



**UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES**  
**CARRERA DE INGENIERÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL**

**TESIS DE GRADO PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:**  
**INGENIERO EN GESTIÓN AMBIENTAL**

**TEMA:**

**“CALIDAD DEL AGUA DESTINADA PARA FINES RECREATIVOS DEL ESTERO  
MACULILLO CANTÓN QUEVEDO, PROVINCIA DE LOS RÍOS.”**

**AUTOR:**

**LARA MENDOZA EDGAR JEFFERSON**

**DIRECTOR DE TESIS:**

**ING. OSCAR PRIETO BENAVIDES**

**QUEVEDO - ECUADOR**

**2015**

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo, Lara Mendoza Edgar Jefferson, declaro que el trabajo descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Universidad Técnica Estatal de Quevedo, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

f. \_\_\_\_\_

Lara Mendoza Edgar Jefferson

**C.I. 131295035-3**

## **CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DE TESIS**

El suscrito, Ing. Oscar Prieto Benavides, Docente de la **UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO**, certifica que el Egresado **LARA MENDOZA EDGAR JEFFERSON** realizó la tesis de grado previo a la obtención del título de **INGENIERA EN GESTIÓN AMBIENTAL**, titulada “**CALIDAD DEL AGUA DESTINADA PARA FINES RECREATIVOS DEL ESTERO MACULILLO CANTÓN QUEVEDO, PROVINCIA DE LOS RÍOS.**”, bajo mi dirección, habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.

---

Ing. Oscar Prieto Benavides  
**Director de Tesis**



**UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES**  
**CARRERA DE INGENIERÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL**

Tesis de grado presentada al Honorable Consejo Directivo como requisito previa a  
la obtención del título de:

**TRIBUNAL DE TESIS**

Ingeniero en Gestión Ambiental

**“CALIDAD DEL AGUA DESTINADA PARA FINES RECREATIVOS DEL  
ESTERO MACULILLO CANTÓN QUEVEDO, PROVINCIA DE LOS RÍOS.”**

APROBADO POR:

---

Blgo. Juan Pablo Urdánigo  
**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL DE TESIS**

---

Blga. Noemí Moreno Vera

**MIEMBRO DEL TRIBUNAL  
DE TESIS**

---

Ing. Rafael Garcés Estrella

**MIEMBRO DEL TRIBUNAL  
DE TESIS**

Quevedo - Los Ríos – Ecuador  
AÑO 2015

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios, por formar parte de su creación divina, y poner en mi camino a gente maravillosa que me ayudado crecer personalmente.

A mi familia por siempre brindarme su apoyo incondicional en los buenos y malos momentos, creyendo en mí sin dudar de mis capacidades.

A los docentes de la Facultad de Ciencias Ambientales que han sembrado en mi las bases necesarias para convertirme en un profesional.

A mis compañeros, por tantas alegrías y momentos inolvidables que estarán siempre presentes en mí.

A mi director de tesis el Ing. Oscar Prieto Benavides por su ayuda y paciencia en la elaboración de mi tesis.

## **DEDICATORIA**

Quiero dedicar el presente trabajo, a aquellas personas que me brindaron su apoyo y fortaleza en el desarrollo de este trabajo:

A mi madre, por brindarme su amor, paciencia y apoyo incondicional en el desarrollo de este trabajo.

A mi padre por enseñarme que todo lo que se hace hay que valorarlo.

A mi hermano Samael por su apoyo absoluto durante el transcurso de mis estudios.

A mi abuelita Elsa Llaguno Mendoza por su cariño y ternura.

# INDICE DE CONTENIDO

PORTADA	i
DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS	ii
CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DE TESIS	iii
TRIBUNAL DE TESIS	iv
AGRADECIMIENTO	v
DEDICATORIA	vi
INDICE DE CONTENIDO	vii
INDICE DE TABLA	x
INDICE DE GRÁFICOS	xii
INDICE DE ANEXOS	xiii
RESUMEN EJECUTIVO	xiv
EXECUTIVE SUMMARY	xv
CAPÍTULO I	1
MARCO CONTEXTUAL DE LA INVESTIGACIÓN	1
1.1 Introducción	2
1.2 Objetivos	4
1.2.1 General	4
1.2.2 Específicos	4
1.3 Hipótesis	4
CAPITULO II	5
MARCO TEÓRICO	5
2.1 Fundamentación teórica	6
2.1.1 El agua	6
2.1.1.1 Concepto	6
2.1.1.2 Los puentes de hidrógeno	7
2.1.1.3 El ciclo del agua	8
2.1.1.4 Propiedades fisicoquímicas	10
2.1.1.5 Densidad	11
2.1.1.6 Disolvente	12

2.1.1.7 Polaridad _____	13
2.1.1.8 Cohesión _____	14
2.1.1.9 Adhesión _____	14
2.1.1.10 Capilaridad _____	14
2.1.1.11 Tensión superficial _____	15
2.1.1.12 Viscosidad _____	16
2.1.1.13 Calor específico _____	16
2.1.1.14 Temperatura de fusión y evaporación _____	17
2.1.1.15 Conductividad _____	17
2.1.1.16 DBO _____	18
2.1.1.17 Demanda Química de oxígeno _____	19
2.1.2 Importancia del agua _____	20
2.1.3 Plaguicidas Organoclorados _____	22
2.1.4 Importancia en la determinación de cloruros _____	23
2.1.5 Plaguicida organofosforado _____	24
2.1.6 Definición de calidad del agua _____	24
2.1.7 Componentes indeseables en el agua, contaminación y salud _____	25
2.1.8 El grupo coliformes _____	28
2.1.9 Descargas subacuáticas _____	29
2.1.9.1 Generalidades _____	29
2.1.9.2 Teoría de las descargas subacuáticas _____	30
2.1.10 Las aguas residuales urbanas _____	31
2.1.10.1 Definiciones _____	31
2.1.11. Constituyentes del agua residual _____	32
2.1.12 Remoción de nutrientes _____	32
2.1.13 Procedencia y contaminantes _____	34
2.1.14 Calidades de las aguas residuales urbanas. _____	35
2.1.15 Usos recreativos _____	36
<b>CAPITULO III _____</b>	<b>37</b>
<b>METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN _____</b>	<b>37</b>
<b>3.1 MATERIALES Y MÉTODOS _____</b>	<b>38</b>
3.1.1 Escenario del estudio _____	38
3.1.2 Coordenadas _____	39
3.1.3 Materiales _____	39
3.1.4 Métodos _____	39

3.1.5 Identificación de fuentes de contaminación _____	40
3.1.6 Muestreo de Aguas _____	41
3.1.7 Conservación de la muestra _____	41
3.1.8 Plan de Mitigación _____	42
3.2 TIPO DE INVESTIGACIÓN _____	42
3.3 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN _____	43
CAPITULO IV _____	44
RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN _____	44
4.1. Resultados _____	45
4.1.1. Identificación de fuentes de contaminación y condiciones socio ambientales _____	45
4.1.2 Determinación de la calidad del agua en estero Maculillo _____	54
4.1.3 Propuesta de un plan de mitigación del deterioro de la calidad del agua del estero Maculillo. _____	69
4.1.3.1 Programa de prevención y mitigación de la Contaminación _____	69
4.1.3.2 Programa de Capacitación y Educación Ambiental _____	71
4.1.3.2.2 Objetivos _____	71
4.2. Discusión de resultados _____	73
CAPITULO V _____	75
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES _____	75
5.1 Conclusiones _____	76
5.2 Recomendaciones _____	77
CAPÍTULO VI _____	78
BIBLIOGRAFÍA _____	78
6.1 Literatura citada _____	79
CAPÍTULO VII _____	84
ANEXOS _____	84

## INDICE DE TABLA

Tabla 1. Coordenadas geográficas .....	39
Tabla 2. Actividades que perjudican la calidad del agua.....	45
Tabla 3. Descarga de aguas residuales .....	45
Tabla 4. Usos de agua del estero Maculillo.....	46
Tabla 5. Usos del agua del estero maculillo .....	46
Tabla 6. Vida acuática.....	47
Tabla 7. Actividades de pesca.....	47
Tabla 8. Uso recreativo .....	47
Tabla 9. Usos del agua para actividades domesticas .....	48
Tabla 10. Enfermedades relacionadas al uso del agua.....	48
Tabla 11. Actividades de recuperación de las aguas del estero.....	49
Tabla 12. Crecimiento de lechugas en la época seca .....	49
Tabla 13. Turbidez del agua del estero Maculillo .....	50
Tabla 14. Parámetros analizados para el punto B.....	50
Tabla 15. Vertido de basura en el estero Maculillo.....	50
Tabla 16. Lavado de ropa en el estero .....	51
Tabla 17. Actividades de pesca.....	51
Tabla 18. Afectaciones de la piel por uso del estero Maculillo .....	52
Tabla 19. Actividades recreativas en el estero Maculillo .....	52
Tabla 20. Responsables de la contaminación del estero Maculillo .....	53
Tabla 21. Responsables de la contaminación del estero .....	53
Tabla 22. Análisis para cada punto de muestreo, promedio de los tres meses.....	54

Tabla 23. Promedio de pH, Coliformes fecales y OD en el mes de abril.....	56
Tabla 24. Promedio de pH, Coliformes fecales, OD del mes de Mayo.....	58
Tabla 25. Promedio de pH, Coliformes fecales, OD del mes de Junio.....	60
Tabla 26. Parámetros analizados para el punto A.....	66
Tabla 27. Parámetros analizados para el punto B.....	67
Tabla 28. Parámetros analizados para el punto C .....	68
Tabla 29. Medidas de prevención y mitigación de la contaminación.....	70
Tabla 30. Medidas de prevención y mitigación de impactos sobre la flora y fauna	70
Tabla 31. Medidas del programa de educación y capacitación ambiental .....	72

## INDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Mapa de ubicación de los puntos de muestreo.....	38
Gráfico 2. Promedio de los tres meses para pH.....	54
Gráfico 3. Promedio de los tres meses para Coliformes Fecales.....	55
Gráfico 4. Promedio para los tres meses de Oxígeno Disuelto (OD) .....	55
Gráfico 5. Promedio de pH para el mes de abril.....	56
Gráfico 6. Promedio de coliformes fecales para el mes de Abril .....	57
Gráfico 7. Promedio de Oxígeno Disuelto para el mes de abril.....	57
Gráfico 8. Promedio de pH para el mes de mayo.....	58
Gráfico 9. Promedio para Coliformes Fecales para el mes de mayo .....	59
Gráfico 10. Promedio de Oxígeno Disuelto para el mes de mayo.....	59
Gráfico 11. Promedio de pH para el mes de junio.....	60
Gráfico 12. Promedio de Coliformes Fecales para el mes de junio.....	61
Gráfico 13. Promedio de Oxígeno Disuelto para el mes de junio .....	61

## INDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Criterios de Calidad admisibles para la preservación de la flora y fauna en aguas dulces, frías o cálidas, y en aguas marinas y de estuario.....	85
Anexo 2. Criterios de calidad para aguas destinadas para fines recreativos. ....	87
Anexo 3. Evidencias fotográficas .....	89
Anexo 4. Modelo de entrevista para moradores y trabajadores aledaños al estero Maculillo. ....	90
Anexo 5. Modelo de entrevista para visitantes que hacen uso recreativo del estero Maculillo .....	92
Anexo 6. Análisis de laboratorio .....	94

## RESUMEN EJECUTIVO

La presente investigación “Calidad del agua destinada para fines recreativos del estero Maculillo cantón Quevedo, provincia de Los Ríos” se realizó entre los meses de Abril y Octubre, en el cual se plantearon los siguientes objetivos: Identificar las fuentes de contaminación y las condiciones socioambientales características del sitio de recreación del estero Maculillo; Determinar la calidad del agua en estero Maculillo para fines recreativos; Proponer un plan de mitigación del deterioro de la calidad del agua del estero Maculillo.

Para la identificación de las fuentes de contaminación y sus condiciones socioambientales se aplicó encuestas a las personas que hacen uso de este estero para fines recreativos así como a los trabajadores aledaños a este; además del uso de registro fotográfico y visita de campo. En cuanto a la determinación de la calidad del agua para fines recreativos se realizaron análisis como: Coliformes fecales, pH, OD, que fueron realizados en el laboratorio de microbiología de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, mientras que los parámetros plaguicidas organoclorados, plaguicidas organofosforados, carbamatos, fenoles, grasas y aceites, se analizaron en un laboratorio acreditado “Grupo Químico Marcos” de la ciudad de Guayaquil, los mismos que fueron comparados con los Límites máximos permisibles del Acuerdo Ministerial 028, de los cuales solo coliformes fecales no cumple con la vigente normativa.

La propuesta del plan de mitigación del deterioro de la calidad del agua del estero Maculillo se la realizó en función de los resultados que se obtuvieron en los análisis y las encuestas aplicadas a los usuarios que frecuentan este estero.

## EXECUTIVE SUMMARY

This research "Quality of water intended for recreational purposes estuary Maculillo Quevedo Canton, in the province of Los Rios" was conducted between the months of April and October, in which the following objectives: Identify the sources of pollution and social and environmental conditions of recreation site characteristics Maculillo estuary; Determine the water quality in the estuary Maculillo for recreational purposes; Propose a mitigation plan for the deterioration of water quality of the estuary Maculillo.

For identification of pollution sources and their socio-environmental conditions survey was applied to people who use the estuary for recreational purposes as well as adjacent to the workers; and the use of photographic records and field visit. As for the determination of water quality for recreational purposes analysis as performed: fecal coliforms, pH, OD, which were carried out in the microbiology laboratory at the State Technical University of Quevedo, while the parameters organochlorine pesticides, organophosphorus pesticides carbamates, phenols, fats and oils were analyzed in an accredited laboratory "Group Chemical Marcos" city of Guayaquil, the same as they were compared with the maximum permissible limits of Ministerial Agreement 028, of which only fecal coliform does not meet current regulations.

The proposed mitigation plan for the deterioration of water quality of the estuary Maculillo is made based on the results obtained in the analyzes and surveys of users who frequent this estuary.

**CAPÍTULO I**  
**MARCO CONTEXTUAL DE LA INVESTIGACIÓN**

## 1.1 Introducción

La contaminación de los recursos hídricos derivados por las actividades antropogénicas ha afectado de manera significativa la calidad del agua. Durante muchos años, los ríos y esteros han sido utilizados como fuentes de descargas de aguas residuales, contaminándolos hasta el punto de alterar su equilibrio ecológico; asimismo, en muchas ocasiones, el desarrollo de las industrias, de la agricultura y el aumento de la población ha sido una de las principales causas de este mal. En la actualidad, gracias a los avances de la ciencia y el desarrollo tecnológico es posible mitigar, controlar y prevenir la contaminación del agua; sin embargo, la falta de recursos financieros y de atención por parte de los Gobiernos autónomos descentralizados (GAD), no ha permitido implantar estos sistemas de tratamientos de aguas residuales.

A lo largo de la historia, las poblaciones se han asentado en las riberas de los ríos, siendo esta uno de los principales problemas de contaminación producto de las actividades que realizan las poblaciones ligadas a una mala gestión de sus desechos, lo que conlleva a un problema ambiental para la sociedad. El agua es un recurso natural importante para la subsistencia de las especies, por este motivo su conservación es de suma importancia para el desarrollo equilibrado de los seres vivos. Un problema que aqueja al recurso agua es la falta de calidad, debido principalmente a la contaminación de las fuentes hídricas y cursos fluviales por medio de agroquímicos y aguas residuales, entre otros. Únicamente el 54% de las residencias ecuatorianas tiene alcantarillado, Esto significa que el 46% sobrante vierte las aguas servidas en condiciones no adecuadas, al tiempo que contamina ríos y suelos (INEC, 2010).

Cabe destacar que la solución a esta problemática es corresponsabilidad de los Gobiernos Autónomos descentralizados (GAD). En el Ecuador vivir en un ambiente sano, libre de contaminación y sustentable es un derecho que debe ser

garantizado por el Estado ya que se considera que la naturaleza también tiene derechos según la Constitución Política del Ecuador (2008).

Dentro de las actividades de recreación que se realizan en el estero Maculillo está la natación y con poca frecuencia la pesca, estas son realizadas por los moradores de sectores aledaños al estero, lo que a su vez pueden generarle problemas a la salud ya que estas contienen aguas residuales provenientes de un desagüe de alcantarilla de la parroquia El Guayacán. Así mismo la presencia de materia orgánica proveniente de las aguas residuales incide directamente en la calidad del agua disminuyéndola significativamente, perjudicando flora y fauna existente del lugar ya que la presencia de esta disminuye la cantidad de oxígeno disuelto que es consumido por bacterias que proliferan en estos tipos de ambientes.

## 1.2 Objetivos

### 1.2.1 General

Evaluar la calidad de agua para fines recreativos del estero Maculillo cantón Quevedo

### 1.2.2 Específicos

- Identificar las fuentes de contaminación y las condiciones socioambientales características del sitio de recreación del estero Maculillo.
- Determinar la calidad del agua del estero Maculillo para fines recreativos.
- Proponer un plan de mitigación del deterioro de la calidad del agua del estero Maculillo.

## 1.3 Hipótesis

**H0=** La calidad del agua del estero Maculillo es apta para su uso recreativo.

**H1=** La calidad del agua del estero Maculillo no es apta para uso recreativo.

**CAPITULO II**  
**MARCO TEÓRICO**

## 2.1 Fundamentación teórica

### 2.1.1 El agua

#### 2.1.1.1 Concepto

La Real Academia Española, define al agua como la “sustancia constituida por la combinación de un átomo de oxígeno y dos de hidrógeno, esta a su vez es líquida, inodora, insípida, en mínima cantidad es incolora y verdosa o azulada en grandes cantidades de masa. Es el elemento más exuberante en la superficie terrestre y es uno de los más puros, este es capaz de dar origen a las lluvias, ríos y mares; es un compuesto que está presente en los organismos vivos y en compuestos naturales, en los cristales está en forma de endurecimiento (PROSAP, 2006).

Pero cabe mencionar que desde una mirada científica, este concepto no considera a los isótopos de hidrógeno y oxígeno, como, el agua pesada, D<sub>2</sub>O, el agua hiperpesada T<sub>2</sub>O y el agua semipesada HDO. Es necesario mencionar que existen tres isótopos de oxígeno, O<sub>16</sub>, O<sub>17</sub> y O<sub>18</sub>, y tres isótopos del hidrógeno, H<sub>1</sub>, H<sub>2</sub> o D (Deuterio) y H<sub>3</sub> o T (Tritio) con lo que la molécula que habitualmente llamamos agua es una mezcla de 18 cuerpos posibles, aunque en la disciplina sea un compuesto de agua leve (H<sub>2</sub>O) y de diminutas cantidades de agua pesada y agua hiperpesada. (PROSAP, 2006).

Se considera al agua como un recurso natural de los más esenciales para el desarrollo de las formas de vida junto al aire, tierra y energía, estos recursos a su vez son de suma importancia para el desarrollo. Como que se ha explicado, este es uno de los compuestos más abundantes que existe en el planeta tierra ocupando las tres cuartas partes de la superficie terrestre. Existen muchos factores que impiden que este recurso se encuentre en condiciones óptimas para

el uso de las personas, marginando en esta labor los elementos económicos, sociales y políticos (Rojas, 2002).

Es de conocimiento común que el 97 % del agua total que existe en el mundo se encuentra depositados en los mares y otras masas salinas que se pueden considerar como inutilizable, ya que estas no sirven para ningún uso. Del 3 % existente de agua solo un 2,38 % aproximadamente, se lo puede encontrar en estado sólido, lo cual es sencillamente inaccesible. Un 0,62 %, que es lo que resta es lo más accesible que hay de este recurso y se lo puede encontrar en lagos ríos y acuíferos subterráneos (Rojas, 2002).

Nos podemos dar cuenta que el agua que está disponible es realmente pequeña, pero el mayor problema es la forma en que este recurso se distribuye de manera inverosímil en el planeta. El recurso agua aparte de ser el más abundante, es manejada por el hombre, perturbando muchas veces su ciclo natural. Este recurso es extraído de la naturaleza para satisfacer las necesidades que se le presenten al hombre. Pero el principal problema que se ha observado durante años es que a mayor consumo de agua mayor generación de aguas residuales que afectan y contaminan los ecosistemas si no se les da un tratamiento previo a la descarga de las fuentes hídricas. Por esta razón es muy importante considerar un desarrollo sustentable que logre estabilizar el uso de este recurso y de esta manera lograr su conservación manteniendo una calidad de vida aceptable, (Félez, 2009).

### **2.1.1.2 Los puentes de hidrógeno**

Conservan a las moléculas energicamente fusionadas, constituyendo una combinación compacta que la convierte en un líquido casi incompresible. Tiene una excelente fuerza de adhesión, debido a que los puentes de hidrógeno de la molécula de agua son los responsables, al constituir entre estos y otras moléculas polares, y es la encargada, junto con la cohesión de la capilaridad, al cual se da, en gran parte, la elevación de la sabia bruta que va de las raíces hasta las hojas.

El agua tiene un gran calor específico, debido a que esta absorbe grandes cantidades de energía calorífica que utilizada para romper los puentes de hidrógeno (Valenzuela, 2008).

En el agua la temperatura desciende muy lento en comparación con otros líquidos a su vez va desprendiendo energía al enfriarse. Esta es una propiedad que le ha servido al citoplasma como escudo protector para las moléculas orgánicas en las variaciones violentas de temperatura, razón lógica que permite entender cuál es la cantidad necesaria de energía que ha de aplicarse para que el agua llegue a su punto de ebullición, manifestando la creación de estructuras muy estables resultado de las atracciones ejercidas por los puentes de hidrógeno. Las atracciones que se dan por estos son las que establecen la dureza del hielo y su densidad baja, que a su vez se da porque mantiene una estructura abierta por parte del sólido, donde se organizan los elementos H<sub>2</sub>O enlazadas entre sí por enlaces de hidrógeno (Valenzuela, 2008).

### **2.1.1.3 El ciclo del agua**

El ciclo del agua no comienza en un sitio determinado, pero se puede decir que para esclarecer donde comienza esta tendría su inicio en los océanos. La luz de las radiaciones solares, determina el ciclo del agua, eleva la temperatura del agua en los océanos, esta a su vez se evapora ascendiendo hacia la atmósfera en vapor de agua. Este vapor de agua es transportado por el aire hacia las partes altas de la atmósfera, en este lugar las temperaturas descienden lo que le permite que el vapor de agua se condense dando lugar a la formación de las nubes. En la parte alta de la atmósfera los vientos mueven las nubes en el planeta estas chocan entre sí se unen y comienzan a densificarse hasta que obtienen suficiente peso y caen en forma de lluvia (Pacheco, 2007).

No siempre el agua cae en forma líquida a veces según las condiciones que se presenten estas caen en forma de nieve, almacenándose hasta convertirse en

capas de hielo dando lugar a los glaciares, los cuales son capaces de acumular agua congelada durante millones de años. En los sitios cálidos, la nieve no se mantiene por mucho tiempo y comienza a derretirse en la estación de primavera. Esta nieve que se funde recorre la superficie terrestre en forma de escorrentía superficial que en ocasiones suele provocar torrentes de agua que causan inundaciones (Pacheco, 2007).

Un porcentaje muy alto de las lluvias que se generan tienden a caer sobre los mares o la superficie terrestre una parte de esta llega a los ríos que gracias a la gravedad tienden a alcanzar nuevamente los mares. Los lagos que se forman en la superficie terrestre se mantienen mediante la escorrentía y los ríos subterráneos que ascienden hacia la superficie, las aguas de las lluvias no solo alimentan los ríos una parte se infiltra por la tierra dando lugar al nacimiento de aguas subterráneas. Una parte de esta agua se mantiene en el manto superior del suelo, regresando a las masas de agua y océanos como descarga de agua subterránea (UNESCO. 2014).

Otra porción del agua subterránea halla huecos en la superficie terrestre dando lugar a la creación de manantiales de agua dulce. A poca profundidad de la superficie terrestre se puede encontrar agua la cual es aprovechada por las raíces de las plantas y las cuales transpiran mediante la superficie de las hojas, regresando nuevamente a la atmósfera. Una parte del agua que llega a infiltrarse consigue alcanzar las capas profundas del suelo abasteciendo los acuíferos, los que permiten acumular grandes cantidades de agua dulce por extensos espacios de tiempo. Durante un extenso periodo de tiempo, esta agua se mantiene en movimiento, porción de esta regresará a los océanos, donde el ciclo del agua se "termina" y comienza nuevamente (UNESCO. 2014).

#### **2.1.1.4 Propiedades fisicoquímicas**

No hay duda al respecto, que el agua es el elemento con mayor importancia desde el punto de vista fisicoquímico, desde tal lugar que sus temperaturas de transformación desde un cambio a otro han sido tomadas como puntos consolidados, por esta razón que su fase de congelación y ebullición son anormales, por sus asociaciones moleculares. A una temperatura ambiente, el agua en su estado pura es inodora, insípida e incolora, no obstante esta adquiere una tonalidad azul en grandes cantidades de volúmenes, esto se da mediante la refracción de la luz al atravesarla, ya que absorbe fácilmente las longitudes de onda larga, que las longitudes de onda corta (azul, violeta), debido a que esta la desvía lentamente, generando que en mayores cantidades de agua las ondas cortas se hagan apreciables (Pacheco, 2007).

Su valor se da en que aproximadamente la totalidad de los procesos químicos que se generan en la naturaleza, no solo en organismos vivos, si no que igualmente en la superficie no organizada de la tierra, así como las que se generan en las industria adquieren lugar entre sustancias que se encuentran disueltas en agua. Henry Cavendish<sup>1</sup> descubrió en el año de 1781 que el agua es una sustancia compuesta y no un elemento químico. Estas deducciones fueron anunciadas por Antoine - Laurent de Lavoisier (1743 – 1794) en Francia en 1783, divulgando que el agua era una molécula que estaba formada por un átomo de oxígeno y dos de hidrógeno (Romero, 2008).

Las moléculas de agua están formadas por enlaces de puentes de hidrogeno esto se debe a que está formada por dipolos electroestáticos que se van originando al unirse un átomo de hidrogeno con dos de oxigeno que son más electronegativos, en el caso del átomo oxígeno. El oxígeno, es más electronegativo que el hidrógeno, este atrae más los electrones compartidos en los enlaces covalentes con el hidrógeno, cargándose negativamente, mientras los átomos de hidrógeno se cargan positivamente, formándose de esta manera dipolos eléctricos. Los

enlaces por puentes de hidrógeno son de potencias de van der Waals de gran magnitud, no obstante son 20 veces más frágiles que los enlaces covalentes. Los enlaces que están formados por puentes de hidrógeno en moléculas de agua pura son las causantes del estiramiento del agua al solidificarse, por esta razón se vuelven menos densidad cuando está congelada (Romero, 2008).

En fase de solidificación, los átomos del agua se establecen de una forma ordenada creando tetraedros, ubicándose en la parte central de cada tetraedro un átomo de oxígeno y en los extremos dos átomos de hidrógeno de la misma molécula y otros dos átomos de hidrógeno de nuevas moléculas que se van uniendo electrostáticamente por puentes de hidrógeno con el átomo de oxígeno. El hielo puede constituir seis formas alotrópicas, en la que el hielo común, es más ligero que el agua sólida. Esta estructura translúcida es muy abierta y poco compacta, por esta razón tiene menor densidad en fase líquida (Arcos, et al. 2005).

El agua posee una densidad máxima de  $1 \text{ g/cm}^3$  cuando está alcanza una temperatura de  $3,8 \text{ }^\circ\text{C}$ , particularidad muy importante en la naturaleza que permite el sustento de la vida en medios acuáticos bajo condiciones externas de bajas temperaturas. La dilatación del agua al congelarse puede tener consecuencias importantes en los procesos geológicos de erosión. Al ingresar agua en aberturas del suelo y solidificarse consecutivamente, crea tensiones que fragmentan las rocas (Arcos, et al. 2005).

#### **2.1.1.5 Densidad**

La densidad del agua en estado líquida es soberanamente estable y se modifica poco con las variaciones de temperatura y presión. A una presión normal de 1 atmósfera, el agua en estado líquida posee una pequeña densidad a  $100 \text{ }^\circ\text{C}$ , cuyo valor más cercano es de  $0,958 \text{ Kg/l}$ . A medida que disminuye la temperatura se acrecienta la densidad de forma constante hasta llegar a los  $3,8 \text{ }^\circ\text{C}$  donde logra

una densidad de 1 Kg/l. Esta temperatura constituye un punto de inflexión y es cuando obtiene su mayor densidad a una presión de una atmosfera (Campos, 2009).

Bajo estas condiciones, al disminuir la temperatura, disminuye la densidad pero muy lentamente hasta que a los 0 °C adquiere 0,9999 Kg/l. Cuando cambia a estado sólido sucede una violenta disminución de la densidad, pasando a 0,917 Kg/l. Por esta razón, la viscosidad, contrariamente a lo que pasa con otros líquidos, se reduce al aumentar la presión. Como resultado de esto, el agua se expande al solidificarse (Campos, 2009).

#### **2.1.1.6 Disolvente**

El agua es un disolvente universal, capaz de disolver sustancias iónicas y polares; no tiene la capacidad de poder disolver sustancias que sean fuertemente apolares, como lo es el azufre en la totalidad de sus formas, también es inmisible con disolventes apolares, un ejemplo de esto es el hexano. Esta propiedad del agua es de mucho valor para el desarrollo de la vida. Por sus propiedades y capacidad de disolver es considerada un disolvente universal por excelencia y seto en gran parte por su capacidad para formar los famoso puentes de hidrógeno con varias sustancias que logran mostrar grupos polares, o con carga iónica, un ejemplo son los aminoácidos, alcoholes, azúcares con grupos R-OH, y proteínas con grupos que presentan cargas + y -, que permiten disoluciones moleculares (Larrea *et al*, 2013).

Asimismo las moléculas de agua logran disolver sustancias salinas que se disocian creando soluciones iónicas. En una disolución iónica, los iones de las sales son atraídos por los dipolos del agua, permaneciendo aferrados y cubiertos de las moléculas de agua en forma de iones hidratados. Algunas sustancias, no se combinan con el agua, como los aceites, grasas y otras sustancias hidrofóbicas. Las membranas celulares formadas de proteínas y lípidos, se sirven

de esta propiedad para controlar las interacciones entre sus contenidos químicos y los externos (Larrea *et al*, 2013).

Esta se da fácilmente por la tensión superficial del agua. La capacidad del agua para disolver es se da en parte por las funciones metabólicas, debido a que en los formas de vida orgánica, consta una corriente de agua que pasa y atraviesa el cuerpo constituyendo el medio indispensable para cumplir las operaciones organobiológicas, y trasladar las sustancias de los organismos (Larrea *et al*, 2013).

### **2.1.1.7 Polaridad**

Una molécula de agua es dipolar. En el oxígeno su núcleo es muy electronegativo, es decir atraen más electrones que los átomos de hidrógeno, lo que le permite dar una fuerza de polaridad eléctrica a los dos enlaces, dándole una abundante carga negativa al oxígeno, y carga positiva al lado de los hidrógenos. Los dos enlaces no están inversos, más bien forman un ángulo de  $104,45^\circ$  esto se da por la hibridación  $sp^3$  del átomo de oxígeno, de esta manera los tres átomos logran formar un triángulo, con una carga negativa en el vértice formado por el oxígeno, y positivamente al lado contrario al de los hidrógenos (Félez, 2009).

Este caso es suma importancia, debido a que le permite que posean lugar los enlaces o puentes de hidrógeno, razón en el cual las moléculas de agua se atraen fuertemente, adhiriéndose por donde son contrapuestas las cargas. La razón de que las moléculas de agua se conecten electrostáticamente, permitan modificar numerosas propiedades significativas de la sustancia que llamamos agua, como son la viscosidad dinámica, las temperaturas de fusión y ebullición o los calores de fusión y vaporización, que se parecen a los de sustancias de mayor concentración molecular (Félez, 2009).

### **2.1.1.8 Cohesión**

Esta propiedad es la que permite que las moléculas de agua se atraigan a sí mismas, por esta razón se crean moléculas de agua adherida a sí misma, formándose masas de aguas que se las denomina gotas. Los puentes de hidrogeno son los responsables de mantener a las moléculas de agua fusionadas, creando una combinación compacta que la convierte en un líquido un poco difícil de entender. Los puentes que se forman entre las moléculas pueden fragmentarse fácilmente con la llegada de otra molécula que tenga un polo negativo o positivo esto depende del tipo de la molécula, o con la energía calorífica (Marcial, 2011).

### **2.1.1.9 Adhesión**

El agua, debido a su potente polaridad, le permite tener una propiedad de adhesión, es quiere indicar, que el agua normalmente es atraída y se mantiene junta a otras superficies, es lo que se conoce naturalmente como mojar. La fuerza de esta, está también relacionada con los puentes de hidrógeno que se forman entre las moléculas de agua y otras moléculas polares las cuales son responsable junto con la fuerza de cohesión, de una propiedad denominada capilaridad (CICEANA, 2009).

### **2.1.1.10 Capilaridad**

El agua tiene una propiedad llamada capilaridad esta es la que le permite subir y bajar a un líquido en un tubo capilar esto solo puede ser posible gracias a las propiedades de adhesión y cohesión. Cuando se mete un capilar dentro de una masa de agua esta tiende a subir por dicho capilar desafiando la gravedad ascendiendo por las paredes de esta hasta llegar a la parte superior de este debido a la presión que es ejercida (Kramer. 2003).

### **2.1.1.11 Tensión superficial**

Existe una fuerza de atracción entre las moléculas que se encuentran en estado líquido y estos fluyen hasta lograr la forma según el recipiente en donde estén contenidas debido a esta fuerza de atracción, mientras que en la parte baja del líquido la fuerza de cohesión en las moléculas es semejante en todas las direcciones, las moléculas en la superficie del líquido, se mantienen por una fuerza de atracción que las empuja de nuevo hacia dentro la masa de agua líquida. Consiguientemente, el líquido quiere adquirir la forma que tiene el área en la superficie, semejante a la forma de una esfera. La capacidad de la fuerza que interviene en la forma del líquido se llama la tensión superficial. Mientras más fuertes estén los enlaces entre las moléculas en un líquido mayor será la tensión superficial (Weemaels, 2010).

Existe también una fuerza de adhesión entre un líquido y las paredes que lo contiene. Cuando esta fuerza llamada adhesión es mayor que la fuerza de cohesión entre moléculas líquidas, entonces se dice que el líquido moja al sólido. Ejemplo de este fenómeno es la adherencia del cartón con el agua. La adhesión entre papel y el agua mezclada con la fuerza de cohesión en las moléculas de agua nos da una explicación lógica de el por qué las hojas de papel mojado quedan compactas (Jaramillo, 2007).

El agua moja al vidrio por que la fuerza de adhesión consecuencia de las interacciones entre cargas positivas y carga negativa de los átomos de oxígeno en el vidrio. Consiguientemente, el agua permite dar lugar a un menisco que se curva hacia arriba en un capilar de diámetro pequeño, este menisco que se forma es la consecuencia del balance de fuerzas entre la adhesión y la columna para mojar la pared de vidrio incluyendo la fuerza de gravedad que empuja hacia abajo en un líquido (Jaramillo, 2007).

### **2.1.1.12 Viscosidad**

A los fluidos no logran considerarlos como perfectos y la razón de esto es por una propiedad muy particular llamada viscosidad. Por esta razón se muestra que los fluidos contraponen resistencia a ser deformados, esto quiere indicar, que una lámina de fluido fluya sobre sus adyacentes, porque al moverse una cantidad de fluido en relación a otra se originan fuerzas que en ciertos casos no pueden despreciarse. Entonces se expresa que el líquido es viscoso y este fenómeno se nombra viscosidad. La viscosidad anuncia que esta es la resistencia del líquido a dejarse separar. En una misma deformación, de distintos fluidos estas oponen resistencias desiguales, es decir, la viscosidad es una propiedad del agua (López, 2007).

### **2.1.1.13 Calor específico**

De la misma forma esta propiedad del agua tiene una relación directa con los puentes de hidrogeno que se van formando entre las moléculas de agua. El agua tiene la capacidad de poder absorber grandiosas cantidades de energía calórica que sirven para fraccionar los puentes de hidrógeno, por lo que la temperatura se va elevando de forma muy lenta el calor específico del agua es de  $1 \text{ cal/}^{\circ}\text{C} \text{ — g}$ . Esta propiedad es muy importante para los organismos vivos, debido a esto, el agua disminuye las variaciones bruscas de temperatura, funcionando como un regulador térmico excelente (Jiménez. 2000).

Asimismo permite regular la temperatura de los animales y células logrando que el citoplasma acuoso sirva de protección cuando se presenten variaciones de temperatura. De esta manera se conserva la temperatura de forma constante. El agua tiene una mayor capacidad calorífica que cualquier líquido existente. Para que el agua pueda evaporarse necesita mucha cantidad de energía. Lo que primero sucede es que se rompen los puentes de hidrogeno y luego cede a las moléculas de agua de suficiente energía cinética para transformarse de fase

líquida a gaseosa. Para que se evapore un gramo de agua es necesario 540 calorías a una temperatura de 20 °C (Jiménez. 2000).

#### **2.1.1.14 Temperatura de fusión y evaporación**

El agua alcanza su punto de ebullición a una temperatura de 100 grados Celsius a presión de una atmosfera teniendo un calor latente de es de 540 cal/g llegando a su punto de fusión a 0 grados Celsius con la presión de una atmosfera. Posee un estado de sobre enfriado líquido a una temperatura de (-25 °C) la temperatura crítica del agua es alrededor de 374 °C y con una presión de 217,5 atmósferas. Es necesario indicar que el agua no es simplemente H<sub>2</sub>O tal como se la conoce, más bien es una mezcla de los isótopos de hidrógeno y oxígeno, lo cual lo hace unido a su polaridad, por esta razón el punto de ebullición tendría que ser de 63,5 °C (Campos, 2009).

#### **2.1.1.15 Conductividad**

La conductividad eléctrica de una cantidad de agua se la puede denominar como una expresión numérica que tiene la capacidad de trasladar una corriente eléctrica. Esta capacidad depende de la cantidad de iones presente en el agua, de la concentración total, movilidad, carga y de concentraciones relativas existentes, asimismo de la temperatura. De los numerosos factores que perjudican la conducta de los iones en solución, están las atracciones y repulsiones eléctricas entre estos así como la agitación térmica, estas son situaciones actuales de la fase de la depuración biológica (Barrera. 2015).

Este fenómeno se genera mediante un parámetro que se lo conoce como fuerza iónica. Simbolizan la concentración y carga iónica del compuesto i. por lo general casi todas las soluciones de los ácidos, bases y sales inorgánicas son excelente conductores de corriente eléctrica. Pero contrariamente, soluciones como las acuosas de solutos orgánicos, que no se separan o se descomponen muy poco en

el agua, tienen conductividades eléctricas bajas o iguales que el agua pura. En la casi toda las soluciones acuosas, mientras que mayor es la concentración de sales disueltas, mayor será su conductividad eléctrica (Barrera. 2015).

Este fenómeno puede seguir inclusive al punto de saturación de la sal o incluso hasta que la solución se encuentre muy concentrada en iones que le limita de movimiento, generada por una crecida en la concentración, lo cual reduce la conductividad eléctrica del medio. A la vez se puede determinar que a mayor temperatura, disminuye la viscosidad, y mientras menor es la viscosidad, la libertad de movimiento será mejor, la temperatura igualmente tiene una característica influencia en la conductividad eléctrica de un medio acuoso. Conforme el crecimiento de la conductividad eléctrica, la temperatura puede cambiar de un ión a otro, habitualmente, esta se acepta debido a que aumenta en promedio de 3% por cada grado centígrado que aumente la temperatura (Barrera. 2015).

#### **2.1.1.16 Demanda Bioquímica de Oxígeno**

La demanda bioquímica de oxígeno es muy importante para controlar la calidad del agua y los tratamientos de aguas residuales así como el monitoreo de sitios naturales con una gran cantidad de humedad. Este parámetro nos permite calcular la cantidad de materia orgánica biodegradable presente en el agua. La masa puede generar una depresión de oxígeno disuelto en el cuerpo de agua receptora, siendo capaz de generar incidentes de mortalidad masiva para la fauna acuática por falta de oxígeno (Romero, 2008).

La metodología estándar que nos permite cuantificar la DBO de un cuerpo de agua, que se sigue usando en la actualidad, se la nombra DBO<sub>5</sub> y reside en incubar una muestra del agua ante poca luminosidad y a una temperatura por lo general de 20°C mediante cinco días. En este lapso de tiempo, es cuando la, mayor parte de los microorganismos que se encuentran en el agua consumen

gran parte de la materia orgánica presente, se estima un aproximado del 80% de la DBO total (Romero, 2008).

Necesita consumir el oxígeno disuelto presente en el agua por los microorganismos presentes en este medio, de manera que el oxígeno disuelto que es medido al comienzo y al final del periodo de la incubación nos dará una medida de la demanda biológica oxígeno, esta nos dará a conocer el grado de concentración de la contaminación del agua. Existen muchos factores que han cuestionado la confianza del análisis de la DBO<sub>5</sub> por esta razón los valores que se dan de una misma muestra tienen la probabilidad de mostrar una dispersión que va desde el 10% hasta el 30%. Cabe indicar que el resultado que se logra al final de DBO depende en gran parte de la actividad del metabolismo de los microorganismos que se encuentran presentes en las muestras de aguas (Romero, 2008).

En los análisis de DBO que se dan en un periodo largo, la carga de la nitrificación a el consumo de oxígeno total no es despreciable, por lo cual, es imprescindible agregar a la muestra que se analiza un componente inhibidor que frene la actividad de este tipo de bacterias. Algo que demora dentro de los análisis de DBO<sub>5</sub> es el factor tiempo que dura cinco días, por esta razón en el ámbito económico se ve perjudicado por la demanda creciente de agua y con el aumento de aguas residuales es posible que aumente en 20 años por esta razón impone una mejor tecnología que permita obtener los resultados de una forma más rápida y efectiva. Por supuesto, el control continuado del agua solicita una sistematización del análisis con la idea de evitar la intromisión humana y disminuir los costos por determinación (Díez *et al*, 2006).

#### **2.1.1.17 Demanda Química de oxígeno**

La demanda química de oxígeno (DQO), concierne a la cantidad de oxígeno necesaria para oxidar totalmente por medios químicos los compuestos orgánicos a

H<sub>2</sub>O y CO<sub>2</sub>. La materia orgánica en el agua se oxida por K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> en condiciones exactas. Se puede pronunciar a la DQO como la cantidad de oxígeno del dicromato usado, En los casos en que la fórmula de estos componentes es se puede conocer, la demanda química de oxígeno puede ser originaria de la estequiometría. A razón de que 1 g eq, de carbohidrato ó 1 g eq. De proteína concierne 1 g eq. de CO<sub>2</sub> (Cisterna, 2002).

Se puede establecer que la DQO no incluye al oxígeno que cambia el nitrógeno reducido a nitrato, mientras que sulfuro reducido R-SH S<sub>2</sub>, a su vez, se oxidado a sulfuro por los compuestos químicos y por esto se involucra los resultados de la DQO. Una trascendente excelencia de este método es que permite cuantificar a la materia orgánica disuelta y la particulada. Reconociendo lo dispuesto que para el tratamiento de aguas residuales involucra a la separación de ambos tipos de materia orgánica, la DQO que se cuantifica es habitualmente usada como un parámetro de cuantificación (Cisterna, 2002).

### **2.1.2 Importancia del agua**

El agua es un elemento esencial para la vida, este recurso es muy importante para el desarrollo de la humanidad y los organismos vivos. Siempre la requerimos, en todos los sentidos. Los lagos y ríos, las aguas oceánicas, subterráneas, costeras, forman parte de un recurso valioso que es necesario conservar. La humanidad requiere del agua para crear y conservar el crecimiento económico y la prosperidad, mediante actividades esenciales como la agricultura, pesca, generación de energía, el transporte, la industria el turismo entre otras. El recurso agua es un compuesto importante en el momento de tomas de decisiones para establecerse y saber darle un óptimo uso a los terrenos (Comisión Europea, 2011).

A su vez pueden generar problemas geopolíticos, cuando este suele ser escaso. Nuestra salud necesita y exige un agua óptima para su consumo es decir potable

y limpia, además el agua limpia sirve para la higiene y la limpieza. Esta también es utilizada para las actividades recreacionales como la natación, pesca, o para disfrutar de la belleza paisajística de las zonas costeras, ríos y lagos. Cuando llegan las vacaciones, y se viaja a zonas recreativas donde existe agua lo menos que se espera es que estas estén limpias por lo general en los ríos y las playas, así como un abastecimiento infinito de agua para la el baño, y lavar (Comisión Europea, 2011).

El agua es fundamental para los ecosistemas naturales y el mantenimiento del clima. Su naturaleza cinética, alrededor de todo el planeta sin un comienzo y ningún final por toda la superficie del globo terráqueo, ya sea de forma de líquido, vapor, o hielo, es nombrado como ciclo hidrológico. Sin embargo el total de agua actual en el planeta permanece respectivamente constante en el tiempo, su reserva resulta especialmente sensible al cambio climático. Los expertos señalan que en el próximo siglo se podría reducir el acceso al agua potable y segura, ya que los glaciares se derretirían y las sequías sería más habitual en lugares como el mediterráneo. Esta situación creará una sequía por lo que se reduciría el agua disponible para riego y la generación de alimentos (Comisión Europea, 2011).

A su vez con el pasar el tiempo, se alterarán las lluvias y el caudal de los ríos. Los desbordamientos por crecidas de ríos serían más frecuentes, principalmente en llanura cada vez más pobladas, duplicarán los daños a las viviendas, las infraestructuras y el suministro de energía. Se especula que las inundaciones inesperadas tengan una mayor frecuencia en Europa. El crecimiento de las temperaturas y la mínima disponibilidad de reservas de agua disminuyen la capacidad de refrigeración de la producción y las centrales que generan energía eléctrica. La contaminación y escasez del recurso agua preocupan por los problemas para la salud humana y la calidad de vida, pero su incidencia en los ecosistemas es más general (OMS, 2006).

La escasez de agua de buena calidad perjudica a la flora y fauna acuática, pudiendo ocasionar problemas de extinción de las especies, que sufren ya las consecuencias de los asentamientos urbanos y los problemas del cambio climático. Los peritos han puesto de renombre el valor que son los servicios ecosistémicos que conseguimos de la naturaleza. El agua es un bien de abastecimiento además de ser un servicio de regulación, que rige el clima y el estudio de está logrando el funcionamiento de nuestro planeta. La Agencia Europea de Medio Ambiente considera que la valía de los bienes naturales como el agua es tan necesaria para la existencia de las formas de vida, además de la purificación del agua y la absorción de carbono, facilitados por los humedales de todo el planeta sumaría a 2 500 millones de euros al año (Comisión Europea, 2011).

Aunque los seres humanos saben desde mucho tiempo la dependencia del recurso agua, nos hemos dado cuenta en la actualidad que este no es un recurso ilimitado, y de que tenemos la responsabilidad de apreciar y conservar este recurso de la mejor manera. Se debe administrar y cuidar el agua, que no es cualquier producto de consumo, más bien un bello recurso natural esencial para nosotros y las futuras generaciones, que la necesitaran para satisfacer sus necesidades. Sin agua no hay vida (Comisión Europea, 2011).

### **2.1.3 Plaguicidas Organoclorados**

Los plaguicidas organoclorados forman un conjunto de pesticidas artificiales que fueron creados para lograr erradicar las poblaciones de insectos que se convierten en plaga. Este fue originado mediante la fabricación del DDT en 1943. Desde ese entonces y por varios años, este clorado se convirtió un arma importante en la lucha química y una gran batalla para el control y erradicación del mosquito Anopheles responsable de la malaria. Su manera de actuar como casi todos los insecticidas, es el daño del sistema nervioso, creando cambios en la transmisión del impulso nervioso (Calidad Ambiental, 2012).

Coexisten casos de obstinación de algunos insectos a ciertos organoclorados, principalmente al DDT, debido a él uso excesivo que se ha dado del mismo. Así como el caso de los carbamatos y organofosforados, se recomienda que se utilice moderadamente este tipo de productos; Aldrín, clordano, dieldrín, endrín, heptacloro, HCH (hexaclorociclohexano), lindano y toxafeno son organoclorados que forman la famosa “docena sucia” que comprende a aquellos plaguicidas que generan más problemas ambientales en el mundo (Tricárico, 2014).

Hoy por hoy los organoclorados están prohibidos en Argentina y en casi todo el planeta y cerca de todos los usos, debido a las consecuencias de acumulación, a su elevada estabilidad química, estabilidad a la luz y dificultosa degradación biológica. En ciertos casos se ha podido comprobar que son cancerígenos y mutagénicos. Lastimosamente preexiste un uso encubierto de los organoclorados, incluso el DDT, que es contrabandeado para los usos agrícolas que no son controlados (Tricárico, 2014).

#### **2.1.4 Importancia en la determinación de cloruros**

El ion cloruro (Cl<sup>-</sup>), es uno ion inorgánicos que se hallan bastante cantidad en aguas naturales, residuales y residuales tratadas, es muy común que se utilice en la purificación de aguas potable. La cantidad de cloruros en aguas naturales son inconstantes y son totalmente dependientes de suelos atravesados, de todas formas, esta cantidad es muy despreciables para las que se localiza en las aguas residuales, el cloruro de sodio (NaCl) es habitual en la dieta y pasa intacto a través del aparato digestivo. Un aumento de compuestos clorados en una muestra de agua puede tener inicios diversos (Fattotelli, 2011).

Si es de un lugar costero puede deberse a infiltraciones de agua de mar, mientras que en una zona árida este acrecimiento puede ser por la limpieza de los suelos que se producen por fuertes precipitaciones y en otros casos puede darse por la contaminación del agua por aguas residuales (Fattotelli, 2011).

Una cantidad elevada de cloruros puede deteriorar los entornos y estructuras metálicas y afectar el crecimiento vegetal, una elevada concentración de cloruro en aguas residuales cuando estas son manejadas para el riego en campos agrícolas perjudica de manera significativa la calidad del suelo, por lo contrario se da en las aguas de consumo humano donde este compuesto no constituyen más inconvenientes que el gusto desagradable del agua. (Ministerio de Ambiente Colombia, citado por Guarín, 2011).

### **2.1.5 Plaguicida organofosforado**

Los insecticidas organofosforados se pueden identificar por su mecanismo de operación y su estructura química, la toxicidad de este se genera por inhibición de la acetilcolinesterasa. En estos tiempos es uno de los grupos de plaguicidas que más se utilizan en la agricultura. Existían ciertos gases que actuaban de igual manera que los organofosforados y se utilizaron como armas químicas un ejemplo de esto es el Sarin (Ríos, 2014).

Estos compuestos son poco solubles en agua y demasiado solubles en solventes orgánicos, muy inestables en el ambiente por lo no son de fácil acumulación como residuos, esto los diferencia significativamente de los organoclorados (Ríos, 2014).

### **2.1.6 Definición de calidad del agua**

Desde perspectiva de la complejidad de los elementos que establecen la calidad del agua y la gran cantidad de variables que se utilizan para detallar el estado de los cuerpos de agua en términos de cantidad, es decir expresar una definición simple de lo que es calidad del agua. Asimismo, las ciencias sobre calidad del agua se han desarrollado con el pasar del tiempo a medida que ha aumentado su demanda en para diferentes usos y han renovado los métodos para analizar y comprender sus propiedades (OMS, 2006).

Las propiedades de un medio acuático se puede especificar como: 1). Una lista de concentraciones, detalles y aspectos físicos de compuestos orgánicas e inorgánicas, 2). La constitución y el estado del ecosistema acuático presente en el masa de agua. La calidad depende de las variaciones de espacio y tiempo así como de elementos externos e internos de un cuerpo de agua. La contaminación de un medio acuático expresa la intervención del hombre sea directa o indirectamente de compuestos, generando problemas como:

Perjuicios en la salud de las personas, daños a la fauna existente, dificultades para usos recreativos como la natación, pesca, buceo, canotaje etc. Además como problemas para las actividades económicas, el uso industrial. La calidad del agua se la puede medir de algunas formas (Sierra, 2011).

- 1.- análisis físicos: turbiedad, solidos totales, etc.
- 2.- análisis químicos: pH, acidez. Etc.
- 3.- análisis biológicos: coliformes fecales
- 4.- Utilizando índices de calidad de agua

Estas formas de mediciones son aceptadas para establecer la calidad del agua estas se los puede realizar en los laboratorios generando un sinnúmero de datos que pueden ser interpretado por los investigadores, el agua puede ser analizada por su estado para esto hace diferencia entre lo que es agua cruda; subterránea, marina, superficial, aguas residuales, agua potable (Sierra, 2011).

### **2.1.7 Componentes indeseables en el agua, contaminación y salud**

El agua es un elemento esencial para todas las formas de vidas y todos los requieren para poder vivir, desde los organismos más pequeños como son los microorganismos hasta los más grandes como las plantas y animales que necesitan de este elemento para sus funciones biológicas por esta razón es indispensable para ellos por medio de este las proteínas, carbohidratos, y

minerales importantes se transportan por todo el organismo siendo el responsable de un buen funcionamiento. Aunque erradamente ciertas personas creen que el agua potable es químicamente pura, están equivocadas ya que el agua potable para consumo tiene variables cantidades de sales minerales como el calcio, magnesio, sodio y potasio (Rocha, 2009).

Estas sales minerales por lo general están presentes en las aguas naturales, y son parte de los elementos que los organismos vivos necesitan como su sustento para vivir. En todo caso, pueden ser asimilados al consumir algunos alimentos como lo son las frutas y verduras en caso de su bajo consumo se puede presentar deficiencias nutricionales. el agua potable de consumo debe contener sales minerales los cuales forman parte de los nutrientes , por lo que no es recomendable consumir aguas muy pura, que se puede generar por proceso de osmosis inversa que remueven sales minerales del agua, estas sales que contiene el agua tienen que consumirse con otros suministros que los tienen en bastantes cantidades (Rocha, 2009).

Las aguas que son captadas de la naturaleza por parte de las industrias, los servicios y otros usos pueden ser de origen subterráneo y fuentes superficiales. Las aguas superficiales son las más propensas de sufrir contaminación debido a que las aguas residuales de origen doméstico o industrial son vertidas directamente hacia estas como ríos lagos y lagunas, mientras que las aguas subterráneas son menos propensas a la contaminación pero en la actualidad existen casos por ciertas actividades antropogénicas, cuando hay presencia de fosforo y nitrógeno en las aguas es muy probable que sea por actividades agrícolas y forestales los cuales utilizan una cantidad exagerada de estos nutrientes en forma de fertilizante para el mantenimiento de los cultivos, la presencia en exceso de estos genera un fenómeno llamado eutrofización lo cual es perjudicial para los ecosistemas y la salud (Rocha, 2009).

Por las actividades agrícola y forestal mal practicadas, se han podido descubrir en acuíferos, presencia de herbicidas y pesticidas en fuentes aguas naturales, siendo estas las más frágiles, mientras que las aguas superficiales que tienen una mayor probabilidad de contacto se ha detectado que ha disminuido los niveles de contaminantes, mientras que para las aguas subterráneas se ha notado altos niveles de estos contaminantes, esta se genera por la infiltración de estos contaminantes que van desde las partes altas del suelo hasta llegar a las fuentes subterráneas (Rocha, 2009).

Existen elementos orgánicos persistentes, para los cuales su biodegradación es muy difícil estos tipos de elementos pueden estar presentes en aguas naturales por accidentes o negligencia de las industrias que descargan sus aguas residuales a fuentes de aguas naturales. Existen compuestos químicos como son los derivados de petróleo, aceites minerales compuestos sintéticos como las creosotas furanos etc. Que son altamente tóxicos así como ciertos metales que también lo son un ejemplo de estos son cadmio, arsénico, cobre etc (Rocha, 2009).

Estos contaminan el agua dañando la calidad de la misma las cuales no pueden ser utilizadas sino se las trata adecuadamente. Que existan metales en las fuentes de agua se debe a acciones antropogénicas principalmente. Cuando hay derrames accidentales de químicos, la presencia de estos metales tóxicos en aguas residuales aumentan y esto se debe al mal manejo de este tipo de sustancia y al inadecuado tratamiento de este tipo de aguas residuales. No solo las actividades antropogénicas han sido responsables de la calidad del agua, igualmente, existen factores fortuitos como las sequías prolongadas, que han generado los mantos freáticos se vean reducidos que la mineralogía del yacimiento en que está en contacto el agua genera cambios en sus propiedades y es posible encontrar altos de metales pesados en este tipo de aguas que naturalmente no tenían valores apreciables de estos (Rocha, 2009).

Plomo, arsénico, fierro, manganeso, flúor y sales disueltas se pueden hallar en sumas relativamente altas en acuíferos sobreexplotados disminuyendo la calidad del agua, por esta razón se debe tomar medidas correctivas. La utilización de aguas contaminantes que sobrepasan los límites establecidos para aguas potables, puede ocasionar problemas en la salud por consumo pudiendo ser perjudiciales para las personas que estén propensas al consumo de este tipo de aguas que deterioran la salud (Rocha, 2009).

### **2.1.8 El grupo coliformes**

El grupo coliformes incluye géneros que manipulan la lactosa para producir ácido y gas. Estas bacterias son de forma bacilar, aeróbicas y facultativas anaeróbicas, Gram negativas, no formadoras de esporas, teniendo la capacidad de fermentar la lactosa con generación de gas en un lapso de 48 horas a 35°C. La cantidad de organismos Coliformes en los excrementos humanos es muy variada; la excreción diaria por persona varía entre 125x10<sup>8</sup> y 400x10<sup>8</sup>. Cuando está presente en el agua se supone un índice evidente de presencia fecal y por ende, de contaminación con patógenos (Guerrero *et al*, 2012).

En aguas residuales la correlación de organismos Coliformes con organismos entéricos patógenos es amplia, de ordenanza de 10<sup>6</sup> /1. Para un ensayo de grupo coliformes puede ser desarrollado mediante la técnica de tubos múltiples estos pueden ser ensayos presuntivo, ensayos confirmativo y ensayos completo (Guerrero *et al*, 2012).

Cuando se produce un gas en un tubo de fermentación de caldo lactosado estándar, en un lapso de 48 horas a una temperatura de 37°C, se puede evidenciar la presencia de familias del grupo coliformes. La proliferación de colonias como la *Escherichia coli*, en las láminas de agar de metileno, preparadas con inoculación resultantes de un tubo de fermentación de caldo lactosado, el cual se ha inoculado con materia que proviene de un tubo de fermentación de caldo

lactosado en el que se genera un gas, esto genera una prueba confirmativa auténtica de la presencia del grupo coliformes (Guerrero *et al* ,2012).

## **2.1.9 Descargas subacuáticas**

### **2.1.9.1 Generalidades**

El correcto vertido de las aguas residuales provenientes de las actividades humanas es en la actualidad una obligación necesaria para el desarrollo de un sano desarrollo de las sociedades, que obligan al sustento de la salud pública y el mantenimiento de los recursos de aguas libres de contaminación. El procedimiento biológico, en alguna de sus maneras previo a la descarga final, es el medio más utilizado en la totalidad de las aguas residuales domésticas (Báez, 2004).

La técnica más utilizada radica en la descarga a fuentes de aguas que mediante un proceso de auto purificación, en la que se apliquen la propiedad natural que poseen de asemejar y recuperar las descargas producidas por la generación de basura y efluentes de naturaleza orgánica. Que para esta propiedad sea adaptable se necesitan disoluciones correctas que no involucren problemas para el saneamiento público y no violenten contra el orden natural ecológico del organismo receptor (Báez, 2004).

En lugares localizados a las riberas o proximidad de un cuerpo de agua, sea este un lago, río, estuario, o mar, que tienen en común limitaciones monetarias serias, falta de talento humano preparado y un ambiente exuberante, la práctica más adecuada es aquella apta de aprovechar la capacidad de asimilar, este es un regalo con el que naturaleza dota al medio ambiente y en el caso que nos involucra incumbe a amplios recursos de agua superficiales sean estas marinas o dulces. Todo dentro del juicio de predestinar diligentemente los recursos a solucionar los problemas dentro de un ámbito sustentable. Cuando se vierten las aguas naturales en cuerpos de aguas con gran masa como son los mares es

necesario que se sumerjan a una hondura enorme, con la finalidad de alcanzar un esparcimiento en un gran volumen de agua antes de que este alcance la superficie (Báez, 2004).

Desde una mirada de saneamiento ambiental es provechoso que se den diluciones apropiadas con las aguas residuales, esto permite la depreciación en la concentración de materia orgánica hasta alcanzar valores insignificantes y la erradicación de escenarios ofensivos en las periferias de las descargas lo cual es beneficioso ya que no permite la presencia de sólidos flotantes que causan malestar a las vistas y que pueden contaminar las riberas de ríos o playas, por esta razón una correcta dilución de las aguas negras ayuda a mantener el oxígeno disuelto presente en estas ya que puede afectar notoriamente la DBO esto a su vez mantiene las condiciones óptimas para preservar la vida acuática en correcto orden (Báez, 2004).

#### **2.1.9.2 Teoría de las descargas subacuáticas**

El problema ambiental que suele provocar el vertido de aguas residuales es un elemento fundamental que hay que considerar siempre al momento de disponer sobre su evacuación. En la actualidad se han creado normas y criterios que permiten asegurar que los impactos generados por el vertido de aguas residuales a fuentes de agua receptoras sean admisibles. Esta normatividad no solo afecta a la elección de los puntos de descargas, sino también a los varios tratamientos a que se ha de someter a las aguas residuales (De la Iglesia, 2013).

Por lo general en los efluentes de aguas de origen natural hay un balance entre la vida vegetal y animal, con gran interdependencia entre las formas de vida existentes. Para que un agua sea considerada de buena calidad debe tener un sinnúmero de especies sin que exista predominio entre ellas (De la Iglesia, 2013). La materia orgánica que ingresa a la corriente de agua es asimilada por bacterias que a su vez la convierte en amonio, nitratos, sulfatos, dióxido de carbono, etc.; estos son aprovechados a su vez por plantas y algas que generan carbohidratos

y oxígeno. La vida vegetal es aprovechada por animales microscópicos que utilizan como fuentes de alimento de crustáceos, insectos, gusanos, peces etc. Existen animales que se aprovechan de los residuos de otros alimentándose de estos, ayudando así a la desintegración bacteriana. Variaciones de pH o en la concentración de ciertas especies orgánicas e inorgánicas. Altos contenidos de materia orgánica pueden generar una rápida proliferación bacteria y disminución de las fuentes de oxígeno disuelto en los efluentes (García, 2002).

Cuando en una corriente de agua se conserva un ambiente saludable, su capacidad de asimilación natural puede utilizarse para ayudar en el tratamiento del residuo sin perjudicar absolutamente a las personas aguas abajo. Es bueno considerar en la actualidad que el vertido de aguas residuales hacia un efluente de aguas genera un sinnúmero de procesos de auto purificación sean físicos, químicos, o biológicos, y comprender que una buena dilución disminuye considerablemente el impacto de todos los contaminantes que se generan y no existe otro mecanismo que disminuya de manera natural la concentración de algunos elementos químicos (Báez, 2004).

## **2.1.10 Las aguas residuales urbanas**

### **2.1.10.1 Definiciones**

**Aguas residuales urbanas:** estas pueden ser consideradas como las aguas residuales domésticas, así como la mezcla de estas con aguas residuales provenientes de las industrias o con la unión con las aguas de escorrentía por lluvia (Manual de aguas residuales. 2008).

**Aguas residuales domésticas:** Son aquellas que provienen de las aguas residuales de residencias y servicios, estas se generan dentro del organismo humano y las actividades domiciliarias (Manual de agua residuales.2008).

**Aguas residuales industriales:** son todos los efluentes que son descargados por locales comerciales o industriales que no provienen de las casas ni de la escorrentía de las lluvias (Zarela, 2012).

Elementos de las aguas residuales urbanas:

- Siempre están presentes las aguas residuales de las viviendas.
- La influencia de las aguas residuales provenientes de las industrias dependen del desarrollo industrial presente en los sectores urbanísticos así como el número de estas y composición de los vertidos que dependen de las actividades que realicen.
- Las aguas por escorrentía de lluvias adquieren su influencia en las afluencias con puntos de saneamiento y en los tiempos en que se registren las precipitaciones (Manual de aguas residuales, 2008).

#### **2.1.11. Constituyentes del agua residual**

Los componentes que se hallan en las aguas residuales se los debe clasificar Como físicos, químicos y biológicos. Mientras que en los componentes de agua residual, los compuestos orgánicos biodegradables, sólidos en suspensión y organismos patógenos son de gran relevancia, por esta razón la casi todas las instalaciones que manejan las aguas residuales tienen que diseñar para la remoción de estas. Previo a tomar en cuenta las características físicas, químicas y biológicas del agua residual, es importante tratar concisamente los medios analíticos que se usan para la caracterización de las aguas residuales (Zarela, 2012).

#### **2.1.12 Remoción de nutrientes**

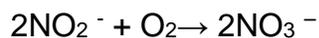
La separación de nutrientes es muy importante en el ámbito sanitario, esto se debe porque al aumentar en cuerpos de agua principalmente en lagos y lagunas, genera un fenómeno al que se lo denomina eutrofización. La eutrofización reside

en un aumento descomunal de elementos nutritivos en el agua, que permite a una sin número de fenómenos constantes indeseables, entre estos se puede mencionar la proliferación perjudicial de algas y otras vegetaciones acuáticas, la disminución de la calidad de agua, la emanación de malos olores así sabores desagradables y muerte de peces en los cuerpos de agua (Pérez, 2002).

El florecimiento excesivo de lechugas y plantas acuáticas es un anómalo perceptible que puede complicar considerablemente el uso y calidad de las fuentes de agua. El consumo de las floras acuáticas es un proceso donde los nutrientes ingresan a ellas. Su alimentación principal es los nitratos ( $\text{NO}_3^-$ ), amonio ( $\text{NH}_4^+$ ), fosfato ( $\text{PO}_4^{3-}$ ) y entre diferentes nutrientes que les permite desarrollarse (Pérez, 2002).

Algunos organismos en el ambiente de las plantas acuáticas, en el que se incluye a las algas y también algunas bacterias, pueden asimilar estos nutrientes. La recolección repetida de las plantas elimina permanentemente estos vegetales del espejo del agua. La transformación de diversos componentes sucede en los alrededores de los vegetales acuáticos y los sedimentos. Los conjuntos determinados de microorganismos son responsables de su transformación. Por ejemplo:

#### **Nitrificación:**



#### **Desnitrificación:**



Las precipitaciones igualmente suceden en un estanque con plantas acuáticas. Los compuestos en solución y otras, también tienden a precipitarse y se depositan

al fondo del estanque con plantas acuáticas. Ejemplo, el Fosfato combina con Calcio para precipitarse como Fosfato de Calcio ( $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ ), (Zarela, 2012).

### **2.1.13 Procedencia y contaminantes**

Dentro del origen de los variables componentes de aguas residuales urbanas y sus principales contaminantes que estos generan, se puede mencionar a los siguientes:

- Aguas residuales domiciliarias, que están compuestas por:
  - Aguas de baño: jabones, champús.
  - Aguas de electrodomésticos: detergentes.
  - Aguas de cocina: sólidos, aceites y grasas sustancias orgánicas, sales minerales.
  - Aguas negras, originarios del metabolismo humano: materia orgánica y sólida, nutrientes, sales minerales, organismos patógenos.
  
- Aguas residuales industriales: consecuentes de actividades industriales que vierten directamente a la red de alcantarilla municipal. Este tipo de aguas muestran una naturaleza muy variable que depende del tipo de industria.
  
- Aguas por escorrentía pluvial: en la casi todos los lugares, las aguas que se generan por las lluvias son recolectadas por el propio sistema de alcantarillado que se utiliza para el almacenamiento y manejo de las aguas residuales domésticas e industriales (Manual de aguas residuales, 2008).

Las aguas provenientes de las lluvias no son puras como algunos creen, esto se debe porque son contaminadas por los gases atmosféricos generados por actividades antropogénicas y por la suciedad que están presentes en los tejados, etc. Se determinan por demasiadas aportaciones alternos de caudal y por la

trascendental contaminación que se da en los primeros 15-30 minutos que comienzan las lluvias (Manual de aguas residuales, 2008).

#### **2.1.14 Calidades de las aguas residuales urbanas.**

Los contaminantes más comunes que están presentes en aguas residuales urbanas son:

- **Objetos gruesos:** residuos de madera, telas, plásticos, etc., que son lanzados a la red de alcantarillado.
- **Arenas:** dentro de estas partículas están las arenas llamadas, gravas y partículas grandes ya sea de origen mineral u orgánico.
- **Grasas y aceites:** sustancias que no se mezclan con las moléculas de agua y pueden mantenerse en la superficie creándose natas. Pueden ser de origen industrial o doméstico.
- **Sólidos en suspensión:** son diminutas partículas y de origen natural procedencia es muy variada. Cerca del 60% de los sólidos en suspensión son sedimentables y un 75% de naturaleza orgánica.
- **Nutrientes (nitrógeno y fosforo):** cuando un exceso de estos están presentes en las aguas su origen principal se debe a los detergentes y fertilizantes. Así mismo, las heces humanas contribuyen con el nitrógeno orgánico.
- **Agentes patógenos:** bacterias, helmintos, protozoos, y virus, que se encuentran presentes en las aguas residuales y pueden generar enfermedades.
- **Contaminantes emergentes:** las costumbres de consumistas de la humanidad contemporánea crean una serie de contaminantes que no habían en la

antigüedad. Estas sustancias están presentes en los productos de para aseo personal, insumos de limpieza domiciliaria, productos farmacéuticos, etc. A este grupo de compuestos se les denomina contaminantes emergentes o prioritarios, debido a su difícil eliminación en la mayoría de ellos en las plantas de tratamiento de aguas residuales urbanas. En los tratamientos de aguas residuales urbanas en plantas comunes la reducción de la cantidad de los contaminantes antes mencionados se hacen de manera secuencial (OEFA, 2014).

#### **2.1.15 Usos consuntivos y no consuntivos del agua**

Según Sánchez, 2010 el uso no consuntivo del agua hace referencia, a aquella agua que es utilizada y es reintegrada posteriormente al lugar donde fue extraída, aunque no al mismo lugar. De igual manera, esta agua puede mostrar muchas alteraciones fisicoquímicas y biológicas en relación al uso del cual ha sido sometida. Un ejemplo muy común es las aguas residuales urbanas y de espacio público, que contribuye a una gran carga de materia orgánica por lo que el agua debe ser tratado antes de ser devuelta al medio.

De acuerdo el Acuerdo Ministerial 028 en el apartado

**5.1.5. Criterios de calidad con fines recreativos,** estas se presentan de dos formas;

- a) Contacto primario; como la natación y el buceo, hasta los baños medicinales y
- b) Contacto secundario como es la pesca y deportes náuticos.

Las aguas residuales de la parroquia El Guayacán son descargadas directamente hacia el estero Maculillo sin tratamiento previo. En el estero Maculillo se practica actividades con fines recreativos, entres estas está la natación, pesca, y lavado de ropa por parte de las personas que visitan este lugar.

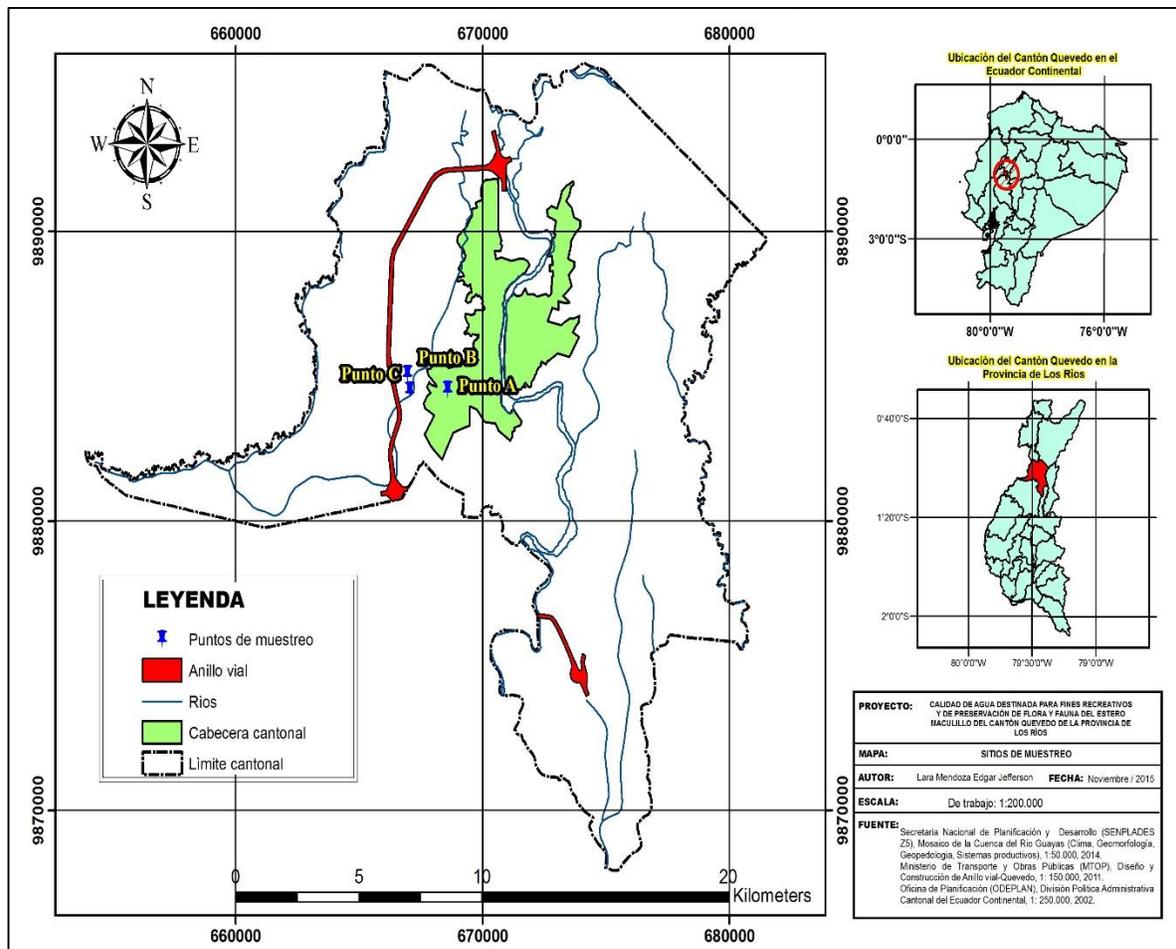
**CAPITULO III**  
**METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

## 3.1 MATERIALES Y MÉTODOS

### 3.1.1 Localización del sitio de estudio

La investigación se realizó en el recinto El Delirio, cantón Quevedo, provincia de Los Ríos. Esta cuenta con una población de 150.827 habitantes. Se encuentra limitado al norte por los cantones Buena Fe y Valencia; al sur por el cantón Mocache; al este por Ventanas y Quinsaloma; y al Oeste por el cantón El Empalme (Prov. del Guayas). Se consideró tres puntos específicos para el muestreo de calidad de agua de uso recreativo:

**Gráfico 1. Mapa de ubicación de los puntos de muestreo.**



Elaborado: El autor

### 3.1.2 Coordenadas

Tabla 1. Coordenadas geográficas

COORDENADAS UTM (WGS 84)		
PUNTO	X	Y
1	668598	9884537
2	666968	9885080
3	667066	9884507

Elaborado: El autor

### 3.1.3 Materiales

- Cámara Fotográfica
- GPS
- Libreta de apuntes
- Recipientes de plásticos
- Hielera
- Esfero gráfico
- Ordenador
- Flash Memory
- pH – metro
- Oxímetro
- Termómetro

### 3.1.4 Métodos

Se seleccionaron 3 sitios representativos para el estudio de la calidad del agua para fines recreativos en el estero Maculillo. El primer sitio se ubicó en la zona de descarga de las aguas residuales provenientes de la parroquia El Guayacán, el segundo sitio de muestreo fue la zona de uso recreativo con contacto primario y contacto secundario, el tercer sitio de muestreo se realizó en la parte baja del río es decir aguas abajo desde la zona recreativa. El muestreo se realizó dos veces por semana durante tres meses, tiempo en el cual se analizó un total de ocho

parámetros, de los cuales, tres de estos, se analizaron en el Laboratorio de microbiología de la UTEQ: pH, OD, y coliformes fecales. Y, por último, se monitoreo otros cinco parámetros, cuyas muestras fueron analizadas por el laboratorio Grupo Químico Marcos acreditado por el Organismo de Acreditación del Ecuador (OAE), los cuales son: Aceites y Grasas, plaguicidas organoclorados, plaguicidas organofosforados, plaguicidas carbamatos y fenoles.

### **Muestra y población**

Para la determinación de la muestra de la población, se procedió a realizar dos tipos de encuesta, una para los trabajadores que laboran cerca de estero y otra para los visitantes y personas que habitan cerca de este sector, que utilizan el agua del estero Maculillo para fines recreativos, para esto se estuvo presente en el estero para encuestar a los visitantes que acuden a este a realizar diversas actividades como; natación, pesca, lavado de ropa etc. Se estuvo presente durante tres días que fueron viernes, sábado y domingo en el cual se encuestó un total de 15 personas, mientras que para los trabajadores se procedió a recorrer las haciendas y fincas logrando encuestar un total de 17 personas.

#### **3.1.5 Identificación de fuentes de contaminación**

Para la identificación las fuentes de contaminación del estero Maculillo se utilizó el método de la observación directa, y herramientas de apoyo como cámara fotográfica, encuestas y libretas de apuntes, el cual permitió identificar las fuentes de contaminación más relevantes, así como las de menor magnitud. En este contexto, se identificó el vertido de aguas residuales desde la parroquia El Guayacán, y se verificó que el tramo que recorre el estero se encuentra afectado por otras fuentes de contaminación antropogénicas, como es el vertido de basura.

Se realizó un diagnóstico de las condiciones sociales y ambientales características del área de influencia del estero Maculillo, también la aplicación de encuestas la

que permitieron conocer los indicadores sociales que perjudican a la calidad del estero Maculillo. Se pudo conocer la opinión por parte de las personas que laboran cerca de este sector, y de las personas que visitan el estero para fines recreativos, sobre las actividades que contaminan el estero, así como los componentes ambientales, que abarcan información sobre los factores abióticos y bióticos que predominan en este sector.

### **3.1.6 Muestreo de Aguas**

Se utilizó un muestreo simple en la cual se recoge la muestra de una sola vez esta se efectúa para analizar parámetros como pH, OD etc. es decir que precisen una determinación rápida, las muestras que se tomaron se las realizó de la siguiente manera; se determinó 3 puntos de muestreos en el cual se recolectaron 2 veces por semana durante un periodo de tres meses abril, mayo, junio para los siguientes parámetros pH, OD, coliformes fecales, aceites y grasas, fenoles, plaguicidas organoclorados, plaguicidas organofosforados, y carbamatos.

Para esto se registró en una libreta cada muestra recolectada los envases utilizados para la muestra fueron debidamente rotulados con la siguiente información: número de la muestra, nombre del que ha hecho la toma, fecha y momento de la toma y lugar de la misma, la etiqueta se rellena con tinta indeleble en el momento de la toma. Los envases utilizados fueron de plásticos de politetrafluoroetileno (PTFE), y en el caso de coliformes fecales se utilizó envases esterilizados.

### **3.1.7 Conservación de la muestra**

Para la conservación de las muestras se utilizó envases plásticos de politetrafluoroetileno (PTFE) ya que estos envases no generan cambios químicos y a su vez permiten la inhibición de actividad biológica. en muestras físicas químicas se debe llenar los frascos completamente y taparlos correctamente de tal

forma que no exista aire sobre la muestra evitando así la agitación durante el transporte, mientras que para análisis microbiológicos los recipientes no se deben llenar completamente, dejando un pequeño espacio de aire para luego tapar el envase, para esto se procedió a colocar las muestras en una hielera debido a que estas tienen que ser conservadas a una temperatura menor a la cual se recolectó. Algunos parámetros como pH OD se los realizó de manera in situ mientras que coliformes fecales, aceite y grasas, plaguicidas; organoclorados, organofosforados, carbamatos se los almaceno respectivamente para ser analizados en el laboratorio de microbiología y Grupo Químico Marcos de la ciudad de Guayaquil.

### **3.1.8 Plan de Mitigación**

El Plan de mitigación se diseñó con el objetivo de disminuir o eliminar el impacto ambiental causado por las fuentes de contaminación identificadas. Está compuesto por varios programas que abarcan los diferentes aspectos que necesitaron ser mitigados, y todos ellos contienen, principalmente, acciones, medidas, indicadores y medios de verificación para evaluar el cumplimiento de los objetivos propuestos.

## **3.2 TIPO DE INVESTIGACIÓN**

Esta investigación es de tipo exploratoria debido a que se pretendió conocer la calidad del agua usada para fines recreativos, ya que se desconocen las características idóneas del agua para dicho uso en el “Estero Maculillo”, y para lo cual se llevó a cabo un análisis físico-químico que incluyó la consideración de parámetros como el pH, OD, temperatura, aceites y grasas, plaguicidas organoclorados, plaguicidas organofosforados, plaguicidas carbamatos y fenoles; además de un análisis biológico que incluyó los coliformes fecales y cuyos resultados serán contrastados con los niveles establecidos por Acuerdo Ministerial 028, Criterios de calidad para aguas con fines recreativos.

### **3.3 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN**

Para llevar a cabo la investigación se procedió primeramente a identificar las fuentes de contaminación existentes en las inmediaciones del estero Maculillo y además conocer las condiciones socioambientales del sector para lo cual se procedió a realizar recorridos, y encuestas y de esta manera saber las causas que han dado lugar a las actuales condiciones. Posteriormente se realizó análisis físicos químicos (pH, OD, temperatura, aceites y grasas, plaguicidas organoclorados, plaguicidas organofosforados, plaguicidas carbamatos y fenoles) y biológicos (coliformes fecales) y así determinar si el agua del estero antes mencionado cumple con los parámetros establecidos en la normativa ambiental (Acuerdo Ministerial 028) para fines recreativos. Y por último se propuso un plan para reducir el deterioro de la calidad del agua.

**CAPITULO IV**  
**RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN**

## 4.1. Resultados

### 4.1.1. Identificación de fuentes de contaminación y condiciones socio ambientales características del sitio de recreación del estero Maculillo.

#### Encuesta para trabajadores y moradores aledaños al estero

1.- Que tipo de actividades considera usted que son las que más perjudican la calidad del agua del estero Maculillo?

**Tabla 2. Actividades que perjudican la calidad del agua**

Opciones de respuesta	Total	Porcentaje
Vertidos de aguas residuales	15	88
Vertido de basura	2	12
Contaminación por fumigación	0	0
Otros	0	0
Totales	17	100%

Elaborado: El autor

De acuerdo a la tabla 2 el 88% de los encuestados piensan que las actividades que más perjudican la calidad del agua del estero Maculillo son por vertidos de aguas residuales mientras que el 12% restante considera que se debe por vertido de basura.

2. Conoce si hay descargas de aguas residuales aguas arriba del estero Maculillo?  
¿Dónde?

**Tabla 3. Descarga de aguas residuales**

Opciones de respuesta	Total	Porcentaje
* Si	16	94
No	1	6
Totales	17	100%

Elaborado: El autor

\* En la parroquia el Guayacán

De acuerdo con la tabla 3 el 94% afirma que hay descarga de aguas residuales aguas arriba del estero Maculillo, mientras que el 6% no tiene conocimiento.

3. ¿Utiliza el agua del estero Maculillo para fines agrícolas como riego de plantaciones?

**Tabla 4. Usos de agua del estero Maculillo**

Opciones de respuesta	Total	Porcentaje
Si	16	94
No	1	6
Totales	17	100%

Elaborado: El autor

Del 100% de sujetos encuestados respondieron de la siguiente manera: el 94% utiliza el agua del estero Maculillo para fines agrícolas y el 6% no hace uso de este.

4.- Utiliza el agua del estero Maculillo para lavar las bombas de fumigación

**Tabla 5. Usos del agua del estero maculillo**

Opciones de respuesta	Total	Porcentaje
Si	4	24
No	13	76
Totales	17	100%

Elaborado: El autor

Del 100% de sujetos encuestados respondieron de la siguiente manera: el 24% utiliza el agua del estero Maculillo para lavar las bombas de fumigación mientras que el 76% no hace uso de este.

5.- ¿Ha notado si la vida acuática del estero Maculillo ha disminuido con el paso de los años? ¿Por qué cree usted?

**Tabla 6. Vida acuática**

Opciones de respuesta	Total	Porcentaje
Si	4	24
* No	13	76
Totales	17	100%

Elaborado: El autor

\* Por qué se evidencia presencia de recursos ictiológicos

Del 100% de sujetos encuestados respondieron de la siguiente manera: el 24% considera que ha disminuido la vida acuática con el pasar de los años mientras que el 76% considera que la vida acuática no ha disminuido.

6.- ¿Ha notado usted si se realizan actividades de pesca? ¿Qué técnicas?

**Tabla 7. Actividades de pesca**

Opciones de respuesta	Total	Porcentaje
* Si	9	53
No	8	47
Totales	17	100%

Elaborado: El autor

\* El uso de pistolilla

Del 100% de sujetos encuestados respondieron de la siguiente manera: el 53% afirma realizar actividades de pesca, mientras que el 47% no lo ha tomado.

7.- ¿Utiliza usted el estero Maculillo para su consumo? ¿Con que frecuencia?

**Tabla 8. Consumo humano**

Opciones de respuesta	Total	Porcentaje
* Si	6	35
No	11	65
Totales	17	100%

Elaborado: El autor

\* Una vez al mes

Del 100% de sujetos encuestados respondieron de la siguiente manera: el 35% realiza actividades de recreación mientras que el 65% no lo hace.

8.- ¿Utiliza usted el agua del estero Maculillo para alguna actividad doméstica?

**Tabla 9. Usos del agua para actividades domesticas**

Opciones de respuesta	Total	Porcentaje
Si	0	0
No	17	100
Totales	17	100%

Elaborado: El autor

De acuerdo a la tabla 9 el 100% de sujetos encuestados afirma que no utiliza el agua del estero para uso doméstico.

9.- ¿Ha sufrido usted alguna vez una enfermedad que pueda relacionarse con el uso de las aguas del estero Maculillo?

**Tabla 10. Enfermedades relacionadas al uso del agua**

Opciones de respuesta	Total	Porcentaje
Si	0	0
No	17	100
Totales	17	100%

Elaborado: El autor

De acuerdo a la tabla 10 el 100% de los encuestados aseguran que no han sufrido enfermedades relacionadas por el uso del agua del estero Maculillo.

10.- ¿Considera usted que deba realizarse actividades de recuperación o tratamiento de las aguas del estero Maculillo?

**Tabla 11. Actividades de recuperación de las aguas del estero**

Opciones de respuesta	Total	Porcentaje
Si	13	76
No	1	6
No sabe	3	18
Totales	17	100%

Elaborado: El autor

Del 100% de sujetos encuestados respondieron de la siguiente manera: el 76% considera que hay que realizar actividades de recuperación del estero, el 6% considera que no, mientras que el 18% no sabe.

**Encuesta para visitantes que hacen uso recreativo del estero Maculillo**

1.- ¿Ha notado si en la época seca existe un crecimiento excesivo de lechuguines?

**Tabla 12. Crecimiento de lechugas en la época seca**

Opciones de respuesta	Total	Porcentaje
Si	10	67
No	5	33
Totales	15	100%

Elaborado: El autor

Del 100% de sujetos encuestados respondieron de la siguiente manera: el 67% considera que existe un crecimiento excesivo de lechuguines, mientras que 33% considera que no.

2.- ¿Ha notado usted si el agua del estero Maculillo emana malos olores?

**Tabla 13. Emanación de malos olores**

Opciones de respuesta	Total	Porcentaje
Si	11	73
No	4	23
Totales	15	100%

Elaborado: El autor

Del 100% de sujetos encuestados respondieron de la siguiente manera: el 73% considera que el agua emana malos olores mientras que el 23% considera que la no.

3.- ¿Ha notado usted si el agua del estero Maculillo se ha puesto turbia?

**Tabla 14. Turbidez del agua del estero Maculillo**

Opciones de respuesta	Total	Porcentaje
Si	13	87
No	2	13
Totales	15	100%

Elaborado: El autor

Del 100% de sujetos encuestados respondieron de la siguiente manera: el 87% considera que el agua se pone turbia mientras que el 13% considera que no se pone turbia.

4.- ¿Ha notado usted si hay personas que botan basura al estero Maculillo?

**Tabla 15. Vertido de basura en el estero Maculillo**

Opciones de respuesta	Total	Porcentaje
Si	11	73
No	4	27
Totales	15	100%

Elaborado: El autor

Del 100% de sujetos encuestados respondieron de la siguiente manera: el 73% considera que hay personas que vierten basura al estero mientras que el 27% considera que no.

5.- ¿Usted ha presenciado personas que hagan uso del estero Maculillo para lavar ropa?

**Tabla 16. Lavado de ropa en el estero**

Opciones de respuesta	Total	Porcentaje
Si	11	73
No	4	27
Totales	15	100%

Elaborado: El autor

Del 100% de sujetos encuestados respondieron de la siguiente manera: el 73% afirma que si hay personas que lavan ropa en el estero mientras que el 26% no ha presenciado personas que lavan ropa.

6.- ¿Ha notado usted si se realizan actividades de pesca? ¿Qué técnicas ha utilizan?

**Tabla 17. Actividades de pesca**

Opciones de respuesta	Total	Porcentaje
* Si	12	80
No	3	20
Totales	15	100%

Elaborado: El autor

\* Pesca artesanal con pistolilla

De acuerdo con la tabla 17 el 80% de los encuestados ha notado personas realizando actividades de pesca, mientras que el 20% considera no haber presenciado personas realizando actividades de pesca.

7.- ¿Conoce usted algún caso de alguna persona que haya sido afectado en la piel por bañarse en el estero Maculillo?

**Tabla 18. Afectaciones de la piel por uso del estero Maculillo**

Opciones de respuesta	Total	Porcentaje
Si	9	60
No	6	40
Totales	15	100%

Elaborado: El autor

De acuerdo con la tabla 18 el 60% de los encuestados afirma que ha tenido afectaciones en la piel por bañarse en el estero mientras que el 40% considera que no ha sufrido afectaciones en la piel.

8.- ¿Acude a realizar actividades recreativas en el estero Maculillo? ¿Con que Frecuencia?

**Tabla 19. Actividades recreativas en el estero Maculillo**

Opciones de respuesta	Total	Porcentaje
* Si	14	93
No	1	7
Totales	15	100%

Elaborado: El autor

\* Los fines de semana

De acuerdo con la tabla 19 el 93% de los encuestados acude al estero a realizar actividades recreativas mientras que el 7% no realiza actividades recreativas.

9.- ¿Considera usted que los turistas son responsables de la contaminación del estero Maculillo?

**Tabla 20. Responsables de la contaminación del estero Maculillo**

Opciones de respuesta	Total	Porcentaje
Si	12	80
No	3	20
Totales	15	100%

Elaborado: El autor

Del 100% de sujetos encuestados respondieron de la siguiente manera: el 80% considera que los turistas son responsable en parte de la contaminación del estero, mientras que el 20% menciona que no.

10.- ¿Quiénes considera usted que son los responsables de la contaminación del estero Maculillo?

**Tabla 21. Responsables de la contaminación del estero**

Opciones de respuesta	Total	Porcentaje
Personas del mismo sector	2	13
Personas provenientes de otros sectores	10	67
Otros	3	20
Totales	15	100%

Elaborado: El autor

Del 100% de sujetos encuestados respondieron de la siguiente manera: el 13% considera que los responsables de la contaminación son personas del mismo sector, el 67% considera que son personas provenientes de otros sectores y un 20% piensa que son otros.

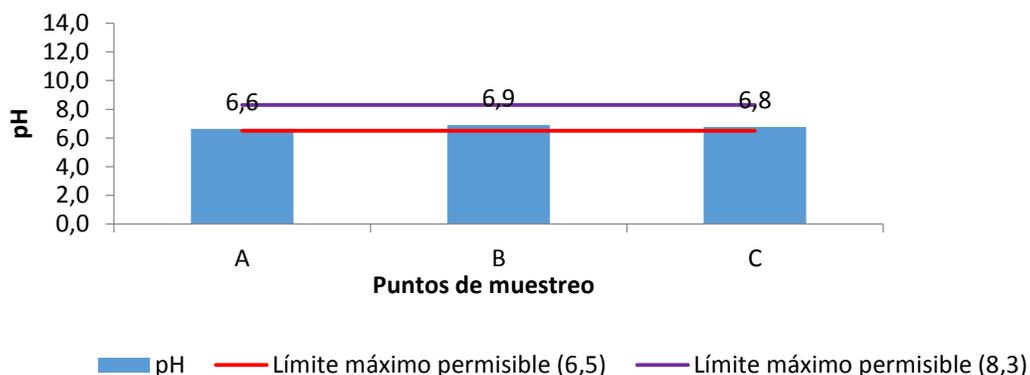
#### 4.1.2 Determinación de la calidad del agua en estero Maculillo para fines recreativos.

**Tabla 22. Análisis para cada punto de muestreo, promedio de los tres meses**

Identificación	A	B	C	AUERDO MINISTERIAL 028 Tabla 7 “ Criterios de calidad de aguas para aguas para fines recreativos mediante contacto primario”
Parámetro (Unidades)	Resultado	Resultado	Resultado	Límite máximo permisible
pH	6,8	6,9	6,8	6,5-8,3
Coliformes fecales (nmp)	156511448,2	222153.5	21266.9	200
OD % de saturación	106	109	109	> 80

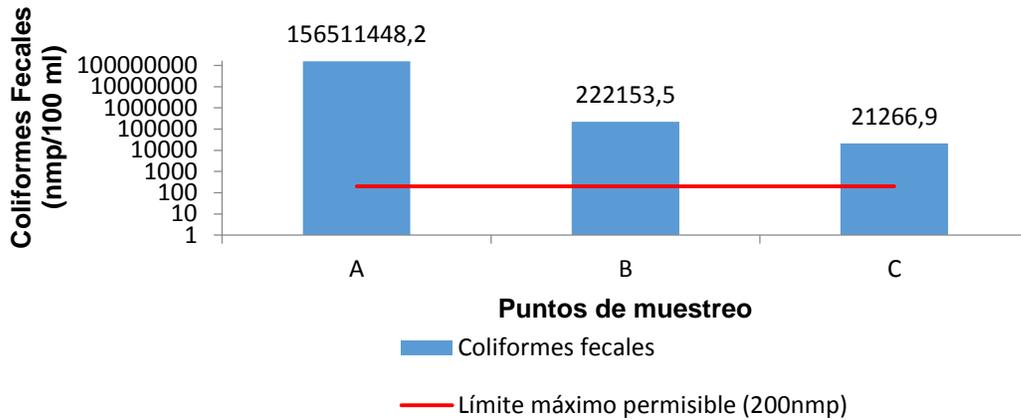
Fuente: Elaboración propia

**Gráfico 2. Promedio de los tres meses para pH**



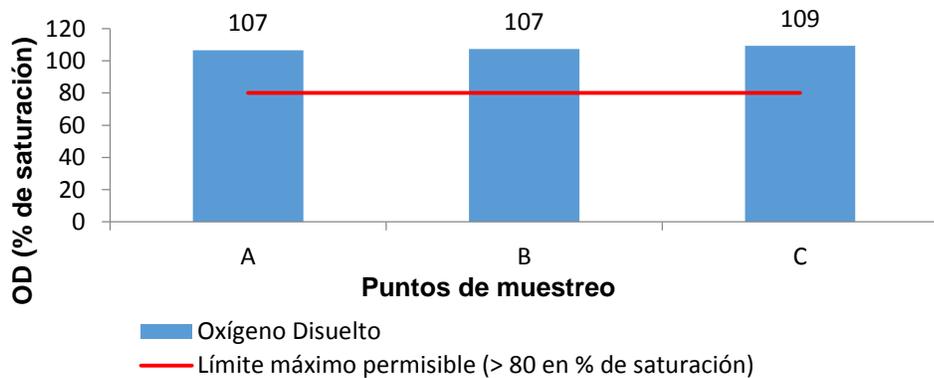
Se evidencia que los valores de pH no superan el límite máximo permisible estipulado por el Acuerdo Ministerial 028, Tabla 7 “Criterios de calidad para aguas destinadas para fines recreativos” (6,5-8,3); registrando así 6,6 para el punto A (zona de descarga), 6,9 para el punto B (zona de recreación) y 6,8 para el punto C (aguas abajo) (Gráfico 1).

**Gráfico 3. Promedio de los tres meses para Coliformes Fecales**



Se evidencia que los valores de coliformes fecales superan el límite máximo permisible estipulado por el Acuerdo Ministerial 028, Tabla 7 “Criterios de calidad para aguas destinadas para fines recreativos” (200 nmp); registrando así 156511448,2 nmp/ml para el punto A (zona de descarga), 222153,5 nmp/ml para el punto B (zona de recreación) y 21266,9 nmp/ml para el punto C (aguas abajo) (Gráfico 2).

**Gráfico 4. Promedio para los tres meses de Oxígeno Disuelto (OD)**



Se evidencia que los valores de OD no superan el límite máximo permisible estipulado por el Acuerdo Ministerial 028, Tabla 7 “Criterios de calidad para aguas destinadas para fines recreativos” siendo el límite máximo permisible > 80% de

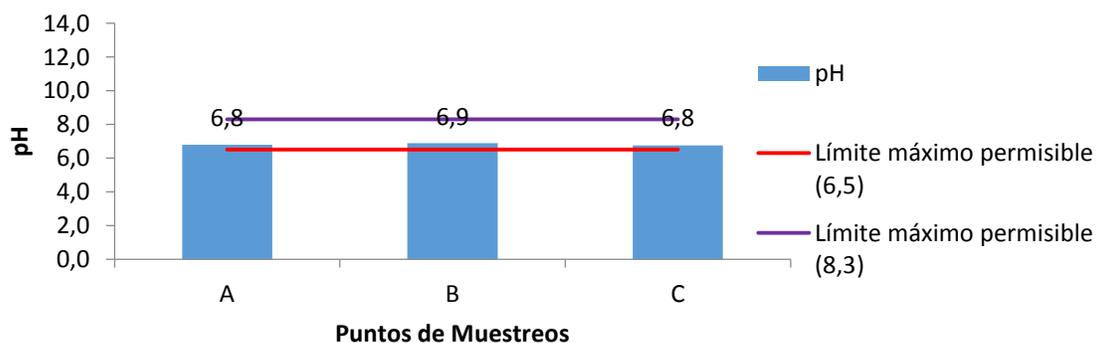
saturación; registrando así 107 para el punto A (zona de descarga) ,107 para el punto B (zona de recreación) y 109 para el punto C (aguas abajo) (Gráfico 3).

**Tabla 23. Promedio de pH, Coliformes fecales y OD en el mes de abril para cada punto de muestreo.**

Identificación	A	B	C	AUERDO MINISTERIAL 028 Tabla 7 “ Criterios de calidad de aguas para aguas para fines recreativos mediante contacto primario”
<b>Parámetro (Unidades)</b>	<b>Resultado</b>	<b>Resultado</b>	<b>Resultado</b>	<b>Límite máximo permisible</b>
pH	6,8	6,9	6,8	6,5-8,3
Coliformes fecales (nmp)	60940595	22320,9	49222,4	200
OD % de saturación	106	109	109	> 80

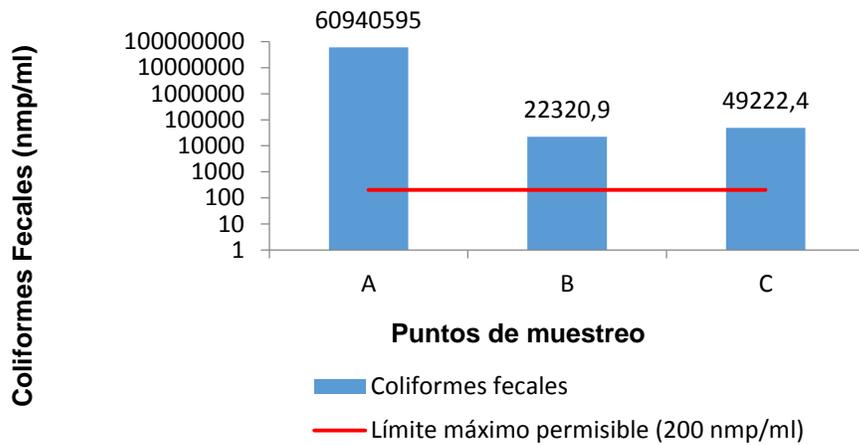
Fuente: Elaboración propia

**Gráfico 5. Promedio de pH para el mes de abril**



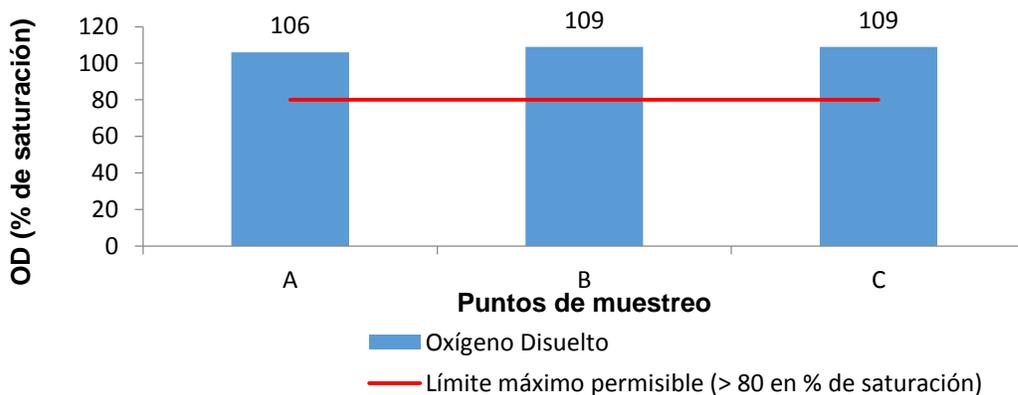
Se evidencia que los valores de pH está dentro del límite máximo permisible estipulado por el Acuerdo Ministerial 028, Tabla 7 “Criterios de calidad para aguas destinadas para fines recreativos” (6,5-8,3); registrando así 6,6 para el punto A (zona de descarga), 6,9 para el punto B (zona de recreación) y 6,8 para el punto C (aguas abajo) (Gráfico 4).

**Gráfico 6. Promedio de coliformes fecales para el mes de Abril**



Se evidencia que los valores de coliformes fecales superan el límite máximo permisible estipulado por el Acuerdo Ministerial 028, Tabla 7 “Criterios de calidad para aguas destinadas para fines recreativos” (200 nmp/ml); registrando así 60940595 nmp/ml para el punto A (zona de descarga), 22320,9 nmp/ml para el punto B (zona de recreación) y 49222,4 nmp/ml para el punto C (aguas abajo) (Gráfico 5).

**Gráfico 7. Promedio de Oxígeno Disuelto para el mes de abril**



Se evidencia que los valores de OD no superan el límite máximo permisible estipulado por el Acuerdo Ministerial 028, Tabla 7 “Criterios de calidad para aguas

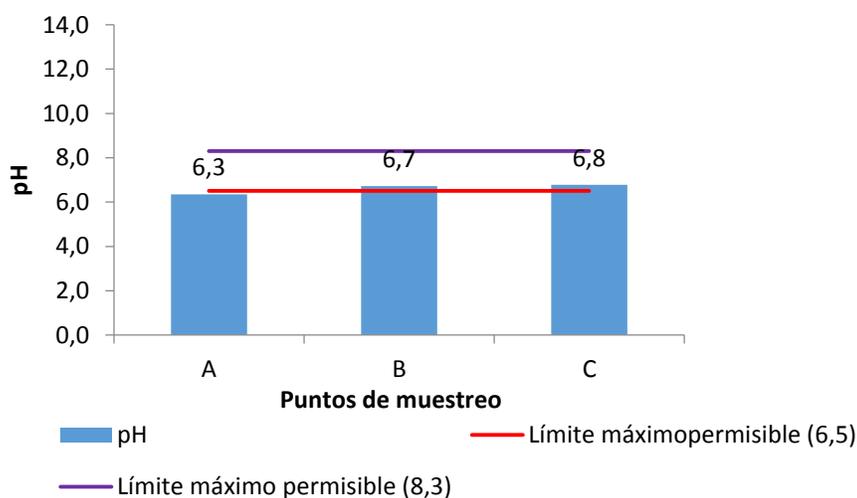
destinadas para fines recreativos” siendo el límite máximo permisible > 80% de saturación; registrando así 106 para el punto A (zona de descarga), 109 para el punto B (zona de recreación) y 109 para el punto C (aguas abajo) (Gráfico 6).

**Tabla 24. Promedio de pH, Coliformes fecales, OD del mes de Mayo**

Identificación	A	B	C	AUERDO MINISTERIAL 028 Tabla 7 “ Criterios de calidad de aguas para aguas para fines recreativos mediante contacto primario”
<b>Parámetro (Unidades)</b>	<b>Resultado</b>	<b>Resultado</b>	<b>Resultado</b>	<b>Límite máximo permisible</b>
pH	6,3	6,7	6,8	6,5-8,3
Coliformes fecales (nmp)	197468750	424613	4159	200
OD % de saturación	107	107	110	> 80

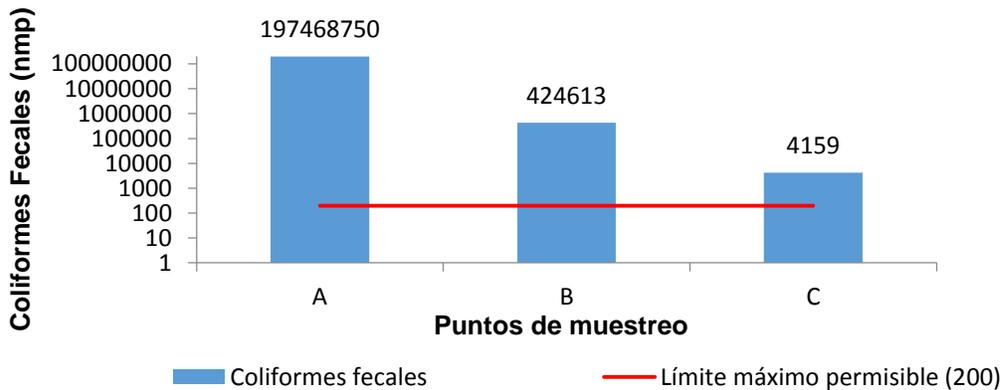
Fuente: Elaboración propia

**Gráfico 8. Promedio de pH para el mes de mayo**



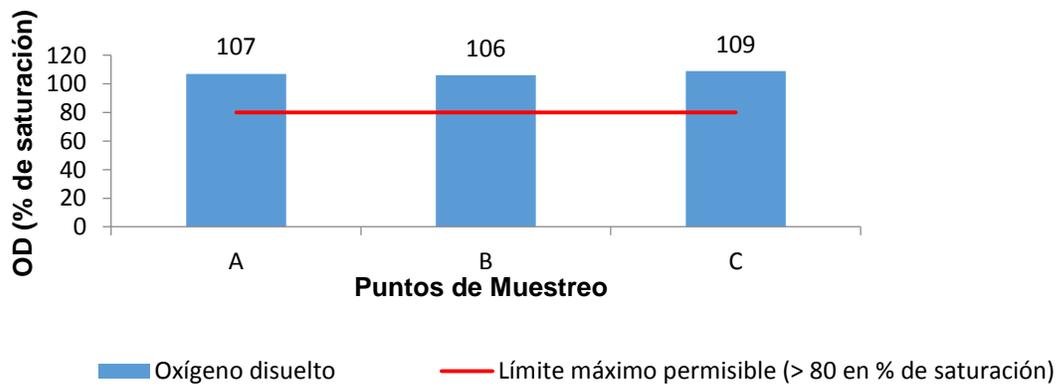
Se evidencia que los valores de pH no superan el límite máximo permisible para los puntos B, C mientras que en el punto A no cumple con lo estipulado por el Acuerdo Ministerial 028, Tabla 7 “Criterios de calidad para aguas destinadas para fines recreativos” (6,5-8,3); registrando así 6,3 para el punto A (zona de descarga), 6,7 para el punto B (zona de recreación) y 6,8 para el punto C (aguas abajo) (Gráfico 7).

**Gráfico 9. Promedio para Coliformes Fecales para el mes de mayo**



Se evidencia que los valores de coliformes fecales superan el límite máximo permisible estipulado por el Acuerdo Ministerial 028, Tabla 7 “Criterios de calidad para aguas destinadas para fines recreativos” (200 nmp/ml); registrando así 197468750 nmp/ml para el punto A (zona de descarga), 424613 nmp/ml para el punto B (zona de recreación) y 4159 nmp/ml para el punto C (aguas abajo) (Gráfico 8).

**Gráfico 10. Promedio de Oxígeno Disuelto para el mes de mayo**



Se evidencia que los valores de OD no superan el límite máximo permisible estipulado por el Acuerdo Ministerial 028, Tabla 7 “Criterios de calidad para aguas destinadas para fines recreativos” siendo el límite máximo permisible > 80% de

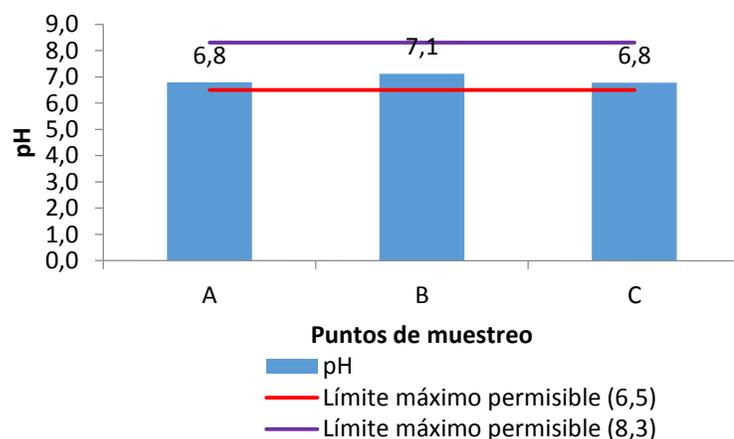
saturación; registrando así 107 para el punto A (zona de descarga), 106 para el punto B (zona de recreación) y 109 para el punto C (aguas abajo) (Gráfico 9).

**Tabla 25. Promedio de pH, Coliformes fecales, OD del mes de Junio**

Identificación	A (Zona de descarga)	B (zona de recreación)	C(Aguas abajo)	AUERDO MINISTERIAL 028 Tabla 7 “ Criterios de calidad de aguas para aguas para fines recreativos mediante contacto primario”
<b>Parámetro (Unidades)</b>	<b>Resultado</b>	<b>Resultado</b>	<b>Resultado</b>	<b>Límite máximo permisible</b>
pH	6,8	7,1	6,8	6,5-8,3
Coliformes fecales (nmp)	211125000	219527	10419	200
OD	107	107	110	> 80

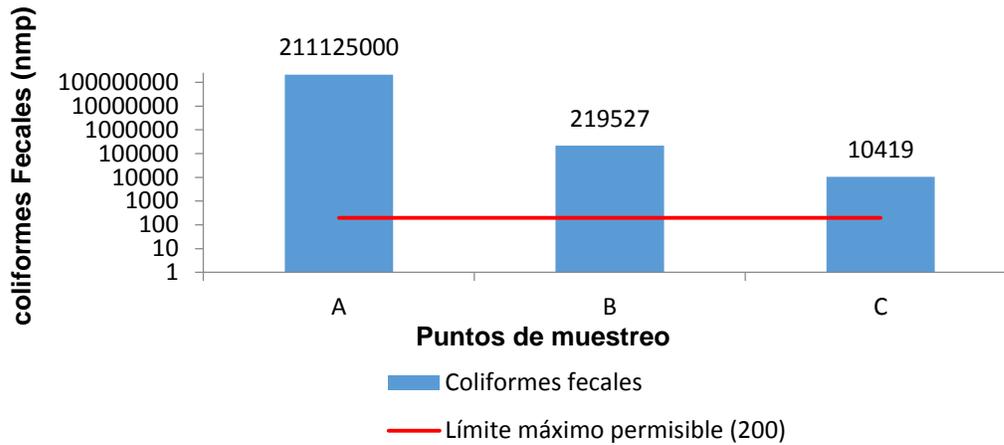
TULSMA: Texto Unificado de Legislación Ambiental

**Gráfico 11. Promedio de pH para el mes de junio**



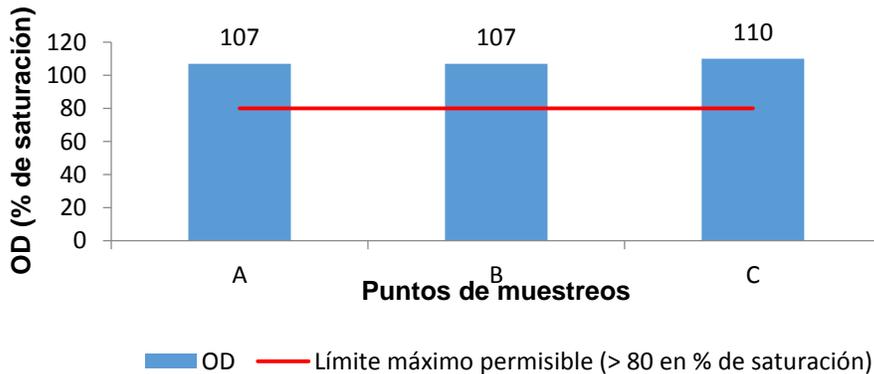
Se evidencia que los valores de pH no superan el límite máximo permisible estipulado por el Acuerdo Ministerial 028, Tabla 7 “Criterios de calidad para aguas destinadas para fines recreativos” (6,5-8,3); registrando así 6,8 para el punto A (zona de descarga), 7,1 para el punto B (zona de recreación) y 6,8 para el punto C (aguas abajo) (Gráfico 10).

**Gráfico 12. Promedio de Coliformes Fecales para el mes de junio**



Se evidencia que los valores de coliformes fecales superan el límite máximo permisible estipulado por el Acuerdo Ministerial 028, Tabla 7 “Criterios de calidad para aguas destinadas para fines recreativos” (200 nmp/ml); registrando así 211125000 nmp/ml para el punto A (zona de descarga), 219527 nmp/ml para el punto B (zona de recreación) y 10419 nmp/ml para el punto C (aguas abajo) (Gráfico 11).

**Gráfico 13. Promedio de Oxígeno Disuelto para el mes de junio**



Se evidencia que los valores de OD no superan el límite máximo permisible estipulado por el Acuerdo Ministerial 028, Tabla 7 “Criterios de calidad para aguas

destinadas para fines recreativos”; registrando así 107 para el punto A (zona de descarga), 107 para el punto B (zona de recreación) y 110 para el punto C (aguas abajo) (Gráfico 12)

#### 4.1.3. Análisis estadístico para pH, OD, y Coliformes Fecales para los tres puntos de muestreo A, B y C.

**Tabla 26.** Análisis estadístico descriptivo.

Parámetros	Media	Desviación estándar	Nº de análisis
pH	6,7667	0,15275	3
OD	8,9700	0,11269	3
Coliformes Fecales	52251622,8644	90291713,2028	3

**Elaborado por: El autor**

La tabla 26 muestra que los valores de las desviaciones estándares del pH y Oxígeno Disuelto tienen forma de campana normal, mientras el valor de la desviación estándar del parámetro Coliformes Fecales es superior al valor de la media mostrando un comportamiento en el que sugiere que una o más valores del parámetro OD inflaron la media y la desviación estándar.

#### 4.1.3.1. Análisis de Componentes principales Primera Extracción

##### Análisis de varianza

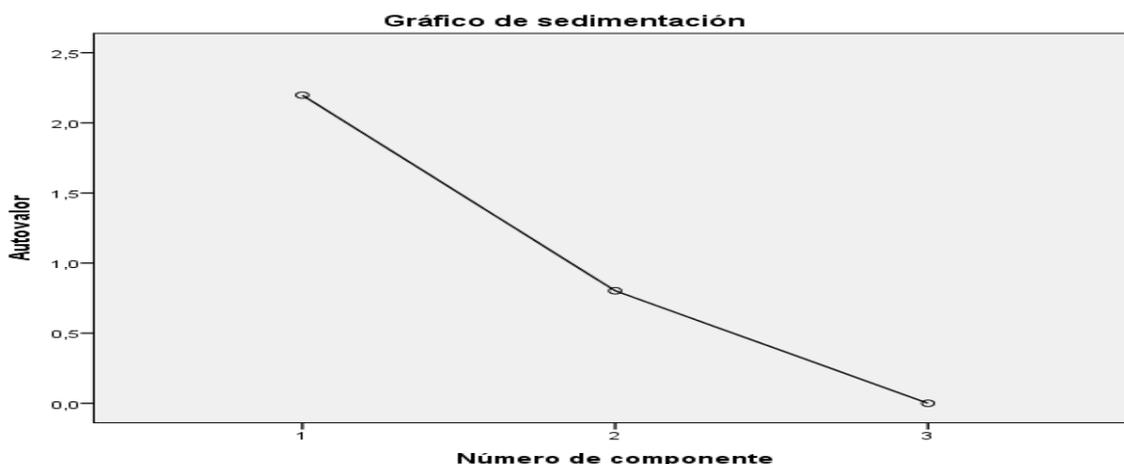
**Tabla 27.** Varianza total explicada.

Componente	Autovalores iniciales			Sumas de extracción de cargas al cuadrado		
	Total	% de varianza	% acumulado	Total	% de varianza	% acumulado
1	2,198	73,251	73,251	2,198	73,251	73,251
2	0,802	26,749	100,000			
3	2,295E-16	7,649E-15	100,000			

**Método de extracción:** análisis de componentes principales.

**Elaborado por:** El autor

#### Gráfico 14. Sedimentación



**Elaborado:** El autor

La tabla 27, muestra que los parámetros analizados en el periodo de estudio, formaron un componente, explicando el 73,251 % del total de la varianza. Este valor quedó confirmado con la distribución de componentes registrado en el gráfico 14 de sedimentación, el que formó un solo componente por encima del valor propio (1).

#### 4.1.3.2. Matriz de comunalidades

**Tabla 28. Comunalidades**

Parámetros	Inicial	Extracción
pH	1,000	0,820
OD	1,000	0,388
Coliformes Fecales	1,000	0,989

**Método de extracción:** análisis de componentes principales.

**Elaborado:** El autor

De acuerdo a la tabla 28 de Comunalidades, se comprobó que el parámetro OD (Oxígeno Disuelto) mostró un valor inferior a 0,7; motivo por el cual se realizó una segunda extracción excluyendo el parámetro OD.

### 4.1.3.3. Análisis de Componentes principales Segunda Extracción

#### Análisis de varianza

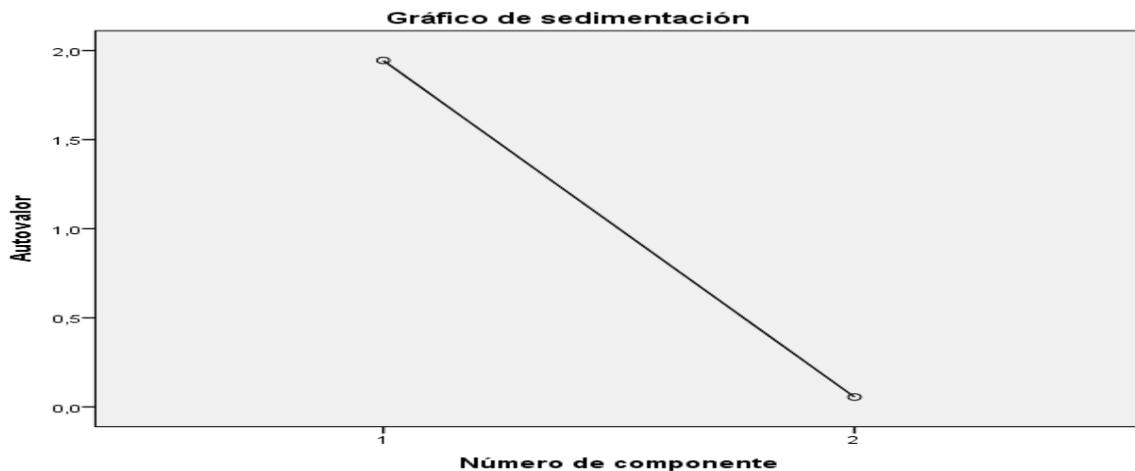
**Tabla 29. Varianza total explicada**

Componente	Autovalores iniciales			Sumas de extracción de cargas al cuadrado		
	Total	% de varianza	% acumulado	Total	% de varianza	% acumulado
1	1,945	97,227	97,227	1,945	97,227	97,227
2	0,055	2,773	100,000			

**Método de extracción:** análisis de componentes principales.

**Elaborado:** El autor

**Gráfico 15. Sedimentación**



**Elaborado:** El autor

La tabla 29, muestra que los parámetros analizados en la segunda extracción, formaron un componente, explicando el 97,227% del total de la varianza. Este valor fue confirmado por la distribución de componentes registrado en el gráfico 15 de sedimentación, en el que se formó un solo componente por encima del valor propio (1).

#### 4.1.3.4. Matriz de Comunalidades

**Tabla 30. Comunalidades**

Parámetros	Inicial	Extracción
pH	1,000	0,972
Coliformes_Fecales	1,000	0,972

**Método de extracción:** análisis de componentes principales.

**Elaborado:** El autor

De acuerdo a la tabla N° 30 de Comunalidades , se comprobó que los parámetros pH (0.972) y Coliformes Fecales (0.972) presentaron valores superiores a 0,70; lo que manifestó que dichos parámetros fueron los más discriminantes en la calidad del agua para fines recreativos del estero Maculillo cantón Quevedo provincia de Los Ríos.

**Tabla 31. Parámetros analizados para el punto A**

PUNTO A			
Parámetros	Resultados	Unidades	Límite máximo permisible
Aceites y grasas	<0.44	mg/l	0,3 mg/l
Fenoles	<0.023	mg/l	0,001 mg/l
Pesticidas Carbamatos: Carbaril	<0.01000	mg/l	0,1 mg/l
Pesticidas Carbamatos: Carbofuran	<0.01000	mg/l	0,1 mg/l
Pesticidas Organoclorados: Alfa HCH	10	µg/l	10 µg/l
Pesticidas Organoclorados: Endrin	10	µg/l	10 µg/l
Pesticidas Organoclorados: Endrin	10	µg/l	10 µg/l
Pesticidas Organoclorados: 4,4-DDD	10	µg/l	10 µg/l
Pesticidas Organoclorados: Endrin Aldehido	10	µg/l	10 µg/l
Pesticidas Organoclorados: 4,4-DDT	10	µg/l	10 µg/l
Pesticidas Organoclorados: Alfa Endosulfan	10	µg/l	10 µg/l
Pesticidas Organoclorados: Endosulfan Sulfato	10	µg/l	10 µg/l
Pesticidas Organoclorados: Beta Endosulfan	10	µg/l	10 µg/l
Pesticidas Organoclorados: Metoxicloro	10	µg/l	10 µg/l
Pesticidas Organoclorados: ganmaHCH	10	µg/l	10 µg/l
Pesticidas Organoclorados: Aldrin	10	µg/l	10 µg/l
Pesticidas Organoclorados: Heptacloro exo epoxido	10	µg/l	10 µg/l
Pesticidas Organoclorados: 4,4-DDE	10	µg/l	10 µg/l
Pesticidas Organoclorados: Dieldrin	10	µg/l	10 µg/l
Pesticidas Organofosforados: Carbaril	10	µg/l	10 µg/l
Pesticidas Organofosforados: Carbofuran	10	µg/l	10 µg/l
Pesticidas Organofosforados: Metil Paration	10	µg/l	10 µg/l
Pesticidas Organofosforados: Malation	10	µg/l	10 µg/l
Pesticidas Organofosforados: Clorpirifos	10	µg/l	10 µg/l

**Fuente:** Elaboración propia

De acuerdo en la tabla 26 se puede evidenciar que los parámetros analizados no superan no superan el límite máximo permisible estipulado por el Acuerdo Ministerial 028, tabla 3

**Tabla 32. Parámetros analizados para el punto B**

PUNTO B			
Parámetros	Resultados	Unidades	Límite máximo permisible
Aceites y grasas	<0.44	mg/l	0,3 mg/l
Fenoles	<0.023	mg/l	0,001 mg/l
Pesticidas Carbamatos: Carbaril	<0.01000	mg/l	0,1 mg/l
Pesticidas Carbamatos: Carbofuran	<0.01000	mg/l	0,1 mg/l
Pesticidas Organoclorados: Alfa HCH	10	µg/l	10 µg/l
Pesticidas Organoclorados: Endrin	10	µg/l	10 µg/l
Pesticidas Organoclorados: Endrin	10	µg/l	10 µg/l
Pesticidas Organoclorados: 4,4-DDD	10	µg/l	10 µg/l
Pesticidas Organoclorados: Endrin Aldehido	10	µg/l	10 µg/l
Pesticidas Organoclorados: 4,4-DDT	10	µg/l	10 µg/l
Pesticidas Organoclorados: Alfa Endosulfan	10	µg/l	10 µg/l
Pesticidas Organoclorados: Endosulfan Sulfato	10	µg/l	10 µg/l
Pesticidas Organoclorados: Beta Endosulfan	10	µg/l	10 µg/l
Pesticidas Organoclorados: Metoxicloro	10	µg/l	10 µg/l
Pesticidas Organoclorados: ganmaHCH	10	µg/l	10 µg/l
Pesticidas Organoclorados: Aldrin	10	µg/l	10 µg/l
Pesticidas Organoclorados: Heptacloro exo epoxido	10	µg/l	10 µg/l
Pesticidas Organoclorados: 4,4-DDE	10	µg/l	10 µg/l
Pesticidas Organoclorados: Dieldrin	10	µg/l	10 µg/l
Pesticidas Organofosforados: Carbaril	10	µg/l	10 µg/l
Pesticidas Organofosforados: Carbofuran	10	µg/l	10 µg/l
Pesticidas Organofosforados: Metil Paration	10	µg/l	10 µg/l
Pesticidas Organofosforados: Malation	10	µg/l	10 µg/l
Pesticidas Organofosforados: Clorpirifos	10	µg/l	10 µg/l

**Fuente:** Elaboración propia

De acuerdo en la tabla 26 se puede evidenciar que los parámetros analizados no superan no superan el límite máximo permisible estipulado por el Acuerdo Ministerial 028, tabla 3

**Tabla 33. Parámetros analizados para el punto C**

PUNTO C			
Parámetros	Resultados	Unidades	Límite máximo permisible
Aceites y grasas	<0.44	mg/l	0,3 mg/l
Fenoles	<0.023	mg/l	0,001 mg/l
Pesticidas Carbamatos: Carbaril	<0.01000	mg/l	0,1 mg/l
Pesticidas Carbamatos: Carbofuran	<0.01000	mg/l	0,1 mg/l
Pesticidas Organoclorados: Alfa HCH	10	µg/l	10 µg/l
Pesticidas Organoclorados: Endrin	10	µg/l	10 µg/l
Pesticidas Organoclorados: Endrin	10	µg/l	10 µg/l
Pesticidas Organoclorados: 4,4-DDD	10	µg/l	10 µg/l
Pesticidas Organoclorados: Endrin Aldehido	10	µg/l	10 µg/l
Pesticidas Organoclorados: 4,4-DDT	10	µg/l	10 µg/l
Pesticidas Organoclorados: Alfa Endosulfan	10	µg/l	10 µg/l
Pesticidas Organoclorados: Endosulfan Sulfato	10	µg/l	10 µg/l
Pesticidas Organoclorados: Beta Endosulfan	10	µg/l	10 µg/l
Pesticidas Organoclorados: Metoxicloro	10	µg/l	10 µg/l
Pesticidas Organoclorados: ganmaHCH	10	µg/l	10 µg/l
Pesticidas Organoclorados: Aldrin	10	µg/l	10 µg/l
Pesticidas Organoclorados: Heptacloro exo epoxido	10	µg/l	10 µg/l
Pesticidas Organoclorados: 4,4-DDE	10	µg/l	10 µg/l
Pesticidas Organoclorados: Dieldrin	10	µg/l	10 µg/l
Pesticidas Organofosforados: Carbaril	10	µg/l	10 µg/l
Pesticidas Organofosforados: Carbofuran	10	µg/l	10 µg/l
Pesticidas Organofosforados: Metil Paration	10	µg/l	10 µg/l
Pesticidas Organofosforados: Malation	10	µg/l	10 µg/l
Pesticidas Organofosforados: Clorpirifos	10	µg/l	10 µg/l

**Fuente:** Elaboración propia

De acuerdo en la tabla 26 se puede evidenciar que los parámetros analizados no superan el límite máximo permisible estipulado por el Acuerdo Ministerial 028, tabla 3

### **4.1.3 Propuesta de un plan de mitigación del deterioro de la calidad del agua del estero Maculillo.**

#### **4.1.3.1 Programa de prevención y mitigación de la Contaminación**

##### **4.1.3.1.1 Generalidades**

El Plan de Prevención y Mitigación de la Contaminación Ambiental incluye las medidas tendientes a eliminar, reducir, minimizar los impactos ambientales negativos generados en la etapa de operación de un proyecto, o actividad.

##### **4.1.3.1.2 Objetivos**

- Evitar los riesgos de contaminación ambiental producidos por el vertido de aguas residuales en el estero Maculillo.
- Prevenir y minimizar la incidencia de impactos negativos sobre el medio físico y biótico del área recreativa del estero Maculillo.
- Prevenir y mitigar impactos sociales negativos generados por actividades antropogénicas.

### 4.1.3.1.3 Medidas ambientales

**Tabla 34. Medidas de prevención y mitigación de la contaminación**

Medida o acción	Tipo de medida	Responsable	Impacto mitigado	Medio de verificación	Frecuencia	Costo
Disponer de un área para el lavado de los equipos para el uso de fumigación	Preventiva	Agricultores	Contaminación del agua y suelo	Registro fotográfico	Permanente	No estimado
Se prohíbe manipular agroquímicos cerca del cauce de agua.	Preventiva	Agricultores	Contaminación del agua	Registro fotográfico	Permanente	No estimado
Construcción de un sistema de tratamiento de aguas residuales	preventiva	GAD Quevedo	Contaminación del agua	Registro fotográfico, e informe	permanente	No estimado
Desviar las tuberías de aguas servidas provenientes de los domicilios hacia otra red de alcantarillado	Preventiva	GAD Quevedo	Contaminación del agua	Registro fotográfico, e informe	Permanente	No estimado

**Tabla 35. Medidas de prevención y mitigación de impactos sobre la flora y fauna**

Medida o acción	Tipo de medida	Responsable	Impacto mitigado	Medio de verificación	Frecuencia	Costo
Realizar reforestación del sitio con especies propias del lugar	Control	Encargado de la gestión ambiental	Pérdida de biodiversidad (plantas autóctonas)	Informe de monitoreo	Temporal (anual)	\$ 1000
Utilizar técnicas adecuadas para la eliminación de plagas	Control-Preventiva	Encargado de la gestión ambiental	Pérdida de biodiversidad	Registro del servicio de control de plagas	Temporal	\$ 80
					<b>TOTAL</b>	<b>\$ 1080</b>

## **4.1.3.2 Programa de Capacitación y Educación Ambiental**

### **4.1.3.2.1 Generalidades**

Este programa está enfocado hacia la capacitación ambiental de todo el personal técnico, obreros, y comunidad del área de influencia acerca de la necesidad de proteger el ambiente y el desarrollo de actividades económicas sustentables. El Plan de Capacitación y Educación Ambiental incluye charlas, cursos y talleres de trabajo relacionados con la conservación del medio ambiente.

### **4.1.3.2.2 Objetivos**

- Capacitar al personal y trabajadores sobre el manejo adecuado de los desechos peligrosos y la prevención de la contaminación ambiental.
- Garantizar la sustentabilidad y aceptación social del proyecto mediante actividades de concienciación.
- Educar a la población del área de influencia acerca de la importancia del cuidado del ambiente.

#### 4.1.3.2.3 Medidas ambientales

**Tabla 36. Medidas del programa de educación y capacitación ambiental**

Medida o acción	Tipo de medida	Responsable	Impacto mitigado	Medio de verificación	Frecuencia	Costo
Charlas de capacitación a la población del área de influencia acerca de temas ambientales.	Preventiva-Comunicativa	Encargado de la Gestión Ambiental	Falta de conocimientos ambientales	Actas de reuniones y registro de asistencias	Temporal (anual)	\$ 800
Charlas de capacitación al personal laboral acerca de la prevención de la contaminación ambiental.	Preventiva	Encargado de la Gestión Ambiental	Incremento de la contaminación	Actas de reuniones y registro de asistencias	Temporal (semestral)	\$ 2000
Elaborar carteles de concientización y de los riesgos ambientales en la zona del área recreativa del estero Maculillo	Preventiva - comunicativa	Encargado de la Gestión Ambiental	Falta de conocimientos ambientales	Registro fotográfico	Temporal (anual)	\$ 200
Realizar actividades de reforestación en las zonas aledañas del estero Maculillo	Preventiva	Encargado de la Gestión Ambiental	Perdida de la biodiversidad	Registro fotográfico	Temporal (anual)	\$ 400
					<b>TOTAL</b>	<b>\$ 3400</b>

## 4.2. Discusión de resultados

El tratamiento de aguas residuales por parte de las autoridades municipales en nuestro país es algo que preocupa salvo ciertas ciudades como Quito, Guayaquil, y Cuenca de la cual esta última cubre el 80 % de la cobertura en tratamientos de aguas residuales, esto se debe a que cuenta con la tecnología adecuada que le garantiza dar un tratamiento adecuado. Según el SENAGUA (2012) Ecuador es uno de los países más ricos en recursos hídricos de Sudamérica: dispone de 43.500 m<sup>3</sup> por persona al año (2.5 veces superior al promedio mundial). Sin embargo solo el 8% de las aguas negras tienen algún nivel de tratamiento, esto debido al acelerado y desordenado crecimiento urbano, y a la falta de una política de conservación de los contaminadores de los cuerpos de aguas, el tratamiento de las aguas residuales es de responsabilidad de los municipios, MAE y SENAGUA como entes de regulación y control a nivel nacional.

Con respecto a la calidad de agua del estero Maculillo para uso recreativo se evidenció que para el parámetro coliformes fecales en los tres sitios de muestreos se registró un promedio de 20337379,3nmp/100ml, de los cuales el punto A (efluente) registro un valor de 60940595 nmp/100 ml; el punto B (sitio de recreación) registro un valor de 22321nmp/100ml; el punto c (aguas abajo) registro un valor de 49222 nmp/200ml existiendo un incumplimiento ya que el límite máximo permisible para coliformes fecales en usos recreativos es de 200 nmp/ml mientras que el pH y el oxígeno disuelto no sobrepasan los límites máximo permisibles teniendo un promedio de 6,8 y 108 mg/l respectivamente. Romero, S. (2010) en su estudio de calidad de agua para actividades recreativas del río Hardy analizo el pH, oxígeno disuelto y coliformes fecales en el cual para el pH presento valores promedio de 8.0 y 8.4, mientras que para oxígeno disuelto variaron en un intervalo de 4.4 y 9.3 mg/l a su vez los valores de coliformes fecales más altos fueron de 7100 nmp/100ml en la que concluye que la concentración de coliformes fecales es elevada y puede perjudicar la salud de los usuarios.

Para la determinación de la calidad de agua para fines de conservación de flora y fauna se obtuvo para los parámetros organofosforados un valor de 0,01000 mg/l, carbamatos 0,01000 mg/l, organoclorados 0,01000 ml/l, aceites y grasas 0,44 ml/l, fenoles 0,023 mg/l, componentes orgánicos, 0,01000 mg/l los mismos que se encuentra dentro del rango de los parámetros establecidos por el Acuerdo Ministerial 028, tabla 3. Ibañez, G. 2012 en su tesis titulada Plan de manejo ambiental para la preservación de la sub cuenca del río San Pablo cantón la Mana analizo estos mismo parámetros descritos y sus resultados fueron para organoclorados 0.0116 mg/l, organofosforados 0,0097 mg/l, carbamatos 0 mg/l, aceites y grasas 8.4 mg/l siendo este el único valor que sobrepasa los límites establecidos por el texto unificado de legislación ambiental y el único que debe ser considerado peligroso mientras que los otros parámetros no presentan riesgos para provocar daños a la flora y fauna existente.

Para la identificación de las fuentes de contaminación y las actividades que mayormente contaminan el estero estas se evidenciaron mediante encuestas a los turistas que visitan el estero y trabajadores aledaños a este, los resultados obtenidos indicaron que las fuentes de contaminación que se dan en este sitio son los vertidos de basura por parte de los turistas en el sitio de recreación, así mismo las descargas de aguas residuales que se dan aguas arriba proveniente de la parroquia El Guayacán. Para las condiciones socio ambientales que se dan en esta área de recreación esta la pesca artesanal con pistolilla, recreación de turistas y el lavado de ropa por los moradores que habitan cerca del sector.

Según Reynolds (2002), las aguas residuales albergan microorganismos que causan enfermedades (patógenos) que incluyen virus, protozoos y bacterias estos pueden generar diarrea y gastroenteritis, cólera, disentería hepatitis entre otras, la contaminación a través de aguas negras son responsables de estas enfermedades que pueden generar hasta la muerte.

**CAPITULO V**  
**CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## 5.1 Conclusiones

Las fuentes de contaminación que mayormente predominan en la calidad de agua del estero Maculillo son las descargas de aguas residuales provenientes del Guayacán así como la generación de residuos en el sitio de recreación por parte de las personas y el lavado de ropa por parte de los habitantes del sector; las mismas que inciden negativamente en la calidad de agua.

Dentro de los parámetros analizados se pudo evidenciar que las aguas del estero Maculillo presentan un alto índice de contaminación por coliformes fecales, que sobrepasa los límites establecidos por el Acuerdo Ministerial 028, tabla 7, lo cual indica que estas aguas no son aptas para fines recreativos, debido a que pueden generar enfermedades gastrointestinales a las personas que visiten este lugar.

Los parámetros analizados para la conservación de la flora y fauna tales como aceites y grasas, plaguicidas organoclorados, plaguicidas organofosforados, carbamatos, compuestos orgánicos, y fenoles cumplen con los límites establecidos por el Acuerdo Ministerial 028, tabla 3 ya que estos se encuentran dentro del rango estipulado, los mismos que no representan riesgo alguno para la flora y fauna de sector.

Según los resultados obtenidos se planteó un plan de mitigación del deterioro de la calidad de la calidad del estero Maculillo con la finalidad de mejorar las condiciones actuales, el mismo que constó de dos programas, el primero un programa de prevención y mitigación de la contaminación en el que incluye medidas para eliminar, reducir, y minimizar los impactos ambientales generados y, un segundo programa de capacitación y educación ambiental enfocado a los trabajadores y visitantes en el área de influencia con la necesidad de proteger el ambiente el cual incluye charlas y talleres relacionados a la conservación del ambiente.

## **5.2 Recomendaciones**

Ejercer control por parte del GAD del cantón Quevedo y el Ministerio del Ambiente con respecto a las descargas de aguas residuales, mediante medidas que controlen y mitiguen esta contaminación que puede ser perjudicial para las personas que se bañan en este estero.

Gestionar para que se implemente el plan de prevención y mitigación de la contaminación, el cual permitirá mejorar las condiciones actuales y la conservación de la calidad del agua del estero “Maculillo”.

Implementar un programa de educación ambiental para llegar a generar conciencia por parte de los bañistas ya que muchos de los usuarios dejan residuos de comida esparcido por las riberas del estero de esta manera garantizar un desarrollo sustentable.

**CAPÍTULO VI**  
**BIBLIOGRAFÍA**

## 6.1 Literatura citada

Comisión Europea. El agua es la vida. 2011. Consultado el 8 de Noviembre 2014. Disponible en: [www.europa.eu](http://www.europa.eu).

Félez, M. 2009. El agua. Consultado el 10 de Noviembre del 2014. Disponible en: [www.upcommons.upc.edu](http://www.upcommons.upc.edu)

Manual de depuración de aguas residuales. 2008. Consultado el 11 de Noviembre del 2014. Disponible en: [www.alianzaporelagua.org](http://www.alianzaporelagua.org).

Instituto de agricultura alimentación y medio ambiente. 2012. Usos recreativos. Consultado el 11 de Noviembre del 2014. Disponible en: [www.chiminosil.es](http://www.chiminosil.es).

UNESCO. 2014. El ciclo del agua. Consultado el 12 de Noviembre. Disponible en: [www.water.usgs.gov](http://www.water.usgs.gov).consultadoel.

Rios, J. 2014. Organofosforados. Consultado el 2 de Julio del 2014. Disponible en: [Escuela.med.puc](http://Escuela.med.puc).

Tricárido, F. 2014. Organoclorados. Consultado el 2 de julio del 2014. Disponible en: [www.cricyt.edu.ar/enciclopedia/terminos/organoclor.htm](http://www.cricyt.edu.ar/enciclopedia/terminos/organoclor.htm)

Rocha, E. 2009. Parámetros y características de las aguas naturales. Consultado el 6 de enero del 2015. Disponible en: [www. Oocities.org](http://www.Oocities.org)

Díez, E et al .2006. Tratamiento de aguas residuales. Consultado el 6 de enero del 2015. Disponible en: [www.biosensores.com](http://www.biosensores.com)

Guarín, L. 2011. Estandarización de las técnicas de fosfatos y cloruros en aguas crudas. Consultado el 6 de enero del 2015. Disponible en: [www.repositorio.utp.edu.co](http://www.repositorio.utp.edu.co)

Cisterna, P. 2002. Determinación de la relación DBO/DQO. Consultado el 7 de enero del 2015. Disponible en: [www.bvsde.paho.org](http://www.bvsde.paho.org)

Zarela, G. 2012. Remoción de nutrientes en el tratamiento de aguas residuales domésticas. Consultado el 7 de enero del 2015. Disponible en: [www.lima.water.de](http://www.lima.water.de)

Arcos, M et al. 2005. Propiedades fisicoquímicas. Consultado el 8 de enero del 2015. Disponible en: [www.unicolmayor.edu.co/invest\\_nova/ARFREVIS\\_4pdf](http://www.unicolmayor.edu.co/invest_nova/ARFREVIS_4pdf)

Guerrero, A et al. 2011. Grupo coliforme. Consultado el 8 de enero del 2015. Disponible en: [www.repositorio.utm.edu.ec](http://www.repositorio.utm.edu.ec)

Larrea, J et al. 2013. Propiedades del agua. Consultado el 9 de enero del 2015. Disponible en: [www.revist.cnic.edu.cu](http://www.revist.cnic.edu.cu)

Jaramillo, O. 2007. Estados de la materia. Consultado el 9 de enero del 2015. Disponible en: [www.cie.unam.mx](http://www.cie.unam.mx)

Valenzuela, L. 2008. La química del agua. Consultado el 9 de enero del 2015. Disponible en: [www.educarchile.cl](http://www.educarchile.cl)

López, J. 2007. Hidráulica. Consultado el 9 de enero del 2015. Disponible en: [www.uclm.es](http://www.uclm.es)

Salazar, B. 2007. Estado actual del tratamiento de aguas residuales domésticas y municipales en el Ecuador. Consultado 7 de septiembre del 2015. Disponible en: [www.carlos.redes.org.ec](http://www.carlos.redes.org.ec)

Cabrera, H. 2012. Proyecto de desarrollo de capacidades para el uso seguro de aguas servidas en agricultura. Consultado el 25 de agosto del 2015. Disponible en: [www.ais.unwater](http://www.ais.unwater)

Reinolds, K. 2002. Tratamientos de aguas residuales en latinoamerica. Consultado el 3 de septiembre del 2015. Disponible en: [www.agualatinoamerica.com](http://www.agualatinoamerica.com)

Sierra. 2011. Definición de calidad de agua. Consultado el 15 de junio del 2015. Disponible en: [www.hydrolab.gob.ec](http://www.hydrolab.gob.ec).

Baez. 2004. Descargas subacuáticas. Consultado el 2 de julio del 2015. Disponible en: [www.aguasresiduales.com.org](http://www.aguasresiduales.com.org)

Campos, M. 2009. Cap. 5. CALIDAD Y NORMATIVIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO. Parámetros: Físicos, Químicos y Biológicos del Agua. Consultado el 5 de Octubre del 2015.

CICEANA, 2003. Ciclo del Agua-Intervención del ser humano Cap.4. Consultado el 1 de Septiembre del 2015. Disponible en: [www.micromacro.tv/pdf](http://www.micromacro.tv/pdf).

Programa de Superación Académica permanente (PROSAP), 2006. MANUAL DE CALIDAD DEL AGUA. NORMAS DE CALIDAD DEL AGUA. Consultado el 17 de Agosto del 2015. Disponible en: [www. Manual de Calidad de Agua. Pdf.com](http://www.Manual de Calidad de Agua. Pdf.com).

Rocha, E. 2009. PARÁMETROS Y CARACTERÍSTICAS DE LAS AGUAS NATURALES. Ingeniería de Tratamiento y Acondicionamiento de Aguas. Consultado el 29 de Agosto del 2015. Disponible en: [www.oocities.org.pdf](http://www.oocities.org.pdf).

Romero, M. 2008. TRATAMIENTOS UTILIZADOS ENPOTABILIZACIÓN DE AGUA. Disponible en: [www.mynor.romero@ecolab.com](http://www.mynor.romero@ecolab.com). Consultado el 25 de agosto del 2015.

Rojas, R. 2002. GUÍA PARA LA VIGILANCIA Y CONTROL DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO. Agencia de Protección Ambiental de

los Estados Unidos. OPS/CEPIS. Disponible en: [www. GUIAROJAS.PDF](http://www.GUIAROJAS.PDF). Consultado el 5 de Octubre del 2011.

Weemaels, N., 2010. Hacia una agenda Sudamericana del agua. Disponible en: [www. http://library.fes.de](http://www.library.fes.de). Consultado el 6 de Septiembre del 2015.

Apella, M. & Araujo, P. 2006. Microbiología del Agua Conceptos Básicos. Disponible en: [www.Libro060905.pmd](http://www.Libro060905.pmd). Consultado el 28 de Julio del 2015.

Barrera, L. 2015. Diagnóstico de la contaminación ambiental. Consultado el 17 de junio del 2015. Disponible en: [www.reitec.es](http://www.reitec.es)

Marcial, R. 2011. Implicaciones del Cambio de Cobertura Vegetal y Uso de Suelo en los Servicios Ambientales Hidrológicos de la Comunidad de Capulálpam de Méndez. Tesis previo a la obtención del título de Licenciado

ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD (OMS). 2006. Guías para la calidad del agua potable. Primer Apéndice. Tercera Edición. Volumen 1. Consultado el 3 de agosto del 2015. Disponible en: <http://www.who.int>

Kramer, F. 2003. Educación Ambiental para el Desarrollo Sostenible. Editorial Los libros de la Catarata. pp 55 – 56. Consultado el 6 de agosto del 2015. Disponible en: <http://books.google.com>.

Jiménez, A. 2000. Instituto Tecnológico de Química y Materiales “Álvaro Alonso Barba”. Universidad Carlos III. Determinación de los parámetros físico-químicos de calidad de las aguas. Disponible en: <http://ocw.uc3m.es/ingenieria-quimica/ingenieria-ambiental/otros-recursos-1/ORF-001.pdf>

Fattorelli, S. y Fernández, P. 2011. Diseño Hidrológico. Consultado el 22 de junio del 2015. Disponible en: [www.ina.gov.ar/pdf](http://www.ina.gov.ar/pdf)

Calidad Ambiental, 2012. Estudio de Impacto Ambiental Ex – post. Fumigación área de la compañía AEROFAQ, Consultado el 9 de septiembre del 2015 Disponible en: [http://www.aerofaq.com/pdf/esia\\_expost\\_maria\\_isabel.pdf](http://www.aerofaq.com/pdf/esia_expost_maria_isabel.pdf)

De la Iglesia, A. 2013. Enfermedades profesionales subacuáticas. Consultado el 13 de septiembre del 2015. Disponible en: [www.msht.es](http://www.msht.es)

García, A. 2002. Caracterización físico químico. Consultado el 25 de septiembre del 2015. Disponible en: [www.repositorio.ueseik.edu.pe](http://www.repositorio.ueseik.edu.pe)

Pérez, M. 2002. Remoción de nitrógeno y fosforo en aguas residuales. Disponible en: [www.busde.org](http://www.busde.org)

Organismo de Fiscalización Ambiental (OEFA). 2014. Aguas residuales. Disponible en: [www.oefa.gob.pe](http://www.oefa.gob.pe)

**CAPÍTULO VII**  
**ANEXOS**

**Anexo 1. Criterios de Calidad admisibles para la preservación de la flora y fauna en aguas dulces, frías o cálidas, y en aguas marinas y de estuario.**

Parámetros	Expresados como	Unidad	Límite máximo permisible		
			Agua fría dulce	Agua cálida dulce	Agua marina y de estuario
Clorofenoles		mg/l	0,5	0,5	0,5
Bifenilos policlorados/PCBs	Concentración total de PCBs.	mg/l	0,001	0,001	0,001
Oxígeno Disuelto	O.D.	mg/l	No menor al 80% y no menor a 6 mg/l	No menor al 60% y no menor a 5 mg/l	No menor al 60% y no menor a 5 mg/l
Potencial de hidrógeno	pH		6, 5-9	6, 5-9	6, 5-9, 5
Sulfuro de hidrógeno ionizado	H <sub>2</sub> S	mg/l	0,0002	0,0002	0,0002
Amoniacaco	NH <sub>3</sub>	mg/l	0,02	0,02	0,4
Aluminio	Al	mg/l	0,1	0,1	1,5
Arsénico	As	mg/l	0,05	0,05	0,05
Bario	Ba	mg/l	1,0	1,0	1,0
Berilio	Be	mg/l	0,1	0,1	1,5
Boro	B	mg/l	0,75	0,75	5,0
Cadmio	Cd	mg/l	0,001	0,001	0,005
Cianuro Libre	CN <sup>-</sup>	mg/l	0,01	0,01	0,01
Zinc	Zn	mg/l	0,18	0,18	0,17
Cloro residual	Cl	mg/l	0,01	0,01	0,01
Estaño	Sn	mg/l			2,00

Cobalto	Co	mg/l	0,2	0,2	0,2
Plomo	Pb	mg/l			0,01
Cobre	Cu	mg/l	0,02	0,02	0,05
Cromo total	Cr	mg/l	0,05	0,05	0,05
Fenoles monohídricos	Expresado como fenoles	mg/l	0,001	0,001	0,001
Grasas y aceites	Sustancias solubles en hexano	mg/l	0,3	0,3	0,3
Hierro	Fe	mg/l	0,3	0,3	0,3
Hidrocarburos Totales de Petróleo	TPH	mg/l	0,5	0,5	0,5
Hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAPs)	Concentración total de HAPs	mg/l	0,0003	0,0003	0,0003
Manganeso	Mn	mg/l	0,1	0,1	0,1
Materia flotante	visible		Ausencia	Ausencia	Ausencia
Mercurio	Hg	mg/l	0,0002	0,0002	0,0001
Níquel	Ni	mg/l	0,025	0,025	0,1
Plaguicidas organoclorados totales	Concentración de organoclorados totales	µg/l	10,0	10,0	10,0
Plaguicidas organofosforados totales	Concentración de organofosforados totales	µg/l	10,0	10,0	10,0
Piretroides	Concentración de piretroides totales	mg/l	0,05	0,05	0,05
Plata	Ag	mg/l	0,01	0,01	0,005
Selenio	Se	mg/l	0,01	0,01	0,01

Tensoactivos	Sustancias activas al azul de metileno	mg/l	0,5	0,5	0,5
Temperatura	°C		Condiciones naturales + 3 Máxima 20	Condiciones naturales + 3 Máxima 32	Condiciones naturales + 3 Máxima 32
Coliformes Fecales	nmp/100 ml		200	200	200

**Fuente:** Texto Unificado De Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente.

## **Anexo 2. Criterios de calidad para aguas destinadas para fines recreativos.**

<b>Parámetros</b>	<b>Expresado como</b>	<b>Unidad</b>	<b>Límite máximo permisible</b>
Coliformes fecales	nmp por cada 100 ml		200
Coliformes totales	nmp por cada 100 ml		1 000
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	<b>visible</b>		<b>Ausencia</b>
Potencial de hidrógeno	pH		6,5 – 8,5
Metales y otras sustancias		mg/l	<b>cero</b>

<b>Parámetros</b>	<b>Expresado como</b>	<b>Unidad</b>	<b>Límite máximo permisible</b>
tóxicas			
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 petróleo	<b>visibles</b>		<b>Ausencia</b>
Tensoactivos	Sustancias activas al azul de metileno.	mg/l	0,5
Grasas y aceites	Sustancias solubles en hexano	mg/l	<b>0,3</b>
Transparencia de las aguas medidas con el disco secchi			Mínimo 2,0 m.
Relación hidrógeno, fósforo orgánico			15:1

**Fuete:** Texto Unificado De Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente

### Anexo 3. Evidencias fotográficas



**Foto 1.** Basura aguas arriba de la zona recreativa



**Foto 2.** Toma de muestra



**Foto 3.** Residuos en zona de recreación



**Foto 4.** Muestreo en zona recreativa



**Foto 5.** Muestreo en punto A



**Foto 6.** Muestreo en punto C

**Anexo 4. Modelo de entrevista para moradores y trabajadores aledaños al estero Maculillo.**

ENCUESTA

Fecha: *07/09/2015*

Nombre: *Carlos Sanchez Zambrano*

Provincia: ..... Cantón: .....

Encuesta para trabajadores y moradores aledaños al estero Maculillo

1. ¿Qué tipo de actividades considera usted que son las que más perjudican la calidad del agua del estero Maculillo?

Vertido de Aguas residuales  Vertido de basura  Contaminación por fumigación  Otros

2. ¿Conoce si hay descargas de aguas residuales aguas arriba del estero Maculillo? ¿Dónde?

SI  NO

..... *Galaxo Galo* .....

3. ¿Utiliza el agua del estero Maculillo para fines agrícolas como el riego de plantaciones?

SI  NO

4. ¿Utiliza el agua del estero Maculillo para lavar las bombas de fumigación?

SI  NO

5. ¿Ha notado si la vida acuática del estero Maculillo ha disminuido con el paso de los años? ¿Por qué cree usted?

SI  NO

..... *Contaminación de las aguas* .....

6. ¿Ha notado usted si se realizan actividades de pesca? ¿Qué técnicas utilizan?

SI  NO  *Escopetilla*

7. ¿Utiliza usted el estero Maculillo para uso recreativo? ¿Con qué frecuencia?

SI  NO

.....

8. ¿Utiliza usted el agua del estero Maculillo para alguna actividad doméstica? ¿Cuál?

SI  NO

9. ¿Ha sufrido usted alguna vez una enfermedad que pueda relacionarse con el uso de las aguas del estero Maculillo?

SI  NO

10. ¿Considera usted que deba realizarse actividades de recuperación o tratamiento de las aguas del estero Maculillo?

SI  No  No sabe

**Anexo 5. Modelo de entrevista para visitantes que hacen uso recreativo del estero Maculillo**

ENCUESTA

Fecha: 05/09/2015.....

Nombre: Luis Enrique Vera León

Provincia:..... Cantón: .....

Encuesta para visitantes que hacen uso recreativo del estero Maculillo

1. ¿Ha notado si en la época seca existe un crecimiento excesivo de lechuguines?

SI  NO

2. ¿Ha notado usted si el agua del estero emana malos olores?

SI  NO

3. ¿Ha notado usted si el agua del estero Maculillo se ha puesto turbia?

SI  NO

4. ¿Ha notado usted si hay personas que botan basura al estero Maculillo? ¿Qué tipo de desechos principalmente?

SI  NO

Basura plástica.....

5. ¿Usted ha presenciado personas que hagan uso del estero Maculillo para lavar ropa?

SI  NO

6. ¿Ha notado usted si se realizan actividades de pesca? ¿Qué técnicas utilizan?

SI  NO

7. ¿Conoce usted algún caso de alguna persona que haya sido afectado en la piel por bañarse en el estero Maculillo?

SI  NO

8. ¿Utiliza usted el agua del estero Maculillo para alguna actividad doméstica? ¿Cuál?

SI  NO

9. ¿Ha sufrido usted alguna vez una enfermedad que pueda relacionarse con el uso de las aguas del estero Maculillo?

SI  NO

10. ¿Considera usted que deba realizarse actividades de recuperación o tratamiento de las aguas del estero Maculillo?

SI  No  No sabe

## Anexo 6. Análisis de laboratorio

	<p style="text-align: center;"><b>INFORME DE ENSAYOS</b> No. 47806-1</p>	
---	--	--

### LARA MENDOZA EDGAR JEFFERSON

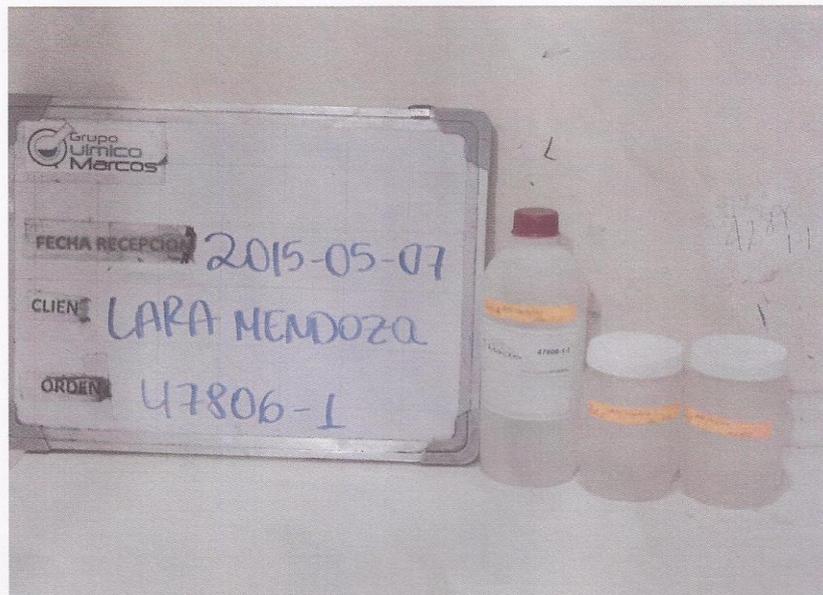
Representante Legal: LARA MENDOZA EDGAR JEFFERSON  
Quevedo-Cdla Guayacan  
Quevedo, Tel. 0981383082  
Atención: Ing. Edgar Lara  
Tipo de Industria

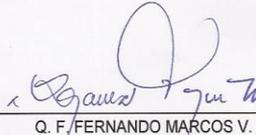
Guayaquil, 18 DE MAYO DEL 2015

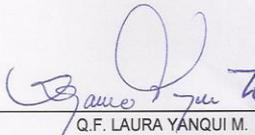
Fecha, Hora y lugar de Muestreo: 07/05/15 09:20 Quevedo  
Fecha y Hora de Recepción: 07/05/15 14:07  
Punto e Identificación de la Muestra: Punto A  
Norma Técnica de muestreo: N/A  
Matriz de la muestra: AGUA NATURAL RIO  
Muestreado por: LARA MENDOZA EDGAR JEFFERSON  
Muestreador: Cliente  
Tipo de Muestreo: No Aplica

GRUPO QUÍMICO MARCOS Cía. Ltda.  
LA AUSENCIA DE ESTE SELLO INVALIDA EL  
ORIGEN DEL INFORME DE RESULTADOS  
MC2201-08

### MEMORIA FOTOGRAFICA



  
Q.F. FERNANDO MARCOS V.  
Director Técnico

  
Q.F. LAURA YANQUI M.  
Coordinadora de calidad

Los resultados de este informe de ensayo solo son aplicables a las muestras analizadas.  
Este informe de ensayo no deberá reproducirse más que en su totalidad, con autorización escrita de G.Q.M.  
Las muestras serán retenidas por 7 días a partir de la fecha de entrega de resultados.

Parque Industrial California 2 Bloque D-41 Km. 11 1/2 vía a Daule  
Teléfonos 2-103390(2) / 2-103825(35) / 0998-286653  
www.grupoquimicomarcos.com  
Guayaquil - Ecuador

MC2201-08

**LARA MENDOZA EDGAR JEFFERSON**

Representante Legal: LARA MENDOZA EDGAR JEFFERSON

Quevedo-Cdla Guayacan

Quevedo, Tel. 0981383082

Atención: Ing. Edgar Lara

Tipo de Industria

Guayaquil, 18 DE MAYO DEL 2015

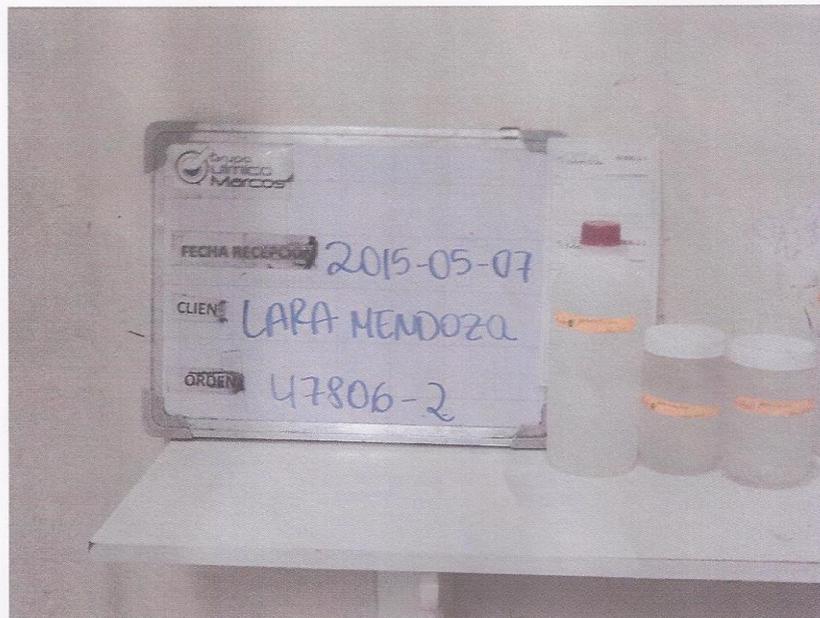
Fecha, Hora y lugar de Muestreo: 07/05/15 09:45 Quevedo  
 Fecha y Hora de Recepción: 07/05/15 14:07  
 Punto e Identificación de la Muestra: Punto B  
 Norma Técnica de muestreo: N/A  
 Matriz de la muestra: AGUA NATURAL RIO  
 Muestreado por: LARA MENDOZA EDGAR JEFFERSON  
 Muestreador: Cliente  
 Tipo de Muestreo: No Aplica

GRUPO QUÍMICO MARCOS Cía. Ltda.

LA AUSENCIA DE ESTE SELLO INVALIDA EL  
ORIGEN DEL INFORME DE RESULTADOS

MC2201-08

**MEMORIA FOTOGRAFICA**



  
 Q. F. FERNANDO MARCOS V.  
 Director Técnico

  
 Q.F. LAURA YANQUI M.  
 Coordinadora de calidad

Los resultados de este informe de ensayo solo son aplicables a las muestras analizadas.  
 Este informe de ensayo no deberá reproducirse más que en su totalidad, con autorización escrita de G.Q.M.  
 Las muestras serán retenidas por 7 días a partir de la fecha de entrega de resultados.

Parque Industrial California 2 Bloque D-41 Km. 11 1/2 vía a Daule  
 Teléfonos 2-103390(2) / 2-103825(35) / 0998-286653

www.grupoquimicomarcos.com  
 Guayaquil - Ecuador

MC2201-08

**LARA MENDOZA EDGAR JEFFERSON**

Representante Legal: LARA MENDOZA EDGAR JEFFERSON

Quevedo-Cdla Guayacan

Quevedo, Tel. 0981383082

Atención: Ing. Edgar Lara

Tipo de Industria

Guayaquil, 18 DE MAYO DEL 2015

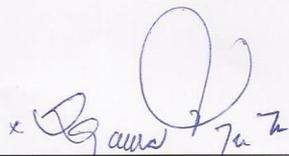
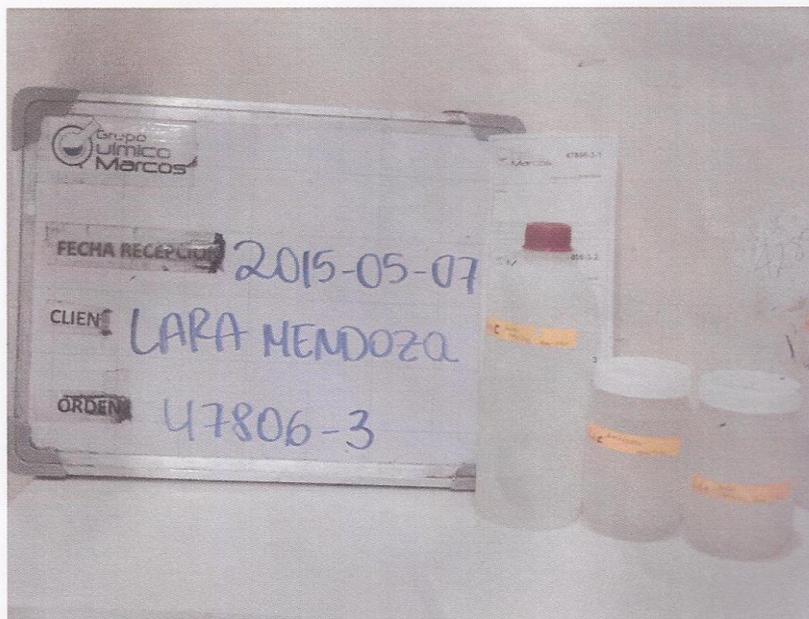
Fecha, Hora y lugar de Muestreo: 07/05/15 09:00 Quevedo  
Fecha y Hora de Recepción: 07/05/15 14:07  
Punto e Identificación de la Muestra: Punto C  
Norma Técnica de muestreo: N/A  
Matriz de la muestra: AGUA NATURAL RIO  
Muestreado por: LARA MENDOZA EDGAR JEFFERSON  
Muestreador: Cliente  
Tipo de Muestreo: No Aplica

GRUPO QUÍMICO MARCOS S.A. Ltda

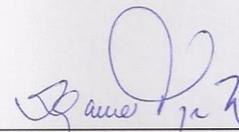
LA AUSENCIA DE ESTE SELLO INVALIDA EL  
ORIGEN DEL INFORME DE RESULTADOS

MC2201-08

**MEMORIA FOTOGRAFICA**



Q. F. FERNANDO MARCOS V.  
Director Técnico



Q.F. LAURA YANQUÍ M.  
Coordinadora de calidad

Los resultados de este informe de ensayo solo son aplicables a las muestras analizadas.  
Este informe de ensayo no deberá reproducirse más que en su totalidad, con autorización escrita de G.Q.M.  
Las muestras serán retenidas por 7 días a partir de la fecha de entrega de resultados.

Parque Industrial California 2 Bloque D-41 Km. 11 1/2 vía a Daule  
Teléfonos 2-103390(2) / 2-103825(35) / 0998-286653

www.grupoquimicomarcos.com  
Guayaquil - Ecuador

MC2201-08