



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

**DESARROLLO DE UN PROGRAMA AMBIENTAL EN LOS TALLERES DE PROCESOS DE
MANUFACTURA, METAL MECÁNICA, REFRIGERACIÓN Y AIRE ACONDICIONADO Y MECÁNICA
AUTOMOTRIZ DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO UNIVERSITARIO GUATEMALA SUR, ITUGS**

Fany Yuen Fan Chow Kwan

Asesorado por la Inga. Elia Melina Monroy García

Guatemala, marzo de 2014

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DESARROLLO DE UN PROGRAMA AMBIENTAL EN LOS TALLERES DE PROCESOS DE
MANUFACTURA, METAL MECÁNICA, REFRIGERACIÓN Y AIRE ACONDICIONADO Y MECÁNICA
AUTOMOTRIZ DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO UNIVERSITARIO GUATEMALA SUR, ITUGS**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

FANY YUEN FAN CHOW KWAN

ASESORADO POR LA INGA. ELIA MELINA MONROY GARCÍA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERA QUÍMICA

GUATEMALA, MARZO DE 2014

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Walter Rafael Véliz Muñoz
VOCAL V	Br. Sergio Alejandro Donis Soto
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Julio Ismael González Podszueck
EXAMINADOR	Ing. Williams Guillermo Álvarez Mejía
EXAMINADOR	Ing. Rodolfo Francisco Espinoza Smith
EXAMINADOR	Ing. Otto Raúl De León De Paz
SECRETARIO	Ing. Francisco Javier González López

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

DESARROLLO DE UN PROGRAMA AMBIENTAL EN LOS TALLERES DE PROCESOS DE MANUFACTURA, METAL MECÁNICA, REFRIGERACIÓN Y AIRE ACONDICIONADO Y MECÁNICA AUTOMOTRIZ DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO UNIVERSITARIO GUATEMALA SUR, ITUGS

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Química, con fecha marzo de 2013.



Fany Yuen Fàn Chow Kwan

Guatemala, 25 de septiembre de 2013.

Ingeniero
Víctor Manuel Monzón
Director
Escuela de Ingeniería Química


Estimado Ingeniero:

El motivo de la presente es para informarle que he revisado el informe final del trabajo de graduación de la Estudiante Fany Chow Kwan carné 91-12542; titulado "DESARROLLO DE UN PROGRAMA AMBIENTAL EN LOS TALLERES DE PROCESOS DE MANUFACTURA, METAL MECÁNICA, REFRIGERACIÓN Y AIRE ACONDICIONADO Y MECÁNICA AUTOMOTRIZ DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO UNIVERSITARIO GUATEMALA SUR ITUGS".

Habiendo encontrado el informe final del trabajo de graduación satisfactorio, lo remito a su consideración para proceder a la respectiva revisión.

Agradeciendo la atención que se sirva dar a la presente, me suscribo de usted.

Atentamente,


INGENIERA QUIMICA No. 1,281
Inga. Elija Melina Monroy García
Colegiado 1,281
Asesora del trabajo de Graduación



Guatemala, 22 de enero de 2014
Ref. EIQ.TG-IF.002.2014

Ingeniero
Víctor Manuel Monzón Valdez
DIRECTOR
Escuela de Ingeniería Química
Facultad de Ingeniería

Estimado Ingeniero Monzón:

Como consta en el registro de evaluación del informe final EIQ-PRO-REG-007 correlativo **077-2012** le informo que reunidos los Miembros de la Terna nombrada por la Escuela de Ingeniería Química, se practicó la revisión del:

INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADUACIÓN

Solicitado por la estudiante universitaria: **Fany Chow Kwan**

Identificada con número de carné: **91-12542**

Previo a optar al título de **INGENIERA QUÍMICA**.

Siguiendo los procedimientos de revisión interna de la Escuela de Ingeniería Química, los Miembros de la Terna han procedido a **APROBARLO** con el siguiente título:

DESARROLLO DE UN PROGRAMA AMBIENTAL EN LOS TALLERES DE PROCESOS DE MANUFACTURA, METAL MECÁNICA, REFRIGERACIÓN Y AIRE ACONDICIONADO Y MECÁNICA AUTOMOTRIZ DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO UNIVERSITARIO GUATEMALA SUR ITUGS

El Trabajo de Graduación ha sido asesorado por la Ingeniera Química: **Elia Melina Monroy García**.

Habiendo encontrado el referido informe final del trabajo de graduación **SATISFACTORIO**, se autoriza al estudiante, proceder con los trámites requeridos de acuerdo a las normas y procedimientos establecidos por la Facultad para su autorización e impresión.

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

Ing. Jaime Domingo Carranza González
COORDINADOR DE TERNA
Tribunal de Revisión
Trabajo de Graduación



C.c.: archivo



Ref.EIQ.TG.023.2014

El Director de la Escuela de Ingeniería Química de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor y de los Miembros del Tribunal nombrado por la Escuela de Ingeniería Química para revisar el Informe del Trabajo de Graduación de la estudiante, **FANY YUEN FAN CHOW KWAN** titulado: "DESARROLLO DE UN PROGRAMA AMBIENTAL EN LOS TALLERES DE PROCESOS DE MANUFACTURA, METAL MECÁNICA, REFRIGERACIÓN Y AIRE ACONDICIONADO Y MECÁNICA AUTOMOTRIZ DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO UNIVERSITARIO GUATEMALA SUR, ITUGS". Procede a la autorización del mismo, ya que reúne el rigor, la secuencia, la pertinencia y la coherencia metodológica requerida.



Ing. Víctor Manuel Monzón Valdez
DIRECTOR
Escuela de Ingeniería Química


Guatemala, febrero 2014

Cc: Archivo
VMMV/ala



El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Química, al trabajo de graduación titulado: **DESARROLLO DE UN PROGRAMA AMBIENTAL EN LOS TALLERES DE PROCESOS DE MANUFACTURA, METAL MECÁNICA, REFRIGERACIÓN Y AIRE ACONDICIONADO Y MECÁNICA AUTOMOTRÍZ DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO UNIVERSITARIO GUATEMALA SUR, ITUGS**, presentado por la estudiante universitaria **Fany Yuen Fan Chow Kwan**, procede a la autorización para la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.



Ing. Murphy Olimpo Paiz Recinos
DECANO



Guatemala, marzo de 2014

/cc

ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Que me ha acompañado en todo momento y me ha permitido llegar a concluir esta etapa de mi vida.
A mi madre (q.e.p.d.)	Sabia, paciente y amorosa, que con su enseñanza y ejemplo me ayudó a ser la persona que soy.
A mis hijos	Por ser una influencia positiva en mi vida.
A mi hermana	Por su apoyo incondicional.
A usted	Por compartir junto a mi este logro importante.

AGRADECIMIENTOS A:

- Inga. Elia Melina Monroy** Por su valiosa asesoría en la preparación y ejecución de este trabajo.
- Ing. Jorge Mario Muñoz,
Ing. Carlos Cabrera e
Ing. Frernando Paredes** Por su paciencia y conocimientos respecto al Taller de Refrigeración y Aire Acondicionado, Taller de Procesos de Manufactura, Taller de Metal Mecánica.
- Ing. Francisco Gómez** Por su apoyo y colaboración para llevar a cabo esta investigación.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
LISTA DE SÍMBOLOS	VII
GLOSARIO	IX
RESUMEN.....	XV
OBJETIVOS.....	XVII
INTRODUCCIÓN	XIX
1. ANTECEDENTES	1
2. MARCO TEÓRICO.....	5
2.1. Instituto Tecnológico Universitario Guatemala Sur (ITUGS).....	5
2.2. Acreditación de carreras universitarias	5
2.2.1. Agencia Centroamericana de Acreditación de Programas de Arquitectura e Ingeniería (ACAAI)	6
2.2.2. Requisitos de calidad ACAAI	7
2.3. Gestión ambiental.....	8
2.3.1. Legislación ambiental	10
2.3.2. Tratados internacionales para la gestión ambiental....	11
2.3.3. Legislación Nacional para Gestión Ambiental.....	15
2.3.4. Acuerdos de cooperación USAC	17
2.3.5. Normas aplicadas a los indicadores ambientales utilizados.....	17
2.4. Normas ISO 14000	19
2.5. Indicadores ambientales	21
2.6. Buenas prácticas ambientales en talleres.....	23

2.6.1.	Buenas prácticas en la utilización de recursos	23
2.6.1.1.	Suministros	24
2.6.1.2.	Almacenaje	26
2.6.1.3.	Uso	27
2.6.1.4.	Mantenimiento	29
2.6.2.	Buenas prácticas en el manejo de desechos y residuos	30
3.	METODOLOGÍA	33
3.1.	Definición de las variables	33
3.1.1.	Variables independientes	36
3.1.2.	Variable dependiente.....	37
3.2.	Delimitación del campo de estudio	37
3.2.1.	Tipo de estudio	37
3.2.2.	Diseño general	38
3.2.3.	Universo de estudio	40
3.3.	Recursos humanos disponibles.....	42
3.4.	Recursos materiales disponibles.....	43
3.5.	Técnica cuantitativa y cualitativa	44
3.6.	Recolección y ordenamiento de la información	44
3.6.1.	Indicador agua.....	45
3.6.2.	Indicador energía eléctrica	45
3.6.3.	Indicador papel.....	46
3.6.4.	Indicador de residuos y desechos sólidos	46
3.6.5.	Indicador factores ambientales.....	46
3.7.	Tabulación, ordenamiento y procesamiento de información	48
3.8.	Análisis estadístico	49
3.9.	Plan de análisis de los resultados	49

3.9.1. Métodos y modelos de los datos según tipo de variables.....	50
3.9.2. Programas a utilizar para el análisis de datos.....	50
4. RESULTADOS	51
5. INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.....	65
CONCLUSIONES	69
RECOMENDACIONES	71
BIBLIOGRAFÍA	73
APÉNDICES	79
ANEXOS	83

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Estructura y funcionamiento de un Sistema de Gestión Ambiental (SGA)	9
2.	Diagrama de flujo del diseño general	39

TABLAS

I.	Variables involucradas en el estudio	36
II.	Detalle de indicador del consumo de energía eléctrica según equipos en los diferentes talleres	51
III.	Consumo de agua, energía eléctrica, papel, desechos líquidos y sólidos, calidad del aire	53
IV.	Plan de acción y mejora para los talleres, línea de acción: agua y energía eléctrica.....	55
V.	Plan de acción y mejora para los talleres, línea de acción: desechos líquidos	56
VI.	Programa ambiental del agua	57
VII.	Programa ambiental de energía eléctrica	58
VIII.	Programa ambiental calidad del aire	59
IX.	Plan de control y monitoreo.....	61
X.	Riesgos debidos a los rayos nocivos	67

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
COV	Compuestos Orgánicos Volátiles
dB	Decibeles
CO₂	Dióxido de carbono
°C	Grados Celcius
kg	Kilogramos
kWh	Kilovatio por hora
l	Litros
m³	Metros cúbicos
CO	Monóxido de carbono
ppm	Partes por millón
PM₁₀	Partículas menores de 10 microgramos
%	Porcentaje

GLOSARIO

Ambiente	Comprende el conjunto de valores naturales, sociales y culturales existentes en un lugar y en un momento determinados, que influyen en la vida del ser humano y en las generaciones venideras.
Contaminante	Cualquier factor cuya presencia en un determinado ambiente y circunstancia, constituyan o desencadenen contaminación.
Corrosivos	Se denominan en general a aquellas sustancias que son capaces de causar graves lesiones en los tejidos vivos (humanos) y de atacar a otras sustancias (metales o maderas).
COV	Compuestos Orgánicos Volátiles, a veces llamados VOC (por sus siglas en inglés), son aquellos que se convierten fácilmente en vapores o gases.
Decibelímetro	Es un instrumento que permite medir el nivel de presión acústica, expresado en dB. Está diseñado para responder al sonido casi de la misma forma que el oído humano y

proporcionar mediciones objetivas y reproducibles del nivel de presión acústica.

Desechos

Toda materia considerada sobra o resto inservible que queda de algo después de haberlo consumido o trabajado.

Ecoeficiencia

Concepto de crear más bienes y servicios utilizando menos recursos y creando menos basura.

EIA

Estudio de Impacto Ambiental es un instrumento técnico-legal de carácter predictivo que sirve para identificar, comprender, conocer y gestionar los impactos ambientales del proyecto a realizar.

Gestión Ambiental

Estrategia con el fin de lograr una adecuada calidad de vida, previniendo o mitigando los problemas ambientales.

Gestión de Residuos

Es la recolección, transporte, procesamiento, tratamiento, reciclaje o disposición de material de desecho, generalmente producida por la actividad humana, en un esfuerzo por reducir los efectos perjudiciales ocasionados al ambiente y en recuperar los recursos del mismo.

Higrómetro	Instrumento que se utiliza para medir el grado de humedad del aire, u otro gas.
Impacto ambiental	Efecto que produce una determinada acción humana sobre el ambiente en sus distintos aspectos.
Indicadores ambientales	Cualquier parámetro medible del ambiente natural que informe del estado de dicho ambiente o de aspectos relacionados con él.
Luxómetro	Es un instrumento de medición que permite medir simple y rápidamente la iluminancia real y no subjetiva de un ambiente. La unidad de medida es lux.
Materiales tóxicos	Todos aquellos elementos o sustancias que resultan nocivos y dañinos para algún tipo de ser vivo.
Normas ISO 14000	La Norma ISO 14000 es una norma internacionalmente aceptada que expresa cómo establecer un Sistema de Gestión Ambiental (SGA) efectivo.

Producción más Limpia

Es la aplicación continua de una estrategia ambiental preventiva e integrada a procesos, productos y servicios para incrementar la eficiencia en general, y reduce los riesgos para los seres humanos y el ambiente.

PGA

Programa de Gestión Ambiental. Es un programa que coordina las actividades relacionadas con el medio ambiente, asistiendo en la implementación de políticas medioambientales adecuadas así como a fomentar el desarrollo sostenible.

Plan de Gestión Ambiental

Documento que ayuda a las organizaciones a saber qué pautas deben llevar a cabo para conseguir un desarrollo sostenible de su actividad y mitigar sus impactos negativos sobre el medio natural. El plan engloba los procedimientos y acciones que debe cumplir la organización y brinda las herramientas necesarias para realizar su actividad garantizando el logro de sus objetivos ambientales.

SGA

Sistema de Gestión Ambiental, este incluye la estructura organizativa, las actividades de planificación, las responsabilidades, las prácticas, los procedimientos, los procesos y los recursos para desarrollar, implantar,

realizar, revisar y mantener la política ambiental.

Toxicidad

Es una medida usada para medir el grado tóxico o venenoso de algunos elementos. El estudio de los venenos se conoce como toxicología.

RESUMEN

Este trabajo de graduación consiste en el desarrollo de un programa ambiental en los talleres del Instituto Tecnológico Universitario Guatemala Sur (ITUGS), ubicado en el kilómetro 45 antigua carretera Palín-Escuintla. Se realizará una evaluación preliminar para determinar el potencial de mejora ambiental.

Se evaluará el consumo de recursos en cada uno de los talleres y el manejo de desechos y ver de esta forma el impacto ambiental que genera cada uno de los talleres y las prácticas realizadas en éstos.

De acuerdo con la información que se obtenga, se establecerán las acciones preventivas y correctivas necesarias para mitigar posibles impactos adversos que se generan con el desarrollo de un programa ambiental, a través de un plan de control y monitoreo, así como capacitar y concientizar a los futuros profesionales sobre las buenas prácticas ambientales.

OBJETIVOS

General

Desarrollar un programa ambiental en los Talleres de Procesos de Manufactura, Metal Mecánica, Refrigeración y Aire Acondicionado y Mecánica Automotriz del Instituto Tecnológico Universitario Guatemala Sur.

Específicos

1. Establecer el consumo de recursos en los Talleres de Procesos de Manufactura, Metal Mecánica, Refrigeración y Aire Acondicionado y Mecánica Automotriz.
2. Evaluar los efectos ambientales que generan las prácticas de los Talleres y la capacidad de mejora ambiental.
3. Establecer un plan de acción y monitoreo dentro de los Talleres como parte del programa ambiental.
4. Apoyar en la formación y concientización de los estudiantes en el tema de las buenas prácticas ambientales.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de graduación desarrolla las oportunidades del Instituto Tecnológico Universitario Guatemala Sur para reducir el impacto ambiental adverso que puedan generar las prácticas de los Talleres de Procesos de Manufactura, Metal Mecánica, Refrigeración y Aire Acondicionado y Mecánica Automotriz en el área en donde está ubicado, para ayudar de esta forma a conservar y proteger los recursos naturales de la zona.

La principal característica de las prácticas que los estudiantes realizan en los talleres es la generación de desechos sólidos y líquidos, residuos químicos y el consumo de agua, energía, así como la posible contaminación del ambiente con tóxicos, lo cual despierta el interés en el ámbito profesional como ingeniero químico de implementar los conocimientos obtenidos a lo largo de la carrera para desarrollar un programa ambiental en dichos talleres y de esta manera capacitar y concientizar a los estudiantes para que puedan aplicar estas herramientas en el futuro en las empresas en donde presten sus servicios profesionales.

La metodología empleada es de tipo descriptivo con un diseño cualitativo/cuantitativo no experimental. Para la implementación de dicha metodología el análisis para el desarrollo del programa ambiental en los talleres se divide en tres fases:

- Primera: cuantificar el consumo de recursos en el taller tales como agua, energía, papel.

- Segunda: de los recursos que se consume, cuantificar los desechos líquidos y sólidos generados, temperatura y contaminación auditiva.
- Tercera: desarrollar un plan de acción y monitoreo que permita controlar, reducir o eliminar cualquier tipo de contaminación que se esté generando de acuerdo a leyes nacionales e internacionales que se deban aplicar.

1. ANTECEDENTES

Debido a la evolución de patrones de consumo de los últimos años producto de las externalidades asociadas a la industrialización, la problemática ambiental ha incrementado y muchos países han implementado sus propias normas ambientales, se han aplicado técnicas que promueven la ecoeficiencia de bienes y servicios para tener una producción sostenible a largo plazo a través de una producción más limpia. Estas prácticas están dirigidas principalmente a la conservación de materias primas y energía, a la eliminación de materiales tóxicos, reducción de la toxicidad de las emisiones y desperdicios antes que estos se dispongan al ambiente.

Existen normas ambientales internacionales creadas por la Organización Internacional para la Estandarización ISO, conocidas como ISO 14000. En la actualidad gobiernos, industrias, universidades y varias organizaciones han adoptado estas normas a sus programas para eliminar o mitigar la contaminación ambiental.

El concepto de Producción más Limpia fue introducido por la Oficina de Industria y Medio Ambiente del Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) en 1989 como estrategia integrada para el avance de las industrias hacia un desarrollo sostenible.

En Guatemala se creó el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales en el 2000, como el organismo encargado de regir la gestión ambiental en el país. El MARN en conjunto con el Ministerio de Educación son los encargados de

diseñar la Política Nacional de Educación Ambiental (Acuerdo Gubernativo 186 - 2001).

El Tratado de Libre Comercio entre los Estados Unidos de América, Centroamérica y República Dominicana (CAFTA-DR) fue ratificado por Guatemala en el 2005, dicho tratado contiene un capítulo ambiental que deben cumplir los países para permanecer en el tratado.

En el 2009, gracias a la cooperación del gobierno de Taiwán, abre sus puertas el Instituto Tecnológico Universitario Guatemala Sur (ITUGS) con cinco carreras técnicas universitarias, en Palín, Escuintla. Actualmente el Instituto brinda la oportunidad de estudiar carreras técnicas que permitan a los estudiantes continuar su educación universitaria en la Facultad de Ingeniería de la Universidad San Carlos de Guatemala, ya que los primeros dos años son parte del área común de esta facultad, pero la Misión es acreditar el Instituto para implementar una carrera completa.

La Facultad de Ingeniería y el Centro Guatemalteco de Producción más Limpia (CGP+L), firmaron un convenio dentro del marco denominado proyecto universidades, con el fin de desarrollar e implementar actividades encaminadas a la temática de oficina verde y producción mas limpia.

En enero del 2011 el decano de la Facultad de Ingeniería firmó una carta de entendimiento para la segunda fase en la implementación de Sistemas de Gestión Ambiental (SGA) con el programa de la agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID) de excelencia ambiental y laboral conocido como el programa ELE CAFTA-DR.

Para alcanzar esta meta, el Instituto debe cumplir con los mismos estándares de calidad que la Facultad de Ingeniería, la cual actualmente está en el proceso de acreditación por la Agencia Centroamericana de Acreditación (ACAAI), acreditación que le dará la oportunidad a los profesionales egresados de esta facultad de ser reconocidos internacionalmente.

Entre los requisitos o factores que el ACAAI evalúa para la acreditación se encuentra el impacto de la ingeniería sobre la sociedad y el ambiente: comprender el impacto que la Ingeniería tiene sobre las aspiraciones de la sociedad, en los ámbitos ambiental, económico, social, de salud, de seguridad, legal y cultural, de las incertidumbres en la predicción de tales impactos y los conceptos de desarrollo sostenible y la gestión ambiental.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Instituto Tecnológico Universitario Guatemala Sur (ITUGS)

El Instituto Tecnológico Universitario Guatemala Sur surge como una alternativa de educación superior en el sur del país; ubicado en el kilómetro 45 carretera antigua Palín - Escuintla. El ITUGS fue construido gracias a la colaboración del gobierno de Taiwán, en los alrededores de la zona boscosa El Chilar, zona protegida por la comunidad indígena Poqomán, por lo que el Instituto tiene un gran compromiso ambiental con la comunidad para preservar los recursos naturales.

Este centro universitario abrió sus puertas en 2010 con 6 carreras técnicas de 3 años de duración, el primer año equivale a cualquier carrera de ingeniería de la Universidad San Carlos de Guatemala, lo que da la oportunidad de continuar con los estudios para obtener una licenciatura. El objetivo del ITUGS es lograr acreditar el Instituto e implementar carreras a nivel de licenciatura completas.

2.2. Acreditación de carreras universitarias

La acreditación es el proceso de evaluación basado en estándares y criterios de calidad previamente establecidos que es llevado a cabo por un organismo externo y que procura garantizar la calidad de una carrera o programa educativo. La acreditación se basa en un proceso evaluativo conformado por varias fases e incluso por distintas evaluaciones

independientes, pero relacionadas, que se aplica a las instituciones como un todo o a sus programas, carrera o servicios.

El propósito de los procesos de acreditación en aquellas carreras y programas universitarios que cumplan con los requisitos de y con ello mejorar la calidad de las carreras que ofrecen las instituciones universitarias y garantizar públicamente la calidad de estos.

2.2.1. Agencia Centroamericana de Acreditación de Programas de Arquitectura e Ingeniería (ACAAI)

La agencia acreditadora ACAAI, es un organismo regional sin ánimo de lucro, constituido por los sectores académicos, público y privado, profesional, gubernamental y empleador de la Región con sede en la ciudad del Saber, Panamá; para conceder la acreditación de los Programas de Ingeniería y sus distintas especialidades de las instituciones de educación superior que funcionen en cada país o en la región.

ACAAI es un Organismo Regional Centroamericano (la única agencia a nivel regional del mundo) es auto regulable y totalmente independiente. Está constituida por el sector académico (universidades públicas y privadas), sector profesional de arquitectos e ingenieros; y a partir del día de hoy los diseñadores; el sector gubernamental, las organizaciones de ciencia, tecnología y educación. Su misión es acreditar programas académicos de arquitectura e ingeniería de América Central, para contribuir al aseguramiento de la calidad, la mejora continua y la pertinencia, coadyuvando así a la integración regional.

Los procesos de acreditación de la calidad de carreras generan múltiples beneficios en los siguientes ámbitos.

- Por la función social que cumplen las universidades, para la región es fundamental que estas instituciones de educación superior se comprometan con la calidad, con el mejoramiento continuo y la superación permanente, adhiriéndose a los principios que rigen al órgano oficial de acreditación.
- La acreditación promueve la búsqueda de la excelencia académica.
- La revisión interna que realizan las carreras que aspiran a obtener la acreditación les permite crecer y desarrollarse acorde con sus características.
- Los beneficios que obtienen las carreras con la acreditación trasciende al resto de la universidad pues se generan transformaciones institucionales abocadas al mejoramiento continuo, lo que a la vez fortalece a toda la Educación Superior en Centroamérica.

2.2.2. Requisitos de calidad ACAAI

Los requisitos de calidad son condiciones o umbrales mínimos de calidad que deben cumplir los componentes y categorías de análisis, en referencia a las pautas indicadas para mostrar la calidad de acreditable de un programa de arquitectura o ingeniería.

El sistema ha sido consensuado a través de reuniones de trabajo de comisiones técnicas y sesiones del Consejo de Acreditación, en las que se han desarrollado categorías, componentes, pautas y estándares, con cualidades de suficiencia y equidad, pero que a la vez sean pertinentes y congruentes con las realidades particulares de cada uno de los países de la región en consistencia

con la visión de ACAAI de ser la agencia líder en América Central en la acreditación de los programas de ingeniería y arquitectura, con proyección, prestigio y reconocimiento a nivel internacional.

Entre los requisitos de calidad que ACAAI ha especificado para las carreras de ingeniería se encuentran los siguientes:

- Responsabilidad profesional: comprender los roles y responsabilidades de un profesional de la ingeniería en la sociedad, especialmente el rol primario de proteger a la población y el interés público.
- Impacto de la ingeniería sobre la sociedad y el ambiente: comprender el impacto que la ingeniería tiene sobre las aspiraciones de la sociedad, en los ámbitos ambiental, económico, social, de salud, de seguridad, legal y cultural, de las incertidumbres en la predicción de tales impactos y los conceptos de desarrollo sostenible y la gestión ambiental.

2.3. Gestión ambiental

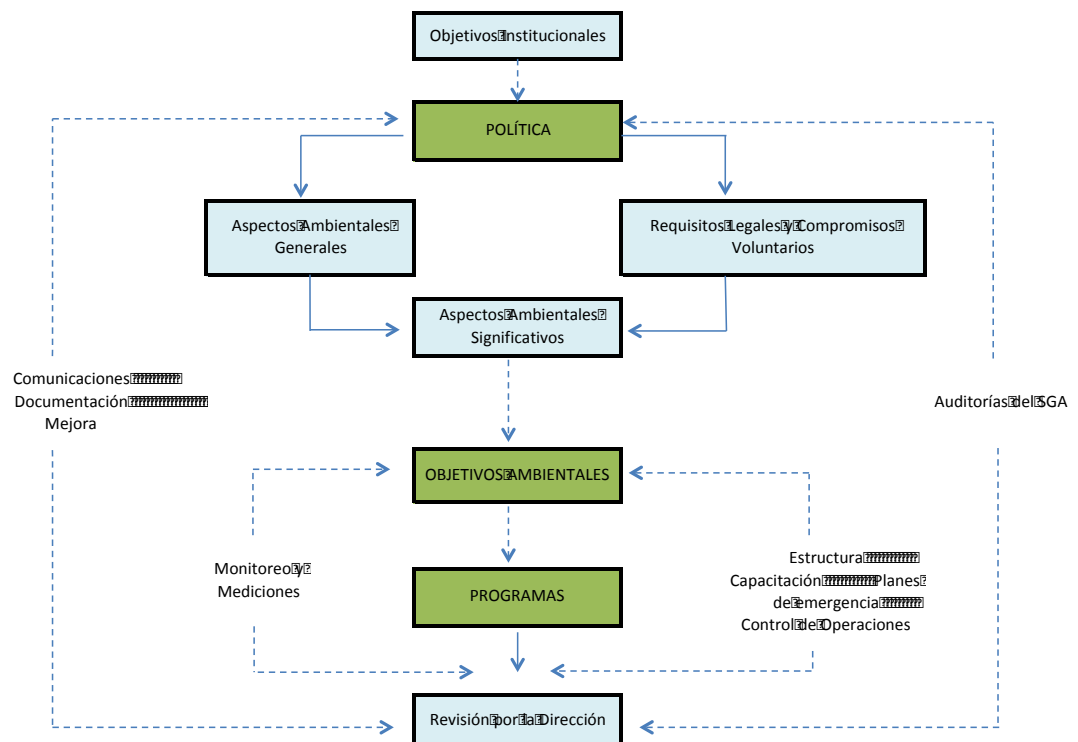
El conjunto de acciones emprendidas por la sociedad, o parte de ella, con el fin de proteger el ambiente. Sus propósitos están dirigidos a modificar una situación actual a otra deseada, de conformidad a la percepción que sobre ella tengan los actores involucrados.

La gestión ambiental es un proceso permanente y de aproximaciones sucesivas, en el cual diversos actores públicos y privados y de la sociedad civil desarrollan un conjunto de esfuerzos específicos con el propósito de restaurar, preservar y utilizar de manera sostenible el ambiente. La gestión ambiental

integra a todos los miembros de una organización en la tarea de alcanzar los objetivos y dicho esfuerzo está regido por la alta dirección.

Un sistema de gestión ambiental debe incluir las siguientes actividades:

Figura 1. **Estructura y funcionamiento de un Sistema de Gestión Ambiental (SGA)**



Fuente: elaboración propia.

- Gestión ambiental integral: identifica, evalúa, previene, minimiza, corrige, mitiga o compensa los impactos ambientales negativos y potencia los positivos. Así mismo, identifica e informa a las autoridades competentes los impactos generados desde el entorno hacia la empresa.

- Mejoramiento continuo: implementa y mantiene el Sistema de Gestión Ambiental, con el cual evalúa y mejora de acuerdo con sus posibilidades tecnológicas y económicas.
- Cumplimiento legal y compromisos: más allá del cumplimiento de la normatividad ambiental vigente y aplicable deben asumirse de manera voluntaria compromisos para contribuir al desarrollo sostenible.
- Educación ambiental: promover programas de sensibilización y formación ambiental entre la población (dirigentes, estudiantes, trabajadores) y comunidades que permitan la difusión de las políticas y del Sistema de Gestión Ambiental (SGA), así como fomentar las actitudes orientadas al mejoramiento continuo.
- Participación en iniciativas globales: vincular y adquirir compromisos para contribuir al desarrollo sostenible a nivel mundial.

2.3.1. Legislación ambiental

La legislación ambiental consiste en un sistema jurídico que norma las actividades del humano en su interacción con el ambiente natural, social y construido. Tiene como propósito aprovechar, mejorar, conservar, proteger, restaurar los ecosistemas en todo el planeta.

A finales de 1960 Naciones Unidas convocó a la conferencia de Naciones Unidas sobre medio humano, a realizarse en Estocolmo, Suecia en 1972. Como resultado de esa conferencia se crea el Programa de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente (PNUMA).

Hoy en día, existen más de 300 convenios multilaterales que contemplan directa o indirectamente la protección del medio ambiente y de sus componentes. Desde el fin de los años 1980, paralelamente a la cooperación desarrollada a nivel universal, la cooperación entre los países mesoamericanos se ha intensificado, generando una serie de acuerdos regionales en materia ambiental cuya implementación está coordinada por la Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo (CCAD).

2.3.2. Tratados internacionales para la gestión ambiental

El programa 21 es un acuerdo de las Naciones Unidas (ONU) para promover el desarrollo sostenible aprobado en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (CNUMAD), que se reunió en Río de Janeiro del 3 al 14 de junio de 1992. Este acuerdo se firmó junto con la Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo y la Declaración de Principios Relativos a los Bosques. El Programa es un plan detallado de acciones que deben ser acometidas a nivel mundial, nacional y local, por entidades de la ONU, los gobiernos de sus estados miembros y por grupos principales particulares en todas las áreas en las que ocurren impactos humanos sobre el medio ambiente.

El programa 21 ha tenido un estrecho seguimiento a partir del cual se han desarrollado ajustes y revisiones la más reciente, la Cumbre de Johannesburgo, reunida en esta ciudad de Sudáfrica del 26 de agosto al 4 de septiembre de 2002.

En 2007, en Guatemala estaban vigentes 75 tratados internacionales en materia ambiental; instrumentos que han apoyado el desarrollo de la agenda ambiental del país.

- Año e Instrumento ratificado
 - 1979 Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES).
 - 1988 Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas (convenio de Ramsar), convenio de Viena para la protección de la capa de ozono.
 - 1992 Convenio Centroamericano de Biodiversidad, Convenio Centroamericano de Bosques.
 - 1994 Alianza para el Desarrollo Humano Sostenible (ALIDES).
 - 1995 Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB), Convenio de Basilea sobre el Control de los Movimientos Transfronterizos de los Desechos Peligrosos y su Eliminación, Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), Convención Regional sobre Cambios Climáticos.
 - 1999 Protocolo de Kioto, Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación y Sequía (CNULD).
 - 2000 Declaración del Milenio.
 - 2001 Enmiendas al Protocolo de Montreal relativas a las Sustancias Agotadoras de la Capa de Ozono.

- 2002 Declaración sobre Desarrollo Sostenible, Johannesburgo.
- 2004 Protocolo de Cartagena sobre Seguridad de la Biotecnología del CDB.
- 2005 Convenio de Cooperación para la Protección y el Desarrollo Sostenible de las Zonas Marinas y Costeras del Pacífico Noreste en Centroamérica, Convención Internacional para la Regulación de la Caza de la Ballena, Reglamento y Protocolo, Plan Ambiental de la Región Centroamericana 2005-2010, Tratado Internacional sobre los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura Declaración de París sobre Eficacia de Ayuda al Desarrollo.
- 2006 Comisión ballenera internacional Tratado de Libre Comercio entre República Dominicana, Centroamérica y Estados Unidos de América (DR-CAFTA); Normativo de Reglas de Origen y Procedimientos de Origen en el marco del DR-CAFTA; Normativo para la Presentación, Recepción y Consideración de las Comunicaciones a que se refiere el artículo 17.6.1 del capítulo ambiental del DR-CAFTA; Tratado de Budapest sobre el Reconocimiento Internacional del Depósito de Microorganismos a los Fines del Procedimiento en Materia de Patentes para la Aplicación del DR-CAFTA.
- 2007 Acuerdo entre los Gobiernos de Costa Rica, República Dominicana, El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua y Estados Unidos de América sobre Cooperación Ambiental, Convenio para el Establecimiento de la Zona de Turismo

Sustentable del Caribe; Convenio de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes (COP); Conferencia de Oslo sobre Responsabilidad Social y Ambiental.

En los últimos años, los espacios de influencia en las políticas ambientales han estado definidos por los acuerdos comerciales y espacios políticos relacionados (por ejemplo Tratado de Libre Comercio la entre la República Dominicana, Centroamérica y Estados Unidos de América (DR-CAFTA), Proyecto Mesoamérica -antes Plan Puebla Panamá-, Agenda para la Competitividad de Centroamérica en Materia Ambiental), a los que se deben sumar los movimientos ciudadanos de rechazo de actividades mineras y petroleras y restitución de tierras y beneficios sociales.

Los líderes mundiales firmaron el Plan de Implementación de Johannesburgo (JPIO) en la Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sustentable (2002). El capítulo 3 del plan está dedicado a la modificación de los patrones insustentables de consumo y producción y declara que para lograr el desarrollo sustentable a nivel mundial es indispensable introducir cambios fundamentales en la forma en que producen y consumen las sociedades.

Todos los países deben promover modalidades sustentables de consumo y producción. Esta cumbre estableció como uno de los objetivos del plan de acción la necesidad de modificar las prácticas no sustentables de producción y consumo, incrementando entre otras cosas las inversiones en programas de producción más limpia y ecoeficiencia, a través de centros de Producción más Limpia.

Por su parte, los países de la región manifestaron en la iniciativa latinoamericana para el desarrollo sustentable (2002), presentada en la JPIO, la

necesidad de incorporar conceptos de producción limpia en las industrias, crear centros nacionales de producción limpia y trabajar en pos de un consumo sustentable. Esto establece el marco a nivel internacional para definir políticas nacionales y desarrollar planes de acción en producción limpia.

Todo lo anterior, establece un marco amplio a nivel regional e internacional para la definición de políticas y planes de acción en producción más limpia. Lo cual se reflejó en el planteamiento estratégico del Programa Ambiental Regional para Centroamérica (PARCA), donde la Producción más Limpia representa una de las áreas estratégicas de la línea temática de prevención y control de la contaminación.

2.3.3. Legislación Nacional para Gestión Ambiental

La emisión de leyes ambientales en Guatemala ha sido un reflejo de la participación de diversos sectores a través de la historia política del país. Antes de los años ochenta había solo 21 normas, mientras que entre 1980 y 1990 se generaron 69 (IARNA/URL, 2006). Algunas de las normas emitidas durante los años ochenta fueron impulsadas por las convenciones y comisiones internacionales de carácter ambiental, y constituyen la base del marco legal ambiental en Guatemala porque entre ellas se encuentran leyes de la más alta jerarquía que a su vez fueron la base para la creación de instituciones rectoras de algunos elementos del ambiente y los bienes naturales.

A partir del Decreto-Ley 68-86 del Congreso de la República de Guatemala, se creó la Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA) que luego se elevó ministerio según el Decreto 90-2000.

La Constitución de 1985 sienta las bases jurídicas que determinan la estructura del estado y las normas que lo rigen, siendo el fundamento del marco político y legal ambiental.

El Decreto 68-86 regula la protección y mejoramiento del medio ambiente, así como el mantenimiento del equilibrio ecológico para mejorar la calidad de vida de los habitantes del país, sentando las bases del resto de la normativa ambiental y de los elementos de política derivados de la misma. Los objetivos específicos de esta ley abarcan la protección, conservación y mejoramiento de los bienes naturales del país, la prevención, regulación y control de las causas que originan el deterioro, la contaminación y mal uso de los sistemas ecológicos, y la restauración del medio ambiente.

Además, esta ley busca orientar los sistemas educativos, ambientales y culturales hacia la formación de recursos humanos calificados en ciencias ambientales y la educación a todos los niveles para formar una conciencia ecológica en toda la población. Plantea el diseño de la política ambiental y la creación de incentivos y estímulos para fomentar programas e iniciativas que se encaminen a la protección, mejoramiento y restauración del medio ambiente.

En el 2008 el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN) considera importante contar con un instrumento de política pública que oriente las acciones de las instituciones del estado y de los diferentes sectores de la sociedad en la temática y considera trascendental impulsar la Política Nacional de Producción más Limpia, la cual se concretiza con la sanción del acuerdo gubernativo 258-210, en septiembre de este año. Esto se logró gracias al apoyo del Centro Guatemalteco de Producción más Limpia y el financiamiento de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID) a través de la Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo (CCAD).

La importancia de esta política para el país radica en que es un instrumento importante para la política ambiental, con la aplicación continua de una estrategia ambiental preventiva integrada a los procesos, productos y servicios, para aumentar la eficiencia global y reducir los riesgos para los seres humanos y el deterioro ambiental, garantizando la calidad de vida a las generaciones presentes y futuras. Considerando la arista fundamental de la eficiencia energética en cada etapa de la transformación de los bienes y servicios ambientales.

2.3.4. Acuerdos de cooperación USAC

La Universidad San Carlos de Guatemala no ha quedado al margen de los tratados para la gestión ambiental y con el objetivo de formar profesionales comprometidos con el medio ambiente, ha firmado acuerdos que permitan cumplir con los compromisos ambientales asumidos.

En el 2009 la Facultad de Ingeniería firmó un compromiso con el Programa de la Agencia de los Estados Unidos para el desarrollo internacional (USAID) de Excelencia Ambiental y Laboral para CAFTA-DR.

2.3.5. Normas aplicadas a los indicadores ambientales utilizados

Actualmente en Guatemala no hay normas para regular los factores ambientales tanto de confort como de calidad de aire, por lo que se utilizaron normas internacionales, algunas de ellas aunque no sean legalmente vinculantes, como las publicadas por la Sociedad Americana de Ingenieros de Calefacción, Refrigeración y Acondicionamiento del Aire (American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers, ASHRAE). Se formularon

para ayudar a los profesionales del acondicionamiento del aire en el diseño de sus instalaciones.

Las normas utilizadas son las siguientes:

- Norma Oficial Mexicana NOM-025-SSA1-1193, esta norma establece la calidad del aire en el ambiente para la concentración de partículas menores de 10 micrones, PM10. La norma establece como límite aceptable una concentración ≤ 120 microgramos/ m³.
- La administración de salud y seguridad ocupacional OSHA por sus siglas en inglés, estableció que el límite de exposición permisible (PEL o OSHA PEL) para el monóxido de carbono CO es ≤ 120 ppm.
- La norma ASHRAE ESTÁNDAR 62-1989, establece que el límite aceptable para el dióxido de carbono CO₂ es ≤ 1000 partes por millón.
- Para los compuestos orgánicos volátiles (COV) se utilizó la norma NORMA 1910.1000 (OSHA) Y ACGIH (1989-1990), la cual establece como límite aceptable $\leq 1\ 000$ partes por millón.
- La norma ANSI/ASHRAE 62.12004 establece que el rango estándar de valores del parámetro de humedad relativa recomendado para recintos cerrados, se debe encontrar entre 30 a 65 por ciento.
- Para la temperatura de confort para recintos cerrados, la Norma ASHRAE 1991 establece que debe estar entre 20 y 24 grados Celcius.

- En cuanto a las condiciones de iluminación en los centros de trabajo la Norma Oficial Mexicana NOM-025-STPS-2005, establece la distinción moderada de detalles, niveles mínimos de iluminación es de 300 lux.
- Para el ruido la Legislación colombiana resoluciones 8321 y 1792, expedidas por Ministerio de Salud y los Ministerios de Trabajo y Seguridad Social, establece valores límites permisibles para el ruido continuo por 3 horas el valor máximo es de 97dB.

2.4. Normas ISO 14000

Las normas ISO 14000 constituyen normas internacionales de Gestión Ambiental voluntarias, cuyo propósito es normalizar los Sistemas de Gestión Ambiental (SGA) y auditorias ambientales de las empresas o instituciones. Las herramientas para lograr hacer eficientes estos sistemas y su administración se concentran fundamentalmente en considerar los problemas en la fuente más que tratar de controlar sus síntomas de igual manera. Además, proveen a las empresas una serie de herramientas para ayudarlas a responder a los problemas ambientales en una forma consistente y sistemática, y están diseñadas para complementar los enfoques regulatorios de los gobiernos (Quirós 1996).

Las normas de la serie ISO 14000 son de dos tipos:

- Normas sobre sistemas de administración.
- Normas relacionadas con los productos.

Las orientadas hacia la organización brindan una guía para establecer, mantener y evaluar un SGA. Se han elaborado 2 tipos de herramientas para la

evaluación y revisión de las actividades y el desempeño ambiental: las Normas de Auditorías y de Evaluación de Desempeño Ambiental (EDA) (permitirá monitorear distintos aspectos del desempeño ambiental y es sólo para uso interno de planificación en las empresas).

Las orientadas hacia el producto tratan de determinar los impactos ambientales de los productos y servicios en sus ciclos de vida y las etiquetas y declaraciones ambientales.

Las normas de etiquetado tienen como objetivo desarrollar métodos, criterios y vocabularios comunes para el etiquetado ambiental para guiar y coordinar programas de etiquetado.

Las normas sobre análisis del ciclo de vida incluyen una serie de procedimientos para compilar y examinar los ingresos y egresos de materiales y energía y efectos ambientales asociados atribuibles directamente al funcionamiento de un producto o servicio en todo su ciclo de vida.

De igual manera cabe mencionar que las normas pueden ser también de dos clases: especificaciones y guías.

Las especificaciones son descritas como normativas y contienen los requerimientos frente a los cuales pueden ser evaluadas las organizaciones y los productos.

Las normas de clase guía son descritas como informativas y proveen metodologías aceptadas internacionalmente, fomentando así la utilización de enfoques consistentes entre las organizaciones. Toda la serie de Normas ISO 14000, excepto la ISO 14001 son normas guías; o sea que son descriptivas.

Las organizaciones no certifican por la serie de Normas ISO 14000, sino que pueden certificar solamente de acuerdo a la Norma ISO 14001.

Solamente una de las normas proporciona la información para una certificación, y es el caso de la ISO 14001 -Sistemas de Administración Ambiental (SAA); especificaciones con indicaciones para su uso, el resto son normas guía o de referencia.

Cabe resaltar dos vertientes de la ISO 14000:

- La certificación del Sistema de Gestión Ambiental, mediante el cual las empresas recibirán el certificado,
- El sello ambiental, mediante el cual serán certificados los productos (sello verde).

2.5. Indicadores ambientales

En una reunión celebrada el 31 de agosto de 2001 en Johannesburgo con motivo de la Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible, se aprobó la Iniciativa Latinoamericana y Caribeña para el Desarrollo Sostenible (ILAC) que establece la posición de la región respecto del desarrollo sostenible. Las metas orientadoras y los propósitos indicativos concernientes a los indicadores en la ILAC son: desarrollar e implementar un proceso de evaluación para dar seguimiento al avance en el logro de los objetivos del desarrollo sostenible, incluyendo los resultados del Plan de Acción de Johannesburgo, adoptando sistemas de indicadores de sostenibilidad, a nivel nacional y regional, que respondan a las particularidades sociales, económicas y políticas de la región.

Se han emprendido esfuerzos para crear una cultura que propicie la formulación y la utilización de indicadores ambientales y de sostenibilidad para la vigilancia y la toma de decisiones en América Latina y el Caribe. La necesidad de evaluar y dar seguimiento a los avances en el logro de los objetivos del desarrollo sostenible, incluidos los resultados de los objetivos del milenio para el desarrollo y el Plan de Johannesburgo, acentúa este desafío común que enfrenta la región. Sin embargo, los esfuerzos emprendidos a nivel local, nacional, subregional y regional no han podido hasta el momento producir un conjunto de indicadores comunes que sea utilizado por los países de la región para obtener información precisa aplicable a la toma de decisiones.

La Agenda Estratégica Nacional Ambiental y de Recursos Naturales 2000-2004 señala de manera general las estrategias, los ejes temáticos, los objetivos y las metas de corto, mediano y largo plazo para el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. Esta agenda define en su numeral 4.3.4.2 a los indicadores como estadísticas o parámetros que proporcionan información y/o tendencias sobre las condiciones y fenómenos ambientales. Los indicadores deben proveer información que permita tener una medida de la efectividad de las políticas ambientales. Se define como prioridad para el país el avance del proceso de elaboración, registro y divulgación de información estadística basada en indicadores ambientales.

Se definen indicadores distribuidos en los temas de agua de consumo, aire, desechos sólidos, energía, materia prima, lodos, agua residual, rutas de evacuación de desechos y reciclaje.

Es bajo este marco legal y conceptual que se definieron indicadores bajo las siguientes consideraciones:

- Utilizar el sistema de Estado-Presión-Impacto-Respuesta (EPIR).
- Estar basado en el conocimiento vinculante entre ambiente y salud.
- El indicador debe ser sensitivo a cambios en las condiciones de interés.
- Ser consistente y comparable en todo tiempo y espacio.
- Ser enérgico y no afectarse por un cambio menor en la metodología o escala usada para su construcción.
- Tener credibilidad científica.
- Ser fácilmente entendible.
- Estar basado sobre datos de conocimiento y calidad aceptable.
- Ser selectivo para ayudar a priorizar la clave de los problemas.

2.6. Buenas prácticas ambientales en talleres

En los talleres se manejan elementos peligrosos, sustancias combustibles, corrosivas o tóxicas, reactivos, disolventes, limpiadores, material punzante o cortante, materiales infecciosos, contaminantes. y se genera un volumen creciente de residuos, sobre todo plásticos procedentes del material de un solo uso y residuos peligrosos (en algunos talleres se generan también residuos sanitarios); todos estos residuos requieren una gestión adecuada para evitar daños ambientales y a las personas.

2.6.1. Buenas prácticas en la utilización de recursos

Optimizar los procesos, procedimientos y métodos de trabajo, organizar adecuadamente el almacenamiento de materias primas, de productos, de suministros, reduce las pérdidas de recursos, de tiempo y de energía, evitando la generación de residuos, vertidos y emisiones, minimizando los riesgos, tanto para la salud como para el medio ambiente.

2.6.1.1. Suministros

Se refiere a los equipos, utensilios, materiales, productos en general, productos químicos para desinfección y limpieza y tipo de papel que se recomienda utilizar.

- Equipos y utensilios
 - Solicitar equipos que tengan los efectos menos negativos para el medio (con fluidos refrigerantes no destructores de la capa de ozono, con bajo consumo de energía y agua, baja emisión de ruido).
 - Adquirir adaptadores de corriente para evitar el uso de pilas.
 - Elegir los útiles más duraderos y con menos consumo, en su elaboración, de recursos no renovables y energía.
 - Adquirir extintores sin halones (gases destructores de la capa de ozono).
- Materias y productos
 - Conocer el significado de los símbolos o marcas ecológicas como las ecoetiquetas de AENOR Medio Ambiente, Angel Azul, Certificación FSC (Consejo de Gestión Forestal), Distintivo de Garantía de Calidad Ambiental, Etiqueta ecológica de la Unión Europea, Cisne Escandinavo.
 - Elegir, en lo posible, materiales y productos ecológicos con certificaciones que garanticen una gestión ambiental adecuada.

- Proponer la compra de pilas recargables o menos peligrosas (sin mercurio ni cadmio).
- Utilizar, en lo posible, productos en envases fabricados con materiales reciclados, biodegradables y que puedan ser reutilizados o por lo menos retornables a los proveedores.
- Evitar productos en aerosoles, los recipientes rociadores con otros sistemas son tan eficaces y menos dañinos para el medio.
- Comprar evitando el exceso de envoltorios y en envases de un tamaño que permita reducir la producción de residuos de envases.
- Productos químicos, de desinfección y limpieza
 - Conocer los símbolos de peligrosidad y toxicidad.
 - Comprobar que los productos están correctamente etiquetados, con instrucciones claras de manejo (seguridad y protección del medio ambiente, requisitos de almacenamiento, fechas de caducidad, actuaciones en caso de intoxicación).
 - Elegir los productos químicos y de desinfección y limpieza entre los menos agresivos con el medio (detergentes biodegradables, sin fosfatos ni cloro; limpiadores no corrosivos, sin cromo).
- Papel
 - Adquirir papel reciclado y sin blanqueadores a base de cloro.

2.6.1.2. Almacenaje

Es importantes almacenar productos peligrosos de forma segura, algunas veces las mezclas de estos productos pueden distorsionar el producto en sí o bien causar otras reacciones.

- Limitar la cantidad de productos peligrosos en los lugares de trabajo.
- Almacenar los productos y materiales, según criterios de disponibilidad, alterabilidad, compatibilidad y peligrosidad.
- Garantizar que los elementos almacenados puedan ser perfectamente identificados.
- Cerrar herméticamente y etiquetar adecuadamente los recipientes de productos peligrosos para evitar riesgos.
- Observar estrictamente los requisitos de almacenamiento de cada materia o producto.
- Aislar los productos (inflamables, cancerígenos, pestilentes) del resto almacenándolos según las normas previstas para ello e intercalar productos inertes entre los incompatibles.
- Colocar los productos de forma que cada tipo de peligrosidad ocupe el espacio en vertical, así en el caso de rotura de envases se afectarían únicamente productos de similar peligrosidad.
- Actualizar los listados de materiales y productos almacenados y gestionar las existencias para evitar la caducidad de productos.

2.6.1.3. Uso

Se debe de conocer y aplicar las buenas prácticas medioambientales. Evitar la mala utilización y el derroche. Buscar para cada producto, la idoneidad del uso también desde una perspectiva medioambiental y, en su caso, valorar las posibilidades de sustitución. Estar al día y proponer métodos alternativos de mejora desde el punto de vista ambiental. Elegir entre los métodos y técnicas oficiales los más respetuosos con el medio (que empleen productos menos tóxicos y menos peligrosos, y que consuman menor cantidad de energía o de agua).

- Uso de equipos e instrumentos en los talleres
 - Se debe de observar escrupulosamente las especificaciones técnicas y datos del fabricante, sobre instalación, uso y mantenimiento de los equipos e instrumentos del taller.
 - Calibrar cuidadosamente los equipos para evitar fallos que produzcan residuos y tener en funcionamiento los equipos el tiempo imprescindible evitará la emisión de ruido.
- Uso de materias y productos
 - Comprobar que los productos están correctamente etiquetados, con instrucciones claras de manejo (seguridad y medio ambiente, requisitos de almacenamiento, fechas de caducidad, actuaciones en caso de intoxicación).
 - Leer atentamente y seguir las instrucciones de uso de los productos.

- Cuidar la manipulación de reactivos y productos y también las muestras para evitar errores que hagan necesaria la repetición del procedimiento y por lo tanto el aumento de residuos.
- Conocer los riesgos y la peligrosidad para el medio ambiente de los productos químicos empleados.
- Identificar los riesgos de contaminación medioambiental derivados de la utilización incorrecta del instrumental y equipo.
- Aplicar las reglas de orden y limpieza para evitar riesgos ambientales.
- Emplear, en lo posible, los productos químicos más inocuos y cuidar la dosificación recomendada por el fabricante para reducir la peligrosidad de los residuos.
- Utilizar los productos hasta agotarlos por completo de forma que queden vacíos los envases para evitar contaminación.
- Reutilizar, en lo posible, las materias y también los envases.
- Uso de agua
 - No dejar correr el agua innecesariamente.
 - Evitar el despilfarro de agua cerrando bien los grifos.

- Uso de energía
 - Al calentar emplear recipientes adecuados al tamaño de las placas calefactoras, tapar, cuando sea posible, los recipientes, si la placa calefactora es eléctrica se puede apagar unos minutos antes de acabar el calentamiento para aprovechar el calor residual.
 - En el uso de frigoríficos, estufas y hornos cerrar bien las puertas, evitar abrir innecesariamente y evitar introducir productos aún calientes en los frigoríficos.
 - Aprovechar al máximo la luz natural, acabar las paredes en blanco, colocar temporizadores, emplear lámparas de bajo consumo, si se usan tubos fluorescentes no apagarlos y encenderlos con frecuencia, ya que el mayor consumo se produce en el encendido.

2.6.1.4. Mantenimiento

El buen mantenimiento de los equipos es necesario para poder obtener la máxima eficiencia de ellos, minimizando los riesgos, tanto para la salud como para el medio ambiente.

- Mantener los equipos siguiendo escrupulosamente las especificaciones técnicas y datos del fabricante, para optimizar el consumo de materias, agua y energía, minimizar la emisión de gases de los CFC (gases refrigerantes que destruyen la capa de ozono) y evitar la producción de residuos.

- Solicitar la limpieza periódica de las lámparas y luminarias.
- Mantener limpias las juntas de las puertas de los frigoríficos de forma que cierren herméticamente y solicitar que se limpien al menos una vez al año los serpentines.
- Controlar la acometida de agua para detectar fugas y evitar sobreconsumos de agua por averías y escapes.

2.6.2. Buenas prácticas en el manejo de desechos y residuos

Luego de tener buenas prácticas en los suministros, almacenaje, uso y mantenimiento de los recursos, el paso final es el buen manejo de los desechos y residuos. Se contribuye a una gestión ambientalmente correcta de los residuos:

- Utilizando elementos que contengan materiales reciclados como plásticos y papel reciclados.
- Utilizando productos cuyos envases posean una elevada aptitud para ser reciclados.
- Con un manejo de los residuos que evite daños ambientales y a la salud de las personas.
- Informándose de las características de los residuos y de los requisitos para su correcta gestión.
- Separar correctamente los residuos.

- Presentar por separado o en recipientes especiales los residuos susceptibles de distintos aprovechamientos o que sean objeto de recogidas específicas.
- Depositar los residuos en los contenedores determinados para ello.
- Seguir las pautas establecidas en el caso de residuos objeto de servicios de recogida especial.

3. METODOLOGÍA

3.1. Definición de las variables

En los procesos productivos, la Producción más Limpia (P+L) implica la conservación de materias primas y energía, la eliminación de materiales tóxicos y la reducción de la cantidad y toxicidad de todas las emisiones y desperdicios antes que estos abandonen el proceso.

En los productos, la P+L se enfoca en reducir el impacto durante todo el ciclo de vida del producto, desde la extracción de materia prima hasta su desecho final. Esto implica mejorar la eficiencia, adoptar mejores técnicas de administración, mejorar las prácticas de mantenimiento a los talleres.

Otros conceptos, tales como la ecoeficiencia, la minimización de desperdicios y la prevención de la contaminación comparten un énfasis común en la eliminación/reducción de contaminantes o desperdicios desde la fuente donde se generan. Sin embargo, la estrategia de P+L implica un procedimiento bien desarrollado para su valoración sistemática de las causas generadoras de contaminantes/desperdicios y el desarrollo de opciones prácticas dirigidas a la solución de problemas concretos.

El concepto de P+L es diferente del concepto de control de contaminación o del extremo del tubo. Las tecnologías de al final del tubo incluyen el uso de una variedad de tecnologías y productos químicos para el tratamiento de desperdicios, líquidos y gaseosos. Estas tecnologías en general no reducen la cantidad de desperdicios a desecharse. Pueden disminuir la toxicidad, pero solo

transforman la contaminación en otra sustancia (por ejemplo, emisiones al aire se transforman en agua de desecho, aguas de desecho se transforman en desperdicios sólidos).

La principal diferencia entre la P+L y el control de la contaminación al final del tubo es que la primera es una oportunidad preevento, mientras que, la segunda es una estrategia posevento, es una aproximación a reacción-acción, en todo momento la P+L es una filosofía de anticipar y prevenir.

Los tratamientos a final del tubo, no ofrecen nuevas oportunidades, ya que responden solamente a la mitigación de las corrientes residuales que se generan.

Sin embargo, esto no significa que las tecnologías al final del tubo nunca serán requeridas. Mediante el uso de la filosofía de P+L para resolver problemas de desechos y contaminación la dependencia de las soluciones, en muchos casos puede ser reducida o en algunos casos, eliminada.

Acorde a lo anterior se utilizará en la metodología de investigación el principio de las 6 Rs; de tal manera que P+L aplica para las primeras 3Rs y el método al final del tubo para las últimas 3.

- Rechazar: no comprar productos que dañen al medio ambiente, especialmente aquellos que hayan sido probados en animales. En cambio, buscar productos que sean más amigables, por ejemplo evitar utilizar aerosoles, esterofoam (empaques que no se puedan reciclar). En lugar de cloro y detergente en polvo, utilizar vinagre, jugo de limón o detergente líquido.

- Reducir: comprar únicamente los productos necesarios, tratar de no consumir envoltorios, llevar bolsa o envase propio.
- Reparar: no hay nada lo suficientemente viejo o estropeado que no se pueda reparar o usar para otro fin. Tratar de utilizar los equipos al máximo, cuando se tenga alguna falla repararlo como primera opción.
- Reutilizar: consiste en darle de nuevo utilidad a los objetos, con el mismo fin. Sacar el máximo provecho a las cosas, y cuando ya no se pueda seguir utilizando, regalarla o venderla, ya que siempre habrá alguien más que las necesite.
- Reusar: consiste en darle de nuevo uso a los objetos, con un fin diferente para lo que fue creado. Ello va en función del objeto a reutilizar, pero también en función de la imaginación y creatividad de quien lo use. Por ejemplo, usar papel periódico o envases plásticos para hacer manualidades.
- Reciclar: consiste en el aprovechamiento de los residuos de ciertos materiales a través de una serie de procesos. Estos pueden ser desechos y luego vueltos a rehacer como nuevos. De este modo pueden ser aprovechados nuevamente. Por ejemplo el papel, el vidrio, los diferentes plásticos reciclables en sus diferentes versiones (bolsas, garrafrones, botellas).

3.1.1. Variables independientes

Es aquella característica o propiedad que se supone ser la causa del fenómeno estudiado, será la variable que se pueda medir. Se determinaron las variables independientes las cuales se presentan en la tabla siguiente:

Tabla I. Variables involucradas en el estudio

VARIABLES	UNIDAD	Factor Potencial de Diseño	
		Constantes	Variables
Consumo de energía eléctrica	KWH		X
Consumo de agua	m ³		X
Consumo de papel	Kg		X
Desechos sólidos	Kg		X
Desechos líquidos	m ³		X
Iluminación	Lux		X
Ruido	dB		X
Temperatura ambiente	°C		X
Humedad relativa	%		X
COV	ppm		X
PM ₁₀	ppm		X
CO	ppm		X
CO ₂	ppm		X

Fuente: elaboración propia.

3.1.2. Variable dependiente

Desarrollo de un programa ambiental en los Talleres de Procesos de Manufactura, Metal Mecánica, Refrigeración y Aire Acondicionado y Mecánica Automotriz del Instituto Tecnológico Universitario Guatemala Sur:

3.2. Delimitación del campo de estudio

El desarrollo e implementación de un programa ambiental se llevara a cabo en los Talleres de Procesos de Manufactura, Metal Mecánica, Refrigeración y Aire Acondicionado y Mecánica Automotriz del Instituto Tecnológico Universitario Guatemala Sur.

3.2.1. Tipo de estudio

El tipo de estudio que se aplicará en el presente trabajo de graduación es el descriptivo, ya que se analizará cómo es y cómo se manifiesta el fenómeno y sus componentes, siendo en este caso el fenómeno el desarrollo de un programa ambiental en los talleres.

Su alcance es la implementación del programa ambiental en los Talleres y un plan de acción correctivo y preventivo para minimizar efectos adversos en el medio ambiente. Se recopilarán los datos sobre la base de la hipótesis de las mejores opciones de reducción de los desechos para luego analizar minuciosamente los resultados, a fin de obtener generalizaciones significativas que contribuyan al conocimiento de las posibles mejoras ambientales.

3.2.2. Diseño general

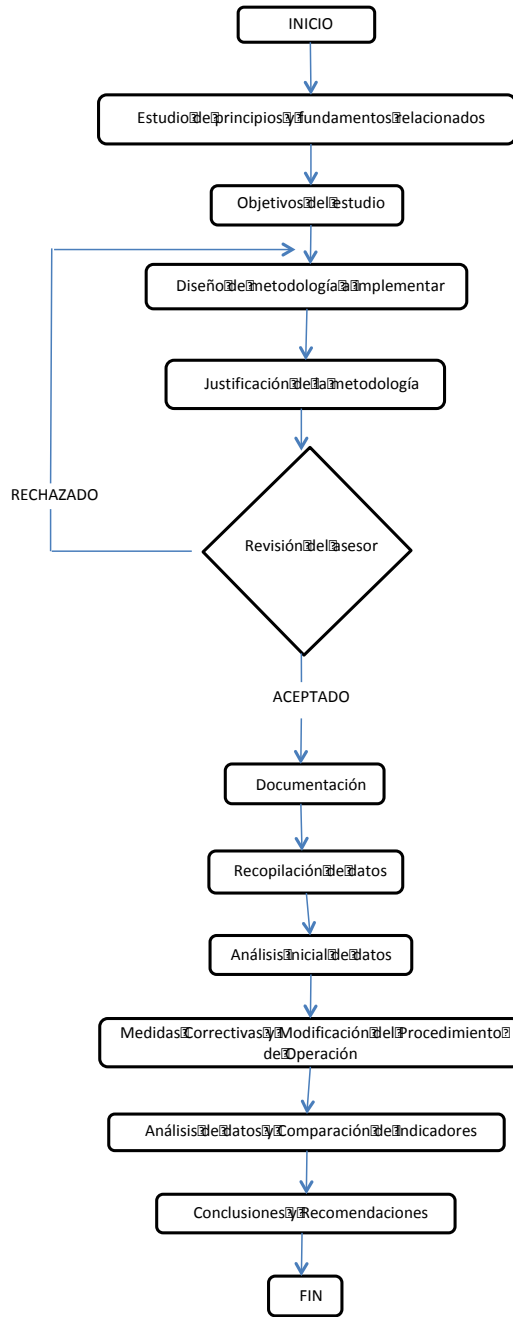
El tipo de diseño a aplicar en el presente trabajo de graduación, es cualitativo/cuantitativo no experimental con un tipo de investigación transeccional.

Se utilizará el diseño no experimental ya que el propósito del mismo se basa en variables que se dan en la realidad sin la intervención directa del investigador.

El diseño elegido corresponde con el enfoque cualitativo pues se busca el procesamiento de los datos recopilados a través de aplicaciones matemáticas, entre otras disciplinas, para la determinación de las oportunidades de reducción de consumo de recursos y de desechos al ambiente. Por medio de la aplicación de este tipo de diseño se evaluará los procedimientos actuales que utilizan los talleres para el manejo de desechos y el consumo de recursos, para luego proponer las mejoras pertinentes hasta llegar al desarrollo del programa ambiental.

A continuación se presenta el diagrama simplificado del diseño a utilizar.

Figura 2. Diagrama de flujo del diseño general



Fuente: elaboración propia.

3.2.3. Universo de estudio

El estudio se realizará en los Talleres de Procesos de Manufactura, Metal Mecánica, Refrigeración y Aire Acondicionado y Mecánica Automotriz del Instituto Tecnológico Universitario Guatemala Sur (ITUGS).

El Taller de Procesos de Manufactura enfoca en forma práctica la tecnología funcionamiento y aplicación de las principales máquinas y herramientas en la fabricación de los elementos de otras máquinas, a través de las técnicas de corte de los metales utilizando una herramienta propia de cada proceso de maquinado. Los equipos utilizados pueden ser:

- Calibrador vernier.
- Micrómetro y otros instrumentos de medición.
- Herramientas de corte para máquinas-herramientas. Afilar un buril.
- Funcionamiento y manejo del torno, taladro cepillo y fresadora.

El Taller de Metal Mecánica enfoca en forma práctica la tecnología, funcionamiento y aplicación de las principales máquinas, como son: taladros diversos, cortadoras, dobladoras, enrolladoras o acanaladoras, utilizadas actualmente en la industria metálica. Se enfatiza en la realización práctica de las diversas técnicas de corte, dobleces y unión de los metales, por medio del uso adecuado de la maquinaria y equipo con que se cuenta para los distintos procesos de soldadura industrial, como lo son:

- Soldadura eléctrica (SEA).
- Soldadura autógena (principios de soldadura oxiacetilénica – SOA).
- Soldaduras con electrodo continuo Mig-Mag.
- Soldadura de remaches o puntos.

El Taller de Refrigeración y Aire Acondicionado está enfocado en dar a conocer el funcionamiento, mantenimiento, detección de fallas y las múltiples aplicaciones de la refrigeración y aire acondicionado, desde un oasis hasta un sistema complejo de agua helada, las prácticas que se realizan son:

- Conceptos básicos: ciclo de refrigeración, estado del refrigerante, desarmar y armar un compresor semihermético para el estudio de sus componentes, componentes principales de un compresor rotativo hermético.
- Conexión eléctrica de un refrigerador: sus elementos: compresor, condensador, tubo capilar, evaporador, filtro secador, ventiladores, *switch*, *timer* de descongelación, resistencia de descongelación, dispositivo para mantener constante de descongelación, fusible de sobrecalentamiento, resistencia que aumenta de valor cuando sube la temperatura y su sobrecarga, condensador de funcionamiento, condensador de arranque, regulador de sobrecarga, líneas triple R, S, C y terminales R, S, C.
- Modelo de circuito de enfriamiento y calefacción: se estudia el funcionamiento del sistema, se experimenta el cambio de velocidades en el ventilador del condensador y evaporador para ver el comportamiento del sistema; medir presiones, amperaje y temperaturas de entrada y salida del condensador y evaporador; y cambio de sistema de refrigeración a calefacción.
- Transferencia de calor: los tipos de transferencia (conducción, convección y radiación), condensadores y evaporadores (enfriados por aire y por agua), torre de enfriamiento, *fan coil*.

- Diseño de carga y distribución de aire acondicionado: dimensionamiento de ducto rectangular y redondo, *dampers*, medición de flujo de aire con anemómetros y cálculo de diámetros de tubería de cobre.

El Taller de Mecánica Automotriz se enfoca en la reparación de Motores de Combustión Interna (MCI), la interrelación que existe entre el motor y los otros sistemas que lo forman y establecer los conocimientos de la importancia que tienen los motores con el medio ambiente.

- Seguridad en el uso de instalaciones, equipos y herramientas.
- Diferencia entre un motor Otto y un motor diesel.
- Diagnóstico de la condición de un MCI.
- Inspección visual, auditiva y práctica.
- Sistema de inyección electrónico gasolina y su diagnóstico.
- Afinación de un MCI.

3.3. Recursos humanos disponibles

Es necesaria la colaboración de un grupo de personas internas y externas para lograr el funcionamiento adecuado y llevar a cabo el programa ambiental en los diferentes talleres del ITUGS.

- Investigadora: Fany Chow Kwan
- Asesora: Ingeniera Química Elia Melina Monroy
Coordinadora del área de alimentos del ITUGS.

- Colaboradores: Técnicos del centro guatemalteco de Producción más Limpia. Instructores y catedráticos de los Talleres de Procesos de Manufactura, Metal Mecánica, Refrigeración y Aire Acondicionado y Mecánica Automotriz del ITUGS. Estudiantes del ITUGS de los Talleres de Manufactura, Metal Mecánica, Refrigeración Aire Acondicionado y Mecánica Automotriz.

3.4. Recursos materiales disponibles

Se detalla a continuación el equipo y los instrumentos de laboratorio que serán necesarios utilizar para la medición de las variables independientes, así mismo otros equipos de oficina para procesar la información que se obtendrá.

- Equipo
 - Luxómetro
 - Decibelímetro
 - Higrómetro
 - Medidor de calidad de aire
- Instrumentos de laboratorio
 - Termómetro de mercurio
 - Balanza analítica
 - Probetas de 20 ml
 - Beackers de 1000 ml
 - Cronómetro
 - Computadora
 - Impresora

3.5. Técnica cuantitativa y cualitativa

En este tipo de investigación se centra en analizar, cuál es el nivel o estado de las variables en un momento dado. El tipo de investigación que se aplicará en el estudio es transeccional, a nivel descriptivo con técnicas tanto cualitativas como cuantitativas.

3.6. Recolección y ordenamiento de la información

Con el fin de establecer los puntos de monitoreo y control de las variables de interés se tomarán en cuenta los instructivos de cada uno de los talleres, tomando en cuenta que no todos están en funcionamiento, se correrán las prácticas propuestas y se tomarán medidas, consumos y características físicas de los materiales consumidos y de los desechos producidos.

En los talleres que están en funcionamiento, se procederá a tomar las medidas cuando los alumnos estén corriendo las prácticas.

Se procederá posteriormente a la elaboración de un plan de acción e implementación del mismo para cada uno de los talleres. De acuerdo al plan elaborado se procederá a determinar e implementar los puntos de control que ayudaran a evaluar el buen funcionamiento de las acciones preventivas y correctivas recomendadas.

3.6.1. Indicador agua

Debido a que actualmente no se cuenta con medidores de flujo para los laboratorios, el consumo de agua se realizó recolectando el agua utilizada para lavado de manos y lavado de cristalería en un recipiente y se procedió a medir el volumen utilizado. A esto se le sumó la cantidad de agua que requería la práctica, según el instructivo, en las prácticas en donde se requería. Esto se llevó a cabo con cada uno de los grupos de práctica y luego se hizo un promedio de lo utilizado por cada grupo para obtener el consumo de agua por una determinada práctica.

Al finalizar el semestre se hizo un promedio de consumo en todas las prácticas.

3.6.2. Indicador energía eléctrica

Actualmente no hay medidores de energía en ninguno de los laboratorios, por lo tanto el cálculo de la energía eléctrica se llevó a cabo tomando el consumo eléctrico de cada uno de los equipos que se utilizaron por práctica y se calculó el consumo total con el tiempo que se utilizó el equipo en cada práctica.

Adicional se calculó el consumo de energía eléctrica por iluminación sumando el consumo de cada una de las lámparas que estaban en uso para cada práctica. Se sumaron los datos anteriores y se hizo un promedio de todos los grupos que trabajaron en el laboratorio.

Al finalizar el semestre se hizo un promedio del consumo de cada una de las prácticas realizadas.

3.6.3. Indicador papel

En los Talleres de Metal Mecánica, Procesos de Manufactura, Refrigeración y Aire Acondicionado y Mecánica Automotriz no utilizan papel para reportes, ya que durante el semestre se trabaja en el proyecto y el exámen final será su proyecto terminado.

3.6.4. Indicador de residuos y desechos sólidos

Los Talleres de Metal Mecánica y Procesos de Manufactura comparten los mismos materiales para trabajar en los proyectos. Los residuos que quedan se van aprovechando al máximo, cuando ya no se puede aprovechar más el material, este se vende en calidad de chatarra.

3.6.5. Indicador factores ambientales

Las condiciones ambientales se pueden definir a partir de un conjunto de parámetros, aunque siempre actúan de manera conjunta, es importante analizarlos de manera aislada. Para determinar los factores ambientales de confort:

- Iluminación: se solicitó al Centro Guatemalteco de Producción más Limpia (CP+L) en calidad de préstamo el luxómetro SPER Scientific 84006. Se hizo la medición en cinco puntos diferentes dentro del laboratorio anotándose los valores y la hora de inicio de la medición. Al devolver el equipo al centro guatemalteco de Producción más Limpia se le indicó al técnico el horario en el que se utilizó el equipo y posteriormente se obtuvieron los datos.

- Ruido: se solicitó al centro guatemalteco de Producción más Limpia en calidad de préstamo el decibelímetro, SPER Scientific 840013. Se hizo la medición en cinco puntos diferentes dentro del laboratorio y anotarán los valores registrados.
- Humedad y temperatura: se solicitó al centro guatemalteco de Producción más Limpia en calidad de préstamo el higrómetro Datalogger USB - WK057. El equipo se colocó en cinco puntos diferentes dentro del laboratorio, se registró la hora de inicio de la medición, por cada punto donde se colocó el equipo por un tiempo de 5 minutos. Se devolvió el equipo al Centro Guatemalteco de Producción más Limpia indicándole al técnico el horario en el que se utilizó el equipo y se obtuvieron las gráficas de temperatura y la humedad relativa.
- Para medir la calidad de aire:
- Se solicitó al Centro Guatemalteco de Producción más Limpia, en calidad de préstamo el medidor de calidad de aire, EVM SERIES. Se colocó el equipo en tres puntos diferentes dentro del laboratorio, registrando la hora de inicio de la medición. Por cada punto se colocó por un tiempo de 45 minutos. Se devolvió el equipo al Centro Guatemalteco de Producción más Limpia indicándole al técnico el horario en el que se utilizó el equipo y se obtuvieron los valores de medición en función de PM10, CO (ppm), CO2 (ppm) y COV (ppm).
- En los laboratorios que están en funcionamiento, se procederá a tomar las medidas cuando los alumnos estén corriendo las prácticas.

- Se procederá posteriormente a la elaboración de un plan de acción e implementación del mismo para cada uno de los laboratorios. De acuerdo al plan elaborado se procederá a determinar e implementar los puntos de control que ayudaran a evaluar el buen funcionamiento de las acciones preventivas y correctivas recomendadas.

3.7. Tabulación, ordenamiento y procesamiento de información

A continuación se describen las etapas para la obtención de la información, para poder llevar a cabo el programa ambiental se debe de dar continuidad, involucrando al director, a los catedráticos y a los estudiantes mismos. Las etapas son:

- Recopilar información sobre las prácticas realizadas por cada taller y procedimientos de reporte y evaluación, horarios, densidad de población.
- Evaluar los procedimientos de los talleres e identificar los procesos críticos.
- Definir el enfoque del diagnóstico en base a los procesos críticos identificados.
- Elaborar balances de masa y energía para las prácticas del taller.
- Identificar causas de ineficiencia en el uso de materia y energía y/o las causas de contaminantes.
- Plantear opciones de mejora.

- Seleccionar las opciones de mejora a ser evaluadas en términos técnicos y económicos.
- Seleccionar y presentar las opciones factibles.
- Establecer metas y preparar un plan de acción.
- Implementar las medidas recomendadas.
- Hacer seguimiento y evaluar los resultados de las medidas implementadas.
- Asegurar la continuidad del programa ambiental.

3.8. Análisis estadístico

El análisis estadístico en el presente trabajo de graduación no es aplicable debido a que el proyecto es de tipo cualitativo y no es un proyecto de tipo cuantitativo.

3.9. Plan de análisis de los resultados

Es importante planificar los principales aspectos del plan de análisis y someter los datos con la finalidad de alcanzar los objetivos de la investigación. Por ende es necesario establecer métodos y modelos de los datos, según el tipo de variables.

3.9.1. Métodos y modelos de los datos según tipo de variables

En el desarrollo del presente documento se ha establecido el análisis de los estudios que tienen relación para alcanzar el objetivo general. En el estudio de consumo de materia y energía en los talleres se identifican variables como: consumo de materiales químicos utilizados en las prácticas, consumo de energía utilizada tanto en la realización de la práctica como en el funcionamiento del taller y el consumo de materiales que el taller necesita para su funcionamiento. El estudio de los desechos generados en los talleres, tanto químicos, sólidos o líquidos, generación de energía o humedad que representen un contaminante.

Para las variables antes mencionadas se analizará variación temporal puesto que se tomarán muestras en diferentes intervalos de tiempo, dependiendo del funcionamiento del taller. Los resultados para el estudio de reducción de desechos serán analizados matemáticamente.

Los resultados para el estudio de la implementación programa ambiental serán analizados gráficamente, debido a que de esta manera es posible analizar el comportamiento de los parámetros del sistema.

3.9.2. Programas a utilizar para el análisis de datos

Para poder presentar los resultados obtenidos en forma ordenada y fácil de comprender es necesario utilizar programas de hoja de cálculo. Asimismo este facilita la obtención del dato final. El paquete a utilizar para el análisis de datos será el Microsoft Office 2007.

4. RESULTADOS

Diagnóstico de las diversas líneas de acción: agua, energía eléctrica, papel, desechos líquidos y sólidos, calidad del aire.

Tabla II. **Detalle de indicador del consumo de energía eléctrica según equipos en los diferentes talleres**

Taller:		Procesos de manufactura				
Equipo	Descripción/Marca/modelo	Cantidad	Potencia (kW)	tiempo de utilización x práctica (hr)	Consumo energético x práctica(kWh)	consumo energético x semestre (kWh)
Lámparas	lámparas de alta intensidad de descarga (HID)	20	1	3	3	15
Pulidora	Chevalier FSG-2A618	4	1,5	2	3	15
Fresadora	FIRST LC-205VSD	4	2,6	2	5,2	26
Torno CNL	Shun Chuan CNL 1760	1	7,5	4	30	150
Torno RML	Shun Chuan RML-1640	4	3,8	4	15,2	76
Cortadoras	Saw King KP 200	1	0,75	1	0,75	3,75
Barrenos	KTK LC 168	6	0,55	1	0,55	2,75
Subtotal					57,7	288,5
Taller:		Metalmecánica				
Equipo	Descripción/Marca/modelo	Cantidad	Potencia (kW)	tiempo de utilización x práctica (hr)	Consumo energético x práctica(kWh)	consumo energético x semestre (kWh)
Lámparas	lámparas de alta intensidad de descarga (HID)	20	1	3	3	15
Soldadores eléctrico	Fanyang NB350	5	13	1	13	65
Torno		12	0,75	1	0,75	3,75
Ventiladores	Genérico	4	0,37	3	1,11	5,55
Pulidoras	Citima	2	0,75	2	1,5	7,5
Barreno	Kao Ming KMR 700DS	1	1,5	1	1,5	7,5
Cortadora	Lienhsien LB 414H	3	2,24	2	4,48	22,4
Cortadora	Yeh Chiun	1	3,73	1	3,73	18,65
Cortadora	Yeh Chiun	1	3	1	3	15
Soldadores autógenos		2	7,4	2	14,8	74
Convertidor AC/DC	Shin Fa	2	6	3	18	90
Subtotal					64,87	324,35

Fuente: elaboración propia.

Continuación de la tabla II.

Taller:		Refrigeración y Aire Acondicionado				
Equipo	Descripción/Marca/modelo	Cantidad	Potencia (kW)	tiempo de utilización x práctica (hr)	Consumo energético x práctica(kWh)	consumo energético x semestre (kWh)
Lámparas	lámparas de alta intensidad de descarga (HID)	15	1	2	2	12
Compresor		1	1,1	0,5	0,55	3,3
Congelador		1	0,89	0,5	0,445	2,67
Refrigerador	Whirlpool	10	0,22	0,5	0,11	0,66
Refrigerador industrial	Fogel VR 30	1	0,47	0,5	0,235	1,41
Ice cream freezer	Shiman SM 600EL	1	3,07	0,5	1,535	9,21
Máquina helado suave	Shiman SM 200	1	1,58	0,5	0,79	4,74
Aire acondicionado industrial		3	1,3	0,5	0,65	3,9
Chiller enfriado por aire	Yu Ting Series YT	1	5,6	0,5	2,8	16,8
Chiller enfriado por agua	Yu Ting Series KT	1	18,7	0,5	9,35	56,1
Air conditioning training system	Heran KR 201/212	4	0,4	0,5	0,2	1,2
Oasis	Wakii	3	0,24	0,5	0,12	0,72
Subtotal					18,785	112,71
Taller:		Mecánica Automotriz				
Equipo	Descripción/Marca/modelo	Cantidad	Potencia (kW)	tiempo de utilización x práctica (hr)	Consumo energético x práctica(kWh)	consumo energético x semestre (kWh)
Lámparas	lámparas de alta intensidad de descarga (HID)	20	1	3	3	18
Subtotal					3	18
Total					144,355	743,56

Fuente: elaboración propia.

Tabla III. Consumo de agua, energía eléctrica, papel, desechos líquidos y sólidos, calidad del aire

	TALLER						FORTALEZA	OPORTUNIDAD
	Dimensión	Procesos de Maufactura	Metalmecánica	Refrigeración y aire acondicionado	Mecánica automotriz	TOTAL x semestre		
Consumo de energía eléctrica	kW/h	288,5	324,35	112,71	18	18	El aula se encuentra bien iluminada por ventanas, utilizan lámparas únicamente cuando es necesario, de igual forma los equipos se mantienen apagados a menos que vayan a ser utilizados	Colocar letreros de concientización para que tanto los estudiantes, catedráticos y personal de limpieza enciendan las luces únicamente cuando sea necesario y apagarlas al finalizar
Consumo de agua	L	80	80	48.3	102	310.3	No se requiere de agua en los procesos, a excepción de Refrigeración y aire acondicionado, el cual el recirculado. El agua que se utiliza es para el lavado de manos después de la práctica	Crear un procedimiento de lavado de manos, en donde debe de encender el grifo después de haberse enjabonado las manos. Colocar letreros de concientización para que tanto los estudiantes, catedráticos y personal de limpieza cierren el grifo cuando no se esté utilizando.
Consumo de papel	kg	n/a	n/a	n/a	n/a	0	En los talleres los reportes se omiten, ya que se trabaja sobre proyectos finales, en donde deben de realizar un proyecto de mejora para la clase. El papel que se utiliza es por el alumno, cuando toma nota.	Manejar la información vía digital, de tal forma que los alumnos no requieran tomar notas, bajar la información de alguna página web creada para este propósito.
Desechos sólidos	kg	28	13	n/a	2	43	Se genera chatarra, los saldos de los metales generados por cada estudiante para la fabricación de su proyecto final. Los pedazos de metal que se van generando vuelven a ser reutilizados y se aprovecha al máximo. Lo último que queda se vende como chatarra, con lo que ingresa se compra más material.	Que los alumnos aporten con chatarra que se genera en su círculo familiar, para así aprovechar el recurso económico que genera y comprar material, en vez de comprarlo directamente. De igual forma solicitar a los estudiantes que lleven papel o aluminio para que éstos puedan ser vendidos en calidad de chatarra.
Desechos líquidos	L	3	2	n/a	4	9	El equipo utilizado en los talleres de procesos de manufactura, metalmecánica y mecánica automotriz utilizan aceites como lubricantes. Para procesos de manufactura y metalmecánica se cambia una vez por semestre. El desecho que genera al final se reusa como barniz. En el taller de mecánica automotriz, el aceite es utilizado para trabajar el motor, éste se reutiliza en las prácticas durante el semestre. En el caso del taller de refrigeración y aire acondicionado, se utiliza refrigerantes, que se recircula de semestre a semestre. Se cambia una vez cada año aproximadamente.	En caso haya excedente de aceite, éste se puede vender como aceite quemado. En el caso del taller de refrigeración y aire acondicionado, se recomienda utilizar refrigerantes que no contengan clorofluorocarbonos (CFCs) y los hidroclorofluorocarbonos (HCFCs), ya que al posser cloro reaccionan con la molécula del ozono produciendo una consecuencia fotoquímica en cadena, la cual acaba por romper la molécula del ozono. Utilizar en vez un refrigerante de nueva generación como el R-410A, que fue creado para sustituir a los CFCs y a los HCFCs, ya que su potencial de agotamiento de ozono (PAO) es cero, pues no contiene cloro, sin embargo tiene el potencial de calentamiento global (PCG) lo que implica una influencia en el efecto invernadero. También se puede utilizar los refrigerantes ecológicos como los hidrocarburos (HC) que son hidrocarburos, así como el CO2 y otros más, pero implican técnicas de seguridad en los sistemas. Lo importante es que use el que use, se dee de evita de cualquier forma que éste se escape a la atmósfera y enviarlo a su disposición final y destrucción incinerandolo en un horno de cemento.

Fuente: elaboración propia.

Continuación de la tabla III.

Iluminación	Lux	1105	300	240	360	Los talleres se encuentran bien iluminados con luz natural, según la Norma Oficial Mexicana NOM-025-STPS-2005, las condiciones de iluminación en los centros de trabajo que requiere distinción moderada de detalles, el nivel mínimo de iluminación es de 300 lux.	Debido al acomodo de los diferentes equipos en el taller de procesos de manufactura, los soldadores se encuentran en un área en donde la iluminación no es adecuada, por ende se puede cambiar de ubicación los equipos o bien dirigir en una forma correcta la iluminación utilizando espejos o bien pantallas reflectoras.
Temperatura	°C	21.7	21.9	22.1	24.1	Según la norma ASHRAE 1991 establece que la temperatura de confort para recintos cerrados debe estar entre 20°C a 24°C	Los ambientes son amplios y ventilados, en caso se eleve mucho la temperatura, en el taller de procesos de manufactura hay dos ventiladores. Los cuales se recomienda utilizarse únicamente cuando sea necesario. La temperatura promedio del municipio de Palín ronda por los 23°C.
Humedad relativa	%	68.5	68.7	69.7	67.6	Según la norma ANSI/ASHRAE 62.12004 establece que el rango estándar de valores del parámetro de humedad relativa recomendado para recintos cerrados, se debe encontrar entre 30% a 65%	La humedad relativa del municipio de Palín oscila entre un 75-80%. Debido a que el ITUGS se encuentra en la zona boscosa El Chillar, esto permite mantener la temperatura ambiente a un máximo de 25°C y no tener una humedad relativa tan alta.
Ruido	dB	99	90	63	72	Según la legislación colombiana, los valores límites permisibles para el ruido continuo según resoluciones 8321 y 1792, expedidas por el Ministerio de Salud y los Ministerios de Trabajo y Seguridad Social, para 3 horas el valor límite es de 97dB.	No se puede disminuir los decibeles que genera cada equipo cuando está en uso, mas se recomienda que los alumnos y catedráticos utilicen protección auditiva por seguridad.
PM10	mg/m3	0.002	0.002	0.001	0.001	Según referencias utilizadas, se encontraron los parámetros para analizar la calidad de aire. Estos datos se obtuvieron del Índice de Calidad de Aire (AQI), del reglamento de la Administración de Seguridad y Salud Ocupacional (OSHA) y de la Nota de Aplicación de una empresa con equipo similar al equipo de medición utilizado, RAE Systems. Según el AQI, para un período de 24 horas, el límite aceptable para evitar problemas a la salud es de 0.150 mg/m3 de partículas menores a 10 micras	En ningún taller excede el límite establecido por la norma.
CO	ppm	0	0	0	0	La OSHA indica que las concentraciones máximas permitidas para un promedio de 8 horas son de 50 ppm de CO	En ningún taller excede el límite establecido por la norma.
CO2	ppm	702	521	487	514	La OSHA indica que las concentraciones máximas permitidas para un promedio de 8 horas son de 5,000 ppm de CO2	En ningún taller excede el límite establecido por la norma.
DFI (COV)	ppm	0	0	0	0	Según RAE Systems menciona que haciendo un promedio de todos los Compuestos Orgánicos Volátiles (COV) que pueden encontrarse, es peligroso para la salud tener una concentración mayor a 1000 ppm	En ningún taller excede el límite establecido por la norma.

Fuente: elaboración propia.

Tabla IV. Plan de acción y mejora para los talleres, línea de acción: agua

Objetivo	Indicador	Propuestas de Mejora	Metas	Tareas	Responsable	Tiempo	Recurso	Financiación	Seguimiento
Línea de acción 1: Agua									
Desarrollar un programa ambiental en los talleres de procesos de manufactura, metal mecánica, refrigeración de aire acondicionado y mecánica automotriz del Instituto Tecnológico Universitario de Guatemala Sur.	Litros de agua x taller semestre	Instalación de contadores de agua en los talleres de Procesos de manufactura, Metal mecánica, Refrigeración de aire acondicionado y Mecánica automotriz	Reducir el consumo de agua en 5%, Taller de Procesos de manufactura, 80L/semestre, Taller de Metal mecánica, 80L/semestre, Taller de Refrigeración de aire, L/semestre, Taller de Mecánica y Automotriz	Cotización de contadores de agua	Tesistas de programas ambientales en los talleres de ITUGS	Agosto 2,013	Teléfono, internet, ferretería, Lewonski		Reducir el consumo de agua en los talleres
			Acondicionado: 48.3L/semestre, Taller de Mecánica Automotriz: 102L/semestre, Total: 310.3L/semestre. Reducir 295L/semestre en el primer semestre del 2,014	Cotización de rótulos de concientización de agua	Tesistas de programas ambientales en los talleres de ITUGS	Agosto 2,013	Teléfono, Internet, Comunicación Visual	Q200.00 de c/contador de 1/2", 300.00 de accesorios	Facilitar la obtención de indicadores de consumo de agua en los talleres de ITUGS
		Instalación de rótulos de concientización de consumo de agua		Instalación de rótulos de concientización de consumo de agua	Personal de mantenimiento de ITUGS	Primer semestre 2,014	Talleres, rótulo de PVC de 3.0mm de grosor y 1/2" de diámetro, impresora, Empresa de Comunicación Visual, S.A., accesorios	Rótulos de 1" x 3" de 1/2", 40.00 de uno de 4" de 60.00	Reducir el consumo de agua en los talleres
Línea de acción 2: Energía Eléctrica									
Desarrollar un programa ambiental en los talleres de procesos de manufactura, metal mecánica, refrigeración de aire acondicionado y mecánica automotriz del Instituto Tecnológico Universitario de Guatemala Sur.	kWh semestre	Instalación de contadores de luz en los talleres de Procesos de manufactura, Metal mecánica, Refrigeración de aire acondicionado y Mecánica automotriz	Reducir el consumo de luz en 5%, Taller de Procesos de manufactura: 288.5 kWh/semestre, Taller de Metal mecánica: 24.35 kWh/semestre, Taller de Refrigeración y Aire: 12.71 kWh/semestre, Taller de Mecánica Automotriz: 8 kWh/semestre, Total: 743.56 kWh/semestre	Solicitud de instalación de contadores de luz a la Empresa Eléctrica	Personal administrativo de ITUGS	Noviembre 2,013	Gasolina, Empresa Eléctrica	Q200.00 de depósito para el contador de luz de 5,000.00 de acometida eléctrica, Total de Q15,100 de contadores de talleres de 20,400.00	Facilitar la obtención de indicadores de consumo de luz en los talleres
				Instalación de contadores de luz	Personal de Empresa Eléctrica	Enero 2,014			Facilitar la obtención de indicadores de consumo de luz en los talleres
		Instalación de rótulos de concientización de consumo de energía eléctrica		Instalación de rótulos de concientización de luz	Personal de mantenimiento de ITUGS	Primer semestre 2,014	Talleres, rótulo de PVC de 3.0mm de grosor y 1/2" de diámetro, impresora, Empresa de Comunicación Visual, S.A., accesorios	Rótulos de 1" x 3" de 1/2", 40.00 de uno de 4" de 60.00	Reducir el consumo de luz en los talleres

Fuente: elaboración propia.

Tabla V. Plan de acción y mejora para los talleres, línea de acción: desechos líquidos

Objetivo	Indicador	Propuestas de Mejora	Metas	Tareas	Responsable	Tiempo	Recurso	Financiación	Seguimiento
Desarrollar un programa ambiental en los talleres de procesos de manufactura, metal mecánica, refrigeración y aire acondicionado y mecánica automotriz del Instituto Tecnológico Universitario de Guatemala Sur	Línea de acción: Papel								
	Kg de estudiante x semestre	Solicitar a los estudiantes llevar a ITUGS papel para reciclaje	Vender el papel recolectado	Utilizar un área específica de los talleres como centro de acopio de papel	Estudiantes de ITUGS	Primer semestre 2,014		El precio varía dependiendo del tipo de papel recolectado, oscila entre Q.25.00-Q.50.00 el quintal	Utilizar el beneficio económico para la compra de materiales para la realización de proyectos.
	Línea de acción: Desechos Sólidos								
Kg de estudiante x semestre	Solicitar a los estudiantes llevar a ITUGS chatarra	Vender la chatarra	Utilizar el área que está destinada en cada taller como centro de acopio	Estudiantes de ITUGS	Primer semestre 2,014		El precio varía dependiendo del tipo de chatarra, pero la mayor parte del desecho sólido que se genera es el hierro, oscila en Q.40.00 el quintal	Utilizar el beneficio económico para la compra de materiales para la realización de proyectos.	
Línea de acción: Desechos Líquidos									
L de estudiante x semestre	Vender el aceite quemado que genera los diferentes equipos de los talleres	vender el aceite quemado	Recopilar el aceite que genera los diferentes equipos de los talleres	Personal de mantenimiento de ITUGS	Primer semestre 2,014		El precio varía dependiendo de quien se vende, pero oscila entre Q.9.00 el galón	Utilizar el beneficio económico para la compra de materiales para la realización de proyectos.	

Fuente: elaboración propia.

Tabla VI. Programa ambiental del agua

LÍNEA DE ACCIÓN: AGUA		
Nombre de la Unida: Taller de Procesos de Manufactura, Metalmecánica, Refrigeración y Aire Acondicionado y Mecánica Auto		
OBJETIVOS:		
Reducir el consumo de agua en los talleres del ITUGS		
Formar hábitos en los profesores, estudiantes y personal de limpieza para el uso eficiente del agua		
Desarrollar un procedimiento para la obtención del indicador ambiental del consumo de agua.		
Monitorear el consumo de agua		
ACTIVIDAD	RESPONSABLE	TAREAS
Inducción sobre el uso adecuado del agua	profesores	Incluir en la sesión informativa, una sección sobre el uso adecuado del agua dentro del taller
Buenas prácticas en la utilización del agua para el lavado de manos	estudiante	Lavarse las manos únicamente cuando sea necesario y hacerlo de una forma eficiente. Primero enjabonarse, luego abrir el grifo para eliminar el jabón y suciedad, finalmente cerrar el grifo.
Buenas prácticas en la utilización del agua para la limpieza del taller	personal de limpieza	Utilizar cubetas para la limpieza de los trapeadores, cerrar el grifo cuando no se esté utilizando.
Determinación del indicador ambiental del consumo de agua	profesores	Determinar el indicador ambiental del consumo de agua con el procedimiento ITUGS-H2O-01
Monitoreo de la reducción del indicador del consumo de agua	profesores	Determinar el indicador ambiental de consumo de agua al inicio del semestre y al terminar el semestre, registrar los datos en el plan de control y monitoreo ITUGS-H2O-01 y verificar que el indicador lleva a una conformidad.
Acciones para la no conformidad	profesores	Si el indicador calculado conlleva a una NO conformidad, determinar y desarrollar acciones para superarla.
ITUGS-H2O-01: Procedimiento para la obtención del indicador ambiental del consumo de agua:		
a) Registrar el valor del consumo de agua directamente del hidrómetro (m3) al iniciar la práctica		
b) Registrar el valor del consumo de agua directamente del hidrómetro (m3) al finalizar la práctica.		
c) Restar el valor del inciso a) al valor del inciso b)		
d) Convertir el valor del inciso c) a litros (L)		
e) Determinar el tiempo de duración de la práctica		
f) Dividir el valor del inciso d) por el valor del inciso e)		
g) Multiplicar el valor del inciso f) por el número de prácticas de cada semestre.		
h) Dividir el valor del inciso g) entre el número de alumnos de la sección.		
Fórmula para calcular el indicador del consumo de agua:		
$ICA = \frac{L}{\text{Estudiante} * \text{semestre}}$		
en donde		
ICA = Indicador del consumo de agua en el taller		
L = litros		

Fuente: elaboración propia.

Tabla VII. Programa ambiental de energía eléctrica

LÍNEA DE ACCIÓN: ENERGÍA ELÉCTRICA		
Nombre de la Unida: Taller de Procesos de Manufactura, Metalmeccánica, Refrigeración y Aire Acondicionado y Mecánica Auto		
OBJETIVOS:		
Formar hábitos en los profesores y estudiantes para el uso eficiente de la energía eléctrica		
Disminuir el consumo de energía eléctrica.		
Desarrollar un procedimiento para la obtención del indicador ambiental del consumo de energía eléctrica		
Monitorear el consumo de energía eléctrica.		
ACTIVIDAD	RESPONSABLE	TAREAS
Inducción sobre el uso adecuado de la energía eléctrica	profesores	Incluir en la sesión informativa, una sección sobre el uso adecuado de la energía eléctrica dentro del taller
Buenas prácticas en iluminación	profesores	Encender la luz únicamente cuando es requerida, la iluminación dentro de las instalaciones es bastante buena.
		Verificar que las ventanas se mantengan limpias. Verificar que las lámparas funcionen correctamente y se mantengan limpias.
Buenas prácticas en el uso del equipo	profesores	Apagar y desconectar la computadora e impresora cuando no se esté utilizando.
	profesores	Encender los ventiladores y extractores únicamente cuando sea requerido
	estudiante	Apagar y desconectar todos los equipos al finalizar la práctica.
Determinación del indicador ambiental del consumo de energía eléctrica	profesores	Determinar el indicador ambiental del consumo de agua con el procedimiento ITUGS-LUZ-01
Monitoreo de la reducción del indicador del consumo de agua	profesores	Determinar el indicador ambiental de consumo de luz al inicio del semestre y al terminar el semestre, registrar los datos en el plan de control y monitoreo ITUGS-LUZ-01 y verificar que el indicador lleva a una conformidad.
Acciones para la no conformidad	profesores	Si el indicador calculado conlleva a una NO conformidad, determinar y desarrollar acciones para superarla.
ITUGS-LUZ-01: Procedimiento para la obtención del indicador ambiental del consumo de energía eléctrica:		
<p>Para medir el consumo de energía eléctrica, se debe realizar un inventario de todos los equipos que consumen energía eléctrica dentro del taller, con sus respectivas especificaciones, luego se debe hacer un monitoreo en los talleres; para calcular el tiempo en que los equipos están encendidos por práctica, por último el consumo total se divide por el número de estudiantes atendidos por semestre.</p> $\text{Potencia} = (V * I) / 1000$ <p>en donde</p> <p>Potencia = Potencia del equipo (kW)</p> <p>V = Voltaje del equipo (Volts)</p> <p>I = Corriente (Amperios)</p> $\text{kWh} = V * I * t$ <p>en donde</p> <p>kWh = kilowatt por hora</p> <p>V = Voltaje del equipo (Volts)</p> <p>I = Corriente (Amperios)</p> <p>t = tiempo en que el equipo está funcionando (h)</p> $\text{IEE} = \frac{\text{kWh}}{\text{estudiante} * \text{semestre}}$ <p>en donde</p> <p>IEE = indicador del consumo de energía eléctrica en el taller</p> <p>kWh = kilowatt por hora</p> <p>estudiante * semestre = número de estudiantes atendidos por semestre</p>		

Fuente: elaboración propia.

Tabla VIII. Programa ambiental calidad del aire

LÍNEA DE ACCIÓN: FACTORES AMBIENTALES		
Nombre de la Unida: Taller de Procesos de Manufactura, Metalmecánica, Refrigeración y Aire Acondicionado y Mecánica Auto		
OBJETIVOS:		
Mantener aceptable la temperatura y el porcentaje de humedad relativa en el taller.		
Mantener aceptable el rango de calidad del aire, nivel de ruido y nivel de iluminación.		
Desarrollar procedimientos para la obtención de factores ambientales.		
Verificar el cumplimiento de los factores ambientales según normas internacionales después de implementado el programa		
ACTIVIDAD	RESPONSABLE	TAREAS
Utilización de ventiladores y extractores	profesores	Verificar que estén en funcionamiento los ventiladores y extractores de los talleres durante la realización de la práctica.
Determinación del factor ambiental	practicante designado por la o	Determinar el factor ambiental con el procedimiento ITUGS-AIR-01.
Monitoreo del factor ambiental	practicante designado por la o	Verificar que el factor ambiental este dentro del rango adecuado según las normas indicadas en el procedimiento ITUGS-AIR-01. Entregar el plan de control y monitoreo al profesor.
Acciones para la no conformidad	profesores	Si el factor ambiental conlleva a una NO conformidad, determinar y desarrollar acciones para superarla.
ITUGS-AIR-01: Procedimiento para la obtención del indicador ambiental de temperatura y % de humedad relativa		
a) Solicitar el higrómetro Datalogger USB- WK057 al Centro Guatemalteco de Producción más limpia.		
b) Colocar el equipo en seis puntos diferentes dentro del taller.		
c) Anotar la hora de inicio de la medición.		
d) Por cada punto donde se colocó el equipo darle un tiempo de 5 minutos aproximadamente.		
e) Devolver el equipo al Centro Guatemalteco de Producción Más Limpia, indicándole al técnico el horario en que se utilizó el equipo.		
f) Leer las gráficas asociadas a las horas o al tiempo de medición en función de la temperatura la humedad relativa.		
g) Comparar los datos obtenidos con las normas internacionales.		
Norma ANSI/ASHARE 62.12004 establece que el rango estándar de valores del parámetro de humedad recomendado para recintos cerrados, se debe encontrar entre 30% a 65%. La Norma ASHRAE 1991 establece que la temperatura de confort para recintos cerrados debe estar entre 20°C a 24°C.		
ITUGS-AIR-02: Procedimiento para la obtención del indicador ambiental de ruido		
a) Solicitar el decibelímetro, SPER Scientific 840013 al Centro Guatemalteco de Producción Más Limpia.		
b) Hacer la medición en seis puntos diferentes dentro del taller y anotar los valores.		
c) Anotar la hora de inicio de la medición.		
d) Devolver el equipo al Centro Guatemalteco de Producción Más Limpia.		
e) Comparar los dato obtenidos con las normas internacionales.		
Legislación colombiana, valores límites permisibles para el ruido continuo resoluciones 8321 y 1792, expedidas por el Ministerio de Salud y los Ministerios de Trabajo y Seguridad Social. Para 3 horas el valor límite es de 97 dB.		

Fuente: elaboración propia.

Continuación de la tabla VIII.

ITUGS-AIR-03: Procedimiento para la obtención del indicador ambiental de nivel de iluminación
a) Solicitar el luxómetro SPER Scientific 84006 al Centro Guatemalteco de Producción Más Limpia.
b) Hacer la medición en seis puntos diferentes dentro del taller y anotar los valores.
c) Anotar la hora de inicio de la medición.
d) Devolver el equipo al Centro Guatemalteco de Producción Más Limpia.
e) Comparar los dato obtenidos con las normas internacionales.
Norma Oficial Mexicana NOM-025-STPS-2005, condiciones de iluminación en los centros de trabajo. Distinción moderada de detalles, niveles mínimos de iluminación : 300 lux.
ITUGS-AIR-04: Procedimiento para la obtención del indicador ambiental de calidad del aire.
a) Solicitar el medidor de calidad de aire EVM SERIES al Centro Guatemalteco de Producción Más Limpia.
b) Colocar el equipo en dos puntos diferentes dentro del taller.
c) Anotar la hora de inicio de la medición.
d) Por cada punto donde se colocó el equipo darle un tiempo de 45 minutos.
e) Devolver el equipo al Centro Guatemalteco de Producción Más Limpia, indicándole al técnico el horario en que se utilizó el equipo.
f) Leer los valores asociados a las horas o al tiempo de medición en función de PM10, CO(ppm), CO2 (ppm) y DFI (COV)
g) Comparar los datos obtenidos con las normas internacionales.
Según el Índice de Calidad de Aire (AQI), para un período de 24 horas, el límite aceptable para evitar problemas a la salud es de 0.150mg/m3 de partículas menores a 10 micras. La OSHA indica que las concentraciones máximas permitidas para un promedio de 8 horas son de 50 ppm de CO y de 5,000 ppm de CO2. RAE Systems menciona que haciendo un promedio de todos los COV que pueden encontrarse, es peligroso para la salud tener una concentración mayor a 1,000 ppm.

Fuente: elaboración propia.

Tabla IX. Plan de control y monitoreo

Línea de acción: Agua							
Meta	Indicador	Fecha	Responsable	Conformidad		Observaciones	Acciones para superar la no conformidad
				si	no		
Reducir el consumo de agua un 5%, Total =310.3 L/semestre. Reducir a 295 L/semestre al finalizar el primer semestre del 2,014							
Línea de acción: Energía Eléctrica							
Meta	Indicador	Fecha	Responsable	Conformidad		Observaciones	Acciones para superar la no conformidad
				si	no		
Reducir el consumo de luz un 5%, Total =743.56 kWh/semestre, reducir a 708.15 kWh/semestre							
Línea de acción: Ruido							
Meta	Indicador	Fecha	Responsable	Conformidad		Observaciones	Acciones para superar la no conformidad
				si	no		
Legislación colombiana, valores límites permisibles para el ruido continuo resoluciones 8321 y 1792, expedidas por el Ministerio de Salud y los Ministerios de Trabajo y Seguridad Social. Para 3 horas el valor límite es de 97 dB.							

Fuente: elaboración propia.

Continuación de la tabla IX.

Línea de acción: Iluminación							
Meta	Indicador	Fecha	Responsable	Conformidad		Observaciones	Acciones para superar la no conformidad
Norma Oficial Mexicana NOM-025-STPS-2005, condiciones de iluminación en los centros de trabajo. Distinción moderada de detalles, niveles mínimos de iluminación : 300				si	no		
Línea de acción: % Humedad Relativa							
Meta	Indicador	Fecha	Responsable	Conformidad		Observaciones	Acciones para superar la no conformidad
Norma ANSI/ASHARE 62.12004 establece que el rango estándar de valores del parámetro de humedad recomendado para recintos cerrados, se debe encontrar entre 30% a 65%.				si	no		
Línea de acción: Temperatura							
Meta	Indicador	Fecha	Responsable	Conformidad		Observaciones	Acciones para superar la no conformidad
La Norma ASHRAE 1991 establece que la temperatura de confort para recintos cerrados debe estar entre 20°C a 24°C				si	no		

Fuente: elaboración propia.

Continuación de la tabla IX.

Línea de acción: Calidad de Aire							
Meta	Indicador	Fecha	Responsable	Conformidad		Observaciones	Acciones para superar la no conformidad
Según el Índice de Calidad de Aire (AQI), para un período de 24 horas, el límite aceptable para evitar problemas a la salud es de 0.150mg/m ³ de partículas menores a 10 micras. La OSHA indica que las concentraciones máximas permitidas para un promedio de 8 horas son de 50 ppm de CO y de 5,000 ppm de CO ₂ . RAE Systems menciona que haciendo un promedio de todos los COV que pueden encontrarse, es peligroso para la salud tener una concentración mayor a 1,000 ppm				si	no		

Fuente: elaboración propia.

5. INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

El diagnóstico de las cinco líneas de acción: energía eléctrica, agua, papel, desechos líquidos y sólidos, se realizó para tomar acciones de mejora en los Talleres de Procesos de Manufactura, Metalmecánica, Refrigeración y Aire Acondicionado y Mecánica Automotriz para reducir el impacto ambiental.

En la tabla III donde se muestra el indicador del consumo de las diferentes líneas de acción en cada uno de los talleres se observa que:

El indicador de energía eléctrica para los Talleres se limita al consumo de los equipos eléctricos, los cuales se detallan en la tabla II. Los talleres aprovechan bien la iluminación proporcionada por las ventanas a excepción de ciertas áreas en donde pasan ductos y bloquean la luz. Los equipos son encendidos únicamente cuando se van a utilizar y se desconectan al finalizar las prácticas. Todos los Talleres cuentan ya con una acometida, aunque no cuentan con contadores de luz para monitorear el consumo en cada taller.

El indicador de agua para los Talleres es bastante reducido, ya que no se utiliza agua en los procesos más que para lavado de manos. El Taller que tiene mayor consumo de agua es el de Refrigeración y Aire Acondicionado, ya que necesita el agua para los equipos pero esta se recircula luego de pasar por la torre de enfriamiento. Una de las debilidades de los talleres es que no cuentan con contadores de agua, esto facilitaría el monitoreo del consumo de agua.

El indicador de papel en los talleres es nulo, ya que no se presentan reportes escritos, se trabaja por medio de proyectos que los estudiantes trabajan durante el semestre, y el examen final es el proyecto finalizado.

El indicador de generación de desechos sólidos en los Talleres de Procesos de Manufactura y Metal Mecánica son reutilizados por los mismos estudiantes y se aprovechan al máximo dependiendo del proyecto en el que se está trabajando. Ya cuando estos no pueden ser reutilizados se vende en calidad de chatarra. El desecho sólido generado por el taller de mecánica automotriz es el *waípe*, el cual es utilizado para la limpieza de las piezas, este se desecha en el recipiente de basura.

El indicador de generación de desechos líquidos en los Talleres se resumen en dos tipos, aceite quemado y refrigerante. El aceite se reutiliza en forma de barniz para los mismos proyectos de los estudiantes. El refrigerante no generado por el Taller de Refrigeración y Aire Acondicionado se cambia cada dos o tres semestres. Se requiere capacitación para el descarte de la misma para el personal y estudiantes para evitar contaminación ambiental.

Se determinaron algunos factores ambientales: temperatura, porcentaje de humedad relativa, ruido, iluminación, calidad de aire (CO, CO₂, COV) para los talleres, los cuales salieron aceptables según las normas internacionales: según el AQI (Índice de Calidad de Aire), para un período de 24 horas, el límite aceptable para evitar problemas a la salud es de 0,150 miligramos por metro cúbico de partículas menores a 10 micras. La OSHA indica que las concentraciones máximas permitidas para un promedio de 8 horas son de 50 partes por millón de CO y de 5 000 partes por millón de CO₂. RAE Systems menciona que haciendo un promedio de todos los COV que pueden

encontrarse, es peligroso para la salud tener una concentración mayor a 1 000 ppm de unidades de isobutileno.

Por último se debe de considerar la contaminación visual generada por las soldaduras en los talleres de metalmecánica y procesos de manufactura. Los factores de riesgo son las radiaciones ultravioleta y luminosas.

Tabla X. **Riesgos debidos a los rayos nocivos**

Riesgos o aplicación	Gafas de patillas	Gafas panorámicas	Pantallas faciales
Soldadura por gas	X	X	X
Soldadura eléctrica			X
Radiación ultravioleta	X	X	X
Radiación infrarrojos	X	X	X
Radiación láser	X	X	X
Radiación solar de uso industrial	X	X	X

Fuente: <http://www.bolle-safety.es/librillo-de-formacion>, Consulta: febrero de 2013.

Estos rayos generados por los diferentes tipos de soldadura no se pueden reducir, por ende se debe de utilizar protección.

CONCLUSIONES

1. Por falta de medidores no se determinó el consumo de agua y energía eléctrica en los talleres del ITUGS.
2. Se identificó que un 92 por ciento de los residuos sólidos de los talleres del ITUGS son aprovechados y reutilizados.
3. Los desechos líquidos (refrigerantes) son desechados de forma correcta en recipientes cerrados.
4. En los Talleres del ITUGS se cumplen con las normas de iluminación a excepción en el área de soldaduras, dentro del Taller de Procesos de Manufactura.
5. Se cumplen al 100 por ciento con las normas de calidad del aire.
6. Con los programas ambientales como un eje transversal se está educando a los estudiantes y al personal del ITUGS como una medida preventiva.
7. Se desarrolló un plan de control y monitoreo que asegure la mejora continua en los talleres del ITUGS y el compromiso de todos los involucrados.

RECOMENDACIONES

1. Cambiar de ubicación el área de soldadura a una mejor iluminada y en su lugar colocar otros equipos como la cortadora, barrenos o tornos.
2. Recolectar papel usado para reciclar y así generar una fuente de ingreso adicional para comprar los insumos requeridos en los diferentes Talleres.
3. Recolectar chatarra de los hogares y vecinos de los estudiantes (opcional) para generar una fuente de ingreso adicional para comprar los insumos requeridos en los diferentes Talleres.
4. Implementar la capacitación continua a los estudiantes y catedráticos de los Talleres sobre el uso adecuado y eficiente de todos los recursos que utilizan.
5. Colocar los medidores de agua y energía eléctrica como prioridad para poder manejar datos exactos de su consumo.

BIBLIOGRAFÍA

1. ALVAREZ MEJÍA, William G.. *La Cooperación Ambiental de los Estados Unidos hacia Centroamérica*. Trabajo de graduación de Ing. Química, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería. 2011. 5 p.
2. *Analista de laboratorio. Manual de Buenas Practicas Ambientales*. [en línea]. Disponible en : <<http://y.ambiente.gov.ar/archivos/>>. [Consulta: 13 de agosto de 2013].
3. *Chillers enfriados por aire o por agua*. [en línea]. [fecha de consulta 13 Sep 2013] Disponible en: <http://y.aireyork.net/sites/y.aireyork.net/files/image/manuales/Manual_Servicio_y_Operacion_modelos_YCL-ECCL.pdf>. [Consulta: 13 de septiembre de 2013.]
4. *Conecciones eléctricas en un refrigerador*. [en línea]. [fecha de consulta 13 Sep 2013] Disponible en: <<http://y.monografias.com/trabajos-pdf4/curso-basico-refrigeracion-domiciliaria/curso-basico-refrigeracion-domiciliaria.pdf>>. [Consulta: 13 de septiembre de 2013.]
5. *Contaminacion Acustica. Politicas de reduccion y control*. [en línea] Disponible en: <<http://y.asturias.es/portal/site/medioambiente/menuitem.1340904a2df84e62fe47421ca6108a0c/?vgnextoid=8243083113639210Vgn>>

VCM10000097030a0aRCRDyvgnextchannel=f5e9b1cc11b6a110V
gnVCM1000006a01a8c0RCRDyi18n.http.lang=es>. [Consulta:
13de septiembre de 2013.]

6. *Control estadístico de procesos, capacidad de proceso.* [en línea].
Disponible en: <http://y.eie.fceia.unr.edu.ar/ftp/Gestion%20de%20la%20calidad/controlestadistico12.pdf>>. [Consulta: 28 de agosto de 2013.]
7. *Descripcion de los requisitos de calidad manual de acreditacion ACAAI.*
[en línea] Disponible en: <http://acaai.org.gt/files/2011/12/PARTE-II.B.DESCRIPCION-DE-REQUISITOS-DE-CALIDAD.pdf>>.
[Consulta: 28 de agosto de 2013.]
8. *Estudios de capacidad y habilidad del proceso (Cp Y Cpk)* [en línea]
Disponible en: <http://y.calidad.com.mx/articulos/58.htm>>.
[Consulta: 28 de agosto de 2013.]
9. *Guía completa de las normas ISO 14000.* [en línea]. Disponible en:
http://iso.org/iso/en/pdf.iso900014000/articles/pdf/viewpoint_2-01.pdf>. [Consulta: 7 de octubre de 2013.]
10. *Higiene laboral, la importancia de la iluminacion.* [en línea] Disponible
en:
<http://y.estrucplan.com.ar/producciones/entrega.asp?identrega=371>>. [Consulta: 1 de septiembre de 2013.]

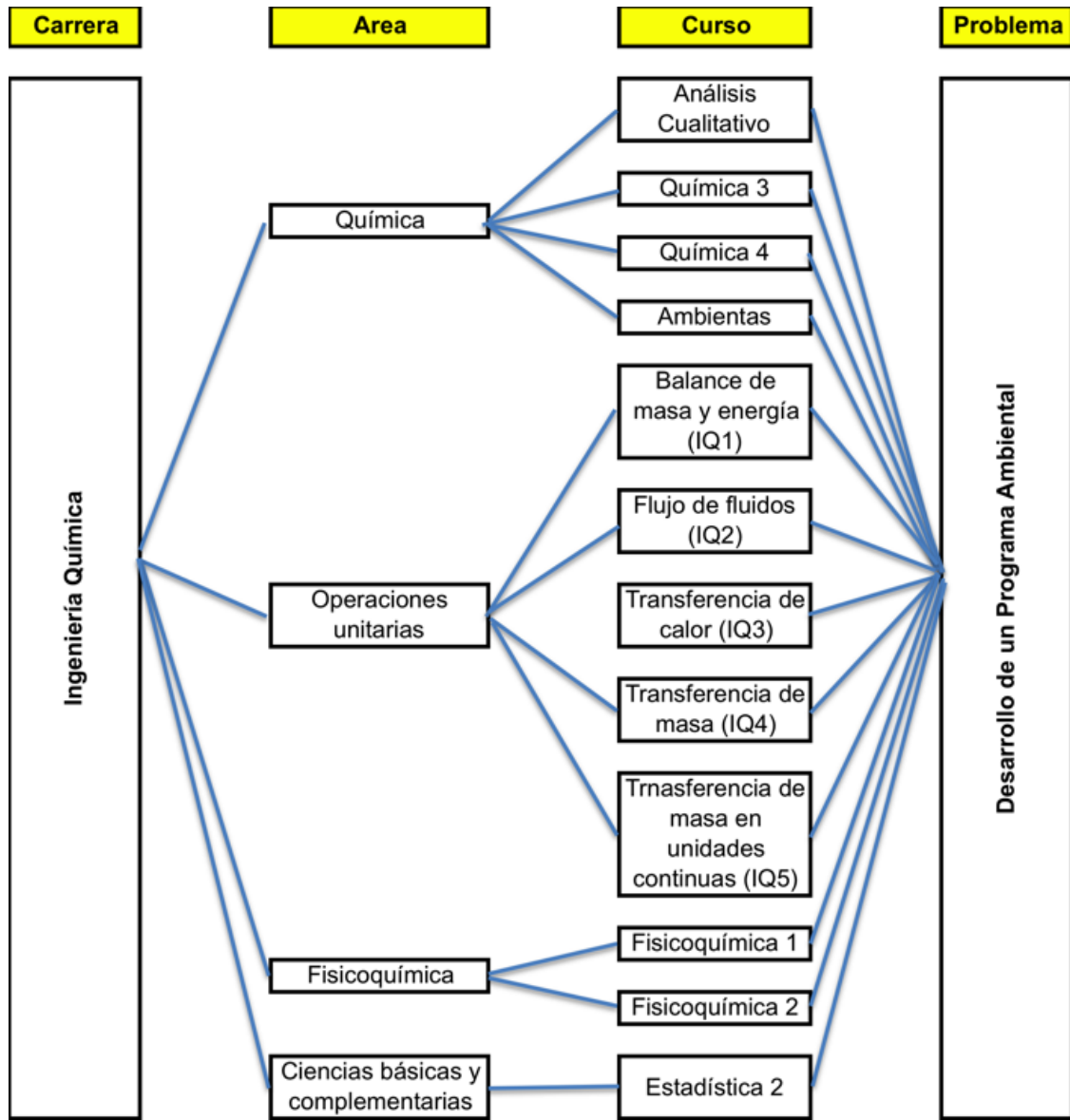
11. HIMMELBLAU, David. *Principios básicos y cálculos en ingeniería química*. 6a ed. Texas: Prentice Hall Latinoamérica. 749 p.
12. HOOFF, Bart Van; MONROY, Nestor; SAER, Alex. *Producción mas Limpia: paradigma de gestión ambiental*. Universidad de los Andes, Facultad de Administración, Colombia: Alfaomega Colombia, 2009, 280 p.
13. *Instituto Tecnológico Universitario Guatemala Sur*. [en línea]. Guatemala. Disponible en: <<http://itugs-usac.blogspot.com>>. [Consulta: 25 de agosto de 2013.]
14. *Introducción a los conceptos y prácticas de producción más limpia*. Centro Guatemalteco de Producción más Limpia. 2009. 37 p.
15. *La Gestion Ambiental en Guatemala*. [en línea] Disponible en: <<http://y.infoiarna.org.gt/media/file/publicaciones/compartidas/geo2009/Capitulo5.pdf>>. [Consulta: 25 de agosto de 2013.]
16. *Las 4 erres*. [en línea]. Disponible en: <<http://y.slideshare.net/javirui2000/las-4-erres-del-reciclaje-3358805>>. [Consulta: 3 de octubre de 2013.]
17. *Las 5 erres*. [en línea]. Disponible en: <<http://y.hablandodeciencia.com/articulos/2012/10/18/las-5-erres-reutilizar-reducir-reparar-reciclar-y-regular/>>. [Consulta: 3 de octubre de 2013.]

18. *Las 6 erres.* [en línea]. Disponible en:
<<http://y.enbuenasmanos.com/articulos/muestra.asp?art=749>>.
[Consulta: 5 de octubre de 2013.]
19. *Medicion de humedad ambiental.* [en línea]. Disponible en:
<<http://profesores.elo.utfsm.cl/~jgb/ESPINOZAc.pdf>>. [Consulta:
2 de noviembre de 2013.]
20. *Medición de presión y calibración de manómetros.* [en línea].
Disponible en:
<http://cdigital.dgb.uanl.mx/la/1020125032/1020125032_004.pdf>.
[Consulta: 28 de agosto de 2013.]
21. *Normas IRAM-ISO Serie 14000.* [en línea]. Disponible en:
<http://y.scc.ca/faq/30/31_html#3.1.1>. [Consulta: 7 de octubre de
2013.]
22. *Plan de desarrollo Palin, Escuintla.* [en línea]. Disponible en:
<<http://y.segeplan.gob.gt>>. [Consulta: 25 de agosto de 2013.]
23. *Reconocimiento de los derechos historicos y restitución de los derechos comunales en aplicación del convenio 169 de la OIT.* [en línea]
[fecha de consulta 1 Sep 2013] Disponible en:
<<http://y.miterritorio.net/2011/09/12/reconocimiento-de-derechos-historicos-y-restitucion-de-tierras-comunales-en-aplicacion-al-convenio-169-de-la-oit/>>. [Consulta: 1 de septiembre de 2013.]

24. *Riesgos procesos de soldadura* [en línea]. Disponible en: <<http://www.slideshare.net/cmetalicaslichan/riesgos-procesos-de-soldadura>>. [Consulta: 11 de noviembre de 2013.]
25. SAMPIERY, Roberto. *Metodología de la investigación*. 4a ed.. McGraw-Hill. 265 p.

APÉNDICES

Tabla de requisitos académicos



Fuente: elaboración propia

ANEXOS

Temas propuestos para la capacitación de estudiantes y personal docente y administrativo del ITUGS

- Lavado eficiente de manos
- Buenas prácticas ambientales
- Ahorro de energía
- Normas ISO 14000
- Desarrollo sostenible
- Sistemas de gestión ambiental
- Energía renovable

