

**UNIVERSIDAD DE ORIENTE
NÚCLEO DE ANZOÁTEGUI
ESCUELA DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA QUÍMICA**



**EVALUACIÓN DE LAS PLANTAS DE TRATAMIENTO DE
AGUAS RESIDUALES DE LAS URBANIZACIONES EL
TAMARINDO Y EL MORICHE. BARCELONA, ESTADO
ANZOATEGUI.**

Presentado por:

Z Aidith de los Angeles Mejias Barrios

**Trabajo de Grado presentado ante la Universidad de Oriente como
requisito parcial para optar al título de
INGENIERO QUÍMICO**

Barcelona, noviembre de 2010

UNIVERSIDAD DE ORIENTE
NÚCLEO DE ANZOÁTEGUI
ESCUELA DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA QUÍMICA



**EVALUACIÓN DE LAS PLANTAS DE TRATAMIENTO DE
AGUAS RESIDUALES DE LAS URBANIZACIONES EL
TAMARINDO Y EL MORICHE. BARCELONA, ESTADO
ANZOÁTEGUI.**

ASESORES

Ing. Quím. Yraima Salas (M. Sc)

Asesor Académico

Ing. Quím. María Del Carmen

Barrera

Asesor Industrial

Barcelona, noviembre de 2010

**UNIVERSIDAD DE ORIENTE
NÚCLEO DE ANZOÁTEGUI
ESCUELA DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA QUÍMICA**



**EVALUACIÓN DE LAS PLANTAS DE TRATAMIENTO DE
AGUAS RESIDUALES DE LAS URBANIZACIONES EL
TAMARINDO Y EL MORICHE. BARCELONA, ESTADO
ANZOÁTEGUI.**

JURADOS

Ing. Quím. Yraima Salas (M. Sc)
Asesor Académico

Ing. Alexis Cova (M. Sc)
Jurado principal

Ing. Milena Amundarain (M. Sc)
Jurado principal

Barcelona, noviembre de 2010

RESOLUCION

ARTÍCULO 41

REGLAMENTO DE TRABAJOS DE GRADO

“Los Trabajos de Grado son de la exclusiva propiedad de la Universidad de Oriente y sólo podrán ser utilizados a otros fines con el consentimiento del Consejo de Núcleo respectivo, quien deberá participarlo previamente al Consejo Universitario para su autorización”

RESUMEN

En el presente trabajo se realizó la evaluación de las plantas de tratamiento de aguas residuales de las urbanizaciones El Tamarindo y El Moriche. Barcelona, estado Anzoátegui, con la finalidad de conocer el funcionamiento de estas plantas de tratamiento, para lo cual se describió la operatividad de dichas plantas. Inicialmente se hizo un recorrido por ambas plantas en conjunto con funcionarios del Ministerio para el Poder Popular del Ambiente, determinándose así las condiciones de las plantas y de los equipos que las conforman. Posteriormente se realizó un monitoreo de una semana en ambas plantas donde se tomaron muestras compuestas que luego fueron analizadas en el laboratorio de agua y suelo del Ministerio Para el Poder Popular del Ambiente, arrojando los siguientes resultados: para la planta de tratamiento de la urbanización El Tamarindo los resultados de los parámetros fisicoquímicos del efluente fueron: aceites y grasas = 17,3 mg/l, cloruros = 472,7 mg/l, DBO = 10,9 mg/l, DQO = 155,3 mg/l, detergentes = 2,814 mg/l, fósforo=1,34 mg/l, pH= 6,71, sólidos suspendidos = 10,71 mg/l, cloro residual = 1,6 mg/l, conductividad eléctrica = 731,4; y para la planta de tratamiento del conjunto residencial Villas El Moriche los resultados fueron los siguientes: aceites y grasas=10,8 mg/l, cloruros= 206,6 mg/l, DBO =, 9,7 mg/l, DQO = 206,6 mg/l, detergente = 3,419 mg/l, fósforo= 1,270 mg/l, pH= 6,69, sólidos suspendidos = 13,23 mg/l, cloro residual = 1,9 mg/l, conductividad eléctrica = 457,7. Los resultados de los parámetros bacteriológicos para ambas plantas arrojaron resultados con los mismos valores tanto para totales como fecales mayores a 16000 NMP/100ml, lo que evidencia que las plantas de tratamiento no están funcionando ni operando ni controlando adecuadamente, y esto se pudo corroborar al calcular la eficiencia de los sistemas de tratamiento el cual arrojó los siguientes resultados: para la urbanización El Tamarindo la reducción en la DQO fue de 14,95%, mientras que para El Moriche es de 9%. Estos resultados no son los esperados ya que la bibliografía sugiere que para el sistema de lodos activados la eficiencia estimada es del orden de 90%. Se recomienda, reemplazar los equipos dañados así como poner en funcionamiento los equipos que están parados y contratar personal capacitado para el mantenimiento y operación de la planta y de los equipos.

AGRADECIMIENTOS

A mi tía, **Leonor Barrios**, por su apoyo y asesoría en la realización de este proyecto. **Mil Gracias.**

A mi asesor industrial, ingeniero **María del Carmen Barrera**, por su consideración, confianza y sus consejos. **Muchas Gracias.**

A mi asesor académico ingeniero **Yraima Salas** por su orientación y consejos oportunos que contribuyeron a que pudiese cumplir con los objetivos del trabajo, además de brindarme su apoyo incondicional en todo momento. **Gracias.**

Al Ingeniero **María Duno** y los técnicos del laboratorio de agua y suelo del MINAMB, **Leandro Velazquez, Ramón Ortiz, Juan Carlos Palma**, por su amistad y su valiosa colaboración. Sin el apoyo de ustedes no lo hubiese logrado. **Muchas Gracias.**

A mis tíos y padres, **Lino Aguilera y Gladys González**. Por ser parte especial de mi vida, por criarme como una más de sus hijas, por su apoyo y por estar siempre pendiente de mí. **Gracias.**

A mi tía **Ángela Aguilera** y la Sra. **Areliz Caraballo** por cuidar de mis bebés durante la realización de mis pasantías y durante la redacción de este trabajo, a ellas **mil gracias.**

A mis primos, **Leonardo, Elinor, Wendys, José Francisco, Mariangel, Anilexis, Fátima, Alexander, José Ángel, Eliana, Elinson** y mi tío **Homer Barrios y Magda Gutiérrez** y al Sr. **Hermes Landaeta**, por estar siempre a mi lado brindándome su apoyo y colaboración, dándome ánimo para seguir adelante. A todos, **muchas gracias.**

A mis compañeros de estudio y amigos: **Gabriela, Araceli, Kenny, Javier, Miglis, Krisel, Rossel, Ángela, Maury, Carolina, Anahis, Sheila, Marisell, Maricelly, Víctor, Rubén, Yurilu** y en especial a mi comadre **Leonor Hernández** por su amistad y sus valiosos consejos, a todos **mil gracias.**

Sinceramente

Zaidith Mejias Barrios.

DEDICATORIA

Primeramente a **Dios Todopoderoso** por darme la fortaleza para seguir adelante y no abandonarme en los momentos más difíciles de mi carrera, porque **“Todo lo puedo en cristo que me fortalece.” Filipenses 4:13.**

A mi madre, **Edith Barrios**, por ser mi apoyo, por ser un ejemplo de constancia y dedicación y por todos los esfuerzos que hizo para que yo alcanzara esta meta, a ella con todo mi amor le dedico este trabajo.

A mis hijos, **Valeria de los Ángeles, Abraham Isaac y Dannelys Beatriz**, mis tesoros mas preciados, **LOS ADORO...**

A mi gordo **Dedny Salazar**, por estar siempre a mi lado, por su comprensión, por su amor, por darme animo cuando quise desmayar. **“TE ADORO”**.

A mi hermana, **Vanessa Barrios**, por estar conmigo en todo momento, **te quiero mucho...**

A la memoria de **Gladys Aguilera**, abuela lamento no haberte dado este regalo en vida, se que te fuiste esperando que finalizara esta meta, por eso nunca me rendí, y aquí estoy tarde pero seguro. Donde quiera que estés abuela este triunfo también es tuyo, **te quiero muchísimo...** tu recuerdo perdura en mi.

CONTENIDO

| | |
|---|------|
| RESOLUCION | iv |
| RESUMEN | v |
| AGRADECIMIENTOS..... | vi |
| DEDICATORIA | vii |
| CONTENIDO | viii |
| INDICE DE FIGURAS..... | xi |
| INDICE DE TABLAS | xiii |
| INDICE DE TABLAS | xiii |
| CAPITULO 1 | 15 |
| INTRODUCCIÓN..... | 15 |
| 1.1 PRESENTACIÓN DE LA INSTITUCIÓN | 15 |
| 1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA..... | 16 |
| 1.3.- OBJETIVOS..... | 18 |
| 1.3.1.- Objetivo general..... | 18 |
| 1.3.2.- Objetivos específicos..... | 18 |
| CAPITULO 2..... | 19 |
| MARCO TEÓRICO | 19 |
| 2.1.- ANTECEDENTES..... | 19 |
| 2.2.-DESCRIPCION DE LOS PROCESOS DE TRATAMIENTO..... | 20 |
| 2.2.1.- Sistema de tratamiento de la Urbanización El Tamarindo..... | 20 |
| 2.2.2.- Funcionamiento del sistema de tratamiento de la urbanización el Tamarindo..... | 21 |
| 2.2.3.- Estanques de aireación o reactores biológicos..... | 22 |
| 2.2.4.-Estanque de sedimentación..... | 23 |
| 2.2.5.-Recirculación de lodos..... | 24 |
| 2.2.6.-Digestor aerobio de lodos..... | 25 |
| 2.2.7.-Lechos de secado de lodos | 26 |
| 2.2.8.- Sistema de desinfección del efluente. | 27 |

| | |
|---|----|
| 2.2.9.- Sistema de tratamiento del Conjunto Residencial Villas El Moriche. | 27 |
| 2.3.- DEFINICIÓN DE AGUAS RESIDUALES. | 29 |
| 2.4 CARACTERÍSTICAS DEL AGUA RESIDUAL DOMÉSTICA | 30 |
| 2.4.1 Características biológicas | 31 |
| 2.4.2 Características químicas | 32 |
| 2.4.3 Características físicas | 34 |
| 2.5.- CLASIFICACIÓN DE LOS PROCESOS DE TRATAMIENTOS. | 35 |
| 2.6.- DESCRIPCIÓN DE LOS PROCESOS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES. | 36 |
| 2.6.1.- Pre tratamiento de aguas residuales | 36 |
| 2.6.2.-Tratamiento primario | 38 |
| 2.6.3.-Tratamiento secundario | 39 |
| 2.6.4.- Remoción de nutrientes | 41 |
| 2.6.5.- Desinfección de agua residual. | 42 |
| 2.7 PROCESOS QUÍMICOS UNITARIOS EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES. | 43 |
| 2.7.1 Precipitación | 44 |
| 2.7.2 Adsorción | 44 |
| 2.7.3 Desinfección | 44 |
| 2.8.- EFICIENCIA DE LOS SISTEMAS DE LODOS ACTIVADOS. | 45 |
| 2.9 ANÁLISIS Y DISEÑO DE SISTEMAS DE TRATAMIENTO PARA EL AGUA RESIDUAL. FACTORES A CONSIDERAR EN LA SELECCIÓN DE LOS SISTEMAS DE TRATAMIENTO. | 45 |
| 2.9.1 Aplicabilidad del proceso | 46 |
| 2.9.2 Caudal de operaciones | 46 |
| 2.9.3 Características del agua residual a tratar. | 46 |
| CAPITULO 3 | 48 |
| DESARROLLO DEL PROYECTO | 48 |
| 3.1 Descripción de la operatividad de las plantas de tratamiento en estudio. | 48 |

| | |
|---|--------------------------------------|
| 3.1.1. Identificación del sistema de tratamiento | 48 |
| 3.2 Análisis de las características fisicoquímicas y bacteriológicas de los afluentes y los efluentes tratados por las plantas. | 53 |
| 3.3 CALCULO DE LA EFICIENCIA DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO | 62 |
| 3.4 PROPUESTA DE LINEAMIENTOS PARA LAS MEJORAS EN EL FUNCIONAMIENTO DE LAS PLANTAS | 64 |
| CAPITULO 4 | 65 |
| RESULTADOS, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES..... | 65 |
| 4.1 DESCRIPCIÓN DE LA OPERATIVIDAD DE LAS PLANTAS DE TRATAMIENTO EN ESTUDIO. | 65 |
| 4.2 ANÁLISIS DE LAS CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS Y BACTERIOLÓGICAS DE LOS AFLUENTES Y LOS EFLUENTES TRATADOS POR LAS PLANTAS..... | 72 |
| 4.3 CALCULO DE LA EFICIENCIA DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO | 86 |
| 4.4 LINEAMIENTOS PARA MEJORAR EL FUNCIONAMIENTO DE LAS PLANTAS DE TRATAMIENTOS..... | 87 |
| CONCLUSIONES | 89 |
| RECOMENDACIONES..... | 91 |
| BIBLIORAFIA..... | 92 |
| ANEXO | ¡Error! Marcador no definido. |
| METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO:..... | 94 |

INDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 2.3 Diagrama de flujo de una planta de tratamiento residual. | 36 |
| Figura 3.1 Diagrama de flujo de la planta de tratamiento de aguas residuales de la urbanización El Tamarindo. | 50 |
| Figura 3.2 Diagrama de flujo del sistema de tratamiento de aguas residuales del conjunto residencial Villas El Moriche. | 52 |
| Figura 4.1 Tanquilla de bombeo | 66 |
| Figura 4.2 Sistema de desbaste | 66 |
| Figura 4.3 Reactor Biologico 1 | 67 |
| Figura 4.4 Reactor Biologico 2 | 68 |
| Figura 4.5 Estanque de sedimentacion..... | 68 |
| Figura 4.6 Lechos de secado..... | 69 |
| Figura 4.7 Camara de Cloracion | 69 |
| Figura 4.8 Cesta de retencion de solidos..... | 70 |
| Figura 4.9 Reactor Biologico..... | 70 |
| Figura 4.10 Tanque de sedimentacion..... | 71 |
| Figura 4.11 Lechos de secado..... | 71 |
| Figura 4.12 Camara de Cloración | 72 |
| Figura 4.13 Comportamiento de la concentración de aceites y grasas en el afluente y el efluente de la planta de tratamiento del Conjunto Residencial Villas El Moriche. | 75 |
| Figura 4.14 Comportamiento de la concentración de cloruro en el afluente y el efluente de la planta de tratamiento del Conjunto Residencial Villas El Moriche. | 76 |
| Figura 4.15 Comportamiento de la concentración de la demanda química de oxígeno (DQO) en el afluente y el efluente de la planta de tratamiento del Conjunto Residencial Villas El Moriche. | 77 |
| Figura 4.17 Comportamiento de la concentración de detergente en el afluente y el efluente de la planta de tratamiento del Conjunto Residencial Villas El Moriche. | 78 |

| | |
|--|----|
| Figura 4.19 Comportamiento de la concentración de sólidos suspendidos en el afluente y el efluente de la planta de tratamiento del Conjunto Residencial Villas El Moriche. | 79 |
| Figura 4.20 Comportamiento de la concentración de cloro residual en el afluente y el efluente de la planta de tratamiento del Conjunto Residencial Villas El Moriche. | 79 |
| Figura 4.21 Comportamiento de la concentración de aceites y grasas en el afluente y el efluente de la planta de tratamiento de la urbanización El Tamarindo. | 80 |
| Figura 4.22 Comportamiento de la concentración de cloruro en el afluente y el efluente de la planta de tratamiento de la urbanización El Tamarindo. | 81 |
| Figura 4.23 Comportamiento de la demanda química de oxígeno (DQO) en el afluente y el efluente de la planta de tratamiento de la urbanización El Tamarindo. | 82 |
| Figura 4.24 Comportamiento de la concentración de detergente en el afluente y el efluente de la planta de tratamiento de La Urbanización El Tamarindo. | 83 |
| Figura 4.25 Comportamiento de la concentración de pH en el efluente de la planta de tratamiento de La Urbanización El Tamarindo. | 84 |
| Figura 4.26 Comportamiento de la concentración de sólidos suspendidos en el afluente y el efluente de la planta de tratamiento de la urbanización El Tamarindo. | 84 |
| Figura 4.27 Comportamiento de la concentración de cloro residual en el afluente y el efluente de la planta de tratamiento de la urbanización El Tamarindo. | 85 |

INDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 2.1 Clasificación de algunos de los parámetros del agua residual .. | 31 |
| Tabla 2.2 agentes infecciosos presentes en el agua residual no tratada. | 32 |
| Tabla 3.1 Datos experimentales en la determinación de aceites y grasas en el afluente y efluente de la planta de tratamiento de la urbanización El Tamarindo..... | 55 |
| Tabla 3.2 Datos experimentales en la determinación de aceites y grasas en el afluente y efluente de planta de tratamiento del Conjunto Residencial Villas El Moriche. | 55 |
| Tabla 3.3 Datos experimentales en la determinación de cloruros en el afluente y el efluente de la planta de tratamiento de La Urbanización El Tamarindo..... | 57 |
| Tabla 3.4 Datos experimentales en la determinación de cloruros en el afluente y el efluente de la planta de tratamiento del Conjunto Residencial Villas El Moriche. | 57 |
| Tabla 3.5 Datos experimentales en la determinación de los sólidos suspendidos en el afluente y en el efluente de la planta de tratamiento de aguas residuales de La Urbanización El Tamarindo..... | 60 |
| Tabla 3.6 Datos experimentales en la determinación de los sólidos suspendidos en el afluente y el efluente del Conjunto Residencial Villas El Moriche..... | 60 |
| Tabla 3.7 Datos experimentales de la demanda química de oxígeno DQO del afluente y del efluente de la planta de tratamiento de aguas residuales de la urbanización El Tamarindo, para la determinación de la eficiencia. | 63 |
| Tabla 3.8 Datos experimentales de la demanda química de oxígeno DQO del afluente y del efluente de la planta de tratamiento de aguas residuales del Conjunto Residencial Villas El Moriche, para la determinación de la eficiencia..... | 63 |

| | |
|--|----|
| Tabla 4.1 Límites máximos y valores promedio de la caracterización físicoquímica y bacteriológica del afluente y del efluente de la planta de tratamiento de la urbanización El Tamarindo..... | 73 |
| Tabla 4.2 Límites máximos y valores promedio de la caracterización físicoquímica y bacteriológica del afluente y del efluente de la planta de tratamiento del Conjunto Residencial Villas El Moriche..... | 74 |
| Tabla 4.3 Eficiencia global del sistema de tratamiento..... | 86 |

CAPITULO 1

INTRODUCCIÓN

1.1 PRESENTACIÓN DE LA INSTITUCIÓN

En Latinoamérica la preocupación por el creciente deterioro del ambiente queda manifiesta desde 1825 con el Decreto que el Libertador Simón Bolívar formuló en Chuquisaca (Bolivia), para conservación de los recursos naturales renovables.

Hasta 1977 en Venezuela, los problemas ambientales estaban a cargo de diversas instituciones. Así por ejemplo el Ministerio de Obras Públicas (MOP) tenía la responsabilidad principal del aprovechamiento racional de los recursos hidráulicos, la compañía de reforestación (CONARE) conjuntamente con el Ministerio de Agricultura y Cría (MAC) y varias Universidades del país, se encargaban de la reforestación a nivel Nacional, otras instituciones como el Ministerio de Sanidad y Asistencia Social (SAS), el Instituto Nacional de Obras Sanitarias (INOS), la Fundación Nacional de Investigaciones Sismológicas (FUNVISIS) etc, trabajan en diversas funciones relacionadas con el ambiente.

La oportunidad de crear un organismo con las funciones antes mencionadas la ofrece la re-estructuración o Macro-reforma Administrativa propuesta como Proyecto de Ley ante el Congreso Nacional, a fin de lograr la concentración de esfuerzos y recursos, así como también estructuras adecuadas para la ejecución de planes y políticas en materia de desarrollo físico.

El proyecto de Ley debidamente aprobado se convirtió en la Ley de Administración Central. En ésta se establece el número, organización y competencia de todos los Ministerios que conforman la Administración Pública Venezolana. Entre éstos se encuentra el Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables (MARNR), el cual comenzó a funcionar como tal a partir del 1ro de abril de 1.977. Pasando a ser el primer Ministerio del Ambiente en Latinoamérica y de los primeros en el mundo. Desde su creación asume las competencias en el manejo de los recursos naturales renovables y se le encarga el desarrollo de la infraestructura hidráulica del país, principalmente la relacionada con el saneamiento ambiental y agua potable.

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El Ministerio del Ambiente de los Recursos Naturales Renovables (MARNR) fue creado en diciembre de 1976 e inicia sus actividades el 1ro de abril de 1977, desde esa fecha atiende primordialmente, la competencia del estado en planificación, administración y asignación de los recursos naturales, a los fines de conservar, defender y mejorar el ambiente para una mejor calidad de vida del hombre en Venezuela. Luego en el año 2008 por disposición del presidente de la República Bolivariana de Venezuela, Hugo Rafael Chávez Frías, pasa a llamarse, Ministerio Del Poder Popular Para El Ambiente (MINAMB). Pero siempre cumpliendo su objetivo, a través de mecanismos que permiten ejercer la vigilancia, supervisión y control sobre los recursos naturales.

Actualmente existen 23 direcciones estatales ambientales en todo el país. En el estado Anzoátegui, la Dirección Estatal Ambiental, con sede en Barcelona, lleva a cabo la gestión de la política ambiental, tal y como lo establece la Ley Orgánica del Ambiente, publicada en Gaceta Oficial No.5.833 del 22 de diciembre de 2006, cuyo propósito es regir la gestión ambiental basada en un desarrollo sustentable, sano y ecológicamente equilibrado.

Actualmente en la ciudad de Barcelona existe una problemática de saneamiento ambiental, la cual es generada por la producción de aguas servidas que ha venido aumentando en los últimos años debido al desarrollo industrial, agrícola y pecuario, y el aumento de la población urbana. Provocando un grave problema de la inadecuada disposición de las aguas servidas sin tratamiento y la insuficiente infraestructura de redes de cloacas, estaciones de bombeo y sistemas de tratamiento que en muchos casos se encuentran deterioradas o fuera de funcionamiento, por lo que ocurren descargas de aguas servidas directamente a cuerpos receptores como ríos, canales de drenaje pluviales y lagunas de amortiguación que posteriormente drenan sus aguas al mar.

Es por ello que, la Dirección Estatal Ambiental Anzoátegui, a través de la Coordinación de Conservación Ambiental, plantea evaluar las plantas de tratamientos de aguas servidas de los conjuntos residenciales El Tamarindo y El Moriche del sector Mesones, municipio Simón Bolívar, Barcelona, estado Anzoátegui.

En tal sentido, este trabajo se realizó a través de inspecciones en las áreas de estudios, donde se captaron muestras para luego ser analizadas en el laboratorio ambiental de agua y suelos del Ministerio para el Poder Popular del Ambiente (MINAMB) y posteriormente se propusieron lineamientos para mejorar el funcionamiento de dichas plantas.

Cabe destacar que la presente investigación se realizó con especial interés debido a que la escasa planificación y ordenación de las ciudades en vertiginoso desarrollo urbanístico ha provocado en muchos escenarios el aumento de los vertidos de aguas servidas en los cuerpos de aguas (lagos, mares, ríos, etc.) más cercanos. Las descargas de aguas servidas contienen generalmente, cantidades apreciables de compuestos indeseables que son ofensivos a la fauna acuática, a la apariencia física y algo de aun mayor significación, altera las condiciones sanitarias de tales receptores, así mismo los líquidos residuales contienen compuestos orgánicos putrescibles, agentes patógenos de enfermedades de carácter epidémico y muchas veces despojos industriales de carácter toxico, entre otros, por lo tanto deben de ser dispuestos

o descargados de forma tal que no constituyan un problema social ni atente contra el ambiente mismo en el sitio donde se disponen.

1.3.- OBJETIVOS

1.3.1.- Objetivo general

Evaluar la eficiencia de las plantas de tratamiento de aguas residuales de las urbanizaciones El Tamarindo y El Moriche, Barcelona, estado Anzoátegui.

1.3.2.- Objetivos específicos.

1. Describir la operatividad de las plantas de tratamiento de aguas residuales en estudio.
2. Analizar las características fisicoquímicas y bacteriológicas de los afluentes y efluentes tratados por las plantas.
3. Calcular la eficiencia del sistema de tratamiento de las diferentes plantas de tratamiento en estudio
4. Proponer lineamientos para la mejora en el funcionamiento de las plantas de tratamiento.

CAPITULO 2

MARCO TEÓRICO

2.1.- ANTECEDENTES

El trabajo realizado contribuye al seguimiento que ha venido haciendo el Ministerio para el Poder Popular del Ambiente a las plantas de tratamiento, ubicadas en la zona nor-oeste del estado Anzoátegui, con el fin de que se adecuen en cuanto a su funcionamiento y operación para que cumplan con los requerimientos establecidos en el decreto 883 de la gaceta oficial N° 5021 de este organismo. Sin embargo se pueden mencionar algunos trabajos similares.

(Subero,1997) evaluó el sistema de tratamiento de aguas residuales industriales, en el complejo criogénico Santa Bárbara en el que determino el caudal de entrada y salida de la planta, su eficiencia y tiempo de retención hidráulica, llegando a la conclusión que el sistema operaba deficientemente en cuanto a remoción de materia orgánica.

(Prada, 2000) evaluó el sistema de tratamiento de aguas residuales domésticas de la planta de tratamiento "Punta Baja" de Cumaná, llegando a la conclusión que el efluente de la planta de tratamiento cumple con el decreto 883 de la Gaceta Oficial, estableciéndose una eficiencia del proceso del 95% aproximadamente.

(González, 2000) evaluó la planta de tratamiento de aguas residuales Los Olivos en Puerto Ordaz, por medio de análisis fisicoquímico y bacteriológico del efluente de la planta, verificando que cumple con la normativa ambiental.

(Muñoz, 2003) evaluó opciones para la reutilización del efluente líquido de la planta de aguas residuales de una ensambladora de vehículos, estableciéndose que las áreas con mayores posibilidades de ser incluidas en la reutilización son:

áreas verdes, mantenimiento de equipos y planta física sanitaria y líneas de producción.

(Delgado, 2005) evaluó la planta de tratamiento de aguas residuales domésticas, ubicadas en el terminal de almacenamiento y embarque de crudo de José. En el cual se realizó una caracterización fisicoquímica y bacteriológica del efluente de la planta de tratamiento y se calculó la eficiencia. Llegándose a la conclusión que la eficiencia calculada para el sistema de tratamiento de las aguas residuales domésticas del TAECJ, es menor comparada tanto en lo descrito en la memoria descriptiva de la planta como lo esperado para sistemas de lodos activados de aireación prolongada.

El tratamiento de aguas residuales se caracteriza por la separación física inicial de sólidos de la corriente de aguas domésticas o industriales, seguido por la conversión progresiva de materia biológica disuelta en una masa biológica sólida usando bacterias adecuadas, generalmente presentes en estas aguas. Una vez que la masa biológica es separada o removida, el agua tratada puede experimentar una desinfección adicional mediante procesos físicos o químicos. Este efluente final puede ser descargado o reutilizado en un cuerpo de agua natural (corriente, río o bahía) u otro ambiente (terreno superficial o subsuelo) entre otros. Los sólidos biológicos segregados experimentan un tratamiento adicional ante de la descarga o reutilización apropiada.

2.2.-DESCRIPCION DE LOS PROCESOS DE TRATAMIENTO.

El desarrollo de este trabajo consiste en la evaluación de dos plantas de tratamiento, las cuales se describen a continuación.

2.2.1.- Sistema de tratamiento de la Urbanización El Tamarindo.

La planta de tratamiento fue construida para tratar las aguas residuales provenientes de la Urbanización El Tamarindo, para una población 5497

personas, con un gasto de 1.155.000 l/día, correspondiente a un caudal promedio de 13 l/s y un caudal máximo en las horas pico de 40 l/s.

El sistema escogido es de lodos activados con digestión aerobia de los lodos excedentes, por ser el proceso que se adecua más a las condiciones existentes en lo que se refiere a disponibilidad de terreno, costos económicos facilidad de operación y simplicidad en las actividades de mantenimiento y operación de los equipos.

2.2.2.- Funcionamiento del sistema de tratamiento de la urbanización el Tamarindo.

- **Sistema de desbaste**

Las aguas negras producidas de la urbanización son recolectadas por los colectores cloacales y conducidas a la planta de tratamiento, donde descargan en una tanquilla de bombeo que tiene una capacidad útil de 5200 l. A la entrada de la tanquilla de bombeo las aguas residuales pasan por un sistema de desbaste, que consiste en una rejilla tipo cesta la cual retiene los sólidos de gran tamaño que pudieran obstruir las bombas sumergibles.

La cesta de retención de sólidos debe ser limpiada con mucha frecuencia con un mínimo de una vez diaria, para lo cual se cuenta con un sistema de izamiento constituido por polipasto (señorita de cadena), que sube la cesta con residuo y coloca una segunda limpia que se tiene de repuesto, de manera que mientras se descarga y se lava la primera, la tanquilla no funcione sin protección. Los sólidos retenidos en la cesta deben ser dispuestos en bolsas plásticas tipos fuertes y almacenados en pipotes para ser entregadas al aseo urbano que sirve en la urbanización.

- **Sistema de bombeo**

En la tanquilla de bombeo se hallan instaladas tres bombas sumergibles de aguas negras, marca Sulzer, modelo AEE-100-405 con capacidad de 20 l/s c/u,

las bombas tienen un acople automático para poder sacarlas para inspección o reparación, izándolas con las señorita a lo largo de guías especiales.

Las bombas se accionan por medio de tres (3) interruptores de flotantes, marca ENH-10 que envían las señales al tablero eléctrico de control. Estos flotantes están colocados a diferentes niveles. El nivel inferior, colocado a una distancia no menor de 40 cm. del fondo de la tanquilla sirve para parar el sistema cuando la tanquilla esta vacía, dejando un volumen de agua suficiente que mantenga sumergida las carcazas de las bombas para evitar la entrada de aire y que trabajen en seco. A medida que el agua empieza a subir, la pera de este primer flotante se pone horizontal haciendo contacto el interruptor de mercurio que tiene y activa el sistema eléctrico, para que puedan funcionar los otros interruptores.

A medida que el líquido sube en la tanquilla, un segundo flotante arranca una bomba a un nivel de 30 cm, sobre el primero y funcionara hasta que la tanquilla llegue otra vez al nivel inferior de parada. Si el nivel de agua continuara subiendo sobre el segundo nivel porque el caudal es muy grande, una segunda bomba empezaría a funcionar por medio de un tercer flotante fijado a 30 cms, sobre el segundo. Todos estos pasos se efectúan de manera automática, siempre y cuando los selectores de accionamiento de las bombas en el tablero eléctrico se encuentren en posición “automático” en la que deben estar por lo general. Si se quisiera arrancar una determinada bomba manualmente, por alguna razón, esto se hace colocando el selector en “manual”.

Cuando el sistema esta actuando automáticamente, el funcionamiento de las bombas se alterna: cada vez que una para, arranca la otra, por medio de un alternador especial.

2.2.3.- Estanques de aireación o reactores biológicos

Las aguas crudas bombeadas desde la tanquilla son descargadas en los estanques de aireación o reactores biológicos que tienen un volumen de 137.940 l cada uno en el que son aireadas intensamente, por medio de una turbina de oxigenación hidrodinámica, marca SANEAVEN, modelo EDO-5.000, de rotación

lenta, con capacidad de suministrar 6.75 kg. O₂ por hora en las condiciones del sitio.

En estos reactores biológicos las turbinas inyectan en la masa de agua una gran cantidad de oxígeno de manera de mantener una flora bacteriana que realice la biodegradación de la materia orgánica presente en el agua residual, por un proceso de oxidación endógena, por el cual se obtiene la destrucción de las células por su propio metabolismo. Por este proceso se obtiene la biofloculación de la materia volátil, lográndose la formación de una biomasa activa, que se puede visualizar por el color marrón achocolatado que le da a la masa de agua en los reactores biológicos, conocida como "licor mezcla.

Las turbinas de oxigenación son diseñadas para funcionamiento continuo o intermitente, de acuerdo a las necesidades del sistema, medidas de acuerdo a la variación de contenido de oxígeno disuelto en el licor mezclado. Inicialmente se pondrán a funcionar, fijando en los temporizadores ubicados en el tablero eléctrico, periodos de funcionamiento de dos horas con descansos de media hora para las dos turbinas, teniendo la precaución de que los ciclos se inicien alternadamente de manera de que en ningún tiempo las dos turbinas estén apagadas simultáneamente. Para esto, se debe iniciar el ciclo fijando la turbina N° 1 para su funcionamiento de dos horas, mientras la turbina N° 2, se fija en la primera parada de media hora y luego se ajusta para el funcionamiento de dos horas y así sucesivamente.

Del reactor N° 2 el licor mezclado descarga a un canal lateral por sobre un vertedero longitudinal que sirve para mantener constante el nivel del agua en los reactores, de manejar fijar, en lo posible, la sumergencia, de las turbinas.

2.2.4.-Estanque de sedimentación

Del canal lateral recolector, el licor mezclado pasa al estanque de sedimentación, en donde arriba a través de una cámara de dispersión, la cual hace que fluya radialmente hacia el vertedero, construido en el perímetro del

estanque donde el líquido clarificado es recolectado para ser descargado a la cámara de contacto de cloro.

En el recorrido del licor mezclado de la cámara de dispersión hacia el vertedero perimetral, los sólidos suspendidos contenidos de (2500-3000 mg/l) sedimentan hacia el fondo del estanque, de donde son barridos por un barre lodos giratorio marca SANEAVEN-900, compuesto por un motor reductor marca ABB, de 2 HP, de tres etapas con velocidad de salida de 0.08 rpm. El sistema de barrido propiamente dicho, esta constituido por un sistema de paletas barredoras instaladas en 45° y soportados por brazos estructurales tipo cerchas, ajustables al fondo inclinado del estanque. El sistema posee un accesorio de seguridad que protege a todo el barre lodo en el caso de que el torque de diseño sea excedido en un 20%, por motivo de alguna obstrucción o defecto, parando el aparato e indicando al operador de la anomalía, por medio de la sirena.

Los lodos barridos son depositados en una fosa central situada en el fondo del sedimentador de donde son bombeados al reactor N° 1 para su recirculación o dispuestos en el digestor de lodos para su posterior tratamiento.

2.2.5.-Recirculación de lodos

Los lodos sedimentados y recolectados en la fosa central son extraídos mediante una bomba de lodos de accionamiento por succión de aire modelo SANEAVEN BL-6, de 0 6", con capacidad regulable de 0 a 6 l/s. el aire es suministrado por dos sopladores rotativos de desplazamiento positivo, marca Roots, modelo URAI -22, con capacidad de 43 PCM a 3.5 PSI y 3.500 rpm. Los sopladores son accionados por motores eléctricos trifásicos marca ABB de 2.4 HP, 220/440 V. y 3.500 rpm. Los Sopladores son alternados manualmente diariamente.

La tubería de recirculación es de 0,6" y la llave de paso de regulación estará abierta, por lo general, a menos que se desee drenar lodos exclusivamente al digestor de lodos. Uno de los sopladores rotativos deberá estar funcionando continuamente, de manera de mantener la bomba recirculando constantemente.

La regulación del caudal del bombeo se hace por medio de la inyección de aire a la bomba con una llave de globo. El sistema cuenta con una llave de purga en el caso de que se tenga aire en exceso. Los dos sopladores se interconectan por medio de un múltiple que cuenta con sus respectivas válvulas de retención y llaves de paso, las que se deben de mantener siempre abiertas, a menos que quiera tener uno de los sopladores fuera de uso.

La recirculación de lodos hacia el reactor N° 1 se hace por una tubería de 0,6", que tiene una llave de paso tipo mariposa que debe estar abierta normalmente, a menos que se quieran drenar todos los lodos hacia el digestor de lodos. El exceso de lodos producidos por el sistema, medidos por el aumento de sólidos suspendidos en el licor mezclado por sobre su valor de diseño que es de un máximo de 3000 mg/l, debe ser extraído del sistema para lo cual se envía al digestor un caudal de 10.000 l/día (0.1 l/s), por la tubería de 0.3, regulando el flujo por medio de la llave de paso.

Esta operación puede hacerse también en forma no continua, drenando los lodos al digestor a voluntad del operador, pero teniendo cuidado de que el caudal drenado no exceda los 10.000 l/día. La manera practica de determinar el aumento de sólidos suspendidos en el licor mezclado es tomando una porción de licor mezclado del estanque de Aeración o reactor N° 2, en un cono de "Imhoff" con capacidad de un litro y dejarlo sedimentar por un periodo de 30 minutos. Si el volumen de los sólidos sedimentados sobrepasa los 300 ml, se deben drenar lodos al digestor de la forma antes explicada, después de lo cual se deberá chequear de nuevo el contenido de sólidos sedimentados, siguiendo el mismo procedimiento arriba descrito.

2.2.6.-Digestor aerobio de lodos

Los lodos excedentes son recibidos en el digestor, el cual ha sido diseñado para trabajar aeróbicamente mediante la introducción de oxígeno a alta rata por una turbina hidrodinámica de oxigenación de 7.5 HP de potencia y capacidad de inyección de oxígeno de 10.5 kg/h.

El digestor tiene un volumen de 72.018 l, con un periodo de retención de 6 días, y una edad de lodos estimada en 12 días. En el digestor los lodos son aireados intensamente de manera de disminuir al máximo su contenido de materia orgánica volátil que los haría putrescibles cuando se dispongan en los lechos de secado.

El digestor ha sido diseñado para funcionar con un contenido de sólidos de 4000 a 6000 mg/l, correspondientes a un volumen de sólidos sedimentados en el cono de Imhoff de 600 ml aproximadamente, por lo que cuando se supera este valor en la prueba similar a la descrita para los reactores biológicos, se deberá drenar lodos a los lechos de secado, hasta que la concentración baje.

El digestor cuenta con una cámara de espesamiento de lodos, consistente en un espesador que funciona como un sedimentador de flujo vertical, que hace que los lodos se vayan espesando pues el manto grueso de sólidos permanece en el digestor, mientras que el líquido clarificado desborda el vertedero, de donde es conducido, por una tubería a la tanquilla de bombeo de aguas crudas.

2.2.7.-Lechos de secado de lodos

Cuando el contenido de sólidos en la biomasa del digestor pasa de los 6000 mg/l los sólidos sedimentados son mayores a los 600 ml, es necesario drenar lodos a los lechos de secado, lo cual se realiza manteniendo en funcionamiento la turbina e introduciendo lodos del sedimentador secundario al digestor. El drenaje de los lodos se hará por la tubería que hay en el fondo del digestor, controlando la llave de paso respectiva de manera que el volumen de lodo que entra al digestor sea mayor del que se está drenando a los lechos, para que el nivel de líquido en el digestor no baje por debajo del vertedero del espesador, es decir que mientras se drenan los lodos, continúe saliendo agua clarificada a la tanquilla de bombeo de aguas crudas.

Los lechos de secado de lodos tienen un área de 75 m², con un volumen útil de 15.000 l. Existen 5 lechos de 15 m² c/u. los cuales trabajan

separadamente y están conformados por dos capas de piedras picadas y arena de 20 cm c/u, con una tubería ranurada en fondo que recoge el líquido que se filtra y lo descarga a la tanquilla de bombeo de aguas crudas.

Cuando se va a utilizar uno de los lechos se abre la llave de paso respectiva y luego se abre la llave de salida de lodos del digestor controladamente, como se explicó anteriormente. Los lodos se dejan drenar hasta que su nivel suba 20 cm. En el lecho en un principio se notara que la parte líquida del lodo se infiltrará fácilmente en una superficie de arena y poco a poco esta infiltración va disminuyendo hasta que la superficie sea colmada y el nivel de lodo comienza a subir.

Los lechos han sido calculados para ser utilizados 26 veces al año, es decir, que el lodo se seca en aproximadamente 10 a 13 días y debe ser retirado con pala de la superficie para utilizar de nuevo el lecho. El lodo seco es de consistencia dura e inodora y puede disponerse como residuo sólido o ser utilizado en áreas verdes como acondicionador de suelo.

2.2.8.- Sistema de desinfección del efluente.

El efluente tratado proveniente del estanque de sedimentación es descargado a la cámara de contacto de cloro donde se le dosifica una solución de cloro a una concentración de 10 mg/l de manera de mantener en lo posible un residual de 1 mg/l, para lograr esto deberá prepararse una solución de hipoclorito de calcio (HTH al 65%) agregando 18 kg. del producto en agua dosificándose en 24 horas.

2.2.9.- Sistema de tratamiento del Conjunto Residencial Villas El Moriche.

El sistema empleado en esta planta de tratamiento, es los denominados lodos activados, el cual es capaz de remover entre el 90% y el 95% de la materia orgánica que recibe.

- **Funcionamiento del sistema de tratamiento del Conjunto Residencial Villas El Moriche.**

2.2.9.1.- Cesta de retención de sólidos.

La finalidad de la cesta de retención de sólidos es la de evitar el paso de sólidos gruesos, tales como latas, trapos, etc., que puedan dañar los equipos e instalaciones subsiguientes, como la estación de bombeo cuando es requerida.

Los sólidos retenidos en la cámara de rejillas se separan manualmente y son dispuestos con los demás residuos sólidos de las instalaciones, como la basura.

2.2.9.2.- Tratamiento biológico.

Este proceso consiste en la oxidación biológica de la materia orgánica, la cual se realiza en una unidad denominada tanque de aireación o reactor biológico. En dicha unidad se hace pasar líquido residual poniéndose en contacto con el lodo de alta concentración microbiana proveniente del sedimentador.

En esta unidad es muy importante el suministro adecuado de aire, el cual se realiza empleando creadores superficiales, tipo vito marca, conectados a las bombas, ubicadas en el fondo del tanque. A través de los aireadores se inyecta suficiente aire para satisfacer la demanda de oxígeno en el proceso de digestión aerobia y mantener una mezcla homogénea entre el líquido residual y el lodo activado.

Del tanque de aireación el líquido pasa a un sedimentador donde se asentarán un alto contenido de las partículas en suspensión. Una porción de los lodos sedimentados (70%) reciclados al tanque de aireación para proporcionar la cantidad de biomasa requerida, ello se logra mediante el sistema de recirculación de lodos por medio de bombas eléctricas sumergidas.

El lodo excedente del sedimentador (30%) de allí son enviados a un digestor aerobio de lodos a fin de estabilizarlos por acción de las biomasas en presencia de oxígeno procedentes de los aireadores, de allí son llevados al

lechos de secados para reducir su humedad, pudiendo ser dispuestos finalmente como abono o como rellenos sanitarios.

El líquido clarificado proveniente del sedimentador, pasa por rebose a través del vertedero a la cámara de cloración.

2.2.4.3.- Desinfección.

El líquido residual es finalmente sometido a un proceso de desinfección con cloro, para cumplir con la calidad bacteriológica del vertido. Este objetivo se logra manteniendo en contacto el agua efluente del clarificador con el cloro durante un periodo de 30 minutos para el caudal medio, para que el cloro residual sea de 1 ppm.

Este periodo de retención se logra por medio de las pantallas tipo seperin, para que el contacto con el hipoclorito de calcio logre desinfectar el efluente de la planta.

2.3.- DEFINICIÓN DE AGUAS RESIDUALES.

Las aguas residuales son aquellas generadas por residencias, instituciones y locales comerciales e industriales, cuya composición original se ha alterado fisicoquímicamente o microbiológicamente, producto de su empleo en industrias o zonas urbanas, están constituidas por contaminantes químicos orgánicos e inorgánicos que pueden encontrarse en forma disuelta o en suspensión. (Crites-Tchobanoglus, 2000, Wikipedia)

Las aguas residuales domésticas, son líquidos turbios que contienen sólidos en suspensión y una gran variedad de materia flotante como materia fecal, trozos de alimentos, papel, grasa y otros residuos productos de actividades cotidianas de los habitantes de las comunidades. (Crites-Tchobanoglus, 2000, Wikipedia)

2.4 CARACTERÍSTICAS DEL AGUA RESIDUAL DOMÉSTICA

Las características del agua residual se pueden dividir en físicas, químicas y microbiológicas, como se muestra en la tabla 2.1. Como mínimo se requiere tratar los sólidos y la materia orgánica disuelta; para los primeros se emplean procesos físicos para eliminarlos, mientras que la materia orgánica disuelta requiere generalmente de procesos biológicos. (Crites-Tchobanoglus, 2000. Kiely, 1996).

Tabla 2.1 Clasificación de algunos de los parámetros del agua residual

| Clase | Parámetro |
|-----------------------|--|
| Físico | Sólidos totales Sólidos totales en suspensión Temperatura pH Color Olor |
| Químico (orgánicos) | Hidratos de carbono Proteínas Lípidos Grasas, aceite DBO, DQO, COT, DTO |
| Químico (inorgánicos) | Alcalinidad Arenas Metales pesados Nutrientes N, P Cloruros Azufre Sulfuro de hidrogeno Gases |
| Microbiológico | Bacterias Algas Protozoos Virus Coliformes |

2.4.1 Características biológicas

La composición biológica de las aguas residuales es de esencial importancia, ya que está asociado al control de enfermedades provocado a la gran variedad de organismos vivos presentes bien sea en las plantas de tratamiento de aguas residuales y en las aguas residuales y en las aguas receptoras. Existe una gran

variedad de estos organismos: bacterias, algas, hongos, protozoarios, plantas y virus, responsables de enfermedades de origen hídrico: tifoidea, cólera, fiebre tifoidea, disentería por nombrar algunas.

En la tabla 2.2 se enuncia los agentes infecciosos presentes en aguas residuales no tratadas, evidenciando así la importancia de su tratamiento. (Rivas,)

Tabla 2.2 agentes infecciosos presentes en el agua residual no tratada.

| Organismos | Enfermedad | Síntomas |
|--|--|---|
| Bacterias: campylobacter, leptospira, salmonella, vibrio cholera. | Gastroenteritis, leptospirosis, fiebre tifoidea, cólera. | Diarrea, fiebre, envenenamiento por comida. |
| Protozoos: balantidium coli, cyclospora, giardia lamblia. | Balantidiasis, amebiasis, giardiasis. | Diarrea, disentería, nauseas. |
| Helmintos: áscaris, taenia sanginata, trichuris trichiura. | Ascariasis, enterobiasis, teniasis, trichuriasis. | Infestación de gusanos intestinales, gusanos. |
| Virus: adenovirus, hepatitis A, rotavirus. | Hepatitis, gastroenteritis, enfermedades respiratorias | Ictericia, fiebre, vomito. |

2.4.2 Características químicas

A. Compuestos orgánicos

Los compuestos orgánicos presente en el agua residual son los responsables de la mayor parte de los problemas de contaminación como resultado de su efecto sobre los recursos de oxígeno en el ambiente. Los compuestos solubles en el agua y de bajo peso molecular tienden a

biodegradarse por la acción de las bacterias y de los hongos, como consumo de oxígeno.

Los ensayos de laboratorio mas significativos que representan el poder polucional lo constituyen: la prueba del quinto día para la demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅), la demanda química de oxígeno (DQO) y el carbono orgánico total (COT). (Rivas,)

B. Compuestos inorgánicos

Estos compuestos presentes en la mayor parte de los desperdicios industriales, son resultado directo de los compuestos inorgánicos existentes en las aguas residuales. La determinación del pH y alcalinidad, permite predecir a grosso modo el comportamiento esperado de un líquido residual cuando es sometido a tratamiento.

Para que el impacto sobre el ambiente sea mínimo, las aguas tratadas deben tener valores de p H que varían entre 6 y 9. Si el pH es inferior a 6, el agua residual tiende a ser corrosiva, como resultado de un exceso de iones de hidrogeno. Por otra parte, al elevarse el pH arriba de 9, algunos iones metálicos se precipitan como carbonatos o hidróxidos. La alcalinidad es importante para mantener los valores de p H en los niveles adecuados.

La biodegradación de los compuestos inorgánicos requiere cantidades adecuadas de nitrógeno, fósforo, hierro y rastro de sales, siendo la determinación de nitrógeno en sus distintas formas (nitrógeno orgánico, amoniacal, de nitritos y nitratos) en los efluentes de las plantas de tratamiento, un parámetro de particular interés, ya que permite predecir de acuerdo al estado y concentración de los compuestos nitrogenados, el grado de eutricacion a que puedan estar sometidos los receptores finales. (Rivas,)

2.4.3 Características físicas

A. Sólidos suspendidos, disueltos, sedimentables y totales

Las características físicas más importantes del agua residual son el contenido total de sólidos, termino que engloba la materia en suspensión, la materia sedimentables, la materia coloidal y la materia disuelta. Permiten determinar la operación mas apropiada para los líquidos residuales y posteriormente utilizados para el control de la operación de las plantas de tratamiento. (Crites-Tchobanoglus).

B. Temperatura, color, olor y turbiedad

Otras características físicas son la temperatura, color, olor y turbiedad. Son de particular interés conocer sus valores, ya que estiman el comportamiento de los sistemas de tratamiento utilizados.

La determinación de los valores de temperatura permite estimar el comportamiento de los procesos aeróbicos y anaeróbicos que se aplican, porque la mayor o menor intensidad de las reacciones químicas y procesos biológicos dependen de la temperatura del ambiente.

El color refleja parcialmente la condición general del agua residual. Es de particular interés en los efluentes de plantas de tratamiento cuando son vertidos en masas hídricas receptoras.

En líquidos residuales el olor muestra el grado de septización del líquido residual: fresco, rancio o séptico, por ello el cuidado en el diseño de plantas de tratamiento de aguas residuales con el fin de evitar condiciones que generen la aparición de malos olores.

La turbiedad permite tener una idea de la cantidad de materias extrañas en suspensión que pueden estar presentes en las aguas residuales: arcilla, limo, plankton. También se le considera por las razones estéticas que tengan los efluentes a verter. (Rivas, 1978)

2.5.- CLASIFICACIÓN DE LOS PROCESOS DE TRATAMIENTOS.

En una planta de tratamiento normalmente el agua residual se dirige a lo largo de una serie de procesos físicos, químicos y biológicos en los que cada uno posee una función para reducir una carga contaminante específica. Por lo general estos procesos se clasifican en operaciones físicas unitarias, procesos químicos unitarios y procesos biológicos unitarios.

Los métodos de tratamiento en los cuales predomina la aplicación de fuerzas físicas se conocen como operaciones físicas unitarias. Se cuentan como ejemplos de operaciones físicas unitarias la floculación, sedimentación, flotación, filtración, tamizado mezcla y transferencia de gases.

Los métodos de tratamiento en los cuales la remoción o transformación de contaminantes se produce por adición de insumos químicos o por reacciones químicas se conocen como procesos químicos unitarios. Ejemplo de ellos son la precipitación, absorción y desinfección.

Los métodos de tratamiento en donde la remoción de contaminantes se lleva a cabo gracias a la actividad biológica se denominan procesos biológicos unitarios. La principal aplicación de los procesos biológicos unitarios es la remoción de constituyentes orgánicos biodegradables de las aguas residuales. Estas sustancias se transforman en gases que se escapan a la atmósfera, y en tejido celular biológico que puede ser removido por sedimentación. Los tratamientos biológicos se emplean también para remover nutrientes (nitrógeno y fósforo) de las aguas residuales. (Crites-Tchobanoglus, 2000, Kiely, 1996).

Debido a que las aguas residuales urbanas son originalmente orgánicas en su composición, los procesos de tratamiento están dirigidos a la eliminación de la composición orgánica. Como se muestra en la figura 2.1, En una planta de tratamiento residual estos procesos son combinados de la siguiente manera:

Pretratamiento: físico y/o químico

Tratamiento primario: físico

Tratamiento secundario: biológico

Tratamiento avanzado: físico y/o químico y/o biológico. [9]

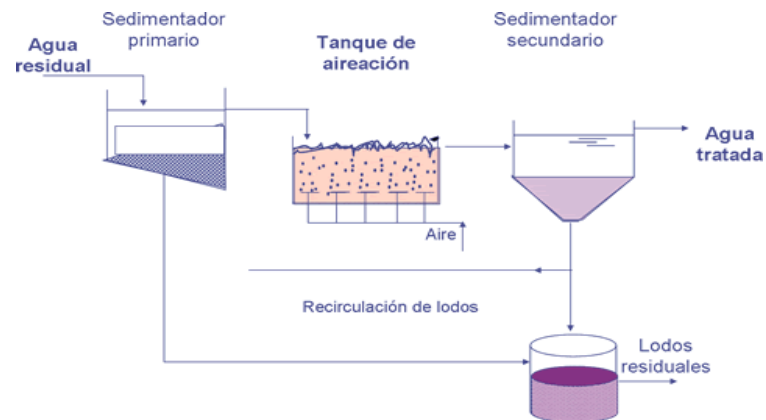


Figura 2.3 Diagrama de flujo de una planta de tratamiento residual.

2.6.- DESCRIPCIÓN DE LOS PROCESOS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

2.6.1.- Pre tratamiento de aguas residuales

En aguas residuales urbanas estos procesos están referidos a la separación de materia flotante, arena y aceites. Puesto que estas materias inhibirían el proceso biológico y posiblemente dañarían el resto de los equipos mecánicamente.

A.-Remoción de sólidos

El objetivo de esta etapa es separar todos los objetos grandes que son depositados en el sistema de alcantarillado por ejemplo trapos, botellas de plástico, barras, condones, compresas, tampones, etc. Mediante cámaras de rejillas o rejillas de desbaste. Normalmente se usa este proceso para eliminar este tipo de basura para proteger aguas abajo los equipos mecánicos tales como

bombas. Además los tratamientos biológicos no están diseñados para tratar sólidos. (Kiely, 1996)

Existen cuatro tipos de rejillas de uso habitual:

- Rejillas de grueso.
- Rejillas de fino.
- Rejillas de extrafinos.
- Micro tamices.

B.-Remoción de arena

Esta etapa normalmente incluye un canal de arena donde la velocidad de las aguas residuales es cuidadosamente controlada para permitir que la arena y las piedras absorban partículas. Las arenas se remueven de las aguas residuales para proteger los equipos mecánicos de la abrasión y del excesivo desgaste, para reducir la formación de depósitos de sólidos pesados en unidades y conductos aguas abajo y para reducir la frecuencia de limpieza de los digestores por causa de acumulación excesiva de arenas. (Crites-Tchobanoglus, 2000)

Los dos tipos comunes para los equipos de desarenado son:

- El desarenador aireado de flujo helicoidal
- El canal desarenador de flujo horizontal (Kiely, 1996)

C.-Flotación

La flotación es el proceso unitario de separación basado en la capacidad para flotar las partículas sólidas en una fase líquida. Consiste en introducir finas burbujas de gas (normalmente aire) en la fase líquida, que se adhieren al material particulado, gracias a la fuerza ascensional, el conjunto partícula-burbujas de gas sube hasta alcanzar la superficie del líquido. Lográndose de tal manera que floten partículas con densidad menor a la del líquido; favoreciendo también la ascensión a la superficie de partículas con densidad menor a la del líquido (ejemplo, suspensión de aceite en agua). En las plantas municipales, los sólidos son típicamente grasas y aceites, aunque en muchas de estas plantas

sus cantidades son insignificantes y la flotación no es un proceso unitario esencial. (Crites-Tchobanoglus, 2000, Kiely, 1996)

En los sistemas de flotación se incluyen:

- Flotación por gravedad.
- Flotación al vacío.
- Electro flotación.
- Flotación por aire disuelto.
- Flotación por aire. , (Kiely, 1996)

D.- Homogenización de caudales

La homogenización de caudales es una medida empleada para superar los problemas de tipo operativo que causan las variaciones de caudal, y para reducir el tamaño y los costos de las unidades de tratamiento ubicadas aguas abajo. En efecto, la homogenización amortigua las variaciones de caudal, de manera que se alcanza un caudal de salida constante o casi constante.

La homogenización de caudales se puede emplear en diversas situaciones dependiendo de las características de los sistemas de recolección de agua residual, y de los objetivos deseados con el tratamiento. Esta práctica es muy útil en plantas pequeñas de tratamiento que experimenta variaciones considerables entre los valores máximos y carga orgánica contaminante. (Crites-Tchobanoglus, 2000)

2.6.2.-Tratamiento primario

El tratamiento primario es llamado también clarificación, sedimentación o decantación. Ya que en esta etapa de tratamiento el agua residual se deja decantar durante un periodo de aproximadamente 2 horas en un tanque de decantación y producir así un efluente líquido clarificado y un fango líquido-sólido llamado fango primario. El objetivo es producir un efluente líquido de calidad aprovechable para la siguiente etapa de tratamiento. En dicho tratamiento se lleva a cabo una sedimentación en reposo con recogida de la materia flotante y

grasa así como la eliminación del lodo sedimentado. Entre los beneficios del tratamiento primario esta:

- Reducción de los sólidos suspendidos.
- Reducción de la DBO₅.
- Reducción de la cantidad de fango activado en exceso en la planta de fangos activados.
- Separación de material flotante.
- Homogenización parcial de los caudales y carga orgánica. (Kiely, 1996)

A.- Sedimentación primaria

El objetivo del tratamiento por sedimentación es de remover rápidamente los residuos sólidos sedimentables y material flotante para así disminuir la concentración de sólidos suspendidos. En esta etapa el agua residual se pasa a través de grandes tanques circulares o rectangulares. Y son llamados clarificadores o tanques de sedimentación primarios. Los tanques son lo suficientemente grande de manera tal que los sólidos orgánicos pueden situarse y el material flotante como la grasa y plásticos pueden levantarse hacia la superficie y desnatarse. Estos tanques se diseñan con base en el tiempo de retención, la velocidad de sobre flujo superficial y la profundidad mínima.

La etapa de sedimentación debe contar por lo menos con dos unidades, de manera que si un sedimentador se encuentra en trabajo de reparación y mantenimiento el otro garantiza la continuidad en el tratamiento. (Crites-Tchobanoglus,2000, Kiely, 1996, Perry,1992)

2.6.3.-Tratamiento secundario

El objetivo principal de esta etapa es la reducción del valor de la DBO₅ que no se beneficia de la sedimentación primaria tanto como los SS. En otras palabras, el tratamiento secundario debe ser un proceso capaz de biodegradar la materia orgánica en productos no contaminantes, como por ejemplo H₂O, CO₂ y biomasa. El efluente líquido final debe estar bien estabilizado o bien oxigenado de tal manera que no proporcione una fuente de alimento para las bacterias aerobias en el medio acuático receptor.

Los sistemas de tratamiento secundario son clasificados como películas fijas o crecimiento suspendido. En los sistemas fijos de película la biomasa crece en el medio y el agua residual pasa a través de él. En el sistema de crecimiento suspendido como fangos activos la biomasa está bien combinada con las aguas residuales. (Crites-Tchobanoglous, 2000, Kiely, 1996)

Los sistemas de tratamiento secundario se clasifican de forma amplia en :

- Cultivos en suspensión
- Cultivos fijos
- Cultivos duales, biológicos en suspensión y fijos (Kiely, 1996)

Los sistemas de cultivos fijos se definen como aquellos procesos aerobios que obtienen una alta concentración de microorganismos a través del recirculado de sólidos biológicos. Los organismos bacterianos transforman la carga orgánica biodegradable de las aguas residuales y ciertas fracciones inorgánicas en nueva biomasa y otros productos no contaminantes como el agua o el dióxido de carbono. Los sistemas de cultivos en suspensión y en particular los sistemas convencionales de lodos activados por flujo en pistón son los procesos más comunes para el tratamiento tanto de las aguas residuales urbanas como industriales.

Los sistemas duales emplean dos etapas con procesos de cultivos fijos y cultivos en suspensión con el objetivo de conseguir un efluente que cumplan los estándares de primera calidad. (Kiely, 1996)

A.-Sistemas de cultivo de suspensión.

A.1.- Lodos activados.

Las plantas de lodos activados usan una variedad de mecanismos y procesos para usar oxígeno disuelto y promover el crecimiento de organismos biológicos que remuevan substancialmente materia orgánica. También puede atrapar partículas de material y puede convertir amoníaco en nitrito y nitrato, y en última instancia a gas nitrógeno. (Kiely, 1996)

Los sistemas de lodos activados más comunes son:

- Mezcla completa.
- Flujo en pistón
- Canales de oxidación.
- Contacto-estabilización.
- Reactores discontinuos secundarios. (Crites-Tchobanoglus, 2000)

A.2.- Lagunaje

El tratamiento de lagunas proporciona el establecimiento necesario y fomenta la mejoría biológica de almacenamiento en charcos o lagunas artificiales. Estas lagunas son altamente aerobias y la colonización por los macrophytes nativos, especialmente cañas, se dan a menudo. Los invertebrados de alimentación del filtro pequeño tales como *Raphia* y especies de rotíferas asisten grandemente al tratamiento removiendo partículas finas (Kiely, 1996)

B.- Sistema de cultivo fijo

B.1.- Filtros percoladores

Los filtros percoladores son sistemas versátiles, capaces de tratar un residuo de baja carga orgánica y obtener un efluente de alta calidad o de actuar como pretratamiento para aguas residuales de alta carga orgánica. (Kiely, 1996)

B.2.- Bioterres

Las torres de lecho bacteriano o biotorres utilizan un relleno plástico alcanzándose carga tanto hidráulica como orgánica superiores a los filtros percoladores de piedra. Estas unidades se emplean principalmente con agua residuales industriales y son frecuentes en la industria láctea. (Kiely, 1996)

2.6.4.- Remoción de nutrientes

Las aguas residuales pueden contener también altos niveles de nutrientes (nitrógeno y fósforos) que en cierta forma pueden causar impacto en la calidad del agua que los recibe. El nitrógeno puede estar presente en las aguas residuales de varias maneras (en forma orgánica, amoníaco, nitritos o nitratos).

El fósforo se encuentra en las aguas residuales en forma orgánica, como ortofosfato inorgánico o como fosfato complejo, los cuales representan cerca de la mitad de los fosfatos de las aguas residuales municipales y provienen del uso de estos materiales en detergente sintéticos.

La presencia de estos nutrientes en las aguas residuales afecta la calidad del cuerpo receptor ya que en concentraciones muy bajas pueden ser tóxicos para peces e invertebrados o crear condiciones insanas en dicho receptor como por ejemplo, mala hierba o crecimiento de algas que puedan producir las toxinas y la muerte y consumo por las bacterias (decaimiento) agotando el oxígeno en el agua y la otra vida acuática. (Wikipedia, Crites-Tchobanoglus, 2000)

A.- Remoción de nitrógeno

La eliminación biológica de nitrógeno es un proceso que se obtiene en dos etapas. En la primera etapa el amoníaco se oxida biológicamente a nitrato (nitrificación en condiciones aerobias), en el segundo paso, el nitrato se reduce a nitrógeno gaseoso, el cual se deja escapar del sistema (desnitrificación en condiciones anoxicas). (Crites-Tchobanoglus, 2000, Kiely, 1996)

B.- Remoción de fósforo

La eliminación biológica del fósforo es un proceso de una etapa donde se alternan las condiciones aerobias y anaerobias. Los microbios usan el fósforo para la síntesis celular y el transporte de energía. El resultado es 10 a 30% de fósforo afluente se remueve durante el tratamiento biológico secundario. Bajo ciertas condiciones de operación, los microorganismos toman más fósforo de lo necesario, realizándose la remoción del mismo al retirar las células que lo contienen en exceso. (Crites-Tchobanoglus, 2000, Kiely, 1996)

2.6.5.- Desinfección de agua residual.

El objetivo de la desinfección es de eliminar los organismos patógenos. Como normalmente no se analizan de rutina organismos específicos, se emplean los indicadores de coliformes fecales y totales. La presencia de coliformes fecales en las aguas receptoras es indicativo de contaminación humana reciente o de

residuos de animales. Si los coniformes son no fecales la contaminación procede del terreno.

Entre los procedimientos de desinfecciones del agua residual se incluyen:

- Cloro.
- Ozono.
- Dióxido de cloro.
- Radiación ultravioleta.

Debido a que los valores de DBO_5/SS de salida del tratamiento secundario son 20/30 el desinfectante primeramente oxidara la DBO_5 antes de poder llevar a cabo una desinfección efectiva. De manera que para desinfectar un agua residual, es necesario llevar a cabo primeramente un tratamiento avanzado del efluente de agua residual. Las dosis de cloro para desinfección varían ampliamente dependiendo del tipo de agua residual. Para las aguas residuales urbanas se necesita entre 10 y 12 mg/L.

La desinfección con cloro sigue siendo la forma más común de desinfección de las aguas residuales debido a su bajo costo y su largo plaza de eficacia. Sin embargo la desinfección con cloro de las aguas residuales tiene una desventaja ya que puede generar compuestos orgánicamente clorados que pueden ser carcinógenos o dañinos al ambiente. (Kiely,1996)

2.7 PROCESOS QUÍMICOS UNITARIOS EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

Los métodos de tratamiento en los cuales la eliminación o conversión de los contaminantes se consigue con la adición de productos químicos, se conocen como procesos químicos unitarios. Entre ellos se pueden nombrar: precipitación, adsorción y desinfección.

2.7.1 Precipitación

En el tratamiento de aguas residuales lleva consigo la adición de productos químicos con la finalidad de alterar el estado físico de sólidos disueltos y en suspensión, facilitando su eliminación por sedimentación o filtración. La reacción química de precipitación puede realizarse a temperatura ambiente (proceso frío) o temperaturas altas de entre 100° C y 121° C (proceso caliente).

2.7.2 Adsorción

A temperaturas ordinarias, la adsorción es causada por lo general por las fuerzas intermoleculares en vez de la formación de nuevos enlaces químicos y, en este caso, se conoce como adsorción física o fisorción. A temperaturas elevadas (200° C a 400° C) se dispone de la energía de activación necesaria para romper las uniones químicas y, si dicho mecanismo prevalece, la adsorción se conoce como quimisorción o adsorción activada.

Es utilizada en la purificación de los efluentes de procesos para control de la contaminación, para el tratamiento del suministro del agua por lo que respecta a olor, sabor y color, entre otros.

2.7.3 Desinfección

La desinfección de las aguas y de las aguas residuales, es decir la destrucción de los patógenos hídricos, no se logra a través de medios biológicos, sino físicos y químicos.

Siendo la desinfección química la que ofrece mayores posibilidades de éxito que la desinfección física. Los patógenos de todo tipo y clases son removidos en un grado variable, por la mayoría de los procesos convencionales de tratamiento. El agua se puede desinfectar en una serie de formas categóricas. Entre las más prácticas de ellas están el calor y la luz, así como los agentes químicos (cloro, ozono).

2.8.- EFICIENCIA DE LOS SISTEMAS DE LODOS ACTIVADOS.

La eficiencia en un sistema de lodos activados se suele medir en función de la calidad del efluente con respecto al afluente. El efluente del proceso debe estar acorde con las cantidades esperadas, basada en la remoción que se realiza en cada operación y debe de estar de acuerdo con las exigencias formuladas de acuerdo al vertido líquido de efluentes.

El rendimiento del proceso se define de la siguiente manera:

$$E = \frac{S_0 - S}{S_0} * 100 \quad (\text{Ec.2.1})$$

Donde:

E=eficiencia del sistema de tratamiento.

S₀= concentración de DQO en el afluente, mg/l

S= concentración de DQO en el efluente, mg/l.

2.9 ANÁLISIS Y DISEÑO DE SISTEMAS DE TRATAMIENTO PARA EL AGUA RESIDUAL. FACTORES A CONSIDERAR EN LA SELECCIÓN DE LOS SISTEMAS DE TRATAMIENTO.

Dependiendo de los constituyentes a remover y del grado de remoción de los mismos, dependerá la elección de los métodos y procesos de tratamientos a utilizar en un sistema de tratamiento, esto involucra la consideración de los factores que afectarán al dimensionamiento, el desempeño y la confiabilidad de las instalaciones.

El uso específico de uno de ellos o su combinación se determina de acuerdo al estudio realizado a diversos factores, dentro de los cuales se puede mencionar

2.9.1 Aplicabilidad del proceso

Se realiza en plantas piloto con caudales mayores a lo establecido en el diseño, para así establecer la adecuación del proceso en el tratamiento del agua residual particular, bajo otras condiciones de operación, llevando a cabo simulaciones de los procesos.

2.9.2 Caudal de operaciones

Es necesario tomar en cuenta al momento de diseñar un sistema de tratamiento las condiciones críticas de diseño, causada por variaciones en aspecto del agua a tratar como caudal y carga masica de operación, llevando a cabo simulaciones de procesos.

2.9.3 Características del agua residual a tratar

Son parámetros clave dentro de la elección de los procesos, ya que afectan directamente tanto a los procesos de tratamiento como los requisitos de operación de los mismos.

Para realizar esta caracterización se lleva a cabo un muestreo comúnmente en la captación de muestras compuestas, las cuales están conformadas por varias fracciones recolectadas a intervalos de tiempos iguales durante el día de muestreo.

La composición del agua residual domestica es diferente a la de origen industrial, como resultado de los diferentes usos que se le dan al agua, como por ejemplo en el agua residual domestica por lo general se aprecia mayor cantidad de organismos patógenos, esto derivado de la existencia de individuos enfermos

en la comunidad, mientras que en la de origen industrial dependerá de las actividades inherentes a la producción de cada industria.

CAPITULO 3

DESARROLLO DEL PROYECTO

La evaluación de las plantas de tratamiento de aguas residuales de las urbanizaciones El Tamarindo y El Moriche, tiene como finalidad proponer lineamientos para la mejora en el funcionamiento de las mismas. Para ello, se hizo una descripción de la operatividad de las plantas de tratamiento en estudio, se analizaron las características fisicoquímicas y bacteriológica de los afluentes y efluentes, se calculo la eficiencia del sistema de tratamiento de dichas plantas, y luego se propusieron dichos lineamientos.

3.1 DESCRIPCIÓN DE LA OPERATIVIDAD DE LAS PLANTAS DE TRATAMIENTO EN ESTUDIO.

La descripción de la operatividad de las plantas de tratamiento de las urbanizaciones El Tamarindo y El Moriche se realizó mediante inspecciones conjuntamente con funcionarios del Ministerio Del Poder Popular Para el Ambiente (MINAMB). En la cual se pudo observar las condiciones actuales de las plantas, el estado de los equipos, y el funcionamiento de las mismas. Para ello se realizó la identificación del sistema de tratamiento.

3.1.1. Identificación del sistema de tratamiento

Se realizó un recorrido por las plantas de tal manera que se pudo identificar el sistema de tratamiento utilizado por cada una de ellas.

La planta de la urbanización El Tamarindo usa un sistema de lodos activados con digestión aerobia de lodos excedentes, el funcionamiento del tal sistema consta de:

- a) Un sistema de desbaste, el cual consiste en una rejilla tipo cesta la cual retiene los sólidos de gran tamaño que pudieran obstruir las bombas sumergibles.
- b) Un sistema de bombeo, el cual consta de tres bombas sumergibles de aguas negras con capacidad de 20 l/s cada una, las cuales bombean el agua cruda desde la tanquilla para ser descargadas en los estanques de aireación o reactores biológicos.
- c) Estanques de aireación o reactores biológicos que tienen un volumen de 137.940 l cada uno, donde las turbinas inyectan al agua una gran cantidad de oxígeno de manera de mantener una flora bacteriana que realice la biodegradación de la materia orgánica presente en el agua residual.
- d) Estanque de sedimentación, en este equipo los sólidos suspendidos sedimentan hacia el fondo del estanque, de donde son barridos por un barredor de lodos, para luego ser bombeados al reactor 1 para su recirculación o dispuestos en el digestor de lodos para su posterior tratamiento.
- e) Un digestor aerobio de lodos que tiene un volumen 72.018 l, con un periodo de retención de 6 días y una edad de lodos estimada en 12 días. Aquí los lodos son aireados intensamente de manera de disminuir al máximo el contenido de materia orgánica volátil que los haría putrescibles cuando sean dispuestos en los lechos de secado.
- f) Lechos de secado de lodos, estos se usa cuando el contenido de sólidos secados de la biomasa del digestor pasa de los 6000 mg/l; es decir cuando los sólidos sedimentados son mayores a los 600ml. Estos lechos tienen un área de 75 m², con un volumen útil de 15.000 l. dichos lechos han sido diseñados para ser utilizados 26 veces al año.
- g) Finalmente la planta cuenta con un sistema de desinfección de efluente, en donde el efluente tratado pasa a una cámara de contacto de cloro

donde se dosifica una solución de cloro, preparada con una solución de hipoclorito de calcio a una concentración de 10 mg/l de manera tal que el residual sea de 1mg/l.

En la figura 3.1 se muestra un diagrama de flujo del sistema de tratamiento de la urbanización El Tamarindo donde se puede observar mejor el funcionamiento.

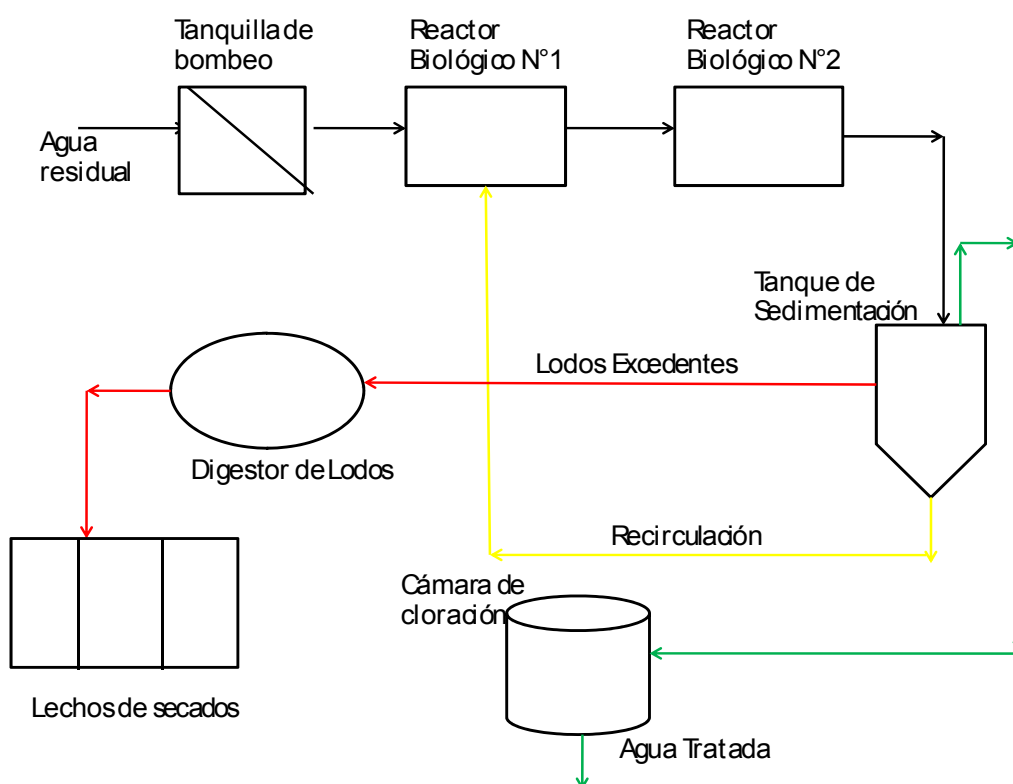


Figura 3.1 Diagrama de flujo de la planta de tratamiento de aguas residuales de la urbanización El Tamarindo.

La planta de tratamiento del conjunto residencial Villas El Moriche emplea un sistema de lodos activados, el cual está conformado por:

- a) Una cesta de retención de sólidos, en la cual son retenidos los sólidos gruesos, que puedan dañar los equipos e instalaciones subsiguientes.

- b) Un tanque de aireación o reactor biológico, donde se inyecta suficiente aire para satisfacer la demanda de oxígeno en el proceso de digestión aerobia.
- c) Luego del tanque de aireación el líquido pasa a un sedimentador donde se asentarán un alto contenido de las partículas en suspensión.
- d) Seguidamente el 70% de los lodos sedimentados son recirculados en el tanque de aireación, por medio de bombas eléctricas sumergidas.
- e) Luego el lodo excedente del sedimentador (30%) es enviado a un digestor aerobio de lodos a fin de ser estabilizados, para luego ser llevados a los lechos de secados, para finalmente disponerlos como abono o como relleno sanitario.
- f) Finalmente el líquido clarificado proveniente del sedimentador pasa por rebose a través del vertedero a la cámara de cloración, donde se pone en contacto el agua efluente del clarificador con el cloro durante un periodo de 30 min para el caudal medio.
- g) Este efluente tratado es enviado por medio de tuberías al río Aragua.

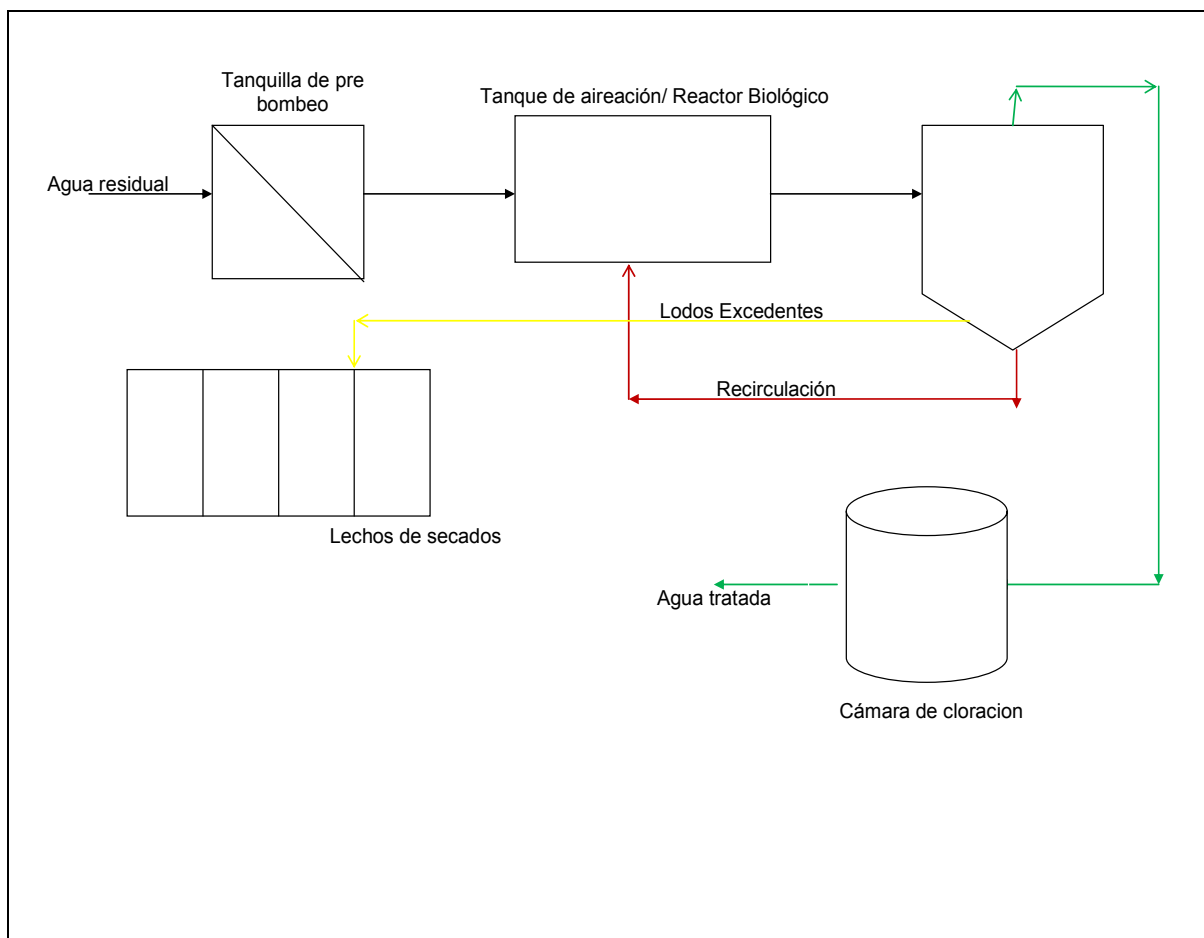


Figura 3.2 Diagrama de flujo del sistema de tratamiento de aguas residuales del conjunto residencial Villas El Moriche.

Mientras se hizo el recorrido por las plantas se recopilaban datos de interés que posteriormente permitió determinar las condiciones operacionales de las plantas en estudio.

3.2 ANÁLISIS DE LAS CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS Y BACTERIOLÓGICAS DE LOS AFLUENTES Y LOS EFLUENTES TRATADOS POR LAS PLANTAS.

A. Caracterización fisicoquímica de los afluentes y los efluentes tratados por las plantas.

La captación de muestra se hizo durante un monitoreo realizado a las plantas de tratamiento por período de una semana, tomando muestras interdiarias en un intervalo de media hora cada una por espacio de 6 horas. Estas muestras se captaron tanto en la tanquilla de la entrada como en la tanquilla de descarga de las plantas de tratamiento.

La metodología para la toma de muestras consistió en el método de llenado de recipiente, se fijó un tiempo de intervalo de media hora para recolectar volúmenes de muestras de 400 ml utilizando un cilindro graduado, combinando las muestras instantáneas para un volumen total de 6000 ml anotando el tiempo de llenado. Inmediatamente se coloca la muestra bajo refrigeración (cava con hielo) a aproximadamente 4°C, para evitar su descomposición en el trayecto desde el punto de muestreo hasta el laboratorio, donde se introduce la muestra en una incubadora para su posterior caracterización. Para la determinación de los siguientes parámetros: pH, aceites y grasas, cloruros, DQO (demanda química de oxígeno), DBO (demanda bioquímica de oxígeno), detergentes, sólidos suspendidos, sólidos flotantes, cloro residual, conductividad eléctrica, oxígeno disuelto.

A.1 Determinación de pH

La determinación del pH en el afluente y efluente de las plantas de tratamiento se llevó a cabo según lo establecido en el Standard Methods código 4500 H⁺. Los resultados obtenidos se muestran en el capítulo 4. Sección 4.2.

Procedimiento:

- 1) Se Verificó que el equipo se encuentra calibrado sumergiendo los electrodos en una solución patrón de pH conocido (en medio ácido, pH <7, y en medio básico pH >7). Se lavan los electrodos con suficiente agua destilada y se secan con un papel suave.
- 2) Se tomó la muestra en un vaso precipitado de 100 ml y se sumergen los electrodos. Se agita la muestra para homogeneizar y mantener los sólidos en suspensión. Se lee directamente y se anota directamente el valor de pH.

A.2 Determinación de aceites y grasas

La determinación de aceites y grasas del afluente y el efluente de las plantas de tratamiento se llevo a cabo según lo establecido en el Standard Methods código 5520. Los resultados obtenidos se muestran en el capítulo 4. Sección 4.2.

Procedimiento:

- 1) Se colocaron las cápsulas en la estufa por 30 minutos, luego se secaron y se pusieron en el desecador por media hora y luego se pesaron, se repitió la operación 2 veces más.
- 2) Se midió 500 ml de la muestra y se colocaron en un embudo y se le agregó 30 ml de cloroformo CHCl_3 .
- 3) Se agito la mezcla fuertemente y se drenó el cloroformo, colocándose en la cápsula correspondiente, esto se repite 2 veces más.
- 4) Se Toman las cápsulas que contienen el cloroformo drenado y se colocan en la estufa hasta que estén secas, preferiblemente de un día para otro.
- 5) Se Espera un día para secar de la estufa y pesar nuevamente.

Para calcular el contenido de aceites y grasas se dispone de la ecuación 3.1

$$\text{Ac-gra mg/l} = (\text{P1}-\text{P2}) \times 1000$$

(Ec 3.1)

Donde:

P1: peso de la cápsula + residuo, mg

P2: peso de la cápsula vacía, mg

Para realizar este cálculo se usaron los datos que se presentan en las tablas 3.1 y 3.2, donde se encuentran los datos obtenidos durante la aplicación del procedimiento anteriormente descrito.

Tabla 3.1 Datos experimentales en la determinación de aceites y grasas en el afluente y efluente de la planta de tratamiento de la urbanización El Tamarindo.

| Fecha | Peso de la cápsula vacía en el afluente (g) | Peso de la cápsula + residuo en el afluente (g) | Peso de la cápsula vacía en el efluente (g) | Peso de la cápsula + residuo en el efluente (g) |
|----------|---|---|---|---|
| 24/11/08 | 174,3467 | 174,3573 | 173,4578 | 173,4688 |
| 26/11/08 | 173,8603 | 173.8741 | 175,9404 | 175.9554 |
| 28/11/08 | 178,530 | 178.557 | 162,0735 | 162,0989 |

Tabla 3.2 Datos experimentales en la determinación de aceites y grasas en el afluente y efluente de planta de tratamiento del Conjunto Residencial Villas El Moriche.

| Fecha | Peso de cápsula vacía en el afluente (g) | Peso de la cápsula +residuo en el afluente (g) | Peso de la cápsula vacía en el efluente (g) | Peso de la cápsula + residuo en el efluente (g) |
|----------|--|--|---|---|
| 08/12/08 | 176,4544 | 176,4668 | 165,6578 | 165,6689 |
| 10/12/08 | 175,9504 | 175,9635 | 189,5543 | 189,5645 |
| 12/12/08 | 178,0478 | 178,0598 | 156,0276 | 156,0387 |

A.3 Determinación de cloruro

La determinación de cloruro en el afluente y el efluente de las plantas de tratamiento se llevo a cabo según lo establecido en el Standard Methods código 4500 Cl⁻. Los resultados obtenidos se muestran en el capítulo 4. Sección 4.2

Procedimiento:

- 1) Se Tomaron 100 ml de la muestra, si está muy coloreada se le adiciona 3 ml de suspensión Al (OH)₃, se mezcla y se deja sedimentar.
- 2) Se Filtró la solución y se dejó sedimentar.
- 3) Medir el pH a la solución, este debe estar entre 7-10, de lo contrario ajustarlo.
- 4) Ajustar el pH de la muestra, si se requiere, con solución de ácido sulfúrico (H₂SO₄) 1N o solución de hidróxido de sodio (NaOH) 1N.
- 5) Adicionar 10 ml de solución de dicromato de potasio (K₂CrO₄)
- 6) Titular la muestra con la solución valorada de AgNO₃, hasta que la solución tome un color amarillo pálido.

La concentración de cloruro se calcula con la ecuación 3.2

$$\text{mgCl/l} = \frac{(A-B) \times (N \times 35450)}{\text{ml de la muestra}}$$

(Ec 3.2)

donde:

- A: ml consumidos de AgNO₃ en la muestra
 B: ml consumidos de Ag NO₃ en el blanco
 N: normalidad de la solución de AgNO₃.

Para realizar estos cálculos se usaron los datos de las tablas 3.5 y 3.6, donde se presentan los datos recolectados durante la aplicación del procedimiento descrito anteriormente.

Tabla 3.3 Datos experimentales en la determinación de cloruros en el afluente y el efluente de la planta de tratamiento de La Urbanización El Tamarindo.

| Fecha | ml de AgNO₃ consumidos en el afluente | ml de AgNO₃ consumidos en el efluente | ml de AgNO₃ consumidos en el blanco |
|--------------|---|---|---|
| 24/11/08 | 0,5 | 0,5 | 0,2 |
| 26/11/08 | 0,5 | 0,7 | 0,5 |
| 28/11/08 | 0,8 | 1,5 | 0,3 |

Tabla 3.4 Datos experimentales en la determinación de cloruros en el afluente y el efluente de la planta de tratamiento del Conjunto Residencial Villas El Moriche.

| FECHA | ml de AgNO₃ consumidos en el afluente | ml de AgNO₃ consumidos en el efluente | ml de AgNO₃ consumidos en el blanco |
|--------------|---|---|---|
| 08/12/08 | 1 | 0,8 | 0,4 |
| 10/12/08 | 1,2 | 0,9 | 0,4 |
| 12/12/08 | 1,1 | 0,9 | 0,4 |

A.4 Determinación de la DQO

La determinación de la DQO del afluente y del efluente de las plantas de tratamiento se llevo a cabo según lo establecido en el Estandar metodos para agua y aguas residuales código 5520-D. Los resultados obtenidos se muestran en el capítulo 4 sección 4.2. El procedimiento es el siguiente:

- 1) La muestra para DQO se preserva previamente en un ambiente frio. Para el análisis es necesario igualar la temperatura de la muestra a la del ambiente.
- 2) Se colocan 3 ml de muestra en un tubo de vial para digestión y se añade reactivo analítico, se deja digesta a 148° C por 2 horas en un termo

reactor. Después se deja enfriar hasta aproximadamente temperatura ambiente. Se introduce el tubo en el espectrofotómetro digital y se anota el valor directamente.

A.5 Determinación de la DBO₅.

La determinación de la DBO₅ en el afluente y el efluente de las plantas se llevo a cabo según lo establecido en el Standard Methods código 5510-B. Los resultados obtenidos se muestran en el capítulo 4 sección 4.2.

- 1) Luego de leer el valor del DQO en el espectrofotómetro digital se buscan tres valores que estén dentro de un de 30% a 80% del valor de la DQO, para hacer diluciones que correspondan a ese rango.
- 2) Seguidamente se toma como mínimo tres litros de agua destilada previamente aireada durante dos horas y a continuación se le agrega un ml de cada nutriente (buffer fosfato, sulfato de magnesio, cloruro de calcio y cloruro de hierro), por cada litro de agua destilada aireada y un ml de inóculo.
- 3) A continuación se toma tres botellas Winkler por cada dilución y tres por el blanco, se le agrega la cantidad de muestra que corresponda a cada dilución del valor del DQO y se completa con el agua de dilución, y las botellas Winkler que corresponden al blanco solo se llenan con el agua de dilución.
- 4) Posteriormente se lee el valor de oxígeno disuelto de cada dilución y del blanco, y se introducen en una incubadora por cinco días. Luego de haber pasado los cinco días se lee nuevamente el oxígeno disuelto para calcular la DBO₅.

La DBO₅ se calcula con la siguiente expresión:

$$DBO_5 = OD_I - OD_F$$

(Ec 3.3)

Donde:

ODI: oxígeno disuelto inicial, mg/l

ODF: oxígeno disuelto después de los 5 días de incubación, mg/l

A.6 Determinación de sólidos suspendidos

El contenido de sólidos suspendidos en el afluente y el efluente se determinó según el método establecido en el Standard Methods código 2540-D. A cada muestra se le realiza el análisis de sólidos cinco veces para obtener datos confiables. Los resultados obtenidos se muestran en el capítulo 4 sección 4.2.

Procedimiento:

- 1) Preparar el equipo de filtración, colocar el filtro, añadir 20 ml de muestra y aplicar vacío hasta eliminar toda traza de agua.
- 2) Colocar el crisol de vidrio y el filtro (previamente pesados) en un horno a 105° C durante una hora y luego se enfrían en un desecador y se pesa hasta obtener un valor constante.

Los sólidos suspendidos se calculan con la ecuación 3.4:

$$SS = \frac{(A-B) * 1000}{C}$$

(Ec 3.4)

Donde:

SS: contenido de sólidos suspendidos, mg/l

A: masa del crisol con residuo y filtro, mg/l

B: masa del crisol con filtro, mg/l

C: volumen de muestra analizada, ml

Para realizar los cálculos del contenido de sólidos suspendidos se usaron los datos de la tabla 3.7 y 3.8.

Tabla 3.5 Datos experimentales en la determinación de los sólidos suspendidos en el afluente y en el efluente de la planta de tratamiento de aguas residuales de La Urbanización El Tamarindo.

| Fecha | Peso del crisol +Residuo y filtro en el afluente (g) | Peso del crisol +filtro en el afluente (g) | Peso del crisol + residuo y filtro en el efluente (g) | Peso del crisol + filtro en el efluente (g) |
|--------------|---|---|--|--|
| 24/11/08 | 46.7749 | 46.5473 | 46.3546 | 46.1512 |
| 26/11/08 | 44.5493 | 44.4205 | 46.9244 | 46.7975 |
| 28/11/08 | 47.0256 | 46.6980 | 54.2911 | 53.9787 |

Tabla 3.6 Datos experimentales en la determinación de los sólidos suspendidos en el afluente y el efluente del Conjunto Residencial Villas El Moriche.

| Fecha | Peso del crisol + residuo y filtro en el afluente(g) | Peso del crisol+ filtro en el afluente (g) | Peso del crisol + residuo y filtro en el efluente (g) | Peso del crisol + filtro en el efluente (g) |
|--------------|---|---|--|--|
| 08/12/08 | 48,4521 | 48,1065 | 44,5478 | 44,2598 |
| 10/12/08 | 49,4233 | 49,1069 | 46,8765 | 46,5786 |
| 12/12/08 | 47,0546 | 46.8511 | 40,4033 | 40,2039 |

A.7 Determinación del contenido de cloro

La determinación del contenido de cloro en el afluente y efluente de la planta de tratamiento se llevo a cabo según el procedimiento descrito en el Standard Methods código 4500-Cl, que especifica lo siguiente:

- 1) Seleccionar dos celdas del comparador de cloro y en una se vierte la muestra de estudio hasta aforo de la celda.
- 2) Agregar 5 ml del reactivo ortotolidina (OT), que es un indicador de la presencia de cloro en la muestra.

- 3) Reposar por un periodo de 5 minutos.
- 4) Colocar la muestra sin ortotolidina en el compartimiento de la derecha y la celda que contiene la ortotolidina en el compartimiento izquierdo.
- 5) Girar el disco hasta que un color coincida en ambos lados del campo visto a través del ocular. El valor que se lee es directamente el cloro residual libre en mg/l o ppm. Los resultados obtenidos se muestran en el capítulo 4 sección 4.2.

A.8 Determinación de oxígeno disuelto

La determinación de oxígeno disuelto en el afluente y el efluente de la planta de tratamiento se llevo a cabo según el procedimiento descrito en el Standard Methods código 4500-O, que especifica lo siguiente:

- 1) Verificar que el equipo se encuentre calibrado, utilizando el método de calibración del aire mediante una solución de oxígeno para ajuste a cero.
- 2) Tomar la muestra en un vaso de precipitado de 100 ml y se sumerge el electrodo o punta de prueba.
- 3) Agitar la muestra para homogeneizar y mantener los sólidos en suspensión. se lee directamente el valor proporcionado por el instrumento y se anota el valor de oxígeno disuelto.

Los resultados vienen dados directamente por el instrumento en una pantalla digital en mg/ppm, de los análisis realizados in situ.

Los resultados obtenidos se muestran en el capítulo 4 sección 4.2.

B. Caracterización bacteriológica del afluente y el efluente de la planta de tratamiento

Para la caracterización bacteriológica del afluente y el efluente se tomaron muestras interdiarias por espacio de una semana.

La metodología empleada para la toma de muestras consistió en tomar una botella de vidrio con tapa de plástico enroscable. Se

sumerge la botella tapada dentro de la tanquilla de descarga tapándola completamente con el agua residual. Luego se destapa la botella, se llena y se tapa nuevamente sin sacarla del agua. Inmediatamente después de tomar las muestras, se colocan bajo refrigeración (cava con hielo) a aproximadamente 4° C, para evitar su descomposición en el trayecto desde el punto de muestreo (tanquilla de descarga del afluente y el efluente) hasta el laboratorio de agua y suelo del Ministerio del Poder Popular del Ambiente, Estadal Ambiental Anzoátegui.

La caracterización bacteriológica se realizó con los análisis de coliformes fecales y coliformes totales.

Los resultados obtenidos se muestran en el capítulo 4 sección 4.2.

3.3 CALCULO DE LA EFICIENCIA DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO

Para calcular la eficiencia del sistema de tratamiento de las plantas en estudio fue necesario conocer la demanda química de oxígeno en el afluente y el efluente de dichas plantas. La demanda química de oxígeno tanto en la entrada como en la salida de la planta, se obtiene calculando un promedio de los análisis fisicoquímicos realizados durante la semana de monitoreo. Para el cálculo de la DQO promedio en el afluente y el efluente del sistema se usa la ecuación 3.6:

$$DQOp = \frac{(\sum DQOi)}{n}$$

(Ec 3.5)

n

Donde:

DQO_p = demanda química de oxígeno promedio, mg/l

DQO_i = demanda química de oxígeno puntual, mg/l

n = número de veces que se repitió la prueba.

Luego usando la ecuación descrita en la sección 2.7 del capítulo 2 se determina la eficiencia del sistema.

$$E = \frac{S_o - S}{S_o} * 100\% \quad (\text{Ec 2.1})$$

Donde:

E=eficiencia del sistema de tratamiento.

S_o= concentración de DQO en el afluente, mg/l

S= concentración de DQO en el efluente, mg/l.

Para realizar estos cálculos se tomaron los datos de la tabla 3.9 y 3.10

Tabla 3.7 Datos experimentales de la demanda química de oxígeno DQO del afluente y del efluente de la planta de tratamiento de aguas residuales de la urbanización El Tamarindo, para la determinación de la eficiencia.

| Fecha | DQO en el afluente (mg/l) | DQO en el efluente (mg/l) |
|----------|------------------------------|------------------------------|
| 24/11/08 | 183 | 165 |
| 26/11/08 | 178 | 147 |
| 28/11/08 | 187 | 154 |

Tabla 3.8 Datos experimentales de la demanda química de oxígeno DQO del afluente y del efluente de la planta de tratamiento de aguas residuales del Conjunto Residencial Villas El Moriche, para la determinación de la eficiencia.

| Fecha | DQO en el afluente (mg/l) | DQO en el efluente (mg/l) |
|----------|------------------------------|------------------------------|
| 08/12/08 | 198,5 | 178,3 |
| 10/12/08 | 236,8 | 213,2 |
| 12/12/08 | 245,6 | 228,4 |

3.4 PROPUESTA DE LINEAMIENTOS PARA LAS MEJORAS EN EL FUNCIONAMIENTO DE LAS PLANTAS

La propuesta de lineamientos para mejoras en el funcionamiento de las plantas de tratamiento se basó en la descripción de la operatividad de las plantas, la caracterización fisicoquímica y bacteriológica, el cálculo de la eficiencia y el análisis de las causas que origina las fallas que se presentan. De acuerdo a los resultados obtenidos se recomienda reemplazar los equipos que se encuentran dañados, así como establecer actividades de mantenimiento y limpieza a realizarse por un personal capacitado para tal actividad (operario de la planta). Que se establezcan también un régimen de mantenimiento de equipos y estructura de la unidad de tratamiento para así garantizar el buen funcionamiento del sistema y establecer los parámetros a medir y su frecuencia de medición.

Con estas propuestas se pretende incrementar las medidas que garanticen que no se continúe la contaminación de los cuerpos de agua, ya que la disposición final de estos vertidos se hace directamente al río más cercano a estas plantas, en este caso el río Aragua. En dicho río habitan animales y plantas importantes que garantizan el equilibrio del ecosistema de la zona.

CAPITULO 4

RESULTADOS, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 DESCRIPCIÓN DE LA OPERATIVIDAD DE LAS PLANTAS DE TRATAMIENTO EN ESTUDIO.

Una vez realizado el recorrido por las plantas de tratamiento y haber recopilado datos de interés, se hacen las siguientes descripciones de la operatividad de las plantas de tratamiento en estudio:

| UBICACIÓN | UNIDADES | CONDICIONES OPERACIONALES |
|---------------------------------|---------------------------|---------------------------|
| Urbanización El Tamarindo | • Tanquilla de bombeo | Regular |
| | • Tres Bombas sumergible | Funciona solo una |
| | • Tanque de aireación | No funciona |
| | • Tanque de sedimentación | No funciona |
| | • Recicador de lodos | No funciona |
| | • Digestor de lodos | No funciona |
| | • Cámara de contacto | Mala |
| Conjunto Residencial El Moriche | • Tanquilla de bombeo | Funciona |
| | • Reactor biológico | Regular |
| | • Tanque de sedimentación | No funciona |
| | • Cámara de contacto | Regular |

La planta de tratamiento de aguas residuales de la urbanización El Tamarindo fue construida para tratar las aguas residuales provenientes de una población de 5497 personas, con un gasto de 1.155.000 l/día, correspondiente a un caudal promedio de 13 l/s y un caudal máximo en las horas pico de 40 l/día.

Estas aguas son recolectadas por los colectores cloacales y conducidas a la planta, donde descargan en una tanquilla de bombeo (Figura 4.1), la cual tiene en la entrada un sistema de desbaste (figura 4.2), que consiste en una rejilla tipo cesta que retiene los sólidos de gran tamaño, durante el recorrido se pudo apreciar que esta rejilla está oxidada y que no recibe la limpieza diaria que ella necesita. Además en los alrededores de este sistema de desbaste se observó monte y escombros que obstruye su buen funcionamiento a parte de no contar con las tapas para su protección.



Figura 4.1 Tanquilla de bombeo



Figura 4.2 Sistema de desbaste

En la tanquilla de bombeo se encuentran instaladas tres bombas sumergibles de aguas negras, de las cuales solo funciona una porque las otras están dañadas.

Las aguas residuales que son bombeadas desde la tanquilla son descargada en un tanque de aireacion o reactor biologico, en el cual se pudo vizualizar que el agua es de color negro y no marron achocolatado como deberia de ser, lo que indica que no se le esta inyectando suficiente oxígeno al agua, por lo que no se esta realizando el proceso de oxigenacion endogena el cual destruye las celulas por su propio metabolismo. Esto se puede apreciar mejor en las figuras 4.4 y 4.5.



Figura 4.3 Reactor Biologico 1



Figura 4.4 Reactor Biologico 2

Luego esta aguas pasan a un estanque de sedimentacion, donde los solidos suspendidos sedimentan hacia el fondo del estanque y de donde deberian ser barridos por un barredor de lodos giratorio, que no esta en funcionamiento. Los lodos barridos deberian ser bombeados al reactor 1 para su recirculacion o dispuestos en el digester para su posterior tratamiento.

Mientras que el liquido clarificado es descargado a la camara de contacto de cloro, pero en la visita se pudo apreciar que estos equipos no estan funcionando adecuadamente ya que: el agua residual presente en ellos es de color negro y de olor septico, los lechos de secado no se encuentran en condiciones para tal funcion, ya que no han recibido mantenimiento, ademas no cuenta con un tanque adecuado para la dosificacion del hipoclorito de calcio para que se cumpla la desinfeccion. Lo que indica que esta planta de tratamiento no esta cumpliendo con la normativa ambiental vigente establecida por el MINAMB, al no estar en funcionamiento la mayoria de los equipos disponibles. Estos resultados se pueden observar mejor en las figuras 4.6, 4.7 y 4.8:



Figura 4.5 Estanque de sedimentacion



Figura 4.6 Lechos de secado



Figura 4.7 Camara de Cloracion

En cuanto a la planta de tratamiento del Conjunto Residencial Villas El Moriche se pudo determinar que a pesar de que los equipos se encuentran en buen estado (prácticamente son nuevos) no esta operando adecuadamente ya que: se observó la presencia de solidos flotantes (heces fecales, basura) en las unidades de la planta, como se muestra en la figura 4.9. En el tanque de aireacion se visualizo la presencia de espuma y agua residual de color negro y olor septico; lo que quiere decir que no se esta inyectando suficiente aire para satisfacer la demanda de oxigeno en el proceso de digestion aerobia (Figura 4.10)



Figura 4.8 Cesta de retencion de solidos



Figura 4.9 Reactor Biologico

Luego estas agua pasan a un sedimentador donde se debe asentar una gran cantidad de particulas en suspension. Del cual el 70% de lodos sedimentados es reciclado al tanque de aireacion y el otro 30% de lodos excedentes es enviado a un digester aerobio para ser estabilizado, para luego ser depositado en los lechos de secado. Pero este proceso no se esta realizando, ya que el sedimentador se encuentra desconectado como se muestra en las figura 4.11 y 4.12.



Figura 4.10 Tanque de sedimentacion



Figura 4.11 Lechos de secado

El liquido clarificado proveniente del sedimentador pasa por rebose a la camara de cloracion, donde el liquido residual es finalmente sometido a un proceso de desinfeccion con cloro, el cual se pudo observar que no se realiza como deberia ser ya que en esta unida no hay un tanque que dosifique la solucion de hipoclorito de calcio; sino que las pastillas de este producto son puesta a la salida del liquido que pasa a la camara de cloracion. Como se muestra en la figura 4.13.



Figura 4.12 Camara de Cloración

Una vez descrito la operatividad de estas dos plantas es evidente que al no tener en funcionamiento gran parte de sus equipos, no prestan el servicio para lo cual fueron dispuesta, afectando de esta manera los cuerpos de agua a los cuales son vertidos los efluentes de estas plantas.

4.2 ANÁLISIS DE LAS CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS Y BACTERIOLÓGICAS DE LOS AFLUENTES Y LOS EFLUENTES TRATADOS POR LAS PLANTAS.

La caracterización fisicoquímica se realizó con la finalidad de conocer si las plantas de tratamiento de aguas residuales de La urbanización El Tamarindo y El Conjunto Residencial Villas El Moriche, cumplen con los requerimientos exigidos por el Ministerio Para el Poder Popular Del Ambiente, publicado en la gaceta oficial N° 5021, en su decreto 883 y artículo 10.

En la tabla 4.1 y 4.2 se muestran los valores promedios de los parámetros fisicoquímicos de los afluentes y los efluentes de las plantas, determinados en una semana de monitoreo, donde se tomaron muestras interdiarias. Los valores puntuales de los análisis fisicoquímicos se muestran en el anexo B.

Tabla 4.1 Límites máximos y valores promedio de la caracterización fisicoquímica y bacteriológica del afluente y del efluente de la planta de tratamiento de la urbanización El Tamarindo.

| Parámetros fisicoquímicos | Afluente (mg/l) | Efluente (mg/l) | Límite Máximo (mg/l) |
|----------------------------------|------------------------------|------------------------------|-------------------------------|
| Aceites y Grasas | 17,13 | 17,3 | 20 |
| Cloruros | 472,6 | 472,7 | 1000 |
| DBO | 11,5 | 10,9 | 60 |
| DQO | 182,6 | 155,3 | 350 |
| Detergentes | 4,04 | 2,814 | 2 |
| Fosforo | 1,29 | 1,34 | 10 |
| pH | 6,69 | 6,71 | 6-9 |
| Sólidos suspendidos | 11,39 | 10,71 | 80 |
| Cloro residual | 1,9 | 1,6 | 1 |
| Conductividad Eléctrica | 722,8 | 731,4 | — |
| Parámetro Bacteriológico | Afluente (NMP/100 ml) | Efluente (NMP/100 ml) | Límite Máximo (NPM/ml) |
| Coliformes totales | 16000 | 16000 | <1000 |
| Coliformes fecales | 16000 | 16000 | <1000 |

En la tabla 4.1 se muestran las concentraciones de los parámetros fisicoquímicos evaluados para la planta de tratamiento de la urbanización El Tamarindo en ella se puede observar que las concentraciones de algunos parámetros se encuentran cerca o por encima del límite máximo, también se puede observar que las concentraciones de salida son casi iguales a las concentraciones de la entrada; lo que quiere decir que la planta no está trabajando adecuadamente y esto se puede comprobar viendo los resultados de los análisis bacteriológico, donde se observa que la concentración de la salida es

igual a la concentración de la entrada; es decir que el agua residual así como esta entrando a la planta esta saliendo, no esta recibiendo ningún tratamiento.

Tabla 4.2 Límites máximos y valores promedio de la caracterización fisicoquímica y bacteriológica del afluente y del efluente de la planta de tratamiento del Conjunto Residencial Villas El Moriche.

| Parámetros fisicoquímicos | Afluente (mg/l) | Efluente (mg/l) | Límite Máximo (mg/l) |
|----------------------------------|------------------------------|------------------------------|-------------------------------|
| Aceites y Grasas | 12,5 | 10,8 | 20 |
| Cloruros | 496,3 | 249,8 | 1000 |
| DBO | 10,5 | 9,7 | 60 |
| DQO | 226,97 | 206,6 | 350 |
| Detergentes | 3,239 | 3,419 | 2 |
| Fosforo | 1,25 | 1,270 | 10 |
| pH | 6,71 | 6,69 | 6-9 |
| Sólidos suspendidos | 14,43 | 13,23 | 80 |
| Cloro residual | 2 | 1,9 | 1 |
| Conductividad Eléctrica | 516,3 | 457,7 | — |
| Parámetro Bacteriológico | Afluente (NMP/100 ml) | Efluente (NMP/100 ml) | Límite Máximo (NPM/ml) |
| Coliformes totales | 1600 | 1600 | <1000 |
| Coliforme fecales | 1600 | 1600 | <1000 |

En la tabla 4.2 se muestran los resultados obtenidos de los parámetros fisicoquímico de la planta de tratamiento del Conjunto Residencial Villas El Moriche, en ella se puede observar que la planta no esta trabajando adecuadamente ya que algunos valores fisicoquímico se encuentra cerca del limite máximo y otros por encima de este valor. También se puede observar que las concentraciones de entrada son prácticamente las mismas de la salida. Con respecto al análisis bacteriológico se puede observar que los valores obtenidos

están por encima del límite establecido por el MINAMB, comprobándose así que la planta no esta operando.

A continuación se hace un análisis grafico de los resultados puntuales, para así poder apreciar la variación de las concentraciones de los diferentes parámetros fisicoquímico evaluados durante la semana de monitoreo.

En la figura 4.14 se muestra el comportamiento de la concentración de aceites y grasas en el afluente y el efluente de la planta de tratamiento del Conjunto Residencial Villas El Moriche, en ella se puede observar que dicha concentración se encuentra casi constante tanto en la entrada como en la salida de la planta, también se puede observar que la concentración de este parámetro fisicoquímico disminuyo en la salida de la planta con respecto a la concentración de la entrada. Estas concentraciones se encuentran por debajo del límite máximo permitido por la normativa ambiental vigente, sin embargo la planta no esta trabajando adecuadamente por lo mencionado anteriormente (las concentraciones de la entrada son prácticamente las mismas de la salida).

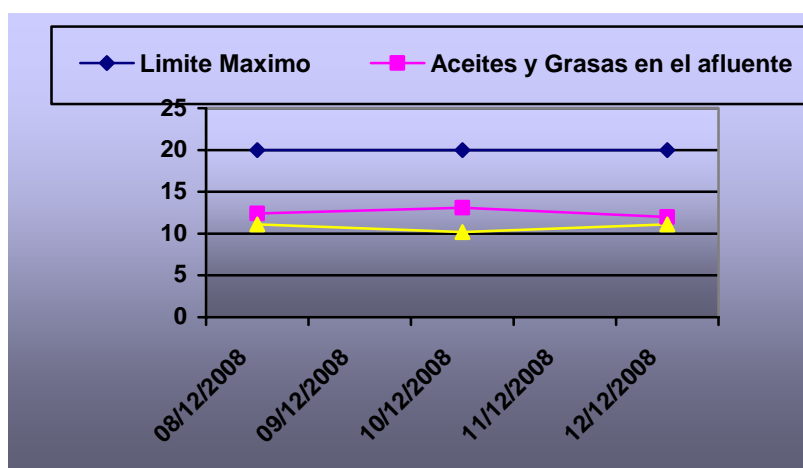


Figura 4.13 Comportamiento de la concentración de aceites y grasas en el afluente y el efluente de la planta de tratamiento del Conjunto Residencial Villas El Moriche.

Fecha del Análisis Físicoquímico

En la figura 4.15 se muestra el comportamiento de la concentración de cloruro en el afluente y el efluente de la planta de tratamiento del Conjunto Residencial Villas El Moriche, en ella se observa que dichas concentraciones tanto en el afluente como en el efluente son ascendente durante la semana de monitoreo, y a pesar de que se encuentran por debajo del límite máximo permitido por la normativa ambiental vigente, se puede observar que la planta no está trabajando adecuadamente ya que las concentraciones de la entrada son prácticamente las mismas en la salida.

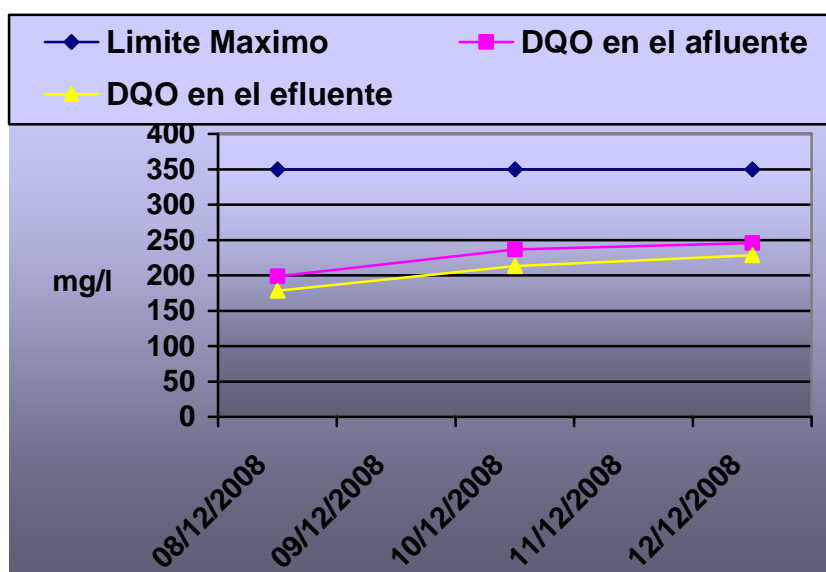
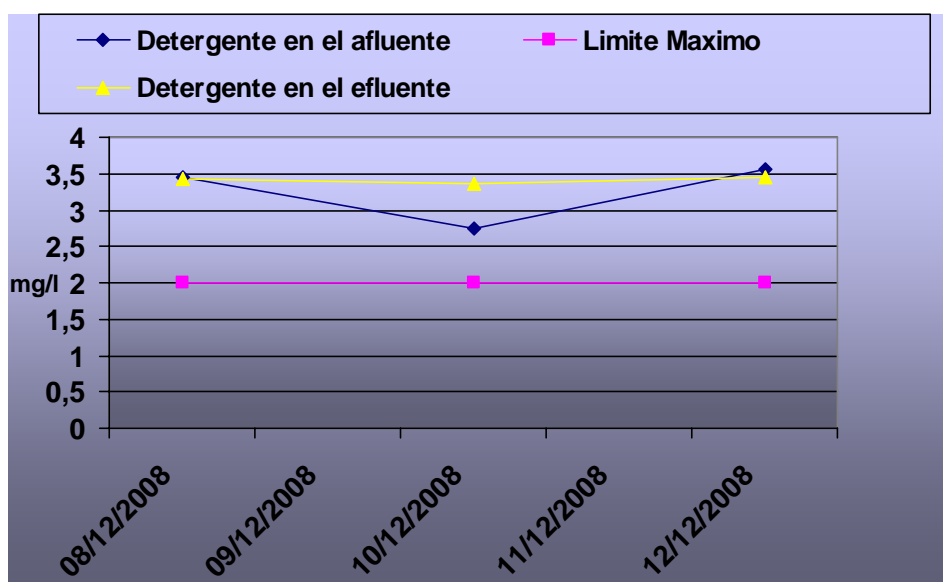


Figura 4.14 Comportamiento de la concentración de cloruro en el afluente y el efluente de la planta de tratamiento del Conjunto Residencial Villas El Moriche.

Fecha del análisis físicoquímico

En la figura 4.16 se muestra el comportamiento de la concentración de DQO en el afluente y el efluente de la planta de tratamiento del Conjunto Residencial Villas El Moriche, en ella se puede observar que durante la semana de monitoreo realizado a esta planta la concentración de DQO se comporto de manera ascendente tanto en la entrada como en la salida, pero en la salida disminuyo dicha concentración con respecto a la concentración de la entrada. Sin embargo estas concentraciones son casi iguales tanto en la salida como en la entrada, lo que indica que la planta no esta trabajando.



Fecha del análisis fisicoquímica

Figura 4.15 Comportamiento de la concentración de la demanda química de oxígeno (DQO) en el afluente y el efluente de la planta de tratamiento del Conjunto Residencial Villas El Moriche.

En la figura 4.17 se muestra el comportamiento de la concentración de detergente en el afluente y el efluente de la planta de tratamiento del Conjunto Residencial Villas El Moriche, en ella se observa que este parámetro fisicoquímico se encuentra por encima del límite máximo permitido por la normativa ambiental vigente, tanto en la entrada como en la salida de dicha

planta, lo que explica la presencia de espuma en el reactor biológico, este resultado indica que la planta no está trabajando.

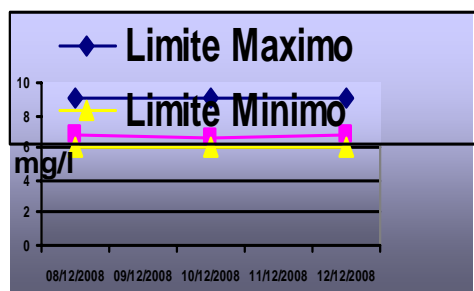


Figura 4.17 Comportamiento de la concentración de detergente en el afluente y el efluente de la planta de tratamiento del Conjunto Residencial Villas El Moriche.

Fecha del análisis fisicoquímico

En la figura 4.18 se muestra el comportamiento de la concentración de pH en el efluente de la planta de tratamiento del Conjunto Residencial Villas El Moriche, en ella se observa que la concentración de pH se encuentra dentro de los límites establecidos por la normativa ambiental vigente.

En la figura 4.19 se puede observar que la concentración de sólidos suspendidos, en el afluente y el efluente de la planta de tratamiento del Conjunto Residencial Villas El Moriche se mantienen por debajo del valor máximo exigido por la normativa ambiental vigente. Sin embargo también se puede observar que las concentraciones de entrada son iguales a las concentraciones de la salida, lo que indica que la planta no está removiendo este parámetro fisicoquímico y esto se debe a que el tanque de sedimentación está desconectado, lo que explica este resultado.

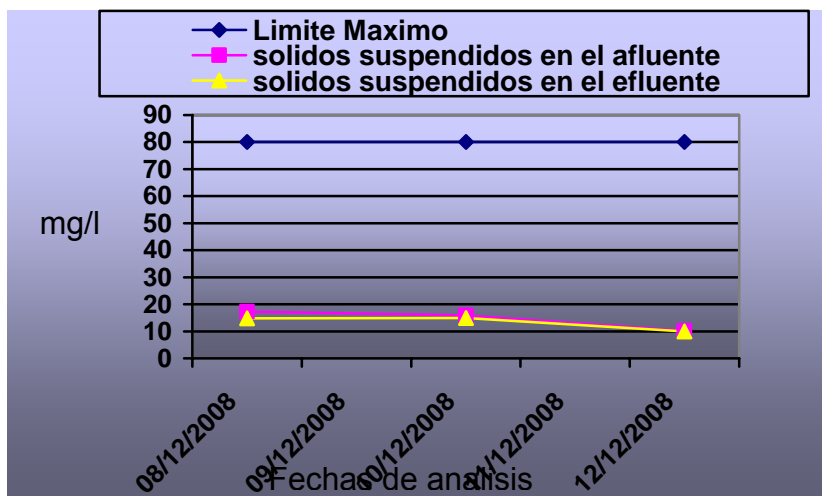


Figura 4.19 Comportamiento de la concentración de sólidos suspendidos en el afluente y el efluente de la planta de tratamiento del Conjunto Residencial Villas El Moriche.

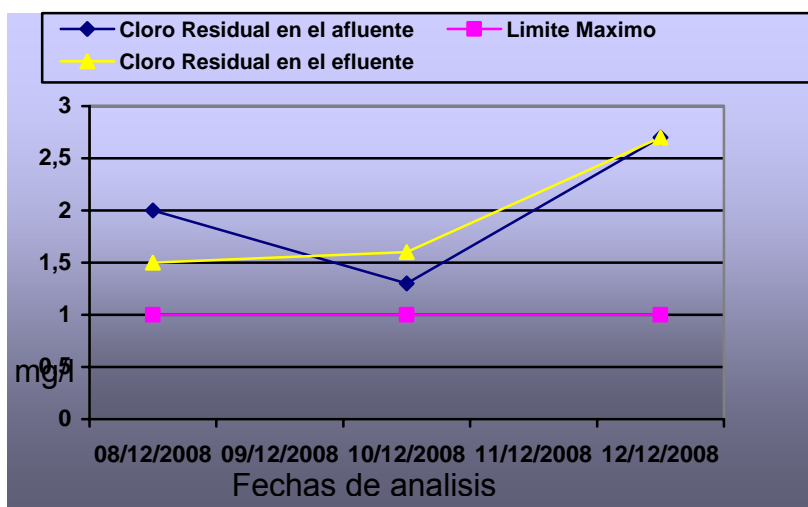


Figura 4.20 Comportamiento de la concentración de cloro residual en el afluente y el efluente de la planta de tratamiento del Conjunto Residencial Villas El Moriche.

En la figura 4.20 se puede observar la concentración de cloro residual en el afluente y el efluente de la planta de tratamiento del Conjunto Residencial Villas El Moriche, se encuentra por encima del límite máximo establecido por el

MINAMB, lo que indica que la planta no esta trabajando adecuadamente en la remoción de este parámetro fisicoquímico.

En la figura 4.21 se muestra el comportamiento de la concentración de aceites y grasa en el afluente y el efluente de la planta de tratamiento de La Urbanización El Tamarindo, en ella se puede observar que la concentración de este parámetro fisicoquímico se comporto de manera ascendente durante la semana de monitoreo, aun mas al final de la semana cuando sobrepaso los limites establecidos por la normativa ambiental vigente, lo que indica que la planta no esta operando adecuadamente con respecto a la remoción de este parámetro.

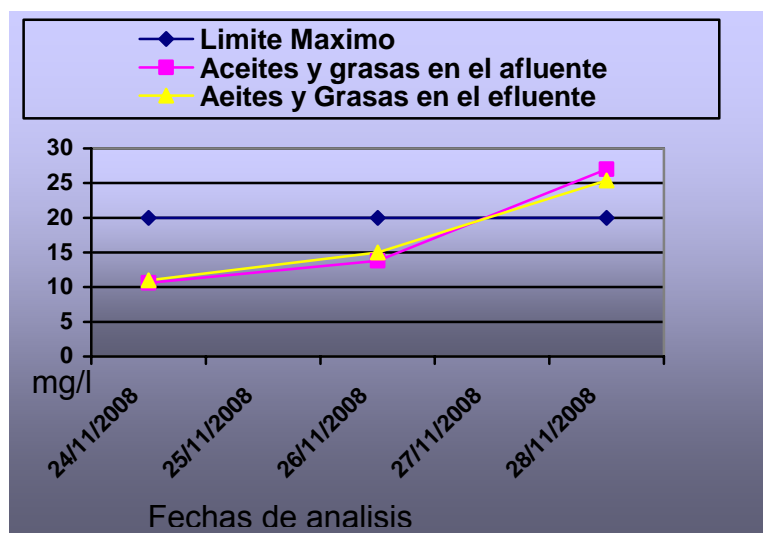


Figura 4.21 Comportamiento de la concentración de aceites y grasas en el afluente y el efluente de la planta de tratamiento de la urbanización El Tamarindo.

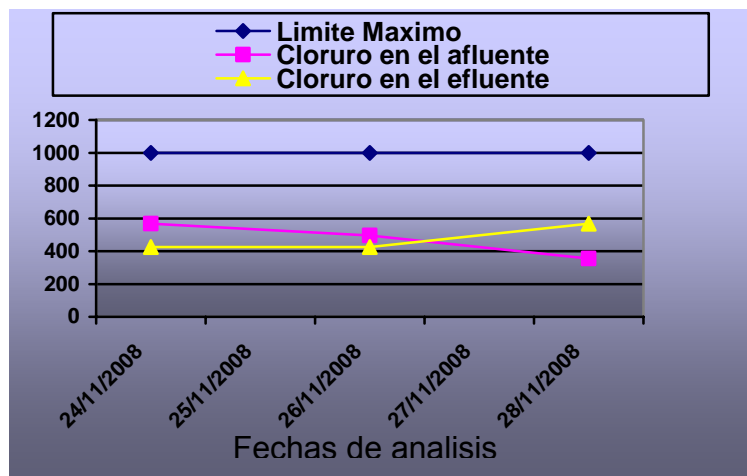


Figura 4.22 Comportamiento de la concentración de cloruro en el afluente y el efluente de la planta de tratamiento de la urbanización El Tamarindo.

En la figura 4.22 se muestra el comportamiento de la concentración de cloruro en el afluente y el efluente de la planta de tratamiento de la urbanización El Tamarindo, en ella se observa que este parámetro fisicoquímico se encuentra por debajo del límite máximo establecido por la normativa ambiental vigente, aun cuando al final de la semana de monitoreo la concentración de cloruro aumento en el efluente con respecto a la concentración en el afluente. Sin embargo se observa que la planta no esta trabajando ya que las concentraciones de entrada son prácticamente las mismas en la salida.

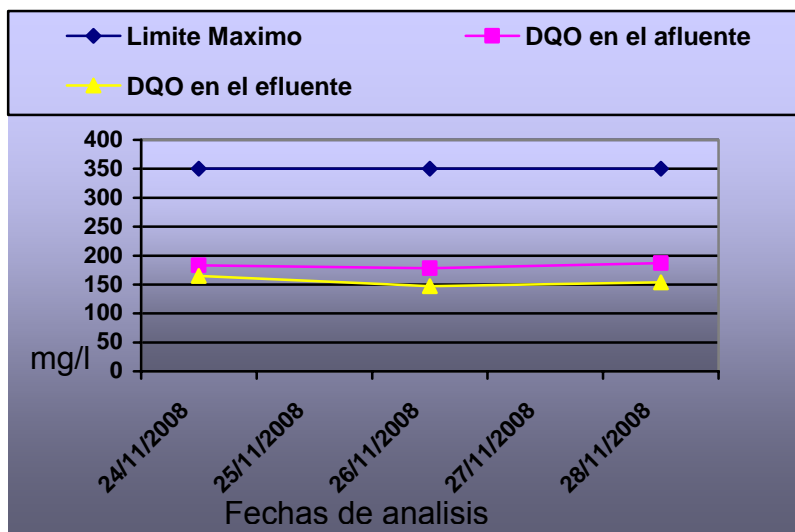


Figura 4.23 Comportamiento de la demanda química de oxígeno (DQO) en el afluente y el efluente de la planta de tratamiento de la urbanización El Tamarindo.

En la figura 4.23 se muestra el comportamiento de la concentración de la demanda química de oxígeno (DQO) en el afluente y el efluente de la planta de tratamiento de la urbanización el tamarindo, en ella se puede observar que este parámetro fisicoquímico se mantuvo casi constante durante la semana, de manera tal que su concentración no disminuyó tanto en el efluente, lo que indica que la planta no está operando adecuadamente. Aun así la DQO se encuentra por debajo de los límites establecidos por la normativa ambiental.

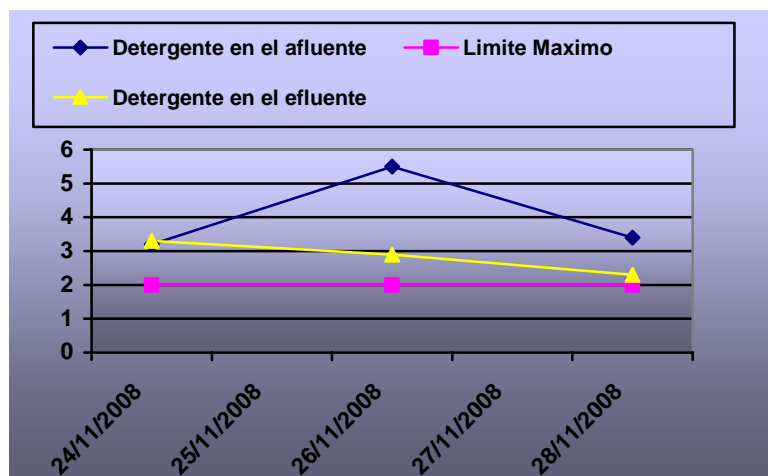


Figura 4.24 Comportamiento de la concentración de detergente en el afluente y el efluente de la planta de tratamiento de La Urbanización El Tamarindo.

En la figura 4.24 se muestra el comportamiento de la concentración de detergente en el afluente y el efluente de la planta de tratamiento de la urbanización El Tamarindo, en esta figura se observa que aun cuando la concentración de detergente disminuyó en el efluente con respecto al afluente, este parámetro fisicoquímico sobrepasa los limites establecidos por la normativa ambiental vigente. Lo que indica una vez más que la planta no esta trabajando adecuadamente.

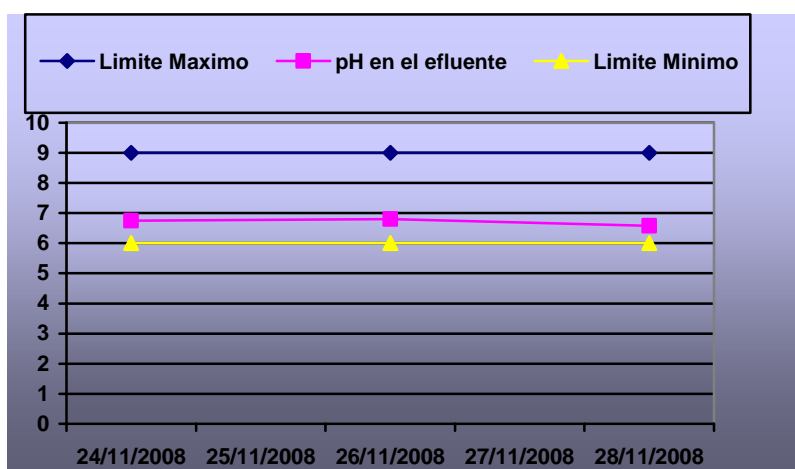


Figura 4.25 Comportamiento de la concentración de pH en el efluente de la planta de tratamiento de La Urbanización El Tamarindo.

En la figura 4.25 se puede observar que el pH de la planta de tratamiento de la urbanización El Tamarindo se mantuvo constante durante la semana y dentro de un rango exigido por la normativa ambiental vigente, con un valor promedio de 6,71.

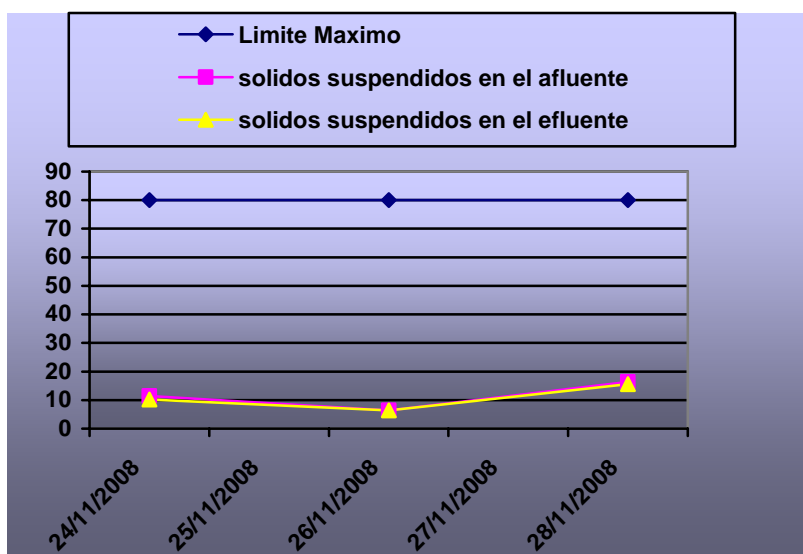


Figura 4.26 Comportamiento de la concentración de sólidos suspendidos en el afluente y el efluente de la planta de tratamiento de la urbanización El Tamarindo.

En la figura 4.26 se muestra el comportamiento de la concentración de sólidos suspendidos en el afluente y el efluente de la planta de tratamiento de la urbanización El Tamarindo, en ella se puede observar que este parámetro fisicoquímico se mantuvo casi constante durante toda la semana de tal manera que la concentración del efluente es casi igual a la concentración del afluente, lo que indica que no hubo remoción de la materia orgánica. Aun así este parámetro fisicoquímico se encuentra por debajo del límite establecido por la normativa ambiental vigente, pero a pesar de este resultado la planta no está operando adecuadamente.

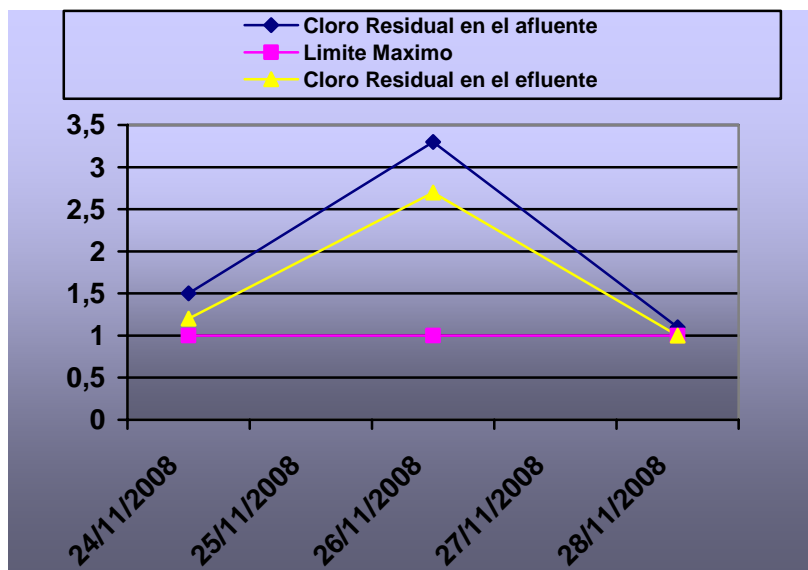


Figura 4.27 Comportamiento de la concentración de cloro residual en el afluente y el efluente de la planta de tratamiento de la urbanización El Tamarindo.

En la figura 4.27 se muestra la concentración de cloro residual en el afluente y el efluente de la planta de tratamiento de la urbanización El Tamarindo, en esta figura se puede observar que a pesar que la concentración del efluente disminuyo con respecto a la concentración del afluente, este parámetro fisicoquímico sobrepasa el limite máximo establecido por la normativa ambiental vigente, lo que corrobora una vez mas que la planta no está operando.

Una vez obtenido el comportamiento de los parámetros fisicoquímicos se puede decir que las plantas de tratamientos de las urbanizaciones El Tamarindo y El Moriche, no están funcionando adecuadamente a pesar de que la mayoría de los parámetros evaluados están por debajo del límite máximo establecidos en la normativa ambiental vigente, como son: aceites y grasas, cloruro, DBO, DQO, fosforo, pH, sólidos suspendidos; y estos es evidente ya que todos los valores se mantienen casi constante tanto en la entrada como en la salida de las plantas; lo que quiere decir que no están recibiendo el tratamiento correctamente.

Asimismo sucede con los parámetros del análisis bacteriológico coliformes totales y coliformes fecales, en ambas planta de tratamiento, también están por encima de los valores máximo permisible establecido en la norma.

4.3 CALCULO DE LA EFICIENCIA DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO

En las tablas 4.3 se aprecian los resultados obtenidos de las eficiencias del sistema de tratamiento de ambas plantas.

Tabla 4.3 Eficiencia global del sistema de tratamiento

| EFICIENCIA GLOBAL DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE LAS PLANTAS EVALUADAS | | |
|--|---|---------------------------------|
| URBANIZACIÓN EL TAMARINDO | CONJUNTO RESIDENCIAL VILLAS EL MORICHE | SUGERIDO EN BIBLIOGRAFIA |
| 14,95 % | 9 % | 90% |

Como se puede apreciar en la tabla 4.3 las eficiencias obtenidas no son las esperadas ni siquiera se acercan a las sugeridas en la bibliografía. Con base en los resultados obtenidos en los objetivos anteriores se puede decir que la baja eficiencia de la planta de tratamiento de la urbanización El Tamarindo se debe al poco tratamiento biológico que recibe, al deterioro en los equipos, al indebido mantenimiento y operación de la planta. Este 14,95% de eficiencia indica que la planta no esta funcionando correctamente. Con respecto a la planta de tratamiento del Conjunto Residencial Villas El Moriche se puede decir que la baja eficiencia se debe a que esta planta no esta realizando el tratamiento biológico y de desinfección adecuadamente, y esto puede deberse a que algunos equipos están desconectados y que no cuenta con un tanque para la dosificación de la solución de hipoclorito de calcio. Este 9% de eficiencia de la planta de tratamiento del conjunto residencial Villas El Moriche al igual que en la urbanización El Tamarindo indica que la planta no esta funcionando, como se

pudo evidenciar durante los diferentes recorridos de inspección que se dieron al inicio de la investigación y durante el monitoreo.

4.4 LINEAMIENTOS PARA MEJORAR EL FUNCIONAMIENTO DE LAS PLANTAS DE TRATAMIENTOS

De acuerdo a los resultados obtenidos de las caracterizaciones fisicoquímicas realizadas a los afluentes y efluentes de las plantas de tratamiento evaluadas, se proponen los siguientes lineamientos:

Para la planta de tratamiento de la urbanización El Tamarindo se propone los siguientes lineamientos:

- Poner en funcionamiento la planta de tratamiento, para que así se realice el servicio para la cual fue dispuesta; tratar el agua residual proveniente de la urbanización la cual es vertida al río Aragua.
- Reemplazar los equipos que están dañados, como las bombas sumergibles de aguas negras y el tanque de cloración; De manera que el tratamiento de aguas residuales se realice satisfactoriamente.
- Poner en funcionamiento el barredor de lodos y los lechos de secados, para que el tratamiento biológico se efectúe completamente y así obtener mejores resultados.
- Poner en funcionamiento los aireadores, para que suministre el O₂ de manera tal que se realice los procesos biológicos, de forma satisfactoria.
- Contratar un personal capacitado para el mantenimiento y limpieza de los equipos y estructuras de la planta de tratamiento, de tal manera que la planta y los equipos se mantengan en buen estado, para que pueda cumplir con la normativa establecida por el Ministerio Para el Poder Popular del Ambiente.

Para la planta de tratamiento del Conjunto Residencial Villas El Moriche se propone los siguientes lineamientos:

- Poner en funcionamiento la planta, para que el efluente vertido al río Aragua no lo siga contaminando.
- Conectar el tanque de sedimentación, para que el tratamiento biológico se cumpla satisfactoriamente.
- Incorporar un tanque para la dosificación de la solución usada en el proceso de desinfección del efluente, de manera tal que el agua que entra en la cámara de cloración sea desinfectada.
- Contratar un personal capacitado para el mantenimiento y limpieza de los equipos y estructuras de la planta de tratamiento.

CONCLUSIONES

1. La planta de tratamiento de la urbanización El Tamarindo no esta funcionando, el agua residual que entra sale de la planta sin recibir ningún tratamiento, ya que las concentraciones son las mismas. Esto debido a que hay equipos que no están funcionando como: el barredor de lodos y los lechos de secados. Y otros que están dañados como la bomba sumergible de aguas negras y el tanque de cloración.
2. La planta de tratamiento del Conjunto Residencial Villas El Moriche no esta operando, la unidad de sedimentación no esta conectada y no cuenta con un tanque para la cloracion.
3. Los parámetros fisicoquímico evaluados en la planta de tratamiento de la Urbanización El Tamarindo arrojaron resultados fuera del limite son: detergente=2,8 y cloro residual= 1,6.
4. Los parámetros fisicoquímicos evaluados para la planta de tratamiento del Conjunto Residencial Villas El Moriche, arrojaron resultados fuera de limite son: detergente=3,41 y cloro residual= 1,9.
5. El análisis bacteriológico de la planta de tratamiento de la Urbanización El Tamarindo arrojó los siguientes resultados: coliformes fecales=16000, coliformes totales= 16000.
6. En el análisis bacteriológico de la planta de tratamiento del Conjunto Residencial Villas El Moriche se obtiene lo siguiente: coliformes fecales= 16000, coliformes totales= 16000.
7. La eficiencia de la planta de tratamiento de la Urbanización El Tamarindo es de 14,95%, lo que explica los resultados anteriores.

8. Para el Conjunto Residencial Villas El Moriche se obtuvo el siguiente valor de eficiencia 9%.
9. De tomar en cuenta los lineamientos recomendados en este trabajo, será posible poner operativa las plantas para que estas cumplan con su función.

RECOMENDACIONES

Con base a los resultados obtenidos se recomienda:

1. En la planta de tratamiento de la urbanización El Tamarindo se sugiere realizar actividades de mantenimiento y limpieza tanto en los equipos y estructuras como en los alrededores de la planta.
2. Reemplazar los equipos que están dañados, como las bombas sumergibles, los aireadores, tanque de cloración, recirculador de lodos, entre otros.
3. Conectar el tanque de sedimentación en la planta de tratamiento del Conjunto Residencial Villas El Moriche, para que pueda realizar el tratamiento biológico adecuadamente.
4. En la planta de tratamiento del Conjunto Residencial Villas El Moriche se sugiere colocar un tanque para la dosificación de la solución de hipoclorito de calcio usada para la desinfección.
5. Se exhorta al Ministerio Para el Poder Popular del Ambiente como ente regulador de la normativa ambiental, a continuar con el seguimiento de las plantas de tratamiento evaluadas, para así verificar la adecuación de las instalaciones y el buen funcionamiento de las mismas.
6. Realizar un análisis de costo a los efectos de saber la viabilidad económica de la rehabilitación de las plantas de tratamientos evaluadas.
7. Los organismos con competencia en seguimiento y control del saneamiento ambiental, deberán aplicar las sanciones establecidas en la normativa que regula la materia, a fin de garantizar el adecuado funcionamiento de las planta de tratamientos.

BIBLIORAFIA

1. Anónimo “Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales” disponible en: WWW.Wikipedia.com
2. Subero, N., “Evaluación del Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales Industriales en el Criogénico Santa Bárbara”, Tesis de Grado, Departamento de Ingeniería Química, UDO, Anzoátegui (1997).
3. Prada, J., “Evaluación del Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales Domesticas de la Planta de Tratamiento Punta Baja”, Tesis de Grado, Departamento de Ingeniería Química, UDO, Anzoátegui (2000).
4. González, A., “Evaluación Diagnostica de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Los Olivos, Puerto Ordaz”, Tesis de Grado, Departamento de Ingeniería Química, UDO, Anzoátegui (2000).
5. Delgado, L., “Evaluación de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Domesticas, Ubicada en el Terminal de Almacenamiento y Embarque de Crudo José”. Tesis de Grado, Departamento de Ingeniería Química, UDO, Anzoátegui (2005).
6. Memoria Descriptiva de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de la Urbanización el Tamarindo.
7. Memoria Descriptiva de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de la Urbanización el Moriche.

8. Crites-Tchobanoglus, Tratamiento de Aguas Residuales en Pequeñas Poblaciones, McGraw Hill, Colombia (2000).
9. G. Kiely, "Ingeniería Ambiental: Fundamentos, Entornos, Tecnología y Sistema de Gestión", McGraw Hill, España (1996).
10. Glynn y Heinke, "Ingeniería Ambiental" segunda edición, Pearson Prentice, México (1999).
11. Rivas Mijares, G. "Tratamiento de Aguas Residuales",
12. Perry "Manual del Ingeniero Químico" sexta edición, Tomo VI, McGraw Hill, México (1992)
13. "Normas Para La Clasificación y El Control de la Calidad de los Cuerpos de Aguas y Vertidos o Efluentes Líquidos", Gaceta Oficial de la República de Venezuela N° 5021, Caracas (1995).
14. APHA-AWWA-WPCF, "Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater", 20 Edition, USA (1998).

**METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y
ASCENSO:**

| | |
|------------------|--|
| TÍTULO | EVALUACIÓN DE LAS PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LAS URBANIZACIONES EL TAMARINDO Y EL MORICHE. BARCELONA, ESTADO ANZOATEGUI. |
| SUBTÍTULO | |

AUTOR (ES):

| APELLIDOS Y NOMBRES | CÓDIGO CULAC / E MAIL |
|---------------------------------------|--|
| Zaidith de los Angeles Mejias Barrios | CVLAC: 14.615.716 EMAIL: canelita_980_2@hotmail.com |
| | CVLAC: E MAIL: |
| | CVLAC: E MAIL: |
| | CVLAC: E MAIL: |

PALÁBRAS O FRASES CLAVES:

Evaluación, Plantas, Tratamiento, Aguas Residuales

METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO:

| ÁREA | SUBÁREA |
|--|---------------------------|
| <u>Ingeniería y Ciencias Aplicadas</u> | <u>Ingeniería Química</u> |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

RESUMEN (ABSTRACT):

En el presente trabajo se realizó la evaluación de las plantas de tratamiento de aguas residuales de las urbanizaciones El Tamarindo y El Moriche. Barcelona, estado Anzoátegui, con la finalidad de conocer el funcionamiento de estas plantas de tratamiento, para lo cual se describió la operatividad de dichas plantas. Inicialmente se hizo un recorrido por ambas plantas en conjunto con funcionarios del Ministerio para el Poder Popular del Ambiente, determinándose así las condiciones de las plantas y de los equipos que las conforman. Posteriormente se realizó un monitoreo de una semana en ambas plantas donde se tomaron muestras compuestas que luego fueron analizadas en el laboratorio de agua y suelo del Ministerio Para el Poder Popular del Ambiente, arrojando los siguientes resultados: para la planta de tratamiento de la urbanización El Tamarindo los resultados de los parámetros fisicoquímicos del efluente fueron: aceites y grasas = 17,3 mg/l, cloruros = 472,7 mg/l, DBO = 10,9 mg/l, DQO = 155,3 mg/l, detergentes = 2,814 mg/l, fósforo=1,34 mg/l, pH= 6,71, sólidos suspendidos = 10,71 mg/l, cloro residual = 1,6 mg/l, conductividad eléctrica = 731,4; y para la planta de tratamiento del conjunto residencial Villas El Moriche los resultados fueron los siguientes: aceites y grasas=10,8 mg/l, cloruros= 206,6 mg/l, DBO =, 9,7 mg/l, DQO = 206,6 mg/l, detergente = 3,419 mg/l, fósforo= 1,270 mg/l, pH= 6,69, sólidos suspendidos = 13,23 mg/l, cloro residual = 1,9 mg/l, conductividad eléctrica = 457,7. Los resultados de los parámetros bacteriológicos para ambas plantas arrojaron resultados con los mismos valores tanto para totales como fecales mayores a 16000 NMP/100ml, lo que evidencia que las plantas de tratamiento no están funcionando ni operando ni controlando adecuadamente, y esto se pudo corroborar al calcular la eficiencia de los sistemas de tratamiento el cual arrojó los siguientes resultados: para la urbanización El Tamarindo la reducción en la DQO fue de 14,95%, mientras que para El Moriche es de 9%. Estos resultados no son los esperados ya que la bibliografía sugiere que para el sistema de lodos activados la eficiencia estimada es del orden de 90%. Se recomienda, reemplazar los equipos dañados así como poner en funcionamiento los equipos que están parados y contratar personal capacitado para el mantenimiento y operación de la planta y de los equipos.

METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO:**CONTRIBUIDORES:**

| APELLIDOS Y NOMBRES | ROL / CÓDIGO CVLAC / E_MAIL | | | | |
|---------------------|-----------------------------|------------|------|----|------|
| Salas, Yraima | ROL | CA | AS-X | TU | JU |
| | CVLAC: | 12.288.427 | | | |
| | E_MAIL | | | | |
| | E_MAIL | | | | |
| Amundaraín, Milena | ROL | CA | AS | TU | JU-X |
| | CVLAC: | 3.413.775 | | | |
| | E_MAIL | | | | |
| | E_MAIL | | | | |
| Cova, Alexis | ROL | CA | AS | TU | JU-X |
| | CVLAC: | 14.409.676 | | | |
| | E_MAIL | | | | |
| | E_MAIL | | | | |
| | ROL | CA | AS | TU | JU |
| | CVLAC: | | | | |
| | E_MAIL | | | | |
| | E_MAIL | | | | |

FECHA DE DISCUSIÓN Y APROBACIÓN:

| | | |
|------|-----|-----|
| 2010 | 11 | 03 |
| AÑO | MES | DÍA |

LENGUAJE: SPA

METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO:**ARCHIVO (S):**

| NOMBRE DE ARCHIVO | TIPO MIME |
|-------------------------------|--------------------|
| Tesis.PlantadeTratamiento.doc | Application/msword |
| | |
| | |

CARACTERES EN LOS NOMBRES DE LOS ARCHIVOS: A B C D E F G H I J
 K L M N O P Q R S T U V W X Y Z . a b c d e f g h i j k l m n o p q r s t u v w x y
 z . 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 .

ALCANCE

ESPACIAL: _____ (OPCIONAL)

TEMPORAL: 3 meses (OPCIONAL)

TÍTULO O GRADO ASOCIADO CON EL TRABAJO:

Ingeniero Quimico

NIVEL ASOCIADO CON EL TRABAJO:

Pre-Grado

ÁREA DE ESTUDIO:

Departamento de Química

INSTITUCIÓN:

Universidad de Oriente, Núcleo Anzoátegui.

METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO:**DERECHOS**

De acuerdo al artículo 41 del reglamento de trabajos de grado:

“Los Trabajos de Grado son de la exclusiva propiedad de la

Universidad de Oriente y sólo podrán ser utilizados para otros fines

con el consentimiento del Consejo de Núcleo respectivo, quien deberá

participarlo previamente al Consejo Universitario, para su Autorización”.

AUTOR 1

Zaidith Mejias B.

AUTOR 2

AUTOR

TUTOR

Yraima Salas

JURADO 1

Milena Amundaraín

JURADO 2

Alexis Cova

POR LA SUBCOMISION DE TESIS
