



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

**IMPLEMENTACIÓN DE LA POLÍTICA AMBIENTAL DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA EN LA FACULTAD DE INGENIERÍA, DENTRO DE LA ESCUELA DE  
INGENIERÍA MECÁNICA**

**Sharon Darshell Martínez Mazariegos**

Asesorado por el Ing. Carlos Humberto Pérez Rodríguez

Guatemala, agosto de 2018

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**IMPLEMENTACIÓN DE LA POLÍTICA AMBIENTAL DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA EN LA FACULTAD DE INGENIERÍA, DENTRO DE LA ESCUELA DE  
INGENIERÍA MECÁNICA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**SHARON DARSHELL MARTÍNEZ MAZARIEGOS**  
ASESORADO POR EL ING. CARLOS HUMBERTO PÉREZ RODRÍGUEZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERA INDUSTRIAL**

GUATEMALA, AGOSTO DE 2018

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL I	Ing. Angel Roberto Sic García
VOCAL II	Ing. Pablo Christian de León Rodríguez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Oscar Humberto Galicia Nuñez
VOCAL V	Br. Carlos Enrique Gómez Donis
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADOR	Ing. Erwin Danilo González Trejo
EXAMINADORA	Ing. Sigrid Alitza Calderón de León
EXAMINADOR	Ing. Jaime Humberto Batten Esquivel
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera 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:

**IMPLEMENTACIÓN DE LA POLÍTICA AMBIENTAL DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA EN LA FACULTAD DE INGENIERÍA, DENTRO DE LA ESCUELA DE  
INGENIERÍA MECÁNICA**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha 3 de marzo de 2016.

**Sharon Darshell Martínez Mazariegos**

Guatemala, enero de 2018

Ingeniero

César Ernesto Urquizú Rodas

Director de Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Facultad de Ingeniería

Universidad de San Carlos de Guatemala

Ingeniero Urquizú:

Respetuosamente, le informo que he revisado el trabajo de graduación titulado: **IMPLEMENTACIÓN DE LA POLÍTICA AMBIENTAL DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA EN LA FACULTAD DE INGENIERÍA, DENTRO DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA** presentado por la estudiante Sharon Darshell Martínez Mazariegos y después de haber realizado las correcciones pertinentes, considero que cumple con los objetivos que le dieron origen.

Por lo tanto, hago de su conocimiento que, en mi opinión, dicho trabajo llena los requisitos necesarios para ser sometido a discusión en su Examen General Público y recomiendo su aprobación para el efecto.

Atentamente,

  
Carlos Humberto Pérez Rodríguez  
INGENIERO MECÁNICO INDUSTRIAL  
Colegiado 3071

Ing. Carlo Humberto Pérez Rodríguez

Ingeniero Mecánico Industrial

Colegiado No. 3071



Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **IMPLEMENTACIÓN DE LA POLÍTICA AMBIENTAL DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA EN LA FACULTAD DE INGENIERÍA, DENTRO DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA**, presentado por la estudiante universitaria **Sharon Darshell Martínez Mazariegos**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

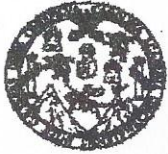
Erwin Alfredo Izeppi Oliva  
Ingeniero Mecánico Industrial  
Colegiado 10562

Ing. Erwin Alfredo Izeppi Oliva  
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, junio de 2018.

/mgp





REF.DIR.EMI.107.018

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **IMPLEMENTACIÓN DE LA POLÍTICA AMBIENTAL DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA EN LA FACULTAD DE INGENIERÍA, DENTRO DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA**, presentado por la estudiante universitaria **Sharon Darshell Martínez Mazariegos**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

**Ing. Juan José Peralta Dardón**  
**DIRECTOR**  
**Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial**

Guatemala, agosto de 2018.



/mgp



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 Mecánica Industrial, al trabajo de graduación titulado: **IMPLEMENTACIÓN DE LA POLÍTICA AMBIENTAL DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA EN LA FACULTAD DE INGENIERÍA, DENTRO DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA**, presentado por la estudiante universitaria: **Sharon Darshell Martínez Mazariegos**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

  
Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco  
Decano

Guatemala, agosto de 2018



/cc



## **ACTO QUE DEDICO A:**

- Dios** Por ser mi fuente de luz, fuerza y compañía en los peores y mejores momentos.
- Mi padre** Álvaro Martínez, por ser el ejemplo de trabajo duro, esfuerzo y enseñarme a sonreír en las diferentes situaciones que me presenta la vía.
- Mi madre** Marleny Mazariegos por ser mi amiga, mi acompañante y quien ha creído en mi justo cuando yo he dejado de hacerlo.
- Mis hermanos** Franzuá y Christopher Martínez, por ser mi espejo, pues sé que cada paso que dé, se reflejará en ambos quienes logran siempre dé lo mejor de mí para seguir mis pasos
- Mis amigos** Greddy y Garyn Esquivel, Elvys Romero y a todos esos amigos que han estado presentes desde el inicio hasta el final de mi carrera, en los buenos y no tan buenos pero memorables momentos.

**Mis profesores**

A algunos de esos excelentes catedráticos, que marcaron el transcurso de mi carrera y se convirtieron en un ejemplo a seguir.

## **AGRADECIMIENTOS A:**

**Universidad de San Carlos  
De Guatemala**

Por nuestra casa de estudios

**Facultad de Ingeniería**

Por ser un pilar importante durante toda mi carrera y durante el ejercicio de mi profesión.

**Mis amigos de la Universidad**

Quienes han permanecido constantes a mi lado durante esta travesía y juntos hemos visto cumplir nuestras metas.

# ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	IX
LISTA DE SÍMBOLOS .....	XI
GLOSARIO .....	XIII
RESUMEN.....	XV
OBJETIVOS.....	XVII
INTRODUCCIÓN .....	XIX
1. ANTECEDENTES GENERALES .....	1
1.1. Universidad de San Carlos de Guatemala .....	1
1.1.1. Ubicación.....	1
1.1.2. Misión .....	2
1.1.3. Visión.....	2
1.1.4. Marco histórico .....	3
1.2. Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales.....	4
1.2.1. Definición.....	4
1.2.2. Función y objetivos.....	5
1.2.3. Ubicación.....	6
1.2.4. Misión .....	6
1.2.5. Visión.....	6
1.2.6. Marco histórico .....	7
1.2.7. Importancia dentro de la USAC .....	7
1.3. Política Ambiental de la Universidad de San Carlos de Guatemala.....	9
1.3.1. Resumen .....	9
1.3.2. Objetivos.....	9

1.3.3.	Políticas ambientales .....	10
1.4.	Facultad de Ingeniería.....	11
1.4.1.	Objetivos .....	11
1.4.2.	Valores .....	12
1.4.3.	Marco histórico .....	12
1.4.4.	Escuelas de la Facultad de Ingeniería .....	13
1.5.	Escuela de Ingeniería Mecánica .....	15
1.5.1.	Reseña histórica.....	15
1.5.2.	Misión .....	16
1.5.3.	Visión.....	16
1.5.4.	Política de calidad .....	16
1.5.4.1.	Perfil del egresado .....	17
1.5.4.2.	Ámbito laboral .....	18
2.	SITUACIÓN ACTUAL .....	19
2.1.	Estructura de la Escuela de Ingeniería Mecánica .....	19
2.1.1.	Organigrama .....	19
2.1.2.	Áreas de coordinación en las que está compuesta EIM .....	20
2.1.2.1.	Área térmica .....	20
2.1.2.2.	Área de diseño de máquinas.....	20
2.1.2.3.	Área de materiales de ingeniería.....	21
2.1.2.4.	Área complementaria .....	21
2.1.2.5.	Área de laboratorios .....	21
2.1.2.6.	Sección de investigación.....	22
2.2.	Proceso de acreditación.....	22
2.2.1.	Síntesis del autoestudio para el proceso de acreditación .....	24



2.2.1.1.	Relación con el entorno (categoría 1) .....	24
2.2.1.2.	Diseño curricular (categoría 2) .....	25
2.2.1.3.	Proceso de enseñanza aprendizaje (categoría 3) .....	26
2.2.1.4.	Investigación y desarrollo tecnológico (categoría 4) .....	28
2.2.1.5.	Extensión y vinculación con el programa (categoría 5).....	30
2.2.1.6.	administración del talento humano (categoría 6) .....	31
2.2.1.7.	Requisitos de los estudiantes al programa (categoría 7).....	32
2.2.1.8.	Servicios estudiantiles (categoría 8) .....	34
2.2.1.9.	Gestión académica (categoría 9).....	36
2.2.1.10.	Infraestructura del programa (categoría 10) .....	36
2.2.1.11.	Recursos de apoyo al programa (categoría 11) .....	37
2.2.1.12.	Graduados (Categoría 12).....	38
2.3.	Situación ambiental actual de EIM .....	39
2.3.1.	Manejo de desechos.....	39
2.3.1.1.	Laboratorios.....	40
2.3.1.2.	Edificio en general T7-Facultad de Ingeniería.....	40
2.3.2.	Consumo mensual promedio de energía dentro del edificio.....	40
2.3.3.	Seguridad e higiene industrial en los laboratorios de EIM.....	41

2.4.	Estudios estadísticos.....	41
2.4.1.	Análisis estadístico de aceptación.....	41
2.4.1.1.	Métodos empleados .....	41
2.4.1.1.1.	Encuestas virtuales .....	42
2.4.1.1.2.	Docencia .....	42
2.4.1.1.3.	Estudiantil.....	42
2.4.1.1.4.	Personal administrativo .....	42
2.4.1.1.5.	Entrevistas .....	42
2.4.1.1.6.	Personal de mantenimiento.....	43
2.4.2.	Análisis FODA .....	43
2.4.2.1.	Fortalezas.....	43
2.4.2.2.	Oportunidades.....	44
2.4.2.3.	Debilidades.....	44
2.4.2.4.	Amenazas .....	45
3.	PRESENTACIÓN PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA POLÍTICA AMBIENTAL.....	47
3.1.	Presentación y descripción de la política ambiental .....	47
3.1.1.	Docencia .....	48
3.1.2.	Extensión.....	48
3.1.3.	Investigación .....	49
3.1.4.	Territorio e infraestructura .....	49
3.2.	Implementación de la Política Ambiental al proceso de acreditación.....	50
3.2.1.	Áreas objetivo de la Política Ambiental en EIM .....	52
3.2.1.1.	Laboratorios .....	53
3.2.1.1.1.	Manejo de desechos .....	54

	3.2.1.1.2.	Uso de recursos .....	55
3.2.1.2.		Salones de clase .....	57
	3.2.1.2.1.	Clasificación del desecho.....	58
	3.2.1.2.2.	Correcto uso de energía eléctrica.....	59
	3.2.1.2.3.	Disminución de niveles de ruido .....	60
3.2.1.3.		Oficinas.....	61
	3.2.1.3.1.	Reducción en el uso de papel.....	61
	3.2.1.3.2.	Reutilización del papel.....	61
	3.2.1.3.3.	Integración de materiales biodegradables.....	62
3.3.		Planificación estratégica ambiental para EIM.....	62
	3.3.1.	Manejo de desechos.....	62
	3.3.2.	Reducción y uso consciente en el consumo de energía .....	66
	3.3.3.	Clasificación del desecho .....	68
	3.3.4.	Evaluaciones de Seguridad e Higiene Industrial .....	70
	3.3.5.	Utilización de nuevos materiales amigables al ambiente.....	86
	3.3.6.	Disminución de actos y condiciones contaminantes .....	86
	3.3.6.1.	Ruido .....	86
	3.3.6.2.	Uso de material no biodegradable.....	87
	3.3.6.3.	Mal uso del recurso no renovable.....	87

3.3.7.	El ambiente como parte del pensum de Ingeniería Mecánica .....	88
4.	IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA .....	89
4.1.	Plan de acción.....	89
4.1.1.	Docencia .....	90
4.1.2.	Extensión.....	90
4.1.3.	Territorio e infraestructura .....	90
4.1.4.	Investigación .....	90
4.2.	Implementación de la política.....	91
4.2.1.	Áreas a utilizar de la Política Ambiental .....	91
4.2.2.	Aspectos relevantes .....	91
4.2.3.	Observaciones y recomendaciones .....	91
4.3.	Entidades responsables del proceso.....	92
4.3.1.	Unidad de acreditación.....	92
4.3.2.	Unidad de investigación .....	93
4.4.	Normativos dentro de EIM.....	93
4.4.1.	Reglamentos a implementar.....	93
4.4.1.1.	Materiales biodegradables recomendados.....	93
4.4.1.2.	Manejo de residuos .....	94
4.4.1.3.	Uso de energía eléctrica.....	96
4.4.1.4.	Limitaciones o materiales no recomendados.....	98
4.5.	Evaluación LEST .....	98
4.5.1.	Laboratorios .....	98
4.5.2.	Salones de clase .....	99
4.5.3.	Oficinas .....	101

4.6.	Análisis de los posibles pro y contras de la política ambiental.....	102
4.7.	Acciones correctivas.....	102
4.8.	Cambios y mejoras en el ambiente .....	103
4.8.1.	Visual.....	103
4.8.2.	Auditivo.....	103
4.8.3.	Recursos Naturales .....	104
5.	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL.....	105
5.1.	Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN) .....	105
5.1.1.	Organigrama.....	105
5.1.2.	Decretos relacionados .....	106
5.1.3.	El MARN y la Universidad de San Carlos de Guatemala .....	107
5.2.	Estructura de un estudio de impacto ambiental.....	109
5.2.1.	Definición.....	109
5.2.2.	Objetivos.....	109
5.2.3.	Decreto .....	109
5.2.4.	Entidades responsables .....	110
5.2.5.	Aspectos importantes dentro del estudio de impacto ambiental .....	110
5.2.6.	Áreas que beneficia .....	130
6.	SEGUIMIENTO Y MEJORA.....	131
6.1.	Resultados obtenidos .....	131
6.1.1.	FODA con base en los resultados obtenidos.....	131
6.1.2.	Nivel de aceptación .....	132
6.1.3.	Interpretación.....	134
6.2.	Aplicación .....	134



6.2.1.	Áreas de aplicación .....	134
6.3.	Acciones correctivas .....	134
6.3.1.	Integración de un nuevo reglamento interno .....	135
6.3.2.	La política ambiental como parte del perfil del egresado .....	135
6.3.3.	Integración de la política ambiental al pensum de Ingeniería Mecánica .....	135
6.4.	Impacto ambiental .....	135
6.4.1.	Recursos naturales .....	136
6.4.2.	Ambiente dentro de la Escuela.....	136
6.4.3.	Energía eléctrica .....	136
6.4.3.1.	Consumo actual VS. Consumo anterior .....	136
6.5.	Evaluaciones de conocimiento y seguimiento de la política ambiental.....	137
6.5.1.	Encuestas y entrevistas al Recurso Humano.....	138
6.5.1.1.	Personal docente .....	138
6.5.1.2.	Estudiantes.....	138
6.5.1.3.	Personal administrativo .....	143
6.5.1.4.	Personal de mantenimiento.....	143
6.6.	Actualización y expansión de la Política Ambiental.....	144
6.6.1.	Facultad de Ingeniería.....	144
6.6.2.	Conferencias informativas .....	144
6.6.3.	Conferencias de capacitación .....	144
CONCLUSIONES.....		145
RECOMENDACIONES .....		147
BIBLIOGRAFÍA.....		149
ANEXOS.....		151

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1.	Ubicación de la Universidad de San Carlos .....	2
2.	Ubicación del MARN .....	6
3.	Organigrama Escuela de Ingeniería Mecánica .....	19
4.	Recipientes utilizados para separación de los residuos sólidos y su código de colores .....	56
5.	Tubo led .....	68
6.	Señales de ruta de evacuación .....	80
7.	Organigrama MARN.....	106
8.	Modelo de aviso público.....	111
9.	Matriz FODA .....	131
10.	Comparación de consumo de energía eléctrica .....	137
11.	Cuando se habla de medio ambiente ¿cuál de los siguientes aspectos es el primero que se le viene a la cabeza? .....	139
12.	¿Usted diría que los problemas del medio ambiente le preocupan?...140	
13.	En su opinión ¿cuál es el problema medioambiental que tiene la Facultad de Ingeniería? .....	141

### TABLAS

I.	Lista de chequeo para el sitio de almacenamiento de residuos no peligrosos.....	64
II.	Lista de chequeo para el sitio de almacenamiento de residuos peligrosos.....	65
III.	Pasos para realizar una caracterización física de residuos sólidos ...	69

IV.	Plan de acción .....	89
V.	Registro de residuos pesados por área .....	95
VI.	Datos del laboratorio.....	99
VII.	Resultado de la evaluación de salones de clase .....	100
VIII.	Resultado de la evaluación de las oficinas .....	101
IX.	Requisitos básicos para la presentación de estudios de evaluación de impacto ambiental, para actividades nuevas .....	113
X.	Carátula de ingreso de instrumentos ambientales .....	116
XI.	Guía de términos de referencia para la elaboración de un estudio de evaluación de impacto ambiental.....	118
XII.	Análisis de factores internos y externos.....	132

## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
H	Altura
<b>M</b>	Metro
%	Porcentaje
<b>R</b>	Radio
<b>V</b>	Volumen





## **GLOSARIO**

<b>ALIDES</b>	Alianza para el Desarrollo Sostenible.
<b>CESEM</b>	Centro de Estudios Superiores de Energía y Minas.
<b>CONAMA</b>	Comisión Nacional del Medio Ambiente.
<b>DIGED</b>	Dirección General de Docencia.
<b>EPS</b>	Ejercicio Profesional Supervisado.
<b>ERIS</b>	Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria y Recursos Hidráulicos.
<b>MARN</b>	Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales.
<b>SEMARN</b>	Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
<b>USAC</b>	Universidad de San Carlos de Guatemala.



## RESUMEN

La Universidad de San Carlos de Guatemala, siendo la única casa de estudios pública, está llamada a ser movimiento de cambio, mejoramiento continuo, prestar servicio a la sociedad y llevar el ejemplo en el cuidado de los recursos naturales, que cada día se utilizan con más frecuencia.

Con esta perspectiva, la Escuela de Ingeniería Mecánica, en su proceso de acreditación, se muestra en la necesidad e interés de aplicar la nueva política ambiental de la Universidad de San Carlos de Guatemala, por el Consejo Superior Universitario, en sesión celebrada en fecha 30 de julio del 2014, punto sexto, inciso 6.2; Acta 13-2014; la cual pretende impulsar, en los 23 campus, el cuidado del medio ambiente, la eficiencia energética, el reciclaje, el uso de materiales biodegradables, el correcto uso de parqueos, reducción de contaminación audiovisual y control de smog, entre otros.

La Escuela de Ingeniería Mecánica, en representación de esta casa de estudios y de la Facultad de Ingeniería, es una de las principales encargadas de la adecuada explotación y administración de los recursos naturales. De esta forma, esta escuela se ofrece a cubrir esta necesidad que, apegada a su misión de crear profesionales con excelentes valores y al tope en el uso de la tecnología apropiada, contribuya al bien común, al desarrollo económico y sostenible del país y de la región. Es la pionera en implementar la política ambiental de la USAC, que será obligatoria en todas las facultades.



## **OBJETIVOS**

### **General**

Implementar la política ambiental de la Universidad de San Carlos de Guatemala en la Facultad de Ingeniería, dentro de la Escuela de Ingeniería Mecánica.

### **Específicos**

1. Propiciar en el personal administrativo, docentes, estudiantes y visitantes de la Escuela de Ingeniería Mecánica el conocimiento de la política ambiental, para su respeto e implementación, colaborando este documento con la Re acreditación de la escuela.
2. Formar ingenieros mecánicos con aptitudes en el cuidado de los recursos naturales en su explotación y utilización masiva.
3. Implementar dentro de los salones, laboratorios y área de oficina una adecuada clasificación y eliminación de desechos, contribuyendo con cero vertederos al basurero municipal.



## INTRODUCCIÓN

El país tiene varios efectos negativos debido a la degradación ambiental en el que se encuentra, entre los más importantes está la contaminación de ríos, lagos, mantos freáticos, explotación de tierras por monocultivos, uso de pesticidas, manejo inadecuado de desechos y ausencia de cultura de reciclaje; sin mencionar una infinidad de faltas al medio ambiente.

Es por eso que la Universidad de San Carlos de Guatemala, por ser un pilar importante dentro de la sociedad guatemalteca, implementa en el 2014 la nueva política ambiental, que se integra por políticas ambientales dentro de la docencia, investigación, extensión, administración, territorio e infraestructura, planificación y seguimiento. La Escuela de Ingeniería Mecánica, en su proceso de acreditación, toma la iniciativa de implementar esta política ambiental dentro su entorno, con la intención de reducir el uso de energía eléctrica, al utilizar la tecnología adecuada en iluminación para su ahorro, cambiar materiales contaminantes por los más amigables para el ambiente, al igual que la promoción del reciclaje y manejo de desechos y el cuidado del agua, entre otros.

Se espera una reacción en cadena de las escuelas dentro de la Facultad para que implementen esta política ambiental; al considerar que la Facultad de Ingeniería es la pionera en el manejo de recursos naturales, y necesita crear profesionales conscientes con el ambiente en cuanto al uso de los recursos renovables y no renovables.





# **1. ANTECEDENTES GENERALES**

## **1.1. Universidad de San Carlos de Guatemala**

La Universidad de San Carlos de Guatemala es una institución autónoma con personalidad jurídica. La cual fue fundada el 31 de enero de 1676, y actualmente alberga a más de 200 mil estudiantes.

Promueve por todos los medios a su alcance la investigación en todas las esferas del saber humano y coopera al estudio y solución de los problemas nacionales. Se rige por su Ley Orgánica y por los estatutos y reglamentos que ella emita, y se debe observar en la conformación de los órganos de dirección, el principio de representación de sus catedráticos titulares, sus graduados y sus estudiantes.<sup>1</sup>

### **1.1.1. Ubicación**

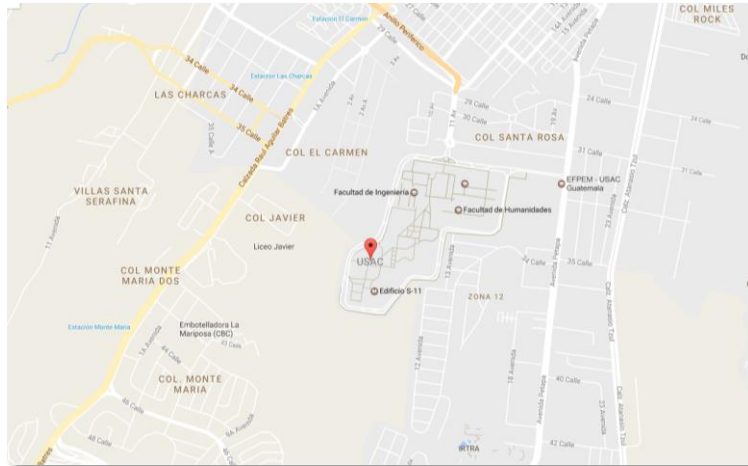
La Universidad de San Carlos de Guatemala se ubica en el Campus Central 11 avenida de la zona 12.

---

Autor: Universidad de San Carlos de Guatemala

<sup>1</sup> [https://www.usac.edu.gt/historia\\_USAC.php](https://www.usac.edu.gt/historia_USAC.php). Consulta: junio de 2018.

Figura 1. **Ubicación de la Universidad de San Carlos de Guatemala**



Fuente: Google Earth. Consulta: octubre 2017.

### **1.1.2. Misión**

En su carácter de única universidad estatal le corresponde con exclusividad dirigir, organizar y desarrollar la educación superior del Estado y la educación estatal, así como la difusión de la cultura en todas sus manifestaciones. Promover, por todos los medios, la investigación en todas las esferas del saber humano.

### **1.1.3. Visión**

La Universidad de San Carlos de Guatemala es la institución de educación superior estatal, autónoma, con cultura democrática, con enfoque multi e intercultural, vinculada y comprometida con el desarrollo científico, social, humanista y ambiental, formadora de profesionales con principios éticos y excelencia académica.

#### 1.1.4. Marco histórico

El ayuntamiento de la Ciudad de Santiago de Guatemala, la Real Audiencia y varias de las órdenes religiosas también enviaron similares peticiones: la necesidad de una institución de educación superior era evidente. Entre la solicitud y la fundación de la Universidad de San Carlos de Guatemala, se establecieron Colegios de Artes, Teología y Filosofía.

Los estudios universitarios aparecen en Guatemala desde mediados del siglo XVI, cuando el primer obispo del reino de Guatemala, licenciado don Francisco Marroquín, funda el Colegio Universitario de Santo Tomás, en el año de 1562, para becados pobres; con las cátedras de filosofía, derecho y teología. Varias donaciones se hicieron para apoyar la fundación de la Universidad, entre ellas destacan la del capitán Pedro Crespo Suárez, Correo Mayor del Reino, que donó alrededor de 40.000 reales en 1646, para que el Colegio de Santo Tomás de Aquino se convirtiera en universidad. Esta donación fue tomada en cuenta en la Real Cédula de fundación, así como la de don Sancho de Barahona y su esposa doña Isabel de Loaiza.<sup>2</sup>

El 5 de julio de 1673 se recibió la Real Cédula que ordenaba que se hiciese una junta en la ciudad de Santiago de Guatemala, formada por el presidente de la Real Audiencia, el Oidor más antiguo y fiscal de ella, el Obispo, para que analizaran los pros y los contras de la fundación de una universidad. Dicha Junta informó sobre la necesidad de contar con una institución universitaria, derivado de lo cual se funda la Universidad de San Carlos de Guatemala, en su orden de fundación, la cuarta del Continente Americano. La Universidad de San Carlos de Guatemala fue fundada por Real Cédula de Carlos II, de fecha 31 de enero de 1676.

La universidad abrió por primera vez sus puertas el 7 de enero de 1681, con más de sesenta estudiantes inscritos. Los bienes dejados para el colegio universitario se aplicaron un siglo más tarde para formar el patrimonio

---

<sup>2</sup> <https://www.usac.edu.gt/historiaUSAC.php> Consulta: junio de 2018.

económico de la Universidad de San Carlos, juntamente con los bienes que legó para fundarla, el Correo Mayor Pedro Crespo Suárez. Hubo ya desde principios del siglo XVI otros colegios universitarios, como el Colegio de Santo Domingo y el Colegio de San Lucas, que obtuvieron licencia temporal de conferir grados.

La Constitución de la República de Guatemala emitida en 1945 consagró como principio fundamental la autonomía universitaria, y el Congreso de la República de Guatemala, complementó las disposiciones de la Carta Magna con la emisión de una Ley Orgánica de la Universidad, y una Ley de Colegiación obligatoria para todos los graduados que ejerzan su profesión en Guatemala. Desde septiembre del año 1945, la Universidad de San Carlos de Guatemala funciona como entidad autónoma con autoridades elegidas por un cuerpo electoral, conforme el precepto legal establecido en su Ley Orgánica; y se ha venido normando por los siguientes principios que, entre otros, son el producto de la Reforma Universitaria en 1944: Libertad de elegir autoridades universitarias y personal docente, o de ser electo para dichos cuerpos sin injerencia alguna del Estado, asignación de fondos que se manejan por el Consejo Superior Universitario con entera autonomía, libertad administrativa y ejecutiva para que la Universidad trabaje de acuerdo con las disposiciones del Consejo Superior Universitario, dotación de un patrimonio consistente en bienes registrados a nombre de la Universidad, elección del personal docente por méritos; en examen de oposición, participación estudiantil en las elecciones de autoridades universitarias y la participación de los profesionales catedráticos y no catedráticos en la elección de autoridades.<sup>3</sup>

## **1.2. Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales**

El Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN), es el ente rector encargado de todo aquello referente al ambiente y/o impactos positivos o negativos al mismo.

### **1.2.1. Definición**

El MARN es la entidad del sector público especializada en materia ambiental y de bienes y servicios naturales del Sector Público, y le corresponde

---

<sup>3</sup> <https://www.usac.edu.gt/historiaUSAC.php>\_ Consulta: junio de 2018.

proteger los sistemas naturales que desarrollen y dan sustento a la vida en todas sus manifestaciones y expresiones.

### **1.2.2. Función y objetivos**

Se describen algunas de las funciones del MARN en descripción:

- Formular participativamente la política de conservación, protección y mejoramiento del ambiente y de los recursos naturales, y ejecutarla en conjunto con las otras autoridades con competencia legal.
- Formular las políticas para el mejoramiento y modernización de la administración descentralizada del sistema guatemalteco de áreas protegidas, así como para el desarrollo y conservación del patrimonio natural del país, incluyendo las áreas de reserva territorial del Estado.
- Formular, en coordinación con el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, la política sobre la conservación de los recursos pesqueros y suelo, estableciendo los principios sobre su ordenamiento, conservación y sostenibilidad.
- En coordinación con el Consejo de Ministros, incorporar el componente ambiental en la formulación de la política económica y social del Gobierno, garantizando la inclusión de la variable ambiental y velando por el logro de un desarrollo sostenible; diseñar, en coordinación con el Ministerio de Educación.
- Ejercer las funciones normativas, de control y supervisión en materia de ambiente y recursos naturales que por ley le corresponden, velando por la seguridad humana y ambiental.
- Elaborar y presentar anualmente el informe ambiental del Estado.

### 1.2.3. Ubicación

El MARN se ubica en la 7ª. avenida, 3-67 zona 13 ciudad de Guatemala.

Figura 2. Ubicación del MARN



Fuente: Google Earth. Consulta: octubre 2017.

### 1.2.4. Misión

Institución que coordina, cumple y hace que se cumplan las políticas y el ordenamiento jurídico concernientes a la prevención de la contaminación, conservación, protección y mejoramiento del ambiente para asegurar el uso sostenible de los recursos naturales.

### 1.2.5. Visión

Garantiza el cumplimiento del derecho humano a un ambiente saludable y ecológicamente equilibrado de los guatemaltecos.

### **1.2.6. Marco histórico**

Fragmentos históricos: de la institucionalidad de la gestión ambiental en el sistema de Gobierno en las dos últimas décadas ha experimentado cambios significativos. Entre estos se destacan la promulgación de la Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente en el año de 1986, según Decreto Legislativo 68-86, que da origen a la Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA). Posteriormente, en el año 2000, se crea la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, (SEMARN), según Acuerdo Gubernativo 35-2000, la cual estaba adscrita a la Presidencia de la República de Guatemala. En ese mismo año, se promulgan los Decretos Legislativos 90-2000 y 91-2000, publicados en el año 2001, además, las reformas al Decreto 114-97 según Decreto Número 22-99 los cuales dan origen al Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN).

El Reglamento Orgánico Interno del MARN, aprobado por el Acuerdo Gubernativo 186-2001 de la República de Guatemala y las reformas a los artículos 4 y 6, según Acuerdo Gubernativo 284-2001 de la República de Guatemala, se refiere a la organización y estructura orgánica del despacho superior del Ministerio y sus funciones.

### **1.2.7. Importancia dentro de la USAC**

El Gobierno de Guatemala hizo entrega a la Universidad “La Orden del Quetzal” como un reconocimiento a la contribución académica que este centro de estudios ha aportado al país durante 50 años.

“La Orden del Quetzal es la máxima distinción que otorga el Gobierno con el objetivo de reconocer a entidades públicas y privadas cuya labor social

merezca el reconocimiento. Por lo tanto, es para el MARN muy grato externar una sincera felicitación a tan importante institución educativa.”<sup>4</sup>

- Convenio entre Gobierno y USAC permite a comunas economizar Q.99,615,763 con servicios de estudiantes. Realizando un total de 64 proyectos integrados y 756 individuales, los estudiantes de la Universidad de San Carlos que realizan sus Ejercicio Profesional Supervisado - EPS- en los 45 municipios priorizados por el Consejo de Cohesión Social, favorecieron al ahorro de Q.99,615,763 en esas municipalidades al prestar sus servicios profesionales.

Estos programas de apoyo técnico surgen a raíz de la firma de una carta de entendimiento entre el Consejo de Cohesión Social y la Universidad de San Carlos de Guatemala, firmado el 7 de octubre de 2008. El total de fondos otorgados por el Gobierno de Guatemala asciende a Q.6,100,000, divididos en aportes de Q.2,300 mensuales para los 334 estudiantes que dedicaron su tiempo a apoyar las comunas con proyectos técnicos y productivos.

“Por su parte, la Primera Dama de la Nación ya ha solicitado el traslado de ingenieros civiles que colaboren en la implementación de acciones consensuadas en el programa “Todos Juntos Por el Lago” en Sololá.”<sup>5</sup>

---

<sup>4</sup>[http://www.marn.gob.gt/noticias/noticia/MARN\\_participa\\_en\\_la\\_celebracin\\_de\\_50\\_aos\\_de\\_la\\_Universidad\\_del\\_Valle\\_de\\_Guatemala](http://www.marn.gob.gt/noticias/noticia/MARN_participa_en_la_celebracin_de_50_aos_de_la_Universidad_del_Valle_de_Guatemala). Consulta: noviembre de 2015.

<sup>5</sup> <http://www.deguate.com/artman/publish/noticias-guatemala/convenio-entre-gobierno-y-usca-permite-a-comunas-economizar-q-99-615-763-con-servicios-de-estudiantes.shtml?m=no#.VjbAo1UvfiU>. Consulta: noviembre del 2015.



### **1.3. Política Ambiental de la Universidad de San Carlos de Guatemala**

El fin de la Política Ambiental de la USAC consiste en lograr que la comunidad universitaria tanto egresada como en proceso de formación compartan las proposiciones filosóficas y la comprensión de la justificación de sus acciones ambientales, logrando una mejor calidad de vida para los habitantes de nuestro ecosistema tanto el ser humano como cualquier otra especie de vida.

#### **1.3.1. Resumen**

La Universidad de San Carlos de Guatemala (USAC), como única universidad pública, está llamada a divulgar la cultura, ampliar los conocimientos científicos y tecnológicos, servir a la sociedad como ejemplo en el uso de los recursos naturales, y el adecuado uso del entorno, para garantizar la sostenibilidad del desarrollo y del medio ambiente en Guatemala. Consciente de esa responsabilidad y de interrelacionar y armonizar todas las acciones y actividades ambientales desde la perspectiva de la investigación, la docencia, la extensión y la administración, la USAC decide asumir el compromiso de construir una cultura ambiental en la comunidad universitaria y difundirla en la sociedad guatemalteca.

#### **1.3.2. Objetivos**

La política, enfocada con base al cumplimiento de la Misión y Visión de la USAC, y de la dimensión ambiental en la planificación universitaria, plantea algunos objetivos:

- Construir en la comunidad universitaria una cultura ambiental sostenible, por medio de estrategias coherentes, programas y proyectos integrados para el fortalecimiento del desarrollo sostenible en las áreas de investigación, docencia, extensión y administración, con el fin de conservar y mejorar las condiciones ambientales en los espacios universitarios.
  
- **Objetivos específicos**  
Algunos de sus objetivos específicos:
  - Identificar y evaluar los impactos ambientales de las actividades universitarias, con el fin de potenciar los impactos positivos, así como prevenir, mitigar, controlar y compensar los impactos ambientales negativos; aplicando la normativa nacional vigente y los tratados, convenios, acuerdos, cartas, declaraciones y manifiestos nacionales e internacionales generados en favor del ambiente.
  - Fortalecer la planificación universitaria para articular el desarrollo de planes, programas y proyectos destinados a alcanzar los objetivos generales.
  - Desarrollar e implementar tecnologías que contribuyan con el uso eficiente de los recursos naturales.

### **1.3.3. Políticas ambientales**

En virtud de dar cumplimiento a los resultados esperados en los objetivos generales y específicos, la Política Ambiental de la Universidad de San Carlos de Guatemala, reúne el conjunto integral de veintiún políticas que figuran en los marcos funcionales y operativos de la USAC: docencia, investigación,

extensión, administración, territorio e infraestructura, planificación y seguimiento.

#### **1.4. Facultad de Ingeniería**

La Facultad de Ingeniería es una de las 10 Facultades que conforman la Universidad de San Carlos de Guatemala. Fue fundada en 1880 y es la Facultad de Ingeniería más grande e importante de Guatemala. Atiende a una población estudiantil de más de 12,000 estudiantes de pregrado siendo, por ende, una de las unidades académicas más pobladas de la USAC.

##### **1.4.1. Objetivos**

Algunos de los objetivos puntuales de la Facultad de Ingeniería:

- Formar adecuadamente los recursos humanos dentro del área técnico-científica que necesita el desarrollo de Guatemala dentro del ambiente físico natural, social económico, antropológico y cultural del medio que lo rodea para que pueda servir al país eficiente y eficazmente como profesional de la Ingeniería.
- Proporcional al estudiante de Ingeniería en los diferentes niveles académicos, las facilidades y oportunidades necesarias para que obtenga tanto la información básica que le sirva de fundamento para cualquier especialización técnico-científica, como conocimiento sobre tecnologías aplicadas al medio y, también, una mentalidad abierta a cualquier cambio y adaptación futura.
- Proporcionar al estudiante la suficiente formación científica general en el conocimiento y aplicaciones de las ciencias físico-matemáticas y en tecnología moderna; en el sentido más amplio de la ingeniería, como la

ciencia y arte de utilizar las propiedades de la materia y las fuentes de energía, para el dominio de la naturaleza, en beneficio del hombre.

- Fomentar la Investigación y el desarrollo de la tecnología y las ciencias.

#### **1.4.2. Valores**

Sus valores:

- Responsabilidad
- Respeto
- Honestidad
- Excelencia
- Servicio

#### **1.4.3. Marco histórico**

Fragmentos históricos de la Facultad de Ingeniería:

En 1834, siendo jefe del Estado de Guatemala Mariano Gálvez, se creó la Academia de Ciencias, sucesora de la Universidad de San Carlos, implantándose la enseñanza de Álgebra, Geometría, Trigonometría y Física. Se comenzaron a otorgar títulos de Agrimensores. La Academia de Ciencias funcionó hasta 1840, año en que, bajo el gobierno de Rafael Carrera, volvió a transformarse en la Universidad.

La Revolución de 1871 hizo tomar un rumbo distinto a la enseñanza técnica superior. Se fundó la Escuela Politécnica en 1873 para formar ingenieros militares, topógrafos y de telégrafos, además de oficiales militares.

En 1879 se estableció la Escuela de Ingeniería en la Universidad de San Carlos de Guatemala y por decreto del gobierno en 1882 se elevó a la categoría de Facultad dentro de la misma Universidad, separándose así de la Escuela Politécnica. El Ing. Cayetano Batres del Castillo fue el primer Decano de la Facultad de Ingeniería, se reformó el programa de estudios anterior, reduciéndose a seis años la carrera de Ingeniería, que era de ocho.

En 1974 se creó la unidad de Ejercicio Profesional Supervisado para todas las carreras de la Facultad de Ingeniería.

En 1984 fue creado el Centro de Estudios Superiores de Energía y Minas, que inició sus actividades con un programa de estudios de hidrocarburos y varios cursos sobre exploración y explotación minera, geotecnia, pequeñas centrales hidroeléctricas e investigación geotérmica, con el apoyo del Ministerio de Energía y Minas. Asimismo, con el fin de mejorar su administración docente, en 1986, la carrera de Ingeniería Mecánica se separó de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial.

En 1995 se expande la cobertura académica de la escuela de posgrado con los nuevos estudios a nivel de maestría en Sistemas de Construcción y en Ingeniería Vial, y en 1996, con los correspondientes a la Maestría en Sistemas de Telecomunicaciones. En 2007 se creó la carrera de Ingeniería Ambiental.

#### **1.4.4. Escuelas de la Facultad de Ingeniería**

La Facultad de Ingeniería está organizada de la siguiente forma:

- Escuelas Facultativas
- Centros

- Departamentos
- Unidades Académico-Administrativas

También forman parte de la Facultad de Ingeniería:

- Centro de Investigaciones de Ingeniería, (CII)
- Centro de Cálculo e Investigación Educativa
- La Biblioteca Ing. Mauricio Castillo Contoux
- La Unidad de Ejercicio Profesional Supervisado, (EPS)
- La Unidad de Servicio de Apoyo al Estudiante y de Servicio de Apoyo al Profesor (SAE/SAP)

La Facultad de Ingeniería está organizada para su funcionamiento en unidades ejecutoras cada una con funciones específicas como sigue:

- Funciones administrativas
  - Decanatura: representa a la Facultad y dirige su funcionamiento poniendo en práctica todos los acuerdos de la Junta Directiva y lo estipulado en las leyes y reglamentos universitarios.
  - Unidad de Planificación: asesora a la decanatura preparando estudios sobre aspectos académicos, administrativos y tecnológicos.
  - Unidad de difusión y divulgación: difundir por los medios más avanzados actividades de perspectiva y desarrollo de la Facultad de Ingeniería.
  - Unidad de servicio de apoyo al estudiante y al profesor SAE/SAP: asesora a profesionales egresados para un mejor nivel competitivo de la enseñanza de la ingeniería a nivel Centroamericano.

- Secretaría Académica: tramita, despacha, administra personal, controla profesores y alumnos a través de las siguientes unidades: Secretaría Adjunta y Control Académico.

## **1.5. Escuela de Ingeniería Mecánica**

En términos generales, se define la Ingeniería Mecánica como la actividad humana encaminada a transformar la naturaleza al servicio de las necesidades del hombre, en los campos de la investigación, desarrollo, diseño, construcción, operación, mantenimiento y comercialización de sistemas y equipos mecánicos.

### **1.5.1. Reseña histórica**

La Ingeniería Mecánica es una de las carreras que ha ofrecido la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, desde el siglo pasado, en el año 1968, como oportunidad de estudios superiores en la República de Guatemala. La Escuela de Ingeniería Mecánica tiene una historia relativamente reciente como tal, debido de que en los inicios, la carrera era administrada por la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial. Nació como independiente en el mes de octubre de 1986 al separarse de la Escuela mencionada, por resolución de Junta Directiva a petición de estudiantes y catedráticos de aquella época, siendo el principal visionario el Coordinador de la Carrera de aquel entonces, el Ing. Jorge Raúl Soto Obediente (QEPD) y los estudiantes de aquel entonces Rigoberto Fong, Leonel Ramírez y Sergio Castro, entre otros.<sup>6</sup>

Su sede se localizó en el edificio T-7 del complejo de la Facultad de Ingeniería, que en aquel entonces era área de bodegas que utilizaba la Facultad, ya existían los laboratorios de procesos de manufactura I y II, metalurgia, metalografía y motores de combustión interna, estos se desarrollaban en un ambiente inadecuado. Actualmente se encuentra en el edificio T-7 de la Facultad de Ingeniería, con salones adecuados y la mejor tecnología posible para apoyar a sus estudiantes en cuanto a los laboratorios se refiere.

---

<sup>6</sup> [http://emecanica.ingenieria.usac.edu.gt/sitio/?page\\_id=4](http://emecanica.ingenieria.usac.edu.gt/sitio/?page_id=4). Consulta: junio de 2018.

### **1.5.2. Misión**

Tiene como misión formar profesionales de la Ingeniería Mecánica, con valores éticos y morales, capaces de generar y adaptarse a los cambios del entorno, conscientes de la realidad nacional y el avance tecnológico, comprometidos con su sociedad, para que a través de la aplicación de la ciencia y la tecnología apropiada contribuyan al bien común y desarrollo económico y sostenible del país y la región.

### **1.5.3. Visión**

Su visión: Convertirse en una de las mejores Escuelas de Ingeniería Mecánica en educación superior, de reconocimiento nacional e internacional por la calidad de profesionales que forma, por sus resultados dentro de la competitividad del mercado laboral cambiante tomando en cuenta el impacto de las nuevas tecnologías, de las necesidades y expectativas de sus estudiantes.

### **1.5.4. Política de calidad**

La dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica consciente de las tendencias que paulatinamente se van introduciendo en la Universidad de la sociedad del conocimiento, ha considerado como política de la calidad universitaria el compromiso a desarrollar sus actividades bajo el esquema del mejoramiento continuo integrado en todos los aspectos de docencia, gestión, investigación y extensión que se realizan para desempeñar las funciones de generación, transmisión y transferencia de conocimiento en Ingeniería Mecánica y garantizar así los requerimientos de la sociedad por la vía de sus estudiantes, graduados, docentes, investigadores y empleadores en la



búsqueda permanente de la más alta calidad, considerando ésta como la búsqueda de la excelencia en:

- Los procesos de formación de profesionales, académicos y científicos.
- En las condiciones institucionales que sostienen a la universidad pública en el marco de su autonomía, responsabilidad social, pluralismo ideológico y respeto por los valores democráticos; y
- “En las dinámicas de integración y articulación del sistema educativo entre niveles e instituciones. Todo lo anterior basado en los compromisos y recomendaciones surgidas en el marco del proceso de acreditación de la Escuela.”<sup>7</sup>

#### **1.5.4.1. Perfil del egresado**

La idea de este trabajo de investigación, es que cada egresado de la carrera de ingeniería mecánica, tenga conocimiento del cuidado ambiental, sea responsable de que todo trabajo realizado para la comunidad tenga no solo un impacto positivo para el ambiente si no reduzca todo riesgo de daño a los recursos naturales.

Algunos aspectos del perfil del egresado:

El Ingeniero Mecánico con base en los conocimientos adquiridos será capaz de:

- Planificar, supervisar y seleccionar materiales, equipo, tuberías y accesorios para instalaciones mecánicas (vapor, hidráulicas, ductería, neumática, gases médicos, y otros.), bombas hidráulicas, calderas,

---

<sup>7</sup> [http://emecanica.ingenieria.usac.edu.gt/sitio/?page\\_id=4](http://emecanica.ingenieria.usac.edu.gt/sitio/?page_id=4). Consulta: junio de 2018.

equipos de refrigeración y aire acondicionado, equipos neumáticos, equipo industrial para hospitales, entre otros.

- Instalar y montar máquinas de combustión interna, compresores, calderas, equipos de refrigeración y aire acondicionado, equipos de transferencia de calor, máquinas para procesos de metal mecánica, equipos de aire comprimido y equipo industrial.
- Crear maquinaria más compleja para facilitar las actividades del ser humano.<sup>8</sup>

#### **1.5.4.2.      Ámbito laboral**

El campo del Ingeniero Mecánico comprende la ciencia y el arte de la generación, transmisión y utilización del calor y de la energía mecánica; el diseño y la producción de herramientas, máquinas y los productos de éstas; proyecta diversos tipos de motores, máquinas, vehículos y otros productos para la industria mecánica.

---

<sup>8</sup> <http://emecanica.ingenieria.usac.edu.gt/sitio/>; Consulta: noviembre del 2015.

## 2. SITUACIÓN ACTUAL

### 2.1. Estructura de la Escuela de Ingeniería Mecánica

A continuación, se presenta cómo está conformada la Escuela de Ingeniería Mecánica de la Facultad de ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

#### 2.1.1. Organigrama

La escuela de Ingeniería Mecánica está conformada por un director quien delega autoridad en los diferentes coordinadores de área para el buen funcionamiento de la misma.

Figura 3. Organigrama Escuela de Ingeniería Mecánica



Autor: [http://emecanica.ingenieria.usac.edu.gt/sitio/?page\\_id=20](http://emecanica.ingenieria.usac.edu.gt/sitio/?page_id=20). Consulta: junio 2016.

## **2.1.2. Áreas de coordinación en las que está compuesta EIM**

A continuación, se hace una descripción de las diferentes áreas que conforman la escuela de Ingeniería Mecánica.

### **2.1.2.1. Área térmica**

El área térmica comprende los siguientes cursos profesionales:

- Termodinámica 1
- Termodinámica 2
- Refrigeración y aire acondicionado
- Plantas de vapor
- Motores de combustión interna

### **2.1.2.2. Área de diseño de máquinas**

El área de diseño comprende los siguientes cursos profesionales:

- Dibujo técnico mecánico
- Diseño de máquinas 1
- Diseño de máquinas 2
- Diseño de máquinas 3
- Mecanismos
- Vibraciones

### **2.1.2.3. Área de materiales de ingeniería**

El área de materiales comprende los siguientes cursos profesionales:

- Metalurgia y metalografía
- Procesos de manufactura 1
- Procesos de manufactura 2
- Ciencia de los materiales

### **2.1.2.4. Área complementaria**

El área complementaria comprende los siguientes cursos profesionales:

- Instrumentación mecánica
- Instalaciones mecánicas
- Montaje y mantenimiento de equipo
- Mantenimiento de hospitales 1
- Mantenimiento de hospitales 2
- Mantenimiento de hospitales 3

### **2.1.2.5. Área de laboratorios**

Esta área comprende los siguientes laboratorios:

- Laboratorio de Control numérico computarizado CNC
- Laboratorio de Procesos de manufactura 1
- Laboratorio de Procesos de manufactura 2
- Laboratorio de Refrigeración y aire acondicionado
- Laboratorio de Instalaciones mecánicas
- Laboratorio de Máquinas hidráulicas
- Laboratorio de Motores de combustión interna

### **2.1.2.6. Sección de investigación**

Esta área está conformada por el curso Seminario de investigación.

## **2.2. Proceso de acreditación**

En abril de 2008 se concluye el diagnóstico de la escuela de Ingeniería Mecánica, Facultad de Ingeniería, USAC, factor egresados y factor empleador. El proyecto se trabajó a través de un diagnóstico, que tiene como ejes principales el desarrollo de dos factores: factor egresados y factor empleador.

El análisis al factor egresados se hizo con el fin de evaluar y dar un seguimiento a los graduados, para determinar por medio de las vivencias en el mercado laboral, qué aspectos importantes pueden ser tomados en cuenta para el desarrollo de las mejoras dentro de la Escuela; sin olvidar que ellos fueron parte de la institución en su momento y conocieron sus fortalezas y debilidades.

También se analizó a los empleadores de profesionales egresados de la Escuela de Ingeniería Mecánica; este aspecto es importante, porque a través de ellos se puede determinar cuáles son los criterios típicos de reclutamiento, cuáles son las cualidades que ellos buscan en un profesional, posibles necesidades futuras y aspectos a mejorar, entre otras cosas.

Es obvio que los estudios de egresados y de empleadores son importantes para medir, sobre todo, el producto y los resultados de la enseñanza que se brinda en la Escuela de Ingeniería Mecánica.

Se consideró que el estudio de diagnóstico realizado a los egresados y empleadores debe integrarse en un plan de mejoras, a través de su

incorporación al sistema de toma decisiones y cambios que se realicen dentro de la Escuela de Ingeniería Mecánica.

Las observaciones que realizan los empleadores hacia el trabajo que se realiza dentro de la Escuela para formar profesionales de la Ingeniería Mecánica es una medida significativa aceptable, y se debe seguir trabajando en programas que beneficien la calidad de enseñanza dentro de la institución.

En el año 2011 se concluye el diagnóstico de estudiantes, profesores y personal de apoyo, de la Escuela de Ingeniería Mecánica, de la USAC. Integrando a estudiantes, profesores y personal de apoyo de la escuela de ingeniería mecánica, se considera:

Su formación universitaria, habilidades, metodologías por parte de los maestros, bibliografías, EPS, reglamentos de evaluación, mercado laboral nacional, centroamericano e internacional, investigación, actividades extracurriculares y apoyo de la institución. Objetivos y finalidad de la carrera.

Los estudiantes y profesores concluyeron que se debe mejorar en todas aquellas debilidades encontradas.

En los años 2012 y 2013 se inició el “Estudio de opinión de empleadores tendencias en el mercado laboral período 2012-2013”. Este estudio fue realizado con el apoyo por la Escuela mediante encuestas realizadas a empleadores del sector privado y público, abarcando los siguientes tópicos:

- a) Tipo, sector, área y actividad que se dedica la empresa.
- b) La responsabilidad, la identificación, la confidencialidad, las relaciones interpersonales, el reconocimiento a los méritos, la creatividad, la

innovación, si tiene buena voluntad, su disposición para participar en capacitaciones y trabajo en equipo, si apoya el trabajo de sus compañeros.

- c) Su capacidad para resolver problemas de su especialidad, diseñar, investigación, evaluar proyectos, supervisar investigaciones, administrar, planificar, elaborar informes, informes orales, actualización de tecnología de ingeniería y negociación.
- d) Si las empresas toman en cuenta el género, edad, experiencia para contratar personal.

Se tomaron estos aspectos pensando como empleadores y que proporcionan una idea de lo más relevante a considerar para el empleador.

El día 12 de abril de 2011 se realizó el TALLER DE DIAGNÓSTICO Y RETROALIMENTACIÓN PARA LA REFORMA CURRICULAR donde se obtuvo información de egresados y empleadores respecto de los programas del plan de estudios de los ingenieros mecánicos y las competencias de los graduados.

### **2.2.1. Síntesis del autoestudio para el proceso de acreditación**

Para el autoestudio se debe tomar en cuenta la relación de cada una de las categorías descritas a continuación:

#### **2.2.1.1. Relación con el entorno (categoría 1)**

En la relación del entorno se deben de tomar en consideración varios aspectos.



- Demandas del entorno
- Identificación de los componentes del entorno
- Estudios del mercado laboral
- Condiciones ecológicas, medioambientales y la vulnerabilidad del entorno.
- Objetivos educacionales
- Justificación del programa y sus objetivos educacionales
- Correspondencia de los objetivos educacionales con la misión de la institución.
- Divulgación y promoción del programa

#### **2.2.1.2. Diseño curricular (categoría 2)**

Según la Resolución de la Junta Directiva de la Facultad de Ingeniería, punto Segundo inciso 2.1 del Acta No. 14-2003, del 6 de mayo de 2003, fue aprobado el cambio de carrera de Ingeniería Mecánica por el de Escuela de Ingeniería Mecánica.

La duración de la carrera de Ingeniería Mecánica es de 5 años, más el tiempo necesario para los exámenes generales privado y público. La carga académica semestral oscila alrededor de 28 créditos semestrales. La promoción del pensum flexible es por cursos y no por año.

Todo estudiante debe llevar cursos obligatorios y optativos; los primeros definen la formación básica y la especialidad de la carrera; los segundos permiten al estudiante la máxima adecuación a sus aptitudes y vocación, mediante una selección de matices de especialización, dentro de una pauta general. Los cursos optativos también se estructuran de acuerdo con las

necesidades presentes y futuras del desarrollo del país. En la red y el pensum de la carrera, se indican los cursos obligatorios y optativos.

Para optar al grado de Licenciado, se necesita haber obtenido, por lo menos, 250 créditos académicos, haber realizado prácticas laborales (haciendo un total de 400 horas que se pueden iniciar al momento de haber llegado a los 200 créditos académicos), o haber realizado prácticas a nivel de docencia por un año como auxiliar ad honorem de un curso exclusivo del área de Ingeniería Mecánica, al haber completado un total de 175 créditos académicos; haber aprobado el examen general privado y el trabajo de graduación (tesis).

### **2.2.1.3. Proceso de enseñanza aprendizaje (categoría 3)**

El Departamento de Evaluación y Promoción del Personal Académico (DEPPA), de la Universidad de San Carlos emite anualmente un informe de cada profesor en relación al porcentaje de cumplimiento de contenidos como parte de la evaluación del desempeño docente.

Los programas de las asignaturas o cursos se estructuran de acuerdo con la modalidad educativa a seguir en la carrera de Ingeniería Mecánica, ya que de ello dependerán los materiales utilizados para el aprendizaje en cada una de las áreas temáticas curriculares, para el caso específico:

- Área Térmica,
- Área de Diseño
- Área de Materiales
- Área Complementaria y

- Área de Laboratorios. El Programa de Ingeniería Mecánica tiene definida la modalidad presencial como modalidad educativa para realizar el proceso de enseñanza aprendizaje.

La modalidad presencial interactúa con comunicación verbal, con técnicas de dinámica de grupos, con diálogo entre profesor y estudiante; sin embargo, predomina la comunicación unidireccional del profesor, se utiliza como recursos: el pizarrón, los marcadores, libro de texto, materiales impresos, el uso de bibliotecas, y en menor grado, principalmente para utilizarse en el estudio individual, el uso de las tecnologías de información y comunicación como: Internet, correo electrónico, blogs, los wiki, bibliotecas digitales y contenidos digitales.

Los cursos como procesos de manufactura 1 y 2, metalurgia y metalografía, refrigeración y aire acondicionado, motores de combustión interna, instalaciones mecánicas y máquinas hidráulicas cuentan con laboratorios para realizar análisis y prácticas para complementar o profundizar lo aprendido en la teoría.

Los objetivos generales, los objetivos específicos, la metodología a seguir, la forma de evaluación, forma de construcción de un informe técnico, los recursos que necesita, las normas de seguridad que debe tener en cuenta, son temas planteados tanto en los instructivos de laboratorio como material adicional que se le proporciona al estudiante al inicio del laboratorio, práctica o taller.

Todas las actividades que no están contenidas de manera formal en el currículo de la carrera de Ingeniería Mecánica se convierten en actividades extracurriculares y que son parte de la formación académica que el estudiante debe adquirir a lo largo del programa, para fortalecer su perfil de egresado.

Entre dichas actividades pueden mencionarse: conferencias y congresos estudiantiles, visitas técnicas programadas, entre otros.

Las prácticas finales y prácticas laborales constituyen en sí un período de desempeño por medio de un proyecto, de una experiencia específica en el campo de acción de la Ingeniería Mecánica. La práctica se realizará en una institución pública, privada lucrativa, privada no lucrativa o una institución de investigación, en acciones que efectivamente demuestren estar relacionadas con los campos de acción de la carrera.

#### **2.2.1.4. Investigación y desarrollo tecnológico (categoría 4)**

El Centro de Investigaciones de Ingeniería, creado por acuerdo del Consejo Superior Universitario, contenido en el Punto Noveno del acta 842 de sesión celebrada por el Consejo Superior Universitario el 27 de julio de 1963, está adscrito a la Facultad de Ingeniería y cuenta con la participación del Ministerio de Comunicaciones y Obras Públicas a través de la Dirección General de Obras Públicas y de la Municipalidad de Guatemala a través de la Empresa Municipal de agua, EMPAGUA.

La Comisión de Investigación de la Facultad está coordinada por el director del Centro de Investigaciones y conformada por un representante de cada una de las Escuelas, Áreas y Departamentos. Según Acuerdo de la Junta Directiva también está la Dirección General de Investigación de la Universidad, que financia proyectos de investigación de acuerdo con las líneas de investigación establecidas. Con fecha julio de 2011, la Junta Directiva de la FIUSAC aprobó la creación del “Proyecto de investigaciones metalúrgicas” de la Escuela de Ingeniería Mecánica, con su respectiva agenda para el año 2012, y

se actualizó la agenda para el 2013. Nombre de la unidad que administra la investigación.

A) Unidad de Investigación de la Escuela de Ingeniería mecánica. UIEIM. Proyecto de investigaciones metalúrgicas Normativa en la que se basa su funcionamiento. La señalada por junta directiva en su aprobación. Punto séptimo, inciso 7.2, acta No. 20-2011, de sesión celebrada el día viernes 29 de julio de 2011.

La Unidad de Investigación está dentro del organigrama de la Escuela y pertenece a las líneas de investigación de la escuela de Ingeniería Mecánica. Específicamente al área de materiales. La unidad de investigación se encuentra consolidando el proyecto de investigaciones metalúrgicas y las otras líneas de investigación de la escuela de ingeniería mecánica, las cuales están aprobadas por la Junta Directiva de la Facultad de Ingeniería. La información se encuentra en los links de investigación de la página respectiva.

B) Unidad de Investigación de la Escuela de Ingeniería Mecánica. Ampliación de las líneas de investigación están aprobadas por Junta Directiva de la Facultad de Ingeniería, las nuevas líneas de Investigación: Punto Sexto, Inciso 6.8, Acta No. 21-2014, de sesión celebrada por Junta Directiva el día 14 de agosto de 2014, RESOLUCIÓN. Al respecto Junta directiva Acuerda: Aprobar las nuevas líneas de investigación de la Escuela de Ingeniería Mecánica. UIEIM. Líneas de investigación de la Escuela de Ingeniería Mecánica. La Escuela de Ingeniería Mecánica actualmente está conformada por las áreas: Térmica Diseño Materiales y Complementaria 1. Sobre estas áreas se basan los ejes de investigación. 2. Las líneas de investigación están relacionadas con los cursos de dichas áreas. 3. Se incluye el área de energía y

generación. Las Líneas de Investigación de la Escuela de Ingeniería Mecánica son las siguientes:

- Generación y aprovechamiento de energía - responsable con el medio ambiente - máquinas térmicas - calderas - refrigeración - aire acondicionado - energías y generación
- Diseño mecánico - máquinas - mecanismos - instalaciones mecánicas - uso de simulación y software  
Materiales de ingeniería mecánica - ciencia de los materiales - metalurgia - metalografía
- Procesos industriales - control y medición de variables de procesos - optimización de procesos industriales - montaje de equipo – conservación y recuperación de equipo enseñanza de la Ingeniería Mecánica - Innovaciones metodológicas.

#### **2.2.1.5. Extensión y vinculación con el programa (categoría 5)**

A la Dirección General de Extensión de la Universidad de San Carlos de Guatemala le corresponde plantear las políticas y reglamentos de extensión en las diferentes modalidades de relación entre la universidad y la sociedad, así como las líneas estratégicas a seguir. Seis son las políticas generales establecidas por la Dirección General o Vice-rectoría de extensión, siendo éstas, las siguientes:

Integración académica y social de planes de proyección social con las distintas unidades académicas (una de ellas la Facultad de Ingeniería y sus diferentes escuelas) con diferentes sectores y actores de la sociedad.

Fortalecimiento de vínculos con instituciones, organizaciones y actores dentro y fuera de la universidad para incrementar la integralidad, la intersectorialidad y la interdisciplinariedad en los servicios que la USAC presta a la población.

Fortalecimiento de la extensión mediante estrategias y acciones que propicien el cumplimiento de los fines de la USAC.

#### **2.2.1.6. Administración del talento humano (categoría 6)**

Parte de los requisitos indispensables dentro de la planta docente es que el 100% de los docentes tengan como mínimo el grado de licenciatura, el 20% con grado de maestría o superior.

En este caso el 100% de los docentes del Programa tiene el grado mínimo de licenciatura, el 60% de los docentes el grado de maestría y el 6.66% de los docentes el grado de doctor, con grado de maestría o superior estaría el 66.66% de los docentes.

La mayoría de los docentes que tienen como mínimo el grado de licenciado, se encuentran siguiendo un programa de maestría, de acuerdo a sus temas prioritarios.

Es importante que el Programa cuente con un reglamento de carrera docente, con mecanismos para establecer la carga académica y ajustar el nivel de salarios, prestaciones sociales y promociones del personal académico; considerando el compromiso adquirido, los méritos académicos y profesionales y la evaluación del desempeño. El reglamento de la Carrera Universitaria del

Personal Académico RECUPA y su normativo, establece dentro de sus principios: La evaluación del trabajo del profesor universitario debe efectuarla la unidad académica donde presta sus servicios, tomando en consideración las particularidades de las labores que en cada una de ellas se realiza.

El Estatuto de la Carrera Universitaria del personal académico, establece en el capítulo XII, formación y desarrollo del profesor universitario. Artículo 62: La formación del profesor universitario será continua y orientada permanentemente hacia el desarrollo integral, la preparación científica, tecnológica y humanística, así como a la adquisición de habilidades y los cambios de conducta enmarcados en las características de la educación superior.

La efectividad del desempeño del programa de capacitación es reflejado en la evolución es que realiza el área de COMEVAL a los docentes cada año. Debido a que uno de los requisitos de la misma es presentar evidencia de las capacitaciones realizadas durante el año a evaluar. Estas capacitaciones le permiten al docente poder ampliar sus conocimientos sobre sus distintas especialidades y a la vez poder transmitirlos en la docencia, por ello está parte de la evaluación suma varios puntos dentro de la evaluación al desempeño.

#### **2.2.1.7. Requisitos de los estudiantes al programa (categoría 7)**

Todo aspirante a ingresar a la USAC y a la Facultad de Ingeniería debe acatar el Normativo General del Sistema de Ubicación y Nivelación para Estudiantes de Primer Ingreso a la Universidad de San Carlos de Guatemala someterse a un proceso de evaluaciones que obligatoriamente debe aprobar y que se detallan a continuación:



- Prueba de orientación vocacional
- Prueba de conocimientos básicos: evalúa conocimientos de lenguaje y física.
- Prueba de conocimientos específicos: evalúa conocimientos en matemática para ingeniería y computación.

Existe en la Facultad la Oficina de Control Académico y el Centro de Cálculo e Investigación Educativa, en donde se lleva el registro del desempeño académico de todos los estudiantes, actualmente dicha información se está analizando en el Centro de Cálculo e Investigación Educativa.

Según Acta No.08-2010, la Facultad de Ingeniería ha permitido a los estudiantes de los centros regionales, de universidades nacionales y extranjeras las peticiones de equivalencias de sus cursos dentro de los pensum de los programas de formación de las diferentes Escuelas de Ingeniería. Reguladas cada una según criterios y procedimientos.

Asimismo, existe un normativo de evaluación y promoción de los estudiantes de pregrado de la Facultad de Ingeniería.

- Requisitos de graduación:
  - Pénsum de estudios cerrado
  - Aprobación del examen técnico profesional
  - Haber completado las 400 horas de práctica laboral
  - Informe final del proyecto de trabajo de graduación aprobado por las autoridades competentes.
- Examen público aprobado. En el Acta 16-200, 10.6, se autorizó:
  - a) El Reglamento para la elaboración de Trabajos de Graduación

- b) El Instructivo para el Protocolo del Trabajo de Graduación y
- c) Las especificaciones formales para el Trabajo de graduación con vigencia a partir del segundo semestre de 2000.

Evaluación del resultado del proceso de graduación:

La evaluación que se realiza en el proceso de graduación se realiza durante el desarrollo del trabajo de graduación con el asesor, el revisor de la Escuela de Ingeniería Mecánica y por la terna examinadora en la defensa de su trabajo de graduación.

Esta defensa el alumno la va desarrollando durante el tiempo que le lleva el hacer el trabajo y su investigación. Siendo como resultado final la presentación del mismo ante una terna que está conformada por el Decano de la Facultad de Ingeniería, el Secretario Académico de la Facultad de Ingeniería y el Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica, donde se evalúa por última vez cada uno de los aspectos que tiene dicho trabajo.

#### **2.2.1.8. Servicios estudiantiles (categoría 8)**

El estudiante puede ingresar a su usuario en la página de la Facultad donde tiene la información de sus cursos aprobados, el promedio, cursos asignados en el semestre. También puede solicitar información en el departamento de Control Académico y en el departamento de Centro de Cálculo.

La facultad de Ingeniería cuenta con una oficina de información ubicada en la planta baja del edificio T-4, de la misma manera una oficina de orientación estudiantil ubicada en el salón 217 del Edificio T-3, mediante la cual proporciona

el servicio de orientación estudiantil en temas relacionados con su desempeño académico, y solicitudes que puede realizar a Junta Directiva para solventar situaciones de su red de estudios.

Dentro de la Junta Directiva de la Facultad, participan dos vocales estudiantiles electos por los estudiantes aptos para votar, quienes tienen voz y voto en las decisiones administrativas y docentes de la Facultad de Ingeniería. Hay correo electrónico, página web de la Escuela de Ingeniería Mecánica y portal. En forma presencial durante el tiempo asignado para atención a estudiantes en el área de atención estudiantil. Cada profesor le proporciona al estudiante el correo electrónico para las consultas respectivas al curso que imparte. Plataforma virtual del SAE/SAP.

Existe un correo en la página web de la Escuela de Ingeniería Mecánica. Mediante el cual los estudiantes plantean sus inquietudes.

- [web.emecanica@gmail.com](mailto:web.emecanica@gmail.com)
- [emecanica@ing.usac.edu.gt](mailto:emecanica@ing.usac.edu.gt)

Se tiene una oficina situada en nivel 1 del edificio T-3 asignada a la asociación de estudiantes de Ingeniería, existe una oficina de congresos estudiantiles situada en el edificio T-1, tercer nivel.

La Facultad de Ingeniería cuenta con dos oficinas de información ubicadas en la planta baja del edificio T-4, en donde se le brinda al estudiante apoyo para llenar solicitudes, e información de actividades que realice la Facultad.

De la misma manera una oficina de orientación estudiantil ubicada en el salón 217 del edificio T-3. Se cuenta con la oficina de vinculación la cual está

ubicada en el tercer nivel del edificio t-1, quien tiene función primordial el relacionar las empresas con la facultad de ingeniería en aspectos de prácticas finales, Ejercicio Profesional Supervisado (EPS), visitas técnicas. Y en la oficina de control académico existe una persona encargada de brindar orientación a los estudiantes en los siguientes aspectos: mediante la cual proporciona el servicio de orientación estudiantil en temas relacionados con su desempeño académico y solicitudes que puede realizar a junta directiva para solventar situaciones de su red de estudios.

#### **2.2.1.9. Gestión académica (categoría 9)**

La Facultad de Ingeniería se ha organizado para su funcionamiento en Unidades ejecutoras; cada una con funciones específicas siendo estas:

- Administrativas
- Docentes
- De investigación
- De extensión y servicio

#### **2.2.1.10. Infraestructura del programa (categoría 10)**

Resumen del espacio disponible, arquitectura y diseño del territorio de la Escuela.

La Sección de Infraestructura de la Facultad cuenta con un arquitecto(a), permanentes, que se encargan que las ampliaciones y nuevas edificaciones cumplan con sus servicios básicos y funcionalidad del edificio, y el espacio que debe ocupar y orientación para una buena iluminación y ventilación. El edificio T7 ha recibido remodelación, como el área de sanitarios, cubículos de

profesores, iluminación, tomacorrientes y actualmente el corredor que une las nuevas instalaciones del T7 así como también el área que servirá para el laboratorio de Instalaciones Mecánicas, Metalurgia y Metalografía, Refrigeración y Aire Acondicionado, Motores de Combustión Interna, Procesos de Manufactura 2.

El área verde se ha iluminado y es cuidada por jardineros. Las áreas de acceso y peatonal se encuentran libres para transitar. Todos los edificios y parques tienen salidas señalizadas. Se cuenta con lámparas de emergencia para prever cualquier emergencia o en el momento de corte del suministro eléctrico. El conjunto arquitectónico se planificó, construyó y se utiliza con la finalidad de desarrollar actividades académicas propias de una Facultad de Ingeniería.

El conjunto se diseñó para aprovechar al máximo la luz y la ventilación natural. El conjunto se arquitectónico incluye jardines, vegetación temporal y permanente. Se utiliza luz artificial durante la noche y ninguna de las unidades utiliza fuentes no convencionales de energía. Para la movilización de persona y materiales solamente se utiliza energía humana dentro del campus.

#### **2.2.1.11. Recursos de apoyo al programa (categoría 11)**

Recursos tecnológicos: laboratorios, talleres y centros de práctica, maquinarias, equipos, herramientas, equipos de seguridad.

Laboratorios: de Motores de Combustión Interna, de Procesos de manufactura 1 y 2, de Refrigeración y Aire Acondicionado, de Instalaciones

Mecánicas, de Metalurgia y Metalografía, de Máquinas Hidráulicas, de CNC y de Dibujo Técnico Mecánico.

Todo profesor que desee producir un material didáctico lo puede hacer sin restricciones. Se utiliza el campus virtual, plataforma dokeos, que le permite al estudiante obtener material de apoyo, contacto con el profesor y despejar cualquier tipo de dudas en campos de chat, seguimiento de sus tareas, entre otros, todo esto da como resultado un proceso más fluido y eficiente para aprendizaje del programa.

La Facultad cuenta con un departamento de reproducción, al servicio de los docentes. Este departamento es para uso exclusivo de docencia y administración, asimismo se da el apoyo para el profesor en la reproducción de programas, evaluaciones y documentos de apoyo para el estudiante.

También se cuenta con material didáctico producido por los profesores, entre estos están:

El mecanismo de cierre de la vena fluida durante los ensayos de fluidez de aleaciones Al-Cu, diluidas. El fenómeno de la solidificación durante los ensayos de fluidez de aleaciones Al-Cu.

#### **2.2.1.12. Graduados (categoría 12)**

Según se hace constar el programa dio inicio en 1968 (copia de acta de creación de escuela), cuando el programa de Ingeniería Mecánica estaba adscrito a la Facultad de Ingeniería y formaba parte de la Escuela de Ingeniería Mecánica.

Se cuenta con la base de datos de graduados desde el 1968. Se utiliza para invitarlos a llenar encuestas vía electrónica o para reuniones donde expresen sus opiniones respecto de las competencias, actualizaciones, red de estudios y planes sobre mejoras, medir satisfacción con el programa, los estudios adquiridos, su inserción laboral y desempeño profesional que sirvan para retroalimentar el plan de estudios Para evaluar el logro de las competencias requeridas por los empleadores, se les envía una encuesta, a los asesores empresariales en donde realizan sus trabajos de graduación, Ejercicio Profesión al Supervisado o práctica profesional.

Se cuenta con una página que proporciona cuadros donde muestra cuántos son de primer ingreso, reingreso, cuántos cerraron pensum, cuántos con privado ganado y cuántos se graduaron. Esta página la administra el director y en ella se puede encontrar información de los egresados.

### **2.3. Situación ambiental actual de EIM**

A continuación, se describen la situación ambiental actual de la Escuela de Ingeniería Mecánica de la Facultad de Ingeniería-USAC:

#### **2.3.1. Manejo de desechos**

El manejo de desechos se refiere a la correcta eliminación de todos aquellos materiales que pueden resultar dañinos para los recursos naturales y el ambiente, una de las áreas en las cual resulta muy importante la correcta forma de tratar los desechos es en el área de laboratorio, debido a los diferentes materiales no biodegradables que regularmente se utilizan.

### **2.3.1.1. Laboratorios**

El área de laboratorios cuenta con siete:

- Procesos de manufactura 1
- Procesos de manufactura 2
- Metalurgia
- Metalografía
- Refrigeración y aire acondicionado
- Neumática
- Máquinas Hidráulicas

“En todos y cada uno, los desechos reutilizables se almacenan y se usan conforme el tiempo, y los no reutilizables se almacenan tratando de reciclarse, pero se quedan en bodega debido a la falta de tiempo e ideas para darles otra forma de uso.”<sup>9</sup>

### **2.3.1.2. Edificio en general T7-Facultad de Ingeniería**

Se describen las condiciones actuales del edificio T -7:

### **2.3.2. Consumo mensual promedio de energía dentro del edificio**

Se entrevistó personalmente a la encargada de Planeación, quien, según su experiencia, la Escuela de Ingeniería Mecánica es una de las mayores

---

Autor: Escuela de Ingeniería Mecánica

<sup>9</sup><http://emecanica.ingenieria.usac.edu.gt/sitio/>; Autoestudio, proporcionado por Escuela de Ingeniería Mecánica. Consulta: noviembre de 2015.



consumidoras de energía debido a que sus laboratorios poseen maquinarias pesadas y de alta potencia.

### **2.3.3. Seguridad e higiene industrial en los laboratorios de EIM**

Todos los laboratorios de la Escuela de Ingeniería Mecánica están alineados al Protocolo de seguridad de la escuela de Ingeniería Mecánica, Facultad de Ingeniería, USAC, el cual es un manual de Seguridad industrial para los laboratorios, debidamente elaborado por el Ing. Edwin Orozco y asesorado por el Ing. Hugo Ramírez.

## **2.4. Estudios estadísticos**

Se realizaron los estudios estadísticos pertinentes, debido a la necesidad de saber la cantidad de población que sabe sobre la Política Ambiental, y de la que se debe informar de su existencia.

### **2.4.1. Análisis estadístico de aceptación**

Dentro de los métodos que utilizaron por parte de la población están:

#### **2.4.1.1. Métodos empleados**

Se describen los métodos empleados para realizar el estudio:

#### **2.4.1.1.1. Encuestas virtuales**

Estas se realizaron a través del uso de encuestas para conocer los aspectos sobre la política ambiental en la Facultad de Ingeniería.

#### **2.4.1.1.2. Docencia**

De quienes se solicitaron sus datos en las oficinas respectivas (Centro de Cálculo de la Facultad de Ingeniería y oficinas de EPS).

#### **2.4.1.1.3. Estudiantil**

Estas se realizaron a través del uso de encuestas para conocer los aspectos sobre la política ambiental en la Facultad de Ingeniería.

#### **2.4.1.1.4. Personal administrativo**

Estas se realizaron a través del uso de encuestas para conocer los aspectos sobre la política ambiental en la Facultad de Ingeniería.

#### **2.4.1.1.5. Entrevistas**

Se realizó una entrevista personal con el personal encargado del mantenimiento de la Escuela, quien a su vez es la encargada de Planeación de la Facultad de Ingeniería, pudo proporcionar el contacto con el personal, porque es la encargada del mismo.

#### **2.4.1.1.6. Personal de mantenimiento**

Estas se realizaron a través del uso de encuestas para conocer los aspectos sobre la política ambiental en la Facultad de Ingeniería.

### **2.4.2. Análisis FODA**

El análisis FODA tiene como objetivo el identificar y analizar las fortalezas y debilidades de la empresa, así como también las oportunidades y amenazas, que presenta la información que se ha recolectado. Se utilizó para desarrollar un plan que tome en consideración muchos y diferentes factores internos y externos para maximizar el potencial de las fortalezas y oportunidades al minimizar el impacto de las debilidades y amenazas.

#### **2.4.2.1. Fortalezas**

Se describen las fortalezas de la Escuela de Ingeniería Mecánica de la Facultad de Ingeniería, USAC:

El perfil de egreso se revisa cada cinco años. Existe un manual interno de acreditación. El plan de estudio lo aprueban dos entidades jerárquicamente superiores (Junta Directiva de Facultad de Ingeniería y Consejo Superior Universitario). En la revisión del plan de estudio participaron: docentes, estudiantes, coordinadores, egresados y empleadores. Existe un reporte por parte de los docentes donde aseguran que se cumple con al menos un elemento del perfil de egreso. Los docentes utilizan el portafolio docente (portafolio pedagógico). Las actividades de extensión universitaria están reguladas por el EPS.

#### **2.4.2.2. Oportunidades**

Se describen las oportunidades de la Escuela de Ingeniería Mecánica de la Facultad de Ingeniería, USAC:

Existencia de actividades extracurriculares. Existencia de planeamiento a largo plazo. Desarrollar y establecer artículos (leyes, políticas, procedimientos) que contemplen la evaluación y acreditación del Programa de Ingeniería Mecánica.

Desarrollo de planes educativos para aumentar los recursos hacia el impulso de las competencias pertinentes a la sociedad guatemalteca. Interés público (CIG, empleadores), en el desarrollo del proceso de acreditación

#### **2.4.2.3. Debilidades**

Se describen las debilidades de la Escuela de Ingeniería Mecánica de la Facultad de Ingeniería, USAC:

El plan de estudio se revisó en el año 2012 desde 1975. Aún no se implementan las revisiones periódicas del plan de estudio. No existe ningún mecanismo que evalúe la efectividad de la enseñanza aprendizaje utilizada por el docente. No existe un documento publicado que evalúe cualitativa y cuantitativamente el nivel de calidad del estudiante egresado.

Falta de seguimiento del egresado en el campo laboral. Falta un docente que se dedique a tiempo completo a la investigación.

#### **2.4.2.4. Amenazas**

Se describen las amenazas de la Escuela de Ingeniería Mecánica de la Facultad de Ingeniería, USAC:

Las fuerzas necesarias para consolidar la pertinencia del perfil del profesional con la sociedad demuestran que se encuentran difícilmente preparados. La apertura de nuevos mercados para egresados de otros programas de Ingeniería Mecánica Industrial, y evidencia la carencia de un plan estratégico. Las deficiencias en resultados en evaluaciones académicas a nivel diversificado se convierten en fuerte amenaza para el sistema con bases en la calidad y en la pertinencia de los resultados.



### **3. PRESENTACIÓN PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA POLÍTICA AMBIENTAL**

#### **3.1. Presentación y descripción de la política ambiental**

El enfoque ambiental en la USAC tiene el siguiente fundamento jurídico: Constitución Política de la República de Guatemala, en los Artículos 97 y 82; de la Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente, de la Ley de Áreas Protegidas, del Decreto No. 68-86 del Congreso de la República de Guatemala y sus reformas, los convenios nacionales e internacionales de las políticas públicas vigentes del Estado, de los principios del desarrollo sostenible; así como de los principios del Programa 21, contenidos en la Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo. También toma como base la Alianza para el Desarrollo Sostenible (ALIDES) y lo conducente de los Acuerdos de Paz, en particular el Acuerdo sobre Aspectos Socioeconómicos y Situación Agraria, en su párrafo: Protección Ambiental, del capítulo III (Situación Agraria y Desarrollo Rural), en el de Identidad y Derechos de los Pueblos Indígenas, que legitima el Convenio 169 de la Organización Internacional del Trabajo (OIT) y en el de Reasentamiento de Poblaciones Desarraigadas, en los cuales reafirman los objetivos del desarrollo sostenible en el país y la sostenibilidad del manejo de los recursos naturales. A su vez, tiene su basamento en la Política para la conservación y sostenibilidad de las áreas protegidas universitarias, aprobadas por el Consejo Superior Universitario.

El fin de la Política Ambiental de la USAC consiste en lograr que la comunidad universitaria comparta las proposiciones filosóficas y la comprensión de la justificación de sus acciones ambientales, que de acuerdo con la

concepción de desarrollo sostenible privilegian el equilibrio de las actividades humanas y el ambiente natural para garantizar el acceso a una mejor calidad de vida y un ambiente saludable.

La Política Ambiental de la Universidad de San Carlos de Guatemala reúne el conjunto integral de políticas que figuran en los marcos funcionales y operativos de la USAC: docencia, investigación, extensión, administración, territorio e infraestructura, planificación y seguimiento los cuales se describen a continuación

### **3.1.1. Docencia**

En el marco de la docencia se toman en consideración los siguientes aspectos.

- Institucionalizar el enfoque ambiental en las unidades académicas
- Fortalecer el sistema de actualización curricular universitario, orientándolo hacia el desarrollo sostenible, con el objeto de que todos los egresados de la USAC cuenten con competencias y principios de responsabilidad en la sostenibilidad ambiental, de gestión de riesgo ante la vulnerabilidad del país y de adaptación al cambio climático y mitigación de sus efectos.
- Crear el Sistema de Educación Ambiental Superior en la Universidad de San Carlos de Guatemala.

### **3.1.2. Extensión**

En el marco de la extensión se toman en consideración los siguientes aspectos. Desarrollar extensión universitaria participativa sobre manejo



ambiental, gestión de riesgo ante la vulnerabilidad del país y para la adaptación al cambio climático y mitigación de sus efectos.

### **3.1.3. Investigación**

En el marco de la investigación se toman en consideración los siguientes aspectos.

- Incentivar proyectos de investigación, interdisciplinaria y multidisciplinaria buscando integrar a las unidades académicas sobre manejo ambiental, gestión de riesgo ante la vulnerabilidad del país y para la adaptación al cambio climático y mitigación de sus efectos.
- Incorporar el componente ambiental, gestión de riesgo, recursos naturales, diversidad biológica y cultural, adaptación al cambio climático y mitigación de sus efectos, como eje transversal, en las investigaciones a todo nivel, incluyendo las tesis de grado y posgrado, así como la investigación básica y aplicada de las unidades académicas.

### **3.1.4. Territorio e infraestructura**

En el marco de la docencia se toman en consideración los siguientes aspectos:

- Calidad y bienestar en los espacios utilizado para las actividades que se desarrollan en la USAC.
- Eficiencia en el uso de la energía
- Eficiencia en el uso del agua y descarga de fluidos

- Eficiencia en el uso de materiales y procesos constructivos que reduzcan el impacto ambiental negativo.
- Eficiencia en el manejo del entorno, vialidad y transporte en todos los campos universitarios.
- Eficiencia en compatibilizar la protección ambiental con la viabilidad económica y social.
- Eficiencia en el manejo de los desechos sólidos
- Neutralizar la contaminación auditiva
- Neutralizar la contaminación visual
- Ordenamiento territorial, desarrollo urbano integral y manejo adecuado de los territorios donde se ubican los campus universitarios.
- Uso sostenible de las áreas territoriales de producción, estudio o reserva que posee o administra la USAC.
- Gestión para la reducción de riesgo de desastres ante las amenazas naturales bióticas y antrópicas.
- Conservación del patrimonio cultural y natural de la USAC dentro de la gestión ambiental.

### **3.2. Implementación de la Política Ambiental al proceso de acreditación**

La implementación de la Política Ambiental está enfocada a que la Escuela de Ingeniería Mecánica tenga acciones enfocadas a que la generación de residuos en la Universidad se enmarque bajo el lema de las 3 R (reducir, reutilizar y reciclar).

Implemente acciones enfocadas al ahorro y uso eficiente del recurso hídrico, en aras de reducir y estabilizar su consumo tendiendo hacia estándares

sostenibles, además incidir positivamente en las fuentes hídricas de las áreas de influencia.

Implementar acciones enfocadas a la comprensión por parte de todos los estudiantes, docentes, personal operativo, mantenimiento, administrativo del concepto de sostenibilidad mediante programas académicos e investigación, con el fin de generar estrategias y prácticas conducentes a llevar este concepto a la práctica.

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 en Agencia Centroamericana de Acreditación (ACAAI) es un proceso voluntario que debe comenzar con el estudio de los manuales, estatutos y demás instrumentos que están a disposición de los interesados de manera gratuita en el sitio web: <http://www.acaai.org.pa/>, a partir del estudio del Manual de Acreditación y la Guía de Autoevaluación que se encuentra disponible en el sitio web, es importante realizar una exploración previa, sobre el nivel de cumplimiento de las pautas indispensables y las pautas significativas. Para ello es recomendable utilizar la Matriz de Requisitos de Calidad que se presenta en la Sección II literal B, de este Manual, y verificar de manera rápida el estado del programa en función de los estándares asociados a cada una de las pautas del modelo.

Es importante que el resultado de esa exploración previa valore la posibilidad que tiene el programa de acreditarse, en relación al cumplimiento total de las pautas indispensables y al cumplimiento en al menos un 1/3 de las

pautas significativas, como condición previa del inicio del proceso de autoevaluación.

La Agencia puede prestar el servicio de impartir un taller de capacitación en el manejo del Manual de Acreditación, con el propósito fundamental de lograr que las autoridades del programa, docentes y estudiantes comprendan los objetivos y conceptos de la acreditación y vean en ACAAI un sistema de aseguramiento de la calidad, dinámico, incluyente, en permanente evolución y donde un buen desempeño de parte de cada uno de los involucrados ayudará al logro de los objetivos educacionales y fomentará el mejoramiento continuo. Las instituciones interesadas en recibir el servicio deberán hacer su solicitud a la Dirección Ejecutiva para definir fecha y costos del mismo.

La iniciativa de implementar la política ambiental nace con la idea de mejorar nuestro entorno, mejorando nuestros procesos desde los salones de clases y laboratorios hasta nuestros egresados en sus procesos como profesionales, concientizando el correcto uso de los recursos renovables.

Luego de que la carrera de ingeniería mecánica se acreditara en el año 2016, este trabajo de investigación; busca lograr la Re acreditación, dando un agregado importante a la escuela de ingeniería mecánica.

### **3.2.1. Áreas objetivo de la Política Ambiental en EIM**

La Política Ambiental busca en el marco de la docencia de la Escuela de Ingeniería Mecánica fortalecer el sistema de actualización curricular universitario, orientándolo hacia el desarrollo sostenible, con el objeto de que todos los egresados de la USAC cuenten con competencias y principios de responsabilidad en la sostenibilidad ambiental, de gestión de riesgo ante la

vulnerabilidad del país y de adaptación al cambio climático y mitigación de sus efectos.

En el área de la investigación es incentivar proyectos, interdisciplinaria y multidisciplinaria que busquen integrar a las unidades académicas, sobre manejo ambiental, gestión de riesgo ante la vulnerabilidad del país y para la adaptación al cambio climático y mitigación de sus efectos. Ante lo cual la Escuela de Mecánica busca tener un impacto en los estudiantes de la carrera de Ingeniería Mecánica.

#### **3.2.1.1. Laboratorios**

Actualmente la escuela cuenta con las instalaciones del T7 en los cuales se encuentran los talleres y laboratorios para la realización de las prácticas de los estudiantes:

- Laboratorio de metalurgia y metalografía
- Laboratorio de procesos de manufactura 1
- Laboratorio de procesos de manufactura 2
- Laboratorio de CNC
- Laboratorio de máquinas hidráulicas
- Laboratorio de refrigeración y aire acondicionado
- Laboratorio de motores de combustión interna
- Laboratorio de instalaciones mecánicas
- Laboratorio de Dibujo Técnico Mecánico

### **3.2.1.1.1. Manejo de desechos**

Para unas buenas condiciones de trabajo en el laboratorio deben incluirse un programa de gestión de residuos que permitan una adecuada protección a la salud y el medio ambiente. Los residuos de laboratorio presentan toxicidad y peligrosidad cuya identificación y resguardo inadecuado constituyen un peligro para las actividades del laboratorio. Normas básicas en el laboratorio:

- Nunca verter al desagüe residuos peligrosos, ni siquiera en cantidades pequeñas.
- Procurar segregar al máximo los residuos de cada línea de trabajo con objeto de minimizar los residuos genéricos y mezclas.
- Evitar incompatibilidades entre los residuos peligrosos. Hay grupos que, aun perteneciendo al mismo grupo, son incompatibles químicamente, por lo que no deben envasarse conjuntamente.
- Informarse de las características de las sustancias químicas que componen los residuos peligrosos producidos en tu laboratorio.
- Identificar todos los envases con una etiqueta donde se reflejen todos los constituyentes que forman parte del residuo. Evitar los nombres genéricos o ambiguos, abreviaturas o nombres en otro idioma que no sea el castellano.
- Evitar trasvasar residuos peligrosos de un recipiente a otro, disminuye con ello el riesgo de accidente.
- Dejar aproximadamente un 25% del envase para líquidos de 25 litros (L25) sin llenar, esto evitará fugas durante la retirada y almacenamiento.
- Esterilizar mediante procesos químicos o físicos aquellos residuos potencialmente infecciosos antes de desecharlos como residuos inertes.

- Almacenar los envases que contengan residuos peligrosos en lugares adecuados hasta su retirada, evitando las zonas de tránsito, las fuentes de calor o la luz directa del sol.
- Antes de la recogida, asegurarse de que los envases se encuentren herméticamente cerrados y que no estén deteriorados, manchados ni presenten derrames o fugas.

#### **3.2.1.1.2. Uso de recursos**

Los recursos a utilizar serán los contenedores para depósito, la señalización para identificar áreas de carga y descarga, y las señales de advertencia para los estudiantes, docentes y público en general.

La separación en la fuente es la base fundamental de la adecuada gestión de residuos y consiste, en la separación inicial de manera selectiva de los residuos sólidos no peligrosos, de los peligrosos, procedentes de cada una de las áreas generadoras dentro de la empresa, dándose inicio a una cadena de actividades y procesos cuya efectividad depende de la adecuada clasificación de los residuos.

Posterior a los procesos que evitan y minimizan la generación de residuos y que favorecen una correcta separación en la fuente, se debe disponer de recipientes adecuados, que sean de un material resistente, que no se deterioren con facilidad y cuyo diseño y capacidad optimicen el proceso de almacenamiento.

El diagnóstico que debe hacer el jefe de producción, en conjunto con los jefes de área, es definir la cantidad de recipientes existentes y cuáles son los que se requieren para la adecuada separación de los residuos en todas las

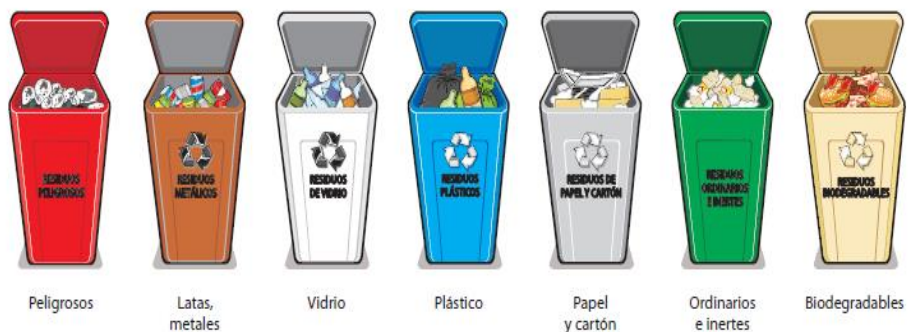
áreas de la organización. Algunos recipientes son desechables y otros reutilizables, pero todos deben cumplir con el color correspondiente a la clase de residuos que se va a depositar en ellos, como se ilustra en la figura 5, a la cual se le denomina código de colores, aspecto que no es obligatorio, pero sí importante. Además, los recipientes deben ser visibles y estar ubicados estratégicamente en las instalaciones de la organización.

Para facilitar el proceso de separación en la fuente es conveniente que los recipientes estén rotulados y tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Tipo de residuo a disponer y su listado correspondiente
- Símbolo asociado, en caso de tener uno establecido

Si los recipientes que posee la empresa no cumplen con el código de colores, estos pueden pintarse, emplear cintas adhesivas visibles o utilizar el fondo del rótulo para establecer el color correspondiente al tipo de residuo.

Figura 4. **Recipientes utilizados para separación de los residuos sólidos y su código de colores**



Fuente: NTC 5167.



- Se deben colocar recipientes de color verde en los lugares donde se genere residuos no peligrosos como: servilletas, empaques de papel plastificado, plástico no reciclable, papel carbón, envases tetra pack, estos se deben de ubicar en oficinas, cafeterías, entre otros.
- Los recipientes de color crema para residuos biodegradables se colocan en donde se produce residuos de alimentación como la cafetería, antes y después de su preparación, residuos vegetales, material de poda y jardín.
- Los recipientes de color gris son para todo tipo de cartón limpio y seco, estos se deben de colocar en las oficinas, áreas de producción, cafeterías, bodega.
- Los recipientes de color azul se utilizan para todo lo que sea plástico. Estos se deben de ubicar en cafetería, área de producción y oficinas administrativas.
- Los recipientes de color blanco se utilizan para envases y frascos de vidrio y latas metálicas. Estos se deben ubicar en áreas de producción, bodega, cafetería.
- Los recipientes biodegradables se ubican el área de producción

### **3.2.1.2. Salones de clase**

En los salones de clase la generación de residuos es más fácil de controlar, dado que son instalaciones diseñadas para impartir cátedras.

### **3.2.1.2.1. Clasificación del desecho**

La propuesta de una caracterización física de los residuos sólidos tiene como objetivo determinar la composición física y los porcentajes de generación de tipo de residuos con respecto al total (orgánicos, papel, cartón, plástico, vidrio, y otros). Por lo tanto, la caracterización puede desarrollarse para el total de los residuos generados en la empresa o para una muestra representativa, aspecto que depende de la cantidad generada. Este proceso se debe desarrollar separando los residuos ordinarios y los peligrosos.

Las sugerencias que se dan para el proceso de caracterización son:

- Verificar las condiciones del sitio para realizar la caracterización: el lugar para realizar la clasificación de residuos en lo posible, debe ser un espacio iluminado y aireado, cubierto de la intemperie, con suministro de agua y cercano al lugar de almacenamiento de residuos. Una vez se termina la caracterización, se procede a lavar y desinfectar el lugar de trabajo utilizado. La desinfección debe realizarse con abundante agua y jabón detergente.
- Selección de la muestra: para las áreas que generen una gran cantidad de residuos se recomienda calcular una muestra representativa; el tamaño puede ser del 10% del total de los residuos que la organización considere estar generando. La muestra representativa debe componerse por una cantidad de residuos provenientes de cada centro generador en la proporción en que estos aporten al total de los residuos.
- Los residuos que se consideran peligrosos inicialmente se identifican, se separan y luego se les realiza una caracterización química.

### **3.2.1.2.2. Correcto uso de energía eléctrica**

La Empresa Eléctrica recomienda a sus clientes utilizar de manera responsable la energía eléctrica en instituciones y oficinas, porque así se evita el derroche energético, contribuye a la preservación del ambiente y cuida su economía.

Las prácticas y acciones para el uso responsable de la energía eléctrica son claves para disminuir los daños en el ambiente, que se derivan del agotamiento de los recursos, la polución atmosférica y el efecto invernadero.

- Utilizar colores claros (blanco, hueso, beige) en las paredes y tumbados de las construcciones nuevas o en remodelaciones, reflejan la luz natural hasta el 80%, comparado con otros colores.
- Usar persianas y cortinas para facilitar el ingreso de luz solar, hasta el inicio de la noche (18:00 horas).
- Instalar interruptores reguladores de la intensidad de iluminación para dotar de niveles de luz necesaria en las áreas sociales o de trabajo.
- Apagar las luces que no se utilicen o cuando salga de un salón en donde no quede nadie.
- Instalar sensores de paso en estacionamientos de edificios, en acceso a escaleras peatonales, con la finalidad de regular solamente la iluminación necesaria mientras dure la presencia del vehículo o de las personas en el área de tránsito.
- Apagar rótulos luminosos a partir de las 19:00 horas
- Desconectar los aparatos eléctricos que no utilice, muchos de ellos consumen permanentemente energía cuando se encuentran apagados y no desenchufados.

- Utilizar focos ahorradores, su sustitución permite un ahorro de energía de 50% a 75%.

El uso de equipos eficientes permite un consumo menor de energía, y el usuario debe exigir la especificación de consumo de energía de los equipos que vaya a adquirir y decidirse por los más eficientes.

Con el uso responsable de la electricidad se contribuye a preservar el ambiente y se reduce la contaminación. Además, un ahorro de recursos económicos preserva el control de la curva de carga o demanda que las empresas requieren para abastecer a sus clientes.

#### **3.2.1.2.3. Disminución de niveles de ruido**

En el lugar de trabajo, el ruido puede ser perturbador por su frecuencia y volumen. Por ejemplo, un ruido agudo, como el de un silbido, irrita los oídos mucho más que un ruido grave, aunque se emitan los dos al mismo volumen.

Es posible conseguir una reducción del ruido procedente del sistema de ventilación y climatización al aplicar medidas como: el uso de conexiones aislantes en los conductos, el encamisado de los conductos con materiales absorbentes de ruido, la instalación de silenciadores en los conductos, el uso de elementos anti-vibratorios o bloques de inercia para evitar la transmisión de las vibraciones a la estructura. Otra medida con la que se pueden obtener buenos resultados consiste en la modificación del tamaño o modelo de los difusores y las rejillas de retorno del aire. En términos generales, el ruido del sistema de ventilación en las oficinas no debería superar los 35 dBA; cuando la tarea exija un alto grado de concentración, los niveles recomendados son de 30 dBA.

### **3.2.1.3. Oficinas**

Dentro de las oficinas administrativas se debe tomar en cuenta el ahorro de los insumos para las labores diarias, como el uso de sistemas digitales, disminuyendo el exceso de papel.

#### **3.2.1.3.1. Reducción en el uso de papel**

La medición de la cantidad de papel que se consume en una oficina permite obtener información muy útil para promover la adopción de medidas de ahorro de papel, como la cantidad y tipos de papel consumidos en cada departamento, su coste y dónde es más fácil o prioritario intervenir. Medir la cantidad de papel que se utiliza en una oficina permite, conocer qué mejoras se pueden realizar, explicar estas mejoras al resto de miembros de la entidad y comprobar si se están logrando los objetivos de ahorro y reciclaje de papel.

#### **3.2.1.3.2. Reutilización del papel**

Todo el papel reciclado se utilizará para impresiones de prueba dado que varios informes deben presentarse a la Decanatura, previo a su revisión y aprobación por el director de escuela, a veces tiene modificaciones, y para ahorrar hojas en blanco se hace uso del papel reciclado, pueden realizarse convenios con recicladoras, quienes intercambian cierta cantidad de papel limpio, por llevarse el papel reciclado.

### **3.2.1.3.3. Integración de materiales biodegradables**

Promover el uso de fuentes de energía renovables, eficiencia energética y ahorro. Prestar especial atención a la preservación del agua, facilitar el reciclado y el uso de materiales biodegradables, reduciendo el uso de materiales que tardan años en degradarse, como el poliestireno expandido (duroport), y bolsas de plástico entre otros.

Fomentar una cultura empresarial en la que se viva la preocupación ecológica. Comunicar, formar, motivar y establecer prácticas ecológicas habituales. Evaluar el desempeño incluyendo aspectos de responsabilidad ecológica.

### **3.3. Planificación estratégica ambiental para EIM**

Se describe la planificación ambiental para la Escuela de Ingeniería Mecánica de la Facultad de Ingeniería- USAC:

#### **3.3.1. Manejo de desechos**

Para diseñar y poner en funcionamiento el Manejo Integral de desechos, deben tenerse en cuenta las actividades que se desarrollan en el sitio de trabajo, de forma real y clara, con propuestas de mejoramiento continuo de los procesos y orientado a la prevención y a la minimización de riesgos, para la salud y el ambiente. El compromiso debe responder claramente a las preguntas qué, cómo, cuándo, dónde, por qué, para qué y con quién.

Desde el momento en que se implemente el manejo integral de residuos, la orientación de la institución será la de evitar y minimizar la generación de residuos sólidos, tanto peligrosos como no peligrosos, mediante la utilización de insumos y el desarrollo de procedimientos que aporten menos materiales a la corriente de residuos, así se adelantará una adecuada segregación de los residuos, y lograr mayores aprovechamientos cuando esto sea técnica y ambientalmente viable y por último, se garantizará una adecuada disposición final de los residuos.

Dentro de la institución se debe establecer la existencia y ubicación de los sitios de almacenamiento temporal y definitivo. Respecto del almacenamiento definitivo que se le va a dar a cada uno de los residuos no peligrosos, se debe contar con un área establecida donde se puedan ubicar, sin sufrir alguna contaminación por otro tipo de residuo. Para la evaluación de los sitios de almacenamiento, el jefe de producción puede evaluar la ubicación que le ayudará a determinar si tiene acceso para los usuarios, es fácil de limpiar, cuenta con ventilación adecuada, permite la recolección a través de los camiones municipales de basura. etc. Para la cual se diseñó una lista de chequeo para determinar si el sitio de almacenamiento es el adecuado, ya que se debe cumplir con las características establecidas las cuales se presentan en la tabla.

Tabla I. **Lista de chequeo para el sitio de almacenamiento de residuos no peligrosos**

N°.	DESCRIPCIÓN	CUMPLE	
		SÍ	NO
1	¿Cuenta el lugar con fácil acceso para los usuarios?		
2	¿Los acabados del lugar permiten la fácil limpieza evitando el desarrollo de microorganismos en general: ¿paredes lisas, pisos duros y lavables con ligera pendiente al interior?		
3	¿El lugar cuenta con sistemas que permiten la ventilación como rejillas o ventanas; sistemas de prevención y control de incendios, como extintores y suministro cercano de agua y drenaje?		
4	¿La construcción se hizo de forma que se evite el acceso y proliferación de insectos, roedores y otras clases de vectores además de impedir el ingreso de animales domésticos?		
5	¿El lugar está cubierto para protección de lluvias y cuenta con iluminación?		
6	¿La ubicación del sitio causa molestias o algún tipo de impactos a la comunidad?		
7	¿Cuenta con cajas de almacenamiento de residuos sólidos para realizar su adecuada presentación?		
8	¿Realiza aseo, fumigación y desinfección en las unidades de almacenamiento, con la regularidad que exige la naturaleza de la actividad que en ella se desarrolla, de conformidad con los requisitos y normas establecidas?		
9	¿Permite al lugar el acceso de los vehículos recolectores?		
10	¿Dispone de báscula en el lugar y lleva un registro para el control de la generación de residuos?		
11	¿Es de uso exclusivo para almacenar residuos sólidos y está debidamente señalizado?		
12	¿Dispone de espacios por clase de residuo, de acuerdo con su clasificación (reciclable, peligroso, ordinario y otros)?		

Fuente: elaboración propia.

Para el almacenamiento de sustancias y residuos peligrosos se deben identificar los impactos ambientales derivados de dicha actividad, al igual que los requisitos legales, ambientales, de seguridad y sanitarios que le aplican. De igual manera debe evaluar las características del sitio dispuesto para este almacenamiento, ya que si se ubican en un área que no cumple con las condiciones de seguridad puede surgir un accidente o un incendio. Con base en



lo expuesto en la lista de chequeo, se procede a determinar si el sitio de almacenamiento de residuos peligrosos es el indicado.

**Tabla II. Lista de chequeo para el sitio de almacenamiento de residuos peligrosos**

N°.	DESCRIPCIÓN	CUMPLE	
		SÍ	NO
1	¿El lugar de almacenamiento está alejado de zonas densamente pobladas, de fuentes de captación de agua potable, de áreas inundables y de posibles fuentes externas de peligro?		
2	¿El lugar está ubicado en un sitio de fácil acceso para el transporte de los residuos y para situaciones de emergencia?		
3	¿Las paredes externas y las divisiones internas son de material sólido que resista el fuego durante 3 horas?		
4	¿Las puertas en las paredes interiores están diseñadas para confinar el fuego con una resistencia de 3 horas?		
5	¿Existen en las instalaciones de la organización salidas de emergencia distintas a las puertas principales de ingreso de las mercancías?		
6	¿Las salidas de emergencia están señalizadas?		
7	¿El piso es antideslizante, impermeable, libre de grietas y resistente a las sustancias y/o residuos que se almacenen?		
8	¿Los drenajes al interior del lugar están conectados a pozos colectores para una posterior disposición del agua residual?		
9	¿Todas las sustancias peligrosas almacenadas están ubicadas en un sitio confinado mediante paredes, diques o bordillos perimetrales?		
10	¿El techo está diseñado de tal forma que no admita el ingreso de agua lluvia a las instalaciones, pero que permita la salida del humo y el calor en caso de un incendio?		
11	¿El lugar cuenta con ventilación adecuada (ya sea natural o forzada)?		
12	¿El lugar opera con iluminación adecuada?		
13	¿Si se almacenan materiales inflamables se cuenta con equipos de protección contra relámpagos?		
14	¿Si se almacenan sustancias en el exterior se tienen condiciones satisfactorias respecto a: ¿seguridad, protección de la lluvia, acceso para emergencias, sistema de contención de derrames?		

Fuente: elaboración propia.

### 3.3.2. Reducción y uso consciente en el consumo de energía

La luz emitida por un *led* es proporcional a la cantidad de recombinaciones a la corriente directa en el diodo. Los *led* son dispositivos muy populares; tienen la aplicación en el diseño de diversos tipos de monitores, incluidos los de instrumentos de laboratorio como los voltímetros digitales. Se puede lograr que produzcan luz de diversos colores, más aún, pueden diseñarse para que produzcan luz coherente con un ancho de banda muy estrecho. El dispositivo resultante es un diodo láser. Este tipo de diodo tiene aplicación en sistemas ópticos de comunicaciones y en reproductores de CD, entre otros.

- Ventajas
  - No requiere componentes adicionales
  - La iluminación es unidireccional y no representa ninguna contaminación luminosa.
  - No es atractivo a los insectos porque no emite rayos infrarrojos ni ultravioleta.
  - Puede integrarse fácilmente a un sistema de energía solar
  - No representa en lo absoluto ningún daño a la atmósfera ni al medio ambiente.
  - Proporciona un promedio del 80 % de ahorro de energía en comparación a aplicaciones basadas en sodio y aplicaciones metálicas.

- Tiene una vida estimada de 50,000 horas, sin una seria degradación luminosa.
- Lámparas *led*
  - Especificaciones: producto perfecto para reemplazar lámparas en pisos de producción, almacenes y bodegas. Este modelo fácilmente reemplaza los luminarios tipo campana, de descarga (haluro metálico), que consumen 400 watts, con una reducción de costo inmediata del 50%, más los ahorros en mantenimiento. Tiene un encendido inmediato, reduce a cero el tiempo de espera para tener una iluminación óptima.
  - Especificaciones técnicas
    - Consumo energético: versiones desde 60 watts hasta 200 watts.
    - Voltaje: ac 85~265v
    - Flujo luminoso: 6 600 a 35 000 lúmenes
    - Ángulo de foco: 45/90/120 grados, opcional
    - Material: aluminio
- Tubo led T8 para reemplazar fluorescente
  - Consumo energético: 18 watts
  - Voltaje: 85-265V AC
  - Flujo luminoso: 1 700 lúmenes

- Color: 3 000 k (cálido), 4 500 k (natural) 6 000 k(frio)
- Dimensiones: 1,2 m-2,44 m

Figura 5. **Tubo led**



Fuente: <http://www.blacktronics.com/portfolio/led-high-bay-light-200w/>. Consulta: octubre 2016.

### **3.3.3. Clasificación del desecho**

La propuesta de una caracterización física de los residuos sólidos tiene como objetivo determinar la composición física y los porcentajes de generación de tipo de residuos con respecto al total (orgánicos, papel, cartón, plástico, vidrio, y otros). La caracterización puede desarrollarse para el total de los residuos generados en la empresa o para una muestra representativa, aspecto que depende de la cantidad generada. Este proceso se debe desarrollar separando los residuos ordinarios y los peligrosos.

Las sugerencias que se dan para el proceso de caracterización son:

Tabla III. **Pasos para realizar una caracterización física de residuos sólidos**

Aspectos	Detalle de las actividades
Logística de la caracterización	Confirmar el sitio donde se realizará la caracterización.
	Organizar formatos y listados para la caracterización.
	Corroborar la disponibilidad de las personas participantes en la caracterización.
	Verificar que los recursos físicos necesarios para desarrollar la actividad estén organizados.
Datos del personal participante	Registrar la información del personal para la caracterización.
Lista de chequeo de la caracterización	Verificar que todo está preparado para la caracterización.
Recolectar y rotular las muestras	Guiar al responsable de la recolección de los residuos por la ruta establecida.
	Recolectar las muestras de residuos en las áreas de generación.
	Rotular las muestras según el área de generación.
	Llevar control de las áreas de generación donde se recolectó el material.
	Llevar los materiales al sitio donde se va a realizar la caracterización.
Pesado de las muestras por área de generación	Pesar la muestra que se recolectó en cada área de generación.
	Tabular la información.
	Mantener juntas las bolsas con residuos por área de generación.

Continuación de la tabla III.

Clasificación de los residuos	Si el peso de la muestra es mayor de 200 Kg, se realiza homogenización y cuarteo de los residuos hasta obtener el 10% aproximadamente. Esta cantidad es la que se caracteriza.
	Si el peso de la muestra es menor de 200 Kg, se efectúa la caracterización del total de los residuos.
Separación de los residuos Sólidos del total	Ordenar el lugar de trabajo con recipientes para depositar cada tipo de residuo.
	Pesar los recipientes vacíos antes de introducirles el material separado y anotar este dato.
	Separar el material correspondiente por tipo y depositarlo en el recipiente respectivo.
	Pesar el recipiente con el material asignado en la báscula.
	Registrar en un formato apropiado el peso de cada material clasificado.

Fuente: elaboración propia.

### 3.3.4. Evaluaciones de Seguridad e Higiene Industrial

La seguridad de los edificios que conforman la Facultad de Ingeniería e incluso los de toda la Universidad de San Carlos de Guatemala, se deben regir con base en las Normas Mínimas de Seguridad en Edificaciones e Instalaciones de Uso Público. Según el Acuerdo Gubernativo Número 04-2011, por la Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres (CONRED), la cual tiene como objetivo: establecer los requisitos mínimos de seguridad que deben observarse en edificaciones e instalaciones de uso público, para resguardar a las personas en caso de eventos de origen natural o provocado que puedan poner en riesgo su integridad física. Las Normas Mínimas de Seguridad

constituyen el conjunto de medidas y acciones que deben ser implementadas en las edificaciones e instalaciones de uso público para alcanzar el objetivo descrito.

A continuación, se citan varios artículos referentes al Acuerdo Gubernativo Número 04-2011.

- Artículo 3. Edificaciones e instalaciones comprendidas. La presente norma es aplicable a todas las edificaciones e instalaciones de uso público que actualmente funcionen como tales, así como para aquellas que se desarrollen en el futuro. Se consideran de uso público las edificaciones, sin importar el titular del derecho de propiedad, a las que se permita el acceso, con o sin restricciones, de personal (como empleados, contratistas y subcontratistas, entre otros) y/o usuarios (como clientes, consumidores, beneficiarios, compradores, interesados, entre otros).<sup>10</sup>
  
- Son edificaciones de uso público, entre otras comprendidas en la descripción contenida en el párrafo que antecede, las siguientes:
  - Los edificios en los que se ubiquen oficinas públicas o privadas
  - Las edificaciones destinadas al establecimiento de locales comerciales, incluyendo mercados, supermercados, centros de mayoreo, expendios, centros comerciales y otros similares.
  - Las edificaciones destinadas a la realización de toda clase de eventos.

---

<sup>10</sup> Normas Mínimas de Seguridad en Edificaciones e Instalaciones de Uso Público. Según el Acuerdo Número 04-2011. P. 3.

- Los centros educativos, públicos y privados, incluyendo escuelas, colegios, institutos, centros universitarios y sus extensiones, centros de formación o capacitación y otros similares
- Los centros de salud, hospitales, clínicas, sanatorios, sean públicos o privados.
- Centros recreativos, parques de diversiones, incluso al aire libre, campos de juegos, cines, teatros, iglesias, discotecas y similares.
- Otras edificaciones.
- “Artículo 13. Número de salidas de emergencia requeridas. cada edificio o parte utilizable del mismo deberá contar con, por lo menos, una salida de emergencia, no menos de dos (2), salidas cuando sea requerido y salidas adicionales cuando”.<sup>11</sup>
- Cada nivel o parte del mismo con una carga de ocupación de quinientos uno (501) a un mil (1,000) personas no tendrá menos de tres (3) salidas de emergencia.
- Cada nivel o parte del mismo con una carga de ocupación de más de un mil (1,000) personas, no tendrá menos de cuatro (4) salidas de emergencia.
- El número de salidas de emergencia requeridas para cualquier nivel de un edificio deberá ser determinado utilizando su propia carga de ocupación, más los siguientes porcentajes de la carga de ocupación de otros niveles que tengan salida al nivel en consideración:
  - Cincuenta por ciento de la carga de ocupación del primer nivel arriba y cincuenta por ciento de la carga de ocupación

---

<sup>11</sup> Normas Mínimas de Seguridad en Edificaciones e Instalaciones de Uso Público. Según el Acuerdo Número 04-2011. p. 7.



del primer nivel abajo, cuando este último salga a través del nivel en consideración.

- Veinte y cinco por ciento de la carga de ocupación del nivel inmediatamente arriba.
- El número máximo de salidas de emergencia requeridas para cualquier nivel deberá ser mantenido hasta que se llegue a la salida del edificio.
- Artículo 14. ancho de las salidas de emergencia. El ancho total de las salidas de emergencia, expresado en centímetros, no será menor al de la carga total de ocupación multiplicada por 0,76 para gradas, y por 0,50 para otras salidas de emergencia, ni menores de 90 centímetros. El ancho total de las salidas de emergencia deberá ser dividido en partes aproximadamente iguales entre todas las salidas de emergencia. el ancho máximo de salidas de emergencia requeridas para cualquier nivel deberá ser mantenido para todo el edificio.
- Artículo 15. Ubicación de las salidas de emergencia. En el caso de que únicamente se requieran dos (2) salidas de emergencia, estas deberán estar ubicadas con una separación medida por una línea recta entre ambas salidas cuya longitud no será menor a la mitad de la distancia de la diagonal mayor del edificio o área a ser evacuada. Cuando se requieran tres (3) o más salidas de emergencia, por lo menos dos (2) de ellas deberán estar ubicadas con una separación medida por una línea recta entre ambas salidas cuya longitud no será menor a la mitad de la distancia de la diagonal mayor del edificio o área a ser evacuada. Las salidas adicionales deberán tener una separación adecuada entre sí, de

manera que, si una de ellas quedase bloqueada, las otras sigan estando disponibles para una evacuación.<sup>12</sup>

- Artículo 17. Salidas a través de otros salones: los salones podrán tener una salida de emergencia a través de otro salón adyacente, siempre y cuando exista una forma de salir que sea evidente, directa y sin obstrucciones.
- Artículo 24. Rampas de emergencia: las rampas utilizadas en las salidas de emergencia deberán cumplir con los requerimientos de esta norma. El ancho mínimo de las rampas utilizadas en rutas de evacuación será el indicado en el Artículo 14, pero no será menor a noventa (90) centímetros para cargas de ocupación menores a cincuenta (50) o ciento diez (110) centímetros para cargas de ocupación de cincuenta (50) o más.
- La pendiente máxima de las rampas será del 8.33 por ciento cuando deban ser utilizadas para personas en sillas de ruedas, o del 12.5 por ciento cuando no van a ser utilizadas por personas en sillas de ruedas. Las rampas deberán tener descansos en su parte superior y en su parte inferior, y por lo menos un descanso intermedio por cada ciento cincuenta (150) centímetros de elevación. Los descansos superiores e intermedios deberán tener una longitud no menor de ciento cincuenta (150) centímetros. Los descansos inferiores deberán tener una longitud no menor de ciento ochenta y tres (183) centímetros.<sup>13</sup>

---

<sup>12</sup> Normas Mínimas de Seguridad en Edificaciones e Instalaciones de Uso Público. Según el Acuerdo Número 04-2011. p. 8.

<sup>13</sup> Normas Mínimas de Seguridad en Edificaciones e Instalaciones de Uso Público. Según el Acuerdo Número 04-2011. p. 10.

Las puertas ubicadas en cualquier posición adyacente a una rampa no reducirán las dimensiones mínimas de un descanso a menos de 106 centímetros. Las rampas tendrán pasamanos de acuerdo a los mismos requerimientos que para gradas. La superficie de las rampas deberá ser antideslizante.

Será obligatorio rotular las salidas de emergencia cuando se tengan dos (2) o más salidas de emergencia. Esta rotulación deberá contar con una iluminación interna o externa por medio de un mínimo de dos lámparas o focos, o ser de un tipo auto luminiscente. Los rótulos deberán estar iluminados con una intensidad mínima de 53.82 lux de cada foco. La energía de uno de los focos será de la fuente principal de energía y la energía del segundo foco será proporcionada por baterías o por un generador de energía de emergencia.

Las señales que se localizarán en la pared deberán ser construidas de metal o de otro material aprobado que sea no combustible; la señal fijada a la pared exterior de mampostería de hormigón, o piedra, deben estar de forma segura y bien conectados por medio de anclajes metálicos, pernos o tornillos de expansión. No podrán utilizarse paredes de madera, tabla yeso o fibrocemento para fijar señales de información de emergencia.

“No se debe instalar señales en el techo ni colgando de él. La instalación de señales portátiles se acepta con fines temporales o configuraciones de estructura que provean estabilidad de duración en la instalación; pero éstas no podrán fijarse al suelo por medio de anclajes permanentes”.<sup>14</sup>

---

<sup>14</sup> Normas Mínimas de Seguridad en Edificaciones e Instalaciones de Uso Público. Según el Acuerdo Número 04-2011. p. 13.

- Señalización de salida de emergencia: señal de carácter informativo, la cual se utiliza para indicar todas las salidas posibles en casos de una emergencia, instalada en lugares visibles tales como sobre o inmediatamente adyacente a una puerta de salida que conduzca a una zona de seguridad. Esta señal trabaja íntimamente relacionada con las siguientes señales: vía de evacuación derecha, vía de evacuación izquierda, salida superior y salida inferior.
- Señalización de vía de evacuación derecha: señal de carácter informativo, siendo una flecha direccional, que en este caso particular indica una vía de evacuación o escape hacia la derecha. Instalación: En muros de edificios públicos y privados, esta señal trabaja en íntima relación con la señal salida de emergencia, ya que tiene como propósito orientar la evacuación hacia la derecha, teniendo presente que terminada la orientación hacia la derecha, se encontrará una vía de evacuación.
- Señalización de vía de evacuación izquierda: señal de carácter informativo, siendo una flecha direccional, que en este caso particular indica una vía de evacuación o escape hacia la izquierda. Instalación: En muros de edificios públicos y privados, esta señal trabaja en íntima relación con la señal salida de emergencia, ya que tiene como propósito orientar la evacuación hacia la izquierda, teniendo presente que terminada la orientación hacia la izquierda, se encontrará una vía de evacuación.
- Señalización de salida hacia arriba: señal de carácter informativo que indica una salida hacia arriba, que conduce a una vía de evacuación o escape en casos de emergencia. Instalación: sobre paredes o

inmediatamente adyacente a escaleras que conduzcan hacia el piso superior. Esta señal se instalará en todo tipo de edificios, y trabajará íntimamente relacionada con la señal salida de emergencia.








- Señalización de salida hacia abajo: señal de carácter informativo que indica una salida hacia abajo, que conduce a una vía de evacuación o escape en casos de emergencia. Instalación: sobre paredes o inmediatamente adyacente a escaleras que conduzcan hacia el piso inferior. Esta señal se instalará en todo tipo de edificios y trabajará íntimamente relacionada con la señal de salida de emergencia.
- Punto de reunión: localización externa de un inmueble, identificada para reunir al personal que desaloja las instalaciones de manera preventiva y ordenada, posterior a una evacuación. Instalación: en lugares visibles tales como patios, estacionamientos o cualquier zona que no represente riesgo.
- Señalización de cuidado al bajar: señal de carácter informativo que indica la existencia de un desnivel, por tal razón, en las zonas en que se advierta esta señal, se deberá tener cuidado al transitar. Instalación: en lugares visibles tales como cajas escalera, desniveles de piso, y otros. Esta señal se instalará tanto en edificios públicos y privados, siendo su instalación directamente en muros u otras estructuras.
- Señalización de empujar para abrir: señal de carácter informativo que indica el sentido de apertura de una puerta. Instalación: en lugares visibles tales como puertas de simple o doble efecto, doble puerta de simple o doble efecto, y otros. La señal se instalará directo sobre la puerta, con el objetivo de homogenizar la rotulación de todas las salidas.

Esta señal trabajará en directa relación con la señal tirar para abrir, ya que se instalan en pares, una por dentro y la otra por fuera de la puerta, de acuerdo a la orientación que ésta tenga.

- Señalización de tirar para abrir: señal de carácter informativo que indica el sentido de apertura de una puerta. Instalación: en lugares visibles como puertas de simple o doble efecto, doble puerta de simple o doble efecto, y otros. Esta señal se instalará directamente sobre la puerta, con el objetivo de homogenizar todas las salidas. Esta señal trabajará en directa relación con la señal Empujar para Abrir, ya que se instalan en pares, una por dentro y la otra por fuera de la puerta, de acuerdo a la orientación que ésta tenga.
- Señalización de romper para tener acceso en caso de emergencia: señal de carácter informativo que indica romper para tener acceso, para eso es necesario considerar su ubicación donde es necesario romper un panel de vidrio, para acceder a una llave u otro medio de aperturas, y donde es necesario romper para abrir un panel con elementos de lucha contra el fuego o crear una vía de evacuación. Instalación: directamente en panel de vidrio.
- Señalización de no corra por las escaleras: se utiliza para indicar la prohibición de correr por las escaleras, sean estas principales o de emergencia. Tanto al subir como al bajar de estas, dicha prohibición deberá ser acatada tanto en circunstancias habituales como en caso de emergencia. Instalación: lugares visibles de edificios públicos y privados (cajas, escaleras principales o de emergencia de hospitales, bibliotecas, y otros). La instalación de esta señal deberá realizarse tanto al inicio como al final de las escaleras.

- Señalización de no correr en los pasillos: se utiliza para indicar la prohibición de correr en ambos sentidos en los pasillos, tanto para trabajadores como público en general, siendo aplicable en situaciones habituales como en los casos de emergencia. Instalación: lugares visibles de edificios públicos y privados (pasillos de hospitales, bibliotecas u otros edificios). La señal deberá instalarse en muros u otras estructuras, de tal manera que advierta claramente sobre esta prohibición.
- Señalización sobre la localización del extintor: se utiliza para informar la ubicación de un extintor. Esta señal deberá instalarse tantas veces como extintores existan en el edificio. Instalación: la señal será instalada en muros u otros elementos en los cuales se encuentre el extintor, ya que pueden estar fijados en muros, en nichos o directamente en el piso.

Figura 6. Señales de ruta de evacuación

SEÑAL	SIGNIFICADO
	RUTA DE EVACUACIÓN
	
	
	
	
	
	



Continuación de la figura 6.

SEÑAL	SIGNIFICADO
	
	<p>RUTA DE EVACUACIÓN PARA PERSONAS CON CAPACIDADES ESPECIALES</p>
	
	
	
	
	
	

Continuación de la figura 6.

	SALIDA DE EMERGENCIA
	SALIDA DE EMERGENCIA
	PRIMEROS AUXILIOS
	
	
	DUCHA DE EMERGENCIA
	LAVA OJOS DE EMERGENCIA
	SEÑALIZACIÓN DE ZONA SEGURA

Continuación de la figura 6.

	PUNTO DE REUNIÓN
	ÁREA SUCIA O CONTAMINADA
	ÁREA LIMPIA DE CONTAMINANTES
	CUIDADO AL BAJAR
	EMPUJAR PARA ABRIR
	TIRAR PARA ABRIR
	ROMPER PARA TENER ACCESO EN CASO DE EMERGENCIA
	TELÉFONO DE EMERGENCIA

Continuación de la figura 6.

	NO CORRA POR LAS ESCALERAS
	NO USE EL ASCENSOR EN CASO DE CORTE DE ENERGÍA O INCENDIO
	NO CORRER EN LOS PASILLOS
	INGRESAR SOLO PERSONAS AUTORIZADAS
	NO OBSTRUIR PASILLOS
	VÍA SIN SALIDA
	NO APAGUE EL FUEGO CON AGUA
	LOCALIZACIÓN DEL EXTINTOR

Continuación de la figura 6.

	<p>RED HÚMEDA</p>
	<p>RED SECA</p>
	<p>ALARMA DE INCENDIO</p>
	<p>CONJUNTO DE EQUIPOS CONTRA FUEGO</p>
	<p>PUERTA CORTA FUEGO</p>
	<p>RED ELÉCTRICA INERTE</p>
	<p>ACTIVACIÓN MANUAL DE LA ALARMA</p>
	<p>ROTULACIÓN DE LA CARGA DE OCUPACIÓN MÁXIMA</p>

Fuente: Norma de Reducción de Desastres número dos NRD2. CONRED. p. 28.

### **3.3.5. Utilización de nuevos materiales amigables al ambiente**

Todos los materiales a utilizar en los laboratorios y salones de clase deben estar amparados bajo normas que protejan el medio ambiente. Desde lubricantes verdes para el uso de laboratorios, el correcto vertimiento de los mismos, reducción de material desechable o uso de material biodegradable. Composte de material orgánico.

### **3.3.6. Disminución de actos y condiciones contaminantes**

Todo desecho generado orgánico o inorgánico debe ser clasificado y depositado en su contenedor para su reutilización o disposición final, según sea el caso. Separando: desechos electrónicos, metales, plásticos, vidrio, orgánico, papel, entre otros. Todo junto es basura, separado se convierte en material reciclable.

#### **3.3.6.1. Ruido**

En muchos casos es posible solucionar el problema al sustituir los equipos por otros que emitan menos ruido o una construcción adecuada con reducción de ruido al exterior. También es posible evitar la transmisión del ruido encerrando la fuente de ruido, por ejemplo, utilizar carcasas recubiertas de material absorbente para impresoras, o aislar la fuente, por ejemplo, reunir las impresoras en un local especial en el que no haya personas de forma habitual.

- Ruido de las personas. El principal aspecto generador de molestias son las conversaciones, en particular cuando éstas son inteligibles. En los despachos es posible garantizar la reducción del ruido de las conversaciones de las áreas adyacentes mediante la insonorización del

local. En oficinas de tipo abierto, las medidas deben estar dirigidas al control de la propagación del ruido, esto se puede conseguir mediante el tratamiento acústico del techo, paredes y suelos. En estos espacios se puede lograr una mejora adicional apantallando los espacios. El grado de reducción del ruido al otro lado de la pantalla depende de la distancia entre la pantalla y la persona que habla y las características de la pantalla, el tamaño, la absorción y la transmisión de ruido. Cuanto mayor sea su superficie y su absorción acústica, cuanto más próxima esté a la persona que habla y cuanto menor sean las aberturas entre las pantallas y el suelo, mejor será el efecto atenuante de las mismas.

#### **3.3.6.2. Uso de material no biodegradable**

El proceso de descomposición de cualquier material biodegradable es fundamental para el medio ambiente. Cuando la materia orgánica se descompone devuelve energía y materiales usados por la naturaleza para generar más energía y materiales orgánicos.

Al no utilizar materiales biodegradables se contamina el medio ambiente si no se hace una adecuada disposición final de los desechos.

#### **3.3.6.3. Mal uso del recurso no renovable**

Los recursos no renovables dañan el medio ambiente y el entorno donde se utilizan. Es necesario que la Escuela de Ingeniería Mecánica use y promueva la conservación de los recursos renovables ya que son amigables con el medio ambiente.

### **3.3.7. El ambiente como parte del pensum de Ingeniería Mecánica**

La política ambiental en la sección de docencia específica que se debe fortalecer el sistema de actualización curricular universitario, orientándolo hacia el desarrollo sostenible, con el objeto de que todos los egresados de la USAC cuenten con competencias y principios de responsabilidad en la sostenibilidad ambiental, de gestión de riesgo ante la vulnerabilidad del país y de adaptación al cambio climático y mitigación de sus efectos.

De igual forma busca incorporar como eje transversal, de manera visible, en los perfiles y planes de estudio de todas las unidades académicas, bases y principios ambientales de gestión, de riesgo y de adaptación al cambio climático, acorde con el ámbito de conocimiento y naturaleza de cada una de las carreras de pregrado, grado y postgrado.



## 4. IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA

### 4.1. Plan de acción

El plan de acción se basa en los lineamientos de la Política Ambiental cuyo fin consiste en lograr que la comunidad universitaria comparta las proposiciones filosóficas y la comprensión de la justificación de sus acciones ambientales, que de acuerdo con la concepción de desarrollo sostenible privilegian el equilibrio de las actividades humanas y el ambiente natural para garantizar el acceso a una mejor calidad de vida y un ambiente saludable.

Tabla IV. **Plan de acción**

Objetivo	El propósito final del Plan de Acción Ambiental es institucionalizar, en forma coordinada, las actuaciones que corresponden a la Escuela de Ingeniería Mecánica, para avanzar y lograr los objetivos de política ambiental que se plantean.
Programa 1 Fortalecimiento de la capacidad de gestión ambiental	Capacitar a los docentes e investigadores en proyectos relacionados al cuidado del medio ambiente, gestión de riesgos, manejo de residuos y tratamiento de aguas residuales.
Programa 2 Conservación y sustentabilidad de la biodiversidad	Desarrollo de programas curriculares para agregar cursos al pensum de estudio en referencia a la política ambiental.
Programa 3 Uso sustentable de los recursos	A través de programas de capacitación al docente, personal de laboratorio, administrativo estudiantes y, sobre todo, los ámbitos de la política ambiental.

Fuente: elaboración propia.

#### **4.1.1. Docencia**

En el tema de docencia, la Escuela de Ingeniería Mecánica, con base en la política, se debe fortalecer el sistema de actualización curricular universitario, orientándolo hacia el desarrollo sostenible, con el objetivo de que todos los egresados de la carrera de Ingeniería Mecánica cuenten con competencias y principios de responsabilidad en la sostenibilidad ambiental, de gestión de riesgo ante la vulnerabilidad del país y de adaptación al cambio climático y mitigación de sus efectos.

#### **4.1.2. Extensión**

En el tema de extensión en base a la política se busca que los estudiantes desarrollen proyectos en materia ambiental para sus prácticas intermedias y finales, en el desarrollo de EPS, maestrías y posgrados.

#### **4.1.3. Territorio e infraestructura**

En el tema de territorio e infraestructura se buscan proyectos para análisis del uso eficiente de la energía en los edificios de cada campus universitario. A partir del análisis, desarrollar proyectos piloto de edificios eficientes en el uso de la energía, que contemplen la inversión de uso de generación de energía eléctrica por medio de paneles solares y otras fuentes de energía renovable.

#### **4.1.4. Investigación**

El Programa de investigación busca que en cada unidad académica que incluya como eje transversal el desarrollo sostenible, el enfoque ambiental, la

adaptación al cambio climático, mitigación de sus efectos y la gestión de riesgos.

## **4.2. Implementación de la política**

La Política ambiental tiene varias áreas de aplicación según como se describe a continuación:

### **4.2.1. Áreas a utilizar de la Política Ambiental**

La Política busca tener una comunidad universitaria con una cultura ambiental sostenible, por medio de estrategias coherentes, programas y proyectos integrados e integrales de fortalecimiento del desarrollo sostenible en las áreas de investigación, docencia, extensión y administración, con el fin de conservar y mejorar las condiciones ambientales en los espacios universitarios, desarrollando campus ambientalmente sanos y seguros para una comunidad comprometida con el ambiente.

### **4.2.2. Aspectos relevantes**

La Política busca priorizar los programas y proyectos específicos de manejo, gestión y conservación de los recursos naturales incluyendo las áreas protegidas bajo la administración de la USAC.

### **4.2.3. Observaciones y recomendaciones**

La Política Ambiental es el instrumento para orientar el desarrollo hacia una modalidad que le posibilite lograr mejoras en el cuidado del medio ambiente y recursos naturales, así como el manejo responsable de los residuos.

### **4.3. Entidades responsables del proceso**

Dentro de las entidades responsables del proceso de implementación de la Política Ambiental está la unidad de acreditación, así como la Dirección de Escuela de Ingeniería Mecánica.

#### **4.3.1. Unidad de acreditación**

El consejo de Acreditación aprueba las fechas para presentar solicitudes, publicándose la convocatoria a acreditación y el cronograma respectivo en el sitio web de ACAAI.

La institución interesada debe enviar su solicitud de acreditación según formato FCACAAI-DE-24C, dirigido a la Dirección Ejecutiva en forma impresa y en forma digital. En dicha comunicación el representante legal de la institución deberá incluir una declaración jurada, según formato FCACAAI-DE-24A, en la que exprese su compromiso de someter uno o más programas al proceso de acreditación de la Agencia y manifestar que conoce las condiciones establecidas del manual de Acreditación. Se debe adjuntar la información general que se solicita e indicar el canal de comunicación oficial con las autoridades de la institución tales como instancias, nombres de contactos, direcciones electrónicas y números telefónicos.

Una vez aceptada la solicitud, la Dirección Ejecutiva y el representante legal suscribirán el Contrato de Servicios Profesionales de Evaluación de Programas de estudios de enseñanza superior según el formato FC-ACAAI-DE-26D de contrato, para lo cual el representante legal de la institución deberá acreditar la calidad con que actúa con la documentación legal que corresponde.

### **4.3.2. Unidad de investigación**

Dirección General de Docencia (DIGED) en coordinación con los órganos de dirección de cada unidad académica de tener programas de readecuación curricular en todas las unidades académicas para incluir la formación en desarrollo sostenible, responsabilidad en la sostenibilidad ambiental, gestión de riesgo y cambio climático.

### **4.4. Normativos dentro de EIM**

El normativo de la Escuela de Ingeniería Mecánica se basa en los lineamientos de la Política Ambiental.

#### **4.4.1. Reglamentos a implementar**

Para el buen manejo de los recursos e insumos dentro de los salones de clase, laboratorios, áreas comunes se deben tomar medidas de mitigación para evitar la contaminación de cada ambiente en función de cumplir con la Política Ambiental

##### **4.4.1.1. Materiales biodegradables recomendados**

Los materiales biodegradables que se deben permitir su uso dentro de las instalaciones son:

- Madera
- Cartón
- Semillas

- Papel (correo, periódicos, revistas, toallas de papel, bolsas de papel, platos y vasos de papel).
- Tejidos naturales, como el algodón, la lana, la seda, el lino
- Los residuos domésticos procedentes de alimentos, verduras, carne, pescados, huesos, restos de frutas.
- Detergentes y jabones que sean biodegradables
- Hojas
- Restos de plantas
- Tazas y platos de barro o cerámica
- La mayoría de los productos cosméticos
- Hay empresas que fabrican pinturas, pegamentos y otros productos biodegradables, pero esto no es lo normal en estos productos, si es biodegradable vendrá indicado en el envase.

#### 4.4.1.2. Manejo de residuos

Para determinar el volumen de los residuos, existen herramientas prácticas como la preparación de una caneca plástica de base circular, recta y con una altura uniforme.

Se mide el diámetro de la base y se calcula el área. Los residuos se disponen en el recipiente sin hacer presión, moviendo levemente para asegurar la ocupación de los espacios vacíos. Se mide la altura a la que quedan los residuos y este dato se multiplica por el área de la base.

Para calcular el volumen, se utiliza la fórmula del cilindro.

$$V = \pi \cdot r^2 \cdot h$$

V= volume

r= radio

h= Altura

$\Pi= 3,1416$

Para facilitar la recolección de información, en la tabla se presenta un modelo de planilla para registrar la cantidad de residuos pesados por centro área de generación:

Tabla V. **Registro de residuos pesados por área**

Aforo de Residuos Sólidos - Datos por												
Área de generación				Área de generación				Fecha				
Área de generación				Área de generación								
Tipos de	Área de generación											
	1			2			3			4		
	Peso	Vol	%	Peso	(m3	%	Peso	(m3	%	Peso	Vol	%
1	Materia											
	Resto d Alimentos, y verdura											
	Residuo d zona verde											
2	Pape											
	Periódic											
	Parafinad											
	Otro											
3	Corrugad											
	Plegadiz											
	Suci											
4	Plástic											
	PE											
	PV											
	Otro											

Fuente: elaboración propia.

#### 4.4.1.3. Uso de energía eléctrica

El inventario de los equipos e instalaciones consumidores de energía es el punto de partida del Plan de Mejora de la Gestión Energética. Se trata de conocer cuánta energía consume la organización, cuánto cuesta, dónde y cómo se utiliza, las emisiones de CO2 resultantes de ese consumo. A partir de esta información se identificarán los principales puntos sobre los que es necesario trabajar, y las posibilidades de ahorro y de mejora de la eficiencia energética.

El inventario del sistema de iluminación se realizará por áreas, ya que cada recinto puede tener un sistema y unas necesidades lumínicas diferentes:

- Tipos de bombillas
- Potencia (W)
- Equipos auxiliares y tipo de balastos (para fluorescentes)
- Luminarias: tipos, dimensiones, mantenimiento
- Horas de utilización
- Estado y limpieza
- Presencia de sistemas de ahorro:
  - Detectores de presencia
  - Detectores de luz natural Interruptores temporales
  - Otros Accionamiento de la iluminación (manual, automático, por zonas, etc.)
  
- Aire acondicionado
  - Sistema de aire acondicionado (central, equipos autónomos)
  - Rendimiento del sistema
  - Existencia de toldos o elementos de sombra



- Equipo informático
  - Número y tipo de equipos: ordenadores, impresoras, fotocopiadoras, ascensores, bombas de agua, frigoríficos, microondas, etc. Potencia (kW), antigüedad y horas de uso. Periodicidad mantenimiento. ¿Se apagan los equipos por la noche?

Las mejoras que se pueden conseguir a través de estas medidas pueden conseguirse a través de uno o varios de los siguientes aspectos:

- Modificación de los hábitos y pautas de consumo: un cambio de comportamiento de los empleados puede reducir mucho el consumo energético, con un coste mínimo o incluso nulo. En ocasiones, lo más complicado puede ser lograr acuerdos entre las personas que utilizan espacios comunes, por ejemplo, a la hora de seleccionar los niveles de temperatura o de iluminación más adecuados.
- Inversión económica: a menudo el diseño de los edificios no tiene en cuenta la eficiencia energética, y puede ser necesaria la realización de obras o la instalación de equipos y tecnologías para el ahorro y la eficiencia energética. El desembolso inicial puede ser nulo, como las relacionadas con la mejora de hábitos; muy bajo, como en el caso de la instalación de detectores de presencia, o algo más elevado, como por ejemplo cuando se trata de mejorar el aislamiento térmico del edificio. No obstante, siempre hay que tener en cuenta que la mayoría de estas inversiones son fácilmente amortizables en poco tiempo gracias a los ahorros que llevan asociados.

#### **4.4.1.4. Limitaciones o materiales no recomendados**

Todo material inflamable o corrosivo debe estar resguardado en un área completamente alejada de los laboratorios, dado que se puede provocar un incendio, el responsable del manejo de estos productos será el docente del curso, todos los materiales deben tener un sello verde el cual es medio visual que orienta al consumidor que el producto que está utilizando no contamina y es biodegradable.

#### **4.5. Evaluación LEST**

Se hace una evaluación global del puesto de trabajo y prevención de riesgos laborales en los laboratorios, salones de clase y oficinas.

##### **4.5.1. Laboratorios**

Se presenta el resultado de la evaluación realizada en los laboratorios de la Escuela de Ingeniería Mecánica:

Tabla VI. Datos del laboratorio

Factores de riesgo por trabajo repetitivo		
	Dch.	Izd.
Contaminación visual	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>
Frecuencia de movimientos:	<input type="text" value="6"/>	<input type="text" value="6"/>
Aplicación de manejo de residuos	<input type="text" value="4"/>	<input type="text" value="4"/>
Plásticos	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>
Vidrio	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>
Metal	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>
Cartón	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>
Papel	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>
Manejo de riesgos laborales	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>
Factores de riesgo complementarios:	<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="2"/>
Factor Duración:	<input type="text" value="0.5"/>	<input type="text" value="0.5"/>
Índice de riesgo y valoración		
	Dch.	Izd.
<b>Índice de riesgo:</b>	<input type="text" value="6"/>	<input type="text" value="6"/>
	Aceptable	Aceptable

Escala de valoración del riesgo:		
Checklist	Color	Nivel de riesgo
HASTA 7,5	Verde	Aceptable
7,6 - 11	Amarillo	Muy leve o incierto
11,1 - 14	Rojo suave	No aceptable. Nivel leve
14,1 - 22,5	Rojo fuerte	No aceptable. Nivel medio
≥ 22,5	Morado	No aceptable. Nivel alto

Fuente: elaboración propia.

#### 4.5.2. Salones de clase

Se presenta el resultado del análisis para los salones de clase:

Tabla VII. Resultado de la evaluación de salones de clase

	Dch.	Izd.
Contaminación visual	0	0
Frecuencia de movimientos:	6	6
Aplicación de manejo de residuos	4	4
Plásticos	0	0
Vidrio	0	0
Metal	0	0
Cartón	0	0
Papel	0	0
Manejo de riesgos laborales	0	0
Factores de riesgo complementarios:	1	2
Factor Duración:	0.5	0.5
<b>Índice de riesgo y valoración</b>		
	Dch.	Izd.
<b>Índice de riesgo:</b>	5.5	6
	Aceptable	Aceptable
Escala de valoración del riesgo:		
<b>Checklist</b>	<b>Color</b>	<b>Nivel de riesgo</b>
HASTA 7,5	Verde	Aceptable
7,6 - 11	Amarillo	Muy leve o incierto
11,1 - 14	Rojo suave	No aceptable. Nivel leve
14,1 - 22,5	Rojo fuerte	No aceptable. Nivel medio
≥ 22,5	Morado	No aceptable. Nivel alto

Fuente: elaboración propia.

### 4.5.3. Oficinas

Se presenta el resultado del análisis para las oficinas

Tabla VIII. Resultado de la evaluación de las oficinas

	Dch.	Izd.
Contaminación visual	0	0
Frecuencia de movimientos:	6	6
Aplicación de manejo de residuos	4	4
Plásticos	0	0
Vidrio	0	0
Metal	0	0
Cartón	0	0
Papel	0	0
Manejo de riesgos laborales	0	0
Factores de riesgo complementarios:	1	2
Factor Duración:	0.5	0.5
<b>Índice de riesgo y valoración</b>		
	Dch.	Izd.
<b>Índice de riesgo:</b>	5.5	6
	Aceptable	Aceptable

Checklist	Color	Nivel de riesgo
HASTA 7,5	Verde	Aceptable
7,6 - 11	Amarillo	Muy leve o incierto
11,1 - 14	Rojo suave	No aceptable. Nivel leve
14,1 - 22,5	Rojo fuerte	No aceptable. Nivel medio
≥ 22,5	Morado	No aceptable. Nivel alto

Fuente: elaboración propia.

#### **4.6. Análisis de los posibles pro y contras de la política ambiental**

La Universidad de San Carlos de Guatemala (USAC), como única universidad pública, está llamada a divulgar la cultura, ampliar los conocimientos científicos y tecnológicos, servir a la sociedad como ejemplo en el uso de los recursos naturales, así como el adecuado uso del entorno, para garantizar la sostenibilidad del desarrollo y del medio ambiente en Guatemala, país con reconocidas riquezas naturales, y al mismo tiempo a defender el derecho de la población a vivir en un ambiente sano. Consciente de esa responsabilidad y de interrelacionar y armonizar todas las acciones y actividades ambientales desde la perspectiva de la investigación, la docencia, la extensión y la administración, la USAC decide asumir el compromiso de construir una cultura ambiental en la comunidad universitaria y difundirla en la sociedad guatemalteca.

#### **4.7. Acciones correctivas**

Reducir el consumo de papel y tinta de uso normal en reproducción de documentos, sustituyendo dichos insumos por procesos acordes con la tecnología disponible.

Desarrollar procedimientos de mejora continua y de buenas prácticas ambientales de mantenimiento preventivo, a efectos de evitar accidentes que contaminen el ambiente, (agua, aire, tierra), acordes con la naturaleza del área o región del país donde se ubiquen.

Capacitar al personal académico y administrativo en buenas prácticas ambientales en el desempeño laboral.

## **4.8. Cambios y mejoras en el ambiente**

Dentro de los cambios a realizar se encuentra en el medio auditivo, visual y recursos naturales:

### **4.8.1. Visual**

La contaminación visual es un tipo de contaminación que parte de todo aquello que afecte o perturbe la visualización de sitio alguno o rompan la estética de una zona o paisaje, y que puede incluso llegar a afectar a la salud de los individuos o zona donde se produzca el impacto ambiental; es un problema que está afectando a todos. La contaminación visual produce:

- Estrés
- Distracción
- Cambio en el estado de ánimo
- Disminución en la productividad
- Dolor de cabeza

Se debe minimizar el uso de vallas y carteles en rutas principales, para evitar la distracción del peatón, así como de los conductores dentro del círculo vial de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

### **4.8.2. Auditivo**

Dentro de los salones de clase y oficinas administrativas se debe reducir el ruido a través de la colocación de carteles indicando los daños que provoca

el ruido excesivo, de igual forma se debe remplazar todo equipo obsoleto que produzca ruido dentro de los laboratorios.

#### **4.8.3. Recursos Naturales**

Se debe cuidar el medio natural que rodea los edificios de la Facultad de Ingeniería, para la producción de oxigenación al medio ambiente, no tirar basura en áreas verdes, de igual forma cuidar el uso del agua dado que es un recurso vital y su contaminación provocará la escasez.

- Para regar los jardines se deben utilizar aspersores automáticos para ahorra el uso del agua.
- Dentro de las instalaciones colocar sensores de luz, para evitar que las luces se queden encendidas y ahorrar el consumo de energía eléctrica.
- En los baños utilizar papel higiénico ecológico, en el mercado existen productos hechos a base de reciclaje que son biodegradables y no contaminan el medio ambiente.
- Otro factor importante es la utilización de paneles solares conectados a la red eléctrica esto permitirá reducir la factura por consumo, ya que se genera un ahorro en el área de laboratorios que por la maquinaria instalada que requiere de mayor demanda de servicio eléctrico.
- Se puede tener una campaña de recolección de papel bond, dado que existen empresa recicladora que al entregar una cierta cantidad en libras de papel ofrecen a cambio papel bond nuevo que está hecho de papel reciclado y fibras naturales.



## **5. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL**

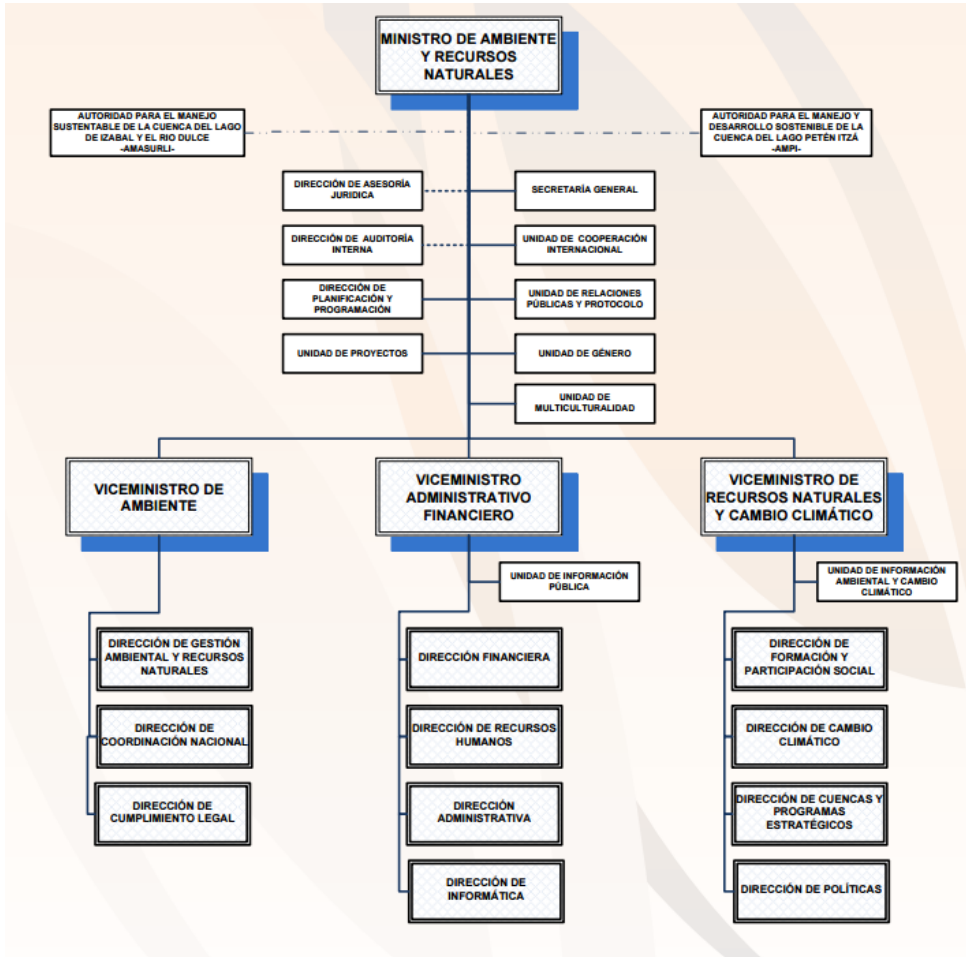
### **5.1. Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN)**

El MARN es la entidad del sector público especializada en materia ambiental y de bienes y servicios naturales del Sector Público, a quien le corresponde proteger los sistemas naturales que desarrollen y dan sustento a la vida en todas sus manifestaciones y expresiones, fomentar una cultura de respeto y armonía con la naturaleza y proteger, preservar y utilizar de forma racional los recursos naturales, con el fin de lograr un desarrollo transgeneracional, articulando el quehacer institucional, económico, social y ambiental, con el propósito de forjar una Guatemala competitiva, solidaria, equitativa, inclusiva y participativa.

#### **5.1.1. Organigrama**

A continuación, se presenta el organigrama del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales con base en la información obtenida a través de la ventanilla única de información:

Figura 7. Organigrama MARN



Fuente: Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales.

### 5.1.2. Decretos relacionados

El 12 de julio 2016 fue publicado en el Diario Oficial el nuevo Reglamento de evaluación, control y seguimiento ambiental, Reglamento de Evaluación, Control y Seguimiento Ambiental Acuerdo Gubernativo Número 137-2016, el cual regula todo lo relacionado a los lineamientos, estructura y procedimientos necesarios para colaborar con el desarrollo sostenible del país, en cuanto al

tema ambiental se refiere, creando así las reglas para el uso de instrumentos y guías que ayuden a controlar y, a dar seguimiento a los proyectos, obras, industrias, o bien actividades, que se lleven a cabo en el país.

Dentro de este acuerdo, se regula lo relacionado a la emisión de licencias ambientales, el cual en su artículo 60 establece que las mismas serán extendidas por la Dirección de Gestión Ambiental y Recursos Naturales (DIGARN) o las delegaciones departamentales del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN), cuando se cuente con la resolución de aprobación del proyecto, obra, industria o actividad, la cual certifica el cumplimiento del procedimiento administrativo ante el MARN, y que tiene carácter obligatorio.

### **5.1.3. El MARN y la Universidad de San Carlos de Guatemala**

Dentro de los convenios establecidos está el Convenio de cooperación técnica entre la Universidad de San Carlos y MARN para fortalecer el sistema de información geográfica y temática en el Centro Universitario de Oriente-CUNORI.

Ante la necesidad de contar con más profesionales que tengan una formación académica dirigida a la protección y conservación del ambiente y los recursos naturales del país, el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales y la Universidad de San Carlos de Guatemala, a través de la Facultad de Ingeniería; firmaron un convenio de cooperación académica que permite la creación de cinco diplomados en temáticas ambientales. El objetivo del convenio es formar y actualizar a profesionales del MARN y estudiantes de la Facultad de Ingeniería para que se conviertan en agentes multiplicadores.

Según detalla el convenio, al finalizar los estudios los interesados habrán logrado un alto grado de capacidad, disposición y habilidad, para analizar la legislación ambiental vigente y determinar su grado de aplicación en los diferentes procesos de la vida nacional, manejar conceptos e instrumentos de la gestión ambiental y evaluar el impacto ambiental de proyectos tanto públicos como privados.

Los diplomados a implementar son los siguientes:

- Diplomado en Auditoría Ambiental.
- Diplomado en Gestión Ambiental.
- Diplomado Agua en la Industria.
- Diplomado en Formulación y Evaluación de Proyectos.
- Diplomado en Seguridad Industrial.

El programa de diplomado tiene una duración promedio de ochenta horas presenciales y cuarenta horas de trabajo individual con tutoría, lo que hace un total de 120 horas. Las sesiones presenciales se realizarán los días sábados de cada semana durante los meses de julio a noviembre según sea la programación y demanda en jornada de 8:00 a 13:00 horas.

Podrán acceder a los diplomados los trabajadores del MARN y estudiantes de la Facultad de Ingeniería de la USAC, y estudiantes de otras universidades

que tengan pensum cerrado o en proceso de cierre en una carrera afín a la temática ambiental.

## **5.2. Estructura de un estudio de impacto ambiental**

Se describe la estructura para un estudio de impacto ambiental en Guatemala en base a los lineamientos establecidos por el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales.

### **5.2.1. Definición**

El 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.

### **5.2.2. Objetivos**

Se utiliza para todo proyecto que se va a iniciar, pero que por sus características es considerado de bajo impacto ambiental.

### **5.2.3. Decreto**

La normativa legal ambiental vigente en Guatemala (general), establece que para cada proyecto que se desee implementar se deberá elaborar un estudio de impacto ambiental, Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente (Decreto 68 de 1986).

#### **5.2.4. Entidades responsables**

El Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales es el ente rector en materia de medio ambiente y recursos naturales que vela por el cumplimiento de la legislación vigente en Guatemala.

#### **5.2.5. Aspectos importantes dentro del estudio de impacto ambiental**

Dentro del estudio de impacto ambiental que se debe realizar en la Escuela de Ingeniería Mecánica se evaluará los impactos generados por el ruido, manejo de recursos naturales, manejo de residuos sólidos y líquidos para presentar un estudio de evaluación de impacto ambiental el MARN requiere los siguientes pasos.

- Contratación de un Consultor Ambiental registrado en el MARN
- Todos los Documentos Legales de la Empresa y/o representante legal
- Original del informe técnico según la Guía de Términos de Referencia proporcionados por el MARN.
- Constancia de publicación en un Diario de mayor circulación (no Diario de Centroamérica), en el tamaño de 2 x 4 pulgadas.
- Modelo de Aviso Público sobre Instrumentos de Evaluación Ambiental

Para el modelo de aviso público el MARN requiere lo siguiente:

- Tamaño del aviso 2 x 4 pulgadas
- Todos los proyectos que se ubiquen en un lugar en donde la mayoría de la población habla un idioma diferente al español, el aviso deberá

también publicarse en dicho idioma de acuerdo al formato arriba establecido).

- La vista al público dentro del edicto debe contar a partir del día siguiente de haberse publicado.

Figura 8. **Modelo de aviso público**

<b>EL MINISTERIO DE AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES Y LA EMPRESA</b>			
Escribir el nombre de la empresa proponente del proyecto, si fuera el caso de persona individual el nombre del propietario			
<b>AVISO PÚBLICO</b>			
<b>ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL</b>			
Descripción y Categoría Taxativa del Proyecto:	Ejemplo: minería, construcción, lotificación, y otros.		
Nombre del Proyecto:	xxx		
Ubicación:	xxx		
Municipio:	xxx		
Departamento:	xxx		
Nombre del Consultor Ambiental que lo elaboró:	La profesión y el nombre completo del consultor o empresa consultora que elaboro el estudio así como el número de su licencia consultora		
Número de Registro MARN del Consultor Ambiental:	No. xxx		
Este estudio estará a disposición del público para consulta, observaciones y/o comentarios por 20 días hábiles.			
De:	día	mes	Año
A:	día	mes	Año
Horario de consulta:	8:00 A 16:30		
Lugar donde se localiza el estudio para consulta:	20 CALLE 28-58 ZONA 10		
Teléfonos:	24230500		
Consulta: <a href="http://www.marn.gob.gt">www.marn.gob.gt</a>			

Fuente: Dirección de Gestión Ambiental y Recursos Naturales Ventanilla Ambiental – Delegación Departamental-MARN.

- Requisitos Básicos de Presentación para Estudios de Evaluación de Impacto Ambiental

Se establece también que la licencia deberá estar vigente durante todas las fases del proyecto, obra, industria, o actividad, incluye su clausura o cierre definitivo

La renovación de esta licencia deberá realizarse dentro de los 30 días antes de su vencimiento. Previo al vencimiento de la licencia es requisito indispensable para la renovación de la misma tener el seguro correspondiente vigente y contar con un informe reciente de las acciones de seguimiento y vigilancia ambiental realizada durante los últimos 3 meses, de oficio o voluntaria avaladas por un consultor ambiental, debidamente registrado ante el MARN.

Cuando el proponente no cuente con seguro ambiental vigente, el MARN tendrá la facultad de suspender la licencia ambiental o iniciar acciones ante la Dirección de Cumplimiento Legal (DCL), por dicho incumplimiento.

El capítulo III, artículo 64 del mismo acuerdo establece lo relacionado a las licencias para proveedores de servicios ambientales, las cuales las clasifican en licencias para: Empresa consultora, consultor ambiental individual, y laboratorios especializados en mediciones y análisis ambientales.

De igual forma el capítulo IV regula lo relacionado a otras licencias que deberán ser emitidas por el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN), dentro de las cuales se encuentran: la licencia de disposición final controlada, la licencia ambiental de importación o exportación de sustancias y productos controlados por el MARN, licencia de importación o exportación de



productos, sustancias y materias primas para la reutilización o reciclaje, licencias de importación de equipos de refrigeración y aire acondicionado.

El presente acuerdo entró en vigencia el 13 de julio del año 2016. A continuación, se presentan los requisitos básicos para la presentación de estudios de evaluación de impacto ambiental, para actividades nuevas.

**Tabla IX. Requisitos básicos para la presentación de estudios de evaluación de impacto ambiental, para actividades nuevas**

No.	INFORMACIÓN Y DOCUMENTOS REQUERIDOS	SÍ	NO	NO APLICA
<b>1</b>	<b>CARTA DE PRESENTACIÓN</b>			
1.1	Dirigida al Director de Gestión Ambiental y Recursos Naturales (debe ser firmada por el Representante Legal)			
1.2	Nombre o razón social de la entidad			
1.3	Nombre del Propietario o Representante Legal			
1.4	Dirección, lugar, teléfono, e-mail y fax para recibir notificaciones			
1.5	Documento Foliado (de adelante hacia atrás)			
1.6	Dirección completa del proyecto			
<b>2</b>	<b>COPIAS DE DOCUMENTOS DEBIDAMENTE AUTENTICADOS.</b>			
2.1	Constancia del Número de Identificación Tributaria (NIT) de la Empresa Promotora o persona individual. (RTU)			
2.2	Fotocopia del nombramiento del Representante Legal, si el proponente es persona jurídica			
2.3	Fotocopia del Documento Personal de Identificación (DPI) del Representante Legal o propietario del proyecto			
2.4	Fotocopia de Patente de Comercio de la entidad			
2.5	Fotocopia de la Licencia de Registro (Consultor Individual o Empresa Consultora) autorizada por el MARN			

Continuación de la tabla IX.

	2.6	Declaración Jurada del Consultor debidamente firmada			
	2.7	Certificación del Registro de la Propiedad del predio en donde se va a desarrollar el proyecto o actividad económica			
	2.7.1	Si la empresa o el interesado no es propietario del terreno donde se desarrollará el proyecto, debe incluirse el contrato legal que aplique a su proyecto			
		• Contrato de arrendamiento			
		• Contrato o Promesa de compra venta			
		• Unificación de Bienes			
		• Inmueble del Estado			
	2.8	Certificación de Colegiado Activo del consultor o consultores que participaron en la elaboración del Instrumento de Gestión Ambiental			
<b>3</b>	<b>TRAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES-INDUSTRIALES O DOMÉSTICAS</b>				
	3.1	Sistema de tratamiento de aguas residuales, industriales o domésticas firmado por un Ingeniero Sanitarista.			
	3.2	Memoria Descriptiva del Sistema de aguas negras, firmado por un Ingeniero Sanitarista.			
<b>4</b>	<b>COPIA DIGITAL DEL EXPEDIENTE</b>				
	4.1	2 copias Electrónicas del documento completo (CD) que incluya archivo PDF, copia escaneada de planos y del(os) Edicto(s)			
<b>5</b>	<b>DOCUMENTOS ORIGINALES</b>				
	5.1	Publicación original en Diario de mayor circulación EDICTO DE AVISO PUBLICO (2 x 4 pulgadas). Págs. completas			
	5.2	Publicación original en Diario de mayor circulación regional (cuando aplique), y Cuñas Radiales para todos los proyectos Categoría "A"			
<b>6</b>	<b>PRESENTACIÓN DE PLANOS OBLIGATORIOS</b>				
	6.1	Plano de Ubicación y de Localización (identificando colindancias, acceso al sitio y coordenadas UTM)			
	6.2	Plano de sistemas de tratamiento de aguas residuales-industriales o domésticas			
	6.3	Planos de conjunto y de Planta (cuando se trate de urbanizaciones y edificaciones).			
	6.4	Tamaño Carta, Oficio, Doble Carta (únicas opciones)			
	6.5	Planos timbrados, sellados y firmados por el profesional que los elaboró			

Continuación de la tabla IX.

PLANOS ESPECÍFICOS SEGÚN TIPO DE PROYECTOS		
7	7.1	✓ Plano Topográfico para la construcción de carreteras, urbanizaciones, lotificaciones, hidroeléctricas y otros categoría: A (cuando aplique)
	7.2	✓ Plano de Curvas de nivel, de planta de nichos, número de nichos/ superficiales o subterráneos; elevaciones, cortes principales e identificación de áreas verdes cuando se trate de Cementerios (deberán localizarse como mínimo a 100 metros de la construcción más cercana)
	7.3	✓ Plano de instalaciones y estructura, cuando se trate de torres eléctricas y de telefonía celular

Fuente: Dirección de Gestión Ambiental y Recursos Naturales Ventanilla Ambiental – Delegación Departamental-MAR.

- Carátula de datos generales para Instrumentos Ambientales

Para el ingreso de instrumentos ambientales la Dirección de Gestión Ambiental y Recursos Naturales Ventanilla Ambiental – Delegación Departamental-MARN en base Acuerdo Gubernativo 137-2016, Reglamento De Evaluación, Control y Seguimiento Ambiental, se debe presentar la siguiente carátula de ingreso.

Tabla X. **Carátula de ingreso de instrumentos ambientales**

No.	ASPECTOS REQUERIDOS	DETALLE DE LA INFORMACIÓN
1	NÚMERO DE EXPEDIENTE	
2	NOMBRE COMPLETO DEL PROYECTO (NOMBRE QUE TENGA RELACION CON LA ACTIVIDAD A DESARROLLAR)	
3	TOTAL, DE FOLIOS AL MOMENTO DEL INGRESO DEL EXPEDIENTE	
4	TIPO DE PROYECTO	
5	CATEGORÍA TAXATIVA DEL PROYECTO (Según Acuerdo Gubernativo 199-2016 que crea el Listado Taxativo/Código CIUU)	
6	TIPO DE ACTIVIDAD QUE VA A DESARROLLARSE EN EL PROYECTO (NUEVO O EN OPERACIÓN)	
7	DIRECCIÓN LEGAL EXACTA DEL PROYECTO	
8	NOMBRE DE LA EMPRESA O RAZÓN SOCIAL	
9	NOMBRE DEL REPRESENTANTE LEGAL O PERSONA INDIVIDUAL	
10	Número del documento personal de identificación (DPI) del representante legal	
11	Dirección para recibir notificaciones	
12	Número telefónico	
13	Correo electrónico	
14	Número de identificación tributaria (NIT) (RTU)	
15	Monto estimado de inversión del proyecto en Q	
16	Número de empleos a ser generados: A) en la fase de construcción	
	B) en la fase de operación	
17	Fuente de abastecimiento de agua para el proyecto	
18	No. de folio(s) del expediente donde se localiza lo relativo a medidas de mitigación y costos de medidas de mitigación	
19	Nombre del consultor que realizo el estudio y no. De licencia ambiental de registro vigente ante el MARN.	
20	Coordenadas utm (universal transverse de mercator datum wgs84) del área de ubicación del proyecto	
	Coordenadas geográficas (datum wgs84) del área de ubicación del proyecto	

Fuente: Dirección de Gestión Ambiental y Recursos Naturales Ventanilla Ambiental –  
Delegación Departamental-MARN.

- Guía de Términos de Referencia para la Elaboración de un Estudio de Evolución de Impacto Ambiental

Para la realización del estudio de impacto ambiental, se utilizan diferentes términos de referencia para citar en los informes, a continuación, se presentan la guía de términos de referencia.

Los términos de referencia para la Elaboración de Estudios de Evaluación de Impacto Ambiental se aplicarán tanto para los proyectos de Alto Impacto ambiental (categoría A), o bien los catalogados como de moderado a alto impacto ambiental (categoría B1) después de realizada la Evaluación Ambiental Inicial.

Para lo que, en la primera columna de la tabla se indica las letras que corresponden a las categorías de proyectos, obras, industrias o actividades e indica las secciones que serán tomadas en cuenta para la elaboración de los correspondientes estudios.

Los Términos de Referencia Generales, servirán de base para la elaboración a futuro de los Términos de Referencia Específicos por sectores.

Cuando sea necesario y así lo determine el MARN, se aplicará el formato de Determinación de Términos de Referencia, que sean específicos para el tipo de proyecto, obra, industria o actividad a realizar

Tabla XI. **Guía de términos de referencia para la elaboración de un estudio de evaluación de impacto ambiental**

CATEG.	No.	TEMA	ASPECTOS A CONSIDERAR
A, B1	1.	<b>ÍNDICE</b>	Presentar contenido o índice completo indicando capítulos, cuadros, figuras, mapas, anexos, acrónimos y otros; señalando números de página
A, B1	2.	<b>RESUMEN EJECUTIVO DEL ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL</b>	Resumen ejecutivo que incluya: introducción (objetivos, localización, entidad propietaria, justificación); descripción del Proyecto, obra o actividad (fases, obras complementarias, etc.); características ambientales del área de influencia; impactos del proyecto, obra o actividad, al ambiente; y viceversa; acciones correctivas o de mitigación, así como un resumen del plan de Gestión Ambiental del mismo y resumen de compromisos ambientales.
A, B1	3.	<b>INTRODUCCIÓN</b>	Introducción al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental, por el profesional responsable del mismo. Sus partes principales incluyen a) descripción del proyecto b) alcances, c) objetivos, d) metodología, e) duración en la elaboración del Estudio, localización y justificación.
A, B1	4.	<b>INFORMACIÓN GENERAL</b>	Requisitos de presentación incluidos en la hoja de requisitos
	4.1	Documentación legal	Incluir documentos legales de acuerdo a hoja de requisitos
	4.2.	Información sobre el equipo profesional que elaboró el EIA	Incluir listado de profesionales participantes en la elaboración del Estudio de EIA, e indicar la especialidad de cada uno, No. de colegiado activo, No. de Registro ante el MARN, y la respectiva Declaración Jurada, sobre el tema en el que se participó.
A, B1	5	<b>DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b>	
A, B1	5.1.	Síntesis general del proyecto	Incluye una breve descripción del proyecto
A, B1	5.2.	Ubicación geográfica y Área de Influencia del Proyecto	Presentar plano de localización doble oficio y plano de ubicación del terreno donde se desarrollará el proyecto, identificando sus colindancias de manera de que se pueda acceder al proyecto cuando se realice la inspección. Incluir una parte de la hoja cartográfica del área de influencia directa (AID), del mismo, con sus respectivas coordenadas UTM.
A, B1	5.3.	Ubicación político-administrativa	Presentar la ubicación político administrativa, indicando Ciudad, Departamento, Municipio, Aldea, Caserío, e indicar las vías más convenientes para llegar al proyecto
A	5.4	Justificación técnica del Proyecto. Obra, industria o actividad y sus alternativas	Derivación y descripción de la alternativa preferida y de otras alternativas que fueron contempladas como parte del proyecto, obra, industria o actividad o componentes del mismo. La alternativa debe plantearse a nivel de solución (estratégica) de Proyecto (sitio) o de actividad (implementación). A nivel de proyecto debe realizarse en función de a) descripción del asunto o problema que será tratado, b) el análisis de las causas de ese problema, c) forma que el proyecto solucionará o reducirá el problema y d) los resultados de esos pasos, es decir, los objetivos específicos del mismo.
A, B1	5.5	(Área estimada del proyecto)	Definir físicamente el área del proyecto, obra, industria o actividad (AP) , especificando en m2 o Km2.
A, B1	5.6.	Actividades a realizar en cada fase de desarrollo del Proyecto y tiempos de ejecución	Listar las principales actividades que se llevarán a cabo en la construcción, operación y abandono del proyecto, obra, industria o actividad. Indicar el tiempo de ejecución de las mismas.
A	5.6.1	Flujograma de actividades	Elaborar un flujograma con todas las actividades a realizar en cada una de las fases de desarrollo del proyecto.
A, B1	5.6.2.	Fase de construcción	

Continuación de la tabla XI.

<b>A, B1</b>	5.6.2.1.	Infraestructura a desarrollar	Detallar toda la infraestructura a construir en esta fase y el área que ocupará la misma en el sistema métrico decimal.
<b>A, B1</b>	5.6.2.2	Equipo y maquinaria utilizada	Listado de la maquinaria y equipo a utilizar en la fase de construcción, en las actividades mencionadas con anterioridad.
<b>A</b>	5.6.2.3	Movilización de transporte y frecuencia de movilización.	Rutas de movilización de la maquinaria y el equipo a utilizar, y las características de las vías por las que serán movilizadas, incluye un mapa con las rutas para cuando sea necesario y las frecuencias de movilización.
<b>A, B1</b>	5.6.3	Fase de operación	Incluye un listado del equipo y maquinaria que se utilizará durante la operación en las actividades mencionadas en el numeral 4.4.1.
<b>A, B1</b>	5.6.3.1.	Infraestructura a desarrollar	Detallar toda la infraestructura a construir en esta fase y el área que ocupará la misma en el sistema métrico decimal.
<b>A, B1</b>	5.6.3.2	Equipo y maquinaria utilizada	Listado de la maquinaria y equipo a utilizar en la fase de construcción, en las actividades mencionadas con anterioridad.
<b>A</b>	5.6.3.3	Flujo vehicular y frecuencia de movilización esperado	Indicar las rutas a utilizar y frecuencia de movilización de vehículos generadas por la operación del proyecto. Indicar si las rutas de emergencia pueden ser afectadas.
	5.7	Servicios básicos	
<b>A, B1</b>	5.7.1.	Abastecimiento de Agua	Definir la forma de abastecimiento de agua (cantidad de agua a utilizar (m <sup>3</sup> /día o m <sup>3</sup> /mes), como caudal promedio, máximo diario y máximo hora, la fuente de abastecimiento y el uso que se le dará (industrial, riego, potable, otros usuarios y otros).
<b>A, B1</b>	5.7.2	Drenaje de aguas servidas y pluviales	Indicar el tipo de drenaje de aguas servidas y pluviales (metros lineales, volumen u otros) y las conexiones necesarias, y la disposición final de las aguas residuales y pluviales. Explicar brevemente cómo se solucionará el tema del tratamiento de las aguas residuales. Incluir la descripción del o los sistemas de tratamiento, y los planos necesarios firmados por profesional competente.
<b>A, B1</b>	5.7.3.	Energía eléctrica	Definir la cantidad a utilizar (KW/hora o día o mes), fuente de abastecimiento y uso que se le dará.
<b>A, B1</b>	5.7.4.	Vías de acceso	Detallar las vías de acceso al proyecto, obra, industria o actividad, y el estado actual de las mismas.
<b>A</b>	5.7.5.	Transporte público	Identificar las necesidades de transporte público a ser generadas por el proyecto, obra, industria o actividad y describir las rutas de transporte existentes.
<b>A, B1</b>	5.7.6.	Otros	Mencione otros servicios necesarios para el proyecto, obra, industria o actividad.
<b>A, B1</b>	5.7.7.	Mano de obra	

Continuación de la tabla XI.

<b>A, B1</b>	5.7.7.1.	Durante construcción	Presentar un estimado de la generación de empleo directo por especialidades, y la procedencia, en caso de no contar con suficiente mano de obra local.
<b>A, B1</b>	5.7.7.2.	Durante la operación	Presentar un estimado de la generación de empleo directa por especialidades, y la procedencia, en caso de no contar con suficiente mano de obra local.
<b>A, B1</b>	5.7.8.	Campamentos	Si el tipo de proyecto amerita contar con un campamento temporal, detallar aspectos sobre el mismo tales como: área a ocupar, número de personas, servicios a instalar, localización y otros.
<b>A, B1</b>	5.8.	Materia prima y materiales a utilizar	
<b>A, B1</b>	5.8.1.	Etapas de construcción y operación)	Presentar un listado completo de la materia prima y materiales de construcción a utilizar, indicar cantidades por día, mes, y la forma de almacenamiento.
<b>A, B1</b>	5.8.2.	Inventario y manejo de sustancias químicas, tóxicas y peligrosas	Incluir un inventario de sustancias químicas, tóxicas o peligrosas, indicando grado de peligrosidad, elementos activos, sitio y forma de almacenarlo, aspectos de seguridad en el transporte y manejo y otra información relevante, según el proyecto.
<b>A, B1</b>	5.9.	Manejo y Disposición Final de desechos (sólidos, líquidos y gaseosos,)	
<b>A, B1</b>	5.9.1.	Fase de construcción	
<b>A, B1</b>	5.9.1.1.	Desechos Sólidos, líquidos (incluyendo drenajes) y gaseosos	Indicar un estimado de la cantidad, características y calidad esperada de los desechos sólidos, manejo y disposición final. Incluir cantidades estimadas de materiales reciclables y/o reusables, incluye métodos y lugar donde serán procesados.
<b>A, B1</b>	5.9.1.2.	Desechos tóxicos peligrosos	Incluir un inventario, el manejo y disposición final de los desechos peligrosos generados, como resultado de la construcción del proyecto, obra, industria o actividad.
<b>A, B1</b>	5.9.2.	Fase de operación	
	5.9.2.1.	Desechos Sólidos, líquidos (incluye drenajes) y gaseosos	Indicar un estimado de la cantidad, características y calidad esperada de los desechos sólidos, manejo y disposición final. Incluir cantidades estimadas de materiales reciclables y/o reusables, incluye métodos y lugar donde serán procesados.
<b>A, B1</b>	5.9.2.2.	Desechos tóxicos y peligrosos	Incluir un inventario, el manejo y disposición final de los desechos peligrosos generados, como resultado de la construcción del proyecto, obra, industria o actividad.



Continuación de la tabla XI.

<b>A, B1</b>	5.10.	Concordancia con el plan de uso del suelo	El proyecto, obra, industria o actividad propuesto, se debe plantear conforme a la planificación de uso de suelo ya existente para el área de desarrollo, indicando si dicha planificación es local (Municipio), regional (grupo de municipios o cuenca hidrográfica) o nacional. Indicar si existiese plan de desarrollo para el área.
<b>A, B1</b>	6.	<b>DESCRIPCIÓN DEL MARCO LEGAL (JURÍDICO)</b>	Describir la normativa legal (regional, nacional y municipal), que fue considerada en el desarrollo del Proyecto o que aplica según la actividad de que se trate y necesaria para el aprovechamiento de los recursos naturales.
<b>A, B1</b>	7.	<b>MONTO GLOBAL DE LA INVERSIÓN</b>	Exponer el monto de las erogaciones por compra de terrenos, construcción de instalaciones, caminos de acceso, obras de electrificación, agua potable y con fines industriales, compra de maquinaria y equipo, personal calificado y no calificado. Se debe indicar la vida útil del proyecto.
<b>A, B1</b>	8.	<b>DESCRIPCIÓN DEL AMBIENTE FÍSICO</b>	
<b>A, B1</b>	8.1.	Geología	
<b>A</b>	8.1.1.	Aspectos geológicos regionales	Describir aspectos de interés para la ubicación regional, (caracterización general del proyecto, incluyendo mapas geológicos). Presentar los mapas geológicos: a) contexto geotectónico; b) contexto estratigráfico y estructural regional, (los mapas incluidos deben presentarse a escala 1:10 000).
<b>A, B1</b>	8.1.2.	Aspectos geológicos locales	Describir las unidades geológicas, incluye las rocosas como las de formaciones superficiales.  Incluir descripción técnica básica y atributos geológicos fundamentales, así como niveles de alteración y sistemas de fracturas.
<b>A, B1</b>	8.1.3.	Análisis estructural y evaluación	Presentar un análisis de la estructura geológica de las unidades locales y una evaluación geotectónica básica del área del proyecto (geometría de las unidades, contactos, buzamientos, fallas, lineamientos, pliegues y otras). Presentar en un mapa a escala 1:10 000.
<b>A,</b>	8.1.4.	Caracterización geotécnica	Presentar una caracterización geotécnica de los suelos y formaciones superficiales, en función de la susceptibilidad a los procesos erosivos, características de estabilidad, capacidad soportante y permeabilidad.

Continuación de la tabla XI.

<b>A, B1</b>	8.1.5.	Mapa geológico del Área del Proyecto (AP) y Área de Influencia Directa (AID)	<p>Presentar un mapa del área, con indicación de los factores indicados (AP Y AID).</p> <p>Acompañar con perfiles y cortes geológicos explicativos, y columnas estratigráficas que refuercen y clarifiquen el modelo geológico deducido para el terreno en estudio; asimismo, indicar los recursos del medio físico geológico que estén siendo utilizados en la zona (captación de manantiales, pozos, tajos, canteras y otros).</p>
<b>A, B1</b>	8.2.	Geomorfología	
<b>A, B1</b>	8.2.1.	Descripción geomorfológica	Describir el relieve y su dinámica, para poder entender los procesos de erosión, sedimentación y de estabilidad de pendientes. Indicar si existen paisajes relevantes de alta sensibilidad a los impactos.
<b>A, B1</b>	8.3	Suelos	Caracterización de los suelos con vistas a la recuperación y/o rehabilitación de las áreas degradadas, que permitan evaluar el potencial de pérdida de suelos fértiles.
<b>A, B1</b>	8.4	Clima	Descripción regional y local de las características climáticas (viento, temperatura, humedad relativa, nubosidad, pluviometría, y otros).
<b>A, B1</b>	8.5.	Hidrología	Presentar un estudio hidrológico regional o local, según el proyecto, ligado con el área de influencia directa del mismo (la información se presentará en un mapa hidrológico).
<b>A, B1</b>	8.5.1.	Aguas superficiales y subterránea	Presentar un mapa, ubicando los cuerpos de agua aledaños que puedan ser potencialmente afectados por el proyecto (toma de agua, efluentes, modificación de cauce o ribera, y otros). e identificación y caracterización de mantos acuíferos aledaños al proyecto(AP), indicando la profundidad del manto freático y las condiciones en que se realizará
<b>A, B1</b>	8.5.2	Calidad del agua	Presentar una caracterización bacteriológica y físico-química de las aguas superficiales y subterráneas, que podrían ser directamente afectadas por el Proyecto, considerando los parámetros que potencialmente pueden llegar a ser alterados por la implementación del proyecto, obra, industria o actividad, tales como: temperatura, conductividad eléctrica, sólidos totales, en suspensión y disueltos, DQO, DBO, oxígeno disuelto, aceites y grasas, metales pesados, nitrógeno, sulfatos, cloro, flúor, coliformes totales, entre otros.
<b>A</b>	8.5.3	Caudales (máximos, mínimos y promedio)	Presentar datos de los caudales de los cuerpos de agua, que puedan ser modificados por las actividades del proyecto.

Continuación de la tabla XI.

<b>A</b>	8.5.4.	Cotas de inundación	<p>Presentar la frecuencia histórica de inundaciones en el sitio del proyecto, con base en experiencia local e informes de las Autoridades correspondientes.</p> <p>En el caso que hubiere zonas inundables, se presentan dichas áreas de una manera gráfica.</p>
<b>A</b>	8.5.5	Corrientes, mareas y oleaje	<p>Cuando el proyecto se encuentra localizado en la zona costera, se deben presentar datos sobre la dinámica hídrica de dicha zona, incluyendo eventos máximos.</p> <p>La información debe ser presentada en forma gráfica y mapas.</p>
<b>A, B1</b>	8.5.6.	Vulnerabilidad a la contaminación de las aguas subterráneas	<p>Analizar la susceptibilidad a la contaminación de las aguas subterráneas por las actividades del proyecto.</p>
<b>A, B1</b>	8.6	Calidad del aire	<p>Presentar una caracterización general de la calidad del aire.</p> <p>En el caso de áreas urbanas considerar los parámetros que potencialmente pueden llegar a ser alterados por la ejecución del proyecto, obra, industria o actividad.</p>
<b>A, B1</b>	8.6.1	Ruido y vibraciones	<p>Presentar una caracterización del nivel de ruidos y vibraciones en el área de estudio, respecto a áreas urbanas.</p>
<b>A, B1</b>	8.6.2	Olores	<p>Caracterización de los olores en el área de estudio, relacionados con características de viento y otros factores.</p>
<b>A, B1</b>	8.6.3	Fuentes de radiación	<p>Identificar las fuentes de radiación existentes y permisos para operación.</p>
<b>A, B1</b>	8.7	Amenazas naturales	
<b>A, B1</b>	8.7.1	Amenaza sísmica	<p>Indicar las generalidades de la sísmicas y tectónicas del entorno: fuentes sísmicas cercanas al área del proyecto, sismicidad histórica, magnitudes máximas esperadas, intensidades máximas esperadas, periodo de recurrencia sísmica, resultado de la amenaza con base en la aceleración pico para el sitio, periodos de vibración de sitio, micro zonificación en función del mapa geológico.</p>
<b>A, B1</b>	8.7.2.	Amenaza volcánica	<p>Indicar las generalidades de la sísmicas y tectónicas del entorno: fuentes sísmicas cercanas al área del proyecto, sismicidad histórica, magnitudes máximas esperadas, intensidades máximas esperadas, periodo de recurrencia sísmica, resultado de la amenaza con base en la aceleración pico para el sitio, periodos de vibración de sitio, micro zonificación en función del mapa geológico. Esta información deberá ser aportada por todos aquellos proyectos que se ubiquen dentro del radio de 30 Km. de distancia de un centro activo de emisión volcánica.</p>

Continuación de la tabla XI.

<b>A, B1</b>	8.7.3.	Movimientos en masa	Señalar las probabilidades de los movimientos gravitacionales en masa (deslizamientos, desprendimientos, derrumbes, reptación, y otros). Esta información deberá ser presentada por todos aquellos proyectos, obras, industrias o actividades, que se desarrollen en terrenos con pendientes mayores al 15 %.
<b>A, B1</b>	8.7.4.	Erosión	Indicar la susceptibilidad del área a otros fenómenos de erosión (lineal, laminar).
<b>A, B1</b>	8.7.5.	Inundaciones	Hacer una definición de la vulnerabilidad de las zonas susceptibles a las inundaciones y en caso de zonas costeras a huracanes u otros.
<b>A, B1</b>	8.7.6	Otros	Señalar la susceptibilidad del terreno a fenómenos de licuefacción, subsidencias y hundimientos, inducidos naturalmente o potencializados por el proyecto. Señalar las áreas ambientalmente frágiles presentes en las colindancias del terreno.
<b>A</b>	8.7.7.	Susceptibilidad	Presentar un mapa que incluya las áreas de susceptibilidad a amenazas naturales, o de riesgo, incluye todos los factores mencionados con anterioridad.
<b>A, B1</b>	9.	<b>DESCRIPCIÓN DEL AMBIENTE BIÓTICO</b>	Presentar las características biológicas del área de estudio en función del tipo de zona de vida.
<b>A, B1</b>	9.1.	Flora	Indicar gráficamente el área de cobertura vegetal del sitio afectado por el proyecto, obra, industria o actividad, como por ej: potrero, potrero con árboles dispersos, bosque secundario, bosque primario, manglar, pantanos, cultivos y otros. Indicar el estado general de las asociaciones vegetales, adjuntando un inventario forestal. Puede utilizar la metodología de cambio de uso del suelo.
<b>A, B1</b>	9.1.1.	Especies amenazadas, endémicas o en peligro de extinción	Presentar una lista de las especies amenazadas, endémicas o en peligro de extinción que se encuentren en el área del proyecto y el área de influencia directa, de conformidad con las listas oficiales (Listado CITES).
<b>A, B1</b>	9.1.2.	Especies indicadoras	Proponer una serie de especies locales que puedan servir como indicadoras de la calidad ambiental, con fines de monitoreo durante la fase de operación y cierre.
<b>A, B1</b>	9.2.	Fauna	Indicar las especies más comunes del área de estudio y proporcionar datos sobre abundancia y distribución local.
<b>A, B1</b>	9.2.1.	Especies de fauna amenazadas, endémicas o en peligro de extinción	Presentar una lista de las especies de esta categoría que se encuentren en el área de proyecto y el área de Influencia Directa, de conformidad con las listas oficiales (listado CITES).
<b>A, B1</b>	9.2.2.	Especies indicadoras	Proponer una serie de especies locales que puedan servir como indicadoras de la calidad ambiental, con fines de monitoreo.

Continuación de la tabla XI.

<b>A, B1</b>	9.3.	Áreas Protegidas y Ecosistemas frágiles	Caracterizar los ecosistemas más importantes de la zona de estudio, especialmente aquellos que pudieran ser afectados por la ejecución del proyecto.  Presentar en un mapa de áreas silvestres, protegidas existentes y otras áreas de protección o ambientalmente frágiles.
<b>A, B1</b>	10.	<b>DESCRIPCIÓN DEL AMBIENTE SOCIOECONÓMICO Y CULTURAL</b>	
<b>A, B1</b>	10.1.	Características de la población	Incluir datos sobre tamaño, estructura, nivel de educación, actividades económicas, tenencia de la tierra, empleo, indicadores de salud, censo poblacional, aspectos de género y otros de la población cercana al área de proyecto, y sus tendencias, en especial aquellas que pueden ser influidas por la ejecución del proyecto, obra, industria o actividad.
<b>A, B1</b>	10.2.	Seguridad vial y circulación vehicular	Establecer las características actuales de la red vial, los niveles de seguridad y los conflictos actuales de circulación, presentar un análisis en función de la ejecución y operación del proyecto, obra, industria o actividad.
<b>A, B1</b>	10.3.	Servicios de emergencia	Indicar la existencia y disponibilidad de servicios de emergencia, tales como: estación de bomberos, Cruz Roja, Policía, hospitales, clínicas y otros.
<b>A, B1</b>	10.4.	Servicios básicos	Indicar la existencia y disponibilidad de servicios básicos tales como: agua potable, alcantarillado y drenajes, electricidad, transporte público, recolección de basura, centros educativos, otros y que se relacionen con el proyecto.
<b>A, B1</b>	10.5.	Percepción local sobre el Proyecto	Plantear cuál es la percepción, actitudes y preocupaciones de los habitantes de la zona sobre la ejecución del proyecto, obra, industria o actividad, y las transformaciones que pueda generar. (Según encuesta de opinión). Señalar los posibles conflictos que puedan derivar de la ejecución; y el planteamiento del equipo consultor sobre la metodología utilizada para presentar y discutir el proyecto y sus alcances con respecto al medio social y en particular sobre las comunidades cercanas. Incluir el registro de dichas reuniones en el estudio de EIA.
<b>A, B1</b>	10.6.	Infraestructura comunal	Identificar la infraestructura comunal existente (camino, puentes, centros educativos y de salud, parques, vivienda, sitios históricos, otros), que pueda ser afectada por el proyecto, obra, industria o actividad.

Continuación de la tabla XI.

<b>A</b>	10.7.	Desplazamiento y/o movilización de comunidades	Contemplar de manera específica y detallada si el desarrollo del proyecto implica el desplazamiento de personas, familias o comunidades.  Realizar un inventario poblacional y su opinión respecto a la situación que le plantea el proyecto.
<b>A, B1</b>	10.8	Descripción del ambiente cultural; valor histórico, arqueológico, antropológico, paleontológico y religioso	Identificar, señalar y caracterizar estos sitios en el Área de Influencia Directa y analizar el efecto del proyecto, obra, industria o actividad, sobre los mismos, en coordinación con las autoridades correspondientes, presentando la autorización respectiva.
<b>A, B1</b>	10.9.	Paisaje	Hacer una descripción de los valores recreativos, estéticos y artísticos del área (se recomienda, apoyarse con fotografías que muestren las condiciones existentes del área, y pueden verse afectados por el proyecto, obra, industria o actividad propuesta).
<b>A</b>	10.10.	Áreas socialmente sensibles y Vulnerables	Presentar los datos sociológicos obtenidos, definiendo las áreas socialmente sensibles y vulnerables a los efectos del proyecto (esta información debe apoyarse en mapas y utilizar la escala apropiada).
<b>A, B1</b>	11.	<b>SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS</b>	
<b>A, B1</b>	11.1.	Alternativas consideradas	Realizar una síntesis, que integre las alternativas consideradas como parte del diseño preliminar y su comparación, describir de forma breve, los pasos y metodología que condujeron hasta la alternativa seleccionada.
<b>A, B1</b>	11.2.	Alternativa seleccionada	Incluir una descripción técnica de las alternativas seleccionadas.
<b>A, B1</b>	12.	<b>IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES Y DETERMINACIÓN DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN</b>	Debe incluirse matriz o conjunto de matrices utilizadas para la identificación y cuantificación de los impactos. (Lista de chequeo y causa efecto, entre otras).

Continuación de la tabla XI.

A, B1	12.1.	Identificación y valoración de impactos ambientales	Aplicar una metodología convencional que confronte las actividades impactantes del proyecto, obra, industria o actividad, con respecto a los factores del Medio Ambiente que podrían ser afectados, y las valore, analizando las diferentes etapas del proyecto (construcción, operación y abandono).
A, B1	12.2.	Análisis de impactos	<p>Analizar los impactos ambientales que podrían afectar a:</p> <p>a) aire, b) suelo, c) subsuelo, d) aguas superficiales, e) aguas subterráneas, f) flora y fauna g) biotopos acuáticos y terrestres, h) medio socioeconómico, i) recursos culturales e históricos, j) paisaje, k) otros.</p> <p>Señalar la fuente generadora del impacto (descripción y análisis), y definir el conjunto de medidas preventivas, correctivas, de mitigación, de compensación, si se trata de un impacto negativo, o bien para optimizarlas si se trata de un impacto positivo.</p>
A, B1	12.3.	Evaluación de Impacto Social	Efectuar una evaluación de impacto social que estime las consecuencias sociales que altere el normal ritmo de vida de las poblaciones y que afecte la calidad de vida de sus habitantes.
A, B1	12.4.	Síntesis de la evaluación de impactos ambientales	<p>Elaborar un resumen, indicando todos los impactos ambientales que producirá el proyecto, en sus diferentes etapas y el resultado de la valoración de la importancia del impacto ambiental, incluye aquellos impactos que generan efectos acumulativos.</p> <p>Hacer una comparación de la calificación de los impactos ambientales, en particular el balance entre los impactos negativos y positivos; y resumir cuáles son los impactos más importantes que producirá el proyecto.</p>
A, B1	13.	<b>PLAN DE GESTIÓN AMBIENTAL (PGA)</b>	<p>Presentar un PGA, donde se expongan las prácticas a implementar para prevenir, controlar o disminuir impactos ambientales negativos y maximizar los impactos positivos significativos que se originen con el proyecto, obra o actividad.</p> <p>Presentar como síntesis en forma de cuadro resumen, el PGA, que incluya: a) Variables Ambientales Afectadas, b) Fuente generadora del impacto, c) Impacto Ambiental propiamente dicho, d) Cita de la regulación ambiental relacionada con el tema, e) Medidas ambientales establecidas, f) Tiempo de ejecución de esas medidas, g) Costo de las medidas, h) Responsable de aplicación de las medidas, i) Indicador de desempeño establecido para controlar el cumplimiento, j) Síntesis del compromiso ambiental</p>

Continuación de la tabla XI.

<b>A, B1</b>	13.1.	Organización del proyecto y ejecutor de las medidas de mitigación	Describir la organización que tendrá el proyecto, en la fase de construcción, como en operación, señalando para cada fase, él o los responsables de la ejecución de las medidas de mitigación.
<b>A, B1</b>	13.2.	Seguimiento y vigilancia ambiental (Monitoreo)	Cómo parte del PGA, definir objetivos y acciones específicas del seguimiento y vigilancia ambiental, sobre el avance del plan conforme se ejecutan las acciones del proyecto, obra o actividad, definiendo de forma clara cuáles son las variables ambientales o factores a los que se les dará seguimiento (los métodos, tipos de análisis, y la localización de los sitios, puntos de muestreo y frecuencia de muestreo, institución responsable).  El seguimiento y vigilancia ambiental debe incluir la etapa de construcción, operación y cierre o abandono, dependiendo de la complejidad y tipo del proyecto y de la fragilidad ambiental del área donde se plantea ubicar.
<b>A, B1</b>	13.3.	Plan de recuperación ambiental para la fase de abandono o cierre	Definir la etapa de abandono o cierre, una vez cumplidos sus objetivos presentar un plan que incluya las medidas que serán tomadas para recuperar el sitio del área del proyecto, estableciendo claramente el estado final del mismo una vez concluidas las operaciones, de tal forma que pueda ser corroborado.
<b>A, B1</b>	14	<b>ANÁLISIS DE RIESGO Y PLANES DE CONTINGENCIA</b>	Elaborar un análisis de las probabilidades de exceder las consecuencias económicas, sociales o ambientales en un sitio particular. Indicar vulnerabilidad de los elementos expuestos y el riesgo que puede ser provocado por el hombre, o la naturaleza.
<b>A, B1</b>	14.1.	Plan de contingencia	Presentar medidas a tomar como contingencia o contención en situaciones de emergencia derivadas del desarrollo del proyecto, obra, industria o actividad, y/o situaciones de desastres naturales, en el caso que dichos proyectos, obras, industrias o actividades se encuentren en áreas frágiles o que por su naturaleza representen peligro para el medio ambiente o poblados cercanos, y los que sean susceptibles a las amenazas naturales. (Planes contra riesgo por sismo, explosión, incendio, inundación o cualquier otra eventualidad).



Continuación de la tabla XI.

	15.	<b>ESCENARIO AMBIENTAL MODIFICADO POR EL DESARROLLO DEL PROYECTO, OBRA, INDUSTRIA O ACTIVIDAD</b>	Presentar un análisis general de la situación ambiental del área de proyecto previo a la realización del proyecto, y el área de Influencia como consecuencia del desarrollo del mismo.
<b>A, B1</b>	15.1.	Pronóstico de la calidad ambiental del Área de Influencia.	Con base en la situación ambiental actual del área de Influencia del mismo, realizar un análisis de la calidad ambiental que tendrá el área de influencia a partir de la implementación del proyecto, tomando en cuenta las medidas a aplicar tanto dentro del ámbito del proyecto, como de sus efectos acumulativos.
<b>A, B1</b>	15.2.	Síntesis de compromisos ambientales, medidas de mitigación y de contingencia	Presentar en un cuadro, un resumen de los compromisos ambientales establecidos en el PGA y del análisis de riesgo y de contingencia, estableciendo los lineamientos ambientales que regirán el desarrollo del proyecto en sus diferentes fases, en función de los factores ambientales.
<b>A, B1</b>	15.3.	Política Ambiental del Proyecto	Como síntesis de las medidas de mitigación propuestas, resumir la Política Ambiental que deberá regir al proyecto durante toda su ejecución, incluyendo como mínimo su objetivo, alcances, el compromiso con el mejoramiento continuo, control y seguimiento ambiental y la buena relación con las comunidades vecinas.
<b>A, B1</b>	6.	1 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	Presentar un listado de toda la bibliografía (libros, artículos, informes técnicos y otras fuentes de información) citada en los diferentes capítulos del Estudio de EIA (referencias bibliográficas completas y siguiendo los procedimientos convencionales de citado bibliográfico: autor(es), año, título, fuente en que se encuentra, número de páginas, y ciudad de publicación o edición.
<b>A, B1</b>	7	1 ANEXOS	Los anexos deben estar numerados y debidamente referenciados en el texto.

Fuente: Dirección de Gestión Ambiental y Recursos Naturales Ventanilla Ambiental – Delegación Departamental-MARN

### **5.2.6. Áreas que beneficia**

El instrumento ambiental predictivo (EAI), se utiliza para determinar los impactos ambientales de un proyecto, obra, industria o actividad. Además, por sus características permite al proponente solicitar términos de referencia específicos para el desarrollo de un proyecto, obra, industria o actividad nueva.

El instrumento ambiental correctivo (DABI), es aplicable a proyectos, obras, industrias o actividades en etapa de operación, y por ende, las medidas de mitigación o compensación para estos instrumentos serán de tipo correctivas.

## 6. SEGUIMIENTO Y MEJORA

### 6.1. Resultados obtenidos

Se presenta el análisis del FODA con base en los resultados obtenidos.

#### 6.1.1. FODA con base en los resultados obtenidos

Se presenta la matriz del análisis FODA.

Figura 9. Matriz FODA

	OPORTUNIDADES			AMENAZAS		
	Desarrollar artículos, revistas científicas	Existencia de planeamiento a largo plazo	Existencia de actividades extracurriculares	Apertura de nuevos mercados estudiantiles	Poca disponibilidad de profesionales especializados en la reforma de los programas docentes	Falta de financiamiento para la educación superior
<b>FORTALEZAS</b>						
El plan de estudio es aprobado por Junta Directiva y Consejo Superior Universitario	Desarrollar parámetros que aseguren la calidad docente			Determinar los requisitos de calidad de los programas de estudio		
Cuenta con un programa de acreditación	Ofrecer planes de carrera a los estudiantes			Ofrecer un servicio diferenciado		
Los docentes están capacitados en cada área de estudio	Manejar campañas de publicidad por medio de medios web			Ofrecer al estudiante y al graduando seguimiento en su ámbito laboral		
<b>DEBILIDADES</b>						
Aún no se actualiza pensum de estudio	Cambiar la política de calidad de la Escuela			Tener alianzas con Universidades extranjeras para capacitación de docentes		
Poca atención al graduando	Crear un departamento de atención al graduando			Tener convenios con empresas para ofrecer empleos al graduando		
No hay docentes dedicados el cien por ciento a la investigación	Expandir las instalaciones para mayor capacidad de respuesta			Tener laboratorios con tecnología de punta		

Fuente: elaboración propia.

### 6.1.2. Nivel de aceptación

A continuación se presenta la evaluación por puntos de los factores internos y externos.

Tabla XII. **Análisis de factores internos y externos**

Las fortalezas se usan para tomar ventaja en cada una las oportunidades.

0=En total desacuerdo, 1= No está de acuerdo, 2= Está de acuerdo, 3= Bastante de acuerdo y 4=En total acuerdo.

		OPORTUNIDADES			
		O1	O2	O3	O4
FORTALEZAS	F1	3	3	4	3
	F2	3	3	3	4
	F3	4	3	4	3
	F4	4	4	4	4
Total	56	14	13	15	14

Las fortalezas evaden el efecto negativo de las amenazas.

0=En total desacuerdo, 1= No está de acuerdo, 2= Está de acuerdo, 3= Bastante de acuerdo y 4=En total acuerdo.

		AMENAZAS			
		A1	A2	A3	A4
FORTALEZAS	F1	3	4	4	3
	F2	3	3	4	3
	F3	3	4	4	4
	F4	3	3	3	4
Total	55	12	14	15	14

Superamos las debilidades tomando ventaja de las oportunidades

0=En total desacuerdo, 1= No está de acuerdo, 2= Está de acuerdo, 3= Bastante de acuerdo y 4=En total acuerdo.

Continuación de la tabla XII.

		OPORTUNIDADES			
		O1	O2	O3	O4
DEBILIDADES	D1	3	3	3	3
	D2	3	3	3	4
	D3	4	3	3	3
	D4	3	3	3	3
<b>Total</b>	<b>50</b>	<b>13</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>13</b>

Las debilidades intensifican notablemente el efecto negativo de las amenazas  
 0=En total desacuerdo, 1= No está de acuerdo, 2= Está de acuerdo, 3= Bastante de acuerdo y 4=En total acuerdo.

		AMENAZAS			
		A1	A2	A3	A4
DEBILIDADES	D1	3	4	3	3
	D2	3	4	3	4
	D3	3	3	3	4
	D4	3	3	3	3
<b>Total</b>	<b>52</b>	<b>12</b>	<b>14</b>	<b>12</b>	<b>14</b>

### SÍNTESIS DE RESULTADOS

Relaciones	Tipología de estrategia	Puntuación	Descripción
FO	Estrategia Ofensiva	56	Deberá adoptar estrategias de crecimiento
AF	Estrategia Defensiva	55	La empresa está preparada para enfrentarse a las amenazas
AD	Estrategia de Supervivencia	52	Se enfrenta a amenazas externas sin las fortalezas necesarias para luchar con la competencia
OD	Estrategia de Reorientación	50	La empresa no puede aprovechar las oportunidades porque carece de preparación adecuada

Fuente: elaboración propia.

### **6.1.3. Interpretación**

Como resultado, la Escuela de Ingeniería Mecánica se encuentra preparada para enfrentar las amenazas y deberá tomar una estrategia de crecimiento para afrontar las oportunidades que surjan con cada proyecto.

## **6.2. Aplicación**

Se tiene considerada la implementación de la política ambiental de la USAC dentro de la Escuela de Ingeniería Mecánica, con esto lograr un correcto manejo de desechos dentro de los laboratorios de la Escuela, reducir la resistencia a la implementación de nuevas políticas ambientales dentro de las áreas administrativas, docentes, estudiantiles, dar un seguimiento continuo de las políticas ambientales implementadas, para lograr que el egresado de Ingeniería Mecánica no solo tenga el conocimiento, sino sea apto para transmitirlo y crear constantes mejoras ambientales dentro del área industrial.

### **6.2.1. Áreas de aplicación**

El área de aplicación serán los laboratorios de la Escuela, y las áreas administrativas, docentes y estudiantiles.

## **6.3. Acciones correctivas**

Dentro de las acciones correctivas se plantea agregar al reglamento interno la implementación de la Política Ambiental.

### **6.3.1. Integración de un nuevo reglamento interno**

Integrar al reglamento interno la Política ambiental será de beneficio para la Escuela, dado que se contará con un modelo de gestión de la calidad desde las áreas administrativas-docente, laboratorios con este se mejorará el manejo de los desechos, reutilización de algunos para tener una mejor relación con el medio ambiente.

### **6.3.2. La política ambiental como parte del perfil del egresado**

El perfil del egresado de la carrera de Ingeniería Mecánica será capaz de aplicar sus conocimientos cuidando el medio ambiente, utilizando productos que no contaminen, reutilizando desechos y cuidando los recursos naturales.

### **6.3.3. Integración de la política ambiental al pensum de Ingeniería Mecánica**

La integración de la política ambiental se debe dar en la creación de cursos enfocados en el proceso de manejo de desechos sólidos y líquidos, y la reutilización, clasificación, tratamiento de desechos.

## **6.4. Impacto ambiental**

El impacto ambiental que genera la utilización de la política ambiental se refleja en las acciones necesarias para cuidar el medio ambiente.

#### **6.4.1. Recursos naturales**

Todos los recursos naturales con los que cuenta la Facultad de Ingeniería tendrán un impacto positivo dado que la comunidad universitaria de la Facultad tendrá conocimiento de la importancia de cuidar el medio ambiente.

#### **6.4.2. Ambiente dentro de la Escuela**

El ambiente laboral será más cordial, creando conciencia en el cuidado del medio ambiente, la optimización de los recursos, reutilización del papel, cartón, plástico y la disposición final de los residuos.

#### **6.4.3. Energía eléctrica**

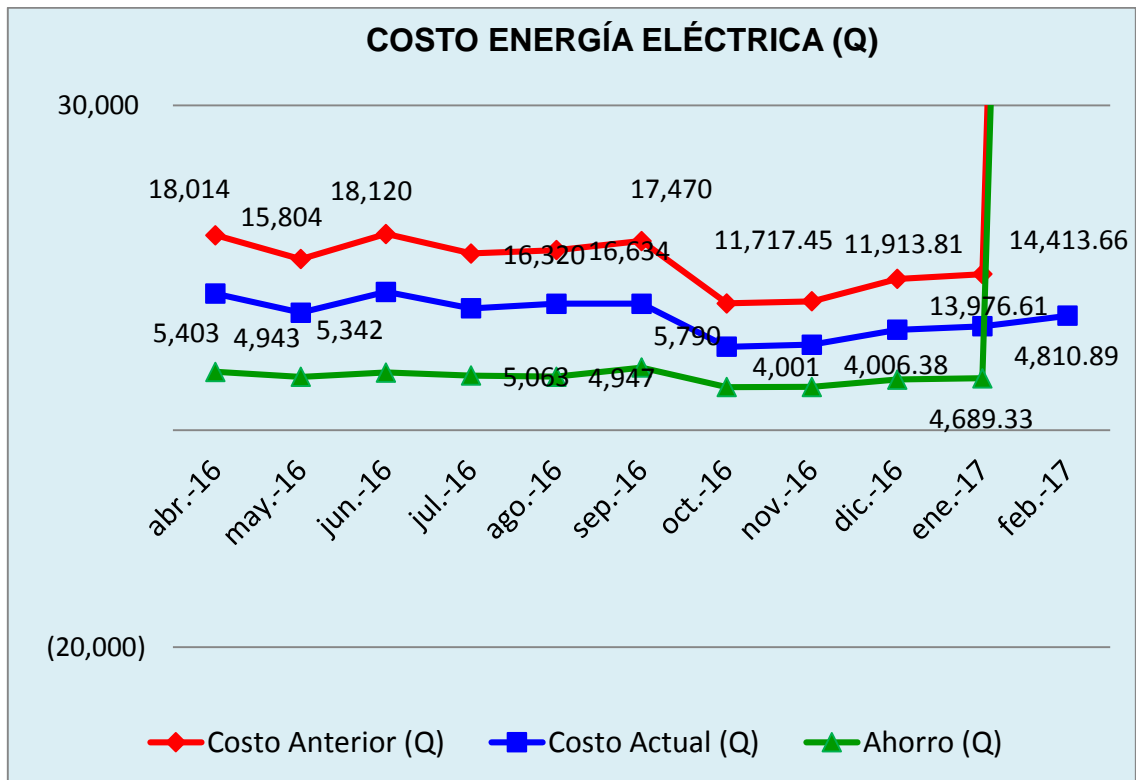
Con las medidas actuales de la política ambiental, el proceso de acreditación la Escuela deberá mejorar su consumo energético mejoran su matriz de abastecimiento.

##### **6.4.3.1. Consumo actual VS. Consumo anterior**

Se presenta el consumo de energía eléctrica durante el 2016 en comparación del 2017 de los primeros tres meses.



Figura 10. Comparación de consumo de energía eléctrica



Fuente: consumos de energía proporcionados en oficinas de registro y estadística.

### 6.5. Evaluaciones de conocimiento y seguimiento de la política ambiental

La evaluación de conocimiento y seguimiento de la política ambiental se presenta a continuación:

### **6.5.1. Encuestas y entrevistas al Recurso Humano**

Se realizaron varias entrevistas y encuestas al personal y al estudiantado, se presentan los resultados.

#### **6.5.1.1. Personal docente**

Se realizaron entrevistas no estructuradas al personal docente con la finalidad de identificar qué pensaba sobre la implementación de la política ambiental dentro de la Escuela de Ingeniería Mecánica, por razones de estudio no se publican los nombre de las personas, dado que es una investigación de carácter descriptivo-cualitativo, donde se expone la situación actual de la Escuela.

El pensamiento común es que la Política Ambiental beneficia para tener un desarrollo sostenible dentro de la Escuela y la Faculta el cuidado de los recursos renovables permite tener una mejor calidad de vida en el futuro, teniendo acciones encaminadas a la protección del medio ambiente, cambiando los hábitos de consumo y de insumos, genera una cultura de reciclaje y protección de las instalaciones docentes, administrativas y laboratorios para el buen funcionamiento de la Facultad de Ingeniería.

#### **6.5.1.2. Estudiantes**

Si la población es finita, es decir, se conoce el total de la población y se desea saber cuántos del total se tendrán que estudiar, la fórmula es:

$$n = \frac{N * Z_{\alpha}^2 * p * q}{d^2 * (N - 1) + Z_{\alpha}^2 * p * q}$$

Donde

$N$  = Total de la población

$Z_{\alpha}$  = 1.96 al cuadrado (si la seguridad es del 95%)

$p$  = proporción esperada (en este caso 5% = 0.05)

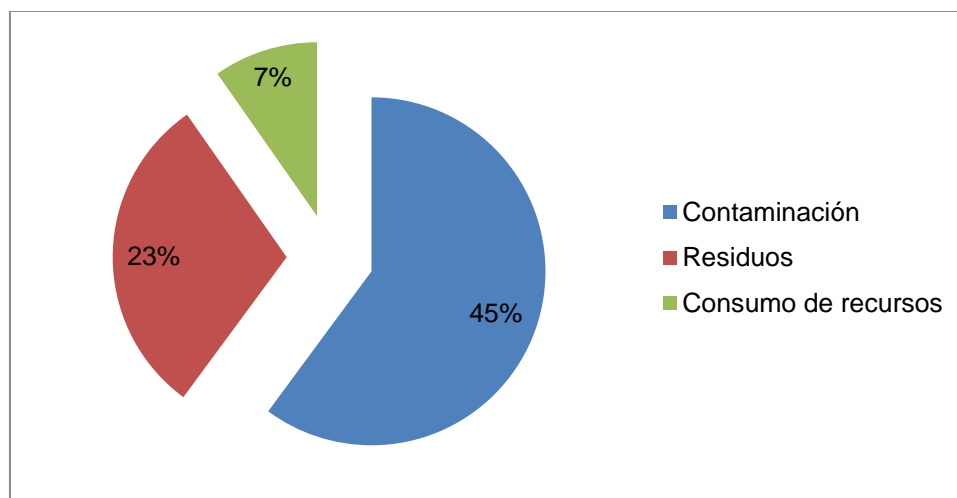
$q$  = 1 –  $p$  (en este caso 1-0.05 = 0.95)

$d$  = precisión (en su investigación use un 5%).

Con base en los datos de Registro y Estadística al mes de marzo 2017 hay inscritos en la Facultad de Ingeniería 12,547 estudiantes para tener una muestra de 73 personas, y se procede a encuestar a 100 estudiantes de la carrera de Ingeniería Mecánica.

Resultados de la encuesta:

Figura 11. **Cuando se habla de medio ambiente ¿cuál de los siguientes aspectos es el primero que se le ocurre?**



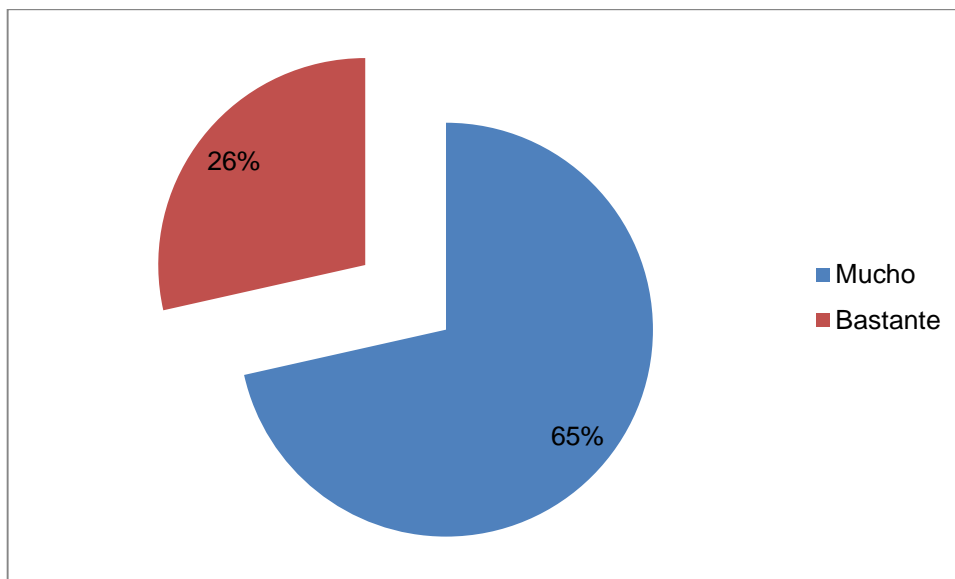
Fuente: elaboración propia.

El 45% de las personas toma la palabra contaminación como un término general relacionándolo como el mayor problema en el deterioro del ambiente, sin embargo, cuando se habla de contaminación se encierran muchos factores, como lo es el uso de recursos no renovables.

45% de las personas no tienen conocimiento del impacto que causa el consumo desmesurado de recursos, al ambiente.

Solo el 23% de personas cree que la separación de residuos es importante, la gran mayoría ve el conjunto como basura y no tiene interés alguno en separar los desechos.

Figura 12. **¿Usted diría que los problemas del medio ambiente le preocupan?**



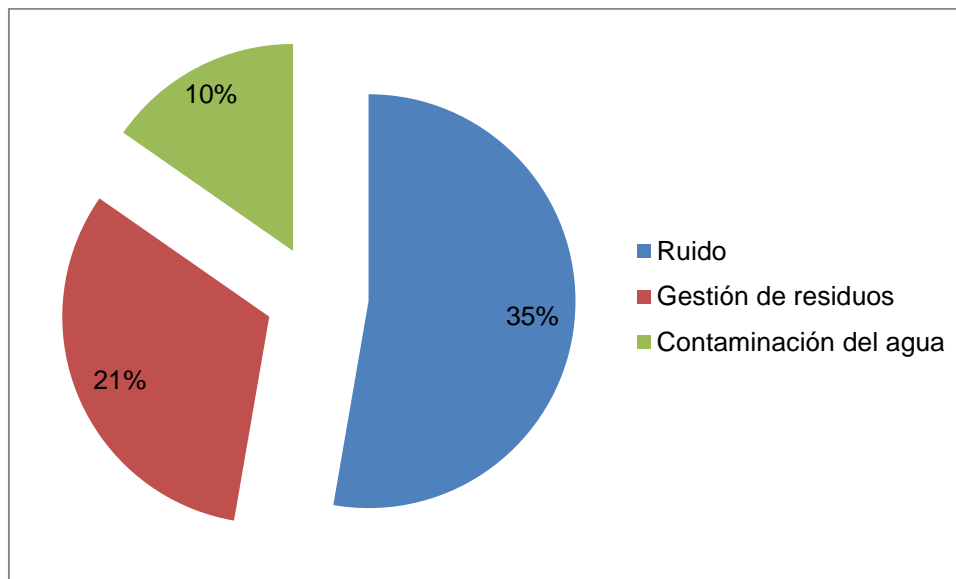
Fuente: elaboración propia.

A pesar del poco conocimiento que algunos tienen de cómo mejorar al ambiente, el 65% están conscientes de que se tienen problemas ambientales.

26% de las personas consideran bastante su preocupación por el ambiente, aseguran realizar prácticas como: reciclaje, cambio de algunos materiales dañinos por biodegradables, entre otros.

Al 9% le es indiferente.

Figura 13. **En su opinión ¿cuál es el problema medioambiental que tiene la Facultad de Ingeniería?**



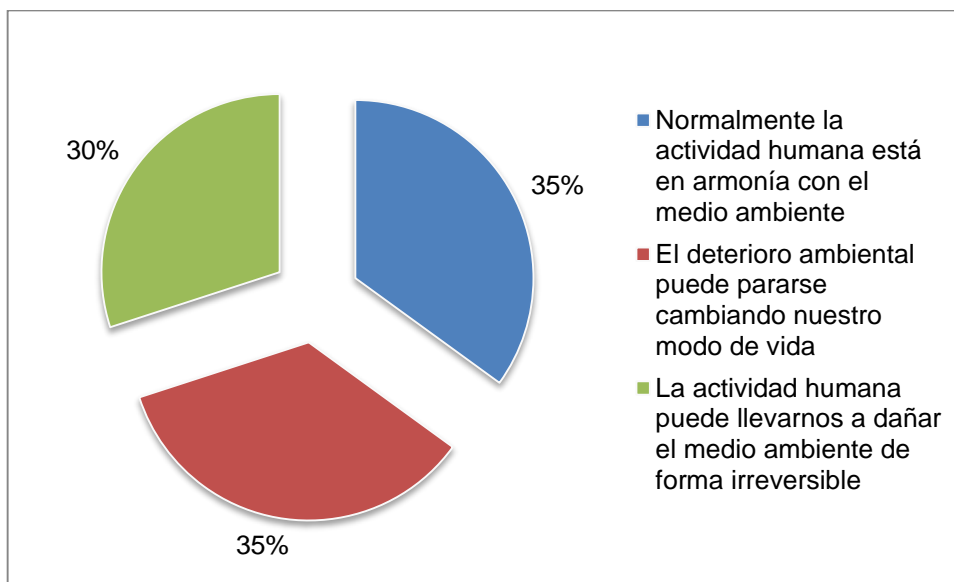
Fuente: elaboración propia.

El 35% de personas especificaron ruido como un factor contaminante, y se tomó en cuenta, contaminación visual y auditiva.

Solo el 21% toma gestión de residuos como un factor importante y es necesaria dentro de la Facultad de Ingeniería, porque no todas las carreras en las escuelas cuentan con un sistema de separación de residuos.

El 10% consideran que agua es debidamente aprovechada dentro de la Facultad de Ingeniería, es de evaluar si su consumo es consciente.

Figura 14 **¿Con cuál de las siguientes opiniones está usted más de acuerdo?**



Fuente: elaboración propia.

El 35% las personas no tienen conocimiento del estado actual de su entorno y las dificultades actuales que se presentan para el ambiente.

35% de las personas ofrecen soluciones y cambios para mejorar el ambiente.

Un 30% de las personas ven el deterioro del ambiente como un problema serio.

#### **6.5.1.3. Personal administrativo**

Se realizaron entrevistas no estructuradas al personal administrativo con la finalidad de identificar qué piensa de la implementación de la política ambiental dentro de la Escuela de Ingeniería Mecánica, por razones de estudio no se publican los nombre de las personas dado que es una investigación de carácter descriptivo-cualitativo, donde se expone la situación actual de la Escuela.

El pensamiento común es que la Política Ambiental beneficia para tener un desarrollo sostenible dentro de la Escuela y la Facultad el cuidado de los recursos renovables.

#### **6.5.1.4. Personal de mantenimiento**

Se realizaron entrevistas no estructuradas al personal de mantenimiento con la finalidad de identificar qué piensa de la implementación de la política ambiental dentro de la Escuela de Ingeniería Mecánica, por razones de estudio no se publican los nombre de las personas dado que es una investigación de carácter descriptivo-cualitativo, donde se expone la situación actual de la Escuela.

El pensamiento común es que se debe cuidar el medio ambiente, tener una política de gestión de calidad, así como un plan de manejo y disposición final de los desechos sólidos y líquidos.

## **6.6. Actualización y expansión de la Política Ambiental**

La Política Ambiental se debe dar a conocer en diferentes instancias para su implementación y que las personas conozcan su importancia.

### **6.6.1. Facultad de Ingeniería**

La facultad de Ingeniería ha promocionado el uso de la Política Ambiental en cada una de las áreas tanto como laboratorios, unidades, salones de clase, áreas verdes.

### **6.6.2. Conferencias informativas**

Se deben realizar conferencias para dar a conocer a la población universitaria de la Facultad de Ingeniería, la importancia y vinculación de la política en los procesos administrativos, operativos, investigaciones y desarrollo de laboratorios.

### **6.6.3. Conferencias de capacitación**

Las conferencias de capacitación están enfocadas a personal docente, administrativo y operativo para dar a conocer la política ambiental y su práctica dentro de las áreas administrativas.



## CONCLUSIONES

1. Es necesario proporcionar a docentes y estudiantes, un documento que contenga la existencia de una política ambiental, para la mejora continua del ambiente y su implementación dentro de la Escuela de Ingeniería Mecánica.
2. Para formar profesionales de la ingeniería mecánica conscientes del correcto uso de los recursos naturales, es necesario realizar mejoras dentro del pensum de ingeniería mecánica, implementar la política ambiental como parte del p ensum y proyectos de desarrollo dentro de la escuela.
3. En la actualidad se maneja separación de desechos en laboratorio, correcto manejo de lubricantes a desechar y metales, es necesario cambiar en los salones la forma de separar desechos y en el entorno del edificio T-7, contar con recipientes adecuados para la correcta clasificación de desechos, velar por que se cumpla el ciclo de reciclaje y evitar vertederos al basurero municipal.



## RECOMENDACIONES

1. Informar a todas las personas que forman parte de la Escuela de Ingeniería Mecánica, que es necesario compartir información respecto a este trabajo de investigación y de la política ambiental. Promover la mejora continua del medio ambiente con desarrollo de nuevos proyectos ambientales en la escuela, y colaborar con buenas referencias para una futura Re acreditación de la misma.
2. Realizar congresos año con año y actualizar al estudiante egresado y docentes, con la más reciente tecnología verde en el mercado de la aplicación de la ingeniería mecánica, e impartir talleres educativos que informen la situación actual del ambiente, creando profesionales conscientes de los efectos que tiene la industria en el ambiente, y cuál es la mejor manera de diseñar los procesos ingenieriles, para mitigar el impacto ambiental de algunos equipos propios del diseño de ingenieros profesionales en la mecánica.
3. Actualizar el equipo de laboratorio y que sea apto para lubricantes u otros componentes amigables al ambiente, emplear material biodegradable y reducir algunos componentes como polietileno (duroport), cambiar cultura desechable por reusable o reciclable, tanto en puestos de venta de comida, bebida, como en salones de clase, laboratorios y oficinas entre otros. Instalar recipientes con la correcta separación de desechos, contratar un recolector que asegure un ciclo seguro para los desechos, y evitar verter desechos separados en el basurero general.



## BIBLIOGRAFÍA

1. DÍAZ PINEDA, Francisco. *Ecología y Desarrollo*. 1a. edición, Madrid, España: Editorial Complutense. 1996. 177 p.
2. EMMEL, Thomas C. *Ecología y Biología de las Poblaciones*. México, D.F.: Nueva Editorial Interamericana 1987. 182 p.
3. IARNA-URL e IIA (Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente de la Universidad Rafael Landívar e Instituto de Incidencia Ambiental). (2004). *Perfil I ambiental de Guatemala*. Informe sobre el estado del ambiente y bases para su evaluación sistemática. 252 p.
4. Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN) 2001. *Primera Comunicación Nacional sobre el Cambio Climático*. Guatemala: MARN año 2001.
5. Programa Nacional de Cambio Climático 2007. *Inventario nacional de gases de efecto invernadero, año 2000 (versión preliminar.)* Guatemala: Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, Sistema de la Integración Centroamericana, United States Agency for International Development y Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo (MARN, SICA, USAID y CCAD). 250 p.

6. Política Ambiental de la Universidad de San Carlos de Guatemala. [en línea] <[http://manuales.usac.edu.gt/?page\\_id=111](http://manuales.usac.edu.gt/?page_id=111)>, consulta octubre 201.
7. TYLLER MILLER Jr. G. *Ecología y Medio Ambiente*. México, D.F.: Grupo Editorial Iberoamérica 1994. 867 p.
8. Unidad de Manejo de la Pesca y Acuicultura del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (UNIPESCA). *Censo de la camaronicultura en Guatemala 2001*. Informe final. 145 p.

## **ANEXOS**

### **Anexo 1. Política ambiental de la USAC**

- Política Ambiental de la Universidad de San Carlos de Guatemala, aprobada por el Consejo Superior Universitario en sesión celebrada el 30 de julio de 2014 Punto Sexto, Inciso 6.2 Acta 13-2014. Ref.: Página en línea: “Manuales USAC” [http://manuales.usac.edu.gt/?page\\_id=111](http://manuales.usac.edu.gt/?page_id=111)

