

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

**FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

Trabajo de Grado
Previo a la obtención del título de
INGENIERO CIVIL

Tema:
**EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA DE
LAS LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN DE
LA CIUDAD DE PLAYAS.**

Realizado por:
ALLAN JOSÉ MORA ORELLANA

Director:
ING. JOSÉ VÁSCONEZ GAVILANEZ.

Guayaquil – Ecuador

2010



TRABAJO DE GRADO

Tema:

EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA DE LAS LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN DE LA CIUDAD DE PLAYAS.

Presentado a la facultad de ingeniería, Carrera de Ingeniería Civil de la
Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

Por:

ALLAN JOSÉ MORA ORELLANA

Para dar cumplimiento con uno de los requisitos para optar

Por el título de:

INGENIERO CIVIL

Tribunal de sustentación

**Ing. José Ernesto Vásconez Gavilanez. M.Sc.
Director de Trabajo de Grado.**

**Ing Miguel Cabrera Santos. M.Sc.
PROFESOR INVITADO**

**Dr. Ing. Walter Mera Ortiz.
DECANO DE LA FACULTAD**

**Ing. Lilia Valarezo de Pareja. M.Sc.
DIRECTORA DE LA ESCUELA**



DEDICATORIA

A la memoria de mi querida y amada hermana Marcelita



AGRADECIMIENTOS:

A mis padres por todo el apoyo incondicional que me han brindado durante mi formación académica y personal, por su ejemplo de vida, amor y sabios consejos.

A mis hermanos por su cariño y comprensión y a mi abuelita Aurora que siempre está aconsejándome y dándome mucho amor.

Al Ingeniero José Vásconez por haberme guiado con sus conocimientos y experiencia durante la realización de este trabajo de grado.

A la Ingeniera Nancy Varela por ayudarme a obtener información y acceso a la empresa de Hidroplayas.



ÍNDICE

CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN

1.1. Antecedentes.....	9
1.2. Objetivos.....	10
1.2.1. Objetivo General.....	10
1.2.2. Objetivos Específicos.....	10
1.3. Alcance.....	11

CAPÍTULO II LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN

2.1. Clasificación de las lagunas.....	14
2.2. Mecanismos de degradación.....	15

CAPÍTULO III PARÁMETROS Y CARACTERÍSTICAS DE AGUAS RESIDUALES

3.1. Temperatura.....	20
3.2. Salinidad.....	20
3.3. Conductividad.....	21
3.4. Sólidos Suspendidos Volátiles.....	21
3.5. Sólidos Totales.....	22
3.6. Demanda Biológica de Oxígeno (DBO).....	22
3.6.1. DBO (Inicial).....	23

3.6.2.DBO5 (Final).....	24
3.7. Demanda Química de Oxígeno (DQO).....	25
3.8. Coliforme.....	25

CAPÍTULO IV TOMA DE MUESTRAS DE AGUA EN LAS LAGUNAS

4.1. Procedimiento de la toma de muestras a la entrada de las lagunas.....	29
4.2. Procedimiento de la toma de muestras a la salida de las lagunas.....	32
4.3. Estructura de entrada de las aguas residuales a las lagunas.....	33
4.4. Estructura de salida de las aguas residuales a las lagunas.....	35

CAPÍTULO V ESTACIÓN DE BOMBEO

5.1. Cálculo de los caudales del sistema.....	39
5.2. Tiempos de Bombeo.....	41
5.3. Dimensiones de las Lagunas.....	42

CAPÍTULO VI

RESULTADO DE LAS PRUEBAS DE LABORATORIO

6.1. Pruebas realizadas por el laboratorio de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil (U.C.S.G.).....	44
6.2. Pruebas realizadas por el laboratorio de la Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL).....	47

CAPÍTULO VII

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1. Conclusiones.....	49
7.2. Recomendaciones.....	50



CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN



CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. ANTECEDENTES

Según se tiene conocimiento, la primera instalación de laguna de estabilización diseñada para tratar aguas residuales domésticas estuvo localizada en Dakota del Norte, EEUU; y fue construida en 1948 después de recibir la aprobación de las autoridades de Salud Pública. Desde entonces, una gran cantidad de instalaciones han sido construidas en muchos países del mundo.

Investigaciones a escala de laboratorio y estudios sobre el terreno realizados en las décadas de los años 40 y 50 permitieron el desarrollo de criterios de diseño para proyectos de lagunas de varios tipos. Durante las dos últimas décadas se ha hecho evidente la falta de investigación sobre el tema y la gran cantidad de información publicada contiene principalmente resultados de experiencias de diseño y operación.

Aunque existen varios aspectos importantes que aún no han sido investigados, se considera que este proceso de tratamiento ha sido objeto de suficiente estudio y se han introducido desarrollos en tal forma, que el tratamiento de aguas residuales por lagunas de estabilización puede considerarse como uno de los sistemas de tratamiento más importantes, sobre todo para países en desarrollo.

La experiencia del pasado en algunas instalaciones que han resultado con problemas de explotación indica que en su mayor parte esos fracasos han sido el resultado de concepciones defectuosas a nivel de diseño, una aplicación inadecuada de ingeniería civil a nivel de construcción, y un mantenimiento defectuoso que usualmente es un resultado de una falta de supervisión a nivel de operación.

En los países en desarrollo con climas tropicales y subtropicales se han podido observar que además de lo enunciado, existen factores ambientales y de desarrollo local que complican la buena operación de estos sistemas. Entre ellos se puede citar:

- Lenta implementación del sistema de alcantarillado, que limitando el servicio, ha dado como resultado en balances desfavorables del líquido, lo cual produce una pérdida del nivel del líquido y,
- Desarrollo exagerado de maleza que se produce rápidamente en climas cálidos.



Sin embargo, se han podido determinar las medidas que deben adoptarse para la solución de estos problemas. En cuanto a condiciones de aplicación, este proceso de tratamiento puede ser utilizado económicamente en sitios donde el costo del terreno es reducido, en donde las condiciones climáticas de iluminación y temperatura son favorables, en condiciones de alta carga orgánica con variaciones considerables y, muy en particular, en donde se requiera una alta reducción de organismos patógenos. En relación con este aspecto ninguno de los procesos de tratamiento conocidos puede competir con la laguna.

El uso de lagunas de estabilización comenzó a introducirse al final de la década de los años cincuenta en los países de América Latina y el Caribe. Entre las primeras instalaciones se encuentra la laguna de Cañas, Guanacaste, Costa Rica, que fueron construidas en 1958, y las lagunas de Chitre, Panamá, construidas por la misma época (ref.1).

La ciudad de Playas de Villamil tiene en la actualidad un sistema de tratamiento de consiste en lagunas de estabilización, para tratar las agua residuales que se generan en esta importante urbe turística del cantón de la Provincia del Guayas.

Para conocer el grado de eficiencia de las lagunas es necesario efectuar análisis de calidad del agua de parámetros típicos que se establecen en el texto unificado de legislación ambiental secundaria.

El presente trabajo de grado pretende establecer procedimientos de control que permitan mejorar la eficiencia del tratamiento y de esta forma preservar la calidad del recurso hídrico, importante para el desarrollo de la ciudad de Playas, en especial para el turismo.

1.2. OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo General

Evaluar la eficiencia del funcionamiento de las lagunas de estabilización, consistente de lagunas facultativas y de maduración en serie, respecto a su eficiencia en la reducción de materia orgánica (Demanda Bioquímica de Oxígeno), sólidos y coliformes fecales, para formular las recomendaciones que permitan optimizar el grado de eficiencia y cumplir con las normas legales ambientales vigentes para descargas de aguas residuales.

1.2.3. Objetivos Específicos

- Evaluar las características físicas del actual sistema de tratamiento de aguas residuales.



- Efectuar estudios mediante análisis de calidad de agua de las lagunas de estabilización de la ciudad de Playas.
- Obtener valores de parámetros de diseño en lagunas de estabilización para posteriores diseños a nivel local y nacional.
- Analizar la eficiencia de las lagunas facultativas.
- Evaluar la eficiencia de las lagunas de maduración.
- Formular medidas de mitigación ambiental para disminuir los impactos negativos de la operación de las lagunas de estabilización de Playas, de ser el caso.

1.3. ALCANCE

El trabajo de grado consistirá en la evaluación de la eficiencia de las lagunas de estabilización de la ciudad de Playas, mediante pruebas de laboratorio.

- Analizar el grado de eficiencia de cada una de las lagunas de estabilización que forman parte del sistema de tratamiento de aguas residuales de la ciudad de Playas.
- Realizar un análisis del impacto ambiental que causa la descarga del efluente del sistema de tratamiento en el cuerpo receptor.
- Determinar la calidad del efluente del tratamiento.
- Plantear recomendaciones para mejorar la operación de las lagunas de estabilización.



REFERENCIAS:

TEXTOS.

- Ref.1., FABIÁN YÁNEZ COSSÍO, Ph.D., “LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN”, pág 10.



CAPÍTULO II

LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN



CAPÍTULO II

LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN

2.1. CLASIFICACIÓN DE LAS LAGUNAS (ref.2)

Las lagunas de estabilización son estanques construidos de tierra, de profundidad reducida < 5m, diseñados para el tratamiento de aguas residuales, por medio de la interacción de biomasa (algas, bacterias, protozoarios, etc.), la materia orgánica del desecho y otros procesos naturales (factores físicos, químicos y meteorológicos). La finalidad de este proceso es entregar un efluente de características múltiples establecidas (DBO, DQO, OD, SS, coliformes, etc.).

Existen varias formas de clasificar lagunas, de acuerdo **con el contenido de oxígeno** pueden ser:

- Anaeróbicas
- Aeróbicas, y
- Facultativas
- Lagunas Aeradas (si el oxígeno es suministrado artificialmente con aeración mecánica o aire comprimido).

Otra forma de clasificar las lagunas es de acuerdo con el lugar que ocupan, con relación a otros procesos, y estas pueden ser:

- Primarias o de aguas residuales crudas y
- Secundarias, si reciben efluentes de otros procesos de tratamiento y
- Maduración si su propósito fundamental es reducir el número de microorganismos indicadores.
- De acuerdo con la secuencia de las unidades pueden clasificarse en:
 - Lagunas en serie
 - Lagunas en paralelo.

De acuerdo con las condiciones de descarga también pueden clasificarse en:

- Lagunas de descarga continua
 - Lagunas de retención completa
 - Lagunas de regulación
-



- Lagunas de descarga controlada.

De acuerdo con la función específica pueden clasificarse en:

- Lagunas para la reducción de compuestos orgánicos
- Lagunas para la reducción de organismos patógenos
- Lagunas para criterios múltiples de calidad del efluente.

2.2. MECANISMOS DE DEGRADACIÓN (ref.3).

Para las lagunas anaeróbicas el mecanismo de degradación tiene dos fases bien diferenciadas que dependen del desarrollo de los grupos específicos de bacterias. La primera fase de fermentación ácida es llevada a cabo por los organismos formadores de ácidos que atacan las sustancias orgánicas y la transforman en compuestos orgánicos más simples y ácidos orgánicos. La segunda etapa es llevada a cabo por un grupo de organismos estrictamente anaeróbicos que utilizan los productos intermedios de la etapa anterior para producir gases como el metano (CH₄) y bióxido de carbono (CO₂) y otros productos de degradación.

Las lagunas facultativas son estanques de profundidad más reducida (1,5 – 2,5m) y su contenido de oxígeno varía de acuerdo a la profundidad y la hora del día. El oxígeno disuelto disminuye con la exposición solar y profundidad en un estrato de oxidación aeróbica. Inmediatamente debajo está localizado un estrato de degradación anaeróbica que opera con los mecanismos de degradación mencionados anteriormente.

El mecanismo característico de las lagunas facultativas ocurre en el estrato superior y corresponde a una simbiosis o comensalismo de bacterias aeróbicas y algas. Las bacterias heterotróficas descomponen la materia orgánica produciendo compuestos inorgánicos solubles y bióxido de carbono. La cantidad de oxígeno requerida para esta degradación es suministrada principalmente por el proceso de fotosíntesis.

En relación con los mecanismos de acción para la destrucción de organismos patógenos, se deben distinguir dos casos: la remoción de parásitos y mortalidad bacteriana. En el primer caso se ha establecido que el principal mecanismo es la sedimentación, de modo que para asegurar la remoción de los nemátodos intestinales que son los parásitos de interés en el tratamiento de aguas residuales, se requiere un período de retención de por lo menos diez días.

Se ha postulado que los mecanismos de destrucción bacteriana son varios. Entre los factores mencionados se encuentran:

- Sedimentación
-



- Antagonismo con otros organismos (principalmente algas).
- Temperatura
- Radiación solar
- Incremento del pH.

En efecto determinaciones de coliformes fecales realizadas en profundidad y durante las 24 horas del día en una laguna tipo facultativo indican que la destrucción de bacterias ocurre principalmente en los estratos superiores y durante las horas de mayor insolación, en donde el proceso de fotosíntesis se encuentra en su máxima productividad, lo cual resulta en notable incremento del pH.

En relación con la demanda bioquímica y la demanda química de oxígeno, es necesario recordar que la filosofía básica del tratamiento biológico de aguas residuales domésticas se basa en promover el crecimiento continuo de biomasa que sintetice dentro de células vivas, la mayor proporción de la materia orgánica que se halla presente en estado disuelto. La biomasa de las lagunas de oxidación está formada mayormente por algas y microorganismos que viven simbióticamente.

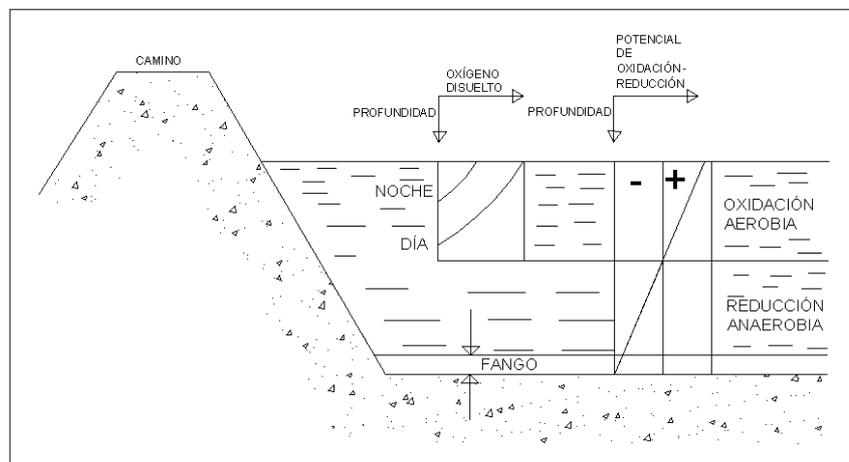


Fig. 2.1. ESQUEMA DE UNA LAGUNA FACULTATIVA



REFERENCIAS:

TEXTOS.

- Ref.2., FABIÁN YÁNEZ COSSÍO, Ph.D., “LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN”, pág 14.
- Ref.3., FABIÁN YÁNEZ COSSÍO, Ph.D., “LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN”, pág 15.



CAPÍTULO III

PARÁMETROS Y CARACTERÍSTICAS DE AGUAS RESIDUALES



CAPÍTULO III

PARÁMETROS Y CARACTERÍSTICAS DE AGUAS RESIDUALES

El trabajo de grado consiste en la evaluación de la eficiencia de las lagunas de estabilización de la ciudad de Playas, mediante pruebas de laboratorio.

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

Las características de las aguas residuales o desechos domésticos son diferentes de los desechos de las industrias y los desechos de actividades agrícolas. Las diferencias en las características de estos desechos son múltiples, no siendo posible utilizar los mismos sistemas de tratamiento para todo los desechos con la misma eficiencia. En otras palabras, un proceso eficiente para aguas residuales domésticas puede exigir modificaciones para tratar desechos de actividades agrícolas o resultar ineficaz en el tratamiento de un desecho industrial.

Es importante destacar, que, en ocasiones resulta más práctico reutilizar los desechos como método de manejo que verterlos al ambiente; ésta es una manera de hacer una mejor utilización de los recursos. Los sistemas de manejo y tratamiento de los desechos deben tomar ventaja de las características de esos desechos, especialmente del contenido de materia orgánica, sólidos, nitrógenos y fósforo.

La disposición de aguas residuales o desechos en cuerpos de agua contribuyen, apreciablemente, a aumentar las concentraciones de nutrientes que fertilizan las aguas, y de materia orgánica que demanda oxígeno para la oxidación. De esta manera, se degrada la calidad de las aguas receptoras y resultan menos aptas para usos benéficos y en ocasiones se producen efectos drásticos sobre los ecosistemas acuáticos especialmente sobre las especies de valor comercial: los peces. Los cambios en las concentraciones de materia orgánica por el vertimiento de los desechos, modifican las concentraciones de oxígeno disuelto, nutrientes y temperatura en el medio acuático natural. Estas alteraciones favorecen el crecimiento de unas



especies a costa de otras de menor valor, el resultado es un cambio en los ecosistemas acuáticos.

Los parámetros que se consideran para la evaluación de las lagunas de estabilización se analizan a continuación.

3.1. Temperatura

El conocimiento de este parámetro es de gran significado para el diseño de lagunas de estabilización, ya que los procesos de asimilación de materia orgánica y de reducción bacteriana son dependientes de la temperatura y un incremento de 4 a 8 grados centígrados de la temperatura del líquido sobre la del ambiente puede producir una reducción apreciable en la vida acuática.



Foto. 3.1 Medición de temperatura

3.2. Salinidad

La salinidad es el contenido de sal disuelta en un cuerpo de agua. Dicho de otra manera, es válida la expresión *salinidad* para referirse al contenido salino en suelos o en agua. El sabor salado del agua se debe a que contiene cloruro de sodio. El porcentaje medio que existe en los océanos es de 10.9 % (35 gramos por cada litro de agua). Además esta salinidad varía según la intensidad de la evaporación o el aporte de agua dulce de los ríos aumenten en relación a la cantidad de agua. La acción y efecto de variar la salinidad se denomina *saladura* (ref.4). Este parámetro se lo midió in situ con el PH-metro. El pH-metro es un sensor utilizado en el método electroquímico para medir el pH de una disolución.



Foto 3.2. Ph-metro

3.3. Conductividad

La conductividad en medios líquidos (Disolución) está relacionada con la presencia de sales en solución, cuya disociación genera iones positivos y negativos capaces de transportar la energía eléctrica si se somete el líquido a un campo eléctrico. Estos conductores *iónicos* se denominan electrolitos o conductores electrolíticos (ref. 5).

3.4. Sólidos Suspendidos Volátiles

En las aguas residuales se encuentran todo tipo de sólidos, distinguiéndose entre ellos orgánicos e inorgánicos.

Los sólidos comúnmente se clasifican en suspendidos, disueltos y totales.

Toda la materia, excepto el agua contenida en los materiales líquidos, es considerada como materia sólida. La definición más generalizada de sólidos es la que se refiere a toda materia sólida que permanece como residuo de evaporización y secado bajo una temperatura entre 103 – 105 grados centígrados.

Los sólidos suspendidos volátiles representan la fracción de sólidos suspendidos que se volatiliza a 600 grados centígrados (ref.6).

El procedimiento de medición de los sólidos suspendidos volátiles se describe a continuación:

1. Se toma una cápsula de porcelana, la misma que tiene una membrana de filtración, la misma que está vacía y se procede a pesarla en una balanza.



Foto 3.3. Tazona de porcelana

2. Se toma una muestra de agua de las lagunas en la tazona y los sólidos quedarán suspendidos en la membrana y el agua estará depositada en el fondo de la tazona de porcelana.
3. Se coloca la tazona con el agua que quedó depositada en su interior en una estufa a 250 grados Fahrenheit hasta que toda el agua se evapore y queden los sólidos secos sobre la membrana.
4. Se procede a pesar la tazona y la diferencia de gramos con el peso de la tazona vacía es el peso de sólidos suspendidos.
5. Para determinar los sólidos volátiles se sigue el mismo procedimiento anterior pero ahora se los mete en un horno a mayor temperatura por aproximadamente una hora.
6. Se procede a pesar la tazona y ese peso se lo resta del peso de los sólidos suspendidos y el resultado son los **sólidos suspendidos volátiles**.

3.5. Sólidos Totales

Es la suma de los sólidos disueltos con los sólidos en suspensión.

3.6. Demanda Biológica de Oxígeno (DBO)

La demanda biológica de oxígeno, es un parámetro que mide la cantidad de materia susceptible de ser consumida u oxidada por medios biológicos que contiene una muestra líquida, y se utiliza para determinar su grado de contaminación. El método se



basa en medir el oxígeno consumido por una población microbiana en condiciones en las que se ha inhibido los procesos fotosintéticos de producción de oxígeno en condiciones que favorecen el desarrollo de los microorganismos. Normalmente se mide transcurridos 5 días (DBO_5) y se expresa en $mg\ O_2/litro$.

Es un método aplicable en aguas superficiales continentales (ríos, lagos, acuíferos, etc.), aguas residuales o cualquier agua que pueda contener una cantidad apreciable de materia orgánica. No es aplicable para las aguas potables debido al valor tan bajo que se obtendría, utilizándose en este caso el método de oxidabilidad con permanganato potásico (ref.7).

Técnica de medición

El método se basa en medir la cantidad de oxígeno que requieren los microorganismos para efectuar la oxidación de la materia orgánica presente en aguas naturales y residuales y se determina por la diferencia entre el oxígeno disuelto inicial y el oxígeno disuelto al cabo de cinco días de incubación a $20\ ^\circ C$.

3.6.1. DBO(inicial):

1. Para la determinación del DBO(inicial) se tomaron muestras del agua de las lagunas en botellas oscuras para impedir el traspaso hacia el interior de los rayos solares.



Foto 3.4. Frasco oscuro para toma de muestra



Foto 3.5. Toma de muestra en el frasco

2. En el laboratorio se colocan dos tipos de reactivos y ácido sulfúrico concentrado (1 mililitro de cada uno).
3. Se deja reposar 5 minutos y luego los vaciamos en una matraz para poder titular con tiosulfato de sodio. La valoración o titulación es un método corriente de análisis químico cuantitativo en el laboratorio, que se utiliza para determinar la concentración desconocida de un reactivo conocido. Debido a que las medidas de volumen juegan un papel fundamental en las titulaciones, se le conoce también como *análisis volumétrico*. Un reactivo llamado “valorante” o “titulador”, de volumen y concentración conocida (una solución estándar o solución patrón) se utiliza para que reaccione con una solución del analito, de concentración desconocida. Utilizando una bureta calibrada para añadir el valorante es posible determinar la cantidad exacta que se ha consumido cuando se alcanza el *punto final*. El punto final es el punto en el que finaliza la valoración, y se determina mediante el uso de un indicador, en este caso el indicador es almidón.
4. Los resultados de la titulación los empleamos en fórmulas ya establecidas para determinar los parámetros que se indicarán más adelante.

3.6.2. DBO5(final) :

Se sigue el mismo procedimiento que usamos para el DBO(inicial), la diferencia está en que dejamos la muestra 5 días en un recipiente oscuro que evite que la luz pueda introducirse en su interior (se eliminarán de esta forma las posibles reacciones fotosintéticas generadoras de gases), también hay que evitar que existan cambios de temperatura y que ingrese oxígeno a la muestra tomada.



3.7. Demanda Química de Oxígeno (DQO)

La demanda química de oxígeno (DQO) es un parámetro que mide la cantidad de materia orgánica susceptible de ser oxidada por medios químicos que hay en una muestra líquida. Se utiliza para medir el grado de contaminación y se expresa en mg O₂/litro.

El método mide la concentración de materia orgánica. Sin embargo, puede haber interferencias debido a que haya sustancias inorgánicas susceptibles de ser oxidadas (sulfuros, sulfitos, yoduros, etc.) (ref.8).

3.8. Coliforme:

La denominación genérica coliformes designa a un grupo de especies bacterianas que tienen ciertas características bioquímicas en común e importancia relevante como indicadores de contaminación del agua y los alimentos (ref.9).

Procedimiento:

1. Se toma la muestra en un frasco in situ.
2. Se toma con una pipeta 10 ml del frasco.
3. Se vierte los 10ml tomados en un medio cultivo, se agita y se espera durante 10 minutos.



Foto 3.7. Medio Cultivo



4. Luego el medio cultivo se lo filtra por una membrana, a continuación se muestra un figura ilustrando este paso.



Foto 3.8. Membrana de filtración

5. En la bomba de filtrado el agua que pasó a través de la membrana se recoge en un embudo.



Foto 3.9 Bomba de filtrado

6. Luego tomamos la membrana con una pinza y la ponemos en una caja petri con un medio cultivo, y de ahí medimos los coliformes después de 24 horas de acuerdo al color obtenido, el mismo que se compara con unos parámetros preestablecidos.

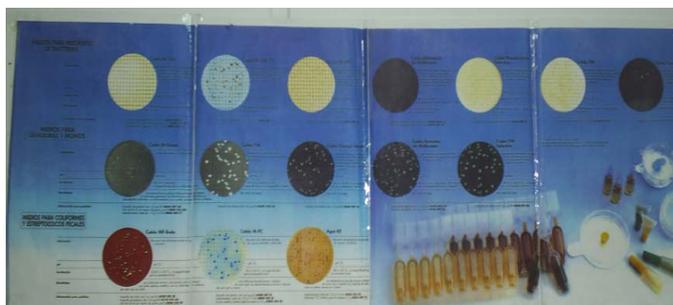


Foto 3.10. Parámetros de medición



REFERENCIAS:

PÁGINAS ELECTRÓNICAS

- http://es.wikipedia.org/wiki/Demanda_biol%C3%B3gica_de_ox%C3%ADgeno. **Ref 7. Pág 22**.
- <http://es.wikipedia.org/wiki/Salinidad>. **Ref.4 pág 19**.
- http://es.wikipedia.org/wiki/Conductividad_el%C3%A9ctrica. **Ref 5. Pág 20**.
- <http://www.aguamarket.com/diccionario/terminos.asp?Id=2082&termino=S%F3I>idos. **Ref 6. Pág 20**
- <http://es.wikipedia.org/wiki/Coliforme>. **Ref 9. Pág 25**
- http://www.google.com.ec/search?hl=es&safe=off&q=demanda+quimica+de+oxigeno&meta=&aq=0&aqi=g10&aql=&oq=demanda+qui&gs_rfai=. **Ref 8. Pág 24**



CAPÍTULO IV

TOMA DE MUESTRAS DE AGUA EN LAS LAGUNAS



CAPÍTULO IV

TOMA DE MUESTRAS DE AGUA EN LAS LAGUNAS

4.1. Procedimiento de la toma de muestras a la entrada de las lagunas



Foto 4.1. Caja de entrada

Aquí procedimos a tomar una muestra de las aguas residuales a la entrada de la caja con un balde, el cual estaba amarrado con una soga para poder sacarlo de ahí.



Foto 4.2 Muestra a la entrada

Esta es la muestra de las aguas residuales que tomamos a la entrada de la caja.



Foto 4.3 Toma de muestra en frasco transparente

Procedemos a colocar las muestras en frascos transparentes para posteriormente ser analizadas en el laboratorio.



Foto 4.4 Toma de muestra en frasco oscuro

Sólo para el análisis de la demanda bioquímica de oxígeno en el laboratorio se tomaron las muestras en frascos oscuros para evitar el paso de la luz solar al interior del frasco, el mismo que fue tapado con mucho cuidado de manera que no quede nada de oxígeno al interior del mismo.



Foto 4.5. Muestras tomadas en frascos

En total 6 fueron los frascos que se tomaron de muestras para el posterior análisis en el laboratorio.



Foto 4.5 Medición de temperatura

En esta ocasión se procedió a medir la temperatura, salinidad y conductividad de la muestra tomada a la entrada de las lagunas, estos análisis deben hacerse in situ.



4.2. Procedimiento de la toma de muestras a la salida de las lagunas



Foto 4.6 Toma de muestra a la salida

El procedimiento para tomar la muestra de las aguas a la salida de las lagunas es el mismo que se hizo para la entrada, es decir se amarró un balde a una soga y se procedió a la toma de muestra.



4.3. Estructura de entrada de las aguas residuales a las lagunas



Foto 4.7 Estructura de entrada

En esta figura podemos observar la entrada de las aguas residuales hacia las lagunas, esta es la única entrada para las lagunas 1 y 2. Esta estructura es una caja de 2.45m x 1.60m, desde esta caja el agua entra a las lagunas 1 y 2 como se explica en la figura.



Foto 4.8 Tuberías de repartición de caudales

En esta figura podemos observar que de la caja se desprenden dos tuberías sumergidas para las lagunas 1 y 2, el círculo de la izquierda marca la tubería sumergida que lleva las aguas residuales hacia la laguna 2 y el círculo de la derecha marca la tubería sumergida que descarga las aguas residuales hacia la laguna 1.



Foto 4.9 Tubería de repartición de caudal a la laguna 2

En esta figura podemos observar con mayor detalle la tubería que conduce las aguas residuales hacia la laguna 2.



Foto 4.10 Tubería de descarga a la laguna 2

Esta es la tubería que descarga las aguas residuales desde la caja hasta la laguna 2.



4.4. Estructura de salida de aguas residuales de las lagunas

Las aguas residuales que salen de las lagunas lo hacen por medio de una tubería sumergida, las mismas que se unen y forman una sola tubería que es la que descarga las aguas residuales fuera de las lagunas. El punto de salida está localizado en un punto central a 5 metros del talud.



Foto 4.11 Estructura de salida

En esta figura se ilustra la tubería de salida de las aguas residuales de las lagunas.



CAPÍTULO V

ESTACIÓN DE BOMBEO



CAPÍTULO V

ESTACIÓN DE BOMBEO

Desde la ciudad de Playas hasta la estación de bombeo el agua residual es conducida por una línea de conducción de alcantarillado sanitario de 20 pulgadas. La estación de bombeo está conformada por tres bombas Flygt modelo CP3300.181, de las cuales sólo 2 están en funcionamiento ya que una de ellas se encuentra dañada. La curva es 63-454-00-2050. Los caudales a bombearse según la curva del sistema se muestran más adelante



Foto 5.1 Estación de Bombeo



Foto 5.2 Bombas Flygt

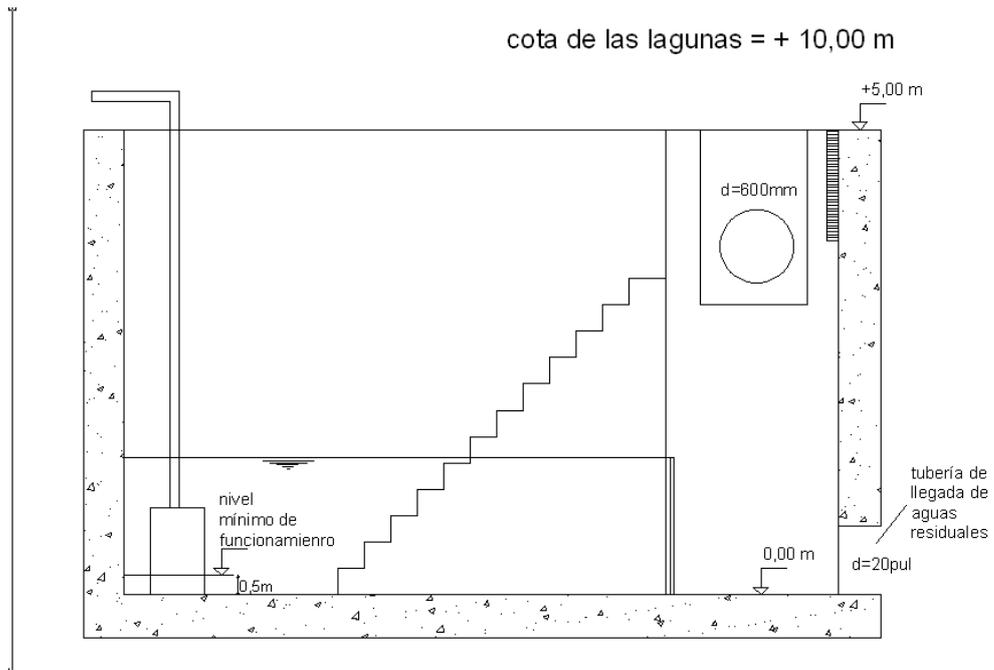


Fig 5.3 Corte transversal de la estación de bombeo

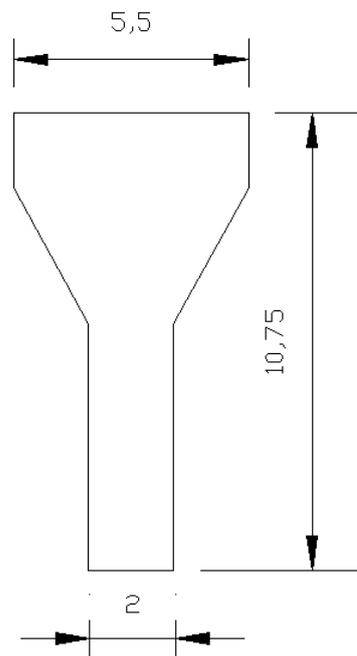


Fig 5.4 Vista en planta de la estación de bombeo



5.1. Cálculo de los caudales del sistema

Desnivel Estático=			7,00 m
$\phi =$			0,40 m
Longitud Efectiva (Le)=			5269 m
Coefficiente H-W =			120
Curva del Sistema			
Q (l/seg)	H est. (m)	hf (m)	CDT (m)
25	7,00	0,75	7,75
50	7,00	2,71	9,71
75	7,00	5,74	12,74
100	7,00	9,78	16,78
125	7,00	14,78	21,78
150	7,00	20,70	27,70
175	7,00	27,54	34,54
200	7,00	35,25	42,25
225	7,00	43,84	50,84
250	7,00	53,27	60,27
275	7,00	63,54	70,54
300	7,00	74,64	81,64

Tabla 5.1 Altura Dinámica del sistema

$$hf = \frac{LxQ^{1,85}}{(0,2785C_{hw})^{1,85} xD^{4,87}} \quad \text{----- Hazen Williams}$$

Curva de desempeño de la bomba		Curva de desempeño de 2 bombas en paralelo	
Q (l/seg)	CDT (metros)	Q (gpm)	CDT (metros)
142	10	284	10
125	20	250	20
106	30	212	30
98	35	196	35
88	40	176	40
65	50	130	50
42	60	84	60
30	65	60	65
11	70	22	70
0	81	0	81

Tabla 5.2 Altura total de 1 y 2 Bombas respectivamente

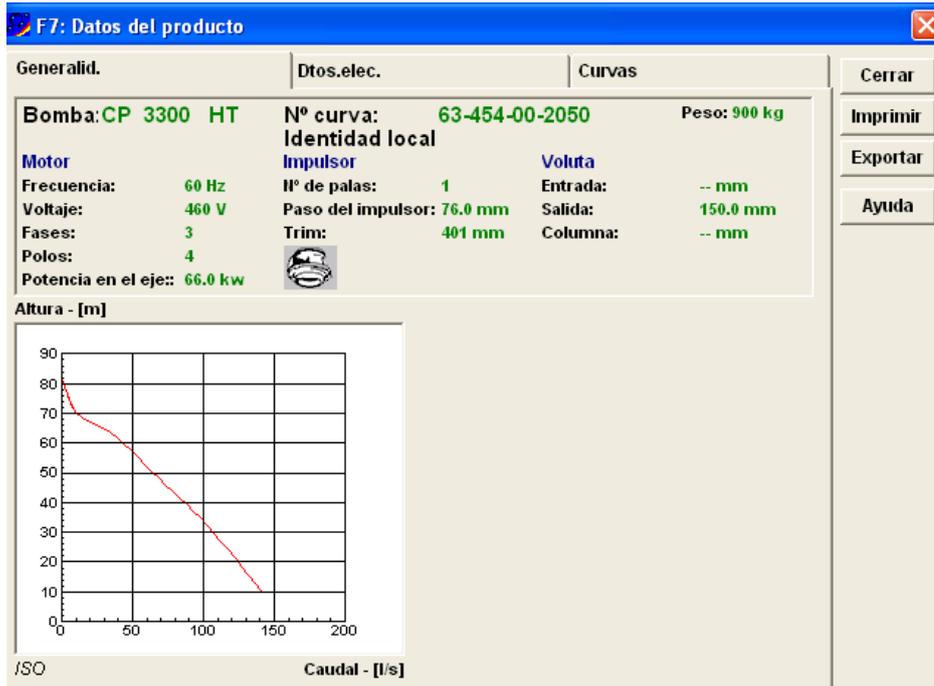


Fig 5.5 Curva de la Bomba

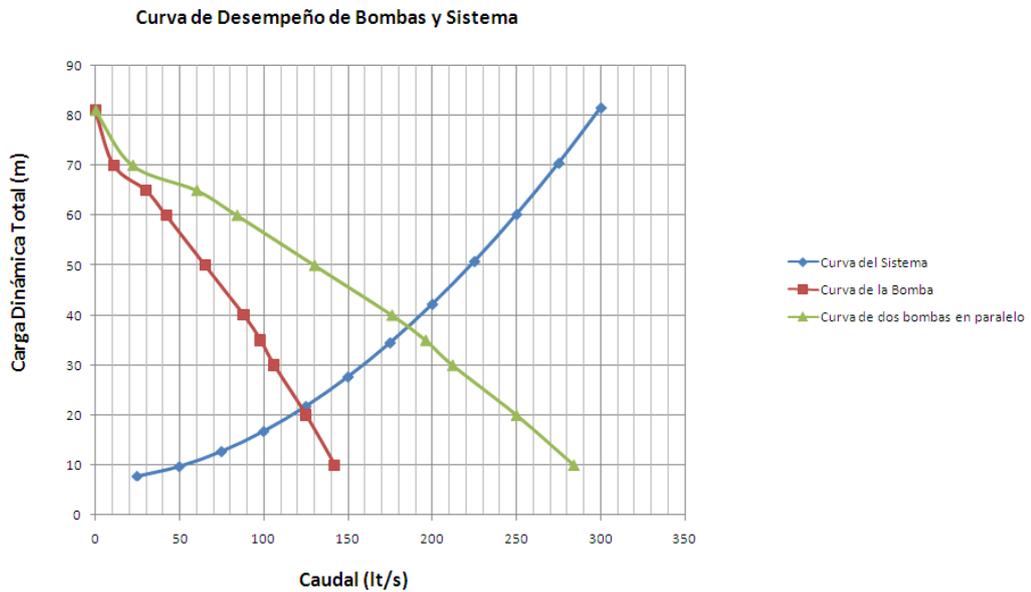


Fig 5.6 Curva total del sistema

Los caudales a bombearse según la curva del sistema son: 123 lt/s cuando opera una sola bomba y 185 lt/s cuando operan 2 bombas simultáneamente.



5.2. Tiempos de Bombeo

Fecha	Unidad	Hora inicio	Hora Fin	Tiempo de Bombeo
24/09/2009	1	0:10	0:50	225 min 13500 sg
24/09/2009	1	3:05	3:30	
24/09/2009	1	5:35	6:00	
24/09/2009	1	9:40	10:03	
24/09/2009	1	11:45	12:08	
24/09/2009	1	13:50	14:14	
24/09/2009	1	15:50	16:14	
24/09/2009	1	17:50	18:12	
24/09/2009	1	19:54	20:15	
24/09/2009	1	21:52	22:14	

Fecha	Unidad	Hora inicio	Hora Fin	Tiempo de Bombeo
08/10/2009	1	0:48	1:10	217 min 13020 sg
08/10/2009	1	3:20	3:41	
08/10/2009	1	6:30	6:51	
08/10/2009	1	9:05	9:25	
08/10/2009	1	11:00	11:20	
08/10/2009	1	13:18	13:42	
08/10/2009	1	15:27	15:50	
08/10/2009	1	17:43	18:03	
08/10/2009	1	19:43	20:07	
08/10/2009	1	21:55	22:17	

Fecha	Unidad	Hora inicio	Hora Fin	Tiempo de Bombeo
14/10/2009	1	0:25	0:47	203 min 12180 sg
14/10/2009	1	2:23	2:47	
14/10/2009	1	4:27	4:50	
14/10/2009	1	8:15	8:35	
14/10/2009	1	10:20	10:40	
14/10/2009	1	13:00	13:22	
14/10/2009	1	15:18	15:42	
14/10/2009	1	17:47	18:13	
14/10/2009	1	21:03	21:25	

Fecha	Unidad	Hora inicio	Hora Fin	Tiempo de Bombeo
14/12/2009	1	2:05	2:27	201 min 12060 sg
14/12/2009	1	4:55	5:15	
14/12/2009	1	8:52	9:17	
14/12/2009	1	11:01	11:24	
14/12/2009	1	12:43	13:00	
14/12/2009	1	14:47	15:09	
14/12/2009	1	17:09	17:34	
14/12/2009	1	19:25	19:50	
14/12/2009	1	21:34	21:56	



5.3. Dimensiones de las lagunas

Laguna 1

Largo = 235 m
Ancho = 102 m
Profundidad = 1.60 m
Volumen = 38352 m³

Laguna 2

Largo = 235 m
Ancho = 104 m
Profundidad = 1.60 m
Volumen = 39104 m³

Laguna 3

Largo = 211 m
Ancho = 105 m
Profundidad variable = 1,70m – 2,30m

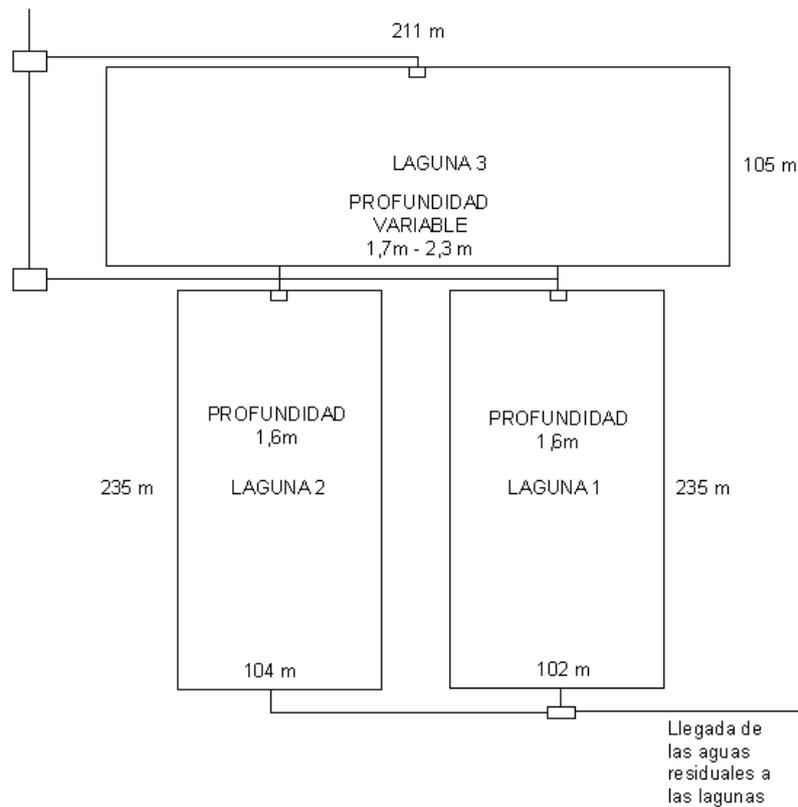


Fig 5.7 Esquema de las lagunas



CAPÍTULO VI

RESULTADOS DE LAS PRUEBAS DE LABORATORIO



CAPÍTULO VI

RESULTADOS DE LAS PRUEBAS DE LABORATORIO

6.1. Pruebas realizadas por el laboratorio de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil (U.C.S.G.)

RESULTADOS DE LABORATORIO DE CALIDAD DE AGUAS Descargas de Aguas Residuales

A.- Datos Generales

Cód. de muestra:	Pdes-12-01	Fecha muestreo:	14-dic-09
Zona :	Oeste	Hora muestreo:	11:06:00 AM
Ubicación :	Cantón Playas	Tipo de muestra :	Simple
Lugar:	(Hidroplayas) Afluente de Laguna de Estabilización	Resp. muestreo :	Sr. C. González

B.- Resultados

Parámetro	Unidad	Resultado	Limite TULAS
pH		7,31	5 - 9
Temperatura	°C	29,70	
DBO ₅	mg O ₂ /l	731,25	100,00
DQO	mg O ₂ /l	1.094,40	250,00
Oxígeno Disuelto		-	
Solidos Suspendedos Volátiles	mg/l	249,15	-
Solidos Suspendedos	mg/l	300,00	100,00
Solidos Totales	mg/l	2.791,00	1600,00
Nitrógeno Organico	mg /l		15,00
Nitrógeno Amoniacoal	mg /l	4,00	
Nitritos	mg /l	0,05	
Nitratos	mg /l	0,20	
Coliformes Fecales	UFC/100ml	3 E 7	Remoción>99,9 %
Coliformes Totales	UFC/100ml	29 E 7	Remoción>99,9 %

- No Detectado

Fig 6.1 Primer resultado del Afluente



RESULTADOS DE LABORATORIO DE CALIDAD DE AGUAS Descargas de Aguas Residuales

A.- Datos Generales

Cód. de muestra: **Pdes-12-02** Fecha muestreo: 14-dic-09
 Zona : Oeste Hora muestreo: 11:25:00 AM
 Ubicación : Cantón Playas Tipo de muestra : Simple
 Lugar: (Hidroplayas) Efluente de Laguna de Estabilización Resp. muestreo : Sr. C. González

B.- Resultados

Parámetro	Unidad	Resultado	Limite TULAS
pH		7,82	5 - 9
Temperatura	°C	27,20	
DBO ₅	mg O ₂ /l	240,94	100,00
DQO	mg O ₂ /l	383,04	250,00
Oxígeno Disuelto		-	
Sólidos Totales Volátiles	mg/l	349,29	-
Sólidos Suspendedos	mg/l	454,55	100,00
Sólidos Totales	mg/l	3.173,82	1600,00
Nitrógeno Orgánico	mg/l		15,00
Nitrógeno Amoniacal	mg/l	2,50	
Nitritos	mg/l	0,05	
Nitratos	mg/l	0,10	
Coliformes Fecales	UFC/100ml	8 E 5	Remoción>99.9 %
Coliformes Totales	UFC/100ml	13 E 5	Remoción>99.9 %

--No Detectado

Fig 6.2 Primer resultado del Efluente

RESULTADOS DE LABORATORIO DE CALIDAD DE AGUAS Descargas de Aguas Residuales

A.- Datos Generales

Cód. de muestra: **Pdes-12-01** Fecha muestreo: 6-mar-10
 Zona : Oeste Hora muestreo: 11:45:00 AM
 Ubicación : Cantón Playas Tipo de muestra : Simple
 Lugar: (Hidroplayas) Afluente de Laguna de Estabilización Resp. muestreo : Biolg. Edison Alvarado

B.- Resultados

Parámetro	Unidad	Resultado	Limite TULAS
DBO ₅	mg O ₂ /l	384,00	100,00
DQO	mg O ₂ /l	804,71	250,00

--No Detectado

C.- Técnica de muestreo y análisis utilizado

pH : Medición Directa - Equipo SensION 1
 DBO : 5210 B - Metodo de Titulacion de Winkler
 DQO : 5220C - Método de Titulacion, Reflujo Cerrado
 La toma de muestra, preservación y análisis de laboratorio se efectuaron bajo las recomendaciones del Estándar Métodos para análisis de aguas y aguas residuales Edición No. 19, 1995 (APHA, AWWA, WEF).

D.- Observaciones

La muestra, para la determinación de parámetros microbiológicos, fue preservada en recipientes esterilizados bajo 15 °C.
 La muestra fue tomada a la entrada de Laguna de Estabilización

Fig 6.3 Segundo resultado del Afluente



RESULTADOS DE LABORATORIO DE CALIDAD DE AGUAS
Descargas de Aguas Residuales

A.- Datos Generales

Cód. de muestra:	Pdes-12-02	Fecha muestreo:	6-mar-10
Zona :	Oeste	Hora muestreo:	11:55:00 AM
Ubicación :	Cantón Playas	Tipo de muestra :	Simple
Lugar:	(Hidroplayas) Efluente de Laguna de Estabilización	Resp. muestreo :	Biolg. Edison Alvarado

B.- Resultados

Parámetro	Unidad	Resultado	Limite TULAS
DBO ₅	mg O ₂ /l	120.00	100.00
DQO	mg O ₂ /l	270.34	250.00

-No Detectado

C.- Técnica de muestreo y análisis utilizada

pH :	Medición Directa - Equipo SensION 1
DBO :	5210 B - Metodo de Titulacion de Winkler
DQO :	5220C - Método de Titulacion. Reflujo Cerrado

La toma de muestra, preservación y análisis de laboratorio se efectuaron bajo las recomendaciones del Estándar Métodos para análisis de aguas y aguas residuales Edición No. 19, 1995 (APHA, AWWA, WEF).

D.- Observaciones

La muestra, para la determinación de parámetros microbiológicos, fue preservada en recipientes esterilizados bajo 15 oC. La muestra fue tomada a la salida Laguna de Estabilización
--

Fig 6.4 Segundo resultado del Efluente



6.2. Pruebas realizadas por el laboratorio de la Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL).

Proyecto AECID Caracterización de Aguas Residuales del Cantón Playas
ESPOL/ICQA-Universidad de Las Palmas de Gran Canaria/CAFMA

Parámetro (Unidad)/Fecha	24-sp-09		1-oc-09		8-oc-09		14-oc-09		28-oc-09		Método
	Afluente	Efluente	Afluente	Efluente	Afluente	Efluente	Afluente	Efluente	Afluente	Efluente	
pH (u)	6.92	7.63	6.83	7.12	6.85	7.4	6.85	7.4	7.1	7.1	4500 H-B
DBO5 (mgO2/L)	120	180	204	213	111	186	312	99	294	5210*	
DQO (mgO2/L)	368	400	419	416	383	423	393	423	476.5	5220-B*	
Sólidos suspendidos totales (mg/L)	131	140	78.6	96.3	85	138.4	332	163.4	109	Gravimétrico 2540-D*	
Sólidos disueltos totales (mg/L)	1835	1948	1714	1872	2059	1901	2070	1945	1937	Gravimétrico 2540-C*	
Sólidos sedimentables (mg/L)	0.4	<0.1	0.3	<0.1	0.3	<0.1	0.5	<0.1	<0.1	2540-F*	
Aceites y grasas (mg/L)	9.5	2.8	6.3	1.5	4.85	1.46	6.25	1.23	1.54	5520-D*	
Coliformes totales (NMP/100 mL)	4.6 x 10 ⁶	2.4 x 10 ⁶	3.9 x 10 ⁶	7.5 x 10 ⁵	4.0 x 10 ⁶	9.0 x 10 ⁵	4.6 x 10 ⁶	7.5 x 10 ⁵	9.3 x 10 ⁵	9221-B*	
Coliformes fecales (NMP/100 mL)	9.3 x 10 ⁵	4.3 x 10 ⁵	1.4 x 10 ⁶	3.9 x 10 ⁵	1.2 x 10 ⁶	4.3 x 10 ⁵	2.0 x 10 ⁶	2.8 x 10 ⁵	4.3 x 10 ⁵	9221-C*	
Turbiedad (UNT)	570	200	640	150	680	145	230	120	150	Nefelométrico	
Hierro (mg/L)	0.67	0.2	0.2	0.13	0.15	0.19	0.22	0.12	0.15	Absorción atómica	
Cinc (mg/L)	0.069	0.14	0.77	0.027	0.023	0.031	0.067	0.049	0.033	Absorción atómica	
Cobre (mg/L)	0.027	0.0073	0.013	0.007	0.008	0.006	0.018	0.0053	0.008	Absorción atómica	
Manganeso (mg/L)	0.073	0.073	0.07	0.07	0.07	0.073	0.057	0.081	0.077	Absorción atómica	
Cadmio (mg/L)	0.0067	0.0067	0.0047	0.0047	0.006	0.006	0.0053	0.0053	0.0053	Absorción atómica	
Plomo (mg/L)	Nd	Nd	Nd	Nd	0.04	0.073	0.027	0.027	0.033	Absorción atómica	
Cromo (mg/L)	Nd	Nd	Nd	Nd	0.0067	0.006	0.0067	0.0067	0.0067	Absorción atómica	
Niquel (mg/L)	0.027	0.013	0.033	0.03	0.033	0.033	0.025	0.03	0.017	Absorción atómica	
Mercurio (mg/L)	Nd	Absorción atómica									

(*) Standard Methods APHA-AWWA, 21th. Ed.

Cómo citar: Huayamave Justo y Juan Emilio González. 2009. Estudio de las características de efluentes de aguas de depuradoras para uso agrícola, ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL / ICQA - UNIVERSIDAD DE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA, AECID, Guayaquil.

Fig 6.5 Pruebas realizadas por la ESPOL



CAPÍTULO VII

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES



CAPÍTULO VII

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1. CONCLUSIONES

- Según los resultados de laboratorio, no se cumple con el límite máximo permisible establecido por el Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria (TULAS).
- La operación de las lagunas demuestran que la eficiencia es insatisfactoria, en tres de las cinco fechas de muestreo de la DBO se incrementó y en las dos últimas se observa una mejoría en la eficiencia de 68,3% y 68,7% para los análisis más recientes.

FUENTE	DBO		DQO		LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE	
	AFLUENTE	EFLUENTE	AFLUENTE	EFLUENTE	DBO	DQO
ESPOL	120	180	368	400	100	250
ESPOL	204	213	419	416	100	250
ESPOL	111	186	383	423	100	250
ESPOL	312	99	393	423	100	250
U CATOLICA	384	120	804,7	270,3	100	250

Tabla 7.1 Resultados de las pruebas de laboratorio

- Se han construido únicamente las lagunas que por su profundidad actual serían de maduración (1,50m).
- Se evidencia que se dispersa inapropiadamente basura en las lagunas, por lo que su eficiencia es precaria.
- No existe cerramiento, por lo que es posible el acceso de cualquier persona a las lagunas.



- No existe medición de caudales.
- Los puntos de entrada y salida de las aguas residuales de las lagunas 1 y 2 están ubicados de forma correcta, es decir en el lado más corto de la laguna para que el agua fluya por el lado más largo y así no se produzcan los denominados puntos muertos.
- El punto de entrada y salida de las aguas residuales de la laguna tres está ubicado en el lado más largo de la misma, lo cual es incorrecto ya que el agua fluye por el lado más corto y se pueden producir puntos muertos.

7.2. RECOMENDACIONES

- a) Para que la eficiencia sea suficiente para cumplir con los máximos permisibles establecidos en las normas ambientales, se propone el siguiente esquema de lagunas:

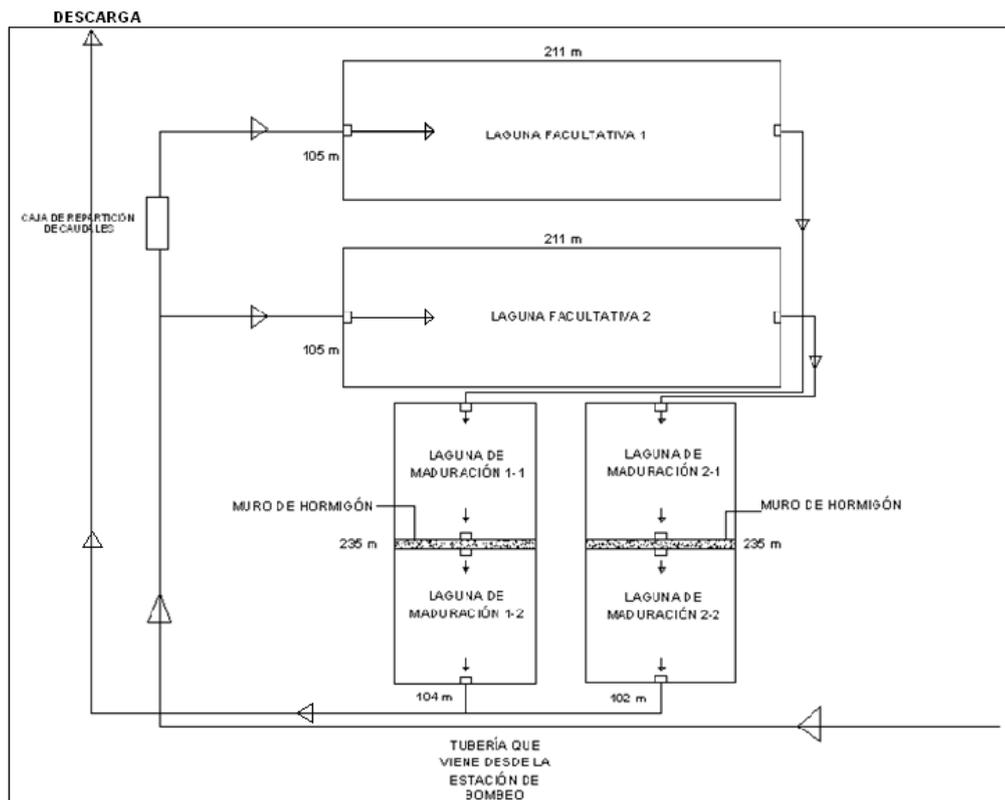


Fig 7.1. Esquema de lagunas propuesto

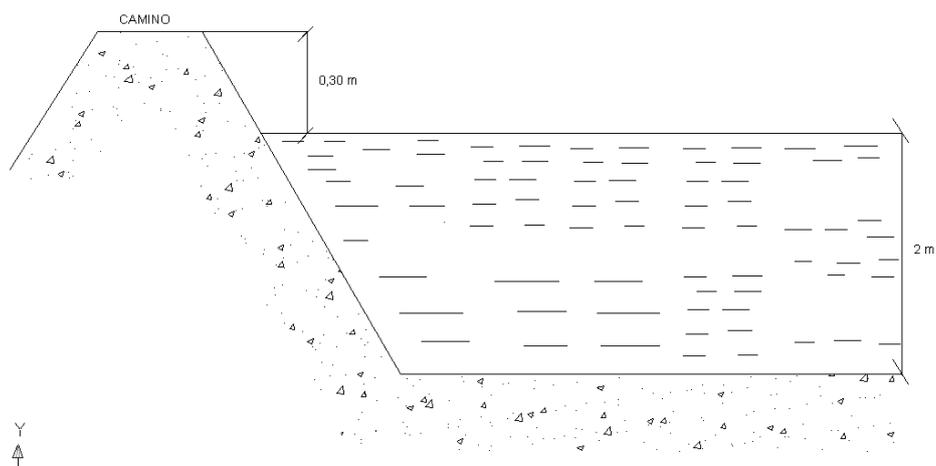


Fig 7.2 Sección transversal de las lagunas propuestas.

A continuación procedemos a calcular la eficiencia de la laguna propuesta

ALTERNATIVA N° 1. LAGUNAS FACULTATIVA Y DE MADURACION	
PRIMERA ETAPA: CINCO MODULOS	
LAGUNA FACULTATIVA	
1. Determinación de Remoción de Coliformes Fecales	
Datos Básicos	
Longitud (m)	211
Ancho (m)	105
Profundidad (m)	2
Temperatura (°C)	22
Caudal (m ³ /día)	5.313,60
Concentración Inicial de Bacterias (NMP/100 ml)	1,00E+08
1.1. Cálculo del Volumen de la Laguna (m ³)	44.310
1.2. Determinación de la relación Longitud/Ancho	2,01
1.3. Cálculo del Factor de Difusión "d"	0,46
1.4. Cálculo del Coef. de Mortalidad Bacterias (Kb)	1,26
1.5. Período de Retención (PR, días)	8,34
1.6. Factor KbPR	10,50
1.7. Cálculo del factor "a"	4,52
1.8. Determinación del factor B1	1,08
1.9. Determinación del factor B2	4,88
1.10. Cálculo de la relación Cf/C	0,0132144



1.11. Concentración Final de Bacterias (C, NMP/100ml)	
	1.321.436
1.12. Determinación de la Eficiencia Remoción Bacterias	
	98,68%
2. Determinación Remoción de DBO	
Datos Básicos	
Carga Orgánica (kg/día)	1.890,00
Area de la Laguna (ha)	2,22
DBO total/DBO soluble	1,70
Caudal (m3/día)	5.313,60
2.1. Carga Superficial Aplicada	
$C_{sa} = W/A$	853,08
2.2. Carga Superficial Removida	
$C_{sr} = 7,67 + 0,8063 C_{sa}$	695,51
2.3. Carga Superficial Efluente	
$C_{se} = (C_{sa} - C_{sr}) \text{ DBO t/DBOs}$	267,87
2.4. Carga de DBO del Efluente	
$W_{ef} = C_{se} \times A$	593,47
2.5. Concentración del Efluente	
$C_f = W_{ef} / Q$	111,69
2.6. Concentración del Afluente	
$C_a = W/Q$	355,69
2.7. Eficiencia	
$E(\%) = (C_a - C_e)/C_a * 100$	68,60



PRIMERA LAGUNA DE MADURACION	
Datos Básicos	
Longitud (m)	117,5
Ancho (m)	104
Profundidad (m)	1,5
Temperatura (°C)	23
Caudal (m ³ /día)	5.313,60
Concentración Inicial de Bacterias (NMP/100 ml)	1,32E+06
1. Cálculo del Volumen de la Laguna (m ³)	18.330
2. Determinación de la relación Longitud/Ancho	1,13
3. Cálculo del Factor de Difusión "d"	0,86
4. Cálculo del Coef. de Mortalidad Bacterias (Kb)	1,35
5. Período de Retención (PR, días)	3,45
6. Factor KbPR	4,65
7. Cálculo del factor "a"	4,11
8. Determinación del factor B1	0,58
9. Determinación del factor B2	2,40
10. Cálculo de la relación Cf/C	0,10



11. Concentración Final de Bacterias (C, NMP/100ml)	
	135.387
12. Determinación de la Eficiencia Remoción Bacter.	
	89,75%
Datos Básicos	
Carga Orgánica (kg/día)	593,47
Area de la Laguna (ha)	1,22
DBO total/DBO soluble	1,70
Caudal (m ³ /día)	5.313,60
Carga Superficial Aplicada	
Csa = W/A	485,65
Carga Superficial Removida	
Csr = -0,8 + 0,765 Csa	370,73
Carga Superficial Efluente	
Cse = (Csa - Csr) DBO t/DBOs	195,38
Carga de DBO del Efluente	
Wef = Cse x A	238,75
Concentración del Efluente	
Cf = Wef / Q	44,93
Concentración del Afluente	
Ca = W/Q	111,69
Eficiencia	
E(%) = (Ca - Ce)/Ca*100	59,77



SEGUNDA LAGUNA DE MADURACION		
Datos Básicos		
Longitud (m)	117,5	
Ancho (m)	104	
Profundidad (m)	1,5	
Temperatura (°C)	23	
Caudal (m ³ /día)	5.313,60	
Concentración Inicial c	1,35E+05	
1. Cálculo del Volumen de la Laguna (m ³)		
	18.330	
2. Determinación de la relación Longitud/Ancho		
	1,13	
3. Cálculo del Factor de Difusión "d"		
	0,86	
4. Cálculo del Coef. de Mortalidad Bacterias (Kb)		
	1,35	
5. Período de Retención (PR, días)		
	3,45	
6. Factor KbPR		
	4,65	
7. Cálculo del factor "a"		
	4,11	
8. Determinación del factor B1		
	0,58	
9. Determinación del factor B2		
	2,40	
10. Cálculo de la relación Cf/C		
	0,10	



11. Concentración Final de Bacterias (C, NMP/100ml)	
	13.871
12. Determinación de la Eficiencia Remoción Bacter.	
	89,75%
Datos Básicos	
Carga Orgánica (kg/día)	238,75
Area de la Laguna (ha)	1,22
DBO total/DBO soluble	1,70
Caudal (m ³ /día)	5.313,60
Carga Superficial Aplicada	
Csa = W/A	195,38
Carga Superficial Removida	
Csr = -0,8 + 0,765 Csa	148,67
Carga Superficial Efluente	
Cse = (Csa - Csr) DBO	79,41
Carga de DBO del Efluente	
Wef = Cse x A	97,04
Concentración del Efluente	
Cf = Wef / Q	18,26
Concentración del Afluente	
Ca = W/Q	44,93
Eficiencia	
E(%) = (Ca - Ce)/Ca	59,35

EFICIENCIA TOTAL DEL SISTEMA	
Coliformes Fecales	99,9861%
DBO	94,87%



- b) se necesita cerramiento, casa de guardián y laboratorio de campo.
- c) Construir canaleta tipo Parshall o un dispositivo para medir caudales.
- d) Efectuar el monitoreo de calidad de las lagunas con el siguiente esquema:

Programa de Evaluación de las Lagunas de Estabilización de Playas

La operación y mantenimiento de las lagunas de estabilización requieren, como cualquier otro tipo de tratamiento de aguas servidas de continuas evaluaciones, para saber el grado de eficiencia que tienen y solucionar las deficiencias, en la medida de que estas sean detectadas. El efluente de las lagunas debe cumplir con los reglamentos existentes y que se encuentren en vigencia.

En forma adicional los datos obtenidos para los diversos parámetros pueden servir de base para nuevos diseños, tanto para la ciudad de Playas, como para otras zonas del país que tengan similares condiciones ambientales.

En consideración a las razones expuestas se considera necesario realizar la formulación del siguiente programa de evaluación de las lagunas de estabilización de la ciudad de Playas.

Objetivos

Evaluar el funcionamiento de las lagunas de estabilización para asegurar su funcionamiento adecuado y obtener un efluente que cumpla con los requisitos establecidos en las normas legales.

Obtener valores para los parámetros de diseño de las lagunas de estabilización para el cálculo de futuras instalaciones.

Descripción.

El programa de evaluación de las lagunas debe enfocarse con énfasis en dos aspectos fundamentales: calidad y cantidad de agua que ingresa y sale del sistema de tratamiento.

Respecto a la calidad de agua se deberá considerar los siguientes criterios:

Los muestreos de las aguas servidas se efectuarán, antes de su ingreso a las lagunas, en las lagunas y en el efluente.

La frecuencia de los muestreos estará de acuerdo a cada parámetro seleccionado. Así las mediciones podrían ser diarias (registro continuo), semanales, mensuales, etc.



Para los análisis se deberán considerar los procedimientos establecidos en las Normas INEN y en la literatura especializada como el Standard Methods.

Los resultados de los análisis del laboratorio serán evaluados por los técnicos del municipio o una consultora especializada para que determinen los grados de eficiencia y los correctivos que se deberán realizar para mejorar dicho grado de eficiencia.

Se redactará un informe anual de actividades, en el que consten las recomendaciones de medidas que permitan mantener o mejorar, según el caso, la eficiencia del tratamiento, de acuerdo a los requerimientos establecidos en el estudio y diseño del proyecto.

Los productos del programa serán:

- Lagunas en operación, con las eficiencias apropiadas para cumplir con las normas ambientales vigentes.
- Documento anual de evaluación de funcionamiento de las lagunas.

Responsable.

Hidroplayas es la institución responsable de la ejecución del presente programa. El programa puede ser ejecutado por administración directa o contratado a una consultora y/o un laboratorio especializado en este tipo de trabajo.

Mecanismos de Implementación.

El programa de mediciones y determinaciones para las lagunas, se detalla a continuación:

PARAMETROS	AGUA CRUDA	LAGUNA	EFLUENTE
Hidráulicos			
Caudal medio	RC		RC
Caudal máximo horario	Cálculo		Cálculo
Fluctuaciones de nivel	RC	RC	RC
Factores Físico - Químicos			
Temperatura	EI	EI	EI
Color laguna	OBS	OBS	OBS
Olor	OBS	OBS	OBS
Natas y flotantes	OBS	OBS	OBS
Vegetación muros	OBS	OBS	OBS



Aceite y grasa	OBS	OBS	OBS
Disco Secchi		EI	
Sólidos sedimentables	DQ		
Sólidos suspensión	DQ		DQ
DQO total	DQ	DQ	DQ
DQO soluble			DQ
Factores Químicos Inorgánicos			
Oxígeno Disuelto			EI
PH		EI	
Alcalinidad		EI	
Dureza	EI	EI	
Cloruros	DQ	DQ	
Sulfatos	EI	EI	
Nitrógeno orgánico	DM	DM	
Nitrógeno amoniacal	DM	DM	
DBO, 5 días, 20°C			
DBO total	DQ	DQ	
DBO soluble		DQ	DQ
Factores Microbiológicos			
Coliforme Total	DQ	DQ	DQ
Coliforme Fecal	DQ	DQ	DQ
Mortalidad de coliformes	EI	EI	EI
Conteo de algas		EI	



Simbología:

RC = Registro continuo

EI = Evaluación Intensiva

OBS = Observaciones básicas cualitativas

DQ = Determinación mensual

DM = Determinación cada dos meses.

El informe de evaluación anual además de ponerlo en conocimiento de las autoridades pertinentes, será conveniente hacerlo extensivo a sectores ciudadanos interesados como organizaciones no gubernamentales ambientalistas, centros de educación superior, etc. Con estos sectores se discutirán y formularán los aspectos fundamentales para la buena marcha del programa de vigilancia y control.

ANEXO



Foto8.1. Esta es la entrada a las lagunas y como podemos observar, no existe una puerta para impedir el ingreso de personas que no trabajen en las lagunas, y esto puede fomentar que las personas arrojen desperdicios en las mismas.



Foto 8.2. Estado del talud (1)



Foto 8.3. Estado del talud (2)



Foto 8.4. Estado del talud (3, se observa maleza).



Foto 8.5. Esqueleto de un caballo entre las lagunas 1 y 2.

BIBLIOGRAFÍA



TEXTOS.

- FABIÁN YÁNEZ COSSÍO, Ph.D., “LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN”.

FIGURAS.

- Fig 2.1, FABIÁN YÁNEZ COSSÍO, Ph.D., “LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN”, pág 16.