	30
2.2.3	Fauna béntica.....	30
2.2.4	Flora microbiana.....	30
2.2.5	Diversidad de peces.....	31
2.3	FLORA ACUÁTICA.....	31
2.3.1	Flora béntica.....	32
2.3.2	Crecimiento excesivo de macrofitas acuáticas.....	33
2.3.3	Crecimiento excesivo de algas.....	33
CAPÍTULO III		
3.	FACTORES CAUSANTES DE LA EUTROFIZACIÓN.....	35
3.1	Causas Naturales.....	35
3.2	Causas Antropogénicas.....	36
3.3	Zonas sensibles y menos sensibles (medio acuático).....	39
3.3.1	Zona sensible.....	39
3.3.2	Zona menos sensible.....	40
3.4	Actividades económicas causantes de contaminación.....	40
CAPÍTULO IV		
4.	EFFECTOS DE LA EUTROFIZACIÓN.....	43
4.1	Cambios biológicos.....	44
4.2	Cambios físicos.....	44
4.3	Cambios químicos.....	44
4.4	Efectos adversos producidos por la eutrofización.....	44
4.5	Cómo prevenir el proceso de eutrofización?.....	48
4.5.1	Control de la entrada de nutrientes.....	48
4.5.2	Control dentro del cuerpo de agua.....	49
4.6	Evaluación del riesgo ecológico.....	51
	METODOLOGÍA.....	53
	APORTE CRÍTICO DEL ESTUDIANTE.....	54
	CONCLUSIONES.....	61
	RECOMENDACIONES.....	62
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	63
	ANEXOS.....	66

RESUMEN

El presente estudio permitió contar con información sobre las causas que inciden en el fenómeno de eutrofización de los lagos y los posibles efectos que este problema puede ocasionar en el ambiente natural. Para esto se procedió a recolectar información de diferentes fuentes bibliográficas, que posteriormente fue organizada y sistematizada. Se encontró que la principal causa de eutrofización de los lagos es la entrada excesiva de nutrientes a los cuerpos de agua, proveniente de fuentes naturales y antropogénicas (causadas por los seres humanos). Entre las fuentes naturales se encuentran fundamentalmente las precipitaciones que arrastran pesticidas y fertilizantes aplicados en el suelo por la actividad agrícola, la descomposición de materia orgánica ejecutada por las bacterias aerobias y anaerobias, la turbiedad de las aguas producida por los sedimentos, y en general, el aporte natural de nutrientes y sedimentos en los lagos. Entre las fuentes antropogénicas, se encontró que los vertidos e infiltración de aguas residuales domésticas, agrícolas e industriales con alto contenido de nitrógeno y fósforo son en conjunto las causas principales de eutrofización. También se da a conocer en forma breve las variables que determinan el proceso eutrófico lo que encaminó a estudiar los efectos de eutrofización, que ocasionan un **desequilibrio ecológico** y una disminución o pérdida de la calidad de agua de los lagos.

Además se describen las medidas que se deben adoptar para prevenir y mejorar los ambientes lacustres, se presenta un aporte crítico y se expone conclusiones y recomendaciones encaminadas a forjar en la población acciones preventivas y de control contra los indeseables efectos de eutrofización en los ecosistemas acuáticos.

SUMMARY

The objective of the present study was to obtain information about the causes that are active in the phenomenon of pollution of lakes and the possible effect this phenomenon could have on the environment. To accomplish this it was necessary to collect information from various sources, which were then organized and systematized. The findings of this study indicated that the principal cause of pollution of lakes is the excessive entry of nutrients into these bodies of water, which come from natural and human sources. Natural sources include precipitation which carries pesticide and fertilizer which have been applied to the ground for agricultural purposes, decomposition of organic materials carried out by aerobic and anaerobic bacteria, movement of the water caused by sediment, and, in general, the natural distribution of nutrients and sediment in the lake. The principle human source was found to be residual waters from domestic, agricultural and industrial sources which have a high concentration of nitrogen and phosphorus which together form a major cause of pollution. There are also other variables which shape the pollution process which led me to study the effects of pollution, and the results of that study indicate that said effects cause an **ecological imbalance** and loss or decline in the quality of the water of the lakes. The steps which should be taken to prevent this process and improve the environment will be shown, as well as personal commentary, conclusions and recommendations which will help the population to prevent and control the undesirable effects of pollution on the aquatic environment.

Tema:

**LA EUTROFIZACIÓN
DE LOS LAGOS Y SUS
CONSECUENCIAS.
IBARRA 2008.**

JUSTIFICACIÓN

El grado de contaminación ambiental a nivel mundial se ha ido incrementando de manera incontrolada a través del desarrollo de los avances científico-tecnológicos que aplicados en las diferentes áreas económicas, sociales, comerciales, industriales, turísticas, etc., han generado con el transcurso del tiempo diferentes nudos críticos que inciden directamente en el deterioro continuo del ambiente.

El ambiente en el que nos desarrollamos, con sus diversas características naturales, condiciona y define la forma de vida de todos los seres humanos. Por lo que debemos estar conscientes que sus diferentes formas de alterarlo, causan problemas ambientales y secuelas irreversibles.

En la actualidad los países desarrollados buscan por diferentes medios regenerar su entorno natural que ha sido destruido en grandes proporciones a causa de la aplicación de avances científicos-tecnológicos, los mismos que han generado consecuencias catastróficas. La pérdida continua de su ambiente los ha impulsado a tomar medidas desesperadas y brindar ayuda a países subdesarrollados, especialmente a los Sudamericanos, donde aún existe ambientes libres de contaminación que los hacen sensibilizar sobre su significativa preservación, aspecto que incide positivamente en el ambiente universal del cual forman parte.

Debido a la problemática ambiental existente, se desarrollaron las primeras conferencias, seminarios y programas ambientales, donde surgen algunos movimientos (en su mayoría ecologistas y ambientalistas) y organismos internacionales que se proyectan a brindar la protección a todos los espacios naturales existentes en el mundo. Así por ejemplo, en 1882 en Estados Unidos de América se constituye el “Sierra Club” integrado por ciudadanos preocupados por la depredación de las bellezas naturales por la voracidad humana, en 1948 surge la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y los Recursos Naturales (UICN), con 112 agencias

gubernamentales y 293 organizaciones no gubernamentales, en 1969 en Suecia se efectúa la Primera Conferencia sobre el Medio Ambiente Humano y en Estados Unidos de América se funda, con extensiones hacia otros países, la Asociación de Amigos de la Tierra, 2 años después en 1971 en Suiza se desarrolla la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente Humano, en este mismo año se funda la Asociación Norteamericana para la Educación Ambiental (NAEE), cuyos miembros trabajan en Norteamérica y en 30 países más; en 1972 se realiza en Estocolmo, Suiza, La Conferencia Mundial sobre el medio Ambiente; se establece el Día Mundial del Medio Ambiente; se funda el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) y se instituye el Programa Internacional de Educación Ambiental.

En 1975 en Belgrado, se lleva a cabo el Seminario Internacional de Educación Ambiental, en el cual se consolida el Programa Internacional de Educación Ambiental, en 1992 en Río de Janeiro, Brasil, se celebra la conferencia llamada Cumbre de la Tierra, o Conferencia Internacional de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo, entre otras actividades.

Uno de los aspectos que ha ocasionado la alteración del medio natural, es la **eutrofización de los lagos**, agente contaminante que incide directamente en el deterioro continuo de los ecosistemas acuáticos. La eutrofización es un proceso de degradación ambiental producida por la influencia humana y por los agentes de la misma naturaleza; consistente en el aumento de la concentración de nutrientes en los lagos, que da lugar a un crecimiento exagerado de algas y malezas acuáticas en las aguas. Las principales manifestaciones de dicho fenómeno son, adicionalmente, la coloración verde-grisácea del agua, la producción de malos olores y la disminución en las concentraciones de oxígeno disuelto, a lo que se incrementa la materia orgánica en descomposición, aumento de la sedimentación y la turbiedad de las aguas. La descomposición de la maleza remueve el oxígeno disuelto del agua haciendo difícil y a veces imposible la vida acuática; se pierde la

calidad del cuerpo de agua impidiendo el uso recreativo, turístico y doméstico del mismo.

Nuestro país cuenta con una variedad de lagos, especialmente en la provincia de Imbabura, los lagos son parte del patrimonio natural y gran porcentaje de ellos padecen problemas de eutrofización, que generan el deterioro continuo de los ecosistemas lacustres, echando abajo la fuente primordial de la flora y fauna que en estos se desarrollan.

En nuestra provincia, algunos factores que inciden en el proceso de eutrofización, provienen de los residuos sólidos y líquidos, producto de las actividades propias de los asentamientos humanos, y que son vertidos en sus lagos; ejemplo palpable de nuestro Cantón es el lago Yahuarcocha, uno de los atractivos turísticos más frecuentados por la comunidad ibarreña, el mismo que se ha convertido en un espacio vulnerable para el proceso de eutrofización, ya que éste posee cantidades elevadas de nutrientes y detritos que dan lugar a las causas eutróficas, nocivas para el lago y para la salud de la población.

Si se analiza por unos minutos el espacio que nos rodea, se descubre que en él existen un sin número de áreas naturales que están directamente relacionados con la existencia, y su deterioro no afecta tan solo a la localidad donde se genera el problema, sino que está incidiendo directamente en una destrucción global del ambiente. Por lo tanto, es compromiso de todos, el cuidado y preservación de nuestro entorno natural.

Dados los serios problemas que están causando el deterioro del ambiente, la Constitución Política de la República, en su artículo 14, Sección segunda, Ambiente Sano, reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, y a su vez, la Ley Orgánica de Salud en su capítulo III, artículo 7, literal "c" de los Derechos y deberes de las personas y del Estado en relación con la salud, estipula que toda persona sin discriminación por motivo alguno, tiene el **derecho a vivir en un**

ambiente sano, ecológicamente equilibrado y libre de contaminación.

Por lo tanto, la protección y preservación del ambiente y de las áreas naturales, debe ser considerado un hecho responsable y trascendental en nuestra sociedad.

Esta investigación bibliográfica está encaminada a identificar los aspectos contaminantes por eutrofización nocivos para los cuerpos lacustres, colocando al lago Yahuarcocha a manera de ejemplo real mas apegado a este problema, ya que el mismo como uno de los mejores atractivos naturales que tiene nuestro Cantón, se encuentra atravesando un proceso eutrófico avanzado. Todo esto, con el fin de informar a la población sobre la importancia del cuidado y preservación consciente del entorno natural que nos rodea.

El análisis de este estudio bibliográfico, permitirá considerar aspectos relacionados con la eutrofización, desarrollar comentarios, establecer comparaciones, reflexionar sobre nuestra indiferencia al problema ambiental e incentivar al aporte de soluciones.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Identificar y sistematizar los principales agentes contaminantes de la eutrofización de los lagos y sus consecuencias.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- * Describir las principales causas de la eutrofización de los lagos.

- * Contar con información sobre los efectos ambientales que causa la eutrofización en los lagos.

- * Orientar a la población sobre la importancia del cuidado y preservación de los lagos y el entorno natural.

- * Proponer acciones que disminuyan los efectos ocasionados por la eutrofización, nocivos para la salud.

MARCO TEÓRICO

CAPÍTULO I

1. EUTROFIZACIÓN

“La eutrofización de las aguas es una palabra que como refiere Xavier Domenech (Química de la Hidrosfera. Origen y destino de los contaminantes. Madrid 1995, pág. 21) proviene del griego eutros (eu= bien, y trofein= alimentar o nutrir) significa bien alimentado y consiste en que la presencia excesiva de materia orgánica en el agua, provoca un crecimiento rápido de algas y otras plantas verdes que recubren la superficie del agua e impiden el paso de luz solar a las capas inferiores.” (23)

La palabra eutrofización o eutroficación significa literalmente "el proceso de la buena nutrición". Pero en relación a un lago o laguna, hoy en día esta palabra se refiere a una fertilización excesiva de una masa de agua que da por resultado el crecimiento perjudicial de plantas acuáticas, tales como algas y macrófitas.

La eutrofización de las aguas es uno de los problemas más graves de contaminación.

Este fenómeno puede ser artificial o natural, dependiendo de los procesos humanos y/o no humanos responsables del mismo. Las fuentes de contaminación artificial pueden ser urbanas o rurales.

“La eutrofización se produce en muchas masas de agua como resultado de los vertidos agrícolas, urbanos e industriales.” (33)

1.1 EL PROCESO DE EUTROFIZACIÓN

Es un proceso **natural o antropogénico** (causado por el hombre) que es provocado por el excesivo incremento de nutrientes a un ambiente acuático.

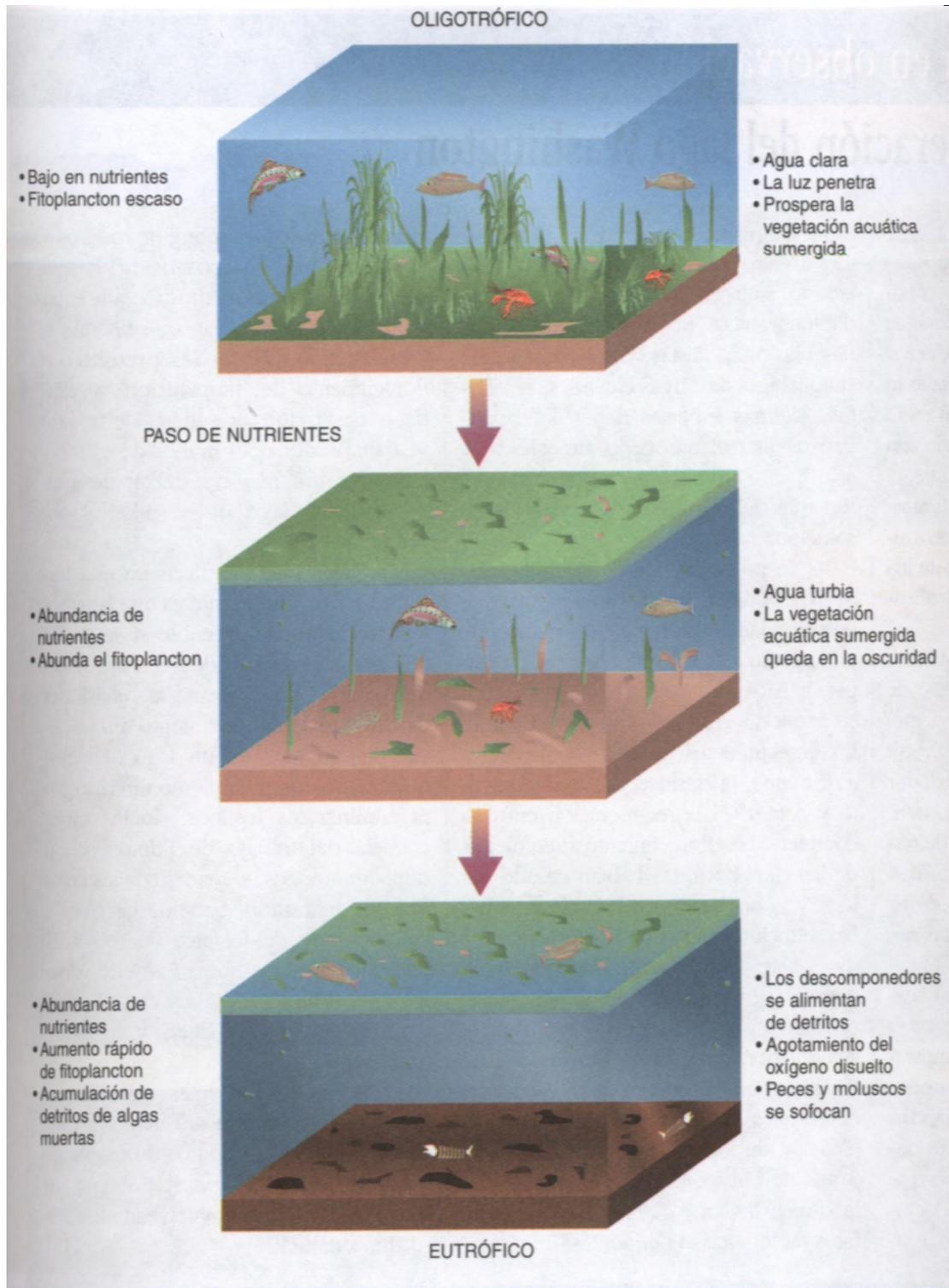
Actualmente, cantidades muy importantes de sedimentos se depositan en los lagos, provenientes de sus alrededores. Muchos de los aportes consisten en aluviones arrastrados por los ríos que llevan materia orgánica, restos de la actividad humana (materiales de construcción, materiales de campos agrícolas, sedimentos de minas, restos de fertilizantes y plaguicidas, detritos humanos provenientes de los desagües, etc.), los cuales contribuyen llevando grandes cantidades de compuestos formados a base de fósforo, nitrógeno y materia orgánica (**nutrientes**), indispensables para el proceso de eutrofización.

En lagos cuya superficie es mayor en relación a su profundidad, un aporte significativo de nutrientes supone que muchos organismos fotosintéticos tendrán materia prima para funcionar y proliferar. El incremento de la producción primaria aumenta la regeneración de nutrientes y materia orgánica, incrementando aún más el crecimiento.

La proliferación y concentración del fitoplancton en la superficie acapara la luz e impide que esta penetre adecuadamente, produciendo turbidez y oscuridad, restringiendo la productividad en las capas inferiores.

Las plantas que mueren y el aporte de materia orgánica producen mayor cantidad de materia en descomposición, sobre la que actúan las bacterias. Esta actividad consume la cantidad de oxígeno disuelto, modificando las condiciones del medio y restringiendo la vida por debajo de la superficie. El número de especies se reduce considerablemente y la actividad termina por limitarse a la superficie.

ESQUEMA DEL PROCESO DE EUTROFIZACIÓN DE LOS LAGOS



En algunos casos, el aporte de sedimentos va llenando el fondo y reduciendo la profundidad del lago, hasta que se transforma en un estanque de aguas someras y, posteriormente en un humedal.

En resumen, este proceso provocado por la gran cantidad de nutrientes (nitratos y fosfatos principalmente), estimula el crecimiento de fitoplancton, lo que provoca la pérdida de transparencia del agua (que disminuye la fotosíntesis por la falta de luz) y aumenta así la descomposición de la materia orgánica. Todo a su vez, hace que disminuya la concentración de oxígeno (O₂). Esta disminución de oxígeno va a provocar la muerte de organismos aerobios. Si no hay oxígeno se incrementan las fermentaciones y como resultado se desprenden gases tóxicos como el metano (CH₄) y el amoníaco (NH₃), SH₂, etc. Todo esto conduce a una degradación del medio acuático y a la disminución significativa de la calidad de vida de los seres que lo habitan.

“En general, el fenómeno de la eutrofización implica una pérdida de biodiversidad.” (23)

Los factores que aceleran el proceso de eutrofización son: el vertido de detergentes, residuos alimenticios y fertilizantes a los ambientes acuáticos.

“Lo más eficaz para luchar contra este tipo de contaminación es disminuir la cantidad de fosfatos y nitratos en los vertidos, usando detergentes con baja proporción de fosfatos, empleando menor cantidad de detergentes, no abonando en exceso los campos, usando los desechos agrícolas y ganaderos como fertilizantes, en vez de verterlos, etc.” (27)

1.2 EUTROFIZACIÓN DE LOS LAGOS

Un lago sufre eutrofización o eutroficación cuando sus aguas se enriquecen en nutrientes. Podría parecer a primera vista que es bueno que las aguas estén repletas de nutrientes, porque así podrían vivir más cómodos los seres vivos que en el habitan. Pero la situación no es tan sencilla. El problema está en que si hay **exceso de nutrientes** crecen en **abundancia las plantas** y otros organismos. Más tarde, cuando mueren, se **podren** y llenan el agua de malos olores y le dan un aspecto nauseabundo, disminuyendo drásticamente su calidad. **“El proceso de putrefacción consume una gran cantidad del oxígeno disuelto y las aguas dejan de ser aptas para la mayor parte de los seres vivos. El resultado final es un ecosistema casi destruido.”** (27)

“En suma, la eutroficación se refiere a toda esta serie de sucesos que comienzan con el enriquecimiento de nutrientes, el crecimiento y la muerte del fitoplancton, la acumulación de detritos, el aumento de las bacterias y, por último, el agotamiento del oxígeno y la sofocación de los organismos superiores.” (16)



Crecimiento de plantas acuáticas por la entrada de nutrientes

“Actualmente, (2008) la eutrofización golpea el 54 por ciento de los lagos asiáticos; el 53 por ciento de los lagos europeos; el 48 por ciento de los de América del Norte; el 41 por ciento de los sudamericanos y el 28 por ciento de los lagos africanos.” (34)

1.2.1 Eutrofización de lagos y charcas someros (poco profundos)

En los lagos y charcas cuya profundidad es de un metro o menos, la eutrofización sigue un curso un tanto distinto, pero el resultado es el mismo. La vegetación acuática sumergida crece hasta alcanzar la superficie, de modo que no queda en la oscuridad si el agua se enriquece de nutrientes, sino que florece en abundancia, se extiende y a menudo cubre del todo la superficie, lo que impide remar, pescar o nadar. Cualquier vegetación por debajo queda en la sombra. Cuando las plantas se secan y se hunden en el fondo, crean una demanda bioquímica de oxígeno que suele agotar el oxígeno disuelto y causar la muerte de los organismos acuáticos, a excepción de las bacterias.

1.3 EL DESEQUILIBRIO DE ENRIQUECER CON NUTRIENTES

Si consideramos las necesidades del **fitoplancton** y de la **vegetación acuática** sumergida, se aprecia que el equilibrio entre ellos se altera cuando se modifica la **concentración de nutrientes** en el agua. Cuanto menos nutrientes tenga el agua, mayor será la reducción de las poblaciones de fitoplancton; sin esta presencia, el agua es clara y la luz penetra para sostener el crecimiento de la vegetación acuática sumergida. Cuando el contenido de nutrientes aumenta, el fitoplancton prolifera, enturbia el agua y afecta la vegetación acuática sumergida que es una **fuentes productora de oxígeno**.

“August Thienemann, Un lago *eutrófico* (que cría bien) estará más propenso al déficit de oxígeno en aguas profundas durante el verano que un lago de baja fertilidad u *oligotrófico* (que cría poco).” (6)

1.3.1 Nutrientes que eutrofizan las aguas

Los nutrientes que más influyen en este proceso son los **fosfatos** y los **nitratos**. En algunos ecosistemas el factor limitante es el fosfato, como sucede en la mayoría de los lagos de agua dulce, pero en muchos mares el factor limitante es el nitrógeno para la mayoría de las especies de plantas.

“El fósforo, como el nitrógeno, es nutriente esencial para la vida. Su exceso en el agua provoca eutrofización.” (26)

En los últimos 20 o 30 años las concentraciones de nitrógeno y fósforo en muchos mares y lagos casi se han duplicado. La mayor parte les llega por los ríos. En el caso del **nitrógeno**, una elevada proporción (alrededor del 30%) llega a través de la contaminación atmosférica. El nitrógeno es más móvil que el fósforo y puede ser lavado a través del suelo o saltar al aire por evaporación del amoníaco o por desnitrificación. El **fósforo** es absorbido con más facilidad por las partículas del suelo y es arrastrado por la erosión o disuelto por las aguas de escorrentía superficiales. En condiciones naturales entra a un sistema acuático menos de 1Kg de fosfato por hectárea y año, con los vertidos humanos esta cantidad sube mucho. Durante muchos años los jabones y detergentes fueron los principales causantes de este problema. En las décadas de los 60 y 70 el 65% del peso de los detergentes era un compuesto de fósforo; Estos detergentes tenían alrededor de un 16% en peso de fósforo. El resultado era que los **vertidos domésticos** y de lavanderías contenían una gran proporción de ion fosfato. A partir de 1973 Canadá primero y luego otros países, prohibieron el uso de detergentes que tuvieran más de un 2,2% de fósforo. Algunas legislaciones han llegado a prohibir los detergentes con más de 0,5% de fósforo.

1.4 LOS LAGOS Y LA CONTAMINACIÓN

Las sociedades modernas arrojan gran cantidad de desechos a los lagos, y esto produce una serie de efectos denominados “contaminación”, tales efectos se consideran indeseables. La palabra “contaminación” nos trae a la mente una desagradable imagen de suciedad. Sin embargo, se sigue haciendo fluir a los lagos una serie de contaminantes que generalmente provienen de los asentamientos poblacionales que los rodean y de sus múltiples actividades (agrícolas, industriales, comerciales, textiles, turísticas, etc.)



Factores que causan contaminación (Lago Yahuarcocha)

Al añadir contaminantes (ricos en nutrientes) en los lagos las aguas aumentan su fertilidad, así por ejemplo, las aguas fecales y la basura enriquecen de nutrientes a los lagos, promoviendo un exceso de vida vegetal, con desagradables consecuencias generadas por el proceso denominado **eutrofización**.

“Los vertidos humanos aceleran el proceso hasta convertirlo, muchas veces, en un grave problema de contaminación.” (35)



Desde el punto de vista ecológico, **la contaminación** común del agua se debe a la **fertilización de los lagos** con aguas fecales y desagües agrícolas. La solución reside simplemente en desviar el flujo contaminante, y los lagos se limpiarán por sí solos con lentitud. Pero existe otro tipo de contaminación del agua, **la contaminación con productos químicos**

tóxicos que son más peligrosos que los simples nutrientes de las aguas fecales y basura: DDT(pesticida), el 2,4D(herbicida), mercurio, arsénico, los afluentes sulfurosos de las fábricas de papel y desperdicios ácidos de las minas; los compuestos de este tipo contaminan por envenenamiento. Pueden actuar aunque estén presentes en cantidades mínimas, ya sea de manera directa, como cuando el DDT extermina los insectos de un lago y en algunos casos hasta el fitoplancton, o bien por concentración de las cadenas alimenticias, ya sea matando a los carnívoros superiores o haciendo que su carne sea perjudicial para el consumo humano.



“La opinión de los limnólogos acerca de la contaminación del agua es que sólo se requiere dejar de contaminar los lagos y los ríos para que ellos se limpien por sí solos.” (6)

Un factor muy importante que controla la química en cualquier parte de los lagos es la magnitud de la descomposición de la materia orgánica. Puesto que la formación de la materia orgánica depende de los nutrientes, su

suministro se considera como el parámetro que más influye sobre la química del agua de los lagos.

1.5 TIPOS DE LAGOS

Además del origen, para la clasificación de los lagos hay una característica de gran importancia que sirve para diferenciarlos en cuatro tipos principales. Se trata de la estratificación y la mezcla de sus masas de agua.

Atendiendo a este factor se distinguen: **Lagos fríos**, con una capa de agua profunda a 4°C y otra superior a menor temperatura; ambas solo se mezclan durante el verano. **Lagos templados**, con la capa superficial a más de 4°C en verano y que se mezclan con la inferior en primavera y otoño. **Lagos templados subtropicales**, con la temperatura de la capa superior no inferior nunca a los 4°C en invierno y que se mezclan con la inferior solo durante el invierno. **Lagos tropicales**, con una temperatura de la capa superior de unos 20°C durante todo el año y que solo de modo ocasional se mezcla con la inferior, haciéndolo además a intervalos irregulares.

En cuanto a la productividad biológica cabe distinguir dos clases principales: Según la abundancia de nutrientes (fosfatos y nitratos), los lagos se pueden clasificar como **Eutróficos**, cuando presentan una gran cantidad de nutrientes y por tanto de plancton y otros organismos, y **Oligotróficos** en caso contrario (aquellos que son pobres en nutrientes).

Los términos **EUTRÓFICO y OLIGOTRÓFICO**, hacen referencia a la cantidad de materia orgánica que poseen cada uno de estos lagos.

Sin embargo la intervención humana (vertidos) puede alterar esas condiciones y provocar un **proceso de eutrofización**, que en casos

extremos conduce al consumo de todo el oxígeno disponible y la desaparición de las formas de vida superiores.

1.5.1 Lagos Eutróficos

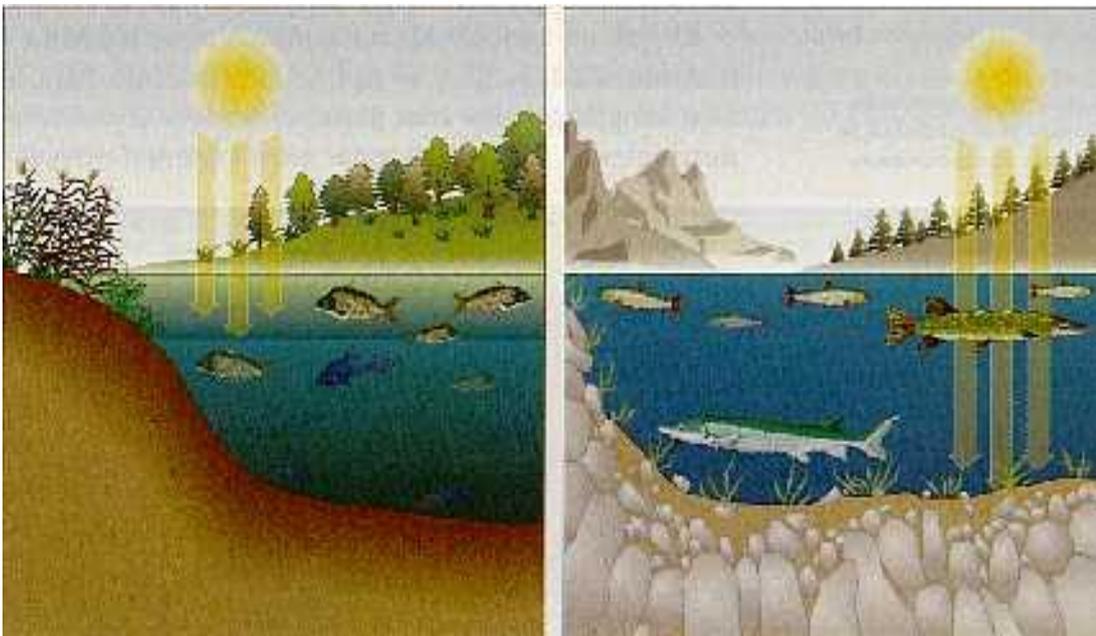
Son masas de agua **ricas en nutrientes** que facilitan en gran manera la proliferación de las algas (plantas acuáticas). Cuando las algas mueren son descompuestas por las bacterias en procesos aeróbicos que consumen el oxígeno, por lo que la vida de los organismos aeróbicos no existe. Al terminarse el oxígeno muchos restos orgánicos quedan depositados en el fondo sufriendo procesos anaeróbicos que desprenden H_2S (Sulfuro de Hidrógeno con mal olor) y otros gases, dando un aspecto nauseabundo a las aguas en los casos de eutrofización extrema.



En estos lagos la luz penetra con dificultad en el agua y los seres vivos que se encuentran son los característicos de las aguas pobres en oxígeno (barbos, tencas, gusanos, etc.). Este tipo de lagos abundan en áreas bajas y cálidas.

1.5.2 Lagos Oligotróficos

Estos lagos son típicos de montaña y sus aguas son **pobres en nutrientes** y, por tanto, las algas no proliferan excesivamente, las aguas son claras y penetra la luz con facilidad, hay oxígeno en abundancia, la flora (abundante flora béntica) y la fauna es típica de aguas bien oxigenadas (truchas, larvas de libélulas, etc.).



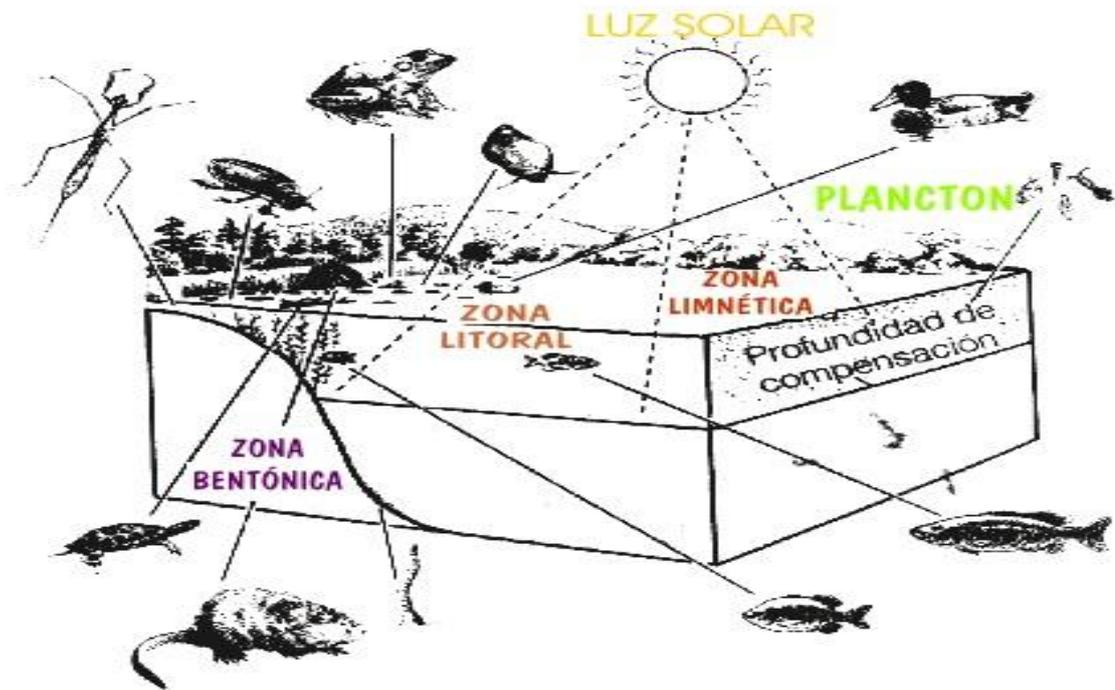
Lagos eutróficos

Lagos oligotróficos

Muchos lagos tienen en la actualidad importantes problemas de la eutrofización artificial. Les llegan muchos aportes de nutrientes procedentes de las actividades humanas, lo que origina un gran crecimiento de algas y de muchos organismos heterotróficos que hacen desaparecer el oxígeno, generándose procesos de anaerobiosis. La eutrofización ocurre cuando hay demasiada materia orgánica en el fondo del lago, de modo que los organismos anaerobios (más primitivos y menos eficientes) toman el relevo en la descomposición de la materia orgánica, extrayendo energía por medios menos eficientes y provocando desechos desagradables o incluso venenosos para los seres aerobios (como nosotros).

En suma, antes de la intervención de los seres humanos, casi todas las masas naturales de agua son oligotróficas.

1.6 ZONIFICACIÓN DE LOS LAGOS



Como en los océanos, los lagos tienen una zonificación, de acuerdo al relieve del fondo y la penetración de la luz.

La **zona litoral** es la parte más externa, de aguas someras, con buena penetración de luz hasta el fondo.

La **zona limnética o fótica** se extiende hasta donde penetra la luz, en ella vive el plancton y el necton.

La **zona profunda** se encuentra más allá del límite de penetración de la luz, que se inicia en la zona de compensación de la luz (en ese sitio la respiración equilibra a la fotosíntesis).

La **zona bentónica** es la más profunda y en ella ocurren los principales procesos de descomposición.

Los lagos, charcas y lagunas siempre están rodeados por ecosistemas terrestres, entre los cuales hay una estrecha vinculación. Los nutrientes fluyen entre los lagos y los ecosistemas circundantes, de una manera dinámica. Las redes y cadenas tróficas contemplan esa interacción.

CAPÍTULO II

2. VARIABLES QUE DETERMINAN EL ESTADO EUTRÓFICO

Para conocer el estado de eutrofización de un ecosistema acuático es necesario establecer una red de vigilancia que debería realizar las siguientes observaciones con el fin de diagnosticar dicho estado:

2.1 VARIABLES ABIÓTICAS

2.1.1 Temperatura

Es tal vez el factor que más influencia tiene en los lagos, juega un papel importante en la distribución, periodicidad y reproducción de los organismos.

Las temperaturas bajas retardan la acción desnitrificante de las bacterias y por esta razón los nitratos no son destruidos tan rápidamente y, al permanecer en el agua, son aprovechados por el fitoplancton para la producción de alimentos.

Los cambios de temperatura afectan a la vida según el caso, propicia la aparición o desaparición de poblaciones acuáticas.

2.1.2 Oxígeno disuelto

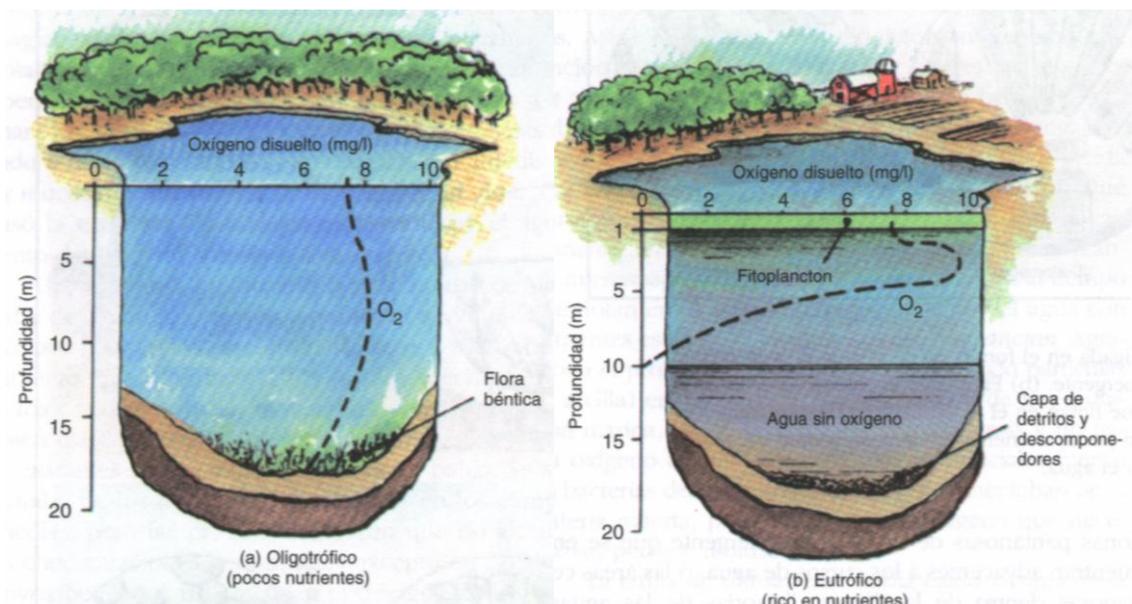
El oxígeno disuelto en el agua proviene de la fotosíntesis que realizan los vegetales con clorofila. Como esta actividad fotosintética es mayor en las capas superiores bien iluminadas, su concentración será mayor a este nivel.

En los niveles próximos al fondo, su concentración es mínima debido a los procesos de oxidación de la materia orgánica. Los consumidores agotan pronto esta provisión oxígeno disuelto y sofocan a todos los organismos del medio acuático, excepto a las bacterias y los organismos capaces de sobrevivir sin oxígeno. Vemos que todo esto ocurre en la condición eutrófica.

En la práctica a menudo se emplea el contenido de oxígeno como índice de fertilidad del lago y la **eutrofia** se deduce cuando hay un déficit de oxígeno en aguas profundas.

“El agotamiento de oxígeno disuelto causado por los descomponedores de detritos y la consecuente sofocación de la vida acuática es la etapa final y más destructiva de la eutrofización.” (16)

La concentración del oxígeno disuelto en el agua de un lago depende de la temperatura del agua, que a su vez depende de la radiación solar y de la profundidad.



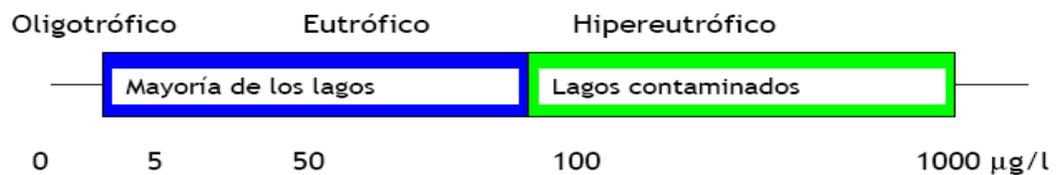
LAGO OLIGOTRÓFICO

LAGO EUTRÓFICO

2.1.3 Fósforo total

La suma de todas las formas de fósforo, inorgánicas y orgánicas, se denomina **fósforo total**.

El aporte de fósforo a los lagos se ve muy aumentado por la eliminación de aguas residuales industriales y domésticas, salvo cuando se adoptan medidas para eliminarlo del vertido final. La escorrentía superficial o subterránea de la cuenca de drenaje y los detergentes polifosfatados, también contribuyen sustancialmente a este enriquecimiento. El fósforo dispara la productividad ocasionando la **eutrofización**.



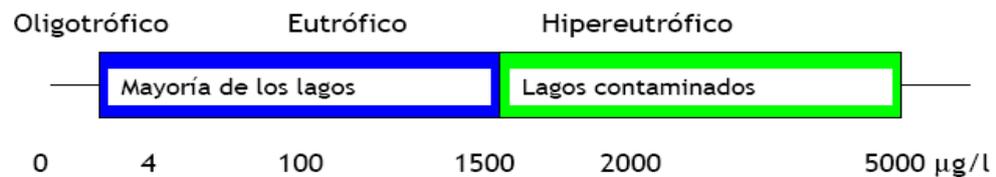
En los ecosistemas acuáticos alterados por descargas los niveles de **fósforo** se incrementan de manera alarmante la producción de cianofíceas, y macrofitas, aumentándose la zona litoral y soldándose el sedimento haciéndose cada vez menos profundos, estimulando rápida y progresivamente el proceso de **eutrófico** de un lago.



2.1.4 Nitrógeno total

El nitrógeno es un constituyente esencial de aminoácidos y proteínas de organismos, puede entrar a los lagos mediante precipitación, fijación del nitrógeno atmosférico o por escorrentía superficial o subterránea. Al resultado de sus diferentes formas de obtención se lo denomina **nitrógeno total**

Una cantidad importante de nitrógeno en los lagos se encuentra incorporado a los organismos (N orgánico), pero también puede encontrarse en forma de N_2 (nitrógeno), NO_3^- (nitrato), NO_2^- (nitrito) y reducido NH_4^+ (amoníaco)



La fijación de Nitrógeno en los lagos se debe principalmente a las algas cianofíceas (principales fijadoras, cuyo proceso es muy importante en la productividad lacustre.), las bacterias (en el sedimento), y los sedimentos de compuestos nitrogenados (orgánicos e inorgánicos).

2.1.5 Turbiedad

Consiste en la reducción de la claridad del agua por la presencia de materia suspendida y disuelta de gases, líquidos y sólidos tanto orgánicos como inorgánicos, con un ámbito de tamaños desde el coloidal hasta partículas macroscópicas, dependiendo del grado de turbulencia. En lagos la turbiedad es debida a dispersiones extremadamente finas y coloidales.

La medición de la turbiedad, es una manera rápida que nos sirve para saber cuando, como y hasta que punto debemos tratar el cuerpo de agua para que cumpla con la especificación requerida.

2.1.6 Color de agua

La presencia de color puede ser un indicador de calidad o deficiencia del ambiente acuático. Las algas provocan al agua un color verdoso por el contenido de clorofila, mientras que la presencia de formas solubles de hierro y manganeso le da un tono entre amarillo y pardo, los desechos de cromato le dan color amarillento.



El color del agua depende del rango espectral de la luz reflejada de la superficie del agua y de las longitudes de ondas dispersadas de la columna de agua. El agua pura aparece como azul, desde que esta longitud de onda es dispersa y tiene un gran coeficiente de transmisión.

2.1.7 Transparencia

La transparencia es la cantidad de luz que se transmite (traspasa) en el cuerpo de agua, en un **lago eutrófico** la luz penetra con dificultad y el crecimiento de flora béntica productora de oxígeno se minimiza y queda en la oscuridad. Esta variable nos ayuda a determinar ciertas características de lagos (tipo de lago, flora, fauna, propiedades de agua, etc.)

En los lagos oligotróficos, la transparencia es mayor, puesto que la luz penetra con facilidad, colaborando con el crecimiento exuberante de flora béntica y la fauna es típica de aguas bien oxigenadas. (truchas, larvas de libélulas, etc.).

2.1.8 Sólidos disueltos o residuo filtrable (transparente)

Es el material orgánico e inorgánico desintegrado contenido en el agua. Son los residuos de la evaporación del agua filtrada, desecados por la temperatura.

Una cantidad excesiva hace que el agua disminuya su calidad y dificulte el desarrollo normal de organismos acuáticos.

2.1.9 Alcalinidad

La alcalinidad del agua se refiere al conjunto de compuestos que en su totalidad modifican el pH desde el lado alcalino de la neutralidad. La alcalinidad es debida a la presencia de carbonatos, bicarbonatos, hidróxidos y en menor proporción por boratos, silicatos y fosfatos.

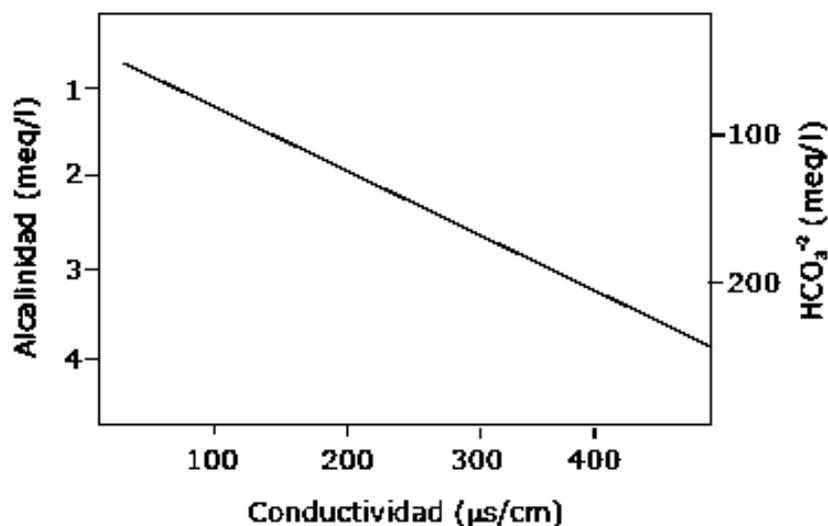
La alcalinidad indica la capacidad de buffer frente a ácidos.

Capacidad buffer de los lagos: es decir la capacidad de recibir H^+ o OH^- sin modificar el pH.

2.1.10 Conductividad

Es la capacidad de transmisión eléctrica del agua entre dos polos. La conductividad en medios líquidos (Disolución) está relacionada con la presencia de sales en solución, cuya disociación genera iones positivos y negativos capaces de transportar la energía eléctrica si se somete el líquido a un campo eléctrico. Estos conductores *iónicos* se denominan **electrolitos** o **conductores electrolíticos**.

Esta propiedad depende fundamentalmente de la concentración de los aniones (de acuerdo a su abundancia, son el CO_3^{2-} y el HCO_3^- y el SO_4^{2-} , el Cl^- y el NO_3^- son menos abundantes) y cationes (el Ca^{2+} es el más abundante, seguido del Mg^{2+} , Na^+ y el K^+)



2.1.11 pH (concentración del ion hidrógeno)

El pH del agua mide su acidez o alcalinidad. La escala de valores es de 0 a 14 unidades de pH. Las aguas que tienen un pH inferior a 7 son ácidas y las superiores a 7 son básicas.



El pH disminuye conforme la acidez se incrementa y el pH se incrementa cuando el OH es adicionado al agua y la concentración de H disminuye.

El pH es importante por que permite determinar los efectos letales del CO₂.

A un pH de 4.5 se empiezan a manifestar los efectos letales y por el lado alcalino a 9.5.

Los lagos eutróficos que son ricos en materia orgánica poseen valores de pHs bajos (aguas ácidas) 3.3 a 4.5 turbas, pantanos.

El pH de las aguas naturales se debe a los caracteres de los suelos que atraviesa. Las aguas calcáreas tienen un pH elevado, las que discurren por terrenos pobres en caliza o silicatos tienen un pH próximo a 7 o inferior, y las aguas de ciertas regiones volcánicas suelen ser ácidas.

2.1.12 Dióxido de carbono

Es un gas que se combina con el agua para formar ácido carbónico. Proviene de la atmósfera y de la actividad respiratoria de los organismos. Su concentración en el agua es variable; cuando es alta, puede constituir un

factor limitante para los animales, ya que en estos casos suele ir asociado a concentraciones bajas de oxígeno. El Dióxido de carbono tiene relación con el pH del medio acuático e interviene en la formación de los esqueletos, carapachos y conchas de muchos invertebrados.

Existen en el medio acuático otros gases como el anhídrido sulfuroso (SH₃), que es muy venenoso y constituye un factor limitante cuando se acumula en aguas estancadas ricas en restos orgánicos. Este gas proviene de la reducción del sulfato de calcio por la bacteria *Microspira aestuarii*. **En muchos lagos se desprende a veces metano, el cual se produce por la descomposición anaeróbica de restos vegetales.**

2.2 VARIABLES BIÓTICAS

2.2.1 Productividad primaria (correlación con concentración de clorofila).

Es realizada por organismos autótrofos como el fitoplancton y las algas acuáticas y consiste en la intensidad que tienen las plantas (productores de un ecosistema) para capturar y almacenar una cantidad dada de energía (**productividad primaria**), donde parte de esta energía (la que forma los tejidos vegetales) es consumida por animales herbívoros o usada por otros organismos cuando la planta muere.

Los factores que con mayor frecuencia limitan la **productividad primaria** son la disponibilidad de luz, de nutrientes, la temperatura, la intensidad de la corriente y del ramoneo. Entre los nutrientes, los que resultan limitantes más a menudo son el nitrógeno y el fósforo.

2.2.2 Biomasa planctónica

La biomasa planctónica es el conjunto de materia orgánica renovable producida por los productores fotosintéticos (fitoplancton) en los ecosistemas acuáticos. El nivel biomasa planctónica determina la capacidad de producción de materia orgánica generada por la vegetación acuática que se desarrolla en la superficie de los lagos, que en muchos casos es producto de la sobrenutrición de los medios acuáticos.

La biomasa se refiere a toda la materia orgánica que proviene de plantas y desechos vegetales que pueden ser convertidos en energía

La biomasa planctónica aprovecha la energía que se desprende de la descomposición de la materia viva de origen **vegetal**.

2.2.3 Fauna béntica

Es el conjunto de organismos que viven en contacto con el fondo lacustre; hundidos en el sustrato o desplazándose por la superficie cumpliendo su ciclo de vida en el interior de estos.

Estos organismos abundantes sirven de enlace importante, suministrando energía a los niveles tróficos superiores del ecosistema lacustre. Muchas veces tienen una capacidad restringida de movimiento y por lo tanto son sensibles a cambios ambientales. Son opuestos al necton (organismos Nadadores) y al plancton (organismos flotantes o en suspensión).

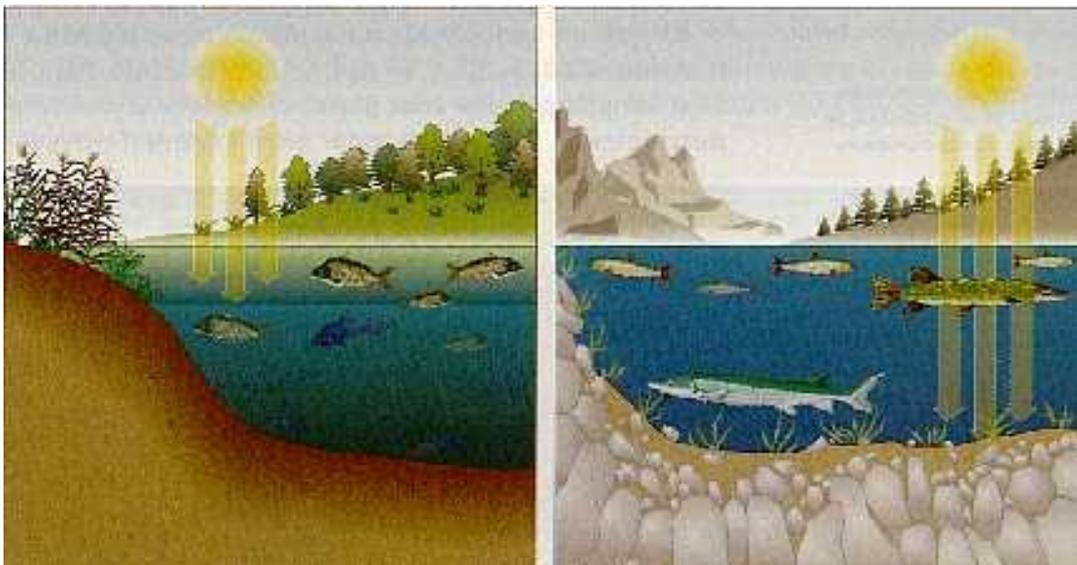
2.2.4 Flora microbiana

La constituyen organismos flotantes o en suspensión (**plancton**). Es el conjunto de organismos vegetales que viven en las partes más superficiales

de los lagos donde cumplen su ciclo de vida e influyen significativamente en la producción primaria de los lagos; tienen como factor limitante la fertilización de los lagos por nutrientes, en especial el nitrógeno y el fósforo.

2.2.5 Diversidad de peces

Esta variable determina el tipo de fauna existente en función a la calidad del medio donde se desarrolla. Así, el desarrollo y diversidad de animales acuáticos (peces) dependerá de las características de subsistencia que preste el ambiente lacustre.



Lago eutrófico (< cantidad de O)

Lago oligotrófico (> cantidad de O)

2.3 FLORA ACUÁTICA

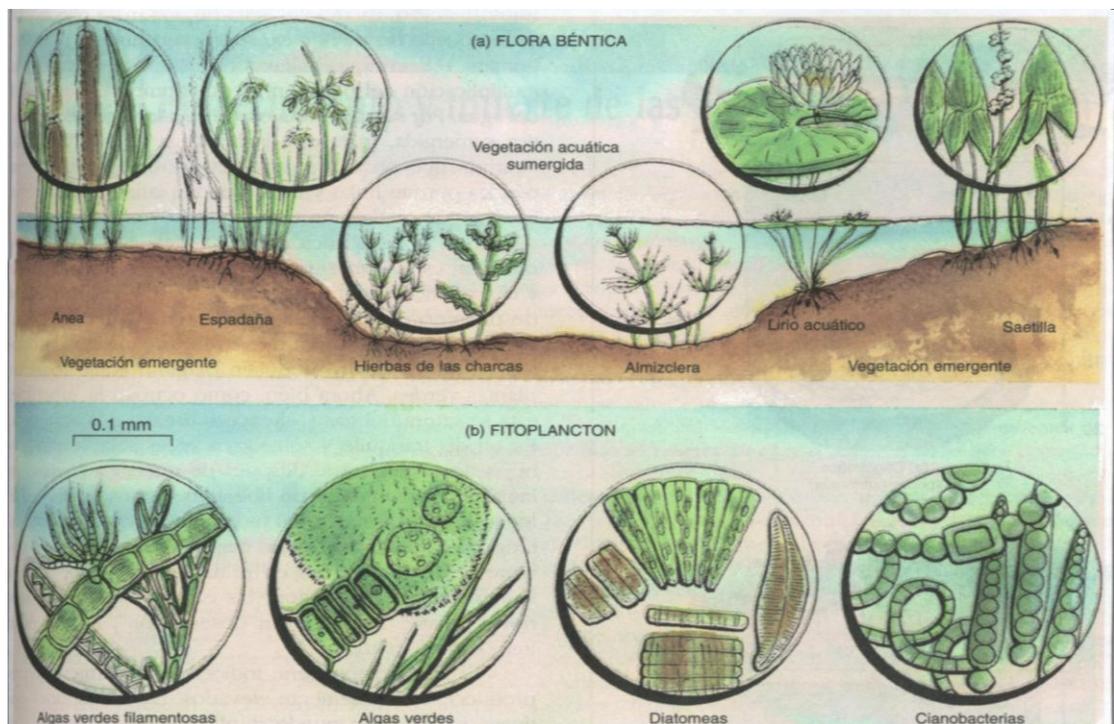
Constituyen diversas formas de vegetación que se desarrollan en un medio acuático, esta vegetación (algas) libera mas oxígeno durante el día que el que utilizan, y absorben mas dióxido de carbono que el que liberan; la flora acuática normalmente trabaja de forma contraria durante la noche, aumentando la DBO(Demanda Bioquímica de Oxígeno).

Es importante considerar cualquier acción de eliminación de plantas acuáticas (en función del uso que se le quiera dar al medio lacustre) asegurando de forma positiva las unidades ecológicas.

El oxígeno suministrado por la flora acuática mediante la fotosíntesis es beneficioso para los cuerpos de agua, siempre que no se exceda su desarrollo y pase a constituirse en una fuente perjudicial para el medio, por lo tanto hay que realizar una valoración adecuada de su producción.

2.3.1 Flora béntica

La flora béntica constituye un conjunto de plantas acuáticas enraizadas en el fondo de los lagos, las mismas sostienen un ecosistema variado de peces y crustáceos, proporcionando un medio con **cantidades elevadas de oxígeno disuelto** de la superficie a la profundidad del medio acuático.



2.3.2 Crecimiento excesivo de macrofitas acuáticas

Las zonas litorales donde generalmente existe zonas enriquecidas con exceso de nutrientes normalmente se colmatan con plantas acuáticas macrofitas que crecen en exceso. Esto puede influir en las actividades recreacionales e industriales y alterar la estructura de la red alimenticia. El excesivo crecimiento de fitoplancton y plantas microscópicas en el agua crea problemas de **deterioro del paisaje** y reduce el valor del agua como recurso recreacional. Desde un punto de vista meramente paisajístico, las aguas cristalinas y claras características de sistemas **oligotróficos** son más atractivas como aguas de baño y navegación.



Paisaje de un lago eutrófico



Paisaje de un lago oligotrófico

2.3.3 Crecimiento excesivo de algas

Uno de los síntomas comunes de la eutrofización de los lagos es el desarrollo excesivo de algas. La eutrofización cultural causa frecuentemente dicho crecimiento, por el aporte de nutrientes al medio acuático, hasta el punto de llegar a una saturación de las aguas. En ciertas condiciones de oscuridad producidas por plantas acuáticas que se desarrollan en la superficie de los lagos y con el apoyo de las altas temperaturas, este crecimiento puede quedar inhibido, provocando la muerte de las algas (flora

béntica) que se descomponen y causan olores desagradables, el agua adquiere una coloración verdosa y pierde su transparencia.



Cuando mueren, al final de la época de crecimiento, se depositan en el fondo de los lagos incrementando el nivel de sedimentación, que pasa a constituir una fuente secundaria de contaminación, acelerando con el tiempo el proceso de eutrofización.

El crecimiento de las algas en exceso, puede provocar un impacto negativo en la calidad de agua de los lagos, generando problemas que no permiten dar el uso adecuado a estos sistemas lacustres.

CAPÍTULO III

3. FACTORES CAUSANTES DE LA EUTROFIZACIÓN

La causa de la eutrofización es siempre una aportación de elementos nutritivos de diversa procedencia (residuos urbanos, industriales, agrícolas,...). De estos nutrientes, los más efectivos son aquellos para los que existe una limitación natural, principalmente, el nitrógeno y el fósforo. El primer elemento puede ser extraído de la atmósfera por determinados microorganismos quedando en último término el fósforo como principal elemento limitante del proceso eutrófico.

El proceso de eutrofización puede ser causado de dos maneras:

3.1 Causas Naturales

- Alta cantidad de precipitaciones por que arrastran pesticidas o fertilizantes aplicados en el suelo.
- La descomposición de materia orgánica en aguas profundas, ya que las algas de la superficie no permiten que la luz solar llegue hasta las algas del fondo produciendo su descomposición (no pueden hacer fotosíntesis).
- Florecimiento excesivo de plantas acuáticas que a su muerte se descomponen, agotando el oxígeno del agua y de este modo causan la muerte de las especies acuáticas (zona muerta).
- Turbiedad o poca transparencia de las aguas producida por sedimentos o materia suspendida (Partículas insolubles de suelo que enturbian el agua, y que son la mayor fuente de contaminación)
- Desarrollo de bolsones anóxicos en el fondo.

- Presencia de espuma en la zona litoral (costera)
- Elevado aporte natural de nutrientes y sedimentos en los lagos.



3.2 Causas Antropogénicas

Sin duda la presión del desarrollo urbano (viviendas e infraestructura que se encuentran en la cuenca de los lagos, los asentamientos poblacionales y el uso urbano del suelo, el uso recreacional y habitacional, las redes y sistemas de urbanización, drenaje de aguas subterráneas, alcantarillado de aguas servidas y de aguas lluvias) inciden radicalmente en el proceso de eutrofización antropogénicas.



De lo expuesto, varias son las **causas antropogénicas** generadoras del proceso eutrofización, entre estas tenemos:

- El uso de detergentes polifosfatados y alquilbencensulfonatos, aceleran el proceso de eutrofización.
- El excesivo uso de fertilizantes que contienen nitrógeno (N_2), porque el N_2 aumenta el crecimiento de plantas.
- Los sistemas de alcantarillado, ya que sus aguas contienen materiales compuestos de nitrógeno, especialmente fecas y orina. La complejidad de la infraestructura sanitaria construida en los sectores aledaños a los lagos, puede ocasionar que las aguas servidas lleguen a contaminarlos.
- La integración a los lagos por petróleo, gasolina, disolventes y detergentes provenientes de las descargas domésticas e industriales, ya que son alimentos para las bacterias quimoorganotróficas y para algunos microorganismos superiores como los protozoos.
- La evacuación de las aguas lluvias hacia los lagos, ya que éstas arrastran desechos naturales que pueden encontrarse en las calles, rebalses

(detenciones, inundaciones) de sistemas públicos o privados en mal estado, detergentes, etc.

- La existencia de posibles conexiones clandestinas de alcantarillado que tienen como desembocadura final los ríos y lagos.

- Sistema de drenajes colindantes a los lagos deteriorado, lo que puede ocasionar infiltración de aguas contaminadas ricas con alto grado de nutrientes.

- El vaciamiento de basura dentro o inmediatamente a orillas de los lagos.

- Los asentamientos poblacionales y la construcción de infraestructura de viviendas y establecimientos comerciales en el entorno de los lagos y en áreas de fuerte pendiente, las cuales provocan deslizamientos de grandes cantidades de sedimento al cuerpo de agua.

De todas estas causas, los contaminantes de origen antropogénico más importantes de lagos son de dos tipos:

a) **aguas residuales domésticas**, que contienen gran cantidad de materia orgánica y detergentes que se descargan directamente en los cuerpos de agua.



b) **entrada de fertilizantes**, principalmente en base a **N** (nitrógeno) y **P** (fósforo), provenientes de faenas agrícolas y que pasan a los lagos a través de escorrentías superficiales o filtraciones subterráneas.



“Las aguas de los lagos contaminados se limpiarán de nuevo por sí solas en unos cuantos años si, mediante procesos ajenos a la tecnología, se dejan de arrojar fertilizantes, aguas fecales y basura a ellas.” (6)

3.3 Zonas sensibles y menos sensibles (medio acuático)

3.3.1 Zona sensible

Se considerará que un medio acuático (lagos, embalses, estuarios aguas marítimas, otros) es **zona sensible** cuando se ha determinado que sea **eutrófico** o que podrían llegar a ser eutrófico en un futuro próximo si no se adoptan medidas de protección.

(Se entenderá por **eutrofización**: el aumento de nutrientes en el agua, especialmente de los compuestos de nitrógeno o de fósforo, que provoca un crecimiento acelerado de algas y especies vegetales superiores, con el resultado de trastornos **no** deseados en el equilibrio entre organismos presentes en el agua y en la calidad del agua a la que afecta).

3.3.2 Zona menos sensible

Un medio o zona acuática podrá catalogarse como **zona menos sensible** cuando el vertido de aguas residuales no tenga efectos negativos sobre el medio ambiente.

Para determinar la zona menos sensible se tendrá en cuenta que el medio acuático **no** sufra **eutrofización** o agotamiento del oxígeno, o que se considere que es improbable que lleguen a desarrollarse fenómenos de **eutrofización** o de agotamiento del oxígeno por el vertido de aguas residuales urbanas.

Al establecer las zonas menos sensibles, se tomará en consideración el riesgo de que la carga vertida pueda desplazarse a zonas adyacentes y ser perjudicial para el medio ambiente.

3.4 Actividades económicas causantes de contaminación

En nuestro país existen muchos casos de contaminación, originados por diversas **actividades económicas**; por ejemplo: En todas las ciudades encontramos diverso tipo de actividades como fabricas de cemento y de productos químicos, industrias textiles, refinerías, explotación inadecuada de minas y canteras, talleres automotrices, servicios de asistencia medica, actividades agrícolas y ganaderas, espacios de relleno sanitario, planteles avícolas, criaderos de ganado porcino y lanar, camales, actividades

turísticas y comerciales, entre otros, factores que en sí generan un alto nivel de contaminación a todos los medios naturales.



Actividades que causan contaminación (Lago yahuarcocha)

Cabe indicar que **la contaminación de los lagos** en nuestro país y provincia **no** es la excepción frente a los hechos anteriormente expuestos, que en gran parte son de origen antropogénico. Entonces, es fundamental la toma de **conciencia** de la sociedad ya que incide positivamente sobre este grave problema de contaminación de nuestros lagos, a tal punto que comienza a contribuir con el **control** de su **medio ambiente**, tomando las medidas oportunas para su preservación, según sea el caso.

La eutrofización en los lagos, los hace más vulnerables a la contaminación y se considera que una de las principales fuentes de contaminación de lagos y lagunas a nivel mundial, nacional y local constituyen las descargas de aguas negras que se drenan libremente de las áreas poblacionales asentadas en sus alrededores y sin ser sometidas previamente a tratamiento.

CAPÍTULO IV

4. EFECTOS DE LA EUTROFIZACIÓN

- * Los principales efectos que pueden evidenciarse en las masas de agua que se ven afectadas por el fenómeno de la eutrofización son:
- * Aumento de la producción y biomasa de los productores primarios (fitoplancton y macrofitas).
- * Modificación de las características de la masa de agua conllevando una pérdida de calidad de la misma.
- * Sustitución de especies piscícolas deseables, por otras menos valoradas.
- * Producción de toxinas por determinadas algas (plantas acuáticas)
- * Desoxigenación del agua, ocasionando una elevada mortalidad de peces.
- * Aumento de los gastos de operación de los sistemas públicos de abastecimiento de agua por problemas de sabor y olor.
- * Colmatación y obstrucción de los canales de riego por las malas hierbas acuáticas.
- * Reducción de la posibilidad de utilización del agua para fines recreativos debido a los olores producidos por la descomposición de las algas.
- * Impedimentos a la navegación debido al crecimiento de densas masas de algas.
- * Pérdidas económicas debidas a la modificación de las especies piscícolas.

4.1 Cambios biológicos.

- Aumenta considerablemente el fitoplancton. Las plantas acuáticas que se desarrollan en la superficie del lago se desarrollan espectacularmente mientras que las de otros tipos (que viven en partes más profundas) desaparecen.
- Aumenta la actividad bacteriana.
- Los animales acuáticos enferman y mueren.

4.2 Cambios físicos.

- Los restos de plantas y animales muertos se acumulan en los fondos, frenando la circulación del agua.
- El agua se torna parda y maloliente. Cambia de color: rojo, verde, amarillo o pardo.

4.3 Cambios químicos.

- El oxígeno disuelto baja de alrededor de **9 mg/l** a **4 mg/l** lo cual afecta negativamente y de inmediato a los organismos. Cuando el nivel baja a **2 mg/l** todos los animales han muerto. Hay una significativa elevación de la DBO(Demanda Bioquímica de Oxígeno = cantidad de oxígeno disuelto requerido por los microorganismos para la oxidación aerobia de la materia orgánica biodegradable presente en el agua)
- La concentración de compuestos nitrogenados, fosfatados se incrementa, así como la de otros elementos químicos.

4.4 Efectos adversos producidos por la eutrofización

La eutrofización es un excesivo aporte de nutrientes a los lagos y este incremento de nutrientes produce un incremento en el crecimiento del

fitoplancton, especialmente algas y plantas verdes, produciendo de esta forma efectos adversos como:

* Disminución de la transparencia del agua de los lagos



* Alcance de la luz hacia su interior



* Acrecentamiento de flora nociva



* Degradación de la flora inofensiva de lagos



* Incapacidad autodepuradora del medio acuático, por el excesivo consumo de oxígeno.



* Desequilibrio ecológico.



El efecto de la eutrofización que se percibe más vivamente es el que afecta al recreo y al turismo. Inciden directamente para este objetivo la aparición de malos olores, la acumulación de aguas estancadas, el aumento de las poblaciones de insectos y el crecimiento desmedido de vegetación litoral que impiden la natación, navegación, pesca y el sano esparcimiento.

4.5 Cómo prevenir el proceso de eutrofización?

El proceso de eutrofización de los lagos puede generarse de forma natural o antropogénica y consiste en el enriquecimiento de las aguas con nutrientes, a un ritmo tal de generar efectos perjudiciales para el medio acuático y la salud humana. Razón por la que se debe aplicar medidas preventivas y de control frente a este proceso.

Las medidas para controlar el proceso de eutrofización incluyen:

4.5.1 Control de la entrada de nutrientes

- * Usar un tratamiento avanzado de los desechos para remover los fosfatos que apoyan el proceso de eutrofización de los lagos.
- * Prohibir o establecer límites bajos de fosfatos para los detergentes.
- * A los agricultores se les puede pedir que planten árboles entre sus campos y aguas superficiales.
- * Los agricultores pueden reducir drásticamente el vertimiento de fertilizantes en las aguas superficiales y la infiltración a los acuíferos, no usando cantidades excesivas de fertilizantes. Además deben reducir el uso de plaguicidas (**Adopción de buenas prácticas de agricultura**)

Impedir la descarga de residuos antropogénicos en los lagos, evita el proceso de eutrofización de los mismos.

4.5.2 Control dentro del cuerpo de agua

- * Dragar los sedimentos para remover el exceso de nutrientes.
- * Retirar o eliminar el exceso de maleza.
- * Controlar el crecimiento de plantas nocivas con herbicidas y plaguicidas.
- * Bombear aire para oxigenar lagos.



(Dragado de sedimentos y limpieza de maleza nociva en el Lago Yahuarcocha)

Como con otras formas de contaminación, los métodos de prevención son los más efectivos y los más baratos a largo plazo.

Es más seguro, y por lo general más económico, tomar medidas preventivas contra la eutrofización que aplicar estrategias correctivas cuando la calidad del agua ya se ha deteriorado. De ahí la importancia de diseñar y mantener **políticas y programas de manejo** encaminados a prevenir y contrarrestar los síntomas indeseables de la eutrofización de los cuerpos de agua, como parte fundamental de la planificación y utilización de los recursos hídricos.

Lo anterior debe efectuarse considerando el uso particular, el propósito o la función asignados a los diferentes tipos de recursos acuáticos con que cuenta nuestra colectividad.



4.6 Evaluación del riesgo ecológico

La evaluación del **riesgo ecológico** es el proceso científico para estimar la probabilidad de que ocurra un efecto ecológico adverso para la integridad de ecosistemas naturales y los servicios que ellos proveen, como resultado de la exposición a **estresantes** relacionados con la actividad humana. Aunque las evaluaciones de impacto ambiental se realizaron por muchos años, recientemente, los ecólogos, administradores y políticos empezaron a formalizar el proceso en términos de riesgo ecológico, y lo adaptaron del proceso de evaluación de riesgo para la salud humana. La salud de un ecosistema puede caracterizarse por el mantenimiento de la **biodiversidad** y el funcionamiento de los patrones normales de flujo de energía entre niveles tróficos.

Para la evaluación de riesgo se han usado dos estrategias generales:

- 1) La realización de *ensayos* en laboratorio (por ej. ensayos de toxicidad) y el uso de modelos para predecir los efectos de diferentes contaminantes que puedan ser introducidos en el ambiente.
- 2) La utilización de *indicadores* ecológicos presentes en ecosistemas naturales.

La necesidad de estudiar los efectos ambientales de las sustancias químicas u otros riesgos potenciales en el laboratorio antes de liberarlos en el ambiente es obvia. Sin embargo, la evaluación del riesgo ecológico es menos confiable si se basa sólo en estos ensayos. **Ambas estrategias deberían complementarse.**

Los programas de **monitoreo** designados para proteger la integridad del ecosistema deberían incluir: *indicadores de conformidad* (para investigar el grado en que se mantienen las condiciones previamente establecidas como aceptables); *indicadores de diagnóstico* (para determinar la causa de desviaciones fuera de los límites de las condiciones aceptables); e *indicadores tempranos de peligro* (para señalar cambios inminentes en las

condiciones ambientales, antes de que las condiciones inaceptables se presenten).

METODOLOGÍA

La presente investigación es **un estudio bibliográfico descriptivo**, con diseño y formatos establecidos, previa la obtención del título de Tecnólogo en Saneamiento Ambiental en la Facultad Ciencias de la Salud, Escuela de Nutrición y Salud Comunitaria de la Universidad Técnica del Norte.

Se utilizó el método **Inductivo**, para interpretar resultados de los textos y artículos analizados, para determinar de manera general las posibles causas que generan los efectos del problema objeto de investigación

TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN:

El presente trabajo, se basó en la investigación bibliográfica a través de las siguientes técnicas:

* **Técnica de Recopilación de Datos**, el estudio se fundamenta en la investigación de textos escritos y de internet, para tener una visión general del problema y cumplir con los objetivos planteados.

* **Técnica Descriptiva**, porque señala las características del objeto sin llegar a profundizar sus causas.

* **Técnica Explicativa**, porque determina las causas que origina la presencia del fenómeno estudiado.

* **Técnica de Observación**, porque permitió observar directamente en los lagos de la provincia de Imbabura, algunos aspectos de la problemática estudiada.

APORTE CRÍTICO DEL ESTUDIANTE

Si bien la eutrofización de los lagos es un proceso natural debido al enriquecimiento excesivo de nutrientes, los aportes adicionales de origen antropogénico (“**causados por el hombre**”) coadyuvan al empeoramiento de este problema cuando existen cambios producidos por obras ejecutadas en el contorno de nuestros ambientes acuáticos.

Considerando al fenómeno eutrofización, un problema crítico que afecta a la integridad del medio natural y por ende a la salud de todos los seres vivos, se debe considerar la imperiosa necesidad de asumir la responsabilidad para mantener y preservar nuestro ambiente natural.

El lago Yahuarcocha, un importante centro turístico de la zona norte del país, situado a 3 Km. del cantón Ibarra, es un ejemplo palpable del desagradable **proceso de eutrofización**, el cual afecta de forma generalizada a todos los **lagos eutróficos** (ricos en nutrientes) con **efectos similares**. Este lago puede ser considerado **zona sensible** (puesto que se ha determinado su estado de eutrofización), producto de varias fuentes naturales y antropogénicas que aportan una gran cantidad de nutrientes que alteran el cuerpo de agua, entre las que tenemos: sedimentos provenientes del escurrimiento de precipitaciones que se descargan al lago por sus tres principales entradas, las Quebradas de Manzanahuayco - Santo Domingo, Polo Golo y San Antonio, la infiltración de aguas residuales provenientes de los asentamientos que se encuentran bajo la cota inferior del contorno del lago, aporte de nutrientes de vertidos nitrogenados y fosfatados producto de la actividad agrícola en los alrededores del cuerpo de agua, los desechos orgánicos producidos por el desarrollo de las diferentes actividades comerciales.



Quebradas que inciden en el aporte de nutrientes al lago Yahuarcocha.



Actividades agrícolas y comerciales que facilitan el aporte de nutrientes.

Independientemente de la entrada de nutrientes existen otros factores que aceleran el **proceso de eutrofización**, como el depósito de desechos inorgánicos en el lago generados por la actividad turística y comercial, agotamiento de oxígeno por el excesivo crecimiento y putrefacción de plantas acuáticas, la turbiedad de las aguas producidas por sedimentos provenientes de la construcción de infraestructura de vivienda al contorno del lago. Agentes que en conjunto disminuyen la calidad del cuerpo de agua, rompen el equilibrio ecológico, poniendo en riesgo el ecosistema acuoso y la salud de la colectividad que acostumbra visitar este precioso ambiente natural.



“Varios estudios realizados en la Laguna de Yahuarcocha indican que el estado ambiental se encuentra en un grado de contaminación que llega a *niveles críticos*, lo que ha hecho que la calidad de agua no sea apta para el consumo humano, ha provocado la proliferación de algas y plantas acuáticas, se ha observado reducido el nivel de agua que ha ocasionado el proceso de degradación de las orillas y se ha visto incrementado la sedimentación con el transcurso de los años.” (17)

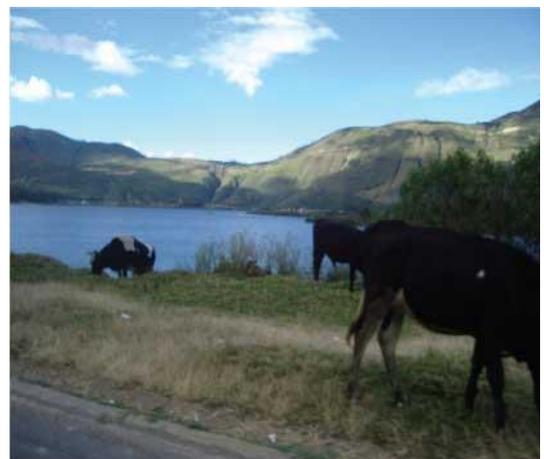
La Ilustre Municipalidad y la Empresa Municipal Fondo de Salvamento de Patrimonio Cultural del Cantón Ibarra (**FONSALCI**) a través de programas y proyectos de recuperación y manejo del lago Yahuarcocha, han mermando el efecto de **eutrofización** mediante la realización trabajos directos en el cuerpo de agua (dragado y eliminación de maleza nociva). Además, con el aporte y colaboración del El Programa de Cooperación “Gestión participativa, descentralización y desarrollo ambiental, salud, y turismo para el Municipio de San Miguel de Ibarra” (**PRODESIMI**), se ha logrado efectuar en el entorno del lago, la construcción de locales para el expendio alimentos, Baterías sanitarias, Juegos infantiles y recipientes de basura ecológicos, destinados a mejorar la belleza paisajística y sanitaria del lago. En la actualidad algunas de estas obras son utilizadas inadecuadamente y otras han sido destruidas y desatendidas en su cuidado y restauración.





Es lamentable que las acciones ejecutadas en favor de la preservación y mantenimiento de este ambiente natural, poco o nada parece interesar a la colectividad ibarreña y a las personas que lo visitan, ya que su finalidad en la mayoría de casos, es la satisfacción de necesidades individuales y colectivas de alimentación y esparcimiento; que de formas diversas son cubiertas por individuos dedicados a generar múltiples **actividades netamente turísticas y comerciales**, sin tomar en cuenta que en conjunto, el desarrollo de éstas contribuyen a la contaminación del lago y su entorno. Además, existen otras fuentes de contaminación como la actividad agrícola, ganadera y la infraestructura de vivienda.

Algunas actividades turísticas y comerciales en el Lago Yahuarcocha



Con el transcurso del tiempo, el interés frente a los aspectos contaminantes del lago, su preservación y mantenimiento, se ven opacados notoriamente por el factor económico generado por diversas actividades, que en la actualidad se desarrollan e incrementan sin el debido control.



En conclusión, la protección e integridad de los ecosistemas naturales locales, nacionales e internacionales, está en el accionar de todo ser humano que integra el ambiente, para lo cual es necesario la participación activa y en equipo de autoridades, **Instituciones educativas**, fundaciones y organismos seccionales e internacionales, organizaciones turísticas, asociaciones comerciales, y el aporte imprescindible de una sociedad consciente al momento de actuar en la preservación del medio del cual somos parte. Además, es necesario estudiar los procesos contaminantes que dan lugar a efectos nocivos que generan riesgos potenciales en el ambiente, y de esta forma procurar prevenir y eliminar secuelas, que en muchos de los casos pueden ser irreversibles.

CONCLUSIONES

- * La **eutrofización** se ha convertido en uno de los principales factores de contaminación ambiental, lo que viene afectando a gran parte de ecosistemas acuáticos.
- * La contaminación de los lagos acelera la parcial o total desaparición de especies de los diferentes sistemas acuáticos, a más de las múltiples actividades que se desarrollan en su entorno.
- * Las causas naturales y antropogénicas de la eutrofización convierten a un medio acuático en una zona deteriorada, ocasionando un desequilibrio ecológico en el ambiente, con efectos que en diversos casos pueden ser irreversibles.
- * Las medidas de prevención son indispensables para evitar los fenómenos de la eutrofización que ponen en riesgo la integridad de nuestro entorno natural.
- * El proceso contaminante de eutrofización acarrea efectos perjudiciales para la salud de la población que se encuentra en contacto con los ecosistemas acuáticos.
- * **Cuidar del medio natural es una forma de preservar la vida de las actuales y futuras generaciones.**

RECOMENDACIONES

- * Los organismos competentes deberían implementar programas educativos para la población, difundiendo por los diferentes medios de comunicación la importancia de proteger la integridad de los ecosistemas acuáticos en todas sus áreas.
- * Monitorear en forma permanente las posibles causas que pueden contaminar los lagos, para establecer los mecanismos preventivos frente a los contaminantes ambientales.
- * Debe existir el compromiso formal de los organismos competentes para crear y aplicar políticas protectoras del ambiente natural, mediante la formulación de ordenanzas que comprometan la participación de la sociedad en general.
- * Los Gobiernos locales y nacionales a través de gestiones oportunas, deben facilitar y asignar los recursos económicos necesarios para la protección del ambiente.
- * Prevenir y reducir la contaminación de los ambientes lacustres, con la participación de los diferentes sectores sociales, estableciendo convenios locales, nacionales e internacionales, con organismos defensores del ambiente.
- * **El ser humano debe respetar el ambiente natural, vivir en armonía, satisfacer sus necesidades sin descuidar las de las generaciones futuras, ya que su contaminación, depredación y sobreexplotación provocan índices alarmantes de hambre colectiva y pobreza.**

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1.- ATLAS DE ECOLOGÍA. 1998, Nuestro planeta, Cultural de Ediciones S.A. Madrid, España.
- 2.- Atlas Mundial del MEDIO AMBIENTE. 1995, Preservación de la Naturaleza, CULTURAL, S. A. Madrid, España.
- 3.- Axelrod, H. 2001. Peces y acuarios ver y conocer. 3° edición, Editorial Hispano Europea, S. A.Barcelona, España.
- 4.- BERT, Salomón. 2002. Enciclopedia Temática Brújula.
- 5.- CARDONA, María y otros. 1998. Diccionario enciclopédico Larouse. 3° Edición, . Ediciones Larouse, Bogotá, Colombia.
- 6.- COLINVAUX, Paúl. 1980, Introducción a la Ecología, 1° Edición, Editorial Limusa S.A. México, México.
- 7.- CURTIS, Helena y otros. 2001, Biología. 6° Edición en español. Editorial Panamericana. Buenos Aires, Argentina.
- 8.- DA ROS, Guiseppina. 1995, La Contaminación de Aguas en Ecuador, Ediciones Abya-yala, Quito, Ecuador.
- 9.-Enciclopedia Microsoft Encarta Interactivo 2005
- 10.- Enciclopedia Salvat. 1983, Salvat Editores, Contaminación, TOMO 3.
- 11.- Enciclopedia Temática Ilustrada. 1983, TOMO: El mundo de la ciencia, Nauta Editores.
- 12.- ESTRELLA, Rodrigo. 1999. TEXTO DE BIOLOGÍA Y ECOLOGÍA, 1° Edición, RADMANDÍ PROYECTOS EDITORIALES, Impreso por Quebecor Impreandes, Colombia.
- 13.- Ilustre Municipio de Ibarra. 2000. Plan de Recuperación de la Laguna de Yahuarcocha.
- 14.- MARTÍNEZ, Alexandra. 1995, La construcción del significado de ser hombre y ser mujer en las labores vinculadas a la producción de las esteras. Tesis de Maestría en Antropología. Quito, Ecuador: Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales.
- 15.- MARRERO, Levis. 1968. La Tierra y sus Recursos. 13° Edición. Caracas – Venezuela. Editorial Cultural Venezolana.

- 16.- NEBEL; Bernard y otro. 1999, CIENCIAS AMBIENTALES Ecología y desarrollo sostenible, 6° edición, Cámara Nacional de la Industria Editorial Mexicana, México, México.
- 17.- Plan de Recuperación de la Laguna de Yahuarcocha 2000 I. Municipio de Ibarra.
- 18.- PODUM, Eugene. 1972. Ecología. 3° Edición, . Editorial Interamericana, México, México.
- 19.-SIERRA, Rodrigo. 1999. Propuesta preliminar de un sistema de clasificación de vegetación para el Ecuador continental. Proyecto INEFAN/GEF-BIRF y Ecociencia Relaciones de género en la producción de totora y el tejido de esteras en la laguna de Yahuarcocha, Quito, Ecuador.
- 20.- TURK, Amos y Otros. 1981, Tratado de Ecología, 2° Edición, Nueva Editorial Interamericana S.A. México, México.
- 21.- VÁSQUEZ, Guadalupe. 2001, Ecología y Formación Ambiental, 3° Edición, Mc Graw-Hill Interamericana Editores S.A. México, México.
- 22.- WILD, Leonardo. 1999, Ecología al rojo vivo, Editorial Ecuador F.B.T. Cía. Ltda. Quito, Ecuador.
- 23.- REPORTAJE **¿Que es la eutrofización?** Disponible en:
http://www.sierradebaza.org/reportajes/reportaje_eutrofizacion/reportaje_eutrofizacion.htm
- 24.- Documento **IMPACTOS EN LA HIDROSFERA**. Disponible en:
www.iestierra.com/Impactosenlahidrosfera.doc
- 25.- Artículo **oxígeno disuelto**. Disponible en:
[disueltohttp://www.ciese.org/curriculum/dipproj2/es/fieldbook/oxigeno.shtml](http://www.ciese.org/curriculum/dipproj2/es/fieldbook/oxigeno.shtml)
- 26.- Ecogestionar-**Consultora Ambiental**. Disponible en:
<http://www.ecogestionar.com.ar/paginas/novedades-depuradora2.html>
- 27.- Libro electrónico **CIENCIAS DE LA TIERRA Y DEL MEDIO AMBIENTE Eutrofización**, Disponible en:
<http://www.tecnun.es/asignaturas/Ecologia/Hipertexto/11CAgu/150Eutro.htm>
- 28.- Artículo **contaminación de las aguas**. Disponible en:
<http://html.rincondelvago.com/contaminacion-de-las-aguas.html>
- 29.- Documento **Ciclo del fósforo**. Disponible en:
<http://www.lenntech.com/espanol/ciclo-fosforo.htm>

30.- Enciclopedia virtual Wikipedia, lagos. Disponible en:

<http://es.wikipedia.org/wiki/Lago>

31.- Artículo de **Ecología**. Disponible en:

<http://www.tecnun.es/Asignaturas/Ecologia/Hipertexto/11CAgu/>

[150Eutro.htm#Nutrientes%20que%20eutrofizan%20las%20aguas](http://www.tecnun.es/Asignaturas/Ecologia/Hipertexto/11CAgu/150Eutro.htm#Nutrientes%20que%20eutrofizan%20las%20aguas)

32.- **Diccionario Ecológico**. Disponible en: <http://www.ambiente-ecologico.com/ediciones/diccionarioEcologico/diccionarioEcologico.php3>

33.- **Glosario de Términos Ambientales**. Disponible en:

http://www.jmarcano.com/glosario/glosario_e.html

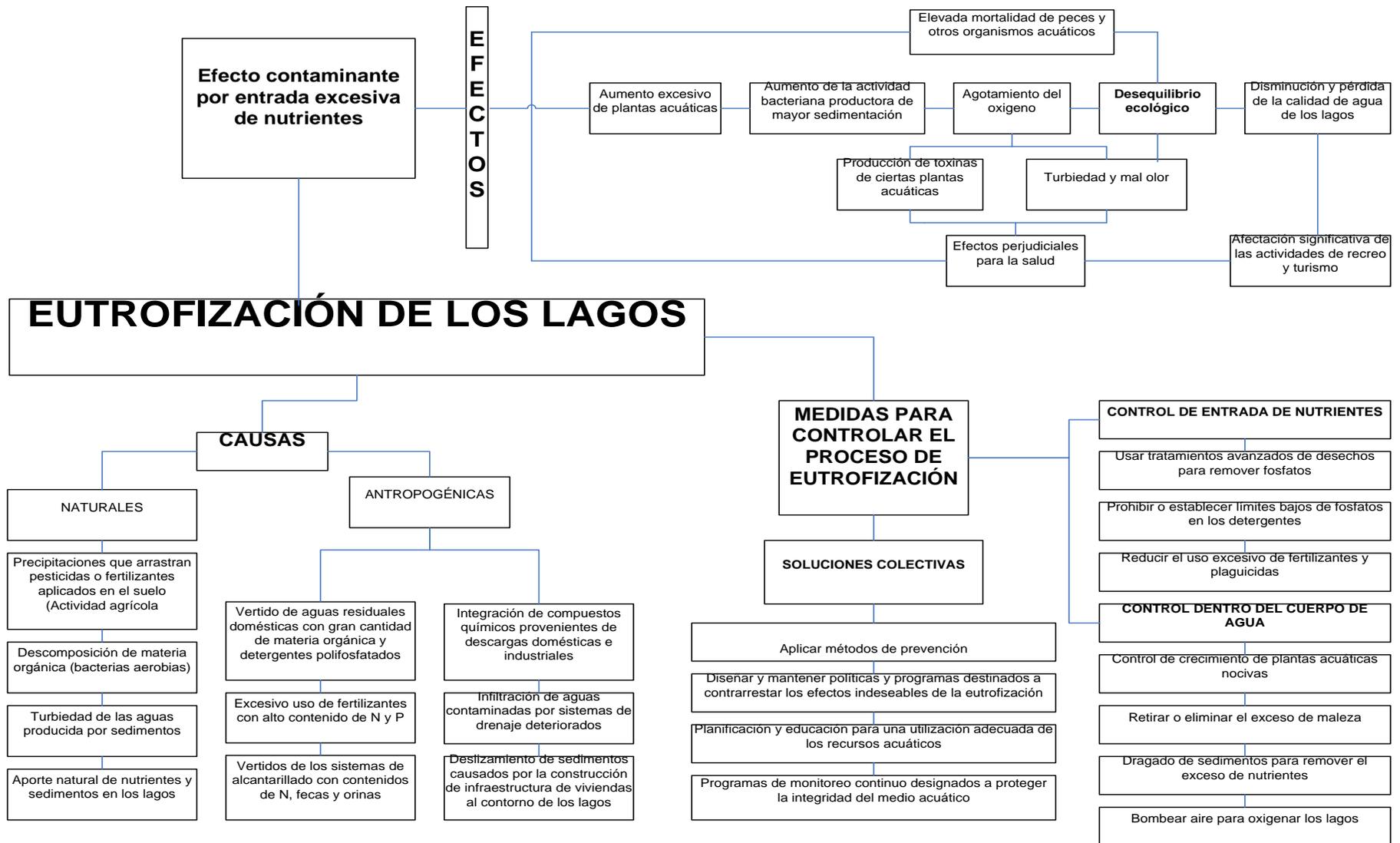
34.- Artículo **EUTROFIZACION**. Disponible en:

<http://es.wikipedia.org/wiki/Eutrofizaci%C3%B3n>

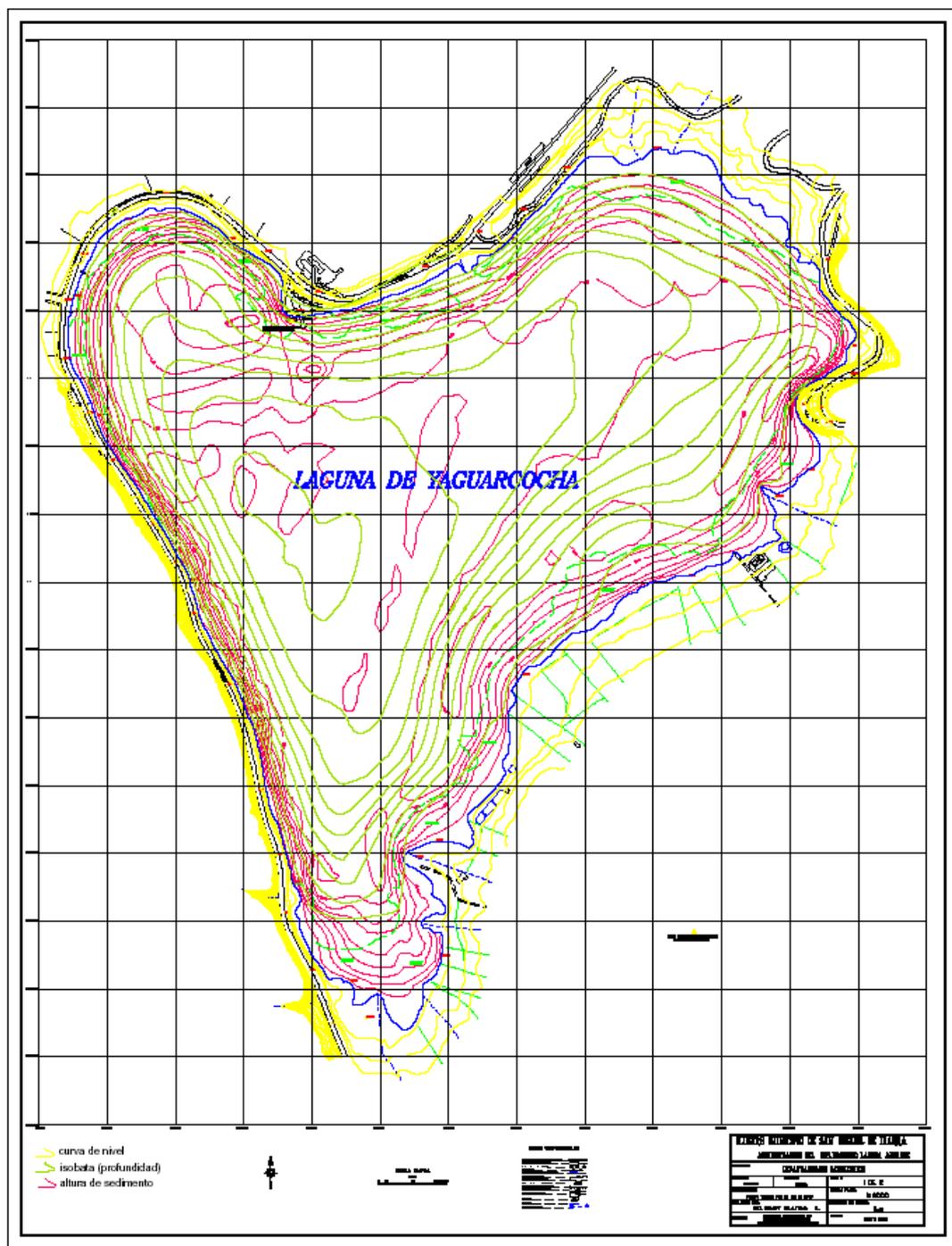
35.- Artículo **Contaminación del agua**. Disponible en:

http://www2.udec.cl/~lpalma/documentos/cont_agua.htm

ANEXOS



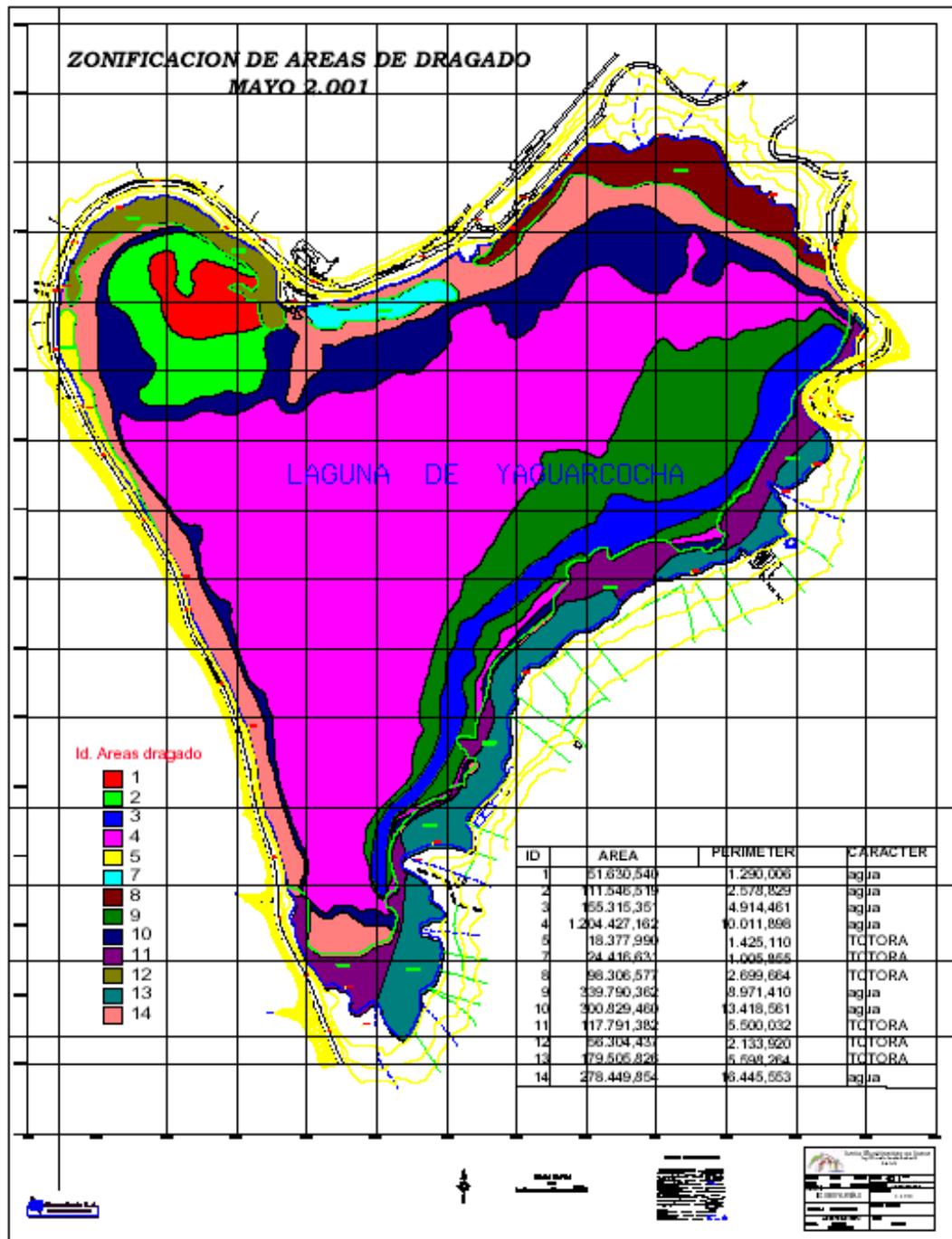
LEVANTAMIENTO BATIMÉTRICO DEL LAGO YAHUARCOCHA



Referencia informativa I. Municipio de Ibarra. (FONSALSI)

PROYECTO LEVANTAMIENTO BATIMÉTRICO LAGO YAHUARCOCHA

Zonificación de áreas de dragado



Referencia informativa I. Municipio de Ibarra. (FONSALCI)



Eliminación de maleza nociva (Lago Yahuarcocha)



Separación de sedimentos (Lago Yahuarcocha)



Draga (De la Empresa Municipal Fondo de Salvamento de Patrimonio Cultural del Cantón Ibarra /FONSALCI)



Trabajos de dragado (Laguna de Colta-Chimborazo) draga FONSALCI

DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

A

Acciones antrópicas

Acciones realizadas por la especie humana. Del griego anthropos (hombre).

Acidez

Son ácidas las disoluciones que tienen un pH menor que 7. Esto significa que su concentración de iones H_3O^+ es mayor que la de iones OH^- . Las disoluciones ácidas corroen los metales, tienen un sabor picante característico (ej.: limón, vinagre, etc.) y pueden producir quemaduras y otros daños si se ponen en contacto con la piel, cuando el pH es muy bajo.

Acuífero

acumulación de agua subterránea que impregna una capa de terreno impermeable. Se suele situar sobre una capa de materiales impermeables (arcilla o pizarra). Puede estar o cubierto con otra capa impermeable, en cuyo caso se llama acuífero o manto freático confinado.

Aerobio

Proceso que tiene lugar en presencia de oxígeno. En las zonas de las plantas depuradoras en las que tiene lugar este proceso se mantiene el agua fuertemente agitada para que haya abundante oxígeno en el agua y las bacterias puedan realizar sus procesos metabólicos.

Amoníaco

El amoníaco es un compuesto químico cuya molécula consiste en un átomo de nitrógeno (N) y tres átomos de hidrógeno (H) de acuerdo a la fórmula NH_3 . El amoníaco, a temperatura ambiente, es un gas incoloro de olor muy penetrante y nauseabundo. Se produce naturalmente por descomposición de la materia orgánica y también se fabrica industrialmente. Se disuelve fácilmente en el agua y se evapora rápidamente.

Anaerobiosis

Procesos metabólicos que tienen lugar en ausencia de oxígeno. Si es anaerobiosis estricta significa que el oxígeno impide el proceso.

Anión

Un anión es un ion (sea átomo o molécula) con carga eléctrica negativa, es decir, con exceso de electrones. Los aniones se describen con un estado de oxidación negativo.

Anóxico

En ausencia de oxígeno.

B**Batimétrico**

Que tiene relación con la profundidad.

Biocenosis

Es la comunidad: el conjunto de seres vivos de un ecosistema.

Biogás

Gas combustible, mezcla de metano con otras moléculas, formado en reacciones de descomposición de la materia orgánica (biomasa)

Biosfera

Todos los organismos vivos de la Tierra. Reúne, por tanto, a todas las comunidades.

Biotopo

Se suele denominar así al substrato no vivo del ecosistema, es decir al conjunto de todos los elementos abióticos (no vivos).

Biomasa

El volumen o masa total de los organismos vivos de una comunidad o ecosistema.

C

Cadena alimenticia

Pasos secuenciales que siguen los organismos desde productores a consumidores, alimentándose a variados niveles tróficos.

Clima

Es una media de los tiempos meteorológicos de una zona a lo largo de varios años. Para definir un clima se suelen usar medias de temperatura, precipitación, etc. de veinte o treinta años. Un clima es, por ejemplo, el mediterráneo, caracterizado por veranos cálidos y secos, inviernos tibios y lluvias, a veces torrenciales, en otoño y primavera. **Tiempo meteorológico** es la situación actual de la atmósfera en un lugar determinado. Está caracterizado por una combinación local y pasajera de temperatura, presión, humedad, precipitaciones, nubosidad Es cambiante en cuestión de horas o días. Tipos de tiempo son, por ejemplo: borrascoso, caluroso, lluvioso, etc.

Colmatar

Rellenarse un terreno con sedimentos arrastrados por las aguas.

Comunidad

Todos los organismos vivos que se encuentran en un ambiente determinado. Incluye, por tanto, todas las poblaciones de las diferentes especies que viven juntas. Por ejemplo la comunidad de una pradera estará formada por todas las plantas, animales, bacterias, hongos que se encuentran en el lugar ocupado por la pradera.

Contaminación

Cualquier alteración física, química o biológica del aire, el agua o la tierra que produce daños a los organismos vivos.

Contaminación por fuentes no puntuales

Contaminación causada por residuos llevados a arroyos, lagos y estuarios por agua superficial; y a zonas de aguas freáticas por filtración y percolación. Estos contaminantes no provienen directamente de una tubería o canal.

Contaminante primario

Sustancias producidas en las actividades humanas o en la naturaleza que entran directamente en el aire alterando su composición normal.

Contaminante secundario

Sustancia que se forma en la atmósfera cuando algún contaminante primario reacciona con otros componentes del aire.

Convección

Corrientes circulares que transportan calor y materia que se forman en un fluido cuando hay diferencias de temperatura.

Cuenca endorreica

Espacio que estaba situado entre montañas y que se ha ido rellenando con los materiales erosionados. En la planicie que va quedando es frecuente que se formen lagos de corta vida.

Cuenca hidrográfica

Territorio que contribuye con aguas de escurrimiento a un mismo río, lago o mar.

D

Demanda Biológica de Oxígeno: DBO

Es el oxígeno que se consume en un determinado volumen de agua en un plazo fijo de tiempo de tiempo (5 días), a una temperatura estándar (15°C y en condiciones de oscuridad. Nos indica la materia orgánica presente en el agua, porque cuanto más hay, más activas estarán las bacterias aerobias, y más oxígeno se consumirá. Por tanto si la DBO es alta indica contaminación y mala calidad de esta agua y al revés.

Desarrollo sustentable

La satisfacción de necesidades actuales sin comprometer la habilidad de futuras generaciones para satisfacer las suyas propias.

Desequilibrio Ecológico

Es una situación de desajuste o alteración de las relaciones de interdependencia entre los componentes naturales que conforman el ambiente.

Detritívoros

Que comen detritos, es decir restos dejados por los organismos vivos. Los detritívoros que, como los hongos y las bacterias, descomponen la materia orgánica se suelen llamar también degradadores.

Diatomea

Algas microscópicas formadas por dos valvas acopladas entre sí de modo similar al de las placas de Petri. Sus formas y dibujos son muy espectaculares

Digestor anaeróbico

Depósito cerrado en el que se mantiene un tiempo a los lodos procedentes de la fase aeróbica de la depuradora. En él actúan bacterias en ausencia de oxígeno y se termina de digerir la materia orgánica que traía el agua.

Dragar

Ahondar y limpiar con draga los lagos, embalses, canales, ríos, etc.

E**Ecología**

Del griego "eco" que significa casa y "logos": estudio. Haeckel empleó esta palabra por primera vez, en el siglo XIX.

Ecosistema

Son zonas de vida, totalidad de plantas, animales, microorganismos en interacción con su medio ambiente y entre sí.

Elemento radiactivo

Isótopos de los elementos químicos que emiten radiación. La radiación liberada puede ser partículas alfa o beta o rayos gamma.

Escorrentía

Se usa este término para llamar al agua que resbala por encima del terreno hasta llegar a los cauces de arroyos y ríos.

Especies endémicas

Que sólo se encuentran en ese lugar.

Eutrofización

Palabra procedente del griego que significa "bien alimentado".

Eutrófico

Lago o pantano con abundancia de nutrientes que favorecen el crecimiento de las algas y otros organismos. El resultado es que cuando mueren van al fondo y en su putrefacción se consume el oxígeno y se generan malos olores y se degrada el agua. (Ver capítulos 6 y 12)

F

Fitoplancton

Organismos microscópicos vegetales que flotan en los ecosistemas acuáticos.

Fitófagos

Animales que se alimentan de plantas

G

Geotermal

Calor en el interior de la Tierra. El aumento de temperatura al ir profundizando es especialmente alto junto a las zonas volcánicas

Gramíneas

Nombre botánico del grupo de plantas formado por las hierbas.

Guano

Materia formada por la acumulación de excrementos de las aves marinas en las costas de Perú y norte de Chile. Se emplea como abono por su riqueza en materia orgánica y en compuestos nitrogenados.

H

Herzio

Medida de frecuencia. Número de ciclos de onda por segundo

Hidrocarburos

Compuestos orgánicos formados por carbono e hidrógeno. Los átomos de C pueden formar largas cadenas. Así, por ejemplo, el hidrocarburo más

sencillo es el CH₄ (metano). La gasolina C₈H₁₈ está formada principalmente por diferentes isómeros del octano.

Hábitat

Lugar en el que vive un organismo. Por ejemplo, el hábitat de la lombriz de tierra es el subsuelo.

I

Intrusión

Designa la entrada de algún material en otro.

Isótopo

Elementos químicos que tienen el mismo número atómico pero distinta masa atómica, porque tienen distinto número de neutrones. Muchos elementos químicos tienen algún isótopo que es radiactivo, es decir que es inestable y se va descomponiendo en otros elementos liberando radiactividad.

L

Limnología

Es la rama de la ecología que estudia los ecosistemas acuáticos continentales (lagos, lagunas, ríos, charcas, marismas y estuarios), las interacciones entre los organismos acuáticos y su ambiente, que determinan su distribución y abundancia en dichos ecosistemas.

Lux

Unidad de iluminancia del Sistema Internacional de unidades. Corresponde a un lumen por cada m².

Luz polarizada

Luz que oscila en un plano

M

Manejo medio ambiental

Consiste en la formulación de estrategias en las que los recursos de un ecosistema dado pueden ser utilizados de una manera ecológicamente eficiente y sosteniblemente.

Mercurio

Metal pesado plateado que a temperatura ambiente es un líquido inodoro (que no tiene olor). Es insoluble en agua y soluble en ácido nítrico. Cuando aumenta su temperatura produce vapores tóxicos y corrosivos, más pesados que el aire. Es dañino por inhalación, ingestión y contacto. Producto muy irritante para la piel, ojos y vías respiratorias.

Microorganismo patógeno

Bacteria, virus u otros organismos de tamaño microscópico que causan enfermedades

mm

Forma de medir las precipitaciones de lluvia o nieve o la evapotranspiración. Corresponde a la altura de agua que se evapora o cae sobre el terreno. En número es igual al de litros por m², porque si llueve un litro en 1 m² significa que sobre ese terreno se deposita una capa de 1 mm de agua (1 mm · 1 m² = 1 litro)

N

Neutralización

Proceso por el que una disolución ácida o básica pasa a ser neutra. Las disoluciones ácidas se neutralizan con disoluciones básicas y al revés.

Nitratos

Compuestos químicos utilizados como fertilizantes en la agricultura. Son una fuente importante de contaminación difusa. En concentraciones altas pueden provocar daños a la salud, especialmente a los niños.

Nivel freático

Superficie que separa la zona del subsuelo inundada con agua subterránea de la zona en la que las grietas están rellenas de agua y aire.

Nutriente

Un **nutriente** es un elemento o compuesto químico necesario para la fisiología o el metabolismo de un ser vivo. Los nutrientes orgánicos son los carbohidratos, grasas, proteínas o aminoácidos, y vitaminas. Los nutrientes inorgánicos son generalmente minerales.

O

Oligotrófico

Lago o pantano con aguas pobres en nutrientes. Sus aguas son claras y transparentes.

Oxidación (respiración plantas)

Es el proceso fisiológico por medio del cual las plantas intercambian dióxido de carbono (CO_2) por oxígeno (O_2). Mediante este importante proceso la planta es capaz de realizar la fotosíntesis.

Oxidante

Que provoca la oxidación, es decir la combinación con oxígeno o, más en general, la cesión de electrones.

Oxígeno Disuelto

OD: Es la medida del oxígeno disuelto en el agua, expresado normalmente en ppm (partes por millón). La solubilidad del oxígeno en el agua depende de la temperatura: a mayor temperatura menos oxígeno se disuelve. Por otra parte si el agua está contaminada tiene muchos microorganismos y materia orgánica y la gran actividad respiratoria disminuye el oxígeno disuelto. Un nivel alto de OD indica que el agua es de buena calidad

P

pH

(de factor de Hidrogeniones. Factor escrito como phaktore). Es un número que nos indica la concentración de hidrogeniones de una disolución. Dado un pH cualquiera, por ejemplo, 7, la concentración de iones H_3O^+ será de 10 elevado a - el número de pH, por ejemplo, en este caso: 10^{-7} . Si el pH es 7 la disolución es neutra (igual número de iones H_3O^+ que de iones OH^-). Si el pH es mayor que 7 la disolución es básica, también llamada alcalina; y si el pH es menor que 7 la disolución es ácida

ppm

Partes por millón. Forma de medir concentraciones pequeñas. 300 ppm equivalen a 0,03%.

Preservación

Medidas para mantener las condiciones que propicien la evolución y continuidad de los ecosistemas y habitats naturales, así como para conservar las poblaciones viables de especies en sus entornos naturales y los componentes de la biodiversidad fuera de sus habitats naturales.

Q

Quelantes

Sustancias químicas que provocan que partículas pequeñas se unan entre sí para formar una mayor que precipita con más facilidad. También se suelen llamar floculantes.

Química

Estudio de la composición, estructura y propiedades de la materia, como los cambios que ésta experimenta durante reacciones químicas. Históricamente

R

Recurso natural

Elemento natural susceptible de ser aprovechado en beneficio del hombre.

Reductor

Ambiente o sustancia química que induce la reducción mientras el se oxida.

S

Silvicultura

Técnica del cultivo y trabajo de los bosques. Explotación forestal.

Sotobosque

Arbustos, matorrales y otras plantas que se sitúan debajo de los árboles del bosque.

T

Tóxico

Sustancias que pueden causar perturbación o daño sobre una especie animal o vegetal.

Tráfico

Del griego "tropho" que significa alimento.

U

Utilización sostenible

Utilización de componentes de la diversidad biológica de un modo y a un ritmo tal que no ocasione la disminución a largo plazo de la diversidad biológica, con lo cual se mantienen las posibilidades de ésta de satisfacer las necesidades y las aspiraciones de las generaciones actuales y futuras.

V

Valorización de residuos

Se denominan así a los procesos que permiten aprovechar los residuos para obtener de ellos nuevos productos u otros rendimientos útiles.

W

Watio

Unidad de potencia correspondiente a 1 julio por segundo.

Z

Zonificación

Se refiere al elemento esencial y primordial para el diseño de áreas geográficas protegidas y define cuales son los destinos actuales o potenciales de cada espacio territorial

Zooplankton

Organismos microscópicos animales que flotan en los ecosistemas acuáticos.