

**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

TEMA:

**EVALUACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS
RESIDUALES DE LA CIUDAD DE BABAHOYO**

AUTORES:

**Portero Pesantes, María Belén
Amat Marchán, Víctor Andrés**

**Trabajo de titulación previo a la obtención del título de:
INGENIERO CIVIL**

TUTOR:

Ing. Vásconez Gavilanes, José Ernesto MSc.

Guayaquil, Ecuador

19 de septiembre del 2017



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo de titulación fue realizado en su totalidad por **María Belén Portero Pesantes** y **Víctor Andrés Amat Marchán**, como requerimiento parcial para la obtención del Título de **Ingeniero Civil**.

TUTOR

f. _____

Ing. Vásconez Gavilanes, José Ernesto MSc.

DIRECTORA DE LA CARRERA

f. _____

Ing. Alcívar Bastidas, Stefany Esther. MSc.

Guayaquil, a los 19 días del mes de septiembre del año 2017



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

**FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Nosotros, **María Belén Portero Pesantes** y
Víctor Andrés Amat Marchán

DECLARAMOS QUE:

El Trabajo de Titulación “**EVALUACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA CIUDAD DE BABAHOYO**” previa a la obtención del Título de **Ingeniero Civil**, ha sido desarrollado en base a una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan al pie de las páginas correspondientes, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de nuestra total autoría.

En virtud de esta declaración, nos responsabilizamos del contenido, veracidad y alcance científico del Trabajo de Titulación referido.

Guayaquil, a los 19 días del mes de septiembre del año 2017

AUTORES:

f. _____
María Belén, Portero Pesantes

f. _____
Víctor Andrés, Amat Marchán



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

AUTORIZACIÓN

Nosotros, **María Belén Portero Pesantes** y
Víctor Andrés Amat Marchán

Autorizamos a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, la **publicación** en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación **“EVALUACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA CIUDAD DE BABAHOYO”** cuyo contenido, ideas y criterios son de nuestra exclusiva responsabilidad y total autoría.

Guayaquil, a los 19 días del mes de septiembre del año 2017

AUTORES

f. _____

María Belén, Portero Pesantes

f. _____

Víctor Andrés, Amat Marchán

REPORTE DE URKUND



Urkund Analysis Result

Analysed Document: Trabajo de Titulación AMAT y PORTERO.pdf (D30423261)
Submitted: 2017-09-07 17:49:00
Submitted By: claglas@hotmail.com
Significance: 5 %

Sources included in the report:

Rediseño del sistema de lagunas de depuración de aguas servidas del cantón Santa Lucía.pdf (D24161661)
<https://cantanteme.wordpress.com/2016/11/14/babahoyo/>
<http://www.redalyc.org/pdf/2231/223121549002.pdf>

Instances where selected sources appear:

23

AGRADECIMIENTO

Agradezco principalmente a Dios por tantas bendiciones recibidas, quien supo guiarme por el buen camino, quién me ayudo a vencer mis miedos y escalar un peldaño más de mi vida profesional. Ahora es una realidad.

A mis papis Hernán Portero y María Esther Pesantes por todo el apoyo incondicional, por depositar toda su confianza en mí, por su tiempo, consejos, paciencia, y amor, ustedes son mi ejemplo a seguir.

A mi hermana Paulina por ser una gran amiga mi cómplice de muchas aventuras.

A abuelito Ángel que me cuida desde el cielo y a mi Abuelita Brigitte por su amor incondicional y cuidarme desinteresadamente.

A Andrés por ser una persona muy especial e importante en mi vida durante toda esta etapa universitaria, por su amor incondicional, por las constantes horas de desvelos y también haber sido mi compañero de tesis entre risas, bromas, peleas y enojos hemos culminado con éxito esta meta.

A todos mis profesores de la universidad, especialmente a nuestro director de tesis MSc. José Vásconez por su confianza brindada, su motivación, y toda la paciencia para guiarnos durante el desarrollo de la titulación y concluir con éxito.

Al Grupo Químico Marcos y a los operadores de EMSABA por su buena disposición.

María Belén, Portero Pesantes

AGRADECIMIENTO

Le doy las gracias a Dios por darme la oportunidad de cumplir una de mis metas en la vida.

También agradezco a mi papá y su esposa que es como una madre para mí Víctor Amat Vélez y Marta Jelvez por ser las personas que me apoyaron con mis estudios y darme la oportunidad de llegar a donde estoy, a mi mama Sadye Marchán por su forma directa de aconsejarme y estar pendiente de mí.

Le doy las gracias a una persona que ya no está conmigo el papa de mis hermanos Don Carlos Seguel por ser una persona tan linda y dar excelentes consejos de vida; por enseñarme tantas cosas y ser una persona de admiración.

Agradezco a mi hermana Susan Seguel y mis hermanos Iván Seguel y Carlos Seguel que siempre estuvieron pendiente de mí aconsejándome y ayudándome de distintas formas. Por enseñarme que la vida no es fácil y que siempre hay que seguir adelante.

Le doy las gracias a la familia muy linda de mí enamorada que siempre me han estado apoyando, ayudando, escuchando y dándome consejos cada vez que lo necesitaba. A la Sra. María Esther Pesantes, y el Sr. Hernán Portero.

Estoy muy agradecido con la Srta. María Belén Portero Pesantes por estar siempre a mi lado ayudándome incondicionalmente en todo momento, cuidarme cuando estuve enfermo, corresponderme el amor que yo le doy, Porque siempre estuvo pendiente de mí y no dejarme descuidar la universidad, enseñarme muchas cosas que valoro cada día.

A nuestro director de tesis MSc. José Vásquez por el tiempo dedicado en nosotros y guiarnos para culminar nuestro trabajo.

Agradezco al laboratorio Grupo Químico Marcos y a los encargos de la planta de tratamiento de Babahoyo por permitirnos realizar nuestro trabajo.

Víctor Andrés, Amat Marchán

DEDICATORIA

Este logro se lo dedico a mis padres y a mi hermana quienes me motivaron constantemente para seguir adelante en mis estudios universitarios, siendo un estímulo para superarme. Este logro también es de ustedes.

LOS AMO!

María Belén, Portero Pesantes

DEDICATORIA

Este proyecto de titulación se lo dedico a mis padres y a mis hermanos.

Víctor Andrés, Amat Marchán



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

**FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

f. _____

Ing. Alcívar Bastidas, Stefany Esther. MSc.
DIRECTORA DE CARRERA

f. _____

Ing. Varela Terreros, Nancy Fátima
DOCENTE DE LA CARRERA

f. _____

Ing. Glas Cevallos, Clara Catalina. MSc.
OPONENTE



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

CALIFICACIÓN

Ing. Vásconez Gavilanes, José Ernesto MSc.

Guayaquil, a los 19 días del mes de septiembre del año 2017

ÍNDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN	22
CAPÍTULO I	23
1. GENERALIDADES	23
1.1. Antecedentes.....	23
1.2. Objetivos.....	23
1.2.1. Objetivo General.....	23
1.2.2. Objetivo Específico	23
1.3. Alcance.....	24
1.4. Metodología	24
CAPÍTULO II	26
2. MARCO TEÓRICO	26
2.1. Agua Residual.....	26
2.2. Componentes de las Aguas Residuales.....	26
2.3. Clasificación de las Aguas Residuales.....	27
2.4. Características del Agua Residual Doméstica.....	28
2.5. Parámetros Importantes en Aguas Residuales	28
2.5.1. Parámetros Físicos	28
2.5.2. Parámetros Químicos	29
2.5.3. Parámetros Biológicos.....	32
2.6. Muestreo de las Aguas Residuales.....	32
2.6.1. Muestras Puntuales o Simples.....	33
2.6.2. Muestras Compuestas	33
2.7. Tipos de Tratamiento Aguas Residuales.....	34
2.7.1. Tratamiento Preliminar o Pre-tratamiento.....	34
2.7.2. Tratamiento Primario o Tratamiento Físico-Químico.....	35
2.7.3. Tratamiento Secundario o Tratamiento Biológico.....	35
2.7.4. Tratamiento Terciario o Tratamiento Avanzado.....	36
2.8. Tipos de sistemas de tratamiento. secundario	37
2.8.1. Reactor Anaerobio de flujo ascendente con mantos de lodos.....	37
2.8.1.1. Tipos de Reactores Anaeróbicos de Flujo Ascendente	38
2.8.1.2. Aspectos Importantes	39

2.8.1.3.	Funcionamiento	41
2.8.1.4.	Ventajas y Desventajas del UASB	42
2.8.1.5.	Adecuación	43
2.8.2.	Lagunas de Estabilización o Lagunas de Oxidación.....	44
2.8.2.1.	Clasificación de las lagunas de estabilización.....	44
2.8.2.2.	Función de las lagunas de estabilización	47
2.8.2.3.	Factores que modifican el funcionamiento de las lagunas	47
2.8.2.1.	Ventajas y desventajas de las lagunas de estabilización.	48
CAPÍTULO III.....		50
3. ASPECTOS GENERALES.....		50
3.1.	Datos Generales:	50
3.1.1.	Localización Geográfica:.....	51
3.1.2.	Límites del Cantón:	52
3.1.3.	Coordenadas Geográficas y UTM:	52
3.2.	Climatología:	52
3.3.	Hidrografía.	53
3.4.	Agua Potable	53
3.5.	Alcantarillado Sanitario	53
3.6.	Drenaje Pluvial.....	54
CAPÍTULO IV.		56
4. DESCRIPCIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA CIUDAD DE BABAHOYO		56
4.1.	Descripción de la Etapas que comprende la Planta de Tratamiento.....	56
4.2.	Componentes de la Planta de Tratamiento	57
4.2.1.	Estación de Bombeo Principal (EBP)	59
4.2.2.	Cámara de Rejillas (CR)	59
4.2.3.	Desarenador (DES)	59
4.2.4.	Caja de Distribución Principal (CDP).....	60
4.2.5.	Reactor Anaeróbico de Flujo Ascendente con Manto de Lodos (UASB)	60
4.2.6.	Tanque de Flotación (TF).....	61
4.2.7.	Lagunas de Estabilización (L)	61
4.2.8.	Caja de Reunificación de Caudales (CRC)	62

4.2.9.	Estación de Bombeo Auxiliar (EBA)	62
4.2.10.	Lechos de Secado (LS).....	63
4.2.11.	Evacuación de los Lodos	63
4.2.12.	Descarga al Río	64
4.3.	Operación y Mantenimiento de la Planta de tratamiento	64
4.3.1.	Operación actual.....	64
4.3.1.	Mantenimiento Actual.....	65
CAPÍTULO V		67
5. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....		67
5.1.	Actividades realizadas Oficina	67
5.2.	Actividades realizadas en Campo	68
5.3.	Materiales y equipos	68
CAPÍTULO VI		69
6. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS		69
6.1.	Resultados del Análisis de los Parámetros	69
6.1.1.	Muestra Compuesta.....	69
6.1.2.	Muestra Simple o Puntual	72
6.2.	Interpretación de Resultados	75
6.2.1.	Muestra Compuesta.....	75
6.2.2.	Muestra Simple o Puntual	80
CAPÍTULO VII		85
7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		85
7.1.	Conclusiones	85
7.2.	Recomendaciones	86
REFERENCIAS		87
ANEXOS.....		92
ANEXO 1: TABLA		92
ANEXO 2: REGISTRO FOTOGRÁFICO		93
ANEXO 3: FORMATO DE ENTREVISTA		105
ANEXO 4: RESULTADOS DE LA ENTREVISTA		108

ÍNDICE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Reactor Anaerobio de lodos ascendentes.....	37
Ilustración 2 Esquema de las lagunas de estabilización.....	44
Ilustración 3 Localización de Babahoyo en Ecuador	50
Ilustración 4 Ubicación de la Planta de Tratamiento, Babahoyo.....	56
Ilustración 5 Diagrama de flujo y designaciones	58
Ilustración 6 TABLA 9 Límites de descarga a un cuerpo de agua dulce.....	92

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfico 1 Muestra Compuesta: Comparación de Resultados SST	75
Gráfico 2 Muestra Compuesta: Comparación de Resultados AyG	75
Gráfico 3 Muestra Compuesta: Comparación de Resultados DBO	76
Gráfico 4 Muestra Compuesta: Comparación de Resultados DQO	76
Gráfico 5 Muestra Compuesta: Comparación de Resultados CF	77
Gráfico 6 Muestra Compuesta: Comparación de Resultados T	77
Gráfico 7 Muestra Compuesta: Comparación de Resultados pH	78
Gráfico 8 Muestra Simple: Comparación de Resultados SST	80
Gráfico 9 Muestra Simple: Comparación de Resultados AyG	80
Gráfico 10 Muestra Simple: Comparación de Resultados DBO	81
Gráfico 11 Muestra Simple: Comparación de Resultados DQO	81
Gráfico 12 Muestra Simple: Comparación de Resultados CF	82
Gráfico 13 Muestra Simple: Comparación de Resultados T	82
Gráfico 14 Muestra Simple: Comparación de Resultados pH	83

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1 Vista frontal a la entrada de la PTAR	93
Fotografía 2 Vista frontal de los tornillos de Arquímedes	93
Fotografía 3 Vista superior desde el cuarto de bombas	93
Fotografía 4 Vista del interior del cuarto de bombas	93
Fotografía 5 Vista de las rejillas con limpieza automática y manual	94
Fotografía 6 Cámara de la rejilla de limpieza manual	94
Fotografía 7 Cámaras de rejillas automáticas con la banda transportadora	94
Fotografía 8 Llegada del agua residual al desarenador principal y a los 2 secundarios.....	94
Fotografía 9 Salida del agua residual de las cámaras de rejillas	94
Fotografía 10 Llegada del agua residual a las cajas de distribución.....	95
Fotografía 11 Vista de los 6 reactores UASB	95
Fotografía 12 Vista de reactores UASB 2, 4 y 6 que no están en funcionamiento.	95
Fotografía 13 Vista de los reactores 1, 3 y 5 que están en funcionamiento.....	96
Fotografía 14 Llegada del agua residual tratada por el UASB a los tanques de flotación	96
Fotografía 15 Vista posterior de los tanques de flotación.....	96
Fotografía 16 Vista general de las lagunas de estabilización.....	97
Fotografía 17 Llegada del agua residual a las cajas de distribución de las lagunas.....	97
Fotografía 18 Aguas tratadas que llegan a la cámara reunificadora	98
Fotografía 19 Estación de bombeo auxiliar con bombas sumergibles.	98
Fotografía 20 Los lodos regados en los lechos de secados.....	98
Fotografía 21 Caseta de las válvulas de control de paso hacia los lechos de secado	99
Fotografía 22 Descarga del agua residual ya tratada al río Babahoyo	99
Fotografía 23 Grupo Químico Marcos	100
Fotografía 24 Recorrido con los respectivos implementos de seguridad.....	100
Fotografía 25 Muestreos simples y compuesta en diferentes puntos de la PTAR.....	100
Fotografía 26 Ensayo en sitio, pH y temperatura en diferentes puntos de la PTAR.....	100
Fotografía 27 Recorrido en la PTAR de Babahoyo.	101
Fotografía 28 Entrevistas con los encargados de la PTAR de Babahoyo.....	101
Fotografía 29 Tornillos de Arquímedes.....	102
Fotografía 30 Parte posterior de la estación de bombeo principal.	102
Fotografía 31 Ala lateral de los tornillos en estado de corrosión.....	102
Fotografía 33 Puntos eléctricos sin protección y sin los interruptores	102
Fotografía 34 Escalera llena de moho y el hormigón descascarándose.....	102
Fotografía 32 Acumulación de basura	102
Fotografía 35 Rejas corroídas y presencia de moho en las paredes	103
Fotografía 36 Escalera de los reactores en estado de descomposición.	103
Fotografía 37 Plataforma de la máquina de limpieza automática de las rejillas corroídas.	103
Fotografía 38 Rejas en estado de descomposición por el ambiente corrosivo.	103

Fotografía 40 Partes de las válvulas en estado corroído y amontonadas.....	103
Fotografía 41 Caja de aguas residuales destruida	103
Fotografía 39 Reactores desactivados llenos de paneles de avispa.....	103
Fotografía 42 Tuberías desaparecidas y rotas en ciertas partes de los lechos de secado	104
Fotografía 43 Control de plantas acuáticas y podado de taludes.....	104

ÍNDICE TABLAS

Tabla 1 Objetivo de los Procesos en el Tratamiento Preliminar	35
Tabla 2 Comparación de las Ventajas y Desventajas del Sistema UASB	42
Tabla 3 Factores que modifican el funcionamiento de las lagunas	48
Tabla 4 Principales ventajas y desventajas	48
Tabla 5 Abastecimiento de Agua Potable	53
Tabla 6 Disponibilidad de alcantarillado	54
Tabla 7 Comparación de las muestras compuestas del agua cruda, con el agua ya tratada por el UASB.....	78
Tabla 8 Comparación de las muestras compuestas del agua tratada por el UASB, con el agua tratada por las lagunas de estabilización	79
Tabla 9 Eficiencia general del sistema de tratamiento, de la muestra compuesta.....	80
Tabla 10 Comparación de las muestras simples del agua cruda, con el agua ya tratada por el UASB.	83
Tabla 11 Comparación de las muestras simples del agua tratada por el UASB, con el agua tratada por las lagunas de estabilización	84
Tabla 12 Eficiencia general del sistema de tratamiento, de la muestra simple.....	84

RESUMEN

El presente estudio se lo realizó con el fin de analizar y evaluar la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de la ciudad de Babahoyo, para determinar el estado en que se encuentra y si el agua tratada que se descarga al río Babahoyo cumple con las normas TULSMA. El proyecto se enfocó en tres puntos importantes que son: la llegada del agua residual de la ciudad a la planta, la salida de los reactores (UASB) y la salida de las lagunas de estabilización. Luego de realizado el trabajo de campo se prepararon gráficos comparativos, para establecer la eficiencia de las unidades de la planta y si estaban descargando el agua tratada con los límites permitidos de la norma. De los resultados obtenidos para cada parámetro se verificó que están bajo el límite máximo permisible que está indicado en el TULSMA, esto no significa que la operación y mantenimiento de la planta de tratamiento de aguas residuales de la ciudad de Babahoyo esté funcionando de manera óptima. Al calcular las eficiencias con los resultados obtenidos se establece que el UASB tiene una eficiencia baja en la remoción de parámetros seleccionados, mientras que las lagunas tienen una eficiencia alta. El mal rendimiento de los UASB se debe por la inadecuada operación de la planta, ya que encienden los tornillos de Arquímedes en forma discontinua. Adicionalmente la infraestructura está en malas condiciones, en sus partes metálicas presentan corrosión y en el hormigón presenta una capa de moho.

PALABRAS CLAVES: Babahoyo, agua residual, lagunas de estabilización, UASB, infraestructura, eficiencia, planta.

ABSTRACT

The present study was performed in order to analyze and evaluate the Wastewater Treatment Plant of the city of Babahoyo to determine the state in which it is found and whether the treated water discharged to the Babahoyo River complies with the TULSMA standards. The project focused on three important points: the arrival of waste water from the city to the plant, the exit of the reactors (UASB) and the exit of the stabilization lagoons. After the field work was prepared, the charts were prepared to establish the efficiency of the plant units and if they were downloading the water treated with the permissible limits of the standard. From the results obtained for each parameter, it was verified that they are under the maximum permissible limit indicated in the TULSMA, this does not mean that the operation and maintenance of the sewage treatment plant of the city of Babahoyo is operating in an optimal way. When calculating the efficiencies with the obtained results it was established that the UASB has a low efficiency in the removal of the selected parameters, while the gaps have a high efficiency. The poor performance of the UASB is due to inadequate operation of the plant, since they ignite the screws of Archimedes in a discontinuous way. In addition, the infrastructure is in poor condition, its metal parts are corrosion and concrete has a layer of mold.

KEYWORDS: Babahoyo, residual water, stabilization lagoons, UASB, infrastructure, efficiency, plant

INTRODUCCIÓN

La ciudad de Babahoyo cuenta con una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas (PTARD) de la cual consta con un sistema combinado de tratamiento. El primer sistema que recibe el agua doméstica es el Reactor Anaeróbico de Flujo Ascendente con Manto de Lodos (UASB), donde se va a separar en su gran mayoría los sólidos sedimentables y de material flotante, este reactor biológico transforma la carga orgánica en un biogás y en un fertilizante estabilizado; este biogás se lo puede utilizar como generador de energía.

Luego el agua residual tratada por el UASB es conducida a las Lagunas de Estabilización, que esta compuesta de 6 lagunas de las cuales 4 son lagunas facultativas son las principales suministradoras de oxígeno y 2 lagunas de maduración son el último paso para el tratamiento antes de ser reutilizada, estas se remueve la materia orgánica que quede en el agua residual y elimina organismos patógenos que representan un grave peligro para la salud, logrando así dejar el agua con niveles que cumplan la norma vigente en Ecuador.

Esta planta de tratamiento solo recibe y trata aguas residuales domésticas ya que en la ciudad no se encuentran industrias de ningún tipo, por lo cual no se producen aguas residuales industriales y se la evaluara con el fin de conocer en qué estado se encuentra, tanto en su operación como en el mantenimiento, para evaluar su operación se contrató a un laboratorio acreditado para realizar el monitoreo y análisis de los siete parámetros en tres puntos importantes de la planta, que son: a la llegada del agua cruda a la planta, a la salida del UASB y a la salida de las lagunas de estabilización. En la parte del mantenimiento se realizó una inspección en el lugar para evaluar el estado de la infraestructura de la planta. Todo esto se lo hizo para luego poder hacer las conclusiones y recomendaciones correspondientes a la realidad de la operación de la planta de tratamiento

CAPÍTULO I

1. GENERALIDADES

1.1. Antecedentes

La planta de tratamiento de aguas residuales domésticas (PTARD) de la ciudad de Babahoyo desde que comenzó a operar, nunca se ha realizado una evaluación completa de la planta de forma particular, es decir, tanto en el funcionamiento de todas las etapas que comprenden la planta ni del estado físico del lugar.

Las evaluaciones que se han realizado en el lugar son del mismo laboratorio que tienen a dentro de la planta por lo cual no se sabe si son correctas dichas evaluaciones; por lo cual se está realizando esta evaluación y ver que el agua que se descargue al río Babahoyo esté cumpliendo los parámetros ambientales de la “Norma de Calidad Ambiental y Descarga de Efluente”.

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo General

Realizar el análisis y evaluación del sistema de tratamiento de aguas residuales de la ciudad de Babahoyo, en sus dos etapas: tratamiento anaeróbico (unidad de manto de lodos de flujo ascendente) y aeróbico (lagunas de oxidación) para determinar sus respectivos grados de eficiencia y adicionalmente la eficiencia total del sistema.

1.2.2. Objetivo Específico

- ❖ Evaluar los procesos de tratamiento de la planta, desde el ingreso del agua cruda, sin tratamiento previo hasta su descarga en el cuerpo receptor que es del río Babahoyo.
- ❖ Evaluar el proceso de tratamiento y equiparlo con el cumplimiento de la normativa ambiental.
- ❖ Plantear soluciones en caso de ser necesarias para cumplir con los requerimientos de las normas ambientales vigentes.

1.3. Alcance

El presente trabajo consistirá en evaluar la calidad del agua del sistema de tratamiento de aguas residuales desde su ingreso a la planta hasta su descarga en el río Babahoyo, evaluar en forma independiente el tratamiento anaeróbico y el tratamiento aeróbico para determinar su grado de eficiencia correspondiente y formular si es el caso recomendaciones para mejorar su efectividad.

Los parámetros a ser evaluados serán: temperatura, pH, sólidos suspendidos, DBO, DQO, coliformes fecales, aceites y grasas

1.4. Metodología

Actividades en campo:

Visita preliminar de campo, obtención de información de caudales, ejecución de muestreos en los siguientes puntos: entrada de la planta de tratamiento, salida de la unidad de manto de lodos de flujo ascendente, salida de la unidad de flotación, salida de lagunas de estabilización.

Para determinar los valores y concentraciones de los parámetros determinados en esta Norma Oficial Ecuatoriana, se deberán aplicar los métodos establecidos en el manual "Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater", en su más reciente edición.

Además, deberán considerarse las siguientes Normas del Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN):

- ❖ Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2169:98. Agua: Calidad del agua, muestreo, manejo y conservación de muestras.
- ❖ Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2176:98. Agua: Calidad del agua, muestreo, técnicas de muestreo.

El monitoreo se efectuará durante 24 horas consecutivas en los que se estimarán los caudales y la respectiva toma de muestra para hacer una compuesta en los puntos antes indicados.

Actividades en oficina:

Procesamiento de información obtenida, evaluación de los datos de caudales y calidad de agua.

Establecimiento de eficiencia de las unidades de tratamiento, evaluación de los niveles de eficiencia esperados de las unidades monitoreadas, comparación con la normativa ambiental vigente, formulación de conclusiones y recomendaciones en base a los resultados obtenidos.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Agua Residual

“Las Aguas Residuales también conocidas por el término de aguas servidas, aguas fecales o cloacales y aguas negras, debido a la coloración oscura que presentan”. (Lema, 2016)

Son desechos líquidos y residuos sólidos producidos por la actividad diaria del hombre y provienen de las residencias, oficinas, instituciones, industrias, comercio, etc.; son recolectadas por el sistema de alcantarillado que lo conduce a la planta de tratamiento de aguas residuales o al punto de disposición final, el caudal de agua residual no siempre tiene un régimen regular durante el día, en el caso de sistemas separativos de alcantarillado, el caudal de agua residual desciende significativamente durante la noche y dependiendo del tamaño de la población servida, el caudal máximo puede alcanzar hasta tres veces el caudal medio diario. Por lo tanto, las aguas residuales contienen diversas sustancias de origen natural o artificial que pueden ser más o menos dañinas para el hombre, los animales y el ambiente. (Navarro, 2012); (Rojas, 2002).

2.2. Componentes de las Aguas Residuales

(Navarro, 2012) nos confirma que:

Las aguas servidas o aguas residuales están formadas por un 99% de agua y un 1% de sólidos en suspensión y solución, estos sólidos pueden clasificarse en orgánicos e inorgánicos.

- ❖ Los sólidos inorgánicos (0,3%) están formados principalmente por nitrógeno, fósforo, cloruros, sulfatos, y algunas sustancias tóxicas como arsénico, cianuro, cadmio, cromo, mercurio, plomo y zinc.
- ❖ Los sólidos orgánicos (0,7%) se pueden clasificar en nitrogenados y no nitrogenados; los nitrogenados, es decir, los que contienen nitrógeno en su molécula, son proteínas, ureas, aminas y aminoácidos, los no nitrogenados son principalmente celulosa, grasas y jabones.

La composición de las aguas residuales es muy variable en razón de los diversos factores que lo afectan. Entre estos se tiene el consumo promedio de agua por habitante y por día que afecta su concentración (cantidad) y los hábitos alimenticios de la población que caracteriza su composición química (calidad). (Rojas, 2002, pág. 5).

La cuantificación de estos componentes es condición necesaria para definir una estrategia de tratamiento que garantice técnica y económicamente una calidad del agua residual tratada adecuada para su uso posterior y para minimizar el riesgo potencial para la salud pública y el ambiente (Silva, Torres, & Carlos, 2008).

Los principales contaminantes son los: microorganismos patógenos, desechos orgánicos, sustancias químicas inorgánicas (mercurio y plomo), nutrientes, vegetales inorgánicos, compuestos orgánicos, sustancias radiactivas, calor y sedimentos o materia suspendida. (Concepto de Agua Residual, s.f.).

2.3. Clasificación de las Aguas Residuales.

Las aguas residuales se clasifican con respecto a su origen en:

- ❖ **Aguas Residuales Domésticas o Aguas Negras:** Proceden de las heces y orina humanas, del aseo personal, de la cocina y de la limpieza de la casa. (Espigares & Pérez, 1985). Estas aguas están compuestas por sólidos suspendidos (generalmente materia orgánica biodegradable), sólidos sedimentables (principalmente materia inorgánica), nutrientes (nitrógeno y fósforo) y organismos patógenos. (Clasificación de las Aguas Residuales., 2010).
- ❖ **Aguas Blancas:** Pueden ser de procedencia atmosférica (lluvia, nieve o hielo) o del riego y limpieza de calles, parques y lugares públicos pueden contener una gran cantidad de sólidos suspendidos, en zonas de alta contaminación atmosférica, pueden contener algunos metales pesados y otros elementos químicos. (Clasificación de las Aguas Residuales., 2010).

- ❖ **Aguas Residuales Industriales:** Se originan de los desechos de procesos industriales o manufactureros y, debido a su naturaleza, pueden contener, además de los componentes citados anteriormente, elementos tóxicos tales como plomo, mercurio, níquel, cobre y otros. (Clasificación de las Aguas Residuales., 2010) Su composición es muy variable, dependiendo de las diferentes actividades industriales (Espigares & Pérez, 1985).
- ❖ **Aguas Residuales Agrícolas:** Procedentes de las labores agrícolas en las zonas rurales; estas aguas suelen participar, en cuanto a su origen, de las aguas urbanas que se utilizan, en numerosos lugares, para riego agrícola con o sin un tratamiento previo (Espigares & Pérez, 1985).

2.4. Características del Agua Residual Doméstica

Las aguas residuales presentan características físicas, químicas y biológicas especiales sobre las demás aguas que es necesario comprender para optimizar su manejo: recolección, transporte, tratamiento y disposición final y minimizar los efectos adversos de su descarga a aguas naturales o al suelo, obteniendo así un mejor manejo ambiental de los desechos y la calidad del agua. (Cubillos, 1981).

2.5. Parámetros Importantes en Aguas Residuales

A continuación, se describe los parámetros que se utilizaron para evaluar la planta de tratamiento.

2.5.1. Parámetros Físicos

Las características más importantes del agua residual son la temperatura, color, olor, turbiedad y el contenido total de sólidos, término que engloba la materia en suspensión, la materia sedimentable y la materia disuelta (Metcalf & Eddy, 1996).

❖ **Temperatura**

Es un parámetro con gran importancia para el desarrollo de diversos procesos, que en ella se realizan, de forma que un aumento de la temperatura

modifica la solubilidad de las sustancias, aumentando la de los sólidos disueltos y disminuyendo la de los gases. Hay que tener en cuenta que la actividad biológica aproximadamente se duplica cada que sube diez grados; aunque superado un cierto valor característico de cada especie viva, tiene efectos letales para los organismos (Aznar Jiménez, 2000).

❖ **Sólidos**

Sólidos Disueltos: Son la suma de los minerales, sales, metales, cationes o aniones disueltos en el agua, esto incluye cualquier elemento químico presente en el agua que no sea la molécula de agua pura (H₂O) y sólidos en suspensión; los sólidos en suspensión son partículas o sustancias que ni se disuelven ni se asientan en el agua (Agua Purificación, 2017).

Sólidos Sedimentables: Son aquellos que se sedimentan en el fondo de un recipiente de forma cónica (cono de Imhoff) en el transcurso de un periodo de 60 minutos. Los sólidos sedimentables, expresados en unidades de ml/l, constituyen una medida aproximada de la cantidad de fango que se obtendrá en la decantación primaria del agua residual (Metcalf & Eddy, 1996).

Sólidos Totales: Es la materia que se obtiene como residuo después de someter el agua a un proceso de evaporación a entre 103 y 105°C. Los sólidos totales o residuos de la evaporación pueden clasificarse en filtrables y no filtrables (Metcalf & Eddy, 1996).

Sólidos Totales en Suspensión: Se encuentran constituidos por sólidos sedimentables, sólidos en suspensión y sólidos coloidales, cuyo tamaño de partícula no pase del filtro estándar de fibra de vidrio (1,5 µm). (Toasa, 2012).

2.5.2. Parámetros Químicos

Las características químicas de las aguas residuales pueden ser agrupadas por su naturaleza en tres grupos: materia orgánica, compuestos inorgánicos y compuestos gaseosos (Metcalf & Eddy, 1996).

Orgánicos

La materia orgánica está compuesta en un 90% por carbohidratos, proteínas, grasas y aceites provenientes de excrementos y orina de seres humanos, restos de alimentos y detergentes; estos contaminantes son biodegradables, es decir, pueden ser transformados en compuestos más simples por la acción de microorganismos naturales presentes en el agua, cuyo desarrollo se ve favorecido por las condiciones de temperatura y nutrientes de las aguas residuales domésticas (Capítulo 1- Naturaleza del Agua Residual Doméstica y su tratamiento).

❖ Grasas y Aceites

Aznar Jiménez (2000) expresa que en los vertidos líquidos generan dos tipos de problemas a la hora de la depuración de las aguas residuales, disminución de la mojabilidad de los sólidos en suspensión impidiendo con ello su sedimentación y formación de una película que recubre los microorganismos encargados de la biodegradación, impidiendo con ello la captación de oxígeno por los mismos y disminuyendo su poder depurador. El contenido de grasas y aceites es generalmente pequeño en vertidos urbanos, siendo su presencia un indicio de vertido industrial, y causando graves problemas a los sistemas de depuración.

❖ Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅)

(Medina, 2009), menciona que:

La materia orgánica para su descomposición va a necesitar de una cantidad específica de oxígeno, y esto se lo puede lograr por la acción bioquímica aerobia, el tiempo que se necesita para descomponer la materia orgánica es mayor a los veinte días, por lo que se acepta como norma, realizar una incubación durante cinco días, a 20°C, en la oscuridad y fuera del contacto del aire, a un pH de 7-7.5 y en presencia de nutrientes y oligoelementos (bioelementos en pequeñas cantidades) que permitan el crecimiento de los microorganismos. A este parámetro se le denomina DBO₅.

❖ **Demanda Química de Oxígeno (DQO)**

Es la cantidad de oxígeno necesaria para oxidar toda la materia orgánica y oxidable presente en un agua residual. Es por tanto una medida representativa de la contaminación orgánica de un efluente siendo un parámetro a controlar dentro de las distintas normativas de vertidos y que nos da una idea muy real del grado de toxicidad del vertido. Existen distintas formas de disminuir la DQO como los tratamientos físico-químicos, la electrocoagulación y el ozono (Tratamiento de aguas residuales y disminución de DQO, 2016).

Inorgánicos

La determinación y control de la calidad del agua van a depender de varios componentes inorgánicos y naturales presentes en las aguas residuales, la presencia de formaciones geológicas generan un aumento de las sustancias inorgánicas al entrar en contacto ambas, el objetivo principal por lo general es la eliminación de toda sustancia inorgánica presente en el agua, salvo el caso de determinados residuos industriales (Metcalf & Eddy, 1996).

❖ **Potencial Hidrógeno (pH)**

El pH es una medida del grado de acidez o alcalinidad de un agua, definiéndose como el logaritmo negativo de la concentración del Ion hidrógeno. La importancia dentro del agua residual radica en determinar la acidez de esta y tiende a ser muy corrosiva, la cual puede atacar químicamente tanto a los sistemas de distribución como a los órganos de las plantas de tratamiento y un agua residual básica provoca incrustaciones en ambas. (Santiago, 1996).

Gases.

Los gases que se encuentran frecuentemente en la composición de las aguas residuales son nitrógeno, oxígeno, anhídrido carbónico, sulfhídrico, amoníaco y metano. Los tres primeros se encuentran en todas las aguas expuestas al aire, ya que son gases comunes en la atmósfera, el resto son resultado de la descomposición de la materia orgánica, pero los más

importantes son el oxígeno disuelto, sulfuro de hidrógeno y metano. (Espigares & Pérez, 1985).

2.5.3. Parámetros Biológicos.

Las aguas residuales dependiendo de su composición y concentración pueden llevar en su seno gran cantidad de organismos. También influyen en su presencia la temperatura y el pH, puesto que cada organismo requiere unos valores determinados de estos dos parámetros para desarrollarse (Espigares & Pérez, 1985).

❖ Coliformes Fecales

León (1995) expresa que el indicador razonablemente fiable de los agentes patógenos bacterianos, ya que por lo general sus características de supervivencia en el medio ambiente y su índice de eliminación instantánea o paulatina en los procesos de tratamiento son similares.

La presencia en el agua residual de coliformes fecales, indica que el agua presenta contaminación fecal y las bacterias patógenas son representativas de lo que indique los niveles de coliformes y su reducción a lo largo del tratamiento por lagunaje indica la calidad general del agua desde el punto de vista bacteriológico (Aguas Residuales (MOPT), pág. 11).

❖ Coliformes Totales

El grupo de coliformes totales es menos fiable como indicador, pues no todos los coliformes son exclusivamente de origen fecal y a menudo, la proporción de coliformes no fecales es muy elevada en los climas cálidos (León, 1995).

2.6. Muestreo de las Aguas Residuales

El muestreo consiste en tomar una muestra homogénea que sea representativa del cuerpo de agua. La muestra puede ser simple o compuesta, en los siguientes párrafos se van a describir estos dos tipos de muestreos.

2.6.1. Muestras Puntuales o Simples.

Estas muestras son tomadas una sola vez y en un solo sitio de muestreo tomando en cuenta que los parámetros pueden cambiar dependiendo de la hora, lugar, época de año, etc. Cuando la fuente varía con el tiempo se deberá tomar muestras de forma periódica para así poder estudiar los cambios que se generan; teniendo en cuenta que si la variación ocurre en el lugar se deberán tomar muestras en diferentes sitios (Muestra Simple, 2016).

Se usa generalmente cuando: 1) El caudal de agua residual y su composición es relativamente constante, 2) El flujo de agua residual es intermitente y 3) Cuando las muestras compuestas pueden ocultar condiciones extremas de las aguas residuales (pH y temperatura); el volumen mínimo de una muestra simple debe estar entre 1 y 2 litros. (Ramalho, 2003, pág. 78).

Esta muestra es ideal para la determinación de: temperatura, pH, oxígeno disuelto, cloro residual, alcalinidad, acidez, coliformes, grasas y aceites. (Lema, 2016).

2.6.2. Muestras Compuestas

Las muestras compuestas son la mezcla de varias muestras simples recolectadas en el mismo lugar, pero en diferentes tiempos, la mezcla se hace sin tener en cuenta el caudal en el momento de la toma. (Lema, 2016)

La frecuencia del muestreo depende de la variabilidad del caudal y la carga de contaminante, para pequeñas variaciones de las muestras solo hace falta que se tomen a intervalos cada dos horas durante las 24 horas. Sin embargo, para grandes variaciones puede requerirse tomar muestras hasta cada 15 minutos. Las muestras individuales de la compuesta deben tener entre 25 y 100ml y el volumen compuesto debe tener entre 2 y 4 litros (Ramalho, 2003, pág. 78).

Las muestras recolectadas se almacenan apropiadamente en un refrigerador y al final del período del muestreo se mezclan en proporción directa al caudal aforado en cada instante de muestreo. Para preparar la

muestra compuesta es necesario conocer la cantidad requerida para cada muestra simple (Lema, 2016). El cálculo del volumen de las muestras simples se realiza con la siguiente ecuación:

$$V_i = \frac{Q_i * V}{Q_p * n}$$

El volumen de muestra requerida por unidad de caudal será:

$$\frac{V_i}{Q_i} = \frac{V}{Q_p * n}$$

Donde:

V = Volumen final total de la muestra compuesta (ml)

V_i = Volumen de cada muestra individual *i* de la muestra compuesta (ml)

Q_i = Caudal instantáneo de cada muestra tomada (m³/s)

Q_p = Caudal promedio durante el periodo de muestreo (m³/s)

n = Número de muestras que se van a tomar para construir la muestra compuesta (adimensional).

Son preferibles este tipo de muestras cuando se desea conocer resultados, ya que aseguran mejor la representatividad de la masa de agua y permiten detectar los efectos de la descarga variable de los diferentes contaminantes de las aguas sometidas a procesos determinados como, por ejemplo: tratamientos, depuración, vertidos, y otros. (Lema, 2016)

Esta muestra es ideal para la determinación de: DBO, DQO, SST, metales pesados, nitrógeno total, fósforo, aceites y grasas.

2.7. Tipos de Tratamiento Aguas Residuales.

Para que estas aguas sean aptas para descargar en un cuerpo receptor, deben pasar por varios procesos según los diferentes tipos de plantas de tratamiento de aguas residuales.

2.7.1. Tratamiento Preliminar o Pre-tratamiento.

Su finalidad es eliminar los sólidos gruesos, sólidos finos, aceites y grasas.

Está destinado a la preparación o acondicionamiento de las aguas residuales con el objetivo específico de proteger las instalaciones, el funcionamiento de las obras de tratamiento y eliminar o reducir sensiblemente las condiciones indeseables relacionadas principalmente con la apariencia estética de las plantas de tratamiento. (Rojas, 2002, pág. 12)

Tabla 1

Objetivo de los Procesos en el Tratamiento Preliminar

PROCESO	OBJETIVO
Rejas o tamices	Eliminación de Sólidos Gruesos.
Trituradores	Desmenuzamiento de sólidos
Desarenadores	Eliminación de Arenas y Gravilla.
Desengrasado	Eliminación de Aceites y Grasas.
Pre-aeración	Control de olor y mejoramiento del comportamiento hidráulico.

Fuente: Tomado de "Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales" (Rojas, 2002)

Elaboración: Ma. Belén Portero y Víctor Amat

2.7.2. Tratamiento Primario o Tratamiento Físico-Químico.

De acuerdo con (Rojas, 2002, pág. 12):

El principal objetivo es la eliminación de sólidos gruesos por medios físicos o mecánicos de una parte sustancial del material sedimentable o flotante. El tratamiento primario es capaz de remover no solamente la materia que incomoda, sino también una fracción importante de la carga orgánica y que puede representar entre el 25% y el 40% de la DBO y entre el 50% y el 65% de los sólidos suspendidos, entre los tipos de tratamiento primario son: Sedimentación primaria, Flotación, Precipitación química, Filtros gruesos, Oxidación química, Coagulación, floculación, sedimentación y filtración.

2.7.3. Tratamiento Secundario o Tratamiento Biológico.

Su finalidad es la reducción de la materia orgánica presente en las aguas residuales una vez superadas las fases de pre-tratamiento y tratamiento primario, disminuir su contenido en nutrientes, eliminar los patógenos y parásitos. (Concepto de Agua Residual, s.f.).

Según (Rojas, 2002), menciona que:

Este proceso reduce o convierte la materia orgánica finamente dividida o disuelta en sólidos sedimentables floculentos que puedan ser separados por sedimentación en tanques de decantación; los procesos biológicos más utilizados son los lodos activados y filtros percoladores, son muchas las modificaciones de estos procesos que se utilizan para hacer frente a los requerimientos específicos de cada tratamiento, dentro de este grupo se incluyen a las lagunas de estabilización, así como el tratamiento anaeróbico. Los tratamientos biológicos aerobios tienen una eficiencia remocional de la DBO entre el 85% al 95%, y están compuestos por:

- a) Filtración biológica
- b) Lodos activados
- c) Lagunas de Estabilización: Aerobia, Facultativa, Maduración. (pág. 13)

2.7.4. Tratamiento Terciario o Tratamiento Avanzado.

En varias investigaciones (Rojas, 2002); (Rauddi) concluyeron que:

Tiene como objetivo la sustracción de algunas sustancias en particular que aún permanezca en las aguas que han salido del tratamiento secundario, las sustancias o compuestos comúnmente removidos son:

- ❖ Fósforo, nitrógeno, metales y minerales.
- ❖ Huevos y quistes de parásitos.
- ❖ Sustancias tenso activas.
- ❖ Algas, bacterias y virus (desinfección).
- ❖ Radionúclidos.
- ❖ Sólidos totales y disueltos.
- ❖ Temperatura.

2.8. Tipos de sistemas de tratamiento. secundario

2.8.1. Reactor Anaerobio de flujo ascendente con mantos de lodos

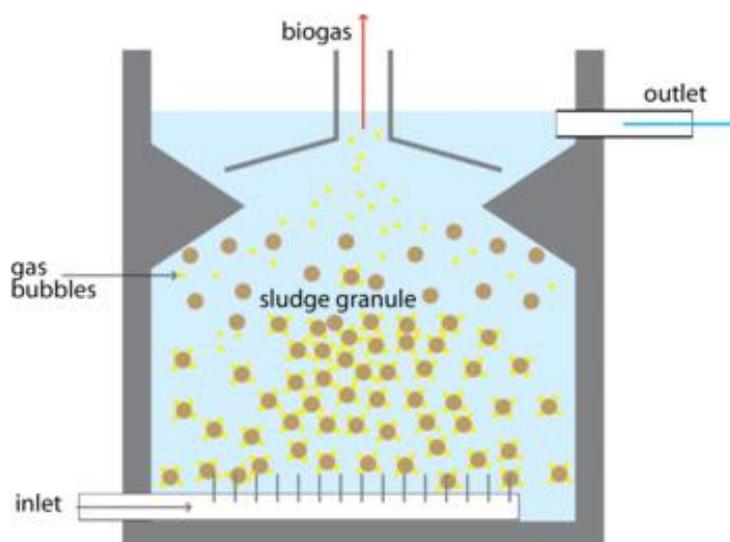


Ilustración 1 Reactor Anaerobio de lodos ascendentes

Fuente: (Tilley, Ulrich, Luthi, Reymond, & Zurbrugg, 2015)

El reactor anaeróbico de flujo ascendente con manto de lodos o también conocido con las siglas en ingles de “UASB” que significa upflow anaerobic sludge blanket. Es un proceso que abarca una tecnología de tratamiento en la que el fluido (agua residual) pasa a través de un manto de lodos suspendida a una velocidad baja de forma ascendente (Reactor Anaerobio de Flujo Ascendente , 2015).

En otras palabras, el UASB es un proceso en el cual el agua residual se va a introducir por el fondo del reactor y va a fluir a través de un manto de lodos que va a estar conformado por granos biológicos o partículas de microorganismos (Romero, 2004, pág. 697).

Este proceso se caracteriza por realizar en una sola unidad las operaciones de decantación primaria, reactor biológico y digestión anaerobia del lodo (Reactor Anaerobio de Flujo Ascendente , 2015).

Decantación primaria es la fase donde se separan la mayor parte de sólidos sedimentables y de material flotante. Por medio de la decantación física natural los sólidos se van a depositar en el fondo, mientras las partículas flotantes se van a retirar con rasquetas giratorias (Consorcio de Aguas, 2006).

Digestión anaerobia del lodo es un sistema de estabilización de lodo que se emplea en la eliminación de una parte importante de la fracción volátil que se generan en una estación depuradora de aguas residuales (EDAR). (Sanz, 2014).

Reactor biológico es quien nos permite la transformación de un efluente con alta carga orgánica en un biogás y en un fertilizante estabilizado. El efluente va a ingresar por la parte inferior del reactor y atraviesa en sentido ascendente una espesa capa de lodo, la cual produce un efecto filtrante. Esto va a generar una elevada reducción de la materia orgánica y el biogás obtenido se lo podrá beneficiar para la generación de energía (Condorchem Envitech, 2017).

(Lorenzo & Obaya, 2006) expresa que:

Consiste básicamente de un tanque Imhoff, "al revés", presentando las cámaras de decantación y digestión anaeróbica superpuestas. En este digestor existen 3 zonas bien definidas. Las zonas son:

- ❖ Zona de lecho de lodos, en la cual se concentran los microorganismos que van a biodegradar el material orgánico presente en el agua residual a tratar.
- ❖ Zona donde se encuentran dispersos los microorganismos a lo largo del UASB.
- ❖ Zona de separación gas - líquido – sólido.

2.8.1.1. Tipos de Reactores Anaeróbicos de Flujo Ascendente

Se pueden clasificar en tres tipos que son: en función de su geometría, tipo de manto de lodos (disperso, floculento y granular) y las condiciones de flujo y mezcla de la biomasa. Además, dentro de cada tipo puede haber diferencias significativas en los sistemas de distribución del agua, recolección del gas o en la zona de decantación. La forma en que comúnmente se usan los reactores suele ser circular o rectangular, con áreas superficiales uniformes a lo largo de toda la altura del reactor o variables. Para poblaciones mayores, donde es necesario tener varios reactores, son más efectivos los rectangulares (Reactor Anaerobio de Flujo Ascendente , 2015).

La clasificación del sistema va a depender del tamaño de los flóculos y de la forma en la que estén éstos distribuidos dentro del reactor, se clasifican en: disperso (no hay una separación clara del manto, la capa de lodos y los flóculos son pequeños); floculento (se distinguen los flóculos, pero no existe una diferencia entre manto y capa de lodos); y granular (los flóculos son de gran tamaño y se forman con claridad un manto y una capa de lodos) (Reactor Anaerobio de Flujo Ascendente , 2015).

2.8.1.2. Aspectos Importantes

Según (Lorenzo & Obaya, 2006) menciona que:

La formación de un lodo granulado es fundamental para obtener buena eficiencia en el reactor UASB, lo cual depende, fundamentalmente de los factores siguientes:

- Disponibilidad de nutrientes.
- Temperatura.
- Tipo de agua residual.
- pH.
- Sedimentación por gravedad.

La concentración de biomasa en el reactor debe ser tan grande como sea posible. El valor máximo a ser alcanzado se ve limitado por las condiciones de operación propias del sedimentador, la cual incluye la recirculación por gravedad del lodo sedimentado.

La actividad biológica del lodo también debe ser elevada, esta actividad depende fundamentalmente de la cantidad de microorganismos presentes en el lodo los cuales son responsables de la degradación de la materia orgánica presente en el residual tratado. Debido a que las bacterias anaerobias tienen baja velocidad de crecimiento, solamente es posible obtener lodos con elevada actividad biológica después de un largo tiempo de adaptación (entre 0,5 y 1 año).

El tiempo de retención de sólidos debe ser elevado para que pueda desarrollarse una mezcla apropiada de microorganismos, esto puede

obtenerse mediante una operación efectiva de las tres funciones del separador.

El tiempo de retención hidráulico en el reactor debe ser tan pequeño como sea posible en estas condiciones, el contacto entre el efluente y la biomasa debe ser muy bueno. Para cumplir con este objetivo debe tenerse en cuenta dos aspectos muy importantes:

- a) El sistema de distribución del afluente debe ser diseñado de forma tal que todo el lodo en la parte inferior del reactor se mantenga en íntimo contacto con el afluente.
- b) El líquido en el lecho y en la zona de dispersión debe estar debidamente mezclado. Para evitar el uso del mezclado mecánico debe garantizarse que la turbulencia que produce el biogás, resultante de la anaerobiosis, provoque un mezclado adecuado.

A temperaturas moderadas, la presencia de sólidos en suspensión constituye un inconveniente para el tratamiento anaeróbico. Para superar este inconveniente, se han propuesto sistemas anaeróbicos en dos etapas. En la primera etapa, se retienen e hidrolizan parcialmente los sólidos y en la segunda, se degradan los compuestos solubles presentes en el líquido, y aquellos generados durante la primera etapa. (Lorenzo & Obaya, 2006)

(Reactor Anaerobio de Flujo Ascendente, 2015) expone que:

El efluente que va a ingresar al sistema deberá de tener una concentración mínima de DBO₅ (Demanda Bioquímica de Oxígeno) de 200 mg/lit y como máximo 500 mg/lit en lo que corresponde a sólidos suspendidos, un pH (Coeficiente de acidez) que sea menor a 9 y estar desprovisto en lo posible de fibras y arenas.

Para poder obtener una eficiencia óptima del sistema se debe incluir un desbaste riguroso de finos, el cual solo va a permitir el paso de partículas con un tamaño máximo de 10 mm, precedido de un desbaste de gruesos. Teniendo en cuenta la capacidad de la planta si es de mayor volumen se puede considerar instalar un desbaste de finos de 6 mm por medio de un tamiz o reja automática. Asimismo, se debe incluir un sistema de desarenado. Tener

en cuentas que las aguas residuales con contenido en grasas por debajo de 100 mg/lit no precisan de un tratamiento de desengrasado.

2.8.1.3. Funcionamiento

(Tilley, Ulrich, Luthi, Reymond, & Zurbrugg, 2015) argumentan que:

El manto de lodos está constituido por gránulos que son pequeñas agrupaciones de microbios con un diámetro de 0.5 a 2 mm, y de microorganismos que por su propio peso se van a resistir a ser arrastrados por el flujo ascendente. La función de los microorganismos en la capa de lodos es degradar los compuestos orgánicos, y como resultado se liberan gases como el metano y bióxido de carbono.

Las burbujas que se forman y van ascendiendo mezclan los lodos sin necesidad de piezas mecánicas, las paredes inclinadas del tanque tienen la función de volcar el material que alcanza la superficie del tanque. El efluente clarificado es extraído de la parte superior del tanque en un área por encima de las paredes inclinadas. Ya con varias semanas de uso, se van a formar gránulos más grandes de lodos que a su vez van a actuar como filtros de partículas más pequeñas al ir subiendo el efluente por la capa de lodos. Dado el régimen ascendente, los organismos que forman los gránulos son acumulados, mientras que los demás son arrastrados por el flujo.

El gas que asciende hacia la superficie es recolectado en un domo y puede ser usado como fuente de energía (biogás). Se debe mantener una velocidad ascendente de 0.6 a 0.9 m/h para mantener la capa de lodos en suspensión (Tilley, Ulrich, Luthi, Reymond, & Zurbrugg, 2015).

Generalmente, el reactor dispone en la zona superior de un separador gas-sólido-líquido (separador trifásico), elemento fundamental para el buen funcionamiento de esta tecnología. Este separador tiene por objetivos: mantener el fango dentro del reactor; realizar la decantación de los sólidos sedimentables, llevándolos al compartimiento de digestión situado en la zona inferior del reactor; y extraerlos gases a través de una campana, con la ayuda de un deflector situado debajo del separador. En la parte inferior se forma una capa de lodo con concentraciones del 4 al 10%, con gránulos de diámetro

comprendido entre 1-5 mm. Por encima de esta capa se forma el manto de lodo, menos denso, con concentraciones del 1,5 al 3%, que presenta velocidades de sedimentación más bajas. El tiempo de retención de sólidos suele estar entre 30 y 60 días, por lo que el lodo que se vaya retirando del sistema puede considerarse estabilizado (Reactor Anaerobio de Flujo Ascendente , 2015).

2.8.1.4. Ventajas y Desventajas del UASB

Tabla 2

Comparación de las Ventajas y Desventajas del Sistema UASB

Ventajas	Desventajas
Desarrolla una buena eficiencia al tener una alta reducción de la materia orgánica.	El tiempo que se necesita para el arranque es prolongado y se va a necesitar de una fuente constante de electricidad.
Este sistema tiene la capacidad de soportar un elevado índice de carga orgánica (hasta 10 kg de DBO/m ³ /d) y de carga hidráulica.	Tiene cierto grado de complejidad para poder mantener las condiciones hidráulicas adecuadas (se debe equilibrar el flujo ascendente y el índice de sedimentación).
En todo el proceso de tratamiento del agua residual se va a tener baja producción de lodos (por lo tanto, desazolve poco frecuente).	La eficiencia del sistema para tratar el agua residual puede disminuir o ser inestable con cargas hidráulicas y orgánicas variables.
Poder usar el biogás como fuente de energía.	Tener en cuenta que solo expertos en el área se encarguen del diseño y la supervisión de la construcción.
Los costos de inversión son bajos, porque se aplican las altas tarifas de cargamento del reactor y los tiempos de retención corta.	Requiere temperaturas relativamente elevadas.
El consumo de energía es muy bajo.	Remoción incompleta de la DBO.

Retención de biomasa sin posibilidad de desarrollo de insectos, necesidad de soporte gracias a la formación de gránulos o flóculos con buena capacidad de sedimentación. Posibilidad de desarrollo de insectos, por lo que hay que tener cuidado en eliminarla durante los meses más calurosos del año.

Eficiencia de remoción comprendidos entre 60 y 80% de la DQO.

Fuente: Tomado de Reactor Anaeróbico de Flujo Ascendente con Manto de Lodos (Tilley, Ulrich, Luthi, Reymond, & Zurbrugg, 2015); Capítulo 2 – Sistema de Tratamiento (Capítulo 2 – Sistema de Tratamiento).

Elaboración: Ma. Belén Portero y Víctor Amat.

(Reactor Anaerobio de Flujo Ascendente , 2015) expresa que:

En comparación con otros sistemas anaerobios, los RAFA precisan menos tiempo de retención que las lagunas anaerobias (3-5 días), o los decantadores – digestores (12-24 horas), ocupan menos espacio. Además, tienen mayores rendimientos que una fosa séptica con menor tiempo retención y en comparación con los filtros anaerobios presentan la ventaja de no tener relleno y por tanto, no presentar problemas de colmatación. En comparación con los tratamientos aerobios, los anaerobios permiten mayores cargas orgánicas, no precisan aporte de aireación y producen biogás, lo que se traduce en ahorro de espacio y energía. Además, la producción de lodos es bastante menor. Como principal desventaja los RAFA son más complicados de operar que los sistemas anaerobios anteriormente mencionados.

2.8.1.5. Adecuación

(Tilley, Ulrich, Luthi, Reymond, & Zurbrugg, 2015) concluyen que:

El uso de este tipo de sistema (UASB) no va a tener la eficiencia adecuada para comunidades pequeñas o rurales que no van a tener fuentes constantes de agua y electricidad. Se va a necesitar de una persona capacitada para monitorear y reparar el reactor y la bomba en caso de problemas. Tener en cuenta que el sistema que se está utilizando es de

diseño y construcción simples, aún no está suficientemente probada para las aguas residuales domésticas, pero ya hasta la actualidad se puede afirmar que para uso de aguas residuales domésticas tiene una excelente eficiencia.

Hay que considerar que el reactor “UASB” tiene el potencial y capacidad de generar un efluente de mayor calidad que las Fosas Sépticas (S9), y esto se lo puede lograr con un reactor de menor volumen. Como ventajosamente este proceso tiene una eficiencia del 85 al 90% en la eliminación de la Demanda de química Oxígeno (DQO), se usa habitualmente para la fabricación de cerveza, destilación, elaboración de alimentos y desechos de pulpa y de papel (Tilley, Ulrich, Luthi, Reymond, & Zurbrugg, 2015).

2.8.2. Lagunas de Estabilización o Lagunas de Oxidación.

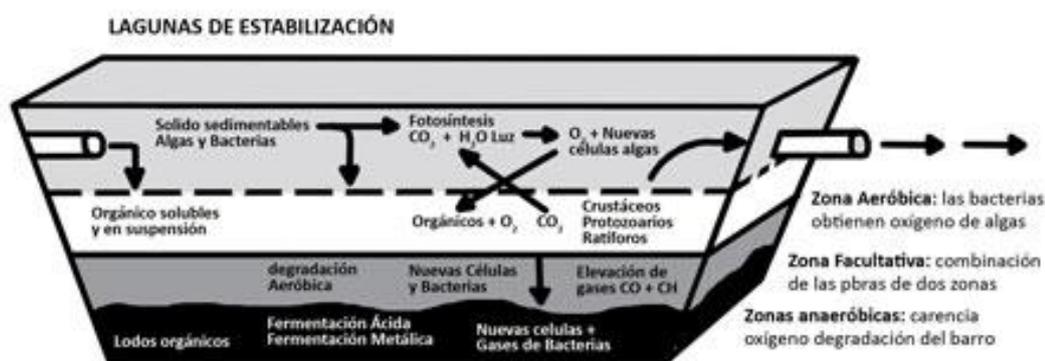


Ilustración 2 Esquema de las lagunas de estabilización

(Fuente: <http://www.bvsde.paho.org/bvsacg/guialcalde/2sas/2-4sas.htm>)

Son el método más simple y eficiente para el tratamiento de aguas residuales provenientes del alcantarillado sanitario. Están constituidos por excavaciones poco profundas cercadas por taludes de tierra. Generalmente tiene forma rectangular o cuadrada. (Rodríguez, 2009)

2.8.2.1. Clasificación de las lagunas de estabilización

Las lagunas de estabilización se pueden clasificar según:

- ❖ **Su Funcionamiento** pueden ser: Aeróbicas, Anaeróbicas Facultativas, y Maduración.
- ❖ **El Número de estanques** se dividen en: Simples y Compuestas

- ❖ Su **posición en el sistema lagunar** son: Primarias, Secundarias y Terciarias
- ❖ Sus **conexiones** pueden trabajar en: Serie o Paralelo.

TIPOS DE LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN

La clasificación más importante se refiere a su funcionamiento de acuerdo a su actividad biológica y el contenido de oxígeno.

❖ **Lagunas aerobias**

Reciben aguas residuales que han sido sometidos a un tratamiento y que contienen relativamente pocos sólidos en suspensión, en ellas se produce la degradación de la materia orgánica mediante la actividad de bacterias aerobias que consumen oxígeno producido fotosintéticamente por las algas; son lagunas poco profundas de 1 a 1.5m de profundidad y suelen tener tiempo de residencia elevada, 20-30 días, las lagunas aerobias se pueden clasificar, según el método de aireación sea natural o mecánico (Rodríguez, 2009).

❖ **Lagunas anaerobias.**

El tratamiento se lleva a cabo por la acción de bacterias anaerobias, como consecuencia de la elevada carga orgánica y el corto periodo de retención del agua residual, el contenido de oxígeno disuelto se mantiene muy bajo o nulo durante todo el año, el objetivo perseguido es retener la mayor parte posible de los sólidos en suspensión, que pasan a incorporarse a la capa de fangos acumulados en el fondo y eliminar parte de la carga orgánica. (Rodríguez, 2009); la estabilización en estas lagunas tiene lugar mediante las etapas siguientes: **hidrólisis, formación de ácidos y formación de metano.**

Las lagunas anaerobias suelen tener profundidad entre 3 y 5 m, el parámetro más utilizado para el diseño de lagunas anaerobias es la carga volumétrica que por su alto valor lleva a que sean habituales tiempos de retención con valores comprendidos entre 2 a 5 días. (Rodríguez, 2009)

❖ **Lagunas facultativas.**

Son aquellas que poseen una zona aerobia (superficie) y una anaerobia (fondo). La finalidad de estas lagunas es la estabilización de la materia orgánica en un medio oxigenado proporcionando principalmente por las algas presentes en este tipo de lagunas se puede encontrar cualquier tipo de microorganismos, desde anaerobios estrictos, en el fango del fondo, hasta aerobios estrictos en la zona inmediatamente adyacente a la superficie. Además de las bacterias y protozoarios, en las lagunas facultativas es esencial la presencia de algas, que son las principales suministradoras de oxígeno disuelto, el objetivo de las lagunas facultativas es obtener un efluente de la mayor calidad posible, en el que se haya alcanzado una elevada estabilización de la materia orgánica, y una reducción en el contenido en nutrientes y bacterias coliformes. (Rodríguez, 2009)

La profundidad de las lagunas facultativas suele estar comprendida entre 1,5 y 2,5 m para facilitar así un ambiente oxigenado en la mayor parte del perfil vertical. Su tiempo de retención es de 5 a 30 días (Rodríguez, 2009).

❖ **Lagunas de maduración.**

Tiene como objetivo fundamental la eliminación de bacterias patógenas. Además de su efecto desinfectante, las lagunas de maduración cumplen otros objetivos, como son la nitrificación del nitrógeno amoniacal, cierta eliminación de nutrientes, clarificación del efluente y consecución de un efluente bien oxigenado. (Rodríguez, 2009)

Las lagunas de maduración se construyen generalmente con tiempo de retención de 3 a 10 días cada una, mínimo 5 días cuando se usa una sola y profundidades de 1 a 1.5 metros. En la práctica el número de lagunas de maduración lo determina el tiempo de retención necesario para proveer una remoción requerida de coliformes fecales. Las lagunas de maduración suelen constituir la última etapa del tratamiento, por medio de una laguna facultativa primaria o secundaria o de una planta de tratamiento convencional, debido a la eliminación de agentes patógenos, si se reutiliza el agua depurada (Rodríguez, 2009)

2.8.2.2. Función de las lagunas de estabilización

(Rodríguez, 2009) nos afirma que las lagunas tienen como objetivos:

1. Remover de las aguas residuales la materia orgánica que ocasiona la contaminación.
2. Eliminar microorganismos patógenos que representan un grave peligro para la salud.
3. Utilizar su efluente para reutilización, con otras finalidades, como agricultura.

La eficiencia de la depuración del agua residual en lagunas de estabilización depende ampliamente de las condiciones climáticas de la zona, temperatura, radiación solar, frecuencia y fuerza de los vientos locales, y factores que afectan directamente a la biología del sistema. (Rodríguez, 2009)

Las lagunas de estabilización operan con concentraciones reducidas de biomasa que ejerce su acción a lo largo de periodos prolongados. La eliminación de la materia orgánica en las lagunas de estabilización es el resultado de una serie compleja de procesos físicos, químicos y biológicos, entre los cuales se pueden destacar dos grandes grupos. (Rodríguez, 2009)

- ❖ Sedimentación de los sólidos en suspensión, que suelen representar una parte importante (40-60 % como DBO5) de la materia orgánica contenida en el agua residual, produciendo una eliminación del 75-80 % de la DBO5 del efluente.
- ❖ Transformaciones biológicas que determinan la oxidación de la materia orgánica contenida en el agua residual.

2.8.2.3. Factores que modifican el funcionamiento de las lagunas

(Comisión Nacional del Agua, 2007) El tipo de comunidad biológica que se desarrolla en las lagunas y, por lo mismo, la eficiencia del tratamiento depende de múltiples factores, como:

Tabla 3*Factores que modifican el funcionamiento de las lagunas*

Calidad del agua a tratar		
Aspectos Climáticos	Aspectos Físicos	Aspectos Químicos y Bioquímicos
<ul style="list-style-type: none"> • Intensidad de la luz solar 	<ul style="list-style-type: none"> • Estratificación 	<ul style="list-style-type: none"> • Material disuelto y suspendido
<ul style="list-style-type: none"> • Precipitación pluvial 	<ul style="list-style-type: none"> • Flujo a través de las lagunas 	<ul style="list-style-type: none"> • Oxígeno disuelto
<ul style="list-style-type: none"> • Nubosidad 	<ul style="list-style-type: none"> • Profundidad 	<ul style="list-style-type: none"> • Dióxido de carbono
<ul style="list-style-type: none"> • Viento 		<ul style="list-style-type: none"> • Fósforo, Nitrógeno
<ul style="list-style-type: none"> • Temperatura 		<ul style="list-style-type: none"> • Oligoelementos
<ul style="list-style-type: none"> • Infiltración y evaporación 		<ul style="list-style-type: none"> • pH

Fuente: Tomado de Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento (MAPAS); Diseño de plantas de tratamiento de aguas residuales municipales: Lagunas de Estabilización (Comisión Nacional del Agua, 2007)

Elaboración: Ma. Belén Portero y Víctor Amat

2.8.2.1. Ventajas y desventajas de las lagunas de estabilización.

Tabla 4*Principales ventajas y desventajas*

Ventajas	Desventajas
Bajo costo de construcción y operación	Alto costo por adquisición y ocupación de terreno de las lagunas facultativas y de maduración.
El consumo energético es nulo.	La presencia de materia en suspensión en el efluente, debido a las altas concentraciones de fitoplancton.
Tienen una retención de sólidos que puede alcanzar los 5 a 10 años.	Pérdidas de agua debido a la evaporación en verano.
Operación y mantenimiento simple no requieren equipos de alta tecnología y,	Contaminación de acuíferos por infiltración, particularmente en

por tanto, no es necesario personal calificado para estas labores.	lagunas construidas sobre suelos arenosos.
Tiene una remoción eficiente de los microorganismos patógena.	Su funcionamiento depende de las condiciones ambientales.
La eliminación de microorganismos patógenos es muy superior a la alcanzada mediante otros métodos de tratamiento.	Generación de insectos y olores desagradables por lo que obliga a situarlas en lugares alejados de las zonas habitadas.
Son compatibles con tratamiento o disposición final de efluentes en suelos.	Es necesario tener el suelo de las lagunas perfectamente aislado para no contaminar los acuíferos.

Fuente: Tomado de Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento (MAPAS); (Comisión Nacional del Agua, 2007) ; Tratamiento de Aguas Residuales en Pequeñas Comunidades. Lagunas de estabilización. (Rodríguez, 2009); Estabilización de Lodos en Lagunas (Cross O)

Elaboración: Ma. Belén Portero y Víctor Amat

CAPÍTULO III

3. ASPECTOS GENERALES

3.1. Datos Generales:



Ilustración 3 Localización de Babahoyo en Ecuador

Fuente: (Comunidad Andina, 2009)

Según (Cantanteme, 2016), Babahoyo es la segunda ciudad más poblada de la provincia de Los Ríos, tiene el puerto fluvial más grande del país por eso es considerado como la Capital Fluvial del Ecuador, se encuentra rodeada por los ríos San Pablo y Catarama, que a su vez forman el río Babahoyo, que luego desemboca en la cuenca del río Guayas.

“La población en su gran mayoría se dedica a la agricultura, ganadería y el comercio, los principales productos que se cultivan: arroz, maíz, soya, banano y una gran variedad de frutas tropicales” (El Universo, 2005).

(Cantanteme, 2016) nos afirma que:

Su situación geográfica es una de las más privilegiadas se encuentra al sur de la provincia de Los Ríos, pues por sus vías atraviesan cada día más de 27000 automotores, es un punto comercial entre la Costa y la Sierra. Dentro de la red vial urbana, la ciudad cuenta con dos puentes peatonales que permiten la comunicación de la zona central con las parroquias urbanas Barreiro y El Salto. Existen cuatro puentes vehiculares: los dos primeros que cruzan los ríos Catarama y San Pablo al norte de la ciudad (carretera Babahoyo – Quito); el tercero que cruza el estero Lagarto al sur de la urbe (carretera Babahoyo – Guayaquil); y el cuarto que está ubicado en el sector La Ventura (carretera Babahoyo – Ambato)

Los datos proporcionados a continuación son obtenidos de la página oficial de (Municipalidad de Babahoyo, 2014).

3.1.1. Localización Geográfica:

- ❖ **País:**  República del Ecuador
- ❖ **Región:** Litoral o Costa
- ❖ **Provincia:**  Los Ríos
- ❖ **Cantón:**  Babahoyo
- ❖ **Zona de Planificación:** 5
- ❖ **Parroquias:** Camilo Ponce, Clemente Baquerizo, El Salto y Barreiro (**Urbanas**), Caracol, Febres Cordero, La Unión, Pimocha, Matilde Esther y Pueblo Nuevo (**Rurales**), 182 (**Recintos**).
- ❖ **Superficie:** 1076.1km²
- ❖ **Altitud máxima:** 6 m.s.n.m.
- ❖ **Relieve:** Su terreno es plano con pocas elevaciones o lomas sin mucha altura.
- ❖ **Tamaño de la Población:** 156.777 habitantes (Censo INEC 2010)

3.1.2. Límites del Cantón:

- ❖ **Norte:** Cantones Baba, Pueblo viejo y Urdaneta
- ❖ **Sur:** Provincia del Guayas
- ❖ **Este:** Cantón Montalvo y la Provincia de Bolívar
- ❖ **Oeste:** la noble y torera cantón Baba.

3.1.3. Coordenadas Geográficas y UTM:

- ❖ **Coordenadas Geográficas:**

- 🌐 Latitud: 1°49'0"S – Longitud: 79° 32'03" W

- ❖ **Coordenadas UTM (Universal Transversal de Mercator):**

- Este** 663146,49 m – **Norte** 9799134,31 m - WGS84

- Fuente:* (Servicio Meteorológico del Gobierno de Ecuador, s.f.)

3.2. Climatología:

- ❖ **Clima:** se caracteriza por tener un clima cálido – lluvioso desde enero a mayo con una temperatura promedio anual de 24 °C y máxima de 30 °C en los meses de junio a diciembre la temperatura baja a 18 °C a 20 °C frecuentemente por las noches con un clima frío debido a la corriente fría de Humboldt. (Cantanteme, 2016)

Según describe la (Municipalidad de Babahoyo, 2014)

- ❖ **Temperatura:** Promedio máximo en el año 29°C y el promedio mínima 22,5°C
- ❖ **Precipitación pluviométrica anual fluctuante** de 2120mm.
- ❖ **Precipitación máxima** en 24 horas entre 70 y 170mm
- ❖ **Humedad relativa:** entre 70 y 85%

- ❖ **Viento:** La temporada de vientos de baja densidad es en la temporada invernal con dirección de S.E. pero puede variar su dirección en verano de S.E. entre los meses de mayo a diciembre, estos vientos ayudan a aumentar la evaporación, lo que acceder a mantener renovada la capa atmosférica (Franco Puga, 2015, pág. 23).

3.3. Hidrografía.

“Su principal río es el Babahoyo, que recibe las aguas de sus afluentes; caracol, San Pablo, Vinces, Pueblo Viejo, Yaguachi y Zapotal” (Municipalidad de Babahoyo, 2014).

3.4. Agua Potable

“El sistema de agua potable en Babahoyo se abastece de cinco pozos profundos, de los cuales se bombea agua hasta el depósito de captación en el que se realiza el tratamiento de potabilización, para luego ser bombeada a los depósitos elevados. Posteriormente el agua desciende por gravedad a través de un ramal principal y se reparte en ramales secundarios y a la vez en guías domiciliarias. Esta planta de potabilización cuenta con dos depósitos de reserva para caso de emergencia. La ciudad de Babahoyo cuenta con una de las mejores plantas de tratamiento de agua potable del país con una vida útil de 20 años.” (Documento Grupal, 2010).

Tabla 5

Abastecimiento de Agua Potable

Abastecimiento de Agua Potable	Urbana	Rural	Porcentajes
Red Pública	79%	14320	20%
Pozo	16%	2894	54%
Río vertiente	2%	439	24%
Carro repartidor	1%	177	1%
Otro	1%	198	1%

Fuente: Tomado de (Documento Grupal, 2010)

Elaboración: Ma. Belén Portero y Víctor Amat

3.5. Alcantarillado Sanitario

“En el invierno existían inundaciones en el casco urbano, pero ahora gracias a un sistema de alcantarillado de primera, la ciudad no se inunda siendo así como la ciudad de Cuenca, ambas con el mejor sistema de utilidad del agua del país” (Cantanteme, 2016)

Se construyó una red de alcantarillado sanitario, existe una red terciaria de 60 km de longitud y 6400 cajas de revisión, luego se

continuo la red secundaria de colectores dividida en 16 ramales, con una longitud total de 12 km, un colector matriz de 4 km de longitud, colectores secundarios y un sistema terciario de recolección domiciliaria y finalmente se construyeron cuatro pozos profundos con el fin de obtener el agua potable para la ciudad a partir de acuíferos subterráneos, el agua obtenida será conducida hacia una planta de tratamiento. Las aguas residuales llegan a la planta de tratamiento que está equipada con bombas de tornillo, un desarenador, 6 reactores y 6ha de lagunas de oxidación. Se llevan a cabo tratamientos mecánicos, biológicos y de lodos que permiten la depuración del agua. (Documento Grupal, 2010, págs. 73,74)

Tabla 6

Disponibilidad de alcantarillado

Disponibilidad de Alcantarillado	Porcentaje	Viviendas
Conectado a red pública	28%	8439
Pozo ciego	23%	7075
Pozo séptico	32%	9859
Otra forma	17%	5149

Fuente: Tomado de (Documento Grupal, 2010)

Elaboración: Ma. Belén Portero y Víctor Amat

3.6. Drenaje Pluvial

(EMSABA, s.f.) menciona que era común observar que durante las épocas lluviosas la ciudad permanecía bajo un manto de agua por prolongados períodos y, conjuntamente con ella, las carreteras se sumergían completamente impidiendo el tránsito, tanto la principal vía que conecta a Babahoyo con Quevedo, Guaranda y Guayaquil, como el denominado by-pass. A esto se agrega la precaria situación de la prestación de los servicios básicos:

- ❖ Provisión de “agua potable”, suministro para uso doméstico que consistía en un grupo de pozos para extracción de agua subterránea, sin tratamiento alguno, varias redes de distribución, la mayoría obsoletas y conexiones domiciliarias sin micro medición; el sistema de

alcantarillado sanitario, que descargaba directamente las aguas servidas de la ciudad al río Babahoyo, sin ningún tipo de tratamiento, de una manera similar el drenaje pluvial descargaba al río directamente, cuando el nivel del mismo era bajo. (EMSABA, s.f.)

- ❖ “El sistema de drenaje pluvial, recolecta las aguas lluvias dentro de la ciudad, para luego drenarla por gravedad cuando el nivel del río o de la sabana lo permiten y por bombeo cuando estos han alcanzados sus niveles máximos” (Froebel, 2012).

Todas estas circunstancias hacían de Babahoyo una ciudad poco atractiva para los transeúntes y aún para la misma población local, repercutía en una falta de turismo y en un desplazamiento de las clases más adineradas, que preferían vivir en Guayaquil y viajar a Babahoyo únicamente para atender sus negocios o cultivos. Los problemas de salud que se generaban, hacían de Babahoyo una ciudad poco atractiva para la inversión local y nacional (EMSABA, s.f.).

Parte de un sistema de cunetas que conducen el agua a sumideros ubicados en las esquinas los que se acoplan a colectores que atraviesan la ciudad y conducen el agua a las piscinas conocidas como tanques de regulación, se implementó un sistema de bombeo cercano a la Sabana y al río Babahoyo para lograr sacar el agua lluvia de la ciudad evitando así inundaciones en invierno. Se colocaron cinco bombas de funcionamiento automático en el perímetro de la ciudad, tres hacia el margen norte de la ciudad, y dos hacia el margen sur colindante con la Sabana. Las zonas de Barreiro, El Salto y la Sabana se mantienen desprotegidas de la inundación por lo que el sistema deberá ampliarse paulatinamente (Documento Grupal, 2010, pág. 75)

CAPÍTULO IV.

4. DESCRIPCIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA CIUDAD DE BABAHOYO

4.1. Descripción de la Etapas que comprende la Planta de Tratamiento



Ilustración 4 Ubicación de la Planta de Tratamiento, Babahoyo.

Elaboración: Ma. Belén Portero y Víctor Amat mediante el uso de Google Earth, 2017.

La planta de tratamiento de aguas residuales que opera EMSABA se encuentra ubicada en el sector Las Peñas en la ciudad de Babahoyo, provincia de Los Ríos, entre el río Babahoyo y la vía Guaranda – Babahoyo.

La construcción se inició en el año 1999 bajo la intervención de ingenieros alemanes y ecuatorianos, concluyendo su construcción en el año 2003 en el cual fue la inauguración de la planta y está operativa por más de 14 años.

Esta planta tiene un sistema de tratamiento único en el país ya que se basa en la combinación de 2 sistemas de tratamiento de aguas residuales; el primero son los reactores (UASB) y el segundo de las lagunas facultativas y de maduración; las aguas residuales son tratadas por medio de métodos biológicos anaeróbicos y aeróbicos. Para el control de los olores de estas aguas residuales la planta EMSABA tiene barreras físicas (cerca de árboles), que reduce la emisión de estos olores a la ciudad.

❖ **Coordenadas Geográficas:**

🌐 Latitud: 1°48'54.8"S – Longitud: 79°32'57.0"W

4.2. Componentes de la Planta de Tratamiento

La tecnología de tratamiento de la planta depuradora contempla las siguientes fases:

Tratamiento Mecánico (Pretratamiento):

- ❖ Rejillas de limpieza automática y cinta transportadora
- ❖ Desarenador

Tratamiento Biológico:

- ❖ Reactores anaeróbicos de flujo ascendente con manto de lodos.
- ❖ Tanque de flotación.
- ❖ Lagunas facultativas y maduración.

Tratamiento de Lodos:

- ❖ Deshidratación de lodos en lechos de secado.
- ❖ Compostaje de los lodos deshidratados.

Componentes de la planta de tratamiento de aguas residuales y sus correspondientes abreviaciones. (Ver Ilustración 5)

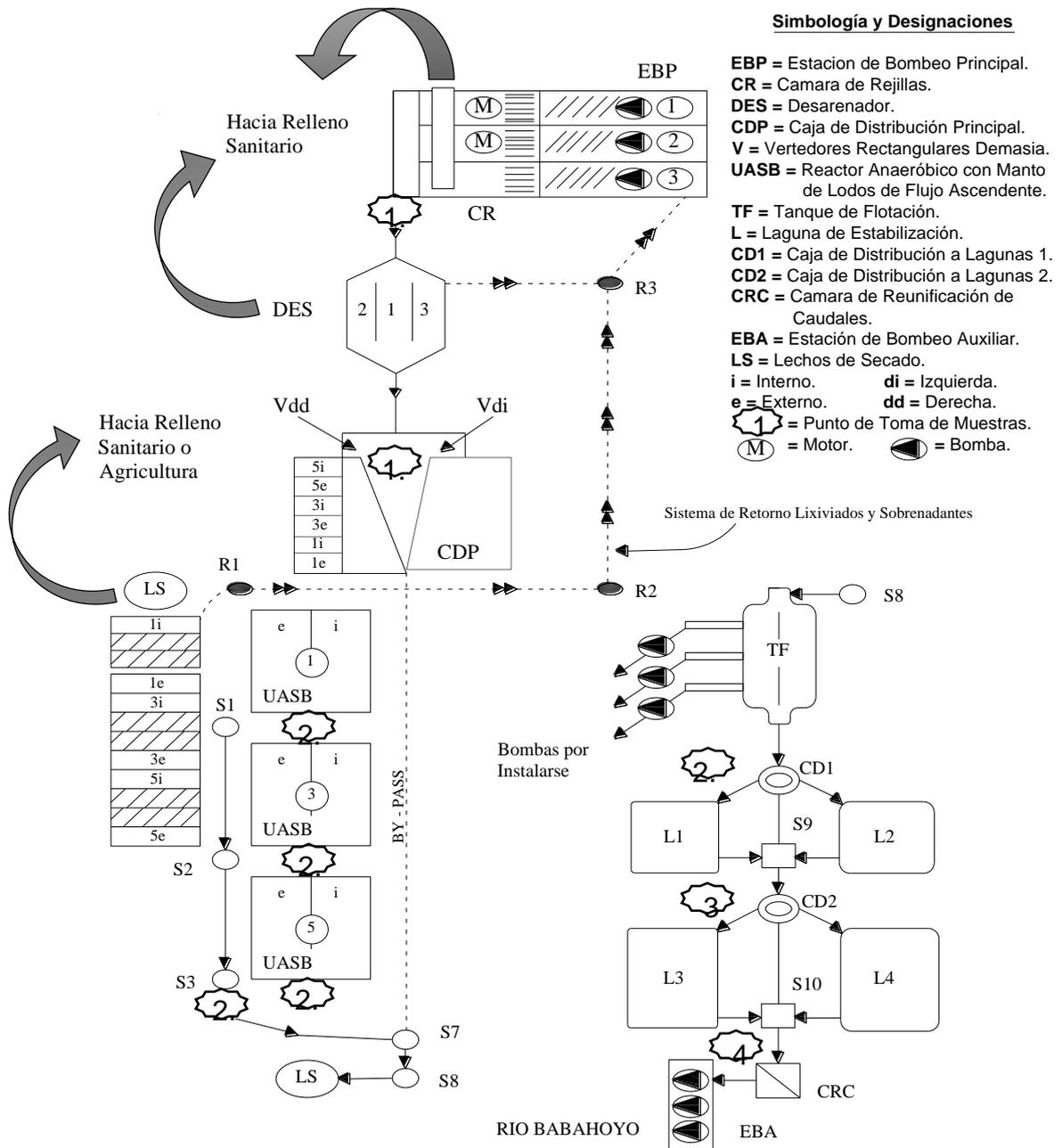


Ilustración 5 Diagrama de flujo y designaciones

Elaboración: Ma. Belén Portero y Víctor Amat

4.2.1. Estación de Bombeo Principal (EBP)

Toda el agua residual de la ciudad de Babahoyo llega a un cárcamo de bombeo, la cual se va a elevar el agua residual a una plataforma ubicada a 10 msnm, esto se logra gracias a la presencia de 3 bombas tipo tornillo de Arquímedes (Ver **Fotografía 2**).

Cada tornillo de Arquímedes tiene una capacidad de 30 HP y tiene una longitud de 11 m, de las tres bombas tipo tornillo solo se trabaja con dos de ellas y una queda de emergencia para cualquier mantenimiento (Ver **Fotografía 4**).

Cada bomba tiene la capacidad de elevar un caudal de 225 l/s; hay que tener en cuenta que la estación de bombeo está compuesta de una rampa donde se van a alojar los tornillos de Arquímedes, las cuales tienen 1,3 m de diámetro del alabe de doble paso y una casa de máquinas que contiene los tableros de control de las bombas tornillo para operación automática y manual. (Ver **Fotografía 3**).

4.2.2. Cámara de Rejillas (CR)

Consiste en que el agua sube las bombas tipo tornillo pase a través de tres cámaras de rejillas, que tienen la función de retener todos los sólidos gruesos. Las rejillas tienen una inclinación de 75° con respecto a la horizontal, y una separación de un centímetro entre ellas (Ver **Fotografía 5**)

De los residuos que se quedan en las rejillas, dos de ellas tiene un sistema automático de limpieza (Ver **Fotografía 7**) que por medio de una banda transportadora se traslada el material retirado hasta un container o remolque, el cual lo lleva a un relleno sanitario. La tercera rejilla de limpieza es de forma manual (Ver **Fotografía 6**) y cuidadosa se tendrá que poner esa materia en la banda transportadora. Hay que resaltar que semanalmente se puede retirar de 20 a 30 kg de basura y esto puede variar si es temporada de lluvia.

4.2.3. Desarenador (DES)

Su función principal de eliminar la mayor parte del material particulado que se encuentre en el agua residual, esto se logra bajo la acción de la gravedad

logrando una eficiencia del 98% del desarenador. El desarenador es de flujo horizontal por lo cual contiene tres cámaras y cada una de ellas tiene una longitud efectiva de 25 m; la longitud total es de 40 m.

Los lodos que quedan en el desarenador retenidos son retirados por medio de una pala mecánica y llevados a los lechos de secado, que después de 5 a 7 días expuesto al sol sirve como abono.

Está dividida en tres partes la cámara principal o central con un ancho dos metros y las dos cámaras secundarias o laterales con un metro de ancho cada una. (Ver **Fotografía 8** y **Fotografía 9**).

4.2.4. Caja de Distribución Principal (CDP)

El agua después de haber pasado por el desarenador ingresa a la caja de distribución principal que tiene una estructura compuesta por un vertedero hidráulico con una longitud de 7.60 m, dicho vertedero se lo denomina con el nombre de “pico de pato”. El agua que llega se divide en dos partes iguales, la del lado izquierdo no recibe agua ya que esa alimenta a los reactores UASB 2, 4, y 6 que no están en funcionamiento y por el lado derecho llega toda el agua de los cuales se encargan de abastecer de agua a los reactores 1, 3, 5. Esto genera que la planta esté operando a un 50% de su totalidad, las aguas residuales son divididas por vertederos triangulares tipo Thompson que van a descargar sobre 6 tanquetas que alimenta a cada una de las unidades que componen los reactores UASB. La estructura de la caja de distribución de caudales dispone de dos vertedores rectangulares dispuestos para evacuar las excedencias a través del By-Pass y conducir las por medio del tanque de flotación en dirección a las lagunas (Ver **Fotografía 10**).

4.2.5. Reactor Anaeróbico de Flujo Ascendente con Manto de Lodos (UASB)

El agua residual llega a los reactores anaerobios de flujo ascendente con mantos de lodos (UASB) a través de unas tuberías de PVC proveniente de la caja de distribución principal. Cada reactor tiene la capacidad de recibir 1000 m³ de agua, y en el fondo de cada reactor se encuentra una fauna microbiana

que se conforman por una diversidad de bacterias de diferentes familias, que no van a necesitar oxígeno para realizar sus funciones metabólicas.

Los reactores están compuestos por cámaras de hormigón armado que en su parte superior tiene separadores tipo trifásicos (Y invertidas) hechas también con hormigón con la función de crear una zona en el reactor que sea tranquila, donde el lodo des-gasificado pueda sedimentarse y volver a la zona de digestión (Ver **Fotografía 11**).

En los separadores trifásicos se los llaman así porque separan el agua del gas y de los lodos. En los trifásicos se van a encontrar instalados los deflectores que impide el ascenso del gas hacia la zona de sedimentación.

Actualmente solo están funcionando 3 reactores UASB, estos reactores son el 1, 3 y 5 (Ver **Fotografía 13**) ya que no se tiene la suficiente necesidad de agua a tratar en la ciudad de Babahoyo. Los reactores 2, 4 y 6 están vacíos por lo que no se los utilizan (Ver **Fotografía 12**).

4.2.6. Tanque de Flotación (TF)

Es una estructura de hormigón armado de dos cámaras con tableros de retención, para retener y desviar el material flotante hacia un tanque que está ubicado en la parte central de la estructura, que permite la separación de los lodos del agua y también ayuda a la eliminación de los aceites y aceites que se generaron en los reactores UASB. Tiene una profundidad de 4 m y el agua es retenida por 20 min para luego por medio de la succión se direcciona al primer repartidor, la caja de distribución a partir del cual se alimentan las lagunas que son facultativas.(Ver **Fotografía 14** y **Fotografía 15**).

4.2.7. Lagunas de Estabilización (L)

Son aguas servidas en proceso de depuración requieren de una fase de oxigenación y pulimento por lo que se construyeron 4 baterías, 2 unidades cada una que trabajan en serie y paralelo; hay que tener en cuenta que las primeras cuatro lagunas son facultativas y las dos últimas de maduración o pulimento.

La primera caja de distribución lleva el agua tratada a las lagunas 1 y 2 que son facultativas; por medio del contacto del aire el oxígeno se diluye en las

lagunas para que efectúen su metabolismo las bacterias, tener en cuenta que el agua antes de ingresar a las lagunas tiene un color marrón oscuro y con presencia de espuma con manchas negras que vienen a ser sedimentos restantes en el agua.

A las salidas de cada laguna se encuentra una caja de revisión que recoge efluentes de las mismas y las conduce hacia una repartidora para su distribución en las lagunas restantes. Las lagunas 3 y 4 son facultativas las aguas se tornan de un color más claro y disminuye la intensidad de los olores, se puede apreciar que hay presencia de aves a los alrededores (bordes) de las lagunas, esto nos dice que el tratamiento está funcionando porque comienza a recuperarse la calidad del agua (Ver **Fotografía 17**). Por último, las aguas pasan a las lagunas 5 y 6 que trabajan como lagunas de maduración, en las cuales se encargan de la regulación o control de oxígeno disuelto y eliminan los coliformes fecales, el agua toma un color casi transparente y ya no presenta malos olores, se evidencia una mayor presencia de aves en estas lagunas y además la presencia de peces.

En total las lagunas cubren un área de 6 hectáreas y están formadas por diques de tierra y todas funcionan por gravedad, tiene una forma de dos invertido que esto genera el aumento de recorrido del agua por las lagunas (Ver **Fotografía 16**)

4.2.8. Caja de Reunificación de Caudales (CRC)

Cumple la función de reunificar los caudales provenientes de las lagunas, mediante un canal trapezoidal revestido de hormigón armado por donde va a circular el agua tratada física y biológicamente a gravedad hasta la estación de bombeo auxiliar. Hay que resaltar que había la presencia de espuma con pequeños residuos a la salida de la caja reunificadora de caudales (Ver **Fotografía 18**).

4.2.9. Estación de Bombeo Auxiliar (EBA)

Está equipada con bombas sumergibles ubicadas dentro de un cuarto de hormigón armado, las bombas son de tipo “rodete axial” las cuales permiten la descarga al afluente que proviene de la caja de reunificación de caudales

al río Babahoyo cuando los niveles del río estén sobre los 3 msnm, el caudal máximo que pueden elevar cada bomba es de 235 l/s a una altura máxima de 4.30 m. En épocas de sequías o marea baja la descarga del afluente se realiza por gravedad (Ver **Fotografía 19**).

4.2.10. Lechos de Secado (LS)

Están a un costado de los reactores UASB, es un área determinada dividida en 12 tramos donde se va a descargar los lodos que se obtienen de todo el proceso de tratamiento, hay que tener en cuenta que estos lodos sirven como abono de primera calidad (Ver **Fotografía 20**).

Hay tres casetas ubicadas a lado de los lechos con unas válvulas de paso (no automáticas) que controlan la cantidad de lodo que se tiene que regar en cada división. Cada válvula cuenta con su tubo de PVC por el cual se hace llegar el lodo (Ver **Fotografía 21**).

4.2.11. Evacuación de los Lodos

El lodo se evacúa en cuatro etapas específicas de la planta, los cuales son:

- ❖ Las rejillas donde se va a encontrar materia orgánica gruesa y/o flotante mayor a 1 cm.
- ❖ En el desarenador se encuentra material de tipo mineral particulado.
- ❖ En los reactores UASB son los lodos digeridos en exceso que se va a retirar.
- ❖ Y por último en el tanque de flotación se retira todo tipo de materia que este flotando (sobrenadante).

Toda la materia que se pueda obtener del desbaste se lo va a trasladar por medio de la cinta transportadora (sistema automático de limpieza de las rejillas) a un container o camión, donde se lo llevara al relleno sanitario más cerca que se tenga.

En el desarenador se encuentra una grúa la cual ayuda a la extracción del material sedimentado y tiene como destino a los lechos de secado en donde se puede utilizar como material filtrante.

Con respecto a los lodos que se producen en el tratamiento biológico se los retira de los reactores UASB por medio de las tuberías de purga los cuales van a descargar a los lechos de secado. También se puede encontrar lodos mineralizados los cuales se los pone en una parte específica de los lechos de secado con el objetivo de deshidratarlo.

El material que se puede encontrar en el tanque de flotación se lo conduce con camiones con destino para el relleno sanitario o agricultura como abono.

4.2.12. Descarga al Río

El agua tratada se descarga en el río Babahoyo con cierta presencia de espuma. (Ver **Fotografía 22**).

4.3. Operación y Mantenimiento de la Planta de tratamiento

4.3.1. Operación actual

En los días que se realizaron los trabajos de campo, en la primera visita se inició la operación de la bomba tipo tornillo de Arquímedes número uno, donde generó mal olor que se podía tolerar, en cambio cuando se realizó la segunda visita estaba encendido el tercer tornillo se generó un intenso mal olor no tolerable. Al parecer por falta de uso de los tornillos 2 y 3 en las cámaras se producen concentraciones de gases. (Ver **Fotografía 29**)

Atrás del cuarto de bombas de los tornillos de Arquímedes se encuentran las cámaras de rejillas las cuales, por el uso constante del primer tornillo, su rejilla estaba con presencia de sólidos y como no tiene sistema de limpieza automático se acumula en exceso por lo que obstaculizaba el paso del agua. Cuando encendieron el tercer tornillo se pudo apreciar que el sistema de limpieza automático no está funcionando y la rampa o banda transportadora estaba con desechos sólidos que no se han retirado de hace mucho tiempo (Ver **Fotografía 34**).

La caja de distribución principal está dividida en dos partes, las del lado izquierdo no están funcionando por lo que no hay la demanda para usarlo, pero del lado derecho en cambio si se lo utiliza ya que alimenta a los reactores (UASB) 1, 3 y 5.

En lo que corresponde a los reactores solo está funcionando al 50% de su capacidad ya que solo los reactores (UASB) 1, 3 y 5 están en funcionamiento y los 2, 4 y 6 están fuera de servicio. Hay que recalcar que los gases que se producen no son recogidos y salen a la atmosfera libremente, tiene un punto de energía con los cables pelados y sin ninguna protección que utilizan para trabajos adicionales. (Ver **Fotografía 32**)

Las seis lagunas de estabilización se encuentran operando, tienen una forma de un dos invertido para aumentar el recorrido del agua al pasar de una laguna a otra, el tiempo de retención que tienen es de 7 a 8 días.

Para pasar el agua de una laguna a otra, hay unas rejillas de acero con compuertas que permiten regular y controlar el paso del agua de un lado a otro. Cada año se debe extraer el agua de cada una de las lagunas y dejarla secar para la mineralización de los lodos sedimentados lo cual no han hecho los operadores de la planta.

En el cuarto de bombas auxiliar, las bombas estaban apagadas ya que en esta época del año no hay necesidad de encenderlas.

4.3.1. Mantenimiento Actual.

Cada tornillo de Arquímedes tiene en el lado izquierdo un ala metálica, como de los 3 tornillos más se usa el primero se puede apreciar la presencia de corrosión. Hay que tener en cuenta que por el uso más frecuente del primer tornillo va a generar una disminución de tiempo de vida útil de la bomba (Ver **Fotografía 31**). En el cuarto de bombas de los tornillos había 3 rejillas en el piso que estaban comenzando a corroerse.

En la parte trasera del cuarto de bombas en el techo faltaban pedazos de planchas y las vigas tipo cerchas que sostenía el techo estaban corroídas y faltaban partes de la viga. (Ver **Fotografía 30**)

Las cámaras de rejillas presentan corrosión en su totalidad, pero más en la primera cámara ya que se utiliza frecuentemente. (Ver **Fotografía 35**)

Por otra parte, el sistema automático de limpieza de las rejillas estaba en un estado deplorable ya que toda la estructura de acero está muy corroída y

hasta con presencia de telaraña por lo cual indica que no ha recibido ningún tipo de mantenimiento o uso hace largo tiempo. (Ver **Fotografía 37**).

La caja de distribución en la parte de rejas que hay presentan también corrosión y descascara miento del mismo. (Ver **Fotografía 38**)

Los reactores (UASB) 2, 4 y 6 al no estar en funcionamiento tienen las tuberías al descubierto y están llenas de paneles de avispas; (Ver **Fotografía 41**) en cambio en los otros 3 reactores presentan corrosión en sus rejas y pasamanos. (Ver **Fotografía 38**). En unas válvulas de control de paso de agua y escalera están con presencia de óxido. (Ver **Fotografía 36** y **Fotografía 39**)

Con lo que corresponde a la limpieza de las rejillas que permiten el paso del agua de una laguna a otra no había problema, solo una pequeña presencia de oxidación, en las lagunas facultativas hay que procurar que se mantengan de un color verde intenso ya que es indicativo de niveles altos de pH y oxígeno disuelto.

El control del podado los taludes que rodean las lagunas, para evitar que se generen problemas de erosión (Ver **Fotografía 43**) y que el agua residual que llegue a las lagunas tenga un nivel controlado de DBO y sólidos suspendidos. Las lagunas de oxidación en su mantenimiento se tratan básicamente de la eliminación de plantas acuáticas invasoras.

Casetas ubicadas en los lechos de secado donde se encuentran válvulas para el control del paso de agua, las tuberías estaban rotas y algunos tramos desaparecidos. (Ver **Fotografía 42**)

Una caja de aguas servidas estaba rota. (Ver **Fotografía 40**)

con respecto a todo lo que es estructura de hormigón estaba con presencia abundante de moho y falta de una mano de pintura. (Ver **Fotografía 33**).

CAPÍTULO V

5. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

5.1. Actividades realizadas Oficina

En lo que corresponde a los trabajos realizados en oficina tenemos:

- ❖ Estructuración de los capítulos que correspondan a los temas a tratar en la ejecución de la tesis.
- ❖ Recopilación de información bibliográfica.
- ❖ Definición de los parámetros que se van a analizar.
- ❖ Investigación de las etapas que componen la planta.
 - Estación de Bombeo Principal.
 - Cámara de Rejilla.
 - Desarenador.
 - Caja de Distribución Principal.
 - UASB.
 - Tanque de Flotación.
 - Lagunas de Estabilización.
 - Lagunas Facultativas.
 - Lagunas de Maduración.
 - Caja de Reunificación de Caudales.
 - Estación de Bombeo Auxiliar.
 - Lecho de Secado.
- ❖ Detallar las etapas de “Lagunas de Estabilización” y del “UASB”.
- ❖ Comprensión de cada una de las etapas que componen la planta.
- ❖ Organizar la visita a la planta de tratamiento de aguas residuales de la ciudad de Babahoyo.
- ❖ Trasladar todo lo visto en la planta al documento por medio de imágenes y comentarios.
- ❖ Interpretación de resultados obtenidos por los muestreos realizados.
- ❖ Comparación de resultados con la norma vigente en el Ecuador, T.U.L.M.A.

- ❖ Evaluar de acuerdo a los resultados la planta, conclusiones y recomendaciones.

5.2. Actividades realizadas en Campo

Para dicha investigación del trabajo de grado, se realizó ensayos de campo y laboratorio con el fin de obtener resultados de las pruebas que mencionamos a continuación:

- pH.
- Temperatura.
- Demanda Bioquímica de Oxígeno.
- Demanda Química de Oxígeno.
- Coliformes Fecales.
- Sólidos Suspendedos Totales.
- Aceites y Grasas.
- ❖ La caracterización física, química y microbiológica de las muestras obtenidas se realizó en el Laboratorio Grupo Químico Marcos
- ❖ Ejecución de los muestreos (simple y compuesto) en la planta de tratamiento de aguas residuales de Babahoyo.
- ❖ Realizar la inspección y evaluación de la operación y mantenimiento.
- ❖ Entrevista al personal encargado de la planta.
- ❖ Toma de fotografías.

5.3. Materiales y equipos

Lo que se utilizó para realizar los muestreos son:

- ❖ Envases plásticos con tapa, para llevar las muestras.
- ❖ Hielera, preservar la temperatura de las muestras.
- ❖ Hielo, mantener preservadas las muestras.
- ❖ Tacho de plástico, para recoger agua para las muestras.
- ❖ Piola, para poder alcanzar lugares donde se complicaba llegar con la mano.
- ❖ Marcador, para poner nombre a las muestras.
- ❖ Termómetro digital, para medir en sitio.
- ❖ Medidor de pH o pH-metro.
- ❖ Mascarillas

CAPÍTULO VI

6. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

6.1. Resultados del Análisis de los Parámetros

6.1.1. Muestra Compuesta

DATOS DE MUESTREO COMPUESTO

Lugar de Muestreo: Ciudad de Babahoyo, Planta de tratamiento de aguas residuales

Punto e Identificación de la Muestra: Llegada del agua cruda del sistema de alcantarillado de la ciudad de Babahoyo.

Muestreado por: GRUPO QUÍMICO MARCOS C. LTDA
Fecha: 07/08/217

Parámetro	Resultado	U K=2	Unidad	Método Analítico	Analizado
Agregados/Componentes Físicos:					
Sólidos Suspendidos Totales	61	8	mg/l	PEE-GQM-FQ-06	10/08/17 NS
Agregados Orgánicos:					
Aceites y Grasas	19,35	1,59	mg/l	PEE-GQM-FQ-03	10/08/17 NS
Demanda Bioquímica de Oxígeno	287,4	13,8	mg/l	PEE-GQM-FQ-05	07/08/17 CT
Demanda Química de Oxígeno	464,12	57,27	mg/l	PEE-GQM-FQ-16	07/08/17 CT
Microbiología:					
Coliformes Fecales (1)	47000	----	NMP/100 ml	9222 D	08/08/17 GL
Datos de Muestreo:					
Temperatura insitu	28,7	0,9	°C	PEE-GQM-FQ-02	07/08/17 JG
Potencial de Hidrogeno, in situ	7,25	0,18	----	PEE-GQM-FQ-41	07/08/17 JG

Elaboración: Ma. Belén Portero y Víctor Amat

DATOS DE MUESTREO COMPUESTO

Lugar de Muestreo:	Ciudad de Babahoyo, Planta de tratamiento de aguas residuales
Punto e Identificación de la Muestra:	Efluente del Tratamiento Anaerobio, UASB.
Muestreado por:	GRUPO QUÍMICO MARCOS C. LTDA
Fecha:	07/08/2017

Parámetro	Resultado	U K=2	Unidad	LMP	Método Analítico	Analizado
Agregados/Componentes Físicos:						
Solidos Suspendidos Totales	40	5	mg/l	< 130,00	PEE-GQM-FQ-06	10/08/17 NS
Agregados Orgánicos:						
Aceites y Grasas	17,8	1,46	mg/l	< 30,00	PEE-GQM-FQ-03	10/08/17 NS
Demanda Bioquímica de Oxígeno	132	6,34	mg/l	< 100,00	PEE-GQM-FQ-05	07/08/17 CT
Demanda Química de Oxígeno	269,07	33,2	mg/l	< 200,00	PEE-GQM-FQ-16	07/08/17 CT
Microbiología:						
Coliformes Fecales (1)	63000	----	NMP/100 ml	< 2000	9222 D	08/08/17 GL
Datos de Muestreo:						
Temperatura insitu	28,3	0,9	°C	-----	PEE-GQM-FQ-02	07/08/17 JG
Potencial de Hidrogeno, in situ	7,33	0,18	----	6,00 - 9,00	PEE-GQM-FQ-41	07/08/17 JG

LMP de acuerdo a la Norma: ANEXO 1 LIBRO TULSMA ACUERDO 097-A TABLA 9 Límites de descarga a un cuerpo de agua dulce

----	No. Aplica	N.E.	No Efectuado	Método Analítico: Standard Methods 2012, 22 th edition.
< LD	Menor al Límite Detectable	L.M.P	Límite Máximo Permissible	
U	Incertidumbre	P.E. E	Procedimiento específico de ensayo de GQM	

Elaboración: Ma. Belén Portero y Víctor Amat

DATOS DE MUESTREO COMPUESTO

Lugar de Muestreo:	Ciudad de Babahoyo, Planta de tratamiento de aguas residuales
Punto e Identificación de la Muestra:	Efluente del Tratamiento Aerobio, Lagunas de Estabilización.
Muestreado por:	GRUPO QUÍMICO MARCOS C. LTDA
Fecha:	07/08/2017

Parámetro	Resultado	U K=2	Unidad	LMP	Método Analítico	Analizado
Agregados/Componentes Físicos:						
Sólidos Suspendidos Totales	11	1	mg/l	< 130,00	PEE-GQM-FQ-06	10/08/17 NS
Agregados Orgánicos:						
Aceites y Grasas	14,05	1,15	mg/l	< 30,00	PEE-GQM-FQ-03	10/08/17 NS
Demanda Bioquímica de Oxígeno	67,8	3,25	mg/l	< 100,00	PEE-GQM-FQ-05	07/08/17 CT
Demanda Química de Oxígeno	124,86	15,41	mg/l	< 200,00	PEE-GQM-FQ-16	07/08/17 CT
Microbiología:						
Coliformes Fecales (1)	1400	----	NMP/100 ml	< 2000	9222 D	08/08/17 GL
Datos de Muestreo:						
Temperatura insitu	26,3	0,9	°C	----	PEE-GQM-FQ-02	07/08/17 JG
Potencial de Hidrogeno, in situ	7,86	0,2	----	6,00 - 9,00	PEE-GQM-FQ-41	07/08/17 JG

LMP de acuerdo a la Norma: ANEXO 1 LIBRO TULSMA ACUERDO 097-A TABLA 9 Límites de descarga a un cuerpo de agua dulce

----	No. Aplica	N.E.	No Efectuado	Método Analítico: Standard Methods 2012, 22 th edition.
< LD	Menor al Límite Detectable	L.M.P	Límite Máximo Permissible	
U	Incertidumbre	P.E. E	Procedimiento específico de ensayo de GQM	

Elaboración: Ma. Belén Portero y Víctor Amat

6.1.2. Muestra Simple o Puntual

DATOS DE MUESTREO SIMPLE

Lugar de Muestreo:	Ciudad de Babahoyo, Planta de tratamiento de aguas residuales
Punto e Identificación de la Muestra:	Llegada del agua cruda del sistema de alcantarillado de la ciudad de Babahoyo.
Muestreado por:	GRUPO QUÍMICO MARCOS C. LTDA
Fecha:	10/07/2017

Parámetro	Resultado	U K=2	Unidad	Método Analítico	Analizado
Agregados/Componentes Físicos:					
Sólidos Suspendidos Totales	17	8	mg/l	PEE-GQM-FQ-06	10/08/17 NS
Agregados Orgánicos:					
Aceites y Grasas	5,29	1,59	mg/l	PEE-GQM-FQ-03	10/08/17 NS
Demanda Bioquímica de Oxígeno	220,2	13,8	mg/l	PEE-GQM-FQ-05	07/08/17 CT
Demanda Química de Oxígeno	338,09	57,27	mg/l	PEE-GQM-FQ-16	07/08/17 CT
Microbiología:					
Coliformes Fecales (1)	1000	----	NMP/100 ml	9222 D	08/08/17 GL
Datos de Muestreo:					
Temperatura insitu	27,8	0,9	°C	PEE-GQM-FQ-02	07/08/17 JG
Potencial de Hidrogeno, in situ	7,18	0,18	----	PEE-GQM-FQ-41	07/08/17 JG

Elaboración: Ma. Belén Portero y Víctor Amat

DATOS DE MUESTREO SIMPLE

Lugar de Muestreo: Ciudad de Babahoyo, Planta de tratamiento de aguas residuales
Punto e Identificación de la Muestra: Efluente del Tratamiento Anaerobio, UASB.
Muestreado por: GRUPO QUÍMICO MARCOS C. LTDA
Fecha: 10/07/2017

Parámetro	Resultado	U K=2	Unidad	LMP	Método Analítico	Analizado
Agregados/Componentes Físicos:						
Sólidos Suspendidos Totales	10	5	mg/l	< 130,00	PEE-GQM-FQ-06	10/08/17 NS
Agregados Orgánicos:						
Aceites y Grasas	1,05	1,46	mg/l	< 30,00	PEE-GQM-FQ-03	10/08/17 NS
Demanda Bioquímica de Oxígeno	210,6	6,34	mg/l	< 100,00	PEE-GQM-FQ-05	07/08/17 CT
Demanda Química de Oxígeno	323,36	33,2	mg/l	< 200,00	PEE-GQM-FQ-16	07/08/17 CT
Microbiología:						
Coliformes Fecales (1)	800	----	NMP/100 ml	< 2000	9222 D	08/08/17 GL
Datos de Muestreo:						
Temperatura insitu	27,4	0,9	°C	-----	PEE-GQM-FQ-02	07/08/17 JG
Potencial de Hidrogeno, in situ	7,28	0,18	----	6,00 - 9,00	PEE-GQM-FQ-41	07/08/17 JG

LMP de acuerdo a la Norma: ANEXO 1 LIBRO TULSMA ACUERDO 097-A TABLA 9 Límites de descarga a un cuerpo de agua dulce

----	No. Aplica	N.E.	No Efectuado	Método Analítico: Standard Methods 2012, 22 th edition.
< LD	Menor al Límite Detectable	L.M.P	Límite Máximo Permissible	
U	Incertidumbre	P.E. E	Procedimiento específico de ensayo de GQM	

Elaboración: Ma. Belén Portero y Víctor Amat

DATOS DE MUESTREO SIMPLE

Lugar de Muestreo: Ciudad de Babahoyo, Planta de tratamiento de aguas residuales
Punto e Identificación de la Muestra: Efluente del Tratamiento Aerobio, Lagunas de Estabilización.
Muestreado por: GRUPO QUÍMICO MARCOS C. LTDA
Fecha: 10/07/2017

Parámetro	Resultado	U K=2	Unidad	LMP	Método Analítico	Analizado
Agregados/Componentes Físicos:						
Sólidos Suspendidos Totales	<2	1	mg/l	< 130,00	PEE-GQM-FQ-06	10/08/17 NS
Agregados Orgánicos:						
Aceites y Grasas	<0,44	1,15	mg/l	< 30,00	PEE-GQM-FQ-03	10/08/17 NS
Demanda Bioquímica de Oxígeno	78,3	3,25	mg/l	< 100,00	PEE-GQM-FQ-05	07/08/17 CT
Demanda Química de Oxígeno	153	15,41	mg/l	< 200,00	PEE-GQM-FQ-16	07/08/17 CT
Microbiología:						
Coliformes Fecales (1)	560	----	NMP/100 ml	< 2000	9222 D	08/08/17 GL
Datos de Muestreo:						
Temperatura insitu	26,5	0,9	°C	----	PEE-GQM-FQ-02	07/08/17 JG
Potencial de Hidrogeno, in situ	7,78	0,2	----	6,00 - 9,00	PEE-GQM-FQ-41	07/08/17 JG

LMP de acuerdo a la Norma: ANEXO 1 LIBRO TULSMA ACUERDO 097-A TABLA 9 Límites de descarga a un cuerpo de agua dulce

----	No. Aplica	N.E.	No Efectuado	Método Analítico: Standard Methods 2012, 22 th edition.
< LD	Menor al Límite Detectable	L.M.P	Límite Máximo Permissible	
U	Incertidumbre	P.E. E	Procedimiento específico de ensayo de GQM	

Elaboración: Ma. Belén Portero y Víctor Amat

6.2. Interpretación de Resultados

Para la correcta interpretación de los resultados obtenidos se prepararon gráficas de barras para una mejor apreciación.

6.2.1. Muestra Compuesta

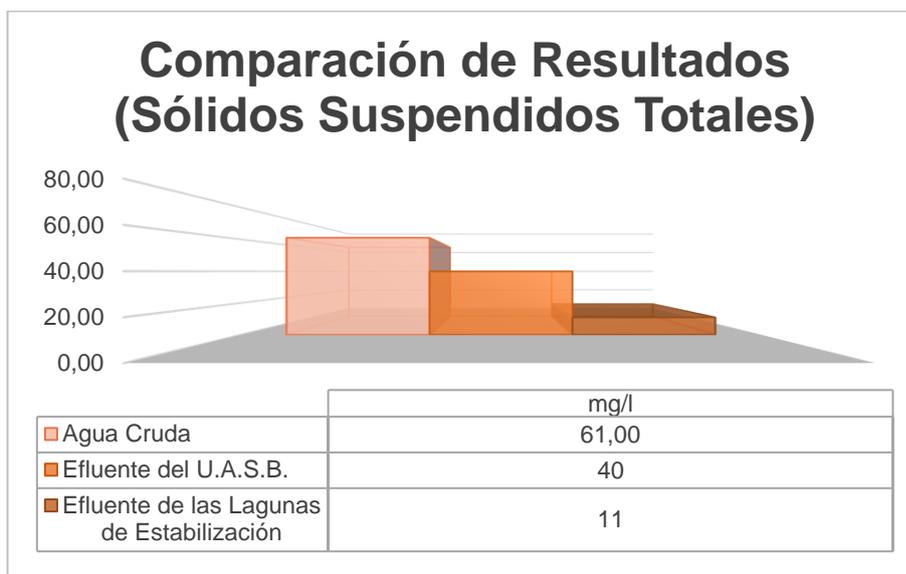


Gráfico 1 Muestra Compuesta: Comparación de Resultados SST

Elaboración: Ma. Belén Portero y Víctor Amat

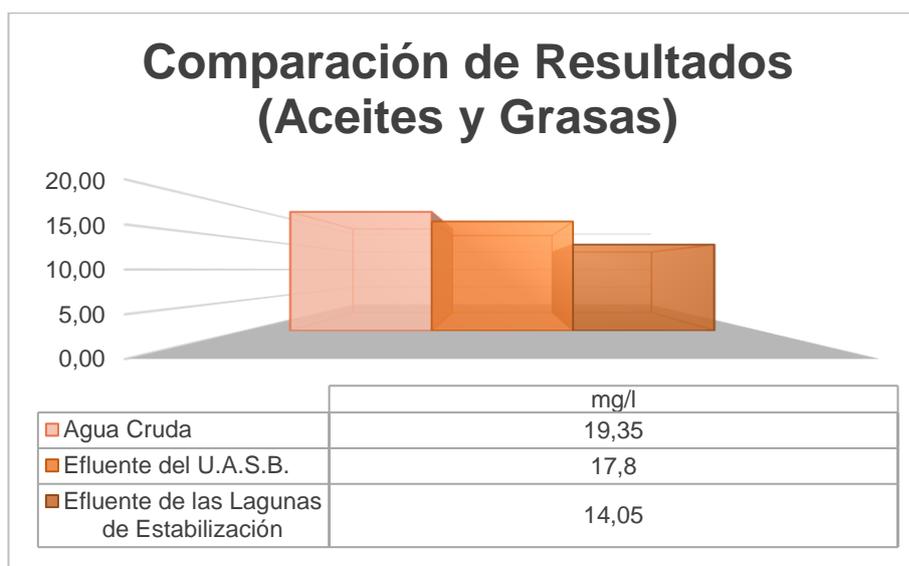


Gráfico 2 Muestra Compuesta: Comparación de Resultados AyG

Elaboración: Ma. Belén Portero y Víctor Amat

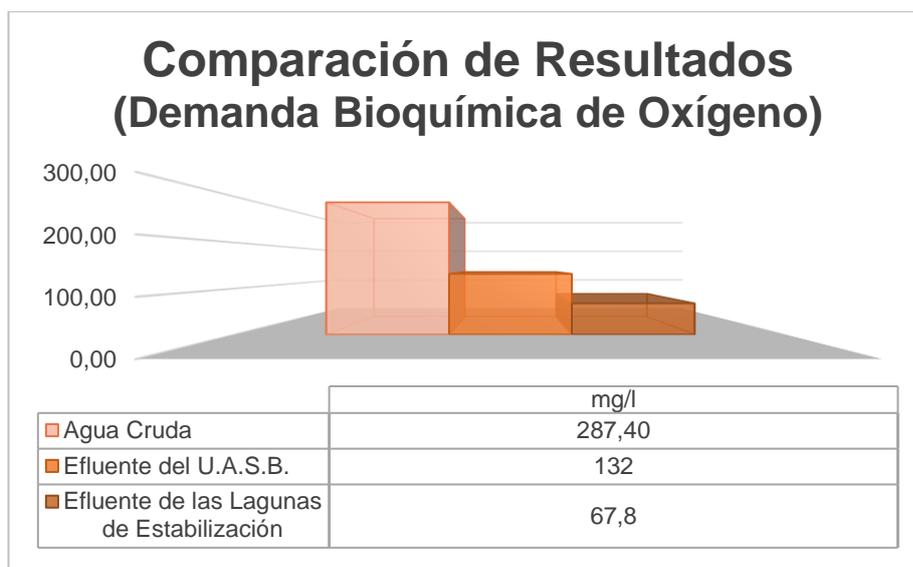


Gráfico 3 Muestra Compuesta: Comparación de Resultados DBO

Elaboración: Ma. Belén Portero y Víctor Amat

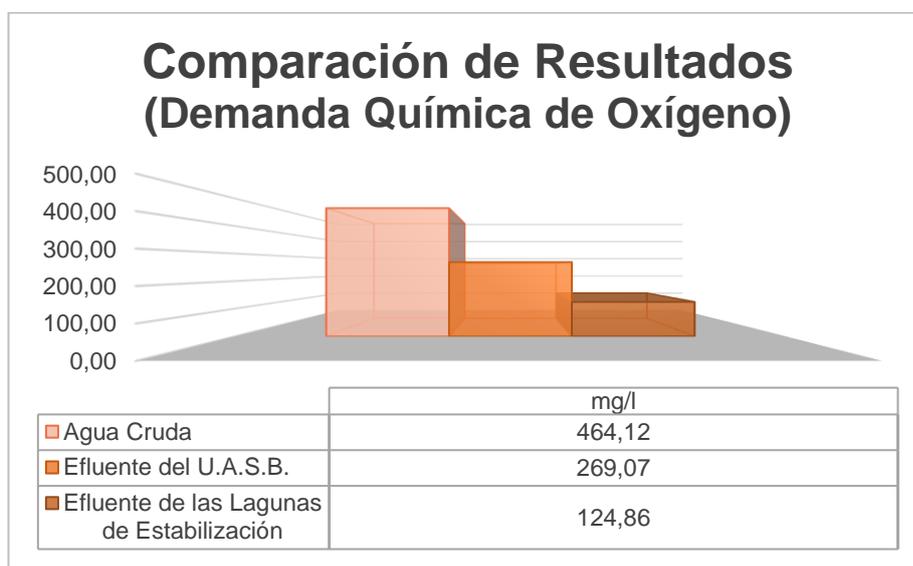


Gráfico 4 Muestra Compuesta: Comparación de Resultados DQO

Elaboración: Ma. Belén Portero y Víctor Amat

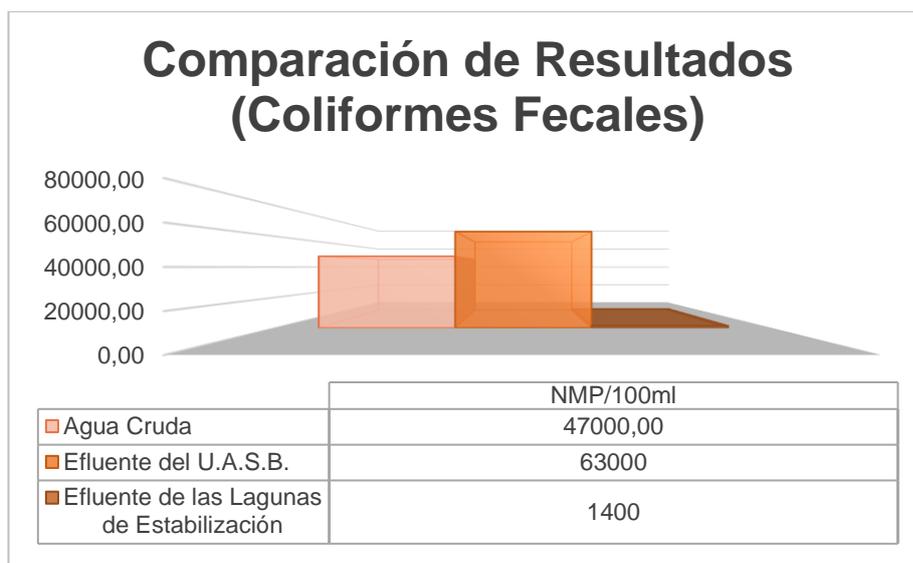


Gráfico 5 Muestra Compuesta: Comparación de Resultados CF

Elaboración: Ma. Belén Portero y Víctor Amat

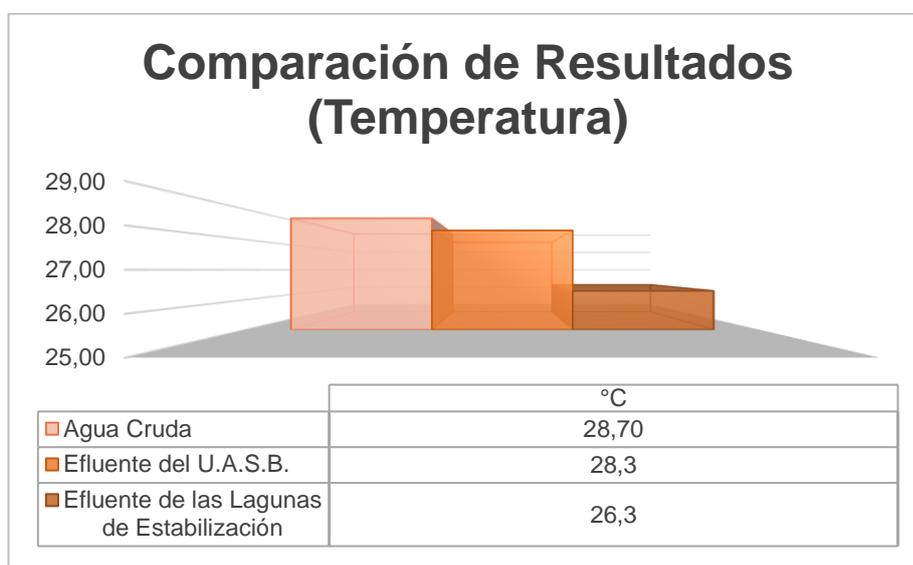


Gráfico 6 Muestra Compuesta: Comparación de Resultados T

Elaboración: Ma. Belén Portero y Víctor Amat

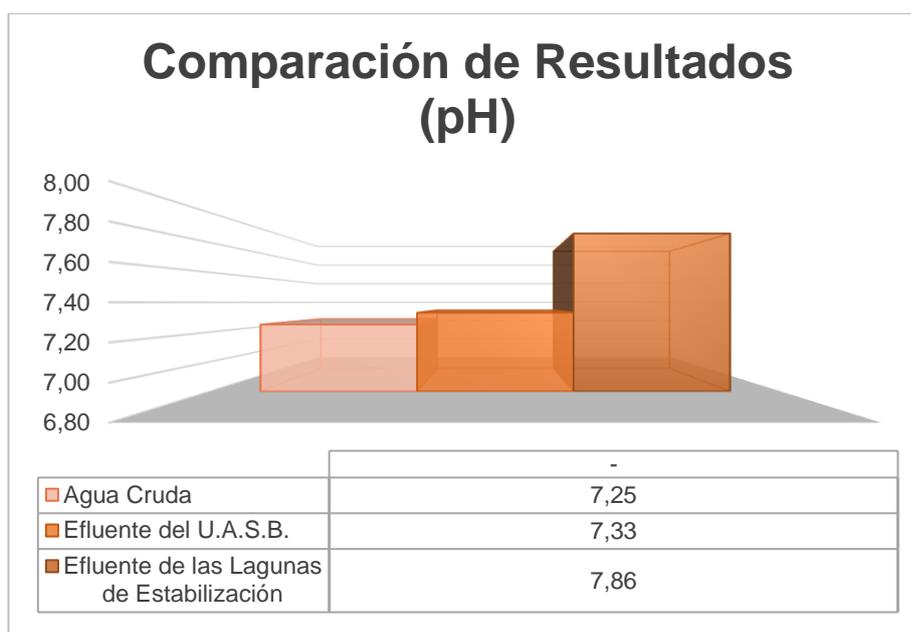


Gráfico 7 Muestra Compuesta: Comparación de Resultados pH

Elaboración: Ma. Belén Portero y Víctor Amat

Por medio de estas graficas se puede apreciar de mejor manera como las características del agua residual van cambiando desde que ingresa a la planta, son tratadas por los reactores (UASB) y finalmente llegan a las lagunas de estabilización para terminar su tratamiento y poder descargar al río Babahoyo. Al ingreso del agua cruda a la planta se registran altos niveles de sustancias que contaminan el agua, el efluente del primer tratamiento que son los reactores (UASB) presentan valores menores. Se establece que el UASB tiene una eficiencia variable dependiendo el parámetro que se analizó, esto se puede apreciar en la **Tabla 7**.

Tabla 7

Comparación de las muestras compuestas del agua cruda, con el agua ya tratada por el UASB.

Parámetros	Agua Cruda	Agua tratada por el UASB	% Eficiencia
Sólidos Suspendidos Totales	61,00	40,00	34,43
Aceites y Grasas	19,35	17,80	8,01
DBO	287,40	132,00	54,07
DQO	464,12	269,07	42,03
Coliformes Fecales (1)	47000,00	63000,00	---

Elaboración: Ma. Belén Portero y Víctor Amat

Esto es indicativo que los 3 reactores que están operando en la actualidad no reciben un abastecimiento continuo de agua cruda, esto ocasiona problemas con la población de bacterias en los reactores para mantener la eficiencia esperada. Esto genera que el rendimiento del reactor sea bajo, adicionalmente se debe indicar que es un problema la baja población de bacterias ya que podría llegar a un punto que los reactores no generen ningún tratamiento en las aguas residuales crudas y que todo el proceso de tratamiento lo hagan las lagunas de estabilización.

Hay un aumento de los coliformes fecales al pasar por los reactores (UASB) en vez de disminuir, esto se debe a un fenómeno conocido en inglés como “*After Growth*”, este fenómeno permite el crecimiento de los coliformes en un cierto porcentaje, pero ya al llegar a las lagunas como después se puede dar cuenta, disminuyen debido que el fenómeno *after growth* ha cesado y a la acción de los rayos ultravioletas del sol en las lagunas, por su gran tiempo de retención hidráulica, esto hace que el efluente de la planta de tratamiento presente valores de coliformes menores del límite máximo que establece la norma ecuatoriana.

El efluente de los reactores UASB ingresa a las lagunas de estabilización para terminar el proceso de tratamiento y lograr que todos los parámetros estén por debajo de lo que indica la norma TULSMA. Por otra parte, a continuación, en la **Tabla 8** se aprecia la eficiencia de las lagunas por cada parámetro seleccionado en la investigación.

Tabla 8

Comparación de las muestras compuestas del agua tratada por el UASB, con el agua tratada por las lagunas de estabilización

Parámetros	Agua tratada por el UASB	Agua tratada por las Lagunas	% Eficiencia
Sólidos Suspendidos Totales	40	11	72,5
Aceites y Grasas	17,8	14,05	21,1
DBO	132	67,8	48,6
DQO	269,07	124,86	53,6
Coliformes Fecales (1)	63000	1400	97,8

Elaboración: Ma. Belén Portero y Víctor Amat

Tabla 9

Eficiencia general del sistema de tratamiento, de la muestra compuesta.

Muestreo Compuesta			
Parámetros	Agua Cruda	Agua Tratada	% de Eficiencia
Sólidos Suspendedos Totales	61,00	11,00	81,97
Aceites y Grasas	19,35	14,05	27,39
DBO	287,40	67,80	76,41
DQO	464,12	124,86	73,10
Coliformes Fecales (1)	47000,00	1400,00	97,02

Elaboración: Ma. Belén Portero y Víctor Amat

6.2.2. Muestra Simple o Puntual

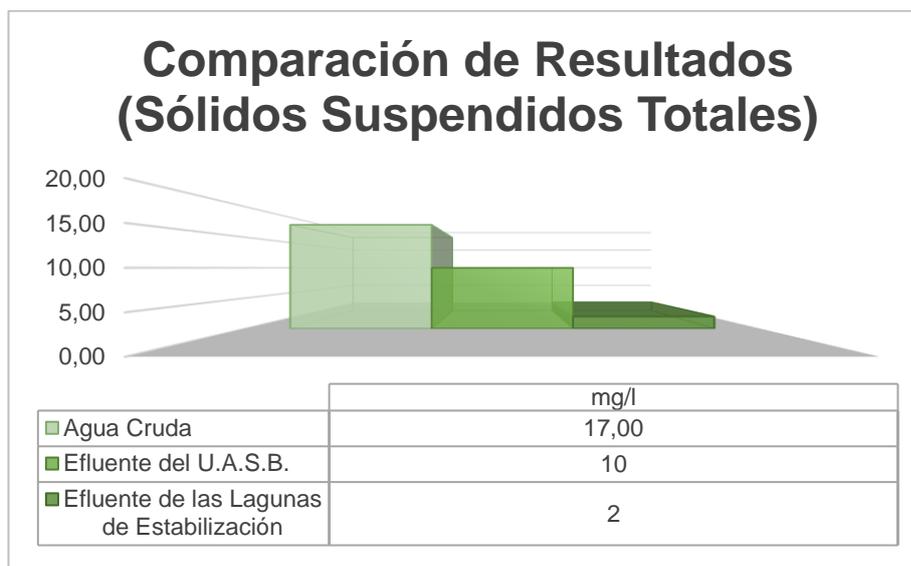


Gráfico 8 Muestra Simple: Comparación de Resultados SST

Elaboración: Ma. Belén Portero y Víctor Amat

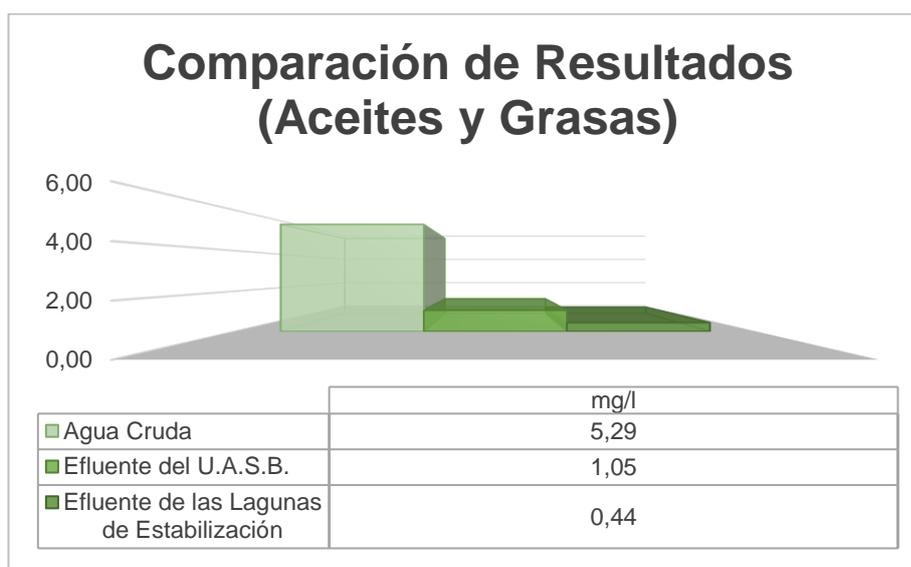


Gráfico 9 Muestra Simple: Comparación de Resultados AyG

Elaboración: Ma. Belén Portero y Víctor Amat

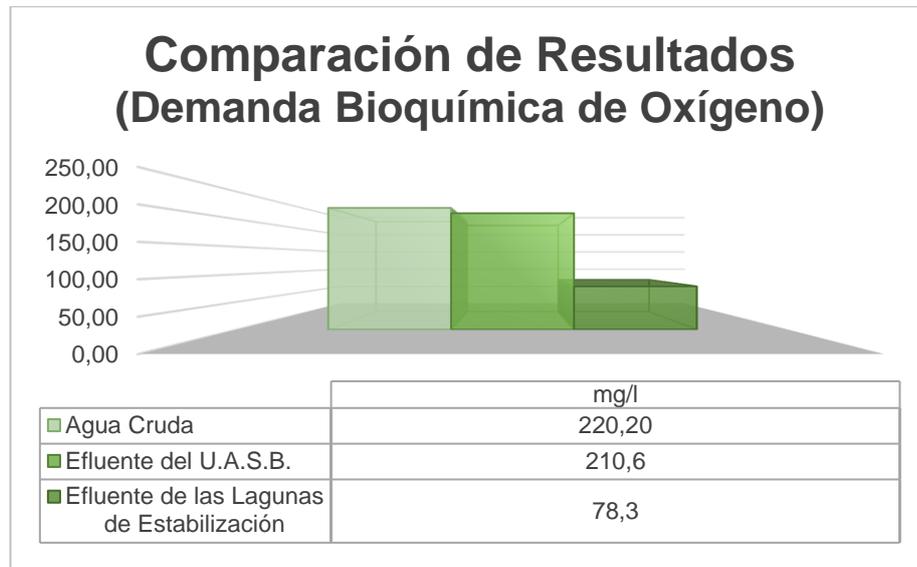


Gráfico 10 Muestra Simple: Comparación de Resultados DBO

Elaboración: Ma. Belén Portero y Víctor Amat

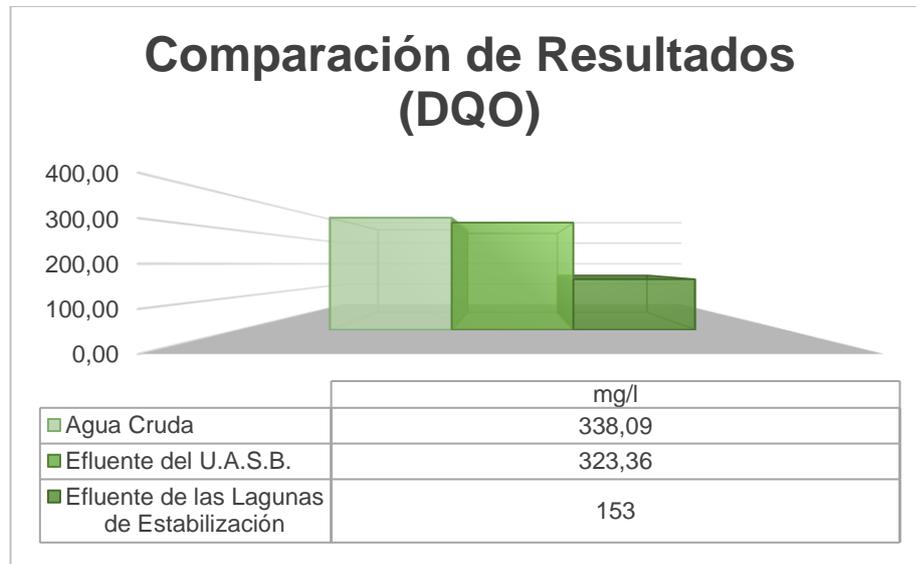


Gráfico 11 Muestra Simple: Comparación de Resultados DQO

Elaboración: Ma. Belén Portero y Víctor Amat

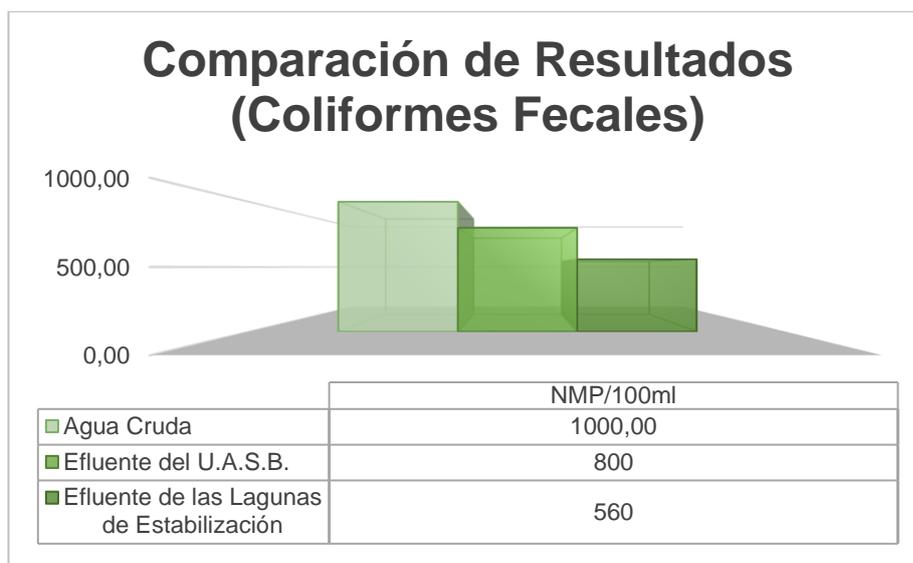


Gráfico 12 Muestra Simple: Comparación de Resultados CF

Elaboración: Ma. Belén Portero y Víctor Amat

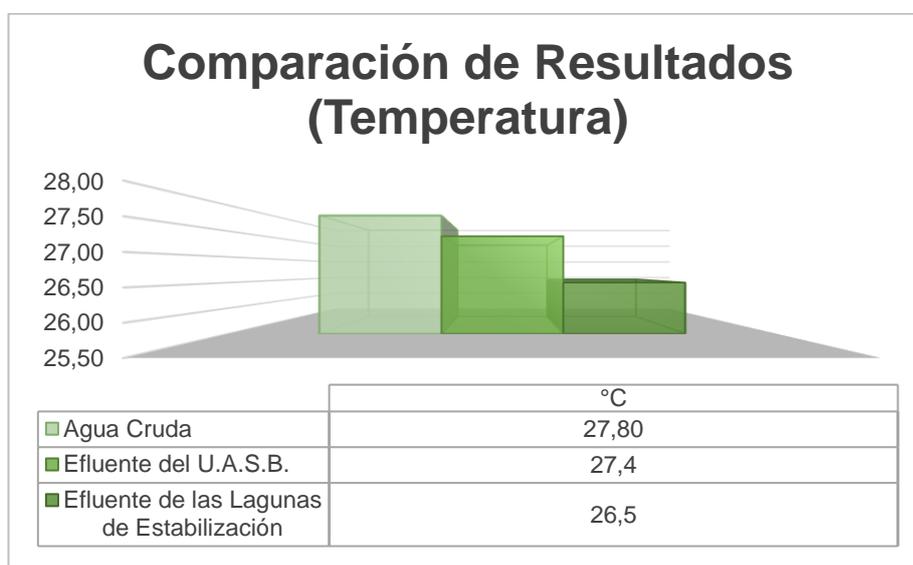


Gráfico 13 Muestra Simple: Comparación de Resultados T

Elaboración: Ma. Belén Portero y Víctor Amat

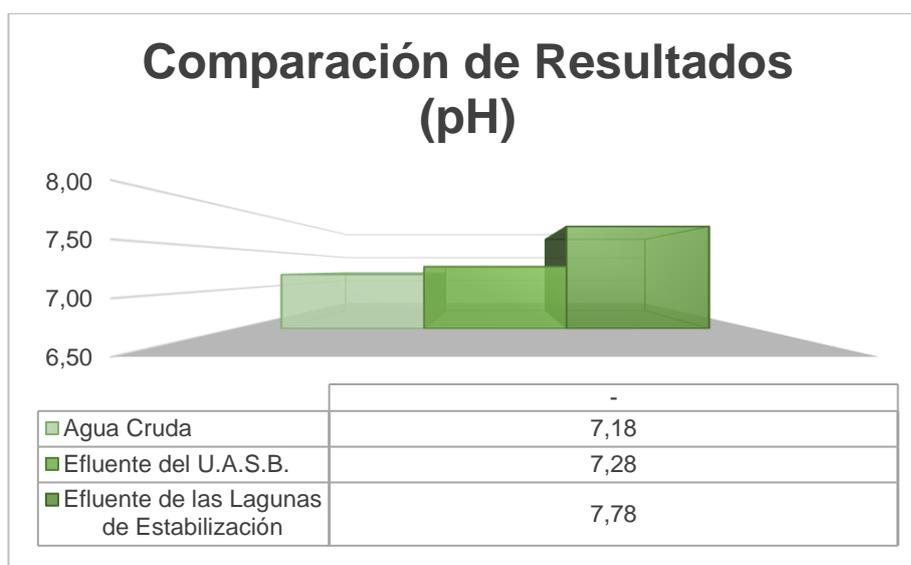


Gráfico 14 Muestra Simple: Comparación de Resultados pH

Elaboración: Ma. Belén Portero y Víctor Amat

Con los resultados de la muestra simple se prepararon gráficas de barras para poder apreciar las variaciones que van a sufrir los valores de cada parámetro al pasar por los distintos componentes del sistema de tratamiento. A continuación, en la **Tabla 10** se aprecia la eficiencia que se obtuvo del UASB con el muestreo simple.

Tabla 10

Comparación de las muestras simples del agua cruda, con el agua ya tratada por el UASB.

Parámetros	Agua Cruda	Agua tratada por el UASB	% Eficiencia
Sólidos Suspendidos Totales	17,0	10,0	41,2
Aceites y Grasas	1,0	1,1	---
DBO	220,2	210,6	4,4
DQO	338,1	323,4	4,4
Coliformes Fecales (1)	1000,0	800,0	20,0

Elaboración: Ma. Belén Portero y Víctor Amat

Los resultados corroboran lo anteriormente indicado para la muestra compuesta, es decir que la baja eficiencia se debe a la falta de abastecimiento constante de agua cruda a los reactores para que se alimente las bacterias y

no disminuya su población adecuada para tener un alto rendimiento en la remoción de los contaminantes del agua.

Ahora la diferencia que hay entre los resultados de la muestra compuesta con la muestra simple se debe a que la compuesta es la combinación de varias muestras a diferentes horas del día que nos ayuda a tener resultados que se puedan acercar más a la realidad que se tiene de la calidad del agua. En cambio, que el muestreo simple es simplemente coleccionar una muestra a una determinada hora para representar el universo que está bajo investigación, pero con un mayor grado de incertidumbre. En la **Tabla 11** se aprecia la eficiencia de las lagunas con el muestreo simple.

Tabla 11

Comparación de las muestras simples del agua tratada por el UASB, con el agua tratada por las lagunas de estabilización

Parámetros	Agua tratada por el UASB	Agua tratada por las Lagunas	% Eficiencia
Sólidos Suspendidos Totales	10,0	2,0	80,0
Aceites y Grasas	1,1	0,4	58,1
DBO	210,6	78,3	62,8
DQO	323,4	153,0	52,7
Coliformes Fecales (1)	800,0	560,0	30,0

Elaboración: Ma. Belén Portero y Víctor Amat

Se puede ver que las lagunas tienen una eficiencia mucho mayor sobre el agua que la eficiencia que tienen los reactores (UASB).

Tabla 12

Eficiencia general del sistema de tratamiento, de la muestra simple.

Parámetros	Muestreo Simple		% de Eficiencia
	Agua Cruda	Agua Tratada	
Sólidos Suspendidos Totales	17,00	2,00	88,24
Aceites y Grasas	1,00	0,44	56,00
DBO	220,20	78,30	64,44
DQO	338,09	153,00	54,75
Coliformes Fecales (1)	1000,00	560,00	44,00

Elaboración: Ma. Belén Portero y Víctor Amat.

CAPÍTULO VII

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1. Conclusiones

La planta de tratamiento de la ciudad de Babahoyo cuenta con una eficiencia aceptable ya que el agua que se descarga al río está por debajo de los límites permitidos por la norma ecuatoriana (T.U.L.S.M.A). Esto no quiere decir que la parte operativa esté en niveles óptimos ya que como se indicó en el Capítulo 6, las lagunas de estabilización tienen una eficiencia mayor que los reactores UASB.

Las lagunas tienen una eficiencia mayor para tratar el agua residual que los reactores, la falta de eficiencia que presentan los reactores UASB se debe a que en la operación cotidiana de la planta, los tornillos de Arquímedes de la estación elevadora de las aguas residuales desde la fosa de recepción del sistema de alcantarillado hasta la planta de tratamiento, son encendidos pasando 2 a 3 días y al no tener un flujo constante de agua genera que las bacterias que tiene los reactores se mueren, disminuyendo su población y en consecuencia su eficiencia.

Al operar los reactores UASB en forma intermitente, con baja eficiencia, determina que las lagunas de estabilización se están encargando de hacer la mayor parte de depuración del agua cruda para cumplir con los límites máximos permisibles establecidos en la normativa ambiental. Tener en cuenta que la temperatura ideal para que funcione correctamente el UASB es de 38°C.

En la parte física de la planta se evidenciaron muchos problemas ya que los operadores no realizan un mantenimiento adecuado a cada componente de la planta, lo que genera la disminución de la vida útil que tiene cada elemento. Lo más crítico corresponde a las partes metálicas ya que presentan gran deterioro por la corrosión.

Se evidenció falta de limpieza en las estructuras de la planta de tratamiento ya que en todas las partes de hormigón presentan una capa negra de moho lo que podría generar problemas de salud para los operarios de la planta.

La falta de capacitación del personal ha generado que la planta opere de manera incorrecta, sin llegar a la eficiencia óptima de la planta de tratamiento de aguas residuales.

7.2. Recomendaciones

Mantener encendido los tornillos de Arquímedes las 24 horas para no disminuir la eficiencia de los reactores (UASB), teniendo en cuenta que hay que ir alternando el uso de los 3 tornillos para aumentar su tiempo de vida.

El mantenimiento a todos los elementos de la planta de tratamiento debe ser preventivo y no esperar a que se dañe para tomar acciones. Esto se podrá lograr con el uso de pinturas anticorrosivas cada cierto tiempo y constante limpieza del moho presente en las paredes de hormigón.

Capacitar a todo el personal para que lleven un correcto funcionamiento de cada una de las etapas que corresponde a la planta de tratamiento.

REFERENCIAS

Agua Purificación. (4 de Abril de 2017). Obtenido de Tratamiento del agua, Sólidos disueltos totales (TDS): <http://aguapurificacion.com.mx/solidos-disueltos-totales-tds/>

(s.f.). *Aguas Residuales (MOPT).* Obtenido de <http://cidta.usal.es/cursos/ETAP/modulos/libros/residuales.pdf>

Aznar Jiménez, A. (2000). *Determinación de los parámetros fisico-químico de calidad de las aguas.* Universidad Carlos III de Madrid, Instituto Tecnológico de Química y Materiales “Álvaro Alonso Barba”.

Cantanteme. (14 de Noviembre de 2016). *Título del sitio - Babahoyo.* Obtenido de Blog de WordPress: <https://cantanteme.wordpress.com/2016/11/14/babahoyo/>

(s.f.). *Capítulo 1- Naturaleza del Agua Residual Domestica y su tratamiento.* Recuperado el 8 de julio de 2017, de http://www.biblioteca.udep.edu.pe/bibvirudep/tesis/pdf/1_135_183_88_1242.pdf

(s.f.). *Capítulo 2 – Sistema de Tratamiento.* Recuperado el 20 de Junio de 2017, de <http://tesis.uson.mx/digital/tesis/docs/2227/Capitulo2.pdf>

Clasificación de las Aguas Residuales. (julio de 2010). Recuperado el 1 de julio de 2017, de Ingeniería Civil: <http://www.ingenierocivilinfo.com/2010/07/clasificacion-de-las-aguas-residuales.html>

Comisión Nacional del Agua. (2007). *Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento (MAPAS); Diseño de plantas de tratamiento de aguas residuales municipales: Lagunas de Estabilización.* (S. d. Naturales, Ed.) Mexico, D.F. doi:978-607-626-004-3

Comunidad Andina. (2009). Control de Inundaciones. Desarrollo Urbano de la ciudad de babahoyo. (Primera), 8. Lima, Perú: Biblioteca Nacional del Perú. Obtenido de

http://www.comunidadandina.org/predecan/doc/libros/SISTE22/EC/EC_BABAHOYO.pdf

Concepto de Agua Residual. (s.f.). Recuperado el 04 de julio de 2017, de Tratamiento de Aguas Residuales: <http://docplayer.es/15123622-Concepto-de-agua-residual.html>

Condorchem Envitech. (2017). *Reactores Anaerobio*. Obtenido de <https://condorchem.com/es/reactores-anaerobios-aguas-residuales/>

Consortio de Aguas. (2006). *Decantación Primaria*. Obtenido de <http://www.consortioaa.com/cmscaa/opencms/CAA/saneamiento/sistema-generico-de-saneamiento/depuracion-edar/decantacion-primaria.htm>

Cross O, D. (s.f.). *Estabilización de Lodos en Lagunas*. Obtenido de <http://www2.inia.cl/medios/biblioteca/boletines/NR40076.pdf>

Cubillos, A. (1981). *Parámetros y Características de las Aguas Residuales*. Lima, Perú: CEPIS. Obtenido de <http://bvspers.paho.org/bvsacd/scan2/011643/011643-09.pdf>

Documento Grupal. (2010). Tesis de Pregrado, Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Facultad de Arquitectura, Diseño y Artes, Quito. Obtenido de Facultad de Arquitectura, Diseño y Artes.

El Universo. (06 de Octubre de 2005). (A. Medrano, Ed.) *Provincia de Los Ríos cumple 145 años de creación*. Obtenido de <http://www.eluniverso.com/2005/10/06/0001/12/F790647C5AFE465A8CD30903AEC53C7B.html>

EMSABA. (s.f.). *Empresa Pública Municipal de Saneamiento Ambiental de Babahoyo*. (Icoronel, Editor) Recuperado el 21 de 06 de 2017, de <http://www.emsaba.gob.ec/index.php/servicios>

Espigares, M., & Pérez, J. (1985). *Aspectos Sanitarios del Estudio de las Aguas*. Universidad de Granada. Recuperado el 9 de julio de 2017

- Franco Puga, A. (2015). *Diseño de Planta de tratamiento de desechos sólido para la ciudad de Babahoyo*. Tesis de Pregrado, Universidad de Guayaquil, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Guayaquil.
- Froebel, F. (Agosto de 2012). *Estudiantes Frobelianos*. Obtenido de PROYECTO GTZ ALCANTARILLADO BABAHOYO: <http://frobelianos.blogspot.com/2012/08/proyecto-gtz-alcantarillado-babahoyo-el.html>
- Lema, A. (2016). *Diseño de un sistema de tratamiento de aguas residuales para la parroquia San Luis de Pambil del cantón Guaranda*. Tesis de Grado, Escuela Superior Técnica de Chomborazo, Facultad de Ciencias, Riobamba.
- León, G. (1995). *Parametros de calidad para el uso de aguas residuales guías de calidad de efluentes para la proteccion de la salud*. CEPIS/OPS.
- Lorenzo, Y., & Obaya, M. C. (2006). *La Digestion Anaerobia y los Reactores UASB*. Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azucar, La Habana. Recuperado el 29 de Junio de 2017, de <http://www.redalyc.org/pdf/2231/223121549002.pdf>
- Medina, I. (2009). *Análisis Químico del agua*. Obtenido de materia orgánica: <http://ingridmedina0709.blogspot.com/p/materia-organica.html>
- Metcalf, & Eddy, I. (1996). *Ingeniería de Aguas Residuales - Tratamiento, vertido y reutilización* (Tercera ed., Vols. I , II). (A. García Brage, Ed.) Madrid, España: Mc Graw Hill.
- Muestra Simple*. (29 de junio de 2016). Obtenido de Aguamarquek: <http://www.aguamarket.com/diccionario/terminos.asp?Id=3185>
- Municipalidad de Babahoyo. (2014). *Alcaldía de Babahoyo*. Recuperado el 6 de junio de 2017, de <http://www.babahoyo.gob.ec/portal/frontend/index.php>
- Navarro, S. (2012). *Aguas Residuales y Agua Potable*. Universidad Nacional de Ingeniería , Introducción a la Ingeniería Civil.

Ramalho. (2003). *Tratamiento de aguas residuales*. Quebec, Canada: Reverté, S.A. 1996.

Raуди, B. (s.f.). *Planta de tratamientos de efluentes*. Universidad Nacional de Cuyo, Facultad de Ingeniería, Mendoza. Recuperado el 03 de julio de 2017, de Higiene, seguridad y medio ambiente: <http://fing.uncu.edu.ar/catedras/seguridad-e-higiene/archivos-nuevos/unidad-9/parte%20%20-SANEAMIENTO%20sin%20fondo.pdf>

(2015). *Reactor Anaerobio de Flujo Ascendente*. Recuperado el 21 de mayo de 2017, de http://agua.marn.gob.sv/Documentos/TallerAguas2015/RAFA_final_cuvas.pdf

Reactor Anaerobio de Flujo Ascendente, (. (2015). *Reactor Anaerobio de Flujo Ascendente (RAFA)*. Obtenido de http://agua.marn.gob.sv/Documentos/TallerAguas2015/RAFA_final_cuvas.pdf

Rodríguez, A. (2009). *Tratamiento de Aguas Residuales en Pequeñas Comunidades. Capítulo IV. Lagunas de estabilización*. Recuperado el 10 de julio de 2017

Rojas, R. (2002). Conferencia Sistema de Tratamientos de Aguas Residuales. En CEPIS/OPA-OMS (Ed.), (pág. 19). Obtenido de <http://docplayer.es/11882686-Conferencia-sistemas-de-tratamiento-de-aguas-residuales.html>

Romero, J. A. (2004). *Tratamiento de Aguas Residuales - Teoría y Principios de Diseño*. (tercera ed.). Bogota, Colombia: Escuela Colombiana de Ingeniería.

Sanz, M. (18 de Mayo de 2014). *Digestión anaerobia de fangos de EDAR, problemas y soluciones*. Obtenido de AGUASRESIDUALES.INFO: <http://www.aguasresiduales.info/revista/blog/digestion-anaerobia-de-fangos-de-edar-problemas-y-soluciones>

Servicio Meteorológico del Gobierno de Ecuador. (s.f.). *Red de estaciones Meteorológicas*. Obtenido de <http://www.serviciometeorologico.gob.ec/red-de-estaciones-meteorologicas/>

Silva, J., Torres, P., & Carlos, M. (2008). *Scielo*. Recuperado el 5 de Junio de 2017, de Reuso de aguas residuales domésticas en agricultura. Una revisión: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-99652008000200020

Tilley, E., Ulrich, L., Luthi, C., Reymond, P., & Zurbrugg, C. (11 de junio de 2015). *Akvopedia*. Recuperado el 28 de Abril de 2017, de Reactor Anaerobico de Flujo Ascendente con Manto de Lodos: http://akvopedia.org/wiki/Reactor_Anaerobico_de_Flujo_Ascendente_con_Manto_de_Lodos

Toasa, F. A. (2012). *validación de los métodos de ensayo para fenoles,tensoactivos, sólidos suspendidos y total de sólidos disueltos (TDS)*. Tesis de Grado, Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ingeniería Química, Quito.

Tratamiento de aguas residuales y disminución de DQO. (2016). Obtenido de Hidritec: <http://www.hidritec.com/hidritec/tratamiento-de-aguas-residuales-y-disminucion-de-dqo>

ANEXOS

ANEXO 1: TABLA

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

TABLA 9. LÍMITES DE DESCARGA A UN CUERPO DE AGUA DULCE

Parámetros	Expresado como	Unidad	Límite máximo permisible
Aceites y Grasas.	Sust. solubles en hexano	mg/l	30,0
Alkil mercurio		mg/l	No detectable
Aluminio	Al	mg/l	5,0
Arsénico total	As	mg/l	0,1
Bario	Ba	mg/l	2,0
Boro Total	B	mg/l	2,0
Cadmio	Cd	mg/l	0,02
Cianuro total	CN ⁻	mg/l	0,1
Cinc	Zn	mg/l	5,0
Cloro Activo	Cl	mg/l	0,5
Cloroformo	Ext. carbón cloroformo ECC	mg/l	0,1
Cloruros	Cl ⁻	mg/l	1000
Cobre	Cu	mg/l	1,0
Cobalto	Co	mg/l	0,5
Coliformes Fecales	NMP	NMP/100 ml	2000
Color real ¹	Color real	unidades de color	Inapreciable en dilución: 1/20
Compuestos fenólicos	Fenol	mg/l	0,2
Cromo hexavalente	Cr ⁺⁶	mg/l	0,5
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	DBO ₅	mg/l	100
Demanda Química de Oxígeno	DQO	mg/l	200
Estaño	Sn	mg/l	5,0
Fluoruros	F	mg/l	5,0
Fósforo Total	P	mg/l	10,0
Hierro total	Fe	mg/l	10,0
Hidrocarburos Totales de Petróleo	TPH	mg/l	20,0
Manganeso total	Mn	mg/l	2,0
Materia flotante	Visibles		Ausencia
Mercurio total	Hg	mg/l	0,005
Níquel	Ni	mg/l	2,0
Nitrógeno amoniacal	N	mg/l	30,0
Nitrógeno Total Kjeldahl	N	mg/l	50,0
Compuestos Organoclorados	Organoclorados totales	mg/l	0,05
Compuestos Organofosforados	Organofosforados totales	mg/l	0,1
Plata	Ag	mg/l	0,1
Plomo	Pb	mg/l	0,2
Potencial de hidrógeno	pH		6-9
Selenio	Se	mg/l	0,1
Sólidos Suspendedos Totales	SST	mg/l	130
Sólidos totales	ST	mg/l	1.600
Sulfatos	SO ₄ ⁻²	mg/l	1000
Sulfuros	S ⁻²	mg/l	0,5
Temperatura	°C		Condición natural ± 3
Tensoactivos	Sustancias Activas al azul de metileno	mg/l	0,5
Tetracloruro de carbono	Tetracloruro de carbono	mg/l	1,0

¹ La apreciación del color se estima sobre 10 cm de muestra diluida

Ilustración 6 TABLA 9 Límites de descarga a un cuerpo de agua dulce

Fuente: ANEXO 1 LIBRO TULSMA ACUERDO 097-A Texto Unificado de Legislación secundaria del Ministerio del Ambiente Norma Calidad Ambiental y Descarga de Efluentes al Recurso de Agua.

ANEXO 2: REGISTRO FOTOGRÁFICO

Ingreso a la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Babahoyo



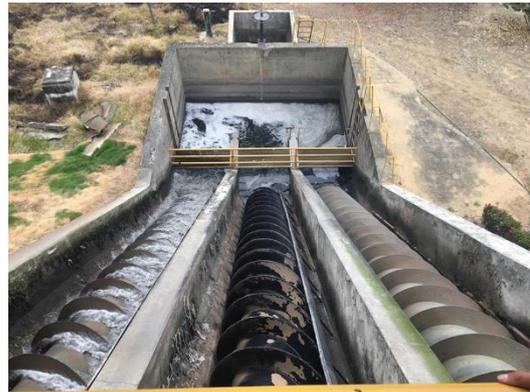
Fotografía 1 Vista frontal a la entrada de la PTAR

Fuente: Ma. Belén Portero y Víctor Amat

Estación de Bombeo Principal tipo tornillo (EBP)



Fotografía 2 Vista frontal de los tornillos de Arquímedes



Fotografía 3 Vista superior desde el cuarto de bombas



Fotografía 4 Vista del interior del cuarto de bombas

Fuente: Ma. Belén Portero y Víctor Amat

Cámara de Rejilla (CR)



Fotografía 5 Vista de las rejillas con limpieza automática y manual



Fotografía 6 Cámara de la rejilla de limpieza manual



Fotografía 7 Cámaras de rejillas automáticas con la banda transportadora

Fuente: Ma. Belén Portero y Víctor Amat

Desarenador (DES)



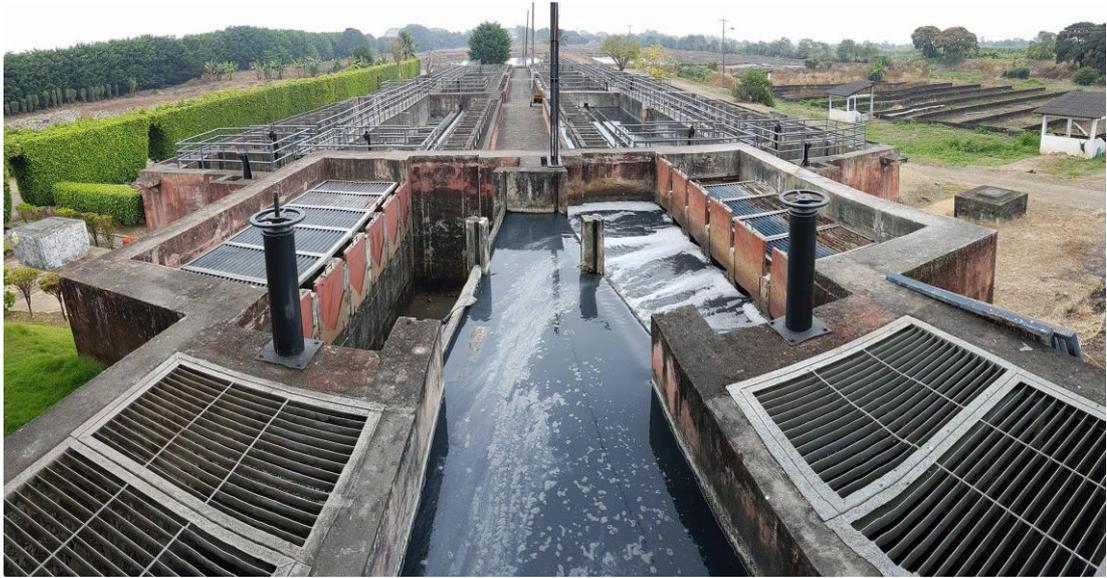
Fotografía 9 Salida del agua residual de las cámaras de rejillas



Fotografía 8 Llegada del agua residual al desarenador principal y a los 2 secundarios

Fuente: Ma. Belén Portero y Víctor Amat

Caja de Distribución Principal (CDP)



Fotografía 10 Llegada del agua residual a las cajas de distribución.
Fuente: Ma. Belén Portero y Víctor Amat

Reactor Anaeróbico con Manto de Lodo de Flujo Ascendente (UASB)



Fotografía 11 Vista de los 6 reactores UASB



Fotografía 12 Vista de reactores UASB 2, 4 y 6 que no están en funcionamiento.
Fuente: Ma. Belén Portero y Víctor Amat



Fotografía 13 Vista de los reactores 1, 3 y 5 que están en funcionamiento

Fuente: Ma. Belén Portero y Víctor Amat

Tanque de Flotación (TF)



Fotografía 14 Llegada del agua residual tratada por el UASB a los tanques de flotación

Fuente: Ma. Belén Portero y Víctor Amat



Fotografía 15 Vista posterior de los tanques de flotación.

Fuente: Ma. Belén Portero y Víctor Amat

Laguna de Estabilización (L)



Fotografía 16 Vista general de las lagunas de estabilización

Fuente: Ma. Belén Portero y Víctor Amat

Caja de Distribución a Lagunas



Fotografía 17 Llegada del agua residual a las cajas de distribución de las lagunas

Fuente: Ma. Belén Portero y Víctor Amat

Cámara de Reunificación de Caudales (CRC)



Fotografía 18 Aguas tratadas que llegan a la cámara reunificadora
Fuente: Ma. Belén Portero y Víctor Amat

Estación de Bombeo Auxiliar (EBA)



Fotografía 19 Estación de bombeo auxiliar con bombas sumergibles.
Fuente: Ma. Belén Portero y Víctor Amat

Lecho de Secado (LS)



Fotografía 20 Los lodos regados en los lechos de secados

Fuente: Ma. Belén Portero y Víctor Amat



Fotografía 21 Caseta de las válvulas de control de paso hacia los lechos de secado
Fuente: Ma. Belén Portero y Víctor Amat



Fotografía 22 Descarga del agua residual ya tratada al río Babahoyo
Fuente: Ma. Belén Portero y Víctor Amat



Fotografía 24 Recorrido con los respectivos implementos de seguridad.

Fuente: Ma. Belén Portero y Víctor Amat



Fotografía 23 Grupo Químico Marcos



Fotografía 25 Muestréos simples y compuesta en diferentes puntos de la PTAR.

Fuente: Ma. Belén Portero y Víctor Amat



Fotografía 26 Ensayo en sitio, pH y temperatura en diferentes puntos de la PTAR.

Fuente: Ma. Belén Portero y Víctor Amat





Fotografía 27 Recorrido en la PTAR de Babahoyo.

Fuente: Ma. Belén Portero y Víctor Amat



Fotografía 28 Entrevistas con los encargados de la PTAR de Babahoyo.

Fuente: Ma. Belén Portero y Víctor Amat

DETERIOROS DE LA PLANTA



Fotografía 29 Tornillos de Arquímedes

Fuente: Ma. Belén Portero y Víctor Amat



Fotografía 30 Parte posterior de la estación de bombeo principal.



Fotografía 31 Ala lateral de los tornillos en estado de corrosión

Fuente: Ma. Belén Portero y Víctor Amat



Fotografía 34 Acumulación de basura



Fotografía 32 Puntos eléctricos sin protección y sin los interruptores



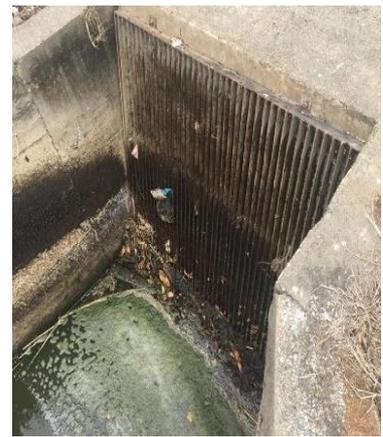
Fotografía 33 Escalera llena de moho y el hormigón descascarándose



Fotografía 37 Plataforma de la máquina de limpieza automática de las rejillas corroídas.



Fotografía 36 Escalera de los reactores en estado de descomposición.



Fotografía 35 Rejas corroídas y presencia de moho en las paredes

Fuente: Ma. Belén Portero y Víctor Amat



Fotografía 38 Rejas en estado de descomposición por el ambiente corrosivo.

Fuente: Ma. Belén Portero y Víctor Amat



Fotografía 39 Partes de las válvulas en estado corroído y amontonadas



Fotografía 40 Caja de aguas residuales destruida



Fotografía 41 Reactores desactivados llenos de paneles de avispas.

Fuente: Ma. Belén Portero y Víctor Amat



Fotografía 42 Tuberías desaparecidas y rotas en ciertas partes de los lechos de secado
Fuente: Ma. Belén Portero y Víctor Amat



Fotografía 43 Control de plantas acuáticas y podado de taludes.
Fuente: Ma. Belén Portero y Víctor Amat

ANEXO 3: FORMATO DE ENTREVISTA

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL



ENTREVISTA



NOMBRE DE LA EMPRESA: EMSABA EP (Empresa Pública Municipal de Saneamiento Ambiental de Babahoyo)

NOMBRE: Johann Sánchez Mosquera

FUNCIÓN QUE DESEMPEÑA: Jefe de Aguas Servidas

1. ¿Hay industrias en la ciudad de Babahoyo, y cuáles son?

2. ¿Las aguas residuales de las industrias son tratadas por la planta?

3. ¿Existen aguas residuales municipales y son tratadas por la planta?

4. ¿Hay más planta de tratamiento de agua residual en la ciudad de Babahoyo?

5. ¿Quién se encargó del diseño y construcción de la planta de tratamiento?

6. ¿En qué año comenzó a operar la planta?

7. ¿Quién es o quiénes son los encargados de la planta de tratamiento?

8. ¿Quién se encarga del análisis de calidad de agua?

9. ¿Quién es la autoridad competente para emitir permisos para la descarga de aguas residuales?

10. ¿Cuántas personas trabajan en la planta?

11. ¿Alguna vez la planta ha tenido problemas en su operación y cuáles son?

12. ¿El personal encargado de la operación de la planta usan equipo de seguridad?

13. ¿Cada que tiempo se le da mantenimiento a la planta?

14. ¿Qué tiempo se toman en dar mantenimiento a la planta?

15. ¿Cuál es el consumo eléctrico de la planta?

16. ¿Tienen registros históricos y análisis de calidad de agua?

17. ¿Qué caudal de aguas residuales recibe la planta a diario?

18. ¿La planta de tratamiento está funcionando a su capacidad máxima o a que porcentaje está?

19. ¿Cuál es el tiempo de retención del UASB y de las lagunas?

20. ¿Qué eficiencia tiene el UASB y las Lagunas?

21. ¿Dosifican algún tipo de líquido sobre las aguas residuales antes, durante o después de ser tratadas para cambiar la composición del agua?

22. ¿Cuál el valor de la DBO y sólidos de agua residual al momento de ingresar a la planta y del agua tratada al descargar al río?

23. ¿Usan bombas para descargar el agua residual tratada al Río Babahoyo?

ANEXO 4: RESULTADOS DE LA ENTREVISTA



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL



ENTREVISTA

NOMBRE DE LA EMPRESA: EMSABA EP (Empresa Pública Municipal de Saneamiento Ambiental de Babahoyo)

NOMBRE: Johann Sánchez Mosquera

FUNCIÓN QUE DESEMPEÑA: Jefe de Aguas Servidas

1. ¿Hay industrias en la ciudad de Babahoyo, y cuáles son?

No hay, las industrias están afuera de la ciudad de Babahoyo.

2. ¿Las aguas residuales de las industrias son tratadas por la planta? No, por estar afuera de la ciudad y en su mayoría las industrias tienen su propia planta de tratamiento.

3. ¿Existen aguas residuales municipales y son tratadas por la planta?

Si, todas las aguas municipales de la ciudad llegan y son tratadas por la planta de tratamiento.

4. ¿Hay más planta de tratamiento de agua residual en la ciudad de Babahoyo?

No, esta es la única y única en el país con este sistema de tratamiento.

5. ¿Quién se encargó del diseño y construcción de la planta de tratamiento?

Un grupo de alemanes fueron los encargados de diseño y construcción de la planta.

6. ¿En qué año comenzó a operar la planta? En el año 2003.

7. ¿Quién es o quiénes son los encargados de la planta de tratamiento? El Benito Acosta es el guardián operador de la planta de tratamiento de AASS y el encargado principal soy Yo.

8. ¿Quién se encarga del análisis de calidad de agua?

Se encarga la Ing. Sally Cruz

9. ¿Quién es la autoridad competente para emitir permisos para la descarga de aguas residuales? El ministerio del ambiente.

10. ¿Cuántas personas trabajan en la planta?

Trabajan 4 guardias y 4 de operación.

11. ¿Alguna vez la planta ha tenido problemas en su operación y cuáles son?

Desde que se inauguró la planta nunca ha tenido ningún problema operacional.

12. ¿El personal encargado de la operación de la planta usan equipo de seguridad?

Si, constantemente se los va renovando.

13. ¿Cada que tiempo se le da mantenimiento a la planta?

El mantenimiento es diario a todo lo que se puede dañar por el óxido, lo que es el desarenador y tanque de flotación una vez al año, los reactores anaeróbicos y el sedimentador dos veces al año, los lechos de secado dos veces al año.

14. ¿Qué tiempo se toman en dar mantenimiento a la planta?

En el transcurso del año se realizan todos los mantenimientos correspondientes a cada parte de la planta.

15. ¿Cuál es el consumo eléctrico de la planta?

El consumo en dólares aproximadamente es de \$1250 dólares que viene ser aproximadamente 11205 kwh.

16. ¿Tienen registros históricos y análisis de calidad de agua?

Si, desde el 17 de diciembre del 2016 hasta el 24 de julio del 2017.

17. ¿Qué caudal de aguas residuales recibe la planta a diario?

Ingresa diariamente un caudal de 185.6 lt/seg, por lo cual se enciende solo un tornillo de Arquímedes, siempre y cuando sea verano. Por otra parte, en invierno por las lluvias aumenta el caudal lo cual genera que prendamos más de un tornillo de Arquímedes, cada tornillo tiene una capacidad de 225 lt/seg.

18. ¿La planta de tratamiento está funcionando a su capacidad máxima o a que porcentaje está?

Al 50% por los reactores anaerobios que solo funcionan 3 de los 6 que hay, ya que hay un sobre diseño de la planta por el tema de crecimiento poblacional, pero desde que comenzó su operación no ha habido la necesidad de encender los 3 reactores restantes.

19. ¿Cuál es el tiempo de retención del UASB y de las lagunas?

Entre todo el proceso tiene 10 días de retención, aproximadamente 2 a 3 días en el UASB y de 7 a 8 días en las lagunas.

20. ¿Qué eficiencia tiene el UASB y las Lagunas?

Ambos sistemas tienen una eficiencia del 100%.

21. ¿Dosifican algún tipo de líquido sobre las aguas residuales antes, durante o después de ser tratadas para cambiar la composición del agua? No.

22. ¿Cuál el valor de la DBO y sólidos de agua residual al momento de ingresar a la planta y del agua tratada al descargar al río?

La DBO desde diciembre del 2016 a julio del 2017 varía de 75 mg/lt hasta 100 mg/lt. En cambio, los sólidos sedimentables varían de 20 ml/lt hasta 25 ml/lt.

23. ¿Usan bombas para descargar el agua residual tratada al Río Babahoyo?

En verano todo es por gravedad, en invierno se utilizan de 2 a las 3 bombas, dichas bombas tienen un sistema automático de encendido y funcionan con una válvula Check impidiendo el ingreso del agua del río a la planta



DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Nosotros **Portero Pesantes, María Belén**, con C.I: # **0502784317** y **Amat Marchán, Víctor Andrés**, con C.I: # **0927096826** autores del trabajo de titulación: **“EVALUACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA CIUDAD DE BABAHOYO”** previo a la obtención del título de **Ingeniero Civil** en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

1.- Declaramos tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las instituciones de educación superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de titulación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizamos a la SENESCYT a tener una copia del referido trabajo de titulación, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Guayaquil, **19 de septiembre de 2017**

f. _____

Portero Pesantes, María Belén

C.I: **0502784317**

f. _____

Amat Marchán, Víctor Andrés

C.I: **0927096826**



REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

FICHA DE REGISTRO DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

TEMA Y SUBTEMA:	Evaluación de la planta de tratamiento de aguas residuales de la ciudad de Babahoyo		
AUTOR(ES)	Portero Pesantes, María Belén; Amat Marchán, Víctor Andrés		
REVISOR(ES)/TUTOR(ES)	Ing. Vásquez Gavilanes, José Ernesto MSc		
INSTITUCIÓN:	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil		
FACULTAD:	Facultad de Ingeniería		
CARRERA:	Carrera de Ingeniería Civil		
TÍTULO OBTENIDO:	Ingeniero Civil		
FECHA DE PUBLICACIÓN:	19 de septiembre de 2017	No. DE PÁGINAS:	112
ÁREAS TEMÁTICAS:	Ingeniería Ambiental, Ingeniería Civil e Ingeniería Sanitaria.		
PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:	Babahoyo, agua residual, UASB, lagunas de estabilización, infraestructura, eficiencia, planta.		
RESUMEN/ABSTRACT (150-250 palabras):	<p>El presente estudio se lo realizó con el fin de analizar y evaluar la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de la ciudad de Babahoyo, para determinar el estado en que se encuentra y si el agua tratada que se descarga al río Babahoyo cumple con las normas TULSMA. El proyecto se enfocó en tres puntos importantes que son: la llegada del agua residual de la ciudad a la planta, la salida de los reactores (UASB) y la salida de las lagunas de estabilización. Luego de realizado el trabajo de campo se prepararon gráficos comparativos, para establecer la eficiencia de las unidades de la planta y si estaban descargando el agua tratada con los límites permitidos de la norma. De los resultados obtenidos para cada parámetro se verificó que están bajo el límite máximo permisible que está indicado en el TULSMA, esto no significa que la operación y mantenimiento de la planta de tratamiento de aguas residuales de la ciudad de Babahoyo esté funcionando de manera óptima. Al calcular las eficiencias con los resultados obtenidos se establece que el UASB tiene una eficiencia baja en la remoción de parámetros seleccionados, mientras que las lagunas tienen una eficiencia alta. El mal rendimiento de los UASB se debe por la inadecuada operación de la planta, ya que encienden los tornillos de Arquímedes en forma discontinua. Adicionalmente la infraestructura está en malas condiciones, en sus partes metálicas presentan corrosión y en el hormigón presenta una capa de moho.</p>		
ADJUNTO PDF:	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	
CONTACTO CON AUTOR/ES:	Teléfono: 0982213415 0982100696	E-mail: mbelen_sweet94@hotmail.com vicamat_27@hotmail.com	
CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN (COORDINADOR DEL PROCESO UTE):	Nombre: Clara Glas Cevallos		
	Teléfono: +593984616792/ 2206956		
	E-mail: clara.glas@cu.ucsg.edu.ec		
SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA			
Nº. DE REGISTRO (en base a datos):			
Nº. DE CLASIFICACIÓN:			
DIRECCIÓN URL (tesis en la web):			