

## CAPÍTULO II

### REVISIÓN DE LITERATURA

#### 2.1 CUENCAS HIDROGRÁFICAS

Para Spiegel, *et al.* (1998), las cuencas hidrográficas son las primeras afectadas por la contaminación de las aguas superficiales. Una cuenca hidrográfica se define como un área de la superficie de la tierra donde las aguas hidrológicas llegan, se acumulan, se utilizan, se extraen y en algunos casos se vierten a los arroyos, ríos, lagos u otras masas de agua. La contaminación dentro de estos sistemas de drenaje procede de las siguientes fuentes: fuentes localizadas, fuentes no localizadas (dispersas) e intermitentes. Cuando las fuentes antes mencionadas vierten residuos nocivos a cursos de agua u otras masas de agua, se convierten en los contaminantes. Estos contaminantes pueden dividirse en:

- **Contaminantes degradables (no permanentes):** impurezas que se descomponen sustancias inofensivas o que pueden eliminarse con tratamiento como, por ejemplo, ciertos materiales orgánicos y químicos, residuos domésticos, calor, nutrientes, vegetales, gran parte de las bacterias y virus o ciertos sedimentos.
- **Contaminantes no degradables (permanentes):** impurezas que permanecen en el medio acuático y no reducen su concentración salvo por dilución o por eliminación mediante tratamiento como, por ejemplo, ciertos productos químicos orgánicos e inorgánicos, sales o suspensiones coloidales.

- **Contaminantes peligrosos transportados por el agua:** formas complejas de residuos nocivos entre los que se encuentran metales traza tóxicos y ciertos compuestos inorgánicos y orgánicos.
- **Contaminantes radionucleicos:** material que procede de una fuente radiactiva.

## 2.2 CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN DEL AGUA

El enfoque del control de la contaminación del agua sería la completa eliminación del vertido de contaminantes, pero desde el punto de vista económico casi nunca es factible. Lo más utilizado es imponer ciertos límites al vertido de residuos para asegurar una protección razonable de la salud humana y del medio ambiente, Estos límites se basan en designaciones de usos de las diferentes masas de agua. (Spiegel, *et al.* 1998).

### 2.2.1 Designaciones de uso como abastecimiento de agua

El uso como abastecimiento de agua designa como: *agua potable*, con un tratamiento convencional, son aptas para el consumo humano, *uso agrícola* sin tratamiento, son aptas para el riego y consumo animal y *uso industrial y comercial* aguas que, con o sin tratamiento son aptas para uso industrial y comercial.

### 2.2.2 Designaciones de usos para actividades recreativas

El uso del agua para actividades recreativas designa como: *Aguas para baño*, durante ciertas épocas del año son aptas para práctica de natación con una calidad de agua homologada y en las que existen condiciones e instalaciones de seguridad y *Contacto primario*, durante ciertas épocas del año son aptas para practicar actividades recreativas que implican un contacto total del cuerpo con el agua, como, por ejemplo, la natación y el submarinismo y que suponen un riesgo mínimo para la salud pública por la calidad del agua.

### **2.2.3 Criterios para el Control de la Contaminación**

Los criterios de calidad de agua consisten en límites cualitativos y directrices para controlar los elementos químicos, biológicos y tóxicos en las masas de agua de los cuales pueden distinguirse tres clases de criterios aplicados a los compuestos químicos y según las limitaciones en el consumo y la exposición, (Spiegel, *et al.* 1998).

Clase 1.- Con la finalidad de proteger la salud humana los criterios deben ser de acuerdo con las recomendaciones de las administraciones sanitarias, la OMS y organizaciones reconocidas en el campo de la investigación sanitaria.

Clase 2.- Con la finalidad de controlar los abastecimientos de agua para actividades agrícolas deben basarse en estudios científicos reconocidos y en recomendaciones para proteger posibles efectos nocivos.

Clase 3.- Los criterios con finalidad de proteger la vida acuática deben basarse en estudios científicos reconocidos sobre la sensibilidad de las especies a productos químicos específicos y con relación al consumo humano de peces y mariscos.

Según Spiegel, *et al.* (1998), las masas de agua a las que se les designa un uso deben controlarse de acuerdo con la normativa vigente, que puede establecer criterios numéricos básicos y otros más detallados.

En la práctica y en la medida de lo posible, todas las masas de agua deben cumplir los criterios básicos: ausencia de sólidos en suspensión y que al sedimentarse formen masas de lodo putrefacto, que afecte negativamente a la vida acuática, ausencia de residuos flotantes, aceites, espuma u otras sustancias o materiales flotantes y que produzcan color, olor u otras concisiones desagradables, ausencia a de materiales en concentraciones tóxicas o nocivas para la vida humana, animal o acuática y ausencia de nutrientes en concentraciones que causen un crecimiento anormal de plantas acuáticas y algas.

## **2.3 HUMEDAL**

Los humedales son áreas que se encuentran saturadas por aguas superficiales o subterráneas. Muestran una gran diversidad de acuerdo con su origen, localización geográfica, régimen acuático y químico, vegetación dominante y características del suelo o sedimentos. Puede existir así mismo una variación considerable en un mismo humedal y entre otros diferentes pero cercanos unos de otros, formando no sólo ecosistemas distintos, sino paisajes totalmente diferentes.

Los humedales tienen tres funciones básicas que los hacen tener un atractivo potencial para el tratamiento de aguas residuales, son estas: fijar físicamente los contaminantes en la superficie del suelo y la materia orgánica, utilizar y transformar los elementos por intermedio de los microorganismos y, lograr niveles de tratamiento consistentes con un bajo consumo de energía y bajo mantenimiento (Geocities).

### **2.3.1 Laguna de Yahuarcocha**

La Laguna de Yahuarcocha tiene una antigüedad de 12.000 años. Pertenece al período post máximo glacial. Es una laguna eutrófica.

El paisaje natural lo conforman varias lomas y miradores localizadas hacia el costado sur occidente, las mismas que están erosionadas en su mayor parte. Por otro lado, el relieve que rodea a la laguna presenta ondulaciones con pendientes fuertes y escarpadas.

El panorama que existe responde a la presencia de varios cauces de alimentación como son la acequia o canal de conducción que trae las aguas desde el río Tahuando, cuyo caudal depende de la estación climática; en igual forma, apreciamos las vertientes de las quebradas de Manzana Huayco y Polo.

En las orillas de la laguna se encuentran cultivos, frutales y en varios lugares plantas de totora. Además, en la parte este de la laguna se han construido sitios para recreación infantil.

La laguna de Yahuarcocha en los últimos años se ha convertido uno de los principales sitios turísticos que tiene la provincia de Imbabura, debido a que se ha incrementado su infraestructura de restaurantes y adecuación de otros locales para atender el crecimiento desmedido de turistas (cerca de 10.000 personas durante el fin de semana), que han generado también problemas de contaminación, por las descargas de aguas servidas y problemas con los desechos sólidos.

En el ecosistema de la laguna existe especies de: *Acacia sp.*, *Persea americana*, *Pisum sativum*, *Agave americana*, *Asplenium aethiopicum*, *Bacharis floribunda*, *Scirpus sp.*, *Sida rhombifolia*, *Thypha sp.*, *Eucaliptus globulus*, *Inga edulis*, *Ricinus comunis*, *Euphorbia cestrifolia*, *Eichomea crassipess*, *Plantago mayor*, *Zea mays*, *Schinus molle*, *Mimosa quitensis*, *Juglans neotropica*, *Salix sp.*, *Croton wagnerii*, *Solanum tuberosum*, *Erithrina edulis*, *Penisetum clandestinum*, *Scirpus totora*, *Trifolium repens*, *Opuntia sp.*, *Cereus sp.* *Euphorbia laurifolia* Juss., *Thillandsia recurvata*, *Acacia macrantha*, *Sida cordifolia*.

Entre la fauna presente en la laguna de Yahuarcocha: *Tilapia monambica*, *Tilapia melanopleura*, *Tilapia milotica*, *Cairina moscata*, *Falco sparverius* Quilico, *Buteo magnirostris*, *Cyanicollis sp.*, *Zenaida auriculata*, *Pyrocephalus rubinus* Pájaro brujo o rojo, *Phecticus sp.* Huirakchuro, *Bulbuscus ibis*, *Zonotrichia capensis* Gorrión, *Nothiochelidon sp.*, *Streptoprocne zonaris* Vencejo, *Anas andinum* Pato punteado / Garceta Andina, *Anas georgica* Ánade piquiamarillo, *Oxyura ferrugineo* Pato rojizo andino, *Bulbuscus ibis* Garza común o garceta boyera, *Ardea alba* Garza real, *Egretta thula* Garza con copete, *Fulica ardesiaca* Focha andina, *Gallinula chloropus* Gallareta común. Escamosos saurios o lagartijas: *Enyalioides Microlipis*, *Anuros Mylidae*, *Gastroteca Riobambae* Sapo Verde, *Marsupiales Didelphis azarae* Raposa, *Sylvilagus brasiliensis* Conejo.

### **2.3.1.1 Antecedentes**

En septiembre del 2009, el Concejo Municipal de Ibarra declaró la emergencia para la Laguna de Yahuarcocha, por los múltiples problemas de contaminación registrados. Luego fue elevada a Decreto de Emergencia, por parte del Presidente de la República.

Según funcionarios del Gobierno Autónomo Descentralizado de San Miguel de Ibarra 2011, el 30 de Noviembre del 2010 se suscribe el Convenio de Participación Institucional entre el Ministerio del Ambiente, La Dirección Provincial Ambiental de Imbabura y la Ilustre Municipalidad de Ibarra, para la recuperación de la Laguna Yahuarcocha a través del Proyecto Manejo Integral y Conservación de la Laguna de Yahuarcocha, por un monto aproximado de \$ 1'500.000,00. Entre las primeras acciones están: ubicar una planta de tratamiento para las aguas servidas, un sistema de dragado, proyecto de reforestación, establecer un programa productivo, sistemas agroforestales, instalación de laboratorios, además de un proceso de capacitación y otras actividades.

La laguna de Yahuarcocha se encuentra afectada por las aguas servidas de la comunidad cercana a la laguna (San Miguel de Yahuarcocha) que no son tratadas, se recolectan con una red de alcantarillado tipo sanitario, misma que descarga hacia un canal que evacúa dichas aguas hacia el río Tahuando. Adicionalmente, en el sector comprendido entre la Autopista y las orillas de la laguna, se han construido varias viviendas e inmuebles, cuyos efluentes son descargados en ciertos casos en fosas sépticas y en otros casos directamente a la laguna.

Actualmente la Empresa Municipal de Agua Potable EMAPA mediante un convenio realizado con el Gobierno Autónomo Descentralizado de San Miguel de Ibarra, es la entidad encargada de la minimización de la carga orgánica de nutrientes que se descarga directamente a la laguna, a través de la ampliación de la red de alcantarillado y el tratamiento de las aguas servidas de la comunidad cercana a la Laguna de Yahuarcocha.

## **2.4 EUTROFIZACIÓN**

La eutrofización es el incremento desproporcionado de nutrientes que produce una aceleración del crecimiento del fitoplancton, principalmente algas y plantas verdes, con la consiguiente disminución de la transparencia del agua. La luz solar no puede llegar hacia el interior y, como consecuencia aumenta la flora, y luego produce el consume de oxígeno, que al escasearse o agotarse disminuye la capacidad antedepuradora del medio acuoso, rompiéndose el equilibrio ecológico, (Celis, 2004).

El proceso de eutrofización puede ocasionar problemas estéticos, como mal sabor y olor, y un cúmulo de algas o verdín desagradable a la vista, así como un crecimiento denso de las plantas con raíces, el agotamiento del oxígeno en las aguas más profundas y la acumulación de sedimentos en el fondo de los lagos.

Los lagos eutróficos suelen ser poco profundos tardan más tiempo en recuperarse, pues reciclan el fósforo mucho más eficazmente que los profundos, y se utilizan métodos que estimulan otras posibles redes tróficas (biomanipulación) para neutralizar los síntomas de eutrofización. Cuando las fuentes de nutrientes son difusas y difíciles de controlar, puede considerarse el empleo de sistemas artificiales de mezcla para frenar la proliferación de algas.

## **2.5 CALIDAD DE AGUA**

La calidad del agua está determinada por la hidrología, la fisicoquímica y la biología de la masa de agua a que se refiera.

Existen varios factores (agricultura, actividades recreativas, pesca, etc.) que influyen en la calidad del medio acuático que inciden en sus condiciones físico-químicas y en el estado de la flora y fauna. Sin embargo, hoy en día, la mayor

preocupación la que constituye los procesos de consumo directo y las actividades humanas indirectas que utilizan el agua como recurso, (Gerard, K. 1999).

### **2.5.1 Evaluación de la calidad de agua**

Los científicos descubrieron que el control biológico de los sistemas acuáticos puede ser valioso para la calidad del agua y la detección de contaminación. Los organismos acuáticos muestran una respuesta duradera de los episodios de contaminación intermitentes que no siempre se detectan mediante el control químico rutinario, que sólo muestra un volumen de agua relativamente pequeño en un momento dado, (Gerard, K. 1999).

Los organismos acuáticos también ofrecen datos sobre calidad media de agua durante cierto periodo de tiempo, y pueden acumular y magnificar los niveles bajos de sustancias químicas que se sitúan más allá del punto de detección de los métodos de la química analítica, pero que sí pueden analizar en los tejidos biológicos.

## **2.6 MACROINVERTEBRADOS**

Son animales que se pueden ver a simple vista. Se llaman *macro* porque son grandes (miden entre 2mm y 30cm); *invertebrados* porque no tienen huesos y *acuáticos* porque viven en lugares con agua dulce: esteros, ríos, lagos y lagunas. (Manual de Monitoreo, 2004).

### **2.6.1 Macroinvertebrados como Indicadores de Calidad de Agua**

El estudio de macroinvertebrados permite analizar de manera integral. Estos organismos responden frente a las perturbaciones que ocurren dentro de su hábitat, modificando la estructura de su población en composición, abundancia, presencia o ausencia. (Orth K. 2008)

Estos animales proporcionan excelentes señal sobre la calidad del agua, y, al usarlos en el monitoreo se puede entender claramente el estado en que esta se encuentra. Algunos requieren agua de buena calidad para sobrevivir; otros, en cambio, resisten, crecen y abundan cuando hay contaminación. (Manual de Monitoreo, 2004).

### **2.6.2 Clasificación de los macroinvertebrados**

Desde el punto de vista de la contaminación, los macroinvertebrados se agrupan en tres categorías generales:

- Clase I

Son indicadores de aguas claras, son muy sensibles a los cambios. Dentro de ellos tenemos a los ordenes: Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera, algunos Diptera, Odonata, Neuroptera. (Bersoza, F. 2001)

- Clase II

Son indicadores de aguas medianamente contaminadas. En general son tolerantes la contaminación de tipo orgánica. Dentro de este grupo tenemos algunos: Odonata, Trichoptera, pero los grupos más representativos son algunos Dípteros, como los de la familia Chironomidae y, los churos y sanguijuelas. (Bersoza, F. 2001)

- Clase III

Se encuentran en medios contaminados por materia orgánica. Se destaca la clase Annelida y la familia Chironomidae, (Bersoza, F. 2001).

### **2.6.3 Técnicas de colección**

Existen varias técnicas para coleccionar macroinvertebrados, de todas estas hemos elegido por su sencillez y bajo costo, las siguientes: piedras y hojarascas, red de patada, red surber.

#### **2.6.3.1 Red de Surber**

Es una red sujeta a un marco metálico, que abierta tiene forma de l, atrapa los macroinvertebrados removiendo el fondo del río, se utiliza en ríos de poca profundidad, donde el agua no supera los 45 cm o el borde superior de una bota de caucho, se remueve con la mano el fondo que está dentro de la base o marco de metal durante 1 min; para hacerlo colóquese a un lado de la red, de modo que su cuerpo no bloquee la corriente de agua e impida el ingreso de sedimento a la red.

## **2.7 ESTADÍSTICA NO PARAMÉTRICA**

Los métodos no paramétricos requieren supuestos menos restrictivos acerca del detalle de la medición de los datos y menos supuestos sobre la forma de las distribuciones de la probabilidad de la probabilidad que rigen entre los datos de la muestra. Para determinar si es adecuado un método paramétrico o un no paramétrico es la escala de la medición que se usa para generar los datos pudiendo ser: nominal, ordinal, de intervalo y de relación (Sweeney, *et al.* 1999).

Para, Sweeney, *et al.* (1999) resulta inapropiado con datos nominales u ordinales hacer cálculos de medias, varianzas, desviaciones estándar, entre otras y para obtener conclusiones estadísticas la solución son los métodos no paramétricos.

En estadística la prueba de Kruskal-Wallis (de William Kruskal y W. Allen Wallis) es un método no paramétrico para probar si un grupo de datos proviene de la misma población. Intuitivamente, es idéntico al Anova con los datos

reemplazados por categorías. Es una extensión de la prueba de la U de Mann-Whitney para 3 o más grupos (wikipedia.org, 2011).

### **2.7.1 Kruskal-Wallis**

Según Sweeney, *et al.* (1999) la prueba de Kruskal-Wallis es un procedimiento estadístico que permite determinar si las poblaciones son idénticas y se la puede emplear con datos ordinales y también con datos de intervalo o de relación, además esta prueba no requiera de normalidad ni de varianzas iguales que requiere el análisis de varianza paramétrico. Por consiguiente, cuando los datos procedentes de  $k \geq 3$  muestras aleatorias independientes son ordinales, o cuando se tiene duda al respecto a los supuestos de normalidad y de varianzas iguales se convierte en un procedimiento alternativo.

A diferencia de Mann-Whitney-Wilcoxon que se aplica para ver si dos poblaciones son idénticas. Kruskal-Wallis la ampliaron al caso de tres o más poblaciones donde sus supuestos son  $H_0$ : Todas las poblaciones son idénticas y  $H_a$ : No todas las poblaciones son idénticas. Se basa en el análisis de muestras aleatorias independientes de cada una de las  $k$  poblaciones (Sweeney, *et al.* 1999).

## **2.8 MONITOREO**

Odum (1986) define al monitoreo ecológico como “el arte y la ciencia de evaluar la salud del medio ambiente”.

Es la “película” que muestra cómo cambian a través del tiempo los patrones de distribución y detectabilidad de las especies en cierto lugar, permite la proyección de cambio pasado y futuro (Lips y Rehacer, 1999). Abarca conteos y/o registros (regulares e irregulares), que son efectuados con el fin de proyectar la magnitud de un factor o variable y compararlo con un estándar predeterminado, o el grado de desviación de una norma esperada, (Odum, 1986).

”El monitoreo es una herramienta pragmática de trabajo (a largo plazo, sea minutos, días, años, décadas, siglos). Es parte de un proyecto o plan de manejo (al evaluar su desempeño). Es el elemento de análisis de una evaluación (por ej. Evaluación de impacto ambiental). Independientemente es erróneamente considerado como un proyecto y hay mucha confusión en esto. Su objetivo es promover información constantemente actualizada sobre un sistema (sea “sistema”: unidades de paisaje, comunidades, especies, proyectos, salud). Mediante el análisis de la información obtenida (evaluación), se puede detectar las variaciones de comportamiento de la normalidad ó esperado”, (Lips y Reaser, 1999).

Para Mafla (2005), el monitoreo de un río consiste en establecer los cambios ocurridos mediante observaciones, estudios y posteriores registros del agua, los animales (macroinvertebrados, peces) y la zona ribereña que lo rodea. Así, podemos describir sus enfermedades y sugerir la forma de ayudarlo a sanar más rápido. Un río o quebrada que se conserve naturalmente y de una u otra forma sufra un deterioro, se recuperará solo si se evita el problema que lo afecta. Para que los resultados del examen del río o quebrada sean más exactos y nos muestren cuáles son los problemas, se debe hacer varias muestras a lo largo de cauce. Por ejemplo, efectuar un examen en la cabecera, antes y después de una fábrica o plantaciones (monocultivos), de esta forma se compara de acuerdo con los ambientes que los rodean y/o a las actividades que se practican en su alrededor.

### **2.8.1 Plan de Monitoreo**

La teoría de la planificación del desarrollo define el seguimiento o monitoreo como un ejercicio destinado a identificar de manera sistemática la calidad del desempeño de un sistema, subsistema o proceso a efecto de introducir los ajustes o cambios pertinentes y oportunos para el logro de sus resultados y efectos en el entorno. Así, el monitoreo permite analizar el avance y proponer acciones a tomar para lograr los objetivos; Identificar los éxitos o fracasos reales o potenciales lo antes posible y hacer ajustes oportunos a la ejecución (Valle y Rivera, 2008).

## **2.9 MARCO LEGAL AMBIENTAL**

Existen varios instrumentos legales para la aplicación de normas para minimizar los posibles impactos ambientales que produce la actividad productiva, este marco legal está establecido en las Leyes, Reglamentos, Acuerdos, Decretos Nacionales y Convenios Internacionales.

### **2.9.1 Constitución Política de la República del Ecuador**

R.O. 20 de octubre de 2008.

La Constitución es la norma jurídica fundamental del Estado y es el sustento del ordenamiento jurídico. Está dirigida a garantizar y consagrar los derechos de los ciudadanos de manera general, los que a su vez son desarrollados a través de legislación secundaria como leyes orgánicas y ordinarias, reglamentos, ordenanzas, decretos, entre los principales.

#### **Capítulo II, Sección Segunda**

**Art. 14.-** Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, *sumak kawsay*.

Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados.

**Art. 15.-** El Estado promoverá, en el sector público y privado, el uso de tecnologías ambientalmente limpias y de energías alternativas no contaminantes y de bajo impacto.

La soberanía energética no se alcanzará en detrimento de la soberanía alimentaria, ni afectará el derecho al agua.

Los arts. 30 y 31, declaran el derecho de un hábitat saludable y derecho al disfrute de los espacios de las ciudades en un equilibrio sostenible de lo ambiental, y lo social.

**Art. 32.-** La salud es un derecho que garantiza el Estado, cuya realización se vincula al ejercicio de otros derechos, entre ellos el derecho al agua, la alimentación, la educación, la cultura física, el trabajo, la seguridad social, los ambientes sanos y otros que sustentan el buen vivir.

## **Título II,**

### **Capítulo Séptimo**

#### **Derechos de la naturaleza**

**Art. 71.-** Se describe a la Naturaleza y se le otorga el derecho al respeto integral de su existencia, su mantenimiento y sus ciclos vitales. Así mismo, se establece que toda persona puede exigir el cumplimiento de los derechos de la naturaleza. Es decir, cualquiera puede representarla ante el Estado.

## **Título VII**

### **Capítulo Segundo**

#### **Biodiversidad y recursos naturales**

##### **Sección primera**

##### **Naturaleza y ambiente**

**Art. 395.-** La Constitución reconoce principios ambientales: como un modelo desarrollo sustentable, ambientalmente equilibrado y encaminado al respeto de los derechos de la naturaleza, para las generaciones actuales y futuras. Así mismo establece la aplicación transversal de la gestión ambiental. También garantiza los

derechos y participación, de las nacionalidades y etnias ecuatorianas que pudieren se afectadas ambientalmente por la ejecución de alguna actividad.

Así mismo se establece el principio “in dubio pro-natura”, es decir, en caso de duda, se decidirá en favor de los derechos de la naturaleza.

**Art. 396.-** El Estado adoptará las políticas y medidas oportunas que eviten los impactos ambientales negativos, cuando exista certidumbre de daño. En caso de duda sobre el impacto ambiental de alguna acción u omisión, aunque no exista evidencia científica del daño, el Estado adoptará medidas protectoras eficaces y oportunas.

La responsabilidad por daños ambientales es objetiva. Todo daño al ambiente, además de las sanciones correspondientes, implicará también la obligación de restaurar integralmente los ecosistemas e indemnizar a las personas y comunidades afectadas.

Cada uno de los actores de los procesos de producción, distribución, comercialización y uso de bienes o servicios asumirá la responsabilidad directa de prevenir cualquier impacto ambiental, de mitigar y reparar los daños que ha causado, y de mantener un sistema de control ambiental permanente.

Las acciones legales para perseguir y sancionar por daños ambientales serán imprescriptibles.

## **Sección sexta**

### **Agua**

**Art. 411.-** El Estado garantizará la conservación, recuperación y manejo integral de los recursos hídricos, cuencas hidrográficas y caudales ecológicos asociados al ciclo hidrológico. Se regulará toda actividad que pueda afectar la calidad y

cantidad de agua, y el equilibrio de los ecosistemas, en especial en las fuentes y zonas de recarga de agua.

La sustentabilidad de los ecosistemas y el consumo humano serán prioritarios en el uso y aprovechamiento del agua.

**Art. 412.-** La autoridad a cargo de la gestión del agua será responsable de su planificación, regulación y control. Esta autoridad cooperará y se coordinará con la que tenga a su cargo la gestión ambiental para garantizar el manejo del agua con un enfoque ecosistémico.

## 2.9.2 Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria

### Libro VI.- De La Calidad Ambiental y de descarga de efluentes

La presente norma ambiental se encuentra bajo el amparo de la Ley de Gestión Ambiental y del Reglamento a la Ley de Gestión Ambiental para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental y se somete a las disposiciones de éstos.

En su numeral, 4.2.3.7 Toda descarga a un cuerpo de **agua dulce**, deberá cumplir con los valores establecidos a continuación (Ver Cuadro 2.1).

**Cuadro 2.1 Límites de descarga a un cuerpo de agua dulce**

<b>Parámetros</b>	<b>Expresado como</b>	<b>Unidad</b>	<b>Límite máximo permisible</b>
Aceites y Grasas.	Sustancias solubles en hexano	mg/l	0,3
Alkil mercurio		mg/l	<b>No detectable</b>
Aldehídos		mg/l	2,0
Aluminio	Al	mg/l	5,0
Arsénico total	As	mg/l	0,1
Bario	Ba	mg/l	2,0
Boro total	B	mg/l	2,0
Cadmio	Cd	mg/l	0,02
Cianuro total	CN	mg/l	0,1

Cloro Activo	Cl	mg/l	0,5
Cloroformo	Extracto carbón cloroformo	mg/l	0,1
	ECC		
Cloruros	Cl <sup>-</sup>	mg/l	1 000
Cobre	Cu	mg/l	1,0
Cobalto	Co	mg/l	0,5
Coliformes Fecales		Nmp/100 ml	<sup>8</sup> Remoción > al 99,9 %
Color real	Color real	unidades de color	* Inapreciable en dilución: 1/20
Compuestos fenólicos	Fenol	mg/l	0,2
Cromo hexavalente	Cr <sup>+6</sup>	mg/l	0,5
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	D.B.O <sub>5</sub> .	mg/l	100
Demanda Química de Oxígeno	D.Q.O.	mg/l	250
Dicloroetileno	Dicloroetileno	mg/l	1,0
Estaño	Sn	mg/l	5,0
Fluoruros	F	mg/l	5,0
Fósforo Total	P	mg/l	10
Parámetros Expresado como Unidad Límite máximo permisible Hierro total	Fe	mg/l	10,0
Hidrocarburos Totales de Petróleo	TPH	mg/l	20,0
<b>Parámetros</b>	<b>Expresado como</b>	<b>Unidad</b>	<b>Límite máximo permisible</b>
Manganeso total	Mn	mg/l	2,0
Materia flotante	<b>Visibles</b>		<b>Ausencia</b>
Mercurio total	Hg	mg/l	0,005
Níquel	Ni	mg/l	2,0
Nitratos + Nitritos	Expresado como Nitrógeno (N)	mg/l	10,0
Nitrógeno Total Kjeldahl	N	mg/l	15
Organoclorados totales	Concentración de organoclorados totales	mg/l	0,05
Organofosforados totales	Concentración de organofosforados totales.	mg/l	0,1
Plata	Ag	mg/l	0,1
Plomo	Pb	mg/l	0,2

Potencial de hidrógeno	pH		5-9
Selenio	Se	mg/l	0,1
Sólidos Sedimentables		ml/l	1,0
Sólidos Suspendidos Totales		mg/l	100
Sólidos totales		mg/l	1 600
Sulfatos	SO <sub>4</sub> <sup>=</sup>	mg/l	1000
Sulfitos	SO <sub>3</sub>	mg/l	2,0
Sulfuros	S	mg/l	0,5
Temperatura	°C		< 35
Tensoactivos	Sustancias activas al azul de metileno	mg/l	0,5
Tetracloruro de carbono	Tetracloruro de carbono	mg/l	1,0
Tricloroetileno	Tricloroetileno	mg/l	1,0
Vanadio		mg/l	5,0
Zinc	Zn	mg/l	5,0

\* La apreciación del color se estima sobre 10 cm de muestra diluida.