



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**
FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA: INGENIERÍA CIVIL

TÍTULO:

Evaluación de las plantas de tratamiento por lodos activados de las urbanizaciones de la vía a la costa y los efectos que causan al descargar en el estero salado.

AUTOR:

Dávila Castro, José Alberto

**TRABAJO DE GRADO
PREVIO A LA TITULACIÓN DE INGENIERO CIVIL**

TUTORA

Glas Cevallos, Clara

**Guayaquil, Ecuador
2014**



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE INGENIERÍA
INGENIERÍA CIVIL**

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por José Alberto Dávila Castro, como requerimiento parcial para la obtención del Título de Ingeniero Civil.

TUTORA

Ing. Clara Glas

REVISOR(ES)

Ing. Miguel Cabrera

Lic. Sonia Baños

DIRECTOR DE LA CARRERA

Ing. Mario Dueñas

Guayaquil, a los 29 del mes de Abril del año 2014



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE INGENIERÍA
INGENIERÍA CIVIL**

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, José Alberto Dávila Castro

DECLARO QUE:

El Trabajo de Titulación Evaluación de las plantas de tratamiento por lodos activados de las urbanizaciones de la vía a la costa y los efectos que causan al descargar en el estero salado, 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 la bibliografía. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

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

Guayaquil, a los 29 del mes de Abril del año 2014

EL AUTOR

José Alberto Dávila Castro



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE INGENIERIA
INGENIERIA CIVIL**

CALIFICACIÓN

CLARA GLAS

TUTOR

DEDICATORIA

Este trabajo lo dedico a Dios y a mi familia, gracias a ellos he podido cumplir mis metas y objetivos

José Alberto Dávila Castro

AGRADECIMIENTO

En primer lugar quiero agradecer a Dios por darme vida, salud y fuerza para llevar a cabo este proyecto maravilloso que es mi Trabajo de Graduación.

En segundo lugar agradezco a mi hijo el cual es mi fuente de inspiración y ganas de vivir, crecer como persona y desarrollarme en todos los sentidos.

Este trabajo fue posible gracias a la colaboración de algunas personas, a quienes debo mencionar de manera especial:

Sra. Jhared Paz Aveiga, mi esposa, que estuvo a mi lado incondicionalmente.

Ing. Clara Glas, mi tutora, en quien encontré ejemplo y fuente de apoyo para culminar este proyecto.

Ing. Miguel Cabrera, primer lector, quien se mantuvo un paso adelante buscando mi mejor esfuerzo durante la elaboración del trabajo.

Lic. Sonia Baños, con el último suspiro de apoyo perfeccionó considerablemente la presentación del trabajo

José Alberto Dávila Castro

Resumen

En la ciudad de Guayaquil existen programas de recuperación del estero salado, el cual está a cargo del gobierno del Ecuador y el Municipio de Guayaquil, a través de programas ecológicos, reubicación de viviendas asentadas alrededor del estero, y oxigenación de sus aguas.

Con el afán de evaluar el sistema que utilizan las urbanizaciones situadas en la vía a la costa, este trabajo de grado se enfocará en analizar dos plantas de tratamiento de Aguas Residuales por Lodos Activados de dos Urbanizaciones ubicadas Vía a la Costa, las cuales son Belo horizonte y Puerto Seymour.

Para conocer si el procedimiento que utilizan las plantas de tratamiento de aguas cumplen realmente con sus función, y van de la mano con las intenciones del gobierno o municipios.

Para conseguir los objetivos requeridos ha sido necesario realizar visitas a las urbanizaciones, tomar las respectivas muestras de agua, se realizaron entrevistas a las personas encargadas de la operación de las plantas, así también se entrevistó a personal que trabaja en la empresa que diseña y construye plantas de tratamiento, se tomaron fotografías para evidenciar la toma de muestras y el estado actual de las plantas.

De esta manera se consiguió una evaluación del funcionamiento y se analizó si verdaderamente cumplen los parámetros establecidos por la norma actual vigente de la conservación del medio ambiente.

ÍNDICE GENERAL

Contenido

CAPITULO 1	1
1.1 Presentación del Tema.....	1
1.2 Razones que motivaron el Estudio	1
1.3 Justificación del tema.	2
1.4 Descripción del problema de investigación.....	2
1.5 Objetivo general.	3
1.6 Objetivos específicos	3
Capítulo 2	5
2.0 Definición del Aguas Residual	5
2.1 Componentes del agua residual	5
2.2 Características del agua residual domestica	6
2.2.1 Características físicas.....	6
2.2.2 Características químicas.....	7
2.2.3 Características biológicas	9
2.3 Tratamiento de aguas residuales	11
2.3.1 Tratamiento preliminar.....	11
2.3.2 Tratamiento primario.....	12
2.3.3 Tratamiento secundario.....	13
2.9.1 Demanda bioquímica de oxígeno	34
2.9.2 Demanda química de oxígeno.....	34
2.9.3 Total de sólidos disueltos – Total Disolved Solids (TDS).	35
2.9.4 Los sólidos en suspensión	35
2.9.5 Fósforo en el agua.	36

Capítulo 3 Enfoques metodológicos	37
3.1 Recorrido a lo largo de la vía a la costa en busca de urbanizaciones con sistemas de tratamientos de aguas residuales por lodos activados.....	38
3.2 Visita a la Urbanización Puerto Seymour	38
3.3 Visita la Urbanización Belo Horizonte.....	40
Capítulo 4 Análisis de Laboratorio.....	43
4.1 Descripción de los Análisis de Laboratorio	43
Capítulo 5 Resultado de los análisis de Laboratorio.....	57
5.1 Análisis de los resultados	60
5.2 Evaluación física de la planta de tratamiento.....	67
5.3 Resultado de los análisis de Laboratorio.....	70
5.4 Análisis de los resultados	73
5.5 Evaluación física de la planta de tratamiento.....	80
Capítulo 6 Controles para la operación de la planta de tratamiento.....	83
6.1 Conclusiones.....	85
6.2 Recomendaciones.....	87

Capítulo 1

1.1 Presentación del Tema

Con este trabajo de investigación se va a analizar los sistemas de tratamiento de aguas residuales de las urbanizaciones asentadas a él margen izquierdo de la vía a la Costa de la ciudad de Guayaquil, se analizarán eficiencias de tratamiento, los diseños, la infraestructura existente, operación y mantenimiento. Para ello se seleccionaron dos urbanizaciones de este sector, con las que se desarrollará el tema **“EVALUACIÓN DE LAS PLANTAS DE TRATAMIENTO POR LODOS ACTIVADOS DE LAS URBANIZACIONES DE LA VÍA A LA COSTA Y LOS EFECTOS QUE CAUSAN AL DESCARGAR EN EL ESTERO SALADO”**

1.2 Razones que motivaron el Estudio

Para tener mayor conocimiento de las plantas de tratamiento se ha determinado la necesidad de estudiar las eficiencias de remoción en estas plantas de tratamiento, ya que estas descargan al estero Salado y éste en los últimos años ha sufrido gran contaminación.

Si estas plantas contaminan, esta investigación será de gran ayuda para que se hagan mejoras porque de esta manera darán un mejor resultado y se reducirá el nivel de contaminación ambiental existente en el Estero Salado.

Al mejorar la situación de las plantas de tratamientos de aguas se dará un considerable cambio al ambiente de las personas que residen en los alrededores del Estero; es decir, en la actualidad la comunidad tiene que lidiar con los malos olores que despide el Estero por el estancamiento de aguas.

1.3 Justificación del tema.

Según diario El Universo, 2013/septiembre/13

“Hace unos quince años, el estudio del consorcio Alemán Lamheyer Cimentaciones concluyó que el 65% de la contaminación del estero provenía de los residuos domésticos y el 35% de los lodos industriales. Lamheyer recomendó que se intercepten las aguas negras y que se las conecte al alcantarillado sanitario para que desfoguen en el río Guayas o en afluentes como el Daule.”

Según el diario hoy, 2013/julio/20

“Si bien es cierto la súper oxigenación, instalada a lo largo de los 30km en los ramales que tiene este brazo de mar y que cruza gran parte de Guayaquil, ha dado hasta el momento un muy buen resultado”, se busca aplicar la misma estrategia pero a su vez mejorada en el sector las urbanizaciones en la Av. Ab. Jaime Nebot Velasco (vía a la costa).

A continuación se hará una recopilación de diferentes estudios, y un análisis de los mismos para evaluar la mejor opción, sumada a los ensayos que se realizarán en el laboratorio para adicionarlo al plan, de esta manera se buscará la eficiencia de las plantas de tratamiento por lodos activados.

Desde el punto de vista social, gracias a la implementación de este proyecto se podrán dar recomendaciones para mejorar la calidad de vida de los ciudadanos y para un mejor aspecto al Estero Salado y a sus alrededores en el sentido turístico social.

1.4 Descripción del problema de investigación

A pesar de los cambios favorables que se han generado a raíz de las obras ecológicas y sociales que el Gobierno y el Municipio de Guayaquil han llevado a cabo en el transcurso de estos 10 años para la oxigenación de las aguas del

Estero Salado y la reubicación de las personas que se han asentado ilegalmente en sus alrededores, aún siguen contaminadas, siguen despidiendo malos olores y no se encuentra un resultado efectivo. Por lo general se culpa a las industrias que descargan sus desechos en el Estero, pero a las urbanizaciones privadas nadie las toma realmente en cuenta para

hacer controles frecuentes de sus plantas de tratamiento de aguas, y es lo que se busca realizar en este proyecto, para verificar si cumplen con las normas estipuladas para el manejo de una planta de tratamiento de aguas y descargas al recurso hídrico.

1.5 Objetivo general.

Analizar dos plantas de tratamiento de Aguas Residuales por lodos activados de dos urbanizaciones de la vía a la Costa, mediante la verificación del cumplimiento del manual de operación para comparar los resultados con la norma ambiental actual vigente.

1.6 Objetivos específicos

- Realizar análisis de calidad de aguas al afluente y efluente de las plantas de tratamiento de aguas servidas.
- Comparar los resultados de los análisis de laboratorio con las Normas de calidad de agua.
- Comparar las infraestructuras con normas de diseño para garantizar las eficiencias.

- Brindar diferentes opciones para el mejoramiento de las plantas de tratamiento de aguas para mejorar la condición de vida de las personas que viven a los alrededores del Estero.

Capítulo 2

2.0 Definición del Aguas Residual

Agua residual es un término utilizado para nombrar al agua que es recogida por redes de tuberías de alcantarillado sanitario para ser tratadas en una planta de tratamiento.

(Metcalf& Eddy, 1991) (Mujeriego, 1990) Según el manual de ***fundamentos técnicos para el muestreo de aguas residuales*** de la ciudad de México, se definió al agua residual como: “Agua de composición variada proveniente de descargas de usos municipales, industriales, comerciales, de servicios agrícolas, pecuarios, domésticos, en general de cualquier otro uso, que por su naturaleza no puede utilizarse nuevamente en el proceso que la generó y, al ser vertida en cuerpos receptores puede implicar una alteración a los ecosistemas acuáticos o afectar la salud humana”. De esta manera el agua residual puede volverse a usar después de ser tratada.

(Metcalf & Eddy, 1991) (Mujeriego, 1990) Es una combinación de líquidos o aguas portadoras de residuos que provienen de residencias urbanas, instituciones públicas, centros industriales y comerciales.

El Agua residual doméstica es aquella que sale de las residencias, de instalaciones públicas, comerciales y similares.

2.1 Componentes del agua residual

El agua residual está compuesta por:

Productos orgánicos: son aquellos que están formados por carbohidratos lípidos y proteínas.

Productos inorgánicos son productos inertes y se presentan como sales y residuos de materiales.

Microorganismos son aquellos que viven en el agua como virus, algas, protozoos, bacterias, hongos e insectos.

Bustos A. fiestas J.A. (1991) nos muestra la composición del agua residual donde la mayor cantidad cuantitativa la tienen las fracciones solubles con respecto a las que están en suspensión y emulsión.

El agua residual presenta variaciones de carga por influencia de los siguientes factores:

- Hábitos de los residentes de la población, a corto plazo (horas, días, semanas).
- Condiciones de carácter estacional a largo plazo.
- Actividades industriales a corto y largo plazo.

De igual manera el agua que viene de agua superficial por escorrentía representa un aporte de contaminación y concentración de constituyentes.

Hernández, (1994) explica que las aguas de escorrentía superficial no son aguas blancas, ya que la contaminación de esta agua aumenta por los depósitos de contaminación atmosférica, depósitos en la vía pública e hidrocarburos y efectos de tráfico con metales pesados.

2.2 Características del agua residual domestica

Las características del agua residual son: físicas, químicas y biológicas

2.2.1 Características físicas

Las características físicas de las aguas residuales son los sólidos suspendidos, olores y temperatura.

Sólidos suspendidos: son pequeñas partículas en el agua, inmersas dentro del flujo turbulento las cuales se mueven constantemente de forma aleatoria, impidiendo que los sólidos se decanten.

Los factores que permiten que los sólidos permanezcan en suspensión son:

Tamaño, densidad, forma y velocidad del agua.

Olores: el mal olor se debe a los gases que salen de la descomposición de la materia orgánica que es sulfuro de hidrógeno.

Temperatura: la temperatura es un factor muy importante ya que de ésta dependen las reacciones químicas y velocidad de reacción, la vida acuática y los diferentes usos que se le puede dar al agua.

Según la localización geográfica, la temperatura anual media del agua residual doméstica varía entre 10 y 21 °C. Siendo 15°C en un valor medio.

2.2.2 Características químicas

La composición del agua residual es del 99% de agua y el 1% de sólidos. Estos sólidos pueden ser orgánicos e inorgánicos.

A continuación se detallan los compuestos orgánicos y el lugar donde se encuentran:

Carbohidratos: agua residual doméstica, industrial y comercial.

Grasa animal, agua residual doméstica, industrial, comercial.

Pesticidas: residuos agrícolas.

Fenoles: vertidos industriales.

Proteínas: Agua residual doméstica, industriales y comerciales.

Contaminantes primarios: Aguas residuales domésticas industriales y comerciales.

Agentes tensoactivos: Aguas residuales domésticas industriales y comerciales.

Compuestos orgánicos volátiles: Aguas residuales domésticas industriales y comerciales.

La característica inorgánica del Agua Residual es: Alcalinidad; la encontramos en el Aguas residuales domésticas, de suministros, infiltración de aguas subterráneas.

Cloruros: Lo encontramos en el Aguas residuales domésticas, de suministros, infiltración de aguas subterráneas.

Metales pesados: vertidos industriales.

Nitrógeno: Aguas residuales domésticas, residuos agrícolas.

PH: agua residual doméstica, industrial, comercial.

Fósforo: agua residual doméstica, industrial, comercial y aguas de escorrentía.

Contaminantes prioritarios: agua residual doméstica, industrial, comercial

Azufre: lo encontramos en el agua residual doméstica, industrial, comercial y aguas de suministro.

Sulfuro de hidrógeno: descomposición de residuos domésticos.

Metano: Descomposición de residuos domésticos.

Oxígeno: Agua de suministro e infiltración de agua superficial.

2.2.3 Características biológicas

Las características biológicas las podemos identificar mediante descripción de los seres vivos que habitan en el agua, ya sea naturalmente o introducidas por los seres humanos, como también el poder reconocer si estos seres vivos nos ayudan, por medio de su cadena alimenticia, a frenar la contaminación producida por desechos tóxicos industriales y demás.

Los seres vivos son un indicativo de la calidad de agua. Entre las características biológicas que podemos encontrar en el agua son:

- Animales: Cursos de aguas y plantas de tratamiento.
- Plantas: Cursos de agua y plantas de tratamiento.
- Protistas: Eubacterias, Aguas residuales domésticas, infiltración de aguas superficial, plantas de tratamiento.
- Archeobacterias: Aguas residuales domésticas, infiltración de aguas superficial, plantas de tratamiento.
- Virus: Aguas residuales domésticas.

Tabla 1. Anexo 1 del libro 1 del texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente: Norma de calidad de Ambiente y de descarga de Efluentes al recurso agua.

Parámetros	Expresados como	Unidad	Límite máximo permisible		
			Agua fría dulce	Agua cálida dulce	Agua marina y de estuario
Mercurio	Hg	mg/l	0,0002	0,0002	0,0001
Níquel	Ni	mg/l	0,025	0,025	0,1
Plaguicidas organoclorados totales	Concentración de organoclorados totales	µg/l	10,0	10,0	10,0
Plaguicidas organofosforados totales	Concentración de organofosforados totales	µg/l	10,0	10,0	10,0
Piretroides	Concentración de piretroides totales	mg/l	0,05	0,05	0,05
Plata	Ag	mg/l	0,01	0,01	0,005
Selenio	Se	mg/l	0,01	0,01	0,01
Tensoactivos	Sustancias activas al azul de metileno	mg/l	0,5	0,5	0,5
Temperatura	°C		Condiciones naturales + 3	Condiciones naturales + 3	Condiciones naturales + 3
Coliformes Fecales	nmp/100 ml		Máxima 20 200	Máxima 32 200	Máxima 32 200

Parámetros	Expresados como	Unidad	Límite máximo permisible		
			Agua fría dulce	Agua cálida dulce	Agua marina y de estuario
Clorofenoles		mg/l	0,5	0,5	0,5
Bifenilos policlorados/PCBs	Concentración total de PCBs.	mg/l	0,001	0,001	0,001
Oxígeno Disuelto	O.D.	mg/l	No menor al 80% y no menor a 6 mg/l	No menor al 60% y no menor a 5 mg/l	No menor al 60% y no menor a 5 mg/l
Potencial de hidrógeno	pH		6, 5-9	6, 5-9	6, 5-9, 5
Sulfuro de hidrógeno ionizado	H ₂ S	mg/l	0,0002	0,0002	0,0002
Amoniaco	NH ₃	mg/l	0,02	0,02	0,4
Aluminio	Al	mg/l	0,1	0,1	1,5
Arsénico	As	mg/l	0,05	0,05	0,05
Bario	Ba	mg/l	1,0	1,0	1,0
Berilio	Be	mg/l	0,1	0,1	1,5
Boro	B	mg/l	0,75	0,75	5,0
Cadmio	Cd	mg/l	0,001	0,001	0,005
Cianuro Libre	CN ⁻	mg/l	0,01	0,01	0,01
Zinc	Zn	mg/l	0,18	0,18	0,17
Cloro residual	Cl	mg/l	0,01	0,01	0,01
Estaño	Sn	mg/l			2,00
Cobalto	Co	mg/l	0,2	0,2	0,2
Plomo	Pb	mg/l			0,01
Cobre	Cu	mg/l	0,02	0,02	0,05
Cromo total	Cr	mg/l	0,05	0,05	0,05
Fenoles monohídricos	Expresado como fenoles	mg/l	0,001	0,001	0,001
Grasas y aceites	Sustancias solubles en hexano	mg/l	0,3	0,3	0,3
Hierro	Fe	mg/l	0,3	0,3	0,3
Hidrocarburos Totales de Petróleo	TPH	mg/l	0,5	0,5	0,5
Hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAPs)	Concentración total de HAPs	mg/l	0,0003	0,0003	0,0003
Manganeso	Mn	mg/l	0,1	0,1	0,1
Materia flotante	visible		Ausencia	Ausencia	Ausencia

Referencia: Anexo 1, del libro 1, del texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente

2.3 Tratamiento de aguas residuales

Consiste en una serie de procesos físicos, químicos y biológicos que eliminan los contaminantes del agua, dejándola lista para descargar en un cuerpo hídrico y/o reusarla.

El procedimiento de tratamientos funciona en 4 fases las cuales se detallarán a continuación: Preliminar, Primario, Secundario y Avanzado

2.3.1 Tratamiento preliminar

El tratamiento consiste en el cribado, desarenadores y homogenización, a continuación explicaremos estos pasos.

Cribado consiste en usar rejillas metálicas para filtrar el agua, su función es retener los sólidos gruesos que vienen arrastrados por el agua, y se los puede eliminar manualmente.

Las rejillas que se van a usar pueden ser:

Tipos de rejillas	Espaciamiento entre barras mm.
Gruesa	40 – 100
Media	20 – 40
Fina	10 – 20
Muy fina	0.25 – 2.5

Los desarenadores son estructuras que mueven toda clase de arenas del agua, estos pueden ser rectangulares o circulares, de flujo horizontal o helicoidal, aireados o no; de limpieza manual o mecánica. Protege el sistema de tuberías evitando la sedimentación y la abrasión de equipos mecánicos.

La homogenización consiste en unos tanques que igualan las variaciones del flujo o del agua y la concentración de las aguas residuales.

2.3.2 Tratamiento primario

Utilizan procesos físicos como, desespumado y sedimentación para extraer contaminantes decantables, flotantes o demasiado grandes.

Estos procesos eliminan el 35% del DBO y el 60% de sólidos suspendidos.

En los años 40 este era el único tratamiento que se daba al agua en los Estados Unidos.

Después de que el agua ha pasado por este proceso con la desinfección requerida, el agua todavía cuenta con niveles de DBO como para causar problemas de agotamiento del oxígeno disuelto, y suficientes nutrientes como nitrógeno y fósforo, como para acelerar la eutrofización.

En los Estados Unidos la ley de calidad del agua (CWA) exige, al menos un tratamiento secundario para todos los trabajos de tratamiento de propiedad pública (POTW), donde se estipula que alcancen niveles de disminución de DBO de 85% con variaciones a estudiar, cada caso que permite menores porcentajes en descargas marinas.

Esto significa que los efluentes deben descargar 80mg/L, tanto para sólidos suspendidos como para DBO a 5 días (promedio mensual).

En un sistema de tratamiento primario el agua pasa a una cámara de arena donde se mantiene por varios minutos. El tiempo que el agua debe pasar en la

cámara es igual al volumen del tanque dividido por la velocidad del flujo. Esto debe ser un valor lo suficientemente largo como para permitir que partículas como arenas y otros materiales pesados se decanten, y suficientemente corto como para que materiales más ligeros no se posen en el fondo. Los tiempos de duración varían entre 20 y 30 segundos.

Después de pasar por la cámara de arena el agua pasa a la cámara de sedimentación o clarificador primario.

En este tanque se reduce la velocidad haciendo que todos los sólidos se decanten por gravedad, los tiempos de detención son de 1.5 a 3 horas, de esta manera se sedimenta el 50 al 65 % de los sólidos suspendidos y el 25 al 40% de la DBO.

Los sólidos que se sedimentan en este proceso son llamados lodos primarios o lodos crudos que son extraídos para realizarles otro proceso como las grasas y espuma que flotan en la superficie.

En este punto el agua se desinfecta con cloro y ultravioleta para eliminar malos olores.

2.3.3 Tratamiento secundario

Este tratamiento es básicamente como el primario pero se añade microorganismos que ayudan a oxidar los residuos.

El uso de los microorganismos es muy eficiente ya que se puede eliminar hasta un 90% de la DBO y 90% de sólidos suspendidos y se lo hace en condiciones controladas dentro de la planta de tratamiento en lugar de que se produzca en la masa receptora.

El principal objetivo de este tratamiento es reducir la DBO, pero ninguno de los

tratamientos mencionados es efectivo para reducir los nutrientes, materiales disueltos como sales y metales o sustancias biológicamente resistentes.

Un ejemplo es que no más de la mitad del nitrógeno ni la tercera parte del fósforo se pueden eliminar con el tratamiento secundario.

Entre los sistemas de tratamientos que tenemos para tratar el agua encontramos los siguientes.

- Lodos activados
- Lagunas de oxidación
- Filtros anaerobios
- Filtros percoladores
- Biofiltros, entre otros.

2.3.4 Tratamiento terciario o avanzado

Este tratamiento mejora la calidad del agua antes de que ésta llegue al ambiente receptor como ríos lagos y mares.

Con esta clase de tratamiento se puede remover el DBO, DQO, SS y nutrientes y también se pueden remover los contaminantes disueltos coloidales, por esa razón son tratamientos más específicos y costoso.

En este tratamiento también se suprimen los contaminantes en el agua como el fosfato que proviene de detergentes domésticos e industriales.

Es importante este tratamiento porque el fosfato favorece la eutrofización, que es el crecimiento incontrolado de la vegetación acuática que agota el oxígeno matando la fauna del agua.

2.4 Sistemas de tratamientos de agua Residual

El sistema de tratamiento de aguas residuales es muy importante para cuidar el medio ambiente, devolviendo el agua a las fuentes hídricas sin contaminación, de esta manera se preserva la vida de los seres vivos quienes consumen agua a diario.

Los sistemas de tratamiento de aguas residuales se deben de construir con el fin de recibir toda el agua servida que viene del alcantarillado sanitario para tratarla.

2.5 Sistema de tratamiento de Aguas Residuales por Lodos Activados

Es un proceso que consiste en tratar el agua residual mediante el contacto del agua con lodos biológicamente activados.

El lodo está formado por microorganismos que son alimentados por oxígeno y estos tienen la facultad de oxidar la materia orgánica; además los sólidos en suspensión y los coloides se agrupan formando una masa en forma de lodo llamado lodo activado.

Hay muchas variantes en este proceso, pero tienen dos cosas en común.

- Dependen de la inyección de oxígeno extra en el reactor.
- La masa microbiana, extrayendo y devolviendo al tanque de lodos activos, una gran parte de las células microbianas del efluente del reactor.

Se conecta oxígeno a los reactores por medio de difusores.

El oxígeno ayuda a la descomposición microbiana de la materia y agita la mezcla de las aguas residuales con las células microbianas.

Toda esta actividad forma una masa entera que se mantiene en suspensión llamada licor de mezcla.

El proceso de lodo activado debe constar por lo menos con dos unidades fundamentales que son: el birreactor y el clarificador secundario.

Debido a que las células microbianas producidas en el reactor son partículas, estas se pueden separar del birreactor por sedimentación, este proceso se da en el clarificador secundario.

El proceso consiste en devolver gran parte de la masa celular decantada, retorno de lodos activados RLA. Y para mantener una concentración constante en el reactor se retira una parte del desecho del lodo activado DLA y así compensar la masa que está siendo creada en el tanque de lodos activados.

Arden y Lockett, 1914 dieron el nombre de lodos activados a la sedimentación que se devuelve para resembrar el tanque de aireación.

Al devolver estos sólidos, la oxidación del sustrato se acelera.

2.6 Tipos de proceso de lodos activados.

Dependiendo del diseño y la operación se han identificado diversos tipos de procesos de lodos activados que veremos a continuación:

2.6.1 Lodos activados convencionales.

El proceso se lo puede representar con un esquema que es el tanque de aireación, sedimentado y recirculación de lodos activados.

Los lodos que entran al tanque de aireación, son los que provienen del tanque sedimentador por medio de circulación. Todo lodo que entra al tanque debe ser aireado, para formar una mezcla entre el lodo y agua residual, la cual debe fluir a lo largo del tanque.

Para mantener una cantidad de microorganismos adecuada, es conveniente recircular una cantidad de lodos y el exceso es enviado a otro tanque, debido a que los tanques de aireación son de un tamaño fijo; el tiempo de retención también debe ser controlado según el caudal.

Este es un proceso con microorganismos donde su función es estabilizar la materia en el tanque de aireación, de allí van al tanque sedimentador y se separa el flóculo biológico del agua residual, dando como resultado un bajo contenido orgánico.

El tanque de aireación debe ser largo, rectangular, y mezclar el contenido en forma espiral.

Los difusores deben estar colocados a 2.5m de profundidad o más.

El modelo del sistema se lo analiza como flujo pistón

El periodo de aireación debe ser de 6 a 8 horas

Los microorganismos deben adaptarse al suministro de alimentos del efluente.

Con caudales mayores a 2000m³/d no hay problemas de inestabilidad.

Los procesos convencionales tienen efluentes con DBO soluble menor a 15mg/L y DBO total menor a 20 mg/L.

Consiste en usar un tanque de aireación, un clarificador y una línea de retorno del fango. El fango se va purgando mientras el líquido circula por el tanque.

Para estos casos se analiza como un modelo de flujo pistón de recirculación celular.

La aireación se la realiza en un periodo promedio de 6 horas, por medio de los difusores de aire que mezclan el agua residual del afluente con el fango

recirculado y se produce adsorción, floculación y oxidación de la materia orgánica.

El 25% de la proporción del fango con respecto al caudal es recirculado y el líquido llamado mezcla se sedimenta en el tanque sedimentador.

J. Glynn Henry, Gary W. Heinke, 1999, Los microorganismos se mantienen en suspensión de 4 u 8 horas en el tanque de aireación.

La concentración del tanque se mantiene por el retorno de lodos biológicos sedimentados, en el tanque de sedimentación secundaria al tanque de aireación.

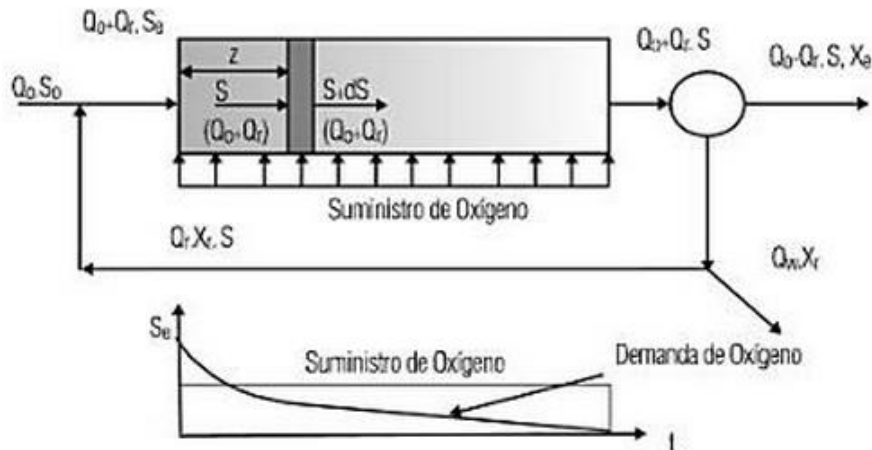


Gráfico1: Álvaro Orozco Jaramillo, Bioingeniería de aguas residuales.

2.6.2 Mezcla Completa

Este proceso consiste en funcionar como un reactor completamente agitado.

El agua del efluente y el fango de retorno se introduce en diferentes puntos en el tanque, por medio de dos tuberías a los largo del tanque.

El efluente es almacenado y sedimentado en el tanque de sedimentación de lodos activado.

En este proceso la demanda de oxígeno y la carga orgánica es uniforme en todo el tanque, es decir que la mezcla del líquido está completamente mezclada.

2.6.3 Aireación Escalonada

Este es un proceso mejorado del proceso de fangos activados, el cual consiste en aplicar el agua residual desde distintos puntos al tanque de aireación, este cambio en el tanque disminuye la demanda de oxígeno.

Fue desarrollado en New York en 1939 en la planta de Tallmans Island por Gould. Este proceso se lo usa para tratar aguas residuales con concentraciones altas de materia orgánica que provienen de desechos industriales.

En este proceso el tanque se divide por deflectores de cuatro o más canales paralelos, siendo cada uno de ellos una fase que se conecta entre sí en serie.

El agua residual sedimentada se junta con el fango activado y entran en las fases del tanque de aireación.

La primera fase se usa para el fango activo de retorno y las siguientes para el suministro de porciones del flujo influente.

El concepto del proceso de aireación escalonada se parece mucho al proceso de fangos activos, pero en este proceso se distribuye de forma mas uniforme el oxígeno a través del reactor. En la aireación escalonada el oxígeno se distribuye a lo largo del tanque de aireación.

De este modo se suministra el oxígeno de una mejor manera.

El agua residual tiene mayor carga de DBO /m³ de volumen de tanque de

aireación ya que los fangos activos tienen elevadas propiedades de adsorción por lo tanto las materias solubles son eliminadas en un período muy corto.

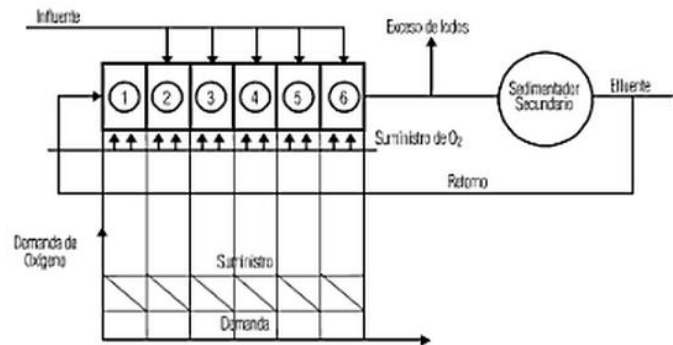


Grafico2: Álvaro Orozco Jaramillo, Bioingeniería de aguas residuales.

2.6.4 Aireación Extendida

Debido a los altos costos energéticos es el sistema menos usado, se lo suele usar en plantas de tratamiento con una capacidad igual o mayor a 4000 m³/día.

Es un método utilizado en plantas prefabricadas o en aquellas que solo tratan el agua de escuelas, instituciones aisladas o pequeñas comunidades.

Si no se prevé la eliminación del fango por separado, la eliminación del fango puede añadirse cuando la excavación de sólidos resulte perjudicial.

En el momento en el que realizamos la purga de fangos suele haber una digestión aerobia acompañada por deshidratación de secado, en aéreas de aire libre.

En este proceso no usamos la sedimentación primaria para reducir el tratamiento en la eliminación del fango.

Este proceso opera con mezcla completa y requiere los organismos en la fase

endógena de crecimiento; por ello se necesita una relación A/M baja, concentración de SSVLM alta y tiempo de aireación largo.

Generalmente se aplica en plantas de tratamientos pequeñas para caudales menores de aproximadamente 400 m³/d y es el proceso más usado para plantas compactas prefabricadas que provean tratamiento para pequeñas comunidades, hoteles, escuela e instituciones aisladas etc.

2.6.5 Sistema de oxígeno puro.

El sistemas de oxígeno puro fue desarrollado por Unión Carbide en la década de los 60, (J. Glynn Henry, Gary W. Heinke, 1999), consiste en utilizar oxígeno puro en lugar de aire, en este proceso los tanques son sellados para que el oxígeno esté recirculado dentro del sistema. Aproximadamente desde 1970, existe un marcado interés por reemplazar el aire, en el sistema de los lodos activados, por oxígeno puro. En la práctica, los tanques de aireación son cubiertos con mezcla completa y el oxígeno introducido es recirculado.

Utilizando pequeños reactores de mezcla completa, el CO₂ es liberado y los microorganismos utilizan el O₂.

En este sistema se debe añadir oxígeno ya que este también es liberado como gas de CO₂ del sistema, si utilizamos la ley de Henry como aproximación.

Si suponemos que la presión parcial del oxígeno, por encima del líquido, es de 0.8; en este caso al usar el oxígeno podemos introducir cuatro veces más la cantidad que podrá lograrse con aire en un sistema tradicional de igual condición.

El sistema de oxígeno puro es ventajoso ya que en este sistema la actividad microbiana es mayor.

El volumen del tanque de aireación es menor; por lo tanto, el volumen del fango tiene mejor comportamiento con la sedimentación.

Al utilizar oxígeno puro obtenemos beneficios que se pueden ilustrar al considerar las siguientes aplicaciones.

- 1) Sistemas existentes y en proyecto de mezcla completa.
- 2) tanques de aireación convencional existentes de flujo en pistón.

“Este proceso tiene ciertas ventajas en relación con lodos activados con aire: puede operar con cargas más grandes, con lo cual se reduce el tamaño de los tanques de aireación, y es capaz de aceptar fluctuaciones más amplias en cuanto a carga y residuos más concentrados que lodos activados con aire. Parker y Merrill, 1976”

Al hacer una comparación económica del sistema con aire o con oxígeno puro, se debe tomar en cuenta el costo del oxígeno.

Si tenemos un caso de un sistema tradicional sobrecargado, se puede transformar el sistema a uno de oxígeno puro para prolongar la vida del sistema y no tener que recurrir a instalaciones adicionales.

Los promotores del proceso señalan como ventajas del mismo una actividad bacterial mayor, volúmenes de lodo y del tanque de aireación menores y mejor sedimentabilidad del lodo.

2.7 Definición de los componentes del sistema de tratamiento de Aguas residuales

Un sistema de tratamiento de aguas residuales está formado por varios componentes que cumplen diferentes procesos necesarios para complementar

una red llamada sistema de tratamiento.

Cada proceso es indispensable para cumplir con el propósito final de descontaminar el agua y que esta pueda ser vertida en el estero.

A continuación los componentes que forman un sistema de tratamiento de aguas residuales.

2.7.1 Ecuador

El ecualizador es un tanque que homogeniza la mezcla con aireación, evitando que las bacterias del tanque de aireación sufran algún daño, esta aireación se la realiza con una bomba que manda aire en el día por 45 minutos y pausas de 15 minutos y en las noches se prende por 30 minutos, con pausas de 30 minutos. Además, iguala los flujos y evita un impacto en los procesos por alteraciones hidráulicas.

El ecualizador generalmente se lo usa con plantas, con flujos variables.

2.7.2 Tanque de aireación

En el tanque se produce la reacción biológica, se mezclan los microorganismos y retoman los lodos activados.

La construcción de los tanques de aireación se las realiza de hormigón armado.

Son tanques abiertos con paredes verticales. Los tanques están divididos en dos o más partes que funcionan independientemente.

Para estimar la capacidad total requerida se necesita conocer el proceso biológico.

El volumen de aire que contiene el agua es del 1% del volumen total.

Para que un difusor pueda funcionar eficientemente la profundidad del tanque debe ser de 3 a 4.5 m.

Para un sistema de flujo espiral la relación ancho-profundidad debe ser entre 1 a 1 y 2.2 a 1; esto limita el ancho de los tanques que van de 4.5 a 10 m.

Se debe hacer un resguardo de 0.3 a 0.6 m sobre la superficie para el tanque.

Es importante mantener unas dimensiones del tanque adecuadas, evitando puntos muertos en la zona de mezclado. La velocidad debe ser la necesaria para que no se produzca asentamientos de los lodos.

La cimentación de los tanques deberá construirse correctamente para evitar asentamiento y evitar la flotación en terrenos saturados.

Las paredes de los tanques múltiples deberá resistir de los dos lados del tanque.

Es importante que todos los tanques tengan sumideros para el vaciado o desagüe de aguas. Es aconsejable colocar válvulas en el fondo de los tanques grandes ya que su vaciado es más frecuente. Si contamos con una planta pequeña tendremos mejor resultados al usar bombas portátiles de menor tamaño para poder vaciar el depósito en 16 horas.

2.7.3 Equipos de aireación

Se debe inyectar el oxígeno para que se activen las bacterias heterotróficas.

Se usan dos tipos de aireadores: de turbina y de superficie. En los aireadores de superficie el oxígeno proviene de la atmosfera y en los de turbina, el introducido en el agua. En ambos casos, se mantiene todo el contenido mezclado.

2.7.3.1 Aireadores de superficie

Son los más sencillos que se pueden utilizar, constan de: rotores sumergidos que utilizan aire para agitar el agua residual.

Cuando se tiene tanques con alturas variables o donde un soporte rígido resulte práctico, se emplean aireadores mecánicos flotantes.

Existe un aireador de cepillo kesserer que es muy popular en Europa, a este se le ha adaptado para producir aireación y circulación en los canales de oxidación.

2.7.3.2 Aireadores de turbina

Estos aireadores producen una agitación superficial violenta, también pueden producir oxígeno puro o aire, por medio de difusores por debajo del impulsor de aire.

Para controlar la corriente del líquido que circula dentro del tanque de aireación se usan tubos de aspiración que están en modelos de flujo ascendente y descendente.

2.7.3.3 Difusores

Los difusores que usamos en la planta de tratamiento son los de burbuja pequeña, estos son tuberías o placas de granos de óxido de silicio u óxido de aluminio pegados entre sí con una pasta tipo cerámica formando una masa porosa.

También se usan tubos de acero corrugados inoxidables.

Los difusores de placa van instalados sobre soportes de hormigón que sujetan más de 6 placas y se fijan en el fondo del tanque.

En todo el tanque se debe colocar los soportes de las placas en los sistemas de

conducción de aire, y todo este grupo se controla con una válvula.

Los difusores de aire se colocan a los lados del tanque en el fondo.

Si colocamos brazos de aireación extraíbles, se pueden sacar los difusores sin tener que vaciar el tanque.

Debe usarse filtros de aire, para que el aire que entra a los difusores sea limpio y no contenga partículas de polvo.

Al usar difusores de orificios grandes podemos reducir el problema que ocasiona el estar limpiando los difusores.

Los difusores de burbuja grande no son muy eficientes pero tienen mayor ventaja por su menor costo y menor mantenimiento.

Es importante hacer el respectivo mantenimiento a los difusores que se esté usando.

2.7.3.4 Difusores de membrana perforada

Estos difusores nos permiten tener mayor transferencia de oxígeno, consiste en una membrana termoplástica delgada de material elastomérico. La norma ASTM define al material termoplástico al material que se vuelve flexible con el calor y rígido con el frío.

El aire es producido por orificios que tiene la membrana, cuando entra el aire la membrana se expande y cuando el aire se apaga ésta se relaja contra la base de soporte, y se sella la membrana con el sistema de soporte.

La desventaja de este difusor es la membrana que por ser más resistente y suave, con el tiempo cambia sus propiedades físicas.

El diámetro va desde 20 a 51 cm.

Cuando el aire esta encendido la membrana tiene forma convexa y cuando está apagado es plana, esto nos ayuda a prevenir el arrugamiento de la membrana.

Para membranas pequeñas los diámetros van de 20 a 30 cm y para estos se recomienda flujos de 0.5 a 4,7 l/s; para diámetros mayores a 51 cm el rango va de 1.4 a 9.4 l/s.

2.7.4 Clarificador o tanque de sedimentación

En la mezcla que viene del tanque aireador se separa los sólidos suspendidos.

En el clarificador o tanque de sedimentación se separa los sólidos del fango líquido, en este último paso el efluente trae un contenido bajo de DBO y sólidos suspendidos.

Un mayor volumen de sólidos requiere mayor atención de los tanques de sedimentación; el fango se acumula en el fondo y puede llegar a llenar todo el tanque hasta rebosar, si no tenemos una bomba de retorno adecuada.

Los factores que debemos tomar en cuenta al momento del diseño de tanques son:

- El tipo de tanque que utilizaremos
- La carga de superficies
- La carga de sólidos
- Las velocidades de circulación
- Situación y carga del vertedero
- Eliminación de espuma

2.7.4.1 Tipos de tanque

Pueden ser rectangulares o circulares.

Los más usados son los circulares con diámetros de 9 a 30 metros. Con alturas menores a cinco veces el radio.

Entre los tanques circulares tenemos dos tipos:

- De alimentación periférica
- De alimentación central

Los mecanismos que extraen el fango del fondo son de dos tipos:

- Los que roscan y arrastran el fango hacia una tolva central
- Los que extraen el fango con orificios de solución.

Los tanques rectangulares deben tener velocidades horizontales modificadas, para ello las dimensiones deben ser proporcionadas a una buena distribución de flujo entrante.

El colector de fango debe tener las siguientes condiciones: una capacidad elevada y mecanismos que transporten y extraigan el fango.

2.7.5 Unidad de desinfección.- Ten States Standards

Nos afirma que después de un buen mezclado se debe proporcionar un periodo de contacto de 15 minutos.

En las plantas de tratamiento primario el cloro debe aplicarse antes de los tanques de sedimentación.

2.7.5.1 Alimentadores de cloro

El cloro que usemos puede ser:

- Inyectado en el agua residual como cloro en forma de gas
- Utilizando un dispositivos de alimentación al vacío como solución de cloro.

2.7.5.2 Control de dosificación

La dosificación se la puede hacer de las siguientes maneras.

1. Dosificación manual, la dosificación se debe medir 15 minutos después del contacto, se debe ajustar la dosis a 0.5 mg/l
2. Control programada.
3. Acomodar el caudal del cloro al caudal del agua
4. Controlar la dosis de cloro midiendo automáticamente el cloro residual en el agua.
5. Usar un sistema mixto entre el 3 y 4 para dar un control más preciso de la dosis.

2.7.6 Digestor de lodos

El digestor es usado para tratar el fango activado en exceso que viene de las plantas de tratamiento que no tienen un sistema de sedimentación primaria.

Por lo general este proceso se usa en plantas pequeñas y de tipo aireación extendida, de contacto y estabilización.

El proceso de digestión aerobia tiene algunas ventajas que son:

- Menos sólidos volátiles.
- Menor concentración de DBO.
- Menor problema operativo.
- Menor inversión.
- No produce mal olor.

La desventaja de usar un sistema aerobio es el costo de energía para la producción de oxígeno y el no poder recuperar el metano que se va perdiendo.

Comparando las ventajas y desventajas se puede apreciar que este método es favorable.

En el digestor de lodos puede ocurrir que los microorganismos se encuentran en una fase endógena; esto es, que el alimento de los organismos como el substrato se termina y ellos se comen su propio protoplasma para obtener energía.

El tejido oxidado se convierte en anhídrido carbónico, agua y amoníaco.

El 80% del tejido es oxidado y lo restante son componentes que no son biodegradables.

Cuando el fango que viene del filtro percolador se mezcla con el fango primario produce una mezcla que es dirigido por oxidación directa.

Los digestores se consideran como reactor de flujo arbitrario sin recirculación.

2.7.6.1 Tiempo de detención hidráulico

La reducción típica varía entre el 35 y 45 %, de 10 a 12 días con temperatura a promedio a 20 °C.

En los digestores la concentración de oxígeno disuelto deben ser de 1 a 2 mg por litro con tiempo de detención mayor a 10 días, para producir una buena deshidratación de lodo.

2.7.6.2 Condiciones ambientales

Se debe tener en cuenta el PH y temperatura.

Cuando tenemos temperaturas menores a 20 °C los tiempos de detención hidráulica deben ser de 15 días obtenidos con coeficientes de temperatura que van de 1.08 a 1,10.

Si usamos tiempos de 60 días, la temperatura y el clima son un factor despreciable.

Para controlar los niveles de pH en las plantas de tratamiento se necesitan tiempos de detención largos; es necesario este control porque el pH desciende hasta 5.5, esto produce crecimiento de iones de nitritos en la solución y disminuye la capacidad de arrastre del aire.

2.7.6.3 Sistema de retorno de lodos

Deben retornar los sólidos biológicos sedimentables al tanque de aireación con el fin de mantener una concentración de microorganismos.

2.7.6.4 Exceso de lodos y su disposición

Se debe eliminar el exceso del tanque de aireación.

2.8 Dificultades de operación

2.8.1 Sistema de control de espuma

Es posible controlar la espuma, esto se lo hace con:

Boquillas pulverizadoras a lo largo del borde superior del tanque introduciendo aditivo químico antiespumante en el agua de rociado o en la entrada del tanque.

Los problemas más comunes en las plantas de lodos activados son el fango ascendente y el fango voluminoso.

2.8.2 Fango ascendente

El fango sube hacia la superficie por la desnitrificación, los nitritos y nitratos se convierten en nitrógenos.

El gas que forma el nitrógeno queda atrapado en la masa de fango y éste sube a la superficie.

Los inconvenientes que se producen en el fango son:

- El aumento de caudal del fango de retorno
- La disminución de caudal al tanque de sedimentación
- Incremento de la velocidad en colector de fango en los tanques de sedimentación
- Disminución en el tiempo medio de retención aumentando el caudal de purga.

2.8.3 Fango voluminoso

Son aquellos con malas características de sedimentación y los encontramos en dos clases:

- a) Cuando los organismos crecen en forma filamentosos en condiciones adversas.
- b) Agua ligada al flóculo, produce que las bacterias que lo componen se hinchen y reduce su densidad por lo tanto no se sedimenta.

El aumento de volumen produce en el fango, los puntos que se nombraron.

- Características físicas y químicas del agua residual
- Las limitaciones de diseño de la planta de tratamiento
- La operación de la planta

2.8.4 Control de olores

Las plantas de tratamiento producen malos olores que provienen de:

- Agua residual séptica que contiene sulfuro de hidrógeno a su llegada a la planta
- Residuos industriales
- Arena sin lavar
- Espuma en los tanques de sedimentación primaria
- Espesor de los fangos
- El quemado del gas residual
- El mezclar productos químicos
- Incineradores de fango
- Fango mal digerido en las áreas de secado.

La dosis de cloración para el control de malos olores oscila de 10 a 20 mg/litro.

2.9 Muestreo del Agua Residual

Existen dos tipos de muestras: simple y compuesta.

Las muestras simples sirven para determinar el estado del agua, justo en el momento en la que la muestra es tomada, y solo se la debe hacer en flujos con

caudales constantes y con valores de PH y temperaturas que no sean extremos.

Los volúmenes mínimos que se deben tomar para las muestras son de 1 a 2 litros de agua.

Las muestras compuestas son aquellas que se toman varias veces como muestras simples en diferentes intervalos de tiempo. La cantidad de muestras debe ser proporcional al caudal.

Para las muestras individuales los volúmenes deben ser de 25 a 100 ml y para muestras compuestas de 2 a 4 litros.

2.9.1 Demanda bioquímica de oxígeno

Es la cantidad de materia que es degradada por los microorganismos existentes en el agua.

Este parámetro se mide en un periodo de 5 días, ya que cuando se realizó este estudio se pudo constatar que, el río más largo de Inglaterra, sus aguas toman el tiempo de 5 días desde que sale de la vertiente hasta desembocar completamente en el mar, es por esta razón que se le dá el nombre de DBO₅ a este ensayo. Según este parámetro haremos la prueba a fin de obtener respuestas exactas en tiempo real, esta muestra se deberá llevar a cabo en una sala oscura sin que la muestra quede expuesta al sol, ya que los rayos solares podrían alterar los resultados. Cantidad de oxígeno consumida durante un tiempo determinado.

2.9.2 Demanda química de oxígeno

Mide la cantidad de sustancias orgánicas oxidadas o degradadas por influencia de sustancias químicas, este ensayo es adecuado para realizarlo en aguas de ríos, lagos y acuíferos, ya que estas aguas son ricas en materia orgánica que es la que se necesita para obtener los resultados adecuados.

Este método no es aconsejable usarlo en el agua potable, porque contiene una concentración de materia orgánica muy baja, y sus resultados no serían los adecuados, en este caso se mide por el método de oxidabilidad con permanganato de potasio.

2.9.3 Total de sólidos disueltos – Total Dissolved Solids (TDS).

Se mide el total de sustancias orgánicas e inorgánicas en forma molecular que contiene el agua, las moléculas deben ser tan pequeñas que pasen una criba de 2 micras. Se mide en partes por millón. PPM.

Si las sustancias no pasan 2 micras o no están indefinidamente suspendidas o disueltas se denominan Total de sólidos Suspendidos – Total Suspended solids.

El TDS no sirve para saber las características del agua y la presencia de contaminación química y concentración de sales; se lo puede medir con el método gravimétrico o conductividad.

Método gravimétrico: se evapora todo el agua hasta separar los sólidos, este método es el más exacto.

El método de conductividad: los TDS ionizados se los mide con lector de TDS o un conductímetro.

2.9.4 Los sólidos en suspensión

Los sólidos en suspensión se caracterizan por ser partículas que son muy pequeñas, que se mueven en varias direcciones, estas impiden la decantación, estas características se debe a la velocidad del agua, la forma, la densidad y el tamaño.

Nitrógeno.- es un indicador que se lo usa en ingeniería ambiental; se determina la cantidad de nitrógeno que hay en el agua. El nitrógeno lo encontramos en

diversas formas, proteínas, ácidos nucleicos en diversos estados de degradación, como urea.

2.9.5 Fósforo en el agua.

El fósforo es importante porque es asimilable por los microorganismos, pero debe ser controlado ya que puede haber crecimiento excesivo de algas y de haber exceso de algas consumen el oxígeno perjudicando el agua que está siendo tratada.

La concentración de fósforo en aguas residuales va desde 5 a 15 mg/l.

Capítulo 3

3.0 Enfoques metodológicos

Este proyecto responde al enfoque Cuantitativo: porque se estudiaron las plantas de tratamiento de las urbanizaciones de la vía a la costa por lodos activados en los cuales se obtuvo análisis de datos que sirvió para probar una hipótesis.

Enfoque descriptivo: se busca evaluar las plantas de tratamiento por medio de parámetros.

El método a usar es el teórico-práctico, con un análisis, una síntesis y un enfoque de todos los sistemas.

El trabajo se desarrolló en tres etapas:

1. Marco teórico conceptual.
2. Evaluación de los sistemas.
3. Análisis de resultados

En cada etapa mencionada se desarrollaron tareas específicas como:

1. Marco teórico conceptual. Se revisó la bibliografía. Se estudió detalladamente los parámetros, los procesos, los diseños de las plantas de tratamiento.
2. Evaluación de los sistemas: en este proceso se tomaron muestras de aguas antes y después de ser procesadas, para ser llevadas a laboratorio.
3. Una vez obtenidos los resultados dimos un diagnóstico de los sistemas.

Estos resultados nos permitirán dar una recomendación efectiva de los factores que se estén incumpliendo durante el proceso de recuperación del agua.

3.1 Recorrido a lo largo de la vía a la costa en busca de urbanizaciones con sistemas de tratamientos de aguas residuales por lodos activados.

A lo largo del recorrido que se realizó en la vía a la costa, se visitaron las urbanizaciones que se encuentran al lado izquierdo de la vía a la Costa; se ha determinado que el acceso a las urbanizaciones es negado en la mayoría de ellas.

Hablando con la administración de las urbanizaciones se ha conseguido el acceso a 2 de ellas, las cuales son: La Urbanización Puerto Seymour y Urbanización Belo Horizonte.

3.2 Visita a la Urbanización Puerto Seymour

Es una urbanización ubicada en el kilómetro 13.5 de la vía a la costa, margen izquierda, cuenta con 220 villas y tiene una planta de tratamiento de lodos activados para la depuración de sus aguas servidas.

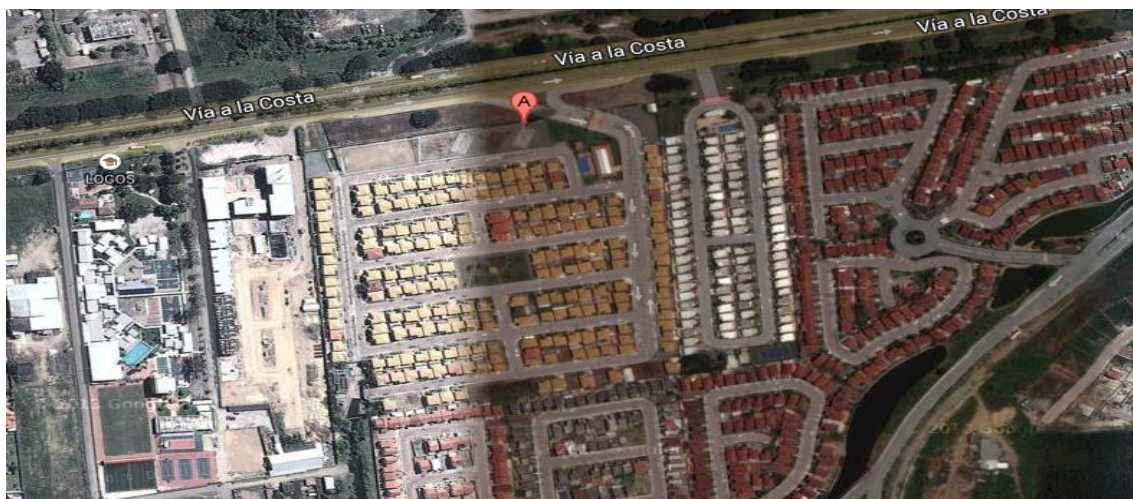


Foto1: implantación de la Urbanización Puerto Seymour.

En el presente trabajo se analizan algunos parámetros del agua y los comparamos con la norma TULSMA.

Muestreo:

Las muestras de agua fueron tomadas los días

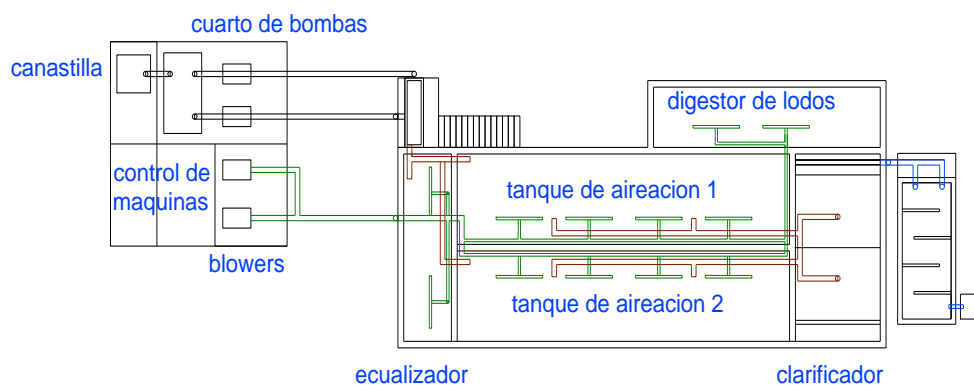
Afluente		Efluente	
Fecha muestreo:	25-feb-14	Fecha muestreo:	25-feb-14
Hora muestreo:	3:35:00 PM	Hora muestreo:	3:34:00 PM
Tipo de muestra :	Simple	Tipo de muestra :	Simple
Resp. muestreo :	José Dávila	Resp. Muestreo :	José Dávila



Foto2: PETAR. Puerto Seymour Afluente



Foto3: PETAR. Puerto Seymour Efluente



Plano de la Planta de Tratamiento de Puerto Seymour

3.3 Visita la Urbanización Belo Horizonte.

Es una urbanización que se encuentra ubicada en el kilómetro 11.5 de la vía a la costa.

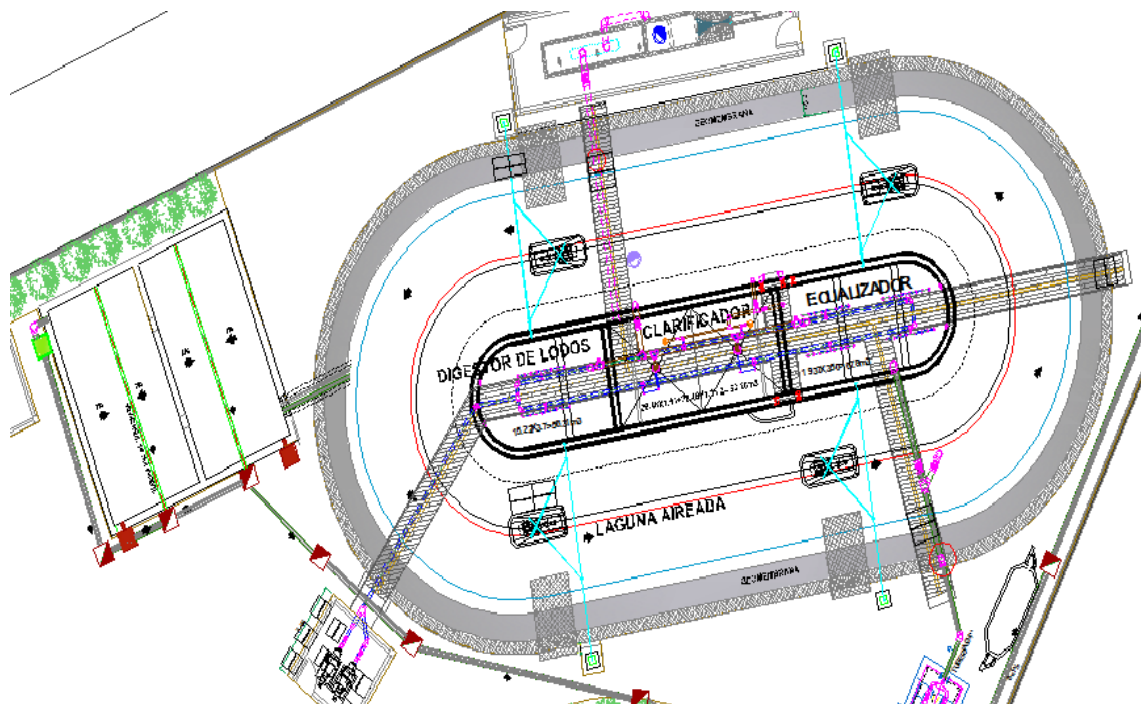
El proyecto cuenta con 2023 unidades de viviendas.

1192 unidades de vivienda en lotes unifamiliares y 831 unidades de vivienda en departamentos.

Debido al tamaño y desarrollo de la urbanización, tiene tres plantas de tratamiento, de las cuales se medirán los ensayos de calidad de agua de una de ellas, basados en el texto Unificado de Legislación ambiental secundaria.



Foto 4, Urbanización Belo Horizonte



Plano de la planta de tratamiento #3 de la urbanización Belo Horizonte.

Muestreo:

Las muestras de agua fueron tomadas los días

Afluente		Efluente	
Fecha muestreo:	19-feb-14	Fecha muestreo:	19-feb-14
Hora muestreo:	11:26:00 AM	Hora muestreo:	11:11:00 AM
Tipo de muestra :	Simple	Tipo de muestra :	Simple
Resp. muestreo :	JoséDávila	Resp. muestreo :	JoséDávila

Afluente		Efluente	
Fecha muestreo:	24-feb-14	Fecha muestreo:	24-Feb-14
Hora muestreo:	11:30:00 AM	Hora muestreo:	10:35:00 AM
Tipo de muestra :	Simple	Tipo de muestra :	Simple
Resp. muestreo :	José Dávila	Resp. muestreo :	José Dávila

Afluente		Efluente	
Fecha muestreo:	25-feb-14	Fecha muestreo:	25-feb-14
Hora muestreo:	4:30:00 PM	Hora muestreo:	4:30:00 PM
Tipo de muestra :	Simple	Tipo de muestra :	Simple
Resp. muestreo :	José Dávila	Resp. muestreo :	José Dávila



Foto 5: muestra 2 Afluente



Foto 6: muestra 1 Efluente



Foto 7: muestra 3 Efluente.

Capítulo 4

4.0 Análisis de Laboratorio

El análisis de laboratorio se lo hace para las dos urbanizaciones, Puerto Seymour y Belo Horizonte, en los cuales se determinó una serie de parámetros que se comparó con la norma actual vigente para descargas de aguas residuales en estuarios o agua marina.

4.1 Descripción de los Análisis de Laboratorio

Potencial de Hidrógeno

El análisis de PH se lo realizó usando un tubo de ensayo con la muestra de agua, luego se colocó el peachímetro dentro del líquido y la lectura dió el resultado.

Análisis para oxígeno disuelto

Procedimiento

- 1.- Se deben tomar las muestras en el agua, asegúrese de no tener burbujas de aire en la muestra.
- 2.-Se debe colocar una almohadilla de sulfato de manganeso y una de yoduro alcalino a cada botella. Si la muestra se torna amarilla marrón es porque contiene oxígeno.
- 3.- Se debe dejar que el precipitado se asiente, luego volver a mezclar para que ocurra una mezcla completa.
- 4.-Se coloca una almohadilla de ácido sulfámico, se debe tapar y mezclar hasta alcanzar una mezcla completa, el color amarillo nos dará la cantidad de oxígeno

que hay en la mezcla.

5.-Tomar 50 ml de la muestra en una probeta, se añade a un matraz Erlenmeyer.

6.-Enjuagar la bureta con 5 ml de solución $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ y llenarla.

7.-Se debe titular la solución hasta notar algún cambio de color.

8.-Se debe añadir un 1 ml de indicador de almidón y titular hasta que la muestra pierda el color.

9.- Para calcular los mg de oxígeno disuelto se debe calcular el volumen del titulante. Cada ml del titulante es equivalente a 1 mg/l de oxígeno disuelto.

Grasas y aceites

1.-Equipo de extracción de SOXHLET de vidrio compuesto:
Un balón esmerilado, base plana y capacidad 125 ml - Condensador Allihn -
Tubo de extracción SOXHLET

2.-Equipo de filtración al vacío compuesto de:

Bomba de succión al vacío – Kitazato – Manguera - Embudo buchner

3.-Calentador de placa - Balanza analítica - Horno de secado – Desecador -
Pinzas de varios tipos para agarrar el soxhlet y refrigerantes - Soporte universal
- Conector adaptador con uniones de vidrio esmerilado - Baño de agua - Papel
filtro - Cartuchos de celulosa - Pinza de mano para agarrar balones - Pinza
quirúrgica para manipular el papel filtro con la muestra – Tijeras - Ácidos
sulfúricos (gotas). – Hexano - Silica gel - Disponer de agua para enfriamiento -
Frasco de vidrio, tapa ancha para toma de muestra - Probeta graduada de 100
ml.

Toma de muestras y almacenamiento

Las muestras se toman en botellas de vidrio boca ancha y se procede al análisis inmediato, si no se puede realizar los análisis, en las próximas horas se añadirán, para un litro de muestra, 2 ml de ácido sulfúrico, hasta que el pH de la muestra se encuentre entre 0 y 2, luego se almacenan a 4°C.

Procedimiento para el análisis.

Si la muestra ha sido almacenada a 4°C dejar fuera de la nevera hasta que alcance la temperatura ambiente y proceda de la siguiente manera:

- 1.- Homogenice la muestra y mida un volumen determinado o conocido.
- 2.- Filtre la muestra utilizando un embudo de Buchner y papel filtro.
- 3.- Seque el papel filtro conteniendo la muestra en una estufa a 100°C, durante 20 minutos.
- 4.- Pesar y tratar el balón a ser usado, este debe estar previamente lavado, secado y dentro de un desecador, anotar el registro de este peso inicial con la ayuda de una pinza.
- 5.- Tomar la muestra desecada y cortarla en finos pedazos, depositándolo en un cartucho de extracción, el mismo que se coloca dentro del tubo de extracción soxhlet, se arma el equipo asegurándolo en el equipo universal.
- 6.- Se agrega solventes orgánicos (100ml de hexano), se enciende el calentador y se abren las válvulas de agua para que trabajen los refrigeradores, durante un tiempo de 4 horas a 20 ciclos por hora, se realiza la extracción hasta agotamiento total de los aceites y las grasas contenidas en las muestras, se calcula que en este periodo de tiempo se han extraído más del 90% de las grasas presentes.

7.- Se retira el balón que contiene el hexano y las grasas, se procede a recuperar el solvente, sometiéndolo nuevamente a temperatura, pero esta vez conectando el balón hacia un refrigerante para recuperación. Se recoge el solvente orgánico para usarlo en un nuevo análisis.

8.-Se retira el balón con las grasas y se seca en una estufa a 75°C durante 25 minutos.

9.- Se retira el balón y se deja enfriar en un desecador.

10.- Se deja enfriar el balón y se pesa nuevamente, se registra el peso final.

11.- Se procede a realizar los cálculos respectivos para obtener la concentración de grasas en mg/l, aplicando la siguiente fórmula

$$\text{mg/l grasa} = ((A-B) \times 1000 \text{ml} \times 1000 \text{mg}) / (\text{ml muestras})$$

donde A= Peso del balón + peso de las grasas (Pf).

B= Peso del Balón.

Demanda Química de Oxígeno

Aparatos

Tubos para digestión (viales) - Termoreactor para operar a -
150°C Espectrofómeto

Reactivos

1.-Solución digestión: añadir a 500ml de H₂O 10.216 gr de Dicromato de potasio (K₂Cr₂O₇), previamente secado a 103°C por 2 horas, 167 ml ácido sulfúrico (H₂SO₄) y 33.33gr de Sulfato de mercurio (SO₄Hg). Disolver, enfriar a temperatura ambiente y diluir a 1000 ml.

2.- SO₄H₂/SO₄Ag₂: añadir 10 gr. de Sulfato de plata (SOAg₂) a 1 litro de SO₄H₂, dejar toda la noche para disolver. Mezclar cuidadosamente después de disolver.

3.- Solución estándar de Phthalato hidrogenado de potasio (KHP): 850 mg de KHP, secar a 120°C por 24 horas y disolver en 1000 ml de agua destilada.

El DQO de esta solución es 1000mg de O₂/L.

Procedimiento

1.- Colocar 2.5 ml de muestra al tubo de digestión y añadir 1.5 ml de solución digestión.

2.- Añadir cuidadosamente 3.5ml de H₂SO₄/SOA₂ dentro del vial (una capa de ácido se forma bajo la solución muestra-digestión). Tapar los tubos y agitar para mezclar completamente, sin invertir los tubos.

3.- Colocar los tubos en el termorreactor, previamente calentado a 150 °C, durante 2 horas.

4.- Dejar enfriar los viales (tubos de ensayos), mezclar el contenido.

5.-Tomar los viales y verter el contenido entro de un Erlenmeyer de 50ml, agregar dos gotas de Ferroin indicador y comenzar la titulación con (FAS) sulfato amonio ferroso titulante, hasta que tome un color rojizo.

6.-En la uretra se debe mide cuanto se ha consumido el (FAS).

Con la formula calculamos la cantidad de DQO

$$DQO = (A-B) \times M \times 8000 / (\text{ml muestra})$$

A= ml de FAS usado para el blanco

B= ml FAS usado en la muestro

M= Molaridad del Fas.

Moralidad del Fas= ((volumen0.0167MK2CL2O7/Solución titulante ml) /
(Volumen de FAA en la titulación, ml)x 0.10

Sólidos Totales

Materiales

Cápsulas de porcelana de 100ml - Pinza para cápsulas - Desecador – Estufa -
Baño maría - Balanza analítica - Probeta

Procedimiento

1.- Calentar la cápsula de porcelana limpia en una estufa a 100°C por una hora, conservarla en el desecador hasta su uso. Pesar inmediatamente antes de usar.

2.- Elegir un volumen de muestra que proporcione un residuo entre 2.5 y 200 mg. (volumen utilizado es de 50 ml).

Transferir el volumen seleccionado de muestra bien mezclado, a la capsula, previamente se debe pesar. Se debe evaporar hasta que seque en un baño de vapor.

3.- Una vez evaporada la muestra, secar durante una hora en la estufa entre 103 a 105 °C. Enfriar en un desecador y luego pesar la capsula.

4.- Repetir el ciclo de secado, enfriado, desecado y pesado hasta obtener un peso constante o hasta que la pérdida del peso sea menor al 4% del peso previo o menor de 0.5mg (escoger el valor menor).

Sólidos disueltos

Materiales

Cápsulas de porcelana de 100ml - Pinza para capsulas - Desecador – Estufa - Baño maría - Balanza analítica – Probeta.

Procedimiento

1.- Filtrar la muestra usando filtros APF con porosidad de 1.2 micras.

2.- Calentar la cápsula de porcelana limpia, en una estufa a 100°C por una hora, conservarla en el desecador hasta su uso. Pesar inmediatamente antes de usar.

3.- Elegir un volumen de muestra que proporcione un residuo entre 2.5 y 200 mg. (volumen utilizado es de 50 ml).

Transferir el volumen seleccionado de muestra, bien mezclado, a la cápsula, previamente se debe pesar. Se debe evaporar hasta que seque en un baño de vapor.

4.- Una vez evaporada la muestra secar durante una hora en la estufa entre 180 °C. Enfriar en un desecador y luego pesar la cápsula.

5.- Repetir el ciclo de secado, enfriado, desecado y pesado hasta obtener un peso constante o hasta que la pérdida del peso sea menor al 4% del peso previo o menor de 0.5 mg (escoger el valor menor).

Coliformes fecales (Número mas probable).

Procedimiento

1.- Disolver la cantidad de líquido en el volumen de agua destilada de acuerdo a las instrucciones del fabricante. Si es necesario, calentar en parilla eléctrica y usar agitador magnético.

2.- Introducir los tubos de fermentación dentro de los tubos de ensayo, llenar los tubos de ensayo ligeramente por encima de los tubos de fermentación.

3.- Hay que asegurarse que los tubos de fermentación invertido deben estar totalmente llenos, esto se hace invirtiendo los tubos de ensayo.

4.- Los tubos de ensayo se los debe cerrar con un tapón y colocarlos en cristalizadores.

5.- Esterilizar los tubos a 121°C por 15 minutos a una presión de 15 libras, con esto quedará listo para su uso, se debe guardar en refrigeración

6.- Se necesitan 9 tubos. Agregar 10 ml de muestra a 3 tubos, agregar 1ml a 3 tubos, agregar 0.1 ml a 3 tubos, las muestras se agregan con pipetas esterilizadas.

7.- Incubar los tubos por 24 y 48 horas a 35°C, se debe leer los tubos a las 24 y 48 horas, se debe anotar lo que tengan aire o gas dentro de ellos, a estos se los denomina positivos.

8.- Resembrar por medio de asada los tubos positivos en tubos de ensayo con tubos de fermentación.

9.- Encubar los tubos a 44.55°C en un tiempo de 24 horas. Contar los tubos positivos que se obtienen en cada serie y anotar los resultados.

10.- Por medio de una tabla para número más probable de 3 tubos, hay que

determinar el número probable de Coliformes sobre 100ml de muestra.

Demanda Bioquímica de Oxígeno

Reactivos

- Agua destilada
- Agua residual urbana reciente
- Solución fosfatos:
 - Monohidrógenofosfato de sodio: 8,493 g
 - Dihidrogenofosfato de potasio: 2,785 g
 - Agua destilada hasta enrase a 1000 ml

Homogeneizar perfectamente la solución:

- Solución de sulfato de magnesio de 20 g/l
- Solución de cloruro de calcio de 25 g/l
- Solución de cloruro de hierro de 1,5 g/l
- Solución de cloruro de amonio de 2 g/l.

Preparación del agua de dilución. Se prepara a partir de agua destilada introduciendo en un recipiente:

- Solución de fosfato.....5 ml
- Solución de sulfato magnésico.....1 ml
- Solución de cloruro cálcico.....1 ml
- Solución de cloruro de hierro.....1 ml
- Solución de cloruro amónico.....1 ml
- Agua destilada hasta enrase a 1000 ml

Procedimiento

La solución debe mantenerse a 20°C, además debe airearse y evitar algún tipo

de contaminación por metales, materiales orgánicos y oxidantes, cuando la solución tenga 8 mg/l de oxígeno disuelto se debe detener la aireación, se debe dejar el recipiente destapado y en reposo por 12 horas, añadir 5ml de agua residual por cada litro de solución, se lo debe usar hasta las siguientes 24 horas.

Introducir un volumen definido de muestra líquida en un recipiente opaco, introducimos un agitador magnético en su interior, e introducimos algunas lentejas de sosa y se tapa con un capuchón de goma. La botella se la debe cerrar con un sensor piezoeléctrico, luego lo introducimos en una estufa refrigerada a 20 °C.

- 1.-Se introduce un volumen conocido de agua, en una matraz aforado y completar con el agua de dilución.
- 2.-El pH debe estar entre 6 y 8.
- 3.-El frasco debe llenarse con solución y tapanlo sin que entren burbujas de aire.
- 4.- Prepara diluciones sucesivas.
- 5.- Conservar el frasco en oscuridad a 20°C.
- 6.- Después de 5 días medir el oxígeno disuelto.
- 7.- Con un ensayo testigo se determinará el oxígeno disuelto en el agua de dilución y tratar dos matraces llenos de esta agua como se indicó.

El consumo de Oxígeno debe ser entre 0.5 y 1.5 mg/l. Caso contrario la inculación del agua destilada nos es conveniente y se debe modificar la preparación.

La DBO la hallamos con la siguiente expresión

$$DBO = F(T_0 - T_5) - (F - 1)(D_0 - D_5)$$

D0 = Contenido de oxígeno (mg/l) del agua de dilución al principio del ensayo. D5 = Contenido medio de oxígeno (mg/l) del agua de dilución al cabo de 5 días de incubación.

T0 = Contenido de oxígeno (mg/l) de una de las diluciones de la muestra al principio del ensayo.

T5 = Contenido de oxígeno (mg/l) de una de las diluciones de la muestra al cabo de 5 días de incubación.

F = Factor de dilución.

Fósforo

Equipo y materiales requeridos

Mufla eléctrica - crisol de porcelana - embudo de vidrio - varilla de vidrio - probeta 100 ml. - vasos de precipitados 250 ml (2) - matraz volumétrico de 100 ml. - matraz volumétrico de 200 ml - matraz volumétrico de 50 ml - pipeta volumétrica 10 ml. - espectrofotómetro de luz normal. - cubetas para espectrofotómetro - papel filtro whatman No.40.

Reactivos

Solución de ácido clorhídrico en agua 1:3 – ácido nítrico concentrado – solución - molibdo vanadato de amonio - solución patrón de fósforo (1 mg/ml.).

Procedimiento.

- 1.- Se debe usar 2g de muestra de crisol y se debe incinerar en la mufla a 550 °C.
- 2.- Enfriar el crisol con las cenizas en un desecador, por 30 minutos.
- 3.- Coger solución de clorhídrico 1:3 y lavar el crisol, lavar 3 veces, las dos primeras con 10 ml de ácido y la tercera con 20ml. Vaciar el contenido de las lavadas en un vaso de precipitados de 250 ml, agregar de 6 a 8 gotas de ácido nítrico concentrado y se debe calentar hasta la ebullición.
- 4.- Verter el contenido en una matraz volumétrica de 100ml, lavar los residuos

con agua destilada 3 veces, usando 15 ml por cada vez, depositar el líquido de las lavadas en el matraz volumétrico.

5.-Debe aforar el matraz volumétrico hasta llegar a 100 ml con agua destilada.

6.-Filtre el contenido del matraz a otra de 200 ml., usando embudo de vidrio con un papel filtro Whatman No.40. Aforar con agua destilada y agitar para homogenizar el contenido.

7.-Con una pipeta volumétrica tomar 10 ml y pasarlo a un matraz volumétrico de 50 ml.

8.- A la solución agregar 10 ml de molibdo vanadato de amonio, aforar el matraz con agua destilada y esperar 10 minutos antes de hacer la lectura.

9.-Leer el espectrofotómetro a una longitud de onda de 400 nanómetros. ya sea en % de transmitancia o en densidad óptica.

10.-Anote la lectura obtenida.

11.-Se debe usar una gráfica de papel milimétrico, usar la lectura de paso 8 para determinar la concentración de fósforo en miligramos.

Cálculos

$$\% \text{ de Fósforo} = \frac{\text{miligramos de fósforo} \times \text{aforo final}}{\text{Alícuota} \times \text{peso de muestra (en miligramos)}} \times 100$$

Sulfato

Por medio del Espectrofotómetro Genesys 5" se determina el sulfato en el laboratorio

Espectrofotómetro Genesys 5" y seleccionamos la longitud de onda a 450 nanómetros.

En el banco se agregará 10 ml de agua destilada a la celda.

Se presiona la tecla CERO y la pantalla mostrará 0.0 mg/l de SO₄.

Se llena celda con 10 ml de muestra.

Agregar el reactivo Sulfaver 4, Agitar hasta que se forme un color turbio; éste demostrará la presencia de sulfatos.

Introducir la celda con muestra en el espectrofotómetro y procede a leer. La pantalla mostrará el resultado en mg/l de sulfatos.

También se lo puede determinar con el método se basado en la precipitación con bario.

Procedimiento

Desecar el problema durante 1 hora a 105° - 110°C. Pesar la muestras de forma individual de 0.5 a 0.7 gramos, introducir las en el vaso de precipitación de 400 ml y disolver cada una con 200 ml de agua destilada que contenga 2 ml de ácido clorhídrico concentrado.

Cada muestra se debe disolver con 1.3 gramos de cloruro de bario dihidrato en 100 ml de agua destilada, y filtrar.

Se debe calentar la solución hasta la ebullición, y agregar con agitación a las muestras, que también fueron calentadas.

Hay que digerir los precipitados de sulfato de bario durante 2 horas. Decantar la solución sobrenadante a través del filtro. Traspasar los precipitados a los papeles filtro.

Calcinar los sendos crisoles de porcelana hasta que tengan un peso constante, hay que carbonizar el papel y calcinar lo precipitados a 900°C, hasta que tenga un peso constante. Y se calcula el porcentaje de sulfato en la muestra.

Una vez que se han analizado todos los parámetros en el laboratorio de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil. Procedemos a trabajar con los resultados.

Capítulo 5

5.0 Resultado de los análisis de Laboratorio.

Urbanización Puerto Seymour de la planta de tratamiento de aguas residuales por lodos activados. Afluente.

Parámetro	Unidad	Resultado
pH		6,99
Temperatura	°C.	25,00
Conductividad	uS/cm ²	433,00
Oxígeno Disuelto	mg O ₂ /l	-
DBO ₅	mg O ₂ /l	192,00
DQO	mg O ₂ /l	200,00
Sólidos Suspendidos	mg/l	60,00
Sólidos Totales	mg/l	470,00
Sólidos Disueltos	ml/l	410,00
Fósforo	mg P/l	11,08
Sulfatos	mgSO ₄ ⁻² /l	15,87
Aceites y Grasas	mg/l	20,00
Coliformes Totales	UFC/100ml	12,4 E 7

Cuadro de evaluación de la planta de tratamiento de muestras de la Urbanización de Puerto Seymour, del Efluente.

Parámetro	Unidad	Resultado	Limite TULMAS
PH		6,61	6. 0 - 9.0
Temperatura	°C.	25,00	< 35
Conductividad	uS/cm ²	357,00	
Oxígeno Disuelto	mg O.D./l	5,30	
DBO ₅	mg O ₂ /l	3,00	100,00
DQO	mg O ₂ /l	33,33	250,00
Sólidos Suspendidos	mg/l	0,00	100,00
Sólidos Totales	mg/l	300,00	
Sólidos Disueltos	ml/l	300,00	
Fósforo	mg P/l	4,40	10,00
Sulfatos	mgSO ₄ ⁻² /l	12,58	
Aceites y Grasas	mg/l	12,00	0,30
Coliformes Totales	UFC/100ml	0 E 1	Remoción>99.9 %

Libro VI anexo I tabla 13

Límites de descarga a un cuerpo de agua marina.

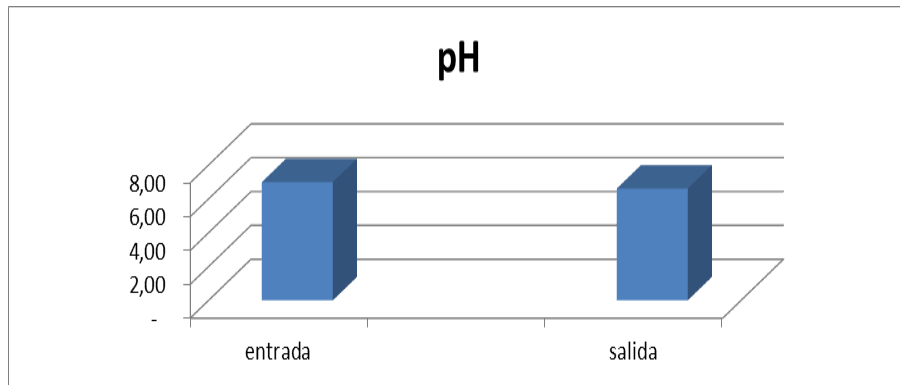
Parámetros	Expresado como	Unidad	Límites máximo permisible
Coliformes fecales	nmp/100ml		Remoción > 99.9 %
Color real	color real	unidades de color	*inapreciable en dilución 1/20
Cromo Hexavalente	Cr ⁺⁶	mg/l	0.5
Compuestos Fenólicos	Expresado como fenol	mg/l	0.2
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5días)	D.B.O.5	mg/l	100
Demanda Química de Oxígeno	D.B.O.	mg/l	250
Fósforo Total	P	mg/l	10
Fluoruros	F	mg/l	5
Hidrocarburos Total de Petróleo	TPH	mg/l	20
Material flotante	Visibles		ausencia
Mercurio total	Hg	mg/l	0.01
Níquel	Ni	mg/l	2
Nitrógeno total Kjeldahl	N	mg/l	40
Plata	Ag	mg/l	0.1
Plomo	Pb	mg/l	0.5
Potencial de Hidrógeno	pH	mg/l	6 - 9
Selenio	Se	mg/l	0.2
Sólidos Suspendidos Totales		mg/l	100
Sulfuros	S	mg/l	0.5
Organoclorados totales	Concentración de organoclorados totales	mg/l	0.05

Parámetros	Expresado como	Unidad	Límites máximo permisible
Aceites y grasas		mg/l	0.3
Arsénico total	As	mg/l	0.5
Alkil mercurio		mg/l	No detectable
Aluminio	Al	mg/l	5.0
Bario	Ba	mg/l	5.0
Cadmio	Cd	mg/l	0.2
Cianuro total	CN	mg/l	0.2
Cobre	Cu	mg/l	1.0
Cobalto	Co	mg/l	0.5
Organofosforados totales	Concentración de organofosforados totales	mg/l	0.1
Carbamatos totales	Concentración de carbamatos totales	mg/l	0.25
Temperatura	°C		<35
Tensoactivos	Sustancias activas al azul de metileno	mg/l	0.5
Zinc	Zn	mg/l	10

*La apreciación de color se estima sobre 10 cm de muestra diluida.

5.1 Análisis de los resultados

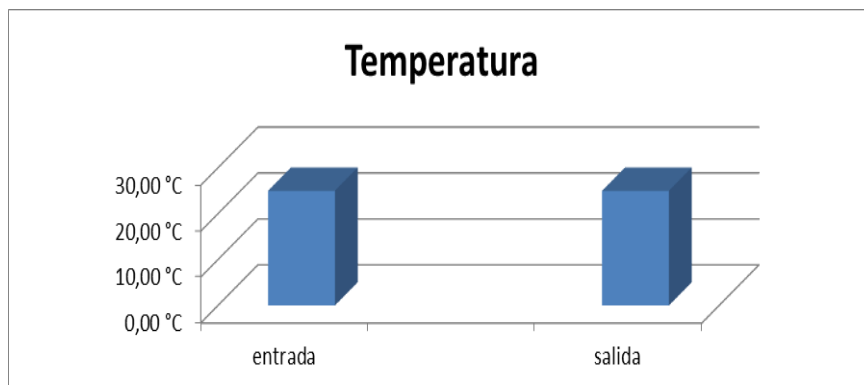
Potencial de Hidrógeno (PH)



Al Analizar el PH se notó que no hay mayor variación.

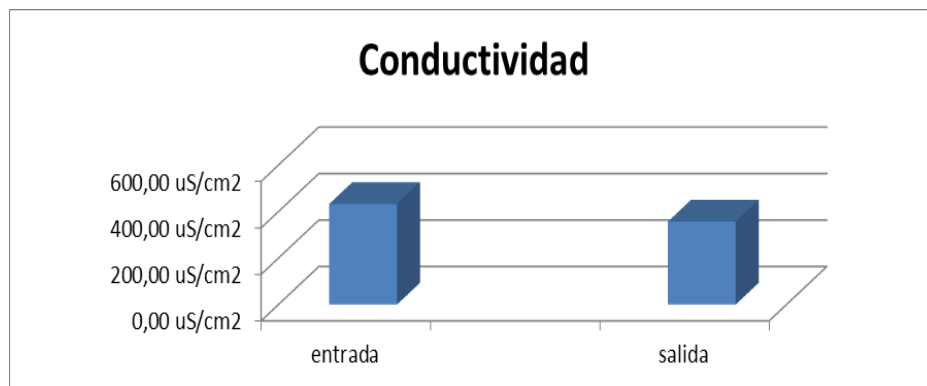
El valor que obtuvo del PH es aceptable y está dentro de la norma TULSMA.

Temperatura



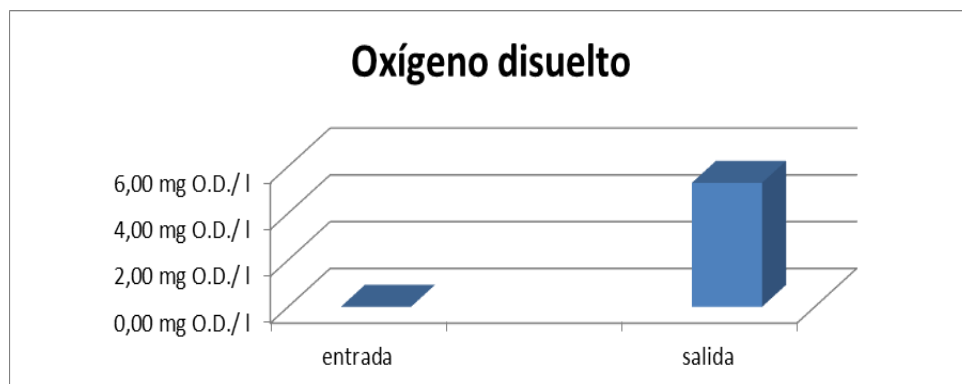
La temperatura del agua en la planta de tratamiento fue tomada a las 3:30 PM aproximadamente, y no registró diferencias entre el afluente y efluente, siendo el valor de 25°C.

Conductividad



La conductividad no tiene mayor variabilidad en la planta de tratamiento. Podemos observar que la conductividad disminuyó un 19%, ésto se debe a que las aguas duras contienen mayor conductividad.

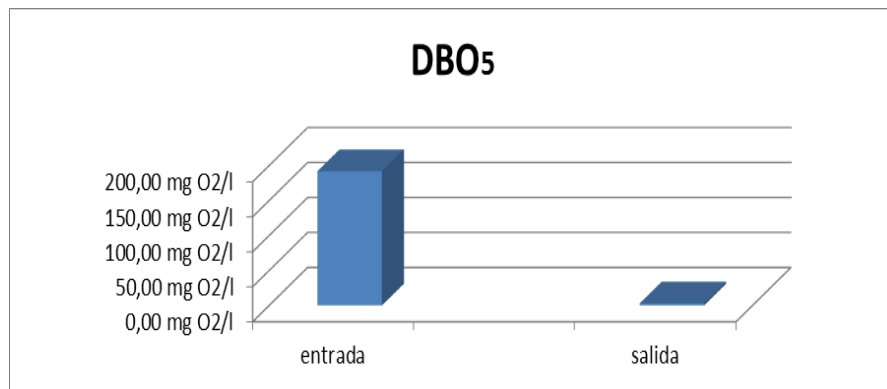
Oxígeno Disuelto



A simple vista se puede apreciar que el agua que entra a la planta de tratamiento no tiene oxígeno, característica que se nota por el mal olor. Con la oxigenación que se le dá al agua en los diferentes tanques mejora su calidad, Llegando un 5,30 mg OD/L.

El oxígeno ayuda al crecimiento y la reproducción de bacterias aeróbicas

DBO₅

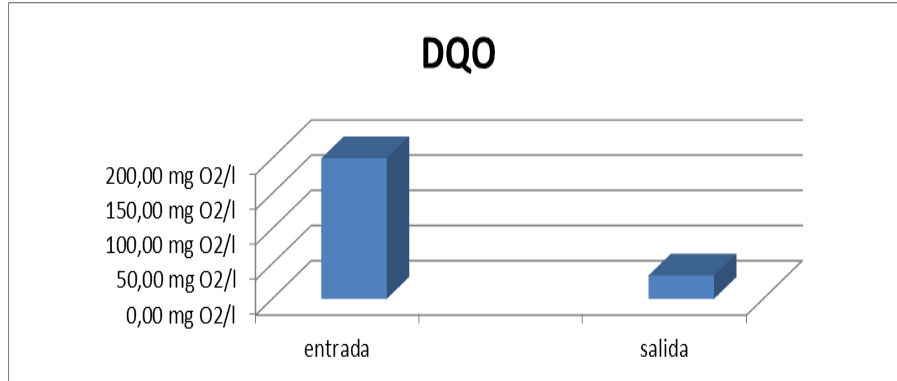


La Demanda Bioquímica de Oxígeno a los 5 días, es un parámetro importante que indica la calidad del agua.

De las pruebas que se realizó en el laboratorio se puede observar que el afluente a la planta de tratamiento es de 102 mg/l y el efluente es de 3 mg/l, lo que da una eficiencia de remoción de DBO₅ de 98 %.

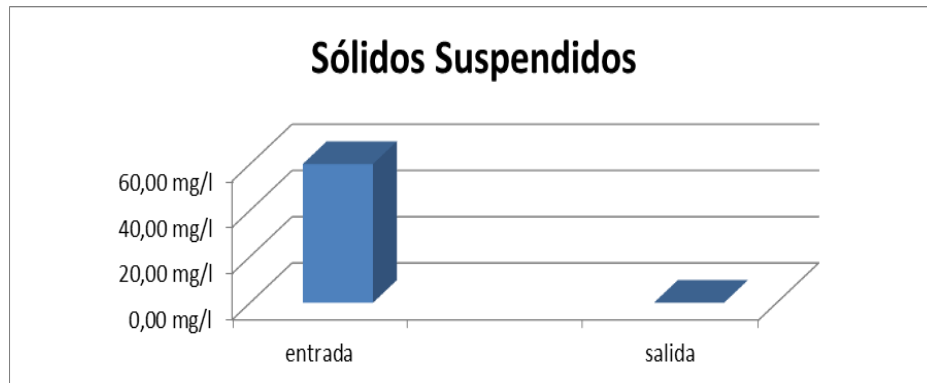
Además, comparando este efluente con la norma de calidad de aguas TULSMA, para descargas de aguas marinas, nos da que este efluente cumple con la Norma.

DQO



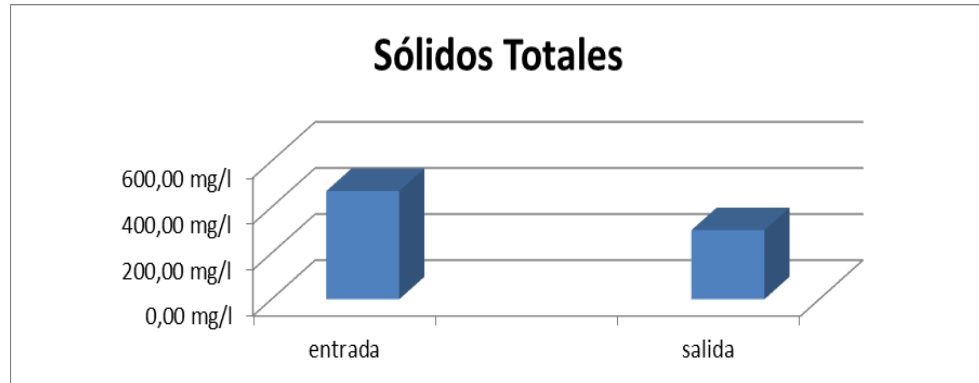
La planta de tratamiento tiene un valor de DQO de 200 mg O₂/L en el Afluente y 33.33 mg O₂/L en el Efluente dando una eficiencia alta al eliminar 83%, con valores dentro del rango permitido.

Sólidos Suspendidos



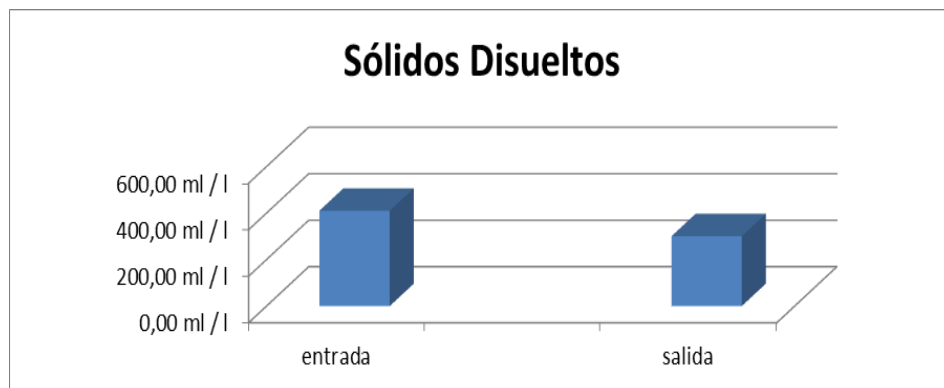
Al analizar los Sólidos Suspendidos se notó que hay una eficiencia del 100%, y los resultados se encuentran dentro de los parámetros que exige la norma.

Sólidos Totales



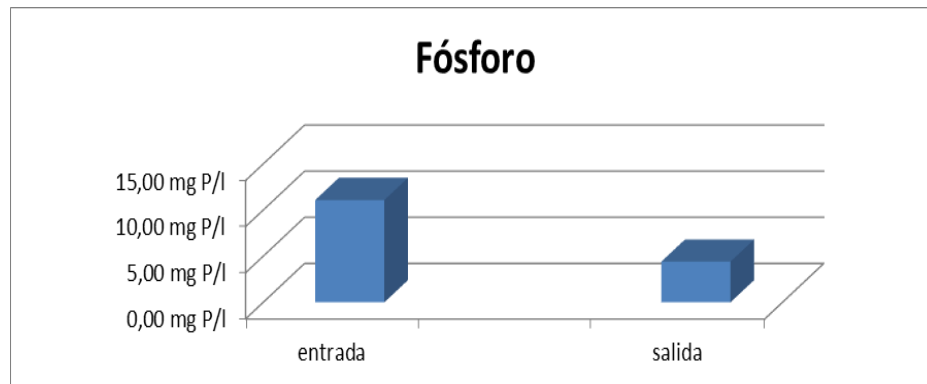
En este parámetro la planta de tratamiento nos da un valor de 470 mg/l en el Afluente y 300 mg/l en el Efluente, y tenemos una eficiencia de remoción de 36%. La norma Tulsma no considera este parámetro para descargas en aguas marinas.

Sólidos Disueltos



La planta de tratamiento tiene baja eficiencia al eliminar los Sólidos Disueltos, resultados que se nota en los análisis, en este caso se elimina el 26%, del total que ingresa.

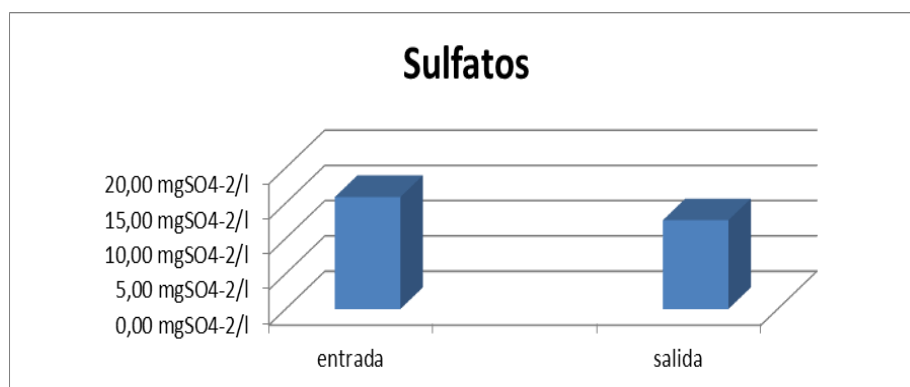
Fósforo



Es importante que las plantas de tratamiento eliminen el fósforo, porque este nutriente acelera la eutrofización, por lo tanto se debe mantener bajos los niveles.

Esta planta elimina el 60% del fósforo y se mantiene por debajo del límite permitido, dando un resultado favorable al sistema.

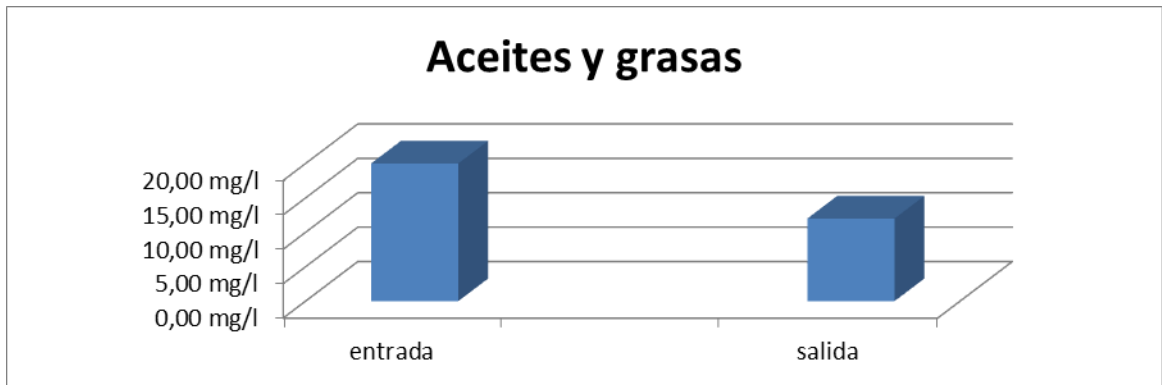
Sulfatos



La norma TULSMA no menciona este parámetro para descargas en un cuerpo de agua marina o estuarios, por lo tanto, concluimos que las muestras dan un

valor en el Afluente 15.87 mg/l y en el Efluente 12.58 mg/l, con una remoción de 21%.

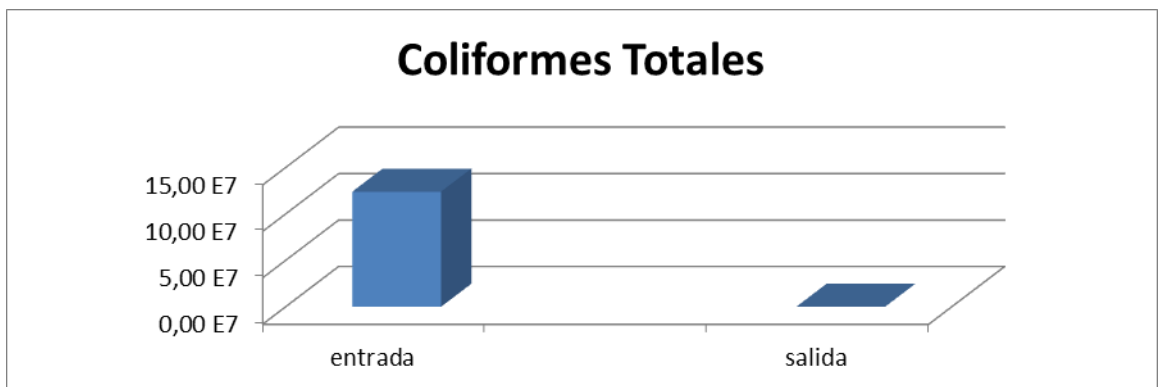
Aceites y grasas



Los aceites y grasas se deben eliminar del sistema.

Al analizar los resultados se puede verificar que esta planta elimina el 40% de los aceites y grasas; sin embargo, estos valores son muy altos y no son suficientes para cumplir con la norma.

Coliformes Totales



En este parámetro la planta de tratamiento tiene muy buenos resultados, eliminando el 100% de los Coliformes totales.

5.2 Evaluación física de la planta de tratamiento

La planta de tratamiento cuenta con:

- El primer paso en el sistema son las rejillas que consisten en una canastilla que retienen los sólidos gruesos, después pasa a una criba con rejas más finas donde se retienen sólidos más pequeños, estos se los retira manualmente. Una vez que el agua pasa por estos sistemas, pasa a un tanque llamado ecualizador.
- En la planta de Puerto Seymour el Ecualizador tiene un volumen de $8.5 \times 2.05 \times 3.5 = 60 \text{m}^3$, dejando un bordo libre de 50cm.

El caudal de entrada en la planta en horas pico es de $14.17 \text{m}^3/\text{h}$

Es decir que en 4.2 horas se llena el ecualizador.

En este tanque se introduce oxígeno por los difusores de aire, una cantidad de 0.5 mg/l, en los siguientes intervalos de tiempo:

En el día se mantienen prendidas las bombas de aire por 45 minutos con pausas de 15 minutos, y en las noches se prenden y apagan cada 30 minutos.

Referencia: operador de la planta de tratamiento.

- La cantidad de aire que se debe mandar al tanque de aireación es de 1.5 mg/l. Los sopladores se prenden durante 45 minutos y se apagan 15 minutos, y así permanecen durante el día, durante la noche, la proporción cambia; se prende 30 minutos y se apaga 30 minutos. En este tanque se captan las bacterias jóvenes.

En la planta de tratamiento siempre se trabajan con 2 tanques de aireación colocados juntos, esto se da porque cuando se necesitan

limpiar los tanques se deja uno en funcionamiento mientras el otro se limpia.

Al hacer un análisis de los parámetros de la planta obtiene los siguientes valores:

Viviendas: 220

Habitantes por viviendas: 5

Total habitantes 1100 habitantes

Dotación 220

Caudal de diseño = $1100 \cdot 220 / 86400 \cdot 0.8 = 2.24 \text{ l/s}$

Metcalf y Eddy 1985 nos dicen que los valores de DBO₅ del agua Residual de viviendas van de 100 a 400 mg/l. y los sólidos totales van de 1200 a 350 mg/l.

La norma TULSMA nos dice que el valor de DBO₅ para descargas en aguas marinas es de 250 mg/l.

Basándonos en el libro Tratamiento de Aguas Residuales, Teoría y principios de diseño de Jairo Alberto Romero Rojas, para el diseño de la planta en condiciones desfavorables tenemos:

ENTRADA		SALIDA	
DBO (So)	500 mg/l	DBO	250 mg/l
CAUDAL	2,24 l/s	SS	350 mg/l
Y	0,6 BO		
	mgSSVL/mgD		
Kd	0,65 d-1		
θc	10 días		

1) DBO SOLUBLE $S_e = DBO_e - 0,63SS$

$S_e = 29,5 \text{ mg/l}$

2) BIOMASA DEL REACTOR $XV = (\theta_c YQ (S_o - S)) / (1 + kd\theta_c)$

$XV = 72.847 \frac{\text{gSS}}{\text{V}}$

$XV = 73 \frac{\text{kgS}}{\text{SV}}$

3) VOLUMEN DEL REACTOR $V = XV / X$

$V = 139 \text{ m}^3$

- Si comparamos con el dimensionamiento real de la planta de tratamiento tenemos que el tanque de aireación mide $12.7 \times 3.45 \times 3.5 = 153 \text{ m}^3$. $153 > 139 \text{ m}^3$, Se obtiene que el tanque fue correctamente diseñado con un factor de seguridad. Al comparar la eficiencia de la remoción de la DBO se obtiene que con las muestras tomadas se removió un 98%. Dando valores favorables al sistema.
- Clarificador, tiene la función de separar las bacterias; unas son enviadas al digestor de lodos y otras son regresadas al tanque de aireación. Ésto se hace para que el agua que recién ingresa sea desintegrada por una cantidad óptima de bacterias, de este modo se acelera el proceso, y las otras bacterias son enviadas a otro tanque llamado digestor de lodos. En este tanque clarificador también se separan los aceites y grasas.

- En el tanque digestor de lodos las bacterias que entran son bacterias que no tienen buena eficiencia, estas bacterias son aireadas por 20 días; esto hace que ellas se degraden entre sí por la falta de alimento hasta desintegrarse y convertirse en lodo. Este lodo se manda a otro tanque llamado lecho de secado. Existen plantas que no tienen un lecho de secado, esto se da porque son plantas pequeñas con poca demanda, y para estos casos, el lodo del digestor se lo puede limpiar con un algún equipo de succión y limpieza que usa interagua.

5.3 Resultado de los análisis de Laboratorio.

Urbanización Belo Horizonte de la planta de tratamiento de aguas residuales por lodos activados.

Cuadro de Resumen de promedio de Afluente y Efluente

Parámetro	Unidad	Afluente	Efluente	Limite TULSMA
pH		7,00	7,02	6. 0 - 9.0
Temperatura	°C.	27,93	27,70	< 35
Conductividad	uS/cm2	672,67	521,33	
Oxígeno Disuelto	mg O ₂ /l	0,57	3,40	
DBO ₅	mg O ₂ /l	258,00	16,24	100,00
DQO	mg O ₂ /l	501,33	66,67	250,00
Sólidos Suspendidos	mg/l	116,67	21,67	100,00
Sólidos Totales	mg/l	553,33	330,00	
Sólidos Disueltos	ml/l	436,67	308,33	
Fósforo	mg P/l	18,64	5,35	10,00
Sulfatos	mgSO ₄ ⁻² /l	23,40	15,33	
Aceites y Grasas	mg/l	34,53	19,22	0,30
Coliformes Totales	UFC/100ml	27 E7	7 E1	Remoción>99.9 %

Libro VI anexo I tabla 13

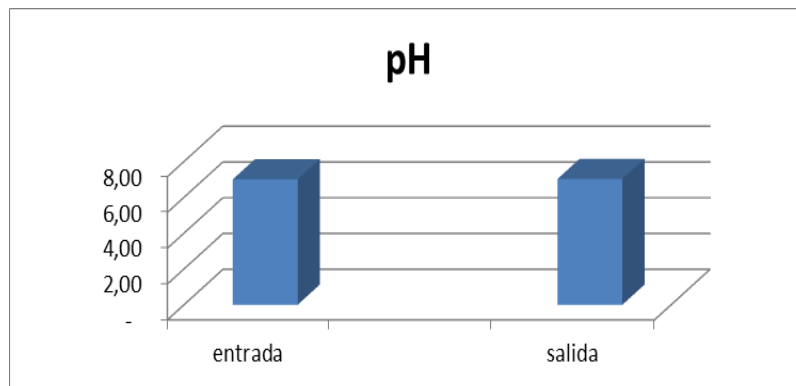
Límites de descarga a un cuerpo de agua marina.

Parámetros	Expresado como	Unidad	Límites máximo permisible
Coliformes fecales	nmp/100ml		Remoción > 99.9 %
Color real	color real	unidades de color	*inapreciable en dilución 1/20
Cromo Hexavalente	Cr ⁺⁶	mg/l	0.5
Compuestos Fenólicos	Expresado como fenol	mg/l	0.2
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5días)	D.B.O.5	mg/l	100
Demanda Química de Oxígeno	D.B.O.	mg/l	250
Fósforo Total	P	mg/l	10
Fluoruros	F	mg/l	5
Hidrocarburos Total de Petróleo	TPH	mg/l	20
Material flotante	Visibles		ausencia
Mercurio total	Hg	mg/l	0.01
Níquel	Ni	mg/l	2
Nitrógeno total Kjeldahl	N	mg/l	40
Plata	Ag	mg/l	0.1
Plomo	Pb	mg/l	0.5
Potencial de Hidrógeno	pH	mg/l	6 - 9
Selenio	Se	mg/l	0.2
Sólidos Suspendedos Totales		mg/l	100
Sulfuros	S	mg/l	0.5
Organoclorados totales	Concentración de organoclorados totales	mg/l	0.05

Parámetros	Expresado como	Unidad	Límites máximo permisible
Aceites y grasas		mg/l	0.3
Arsénico total	As	mg/l	0.5
Alkil mercurio		mg/l	No detectable
Aluminio	Al	mg/l	5.0
Bario	Ba	mg/l	5.0
Cadmio	Cd	mg/l	0.2
Cianuro total	CN	mg/l	0.2
Cobre	Cu	mg/l	1.0
Cobalto	Co	mg/l	0.5
Organofosforados totales	Concentración de organofosforados totales	mg/l	0.1
Carbamatos totales	Concentración de carbamatos totales	mg/l	0.25
Temperatura	°C		<35
Tensoactivos	Sustancias activas al azul de metileno	mg/l	0.5
Zinc	Zn	mg/l	10

5.4 Análisis de los resultados

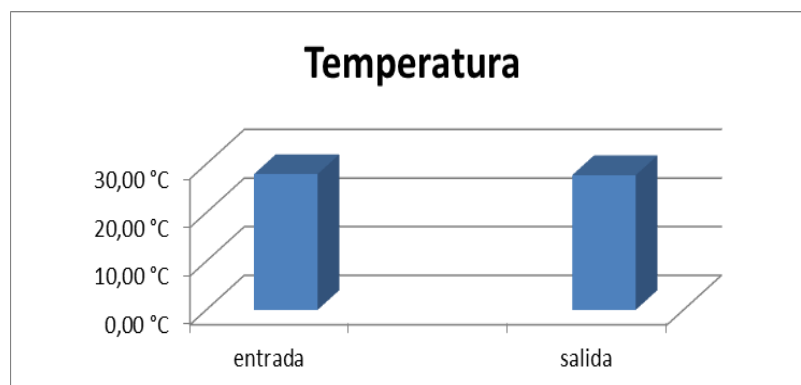
Potencial de Hidrógeno



Al observar el valor del PH en la gráfica se notó que en esta planta de tratamiento permanece neutro, con una variación mínima en la salida.

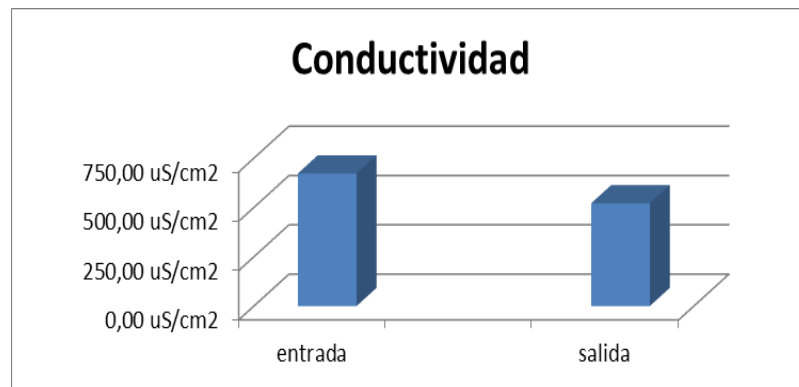
En caso de tener valores picos de Acidez, la planta cuenta con un ecualizador que homogeniza la mezcla evitando algún daño en los microorganismos que actúan depurando el sistema.

Temperatura



La temperatura del agua en esta planta de tratamiento varía de 27.93 °C en la entrada y 27.7 °C en la salida. La temperatura depende normalmente de la temperatura del ambiente. En esta planta de tratamiento tenemos una temperatura óptima para el crecimiento y desarrollo de los microorganismos.

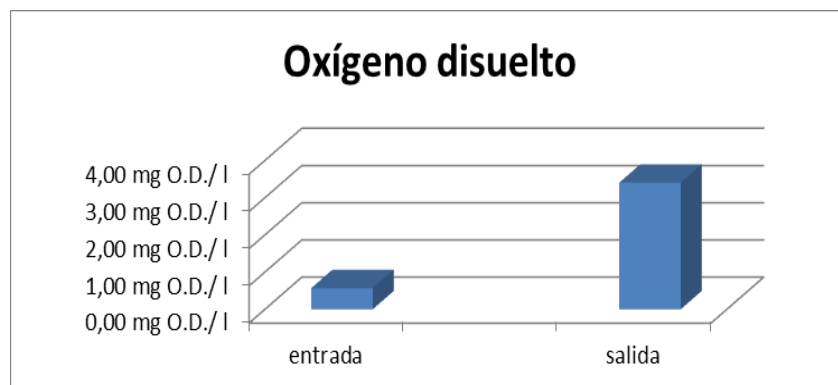
Conductividad



La conductividad no tiene mayor variabilidad en la planta de tratamiento, presenta una variación del 22%.

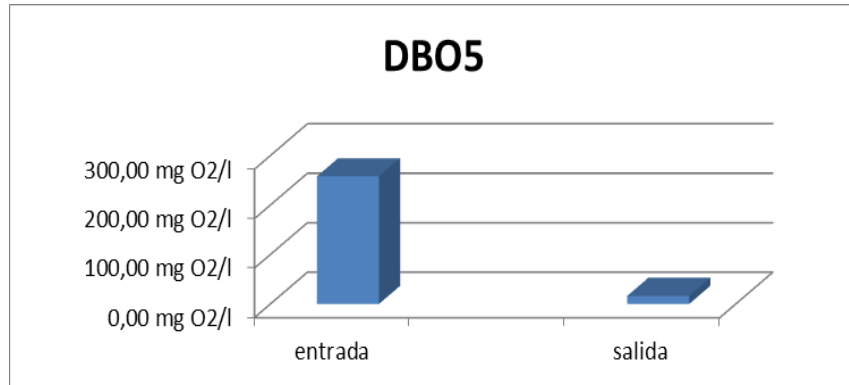
El valor de conductividad ha disminuido porque el agua con menos cantidad de sólidos tiene menor conductividad.

Oxígeno Disuelto



Al analizar el Oxígeno disuelto se puede apreciar que el agua que entra a la planta no contiene oxígeno, condición que se puede notar por el olor desagradable del agua. Con el tratamiento que se le dá, entre ellos agregar oxígeno, ayuda a mejorar su calidad, eliminando el mal olor.

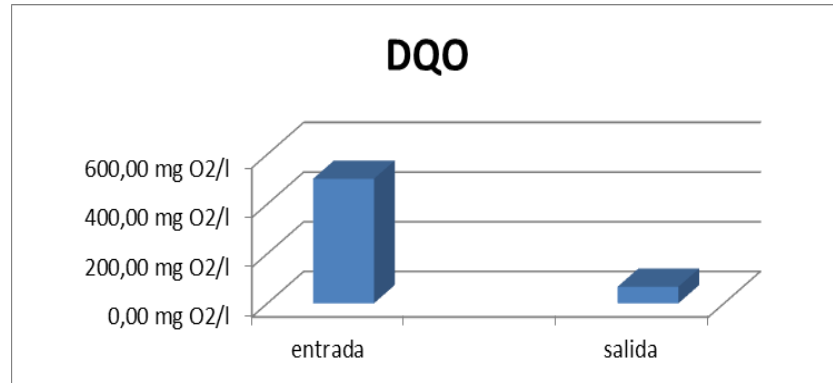
DBO₅



La Demanda bioquímica de oxígeno a los 5 días, es un parámetro importante que indica la calidad del agua.

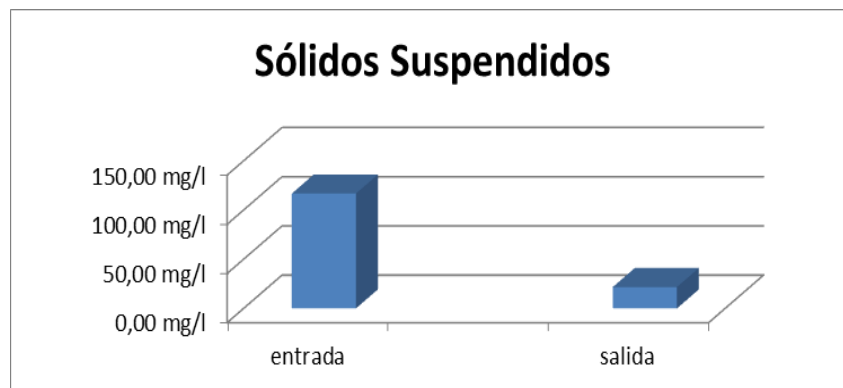
En las pruebas que se hizo en el laboratorio se puede observar que la planta está trabajando bien, con rangos dentro de la norma y con una remoción del 94% de la DBO₅.

DQO



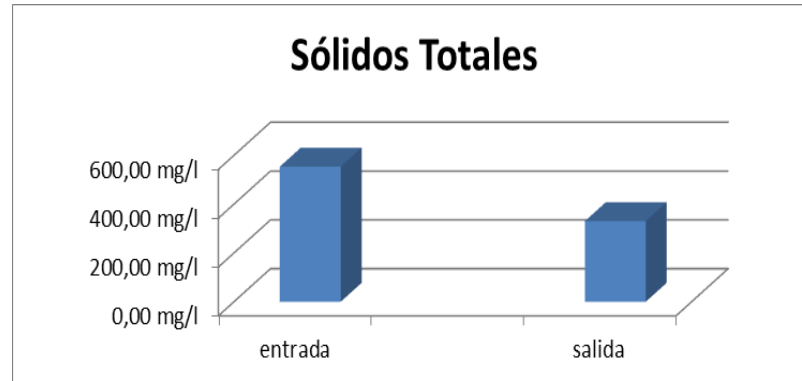
AL observar los valores de DQO se aprecia que tenemos valores altos en el Afluente y valores muy bajos en el Efluente, estos datos nos indican que la planta de tratamiento elimina el 87%, siendo un resultado favorable que está dentro de la norma TULSMA.

Sólidos Suspendidos



Al analizar los sólidos suspendidos de la planta de tratamiento se notó que el rango que descarga la planta se encuentra dentro de los parámetros establecidos por la norma TUSMLA. Dando una eficiencia a la planta del 81%.

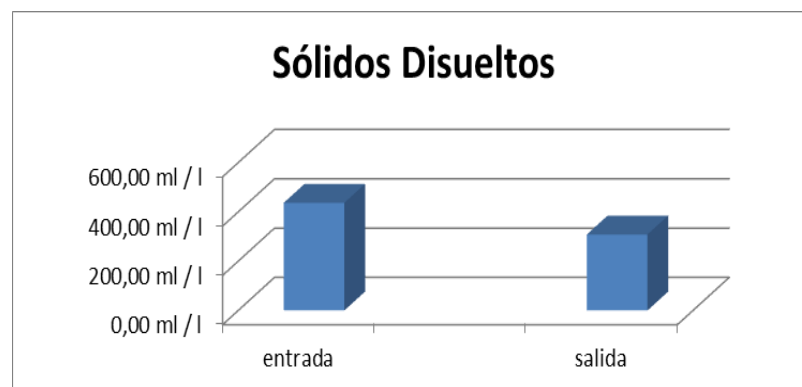
Sólidos Totales



En este parámetro la planta elimina el 40% de sólidos Totales.

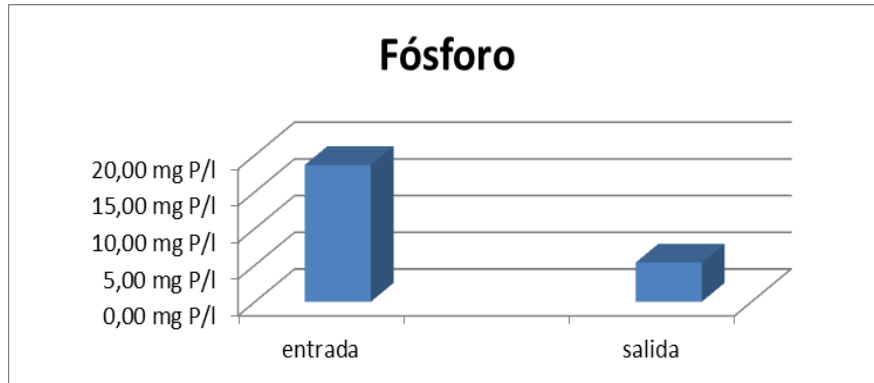
No lo podemos comparar con la norma porque no menciona sólidos totales para cuerpos de agua marina o estuarios.

Sólidos Disueltos



La planta de tratamiento tiene baja eficiencia al eliminar los sólidos, resultados que se aprecia en los análisis, en este caso se elimina el 30%.

Fósforo

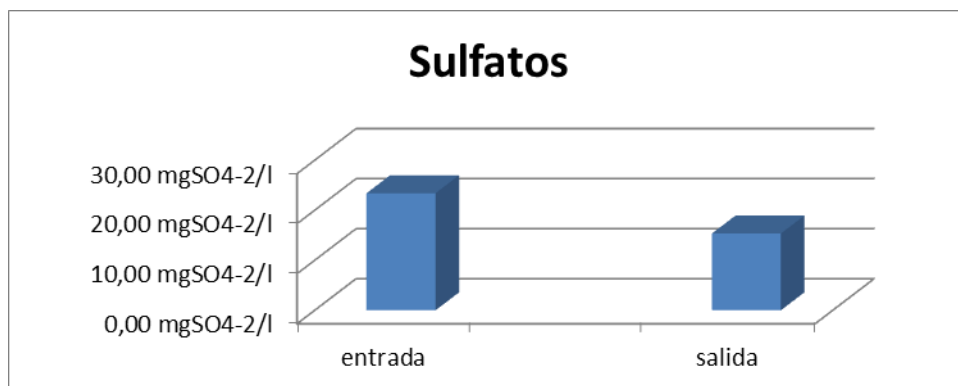


La eliminación de los nutrientes como el fósforo es necesario porque este acelera la eutrofización en el agua.

En esta planta de tratamiento se elimina el 71% del fósforo que ingresa.

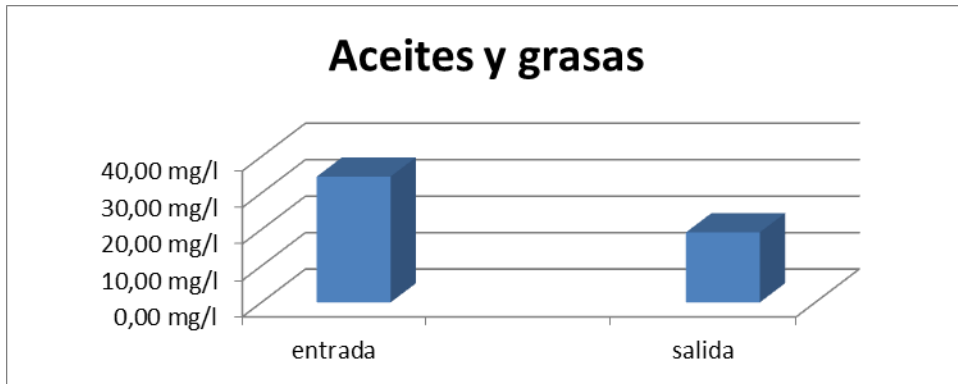
Al compararlo con la norma TULSMA se aprecia que los resultados obtenidos se encuentran dentro del rango permitido para descargas en cuerpo de agua marina o estuarios.

Sulfatos



Al analizar los sulfatos se aprecia que la eficiencia en este parámetro es baja, que elimina el 34% del total de sulfatos.

Aceites y grasas

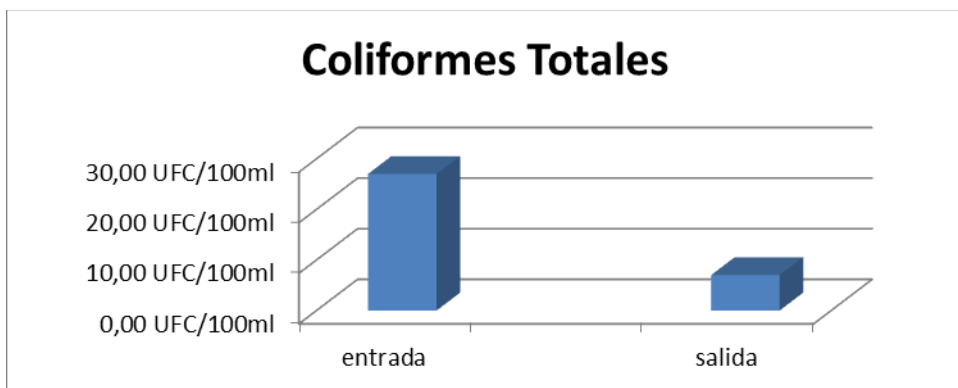


Los aceites y grasas deben eliminarse del sistema, debido a que el agua que se descarga no debe contenerlos.

Al analizar los resultados notamos que esta planta elimina el 44% de los aceites y grasas, sin embargo estos valores son muy altos y no cumplen con la norma.

El valor Máximo permitido por la norma TULAS es de 0.3 mg/L.

Coliformes Totales



En este parámetro la planta de tratamiento tiene muy buenos resultados, eliminando el 99.9% de los Coliformes Totales.

5.5 Evaluación física de la planta de tratamiento

La planta de tratamiento cuenta con:

- El primer paso en el sistema son las rejillas que consisten en una canastilla que retienen los sólidos gruesos, después pasa a una criba con rejillas más finas donde se retienen sólidos más pequeños, éstos se los retira manualmente. Luego el agua pasa por tanque llamado ecualizador.
- En la planta de Belo Horizonte el Ecualizador trabaja homogenizando la mezcla, esto se lo hace con oxígeno por los difusores de aire, una cantidad de 0.5 mg/l, en los siguientes intervalos de tiempo:
En el día se mantienen prendidos las bombas de aire por 45 minutos con pausas de 15 minutos, y en las noches se prenden y apagan cada 30 minutos.
Referencia: operador de la planta de tratamiento.
- La cantidad que se debe mandar es de 1.5 mg/l. Los sopladores se prenden durante 45 minutos y se apagan 15 minutos, y así permanecen durante el día y durante la noche la proporción cambia, se prende 30 minutos y se apaga 30 minutos. En este tanque se captan las bacterias jóvenes.

En la planta siempre se trabajan con 1 tanque de aireación.

Si hacemos un análisis de los parámetros de la planta obtenemos los siguientes valores:

Viviendas: 674

Habitantes por viviendas: 5

Total habitantes 3370 habitantes

Dotación 220

Caudal de diseño = $3370 * 220 / 86400 * 0.8 = 6.86 \text{ l/s}$

Metcalf y Eddy 1995, nos dicen que los valores de DBO5 del agua Residual de viviendas van de 100 a 400 mg/l. y los sólidos totales van de 1200 a 350 mg/l.

La Norma TULAS nos dice que el valor de DBO5 para descargas en aguas marinas es de 250 mg/l.

Basándonos en el libro Tratamiento de Aguas Residuales, teoría y principios de diseño de Jairo Alberto Romero Rojas, para el diseño de la planta en condiciones desfavorables tenemos.

ENTRADA		SALIDA	
DBO (So)	500 mg/l	DBO	250 mg/l
CAUDAL	6,5 l/s	SS	350 mg/l
Y	0,6 mgSSVL/mgDBO		
Kd	0,65 d-1		
θc	10 Días		

1) DBO SOLUBLE

$$S_e = DBO_e - 0,63SS$$

$$S_e = 29,5 \text{ mg/l}$$

2) BIOMASA DEL REACTOR

$$XV = (\theta_c YQ (S_o - S)) / (1 + kd\theta_c)$$

$$XV = 211.386 \text{ gSSV}$$

$$XV = 211 \text{ kgSSV}$$

3) VOLUMEN DEL REACTOR

$$V = X V / X$$

$$V = 403 \text{ m}^3$$

- Si comparamos con el dimensionamiento real de la planta de tratamiento tenemos que el tanque de aireación mide $9.05 \times 56.78 = 513.86 \text{ m}^3$

$513.86 > 403$, Obtenemos que el tanque fue correctamente diseñado.

Al comparar la eficiencia de la remoción de la DBO obtenemos que teóricamente remueva el 94%.

- Clarificador, tiene dos funciones: separa las bacterias, las cuales son regresadas al tanque de aireación. Ésto se hace para que el agua que recién ingresa sea desintegrada por una cantidad óptima de bacterias, de éste modo se acelera el proceso, y las otro grupo de bacterias son enviadas a otro tanque llamado digestor de lodos. En el tanque clarificador también se separan los aceites y grasas.
- En el tanque digestor las bacterias que entran no tienen buena eficiencia, estas bacterias son aireadas por 20 días, ésto hace que ellas se desintegren entre sí, por la falta de alimento, y convertirse en lodo. Este lodo se manda a otro tanque llamado lecho de secado.
- Del lecho de secado es enviado el lodo en exceso de la planta de tratamiento, ésto se lo hace para mantener la planta limpia, sin exceso de lodos.

Capítulo 6

6.0 Controles para la operación de la planta de tratamiento.

Seguridad industrial

Para la operación de la planta se recomienda que el personal que trabaja dentro de la misma tenga el equipo adecuado.

Entre estos tenemos: casco, guantes, gafas, botas, ropa especial manga larga, etc.

Es importante que después de operar los equipos, se laven bien las manos y todas las partes del cuerpo que estuvieron en contacto, además se debe desconectar la electricidad, cuando se vaya a dar mantenimiento.

Se debe tener en cuenta que el personal que trabaja en ambientes tóxicos deben estar debidamente vacunado contra Hepatitis A, Hepatitis B, fiebre tifoidea, etc.

Mantenimiento mecánico

Se debe monitorear la corriente, temperatura, voltaje, combustible, aceite, agua, de los equipos.

Cada 1500 horas de uso se debe hacer cambio de aceite

Cada año se debe limpiar bobina, y cambio de rodamiento y retenedores.

Cada 5000 horas se debe lubricar el rodamiento del blower por medio de braceras.

Mantenimiento Biológico

Se debe tener en cuenta el que, para el funcionamiento de la planta, los microorganismos deben tener las siguientes condiciones.

Se debe tener un caudal controlado.

Se debe controlar la sedimentación de lodos ya que así sabremos si debemos retornar lodos.

El PH debe mantenerse entre 6.5 y 7.5

El color de la mezcla debe ser café chocolate.

Plan contra Olores

Se debe mantener un nivel de aireación adecuado o añadir más oxígeno o peróxido de hidrógeno o aire en conductos de gran longitud.

Controlar la turbulencia.

Oxidar los compuestos olorosos.

Control de espuma

Se lo controla con la recirculación del fango y colocando boquillas pulverizadoras de rociado.

Control de ruido

El control de ruido se lo debe medir con el sonómetro normalizado y calibrado.

Para la prueba el sonómetro se coloca de 1 a 1.5 m sobre el suelo y a una distancia de 3m de la estructura.

Línea Basal de Ruido Diurno y Nocturno y NPS Máximos Permitidos Según el DS 146.

PUNTO	DIURNO		NOCTURNO	
	NPSEQ MEDIDO2 dB(A)	NPSEQ MÁXIMO PERMITIDO dB(A)	NPSEQ MEDIDO2 dB(A)	NPSEQ MÁXIMO PERMITIDO dB(A)
1	58	68	50	60
2	66	76	56	66
3	70	80	53	63

6.1 Conclusiones

De acuerdo al exhaustivo estudio se ha verificado que las dos urbanizaciones que se analizaron cuentan con plantas de tratamiento de aguas residuales por lodos activados tipo convencionales, construidas por la empresa CODEMET, las cuales tienen un buen funcionamiento de sus sistemas.

Analizando cada uno de los 13 parámetros, se ha constatado que las plantas de tratamiento de aguas residuales de las dos urbanizaciones cumplen con 12 de ellos.

Al analizar la Demanda Bioquímica de Oxígeno, a los cinco días nos da un valor de 192mgO₂/l en el Afluyente y de 3mgO₂/l en el Efluente; dando como resultado una eficiencia del 98%; por esta razón se ha concluido, con respecto a la DBO, que la planta trabaja adecuadamente.

Entre los parámetros analizados tenemos que los aceites y grasas no cumplen con la Legislación ambiental indicada en el TULSMA, para descargas a estuarios; por lo que existe contaminación.

Al analizar los Coliformes se ha podido constatar, con los análisis de laboratorio, que eliminan el 99.9% de ellos.

De las mediciones de campo y la cuantificación de caudal se ha podido constatar que los dimensionamientos de los tanques de las plantas de tratamiento están bien diseñados y construidos y abastecen la demanda actual y la proyección futura, ya que las viviendas que descargan en las plantas de tratamiento seguirán aumentando.

También se pudo verificar que el tiempo de retención hidráulico de los tanques es correcto.

Es relevante mencionar que las personas que trabajan dentro de las mencionadas plantas de tratamiento, son personas capacitadas con conocimientos adecuados para la operación del sistema, además llevan un correcto uso de los implementos de seguridad como lo son: guantes, mascarillas, casco, al momento de manipular el sistema, lo cual es primordial para preservar su salud y seguridad mientras cumplen su trabajo.

Al hacer una revisión visual del sector se puede constatar que la distribución de la infraestructura es adecuada para la urbanización ya que no presenta ninguna clase de contaminación visual; además, la vegetación que tiene a sus alrededores, favorecen la arquitectura de la planta de tratamiento y ayuda con la desintoxicación del ambiente.

Los equipos que forman parte del sistema no son apreciados por las residencias cercanas, dando un enfoque positivo al ruido que produce.

Se puede verificar que la planta no despidе malos olores a sus alrededores; por lo tanto, no presenta ninguna clase de molestia para las viviendas vecinas.

6.2 Recomendaciones

Se recomienda que sigan guardando las normas de seguridad, con las cuales han venido trabajando hasta el momento, como así también la planta siga operando sus equipos de manera correcta, en los tiempos que debe hacerlo.

Para eliminar el exceso de grasas y aceites de la planta de tratamiento se recomienda que la empresa CODEMET implemente una trampa de grasa en el sistema, también se puede hacer un desnatado de grasa a los tanques de la planta, sin duda estos procedimientos ayudarán a mejorar el sistema existente.

BIBLIOGRAFÍA

- Jairo Alberto Romero Rojas, Tratamiento de Aguas Residuales, Teoría y principios de diseño, Colombia. Escuela colombiana de Ingeniería, tercera edición, 2004
- Ana Luisa Arce Velázquez, César G. Calderón Mólgora, Ana Cecilia Tomasini Ortíz. Fundamentos técnicos para el muestreo de aguas residuales, México - Última reforma publicada DOF, Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, 2011
- Secretaria de economía, Análisis de aguas – Determinación de sólidos y sales disueltas en aguas naturales, residuales y residuales tratadas – método de prueba (NMX-AA-034-SCFI-2001), México, Estados Unidos mexicanos, 2001
- Domingo Jiménez Beltrán, Federico de Lora, Rubens Sette Ramalho, Tratamiento de aguas residuales, Editorial revelté S. A., 1996
- Metcalf & Eddy "Ingeniería de aguas residuales: tratamiento, vertido y reutilización", 3ª ed. (1ª en español), McGraw-Hill, Madrid, 1995.
- Ing. Carlos E. Pacheco -Ing. Exel Colón, Aguas Usadas Domesticas e Industriales.
- George Tchobanoglous-HilaryTheisen-Samuel A. Vigil, Gestión integral de residuos Sólidos. Volumen I, International Edition, Estados Unidos, 1993
- Fair, Gordon Maskew; Geyer, John Charles; Okun, Daniel Alexander; Ayanequi J., Salvador y Patiño Olivares, Armando. 1 Ingeniería sanitaria y de Aguas Residuales, Abastecimiento de aguas y remoción de aguas residuales.Limusa, Mexico , 2010.

- Fair Geyer y Okun, 2 Ingeniería Sanitaria y de Aguas Residuales, Purificación de Aguas y Tratamiento y Remoción de Aguas Residuales, Limusa, Noruega. 1998
- Calidad de Agua – Lodos activados – Guía Ambiental, [base de datos en línea]. Argentina, Guía Ambiental Conocimiento y Medio Ambiente; 2010. [15 febrero 2014]. URL disponible en:
<http://www.guiaambiental.com.ar/conocimiento-calidad-de-agua-lodos-activados.html>
- Las descargas de aguas negras, aún lo más grave para el Estero Salado, [base de datos en línea]. Ecuador, El Universo; 2013. [20 febrero 2014]. URL disponible en:
<http://www.eluniverso.com/noticias/2013/09/15/nota/1439796/descargas-aguas-negras-aun-mas-grave-estero>
- En puerto Lisa comenzará el dragado de ramales del estero, [base de datos en línea]. Ecuador, doxtemplates, 2008. [28 enero 2014]. URL disponible en:
<http://esterosalado.blogspot.com>
- Primeros resultados del salvaje Estero, [base de datos en línea]. Ecuador, hoy.com.ec, 1994. [30 enero 2014]. URL disponible en:
<http://www.hoy.com.ec/noticias-ecuador/primeros-resultados-del-salvataje-al-estero-586432.html>