



## **UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**

UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS

NATURALES

INGENIERÍA DE MEDIO AMBIENTE

**TEMA:**

**“DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA, PARA LA ELABORACIÓN DE UN PLAN DE MITIGACIÓN AMBIENTAL, DEL PARQUE NÁUTICO LA LAGUNA, CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI, PERÍODO 2015”**

**Tesis de Grado Previo A La Obtención Del Título De Ingeniero**

**En Medio Ambiente**

**AUTOR:**

Calvopiña Galarza Héctor Rubén

**DIRECTOR:**

Ing. MSc. Renán Lara Landázuri

**LATACUNGA – ECUADOR. 2015**



# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS  
NATURALES

INGENIERÍA DE MEDIO AMBIENTE

## DECLARACIÓN DEL AUTOR

Yo, Calvopiña Galarza Héctor Rubén; declaro bajo juramento que el trabajo descrito es de mi autoría, que no ha sido previamente presentada en ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento. A través de la presente declaración cedo mi derecho de propiedad intelectual correspondientes a lo desarrollado en este trabajo, a la UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI, según lo establecido por la ley de la propiedad intelectual, por su reglamento y por la normativa institucional vigente.

.....  
Héctor Rubén Calvopiña Galarza

## **AVAL DEL DIRECTOR DE TESIS**

En calidad de Director del Trabajo de Investigación sobre el tema:

**DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA, PARA LA ELABORACIÓN DE UN PLAN DE MITIGACIÓN AMBIENTAL, DEL PARQUE NÁUTICO LA LAGUNA, CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI, PERÍODO 2015**, de Autoría del Señor Calvopiña Galarza Héctor Rubén, postulante de la especialidad de Ingeniería de Medio Ambiente, considero que dicho Informe Investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Validación de Tesis que el Honorable Consejo Académico de la Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales “UA – CAREN” de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

El Director

.....  
Ing. MSc. Renán Lara Landázuri

# **UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**

**UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y  
RECURSOS NATURALES “UA - CAREN”**

**ESPECIALIDAD INGENIERÍA DE MEDIO AMBIENTE**

## **CERTIFICACIÓN DEL TRIBUNAL**

El tribunal de tesis certifica que el trabajo de investigación titulado: **“DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA, PARA LA ELABORACIÓN DE UN PLAN DE MITIGACIÓN AMBIENTAL, DEL PARQUE NÁUTICO LA LAGUNA, CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI, PERÍODO 2015”**, de responsabilidad del Señor **Calvopiña Galarza Héctor Rubén**; ha sido prolijamente revisado quedando autorizada su presentación y continuar con el trámite correspondiente.

### **TRIBUNAL DE TESIS:**

\_\_\_\_\_  
Ing. Alicia Porras Mg.

Presidente

\_\_\_\_\_  
Ing. Ivonne Endara

Miembro

\_\_\_\_\_  
Ing. Cristian Lozano

Opositor

LATACUNGA – ECUADOR

2015.

## **AVAL DE TRADUCCIÓN**

En calidad de Docente del Centro Cultural de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma Legal CERTIFICO que: La traducción del resumen de tesis al idioma Ingles presentado por el Señor Egresado de la Carrera de Ingeniería de Medio Ambiente de la Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales: Calvopiña Galarza Héctor Rubén, cuyo título versa **“DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA, PARA LA ELABORACIÓN DE UN PLAN DE MITIGACIÓN AMBIENTAL, DEL PARQUE NÁUTICO LA LAGUNA, CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI, PERÍODO 2015”**, lo realizó bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del idioma.

Es todo Cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo al peticionario hacer uso del presente certificado de la manera más ética que estimaren conveniente.

Latacunga, julio del 2015

Atentamente,

.....  
**LIC. MARCELO PACHECO PRUNA**  
**C.C 050261735-0**

## **AGRADECIMIENTO**

Los resultados de este trabajo, vale la pena expresar un profundo agradecimiento, a aquellas personas que una u otra manera fue parte para culminar con éxito, quienes con su ayuda, apoyo y comprensión me alentaron a lograr esta hermosa realidad. Mi eterno agradecimiento, va dirigido especialmente a mi Esposa e Hijos, quienes me han apoyado económica y moralmente día tras día. A mis profesores, quienes han impartido sus conocimientos y experiencias, para formarme como un profesional, al Ingeniero que fue mi tutor de tesis, quien supo creer en mi capacidad, orientar, y guiarme sin interés alguno, para culminar con éxito ésta investigación.

## **DEDICATORIA**

Este presente trabajo de investigación, está dedicado con humildad y sencillez a Dios, a mi esposa e hijos. A Dios, porque ha estado conmigo en todo momento, cuidándome y guiándome, en seguir adelante con este firme propósito de obtener el tan anhelado título profesional. A mi familia quienes incondicionalmente están para apoyarme y llegar a la meta realizando el tal ansiado sueño.

# INDICE GENERAL

DECLARACIÓN DEL AUTOR.....	II
AVAL DEL DIRECTOR DE TESIS.....	III
CERTIFICACIÓN DEL TRIBUNAL .....	IV
AVAL DE TRADUCCIÓN .....	V
AGRADECIMIENTO .....	VI
DEDICATORIA.....	VII
RESUMEN.....	XIII
ABSTRACT .....	XIV
I. INTRODUCCIÓN .....	XV
II. JUSTIFICACIÓN .....	XVII
III. OBJETIVOS:.....	XVIII
CAPÍTULO I.....	1
1. MARCO TEÓRICO.....	1
1.1. DEFINICIÓN.....	1
1.2. CARACTERÍSTICAS DEL AGUA.....	2
1.3. PROPIEDADES DEL AGUA .....	2
1.3.1. Acción Disolvente.....	3
1.3.2. Elevada fuerza de cohesión.....	3
1.3.3. Gran calor específico.....	4
1.3.4. Elevado Calor de Vaporizació.....	4
1.4. TIPOS DE AGUAS .....	4
1.5. EL VALOR DEL AGUA .....	6
1.5.1. El Valor Económico.....	6
1.5.2. El Valor Social.....	6
1.5.3. El Valor Cultural.....	7
1.6. AGUA DE CONSUMO HUMANO .....	7
1.6.1. Tipos de Agua de Consumo Humano.....	7



1.6.1.1. Agua Entubada.....	7
1.6.1.2. Agua Potable.....	8
1.6.1.3. Agua “tratada” y “no tratada”.....	9
1.6.2. Dificultades En El Mundo Para Acceder Al Agua.....	10
1.7. CALIDAD DEL AGUA.....	11
1.7.1. Definición.....	11
1.7.2. Factores que Determinan la Calidad del Agua.....	12
1.7.3. ¿Cómo se Determina la Calidad del Agua?.....	12
1.8. CONTAMINACIÓN DEL AGUA.....	13
1.8.1. Definición de Contaminación.....	13
1.8.2. Origen de la Contaminación del Agua.....	13
1.8.3. Contaminantes del Agua.....	13
1.8.4. Consecuencias de la Contaminación del Agua.....	14
1.9. TRATAMIENTO DEL AGUA.....	15
1.9.1. Purificación de Agua por Sedimentación.....	17
1.9.2. Método de Ablandamiento Cal- Soda-Lime Softening.....	18
1.9.3. Método por Intercambio Catiónico.....	18
1.9.4. Purificación de Agua por Filtración.....	18
1.9.5. Filtro de Carbón Activado.....	19
1.9.6. Filtro de Arena.....	19
1.9.7. Filtro Pulidor.....	19
1.9.8. Purificación de Agua por Cloración.....	19
1.9.9. Purificación de Agua por Ozono.....	20
1.9.10. Ajuste del pH.....	20
1.9.11. Purificación de Agua por Rayos Ultravioleta.....	21
1.10. PLANTAS DE TRATAMIENTO.....	22
1.10.1. Tratamiento Físico.....	23
1.10.1.1. Rejas.....	23
1.10.1.2. Desarenadores.....	24
a) Remoción de partículas.....	24
b) Criterios de diseño.....	24
1.10.1.3. Presedimentadores.....	24
1.10.1.4. Aireadores.....	25
1.10.2. Tratamiento Químico.....	26
1.10.2.1. Coagulación.....	26
1.10.2.2. Tipos Comunes de los Productos Químicos.....	26
1.10.2.3. Alternativas de Purificación de Agua.....	27

1.10.2.4. Flocculación.....	27
1.10.2.5 Tipos de Flocculación.....	27
1.10.2.6 Parámetros de la Flocculación.....	28
1.10.3. Tratamiento Microbiológico.....	28
1.10.4. Las Algas.....	30
1.10.4.1.- Problemas con las Algas.....	32
1.10.4.2 Tipos de Algas y su Eliminación.....	33
1.10.4.4. Algunas especies de algas en el estanque:.....	34
1.10.4.3 Tratamiento de Algas.....	35
1.10.4.5 Corte de Algas Invasoras.....	36
1.10.4.6 Control Químico de Algas Invasoras.....	36
1.10.4.7 El Salmón Siberiano.....	37
1.10.5 Control De Las Algas Con Un Equipo De Ultrasonido.....	38
1.10.5.1 Solución.....	38
1.10.6 El Agua Con Fines Recreativos.....	40
1.11. MARCO LEGAL.....	44
1.11.1 Normativa Ecuatoriana.....	44
1.11.2 MARCO CONCEPTUAL.....	48
2. DISEÑO METODOLOGICO.....	51
2.1 DISEÑO METODOLÓGICO E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.....	51
2.1.1. TIPOS DE INVESTIGACIÓN.....	51
2.1.1.2 Investigación Descriptiva.....	51
2.1.1.3 Investigación Bibliográfica y Documental.....	52
2.1.1.4 Análisis y Síntesis.....	52
2.1.1.5 Investigación no experimental.....	52
2.1.2. MÉTODOS Y TÉCNICAS.....	53
2.1.2.1. Métodos.....	53
2.1.2.2 TÉCNICAS.....	54
a) Observación.....	54
b) Muestreo.....	55
c) Análisis de documentos.....	58
2.1.4 UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL SECTOR.....	59
2.1.4.2 Clima.....	60
2.1.5 Ubicación del Parque Náutico La Laguna.....	61
2.2.5.1 Características Generales.....	61
2.3.2. INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.....	70

CAPÍTULO III .....	78
3. PROPUESTA DE UN PLAN DE MITIGACIÓN AMBIENTAL, PARA EL PARQUE NÁUTICO LA LAGUNA.....	78
4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	90
4.2. RECOMENDACIONES .....	92
4. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	93
ANEXOS.....	96
ANEXO 4. RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS DE LA MUESTRA 1, INICIO DEL AFLUENTE.....	103
ANEXO 5. RESULTADO DE LOS ANÁLISIS DE LA MUESTRA 2, EN EL CENTRO DE LA LAGUNA .....	104
ANEXO 6. RESULTADO DE LOS ANÁLISIS DE LA MUESTRA 3, SALIDA DE LA LAGUNA.....	105

### **INDICE DE TABLAS**

<b>N°</b>	<b>CONTENIDO</b>	<b>PAG</b>
1	Especies de algas	34
2	Parámetros de calidad TULSMA	46
3	Resultado análisis inicio de Laguna	64
4	Resultado análisis en la laguna	66
5	Resultado análisis final laguna	68
6	Plan de Mitigación Ambiental	80

### **INDICE DE MAPAS**

<b>N°</b>	<b>CONTENIDO</b>	<b>PAG</b>
1	Mapa 1. Ubicación geográfica Latacunga	59
2	Mapa 2. Ubicación geográfica Parque La Laguna	61

## INDICE DE CUADROS

<b>Nº</b>		<b>PAG</b>
1	Cuadro pH	70
2	Cuadro Conductividad	71
3	Cuadro Turbidez	71
4	Cuadro Color	72
5	Cuadro Alcalinidad Total	72
6	Cuadro Bicarbonatos	73
7	Cuadro Dureza Total	73
8	Cuadro Dureza Magnésica	74
9	Cuadro Calcio	74
10	Cuadro Magnesio	75
11	Cuadro Hierro	75
12	Cuadro Cloruros	76
13	Cuadro Sólidos Totales Disueltos	76
14	Cuadro Sólidos Suspendidos	77

## **TEMA DE TESIS**

**“DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA, PARA LA ELABORACIÓN DE UN PLAN DE MITIGACIÓN AMBIENTAL, DEL PARQUE NÁUTICO LA LAGUNA, CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI, PERÍODO 2015”.**

**AUTOR:** CALVOPIÑA GALARZA HÉCTOR RUBÉN

**DIRECTOR:** Ing. MSc. RENÁN LARA LANDÁZURI

## **RESUMEN**

El Parque Náutico La Laguna, ubicado en la ciudad de Latacunga, provincia de Cotopaxi, presenta contaminación ambiental, por la presencia de un crecimiento desmesurado de algas, que en condiciones ambientales óptimas, crecen y se reproducen rápidamente, otro aspecto por el cual se presenta este problema es por la presencia de hongos que mantiene el mismo proceso mencionado anteriormente.

La presente investigación plantea una propuesta de solución a esta problemática al elaborar un plan de mitigación cuyo punto de partida son los resultados de los análisis de laboratorio.

Como se mencionó con anterioridad, el problema en la calidad del agua son los parámetros presentes que no se encuentran dentro del rango de normalidad que se encuentra dentro de las normas de calidad INEN 1108 y de las normas ambientales vigentes. Por tanto la propuesta de mitigación se concentra en los diferentes aspectos descritos con el fin de corregir estos parámetros de inestabilidad encontradas en las muestras, mejorando la calidad del agua de la Laguna.

## **THESIS TOPIC**

**"DETERMINATION OF WATER QUALITY FOR THE DEVELOPMENT OF A PLAN OF ENVIRONMENTAL MITIGATION, BOAT LAGOON PARK, CANTON LATACUNGA, COTOPAXI PROVINCE PERIOD 2015.**

**AUTHOR:** Héctor Rubén Calvopiña Galarza

**DIRECTOR:** Ing. RENÁN LARA LANDÁZURI

## **ABSTRACT**

The Nautical Boat Lagoon Park, located in the Latacunga city, Cotopaxi province, presents environmental pollution, the presence of an excessive growth of algae, which in excessive Disproportion ate optimum environmental conditions, crescent and it reproduces rapidly, another aspect of is presented this problem is the presence of fungi by maintaining the same process mentioned above.

This research raises a proposed solution to this problem when developing a mitigation plan wich starting point are the results of laboratory tests.

As mentioned, the problem water quality parameters are present cd those are not with normal range found within INEN 1108 quality and environmental standards. Therefore the proposed mitigation focuses on the different aspects described in order to correct these parameters of instability found in the samples, improving the quality of water of Lagoon.

# I. INTRODUCCIÓN

A nivel global, el principal problema relacionado con la calidad del agua lo constituye la eutrofización, que es el resultado de un aumento de los niveles de nutrientes (generalmente fósforo y nitrógeno) y afecta sustancialmente a los usos del agua. Las mayores fuentes de nutrientes provienen de la escorrentía agrícola y de las aguas residuales domésticas (también fuente de contaminación microbiana), de efluentes industriales y emisiones a la atmósfera procedentes de la combustión de combustibles fósiles y de los incendios forestales.

El Centro Agronómico tropical de investigación y enseñanza programa de educación para el desarrollo y la conservación escuela de posgrado, la Magister Nelly Luque Luque, realizó el estudio del plan de manejo ambiental de la cuenca del Rio Virilla, Turrialva, Costa Rica, mediante el tema: ANÁLISIS DE LA INTERVENCIÓN DEL PLAN DE MEJORAMIENTO AMBIENTAL DE LA PARTE ALTA DE LA CUENCA DEL RÍOVIRILLA, COSTA RICA, en el año de 1998, mediante la normativa vigente se realizó los diferentes programas dando como conclusiones que se estableció el monitoreo realizado al rio no fue permanente pero si aceptable, el agua para consumo humano según los análisis físico químico y biológico, dio como resultado que se encuentra dentro de los límites permisibles aceptados y no causa ningún problema a la salud de los habitantes, se formaron varios clubes ecológicos a nivel de escuelas y colegios para realizar varias capacitaciones para la conservación de la cuenca del rio sino estos se extendieron a nivel de todo el país, de la mayoría de las personas entrevistadas casi todas coincidieron que no existe contaminación del agua ni erosión del suelo y sus afines y las personas residentes en este sitio pertenecen a algún organismo con fines ambientales.

El presente trabajo de investigación se lo realiza, con el firme propósito de solucionar el problema relacionado a la presencia de algas en el agua del Parque Náutico La Laguna, para inicialmente ejecutar análisis físico, químico y

microbiológico en diferentes sitios del parque, de cuyos resultados se conocerá la calidad del agua, a fin de proponer alternativas de solución al problema planteado, mediante la gestión adecuada y la elaboración de un Plan de Manejo, que incluirá trabajos en la captación, tratamiento y distribución del agua, verificando los resultados con los parámetros de calidad del agua para fines recreativos



## II.JUSTIFICACIÓN

La presente investigación tiene como finalidad dar respuesta a los problemas de la calidad del agua existentes en el Parque Náutico La Laguna, ubicado en la ciudad de Latacunga, provincia de Cotopaxi. La situación de la calidad del agua, en el Parque, lleva a establecer un tratamiento, ya que en la actualidad el crecimiento y proliferación de algas en forma excesiva, afecta al sector, con el perjuicio a la salud de los moradores de los tramos aledaños.

El tema planteado justifica plenamente la realización de la determinación de la calidad del agua mediante análisis de laboratorio, que de acuerdo a los resultados que arrojaron dichos análisis permitirán la elaboración de una propuesta de un Plan de Mitigación ambiental, con criterios adecuados necesarios para mejorar la calidad de vida de las personas.

El presente trabajo de investigación se realiza con el firme propósito de solucionar en forma parcial o total el problema de la presencia de algas en el agua del parque Náutico La Laguna, al realizar el análisis del agua y el plan de mitigación ambiental, se pretende encontrar las alternativas más viables y adecuadas y en lo posterior implementarlas a través de la gestión de los recursos económicos necesarios para poder solucionar este problema ambiental, mediante la realización de trabajos de repotenciación del lecho realizando trabajos de construcción de un tanque de hormigón para la captación, tratamiento y distribución del agua, con los parámetros de calidad ambiental que será utilizada para fines recreativos.

Los beneficiarios de la presente investigación son los moradores del Barrio, Autoridades y los turistas nacionales y extranjeros.

### **III. OBJETIVOS:**

#### **GENERAL**

- Determinar la calidad del agua, para la elaboración de un plan mitigación ambiental, del parque náutico La Laguna, Cantón Latacunga, Provincia de Cotopaxi, período 2015.

#### **ESPECÍFICOS**

- Realizar un diagnóstico actual de la calidad del agua, del Parque Náutico La Laguna.
- Comparar los resultados obtenidos de los análisis de las muestras de agua, con la normativa vigente.
- Elaborar una propuesta de un plan de mitigación ambiental, para el parque Náutico La Laguna.

# CAPÍTULO I

## 1. MARCO TEÓRICO

### *1.1. Definición*

(Antonio Madrid, 2012)

**El agua es una sustancia cuyas moléculas están compuestas por un átomo de oxígeno y dos átomos de hidrógeno. Se trata de un líquido inodoro (sin olor), insípido (sin sabor) e incoloro (sin color), aunque también puede hallarse en estado sólido (cuando se conoce como hielo) o en estado gaseoso (vapor). p.23.**

Se conoce como agua dulce al agua que contiene una cantidad mínima de sales disueltas (a diferencia del agua de mar, que es salada). A través de un proceso de potabilización, el ser humano logra convertir el agua dulce en agua potable, es decir, apta para el consumo gracias al valor equilibrado de sus minerales.

El agua mineral, por su parte, es el agua que contiene minerales y otras sustancias disueltas, de modo tal que se le agregue un valor terapéutico o se altere el sabor. Este tipo de agua es el que se comercializa envasado en todo el mundo para el consumo humano. Es importante destacar que la escasez de agua potable en numerosas regiones del planeta genera más de 5 millones de muertes al año.

## ***1.2. Características del Agua***

(Agua y más cosas, 2011)

**Algunas características del agua sobre todo en estado líquido que es importante conocer para explicar lo que ocurre en la contaminación y descontaminación del agua. Entre otras, el agua pura tiene las siguientes características:**

- Incolora, inodora e insípida.
- Densidad: 1 g/cm<sup>3</sup> a 4°C
- Punto de fusión: 0°C
- Punto de ebullición: 100 °C.
- Constante dieléctrica: 78,3
- pH = 7

## ***1.3. Propiedades del Agua***

(Instituto Nacional de Tecnologías Educativas y de Formación del Profesorado, 2000)

El agua no tiene color, sabor ni olor pero tiene propiedades químicas y físicas:

La fórmula química del agua es H<sub>2</sub>O. Un átomo de oxígeno liga a dos átomos de hidrógeno. Los átomos de hidrógeno se "unen" a un lado del átomo de oxígeno, resultando en una molécula de agua, que tienen una carga eléctrica positiva en un lado y una carga negativa en el otro lado.

Las moléculas de agua tienden a atraerse unas a otras, uniéndose. Esta es la razón del porqué se forma las gotas.

El agua pura es neutral, significa que no es ácida ni básica. Propiedades físicas del agua.

El agua es la única sustancia natural que se encuentra en sus tres estados -- líquida, sólida (hielo) y gaseosa (vapor) a las temperaturas encontradas normalmente en la Tierra

El agua se congela a 0o grados Celsius (C) y hierve a 100o C (al nivel del mar). El agua en su forma sólida, hielo, es menos densa que en su forma líquida, por eso el hielo flota.

El agua tiene una tensión superficial muy alta. Esto significa que el agua es pegajosa y elástica y tiende a unirse en gotas. La tensión de la superficie es la responsable de que el agua pueda moverse (y disolver sustancias) a través de las raíces de plantas y a través de los pequeños vasos sanguíneos en nuestros cuerpos.

### ***1.3.1. Acción Disolvente***

El agua es el líquido que más sustancias disuelve, por eso decimos que es el disolvente universal. Esta propiedad, tal vez la más importante para la vida, se debe a su capacidad para formar puentes de hidrógeno.

En el caso de las disoluciones iónicas los iones de las sales son atraídos por los dipolos del agua, quedando "atrapados" y recubiertos de moléculas de agua en forma de iones hidratados o solvatados.

La capacidad disolvente es la responsable de que sea el medio donde ocurren las reacciones del metabolismo.

### ***1.3.2. Elevada fuerza de cohesión.***

Los puentes de hidrógeno mantienen las moléculas de agua fuertemente unidas, formando una estructura compacta que la convierte en un líquido casi

incompresible. Al no poder comprimirse puede funcionar en algunos animales como un esqueleto hidrostático.

### ***1.3.3. Gran calor específico.***

También esta propiedad está en relación con los puentes de hidrógeno que se forman entre las moléculas de agua. El agua puede absorber grandes cantidades de "calor" que utiliza para romper los puentes de hidrógeno por lo que la temperatura se eleva muy lentamente. Esto permite que el citoplasma acuoso sirva de protección ante los cambios de temperatura. Así se mantiene la temperatura constante.

### ***1.3.4. Elevado Calor de Vaporización.***

Sirve el mismo razonamiento, también los puentes de hidrógeno son los responsables de esta propiedad. Para evaporar el agua, primero hay que romper los puentes y posteriormente dotar a las moléculas de agua de la suficiente energía cinética para pasar de la fase líquida a la gaseosa. Para evaporar un gramo de agua se precisan 540 calorías, a una temperatura de 20° C y presión de 1 atmósfera.

## ***1.4. Tipos de Aguas***

- **Agua Potable.** Agua que puede ser consumida por personas y animales sin riesgo de contraer enfermedades.
- **Agua salada.** Agua en la que la concentración de sales es relativamente alta (más de 10 000 mg/L).
- **Agua salobre.** Agua que contiene sal en una proporción significativamente menor que el agua marina. La concentración del total de sales disueltas está generalmente comprendida entre 1000 - 10 000 mg/L. Este tipo de agua no está contenida entre las categorías de agua salada y agua dulce.

- **Agua dulce.** Agua natural con una baja concentración de sales, o generalmente considerada adecuada, previo tratamiento, para producir agua potable.
- **Agua dura.** Agua que contiene un gran número de iones positivos. La dureza está determinada por el número de átomos de calcio y magnesio presentes. El jabón generalmente se disuelve malamente en las aguas duras.
- **Agua blanda.** Agua sin dureza significativa.
- **Aguas negras.** Agua de abastecimiento de una comunidad después de haber sido contaminada por diversos usos. Puede ser una combinación de residuos, líquidos o en suspensión, de tipo doméstico, municipal e industrial, junto con las aguas subterráneas, superficiales y de lluvia que puedan estar presentes.
- **Aguas grises.** Aguas domésticas residuales compuestas por agua de lavar procedente de la cocina, cuarto de baño, aguas de los fregaderos, y lavaderos.
- **Aguas residuales.** Fluidos residuales en un sistema de alcantarillado. El gasto o agua usada por una casa, una comunidad, una granja, o industria que contiene materia orgánica disuelta o suspendida.
- **Aguas residuales municipales.** Residuos líquidos, originados por una comunidad, formados posiblemente aguas residuales domésticas o descargas industriales.

- **Agua bruta.** Agua que no ha recibido tratamiento de ningún tipo, o agua que entra en una planta para su ulterior tratamiento.
- **Aguas muertas.** Aguas en estado de escasa o nula circulación, generalmente con déficit de oxígeno.
- **Agua alcalina.** Agua cuyo pH es superior a 7.

## ***1.5. El Valor del Agua***

### ***1.5.1. El Valor Económico***

(García, El Agua: Patrimonio y Derecho, 2007)

**El agua cumple múltiples funciones importantes para la vida y por lo mismo es difícil establecer en dinero su valor real. En otras palabras, cualquier precio que se ponga al agua nunca va a corresponder a su valor real, a todo lo que ella aporta para la vida. p 50.**

### ***1.5.2. El Valor Social***

(García, El Agua: Patrimonio y Derecho, 2007)

**Para definir el precio del agua los grupos sociales ponen sobre la mesa una serie de formas sociales heredadas de la historia de su colectividad: sus concepciones sobre el derecho, sus valores culturales y costumbres. Esas formas sociales no están reguladas por el mercado, pero son las determinantes para definir el precio del agua en los grupos sociales. p 54.**



### ***1.5.3. El Valor Cultural***

(García, El Agua: Patrimonio y Derecho, 2007)

**La gran mayoría de culturas originarias de América fueron hidráulicas, es decir, que su vida económica, política, social y cultural giraba en torno al agua. Esto explica en gran medida que en sus mitos de creación establezcan que son hijos del agua, pues ella es la máxima expresión de la fertilidad.**

### ***1.6. Agua de Consumo Humano***

(OMS, 2010)

**El agua de consumo humano ha sido definida, como aquella “adecuada para consumo humano y para todo uso doméstico habitual, incluida la higiene personal”. En esta definición está implícito que el agua debe estar libre de organismos patógenos, sustancias químicas, impurezas y cualquier tipo de contaminación que cause problemas a la salud humana.**

#### ***1.6.1. Tipos de Agua de Consumo Humano***

##### ***1.6.1.1. Agua Entubada.***

(clubensayos.com, 2012)

**En la mayoría de los países desarrollados el agua llega a los hogares mediante un sistema de tubería. Este servicio requiere una infraestructura masiva de captación o extracción, posterior almacenaje, purificación, bombeado y distribución a través de tuberías hasta los puntos de consumo.**

El mismo suministro utilizado para beber es también utilizado para lavar, hacer correr el retrete, máquinas lavadoras de ropa y de platos. En algunos lugares se

han hecho intentos experimentales para introducir agua gris no potable o agua de lluvia para estos usos secundarios.

Las autoridades de salud en diversas regiones han utilizado el suministro de agua pública como medicina masiva utilizando la fluorización. Este es un tema controvertido en términos de salud, libertades y derechos del individuo.

La disponibilidad de agua entubada limpia trae muchos beneficios de salud pública. Normalmente, la misma administración que provee el agua entubada también es responsable de su desecho y tratamiento antes de la descarga de aguas residuales

#### ***1.6.1.2. Agua Potable.***

(EPAA, 2010)

**Se denomina agua potable, al agua que puede ser consumida sin restricción debido a que, gracias a un proceso de purificación, no representa un riesgo para la salud. El término se aplica al agua que cumple con las normas de calidad promulgadas por las autoridades locales e internacionales.**

En la Unión Europea la normativa 98/83/EU establece valores máximos y mínimos para el contenido en minerales, diferentes iones como cloruros, nitratos, nitritos, amonio, calcio, magnesio, fosfato, arsénico, entre otros., además de los gérmenes patógenos. El pH del agua potable debe estar entre 6,5 y 8,5. Los controles sobre el agua potable suelen ser más severos que los controles aplicados sobre las aguas minerales embotelladas.

En zonas con intensivo uso agrícola es cada vez más difícil encontrar pozos cuya agua se ajuste a las exigencias de las normas. Especialmente los valores de nitratos y nitritos, además de las concentraciones de los compuestos fitosanitarios, superan a menudo el umbral de lo permitido. La razón suele ser el uso masivo de abonos minerales o la filtración de purines. El nitrógeno aplicado de esta manera, que no es asimilado por las plantas es transformado por los microorganismos del

suelo en nitrato y luego arrastrado por el agua de lluvia al nivel freático. También ponen en peligro el suministro de agua potable otros contaminantes medioambientales como el derrame de derivados del petróleo, lixiviados de minas, etc. Las causas de la no potabilidad del agua son:

- Bacterias, virus;
- Minerales (en formas de partículas o disueltos), productos tóxicos;
- Depósitos o partículas en suspensión.

### ***1.6.1.3. Agua “tratada” y “no tratada”.***

(Grupo Agua - RPP, 2013)

**El concepto “agua tratada” abarca tres dimensiones de la seguridad del agua: calidad, proximidad y cantidad. Con el fin de crear informes internacionales, las personas se clasifican como “con acceso a agua” si disponen de al menos 20 litros diarios de agua limpia procedentes de una fuente situada a menos de 1 kilómetro de su hogar.**

La tecnología define a grandes rasgos si la fuente cumple con los criterios para ser una fuente de agua tratada. Las conexiones internas de una vivienda, las torres de suministro de agua, las bombas y los pozos protegidos son elementos que se definen como fuentes de agua tratada. El agua obtenida de vendedores y camiones de agua y el agua traída desde arroyos o pozos no protegidos es agua no tratada.

La distinción entre agua tratada y no tratada es clara y conveniente con el fin de crear informes internacionales. También es una guía sumamente engañosa hacia la realidad del terreno. En el mundo real de los hogares sin agua segura, el simple límite entre agua tratada y no tratada es ilusorio. Para millones de hogares pobres, los patrones de uso diario de agua combinan el acceso a agua tratada y no tratada.

### ***1.6.2. Dificultades En El Mundo Para Acceder Al Agua***

(EcuRed, 2013)

**El agua adecuada para el consumo humano se llama agua potable. Como se ha explicado el agua que no reúne las condiciones adecuadas para su consumo puede ser potabilizada mediante filtración o mediante otros procesos fisicoquímicos.**

La población mundial ha pasado de 2.630 millones en 1950 a 6.671 millones en 2008. En este periodo (de 1950 a 2010) la población urbana ha pasado de 733 millones a 3.505 millones. Es en los asentamientos humanos donde se concentra el uso del agua no agrícola y donde se contraen la mayoría de las enfermedades relacionadas con el agua. Ante la dificultad de disponer de agua potable para consumo humano en muchos lugares del planeta, se ha consolidado un concepto intermedio, el agua segura como el agua que no contiene bacterias peligrosas, metales tóxicos disueltos, o productos químicos dañinos a la salud, y es por lo tanto considerada segura para beber, por tanto se emplea cuando el suministro de agua potable está comprometido. Es un agua que no resulta perjudicial para el ser humano, aunque no reúna las condiciones ideales para su consumo.

(Ecco Hands, 2013)

**Por diversos motivos, la disponibilidad del agua resulta problemática en buena parte del mundo, y por ello se ha convertido en una de las principales preocupaciones de gobiernos en todo el mundo. Actualmente, se estima que alrededor de mil millones de personas tienen un deficiente acceso al agua potable.**

## ***1.7. Calidad del Agua***

### ***1.7.1. Definición***

(JM Plase Agua, 2013)

**El agua puede considerarse de buena calidad cuando es salubre y limpia; es decir, cuando no contiene microorganismos patógenos ni contaminantes a niveles capaces de afectar adversamente la salud de los consumidores.**

La calidad de cualquier masa de agua, superficial o subterránea depende tanto de factores naturales como de la acción humana.

Sin la acción humana, la calidad del agua vendría determinada por la erosión del substrato mineral, los procesos atmosféricos de evapotranspiración y sedimentación de lodos y sales, la lixiviación natural de la materia orgánica y los nutrientes del suelo por los factores hidrológicos, y los procesos biológicos en el medio acuático que pueden alterar la composición física y química del agua.

Por lo general, la calidad del agua se determina comparando las características físicas y químicas de una muestra de agua con unas directrices de calidad del agua o estándares. En el caso del agua potable, estas normas se establecen para asegurar un suministro de agua limpia y saludable para el consumo humano y, de este modo, proteger la salud de las personas. Estas normas se basan normalmente en unos niveles de toxicidad científicamente aceptables tanto para los humanos como para los organismos acuáticos.

El deterioro de la calidad del agua se ha convertido en motivo de preocupación a nivel mundial con el crecimiento de la población humana, la expansión de la actividad industrial y agrícola y la amenaza del cambio climático como causa de importantes alteraciones en el ciclo hidrológico.

A nivel global, el principal problema relacionado con la calidad del agua lo constituye la eutrofización, que es el resultado de un aumento de los niveles de

nutrientes (generalmente fósforo y nitrógeno) y afecta sustancialmente a los usos del agua. Las mayores fuentes de nutrientes provienen de la escorrentía agrícola y de las aguas residuales domésticas (también fuente de contaminación microbiana), de efluentes industriales y emisiones a la atmósfera procedentes de la combustión de combustibles fósiles y de los incendios forestales. Los lagos y los pantanos son especialmente susceptibles a los impactos negativos de la eutrofización debido a su complejo dinamismo, con un periodo de residencia del agua relativamente largo, y al hecho de que concentran los contaminantes procedentes de las cuencas de drenaje. Las concentraciones de nitrógeno superiores a 5 miligramos por litro de agua a menudo indican una contaminación procedente de residuos humanos o animales o provenientes de la escorrentía de fertilizantes de las zonas agrícolas.

La gestión del agua presenta gran complejidad, por lo que normalmente intervienen diversos agentes, como los municipios, las empresas abastecedoras, los laboratorios de control y las administraciones sanitarias. Todos ellos velan por que el suministro de agua de consumo humano sea buena calidad, sin riesgos para la salud, fácilmente accesible y en la cantidad requerida.

### ***1.7.2. Factores que Determinan la Calidad del Agua***

La calidad del agua está determinada por la presencia y la cantidad de contaminantes, factores físico-químicos y microbiológicos, tales como pH, conductividad, cantidad de sales y de la presencia de fertilizantes, bacterias, hongos. Los seres humanos tienen una gran influencia en todos estos factores, pues ellos depositan residuos en el agua y añaden toda clase de sustancias y de contaminantes que no están presentes de forma natural.

### ***1.7.3. ¿Cómo se Determina la Calidad del Agua?***

Para determinar la calidad del agua agencias certificadas realizan las muestras; toman cantidades pequeñas de agua en un medio que a posterior se puede analizar. Los laboratorios analizan estas muestras según varios factores, y ven si está dentro de los estándares de la calidad para el agua.

Uno de estos factores es el número de colonias de bacterias coliformes; éstas son un indicador para la calidad del agua. Otro factor es la concentración de ciertos contaminantes y de otras sustancias, tales como agentes de la eutrofización.

## ***1.8. Contaminación del Agua***

### ***1.8.1. Definición de Contaminación***

Modificación, generalmente provocada por el hombre, de la calidad del agua haciéndola impropia o peligrosa para el consumo humano, la industria, la agricultura, la pesca y las actividades recreativas, así como para los animales domésticos y la vida natural (Carta del agua, Consejo de Europa 1968)

### ***1.8.2. Origen de la Contaminación del Agua***

- Vertido de aguas residuales de origen industrial, que constituyen la principal fuente de contaminación de las aguas.
- Vertido de aguas residuales procedentes de la actividad humana.
- Productos químicos procedentes de la actividad agropecuaria, los cuales son arrastrados por las aguas; entre ellos, plaguicidas, fertilizantes, desechos de animales, etc.
- Presencia de residuos sólidos provenientes de la industria y de las actividades domésticas.
- Dispersión de hidrocarburos en las vías fluviales y marítimas, causadas por el transporte a través de estas vías.
- Contaminación de origen natural

### ***1.8.3. Contaminantes del Agua***

- a) Microorganismos patógenos causantes de: fiebre tifoidea, paratífus, hepatitis, disenterías, etc.
- b) Detergentes sintéticos y fertilizantes ricos en fosfatos.
- c) Pesticidas orgánicos como el DDT, aldrín, dieldrín, etc.

- d) Productos químicos inorgánicos como los nitratos, nitritos, fluoruros, arsénico, selenio, mercurio.
- e) Petróleo y sus derivados como el alquitrán, aceites, combustibles.

El agua también se utiliza para irrigar cultivos y para dar a beber a los animales, los cuales a su vez se van a convertir en alimento para los humanos y otros seres vivos, haciendo una cadena alimentaria, de tal manera que si las fuentes utilizadas están contaminadas, también se contaminarán nuestros cultivos, los animales, los humanos, y los peces que forman parte del medio acuático.

#### ***1.8.4. Consecuencias de la Contaminación del Agua***

Como sabemos, la contaminación del agua puede llevar a la contaminación de los ríos, a la contaminación de los mares, o incluso a la de lagos, embalses, presas a fin de cuentas, todo aquello que contenga agua.

Esta contaminación afecta para empezar a la fauna y a los diferentes seres vivos que pueden vivir en la misma. De esta forma los productos contaminantes se introducen en la cadena alimenticia, y van invadiendo la misma hasta llegar a los eslabones superiores, es decir, nosotros. Al alimentarnos de los seres vivos que viven en el agua contaminada, como por ejemplo el pescado y el marisco, ingerimos y acumulamos las toxinas que ellos consumieron, lo que tiene consecuencias fatales a largo plazo, como la aparición de enfermedades como alergias, o incluso cáncer.

Además se acumulan más nutrientes cuanto más arriba estamos en la cadena alimenticia, es decir, nosotros acumulamos muchas más toxinas durante nuestra vida que el resto de organismos. De hecho, estudios recientes muestran que los españoles tenemos en la sangre diez veces más mercurio que los alemanes, debido al mayor consumo de pescado en España.

Además, debemos señalar que el agua contaminada puede ser portadora de una gran variedad de enfermedades como la fiebre tifoidea, el cólera, la disentería, la gastroenteritis y causar la mortalidad de la población.



(Ecolisima, 2012)

**El agua limpia y el saneamiento se relacionan estrechamente con el desarrollo humano. La segunda causa más importante de mortalidad infantil en el mundo es la combinación de agua sucia con la falta de servicios de saneamiento. Estas condiciones matan cada día a 4.900 niños.**

¿Cómo podemos contribuir a reducir la contaminación del agua?

En general, es nuestro consumo desmesurado al gran culpable de la contaminación del agua, ya que la producción de todo tipo de bienes implica un gran consumo de agua, y la contaminación de la misma. Por ejemplo, para fabricar la ropa se utilizan cientos de colorantes y sustancias altamente contaminantes, igual que para el calzado.

Gran parte de la contaminación se debe a la agricultura intensiva, que requiere de pesticidas y fertilizantes cuya fabricación consume gran cantidad de agua y conlleva vertidos de sustancias contaminantes a los cauces. Por otro lado, el uso de estos pesticidas y fertilizantes contamina el suelo y los acuíferos. Podemos contribuir a reducir la contaminación derivada de esta actividad consumiendo menos productos de la agricultura intensiva. Si optamos por consumir productos ecológicos estaremos contribuyendo a la salud de nuestro planeta.

### ***1.9. Tratamiento del Agua***

El desarrollo de la sociedad reclama cada vez más agua, pero no solo a veces escasea el agua sino que su calidad en los puntos donde se encuentra y capta, desgraciadamente se ha ido deteriorando día a día con el propio desarrollo, esto obliga a un tratamiento cada vez amplio y complejo técnicamente. La eliminación de materias en suspensión y en disolución que deterioran las características físico-químicas y organolépticas así como la eliminación de bacterias y otros microorganismos que pueden alterar gravemente nuestra salud son los objetivos perseguidos y conseguidos en la estaciones de tratamiento a lo largo de todo un proceso que al final logra suministrar un agua transparente y de una calidad

sanitaria garantizada. El tratamiento del agua es el proceso de naturaleza físico-químico y biológico, mediante el cual se eliminan una serie de sustancias y microorganismos que implican riesgo para el consumo o le comunican un aspecto o cualidad organoléptica indeseable y la transforma en un agua apta para consumir. Todo sistema de abastecimiento de aguas que no está previsto de medios de potabilización, no merece el calificativo sanitario de abastecimiento de aguas. En la potabilización del agua se debe recurrir a métodos adecuados a la calidad del agua origen a tratar. Estación de Tratamiento de Agua Potable (ETAP) es la instalación donde se lleva a cabo el conjunto de procesos de tratamiento de potabilización situados antes de la red de distribución y/o depósito, que contenga más unidades de tratamiento. Considerando un agua superficial, de río, embalse, o subterránea, con unos problemas de calidad que estimamos como convencionales, el proceso o línea de tratamiento, considerado también convencional, consta de una serie de etapas más o menos complejas en función de la calidad del agua bruta objeto del tratamiento y se recogen en las siguientes secuencias.

- Pre oxidación y desinfección inicial con cloro, dióxido de cloro u ozono, o permanganato potásico.
- Coagulación-Floculación, con sales de aluminio o de hierro y coadyuvantes de la floculación (poli electrolitos, poli edemas) coagulación con cal, sosa o carbonato sódico.
- Decantación, en diversos tipos de decantadores.
- Filtración sobre arena o sobre lecho mixto (arena y antracita) y en determinados casos sobre lecho de carbón en grano.
- Acondicionamiento, corrección del pH por simple neutralización o por remineralización con cal y gas carbónico.
- Desinfección final con cloro, clora minas, dióxido de cloro u ozono.

Las instalaciones de tratamiento se completan, a veces, con la adición de carbón activo en polvo, para la eliminación de sustancias que provocan la aparición de olores y sabores, la adición de permanganato potásico para la eliminación de

hierro y manganeso y en casos más conflictivos y constantes de presencia de sustancias orgánicas así como otras que pueden originar olores y sabores, se llega a la instalación de filtros de carbón activo en grano tras los filtros de arena. Hoy en día el tratamiento no solo tiene que seguir y mejorar el tratamiento convencional, sino que deberá abordar las nuevas causas de contaminación que no puedan eliminarse con los métodos convencionales, recurriendo a otros métodos e incluso empleando otros reactivos complementarios. El tratamiento del agua y en especial la desinfección (hasta ahora generalmente con cloro) ha sido responsable en gran medida del 50% de aumento de las expectativas de vida en los países desarrollados a lo largo del siglo XX. La eficacia del tratamiento del agua en la reducción de las enfermedades que esta transmite depende de la calidad del agua en origen y del proceso seguido en el sistema de tratamiento. Los agentes patógenos transmitidos por el agua, que pueden causar enfermedades, provienen generalmente de sistemas hídricos con inadecuado tratamiento, especialmente desinfección y filtración.

### ***1.9.1. Purificación de Agua por Sedimentación***

La sedimentación consiste en dejar el agua de un contenedor en reposo, para que los sólidos que posee se separen y se dirijan al fondo. La mayor parte de las técnicas de sedimentación se fundamentan en la acción de la gravedad.

La sedimentación puede ser simple o secundaria. La sedimentación simple se emplea para eliminar los sólidos más pesados sin necesidad de otro tratamiento especial; mientras mayor sea el tiempo de reposo mayor será el asentamiento y consecuentemente la turbidez será menor, haciendo el agua más transparente.

El reposo natural prolongado también ayuda a mejorar la calidad del agua, pues provee oportunidad de la acción directa del aire y los rayos solares, lo cual mejora el sabor y elimina algunas sustancias nocivas del agua.

La sedimentación secundaria ocurre cuando se aplica un coagulante para producir el asiento de la materia sólida contenida en el agua.

### ***1.9.2. Método de Ablandamiento Cal- Soda-Lime Softening***

Se agrega cal (hidróxido de calcio  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ) y soda ash (carbonato de sodio  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) al agua para causar la precipitación del carbonato de calcio  $\text{CaCO}_3$  e hidróxido de magnesio  $\text{Mg}(\text{OH})_2$ .

En sistemas municipales se agrega el hidróxido de calcio  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  al agua y el sólido precipitado se remueve por medio de la sedimentación. Algunas pequeñas partículas permanecen por lo que se burbujea dióxido de carbono para convertir estas pequeñas partículas en bicarbonatos solubles. Debido a que alguna de esta dureza se conserva este proceso es conocido como ablandamiento parcial.

En una escala menor se puede agregar carbonato de sodio  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  al agua dura que va a ser utilizada para lavar ropa.

### ***1.9.3. Método por Intercambio Catiónico***

Este proceso sustituye los iones calcio  $\text{Ca}^{2+}$  y magnesio  $\text{Mg}^{2+}$  por otros iones que no contribuyen a la dureza como lo son el ion sodio  $\text{Na}^+$  y el ion potasio  $\text{K}^+$ . Esto se logra haciendo fluir el agua por un contenedor lleno de una resina que contenga los iones sodio y potasio. Los iones en la resina son intercambiados por los iones causantes de la dureza del agua. Una vez que todos los iones de la resina han sido intercambiados, la resina ya no puede remover más iones calcio  $\text{Ca}^{2+}$  y magnesio  $\text{Mg}^{2+}$  hasta que esta se regenere usando cloruro de sodio  $\text{NaCl}$  o cloruro de potasio  $\text{KCl}$ . Este método es más común para sistemas domésticos.

El intercambio catiónico es un método de ablandamiento total porque remueve toda la dureza del agua.

### ***1.9.4. Purificación de Agua por Filtración***

La filtración es el proceso de separar un sólido del líquido en el que está suspendido al hacerlos pasar a través de un medio poroso (filtro) que retiene al sólido y por el cual el líquido puede pasar fácilmente.

Se emplea para obtener una mayor clarificación, generalmente se aplica después de la sedimentación para eliminar las sustancias que no salieron del agua durante su decantación.

#### ***1.9.5. Filtro de Carbón Activado***

El agua pasa a columnas con carbón activado. El carbón activado ha sido seleccionado considerando las características fisicoquímicas del agua, obteniendo eficiencia en la eliminación de cloro, sabores y olores característicos del agua de pozo y una gran variedad de contaminantes químicos orgánicos categorizados como productos químicos dañinos de origen "moderno" tales como: pesticidas, herbicidas, metilato de mercurio e hidrocarburos clorinados.

#### ***1.9.6. Filtro de Arena***

La función de este filtro es de detener las impurezas grandes (sólidos hasta 30 micras) que trae el agua al momento de pasar por las camas de arena y quitarle lo turbio al agua, estos filtros se regeneran periódicamente. Dándoles un retrolavado a presión, para ir desalojando las impurezas retenidas al momento de estar filtrando.

#### ***1.9.7. Filtro Pulidor***

La función de este filtro es de detener las impurezas pequeñas (sólidos hasta 5 micras). Los pulidores son fabricados en polipropileno grado alimenticio (FDA). Después de este paso se puede tener un agua brillante y cristalina

Pre oxidación y desinfección inicial con cloro, dióxido de cloro u ozono o permanganato potásico.

#### ***1.9.8. Purificación de Agua por Cloración***

Cloración es el procedimiento para desinfectar el agua utilizando el cloro o alguno de sus derivados, como el hipoclorito de sodio o de calcio. En las plantas de

tratamiento de agua de gran capacidad, el cloro se aplica después de la filtración. Para obtener una desinfección adecuada, el cloro deberá estar en contacto con el agua por lo menos durante veinte minutos; transcurrido ese tiempo podrá considerarse el agua como sanitariamente segura.

El hipoclorito de sodio es la solución más fácil de dosificar y cómoda de utilizar para desinfección del agua de consumo humano. Es un líquido que se puede obtener en concentraciones desde 0,5% hasta un 10%. La dosis recomendada para la desinfección es entre 1 y 5 mg/l. la dosis dependerá de la claridad o turbiedad del agua.

(aquaquimi, 2012)

**Se utilizan dosis mayores a 4mg/l para aguas turbias y muy contaminadas; sin embargo a esas concentraciones el agua tendría un sabor muy fuerte y desagradable, por lo que se recomienda mantener el nivel de cloro a inyectar entre 0,5 y 1 mg/l.**

### ***1.9.9. Purificación de Agua por Ozono***

Es el desinfectante más potente que se conoce, el único que responde realmente ante los casos difíciles (presencia de amebas, etc.). No comunica ni sabor ni olor al agua; la inversión inicial de una instalación para tratamiento por ozono es superior a la de cloración pero posee la ventaja que no deja ningún residuo.

Se utiliza además Coagulación-Floculación, con sales de aluminio o de hierro y coadyuvantes de la floculación (poli electrólitos, poli adamas) coagulación con cal, sosa, o carbonato sódico.

### ***1.9.10. Ajuste del pH***

El agua municipal necesita un ajuste de pH a menudo, para prevenir la corrosión de las tuberías y prevenir la disolución del plomo en los abastecimientos de agua. El pH es llevado hacia arriba o hacia abajo a través de la adición del cloruro de

hidrógeno, en caso de que un líquido sea básico, o del hidróxido de sodio, en caso de un líquido ácido. El pH será convertido a aproximadamente 7 ó 7,5, después de la adición de ciertas concentraciones de estas sustancias.

### ***1.9.11. Purificación de Agua por Rayos Ultravioleta***

La desinfección por ultravioleta usa la luz como fuente encerrada en un estuche protector, montado de manera que, cuando pasa el flujo de agua a través del estuche, los rayos ultravioleta son emitidos y absorbidos dentro del compartimiento. Cuando la energía ultravioleta es absorbida por el mecanismo reproductor de las bacterias y virus, el material genético (ADN/ARN) es modificado, de manera que no puede reproducirse. Los microorganismos se consideran muertos y el riesgo de contraer una enfermedad, es eliminado.

Los rayos ultravioleta se encuentran en la luz del sol y emiten una energía fuerte y electromagnética. Están en la escala de ondas cortas, invisibles, con una longitud de onda de 100 a 400 nm (1 nanómetro= $10^{-9}$ m).

Hoy en día el tratamiento no solo tiene que seguir y mejorar el tratamiento convencional, sino que deberá abordar las nuevas causas de contaminación que no puedan eliminarse con los métodos convencionales, recurriendo a otros métodos e incluso empleando otros reactivos complementarios. El tratamiento del agua y en especial la desinfección (hasta ahora generalmente con cloro) ha sido responsable en gran medida del 50% de aumento de las expectativas de vida en los países desarrollados a lo largo del siglo XX. La eficacia del tratamiento del agua en la reducción de las enfermedades que esta transmite depende de la calidad del agua en origen y del proceso seguido en el sistema de tratamiento. Los agentes patógenos transmitidos por el agua, que pueden causar enfermedades, provienen generalmente de sistemas hídricos con inadecuado tratamiento, especialmente desinfección y filtración.

Los reactivos son incorporados en las siguientes etapas:

- Cloro/Dióxido de Cloro/Ozono/Permanganato potásico, empleados como oxidantes y en la desinfección inicial o primaria, se incorporan a la entrada de la cámara de mezcla.
- Coagulante, se incorpora en la cámara de mezcla.
- Cal, u otro álcali o ácido para corregir pH, se pueden incorporar tanto en la fase de mezcla y coagulación, como al agua ya filtrada.
- Coadyuvantes de la floculación como los poli electrolitos, se dosifican generalmente tras la fase de coagulación y antes de la decantación.
- Carbón activo en polvo, para la adsorción de sustancias orgánicas, en la fase de mezcla y en cualquier caso, antes de la decantación.
- Cloro/Dióxido de cloro/Ozono/Clora minas, empleados en la desinfección final, se incorporan al agua filtrada.

En cuanto al control de calidad del agua en una ETAP hay que considerar en primer lugar que el agua que entra en una estación o planta de tratamiento (agua bruta o agua cruda) se somete a una serie de ensayos y análisis físicos, químicos y bacteriológicos que determinan el estado y características de esta agua y por tanto las pautas del tratamiento a seguir. Igualmente es necesario realizar distintos análisis a lo largo de las diversas fases del tratamiento con objeto de comprobar la eficacia de cada una de estas operaciones y finalmente se realizan los correspondientes análisis y controles al agua una vez completado el proceso de tratamiento y así conocer las características finales del agua tratada.

### ***1.10. Plantas de Tratamiento***

Según la OMS.

**Muchas plantas de tratamiento de agua, principalmente en los países en desarrollo, tienen equipos que no funcionan adecuadamente. Esto se debe a que no se comprenden o no se cumplen los requisitos de operación y mantenimiento.**



**Además, el diseño de esas plantas de tratamiento generalmente no siguen las técnicas que permiten mejorar el desempeño del proceso de tratamiento, lo que significa que se usan de manera ineficiente y que no se aprovecha toda su capacidad.**

### ***1.10.1. Tratamiento Físico***

#### **1.10.1.1. Rejas**

Esta unidad normalmente es parte de la captación o de la entrada del desarenador:

a) El diseño se efectúa en función del tamaño de los sólidos que se desea retener, determinándose según ello la siguiente separación de los barrotes:

Separación de 50 a 100 mm cuando son sólidos muy grandes. Esta reja normalmente precede a una reja mecanizada.

Separación de 10 a 25 mm desbaste medio.

Separación de 3 a 10 mm: desbaste fino.

b) La limpieza de las rejas puede ser manual o mecánica, dependiendo del tamaño e importancia de la planta o de la llegada intempestiva de material capaz de producir un atascamiento total en pocos minutos.

c) La velocidad media de paso entre los barrotes se adopta entre 0,60 a 1 m/s, pudiendo llegar a 1,40 m/s, con caudal máximo.

d) Las rejas de limpieza manual se colocan inclinadas a un ángulo de 45° a 60°. Se debe considerar una superficie horizontal con perforaciones en el extremo superior de la reja con la finalidad de escurrir el material extraído.

e) Debe preverse los medios para retirar los sólidos extraídos y su adecuada disposición.

### **1.10.1.2. Desarenadores**

#### **a) Remoción de partículas.**

- a) Aguas sin sedimentación posterior deberá eliminarse 75% de las partículas de 0,1 mm de diámetro y mayores.
- b) Aguas sometidas a sedimentación posterior deberá eliminarse 75% de la arena de diámetro mayor a 0,2 mm.

Deberá proyectarse desarenadores cuando el agua a tratar acarree arenas. Estas unidades deberán diseñarse para permitir la remoción total de estas partículas.

#### **b) Criterios de diseño.**

- a) El período de retención deber estar entre 5 y 10 minutos.
- b) La razón entre la velocidad horizontal del agua y la velocidad de sedimentación de las partículas deber ser inferior a 20.
- c) La profundidad de los estanques deberá ser de 1,0 a 3,0 m.
- d) En el diseño se deberá considerar el volumen de material sedimentable que se deposita en el fondo. Los lodos podrán removerse según procedimientos manuales o mecánicos.
- e) Las tuberías de descarga de las partículas removidas deberán tener una pendiente mínima de 2%.
- f) La velocidad horizontal máxima en sistemas sin sedimentación posterior será de 0,17 m/s. y para sistemas con sedimentación posterior será de 0,25 m/s.
- g) Deberá existir, como mínimo, dos unidades.

### **1.10.1.3. Presedimentadores**

- a) Este tipo de unidades deben ser consideradas en el diseño de una planta cuando es posible obtener remociones de turbiedad de por lo menos 50%, o cuando la turbiedad de la fuente supera las 1,500 UNT.

b) El tiempo de retención debe definirse en función de una prueba de sedimentación. Normalmente el tiempo en el cual se obtiene la máxima eficiencia varía de 1 a 2 horas.

c) En el dimensionamiento de la unidad se emplearán los criterios indicados para unidades de sedimentación sin coagulación previa.

#### ***1.10.1.4. Aireadores***

Sirven para remover o introducir gases en el agua. Pueden ser utilizados en la oxidación de compuestos solubles y remoción de gases indeseables.

#### ***Dispositivos admitidos para la aireación.***

a) Plano inclinado formado por una superficie plana con inclinación de 1:2 a 1:3, dotado de protuberancias destinadas a aumentar el contacto del agua con la atmósfera.

b) Bandejas perforadas sobrepuestas, con o sin lecho percolador, formando un conjunto de, por lo menos, cuatro unidades.

c) Cascadas constituidas de por lo menos, cuatro plataformas superpuestas con dimensiones crecientes de arriba hacia abajo.

d) Cascadas en escalera, por donde el agua debe descender sin adherirse a las superficies verticales.

e) Aire comprimido difundido en el agua contenida en los tanques.

f) Tanques con aeración mecánica.

g) Torre de aeración forzada con anillos "Rashing" o similares.

h) Otros de comprobada eficiencia.

## ***1.10.2. Tratamiento Químico***

### ***1.10.2.1. Coagulación***

El tratamiento de la coagulación del agua utiliza procesos químicos para preparar el agua para el uso humano o para devolverla al medio ambiente. A través de la coagulación, las plantas de tratamiento de agua pueden eliminar las partículas de desecho en el agua y continuar con su tratamiento para ser utilizada nuevamente. El agua tratada es también menos dañina cuando se devuelve al medio natural.

#### **¿Cómo funciona?**

El agua en sus formas naturales y en su forma de residuos incluye pequeñas partículas. En el agua, estas partículas con la misma carga están suspendidas en un coloide (una mezcla con propiedades entre una suspensión fina y una solución). El proceso de repulsión - la propiedad física de las partículas con la misma carga (es decir, negativo y negativo) que se repelen entre sí - detiene la combinación de las partículas en una forma reiterada. El tratamiento de la coagulación del agua aplica productos químicos para ayudar a las partículas de agua que se combinan entre sí. Cuando las partículas se agregan, pueden ser eliminadas del agua tratada con mayor facilidad.

### ***1.10.2.2. Tipos Comunes de los Productos Químicos.***

Hay dos tipos de productos químicos coagulantes, los coagulantes primarios y los coagulantes coadyuvantes. Según el Departamento de Protección del Medio Ambiente de Pennsylvania, los coagulantes coadyuvantes se "añaden después del coagulante primario para producir un floculo más fuerte y más sedimentable. Estas sustancias químicas también pueden ayudar a reducir la cantidad de coagulante primario necesario y la cantidad de lodo producido durante el proceso de tratamiento". Cuatro productos químicos comunes que se utilizan como coagulantes son el sulfato de aluminio, sulfato ferroso, sulfato férrico y cloruro férrico. Incluso después de que se utilizan estos químicos para tratar el agua, ésta se desarrollará en otras medidas, incluyendo la filtración y desinfección (en cuyo punto se utilizarán más químicos).

### ***1.10.2.3. Alternativas de Purificación de Agua.***

Cuando el agua natural o residual se filtra en una planta, primero se proyectará para la eliminación de grandes componentes, incluyendo tierra, hojas y trozos de basura. La introducción de los productos químicos se produce en la etapa coagulante. El tratamiento del agua también puede utilizar procesos menos perjudiciales para el medio ambiente como múltiples pasos de filtración (usando membranas y una sustancia como la arena) para eliminar las partículas del agua y luego desalinizarla en lugar de utilizar productos químicos.

### ***1.10.2.4. Floculación***

La floculación es un proceso químico mediante el cual, con la adición de sustancias denominadas floculantes, se aglutinan las sustancias coloidales presentes en el agua, facilitando de esta forma su decantación y posterior filtrado. Es un paso del proceso de potabilización de aguas de origen superficial y del tratamiento de aguas servidas domésticas, industriales y de la minería.

Los compuestos que pueden estar presentes en el agua pueden ser:

- Sólidos en suspensión;
- Partículas coloidales (menos de 1 micra), gobernadas por el movimiento browniano; y,
- Sustancias disueltas (menos que varios nanómetros).

### ***1.10.2.5 Tipos de Floculación***

- ***Floculación Pericinética***

Esta producido por el movimiento natural de las moléculas del agua y esta inducida por la energía térmica, este movimiento es conocido como el movimiento browniano.

- ***Floculación Ortocinética***

Se basa en las colisiones de las partículas debido al movimiento del agua, el que es inducido por una energía exterior a la masa de agua y que puede ser de origen

mecánico o hidráulico. Después que el agua es coagulada es necesario que se produzca la aglomeración de los microflóculos; para que esto suceda se produce primero la floculación pericinéctica luego se produce la floculación ortocinéctica.

#### ***1.10.2.6 Parámetros de la Floculación***

Los parámetros que se caracterizan la floculación son los siguientes:

- Floculación Ortocinéctica (Se da por el grado de agitación proporcionada: Mecánica o Hidráulica).
- Gradiente de Velocidad (energía necesaria para producir la mezcla).
- Número de colisiones (choque entre microflóculos).
- Tiempo de retención (tiempo que permanece el agua en la unidad de floculación).
- Densidad y tamaño de floculación.
- Volumen de lodos (los flóculos formados no deben sedimentar en las unidades de floculación).

#### ***1.10.3. Tratamiento Microbiológico***

El tratamiento secundario de aguas, también conocido como “tratamiento biológico”, consiste en la estabilización de la materia orgánica contaminante, aún presente en el agua residual después del tratamiento primario, mediante la acción de una biomasa activa, especialmente bacterias. Actúa a través de procesos de absorción biológica, mecanismo que efectúan las bacterias a través de su membrana citoplásmica, con reacciones bioquímicas catalizadas por enzimas, que permiten utilizar los sólidos disueltos como fuente de energía, de tal manera que una vez aprovechados, son transformados en sólidos mineralizados o estabilizados.

Por lo tanto, las bacterias se alimentan a través de su membrana citoplásmica, utilizando la fracción soluble (disuelta) de la materia orgánica. Los tratamientos primarios tales como cribado, sedimentación y flotación únicamente permiten la remoción de sustancias contaminantes en suspensión, las cuales por lo general representan la menor fracción contaminante de las aguas residuales, en comparación con la fracción soluble.

De acuerdo con la forma en que utilizan el oxígeno para la realización de sus funciones metabólicas, las bacterias pueden ser aeróbicas, anaeróbicas y facultativas, nombres de gran importancia en ingeniería sanitaria, dado que las tecnologías de tratamiento secundario reciben su nombre en función del tipo de bacterias presentes en el proceso biológico.

Las primeras (aeróbicas) son aquellas que requieren del oxígeno en forma molecular para poder respirar, esto es, oxígeno disuelto en el agua. Las segundas, anaeróbicas, no requieren de oxígeno molecular disuelto en el agua, sino que lo toman directamente de la materia orgánica que utilizan como fuente de alimentación.

Finalmente las terceras, facultativas, pueden vivir en presencia o ausencia de oxígeno disuelto, comportándose como aeróbicas o anaeróbicas según sea la situación en que estén inmersas.

En materia de tratamientos de aguas, es posible dividir los procesos biológicos en dos grupos: depuración aeróbica y depuración anaeróbica.

El uso de las microalgas para remover los nutrientes que traen las aguas residuales es una tecnología conocida. Las microalgas eliminan la mayoría del Nitrógeno inorgánico (amonio y nitratos) y parte del fósforo por absorción celular directa. El principal factor limitante de esta tecnología es el hecho de que como resultado del tratamiento, se obtiene, además de un agua más limpia, una población de microalgas que debe eliminarse del agua antes de su disposición final en los cuerpos de agua receptores; además, mucho del fósforo permanece en el agua, aún después del tratamiento. Para superar este inconveniente se ha venido desarrollando una nueva aproximación tecnológica que permita lograr un mejor sistema de tratamiento. Los dos objetivos básicos que han marcado el desarrollo de dicha tecnología han sido por una parte, lograr el aumento significativo en el crecimiento de la población de microalgas de manera que haya una mayor absorción de nutrientes y por otro lado, encontrar una forma fácil de eliminar las microalgas del agua después del tratamiento. Si consideramos que las Microalgas como plantas microscópicas, en teoría su crecimiento podría verse favorecido por

las bacterias promotoras del crecimiento en plantas, las cuales mejoran el desarrollo de muchos cultivos de importancia agronómica.

Para asegurar una estrecha proximidad física entre las microalgas y bacterias es necesario atrapar a los dos microorganismos en una matriz esféricas transparente que deben cumplir ciertos requisitos; por un lado permitir la entrada de luz necesaria para que las microalgas lleven a cabo sus procesos fotosintéticos; por otro lado debe ser lo suficientemente pequeña para permitir la difusión del O<sub>2</sub> y nutrientes dentro de la esfera y al mismo tiempo suficientemente grande y pesada para evitar su flotación y asegurar su completo sumergimiento en el agua residual. De esta manera cuando el tratamiento del agua residual finaliza, solo es necesario recolectar las esferas, dejando el agua tratada libre de la población microbiol. Este podría ser un sistema biológico artificial que no existe en la naturaleza con microalgas y bacterias. En este estudio se utilizó la microalga *Chlorella* y a la bacteria *Azospirillum brasilense*, promotora del crecimiento de las plantas, conocida por ser una bacteria sin un hospedero específico, que puede aumentar el crecimiento y cosecha de numerosas plantas. Para crear el sistema biológico se inmovilizó a los 2 microorganismos en una esfera de alginato (polímero de alga) y se obtuvo que la bacteria de procedencia agrícola tiene el mismo efecto sobre la planta unicelular, las células se multiplican más rápidamente creando poblaciones de microalgas significativamente más grandes. También se aumenta la concentración de pigmentos de la microalga característicamente tan importantes para los microorganismos fotosintetizadores que derivan de su energía de la luz y el nivel de lípidos permitiendo una mayor supervivencia de la microalga para absorber amonio y fósforo del agua residual doméstica se incrementa significativamente. Más aún la bacteria sobrevive por un tiempo más largo en presencia de la bacteria que cuando está sola, es posible utilizar el mismo lote de esferas inmovilizadas repetidamente y eliminar más eficientemente los nutrientes del agua residual.

#### ***1.10.4. Las Algas***

**Según la página web, El estanque 2002. Las algas son un grupo diverso de organismos similares a las plantas que aparecen en una amplia gama de hábitats ambientales. Son células fotoautótrofas que contienen clorofila,**



**tienen estructuras reproductoras sencillas, y su tejido no se diferencia en raíces, tallos u hojas verdaderas.**

Varían desde los organismos unicelulares, o compuestos por una sola célula, a organismos multicelulares poco complejos. Algunas algas tienen un crecimiento tan complejo que toman equivocadamente por plantas vasculares. El tamaño promedio de las células de las algas unicelulares microscópicas es aproximadamente de 0,0010 mm de diámetro.

Las algas pueden estar presentes sobre la vegetación, en el aire, en el agua y en el suelo. Sus esporas microscópicas se introducen continuamente en las piscinas y en otros depósitos de agua debido al viento, a las tormentas de polvo, la escorrentía de la lluvia, etc. Crecen rápidamente en aguas estancadas cuando se exponen a la luz del sol y a temperaturas por encima de 4 grados Celsius. Pueden formar limo perjudicial y/u oloroso. Pueden perturbar la filtración y aumentar mucho la demanda de cloro. Los fosfatos y nitratos en el agua estimulan su crecimiento.

El crecimiento de las algas se produce en tres formas básicas: plantónica, filamentosa y macrofita.

Las algas plantónicas son algas microscópicas monocelulares que flotan libremente en el agua. Cuando estas plantas son extremadamente abundantes o “florece”, pueden volver el agua de color verde o de otros colores, que incluyen el amarillo, gris, marrón o rojo.

Las algas filamentosas se denominan algunas veces como “algas hilo” o “espuma de charca”. Las algas filamentosas se producen en forma de finos hilos verdes que forman esteras flotantes que se desplazan arrastradas por el viento. Estas algas se encuentran también comúnmente adheridas a las rocas, árboles sumergidos, otras plantas acuáticas y amarres.

Las algas macrófitas se asemejan a las plantas verdaderas en que parecen tener tallos y hojas. Las algas macrófitas que se producen comúnmente se denominan Chara (de la familia de las Characeae) o hierba de almizcle (debido a su fuerte olor almizclado). La chara se siente áspera al tacto, debido a los depósitos de cal

en su superficie, por lo que recibe también otro nombre común – carofita (stonewort).

#### ***1.10.4.1.- Problemas con las Algas***

En general, las algas son de poco valor para su estanque o lago- Las formas filamentosas y plantónicas se pueden reproducir a un ritmo fenomenal, y, repentinas mortandades pueden producir el agotamiento del oxígeno. Otro tipo de plantas acuáticas de la cuenca de agua, que florecerán sin la competencia de las algas pueden suministrar el oxígeno necesario en los estanques de peces o de los lagos

Los problemas de algas están producidos normalmente por un exceso de nutrientes (nitrógeno y fósforo) en el estanque. Desde el momento en que se construye un estanque, éste se convierte en una cuenca de sedimentación de nutrientes, lavados desde el terreno circundante y drenado hasta la cuenca. Cuánto más envejece un estanque, más nutrientes se habrán acumulado, y se vuelve más susceptible a problemas con las algas. La escorrentía desde campos fertilizados, céspedes y praderas, instalaciones de engorde de ganado, depósitos sépticos y campos de lixiviados, aceleran la carga de nutrientes y el crecimiento de las algas en el estanque.

El excesivo crecimiento de las algas hará pasar hambre o suprimirá otras formas de vida de las plantas acuáticas y puede bloquear la luz solar necesaria para su adecuado crecimiento. Problemas de sabor y olor en el agua potable y, algunas veces, la muerte de los peces, se asocian con floraciones excesivas de las algas plantónicas. Las algas filamentosas y las algas macrófitas forman a menudo densos agregados que hacen que la pesca, la natación, y otros usos recreativos sean casi imposibles. La cubierta total puede restringir la penetración de la luz del sol y limitar la producción de oxígeno y alimentos necesarios para el crecimiento de los peces. Cuando la abundancia de las algas interfiere con el uso pretendido del estanque, debe empezarse a pensar en un procedimiento de control.

#### ***1.10.4.2 Tipos de Algas y su Eliminación***

Lo primero a entender para eliminar las algas, es saber lo que realmente son. El alga es una planta, un tipo de planta de nivel primitivo pero planta al fin.

Hay muchas clases de químicos que eliminan el agua verde (algas unicelulares) y otros tipos de algas de los estanques, pero... se está eliminando plantas y por supuesto, algunos químicos afectan a las plantas sanas que queremos que crezcan, además, por más que eliminemos a las algas, ellas volverán a crecer si no eliminamos su fuente de crecimiento.

Algunas algas son buenas para el estanque, permiten crear una sombra en la superficie para bajar la intensidad de los rayos UV del sol; también el alga sirve para bajar los niveles de nitratos que si son muy altos los peces morirían; el alga filtra el amoníaco; y es una fuente de comida excelente para los renacuajos y peces (sobre todo los alevines).

Pero de todas maneras, las algas no son muy agradables a la vista, para eliminarlas sin usar químicos hay que saber sus necesidades básicas. Hay 2 puntos que afectan el crecimiento de las algas:

- El estancamiento del agua. Cuanto más estancada está el agua, más algas crecerán).
- El nivel de pH. El alga mejora y crece a niveles altos de pH.

Igualmente, hay 3 componentes fundamentales para el desarrollo excesivo de las algas:

- ***La comida.*** El alga se alimenta principalmente de los nitratos y fosfatos del agua.
- ***La luz.*** El alga necesita luz sola directa para reproducirse y crecer.
- ***La temperatura.*** El alga crece más rápido en aguas cálidas que en aguas frías.

#### 1.10.4.4. Algunas especies de algas en el estanque:

Tabla N° 1. Nombres de algunas especies de algas.

<b>Alga pincel (o de pelo)</b>	Son típicamente encontradas en cascadas o salidas de filtros que son lugares donde el agua se mueve constantemente en contacto con algo sólido y el aire. Crecen en forma de pelos largos y finos que pueden hacerse muy densos. Estas algas no son problemáticas porque no crecen cuando hay sol y no les gusta el calor. Sirven para completar el ciclo biológico. El control de estas algas es fácil, se sacan simplemente pasando la mano por donde se encuentran. También, es muy común ver a langostas u otros insectos comer estas algas ya que no se encuentran dentro del agua.
<b>Alga de espuma</b>	Crecen en formas densas por lo general en el fondo del estanque. Estas algas cuando le da el sol directo se aflojan del suelo y aparecen en forma de espuma en la superficie. Estas algas son las más difíciles de eliminar si no se cuenta con bottom drain. La forma de eliminarlas es durante el día, cuando salen a la superficie, utilizando una red fina. También, si se tiene bottom drain y skimmer se eliminan.
<b>Alga de hilo</b>	Se la considera la única alga buena. Son cortas, atadas, parecidas a raíces de plantas, generalmente son una forma buena de algas en un estanque ya que muchos peces se alimentan de ellas. Estas se agarran a todo elemento que hay dentro del agua. Cuando aparecen este tipo de algas se considera que el agua tiene buena calidad (aunque no queda muy estético). La forma de sacar estas algas es usando cualquier sistema de filtro biológico (estas algas ayudarán a la carga bacteriana).
<b>Algas unicelulares</b>	Es el tipo el más común y odiado de algas en los estanques. Esta alga crece cuando hay altas temperaturas, pH alto, consume el oxígeno, se

	<p>alimenta de las sustancias en exceso de nitratos, fosfatos y silicatos.</p> <p>Esta es el alga que causa el agua verde. Estas algas en sí mismas no dañan a los peces pero al consumir oxígeno deja menos concentración de este gas en el agua. En exceso, traban las bombas de agua, ensucia fácilmente los filtros y mata las plantas acuáticas, te tapa toda la superficie, etc. La forma de eliminarla es con un buen sistema de filtración y abundante cantidad de plantas para no tener exceso de nutrientes.</p>
--	--

**Fuente: Web El Estanque 2002**

#### ***1.10.4.3 Tratamiento de Algas***

Ya que el alga es la forma más primitiva de las plantas y que las plantas que queremos que crezcan son más grandes, se debe usar el más viejo truco para eliminarles las nutrientes a las algas: ¡¡¡usar muchas plantas!!!

Suena medio raro, En realidad no, si usamos muchas plantas absorberán los nutrientes que las algas acapararían, por lo tanto, no les dejamos nutrientes para ellas y las pocas que quedan son eliminadas por los peces y demás seres vivientes de los estanques.

Las plantas que se pueden utilizar para bloquear el sol son varias, entre las más usadas están: la lenteja de agua, Jacinto de agua, las hojas de las azucenas de agua, flor de loto, repollito de agua, lemna, riccia, camalotes, etc. Además, sería conveniente colocar en algunos lados del perímetro del estanque algunos penachos.

Dentro de las plantas recomendadas para los estanques (las sumergibles) que consumen grandes cantidades de NO<sub>3</sub> y ayudan a combatir las algas son: la elodea, vallisneria, potamogeton, myriophyllum aquaticum, hottonia paustris (pluma acuática) y ceratophyllum demersum (cerastio). Las otras plantas de estanque que se utilizan también sirven y son muy lindas, pero estas que

mencionamos son las que más consumen y combaten las algas. El resto de las plantas si no tienes a éstas morirían por la asfixia que les produciría las algas.

Los filtros rayos ultravioleta UV, eliminan el 100% de las algas unicelulares y reducen un 90% el resto de las otras algas. Pero se debe tener en cuenta que estos filtros son apoyo a los filtros convencionales.

#### ***1.10.4.5 Corte de Algas Invasoras***

El corte es la única forma correcta de remover mecánicamente la vegetación acuática. Arrancar las plantas a mano o por medio de rastras, cadenas y otros aparejos es un método primitivo que se ha dejado de usar hace muchos años en la gestión de los lagos y las lagunas por sus nefastos efectos sobre el medio ambiente.

La remoción del fondo, el enturbiamiento y la destrucción de comunidades indispensables para el correcto funcionamiento de los lagos, las lagunas y los estanques, son algunas de las consecuencias de estas prácticas.

#### ***1.10.4.6 Control Químico de Algas Invasoras***

El control químico de las algas y las plantas invasoras es muy delicado y se acepta que debe ser usado esporádicamente y solo por especialistas con experiencia real en la materia.

Alguno de los inconvenientes que plantea son los siguientes:

Al eliminar a las plantas en el agua y no retirarlas se provoca un shock ambiental por la materia orgánica en descomposición que entre otros efectos nocivos comienza a consumir oxígeno para ser degradada.

Muchos herbicidas eliminan también al fitoplancton y a otras plantas beneficiosas desordenando la cadena alimentaria.

Se incorporan residuos y contaminantes químicos al agua de permanencia prolongada.

La siega química de las plantas acuáticas tiene un efecto temporal en muchos casos.

La falta de equipos apropiados y experiencia para las aplicaciones suele generar desperdicios y fracaso.

Los efectos de los tratamientos por lo general demoran de 10 a 15 días, el costo por hectárea puede oscilar entre los \$ 150 a \$ 300 para lagunas medianas, incluyendo producto y asistencia técnica (sin aplicación).

Algunos de los casos en los que necesariamente se debe evaluar si corresponde el uso de herbicidas son:

Para plantas arraigadas al fondo de los estanques y que por su variedad permiten el uso de productos que eliminan a las plantas desde sus raíces.

Este tratamiento se realiza antes del corte con máquina y la posterior extracción de la planta.

Para esterilizar el piso de las lagunas antes de su llenado para retrasar la aparición de plantas arraigadas invasoras.

#### ***1.10.4.7 El Salmón Siberiano***

Es por el momento la única especie eficiente en el control de un importante número de algas y plantas invasoras en los estanques, los lagos y las lagunas.

El Salmón chico tiene un costo de entre \$ 0.60 y \$ 1.50 de acuerdo a las cantidades y el proveedor. En este tamaño es efectivo al año de introducido en la laguna.

En nuestro caso, al ser productores, muchas veces recurrimos a la siembra de animales medianos o grandes (2 kilos) para lograr un efecto de control inmediato sobre la laguna.

Se debe estimar una densidad de 200 a 300 Salmones medianos (0.8 a 1.2 kilos) por hectárea para un correcto control en lagunas medianas.

Entre otros atributos, la especie se destaca como pieza deportiva para la pesca con mosca (ver recuadro “La nueva especie...”), además, su carne es blanca y sabrosa alcanzando los 50 kilos de peso.

### ***1.10.5 Control De Las Algas Con Un Equipo De Ultrasonido***

A través de la página web, LG Sonic E-line 2014. Las esteras de algas filamentosas se pueden eliminar con un rastrillo, tela metálica, o dispositivos similares. Sin embargo, este procedimiento de control exige mucha mano de obra y proporciona únicamente un control temporal. En algunos ejemplos, puede parecer que las algas crecen tan rápido como se retiran.

Antes de usar agentes químicos, debe usted considerar la potencial contaminación de los suministros de agua doméstica, y los periodos de espera para abreviar el ganado, alimentar a los peces, la natación y la irrigación.

El Centro para la Gestión de las Plantas Acuáticas en Inglaterra ha ensayado paja de cebada para el control de las algas plantónicas y filamentosas. Se ha continuado con este ensayo durante los últimos 15 años. En los Estados Unidos se han utilizado paja de cebada y esporádicamente otras pajas, con resultados mixtos, y no se ha conseguido eliminar completamente el problema.

#### ***1.10.5.1 Solución***

Existe ahora una nueva manera de controlar las algas y de eliminar los problemas que tenemos con ellas.

Es respetuosa con el medio ambiente, económica y no utiliza agentes químicos. Esta tecnología utiliza ultrasonidos para inhibir el crecimiento de las algas. Este procedimiento de control de las algas se había probado hace algunas décadas, sin embargo, la manera en la que se producían las ondas ultrasónicas en ese momento era demasiado costosa para hacer de éstas un producto comercializable. Después



de un largo periodo de tiempo, las vibraciones ultrasónicas, que son inaudibles para los seres humanos, y no son causa de riesgo para las personas, animales o peces, están disponibles y se ha vuelto económicamente posible para todo el que desea eliminar las algas y algunos otros microorganismos.

#### ***1.10.5.2 Control de Algas por Ultrasonidos***

Sistema de ultrasonidos sencillo y eficaz para el control de las algas y biofilm en instalaciones de almacenamiento de agua, sin utilización de productos químicos. Tecnología basada en la eliminación de las algas llevándolas a su vibración a una frecuencia de resonancia destructiva, provocando la rotura de los diferentes orgánulos celulares tales como el tonoplasto de la vacuola, la pared o membrana celular y las vesículas de gas de las algas tóxicas.

El agua contenida en estanques y otros reservorios tiende a perder su calidad debido a su estancamiento. La radiación solar y la acumulación de nutrientes son algunos de los factores que favorecen la proliferación de algas. En ciertos casos, las algas logran aventajar a las plantas en consumo de nutrientes, creciendo masivamente y reduciendo drásticamente los niveles de oxígeno disuelto en el agua. Debido a la emisión de varias frecuencias simultáneamente, diferentes especies de algas pueden ser controladas de manera eficiente dentro de un lapso de tiempo muy corto.

#### ***1.10.5.3 Resonancia vs Cavitación:***

La capacidad de eliminar una célula microbiana con una onda de ultrasonido no viene determinada únicamente por la potencia a la que se la somete (consumo de energía), sino que más importantes son la forma y la calidad de transmisión de las ondas sonoras. La tecnología Lp-Bs™ desarrollada permite a los dispositivos LG Sonic® enviar una señal de sonido en condiciones óptimas. Esta propiedad hace innecesaria la aplicación de elevadas potencias para obtener largos alcances.

Uno de los fenómenos causados por el ultrasonido en el agua se llama cavitación. La cavitación es la formación, crecimiento y colapso implosivo de las burbujas en

un líquido. El colapso de la cavitación produce localmente elevadas temperaturas, altas presiones y enfriamientos. Además, se induce la producción de radicales libres de hidrógeno, pudiendo dañar a los microbios e incluso reaccionar con algunas moléculas en el agua, como las toxinas de las algas.

### ***1.10.6 El Agua Con Fines Recreativos***

**Según La Web El Agua y la vida Biblioteca Digital ILCE: La vida humana se ha mantenido muy ligada al agua. Los artistas de las distintas civilizaciones han reflejado en la literatura y en el arte su fascinación por este elemento.**

La contemplación del agua añade un placer estético a las experiencias humanas: es agradable oírla, observarla, caminar o descansar junto a ella, tocarla y entrar en su contacto. Ciertamente aumenta la belleza del paisaje del que forma parte en las ciudades o en el campo.

La presencia de contaminantes reduce el valor estético del agua hasta casi hacerlo desaparecer. Más aún, la conciencia del daño que puede causar el agua sucia hace que el hombre la rehuya, perdiendo así su valor recreativo. Esta contaminación puede ser aparente cuando las aguas contienen desechos que la tornan desagradable a la vista, o estar oculta, cuando no se aprecia a simple vista pero se sabe que contiene elementos peligrosos para la salud, químicos o bacteriológicos.

Un objetivo fundamental de los programas de conservación de los recursos acuáticos es la preservación de sus valores estéticos y de la calidad del agua, así como el reconocimiento e identificación de los niveles de contaminación que pueden deteriorarla. El agua que no es adecuada para la recreación no lo es para ningún otro fin.

Para que el agua alcance valor estético debe estar libre, al menos, de sustancias ajenas (basura, espuma), malos olores y exceso de vegetación acuática. Pero al ver el agua uno desea tocarla, entrar en su contacto, así que, en el caso de la que persigue fines recreativos, debe ser adecuada al menos para lo que se llama un contacto secundario, esto es, que puedan realizarse con ella actividades que no signifiquen un riesgo alto de ingestión: pescar, mojarse los pies... El criterio

establecido dicta que las especies marinas que se extraigan de ella deben ser adecuadas para el consumo humano y que además haya un límite máximo de microorganismos de 400 bacterias coliformes fecales por 100 mililitros de agua.

Para un contacto primario, es decir, cuando existe la posibilidad de inmersión y por tanto de ingestión accidental, cuando se pasea en bote por ejemplo, el contenido de bacterias coliformes debe ser cuando más de una cuarta parte de lo anterior (100 bacterias por 100 mililitros) para que no exista un riesgo para la salud. Para actividades de natación, en las que es prácticamente inevitable la ingestión, la norma dicta que el contenido de bacterias coliformes sea a lo sumo de 200 por 100 mililitros (ml).

Pero no es éste el único factor: la acidez es importante también. Los líquidos tienen esta propiedad que se mide en una escala llamada pH y varía de 0 en los líquidos extremadamente ácidos hasta 14 en los más básicos; el valor de 7 corresponde a un líquido neutral, como la saliva. Las lágrimas sirven para reducir el efecto del contacto de partículas extrañas al ojo y tienen un valor de pH de 7.4. Aun cuando las lágrimas tienen asombrosa capacidad de amortiguamiento, una variación de pH de tan sólo 0.1 unidades causa molestias, así que para el contacto prolongado se recomienda que el pH del agua no sea inferior a 6.3 ni menor que 8.3.

Otro parámetro importante es la temperatura. El agua caliente es más peligrosa que la fría por ser más agradable al contacto; así, se ha encontrado que para un nadador corriente, que no gasta mucha energía, la máxima temperatura recomendable es de 30 grados Celsius. En las aguas termales, más calientes que este valor, deben controlarse cuidadosamente los movimientos y el tiempo de inmersión y por ningún motivo realizar ejercicios vigorosos.

#### ***1.10.6.1 Usos Del Agua Con Fines Recreativos***

Según la página web, Confederación Hidrográfica del Ebro ©2009. Dentro de las actividades recreativas o lúdicas relacionadas con el agua se consideran aprovechamientos como el golf, el esquí, los deportes de aventura, la navegación

recreativa y la pesca. El uso del agua que hacen es diverso y también su consideración legal, unos como el golf y el esquí requieren concesión y son asimilables a otros usos privativos; otros son usos comunes especiales, como la navegación y están sujetos a declaración responsable; y están también los que requieren legislación específica, como la pesca, o los usos comunes como el baño. Además, existe un uso estético y paisajístico de la naturaleza, en la que los ecosistemas acuáticos tienen una especial relevancia.

El desarrollo de algunas de estas actividades, como la pesca, la navegación deportiva o el baño, está estrechamente ligado al cumplimiento de objetivos ambientales y depende de la existencia de escasas presiones y de un estado ecológico adecuado. Por otro lado, el fomento de las actividades recreativas y el turismo científico en torno al medio hídrico concita una gran demanda social. Existe un uso estético y paisajístico de la naturaleza, en la que los ecosistemas acuáticos tienen una especial relevancia.

La presión sobre los ecosistemas hídricos es poco significativa en términos relativos (inferior a 300 hm<sup>3</sup>/año, con un retorno prácticamente total), aunque puede tener trascendencia local. No obstante, todas estas actividades de ocio estrechamente vinculadas con el agua tienen una significación económica importante.

Entre los usos consuntivos más significativos destacan los de innivación artificial, actividad implantada en la práctica totalidad de las estaciones de esquí alpino de la cuenca (2.572 cañones), y el riego de campos de golf.

**a) Campos de golf:** es un deporte que cuenta con 23 instalaciones que agrupan 387 hoyos (7% de los campos de España) y consumen cerca de 9 hm<sup>3</sup> anuales.

**b) Navegación recreativa:** Existen en la cuenca más de 50 embalses calificados como aptos para la navegación, estimándose más de 1,7 millones de usuarios al año en todas las modalidades (piraguas, pedales, canoas, winsurf, motor), entre los que destacan por su afluencia Ullivarri-Gamboa (30%) y Ribarroja (17%). Es de

gran importancia para la navegación la parte baja del río Ebro, concretamente el tramo comprendido entre el embalse de Ribarroja y la desembocadura y el propio Delta alcanzando sobre los 300.000 usuarios anuales.

**c) Navegación de aventura:** son actividades estacionales que se suelen iniciar en abril y terminan en octubre. Los descensos de aguas bravas se concentran en los afluentes pirenaicos de la cuenca, principalmente en los ríos Gállego, Ésera, Cinca, y su afluente Ara, y Noguera Pallaresa, y en menor medida en los ríos Aragón y Noguera Ribagorzana. La modalidad predominante de descenso en la cuenca es el rafting, elegido por uno de cada tres usuarios, y luego se sitúan otras como hidrospeed, kayak, canoa y piragua. Por otro lado, la modalidad conocida como barranquismo se reparte por la Sierra de Guara y el Pirineo. Se estima en unos 250.000 usuarios anuales de este tipo de navegación y 20.000 barranquistas que realizan estas actividades a través de empresas.

**d) Pesca deportiva:** está extendida por toda la Demarcación, tanto en cauces fluviales como en aguas embalsadas, aunque se concentra en los ríos pirenaicos y de la cabecera. La cuenca del Ebro cuenta con más de 300 cotos (sexta parte del conjunto de España) y una longitud de más de 2.300 km de ribera susceptibles de uso recreativo. Los cotos disponen de una capacidad potencial de 1 millón de usuarios anuales, aunque el número de usuarios reales en los últimos años puede cifrarse en 125.000.

**e) Deportes de invierno:** fuerte implantación en la Demarcación Hidrográfica del Ebro, con un total de 14 estaciones de esquí alpino (659 km) y 16 de esquí nórdico (363 km). Todas ellas están situadas en los Pirineos, salvo una en la Cordillera Cantábrica (Alto Campoo) y otra en el Sistema Ibérico (Valdezcaray), ambas de esquí alpino. La cifra promedio de esquiadores anuales es cercana a los 3 millones.

*f) Termalismo:* los balnearios o estaciones termales, muy numerosas en la cuenca, también tienen su base en el recurso hídrico, existiendo un total de 15 instalaciones.

f) *Espacios naturales:* la cuenca es un destino preferente para el disfrute de espacios naturales, existiendo numerosos parajes donde el recurso hídrico es un aliciente adicional a las características del entorno natural, como en ciertas figuras protegidas y en otros puntos singulares (por ejemplo, el Monasterio de Piedra). Además, existen muchos camping y lugares de acampada en las cabeceras de la mayor parte de las cuencas de la margen izquierda y en algunas de la margen derecha. El conjunto de visitantes a los espacios que disponen de algún tipo de protección administrativa puede cifrarse en aproximadamente 2 millones anuales, destacando el Delta del Ebro (1 millón de visitantes), el Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido (650.000 visitantes) y el Parque Nacional de Aigües Tortes y Lago Sant Maurici (300.000 visitantes).

## ***1.11. Marco Legal***

### ***1.11.1 Normativa Ecuatoriana***

***Constitución De La República Del Ecuador, publicada en el R.O: Nro. 449 el 20 de octubre del 2008***

***Título II: DERECHOS, Capítulo segundo: Derechos del buen vivir, Sección primera agua y alimentación***

Art. 12.- El derecho humano al agua es fundamental e irrenunciable. El agua constituye patrimonio nacional estratégico de uso público, inalienable, imprescriptible, inembargable y esencial para la vida.

***Sección séptima: Salud***

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.

El Estado garantizará este derecho mediante políticas económicas, sociales, culturales, educativas y ambientales; y el acceso permanente, oportuno y sin exclusión a programas, acciones y servicios de promoción y atención integral de salud, salud sexual y salud reproductiva. La prestación de los servicios de salud se regirá por los principios de equidad, universalidad, solidaridad, interculturalidad, calidad, eficiencia, eficacia, precaución y bioética, con enfoque de género y generacional.

***Título VII: RÉGIMEN DEL BUEN VIVIR, Capítulo segundo: Biodiversidad y recursos naturales, 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.

**ANEXO 1 DEL LIBRO VI DEL TEXTO UNIFICADO DE LEGISLACION  
SECUNDARIA DEL MINISTERIO DEL AMBIENTE:  
NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL Y DE DESCARGA DE  
EFLUENTES AL RECURSO AGUA**

**TABLA 2. Criterios de calidad del agua destinada para fines recreativos**

	<b>Expresado como</b>	<b>unidad</b>	<b>Límite máximo</b>
Coliformes fecales	nmp por cada 100 ml	mg/l	200
Coliformes totales	nmp por cada 100 ml	mg/l	1000
Compuestos fenólicos	expresado como fenol	mg/l	0,002
Oxígeno disuelto	O.D	mg/l	No menor al 80%de concentración de saturación y no menor a 6 mg/l
Materia flotante	Visible		Ausencia
Potencia de hidrógeno	pH		6,5 – 8,5
Materiales y otras sustancias tóxicas		mg/l	Cero
Organofosforados y carbamatos (totales)	concentración de organofosforados y carbamatos totales	mg/l	0,1 (para cada compuesto detectado)
Organoclorados (totales)	Concentración de organoclorados totales	mg/l	0,2(para cada compuesto detectado)
Residuos de petróleoTensoactivos	Sustancias activas al azul de metileno.		0,5
Grasas y aceites	Sustancias solubles en hexano		0,3
Transparencia de las aguas medidas en el disco secchi			Mínimo 2.0 m
Relación Hidrógeno, fósforo organico			15:1.

**Fuente: Anexo 1 Del Libro Vi Del Texto Unificado Tulsma**



### ***Criterios de calidad para aguas de uso estético***

El uso estético del agua se refiere al mejoramiento

### ***Criterios de calidad para aguas de uso estético***

El uso estético del agua se refiere al mejoramiento y creación de la belleza escénica.

Las aguas que sean usadas para uso estético, tendrán que cumplir con los siguientes criterios de calidad:

- a. Ausencia de material flotante y de espumas provenientes de la actividad humana
- b. Ausencia de grasas y aceites que formen película visible
- c. Ausencia de sustancias productoras de color, olor, sabor y turbiedad no mayor a 20 UTN.
- d. El oxígeno disuelto será no menor al 60% del oxígeno de saturación y no menor a 6 mg/l.

## ***Ley Orgánica de los Recursos Hídricos Uso y Aprovechamiento del Agua***

### ***Título I, Capítulo I: De los principios***

Artículo 1. Naturaleza Jurídica.-

El derecho humano al agua es fundamental e irrenunciable.

El agua es patrimonio nacional estratégico de uso público, inalienable, imprescriptible e inembargable.

Los recursos hídricos son parte del patrimonio natural del Estado y serán de competencia exclusiva del Estado central.

Art. 1ter. Dimensiones del agua.-

El agua presenta las siguientes dimensiones:

a) Agua Vida. Representa su función esencial como fuente de vida humana y natural, y comprende su uso para el desarrollo de actividades básicas e indispensables para la existencia tales como el consumo humano, riego en garantía de la subsistencia y soberanía alimentaria, y la preservación de la Pacha Mama.

b) Agua Ciudadanía. Alude a sus funciones sociales y culturales necesarias para el desarrollo de actividades y servicios públicos de interés general para la ciudadanía y su bienestar.

c) Agua Desarrollo sustentable. Comprende su utilización como recurso estratégico de crecimiento económico y social en relación con el desarrollo de actividades económicas productivas distintas de aquellas orientadas a la garantía de la soberanía alimentaria.

### ***Ley Orgánica de Salud***

Art. 9.- Corresponde al Estado garantizar el derecho a la salud de las personas, para lo cual tiene, entre otras, las siguientes responsabilidades:

- Priorizar la salud pública sobre los intereses comerciales y económicos.

Art. 196.- La autoridad sanitaria nacional analizará los distintos aspectos relacionados con la formación de recursos humanos en salud, teniendo en cuenta las necesidades nacionales y locales, con la finalidad de promover entre las instituciones formadoras de recursos humanos en salud, reformas en los planes y programas de formación y capacitación.

### ***1.11.2 Marco Conceptual***

***Automatizado.-*** Aplicar procedimientos automáticos a un aparato, proceso o sistema: han automatizado la biblioteca universitaria.

**Biodegradabilidad.-** Es el enumeramiento de una sustancia que puede descomponerse en los elementos químicos que lo conforman, debido a la acción de agentes biológicos, como plantas, animales, microorganismos y hongos, bajo condiciones ambientales naturales.

**Coloides.-** En física y química un coloide, sistema coloidal, suspensión coloidal o dispersión coloidal es un sistema formado por dos o más fases, principalmente: una continua, normalmente fluida, y otra dispersa en forma de partículas; por lo general sólidas.

**Complejidad.-** Característica que tiene una cosa compleja, difícil de comprender, especialmente por componerse de varios elementos o partes.

**Condensación.-** Acción de condensar una sustancia para hacerla más densa, especialmente eliminando parte del líquido que contiene.

**Convencional.-** Que es muy común o no tiene nada de espontáneo u original.

**Cribado.-** Hacer pasar una materia por una criba para separar las partes finas; especialmente para limpiarla de impurezas.

**Disuelto.-** Hacer que un cuerpo o una sustancia, al mezclarse con un líquido, se deshaga hasta que sus partículas queden incorporadas a dicho líquido.

**Drenaje.-** Eliminación del agua acumulada en un lugar, especialmente en un terreno, por medio de zanjas o cañerías.

**Eficiencia.-** Virtud y facultad para lograr un efecto determinado. Acción con que se logra este efecto.

**Electroforesis.-** Fenómeno de migración que presentan las partículas cargadas cuando se someten a la acción de un campo eléctrico.

**Eutrofización.-** Excesiva proliferación de algas y macrofitas en las aguas por un exceso de materia orgánica.

**Filtración.-** Proceso por el cual se separa un sólido del líquido (o del gas) que lo contiene, utilizando una membrana que permite el paso del líquido y retiene el sólido.

**Floculación.-** Proceso a través del cual las partículas de un coloide se aglomeran y forman partículas más gruesas, las cuales a menudo pueden redispersarse por agitación, pues las fuerzas de unión en su interior son débiles.

**Flóculos.-** Masa floculada que es formada por la acumulación de partículas suspendidas. Puede ocurrir de forma natural, pero es usualmente inducido e orden de ser capaz de eliminar ciertas partículas del agua residual.

**Interfaz.-** Interfaz es un término que procede del vocablo inglés interface (“superficie de contacto”).

**Iones.-** Átomo o conjunto de átomos con carga eléctrica debida a la pérdida o ganancia de electrones.

**Organolépticas.-** Propiedades de las sustancias orgánicas e inorgánicas (esp. las de los minerales) que pueden apreciarse por los sentidos.

**Patógenos.-** Productor o causante de una enfermedad.

**Pluviales.-** Agua de la lluvia.

**Repercusión.-** Consecuencia indirecta de un hecho o decisión.

**Residual.-** Que queda como residuo.

**Saprofitas.-** Organismo que se desarrolla sobre sustancias orgánicas en descomposición.

**Sedimentación.-** Proceso de acumulación de material orgánico, detrítico o químico, en un medio lacustre, continental o marino.

**Turbio.-** Se aplica al líquido que no es claro ni transparente.

**Volátiles.-** Se aplica a la sustancia que se transforma fácilmente en vapor o en gas cuando está expuesta al aire.

## **CAPÍTULO II**

### **2. DISEÑO METODOLOGICO**

#### ***2.1 Diseño Metodológico e Interpretación de Resultados.***

##### ***2.1.1. Tipos de Investigación***

###### ***2.1.1.1 Investigación de Campo***

Se trata de la investigación aplicada para comprender y resolver alguna situación, necesidad o problema en un contexto determinado. El investigador trabaja en el ambiente natural en que conviven las personas y las fuentes consultadas, de las que obtendrán los datos más relevantes a ser analizados.

En la visita al campo se obtuvo muestras las mismas que fuera analizada y nos permitieron conocer la calidad del agua.

###### ***2.1.1.2 Investigación Descriptiva***

Tipo de investigación que describe de modo sistemático las características de una población, situación o área de interés.

Con este tipo de investigación se describen las situaciones más relevantes e importantes del objeto de estudio y conjuntamente con el objetivo del problema se

determinó las causas por las que aparecen las algas y los efectos ambientales negativos que causa al medio ambiente en general.

### ***2.1.1.3 Investigación Bibliográfica y Documental***

La investigación bibliográfica y documental es un proceso sistemático y secuencial de recolección, selección, clasificación, evaluación y análisis de contenido del material empírico impreso y gráfico, físico y/o virtual que servirá de fuente teórica, conceptual y/o metodológica para una investigación científica determinada.

La utilización de esta técnica de investigación es muy importante, ya que se analizaron diferentes tipos de textos y se utilizaron los párrafos más importantes y necesarios en base al tema propuesto, para el avance de la presente investigación.

### ***2.1.1.4 Análisis y Síntesis***

El análisis es un proceso de deducción o descomposición en el cual reducimos y examinamos algo parte por parte. Cuando se analiza se descomponen ideas y conceptos generales en fragmentos más pequeños, para llegar así a una mejor comprensión. La síntesis por el contrario, viene siendo la solución entre una serie de conflictos que se dan entre la tesis y la antítesis; la síntesis tiene como objetivo final hacer una nueva propuesta, en otras palabras, sintetizar es “crear”.

Esta técnica es muy importante para realizar la presente investigación no se utilizó toda la población sino una parte de esta para obtener resultados, analizar, elaboración del plan de mitigación y dar alternativas de solución.

### ***2.1.1.5 Investigación no experimental***

Es aquella que se realiza sin manipular deliberadamente las variables. Se basa fundamentalmente en la observación de fenómenos tal y como se dan en su contexto natural para analizarlos con posterioridad. En este tipo de investigación

no hay condiciones ni estímulos a los cuales se expongan los sujetos del estudio. Los sujetos son observados en su ambiente natural. Esta investigación es escogida y se utilizó con el fin de dar las alternativas viables y confiables estableciendo los programas y proyectos con certeza y confiabilidad y no cometer errores de las relaciones causa – efecto.

## ***2.1.2. Métodos y Técnicas***

### ***2.1.2.1. Métodos***

#### ***a) Método Inductivo***

El método inductivo parte de los casos particulares a la generalización, inicia por la observación de fenómenos particulares para llegar a las conclusiones generales. Se utilizará con el propósito de escoger los parámetros que no cumplan con las normas de calidad ambiental para ser sometidos como problemas al plan de mitigación ambiental.

#### ***b) Método Deductivo***

Este método va de lo general a lo particular, inicia de la observación general y dar a conocer las verdades particulares.

Al realizar el plan de mitigación se conoció las medidas más viables y acertadas a fin que se manifieste la confiabilidad de la investigación y salga a flote la verdad de la propuesta del plan de mitigación ambiental que se pueda implementar.

### ***c) Método Descriptivo***

Con este método se describió, previo al análisis de agua y los diferentes documentos con el fin de describir sobre las causas que generan el problema existente y el efecto que este produce al lugar, personas y ambiente en general.

### ***d) Método Analítico***

El Método analítico es aquel método de investigación que consiste en la desmembración de un todo, descomponiéndolo en sus partes o elementos para observar las causas, la naturaleza y los efectos. El análisis es la observación y examen de un hecho en particular. Es necesario conocer la naturaleza del fenómeno y objeto que se estudia para comprender su esencia. Este método nos permite conocer más del objeto de estudio, con lo cual se puede: explicar, hacer analogías, comprender mejor su comportamiento y establecer nuevas teorías.

Con el análisis y el método descriptivo se fue descomponiendo o minimizando la información a través de la enumeración y caracterización de sus elementos, con este método se realiza la toma de las muestras que fueron recogidas en el área de influencia para determinar y caracterizar que se supone es el todo.

### ***2.1.2.2 Técnicas***

#### ***a) Observación***

La observación es una técnica de investigación que consiste en observar personas, fenómenos, hechos, casos, objetos, acciones, situaciones, etc., con el fin de obtener determinada información necesaria para una investigación.

A través de esta técnica se conoció la problemática, necesidades, y hechos que suceden a nuestro alrededor y recopilar la información necesaria y la investigación, para solucionar problemas de cualquier índole como es el caso de la remediación del agua de la Laguna del sector.



## ***b) Muestreo***

Selección de un conjunto de personas o cosas que se consideran representativos del grupo al que pertenecen, con la finalidad de estudiar o determinar las características del grupo.

Mediante el muestreo se conocerá los resultados de los análisis del agua del Parque Náutico La Laguna, para determinar la calidad de agua existente y elaborar el plan de mitigación ambiental.

### ***✓ Procedimiento para Toma de Muestras***

Para la toma de las muestras, se siguieron los siguientes pasos:

- Preparación del muestreo
- Preparación de los envases para la toma de muestra
- Preparación de las hojas de cadena de custodia
- Coordinación para el transporte de las muestras
- Calibración y preparación de los equipos de campo para análisis “in situ”
- Preparación del equipo de muestreo (guantes, GPS, cámara fotográfica, etc)
- Preparación de los equipos de seguridad
- Organización de la logística para la campaña de muestreo

### ***✓ Selección del punto de muestreo***

***Accesibilidad.***- El punto de muestreo debe estar en un lugar fácilmente accesible con las vías de acceso vehicular y peatonal que sean necesarias, de tal manera que faciliten obtener las muestras y transportar la carga que implican los equipos y materiales de muestreo.

**Representatividad.-** El punto de recolección de las muestras debe ser lo más representativo posible de las características totales del cuerpo de agua, esto significa que el cuerpo de agua debe estar mezclado totalmente en el lugar de muestreo, relacionado específicamente con la turbulencia, velocidad y apariencia física del mismo, adquiriendo que la muestra sea lo más homogénea posible

**Seguridad.-** El punto de muestreo, sus alrededores y las condiciones meteorológicas deben garantizar la seguridad de las personas responsables del muestreo, minimizando los riesgos de accidentes y de lesiones personales, es por esto que es recomendable tomar siempre todas las precauciones y utilizar los equipos de seguridad y de protección personal necesarios. En los ríos se debe prestar especial atención a posibles crecientes, deslizamientos o arrastre de objetos sólidos grandes hacia la corriente.

#### ✓ ***Toma de Muestras***

Procedimiento de toma de muestras:

- Llenar el recipiente de muestreo con una porción de agua del cuerpo hídrico muestreado.
- Registro de localización del punto de muestreo real con GPS (esperando que la precisión sea la mayor posible)
- Caracterizar del sitio con fotografías
- Identificación de la muestra
- La toma de muestras se la realiza sumergiendo el envase de forma contraria al flujo, evitando la inclusión de aire.

#### ✓ ***Llenado de Recipientes y Preservación de Muestras***

- Los recipientes para muestras microbiológicas se llenan hasta  $\frac{3}{4}$  (tres cuartas partes) de su capacidad para permitir la aireación y asegurar la supervivencia de los microorganismos a ser cuantificados.

- Tapar herméticamente cada recipiente y rotularlo con la identificación de la muestra, fecha de muestreo, persona responsable, parámetros a analizar, laboratorio encargado.

✓ ***Sellado de Recipientes***

Después de que las muestras han sido envasadas y preservadas (si lo requieren) se sellan las botellas, secando la parte superior de la botella con papel absorbente o un trapo limpio y se ponen varias vueltas de cinta de enmascarar (masking tape) alrededor de la tapa y la boca del recipiente, para asegurar que la tapa no se afloje.

✓ ***Almacenamiento de Muestras***

Se debe evitar el uso de hielo seco o aditivos al hielo para evitar que las muestras se congelen, lo que puede provocar que los recipientes se abran o se rompan y en determinados casos se puede alterar las características de la muestra.

✓ ***Trasporte de Muestras***

Verificar que el recipiente de almacenamiento de las muestras contenga suficiente hielo para asegurar que la refrigeración se mantenga hasta la llegada al laboratorio.

Asegurar que las tapas de los recipientes estén bien cerradas, de tal manera que durante el viaje no se destapen.

✓ ***Entrega de Muestras al Laboratorio***

La persona responsable del muestreo debe mantener la custodia permanente de las muestras hasta que sean entregadas al laboratorio.

En las instalaciones del laboratorio el responsable del muestreo debe entregar las muestras al responsable de recibirlas, junto con los registros de cadena de custodia.

En el instante que fueron recolectadas las muestras, con sus respectivas etiquetas colocadas previamente indicando los sitios en donde fueron recogidas, con el número de la muestra, fecha y hora, sin pérdida de tiempo fueron llevadas al laboratorio, en el menor tiempo posible; para su traslado se utilizó un vehículo y en media hora se dejó para realizar los análisis solicitados.

#### ✓ *Parámetros Muestreados*

Los muestreos han tomado en cuenta un amplio rango de parámetros que incluyen, parámetros físico químicos, microbiológicos, aniones y no metálicos, según la NORMA INEN 1108.

#### c) *Análisis de documentos*

Esta técnica de investigación es importante, al realizar el análisis de los diferentes documentos nos proporcionan antecedentes importantes para el investigador necesarios para poder avanzar con el proceso de investigación del tema y los objetivos planteados en el presente proyecto de investigación.

### ***2.1.3 Normativa Utilizada En La Investigación***

Las comparaciones y análisis se efectúan en base a la normativa vigente de los criterios de calidad para aguas con fines recreativos según las normas: inen 1108 y la norma ambiental anexo 1 del libro vi del texto unificado de legislación secundaria del ministerio del ambiente: norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes al recurso agua, dan como resultado la calidad del agua que existe en el lugar.

Para lo cual se realizó las comparaciones respectivas tanto con las normas inen 1108, que se encuentra establecida en los análisis efectuados en las muestras y con con las tablas de las normas ambientales Tulsma para determinar la calidad del agua y en base a estos resultados, efectuar el plan de mitigación ambiental.

## 2.1.4 Ubicación Geográfica Del Sector

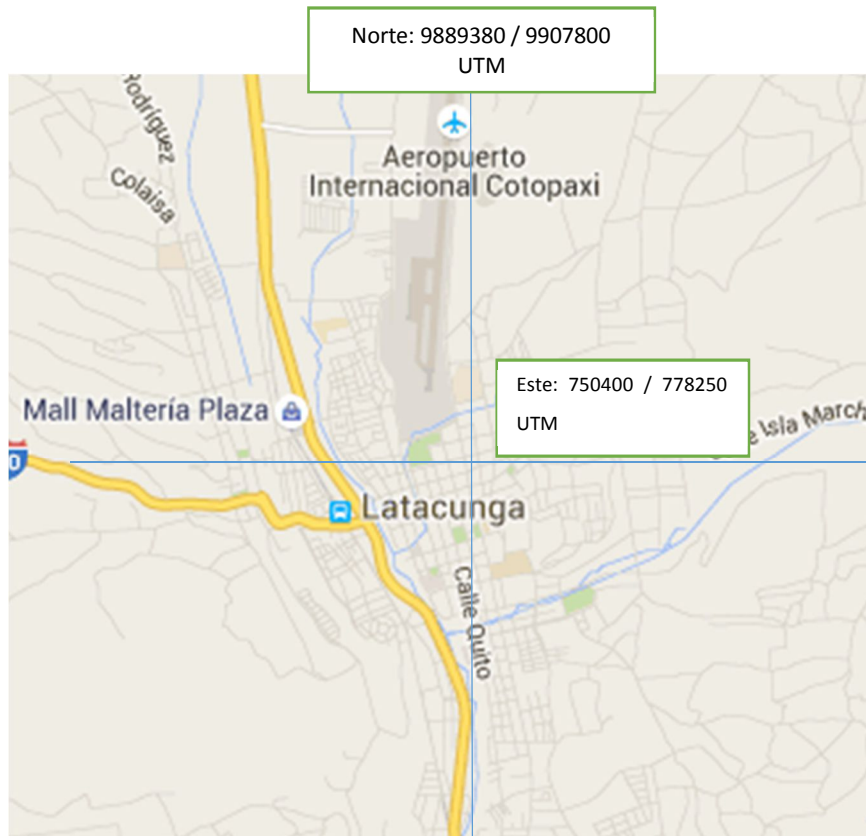
### 2.1.4.1 Geografía.

Según la web ECOSTRAVEL 2010. Latacunga se encuentra en el centro del Ecuador, en la Región Interandina del Ecuador, al sureste de la provincia de Cotopaxi, al sur del volcán Cotopaxi, en la hoya del Patate, a 2750 metros sobre el nivel del mar. La ciudad se ha extendido sobre su eje longitudinal. El río Cutuchi y la Panamericana atraviesan la ciudad y la dividen en 2 partes, siendo la parte oriental más poblada y extensa.

Según las coordenadas Planas UTM, se registran los siguientes datos:

Norte: 9889380 / 9907800 y Este: 750400 / 778250.

### Mapa N° 1 Ubicación geográfica Latacunga



**FUENTE:** (*Carta Topográfica el Instituto Geográfico Militar*).

La Región Sierra, Provincia de Cotopaxi, se encuentra ubicada en las siguientes coordenadas geográficas:

- Latitud: 9889380 / 9907800 y Este: 750400 / 778250 UTM – WGs 84.
- Las cotas extremas de la provincia de Cotopaxi son: 4027 y 2764 msnm.

**Hidrografía:** El río principal que atraviesa la Ciudad de Latacunga es El Río Cutuchi que aguas arriba recibe las aguas del Tomacuntze, Pumacunchi, Yanayacu, Cunuyacu, Illuchi, y Alaques, es el principal eje hidrográfico de la zona, en la parte suroeste se observa también al Río Isinche.

**Cantones de la Provincia:** Latacunga, es la capital de la Provincia de Cotopaxi; con sus cantones Pujilí, Saquisilí, Salcedo, Pangua, La Manà, y Sigchos; con sus diversas Parroquias Urbanas y Rurales.

**Red Vial:** La vía Panamericana y la línea del ferrocarril Quito-Riobamba conforman la red vial, complementándose con carreteras pavimentadas de dos o más vías, carreteras sin pavimentar de dos o más vías, el Aeropuerto de Latacunga, caminos de verano, etc.

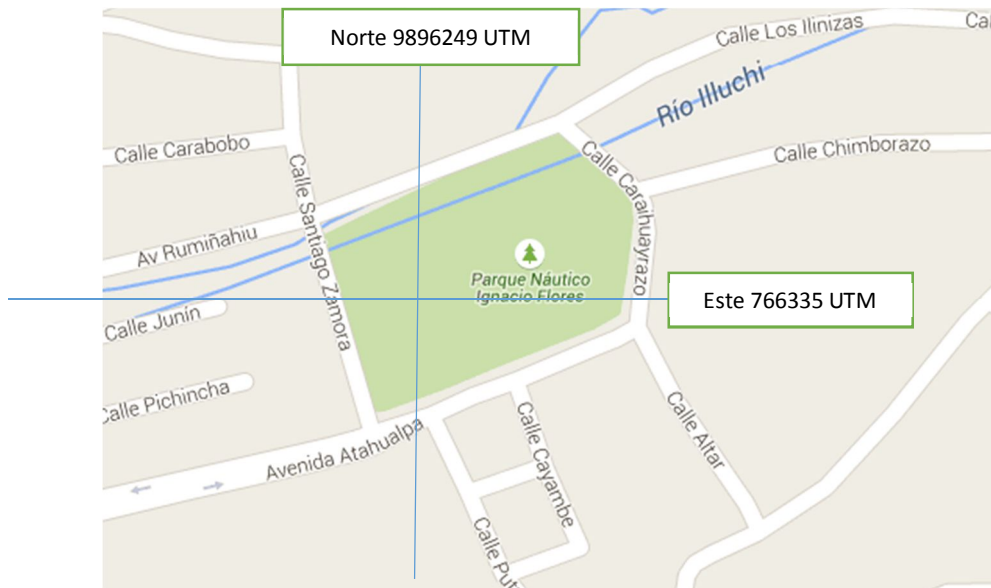
#### **2.1.4.2 Clima**

Según la Web, **LATACUNGA - Portal de Turismo, [vivelatacunga.com](http://vivelatacunga.com)**. El clima varía muy húmedo temperado, a seco en diferentes épocas del año cuenta con un clima que va desde el gélido de las cumbres andinas hasta el cálido húmedo en el subtrópico occidental. La capital, Latacunga, está ubicada a 2.750 metros sobre el nivel del mar, lo cual le determina un clima templado, a veces ventoso y frío. En General la provincia posee una temperatura media anual de 11 °C, por lo que cuenta con un clima templado a frío.

### **2.1.5 Ubicación del Parque Náutico La Laguna**

El parque Náutico La Laguna se encuentra Ubicado en el sector sur oriental de la Ciudad de Latacunga, en el Barrio La Laguna entre las calles Atahualpa, Chimborazo e Iliniza,

**Mapa N° 2 Ubicación Parque Náutico La Laguna**



**FUENTE: (Carta Topográfica el Instituto Geográfico Militar).**

### **2.1.3 Parque Náutico La Laguna**

#### **2.2.5.1 Características Generales**

El parque Náutico posee un sin número de atractivos entre los cuales se destaca su vegetación encontrando árboles de gran tamaño de diferentes especies, así como también cuenta con varios sitios de espacios verdes, que ofrece hermosos lugares de descanso y esparcimiento, en el centro del parque existe un lago de belleza natural, que sin lugar a duda es el atractivo principal que llama la atención a propios y extraños, tiene una extensión de una hectárea y de forma elíptica. En el centro existe un peñón de poca altura que guarda la estética del complejo donde existe un edificio que en la actualidad se encuentra funcionando las oficinas de

Turismo y hotelería, en la parte central de la laguna existe un islote, que cuenta con instalaciones adecuadas para el efecto de expandir chorros de agua hacia arriba, iluminada y que se puede observar dándole un tinte diferente especialmente en las noches.

Actualmente está completamente remodelado, ya que cuenta con servicio de botes, tarima para espectáculos, juegos infantiles, biblioteca, área infantil lúdica, espacios verdes, buena señalización, iluminación nocturna de la laguna y de senderos.

Una vía peatonal la separa del parque denominado "De las Réplicas" con jardines y canchas de tenis, vóley, fútbol; además, una pista de patinaje corre por el costado derecho del río Yanayacu, en proceso de limpieza. También el complejo cuenta con seguridad

Los pobladores de Latacunga, en especial los niños y jóvenes, disfrutan de esta belleza natural con la más absoluta tranquilidad y sin ninguna preocupación. Además, se encuentran lugares para acampar y hacer paseos en bote, descansar contemplando el paisaje y a su vez hacer fotografía.

### ***2.3. Interpretación de Resultados.***

#### ***2.3.1 Resultados de Diagnóstico de la Situación Actual del Agua del Parque Náutico Laguna.***

En base a la visita de campo se pudo constatar, que a simple vista el agua se encuentra en ciertas partes limpia y transparente, pero en su gran mayoría turbia y con una gran cantidad de algas que opaca la visibilidad del lecho de la laguna, otra situación que se pudo observar es la presencia de moscos en la superficie del agua, y por último se notó una fuerte olor desagradable producto de la descomposición de las plantas acuáticas existentes.



La calidad de agua varía de acuerdo al tiempo de estancamiento que se encuentra en el lecho de la Laguna, por el reposo que se encuentra comienza la contaminación por minerales y por las condiciones ambientales óptimas comienza la aparición y el crecimiento de las algas, producto de lo cual se da la contaminación visual, del aire y la proliferación de moscos, que causa malestar a los habitantes y turistas que transitan por este lugar de esparcimiento y descanso.

La calidad del agua se ve afectada por factores como:

La presencia de una gran cantidad de algas en el agua

Por la presencia de diferentes parámetros físicos, químicos y microbiológicos, que en condiciones ambientales óptimas permiten la aparición crecimiento y expansión de algas en grandes cantidades.

La recolección de muestras se realizó en tres puntos específicos: En el inicio del afluente, en el centro de la laguna y al final de la laguna, para lo cual se utilizó la indumentaria necesaria para realizar la recolección de las muestras en forma técnica, eficiente y confiable, y obtener los resultados de laboratorio y efectuar previo los análisis establecer los parámetros de calidad encontrados.

A continuación se presentan las tablas con los análisis de agua.

**Tabla 3. Resultado análisis de la muestra de agua N° 1, Inicio de La Laguna.**

ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO			NORMA INEN 1108		INTERPRETACIÓN
	UNIDADES	MUESTRA 1	LÍMITE DESEABLE	LÍMITE MAX. DISPONIBLE	
pH	.....	6,20'	7 - 8.5	6.5 - 9.5	NO CUMPLE
Conductividad	uS/cm	848	**	**	
Turbidez	FTU	0,45	5, 0	5, 0	NO CUMPLE
Color	U. Pt-Co	3	5.0	15.0	NO CUMPLE
Alcalinidad Total	mg/L como Ca CO <sub>3</sub>	420,336	**	**	
Alcalinidad Fenolteína	mg/L como Ca CO <sub>3</sub>	0	**	**	
Bicarbonatos (CO <sub>3</sub> H <sup>-</sup> )	mg/L como Ca CO <sub>3</sub>	420,336	**	**	
Carbonatos (CO <sub>3</sub> =)	mg/L como Ca CO <sub>3</sub>	0	**	**	
Hidroxilos(OH <sup>-</sup> )	mg/L como Ca CO <sub>3</sub>	0	**	**	
Dureza Total	mg/L como Ca CO <sub>3</sub>	428,38	120, 0	300.0	NO CUMPLE
Dureza Cálcica	mg/L como Ca CO <sub>3</sub>	19,70	**	**	
Dureza Magnésica	mg/L como Ca CO <sub>3</sub>	408,69	**	**	
Calcio (Ca <sup>++</sup> )	mg/L	7,91	30, 0	70.0	NO CUMPLE
Magnesio (Mg <sup>++</sup> )	mg/L	99,68	12, 0	30, 0	NO CUMPLE
Hierro (Fe <sup>+++</sup> )	mg/L	0.09	0,2	0,8	NO CUMPLE
Cloruros (Cl <sup>-</sup> )	mg/L	2,43	50, 0	250	NO CUMPLE
Fosfatos (PO <sub>4</sub> <sup>---</sup> )	mg/L	****	**	**	
Sulfatos (SO <sub>4</sub> <sup>=</sup> )	mg/L	****	50, 0	200, 0	
Nitritos(NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> )	mg/L	****	0.0	0, 0	
Nitratos (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	mg/L	****	10.0	40.0	
Oxígeno Disuelto	mg/L		6,00	9,00	
Sólidos Totales Disueltos	mg/L	424	500, 0	1000, 0	NO CUMPLE
sólidos Suspendidos	mg/L	1	**	**	

\*\*\*= No se encuentra especificado en la NORMA 1108

Análisis microbiológico	
Parámetro	Muestra 1
Recuento Total	INCONTABLE
Coliformes Totales	0
Coliformes Fecales	0
Hongos y Levaduras	INCONTABLE

**Máximo**

Coliformes Totales (1) NMP/100ml <2\*

Coliformes Fecales NMP/100ml <2\*

**Tabla 4. Resultados del análisis de la muestra de agua N° 2, en la Laguna**

ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO			NORMA N° 1108		INTERPRETACIÓN
	PARÁMETRO	UNIDADES	MUESTRA 1	LÍMITE DESEABLE	
pH	.....	6,50	7 - 8.5	6.5 - 9.5	NO CUMPLE
Conductividad	µS/cm	858	**	**	
Turbidez	FTU	0,6	5, 0	5, 0	NO CUMPLE
Color	U. Pt-Co	42	5.0	15.0	NO CUMPLE
Alcalinidad Total	mg/L como Ca CO <sub>3</sub>	405,324	**	**	
Alcalinidad Fenoltaleína	mg/L como Ca CO <sub>3</sub>	0	**	**	
Bicarbonatos (CO <sub>3</sub> H <sup>-</sup> )	mg/L como Ca CO <sub>3</sub>	405,324	**	**	
Carbonatos (CO <sub>3</sub> =)	mg/L como Ca CO <sub>3</sub>	0	**	**	
Hidroxilos(OH <sup>-</sup> )	mg/L como Ca CO <sub>3</sub>	0	**	**	
Dureza Total	mg/L como Ca CO <sub>3</sub>	408,69	120, 0	300.0	NO CUMPLE
Dureza Cálcica	mg/L como Ca CO <sub>3</sub>	0, 00	**	**	
Dureza Magnésica	mg/L como Ca CO <sub>3</sub>	408,69	**	**	
Calcio (Ca <sup>++</sup> )	mg/L	0, 00	30, 0	70.0	NO CUMPLE
Magnesio (Mg <sup>++</sup> )	mg/L	99,68	12, 0	30, 0	NO CUMPLE
Hierro (Fe <sup>+++</sup> )	mg/L	0,04	0,2	0,8	CUMPLE
Cloruros (Cl <sup>-</sup> )	mg/L	9,71	50, 0	250, 0	NO CUMPLE
Fosfatos (PO <sub>4</sub> <sup>---</sup> )	mg/L	****	**	**	
Sulfatos (SO <sub>4</sub> <sup>=</sup> )	mg/L	****	50, 0	200, 0	
Nitritos(NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> )	mg/L	****	0.0	0, 0	
Nitratos (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	mg/L	****	10.0	40.0	
Oxígeno Disuelto	mg/L		6,00	9,00	
Sólidos Totales Disueltos	mg/L	429	500, 0	1000, 0	NO CUMPLE
sólidos Suspendidos	mg/L	1	**	**	

\*\*\*= No se encuentra especificado en la NORMA 1108

<b>Análisis microbiológico</b>	
<b>Parámetro</b>	<b>Muestra 2</b>
Recuento Total	INCONTABLE
Coliformes Totales	0
Coliformes Fecales	0
Hongos y Levaduras	INCONTABLE

**Máximo**

Coliformes Totales (1) NMP/100ml	<2*
Coliformes Fecales NMP/100ml	<2*

**Tabla 5. Resultado análisis de la muestra de agua N° 3, final de la Laguna.**

ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO		NORMA INEN 1108			INTERPRETACIÓN
PARÁMETRO	UNIDADES	MUESTRA 1	LÍMITE DESEABLE	LÍMITE MAX. DISPONIBLE	
pH	.....	6,30	7 - 8,5	6,5 - 9,5	NO CUMPLE
Conductividad	µS/cm	858	**	**	
Turbidez	FTU	0,4	5,0	5,0	NO CUMPLE
Color	U. Pt-Co	37	5,0	15,0	NO CUMPLE
Alcalinidad Total	mg/L como Ca CO <sub>3</sub>	410,328	**	**	
Alcalinidad Fenolteína	mg/L como Ca CO <sub>3</sub>	0	**	**	
Bicarbonatos (CO <sub>3</sub> H <sup>-</sup> )	mg/L como Ca CO <sub>3</sub>	410,328	**	**	
Carbonatos (CO <sub>3</sub> <sup>=</sup> )	mg/L como Ca CO <sub>3</sub>	0	**	**	
Hidroxilos(OH <sup>-</sup> )	mg/L como Ca CO <sub>3</sub>	0	**	**	
Dureza Total	mg/L como Ca CO <sub>3</sub>	408,69	120,0	300,0	NO CUMPLE
Dureza Cálcica	mg/L como Ca CO <sub>3</sub>	0,00	**	**	
Dureza Magnésica	mg/L como Ca CO <sub>3</sub>	408,69	**	**	
Calcio (Ca <sup>++</sup> )	mg/L	0,00	30,0	70,0	NO CUMPLE
Magnesio (Mg <sup>++</sup> )	mg/L	99,68	12,0	30,0	NO CUMPLE
Hierro (Fe <sup>+++</sup> )	mg/L	0,05	0,2	0,8	NO CUMPLE
Cloruros (Cl <sup>-</sup> )	mg/L	9,71	50,0	250,0	NO CUMPLE
Fosfatos (PO <sub>4</sub> <sup>---</sup> )	mg/L	****	**	**	
Sulfatos (SO <sub>4</sub> <sup>=</sup> )	mg/L	****	50,0	200,0	
Nitritos(NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> )	mg/L	****	0,0	0,0	
Nitratos (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	mg/L	****	10,0	40,0	
Oxígeno Disuelto	mg/L		6,00	9,00	
Sólidos Totales Disueltos	mg/L	429	500,0	1000,0	NO CUMPLE
sólidos Suspendidos	mg/L	2	**	**	

\*\*\*= No se encuentra especificado en la NORMA 1108

<b>Análisis microbiológico</b>	
<b>Parámetro</b>	<b>Muestra3</b>
Recuento Total	INCONTABLE
Coliformes Totales	0
Coliformes Fecales	0
Hongos y Levaduras	INCONTABLE

**Máximo**

Coliformes Totales (1) NMP/100ml	<2*
Coliformes Fecales NMP/100ml	<2*

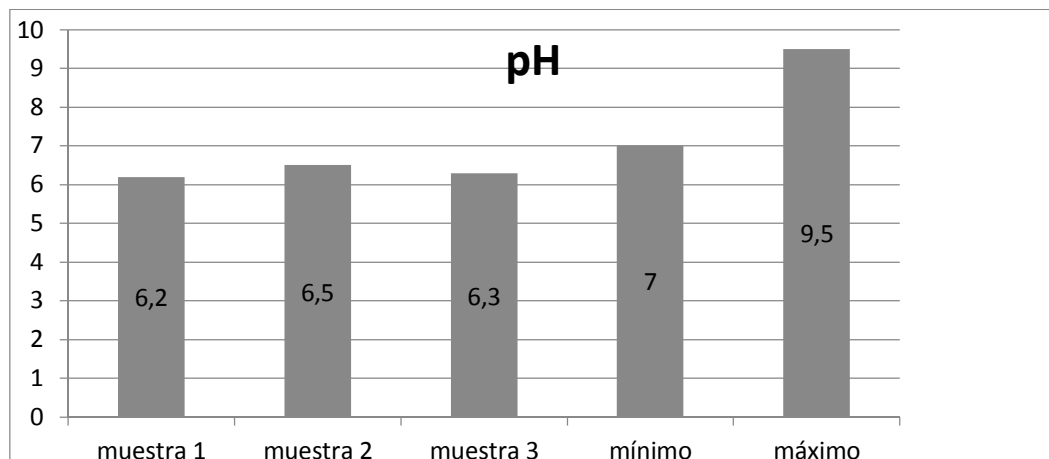
### 2.3.2. Interpretación De Resultados

De acuerdo a los resultados obtenidos, previo al análisis respectivo efectuado al inicio, en el centro de la laguna y a la salida de la laguna, se puede constatar los siguientes resultados:

Existe contaminación por los siguientes parámetros:

**pH.**- Tienen un valor de 6.20, 6.50 y 6.30 el límite deseable es 7 – 8.5, y el máximo deseable es 6.5 – 9.5, lo que significa que se encuentra por debajo de los límites deseables, dentro de las normas vigentes, el agua es salina.

**Cuadro N° 1 Cuadro comparativo dentro de la norma inen 1108 y la normas ambientales TULSMA.**

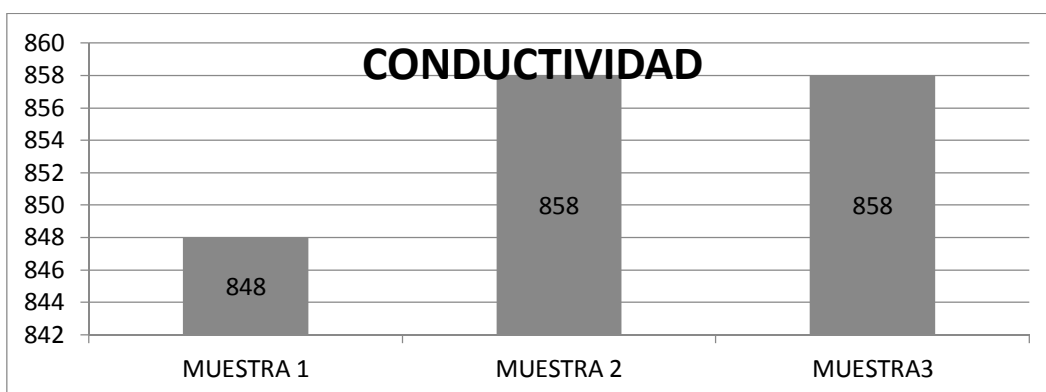


Realizado por: Héctor Calvopiña

**Conductividad.**- Dentro de los resultados se obtuvo arriba de los valores 848, 858 y 858, uS/cm, no contamos con referencias dentro de las normas vigentes.



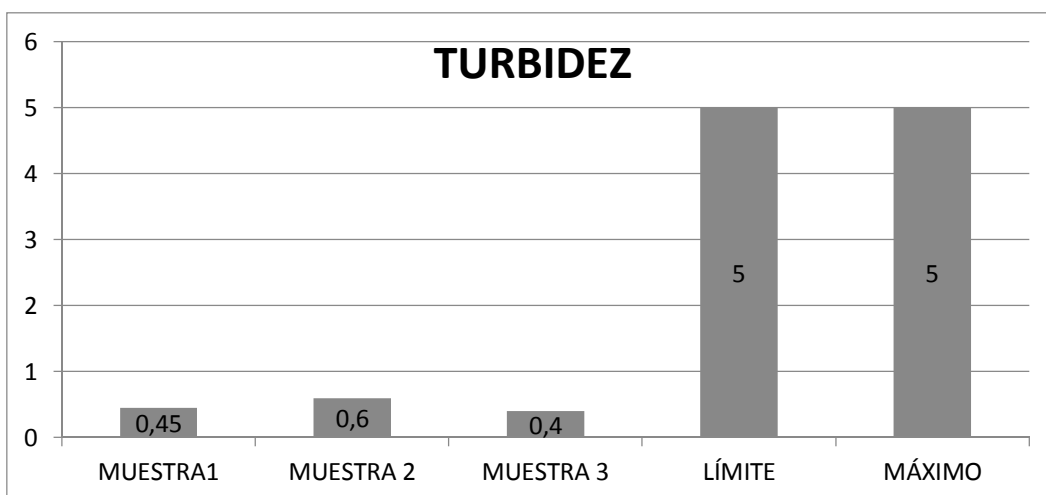
**Cuadro N° 2 Cuadro comparativo dentro de la norma inen 1108 y la normas ambiental TULSMA.**



Realizado por: Héctor Calvopiña

**Turbidez.-** En las muestras se obtuvo valores promedios de 0,45, 0,6 y 0,4 el parámetro deseable límite es 5,0 y máximo es 5,0, lo que significa que es inferior al límite y máximo permisible dentro de la norma inen 1108, no se encuentran parámetros dentro de la norma ambiental.

**Cuadro N° 3 Cuadro comparativo dentro de la norma inen 1108 y la norma ambiental TULSMA.**

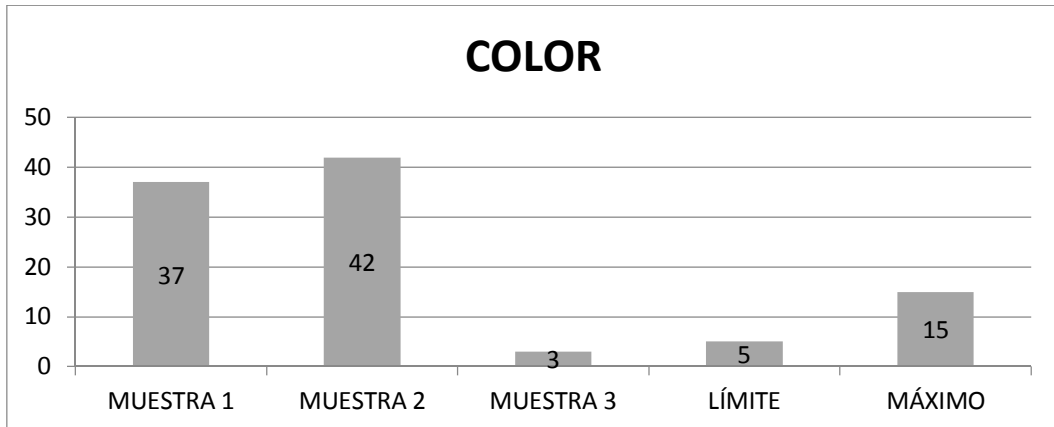


Realizado por: Héctor Calvopiña

**Color.-** Se tiene en la muestra valores de 3, 42 y 37 y el límite y máximo permisible es de 5 a 15 lo que significa que no se encuentra dentro de los

parámetros permisibles, no se encuentra especificado dentro de las normas ambientales.

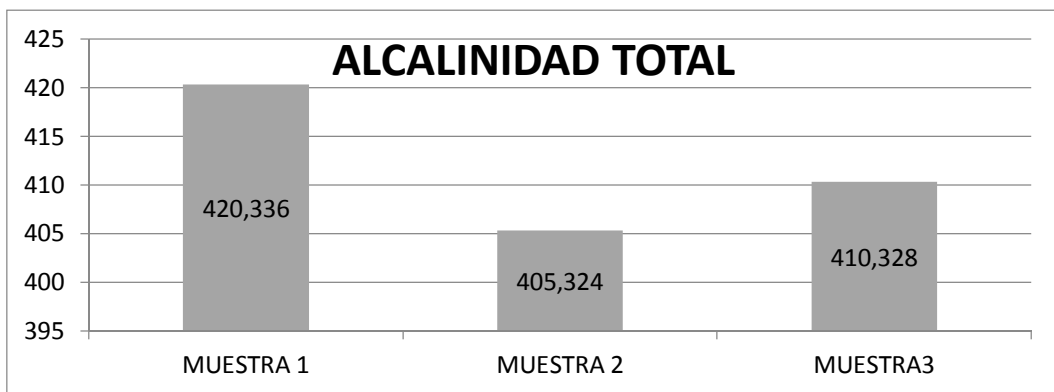
**Cuadro N° 4 Cuadro comparativo dentro de la norma inen 1108 y la norma ambiental TULSMA.**



Realizado por: Héctor Calvopiña

**Alcalinidad total.-** Se encuentra valores que sobrepasa los 420,336, 405,324 y 410,328, no se cuenta con valores del límite o máximo permisible.

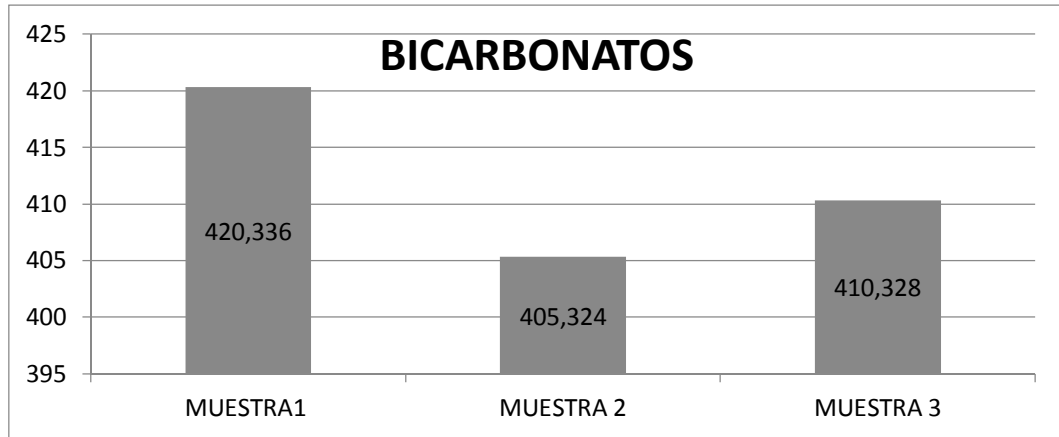
**Cuadro N° 5 Cuadro comparativo dentro de la norma inen 1108 y la norma ambiental TULSMA.**



Realizado por: Héctor Calvopiña

**Bicarbonatos (CO<sub>3</sub>H).-** Se encuentra en la muestra los valores: 420,336, 405,324 y 410,328 pero los valores no se encuentran presentes dentro de las normas.

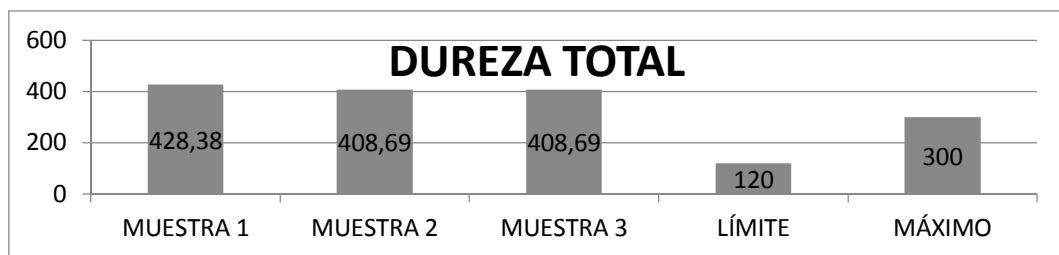
**Cuadro N° 6 Cuadro comparativo dentro de la norma inen 1108 y la norma ambiental TULSMA.**



Realizado por: Héctor Calvopiña

**Dureza Total.-** Se encuentra presentes valores: 428,38, 408,69 y 408,69, se cuenta con un valor mínimo de 120,00 a 300,00 como máximo lo que significa que no cumple con los parámetros establecidos por la norma 1108n no se encuentra presente dentro de las normas ambientales.

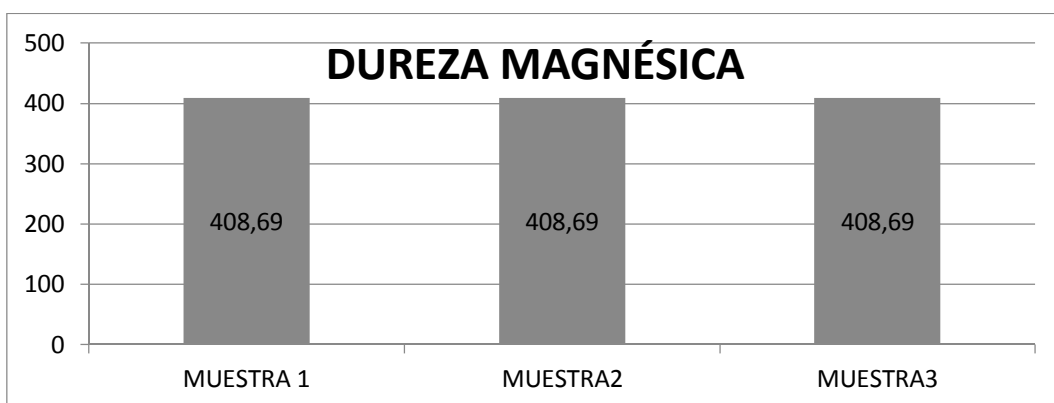
**Cuadro N° 7 Cuadro comparativo dentro de la norma inen 1108 y la norma ambiental TULSMA.**



Realizado por: Héctor Calvopiña

**Dureza magnésica.-** Se encuentra valores de 408,69, 408,69 y 408,69, no se encuentran valores dentro de las normas.

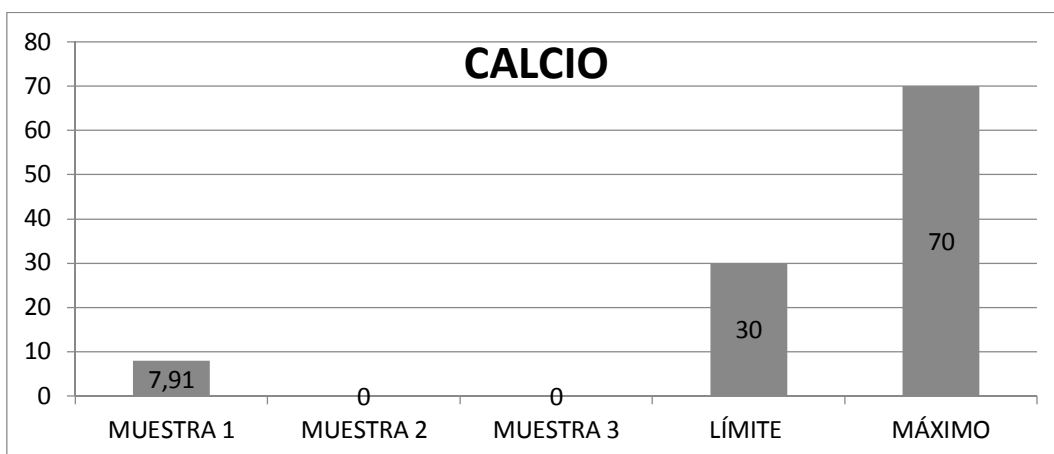
**Cuadro N° 8 Cuadro comparativo dentro de la norma inen 1108 y la norma ambiental TULSMA.**



Realizado por: Héctor Calvopiña

**Calcio.-** Se encuentra valores que van desde 7,91, 0,00 y 0,00 hasta 7,91, y la norma establece valores de 30,0 hasta 70,0, lo que significa que está debajo del límite deseable.

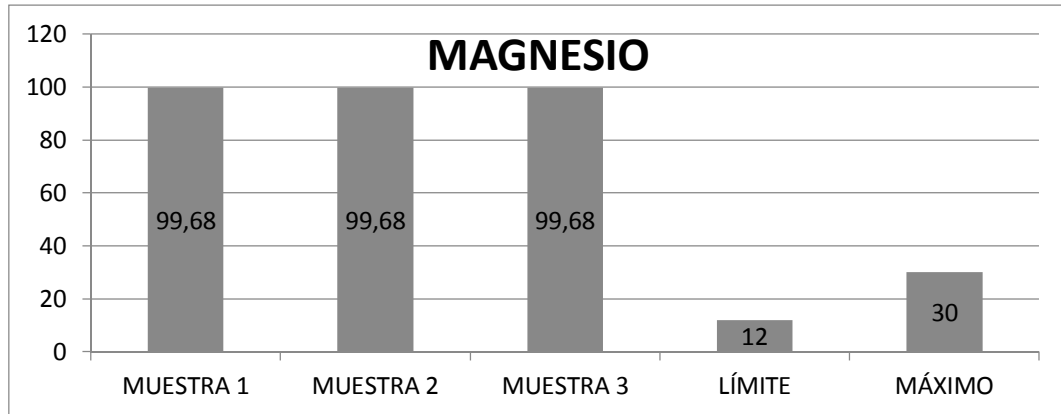
**Cuadro N° 9 Cuadro comparativo dentro de la norma inen 1108 y la norma ambiental TULSMA.**



Realizado por: Héctor Calvopiña

**Magnesio.-** Se encuentra valores: 99,68, 99,68 y 99,68, lo que significa que supera el valor permisible de la norma 1108n no se encuentra presente dentro de las normas ambientales.

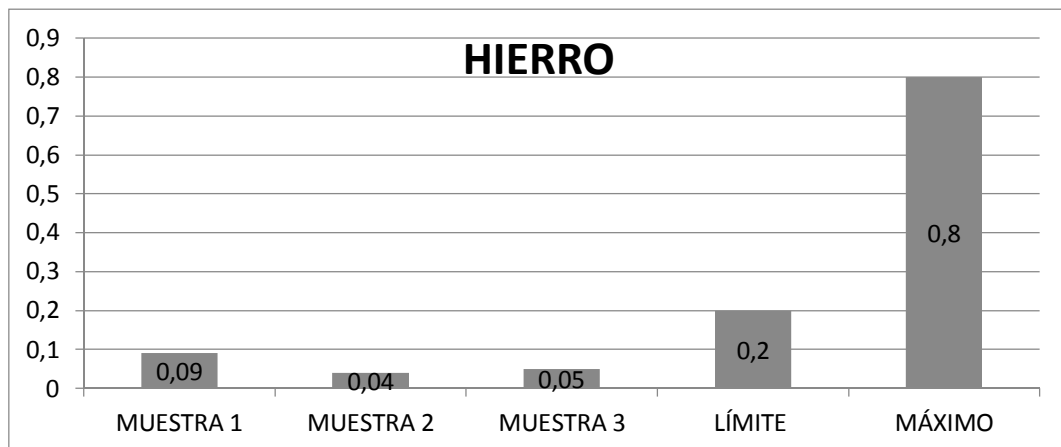
**Cuadro N° 10 Cuadro comparativo dentro de la norma inen 1108 y la norma ambiental TULSMA.**



Realizado por: Héctor Calvopiña

**Hierro.-** Las muestras presenta los siguientes valores: 0,09, 0,04 y 0,05, la segunda muestra cumple con los parámetros establecidos, en el primero y segundo valor superan el rango deseable especificado en la norma, los valores no se encuentran presentes dentro de las normas ambientales.

**Cuadro N° 11 Cuadro comparativo dentro de la norma inen 1108 y la norma ambiental TULSMA.**

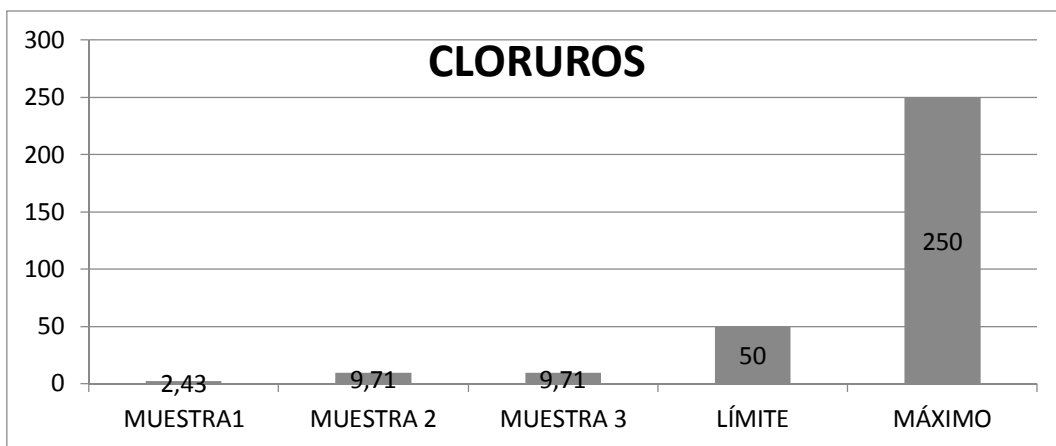


Realizado por: Héctor Calvopiña

**Cloruros.-** Se encuentra valores: 2,43, 9,71 y 9,71, dentro de los parámetros establece en valores límites de 50 a 250, como máxima se puede apreciar niveles

bajos dentro del límite deseable lo que significa que no se encuentra dentro de los parámetros propuestos por la norma, los valores no se encuentran presentes dentro de las normas ambientales.

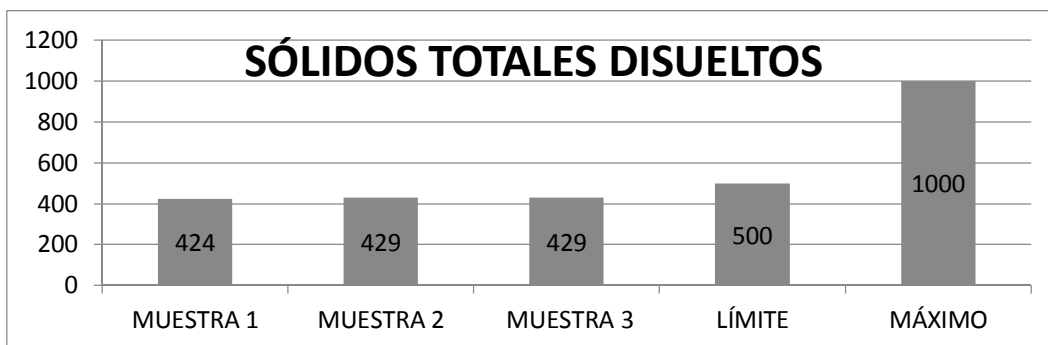
**Cuadro N° 12. Cuadro comparativo dentro de la norma inen 1108 y la norma ambiental TULSMA.**



Realizado por: Héctor Calvopiña

**Sólidos Totales Disueltos.-** En la muestra se encuentra valores desde 424, 429 y 429, y dentro de la norma están presentes desde 500,00 hasta los 1000,00 lo que significa que se encuentran valores inferiores al límite deseable, rangos que no se encuentran dentro de la norma ambiental vigente.

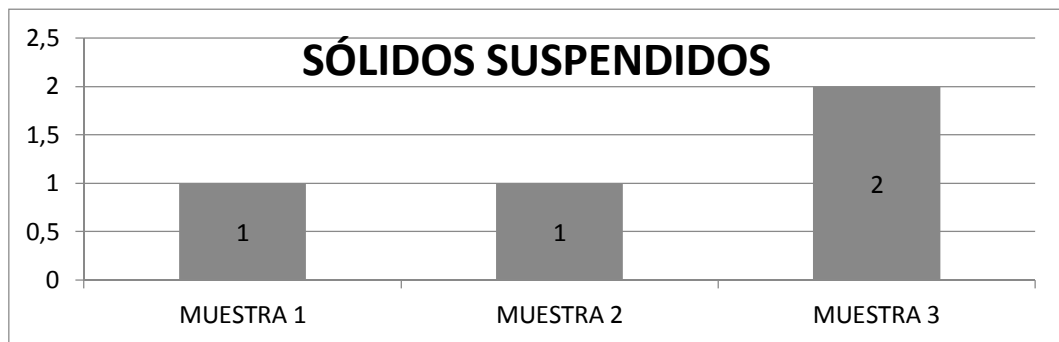
**Cuadro N° 13. Cuadro comparativo dentro de la norma inen 1108 y la norma ambiental TULSMA.**



Realizado por: Héctor Calvopiña

**Sólidos suspendidos.-** Están presentes dentro de las muestras de los análisis N° 1 y 2, y no se cuenta con valores dentro de la norma INEN 1108, no se encuentran presentes dentro de las normas ambientales.

**Cuadro N° 14. Cuadro comparativo dentro de la norma inen 1108 y la norma ambiental TULSMA.**



Realizado por: Héctor Calvopiña

Dentro del análisis microbiológico encontramos los siguientes parámetros:

**Coliformes totales y Fecales.-** Dentro del análisis en la muestra no existe contaminación del agua por causa de este factor, es decir existe ausencia total dentro de los parámetros indicadas por las normas utilizadas.

**Hongos y levaduras.-** Según el informe de la muestra existen en gran cantidad por lo que dificulta el conteo de cada uno de ellos, y son considerados como incontables.

## **CAPÍTULO III**

### **3. PROPUESTA DE UN PLAN DE MITIGACIÓN AMBIENTAL, PARA EL PARQUE NÁUTICO LA LAGUNA.**

#### ***3.1 Introducción***

El Plan de Mitigación Ambiental (PMA) constituye una parte integral y dinámica de los Estudios Ambientales. Sobre la base de los análisis encontrados, se propusieron medidas o procedimientos encaminados a evitar o reducir estos problemas, con el objetivo primordial de cumplir con el marco legal ambiental ecuatoriano y las políticas ambientales vigentes.

Para el desarrollo del Plan de Mitigación Ambiental se plantearon los siguientes objetivos:

#### ***3.2 Objetivos***

##### ***Objetivo General:***

Desarrollar acciones de carácter ambiental que contribuyan a optimizar el uso y manejo del recurso hídrico en el Parque Náutico la Laguna

##### ***Objetivos Específicos:***



- Establecer programas de prevención, mitigación, monitoreo y control.
- Diseñar alternativas que permitan minimizar el crecimiento indiscriminado de las algas.

El presente Plan de Mitigación Ambiental fue desarrollado para la fase **de operación y mantenimiento** del Parque Náutico La Laguna. Para lograr este objetivo el Plan de Mitigación incluirá:

**Tabla N° 6. Plan de Mitigación Ambiental (PMA)**

PLAN DE MITIGACIÓN AMBIENTAL			
PLANES	PROGRAMAS	PROYECTOS	ACTIVIDADES
Plan de Mitigación ambiental	<b>Programa 1:</b> Reconstrucción de la infraestructura de la laguna.	<b>Proyecto 1.</b> Reconstrucción del lecho de la Laguna.	Construcción del tanque de hormigón para la captación y tratamiento del agua con fines recreativos, en un periodo de tiempo de 3 meses.
			Trabajos de modificación del lecho de la laguna, por el tiempo estimado de 2 meses.
	<b>Programa 2:</b> Seguridad Ambiental	<b>Proyecto 2</b> Plan de seguridad y salud ocupacional.	Dotar de implementos de protección de seguridad a las personas que realicen el trabajo, (botas de caucho, guantes, mascarillas, casco, chalecos reflectantes, gafas de seguridad y ropa de trabajo).
			<b>Proyecto 3</b> Implementación medidas adecuadas para el control y tratamiento del agua
	<b>Programa 3:</b> Mejoramiento de la calidad de agua de la laguna	<b>Proyecto 3</b> Implementación medidas adecuadas para el control y tratamiento del agua	Control químico de algas, utilizando <b>cloro gas</b> en cantidad exacta, (50 gr. cloro/litro), para corregir pH y Dureza.
			Limpieza periódica del lecho, cada 3 meses, dependiendo la descomposición del agua.
	<b>Programa 4:</b> Sociabilización e información ambiental	<b>Proyecto 4.</b> Comunicación y cultura ambiental	Elaboración y entrega de trípticos en donde se informe, la calidad del agua y su manejo adecuado.

			Talleres de capacitación y difusión del proyecto periódicamente ( dos veces por año, sobre la calidad del agua y sus beneficios ambientales), a personas, autoridades, y medios de comunicación, etc.
	<b>Programa 5:</b> Monitoreo y control	<b>Proyecto 5.</b> Plan de monitoreo ambiental	Ejecución de controles periódicos de la calidad del agua (dos veces por año).
			Supervisar y fiscalizar ambientalmente el cumplimiento de todas las acciones enunciadas en este presente (PMA), cada dos años.

Realizado por: Héctor Calvopiña.

Las medidas de mitigación ambiental de los impactos que se puede generar por las diferentes actividades que en el futuro se puede realizar son planteadas en los Programas de Prevención y Mitigación (PPM), que constituyen en un instrumento básico de gestión ambiental que determina y define las acciones que se debe realizar para evitar, reducir y/o mitigar los impactos negativos que se generen durante la ejecución de las actividades que se puede realizar, así como incentivar los probables impactos positivos.

### ***3.3. Programa 1: reconstrucción de la Infraestructura de la laguna***

#### ***3.3.1 Proyecto 1: Reconstrucción Del Lecho De La Laguna.***

Este proyecto se refiere a la realización de varios trabajos de construcción del tanque de captación y reconstrucción del lecho de la laguna, con el propósito de mejorar la calidad de agua que se ve afectada por varios factores ambientales, así

como también entregar a la ciudad y público en general una imagen diferente en cuanto a infraestructura se refiere, con el propósito de mejorar las condiciones del ambiente del sector.

### ***3.3.1.1 Objetivos***

#### ***Objetivo General***

- Realizar la reconstrucción del tanque de ingreso en hormigón armado y la remodelación del lecho de la laguna, para mejorar la calidad del agua.

#### ***Objetivos específicos***

- Implementar en el tanque de ingreso el equipo necesario para el tratamiento del agua, con **cloro gas**.
- Realizar trabajos de modificación en el lecho de la laguna, obscureciendo con pintura, para evitar la refracción de la luz.

### ***3.3.1.2 Justificación***

Los objetivos detallados se proponen para mejorar el pH y la Dureza del agua, problema detectado en las tres muestras analizadas; y, que se presume es el origen de la proliferación de las algas.

### ***3.3.1.3 Resultados esperados***

- Mejorar la calidad del agua.
- Disminución de la proliferación de las algas.

### ***3.4.- Programa 2: Seguridad Ambiental***

#### ***3.4.1. Proyecto 2: plan de seguridad y salud ocupacional.***

Éste proyecto, está orientado a la dotación de equipos de protección personal, verificación de su utilización, implementación de señalética, para mejorar las condiciones de trabajo del personal que labora en el Parque Náutico La laguna

##### ***3.4.1.1 Objetivos***

###### ***Objetivo General***

- Dotar el equipo de protección necesario, al personal que realizarán los trabajos propuestos.

###### ***Objetivos específicos***

- Utilización constante del equipo de protección personal, para evitar accidentes laborales y lesiones internas dentro de la jornada laboral.
- Implementación de las señales estratégicas en el sitio de la obra para evitar accidentes laborales.

##### ***3.4.1.2 Justificación***

Las distintas actividades que conformaran el plan de prevención de accidentes de trabajo, protección de la salud de las personas el cuidado y preservación del medio ambiente durante los trabajos que se desarrollaran, es la meta final del proyecto, tomando en cuenta que en toda actividad laboral estamos inmersos en sufrir

accidentes o lesiones, y en muchos de los casos irreparables para toda la vida.

#### ***3.4.1.3 Resultados esperados***

- Dotación del equipo de seguridad laboral a todo el personal con (botas de caucho, guantes, mascarillas, casco, chalecos reflectantes, gafas de seguridad y ropa de trabajo etc.)
- Seguimiento de la utilización de los mismos dentro de la jornada laboral.
- Concluidos los trabajos, que no existan individuos con ningún problema de salud.

### ***3.5. Programa 3: Mejoramiento De La Calidad De Agua De La Laguna***

El agua es indispensable para el desarrollo; está vinculada a todas las actividades productivas y su importancia para la vida la hace un recurso determinante para la calidad de vida de las poblaciones.

Para mejorar la calidad del agua es necesario realizar varias acciones tendientes a llegar al objetivo primordial como es la mejora de la calidad del agua, y utilizar para varios usos, y con esto se lograría realizado varias obras, planes y proyectos, a fin de lograr mejorar el agua de los diferentes sectores.

### ***3.5.1. Proyecto 3: Implementación Medidas Adecuadas Para El Control Y Tratamiento Del Agua***

#### ***3.5.1.1 Objetivos***

##### ***Objetivo General***

- Colocación de componentes químicos para mejorar la calidad del agua.

##### ***Objetivos específicos***

- Implementación de compuestos químicos, para corregir los parámetros deficientes en las muestras analizadas.
- Efectuar periódicamente trabajos de remoción de sedimentos o lodos y desechos naturales de plantas acuáticas.

#### ***3.5.1.2 Justificación***

Dentro del mejoramiento del agua, hay que tomar en cuenta varios aspectos y condiciones que existen, tanto en la naturaleza como el hombre que interfieren en este proceso, existiendo varias alternativas de corrección de parámetros que no se encuentran dentro de los márgenes de calidad del agua, y que es indispensable realizar actividades correctivas y obtener resultados satisfactorios, mejorando al sitio, lugar y medio ambiente en general.

#### ***3.5.1.3 Resultados esperados***

- Al instalar el equipo necesario para colocar los diferentes compuestos químicos necesarios cloro gas (50 gr. cloro/litro), para corregir los parámetros que se encuentran fuera de los límites y máximos permisibles y

dotar agua de calidad, alargando su permanencia dentro del lecho y que la gente disfrute de un paisaje diferente y natural.

- Dentro de un determinado tiempo de permanencia, el agua necesita ser removida para recoger los diferentes sedimentos, para lo cual se espera que con este proceso investigativo, esta actividad se realice en períodos de tiempo más largos y así evitar molestias tanto a las personas que transitan por el lugar como el ambiente, ahorrando tiempo y dinero.

### ***3.6. Programa 4: Sociabilización E Información Ambiental***

#### ***3.6.1 Proyecto 4: Comunicación Y Cultura Ambiental***

Se considera que la respuesta a la problemática del medio ambiente no depende de la vía por la que llega la información, sino de la representación que se elabora con ésta a partir de la conjunción de los distintos ámbitos que conforman la sociedad, donde la información que circula está determinada por los propios medios de comunicación. Esta propuesta surge del análisis de las tendencias de investigación sobre los medios de comunicación y la temática ambiental así como el seguimiento realizado durante los últimos años de las leyes, normas y reglamentos.

El objetivo primordial es hacer conocer el proyecto propuesto a fin hacer conocer todas las actividades realizadas, con el propósito de mejorar las condiciones ambientales del sitio y sensibilizar a todas las personas, que todos somos parte del ambiente en el cual nos desarrollamos y vivimos.



### ***3.6.1.1 Objetivos***

#### ***Objetivo General***

- Estructurar el plan de comunicación y cultura ambiental, del proyecto elaborado para dar a conocer a la ciudadanía, autoridades y público en general.

#### ***Objetivos específicos***

- Elaboración de actividades de comunicación, a personas turistas y autoridades del cantón, con el propósito de informar sobre el proyecto propuesto y el beneficio ambiental.
- Elaboración de diferentes documentos informativos (trípticos), para ser entregados, informando sobre este particular.

### ***3.6.1.2 Justificación***

Al realizar esta actividad, se busca llegar a todas las personas, con el propósito de dar a conocer las actividades realizadas, para mejorar la calidad del agua de la laguna y el beneficio ambiental que esto implica a la ciudadanía. Los medios de comunicación, no deben estar inmersos de esta situación, ya que ellos también son los llamados a informar y crear conciencia de mantener y conocer el hábitat natural donde vivimos.

### ***3.6.1.3 Resultados esperados***

- Hacer conocer las actividades realizadas dentro del lecho de la laguna, exponiendo todos los trabajos efectuados dos veces al año, para informar sobre los trabajos realizados para mejorar la calidad del agua requerida para fines recreativos y que estos sean difundidos a nivel local, nacional e internacional.

- Elaborar diferentes tipos de documentos a fin de que sean entregados a la mayoría de personas, haciendo conocer sobre el proyecto efectuado y su posterior gestión y ejecución.

### ***3.7. Programa 5: Monitoreo Y Control***

#### ***3.7.1 Proyecto 5: Plan De Monitoreo Ambiental***

Todo proyecto que de manera directa e indirecta modifique de forma positiva o negativa un entorno natural, requiere de la implementación de un Plan de Monitoreo Ambiental. Este se debe desarrollar desde el momento en el cual inicia el proyecto hasta después de concluida la vida útil o el periodo de funcionamiento del mismo.

El Plan depende una observación objetiva de forma continua, normalizada y organizada, en la cual los datos se tabulan, se procesan, interpretan y evalúan los resultados obtenidos en cada medición y sus interacciones.

##### ***3.7.1.1 Objetivos***

###### ***Objetivo General***

- Realizar la evaluación y valoración de la calidad ambiental del Plan de Mitigación Ambiental, en cada uno de sus componentes.

###### ***Objetivos específicos***

- Efectuar periódicamente análisis de laboratorio que determinen los diferentes parámetros de calidad del agua.
- Supervisar y fiscalizar el cumplimiento de las acciones propuestas para el cumplimiento del PMA.

### ***3.7.1.2 Justificación***

El plan de monitoreo ambiental tiene como finalidad verificar el cumplimiento estricto de cada una de las acciones detalladas en el plan de mitigación ambiental, como es asegurar, que las variables ambientales relevantes que dieron origen al Estudio del Plan de Mitigación, evolucionen según lo establecido en la documentación respectiva.

### ***3.7.1.3 Resultados esperados***

Se aplicará un plan de seguimiento a corto plazo, para monitorear la ejecución de las medidas de mitigación propuestas. Este plan permitirá obtener registros que facilitan corregir y optimizar la eficiencia de las medidas de mitigación implementadas para los impactos identificados, dos veces por año.

## 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 4.1. CONCLUSIONES

- Se ha verificado que existe el problema de contaminación natural del agua que ingresa a la laguna.
- Los análisis físico, químico y microbiológico, nos indican que el problema fundamental está en el pH , dureza total, turbidez, sólidos totales disueltos los hongos y levaduras, presentan parámetros relativamente altos que necesariamente necesitan ser corregidos para mejorar la calidad del agua de la Laguna.
- De acuerdo a la interpretación de resultados existe contaminación por minerales por la presencia de sólidos totales, que son las sales inorgánicas, como el magnesio, calcio etc. Y en cantidades pequeñas de materia orgánica disueltas en el agua, afectan adversamente la calidad del agua afectando de varias formas, en el sabor que es poco apetecido.
- Otro tipo de contaminación del agua es la microbiológica, por presencia de nutrientes vegetales como los cloruros y fosfatos, que se encuentran solubles en el agua, que en cantidades considerables permite el crecimiento desmesurado de las algas y otros organismos provocando la eutrofización de las aguas. Cuando estas algas mueren, al ser descompuestos por los microorganismos, se agota el oxígeno que hace imposible la vida de otros seres vivos, como resultado final es un agua maloliente e inutilizable.
- Dentro de la calidad del agua y haciendo referencias en la tabla de las normas ambientales TUSMAS, con las comparaciones de los análisis efectuados, se puede apreciar que existen parámetros negativos que no permiten que el agua se pueda utilizar en otras actividades como el suministro de agua potable, para el consumo humano, y se limita a ser ocupada solo para fines recreativos.
- La propuesta del Plan de Mitigación, contiene programas, proyectos y actividades, que deben ser implementadas y se detallan a continuación:

**Programa 1:** Reconstrucción de la infraestructura de la laguna. **Proyecto 1.** Reconstrucción del lecho de la Laguna. Con las actividades, Construcción del tanque de hormigón para la captación y tratamiento del agua con fines recreativos, en un período de tiempo de 3 meses y realizar trabajos de modificación del lecho de la laguna por el tiempo estimado de 2 meses.

**Programa 2:** Seguridad Ambiental, **Proyecto 2** Plan de seguridad y salud ocupacional, Con las actividades dotar de implementos de protección de seguridad a las personas que realicen el trabajo, (botas de caucho, guantes, mascarillas, casco, chalecos reflectantes, gafas de seguridad y ropa de trabajo).

**Programa 3:** Mejoramiento de la calidad de agua de la laguna, **Proyecto 3** Implementación medidas adecuadas para el control y tratamiento del agua, con las actividades siguientes: Control químico de algas, utilizando **cloro gas** en cantidad exacta, (50 gr. cloro/litro), para corregir pH y Dureza y Limpieza periódica del lecho, cada 3 meses, dependiendo la descomposición del agua.

**Programa 4.** Sociabilización e información ambiental, **Proyecto 4.** Comunicación y cultura ambiental. Con las actividades; Elaboración y entrega de trípticos en donde se informe, la calidad del agua y su manejo adecuado y Talleres de capacitación y difusión del proyecto periódicamente (dos veces por año), sobre la calidad del agua y sus beneficios ambientales), a personas, autoridades, y medios de comunicación, etc.

**Programa 5:** Monitoreo y control, **Proyecto 5.** Plan de monitoreo ambiental, con las siguientes actividades. Ejecución de controles periódicos de la calidad del agua (dos veces por año) y Supervisar y fiscalizar ambientalmente el cumplimiento de todas las acciones enunciadas en este presente (PMA), cada dos años.

## ***4.2. RECOMENDACIONES***

- El desarrollo y propuesta del Plan de Mitigación Ambiental es recomendable que se implemente y se cumpla a cabalidad todos los programas, proyectos y actividades, que se encuentran estructurados para mejorar el agua con fines recreativos, recuperando este espacio natural y el medio ambiente, para que exista el incremento de turistas al sector y también el desarrollo económico de la población del sector.
- Desarrollar progresivamente diferentes planes y proyectos, con el fin de actualizar e implementar nueva tecnología y seguir mejorando y corrigiendo los errores causados por el hombre y la naturaleza.
- Se recomienda llevar un registro de las actividades realizadas, para tener un inventario ambiental y progresivamente corregir los errores presentados, a fin de ir actualizando conocimiento y tecnología de punta, para que progresivamente se pueda implementar.

## **4. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

### **4.1. LIBROS**

FORO DE LOS RECURSOS HÍDRICOS (2002), Cuarto encuentro nacional. Pág. 275. Quito – Ecuador.

GARCÍA, Dennis, (2007). El agua: patrimonio y derecho. Pág. 50 – 56, segunda edición 2007, impreso en Imprimax Ecuador.

CAMAREN (2009), Gestión integrada del agua: conceptos y políticas. Pág. 107. Quito – Ecuador.

EMBID, Antonio, (2012). Agua y Ciudades. Primera Edición.

ZAPATTA, Alex (2008), Una aproximación a los conflictos del agua. Pág. 20. Quito – Ecuador.

Ley de orgánica de los recurso hídricos uso y aprovechamiento del agua

FORO DE LOS RECURSOS HÍDRICOS (2002), Primer encuentro nacional. Pág. 274 – 282. Quito – Ecuador.

FORO DE LOS RECURSOS HÍDRICOS (2002), Tercer encuentro nacional. Pág. 122 – 123. Quito – Ecuador.

### **4.2. TESIS**

CASTRO, Juan. Diseño de una propuesta de tratamiento y purificación del agua de consumo humano en el centro de experimentación y producción Salache (Ceypsa) de la Universidad Técnica de Cotopaxi., 2011. Tesis de grado presentada

en la Universidad Técnica de Cotopaxi previo la obtención del título de Ingeniero En Medio Ambiente.

### **4.3 LEGISLACIÓN**

Constitución de la República del Ecuador (2008).

Norma INEN, Agua Potable.

Ley Orgánica de Recursos Hídricos

Ley Orgánica de Salud

### **1.4. PAGINAS WEB**

*Agua y más cosas.* (09 de 2011). Obtenido de

<http://aguaymascosas.blogspot.com/2011/09/caracteristicas-del-agua.html>

Antonio Madrid, V. (2012). *Manual del Agua. Ciencia, Tecnología y Legislación.* Madrid: A. Madrid Vicente.

*aquaquimi.* (03 de febrero de 2012). Obtenido de

[http://www.aquaquimi.com/Paginas/Trat\\_agua\\_pot/Desinfeccion%20agua/agua%20potable%20cloro.html](http://www.aquaquimi.com/Paginas/Trat_agua_pot/Desinfeccion%20agua/agua%20potable%20cloro.html)

*clubensayos.com.* (27 de 01 de 2012). Obtenido de

<http://clubensayos.com/Ciencia/La-Importancia-Del-Agua/1521829.html>

*Ecco Hands.* (03 de 04 de 2013). Obtenido de <http://eccohands.jimdo.com/eco-programas/zona-verde/agua-fuente-de-vida/>

*Ecolisima.* (04 de 11 de 2012). *Ecolisima: Economía - Medio Ambiente.* Obtenido de <http://ecolisima.com/la-contaminacion-del-agua/#more-321>



*EcuRed*. (24 de 04 de 2013). Obtenido de

[http://www.ecured.cu/index.php/Agua\\_potable](http://www.ecured.cu/index.php/Agua_potable)

*EPAA*. (16 de 03 de 2010). Obtenido de <http://www.epaa.gob.ec/agua-potable/>

García, D. (2007). *El Agua: Patrimonio y Derecho*. Ecuador: Imprimax.

García, D. (2007). *El Agua: Patrimonio y Derecho*. Ecuador: Imprimax.

García, D. (2007). *El Agua: Patrimonio y Derecho*. Ecuador: Imprimax.

*Grupo Agua - RPP*. (27 de 08 de 2013). Obtenido de

<http://radio.rpp.com.pe/cuidaelagua/agua-tratada-agua-no-tratada/>

*Instituto Nacional de Tecnologías Educativas y de Formación del Profesorado*.

(03 de 09 de 2000). Obtenido de

<http://platea.pntic.mec.es/~iali/personal/agua/agua/propieda.htm>

*JM Plase Agua*. (15 de 02 de 2013). Obtenido de

[http://www.plaseges.com/control\\_sanitario.htm](http://www.plaseges.com/control_sanitario.htm)

*OMS*. (14 de 05 de 2010). Obtenido de

[http://www.paho.org/per/index.php?option=com\\_content&view=category  
&id=853&layout=blog&Itemid=631](http://www.paho.org/per/index.php?option=com_content&view=category&id=853&layout=blog&Itemid=631)

*purificadorah2o*. (23 de 09 de 2010). Obtenido de

[http://purificadorah2o.blogspot.com/2010\\_09\\_01\\_archive.html](http://purificadorah2o.blogspot.com/2010_09_01_archive.html)

# ANEXOS

## **PUNTO 1. INICIO DE LAGUNA.**

**Foto 1:** Recolección de muestra para análisis físicos y químicos, en el inicio de la Laguna, Punto 1, introducción del recipiente en el agua.



Fuente: Héctor Calvopiña

**Foto 2:** Recolección de muestra para análisis físicos y químicos, inicio de la Laguna, Punto 1, Llenado de recipiente.



Fuente: Héctor Calvopiña

**Foto 3:** Recolección de muestra para análisis microbiológico, en el inicio de la Laguna, Punto 1.



Fuente: Héctor Calvopiña

**Foto 4:** Recolección de muestra para análisis microbiológico, en el inicio de la Laguna, Punto 1.



Fuente: Héctor Calvopiña

## **PUNTO 2. EN EL CENTRO DE LA LAGUNA**

**Foto 5:** Recolección de muestra para análisis físicos y químicos, centro de la Laguna, Punto 2, Llenado de recipiente.



Fuente: Héctor Calvopiña

**Foto 6:** Recolección de muestra para análisis físicos y químicos, centro de la Laguna, Punto 2, Llenado de recipiente.



Fuente: Héctor Calvopiña

**Foto 7:** Recolección de muestra para análisis microbiológico, en el centro de la Laguna, Punto 2.



Fuente: Héctor Calvopiña

**Foto 8:** Recolección de muestra para análisis microbiológico, en el centro de la Laguna, Punto 2, llenado y tapado de muestra.



Fuente: Héctor Calvopiña

### **PUNTO 3. SALIDA DE LAGUNA**

**Foto 9:** Recolección de muestra para análisis físicos y químicos, salida de la Laguna, Punto 3, Llenado de recipiente.



Fuente: Héctor Calvopiña

**Foto 10:** Recolección de muestra para análisis físicos y químicos, salida de la Laguna, Punto 3, Llenado y tapado de recipiente.



Fuente: Héctor Calvopiña

**Foto 11:** Recolección de muestra para análisis microbiológico, en la salida de la Laguna, Punto 3, llenado de muestra.



Fuente: Héctor Calvopiña

**Foto 12:** Recolección de muestra para análisis microbiológico, en la salida de la Laguna, Punto 3, tapado de muestra.



Fuente: Héctor Calvopiña



## Anexo 4. Resultados de los análisis de la muestra 1, Inicio del afluente



TRATAMIENTO DE AGUAS INDUSTRIALES  
 FLOCULANTES - COAGULANTES  
 PLANTAS POTABILIZADORAS  
 REMEDIACION AMBIENTAL  
 ABSORCION DE CRUDOS  
 REACTIVOS QUIMICOS  
 CARBON ACTIVADO  
 GRAVA SILISICA  
 BARTINA  
 BOMBAS

# WASCORP S.A.

WATER SERVICE CORPORATION S.A.  
 Planta Industrial: Panamericana Sur Km 21, sector Cutuglagua, Barrio Santa Isabel, Calle B # 35, Telf. 3678269 / 3678253  
 LABORATORIO DE AGUAS

### REPORTE DE ANALISIS DE AGUA TRATADA # WcMG-015-010

CLIENTE: **Hector Calvopiña**  
 LUGAR: **LA LAGUNA**  
 SECTOR: **LATACUNGA**  
 FECHA DE MUESTREO: **04/02/2015**  
 FECHA DE REPORTE: **13/02/2015**  
 IDENTIFICACION DE LAS MUESTRAS: **M1 Inicio Laguna**  
 Muestra tomada por el cliente

ANALISIS FISICO-QUIMICO	PARAMETRO	UNIDADES	Muestra 1	NORMA INEN 1 108	
				LMITE DESEABLE	LMITE MAX. DESEABLE
	pH	.....	6,20	7 - 8,5	6,5 - 9,5
	Conductividad	µS/cm	848	**	**
	Turbidez	FTU	0,45	5,0	5,0
	Color	U. Pt-Co	3	5,0	15,0
	Alcalinidad Total	mg/L como CaCO3	420,336	**	**
	Alcalinidad Fenoltaleína	mg/L como CaCO3	0	**	**
	Bicarbonatos (CO3H-)	mg/L como CaCO3	420,336	**	**
	Carbonatos (CO3=)	mg/L como CaCO3	0	**	**
	Hidroxilos (OH-)	mg/L como CaCO3	0	**	**
	Dureza Total	mg/L como CaCO3	428,38	120,0	300,0
	Dureza Cálctica	mg/L como CaCO3	19,70	**	**
	Dureza Magnésica	mg/L como CaCO3	408,69	**	**
	Calcio (Ca++)	mg/L	7,91	30,0	70,0
	Magnesio (Mg++)	mg/L	99,68	12,0	30,0
	Hierro (Fe+++)	mg/L	0,09	0,2	0,8
	Cloruros (Cl-)	mg/L	2,43	50,0	250,0
	Fosfatos (PO4=)	mg/L	****	**	**
	Sulfatos (SO4=)	mg/L	****	50,0	200,0
	Nitritos (NO2-)	mg/L	****	0,0	0,0
	Nitratos (NO3-)	mg/L	****	10,0	40,0
	Oxígeno Disuelto	mg/L		6,0	9,0
	Sólidos Totales Disueltos	mg/L	424	500,0	1000,0
	Sólidos Suspendedos	mg/L	1	**	**

\*\*\*= No se encuentra especificado en la NORMA 1108 - REQUISITOS PARA AGUA POTABLE.

ANALISIS MICROBIOLÓGICO	MUESTRA 1
Recuento Total	INCONTABLE
Coliformes Totales	0
Coliformes Fecales	0
Hongos y Levaduras	INCONTABLE

Coliformes Totales (1) NMP/100ml  
 Coliformes Fecales NMP/100ml

Máximo  
 < 2\*  
 < 2\*

Atentamente:  
  
 Togo. EDGAR MOROMENACHO

WASCORP S.A.

Ing. Vinicio Pasaca  
 Revisado

MEJIA: Panamericana Sur Km. 4 1/2 ( Quito ) Sector Cutuglagua, Barrio Santa Isabel  
 calle B No. 35 \* Telf. 3678 269 / 3678 014 Fax: 3678 253 Celular: 099 6392 643  
 wascorp@andinanet.net / wascorp@andinanet.net

Fuente: WASCORP S.A

## Anexo 5. Resultado de los análisis de la muestra 2, en el centro de la Laguna



### WASCORP S.A.

WATER SERVICE CORPORATION S.A.  
 Planta Industrial, Panamericana Sur Km 21, sector Cutuglagua, Barrio Santa Isabel, Calle B # 35, Telf. 3678269 / 3678253  
 LABORATORIO DE AGUAS

TRATAMIENTO DE AGUAS INDUSTRIALES  
 FLOCULANTES - COAGULANTES  
 PLANTAS POTABILIZADORAS  
 REMEDIACION AMBIENTAL  
 ABSORCION DE CRUDOS  
 REACTIVOS QUIMICOS  
 CARBON ACTIVADO  
 GRAVA SILISICA  
 BARITINA  
 BOMBAS

#### REPORTE DE ANALISIS DE AGUA TRATADA # WcMG-015-011

CLIENTE: **Hector Calvopiña**  
 LUGAR: **LA LAGUNA**  
 SECTOR: **LATACUNGA**  
 FECHA DE MUESTREO: **04/02/2015**  
 FECHA DE REPORTE: **13/02/2015**  
 IDENTIFICACION DE LAS MUESTRAS: **M2 En la Laguna**  
 Muestra tomada por el cliente

ANALISIS FISICO-QUIMICO	UNIDADES	Muestra 2	NORMA INEN 1108	
			LIMITE DESEABLE	LIMITE MAX. DESEABLE
pH	.....	6,50	7 - 8,5	6,5 - 9,5
Conductividad	µS/cm	858	**	**
Turbidez	FTU	0,6	5,0	5,0
Color	U. Pt-Co	42	5,0	15,0
Alcalinidad Total	mg/L como CaCO3	405,324	**	**
Alcalinidad Fenoltaleína	mg/L como CaCO3	0	**	**
Bicarbonatos (CO3H-)	mg/L como CaCO3	405,324	**	**
Carbonatos (CO3=)	mg/L como CaCO3	0	**	**
Hidroxilos (OH-)	mg/L como CaCO3	0	**	**
Dureza Total	mg/L como CaCO3	408,69	120,0	300,0
Dureza Cálcica	mg/L como CaCO3	0,00	**	**
Dureza Magnésica	mg/L como CaCO3	408,69	**	**
Calcio (Ca++)	mg/L	0,00	30,0	70,0
Magnesio (Mg++)	mg/L	99,68	12,0	30,0
Hierro (Fe+++)	mg/L	0,04	0,2	0,8
Cloruros (Cl-)	mg/L	9,71	50,0	250,0
Fosfatos (PO4--)	mg/L	****	**	**
Sulfatos (SO4=)	mg/L	****	50,0	200,0
Nitritos (NO2-)	mg/L	****	0,0	0,0
Nitratos (NO3-)	mg/L	****	10,0	40,0
Oxígeno Disuelto	mg/L	****	6,0	9,0
Sólidos Totales Disueltos	mg/L	429	500,0	1000,0
Sólidos Suspendidos	mg/L	1	**	**

\*\*\*= No se encuentra especificado en la NORMA 1108 - REQUISITOS PARA AGUA POTABLE.

ANALISIS MICROBIOLOGICO	MUESTRA 2
Recuento Total	INCONTABLE
Coliformes Totales	0
Coliformes Fecales	0
Hongos y Levaduras	INCONTABLE

Coliformes Totales (1) NMP/100ml  
 Coliformes Fecales NMP/100ml

Máximo  
 < 2\*  
 < 2\*

Atentamente:  
  
 Togo. EDGAR MOROMENACHO

WASCORP S.A.

Ing. Vinicio Pasaca  
 Revisado

MEJIA: Panamericana Sur Km. 4 1/2 ( Quito ) Sector Cutuglagua, Barrio Santa Isabel  
 calle B No. 35 \* Telf. 3678 269 / 3678 014 Fax: 3678 253 Celular: 099 6392 643  
 wascorp@andinanet.net / wascorp@andinanet.net

Fuente: WASCORP S.A

## Anexo 6. Resultado de los análisis de la muestra 3, salida de la laguna



# WASCORP S.A.

WATER SERVICE CORPORATION S.A.  
Planta Industrial: Panamericana Sur Km 21, sector Cutuglagua, Barrio Santa Isabel, Calle B # 35, Telf. 3678269 / 3678253  
LABORATORIO DE AGUAS

TRATAMIENTO DE AGUAS INDUSTRIALES  
FLOCULANTES - COAGULANTES  
PLANTAS POTABILIZADORAS  
REMEDIACION AMBIENTAL  
ABSORCION DE CRUDOS  
REACTIVOS QUIMICOS  
CARBON ACTIVADO  
GRAVA SILISICA  
BARITINA  
BOMBAS

### REPORTE DE ANALISIS DE AGUA TRATADA # WcMG-015-012

CLIENTE: Hector Calvopiña  
LUGAR: LA LAGUNA  
SECTOR: LATACUNGA  
FECHA DE MUESTREO: 04/02/2015  
FECHA DE REPORTE: 13/02/2015  
IDENTIFICACION DE LAS MUESTRAS: M3 Final Laguna  
Muestra tomada por el cliente

ANALISIS FISICO-QUIMICO	UNIDADES	Muestra 3	NORMA INEN 1108	
			LMITE DESEABLE	LMITE MAX. DISPONIBLE
pH		6,30	7 - 8,5	6,5 - 9,5
Conductividad	µS/cm	858	**	**
Turbidez	FTU	0,4	5,0	5,0
Color	U. Pt-Co	37	5,0	15,0
Alcalinidad Total	mg/L como CaCO3	410,328	**	**
Alcalinidad Fenolaleína	mg/L como CaCO3	0	**	**
Bicarbonatos (CO3H-)	mg/L como CaCO3	410,328	**	**
Carbonatos (CO3=)	mg/L como CaCO3	0	**	**
Hidroxiilos (OH-)	mg/L como CaCO3	0	**	**
Dureza Total	mg/L como CaCO3	408,69	120,0	300,0
Dureza Cálctica	mg/L como CaCO3	0,00	**	**
Dureza Magnésica	mg/L como CaCO3	408,69	**	**
Calcio (Ca++)	mg/L	0,00	30,0	70,0
Magnesio (Mg++)	mg/L	99,68	12,0	30,0
Hierro (Fe+++)	mg/L	0,05	0,2	0,8
Cloruros (Cl-)	mg/L	9,71	50,0	250,0
Fosfatos (PO4--)	mg/L	****	**	**
Sulfatos (SO4=)	mg/L	****	50,0	200,0
Nitritos (NO2-)	mg/L	****	0,0	0,0
Nitratos (NO3-)	mg/L	****	10,0	40,0
Oxígeno Disuelto	mg/L		6,0	9,0
Sólidos Totales Disueltos	mg/L	429	500,0	1000,0
Sólidos Suspensidos	mg/L	2	**	**

\*\*\*= No se encuentra especificado en la NORMA 1108 - REQUISITOS PARA AGUA POTABLE.

ANALISIS MICROBIOLOGICO	
PARAMETRO	MUESTRA 3
Recuento Total	INCONTABLE
Coliformes Totales	0
Coliformes Fecales	0
Hongos y Levaduras	INCONTABLE

Coliformes Totales (1) NMP/100ml  
Coliformes Fecales NMP/100ml

Máximo  
< 2\*  
< 2\*

Atentamente:

Tejo. EDGAR MOROMENACHO

WASCORP S.A.

Ing. Vinicio Passaca  
Revisado

MEJIA: Panamericana Sur Km. 4 1/2 ( Quito ) Sector Cutuglagua, Barrio Santa Isabel  
calle B No. 35 \* Telf. 3678 269 / 3678 014 Fax: 3678 253 Celular: 099 6392 643  
wascorpsa@andinanet.net / wascorp@andinanet.net

Fuente: WASCORP S.A