

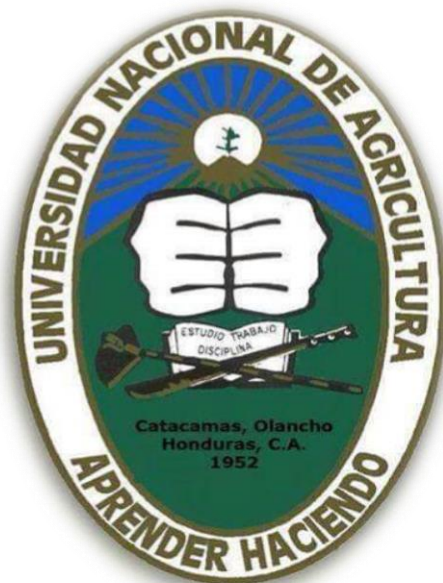
**UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA**

**ANÁLISIS DEL SISTEMA DE LAS AGUAS RESIDUALES DE LA ZONA  
URBANA DEL MUNICIPIO DE GUAIMACA, FRANCISCO MORAZAN**

**POR**

**KELVIN ALEXANDER SALINAS MEZA**

**DIAGNÓSTICO**



**CATACAMAS, OLANCHO**

**HONDURAS C. A**

**JUNIO 2016**

**ANÁLISIS DEL SISTEMA DE LAS AGUAS RESIDUALES DE LA ZONA  
URBANA DEL MUNICIPIO DE GUAIMACA, FRANCISCO MORAZAN**

**POR**

**KELVIN ALEXANDER SALINAS MEZA**

**JUAN ALBERTO CHAVARRIA, M.Sc**

**Asesor Principal**

**DIAGNÓSTICO**

**PRESENTADO A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA COMO  
REQUISITO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE**

**LICENCIADO EN RECURSOS NATURALES Y AMBIENTE**

**CATACAMAS, OLANCHO**

**HONDURAS C. A**

**JUNIO 2016**



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA**

**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE  
PRACTICA PROFESIONAL SUPERVISADA**

Reunidos en el Departamento Académico de Ingeniería Agrícola de la Universidad Nacional de Agricultura el: **M. Sc. JUAN ALBERTO CHAVARRÍA, ING. JORGE ORBIN CARDONA, ING. MIGUEL ÁNGEL COREA**, miembros del Jurado Examinador de Trabajos de P.P.S.

El estudiante **KELVIN ALEXANDER SALINAS MEZA** del IV Año de la Carrera de Recursos Naturales y Ambiente presentó su informe.

**“ANÁLISIS DEL SISTEMA DE LAS AGUAS RESIDUALES DE LA ZONA URBANA  
DEL MUNICIPIO DE GUAIMACA, FRANCISCO MORAZÁN”**

El cual a criterio de los examinadores, Aprobó este requisito para optar al título Licenciado en Recursos Naturales y Ambiente

Dado en la ciudad de Catacamas, Olancho, a los dieciséis días del mes de junio del año dos mil dieciséis.

**M. Sc. JUAN ALBERTO CHAVARRÍA**

Consejero Principal

**M. Sc. JORGE ORBIN CARDONA**

Examinador

**ING. MIGUEL ÁNGEL COREA**

Examinador

## **DEDICATORIA**

A Dios.

Por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor.

A mi madre Mirian Trejo.

Por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, pero más que nada, por su amor.

A mi padre Wilfredo Salinas.

Por los ejemplos de perseverancia y constancia que lo caracterizan y que me ha infundado siempre, por el valor mostrado para salir adelante y por su amor.

A mis Abuelos Josefina Coca y Manuel Meza.

A quienes amo de todo corazón y quienes con su trabajo incansable, honradez y humildad me han inspirado a seguir adelante.

A toda mi Familia y Amistades.

Ya que son ustedes los que han estado presentes en el transcurso de mi vida, compartiendo en momentos buenos, malos y aun así permanecieron y creyeron en mí.

A mi novia Kay Sulin Lee

Quien con sus consejos, dedicación constante y amor me ha impulsado a seguir adelante para lograr alcanzar mis metas.

## **AGRADECIMIENTO**

Le agradezco a Dios por haberme acompañado y guiado a lo largo de mi carrera, por ser mi fortaleza en los momentos de debilidad y por brindarme una vida llena de aprendizajes y experiencias.

Le doy gracias a mis padres Wilfredo y Mirian por apoyarme en cada momento, por los valores que me han inculcado, y por haberme dado la oportunidad de tener una excelente educación en el transcurso de mi vida. Sobre todo por ser un excelente ejemplo de vida a seguir.

A mis abuelos Manuel y Josefina por ser parte importante de mi vida y representar la unidad familiar. Gracias por llenar de alegría mi vida.

A mis asesores M.Sc. Juan Alberto Chavarría, M.Sc. Jorge Orbin Cardona e Ing. Miguel Ángel Corea quienes dedicaron tiempo para que este estudio se lleve a cabo con éxito.

**Salinas Meza, K.A. 2016.** Análisis del sistema de aguas residuales en la zona urbana del municipio de Guaimaca, Francisco Morazán. Diagnostico Lic. Recursos Naturales y Ambiente. Universidad Nacional de Agricultura. Olancho. Pág. 90.

## **RESUMEN**

Este estudio se realizó en el área urbana del municipio de Guaimaca Francisco Morazán; el cual consistió en la recopilación de información y tabulación de la misma, brindada por la población del municipio. El objetivo principal se basó en la vulnerabilidad del sistema de tratamiento y drenaje de las aguas residuales e identificar índices de contaminación de estas aguas mediante la toma de muestras para análisis al momento de ser descargadas al cuerpo receptor (rio jalan).

La recolección de muestras de agua de las lagunas de oxidación, se obtuvieron en la entrada principal donde entran las aguas crudas, en la salida de las lagunas después de ser tratadas, en la zona de mezcla donde las aguas tratadas se unen con las del cuerpo receptor y en el cuerpo receptor donde las aguas no tienen contacto con las que se vierten del sistema. En los análisis se evaluarón parámetros físicos y químicos tales como; DBO<sub>5</sub>, turbiedad, conductividad, nitrógeno amoniacal, fosforo total, solidos suspendidos; con el fin de determinar si las aguas residuales están siendo tratadas correctamente y si en el proceso de descarga estas no contaminan el cuerpo receptor.

Durante el estudio se determinó el porcentaje de población que está conectada al sistema de drenaje de aguas residuales, dando como resultado que solo un 37% cuenta con este servicio de gran importancia para el desarrollo del municipio; el otro 63% cuenta con servicios como fosas sépticas y letrinas. La población mostro su preocupación por el manejo de estas aguas y temen que estas traigan consecuencias como enfermedades, daños estructurales y contaminación del medio ambiente; por ello están de acuerdo con que es necesario la ampliación de la cobertura del sistema de drenaje para las aguas residuales en todos los barrios y colonias de la zona urbana del municipio.

## CONTENIDO

	<b>Pág.</b>
<b>DEDICATORIA</b> .....	iii
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	v
<b>RESUMEN</b> .....	vi
<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	ix
<b>LISTA DE CUADROS</b> .....	xi
<b>LISTA DE ANEXOS</b> .....	xii
<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>II. OBJETIVOS</b> .....	2
2.1 Objetivo general .....	2
2.2 Objetivos Específicos .....	2
<b>III REVISIÓN DE LITERATURA</b> .....	3
3.1 Aguas residuales .....	4
3.2 Características físicas de las aguas residuales .....	5
3.2.1 Color .....	5
3.2.2 Olor .....	6
3.2.3 Temperatura .....	6
3.2.4 Conductividad .....	6
3.2.5 Solidos .....	7
3.3 Características químicas de las aguas residuales .....	7
3.3.1 Materia orgánica .....	7
3.3.2 Demanda bioquímica de oxígeno a los 5 días ( <i>DBO5</i> ) .....	8
3.3.3 Demanda química de oxígeno: DQO .....	8
3.3.4 Biodegradabilidad .....	8
3.3.5 pH .....	9
3.3.6 Nitrógeno .....	9
3.3.7 Fosforo .....	9
3.4 Características biológicas de las aguas residuales .....	10
3.4.1 Las bacterias .....	10

3.4.2 Los helmintos .....	10
3.5 Humedales artificiales.....	10
3.6 Humedales naturales .....	11
3.7 Aguas servidas .....	13
3.8 Amenaza, vulnerabilidad y riesgo.....	13
<b>IV. MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>	<b>16</b>
4.1 Ubicación de la zona urbana del municipio donde se realizó el estudio .....	16
4.2 Análisis de las aguas residuales en laboratorio, mediante la toma de muestras ....	17
4.2.1 Descripción de lagunas de oxidación .....	17
4.2.2 Toma de muestras de agua.....	18
4.3 Aplicación de encuestas .....	19
4.3.1 Materiales usados para la aplicación de encuestas .....	20
4.4 Método Matriz de Vulnerabilidad.....	20
4.5 Desarrollo de la Metodología.....	21
4.6 Alternativas ecológicas para el manejo de aguas residuales.....	23
4.6.1 Humedales naturales o artificiales .....	23
<b>V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>24</b>
5.1 Resultados de análisis de agua en laboratorio.....	24
5.1.1 Primer análisis .....	24
5.1.2 Segundo análisis .....	29
5.2 Resultado de las encuestas .....	39
5.3 Resultados de la matriz de vulnerabilidad .....	45
<b>VI CONCLUSIONES .....</b>	<b>52</b>
<b>VII RECOMENDACIONES .....</b>	<b>54</b>
<b>VIII BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>56</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>61</b>



## LISTA DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
<b>Figura 1</b> Ubicación de la zona urbana del municipio de Guaimaca, F.M. ....	16
<b>Figura 2</b> Distribución de las muestras recolectadas en los cuatro puntos de las lagunas de oxidación y aguas grises fuera de drenaje. ....	19
<b>Figura 3</b> Resultado de análisis de turbidez del agua en laboratorio. ....	24
<b>Figura 4</b> Resultado de análisis de la conductividad del agua en laboratorio. ....	25
<b>Figura 5</b> Resultado de análisis de solidos sedimentables del agua en laboratorio. ....	26
<b>Figura 6</b> Resultado de análisis de solidos totales disueltos del agua en laboratorio. ....	28
<b>Figura 7</b> Resultados de análisis de pH del agua en laboratorio. ....	29
<b>Figura 8</b> Resultado de análisis de conductividad del agua en laboratorio. ....	30
<b>Figura 9</b> Resultado de análisis de demanda química de oxígeno del agua en laboratorio. .	31
<b>Figura 10</b> Resultado de análisis de la demanda biológica de oxígeno del agua en laboratorio. ....	32
<b>Figura 11</b> Resultado de análisis de nitrógeno amoniacal del agua en laboratorio. ....	33
<b>Figura 12</b> Resultado de análisis de fosforo total del agua en laboratorio. ....	34
<b>Figura 13</b> Resultado de análisis de solidos suspendidos del agua en laboratorio. ....	35
<b>Figura 14</b> Resultado de análisis de solidos volátiles totales del agua en laboratorio. ....	36
<b>Figura 15</b> Resultado de análisis de solidos fijos totales del agua en laboratorio. ....	37
<b>Figura 16</b> Resultado de análisis de solidos sedimentables del agua en laboratorio. ....	38
<b>Figura 17</b> Porcentaje de usuarios del servicio de aguas residuales dentro de la zona urbana del municipio. ....	39
<b>Figura 18</b> Distribución de dispositivos usados dentro de la zona urbana del municipio. ...	40
<b>Figura 19</b> Opinión de la población en cuanto a la eficiencia del sistema de aguas residuales dentro de la ciudad. ....	41
<b>Figura 20</b> Porcentaje de personas de acuerdo con que se debe ampliar el sistema de aguas residuales para beneficiarse del servicio. ....	42
<b>Figura 21</b> Problemas que presenta el sistema de aguas residuales del municipio, según las personas. ....	43

**Figura 22** Intensidad de los problemas que se presentan en el sistema de aguas  
residuales. .... 44

**Figura 23** Evaluación de los componentes del sistema de aguas residuales del  
municipio de Guaimaca, F.M. .... 50

## LISTA DE CUADROS

	<b>Pág.</b>
<b>Cuadro 1</b> Matriz de vulnerabilidad en el sistema de las aguas residuales de la zona urbana del municipio de Guaimaca, F.M. ....	45
<b>Cuadro 2</b> Indicadores de medición en el sistema de aguas residuales de la zona urbana del municipio de Guaimaca, F.M. ....	46
<b>Cuadro 3</b> Calificación por componente y por sistema de las aguas residuales (EPILAS/ UNC- Curso: PREVENCIÓN DE DESASTRES). ....	47
<b>Cuadro 4</b> Calificación por componente y por sistema de las aguas residuales de la zona urbana del municipio de Guaimaca, F.M. ....	47

## LISTA DE ANEXOS

<b>Anexo 1</b>	Primer análisis: boleta de análisis de agua residual; zona de entrada. ....	62
<b>Anexo 2</b>	Primer análisis: boleta de análisis de agua residual; zona de salida.....	64
<b>Anexo 3</b>	Primer análisis: boleta de análisis de agua residual; zona de mezcla.....	66
<b>Anexo 4</b>	Primer análisis: boleta de análisis de agua residual; zona de cuerpo receptor. ..	68
<b>Anexo 5</b>	Segundo análisis: boleta de análisis de agua residual; zona de entrada. ....	70
<b>Anexo 6</b>	Segundo análisis: boleta de análisis de agua residual; zona de salida. ....	71
<b>Anexo 7</b>	Segundo análisis: boleta de análisis de agua residual; zona de mezcla. ....	72
<b>Anexo 8</b>	Segundo análisis: boleta de análisis de agua residual; zona de cuerpo receptor. .	73
<b>Anexo 9</b>	Reconocimiento del área de ubicación de las lagunas de oxidación.....	74
<b>Anexo 10</b>	Toma de muestras de aguas residuales para analizarlas en laboratorio. ....	75
<b>Anexo 11</b>	Aguas grises fuera de drenaje.....	77
<b>Anexo 12</b>	Aplicación de encuestas en barrios y colonias. ....	79

## I. INTRODUCCIÓN

Uno de los problemas en los países en vías de desarrollo es la contaminación ambiental, este problema se ha agravado con el tiempo y es prioritario que sea atendido de manera inmediata y eficaz. Entre estos problemas ambientales es meritorio mencionar la contaminación de los cuerpos de agua los cuales son contaminados de diversas maneras, uno de los muchos contaminantes de los cuerpos de agua es la descarga de aguas residuales (Correa 2008)

El tratamiento de aguas residuales es de mucha importancia, ya que a este tipo de aguas se les ha alterado las características físicas, químicas y biológicas o han sido modificadas por el uso que se les ha dado, tratar el agua es una manera de reducir el impacto de la contaminación que las aguas residuales causan a los cuerpos de agua y así de esta manera asegurar que el cuerpo receptor tenga una mejor calidad que la que tendría si esta agua residual no hubiese sido tratada previa a su descarga (Cárdenas *et al*; citado por Correa 2008).

Las aguas servidas constituyen una de las principales causas por las cuales los cuerpos de aguas (los ríos) en mayor cantidad son contaminados, alterando sus características y funciones (Del autor).

Las aguas municipales deben de cumplir con la norma técnica de aguas residuales para poder tener un orden con las mismas; Si las aguas residuales cuentan con los parámetros óptimos para su descarga, evitando que estas sean contaminadas a mayor grado se reducirá el efecto que estas puedan causar en los cuerpos de descarga (Del autor).

## **II. OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo general**

Analizar el sistema de las aguas residuales de la zona urbana del municipio de Guaimaca, Francisco Morazán.

### **2.2 Objetivos Específicos**

Analizar la cantidad de contaminantes que pueden estar presentes en el sistema de aguas residuales de la zona urbana del municipio.

Determinar el grado de vulnerabilidad que presenta el sistema de aguas residuales de la zona urbana del municipio, utilizando el método de la matriz de vulnerabilidad.

Proponer alternativas viables y en armonía con el medio ambiente que puedan servir para el buen funcionamiento del sistema de aguas residuales de la zona urbana del municipio.

### **III REVISIÓN DE LITERATURA**

Según Poch (1999) el agua en condiciones naturales puede ser sujeta a modificaciones a lo largo de su ciclo. Estas modificaciones pueden ser causadas por procesos naturales derivados de la interacción agua-suelo en cuencas hidrográficas como por alteraciones derivadas de intervenciones humanas. El agua presenta diferentes requerimientos dependiendo del uso al cual será destinado, por lo que es importante monitorear constantemente sus propiedades.

Los residuos que desechemos pueden contaminar el aire, la tierra y los recursos hídricos. Estos residuos afectan a la calidad del agua de lluvia y de los recursos hídricos tanto superficiales como subterráneos, además tienen repercusiones negativas sobre los sistemas naturales. Existen diversas fuentes de contaminación del agua dulce como los residuos industriales, las aguas residuales, la escorrentía agrícola, urbana y la provocada por los efluentes de fábricas, así como la acumulación de sedimentos (Green Facts 2001).

Numerosos productos farmacéuticos, tales como los disruptores endocrinos, están teniendo repercusiones sobre los recursos hídricos tanto superficiales como subterráneos. Los métodos convencionales de tratamiento de las aguas no son efectivos para muchos de ellos. Por lo general, la contaminación se extiende por los cuerpos de agua en mucho menos tiempo del que se tarda después en eliminarla. Por lo tanto, es necesario concentrarse en la protección de los recursos hídricos (Green Facts 2001).

En muchos casos, el proceso de limpieza de un cuerpo de agua dura más de 10 años. Aunque el agua subterránea se contamina menos fácilmente que el agua superficial,

limpiarla una vez que se ha contaminado lleva mucho más tiempo, es más difícil y costoso (Green Facts 2001).

El agua ha sido siempre el principal vehículo empleado por el hombre para la eliminación de los residuos generados por su actividad. El desarrollo económico descontrolado y el aumento de la población han incrementado de tal manera el impacto del hombre sobre la hidrosfera que ha superado ampliamente su capacidad de autodepuración y ha traído como consecuencia la pérdida de calidad y, por lo tanto, la disminución del agua como recurso (bioygeo).

### **3.1 Aguas residuales**

Las aguas residuales son una mezcla de las aguas de uso doméstico, comerciales e industriales, aguas escurridas urbanas y la infiltración. Desde el punto de vista de su origen, son el resultado de la combinación de los líquidos o residuos arrastrados por el agua, provenientes de urbanizaciones, edificaciones comerciales, e instituciones, junto con las provenientes del sector industrial. A estos sectores se pueden agregar las aguas subterráneas y superficiales o de precipitación (Metcalf & Eddy, 1981).

El manejo de las aguas residuales municipales es parte de una gama más amplia de los servicios de agua urbanos. El componente de las aguas residuales a menudo es posicionado al final de la cadena del manejo del recurso del agua. Se requiere la integración de los temas institucionales, técnicos, sectoriales, y de costos pertinentes a todos los componentes principales de la cadena. Las autoridades públicas continúan siendo responsables de los servicios de agua y de aguas residuales (PNUMA 2006).

El “principio de subsidiaridad”, es decir, la delegación de responsabilidades a los niveles apropiados de gobierno, se aplica a todo el sector del agua. Las autoridades nacionales deben de crear los marcos de política, legales, reguladores, institucionales y financieros



adecuados para apoyar la entrega de los servicios a nivel municipal, de una manera transparente, participativa y descentralizada (PNUMA 2006).

El PNUMA (2006) continúa asegurando que el manejo adecuado del agua se basa en la preservación y en la utilización eficiente del recurso agua. La prevención de la contaminación en la fuente, la utilización y re-utilización eficiente del agua y la aplicación de las tecnologías adecuadas de bajo costo, tendrán como resultado una reducción de la cantidad de aguas residuales y ahorros en inversiones relacionadas a la construcción, operación y mantenimiento de los sistemas de alcantarillado y de las instalaciones de tratamiento.

Diferentes tecnologías serán apropiadas, dependiendo de la situación física y socio-económica local. La eco tecnología es una alternativa válida a las soluciones técnicas y de ingeniería tradicionales. A la misma vez también nos dice que los problemas principales en el manejo de las aguas residuales son la insuficiente conciencia y participación por parte de los interesados y los altos costos de mitigación. El manejo de aguas residuales urbanas constituye una herramienta para mejorar y mantener la integridad y las funciones económicas de los ecosistemas costeros. La mejor situación para aplicarse localmente es lograda a través de enfoques integrados, realistas y, por lo tanto, hechos a la medida y de paso a paso PNUMA (2006).

## **3.2 Características físicas de las aguas residuales**

### **3.2.1 Color**

Varía en función del tiempo que transcurre desde que se genera hasta que llega al lugar de tratamiento o vertido (sin tratamiento) al medio receptor. Varía entre el tono beige claro (recién producida), a grisácea en función de las condiciones de septicidad que se dan en ellas (reducción o desaparición del oxígeno en el agua residual). Cuando se producen vertidos de industrias específicas se produce la coloración de las mismas según las

sustancias que se le agregan al agua; El color es el primer elemento que vamos a percibir al observar el agua residual (Ríos Aragüés 2015).

### **3.2.2 Olor**

El agua residual “normal” no presenta olores, se producirán si la distancia entre el lugar de generación y el de vertido (sin tratamiento) es elevada, provocándose la disminución de oxígeno en el agua que da lugar a olores más o menos intensos. Es la característica que, después del color, nos va a producir señales de “alarma” de que algo ha acompañado o está acompañando a las aguas residuales, estos olores contaminan el medio y pueden ser causa de enfermedades en la sociedad. (Ríos Aragüés 2015).

### **3.2.3 Temperatura**

Es un parámetro muy importante, pues valores muy bajos (inferiores a 12° C) o altos (superiores a 20° C) producirá interferencia en el proceso de tratamiento. El aumento de la temperatura del agua residual respecto a la temperatura ambiente viene como consecuencia del uso de los calentadores domésticos calderas, que le confieren al agua varios grados más. También algunas industrias contribuyen por sus procesos productivos a elevar la temperatura (Ríos Aragüés 2015).

### **3.2.4 Conductividad**

Si bien algunos autores no la reseñan, si tiene una gran importancia su control en la explotación, pues nos estará indicando la presencia de sales disueltas e impurezas, que en la mayoría de los municipios provienen de descargas, vertidos de las actividades agroalimentarias. Si se pretende reutilizar el agua tratada para riego agrícola es fundamental su control, a fin de no superar determinados valores (Ríos Aragüés 2015).

### **3.2.5 Sólidos**

Es uno de los parámetros con mayor importancia, en concreto nos señala los sólidos en suspensión, por tanto será un parámetro fundamental en el control de los vertidos. De forma general se acepta, que todo lo que acompaña al agua residual y que no es agua son sólidos. Estos sólidos pues, representan el contenido de las sustancias que contiene el agua residual (Ríos Aragués 2015).

## **3.3 Características químicas de las aguas residuales**

### **3.3.1 Materia orgánica**

Solemos denominar química orgánica a la de los compuestos carbonados; los alimentos están constituidos fundamentalmente por compuestos de carbono tales como: carbohidratos, proteínas, grasas. De las sustancias que están presentes en las aguas residuales, los compuestos orgánicos son los de mayor importancia. Para medir de forma general el contenido de materia orgánica presente en un agua residual se utilizan los siguientes parámetros habitualmente:

- La demanda bioquímica de oxígeno a los 5 días ( $DBO_5$ )
- La demanda química de oxígeno (DQO)

Está comprobado que la contaminación del agua por materia orgánica produce la caída de la concentración del oxígeno disuelto en ella (Ríos Aragués 2015).

### **3.3.2 Demanda bioquímica de oxígeno a los 5 días ( $DBO_5$ )**

Nos indica la materia orgánica biodegradable presente en una muestra de agua residual (vía biológica). Se obtiene por la diferencia de la concentración de oxígeno disuelto en un agua después de ser incubada la muestra durante un periodo de cinco días, en unas condiciones específicas: a 20° C, en la oscuridad y con un pH neutro. Representa el oxígeno consumido por los microorganismos presentes en el agua residual al degradar los compuestos del carbono (materia orgánica carbonácea), pero no por los compuestos nitrogenados que comienzan a ser degradados más tarde por bacterias específicas (Ríos Aragüés 2015).

### **3.3.3 Demanda química de oxígeno: DQO**

Representa la cantidad de oxígeno consumido al oxidar químicamente las sustancias orgánicas y algunas inorgánicas (biodegradables y no biodegradables) que están presentes en el agua residual, sin intervención de los microorganismos (vía química). El ensayo se realiza con una sustancia fuertemente oxidante como es el dicromato potásico en caliente. Es un parámetro mucho más rápido de obtener que la  $DBO_5$ , a la suma de estos se tiene su valor. Obteniéndose así el consumo de oxígeno tanto por la materia orgánica biodegradable y no biodegradable en el agua residual, su proceso es menor en comparación con la DBO (Ríos Aragüés 2015).

### **3.3.4 Biodegradabilidad**

A la relación entre la  $DBO_5$  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 (Ríos Aragüés 2015).

### 3.3.5 pH

Sabemos que valores de pH 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 pH metro 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 (Ríos Aragüés. 2015).

### 3.3.6 Nitrógeno

La Directiva 91/271/CEE distingue en las aguas residuales el nitrógeno presente en varias formas: como ion amonio ( $NH_4$ ), mayoritariamente, y nitrógeno orgánico (N-orgánico), formando ambos el nitrógeno total (NTK), y en concentraciones reducidas en forma de nitritos ( $NO^{2-}$ ) y nitratos ( $NO^{3-}$ ). 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 (Ríos Aragüés 2015).

### 3.3.7 Fosforo

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 ( $PO_4^{3-}$ ), poli fosfatos ( $P_2O_7^{4-}$ ) que se añaden a los detergentes y fósforo orgánico (Ríos Aragüés 2015).

### **3.4 Características biológicas de las aguas residuales**

#### **3.4.1 Las bacterias**

Un gran número de especies de bacterias viven en los intestinos de las personas sanas y se excretan con las heces. Algunos de los tipos de bacterias utilizadas como indicadores son: *Escherichia coli* y *Legionella ssp* (Ríos Aragüés 2015).

#### **3.4.2 Los helmintos**

Tanto en estado de larva como sus huevos son excretadas, los indicadores son: *Taenia saginata*, *Taenia solium* 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 (Ríos Aragüés 2015).

### **3.5 Humedales artificiales**

Los humedales artificiales (HHAA) desempeñan un papel importante en la descentralización de sistemas de tratamiento de aguas residuales, debido a sus características como sistemas "naturales" de fácil aplicación, con un óptimo costo, un uso eficaz y bajas exigencias operativas. El uso de humedales artificiales para el tratamiento de aguas residuales es cada vez más aceptado en diferentes partes del mundo. Hoy en día los humedales de flujo subsuperficial son comunes en muchos países desarrollados (ej. Alemania, Inglaterra, Francia, Dinamarca, Polonia, Italia, etc.), siendo también apropiados para los países en desarrollo, solo que aún faltan ser más conocidos (Hoffman, H; et al. 2001).

Según Delgadillo (2010) los humedales artificiales son sistemas de Fito depuración de aguas residuales. El sistema consiste en el desarrollo de un cultivo de macrófitas enraizadas sobre un lecho de grava impermeabilizado. La acción de las macrófitas hace posible una serie de complejas interacciones físicas, químicas y biológicas a través de las cuales el agua residual afluyente es depurada progresiva y lentamente. El tratamiento de aguas residuales para depuración se lo realiza mediante sistemas que tienen tres partes principales: recogida, tratamiento y evacuación al lugar de restitución.

Los humedales eliminan contaminantes mediante varios procesos que incluyen sedimentación, degradación microbiana, acción de las plantas, absorción, reacciones químicas y volatilización; reemplazan así el tratamiento secundario e inclusive, bajo ciertas condiciones, al terciario y primario de las aguas residuales (Delgadillo 2010).

### **3.6 Humedales naturales**

Bajo la denominación de métodos de depuración natural, se engloban aquellos procedimientos en los que el tratamiento principal es proporcionado por componentes del medio natural. Habitualmente se diferencian dos grandes grupos: los métodos de tratamiento mediante aplicación en el terreno y los sistemas acuáticos. En todos ellos, el efecto depurador se debe a la acción de la vegetación, suelo, microorganismos (terrestres y acuáticos) y en menor medida, a la acción de animales superiores, sin la intervención de agentes artificiales (HidroyCA).

Estos procedimientos naturales se caracterizan, en general, por sus menores necesidades de personal de operaciones, menor consumo energético y menor producción de fangos. Sin embargo, habitualmente requieren mayores superficies de terreno disponibles. Este factor, a veces limitante, es el que determina que los llamados métodos naturales de depuración sean los apropiados y aconsejados para pequeños núcleos rurales. Algunos de estos métodos o conceptos de depuración han sido conocidos y empleados desde hace siglos, habiéndose

puesto de actualidad con la aparición y divulgación del concepto vertido de contaminación cero o vertido cero (HidroyCA).

Los humedales naturales son grandes extensiones de terrenos encharcados de agua, como ciénagas o marismas. Estos sistemas actúan como biofiltros naturales, eliminando sedimentos y contaminantes (por ejemplo metales pesados) de las aguas. Frente a estos, los humedales artificiales se pueden definir como sistemas específicamente construidos para el control de contaminantes y la gestión de residuos acuosos en lugares donde no existen humedales de forma natural. Los humedales artificiales se han usado con éxito para el tratamiento de aguas residuales con diferentes tipos, como procedentes de hospitales, aguas residuales municipales, procedentes de la actividad agrícola o del drenaje de minas (Remtavares. 2009).

La vegetación presente en un humedal proporciona un sustrato orgánico (raíces, tallo y hojas) en el que los microorganismos capaces de asimilar bacteria orgánica residual (acción depuradora) pueden fijarse y crecer. Esto, junto con procesos químicos naturales, permite la eliminación de contaminantes y la depuración efectiva del agua residual (Remtavares. 2009).

En relación con otros sistemas de depuración tecnológicos, los humedales artificiales tienen las ventajas de ser de bajo coste, mantenimiento sencillo, eficaz capacidad depuradora de aguas residuales con contaminación principalmente orgánica y bajo impacto visual de las instalaciones, porque la vegetación proporciona una apariencia natural. Entre sus limitaciones se puede indicar que requieren amplias superficies de terreno y que no son apropiados para determinadas aplicaciones, como por ejemplo el tratamiento de aguas industriales con alta contaminación inorgánica. Los humedales artificiales son especialmente apropiados para el tratamiento de aguas residuales de pequeñas poblaciones, en donde se suelen dar las circunstancias de bajo coste de terreno y mano de obra no altamente tecnificada (Dolores 2012).



### **3.7 Aguas servidas**

Según la INEC (2010) el agua residual de uso doméstico que no contiene desechos humanos se le conoce como agua gris. Esta distinción se hace, entre otras cosas, porque puede ser aprovechada para actividades que no requieren de agua de calidad potable. Sin embargo, el sistema de drenaje típico en los hogares desecha toda el agua directamente al drenaje junto con las aguas servidas, contaminando así las aguas grises e impidiendo su posible aprovechamiento.

Una iniciativa importante en el ahorro de agua consiste precisamente en el reusó de aguas grises en los hogares. Las aguas grises representan entre el 50% y el 80% de las aguas residuales residenciales, y pueden ser aprovechadas para evacuar inodoros, regar jardines o realizar la limpieza de ciertas áreas (INEC. 2010).

El agua gris es distinguida de "las aguas fecales" porque estas aguas provienen de residuos de los inodoros, fregaderos de la cocina y las lavadoras de vajillas. Las aguas fecales no deben ser rehusadas en el hogar debido al riesgo que corren de contaminación de bacterias, virus y otros patógenos. El agua gris puede tener un contenido de grasas, aceites, cabello, pelusa, jabones, limpiadores, suavizantes de telas y otros productos químicos. También puede contener niveles elevados de cloruro, sodio, bórax y sulfatos y puede tener un pH elevado que puede ser perjudicial para algunas de sus plantas. Por lo tanto, es importante saber que productos se pueden desechar en los desagües domésticos (ADECQ).

### **3.8 Amenaza, vulnerabilidad y riesgo**

La vulnerabilidad es la amenaza o peligro o factor de riesgo externo de un sujeto o sistema, representado por un peligro latente, asociado con un fenómeno físico de origen natural,

tecnológico o antrópico, que se puede presentar en un sitio específico y en un tiempo determinado, produciendo efectos adversos en las personas, bienes o en el medio ambiente, matemáticamente expresado como la probabilidad de exceder un nivel de ocurrencia de un evento, con una intensidad, en un sitio y en un período (CONSORCIO HTA, 2008).

También se define como el grado de pérdida o daño de un elemento o grupo de elementos bajo riesgo, resultado de la probable ocurrencia de un evento desastroso, expresado en una escala desde 0 (sin daño) a 1 (pérdida total). En términos generales, la vulnerabilidad puede entenderse, entonces, como la predisposición intrínseca de un sujeto o elemento a sufrir daño debido a posibles acciones externas (CONSORCIO HTA, 2008).

Riesgo o daño se refiere a la destrucción o pérdida esperada obtenida de la convolución de la probabilidad de ocurrencia de eventos peligrosos y de la vulnerabilidad de los elementos expuestos a tales amenazas, matemáticamente expresado como la probabilidad de exceder un nivel de consecuencias económicas y sociales en un cierto sitio, en un cierto período (CONSORCIO HTA, 2008).

La diferencia fundamental entre la amenaza y el riesgo está en que la amenaza está relacionada con la probabilidad que se manifieste un evento natural o un evento provocado, mientras que el riesgo está relacionado con la probabilidad que se presenten ciertas consecuencias, las cuales están íntimamente relacionadas no solo con el grado de exposición de los elementos sometidos, sino con la vulnerabilidad que tienen dichos elementos de ser afectados por el evento (CONSORCIO HTA, 2008).

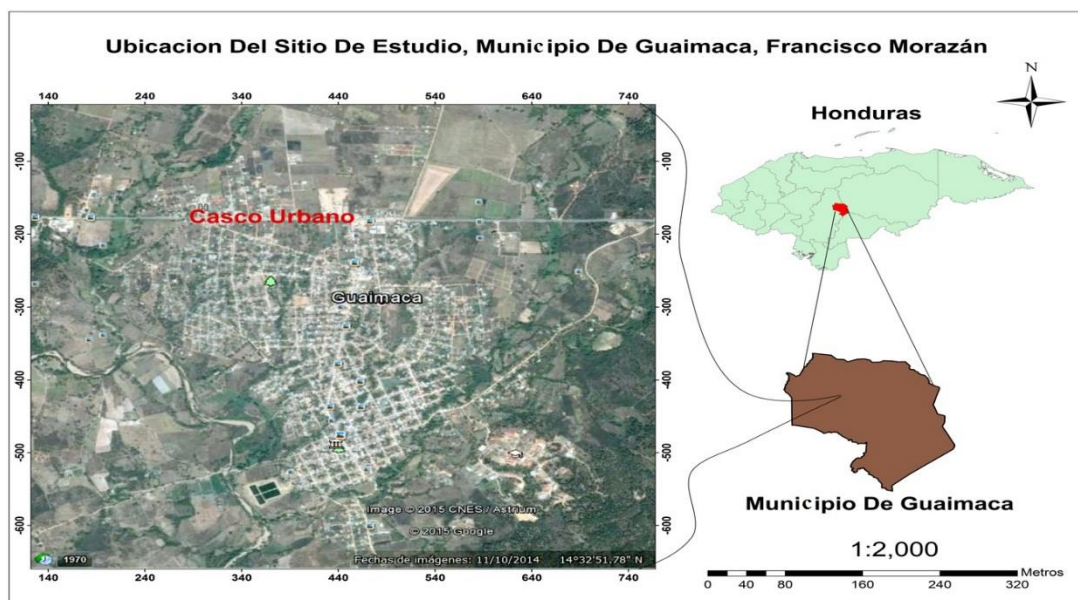
Para la evaluación de los diferentes factores de riesgo, se debe considerar el siguiente proceso metodológico: Valoración de la sensibilidad ambiental del medio físico en relación con los cambios generados por la ejecución de las obras, Identificación de las zonas de

mayor sensibilidad del medio físico y vulnerabilidad de las obras, Evaluación de los diferentes factores de riesgo (CONSORCIO HTA 2008).

## IV. MATERIALES Y MÉTODOS

### 4.1 Ubicación de la zona urbana del municipio donde se realizó el estudio

El trabajo se realizó en la zona urbana del municipio de Guaimaca, ubicado al Noreste del Departamento de Francisco Morazán a noventa kilómetros de la Ciudad de Tegucigalpa, capital de la República de Honduras; su posición geográfica es entre las coordenadas  $14^{\circ} 33''$  de latitud norte y  $86^{\circ} 52''$  de longitud oeste. Está limitado al Norte: Con los Municipios de San Ignacio y Orica en Francisco Morazán; y el Municipio de Guayape en Olancho, Al Sur: Con los Municipios de Teupasenti en El Paraíso y San Juan de Flores en Francisco Morazán, Al Este: Con los Municipios de Concordia y Campamento en Olancho, Al Oeste: Con los Municipios de Talanga y Cedros en Francisco Morazán. Con una altitud de 815 msnm (COFINSIA 2005).



**Figura 1** Ubicación de la zona urbana del municipio de Guaimaca, F.M.

## **4.2 Análisis de las aguas residuales en laboratorio, mediante la toma de muestras**

### **4.2.1 Descripción de lagunas de oxidación**

El sistema consta de dos lagunas facultativas, las cuales tienen como propósito remover la DBO bajo condiciones aeróbicas, aprovechando principalmente la simbiosis entre las algas y la bacteria; las lagunas también contribuyen a la remoción de patógenos a través del largo período de retención hidráulica típico en el diseño, que permite la sedimentación de huevos de helmintos, y la mortalidad de bacteria causado por el tiempo de retención hidráulica, por los rayos ultravioletas de la energía solar, y el aumento en pH por las actividades de las algas (Stewart 2005).

Para complementarse con las lagunas facultativas se encuentran las lagunas de maduración las cuales tienen los propósitos de: tener tiempo de retención adicional para la remoción de patógenos, mejorar la calidad del efluente final, servir como un factor de seguridad si las lagunas primarias tuvieran problemas en su funcionamiento (Stewart 2005).

La zona urbana del municipio de Guaimaca F.M. cuenta con un sistema que consisten en un conjunto de instalaciones diseñadas para depurar las aguas negras que acarrear el sistema de alcantarillado sanitario, este fue construido en un área de terreno de 5.5 manzanas.

Estas lagunas de oxidación se caracterizan por excavaciones de poca profundidad en las cuales se desarrolla una población microbiana compuesta por bacterias, algas y protozoos (que conviven en forma simbiótica) y eliminan en forma natural los patógenos relacionados con excrementos humanos sólidos en suspensión y materia orgánica (SEFIN 2013).

La población beneficiada por este sistema de aguas residuales de la zona urbana del municipio de Guaimaca F.M. se encuentra en un estimado de 1,973 conexiones registradas; teniendo en cuenta que se está trabajando para registrar la población que no se encuentra en la base de datos que es monitoreada por el UMASAG (del autor).

#### 4.2.2 Toma de muestras de agua

Se realizaron 2 muestreos para lo cual se seleccionaron 4 puntos distintos de las lagunas de oxidación del área urbana del municipio de Guaimaca Francisco Morazán entre el año 2015 y 2016, donde se obtuvieron las muestras de agua para realizar el análisis físico-químico y así determinar la cantidad de contaminación del agua al momento de ser vertidas al cuerpo receptor.

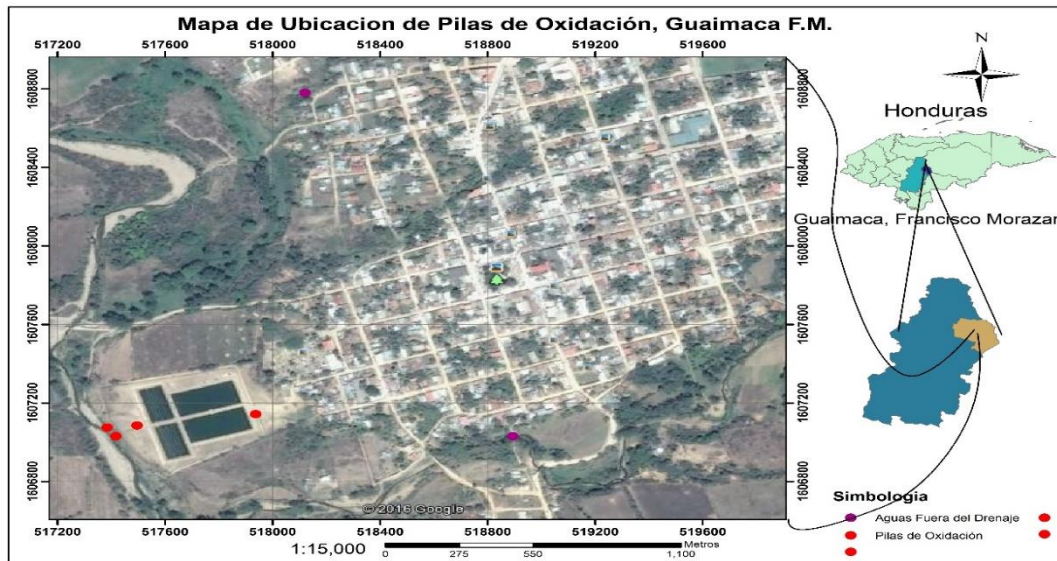
Al tomar las muestras de agua para realizar los análisis en laboratorio se colectó el agua en recipientes plásticos con capacidad de almacenamiento de 1 galón, se utilizó guantes de látex y mascarilla para evitar el contacto directo con las muestras, previamente se depositaron en una hielera con hielo para mantener las mismas en condiciones óptimas para poder realizar los análisis en las muestras tomadas, así se trasladaron al laboratorio lo más rápido posible. Los análisis se realizaron en el SANAA (servicio autónomo nacional de acueductos y alcantarillados), ubicado en Tegucigalpa, ciudad capital del país.

Dentro de los análisis que se llevaron a cabo se encuentran: Demanda Biológica de Oxígeno (DBO), Fosforo total, Nitrógeno amoniacal, pH, conductividad, Sólidos Disueltos Suspendidos y Turbidez.

El primer punto, corresponde a la entrada de las aguas crudas a las lagunas de oxidación después de haber pasado por un pre-tratamiento en el tanque IMHOF (tipo de tanque de doble función; recepción y procesamiento para aguas residuales).

El segundo punto de muestreo, corresponde a la salida del agua residual, después de haber pasado por las lagunas de oxidación.

El tercer punto de muestreo, ubicado aguas arriba del cuerpo receptor, que corresponde al río Jalán. El último punto de muestreo se ubica en la zona donde se mezcla el agua residual que sale del sistema de tratamiento, con el agua del río Jalán. En la figura 2 se ilustra la ubicación de cada uno de los puntos de muestreo.



**Figura 2** Distribución de las muestras recolectadas en los cuatro puntos de las lagunas de oxidación y aguas grises fuera de drenaje.

### 4.3 Aplicación de encuestas

Para determinar el porcentaje de cobertura del servicio de agua residuales de la ciudad de Guaimaca se realizaron encuestas. El grupo focal fueron las amas de casa en su mayoría. Según Catastro, en el 2013 en la ciudad de Guaimaca había un total de 5,685 viviendas en la ciudad. Con este dato y tomando como referencia una tasa de crecimiento urbano de 2% se calculó el número de viviendas actuales. Para una cantidad de viviendas de 5,913 se determinó el número de muestra representativa estadísticamente para realizar la encuesta.

En base a las viviendas actuales se determinó el número de encuestas a aplicar.

Utilizando la fórmula para una población finita.

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

Siendo:

Nivel de confianza 95% (Z)

Universo 5, 913 viviendas (N)

Probabilidades complementarias de 0.5 c/u (p y q)

Error de estimación aceptable para cada encuesta 5%

Tamaño de la muestra calculada "n"

Calculo de "n"		
n	Calculo de "n" para "e" = 10 %	Calculo de "n" para "e" = 5 %
5,913	94,5050324	360,72

Para un error de 5% en la muestra de las encuestas, el valor mínimo debe ser de 361 casas encuestadas. Guaimaca actualmente tienen 21 colonias y 8 barrios. Por lo que se realizaron 12 encuestas por cada barrio y colonia, las cuales fueron seleccionadas al azar. En total se aplicaron 361 encuestas.

#### **4.3.1 Materiales usados para la aplicación de encuestas**

Para realizar y llevar a cabo la investigación se hizo uso de materiales tales como: resmas de papel, lápiz (tinta y grafito), marcadores, tablero, libreta de campo, impresora, computadora, cámara fotográfica, GPS y mapa sectorial.

#### **4.4 Método Matriz de Vulnerabilidad**

Se utilizó la metodología para un Diagnóstico Ambiental Cualitativo (DAC), el cual consiste en ir de lo particular a lo general, incluye como primer punto la observación de un hecho con el fin de conocerlo, en este caso la observación directa de la zona de estudio, como primer paso de inducción (Camacho 1992).



La matriz de vulnerabilidad nos constatará los componentes en evaluación y una reafirmación de los componentes e indicadores usualmente determinados por la puntuación de los daños ambientales a evaluar, el requerimiento de la matriz funcionalmente nos dará el resultado, con el cual confirmaremos el grado de vulnerabilidad. El análisis de vulnerabilidad se puede realizar tanto en proyectos nuevos como en aquellos existentes, analizando el nivel de exposición de sufrir daños ante la ocurrencia de un desastre (A. Camacho 1992).

#### **4.5 Desarrollo de la Metodología**

Para el desarrollo de la investigación, se recolecto información pertinente y fiable al tema de estudio y del área donde se llevó a cabo la misma, para ello trabajamos con una serie de actividades que se realizaron en orden, acomodándose a cada acción que se realizó y de las cuales se mencionan las siguientes:

**Evaluación de Amenazas:** Se realizó a través de inventarios de fenómenos realizados de forma participativa con la municipalidad y la población; observaciones y mediciones de campo, análisis y revisión de información científica disponible (mapas, fotos aéreas, informes, etc.), con el fin de conocer la probable ubicación y severidad de los fenómenos naturales peligrosos, así como la probabilidad de que ocurran en un tiempo y área específica (Schutze 2007).

Para la evaluación de amenazas se toman en cuenta algunas fases tales como:

- Estimar la Intensidad relativa del fenómeno (por ejemplo: la altura de agua durante una inundación).
- Estimar la Probabilidad o frecuencia de ocurrencia del fenómeno o desarrollo posible en el futuro (Cada cuantos años es posible que el fenómeno ocurra con iguales características).

- Identificación del nivel de amenaza; alto/ medio/ bajo (Schutze 2007).

**Evaluación de Vulnerabilidad:** En este proceso mediante el cual se determina el nivel de exposición y predisposición a daños y pérdidas, ante una amenaza específica. Consiste en la identificación y evaluación de los elementos vulnerables y de los factores de vulnerabilidad.

Es basada en la utilización de información existente y actualizado sobre: El Sistema; planos del sistema, métodos operativos y datos sobre los componentes del Sistema, La zona del proyecto; ocurrencia de desastres, tipos de amenazas, mapas de amenazas, y El entorno; niveles de pobreza, organización, cuenca (Schutze 2007).

Para el análisis de vulnerabilidad se debe tomar en cuenta al menos los pasos siguientes:

- Descripción de la zona en estudio: ubicación, clima, estructura urbana, identificación y descripción de los elementos de cada componente del sistema, identificación y descripción funcional del sistema (caudales, niveles, presiones y calidad del servicio), Identificación de los aspectos operativos del sistema (capacidad de los componentes, demanda.), identificación y descripción de los aspectos administrativos y capacidad de respuesta de la empresa en el sistema en estudio (Schutze 2007).
- Observaciones directas en el terreno: Determinación de parámetros y evaluación de las amenazas, considerando su impacto sobre el sistema (Vulnerabilidad física), Identificación de los componentes críticos y vulnerables del sistema, responsables de que éste no tenga capacidad para atender la demanda mínima y los lugares de abastecimiento considerados prioritarios (Schutze 2007).

**Evaluación de Riesgo:** La evaluación del riesgo consiste en relacionar las amenazas y vulnerabilidades con el fin de determinar las consecuencias sociales, económicas y ambientales de un determinado evento sobre el sistema de agua y saneamiento (Schutze 2007).

Un análisis de riesgo consiste en estimar las pérdidas probables para los diferentes eventos peligrosos posibles. Evaluar el riesgo es relacionar las amenazas y las vulnerabilidades con el fin de determinar las consecuencias sociales, económicas y ambientales de un determinado evento (Schutze 2007).

## **4.6 Alternativas ecológicas para el manejo de aguas residuales**

### **4.6.1 Humedales naturales o artificiales**

Los humedales pueden ser artificiales o naturales, donde el tratamiento se da por medio de plantas, lo que se conoce como fitorremediación. Muchos de los atributos que tienen los humedales naturales se pueden alcanzar con humedales construidos para tratamientos de aguas residuales. Algunos de los beneficios que tienen los humedales son: representan una fuente de alimentación y hábitat para vida silvestre, permiten un mejoramiento de la calidad del agua, son una protección contra inundaciones, representan un control contra la erosión y brindan recreación y embellecimiento (CEGESTI 2010).

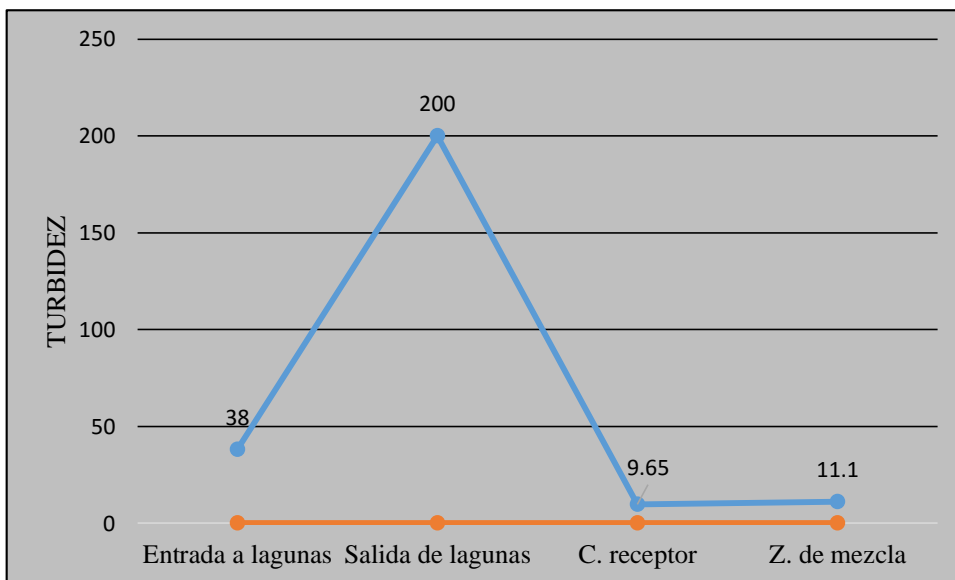
Los humedales artificiales son construidos y diseñados con plantas de humedales y microorganismos que ayuden al tratamiento de aguas residuales. Las plantas juegan un papel importante en la remoción de estos contaminantes. Algunas bombean oxígeno desde la superficie hasta las partes sumergidas. Este oxígeno es utilizado por bacterias que degradan los contaminantes. Las plantas también toman nitrógeno, fósforo y otros compuestos del agua (CEGESTI 2010).

Para proponer alternativas amigables con el ambiente que beneficien la zona urbana del municipio de Guaimaca F.M. se identificaron las aguas grises que están fuera del sistema de alcantarillado (dañando carreteras y generando vectores de enfermedades).

## V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 5.1 Resultados de análisis de agua en laboratorio

#### 5.1.1 Primer análisis

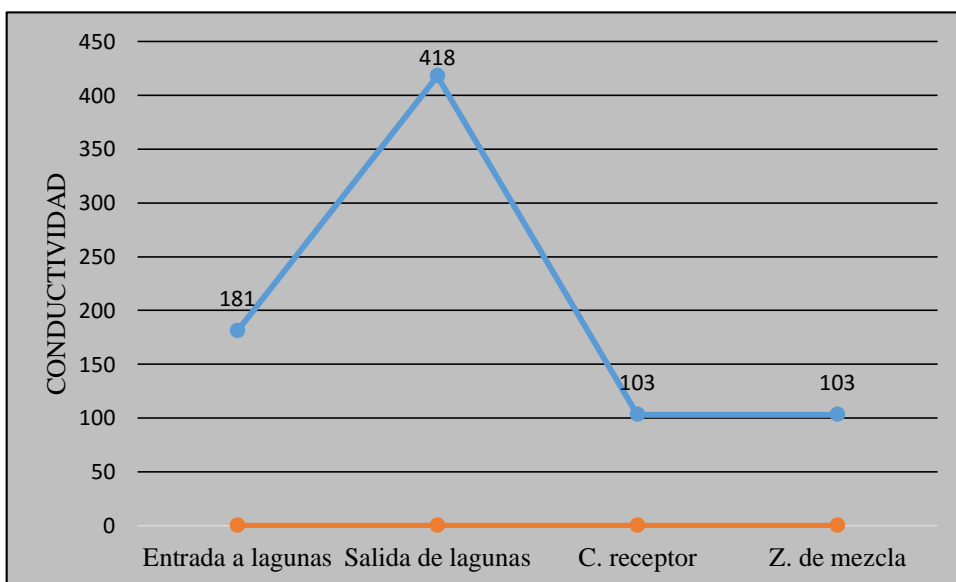


**Figura 3** Resultado de análisis de turbidez del agua en laboratorio.

La turbidez es una medida del grado en el cual el agua pierde su transparencia debido a la presencia de partículas en suspensión; mide la claridad del agua, se puede definir como la medida de cuántos sólidos (arena, arcilla y otros materiales) hay en suspensión en el agua, mientras más sucia parecerá que ésta, más alta será la turbidez. La turbidez puede impactar los ecosistemas acuáticos al afectar la fotosíntesis (limita el paso de la luz solar), respiración y la reproducción de la vida acuática. La turbidez es considerada una buena medida de la calidad del agua (Gonzales, C. 2011).

El primer punto corresponde a la entrada de las aguas crudas al sistema, estas recibieron un pre-tratamiento en el tanque IMHOFF (tipo de tanque de doble función -recepción y procesamiento), es de esperar encontrar altos valores de sólidos en el primer punto por lo que la turbidez es alta con un resultado de 38, tal como se muestra en la figura 3. Luego de ser tratadas en el sistema de las lagunas facultativas y de maduración podemos observar que los valores incrementaron a un 200 por lo que este sistema es deficiente según los resultados de este análisis en este parámetro, este valor aumenta debido al alto contenido de algas, por lo tanto se debe hacer un control exhaustivo del contenido de algas en las lagunas. Refiriéndonos a al cuerpo receptor (rio jalan) se observan resultados de 9.65 y en la zona de mezcla un 11.1.

Cabe mencionar que según la norma de calidad de agua para descarga de aguas residuales a cuerpos receptores de Honduras, este parámetro no cuenta con un valor establecido para la regulación de estas descargas a los cuerpos receptores.

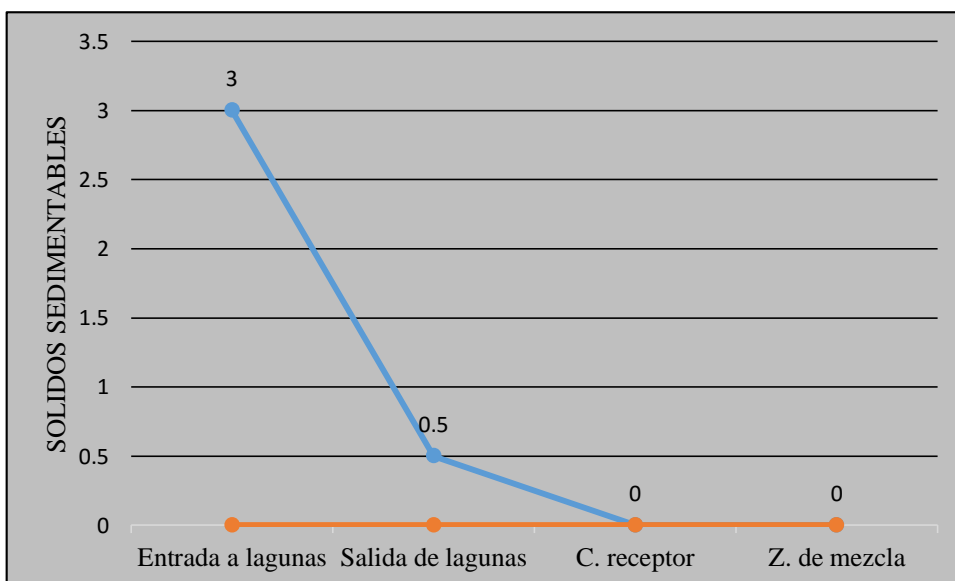


**Figura 4** Resultado de análisis de la conductividad del agua en laboratorio.

El siguiente parámetro químico evaluado es la conductividad del agua en el cual se obtuvo resultados en la entrada al sistema de las lagunas de oxidación (aguas crudas) con 181, para la salida del sistema luego de su tratamiento el resultado aumento dando un valor de 418, la conductividad del cuerpo receptor y de la zona de mezcla es de 103. No tenemos un valor establecido por la norma de calidad de agua para descarga de aguas residuales a cuerpos receptores para este parámetro.

La conductividad es la medida que indica la facilidad con la que la corriente eléctrica pasa a través del agua residual. Puesto que el agua pura es muy mala conductora de la corriente eléctrica, las conductividades elevadas indican la presencia de impurezas, y más concretamente de sales disueltas. Como resultado del uso doméstico del agua la conductividad aumenta, y se sitúa normalmente en el intervalo 1.000-2.000 $\mu$  Siemens/cm (Cidta 2014).

La medida de la conductividad resulta muy útil para detectar descargas procedentes de algunas industrias alimentarias y químicas, o infiltraciones de agua del mar en zonas costeras. Además, la conductividad informa sobre la posibilidad de usar el agua residual tratada para riegos, ya que muchas plantas son sensibles al contenido en sales disueltas, y la exposición del terreno a riegos prolongados con aguas muy conductoras puede dar lugar a su inutilización como terreno de cultivo (Cidta 2014).



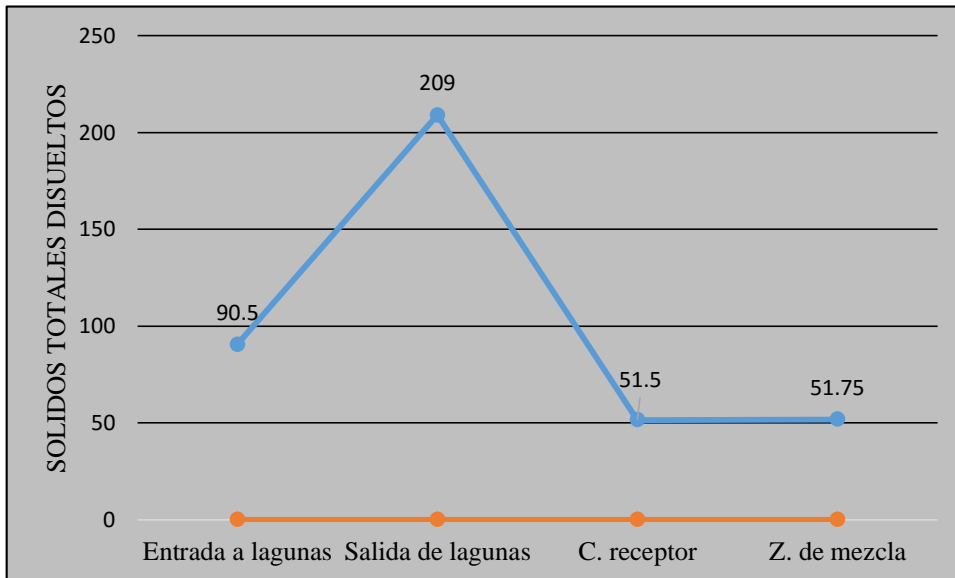
**Figura 5** Resultado de análisis de sólidos sedimentables del agua en laboratorio.

Los sólidos sedimentables son el grupo de sólidos cuyos tamaños de partículas corresponden a  $10\ \mu$ , y se puede sedimentar. Son los sólidos más pesados que al tratarlos con elementos químicos, por el propio tratamiento sedimentan en el fondo del lugar de tratamiento de las aguas (Sigug. 2015).

En la figura 5 se muestran los resultados obtenidos del análisis de los sólidos sedimentables en el sistema de aguas residuales de la ciudad de Guaimaca F.M. Como es de esperar en el primer punto de muestreo, que pertenece a la entrada del agua a las lagunas de oxidación, previo haber sido tratadas a través del tanque IMHOF, se refleja un valor de 3 ml/l, alto en comparación con lo que establece la norma de calidad para descarga de aguas residuales en cuerpos receptores (1.0 ml/l), esto es debido a que el agua al pasar por el tanque IMHOF solo se reducen los sólidos de mayor tamaño, por lo tanto al llegar a las lagunas de oxidación aún tienen presencia de partículas de menor tamaño. Por esta razón el resultado es mayor a lo establecido en la norma técnica nacional de Honduras para vertidos de agua residuales.

Al analizar el punto de salida de las lagunas de oxidación podemos observar que el resultado de los sólidos sedimentables es de 0.50 ml/l, es menor al establecido por la norma; es decir que se redujo un 2.5 desde su entrada a la salida, en este caso el resultado para su descarga al cuerpo receptor se encuentra en óptimas condiciones. Por lo que el aporte de sólidos sedimentables al cuerpo receptor es mínimo, esto significa que el sistema de tratamiento de aguas residuales de la ciudad es eficiente en la remoción de sólidos sedimentables.

En cuanto a los resultados de los puntos del cuerpo receptor y la zona de mezcla, los sólidos sedimentables presentan valores de 0 ml/l; es decir que no tenemos presencia de estos en los puntos finales. Esto significa que el agua al ser mezclada con la del río Jalen se diluyen los sólidos por lo tanto la presencia de estos desaparecen en el cuerpo receptor.



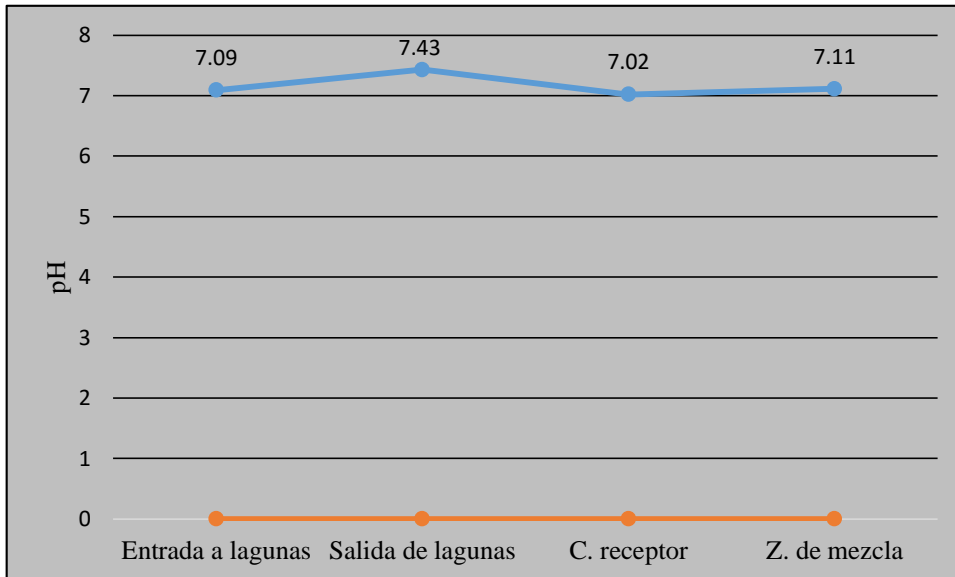
**Figura 6** Resultado de análisis de sólidos totales disueltos del agua en laboratorio.

Los sólidos totales disueltos son el conjunto de sustancias sólidas en el agua residual y se le denomina sólidos totales, estos se encuentran en suspensión, en estado coloidal y disuelto. Se clasifican en sólidos suspendidos y disueltos. En los resultados mostrado en la figura 6, se exponen los valores encontrados en los diferentes puntos muestreados; dando como resultado en el la entrada al sistema (aguas crudas) un valor de 90.5 mg/l, pasando estas por su tratamiento en el sistema de las lagunas los resultados se elevan a un 209 mg/l. en cuanto al cuerpo receptor (rio jala) el valor es de 51.5 mg/l y la zona de mezcla con un 51.75 mg/l.

En general el agua residual tiene un alto contenido de sólidos disueltos, Se puede concluir que el sistema de tratamiento de agua no está funcionando de manera eficiente en cuanto a la remoción de sólidos. Cabe mencionar que la norma técnica nacional de Honduras para vertidos de agua residuales no contempla este parámetro por lo tanto no cuenta con valores límite para la descarga de los sólidos sedimentables.



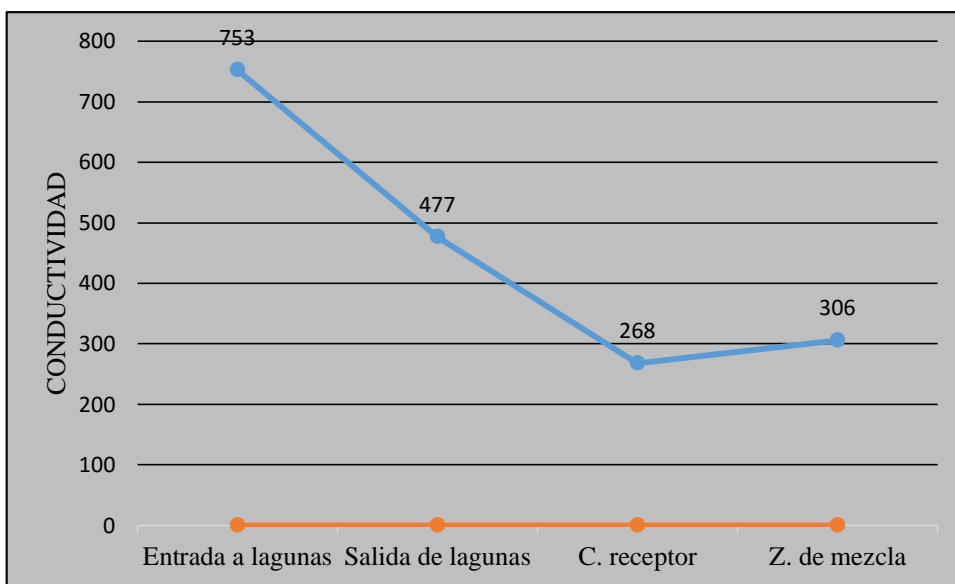
### 5.1.2 Segundo análisis



**Figura 7** Resultados de análisis de pH del agua en laboratorio.

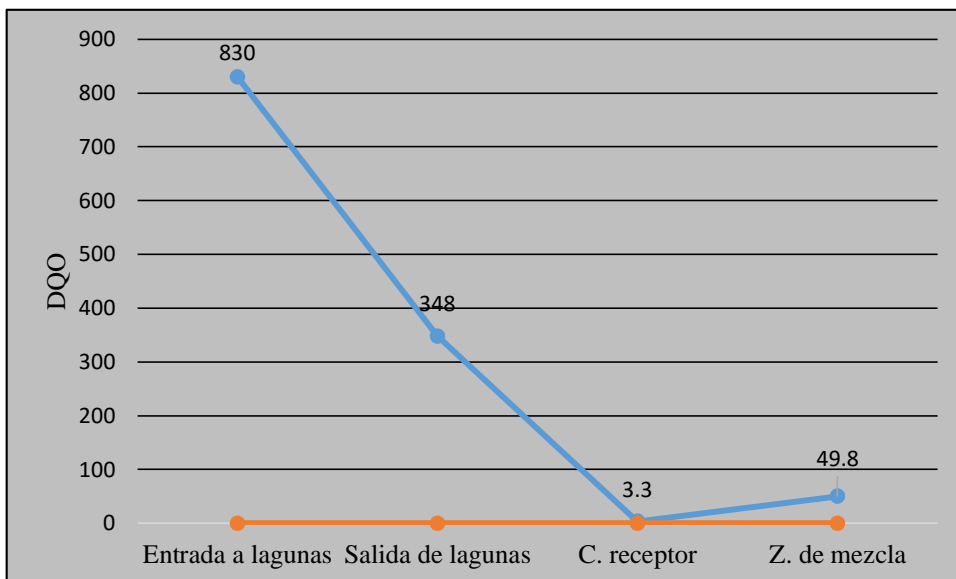
En la figura 7 se muestran los resultados del análisis del pH de las muestras de agua en el segundo análisis realizado, en los cuales se puede apreciar que el pH en el primer punto, que es en la entrada a las lagunas (aguas crudas), tiene un valor de 7.09 unidades de pH. Es importante mencionar que esta muestra, ya ha recibido un pre-tratamiento en un tanque IMHOFF, por lo cual se deduce que hubo una reducción de sólidos. Este rango está dentro de los valores recomendados por la norma técnica de Honduras para vertidos de aguas residuales. Luego al pasar por su respectivo tratamiento en las lagunas de oxidación se puede apreciar claramente que en lugar de reducir su valor tuvo un ligero aumento de 0.34; de esta manera al analizar el cuerpo receptor presento valores de 7.02 es decir que de la salida de las lagunas al cuerpo receptor se redujo un 0.41, finalizando en la zona de mezcla con 7.11.

Este comportamiento de pH, es típico de las aguas residuales que han pasado por un proceso de tratamiento, al pasar por las lagunas de oxidación hay proliferación de algas, y por ende aumento de CO<sub>2</sub>, lo que hace que el pH sea más básico. Luego al mezclarse con el agua del río vuelve a bajar el pH, como es conocido el agua de los ríos tiende a la alcalinidad. En general en todos los puntos muestreados se cumple con los rangos exigidos por la norma de Honduras.



**Figura 8** Resultado de análisis de conductividad del agua en laboratorio.

Para la conductividad en los resultados del segundo análisis, en la entrada al sistema de tratamiento de aguas residuales se obtuvo un 753 S/cm; recordando que en este punto el agua solamente ha recibido un pre-tratamiento en los tanques IMHOFF para reducir la carga de sólidos de mayor dimensión. Luego de su respectivo tratamiento en las lagunas de oxidación claramente se observa una reducción de 276 S/cm. En cuanto al cuerpo receptor los valores son de 268 S/cm y para la zona de mezcla de 306 S/cm, al analizar este parámetro se puede apreciar que el sistema reduce las cargas en su proceso. La norma técnica nacional de Honduras para vertidos de agua residuales no contempla un rango mínimo para este parámetro.

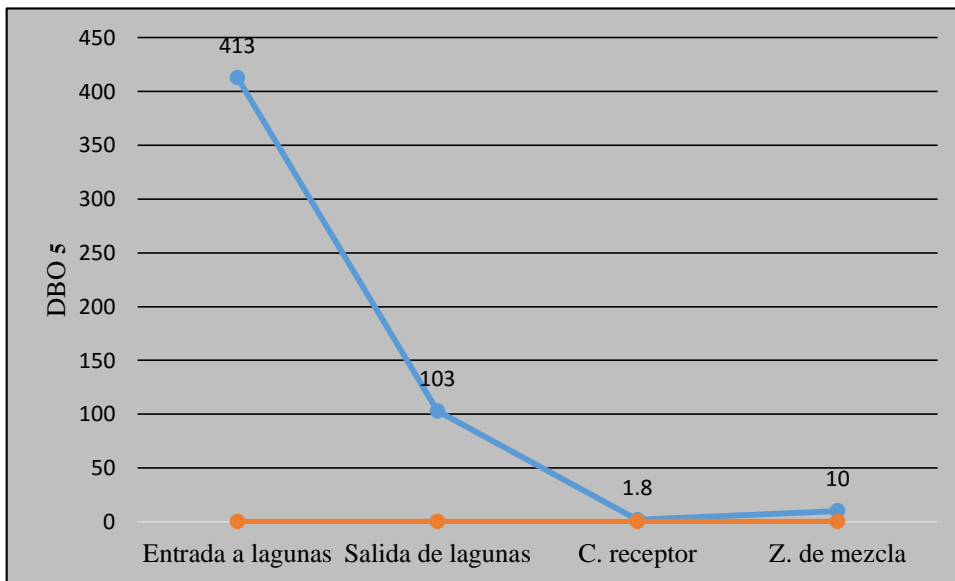


**Figura 9** Resultado de análisis de demanda química de oxígeno del agua en laboratorio.

El ensayo de la DQO se emplea para la medición de la materia orgánica presente en aguas residuales tanto industriales como municipales que contengan compuestos tóxicos para la vida biológica. La DQO de un agua residual suele ser mayor que su correspondiente DBO, siendo esto debido al mayor número de compuestos cuya oxidación tiene lugar por vía química frente a los que se oxidan por vía biológica. En muchos tipos de aguas residuales es posible establecer una relación entre los valores de la DBO y la DQO (Cidta 2014).

En los resultados obtenidos se observa como la DQO presenta un valor de 830, siendo este muy alto en comparación con lo que establece la norma técnica de calidad de agua para descarga a cuerpos receptores, el valor establecido es de 200; su alto valor es debido a que el agua analizada es la que entra a las lagunas de oxidación con un previo tratamiento en los tanques INMOF, debido a esto la carga de materia orgánica es alta ya que los tanques INMOF solo reducen las partículas de mayor densidad.

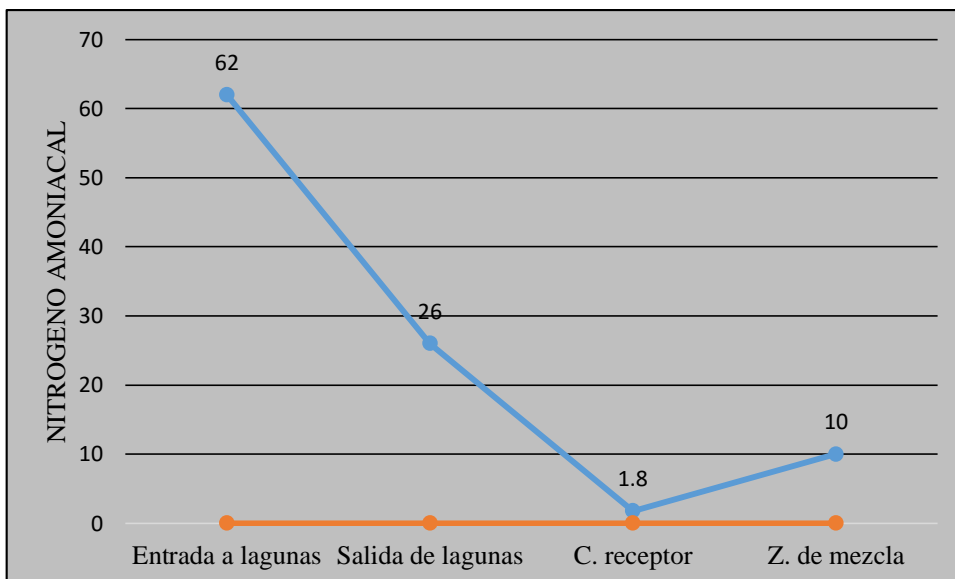
Luego al pasar por su respectivo tratamiento se observa que su carga se redujo en un 482 quedando con un total de 348; esta carga aun es mayor de lo que se establece en la norma técnica de Honduras; al mezclarse con las aguas del cuerpo receptor presentan un valor de 49.8, esto sucede porque al mezclarse, su contenido baja significativamente. El cuerpo receptor presenta valores muy bajos (3.3) pero al mezclarse con el agua residual este valor aumenta a 49.6.



**Figura 10** Resultado de análisis de la demanda biológica de oxígeno del agua en laboratorio.

La DBO<sub>5</sub> es el parámetro de polución orgánica más utilizado. Valora la cantidad de oxígeno utilizado por las bacterias (microorganismos) necesario para provocar la oxidación biológica de la materia orgánica carbonácea en la muestra a una temperatura de 20 grados centígrados, durante un determinado tiempo que usualmente se fija en 5 días en incubadora (oxidación de un 60-70 %). Con esta medida se pretende reproducir el consumo de oxígeno en un medio natural, como podría ser un río, ocasionado por el vertido de agua residual. La DBO<sub>5</sub> es, sin duda, la medida más extendida para la estimación de la contaminación por materia orgánica (Cidta 2014).

La DBO<sub>5</sub> que presento el primer resultado obtenido en la entrada a las lagunas de oxidación tiene un valor de 413, un valor alto en comparación con lo que establece la norma técnica de Honduras (50), este valor se justifica debido a que en este punto el agua solo ha reducido los sólidos de mayor densidad en los tanques INMOFF, luego al pasar por su proceso estas aguas aun cuentan con un valor alto de 103, es decir que su reducción fue de 310. Aunque tuvo una reducción significativa al pasar por las lagunas de tratamiento, tiene un impacto considerable en el cuerpo receptor el cual tiene un valor de 1.8 de DBO, al mezclarse el agua residual con el agua del rio la DBO alcanza un valor de 10. Por lo que se puede concluir que las descargas del agua residual aumenta en 8.2 el DBO del agua del rio.



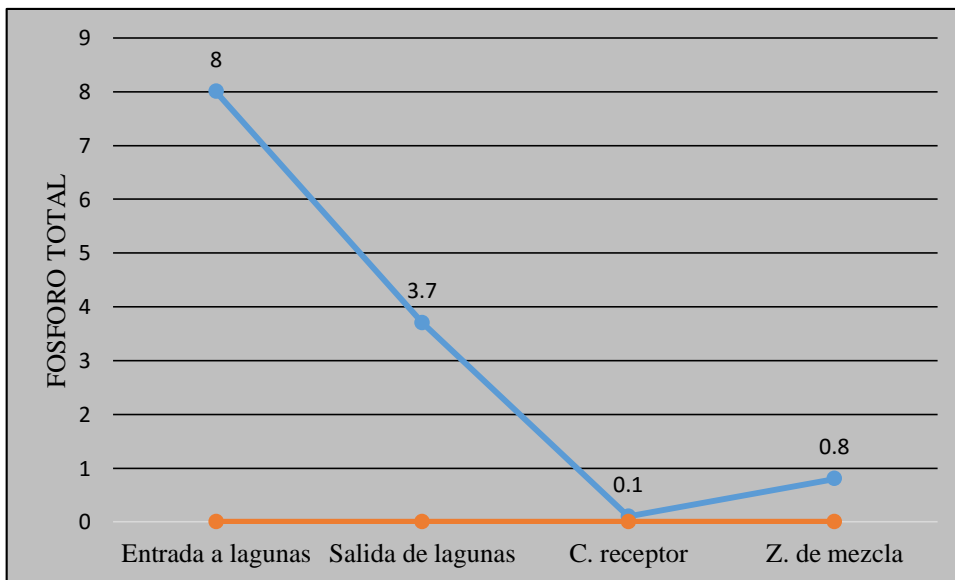
**Figura 11** Resultado de análisis de nitrógeno amoniacal del agua en laboratorio.

El nitrógeno se encuentra presente en el agua residual en forma orgánica, y en forma inorgánica como amoniaco, nitritos y nitratos. Estas distintas formas están relacionadas entre sí en lo que se conoce como ciclo del nitrógeno. Puesto que el nitrógeno es absolutamente básico para la síntesis de proteínas, será preciso conocer datos sobre la presencia del mismo en las aguas, y en qué cantidades, para valorar la posibilidad de tratamiento de las aguas residuales domésticas e industriales mediante procesos biológicos.

Cuando el contenido de nitrógeno sea insuficiente, será preciso añadirlo para hacer tratable el agua residual. (Sigug 2015).

El resultado de este parámetro como se espera en todos los puntos de entrada es mayor a lo establecido por la norma técnica de Honduras, presentando un valor de 62, la norma establece que su valor debe ser de 20; luego al ser tratada en las lagunas de oxidación vemos que su resultado es de 26 obteniendo una reducción de 36 y aun así sigue siendo alto su valor; es decir que según la norma no debe ser descargado al cuerpo receptor.

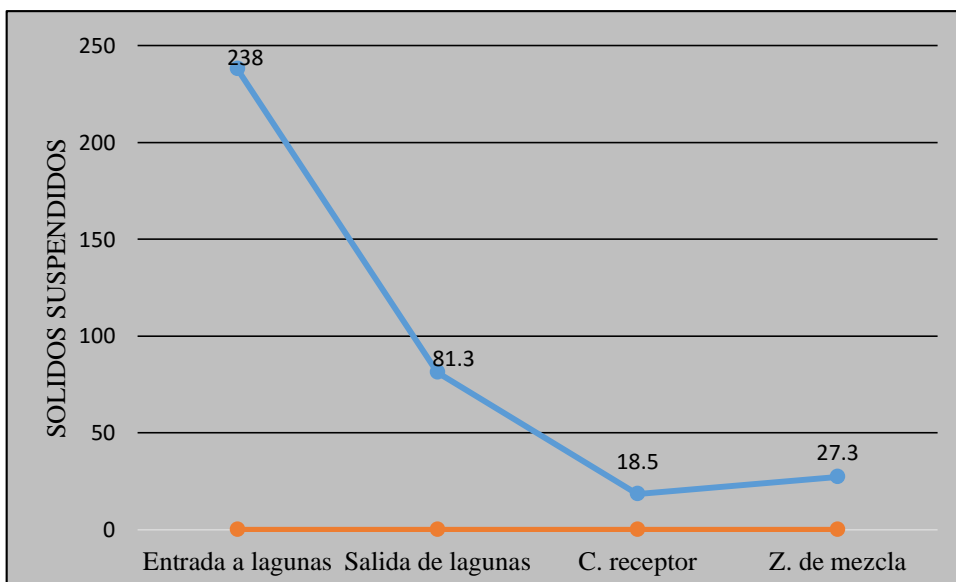
En el cuerpo receptor su valor es bajo y correcto (1.8) según la norma, en cuanto la zona de mezcla el valor es de 10 que también está dentro de lo establecido por la norma técnica de Honduras. El análisis del cuerpo receptor antes de tener contacto con las que emergen de las lagunas presenta valores óptimos establecidos por la norma técnica del país. A pesar que los sistemas loticos son pocos susceptible a la eutrofización se deben tomar en cuenta las concentraciones establecidas por las normas, ya que valores superiores indican que estos nutrientes causan un efecto directo o indirecto en el equilibrio de los ecosistemas acuáticos.



**Figura 12** Resultado de análisis de fosforo total del agua en laboratorio.

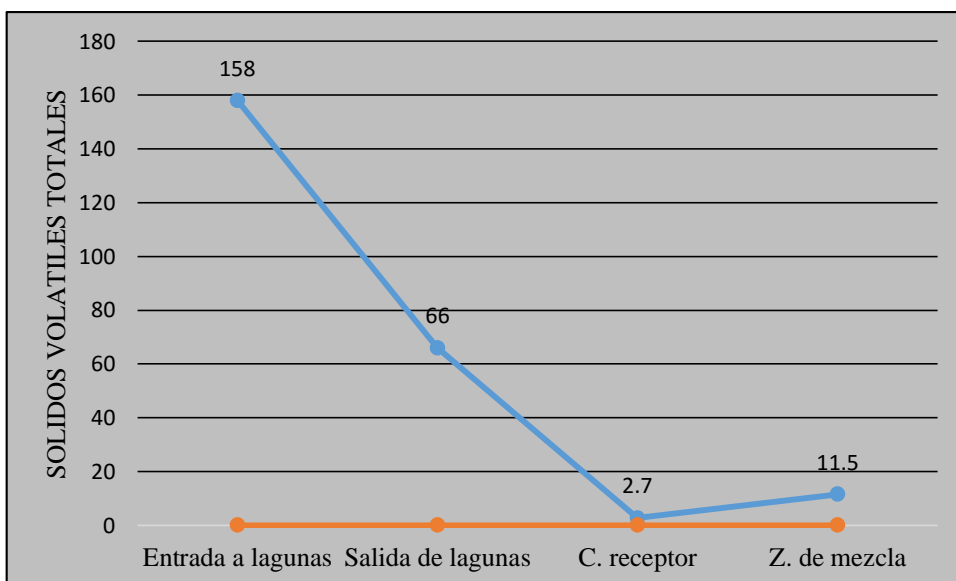
El fósforo generalmente se encuentra en aguas naturales, residuales y residuales tratadas como fosfatos. Éstos se clasifican como ortofosfatos, fosfatos condensados y compuestos organofosfatados. Estas formas de fosfatos provienen de una gran cantidad de fuentes, tales como productos de limpieza, fertilizantes, procesos biológicos. El fósforo es un nutriente esencial para el crecimiento de organismos, por lo que la descarga de fosfatos en cuerpos de aguas puede estimular el crecimiento de macro y microorganismos fotosintéticos en cantidades nocivas (Romo 2001).

Para este parámetro, observamos que el primer punto (entrada a lagunas de oxidación) presenta un valor correcto establecido por la norma técnica hondureña que es de 10, obteniendo un resultado de 8, después de ser tratadas en el sistema se observa una reducción de 4.7, de esta manera su valor sigue siendo correcto según lo establecido; como es de esperar con valores dentro de lo establecido por la norma, al analizar el cuerpo receptor su valor es aún más bajo con un 0.8; así también se puede apreciar un valor mucho más bajo aguas arriba con un 0.1.



**Figura 13** Resultado de análisis de sólidos suspendidos del agua en laboratorio.

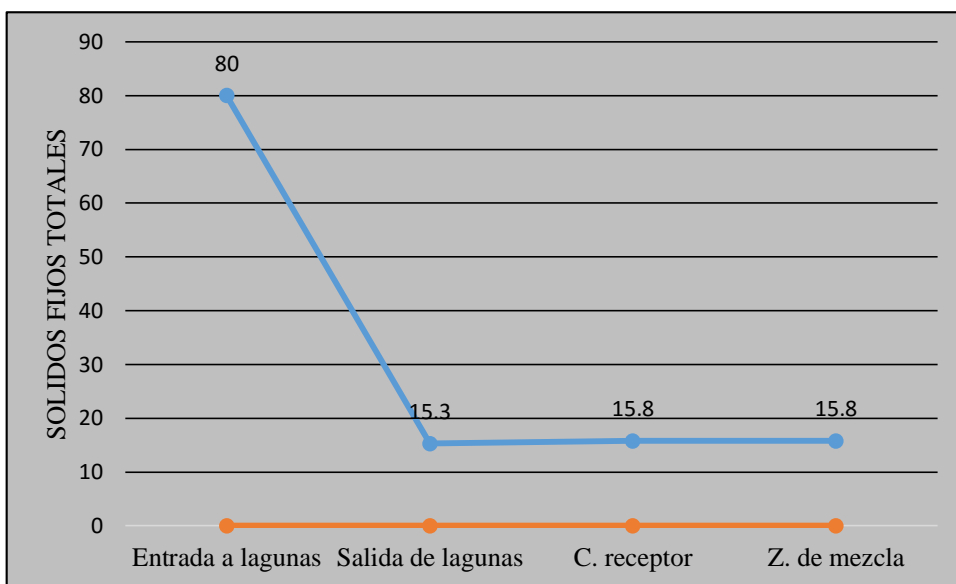
Los resultados para la determinación de los sólidos suspendidos muestran claramente que en el momento en que las aguas crudas entran al sistema contienen altas cantidades de sólidos suspendidos, teniendo como resultado un 238 para este punto; según la norma técnica de Honduras estos deben estar bajo el límite de 100. Luego de su respectivo tratamiento en el sistema de las lagunas de oxidación estas reducen un 156.7 quedando en un 81.3, de esta manera se cumple con lo establecido según la norma técnica al momento de ser vertidas al cuerpo receptor (rio jalan). En cuanto al cuerpo receptor sus valores están en 18.5 y la zona de mezcla con un 27.3; así pues este tratamiento está en su funcionamiento correcto.



**Figura 14** Resultado de análisis de sólidos volátiles totales del agua en laboratorio.

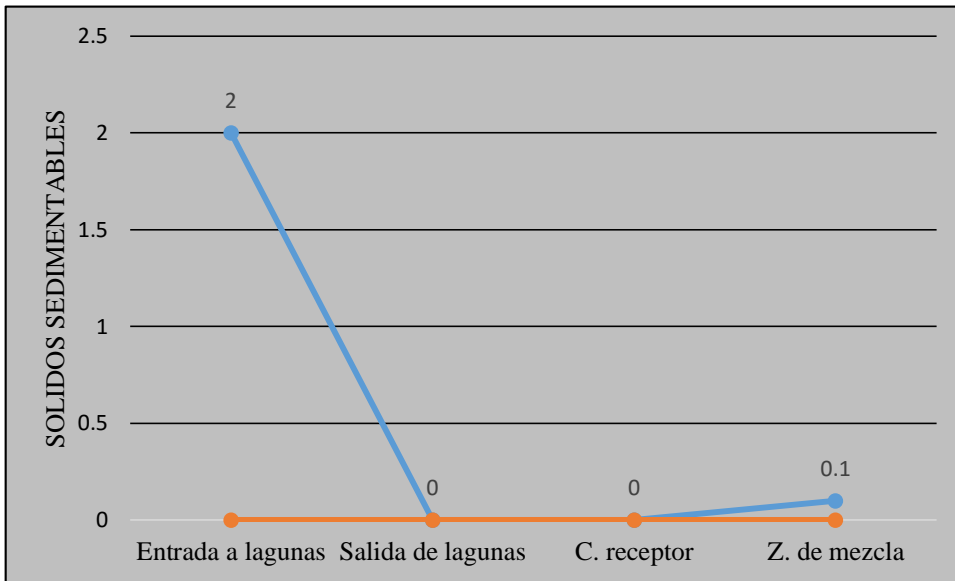
La norma de calidad para descarga de aguas residuales a cuerpos receptores de Honduras no establece un límite contemplado para la descarga de sólidos volátiles totales. En el punto de entrada nos encontramos con un valor de 158 debido a que estas son aguas crudas, cuando estas salen de las lagunas y han recibido su tratamiento la carga de estos se redujo 66, quiere decir que se eliminó un 92 de estos sólidos volátiles totales, llegando a su zona de mezcla con un 11.5. El cuerpo receptor tiene valores de 2.7 ya que este aun no hace contacto con las aguas que se vierten del sistema.





**Figura 15** Resultado de análisis de solidos fijos totales del agua en laboratorio.

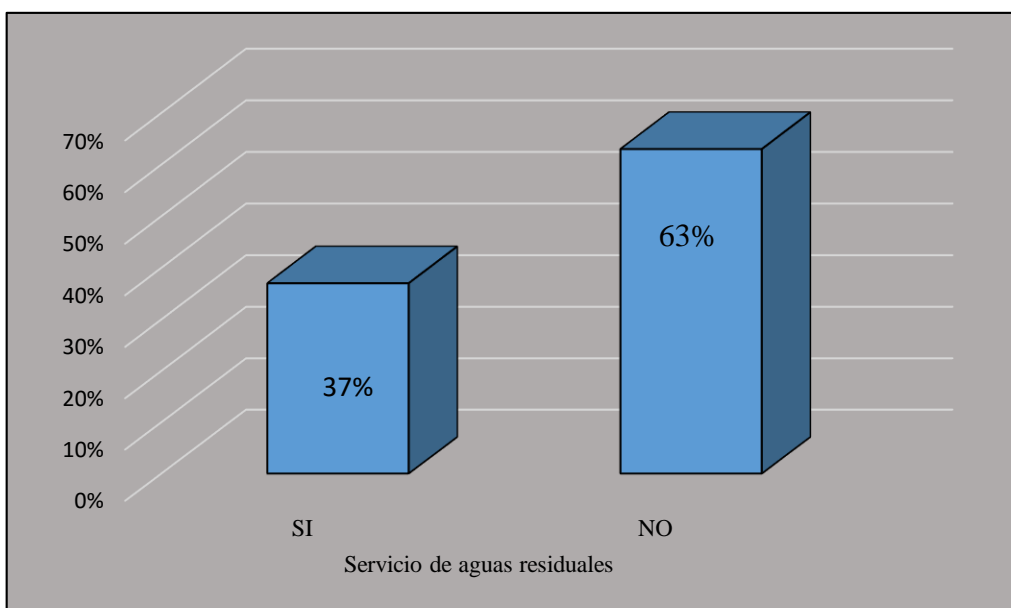
Como en todos los resultados obtenidos en el primer punto de muestreo los valores son mayores, debido a que en este el agua solo ha recibido un pre-tratamiento en los tanque IMHOFF. Encontramos un valor de 80 de solidos fijos totales, reduciendo está a 15.3 en su salida del sistema, eliminando en su proceso un valor de 64.7. El cuerpo receptor y la zona de mezcla con valores de 15.8. Al igual que otros parámetros la norma de calidad para descarga de aguas residuales no contempla rangos para este parámetro.



**Figura 16** Resultado de análisis de sólidos sedimentables del agua en laboratorio.

En el primer punto; entrada a las lagunas (aguas crudas) el valor de los sólidos sedimentables es de 2, luego de que estos pasan por el tratamiento del sistema de aguas residuales de la ciudad se elimina por completo la presencia de estos, en la zona de mezcla apenas se encuentra un 0.1. El cuerpo receptor no tiene presencia de estos. Según la norma para descarga de aguas residuales a cuerpos receptores de Honduras se establece un valor de 1 para su descarga. El sistema en la reducción de estos sólidos funciona correctamente.

## 5.2 Resultado de las encuestas

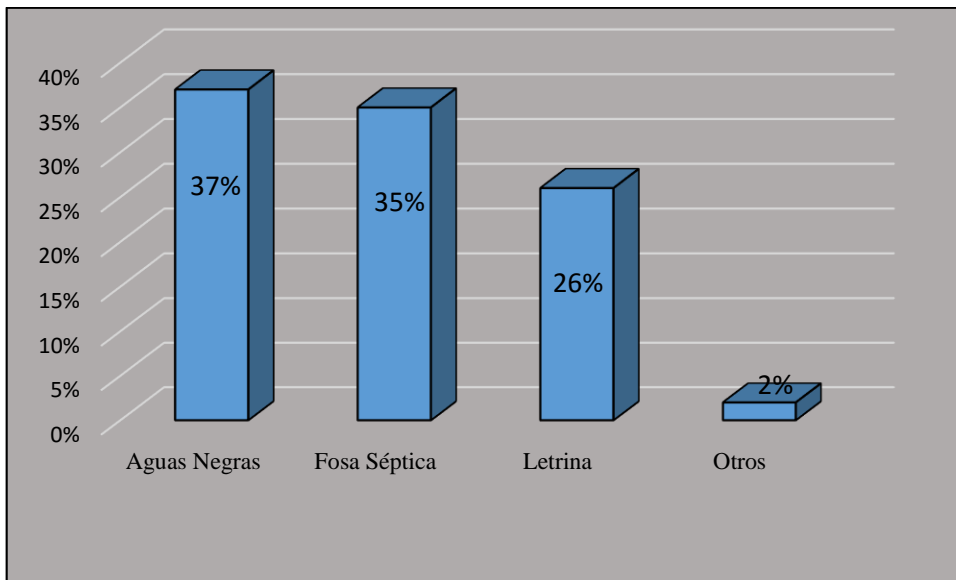


**Figura 17** Porcentaje de usuarios del servicio de aguas residuales dentro de la zona urbana del municipio.

Al encuestar la población, se determinó el porcentaje de usuarios del sistema de aguas residuales en la zona urbana; dando como resultado que la mayor parte de la población no cuentan con el servicio del mismo, el 63% de las viviendas están fuera de la red de drenaje de aguas residuales.

Apenas un 37% de las viviendas están conectadas al sistema de aguas residuales dentro de la zona urbana; como resultado de esto la población no está satisfecha debido a que estos sistemas son de gran importancia para el desarrollo de la ciudad.

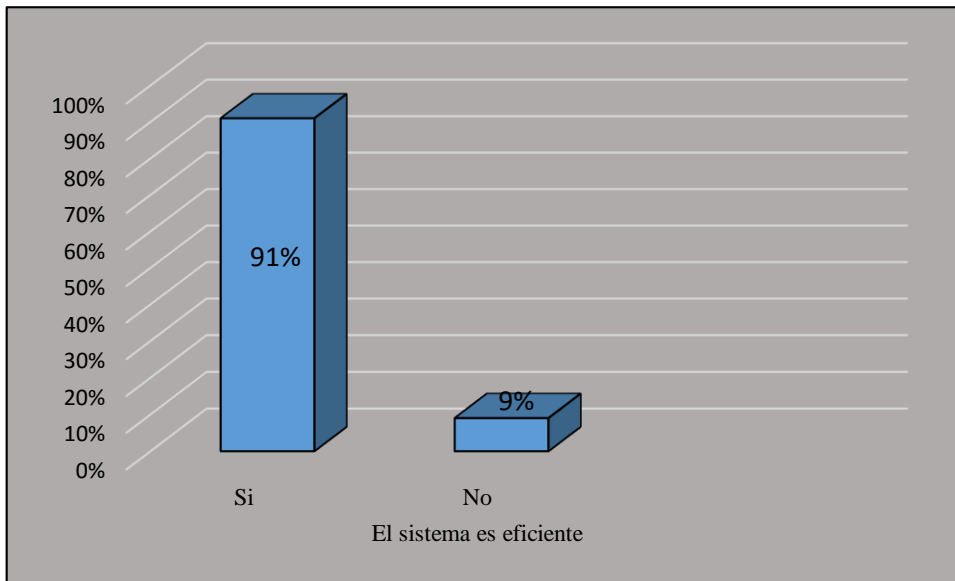
Las viviendas que no tienen conexión al servicio de aguas residuales, hacen las deposiciones de las aguas servidas directamente al río, o en otros casos construyen sus tanques sépticos. Esta situación provoca contaminación de los cuerpos receptores en este caso, es el río Jalan.



**Figura 18** Distribución de dispositivos usados dentro de la zona urbana del municipio.

En la figura 18 se muestra el resultado del porcentaje de población que cuenta con el servicio de aguas residuales; en esta figura se muestra como está distribuido los depósitos de la misma. Un 37 % de las viviendas cuentan con el sistema de aguas residuales en su mayoría están ubicadas en la parte céntrica de la ciudad, en segundo lugar dominan las fosas sépticas con un 35% y un 26% de las viviendas cuentan con letrinas; estas se encuentran distribuidas por toda la zona urbana del municipio, y un 2% no cuenta con ningún depósito.

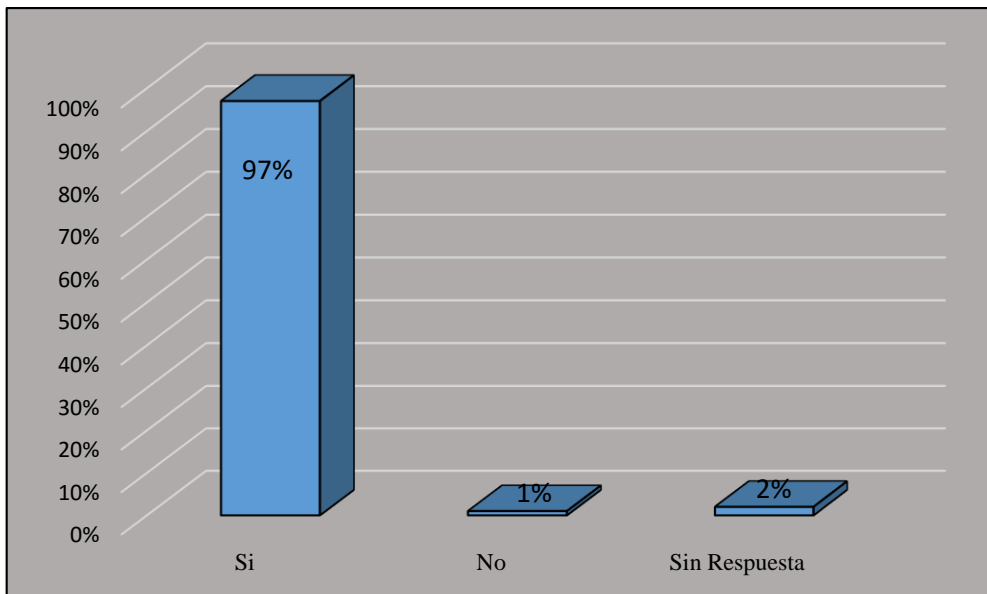
Al construir fosas sépticas y letrinas se está dañando y contaminando el suelo de tal manera que estos pierden sus propiedades naturales, también se debe tomar en cuenta que existe la probabilidad de contaminar el manto freático ya que estas no llevan un tratamiento previo.



**Figura 19** Opinión de la población en cuanto a la eficiencia del sistema de aguas residuales dentro de la ciudad.

Otra variable importante a determinar fue la eficiencia del sistema; para ello se les pidió la opinión a las personas encuestadas, donde la figura 19 nos muestra claramente que un 36% está de acuerdo con que el sistema es eficiente en sus servicios; un 4% dijeron que no lo es. Un 60% no brindaron su opinión en cuanto a su eficiencia, para esta grafica debemos tener en cuenta que las personas que no opinaron, es debido a que ellas no cuentan con el sistema de aguas residuales por lo tanto no saben si es o no eficiente el mismo.

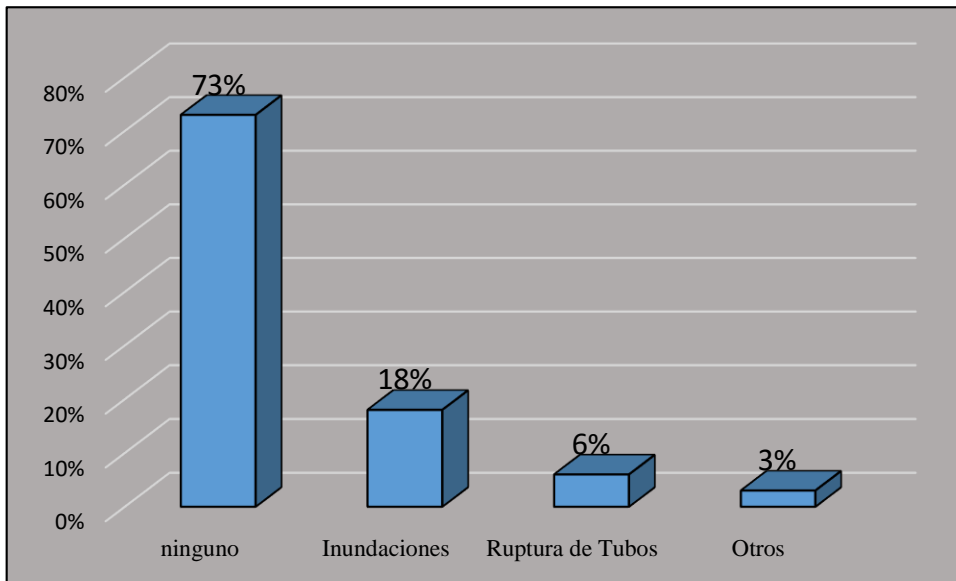
Enfocándonos en las que si respondieron; nos damos cuenta que la mayor parte coinciden con que si es eficiente el sistema y solo una pequeña parte no está de acuerdo. Significa que las personas encargadas de administrar y dar mantenimiento a la red de drenaje de aguas residuales están haciendo bien su trabajo.



**Figura 20** Porcentaje de personas de acuerdo con que se debe ampliar el sistema de aguas residuales para beneficiarse del servicio.

También se le consultó a las personas encuestadas, cuál es su opinión en cuanto si se deben realizar proyectos para que la población que no cuenta con el servicio de aguas residuales obtenga el servicio; su opinión como lo muestra la figura 20 se refleja claramente con un 97% que si deben realizarse proyectos para ampliar la red de drenaje de aguas residuales. Las principales preocupaciones de la población son los daños que causan las aguas que son depositadas en lugares inadecuados provocando deterioro en las calles por estancamiento, contaminación del manto freático, además esta agua puede ser foco de propagación de vectores y pueden desatar enfermedades virales y gastrointestinales.

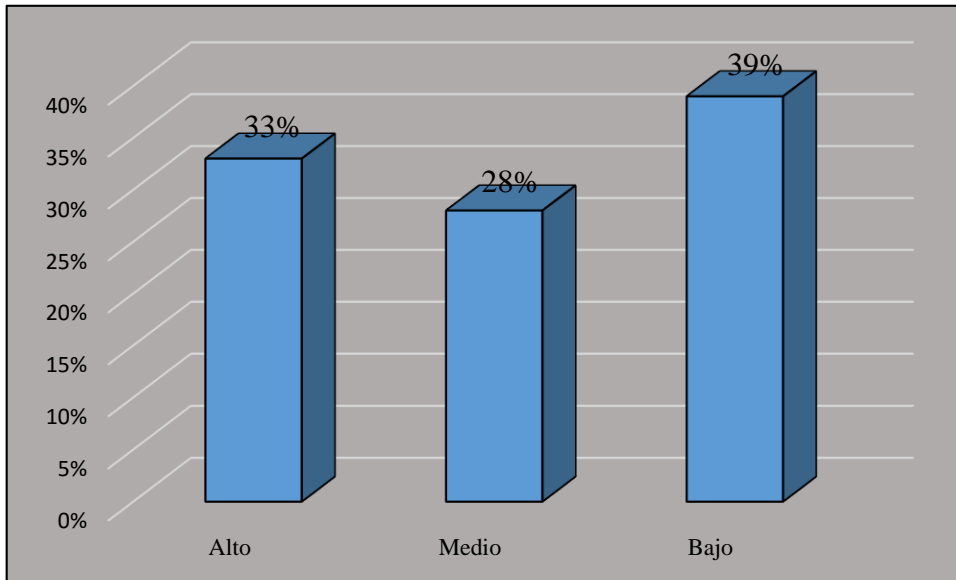
Apenas el 1% no estuvo de acuerdo con la implementación de proyectos y un 2% se limitó a opinar.



**Figura 21** Problemas que presenta el sistema de aguas residuales del municipio, según las personas.

Los principales problemas que presenta el sistema de aguas residuales de la ciudad de Guaimaca; quienes cuentan con el servicio argumentaron que uno de los problemas más comunes son las inundaciones (18% de los encuestados). Un 6%, afirmó que otro de los problemas comunes era la constante ruptura de tuberías. Cabe mencionar que la ocurrencia de estos problemas son más frecuentes en época de invierno en donde se dan las lluvias más intensas. Al aumentar la escorrentía superficial es conducida hacia los canales de drenaje de las aguas residuales, llevando gran cantidad de sólidos y sedimentos, lo que colmata la tubería de conducción y provocan la ruptura de los tubos.

El 73%, representa las personas que argumentan que no tienen ningún problema con el servicio de aguas residuales; solo un 3% manifestó que había otros problemas y en el cual solo se mencionó la obstrucción del paso de las aguas en la tubería.



**Figura 22** Intensidad de los problemas que se presentan en el sistema de aguas residuales.

En cuanto la intensidad de los problemas que presenta el sistema de drenaje de las aguas residuales de la ciudad; en la figura 22. Se puede apreciar claramente que un 33% dijeron que los problemas eran de intensidad alto, un 28% los consideraron de intensidad media y otro 39% de baja intensidad. Las personas que consideran de nivel alto toman mucho en cuenta la propagación de enfermedades por vectores que desarrollan su vida en estas condiciones de humedad y falta de higiene a causa de las mismas aguas que causan problemas en algunas vías de acceso.



### 5.3 Resultados de la matriz de vulnerabilidad

**Cuadro 1** Matriz de vulnerabilidad en el sistema de las aguas residuales de la zona urbana del municipio de Guaimaca, F.M.

Indicadores	Componentes del Sistema de Agua				Total
	Instalación a red de drenaje	Conducción	Cajas de registro	Lagunas de depósito o tratamiento	
Presencia de contaminantes	2	2	2	2	8
Eficiencia del sistema	1	2	1	2	6
Tipo de material (asbesto, cemento, metal o PVC)	2	2	2	2	8
Mantenimiento del sistema	2	2	1	1	6
Obras de protección	2	2	2	1	7
Nivel de organización	2	1	2	1	6
<b>Total</b>	<b>11</b>	<b>11</b>	<b>10</b>	<b>9</b>	<b>41</b>

**Cuadro 2** Indicadores de medición en el sistema de aguas residuales de la zona urbana del municipio de Guaimaca, F.M.

<b>Indicadores de Medición en el Sistema de las Aguas Residuales de Guaimaca, F.M.</b>						
<b>Peso</b>	Presencia de contaminante	Eficiencia del sistema	Tipo de material (asbesto, cemento, metal o PVC)	Mantenimiento del sistema	Obras de protección	Nivel de organización
<b>1</b>	Bajo <input type="checkbox"/>	Bueno <input type="checkbox"/>	Bueno <input type="checkbox"/>	Bueno <input type="checkbox"/>	Con obras de protección <input type="checkbox"/>	Organizados <input type="checkbox"/>
<b>2</b>	Medio <input type="checkbox"/>	Regular <input type="checkbox"/>	Regular <input type="checkbox"/>	Regular <input type="checkbox"/>	Con obras insuficientes <input type="checkbox"/>	Poco organizados <input type="checkbox"/>
<b>3</b>	Alto <input type="checkbox"/>	Mal Estado <input type="checkbox"/>	Malo <input type="checkbox"/>	Malo <input type="checkbox"/>	No cuenta con obras <input type="checkbox"/>	Nada organizado <input type="checkbox"/>

**Cuadro 3** Calificación por componente y por sistema de las aguas residuales (EPILAS/UNC- Curso: PREVENCIÓN DE DESASTRES).

<b>Por Componente</b>		
<b>Calificación</b>		<b>Valoración</b>
<b>I</b>	<b>Alta Vulnerabilidad</b>	<b>+ 13</b>
<b>II</b>	<b>Mediana Vulnerabilidad</b>	<b>7 - 12</b>
<b>III</b>	<b>Baja Vulnerabilidad</b>	<b>0 - 6</b>
<b>Por Sistema</b>		
<b>Calificación</b>		<b>Valoración</b>
<b>I</b>	<b>Alta Vulnerabilidad</b>	<b>+ 49</b>
<b>II</b>	<b>Mediana Vulnerabilidad</b>	<b>25 - 48</b>
<b>III</b>	<b>Baja Vulnerabilidad</b>	<b>0 - 24</b>

**Cuadro 4** Calificación por componente y por sistema de las aguas residuales de la zona urbana del municipio de Guaimaca, F.M.

<b>Por Componente</b>		
<b>Calificación</b>		<b>Valoración</b>
<b>II</b>	<b>Mediana Vulnerabilidad</b>	<b>10.25</b>
<b>Por Sistema</b>		
<b>Calificación</b>		<b>Valoración</b>
<b>II</b>	<b>Mediana Vulnerabilidad</b>	<b>41</b>

En la matriz de vulnerabilidad presentada en el cuadro 1 se puede observar una serie de parámetros a los cuales se les ha asignado un determinado valor según lo establecido por la misma, basándonos en la observación que se hizo en campo y al tener la oportunidad de verificar las condiciones en las que se encuentra el sistema de aguas residuales de la ciudad de Guaimaca F.M; los valores asignados son del 1 al 3, del cual el 1 es el mejor ya que al sumar el total su resultado será bajo, de esta misma forma el 2 es medio y el 3 por ser el valor más alto en la suma, diríamos que es el que más se acerca a la categoría de altamente vulnerable.

Refiriéndonos a la presencia de contaminantes podemos darnos cuenta que sus valores se encuentran en el medio (2), esto debido a que en cuanto a la instalación de drenaje los contaminantes que se encontraron fueron más que todo botes plásticos, latas y en algunos casos malezas, en su conducción nos encontramos con basura plástica arena y lodo; al igual en sus cajas de registro sus contaminantes eran plásticos y en las lagunas de oxidación nos encontramos con sólidos suspendidos.

En cuanto la eficiencia del sistema la instalación de drenajes se encuentra en óptimas condiciones, su conducción presento problemas leves ya que en ciertas zonas las aguas se estancaron causando que estas mismas se salieran del drenaje, las cajas de registro sin problemas y las lagunas de oxidación con leves problemas al descargar las aguas al cuerpo receptor ya que algunos parámetros no cumplen con las normas de calidad de agua para descargas a cuerpos receptores.

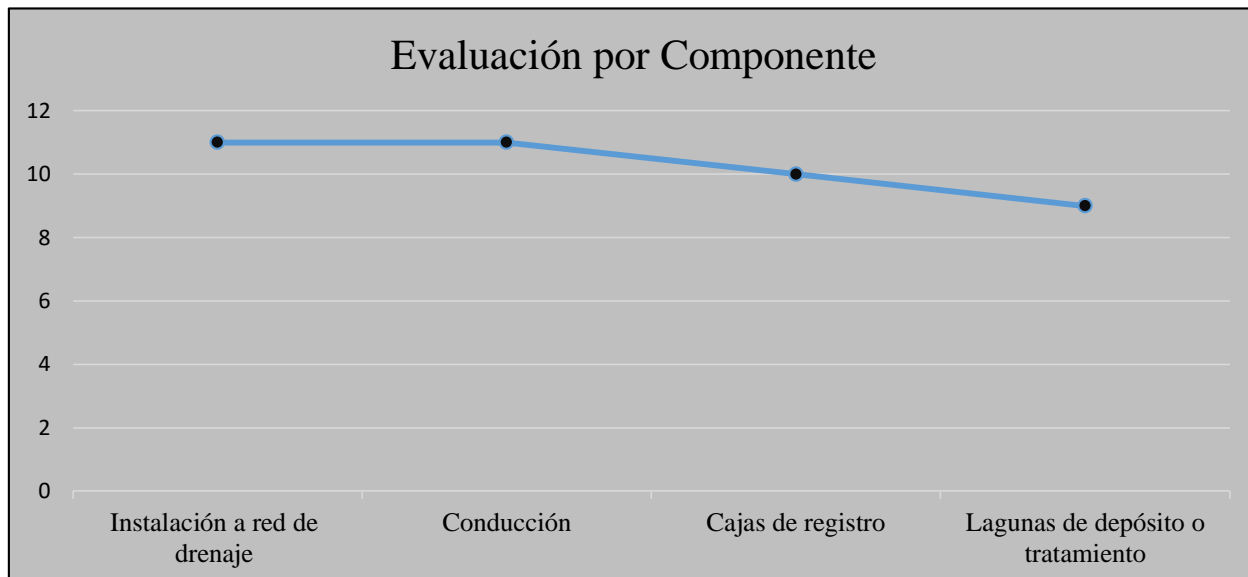
Al hacer énfasis en lo que se refiere al tipo material con el cual están construidas las estructuras del sistema en que predominó fue el cemento; es decir que durante el trabajo se observó que el sistema está construido por material cemento y poca parte de PVC.

El mantenimiento del sistema se evaluó dependiendo de quién le diera su mantenimiento; en el caso de la instalación a red de drenaje los encargados son los propietarios de las viviendas obteniendo un valor medio, a los demás componentes les da su respectivo

mantenimiento la UMASAG; observando que la conducción tiene un valor medio; caso distinto en las cajas de registro y las lagunas de oxidación que obtienen un buen mantenimiento.

Obras de protección no se observaron en la instalación a drenajes por ello su valor medio, al igual su conducción recibe su mismo valor, caso distinto en las cajas de registro que cuentan con protección a su alrededor con material de cemento que cubre su entrada, en el caso de las lagunas de oxidación cuentan con condiciones óptimas para su protección como personal a cargo de las mismas, cercas que no permiten el acceso a personal desconocido.

Su nivel de organización resulta medio para la instalación de drenajes ya que en ocasiones se encuentran mal organizadas y tienden a verse en problemas en la temporada de invierno cuando en ocasiones por estar ubicadas en partes bajas se inundan, su conducción en condiciones estables; sin problemas en su organización, cajas de registro organizadas y lagunas de oxidación con organización estables; esto debido quizás a que estas tienen pocos años de su creación y hasta el momento no presentan desorganización.



**Figura 23** Evaluación de los componentes del sistema de aguas residuales del municipio de Guaimaca, F.M.

Observando detalladamente la gráfica anterior y el cuadro 3 de calificación, específicamente en las valoraciones para los componentes podemos observar que cada uno de los componentes del sistema de aguas residuales del municipio de Guaimaca, F.M. se encuentran dentro de los rangos equivalentes para ser determinados como de mediana vulnerabilidad.

Con las valoraciones obtenidas según la investigación y los resultados de campo se debe prestar especial atención a los componentes de instalación de drenaje y conducción ya que ambos cuentan con valores de 11; según el cuadro de valoración estos son los que más se acercan a poder estar dentro de los rangos de alta vulnerabilidad, pudiendo así traer consecuencias en la infraestructura y también en la población del municipio.

Aplicada la matriz de vulnerabilidad, evaluando el sistema de aguas residuales de la zona urbana del municipio en general este nos indica que el sistema se encuentra dentro de los rangos de mediana vulnerabilidad. Debemos tener en cuenta que la evaluación se llevó a

cabo durante un periodo de 4 meses (noviembre, diciembre, enero y febrero); en los que no hubo presencia de lluvias y el caudal no aumento en lo mínimo ni presento emergencias por aumento del mismo, por lo tanto el sistema estaba funcionando en condiciones favorables para los usuarios del mismo.

Cabe mencionar que aunque el sistema se encuentre en el rango de mediana vulnerabilidad se deben tomar medidas eficientes para mejorar el servicio del mismo y evitar que este se deteriore dañando y contaminando el medio ambiente, trayendo como resultado la alteración del medio físico, infraestructura, contaminación y enfermedades para la población del municipio.

## VI CONCLUSIONES

En los resultados obtenidos de los análisis de agua físicos químicos realizados en laboratorio se pueden apreciar que algunos parámetros se encuentran correctamente según lo que establecen las normas de calidad de agua para descargas a cuerpos receptores; así también se encuentran otros fuera de lo establecido.

Los dispositivos que más se usan en las viviendas que no cuentan con el servicio para el depósito de aguas servidas son las fosas sépticas y letrinas.

Es de gran importancia tratar las aguas residuales en sistemas óptimos de tal manera que a estas se les elimine los contaminantes que tengan presentes y así evitar la contaminación de los cuerpos receptores ya que en estos se encuentra la vida acuática de algunas especies y también son usados de diversas maneras por la sociedad.

Con los resultados obtenidos, se ha determinado que el sistema de drenaje para las aguas residuales de la zona urbana del municipio de Guaimaca F.M no es capaz para toda la población ya que la mayoría no cuenta con el servicio de este mismo.

La población del municipio está de acuerdo con que este servicio es de gran valor e importancia para su desarrollo.

Los barrios y colonias que cuentan con el servicio de drenaje para las aguas residuales son los que se encuentran en la zona central de la ciudad.



Aplicando la matriz de vulnerabilidad para los componentes del sistema de drenaje de aguas residuales de la ciudad, asignándoles los valores según lo observado en campo; se concluye que estos se encuentran en el rango de mediana vulnerabilidad y se le deben prestar especial atención a los componentes de instalación a red de drenajes y conducción ya que estos se encuentran poco cerca de llegar al rango de alta vulnerabilidad.

El sistema de drenaje para las aguas residuales presenta condiciones óptimas en su funcionamiento en época de verano.

## **VII RECOMENDACIONES**

Realizar análisis periódicamente en las aguas residuales antes de ser descargadas al cuerpo receptor con el objetivo de evitar contaminar con valores fuera de lo que establece la norma de calidad de agua para descargas a cuerpos receptores.

Supervisar las empresas y microempresas y demás que hacen grandes descargas de aguas al sistema de drenaje; y de esta manera evitar que contaminantes peligrosos sean depositados en el sistema.

Gestionar la ampliación para barrios y colonias que no cuentan con el servicio de drenaje para las aguas residuales y así conectarlas al sistema; para evitar el exceso de agua que es depositada en las calles, evitando en algunos casos el acceso a algunas zonas de la ciudad; así mismo prevenir que estas causen el desarrollo de vectores que puedan transmitir enfermedades.

Implementar proyectos para brindar capacitaciones a la población, que sirvan para aprender técnicas para darle usos a las aguas grises, reducir sus contaminantes y evitar que el entorno de la sociedad se vea perjudicado.

Brindar mantenimiento a los componentes del sistema de tal manera que estos se encuentren en óptimas condiciones para su funcionamiento y así que todo el sistema se mantenga estable sin repercusiones ni consecuencias por un mal manejo del mismo.

Realizar estudios técnicos acerca del sistema; para crear información pertinente, fiable que pueda ser utilizada y sirva a futuras personas interesadas en estudiar este sistema.

Construir humedales artificiales para depositar las aguas servidas de los barrios y colonias que vierten las aguas en las calles de la ciudad, dañando de esta manera las calles, la belleza escénica del área urbana de la ciudad y así darles un mejor tratamiento.

## VIII BIBLIOGRAFIA

ADECQ. Sin fecha. Uso De Aguas Grises En El Hogar (en línea). Consultado el 14 de octubre de 2015. Disponible en <https://www.azdeq.gov/environ/water/permits/download/graybro-sp.pdf>

bioygeo.info. sin fecha. Recursos Hídricos y Contaminación del Agua (en línea). Consultado el 12 de octubre de 2015. Disponible en [http://www.bioygeo.info/pdf/06\\_Recursos\\_hidricos\\_y\\_contaminacion.pdf](http://www.bioygeo.info/pdf/06_Recursos_hidricos_y_contaminacion.pdf)

Bvsde. 2011. Solidos Disueltos Totales (SDT) (en línea). Consultado el 15 de abril de 2016. Disponible en [http://www.bvsde.paho.org/cd-gdwq/docs\\_quimicos/Solidos%20disueltos%20totales.pdf](http://www.bvsde.paho.org/cd-gdwq/docs_quimicos/Solidos%20disueltos%20totales.pdf)

CEGESTI. 2010. Alternativas ecológicas para el manejo de las aguas residuales (en línea). Consultado el 12 de junio de 2016. Disponible en [www.cegesti.org/exitoempresarial/publicacion\\_152\\_130611\\_es.pdf](http://www.cegesti.org/exitoempresarial/publicacion_152_130611_es.pdf)

COFINSA. 2005. Diagnostico institucional y Financiamiento municipio de Guaimaca, Francisco Morazán. Tegucigalpa. 76 p.

Cidta. 2014. Aguas Residuales (en línea). Consultado el 14 de abril de 2016. Disponible en <http://cidta.usal.es/cursos/ETAP/modulos/libros/residuales.pdf>

CONSORCIO HTA. 2008. Análisis de Riesgo y Plan de Contingencia (en línea). Consultado el 14 de octubre de 2015. Disponible en <http://idbdocs.iadb.org/wsdocs/getdocument.aspx?docnum=1319689>

Correa Restrepo. G. (2008). “Evaluación y monitoreo del sistema de lagunas de estabilización del municipio de santa fe de Antioquia, Colombia”. Universidad de Antioquia facultad de ingeniería Medellín. 159p

Delgadillo, O. et al. 2010. Depuración de aguas residuales por medio de humedales artificiales (en línea). Consultado el 14 de octubre de 2015. Disponible en [http://www.infoandina.org/sites/default/files/publication/files/depuracion\\_de\\_aguas\\_residuales\\_por\\_medio\\_de\\_humedales\\_artificiales.pdf](http://www.infoandina.org/sites/default/files/publication/files/depuracion_de_aguas_residuales_por_medio_de_humedales_artificiales.pdf)

Estudio de Análisis y Evaluación de Riesgos y Vulnerabilidad de Sistemas de Agua Potable y Saneamiento. Empresas Públicas Medellín, D. Toro – 2002.

Green Facts. 2001. Recursos Hídricos (en línea). Consultado el 12 de octubre de 2015. Disponible en [www.greenfacts.org/es/recursos-hidricos/1-2/4-efectos-acciones-humanas.htm](http://www.greenfacts.org/es/recursos-hidricos/1-2/4-efectos-acciones-humanas.htm)

Gonzales, C. 2011. Monitoreo de la calidad del agua (en línea). Consultado el 14 de abril de 2016. Disponible en <http://academic.uprm.edu/gonzalezc/HTMLobj-859/maguaturbidez.pdf>

[http://www.igme.es/actividadesigme/lineas/HidroyCA/publica/libro33/pdf/lib33/cap\\_3.pdf](http://www.igme.es/actividadesigme/lineas/HidroyCA/publica/libro33/pdf/lib33/cap_3.pdf).  
Métodos naturales de tratamiento de aguas residuales.

Hoffmann, H; Platzer, C; Winker, M. 2001. Revisión Técnica de Humedales Artificiales de flujo subsuperficial para el tratamiento de aguas grises y aguas domésticas (en línea). Consultado el 14 de octubre de 2015. Disponible en

[http://www.sswm.info/sites/default/files/reference\\_attachments/Revisi%C3%B3n%20T%C3%A9cnica%20de%20Humedales%20Artificiales.pdf](http://www.sswm.info/sites/default/files/reference_attachments/Revisi%C3%B3n%20T%C3%A9cnica%20de%20Humedales%20Artificiales.pdf)

<http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/cd27/higsand7.pdf> L. MARCO, R. AZARIO, C. METZLER, M. C. GARCIA La turbidez como indicador básico de calidad de aguas potabilizadoras a partir de fuentes superficiales.

Rolim Mendosa, S. 2000. Lagunas de estabilización. (En línea). Consultado el 6 de octubre del 2015. Disponible en <http://cidbimena.desastres.hn/docum/crid/Febrero2006/CD2/pdf/spa/doc13030/doc13030-1.pdf>

INECC. 2010. Aprovechamiento de aguas grises (en línea). Consultado el 14 de octubre de 2015. Disponible en <http://vivienda.inecc.gob.mx/index.php/agua/recoleccion-recliclado-y-reuso-de-agua/aguas-grises>

METCALF & EDDY. 1981. Tratamiento y Depuración de las Aguas Residuales. Editorial Labor, S.A. Barcelona. España.

Oakley, S. 2005. “Lagunas de estabilización en Honduras”. (En línea). California EE.UU. Consultado el 6 de octubre del 2015. Disponible en: <http://cidbimena.desastres.hn./docum/Honduras/laguna-de-estabilizacion-en-honduras.pdf>

PNUMA. 2006. Lineamientos sobre el manejo de las aguas residuales municipales (en línea). Consultado el 12 de octubre de 2015. Disponible en [http://esa.un.org/iys/docs/san\\_lib\\_docs/lineamientos\\_sobre\\_el\\_manejo\\_spanish.pdf](http://esa.un.org/iys/docs/san_lib_docs/lineamientos_sobre_el_manejo_spanish.pdf)

Poch, M. 1999. Las calidades del agua. Indicadores Físicos. Editorial Rubes. Primera Ed. Barcelona, España. 27-29p. Programa 21, Naciones Unidas, 2002, pág. 275.

Ríos Aragüés, J.L. 2015. Depuración de aguas residuales-2/7: características de las aguas residuales urbanas (en línea). Consultado el 13 de octubre de 2015. Disponible en <http://triplenlace.com/2013/05/17/sistemas-de-depuracion-de-aguas-residuales-26-caracteristicas-de-las-aguas-residuales-urbanas/>

Romo, M. 2001. Análisis de aguas - determinación de fósforo total en aguas naturales, residuales y residuales tratadas (en línea). Consultado el 18 de abril de 2016. Disponible en <http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Noticias/NMX-AA-029-SCFI-2001.pdf>

Remtavares. 2009. Tratamiento y reutilización de aguas residuales mediante humedales: Alternativa ecológica para poblaciones con problemas de abastecimiento (en línea). Consultado el 14 de octubre de 2015. Disponible en <http://www.madrimasd.org/blogs/remtavares/2009/04/02/115734>

Schutze, C.E. Sin fecha. Guía Técnica para la Reducción de la Vulnerabilidad en los Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable y de Alcantarillado Sanitario (en línea). Consultado el 21 de octubre de 2015. Disponible en <https://sjnavarro.files.wordpress.com/2008/08/guia-tecnica-para-la-reduccion-de-la-vulnerabilidad-de-los-sistemas-de-agua-potable-y-alcantarillado-sanitario.pdf>

Sigug. 2015. Protocolo para la determinación de sólidos sedimentables (en línea). Consultado el 15 de abril de 2016. Disponible en <http://sigug.uniguajira.edu.co/sigug/pdf/PROTOCOLOS/GL-PL-12.%20PROTOCOLO%20S%C3%93LIDOS%20SEDIMENTABLES.pdf>


Stewart M.O. 2005. Lagunas de estabilización en Honduras (en línea). Consultado el 11 de junio de 2016. Disponible en <http://www.desastreshn/docum/Honduras/laguna-de-estabilizacion-en-honduras.pdf>

SEFIN. 2013. Dirección general de inversiones públicas informe de gira de campo proyectos (en línea). Consultado el 11 de junio de 2016. Disponible en [www.sefin.gob.hn/wp-content/uploads/2013/07/promocion-proteccion-consolidado.pdf](http://www.sefin.gob.hn/wp-content/uploads/2013/07/promocion-proteccion-consolidado.pdf)



**ANEXOS**

**Anexo 1**      Primer análisis: boleta de análisis de agua residual; zona de entrada.



**SERVICIO AUTÓNOMO NACIONAL DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS**  
**LABORATORIO CONTROL DE CALIDAD – DIVISION METROPOLITANA**  
 Col. Villa Los Laureles, 1,5 km carretera al Seminario Mayor, Comayagüela, MDC  
 Tel: 2227-4498

**INFORME DE RESULTADO AGUAS RESIDUALES**  
**RTL-33-04**

No de Informe: 1491      No de Solicitud: 594

DATOS DEL CUENTE				
Nombre	MARIA RUBENIA ORTIZ			
Proyecto				
Dirección	GUAIMACA, FRANCISCO MORAZAN			
Teléfono/fax:	8753-7275			
Correo Electrónico				

DATOS DEL MUESTREO				
Fuente	ENTRADA			
Localidad				
Tomada por	MARIA RUBENIA ORTIZ			
Fecha/Hora	04-12-2015/ HORA: 09:00 AM			
Tipo de Muestra	AC	AT	INV.	AR
Entregada por	MARIA RUBENIA ORTIZ/ 04-12-2015/ HORA: 03:12 PM			
Datos de Campo	T°	Cl	pH	ODis
	FQ/MB			Otros
Condiciones Ambientales	TEMPERATURA AL LLEGAR AL LABORATORIO = 30,4			
Observaciones				

CONDICIONES AMBIENTALES DEL ANÁLISIS		
Area	Fisicoquímica	Microbiología
Fecha	11-12-2015	
T°	22,5°C	°C
Humedad	71%	%
Observaciones		

**OBSERVACIONES:**

Se prohíbe la reproducción de este informe en forma parcial, sin la aprobación escrita del Jefe de Laboratorio

1 de 2



**SERVICIO AUTÓNOMO NACIONAL DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS**  
**LABORATORIO CONTROL DE CALIDAD - DIVISION METROPOLITANA**  
 Col. Villa Los Laureles, 1,5 km carretera al Seminario Mayor, Comayagüela, MDC  
 Tel: 2227-4498

**INFORME DE RESULTADO AGUAS RESIDUALES**  
**RTL-33-04**

No de Informe: 1491

No de Solicitud: 596

I. ANÁLISIS FÍSICOS				
Parámetro	*Método	*Norma	Resultado	*Ue
Turbiedad (NTU)	Parte 2130B		38,00	
Color (UC)	Parte 2120B	< 200 (*)		
Temperatura (°C)	Parte 2550B	(< 25) (<40)		
Olor	-	-		

II. ANÁLISIS QUÍMICOS				
Parámetro	*Método	*Norma (mg/L)	Resultado	*Ue
pH	Parte 4500H*B	(6,0-9,0) (5,0-9,0)		
Conductividad µs/cm	Parte 2510B		181,00	
*o-fosfatos	Parte 365,3 (EPA)	-		
Fósforo	Por factor a partir 365,3 (EPA)	5,0 (*)		
*Nitratos	Parte 352,1 (EPA)			
*Nitritos	Parte 354,1 (EPA)			
*Nitrógeno amoniacal	Parte 350,2 (EPA)	20,0 (*)		
Oxígeno disuelto	Parte 4500-O C			
Sólidos totales	Parte 2540B			
Sólidos suspendidos	Parte 2540D	100,0 (*)		
Sólidos sedimentables	Cono Imhoff	1,0 ml/L/h (*)	3,00	
Sólidos totales disueltos		-	90,50	
Detergentes	MERCK 14697	(2,0) (10,0)		
Nitrógeno Total	4500-N	30,0 (*)		
Sulfatos	4500-SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> - E	(400,0) (400,0)		
Fluoruros	4500 FD	(10,0) (10,0)		

III. ANÁLISIS CONTAMINACIÓN ORGÁNICA			
Parámetro	*Método	*Norma	Resultado
DBO <sub>5</sub>	Parte 5210D	50 (**)	
DQO	Parte 5220D	200 (**)	
Coliformes termotolerantes (coli fecales)	Parte 9222D	5 000 UFC/100 ml(*)	

El primer valor de la Norma corresponde a descargas a cuerpos receptores y el segundo al alcantarillado sanitario  
 \* Standard Method for the Examination for the Water and Waste Water, 21 Ed (DE-05-01)  
 \* Normas Técnicas de las Descargas de Aguas Residuales a Cuerpos Receptores y Alcantarillado Sanitario (DE-04-02)  
 \* Methods for Chemical Analysis of Water and Wastes EPA (DE-05-05)  
 Ue = Incertidumbre Expandida  
 (\*) No está normado  
 (\*\*) Ver artículo 10 de acuerdo a Numero 058


Dra. Gabriela S. Lagos  
 Analista Química

Dr. Carmen N. Mendoza  
 Analista Microbiólogo

Dra. Lourdes P. Reyes  
 Jefe de Laboratorio

Se prohíbe la reproducción de este informe en forma parcial, sin la aprobación escrita del Jefe de Laboratorio

**Anexo 2**      Primer análisis: boleta de análisis de agua residual; zona de salida.



**SERVICIO AUTONOMO NACIONAL DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS**  
**LABORATORIO CONTROL DE CALIDAD – DIVISION METROPOLITANA**  
 Col. Villa Los Laureles, 1,5 km carretera al Seminario Mayor, Comayagüela, MDC  
 Tel: 2227-4498  
**INFORME DE RESULTADO AGUAS RESIDUALES**  
**RTL-33-04**

No de Informe:       No de Solicitud:

DATOS DEL CLIENTE				
Nombre	MARIA RUBENIA ORTIZ			
Proyecto				
Dirección	GUAIMACA, FRANCISCO MORAZAN			
Teléfono/fax:	8753-7275			
Correo Electrónico				

DATOS DEL MUESTREO				
Fuente	SALIDA			
Localidad				
Tomada por	MARIA RUBENIA ORTIZ			
Fecha/Hora	04-12-2015/ HORA: 09:50 AM			
Tipo de Muestra	AC	AT	INV.	AR
Entregada por	MARIA RUBENIA ORTIZ/ 04-12-2015/ HORA: 03:12 PM			
Datos de Campo	T°	Cl	pH	ODis
	FQ/MB			
Condiciones Ambientales	TEMPERATURA AL LLEGAR AL LABORATORIO = 20,1			
Observaciones				

CONDICIONES AMBIENTALES DEL ANÁLISIS		
Area	Fisicoquímica	Microbiología
Fecha	11-12-2015	
T°	22,5°C °C	°C
Humedad	71%	%
Observaciones		

**OBSERVACIONES:**

Se prohíbe la reproducción de este informe en forma parcial, sin la aprobación escrita del Jefe de Laboratorio

1 de 2





SERVICIO AUTONOMO NACIONAL DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS  
LABORATORIO CONTROL DE CALIDAD – DIVISION METROPOLITANA  
Col. Villa Los Laureles, 1,5 km carretera al Seminario Mayor, Comayagüela, MDC  
Tel: 2227-4498

INFORME DE RESULTADO AGUAS RESIDUALES  
RTL-33-04

No de Informe: 1492

No de Solicitud: 596

I. ANÁLISIS FÍSICOS				
Parámetro	*Método	*Norma	Resultado	*Ue
Turbiedad (NTU)	Parte 2130B		200,00	
Color (UC)	Parte 2120B	< 200 (*)		
Temperatura (°C)	Parte 2550B	(< 25)(<40)		
Olor	-	-		

II. ANÁLISIS QUÍMICOS				
Parámetro	*Método	*Norma (mg/L)	Resultado	*Ue
pH	Parte 4500H*B	(6,0-9,0)(5,0-9,0)		
Conductividad $\mu\text{s}/\text{cm}$	Parte 2510B		418,00	
*o-fosfatos	Parte 365,3 (EPA)	-		
Fósforo	Por factor a partir 365,3 (EPA)	5,0 (*)		
*Nitratos	Parte 352,1 (EPA)			
*Nitritos	Parte 354,1 (EPA)			
*Nitrógeno amoniacal	Parte 350,2 (EPA)	20,0 (*)		
Oxígeno disuelto	Parte 4500-O C			
Sólidos totales	Parte 2540B			
Sólidos suspendidos	Parte 2540D	100,0 (*)		
Sólidos sedimentables	Cono Imhoff	1,0 ml/L/h (*)	0,50	
Sólidos totales disueltos		-	209,00	
Detergentes	MERCK 14697	(2,0)(10,0)		
Nitrógeno Total	4500-N	30,0 (*)		
Sulfatos	4500-SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> - E	(400,0)(400,0)		
Fluoruros	4500 FD	(10,0)(10,0)		

III. ANÁLISIS CONTAMINACIÓN ORGÁNICA			
Parámetro	*Método	*Norma	Resultado
DBO <sub>5</sub>	Parte 5210D	50 (**)	
DQO	Parte 5220D	200 (**)	
Coliformes termotolerantes (coli fecales)	Parte 9222D	5 000 UFC/100 ml(*)	

El primer valor de la Norma corresponde a descargas a cuerpos receptores y el segundo al alcantarillado sanitario  
\* Standard Method for the Examination for the Water and Waste Water, 21 Ed (DE-05-01)  
\* Normas Técnicas de las Descargas de Aguas Residuales a Cuerpos Receptores y Alcantarillado Sanitario (DE-04-02)  
\* Methods for Chemical Analysis of Water and Wastes EPA (DE-05-05)  
Ue = Incertidumbre Expandida  
(\*) No esta normado  
(\*\*) Ver artículo 10 de acuerdo a Numero 058


Dra. Gladys S. Lagos  
Analista Química

Drá. Carmen N. Mendoza  
Analista Microbiólogo

Dra. Lourdes P. Reyes  
Jefe de Laboratorio

Se prohíbe la reproducción de este informe en forma parcial, sin la aprobación escrita del Jefe de Laboratorio

**Anexo 3**      Primer análisis: boleta de análisis de agua residual; zona de mezcla.



**SERVICIO AUTONOMO NACIONAL DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS**  
**LABORATORIO CONTROL DE CALIDAD – DIVISION METROPOLITANA**  
 Col. Villa Los Laureles, 1,5 km carretera al Seminario Mayor, Comayagüela, MDC  
 Tel: 2227-4498

**INFORME DE RESULTADO AGUAS RESIDUALES**  
**RTL-33-04**

No de Informe: 1494

No de Solicitud: 596

DATOS DEL CLIENTE					
Nombre	MARIA RUBENIA ORTIZ				
Proyecto					
Dirección	GUAIMACA, FRANCISCO MORAZAN				
Teléfono/fax:	8753-7275				
Correo Electrónico					

DATOS DEL MUESTREO					
Fuente	SALIDA				
Localidad					
Tomada por	MARIA RUBENIA ORTIZ				
Fecha/Hora	04-12-2015/ HORA: 09:10 AM				
Tipo de Muestra	AC	AT	INV.	AR	
Entregada por	MARIA RUBENIA ORTIZ/ 04-12-2015/ HORA: 03:12 PM				
Datos de Campo	Tº	Cl	pH	ODs	Otros
	FQ/MB				
Condiciones Ambientales	TEMPERATURA AL LLEGAR AL LABORATORIO = 30,3				
Observaciones					

CONDICIONES AMBIENTALES DEL ANÁLISIS		
Area	Fisicoquímica	Microbiología
Fecha	11-12-2015	
Tº	22,5°C °C	°C
Humedad	71%%	%
Observaciones		

**OBSERVACIONES:**

Se prohíbe la reproducción de este informe en forma parcial, sin la aprobación escrita del Jefe de Laboratorio  
1 de 2



**SERVICIO AUTÓNOMO NACIONAL DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS**  
**LABORATORIO CONTROL DE CALIDAD - DIVISION METROPOLITANA**  
 Col. Villa Los Laureles, 1,5 km carretera al Seminario Mayor, Comayagüela, MDC  
 Tel: 2227-4498

**INFORME DE RESULTADO AGUAS RESIDUALES**  
**RTL-33-04**

No de Informe: 1494

No de Solicitud: 596

I. ANÁLISIS FÍSICOS				
Parámetro	*Método	*Norma	Resultado	*Ue
Turbiedad (NTU)	Parte 2130B		11,10	
Color (UC)	Parte 2120B	< 200 (*)		
Temperatura (°C)	Parte 2550B	(< 25) (<40)		
Olor	-	-		

II. ANÁLISIS QUÍMICOS				
Parámetro	*Método	*Norma (mg/L)	Resultado	*Ue
pH	Parte 4500H*B	(6,0-9,0) (5,0-9,0)		
Conductividad µs/cm	Parte 2510B		103,50	
*o-fosfatos	Parte 365,3 (EPA)	-		
Fósforo	Por factor a partir 365,3 (EPA)	5,0 (*)		
*Nitratos	Parte 352,1 (EPA)			
*Nitritos	Parte 354,1 (EPA)			
*Nitrógeno amoniacal	Parte 350,2 (EPA)	20,0 (*)		
Oxígeno disuelto	Parte 4500-O C			
Sólidos totales	Parte 2540B			
Sólidos suspendidos	Parte 2540D	100,0 (*)		
Sólidos sedimentables	Cono Imhoff	1,0 ml/L/h (*)	0,00	
Sólidos totales disueltos		-	51,75	
Detergentes	MERCK 14697	(2,0) (10,0)		
Nitrógeno Total	4500-N	30,0 (*)		
Sulfatos	4500-SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> - E	(400,0) (400,0)		
Fluoruros	4500 FD	(10,0) (10,0)		

III. ANÁLISIS CONTAMINACIÓN ORGÁNICA			
Parámetro	*Método	*Norma	Resultado
DBO <sub>5</sub>	Parte 5210D	50 (**)	
DQO	Parte 5220D	200 (**)	
Coliformes termotolerantes (coli fecales)	Parte 9222D	5 000 UFC/100 ml(*)	

El primer valor de la Norma corresponde a descargas a cuerpos receptores y el segundo al alcantarillado sanitario

\* Standard Method for the Examination of the Water and Waste Water, 21 Ed (DE-05-01)

\* Normas Técnicas de las Descargas de Aguas Residuales a Cuerpos Receptores y Alcantarillado Sanitario (DE-04-02)

\* Methods for Chemical Analysis of Water and Wastes EPA (DE-05-05)

Ue = Incertidumbre Expandida

(\*) No esta normado

(\*\*) Ver artículo 10 de acuerdo a Numero 058

Dra. Claudia S. Lagos  
 Analista Química


Dra. Carmen N. Mendoza  
 Analista Microbiólogo

Dra. Lourdes P. Reyes  
 Jefe de Laboratorio

Se prohíbe la reproducción de este informe en forma parcial, sin la aprobación escrita del Jefe de Laboratorio



**Anexo 4** Primer análisis: boleta de análisis de agua residual; zona de cuerpo receptor.



**SERVICIO AUTONOMO NACIONAL DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS**  
**LABORATORIO CONTROL DE CALIDAD – DIVISION METROPOLITANA**  
 Col. Villa Los Laureles, 1,5 km carretera al Seminario Mayor, Comayagüela, MDC  
 Tel: 2227-4498  
**INFORME DE RESULTADO AGUAS RESIDUALES**  
**RTL-33-04**

No de Informe: 1493

No de Solicitud: 596

DATOS DEL CLIENTE					
Nombre	MARIA RUBENIA ORTIZ				
Proyecto					
Dirección	GUAIMACA, FRANCISCO MORAZAN				
Teléfono/fax:	8753-7275				
Correo Electrónico					

DATOS DEL MUESTREO					
Fuente	C. RECEPTOR				
Localidad					
Tomada por	MARIA RUBENIA ORTIZ				
Fecha/Hora	04-12-2015/ HORA: 09:10 AM				
Tipo de Muestra	AC	AT	INV.	AR	
Entregada por	MARIA RUBENIA ORTIZ/ 04-12-2015/ HORA: 03:12 PM				
Datos de Campo	T°	Cl	pH	ODis	Otros
	FQ/MB				
Condiciones Ambientales	TEMPERATURA AL LLEGAR AL LABORATORIO = 30,3				
Observaciones					

CONDICIONES AMBIENTALES DEL ANÁLISIS		
Area	Fisicoquímica	Microbiología
Fecha	11-12-2015	
T°	22,5°C °C	°C
Humedad	71%%	%
Observaciones		

**OBSERVACIONES:**

Se prohíbe la reproducción de este informe en forma parcial, sin la aprobación escrita del Jefe de Laboratorio

1 de 2





**SERVICIO AUTONOMO NACIONAL DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS**  
**LABORATORIO CONTROL DE CALIDAD - DIVISION METROPOLITANA**  
 Col. Villa Los Laureles, 1,5 km carretera al Seminario Mayor, Comayagüela, MDC  
 Tel: 2227-4498

**INFORME DE RESULTADO AGUAS RESIDUALES**  
**RTL-33-04**

No de Informe: 1493

No de Solicitud: 596

I. ANÁLISIS FÍSICOS				
Parámetro	*Método	*Norma	Resultado	*Ue
Turbiedad (NTU)	Parte 2130B		9,65	
Color (UC)	Parte 2120B	< 200 (*)		
Temperatura (°C)	Parte 2550B	(< 25)(<40)		
Olor				

II. ANÁLISIS QUÍMICOS				
Parámetro	*Método	*Norma (mg/L)	Resultado	*Ue
pH	Parte 4500H+B	(6,0-9,0)(5,0-9,0)		
Conductividad µs/cm	Parte 2510B		103,00	
*α-fosfatos	Parte 365,3 (EPA)	-		
Fósforo	Por factor a partir 365,3 (EPA)	5,0 (*)		
*Nitratos	Parte 352,1 (EPA)			
*Nitritos	Parte 354,1 (EPA)			
*Nitrógeno amoniacal	Parte 350,2 (EPA)	20,0 (*)		
Oxígeno disuelto	Parte 4500-O C			
Sólidos totales	Parte 2540B			
Sólidos suspendidos	Parte 2540D	100,0 (*)		
Sólidos sedimentables	Cono Imhoff	1,0 ml/L/h (*)	0,00	
Sólidos totales disueltos		-	51,50	
Detergentes	MERCK 14697	(2,0)(10,0)		
Nitrógeno Total	4500-N	30,0 (*)		
Sulfatos	4500-SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> - E	(400,0)(400,0)		
Fluoruros	4500 FD	(10,0)(10,0)		

III. ANÁLISIS CONTAMINACIÓN ORGÁNICA			
Parámetro	*Método	*Norma	Resultado
DBO <sub>5</sub>	Parte 5210D	50 (**)	
DQO	Parte 5220D	200 (**)	
Coliformes termotolerantes (coli fecales)	Parte 9222D	5 000 UFC/100 ml(*)	

El primer valor de la Norma corresponde a descargas a cuerpos receptores y el segundo al alcantarillado sanitario

\* Standard Method for the Examination for the Water and Waste Water, 21 Ed (DE-05-01)

\* Normas Técnicas de las Descargas de Aguas Residuales a Cuerpos Receptores y Alcantarillado Sanitario (DE-04-02)

\* Methods for Chemical Analysis of Water and Wastes EPA (DE-05-05)

Ue = Incertidumbre Expandida

(\*) No esta normado

(\*\*) Ver artículo 10 de acuerdo a Numero 058


Dra. Claudia S. Lagos  
 Analista Química

Dra. Carmen N. Mendoza  
 Analista Microbiólogo

Dra. Lourdes P. Reyes  
 Jefe de Laboratorio

Se prohíbe la reproducción de este informe en forma parcial, sin la aprobación escrita del Jefe de Laboratorio

**Anexo 5** Segundo análisis: boleta de análisis de agua residual; zona de entrada.

	SANAA DIVISION METROPOLITANA Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Tegucigalpa, Honduras Teléfono 2246-2280		Página 1/1  CPTES	
	Informe de ensayos de laboratorio			

Cliente	Alcaldía Municipal de Guaimaca	Entregado por	Kelvin Salinas
Contacto	Maria Ortiz	Recibido en el laboratorio por	Dra. Ana Álvarez
Teléfono	8753-7275	Fecha de recibo	1/3/16
Punto de muestreo	Entrada desarenador, punto 1	Cantidad de muestra	2 litros
Coordenada	517937 1607143 807 m.s.n.m.	Tipo de frascos para el muestreo	Polietileno
Naturaleza de la muestra	Aguas residuales sin tratar	Tipo de preservación	Refrigeración
Responsable del muestreo	Kelvin Salinas	Fecha de análisis de laboratorio	1-7/3/16
Fecha del muestreo	1/3/16	Fecha de emisión de informe	7/3/16
Hora del muestreo	8:10 AM	Tipo de muestreo	Puntual

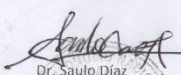
  

ANALISIS	METODO DE ANALISIS	UNIDAD DE MEDICION	RESULTADO	VALOR NORMA
pH	Potenciométrico	Unidades de pH	7.09	6.00-9.00
Conductividad	2510 B.	us/cm	753	-
DQO	5220 C	mg/L	830	200
DBO5	5210 B.	mg/L	413	50
Nitrógeno amoniacal	8155*	mg/L	62	20
Fosforo total	8190-8048*	mg/L	8	10
Sólidos Suspendidos	2540 D.	mg/L	238	100
Sólidos Volátiles Totales	2540 E.	mg/L	158	-
Sólidos Fijos Totales	2540 G.	mg/L	80	-
Sólidos Sedimentables	2540 F.	mL/L/h	2	1


Normativa, Normativa, NORMAS DE CALIDAD PARA DESCARGA DE AGUAS RESIDUALES EN CUERPOS RECEPTORES Y ALCANTARILLADOS SANITARIOS , acuerdo No. 058 del 9 de abril de 1996 Referencia Analítica: ESTÁNDAR METHODS, 17 edición 1989, TEST EN CUBETA METODO FOTOMETRICO *WATER ANALYSIS HANDBOOK (7 <sup>th</sup> EDITION) 2012
--




Dr. Saulo Díaz  
Jefe Laboratorio PTAR

CC: Archivo



Ing. Victor Cuevas  
Jefe CPTES

**Anexo 6 Segundo análisis: boleta de análisis de agua residual; zona de salida.**

	SANA A DIVISION METROPOLITANA Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Tegucigalpa, Honduras Teléfono 2246-2280		Página 1/1  <b>CPTEES</b>	
	<b>Informe de ensayos de laboratorio</b>			

Cliente	Alcaldía Municipal de Guaimaca	Entregado por	Kelvin Salinas
Contacto	María Ortiz	Recibido en el laboratorio por	Dra. Ana Álvarez
Teléfono	8753-7275	Fecha de recibo	1/3/16
Punto de muestreo	Salida lagunas, punto 2	Cantidad de muestra	2 litros
Coordenada	517683 1607128 811 m.s.n.m.	Tipo de frascos para el muestreo	Polietileno
Naturaleza de la muestra	Aguas residuales tratadas	Tipo de preservación	Refrigeración
Responsable del muestreo	Kelvin Salinas	Fecha de análisis de laboratorio	1-7/3/16
Fecha del muestreo	1/3/16	Fecha de emisión de informe	7/3/16
Hora del muestreo	8:22 AM	Tipo de muestreo	Puntual

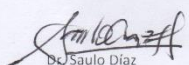
  


ANALISIS	METODO DE ANALISIS	UNIDAD DE MEDICION	RESULTADO	VALOR NORMA
pH	Potenciométrico	Unidades de pH	7.43	6.00-9.00
Conductividad	2510 B.	us/cm	477	-
DQO	5220 C	mg/L	348	200
DBO5	5210 B.	mg/L	103	50
Nitrógeno amoniacal	8155*	mg/L	26	20
Fosforo total	8190-8048*	mg/L	3.7	10
Sólidos Suspendidos	2540 D.	mg/L	81.3	100
Sólidos Volátiles Totales	2540 E.	mg/L	66	-
Sólidos Fijos Totales	2540 G.	mg/L	15.3	-
Sólidos Sedimentables	2540 F.	mL/L/h	< 0.1	1

Normativa, Normativa, NORMAS DE CALIDAD PARA DESCARGA DE AGUAS RESIDUALES EN CUERPOS RECEPTORES, acuerdo No. 058 del 9 de abril de 1996 Referencia Analítica: ESTÁNDAR METHODS, 17 edición 1989, TEST EN CUBETA METODO FOTOMETRICO *WATER ANALYSIS HANDBOOK (7 <sup>th</sup> EDITION) 2012
--


  
 Sr. Saulo Díaz  
 Jefe Laboratorio PTAR

  
 Ing. Víctor Cuevas  
 Jefe CPTEES

CC: Archivo



**Anexo 7 Segundo análisis: boleta de análisis de agua residual; zona de mezcla.**

	<b>SANA A</b> DIVISION METROPOLITANA Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Tegucigalpa, Honduras Teléfono 2246-2280		Página 1/1  <b>CPTEES</b>	
	<b>Informe de ensayos de laboratorio</b>			

Cliente	Alcaldía Municipal de Guaimaca	Entregado por	Kelvin Salinas
Contacto	María Ortiz	Recibido en el laboratorio por	Dra. Ana Álvarez
Teléfono	8753-7275	Fecha de recibo	1/3/16
Punto de muestreo	Rio Janan, zona de mezcla, punto 3	Cantidad de muestra	2 litros
Coordenada	517634 1607114 813 m.s.n.m.	Tipo de frascos para el muestreo	Polietileno
Naturaleza de la muestra	Aguas superficial	Tipo de preservación	Refrigeración
Responsable del muestreo	Kelvin Salinas	Fecha de análisis de laboratorio	1-7/3/16
Fecha del muestreo	1/3/16	Fecha de emisión de informe	7/3/16
Hora del muestreo	8:27 AM	Tipo de muestreo	Puntual

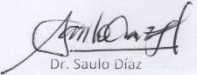
  

ANALISIS	METODO DE ANALISIS	UNIDAD DE MEDICION	RESULTADO	VALOR NORMA
pH	Potenciométrico	Unidades de pH	7.11	4.5-9.5
Conductividad	2510 B.	us/cm	306	-
DQO	5220 C	mg/L	49.8	50
DBO5	5210 B.	mg/L	10	15
Nitrógeno amoniacal	8155*	mg/L	10	2
Fosforo total	8190-8048*	mg/L	0.8	-
Sólidos Suspendedos	2540 D.	mg/L	27.3	-
Sólidos Volátiles Totales	2540 E.	mg/L	11.5	-
Sólidos Fijos Totales	2540 G.	mg/L	15.8	-
Sólidos Sedimentables	2540 F.	ml/L/h	0.1	-

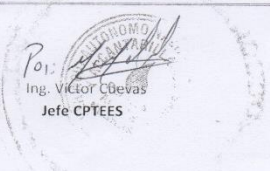
  

Normativa, Normativa, NORMA TECNICA NACIONAL PARA AGUA DE USO EN PRESERVACION DE FLORA Y FAUNA (CALIDAD BASICA DEL AGUA), PROPUESTA TECNICA 15/5/01 Referencia Analítica: ESTÁNDAR METHODS, 17 edición 1989, TEST EN CUBETA METODO FOTOMETRICO *WATER ANALYSIS HANDBOOK (7 <sup>th</sup> EDITION) 2012
--




Dr. Saulo Díaz  
Jefe Laboratorio PTAR



Ing. Víctor Ceballos  
Jefe CPTEES

CC: Archivo

**Anexo 8** Segundo análisis: boleta de análisis de agua residual; zona de cuerpo receptor.

	<b>SANAA</b> <b>DIVISION METROPOLITANA</b> <b>Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales</b> <b>Tegucigalpa, Honduras</b> <b>Teléfono 2246-2280</b>		Página 1/1  <b>CPTees</b>	
	<b>Informe de ensayos de laboratorio</b>			

Cliente	Alcaldía Municipal de Guaimaca	Entregado por	Kelvin Salinas
Contacto	Maria Ortiz	Recibido en el laboratorio por	Dra. Ana Álvarez
Teléfono	8753-7275	Fecha de recibo	1/3/16
Punto de muestreo	Rio Jalañ, aguas abajo de la zona de mezcla, punto 4	Cantidad de muestra	2 litros
Coordenada	517641 1607100 802 m.s.n.m.	Tipo de frascos para el muestreo	Polietileno
Naturaleza de la muestra	Aguas superficial	Tipo de preservación	Refrigeración
Responsable del muestreo	Kelvin Salinas	Fecha de análisis de laboratorio	1-7/3/16
Fecha del muestreo	1/3/16	Fecha de emisión de informe	7/3/16
Hora del muestreo	8:30 AM	Tipo de muestreo	Puntual

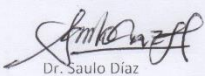
  

ANALISIS	METODO DE ANALISIS	UNIDAD DE MEDICION	RESULTADO	VALOR NORMA
pH	Potenciométrico	Unidades de pH	7.02	4.5-9.5
Conductividad	2510 B.	us/cm	268	-
DQO	5220 C	mg/L	3.3	50
DBO5	5210 B.	mg/L	1.8	15
Nitrógeno amoniacal	8155*	mg/L	1.8	2
Fosforo total	8190-8048*	mg/L	0.1	-
Sólidos Suspendidos	2540 D.	mg/L	18.5	-
Sólidos Volátiles Totales	2540 E.	mg/L	2.7	-
Sólidos Fijos Totales	2540 G.	mg/L	15.8	-
Sólidos Sedimentables	2540 F.	mL/L/h	< 0.1	-

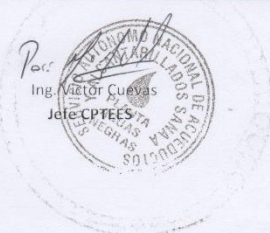
  

Normativa, Normativa, NORMA TECNICA NACIONAL PARA AGUA DE USO EN PRESERVACION DE FLORA Y FAUNA (CALIDAD BASICA DEL AGUA), PROPUESTA TECNICA 15/5/01 Referencia Analítica: ESTÁNDAR METHODS, 17 edición 1989, TEST EN CUBETA METODO FOTOMETRICO *WATER ANALYSIS HANDBOOK (7 <sup>th</sup> EDITION) 2012
--



Dr. Saulo Díaz  
Jefe Laboratorio PTAR



Ing. Víctor Cuevas  
Jefe CPTees

CC: Archivo



**Anexo 9** Reconocimiento del área de ubicación de las lagunas de oxidación.





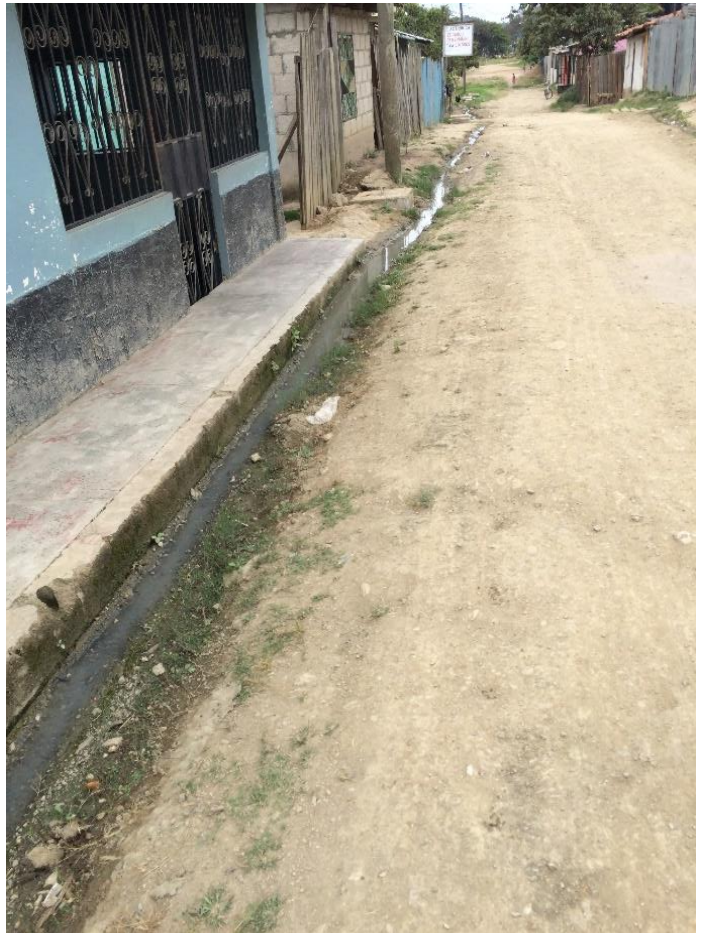
**Anexo 10** Toma de muestras de aguas residuales para analizarlas en laboratorio.







**Anexo 11** Aguas grises fuera de drenaje









**Anexo 12**    Aplicación de encuestas en barrios y colonias.

