



Universidad de San Carlos de Guatemala  
Facultad de Ingeniería  
Escuela de Ingeniería Industrial

## **CERTIFICACIÓN DE LA NORMA ISO 14000 PARA UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS NEGRAS**

**Marvin Rolando Solares Castillo**

Asesorado por el Ing. Pedro Cipriano Saravia Celis

Guatemala, octubre de 2006

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**CERTIFICACIÓN DE LA NORMA ISO 14000 PARA UNA  
PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS NEGRAS**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**Marvin Rolando Solares Castillo**

ASESORADO POR EL INGENIERO PEDRO CIPRIANO SARAVIA CELIS

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE  
**INGENIERO INDUSTRIAL**

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2006

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Inga. Glenda Patricia García Soria
VOCAL II	Lic. Amahán Sánchez Álvarez
VOCAL III	Ing. Julio David Galicia Celada
VOCAL IV	Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz
VOCAL V	Br. Elisa Yazminda Vides Leiva
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. José Francisco Gómez Rivera
EXAMINADOR	Ing. Byron Gerardo Chocoj Barrientos
EXAMINADOR	Ing. William Abel Aguilar
EXAMINADOR	Ing. Edwin Rolando Borrayo Gómez
SECRETARIO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco

## **HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

### **CERTIFICACIÓN DE LA NORMA ISO 14000 PARA UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS NEGRAS,**

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Mecánica Industrial, el 27 de agosto de 2004.

Marvin Rolando Solares Castillo

## **AGRADECIMIENTO A:**

<b>DIOS</b>	Por haberme dado la sabiduría, fuerza y presencia para cumplir uno de los objetivos más grandes de mi vida.
<b>MIS PADRES</b>	Quienes me apoyaron y me dieron el aliento necesario para culminar uno de los mayores retos de la vida.
<b>MI ESPOSA</b>	Por su apoyo incondicional
<b>MIS HIJOS</b>	Que sirva de ejemplo y motivación para su superación personal
<b>MIS HERMANOS Y HERMANAS</b>	Con mucho cariño y aprecio por todo el apoyo brindado
<b>MIS SOBRINOS</b>	Que sea un estímulo y una guía en su camino
<b>MI ABUELO</b>	Por sus consejos y apoyo en todo momento
<b>MIS TIOS</b>	Por su apoyo incondicional

**MIS SUEGROS**

Por su confianza

**FAMILIARES**

Con cariño sincero

**COMPAÑEROS Y AMIGOS**

Por los momentos compartidos.

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

Por haberme brindado la oportunidad de estudiar una carrera universitaria.

**UNIVERSIDAD DE SAN  
CARLOS DE GUATEMALA**

Por haberme brindado la oportunidad de estudiar una carrera universitaria .

**ING.**

**PEDRO C. SARAIVA CELIS**

Por todo el apoyo y confianza depositada en mi persona para el desarrollo del presente trabajo

## ÍNDICE GENERAL

<b>ÍNDICE DE ILUSTRACIONES</b> .....	V
<b>GLOSARIO</b> .....	VII
<b>RESUMEN</b> .....	XI
<b>OBJETIVOS</b> .....	XIII
<b>INTRODUCCION</b> .....	XV
<b>1 ANTECEDENTES GENERALES</b> .....	1
1.1 Ubicación.....	5
1.2 Organización.....	5
<b>2 SITUACIÓN ACTUAL</b> .....	7
2.1 Análisis de eficiencia en la planta.....	13
2.2 Valor monetario de la planta.....	14
2.3 Funciones principales de Operación.....	14
2.4 Funciones principales de Mantenimiento.....	15
2.5 Costos de operación y mantenimiento.....	15
2.5.1 Costos anuales de la planta.....	15
2.6 Punto de equilibrio.....	16
2.7 Propuesta para cobro de obras por parte de los vecinos de la Colonia Aurora II.....	17

<b>3</b>	<b>PROPUESTA.....</b>	<b>19</b>
3.1	Sistema de Gestión Ambiental.....	25
3.1.1	Política Ambiental.....	26
3.1.2	Desempeño Ambiental.....	27
3.2	Normas ISO 14000.....	27
3.2.1	Principio 1, Compromiso y Política.....	29
3.2.2	Principio 2, Planificación.....	31
3.2.2.1	Requisitos legales y otros requisitos.....	31
3.2.2.2	Objetivos y Metas.....	32
3.2.2.3	Programas de Gestión Ambiental.....	32
3.3	Principio 3, Implantación.....	33
3.3.1	Estructura y Responsabilidades.....	34
3.3.2	Formación, toma de conciencia y competencia.....	34
3.4	Principio 4, Medición y Evaluación.....	35
3.5	Terminología de la norma ISO 14000.....	36
3.6	Vocabulario de la norma ISO 14000.....	36
<b>4</b>	<b>IMPLEMENTACIÓN.....</b>	<b>37</b>
4.1	Métodos propuestos.....	38
4.1.1	Principio 1, Compromiso y política.....	40

4.1.2	Principio 2, Planificación.....	43
4.1.3	Principio 3, Implementación.....	44
4.1.4	Principio 4, Medición y Evaluación.....	46
4.2	Aplicación de la metodología en la planta de tratamiento.....	47
4.3	Resultados de la implementación.....	49
4.4	Costos.....	50
4.4.1	Costos de Auditoría.....	50
4.4.2	Costos de Implementación.....	51
4.5	Ventajas de la certificación de la norma ISO 14000.....	52
4.6	Conformidad con las regulaciones ambientales.....	52
<b>5</b>	<b>MEJORA CONTINUA.....</b>	<b>55</b>
5.1	Elementos para una mejora continúa.....	55
5.2	Procedimiento y evaluación continuo.....	56
5.3	Ciclo de vida.....	57
	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>59</b>
	<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>61</b>
	<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>63</b>



## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1	Diagrama de flujo de la planta de tratamiento de aguas residuales.....	8
2	Sistema de Lagunas.....	12

### TABLAS

I	Análisis de eficiencia de DBO, DQO y Sólidos Suspendidos Totales...	13
II	Servicio de agua por rangos de consumo en la capital de Guatemala.....	17
III	Calculo de tarifa de servicio de consumo de agua.....	18
IV	Presupuesto para distribución de personal de la planta.....	65
V	Presupuesto para equipo de Protección.....	65
VI	Presupuesto para herramientas y materiales de reparación.....	65
VII	Presupuesto para protección médica.....	66
VIII	Resumen del Presupuesto.....	66
IX	Costo de certificación de la norma ISO 14000.....	66
X	Resultados obtenidos del muestreo realizado el 03/04/2003.....	67
XI	Resultados obtenidos del muestreo realizado el 03/04/2003.....	68

XII Resultados obtenidos del muestreo realizado el 08/04/2003.....	69
XIII Resultados obtenidos del muestreo realizado el 29/04/2003.....	70
XIV Resultados obtenidos del muestreo realizado el 14/05/2003.....	71

## GLOSARIO

### **Aguas Residuales:**

<b>SGA</b>	Sistema de Gestión Ambiental
<b>SAA</b>	Sistema de Administración Ambiental
<b>TC</b>	Comité Técnico
<b>ISO</b>	Organización Mundial para la Estandarización
<b>DBO</b>	Demanda Bioquímica de Oxígeno
<b>DBO5</b>	Demanda Bioquímica de Oxígeno en 5 días
<b>DQO</b>	Demanda Química de Oxígeno
<b>pH</b>	Potencial de Hidrogeno
<b>msnm</b>	Metros sobre el nivel del mar
<b>ERIS</b>	Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria y Recursos Hídricos
<b>cm</b>	Centímetros
<b>m</b>	Metros
<b>m<sup>2</sup></b>	Metros cuadrados
<b>m<sup>3</sup></b>	Metros cúbicos
<b>mg / l</b>	Miligramos por litro
<b>Q</b>	Quetzales
<b>\$</b>	Dollar

<b>AERACION</b>	Método de agregar oxígeno
<b>EA</b>	Environment Auditing (Auditoria Ambiental)
<b>ELD</b>	Environment Labels and Declarations (Etiquetado Ambiental y Declaraciones)
<b>EPE</b>	Environment Performance Evaluation
<b>EDA</b>	Evaluación de Desempeño Ambiental
<b>LCA</b>	Life Cycle Assessment (Análisis de Ciclo de Vida)
<b>EASE</b>	Evaluación Ambiental de Sitios y Entidades
<b>RAFA</b>	Reactor Anaeróbico de Flujo Ascendente
<b>Caudal</b>	Cantidad de un líquido que fluye en un determinado lugar por unidad de tiempo
<b>Cuenca</b>	Territorio cuyas aguas afluyen todas a un mismo río, lago o mar
<b>Percolador</b>	Instrumento para hacer que un líquido se mueva a través de un medio poroso
<b>Sedimentador</b>	Instrumento utilizado para hacer que las partículas en un líquido se sedimenten
<b>ISO 14000</b>	Normas de lineamientos para administrar el impacto ambiental
<b>ISO 14001</b>	Norma específica de sistemas de administración para la implantación de

programas de mejora en el desempeño  
ambiental



## RESUMEN

La Escuela Regional de Postgrado de Ingeniería Sanitaria y Recursos Hidráulicos, ERIS, de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tiene a su cargo la planta de tratamiento de aguas negras, situada en la colonia Aurora II zona 13 ciudad de Guatemala, la cual tiene como propósito la docencia e investigación acerca del tratamiento de aguas residuales, contribuyendo con el presente estudio a que, dicha planta, obtenga una certificación, la cual sirva de modelo a aplicar a instalaciones similares.

Dentro de las causas que motivaron a desarrollar el tema de la certificación de la norma ISO 14000, para una planta de tratamiento de aguas negras, es contar con un instrumento de control de calidad de la operación y seguimiento de las actividades administrativas y manejo de sistemas que hará que empresas y municipalidades construyan y operen plantas de tratamiento de aguas residuales.

La ventaja principal, de la propuesta presentada, es que se tomará como modelo para las otras plantas ya existentes y sería la primera planta de tratamiento de aguas negras, con certificación de la norma ISO 14000, en Guatemala.

Una vez la Planta de Tratamiento de Aguas Negras sea certificada con la Norma ISO 14000, se estará brindado un servicio de calidad y se podrá tener plena confianza de comunicarle a la población que el agua negra esta siendo tratada y que se está cumpliendo con todos los requisitos que las normas reguladoras de descargas de aguas negras exigen.

Al momento de desarrollar el presente trabajo de graduación, se tendrá como objetivo, lograr un modelo de certificación de la planta de tratamiento de aguas negras, de la cual Guatemala será el primer país en Centro América en obtener dicha certificación.

Se desarrollará un sistema de gestión Ambiental y la aplicación de cada una de las normas ISO 14000, para la obtención de la certificación de dicha norma, a través de la política, desempeño, diseño, terminología y vocabulario de las normas ISO.

Se describirá cada uno de los pasos y procedimientos que deben de corregirse, a través de los métodos propuestos por el supervisor de la empresa de Auditora de la Norma ISO 14000 - Empresa consultora de certificaciones de la norma ISO 14000 - para cumplir con los lineamientos necesarios para su certificación, además se incluirá el costo de la implementación y mantenimiento de la certificación de las normas ISO para su ejecución y se aplicará, directamente, en la planta de tratamiento de aguas negras, se describen los pasos, reportes y mejoras que deben llevarse a cabo continuamente para obtener la certificación de la norma ISO 14000, además deben de seguirse ciertos procedimientos que deberán ser evaluados cada cierto tiempo, para velar por el cumplimiento de las normas y mantener la certificación de la misma.

Se realizará una evaluación física y un estudio de los programas de operación y mantenimiento actual que se está llevando a cabo en las instalaciones para el tratamiento de aguas negras, presentando el informe a los consultores para su revisión y mejoras, y preparar la inspección para la supervisión del auditor certificador de la norma ISO 14000, el cuál determinará si cumple con las normas necesarias para la aprobación y la Certificación de dicha norma.

## **OBJETIVOS**

### **GENERAL**

Desarrollar la metodología que permita obtener la Certificación de la norma ISO 14000, a una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales.

### **ESPECÍFICOS**

1. Desarrollar un programa piloto que permita obtener experiencia en la certificación de instalaciones similares, para ser utilizadas en nuestro medio y la región Centro americana.
2. Desarrollo de un programa de información de la planta de tratamiento y que sea fácilmente explicable por ERIS.
3. Determinar los costos y proponer el programa de inversión para obtener la certificación de la norma ISO 14000.
4. Determinar los mecanismos de seguimiento y medición de las operaciones y actividades que puedan tener un impacto significativo en el medio ambiente a través de la implementación de las normas ISO.



## INTRODUCCIÓN

Considerando que el tratamiento de las aguas negras en el territorio nacional, es de gran importancia para la salud de todos los habitantes, ya que, los primeros lugares de morbi-mortalidad en Guatemala, se relacionan las enfermedades gastrointestinales, de transmisión hídrica.

En el territorio nacional existen pocas plantas construidas y operadas, adecuadamente, pero se espera que en futuro, como parte de las acciones de protección a la salud y mejoramiento del medio ambiente, entre en vigencia el reglamento de la regulaciones internaciones en cuanto a la contaminación de aguas negras, producto de los tratados suscritos por el país, p.e TLC, se incremente él numero de estas instalaciones, motivo por el cual se hace necesario contar con instrumentos como las certificaciones de calidad, para garantizar el cumplimiento de los propósitos del tratamiento de las aguas residuales.

Por otro lado, en los últimos años se ha desarrollado, en el planeta, una fuerte conciencia con relación a los temas vinculados con la protección ambiental, todo lo que se refiere al medio ambiente, su conservación y las vías para detener su deterioro y garantizar un desarrollo sustentable, ocupan lugares destacados en las agendas de organizaciones internacionales, gobiernos, organizaciones no gubernamentales y de instituciones científicas.

La necesidad de conservar para las futuras generaciones un ambiente apropiado para el desarrollo de la civilización y mejoramiento de la calidad de vida, se ha constituido en una de las principales preocupaciones de la humanidad en nuestros días. En las condiciones de una economía, fuertemente, globalizada no es posible estar al margen de esta preocupación, cada día, los consumidores en todo

el mundo se tornan más exigentes en términos de la conservación de los recursos naturales, la fauna, la flora y, en general, de la protección del medio ambiente, añadiendo estas consideraciones a las ya tradicionales relativas a la calidad de los productos y servicios que reciben, de manera que, en la actualidad, las empresas se enfrentan a un nuevo reto, producir con la calidad que demandan los clientes y, además, satisfacer las expectativas de estos y de otras partes interesadas en lo que a medio ambiente se refiere.

Debido a lo anterior, entidades como la cámara de comercio internacional (CCI) realizaron propuestas para que la gestión ambiental de la industria se torne sistematizada y que se enmarque en un concepto de productividad, de esto surgió Sistema de Gestión Ambiental (SGA) o Sistema de Administración Ambiental (SAA) fue formalizado por la institución Británica de normalización en la Norma BS 7750 - Especificaciones para sistema de gestión ambiental. Basada en estos estándares, ISO Organización Mundial para la Estandarización - tiene a su cargo todas las normas de la serie ISO 14000, relativas al medioambiente.

Por las razones expuestas, se ha considerado importante la aplicación de sistemas de gestión ambiental a las instalaciones de tratamiento de aguas negras y se ha seleccionado la planta piloto "Ing. Arturo Pazos Sosa", la cual administra la Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria y Recursos Hidráulicos ERIS/USAC, ubicada en la colonia Aurora II en la zona 13, con el propósito de desarrollar una propuesta a manera de plan piloto para la implementación de la norma ISO 14000.

## **1. ANTECEDENTES GENERALES**

La planta Piloto “Ing. Arturo Pazos Sosa”, inició en el año de 1974, con fines de apoyo a la docencia e investigación de los programas de maestría de la escuela regional ERIS, también beneficia a la población de la colonia Aurora II, tratando las aguas residuales de dicha urbanización, la cual constituye una actividad de extensión.

El proyecto original de tratamiento de aguas residuales para las colonias Aurora I y II fue desarrollado por el Instituto Nacional de la Vivienda INVI, que después se transformó en el BANVI.

Este proyecto original consistía en lagunas de estabilización, pero surgieron diversos problemas que no permitían alcanzar las eficiencias adecuadas por esta razón en 1973 el Banvi contacto con ERIS para solucionar este problema, la ERIS propuso el desarrollo de una planta experimental tipo piloto que permitiera el tratamiento adecuado de las aguas residuales, pero al mismo tiempo sirviera para la docencia y la investigación de otros sistemas aplicables a Guatemala y Centro América.

El Banvi por su parte acepto la propuesta de ERIS y entregó el sitio para que ERIS lo administrará, seguidamente se preparó un proyecto de cooperación para ser presentado al Gobierno Federal Suizo y la Organización Mundial de la Salud OMS quienes aceptaron el proyecto y lo ejecutaron por medio de la Ecolepoly Technique Federale de Lausanne, el proyecto original consistía en la eliminación de las lagunas de oxidación, instalación de tuberías de conducción, desarrollo y construcción de las siguientes unidades de tratamiento: Sedimentación Primaria,

Filtro Torre, Sedimentador Secundario y Digestor de lodos, por medio del Tanque Inhoff y patio de secado de lodos, todo a escala natural.

Con el correr del tiempo el caudal original de aguas negras disminuyo debido a que los drenajes de la colonia Aurora I se desviaron con lo que actualmente se tratan las aguas negras de la Colonia Aurora II.

Se decidió construir una planta piloto a escala natural:

1. Para tener una mayor fidelidad en la aplicabilidad de los datos obtenidos, ya que las plantas a escala de laboratorio pueden obtenerse resultados y conclusiones relativas a la tratabilidad en cuanto a calidad pero no a cantidad.
2. Para obtener experiencias en su funcionamiento, mantenimiento y costos reales.
3. Adicionalmente la tecnología aplicada y el sitio de ubicación presentan las siguientes ventajas:
  - a) Gran número de las poblaciones descarga sus aguas servidas en barrancos con fuertes desniveles topográficos.
  - b) El terreno a utilizarse para el filtro puede ubicarse convenientemente en la ladera de un barranco inmediato a la descarga por lo cual su costo es bajo.
  - c) No necesitan de equipo mecánico eléctrico complicado como bombeo, recirculación, rociador rotativo, etc.
  - d) La eficiencia de estos filtros, según la literatura, es 4 veces mayor que la de los filtros de alta capacidad, y 10 veces mayor que la de los filtros de baja capacidad.

- e) Se puede disminuir o evitar el problema de la erosión del terreno debido a las descargas libres de aguas negras.
- f) Necesitan de poco espacio horizontal comparado con otros métodos.
- g) Es sencillo de operar y relativamente de poco mantenimiento.
- h) Facilidades para realizar los análisis de laboratorio. La colonia se encuentra aproximadamente a 4 kilómetros del laboratorio de Aguas de la ERIS.

Los objetivos académicos de la planta se describen a continuación:

**a) Académicos**

- ❖ Que el estudiante pueda obtener sus propios ensayos.
- ❖ Que permita obtener los parámetros de diseño aplicables a nuestro medio, así como las experiencias prácticas en su funcionamiento.
- ❖ Que permita obtener los costos reales de construcción y mantenimiento de una planta de tratamiento de aguas negras, como la propuesta, y
- ❖ La implementación de diversos métodos de tratado aplicables para el tratamiento de dichas plantas.

**b) Investigación**

- ❖ Obtener parámetros de diseño aplicable a nuestro medio
- ❖ Obtener experiencias prácticas en su funcionamiento.
- ❖ Obtener costos reales de construcción y mantenimiento
- ❖ Desarrollar diferentes sistemas de tratamiento que sean fácil de operar y de bajo costo de mantenimiento.

Con relación a los proyectos de investigación desarrollada se pueden mencionar los siguientes:

- ✓ Investigación sobre filtros percoladores torre
- ✓ Parámetros de diseño de lagunas de estabilización
- ✓ Comparación entre lagunas de estabilización y filtros torre para el tratamiento de aguas servidas
- ✓ Eficiencia del filtro percolador torre construido con duroport como medio filtrante
- ✓ Eficiencia del tratamiento por medio de filtros percoladores construidos en serie.
- ✓ Empleo de jacintos para remoción de N y P
- ✓ Utilización de aguas negras con fines de riego
- ✓ Evaluación de sistema RAFA, filtro percolador
- ✓ Transformación de un tanque imhoff en RAFA
- ✓ Filtro percolador después del RAFA
- ✓ Filtro lento de arena pómez del tratamiento biológico
- ✓ Remoción de *Streptococcus Fecalis* en las unidades de tratamiento
- ✓ Evaluación de riesgos para la salud
- ✓ Evaluación del sistema de tratamiento de aguas residuales, después de la rehabilitación por AMSA
- ✓ Estudio de sedimentación, experimentación con columnas de sedimentación
- ✓ Remoción de parásitos
- ✓ Lagunas de oxidación para riego
- ✓ Estudio de autosostenibilidad de la planta de tratamiento
- ✓ Rehúso de aguas residuales para cultivos
- ✓ Relación de corte seguro y aprovechamiento del pasto regado con AR
- ✓ Unidades prefabricadas de plástico para tratamiento de agua
- ✓ Biodigestor prefabricado

## **1.1. Ubicación**

La planta piloto de la Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria y Recursos Hidráulicos –ERIS– está ubicada en la colonia Militar Aurora II en la zona 13. Limitada al Norte con el Observatorio Nacional, al Este con el Aeropuerto Internacional “La Aurora” y al Sur y Oeste con barrancos. Siendo su ubicación 14° 35” de latitud Norte y 90° 32” de longitud Oeste. La altitud varia desde 1455 MSNM en la parte mas baja y 1502 MSNM en la parte más alta.

## **1.2. Organización**

En la actualidad no se cuenta con una estructura organizacional definida, únicamente se encuentran como responsables de la planta el personal de ERIS (Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria y Recursos Hidráulicos), y el vigilante de la planta, este ultimo realiza el papel de operador de la misma y los estudiantes del curso de procesos de tratamiento de aguas residuales que realizan una pasantilla de una semana en la planta.



## 2. SITUACIÓN ACTUAL

La planta piloto de la Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria y Recursos Hidráulicos (ERIS), en la actualidad consta de diversas unidades para el tratamiento de las aguas residuales domésticas, provenientes de la Colonia Aurora II. (Ver figura 1)

Actualmente se cuenta con los sistemas de tratamiento siguientes:

- Vía 1            Filtros percoladores que tratan 0.12 l/s
- Vía 2            Reactor anaerobio de flujo ascendente 0.88 l/s
- Vía 3            Riego de pasto después de sedimentación primaria .0.1 l/s
- Vía 4            Reactor Anaerobio de flujo ascendente utilizando unidades prefabricadas de plástico Q = 0.05 l/s.
- Vía 5            Sistema de Lagunas Q = 3.0 l/s

El agua residual a tratar se distribuye y conduce a las diferentes unidades por medio de canales y tuberías de asbesto – cemento y PVC.

Las unidades de las que consta la Planta según las vías de tratamiento son:

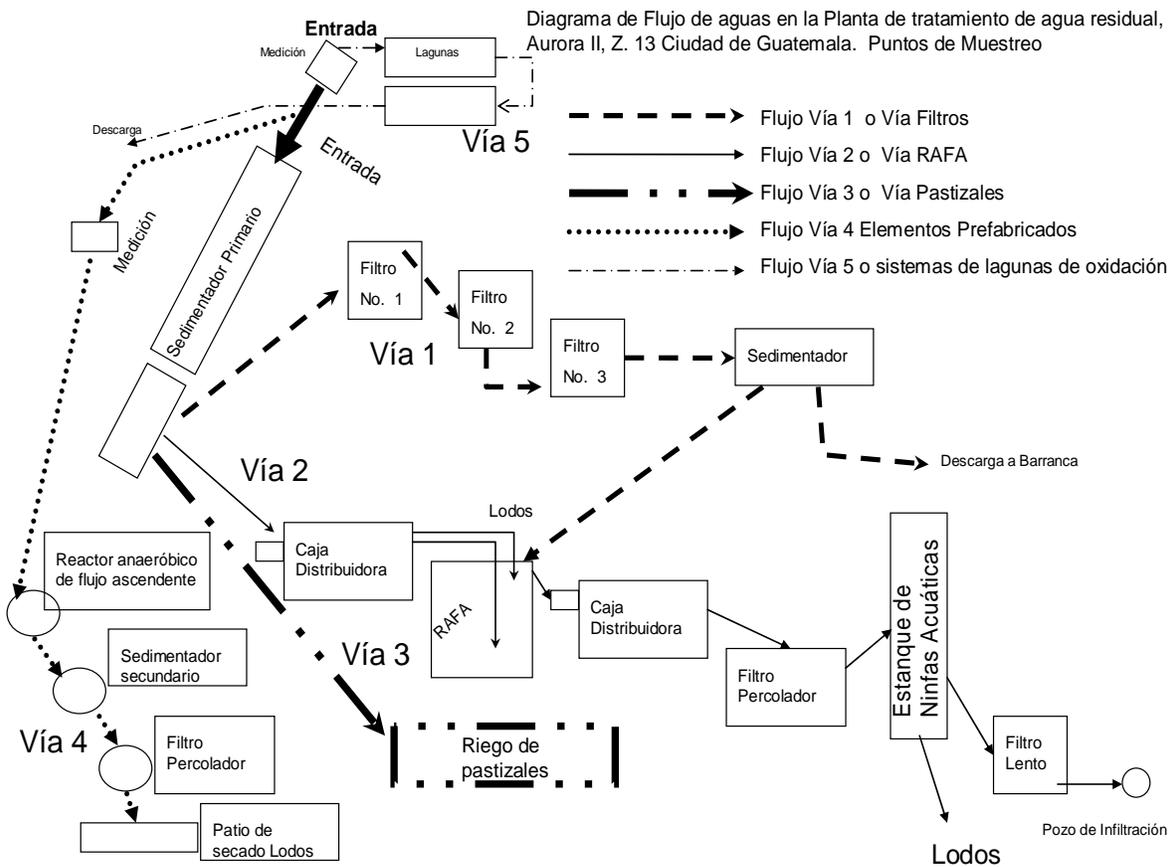
- **Sedimentador Primario**  
Este es un estanque de remoción de sólidos, los sólidos sedimentables se depositan en el fondo, los cuales son extraídos por diferencia en la presión hidrostática.

Las dimensiones son:

Ancho: 1 m.  
 Largo: 7.50 m.  
 Profundidad: Caudal medio a tratar: 3.60 m<sup>3</sup>/h.  
 Periodo de retención: 2h.

Del sedimentador primario salen las vías 1, 2 y 3 de tratamiento.

**Figura 1. Diagrama de Flujo de aguas en la planta de tratamiento de agua Residual**



## Vía 1

- **Batería de Filtros colocados en Serie de mediana altura**

El afluente del sedimentador primario pasa a la primera unidad de filtración por medio de una tubería de PVC de 3 pulgadas de diámetro, esta misma clase de tubería comunica a las otras dos unidades de tratamiento, haciendo un total de tres filtros percoladores colocados en serie. (3 metros de altura útil c/u).

Al rociar el agua servida en la parte superior del lecho filtrante el afluente del tercer filtro descarga en el sedimentador secundario, tipo Dortmund, donde se deposita la materia orgánica que se ha desprendido de los filtros.

- **Sedimentador Secundario Tipo Dortmund**

El agua tratada en la batería de filtros de mediana altura, es conducida a través de tubería PVC hacia el sedimentador secundario tipo Dortmund. El sedimentador secundario es flujo vertical, consistente de una estructura de fondo cónico, con los dos baffles y canales tipo diente de sierra para la recepción del agua tratada, la cual es evacuada hacia el cuerpo receptor (barranco) y los lodos sedimentados son enviados al Reactor Anaeróbico de Flujo Ascendente (RAFA).

El sedimentador tiene las siguientes dimensiones: diámetro 3.40 metros  $h = 3.00$ , forma cónica, ángulo  $60^\circ$ , carga superior.

## Vía 2

- **Reactor Anaeróbico de Flujo Ascendente (RAFA)**

Esta unidad fue transformada de un tanque IMHOFF a RAFA en 1990.

A esta unidad llega parte del caudal depositado en el Sedimentador Primario. La distribución del caudal es realizada por medio de dos tuberías de PVC que llevan el flujo hacia el fondo de la unidad además recibe lodos provenientes del sedimentador secundario tipo Dortmund.

- **Filtro Percolador de Mediana Altura**

Esta unidad recibe caudal tratado en la RAFA, lo cual se hace a través de manguera, una caja de madera de rebalse y otra para controlar el caudal que a esta unidad llega.

El filtro percolador es un reactor biológico que sirve para poner en contacto las aguas negras sedimentadas con microorganismos y oxígeno.

El filtro tiene una altura efectiva de 4 metros y área = 1.00 m<sup>2</sup>.

- **Laguna de Jacintos**

A esta unidad, llega el efluente tratado en la unidad anteriormente descrita. El caudal aquí tratado es conducido por medio de tubería PVC a un filtro lento de arena Pómez y los lodos sedimentados son evacuados al barranco.

Los jacintos acuáticos tienen la capacidad de absorber y almacenar en sus tejidos durante su etapa de activo crecimiento, contaminantes químicos como el arsénico, mercurio, plomo, y metales pesados como el estroncio y el cadmio; así como también son efectivos en la eliminación de algas y en la remoción de nutrientes como nitratos y fosfatos. Dimensiones: largo: 6 metros, ancho 3.70 metros, profundidad: 0.89 metros.

- **Filtro Lento de Arena Pómez**

A esta unidad llega el efluente tratado en la Laguna de Jacintos. El sistema consiste en dos cajas de madera que conducen y regulan el caudal tratado en el filtro. El efluente es finalmente conducido, por gravedad, a un pozo de absorción. La filtración lenta es un proceso de tratamiento del agua que consiste en hacer pasar el agua a través del lecho poroso de un medio filtrante. Durante este paso, la calidad del agua se mejora considerablemente por dos fenómenos principales, que son: el efecto de colado y la acción biológica. Altura 2.76 metros, diámetro: 1.10 metros.

- **Pozo de Absorción de Agua Tratada**

Aquí se infiltra el agua ya tratada, con lo cual se recargará el agua subterránea. Un pozo de absorción es una unidad excavada manualmente bajo la superficie del terreno y en el cual el agua tratada es dispuesta para su infiltración en el subsuelo.

### Vía 3

- **Campo de riego de pastos después de sedimentación primaria**

Parte del caudal que sale del sedimentador primario es utilizado para el riego de pastos. El pasto es cortado 20 días después del riego, se corta a 20 cm. Sobre el nivel del suelo y se utiliza para alimento de ganado estabulado.

### Vía 4

- **Sistema de reactor anaerobio de flujo ascendente utilizando unidades de prefabricados de plásticos**

En la entrada del sedimentador primario se fija el caudal a tratar conduciéndolo a la unidad de medición y es tratada por medio de

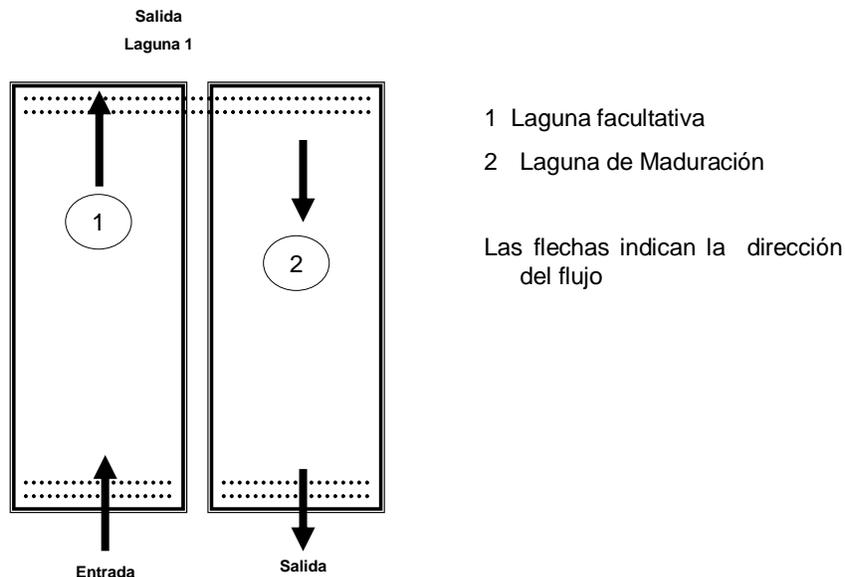
estructuras prefabricadas de plástico, las cuales están diseñadas a escala natural y tienen la estructura necesaria para poder realizar el tratamiento de aguas residuales.

## Vía 5

- **Sistema de lagunas**

Del canal de entrada de aguas residuales se derivan 0.30 l/s al sistema de lagunas, el sistema consiste en una laguna facultativa primaria y una laguna de maduración trabajando en serie, siendo el tiempo de retención total del sistema de 35 días (**ver figura 2**), las dimensiones son: 36 m de ancho por 50 m de largo, en la actualidad están siendo objeto de evaluación y próximamente se entrará a la rehabilitación mediante el cambio de las canaletas de ingreso y salida, así como a la sustitución del plástico del fondo por geomembrana.

**Figura 2 Diagrama de Lagunas Facultativas**



## 2.1 Análisis de eficiencia en la planta

En la actualidad no existe una base de datos en la cual pueda almacenarse información histórica de la eficiencia de la planta, únicamente existen datos de estudios especiales y análisis realizados por los estudiantes de los cursos de Química, Microbiología y Tratamiento de Aguas Residuales, los valores obtenidos en pruebas de laboratorios fueron realizados por el estudiante de la ERIS, correspondiente al año 2004, realizado por el Ing. Juan Carlos Zeledón Falcón, así como también del Ingeniero Edwin Manuel Ortiz Castillo en el año 2003, Ingeniero Ramón Antonio Castellanos Duarte, Ingeniera Manlia Alicia del Rosario Romero Cristales ambos en el año 2004 y el Ingeniero Teodoro Alberto Vega Aguilar en el 2006, a continuación se presentan los datos promedios obtenidos para DBO, DQO y Sólidos Suspendidos Totales (ver Tabla I).

**Tabla I Análisis de DBO, DQO y Sólidos Suspendidos totales**

Parametro	Concentracion en mg/l					
	Entrada <sup>2/</sup>	Salida				
		Vía 1 <sup>1/</sup>	Vía 2 <sup>2/</sup>	Vía 3 <sup>3/</sup>	Vía 4 <sup>4/</sup>	Vía 5 <sup>5/</sup>
DBO <sub>5</sub>	396	16	40	-	105	61.90
DQO	570	30	72	-	201	160
Solidos SuspendidosTotales SST	350	105	10	-	31.20	-

1/ Elaboración propia

2/ Ing. Ortiz C. y Edwin

3/ No existe efluente de agua residuales, todo se aplica al riego

4/ Ing. Vega A. Teodoro

5/ Ing. Castellanos, Ramón y Romero Manlia

Podemos deducir que la planta está cumpliendo con el objetivo principal para la cual fue creada, y este es el de brindar una calidad de agua que puede ser reutilizada para riego de pastizales, áreas verdes, riego en algunos lugares de plantación de vegetales, etc. Lo principal es que está contribuyendo con la conservación del medio ambiente al cumplir con el REGLAMENTO DE LAS

DESCARGAS Y REUSO DE AGUAS RESIDUALES Y DE LA DISPOSICION DE LODOS según el ACUERDO GUBERNATIVO NUMERO 236-2006, con fecha 5 de mayo de 2006 del Ministerio de Ambiente, también el CODIGO DE SALUD según el decreto y su reforma 90-97 en el capitulo IV de Salud y Ambiente sección III de la ELIMINACION Y DISPOSICION DE EXCRETAS Y AGUAS RESIDUALES articulo 97.

## **2.2 Valor monetario de la planta**

Si la planta se construyera en la actualidad tendría un costo aproximado de Q 131,312.96, más el costo del terreno. En la actualidad esta planta tiene un costo aproximado de Q 85,312.96 más el valor del terreno, ya que ha sufrido desgastes, reinversiones, mantenimiento reparaciones esto hace que la depreciación en algunas obras sea de valor cero, en ella ya se cuenta el apoyo que dieron diferentes entidades tales como ROTOPLAST, DAAD, AMSA, ERIS 5/.

## **2.3 Funciones principales de Operación**

Dentro de las funciones principales de operación, podemos destacar el tratamiento de las aguas residuales y el rehúso de agua, las cuales son actividades principales de la planta piloto, las actividades principales son:

Reparación de unidades y distribución de agua limpieza de unidades de tratamiento, riego y corte de pasto para alimento de ganando.

Lamentablemente no se puede dar el seguimiento adecuado para la operación de cada uno de las unidades, por falta de presupuesto y registros, por lo que se realizan las operaciones en base a la experiencia del operador y las indicaciones de los profesores de la ERIS.

## 2.4 Funciones principales de Mantenimiento

Dentro de las funciones principales de mantenimiento que se tienen actualmente, son las reparaciones que se presentan en el momento ya que debido a que no se cuenta con un presupuesto PRE-establecido, no se pueden llevar a cabo en el momento, dichas operaciones se realizan cuando se recibe una donación por parte de alguna empresa o entidad.

## 2.5 Costos de operación y mantenimiento

En la actualidad la planta no cuenta con un presupuesto, únicamente cuenta con un presupuesto establecido para el pago del vigilante y sus prestaciones laborales, pero no pertenece a las actividades de la planta, sino a la planilla de pagos de la ERIS.

Las reparaciones que se necesitan se van realizando conforme se vaya consiguiendo dinero por parte de las autoridades de la ERIS.

La población que se beneficia con el tratamiento de agua no paga tarifa por el tratamiento de la misma.

### 2.5.1 Costos Anuales de la planta

De acuerdo con los datos de la tabla anterior el costo de tratamiento de 1 m<sup>3</sup> de agua residual se calcula con la fórmula  $C = vx + F$ , en donde **C** son los costos totales de operación y mantenimiento en el periodo de consideración, **v** es el costo variable unitario, **x** es la cantidad de litros de agua que se prevé tratar en el periodo en consideración y **F** son los costos fijos totales en el mismo periodo.

5/ Datos obtenidos del trabajo especial del Ing. Castellanos, Ramón y Romero, Manliá.

$C = vx + F$ ; Si  $C = \frac{v}{x} + \frac{F}{x}$  entonces  $\frac{C}{x} = c$  donde c es el costo unitario

Entonces decimos que  $c = v + F/x$

Esto se refleja numéricamente de la siguiente manera:

$$c = 0.00 + \frac{Q \ 33,740.00 / \text{año}}{99404.30 \text{ m}^3 / \text{año}}$$

$c = Q \ 0.3394 / \text{m}^3$  de lo cual se deduce que tratar 1 m<sup>3</sup> de agua residual le cuesta a la planta piloto 33.94 centavos de quetzal 6/.

## 2.6 Punto de Equilibrio

El punto de equilibrio de la planta piloto funciona sin fines de lucro, por lo que se encuentra dentro del balance establecido, ya que el precio de tratar las aguas residuales no se le aplica margen de ganancia.

El punto de equilibrio es aquel en el cual los ingresos provenientes de las ventas son iguales a los costos de operación y mantenimiento, a este punto se le conoce también como umbral de rentabilidad.

Los costos de operación y mantenimiento son una función del volumen de agua tratada.

Los costos de operación fijos tienen el mismo valor para todos los volúmenes tratados.

El precio de tratar un metro cúbico de agua es igual para todos los niveles de producción a lo largo del tiempo 6/.

6/ Los datos se pueden verificar en el trabajo especial del Ing. Juan Carlos Zeledón.

El motivo de aplicar punto de equilibrio en este estudio es porque el funcionamiento de la planta está encaminado a un servicio social que presta la Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria y Recursos Hídricos (ERIS) a la comunidad y las actividades de docencia e investigación.

## 2.7 Propuesta para cobro de obras por parte de los vecinos de la Colonia Aurora II

La Colonia Aurora II en la actualidad cuenta con un total de 174 conexiones realizadas por EMPAGUA. La tarifa que tiene EMPAGUA para la ciudad Capital es la misma que para todas las zonas, la variación depende del consumo por metro cúbico que se realice por vecino, en la tabla siguiente se puede observar las tarifas que aplican a todos los consumidores.

Hay que agregar que a los vecinos de la colonia Aurora II no tienen ningún recargo por el servicio de tratamiento de aguas residuales que la ERIS realiza.

**Tabla II "Servicio de agua por rangos de consumo en la capital de Guatemala"**

RANGO DE CONSUMO POR METRO CUBICO	PRECIO DEL METRO CUBICO (NO incluye IVA)	(+)ALCANTARILLADO SOBRE TOTAL CONSUMO	(+) CARGO FIJO (No incluye IVA)	(No
1 a 20	1.12	20%	16.00	
21 a 40	1.76	20%	16.00	
41 a 60	2.24	20%	16.00	
61 a 120	4.48	20%	16.00	
120 a mas	5.60	20%	16.00	

A continuación se les muestra un ejemplo del recargo que se le debe de hacer a cada uno de los vecinos de la Colonia Aurora II, por el derecho del tratamiento de las aguas residuales y este mismo se le debe de pagar a la ERIS por el servicio prestado a la Colonia Aurora II..

Ejemplo:

Si uno de los vecinos de la Colonia Aurora II de un total de 174, consume un total de **60 metros cúbicos**, el pago que actualmente realiza es de **Q 198.55** incluyendo IVA, tal y como se detalla en la tabla III, la que corresponde a una paja de agua por mes

**Tabla III Cálculo de pago por consumo de una paja de agua.**

Consumo de metro cubico	Precio por metro cubico (No incluye IVA)	Subtotal	20% del Alcantarillado	Cargo Fijo (No incluye IVA)	Total a pagar sin IVA	Total a pagar con IVA
60.00	Q2.24	Q134.40	Q26.88	Q16.00	<b>Q177.28</b>	<b>Q198.55</b>

El costo del tratamiento de agua residual dependerá del consumo de agua que tenga cada uno de los 174 vecinos de la Colonia Aurora II, es decir, entre menos agua consuma, menos será la tarifa por el servicio de tratamiento de agua, mientras más sea el consumo de agua, mayor será la tarifa que se le cobrará por el servicio de tratar el agua residual.

Aproximadamente el 80% del consumo del agua retorna como agua residual, que es la que llega a la planta piloto Ing. Arturo Pazos Sosa o sea que por una paja de agua = 60 m<sup>3</sup>/mes, se retorna: 48m<sup>3</sup>/mes considerando que el costo de tratamiento de un metro cúbico en la planta de tratamiento es de Q 0.3394, el aumento de la tarifa será: **Q 16.29/ mes + IVA.**

El ingreso total adquirido por el incremento del servicio de tratamiento de agua residual a la Factura de consumo de agua en la Colonia Aurora II, será destinado directamente para uso exclusivo de mejoramiento continuo de la Planta Piloto Ing. Arturo Pazos Sosa, bajo la dirección de la ERIS.

/ Fuente EMPAGUA, 2006, Depto. Comercial.

### 3 PROPUESTA

Se desarrolla la propuesta para que sea implementada en la Planta Piloto Ing. Arturo Pasos Sosa por parte de la ERIS con el propósito de que la misma sirva para la obtención de la acreditación de la NORMA ISO 14000, para lo cual deben de realizarse mejoras a la planta existente y desarrollar registros y programas para la utilización de las buenas practicas y así poder brindar un servicio de calidad.

Las principales normas que se incluyen en la serie ISO 14000 se muestran a continuación.

Número	Título de la norma
ISO 14001	Sistemas de Gestión Ambiental (SGA). Especificación con guía para su uso.
ISO 14004	SGA. Directivas generales sobre principios, sistemas y técnicas de apoyo.
ISO 14010	Guía para auditorias ambientales. Principios Generales
ISO 14011	Guía para auditorias ambientales. Procedimientos de auditorias. Auditorias de Sistemas de Gestión Ambiental
ISO 14012	Guía para la auditoria ambiental. Criterios de calificación de auditores.
ISO 14040	Gestión ambiental. Análisis del ciclo de vida. Principios y cuadro general.
ISO 14050	Gestión Ambiental. Vocabulario
ISO Guía 64	Guía para la inclusión de los aspectos ambientales en las normas de productos.

Adicionalmente, en estos momentos se encuentran en diferentes fases de elaboración otro conjunto de normas que permitirán una mayor aplicación y aceptación de esta serie.

A continuación veamos brevemente algunas definiciones y el contenido de cada una de estas normas, para de esta forma llegar a conocerlas y poder evaluar los beneficios que su aplicación reporta a las empresas.

Aquella parte del sistema de gestión global de la empresa que incluye la estructura organizativa, las actividades de planificación, las responsabilidades, las practicas, los procedimientos, los procesos y los recursos para desarrollar, implantar, lograr, revisar y mantener la política ambiental.

Para poder realizar todas las actividades antes mencionadas es necesario obtener un presupuesto anual destinado únicamente para la labor de la planta piloto y así poder llevar a la misma a un desarrollo exitoso y de buenos principios de servicio.

Las normas y sus actividades las determina un comité que tienen autoridad para sobre las empresas que pueden ser certificadoras.

Los subcomités del TC 207 (comité técnico 207) están preparando normas en las siguientes áreas:

- SC 1 Sistemas de Gestión Ambiental**
- SC 2 Auditoria Ambiental (EA, environmental Auditing)**
- SC 3 Etiquetado Ambiental y Declaraciones (ELD, Environmental Labels an Declarations)**
- SC 4 Evaluación del Desempeño Ambiental (EPE, Environmental Performance Evaluation)**

## **SC 5 Análisis del Ciclo de Vida (LCA, Life Cycle Assessment)**

## **SC 6 Términos y Definiciones**

### **SC 1: Sistemas de Gestión Ambiental**

El centro de las normas de los Sistemas de Gestión Ambiental son las ISO 14001 y 14004, ambas publicadas en Septiembre de 1996. La ISO 14001 es una especificación auditable para un Sistema de Gestión Ambiental, y la ISO 14004 es un documento de guía para el Sistema de Gestión Ambiental.

### **SC 2: Auditoria Ambiental e Investigaciones Relacionadas con el Medio Ambiente**

La intención de las normas de auditoria ambiental es que las puedan usar las partes internas o externas para determinar si todos los elementos del Sistema de Gestión Ambiental están presentes y operan realmente en la organización.

Realizado una vez o por chequeo periódico, la auditoria ambiental brinda una “instantánea” de la posición de la organización en un punto determinado en el tiempo. Los primeros tres documentos de auditoria ambiental ya han sido publicados: uno trata de los principios generales de la auditoria ambiental, el segundo trata de la auditoria de los Sistemas de Gestión Ambiental, y el tercero son los criterios de calificación para los auditores ambientales.

Estableciendo normas comunes para las auditorias, el ISO/ TC 207 no solamente esta ayudando a asegurar la calidad de las auditorias, sino que está consiguiendo que la información obtenida en las auditorias sea aceptada por otras partes interesadas, tanto nacional como internacionalmente.

Se puede recomendar el mencionar el REGLAMENTO DE LAS DESCARGAS Y REUSO DE AGUAS RESIDUALES Y DE LA DISPOSICION DE LODOS según el ACUERDO GUBERNATIVO NUMERO 236-2006, con fecha 5 de mayo de 2006 del Ministerio de Ambiente, también el CODIGO DE SALUD según el decreto y su reforma 90-97 en el capítulo IV de Salud y Ambiente sección III de la ELIMINACION Y DISPOSICION DE EXCRETAS Y AGUAS RESIDUALES artículo 97 código.

Esto ayudará a minimizar el número de auditorías ambientales que una organización debe realizar para reunir las necesidades de información de las partes interesadas. Actualmente este SC está elaborando un nuevo documento, que podrá llegar a ser norma sobre Evaluación Ambiental de Sitios y Entidades, EASE. Este proyecto aborda cuestiones muy delicadas como la evaluación de pasivos ambientales en las transacciones de sitios y entidades.

### **SC 3: Etiquetado Ambiental**

Este punto no aplica a las necesidades del tratamiento de aguas residuales.

### **SC 4: Evaluación del Desempeño Ambiental**

El TC 207 ha desarrollado otro tipo de herramienta de evaluación que toma un enfoque diferente para reunir información. La norma de evaluación del desempeño ambiental (EDA) (en inglés EPE Environmental Performance Evaluation), permitirá a una organización monitorear continuamente los aspectos de su desempeño en su relación con el medioambiente. Usando esta norma, una organización puede seleccionar un criterio ambiental para su propia evaluación (por ejemplo, la cantidad de material sólido (lodos) que se retira de los tratamientos y su disposición, así como el aprovechamiento del agua residual) y

entonces monitorear continuamente todo su desempeño contra tales criterios. Como la información obtenida de esta forma puede tener un significativo impacto competitivo o implicaciones legales, como el reglamento de descargas de aguas residuales y disposición de lodos, en el caso de Guatemala se aplica el REGLAMENTO DE LAS DESCARGAS Y REUSO DE AGUAS RESIDUALES Y DE LA DISPOSICION DE LODOS según el ACUERDO GUBERNATIVO NUMERO 236-2006, con fecha 5 de mayo de 2006 del Ministerio de Ambiente, también el CODIGO DE SALUD según el decreto y su reforma 90-97 en el capítulo IV de Salud y Ambiente sección III de la ELIMINACION Y DISPOSICION DE EXCRETAS Y AGUAS RESIDUALES artículo 97 código.

Las diferencias entre la EDA y las normas de auditoría ambiental son:

1. El proceso de evaluación está en curso, en oposición al tiempo limitado del proceso de auditoría.

Esto quiere decir que en la planta piloto se puede llevar a cabo la evaluación del desempeño ambiental por medio de las autoridades que la rigen, pero para que los certificadores puedan realizar una auditoría deben contar con un tiempo determinado que ellos mismos propondrán para llevar a cabo todas las inspecciones y sugerencias del caso para realizar la mejora y asegurarse que realmente cumplen con todos los requisitos propuestos.

2. El proceso de evaluación es específicamente para uso de la organización misma, mientras que la auditoría puede hacerse internamente o por una exigencia externa.

En esta segunda diferencia queda claro que la evaluación es exclusiva del personal interno de la planta y la auditoría queda a disposición de los responsables de la planta misma o por solicitud de

algún cliente, (este cliente puede ser el gobierno mismo), en el caso de Guatemala el reglamento indica que antes de mayo de 2007 las instituciones que descargan aguas residuales deben de elaborar un estudio técnico que está siendo elaborado por parte de ERIS.

3. El proceso de evaluación no es con la intención de ser usado para propósitos de certificación.

Finalmente podemos decir que la Evaluación del desempeño ambiental no tiene ningún fin de certificación de la planta, únicamente servirá para establecer una medida de seguridad interna de que se está cumpliendo con el objetivo de proteger el medio ambiente, pero no pueden dar la seguridad de un 100% de calidad.

#### **SC 5: Análisis de Ciclo de Vida**

Este tipo de análisis no tiene aplicación para este proceso, ya que los instrumentos pueden ser reemplazados por otros y mejorar el tratamiento que se realiza con las aguas residuales para su reutilización, ya que es un sistema totalmente repetitivo y va a depender mucho del tipo de mantenimiento que se brinde a la planta.

El análisis de ciclo de vida es un conjunto de principios sistemáticos para compilar examinar las entradas y salidas de materiales y energía, y los impactos ambientales asociados con un producto o sistema de servicio a través de todo su ciclo de vida.

Hay que tomar en cuenta que la población recibe agua potable para su consumo la que debe cumplir con las normas COGUANOR NGO 0029 de agua potable, la población recibe el agua, la utiliza y la descarga al drenaje como agua residual,

que llega a la planta para su tratamiento y en esta etapa cumple con el reglamento respectivo después de ser tratada.

El LCA (Life Cycle Assessment) es un campo que está sufriendo avances y cambios rápidos, no solamente es una porción de conocimientos que se expande rápidamente, sino que la demanda de guías consistentes y utilizables continúa creciendo también. Esta demanda proviene de los consumidores, grupos ambientalistas, fabricantes y entes reguladores.

Los documentos que se están desarrollando tratan sobre cada nivel de análisis del ciclo de vida de un producto, incluyendo inventario de análisis, impacto del análisis y mejoría del análisis.

El desafío del SC 5 ha sido desarrollar sus normas rápidamente, pero sin comprometer la calidad. El SC 5 ha establecido que sus documentos continuarán evolucionando, a medida que se mejoran y refinan por las experiencias y complejidad del medio ambiente y los procesos de manufactura, a la relativa innovación de las disciplinas, y a la subjetividad de algunas decisiones y conocimientos que son necesarios para el proceso.

## **SC 6: Términos y Definiciones**

El SC 6 ha trabajado para armonizar términos y definiciones entre los SC y con otros comités técnicos de ISO.

### **3.1 Sistema de Gestión Ambiental**

En el año de 1996, se aprobaron un grupo de normas que se conocen como las normas ISO 14000, estos documentos establecen un modelo de Sistema

de Gestión Ambiental y ofrecen herramientas para la implantación de dicho sistema, a través de estas las empresas pueden sistematizar su gestión a través de una política ambiental que permita el mejoramiento continuo con relación al medio ambiente.

Las normas ISO 14000 se están desarrollando teniendo en cuenta los siguientes principios claves:

- a) Deben dar como resultado una mejor gestión ambiental
- b) Deben ser aplicables en todas las naciones
- c) Deben promover amplios intereses en el público y los usuarios de las normas.
- d) Deben ser de costos eficientes, no prescriptivas, y flexibles, para permitir que reúnan las diferentes necesidades de las organizaciones de cualquier tamaño en todo el mundo
- e) Como parte de esta flexibilidad, deben ser adecuadas para la verificación interna y externa
- f) Deben estar científicamente basadas
- g) Deben ser prácticas, útiles y utilizables

Los temas cubiertos en ISO 14000 pueden dividirse en dos áreas separadas. La primera se relaciona con la administración de una organización y sus sistemas de evaluación; la segunda, con herramientas ambientales para la evaluación del producto.

### **3.1.1 Política Ambiental**

Es la declaración por la organización de sus intenciones y principios en relación con su desempeño ambiental global, que proporciona un marco para la acción y para establecer sus objetivos y tareas ambientales.

La alta dirección debe definir la política ambiental de la organización, y asegurar que la misma:

- a) Es apropiada a la naturaleza, magnitud e impactos ambientales de sus actividades, productos o servicios.
- b) Incluye un compromiso de mejora continua y prevención de la contaminación
- c) Incluye un compromiso de cumplir con la legislación y reglamentación ambientales pertinentes, y con otros requisitos que la organización suscriba.
- d) Proporciona el marco para establecer y revisar los objetivos y las metas ambientales
- e) Una vez documentada se debe implementar y se debe comunicar a todos los empleados
- f) Está a disposición del público.

### **3.1.2 Desempeño ambiental**

Los resultados medibles del sistema de gestión ambiental, relacionados con el control de los aspectos ambientales de una organización, basados en su política, objetivos y tareas ambientales.

Para una organización sin un sistema de gestión ambiental formal, el desempeño ambiental es el resultado de una gestión organizacional de sus aspectos ambientales.

## **3.2 Normas ISO 14000**

La ISO 14000 establece los requisitos que debe satisfacer una organización para demostrar que tiene implantado un sistema de gestión ambiental.

El cumplimiento de estos requisitos no quiere decir que la empresa tenga que demostrar que cumple con todas las regulaciones vigentes en materia de protección ambiental, significa que la organización dispone de un programa de gestión ambiental, a través del cual puede demostrar su compromiso con la mejora continua de su desempeño ambiental y las actividades que desarrolla para su cumplimiento.

Esta norma constituye la base para la certificación o registro del sistema ambiental por segunda y tercera parte, así como para la auto declaración de las empresas.

La norma ISO14004 establece principios, herramientas y técnicas de apoyo para el desarrollo por parte de la empresa de su propio sistema de gestión ambiental. La norma brinda muchas sugerencias para el diseño e implementación del Sistema de Gestión Ambiental y resalta la importancia de trabajar en función del medio ambiente tanto interno como externo de la empresa. Esta norma no está diseñada para ser utilizada para la certificación o registro del sistema de gestión ambiental, su objetivo fundamental es servir de guía a las empresas y está estructurada según un modelo de mejora continua, que incluye los elementos siguientes:

- Compromiso y Política
- Planificación
- Implantación
- Medición y evaluación
- Revisión y mejora

ISO 14010, ISO 14011 e ISO 14012 se refieren a la actividad de auditoría ambiental, estableciendo los principios generales para su ejecución, los procedimientos, responsabilidades y las actividades de cada una de las partes

involucradas en la realización de las auditorias y por ultimo definen los criterios de calificación de los auditores ambientales.

ISO 14040 establece los principios para la evaluación del ciclo de vida del producto, partiendo de la consideración de que cualquier producto, servicio o actividad desarrollada por la empresa tendrá aparejada un impacto sobre el medio ambiente. La esencia de esta norma de la necesidad de realizar un inventario de los impactos ambientales asociados a las actividades de la empresa y evaluarlos, elaborando un informe que se utilizaría en la toma de decisiones e incluso, en caso necesario, para ser presentado a las partes interesadas.

ISO 14050 establece los términos y definiciones que se utilizan en las actividades relacionadas con la gestión ambiental.

ISO Guía 64 establece la forma de incluir en las normas de productos todo lo relacionado con los aspectos ambientales de los mismos, incluyendo todas las etapas, es decir, durante la producción, distribución, utilización y disposición al final de la vida útil. Esta guía establece que al momento de diseñar un producto o servicio es necesario tomar en cuenta tres aspectos fundamentales, conservación de recursos, prevención de la contaminación y diseño teniendo en cuenta el medio ambiente.

### **3.2.1 Principio 1**

#### **Compromiso y política**

Este principio parte de la consideración de que cada empresa definirá su política ambiental y asegurará su compromiso con el Sistema de Gestión Ambiental. La empresa deberá ejecutar una serie de acciones entre las que pueden mencionarse las siguientes:

- Compromiso y liderazgo de la dirección. La empresa deberá lograr un compromiso efectivo por parte de la más alta dirección de la organización para el trabajo relacionado con el medio ambiente, en caso contrario no será posible alcanzar las metas que se proponga.
- Revisión ambiental inicial. Después que se ha logrado el compromiso de la dirección, deberá realizarse la revisión inicial de las prácticas de la empresa en relación con el medio ambiente. Esta revisión puede incluir aspectos tales como:
  - La identificación de requisitos legales y regulatorios
  - La identificación de los aspectos ambientales de las actividades productos o servicios de la empresa.
  - La evaluación del desempeño ambiental
  - El análisis de los procedimientos y prácticas ambientales existentes
  - Oportunidades de ventajas competitivas
  - Los puntos de vista de la partes interesadas
  - Establecer la política ambiental. La dirección establecerá la política ambiental éste define el sentido general de la gestión y fija los principios de acción, define a su vez las metas en lo referido al medio ambiente, deberá considerar elementos tales como los siguientes:
    - Misión, visión, valores esenciales para la empresa
    - Requisitos de las partes interesadas y comunicación
    - Mejoramiento continuo
    - Prevención de la contaminación
    - Cumplimiento con regulaciones, leyes y otros criterios ambientales vigentes

## **3.2.2 Principio 2**

### **Planificación**

Este principio constituye el núcleo del sistema y define que la empresa establecerá un plan para cumplir su política ambiental, este plan incluirá entre otros los elementos siguientes:

- Identificación de los aspectos ambientales y evaluación de los impactos ambientales
- Requisitos legales
- Política ambiental
- Criterios de desempeño interno
- Objetivos y metas ambientales
- Planes y programas de gestión ambiental

La organización debe establecer y mantener uno(s) procedimiento(s) para identificar los aspectos ambientales de sus actividades, productos o servicios que pueda controlar y sobre los que se pueda esperar que tenga influencia, para determinar aquellos que tienen o puedan tener impactos significativos sobre el medio ambiente. La organización debe asegurarse de que los aspectos relacionados con estos impactos significativos se consideran cuando se establezcan sus objetivos ambientales.

La organización debe mantener esta información actualizada.

#### **3.2.2.1 Requisitos legales y otros requisitos**

La organización debe establecer y mantener un procedimiento para identificar y tener acceso a los requisitos legales y otros requisitos suscritos por la

organización, que sean aplicables a los aspectos ambientales de sus actividades, productos y servicios.

### **3.2.2.2 Objetivos y metas**

La organización debe establecer y mantener documentados los objetivos y metas ambientales, para cada una de las funciones y niveles relevantes dentro de la organización.

Cuando se establezcan y revisen estos objetivos, la organización debe considerar los requisitos legales y otros requisitos, sus aspectos ambientales significativos, sus opciones tecnológicas y sus requisitos financieros, operaciones y comerciales, así como las opiniones de las partes interesadas.

Los objetivos y metas deben ser consecuentes con la política ambiental, incluido el compromiso de prevención de la contaminación.

### **3.2.2.3 Programas de Gestión Ambiental**

La organización debe establecer y mantener al día un programa o programarse para lograr sus objetivos y metas. Se debe incluir:

- a) La asignación de responsabilidades para lograr los objetivos y metas en cada función y nivel pertinente de la organización;
- b) Los medios y los plazos para lograrlos;

Si un proyecto se relaciona con nuevos desarrollos y actividades, productos o servicios nuevos o modificados, el programa o programas, deben modificarse,

donde sea pertinente, para asegurarse de que la gestión ambiental se aplica a tales proyectos.

### **3.3 Principio 3 Implantación**

Este principio establece que para la implantación efectiva del sistema, la empresa desarrollará las capacidades y los mecanismos de apoyo necesarios para cumplir su política y sus objetivos y metas ambientales, en este sentido, los recursos y mecanismos establecidos por la empresa evolucionarán de forma continúa tomando en cuenta la evolución de los requisitos legales, y de las necesidades y expectativas de las partes interesadas. Entre otros aspectos, aquí se tomarán en consideración los siguientes:

- Recursos humanos, físicos y financieros
- Armonización e integración de los elementos del sistema de gestión ambiental con las demás políticas, objetivos y metas del sistema de gestión existente en la empresa
- Asignación de responsabilidades
- Concientización y motivación ambientales
- Capacitación y entrenamiento en materia ambiental
- Comunicación e informes tanto internos como externos
- Documentación del sistema
- Control operacional
- Prevención y respuestas ante emergencias

### **3.3.1 Estructura y Responsabilidades**

Las funciones, las responsabilidades y la autoridad deben ser definidas, documentadas y comunicadas para facilitar una gestión ambiental eficaz.

La alta dirección debe proveer los recursos esenciales para la implementación y control del sistema de gestión ambiental. Estos incluyen recursos humanos y habilidades especializadas, recursos tecnológicos y financieros.

La alta dirección de la organización debe asignar uno o varios representantes de la dirección quienes, con independencia de otras responsabilidades, deben tener definidas sus funciones, responsabilidades y autoridad para:

- a) Asegurar que los requisitos del sistema de gestión ambiental están establecidos, implementados y mantenidos de acuerdo con esta Norma Internacional.
- b) Informar sobre el desempeño del sistema de gestión ambiental a la alta dirección para su revisión y como base para la mejora del sistema de gestión ambiental.

### **3.3.2 Formación, toma de conciencia y competencia**

La organización debe identificar las necesidades de formación. Debe exigir que todo el personal cuyo trabajo pueda generar un impacto significativo sobre el medio ambiente haya recibido una formación adecuada.

La organización debe establecer y mantener procedimientos para que sus empleados o miembros, en cada nivel o función pertinente, tomen conciencia de:

- a) La importancia del cumplimiento de la política ambiental y de los procedimientos y requisitos del sistema de gestión ambiental.
- b) Los impactos ambientales significativos, reales o potenciales, de sus actividades y los beneficios para el medio ambiente de un mejor desempeño personal.
- c) Sus funciones y responsabilidades en el logro del cumplimiento de la política y procedimientos ambientales y de los requisitos del sistema de gestión ambiental, incluyendo los requisitos relativos a la preparación y a la respuesta ante situaciones de emergencia.
- d) Las consecuencias potenciales en caso de desviarse de los procedimientos de operación especificados.

El personal que lleva a cabo funciones que puedan causar impactos ambientales significativos debe haber adquirido la capacitación necesaria, mediante una educación, formación y experiencia apropiadas.

### **3.4 Principio 4**

#### **Mediciones y evaluación**

La medición, monitoreo y evaluación de los resultados son actividades esenciales del Sistema de Gestión Ambiental, estas actividades se desarrollan a través de las actividades que se relacionan a continuación:

- Cambios en la legislación ambiental
- Cambios en los requisitos y expectativas de las partes interesadas
- Cambios en los productos y tecnología
- Experiencias de accidentes ocurridos
- Identificación de oportunidades
- Determinación de las causas de las no conformidades
- Toma de acciones correctivas y preventivas

### **3.5 Terminología de la Norma ISO 14000.**

La terminología que se aplica en la norma ISO está cambiando y mejorando continuamente, por lo que siempre se tendrá en mente el mejoramiento de los mecanismos a ejecutar, así como también el compromiso y desarrollo de funciones a ejercer, la estructura y responsabilidad que se tiene para el buen funcionamiento de las operaciones y mantenimientos de los procesos a utilizar.

### **3.6 Vocabulario de la Norma ISO 14000**

En el contexto del vocabulario, siempre estará presente la calidad del servicio que se brinda, sin olvidar que se está previniendo e implantando estrategias para el desarrollo de los procesos operativos, estos estarán siendo medidos y evaluados constantemente, para obtener los mejores resultados y brindar un mejor servicio.

## 4 IMPLEMENTACIÓN

Para la implementación de la certificación de la norma ISO 14000, es necesario desarrollar una cultura de servicio, por medio de la cual todos los trabajadores de la planta piloto estén conscientes del trabajo realizado y tendrán presente el porque del seguimiento de las reglas a seguir dentro de la planta, en este sentido ERIS.

Los procesos y tablas que en el anexo III y IV se presentan y que se proponen son necesarios para el mejoramiento y control del tratamiento de las aguas residuales.

Deberá de darles el seguimiento a todos los registros posibles en las actividades diarias que se desempeñen en la planta, así como también todos aquellos trabajos de reparación y mejoramiento que se realicen. Para lograr la implementación de la certificación de la norma ISO 14000, es necesario que se realicen varios cambios al ambiente actual de la planta, y crear la estructura organizativa para que puedan desarrollarse todas las funciones posibles dentro de la misma.

Los pasos principales para lograr una gestión ambiental certificada son:

- Establecer una política, fijar objetivos y metas, desarrollar programas ambientales
- Detectar los aspectos ambientales e identificar los impactos significativos
- Controlar las actividades asociadas a impactos ambientales significativos
- Documentar los procesos y definir los registros necesarios.

- Evaluar el sistema a través de auditorías internas.
- Implementar acciones correctivas y preventivas y un ciclo de mejora
- Revisión del sistema por parte de la dirección de la organización.

Luego de la etapa de la implementación, la empresa está en condiciones de recibir una auditoría por parte de un organismo certificador acreditado.

#### **4.1 Métodos Propuestos**

Primeramente debe desarrollarse una política ambiental para la planta para desarrollar la operación y mantenimiento de la misma, para lo cual debe realizarse una inspección a todas las estructuras de la planta, con el fin de determinar si existe alguna deficiencia en cualquiera de sus estructuras para realizar el mejoramiento necesario a cada una, además se debe desarrollar una limpieza general y estricta a toda la planta, para ello es necesario contar con todas las herramientas y equipo necesarios para llevarla a cabo.

La planta piloto tiene como objetivo principal, brindar un apoyo a todos los estudiantes y empresas que requieran de sus conocimientos para el mejoramiento interno de cada una de ellas, además tiene como fin primordial la protección al medio ambiente, llevando la protección por medio del tratamiento de las aguas residuales a el caudal de descarga a el barranco o pastizales.

Dentro de los programas actuales tiene un compromiso de una mejora continua y prevención de la contaminación.

De acuerdo con los resultados de los estudios especiales realizados en la planta, se puede señalar que cumple con los reglamentos de protección del medio ambiente, ya que los resultados se pueden apreciar a simple vista.

Los reportes y ejercicios de evaluación de la calidad de la planta deben ser registrados y almacenados. En el anexo IV se presentan los formularios propuestos, para que cualquier ente o persona que desee verificar los resultados de las evaluaciones realizadas en la planta puedan dar veracidad y cumplimiento del reglamento de descargas del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales según el Acuerdo Gubernativo Numero 236-2006 de fecha 5 de mayo de 2006, así como el decreto 90-97 del código de salud y su reforma en el Capítulo IV sección III artículo 97.

En la actualidad se puede decir que la planta piloto cuenta con su propia evaluación de desempeño ambiental, ya que cumple con los objetivos y metas trazados por la dirección de la ERIS, que es la responsable de que la planta funcione bajo estas características.

Las empresas certificadoras de la Norma ISO 14000, establecen los requisitos necesarios para obtener la certificación como tal, por medio de un sistema de gestión ambiental.

La planta puede cubrir todos los requisitos solicitados por el ente certificador, pero no significa que cumple con todas las regulaciones de la protección ambiental.

Con la ayuda de la norma ISO 14004, se pueden establecer principios, herramientas y técnicas de apoyo para implementar su propio sistema de Gestión Ambiental, con la ayuda de esta norma podemos tener una guía hacia la certificación de la Norma ISO 14000.

A continuación se detallan los principios que deben cumplirse para obtener un sistema de gestión ambiental y estar preparados para poder certificar la planta piloto.

#### **4.1.1 Principio 1**

##### **Compromiso y Política**

La política ambiental que se implementará dentro de la planta es definida por los altos directivos de la misma, ya que de esta manera se asegurara el compromiso con la gestión Ambiental, dentro de las acciones que debe ejecutar la planta son:

- Compromiso y liderazgo de la Dirección de ERIS: La planta debe tener un compromiso por parte de la Dirección (Esta ya existe y prueba de ello es la operación continua de la planta y las investigaciones y nuevos sistemas de tratamiento que han surgido durante más de 20 años de administración de la planta).
- Con el compromiso por parte de la dirección de la ERIS, se debe realizar una revisión inicial con relación al proceso del tratamiento de las aguas y la relación con el medio ambiente, a continuación se detallan algunos aspectos que deben cumplirse:
  - Identificar los requisitos legales y el reglamento de descargas del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales según el Acuerdo Gubernativo Número 236-2006 de fecha 5 de mayo de 2006, así como el decreto 90-97 del código de salud y su reforma en el Capítulo IV sección III artículo 97.
  - Identificar todos los aspectos ambientales que incurren en la planta.
  - La evaluación de la planta en todos los aspectos, determinarán en que grado de la gestión ambiental se encuentra la planta.
  - Seguido se analizan los procedimientos y practicas ambientales existentes para determinar que cambios hay que realizar para cumplir con todas las requisiciones necesarias para obtener la certificación.

- Se describen todas las oportunidades de las ventajas competitivas con las cuales la planta contará.
- Se mencionan los puntos de vista de la planta sin olvidar el objetivo principal de la planta, que es el de proteger el medio ambiente.
- Una vez obtenidos los datos anteriores, la dirección fijara los principios de acción a tomar y definirá los objetivos y metas, en cuanto al mejoramiento del medio ambiente y teniendo en mente los siguientes conceptos:
  - Misión, visión y valores esenciales de la planta.
  - La planta deberá cubrir todos los requisitos hacia la planta misma y la población, así como la comunicación entre ambos.
  - Debe tener en mente el mejoramiento continuo.
  - Prevenir la contaminación en las descargas de las aguas.
  - La principal de todas es la de cumplir con las regulaciones, leyes y otros criterios vigentes del país.

Los conceptos anteriores ya los está aplicando actualmente la Planta Piloto Ing. Arturo Pasos Sosa, y son los siguientes:

- **MISION DE ERIS**

- Formar profesionales con el grado de maestros en el área Técnico-Científica de la Ingeniería Sanitaria y Recursos Hidráulicos, con la excelencia académica para que brinden sus conocimientos en el nivel Centroamericano, con preparación para atender las necesidades de la región.
- Organizar la educación continuada que le permita al Ingeniero en ejercicio, la actualización de sus

conocimientos y penetrar en las nuevas áreas que se desarrollan en la ciencia y la técnica.

- Profundizar el conocimiento en área determinada de Ingeniería Sanitaria, Recursos Hidráulicos y Medio Ambiente por medio de la investigación con enfoque a la realidad Centroamericana.

- **VISION DE ERIS**

- Como centro regional de postgrado centroamericano de excelencia, proporciona una educación avanzada en los campos de Ingeniería Sanitaria, Medio Ambiente y Recursos Hidráulicos, complementando la enseñanza teórica y práctica, con actividades de investigación aplicada, de acuerdo con los avances de la ciencia y la tecnología, teniendo en cuenta las necesidades y recursos del medio centroamericano.
  - Participa en solución de problemas nacionales y regionales, tomando en cuenta las interrelaciones de los proyectos de ingeniería sanitaria y de recursos hidráulicos con los campos del desarrollo socioeconómico.
- La planta actualmente con todos los procesos que esta realizando cubre todos aspectos y regulaciones que se piden en el reglamento de descargas de aguas residuales, así como los del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, y en el presente trabajo se esta proponiendo incrementar la tarifa por servicio de tratamiento de las aguas residuales, (pagina 17),

en la cual se indica el monto que corresponde le sea entregado a la planta para cubrir parte de sus necesidades.

- El mejoramiento continuo se brinda a través del desarrollo de los diferentes tratamientos que la planta brinda
- La planta en la actualidad está descargando agua residual de buena calidad, un ejemplo claro es el riego de pastizales que tiene dentro de las instalaciones de la planta y que sirve de alimento al ganado que allí se encuentra.
- Lo más importante es que está cumpliendo con todas las necesidades requeridas por parte del reglamento de descargas del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales según el Acuerdo Gubernativo Numero 236-2006 de fecha 5 de mayo de 2006, así como el decreto 90-97 del código de salud y su reforma en el Capitulo IV sección III articulo 97.

#### **4.1.2 Principio 2**

##### **Planificación.**

El segundo principio establece un plan que la planta debe seguir, para cumplir con la política ambiental que la alta dirección señalo, dentro del plan debe existir los siguientes elementos:

- Identificar los aspectos ambientales de la planta y evaluar los impactos ambientales.
- Tener claro todos los requisitos legales del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales según el Acuerdo Gubernativo Número 236-2006 de fecha 5 de mayo de 2006, así como el decreto 90-97 del código de salud y

su reforma en el Capítulo IV sección III artículo 97 para evitar la contaminación al medio ambiente.

- Revisar periódicamente las políticas ambientales, y realizar mejoras continuas.
- Deben crearse criterios de desempeño para cada uno de los empleados de la planta.
- Tener presente los objetivos y las metas del medio ambiente.
- Planes y programas de gestiones ambientales.

La planta debe establecer un programa de actividades, identificando los aspectos ambientales de sus actividades y deben estar actualizados en todo momento, además debe tener documentado todo registro estudio y evaluación que se realice en todo momento, ya que es la única manera de poder evaluar el funcionamiento bajo las normas que mantendrán vigente la certificación de la norma ISO 14000.

Debe tenerse claro todas las responsabilidades de cada función y los medios y plazos para lograr el objetivo.

Si llegara a realizarse una mejora o se implementación de vías nuevas de tratamiento en tecnología diferente a los empleados, deberá indicarse y evaluarse, ya que debe cumplir con todos los aspectos y reglamentos que la certificación requiere.

### **4.1.3 Principio 3**

#### **Implantación**

Para poder implementar la norma ISO 14000, la planta debe desarrollar la capacidad y mecanismo de apoyo necesario para cumplir con la política, objetivos y metas ambientales, estos evolucionarán de forma continua, tomando en cuenta

los requisitos legales existentes, deben tomarse en cuenta los siguientes aspectos:

- Recursos humanos, físicos y financieros pueden utilizarse el estudio especial del Ingeniero Juan Carlos Zeledón.
- Deben asignarse responsabilidades a cada persona involucrada en los procesos de tratamiento, por operador, profesor de curso de proceso de tratamiento, estudiantes que hacen pasantillas, laboratorio, etc.
- Concientizar y motivar a los operarios de la planta, en este caso un operador y un supervisor.
- Debe capacitarse y entrenar a todos los responsables de la planta en la materia ambiental.
- Hacer comunicaciones internas y externas por los logros alcanzados por la planta.
- Documentar todos los registros y evaluaciones hacia la planta.
- Debe existir control operacional.
- Debe haber prevención y respuestas ante emergencias.

Todas las funciones, responsabilidades y autoridades deben ser definidas, documentadas y comunicadas, para facilitar la gestión ambiental eficaz.

La Dirección de la ERIS, debe de proveer los recursos esenciales para implementar y obtener el control del sistema de gestión ambiental, dentro de estos aspectos tenemos, el recurso humano, y habilidades especializadas, recursos tecnológicos y financieros, esta puede hacerse mediante el costo de la tarifa de tratamiento de agua residual a los vecinos de la Colonia Aurora II que son los beneficiados.

Además, debe definir a cada una de las personas encargadas del funcionamiento, responsabilidades y autoridad, para asegurar los requisitos del sistema de gestión ambiental establecido, implementado y mantenido de acuerdo con la norma internacional, así como informar sobre el desempeño del sistema de gestión ambiental a la dirección para su revisión y mejoramiento del sistema.

La planta deberá asegurarse que todo el operador de la planta reciban una capacitación constante del mejoramiento y control ambiental, con el fin de que conozcan la importancia del cumplimiento de la política ambiental, procedimientos y requisitos del sistema de gestión ambiental, además de los impactos ambientales significativos reales o potenciales, así como de todos los beneficios que se obtiene con la certificación y de las consecuencias potenciales en las cuales se puede incurrir con el incumplimiento de la política.

#### **4.1.4 Principio 4**

##### **Medición y evaluación**

Estas son actividades esenciales que se pueden cumplir, con la ayuda de las siguientes características:

- Cambios en la legislación ambiental
- Cambios en los requisitos y expectativas de la planta y la población
- Mejoramiento en los sistemas de tratamiento y su buen funcionamiento lo cual constantemente es realizado por ERIS.
- Experiencias de accidentes ocurridos dentro de la planta
- Identificar todas las oportunidades de mejora de la planta, como alianzas estratégicas con la iniciativa privada y organismos internacionales de cooperación.

- Determinar las causas de las no conformidades de la planta, hasta la fecha no ha existido reclamo por parte de los vecinos.
- Toma de acciones correctivas y preventivas de la planta

## **4.2 Aplicación de la metodología en la planta de tratamiento**

La certificación de la norma ISO 14000, necesita de una serie de reglas, las cuales nos permitirán brindar un servicio mas eficiente y de buena calidad, algunos de los elementos para una mejora continua son los siguientes:

- La asignación de un presupuesto para el desarrollo y desenvolvimiento de la planta piloto, el cual se puede observar en la Tabla V ubicado en el anexo, en el se describe cada uno de los rubros en los que se incurre, esto puede hacerse por medio de la propuesta realizada en este trabajo (pagina 17), en el cual se propone incrementar el cobro de servicio de agua, con el fin de subsidiar el tratamiento de agua residual de la Colonia Aurora II.
- La creación de una organización que se haga responsable directamente de la planta piloto para su desempeño, en la actualidad se cuenta únicamente con un operador de la planta, por lo que se sugiere que se cree una plaza para un supervisor, que realice todos los cálculos, evaluaciones, estudios, etc., que le presente todos los informes a la dirección de la ERIS.
- Capacitación continua a todos los involucrados con el trabajo de la planta piloto
- La elaboración de reglas y actividades para cada uno de los trabajadores
- Seguimiento a todos los aspectos sugeridos por la persona de supervisión de certificación de las normas ISO 14000.
- Elaboración de registros y estudios practicados en la planta piloto.
- La creación de protección a las estructuras y a los filtros para brindar un mejor servicio.

Es necesario que todos y cada uno de los trabajadores de la planta tengan el conocimiento adecuado del funcionamiento de la misma, y hacerles comprender que el compromiso que tienen es de gran importancia para la comunidad.

Debe desarrollarse un programa de mantenimiento anual, el cuál les permita determinar las causas y efectos necesarios para brindar un mejor servicio.

Deben desarrollarse hojas de registros diarios, mensuales y anuales, con el fin de lograr los objetivos planificados.

Además debe desarrollarse un programa de evaluaciones mensuales y comparativas, las cuales indiquen el avance desarrollado.

Es necesario el indicativo del impacto ambiental que se tiene en nuestro medio, para desarrollar estrategias de mejoramiento.

Deben realizarse auditorias internas cada mes, para verificar la aplicación correcta de las operaciones que se están desarrollando continuamente dentro de la planta.

La implementación de acciones correctivas y preventivas deben evaluarse mensualmente, con el fin de extender el tiempo de vida de la planta, así como crear un ambiente y una cultura de trabajo organizacional enfocada en el servicio.

Y por último, deben realizarse revisiones continuas por parte del director de la ERIS, para verificar el desarrollo de la misma.

El formulario # 1 puede ser utilizado para llevar el registro de las operaciones del caudal de entrada de agua hacia la planta. (Ver formulario 1)

En el caso del Reactor Anaeróbico de Flujo Ascendente, es necesario llevar un estricto control de los niveles de profundidad de los lodos, la cual nos proporcionará los registros necesarios durante el año (Ver Formulario 2).

Los formularios 3 y 4 nos servirán para llevar el control de limpieza, (Ver Formulario 3 y 4).

Los datos tomados de las operaciones realizadas dentro de la planta deben ser efectivos y veraces, si existiera alguna anomalía con la toma de registros debe informar inmediatamente a su supervisor, con el fin de tomar las medidas necesarias para evitar datos erróneos en los registros, si son problemas de trascendencia debe de informársele a las autoridades necesarias para que ellos delimiten cual será el procedimiento a seguir.

### **4.3 Resultados de la implementación**

Los resultados de tener una estructura bien conformada y de tener personal a cargo del funcionamiento continuo de la planta, nos da como resultado el funcionamiento necesario y servicio de calidad que estamos buscando, los datos obtenidos nos indican la medida a tomar para corregir o mejorar la eficiencia de los tratamientos del agua servida y de esta manera realizar una labor exitosa de servicio, además se aumenta el tiempo de vida de la planta.

La aplicación de la metodología de la planta estará en condiciones de ser supervisada por personas de la organización para la certificación de la norma ISO 14001.

El paso siguiente para la certificación es contactar a la organización encargada de auditar y evaluar a las empresas para certificarlas con la norma ISO 14000,

existen varias empresas certificadoras y debe buscarse la más cercana al área de aplicación de la misma.

#### **4.4 Costos**

Para obtener un dato real acerca de los costos, es necesario contar con todas las necesidades existentes, tales como la organización administrativa de la planta, las herramientas necesarias para su funcionamiento, los arreglos necesarios para su mejor funcionamiento, el personal adecuado para obtener los datos, etc., estos son algunos de los datos necesarios para obtener un presupuesto adecuado para su buen funcionamiento, además debe actualizarse constantemente y estar en contacto con las personas que conforman la auditoria para la certificación de la norma ISO 14001.

Un dato aproximado del costo seria el siguiente: (este puede variar dependiendo la estructura que se forme y los el numero de personal que opere).

##### **4.4.1 Costos de auditoría**

Para considerar los gastos de la auditoria de la certificación de la norma ISO 14001 para la planta de tratamiento de aguas residuales, tenemos los siguientes pasos:

- La inversión del pago al auditor de la norma por servicios.
- Además debe correr por cuenta de la empresa el traslado del país del auditor hacia la planta, con todos los gastos de comida, hotel, traslados de hotel hacia la planta..
- El personal que estará a cargo del funcionamiento correcto y de poner en práctica los lineamientos sugeridos por el auditor para el manejo estricto de la planta.

Aproximadamente se tendría un costo de inversión por sesión de \$ 4,325.00, el primer año deben de realizarse como mínimo tres auditorias hacia la planta por lo que tendríamos un costo de inversión de \$ 12,975.00 y el segundo y tercer año se puede negociar que sea una sola visita por año.

Este cálculo es debido a que la certificación tiene una validez de 3 años, luego de ellos hay que realizar nuevamente una auditoria con un proceso nuevo, el cual puede seguir su lineamiento con la certificación anterior.

#### **4.4.2 Costos de Implementación**

Para un mejor entendimiento de los costos efectivos del presupuesto, se ha dividido en departamentos, los cuales son: gastos personales, que incluye sueldos y prestaciones, equipo de protección para el o los operarios, gastos de herramientas, gastos de reparaciones urgentes e imprevistas.

El presupuesto de personal en el que incurre la planta es de Q 63,000.00 anual, lo cual es cubierto con fondos de ERIS

De acuerdo a los gastos de cada uno de los departamentos tenemos un presupuesto anual de Q 73,043.00, el detalle del presupuesto lo pueden observar en el anexo I, debe de tomarse en cuenta que los estudios a realizar en el futuro no están contemplados dentro del presupuesto, toda actividad que se planee en el futuro debe contemplarse en el presupuesto siguiente y debe colocarse a consideración para determinar si es efectiva o no, así mismo no se incluyen los costos de la certificación de la norma ISO 14001 para la planta, estos deben contemplarse en el presupuesto siguiente luego de las reparaciones y mejoramiento de la planta.

Los costos aproximados para la realización de la certificación de la norma ISO 14001 son de \$ 21,625.00 por el tiempo de tres años, la descripción de cada uno de los rubros se puede observar en el Anexo II.

Los costos pueden variar dependiendo el tipo de la tarifa a aplicar en las fechas que se realice y la fluctuación del dólar

El presupuesto está calculado por visita realizada, cada visita tiene una duración de 3 días que puede variar, dependiendo el análisis del auditor, esto significa que puede incrementar el costo de la certificación, y para obtener una certificación deben de realizarse 3 visitas al año, durante el primer años, y los años subsiguientes se tiene una visita por año.

#### **4.5 Ventajas de la Certificación de la norma ISO 14001**

La implantación de un Sistema de Gestión Ambiental trae una serie de ventajas para la planta, veamos a continuación tales ventajas a manera de conclusiones:

#### **4.6 Conformidad con las regulaciones ambientales**

El sistema encamina la actuación de la planta al cumplimiento de las regulaciones establecidas no solo para dicha planta, sino que también para las otras plantas ya existentes dentro del territorio Guatemalteco, la planta está apta para recibir inspecciones de los organismos reguladores en cualquier momento para cualquier tipo de inspección.

**Conformidad con las exigencias ambientales de la población dentro del territorio Guatemalteco y otras partes interesadas para los usos restringidos de las aguas residuales.**

La planta estará en mejor posición para satisfacer estas exigencias, lo que permitiría contar con la satisfacción de tales entidades.

**Mejora la imagen de la planta (imagen verde).**

El hecho de disponer de un Sistema de Gestión Ambiental indica que la planta está comprometida con la protección del ambiente.

**Mejor y más racional utilización de los recursos (materias primas, energía personal, recursos financieros, y otros).**

La reutilización del agua para la utilización de riegos u otro uso que se le de, esta comprometido a un estricto control de calidad y satisfacción para la población en general.

**Mejora de las condiciones y el ambiente de trabajo, mejorando la comunicación entre las diferentes áreas.**

El sistema propicia la mejora de las relaciones entre los departamentos y áreas de la planta, garantizando un mejor ambiente para el desarrollo del potencial de los empleados.

**Disminución de los costos de explotación**

Este aspecto está asociado al de la utilización racional de los recursos, y se vincula con la disminución del consumo de combustible, energía y a la reacción de

los gastos por penalizaciones ambientales, por lo que al momento de reutilizar el agua estamos contribuyendo al cuidado del medio ambiente.

### **Mayor acceso a las inversiones y el capital**

Resulta más fácil obtener préstamos e inversiones cuando la planta tiene una buena imagen y demuestra su compromiso con la mejora continua.

### **Disminuyen los riesgos de sanciones por parte de los organismos reguladores.**

El sistema garantiza el cumplimiento de las regulaciones y limita las posibilidades de sanciones y pleitos legales.

## **5 MEJORA CONTINUA**

El desarrollo de las buenas practicas, únicamente depende del personal que esté laborando para la planta, para poder ser certificado y mantener la certificación por el tiempo que sea necesario, deben de seguirse los lineamientos autorizados por el auditor de las normas ISO, ya que son los únicos que permiten y autorizan la certificación de las mismas, por ello es importante que las instrucciones se lleven a cabo tal y como fueron sugeridas por el auditor en cuestión, todos los controles y pasos a seguir deben de registrarse para llevar un control estricto de los resultados de los mismos y verificar si se esta llevando a cabo el funcionamiento adecuado de la planta.

Todos los registros y evaluaciones que se realicen deben archivar y tenerlos presentes en todo momento para realizar cualquier tipo de consulta que se requiera por parte de los vecinos de la Colonia Aurora II, Municipalidades, Funcionarios, Estudiantes, etc.

### **5.1 Elementos para una mejora continua**

Las innovaciones deben de incrementarse año tras año, y ponerlas en práctica, es necesario que dentro de la planta exista una persona (supervisor) que esté en contacto directo con la planta, junto con el operario, ellos deben estar realizando evaluaciones y obteniendo resultados de la calidad de agua que se está tratando, esto nos servirá para desarrollar métodos de protección y una calidad de servicio más eficiente, todo cambio o innovación que se realice, debe ser comunicado a la empresa certificadora de la norma ISO 14000, con su debido tiempo ya que todo cambio o mejora que se realice debe estar avalado por el auditor certificador de dicha norma para mantener un régimen de calidad en todo momento.

Cada uno de los registros que se presenten a la Dirección de la ERIS, deben ser estrictamente revisados y analizados, y debe presentarse un informe de lo acontecido en la planta para poder tomar la decisión más conveniente para la planta.

En el trabajo especial del Ingeniero Juan Carlos Zeledón se muestran algunos de los reportes que pueden ser utilizados para llevar el control interno del trabajo que se está desarrollando en la planta, pero pueden utilizar todo tipo de reporte que sea necesaria para poder cumplir con los objetivos trazados, cada Vía de tratamiento que se encuentra dentro de las instalaciones de la Planta Piloto Ing. Arturo Pasos Sosa debe tener su propia revisión y controles adecuados con todos los datos suscitados por el proceso de la misma.

## **5.2 Procedimiento y Evaluación continuo**

Los procedimientos deben de estar supervisados a diario o semanalmente, dependiendo la programación del supervisor, con el fin de tener un mejor control y desarrollo de las áreas y superficies de las cuales consta la planta, además se debe establecer un monitoreo constante y tratar de mantener una postura de servicio de calidad, así como la minimización de desechos que se puedan estar liberando.

Todo control o sugerencia que el auditor de la organización certificadora establezca, debe ser cumplido en su totalidad para permanecer dentro de los límites de la certificación y ser evaluados por la misma en cualquier momento, el primer año debe ser auditado por lo menos 3 veces, y dependiendo de la evaluación que el auditor realice decidirá si es necesario seguir con las inspecciones continuas o podrían ser más pausadas.

Las reparaciones deben realizarse en el momento que se detecten, de esta manera estaremos asegurándonos de que los datos que estamos tomando son los correctos y no manejaremos datos erróneos.

Las medidas de salud y prevención contra enfermedades deben ser programadas anualmente, con el fin de proteger al personal que labora dentro de la planta y que en ocasiones estará visitando la misma.

### **5.3 Ciclo de Vida**

El tiempo de vida que se le de al tratamiento de las aguas residuales, dependerá del cuidado y mantenimiento que se le de a la planta. Si el operario y el supervisor de la planta le brindan un cuidado excelente, la planta brindará siempre un servicio de calidad, que se verá reflejado en la calidad de agua que sale de la planta, por lo que constantemente deben realizarse evaluaciones y estudios de las unidades para tener la seguridad que se está realizando un trabajo que cumple con las exigencias de la población.



## CONCLUSIONES

- 1 Es necesario hacer conciencia, a toda la población, de la necesidad del mejoramiento de este tipo de plantas, ya que, en este medio se están empezando a vivir las consecuencias del agotamiento del vital líquido, muestra de ese fenómeno es la falta de agua potable en varias zonas de la capital y algunas aldeas o caseríos del país, por ello, es necesario dar inicio a un cambio de actitud en cuanto a la reutilización del agua. Por ello, la importancia que tiene de ser certificada con la norma ISO 14001 la planta Piloto Ing. Arturo Pazos Sosa.
- 2 En el presente trabajo se desarrolló la metodología para el desarrollo y guía para la certificación de la norma ISO 14000.
- 3 Se desarrolló un programa piloto con todas las necesidades que solicita el sistema de gestión ambiental, para cumplir con la calidad adecuada y protección del medio ambiente.
- 4 Se puede observar que el trabajo presentado puede servir de guía para la creación de plantas para desarrollar sus procesos de operación y mantenimiento, así como los costos de mantenimiento y certificación de la norma.

- 5 Se muestra la importancia de brindar la capacitación al personal involucrado dentro de la planta para mantener un estándar de calidad y mantener un régimen estricto de calidad.
  
- 6 La puesta en marcha de la certificación de la norma ISO 14000, es factible dentro de la Planta Piloto Ing. Arturo Pasos Sosa, ya que actualmente cumple con la mayoría de reglamentos solicitados por el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, según el Acuerdo Gubernativo Número 236-2006 de fecha 5 de mayo de 2006, así como el Decreto 90-97 del código de salud y su reforma en el Capítulo IV sección III Artículo 97.
  
- 7 Una de las posibles restricciones que tendría la Planta Piloto sería la de cubrir la inversión para realizar los gastos de visita y pago a la organización certificadora que se seleccione por parte de la Dirección de la ERIS.
  
- 8 Otra de las restricciones que tendría la planta piloto, sería la contratar a un supervisor que trabaje directamente con el operario de la misma para realizar los análisis y evaluaciones correspondientes.

## RECOMENDACIONES

- 1 En la actualidad, hay algunas estructuras con daños, por lo que hay que reconstruirlas de inmediato, para lograr obtener un mejor resultado para el tratamiento de las aguas.
- 2 Es necesario contar con el presupuesto de mantenimiento de la planta y la creación de una plaza de supervisor, para llevar los controles necesarios y que le reporte a la Dirección de la ERIS, para lograr obtener mejores resultados y optar a la certificación de la norma ISO 14001.
- 3 Es necesario incluir en la factura de agua potable el cobro por el tratamiento realizado a las aguas residuales que ingresan de la Colonia Aurora II, ya que, con este ingreso se puede subsidiar el pago del supervisor y parte de los costos para la obtención de la certificación de la norma ISO 14000 de acuerdo con la propuesta presentada en la página 27.
- 4 Los desechos sólidos y los lodos, deben aprovecharse para obtener una parte para la generación de ingresos para la manutención de la planta propia.

- 5 Es de suma importancia velar por la seguridad y salud del operador de la planta, brindándole el apoyo con las herramientas y artículos necesarios para la prevención de enfermedades de cualquier tipo, así como el aseguramiento para la toma de datos en las distintas estructuras de la planta.
  
- 6 Debe supervisarse las actividades y las notas del operador por lo menos una vez por semana, o cada programación antes realizada, mientras se aprueba la contratación de un supervisor, con el fin de verificar los datos y hacer las comparaciones necesarias para la verificación de los resultados.
  
- 7 La realización de manuales de operación y mantenimiento ayudará a la planta al mejoramiento de los procesos y se puede decir que la labor realizada en el tratamiento de agua residual es la adecuada, es necesario que se ponga en práctica los manuales del estudio especial del Ingeniero Juan Carlos Zeledón.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Ingeniero Civil Castellanos Duarte, Ramón Antonio y la Ingeniera civil Romero Cristales, Manlia Alicia del Rosario, Rehabilitación del sistema lagunar de la planta piloto Ingeniero Arturo Pasos Sosa para su aprovechamiento con fines de riego, Junio 2004.
2. Ingeniero Vega Aguilar, Teodoro Alberto, Evaluación de eficiencia de tanques plásticos de resina de polietileno, modificados para el tratamiento de aguas residuales domesticas e implementación de tratamiento de lodos, Junio 2006.
3. Ingeniero Químico Ortiz Castillo, Edwin Manuel, Evaluación del tratamiento primario, secundario e investigación del tratamiento terciario por fitodepuracion en la remoción de nutrientes y descarga microbiológica en la planta piloto de Tratamiento de Agua Residual Domestica Aurora II, “Ingeniero Arturo Pazos Sosa” posterior a la Rehabilitación, en Noviembre del año 2003.
4. Ingeniero Zeledón Falcón, Juan Carlos, Evaluación de la operación y mantenimiento y propuesta de sostenibilidad operacional y financiera de la planta de tratamiento de aguas residuales domesticas “Ingeniero Arturo Pazos Sosa”, en Junio del año 2004.
5. MSc Dr. Ingeniería Sanitaria y docente de la ERIS, USAC Pocasangre, Adán, MSc Ingeniería Sanitaria Romero, Manlia Alicia y MSc Ingeniería Sanitaria ERIS, USAC Castellanos, Ramón Antonio, Evaluación del comportamiento de parámetros físico-químicos durante el llenado y puesta en marcha de sistemas lagunares, Revista Científica, Julio 2004.

6. Sistemas de Gestión Medioambiental, especificaciones y directrices para su utilización (comité europeo de normalización (CEN)), en Septiembre del año 1996.
7. Ingeniero García Ovalle, Guillermo y el Dr. Pocasangre Collazos, Adán Seminario Importancia del Tratamiento de Aguas Residuales, Abril del año 2006.
8. Gestión Ambiental, Normas ISO 14000, Instituto Uruguayo de Normas Técnicas Plaza Independencia 812 piso 2, Montevideo, Uruguay, Teléfono 901 2048, e-mail unit-iso@unit.org.uy, <http://unit.org.uy/iso14000/index.asp>.
9. Revista Gray & Green Artículo Gestión Ambiental en su Empresa. Normas Ambientales ISO 14000 Internet.
10. Memorias Congreso Argentino de la Calidad. Panorama Actualizado de la Normalización Ambiental Internacional. Serie ISO 14000, 1998.
11. La Planeación estratégica en el aseguramiento de la calidad. Manual del participante, Servicio de Formación ICONTEC, 1998.
12. Norma Técnica Colombiana ISO 14001/14004. ICONTEC. 1996.
13. Legislación Colombiana y Gestión Ambiental. ICONTEC.
14. Revista Calidad Ambiental. ICONTEC. 1998.
15. Normas Internacionales sobre sistemas de administración Ambiental, ISO 14000, Revista Calidad Ambiental Vol. II No. 11, México, DF.

## ILUSTRACIONES

**Tabla IV Presupuesto para distribución de personal de la planta**

DESCRIPCION	SALARIO	SUBTOTAL	TOTAL DEL PRESUPUESTO
<b>PERSONAL</b>			
Supervisor	Q2,000.00	Q28,000.00	
Operador	Q2,500.00	Q35,000.00	
<b>Total de Personal</b>			<b>Q63,000.00</b>

**Tabla V Presupuesto para equipo de protección**

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDADES	Costo Un.	SUBTOTAL	TOTAL
<b>EQUIPO DE PROTECCION</b>					
Guantes de hule	5	Pares	Q20.00	Q100.00	
Botas de Hule	3	Pares	Q50.00	Q150.00	
Mascaras Faciales	4	Unidades	Q15.00	Q60.00	
Cinturon	1	unidad	Q150.00	Q150.00	
Overol	3	unidades	Q200.00	Q600.00	
Alcohol desinfectante gel	6	unidades	Q10.00	Q60.00	
Casco	2	unidades	Q90.00	Q180.00	
Botiquin de Emergencia	1	unidad	Q110.00	Q110.00	
<b>Total EP</b>					<b>Q1,410.00</b>

**Tabla VI Presupuesto para herramientas y materiales de reparación**

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDADES	Costo Un.	SUBTOTAL	TOTAL
<b>HERRAMIENTAS Y MAT.</b>					
Machete	2	Unidades	Q25.00	Q50.00	
Rastrillo Metálico	2	Unidades	Q60.00	Q120.00	
Rastrillo Plástico	1	Unidad	Q45.00	Q45.00	
Colador	1	Unidad	Q60.00	Q60.00	
Pala	1	Unidad	Q35.00	Q35.00	
Carretilla	2	Unidades	Q450.00	Q900.00	
Recipiente de basura	4	Unidades	Q70.00	Q280.00	
Maya sacar basura	6	Unidades	Q30.00	Q180.00	
Lija	8	Unidades	Q10.00	Q80.00	
Escoba o Cepillo	3	Unidades	Q25.00	Q75.00	
Pintura de aceite	4	Galones	Q75.00	Q300.00	
Pintura anticorrosivo	2	Galones	Q75.00	Q150.00	
Solvente para pintura	1	Galón	Q40.00	Q40.00	
Escalera	1	Unidad	Q300.00	Q300.00	
Brocha	3	Unidades	Q15.00	Q45.00	
Cemento	1	Bolsa	Q45.00	Q45.00	
Arena	1	Metro	Q75.00	Q75.00	
Tubos PVC 6"	1	Tubo	Q200.00	Q200.00	
Tubos PVC 8"	19	Tubos	Q225.00	Q4,275.00	
Ladrillos	15	Unidades	Q1.20	Q18.00	
<b>Total HERR Y MAT.</b>					<b>Q7,273.00</b>

**Tabla VII Presupuesto para protección Medica**

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDADES	Costo Un.	SUBTOTAL	TOTAL
<b>Chequeo Medico y Vacunas</b>					
Prueba del VIH (sida)	1	Examen	Q100.00	Q100.00	
Examen del VDRL, (sífilis)	1	Examen	Q50.00	Q50.00	
Radiografía del tórax	1	Examen	Q150.00	Q150.00	
Examen de ecograma y orina	1	Examen	Q30.00	Q30.00	
Examen de heces	3	Exámenes	Q30.00	Q90.00	
Examen de la vista	1	Examen	Q30.00	Q30.00	
Vacuna de Hepatitis A	1	Vacuna	Q180.00	Q180.00	
Vacuna de Hepatitis B	1	Vacuna	Q160.00	Q160.00	
Vacuna Toxoide tetánico	1	Ampolla	Q45.00	Q45.00	
Vacuna Fiebre Tifoidea	1	Vacuna	Q125.00	Q125.00	
Vacuna anti - malaria	4	Pastillas	Q100.00	Q400.00	
<b>Total HERR Y MAT.</b>					<b>Q1,360.00</b>

**Tabla VIII Resumen del presupuesto**

DESCRIPCION	COSTO	TOTAL
Personal	Q63,000.00	
Equipo de Proteccion	Q1,410.00	
Herramientas y Mantenimiento	Q7,273.00	
Chequeo Medico y Vacunas	Q1,360.00	
<b>Total</b>		<b>Q73,043.00</b>

**Tabla IX Costos de Certificación de la norma ISO 14000**

DESCRIPCION	COSTO	TOTAL
Costos del Servicio de Auditoria	\$3,500.00	
Boleto Aereo	\$500.00	
Traslados	\$25.00	
Comida	\$60.00	
Hotel	\$240.00	
<b>Total</b>		<b>\$4,325.00</b>

**Tabla X Resultados obtenidos del muestreo realizado el 03/04/2003**

Parametro a fijar	Metodologia	Unidad de medida	Frecuencia de Medicion	Equipo a Utilizar	Metodos
Periodo de crecimiento de la planta BICCHORNA CRASSIPES (JACINTO ACUATICO) 45 dias de vida util					
Experimento programado para ejecutarse en dos meses calendario					
Flujo de entrada al estanque	Regular el flujo de entrada al estanque por medio de un derivador de flujo fijando el flujo queda definido el tiempo de residencia en el estanque	Litros / Segundo			Medicion Volumetrica
<b>Variables Respuestas</b>					
Caudal	Metodo Volumetrico	Litros / Segundo	Cada vez del muestreo	Cronometro / Recip.	Volumetrico
Produccion de Biomasa	Pesado de Biomasa 1 vez por semana, se medira al cultivar los jacintos en la planta de tratamiento	Libra / Semana	Cada quince dias, durante 45 dias calendario	3.0 - 200 lb. Marca	Pesada aerea
<b>Analisis Quimico de la planta de tratamiento</b>					
DBO5	Ampollas de DBO5	mg / litro	En cada analisis	Ampollas de DBO5	5210 B. 5-day BOD test
DOO	Espectrometria	mg / litro	En cada analisis	Analizador Hach	5220 Chemical Oxygen D.
N-NH3	Espectrometria	mg / litro	En cada analisis	hach 2000	Metodo 380 / 425nm.
N-NO3-	Espectrometria	mg / litro	En cada analisis	hach 2000	Metodo 355 /
N-NO2-	Espectrometria	mg / litro	En cada analisis	hach 2000	Metodo 371 /507nm.
PO4-3	Espectrometria	mg / litro	En cada analisis	hach 2000	
HIDROXIDOS (HO-)	Volumetria	mg / litro	En cada analisis	Volumetria	
CARBONATOS (CO3--)	Volumetria	mg / litro	En cada analisis	Volumetria	
BICARBONATOS (HCO3-)	Volumetria	mg / litro	En cada analisis	Volumetria	
ALCALINIDAD TOTAL	Volumetria	mg / litro	En cada analisis	Volumetria	
<b>PROPIEDADES FISICOQUIMICAS</b>					
Temperatura (grados celsius)	Termometria	Grados Celsius	En cada analisis	<b>Cristaleria</b>	
Color (Unidades)	Colorimetria		En cada analisis	Termometro	
Turbiedad	Colorimetria	UTN	En cada analisis	Merck SQ118, Hazen	
pH (Potencial de Hidrogeno)	Potenciometria	mg / litro	1 vez cada 15 dias	Turbidimetro Hach 2100	
Conductividad electrica	Potenciometria	umhos / cm.	1 vez cada 15 dias	Potenciometro	
Solidos sedimentables	Colorimetria	mg / litro	1 vez cada 15 dias	Colorimetro	
Solidos disueltos	Colorimetria	mg / litro	1 vez cada 15 dias	Medidor de Conductividad	
Solidos en suspension	Gravimetria	mg / litro	1 vez cada 15 dias	Balanza analitica	
<b>ANALISIS MICROBIOLOGICO</b>					
Coliformes fecales	Colliert, Tubos de fermentacion *	NMP / 100 cm3	En cada analisis	Incubadora	9221 Multiple-tube Fermentation technique for members of the coliform group Colliert
Coliformes totales	Colliert, Tubos de fermentacion *	NMP / 100 cm3	En cada analisis	Asas	
Se determinan tambien los % de remocion de DBO6, DOO en las diferentes unidades experimentales				Mechero, Tubos de ensayo	

**Nota:** Las unidades experimentales corresponde a: 1) la entrada al sedimentador primario (S1), 2) Salida del sedimentador primario (S2), 3) Salida del primer filtro (F1), 4) Salida del tercer filtro (F2), 5) Salida del sedimentador Dortmund (D), 6) Salida del RAFA (R), 7) Salida del filtro percolador (F3), 8) Entrada al estanque de Jacintos (F3), 9) Salida del estanque de jacintos (E), 10) Salida del filtro leño (FL)

\* Nota: Los metodos de tubos multiples de fermentacion y el metodo Colliert son dos tecnicas diferentes no comparables.

**Tabla XI Resultados obtenidos del muestreo realizado el 03/04/2003**

**Cuadro No 2**  
 Resultados Obtenidos en las diferentes unidades experimentales en los parámetros físicoquímicos y microbiológicos  
 Fecha de realización del análisis físicoquímico 03/04/2003 Fecha de Muestreo 03/04/2003  
 Hora 08:30 a.m.

Descripción	VIA 1					VIA 2					Metodo
	S1	S2	F1	F2	D	S2	R	F3	E	FL	
DBO5 mg/l	320	250	175	30	10	323	190	189	90.2	62	Botellas
DOO mg/l	456	323	189	64	21	323	208	194	106	105	430/baja/420nm, 435/alto/620nm.
% de Remoción de DBO5	-	21.88	30.00	82.86	66.67	21.88	24.00	0.53	52.28	31.26	Determinación por cálculo
% de Remoción de DBO5 ac	-	21.88	45.31	90.63	96.88	21.88	40.63	40.94	71.81	80.63	Determinación por cálculo
% de Remoción de DBO	-	29.17	41.49	66.14	67.19	29.17	35.60	6.73	45.36	0.94	Determinación por cálculo
% de Remoción de DQO acum	-	29.17	58.55	85.96	95.39	29.17	54.39	57.46	76.75	76.97	Determinación por cálculo
Volumen, litros	18.75	18.75	1.00	1.00	1.00	18.75	1.00	1.00	1.00	1.00	Recipiente de 1 litro y 5 gal.
Tiempo promedio, seg	5.00	33.00	11.00	11.00	11.00	33.00	3.00	18.00	60.00	60.00	Cronometro
Flujo, litros/segundo	2.50	0.57	0.09	0.09	0.09	0.57	0.33	0.06	0.02	0.02	Determinación por cálculo
Descarga RAFA, past /seg	1.84						0.23				Determinación por cálculo
Descarga SEDP past /seg									0.04	0	Determinación por cálculo
Descarga EST-Filtrol. /seg									11.72		Calculo en días
Tiempo de retención											
Col. Totales NMP/100cm3	1.60E+15	1.60E+15	2.00E+08	8.00E+07	3.00E+00	1.60E+15	6.00E+12	5.00E+12	3.40E+06	1.40E+07	Tubos de Fermentación
Col. Fecales NMP/100cm3	1.60E+15	1.60E+15	2.00E+08	4.00E+07	2.00E+05	1.60E+15	2.00E+12	4.00E+12	2.00E+05	2.00E+06	Tubos de Fermentación
Remoción de Col. F. NMP/100cm3	0.00E+00	1.00E+00	8.00E+06	5.00E+06	2.00E+02	2.67E+02	1.20E+00	1.20E+00	1.47E+06	2.43E-01	Calculo
Remoción de Col. Tot. NMP/100cm3	0.00E+00	1.00E+00	8.00E+06	2.50E+00	4.00E+02	5.00E-01	5.00E-01	5.00E-01	2.00E+07	1.00E-01	Calculo
Aspecto	Turbia	Turbia	Clara	Clara	Clara	Turbia	Clara	Clara	Clara	Clara	Apreciación visual
Color: unidades	300	250	1	1	1	250	135	92	71	1	Merck SQ118 Jazen Color
Turbiedad: UTN	63.20	59.50	12.70	3.28	1.27	59.50	38.80	19.60	11.30	8.56	Turbidimetro Hach 2100
pH	7.50	7.68	7.50	7.50	7.80	7.68	7.22	7.28	7.73	7.44	Potenciometro
Temperatura °C	23.00	23.00	23.00	23.00	23.00	23.00	23.00	23.00	23.00	23.00	Termometro
Conductividad electrica um	769	760	641	603	502	760	688	663	670	671	
N-NH3 mg/l	45.50	42.00	22.00	5.50	3.50	42.00	32.25	29.25	31.25	24.75	Hach/Met. 380/425nm
N-NO2- mg/l	0.78	0.73	1.93	4.10	2.00	0.73	0.08	0.25	0.05	0.28	Metodo 371/507nm
N-NO3- mg/l	7.70	8.10	10.00	6.50	10.30	8.10	11.00	9.90	9.20	12.90	Metodo 355/500nm
N-Total mg/l	53.98	50.83	33.93	16.10	15.80	50.83	43.33	39.40	40.50	37.93	
Fosfatos PO4-3 mg/l								17.25	2.75		Metodo 490/690nm
Fosforo mg/l								5.63	0.60		Determinación por cálculo
Presencia de detergentes NB	si	Visual, Cualitativo									
Solidos sedimentables cm3/l	6.00	1.00	0.20	0.20	0	1.00	0.20	0.20	0.01	0.01	Conos Imhoff 1 hora
Solidos en suspensión mg/l	400	300	200	200	10	300	100	100	10	10	Pesos
Solidos disueltos mg/l	384.5	380	320.5	301.5	251	380	344	341.5	335	335.5	
Hidroxidos mg/l	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Carbonatos mg/l	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Bicarbonatos mg/l	356	212	180	164	158	212	250	176	156	172	
Alcalinidad total mg/l	356	212	180	164	158	212	250	176	156	172	
Relacion N/P								7.00	4.58		Determinación por cálculo

Nota: 1) la entrada al sedimentador primario (S1), 2) Salida del sedimentador primario (S2), 3) Salida del primer filtro (F1), 4) Salida del tercer filtro (F2), 5) Salida del sedimentador Dortmund (D), 6) Salida del RAFA (R), 7) Salida del filtro percolador (F3), 8) Entrada al estanque de Jacintos (F3), 9) Salida del estanque de jacintos (B), 10) Salida del filtro letrno (FL)

**Tabla XII Resultados obtenidos del muestreo realizado el 08/04/2003**

**Cuadro No 3**  
 Resultados Obtenidos en las diferentes unidades experimentales en los parametros fisicoquimicos y microbiologicos  
 Fecha de realizacion del analisis fisicoquimico 08/04/2003  
 Fecha de Muestreo 08/04/2003  
 Hora 08:30 a.m.

Descripcion	VIA 1					VIA 2					Metodo
	S1	S2	F1	F2	D	S2	R	F3	E	FL	
DBO5 mg/l	400	250	178	60	30	250	190	100	90	50	Botellas
DOO mg/l	656	376	212	108	50	376	239	148	103	76	430/baja/420nm, 435/alto/620nm.
% de Remocion de DBO5	-	37.50	28.80	66.29	50.00	37.50	24.00	47.37	10.00	44.44	Determinacion por calculo
% de Remocion de DBO5 ac	-	37.50	55.50	85.00	92.50	37.50	52.50	75.00	77.50	87.50	Determinacion por calculo
% de Remocion de DOO	-	42.68	43.62	49.06	53.70	42.68	36.44	38.08	30.41	26.21	Determinacion por calculo
% de Remocion de DOO acum	-	42.68	87.68	83.54	92.38	42.68	63.57	77.44	84.30	88.41	Determinacion por calculo
Volumen, litros	18.75	18.75	1.00	1.00	1.00	18.75	1.00	1.00	1.00	1.00	Recipiente de 1 litro y 5 gal.
Tiempo promedio, seg	7.00	31.00	11.00	11.00	11.00	31.00	2.00	15.00	70.00	70.00	Cronometro
Flujo, litros/segundo	2.50	0.60	0.09	0.09	0.09	0.60	0.50	0.07	0.01	0.01	Determinacion por calculo
Descarga RAFA, past l/seg	1.80										Determinacion por calculo
Descarga SEDP, past l/seg										0	Determinacion por calculo
Descarga EST-Filtrol, l/seg											Determinacion por calculo
Tiempo de retencion									13.67		Calculo en dias
Col. Totales NMP/100cm3	3.00E+18	3.00E+18		2.00E+07	1.00E+05	3.10E+18	4.10E+13	9.60E+13	9.70E+07	5.20E+07	Tecnica Colliert
Col. Fecales NMP/100cm3	-1.00E+16	-1.00E+16		-1.00E+07	-1.00E+05	-1.00E+16	1.00E+12	-1.00E+12	-1.00E+06	3.00E+07	Tecnica Colliert
Remocion de Col. F. NMP/100cm3	0.00E+00	1.00E+00		0.00E+00	1.00E+01	0	1.00E+04	1.00E+00	1.00E+06	3.33E+02	Calculo
Remocion de Col. Tot. NMP/100cm3	0.00E+00	0.00E+00		0.00E+00	2.00E+02	0.00E+00	7.56E+04	4.27E+01	9.90E+05	1.87E+00	Calculo
Aspecto	Turbia	Turbia	Clara	Clara	Clara	Turbia	Turbia	Clara	Clara	Clara	Apreciacion visual
Color: unidades	282	243	16	36	13	243	131	81	81	1	Merck SQ118 Jazen Color
Turbiedad: UTN	111.00	80.30	78.00	9.22	9.00	80.30	43.90	21.70	18.40	13.40	Turbidimetro Hech 2100
pH	7.00	7.14	7.36	7.50	7.33	7.14	7.00	7.50	7.40	7.64	Potenciometro
Temperatura °C	23.20	23.00	23.00	22.80	22.80	23.00	22.80	22.80	22.70	22.70	Termometro
Conductividad electrica um	752	760	690	601	672	760	697	671	650	524	
N-NH3 mg/l	46.75	22.75	43.25	5.25	33.75	22.75	35.25	31.00	30.25	13.25	Hach/Met. 380/425nm.
N-NO2- mg/l	0.03	-	0.05	0.15	0.05	-	0.10	0.05	0.03	0.43	Metodo 371/507nm.
N-NO3- mg/l	10.90	7.40	2.40	12.00	7.20	7.40	8.50	3.40	2.20	10.30	Metodo 355/500nm.
N-Total mg/l	57.68	30.15	45.70	17.40	41.00	30.15	43.85	34.45	32.48	23.98	N-NH3-N-NO2--N-NO3- Metodo 490/890nm.
Fosforos PO4-3 mg/l								18.75	2.50		
Fosforo mg/l	si	si	si	si	si	si	si	6.11	0.82		Determinacion por calculo
Presencia de detergentes NB											Visual, Cualitativo
Solidos sedimentables cm3/l	5.00	1.00	0.20	0.20	0.1	1.00	0.50	0.20	-	-	Conos Irthoff 1 hora
Solidos en suspension mg/l	300	260	200	200	10	260	210	20	10	10	Pesos
Solidos disueltos mg/l	376	380	345	300.5	336	380	348.5	335.5	325	262	
Hidroxidos mg/l	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Carbonatos mg/l	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Bicarbonatos mg/l	520	462	178	262	118	462	342	328	252	248	
Alcalinidad total mg/l	520	462	178	262	118	462	342	328	252	248	
Alcalinidad N/P								5.63	39.83		Determinacion por calculo

**Nota:** 1) la entrada al sedimentador primario (S1), 2)Salida del sedimentador primario (S2), 3) Salida del primer filtro (F1), 4) Salida del tercer filtro (F2), 5) Salida del sedimentador Dortmund (D), 6) Salida del RAFA (R), 7) Salida del filtro percolador (F3), 8) Entrada al estanque de Jacintos (F3), 9) Salida de l estanque de jacintos (E), 10) Salida de l filtro letno (FL)

Cuadro No 4

Resultados Obtenidos en las diferentes unidades experimentales en los parametros fisicoquimicos y microbiologicos  
 Fecha de realizacion del analisis fisicoquimico 29/04/2003 Fecha de Muestreo 29/04/2003  
 Hora 08:30 a.m.

Tabla XIII Resultados obtenidos del muestreo realizado el 29/04/03

Descripcion	VIA 1					VIA 2					Metodo
	S1	S2	F1	F2	D	S2	R	F3	E	FL	
DBO5 mg/l	600	250	60	50	20	250	190	100	30	28	Botellas
DOO mg/l	678	415	217	94	25	415	217	129	53	55	430/baja/420nm, 435/alto/620nm.
% de Remocion de DBO5	-	58.33	76.00	16.67	60.00	58.33	24.00	47.37	70.00	6.67	Determinacion por calculo
% de Remocion de DBO5 ac	-	58.33	90.00	91.67	96.67	58.33	68.33	83.33	95.00	95.33	Determinacion por calculo
% de Remocion de DOO	-	38.79	47.71	56.68	73.40	38.79	67.99	40.55	58.91	(3.77)	Determinacion por calculo
% de Remocion de DOO acum	-	38.79	67.99	86.74	96.31	38.79	67.99	80.97	92.18	91.89	Determinacion por calculo
Volumen, litros	18.75	18.75	1.00	1.00	1.00	18.75	1.00	1.00	1.00	1.00	Recipiente de 1 litro y 5 gal.
Tiempo promedio, seg	5.00	33.00	15.00	15.00	15.00	33.00	2.00	20.00	80.00	80.00	Cronometro
Flujo, litros/segundo	2.50	0.57	0.07	0.07	0.07	0.57	0.50	0.05	0.01	0.01	Determinacion por calculo
Descarga RAFA, past l/seg											Determinacion por calculo
Descarga SEDP, past l/seg	1.87										Determinacion por calculo
Descarga EST-FiltroL l/seg											Determinacion por calculo
Tiempo de retencion											Calculo en dias
Col. Totales NMP/100cm3	4.49E+16	6.10E+15	2.00E+08	1.00E+06	1.95E+04	6.10E+15	3.10E+11	1.00E+11	6.10E+06	5.20E+06	Tecnica Collert
Col. Fecales NMP/100cm3	1.00E+14	1.00E+14	1.00E+07	0.00E+00	-1.00E+03	1.00E+14	1.00E+11	-1.00E+10	3.10E+05	1.00E+06	Tecnica Collert
Remocion de Col. F. NMP/100cm3	0.00E+00	1.00E+00	1.00E+07	1.00E+01	1.00E+03		1.00E+03	1.00E+01	3.23E+04	3.10E+01	Calculo
Remocion de Col. Tot NMP/100cm3	0.00E+00	7.36E+00	3.05E+07	2.00E+02	5.13E+03		1.97E+04	3.10E+01	1.64E+04	1.97E+01	Calculo
Aspecto	Turbia	Turbia	Clara	Clara	Clara	Turbia	Turbia	Clara	Clara	Clara	Apreciacion visual
Color: unidades	208	200	73	34	24	200	120	65	42	58	Merck SQ118 Jazen Color
Turbiedad: UNT	73.50	83.40	20.60	11.20	1.78	83.40	44.20	20.40	4.90	7.96	Turbidimetro Hach 2100
pH	6.86	7.04	7.18	7.23	7.11	7.04	6.90	7.11	7.17	7.00	Potenciometro
Temperatura °C	25.00	24.80	24.80	24.80	24.80	24.80	24.80	24.90	24.90	24.90	Termometro
Conductividad electrica um	669	592	529	602	476	592	620	561	507	570	Hach/Met. 380/425nm.
N-NH3 mg/l	49.75	42.00	23.00	6.50	8.50	42.00	38.50	32.75	28.50	33.00	Hach/Met. 380/425nm.
N-NO2- mg/l	0.05	0.03	2.45	0.05	0.38	0.03	0.03	0.08	0.38	0.05	Metodo 371/507nm.
N-NO3- mg/l	13.00	9.90	3.60	22.20	10.60	9.90	4.30	1.30	1.10	8.40	Metodo 355/500nm.
N-Total mg/l	62.80	51.93	29.05	28.75	19.48	51.93	42.83	34.13	29.98	41.45	N-NH3+N-NO2-+N-NO3-
Fosforos PO4-3 mg/l								17.00	3.00		Metodo 490/890nm.
Fosforo mg/l								5.54	0.98		Visual, Cualitativo
Presencia de detergentes NB	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	Conos Imhoff 1 hora
Solidos sedimentables cm3/l	5.00	1.00	0.50	0.30	0.3	1.00	0.10	0.10	-	-	Pesos
Solidos en suspension mg/l	400	300	150	150	200	300	150	20	10	10	
Solidos disueltos mg/l	334.5	296	264.5	301	238	296	310	280.5	253.5	285	
Hidroxidos mg/l	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Carbonatos mg/l	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Bicarbonatos mg/l	400	358	232	132	152	358	524	502	500	500	
Alcalinidad total mg/l	400	358	232	132	152	358	524	502	500	500	
Relacion N/P								2.01	9.99		

Nota: 1) la entrada al sedimentador primario (S1), 2)Salida del sedimentador primario (S2), 3) Salida del primer filtro (F1), 4) Salida del tercer filtro (F2), 5) Salida del sedimentador Dortmund (D), 6) Salida del RAFA (R), 7) Salida del filtro percolador (F3), 8) Entrada al estanque de Jacintos (F3), 9) Salida del estanque de jacintos (E), 10) Salida del filtro letrno (FL)

**Tabla XIV Resultados obtenidos del muestreo realizado el 14/05/2003**

**Cuadro No 5** Resultados Obtenidos en las diferentes unidades experimentales en los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos  
 Fecha de realización del análisis fisicoquímico 14/05/2003 Fecha de Muestreo 14/05/2003  
 Hora 08:30 a.m.

Descripción	VIA 1					VIA 2					Metodo
	S1	S2	F1	F2	D	S2	R	F3	E	FL	
DBO5 mg/l	264	214	155	19.7	5	214	135	100	30	20	Botellas
DOO mg/l	495	330	187	58	27	330	205	136	80	54	430/bajal/420nm, 435/aito/620nm.
% de Remoción de DBO5	-	18.94	27.57	87.29	74.62	18.94	36.92	25.93	70.00	33.33	Determinación por calculo
% de Remoción de DBO5 ac	-	18.94	41.29	92.54	98.11	18.94	48.86	62.12	88.64	92.42	Determinación por calculo
% de Remoción de DOO	-	33.33	43.33	68.98	53.45	33.33	37.88	33.66	41.18	32.50	Determinación por calculo
% de Remoción de DOO acum	-	33.33	62.22	88.28	94.55	33.33	58.59	72.53	83.84	89.09	Determinación por calculo
Volumen, litros	18.75	18.75	1.00	1.00	1.00	18.75	1.00	1.00	1.00	1.00	Recipiente de 1 litro y 5 gal.
Tiempo promedio, seg	7.00	31.00	11.00	11.00	11.00	31.00	2.00	15.00	65.00	66.00	Cronometro
Flujo, litros/segundo	2.50	0.60	0.09	0.09	0.09	0.60	0.50	0.07	0.02	0.02	Determinación por calculo
Descarga RAFA, past /seg	1.80										Determinación por calculo
Descarga SEDP, past /seg											Determinación por calculo
Descarga EST-FiltroL /seg											Determinación por calculo
Tiempo de retención									12.69		Calculo en dias
Col. Totales NMP/100cm3	9.80E+14	1.34E+14	4.61E+07	2.78E+06	5.39E+04	1.34E+14	6.30E+09	6.30E+09	1.56E+06	5.20E+05	Tecnica Collert
Col. Fecales NMP/100cm3	-1.00E+14	-1.00E+13	2.11E+07	8.60E+04	6.30E+03	-1.00E+13	-1.00E+09	-1.00E+08	2.00E+05	1.00E+05	Tecnica Collert
Remoción de Col. F.NMP/100cm3	0.00E+00	1.00E+01	2.17E+05	2.45E+02	1.37E+01	0.00E+00	-1.00E+04	1.00E+01	5.00E+02	2.00E+00	Calculo
Remoción de Col. Tot.NMP/100cm3	0.00E+00	7.31E+00	4.74E+05	1.66E+01	5.16E+01	0.00E+00	0.00E+00	1.59E+00	4.04E+03	3.00E+00	Calculo
Aspecto	Turbia	Clara	Clara	Turbia	Turbia	Turbia	Clara	Clara	Clara	Clara	Apreciación visual
Color, unidades	104	96	70	23	23	96	94	34	34	33	Merck SQ118 Jazen Color
Turbiedad: UTN	107.00	94.30	20.60	15.60	4.30	94.30	26.00	15.20	3.53	2.08	Turbidimetro Hach 2100
pH	6.80	7.11	7.05	7.41	7.41	7.11	7.05	7.40	7.13	7.51	Potenciometro
Temperatura °C	22.60	22.70	22.80	22.70	22.80	22.70	22.80	22.50	22.80	22.80	Termometro
Conductividad electrica um	660	640	502	538	494	640	572	54	506	498	
N-NB mg/l	43.00	41.25	23.00	5.50	4.25	41.25	32.75	24.00	11.50	9.75	Hach/Met. 380/425nm.
N-NO2- mg/l	0.05	0.15	0.03	0.78	0.03	0.15	0.03	0.40	3.68	3.68	Metodo 371/507nm.
N-NO3- mg/l	10.80	2.13	3.00	8.60	6.00	2.13	8.00	2.20	3.20	3.50	Metodo 355/500nm.
N-Total mg/l	53.85	43.53	26.03	14.88	10.28	43.53	40.78	26.60	17.70	16.93	N-NH3+N-NO2-+N-NO3- Metodo 490/890nm.
Fosforos PO4-3 mg/l								6.11	0.82		Determinación por calculo
Fosforo mg/l	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	Visual, Qualitativo
Presencia de detergentes NB	5.00	1.00	0.50	0.50	0.5	1.00	0.50	0.50	-	-	Conos Imhoff 1 hora
Solidos sedimentables cm3/l	300	300	200	200	200	300	210	20	10	10	Pesos
Solidos en suspensión mg/l	330	320	251	269	247	320	286	272	253	249	
Solidos disueltos mg/l	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Hidroxidos mg/l	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Carbonatos mg/l	342	340	282	182	148	340	306	264	218	200	
Bicarbonatos mg/l	342	340	282	182	148	340	306	264	218	200	
Alcalinidad total mg/l											Determinación por calculo
Relacion N/P								4.35	21.71		

**Nota:** 1) la entrada al sedimentador primario (S1), 2)Salida del sedimentador primario (S2), 3) Salida del primer filtro (F1), 4) Salida del tercer filtro (F2), 5) Salida del sedimentador Dortmund (D), 6) Salida del RAFA (R), 7) Salida del filtro percolador (F3), 8) Entrada al estanque de Jacintos (E), 9) Salida del estanque de jacintos (E), 10) Salida del filtro letno (FL)

Los resultados obtenidos en los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos, se analizaron en el laboratorio unificado de química y microbiología sanitaria “Dra. Alba Tabarini”, realizados por el Ingeniero Edwin Manuel Ortiz Castillo, cada tabla indica la fecha en que fueron analizados y la fecha del muestreo, así como también la hora en que fueron tomadas las muestras.

Fuente: Ingeniero Civil Castellanos Duarte, Ramón Antonio y la Ingeniera civil Romero Cristales, Manlia Alicia del Rosario

## APÉNDICE

(Formulario 1) Registro de operaciones del caudal de entrada a la planta

<b>REGISTRO CAUDAL DE ENTRADA</b>							
MES	_____	AÑO	_____	SEMANA DEL	_____	AL	_____
<b>MEDICIÓN POR LA MAÑANA</b>							
	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO
PROFUNDIDAD (metros)							
CAUDAL (metro/segundo)							
<b>MEDICIÓN POR LA TARDE</b>							
	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO
PROFUNDIDAD (metros)							
CAUDAL (metro/segundo)							
RESPONSABLE	_____			FIRMA	_____		

**(Formulario 2) Nivel de lodo en el Reactor Anaeróbico de Flujo Ascendente**

<b>MEDICIÓN DE LODO EN EL RAFA</b>			
<b>MES</b>	<b>FECHA</b>	<b>PROFUNDIDAD</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
ENERO			
FEBRERO			
MARZO			
ABRIL			
MAYO			
JUNIO			
JULIO			
AGOSTO			
SEPTIEMBRE			
OCTUBRE			
NOVIEMBRE			
DICIEMBRE			
RESPONSABLE _____ FIRMA _____			

**(Formulario 3) Limpieza**

<b>LIMPIEZA EN LAGUNA CON JACINTOS</b>	
FECHA _____ / _____ / _____	PROXIMA LIMPIEZA _____ / _____ / _____
OBSERVACIONES _____	
RESPONSABLE _____ FIRMA _____	

**(Formulario 4) Limpieza**

<b>LIMPIEZA DE LECHO FILTRANTE DE FILTRO LENTO</b>	
FECHA	_____ / _____ / _____
PROXIMA LIMPIEZA	_____ / _____ / _____
OBSERVACIONES	_____
RESPONSABLE	_____
FIRMA	_____

**Marvin Rolando Solares Castillo**  
**Estudiante**

**MSC. Ing. Pedro Cipriano Saravia Celis**  
**Asesor**

**Ing. Danilo González T.**  
**Revisor de Protocolo**

**Ing. José Francisco Gómez Rivera**  
**Director de la Escuela**  
**Ingeniería Mecánica Industrial**

**Guatemala, octubre 2006.**