

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERÍA

Implementación de ISO 14001 en el Laboratorio de Operaciones  
Unitarias del Departamento de Ingeniería Química de la Universidad  
del Valle de Guatemala

Trabajo de graduación presentado por Betsy Julissa Lemus Portillo  
para optar al grado académico de Licenciada en Ingeniería Química.

Guatemala

2012



Implementación de ISO 14001 en el Laboratorio de Operaciones  
Unitarias del Departamento de Ingeniería Química de la Universidad  
del Valle de Guatemala

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERÍA

Implementación de ISO 14001 en el Laboratorio de Operaciones  
Unitarias del Departamento de Ingeniería Química de la Universidad  
del Valle de Guatemala

Trabajo de graduación presentado por Betsy Julissa Lemus Portillo  
para optar al grado académico de Licenciada en Ingeniería Química.


Guatemala

2012

Vo. Bo.

(f)   
Ing. Andrés Hernández

Tribunal

(f)   
Ing. Gamaliel Zambrano

(f)   
Ing. Andrés Hernández

(f)   
Ing. Andrés Chicol

Guatemala, 07 de Diciembre de 2012

## **PREFACIO**

Actualmente, Guatemala cuenta con una legislación sobre la protección y mejoramiento del medio ambiente, sin embargo no se ha considerado una legislación que controle los desechos generados por las industrias, comercios, etc., solamente se posee un reglamento de las descargas y reusos de aguas residuales y de la disposición de lodos. La implementación de un sistema de gestión ambiental en las organizaciones es debido a la preocupación del medio ambiente y generar una conciencia del cuidado de este.

Según el Banco Mundial, en Guatemala solo el 11.9% de las empresas privadas para los años entre el 2007 al 2011 cuentan con un aval de certificación ISO. Las normas ISO son estándares internacionales que aseguran la calidad, seguridad y confiabilidad de los productos y servicios. Asimismo, se consideran como herramientas estratégicas ya que reducen costos a través de la minimización de residuos y errores e incrementa la productividad. ISO cuenta con una norma sobre el medio ambiente la cual es la ISO 14001 que establece cómo implementar un sistema de gestión medioambiental (SGA) eficaz. La norma se ha concebido para gestionar el delicado equilibrio entre el mantenimiento de la rentabilidad y la reducción del impacto medioambiental. Con el compromiso de toda la organización, permite lograr ambos.

A través de este trabajo se observa la implementación de la última edición de ISO 14001, publicada en el 2004, en el laboratorio de operaciones unitarias de la Universidad del Valle de Guatemala que tiene como finalidad de la implementación del SGA es la adecuada operación del laboratorio teniendo en cuenta los Aspectos Ambientales identificados e instruir a los alumnos de la licenciatura en ingeniería química acerca del cuidado del medio ambiente.

Por el esfuerzo del presidente del comité, se pudo obtener los resultados en cuanto a los requisitos, control y verificación del sistema implementado que se presentan en este trabajo

# ÍNDICE

PREFACIO.....	v
LISTA DE TABLAS .....	vi
LISTA DE GRÁFICAS .....	viii
LISTA DE DIAGRAMAS .....	ix
LISTA DE FIGURAS .....	x
RESUMEN.....	xi
ABSTRACT .....	xii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. ANTECEDENTES .....	2
A. Sistema de Gestión Ambiental (SGA).....	2
1. Costos y beneficios de una SGA .....	3
2. Aplicación del ciclo de Deming para el desarrollo de SGA.....	3
B. Normas ISO .....	5
1. Normas ISO 14000. ....	6
2. Norma ISO 14001:2004.....	6
3. Otras series Estándar de ISO 14000.....	7
C. Legislación Ambiental Guatemalteca.....	7
1. Medio ambiente y equilibrio ecológico.....	8
III. JUSTIFICACIÓN.....	9
IV. OBJETIVOS .....	10
A. Objetivo general.....	10
B. Objetivos específicos.....	10
V. PROBLEMA A RESOLVER.....	11
VI. METODOLOGÍA .....	12
VII. RESULTADOS .....	13
A. Verificar grado de implementación inicial del sistema de gestión ambiental .....	13
B. Documentación del Sistema de Manejo Ambiental .....	15
C. Planificación de capacitaciones del laboratorio de operaciones unitarias .....	16
D. Evaluar grado de cumplimiento del aspecto ambiental de disposición de reactivos según los requerimientos ISO 14001.....	18
E. Identificación de aspectos ambientales significativos globales .....	17
F. Sistema de control y verificación de los aspectos ambientales significativos.....	18
G. Programación de auditorías interna y externa .....	24

H.	Auditoría final al Sistema de gestión ambiental.....	24
VIII.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	27
IX.	CONCLUSIONES.....	32
X.	RECOMENDACIONES.....	33
XI.	BIBLIOGRAFÍA.....	34
XII.	APÉNDICE.....	35
A.	Glosario .....	35
B.	Metodología para la determinación de los aspectos ambientales.....	38
C.	Aspectos legales .....	53
	Regulaciones aplicables al sistema de gestión implementado .....	53
	Reglamento de las descargas y reuso de aguas residuales y de la disposición de lodos. ....	53
	Prevenición y control de la contaminación atmosférica por fuentes fijas y protección de la calidad del aire.....	56
D.	Pictogramas según GHS .....	54
G.	Diagramas de muestreo .....	55
F.	Formato de evaluación de equipos .....	58
G.	Formato de registro de control de capacitación .....	59
H.	Formato de programación de auditorías .....	60

## LISTA DE TABLAS

	Página
Tabla No. 1. Cumplimiento inicial del SGA según los requisitos de la norma ISO 14001:2004.....	13
Tabla No. 2. Listado de procedimientos y formatos del Sistema de Gestión Ambiental .....	15
Tabla No. 3. Planificación de capacitaciones .....	16
Tabla No. 4. Identificación de los aspectos ambientales significativos reales encontrados y su control.....	17
Tabla No. 5. Listado de procedimientos para el control de aspectos ambientales con su respectivo código. ....	18
Tabla No. 6. Especificación de los métodos utilizados para la caracterización del afluente y efluente.....	19
Tabla No. 7. Caracterización del afluente de agua del Laboratorio de Operaciones Unitarias. ....	19
Tabla No. 8. Caracterización del efluente del Laboratorio de Operaciones Unitarias. ....	20
Tabla No. 9. Demanda bioquímica de oxígeno del efluente del Laboratorio de Operaciones Unitarias .....	20
Tabla No. 10 Comparación de afluente y efluente de Laboratorio de Operaciones Unitarias .....	20
Tabla No. 11 Comparación de caracterización del efluente con el Reglamento 236-2006 para evaluación de cumplimiento .....	20
Tabla No. 12. Análisis de gases de combustión del motor de combustión del Laboratorio de Operaciones Unitarias .....	21
Tabla No. 13 Análisis de gases de combustión de la caldera piro-tubular a diferentes presiones, utilizando diesel como combustible.....	21
Tabla No. 14 Comparación de gases de combustión emitidos por la caldera piro-tubular con norma colombiana .....	21
Tabla No. 15 Comparación de gases de combustión emitidos por el motor de combustión con norma colombiana.....	23
Tabla No. 16 Medición de generación de ruido del Laboratorio de Operaciones Unitarias .....	22
Tabla No. 17 Evaluación de fugas a los equipos potenciales de explosión.....	22
Tabla No. 18 Registro de disposición adecuada de sustancias líquidas o sólidas.....	23
Tabla No. 19 Registro del contador del agua .....	23
Tabla No. 20 Cuantificación de generación de desechos sólidos .....	23
Tabla No. 21 Programación de auditorías. ....	24
Tabla No. 22 No Conformidades encontradas de acuerdo a los requisitos de la norma .....	24

Tabla No. 23. Cumplimiento del SGA según los requisitos de la norma ISO 14001:2004 .....	25
Tabla No. 24 Determinación de significancia para la caldera .....	37
Tabla No. 25 Determinación de significancia para área de transferencia de calor .....	38
Tabla No. 26 Determinación de significancia para cuarto de compresores .....	39
Tabla No. 27 Determinación de significancia para limpieza general del Laboratorio .....	40
Tabla No. 28 Determinación de significancia para el área de manejo de sólidos .....	42
Tabla No. 29 Determinación de significancia para el área de transferencia de masa .....	43
Tabla No. 30 Determinación de significancia para el área de flujo de fluidos .....	44
Tabla No. 31 Determinación de significancia para el área de alimentos .....	47
Tabla No. 32 Determinación de significancia para la planta de extracción de aceite y producción de biodiesel .....	49
Tabla No. 33 Determinación de significancia para el área de reactores .....	50
Tabla No. 34 Determinación de significancia para el Laboratorio de Operaciones Unitarias .....	52
Tabla No. 35 Límites máximos permisibles de descarga de aguas residuales a cuerpos receptores .....	53
Tabla No. 36 Límites máximos permisibles para emisiones a la atmósfera provenientes de fuentes fijas de combustión externa .....	56
Tabla No. 37 Identificación de recipientes de reciclaje según colores .....	58

## LISTA DE GRÁFICAS

	Página
Gráfica No. 1 Porcentaje de implementación SGA según los requisitos de la norma ISO14001:2004.....	14
Gráfica No. 2 Porcentaje de implementación SGA según los requisitos de la norma ISO14001:2004.....	26

## LISTA DE DIAGRAMAS

	Página
Diagrama No. 1 Planificación de capacitación del Laboratorio de Operaciones Unitarias.....	16
Diagrama No. 2 Diagrama general de caldera.....	36
Diagrama No. 3 Diagrama específico de caldera.....	36
Diagrama No. 4 Diagrama general de área de transferencia de calor .....	37
Diagrama No. 5 Diagrama específico del intercambiador de calor y condensadores de vapor .....	38
Diagrama No. 6 Diagrama general de cuarto de compresores .....	39
Diagrama No. 7 Diagrama específico del compresor de aire .....	39
Diagrama No. 8 Diagrama general de limpieza general del Laboratorio.....	40
Diagrama No. 9 Diagrama general del área de manejo de sólidos .....	41
Diagrama No. 10 Diagrama específico de molino de discos.....	41
Diagrama No. 11 Diagrama general del área de transferencia de masa.....	42
Diagrama No. 12 Diagrama específico de la columna de extracción y recuperación de solventes.....	43
Diagrama No. 13 Diagrama general del área de flujo de fluidos.....	44
Diagrama No. 14 Diagrama específico de medidores de flujo.....	44
Diagrama No. 15 Diagrama general del área de alimentos .....	45
Diagrama No. 16 Diagrama específico de freidora de alimentos .....	46
Diagrama No. 17 Diagrama general del área de extracción de aceites y producción de biodiesel.....	47
Diagrama No. 18 Diagrama específico de la planta de producción de biodiesel.....	48
Diagrama No. 19 Diagrama general de reactores .....	49
Diagrama No. 20 Diagrama específico del reactor de hidrogenación.....	50
Diagrama No. 21 Diagrama general del Laboratorio de Operaciones Unitarias .....	51
Diagrama No. 22 Puntos de muestreo de distribución de recipientes de reciclaje en Laboratorio de Operaciones Unitarias (Área inferior) .....	55
Diagrama No. 23 Puntos de muestreo de distribución de recipientes de reciclaje en Laboratorio de Operaciones Unitarias (Área superior) .....	55
Diagrama No. 24 Puntos de muestreo para la captación de generación de ruido.....	56

## LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura No. 1. Ciclo de Deming.....	4
Figura No. 2. Etiqueta correspondiente al reactivo metanol .....	17
Figura No. 3 Pictogramas de peligro según GHS.....	56
Figura No. 4 Mapa Cartográfico del Laboratorio de Operaciones Unitarias de la Universidad del Valle de Guatemala localizando los puntos de muestreo para medir los decibeles de ruido emitidos.....	59

## RESUMEN

El objetivo de este trabajo es la implementación de un sistema de gestión ambiental (SGA) en el laboratorio de operaciones unitarias del Departamento de Ingeniería Química de la Universidad del Valle de Guatemala, el cual tiene como objeto principal disminuir el impacto ambiental provocado por el laboratorio de operaciones unitarias y poder concientizar y educar sobre el ambiente a los estudiantes.

Para realizar la implementación del sistema de gestión ambiental mediante la norma ISO 14001 se debía conocer el estado del laboratorio, por lo tanto, fue necesario hacer una evaluación inicial para determinar el estado de éste, en cuanto al cumplimiento de los requisitos de la norma. El desempeño general del sistema era del 0%, a pesar que la mayoría de los requisitos se encontraban por arriba del 50% de avance. Por lo tanto, se procedió a identificar los aspectos ambientales de mayor significancia que son generados por las actividades, ya sea por docencia, investigación o servicio, del laboratorio. Se pudo identificar 22 aspectos ambientales de los cuales 8 se consideraron como aspectos ambientales significativos que son: contaminación del agua, emisiones de gases de combustión, generación de ruido, disposición de sustancias líquidas y/o sólidas, consumo de agua, derrame de líquidos o sólidos, identificación de fugas potenciales de explosión y generación de desechos sólidos.

Al finalizar el proceso de implementación del SGA se realizó una auditoría final al mismo para determinar el grado de avance en cuanto a conformidad con la norma ISO 14001:2004: se encontró que el grado de cumplimiento según los requisitos de la norma es de alrededor del 90% según la auditoría. Otro punto que se encontró en la auditoría realizada son las no conformidades encontradas, que son 6. Finalmente, se concluyó que el sistema de gestión ambiental implementado puede someterse a un proceso de certificación por un agente externo.

## **ABSTRACT**

The objective of the present inform consist in the implementation of an environmental management system (EMS) in the unit operations laboratory, Department of Chemical Engineering at the Universidad del Valle de Guatemala, which aims to reduce the environmental impact caused by the unit operations laboratory and to raise awareness about the environment and educate students.

To perform the implementation of the environmental management system by the standard ISO 14001 is needed to know the status of the laboratory therefore, it was necessary to make an initial evaluation to determine the status of it, in terms of meeting the requirements of the standard. The overall system performance was 0%, despite most of the requirements were above 50% progress. Therefore, we proceeded to identify the environmental aspects of major significance that are generated by the activities, whether by teaching, research or service, the laboratory. It could identify 22 environmental aspects of which 8 were considered significant environmental aspects are: water pollution, exhaust emissions, noise generation, disposal of liquid and / or solid, water consumption, liquid spill or solid, leakage identifying potential explosion and solid waste generation.

Upon completion of EMS implementation process was performed at the same final audit to determine the degree of progress in terms of conformity to ISO 14001:2004: it was found that the degree of compliance as required by the standard is about 90% according to the audit. Another point that was found in the audit nonconformities, are found that are 6. Finally, it was concluded that the environmental management system implemented can undergo a certification process by an external agent.

## I. INTRODUCCIÓN

Este trabajo presenta la implementación de un Sistema de Gestión Ambiental (SGA) en el Laboratorio de Operaciones Unitarias del Departamento de Ingeniería Química de la Universidad del Valle de Guatemala, el cual está diseñado para disminuir el impacto ambiental provocado por el laboratorio de operaciones unitarias y poder concientizar y educar sobre el ambiente a los estudiantes.

La implementación de este sistema se lleva a cabo por una evaluación preliminar sobre las actividades dentro del Laboratorio con el objetivo de determinar el estado en el que se encuentra con respecto al cumplimiento de cada uno de los requisitos según norma ISO14001:2004 la cual establece herramientas y sistemas enfocados a los procesos de producción al interior de una empresa u organización y de los efectos que estos deriven al medio ambiente.

Para alcanzar la implementación de este Sistema, se deben establecer las bases en cuanto a los procedimientos ambientales en el Laboratorio los cuales son parte de los requerimientos estándar de la norma, posteriormente se realiza una evaluación de áreas-equipos del Laboratorio en la cual se identifican los aspectos e impactos ambientales significativos y a partir de esta identificación se determina cuáles son los más significativos a nivel global del Laboratorio; para los cuales se desarrolla una línea base que plantea programas, controles operaciones, indicadores, metas y objetivos.

Para complementar el sistema para el mejoramiento del estado del Laboratorio se identificaron los reactivos del laboratorio de análisis mediante la creación de una etiqueta e información disponible de los mismos. Asimismo, la introducción de temas sobre el cuidado del ambiente por el curso de Producción más Limpia y el análisis ambiental de equipo que se realiza en el reporte de práctica del curso de laboratorio de operaciones unitarias.

El objetivo de este trabajo es que el Laboratorio cumpla con todos los requisitos de norma internacional ISO 14001:2004 y sea certificable, posteriormente, el Laboratorio puede optar a un proceso de certificación por una entidad externa y obtener el certificado correspondiente. La evaluación del cumplimiento se hará por medio de una auditoría final, en la cual se determinará el grado de cumplimiento de los requisitos en base al sistema de gestión ambiental.

## II. ANTECEDENTES

### A. Sistema de Gestión Ambiental (SGA)

Un Sistema de Gestión Ambiental es un establecimiento de procesos y prácticas que permiten a una organización reducir sus impactos e incrementar su eficiencia de operación. El Sistema de Gestión Ambiental es un marco que ayuda a la compañía lograr sus metas ambientales a través de un control consistente de sus operaciones. La hipótesis es que este incremento de control mejorará el desempeño ambiental de la compañía. El propio SGA no dicta el nivel de desempeño ambiental que debe ser alcanzado; el SGA de cada compañía se adapta a las actividades de la empresa y sus objetivos. (EPA, 2011)

Un sistema de gestión del medio ambiente es el marco o el método de trabajo que sigue una organización con el objeto de conseguir, en una primera fase, y de mantener posteriormente, un determinado comportamiento de acuerdo con las metas que se hubiere fijado y como respuesta a unas normas, unos riesgos ambientales, y unas presiones tanto sociales, como financieras, económicas y competitivas, en permanente cambio. (Conesa Fernández, 1996)

Una SGA ayuda a una empresa frente a sus exigencias regulatorias de manera sistemática y rentable. Este alcance proactivo puede ayuda reducir el riesgo de incumplimiento y mejorar la salud y practicas seguras para los empleados y el público. (EPA, 2011)

La SGA también puede ayudar a abordar las cuestiones no reguladas, tales como la conservación de energía y puede promover un mayor control operacional y la gestión de los empleados. (EPA, 2011)

Los elementos básicos de una SGA:

- Revisión de las metas ambientales de la compañía.
- Analizar sus impactos ambientales y requerimientos legales.
- Establecimiento de objetivos metas medioambientales para reducir los impactos ambientales y cumplir con los requisitos legales.
- El establecimiento de programas para cumplir con estos objetivos y metas.
- Monitoreo y medición de progreso en el alcance de objetivos
- Sensibilizar a los empleados del medio ambiente y la competencia.
- Revisión el progreso de la SGA y hacer mejoras. (EPA, 2011)

## 1. Costos y beneficios de una SGA

### Costos potenciales

Interna:

- Tiempo de personal (gerente)
- Tiempo de otros empleados

Los costes internos de mano de obra representan el grueso de los recursos de la SGA gastado por la mayoría de las organizaciones.

Externa:

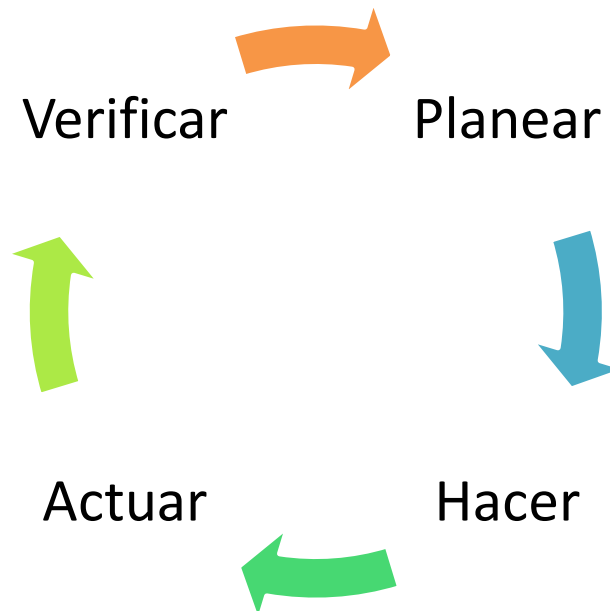
- Posible asistencia de consultoría
- Formación del personal externa. (EPA, 2011)

### Beneficios potenciales

- Mejora del rendimiento medio ambiental.
- Mejorar el cumplimiento
- Prevención de la contaminación
- Conservación de recursos
- Nuevos clientes/mercados
- Incremento de eficiencia/ reducción de costos
- Mejorar la moral de los empleados
- Mejorar la imagen con el público, reguladores, prestamistas e inversores
- Concientizar a los empleados sobre los problemas ambientales y las responsabilidades.  
(EPA, 2011)

**2. Aplicación del ciclo de Deming para el desarrollo de SGA.** El ciclo de Deming, conocido también como ciclo PDCA o de mejora continua, es una herramienta fundamental en la gestión de las organizaciones de constante innovación. Esta metodología puede ser utilizada tanto para la mejora reactiva, es decir, mediante decisiones frente a situaciones cambiantes, como para sistematizar reacciones y buscar soluciones racionales a los problemas. (Mora Martínez, 2003)

Figura No. 1. Ciclo de Deming



- Planear (Fase 1), planeación, en esta fase se identifica los aspectos ambientales y se establece metas. Además, se determinan la organización estructural de la empresa y el rol de cada persona en el sistema.
- Hacer (Fase 2), implementación, incluye capacitación y controles operacionales. En esta fase describe una secuencia lógica para planeación e implementación de los elementos de SGA y explica cómo esta secuencia puede ser importante en la construcción de una SGA efectiva. Además, se identifican los requerimientos legales y otros, aspectos ambientales relacionados con los productos, operaciones y actividades, se prepara la política ambiental, etc.
- Actuar (Fase 3), incluye monitoreo y acciones correctivas. Principalmente, en esta fase es ayudar a asegurar que el rendimiento del SGA mejore durante el tiempo y que se puede encontrar las metas de implementación del SGA. Se aconseja auditoría interna correctamente capacitada con el objetivo de tener acciones correctivas y preventivas del proceso para dirigir cualquier problema identificado.
- Verificar (Fase 4), revisión de progresos y acciones para hacer cambios necesarios al SGA. En esta fase ya es posible accionar bajo cualquier problema y después de accionar en el

resultado de revisión de gestión, las actividades realizadas en la fase 1, planear, deben ser revisadas, continuando así el círculo completo del proceso. (EPA, 2011)

## **B. Normas ISO**

Organización Internacional de Estandarización (ISO, derivado del griego *isos*, que significa “igual”) es el mayor desarrollador mundial y publicador de los estándares internacionales. (ISO, 2011)

En 1946, delegados de 25 países se reunieron en Londres y decidieron crear una nueva organización internacional, el cual el objetivo debía ser “facilitar la coordinación internacional y unificar las estándares industriales”. La nueva organización, ISO, oficialmente comenzó a operar el 23 de febrero de 1947 en Geneva, Suiza. (ISO, 2011)

Actualmente, ISO es una red de instituciones de estándares nacionales de 164 países, un miembro por país, con una sede central en Geneva, Suiza, que coordina el sistema. (ISO, 2011)

ISO es una organización no gubernamental que forma un puente entre el sector público y privado. Por un lado, muchos de sus institutos miembros son parte de la estructura gubernamental de sus países o son mandatorios por sus gobiernos. Por otro lado, otros miembros tienen sus raíces únicamente en el sector privado, de haber sido creado por corporaciones nacionales de asociaciones industriales. (ISO, 2011)

ISO ha desarrollado más de 19000 estándares internacionales en la variedad de temas y más 1000 nuevos estándares ISO han sido publicados cada año. (ISO, 2011)

Las normas ISO han desarrollado a través de procesos precisos incluyendo varias etapas definidas en orden de crear de toda industria de consenso. (ISO, 2011)

La estandarización internacional es un proceso de múltiples partes interesadas a nivel industrial, ciencia, académica, consumidor y gobiernos. (ISO, 2011)

El procedimiento para desarrollar los estándares ISO son definidos en la directivas ISO/IEC y complementos ISO, hay tres documentos básicos que describen las reglas básicas de procedimiento y de redacción para ser seguidas por el comité de ISO. (ISO, 2011)

**1. Normas ISO 14000.** ISO 14000 es una de series de los estándares internacionales gestión ambiental. Provee un marco para el desarrollo de un sistema de gestión ambiental (SGA) y el apoyo de programa de auditoría.

El principal impulso para su desarrollo se produjo como resultado de la Cumbre de Río sobre el Medio Ambiente celebrada en 1992.

**2. Norma ISO 14001:2004.** La ISO 14001 es una norma aceptada internacionalmente que establece cómo implementar un sistema de gestión medioambiental (SGA) eficaz. La norma se ha concebido para gestionar el delicado equilibrio entre el mantenimiento de la rentabilidad y la reducción del impacto medioambiental. Con el compromiso de toda la organización, permite lograr ambos objetivos.

La ISO 14001 contiene:

- Requisitos generales
- Política medio ambiental
- Planificación de la implementación y funcionamiento
- Comprobación y medidas correctivas
- Revisión de gestión

Ello significa que puede identificar aspectos de la empresa que tiene un impacto en ambiente y comprender las leyes ambientales que son significativas para esa situación. El paso siguiente consiste en generar objetivos de mejora y un programa de gestión para alcanzarlos, con revisiones periódicas para la mejora continua. De este modo, podemos evaluar el sistema regularmente y, si cumple la normativa, registrar la compañía o la sede para la norma ISO 14001.

La certificación del sistema de gestión ambiental de la organización según ISO 14001 significa que un tercero independiente lo ha evaluado y ha concluido que cumple con los requisitos establecidos en la norma.

La certificación según ISO 14001 permite:

- Demostrar a los organismos reguladores y gobiernos el compromiso de lograr el cumplimiento de las leyes y normas.
- Demostrar el compromiso ambiental a los grupos de interés.
- Demostrar a clientes y empleados potenciales el enfoque innovador y progresista.

- Aumentar el acceso a nuevos clientes y socios comerciales
- Mejorar la gestión de los riesgos ambientales, ahora y en el futuro
- Reducir potencialmente los costos de los seguros de responsabilidad civil. (BSI, 2012)

**3. Otras series Estándar de ISO 14000.** Entre los estándares en la serie son actualmente guías, la mayoría para ayudar alcanzar la registraci3n de ISO 14001.

- ISO 14004 provee una guía en el desarrollo e implementaci3n de un sistema de gesti3n ambiental
- ISO 1401 establece los principios generales de auditorías ambientales (ahora sustituida por la ISO 19011).
- ISO 14011 provee una guía específica de auditar una gesti3n ambiental (ahora sustituida por la ISO 19011).
- ISO 14012 establece un guía de criterio calificaci3n para auditores ambientales y dirige a los auditores (ahora sustituida por la ISO 19011).
- ISO 1413/5 ofrece una evaluaci3n de programa de auditoría y material.
- ISO 14020+ cuestiones de etiquetado
- ISO 14030+ proporciona orientaci3n sobre los objetivos de desempeño y la supervisi3n dentro de un SGA.
- ISO 14040+ cubre la evaluaci3n de temas del ciclo de vida.

ISO 14001 no es sólo es el más conocido pero es la única norma ISO 14000 por el cual es posible en la actualidad para ser certificado por una autoridad de certificaci3n externa. (The ISO14000 Environmental Management Group, 2002)

### **C. Legislaci3n Ambiental Guatemalteca**

Según la Constituci3n Política de la Repúbrica de Guatemala, Artículo 97.

**1. Medio ambiente y equilibrio ecol3gico.** “El Estado, las municipalidad y los habitantes del territorio nacional est3n obligadas a propiciar el desarrollo social, econ3mico y tecnol3gico que prevenga la contaminaci3n del ambiente y mantenga el equilibrio ecol3gico. Se dictaran todas las normas necesarias para garantizar que la utilizaci3n y el aprovechamiento de la fauna, de la flora, de la tierra y del agua, se realicen racionalmente, evitando su depredaci3n”.

Esto quiere decir que cada uno de los habitantes y organismos somos responsables del manejo y preservaci3n de nuestro ambiente según las normas que lo garanticen.

En la Constitución se encuentra varios artículos referentes a la disposición sobre el manejo de recursos, entre ellos se encuentra:

- Artículo 125. Explotación de recursos naturales no renovables
- Artículo 126. Reforestación
- Artículo 127. Régimen de aguas
- Artículo 128. Aprovechamiento de aguas, lagos y ríos

Guatemala cuenta con un sistema de leyes ambientales que abarca la protección de áreas y la mejora del ambiente, sin embargo no cuenta con una gestión de ambientales que regule los diferentes impactos ambientales no solamente municipales sino también industriales. La mayoría de regulaciones están como iniciativas de ley en el Congreso o son reglamentos pero no llegan a ser ley. . El ente responsable del ambiente en cuanto a las regulaciones es el Ministerio de Medio Ambiente o la Comisión Nacional de Medio Ambiente (CONAMA)

En los ámbitos ambientales se cuenta con mayor regulación son tres sectores, el agrícola, forestal y protección a la diversidad biológica los cuales tiene cada uno entes reguladores como es el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA) que abarca no solamente el sector agrícola sino también el forestal con ayuda de otras instituciones.

Entre las leyes, reglamentos e iniciativas referentes a medio ambiente se encuentra:

- Ley de Educación Ambiental (Decreto No. 38-2010)
- Ley de Fomento a la Difusión de la Conciencia Ambiental (Decreto No. 116-96)
- Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente (Decreto No. 68-86)
- Ley de Áreas Protegidas (Decreto No. 4-89)
- Reglamento de las Descargas y Reuso de Aguas Residuales y la de la Disposición de Lodos (Acuerdo Gubernativo No. 236-2006)
- Reglamento de Descargas de Aguas Residuales a Cuerpos Receptores (Acuerdo Gubernativo No. 66-2005)
- Convenio No. 148-1977 sobre El Medio Ambiente de Trabajo (contaminación del aire, ruido vibraciones)(PNUMA, 1999)

La ley en la cual se rige los avances en cuanto a la gestión ambiental es principalmente la Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente.

### **III. JUSTIFICACIÓN**

La implementación de un Sistema de Gestión Ambiental eficaz en el Laboratorio de Operaciones Unitarias del Departamento de Ingeniería Química de la Universidad del Valle representa una ventaja, ya que brinda al ente educativo un mejor prestigio y reconocimiento por tener un mejor control sobre sus actividades y el impacto producido por éstas al ambiente. En cada una de las áreas existen factores que se relacionan con el medio ambiente y que por lo tanto, deben ser identificados y controlados a través del Sistema de Gestión Ambiental. Además, dado que es una entidad educativa tiene la finalidad de dar el ejemplo por medio de la implementación, concientizar a los estudiantes sobre el cuidado del ambiente y enseñarles diferentes tipos de herramientas para el control ambiental.

## **IV. OBJETIVOS**

### **A. Objetivo general**

Implementar el Sistema de Gestión Ambiental (SGA) en el Laboratorio de Operaciones Unitarias del Departamento de Ingeniería Química de la Universidad del Valle; tomando como base para su implementación y mantenimiento los requisitos expresados en la norma internacional ISO 14001:2004.

### **B. Objetivos específicos**

1. Verificar grado de implementación inicial del Sistema de Gestión Ambiental.
2. Realizar la documentación del sistema de manejo ambiental como parte de los requerimientos generales
3. Hacer una planificación de capacitaciones según las necesidades del laboratorio y sus empleados, estudiantes, docentes y trabajadores
4. Evaluar grado de cumplimiento del aspecto ambiental de disposición de reactivos según los requerimientos ISO 14001
5. Identificar los aspectos ambientales significativos globales para el desarrollo de la línea base y su control.
6. Verificar y controlar con respecto a la línea base de los aspectos ambientales significativos encontrados
7. Programar auditorías internas y externas para la mejora continua del laboratorio.
8. Realizar una auditoría interna final al Sistema de Gestión Ambiental para determinar el grado de conformidad con la norma ISO 14001:2004.

## **V. PROBLEMA A RESOLVER**

El Laboratorio de Operaciones Unitarias de la Universidad del Valle inició con la implementación de un Sistema de Gestión Ambiental, con el fin de tener el control sobre los impactos ambientales significativos que conlleva la operación y mantenimiento de sus equipos. Sin embargo, al sistema no se le dio un seguimiento de implementación como debía.

Dado que la Universidad del Valle de Guatemala es una entidad educativa debe estar consciente de las posibles consecuencias de los impactos sobre el ambiente si no son controlados, por lo tanto se ha definido como objetivo darle continuidad a la implementación del sistema de gestión ambiental basado en la norma ISO 14001:2004 como herramienta.

## VI. METODOLOGÍA

La metodología aplicada para la implementación del Sistema de Gestión Ambiental basado en la norma ISO 14001:2004 es de acuerdo al ciclo de Deming que es una estrategia de mejora continua que consta de 4 pasos (Planear, Hacer, Verificar y Actuar).

Planear: inicialmente se analiza el estado del laboratorio en cuanto a los requisitos de la norma ISO 14001:2004.

Hacer: se establece la línea de base para poder controlar los impactos ambientales significativos y la creación los documentos de implementación.

Verificar: se tendrán auditorías tanto internas y externas para poder recopilar datos de control y analizarlos con el objetivo de evaluar si se ha producido la mejora.

Actuar: se retroalimenta para poder hacer cambios debidos para realizar un nuevo ciclo de nuevas mejoras con el objetivo que la implementación de sistema este en constante actualización.

El comité de implementación del Sistema de Gestión Ambiental fue definido inicialmente por el equipo de docentes que conforman el departamento de ingeniería química. Se definió en la estructura organizacional como alta gerencia al director de departamento y la persona quién será el guía de la implementación es el coordinador de comité.

Antes de implementar el sistema de gestión ambiental se realizó una evaluación del laboratorio el cual se delimito y se separo por áreas según la operación del equipo, por ejemplo la torre de destilación y el evaporador se encuentran en el área de transferencia de masa, para realizar la evaluación fue necesario crear un formato de evaluación de áreas en el cual al hacer la evaluación se pudo identificar los aspectos ambientales significativos que luego se globalizaron para el desarrollo de la línea base que desarrollará para tener un mejor control de los parámetros significancia como el consumo de agua, por ejemplo.

## VII. RESULTADOS

### A. Verificar grado de implementación inicial del sistema de gestión ambiental

Se realizó una auditoría externa para determinar el estado de cumplimiento inicial de los requisitos de la norma ISO 14001 en el Laboratorio de Operaciones Unitarias de la Universidad del Valle de Guatemala, obteniendo los siguientes resultados:

Tabla No. 1.

Cumplimiento inicial del SGA según los requisitos de la norma ISO 14001:2004

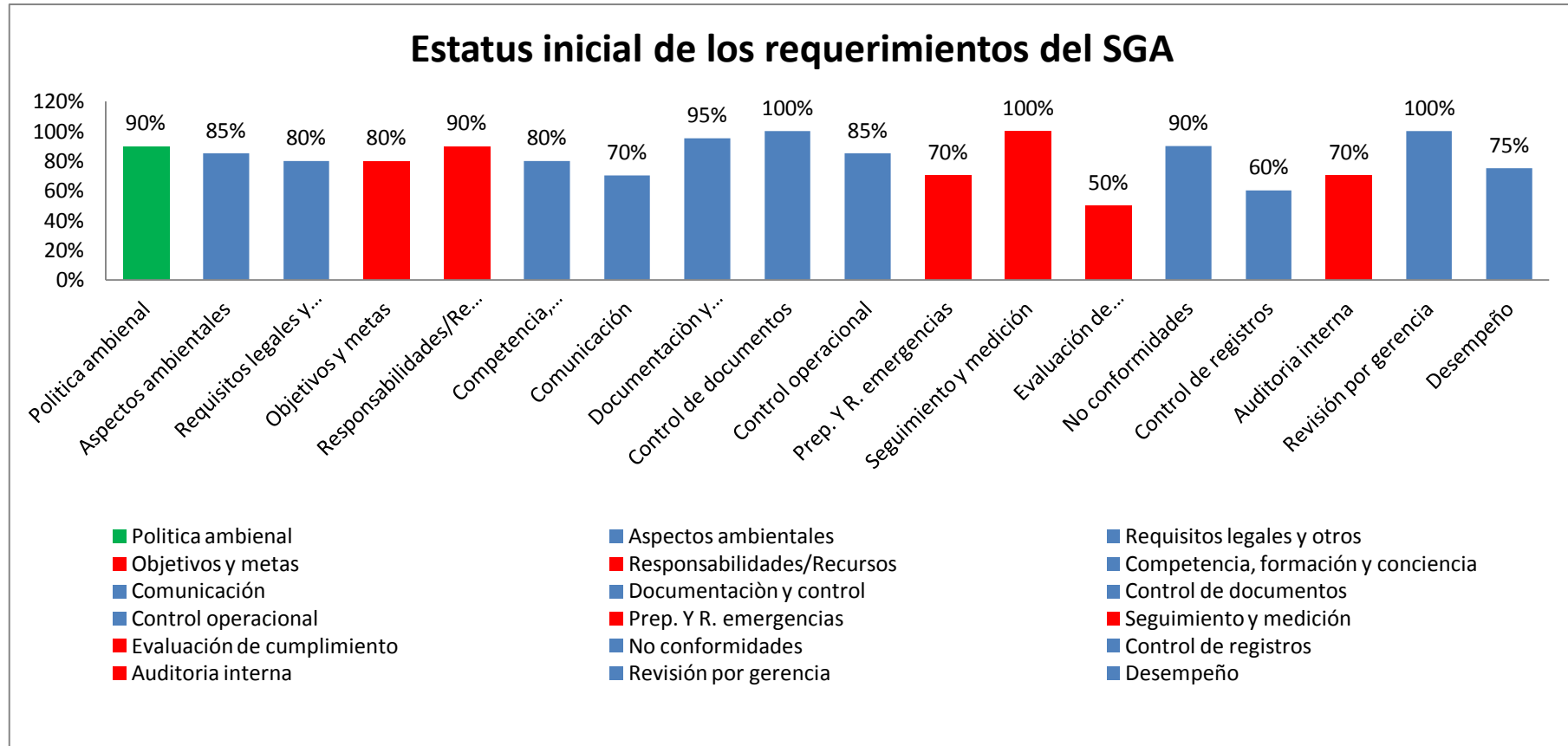
Apartado de la norma ISO 14001:2004	Requisitos del Sistema de Gestión Ambiental				
	Requisitos según norma ISO 14001:2004	Estatus o avance			
		I	PI	NI	%
4.2	<b>Política ambiental</b>	x			100%
4.3	<b>Planificación</b>				
4.3.1	Aspectos ambientales		x		80%
4.3.2	Requisitos legales y otros		x		75%
4.3.3	Objetivos, metas y programas ambientales			x	50%
4.4	<b>Implementación y operación</b>				
4.4.1	Recursos, funciones, responsabilidades y autoridad		x		40%
4.4.2	Competencia, formación y conciencia	x			95%
4.4.3	Comunicación		x		80%
4.4.4	Documentación		x		80%
4.4.5	Control de documentos		x		80%
4.4.6	Control operacional			x	0%
4.4.7	Preparación y respuesta ante emergencias		x		60%
4.5	<b>Verificación y acción correctiva</b>				
4.5.1	Seguimiento y medición			x	20%
4.5.2	Evaluación del cumplimiento legal		x		50%
4.5.3	No conformidad, acción correctiva y preventiva ambiental			x	0%
4.5.4	Control de registros		x		80%
4.5.5	Auditoría interna		x		50%
4.6	<b>Revisión por la gerencia</b>	x			100%
	<b>Desempeño</b>			x	0%

Donde,

I: implementado, PI: parcialmente implementado, NI: no implementado, %: porcentaje de avance

Gráfica No. 1

Porcentaje de implementación SGA según los requisitos de la norma ISO 14001:2004



Auditoría realizada el 25 de febrero de 2011 por Ing. Reynaldo Hernández Moros, Inga. Sonia Solis y Ing. Andrés Chicol con la presencia de representantes de UVG, Ing. Andrés Hernández, Ing. Oscar Maldonado y Ing. Gamaliel Zambrano.

## B. Documentación del Sistema de Manejo Ambiental

Para cumplir con los requisitos de la norma ISO 14001 se desarrollo los siguientes procedimientos y formatos, los cuales determinan la forma de implementación del sistema de gestión ambiental. Asimismo, se creó un manual de gestión ambiental.

Tabla No. 2.

Listado de procedimientos y formatos del sistema de gestión ambiental

SECCIÓN	NOMBRE	CODIGO
PLANIFICA	Aspectos ambientales	431-P-01
	Requisitos legales y otras exigencias	432-P-01
	Objetivos, metas y operación	433-P-01
IMPLEMENTACIÓN Y OPERACIÓN	Formato de estructura organizacional del SGA	441-F-01
	Procedimiento para la capacitación y sensibilización del personal	442-P-01
	Formato de registro de control de capacitación	442-F-02
	Procedimiento para la comunicación interna y externa	443-P-01
	Formato de registro de quejas de vecinos y circundantes	443-F-02
	Formato de registro de respuesta a las partes externas	443-F-03
	Procedimiento para la redacción y control de documentos del SGA	445-P-01
	Procedimiento para la elaboración de manuales de equipo	446-P-01
	Formato de evaluación de equipo	446-F-01
	Preparación y respuesta ante emergencias	447-P-01
MONITOREO Y ACCIONES CORRECTIVAS	Procedimiento para el control de contaminación del agua	451-P-01
	Procedimiento para el control de generación de ruido	451-P-02
	Procedimiento para el control de consumo de agua	451-P-03
	Procedimiento para el control de emisión de gases de combustión	451-P-04
	Procedimiento para el control de disposición de sustancias líquidas	451-P-05
	Procedimiento para el control de derrame de sustancias líquidas o sólidas	451-P-06
	Procedimiento para el control de generación de desechos sólidos	451-P-07
	Procedimiento para el control de identificación de fugas potenciales de explosión	451-P-08
	Formato para reporte de línea base del laboratorio	451-F-01
	Formato de control de aspectos ambientales	451-F-02
	Procedimiento para la evaluación del cumplimiento de los requisitos legales	452-P-01
	Procedimiento para la identificación y gestión de no-conformidades al SGA	453-P-01
	Formato de reporte de acción correctiva (RAC)	453-F-01
	Procedimiento para la realización de auditorías al sistema de gestión ambiental	455-P-01
	Formato de hallazgos de auditor	455-F-01
	Formato de informe de auditoría interna	455-F-02
	Formato de programación de auditorías internas	455-F-03
	Procedimiento de revisión de dirección	460-P-01



## D. Evaluar grado de cumplimiento del aspecto ambiental de disposición de reactivos según los requerimientos ISO 14001

Se determinó como no conformidad la falta de identificación de los reactivos disponible en el laboratorio de análisis, por lo tanto se procedió a crear una etiqueta en la cual contenga la información del reactivo, pictogramas GHS y el rombo de seguridad, guiándose como referencia el sistema de etiquetado de Merck. La etiqueta es la siguiente, utilizando como ejemplo el reactivo metanol.

Figura No. 2. Etiqueta correspondiente al reactivo metanol



## E. Identificación de aspectos ambientales significativos globales

Mediante la evaluación de equipos del laboratorio de operaciones unitarias se pudieron identificar los aspectos ambientales significativos y a partir de ahí determinar el método de control y seguimiento de los mismos.

Tabla No. 4

. Identificación de los aspectos ambientales significativos reales encontrados y su control

Aspecto ambiental significativo	Meta	Método de control
Contaminación del agua	Determinar los principales contaminantes del laboratorio hacia el efluente.	Caracterización del afluente y efluente del laboratorio mediante análisis químicos y físicos
Emisión de gases de combustión	Disminuir la emisión de gases de combustión al 10%	Análisis BACHARACH
Generación de ruido	N/A	Medición de los decibeles emitidos en puntos internos y externos del laboratorio.
Identificación de fugas potenciales de explosión*	N/A	Formato de mantenimiento de equipos potenciales de explosión
Disposición de sustancias líquidas o sólidas	N/A	Peso o volumen que se entrega a la empresa contratada
Consumo de agua	Reducir un 10% el consumo de agua y recircular agua a otros equipos.	Mediciones del contador externo del laboratorio
Derrame de sustancias líquidas o sólidas	Prevenir el riesgo de derrame en equipos potenciales.	Formato de control y acción correctiva
Generación de desechos sólidos	Clasificar los desechos y generar una cultura de reciclaje.	Clasificación y peso de los desechos

\*El aspecto ambiental, Identificación de fugas potenciales de explosión se refiere a los equipos presentes en el laboratorio que presentan un riesgo al contener una fuga.

## **F. Sistema de control y verificación de los aspectos ambientales significativos**

Se desarrollaron procedimientos de acuerdo a los métodos establecidos para el control de cada uno de los aspectos ambientales significativos.

Tabla No. 5.

Listado de procedimientos para el control de aspectos ambientales con su respectivo código.

<b>Código</b>	<b>Nombre del procedimiento</b>
451-P-01	Procedimiento para el control de contaminación del agua
451-P-02	Procedimiento para el control de generación de ruido
451-P-03	Procedimiento para el control de consumo de agua
451-P-04	Procedimiento para el control de emisión de gases de combustión
451-P-05	Procedimiento para el control de disposición de sustancias líquidas o sólidas
451-P-06	Procedimiento para el control de derrame de sustancias líquidas o sólidas
451-P-07	Procedimiento para el control de generación de desechos sólidos
451-P-08	Procedimiento para el control de identificación de fugas potenciales de explosión

Para comprobar el estado inicial de los aspectos ambientales se pudo realizar una prueba experimental para observar el estado de los mismos. Las mediciones se realizaron en triplicado.

Para la medición inicial del control del aspecto ambiental significativo de contaminación del agua, se caracterizó el afluente y el efluente utilizando el equipo HACH y el kit de análisis del agua. El punto de muestreo para el afluente fue en el grifo del lavador y el de efluente en la caja receptora ubicada enfrente de las llaves de paso de vapor del Laboratorio de Operaciones Unitarias.

Tabla No. 6.

Especificación de los métodos utilizados para la caracterización del afluente y efluente

<b>Parámetro</b>	<b>Método</b>
pH	Potenciómetro HACH sension 156
Temperatura	HACH sension 156
Conductividad	Conductímetro HACH sension 156
Densidad	Picnómetro
Turbidez	Método HACH No. 8237
Alcalinidad	Kit de análisis de agua
Cloro total	Método HACH No. 10079
Sólidos suspendidos	Método HACH No. 8006
Nitrógeno total	Método HACH
Fósforo total	Método HACH*
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO)	Determinación directa por medio de un electrodo Electrodo HACH DO, DBO según el ASTM D888-05**
Demanda química de oxígeno (DQO)	Método HACH
Aceites o grasas	Método EPA No. 1664, revisión B

Tabla No. 7.

Caracterización del afluente de agua del Laboratorio de Operaciones Unitarias

No. Corrida	T (°C)	pH	T (°C)	CON (µS/cm)	Turbidez (FAU)	Alcalinidad		Cloro (mg/L)
						Ca (ppm)	Dureza total (ppm)	
1	24	6.36	24.5	233	0	40	60	1.05
2	24	6.46	24.3	157.9	0	40	60	1.09
3	23.7	6.51	23.9	172.2	0	40	60	0.97

\*T=temperatura, CON=conductividad, Ca=calcio

Tabla No. 8.

## Caracterización del efluente del Laboratorio de Operaciones Unitarias

No. Corrida	T (°C)	pH	T (°C)	CON	Turbidez (FAU)	Densidad ( $\pm 0.0001$ g/mL)	Cloro (mg/L)	Sólidos suspendidos (mg/L)
1	23.4	5.46	23	1466	779	0.9991	0	1067
2	23.9	5.47	22.7	1465	1100	0.9983	0	1067
3	23	5.51	22.8	1458	1100	0.9987	0	1067

\*T=temperatura, CON=conductividad

Tabla No. 9.

## Demanda bioquímica de oxígeno del efluente del Laboratorio de Operaciones Unitarias

No. Botella	mL Muestra	DBO <sub>5</sub> (mg/L)
512032	1	2178
512036	2	1069.5
512070	3	715
512050	4	590.25

Tabla No. 10

## Comparación de afluente y efluente de Laboratorio de Operaciones Unitarias

Parámetro	Tipo de Agua		Diferencia
	Afluente	Efluente	
pH	6.4	5.5	-1.0
CON ( $\mu$ S/cm)	187.7	1463.0	1275.3
Turbidez (FAU)	0.0	993.0	993.0
Cloro (mg/L)	1.0	0.0	-1.0
Sólidos suspendidos (mg/L)	0.0*	1067.0	1067.0
DBO <sub>5</sub> (mg/L)	0.0*	1138.2	1138.2

\*EL valor de la medición es despreciable por lo que se colocó 0.

Tabla No. 11

## Comparación de caracterización del efluente con el reglamento 236-2006 para evaluación de cumplimiento

Parámetro	Efluente	Reglamento 236-2006	Diferencia
pH	5.5	7.5	2.0
Sólidos suspendidos (mg/L)	1067.0	550.0	-517.0
DBO <sub>5</sub> (mg/L)	1138.2	287.5	-850.7

Para la medición inicial del control del aspecto ambiental significativo de emisiones de gases de combustión, se determinó que los equipos a controlar serían la caldera pirotubular y el motor de combustión. Se utilizó el analizador de gases de combustión BACHARACH.

Tabla No. 12.

Análisis de gases de combustión del motor de combustión del Laboratorio de Operaciones Unitarias

No. Corrida	O <sub>2</sub> (±0.3%)	CO (±10ppm)	T-CHIM (±1°C)	T-AMB (±1°C)	NO (±5ppm)	NO <sub>2</sub> (±5ppm)	NOX (±5ppm)	SO <sub>2</sub> (±10ppm)
1	19.4	221	63	21.9	34	30	64	0
2	19.4	260	76	21.8	36	37	73	0
3	18.8	331	80	21.8	52	52	104	0

En el caso de la caldera pirotubular del Laboratorio de Operaciones Unitarias se analizaron los gases de combustión de 3 encendidos a diferentes presiones. Cabe mencionar que la caldera al llegar a 90 psi se apaga y luego cuando llega a 70psi se vuelve encender.

Tabla No. 13

Análisis de gases de combustión de la caldera pirotubular a diferentes presiones, utilizando diesel como combustible

No. Corrida	Presión (psi)	O <sub>2</sub> (±0.3%)	CO (±10ppm)	T-CHIM (±1°C)	T-AMB (±1°C)	NO (±5ppm)	NO <sub>2</sub> (±5ppm)	NOX (±5ppm)	SO <sub>2</sub> (±10ppm)
1	75	5.3	20	263	20.6	109	2	111	43
	85	4.7	10	278	20.7	114	0	114	47
	90	4.6	8	283	20.8	112	0	112	48
2	80	5	5	270	21.5	104	0	104	40
	85	4.6	3	282	21.6	108	0	108	45
	90	4.4	3	286	21.7	109	0	109	46
3	78	4.9	6	270	22.5	106	0	106	37
	85	4.4	0	283	22.6	106	0	106	47
	90	4.4	0	288	22.7	108	0	108	49

Tabla No. 14

Comparación de gases de combustión emitidos por la caldera pirotubular con norma colombiana

Parámetro	Caldera pirotubular	Norma colombiana	Diferencia
SO <sub>2</sub>	46	425	379.0
NO <sub>2</sub>	2	242.5	240.5

Tabla No. 15

Comparación de gases de combustión emitidos por el motor de combustión con norma colombiana

<b>Parámetro</b>	<b>Motor de combustión</b>	<b>Norma colombiana</b>	<b>Diferencia</b>
SO <sub>2</sub>	0.0	425.0	425.0
NO <sub>2</sub>	39.7	242.5	202.8

Para la medición inicial del control del aspecto ambiental significativo de generación de ruido se realizó en diferentes puntos, alrededor e interior del laboratorio de operaciones unitarias. Se utilizó un decibelímetro. Los resultados siguientes son el promedio de los datos obtenidos bajo las condiciones de operación de 6 personas trabajando y 3 equipos en funcionamiento (cuarto frío, sierra y sistema biorreactor de algas.)

Tabla No. 16

Medición de generación de ruido del Laboratorio de Operaciones Unitarias

<b>No. Punto</b>	<b>Rango bajo (dB)</b>	<b>±</b>	<b>Rango alto (dB)</b>	<b>±</b>
1	69.8	2.6	74.7	2.781
2	74.2	2.76	82.7	3.079
3	60	2.23	72.7	2.707
4	71.1	2.65	84.7	3.154
5	70.1	2.61	84.5	3.146
6	52.7	1.96	68	2.532

Para el control de identificación de fugas potenciales de explosión se realizó a los siguientes equipos. Cabe mencionar que en este momento la planta de producción de biodiesel está en procesos de ampliación.

Tabla No. 17

Evaluación de fugas a los equipos potenciales de explosión

<b>Equipo</b>	<b>Fuga</b>	<b>Ubicación</b>	<b>Acción correctiva</b>
Reactor de hidrogenación	NO	N/A	N/A
Caldera-manifold	NO	N/A	N/A
Planta biodiesel	NO	N/A	N/A
Unidad de recuperación de solventes	NO	N/A	N/A
Secador rotatorio	NO	N/A	N/A
Estufa de alimentos	NO	N/A	N/A
Horno de alimentos	NO	N/A	N/A
Autoclave	NO	N/A	N/A
Torre de destilación	NO	N/A	N/A

Para el control de disposición de sustancias líquidas y sólidas se registro el peso que es entregado a la empresa contratada para que le dé el tratamiento adecuado. Entre los datos registrados de los últimos meses son:

Tabla No. 18

Registro de disposición adecuada de sustancias líquidas o sólidas

<b>Mes</b>	<b>Tipo</b>	<b>Peso (kg)</b>
Febrero	sólido	30
	líquido	77
Marzo	líquido	127
Abril	líquido	83
Junio	líquido	78.9
	sólido	13
Julio	líquido	41
Agosto	líquido	42.99
Septiembre	líquido	83

Para la medición de consumo de agua del laboratorio se pudo cuantificar mediante el contador de agua tipo disco con registro Encoder. Se realizó para el primer y último día (lunes y viernes, respectivamente) de una semana laboral.

Tabla No. 19

Registro del contador del agua

<b>Día</b>	<b>Volumen de agua (gal)</b>
Lunes	232,660
Viernes	235,540
<b>Consumido</b>	2880

Para la medición de generación de desechos sólidos se cuantifico el peso de las bolsas de 2 días de recolección del área de ingeniería química. Se debe mencionar que en este caso no son desechos clasificados.

Tabla No. 20

Cuantificación de generación de desechos sólidos

<b>No. Bolsas</b>	<b>Peso (±0.01kg)</b>
6	29.42

Para el control de derrames de sustancias líquidas o sólidas que son potencialmente dañinas al medio ambiente se desarrollo un formato para llevar el registro de los equipos, volumen o

peso de la sustancia, estado físico de sustancia y las acciones correctivas a llevar a cabo para poder prevenir que no vuelva suceder en el futuro.

### G. Programación de auditorías interna y externa

Para darle una mejora continua al sistema de gestión ambiental implementado en el laboratorio de operaciones unitarias, se llegó a un acuerdo con el presidente del comité sobre la programación siguiente de auditorías. Sin embargo, se creó un formato en donde se puede planificar y desarrollar la auditoría por área. Los puntos que se auditan son con respecto al cumplimiento de los requisitos que conforman la norma ISO 14001.

Tabla No. 21

Programación de auditorías.

<b>Auditoría</b>	<b>Programación</b>
Interna	Semestral
Externa	Anual

### H. Auditoría final al Sistema de Gestión Ambiental

Se realizó una auditoría interna para determinar el estado del laboratorio después de implementar el SGA, en él se determinaron las no conformidades que se encontraron el grado de avance en cuanto al cumplimiento de los requisitos de la norma. Se obtuvo lo siguiente:

Tabla No. 22

No conformidades encontradas de acuerdo a los requisitos de la norma

<b>Apartado de la norma ISO 14001:2004</b>	<b>No conformidades</b>
4.3	Cumplimiento de los requisitos legales
4.3.3	Actualización de metas y objetivos
4.4.2	No hay evidencia de seguimiento y no se aplicado los procedimientos de capacitación y evaluación
4.4.3	Reunión del comité
4.5.2	Evaluación del cumplimiento legal
4.6	Revisión por dirección

Determinación del grado de avance de cumplimiento según la norma. Los datos son los siguientes,

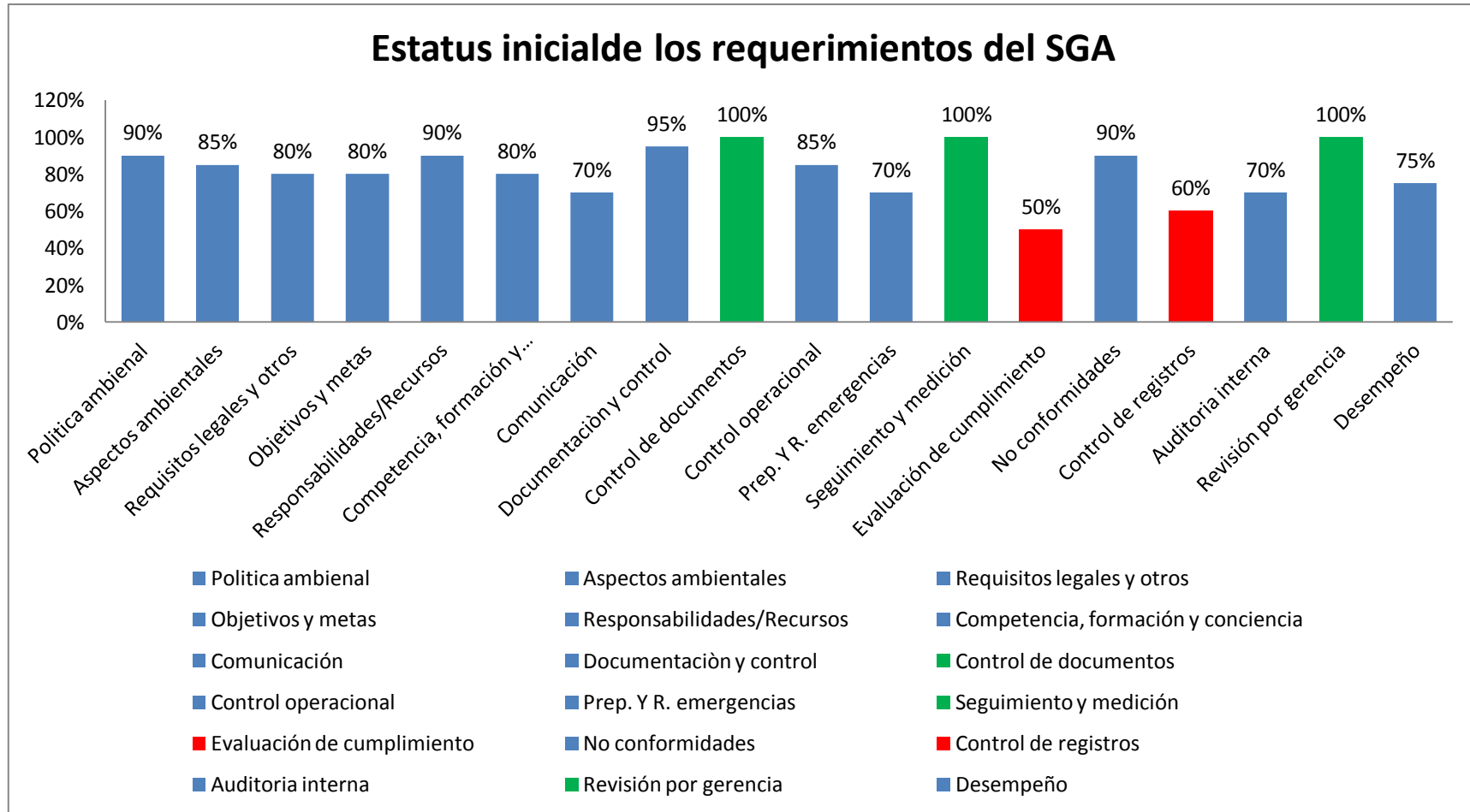
Tabla No. 23.

## Cumplimiento del SGA según los requisitos de la Norma ISO 14001:2004

Apartado de la norma ISO 14001:2004	Requisitos del Sistema de Gestión Ambiental				
	Requisitos según norma ISO 14001:2004	Estatus o avance			
		I	PI	NI	%
4.2	<b>Política ambiental</b>	x			90%
4.3	<b>Planificación</b>				
4.3.1	Aspectos ambientales		x		85%
4.3.2	Requisitos legales y otros		x		80%
4.3.3	Objetivos, metas y programas ambientales			x	80%
4.4	<b>Implementación y operación</b>				
4.4.1	Recursos, funciones, responsabilidades y autoridad		x		90%
4.4.2	Competencia, formación y conciencia	x			80%
4.4.3	Comunicación		x		70%
4.4.4	Documentación		x		95%
4.4.5	Control de documentos		x		100%
4.4.6	Control operacional			x	85%
4.4.7	Preparación y respuesta ante emergencias		x		70%
4.5	<b>Verificación y acción correctiva</b>				
4.5.1	Seguimiento y medición			x	100%
4.5.2	Evaluación del cumplimiento legal		x		50%
4.5.3	No conformidad, acción correctiva y preventiva ambiental			x	90%
4.5.4	Control de registros		x		60%
4.5.5	Auditoría interna		x		70%
4.6	<b>Revisión por la gerencia</b>	x			100%
	<b>Desempeño</b>			x	75%

Gráfica No. 2

Porcentaje de implementación SGA según los requisitos de la Norma ISO 14001:2004



Auditoría interna realizada el 15 de noviembre de 2012 por el Ing. Andrés Hernández

## VIII. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Debido a la operación de equipo industrial dentro del Laboratorio y el compromiso de la universidad y el Departamento de Ingeniería Química hacia el ambiente se decidió continuar con la implementación de un Sistema de Gestión Ambiental (SGA), de acuerdo a la norma ISO 14001:2004. La finalidad de la implementación del SGA es la adecuada operación del laboratorio, teniendo en cuenta los aspectos ambientales identificados para instruir a los alumnos de la Licenciatura en Ingeniería Química acerca del cuidado del medio ambiente.

Para realizar la implementación del Sistema de Gestión Ambiental se debía conocer el estado del Laboratorio, por lo tanto, fue necesario hacer una evaluación inicial para determinar el estado de éste, en cuanto al cumplimiento de los requisitos de la norma. Los resultados obtenidos se presentan en la Tabla No. 1 (Pág. 13), en donde se puede observar el número de requisitos que posee la norma seguido por el estatus de avance de cada uno, en cuanto a la implementación y el porcentaje de avance. La mayoría de los requisitos establecidos se encuentran por arriba del 50% de avance en el laboratorio, debido a que se tiene la documentación y los controles necesarios.

Uno de los puntos en los cuales se tiene un alto grado de avance en cuanto su cumplimiento es el requisito de política ambiental con un 100%. Esto se debe a que se tiene una política definida a nivel global del laboratorio que toma en cuenta el medio ambiente y la importancia que éste tiene para concientizar a los estudiantes. La política esta publicada en diferentes partes del laboratorio para que los docentes, estudiantes y empleados la pongan en práctica.

Entre los requisitos con cierto grado de cumplimiento en el proceso de implementación y operación que están por arriba del 80% de avance son la comunicación, documentación y control de documentos; mientras que la competencia, formación y conciencia tiene un 95% de avance ya que se tiene evidencia que el personal ha sido capacitado sobre gestión ambiental.

El desempeño general del sistema es del 0% avance, a pesar de que la mayoría de los requisitos se encuentran por arriba del 50% de avance, lo cual nos indica la falta de implementación de la línea base del sistema. Estos resultados también se pueden observar en la Gráfica No. 1 (Pág. 14) donde se ve que cuatro de los once requisitos generales no presentan un porcentaje de cumplimiento.

Para poder cumplir con los requisitos de la norma se realizó la documentación del sistema, la cual se presenta en la Tabla No. 2 (Pág. 15), en donde se puede observar a qué sección pertenece cada requisito con su código de identificación. Los documentos tienen como propósito ser de guía y junto con los formatos tener un control para poder determinar y monitorear el Sistema de Gestión Ambiental. Se debe mencionar que se tiene un manual de gestión, que tiene como objeto cumplir con los requisitos establecidos en la norma mediante la descripción del SGA aplicado en el departamento de ingeniería química. Este manual es aplicable a todo el departamento incluyendo docencia, investigación y servicio.

Asimismo, se procedió a hacer una planificación de capacitaciones según las necesidades del Laboratorio a sus empleados, estudiantes, docentes y trabajadores del presente año con el objeto de cumplir con dos de los requisitos de la norma que son: competencia, formación y conciencia, así como la comunicación son esenciales para conocer el estado del sistema en un tiempo inmediato y tener personal informado. En la Tabla No. 3 (Pág. 16) se puede observar las capacitaciones que se deben de realizar semestralmente, en el cual se incluye la difusión del sistema implementado y el desempeño obtenido. Cabe destacar que para cada año se debe actualizar la información e identificar otras necesidades de capacitación. Ver sección Apéndice, Formato de registro de control de capacitación (Pág. 59).

Para proceder a implementar el Sistema de Gestión Ambiental en el Laboratorio fue necesario identificar los aspectos ambientales significativos globales, mediante una tabla de significancia, donde se establece según el nivel de importancia (alto, medio, bajo o nulo) que este representa como aspecto ambiental, que se encuentra en el Formato de evaluación de equipos (Pág. 58), sin embargo si existe un requisito legal el nivel es alto. Se identificaron veintidós y a partir de ellos se llegó a ocho para el desarrollo de la línea base y su control. Se delimitaron a 8 aspectos ambientales que engloban varios aspectos encontrados ya que la dificultad de implementar un SGA en el Laboratorio es que posee variedad de equipos. En la Tabla No. 4 (Pág. 17) se puede observar en detalle los aspectos ambientales significativos seguidos por la meta a ejecutar y la metodología a realizar para mantener un control de monitoreo del mismo. Se desarrollaron procedimientos de acuerdo a los métodos establecidos para el control de cada uno de los Aspectos Ambientales Significativos, la Tabla No. 5 (Pág. 18) describe cada uno de los procedimientos con su respectivo código.

El primer aspecto ambiental significativo es la contaminación del agua, en el cual se estableció como forma de control la caracterización del afluente y efluente de agua del

laboratorio de Operaciones Unitarias. En la Tabla No. 6 (Pág. 19) describe bajo qué método se evaluó cada parámetro de interés.

Se puede observar en la Tabla No. 7 (Pág. 19) los resultados que se obtuvieron para el afluente que en promedio el agua a temperatura de 24° C posee un pH de 6.44, conductividad de 187.70  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , una turbidez de 0 FAU y 1.04 mg/L de Cloro. Además, en cuanto a su alcalinidad presento que posee 40 ppm de Ca y 60 ppm de dureza total.

En la Tabla No. 8 (Pág. 20) se observan los resultados obtenidos de la caracterización del efluente, en el cual la muestra fue extraída de una de las cajas receptores del interior del laboratorio, que a 23° C posee un pH de 5.48, conductividad de 1463  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , turbidez de 993 FAU, 0 mg/L de Cloro y 1067 mg/L de Sólidos Suspendedos. En cuanto a la demanda bioquímica de oxígeno, Tabla No. 9 (Pág. 20), se determino mediante cuatro diluciones de 1, 2, 3 y 4 mL de agua residual, a las cuales se obtuvo  $\text{DBO}_5$  de 2178, 1069.5, 715 y 590.25mg/L respectivamente, para cada una de las diluciones. Es importante observar que el  $\text{DBO}_5$  obtenido es diferente para cada una de los diluciones, esperando un mismo  $\text{DBO}_5$ , esto es debido a que la muestra contenía demasiados sólidos en suspensión el cual afecta al medir la cantidad de volumen en las diluciones. Debido a que el agua residual se direcciona a una fosa séptica, no existen límites permisibles ya que el agua se filtra a las capas inferiores de la tierra. Lo que no se recomienda para este caso es perforar un pozo para extracción de agua para consumo humano cerca de esta fosa séptica. En la Tabla No. 10 (Pág. 20) se puede observar la comparación y diferencia entre el afluente y efluente del Laboratorio de Operaciones Unitarias.

En el caso que el agua residual del Laboratorio se direccionará a cuerpo receptor, existen límites permisibles de acuerdo al Reglamento 236-2006, en la Tabla No. 35 (Pág. 53) en la sección de Apéndice, se puede observar que estamos fuera de los límites permisibles en cuanto a sólidos suspendidos, pH y  $\text{DBO}_5$ , ya que los límites para este año son de 550 mg/L, 6-9 y 287.5mg/L respectivamente; lo cual otorga una alerta ya que el Laboratorio se encuentra en incumplimiento legal. Por lo cual se establecieron metas y objetivos de forma inmediata este aspecto ambiental: colocación de trampa de grasa, reciclaje de agua de enfriamiento y recuperación de condensados. Se puede observar en la Tabla No. 11 (Pág. 20) la comparación del efluente con el Reglamento 236-2006. Cabe mencionar que los parámetros de nitrógeno total, fósforo total y cantidad de grasas y aceites presentes no fueron realizados debido a la falta de reactivos y equipo para realizar el método pero se pretende realizarlo para tener una caracterización del efluente más completa.

En cuanto al aspecto ambiental significativo de emisión de gases se analizó la caldera y el motor de combustión del Laboratorio de Operaciones Unitarias. En la Tabla No. 12 (Pág. 21) se observa los resultados para el motor de combustión en promedio se obtuvo que a  $73\pm 1^{\circ}\text{C}$  de temperatura de chimenea tienen  $19.2\pm 0.3\%$  de  $\text{O}_2$ ,  $270\pm 10$  ppm de CO,  $40.7\pm 5$  ppm de NO,  $39.7\pm 5$  ppm de  $\text{NO}_2$ ,  $80.3\pm 5$  ppm de  $\text{NO}_x$  y  $0\pm 10$  ppm  $\text{SO}_2$  utilizando como combustible biodiesel. En la Tabla No. 13 (Pág. 21) se observa los resultados para la caldera pirotubular, donde en promedio se obtuvo que a una presión de 84 psi y a  $278\pm 1^{\circ}\text{C}$  de temperatura de chimenea se tienen  $4.2\pm 0.3\%$  de  $\text{O}_2$ ,  $6.11\pm 10$  ppm de CO,  $108\pm 5$  ppm de NO,  $0\pm 5$  ppm de  $\text{NO}_2$ ,  $108\pm 5$  ppm de  $\text{NO}_x$  y  $45\pm 10$  ppm  $\text{SO}_2$  utilizando como combustible el diesel. El tipo de combustible que se utiliza es un factor importante en cuanto la emisión gases sulfurosos y la concentración de los otros. De acuerdo a la Resolución 6982 de 2011 de la ciudad de Bogotá, Colombia, los límites permisibles para emisiones a la atmósfera de fuentes fijas de combustión externa, Tabla No. 36 (Pág. 58) sección del Apéndice, comparados con los datos obtenidos, los datos se encuentran por debajo de los límites permisibles, ver Tabla No. 14 y 15 (Pág. 21-22)

En la Tabla No. 16 (Pág. 22) se encuentra el aspecto ambiental significativo de generación de ruido, en el cual se obtuvo que el máximo decibel emitido en rango bajo es  $68\pm 2.5\text{dB}$  y para rango alto es  $76.5\pm 2.9\text{dB}$  para el área externa; en cuanto al área interna el máximo en rango bajo es  $64.6\pm 2.4$  y para rango alto es  $79\pm 2.9.1$ . Se debe mencionar que se tomó mediciones con actividades que no son periódicas. Hasta el momento Guatemala no cuenta con una legislación sobre límites de sonido, sin embargo para el Banco Mundial (BM) y la Organización Mundial de Salud (OMS) el límite máximo en área laboral industrial y comercial es de 70 dB, ya que los decibeles máximos se encuentran fuera del límite es obligado utilizar equipo de protección auricular.

Para el aspecto ambiental significativo de identificación de fugas potenciales de explosión en la Tabla No. 17 (Pág. 22) se comprobó que los equipos evaluados no presentaban fuga. Cabe mencionar que para el caso de la Planta de Biodiesel que se encuentra en ampliación se hizo una excepción en cuanto a la existencia de una fuga ya que por el momento no se encuentra en operación.

Para el aspecto ambiental significativo de disposición de sustancias líquidas y/o sólidas en la Tabla No. 18 (Pág. 23) se llevó registro del mes, tipo de sustancia y peso de la misma que es entregado a la empresa contratada que brinda servicio de tratamiento adecuado. El peso registrado más alto se dio en el mes de Marzo con 127kg (280 lbs) de sustancia líquida, esto es debido a que se entrego un tonel de grasa donada que no califica para la producción de biodiesel ya que requiere más reactivos y energía para transformarla.

En la Tabla No. 19 (Pág. 23) se encuentra los registros del consumo de agua para una semana laboral, dando como resultado de consumo de 10.9 m<sup>3</sup> (2,880 galones) de agua. Se puede observar que el consumo de agua es alto; entre los factores principales que afecta al alto consumo es el uso de la caldera para las prácticas que se realizan en el Laboratorio.

Para el aspecto ambiental significativo de generación de desechos sólidos se cuantifico la cantidad y peso de las bolsas generadas en dos días de recolección. En la Tabla No. 20 (Pág. 23) se observa que se recolecto 6 bolsas de tamaño 34"x30" con un peso total de 29.42kg (65 lbs.) de desechos. Se debe mencionar que las bolsas recolectadas solamente eran del área de Ingeniería Química y no eran desechos clasificados, que es lo que se pretende implementar para crear una cultura de reciclaje y para manejar de una mejor forma los desechos producidos.

Para la programación de auditorías internas y externas para la mejora continua del laboratorio se estableció un formato en donde el comité puede planificar y desarrollar por área, ver sección del Apéndice, Formato de Programación de Auditorías (Pág. 60). Sin embargo se tiene como objetivo que las auditorías internas sean cada semestre y externas cada uno o dos años, se puede observa en la Tabla No. 21 (Pág. 24).

Al finalizar el proceso de implementación del SGA se realizó una auditoría final al mismo para determinar el grado de avance en cuanto a conformidad con la norma ISO 14001:2004. En la Tabla No. 23 (Pág. 25), se encuentra el grado de cumplimiento según los requisitos de la norma lo cual se puede observar que se cumple alrededor del 90%. Estos resultados se pueden observar en la Gráfica No. 2 (Pág. 26). Otro punto que se encontró en la auditoría realizada son las no conformidades encontradas que se pueden observar en la Tabla No. 22 (Pág. 24), que son 6 no conformidades que son debidos principalmente a la falta de actualización y comunicación del comité de gestión ambiental

## **IX. CONCLUSIONES**

1. El desempeño inicial el Laboratorio de Operaciones Unitarias presentaba era de 0% a pesar de un cumplimiento del 60% de los requerimientos según la Norma ISO 14001:2004 por lo que se definió la línea base de control a implementar.
2. Se realizó la documentación del sistema de manejo ambiental, cumpliendo con los requerimientos generales que establece la Norma.
3. Se planificó las capacitaciones inmediatas semestrales para el Laboratorio de Operaciones Unitarias estableciendo una actualización de información y de mejora para el personal involucrado con el Sistema de Gestión Ambiental.
4. Los aspectos ambientales significativos encontrados son: contaminación del agua, emisiones de gases de combustión, generación de ruido, disposición de sustancias líquidas y/o sólidas, consumo de agua, derrame de líquidos o sólidos, identificación de fugas potenciales de explosión y generación de desechos sólidos.
5. Se implementó un sistema de etiquetado para los reactivos del Laboratorio de Análisis y así responder ante la no conformidad encontrada.
6. Se generó una metodología para cada aspecto ambiental significativo junto con su formato de control y verificación adecuado.
7. Se realizó una auditoría interna el 15 de octubre de 2012 en la cual se encontraron seis no conformidades referente a falta de seguimiento del comité y dirección, sin embargo todos los requerimiento de acuerdo a la Norma se encuentran implementados.
8. El desempeño final de 75% con un cumplimiento del 83% de los requerimientos según la Norma ISO 14001:2004.

## **X. RECOMENDACIONES**

1. Se recomienda fomentar una sensibilización al comité con respecto al sistema ambiental que se implementó para incrementar el compromiso.
2. Se recomienda mantener capacitaciones constantes y actualizadas para tener personal informado y actualizado sobre la implementación del Sistema de Gestión Ambiental y por ende la Política Ambiental definida.
3. Continuar con la identificación de los reactivos del Laboratorio con la etiqueta adecuada.
4. Se recomienda realizar evaluación de nuevos proyecto para identificar los aspectos ambientales con anticipación y crear una acción preventiva si lo requiere.
5. Mantener los formatos de control de los aspectos ambientales actualizados según las necesidades del Laboratorio y de la persona encargada.
6. Se recomienda realizar una verificación anual de los aspectos ambientales significativos, estableciendo metas y objetivos.
7. Finalizar proyectos programados para la correcta gestión ambiental en Laboratorio.
8. Realizar auditoría internas para comparar con la externa y por acceder a una certificación.

## XI. BIBLIOGRAFÍA

- BSI. (2012). *The British Standards Institution* . Recuperado el 01 de 06 de 2012, de ISO 14001 Medio ambiente: <http://www.bsigroup.com.mx/es-mx/Auditoria-y-Certificacion/Sistemas-de-Gestion/Normas-y-estandares/ISO-14001/>
- Conesa Fernández, V. (1996). *Los instrumentos de la Gestión Ambiental en la Empresa*. Madrid: Editorial Mundi-Prensa.
- *Constitución Política de la República de Guatemala*. (1985). Guatemala.
- EPA. (15 de 12 de 2011). *U.S. Environmental Protection Policy*. Recuperado el 28 de 05 de 2012, de Environmental Management Systems (EMS): <http://www.epa.gov/ems/#basic>
- ISO. (2011). *Internacional Organization for Standardization*. Recuperado el 28 de 05 de 2012, de [http://www.iso.org/iso/about/discover-iso\\_isos-name.htm](http://www.iso.org/iso/about/discover-iso_isos-name.htm)
- Mora Martínez, J. R. (2003). *Guía metodológica para la gestión clínica por proceso: Aplicación en las organizaciones de enfermería*. Madrid: Díaz de Santos.
- Organización Mundial de la Salud. (2012). *Organización Mundial de la Salud (OMS)*. Recuperado el 15 de 09 de 2012, de <http://www.who.int/es/>
- PNUMA. (Marzo de 1999). *Manual de Legislación Ambiental Guatemalteca*. Recuperado el 2012 de 06 de 2012, de <http://www.pnuma.org/deramb/bases/guateml.pdf>
- Secretaria General de la Alcaldía Mayor de Ciudad de Bogotá. (2011). *Régimen Legal de Bogotá, D.C.* Recuperado el 11 de 09 de 2012, de <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=45334>
- The ISO14000 Environmental Management Group. (2002). *The ISO 14000 Environmental Management Guide*. Recuperado el 01 de 06 de 2012, de ISO 14000 ENVIRONMENTAL MANAGEMENT: <http://www.iso14000-iso14001-environmental-management.com/iso14000.htm>

## XII. APÉNDICE

### A. Glosario

**Acción correctiva:**

La acción a tomar para eliminar la causa de la ocurrencia específica de la no-conformidad.

**Acción preventiva:**

La acción a tomar para prevenir la ocurrencia o recurrencia de una no-conformidad identificada o de un potencial de una no-conformidad.

**Acreditación**

Procedimiento el cual una autoridad reconoce formalmente que un organismo o persona es competente para llevar a cabo tareas específicos.

**Aspecto ambiental:**

Elemento de las actividades, productos o servicios de una organización que puede interactuar con el medio ambiente.

**Capacitación:**

Es la adquisición de conocimientos técnicos, teóricos y prácticos que van a contribuir al desarrollo del individuo en el desempeño de una actividad.

**Certificación:**

Procedimiento por el cual una tercera parte asegura por escrito que un producto, proceso o servicio cumple con los requisitos específicos.

**Impacto ambiental:**

Cualquier cambio en el medio ambiente, ya sea adverso o beneficioso, como resultado total o parcial de los aspectos ambientales de una organización

**Hallazgo:**

Conclusión preliminar del auditor antes de ser revisado y aprobado (o rechazado) por el Auditor Líder. Hallazgos pueden tomar la forma de “no conformidades” o “observaciones”.

**No conformidad:**

Incumplimiento con un requisito de la norma ISO 14001 o con un requisito legal aplicable, o con un requisito de gestión ambiental adoptado por la empresa e incorporado en el Manual del SGA.

**Registro:**

Procedimiento por el cual una persona o institución indica características relevantes de un producto, proceso o servicio y luego incluye o registra el producto, proceso o servicio en una lista pública.

## B. Metodología para la determinación de los aspectos ambientales

Evaluación de los equipos o áreas

Diagrama de bloques de los equipos o áreas

Tabla de significancia en la cual se estableció lo siguiente:

- ALTA: 3 puntos
- MEDIA: 2 puntos
- BAJA: 1 punto
- NULA: 0 puntos

### CALDERA

Ejemplo:

#### 1. Diagrama de bloques

Diagrama general

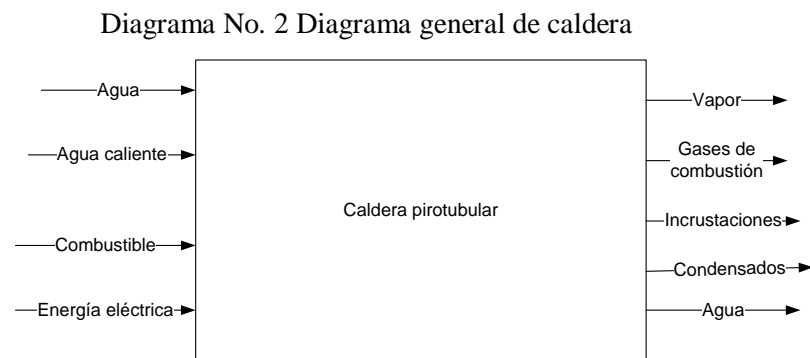
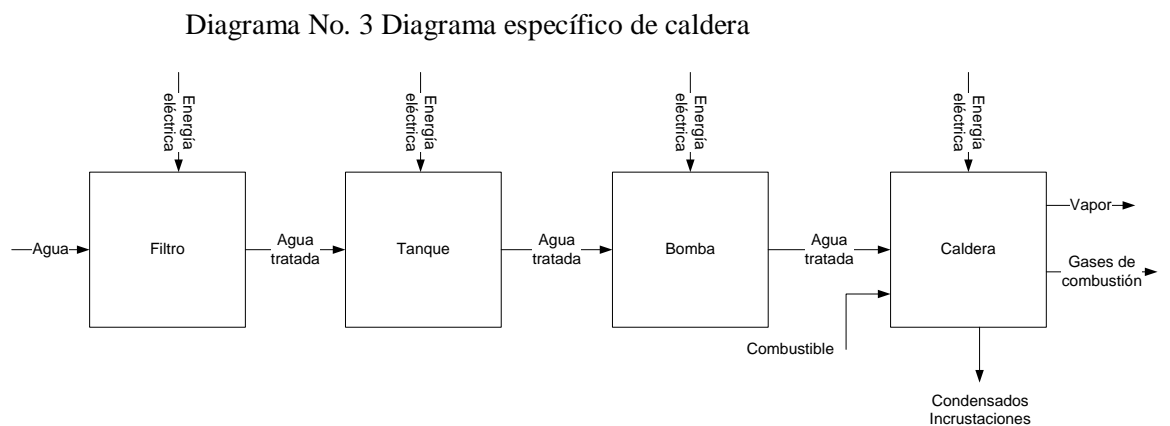


Diagrama específico



#### 2. Aspectos ambientales

- a. Explosiones
- b. Generación de gases de combustión
- c. Disposición de agua de condensados
- d. Disposición de incrustaciones
- e. Consumo de energía eléctrica

- f. Fugas
- g. Derrame de combustible
- h. Consumo de agua

Tabla No. 24  
Determinación de significancia para la caldera

Aspecto ambiental	CRITERIOS DE SIGNIFICANCIA					Significancia
	Requisitos legales	Riesgo ambiental	Seguridad	Docencia	Frecuencia de uso	
Explosiones	N	M	A	A	M	A
Generación de gases de combustión	A	A	M	B	M	A
Disposición de agua de condensados	A	M	M	B	M	A
Disposición de incrustaciones	N	N	B	B	B	B
Consumo de energía eléctrica	N	N	B	B	M	B
Fugas	A	A	M	M	B	A
Derrame de combustible	A	A	A	A	B	A
Consumo de agua	N	M	M	M	B	M

## ÁREA DE TRANSFERENCIA DE CALOR

### 1. Diagrama de bloques

#### Diagrama general

Diagrama No. 4 Diagrama general de área de transferencia de calor

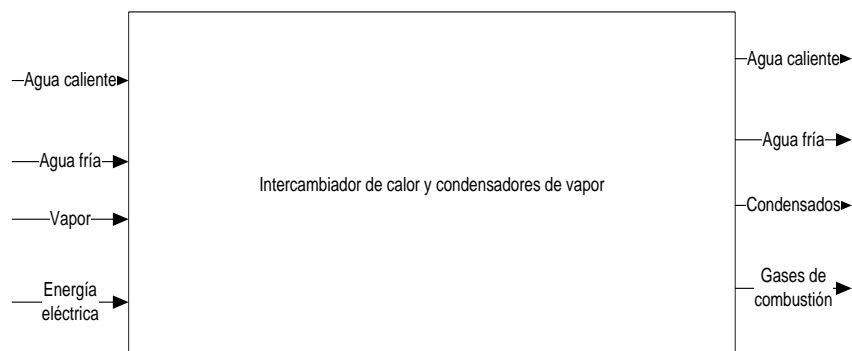


En esta área se tienen los siguientes equipos:

- Intercambiador de calor y condensadores de vapor
- Secador rotatorio
- Secador de bandeja o deshidratador de gabinete
- Túnel de calor, entre otros.

Diagrama específico para el intercambiador de calor y condensadores de vapor

Diagrama No. 5 Diagrama específico del intercambiador de calor y condensadores de vapor



\*Se realiza de la misma forma para los demás equipos que corresponde a esta área.

## 2. Aspectos ambientales

- Explosiones por propano
- Generación de gases de combustión
- Disposición de agua de condensados
- Contaminación del agua
- Consumo de energía eléctrica
- Fugas
- Consumo de agua

Tabla No. 25

Determinación de significancia para área de transferencia de calor

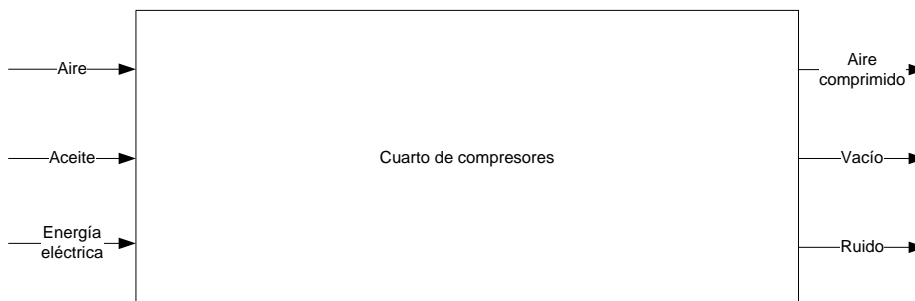
Aspecto ambiental	CRITERIOS DE SIGNIFICANCIA					Significancia
	Requisitos legales	Riesgo ambiental	Seguridad	Docencia	Frecuencia de uso	
Generación de gases de combustión	N	A	M	A	M	A
Contaminación del agua	A	A	M	A	A	A
Consumo de energía eléctrica	N	B	B	M	M	M
Disposición de agua de condensados	A	M	M	B	M	A
Consumo de agua	N	B	M	M	M	M
Fugas	N	M	M	M	B	M
Explosiones por propano	N	M	A	A	M	A

## CUARTO DE COMPRESORES

### 1. Diagrama de bloques

Diagrama general

Diagrama No. 6 Diagrama general de cuarto de compresores



En esta área se tienen los siguientes equipos:

- Compresor de aire comprimido
- Compresor de vacío

Diagrama específico para el compresor de aire

Diagrama No. 7 Diagrama específico del compresor de aire



\*Se realiza de la misma forma para los demás equipos que corresponde a esta área.

### 2. Aspectos ambientales

- a. Consumo de energía eléctrica
- b. Disposición de aceite quemado

Tabla No. 26

Determinación de significancia para el cuarto de compresores

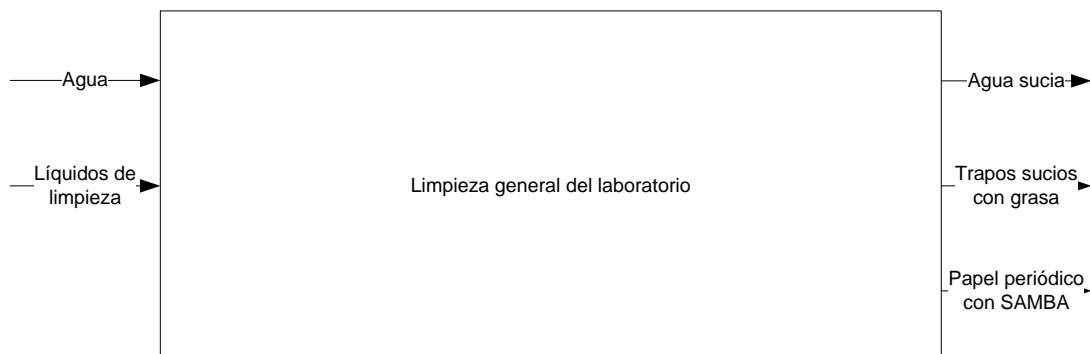
Aspecto ambiental	CRITERIOS DE SIGNIFICANCIA					Significancia
	Requisitos legales	Riesgo ambiental	Seguridad	Docencia	Frecuencia de uso	
Consumo de energía eléctrica	N	B	B	B	A	B
Disposición de aceite quemado	N	A	M	M	B	M

## LIMPIEZA GENERAL DEL LABORATORIO

### 1. Diagrama de bloques

Diagrama general

Diagrama No. 8 Diagrama general de limpieza general del Laboratorio



Líquidos de limpieza que se utilizan en el laboratorio

- Limpiador amoniacal (LANDIS)
- Desincrustante (ESCARLITE)
- Lava vajillas (TENSOL)
- VIJUMAS en polvo
- Jabón de lava platos
- Cloro
- Pisos XERONA
- SAMBA para vidrios

### 2. Aspectos ambientales

- a. Correcta disposición de las aguas residuales
- b. Consumo de agua
- c. Contaminación del agua con agentes de limpieza
- d. Disposición de desechos de limpieza

Tabla No. 27

Determinación de significancia para limpieza general del Laboratorio

Aspecto ambiental	CRITERIOS DE SIGNIFICANCIA					Significancia
	Requisitos legales	Riesgo ambiental	Seguridad	Docencia	Frecuencia de uso	
Correcta disposición de las aguas residuales	A	A	M	A	A	A
Consumo de agua	N	M	B	M	A	M
Contaminación del agua con agentes de limpieza	A	A	M	A	M	A
Disposición de desechos de limpieza	N	M	B	M	M	M

## AREA DE MANEJO DE SÓLIDOS

### 1. Diagrama de bloques

#### Diagrama general

Diagrama No. 9 Diagrama general del área de manejo de sólidos



En esta área se tienen los siguientes equipos:

- Tornillo sin fin o transportador de tornillo
- Molino de discos, martillo y de quijada
- Tamizadora
- Mezcladora de Doble-Cono
- Transportador neumático-mecánico
- Silo
- Transportador de Banda

#### Diagrama específico para el molino de discos

Diagrama No. 10 Diagrama específico de molino de discos



\*Se realiza de la misma forma para los demás equipos que corresponde a esta área.

### 2. Aspectos ambientales

- a. Consumo de energía eléctrica
- b. Generación de ruido

Tabla No. 28

Determinación de significancia para el área de manejo de sólidos

Aspecto Ambiental	CRITERIOS DE SIGNIFICANCIA					Significancia
	Requisitos Legales	Riesgo Ambiental	Seguridad	Docencia	Frecuencia de Uso	
Consumo de energía eléctrica	N	B	B	M	M	M
Generación de ruido	N	B	M	M	B	M

### AREA DE TRANSFERENCIA DE MASA

#### 1. Diagrama de bloques

Diagrama general

Diagrama No. 11 Diagrama general del área de transferencia de masa

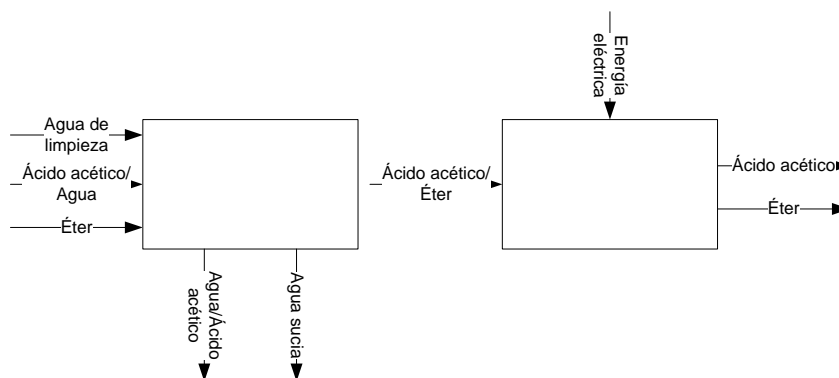


En esta área se tienen los siguientes equipos:

- Columna de extracción y recuperación de solventes
- Torre de absorción
- Torre de destilación
- Evaporador
- Paredes mojadas
- Torre de enfriamiento
- Torre de enfriamiento natural

Diagrama específico para la columna de extracción y recuperación de solventes

Diagrama No. 12 Diagrama específico de la columna de extracción y recuperación de solventes



\*Se realiza de la misma forma para los demás equipos que corresponde a esta área.

## 2. Aspectos ambientales

- a. Emisión de gases de combustión
- b. Disposición de agua de condensados
- c. Consumo de energía eléctrica
- d. Fugas y explosiones
- e. Contaminación del agua
- f. Disposición adecuada de reactivos y productos
- g. Desecho adecuado de residuos
- h. Consumo de agua
- i. Derrame de combustible

Tabla No. 29

Determinación de significancia para el área de transferencia de masa

Aspecto ambiental	CRITERIOS DE SIGNIFICANCIA					Significancia
	Requisitos legales	Riesgo ambiental	Seguridad	Docencia	Frecuencia de uso	
Emisión de gases de combustión	N	A	M	A	M	A
Disposición de agua de condensados	A	M	M	B	M	A
Consumo de energía eléctrica	N	B	B	M	M	M
Fugas y Explosiones	N	A	M	A	A	A
Contaminación del agua	A	A	M	A	A	A
Disposición adecuada de reactivos y productos	N	A	A	A	M	A
Desecho adecuado de residuos	N	AB	A	A	M	A
Consumo de agua	N	B	B	M	B	B
Derrame de combustible	A	A	A	M	M	A

## AREA DE FLUJO DE FLUIDOS

### 1. Diagrama de bloques

Diagrama general

Diagrama No. 13 Diagrama general del área de flujo de fluidos



En esta área se tienen los siguientes equipos:

- Caídas de presión
- Medidores de flujo

Diagrama específico para medidores de flujo

Diagrama No. 14 Diagrama específico de medidores de flujo



\*Se realiza de la misma forma para los demás equipos que corresponde a esta área.

### 2. Aspectos ambientales

- a. Consumo de energía eléctrica
- b. Consumo de agua
- c. Fugas

Tabla No. 30

Determinación de significancia para el área de flujo de fluidos

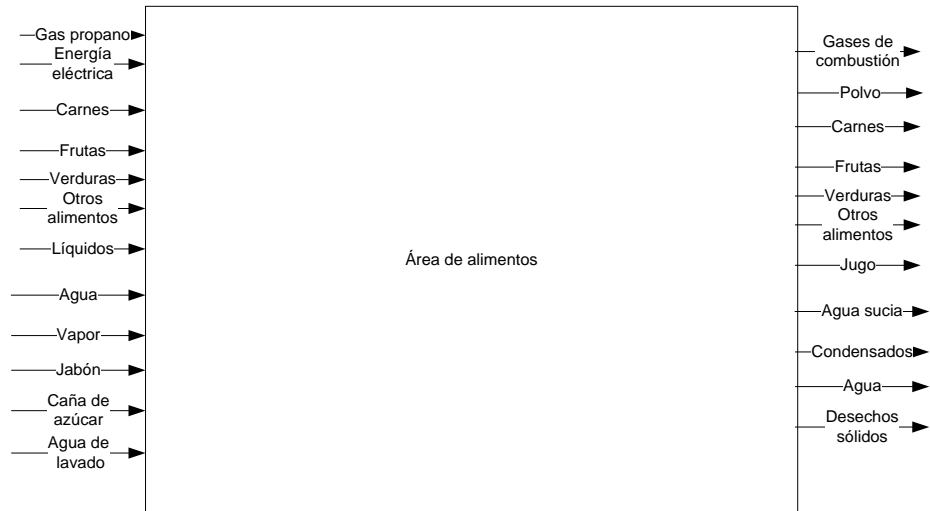
Aspecto ambiental	CRITERIOS DE SIGNIFICANCIA					Significancia
	Requisitos legales	Riesgo ambiental	Seguridad	Docencia	Frecuencia de uso	
Consumo de energía eléctrica	N	A	M	A	A	A
Consumo de agua	N	B	B	M	M	M
Fugas	N	B	B	M	M	M

## AREA DE ALIMENTOS

### 1. Diagrama de bloques

#### Diagrama general

Diagrama No. 15 Diagrama general del área de alimentos



En esta área se tienen los siguientes equipos:

- Estufa industrial
- Cortadora de comida
- Horno industrial
- Horno de bandeja
- Spray dryer
- Marmita de vapor
- Escaldadora
- Maquina empaquetadora de vacío
- Chiller-marmita
- Cortadora de banda
- Centrifugadora
- Batidora industrial
- Lavadora de tambor
- Tarjas de lavado
- Molino de rodillos
- Llenadora de pistón
- Túnel de vapor
- Selladora de latas
- Mezcladora helicoidal
- Autoclave

- Cuarto frío/cuarto congelado
- Freidora al vacío
- Licuadoras de 20 y 25L

Diagrama específico para medidores de flujo

Diagrama No. 16 Diagrama específico de freidora de alimentos



\*Se realiza de la misma forma para los demás equipos que corresponde a esta área.

2. Aspectos ambientales
  - a. Emisión de gases de combustión
  - b. Contaminación del agua
  - c. Disposición de agua de condensados
  - d. Consumo de energía eléctrica
  - e. Disposición de agua de lavado y limpieza
  - f. Generación de desecho sólidos
  - g. Fugas
  - h. Derrames de aceites y grasas
  - i. Explosiones por propano
  - j. Disposición adecuada de sueros
  - k. Consumo de agua

Tabla No. 31

Determinación de significancia para el área de alimentos

Aspecto ambiental	CRITERIOS DE SIGNIFICANCIA					Significancia
	Requisitos legales	Riesgo ambiental	Seguridad	Docencia	Frecuencia de uso	
Emisión de gases de combustión	N	A	M	M	M	M
Contaminación del agua	A	A	M	A	M	A
Disposición de agua de condensados	A	A	A	M	M	A
Consumo de energía eléctrica	N	B	B	M	M	M
Disposición de agua de lavado y limpieza	A	A	B	B	M	A
Generación de desechos sólidos	A	A	M	M	B	A
Fugas	N	M	M	M	B	M
Derrames de aceites y grasas	A	A	M	A	B	A
Explosiones por propano	N	M	A	M	M	M
Disposición adecuada de sueros	A	A	B	M	M	A
Consumo de agua	N	B	M	M	B	M

### AREA DE EXTRACCIÓN DE ACEITES Y PRODUCCIÓN DE BIODIESEL

#### 1. Diagrama de bloques

##### Diagrama general

Diagrama No. 17 Diagrama general del área de extracción de aceites y producción de biodiesel

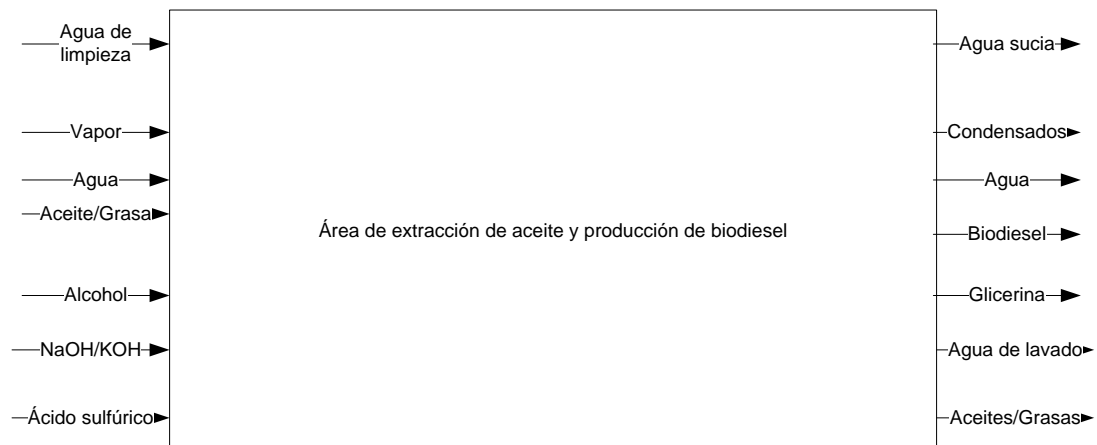
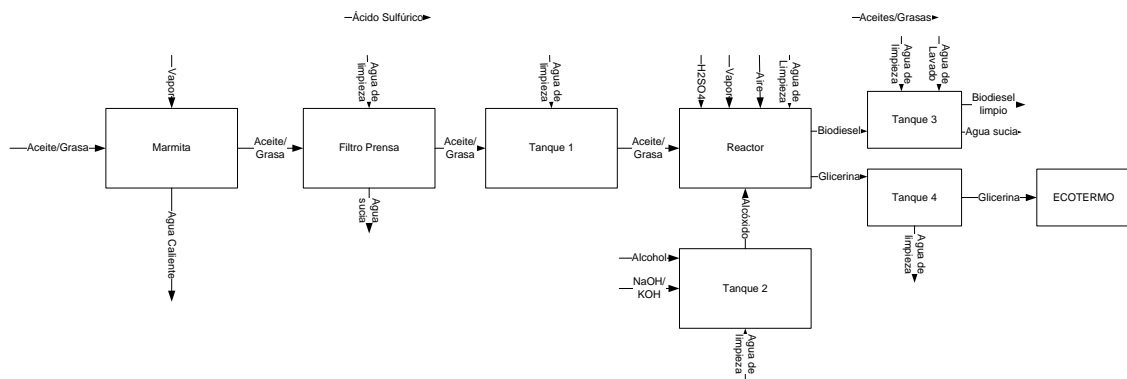


Diagrama específico para la planta de producción de biodiesel

Diagrama No. 18 Diagrama específico de la planta de producción de biodiesel



2. Aspectos ambientales
  - a. Derrame de aceites y grasas
  - b. Derrame de biodiesel
  - c. Derrame de glicerina
  - d. Disposición final de la glicerina
  - e. Disposición de agua de lavado y limpieza
  - f. Disposición de agua de condensados
  - g. Explosiones y fugas
  - h. Generación de sólidos
  - i. Emisiones de vapores de alcohol
  - j. Contaminación del agua
  - k. Consumo de agua

Tabla No. 32

Determinación de significancia para la planta de extracción de aceite y producción de biodiesel

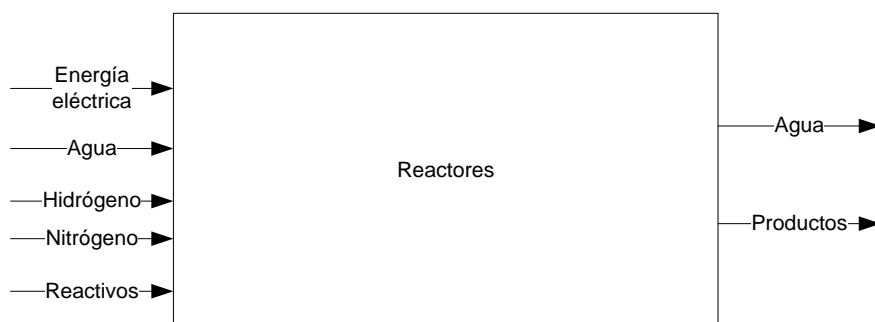
Aspecto ambiental	CRITERIOS DE SIGNIFICANCIA					Significancia
	Requisitos legales	Riesgo ambiental	Seguridad	Docencia	Frecuencia de uso	
Derrame de aceite y grasas	A	A	N	B	M	A
Derrame de biodiesel	N	M	B	B	B	B
Derrame de glicerina	N	A	M	B	B	M
Disposición final de glicerina	N	A	M	B	B	M
Disposición de agua de lavado y limpieza	A	A	B	B	A	A
Disposición de agua de condensados	A	M	M	B	M	A
Explosiones y Fugas	N	A	A	M	B	A
Generación de desechos sólidos	A	M	M	M	M	A
Emisiones de vapores de alcohol	N	M	A	A	M	M
Contaminación del agua	A	A	M	A	A	A
Consumo de agua	N	M	M	B	B	M

## REACTORES

### 1. Diagrama de bloques

Diagrama general

Diagrama No. 19 Diagrama general de reactores

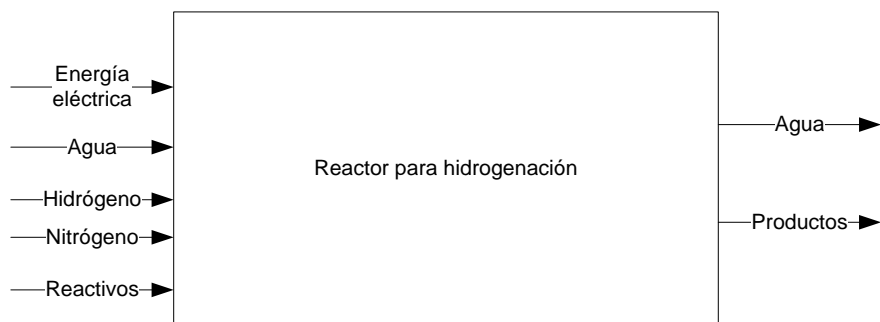


En esta área se tienen los siguientes equipos:

- Reactor para hidrogenación
- Reactor de polimerización

## Diagrama específico del reactor para hidrogenación

Diagrama No. 20 Diagrama específico del reactor de hidrogenación



\*Se realiza de la misma forma para los demás equipos que corresponde a esta área.

## 3. Aspectos ambientales

- a. Contaminación del agua
- b. Consumo de energía eléctrica
- c. Correcta disposición de los reactivos y productos
- d. Desecho adecuado de residuos
- e. Explosiones
- f. Fugas
- g. Consumo de agua

Tabla No. 33

Determinación de significancia para el área de Reactores

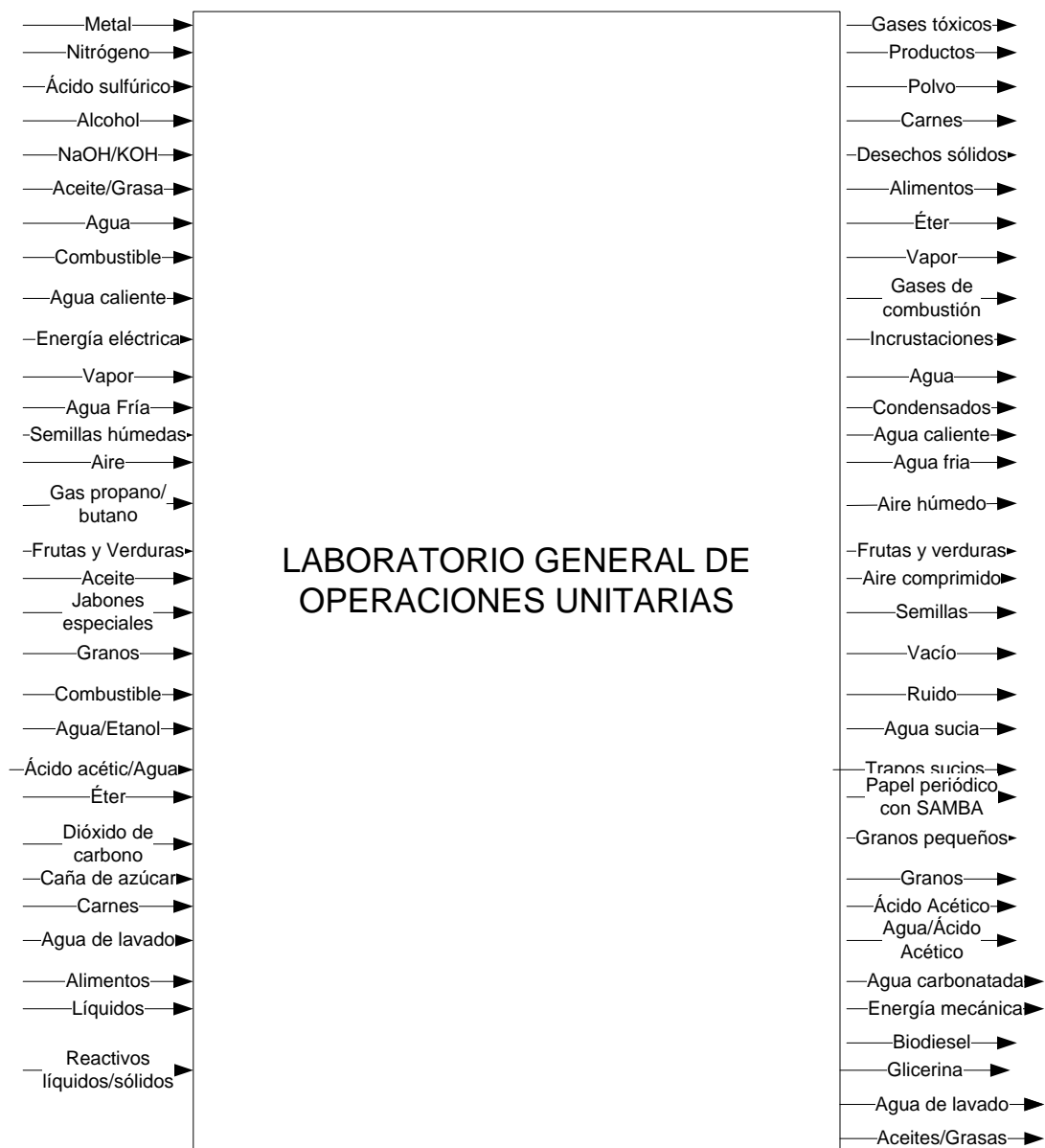
Aspecto ambiental	CRITERIOS DE SIGNIFICANCIA					Significancia
	Requisitos legales	Riesgo ambiental	Seguridad	Docencia	Frecuencia de uso	
Contaminación del agua	A	A	B	M	B	A
Consumo de energía eléctrica	N	B	M	M	N	M
Correcta disposición de reactivos y productos	N	A	A	A	B	A
Desecho adecuado de residuos	N	A	A	A	B	A
Explosiones	N	B	A	M	B	B
Fugas	N	A	M	B	B	B
Consumo de agua	N	B	B	M	B	B

## LABORATORIO EN GENERAL DE OPERACIONES UNITARIAS

### 1. Diagrama de bloques

#### Diagrama general

Diagrama No. 21 Diagrama general del Laboratorio de Operaciones Unitarias



En este diagrama involucra todas las entradas y salida de todos los equipos/áreas determinados anteriormente.

### 2. Aspectos ambientales

- Derrame de sustancias líquidas y/o sólidas
- Generación de desechos sólidos
- Disposición de sustancias líquidas y/o sólidas
- Emisiones de gases de combustión
- Consumo de agua del laboratorio

- f. Generación de ruido
- g. Contaminación del agua
- h. Identificación de fugas potenciales de explosión

Tabla No. 34

Determinación de significancia para el Laboratorio de Operaciones Unitarias

Aspecto ambiental	CRITERIOS DE SIGNIFICANCIA					Significancia
	Requisitos legales	Riesgo ambiental	Seguridad	Docencia	Frecuencia de uso	
Derrame de sustancias líquidas y/o sólidas	A	A	A	M	M	A
Generación de desechos sólidos	N	A	M	A	A	A
Disposición de sustancias líquidas/sólidas	A	A	A	A	M	A
Emisiones de gases de combustión	N	A	M	M	A	A
Consumo de agua del laboratorio	N	A	M	A	A	A
Generación de ruido	N	M	A	A	M	A
Contaminación del agua	A	A	M	A	A	A
Identificación de fugas potenciales de explosión	N	A	A	A	M	A

## C. Aspectos legales

### Regulaciones aplicables al sistema de gestión implementado

- Acuerdo Gubernativo Número 236-2006 de Guatemala –Reglamento de las Descargas y Reuso de Aguas Residuales y de la Disposición de Lodos
- Resolución 6982 de 2011 de ciudad de Bogotá, Colombia – Normas sobre prevención y control de la contaminación por fuentes fijas y protección de calidad del aire.
- Acuerdo Gubernativo No. 28718-S de Costa Rica – Reglamento para el Control de Contaminación por Ruido

### Reglamento de las descargas y reuso de aguas residuales y de la disposición de lodos.

Según el Acuerdo 236-2006, Artículo 28. Límites Máximos Permisibles de Descarga de Aguas Residuales al Alcantarillado Público, se tiene los siguientes límites permisibles y plazos establecidos en el siguiente recuadro:

Tabla No. 35

Límites máximos permisibles de descarga de aguas residuales a cuerpos receptores

Parámetros	Dimensionales	Valores iniciales	Fecha máxima de cumplimiento			
			Dos de mayo de dos mil once	Dos de mayo de dos mil quince	Dos de mayo de dos mil veinte	Dos de mayo de dos mil veinticuatro
			Etapa			
			Uno	Dos	Tres	Cuatro
Temperatura	Grados Celsius	TCR +/- 7	TCR +/- 7	TCR +/- 7	TCR +/- 7	TCR +/- 7
Grasas y aceites	Miligramos por litro	1500	100	50	25	10
Materia flotante	Ausencia/presencia	Presente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
Sólidos suspendidos	Miligramos por litro	3500	600	400	150	100
Nitrógeno total	Miligramos por litro	1400	100	50	25	20
Fósforo total	Miligramos por litro	700	75	30	15	10
Potencial de hidrógeno	Unidades de potencial de hidrógeno	6 a 9	6 a 9	6 a 9	6 a 9	6 a 9
Coliformes fecales	Número más probable en cien mililitros	$< 1 \times 10^8$	$< 1 \times 10^6$	$< 1 \times 10^5$	$< 1 \times 10^4$	$< 1 \times 10^4$
Arsénico	Miligramos por litro	1	0.5	0.1	0.1	0.1
Cadmio	Miligramos por litro	1	0.4	0.1	0.1	0.1
Cianuro total	Miligramos por litro	6	3	1	1	1
Cobre	Miligramos por litro	4	4	3	3	3
Cromo hexavalente	Miligramos por litro	1	0.5	0.1	0.1	0.1
Mercurio	Miligramos por litro	0.1	0.1	0.02	0.02	0.01
Níquel	Miligramos por litro	6	4	2	2	2
Plomo	Miligramos por litro	4	1	0.4	0.4	0.4
Zinc	Miligramos por litro	10	10	10	10	10
Color	Unidades platino cobalto	1500	1300	1000	750	500

En el caso del agua residual que se genera en el Laboratorio de Operaciones Unitarias se debe registrar de los parámetros corregidos para el año 2012.

### Prevención y control de la contaminación atmosférica por fuentes fijas y protección de la calidad del aire

Resolución 6982 del 2011 de la ciudad de Bogotá, Colombia establece los estándares máximos de emisión admisibles para equipos de combustión externa existentes a condiciones de referencia (25°C y 760 mm Hg), de acuerdo al tipo de combustible,

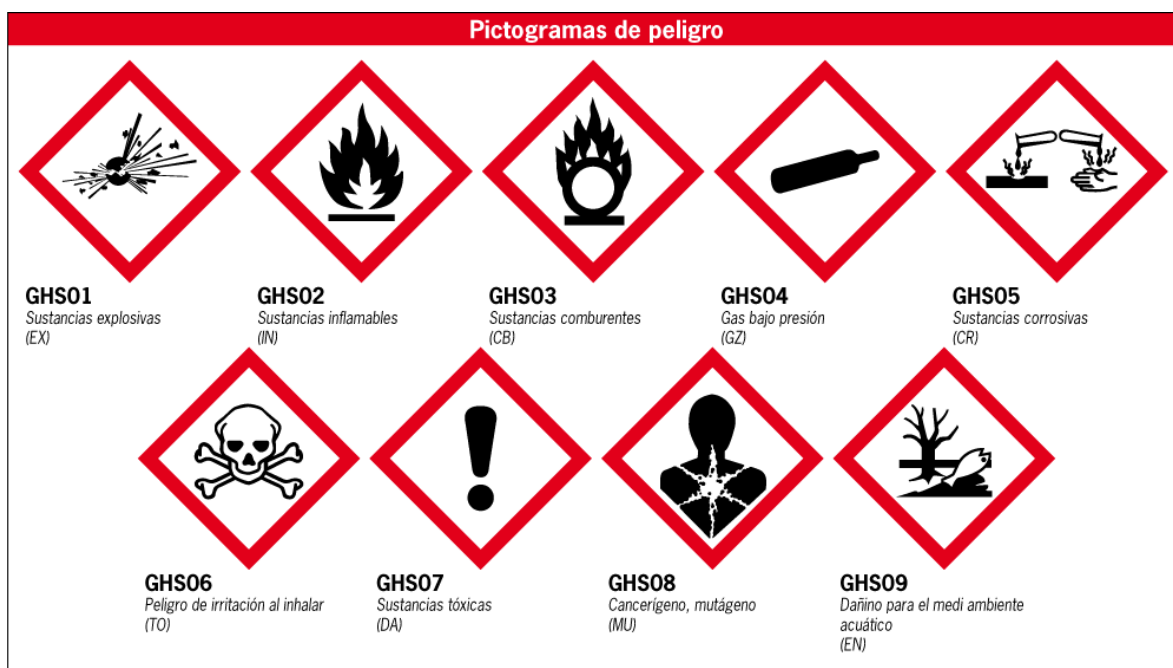
Tabla No. 36

Límites máximos permisibles para emisiones a la atmósfera provenientes de fuentes fijas de combustión externa

Combustibles	Combustibles Sólidos (carbón mineral, carbón vegetal, antracita, hullas, leñas, turbas, fibras vegetales)			Combustibles Líquidos (Diesel, Fuel Oil No. 2 o ACPM, Fuel Oil No 6, crudo o bunker)			Combustibles Gaseosos		
	2011	2015	2020	2011	2015	2020	2011	2015	2020
Contaminante									
Material Particulado (MP) (mg/m <sup>3</sup> )	100	75	50	100	75	50	100*	75*	50*
Óxidos de Azufre (SO <sub>2</sub> ) (mg/m <sup>3</sup> )	400	350	300	400	350	300	NO APLICA		
Óxidos de Nitrógeno (NO <sub>x</sub> ) (mg/m <sup>3</sup> )	250	220	200	250	220	200	300	250	200

### D. Pictogramas según GHS

Figura No. 3: Pictogramas de peligro según GHS



## E. Diagramas de Muestreo

Diagrama No. 22

Puntos de muestreo de distribución de recipientes de reciclaje en Laboratorio de Operaciones Unitarias (Área inferior)



Diagrama No. 23

Puntos de muestreo de distribución de recipientes de reciclaje en Laboratorio de Operaciones Unitarias (Área superior)

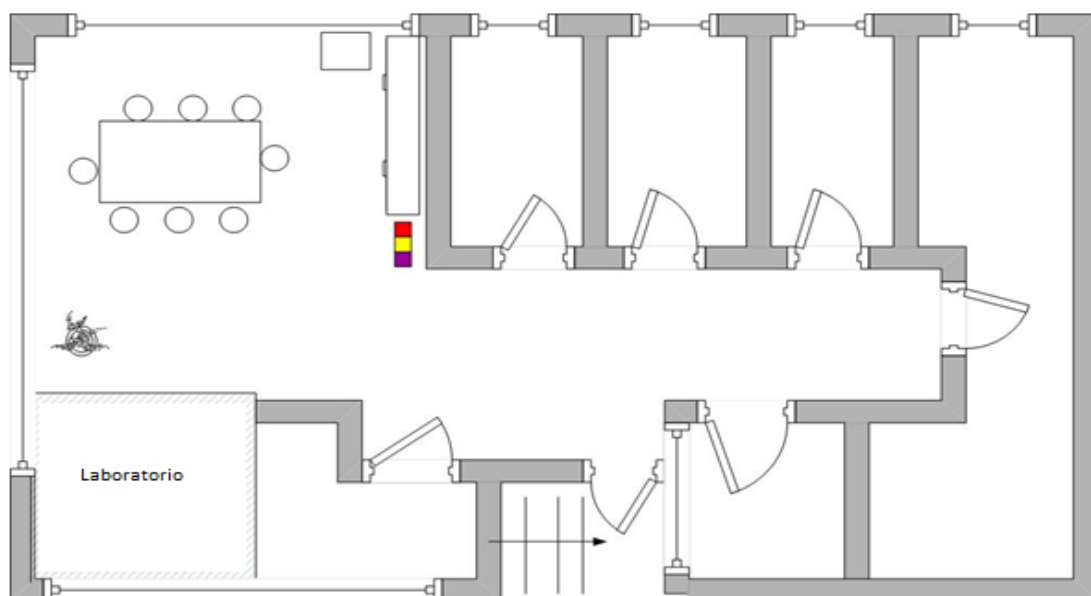


Tabla No. 37

Identificación de recipientes de reciclaje según colores

Tipo de basura	Color de recipiente
Envases PET	Rojo
Aluminio	Amarillo
Papel/Cartón	Azul
Vidrio	Verde
Orgánico	Naranja
No clasificado	Morado

Diagrama No. 24

Puntos de Muestreo para la captación de generación de ruido




Figura No. 4

Mapa Cartográfico del Laboratorio de Operaciones Unitarias de la Universidad del Valle de Guatemala localizando los puntos de muestreo para medir los decibeles de ruido emitidos



Fuente: Mapa elaborado en programa ARGIS 9.0

## F. Formato de evaluación de equipos

 Universidad del Valle de Guatemala Ingeniería Química	Código AQI-EVAL-PEQ	Fecha de Vigencia 08/03/2023
	Revisión No. 1	Área responsable: Documentación de Implementación Betty Lemus
Realizado por: Betty Lemus Documentación de Implementación	Revisado por: Ing. Andrés Hernández Presidente del Comité	Aprobado por: Ing. Gamaliel Zambrano Alta Gerencia

### FORMATO DE EVALUACIÓN DE EQUIPOS

ÁREA: \_\_\_\_\_

#### 1. DIAGRAMA DE BLOQUES

Elaborar un diagrama de las entradas y salidas que interactúan o pueden interactuar con el ambiente, incluyendo uso de materia prima e insumos, consumo de energía eléctrica, combustibles, y agua.

#### 2. ASPECTOS AMBIENTALES

Todos aquellos elementos que puedan interactuar con el medio ambiente, principalmente aquellos que puedan causar un impacto ambiental.

#### 3. ASPECTOS AMBIENTALES SIGNIFICATIVOS


- ALTA: 3 puntos
- MEDIA: 2 puntos
- BAJA: 1 punto
- NULA: 0 puntos

Aspecto Ambiental	CRITERIOS DE SIGNIFICANCIA					Significancia
	Requisitos Legales	Riesgo Ambiental	Seguridad	Docencia	Frecuencia de Uso	

Revisión Realizada por Presidente del Comité Ing. Andrés Hernández.

Firma: \_\_\_\_\_ Fecha: / /

## G. Formato de registro de control de capacitación

 Universidad del Valle de Guatemala Ingeniería Química	Código 442-F-02	Fecha de Vigencia 20/11/2010
	Revisión No. 01	Área responsable: Documentación de Implementación Betsy Lemus
Realizado por: Betsy Lemus Documentación de Implementación	Revisado por: Ing. Andrés Hernández Presidente del Comité	Aprobado por: Ing. Carmelito Zambrano Alta Gerencia

### Formato de Registro de Control de Capacitación

Nombre de la Capacitación:

Breve descripción de la capacitación a realizar:

Institución que dará la capacitación:

1.

Nombre(s) de la(s) persona(s) que dará(n) la Capacitación:

1.

2.

3.

Listado de las personas a Capacitar:

1.

2.

3.

4.

5.

6.

7.


8.

9.

10.

FIRMA DEL PRESIDENTE DEL COMITÉ  
Ing. Andrés Hernández Gutiérrez

## H. Formato de programación de auditorías

 Universidad del Valle de Guatemala Ingeniería Química <small>UNIVERSIDAD</small>	Código 4554F-03	Fecha de Vigencia 30/11/2010
	Revisión No.	Área responsable: Documentación de Implementación Betsy Lemus
Realizado por: Betsy Lemus Documentación de Implementación	Revisado por: Ing. Andrea Hernández Presidente del Comité	Aprobado por: Ing. Carmelita Zambrano Alta Gerencia

### Formato de Programación de Auditorías Internas

<b>Fecha programada:</b>	Guatemala, XX de mes de XXXX
<b>Áreas:</b>	
<b>Actividades:</b>	
<b>Motivo:</b>	
<b>Requisitos:</b> Norma ISO-14001 Manual del SGA	
<b>Equipo auditor propuesto:</b>	