



**UNIVERSIDAD LAICA “ELOY ALFARO”
DE MANABÍ**



**CENTRO DE ESTUDIOS DE POSGRADO,
INVESTIGACIÓN, RELACIONES Y COOPERACIÓN
INTERNACIONAL (CEPIRCI)**

MAESTRÍA EN GESTION AMBIENTAL

**TESIS DE GRADO
Previo a la Obtención del Grado de:
MAGÍSTER
EN GESTIÓN AMBIENTAL**

TEMA:

**“TRATAMIENTO BIOLÓGICO DE AGUAS RESIDUALES DE LA
UNIVERSIDAD LAICA “ELOY ALFARO” DE MANABI COMO
ALTERNATIVA PARA REDUCIR SU IMPACTO AMBIENTAL EN
PLAYAS DE LA CIUDAD DE MANTA”**

AUTOR

Ing. Amado Alberto Alcívar Cuadros

DIRECTOR DE TESIS

Blgo: Abraham Velásquez Ferrin M.S.C.

MANTA – MANABÍ - ECUADOR

2015

**UNIVERSIDAD LAICA “ELOY ALFARO” DE MANABÍ CENTRO DE ESTUDIO DE
POSGRADO, INVESTIGACIÓN, RELACIONES Y COOPERACIÓN
INTERNACIONAL (CEPIRCI)**

MAESTRÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL

Los Honorables miembros del tribunal Examinador aprueban el informe de
investigación sobre el tema:

**“TRATAMIENTO BIOLÓGICO DE AGUAS RESIDUALES DE LA UNIVERSIDAD
LAICA” ELOY ALFARO” DE MANABÍ COMO ALTERNATIVA PARA REDUCIR
SU IMPACTO AMBIENTAL EN PLAYAS DE LA CIUDAD DE MANTA”**

Firma

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

CERTIFICACIÓN

Como Director de la Tesis “TRATAMIENTO BIOLÓGICO DE AGUAS RESIDUALES DE LA UNIVERSIDAD LAICA “ELOY ALFARO” DE MANABÍ COMO ALTERNATIVA PARA REDUCIR SU IMPACTO AMBIENTAL EN PLAYAS DE LA CIUDAD DE MANTA”

Certifico: Haber orientado y supervisado el trabajo de investigación, el mismo que es producto de dedicación y perseverancia del autor, y dejo en constancia que reúne los requisitos y méritos necesarios para ser sometidos a la evaluación del Jurado Examinador que los Miembros del Consejo de Posgrado designen.

Blgo. Abraham Velásquez Ferrin M.G.A

DIRECTOR DE TESIS

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, Amado Alberto Alcívar Cuadros, declaro que el presente tema de investigación de las ideas, opiniones, investigaciones, análisis, síntesis, conclusiones, recomendaciones, propuesta y resultados expuestos en el trabajo de investigación de tesis, son de exclusivamente mi responsabilidad como autor

Ing. Amado Alberto Alcívar Cuadros

AUTOR

AGRADECIMIENTO

Un agradecimiento a la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí, por darme la oportunidad de mejorar los conocimientos a través de esta maestría de Gestión Ambiental, desarrollando profesionales en bienestar a la sociedad.

A mi director de tesis Blgo: Abraham Velásquez, por su guía, consejos técnicos en desarrollo del trabajo de investigación que permitieron considerar criterios muy importantes en el presente tema.

A mis padres por su apoyo incondicional que me ayudaron tener fuerza y seguir adelante en mis objetivos profesional

Ing. Amado Alcívar Cuadros

DEDICATORIA

A Dios, por permitirme llegar a este momento tan especial en mi vida. Por los triunfos y momentos difíciles que me han enseñado a valorarlo cada día más.

A mi madre por ser la persona que me dio la vida y la que me dio todo su apoyo moral durante todo mi proceso de estudio. A mi padre quien con sus consejos ha sabido guiarme para culminar mi carrera profesional.

A mis profesores, gracias por su tiempo, por su apoyo así como por la sabiduría que me transmitieron en el desarrollo de mi formación profesional

Ing. Amado Alcívar Cuadros

INDICE GENERAL

Contenido	Pagina
CAPITULO I	
1.1. CONTEXTUALIZACIÓN.....	1
1.1.1. contexto macro.....	1
1.1.2. contexto meso.....	2
1.1.3. contexto micro.....	3
1.1.4. contexto crítico.....	4
1.2. PROGNOSIS.....	8
1.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	9
1.3.1. delimitación del problema.....	9
1.4. JUSTIFICACIÓN.....	10
1.5. OBJETIVOS.....	12
1.5.1. objetivo general.....	12
1.5.2. objetivos específicos.....	12
1.6. HIPÓTESIS.....	13
1.7. VARIABLE DE ESTUDIO.....	13
1.7.1. variable independiente.....	13
1.7.2. variable dependiente.....	13
CAPITULO II	
MARCO TEÓRICO	
2.1. TRATAMIENTO BIOLÓGICO DE AGUAS RESIDUALES.....	14
2.1.1. edad de los fangos.....	17
2.1.2. tiempo de retención hidráulica.....	17
2.2. AIREACIÓN EN DIGESTIÓN AERÓBICA.....	18
2.2.1. aireadores por difusión.....	21
2.2.2. teoría de la difusión de gases.....	22
2.3. METABOLISMO DE LAS BACTERIAS.....	23
2.3.1. importancia de las enzimas.....	24
2.3.2. necesidades energéticas.....	25
2.3.3. requerimientos nutricionales.....	28
2.3.4. bacterias coliformes totales y fecales.....	30

2.4. EFECTO DE LAS AGUAS RESIDUALES SOBRE EL AMBIENTE.....	32
2.4.1. demanda química de oxígeno (dco)	32
2.4.2. demanda biológica de oxígeno (dco ₅).....	32
2.4.3. nitrógeno	33
2.4.4. fosforo.....	34
2.5. LEGISLACIÓN AMBIENTAL ECUATORIANA PARA LA DISPOSICIÓN DE EFLUENTES.....	36

CAPITULO III METOLOGIA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	44
3.2. TRATAMIENTO COMPARATIVO DEL ESTUDIO	45
3.3. COMPONENTES DE LOS REACTORES BIOLÓGICOS AIREADOS	47
3.3.1. recolección y almacenamiento de lodos biológicos nativos	48
3.3.2. activación de lodos nativos aireados en reactores.....	49
3.4. EFLUENTE DE LA ULEAM.....	51
3.5. OPERACIÓN DE LOS REACTORES	52
3.5.1. montaje de reactores con lodos biológicos aireados.....	53
3.5.2. muestras después del tratamiento con lodos biológicos activados.....	53

CAPITULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LA ULEAM.....	56
4.2. CARACTERÍSTICA DEL EFLUENTE INICIAL GENERADO POR LA ULEAM	57
4.3. RESULTADOS DEL TRATAMIENTO BIOLÓGICO DE LOS EFLUENTES EN CONDICIONES AERÓBICAS.....	59
4.3.1. Demanda química de oxígeno.....	59
4.3.2. Demanda biológica de oxígeno	61
4.3.3. Nitrógeno.....	63
4.3.4. Solidos totales disueltos y conductividad.....	64
4.3.5. Ortofosfato	65
4.3.6. Bacterias Coliforme totales y fecales	67
4.4. ANÁLISIS DE LA VARIANZA ANOVA.	68
4.4.1. Cálculos de la varianza concentración al 50%	70

4.4.2. Cálculos de la varianza concentración al 100%	71
--	----

CAPITULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones.....	72
5.2. Recomendaciones.....	73

CAPITULO VI PROPUESTA

6.1. JUSTIFICACIÓN	74
6.2. FUNDAMENTACIÓN	75
6.3. OBJETIVO GENERAL	76
6.3.1. Objetivo específicos	76
6.4. IMPORTANCIA	76
6.5. UBICACIÓN SECTORIAL	77
6.6. FACTIBILIDAD	77
6.7. APLICACIÓN	77
6.8. ALCANCE	77
6.9. DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA	78
6.9.1. Conformación del Equipo trabajo.....	78
6.10. ETAPAS PARA LA PROPUESTA EN LA APLICACIÓN DE UN TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES	79
6.10.1. Tratamiento primario.....	79
6.10.2. Tratamiento secundario	79
6.10.3. Tratamiento terciario.....	80
6.11. ELEMENTOS QUE CONFORMAN LAS ETAPAS DE TRATAMIENTO DE LA PROPUESTA	81
6.11.1. Tanque de aireación	81
6.11.2. Tanque de sedimentación	81
6.11.3. Equipo de inyección de aire	81
6.11.4. Sistema de retorno de lodos	81
6.12. DESCRIPCIÓN DE LOS BENEFICIARIOS.....	81

BIBLIOGRAFÍA	84
--------------------	----

ANEXOS

LISTA DE TABLAS		Página
Tabla 1	Consumo mensual de agua potable promedio en dos periodos	4
Tabla 2	Clasificación de microorganismo según fuente de carbono y energía	27
Tabla 3	Funciones fisiológicas de los principales elementos	29
Tabla 4	Intervalos comunes de temperatura para varias bacterias	30
Tabla 5	Agentes potencialmente infecciosos presentes en el agua residual	31
Tabla 6	Contaminantes de interés en el tratamiento de aguas residuales	35
Tabla 7	Limites de descarga a un cuerpo de agua marina libro VI de TULSMA (2008)	37
Tabla 8	Limites de descarga al sistema de alcantarillado publico libro VI del TULSMA (2008)	39
Tabla 9	Limites de descarga a un cuerpo de agua dulce libro VI del TULSMA (2008)	41
Tabla 10	Criterios de calidad para aguas destinadas	42

para fines recreativos libro VI del TULSMA
(2008)

Tabla 11	Criterios de calidad de aguas para fines recreativos mediante contacto secundario libro VI del TULSMA 2008	43
Tabla 12	Componentes para la preparación del efluente sintético	45
Tabal 13	Características iniciales del afluente comparativo sintético	46
Tabla 14	Condiciones operacionales para el tratamiento de aguas residuales de la ULEAM en reactores por carga usando lodos biológicos nativos en condiciones aeróbicas	52
Tabla 15	Descripción de los métodos de análisis	55
Tabla 16	Características iniciales del efluente ULEAM comparándolo con la normativa del libro VI de la TULSMA 2008 de acuerdo a los limites permisibles para su descarga	58
Tabla 17	Registro de valores DQO y DBO ₅ en fase de tratamiento con lodos aireados	60
Tabla 18	Resultados obtenidos en el experimento de remoción de Nitritos	63
Tabla 19	Resultados obtenidos en el experimento en	67

remoción de fosfatos

Tabla 20	Esquema de la ANOVA	68
Tabla 21	Esquema de formulación de los tratamientos	69
Tabla 22	Plan de aplicación en la propuesta	82
Tabla 23	Presupuesto de planta de tratamiento para la ULEAM	83

LISTA DE FIGURAS

Página

Figura 1	Efluente de ULEAM en quebrada (a) alcantarilla de salida (b) acumulación de materia orgánica	5
Figura 2	Estado de quebrada (a) erosión del suelo (b) acumulación de materia orgánica (c) bosque seco afectado (d) materia orgánica generando malos olores	6
Figura 3	Esquema del proceso de lodos activados convencional	16
Figura 4	Aireación de aguas por medio de eyección y medios superficiales	19
Figura 5	Aireadores superficiales tipo cepillo y tipo turbina	20
Figura 6	Difusores de burbujas finas	22
Figura 7	Energética y flujo de carbono en(A) respiración aeróbica (B) respiración anaeróbica	24
Figura 8	Esquema del metabolismo de los microorganismos	28

Figura 9	Efluente domestico de la ULEAM en quebrada	44
Figura 10	A) aireador con manguera conectado con piedra difusora	47
	(B) Erlenmeyer de 1000 ml con sistema de aireación	
Figura 11	Toma de muestra de lodos biológicos nativos del efluente ULEAM	48
Figura 12	Almacenamiento de las muestras de aguas residuales y lodos biológicos en refrigeración entre 3 a 4°C para el uso de los reactores	48
Figura 13	Proceso de activación de lodos biológicos mediante difusión con burbuja fina usando piedras difusoras	49
Figura 14	Obtención de lodo biológico activo aireado para el proceso con los efluentes	50
Figura 15	Colecta de muestra de agua residual en quebrada de la ULEAM	51
Figura 16	Reactores funcionando con los efluentes de ULEAM y sintético	53
Figura 17	Precipitación de los lodos biológicos activos en floculos	54
	Recolección del efluente tratado una vez terminado los	54
Figura 18	30 minutos de reposo se procede a la recolección he identificación de la muestra	

Figura 19	Característica física de los efluentes tratados, recolectados para realizar los análisis en el laboratorio	54
Figura 20	Vista periferica de la ULEAM y sus efluentes	57
Figura 21	Remoción de (DQO) de la primera y segunda etapa del tratamiento con los reactores biológicos	60
Figura 22	Remoción de la demanda biológica de oxígeno (DBO5) de la primera y segunda etapa del efluente ULEAM y sintético	61
Figura 23	Comportamiento de los nitritos (NO_2) durante la primera y segunda etapa	62
Figura 24	Comportamiento de los solidos totales disueltos (STD) versus la conductividad en el tratamiento biológico.	65
Figura 25	Comportamiento de los fosfatos (PO_4^{3-}) en la primera y segunda etapa de tratamiento	66
Figura 26	Esquema de las etapas para el tratamiento de aguas residuales.	80

DEFINICIÓN DE SIGLAS

DBO₅: Demanda bioquímica de oxígeno

DQO: Demanda química de oxígeno

STD: Solidos totales disueltos

ULEAM: Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí

MAE: Ministerio del Ambiente del Ecuador

SENAGUA: Secretaria Nacional del Agua

TULSMA: Texto Unificado para la Legislación Secundaria del Medio Ambiente

CESECCA: Centro de Servicio para el Control de la Calidad

OD: Oxigeno Disuelto

PPM: Partes Por Millón

ATP: Adenosina Trifosfato

ADP: Adenosina Difosfato

ANOVA: Analisis de la Varianza

OPS: Organización Panamericana de Salud

RESUMEN

Se realizó un estudio experimental del efluente de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí (ULEAM) en el laboratorio, con aguas residuales de la misma institución, con objetivo de evaluar el proceso de degradación de los contaminantes mediante un sistema aeróbico con reactores biológicos y lodos nativos, en dos etapas de proceso una diluida al 50% y otra usándola al 100% de concentración, en cada etapa se uso un control o (sintético),inyectando aire mediante difusores durante 24 horas como tiempo de retención hidráulica, donde se mantuvo entre 15 y 20 días para el crecimiento de los lodos activos o biomasa que permitirá la remoción de la materia orgánica en el agua residual.

En el laboratorio se logro remover materia orgánica como DQO hasta 85,19% y DBO hasta 87,75% también se logro reducir los Nitritos hasta el 98,60%, otros de los elementos importantes es el fosforo donde se obtuvo 64,10% de remoción como Ortofosfato.

Para la verificación de los resultados y comportamiento de los efluentes ULEAM y sintético se realizó un análisis de varianza con el objetivo de establecer diferencias significativas de los tratamientos usando esta herramienta estadística se estableció que el lodo biológico se comportó de igual manera para las dos etapas, depurando los contaminantes que existen en el efluente ULEAM.

ABSTRACT

An experimental study of the effluent from the Lay University "Eloy Alfaro" de Manabí (ULEAM) in the laboratory with sewage from the same institution , in order to evaluate the degradation of pollutants by an aerobic system bioreactor was performed and native sludge in two process steps a diluted 50% and another using it at 100 % concentration , at each stage a control use or (synthetic) , injecting air through diffusers for 24 hours hydraulic retention time , where it stayed between 15 and 20 days for the growth of the activated sludge or biomass enabling the removal of organic matter in the wastewater.

In the laboratory was achieved organic matter removal as COD and BOD up 85.19 % to 87.75 I was also able to reduce the nitrites to 98.60 % , other important element is the phosphorus which 64.10 % was obtained from removal as orthophosphate .

For verification of results and behavior ULEAM and synthetic effluent analysis of variance with the aim of establishing significant differences between treatments tool statistic that established that the biological sludge behaved similarly for the two stages, debugging was performed the contaminants.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo es una contribución para la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí el cual fue creada mediante ley N° 10 registrada en el registro oficial N° 313 de Noviembre 13 de 1985 como educación superior, con personería jurídica de derecho publico funcionando desde hace 29 años en la ciudad de Manta canto de la Provincia de Manabí.

Dado que el crecimiento de esta universidad ha sido progresivo en los últimos años, los sistemas colectores de las aguas servidas están propensos a colapsar por el incremento de los caudales que no realiza un buen tratamiento aumentando el riesgo a la salud y afectando al ambiente.

Los efectos negativos que causan las aguas residuales en cuerpos receptores en presencia de altas concentraciones de Nitrógeno y fósforo, traen como consecuencia eutrofización a ríos lagos y playas disminuyendo la concentración de oxígeno disuelto (Saldarriaga *et al.* 2011).

El presente estudio plantea un tratamiento biológico con lodos activos aireados a nivel de laboratorio, para la remoción de la contaminación de estas aguas, como alternativa para la preservación y conservación del medio ambiente. Se utilizara las instalaciones del laboratorio CESECCA de la misma institución el cual se realizaron ensayos para la verificación de todo el proceso experimental.

CAPITULO I

EL PROBLEMA

1.1. CONTEXTUALIZACIÓN

1.1.1. Contexto Macro

Según la Organización Panamericana de Salud (OPS) (“Mid- evaluation of wáter supply and sanitation in latin América and the Caribbean”, Abril 1997 con datos a 1995) los países de América Latina y el caribe poseen poblaciones estimadas de 468 millones de habitantes, los cuales 343 millones que habitan en zonas urbanas y 125 millones en áreas rurales. Las coberturas de los servicios de agua en zonas urbanas alcanzan el 84% y en la zonas rurales solo el 41%, lo que da una cobertura total del 73% (en saneamiento las coberturas son: Total de 69%; urbano 80% rural 40%) con base a lo anterior, más de 128 millones de habitantes no tienen acceso al agua de suministro. Se estima que menos de 10% de agua residual colectada por alcantarillado reciben tratamiento. (Cepis, 2014).

El estado actual del tratamiento de las aguas residuales domésticas municipales en el Ecuador es preocupante, salvo algunos municipios grandes que poseen alguna tecnología, no existe adecuado tratamiento; insuficiente manejo de tecnología aplicadas al tratamiento como piscinas de oxidación, pantanos o lagunas artificiales (Carlos, 2014).

En Ecuador solo el 8% de las aguas negras tienen algún nivel de tratamiento, esto debido al acelerado y desordenado crecimiento urbano y a la falta de una política de conservación de los contaminadores, de los cuerpos de agua, esta responsabilidad de municipalidad, MAE y SENAGUA como entes de regulación y control a nivel nacional (SENAGUA,2012).

Sin embargo las leyes en nuestro país que prohíben el vertido de efluentes, en gran parte no se cumplen y por otra parte son procesados inadecuadamente generando bioacumulación de metales pesados, el incremento de nutrientes provocado disminución del oxígeno en el agua, modificando el hábitat de muchas especies. (Geo Ecuador, 2014).

1.1.2. Contexto Meso

El servicio de alcantarillado sanitario es el medio masivo más efectivo para la eliminación de excretas y aguas servidas; en el país aun persiste un elevado déficit en la cobertura de este servicio, así la red de alcantarillado en la provincia de Manabí presenta deficiencias, siendo la cobertura apenas el 28.2% (ESIMGECO, 2010).

1.1.3. Contexto Micro

El cantón Manta cuenta con un sistema de alcantarillado, cuya construcción se remota al año 1973, con un periodo de vida útil de 25 años habiéndoselo concebido para una población que no alcanzaba los 100 mil habitantes. Al momento se ha superado sustancialmente el periodo de diseño para el cual fue construido y la población actual alcanza los 183.166 habitantes (Lynch, 2007).

El principal foco de contaminación, la constituye los cauces de los ríos Manta y Burro, cuyas aguas, sin embargo, al cruzar por vastas zonas públicas, por sus cauces fluyen y se estancan aguas servidas, provenientes de la población circundante que ha construido canales o tuberías directas a los cauces para evacuar sus aguas negras, además de los desechos sólidos que se arrojan en ellas (Lynch, 2007).

Los colores y olores de los ríos y afluentes que atraviesan ambas parroquias de Manta, evidencian la falta de un sistema de alcantarillado eficiente. Un centenar de conexiones clandestinas conectadas al margen del río Burro, que desemboca en el mar, son parte de las causas de la contaminación, según Leonardo Hidalgo, director de Medio Ambiente de la Municipalidad de Manta. Allí se incluyen procesadoras de pescado que arrojan aguas negras sin un tratamiento previo; pero las fallas del sistema también abarcan las pozas de oxidación, que son el sitio donde se depositan las aguas residuales provenientes de viviendas, negocios y fábricas. (El Universo, 2007)

1.1.4. Contexto Crítico

La Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí Institución de Educación Superior con personería jurídica de derecho público tiene funcionando desde hace 29 años en la ciudad de Manta provincia de Manabí.

Con el creciedo de la población estudiantil y su infraestructura en especialidades donde el incremento en el año 2013, fue de 16800, estudiantes matriculados con una cantidad de empleados de 1890, incluido los docentes, dando una cantidad de total de 18690 personas, que ingresan a la Universidad, generando grandes cantidades de residuos líquidos o aguas residuales, evacuando a los pozos anaerobios y estos pasándolos a las quebradas cercanas a la Universidad que desembocan en playas cercanas. (ULEAM, 2014).

Tabla 1. Consumo mensual de agua potable promedio en dos periodos

TIEMPO	CANTIDAD
AÑO 2012	2057,5
AÑO 2013	3440,1
Medición del mes de Agosto	2144,0
PROMEDIO TOTAL	2547,2

Elaborado por: Ing. Amado Alcívar
Fuente: Empresa de agua potable Manta

Para tratamiento de agua en esta institución se trabaja básicamente con procedimientos de tratamiento anaerobio que debido al incremento de estudiantes en los últimos años no esta debidamente dentro de los límites de la norma, poniendo en riesgo la salud de las personas dentro y fuera de sus instalaciones.

Los problemas que ocasiona este efluente son los malos olores, acumulación de materia orgánica, generada por heces fecales provocando sedimentación en la quebrada causando una gran carga microbiana generando un riesgo a la salud a las persona que vive alrededor de la universidad, estudiantes y empleados.



Figura 1. Efluente de ULEAM en quebrada (A) alcantarilla de salida (B) acumulación de materia orgánica.

La generación de los malos olores en drenajes es el resultado de descomposición microbológica de la materia orgánica contenida en el agua residual.

Muchos de los compuestos responsables de los malos olores en este tipo de agua residual son gases inorgánicos que incluyen al sulfuro de hidrogeno (H_2S) el amoniaco (NH_3) que son característicos de los procesos anaerobios (Cristes, 2001).

Otros de los daños es al medio natural que se encuentra en las áreas verdes provocando deterioro en el suelo y vegetación en caso de árboles que son característico de un bosque seco de la zona costera de Manabí dando una mala imagen al paisajismo que se encentra dentro de los predios de la universidad.



Figura 2. Estado de quebrada (A) erosión del suelo (B) efluente con acumulación de materia orgánica (C) bosque seco afectado (D) materia orgánica genera malos olores.

Aunque en nuestro país, leyes que prohíben el vertido directo de efluentes industriales sin tratamiento a las redes de alcantarillado doméstico, en gran parte

del territorio estas leyes no se cumplen y el problema se torna más complicado al momento en que estas aguas, junto con las domésticas, llegan a las plantas de tratamiento y son procesadas de manera ineficaz y arrojadas a ríos y mares.

El ingreso de estas aguas produce varios impactos, entre los más comunes esta; la bioacumulación de metales pesados, que es el paso de estos contaminantes en un eslabón a otro en la cadena trófica. El incremento de nutrientes que provoca una disminución del oxígeno en el agua modificando el hábitat de muchas especies (Geo Ecuador, 2014).

1.1.4.1. Efectos del vertido de aguas residuales no tratadas sobre el perfil costero.

La alteración de los ecosistemas costeros naturales, así como la contaminación del mar y de las aguas interiores, se debe sobre todo, al rápido incremento de la población costera, a la expansión de áreas recreativas y la concentración del desarrollo industrial en zonas litorales.

En Cuba la degradación física y ecológica y el aumento de las áreas terrestre costeras la contaminación de las aguas interiores cercanas a las costas, a partir de fuentes terrestres, se ha incrementado de forma alarmante. La mayoría de las playas y zonas de baño se encuentran en las proximidades de áreas urbanas, donde los vertimientos sin depurar, con altos contenidos de microorganismos patógenos y otros agentes contaminantes, representan uno de los principales problemas sanitarios y ecológicos de las zonas costeras. (López, 2008).

Entre los microorganismos que afectan la calidad microbiológica de las aguas costeras se encuentran bacterias autóctonas del medio marino las cuales pueden estar asociadas con infecciosas del hombre y microorganismos patógenos procedentes, por ejemplo, de las aguas residuales, que se han relacionado con indicadores de contaminación de uso convencional, como los Coliforme totales, Coliforme termo tolerantes y los estreptococos fecales.

Se resalta los altos niveles, tanto de Coliforme termotolerantes como de estreptococos fecales, detectados. La presencia de estos indicadores en concentraciones elevadas, pueden estar asociada a la existencia de microorganismos patógenos de transmisión hídrica, como *Aeromonas*, *Salmonella*, *Vibrio*, *Legionella*, entre otros, lo cual ponen en alto riesgo la salud de los bañistas en zonas costeras (López, 2008).

1.2. PROGNOSIS

La Universidad debe contar con infraestructura para el tratamiento eficiente de sus aguas residuales que cumpla con las normativas vigentes, garantizando una disposición final de aguas tratadas evitando los impactos ambientales dentro y fuera de la institución. Dando el ejemplo a la sociedad de su capacidad y del conocimiento para el desarrollo social.

En el cumplimiento del proceso de tratamiento es necesario realizar pruebas en el laboratorio para verificar el comportamiento de lodos activos aireados como alternativa en el tratamiento rápido y eficiente.

1.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿El tratamiento biológico de aguas residuales de la ULEAM, logrará reducir la contaminación hasta los límites permisibles de contaminación según la normativa?

1.3.1. Delimitación del problema

1.3.1.1. De contenido

Campo: Ambiente

Área: Laboratorio de análisis

Aspecto: Aguas residuales

1.3.1.2. Tema: Tratamiento biológico de aguas residuales de la ULEAM como alternativa para reducir su impacto ambiental sobre las playas de la ciudad de Manta.

1.3.1.3. Problema: Aguas residuales no tratadas generan acumulación de materia orgánica en quebradas y posible proliferación de enfermedades a la comunidad estudiantil y playas de Manta.

1.3.1.4. De extensión

Delimitación espacial: Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí

1.3.1.5. De tiempo

Delimitación Temporal: 2014 - 2015

1.4. JUSTIFICACIÓN

En vista que la universidad a incrementado el número de estudiantes en los últimos años y como consecuencia se han generado residuos líquidos efluentes los cuales causan un impacto ambiental como malos olores, dentro y fuera de sus instalaciones, por descomposición que se realiza usando pozos ciegos y descargándolas a una quebrada cercanas a una ciudadela y playas de la ciudad.

La existencia de diferentes clases de organismos patógenos que se encuentran en aguas residuales como; bacterias, parásitos y virus. Estos organismos patógenos excretados por el hombre son causantes de enfermedades del tracto gastrointestinal, como fiebre tifoidea y paratifoidea, disentería, diarrea y cólera. En vista de que estos organismos son altamente infecciosos, se les acusa de ser responsable de un gran número de muertes al año en zonas con escasa cobertura sanitaria, en especial en el trópico. Estudio al respecto estiman que cerca de 4500 millones de personas están o han sido infectadas por algún tipo de parasito (Crites, 2001).

De acuerdo a la normativa ecuatoriana para descarga de efluente al sistema de alcantarillado a los cuerpos de agua.

Se prohíbe toda descarga de residuos líquidos a las vías públicas, canales de río y drenaje o sistemas de recolección de aguas lluvias y subterráneas, la entidad ambiental de control de manera provisional mientras no exista sistemas de alcantarillado certificado por el proveedor del servicio como lo puede ser la

empresa de agua potable y de alcantarillado sanitario de tratamiento con un informe favorable de esta entidad para esa descarga, podrá permitir la descarga de agua residual a sistemas de recolección de aguas lluvias, por excepción, siempre que estas cumplan con las normas de descargas a un cuerpo de agua,(TULSMAS, 2008).

Entre los Criterios de calidad para aguas con fines recreativos se entiende por uso del agua fines recreativos, la utilización en la que existe:

- Contacto primario como en la natación y el buceo, incluido los baños medicinales.
- Contacto secundario como en los deportes náuticos y pesca. (Norma TULSMA 2008).

Esto en el caso de las playas donde desembocan aguas residuales de la universidad el cual también tiene sus límites permisibles para su uso.

Se ha considerado realizar un trabajo de investigación en laboratorio CESECCA de la Universidad laica “Eloy Alfaro” de Manabí, para el tratamiento con lodos biológicos nativos para la purificación de aguas residuales que están afectando el medio natural y causando malos olores en los predios universitarios.

1.5. OBJETIVOS

1.5.1. Objetivo General

Evaluar la efectividad en condiciones de laboratorio, el tratamiento biológico de aguas residuales de ULEAM como medida para reducir el impacto ambiental sobre las playas de la ciudad de Manta.

1.5.2. Objetivos Específicos

- Caracterizar desde el punto de vista físico, químico y bacteriológico, aguas residuales producidas en la ULEAM.
- Determinar el grado de biodegradación de la materia orgánica presente en los efluentes, aplicando lodos biológicos nativos en condiciones aeróbicas.
- Analizar la calidad del efluente tratado con relación a las normas ambientales vigentes para su disposición sobre el perfil marino-costero.

1.6. HIPÓTESIS

El tratamiento biológico de aguas residuales de la ULEAM, mediante el uso de lodos biológicos nativos en condiciones aeróbicas, reducirá el impacto ambiental existente en las quebradas y sobre las playas de la ciudad de Manta.

1.7. VARIABLE DE ESTUDIO

1.7.1. Variable Independiente

Tratamiento biológico aplicando lodos nativos biológicos en condiciones aerobias a las aguas residuales de la ULEAM.

1.7.2. Variable Dependiente

Niveles de contaminación de aguas residuales.

CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1. TRATAMIENTO BIOLÓGICO DE AGUAS RESIDUALES

Los procesos biológicos en tratamientos de aguas residuales estaban dirigido desde hace varias décadas a la eliminación de materias orgánicas y sólido, solo hacia finales de los años ochenta e inicios de los noventa, se dio importancia a los efectos negativos que causan en los cuerpos receptores elementos como el nitrógeno (N) y el fósforo (P).

La presencia de altas concentraciones de N y P en las masas de aguas trae como consecuencia la acelerada eutrofización de lagos y embalses y el rápido decrecimiento de la concentración de oxígeno disuelto (OD). Compuesto como N, amoníaco (NH_3) y nitrito (NO_2^-) son potencialmente tóxicos.

Para la vida acuática. La presencia de N dificulta el uso del recurso hídrico, en especial cuando se trata de sistemas de potabilización de aguas, debido a los altos costos que demanda su tratamiento y por el riesgo a la salud de la población. (Saldarriaga, 2011).

El tratamiento de aguas residuales mediante lodos activados se desarrolló por primera vez en Inglaterra en el año 1914 y actualmente es el método estándar de tratamiento de aguas residuales en los países desarrollados, tiene como objetivo la remoción de la materia orgánica en términos de DQO de las aguas residuales. Se

clasifica como un método de tratamiento biológico aerobio en suspensión, su nombre proviene de la producción de una masa activa de microorganismos contenidos en un reactor capaces de metabolizar y consumir la materia orgánica presente en el agua residual en un medio aerobio. (Julián, 2008).

Una planta de lodos activados además es un sistema de mezcla completa, el ambiente aerobio en el reactor se consigue mediante el uso de aireadores mecánicos que pueden estar ubicados en el lecho ó superficie del mismo. Al cabo de un periodo determinado de tiempo, la mezcla de las nuevas células con las antiguas se conducen hasta un tanque de sedimentación para ser separados por decantación del agua residual tratada. Una parte de la células sedimentadas se recirculan para mantener en el reactor la concentración de células deseadas, mientras que en otra parte se purga el sistema.

El empleo de lodos activos ofrece una alternativa eficiente para el tratamiento de aguas residuales ya que posee una gran variedad de microorganismos capaces de remover materia orgánica, patógena y nutriente (nitrógeno y fósforo), razón por la cual resulta un método ideal para tratar aguas residuales domésticas y municipales. La figura muestra un esquema del proceso de lodos activados convencional. (Julián, 2008).

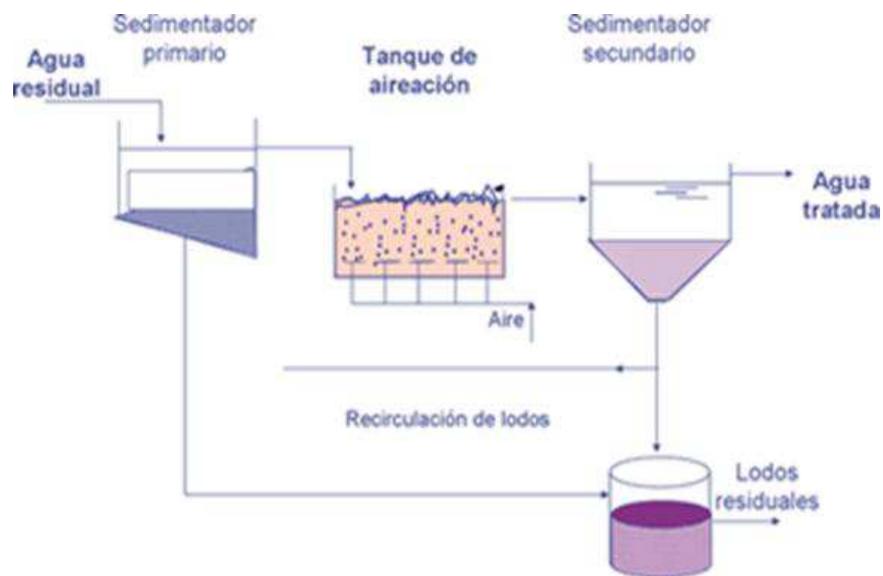


Figura 3. Esquema del proceso de lodos activados convencional fuente: (Metcalf *et al.*, 1995).

Al trabajar con biorreactores para el cultivo de microorganismos aerobios con altas demandas de oxígeno, una de las principales limitaciones ésta asociada a la transferencia de este sustrato al medio de cultivo. La transferencia de oxígeno constituye un factor muy importante en el crecimiento de los microorganismos y es variables fundamentales para el escalado y la economía de los sistemas de biosíntesis aerobia.

La concentración de oxígeno disuelto en un cultivo con microorganismos aerobios depende de la tasa de transferencia de oxígeno de la fase gas al líquido, de la velocidad de transporte del oxígeno hacía las células y de la tasa de consumo de oxígeno (OUR, oxigen up take rate) por los microorganismos para el crecimiento, mantenimiento y producción de metabolismo y estructura celulares (Galaction *et al.*, 2004)

2.1.1. Edad de los fangos

La edad del fango queda definida como el tiempo medio durante el cual los microorganismos participan en el proceso biológico aeróbico. La edad del fango se evalúa como la reacción (proporción) de la masa total de fango en el sistema respecto a la masa de fango eliminado al día. El valor de la edad de fango afecta al resultado final de purificación y el índice Mohlmann (SVI) que refleja las propiedades de la sedimentación del fango. La edad del fango puede variar ampliamente (de tres a cuarenta días), dependiendo de que tipo de configuración de la DBO y el fango presentara buenas cualidades de sedimentación. (Manual de aireación, 2014).

2.1.2. Tiempo de retención hidráulica

El tiempo de retención hidráulica define el tiempo que necesita los microorganismos para eliminar la materia orgánica soluble consumidor de oxígeno

El tiempo de retención hidráulica puede variar de 2 a 24 horas dependiendo de la composición del agua residual y del tiempo de retención considerablemente mayores que aguas residuales municipales, si el tiempo de retención esta por debajo del valor específico característicos del tiempo de proceso usado, las aguas fecales vertidas al alcantarillado pueden ser solo parcialmente purificadas

(Manual de aireación 2014).

2.2. AIREACIÓN EN DIGESTIÓN AERÓBICA

Los procesos de transferencia de gases, más importante de todos, es el que se lleva a cabo en la digestión aeróbica de la materia orgánica de las aguas residuales. Los organismos aeróbicos dependen del oxígeno para mantener los procesos metabólicos el cual generan la energía necesaria para su crecimiento y reproducción. El oxígeno al igual que todos los gases en la atmosfera, son solubles en agua en mayor o menor grado.

Los principales gases componentes del aire: oxígeno y nitrógeno tienen muy baja solubilidad ya que no reaccionan químicamente con el agua y su solubilidad está de acuerdo a la ley de Henry, que establece que la solubilidad de un gas es directamente proporcional a la presión parcial ejercida por este. El oxígeno puede ser suministrado de forma de oxígeno puro o como aire. En las plantas de tratamientos de aguas residuales, la transferencia de oxígeno se hace generalmente a través de dispositivos sumergidos, que forman pequeñas burbujas en el seno del líquido.

Cuando menor sea el tamaño de las burbujas mayor será la superficie de contacto y la difusión de oxígeno en el agua de tratamiento es más eficiente. Para incrementar aún más el coeficiente de difusión, y mejorar el aprovechamiento de oxígeno suministrado se provoca situaciones de turbulencia en el seno del líquido, con lo que el oxígeno se difunde más efectivamente. Esta agitación o turbulencia se provoca con la misma masa de aire inyectado con un medio de agitación mecánico. (Guest, 2014).

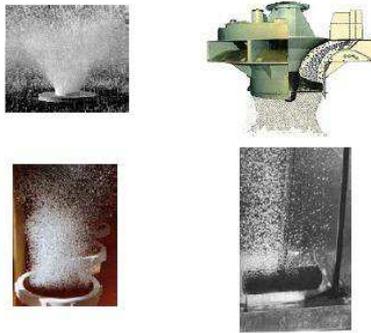


Figura 4. Aireación de aguas por medio de inyección y medios superficiales (Guest, 2014).

Existen muchos y variados sistemas de difusión de aire, cada uno de ellos con sus ventajas y desventajas. Otra alternativa para introducir grandes cantidades de oxígeno en el líquido, es por medio de aireadores superficiales, los cuales por efecto de la agitación en la superficie del reactor, rompen la masa de líquido exponiendo el agua al aire atmosférico y provocando que las pequeñas gotas formadas absorben el oxígeno del aire con el que tienen contacto.

Los aireadores mecánicos consisten de turbinas de alta y baja velocidad que se encuentran inmediatamente arriba de la superficie del líquido o flotan en éste. La agitación mecánica producida por las turbinas, además de favorecer la transferencia de oxígeno, es un excelente medio de agitación, lo cual como ya se ha indicado favorece el rendimiento en el aprovechamiento de oxígeno suministrado. (Guest, 2014).



Figura 5. Aireadores superficiales tipo cepillo y tipo turbina (Guest, 2014)

En condiciones anaerobias la aparición de productos indeseables se hace presente, por lo que es necesario suministrar el oxígeno en las cantidades que se requieran, para tener un medio anaerobio adecuado, la concentración de oxígeno en el agua debe estar entre 1 y 2 ppm, y se debe evitar puntos muertos en el reactor biológico, donde se puedan generar condiciones anaerobias.

La falta de oxígeno en el proceso biológico, es uno de los factores cruciales en el tratamiento biológico. La falta de oxígeno no únicamente causa molestia por la aparición de productos anaerobios, también, si el oxígeno es escaso, muere cierto tipo de bacterias que son muy adecuadas para el tratamiento, y se favorece la aparición de otras que son más resistentes a la falta de oxígeno, como las

bacterias filamentosas. Este tipo de microorganismo causa grandes problemas en la posterior operación de sedimentación, por lo que siempre se debe evitar. (Guest 2014).

2.2.1. Aireadores por difusión

Otra forma de suministrar aire, es por medio de difusores de burbuja. En este sistema, el aire es aspirado del medio ambiente, comprimido y conducido por tubería hasta los difusores, donde el aire es burbujado continuamente en el reactor aerobio, para mantener la concentración de oxígeno disuelto en un valor de 1-2 mg/l. Los difusores de burbuja pueden ser de tres tipos: de burbuja gruesa, de burbuja mediana y de burbuja fina.

Desde el punto de vista de transferencia de masa, los difusores de burbuja fina son los más adecuados para aprovechar más eficientemente el oxígeno suministrado, ya que pequeñas burbujas producidas en este difusor transfieren más eficientemente el oxígeno requerido en el metabolismo aerobio. (Guest, 2014).

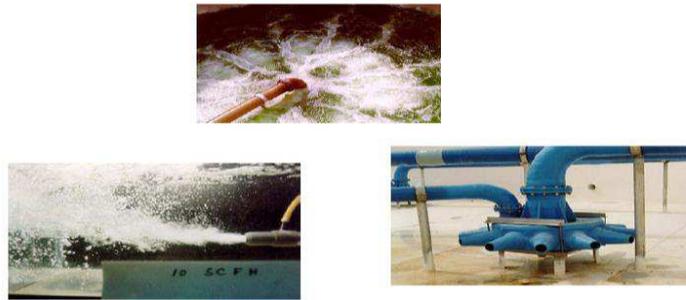


Figura 6. Difusores de burbujas finas (Guest, 2014)

2.2.2. Teoría de la difusión de gases

La teoría de la difusión gaseosa se basa en un modelo físico en el cual se considera que existe una película en la interfase aire/agua. Esta interfase es la resistencia que se tiene que vencer para que el gas pase al líquido y viceversa. Matemáticamente este concepto se puede expresar de la siguiente manera.

- Cuando mayor sea el área de superficie de la burbuja, mayor es el valor del coeficiente global de transferencia de masa.
- Para un volumen determinado de gas, mientras menor sea el tamaño de las burbujas, mayor es el área superficial.
- La turbulencia rompe más fácilmente la película de la interfase que se forma entre el líquido y el gas por lo tanto, a mayor turbulencia, mayor eficiencia en la transferencia de el gas. (Guest, 2014).

2.3. METABOLISMO DE LAS BACTERIAS

El metabolismo es el conjunto total de las reacciones químicas que tienen un lugar en la célula, y es posible gracias al flujo energético y a la aportación de las enzimas la capacidad metabólica de las poblaciones microbianas, frente a los contaminantes presentes en suelo, es el fundamento sobre el que se sustenta la tecnología de la biorremediación. Generalmente, en un ambiente con contaminación concurrente o con episodios previos de contaminación, las poblaciones microbianas autóctonas se abran seleccionado en favor de la metabolización del contaminante el cual puede ser transformado con mayor rapidez que la materia orgánica húmica del suelo (Viñas, 2005).

En el metabolismo bacteriano juega un papel fundamental el elemento aceptor de electrones en los procesos de oxidación de la materia orgánica. Este aspecto, además, tiene una importante incidencia en las posibilidades de aplicación al tratamiento de agua atendiendo a cual es el aceptor de electrones distinguiendo tres casos.

- Sistema aerobio, donde la presencia de oxígeno hace que este elemento sea el aceptor de electrones por lo que se obtienen unos rendimientos energéticos elevados, provocando importante generación de fangos, debido al alto crecimiento de las bacterias aerobias (figura 2A).
- Sistema anaerobio, donde el aceptor de electrones puede ser el dióxido de carbono o parte de la propia materia orgánica obteniéndose como producto

de esta reducción el carbono en su estado más reducido, el metano (figura 2B)

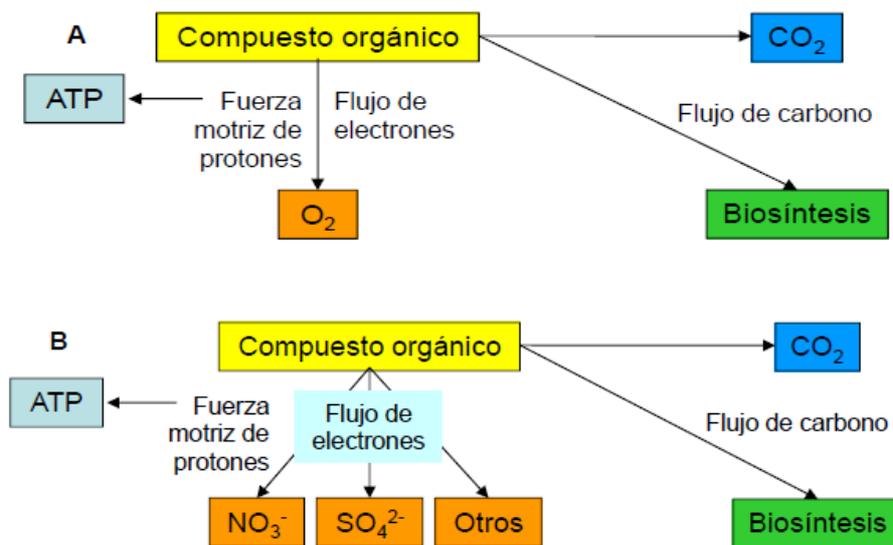


Figura 7. Energética y flujo de carbono en A. Respiración aeróbica B. Respiración anaeróbica (Madigan, 2003)

2.3.1. Importancia de las enzimas

La acción de las enzimas, catalizadores orgánicos que se encuentran dentro de las células vivientes, es de vital importancia para las reacciones catabólicas y anabólicas. Las enzimas son proteínas o proteína combinada bien sea con una molécula orgánica de bajo peso molecular. Como catalizadores, las enzimas tienen la capacidad de aumentar enormemente la velocidad de las reacciones químicas

sin alterarse. Hay dos tipos de generales de enzimas, las intracelulares y las extracelulares. Cuando el sustrato o el nutriente es incapaz de entrar en la célula. La enzima extracelular lo convierte en una forma que puede ser transportado hacia el interior de la célula. Las enzimas intracelulares participan en las reacciones anabólicas y catabólicas dentro de la célula (Crites et al., 2001).

2.3.2. Necesidades energéticas

Junto con las enzimas se necesita energía para llevar a cabo las reacciones bioquímicas en la célula. De ella se libera energía al oxidar la materia orgánica e inorgánica (reacciones catabólicas) o por medio de una reacción fotosintética. Ciertos compuestos orgánicos atrapan la energía liberada.

El compuesto de almacenamiento más común es la adenosina trifosfato (ATP). La energía capturada por este compuesto se utiliza en la síntesis, mantenimiento y movilidad de la célula. Cuando la molécula de ATP ha gastado la energía que capturo en las reacciones anabólicas que participan en la síntesis celular y en el mantenimiento de la célula, cambia a un estado de baja energía llamado adenosina difosfato (ADP).

Esta molécula de ADP puede capturar otra vez energía liberada en la descomposición de la materia orgánica o inorgánica, recobrando su estado energético como molécula de ATP. Las bacterias heterótrofas convierten sólo una porción de los desechos orgánicos en productos finales. La energía que se obtiene

de esta reacción bioquímica se utiliza en la síntesis de la materia orgánica restante en la formación de células nuevas.

A medida que la materia orgánica de las aguas residuales hace limitante, hay una reducción en la masa celular, debido a la utilización del material celular sin que sea remplazado. Si esta situación continua, al final todo lo que quedará de la célula se conoce como respiración endógena. El flujo general de energía y carbono para la respiración aerobia y anaerobia y el metabolismo Quimiolitotróficos y fototrófico, la base de la síntesis de células nuevas para los organismos quimiolitotrófico y fototrófico, es el dióxido de carbono. La energía para la síntesis de la célula proviene bien sea de la energía producida en las reacciones de óxido reducción de la luz (Crites, 2001).

Tabla 2. Clasificación de microorganismos según fuente de carbono y energía.

Clasificación	Fuente de carbono	Fuente de energía	Organismo representativo
Heterótrofos			
Quimioorganótrofos	Carbono orgánico	Reacciones orgánicas de oxidación y reducción	Bacterias, hongos, protozoos, animales
fotoheterótrofos	Carbono orgánico	Luz	Bacterias fotosintéticas
Autotróficos			
Quimiolitotróficos	CO ₂	Reacciones inorgánicas de oxidación y reducción	Bacterias
Fotoautótrofos	CO ₂	Luz	Bacterias fotosintéticas, algas y la mayoría de plantas

Fuente: (Crites et al., 2001).

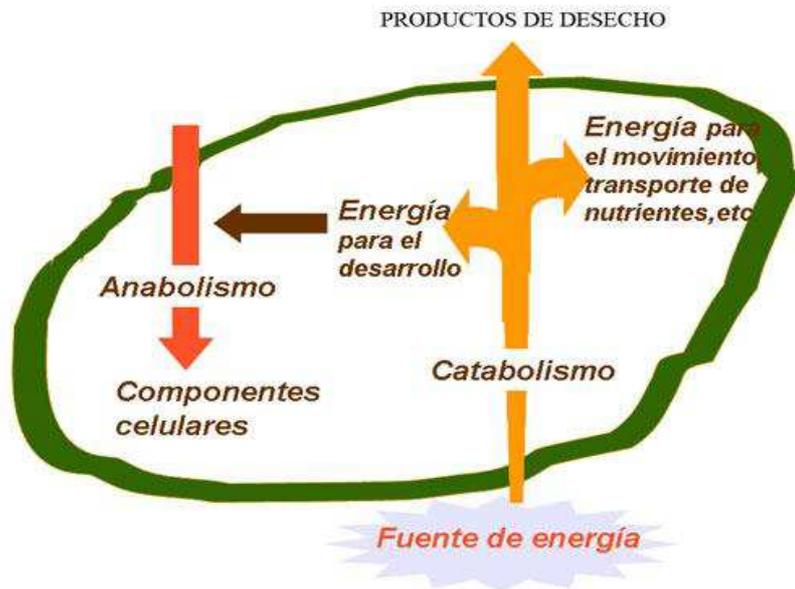


Figura 8. Esquema del metabolismo de los microorganismos (Cefa., 2008)

2.3.3. Requerimientos nutricionales

Cuando queremos hacer un microorganismo o grupo de microorganismo en laboratorio, hacemos un cultivo de estos microorganismos en condiciones artificiales. (Para su crecimiento se usan medios de cultivos: conjunto de sustancias nutritivas y condiciones determinadas que permiten el crecimiento y multiplicación de un microorganismo o grupo de microorganismos.

Para construir un medio de cultivo para un organismo o grupo dado, deben conocerse las necesidades nutritivas de los mismos. Las células microbianas tienen entre un 80% a 90% de su peso en agua, por lo que éste es un nutriente principal. El peso seco restante contiene una serie de elementos en diversas proporciones, de los cuales los principales son: H, O, C, N, P y S (Cefa, 2008)

Tabla 3. Funciones fisiológica de los principales elementos (Cefa, 2008)

Elementos	Funciones Fisiológicas
Hidrógeno	Constituyente del agua celular, materiales orgánicos celulares
Oxígeno	Constituyente del agua celular, de materiales orgánicos celulares; como O ₂ aceptor de electrones en la respiración de los aerobios.
Carbono	Constituyente de materiales celulares orgánicos
Nitrógeno	Constituyentes de proteínas, ácidos nucleicos, coenzimas
Azufre	Constituyentes de proteínas (en los aminoácidos cisteína y metionina); de algunas coenzimas(por ejemplo; Co a cocarboxilasa)
Fósforo	Constituyente de ácidos nucleicos, fosfolípidos, coenzimas
Potasio	Uno de los principales cationes inorgánicos de las células, cofactor de algunas enzimas
Magnesio	Importante catión celular; cofactor inorgánico en muchas reacciones enzimáticas, incluyendo aquellas que requieren ATP; funciona uniendo enzimas a los sustratos; constituyente de la clorofila.
Manganeso	Cofactor inorgánico de varias enzimas, a veces reemplaza al Mg
Calcio	Importante catión celular: cofactor de algunas enzimas (por ejemplo proteinasas)
Hierro	Constituyente de citocromos y otras hemo proteínas; cofactor de un cierto número de enzimas
Cobalto	Constituyente de la vitamina B ₁₂ y de sus coenzimas derivadas
Cobre	
Zinc	Constituyentes inorgánicos de enzimas especiales
Molibdeno	

2.3.4. Bacterias coliformes totales y fecales

Debido a que un gran número de enfermedades son transmitidas por vía fecal- oral utilizando como vehículo los alimentos y el agua, es necesario contar con microorganismos que funcione como indicadores de contaminación fecal. Estos deben de ser constantes abundantes y exclusivos de la materia fecal, deben tener una sobrevivencia similar a la de los patógenos intestinales y debe de ser capaces de desarrollarse extra intestinalmente. El grupo de bacterias Coliformes totales comprenden todos los bacilos gran – negativos aerobios o anaerobios facultativos, no esporulados, que fermentan la lactosa con producción de gas en un lapso de 48 h a $35 \pm 1^\circ\text{C}$. Este grupo está conformado por 4 géneros principalmente: Enterobacter, Escherichia, Citrobacter y klebsiella (Marín, 2003)

Tabla 4. Intervalos comunes de temperatura para varias bacterias

Clase	Temperatura	
	Intervalo	óptimo
Psicrofilas	-10 -20	12-14
Mesofílas	10-50	32-42
Termófilas	40-70	55-65
Hipertermofílas	70-95	80-09

Fuente: (Crites, 2001).

Tabla 5. Agentes potencialmente infecciosos presentes en aguas residuales doméstica no tratadas.

Organismo	Enfermedad	Síntomas
Bacterias		
Campylobacter jejuni	Gastroenteritis	Diarrea
Escherichia coli (enteropatógeno)	Gastroenteritis	Diarrea
Legionella pneumophila	Legionelosis	Malestar, fiebre, dolor de cabeza, enfermedades respiratorias agudas
Leptospira (150 esp)	Leptospirosis	Ictericia, fiebre (enfermedad de Weil)
Salmonella typhi	Fiebre tifoidea	Fiebre alta, diarrea, úlceras en el intestino delgado.
Salmonella (2100 esp)	Salmonelosis	Envenenamiento por comida
Shigella (4 esp)	Shigelosis	Disentería bacilar
Vibrio cholerae	Cólera	Diarrea aguada, deshidratación
Virus		
Adenovirus (31 clases)	Enfermedades respiratorias	
Enterovirus (72 clases.ej. polio y virus coxsackie)	Gastroenteritis, anomalías cardiacas, meningitis	
Hepatitis A	Hepatitis infecciosa	Ictericia, fiebre, vómito
Parvovirus (3 clases)	Gastroenteritis	
Rotavirus	Gastroenteritis	

Fuente: (Crites, 2001)

2.4. EFECTO DE LAS AGUAS RESIDUALES SOBRE EL AMBIENTE

Toda agua residual afecta en alguna manera la calidad del agua de la fuente o cuerpo de agua receptor. Sin embargo, se dice que un agua residual causa polución solamente cuando introduce condiciones o características que hacen el agua de la fuente o cuerpo receptor inaceptable para el uso propuesto de la misma (Romero, 2001).

2.4.1. Demanda química de oxígeno (DQO)

Es una prueba de la DQO es usada para medir el material orgánico presente en las aguas residuales, susceptible de ser oxidado químicamente con una solución de dicromato en medio ácido. (Cristes *et al.*, 2001).

2.4.2. Demanda biológica de oxígeno (DBO₅)

La demanda biológica de oxígeno (DBO) estima el grado de contaminación de un liquido midiendo el oxígeno necesario para la oxidación de materia orgánica presente, en aguas residuales de procesamiento de pescado y mariscos, la DBO se origina principalmente a partir de dos fuentes: a) compuestos carbonosos que pueden ser utilizados por microorganismos aerobios como sustratos y b) compuestos que contienen nitrógeno tales como proteínas péptidos y aminos volátiles. Las prueba de DBO estándar se lleva a cabo en 5 días de incubación, a una temperatura de 20° C (Tay *et al.*, 2006)

El método respirométrico, para la determinación de la DBO_5 se basa en medir a través del consumo de oxígeno la producción de CO_2 , en una botella respirométrica, se logra entre otras formas midiendo la variación de la presión en la botella, creado por el consumo de oxígeno causando por la muestra, produciendo CO_2 que se mide mediante un manómetro lo suficiente sensible. (Standard Methods, 2005).

2.4.3. Nitrógeno

El nitrógeno cuya valencia estable oscila entre -3 en el amoníaco (NH_3) y +5 en el Nitrato (NO_3^-), se encuentra en muchos estados de oxidación. El nitrógeno es necesario para la producción de aminoácidos, proteínas, enzimas, ácidos nucleídos y otros constituyentes celulares (Gómez et al., 2008).

Los iones de nitrógeno inorgánicos, amonio y nitrato se encuentran como sales muy solubles en agua; consecuentemente se distribuyen en la esfera diluida en solución acuosa, formando pequeños reservorios de reciclado activo. En las regiones de clima tropical, la temperatura y humedad favorecen una mineralización rápida y directa. Algunos microorganismos quimiolitotrofos oxidan amonio o nitrito para generar energía, mientras que otros utilizan nitrato como aceptor terminal de electrones en las vías metabólicas respiratorias, produciendo una desnitrificación que devuelve el nitrógeno gaseoso a la atmósfera. Dado que el amonio es un catión, mientras que el nitrato y nitrito son aniones, en algunos ambientes como suelos se produce una lixiviación diferencial de estos aniones nitrogenados (Atlas y Bartha, 2002).

2.4.4. Fósforo

El conocimiento del contenido de fósforo de las aguas residuales reviste interés, pues este elemento constituye un factor imprescindible para la vida de los organismos acuáticos al entrar a formar parte de su estructura. La presencia de compuestos de fósforo en cursos receptores induce el crecimiento de algas. Estos afectan de forma notable la calidad de la aguas ya que pueden ser el origen de toda una secuencia de fenómenos, dado que este elemento es el limitante para el desarrollo de estas formas de vida (Méndez y Pérez, 2007).

Tabla 6. Contaminantes de interés en el tratamiento de aguas residuales

Contaminantes	Importancia
Solidos suspendidos	Pueden ocasionar el desarrollo de depósitos de lodos y condiciones anaerobias, cuando los residuos no tratados son lanzados en el ambiente acuático.
Materia orgánica biodegradable	Compuesto principal de proteínas, carbohidratos y grasas; por lo general, se mide en términos de DBO, DQO, si es descargada sin tratamiento al medio ambiente su estabilización biológica puede llevar al consumo de las fuentes de oxígeno natural y al desarrollo de condiciones sépticas.
Microorganismos Patógenos	Existen en algunas aguas residuales y pueden transmitir enfermedades
Nutrientes	Todo el nitrógeno como el fósforo, junto al carbono, son nutrientes esenciales para el crecimiento. Cuando son lanzados en el ambiente acuático, pueden llegar al crecimiento de vida acuática indeseable. Cuando son lanzados en cantidades excesivas en el suelo, pueden contaminar también el agua subterránea.
Contaminantes importantes	Compuestos orgánicos e inorgánicos seleccionados en función de su conocimiento o sospecha de carcinogenicidad o elevada toxicidad. Muchos de esos compuestos se encuentran en las aguas residuales.
Metales Pesados	Son normalmente adicionados a los residuos de actividades comerciales e industriales, debiéndolo ser depurados si se va a reusar el agua residual.
Solidos inorgánicos disueltos	Componentes inorgánico como el calcio Sodio y sulfato, son adicionados a los sistemas domésticos de abastecimiento de aguas debido ser removidos si se va usar nuevamente al agua residual.

Fuente: (Rolim, 2000)

2.5. LEGISLACIÓN AMBIENTAL ECUATORIANA PARA LA DISPOSICIÓN DE EFLUENTES

En Ecuador, los límites permisibles, disponibles y prohibiciones para las descargas en cuerpos de agua o sistemas de alcantarillado; los criterios de calidad de las aguas para sus distintos usos; y los métodos y procedimientos para determinar la presencia de contaminantes en el agua, están establecidos en la norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes; recurso agua dicha norma tiene como objetivo principal, proteger la calidad del recurso agua para salvaguardar y preservar la integridad de las personas de los ecosistemas y sus interrelaciones y del ambiente en general, (TULSMA, 2008)

Tabla 7. Límites de descarga a un cuerpo de agua marina libro VI del TULSMA (2008).

Parámetros	Expresado como	Unidad	Límite 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
Coliforme Fecales	Nmp/100ml		Remocion > al 99,9%
Color real	Color real	Unidades de color	Inapreciable en dilución: 1/20
Cromo hexavalente	Cr ⁺⁶	mg/l	0,5
Compuestos fenolicos	Expresado como fenol	mg/l	0,2
Demanda biológica de oxígeno (5 días)	D.B.O ₅	mg/l	100
Demanda química de oxígeno	D.Q.O.	mg/l	250
Fósforo total	P	mg/l	10
Fluoruros	F	mg/l	5,0
Hidrocarburos totales de petróleo	TPH	mg/l	20
Materia flotante	Visibles		Ausencia
Mercurio total	Hg	mg/l	0,01
Níquel	Ni	mg/l	2,0
Nitrógeno kjedahl total	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

Sulfuro	S	mg/l	0,5
Organoclorados totales	Concentracion de organoclorados totales	mg/l	0,05
Organofosforados totales	Cocentracion 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

Fuente: Norma TULSMA

Tabla 8. Limites de descarga al sistema de alcantarillado público libro VI del TULSMA (2008)

Parámetros	Expresado como	Unidad	Limite máximo permisible
Aceites y grasas	Sustancias solubles en hexano	mg/l	100
Alkil mercurio		mg/l	No detectable
Acidos o bases que puedan causar contaminación, sustancias explosivas o inflamables.		mg/l	Cero
Aluminio	Al	mg/l	5,0
Arsénico total	As	mg/l	0,1
Bario	Ba	mg/l	5,0
Cadmio	Cd	mg/l	0,02
Carbonatos	CO ₃	mg/l	0,1
Caudal máximo		l/s	1.5 veces el caudal promedio horario del sistema de alcantarillado
Cianuro total	CN ⁻	mg/l	1,0
Cobalto total	Co	mg/l	0,5
Cobre	Cu	mg/l	1,0
Cloroformo	Extracto carbon cloroformo (ECC)	mg/l	0,1
Cloro activo	Cl	mg/l	0,5
Cromo hexavalente	Cr ⁺⁶	mg/l	0,5
Cromo hexavalente	Cr ⁺⁶	mg/l	0,5
Compuesto fenólicos	Expresado como fenol	mg/l	0,2
Demanda bioquímica de oxígeno (5 días)	D.B.O.	mg/l	250
Demanda química de oxígeno	D.Q.O.	mg/l	500
Dicloroetileno	Dicloroetileno	mg/l	1,0
Fósforo total	P	mg/l	15
Hierro total	Fe	mg/l	25,0

Hidrocarburos totales de petróleo	TPH	mg/l	20
Manganeso total	Mn	mg/l	10,0
Material flotante	Visible		Ausencia
Mercurio total	Hg	mg/l	0,01
Niquel	Ni	mg/l	2,0
Nitrógeno total	N	mg/l	40,0
Plata	Ag	mg/l	0,5
Plomo	Pb	mg/l	0,5
Potencial hidrógeno	de pH	mg/l	5-9
Sólidos sedimentables		mg/l	20
Sólidos suspendidos		mg/l	220
Sólidos totales		mg/l	1600,0
Selenio	Se	mg/l	0,5
Sulfatos	SO ₄	mg/l	400
Sulfuros	S	mg/l	1,0
Temperatura	°C		< 40
Tensoactivos	Sustancias activas el azul	mg/l	2,0
Tricloroetileno	tricloroetileno	mg/l	1,0
Tetracloruro de carbono	de tricloroetileno	mg/l	1,0
Sulfuro de carbono	Sulfuro de carbono	mg/l	1,0
Compuesto organoclorados (totales)	Concentracion de organoclorados	mg/l	0,05
Organofosforados y carbamatos (totales)	Concentracion de organofosforados	mg/l	0,1
Vanadio	V	mg/l	5,0
Zinc	Zn	mg/l	10

Fuente: Norma TULSMA

Tabla 9. Límites de descarga a un cuerpo de agua dulce libro VI del TULSMA (2008)

Parámetros	Expresado como	Unidad	Límite máximo permisible
Aceites y grasas	Sustancias solubles en hexano	mg/l	0,3
Alkil mercurio		mg/l	No detectable
Aldehidos		mg/l	2,0
Aluminio	Al	mg/l	5,0
Bario	Ba	mg/l	2,0
Boro total	B	mg/l	2,0
Cadmio	Cd	mg/l	0,02
Cianuro total	CN ⁻	mg/l	0,1
Cloro Activo	Cl	mg/l	0,5
Cloroformo	Extracto de carbón cloroforme	mg/l	0,1
Cloruros	Cl	mg/l	1000
Cobre	Cu	mg/l	1,0
Cobalto	Co	mg/l	0,5
Coliforme fecales	Nmp/100ml	mg/l	Remocion > al 99,9%
Color real	Color real	mg/l	Inapreciable en dilución 1/20
Compuestos fenolicos	Fenol	mg/l	0,2
Cromo hexavalente	Cr ⁺⁶	mg/l	0,5
Demanda biologica de oxígeno (5 días)	DBO ₅	mg/l	100
Demanda química de oxígeno	D.Q.O.	mg/l	250
Dicloroetileno	dicloroetileno	mg/l	1,0

Fuente: Norma TULSMA

Tabla 10. Criterios de calidad para aguas destinadas para fines recreativos libro VI del TULSMA (2008)

Parámetros	Expresado como	Unidad	Limite máximo permisible
Coliforme totales	Nmp /100ml		200
Coliforme fecales	Nmp /100ml		1000
Compuesto fenolicos	Expresado como fenol	mg/l	0,002
Oxígeno disuelto	O.D.	mg/l	No menor al 80% de concentración de saturación y no menor a 6 mg/l
Material flotante	Visible		Ausencia
Potencial de hidrógeno	pH		
Metales y otras sustancias tóxicas		mg/l	Cero
Organofosforados y carbamatos (totales)	Concentracion de organofosforados y carbamatos (totales)	mg/l	0,1 (para cada compuesto detectado)
Organoclorados totales	Concentracion de organoclorados (totales)	mg/l	0,2 (para cada compuesto detectado)
Residuos de petróleo	visibles		Ausencia
Tensoactivos	Sustancias activas al azul de metileno	mg/l	0,5
Grasas y aceites	Sustancias solubles en hexano	mg/l	0,3
Transparencia de las aguas medidas con el deisco secchi			Minimo 2,0 m
Relacion hidrógeno fósforo orgánico			15:1

Fuente: Norma TULSMA

Tabla 11. Criterios de calidad de aguas para fines recreativos mediante contacto secundario libro VI del TULSMA (2008).

Parámetros	Expresado como	Unidad	Limite máximo permisible
Coliforme totales	Nmp /100ml		4000
Coliforme fecales	Nmp /100ml		1000
Compuesto fenolicos	Expresado como fenol	mg/l	0,002
Oxígeno disuelto	O.D.	mg/l	No menor al 80% de concentración de saturación
Potencial de hidrógeno	pH	mg/l	6,5 – 8,5
Sustancias tóxicas		mg/l	Cero
Organofosforados y Carbamatos(totales)	Concentración de organofosforados y carbamatos totales	mg/l	0,1
Organoclorados (totales)	Concentracion de organoclorados totales	mg/l	0,2
Residuos de petróleo		mg/l	Ausencia
tensoactivos	Sustancias activas al azul de metileno	mg/l	0,5
Grasas y aceites	Sustancias solubles en hexano	mg/l	0,3
Sólidos flotantes	Visibles		Ausencia
Relacion hidrógeno, fósforo orgánico			15:1

Fuente: Norma TULSMA

CAPITULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

La presente investigación es de tipo evaluativa se realizó en el laboratorio CESECCA de la ULEAM, el cual cuenta con la infraestructura y equipamiento para el desarrollo de la investigación, donde se demostraran los resultados en la operación del proceso a escala de laboratorio, usando un análisis estadístico de varianza (ANOVA), para la comprobación de las diferencias significativas entre uno y otra dilución, experimentando un sistema aireado con lodos nativos en la digestión de materia orgánica en aguas residuales de la ULEAM, en dos etapas de tratamiento en el (efluente al 50 y 100%) con una repetibilidad y control.



Figura. 9 Efluente domestico de la ULEAM en quebrada

3.2. TRATAMIENTO COMPARATIVO DEL ESTUDIO

Para este estudio se utilizó un efluente sintético elaborado de acuerdo al usado por (Chacín en 1993) para tener un efluente con características químicas similares al efluente original de la ULEAM, con el objetivo de verificar el comportamiento de remoción biológica con los lodos activados aireados.

Tabla 12. Componentes para la preparación del efluente sintético

COMPUESTO	CANTIDAD
Glucosa	2 g/L
NH ₄ Cl	1,5 g/L
KH ₂ PO ₄	0,10 g/L
K ₂ HPO ₄	0,15 g/L
(NH ₄) ₂ SO ₄	0,13 g/L
MgCl ₂	0,085 g/L
(NH ₄) ₆ MO ₇ O ₂₄	40 ug/L
NiSO ₄ .6H ₂ O	500 ug/L
COCl ₂ .6H ₂ O	50 ug/L
FeCl ₂ .6H ₂ O	0,64 ug/L
H ₃ BO ₃	100 ug/L
CaCl ₂	0,04 g/L
MnCl ₂ .4H ₂ O	500 ug/L
ZnSO ₄ .7H ₂ O	500 ug/L
NaHCO ₃	1,0 g/L
CuSO ₄ .5H ₂ O	5 ug/L

Fuente: (Chacín 1993).

Tabla 13. Características iniciales del afluente sintético

Ensayos	Unidades	Resultados al 50%	Resultados al 100%	Limites de descarga al sistema de alcantarillado
pH		6,41	6,44	5 -9
DQO	mg/l	254,5	543,8	250
DBO₅	mg/l	221,5	431,3	100
Solidos totales disueltos	mg/l	1418,25	1422,5	-
Nitritos	mg/l	0,01	0,1	
Fosfatos	mg/l	14,67	13,5	-

Elaborado: Ing. Amado Alcivar

Fuente: resultados de la formulación de Chacín 1993

Después de haber preparado la formulación de Chacín, se logro comprobar que este afluente tiene similares características que componen las aguas residuales, verificando estos datos se pudo definir el afluente, el cual se compara con el efluente de la Universidad en el proceso de depuración de sus aguas negras.

3.3. COMPONENTES DE LOS REACTORES BIOLÓGICOS AIREADOS

Para el sistema aerobio aplicado en este experimento se utilizó una bomba de aire que se usa en las peceras con dos salidas de 5 w en la que se acoplaron cuatro mangueras y piedras difusoras el cual inyectan 4litros/min en cada reactor de una forma discontinua con un tiempo de retención hidráulica de 24 horas realizando una mezcla total.

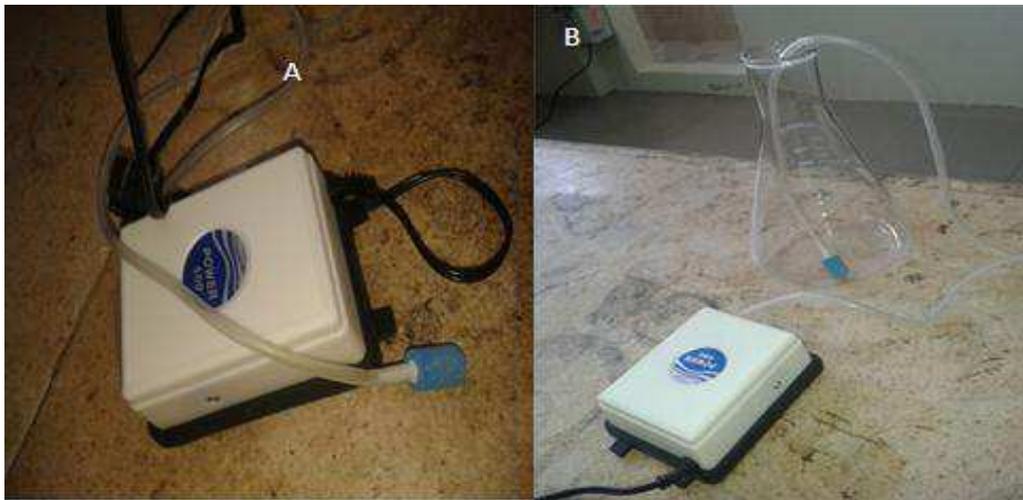


Figura 10. (A) Aireador con manguera conectado con piedra difusora (B) Erlenmeyer de 1000ml con sistema de aireación

Características de la bomba de aireación usada en el experimento

Potencia 5 w

Caudal de aire 2 x 4 litros x minuto

Dos salidas de aire

Energía 110 – 120 v

Frecuencia 60 Hz

3.3.1. Recolección y almacenamiento de lodos biológicos nativos

Los lodos usados para este experimento, fueron del propio del efluente que se encontraban en la quebrada de la ULEAM, recolectando en la parte superficial donde se encuentran los microorganismos aerobios, lo que facilita una mayor cantidad de los mismos y a alavés una rapidez en el crecimiento en los reactores.



Figura 11. Toma de muestra de lodos biológicos nativos del efluente ULEAM



Figura 12. Almacenamiento de las muestras de aguas residual y lodos biológicos en refrigeración entre 3 a 4 °C para el uso en los reactores.

3.3.2. Activación de lodos nativos aireados en reactores

Para la activación de estos lodos se utilizó el efluente sintético con los difusores, inyectando aire al biorreactor y mezclando todo, para que los microorganismos realicen su proceso de digestión, y se adapten a las condiciones. Requiriendo que su biomasa se desarrolle y así tener lodos activos y se puedan usar para los biorreactores en las dos etapas de tratamiento.



Figura 13. Proceso de activación mediante difusión con burbuja fina usando piedras difusoras.

Por otro lado, del mismo modo que es importante que las bacterias descompongan el residuo orgánico tan pronto como sea posible, también lo es el que forme un floculo adecuado, puesto que este punto constituye un requisito previo para la separación de los sólidos biológicos en la instalación de sedimentación. Se ha observado que cuando se aumenta el tiempo medio de retención celular mejoran las características de sedimentación del floculo biológico. En el caso del agua residual doméstica, los tiempos medios de retención celular necesarios para conseguir una buena sedimentación oscilan entre 3 y 4 días. Aunque se obtengan

una excelente formación de flósculos, el efluente del sistema podría contener un alto contenido de sólidos biológicos, como consecuencia de un mal diseño de la unidad de sedimentación secundaria, mal funcionamiento de los dispositivos de aireación, o por la presencia de organismos filamentosos como el Sphaerotilus, las E. coli u hongos. (Díaz 2002)



Figura 14. Obtención de lodo biológico activado aireado, floculado para el proceso con los efluentes.

Para la obtención de la biomasa se trabajó con los birreactores durante 2 semanas cambiando el efluente diariamente hasta tener el suficiente para comenzar a realizar el tratamiento con el agua residual.

3.4. EFLUENTE DE LA ULEAM

El efluente generado por la ULEAM se lo considera como un efluente de aguas residuales doméstico de origen sanitario y uso de limpieza, se descargan a el alcantarillado interno de la universidad y se depositan en pozos ciegos anaerobios para luego ser vertidos a una quebrada, sin completar su depuración, la colecta se realizo en envases plásticos y se almaceno en refrigeración de 8°C a 4°C hasta que realizar el tratamiento en los reactores biológicos.



Figura 15. Colecta de muestra de agua residual en quebrada de la ULEAM

3.5. OPERACIÓN DE LOS REACTORES

Este trabajo de experimentación se realizó en dos etapas, en la primera con dilución al 50% del efluente ULEAM con agua destilada y la segunda etapa al 100% los dos proceso culminan hasta que se establezca el tratamiento en la remoción de la materia orgánica (medida como DQO).

Se utilizó cuatro reactores. Dos tratamientos y dos controles del tratamiento con una réplica y cada uno con su respectivo control. La toma de muestra del efluente tratado se realizó cuando se cumplió con el tiempo establecido de 24 horas el tiempo de retención hidráulico, con los lodos biológicos luego se apagaron los aireadores dejando en reposo hasta que el lodo se asiente en 15 minutos, luego de eso se usa una manguera y un succionador para la extracción de todo el líquido superior.

Tabla 14. Condiciones operacionales para el tratamiento de aguas residuales de la ULEAM en reactores por carga, usando lodos biológicos nativos y en condiciones aeróbicas.

Etapa	Reactor tratamiento	Reactor control
	Proporción de efluente (%)	Glucosa (mg/L)
I	50	500
II	100	1000

Elaborado por: Ing. Amado Alcívar

3.5.1. Montaje de reactores con lodos biológicos aireados

Para el funcionamiento de los reactores se utilizaron un Erlenmeyer de 1000 ml el cual se usaron una relación 80/20, el 80% agua residual y el 20% lodo biológico nativo se procede airear mediante, piedras difusoras que mezclan el lodo con el agua residual formando un medio adecuado que les proporcione oxígeno y alimento a microorganismos aerobios, formando biomasa de lodo biológico activo.



Figura 16. Reactores funcionando con los efluentes de ULEAM y sintético

3.5.2. Muestras después del tratamiento con lodos biológicos activados

Después de terminada las 24 horas como tiempo de retención hidráulico con aireación, se procede apagar los equipos de aireación y retirar las mangueras con los difusores para dejar en reposo durante 15 minutos y se realice la precipitación de los flocúlos como se observa en las figura 17.



Figura 17. Precipitación de los lodos biológicos activado en floculo.



Figura 18. Recolección del efluente tratado una vez terminado los 30 minutos en reposo se procede a la recolección he identificación de la muestra



Figura 19. Características físicas de los efluentes tratados, recolectados para realizar los análisis en el laboratorio.

Tabla 15. Descripción de los métodos de análisis

Parámetro	Etapa	Método
Demanda Biológica de Oxígeno	Alimentación Final de etapa Aerobia	5200B Método DBO 5 días 20°C
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	Alimentación Final de etapa Aerobia	5220D Reflujo cerrado
Nitrógeno Total	Alimentación Final de etapa Aerobia	4500-N Método Kjeldahl
Nitrito (N-NO₂)	Final de etapa Aerobia	4500 – NO ₂ Método Colorimétrico
Fósforo (Ortofosfato)	Final de etapa Aerobia	4500-P Colorimétrico
pH	Alimentación Final de etapa Aerobia	Método Electroquímico
Conductividad	Alimentación Final de etapa Aerobia	Método Electroquímico
Heterótrofas	Alimentación Final de etapa Aerobia	Método de conteo estándar en placas
Coliforme totales	Alimentación Final de etapa Aerobia	Standard methods 9221 A
Coliforme Fecales	Alimentación Final de etapa Aerobia	Standard methods 9221 A

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LA ULEAM

La Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabi se encuentra ubicada en la ciudad de Manta al sur oeste de la provincia de Manabi, esta ciudad cuenta con 248,473 habitantes es un cantón industrial pesquero y comercial. Este cantón cuenta con una universidad la cual se encuentra ubicada de acuerdo a las cordenas 7indicadas. Latitud: 0⁰ 57 12, 24”S Longitud: 88⁰ 44 44, 49” O

De acuerdo a los datos obtenidos por el programa google earth tambien se evidencia dos efluentes que salen de la ULEAM uno con una distancia de 483 metros en dirección sur oeste colidando con la ciudadela Lomas de Barbasquillo, acumulando el efluente y el otro efluente al oeste con una distancia de 1082 metros colidando con la ciudadela universitaria y desembocando a las playas de la ciudad.(Google Earth)



Figura 20. Vista periferica de la ULEAM y sus efluentes

4.2. CARACTERÍSTICA DEL EFLUENTE INICIAL GENERADO POR LA ULEAM

En la Tabla 16 se indica los análisis físicos químicos y microbiológicos del efluente ULEAM caracterizando de esa manera el efluente a estudiar comparándolos con la normativa del libro VI de la TULSMA 2008 de acuerdo a los límites permisibles para su descarga.

Tabla 16. Características iniciales del efluente ULEAM comparándolos con la normativa del libro VI de la TULSMA 2008 de acuerdo a los límites permisibles para su descarga.

Ensayos	Unidades	Resultados	Límites de descarga al sistema de alcantarillado	Límites de descarga a un cuerpo de agua marina
pH		8,10	5 -9	6-9
Temperatura	°C	26,25	< 35	< 35
DQO	mg/l	389,21	250	250
DBO ₅	mg/l	284,92	100	100
Sólidos totales	mg/l	7456,58	1600	-
Sólidos totales disueltos	mg/l	6818,99	-	-
Sólidos suspendidos totales	mg/l	177,58	100	100
Fosfatos	mg/l	7,97	-	-
Conductividad	ms/cm	7,35	-	-
Nitrógeno kjedahl	mg/l	86,31	40	40
Alcalinidad	mg/l	614,7	-	-
Cloruro	mg/l	1578	1000	-
Coliforme totales	NMP/100ml	$1,4 \times 10^8$	Remoción > al 99.9%	Remoción > al 99.9%
Coliforme fecales	NMP/100ml	$4,6 \times 10^6$	Remoción > al 99.9%	Remoción > al 99.9%
Bacterias heterótrofas	UFC/ML	15×10^5	-	-

Elaborado: Ing. Amado Alcívar

Fuente: resultados de los primeros ensayos

Comparando los resultados de la tabla 16, con la Legislación Ecuatoriana tenemos que los parámetros como DQO, DBO₅, Sólidos totales, sólidos suspendidos, nitrógeno, y parámetros como microbiológicos, están fuera de los límites de la normativa tanto en aguas vertidas al sistema de alcantarillado como a fuentes marinas, de acuerdo a estos antecedentes es necesario aplicar tecnología con lodos nativos para así reducir los impactos ambientales dentro y fuera de la ULEAM.

4.3. RESULTADOS DEL TRATAMIENTO BIOLÓGICO DE LOS EFLUENTES EN CONDICIONES AERÓBICAS

4.3.1. Demanda química de oxígeno

Durante el tratamiento biológico en las dos fases se lograron remociones, en DQO de acuerdo a la tabla 15 en la fase I el 81.50% y la fase II al 85.19 % con valores iniciales de DQO de 450 mg/l a 60 mg/l considerando que la etapa I de menor carga orgánica, el lodo se adaptó de una mejor forma degradando la materia orgánica desde el quinto día de tratamiento. Mientras que en la segunda etapa se comportó de una forma proporcional de la concentración logrando una estabilización después de los diez días de tratamiento con los lodos biológicos, mostrando ser un tratamiento capaz de adaptarse a las fluctuaciones de materia orgánica en agua residual.

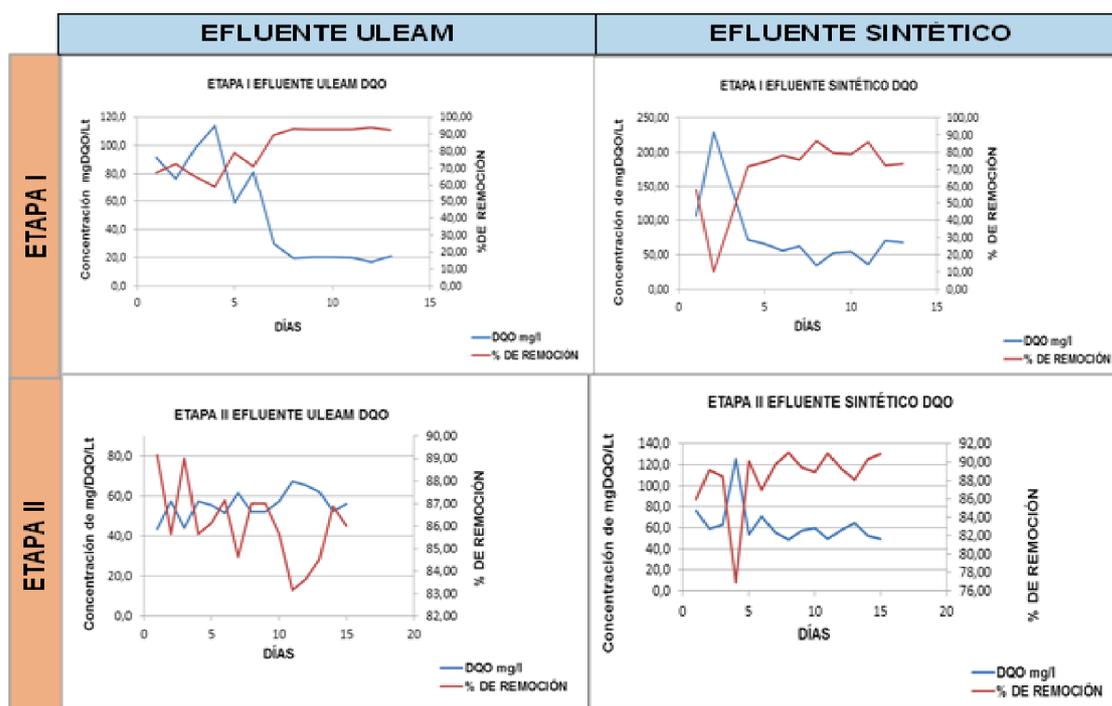


Figura 21. Remoción de (DQO) de la primera y segunda etapa del tratamiento con los reactores biológicos.

Tabla 17. Registro de valores DQO y DBO en fase de tratamiento con lodos aireados

Ensayo	Fase I		Fase II	
	Entrada	Salida	Entrada	Salida
DBO ₅ Máximo	215	60	380	45
DBO ₅ Mínimo	209	10	112	20
DBO ₅ Promedio	211	28,9	291,36	35,7
Desviación estandar	4,24	20,3	79,71	6,6
% de remoción DBO ₅	85,90		87,75	

Ensayo	Fase I		Fase II	
	Entrada	Salida	Entrada	Salida
DQO Máximo	289	113	471	76
DQO Mínimo	274	17	380	44
DQO Promedio	279,25	51,4	400,47	59,3
Desviación estandar	6,85	36,2	79,42	9,4
% de remoción DQO	81,59		85,19	

Elaborado por: Ing. Amado Alcívar
Fuente: Resultados del experimento

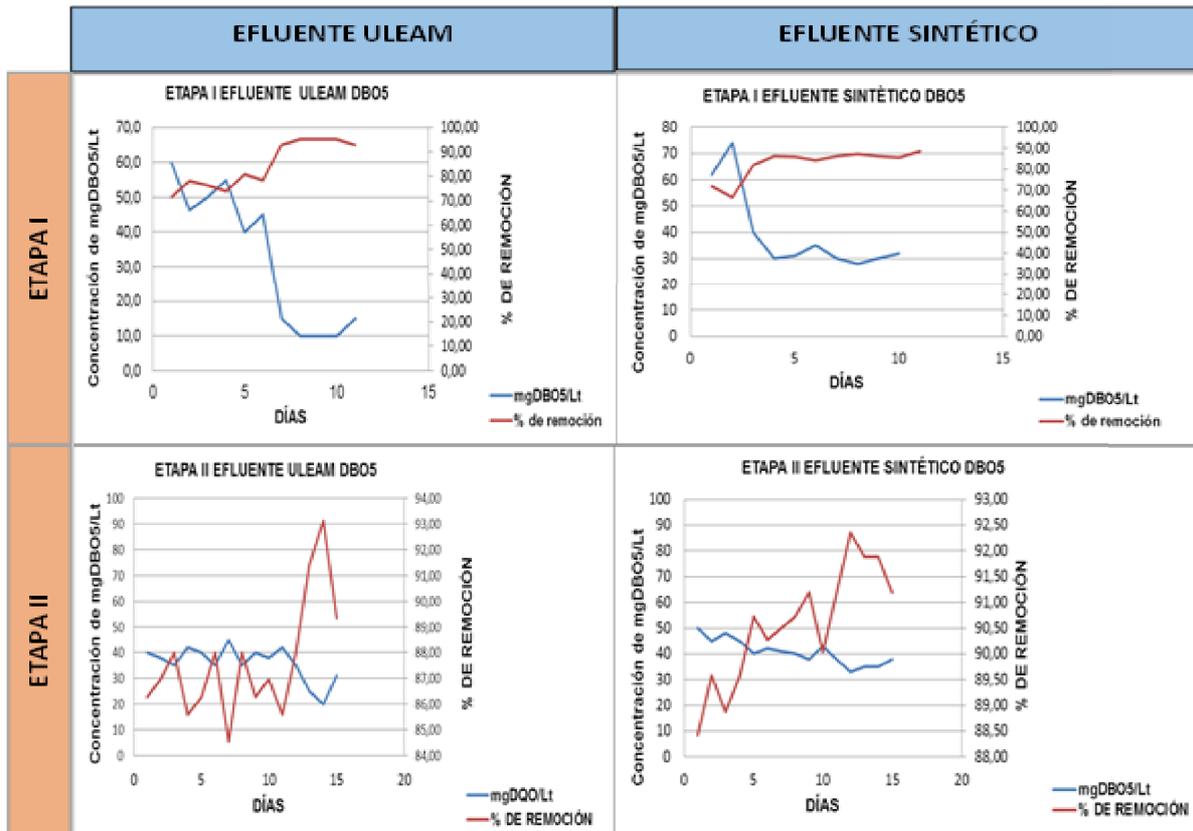


Figura 22. Remoción de demanda biológica de oxígeno (DBO_5) de la primera y segunda etapa del efluente ULEAM y el efluente sintético.

4.3.2. Demanda biológica de oxígeno

El comportamiento que se tuvo en la degradación de materia orgánica, como DBO_5 fue proporcional a la concentración del agua residual evidenciando, en la grafica su proceso de remoción pasando los cinco y diez días hasta estabilizarse mejorando de su eficiencia en remoción de 85.9 % a 87,75 %, se puede observar en la gráfica también que pasando las 10 días hay picos que superan el 90% de remoción demostrando su capacidad depuradora.

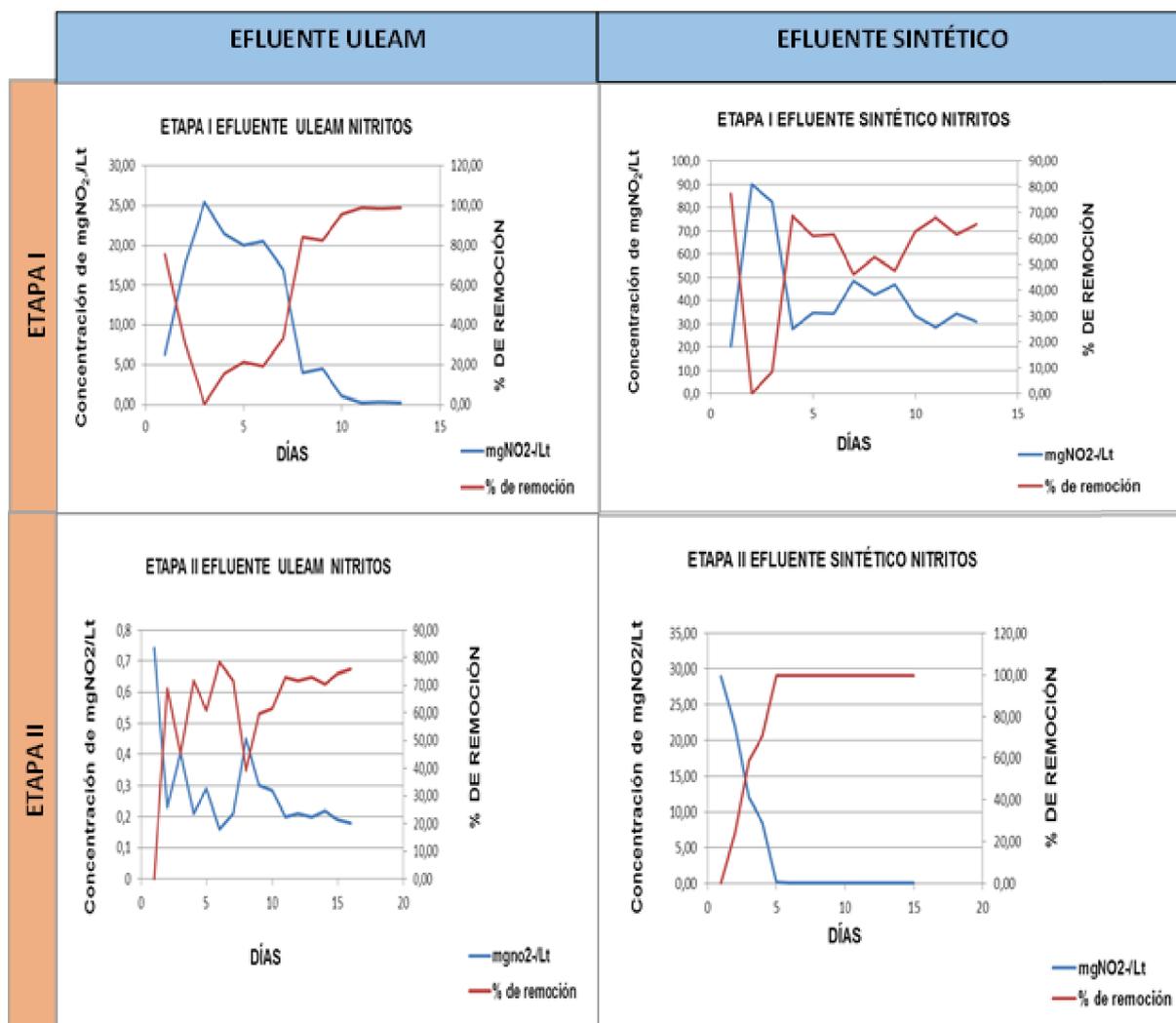


Figura 23. Comportamiento de los nitritos (NO₂) durante la primera y segunda etapa.

4.3.3. Nitrógeno

De acuerdo a la figura 23 se pudo apreciar que el nitrógeno sufrió su transformación por efectos de la oxidación biológica evidenciado en la tabla 16 de las características iniciales del efluente ULEAM el cual, presento un valor de 86,31mg/l de nitrógeno total, también verificando al inicio del tratamiento la concentración de nitrito del efluente ULEAM con una cantidad de 0.1 mg NO₂/l antes del proceso. Durante el tratamiento tubo un máximo de transformación de 25 mg NO₂/l subiendo su concentración de nitrito, por efecto de la oxidación biológica, luego del día 7 se produjo una reducción del 0,2 mg/l evidenciado su remoción y la efectividad de los lodos activos tanto en el efluente ULEAM y sintético como se muestra en la tabla 18 de resultados durante el tratamiento.

Tabla 18. Resultados obtenidos en el experimento en remoción del nitrito

Ensayo	Fase I		Fase II	
	Entrada	Salida	Entrada	Salida
Nitritos NO ₂ Maximo	25	4,5	25	0,2
Nitritos NO ₂ Minio	6,3	0,26	0,74	0,16
Promedio	15,65	2,38	12,87	0,18
Desviación estandar	13,22	3,00	17,15	0,03
% de remoción Nitritos	84,79		98,60	

Elaborado por: Ing. Amado Alcívar
Fuente: Datos resultado del experimento

La nitrificación está basado en dos procesos acoplados: primero, el NH_4^+ es oxidado a hidroxilamina (NH_2OH) y NO_2^- , mediante el proceso de nitrificación por bacterias oxidadoras de amonio (Ej. Nitrosomonas y nitrosolobus). Luego, el NO_2^- es oxidado a NO_3^- por bacterias oxidadoras de nitrato (Ej. Nitrobacter y Nitrosococcus), mediante una reacción conocida como nitratación (Cervantes *et al.* 2000).

4.3.4. Sólidos totales disueltos y conductividad

Los valores de la grafica 24 se verifican el comportamiento de los sólidos totales disuelto y la conductividad, en este ultimo depende mucho a la cantidad de sólidos disuelto en el agua residual, en los sólidos totales disueltos se logro tener una remoción del 50% entre valores promedios de 6800 a 3700 mg/l mientras que en la conductividad no se obtuvo una diferencia significativa en la reducción de la misma dando entender que se mantuvieron mientras no cambie la cantidad de solidos. La normativa no contempla los valores máximo permisible para descargarlos a un ambiente natural.

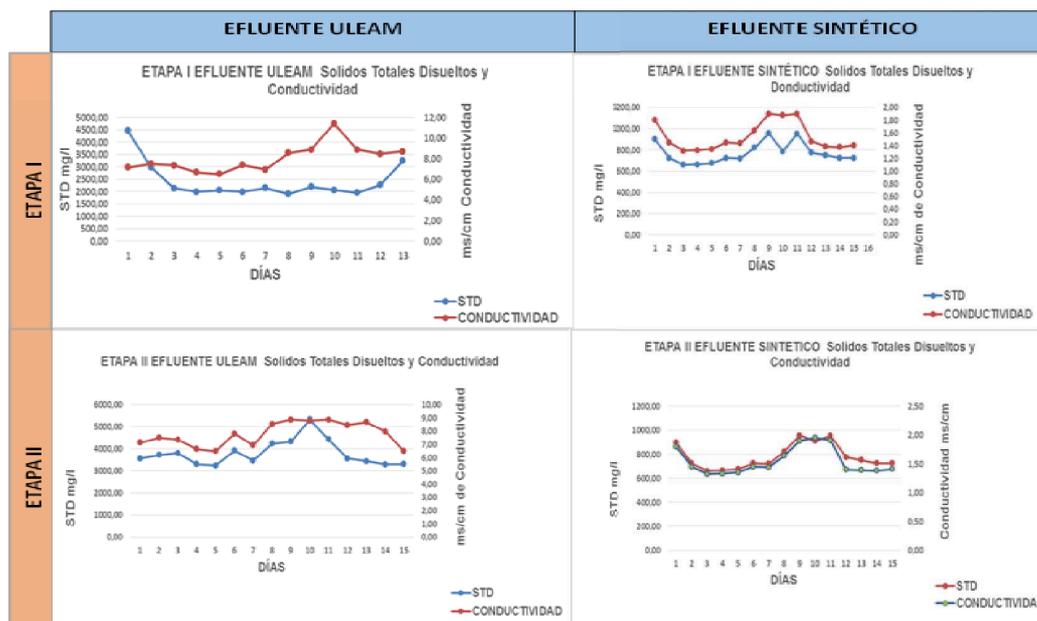


Figura 24. Comportamiento de los solidos totales disueltos (STD) versus la conductividad en el tratamiento biológico.

4.3.5. Ortofosfato

La concentración de Ortofosfato de acuerdo a la figura 25, en el efluente ULEAM se comportó muy variante en la primera etapa, no logro remover lo suficiente ya que los microorganismos no metabolizaban el sustrato, mientras que en la segunda etapa después de aproximadamente 20 días de empezar el tratamiento se evidenció en la gráfica una reducción en la concentración del Ortofosfato logrando remover desde el quinto día de la segunda etapa el 70% en el efluente ULEAM y de la misma forma el sintético.

Según Van Haandel y Marais (1999) la utilización del fosfato es hecha a través de la quiebra de las ligaciones de ATP para luego darse la absorción del sustrato (principalmente ácidos grasos Volátiles), como resultado de la concentración de fósforo soluble en medio líquido aumento al finalizar la etapa anaerobia, siendo el

substrato adsorbido, almacenado en el interior de la célula bacterianas hasta que fue utilizado en la próxima etapa aerobia, donde las bacterias oxidaron la materia orgánica almacenada bajo la forma de poli-hidroxi-butirato(PHB), en paralelo, las mismas bacterias reconstruyen el ATP removiendo entonces el fósforo soluble del agua residual, siendo el factor más importante durante la etapa aerobia que las bacterias logran almacenar 44% de fosfato durante la fase III,(Cardenas et al.,2012).

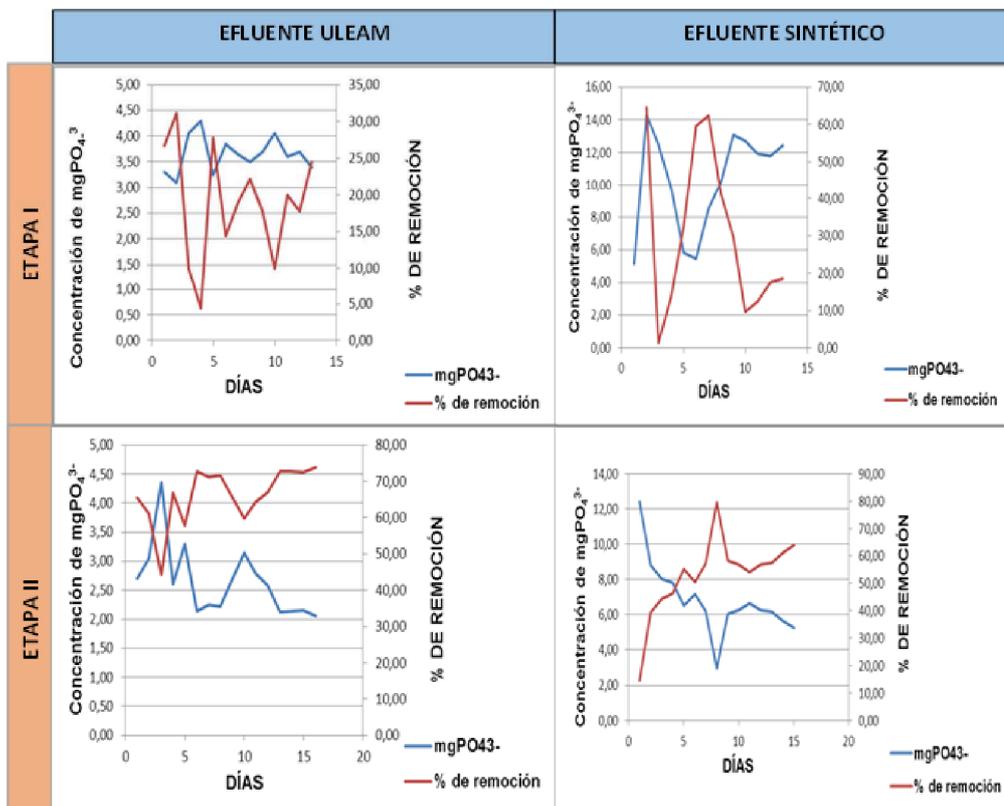


Figura 25. Comportamiento de fosfatos (PO₄³⁻) en la primera y segunda etapa de tratamiento

Tabla 19. Resultados obtenidos en el experimento en remoción de fosfatos

Ensayo	Fase I		Fase II	
	Entrada	Salida	Entrada	Salida
ortofosfato Maximo	4,5	4,05	7,8	3,55
Ortofosfato Minio	4,5	3,1	7,8	2,05
Promedio	4,5	3,575	7,8	2,8
Desviación estandar	0,00	0,67	0,00	1,06
% de remoción Ortofosfato	20,56		64,10	

Elaborado por: Ing. Amado Alcívar

Fuente: Datos Resultado del Experimento

4.3.6. Bacterias Coliforme totales y fecales

Con respecto a los Coliforme fecales hubo una disminución de sus valores pero no se cumplió con la normativa (libro VI del TULSMA 2008) ya que el tratamiento realizado solo oxido la materia orgánica y no se realizo desinfección evidenciando que los microorganismos fecales y totales permanecen después del tratamiento.

La supervivencia de bacterias Coliforme en agua esta regulada por factores ambientales como pH, temperatura, disponibilidad de nutrientes, entre otras (Hong *et al.*, 2010; Santiago-Rodríguez *et al.*, 2010)

4.4. ANÁLISIS DE LA VARIANZA ANOVA.

En este estudio permitió determinar el comportamiento de los lodos activos frente a las diferentes concentraciones de agua contaminada, de acuerdo a los datos obtenidos en el laboratorio donde se usaron los valores de la DQO de las dos concentraciones una al 50% y la otra al 100% comparándolo con un sintético.

Analizando en cada etapa su efectividad, usando el ANOVA análisis de la varianza de un factor y lograr determinar la variabilidad o no de la variable respuesta de los factores.

Tabla.20 Esquema de la anova

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Media cuadrática	F
Tratamiento	SST	$K - 1$	$SST/(K - 1) = MST$	MST/MSE
Error	SSE	$n - K$	$SSE/(n - k) = MSE$	
Total	SST	$n - 1$		

Fuente: (Humberto Gutiérrez *et al.*2008)

Donde:

SST = Suma de cuadrados de tratamiento

SSE = Suma de cuadrado de erros

K = Número de tratamiento

n = Número de observaciones

MST = Media cuadrática de tratamiento

MSE = Media cuadrática de error

Tabla.21 Esquema de formulación de los tratamientos

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Media cuadrática	F
Tratamiento	$SST = \sum \left(\frac{T^2}{nc} \right) - \frac{(\sum x)^2}{n}$	K - 1	$SST / (K - 1) = MST$	MST/MSE
Error	SSE = ss total - sst	n - K	$SSE / (n - k) = MSE$	
Total	$SST = \sum (x)^2 - \frac{(\sum x)^2}{n}$	n - 1		

Fuente: (Humberto Gutiérrez *et al.*2008)

4.4.1. Cálculos de la varianza concentración al 50%

DQO		
DÍAS	ORIGINAL	SINTETICO
1	89,67	109,67
2	71,33	276,33
3	103	123
4	118	64
5	54,67	63
6	84,67	64,67
7	29	63
8	20	32
9	20	60
10	20	55
11	20	38
12	16	69
13	20	70
SUMA	666,34	1087,67
PROMEDIOS	51,26	83,67
MEDIA GLOBAL	67,46	

SST	
493,20	1781,52
14,96	43625,87
1262,95	3084,48
2554,10	11,98
163,63	19,91
296,12	7,79
1479,32	19,91
2252,63	1257,55
2252,63	55,68
2252,63	155,30
2252,63	868,00
2648,33	2,37
2252,63	6,44
SST=	71072,59

SCE	
1475,56	676,16
402,93	37119,06
2677,35	1547,09
4454,64	386,79
11,65	427,12
1116,43	360,88
495,37	427,12
977,00	2669,47
977,00	560,12
977,00	821,79
977,00	2085,47
1243,05	215,12
977,00	186,78
SCE=	64244,94

SCTR	
3413,82633	3413,82633
SCTR=	6827,65

Planteamiento de la hipótesis

$$H_0: \mu_1 = \mu_2$$

$$H_1: \mu_1 \neq \mu_2$$

Fuente de Variación	Suma de los Cuadrados	Grados de Libertad	Media de los Cuadrados	Relacion F
SCTR	6827,65	1	6827,65265	2,55060801
SCE	64244,94	24	2676,87258	
TOTAL	71072,59	25		

Definición

Si $FC > FT$, Se rechaza H_0

Ftalfa $0.05(1,24) = 4,26$

$$FC = 2,55$$

Como $FC < FT$ No se rechaza H_0

Conclusión

Se acepta la hipótesis nula, es decir que todas las medias son iguales,

indicando que no existe diferencia significativa por lo tanto el tratamiento actúa de la misma forma en ambas muestras

4.4.2. Cálculos de la varianza concentración al 100%

DQO		
DÍAS	ORIGINAL	SINTETICO
1	47	76
2	60	60
3	45	60
4	60	124
5	63	57
6	55	73
7	69	65
8	53	57
9	61	60
10	55	62
11	65	50
12	70	55
13	64	65
14	55	50
15	67	46
SUMA	889	960
PROMEDIOS	59,27	64,00
MEDIA GLOBAL	61,63	

SST	
214,13	206,40
2,67	2,67
276,67	2,67
2,67	3889,60
1,87	21,47
44,00	129,20
54,27	11,33
74,53	21,47
0,40	2,67
44,00	0,13
11,33	135,33
70,00	44,00
5,60	11,33
44,00	135,33
28,80	244,40
SST=	5732,97

SCE	
150,47	144,00
0,54	16,00
203,54	16,00
0,54	3600,00
13,94	49,00
18,20	81,00
94,74	1,00
39,27	49,00
3,00	16,00
18,20	4,00
32,87	196,00
115,20	81,00
22,40	1,00
18,20	196,00
59,80	324,00
SCE=	5564,93

SCTR	
84,0166667	84,0166667
SCTR=	168,03

Planteamiento de la hipótesis

$$H_0: \mu_1 = \mu_2$$

$$H_1: \mu_1 \neq \mu_2$$

Fuente de Variacion	Suma de los Cuadrados	Grados de Libertad	Media de los Cuadrados	Relacion F
SCTR	168,03	1	168,033333	0,84546086
SCE	5564,93	28	198,747619	
TOTAL	5732,97	29		

Análisis de varianza de un factor

Definición

Si FC > FT, Se rechaza H0

FT alfa 0.05 (1,24) = 4,19

FC = 0,84

Como FC < FT No se rechaza H0

Conclusión

Se asesta la hipótesis nula, es decir que todas las medias son iguales,

indicando que no existe diferencia significativa por lo tanto el tratamiento actúa de la misma forma en ambas muestras

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

Al realizar análisis físicos, químicos y Microbiológicos en el laboratorio, del estado de las aguas residuales de la Universidad se logró verificar en la tabla 16 las características iniciales del efluente que esta fuera de los límites permisibles de la norma Ecuatoriana tanto físicos, químicos y microbiológico provocando un impacto al ambiente notándose que el efluente no tiene un buen tratamiento.

En el experimento de laboratorio, se aplicó un tratamiento al efluente, de la ULEAM donde se empleo un sistema aerobio con lodos activados nativos, en la cual se usaron dos etapas de cargas, una al 50% y la otra sin dilución (cruda), esto fue con el objetivo de adaptación de los lodos activos para comprobar su efectividad en la remoción de materia orgánica en aguas domésticas.

En el laboratorio se logro remover materia orgánica como DQO hasta 85,19% y DBO hasta 87,75% también se logro reducir los Nitritos hasta el 98,60% según tabla 18, otros de los elementos importantes es el fósforo donde se obtuvo 64,10% de remoción como Ortofosfato. Usando un tiempo de retención de 24 horas en cada etapa durante 15 a 20 días y comparando la efectividad con un sintético con características similares al del agua residual doméstica.

Se demostró a través del análisis de varianza, que no existe diferencia significativa logrando entender que la efectividad de los lodos aireados funciona de la misma manera en cada una de las etapas hasta estabilizar los parámetros y cumpliendo por debajo de la normativa Ecuatoriana TULSMA, para descargas de agua tratada al alcantarillado.

5.2. RECOMENDACIONES

- Usar el sistema de lodos activados como alternativa para el tratamiento de aguas residuales domésticas en la ciudadela aledaña a la universidad
- Comprobar el porcentaje de remoción con menores tiempos de retención hidráulica en este tipo de tratamiento.
- Experimentar con este tipo de método en aguas residuales para la industria pesquera ya en la ciudad de Manta, es su principal actividad.

CAPITULO VI

PROPUESTA

Implementar una planta de tratamiento con el uso de lodos activados permanente de aguas residuales de la Universidad, que permitirá contribuir a la reducción del impacto ambiental de las playas de Manta.

6.1. JUSTIFICACIÓN

Con los resultados que se obtuvieron en el estudio de laboratorio se logra demostrar la eficiencia del sistema de depuración de aguas residuales domesticas, que servirá como criterio en el diseño de una mejor infraestructura para el tratamiento de las aguas residuales de la ULEAM, el cual lograría reducir los impactos ambientales generados por la actividad educativa.

6.2. FUNDAMENTACIÓN

La Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí creada el 13 de Noviembre de 1985 como institución de educación superior con carácter humanista de clara concepción laica en materia educativa.

En este contexto concibe su oferta académica con la más amplia diversidad, a efectos de responder a las diferentes aspiraciones de los jóvenes que desean seguir una carrera universitaria. (ULEAM 2012).

La Universidad cuenta con 47 facultades de las diferentes especialidades y con una afluencia de estudiantes matriculados en el año 2013 de 16800 y una cantidad empleados y docentes entre 1890 personas. (ULEAM 2102)

Con este historial, la institución creada hace 28 años muestra un crecimiento muy importante, el cual genera una gran demanda de consumo de agua potable transformándola en aguas residuales, que actualmente genera un impacto ambiental dentro y fuera de sus instalaciones.

Con estos antecedentes se logra tener elementos de juicio que permita tomar decisiones de mejoramiento para bien de la comunidad estudiantil y turista de las playas de la ciudad de Manta.

6.3. OBJETIVO GENERAL

Aplicar un modelo de proceso, considerando mejoras en la infraestructura y en el tratamiento del agua residual de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí.

6.3.1. Objetivo específicos

- Implementar la planta de tratamiento, usando el sistema de lodos activados de acuerdo al estudio que permita disminuir los niveles de DQO a menos de 250 mg/l, DBO₅ menos de 100 mg/l, SST menos de 100 mg/l, acorde con las normas TULSMA 2008 que permitirá disponer de aguas tratadas, ya sea para su reutilización en riegos agrícolas o emisiones a cuerpos de agua receptores, sin ningún riesgo de contaminación.
- Garantizar un efluente libre de gases indeseables y tóxicos como por ejemplo metano, amoníaco y sulfhídrico que son los que producen malos olores afectando con esto al medio ambiente, y la salud de los moradores.

6.4. IMPORTANCIA

Esta propuesta es de gran importancia ya que evitará los riesgos a la salud como enfermedades, que pueden afectar a la comunidad estudiantil, de las personas que laboran en la Universidad y también al turismo de la ciudad de Manta con sus playas.

Con esta propuesta se demostrará la responsabilidad que tiene esta institución con los recursos que usa, devolviéndolos a la naturaleza sin riesgo al hombre y al ambiente natural.

6.5. UBICACIÓN SECTORIAL

La Universidad “Laica Eloy Alfaro” de Manabí esta ubicada en el kilometro 1 1/2 vía san Mateo ciudadela universitaria, la estimación de la planta de tratamiento estará ubicada en un lugar accesible que disponga la Universidad.

6.6. FACTIBILIDAD

De acuerdo a la necesidad sanitaria que se tiene, esta universidad cuenta con una estructura organizacional de recursos humano y económico para llevar a cabo los objetivos y priorizar la inversión teniendo factibilidad de esta propuesta.

6.7. APLICACIÓN

Este proyecto será aplicado para todas las aguas residuales domésticas de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí para su tratamiento.

6.8. ALCANCE

Esta propuesta abarcara el tratamiento de 153 m³ diarios aproximados de aguas residuales generada por la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí de la ciudad de Manta, que permitirá tener una estructura de duración de 20 a 30 años para luego se puede extender el mismo modelo a las extensiones ubicadas en los cantones de la Provincia de Manabí.

6.9. DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA

En esta propuesta se establecerá socializar y organizar con el objeto de vincular a las autoridades de la Universidad, para su conocimiento y realización del proyecto tomado en cuenta el estudio realizado a nivel de laboratorio, que permitirá plantear técnicamente el diseño de un nuevo proceso de tratamiento, con el fin de evitar el impacto ambiental y riesgo a la salud y sus alrededores.

6.9.1. Conformación del Equipo de trabajo

Para iniciar con el proceso de Planificación es indispensable contar con un esquema de trabajo estructurado que nos permita involucrar a todo el equipo de técnico de la universidad y administrativo para ejecución del proyecto.

6.9.1.1. Comité Ejecutivo. El grupo de profesionales encargados de coordinar las distintas actividades y velar por el cumplimiento de todas ellas. Con la participación de dos autoridades de la universidad.

6.9.1.2. Equipo Técnico. Encargado de la organización del conjunto de actividades previstas para el desarrollo del trabajo, de la producción de los materiales técnicos utilizados en las discusiones de cada etapa

6.9.1.3. Reconocimiento general del Área de Estudio. En esta etapa se procederá a recopilar, analizar y evaluar la información existente para conocer el estado de uso y ocupación del suelo, las condiciones ambientales del lugar, y el entorno circundante.

6.10. ETAPAS PARA LA PROPUESTA EN LA APLICACIÓN DE UN TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

Consiste en etapas físicas, químicas y biológicas que tiene como objetivo eliminar contaminantes químicos, físicos y biológicos presente en el efluente ULEAM.

Dentro de las etapas para usar en el tratamiento de aguas residuales se utilizaran las siguientes:

Tratamiento primario, tratamiento secundario

6.10.1. Tratamiento primario

El uso rejas para la eliminación de sólidos flotantes y sedimentables presente en el agua residual mediante este modulo nos permite disponer de las grasas y sólidos.

6.10.2. Tratamiento secundario

El tratamiento secundario es un proceso biológico donde las bacterias remueven cerca del 90% de los desechos biodegradables el cual también requieren oxígeno.

6.10.3. Tratamiento terciario

El tratamiento terciario será más o menos intenso en función de la utilización final del efluente. En algunos casos se puede utilizar distintos sistemas de desinfección y regeneración cuando el agua vaya a ser utilizada, ya sea para regadío o bien para consumo humano o animal.

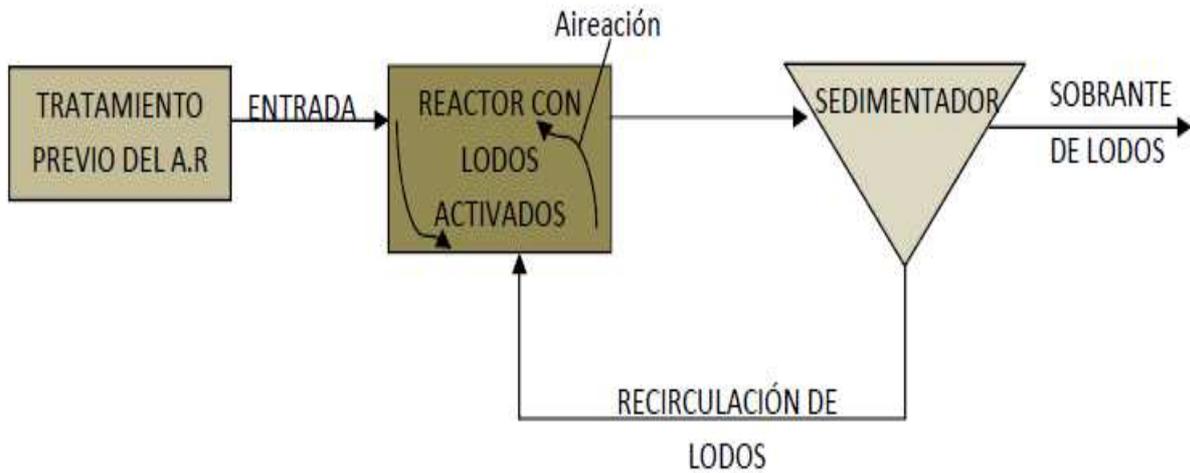


Figura 26. Esquema de las etapas para el tratamiento de aguas residuales

6.11. ELEMENTOS QUE CONFORMAN LAS ETAPAS DE TRATAMIENTO DE LA PROPUESTA

6.11.1. Tanque de aireación

En este tanque se desarrollara el proceso de digestión con los activos o el crecimiento de la bio masa con tiempo de retención hidráulica de 24 horas inicialmente.

6.11.2. Tanque de sedimentación

Usado para la precipitación de los lodos y clarificación del agua tratada.

6.11.3. Equipo de inyección de aire

Usado para airear el bio reactor mediante un sistema de difusión

6.11.4. Sistema de retorno de lodos

Este sistema se usa para las concentraciones lodos y microorganismos para ser usados en el tanque de aireado y almacenados para su pronta disposición.

6.12. DESCRIPCIÓN DE LOS BENEFICIARIOS

Con esta propuesta se logrará beneficiar a la universidad evitando los riesgos a la salud a la comunidad estudiantil y a sus playas cercanas logrando respetar la naturaleza y al hombre.

Tabla 22. Plan de aplicación de la propuesta

OBJETIVOS	METAS	ACCIONES	RESPONSABLES	RECURSOS Y MEDIOS	PLAZO MÁXIMO
Evaluar el proceso biológico de lodos activados con el efluente uleam	Determinar la eficiencia del tratamiento en 90 %	Propuesta al departamento Técnico de la Universidad para el tratamiento de aguas residuales	Autor y el Departamento Técnico de la Universidad	laboratorio CESECCA	10 de Enero del 2015
Conformar equipo de trabajo	Tenar un equipo de trabajo por lo menos de 5 personas conjuntamente con 2 autoridades de la ULEAM	Gestionar el proceso de comprar o construcción al departamento financiero	Comité ejecutivo	Personal especializado, proyector, material didáctico.	16 de Mayo del 2015
Realizar estudio para Cambiar el proceso de tratamiento de agua residual de la Uleam	Reducir a un 80% olores materia orgánica contaminantes	Establecer las etapas de tratamiento	Equipo Técnico	Personal especializado, proyector, material didáctico.	1 de Junio del 2015
Evaluar el terreno	usar un terreno de por lo menos 350m ² para estudio dentro los predios universitarios	Gestionar mediante la facultad de ingeniería Civil	Equipo Técnico	Personal especializado, proyector, material didáctico.	15 de Agosto del 2015
Evitar enfermedades y bioacumulación en quebradas y	Tener un efluente con 90% de remoción que no cause daño al hombre y la naturaleza	Gestionar la Construcción de la planta de tratamiento con lodos activados	Comité ejecutivo	Personal especializado, proyector, material didáctico.	15 de Noviembre del 2015
Usar el agua residual tratada para riego en áreas verdes de la universidad	Usar por lo menos el 50% del agua tratada	establecer un protocolo en función a la legislación ecuatoriana para su uso	Equipo Técnico	Personal especializado, proyector, material didáctico.	agosto del 2016

Elaborado por: Ing. Amado Alcívar

Tabla 23 Presupuesto de planta de tratamiento para la ULEAM

ITEM	Descripción	Cantidad	Precio/unitario	Subtotal
1	Blower de potencia 3 hp alimentación 110 - 220 vac Monofásico	2	1900	3800,00
2	Bomba sumergible para aguas residuales 2 hp de 110-220 vac Monofásica	2	1850	3700,00
3	Tablero de Control incluye manufacturación y protección para todos los equipos	1	600	600,00
4	Válvula tipo Mariposa diámetro 4" cuerpo y palanca acero forjado	30	100	3000,00
5	Variador de velocidad/frecuencia	2	2950	5900,00
6	Sistemas difusor de aire	1	18300	18300,00
7	Obra Civil	1	25500	25500,00
8	Sedimentador y asesoría técnica	1	15000	15000,00
	Total			75800,00

Elaborado por: Ing. Amado Alcivar

BIBLIOGRAFÍA

1. Atlas, R. y Bartha, R. (2002). Ecología microbiana y microbiología ambiental. Cuarta edición. Editorial Pearson Educación, S.A Madrid. 677 p
2. Behling Elisabeth, Marín Julio, Chirinos Ana, Rincón Nancy, Colina Gilberto, Mesa Johan (2012). Influencia de la carga orgánica sobre la eficiencia de reactores biológicos rotativos de contacto (RBC), de tres etapas en el tratamiento de un efluente industrial sintético. Ciencia e ingeniería neogranadina. Vol. 22-2, pp7-24.
<http://web.a.ebscohost.com/ehost/serarch/selectdb?sid=c8bcffaf-339a-4797-8d0c-57d44468b567%40sessionmgr4005&vid=1&hid=4109>.
3. Bernardino Díaz Brooks (2002). Estado del arte sobre el tratamiento biológico para los residuales de Punta Periquilla I. Digestión aerobia. Ingeniería Hidráulica y ambiental. Vol. XXIII N°1.
En <http://www.busde.paho.org/busacd/cd19/collazo/periqui1.pdf>
4. Cárdenas Carmen, Suher Carolina, Benítez Andreina. (2012). Desempeño de un reactor biológico secuencial (RBS) en el tratamiento de aguas residuales domesticas. Rev. Colomb. Biotecnol.Vol. XIV No 2 Diciembre 2012 111-120.
<http://web.a.ebscohost.com/ehost/serarch/selectdb?sid=c8bcffaf-339a-4797-8d0c-57d44468b567%40sessionmgr4005&vid=1&hid=4109>.

5. Carlos. redes. Org.ec 2014 Estado actual del tratamiento de aguas residuales domesticas y municipales en el Ecuador.
<http://carlos.redes.org.ec/articulo%20estado%20actual%20de%20aguas%20residuales%20domesticas%20y%20municipales%20en%20el%20ecuador.htm>
6. CEPIS (Centro de Panamericano de ingeniería Sanitaria y Ciencia del Ambiente), CEPIS-OPS.
<http://www.cepis.org.pe/bvsaar/elproyecto/proyecto.htm/dspace.pucesi.edu.ec/bitstream/11010/267/1/171586.pdf>
7. Corpas Eduardo, Herrera Fernando.Reducción de Coliforme y Escherichia Coli en un sistema residual lácteo mediante microorganismos benéficos. Biotecnología en el sector Agropecuario y Agroindustrial Vol. 10 No 1 (67-76) Junio 2012.
<http://web.a.ebscohost.com/ehost/serarch/selectdb?sid=c8bcffaf-339a-4797-8d0c-57d44468b567%40sessionmgr4005&vid=1&hid=4109>.
8. Cefa (2008) fisiología y metabolismo bacteriano consultado Mayo 2014
<<http://www.higiene.edu.uy/cefa/2008/fisiologiaymetabolismobacterianopdf>.
9. Cervantes-Carrillo, F.; Pérez, J. y Gómez. (2000). Avances en la eliminación biológica del nitrógeno de las aguas residuales. Revista latinoamericana de microbiología, 42: 73-82.
10. Comportamiento de la calidad bacteriológica de aguas en las zonas de baño del litoral habanero. Revista transporte. Desarrollo y medio ambiente Volumen 28 No 1. 2008.

11. Crites y Tchobanoglous (2001) Constituyentes de las aguas residuales (Ed) Tratamiento de aguas residuales en pequeñas poblaciones (págs. 22-105) Mc Graw-Hill Interamericana.
12. Chacín E. (1993). Treatment characteristics of two phase anaerobic system using an UASB reactor. PHD thesis. University of Birmingham. England.
13. Diocaretz Cecilia, Vidal Gladys. Aspectos técnicos y económicos de procesos de higienización de lodos provenientes del tratamiento de aguas servidas. ISSN 0717-196X Vol. 19 (1):51-60, (2010).
14. El Universo (2007). Aguas servidas fluyen al mar sin control en cantón Manta consultado 7 de Mayo 2014 en <http://www.eluniverso.com/2007/08/18/0001/12/095F94514D3F4F8ABA397791E2AB23FE.html>.
15. Esingeco (2010). Estudio de impacto ambiental definitivo de la subestación Montecristi y línea de derivación. http://www.transelectric.com.ec/transelectric_portal/files/9.an_se%20montecristi%20%20ld.pdf
16. Fca. (2014). Metabolismo microbiano. Información consultada el 7 de Mayo 2014 en http://www.fca.uner.edu.ar/academicas/deptos/catedras/microbiologia/unidad_2_metabolismo_microbiano.pdf.
17. Filtros y equipos (2014) componentes y sistemas para el tratamiento para el tratamiento biológico de las aguas residuales. Información consultada 10 de Abril 014. <<http://Filtrosyequipos.com/Guest/residuales/lodosactivos5pdf>.

18. González Maribel, Saldarriaga Julio. Remoción Biológica de materia orgánica, nitrógeno y fosforo en un sistema tipo anaerobio anóxico-aerobio.
19. Galaction A. Cascaval D., Oniscu C., Turnea M. 2004. Prediction of oxygen mass transfer coefficients in stirred: biochemical engineering Journal.20 (1):85-94.
20. Geo Ecuador. Zonas Marítimas y costeras. Consultado. 05 de Febrero 2014.(<http://www.geojuvenilecuador.org/69-82%20tema%205.pd>).
21. Google Earth. (2014). Ubicación de la ULEAM. Consultado 7 de Mayo 2014.Disponible.en:http://www.google.es/intl/es_es/earth/download/gep/agree.html
22. Guest (2014) componentes y sistemas para el tratamiento biológico de las aguas residuales consultado 7 de Mayo 2014 disponible en <http://filtrosyequipos.com/guest/residuales/lodosactivos5.pdf>.
23. Hong. H.; Qiu, J. y Liang, Y. (2010).Environmental factors influencing the distribution of total and fecal coliform bacteria in six water storage reservoirs in the Pearl River Delta Region, China. Journal of Environmental Sciences, 22(5): 663-668.
24. Humberto Gutiérrez y Román de la Vara Salazar. (2008). Análisis y Diseño de experimentos. Edición en español por McGraw-Hill/INTERAMERICANA. Editores, S.A. de C.V
25. H. Cabrera, M. Garcés y P. Paredes (2014). Proyecto de desarrollo de capacidades para el uso seguro de aguas servidas en agricultura.

Ministerio de agricultura, ganadería y pesca Quito, Ecuador. Ministerio de salud pública, Quito Ecuador EMAPAG-EP, Guayaquil. Ecuador.

http://www.ais.unwater.org/ais/pluginfile.php/378/mod_page/content/144/ECUADOR_producci%C3%B3n_de_aguas_servidas_tratamiento_y_uso.pdf.

26. Julián Andrés Varila Quiroga, Fabio Eduardo Díaz López (2008). Tratamiento de aguas residuales mediante lodos activados a escala laboratorio. Revista de tecnología. Journal of Techonology. Volumen 7 N°2, Julio – Diciembre 2008. ISSN 1692- 1399. P.21-28

27. López Pérez, Gómez Ángelo, investigadora agregada Bell Fresquet Cimab.

28. Lynch, G (2007). Auditoria ambiental al proyecto de control de la contaminación del río Manta y su área de influencia de la empresa de agua potable y alcantarillado de Manta EAPAM. Dirección de auditoria de proyectos y ambiente de Manta. Ecuador. 71 p.

29. Martínez Chuchón, Aybar Carlos. (2008) Evaluación da la capacidad de remoción de bacterias coliformes fecales y demanda bioquímica de oxígeno de la planta de tratamiento de aguas residuales “La Titora” AYACUCHO, PERÚ. Ecología aplicada vol.7 (1,2), 2008 ISSN 1726-2216. Deposito legal 2002-5474.
<http://web.a.ebscohost.com/ehost/serarch/selectdb?sid=c8bcffaf-339a-4797-8d0c-57d44468b567%40sessionmgr4005&vid=1&hid=4109>.

30. Metcalf & Eddy (1995). Ingeniería de las aguas residuales (vol. I), Madrid: McGraw Hill.
31. Méndez, C. y Pérez, J. (2007). Procesos para el tratamiento biológico de aguas residuales industriales. Editorial Universitaria. La Habana. 298 p.
32. Marín, R (2003). Físicoquímica y microbiológica de los medios acuáticos. Ediciones Díaz de Santos S.A Madrid. 311 p.
33. Madigan, M.T.; Martinko, J.M. y Parker, J. (2003). Brock, biología de los microorganismos. Decima edición. Pearson Educación. Madrid. 1096 p.
34. TULSMA. 2008. Norma de calidad ambiental y de descarga de efluente: Recurso agua libro VI del texto unificado de legislación ambiental secundario del ministerio de ambiental (TULAS).
35. Palma María, Certain José. (2005). Simulación de un sistema de fangos activados en discontinuo para el tratamiento de aguas residuales con alto contenido de nitrógeno. Ingeniería y Desarrollo No 18 ISSN: 0122-3461. <http://web.a.ebscohost.com/ehost/serarch/selectdb?sid=c8bcffaf-339a-4797-8d0c-57d44468b567%40sessionmgr4005&vid=1&hid=4109>.
36. Revista EIA, ISSN 1794-1237 Número 10, p, 45-53. Diciembre 2008. Escuela de ingeniería de Antioquia, Medellín (Colombia). <http://web.a.ebscohost.com/ehost/serarch/selectdb?sid=c8bcffaf-339a-4797-8d0c-57d44468b567%40sessionmgr4005&vid=1&hid=4109>
37. Rolim, S. (2000). Sistema de lagunas de estabilización. Editorial McGraw-Hill Interamericana, S.A Bogota-370 p.
38. Romero, J. (2001). Tratamiento de aguas residuales. Escuela Colombiana de Ingeniería Bogotá. 1232 P.

39. Saldarriaga Julio, Hoyos Dora, Correa Mauricio. (2011) Evaluación de procesos Biológicos en la remoción Simultánea de Nutrientes para Minimizar La Eutrofización. Rev. EIA. ISSN 1794-1237 Numero 15, P. 129-140-Julio 2011.
<http://web.a.ebscohost.com/ehost/serarch/selectdb?sid=c8bcffaf-339a-4797-8d0c-57d44468b567%40sessionmgr4005&vid=1&hid=4109>.
40. Standard Methods (1995) Standard Methods for the Examination of water and waste water (1995) 19th ed., American public Health Association, Washington, DC
41. SENAGUA. (2012). Política Pública Nacional del agua. Quito, Ecuador.
42. Torres Matilde, Eliet Veliz, Asela Lidia. Tratamiento de lodos una etapa necesaria dentro del proceso tecnológico. Centro de investigaciones del Ozono. Centro Nacional de Investigación Científicas. Ave. 25 y Calle 158. Cubanacán. Apartado postal 6990. Playa. Ciudad de la Habana. Cuba.
<http://web.a.ebscohost.com/ehost/serarch/selectdb?sid=c8bcffaf-339a-4797-8d0c-57d44468b567%40sessionmgr4005&vid=1&hid=4109>.
43. Tay, J.H; Show, K. Y. y Hung, Y. T. (2006). Seafood processing wastewater Treatment. Chapter 2. Taylor & Francis Group LLC. PP.29-66
44. ULEAM. (2012). Universidad Laica "Eloy Alfaro" de Manabí. Información general. Consultado 10 de Abril 2014. Disponible en: <http://www.uleam.edu.ec/informacion-general>

45. ULEAM. (2012). Universidad Laica "Eloy Alfaro" de Manabí. Matriculados 2013. Consultado 10 de Abril 2014. Disponible en: <http://www.uleam-secretaria.com>
46. Varila Julián, Díaz Fabio, (2008). Tratamiento de Aguas residuales Mediante lodos Activos a escala de laboratorio. Revista tecnología Journal of technology. Volumen 7, No 2 Julio Diciembre 2008. ISSN 1692-1399. P.21-28.
47. Van Haandel A, Marais G (1999) O Comportamiento do sistema se lodo activado- teoría e aplicações para projeto e Operação Epgraf. Paraiba, Brasil. 488 p
48. Viñas, M. (2005). Biorremediación de suelos contaminados por hidrocarburos: Caracterización microbiológica, química y ecotoxicología. Tesis de doctorado. Barcelona – España, 352 p.

ANEXOS

ANEXO 2

PAGOS POR CONSUMOS DE AGUA DE LA ULEAM

E P A N - EMPRESA PUBLICA AGUAS DE MANTA

NOMBRE: UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MACHA

COO. CATASTRAL: 01-10-0020-02010-00-01 UTM: 328607 - 9894094

DIRECCION: VIA SAN MATEO

IMPRESO POR: MARIA MUÑOZ MUÑOZ

CATEGORIA: DOMESTICA Telefono: 0

FECHA DE IMPRESION: 8/21/2013

COPILO COMERCIAL: DC-26

CANCELADOS

FECHA	L.ANT	L.ACT	N3	CONSU. BASICO	MUNI.	RRDD	ANSS	MANLC MATER	MEDI	OTROS	TOTAL	INTERES	VALOR	PAGADO	DEUDA	F.PAGO		
2012-Ene	1863	1896	33	19.00	5.00	0	1.90	0.00	0.00	0	0	0	26.78	0.00	26.78	26.78	0.00	2/22/2012 C
2012-Feb	1896	1943	47	28.20	5.00	0	2.82	0.00	0.00	0	0	0	36.02	0.00	36.02	36.02	0.00	3/19/2012 C
2012-Mar	1943	1983	40	24.00	5.00	0	2.40	0.00	0.00	0	0	0	31.40	0.00	31.40	31.40	0.00	4/19/2012 C
2012-Abr	1983	2044	61	39.65	6.00	0	3.97	0.00	0.00	0	0	0	49.62	0.00	49.62	49.62	0.00	5/15/2012 C
2012-May	2044	2061	17	9.35	4.00	0	0.94	0.00	0.00	0	0	0	14.29	0.00	14.29	14.29	0.00	6/15/2012 C
2012-Jun	2061	2095	34	20.40	5.00	0	2.04	0.00	0.00	0	0	0	27.44	0.00	27.44	27.44	0.00	7/18/2012 C
2012-Jul	2095	2134	39	23.40	5.00	0	2.34	0.00	0.00	0	0	0	30.74	0.00	30.74	30.74	0.00	8/21/2012 C
2012-Ago	2134	2180	46	27.60	5.00	0	2.76	0.00	0.00	0	0	0	35.36	0.00	35.36	35.36	0.00	9/13/2012 C
2012-Sep	2180	2224	44	26.40	5.00	0	2.64	0.00	0.00	0	427.00	0.00	461.04	0.00	461.04	461.04	0.00	10/18/2012 C
2012-Oct	2224	2245	21	11.55	4.00	0	0	0.00	0.00	0	303.60	0.00	319.15	0.00	319.15	319.15	0.00	11/16/2012 C
2012-Nov	2245	2282	37	22.20	5.00	0	0	0.00	0.00	0	414.00	0.00	441.20	0.00	441.20	441.20	0.00	12/17/2012 C
2012-Dic	2282	2317	35	21.00	5.00	0	2.10	0.00	0.00	0	234.00	0.00	262.70	0.00	262.70	262.70	0.00	1/24/2013 C
2013-Ene	2317	2361	44	26.40	5.00	0	2.64	0.00	0.00	0	138.00	0.00	172.04	0.00	172.04	172.04	0.00	2/20/2013 C
2013-Feb	2361	2401	40	24.00	5.00	0	2.40	0.00	0.00	0	110.40	0.00	141.00	0.00	141.00	141.00	0.00	3/18/2013 C
2013-Mar	2401	2435	34	20.40	5.00	0	2.04	0.00	0.00	0	41.40	0.00	68.04	0.00	68.04	68.04	0.00	4/16/2013 C
2013-Abr	2435	2472	37	22.20	5.00	0	2.22	0.00	0.00	0	131.00	0.00	181.22	0.00	181.22	181.22	0.00	5/15/2013 C
2013-May	2472	2559	87	60.90	7.00	0	6.09	0.00	0.00	0	138.00	0.00	211.99	0.00	211.99	211.99	0.00	6/14/2013 C
2013-Jun	2559	2610	51	33.15	6.00	0	3.32	0.00	0.00	0	0	0	42.87	0.00	42.87	42.87	0.00	7/16/2013 C
2013-Jul	2610	2662	52	33.00	6.00	0	3.30	0.00	0.00	0	27.60	0.00	70.78	0.00	70.78	70.78	0.00	8/19/2013 C

REFACTURACIONES

FECHA	L.ANT	L.ACT	N3	CONSU. BASICO	MUNI.	RRDD	ANSS	MANLC MATER	MEDI	OTROS	TOTAL	INTERES	VALOR	PAGADO	DEUDA	F.PAGO		
230514R	0	0	0	477.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0.00	0.00	477.33	0.00	477.33	477.33	0.00	5/28/2010 R
TOTAL REFACTURA.	:			0	477.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0.00	0.00	477.33	0.00	477.33	477.33	0.00	
TOTAL	:			0	477.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0.00	0.00	477.33	0.00	477.33	477.33	0.00	

ANEXO 4

PROMEDIO MENSUAL DE AGUA CONSUMIDA EN LA ULEAM EN DOS PERIODOS 2012 - 2013

CONSUMO DE AGUA AÑO 2012		CONSUMO DE AGUA AÑO 2013	
MESES	Metros cubicos consumidos	MESES	Metros cubicos consumidos
		Enero	2649
Enero	1937	Febrero	3433
Febrero	1710	Marzo	3595
Marzo	742	Abril	2877
Abril	1355	Mayo	4125
Mayo	1763	Junio	3708
Junio	2094	Julio	3694
Julio	2838	total	24081
Agosto	2527	Promedio	3440,1
septiembre	2210		
Octubre	2216		
Noviembre	2799		
Diciembre	2499		
Total	24690		
Promedio	2057,5		

MEDICION DEL INGRESO DE AGUA POTABLE A LA ULEAM EN EL MES DE AGOSTO DEL 2013

Ubicación del Medidor	Inicio de medida	Final de medida	Consumo en m ³
Almacén universitario	2740	2777	37
Segunda entrada de la	36146	36671	525
Atrás de biblioteca	16022	16221	199
Entrada principal	48350	49733	1383
Total de Consumo de agua potable m³			2144

CONSUMO MENSUAL TOTAL EN DOS PERIODOS

TIEMPO	CANTIDAD
AÑO 2012	2057,5
AÑO 2013	3440,1
Medición del mes de Agosto	2144,0
PROMEDIO TOTAL	2547,2

ANEXO 5

EQUIPOS USADOS PARA DETERMINAR DQO Y DBO₅ EN LA INVESTIGACION



Equipo para la determinación de DBO₅ mediante método respirométrico a 20°C



Equipo para la determinación de DQO mediante método colorimétrico.

ANEXO 6

Resultado de análisis físico químico de efluente ULEAM estudios iniciales

Fecha	PH	Temperatura °C	DQO mg/l	DBO5 mg/l	ST mg/l	STD mg/l	SST mg/l	FOSFATOS mg/l	CONDUCTIVIDAD ms/cm	NITROGENO mg/LT	ALCALINIDAD mg/lt	CLORURO mg/l
01/10/2013	8,31	25,70	450,0	205,0	6437,51	6325,51	112,00	8,20	7,10	91,50	720	1540
04/10/2013	8,10	26,30	418,0	200,0	9986,08	9766,08	220,00	8,20	7,20	85,20	680	1430
21/10/2013	8,19	26,80	421,0	340,0	5557,34	5306,34	251,00	7,80	7,40	80,00	590	1680
06/11/2013	8,15	26,50	326,0	270,0	7520,50	6223,51	200,00	8,10	6,95	95,10	530	1581
18/11/2013	8,10	26,00	296,0	211,0	4355,90	4120,33	100,00	8,30	7,10	68,35	620	1490
27/11/2013	8,20	26,20	416,0	380,0	8430,71	7534,60	215,00	8,00	6,89	80,50	590	1700
11/12/2013	8,10	26,10	411,0	330,0	9250,75	8489,73	105,00	7,60	7,50	101,00	680	1450
07/01/2014	7,50	25,80	192,9	112,0	8125,41	7832,60	120,00	8,10	8,10	84,20	610	1670
14/01/2014	8,10	25,50	431,6	320,0	7980,20	6350,20	180,00	7,80	7,55	95,50	585	1580
21/01/2014	8,00	26,70	458,0	375,0	8340,00	7850,10	150,00	8,10	7,15	90,10	578	1680
26/01/2014	8,10	26,30	471,3	320,0	7520,00	6240,50	270,00	7,65	8,02	80,20	540	1711
12/02/2014	8,31	27,10	378,7	356,0	5974,50	5788,42	208,00	7,80	7,19	84,04	653	1420
PROMEDIO	8,10	26,25	389,2	284,9	7456,58	6818,99	177,58	7,97	7,35	86,31	614,7	1578

Resultado de análisis microbiológicos del efluente ULEAM estudios iniciales

Fecha	NMP/100 ml coliformes totales	NMP/100 ml coliformes fecales	UFC/ml bacterias heterótrofas
01/10/2013	1,3 x10 ⁸	8 x10 ⁷	16 x10 ⁵
27/11/2013	1,0 x10 ⁸	4 x 10 ⁶	14,5x10 ⁵
21/01/2014	2,0 x10 ⁸	2 x10 ⁶	15 x10 ⁵
PROMEDIO	1,4 x10⁸	4,6 x 10⁶	15 x10⁵

ANEXO 7

ETAPA I AL 50%

ETAPA 1 AL 50% DE AGUA RESIDUAL ANTES DEL TRATAMIENTO

DÍAS	DQO mg/l	DBO mg/l	Nitritos mg/l	Fosfato mg/l	Coductividad ms/cm	PH	STD mg/l
1	274	210	0,1	3,2	3,23	7,81	3230
2	289	215	0,1	3,4	3,82	7,75	3250
3	275	209	0,1	3,3	4,12	7,83	3400
4	279	210	0,1	3,2	3,80	7,50	3270
Promedio	279,25	211	0,1	3,275	3,74	7,80	3287,50
Desviación estandar	6,85	2,71	0,00	0,096	0,37	3,90	76,76

ETAPA 1 AL 50% DE AGUA RESIDUAL DESPUES DEL TRATAMIENTO

Fecha	DQO mg/l	DBO mg/l	Nitritos mg/l	Fosfato mg/l	Coductividad ms/cm	PH	STD mg/l
11/03/2014	91,3	60	6,3	3,3	8,95	8,42	4470
12/03/2014	76,3	46,2	17,6	3,10	5,95	8,50	2997
13/03/2014	98,0	50	25,5	4,05	4,21	8,30	2145
14/03/2014	113,8	55	21,5	4,70	4,005	8,16	1998
15/03/2014	58,8	40	20,0	3,25	4,105	8,43	2050
18/03/2014	81,3	45	20,5	3,85	3,965	8,32	1992
19/03/2014	30,0	15	17,0	3,65	4,46	8,22	2150
20/03/2014	19,5	10	4,0	3,50	3,86	8,36	1904
21/03/2014	20,5	10	4,5	3,70	4,36	8,24	2195
25/03/2014	20,5	10	1,1	4,05	4,09	8,39	2065
26/03/2014	20,0	10	0,3	3,6	3,905	8,12	1951,5
27/03/2014	17,0	10	0,4	3,7	4,03	8,32	2275
28/03/2014	21,0	15	0,3	3,4	3,91	8,50	3250
Promedio	51,4	28,9	10,7	3,7	4,6	8,3	2418,7
Desviación estandar	36,19	20,31	9,68	0,42	1,42	0,12	739,05

ANEXO 8

ETAPA I 50 %

ETAPA 1 SINTETICO ANTES DEL TRATAMIENTO BIOLOGICO

Días	DQO mg/l	DBO mg/l	Nitritos mg/l	Fosfato mg/l	Coductividad ms/cm	PH	STD mg/l
1	254	210	0,01	22,8	1583	6,41	2130
2	258	230	0,01	10,2	1630	6,35	1110
3	251	215	0,01	10,5	1640	6,44	1220
4	255	231	0,01	15,2	1650	6,45	1213
Promedio	254,5	221,5	0,01	14,675	1625,75	6,4125	1418,25
Desviación estandar	2,89	10,60	0,000	5,88	29,65	0,045	477,16

ETAPA 1 SINTETICO DESPUES DEL TRATAMIENTO BIOLOGICO

Fecha	DQO mg/l	DBO mg/l	Nitritos mg/l	Fosfato mg/l	Coductividad ms/cm	PH	STD mg/l
01/04/2014	76,0	62	29,00	12,4	1803,0	6,29	899,50
02/04/2014	59,0	74	22,00	8,80	1451,5	5,80	726,00
03/04/2014	62,5	40	12,00	8,05	1328,5	6,28	662,00
04/04/2014	125,0	30	8,50	7,80	1331,0	6,09	664,50
08/04/2014	53,5	31	0,12	6,50	1355,0	6,05	677,50
09/04/2014	70,5	35	0,08	7,16	1454,5	5,86	724,50
10/04/2014	55,5	30	0,09	6,22	1445,5	5,77	721,00
11/04/2014	48,5	28	0,06	2,96	1640,0	5,79	821,00
15/04/2014	57,5	30	0,11	6,05	1905,5	6,23	955,50
16/04/2014	60,0	32	0,10	6,25	2365,0	6,25	1788,00
17/04/2014	49,0	31	0,08	6,65	1912,5	6,25	954,50
21/04/2014	58,0	30	0,08	6,25	1476,0	6,15	775,50
22/04/2014	64,5	31	0,08	6,15	1390,0	5,93	752,50
23/04/2014	52,5	34	0,07	5,65	1381,0	5,86	725,50
24/04/2014	49,5	25	0,07	5,25	1419,0	5,89	725,00
Promedio	62,8	36,2	4,8	6,8	1577,2	6,0	838,2
Desviación estandar	18,89	13,52	9,23	2,05	295,76	0,20	279,87

ANEXO 9

ETAPA II 100 %

ETAPA 2 EFLUENTE ULEAM INICIO DE TRATAMIENTO BIOLÓGICO

DIAS	DQO (mg/l)	DBO (mg/l)	Nitritos (mg/l)	Fosfato (mg/l)	Coductividad (ms/cm)	PH	STD (mg/l)
1	450,00	205	0,1	8,20	7,10	8,31	6325,51
2	418,00	200	0,1	7,80	7,20	8,10	9766,08
3	421,00	340	0,1	8,10	6,80	8,19	5306,34
4	326,00	270	0,1	8,30	6,75	8,15	6223,51
5	296,00	211	0,1	8,00	7,00	8,10	4120,33
6	416,00	380	0,1	7,60	6,89	8,20	7534,60
7	410,95	330	0,1	8,10	7,50	8,10	8489,73
8	192,89	112	0,1	7,80	6,81	7,50	7832,60
9	431,63	320	0,1	8,10	7,25	8,10	6350,20
10	458,02	375	0,1	7,65	7,20	8,00	7850,10
11	471,33	320	0,1	7,80	7,10	8,10	6240,50
12	378,70	356	0,1	7,50	7,19	8,31	5788,42
13	471,00	320	0,1	8,00	7,10	8,10	6870,00
14	465,00	340	0,1	7,60	6,80	8,20	7650,00
Promedio	400,47	291,36	0,10	7,90	7,05	8,10	6881,99
Desviacion estandar	79,42	79,71	0,000	0,25	0,22	0,19	1427,81

RESULTADOS DE ANALISIS DEL EFLUENTE ULEAM DESPUES DEL TRATAMIENTO BIOLÓGICO

DIAS	DQO mg/l	DBO mg/l	Nitritos mg/l	Fosfato mg/l	Coductividad ms/cm	PH	STD mg/l
01/04/2014	43,5	40	0,74	2,7	7,15	8,60	3570
02/04/2014	57,5	38	0,23	3,05	7,51	8,68	3725
03/04/2014	44,0	35	0,41	4,35	7,37	8,89	3815
04/04/2014	57,5	42	0,21	2,60	6,67	8,73	3310
08/04/2014	76,5	40	0,29	3,30	6,50	8,73	3260
09/04/2014	51,5	35	0,16	2,14	7,83	8,59	3925
10/04/2014	61,5	45	0,21	2,25	6,95	8,52	3475
11/04/2014	52,0	35	0,45	2,23	8,55	8,67	4245
15/04/2014	58,0	40	0,30	2,70	8,87	8,44	4345
16/04/2014	57,5	38	0,29	3,15	11,39	8,43	5345
17/04/2014	67,5	42	0,20	2,79	8,87	8,71	4435
21/04/2014	65,5	35	0,21	2,58	8,48	8,43	3571
22/04/2014	62,0	25	0,2	2,125	8,69	8,63	3445
23/04/2014	52,5	20	0,22	2,135	7,99	8,61	3301
24/04/2014	68,5	31	0,19	2,15	6,69	8,71	3317
25/04/2014	72,5	30	0,18	2,05	6,50	8,73	3266
Promedio	59,3	35,7	0,3	2,6	7,9	8,6	3771,8
Desviación estandar	9,41	6,58	0,15	0,61	1,27	0,13	573,35

ANEXO 10

ETAPA II 100 %

EFLUENTE SINTÉTICO ANTES DEL TRATAMIENTO BIOLÓGICO

Dias	DQO mg/l	DBO mg/l	Nitritos mg/l	Fosfato mg/l	Coductividad ms/cm	PH	STD mg/l
1	550	420	0,01	22,8	1720	6,41	2130
5	531	430	0,01	10,2	1630	6,35	1110
10	543	445	0,01	10,5	1640	6,44	1220
11	551	430	0,01	10,5	1590	6,56	1230
Promedio	543,8	431,3	0,01	13,5	1645,0	6,44	1422,5
Desviación estandar	9,22	10,31	0,00	6,20	54,47	0,088	474,79

EFLUENTE SINTETICO DESPUES DEL TRATAMIENTO BIOLÓGICO

Fecha	DQO mg/l	DBO mg/l	Nitritos mg/l	Fosfato mg/l	Coductividad ms/cm	PH	STD mg/l
01/04/2014	76,0	50	29,000	12,40	1803,0	6,29	899,5
02/04/2014	59,0	45	22,000	8,80	1451,5	5,80	726,0
03/04/2014	62,5	48	12,000	8,05	1328,5	6,28	662,0
04/04/2014	125,0	45	8,500	7,80	1331,0	6,09	664,5
08/04/2014	53,5	40	0,120	6,50	1355,0	6,05	677,5
09/04/2014	70,5	42	0,075	7,16	1454,5	5,86	724,5
10/04/2014	55,5	41	0,090	6,22	1445,5	5,77	721,0
11/04/2014	48,5	40	0,055	2,96	1640,0	5,79	821,0
15/04/2014	57,5	38	0,105	6,05	1905,5	6,23	955,5
16/04/2014	60,0	43	0,100	6,25	2365,0	6,25	1788,0
17/04/2014	49,0	38	0,075	6,65	1912,5	6,25	954,5
21/04/2014	58,0	33	0,080	6,25	1476,0	6,15	775,5
22/04/2014	64,5	35	0,075	6,15	1390,0	5,93	752,5
23/04/2014	52,5	35	0,065	5,65	1381,0	5,86	725,5
24/04/2014	49,5	38	0,065	5,25	1419,0	5,89	725,0
Promedio	62,8	40,7	4,8	6,8	1577,2	6,0	838,2
Desviación estandar	18,89	4,86	9,23	2,05	295,76	0,20	279,87