



**PROYECTO DE INVESTIGACION  
UNIVERSIDAD LAICA  
“ ELOY ALFARO DE MANABI”**

***FACULTAD DE INGENIERIA INDUSTRIAL  
INGENIERIA EN ALIMENTOS  
PARALELO - JIPIJAPA***

**PREVIO A LA OBTENCION DEL TITULO DE:  
INGENIERIA EN ALIMENTOS**

**TEMA:**

**“ESTUDIO DE TIPOS DE TRATAMIENTOS BIOLÓGICOS EN EL  
AGUA RESIDUAL DE LA LAGUNA DE OXIDACIÓN, ESTACIÓN  
MIRAFLORES – MANTA”**

**AUTORA:**

**ARTEAGA PACHECO BETTY YLIANA**

**DIRECTOR DE TESIS  
ING. JAVIER REYES SOLÓRZANO**

**MANTA - MANABI- ECUADOR  
2014-2015**



**PROYECTO DE INVESTIGACION**  
**UNIVERSIDAD LAICA**  
**“ELOY ALFARO DE MANABI”**  
*FACULTAD DE INGENIERIA INDUSTRIAL*  
*INGENIERIA EN ALIMENTOS*

**TEMA:**

“ESTUDIO DE TIPOS DE TRATAMIENTOS BIOLÓGICOS EN EL AGUA RESIDUAL DE LA LAGUNA DE OXIDACIÓN, ESTACIÓN MIRAFLORES – MANTA”.

**Sometido a consideración del honorable tribunal de sustentación  
previo a la obtención del título de Ingenieros en alimentos.**

**APROBADO POR:**

---

**DECANO**

---

**DIRECTOR DE TESIS**

---

**JURADO EXAMINADOR**

---

**JURADO EXAMINADOR**

## AUTORIA

La autora de esta investigación, se responsabiliza del contenido, y además declarar que es un trabajo original e inédito, que no ha sido presentado para ningún grado o calificación profesional.

Mediante el presente documento cedo mis derechos de propiedad intelectual que correspondientes a este trabajo a la facultad de Ingeniería Industrial escuela de “ Ingeniería en Alimentos “ de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, según lo establecido por la ley de propiedad intelectual y su Reglamento.

## EGRESADA

---

ARTEAGA PACHECO BETTY YLIANA  
C.I. 130892348-9



## CERTIFICACION DEL TUTOR

En mi calidad de Director de Tesis certifico que la presente Proyecto titulado “ESTUDIO DE TIPOS DE TRATAMIENTOS BIOLÓGICOS EN EL AGUA RESIDUAL DE LA LAGUNA DE OXIDACIÓN ESTACIÓN MIRAFLORES - MANTA.” fue elaborada por la egresada **Arteaga Pacheco Betty Yliana** bajo mi dirección, orientación y supervisión, previo la obtención del título de Ingeniera en Alimentos de acuerdo al reglamento para la elaboración de tesis de grado DE TERCER NIVEL de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí.

---

Ing. Javier Reyes Solórzano  
Tutor de Tesis



**EL JURADO EXAMINADOR OTORGA A ESTE TRABAJO**

**LA NOTA DE..... EQUIVALENTE A.....**

\_\_\_\_\_  
**DECANO**

\_\_\_\_\_  
**DIRECTOR DE TESIS**

\_\_\_\_\_  
**JURADO**

\_\_\_\_\_  
**JURADO**

**Manta.....de.....de.....**

## **DEDICATORIA**

### **A DIOS TODOPODEROSO**

Por permitirme culminar con éxito el esfuerzo de todos estos años de estudio. Para Él mi agradecimiento infinito.

### **A MI MADRE:**

**Betty Pacheco Mendoza.**

Por ser el pilar fundamental en mi vida, por todo su esfuerzo y sacrificio, lo que hizo posible el triunfo profesional alcanzado. Para ella mi AMOR, OBEDIENCIA Y RESPETO.

### **A MI HIJA:**

**Valentina Arteaga Pacheco.**

Por ser lo más grande y valioso que Dios me ha regalado, quien es mi fuente de inspiración y la razón que me impulsa a salir adelante.  
Por ser una persona excepcional. Quien me ha brindado su apoyo incondicional y ha hecho tuyas mis preocupaciones y problemas. Gracias por tu amor, paciencia y comprensión.

### **A LA MEMORIA DE MI PADRE “Alfonso Arteaga”**

Por ser mi ANGEL DE LA GUARDA, que desde el Cielo está conmigo y que siempre recordaré, amaré y llevaré en mi corazón.  
Nunca te olvidaré.

### **.A MIS HERMANOS, FAMILIARES Y AMIGOS/AS.**

Que de una u otra forma me ayudaron y participaron para que lograra el presente éxito profesional. Gracias por sus palabras de aliento y fe en mí.

### **A LA UNIVERSIDAD Y A MIS CATEDRÁTICOS.**

Especialmente al Ing. Javier Reyes Solórzano Tutor de tesis, con afecto, respeto y admiración.

Yliana Arteaga Pacheco

## **AGRADECIMIENTO**

El presente trabajo de tesis en primera instancia me gustaría agradecerle a ti Dios por bendecirme para llegar hasta donde he llegado, porque hiciste realidad este sueño anhelado.

A la UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABI por darme la oportunidad de estudiar y ser una profesional.

A mi Catedrática de tesis, Ing. Leonor Vizuite Gaibor por su esfuerzo y dedicación, quien con sus conocimientos, su experiencia, su paciencia y su motivación ha logrado en mí que pueda terminar mis estudios con éxito.

También me gustaría agradecer a mis profesores durante toda mi carrera profesional porque todos han aportado con un granito de arena a mi formación, y en especial al Ing. Patricio Muñoz, Ing. Mercedes Baque e Ing. Mario López. Por sus exigencias y sus consejos, su enseñanza y más que todo por su amistad.

De igual manera agradecer a la Lcda. Isidra Lino secretaria del paralelo Jipijapa por su incondicional apoyo, mi tutor de Tesis de Grado Ing. Javier Reyes Solórzano y mi revisor final de Tesis Ing. Pablo Hidrovo por su visión crítica de muchos aspectos cotidianos de la vida, por su rectitud en su profesión como docente, por sus consejos, que ayudan a formarte como persona e investigador.

Y sin duda alguna al ser que es digno de mi admiración a mi madre Sra. Betty Pacheco, mis Hermanos Henry y Alex Arteaga y a mi gran amigo Fernando Montesdeoca, quienes me motivaron a iniciar mis estudios en esta hermosa carrera y me apoyaron durante mi formación profesional.

Son muchas las personas que han formado parte de mi vida profesional a las que les encantaría agradecerles su amistad, consejos, apoyo, ánimo y compañía en los momentos más difíciles de mi vida. Algunas están aquí conmigo y otras en mis recuerdos y en mi corazón, sin importar en donde estén quiero darles las gracias por formar parte de mí, por todo lo que me han brindado y por todas sus bendiciones.

Para ellos: Muchas gracias y que Dios los bendiga.

Yliana Arteaga Pacheco

# INDICE DE CONTENIDOS

PORTADA.....	I
APROBACION DEL TRIBUNAL DE GRADO .....	II
AUTORIA.....	III
CERTIFICACION DEL AUTOR.....	IV
NOTA DEL JURADO.....	V
DEDICATORIA.....	VI
AGRADECIMIENTO.....	VII
INDICE GENERAL.....	VIII
INDICE DE CUADROS.....	XIV
INDICE DE GRAFICOS.....	XVII
INDICE DE IMÁGENES.....	XVIII
INDICE DE ANEXOS.....	XVII
RESUMEN.....	XVIII
ABSTRACT.....	XIX



# INDICE GENERAL

## CAPÍTULO I

### 1.- ANTECEDENTE

1.1.-INTRODUCCION.....	1
1.2PROBLEMA.....	2
1.2.1.- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	2
1.2.2.- CONTEXTUALIZACION GENERAL DEL PROBLEMA.....	2
1.3.- ANALISIS CRÍTICO.....	2
1.4.-PROGNOSIS.....	2
1.5.- FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	3
1.5.1.- PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN.....	3
1.6.- DELIMITACIÓN.....	3
1.6.1.- DELIMITACIÓN TEMPORAL.....	3
1.6.2.-DELIMITACION ESPACIAL.....	3
1.7.- JUSTIFICACIÓN.....	3
1.8.-OBJETIVOS DEL ESTUDIO.....	4
1.8.1.-OBJETIVO GENERAL.....	4
1.8.2.- OBJETIVO ESPECÍFICO.....	4

## CAPÍTULO II

### 2 MARCO TEÓRICO

2.1.-ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS.....	5
2.2.- MISIÓN.....	6
2.3.- VISIÓN.....	7
2.4.- ORGANIGRAMA.....	7
2.5.- FUNDAMENTACIÓN TEORICA DEL PROYECTO.....	7
2.5.1.- MARCO TEÓRICO REFERENCIAL.....	7
2.6.- MARCO LEGAL.....	12
2.6.1.- LEGISLACIÓN DE REFERENCIA.....	13
2.7.- MARCO CONCEPTUAL.....	17
2.7.1.- AGUAS RESIDUALES.....	17
2.7.2.- CLASIFICACION DE AGUAS RESIDUALES .....	17

2.7.3.- AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS.....	17
2.7.4.- AGUAS NEGRAS.....	17
2.7.5.- AGUAS BLANCAS.....	18
2.7.6.- AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES.....	18
2.7.7.- AGUAS RESIDUALES ORGANICAS.....	18
2.7.8.- AGUAS RESIDUALES TOXICAS.....	18
2.7.9.- AGUAS RESIDUALES INERTES E INORGANICOS. ....	18
2.7.10.- AGUAS INFILTRACION .....	19
2.7.11.- AGUAS PLUVIALES.....	19
2.8.- CARACTERISTICAS DE LAS AGUAS RESIDUALES.....	19
2.8.1.- CARACTERISTICAS FISICAS.....	19
2.8.2.- SÓLIDOS TOTALES.....	19
2.8.3.- OLORES.....	20
2.8.4.-TEMPERATURA.....	20
2.8.5.-DENSIDAD.....	20
2.8.6.-COLOR.....	20
2.8.7.-TURBIEDAD.....	21
2.8.8.- CARACTERISTICAS QUIMICAS.....	21
2.8.9.- MATERIA ORGANICA.....	21
2.8.10.- DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO.....	21
2.8.11.- DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO: DQO.....	22
2.8.12.- BIODEGRADABILIDAD.....	22
2.8.14.- CARBOHIDRATOS.....	23
2.8.15.- PH.....	23
2.8.16.- ACIDO SULFHIDRICO.....	23
2.8.17.- ALCALINIDAD.....	24
2.8.18.- NITRÓGENO.....	24
2.8.19.- FÓSFORO.....	25
2.8.20.- GASES.....	25
2.8.21.- OXÍGENO DISUELTO.....	25
2.8.22.- METANO.....	26
2.9.- CARACTERÍSTICAS BIOLÓGICAS DE LAS AGUAS RESIDUALES.....	26
2.9.1.- MEDIO AMBIENTE.....	27
2.9.2.- CONTAMINACIÓN AMBIENTAL.....	28
2.9.3.- TIPOS DE CONTAMINACIÓN AMBIENTAL.....	28
2.9.4.- CONTAMINACIÓN QUÍMICA.....	28
2.9.6.- CONTAMINACIÓN BIOLÓGICA.....	28
2.9.7.- CONTAMINACIÓN DEL AIRE.....	28
2.9.8.- CONTAMINACIÓN DEL AGUA.....	29
2.9.9.- CONTAMINACIÓN DEL SUELO.....	29
2.9.10.- POTENCIAL.....	29
2.9.11.- FUNCIÓN.....	29

## CAPITULO III

### 3. DISEÑO EXPERIMENTAL

3.1.- VARIABLE INDEPENDIENTE.....	30
3.2.- VARIABLE DEPENDIENTE.....	30
3.3.- RESPUESTA EXPERIMENTAL.....	30
3.3.1.- ANALISIS FISICO QUIMICO Y MICROBIOLOGICO.....	30
3.4.- ANALISIS REALIZADOS.....	30
3.4.1.- CARACTERIZACIÓN DE AGUAS RESIDUALES DE LA LAGUNA DE OXIDACIÓN.....	31
3.4.2.- AGUA DE ENTRADA.....	31
3.4.3.- ANALISIS DE RESULTADOS DE LA ENTRADA.....	32
3.4.4.- AGUA EN PROCESO.....	33
3.4.5.- AGUA DE SALIDA.....	34
3.5.- MONITOREO DE LAS LAGUNAS DE OXIDACIÓN UBICADAS EN SAN JUAN DE MANTA.....	35
3.5.5.1.- EFICIENCIA GLOBAL DEL TRATAMIENTO.....	51
3.5.5.2.- EFICIENCIA PUNTUAL DEL TRATAMIENTO (LAGUNASANAEROBIAS).....	52
3.5.5.3.- EFICIENCIA PUNTUAL DEL TRATAMIENTO (LAGUNAS FACULTATIVAS).....	52
3.5.5.4.- INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS DE PARÁMETROS MEDIDOS IN-SITU.....	53
3.5.5.5.-INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS PARA EL REÚSO DEL AGUA TRATADA.....	58
3.5.5.6.- INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS DE PARÁMETROS DETERMINADOS EN LABORATORIO.....	67
3.5.5.7.- ANÁLISIS DEL POTENCIAL USO DEL AGUA COMO IRRIGACIÓN.....	68
3.5.5.8.- ANÁLISIS DE LA SALINIDAD DE LAS AGUAS.....	70
3.5.5.9.- ANÁLISIS DEL ÍNDICE DE CALIDAD DEL AGUA (WQI).....	71
3.6.- DIAGNOSTICO DE LA SITUACION ACTUAL.....	72
3.7.- UNIDAD EXPERIMENTAL E INSUMOS.....	73
3.8.- DISEÑO ESTADISTICO DEL ESTUDIO.....	74
POBLACIÓN Y TAMAÑO DONDE SE VA A DIRIGIR LA ENCUESTA.....	74
3.8.1.- DETERMINACION DEL TAMAÑO DE LA MUESTRA.....	74
3.9.- ENCUESTA Y TABULACION.....	102

## CAPITULO IV

### 4. TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES POR PROCESOS TRATAMIENTO CON BACTERIAS

4.1.- LAS BACTERIAS.....	115
4.1.1.- LAS BACTERIAS AERÓBICAS.....	115
4.1.2.- LAS BACTERIAS ANAEROBIAS.....	115
4.2.- CARACTERISTICAS DEL TRATAMIENTO.....	116
4.2.1. LAGUNAS ANAERÓBICAS.....	116
4.2.2.- LAGUNAS FACULTATIVAS.....	117
4.2.3.- CARGA CONTAMINANTE MUY ELEVADA A LA ENTRADA DE LAS LAGUNAS.....	119
4.2.4.- CARGA CONTAMINANTE DE AGUAS RESIDUALES EN PROCESO DE LAS LAGUNAS.....	120
4.3.- PROPUESTA DEL TRATAMIENTO BIOLÓGICO. ....	120
4.3.1.- ENTRADA DE AGUAS RESIDUALES:.....	122
4.3.2.- ESQUEMA ACTUAL Y VALORES DE EFICIENCIA DEL SISTEMA DE LAGUNAJE EN EL GAVILÁN.....	124
4.4.- IDENTIFICACIÓN DE PROBLEMAS DE CALIDAD.....	131
4.4.1.- CAUDAL MUY ELEVADO RESPECTO AL CAUDAL DE DISEÑO.....	131
4.4.2.- CARGA CONTAMINANTE MUY ELEVADA A LA ENTRADA DE LAS LAGUNAS.....	131
4.5. INVERSIÓN DEL TRATAMIENTO.....	132
4.5.1.- COSTO DE PRETRATAMIENTO.....	132
4.5.2.- COSTO DE MANTENIMIENTO.....	133
4.5.3.- COSTO DE OPERACIONES.....	133
4.5.4.- COSTOS GENERALES.....	133

## **CAPITULO V**

### **5.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

5.1.- CONCLUSION.....	134
5.2. RECOMENDACIÓN TECNICAS PARA MEJORAR.....	135
DEFINICIONES BASICAS Y GLOSARIO DE TERMINOS .....	154
BIBLIOGRAFÍA.....	156
BIBLIOGRAFÍA.....	156

## INDICE DE CUADROS

CUADRO 2.1. ORGANIGRAMA DE LA EMPRESA .....	7
CUADRO 2.2 LÍMITES DE DESCARGA AL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PÚBLICO.....	114
CUADRO 2.3 LÍMITES DE DESCARGA AL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PÚBLICO.....	16
CUADRO 2.4 CONCENTRACION DE MATERIA ORGANICA .....	22
CUADRO 2.5 CONCENTRACION A TEMPERATURA DEL AGUA .....	25
CUADRO 2.6 PARAMETROS Y METODOS DE ANALISIS MICROBIOLÓGICOS .....	26
CUADRO 3.1 CALIDAD DEL AGUA DE INGRESO A LAS LAGUNAS.....	32
CUADRO 3.2 CALIDAD DEL AGUA EN PROCESO LAGUNA.....	33
CUADRO 3.3 CALIDAD DEL AGUA EN SALIDA DE LAGUNA .....	34
CUADRO 3.4 CARACTERISTICAS DE OPERACIONES .....	35
CUADRO 3.5 RESUMEN DE RESULTADOS DE PARÁMETROS MONITOREADOS (16/09/14) .....	39
CUADRO 3.6 RESUMEN DE RESULTADOS DE PARÁMETROS MONITOREADOS (01/10/14) .....	42
CUADRO 3.7 RESUMEN DE RESULTADOS DE PARÁMETROS MONITOREADOS (16/03/15) .....	45
CUADRO 3.8 RESUMEN DE RESULTADOS DE PARÁMETROS MONITOREADOS (25/03/15) .....	48
CUADRO 3.9 PORCENTAJE DE REMOCIÓN .....	50
CUADRO 3.10 ANÁLISIS DE LA REMOCIÓN.....	50
CUADRO 3.11 ANÁLISIS DE LA REMOCIÓN (1-OCT-2014).....	51
CUADRO 3.12 ANÁLISIS DE LA REMOCIÓN (25-MAR-2015).....	51
CUADRO 3.13 CALIDAD AMBIENTAL .....	67
CUADRO 3.14 ECUACION DE PARÁMETROS.....	69
CUADRO 3.15 CALIDAD DEL AGUA PARA IRRIGACIÓN.....	69
CUADRO 3.16 CALCULO DE CLORUROS .....	70
CUADRO 3.17 PORCENTAJE DE SALINIDAD .....	71
CUADRO 3.18 CALIDAD DEL AGUA .....	71
CUADRO 3.19 RESULTADOS DE CALIDAD DEL AGUA .....	72
CUADRO 3.20 MATERIALES Y EQUIPOS.....	73
CUADRO 4.1 SUBPRODUCTOS.....	117
CUADRO 4.2 COMPUESTOS.....	117
CUADRO 4.3 CARGAS CONTAMINANTES.....	120
CUADRO 4.4 CIRCUITOS LAGUNA ANAERÓBICA AA-1 .....	125
CUADRO 4.5 CIRCUITOS LAGUNA FACULTATIVA AF-1.....	125
CUADRO 4.6 CIRCUITOS LAGUNA FACULTATIVA AF-4.....	126
CUADRO 4.7 CIRCUITOS LAGUNA ANAERÓBICA AB-2 .....	128
CUADRO 4.8 CIRCUITOS LAGUNA FACULTATIVA BF-2.....	128
CUADRO 4.9 CIRCUITOS LAGUNA FACULTATIVA BF-3.....	129
CUADRO 4.10 COSTO PRETRATAMIENTO .....	132
CUADRO 4.11 COSTO OPERACIONALES.....	133

## INDICE DE GRAFICOS

GRÁFICO 3.1 OXIGENO DISUELTO .....	54
GRÁFICO 3.2 PH.....	55
GRÁFICO 3.3 CONDUCTIVIDAD .....	56
GRÁFICO 3.4 TEMPERATURA .....	57
GRÁFICO 3.5 DEMANDA BIOLÓGICA DE OXIGENO.....	58
GRÁFICO 3.6 DEMANDA QUÍMICA DE OXIGENO.....	59
GRÁFICO 3.7 ALCALINIDAD.....	59
GRÁFICO 3.8 DUREZA .....	60
GRÁFICO 3.9 ACEITES Y GRASAS.....	60
GRÁFICO 3.10 CLORUROS.....	61
GRÁFICO 3.11 AMONIO .....	61
GRÁFICO 3.12 NITRATOS .....	62
GRÁFICO 3.13 NITRITOS.....	62
GRÁFICO 3.14 SULFATOS .....	63
GRÁFICO 3.15 BORO .....	63
GRÁFICO 3.16 SÓLIDOS TOTALES.....	64
GRÁFICO 3.17 SÓLIDOS DISUELTOS.....	64
GRÁFICO 3.18 SÓLIDOS SUSPENDIDOS .....	65
GRÁFICO 3.19 COLIFORMES TOTALES .....	65
GRÁFICO 3.20 COLIFORMES FECALES .....	66
GRÁFICO 3.21 VARIACIÓN POR FECHA DEL RAS A LA SALIDA DEL SISTEMA DE LAGUNAJE.....	69
GRÁFICO 3.22 VARIACIÓN POR FECHA DE LA SALINIDAD A LA SALIDA DEL SISTEMA DE LAGUNAJE. ....	71
GRÁFICO 3.23 VARIACIÓN POR FECHA DEL ÍNDICE DE CALIDAD DEL AGUA A LA SALIDA DEL SISTEMA DE LAGUNAJE. ....	72
GRÁFICO 4.1 LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN DE AGUAS RESIDUALES EL GAVILÁN .....	121
GRÁFICO 4.2 LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN DE AGUAS RESIDUALES EL GAVILÁN .....	124
GRÁFICO 5.1 VARIACIÓN HORARIA DEL OXÍGENO DISUELTO TANTO A LA ENTRADA COMO A LA SALIDA DEL SISTEMA DE LAGUNAS. ....	147
GRÁFICO 5.2 VARIACIÓN HORARIA DEL OXÍGENO DISUELTO TANTO EN LAS LAGUNAS ANAEROBIAS 1 Y 2, COMO EN LAS LAGUNAS FACULTATIVAS 1 Y 2.....	148
GRÁFICO 5.3 VARIACIÓN HORARIA DE LA TEMPERATURA TANTO A LA ENTRADA COMO A LA SALIDA DEL SISTEMA DE LAGUNAS.....	148
GRÁFICO 5.4 VARIACIÓN HORARIA DE LA TEMPERATURA EN LAS LAGUNAS ANAEROBIAS 1 Y 2, COMO EN LAS LAGUNAS FACULTATIVAS 1 Y 2. ....	149
GRÁFICO 5.5 VARIACIÓN HORARIA DEL PH TANTO A LA ENTRADA COMO A LA SALIDA DEL SISTEMA DE LAGUNAS. ....	151

<b>GRÁFICO 5.6 VARIACIÓN HORARIA DEL PH TANTO EN LAS LAGUNAS ANAEROBIAS 1 Y 2, COMO EN LAS LAGUNAS FACULTATIVAS 1 Y 2 ....</b>	<b>152</b>
<b>GRÁFICO 5.7 VARIACIÓN HORARIA DE LA CONDUCTIVIDAD TANTO A LA ENTRADA COMO A LA SALIDA DEL SISTEMA DE LAGUNAS. ....</b>	<b>153</b>
<b>GRÁFICO 5.8 VARIACIÓN HORARIA DE LA CONDUCTIVIDAD TANTO EN LAS LAGUNAS ANAEROBIAS 1 Y 2, COMO EN LAS LAGUNAS FACULTATIVAS 1 Y 2.....</b>	<b>154</b>



## **INDICE DE IMAGENES**

<b>IMAGEN 3.1 TOMA DE MUESTRA ENTRADA LAGUNA .....</b>	<b>31</b>
<b>IMAGEN 3.2 LOCALIZACIÓN DE LAS LAGUNAS DE OXIDACIÓN .....</b>	<b>37</b>
<b>IMAGEN 4.1 ENTRADA DE AGUAS RESIDUALES .....</b>	<b>122</b>
<b>IMAGEN 4.2 COLORACIÓN ROJIZA EN TODA LA UNIDAD .....</b>	<b>127</b>
<b>IMAGEN 4.3 CONSERVACIÓN DE COLORACIÓN A LA SALIDA .....</b>	<b>129</b>
<b>IMAGEN 4.4 LAGUNA CON TRABAJO ADECUADO.....</b>	<b>130</b>
<b>IMAGEN 4.5 A LA SALIDA SE MANTIENE CLARA.....</b>	<b>130</b>
<b>IMAGEN 5.1 IMÁGENES TOMADAS DEL SISTEMA DE LAGUNAS DE OXIDACIÓN DE MANTA.....</b>	<b>142</b>
<b>IMAGEN 5.2 SALIDA:.....</b>	<b>143</b>
<b>IMAGEN 5.3 LAGUNAS ANAEROBIAS.....</b>	<b>145</b>
<b>IMAGEN 5.4 LAGUNA FACULTATIVAS.....</b>	<b>145</b>
<b>IMAGEN 5.5 SISTEMA DE RECOLECCIÓN DE AGUA ESTACIÓN MIRAFLORES.....</b>	<b>146</b>
<b>IMAGEN 5.6 ENTRADA Y SALIDAS DE AGUA RESIDUAL A LA LAGUNA DE OXIDACIÓN SIN REJILLA .....</b>	<b>144</b>
<b>IMAGEN 5.7 AGUA EN LA LAGUNA DE OXIDACIÓN.....</b>	<b>147</b>
<b>IMAGEN 5.8 AGUA CON TRATAMIENTO CON FÓCULOS FORMADOS ..</b>	<b>148</b>
<b>IMAGEN 5.9 AGUA EN RESERVORIO LISTA PARA SER DECANTADA SIN EFECTO POSITIVO .....</b>	<b>149</b>
<b>IMAGEN 5.10 AGUAS EN PROCESO DE DECANTACIÓN CON TRATAMIENTO FALLIDO .....</b>	<b>146</b>

## **INDICE DE ANEXOS**

<b>ANEXO 5.1 CRITERIO DE CALIDAD AMBIENTAL DEL TEXTO UNIFICADO DE LEGALIZACIÓN AMBIENTAL VIGENTE QUE APLICA EL PROYECTO.....</b>	<b>145</b>
<b>ANEXO 5.2 FIGURA DE LAS DISTINTAS MEDICIONES IN-SITU REALIZADAS EN EL SISTEMA DE LAGUNAJE DE LA CIUDAD DE MANTA.....</b>	<b>150</b>

## RESUMEN

**TEMA: “ESTUDIO DE TIPOS DE TRATAMIENTOS BIOLÓGICOS EN EL AGUA RESIDUAL DE LA LAGUNA DE OXIDACIÓN ESTACIÓN MIRAFLORES - MANTA”**

La presente investigación: “ESTUDIO DE TIPOS DE TRATAMIENTOS BIOLÓGICOS EN EL AGUA RESIDUAL DE LA LAGUNA DE OXIDACIÓN ESTACIÓN MIRAFLORES - MANTA”.

En el cual se realizó el uso del método analítico, deductivo, documental y descriptivo, que son los que ayudaron a determinar la hipótesis y sus respectivas variables, fundamentales para determinar la importancia de los análisis a las aguas residuales de la laguna de oxidación y estación Miraflores y la administración del tratamiento biológico.

El desarrollo y elaboración del tratamiento se efectuó en laboratorios de la ESPOL. Siguiendo procedimientos y normas necesarias y en vigencia con el uso de envases ámbar, mandiles guantes y todo lo necesario como lo dice las normas HACCP.

El estudio realizado a las muestras de la Est. Miraflores y Laguna de Oxidación de aguas residuales a las entradas de los mencionados afluentes arrojaron los siguientes resultados.

El tratamiento a biológico tiene la finalidad realizar procedimiento en el agua residual con el objetivo de reutilizarlas en el riego del suelo (áreas verdes) y reducir el impacto medio ambiental.

El tratamiento es de vital importancia ya que viabilizamos a minimizar la contaminación ambiental que se está desencadenando involuntariamente.

Es recomendable que la EPAM continúe con el control de las aguas ya tratadas con la finalidad de garantizar la calidad del agua y evitar en lo posterior inconvenientes con el tratamiento biológico aplicado.

## **ABSTRACT**

**TOPIC: "STUDY OF TYPES OF TREATMENTS BIOLOGICAL WASTEWATER IN THE SECTOR Miraflores oxidation pond - MANTA"**

This research study "TYPES OF TREATMENT STUDY ON BIOLOGICAL WASTEWATER OF THE SECTOR Miraflores oxidation pond - MANTA".

In which made use of the analytical, deductive, documentary and descriptive method, which are those that helped determine their respective assumptions and variables are fundamental to determine the importance of the analysis of wastewater oxidation pond and Miraflores station management and biological treatment.

The development and production of treatment was carried out in laboratories the ESPOL. Following procedures and rules necessary and effective with the use of amber bottles, gloves, aprons and everything you need as stated in the HACCP standards.

The biological treatment is intended to perform the procedure in the wastewater in order to reuse soil irrigation (green areas) and reducing environmental impact.

The treatment is of vital importance since viabilizamos to minimize environmental pollution that is triggering involuntarily.

It is recommended that the EPAM continue to control water and treated in order to ensure water quality and avoid further inconveniences in the applied biological treatment.

# CAPÍTULO I

## 1.- ANTECEDENTES

### 1.1.- INTRODUCCIÓN

La presente investigación está enfocada al tratamiento biológico del agua residual de la laguna de oxidación, estación Miraflores de la ciudad de Manta, cuyas aguas son causas de contaminación de playas, ríos y barrios de la ciudad de Manta

Las grandes concentraciones urbanas e industriales son productoras de una cantidad tal de residuos – sólidos, líquidos y gaseosos – que el medio natural es incapaz de asimilar, generándose una contaminación creciente, los resultados del cual todos conocemos bien. Años atrás la mayor dispersión de la población impedía la existencia de este problema.

La solución es una modificación de los elementos físicos, químicos o biológicos del agua, provocada por descargas de productos líquidos, gaseosos o sólidos, en las aguas superficiales o subterráneas, convirtiéndolas en peligrosas o nocivas para la salud pública, la seguridad o la prosperidad de la población. En el presente estudio se determinó las causas están influyendo o incidiendo sobre la contaminación ambiental que está soportando la ciudad de Manta, concretamente debido a la calidad de las aguas residuales que se vierten al alcantarillado, así como también posiblemente a la calidad de las aguas que salen de las lagunas de oxidación aparentemente depuradas o con depuración incompleta.

La importancia de la investigación radica en el impacto ambiental al que está expuesta la ciudad entera por el sistema de descargas de las aguas residuales, al encontrarse almacenada en laguna, estación Miraflores-Manta que la hace vulnerables debido a que el ambiente ya está alterado.

El estudio de impacto ambiental es tomado en cuenta de manera primordial en la toma de decisiones en todo lo relacionado en el proyecto planteado.

El exceso de contaminantes tóxicos en el agua y la contaminación en la tierra o lodo de la planta de tratamiento es una de las desventajas que no permite hacer posible la eliminación de los tóxicos peligrosos con facilidad. Los contaminantes tóxicos son los causantes de los olores nauseabundos, de molestias en los ríos, playas de la ciudad y a los ciudadanos que circulan y habitan por el sector del Miraflores.

La presente investigación contribuye de alguna manera a la minimización de la contaminación ambiental por aguas residuales de la laguna de oxidación y estación Miraflores de la EPAM, a través de una exploración de un tratamiento a base de bacterias que sea indeterminadamente económica sin perder su efectividad, y sin alejarlo del proceso convencional que se está usando en la EPAM, sin consumir las grandes cantidades de bacterias y por ende que ayudó a la minimización del impacto ambiental. Para este propósito se realizó estudio de los tipos de tratamientos biológicos en el agua residual de la laguna de oxidación, estación Miraflores – Manta que sean apropiados con la finalidad de obtener adelantos tecnológicos, que consistió en un tratamiento primario, previamente al proyecto planteado, con el propósito atenuar los contaminantes del medio ambiente.

## **1.2.- PROBLEMA**

### **1.2.1.- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

### **1.2.2.- CONTEXTUALIZACION GENERAL DEL PROBLEMA**

La contaminación ambiental de las aguas residuales de la laguna de oxidación, y la estación de Miraflores de la ciudad de Manta, se observa que ha ido en aumento día a día, debido al aumento de población y empresas en la ciudad, y con esto el aumento de la contaminación ambiental que cada vez es más notoria en las instalaciones de la laguna de Oxidación de la empresa de aguas públicas de Manta.

Normalmente cuentan con sistema recolección de aguas residuales tratadas, los controles y tratamientos se realiza diariamente, para luego realizar las descargas al rio y al mar, con los reboses de las mismas y unido a los factores climáticos causando malestares y desencadenando la contaminación ambiental que está afectando notoriamente a la moradores del barrio Miraflores al rio, mares y a su vez al medio ambiente.

De continuar con esta problemática en unos 2 o 7 años existirá más porcentaje de problemas de contaminación en el suelo, ríos y los mares, desencadenando consigo daños colaterales brotes virales y bacteriológicos de los moradores del Barrio Miraflores y muchos sectores más de la ciudad de Manta.

## **1.3.- ANALISIS CRÍTICO**

El estudio de tipos de tratamientos biológicos en el agua residual de la laguna de oxidación, estación Miraflores – Manta, sería de gran importancia debido a que las aguas residuales son descargadas al rio Manta y estas a su vez al mar sin tener un tratamiento apropiado, este sistema está provocando una contaminación ambiental y daños ecológicos al rio, mares y a su vez a la población.

Dentro de los estudios de las aguas residuales se pudo verificar que por medio del sistema de alcantarillado también se descarga aguas residuales de las fábricas de la ciudad especialmente las fabricas pesqueras que hay en mayor número en la ciudad de Manta, cuyos desechos contienen mayor concentración de varios químicos con mayor número de contaminantes peligrosos.

## **1.4.-PROGNOSIS**

Al no llegar a realizarse el tratamiento a las aguas residuales de la laguna de oxidación, estación de Miraflores de la Ciudad de Manta, estas aguas continuaran contaminando el rio y el mar y provocaran un daño ecológico irremediable, también afectará a la población así como al suelo.

## **1.5.- FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

¿Cuál es el grado de la contaminación ambiental que está afectando al sector de Miraflores y a la ciudad de Manta, debido a la laguna de oxidación?

### **1.5.1.- PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN**

¿Cuál es el grado de contaminación que afecta a los ríos y las playas la ciudad de manta por la laguna de oxidación?

¿Se estarán dando análisis de control apropiado de aguas residuales almacenadas en la laguna de oxidación, estación Miraflores - Manta?

¿Se estará realizando el almacenamiento y tratamientos apropiado de aguas residuales para evitar una contaminación ambiental y de la población de manta?

## **1.6.- DELIMITACIÓN**

### **1.6.1.- DELIMITACIÓN TEMPORAL**

Para llevar a cabo el estudio se realizaron tabulaciones de encuestas datos recopilados con los moradores y facilitados por la empresa Publicas aguas Manta, se desarrollaron entre los meses de Septiembre del 2014 a Marzo del 2015, y realizo la representación de los datos con la mayor aproximación y veracidad del caso.

### **1.6.2.-DELIMITACION ESPACIAL**

El presente estudio de investigación, se lo realizo en la población de la Ciudad de Manta de la provincia de Manabí.

Este proyecto tuvo estudios de campo los mismos que fueron realizados en el sector antes mencionado, específicamente en la laguna de Oxidación, estación Miraflores-Manta.

## **1.7.- JUSTIFICACIÓN**

(M.I.Aguilar, 2002)INDICA QUE: “las aguas residuales son consideradas dispersiones debido a la gran cantidad de impurezas que contienen en su otro seno, estas impurezas varían de tamaño en un rango que oscila entre  $10^{-8}$  cm para sustancias solubles y  $10^{-2}$  cm para la materia en suspensión. La separación de gran parte de las impurezas tiene lugar por sedimentación. Sin embargo tiene lugar por sedimentación, sin embargo, debido a que muchas de estas son demasiado pequeñas para obtener un proceso de eliminación eficiente mediante esta operación, es preciso llevar acabo la unión de estas partículas en agregados de mayor tamaño y más fácilmente decantables con el fin de obtener una separación satisfactoria por sedimentación. Este proceso de formación de agregados recibe el nombre de genérico de coagulación”. (p.97).

Este proyecto de investigación se aplicó con el tratamiento a base de bacterias a las aguas residuales de la laguna de oxidación de la EPAM de la ciudad de Manta, analizó y resolvió los siguientes problemas:

- ✓ Conoció el grado de contaminación que está afectando las playas y ríos de la ciudad.
- ✓ Determino los análisis de control apropiado a las aguas residuales.
- ✓ Realizo el almacenamiento apropiado de las aguas residuales y disminuyo la contaminación ambiental.

Fue de gran utilidad para la disminución el impacto ambiental con los estudios y tratamiento analizados ayudó a la población de la ciudad de manta con un sistema de reutilización que fue destinado a el regio de las áreas verdes y cultivos de la misma ciudad, las aguas aportaron con nutrientes y la disminución de la contaminación ambiental y a la comunidad en general.

Con este nuevo sistema que implementaremos en este proyecto tiene una afectación positiva tanto a nivel social como a nivel ambiental, debido a que la comunidad se ha visto afectada constantemente por los malos olores emitidos, ocasionadas por las aguas residuales que se descargan con frecuencia en la laguna de oxidación.

Lo que generará un notable mejoramiento tanto en el aspecto social ya que se mejorará la calidad de vida de las personas; así como también, la calidad del ambiente al mitigar la contaminación ambiental.

## **1.8.-OBJETIVOS DEL ESTUDIO**

### **1.8.1.-OBJETIVO GENERAL**

- ✓ Realizar el tratamiento de las aguas residuales de la laguna de oxidación de Miraflores utilizando distintos tratamientos biológicos.

### **1.8.2.- OBJETIVO ESPECÍFICO**

- ✓ Detectar las principales fuentes de impacto ambiental de las aguas residuales de las lagunas de oxidación de la EPAM
- ✓ Aplicar el tratamiento biológico a las aguas residuales y contaminadas de la EPAM en la ciudad de Manta que vierte la laguna de oxidación y que a su vez causa contaminación ambiental.
- ✓ Evaluar con pruebas pilotos el tratamiento biológico de las aguas residuales para reutilizar de la empresa aguas públicas de la ciudad de manta en el riego de áreas verdes de la ciudad.
- ✓ Realizar la evaluación económica del proyecto, para establecer los beneficios económicos y Ambientales del Proyecto

## **CAPÍTULO II**

### **2 MARCO TEÓRICO**

#### **2.1.-ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS**

##### **HISTORIA DE LA EMPRESA**

El origen de lo que es hoy la empresa de agua potable y alcantarillado de Manta, se remonta 56 años atrás, tiempo durante el cual, pese a sus falencias, esta institución, incomprendida y tantas veces cuestionada, no ha dejado de contribuir al desarrollo de esta ciudad

Su trayectoria se inicia allá por el año de 1949, cuando Manta, imbuido de la fuerza que la razón, cuando se trata de defender sus derechos, ante las crecientes necesidades de contar con una adecuada provisión de líquido vital, emprendió la lucha que culminó con la creación de una junta de agua potable, contando con el apoyo de la representación política que en aquella época tenía Manabí ante el Congreso Nacional. Fue así como el diputado Alfredo Escobar presentó un proyecto de ley para conseguir la provisión de agua potable, exclusivamente para Manta.

##### **JUNTA DE AGUA POTABLE**

Aprobado el proyecto del congreso, el Presidente de la República, Galo Plaza Lasso, firma el Ejecutivo el 16 de noviembre de 1949, convirtiéndose en ley el 29 de ese mismo mes y año, con la publicación en el registro oficial No. 375, siendo el primer presidente de la junta, el Sr. Federico Reyes.

Lamentablemente, las rentas creadas para financiar la junta, fueron arrebatadas con la creación del Centro de Rehabilitación de Manabí; posteriormente, ante la protesta mantense por la falta de financiamiento de dicha junta, el entonces presidente de la República, Dr. Otto Arosemena Gómez, mediante derecho emergente de ley, publicado en el Reg. Oficial No. 370, del 31 de enero de 1970, repuso los fondos, pero adscribió la junta al CRM, desapareciendo la misma más tarde por Derecho Dictatorial No.182, del Presidente de la república, Dr. Velasco Ibarra, mediante el cual se suprimieron las juntas de Agua Potable y

Alcantarillado de esa época, a partir del 5 de agosto de 1970, publicándose dicho decreto en el Reg. Oficial No.34, del 7 de agosto de ese mismo año, entregándole la administración de agua, al concejo Cantonal de Manta.

##### **EMPRESA MUNICIPAL DE AGUA POTABLE**

Al asumir las funciones de la junta de Agua Potable, la Municipalidad de Manta, bajo la Presidencia del Sr. José Camacho Miranda. Expide la Ordenanza Constitutiva de la Empresa Municipal de Agua Potable de Manta, con fecha 2 de Septiembre de 1970. Mas tarde, con el afán de ampliar su cobertura y buscar una mejor aplicación del servicio de alcantarillado sanitario y pluvial, el 19 de agosto de 1977, el consejo cantonal precedido por el Sr. Alberto Santana Vences, Dicha su Ordenanza Sustitutiva de la creación de la empresa Municipal de Agua, dándole



potestad también para el manejo de alcantarillado, por lo cual se crea la empresa municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Manta, EMAPAM, Contando para su financiamiento, con asignaciones del estado, a más de los recursos generados por la venta de los servicios a su cargo.

En la década de los 90, mientras las exigencias ciudadanas crecían, los servicios de dotación de agua potable y recolección de aguas servidas administrados por la AMAPAM, se volvían cada vez más deficientes como consecuencia del manejo político de la institución, descuidándose por parte de los administradores de turno, la atención técnica de los sistemas.

## EMPRESA DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DE MANTA

Fue así que las Cámaras de la producción de Manta, toman parte en la gestión de este objetivo, presentando un proyecto de ley para la creación de una Empresa Autónoma, si la injerencia municipal directa e involucrando la participación de los sectores productivos locales, en la conformación de su nuevo esquema directriz.

Este Proyecto, Patrocinado por el socialcristianismo, fue aprobado por el Congreso Nacional, el 24 de noviembre de 1994, y sancionado por el presidente de la república, Arq. Sixto Duran Ballen, con fecha 7 de diciembre de ese mismo año, convirtiéndose en la ley de la república con su publicación en el Registro Oficial No.594, del 21 diciembre de 1994 (Ley 075, Anexo 1), naciendo de esta manera lo que hoy es “EMPRESA DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DE MANTA” (EAPAM).

Sin embargo, la fuerte oposición Municipal de aquella época, impidió que el nuevo régimen administrativo, tomara posesión de la empresa en forma inmediata, sino hasta el 5 de junio de 1995 en que se concretó esta transición con el apoyo decidido de los trabajadores de la institución.

## LAGUNA DE OXIDACION.

Las lagunas fueron construidas en el año 1970 y proyectadas hasta el año 2000 con un caudal de diseño de aproximadamente de 20000m<sup>3</sup>, actualmente recibe alrededor de 35000m<sup>3</sup>, esto induce una sobrecarga de 150 %, lo cual evidentemente provoca un esfuerzo muy grande en el trabajo de los microorganismos.

En los últimos años la carga contaminante se ha elevado en base a las descargas al alcantarillado público de las aguas residuales de varias industrias, entre ellas tenemos: No existe oxigenación en las lagunas facultativas grandes o de maduración

## 2.2.- MISIÓN

Somos una empresa de servicio público que contribuye a mejorar las condiciones básicas de vida y salud de la población, a través de la prestación de los servicios de abastecimiento de agua potable; y, la recolección y disposición final de las aguas servidas en el cantón de Manta.

## 2.3.- VISIÓN

Ser una empresa líder en la región, que satisface a sus clientes mediante servicios públicos eficientes y autosustentables, que trabaja con responsabilidad social, ambiental, transparencia, participación ciudadana y compromiso de su recurso humano

## 2.4.- ORGANIGRAMA

**Cuadro 2.1.**  
*Organigrama de la empresa*



*Fuente:* (EPAM, 2015)

## 2.5.- FUNDAMENTACIÓN TEORICA DEL PROYECTO

### 2.5.1.- MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

(C.A.Cutimbo.t, 2012)SEÑALA QUE: “El peligro más común con relación al agua de consumo humano es el de su contaminación, directa o indirectamente, debido a la acción de aguas residuales, excretas de hombres y animales, además de factores fisicoquímicos y ambientales. El presente trabajo tuvo como objetivo determinar la calidad bacteriológica de las aguas subterráneas usadas para el consumo humano en los centros poblados de La Yarada y Los Palos”. (p.115).

El presente proyecto investigativo destaca el estudio sobre el peligro de las aguas residuales en relación a la contaminación que se presentó en diferentes factores como físicos, químico y ambientales, de esta manera se pudo determinar la calidad del agua y analizar el grado de contaminación que afecta al ambiente, el objetivo de este proyecto tuvo relación con la investigación que ejecutamos y determinó el proceso adecuado para el agua residual recolectadas de la laguna de oxidación de la EPAM.

(M.Borja.B, 2011) EN SU PROYECTO INDICA QUE: “El estudio de un tratamiento de aguas residuales se inicia por una caracterización física química y microbiológica de las mismas y un análisis del inventario de vertidos y de su posible reducción; así como también del potencial reciclado de aguas después de su depuración. Una depuración suficiente puede significar la reutilización de diferentes volúmenes de

agua y el correspondiente ahorro en el consumo. Las aguas residuales traen problemas al ambiente y por ende a la salud debido a que contienen gran cantidad de materia orgánica, microorganismos patógenos, metales pesados, sólidos en suspensión, sólidos volátiles; y, otros que sin su debido tratamiento pueden agravar al ecosistema y a la vida en sí. Motivados por esta problemática social y ambiental se decidió realizar el Diseño de una Planta de Tratamiento para aguas residuales del Cantón Guaranda, con el firme propósito de mitigar el impacto ambiental que actualmente está generando la descarga de aguas sin un previo tratamiento. El agua residual del Cantón Guaranda no es apta para ser descargada al cuerpo de agua receptor, por lo que necesita de un sistema de tratamiento que permita darle una adecuada y eficaz depuración”. (p.117).

Lo que resalta en el presente estudio investigativo de tratamiento de aguas residuales, es la caracterización físico Química y Microbiológico, realizando la depuración y separación de los sólidos en suspensión, metales pesados y solidos volátiles entre otros.

En mi proyecto aporta al proceso de depuración de esta manera se pudo dar uso deseado de las aguas sin afectar al ecosistema y vida de la población y pudo disminuir la contaminación ambiental.

(E.F.Mayo, 2010) EN SU ESTUDIO INDICA QUE: “El tratamiento de aguas residuales, es un proceso de tratamiento que incorpora transformaciones físicas, químicas y biológicas, con el objeto de tratar y remover los contaminantes físicos, químicos y biológicos del agua, efluente del uso humano. El objetivo del tratamiento es producir agua ya limpia o reutilizable en el ambiente y un residuo sólido o fango que puede utilizarse para diversos y diferentes propósitos. Las aguas residuales están constituidas fundamentalmente por las aguas de abastecimiento después de haber pasado por las diversas actividades o usos por parte de la población y son generadas por residencias, instituciones y locales comerciales e industriales. Esto puede ser tratado dentro del sitio en el cual es generado o recogido y llevado mediante una red de tuberías y eventualmente bombas a una planta de tratamiento local. Los esfuerzos para coleccionar y tratar las aguas residuales de las descargas están típicamente sujetos a regulaciones y estándares locales, estatales y federales (regulaciones, controles, normatividades). Cuando hablamos de recursos industriales de aguas residuales o de procesos que exigen una mayor limpieza del efluente al momento de descargarlo, decimos que requieren tratamientos minuciosos con una tecnología alta (lo cual significan mayores costos de inversión y mantenimiento), es por esto que se hace alusión a la normatividad, todo esto acorde al lugar donde se hará la descarga del líquido. Si estas aguas no se manejan adecuadamente, generan impactos ambientales adversos y diversos en el medio y por esto es que es muy importante cumplir con las exigencias de la normatividad. Es por ello que son necesarias las plantas de tratamiento para mejorar la calidad de vida de la población además de poder darle una reutilización al agua para actividades básicas del ser humano”. (p.96).

Lo más relevante en el presente estudio para el tratamiento de las aguas residuales es la transformación de los factores y la atenuación de los factores contaminantes del medio ambiente.

Las empresas, centros comerciales, son los lugares que desechan mayor cantidad de agua contaminada, las industrias son los sitios que necesitan mayor cuidado a sus efluentes lo que significa mayor inversión y mayor mantenimiento.

En el proyecto se complementará un sistema de disminución de contaminantes y reutilización de agua y se dio una reutilización a las aguas que aportó a las actividades del regío de las áreas verdes de la ciudad de Manta.

(P.F.Puente, 2012) EN SU TRABAJO INDICAN LO SIGUIENTE: “En su trabajo investigativo indica que “En este trabajo se pretende crear un aplicativo que permita generar una respuesta adecuada para el tratamiento de aguas residuales de la industria textil basada en el tratamiento convencional de aguas residuales la utilización se software libre, con lo que se busca disminuir” “el tiempo y costo de buscar una forma adecuada de tratar el agua residual, para lograr que esta cumpla con las normas mínimas de vuelco que se establecen en la constitución y otras leyes vigentes en el país, garantizando la calidad del agua y por ende el mejoramiento del ecosistema” (p.70).

Este trabajo investigativo aportará con la utilización de tecnología por un medio de software Project sistema, donde nos ayudó que nuestro proyecto sea viable, pudiendo reducir tiempo y costo, lo que hizo que garantice el mejoramiento de la calidad y cuidado de nuestros ríos y playas.

(Castillo & Torres, 2010) INDICA QUE: “El presente artículo resumen los resultados que se han obtenido durante el desarrollo del proyecto de tesis denominado Estudio, diseño y selección de la tecnología adecuada para tratamiento de aguas residuales domésticas para poblaciones menores a 2000 habitantes en la ciudad de Gonzanamá. Este proyecto tiene como objetivo primordial seleccionar un tratamiento de aguas residuales para la ciudad de Gonzanamá, con énfasis en tratamientos naturales de infiltración directa en el terreno o métodos acuáticos, como una alternativa sostenible y de bajo coste para reducir la contaminación de los causes de agua dulce, garantizar la salud de los habitantes y potenciar el rehusó del agua residual para riego. El contenido de la presente tesis consta de: generalidades, caracterización de aguas residuales, caracterización físico-química e hidráulica del suelo, estudio climatológico, selección de la tecnología de tratamiento de aguas residuales, diseño de la planta de tratamiento utilizando un humedal de flujo superficial y manual de operación y mantenimiento, estudio de impacto ambiental, presupuesto”. (p.127).

El proyecto aportará al proceso investigativo con el amplio conocimiento de todo lo relacionado con las generalidades de las aguas residuales y del medio ambiente, reconociendo la realidad de contaminación que estas aguas causan al medio, dándole un tratamiento, para reutilizar en lo que son regío de plantas y el suelo agrícola, minimizando la contaminación ambiental.

(Xavier, 2007) INDICAN QUE: “Una marcha para denunciar la contaminación que impera en las parroquias Tarqui y Los Esteros, en el norte de Manta, se realizará el 28 de este mes. La caminata incluirá a los niños que viven junto a las fuentes de contaminación que emanan, sin ningún tratamiento, las aguas residuales al mar. El flujo de aguas servidas del barrio La Florita que desemboca al océano es uno de los motivos del reclamo de los habitantes. Los colores y olores de los ríos y afluentes que

atraviesan ambas parroquias evidencian la falta de un sistema de alcantarillado eficiente. Un centenar de conexiones clandestinas conectadas al margen del río Manta, que desemboca en el mar, son parte de las causas de la contaminación, según Leonardo Hidalgo, director de Medio Ambiente de la Municipalidad de Manta. Allí se incluyen procesadoras de pescado que arrojan aguas negras sin un tratamiento previo. Pero las fallas del sistema también abarcan las pozas de oxidación, que son el sitio donde se depositan las aguas residuales provenientes de viviendas, negocios y fábricas. Las obras de infraestructura sanitaria que aún están operativas se construyeron cuando Manta tenía 40 mil habitantes, pero el número de pobladores se ha quintuplicado y no se han instalado nuevas tuberías.

Hermenegildo Santana, habitante de Los Esteros, afirma que los moradores de la zona ya se acostumbraron al hedor. “Los visitantes se preguntan cómo es posible que podamos vivir así”, comenta. La contaminación ahuyenta a los turistas de las playas de Tarqui y Los Esteros, donde es frecuente observar bandadas de gaviotas y pelícanos que picotean la superficie de los ríos. Tarqui concentraba miles de bañistas en la década del ochenta, según Cecilia Zambrano, propietaria de un restaurante. “El mar era tranquilo y se podía nadar porque casi no había olas”, recuerda esta microempresaria turística. La tranquilidad sigue, pero el olor y color del mar hacen denotar la contaminación. “En invierno, por el río Manta se ven cerdos y peces muertos que se descomponen al aire libre”, asevera Diana Reyes, una jipijapense que vive en Manta desde hace veinte años. Ella habita en el barrio Jocay. “La ciudad ha crecido al sur por la playa del Murciélago, pero acá del otro lado tenemos aún muchos problemas”, agrega. La instalación de un colector en la margen izquierda del río Burro a un costo de 2 millones de dólares será una solución parcial al problema. Las obras fueron contratadas por la Empresa de Agua Potable y Alcantarillado de Manta (Eapam). La idea es conectar las viviendas y fábricas al colector para trasladar las aguas a las lagunas de oxidación. Dirigentes de Los Esteros anunciaron que tras la marcha darán un plazo a las autoridades, pero si no se concretan soluciones iniciarán un paro”. (p.12).

(Diario, 2012) DICE LO SIGUIENTE: “Autoridades ya tienen un plan para contrarrestar la contaminación. Las industrias que vienen descargando sus aguas residuales al cauce del río Muerto, están obligadas a entrar en un proceso de tratamiento de sus aguas para alcanzar los parámetros establecidos por las normas ambientales en el Ecuador. Jaime Estrada dijo que por el incumplimiento, hay algunas industrias que las ha sancionado el Ministerio de Ambiente, recordando que hace poco tiempo atrás los industriales tenían el pretexto que la ciudad no tenía un sistema para el tratamiento de aguas, ni colectores, ni el sistema principal de alcantarillado. Ahora con la construcción del plan maestro hidrosanitario, ya no hay excusa y es responsabilidad de cada empresa tener su planta de tratamiento para que sus aguas puedan tener los niveles de parámetro que sean aceptados por el sistema. Roddy Macías, director provincial de Ambiente y junto con la Dirección Municipal de Control Ambiental se conformó una comisión y se ha dado plazo, para que las empresas cumplan y puedan conectarse al sistema de alcantarillado, previo a las pruebas que se realicen. Se espera los resultados y las que no cumplan tendrán que esperar que el Ministerio analice para tomar las medidas más adecuadas. Agregó que el tema ambiental es prioritario y se trata de mantener la calidad ambiental de la ciudad, más aún ahora que están funcionando las nuevas lagunas de

oxidación. Como ciudad nos interesa mantener también la posibilidad de trabajo que generan las empresas, pero también hay que trabajar en conjunto por la salud ambiental de Manta, porque así lo exige su desarrollo. Se puede tener más calles y avenidas pavimentadas, pero también hay que considerar que es más importante mejorar la salud ambiental, dotarles de agua potable, que se cuenten con las redes de alcantarillado, porque de no contarse con estos servicios, el crecimiento de la ciudad puede verse afectado. La ciudad debe de crecer en base a una planificación, para evitar problemas como están sucediendo en urbanizaciones privadas, a las que se les aprobó los proyectos en administraciones anteriores, sin exigirles el cumplimiento de los sistemas hidrosanitario”. (p.5).

(Epam, 2015) INDICAN LO SIGUIENTE: “Epam trabaja para reducir la contaminación de la ciudad. Ahora que la Empresa Pública Aguas de Manta-EPAM- es municipal, y que está presidida por el alcalde de Manta, Jorge Zambrano, se han tomado medidas concretas para reducir los niveles de contaminación que han afectado a la ciudad por muchos años, señaló el gerente de la entidad, José Lara.

Lamentablemente, por muchos años, esta entidad fue manejada políticamente y no en la forma técnica como es administrada ahora; por eso, no se combatió el problema de la contaminación de la urbe como se debió hacer. Lo que si se está logrando en estos momentos. Es lógico que los resultados de esta planificación y trabajos se comenzarán a ver poco a poco, destacó Lara.

Las otras estaciones

La repotenciación de la Estación Miraflores, también va a permitir trabajar en la repotenciación de las estaciones de bombeo como son: valle del Gavilán, Vigilancia Aduanera, Piedra Larga, Los Esteros, Umiña y Las Rocas.

La Playa de El Murciélago

Se ha pensado seriamente en ir solucionando estos problemas de contaminación, por eso se forma tripartita; es decir, entre la EPAM, Municipalidad y Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, se invertirá 500 mil dólares para la construcción de un colector que permitirá controlar la contaminación que afecta a la playa de El Murciélago, enfatizó José Lara.

Este colector receptorá las aguas servidas de las zonas altas como también de varias ciudadelas, desde la Universitaria hasta Barbasquillo y sectores aledaños, trabajos que iniciarán el segundo trimestre de este año, informó.

Río Muerto

En el sector, el departamento del medio ambiente de la EPAM, realizó un trabajo positivo, donde se desazolvó todo su cauce, y en la desembocadura se realizó un cambio total de arena. Además en su cauce se sacó todo el lodo activado, que por más de 30 años permaneció en el río, con lo que se eliminó los malos olores provocados por éstos. Quizás lo más importante, es que se cerró todas las tuberías de aguas industriales que desembocaban en el cauce, indicó el gerente.

Trabajo que se realizó con la colaboración del Consejo Provincial de Manabí, y se puede decir, que se redujo el 80% de la contaminación del río Muerto. Hoy se planifica

eliminar con el 20% restante que es provocado por aguas residuales domiciliarias de los sectores aledaños, esto se puede lograr con la repotenciación de la Estación Miraflores, añadió Lara.”.(p. 190).

(El telegrafo, 2015) EXPRESAN QUE: “ Contaminación ambiental causa disputa en Manta, Wilson Baque, dirigente de la Federación de Barrios de la Parroquia Tarqui, comandó un plantón esta tarde en los exteriores del Palacio Municipal para pedir al alcalde Jorge Zambrano ponga una mayor atención en el trabajo contra la contaminación que existe en la ciudad. Los manifestantes se colocaron mascarillas como señal de protesta.

Otros de los puntos por los cuales reclamaban fueron por la culminación de la obra de la terminal terrestre, además porque se construya el mercado de Tarqui y para que no se aplique la ordenanza que regula el uso de espacios públicos, pues esta última reglamentación perjudicaría a los comerciantes que laboran en la vía. Eduardo Flores y Gladis Torres realizan comercio informal en Tarqui, por lo que se muestran preocupados ante la aplicación de la ordenanza. Estamos buscando los recursos necesarios para contar con la planta de tratamiento, que una vez que la tengamos, será más fácil sanear la ciudad". (p. 45).

## **2.6.- MARCO LEGAL**

El Marco Legal utilizado en la interpretación de los resultados corresponde al Texto Unificado de Legislación Simplificada Medio Ambiental del Ecuador (Libro VI De La Calidad Ambiental, Norma de Calidad Ambiental y De Descarga de Efluentes: Recurso Agua).

El proyecto está enmarcado a leyes y reglamentos con el cual podremos amprarnos y ejecutar a cabalidad el tratamiento a las aguas residuales de la Estación Miraflores y la laguna de oxidación para este tipo de proyecto nos regiremos a la legislación ambiental es decir TULA que está relacionado con la calidad ambiental Capítulos III, IV, V porque así podremos minimizar el impacto ambiental causado por la laguna de oxidación, Estación Miraflores de la Ciudad de Manta, con los objetivos, elementos y proceso de las evaluaciones del impactos ambientales acogiéndonos a la ley de prevención y control de la comunidad.

**La norma de calidad ambiental** del recurso suelo y criterios de remediación para suelos contaminados que aporta en proyecto por medio del cual nos basaremos en la remediación del daño ocasionado al suelo y poder recuperar las propiedades del el suelo que ha ido decayendo con el pasar de los días.

**Las normas técnicas del medio ambiental** las consideramos dentro del proyecto de investigación de tratamientos a base de bacterias de aguas residuales por las técnicas y reglamentos a lo que nos acogeremos en el manejo, prevención, protección del medio ambiente, evaluaremos y ejecutaremos planes de manejo ambiental con las normas y parámetros establecidos, la identificación de los tipos de impacto ambiental producidos por la empresa.

Mediante el análisis en el **Cap. II de los derechos del buen vivir, sección II ambiente sano**, se relaciona y aporta a la orientación del tratamiento en beneficio de la población por aplicar y ampararnos en el art. 14 donde reconoce el derecho de los habitantes de la ciudad a poder vivir en un ambiente sano y a su vez ecológicamente saludable, que garantice el bienestar y el sistema del buen vivir.

Nos **cogeremos al Art. 15** donde enfatiza y nos aporta con el uso de tecnologías ambientalmente limpias y con menos grado de contaminación y esto a su vez menos impacto.

Aplicaremos lo mencionado en el **título VII cap. II biodiversidad y recursos naturales del buen vivir, el Art. 396, 397, 398 y 399** por poder dar amparo ambiental a la ciudad de Manta, porque la ciudadanía tiene la tutela para la preservación del ambiente donde ellos están habitando de esta manera la población también tiene que dar aporte y cuidado a medio donde están siendo afectados

**Las normas ISO 14000 así como la 9000 y 9001** ya que el tema de calidad total dentro de la empresa está unido a la contaminación existente en la empresa con las aguas residuales reutilizadas, con la aplicación y seguimiento de la norma 14000 tendremos la ayuda para conocer si la empresa está cumpliendo su compromiso al cumplir las normas de gestión ambiental, sobre el control y emisión de los residuos que están contaminando el medio ambiente, al estar en constante mejora en la creación del tratamiento para las aguas residuales está relacionado con la ISO 9000 y 9001 donde la empresa tiene que estar en constante mejor para satisfacción de la empresa, cliente, población y medio ambiente, es por eso que la consideramos de vital importancia para poder encaminarnos en la investigación requerida.

**La ISO 14000** va de la mano con el proyecto debido a la responsabilidad de la fábrica en el sentido de productivo, con su sistema coordinado de los procedimientos, circuito de proceso y los medios que permita desarrollar y practica la política ambiental con las que se rigen el medio industrial.

## **2.6.1.- LEGISLACIÓN DE REFERENCIA**

### **NORMAS DE DESCARGA DE EFLUENTES AL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PÚBLICO**

Se prohíbe descargar en un sistema público de alcantarillado, cualquier sustancia que pudiera bloquear los colectores o sus accesorios, formar vapores o gases tóxicos, explosivos o de mal olor, o que pudiera deteriorar los materiales de construcción en forma significativa. Esto incluye las siguientes sustancias y materiales, entre otros:

- a) Fragmentos de piedra, cenizas, vidrios, arenas, basuras, fibras, fragmentos de cuero, textiles, etc. (los sólidos no deben ser descargados ni aún después de haber sido triturados).



- b) Resinas sintéticas, plásticos, cemento, hidróxido de calcio
- c) Residuos de malta, levadura, látex, bitumen, alquitrán y sus emulsiones de aceite, residuos líquidos que tienden a endurecerse.
- d) Gasolina, petróleo, aceites vegetales y animales, hidrocarburos clorados, ácidos, y álcalis.
- e) Fosgeno, cianuro, ácido hidrazoico y sus sales, carburos que forman acetileno, sustancias comprobadamente tóxicas.

El proveedor del servicio de tratamiento de la ciudad podrá solicitar a la Entidad Ambiental de Control, la autorización necesaria para que los regulados, de manera parcial o total descarguen al sistema de alcantarillado efluentes, cuya calidad se encuentre por encima de los estándares para descarga a un sistema de alcantarillado, establecidos en la presente norma.

El proveedor del servicio de tratamiento de la ciudad deberá cumplir con los parámetros de descarga hacia un cuerpo de agua, establecidos en esta Norma.

Toda descarga al sistema de alcantarillado deberá cumplir, al menos, con los valores establecidos a continuación.

**Cuadro 2.2**  
*Límites de descarga al sistema de alcantarillado público*

Parámetros	Expresado como	Unidad	Límite máximo permisible
Aceites y grasas	Sustancias solubles en hexano	mg/l	100
Alkil mercurio		mg/l	No detectable
Ácidos o bases que puedan causar contaminación, sustancias explosivas o inflamables.		mg/l	Cero
Aluminio	Al	mg/l	5,0
Arsénico total	As	mg/l	0,1
Bario	Ba	mg/l	5,0
Cadmio	Cd	mg/l	0,02
Carbonatos	CO <sub>3</sub>	mg/l	0,1

Parámetros	Expresado como	Unidad	Límite máximo permisible
Caudal máximo		l/s	1.5 v. el caudal prom. horario del sist. de alcanta..
Cianuro total	CN <sup>-</sup>	mg/l	1,0
Cobalto total	Co	mg/l	0,5
Cobre	Cu	mg/l	1,0
Cloroformo	Extracto carbón cloroformo (ECC)	mg/l	0,1
Cloro Activo	Cl	mg/l	0,5
Cromo Hexavalente	Cr <sup>+6</sup>	mg/l	0,5
Compuestos fenólicos	Expresado como fenol	mg/l	0,2
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	D.B.O <sub>5</sub> .	mg/l	250
Demanda Química de Oxígeno	D.Q.O.	mg/l	500
Dicloroetileno	Dicloroetileno	mg/l	1,0
Fósforo Total	P	mg/l	15
Hierro total	Fe	mg/l	25,0
Hidrocarburos Totales de Petróleo	TPH	mg/l	20
Manganeso total	Mn	mg/l	10,0
Materia flotante	<i>Visible</i>		Ausencia
Mercurio (total)	Hg	mg/l	0,01
Níquel	Ni	mg/l	2,0
Nitrógeno Total Kjeldahl	N	mg/l	40
Plata	Ag	mg/l	0,5
Plomo	Pb	mg/l	0,5
Potencial de hidrógeno	pH		5-9
Sólidos Sedimentables		ml/l	20
Sólidos Suspendidos Totales		mg/l	220
Sólidos totales		mg/l	1 600
Selenio	Se	mg/l	0,5
Sulfatos	SO <sub>4</sub> <sup>=</sup>	mg/l	400

Fuente (Epam, 2015)

**Cuadro 2.3***Límites de descarga al sistema de alcantarillado público*

<b>Parámetros</b>	<b>Expresado como</b>	<b>Unidad</b>	<b>Límite máximo permisible</b>
Temperatura	°C		< 40
Tensoactivos	Sustancias activas al azul de metileno	mg/l	2,0
Tricloroetileno	Tricloroetileno	mg/l	1,0
Tetracloruro de carbono	Tetracloruro de carbono	mg/l	1,0
Sulfuro de carbono	Sulfuro de carbono	mg/l	1,0
Compuestos organoclorados (totales)	Concentración de organoclorados totales.	mg/l	0,05
Organofosforados y carbamatos (totales)	Concentración de organofosforados y carbamatos totales.	mg/l	0,1
Vanadio	V	mg/l	5,0
Zinc	Zn	mg/l	10

*Fuente (EPAM, 2015)*

Toda área de desarrollo urbanístico, turístico o industrial que no contribuya al sistema de alcantarillado público, deberá contar con instalaciones de recolección y tratamiento convencional de residuos líquidos. El efluente tratado descargará a un cuerpo receptor o cuerpo de agua, debiendo cumplir con los límites de descarga a un cuerpo de agua dulce, marina y de estuarios.

Se prohíbe la descarga de residuos líquidos sin tratar hacia el sistema de alcantarillado, provenientes del lavado y/o mantenimiento de vehículos aéreos y terrestres, así como el de aplicadores manuales y aéreos, recipientes, empaques y envases que contengan o hayan contenido agroquímicos u otras sustancias tóxicas.

Se prohíbe la descarga hacia el sistema de alcantarillado de residuos líquidos no tratados, que contengan restos de aceite lubricante, grasas, etc., provenientes de los talleres mecánicos, vulcanizadoras, restaurantes y hoteles.

Los responsables (propietario y operador) de todo sistema de alcantarillado deberán dar cumplimiento a las normas de descarga contenidas en esta Norma. Si el propietario (parcial o total) o el operador del sistema de alcantarillado es un municipio, éste no podrá ser sin excepción, la Entidad Ambiental de Control para sus instalaciones. Se evitará el conflicto de interés.

## **2.7.- MARCO CONCEPTUAL**

### **2.7.1.- AGUAS RESIDUALES**

(www.definicionabc.com, 2015) INDICA LO SIGUIENTE: “Las aguas residuales son aquellas que están contaminadas especialmente contaminada con materia fecal y orina de seres humanos o de animales, Aunque claro no se reduce únicamente a esta presencia, asimismo, disponen de otras sustancias residuales provenientes del ámbito doméstico, industrial, aguas lluvias y la típica infiltración de aguas en el terreno. También se las designa como aguas cloacales y esto está en relación con que las mismas son transportadas a través de las cloacas, que son obras destinadas justamente a evacuar las aguas de este tipo u otro tipo de agua que presenta uso”.

### **2.7.2.- CLASIFICACION DE AGUAS RESIDUALES**

(wikilibros, 2013)INDICA QUE: “Aquella que procede de haber utilizado un agua natural, o de la red, en un uso determinado. Las A.R cuando se desaguan se las denomina como vertidos y estos a su vez las clasifican según sus funciones en :Según su naturaleza

- ✓ Conservativos su contaminación en ríos depende exactamente de la ley de la dilución del caudal del vertido al del río.
- ✓ No conservativos su concentración en ríos no está ligada directamente a la del vertido. Son todos los compuestos orgánicos e inorgánicos que pueden alterarse en el río por vía física, química o biológica”.

### **2.7.3.- AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS**

(fluidos.eia.edu.com)INDICAN QUE: “Son las provenientes de las actividades domésticas de la vida diaria de la vida diaria como el lavado de ropa, baño, preparación de alimentos, limpieza, etc. Estos desechos presentan un alto contenido de materia orgánica, detergentes y grasas. Su composición varía según los hábitos de la población que los genera”.

### **2.7.4.- AGUAS NEGRAS**

(R.Acosta, 2008)INDICA QUE: “El término agua negra, más común mente utilizada, define un tipo de agua que está contaminando con sustancias fecales y orina, procedentes de desechos orgánicos humanos o animales. Su importancia es tal que requiere sistemas de canalización, tratamiento y desalojo. Su tratamiento nulo o indebido genera graves problemas de contaminación, las aguas negras también se las llaman aguas servidas, aguas residuales, aguas fecales, o aguas cloacales”. (p.52).

### **2.7.5.- AGUAS BLANCAS**

(fluidos.eia.edu.com)INDICAN QUE: “Son aquellas aguas que han sido empleadas en las limpiezas”. (p.38).

### **2.7.6.- AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES.**

(E.Mayo, 2010) ES DE OPINIÓN QUE: “Las aguas residuales industriales son enormemente variables en cuanto a caudal y composición, difiriendo las características de los vertidos, no sólo de una industria a otra, sino también dentro de un mismo tipo de industria.

A veces, las industrias no emite vertidos de forma continua, si no únicamente en determinadas horas del día o incluso únicamente en determinadas épocas de año, dependiendo del tipo de producción y del proceso industrial. También son habituales las variaciones de caudal y carga a lo largo del día.

Éstas tienen un mayor grado de contaminación que las aguas residuales urbanas, además, con una contaminación mucho más difícil de eliminar.

Su alta carga unida a la enorme variabilidad que presentan, hace que el tratamiento de las aguas residuales industriales sea complicado, siendo preciso un estudio específico para cada caso”. (p.280).

### **2.7.7.- AGUAS RESIDUALES ORGANICAS**

(www.wikibooks.org.com, 2013) INDICA QUE: “dentro de los efluentes principalmente orgánicos constan los siguientes”:

- ✓ Papeleras
- ✓ Azucareras
- ✓ Mataderos
- ✓ Curtidos
- ✓ Conservas (vegetales, carnes, pescado...)
- ✓ Lecherías y subproductos (leche en polvo, mantequilla, queso)
- ✓ Fermentación (fabricación de alcoholes, levaduras)
- ✓ Preparación de productos alimenticios (aceites y otros)
- ✓ Bebidas
- ✓ Lavanderías

### **2.7.8.- AGUAS RESIDUALES TOXICAS**

(A.M.H.Arana, 2013)DICE LO SIGUIENTE: “son el resultado de procesos industriales de productos químicos, metálicos, etc., que podrían hasta llegar a ocasionar hasta daños irreversible de corrosión y hasta alteración de tratamientos”. (p.120).

### **2.7.9.- AGUAS RESIDUALES INERTES E INORGANICOS.**

(www.wikibooks.org.com, 2013):

- ✓ Refinerías y petroquímicas

- ✓ Coquerías
- ✓ Textiles
- ✓ Fabricación de productos químicos, varios

### **2.7.10.- AGUAS INFILTRACION**

(WarrenForsythe, 1975) INDICA LO SIGUIENTE: “Es la entrada vertical del agua es decir en el perfil del suelo.

### **2.7.11.- AGUAS PLUVIALES**

(www.uamenlinea.com, 03) INDICA LO SIGUIENTE: “las conocidas aguas pluviales son aquellas aguas que son vertidas por las lluvias que van descargando grandes cantidades de agua sobre el suelo.

Parte de estas aguas van drenando y otra parte de ellas por la superficie van arrastrando arena, hojas, envases de plástico vidrio y tetra pack, que se van encontrando a su paso”.

## **2.8.- CARACTERISTICAS DE LAS AGUAS RESIDUALES**

(cidta.usal.es/cursos/ETAP/modulos/libros/caracteristicas/pdf, s.f.) DEDUCE QUE: “Las características del agua están constituidas por los aspectos físicos, químicos y biológicos en relación a las aguas residuales, los contaminantes cumplen un papel importante en lo correspondiente a la cara del tratamiento de las aguas unido a su vez con los métodos y unidades de análisis para determinar la presencia de los contaminantes en el agua residual”.

### **2.8.1.- CARACTERISTICAS FISICAS**

(catarina.udlap.mx/u\_dl\_a/tales/documentos/lic/hammeken\_a\_am/capitulo2.pdf): ES DE LA OPINIÓN QUE: “Las características físicas de mayor importancia del agua residual es el contenido total de sólidos, otras características son olor, temperatura, densidad, calor y turbiedad”.

### **2.8.2.- SÓLIDOS TOTALES**

(catarina.udlap.mx/u\_dl\_a/tales/documentos/lic/hammeken\_a\_am/capitulo2.pdf. ) CONSIDERA QUE: “Analíticamente, se define el contenido de sólidos totales como la materia que se obtiene como residuo después de someter al agua a un proceso de evaporación a entre 103 y 105 °C. No se define como sólida aquella materia que se pierde durante la evaporación debido a su alta presión de vapor. Los sólidos sedimentables se definen como aquellos que sedimentan en el fondo de un recipiente de forma cónica (cono de Imhoff) en el transcurso de un periodo de 60 minutos. Los sólidos sedimentables, expresados en unidades de ml/l, constituyen una medida aproximada de la cantidad de fango que se obtendrá en la decantación primaria del agua residual. Los sólidos totales, o residuo de la evaporación, pueden clasificarse en

filtrables o no filtrables (sólidos en suspensión) haciendo pasar un volumen conocido de líquido por un filtro”.

### **2.8.3.- OLORES**

(cidta.usal.es/cursos/ETAP/modulos/libros/caracteristicas/pdf, s.f.)  
CONSIDERAN QUE: “Normalmente, los olores son debidos a los gases liberados durante el proceso de descomposición de la materia orgánica. El agua residual reciente tiene un olor peculiar, algo desagradable, que resulta más tolerable que el del agua residual séptica.

El olor más característico del agua residual séptica es el debido a la presencia del sulfuro de hidrógeno que se produce al reducirse los sulfatos a sulfitos por acción de microorganismos anaerobios”.

### **2.8.4.-TEMPERATURA**

(catarina.udlap.mx/u\_dl\_a/tales/documentos/lic/hammeken\_a\_am/capitulo2.pdf.)  
INDICA QUE: “La temperatura del agua residual suele ser siempre más elevada que la del agua de suministro, hecho principalmente debido a la incorporación de agua caliente procedente de las casas y los diferentes usos industriales. Dado que el calor específico del agua es mucho mayor que el del aire, las temperaturas registradas de las aguas residuales son más altas que la temperatura del aire durante la mayor parte del año, y sólo son menores que ella durante los meses más calurosos del verano”.

### **2.8.5.-DENSIDAD**

(catarina.udlap.mx/u\_dl\_a/tales/documentos/lic/hammeken\_a\_am/capitulo2.pdf.)  
CONSIDERA QUE: “La densidad de un agua residual como su masa por unidad de volumen, expresada en kg/m<sup>3</sup>. Es una característica física importante del agua residual dado que de ella depende la potencial formación de corrientes de densidad en fangos de sedimentación y otras instalaciones de tratamiento”.

### **2.8.6.-COLOR**

(catarina.udlap.mx/u\_dl\_a/tales/documentos/lic/hammeken\_a\_am/capitulo2.pdf.)  
) HISTÓRICAMENTE CONSIDERAN QUE: “Para la descripción de un agua residual, se empleaba el término condición junto con la composición y la concentración. Este término se refiere a la edad del agua residual, que puede ser determinada cualitativamente en función de su color y su olor.

El agua residual reciente suele tener un color grisáceo. Sin embargo, al aumentar el tiempo de transporte en las redes de alcantarillado y al desarrollarse condiciones más próximas a las anaerobias, el color del agua residual cambia gradualmente de gris a gris oscuro, para finalmente adquirir color negro.

Llegado este punto, suele clasificarse el agua residual como séptica. Algunas aguas residuales industriales pueden añadir color a las aguas residuales domésticas. En la mayoría de los casos, el color gris, gris oscuro o negro del agua residual es debido a la

formación de sulfuros metálicos por reacción del sulfuro liberado en condiciones anaerobias con los metales presentes en el agua residual”.

### **2.8.7.-TURBIEDAD**

(catarina.udlap.mx/u\_dl\_a/tales/documentos/lic/hammeken\_a\_am/capitulo2.pdf.)  
INDICAN QUE: “Como medida de las propiedades de transmisión de la luz de un agua, es otro parámetro que se emplea para indicar la calidad de las aguas vertidas o de las aguas naturales en relación con la materia coloidal y residual en suspensión.

La medición de la turbiedad se lleva a cabo mediante la comparación entre la intensidad de la luz dispersada en la muestra y la intensidad registrada en una suspensión de referencia en las mismas condiciones.

La materia coloidal dispersa o absorbe la luz, impidiendo su transmisión. Aun así, no es posible afirmar que exista una relación entre la turbiedad y la concentración de sólidos en suspensión de un agua no tratada. No obstante, sí están razonablemente ligados la turbiedad y los sólidos en suspensión en el caso de efluentes procedentes de la decantación secundaria en el proceso de fangos activados”.

### **2.8.8.- CARACTERISTICAS QUIMICAS**

(www.triplenlace.com, 2013) CONSIDERAN QUE: “Los compuestos orgánicos, inorgánicos y los gases que están presentes en el agua residual son los siguientes que mencionaremos.

### **2.8.9.- MATERIA ORGANICA**

(www.triplenlace.com, 2013) SUELEN DENOMINAR QUE: “Química orgánica a la de los compuestos carbonados; los alimentos están constituidos fundamentalmente por compuestos de carbono tales como carbohidratos, proteínas, grasas.

Sabemos que los organismos vivos realizan la “digestión” y asimilación de los alimentos a través del conjunto de reacciones químicas que tienen lugar en el proceso que denominaremos metabolismo”.

### **2.8.10.- DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO**

(Andreo, s.f.) SE DEFINE COMO: “D.B.O. de un líquido a la cantidad de oxígeno que los microorganismos, especialmente bacterias (aeróbicas o anaerobias facultativas: Pseudomonas, Escherichia, Aerobacter, Bacillus), hongos y plancton, consumen durante la degradación de las sustancias orgánicas contenidas en la muestra. Se expresa en mg / l.

Es un parámetro indispensable cuando se necesita determinar el estado o la calidad del agua de ríos, lagos, lagunas o efluentes. Cuanto mayor cantidad de materia orgánica contiene la muestra, más oxígeno necesitan sus microorganismos para oxidarla (degradarla).



Como el proceso de descomposición varía según la temperatura, este análisis se realiza en forma estándar durante cinco días a 20 ° C; esto se indica como D.B.O5.

Según las reglamentaciones, se fijan valores de D.B.O. máximo que pueden tener las aguas residuales, para poder verterlas a los ríos y otros cursos de agua. De acuerdo a estos valores se establece, si es posible arrojarlas directamente o si deben sufrir un tratamiento previo”.

### 2.8.11.- DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO: DQO

(www.kenbi.eu, s.f.) REPRESENTA QUE: “La cantidad de oxígeno necesario para oxidar la materia orgánica por medios químicos y convertirla en dióxido de carbono y agua”.

La DQO se utiliza para medir el grado de contaminación y se expresa en miligramos de oxígeno diatómico por litro (mgO2/l). Cuanto mayor es la DQO más contaminante es la muestra. Las concentraciones de DQO en las aguas residuales industriales pueden tener unos valores entre 50 y 2000 mgO2/l, aunque es frecuente, según el tipo de industria, valores de 5000, 1000 e incluso más altos”.

### 2.8.12.- BIODEGRADABILIDAD

(Andreo, s.f.) INDICA QUE: “Es la relación entre la DBO5 y la DQO se le denomina Biodegradabilidad de las aguas residuales. Nos da una idea de la posible naturaleza de los compuestos presentes, es decir, de que las sustancias que van en el agua residual sean más o menos asimiladas por los microorganismos y en consecuencia con un posible origen más de tipo doméstico que de tipo industrial:

**Cuadro 2.4**

*Concentración de materia orgánica*

CONCENTRACION DE LA MATERIA ORGANICA EN AGUAS RESIDUALES URBANAS EN mg/l				
CARGA CONTAMINANTE	BAJA	MEDIA	ALTA	MUY ALTA
DBO5(mg/L)	< 150	150-350	350-650	> 650
DQO(mg/l)	< 350	350-700	700-1200	> 1200

*Fuente: (EPAM, 2015)*

Hay que hacer constar que en algunas Confederaciones Hidrográficas, al emitir la autorización de vertido, señalan otros parámetros de vertido a controlar, con sus correspondientes valores máximos, como: detergentes y aceites y grasas”.

### 2.8.13.- PROTEINAS.

(O.RAUDEL, 2003) INDICA QUE: “las proteínas son los principales constituyentes de los organismos vegetales químicamente son estructuras complejas e

inestables, sujetas a muchas formas de descomposición. Algunas son solubles en carbono, hidrogeno y oxígeno, así como cantidad casi constante de nitrógeno, en algunos casos están constituidos también por azufre, fosforo y hierro. Un alto contenido de nitrógeno encontrado en las aguas residuales se debe a la urea y al contenido proteico”. (p.87).

#### **2.8.14.- CARBOHIDRATOS.**

(RAUDEL.R.O, 2003) DICE LO SIGUIENTE: “Distribuidos en gran escala en la naturaleza y fibras de madera todos encontrados en forma normal en el agua residual. Los carbohidratos comunes contienen seis átomos de carbono o múltiplos de este número en sus moléculas, así como hidrogeno y oxígeno en proporciones dependientes de la presencia de estos elementos en el agua. La mayoría de los azucares son solubles en agua. La mayoría de los azucares son solubles en agua, con excepción de los almidones insolubles, estos azucares tienden a descomponerse por la acción de enzimas de bacterias y levaduras, que los fermentan con la subsecuente producción de alcohol y dióxido de carbono. Los almidones son más estables, pero también son convertidos a azucares por la actividad microbiana y por la presencia de ácidos minerales diluidos. Debido a su abundancia y estabilidad a la descomposición, la celulosa se considera el más importante de los carbohidratos, son encontrados en las aguas residuales. La distribución de este carbohidrato en el suelo se lleva a cabo por el resultado de la actividad de algunos hongos, particularmente bajo condiciones acidas”. (p.90).

#### **2.8.15.- pH**

(Perez.Espejo, 2006) CONSIDERA QUE: “Es una medida estándar de la neutralización de los líquidos. Un pH de 7,0 indica agua neutral. Cuando el pH se vuelve acido, por debajo de 6,0 o alcalino por encima de 8,0, las reacciones químicas cambian significativamente. La acidez y la alcalinidad afectan la vida acuática y por supuesto, la calidad química del agua. El pH es un factor en sistemas bioquímicos”.

#### **2.8.16.- ACIDO SULFHIDRICO**

(Daza, 2013) DEFINE QUE: “Es un ácido inorgánico formado por la disolución y disociación en aguas del sulfuro de hidrogeno ( $H_2S$ ), es un gas que huele a huevos podridos, se llama ácido sulfhídrico cuando se halla disuelto en agua y en estado gaseoso se lo conoce con el nombre de sulfuro de hidrógeno. Se lo encuentran en los desagües cloacales más precisamente dentro de las costas formadas por los desechos orgánicos en las paredes interiores de los tubos, donde sobreviven las bacterias anaeróbicas porque fabrican una capa protectora contra los ataques químicos (contra el oxígeno, álcalis y ácidos) llamada biofilm. En las aguas residuales se producen por descomposición anaerobia de restos orgánicos, también puede ocurrir como resultado de la degradación bacteriana de materia orgánica en condiciones anaeróbicas a las bacterias que originan el sulfuro de hidrógeno se los conoce como bacterias. Anaerobias sulfato reductores”. (p.135).

### **2.8.17.- ALCALINIDAD**

(Fluidos.cia, s.f.) DEFINE QUE: “La alcalinidad de un agua residual está provocada por la presencia de hidróxidos, carbonatos y bicarbonatos de elementos como el calcio, el magnesio, el sodio, el potasio o el amoniaco.

De entre todos ellos, los más comunes son el bicarbonato de calcio y el bicarbonato de magnesio. La alcalinidad ayuda a regular los cambios del pH producido por la adición de ácidos.

Normalmente, el agua residual es alcalina, propiedad que adquiere de las aguas de tratamiento, el agua subterránea, y los materiales añadidos en los usos domésticos. La alcalinidad se determina por titulación con un ácido normalizado, expresándose los resultados en carbonato de calcio, CaCO<sub>3</sub>.

La concentración de alcalinidad en un agua residual es importante en aquellos casos en los que empleen tratamientos químicos, en la eliminación biológica de nutrientes, y cuando haya que eliminar el amoníaco mediante arrastre por aire.

- superiores a siete indican un agua con carácter BÁSICO
- inferiores a siete carácter ÁCIDO

Los valores recomendables del pH para no interferir en los procesos biológicos de depuración son entre 6,5 y 8,5.

Es muy importante poder disponer de pHmetro de medida en continuo en la zona de entrada del agua residual a la depuradora, que nos advierta de la presencia de sustancias con pH perjudiciales para nuestros procesos, provocados por vertidos de actividades industriales”.

### **2.8.18.- NITRÓGENO**

(Andreo, s.f.) INDICA QUE: “La Directiva 91/271/CEE distingue en las aguas residuales el nitrógeno presente en varias formas: como ión amonio (NH<sub>4</sub>), mayoritariamente, y nitrógeno orgánico (N-orgánico), formando ambos el nitrógeno total Kjeldhal (NTK), y en concentraciones reducidas en forma de nitritos (NO<sub>2</sub>-) y nitratos (NO<sub>3</sub>-). Todas las formas constituyen conjuntamente el Nitrógeno Total (N). Las formas oxidadas son los nitritos y nitratos, y las formas no oxidadas el nitrógeno amoniacal y el orgánico. Su concentración se expresa en mg / l.

El nitrógeno total está limitado en los vertidos de zonas sensibles para no superar:

- 10 mg/l en las aglomeraciones urbanas superiores a 100.000 h-e
- 15 mg/l en aglomeraciones urbanas entre 10.000 y 100.000 h-e”

## 2.8.19.- FÓSFORO

(Andreo, s.f.) REFIERE QUE: “Representa el nutriente principal de la eutrofización en los embalses, lagos, y en general en las masas de agua. Las aguas residuales lo contienen principalmente por los detergentes (domésticos e industriales) y fertilizantes (por la escorrentía de las tierras de cultivo). Los compuestos de fósforo se encuentran en forma de ortofosfato (PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>), polifosfatos (P<sub>2</sub>O<sub>7</sub><sup>4-</sup>) que se añaden a los detergentes y fósforo orgánico. La concentración de fósforo total en los vertidos de zonas sensibles está limitado, no pudiéndose superar los valores siguientes:

- 1 mg/l en las aglomeraciones urbanas superiores a 100.000 h-e
- 2 mg/l en aglomeraciones urbanas entre 10.000 y 100.000 h-e

El aumento creciente de la concentración de nitratos y fosfatos en el agua origina una proliferación excesiva de plancton y algas, provocándose una disminución de oxígeno disuelto que pueden llevar a la desaparición de los peces en el medio. Algunos estudios, están señalando la presencia máxima de medusas en las playas a las concentraciones de nutrientes en el mar Mediterráneo”.

## 2.8.20.- GASES

(Andreo, s.f.) INDICA QUE: “Nos referiremos al oxígeno, el sulfuro de hidrógeno y el metano”.

## 2.8.21.- OXÍGENO DISUELTO

(Andreo, s.f.) INDICA QUE: “El oxígeno disuelto en el agua es imprescindible para la vida, por ello la concentración de oxígeno disuelto es un parámetro muy importante en el control de los vertidos. Los peces requieren una concentración de oxígeno mínima de entre 2 y 3 mg de O<sub>2</sub>/l. Sabemos que la solubilidad de un gas en un líquido disminuye al aumentar la temperatura. Como conocimiento general se expresa algunas concentraciones a ciertas temperaturas en el agua.

**Cuadro 2.5**

*Concentración a temperatura del agua*

T°	CONCENTRACION	T°	CONCENTRACION
0°	14,62	18°	9,54
5°	12,80	20°	9,17
10°	11,33	22°	8,83
12°	10,83	23°	8,68
14°	10,37	24°	8,53
16°	9,95	25°	8,38

*Fuente: (EPAM, 2015)*

La concentración de oxígeno en el aire también varía con la altitud. El mantenimiento de unos valores del oxígeno disuelto en el tratamiento del agua residual tiene una importancia vital. Dependiendo del tipo de tratamiento secundario instalado, para la depuración, se requerirán unos valores mínimos por encima de 1,5 mg de O<sub>2</sub>/l

como por ejemplo en los fangos activados sin nitrificación y por encima de 2,5 mg/l de O<sub>2</sub>/l si se realiza la nitrificación. Si el consumo de oxígeno, por los microorganismos presentes en un agua residual, es superior al que tiene disuelto el agua, su concentración irá disminuyendo hasta agotarse pasado un tiempo”.

### 2.8.22.- METANO

(Andreo, s.f.) REFIEREN QUE: “Además de por los riesgos a la salud de las personas, la emisiones de metano en una depuradora, como en cualquier otra actividad, contribuyen al efecto invernadero. Está producido por la acción de las llamadas bacterias metanogénicas que se desarrollan por ejemplo en: las aguas residuales, los vertederos de residuos urbanos, o el estómago de los rumiantes”.

## 2.9.- CARACTERÍSTICAS BIOLÓGICAS DE LAS AGUAS RESIDUALES

(A.M.H.Arana, 2013) REFIERE QUE: “En los parámetros de calidad ambiental fijados por la Directiva 91/271 para los vertidos no figura ninguna referencia a las características microbiológicas del agua residual. Encontramos algunas referencias a las características microbiológicas de las aguas desde el punto de vista sanitario en:

– La Directiva 75/440 establece que los objetivos de calidad exigidos a las aguas dulces superficiales que sean destinadas a la producción de agua potable, trasponiéndose a la normativa española por la Orden del 11 de mayo de 1988 y por Orden del 15 de octubre de 1990. Estableciendo unos niveles de calidad según el grado de tratamiento que deben recibir para la potabilización: tipo A1, tipo A2, tipo A3. Fijando las concentraciones máximas deseables de Coliformes totales y fecales, y de estreptococos fecales.

– La Directiva 76/160 de calidad de las aguas de baño, de 8 de diciembre de 1975, define los requisitos microbiológicos de calidad de las aguas de baño hasta un máximo de 10.000 CT/100 ml; 2.000 CF/100 ml, con ausencia de salmonela y de enterovirus (PFU/10ml).

### Cuadro 2.6

#### *Parámetros Y Métodos De Análisis Microbiológicos*

Parámetro	Métodos o técnicas analíticas de referencia
Nemalodos intestinales	Método Bailinger modificado por Bouhoum&Schwartzbrod”Analysis of wastewater for use in agricultura” Ayros & Mara O:M:S (1996)
Eschorichia coli	Rencuentro de Bacterias Escherichia Coli β-glucoronidasa positiva
Logionella Spp	Norma ISO 11731 parte 1: 1998 Calidad del Agua. Detección y enumeración de Logionella
Taeniasaginata	*****
Taeniasolium	*****

*Fuente Boe (1290, 2012)*

El Real Decreto 1620/2007 de 7 de diciembre, régimen jurídico de reutilización de las aguas residuales, señala expresamente a las bacterias y los helmintos como microorganismos con valores máximos admisibles por los efectos negativos en la salud que puede producirnos:

- Las bacterias: un gran número de especies de bacterias viven en los intestinos de las personas sanas y se excretan con las heces. Los tipos de bacterias más habitualmente utilizadas como indicadores son: *Escherichia coli* y *Legionellasp.*
- Los helmintos: tanto en estado de larva como sus huevos son excretadas, los indicadores son: *Taeniasaginata*, *Taeniasolium* y nematodos intestinales.

En el agua residual urbana existe una amplia variedad de microorganismos, siendo alguno de ellos capaces de producir efectos muy negativos en la salud de los humanos. Las aguas residuales urbanas poseen un conjunto de microorganismos necesarios para llevar a cabo el proceso de depuración, entre los que se encuentran: las bacterias, protozoos, algas, rotíferos, nemátodos, a veces pequeños crustáceos (caracoles como se observan en ocasiones en los lechos bacterianos) y hongos. Según el sistema de tratamiento biológico y las condiciones de los mismos el desarrollo de unos microorganismos será mayor que otros. De los microorganismos presentes en las aguas residuales son las bacterias las encargadas de llevar a cabo la depuración al:

- Realizar la descomposición y asimilación de la materia orgánica.
- Mineralizar la materia orgánica, participando en los ciclos biogeoquímicos del carbono, nitrógeno, fósforo, azufre, entre otros elementos.

Se pueden clasificar desde distintos puntos de vista:

a) Dependiendo de la fuente de alimentación del carbono se clasifican en:

- Autótrofas: crecen y se desarrollan consumiendo carbono inorgánico (CO<sub>2</sub>)
- >Heterótrofas: para desarrollarse dependen de los compuestos orgánicos.

b) Según sus necesidades de oxígeno son:

- aerobias: necesitan para desarrollar la presencia de oxígeno
- anaerobias: no pueden sobrevivir en presencia de oxígeno
- facultativas: se adaptan a las dos situaciones anteriores

c) Según la forma del cultivo bacteriano:

- en suspensión: el crecimiento bacteriano tiene lugar en suspensión en licor mezcla
- fijo: o de biopelícula, las bacterias se desarrollan fijadas a un medio soporte”.

### **2.9.1.- MEDIO AMBIENTE**

(M.M.Assumpta, 1995) CONSIDERA QUE: “Generalmente cuando hablamos sobre MEDIO AMBIENTE, utilizamos un concepto que no está suficientemente claro en su definición. Esto nos lleva a la necesidad de aclarar el significado de algunos términos que suelen nombrar como sinónimos y que en realidad, no lo son. Nos referimos a los conceptos de entorno, medio, recursos naturales, ecología y medio ambiente”.

## **2.9.2.- CONTAMINACIÓN AMBIENTAL**

(E.Peña, 2005) SEÑALA QUE: “La contaminación se define como la introducción de agentes biológicos, químicos o físicos a un medio al que no pertenecen, los cuales conllevan a una modificación no deseable de la contaminación natural de este medio. La contaminación ambiental se revela con la alteración del medio natural, con el aumento de las concentraciones de alguno o algunos de sus componentes naturales. Estas alteraciones pueden tener efectos adversos para la salud y el equilibrio ecológico, a corto o largo plazo (Albert et al.1995). A la sustancias o formas de materia causan estos efectos se lo denomina contaminantes tóxicos”. (p.139).

## **2.9.3.- TIPOS DE CONTAMINACIÓN AMBIENTAL**

(P.Campos, 2002) ES DE OPINIÓN QUE: “La contaminación afecta cualquier medio, como aire, agua y suelo, y pone en riesgo la salud e incluso, la vida de todo organismo. Según la naturaleza del contaminante que predomine, se manifiestan diferentes tipos de contaminación”. (p.90).

## **2.9.4.- CONTAMINACIÓN QUÍMICA.**

(P.Campos, 2002) INDICA QUE: “Los contaminantes son compuestos químicos como pesticidas, herbicidas, fertilizantes, detergentes, etcétera”. (p.92).

## **2.9.5.- CONTAMINACIÓN FÍSICA.**

(P.Campos, 2002) REFIERE QUE: “Esta se debe a cambios en las características físicas de la atmosfera, como ocurre con la contaminación acústica, térmica o radiactiva. El ruido, por ejemplo, llega a producir sordera, alteraciones en el sistema nervioso, etcétera. Así también, las radiaciones de la industria nuclear pueden dañar a los distintos ecosistemas. Algunos contaminantes, como el ruido, producen efectos locales, mientras que otros, como las sustancias radiactivas o plaguicidas (como DDT), persisten durante largo tiempo en el medio y pueden llegar a afectar a todo el planeta. La mayoría de los contaminantes tienen su origen en la industria, los vehículos y la agricultura. Es importante que tomemos medidas de control para evitar la contaminación, ya que si no lo hacemos, la tierra será inhabitable”. (p.92).

## **2.9.6.- CONTAMINACIÓN BIOLÓGICA.**

(P.Campos, 2002) REFIERE QUE: “La ocasionan diferentes organismos como virus, bacterias, hongos, etcétera”. (p.92).

## **2.9.7.- CONTAMINACIÓN DEL AIRE.**

(P.F.Puente, 2012) INDICA QUE: “La contaminación atmosférica afecta con mayor intensidad a las grandes ciudades y núcleos industriales. En muchos sitios la contaminación del aire es un grave problema que no solo afecta a la salud, sino que

impide el desarrollo de la investigación, deteriora edificios y monumentos. La mayor parte de los contaminantes del aire se originan al quemar combustibles fósiles (carbón y petróleo), y procesados (gasolinas) y, en menor proporción, el gas natural. De esta acción se producen diversas sustancias como monóxido de carbono, dióxido de carbono, óxidos de azufre y de nitrógeno”. (p.190).

### **2.9.8.- CONTAMINACIÓN DEL AGUA.**

(P.Campos, 2002) INDICA QUE: “El ser humano utiliza el agua de los manantiales, ríos o lagos para llevar a cabo sus actividades domésticas e industriales. Estas aguas sufren un proceso de contaminación debido a los desperdicios y sus sustancias tóxicas que son vertidos en ellas, producto de las actividades humanas”. (p.98).

### **2.9.9.- CONTAMINACIÓN DEL SUELO.**

(P.Campos, 2002) REFIERE QUE: “Afecta directamente al medio y a los seres vivos. La erosión del suelo comprende la pérdida de la capa fértil de la superficie, por la tala inmoderada, la sobreexplotación de los suelos y los incendios forestales. Algunas medidas para evitar la degradación del suelo son las reforestación, la utilización de abonos orgánicos, la rotación de cultivos y la prevención de incendios”. (p.98).

### **2.9.10.- POTENCIAL**

(N.Fraume, Manual Abecedario Ecológico, 2006) ANALIZAN QUE: “Los científicos buscan constantemente nuevas formas de utilizar las bacterias para procesar las aguas residuales de manera más eficiente, de modo de permitir a los sistemas municipales utilizar menos energía y no generar residuos. Las plantas necesitan filtrar los productos químicos nocivos, tales como los nitratos y el perclorato, así como otras toxinas, usando sistemas que utilizan una gran cantidad de energía para funcionar y consumiendo grandes cantidades de agua. Además, los residuos filtrados requieren eliminarse o incinerarse, ya que siguen siendo tóxicos. Estas bacterias necesitan hidrógeno para procesar estos productos químicos y para convertirlos en formas inocuas del proceso, lo que es un proceso difícil y, a veces, imposible. Los investigadores de la Universidad del Estado de Arizona han encontrado una forma práctica para proporcionar hidrógeno a través de la utilización de una membrana”.

### **2.9.11.- FUNCIÓN**

(N.Fraume, Manual de abecedario ecológico, 2006) ENFATIZA QUE: “La membrana experimental, llamada membrana reactivadora de biopelícula (cuya sigla inglesa es MBfR), contiene fibras que bombean el hidrógeno para que lo usen las bacterias que se asientan en su superficie. El resultado final es agua limpia y productos finales inocuos tales como el gas de nitrógeno y los iones de cloruro. Este proceso tiene lugar a temperatura ambiente sin mecanismos de bombeo intenso o de filtrado”.



## **CAPITULO III**

### **3.- DISEÑO EXPERIMENTAL**

El objetivo es el estudio de un tratamiento biológico a las aguas residuales de la EPAM, diseño experimental, utilizando las aguas residuales de la ciudad de Manta. Para ello utilizaremos el tratamiento aerobio, y se aprovechara la composición orgánica de las aguas residuales el tratamiento anaerobio con las que se realizara el manejo y análisis del estudio del tratamiento así como el procedimiento y elementos para el desarrollo acertado de la investigación aplicada como lo es la investigación científica y con la configuración de equipos, se evaluara únicamente la eficiencia de equipos y tratamientos de manera independiente.

El afluente de la Est. Miraflores y laguna de oxidación se encuentra formado por sin número de sustancias contaminantes del agua residual, que se va cuantificando por medio de parámetros fisicoquímico.

El diseño experimental tiene como objetivo principal la comparación y poder obtener estudios comparativos.

#### **3.1.- VARIABLE INDEPENDIENTE**

- ✓ Se monitorea la Estación Miraflores y laguna de Oxidación entrada al afluente, centro de laguna y salida de laguna

#### **3.2.- VARIABLE DEPENDIENTE**

- ✓ Tipos de microorganismos

#### **3.3.- RESPUESTA EXPERIMENTAL**

##### **3.3.1.- ANALISIS FISICO QUIMICO Y MICROBIOLOGICO**

- ✓ DBO
- ✓ DQO
- ✓ Coliformes totales
- ✓ Coliformes fecales
- ✓ E.coli

#### **3.4.- ANALISIS REALIZADOS**

Las grandes concentraciones urbanas e industriales son productoras de una cantidad tal de residuos – sólidos, líquidos y gaseosos – que el medio natural es incapaz de asimilar, generándose una contaminación creciente, los resultados del cual todos conocemos bien. Años atrás la mayor dispersión de la población impedía la existencia de este problema.

“Polución es una modificación de los elementos físicos, químicos o biológicos del agua, provocada por descargas de productos líquidos, gaseosos o sólidos, en las aguas superficiales o subterráneas, convirtiéndolas en peligrosas o nocivas para la salud pública, la seguridad o la prosperidad de la población”.

La principal consecuencia que se extrae de esta definición, es que el concepto de contaminación es relativo al uso y efectos que esta causará.

En el presente estudio investigativo de tratamiento biológico nos ayudara a determinar las causas que puedan estar influyendo o incidiendo sobre la contaminación ambiental que está soportando la ciudad de Manta, concretamente debida a la calidad de las aguas residuales que se vierten al alcantarillado, así como también posiblemente a la calidad de las aguas que salen de las lagunas de oxidación aparentemente depuradas o con depuración incompleta.

De acuerdo a los objetivos planteados en el proyecto, uno de los usos que se le va a dar al agua de salida de las lagunas es el uso de riego, por tanto se debe considerar cumplir con la legislación referente al agua de uso agrícola, aunque en nuestro país no está reglamentado el agua depurada y su reutilización en la agricultura, por eso es necesario guiarse a través del TULAS en lo referente a los Criterios de Calidad Admisibles para Aguas de Uso Agrícola.

Una vez definidos estos usos, se determinarán los parámetros físicos, químicos y biológicos que ha de cumplir este vertido.

### **3.4.1.- CARACTERIZACIÓN DE AGUAS RESIDUALES DE LA LAGUNA DE OXIDACIÓN**

#### **3.4.2.- AGUA DE ENTRADA**

**Imagen 3.1**

*Toma de muestra entrada laguna*



*Fuente (Arteaga, 2015)*

**Cuadro 3.1***Calidad del agua de ingreso a las lagunas*

PARÁMETRO	UNIDAD	ENTRADA LAGUNA	LIMITE MAX ALCANTARILLADO	DESCARGA AL
Temperatura	Centígrados	27.5		< 40
pH	-----	7.91		5-9
Turbiedad	NTU	114		---
Tensioactivos	mg/l	0.32		2.0
Sólidos Sedimentables	mg/l	<b>189</b>		20
Sólidos en suspensión	mg/l	248		220
Sólidos No Sedimentables	mg/l	59		----
Sólidos Disueltos totales	mg/l	<b>3120</b>		
Sólidos Totales	mg/l	<b>3350</b>		1600
Materia Flotante	--	<b>Visible</b>		Ausencia
Nitrógeno Total	mg/l	4.42		40
Cloruros	mg/l	<b>1192.8</b>		---
Sulfatos	mg/l	162		400
Cobre	mg/l	0.12		1
Mercurio	mg/l	0.0095		0.01
Aceites y Grasas	mg/l	7.2		100
DQO	mg/l	<b>744</b>		500
DBO <sub>5</sub>	mg/l	<b>369</b>		250
Carbamatos totales	µg/l	0.12		0.1
Pesticidas Organoclorados	µg/l	0.016		0.05
Pesticidas Organofosforados	µg/l	0.0		0.1

*Fuente (ESPOL E. T., 2015)*

### 3.5.3.- ANALISIS DE RESULTADOS DE LA ENTRADA

1. Respecto a las características del agua de entrada a las lagunas, observamos que varios parámetros están fuera del límite máximo permitido entre ellos distinguimos:

- ✓ Turbiedad
- ✓ sólidos sedimentables
- ✓ sólidos en suspensión totales
- ✓ sólidos disueltos totales
- ✓ cloruros
- ✓ DBO<sub>5</sub>
- ✓ DQO

2. Los valores en exceso nos ayuda de determinar el que el agua que entra a las lagunas esta fuera de normas, por tanto, contamina gravemente a la ciudadanía y es el principal factor del impacto ambiental que observamos en la ciudad de Manta, el agua residual no es adecuada para el proceso de decantación ya que provoca insuficiencia en el sistema de decantación y por ende perjudica las aguas del ríos y mares de la ciudad hasta el perjuicio de la población en general.
3. En los resultados emitidos el resultado de los cloruros es un valor típico que indica contaminación con aguas cargadas de este anión, característica propia de las descargas de industrias procesadoras de alimentos.
4. Las cantidades de metales pesados y pesticidas prácticamente están dentro de normas.

### 3.5.4.- AGUA EN PROCESO

**Cuadro 3.2**

*Calidad del agua en proceso laguna*

<b>PARAMETRO</b>	<b>ENTRADA</b>	<b>L.</b>	<b>L.FACULT</b>	<b>L.FACULT</b>
Temperatura	24.5	24.3	23.3	23.2
pH	7.16	7.19	7.29	7.28
Turbiedad	330	6.9	237	175
Conductividad	3370	3920	3675	3648
Sólidos	1827	2140	1837.5	1824
Salinidad	1.9	2.2	2.1	2.2
DQO	423	256	198	134
DBO <sub>5</sub>	378	210	80	83
Cromo	0.676			0.483
Cobre	0.12			0.33
Cadmio				0.126
Tensiactivos	0.077			0.26
Aluminio	0.01			
Zinc	0.08			
Plomo	0.267			
Tiempo de	---	2 días	4.46 días	5.9 días
Eficiencia	----	44.4%	62%%	negativo

*Fuente (ESPOL E. T., 2015)*

De acuerdo a las características de las aguas en cada laguna, observamos que el proceso aparentemente cumple su objetivo desde la entrada hasta la laguna facultativa pequeña, pero no cumple el objetivo en la laguna facultativa grande o de salida, en donde notamos que existe un leve aumento de la DBO lo cual indica que existen problemas de trabajo o depuración en estas últimas lagunas, además se observa una coloración rojiza lo cual es indicativo de sobre saturación y anaerobiosis debido a la inexistencia de oxígeno disuelto, este inconveniente provoca mayor cantidad de gases de olor fuerte hacia al ambiente.

### 3.5.5.- AGUA DE SALIDA

**Cuadro 3.3**  
*Calidad del agua en salida de laguna*

<b>PARÁMETRO</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>SALIDA LAGUN</b>	<b>Máximo para DESCARGA</b>	<b>VALOR MAX USO</b>
Temperatura	Centígrad	28	<35	< 40
pH	-----	8.52	5-9	6– 9
Turbiedad	NTU	<b>298</b>	10	-----
Tensioactivos	mg/l	0.28	0.5	2.0
Sólidos	mg/l	<b>128</b>	1	20
Sólidos en	mg/l	<b>179</b>	100	220
Sólidos No	mg/l	<b>307</b>	-----	--
Sólidos Disueltos	mg/l	2240		3000
Sólidos Totales	mg/l	<b>2547</b>	1600	
Materia Flotante	--	Ausencia	Ausencia	Ausencia
Nitrógeno Total	mg/l	1.33	15	40
Cloruros	mg/l	<b>809</b>	1000	355
Sulfatos	mg/l	186	1000	400
Cobre	mg/l	0.33	1	2
Mercurio	mg/l	0.0027	0.01	0.001
Aceites y Grasas	mg/l	<b>3.8</b>	0.3	0.3
DQO	mg/l	332	250	500
DBO <sub>5</sub>	mg/l	89	100	250
Carbamatos	µg/l	0,08	0.1	0.1
PesticidasOrgano	µg/l	0.011	0.05	0.2
PesticidasOrgano	µg/l	0.0	0.1	0.1

*Fuente (ESPOL E. T., 2015)*

1. Respecto a las características del agua de salida de las lagunas, observamos que varios parámetros están fuera del límite máximo permitido entre ellos distinguimos: turbiedad, sólidos sedimentables, sólidos en suspensión totales, sólidos no sedimentables, sólidos disueltos totales, sólidos totales, cloruros, aceites y grasas.
2. Estos valores en exceso confirman que el agua que sale de las lagunas esta fuera de normas, por tanto, estos parámetros necesitan mayor depuración, ya que el proceso biológico actual no es suficiente para disminuir estos parámetros es necesario disminuir la cantidad de agua tratada o aumentar la capacidad de líquido a almacenar

3. En lo referente a los cloruros es un valor típico que indica contaminación con aguas cargadas de este anión, propio de las descargas de industrias procesadoras de mariscos, no obstante, el proceso actual lo disminuye levemente.
4. Las cantidades de pesticidas prácticamente están dentro de normas

### **3.6.- MONITOREO DE LAS LAGUNAS DE OXIDACIÓN UBICADAS EN SAN JUAN DE MANTA**

**Fecha:** 26 de Abril del 2015

**Reportado a:** Empresa Pública- Aguas de Manta (EPAM)

**Realizado por:** Instituto de Ciencias Químicas y Ambientales (ICQA), Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL)

El presente informe de muestreo corresponde a la interpretación y análisis de los cuatro primeros estudios dentro del contrato establecido para el Programa de Monitoreo a ser realizado en las Lagunas de Oxidación administradas por el Municipio de Manta. Las fechas de los monitoreo realizado en las días 16 de Septiembre y 1 de Octubre del 2014, así como del 16 y 25 de Marzo de 2015.

Los resultados de este informe servirán para la interpretación parcial de los muestreos indicados anterior mente relacionados al funcionamiento del sistema actual de la laguna de oxidación, dando las recomendaciones necesarias para la adecuada operación y optimización del proceso de tratamiento biológico de las aguas residuales.

El Marco Legal utilizado en la interpretación de los resultados corresponde al **Texto Unificado de Legislación Simplificada Medio Ambiental del Ecuador** (Libro VI De La Calidad Ambiental, Anexo 1 Norma de Calidad Ambiental y De Descarga de Efluentes: Recurso Agua)

#### **3.6.1.- DESCRIPCIÓN DEL SITIO ANALIZADO**

El sitio definido para el programa de monitoreo corresponde a las Lagunas de Oxidación del sistema de alcantarillado del Municipio de Manta, ubicado en el sitio conocido como San Juan. Estas lagunas de oxidación se encuentran ubicadas a casi 1 km de distancia al sur del sitio más poblado de la ciudad de Manta (cooperativa 24 de Mayo) y la línea de playa de la ciudad de Manta se encuentra al norte en línea recta aproximadamente a 2.5 km.

Físicamente, el sistema de lagunas está implementado en un terreno aproximadamente rectangular ( $\approx 550 \text{ m} \times \approx 475 \text{ m}$ , ó  $\approx 26 \text{ Ha}$ ) definido por las siguientes coordenadas geográficas:

- ✓  $0^{\circ}58.086'S - 80^{\circ}44.968'W$
- ✓  $0^{\circ}57.962'S - 80^{\circ}44.698'W$
- ✓  $0^{\circ}58.185'S - 80^{\circ}44.592'W$
- ✓  $0^{\circ}58.321'S - 80^{\circ}44.863'W$

De acuerdo a información recopilada, las lagunas de oxidación poseen las siguientes características de operación actual:

**Cuadro 3.4**

*Características de operaciones*

Caudal diario promedio de entrada		30000 m <sup>3</sup> /día	
Caudal mínimo aproximado de entrada		28000 m <sup>3</sup> /día	
Caudal máximo aproximado de entrada		31000 m <sup>3</sup> /día	
Tiempo de retención hidráulica promedio de todo el sistema	12 días	laguna anaerobia	3 días
		laguna facultativa	4 días
		laguna maduración	5 días
Profundidad promedio de laguna anaerobia		4 m	
Profundidad promedio de laguna facultativa		2.5 m	
Profundidad promedio de laguna maduración		1.5 m	

Fuente (ESPOL E. T., 2015)

### 3.6.2.- LOCALIZACION.

De acuerdo al Programa de monitoreo establecido, se definieron en acuerdo con los contratantes, dos sitios de muestreo para todas las campañas: el punto de **Afluente** a las lagunas (entrada – Muestra #1) y el punto de **Efluente** de las lagunas (salida – Muestra #2).

Además de estos dos puntos, se realizó la toma de muestras de la Laguna Anaerobia 1 (Muestra #3 - octubre/1), Laguna Anaerobia 2 (Muestra #4 - octubre/1), Laguna Facultativa 1 (Muestra #5 - Marzo/25) y Laguna Facultativa 2 (Muestra #6 - Marzo/25). Las ubicaciones registradas con GPS de dichos sitios fueron:

Sitio de Muestra #1: 0°58.273'S – 80°44.799'W (aproximadamente 3.66 m.s.n.m.<sup>1</sup>)

Sitio de Muestra #2: 0°58.195'S – 80°44.609'W (aproximadamente 3.35 m.s.n.m.)

Sitio de Muestra #3: 0°58.232'S – 80°44.844'W (aproximadamente 3.50 m.s.n.m.)

Sitio de Muestra #4: 0°58.213'S – 80°44.810'W (aproximadamente 3.50 m.s.n.m.)

Sitio de Muestra #5: 0°58.076'S – 80°44.927'W (aproximadamente 3.35 m.s.n.m.)

Sitio de Muestra #6: 0°58.044'S – 80°44.825'W (aproximadamente 3.35 m.s.n.m.)

En la imagen mostrada abajo, se puede observar el sitio de las lagunas y los 6 puntos de muestreos realizados los días 16 de Septiembre y 1 de Octubre del 2014, así como del 16 y 25 de Marzo del 2015.

<sup>1</sup>Metros sobre el nivel del mar

### Imagen 3.2

Localización de las lagunas de oxidación



Fuente: (ESPOL E. T., 2015)

### 3.6.3.- ANÁLISIS REALIZADOS

Se hicieron dos tipos de análisis en los sitios de muestreo:

- ✓ Medición de parámetros IN-SITU de manera horaria durante 5-6 horas continuas utilizando un equipo digital multiparámetro ORION 5 STAR que mide Oxígeno Disuelto, Conductividad, pH y Temperatura.
- ✓ Medición de parámetros EX-SITU mediante la toma de una muestra compuesta en las 5-6 horas de medición en un volumen apropiado y enviada inmediatamente al laboratorio en condiciones de preservación para posterior análisis. La preservación involucró el enfriamiento de la muestra en una hielera y añadiendo conservantes ácidos. Todos los análisis fueron hechos bajo los criterios *Standard Methods APHA-AWWA-WPCF, Edición 21*.

Cabe señalar que cualquier interpretación que se derive del análisis de los resultados corresponde únicamente a la situación registrada en el sistema de lagunas al momento de la toma de muestras. No se puede hacer extrapolaciones hacia el futuro o el pasado al momento del monitoreo.



### **3.6.4.- PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS**

Después de realizar los análisis correspondientes, se procede a la interpretación de resultados y a verificar si hay cumplimiento o no con la regulación ambiental, es necesario puntualizar las partes de la regulación que se deben aplicar para estos casos.

Se mantienen los objetivos definidos respecto a la potencial reutilización del agua residual tratada con bacterias. Por tal motivo, se aplican los siguientes criterios encontrados en el Anexo 1, del Libro VI, del TULSMA:

- a. Tabla 3, Criterios de Calidad Admisibles para la Preservación de la Flora y Fauna en Agua Dulce Cálida
- b. Tabla 4, Límites máximos permisibles adicionales para la interpretación de calidad de las aguas
- c. Tabla 6, Criterios de Calidad Admisibles para Aguas de Uso Agrícola.
- d. Tabla 7, Parámetros de los Niveles Guía de la Calidad del Agua para Riego.
- e. Tabla 11, Límites de Descarga al Sistema de Alcantarillado Público.

*Nota: La coma (,) corresponde a los decimales y el punto (.) corresponde a los miles.*

Los resultados obtenidos en el análisis de las muestras tomadas el 16 de Septiembre, se presentan en el cuadro 3.5:

**Cuadro 3.5**

*Resumen de resultados de parámetros monitoreados (16/09/14)*

Parámetro	Unidad	Resultado		Criterio de Cumplimiento (TULSMA)	Método usado en laboratorio
		#1	#2		
pH (promedio de medida digital)	U de pH	5,00	4,75	6,5 – 9,0(a) 6,0 – 9,0 (c) 6,5 – 8,4 (d) 5 – 9 (e)	4500 H-B*
Conductividad (promedio de medida digital)	µS/cm	6510	5180	≤ 700 (sin restricción) 700 – 3000 (restricción moderada) > 3000 (restricción severa) (d)	2510-B*
Oxígeno Disuelto (promedio de medida digital)	mgOD/l	3,00	2,92	No menor al 60% de OD <sub>SAT</sub> y no menor a 5 mg/l (a)	4500 O-G*
Temperatura (promedio de medida digital)	°C	28,7	25,0	Condiciones naturales + 3°C (a) <40°C (e)	2550-B*
DBO <sub>5</sub>	mgO <sub>2</sub> /l	421	138	250 mg/l (e)	5210-B*
DQO	mgO <sub>2</sub> /l	945	291	500 mg/l (e)	5220-D*
Turbiedad	UNT	370	323		2130-B*
Alcalinidad (Bicarbonatos)	meq/l	11,64	14,76	≤ 1,5 (sin restricción) 1,5 – 8,5 (restricción moderada) >8,5 (restricción severa) (d)	Cálculo estequiométrico
Alcalinidad Total	mg(CaCO <sub>3</sub> )/l	582	738		2320-B*
Dureza Total	meq/l	10,5	8,3		Cálculo estequiométrico
Dureza Total	mg(CaCO <sub>3</sub> )/l	1050	830		2340-C*
Dureza Cálctica	mgCa/l	525	420		3500-Ca-D*
Aceites y Grasas	mg/l	11,6	9,4	0,3 mg/l (c, d) 100 mg/l (e)	5520-B*
Cloruros	meq/l	40,11	30,83	≤ 4,0 (sin restricción) 4,0 – 10 (restricción moderada) > 10 (restricción severa) (d)	Cálculo estequiométrico
Cloruros	mgCl/l	1422	1093		4500 Cl-B*
Salinidad	ppt (‰)	2,60	2,00		Cálculo estequiométrico
Amonio	mgN-NH <sub>3</sub> /l	131	134	0,02 mg/l (a)	4500 NH <sub>3</sub> -C*

Parámetro	Unidad	Resultado		Criterio de Cumplimiento (TULSMA)	Método usado en laboratorio
		#1	#2		
Nitratos	mgNO <sub>3</sub> <sup>-</sup> /l	3,562	2,329	≤ 5,0 (sin restricción) 5,0 – 30 (restricción moderada) > 30 (restricción severa) (d)	4500 NO <sub>3</sub> -B*
Nitritos	mgNO <sub>2</sub> <sup>-</sup> /l	0,637	0,603	1 mg/l (d)	4500 NO <sub>2</sub> -B*
Fosfatos	mgP-PO <sub>4</sub> <sup>-3</sup> /l	16,36	1,467		4500 P – E*
Sulfatos	mgSO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> /l	1632	1427	400 mg/l (e)	4500-SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> -C*
Boro	mg/l	1,20	< 0.2	≤ 0,7 (sin restricción) 0,7 – 3 (restricción moderada) > 3 (restricción severa) (d)	4500-B*
Sólidos Totales	mg ST/l	3980	3296	1600 mg/l (e)	2540-B*
Sólidos Disueltos Totales	mg SDT/l	3194	3130	≤ 450 (sin restricción) 450 – 2000 (restricción moderada) 2000 - 3000 (restricción severa) > 3000 (no se puede usar para irrigación) (d)	2540-C*
Sólidos Suspendidos Totales	mg SST/l	260	154	220 mg/l (e)	2540-D*
Sólidos Sedimentables	ml/l	2	0,1	20 ml/l (e)	2540-F*
Coliformes Totales	NMP/100ml	11 x 10 <sup>6</sup>	48 x 10 <sup>3</sup>	1000 NMP/100 ml (c)	9221-B*
Coliformes Fecales	NMP/100ml	4,8 x 10 <sup>6</sup>	24 x 10 <sup>3</sup>	200 NMP/100 ml (c)	9221-C*
Organoclorados totales	mg/l	0,64	0,39	0,01 (a) 0,20 (c) 0,05 (e)	6630*
Organofosforados totales	mg/l	0,38	0,18	0,01 (a) 0,10 (c) 0,1 (e)	6630*
Sodio	meq/l	54,35	43,48	≤ 3 (sin restricción) 3 – 9 (restricción moderada) >9 (restricción severa) (d)	Cálculo estequiométrico
Sodio	mg/l	1250	1000		3500-Na-B*
Aluminio	mg/l	ND	ND	0,1 mg/l (a) 5 mg/l (c, e)	3500-Al-B*
Cadmio	mg/l	0,0013	0,0013	0,001 mg/l (a) 0,01 mg/l (c) 0,02 mg/l (e)	3500-Ca-B*
Cobalto	mg/l	ND	ND	0,2 mg/l (a) 0,05 mg/l (c) 0,5 mg/l (e)	3500-Co-B*
Cobre	mg/l	0,0058	0,005	0,01 mg/l (a) 2 mg/l (c) 1 mg/l (e)	3500-Cu-B*
Hierro	mg/l	0,4	0,2	0,3 mg/l (a) 5 mg/l (c) 25 mg/l (e)	3500-Fe-B*
Manganeso	mg/l	0,14	0,08	0,1 mg/l (a) 0,2 mg/l (c) 10 mg/l (e)	3500-Mn-B*

Parámetro	Unidad	Resultado		Criterio de Cumplimiento (TUSLMA)	Método usado en laboratorio
		#1	#2		
Mercurio	mg/l	ND	ND	0,0002 mg/l (a) 0,001 mg/l (c) 0,01 mg/l (e)	3500-Hg-B*
Níquel	mg/l	ND	ND	0,025 mg/l (a) 0,2 mg/l (c) 2 mg/l (e)	3500-Ni-B*
Plomo	mg/l	ND	ND	0,05 mg/l (c) 0,5 mg/l (e)	3500-Pb-B*
Zinc	mg/l	0,11	0,10	0,18 mg/l (a) 2 mg/l (c) 10 mg/l (e)	3500-Zn-B*
Cromo	mg/l	ND	ND	0,05 mg/l (a)	3500-Cr-B*

**Nota:**

- (a) Tabla 3, Anexo 1, LIBRO VI, TUSLMA, Criterios de Calidad Admisibles para la Preservación de la Flora y Fauna en Agua Dulce Cálida
- (b) Tabla 4, Anexo 1, LIBRO VI, TUSLMA, Límites máximos permisibles adicionales para la interpretación de calidad de las aguas
- (c) Tabla 6, Anexo 1, LIBRO VI, TUSLMA, Criterios de Calidad Admisibles para Aguas de Uso Agrícola.
- (d) Tabla 7, Anexo 1, LIBRO VI, TUSLMA, Parámetros de los Niveles Guía de la Calidad del Agua para Riego.
- (e) Tabla 11, Anexo 1, LIBRO VI, TUSLMA, Límites de Descarga al Sistema de Alcantarillado Público.

(\*) Standard Methods APHA-AWWA-WPCF - Edition 21

ND NO DETECTADO (por debajo del límite de detección del equipo)

*Fuente (ESPOL E. T., 2015)*

Los resultados obtenidos en el análisis de las muestras tomadas el 1 de Octubre, se presentan en el cuadro 3.6:

**Cuadro 3.6**

*Resumen de resultados de parámetros monitoreados (01/10/14)*

Parámetro	Unidad	Resultado				Criterio de Cumplimiento (TULSMA)	Método usado en laboratorio
		#1	#2	#3	#4		
pH (promedio de medida digital)	U de pH	7,15	8,20	7,00	7,10	6,5 – 9,0(a) 6,0 – 9,0 (c) 6,5 – 8,4 (d) 5 – 9 (e)	4500 H-B*
Conductividad (promedio de medida digital)	μS/cm	6230	5090	4870	5340	≤ 700 (sin restricción) 700 – 3000 (restricción moderada) > 3000 (restricción severa) (d)	2510-B*
Oxígeno Disuelto (promedio de medida digital)	mgOD/l	2,55	0,76	0,05	0,04	No menor al 60% de OD <sub>SAT</sub> y no menor a 5 mg/l (a)	4500 O-G*
Temperatura (promedio de medida digital)	°C	28,4	25,7	27,4	27,8	Condiciones naturales + 3°C (a) <40°C (e)	2550-B*
DBO <sub>5</sub>	mgO <sub>2</sub> /l	447	106	193	200	250 mg/l (e)	5210-B*
DQO	mgO <sub>2</sub> /l	1342	328	340	520	500 mg/l (e)	5220-D*
Turbiedad	UNT	1286	805	510	134		2130-B*
Alcalinidad (Bicarbonatos)	meq/l	11,44	14,35	15,91	16,78	≤ 1,5 (sin restricción) 1,5 – 8,5 (restricción moderada) >8,5 (restricción severa) (d)	Cálculo estequiométrico
Alcalinidad Total	mg(CaCO <sub>3</sub> )/l	572	718	796	839		2320-B*
Dureza Total	meq/l	9,6	8,1	9,1	8,8		Cálculo estequiométrico
Dureza Total	mg(CaCO <sub>3</sub> )/l	960	807	911	878		2340-C*
Dureza Cálcica	mgCa/l	344	220	208	259		3500-Ca-D*
Aceites y Grasas	mg/l	11	5	25	17	0,3 mg/l (c, d) 100 mg/l (e)	5520-B*
Cloruros	meq/l	35,0	32,8	31,3	32,5	≤ 4,0 (sin restricción) 4,0 – 10 (restricción moderada) > 10 (restricción severa) (d)	Cálculo estequiométrico
Cloruros	mgCl <sup>-</sup> /l	1240	1164	1109	1152		4500 Cl-B*
Salinidad	ppt (‰)	2,27	2,13	2,03	2,11		Cálculo estequiométrico
Amonio	mgN-NH <sub>3</sub> /l	212	135	151	174	0,02 mg/l (a)	4500 NH <sub>3</sub> -C*
Nitratos	mgNO <sub>3</sub> <sup>-</sup> /l	3,27	2,19	3,30	1,98	≤ 5,0 (sin restricción) 5,0 – 30 (restricción moderada) > 30 (restricción severa) (d)	4500 NO <sub>3</sub> -B*
Nitritos	mgNO <sub>2</sub> <sup>-</sup> /l	0,82	0,54	0,84	0,62	1 mg/l (d)	4500 NO <sub>2</sub> -B*

Parámetro	Unidad	Resultado				Criterio de Cumplimiento (TULSMA)	Método usado en laboratorio
		#1	#2	#3	#4		
Fosfatos	mgP-PO <sub>4</sub> <sup>-3</sup> /l	28,7	0,98	19,4	29,0		4500 P – E*
Sulfatos	mgSO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> /l	844	528	478	486	400 mg/l (e)	4500-SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> -C*
Boro	mg/l	< 0.20	< 0.20	< 0.20	< 0.20	≤ 0,7 (sin restricción) 0,7 – 3 (restricción moderada) > 3 (restricción severa) (d)	4500-B*
Sólidos Totales	mg ST/l	3730	2910	2966	2934	1600 mg/l (e)	2540-B*
Sólidos Disueltos Totales	mg SDT/l	3062	2710	2696	2780	≤ 450 (sin restricción) 450 – 2000 (restricción moderada) 2000 - 3000 (restricción severa) > 3000 (no se puede usar para irrigación) (d)	2540-C*
Sólidos Suspendidos Totales	mg SST/l	328	125	126	50	220 mg/l (e)	2540-D*
Sólidos Sedimentables	ml/l	4,5	0,1	3,0	0,1	20 ml/l (e)	2540-F*
Coliformes Totales	NMP/100ml	1,1 x 10 <sup>8</sup>	4,8 x 10 <sup>4</sup>	4,8 x 10 <sup>6</sup>	4,8 x 10 <sup>5</sup>	1000 NMP/100 ml (c)	9221-B*
Coliformes Fecales	NMP/100ml	2,4 x 10 <sup>6</sup>	4,3 x 10 <sup>3</sup>	1,5 x 10 <sup>5</sup>	4,3 x 10 <sup>4</sup>	200 NMP/100 ml (c)	9221-C*
Sodio	meq/l	20,65	25,22	23,26	20,65	≤ 3 (sin restricción) 3 – 9 (restricción moderada) >9 (restricción severa) (d)	Cálculo estequiométrico
Sodio	mg/l	475	580	535	475		3500-Na-B*
Aluminio	mg/l	ND	ND	ND	ND	0,1 mg/l (a) 5 mg/l (c, e)	3500-Al-B*
Cadmio	mg/l	0,001 0	0,001 3	0,001 3	0,001 3	0,001 mg/l (a) 0,01 mg/l (c) 0,02 mg/l (e)	3500-Ca-B*
Cobalto	mg/l	ND	ND	ND	ND	0,2 mg/l (a) 0,05 mg/l (c) 0,5 mg/l (e)	3500-Co-B*
Cobre	mg/l	0,002 5	0,003 5	0,004 3	0,003 3	0,01 mg/l (a) 2 mg/l (c) 1 mg/l (e)	3500-Cu-B*
Hierro	mg/l	3,9	0,3	2,1	1,0	0,3 mg/l (a) 5 mg/l (c) 25 mg/l (e)	3500-Fe-B*
Manganeso	mg/l	0,17	0,09	0,12	0,11	0,1 mg/l (a) 0,2 mg/l (c) 10 mg/l (e)	3500-Mn-B*
Mercurio	mg/l	ND	ND	ND	ND	0,0002 mg/l (a) 0,001 mg/l (c) 0,01 mg/l (e)	3500-Hg-B*
Níquel	mg/l	ND	ND	ND	ND	0,025 mg/l (a) 0,2 mg/l (c) 2 mg/l (e)	3500-Ni-B*
Plomo	mg/l	ND	ND	ND	ND	0,05 mg/l (c) 0,5 mg/l (e)	3500-Pb-B*
Zinc	mg/l	0,41	0,08	0,20	0,12	0,18 mg/l (a) 2 mg/l (c) 10 mg/l (e)	3500-Zn-B*
Cromo	mg/l	ND	0,007 5	ND	ND	0,05 mg/l (a)	3500-Cr-B*

Parámetro	Unidad	Resultado				Criterio de Cumplimiento (TUSLMA)	Método usado en laboratorio
		#1	#2	#3	#4		

**Nota:**

- (a) Tabla 3, Anexo 1, LIBRO VI, TUSLMA, Criterios de Calidad Admisibles para la Preservación de la Flora y Fauna en Agua Dulce Cálida
- (b) Tabla 4, Anexo 1, LIBRO VI, TUSLMA, Límites máximos permisibles adicionales para la interpretación de calidad de las aguas
- (c) Tabla 6, Anexo 1, LIBRO VI, TUSLMA, Criterios de Calidad Admisibles para Aguas de Uso Agrícola.
- (d) Tabla 7, Anexo 1, LIBRO VI, TUSLMA, Parámetros de los Niveles Guía de la Calidad del Agua para Riego.
- (e) Tabla 11, Anexo 1, LIBRO VI, TUSLMA, Límites de Descarga al Sistema de Alcantarillado Público.

(\*) Standard Methods APHA-AWWA-WPCF - Edition 21

ND NO DETECTADO (por debajo del límite de detección del equipo)

*Fuente: (ESPOL E. T., 2015)*

Los resultados obtenidos en el análisis de las muestras tomadas el 16 de Marzo, se presentan en el cuadro 3.7:

**Cuadro 3.7**

*Resumen de resultados de parámetros monitoreados (16/03/15)*

Parámetro	Unidad	Resultado		Criterio de Cumplimiento (TULSMA)	Método usado en laboratorio
		#1	#2		
pH (promedio de medida digital)	U de pH	7,50	8,15	6,5 – 9,0(a) 6,0 – 9,0 (c) 6,5 – 8,4 (d) 5 – 9 (e)	4500 H-B*
Conductividad (promedio de medida digital)	µS/cm	4020	5010	≤ 700 (sin restricción) 700 – 3000 (restricción moderada) > 3000 (restricción severa) (d)	2510-B*
Oxígeno Disuelto (promedio de medida digital)	mgOD/l	1,30	1,16	No menor al 60% de OD <sub>SAT</sub> y no menor a 5 mg/l (a)	4500 O-G*
Temperatura (promedio de medida digital)	°C	28,0	24,8	Condiciones naturales + 3°C (a) <40°C (e)	2550-B*
DBO <sub>5</sub>	mgO <sub>2</sub> /l	290	92	250 mg/l (e)	5210-B*
DQO	mgO <sub>2</sub> /l	565	225	500 mg/l (e)	5220-D*
Turbiedad	UNT	341	403		2130-B*
Alcalinidad (Bicarbonatos)	meq/l	9,46	13,2	≤ 1,5 (sin restricción) 1,5 – 8,5 (restricción moderada) >8,5 (restricción severa) (d)	Cálculo estequiométrico
Alcalinidad Total	mg(CaCO <sub>3</sub> )/l	473	660		2320-B*
Dureza Total	meq/l	7,70	8,25		Cálculo estequiométrico
Dureza Total	mg(CaCO <sub>3</sub> )/l	770	825		2340-C*
Dureza Cálcica	mgCa/l	153	163		3500-Ca-D*
Aceites y Grasas	mg/l	18,0	12,5	0,3 mg/l (c, d) 100 mg/l (e)	5520-B*
Cloruros	meq/l	19,1	28,3	≤ 4,0 (sin restricción) 4,0 – 10 (restricción moderada) > 10 (restricción severa) (d)	Cálculo estequiométrico
Cloruros	mgCl <sup>-</sup> /l	677	1003		4500 Cl-B*
Salinidad	ppt (‰)	1,25	1,84		Cálculo estequiométrico
Amonio	mgN-NH <sub>3</sub> /l	228	245	0,02 mg/l (a)	4500 NH <sub>3</sub> -C*
Nitratos	mgNO <sub>3</sub> <sup>-</sup> /l	2,48	2,14	≤ 5,0 (sin restricción) 5,0 – 30 (restricción moderada) > 30 (restricción severa) (d)	4500 NO <sub>3</sub> -B*



Parámetro	Unidad	Resultado		Criterio de Cumplimiento (TULSMA)	Método usado en laboratorio
		#1	#2		
Nitritos	mgNO <sub>2</sub> <sup>-</sup> /l	0,53	0,55	1 mg/l (d)	4500 NO <sub>2</sub> -B*
Fosfatos	mgP-PO <sub>4</sub> <sup>-3</sup> /l	25,7	19,3		4500 P – E*
Sulfatos	mgSO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> /l	748	527	400 mg/l (e)	4500-SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> -C*
Boro	mg/l	1,5	0.2	≤ 0,7 (sin restricción) 0,7 – 3 (restricción moderada) > 3 (restricción severa) (d)	4500-B*
Sólidos Totales	mg ST/l	2642	2954	1600 mg/l (e)	2540-B*
Sólidos Disueltos Totales	mg SDT/l	2210	2618	≤ 450 (sin restricción) 450 – 2000 (restricción moderada) 2000 - 3000 (restricción severa) > 3000 (no se puede usar para irrigación) (d)	2540-C*
Sólidos Suspendidos Totales	mg SST/l	192	128	220 mg/l (e)	2540-D*
Sólidos Sedimentables	ml/l	1,2	0,2	20 ml/l (e)	2540-F*
Coliformes Totales	NMP/100ml	2,4 x 10 <sup>8</sup>	2,4 x 10 <sup>5</sup>	1000 NMP/100 ml (c)	9221-B*
Coliformes Fecales	NMP/100ml	4,8 x 10 <sup>7</sup>	3,9 x 10 <sup>3</sup>	200 NMP/100 ml (c)	9221-C*
Sodio	Meq/l	18,48	14,78	≤ 3 (sin restricción) 3 – 9 (restricción moderada) >9 (restricción severa) (d)	Cálculo estequiométrico
Sodio	mg/l	425	340		3500-Na-B*
Aluminio	mg/l	ND	ND	0,1 mg/l (a) 5 mg/l (c, e)	3500-Al-B*
Cadmio	mg/l	0,0015	0,0013	0,001 mg/l (a) 0,01 mg/l (c) 0,02 mg/l (e)	3500-Ca-B*
Cobalto	mg/l	ND	ND	0,2 mg/l (a) 0,05 mg/l (c) 0,5 mg/l (e)	3500-Co-B*
Cobre	mg/l	0,0013	0,0043	0,01 mg/l (a) 2 mg/l (c) 1 mg/l (e)	3500-Cu-B*
Hierro	mg/l	0,3	0,1	0,3 mg/l (a) 5 mg/l (c) 25 mg/l (e)	3500-Fe-B*
Manganeso	mg/l	0,003	0,009	0,1 mg/l (a) 0,2 mg/l (c) 10 mg/l (e)	3500-Mn-B*
Mercurio	mg/l	ND	ND	0,0002 mg/l (a) 0,001 mg/l (c) 0,01 mg/l (e)	3500-Hg-B*
Níquel	mg/l	ND	ND	0,025 mg/l (a) 0,2 mg/l (c) 2 mg/l (e)	3500-Ni-B*
Plomo	mg/l	ND	ND	0,05 mg/l (c) 0,5 mg/l (e)	3500-Pb-B*
Zinc	mg/l	0,013	0,028	0,18 mg/l (a) 2 mg/l (c) 10 mg/l (e)	3500-Zn-B*

Parámetro	Unidad	Resultado		Criterio de Cumplimiento (TUSLMA)	Método usado en laboratorio
		#1	#2		
Cromo	mg/l	ND	ND	0,05 mg/l (a)	3500-Cr-B*

**Nota:**

- (a) Tabla 3, Anexo 1, LIBRO VI, TUSLMA, Criterios de Calidad Admisibles para la Preservación de la Flora y Fauna en Agua Dulce Cálida
- (b) Tabla 4, Anexo 1, LIBRO VI, TUSLMA, Límites máximos permisibles adicionales para la interpretación de calidad de las aguas
- (c) Tabla 6, Anexo 1, LIBRO VI, TUSLMA, Criterios de Calidad Admisibles para Aguas de Uso Agrícola.
- (d) Tabla 7, Anexo 1, LIBRO VI, TUSLMA, Parámetros de los Niveles Guía de la Calidad del Agua para Riego.
- (e) Tabla 11, Anexo 1, LIBRO VI, TUSLMA, Límites de Descarga al Sistema de Alcantarillado Público.

(\*) Standard Methods APHA-AWWA-WPCF - Edition 21

ND NO DETECTADO (por debajo del límite de detección del equipo)

Fuente: (ESPOL E. T., 2015)

Los resultados obtenidos en el análisis de las muestras tomadas el 25 de Marzo del 2015, se presentan en el cuadro 3.8:

**Cuadro 3.8**

*Resumen de resultados de parámetros monitoreados (25/03/15)*

Parámetro	Unidad	Resultado		Criterio de Cumplimiento (TULSMA)	Método usado en laboratorio
		#5	#6		
pH (promedio de medida digital)	U de pH	7,84	7,98	6,5 – 9,0(a) 6,0 – 9,0 (c) 6,5 – 8,4 (d) 5 – 9 (e)	4500 H-B*
Conductividad (promedio de medida digital)	μS/cm	4910	4940	≤ 700 (sin restricción) 700 – 3000 (restricción moderada) > 3000 (restricción severa) (d)	2510-B*
Oxígeno Disuelto (promedio de medida digital)	mgOD/l	0,01	0,06	No menor al 60% de OD <sub>SAT</sub> y no menor a 5 mg/l (a)	4500 O-G*
Temperatura (promedio de medida digital)	°C	26,4	26,3	Condiciones naturales + 3°C (a) <40°C (e)	2550-B*
DBO <sub>5</sub>	mgO <sub>2</sub> /l	151	128	250 mg/l (e)	5210-B*
DQO	mgO <sub>2</sub> /l	267	214	500 mg/l (e)	5220-D*
Turbiedad	UNT	713	885		2130-B*
Alcalinidad (Bicarbonatos)	meq/l	14,4	15,0	≤ 1,5 (sin restricción) 1,5 – 8,5 (restricción moderada) >8,5 (restricción severa) (d)	Cálculo estequiométrico
Alcalinidad Total	mg(CaCO <sub>3</sub> )/l	722	751		2320-B*
Dureza Total	meq/l	8,2	8,3		Cálculo estequiométrico
Dureza Total	mg(CaCO <sub>3</sub> )/l	820	834		2340-C*
Dureza Cálcica	Mg Ca/l	156	153		3500-Ca-D*
Aceites y Grasas	mg/l	18,0	15,0	0,3 mg/l (c, d) 100 mg/l (e)	5520-B*
Cloruros	Me q/l	26,6	27,0	≤ 4,0 (sin restricción) 4,0 – 10 (restricción moderada) > 10 (restricción severa) (d)	Cálculo estequiométrico
Cloruros	Mg Cl/l	942	957		4500 Cl-B*
Salinidad	ppt (‰)	1,73	1,76		Cálculo estequiométrico
Amonio	mgN-NH <sub>3</sub> /l	150	147	0,02 mg/l (a)	4500 NH <sub>3</sub> -C*
Nitratos	mgNO <sub>3</sub> <sup>-</sup> /l	2,693	2,458	≤ 5,0 (sin restricción) 5,0 – 30 (restricción moderada) > 30 (restricción severa) (d)	4500 NO <sub>3</sub> -B*

Parámetro	Unidad	Resultado		Criterio de Cumplimiento (TULSMA)	Método usado en laboratorio
		#5	#6		
Nitritos	mgNO <sub>2</sub> <sup>-</sup> /l	0,665	0,627	1 mg/l (d)	4500 NO <sub>2</sub> -B*
Fosfatos	mgP-PO <sub>4</sub> <sup>-3</sup> /l	1,70	1,42		4500 P – E*
Sulfatos	mgSO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> /l	548	525	400 mg/l (e)	4500-SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> -C*
Boro	mg/l	0,8	2,0	≤ 0,7 (sin restricción) 0,7 – 3 (restricción moderada) > 3 (restricción severa) (d)	4500-B*
Sólidos Totales	mg ST/l	2840	2814	1600 mg/l (e)	2540-B*
Sólidos Disueltos Totales	mg SDT/l	2564	2605	≤ 450 (sin restricción) 450 – 2000 (restricción moderada) 2000 - 3000 (restricción severa) > 3000 (no se puede usar para irrigación) (d)	2540-C*
Sólidos Suspendidos Totales	mg SST/l	98	98	220 mg/l (e)	2540-D*
Sólidos Sedimentables	ml/l	0,05	0,05	20 ml/l (e)	2540-F*
Coliformes Totales	NMP/100ml	1,1 x 10 <sup>6</sup>	1,1 x 10 <sup>5</sup>	1000 NMP/100 ml (c)	9221-B*
Coliformes Fecales	NMP/100ml	4,8 x 10 <sup>5</sup>	4,8 x 10 <sup>4</sup>	200 NMP/100 ml (c)	9221-C*
Sodio	meq/l	8,48	8,48	≤ 3 (sin restricción) 3 – 9 (restricción moderada) >9 (restricción severa) (d)	Cálculo estequiométrico
Sodio	mg/l	195	195		3500-Na-B*
Aluminio	mg/l	ND	ND	0,1 mg/l (a) 5 mg/l (c, e)	3500-Al-B*
Cadmio	mg/l	ND	ND	0,001 mg/l (a) 0,01 mg/l (c) 0,02 mg/l (e)	3500-Ca-B*
Cobalto	mg/l	ND	ND	0,2 mg/l (a) 0,05 mg/l (c) 0,5 mg/l (e)	3500-Co-B*
Cobre	mg/l	0,025	0,020	0,01 mg/l (a) 2 mg/l (c) 1 mg/l (e)	3500-Cu-B*
Hierro	mg/l	0,5	0,4	0,3 mg/l (a) 5 mg/l (c) 25 mg/l (e)	3500-Fe-B*
Manganeso	mg/l	0,12	0,10	0,1 mg/l (a) 0,2 mg/l (c) 10 mg/l (e)	3500-Mn-B*
Mercurio	mg/l	ND	ND	0,0002 mg/l (a) 0,001 mg/l (c) 0,01 mg/l (e)	3500-Hg-B*
Níquel	mg/l	0,0075	0,010	0,025 mg/l (a) 0,2 mg/l (c) 2 mg/l (e)	3500-Ni-B*
Plomo	mg/l	ND	ND	0,05 mg/l (c) 0,5 mg/l (e)	3500-Pb-B*
Zinc	mg/l	0,04	0,03	0,18 mg/l (a) 2 mg/l (c) 10 mg/l (e)	3500-Zn-B*

Parámetro	Unidad	Resultado		Criterio de Cumplimiento (TUSLMA)	Método usado en laboratorio
		#5	#6		
Cromo	mg/l	ND	ND	0,05 mg/l (a)	3500-Cr-B*

**Nota:**

- (a) Tabla 3, Anexo 1, LIBRO VI, TUSLMA, Criterios de Calidad Admisibles para la Preservación de la Flora y Fauna en Agua Dulce Cálida
- (b) Tabla 4, Anexo 1, LIBRO VI, TUSLMA, Límites máximos permisibles adicionales para la interpretación de calidad de las aguas
- (c) Tabla 6, Anexo 1, LIBRO VI, TUSLMA, Criterios de Calidad Admisibles para Aguas de Uso Agrícola.
- (d) Tabla 7, Anexo 1, LIBRO VI, TUSLMA, Parámetros de los Niveles Guía de la Calidad del Agua para Riego.
- (e) Tabla 11, Anexo 1, LIBRO VI, TUSLMA, Límites de Descarga al Sistema de Alcantarillado Público.

(\*) Standard Methods APHA-AWWA-WPCF - Edition 21

ND NO DEECTADO (por debajo del límite de detección del equipo)

Fuente : (ESPOL E. T., 2015)

### 3.6.5.- INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

#### 3.6.5.1- EFICIENCIA GLOBAL DEL TRATAMIENTO

Los porcentajes de remoción esperados para los parámetros de diseño en Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales utilizando las lagunas de oxidación se muestran en el cuadro 3.9:

**Cuadro 3.9**

*Porcentaje de remoción*

<b>Parámetro</b>	<b>Laguna Anaerobia</b>	<b>Laguna Facultativa</b>	<b>Laguna Maduración</b>	<b>Todo el sistema</b>
SS	50 – 60	0 – 70	40 – 80	70 – 98
DBO <sub>5</sub>	40 – 50	60-80	75 – 85	94 – 99
DQO	40 – 50	55 - 75	70 – 80	92 – 98
N	5 – 10	30 - 60	40 – 80	60 – 93
P	0 – 5	0 – 30	30 – 60	30 – 73
Coliformes Fecales	30 – 70	99,5 – 99,8	99,9 -99,99	99,95 – 99,99

*Fuente: (ICREW, 2006)*

Para poder determinar la eficiencia de remoción de ciertos parámetros del Sistema de Lagunaje de la Ciudad de Manta, nos basamos en los parámetros medidos en campo los días 16 de Septiembre y 1 de Octubre del 2014 así como del 16 y 25 de Marzo del 2015. Esta eficiencia, de hecho, variará dependiendo de las condiciones ambientales que se den de manera diaria y manera horaria. Cabe señalar, que la eficiencia calculada en el cuadro 16 es la eficiencia global de los parámetros entre la entrada y la salida de las lagunas tomando en cuenta el promedio aritmético de las 3 mediciones realizadas a la fecha, y no de las eficiencias entre lagunas.

**Cuadro 3.10**

*Análisis de la remoción*

<b>Parámetro</b>	<b>Unidades</b>	<b>Entrada Muestra #1</b>	<b>Salida Muestra #2</b>	<b>Eficiencia Real del Sistema (%)</b>	<b>Cumplimiento con tabla 5</b>
SS	mg/l	260	136	48	NO
DBO <sub>5</sub>	mg/l	386	112	71	NO
DQO	mg/l	951	281	70	NO
N	mg/l	148	133	10	NO
P	mg/l	7,9	2,4	70	SI
Coliformes Fecales	NMP/100 ml	1,8x10 <sup>7</sup>	1,1x10 <sup>4</sup>	99,94	NO

*Fuente (ICREW, 2006)*

Considerando que la eficiencia de remoción de los sólidos suspendidos en todo el sistema es del 48 %, se puede inferir que las lagunas estarían llegando a su capacidad límite de volumen de almacenamiento de sedimentos en el tratamiento.

Por lo que es importante tener en cuenta que para el correcto funcionamiento y debida remoción de los sólidos suspendidos, es necesario realizar una limpieza integra del fondo de las lagunas.

### 3.6.5.2.- EFICIENCIA PUNTUAL DEL TRATAMIENTO (LAGUNAS ANAEROBIAS)

El análisis de los porcentajes de remoción para la salida de las Lagunas Anaerobias se muestra en el cuadro 3.11:

**Cuadro 3.11**  
*Análisis de la remoción (1-oct-2014)*

Parámetro	Unidades	Entrada Muestra #1	L. Anaerobia 1 Muestra #3	L. Anaerobia 2 Muestra #4	Eficiencia Real de L. Anaerobia 1 (%)	Eficiencia Real de L. Anaerobia 2 (%)	Cumplimiento con tabla 15
SS	mg/l	260	126	50	51	81	SI
DBO <sub>5</sub>	mg/l	386	193	200	50	48	SI
DQO	mg/l	951	340	520	64	45	SI
N	mg/l	148	118	135,5	20	8	SI
P	mg/l	7,9	6,32	9,4	20	-	SI
Coliformes Fecales	NMP/100 ml	1,8x10 <sup>7</sup>	1,5x10 <sup>5</sup>	4,3x10 <sup>4</sup>	99,2	99,8	SI

Fuente (ICREW, 2006)

De los datos mostrados en el cuadro se puede observar que la laguna anaerobia 1 está produciendo una remoción menor de sedimentos con relación a la laguna anaerobia 2. Esto podría relacionarse con la descarga directa de aguas residuales hacia la laguna anaerobia 1 mostrada en el plano de implantación del sistema El equipo consultor considera que esto está recargando la laguna anaerobia 1 y por lo tanto la eficiencia global de remoción del sistema disminuye.

### 3.6.5.3.- EFICIENCIA PUNTUAL DEL TRATAMIENTO (LAGUNAS FACULTATIVAS)

El análisis de los porcentajes de remoción para la salida de las Lagunas Facultativas se muestra en el cuadro 3.12

**Cuadro 3.12**  
*Análisis de la remoción (25-mar-2015)*

Parámetro	Unidades	Salida Muestra #3	Salida Muestra #4	L. Facul. 1 M #5	L. Facul. 2 M #6	Eficiencia Real de L1 (%)	Eficiencia Real de L2 (%)	Cumple con tabla 15
SS	mg/l	126	50	98	98	22	-	NO
DBO <sub>5</sub>	mg/l	193	200	151	128	22	36	NO
DQO	mg/l	340	520	267	214	21	59	NO
N	mg/l	118	135,5	117	115	1	15	NO
P	mg/l	6,32	9,4	0,55	0,46	91	95	SI
Coliformes Fecales	NMP/100 ml	1,5x10 <sup>5</sup>	4,3x10 <sup>4</sup>	4,8x10 <sup>5</sup>	4,8x10 <sup>4</sup>	-	-	NO

Fuente (ESPOL E. T., 2015)

De acuerdo a la medición realizada, el sistema global de lagunas no estaría cumpliendo la remoción en cinco de los seis parámetros establecidos anteriormente. Solamente se está produciendo la remoción efectiva del fósforo.

Sin embargo, analizando los porcentajes de remoción para la primera etapa del proceso, las lagunas anaerobias sí están cumpliendo con la remoción esperada de todos los parámetros. Lo contrario ocurre con el análisis de las lagunas facultativas, donde no se cumple con los porcentajes de remoción y se evidencia un aumento en algunos casos de los contaminantes.

Un criterio de diseño para lagunas facultativas dispuesto por las normas vigentes del IEOS (MIDUVI), indica que se debe utilizar una carga superficial de DBO no mayor a 500 Kg DBO/Ha. día. De acuerdo con la tabla 17, la laguna facultativa está recibiendo un agua residual con una concentración aproximada de 200 mg/l y un caudal máximo de 32.000 m<sup>3</sup>/día. Si consideramos que la extensión de las dos lagunas facultativas es de 8,94 Ha, se tendría que la carga superficial real de estas lagunas es de 715 Kg DBO/Ha. día. Este criterio es otro indicador de que el sistema de lagunas de oxidación de Manta no está trabajando con su capacidad de diseño.

#### **3.6.5.4.- INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS DE PARÁMETROS MEDIDOS IN-SITU**

Uno de los factores determinantes en la depuración de las aguas es el nivel de Oxígeno Disuelto presente durante el proceso de tratamiento. La cantidad disponible de Oxígeno Disuelto depende de que tanta materia orgánica se esté descomponiendo en el agua residual, la presencia de algas en el sistema que aportan con oxígeno debido a la fotosíntesis y el número disponible de bacterias aeróbicas que consumen el oxígeno al momento de descomponer la materia orgánica. Hay otras variables que podrían no ser tan fácilmente detectables.

Para saber si el sistema está funcionando de acuerdo a la norma, es necesario determinar cuánto Oxígeno Disuelto de Saturación se requiere para las temperaturas registradas. Se determinó que la temperatura promedio de la entrada está alrededor de 28,4 °C y la de salida está alrededor de 25,2 °C. La temperatura promedio de las lagunas anaerobias 1 y 2 es 27,6 °C y la temperatura promedio de las lagunas facultativas 1 y 2 es 26,4 °C.

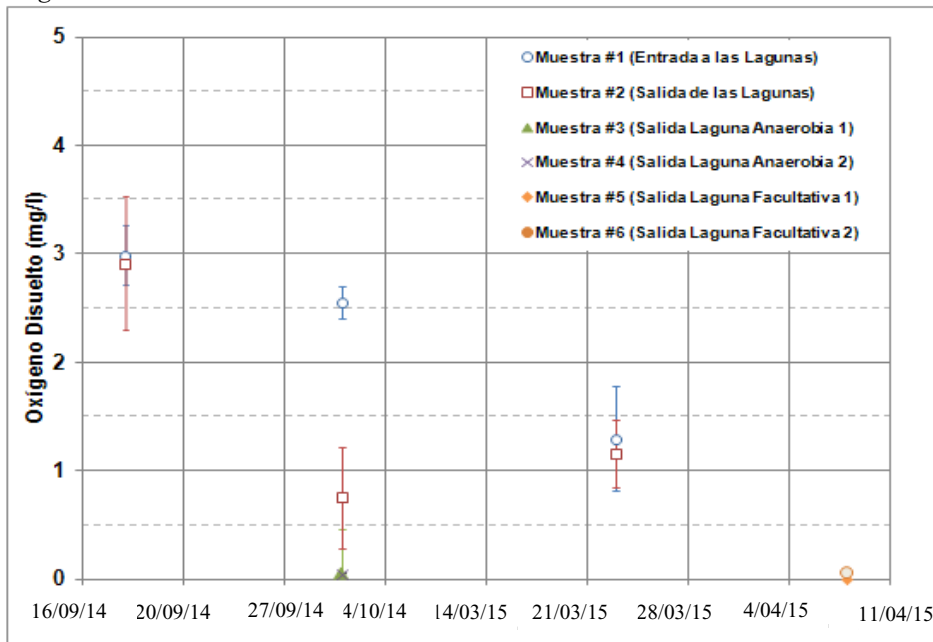
Para dichas temperaturas el Oxígeno disuelto de saturación está alrededor de 8.0 mg/l, lo que indica, como se ve en el gráfico, que tanto la entrada como la salida tienen una saturación inferior al 60% y no cumplen con lo que indica la ley.

Evidentemente esto tiene un impacto sobre el nivel de pH, ya que al haber una mayor o menor cantidad de oxígeno puede haber una alteración a los procesos de oxidación - reducción que ocurran en el agua y en el sedimento.

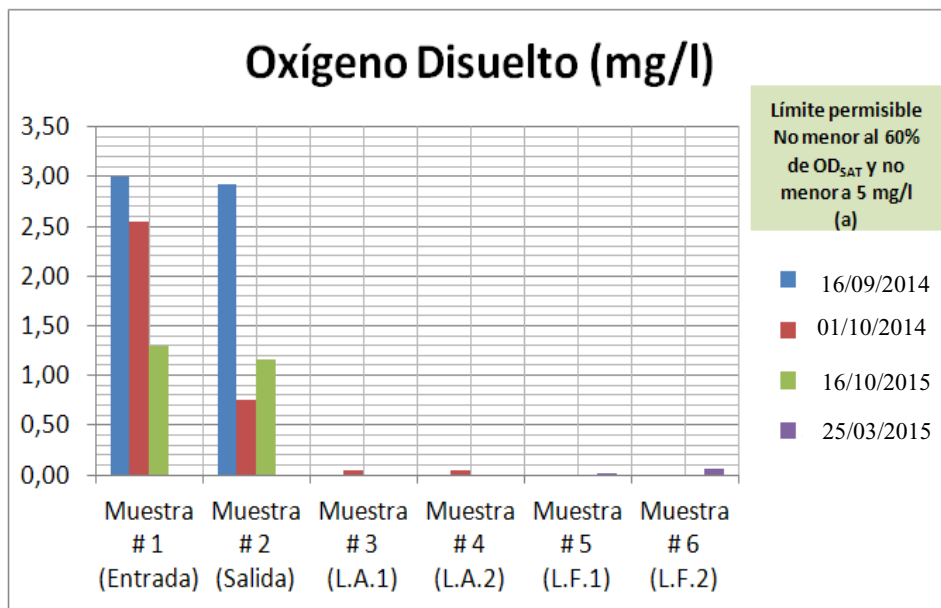
Estos parámetros fueron medidos con un equipo digital en mediciones horarias durante 5-6 horas y así poder ver la variación de cada parámetro en el sistema (ver a continuación su variación estándar).



**Gráfico 3.1**  
Oxígeno disuelto



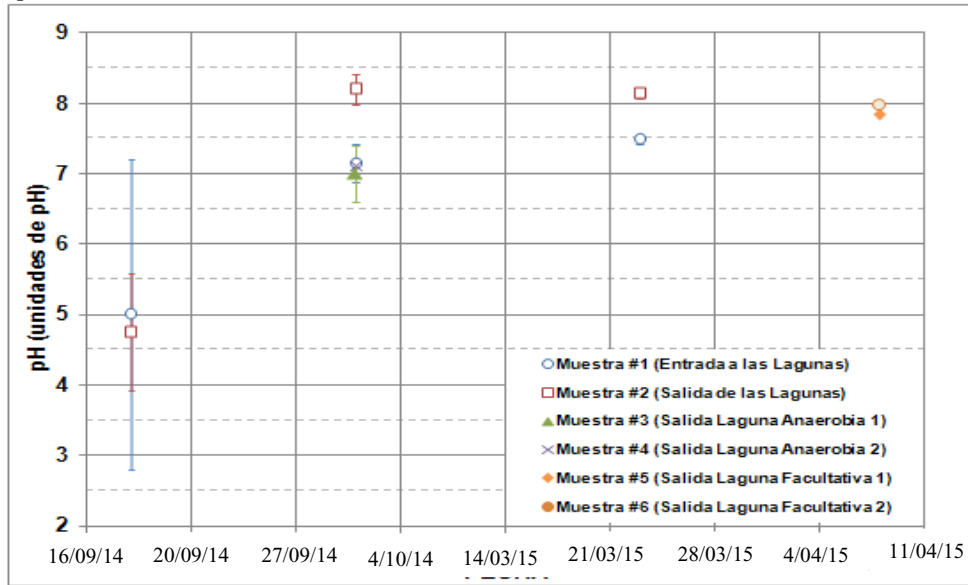
Fuente (ESPOL E. T., 2015)



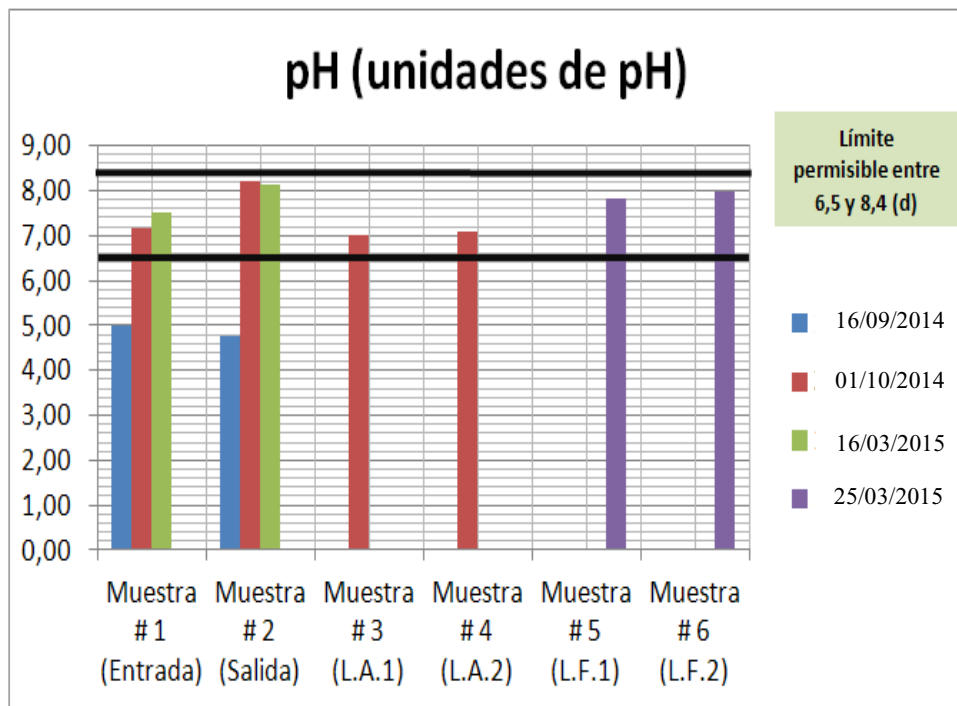
Fuente: (Gomez.C, criterio de calidad admisibles para prevencion de flora y fauna en agua dulce, 2009)

**Gráfico 3.1**

pH

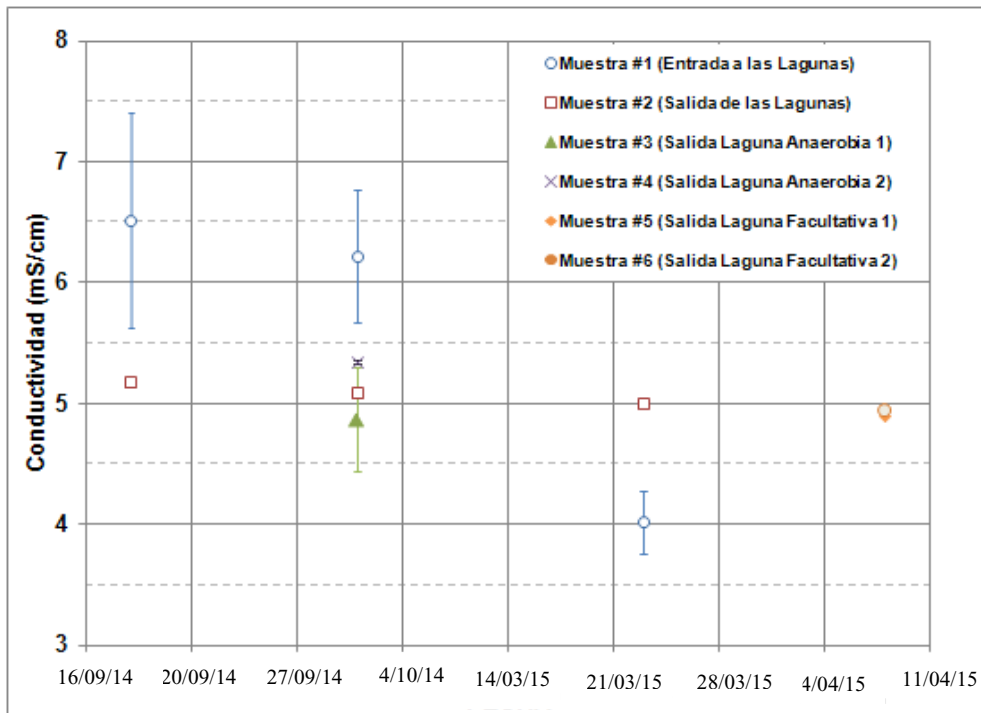


Fuente (ESPOL E. T., 2015)

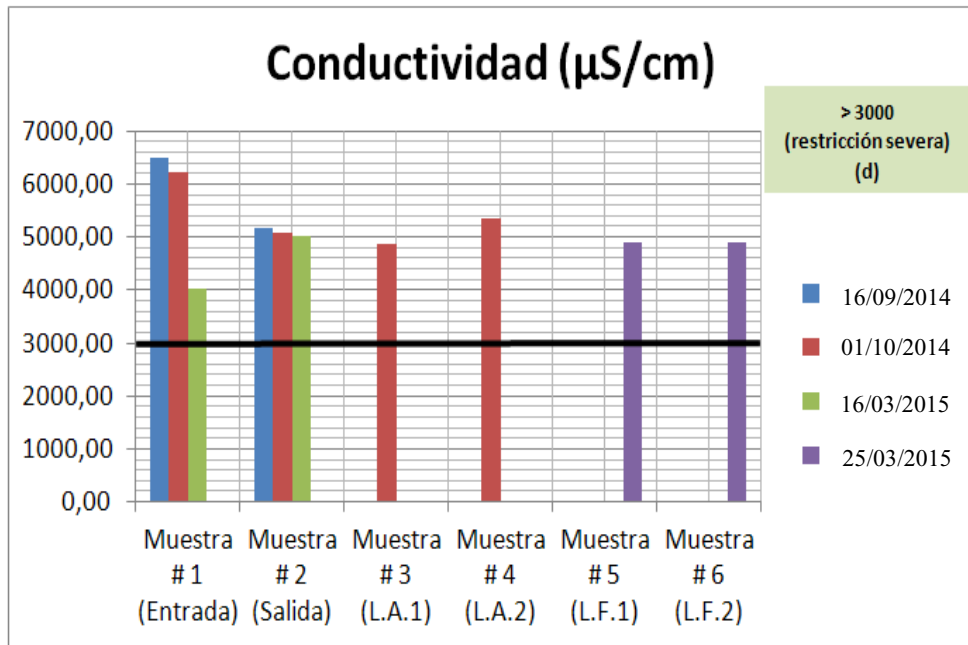


Fuente: (Gomez.C, Parametros de los niveles de agua de calidad del agua para riego , 2009)

**Gráfico 3.2**  
Conductividad

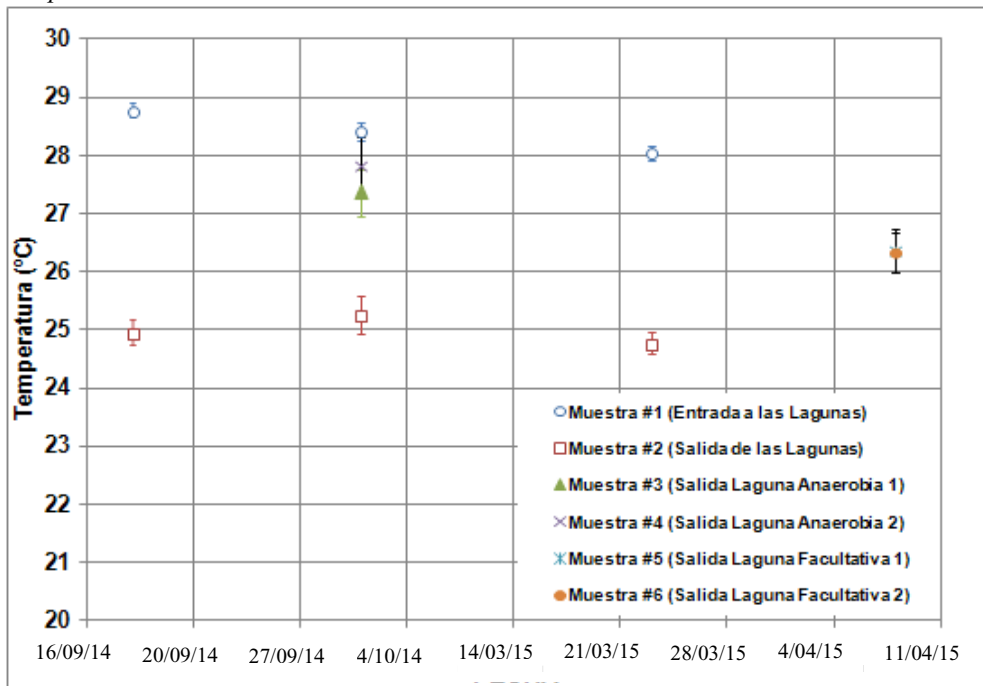


Fuente (ESPOL E. T., 2015)

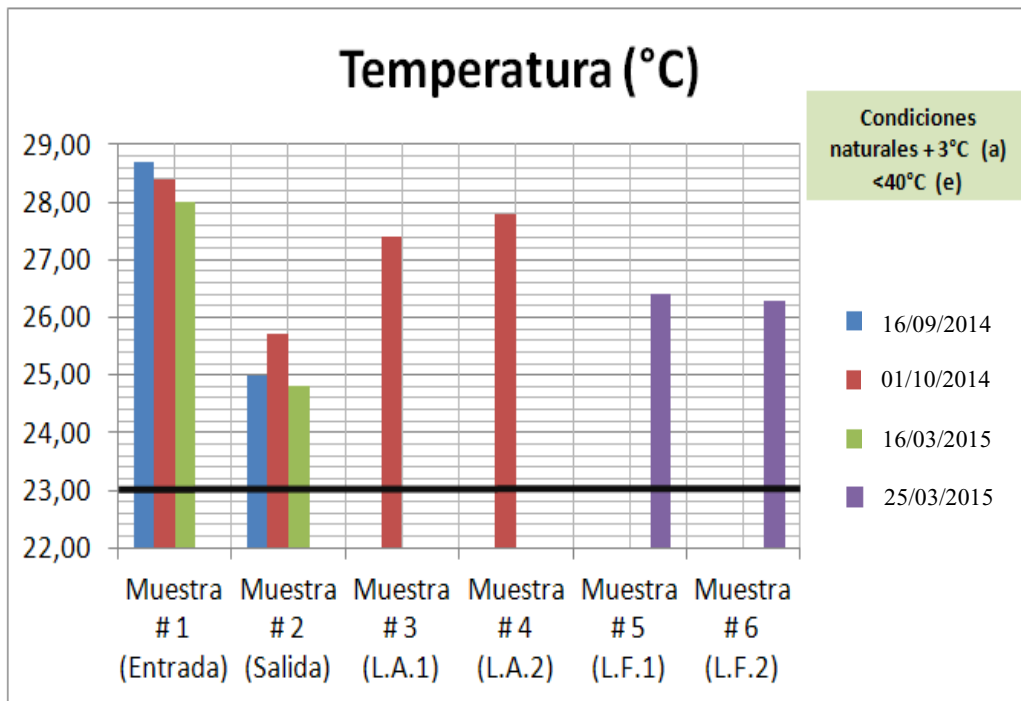


Fuente: (Gomez.C, Parametros de los niveles de agua de calidad del agua para riego , 2009)

**Gráfico 3.3**  
Temperatura



Fuente: (ESPOL E. T., 2015)



Fuente: (Gomez.C, criterio de calidad admisibles para prevencion de flora y fauna en agua dulce, 2009)

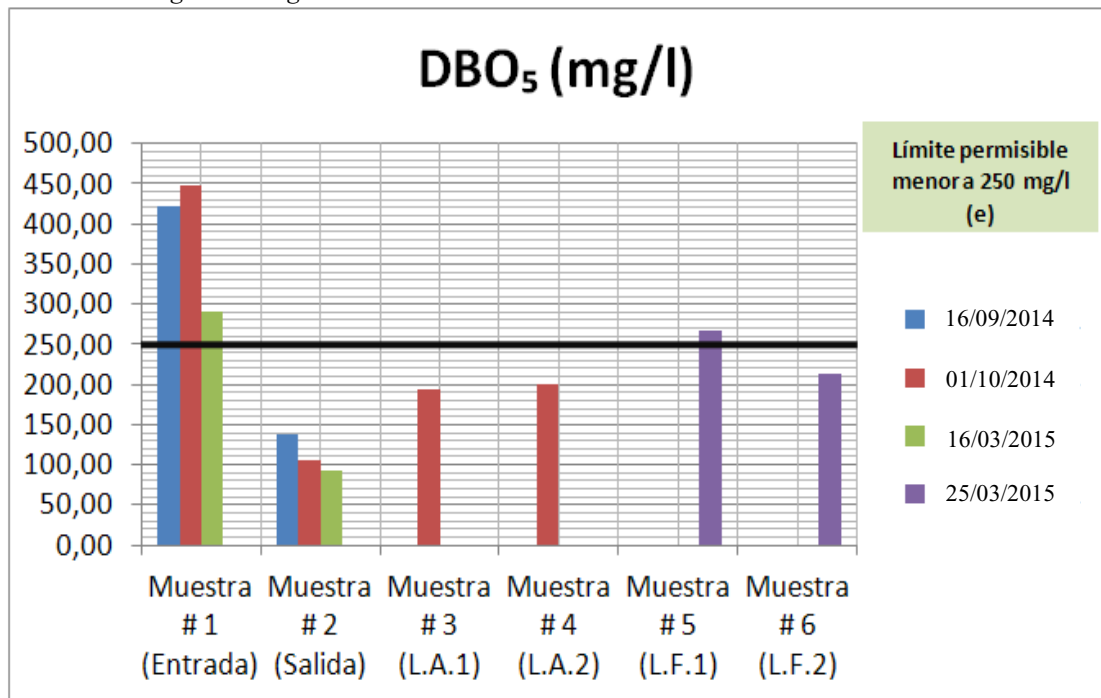
### 3.6.5.5.-INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS PARA EL REÚSO DEL AGUA TRATADA

Se realizó la toma de las muestras compuestas durante 5-6 horas de medición en un volumen apropiado en los seis puntos involucrados, las mismas que fueron enviadas inmediatamente al laboratorio en condiciones de preservación para posterior análisis.

La preservación involucró el enfriamiento de la muestra en una hielera y añadiendo conservantes ácidos. Todos los análisis fueron hechos bajo los criterios *Standard Methods APHA-AWWA-WPCF, Edición 21*.

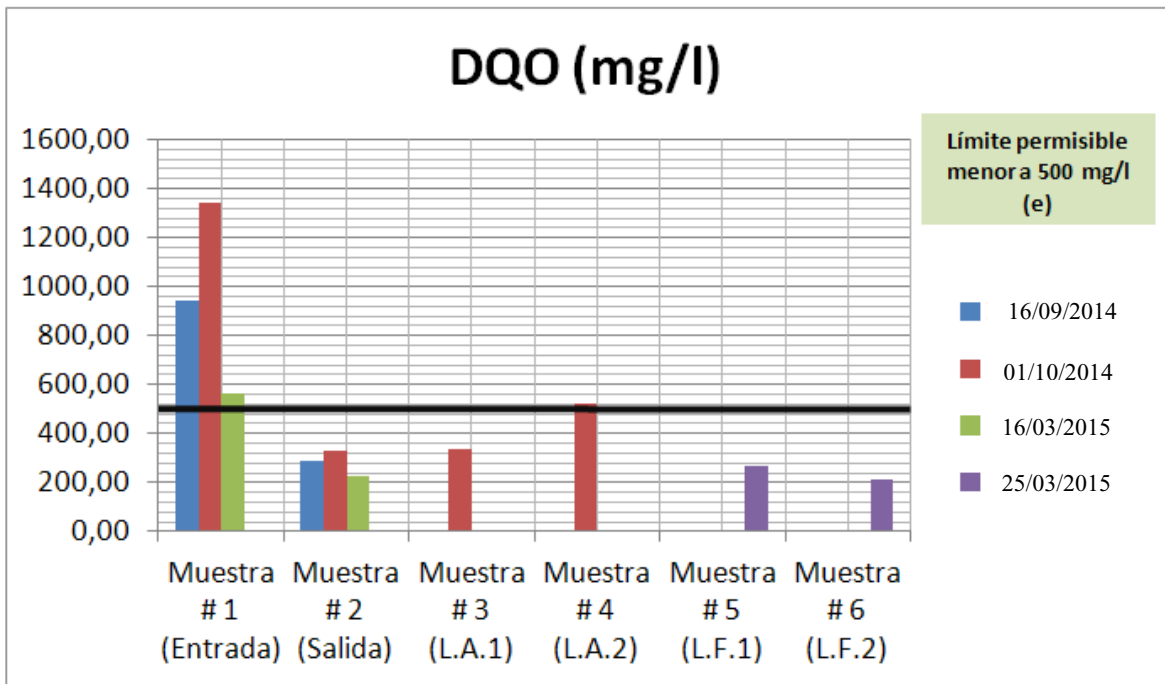
Los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de las aguas analizadas, mediante la técnica respectiva, serán analizados uno a uno de acuerdo al cumplimiento de estos según el uso para el cual se considera reutilizar esta agua.

**Gráfico 3.4**  
Demanda biológica de oxígeno



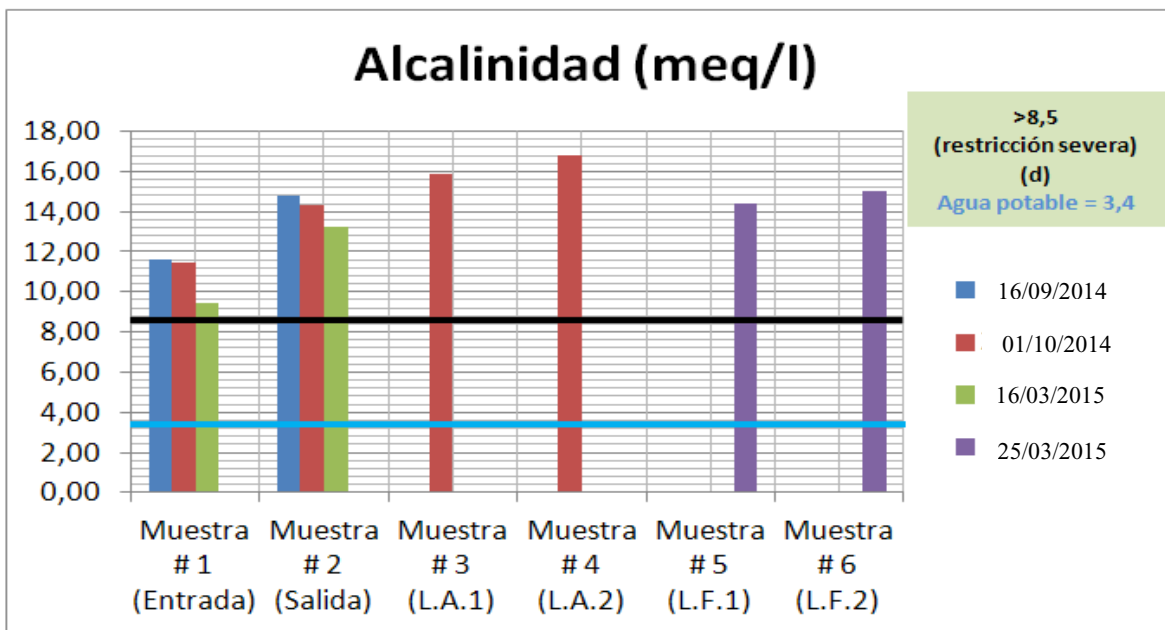
Fuente: (Gomez.C, limites de descarga al sistema de alcantarillado publico, 2009)

**Gráfico 3.5**  
*Demanda química de oxígeno*



Fuente: (Gomez.C, limites de descarga al sistema de alcantarillado publico, 2009)

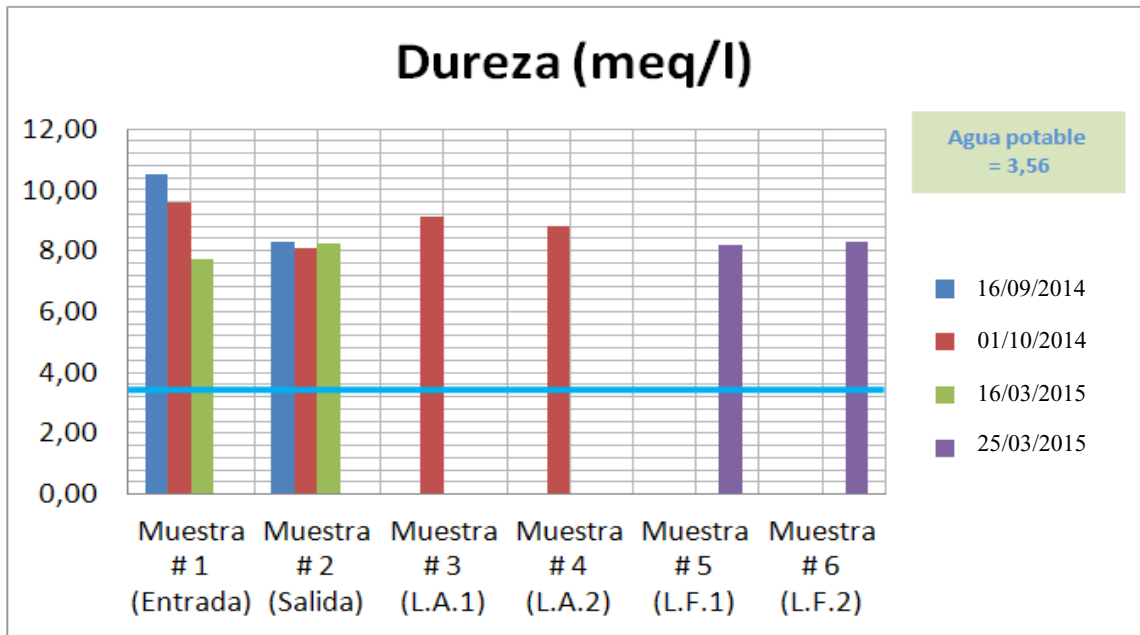
**Gráfico 3.6**  
*Alcalinidad*



Fuente: (Gomez.C, Parametros de los niveles de agua de calidad del agua para riego , 2009)

**Gráfico 3.7**

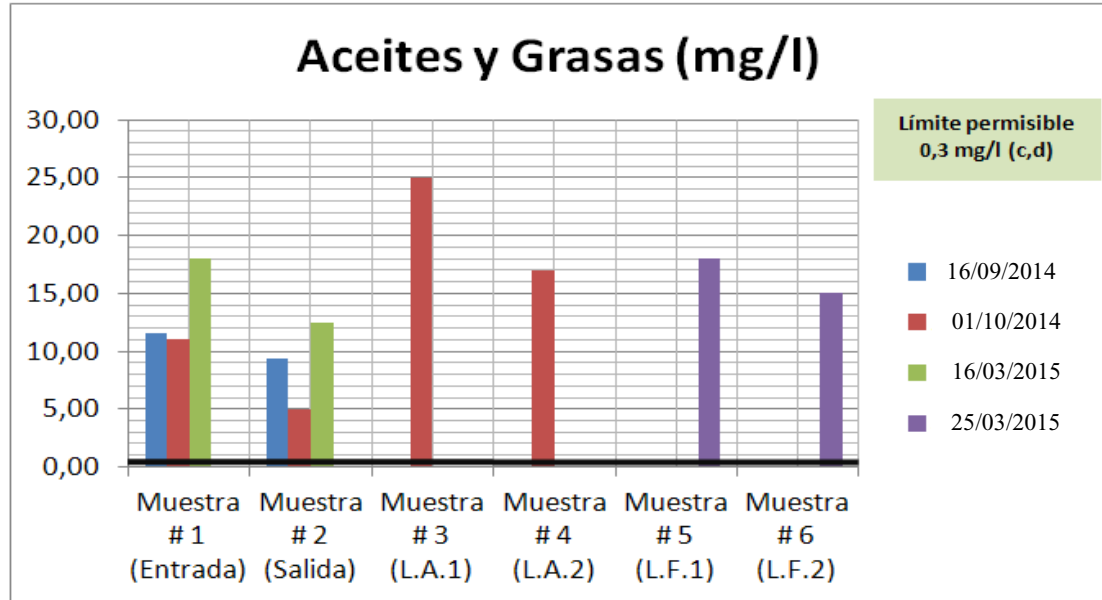
*Dureza*



Fuente: (ESPOL, 2015)

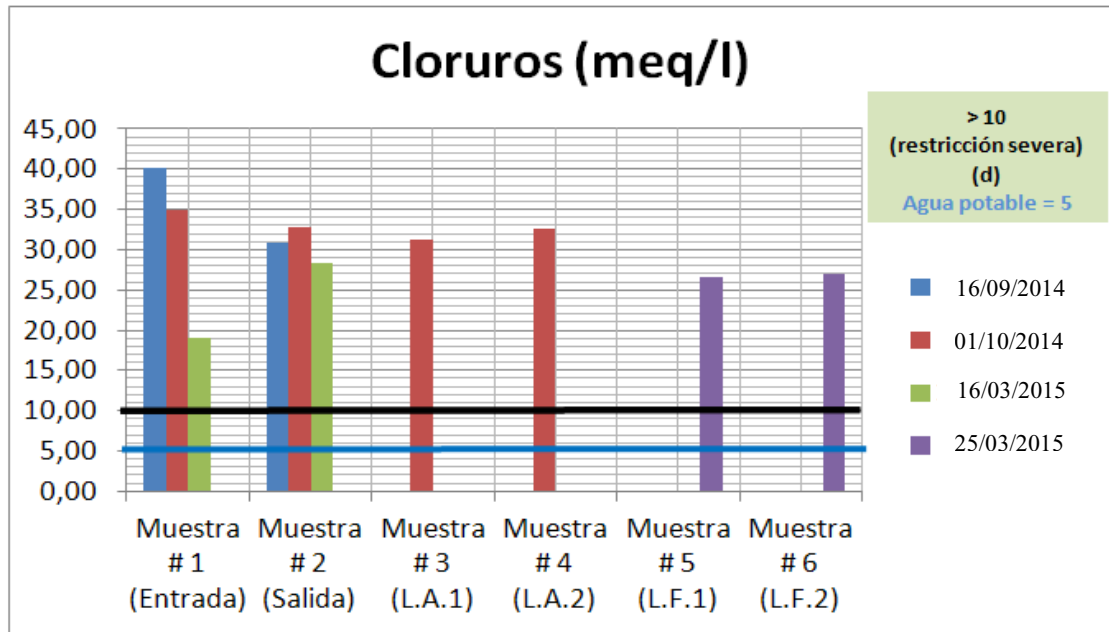
**Gráfico 3.8**

*Aceites y grasas*



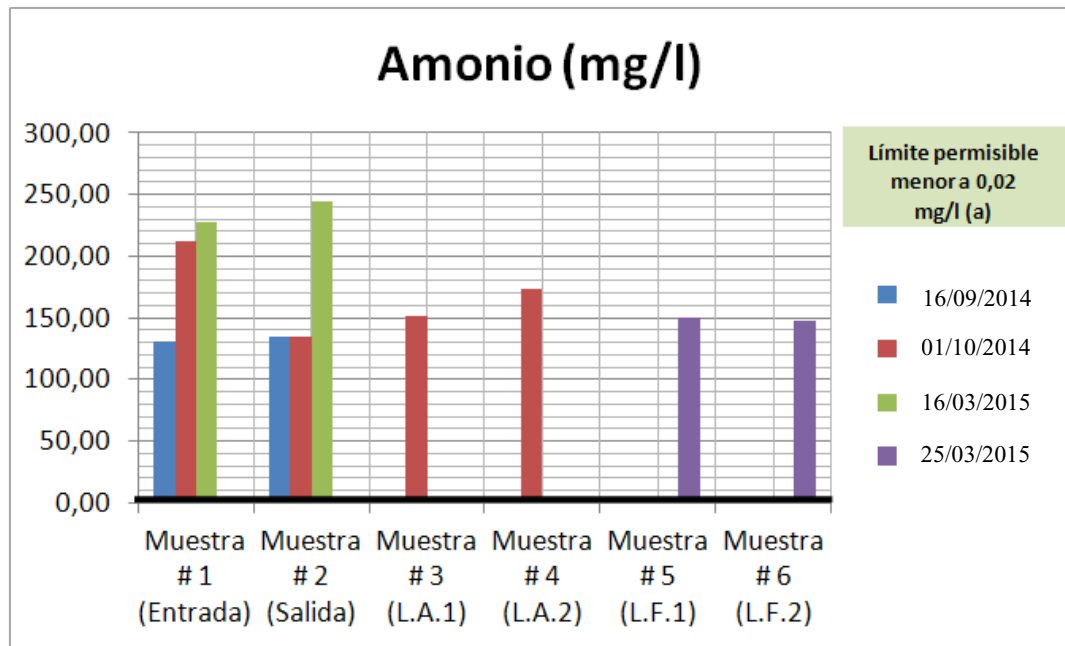
Fuente: (TULSMA:Gomez.C, 2009)

**Gráfico 3.9**  
Cloruros



Fuente: (Gomez.C, Parametros de los niveles de agua de calidad del agua para riego , 2009)

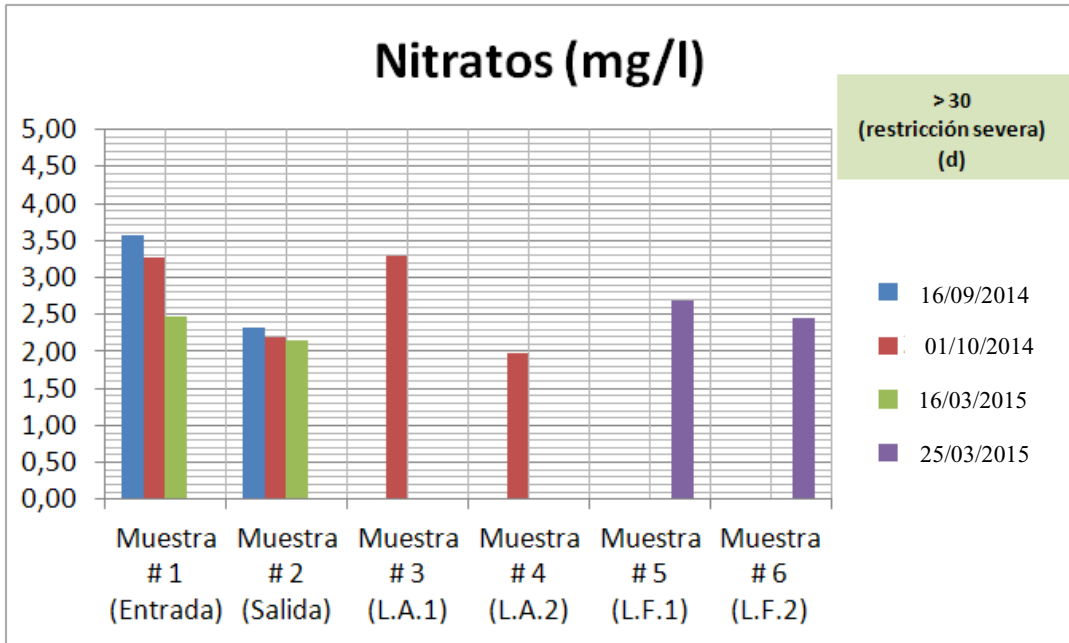
**Gráfico 3.10**  
Amonio



Fuente: (Gomez.C, criterio de calidad admisibles para prevencion de flora y fauna en agua dulce, 2009)

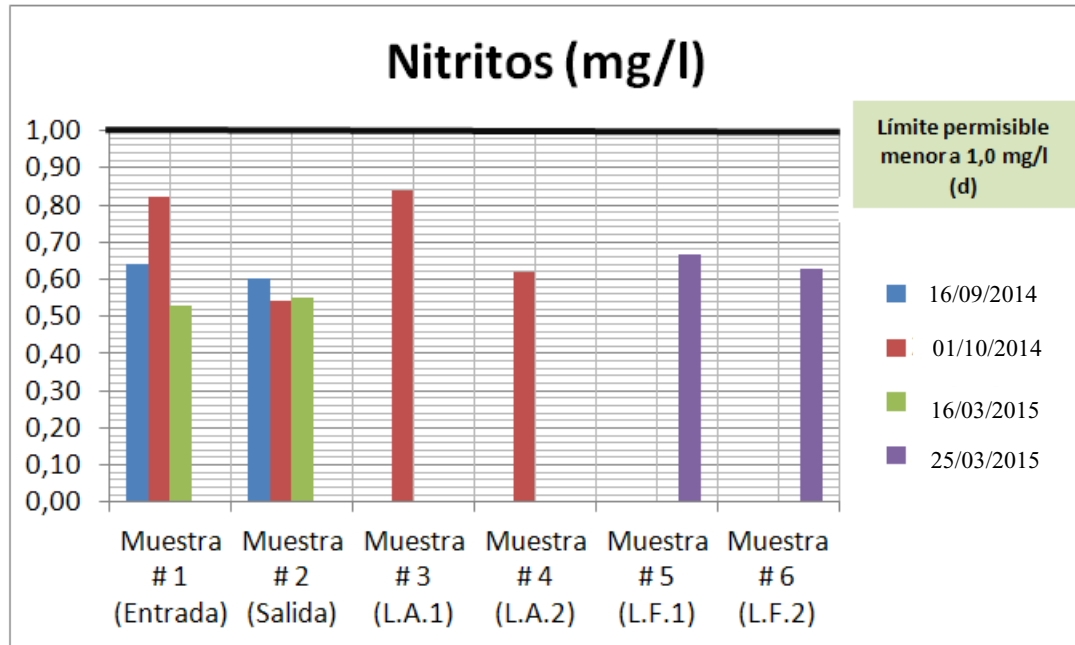


**Gráfico 3.11**  
Nitratos



Fuente: (Gomez.C, Parametros de los niveles de agua de calidad del agua para riego , 2009)

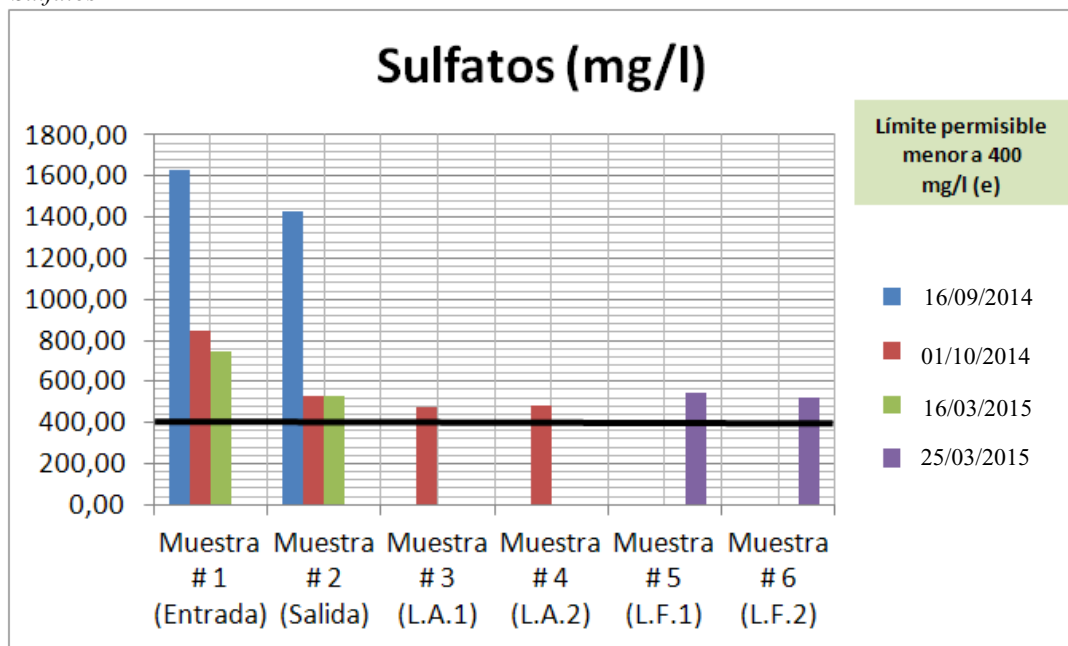
**Gráfico 12**  
Nitritos



Fuente: (Gomez.C, Parametros de los niveles de agua de calidad del agua para riego , 2009)

**Gráfico 3.13**

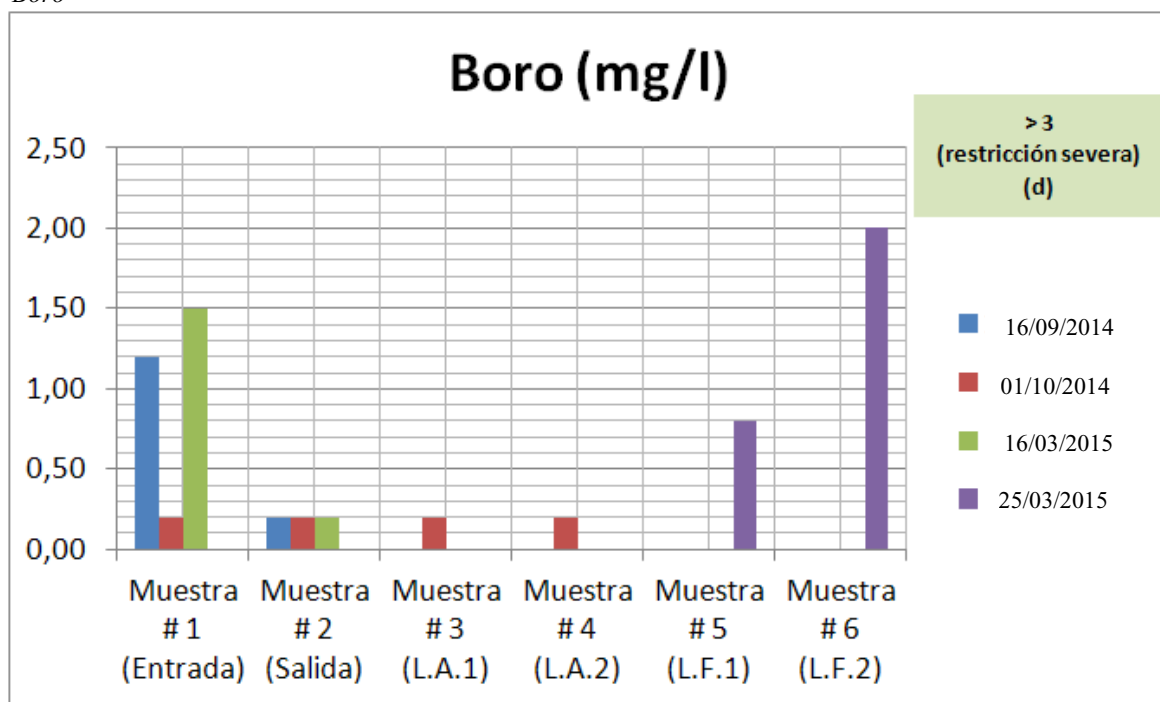
*Sulfatos*



Fuente: Arteaga, Yliana (Gomez.C, limites de descarga al sistema de alcantarillado publico, 2009)

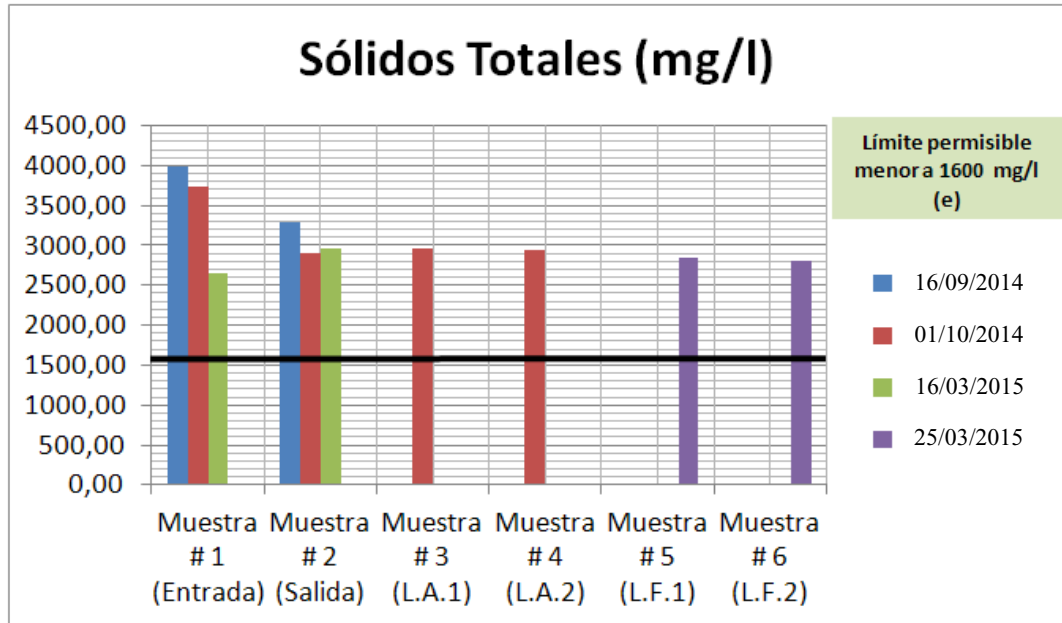
**Gráfico 3.14**

*Boro*



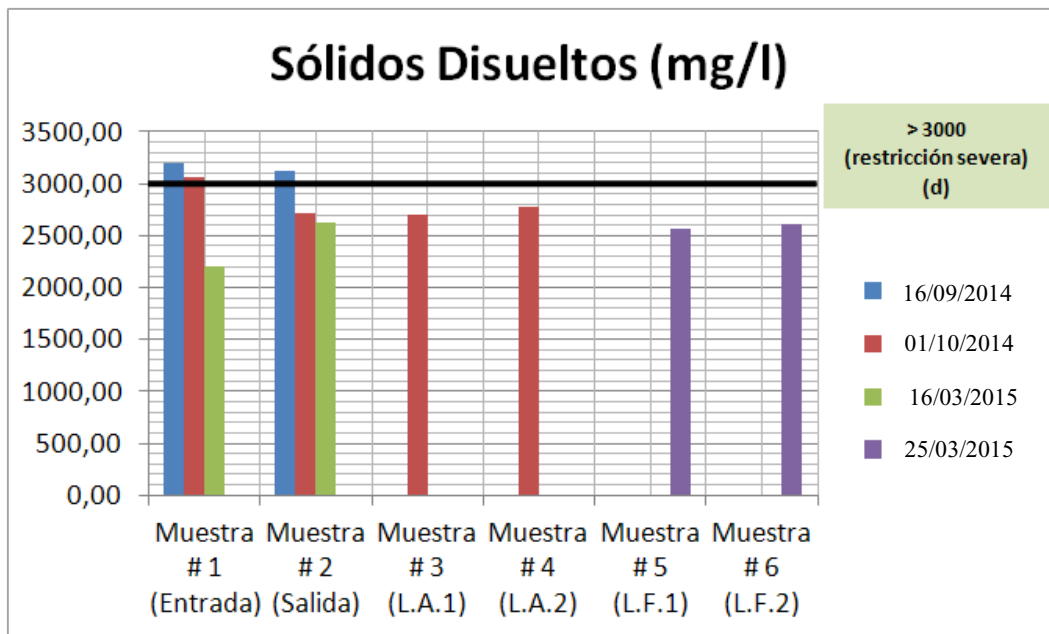
Fuente: (Gomez.C, Parametros de los niveles de agua de calidad del agua para riego , 2009)

**Gráfico 3.15**  
Sólidos totales



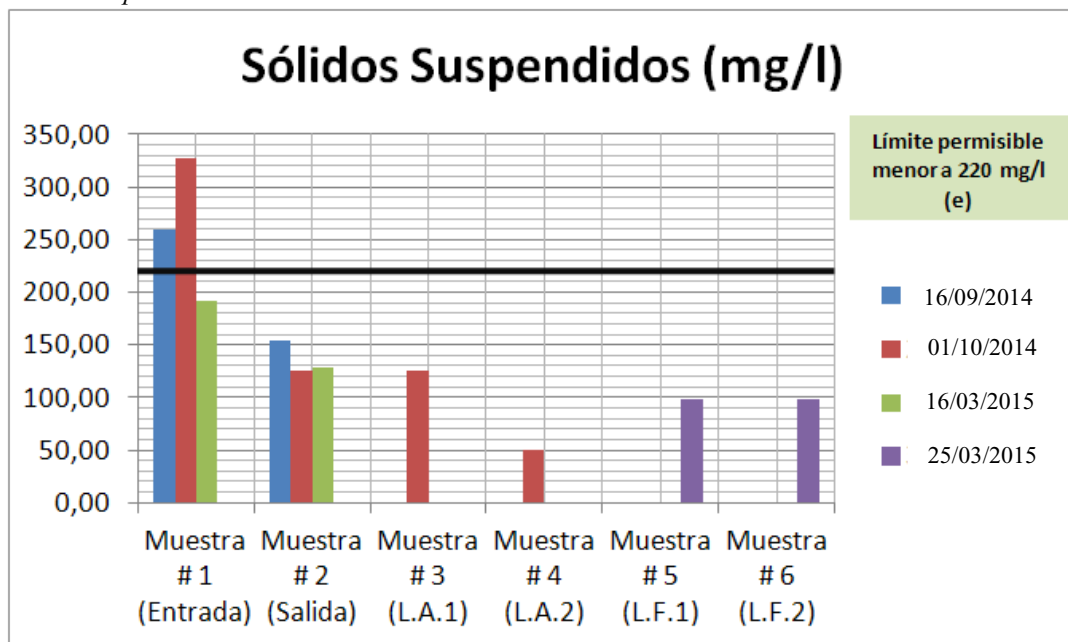
Fuente: (Gomez.C, limites de descarga al sistema de alcantarillado publico, 2009)

**Gráfico 3.16**  
Sólidos disueltos



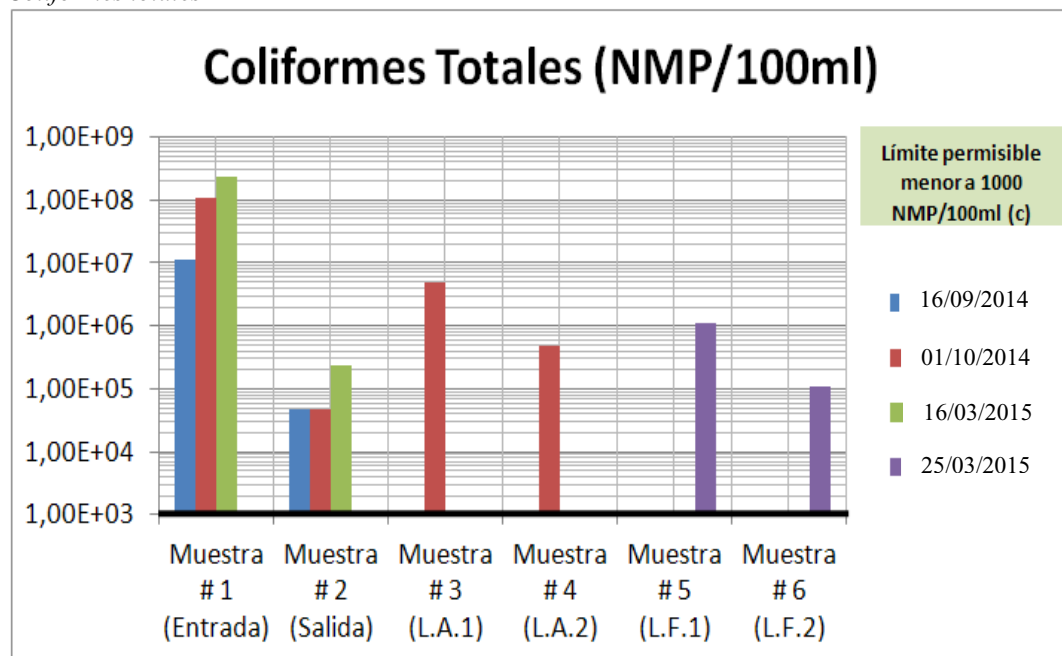
Fuente: (Gomez.C, Parametros de los niveles de agua de calidad del agua para riego , 2009)

**Gráfico 3.17**  
Sólidos suspendidos



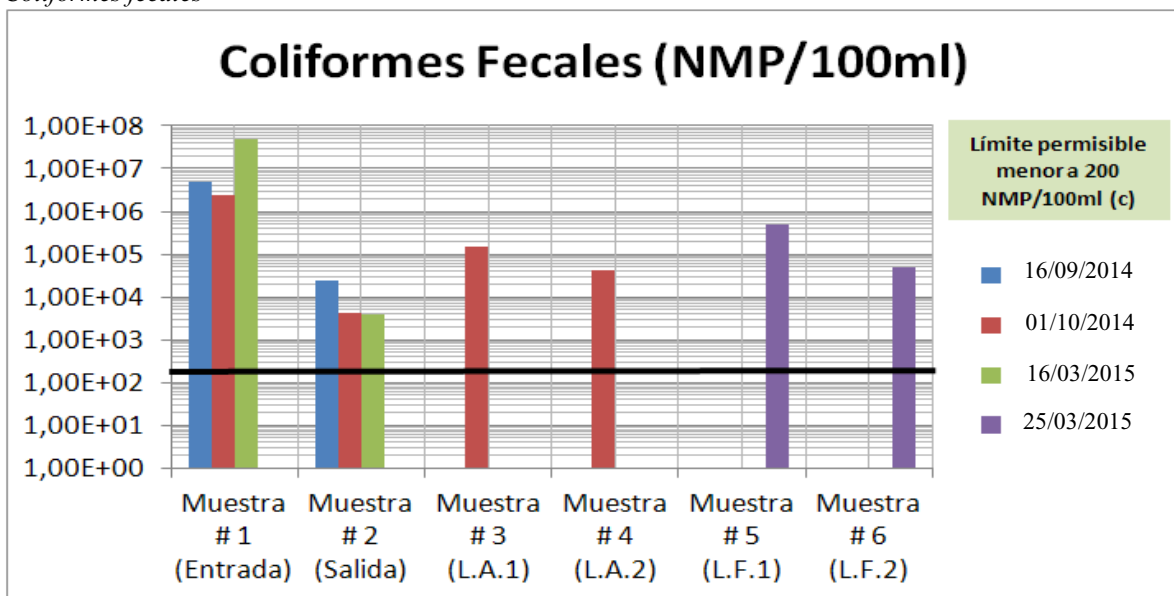
Fuente: (Gomez.C, limites de descarga al sistema de alcantarillado publico, 2009)

**Gráfico 3.18**  
Coliformes totales



Fuente: (TULSMA:Gomez.C, 2009)

**Gráfico 3.19**  
*Coliformes fecales*



Fuente: (TULSMA:Gomez.C, 2009)

A partir de lo observado, se concluye:

### 1. Para el sistema global

- ✓ El agua residual que ingresa y que sale del Sistema de Lagunas tiene un valor de Oxígeno Disuelto muy bajo y no cumple con la norma respecto al Oxígeno disuelto de saturación que debe estar alrededor de 8.0 mg/l.
- ✓ El agua residual tratada si cumple con la Ley Ambiental Vigente en lo que respecta con el valor de pH. Se producen variaciones ligeras de pH durante el día.
- ✓ La conductividad está por encima del valor máximo permitido (<math><3000</math>  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) para reutilizar el agua tratada en riego. Esto a su vez es un indicativo de alta concentración de sólidos disueltos, siendo estas aguas de uso restrictivo para irrigación.

### 2. Para las lagunas anaerobias y facultativas

- ✓ El comportamiento de los parámetros In-Situ en las lagunas anaerobias está dentro de lo esperado de acuerdo al funcionamiento y características que conlleva el uso de este sistema lagunar.
- ✓ El comportamiento de los parámetros In-Situ en las lagunas facultativas es aparentemente el mismo tanto en la facultativa 1 como en la facultativa 2, sin embargo el valor de Oxígeno Disuelto para ambas lagunas facultativas es indicativo del mal funcionamiento de este sistema lagunar, siendo quizás esta etapa del proceso el problema respecto a la eficiencia de tratamiento para la remoción de los contaminantes provenientes de las aguas residuales.

### 3.6.5.6.- INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS DE PARÁMETROS DETERMINADOS EN LABORATORIO

Para poder interpretar los resultados de los análisis de laboratorio, es importante recordar que la Ley Ambiental Vigente presenta diversos tipos de criterio para el mismo parámetro dependiendo en qué situación se está evaluando el cumplimiento ambiental. Para el presente caso, se vieron las siguientes condiciones de aplicación de la ley:

- ✓ Si se está evaluando las características del agua una vez descargadas en un río, estero o cualquier otro cuerpo superficial, se aplica la Tabla 3 y la Tabla 4 del Anexo 1 del Libro VI de la Ley Ambiental vigente. Esto se aplicaría para la salida del sistema de tratamiento.
- ✓ Si se está evaluando el uso de esa agua como potencial fuente de irrigación de zonas agrícolas o cultivos, se aplica la Tabla 6 y la Tabla 7 del Anexo 1 del Libro VI de la Ley Ambiental vigente. Esto se aplicaría para la salida del sistema de tratamiento.
- ✓ Si se está evaluando el cumplimiento de la descarga de aguas residuales a un sistema de alcantarillado o tratamiento por lagunas, se aplica la tabla 11 del Anexo 1 del Libro
- ✓ VI de la Ley Ambiental vigente. Esto se aplicaría a la entrada al sistema de tratamiento de la tabla 1, 2, y 3, donde se muestra el resumen de los resultados para el análisis fisicoquímico y microbiológico de las aguas residuales a la entrada y salida del sistema, se interpreta lo siguiente:

**Cuadro 3.13**  
*Calidad ambiental*

Tipo de Agua	Criterios ambientales aplicables (TULSMA)	Parámetro que no cumple regulación	Observaciones y comentarios sobre el NO cumplimiento con la Ley Ambiental Vigente
Afluente al sistema de lagunas (entrada)	Tabla 11, Anexo 1, Libro VI: De la Calidad Ambiental	Demanda Bioquímica de Oxígeno	Esta agua de entrada tiene una carga de materia orgánica biodegradable mayor a los 250 mg/l que permite la ley descargar a un sistema de alcantarillado público
		Demanda Química de Oxígeno	La carga orgánica total sobrepasa lo permisible a un sistema de tratamiento de lagunas
		Sulfatos	El contenido de sulfatos en el afluente está por encima de lo que se permite para el sistema de tratamiento usado
		Sólidos Totales	El contenido de sólidos totales que ingresan al sistema son mayores que el límite permisible
		Sólidos Suspendidos Totales	La carga de sólidos suspendidos totales a la entrada al sistema de tratamiento es ligeramente superior a lo permitido
Efluente del sistema de lagunas (salida)	Tablas 3, 4, 6 y 7, Anexo 1, Libro VI: De la Calidad Ambiental	Conductividad eléctrica	El uso de esta agua como fuente de irrigación tiene restricciones severas debido a su conductividad eléctrica
		Oxígeno Disuelto	Esta agua es demasiada anóxica como para ser descargada a un río.
		Alcalinidad por bicarbonatos	Esta agua presenta una alcalinidad a los bicarbonatos muy alta, lo que indica que tiene restricciones severas para ser usada como agua de irrigación.
		Aceites y grasas	El contenido de aceites y grasas está por encima de lo

	permisible tanto como descarga a un río como para ser usada para irrigación.
Cloruros	El contenido de cloruros indica que esta agua tiene una restricción severa como agua de irrigación
Amonio	Esta agua sobrepasa de manera significativa el contenido de amonio permitido para descargas en ríos.
Sólidos Disueltos Totales	El agua de descarga del sistema de tratamiento tiene una restricción severa para ser usada como agua de irrigación.
Coliformes fecales y totales	La cantidad de Coliformes presentes en el agua de salida del sistema de tratamiento está muy por encima de lo permitido para cualquier uso.
Sodio	El contenido de sodio en el agua de salida, la califica como de uso restrictivo para propósitos de irrigación.
Cadmio	El contenido de cadmio en el agua de salida es ligeramente superior al permitido.

Fuente (ESPOL E. T., 2015)

### 3.6.5.7.- ANÁLISIS DEL POTENCIAL USO DEL AGUA COMO IRRIGACIÓN

Debido al interés de los contratantes por investigar la posibilidad de uso del agua que sale del sistema de tratamiento para propósitos de irrigación, es necesario investigar un índice conocido como Relación de Absorción de Sodio (RAS).

La relación de absorción de sodio es un parámetro que refleja la posible influencia del ion sodio presente en un agua con potencial uso de irrigación sobre las propiedades del suelo. El sodio es un elemento que tiene efectos dispersantes sobre los coloides del suelo y afecta a su permeabilidad, disminuyendo las posibilidades agrícolas del mismo. Para calcular este índice, es necesario medir la disponibilidad de iones calcio, magnesio y sodio en el agua a ser usada para irrigación. La fórmula de cálculo es:

$$RAS = \frac{Na}{\left(\frac{Ca + Mg}{2}\right)^{0.5}}$$

Donde,

Na = meq/l de sodio

(Ca + Mg) = meq/l de calcio y magnesio (Dureza)

Este análisis solamente se lo realiza al efluente del sistema de tratamiento (salida). En función de los parámetros requeridos, se estimó que este valor es de:

**Cuadro 3.14**

*Ecuación de parámetros*

Fechas	Ecuación	Interpretación de Resultados
16/09/2014	$RAS_1 = \frac{43,48}{\left(\frac{8,3}{2}\right)^{0,5}}$ $= 21,34$	Restricciones severas respecto al uso de irrigación para cualquier tipo de cultivo y para cualquier tipo de suelo.
01/10/2014	$RAS_2 = \frac{25,22}{\left(\frac{8,1}{2}\right)^{0,5}}$ $= 12,53$	Restricciones severas respecto al uso de irrigación para suelos de tipo C y D, mientras que para los suelo tipo A y B es dudoso su uso (no recomendable)
16/03/2015	$RAS_3 = \frac{14,78}{\left(\frac{8,25}{2}\right)^{0,5}}$ $= 7,27$	Para los suelos tipo A y B su uso es aceptable, mientras que el uso para la irrigación a suelos tipo C y D es dudoso (no recomendable)

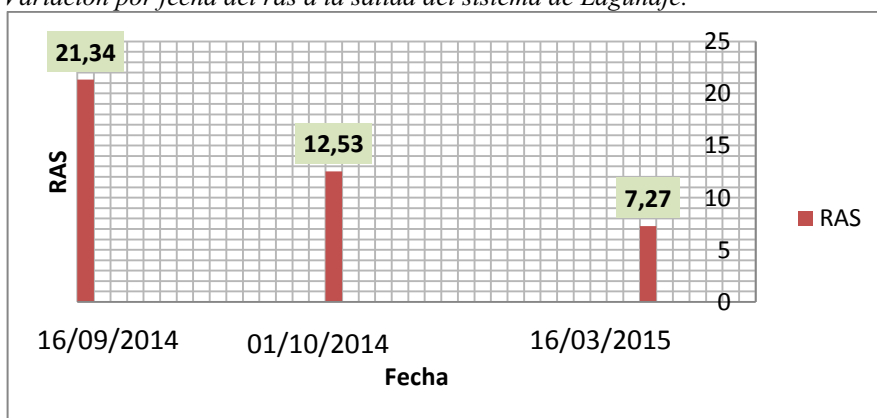
Fuente (ESPOL E. T., 2015)

$$RAS_{promedio} = \frac{RAS_1 + RAS_2 + RAS_3}{3}$$

$$RAS_{promedio} = \frac{21,34 + 12,53 + 7,27}{3} = 13,72$$

**Gráfico 3.20**

*Variación por fecha del ras a la salida del sistema de Lagunaje.*



Fuente (ESPOL E. T., 2015)

Una vez obtenido este valor se puede definir el grado de restricción que tendría esta agua como fuente de irrigación en zonas agrícolas. La aplicación del RAS depende del tipo de suelos encontrados (contenido de materia orgánica del suelo, contenido de arcilla y pH).

**Cuadro 3.15**

*Calidad del agua para irrigación*

Suelo tipo A		Calidad del Agua para Irrigación		
		Aceptable	Dudosa	Alto riesgo
Contenido de materia orgánica	6% - 7%	RAS debe ser menor que 15	RAS debe estar entre 15 y 20	RAS debe ser mayor que 20
Contenido de arcilla	25% - 26%			
pH	Ligeramente ácido			
Riego	70 - 60 mm/año			
<b>Suelo tipo B</b>		RAS debe ser menor que 10	RAS debe estar entre 10 y 15	RAS debe ser mayor que 15
Contenido de materia orgánica	2,5% - 3,0%			
Contenido de arcilla	22% - 24%			
Riego	150 - 200 mm/año			



<b>Suelo tipo C</b>				
Contenido de materia orgánica	2,0%			
Contenido de arcilla	26%	RAS debe ser menor que 7	RAS debe estar entre 7 y 12	RAS debe ser mayor que 12
Contenido de limo	70%			
pH	Ligeramente ácido			
Riego	150 – 300 mm/año			
<b>Suelo tipo D</b>				
Contenido de materia orgánica	1,5% - 2,0%			
Tipo de suelo	Franco limoso	RAS debe ser menor que 5	RAS debe estar entre 5 y 10	RAS debe ser mayor que 10
Riego	250 – 350 mm/año			

Fuente: (lennotech, s.f.)

En función del análisis realizado en la muestra del agua de salida del sistema de tratamiento y usando la tabla anteriormente descrita, se observa que esta agua tiene restricciones severas respecto al uso de irrigación para suelos de tipo C y D, mientras que para el suelo tipo A es aceptable su uso y para el suelo tipo B es dudoso (no recomendable).

Si el objetivo es usar esta agua como medio de irrigación de zonas agrícolas, será necesario dar un tratamiento adicional para garantizar que los riesgos implícitos en el uso de esta agua sean minimizados o eliminados.

### 3.6.5.8.- ANÁLISIS DE LA SALINIDAD DE LAS AGUAS

Tradicionalmente se ha estimado la salinidad midiendo la concentración del ión más abundante: el ión cloruro. A partir de la determinación de cloruros se puede calcular la salinidad de un cuerpo de agua utilizando la siguiente expresión:

$$\text{Salinidad (\%)} = 0.03 + (1.805 \times \text{Cloruros, \%})$$

**Cuadro 3.16**  
Cálculo de cloruros

<b>SALINIDAD (‰)</b>	<b>Tipo de agua</b>
0 - 0.5	agua dulce
0.5 - 3.0	agua salobre oligohalina
3.0 - 10	agua salobre mesohalina
10 - 17	agua salobre polihalina
17 - 30	agua de mar oligohalina
30 - 34	agua de mar mesohalina
34 - 38	agua de mar polihalina
38 - 150	salmuera
> 150	hipersalina

Fuente: (mayaquez)

De acuerdo a los resultados obtenidos de cloruros en las tablas 1, 2 y 3, y utilizando la fórmula de salinidad, se puede determinar que la salinidad de los cuerpos de agua analizados corresponde a características de aguas salobres.

**Cuadro 3.5**  
*Porcentaje de salinidad*

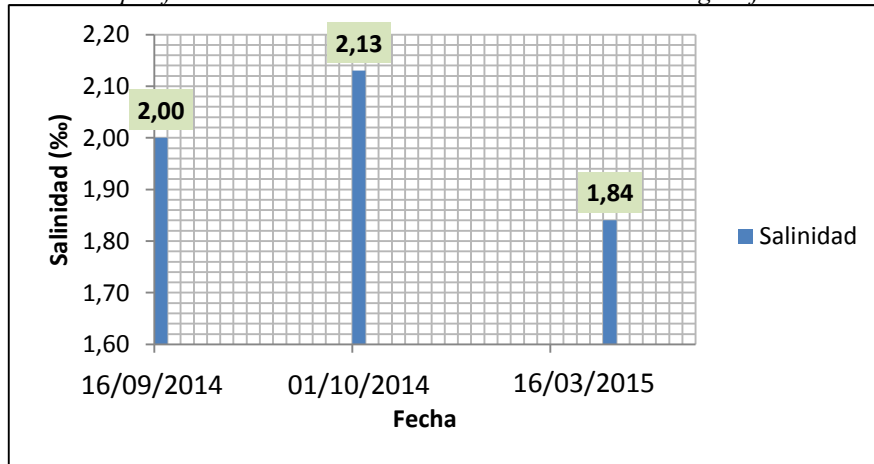
Fechas	Ecuación
16/09/2014	$Salinidad_1 = 0,03 + (1,805 * 1.093) = 2,00$
01/10/2014	$Salinidad_2 = 0,03 + (1,805 * 1.164) = 2,13$
16/03/2015	$Salinidad_3 = 0,03 + (1,805 * 1.003) = 1,84$

*Autora Yliana Arteaga*

$$Salinidad_{promedio} = \frac{Salinidad_1 + Salinidad_2 + Salinidad_3}{3}$$

$$Salinidad_{promedio} = \frac{2,00 + 2,13 + 1,84}{3} \approx 2$$

**Gráfico 3.22**  
*Variación por fecha de la salinidad a la salida del sistema de Lagunaje.*



*Fuente (ESPOL E. T., 2015)*

### 3.6.5.9.- ANÁLISIS DEL ÍNDICE DE CALIDAD DEL AGUA (WQI).

El Índice de Calidad del Agua (ICA) indica el grado de contaminación del agua a la fecha del muestreo y está expresado como porcentaje del agua pura; así, agua altamente contaminada tendrá un ICA cercano o igual a cero por ciento, en tanto que en el agua en excelentes condiciones el valor del índice será cercano a 100%.

**Cuadro 3.18**  
*Calidad del agua*

Range	Quality
90-100	Excellent
70-90	Good
50-70	Medium
25-50	Bad
0-25	Very bad

*Fuente (Oram)*

De acuerdo a los resultados obtenidos del ICA, se pudo determinar el índice de calidad del agua, el cual corresponde a un agua de mala calidad según la tabla de rangos de calidad.

**Cuadro 3.19**  
*Resultados de calidad del agua*

Fechas	Resultado
16/09/2014	$ICA_1 = 30$
01/10/2014	$ICA_2 = 36$
16/03/2015	$ICA_3 = 32$

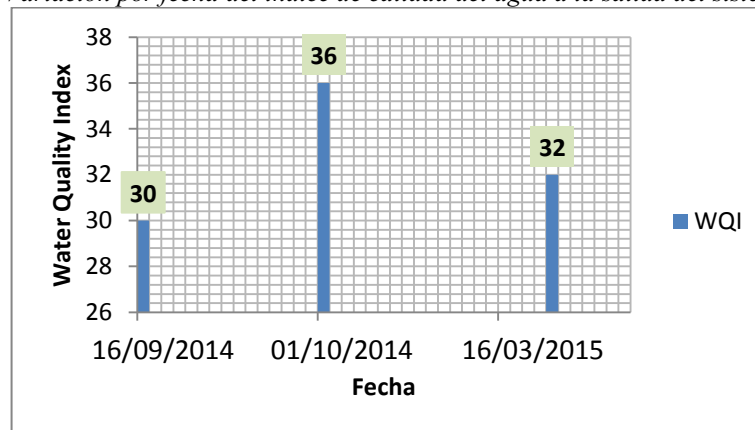
Fuente (ESPOL E. T., 2015)

$$ICA_{promedio} = \frac{ICA_1 + ICA_2 + ICA_3}{3}$$

$$ICA_{promedio} = \frac{30 + 36 + 32}{3} \approx 32,7$$

**Gráfico 3.21**

*Variación por fecha del índice de calidad del agua a la salida del sistema de Lagunaje.*



Fuente (ESPOL E. T., 2015)

### 3.7.- DIAGNOSTICO DE LA SITUACION ACTUAL

En el presente capítulo se establece el espacio donde se realizará el estudio, y se desplegará una estrategia de muestreo apropiada en la laguna de oxidación, estación Miraflores- Manta, con los siguientes puntos de muestreo:

- ✓ La frecuencia de análisis
- ✓ Parámetros
- ✓ Métodos
- ✓ Muestra
- ✓ Pretratamientos

Todo esto de acuerdo a los parámetros y las normativas con las que se puede analizar y medir las aguas residuales que estudiaremos.

El estudio direccionado será experimental, con un aporte de investigación bibliográfica y de campo, con la ayuda de metodología descriptiva siempre y cuando tenga un enfoque directo de modo cualitativo y cuantitativo.

**3.7.1.- COMPILACIÓN BIBLIOGRÁFICA.**-Se realiza compilación bibliográfica con el propósito de poder acceder a testimonios que me guíe en el desarrollo del estudio y diseño del tratamiento biológico para las aguas residuales.

**3.7.2.- RECOPIACIÓN DE CAMPO.**-Se realizara este tipo de recopilación para poder lograr detectar lugar y magnitud del problema contaminación de las aguas residuales.

Investigación experimental.- se establecen los pasos detallados para ejecutar el estudio del tratamiento biológico de las aguas residuales de la EPÄM para reutilizarla en el riego.

- ✓ Análisis inicial de aguas de Est. Miraflores y laguna de oxidación de la EPAM.
- ✓ Análisis del proceso y tratamiento que se pueda emplear en el tratamiento biológico.
- ✓ Tratamiento biológico
- ✓ Característica final del efluente después del tratamiento suministrado.
- ✓ Análisis y evaluación de resultados.

### 3.8.- UNIDAD EXPERIMENTAL E INSUMOS

Dentro del desarrollo de unidad experimental e insumos estas el uso de materiales y equipos en el desarrollo del estudio investigativo de campo, como en el desarrollo de laboratorio y de oficina.

**Cuadro 3.20**  
*Materiales y equipos*

CAMPO	LABORATORIO	OFICINA
Mascarillas	Reactivo de análisis	computadora
Guantes de látex	Espectrofotómetro	impresora
Mandil	Cajas petrix	Cd
Botas de caucho	Cámara flujo laminar	Hojas bond
Cofia	Digestor para DBO <sub>5</sub>	
Balde	Incubador DBO <sub>5</sub>	
Casco		
Frascos Plásticos		
Hielera Portátil		
Marcador		
Papel Aluminio		
Equipo Portátil de laboratorio		

INSTRUMENTOS	SOFTWARE	DATOS REFERENCIALES
GPS		Base de datos curvas de nivel de ríos, mares y población
CAMARA		

*Autora Arteaga Yliana*

### 3.9.- DISEÑO ESTADISTICO DEL ESTUDIO

#### POBLACIÓN Y TAMAÑO DONDE SE VA A DIRIGIR LA ENCUESTA.

Para determinar el tamaño de la muestra con la que se trabajara en las encuestas que se realizaran tomaremos en cuenta la siguiente información, el presente estudio está dirigido a los habitantes de ambos sexo, de la ciudad de Manta comprendida entre las siguientes edades 15- 60 años tomada de la población de la ciudad de manta Provincia de Manabí, que tiene una población de 226.477 habitantes.

Datos obtenidos de la fuente estadística del INEC, del censo de población y vivienda del año 2010

#### 3.9.1.- DETERMINACION DEL TAMAÑO DE LA MUESTRA

En este caso para determinar el tamaño de la muestra se tomó en cuenta la población de la ciudad de Manta con un total de población 226.477. Datos recopilados en la página de INEC instituto nacional de estadística y censo.

Mujeres 115.074 Habitantes.

Hombres 111.403 Habitantes

Haciendo un total de pobladores de 226.477 habitantes. Considerando la siguiente formula:

$$N = \frac{Z^2 * p * q * N}{N * e^2 + Z^2 * p * q}$$

$$N = \frac{Z^2 * p * q}{E^2(N-1) + z^2 pq}$$

Nivel de confianza de 95% y un grado de error 5% en la fórmula de la muestra.

Nivel de confianza (Z) =1.96

Probabilidad de ocurrencia (P) = 0.5

Probabilidad de no ocurrencia (Q) = 0.5

Universo (N) = 226.477

Grado de error (e) = 0.05

$N = 1.96^2 * 0.5 * 0.5 * 226.477 / (0.05^2 * (226.477 - 1) + 1.96^2 * 0.5 * 0.5)$

**N = 150**

### 3.10.- FORMATOS DE ENCUESTAS



**UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABI**  
**FACULTAD DE INGENIERIA INDUSTRIAL**  
**ESPECIALIDAD DE INGENIERIA EN ALIMENTOS**  
**ENCUESTAS PARA TESIS DE TITULACION**

- 1) ¿Qué tiempo tiene viviendo en el barrio Miraflores?  
Menos de un año \_\_\_\_\_  
Más de 5 años \_\_\_\_\_  
Más de 10 años \_\_\_\_\_  
Desde el inicio del barrio \_\_\_\_\_
  
- 2) ¿La vivienda es propia o arrendada?  
Propia \_\_\_\_\_  
Arrendada \_\_\_\_\_
  
- 3) ¿Que no le agrada a usted del barrio Miraflores?  
Basura \_\_\_\_\_  
Contaminación ambiental/ \_\_\_\_\_  
Estación de aguas servidas \_\_\_\_\_  
Contaminación por ruido \_\_\_\_\_  
Ninguna \_\_\_\_\_  
Todas \_\_\_\_\_
  
- 4) ¿Considera usted que genera problemas de contaminación ambiental el sistema de recolección de aguas residuales de la estación Miraflores?  
Si \_\_\_\_\_  
No \_\_\_\_\_
  
- 5) ¿Considera usted que genera problemas de enfermedades el sistema de recolección de aguas residuales de la estación Miraflores?  
Si \_\_\_\_\_  
especifique \_\_\_\_\_  
No \_\_\_\_\_
  
- 6) ¿Considera usted que existe un deterioro avanzado en la estación Miraflores?  
Si \_\_\_\_\_  
No \_\_\_\_\_

- 7) ¿Considera usted que las zonas de las aguas de la Estación Miraflores de la ciudad de Manta sean tratadas?
- Totalmente de acuerdo \_\_\_\_\_
- Medianamente de acuerdo \_\_\_\_\_
- Ni de acuerdo ni desacuerdo \_\_\_\_\_
- Totalmente en desacuerdo \_\_\_\_\_
- 8) ¿Considera necesario que se establezca reglamentos que regule la protección y cuidado del medio ambiente de la Ciudad de Manta?
- Totalmente de acuerdo \_\_\_\_\_
- Medianamente de acuerdo \_\_\_\_\_
- Ni de acuerdo ni desacuerdo \_\_\_\_\_
- Totalmente en desacuerdo \_\_\_\_\_
- 9) ¿Qué le gustaría que se mejore en la estación de Miraflores?
- Aseo de estación \_\_\_\_\_
- Manejo de aguas residuales \_\_\_\_\_
- Limpieza de carros sifoneros  
al guardarlos \_\_\_\_\_
- Todos \_\_\_\_\_
- Ninguno \_\_\_\_\_





UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABI  
FACULTAD DE INGENIERIA INDUSTRIAL  
ESPECIALIDAD DE INGENIERIA EN ALIMENTOS  
ENCUESTAS PARA TESIS DE TITULACION

1) ¿Qué tiempo tiene viviendo en el barrio Abdón Calderón?

- Menos de un año \_\_\_\_\_  
Más de 5 años \_\_\_\_\_  
Más de 10 años \_\_\_\_\_  
Desde el inicio del barrio \_\_\_\_\_

2) ¿La vivienda es propia o arrendada?

- Propia \_\_\_\_\_  
Arrendada \_\_\_\_\_

3) ¿Que no le agrada a usted del barrio Abdón Calderón?

- Basura \_\_\_\_\_  
Contaminación ambiental/ \_\_\_\_\_  
Estación de aguas servidas \_\_\_\_\_  
Contaminación por ruido \_\_\_\_\_  
Ninguna \_\_\_\_\_  
Todas \_\_\_\_\_

4) ¿Considera usted que genera problemas de contaminación ambiental el sistema de recolección de aguas residuales de la laguna de oxidación de Manta?

- Si \_\_\_\_\_  
No \_\_\_\_\_

5) ¿Considera usted que genera problemas de enfermedades el sistema de recolección de aguas residuales de la laguna de oxidación de Manta?

- Si \_\_\_\_\_  
especifique \_\_\_\_\_  
No \_\_\_\_\_

6) ¿Considera usted que existe un deterioro avanzado en la laguna de oxidación de Manta?

- Si \_\_\_\_\_  
No \_\_\_\_\_

7) ¿Considera usted que las zonas de las aguas de la laguna de oxidación de la ciudad de Manta sean tratadas?

- Totalmente de acuerdo \_\_\_\_\_  
Medianamente de acuerdo \_\_\_\_\_  
Ni de acuerdo ni desacuerdo \_\_\_\_\_  
Totalmente en desacuerdo \_\_\_\_\_

8) ¿Considera necesario que se establezca reglamentos que regule la protección y cuidado del medio ambiente de la Ciudad de Manta?

Totalmente de acuerdo \_\_\_\_\_

Medianamente de acuerdo \_\_\_\_\_

Ni de acuerdo ni desacuerdo \_\_\_\_\_

Totalmente en desacuerdo \_\_\_\_\_

9) ¿Qué le gustaría que se mejore en la laguna de oxidación de manta?

Aseo de estación \_\_\_\_\_

Manejo de aguas residuales \_\_\_\_\_

Limpieza de carros sifoneros  
al guardarlos \_\_\_\_\_

Todos \_\_\_\_\_

Ninguno \_\_\_\_\_



UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABI  
FACULTAD DE INGENIERIA INDUSTRIAL  
ESPECIALIDAD DE INGENIERIA EN ALIMENTOS  
ENCUESTAS PARA TESIS DE TITULACION

1) ¿Qué tiempo tiene viviendo en el barrio los gavilanes?

- Menos de un año \_\_\_\_\_  
Más de 5 años \_\_\_\_\_  
Más de 10 años \_\_\_\_\_  
Desde el inicio del barrio \_\_\_\_\_

2) ¿La vivienda es propia o arrendada?

- Propia \_\_\_\_\_  
Arrendada \_\_\_\_\_

3) ¿Que no le agrada a usted del barrio los gavilanes?

- Basura \_\_\_\_\_  
Contaminación ambiental/  
estación de aguas servidas \_\_\_\_\_  
Contaminación por ruido \_\_\_\_\_  
Ninguna \_\_\_\_\_  
Todas \_\_\_\_\_

4) ¿Considera usted que genera problemas de contaminación ambiental el sistema de recolección de aguas residuales de la laguna de oxidación de manta?

- Si \_\_\_\_\_  
No \_\_\_\_\_

5) ¿Considera usted que genera problemas de enfermedades el sistema de recolección de aguas residuales de la laguna de oxidación de manta?

- Si \_\_\_\_\_  
especifique \_\_\_\_\_  
No \_\_\_\_\_

6) ¿Considera usted que existe un deterioro avanzado en la laguna de oxidación de manta?

- Si \_\_\_\_\_  
No \_\_\_\_\_

7) ¿Considera usted que las zonas de las aguas de la laguna de oxidación de la ciudad de Manta sean tratadas?

Totalmente de acuerdo \_\_\_\_\_

Medianamente de acuerdo \_\_\_\_\_

Ni de acuerdo ni desacuerdo \_\_\_\_\_

Totalmente en desacuerdo \_\_\_\_\_

8) ¿Considera necesario que se establezca reglamentos que regule la protección y cuidado del medio ambiente de la Ciudad de Manta?

Totalmente de acuerdo \_\_\_\_\_

Medianamente de acuerdo \_\_\_\_\_

Ni de acuerdo ni desacuerdo \_\_\_\_\_

Totalmente en desacuerdo \_\_\_\_\_

9) ¿Qué le gustaría que se mejore en la laguna de oxidación de manta?

Aseo de estación \_\_\_\_\_

Manejo de aguas residuales \_\_\_\_\_

Limpieza de carros sifoneros  
al guardarlos \_\_\_\_\_

Todos \_\_\_\_\_

Ninguno \_\_\_\_\_



UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABI  
FACULTAD DE INGENIERIA INDUSTRIAL  
ESPECIALIDAD DE INGENIERIA EN ALIMENTOS  
ENCUESTAS PARA TESIS DE TITULACION

1) ¿Qué tiempo tiene viviendo en el barrio la época?

Menos de un año \_\_\_\_\_

Más de 5 años \_\_\_\_\_

Más de 10 años \_\_\_\_\_

Desde el inicio del barrio \_\_\_\_\_

2) ¿La vivienda es propia o arrendada?

Propia \_\_\_\_\_

Arrendada \_\_\_\_\_

3) ¿Que no le agrada a usted del barrio la época?

Basura \_\_\_\_\_

Contaminación ambiental/ \_\_\_\_\_

Estación de aguas servidas \_\_\_\_\_

Contaminación por ruido \_\_\_\_\_

Ninguna \_\_\_\_\_

Todas \_\_\_\_\_

4) ¿Considera usted que genera problemas de contaminación ambiental el sistema de recolección de aguas residuales de la laguna de oxidación de manta?

Si \_\_\_\_\_

No \_\_\_\_\_

5) ¿Considera usted que genera problemas de enfermedades el sistema de recolección de aguas residuales de la laguna de oxidación de manta?

Si \_\_\_\_\_ especifique\_\_\_\_\_

No \_\_\_\_\_

6) ¿Considera usted que existe un deterioro avanzado en la laguna de oxidación de manta?

Si \_\_\_\_\_

No \_\_\_\_\_

7) ¿Considera usted que las zonas de las aguas de la laguna de oxidación de la ciudad de Manta sean tratadas?

Totalmente de acuerdo \_\_\_\_\_

Medianamente de acuerdo \_\_\_\_\_

Ni de acuerdo ni desacuerdo \_\_\_\_\_

Totalmente en desacuerdo \_\_\_\_\_

8) ¿Considera necesario que se establezca reglamentos que regule la protección y cuidado del medio ambiente de la Ciudad de Manta?

Totalmente de acuerdo \_\_\_\_\_

Medianamente de acuerdo \_\_\_\_\_

Ni de acuerdo ni desacuerdo \_\_\_\_\_

Totalmente en desacuerdo \_\_\_\_\_

9) ¿Qué le gustaría que se mejore en la laguna de oxidación de manta?

Aseo de estación \_\_\_\_\_

Manejo de aguas residuales \_\_\_\_\_

Limpieza de carros sifoneros \_\_\_\_\_

al guardarlos \_\_\_\_\_

Todos \_\_\_\_\_

Ninguno \_\_\_\_\_



UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABI  
FACULTAD DE INGENIERIA INDUSTRIAL  
ESPECIALIDAD DE INGENIERIA EN ALIMENTOS  
ENCUESTAS PARA TESIS DE TITULACION

1) ¿Qué tiempo tiene viviendo en el cdla. terraza del conde?

Menos de un año \_\_\_\_\_

Más de 5 años \_\_\_\_\_

Más de 10 años \_\_\_\_\_

Desde el inicio del barrio \_\_\_\_\_

2) ¿La vivienda es propia o arrendada?

Propia \_\_\_\_\_

Arrendada \_\_\_\_\_

3) ¿Que no le agrada a usted en la cdla. Terrazas del conde?

Basura \_\_\_\_\_

Contaminación ambiental/  
estación de aguas servidas \_\_\_\_\_

Contaminación por ruido \_\_\_\_\_

Ninguna \_\_\_\_\_

Todas \_\_\_\_\_

4) ¿Considera usted que genera problemas de contaminación ambiental el sistema de recolección de aguas residuales de la laguna de oxidación de manta?

Si \_\_\_\_\_

No \_\_\_\_\_

5) ¿Considera usted que genera problemas de enfermedades el sistema de recolección de aguas residuales de la laguna de oxidación de manta?

Si \_\_\_\_\_ especifique\_\_\_\_\_

No \_\_\_\_\_

6) ¿Considera usted que existe un deterioro avanzado en la laguna de oxidación de manta?

Si \_\_\_\_\_

No \_\_\_\_\_

7) ¿Considera usted que las zonas de las aguas de la laguna de oxidación de la ciudad de Manta sean tratadas?

Totalmente de acuerdo \_\_\_\_\_

Medianamente de acuerdo \_\_\_\_\_

Ni de acuerdo ni desacuerdo \_\_\_\_\_

Totalmente en desacuerdo \_\_\_\_\_

8) ¿Considera necesario que se establezca reglamentos que regule la protección y cuidado del medio ambiente de la Ciudad de Manta?

Totalmente de acuerdo \_\_\_\_\_

Medianamente de acuerdo \_\_\_\_\_

Ni de acuerdo ni desacuerdo \_\_\_\_\_

Totalmente en desacuerdo \_\_\_\_\_

9) ¿Qué le gustaría que se mejore en la laguna de oxidación de manta?

Aseo de estación \_\_\_\_\_

Manejo de aguas residuales \_\_\_\_\_

Limpieza de carros sifoneros \_\_\_\_\_

al guardarlos \_\_\_\_\_

Todos \_\_\_\_\_

Ninguno \_\_\_\_\_





UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABI  
FACULTAD DE INGENIERIA INDUSTRIAL  
ESPECIALIDAD DE INGENIERIA EN ALIMENTOS  
ENCUESTAS PARA TESIS DE TITULACION

1) ¿Qué tiempo tiene viviendo en el cdla. Villa María?

Menos de un año \_\_\_\_\_

Más de 5 años \_\_\_\_\_

Más de 10 años \_\_\_\_\_

Desde el inicio del barrio \_\_\_\_\_

2) ¿La vivienda es propia o arrendada?

Propia \_\_\_\_\_

Arrendada \_\_\_\_\_

3) ¿Que no le agrada a usted en la cdla. Villa María?

Basura \_\_\_\_\_

Contaminación ambiental/  
estación de aguas servidas \_\_\_\_\_

Contaminación por ruido \_\_\_\_\_

Ninguna \_\_\_\_\_

Todas \_\_\_\_\_

4) ¿Considera usted que genera problemas de contaminación ambiental el sistema de recolección de aguas residuales de la laguna de oxidación de manta?

Si \_\_\_\_\_

No \_\_\_\_\_

5) ¿Considera usted que genera problemas de enfermedades el sistema de recolección de aguas residuales de la laguna de oxidación de manta?

Si \_\_\_\_\_ especifique\_\_\_\_\_

No \_\_\_\_\_

6) ¿Considera usted que existe un deterioro avanzado en la laguna de oxidación de manta?

Si \_\_\_\_\_

No \_\_\_\_\_

7) ¿Considera usted que las zonas de las aguas de la laguna de oxidación de la ciudad de Manta sean tratadas?

Totalmente de acuerdo \_\_\_\_\_

Medianamente de acuerdo \_\_\_\_\_

Ni de acuerdo ni desacuerdo \_\_\_\_\_

Totalmente en desacuerdo \_\_\_\_\_

8) ¿Considera necesario que se establezca reglamentos que regule la protección y cuidado del medio ambiente de la Ciudad de Manta?

Totalmente de acuerdo \_\_\_\_\_

Medianamente de acuerdo \_\_\_\_\_

Ni de acuerdo ni desacuerdo \_\_\_\_\_

Totalmente en desacuerdo \_\_\_\_\_

9) ¿Qué le gustaría que se mejore en la laguna de oxidación de manta?

Aseo de estación \_\_\_\_\_

Manejo de aguas residuales \_\_\_\_\_

Limpieza de carros sifoneros \_\_\_\_\_

al guardarlos \_\_\_\_\_

Todos \_\_\_\_\_

Ninguno \_\_\_\_\_



UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABI  
FACULTAD DE INGENIERIA INDUSTRIAL  
ESPECIALIDAD DE INGENIERIA EN ALIMENTOS  
ENCUESTAS PARA TESIS DE TITULACION

1) ¿Qué tiempo tiene viviendo en San Juan?

Menos de un año \_\_\_\_\_

Más de 5 años \_\_\_\_\_

Más de 10 años \_\_\_\_\_

Desde el inicio del barrio \_\_\_\_\_

2) ¿La vivienda es propia o arrendada?

Propia \_\_\_\_\_

Arrendada \_\_\_\_\_

3) ¿Que no le agrada a usted en San Juan?

Basura \_\_\_\_\_

Contaminación ambiental/  
estación de aguas servidas \_\_\_\_\_

Contaminación por ruido \_\_\_\_\_

Ninguna \_\_\_\_\_

Todas \_\_\_\_\_

4) ¿Considera usted que genera problemas de contaminación ambiental el sistema de recolección de aguas residuales de la laguna de oxidación de manta?

Si \_\_\_\_\_

No \_\_\_\_\_

5) ¿Considera usted que genera problemas de enfermedades el sistema de recolección de aguas residuales de la laguna de oxidación de manta?

Si \_\_\_\_\_ especifique\_\_\_\_\_

No \_\_\_\_\_

6) ¿Considera usted que existe un deterioro avanzado en la laguna de oxidación de manta?

Si \_\_\_\_\_

No \_\_\_\_\_

7) ¿Considera usted que las zonas de las aguas de la laguna de oxidación de la ciudad de Manta sean tratadas?

Totalmente de acuerdo \_\_\_\_\_

Medianamente de acuerdo \_\_\_\_\_

Ni de acuerdo ni desacuerdo \_\_\_\_\_

Totalmente en desacuerdo \_\_\_\_\_

8) ¿Considera necesario que se establezca reglamentos que regule la protección y cuidado del medio ambiente de la Ciudad de Manta?

Totalmente de acuerdo \_\_\_\_\_

Medianamente de acuerdo \_\_\_\_\_

Ni de acuerdo ni desacuerdo \_\_\_\_\_

Totalmente en desacuerdo \_\_\_\_\_

9) ¿Qué le gustaría que se mejore en la laguna de oxidación de manta?

Aseo de estación \_\_\_\_\_

Manejo de aguas residuales \_\_\_\_\_

Limpieza de carros sifoneros \_\_\_\_\_

al guardarlos \_\_\_\_\_

Todos \_\_\_\_\_

Ninguno \_\_\_\_\_



UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABI  
FACULTAD DE INGENIERIA INDUSTRIAL  
ESPECIALIDAD DE INGENIERIA EN ALIMENTOS  
ENCUESTAS PARA TESIS DE TITULACION

1) ¿Qué tiempo tiene viviendo en la Cdla ciudad del sol?

Menos de un año \_\_\_\_\_

Más de 5 años \_\_\_\_\_

Más de 10 años \_\_\_\_\_

Desde el inicio del barrio \_\_\_\_\_

2) ¿La vivienda es propia o arrendada?

Propia \_\_\_\_\_

Arrendada \_\_\_\_\_

3) ¿Que no le agrada a usted de la cdla ciudad del sol?

Basura \_\_\_\_\_

Contaminación ambiental/  
estación de aguas servidas \_\_\_\_\_

Contaminación por ruido \_\_\_\_\_

Ninguna \_\_\_\_\_

Todas \_\_\_\_\_

4) ¿Considera usted que genera problemas de contaminación ambiental el sistema de recolección de aguas residuales de la laguna de oxidación de manta?

Si \_\_\_\_\_

No \_\_\_\_\_

5) ¿Considera usted que genera problemas de enfermedades el sistema de recolección de aguas residuales de la laguna de oxidación de manta?

Si \_\_\_\_\_

especifique \_\_\_\_\_

No \_\_\_\_\_

6) ¿Considera usted que existe un deterioro avanzado en la laguna de oxidación de manta?

Si \_\_\_\_\_

No \_\_\_\_\_

7) ¿Considera usted que las zonas de las aguas de la laguna de oxidación de la ciudad de Manta sean tratadas?

Totalmente de acuerdo \_\_\_\_\_

Medianamente de acuerdo \_\_\_\_\_

Ni de acuerdo ni desacuerdo \_\_\_\_\_

Totalmente en desacuerdo \_\_\_\_\_

8) ¿Considera necesario que se establezca reglamentos que regule la protección y cuidado del medio ambiente de la Ciudad de Manta?

Totalmente de acuerdo \_\_\_\_\_

Medianamente de acuerdo \_\_\_\_\_

Ni de acuerdo ni desacuerdo \_\_\_\_\_

Totalmente en desacuerdo \_\_\_\_\_

9) ¿Qué le gustaría que se mejore en la laguna de oxidación de manta?

Aseo de estación \_\_\_\_\_

Manejo de aguas residuales \_\_\_\_\_

Limpieza de carros sifoneros \_\_\_\_\_

al guardarlos \_\_\_\_\_

Todos \_\_\_\_\_

Ninguno \_\_\_\_\_



UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABI  
FACULTAD DE INGENIERIA INDUSTRIAL  
ESPECIALIDAD DE INGENIERIA EN ALIMENTOS  
ENCUESTAS PARA TESIS DE TITULACION

- 1) ¿Qué tiempo tiene viviendo en la Cdla Manta 2000?  
Menos de un año \_\_\_\_\_  
Más de 5 años \_\_\_\_\_  
Más de 10 años \_\_\_\_\_  
Desde el inicio del barrio \_\_\_\_\_
- 2) ¿La vivienda es propia o arrendada?  
Propia \_\_\_\_\_  
Arrendada \_\_\_\_\_
- 3) ¿Que no le agrada a usted de la Cdla Manta 2000?  
Basura \_\_\_\_\_  
Contaminación ambiental/  
estación de aguas servidas \_\_\_\_\_  
Contaminación por ruido \_\_\_\_\_  
Ninguna \_\_\_\_\_  
Todas \_\_\_\_\_
- 4) ¿Considera usted que genera problemas de contaminación ambiental el sistema de recolección de aguas residuales de la laguna de oxidación de manta?  
Si \_\_\_\_\_  
No \_\_\_\_\_
- 5) ¿Considera usted que genera problemas de enfermedades el sistema de recolección de aguas residuales de la laguna de oxidación de manta?  
Si \_\_\_\_\_  
especifique \_\_\_\_\_  
No \_\_\_\_\_
- 6) ¿Considera usted que existe un deterioro avanzado en la laguna de oxidación de manta?  
Si \_\_\_\_\_  
No \_\_\_\_\_
- 7) ¿Considera usted que las zonas de las aguas de la laguna de oxidación de la ciudad de Manta sean tratadas?  
Totalmente de acuerdo \_\_\_\_\_  
Medianamente de acuerdo \_\_\_\_\_  
Ni de acuerdo ni desacuerdo \_\_\_\_\_  
Totalmente en desacuerdo \_\_\_\_\_

8) ¿Considera necesario que se establezca reglamentos que regule la protección y cuidado del medio ambiente de la Ciudad de Manta?

Totalmente de acuerdo \_\_\_\_\_

Medianamente de acuerdo \_\_\_\_\_

Ni de acuerdo ni desacuerdo \_\_\_\_\_

Totalmente en desacuerdo \_\_\_\_\_

9) ¿Qué le gustaría que se mejore en la laguna de oxidación de manta?

Aseo de estación \_\_\_\_\_

Manejo de aguas residuales \_\_\_\_\_

Limpieza de carros sifoneros  
al guardarlos \_\_\_\_\_

Todos \_\_\_\_\_

Ninguno \_\_\_\_\_





UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABI  
FACULTAD DE INGENIERIA INDUSTRIAL  
ESPECIALIDAD DE INGENIERIA EN ALIMENTOS  
ENCUESTAS PARA TESIS DE TITULACION

- 1) ¿Qué tiempo tiene viviendo en la cdla Manta beach?  
Menos de un año \_\_\_\_\_  
Más de 5 años \_\_\_\_\_  
Más de 10 años \_\_\_\_\_  
Desde el inicio del barrio \_\_\_\_\_
- 2) ¿La vivienda es propia o arrendada?  
Propia \_\_\_\_\_  
Arrendada \_\_\_\_\_
- 3) ¿Que no le agrada a usted de ? la cdla Manta beach  
Basura \_\_\_\_\_  
Contaminación ambiental/  
estación de aguas servidas \_\_\_\_\_  
Contaminación por ruido \_\_\_\_\_  
Ninguna \_\_\_\_\_  
Todas \_\_\_\_\_
- 4) ¿Considera usted que genera problemas de contaminación ambiental el sistema de recolección de aguas residuales de la laguna de oxidación de manta?  
Si \_\_\_\_\_  
No \_\_\_\_\_
- 5) ¿Considera usted que genera problemas de enfermedades el sistema de recolección de aguas residuales de la laguna de oxidación de manta?  
Si \_\_\_\_\_  
especifique \_\_\_\_\_  
No \_\_\_\_\_
- 6) ¿Considera usted que existe un deterioro avanzado en la laguna de oxidación de manta?  
Si \_\_\_\_\_  
No \_\_\_\_\_
- 7) ¿Considera usted que las zonas de las aguas de la laguna de oxidación de la ciudad de Manta sean tratadas?  
Totalmente de acuerdo \_\_\_\_\_  
Medianamente de acuerdo \_\_\_\_\_  
Ni de acuerdo ni desacuerdo \_\_\_\_\_  
Totalmente en desacuerdo \_\_\_\_\_

8) ¿Considera necesario que se establezca reglamentos que regule la protección y cuidado del medio ambiente de la Ciudad de Manta?

Totalmente de acuerdo \_\_\_\_\_

Medianamente de acuerdo \_\_\_\_\_

Ni de acuerdo ni desacuerdo \_\_\_\_\_

Totalmente en desacuerdo \_\_\_\_\_

9) ¿Qué le gustaría que se mejore en la laguna de oxidación de manta?

Aseo de estación \_\_\_\_\_

Manejo de aguas residuales \_\_\_\_\_

Limpieza de carros sifoneros \_\_\_\_\_

al guardarlos \_\_\_\_\_

Todos \_\_\_\_\_

Ninguno \_\_\_\_\_



UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABI  
FACULTAD DE INGENIERIA INDUSTRIAL  
ESPECIALIDAD DE INGENIERIA EN ALIMENTOS  
ENCUESTAS PARA TESIS DE TITULACION

- 1) ¿Qué tiempo tiene viviendo en el barrio la ensenadita?  
Menos de un año \_\_\_\_\_  
Más de 5 años \_\_\_\_\_  
Más de 10 años \_\_\_\_\_  
Desde el inicio del barrio \_\_\_\_\_
- 2) ¿La vivienda es propia o arrendada?  
Propia \_\_\_\_\_  
Arrendada \_\_\_\_\_
- 3) ¿Que no le agrada a usted del barrio la ensenadita?  
Basura \_\_\_\_\_  
Contaminación ambiental/  
estación de aguas servidas \_\_\_\_\_  
Contaminación por ruido \_\_\_\_\_  
Ninguna \_\_\_\_\_  
Todas \_\_\_\_\_
- 4) ¿Considera usted que genera problemas de contaminación ambiental el sistema de recolección de aguas residuales de la laguna de oxidación de manta?  
Si \_\_\_\_\_  
No \_\_\_\_\_
- 5) ¿Considera usted que genera problemas de enfermedades el sistema de recolección de aguas residuales de la laguna de oxidación de manta?  
Si \_\_\_\_\_  
especifique \_\_\_\_\_  
No \_\_\_\_\_
- 6) ¿Considera usted que existe un deterioro avanzado en la laguna de oxidación de manta?  
Si \_\_\_\_\_  
No \_\_\_\_\_
- 7) ¿Considera usted que las zonas de las aguas de la laguna de oxidación de la ciudad de Manta sean tratadas?  
Totalmente de acuerdo \_\_\_\_\_  
Medianamente de acuerdo \_\_\_\_\_  
Ni de acuerdo ni desacuerdo \_\_\_\_\_  
Totalmente en desacuerdo \_\_\_\_\_

8) ¿Considera necesario que se establezca reglamentos que regule la protección y cuidado del medio ambiente de la Ciudad de Manta?

Totalmente de acuerdo \_\_\_\_\_

Medianamente de acuerdo \_\_\_\_\_

Ni de acuerdo ni desacuerdo \_\_\_\_\_

Totalmente en desacuerdo \_\_\_\_\_

9) ¿Qué le gustaría que se mejore en la laguna de oxidación de manta?

Aseo de estación \_\_\_\_\_

Manejo de aguas residuales \_\_\_\_\_

Limpieza de carros sifoneros \_\_\_\_\_

al guardarlos \_\_\_\_\_

Todos \_\_\_\_\_

Ninguno \_\_\_\_\_



UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABI  
FACULTAD DE INGENIERIA INDUSTRIAL  
ESPECIALIDAD DE INGENIERIA EN ALIMENTOS  
ENCUESTAS PARA TESIS DE TITULACION

- 1) ¿Qué tiempo tiene viviendo en el barrio 4 de noviembre?  
Menos de un año \_\_\_\_\_  
Más de 5 años \_\_\_\_\_  
Más de 10 años \_\_\_\_\_  
Desde el inicio del barrio \_\_\_\_\_
- 2) ¿La vivienda es propia o arrendada?  
Propia \_\_\_\_\_  
Arrendada \_\_\_\_\_
- 3) ¿Que no le agrada a usted del barrio 4 de noviembre?  
Basura \_\_\_\_\_  
Contaminación ambiental/  
estación de aguas servidas \_\_\_\_\_  
Contaminación por ruido \_\_\_\_\_  
Ninguna \_\_\_\_\_  
Todas \_\_\_\_\_
- 4) ¿Considera usted que genera problemas de contaminación ambiental el sistema de recolección de aguas residuales de la laguna de oxidación de manta?  
Si \_\_\_\_\_  
No \_\_\_\_\_
- 5) ¿Considera usted que genera problemas de enfermedades el sistema de recolección de aguas residuales de la laguna de oxidación de manta?  
Si \_\_\_\_\_  
especifique \_\_\_\_\_  
No \_\_\_\_\_
- 6) ¿Considera usted que existe un deterioro avanzado en la laguna de oxidación de manta?  
Si \_\_\_\_\_  
No \_\_\_\_\_
- 7) ¿Considera usted que las zonas de las aguas de la laguna de oxidación de la ciudad de Manta sean tratadas?  
Totalmente de acuerdo \_\_\_\_\_  
Medianamente de acuerdo \_\_\_\_\_  
Ni de acuerdo ni desacuerdo \_\_\_\_\_  
Totalmente en desacuerdo \_\_\_\_\_

8) ¿Considera necesario que se establezca reglamentos que regule la protección y cuidado del medio ambiente de la Ciudad de Manta?

Totalmente de acuerdo \_\_\_\_\_

Medianamente de acuerdo \_\_\_\_\_

Ni de acuerdo ni desacuerdo \_\_\_\_\_

Totalmente en desacuerdo \_\_\_\_\_

9) ¿Qué le gustaría que se mejore en la laguna de oxidación de manta?

Aseo de estación \_\_\_\_\_

Manejo de aguas residuales \_\_\_\_\_

Limpieza de carros sifoneros \_\_\_\_\_

al guardarlos \_\_\_\_\_

Todos \_\_\_\_\_

Ninguno \_\_\_\_\_



UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABI  
FACULTAD DE INGENIERIA INDUSTRIAL  
ESPECIALIDAD DE INGENIERIA EN ALIMENTOS  
ENCUESTAS PARA TESIS DE TITULACION

- 1) ¿Qué tiempo tiene viviendo en la cdla Universitaria?  
Menos de un año \_\_\_\_\_  
Más de 5 años \_\_\_\_\_  
Más de 10 años \_\_\_\_\_  
Desde el inicio del barrio \_\_\_\_\_
- 2) ¿La vivienda es propia o arrendada?  
Propia \_\_\_\_\_  
Arrendada \_\_\_\_\_
- 3) ¿Que no le agrada a usted de la cdla universitaria?  
Basura \_\_\_\_\_  
Contaminación ambiental/  
estación de aguas servidas \_\_\_\_\_  
Contaminación por ruido \_\_\_\_\_  
Ninguna \_\_\_\_\_  
Todas \_\_\_\_\_
- 4) ¿Considera usted que genera problemas de contaminación ambiental el sistema de recolección de aguas residuales de la laguna de oxidación de manta?  
Si \_\_\_\_\_  
No \_\_\_\_\_
- 5) ¿Considera usted que genera problemas de enfermedades el sistema de recolección de aguas residuales de la laguna de oxidación de manta?  
Si \_\_\_\_\_  
especifique \_\_\_\_\_  
No \_\_\_\_\_
- 6) ¿Considera usted que existe un deterioro avanzado en la laguna de oxidación de manta?  
Si \_\_\_\_\_  
No \_\_\_\_\_
- 7) ¿Considera usted que las zonas de las aguas de la laguna de oxidación de la ciudad de Manta sean tratadas?  
Totalmente de acuerdo \_\_\_\_\_  
Medianamente de acuerdo \_\_\_\_\_  
Ni de acuerdo ni desacuerdo \_\_\_\_\_  
Totalmente en desacuerdo \_\_\_\_\_

8) ¿Considera necesario que se establezca reglamentos que regule la protección y cuidado del medio ambiente de la Ciudad de Manta?

Totalmente de acuerdo \_\_\_\_\_

Medianamente de acuerdo \_\_\_\_\_

Ni de acuerdo ni desacuerdo \_\_\_\_\_

Totalmente en desacuerdo \_\_\_\_\_

9) ¿Qué le gustaría que se mejore en la laguna de oxidación de manta?

Aseo de estación \_\_\_\_\_

Manejo de aguas residuales \_\_\_\_\_

Limpieza de carros sifoneros  
al guardarlos \_\_\_\_\_

Todos \_\_\_\_\_

Ninguno \_\_\_\_\_



### 3.10.- ENCUESTA Y TABULACION

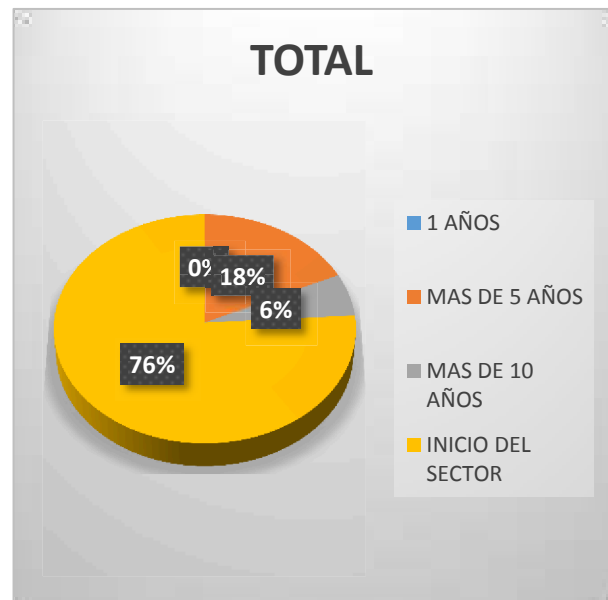
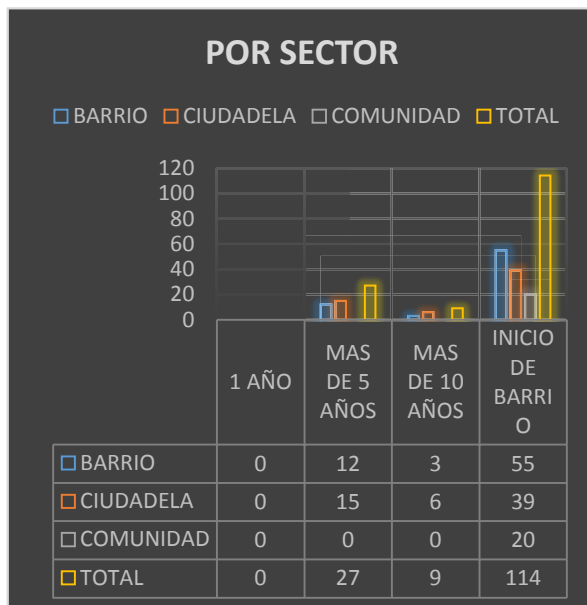
#### PREGUNTA # 1

Qué tiempo tiene viviendo en el sector encuestado

#### OBJETIVO

Es delimitar la cantidad de habitantes que se encuentran en la ciudad de manta en la actualidad.

PREGUNTA	BARRIO	CIUADADELA	COMUNIDAD	TOTAL
1 AÑO	0	0	0	0
MAS DE 5 AÑOS	12	15	0	27
MAS DE 10 AÑOS	3	6	0	9
INICIO DEL SECTOR	55	39	20	114
TOTAL	70	60	20	150



**INTERPRETACIÓN.-** la gráfica expresa que el 76 % habita desde el inicio por el sector encuestado, el 18 % más de 5 años, ellos se afectan sin conocer el antecedente, el 6% tiene más de 10 años habitando por el sector afectado.

**ANALISIS.-** Se demuestra con los resultados obtenidos que los habitantes de los sectores de manta y sumado el tiempo que han radicado conocen a cabalidad la problemática que está generando la laguna de oxidación, estación Miraflores con lo relacionado a al atentado ambiental que está afectando al sector donde pertenecen los encuestados.

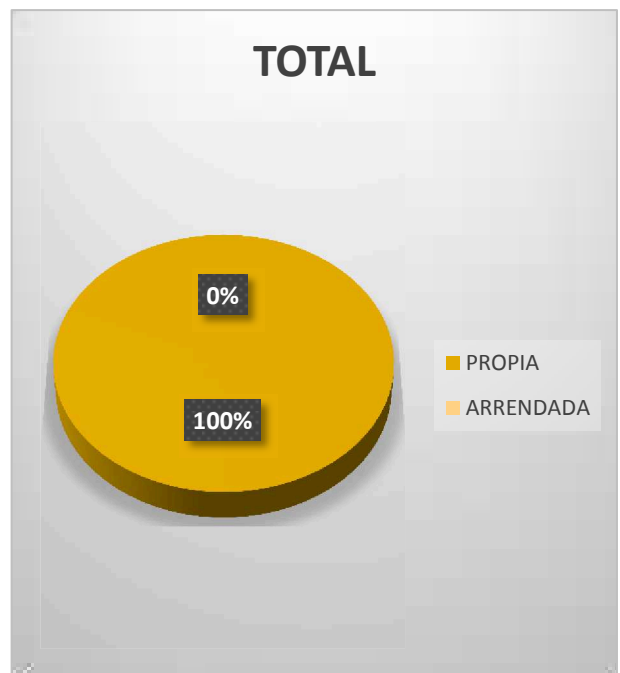
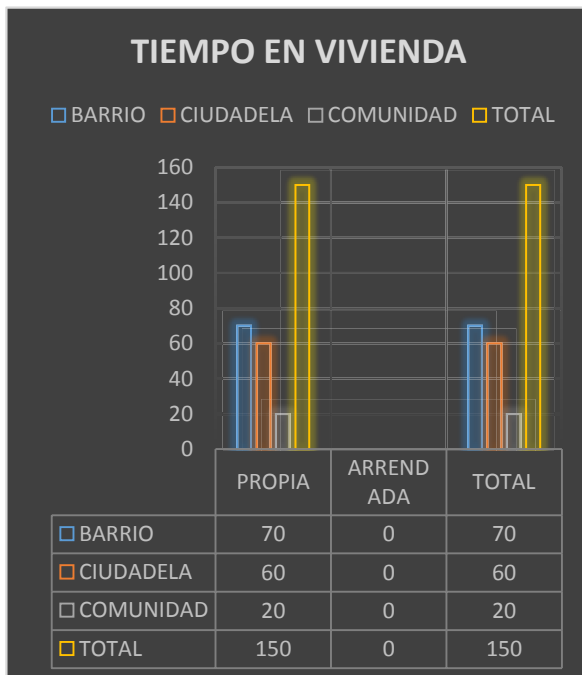
## PREGUNTA # 2

La vivienda es propia o arrendada

### OBJETIVO

Establecer la cantidad de viviendas propias y arrendadas en los puntos encuestados en la ciudad de Manta.

	<b>BARRIO</b>	<b>CIUDADELA</b>	<b>COMUNIDAD</b>	<b>TOTAL</b>
<b>SI</b>	70	60	20	150
<b>NO</b>	0	0	0	0
<b>TOTAL</b>	70	60	20	150



**INTERPRETACIÓN.-** la gráfica expresa que el 100 % habita en viviendas propias en el sector afectado.

**ANALISIS.-**De acuerdo a los resultados de la encuesta, se puede evidenciar que el 100% de los moradores del sector Miraflores de la ciudad de Manta están preocupados por el bienestar de la comunidad, notándose la preocupación existente por la cercanía de la laguna de oxidación lo cual representa un peligro para la salud.

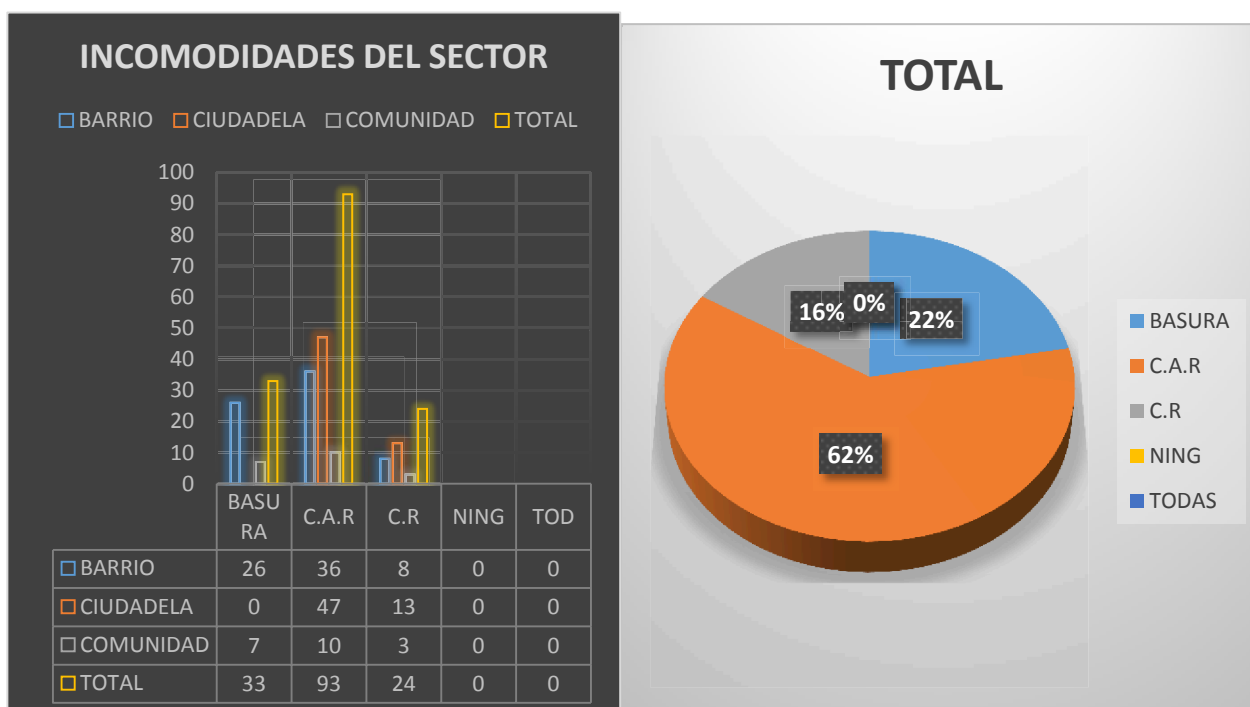
### PREGUNTA # 3

¿Que no le agrada a usted del sector donde habita?

#### OBJETIVO

Determinar las molestias que incomodan a los habitantes de las diferentes partes de la ciudad de Manta.

PREGUNTA	BARRIO	CIUDADELAS	COMUNIDAD	TOTAL
BASURA	26	0	7	33
CONT. A.R	36	47	10	93
CONT. RUIDO	8	13	3	24
NINGUNA	0	0	0	0
TODOS	0	0	0	0
TOTAL	70	60	20	150



**INTERPRETACIÓN.-** la gráfica expresa que el 62 % de los habitantes les afecta la contaminación por las aguas residuales, el 22% se sienten perjudicados por la basura que se encuentra por el sector donde habitan, el 16 % les afecta notablemente te ruido ya sea de maquinarias y vehículo.

**ANALISIS.-**De acuerdo a los resultados de la pregunta planteada, se puede sintetizar que el 62 % de los moradores se sienten perjudicados por las aguas residuales de la laguna de oxidación y a su vez de la estación Miraflores de la ciudad de Manta, el 22 % están preocupados por el exceso de basura que observa en el sector que genera crecimiento de los insectos y roedores, el 16 % siente malestar por la contaminación de ruido por el clac son de los vehículos y sonido de motores de los vehículos y maquinarias de empresas que están a sus alrededores. El control de todo lo que genere algún tipo de contaminación debería ser controlado y así no atentar contra la ciudadanía y el medio ambiente.

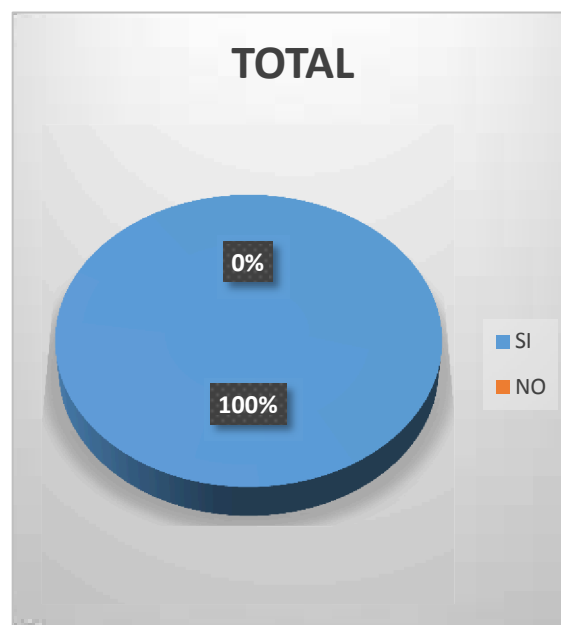
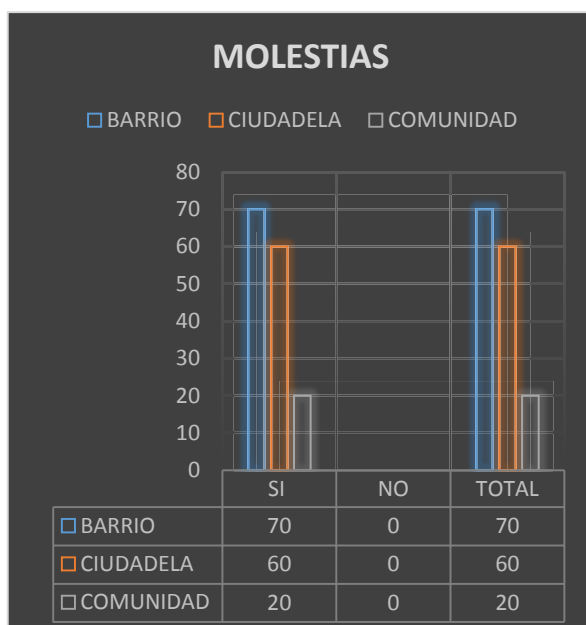
## PREGUNTA # 4

¿Considera usted que genera problemas de contaminación ambiental el sistema de recolección de aguas residuales de la estación Miraflores?

### OBJETIVO

Determinar las molestias que incomodan a los habitantes de las diferentes partes de la ciudad de Manta.

PREGUNTA	BARRIO	CIUDADELA	COMUNIDAD	TOTAL
SI	70	60	20	150
NO	0	0	0	0
TOTAL	70	60	20	150



**INTERPRETACIÓN.-** la gráfica expresa que el 100 % de los habitantes se sienten afectados por el sistema de recolección de aguas de la estación Miraflores y laguna de oxidación en el sector en el cual son moradores.

**ANÁLISIS.-** De acuerdo a los resultados de la encuesta, se puede evidenciar que el 100% de los moradores del sector Miraflores y otras partes de la ciudad de Manta, se sienten perjudicados por el sistema de recolección y tratamiento de aguas servidas el cual atenta en contra de la comunidad y el medio ambiente siendo notoria la preocupación que existe por la distancia hacia la laguna de oxidación que esta cual representando una amenaza para la salud de la población.

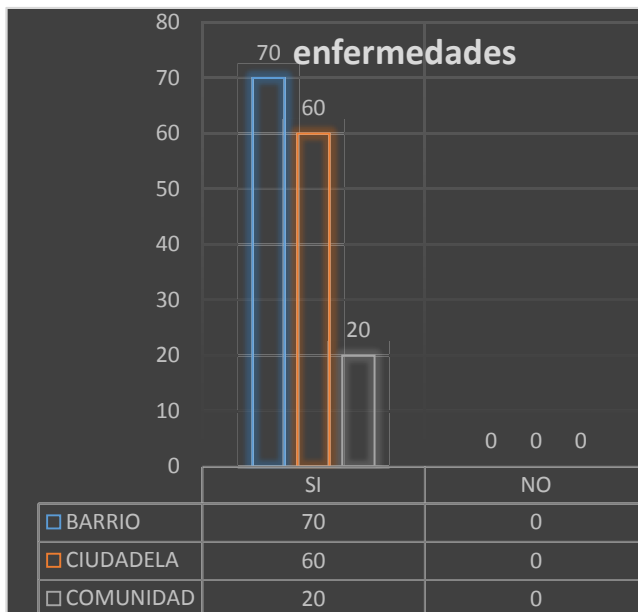
### PREGUNTA # 5

¿Considera usted que genera problemas de enfermedades el sistema de recolección de aguas residuales de la estación Miraflores?

#### OBJETIVO

Delimitar si el sistema de recolección de aguas residuales desencadena algún tipo de enfermedad bacteriana o viral a los habitantes de sus alrededores.

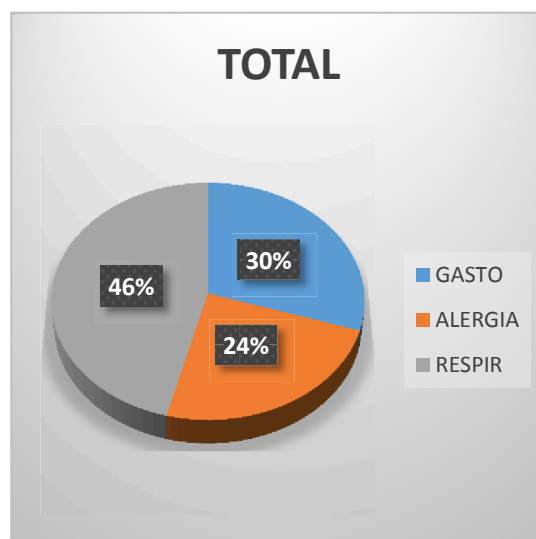
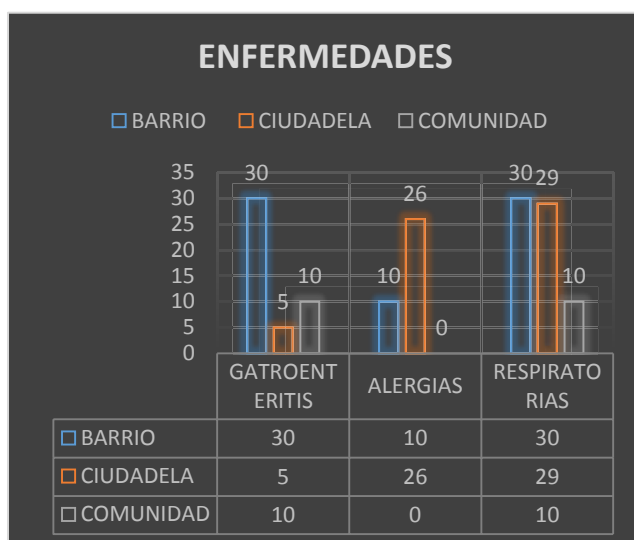
PREGUNTA	BARRIO	CIUDADELA	COMUNIDAD	TOTAL
SI	70	60	20	150
NO	0	0	0	0
TOTAL	70	60	20	150



**INTERPRETACIÓN.-** la gráfica refleja que el 100 % de la población se sienten amenazados por el brote de enfermedades por parte de las aguas de la estación Miraflores y laguna de oxidación en el sector en el cual habitan.

**ANALISIS.-**En relación a los resultados obtenidos, se puede interpretar que el 100% de los moradores del sector Miraflores y otras partes de la ciudad de Manta, se sienten amenazados por la laguna de oxidación y estación Miraflores que representa una amenaza para el sistema inmunológico de la población entera.

	<b>BARRIO</b>	<b>CIUDADELA</b>	<b>COMUNIDAD</b>	<b>TOTAL</b>
<b>GASTROINTESTINAL</b>	30	5	10	45
<b>ALERGIAS</b>	10	26	0	36
<b>RESPIRATORIAS</b>	30	29	10	69



**INTERPRETACIÓN.-** la gráfica expresa que el 46 % de los habitantes sienten afecciones respiratorias, el 30 % problemas gastrointestinales como es el caso de infecciones intestinales, el 24 % están afectados por problemas alérgicos

**ANALISIS.-** En relación a los resultados de la pregunta encuestada, se puede llegar a la conclusión que la mayoría de los moradores de los sectores de manta son afectados por problemas gastrointestinales por la contaminación que desencadenan las aguas contaminadas, no obstante que también les afecta con alergias así como a la piel y otras partes del cuerpo, poniendo en riesgo la salud de todos en general desde los infantes hasta los adultos mayores, si tomamos en consideración que la salud de la población y el cuidado del medio ambiente son las principales prioridades.

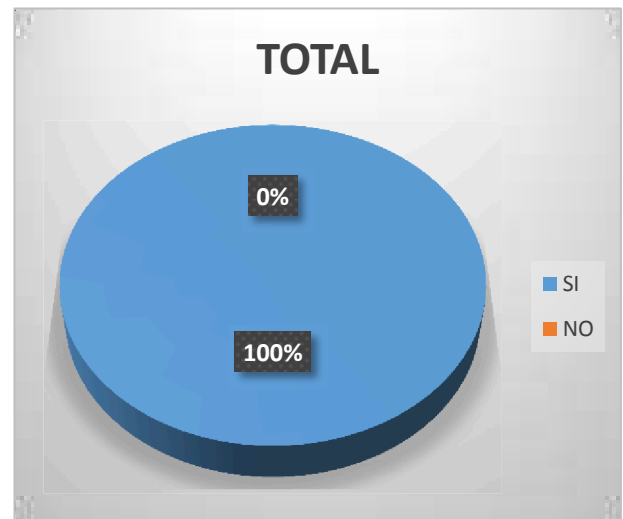
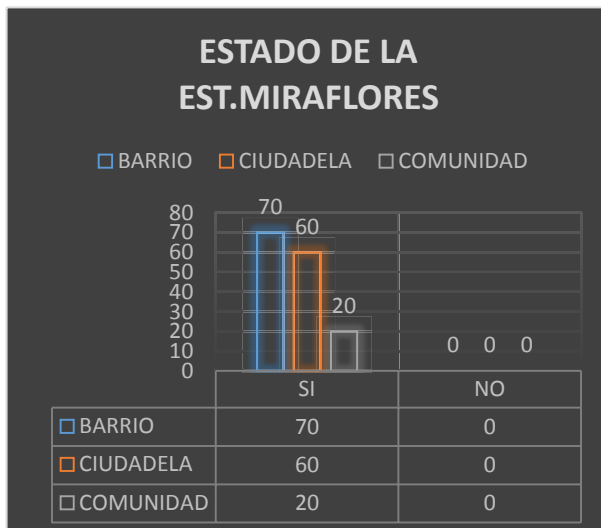
## PREGUNTA # 6

¿Considera usted que existe un deterioro avanzado en la estación Miraflores?

### OBJETIVO

Determinar si la estación Miraflores mantenimiento de estación apropiado de manera que no atente contra los habitantes de la ciudad de Manta.

	<b>BARRIO</b>	<b>CIUDADELA</b>	<b>COMUNIDAD</b>	<b>TOTAL</b>
<b>SI</b>	70	60	20	150
<b>NO</b>	0	0	0	0
<b>TOTAL</b>	70	60	20	150



**INTERPRETACIÓN.-** la gráfica expresa que el 100 % de los consideran que la estación Miraflores y Laguna de oxidación no cuentan con un sistema de mantenimiento y cuidado en dichas instalaciones.

**ANALISIS.-** Considerando los resultados tabulados, se analiza la alternativa de que el 100% de los moradores del sector Miraflores y otras partes de la ciudad de Manta, analizan que la opción de la estación y laguna es el mantenimiento de las mismas y evitar el deterioro, de manera que no perjudican al medio ambiente ni los habitantes, la contaminación ambiental está avanzando notablemente

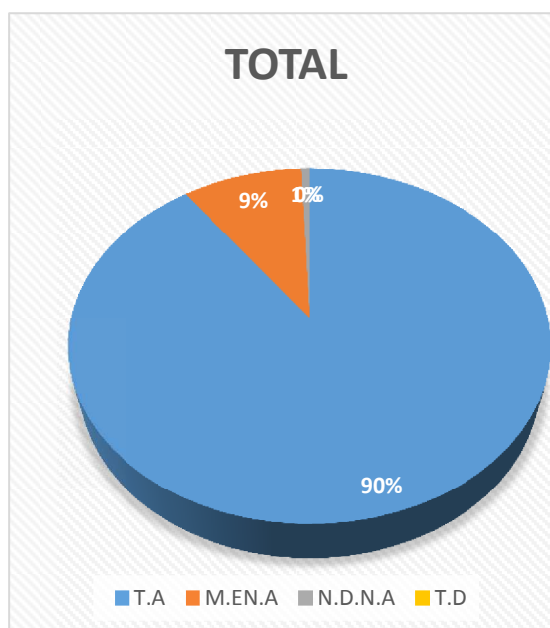
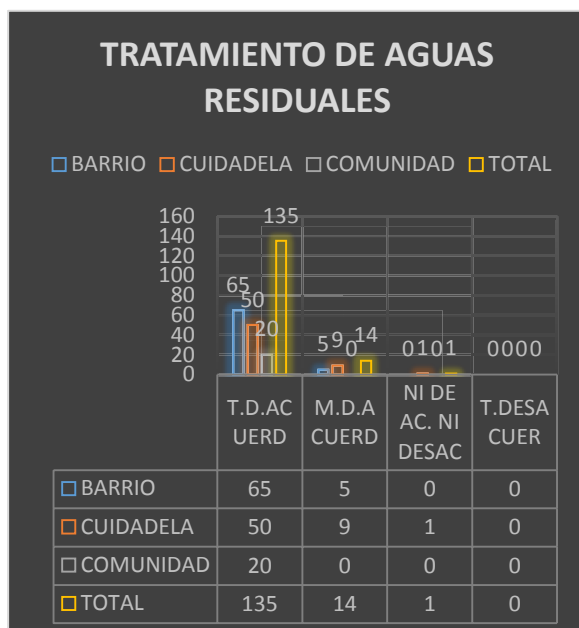
## PREGUNTA # 7

¿Considera usted que las zonas de las aguas de la Estación Miraflores de la ciudad de Manta sean tratadas?

### OBJETIVO

Determinar mediante la población el estudio y factibilidad de un tratamiento para las aguas residuales de la laguna de oxidación de la ciudad de Manta y mejora de la Estación Miraflores.

	BARRIO	CIUDADELA	COMUNIDAD	TOTAL
<b>Totalmente De Acuerdo</b>	65	50	20	135
<b>Medianamente De Acuerdo</b>	5	9	0	14
<b>Ni De Acuerdo Ni Desacuerdo</b>	0	1	0	1
<b>Totalmente En Desacuerdo</b>	0	0	0	0
<b>Total</b>	70	60	20	150



**INTERPRETACIÓN.-** la gráfica expresa que el 90 % de los habitantes están de acuerdo que las aguas de la estación Miraflores y laguna de oxidación sean tratadas con el fin de minimizar la contaminación ambiental, el 9% medianamente de acuerdo pero si les parece importante y viable la opción del tratamiento el 1% no está ni en desacuerdo ni de acuerdo, expresan que son tantos años con la contaminación que solo quieren resultados.



**ANALISIS.-** De acuerdo a los resultados obtenidos, se puede evidenciar que necesidad de dar tratamiento a las aguas residuales es inmensa debido al grado de contaminación ambiental que está azotando a nuestra ciudad en los actuales momentos.

Al dar el tratamiento estaremos dando otra utilidad al agua residual que pueda beneficiar a la ciudad entera y sus áreas verdes

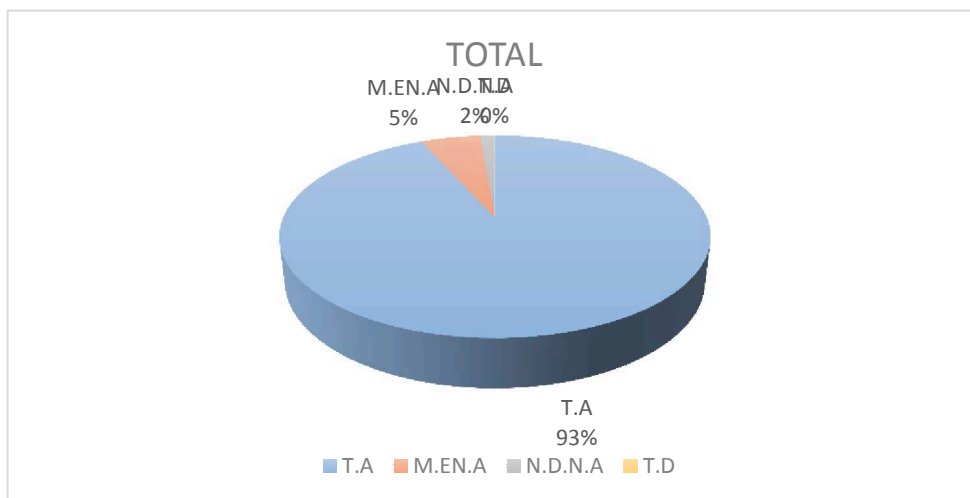
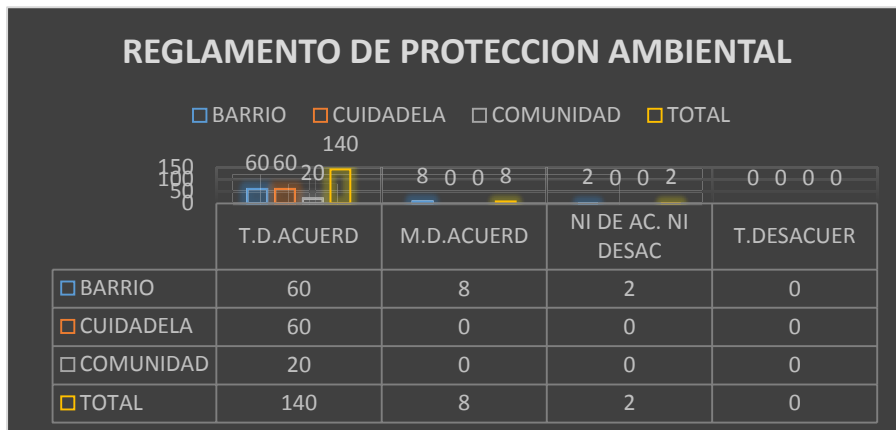
## PREGUNTA # 8

¿Considera necesario que se establezca reglamentos que regule la protección y cuidado del medio ambiente de la Ciudad de Manta?

### OBJETIVO

Delimitar las normas y reglamentos que están establecidos y tienen como función proteger al medio ambiente y los habitantes de la ciudad de toda amenaza ambiental.

	<b>BARRIO</b>	<b>CIUDADELA</b>	<b>COMUNIDAD</b>	<b>TOTAL</b>
<b>Totalmente De Acuerdo</b>	60	60	20	140
<b>Medianamente De Acuerdo</b>	8	0	0	8
<b>Ni De Acuerdo Ni Desacuerdo</b>	2	0	0	2
<b>Totalmente En Desacuerdo</b>	0	0	0	0
<b>Total</b>	70	60	20	150



**INTERPRETACIÓN.-** la gráfica expresa que el 93 % de los habitantes de vital importancia los reglamentos de protección ambiental, el 5 % están medianamente de acuerdo con los reglamentos y el 2 % están de manera neutral ni de acuerdo ni desacuerdo.

**ANALISIS.-** De acuerdo a los resultados de la encuesta, se puede evidenciar que el 93 % de los moradores d la ciudad de Manta, se sienten preocupados por el sistema de recolección y tratamiento de aguas servidas el cual atenta en contra de la humanidad y el medio ambiente, por lo cual consideran importante el cumplimiento de normas y reglamentos para protección del medio ambiente. De manera que estemos en un ambiente protegido y sin riesgos.

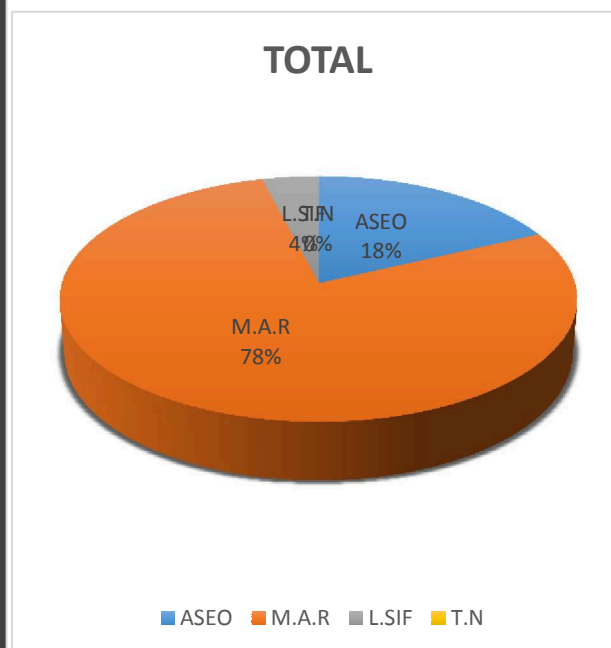
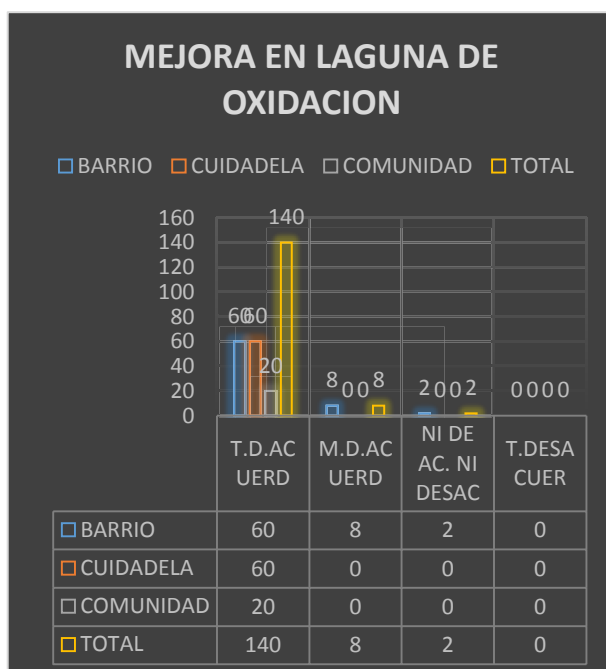
### PREGUNTA # 9

¿Qué le gustaría que se mejore en la estación de Miraflores y laguna de oxidación?

#### OBJETIVO

	BARRIO	CIUDADELA	COMUNIDAD	TOTAL
Aseo de estación	14	3	10	27
Manejo de aguas residuales	50	57	10	117
Limpieza de carros sifoneros	6	0	0	6
Todo y ninguno	0	0	0	0
<b>Total</b>	<b>70</b>	<b>60</b>	<b>20</b>	<b>150</b>

Analizar los puntos estratégicos para mejorar la estación y laguna de oxidación.



**INTERPRETACIÓN.-** la gráfica expresa que el 78 % de los habitantes están preocupados y consideran que se tiene que mejorar el manejo de las aguas residuales en la Estación de Miraflores y Laguna de oxidación, el 18 % alegan que se debe implementar a esta acción el aseo que se debe dar en los lugares mencionados, el 4 % acota que el aseo a los carros sifoneros que estacionan dentro de las instalaciones se la debe sumar ya que los residuos que se quedan son los causantes de los malos olores y ocasiona contaminación ambiental.

**ANALISIS.-** De acuerdo a los resultados de la encuesta, se puede evidenciar que el 78 % de los habitantes de los diferentes sectores de la ciudad de Manta, llegan a la conclusión de la contaminación ambiental no solo se puede mejorar con el tratamiento de las aguas si se implementa el aseo de las instalaciones unido al manejo apropiado de las aguas residuales sin descartar el aseo de los carros sifoneros se podría minimizar la contaminación ambiental que afecta notablemente a nuestra.

## **CAPITULO IV**

### **4.- TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES POR PROCESOS TRATAMIENTO CON BACTERIAS**

(residuales, 2012) ENFATIZAN QUE: “El proceso natural de la limpieza del agua se conseguirá por medio de unas bacterias que se alimenta a base de desechos que se encuentran en las aguas servidas. Gracias a esta bacteria aparecen los sistemas de tratamiento de aguas por medio biológicos de biodigestion, donde por medio de diversos métodos se pone en contacto esta bacteria con el agua para acelerar el procesos natural. Utilizando una película fija de bacteria en diversas piezas de ingenierías distintas, el agua se colocara en contacto con la bacteria para obtener una biodigestion mucho más rápida que el proceso natural”.

#### **4.1.- LAS BACTERIAS**

(N.Fraume, Manual de abecedario ecologico, 2006) AFIRMA QUE: “Término genérico que cubre el conjunto de los microorganismos unicelulares procariotas con núcleo desprovisto de membrana, con cromosoma único, provistos generalmente de una pared exterior y capaces de multiplicarse por escisión. Son los seres más primitivos y resistentes que habitan la tierra, ocupan todo el hábitat conocido, desde los hielos de la Antártida hasta las profundidades de los océanos. La introducción de las bacterias, virus protozoarios, micro hongos, en un ambiente que contamina la vida de los organismos es llamada contaminación biológica y puede generar tifoidea, hepatitis, enteritis, micosis, n su mayor parte, las bacterias con aeróbicas perché en algunos casos pueden vivir sin oxígeno”. (p.258).

##### **4.1.1.- LAS BACTERIAS AERÓBICAS**

(N.Fraume, Manual de abecedario ecologico, 2006) AFIRMA QUE: “Las bacterias aeróbicas o aerobias operan en sistemas abiertos que suministran una cantidad inmediata de oxígeno disponible. Ejemplos de esto incluyen los baños secos, los humedales y los estanques de retención de aguas residuales. Estas bacterias consumen los residuos orgánicos y el oxígeno, y expulsan agua y dióxido de carbono como productos de desecho. Estas bacterias desempeñan un papel vital en los ecosistemas como los humedales, ya que crean el dióxido de carbono necesario para regar las plantas para que crezcan y ayuden a mantener los niveles de agua consumidos por la evaporación. En las plantas de aguas residuales, el agua se somete a un proceso de filtrado antes de entrar en los estanques de retención y reciben un desinfección química antes de salir de la planta”. (p.260).

##### **4.1.2.- LAS BACTERIAS ANAEROBIAS**

(N.Fraume, Manual de abecedario ecologico, 2006) AFIRMA QUE: “Las bacterias anaerobias funcionan en los sistemas cerrados como los tanques sépticos.

Consumen residuos orgánicos y excretan metano y gas sulfuro de hidrógeno, que son tóxicos o sépticos. El agua residual entra en el tanque séptico, donde se asienta a medida que se separa en una capa de espuma, una capa media de agua "limpia" y una capa de lodo. El trabajo de las bacterias en la capa de lodo es alimentarse de tantas partes comestibles de los residuos como sea posible. Los restos no comestibles son bombeados periódicamente. El agua en la capa media se mantiene llena de bacterias y virus dañinos, de modo que todavía requiere de filtrado. El agua entra en las líneas de lixiviación, que es un sendero que serpentea por tubos perforados bajo tierra, donde el suelo filtra el agua que se filtra hacia el suministro de agua subterránea o se evapora en el aire". (p.268)

## **4.2.- CARACTERISTICAS DEL TRATAMIENTO**

El tratamiento biológico se llevara a estudio debido a la actividad que presentan los microorganismos, cuyo propósito es el de eliminar solidos coloidales que no son sedimentables y lograr estabilizarla materia orgánica que posee el agua residual de la laguna de oxidación de la EPAM.

La cual se lleva a cabo en tres fases o también lo podemos describir como tres modos diferentes la primaria, esta pulveriza el sólido, el lodo se sedimentará y el efluente es sometido al tratamiento secundario el agua inicia proceso de aireamiento y posteriormente se mineraliza por las por las bacterias aerobias incluida la ZOOGLOEA RAMIGERA que es la que formara los floculo, estos se sedimentaran rápidamente y este proceso se lo denominara lodo activado. Este lodo primario y secundario se colocara en los digestores de lodos anaerobios y a su vez se degradaran por el efecto de las bacterias anaerobias los METAGENOS son los que convierten los productos originados por las bacterias anaerobias en metano y se lo puede usar para generar electricidad. El lodo seco es decantado y usa como fertilizante, el afluente puede sufrir un tercer tratamiento conocido como terciario, que es el conocido tratamiento biológico que inicia con la entrada del agua de la estación Miraflores a la laguna de oxidación que analizan varios parámetros que están fuera del límite máximo permitido entre ellos: turbiedad, sólidos sedimentables, sólidos en suspensión totales, sólidos disueltos totales, cloruros, DBO<sub>5</sub> y DQO, contienen parámetros que muestran que el agua entra a las lagunas está fuera de normas, por tanto, no es adecuada para el proceso de depuración ya que provoca insuficiencia en el sistema de depuración y a su vez contaminación.

De acuerdo a las características de las aguas en cada laguna, se lograra cumplir con su objetivo desde la entrada hasta la laguna facultativa pequeña, pero para que cumpla el objetivo en la laguna facultativa grande o de salida, en donde es el aumento que existe un leve aumento de la DBO lo cual indica que existen problemas de trabajo o depuración en estas últimas lagunas, además se observa una coloración rojiza lo cual es indicativo de sobre saturación y anaerobiosis debido a la inexistencia de oxígeno disuelto, este inconveniente provoca mayor cantidad de gases de olor fuerte hacia al ambiente.

### **4.2.1. LAGUNAS ANAERÓBICAS**

En este proceso los microorganismos extraen el oxígeno que se encuentra combinado en los compuestos, pues no hay oxigeno libre en el ambiente, además en

base a la degradación de la materia orgánica, se forman subproductos que son típicos por sus olores fuertes y desagradables, entre ellos tenemos los siguientes:

**Cuadro 4.1**  
*Subproductos*

SUSTANCIA	FORMULA
Ácido Sulfhídrico	H <sub>2</sub> S
Metano	CH <sub>4</sub>
Amoniacó	NH <sub>4</sub>
Hidrógeno	H
Nitrógeno	N
Indol	C <sub>8</sub> H <sub>7</sub> N
Scatol	C <sub>9</sub> H <sub>9</sub> N
Mercaptano	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> SN
Cadaverino	N <sub>6</sub> H <sub>14</sub> N <sub>2</sub>

*Fuente (A.M.H.Arana, 2013)*

Estas lagunas evidencian ciertas falencias en su trabajo expuesto en el porcentaje de eficiencia ya que deberán tener una eficiencia mínima del 50%, pero ambas tienen una eficiencia levemente menor al mínimo establecido, esto se debe a diferentes causas, entre ellas: el exceso de caudal que ingresa a cada una de ellas, mayor cantidad de carga contaminante a la normal, menor tiempo de residencia de las aguas en cada laguna, etc. Otro factor influyente en la eficiencia, es la descarga de aguas residuales industriales con una carga contaminante elevada, lo cual obligará a los microorganismos a un trabajo forzado y mayor cantidad de expulsión de gases fuertes al ambiente, anotados anteriormente.

#### 4.2.2.- LAGUNAS FACULTATIVAS

Estas lagunas se caracterizan por ser de trabajo mixto y por ende poseer microorganismos anaerobios y aerobios respectivamente, siendo los anaerobios los encargados de depurar los sedimentos que se encuentran en el fondo, y los aerobios se encargan de depurar los desechos que se encuentran en la superficie. Para conseguir su objetivo, es necesario que exista cierta transparencia en el agua que ingresa, para que las algas y ciertos microorganismos fotosintéticos que se encargan del proceso de depuración tengan la suficiente luz para su fotosíntesis y puedan generar el oxígeno que necesitan los otros microorganismos para la depuración aeróbica, de esta manera la producción de gases es de otro tipo y sus aromas no son fuertes, de entre los compuestos que se forman en este tipo de lagunas tenemos:

**Cuadro 4.2**  
*Compuestos*

SUSTANCIA	FORMULA
Dióxido Carbónico	CO <sub>2</sub>
Nitritos	NO <sub>2</sub>
Nitratos	NO <sub>2</sub>
Sulfatos	SO <sub>4</sub>

*Fuente (A.M.H.Arana, 2013)*



Aunque en la laguna tenga una eficiencia del 62% lo cual es adecuada, no obstante si se observa mayor proliferación de microorganismos anaerobios se es evidente por la coloración rojiza que presenta, además esto se evidencia por el fuerte aroma que expulsa debido a los gases propios del trabajo de estos microorganismos.

El trabajo debe ser mixto, es decir, debe existir una cantidad equilibrada de ambos tipos de microorganismos de esta forma cada cual cumple con su función y trabajo, así los aromas expulsados no serán muy fuertes justamente por la combinación adecuada de ellos.

Por la naturaleza de los compuestos que se forman en las lagunas, no despiden olores fuertes, lo contrario indica que el proceso no es el adecuado.

En base a estas observaciones se manifiesta que una de las causas de este fenómeno es el elevado caudal de ingreso, aunque no posee unidad de medición, se evidencia por el tiempo de residencia que es de 4.46 días, debiendo ser mínimo de 8 días, además, el color de las aguas rojizo, indica que está trabajando de forma totalmente anaeróbica.

Para que se logre la eficiencia en el tratamiento, se tiene que dar suficiente aireación, si los microorganismos que dominan esta unidad son anaeróbicos, se evidenciara por la coloración rojiza que presenta, he impedirá la penetración de luz y la proliferación de algas y demás microorganismos fotosintéticos productores de oxígeno.

Las consideraciones anteriores tienen su causa debido al exceso de caudal y poca penetración de luz para el proceso fotosintético de los microorganismos superficiales depuradores.

Aunque presenta cierta eficiencia, no obstante tiene una carga muy elevada, lo cual obviamente provoca mayor trabajo y degradación acelerada de sustancias orgánicas, esto produce de igual manera mayor cantidad de sustancias volátiles de olor fuerte que son llevadas al ambiente la presencia de la coloración rojiza es propio de procesos depurativos anaeróbicos, es decir, el proceso es mayor de tipo anaeróbico, no existe equilibrio en el proceso.

Los problemas ´podrían ser producidos por mayor caudal al estimado en el caudal de diseño, y por ende, mayor cantidad de carga orgánica a depurar.

En el caso de que las lagunas presentaran deficiencias, es decir, que no hay reducción de carga orgánica, esto se debería a una sobre carga de trabajo, además el trabajo combinado entre microorganismos aerobios y anaeróbicos no se cumple, puesto que por el color rojizo que presenta, evidencia que existe mayor proliferación de estos últimos y la cantidad de oxígeno disuelto que debe existir, por ello hay gran cantidad de producción de gases fuertes que escapan al ambiente.

Cuando el caudal disminuye, se observa que estas lagunas trabajan mejor debido a que hace efecto el tratamiento porque no está sobre cargado el caudal ya que

tiene un límite de capacidad, en donde la coloración rojiza desaparece, lo cual es característica de que la masa de agua disminuye por tanto la aireación es la adecuada y los rayos solares se distribuyen eficientemente para que la fotosíntesis de las algas se lleve a cabo adecuadamente con la producción adecuada de oxígeno por parte de algas y microorganismos fotosintéticos y tendríamos una agua residual clara libre de contaminación apta para otros fines

Las lagunas fueron construidas en el año 1970 y proyectadas hasta el año 2000 con un caudal de diseño de aproximadamente de  $20000\text{m}^3$ , actualmente recibe alrededor de  $35000\text{m}^3$ , esto induce una sobrecarga de 150 %, lo cual evidentemente provoca un esfuerzo muy grande en el trabajo de los microorganismos.

#### **4.2.3.- CARGA CONTAMINANTE MUY ELEVADA A LA ENTRADA DE LAS LAGUNAS**

En los últimos años la carga contaminante se ha elevado en base a las descargas al alcantarillado público de las aguas residuales de varias industrias, entre ellas tenemos: No existe oxigenación en las lagunas facultativas grandes o de maduración.

Las lagunas facultativas son aquellas que poseen una zona aerobia y una zona anaerobia, situadas respectivamente en superficie y fondo. Por tanto, en estas lagunas podemos encontrar cualquier tipo de microorganismo, desde anaerobios estrictos en el fango del fondo hasta aerobios estrictos en la zona inmediatamente adyacente a la superficie. Sin embargo, los seres vivos más adaptados al medio serán los microorganismos facultativos, que pueden sobrevivir en las condiciones cambiantes de oxígeno disuelto típicas de estas lagunas a lo largo del día y del año. Además de las bacterias y protozoos, en las lagunas facultativas es esencial la presencia de algas, que son las principales suministradoras de oxígeno disuelto. A diferencia de lo que ocurre con las lagunas anaerobias, el objetivo perseguido en las lagunas facultativas es obtener un efluente de la mayor calidad posible, en el que se haya alcanzado una elevada estabilización de la materia orgánica, y una reducción en el contenido en nutrientes y bacterias Coliformes. La degradación de la materia orgánica en lagunas facultativas tiene lugar fundamentalmente, por la actividad metabólica de bacterias heterótrofas facultativas, que pueden desarrollarse tanto en presencia como en ausencia de oxígeno disuelto, si bien su velocidad de crecimiento, y por tanto la velocidad de depuración, es mayor en condiciones aerobias. Puesto que la presencia de oxígeno es ventajosa para el tratamiento, las lagunas facultativas se diseñan de forma que se favorezcan los mecanismos de oxigenación del medio.

#### 4.2.4.- CARGA CONTAMINANTE DE AGUAS RESIDUALES EN PROCESO DE LAS LAGUNAS

**Cuadro 4.3**

*Cargas contaminantes*

PARAMETROS	ENTRADA	L. ANAEROBIA	L.FACULTATIVA PEQUEÑA	L.FACULTATIVA GRANDE
Temperatura	24.5	24.3	23.3	23.2
pH	7.16	7.19	7.29	7.28
Turbiedad	330	6.9	237	175
Conductividad	3370	3920	3675	3648
Sólidos	1827	2140	1837.5	1824
Salinidad	1.9	2.2	2.1	2.2
DQO	423	256	198	134
DBO <sub>5</sub>	378	210	80	83
Cromo	0.676			0.483
Cobre	0.12			0.33
Cadmio				0.126
Tensiactivos	0.077			0.26
Aluminio	0.01			
Zinc	0.08			
Plomo	0.267			
Tiempo de	---	2 días	4.46 días	5.9 días
Eficiencia	----	44.4%	62%%	negativo

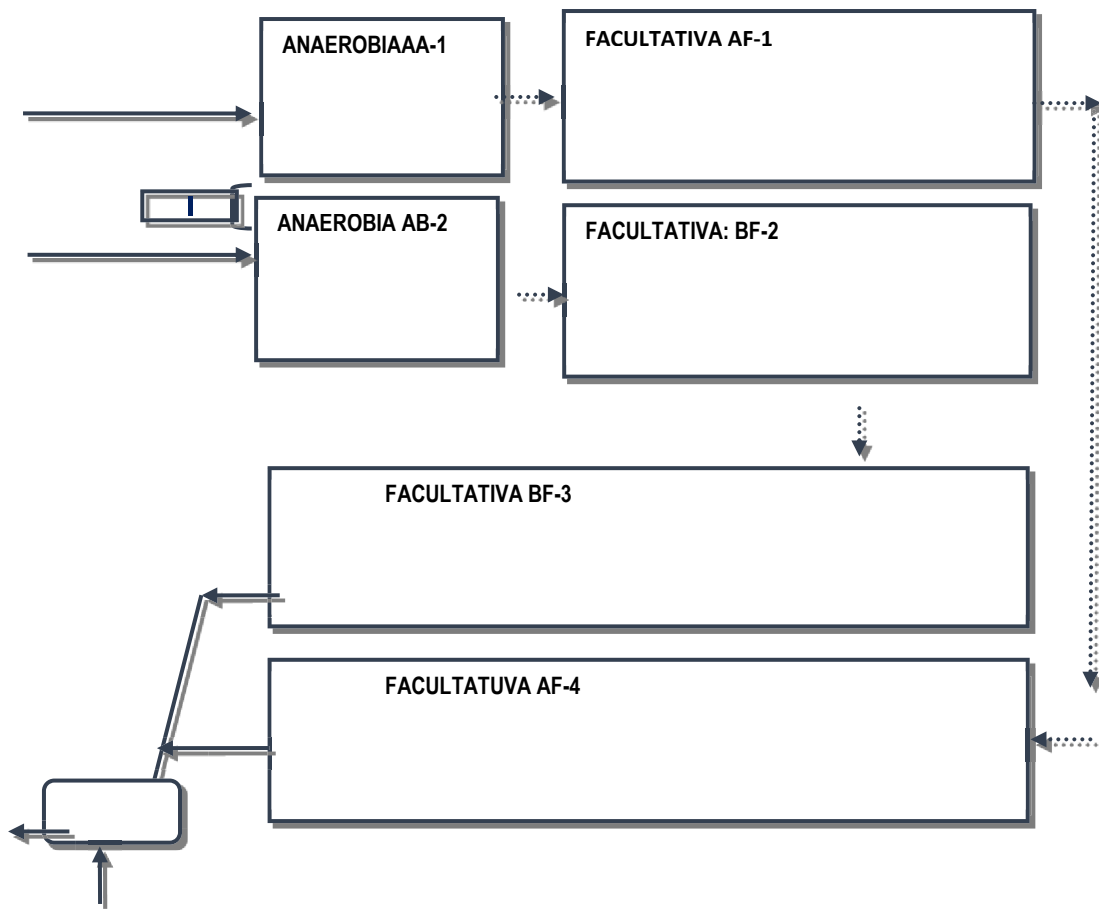
*Fuente* (ESPOL E. T., 2015)

De acuerdo a las características de las aguas en cada laguna, observamos que el proceso aparentemente cumple su objetivo desde la entrada hasta la laguna facultativa pequeña, pero no cumple el objetivo en la laguna facultativa grande o de salida, en donde notamos que existe un leve aumento de la DBO lo cual indica que existen problemas de trabajo o depuración en estas últimas lagunas, además se observa una coloración rojiza lo cual es indicativo de sobre saturación y anaerobiosis debido a la inexistencia de oxígeno disuelto, este inconveniente provoca mayor cantidad de gases de olor fuerte hacia al ambiente.

#### 4.3.- PROPUESTA DEL TRATAMIENTO BIOLÓGICO.

Esquema actual del Sistema de Lagunaje en El Gavilán está estructurado de la siguiente manera.

**Gráfico 4.1**  
*Lagunas de estabilización de aguas residuales el gavlán*  
**INGRESO**



Fuente (ESPOL E. T., 2015)

### 4.3.1.- ENTRADA DE AGUAS RESIDUALES:

**Imagen 4.1**

*Entrada de aguas residuales*



*Fuente: (Arteaga, 2015)*

La entrada de las aguas residuales a las lagunas de oxidación presenta falencias de diversos tipos, las cuales son:

- ✓ Eliminación de grasas: Aunque la cantidad de grasas encontradas está dentro de los límites permitidos, es necesario como medida preventiva considerar su eliminación a este nivel. Es importante que exista un sistema de eliminación de grasas, puesto que un exceso de este parámetro va a incidir en el trabajo de los microbios depuradores, por tanto como prevención se deben instalar o construir trampas que atrapen estas sustancias y se las elimine al ingreso.
- ✓ Desbaste o Cribado: Se observa que el agua de ingreso trae ciertos cuerpos flotantes grandes y pequeños, esto incide en la carga contaminante que traen las aguas, es necesario el retiro de estos cuerpos como una forma de disminuir la carga contaminante, para ello se debe construir rejas para eliminación de cuerpos grandes y finos respectivamente con sus sistemas de retiro.
- ✓ Medidor de caudal: No existe medidor de caudal, por tanto no se conoce a precisión la cantidad de agua de ingreso, esto ayuda a prever desde el inicio la capacidad de depuración que van a tener las lagunas, en caso contrario se sobre carga el sistema como sucede actualmente.
- ✓ DQO: Este parámetro está elevado, esto se debe al vertido al alcantarillado público de aguas que están sobre los límites máximos permitidos como son las descargas de aguas industriales, ya sea al alcantarillado público o mediante camiones cisternas.

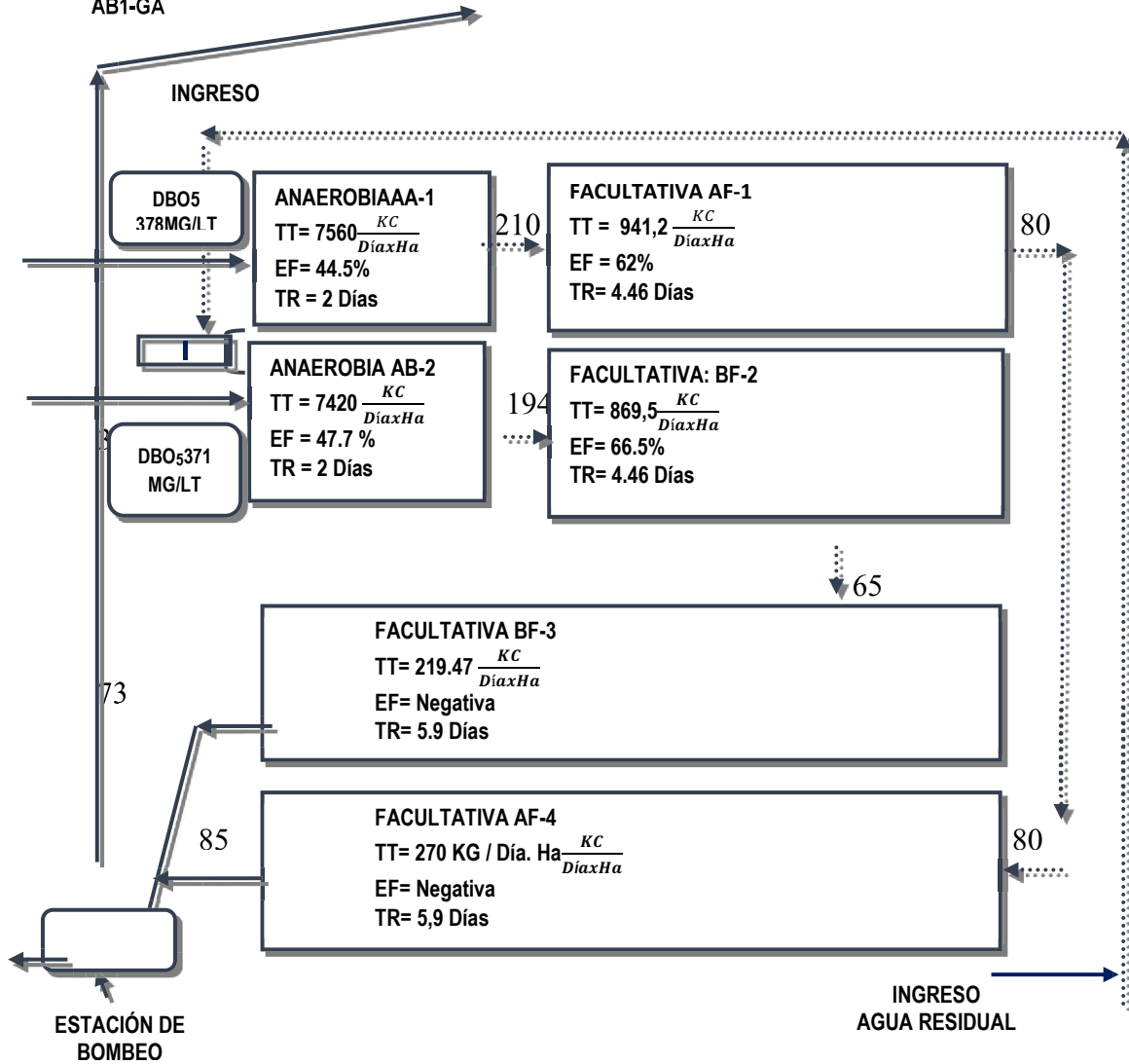
- ✓ DBO<sub>5</sub>: Este parámetro está elevado, su causa es debida al vertido al alcantarillado público de aguas que están sobre los límites máximos permitidos como aguas industriales de tipo alimenticio cargadas de materia de tipo orgánico.
- ✓ Sólidos Disueltos totales: Su exceso se debe a aguas cargadas con minerales de tipo inorgánico.
- ✓ Cloruros: La cantidad determinada indica que son aportados por aguas industriales de tipo alimenticio.

### 4.3.2.- ESQUEMA ACTUAL Y VALORES DE EFICIENCIA DEL SISTEMA DE LAGUNAJE EN EL GAVILÁN.

El sistema de depuración por Lagunaje está compuesto de dos circuitos A y B, cada circuito se divide en tres lagunas, siendo estas una laguna anaeróbica y dos lagunas facultativas.

**Gráfico 4.2**  
Lagunas de estabilización de aguas residuales el gavilán

**BOMBEO A LAGUNA**  
AB1-GA



Fuente (ESPOL E. T., 2015)

CIRCUITO A: Los circuitos están determinados por el orden en que se encuentran conectadas, el circuito A lo constituyen las lagunas AA-1, AF-1 y AF-4:

## Laguna anaeróbica AA-1:

**Cuadro 4.4**

*Circuitos laguna anaeróbica aa-1*

PARAMETRO	VALORES ENCONTRADOS	VALORES NORMALES
Tasa de trabajo	7.560 kg/ha x día	450-1500 kg/ha x día
Eficiencia	44,5%	50-70%.
Tiempo de Residencia	2 días,	5 - 20días
Profundidad	4m	2-6m

*Fuente (ESPOL, 2015)*

Esta laguna, obviamente está sobre cargada con exceso de caudal, lo cual es evidente por el tiempo de residencia de las aguas, el mismo que es menor al límite normal de 5 días, esto conlleva a un mayor trabajo forzado de los microorganismos que se traduce en la mayor cantidad de sustancias finales volátiles de la degradación como gas sulfhídrico, metano, amoníaco, hidrogeno, indol, escatol, mercaptanos, cadaverino, etc., las mismas que escapan al ambiente y son transportadas por los vientos a otras distancias siendo percibidas por mayor cantidad de habitantes. La eficiencia de esta unidad es del 44.9%, se ve influenciada por el gran caudal a depurar, no obstante ambas lagunas se acercan al límite mínimo de rendimiento que es el 50%.

## Laguna facultativa AF-1

**Cuadro 4.5**

*Circuitos laguna facultativa af-1*

PARAMETRO	VALORES ENCONTRADOS	VALORES NORMALES
Tasa de trabajo	941.2 kg/día x ha	100-400 kg/día x ha
Tiempo de Residencia	4.46 días,	Mayor de 8 días
Eficiencia de Remoción	62%	50%
Profundidad	2m	1.20-2.40m

*Fuente (ESPOL, 2015)*

Aunque esta laguna tiene una eficiencia del 62% lo cual es adecuada, no obstante se observa mayor proliferación de microorganismos anaerobios por la coloración rojiza que presenta, además esto se evidencia por el fuerte aroma que expulsa debido a los gases propios del trabajo de estos microorganismos.

El trabajo debe ser mixto, es decir, debe existir una cantidad equilibrada de ambos tipos de microorganismos de esta forma cada cual cumple con su función y



trabajo, así los aromas expulsados no serán muy fuertes justamente por la combinación adecuada de ellos.

Por la naturaleza de los compuestos que se forman en estas lagunas, no despiden olores fuertes, lo contrario indica que el proceso no es el adecuado.

En base a estas observaciones se manifiesta que una de las causas de este fenómeno es el elevado caudal de ingreso, aunque no posee unidad de medición, se evidencia por el tiempo de residencia que es de 4.46 días, debiendo ser mínimo de 8 días, además, el color de las aguas rojizo, indica que está trabajando de forma totalmente anaeróbica.

#### Laguna Facultativa AF-4

**Cuadro 4.6**

*Circuitos laguna facultativa af-4*

PARÁMETRO	VALORES ENCONTRADOS	VALORES NORMALES
Tasa de trabajo	270kg/día x ha	150kg/día x ha.
Tiempo de Residencia	5.9 días	Mayor de 8 días
Eficiencia de Remoción	Negativa	50%.
Profundidad	2m.	1.20– 2.40m.

*Fuente (ESPOL, 2015)*

Se observa que la eficiencia es negativa, esto es debido a que no existe la aireación suficiente por tanto, los microorganismos que dominan esta unidad son anaeróbicos, se evidencia por la coloración rojiza que persiste, esto impide la penetración de luz y la proliferación de algas y demás microorganismos fotosintéticos productores de oxígeno.

Las consideraciones anteriores tienen su causa debido al exceso de caudal y poca penetración de luz para el proceso fotosintético de los microorganismos superficiales depuradores.

**Imagen 4.2**

*Coloración rojiza en toda la unidad*



*Fuente.- (Arteaga, 2015)*

CIRCUITO B: Este circuito lo constituyen las lagunas AB-2, BF-2 y BF-3:

Laguna anaeróbica AB-2:

**Cuadro 4.7**

*Circuitos laguna anaeróbica ab-2*

PARAMETRO	VALORES ENCONTRADOS	VALORES NORMALES
Tasa de trabajo	7420 kg/día x ha	450-1500 kg/día x ha
Eficiencia	47.7%	50-70%.
Tiempo de Residencia	2 días,	5 - 20días
Profundidad	4m	2-6m

*Fuente (ESPOL, 2015)*

Las consideraciones para esta unidad son idénticas para la laguna anterior.

Aunque esta laguna presenta cierta eficiencia, se observa que hay mayor proliferación de microorganismo anaeróbicos por el color rojizo que presentan, lo cual no es adecuado por la gran cantidad de compuestos volátiles que se están formando, se evidencia por la expulsión exagerada de estos compuestos de olor fuerte al ambiente.

Laguna facultativa BF-2

**Cuadro 6**

*Circuitos laguna facultativa bf-2*

PARÁMETRO	VALORES ENCONTRADOS	VALORES NORMALES
Tasa de trabajo	869,5kg/día x ha	150kg/día x ha.
Eficiencia	66,5%	50%.
Profundidad	2m.	0.90 – 1.50m.
Tiempo de Residencia	4.46 días	5 - 20 días

*Fuente (ESPOL, 2015)*

Aunque presenta cierta eficiencia, no obstante tiene una carga muy elevada, lo cual obviamente provoca mayor trabajo y degradación acelerada de sustancias orgánicas, esto produce de igual manera mayor cantidad de sustancias volátiles de olor fuerte que son llevadas al ambiente.

Presenta coloración rojiza, lo cual es propio de procesos depurativos anaeróbicos, es decir, el proceso es mayor de tipo anaeróbico, no existe equilibrio en el proceso.

Los problemas anotados anteriormente son producidos por mayor caudal al estimado en el caudal de diseño, y por ende, mayor cantidad de carga orgánica a depurar.

## Laguna facultativa BF-3

**Cuadro 4.8**

*Circuitos laguna facultativa bf-3*

PARÁMETRO	VALORES ENCONTRADOS	VALORES NORMALES
Tasa de trabajo	219,4kg/día x ha	150kg/día x ha.
Eficiencia	Negativa	50%.
Profundidad	2m	0.90 – 1.50m.
Tiempo de Residencia	5.9 días	5 - 20 días

*Fuente (ESPOL, 2015)*

Esta laguna presenta deficiencias, es decir, que no hay reducción de carga orgánica, esto se debe a una sobre carga de trabajo, además el trabajo combinado entre microorganismos aerobios y anaeróbicos no se cumple, puesto que por el color rojizo que presenta, evidencia que existe mayor proliferación de estos últimos y la cantidad de oxígeno disuelto que debe existir, por ello hay gran cantidad de producción de gases fuertes que escapan al ambiente.

Se observa coloración rojiza propia de aguas en estado anoxico (anaerobio), lo cual es inconveniente por la mayor producción de gases con olores fuertes, esto es producido por la mayor cantidad de masa de agua y la profundidad elevada por este mismo concepto.

**Imagen 4.3**

*Conservación de coloración a la salida*



*Fuente (ESPOL E. T., 2015)*

Cuando el caudal disminuye, se observa que estas lagunas trabajan mejor, en donde la coloración rojiza desaparece, esto significa que la masa de agua disminuye por tanto la aireación es la adecuada y los rayos solares se distribuyen eficientemente para que la fotosíntesis de las algas se lleve a cabo adecuadamente con la producción adecuada de oxígeno por parte de algas y microorganismos fotosintéticos.

**Imagen 4.4**  
*Laguna con trabajo adecuado*



*Fuente (ESPOL E. T., 2015)*

**Imagen 4.5**  
*Salida de agua se mantiene clara*



*Fuente (ESPOL E. T., 2015)*

## **4.4.-IDENTIFICACIÓN DE PROBLEMAS DE CALIDAD**

### **4.4.1.- CAUDAL MUY ELEVADO RESPECTO AL CAUDAL DE DISEÑO**

Las lagunas fueron construidas en el año 1970 y proyectadas hasta el año 2000 con un caudal de diseño de aproximadamente de 20000m<sup>3</sup>, actualmente recibe alrededor de 35000m<sup>3</sup>, esto induce una sobrecarga de 150 %, lo cual evidentemente provoca un esfuerzo muy grande en el trabajo de los microorganismos que se les está suministrando en la actualidad sin lograr una eficiencia apropiada.

### **4.4.2.- CARGA CONTAMINANTE MUY ELEVADA A LA ENTRADA DE LAS LAGUNAS**

En los últimos años la carga contaminante se ha elevado en base a las descargas al alcantarillado público de las aguas residuales de varias industrias, entre ellas tenemos:

No existe oxigenación en las lagunas facultativas grandes o de maduración

Las lagunas facultativas son aquellas que poseen una zona aerobia y una zona anaerobia, situadas respectivamente en superficie y fondo. Por tanto, en estas lagunas podemos encontrar cualquier tipo de microorganismo, desde anaerobios estrictos en el fango del fondo hasta aerobios estrictos en la zona inmediatamente adyacente a la superficie. Sin embargo, los seres vivos más adaptados al medio serán los microorganismos facultativos, que pueden sobrevivir en las condiciones cambiantes de oxígeno disuelto típicas de estas lagunas a lo largo del día y del año. Además de las bacterias y protozoos, en las lagunas facultativas es esencial la presencia de algas, que son las principales suministradoras de oxígeno disuelto.

A diferencia de lo que ocurre con las lagunas anaerobias, el objetivo perseguido en las lagunas facultativas es obtener un efluente de la mayor calidad posible, en el que se haya alcanzado una elevada estabilización de la materia orgánica, y una reducción en el contenido en nutrientes y bacterias Coliformes.

La degradación de la materia orgánica en lagunas facultativas tiene lugar fundamentalmente, por la actividad metabólica de bacterias heterótrofas facultativas, que pueden desarrollarse tanto en presencia como en ausencia de oxígeno disuelto, si bien su velocidad de crecimiento, y por tanto la velocidad de depuración, es mayor en condiciones aerobias. Puesto que la presencia de oxígeno es ventajosa para el tratamiento, las lagunas facultativas se diseñan de forma que se favorezcan los mecanismos de oxigenación del medio. Lamentablemente esto no sucede en estas lagunas ya que no existe oxigenación para el equilibrio de trabajo, que es evidente la presencia total de microorganismos anaeróbicos que provocan mayor cantidad de gases de olor fuerte.

La zona fótica ha sido reducida por ende ha disminuido notablemente la producción primaria, esto ligado a la temperatura ambiental, que por lo general está

sobre los 28°C debido a la radiación solar, aporta a la disminución de la solubilidad del oxígeno en el agua escapando a la atmosfera, como posibles consecuencia de esto en estas lagunas es la existencia de una agua muy pobre en oxígeno.

Mayor cantidad de formación de gases producto de sistemas anaeróbicos

La presencia evidente de abundantes malos olores se debe a que todas las lagunas se han convertido en anaerobias, donde hay ausencia total de oxígeno, esto conlleva a una mayor depuración anaeróbica con la producción elevada de compuestos de olores fuertes como ácido sulfhídrico, amoniac, cadaverina, etc., posiblemente provocados por la presencia de sulfobacterias fotosintéticas ligadas a la presencia de SH<sub>2</sub> procedentes de la reducción de sulfatos en el sedimento anóxico

No existe presencia adecuada de microorganismos aeróbicos en las lagunas facultativas pequeñas y grandes

Para una eficaz depuración en estas lagunas se necesita el equilibrio entre los microorganismos presentes, es decir, que haya presencia de equilibrada entre aerobios y anaerobios, esta estabilidad solamente la da el oxígeno, si el oxígeno no está presente, lógicamente que los aerobios desaparecerán y prevalecerán los anaerobios, esta es la razón los grandes olores desagradables en el ambiente.

En general todas las lagunas están trabajando casi en condiciones anaeróbicas

Todas las lagunas están trabajando en condiciones anoxicas, por las razones anotadas anteriormente, provocando los productos de fácil identificación en el ambiente

## 4.5. INVERSION DEL TRATAMIENTO

### 4.5.1.- COSTO DE PRETRATAMIENTO

Este proyecto se estima un presupuesto de costo aproximado y calculado en base a los arreglos he implementaciones para llevar acabo el sistema de tratamiento biológico y se poda implementar un sistema de desbaste apropiado que consiste en uso de acero inoxidable con mediadas de 0.25 \* 0.25 m y 15 mm con un sistema de fácil abertura entre rejas, con dos tamices de el mismo material de las rejillas es decir acero inoxidable cuyas medidas serían 0.98 \* 0.80 m, el sistema de rejilla cuenta con una abertura de 4 mm y el tamiz con abertura de 2mm. Cuyo costo está estimado a un aproximado de \$ 2010 dólares americanos.

**Cuadro 4.9**  
*Costo pretratamiento*

Material	Medidas	Costo	
<b>HORMIGÓN</b>	5.5 M <sup>3</sup>	320	1760
<b>FASE DE OPER. Y MANTE</b>	1 U	30	30
<b>TAMICES</b>	2 U	110	220
<b>TOTAL</b>			2010

#### **4.5.2.- COSTO DE MANTENIMIENTO**

El costo de mantenimiento será asumido por la empresa de agua potable, realizándolo el personal de operaciones de la EPAM,

#### **4.5.3.- COSTO DE OPERACIONES**

Es de un total de \$ 810,00 el cual es de bacterias y químicos para el Tratamiento Biológico en cuestión.

**Cuadro 4.10**

*Costos operacionales*

<b>FASE DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO</b>	<b>810,00</b>
--	---------------

#### **4.5.4.- COSTOS GENERALES**

**Cuadro 4.11**

*Costos generales*

<b>COSTOS DIRECTOS</b>	<b>2010</b>
<b>COSTOS DE MANTENIMIENTO</b>	<b>0</b>
<b>IMPREVISTOS 10 %</b>	<b>201</b>
<b>COSTOS OPERACIONES</b>	<b>810</b>
<b>COSTOS TOTALES</b>	<b>\$ 3021</b>



## **CAPITULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **5.1.- CONCLUSION**

Este proyecto es una vista a largo, mediano y corto plazo, para lograr la concientización de las personas y la empresa de agua potable, con un objetivo específico, mediante una serie de actividades que se interrelacionan, y la utilización eficiente del manejo de las opciones de solución. En el tema de la contaminación, la humanidad está padeciendo las consecuencias del mal uso del planeta. En la actualidad los desastres y acontecimientos de la vida diaria (inundaciones, sequias, tormentas, huracanes, etc.) Son causas del cambio climático, provocado por la evolución, y la tecnología con la contaminación irresponsable creada por el hombre.

Nuestro proyecto tiene la idea primordial de contribuir a mejorar el recurso del agua dándole un mejor uso en el sistema de riego en las áreas verdes de la ciudad y en la agricultura, el promocionar el tratamiento biológico a las aguas residuales, que como lo vimos en el proyecto, es una opción eficaz, aunque en la empresas no muy económico pero si muy útil y funcional que puede cubrir con las necesidades de las poblaciones que no pudiesen cubrir los gastos de un sistema con tecnologías y tratamientos con altos costos. Se trata de concientizar a los directivos de la empresa del buen uso del tratamiento, ya que cualquier cambio, por más pequeños que sea, son significativos a gran escala, y primordialmente, desarrollar el uso de tecnológicas ecológicas que tanto necesitamos hoy en día. No es posible aterrizar un proyecto, sin tener la idea clara y las bases suficientes para respaldar éste. Todas las personas merecemos un lugar digno y sustentable para desenvolverse en la vida

## **5.2. RECOMENDACIÓN TÉCNICAS PARA MEJORAR**

Adoptar medidas preliminares de acción inmediata, así como también realizar acciones con el objetivo de ayudar en la disminución de la carga contaminante y mejorar el trabajo de las lagunas.

El uso de las Trampa de grasa de manera apropiada ayudará a solucionar gran parte de los detalles que hasta ahora da como resultado un tratamiento fallido, con un medidor de entrada e ingreso a cada una de las lagunas se podrá optimizar la efectividad de acción bacteriana en las aguas residuales, con los registros en la bitácora de control se puede lograr el debido trabajo sincronizado entre los operadores y los analistas de laboratorio que realizan el monitoreo

Eliminar parte de carga orgánica con cribado es otra de las opciones para hacer efectiva la minimización de la contaminación ambiental que está afectando en la actualidad a los sectores que se encuentran vinculados a esta fuente contaminante

Como prioridad se considera la ampliación de lagunas de oxidación para disminuir caudal de ingreso a cada laguna trabajo en paralelo como actualmente, ya que la cantidad de aguas almacenadas en las lagunas pasa el límite de almacenamiento lo que hace un tratamiento fallido de gran magnitud

La disminución de la profundidad del agua con nuevo caudal y por ende mayor actuación de los rayos solares por ser agua transparente para que los microorganismos fotosintéticos la aprovechen, a esto se le adiciona el sistema de aireación a la entrada de las lagunas facultativas, con oxigenador dinámico mediante energía hidráulica

Tratamiento final de afino con plantas modulares para su movilización o aumento de unidades de acuerdo a las necesidades por el crecimiento poblacional.

Realizar un debido mantenimiento al sistema de red de alcantarillado sanitario. Efectuar el rediseño en algunos tratamos del sistema de alcantarillado sanitario existente en la ciudad. Realizar las debidas conexiones domiciliarias a las personas que no poseen de este servicio, para la evacuación de las aguas servidas. Efectuar el debido mantenimiento a la planta de tratamiento existente. Realizado el mantenimiento; Comprobar que la planta de tratamiento existente funcione correctamente en un mes, analizando con pruebas Físico-Químico-Bacteriológico. En caso de que los resultados sean ineficientes; Realizar la demolición de la misma o a su vez integrar un nuevo sistema de depuración como se plantea en el estudio

## ANEXO 5.1

*Criterios de calidad ambiental del texto unificado de legalización ambiental vigente que aplica al proyecto*

**TABLA 3. 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
Amoniaco	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		<b>Ausencia</b>	<b>Ausencia</b>	<b>Ausencia</b>

Continua...

Fuente: (TULSMA:Gomez.C, 2009)

Continuación...

**TABLA 3. 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
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: (TULSMA:Gomez.C, 2009)

**TABLA 4. Límites máximos permisibles adicionales para la interpretación de la calidad de las aguas.**

Parámetros	Unidad	Límite máximo permisible	
		Agua Marina	Agua Dulce
Acenaftileno	µg/l	7	2
Acrilonitrilo	µg/l		28
Acroleína	µg/l	0,05	0,2
Antimonio (total)	µg/l		16
Benceno	µg/l	7	300
BHC-ALFA	µg/l		0,01
BHC-BETA	µg/l		0,01
BHC-DELTA	µg/l		0,01

Continua...

Fuente: (TULSMA:Gomez.C, 2009)

Continuación...

**TABLA 4. Límites máximos permisibles adicionales para la interpretación de la calidad de las aguas.**

Parámetros	Unidad	Límite máximo permisible	
		Agua Marina	Agua Dulce
Clorobenceno	µg/l		15
Clorofenol (2-)	µg/l	30	7
Diclorobenceno	µg/l	2	2,5
Diclorobenceno (1,4-)	µg/l		4
Dicloroetano (1,2-)	µg/l	113	200
Dicloroetilenos	µg/l	224	12
Dicloropropanos	µg/l	31	57
Dicloropropenos	µg/l	0,8	2
Difenil Hidrazina (1,2)	µg/l		0,3
Dimetilfenol (2,4-)	µg/l		2
Dodecacloro + Nonacloro	µg/l	0,001	
Etilbenceno	µg/l	0,4	700
Fluoruro total	µg/l	1 400	4
Hexaclorobutadieno	µg/l	0,03	0,1
Hexaclorociclopentadieno	µg/l	0,007	0,05
Naftaleno	µg/l	2	6
Nitritos	µg/l	1 000	60
Nitrobenceno	µg/l	7	27
Nitrofenoles	µg/l	5	0,2
PCB (total)	µg/l	0,03	0,001
Pentaclorobenceno	µg/l		0,03
Pentacloroetano	µg/l	3	4
P-clorometacresol	µg/l		0,03
Talio (total)	µg/l	2	0,4
Tetraclorobenceno (1,2,3,4-)			
	µg/l		0,1
Tetraclorobenceno (1,2,4,5-)	µg/l		0,15
Tetracloroetano (1,1,2,2-)	µg/l	9	24
Tetracloroetileno	µg/l	5	280
Tetraclorofenoles	µg/l	0,5	1
Tetracloruro de carbono	µg/l	50	35
Tolueno	µg/l	50	300
Toxafeno	µg/l	0,005	0,000
Tricloroetano (1,1,1)	µg/l	31	18
Tricloroetano (1,1,2)	µg/l		94
Tricloroetileno	µg/l	2	45
Uranio (total)	µg/l	500	20
Vanadio (total)	µg/l		100

Fuente: (TULSMA:Gomez.C, 2009)

**TABLA 6. Criterios de calidad admisibles para aguas de uso agrícola**

Parámetros	Expresado como	Unidad	Límite máximo permisible
Aluminio	Al	mg/l	5,0
Arsénico (total)	As	mg/l	0,1
Bario	Ba	mg/l	1,0
Berilio	Be	mg/l	0,1
Boro (total)	B	mg/l	1,0
Cadmio	Cd	mg/l	0,01
Carbamatos totales	Concentración total de carbamatos	mg/l	0,1
Cianuro (total)	CN <sup>-</sup>	mg/l	0,2
Cobalto	Co	mg/l	0,05
Cobre	Cu	mg/l	2,0
Cromo hexavalente	Cr <sup>+6</sup>	mg/l	0,1
Fluor	F	mg/l	1,0
Hierro	Fe	mg/l	5,0
Litio	Li	mg/l	2,5
Materia flotante	visible		<b>Ausencia</b>
Manganeso	Mn	mg/l	0,2
Molibdeno	Mo	mg/l	0,01
Mercurio (total)	Hg	mg/l	0,001
Níquel	Ni	mg/l	0,2
Organofosforados (totales)	Concentración de organofosforados totales.	mg/l	0,1
Organoclorados (totales)	Concentración de organoclorados totales.	mg/l	0,2
Plata	Ag	mg/l	0,05
Potencial de hidrógeno	pH		6-9
Plomo	Pb	mg/l	0,05
Selenio	Se	mg/l	0,02
Sólidos disueltos totales		mg/l	3 000,0
Transparencia de las aguas medidas con el disco secchi.			mínimo 2,0 m
Vanadio	V	mg/l	0,1
Aceites y grasa	Sustancias solubles en hexano	mg/l	0,3
Coniformes Totales	nmp/100 ml		1 000
Huevos de parásitos		Huevos por litro	<b>cero</b>
Zinc	Zn	mg/l	2,0

Fuente: (TULSMA:Gomez.C, 2009)

TABLA 7. PARÁMETROS DE LOS NIVELES GUÍA DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA RIEGO

PROBLEMA POTENCIAL	UNIDADES	*GRADO DE RESTRICCIÓN.			
		Ninguno	Ligero	Moderado	Severo
<b>Salinidad (1):</b> CE (2) SDT (3)	Milimhos/cm mg/l	0,7 450	0,7 450	3,0 2000	>3,0 >2000
<b>Infiltración (4):</b> RAS = 0 – 3 y CE RAS = 3 – 6 y CE RAS = 6 – 12 y CE RAS = 12 – 20 y CE RAS = 20 – 40 y CE		0,7 1,2 1,9 2,9 5,0	0,7 1,2 1,9 2,9 5,0	0,2 0,3 0,5 1,3 2,9	< 0,2 < 0,3 < 0,5 < 1,3 < 2,9
<b>Toxicidad por ión específico (5):</b> <b>- Sodio:</b> Irrigación superficial RAS (6) Aspersión <b>- Cloruros</b> Irrigación superficial Aspersión <b>- Boro</b>	meq/l meq/l meq/l mg/l	3,0 3,0 4,0 3,0 0,7	3,0 3,0 4,0 3,0 0,7	9  10,0  3,0	> 9,0  > 10,0  > 3,0
<b>Efectos misceláneos (7):</b> - Nitrógeno (N-NO3) - Bicarbonato (HCO3)	mg/l mg/l	5,0 1,5	5,0 1,5	30,0 8,5	>30,0 > 8,5
PH	Rango normal	8,5 – 8,4			

\*Es un grado de limitación, que indica el rango de factibilidad para el uso del agua en riego.

- (1) Afecta a la disponibilidad de agua para los cultivos.
- (2) Conductividad eléctrica del agua: regadío ( 1 milimhos/cm = 1000 micromhos/cm).
- (3 )Sólidos disueltos totales.
- (4) Afecta a la tasa de infiltración del agua en el suelo.
- (5) Afecta a la sensibilidad de los cultivos.
- (6) RAS, relación de absorción de sodio ajustada.
- (7) Afecta a los cultivos susceptibles.

Fuente: (TULSMA:Gomez.C, 2009)

Continuación...

TABLA 11. Límites de descarga al sistema de alcantarillado público

Parámetros	Expresado como	Unidad	Límite máximo permisible
Caudal máximo		l/s	1.5 veces el caudal promedio horario del sistema de alcantarillado.
Cianuro total	CN <sup>-</sup>	mg/l	1,0
Cobalto total	Co	mg/l	0,5
Cobre	Cu	mg/l	1,0
Cloroformo	Extracto carbón cloroformo (ECC)	mg/l	0,1
Cloro Activo	Cl <sup>-</sup>	mg/l	0,5
Cromo Hexavalente	Cr <sup>+6</sup>	mg/l	0,5
Compuestos fenólicos	Expresado como fenol	mg/l	0,2
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	D.B.O <sub>5</sub>	mg/l	250
Demanda Química de Oxígeno	D.Q.O.	mg/l	500
Dicloroetileno	Dicloroetileno	mg/l	1,0
Fósforo Total	P	mg/l	15
Hierro total	Fe	mg/l	25,0
Hidrocarburos Totales de Petróleo	TPH	mg/l	20
Manganeso total	Mn	mg/l	10,0
Materia flotante	Visible		<b>Ausencia</b>
Mercurio (total)	Hg	mg/l	0,01
Níquel	Ni	mg/l	2,0
Nitrógeno Total Kjeldahl	N	mg/l	40
Plata	Ag	mg/l	0,5
Plomo	Pb	mg/l	0,5
Potencial de hidrógeno	pH		5-9
Sólidos Sedimentables		ml/l	20
Sólidos Suspendidos Totales		mg/l	220
Sólidos totales		mg/l	1 600
Selenio	Se	mg/l	0,5
Sulfatos	SO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	mg/l	400
Sulfuros	S	mg/l	1,0

Continua...

Continuación...

**TABLA 11. Límites de descarga al sistema de alcantarillado público**

Parámetros	Expresado como	Unidad	Límite máximo permisible
Temperatura	°C		< 40
Tensoactivos	Sustancias activas al azul de metileno	mg/l	2,0
Tricloroetileno	Tricloroetileno	mg/l	1,0
Tetracloruro de carbono	Tetracloruro de carbono	mg/l	1,0
Sulfuro de carbono	Sulfuro de carbono	mg/l	1,0
Compuestos organoclorados (totales)	Concentración de organoclorados totales.	mg/l	0,05
Organofosforados y carbamatos (totales)	Concentración de organofosforados y carbamatos totales.	mg/l	0,1
Vanadio	V	mg/l	5,0
Zinc	Zn	mg/l	10

**TABLA 11. Límites de descarga al sistema de alcantarillado público**

Parámetros	Expresado como	Unidad	Límite máximo permisible
Aceites y grasas	Sustancias solubles en hexano	mg/l	100
Alkil mercurio		mg/l	<b>No detectable</b>
Ácidos o bases que puedan causar contaminación, sustancias explosivas o inflamables.		mg/l	Cero
Aluminio	Al	mg/l	5,0
Arsénico total	As	mg/l	0,1
Bario	Ba	mg/l	5,0
Cadmio	Cd	mg/l	0,02
Carbonatos	CO <sub>3</sub>	mg/l	0,1

Continúa...

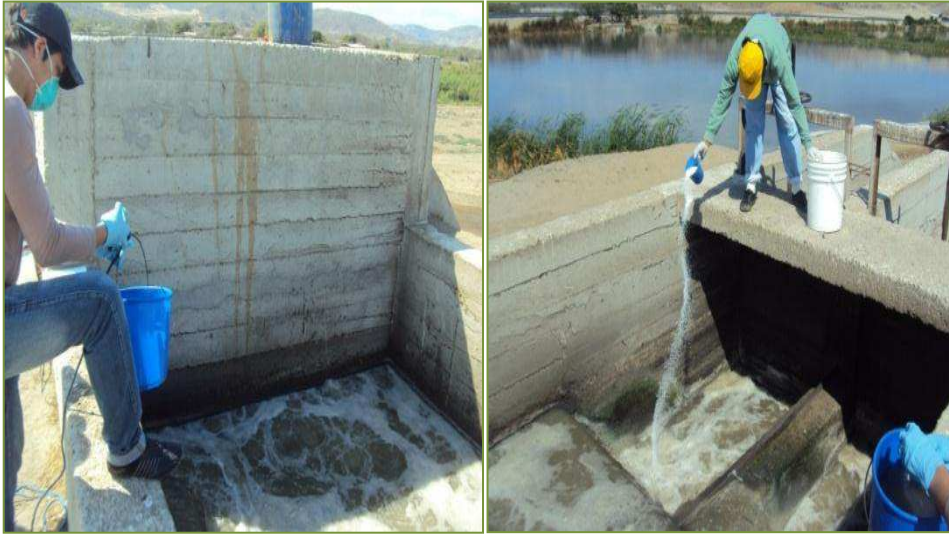
Fuente: (TULSMA:Gomez.C, 2009)



**Imagen 5.1**

*Imágenes tomadas del sistema de lagunas de oxidación de manta*

*Entrada:*



*Fuente: (Arteaga, 2015)*

**Imagen 5.2**

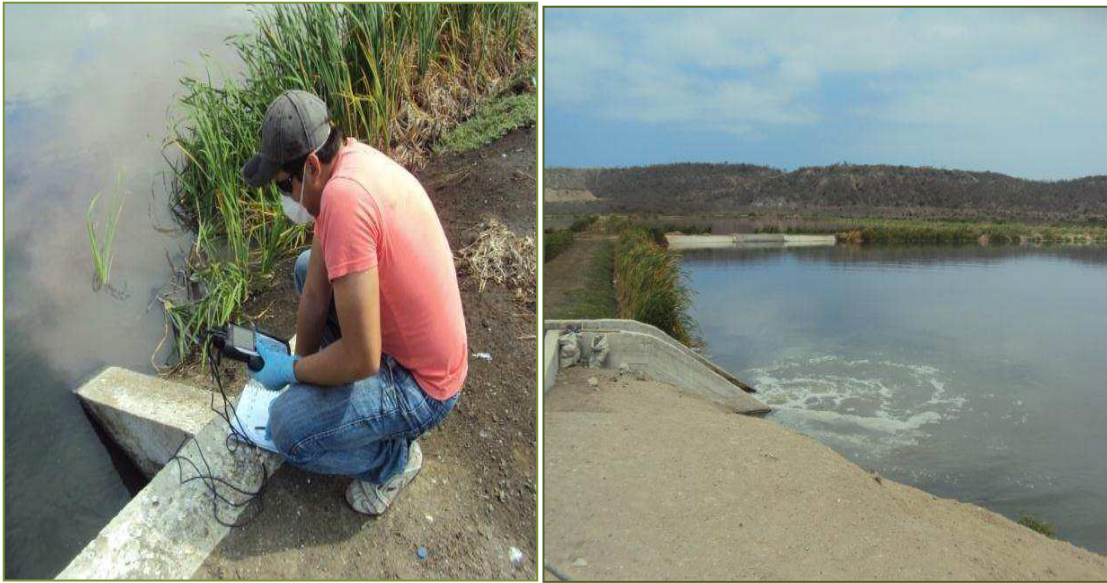
*Salida:*



*Fuente: (Arteaga, 2015)*

**Imagen 5.3**

*Lagunas anaerobias:*



*Fuente: (Arteaga, 2015)*

**Imagen 5.4**

*Lagunas facultativas:*



*Fuente: (Arteaga, 2015)*

**Imagen 5.5**

*Sistema de recolección de agua estación Miraflores*



*Fuente: (Arteaga, 2015)*

**Imagen 5.6**

*Entrada y salidas de agua residual a la laguna de oxidación sin rejilla*



*Fuente: (Arteaga, 2015)*

**Imagen 5.7**

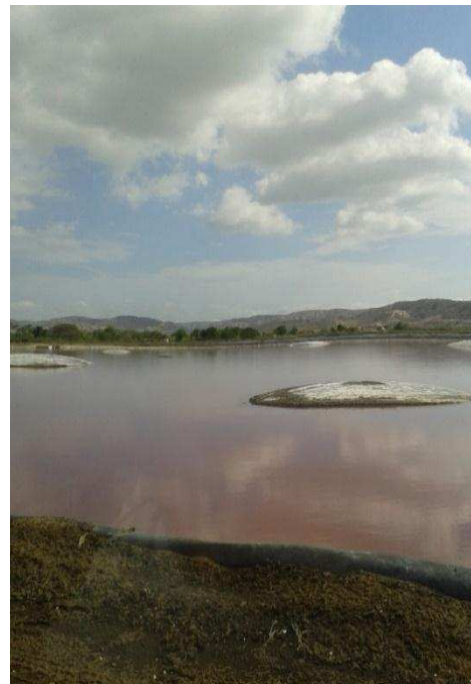
*Agua en la laguna de oxidación*



*Fuente: (Arteaga, 2015)*

**Imagen 5.8**

*Agua con tratamiento con floculos formados*



*Fuente: (Arteaga, 2015)*

**Imagen 5.9**

*Agua en reservorio lista para ser decantada sin efecto positivo*



*Fuente: (Arteaga, 2015)*

**Imagen 5.10**

*Aguas en proceso de decantación con tratamiento fallido*



*Fuente: (Arteaga, 2015)*

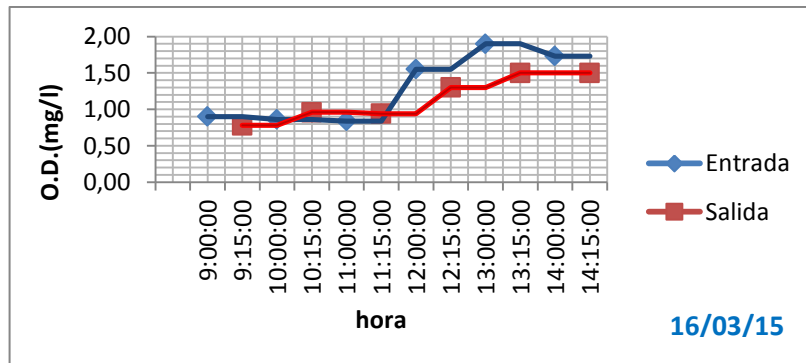
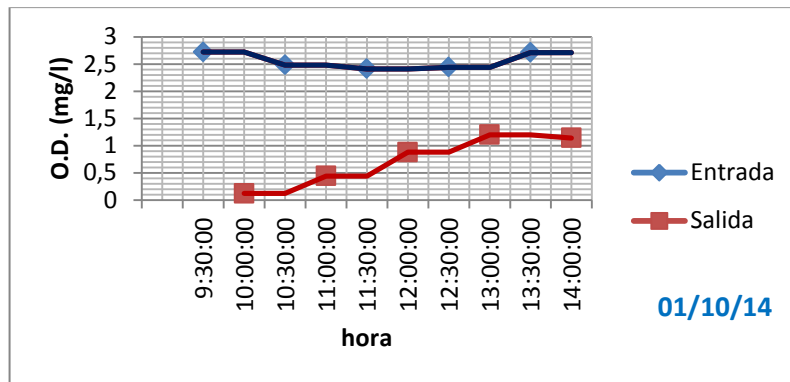
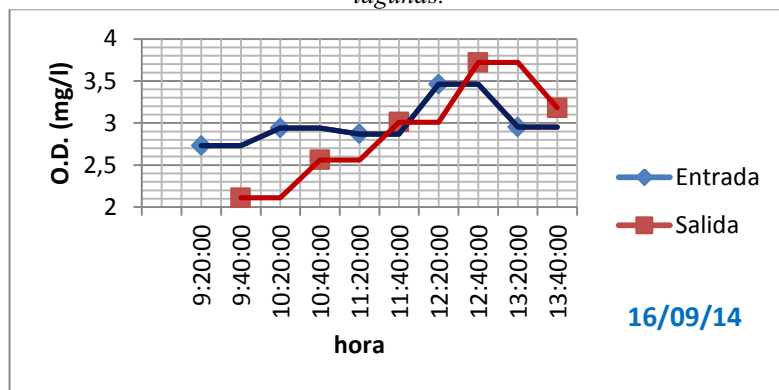
**ANEXO 5.2**

*Gráficos de las distintas mediciones in-situ realizadas en el sistema de lagunaje de la ciudad de Manta*

El Gráfico 26 muestra las variaciones horarias del Oxígeno Disuelto tanto a la entrada como a la salida del sistema de lagunas en las distintas fechas de monitoreo, en el Gráfico 27 se muestra las variaciones del Oxígeno Disuelto en las lagunas anaerobias y facultativas.

**Gráfico 5.1**

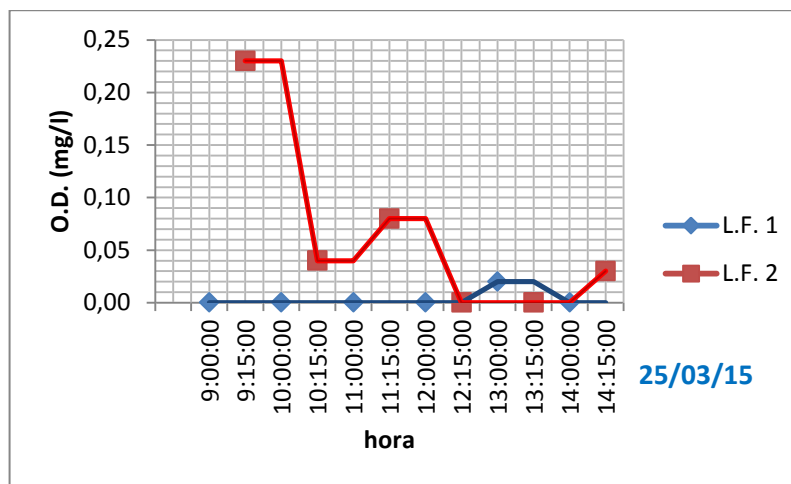
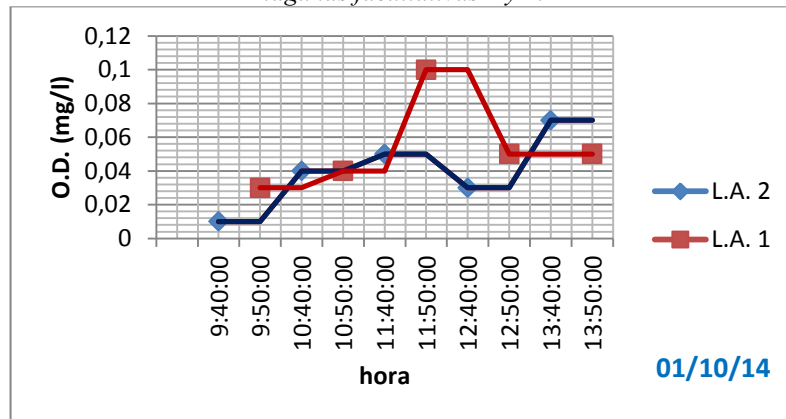
*Variación horaria del oxígeno disuelto tanto a la entrada como a la salida del sistema de lagunas.*



Fuente (ESPOL, 2015)

**Gráfico 5.2**

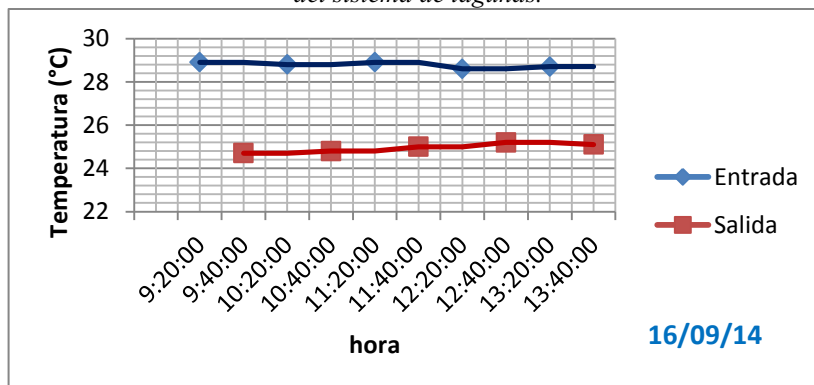
Variación horaria del oxígeno disuelto tanto en las lagunas anaerobias 1 y 2, como en las lagunas facultativas 1 y 2.

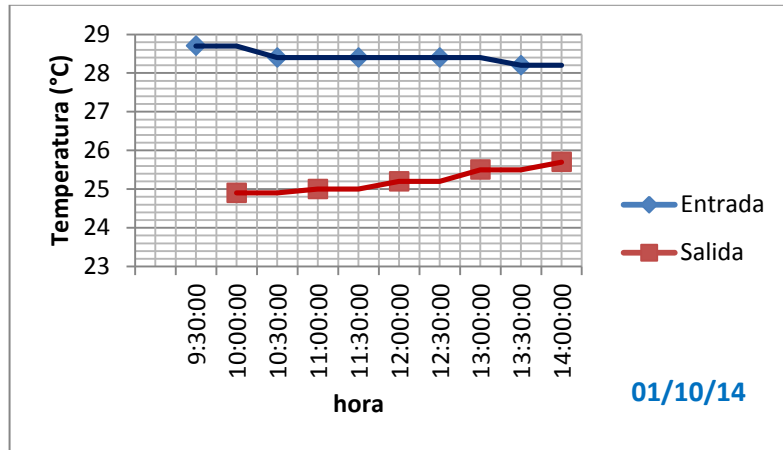


Fuente (ESPOL, 2015)

**Gráfico 5.3**

Variación horaria de la temperatura tanto a la entrada como a la salida del sistema de lagunas.

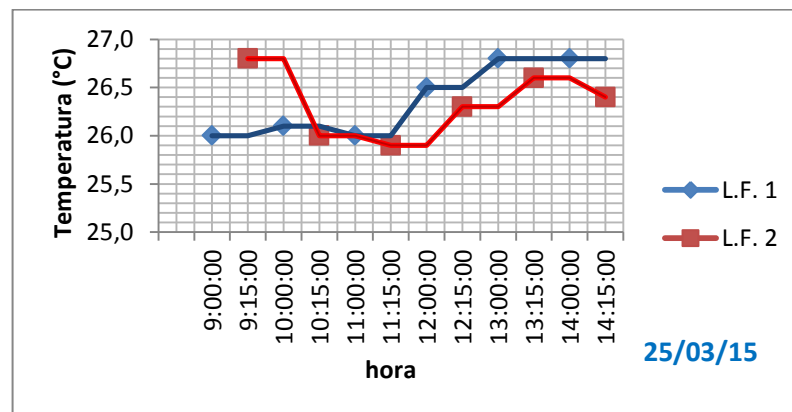
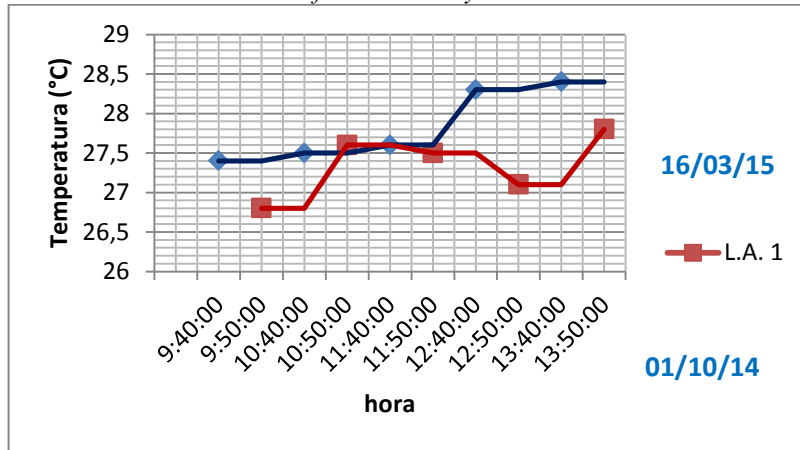




Fuente (ESPOL, 2015)

**Gráfico 5.4**

Variación horaria de la temperatura en las lagunas anaerobias 1 y 2, como en las lagunas facultativas 1 y 2.



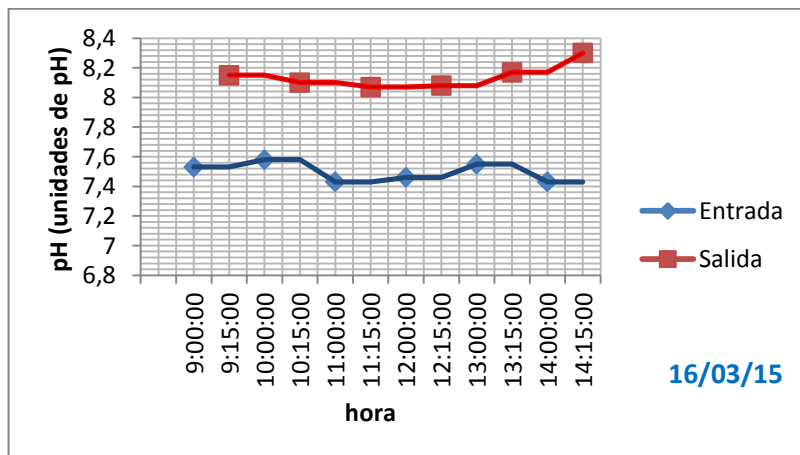
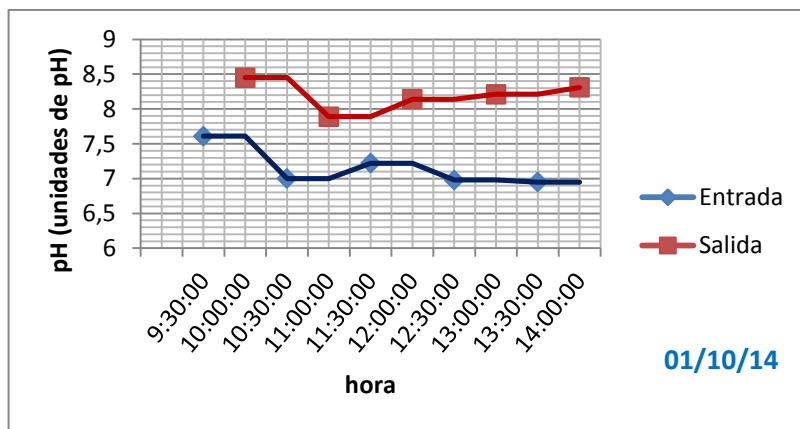
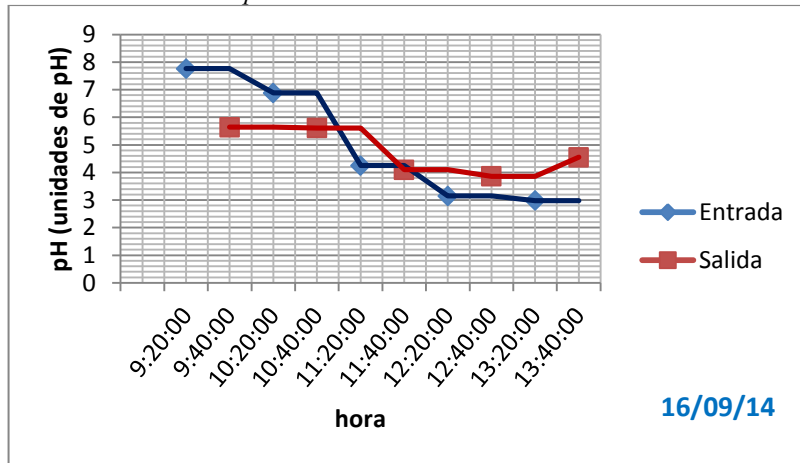
Fuente (ESPOL, 2015)

En los gráficos 28 al 33 se muestran los otros dos parámetros medidos en campo: el pH y la conductividad eléctrica. En el caso del pH, la variación de este parámetro se puede explicar tanto por la descomposición de la materia orgánica como por la variabilidad del oxígeno.



**Gráfico 5.5**

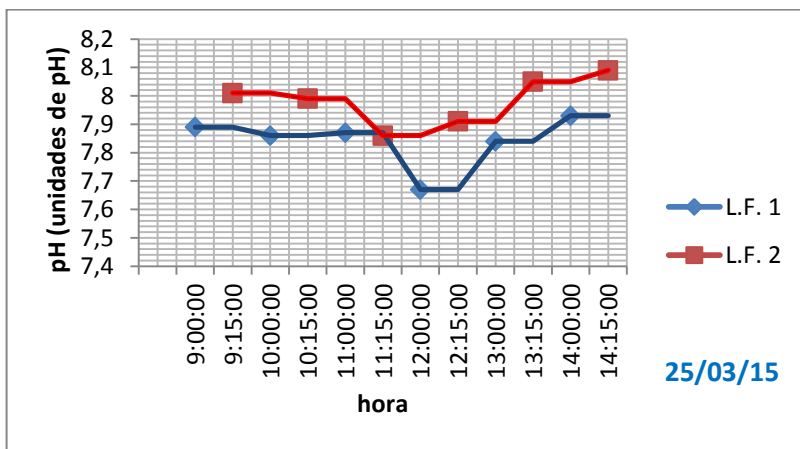
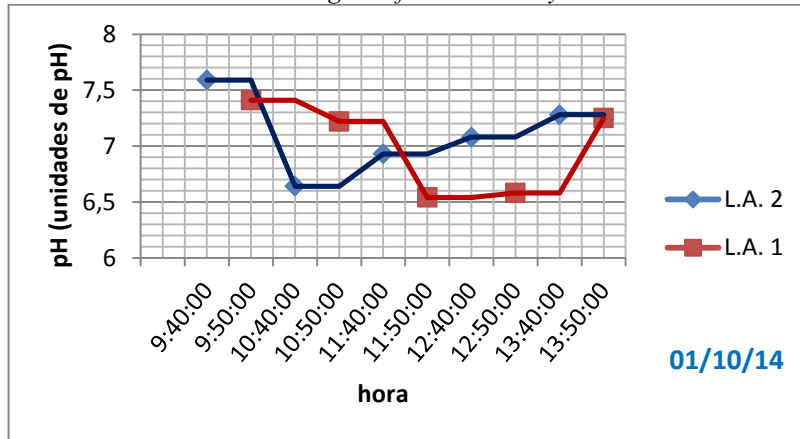
Variación horaria del pH tanto a la entrada como a la salida del sistema de lagunas.



Fuente (ESPOL, 2015)

**Gráfico 5.6**

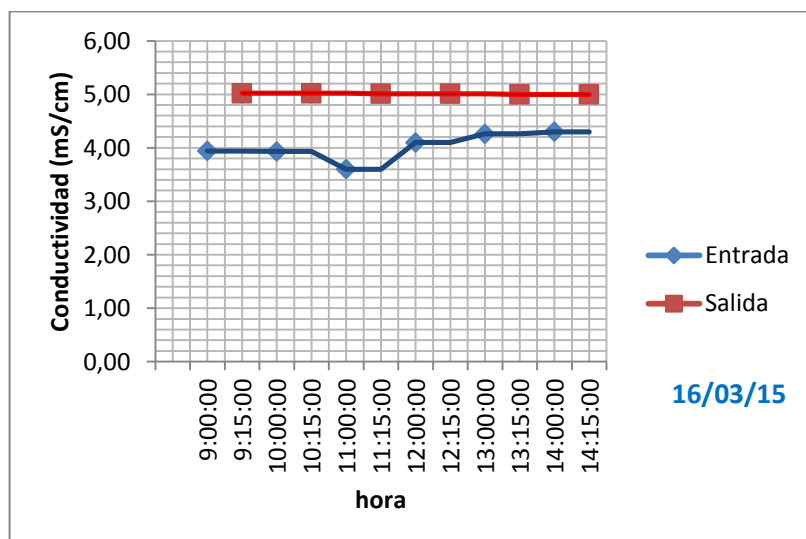
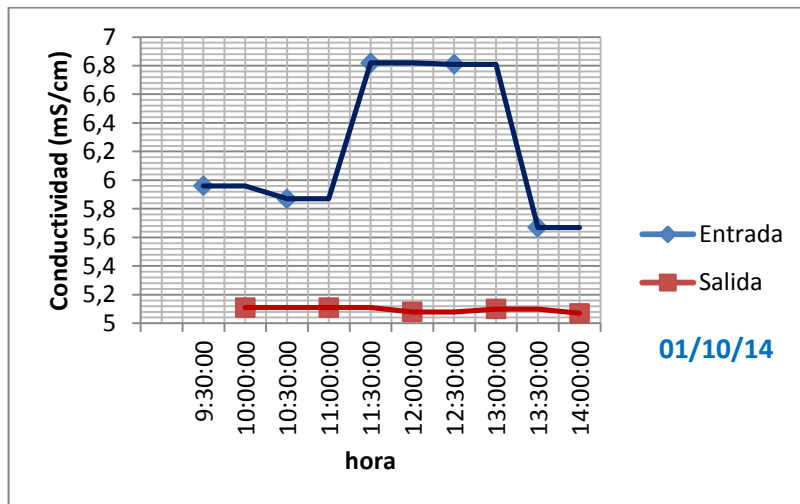
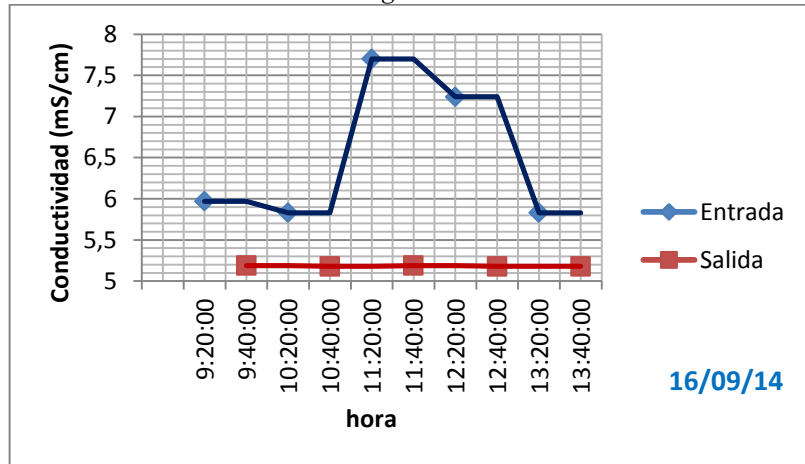
*Variación horaria del pH tanto en las lagunas anaerobias 1 y 2, como en las lagunas facultativas 1 y 2*



Fuente (ESPOL, 2015)

**Gráfico 5.7**

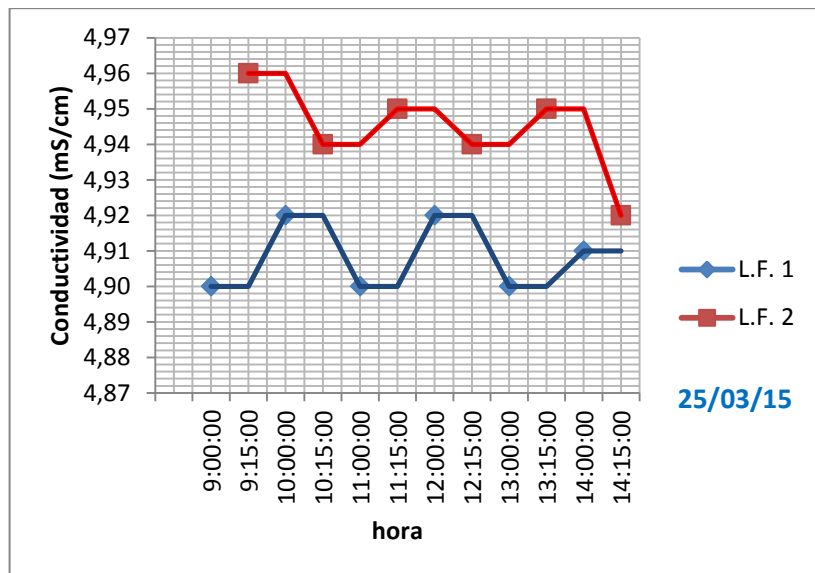
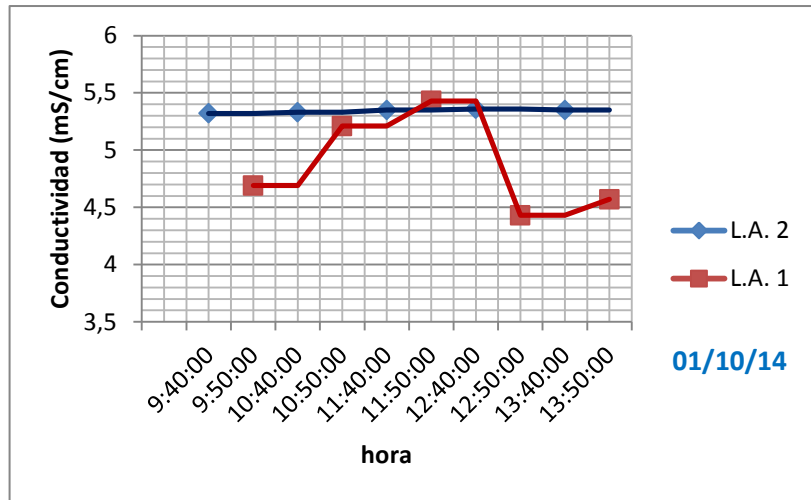
*Variación horaria de la conductividad tanto a la entrada como a la salida del sistema de lagunas.*



Fuente (ESPOL, 2015)

**Gráfico 5.8**

Variación horaria de la conductividad tanto en las lagunas anaerobias 1 y 2, como en las lagunas facultativas 1 y 2.



Fuente (ESPOL, 2015)

## DEFINICIONES BASICAS Y GLOSARIO DE TERMINOS

ANTROPOGÉNICAS.- Resultado de o producido por el ser humano; se puede aplicar a las concepciones centradas en la problemática sobre el ambiente<sup>2</sup>

BIODIGESTION.- Un digestor de desechos orgánicos o biodigestor es, en su forma más simple, un contenedor cerrado, hermético e impermeable, dentro del cual se deposita el material orgánico a fermentar en determinada dilución de agua para que a través de la fermentación anaerobia se produzca gas<sup>3</sup>.

BIOPELÍCULA.- Una biopelícula o biofilm es un ecosistema microbiano organizado, conformado por uno o varios microorganismos asociados a una superficie viva o inerte, con características funcionales y estructuras complejas<sup>4</sup>.

B.P.M.- Buenas Prácticas de Manufacturas.

COLATERALES.- de las que están a uno y otro lado de algo<sup>5</sup>.

CURTIEMBRES.- Una curtiembre, curtiduría o tenería es el lugar donde se realiza el proceso que convierte las pieles de los animales en cuero. Las cuatro etapas del proceso de curtido de las pieles son: limpieza, curtido, recurtimento y acabado

DIATÓMICO.- Elementos diatómicos son aquellos que prácticamente existen exclusivamente como moléculas diatómicas, son conocidas como moléculas diatómicas homonucleares cuando en su estado natural no están químicamente enlazados con otro elemento. Entre los ejemplos más comunes encontramos el H<sub>2</sub> y el O<sub>2</sub>.

Los elementos diatómicos son el hidrógeno, el nitrógeno, el oxígeno, y los halógenos: flúor, cloro, bromo, iodo, y ástato.

DBO.- Demanda biológica de oxígeno

DQO.- Demanda química de oxígeno

FLOCULANTES.- Un floculante es una sustancia química que aglutina sólidos en suspensión, provocando su precipitación. Por ejemplo el alumbre, que es un grupo de compuestos químicos, formado por dos sales combinadas en proporciones definidas una de las sales es el sulfato de aluminio o el sulfato de amonio.

FLUIDIZADOS.- La fluidización es un proceso por el cual una corriente ascendente de fluido (líquido, gas o ambos) se utiliza para suspender partículas sólidas.

HIPOTESIS.- Afirmación que se considera lo suficientemente fiable o creíble como para basar sobre ella una tesis o teoría demostrada o confirmada con datos reales.

INCIDENCIAS.- Lo que sucede en el curso de un asunto o negocio y tiene relación

INEN.- Instituto Nacional Ecuatoriano de Normalización

LECHO.-Lugar donde se echan los animales para descansar o dormir

NAUSEABUNDOS.- es que causa o produce náuseas

POLIELECTROLITOS.- Polielectrolito es, en química, cualquier polímero que posea grupos electrolitos. Los polielectrolitos son polímeros cuyas unidades de repetición soportan un grupo electrolito. Policaciones y polianiones son polielectrolitos.

---

<sup>2</sup> Conceptos básicos de gestión ambiental y desarrollo sustentable pág. 37

<sup>3</sup> Es.wikipedia.org/wiki/biodigestor

<sup>4</sup> Es.wikipedia.org/wiki/biopelícula

<sup>5</sup> Word reference definición colateral

REUTILIZACIÓN.- No descartar aquellos materiales o artículos que pueden ser utilizados nuevamente ya que cuantos más objetos sean reutilizados, menos basura será producida y se gastarán menos recursos agotables.

SÉPTICOS.- Que produce putrefacción o es causante de ella.

TOXICOLOGÍA.- Parte de la medicina que se ocupa del estudio y tratamiento de los productos tóxicos o venenosos.

TULA.-Texto Unificado de Legislación Ambiental

TRATAMIENTO.- Tratamiento de efluentes, generalmente oxidación química, reducción, neutralización ácido-alkali, precipitación, coagulación y sedimentación.

VERTIDOS.- En ingeniería ambiental se denomina vertidos a cualquier disposición de aguas residuales en un cauce o masa de agua. También se utiliza el término para los vertidos que se realizan sobre el terreno.

# BIBLIOGRAFÍA

## Bibliografía

- A.M.H.Arana. (20 de 03 de 2013). *fundamentos del tratamiento de aguas residuales*. Obtenido de [http://canatarina.udlap.mx/mx/u\\_dl\\_a/tales/documentos/lic/hammeken\\_a\\_am/capitulo2.pdf](http://canatarina.udlap.mx/mx/u_dl_a/tales/documentos/lic/hammeken_a_am/capitulo2.pdf)
- Andreo, M. (s.f.). *www.cricyt.edu.ar*. Obtenido de <http://www.cricyt.edu.ar>
- C.A.Cutimbo.t. (2012). *calidad bacteriologica de las aguas subterranas de consumo humano en centros poblados menores de la yarada y los palos del distrito de tacna*.
- Castillo, L., & Torres, J. (2010). *estudio diseño y seleccion de la tecnologia adecuada para tratamiento de aguas residuales domesticas para poblaciones menores a 2000 habitantes de la ciudad de gonzanama*.
- catarina.udlap.mx/u\_dl\_a/tales/documentos/lic/hammeken\_a\_am/capitulo2.pdf. (s.f.). Obtenido de [www.catarina.udlap.mx](http://www.catarina.udlap.mx)
- cidta.usal.es/cursos/ETAP/modulos/libros/caracteristicas/pdf. (s.f.). Obtenido de <http://www.cidta.usal.es>
- Daza, W. I. (29 de agosto de 2013). *prezi.com*. Obtenido de [www.prezi.com](http://www.prezi.com): <https://prezi.com/ilfdvzabmpdo0/acido-sulfhidrico-en-aguas-residuales/>.
- Diario, E. (23 de diciembre de 2012). El Diario. *En proceso de tratar las aguas residuales*, pág. 5.
- E.F.Mayo. (2010). *proyecto ejecutivo de planta de tratamiento de aguas residuales para la localidad de xiochiapa*.
- E.Mayo. (2010). *proyecto ejecutivo de planta de tratamiento de aguas residuales para la localidad de xochiapa*.
- E.Peña. (2005). Algas como Indicadores de Contaminacion. En E.Peña, *Algas como Indicadores de Contaminacion* (pág. 5).
- El telegrafo. (27 de abril de 2015). *El telegrafo*. Obtenido de diario el telegrafo: [www.telegrafo.com.ec](http://www.telegrafo.com.ec)
- EPAM. (2015). Manta.
- EPAM. (13 de enero de 2015). *EPAM*. Obtenido de EPAM: <http://www.EPAM.gob.ec>
- EPAM. (2015). EPAM. Obtenido de EPAM.
- ESPOL. (2015). *VALORES MAXIMOS DE LA CALIDAD DEL AGUA TRATADA*. GUAYAQUIL: ESPOL.
- ESPOL, E. T. (2015). *Equipo Tecnico Espol*. Guayaquil.
- Fluidos.cia. (s.f.). *fluidos.cia.edu.co*. Obtenido de Fluidos.cia: [www.tratamientosresiduales/tratamientosresidual.htm](http://www.tratamientosresiduales/tratamientosresidual.htm)

- fluidos.eia.edu.com*. (s.f.). Obtenido de tratamientos residuales: [www.fluidos.eia.edu.com](http://www.fluidos.eia.edu.com)
- FUENTE:EPAM. (2015). MANTA.
- Gomez.C. (2009). criterio de calidad admisibles para prevencion de flora y fauna en agua dulce. Ecuador.
- Gomez.C. (2009). limites de descarga al sistema de alcantarillado publico. Ecuador.
- Gomez.C. (2009). Parametros de los niveles de agua de calidad del agua para riego . Ecuador.
- ICREW. (2006). *GUIA SOBRE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA PEQUEÑOS NUCLEOS DE POBLACION*. ESPAÑA: ITC.
- L.M.Graw. (1996). *Guia ISO 1400*.
- lenntech. (s.f.). *water treatment soluciones*, . Obtenido de water treatment soluciones: [http://www.lennlech.es/aplicaciones/riego/sar/riego.sodio en regadios.htm](http://www.lennlech.es/aplicaciones/riego/sar/riego.sodio%20en%20regadios.htm).
- M.B.Rovere. (2006). *ley de gestion ambiental*.
- M.Borja.B. (2011). *Diseño de una planta de tratamiento para aguas residuales de la ciudad de guaranda*.
- M.I.Aguilar. (2002). *tratamiento Fisico-Quimico de aguas residuales coagulation-floculation*. España: F.G.Graf S.L.
- M.M.Assumpta. (1995). Contaminacion Ambiental. En C. Ambiental, *M.M.Assumpta* (pág. 227).
- mayaquez, r. u. (s.f.). *uprm.edu*. Obtenido de [http://www.uprm.edu/biology/profs/mas sol/manual/p2.salinidad.pdf](http://www.uprm.edu/biology/profs/mas_sol/manual/p2.salinidad.pdf)
- N.Fraume. (2006). Manual Abecedario Ecologico. En N.FRAUME, *Manual Abecedario Ecologico* (pág. 309).
- N.Fraume. (2006). Manual de abecedario ecologico. En N.Fraume, *Manual de abecedario ecologico* (pág. 32).
- O.RAUDEL, S. V. (2003). PROTEINAS. En S. V. O.RAUDEL, *EL AGUA EN EL MEDIO AMBIENTE,MUESTRAS Y ANALISIS* (pág. 92). MEXICO: EDITORIAL PLAZA Y VALDEZ.
- P.Campos. (2002). Biologia. En P.Campos, *Biologia* (págs. 153-157-159).
- P.F.Puente. (2012). *diseño y dimensionamiento de plantas de tratamiento convencional de aguas residuales con utilizacion de software libre*.
- Perez.Espejo, R. (2006). *Definicion del pH*. mexico: publicaciones plaza y valdes S.A.
- R.Acosta. (2008). Saneamiento Ambiental e Higiene de los Alimentos. En R.Acosta, *Saneamiento Ambiental e Higiene de los Alimentos* (pág. 62).
- Raudel.R.O, S. (2003). lipidos, grasas o aceites. En S. Raudel.R.O, *el agua en el medio ambiente,muestreos y analisis* (pág. 93). mexico: editorial plaza valdez.
- RAUDEL.R.O, V. (2003). CARBOHIDRATOS. En V. RAUDEL.R.O, *EL AGUA EN EL MEDIO AMBIENTE,MUESTREO Y ANALISIS* (pág. 92). MEXICO: EDITORIAL PLAZA Y VALDEZ.



residuales, a. (2012). *wikipedia organizacion* . Obtenido de  
[es.wikipedia.org/wiki/aguas\\_residuales](http://es.wikipedia.org/wiki/aguas_residuales)

TULSMA:Gomez.C. (2009). Criterio de calidad admisible para agua de uso agrícola. Ecuador.

WarrenForsythe. (1975). física del suelo manual de laboratorio. En WarrenForsythe, *física del suelo manual de laboratorio* (pág. 157). costa rica: IICA.

wikilibros. (2 de 05 de 2013). Obtenido de  
[http://es.wikipedia.org/wiki/Ingenier%C3%ADa\\_de\\_aguas\\_residuales/Caracter%C3%ADsticas\\_de\\_las\\_aguas\\_residuales](http://es.wikipedia.org/wiki/Ingenier%C3%ADa_de_aguas_residuales/Caracter%C3%ADsticas_de_las_aguas_residuales)

*www.definicionabc.com*. (06 de 03 de 2015). Obtenido de *www.definicionabc.com*:  
[www.definicionabc.com/ambiente/aguas-residuales](http://www.definicionabc.com/ambiente/aguas-residuales)

*www.kenbi.eu*. (s.f.). *www.kenbi.eu*. Obtenido de *www.kenbi.eu*: <http://www.kenbi.eu>

*www.triplenlace.com*. (17 de 05 de 2013). *www.triplenlace.com*. Obtenido de  
[www.triplenlace.com](http://www.triplenlace.com): <http://www.triplenlace.com>

*www.uamenlinea.com*. (4 de 12 de 03). Obtenido de  
<http://www.uamenlinea.uam.mx/materiales/licenciatura/>

*www.wikibooks.org.com*. (2 de 05 de 2013). Obtenido de <http://es.wikibooks.com>

Xavier, R. (18 de 08 de 2007). El Universo. *aguas servidas fluyen al mar sin control en el Cantón Manta*, pág. 3b.

## BIBLIOGRAFÍAS DE INTERNET

- La fotocatalisis como alternativa para el tratamiento de aguas residuales  
[www.repository.lasallista.edu.com](http://www.repository.lasallista.edu.com)
- Diccionario de la lengua española
- <http://lexicoon.org/es/nauseabundo>
- <http://ciencia.glosario.net/medio-ambiente-acuatico/tratamiento>
- <http://www.wordreference.com/definicion/colateral>
- <http://es.wikipedia.org/wiki/Antropog>
- <http://es.thefreedictionary.com>
- [http://es.wikipedia.org/wiki/Biopelícula](http://es.wikipedia.org/wiki/Biopel%C3%ADcula)
- <http://es.wikipedia.org/wiki/Polielectrolito>