



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

**MANUAL DEL CURSO SEMINARIOS DE INVESTIGACIÓN DE LA ESCUELA  
DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA DE LA FACULTAD DE  
INGENIERÍA, UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

**José Carlos Sagastume Morales**

Asesorado por el Ing. César Augusto Akú Castillo  
e Ing. Juan Carlos Morataya

Guatemala, septiembre de 2012

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**MANUAL DEL CURSO SEMINARIOS DE INVESTIGACIÓN DE LA ESCUELA  
DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA DE LA FACULTAD DE  
INGENIERÍA, UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

**JOSÉ CARLOS SAGASTUME MORALES**

ASESORADO POR EL ING. CÉSAR AUGUSTO AKÚ CASTILLO  
E ING. JUAN CARLOS MORATAYA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO INDUSTRIAL**

GUATEMALA, SEPTIEMBRE DE 2012

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Juan Carlos Molina Jiménez
VOCAL V	Br. Mario Maldonado Muralles
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Alberto Eulalio Hernández García
EXAMINADOR	Ing. César Augusto Akú Castillo
EXAMINADOR	Inga. Mayra Saadeth Arreaza Martínez
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

## **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:

**MANUAL DEL CURSO SEMINARIOS DE INVESTIGACIÓN DE LA ESCUELA  
DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA DE LA FACULTAD DE  
INGENIERÍA, UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha octubre de 2011.

  
José Carlos Sagastume Morales

Guatemala Enero de 2012

**Ingeniero  
Cesar Ernesto Urquizú Rodas  
Director Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial  
Universidad de San Carlos de Guatemala  
Presente.**


Estimado Ing. Urquizú:

El motivo de la presente es para informarle que estoy DE ACUERDO con el trabajo realizado por el estudiante de Ingeniería Industrial **José Carlos Sagastume Morales** con No. De Carné **200714644** en el desarrollo de su Trabajo de Graduación con tema **MANUAL DEL CURSO DE SEMINARIOS DE INVESTIGACIÓN DE LA ESCUELA DE INGENIERIA MECÁNICA ELÉCTRICA DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA, UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**, por lo cual APRUEBO el esquema y contenido del mismo.

Sin otro particular me despido de usted

Atentamente,

*César Akú Castillo MSc.*  
INGENIERO INDUSTRIAL  
COLEGIADO No. 4,073

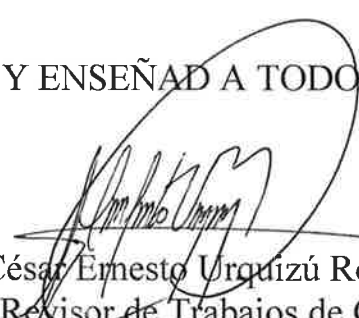


Ing. César Augusto Akú Castillo



Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **MANUAL DEL CURSO SEMINARIOS DE INVESTIGACIÓN DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA, UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**, presentado por el estudiante universitario **José Carlos Sagastume Morales**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

  
Ing. César Ernesto Urquizú Rodas  
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, febrero de 2012.

/mgp



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 **MANUAL DEL CURSO DE SEMINARIOS DE INVESTIGACIÓN DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA, UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**, presentado por el estudiante universitario **José Carlos Sagastume Morales**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

  
Ing. Cesar Ernesto Urquizú Rodas  
DIRECTOR  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, septiembre de 2012.

/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: **MANUAL DEL CURSO SEMINARIOS DE INVESTIGACIÓN DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA, UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**, presentado por la estudiante **José Carlos Sagastume Morales**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos  
Decano



Guatemala, Septiembre de 2012

/cc



## **ACTO QUE DEDICO A:**

- Dios** Por darme la vida y guiarme durante todo mi camino, permitirme concluir mis estudios y compartir junto a mis seres queridos.
- Mis padres** Noé Alfredo Sagastume Pineda y Anabella Morales Ruiz, por apoyarme durante toda mi vida y ser un ejemplo de perseverancia y de lucha en todas las situaciones de la vida.
- Mis hermanos** .  
Ingrid y Noé Sagastume Morales por brindarme su confianza, apoyo y cariño durante mi vida.
- Mis abuelos** Carlos Humberto Morales Flores, Rosa Inés Morales (q.e.p.d.), Edwin Arnoldo Sagastume (q.e.p.d.), Amanda Pineda Solares (q.e.p.d.). Por todo el cariño recibido, los cuidados y momentos vividos con cada uno.
- Mis tíos** Gloria, Yoly, Reyna, Berta Elena, Rosa Julia y Saúl. Por todos los consejos a lo largo de mi vida, por las enseñanzas y cariño muchas gracias.

**Mis primos**

Carlos, Carla, Marielos, Diego, David, Crista, Kristen, Christopher, Adrian, Alejandra, Andrea, Gaby, Fernando y Ana Inés. Por el cariño y las experiencias vividas con cada uno.

**Mis amigos**

Por todas las experiencias que hemos vivido, las alegrías y momentos que faltan por vivir, por el cariño y por ser parte vital en mi vida gracias por todo.

## **AGRADECIMIENTOS A:**

<b>Dios</b>	Por la vida y la oportunidad de concluir esta meta.
<b>Universidad de San Carlos de Guatemala</b>	Por su aporte para el desarrollo de la educación en Guatemala.
<b>Mis padres</b>	Noé Sagastume y Anabella Morales por su apoyo incondicional durante mi vida y mi carrera, su confianza y cariño, muchas gracias.
<b>Mis amigos</b>	Por las experiencias a lo largo de los estudios que son inolvidables, por el apoyo el cariño y los momentos que compartimos y seguiremos compartiendo.
<b>En especial</b>	A mis asesores Ing. César Akú, Ing. Juan Carlos Morataya, Ing. César Guzmán y todas las personas que me apoyaron en la realización de este trabajo de graduación.

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	VII
GLOSARIO .....	IX
RESUMEN.....	XI
OBJETIVOS .....	XIII
INTRODUCCIÓN .....	XV
1. ANTECEDENTES GENERALES.....	1
1.1. Universidad de San Carlos de Guatemala.....	1
1.1.1. Reseña histórica .....	1
1.1.2. Ubicación .....	4
1.1.3. Misión.....	5
1.1.4. Visión .....	5
1.2. Facultad de Ingeniería .....	5
1.2.1. Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica.....	11
1.2.1.1. Ubicación .....	18
1.2.1.2. Misión.....	18
1.2.1.3. Visión .....	18
1.2.1.4. Valores .....	19
1.2.1.5. Política de calidad .....	20
1.3. Curso Seminario de Investigación. ....	20
1.3.1. Reseña y definición del curso .....	20
1.4. Metodología de la Investigación.....	21
1.4.1. Conceptos básicos.....	21
1.4.1.1. Investigación científica .....	21
1.4.1.1.1. Importancia .....	21

	1.4.1.1.2.	Objetivo.....	22
	1.4.1.1.3.	Proceso.....	22
	1.4.1.1.4.	Preguntas de investigación.....	24
	1.4.1.1.5.	Informe de investigación.....	25
	1.4.1.2.	Tipos de investigación .....	25
	1.4.1.2.1.	Exploratoria.....	26
	1.4.1.2.2.	Descriptiva .....	26
	1.4.1.2.3.	Correlacional.....	27
	1.4.1.2.4.	Explicativa.....	27
2.	DESCRIPCIÓN TÉCNICA DEL MANUAL .....		29
2.1.	Planificación y sistemas de evaluación .....		29
2.1.1.	Programa del curso .....		30
2.1.2.	Distribución de entrega de fases .....		31
	2.1.2.1.	Formulación de capítulos.....	32
2.1.3.	Evaluación .....		33
	2.1.3.1.	Criterios de evaluación de fase.....	33
2.1.4.	Talleres del curso .....		34
	2.1.4.1.	Normativo de los talleres .....	34
	2.1.4.2.	Redacción .....	34
	2.1.4.3.	Ortografía.....	35
	2.1.4.4.	¿Cómo hablar en público?.....	35
	2.1.4.5.	¿Cómo presentar proyectos?.....	35
	2.1.4.6.	Taller sobre investigación y método científico.....	35
2.2.	Líneas de investigación EIME .....		36
	2.2.1.	Robótica.....	36
	2.2.2.	Mercado eléctrico .....	37
	2.2.3.	Telecomunicaciones .....	37

2.2.4.	Instrumentación y automatización industrial.....	38
2.2.5.	Riesgo eléctrico y sus normas .....	38
2.2.6.	Normativas para instalaciones a prueba de explosión ....	40
2.2.7.	Energías renovables .....	40
2.2.8.	Eficiencia energética .....	41
2.2.9.	Metrología y calidad energética .....	41
2.2.10.	Análisis, modelación, simulación, operación y control de sistemas eléctricos de potencia en estado estable y dinámico.....	42
2.2.11.	Estudios de estabilidad en sistemas eléctricos de potencia (transmisión y distribución), modelación y simulación. ....	42
2.2.12.	Análisis económico en sistemas eléctricos de potencia (transmisión y distribución) y mercados eléctricos .....	42
2.2.13.	Planificación de la expansión de sistemas eléctricos de potencia y sistemas de generación .....	43
2.2.14.	Optimización aplicada a la Ingeniería Eléctrica.....	43
2.2.15.	Análisis, modelación, simulación, operación y control de máquinas eléctricas, aplicación de accionamientos basados en control digital y de electrónica de potencia ..	43
2.2.16.	Normativa ANSI/IEEE e IEC aplicable a sistemas eléctricos de potencia, (transmisión y distribución), máquinas eléctricas y aplicaciones industriales .....	44
2.2.17.	Análisis, modelación y simulación de transitorios electromagnéticos usando ATP-EMTP .....	44
2.2.18.	Electrificación de zonas rurales aisladas (consideraciones técnica, económicas y regulatorias) ....	45
2.2.19.	Integración energética regional .....	45
2.2.20.	Generación distribuida renovable.....	45

3.	PROPUESTA DE DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA.....	53
3.1.	Elementos.....	53
3.1.1.	Planteamiento del problema .....	53
3.1.1.1.	Criterios de planteamiento del problema .....	54
3.1.1.2.	Objetivos .....	55
3.1.1.3.	Justificación .....	56
3.1.2.	Marco teórico .....	56
3.1.2.1.	Funciones .....	57
3.1.2.2.	Construcción del marco teórico.....	58
3.1.3.	Marco operativo .....	59
3.1.3.1.	Funciones .....	60
3.1.3.2.	Líneas de acción.....	61
3.1.4.	Hipótesis .....	62
3.1.4.1.	Tipos .....	63
3.1.4.1.1.	Hipótesis de investigación .....	63
3.1.4.1.2.	Hipótesis nulas .....	63
3.1.4.1.3.	Hipótesis alternativas.....	64
3.1.4.1.4.	Hipótesis estadísticas .....	64
3.1.5.	Reporte de investigación .....	65
3.1.5.1.	Proceso de elaboración del reporte .....	65
3.1.5.1.1.	Elementos.....	65
3.1.5.1.2.	Recolección y ordenamiento de Información .....	68
3.1.5.1.3.	Presentación de resultados .....	70
4.	IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA DE DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA.....	71
4.1.	Selección de tema según líneas de investigación .....	71

4.1.1.	Aplicación de Ingeniería .....	71
4.2.	Elaboración de módulos prácticos .....	72
4.2.1.	Planteamiento del problema.....	74
4.2.2.	Marco teórico .....	74
4.2.3.	Marco operativo .....	75
4.2.4.	Hipótesis .....	75
4.2.5.	Reporte de investigación.....	76
4.3.	Seguimiento y monitoreo de la investigación .....	77
5.	SEGUIMIENTO Y MEJORA CONTINUA.....	79
5.1.	Actualización de líneas de investigación.....	80
5.1.1.	Proceso .....	81
5.1.2.	Normativo interno USAC .....	84
5.2.	Contenido del curso .....	84
5.2.1.	Revisión periódica.....	84
	CONCLUSIONES .....	87
	RECOMENDACIONES .....	89
	BIBLIOGRAFÍA.....	91
	ANEXOS .....	95





## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1.	Diagrama de flujo principal de planificación Seminario de investigación.....	46
2.	Diagrama de flujo etapa 1 Seminario de investigación.....	47
3.	Diagrama de flujo etapa 2 Seminario de investigación.....	48
4.	Diagrama de flujo etapa 3 Seminario de investigación.....	49
5.	Diagrama de flujo etapa 4 Seminario de investigación.....	50
6.	Diagrama de flujo etapa de defensa de tema de tesis.....	51
7.	Modelo de ficha de seguimiento Seminario de investigación EIME.....	52
8.	Estructura de plan de acción del marco operativo.....	61
9.	Diagrama marginación socioeconómica.....	76
10.	Círculo de Deming.....	79
11.	Diagrama de flujo para creación y aprobación de líneas de investigación EIME .....	83



## GLOSARIO

<b>Ambigüedad</b>	Posibilidad que algo pueda entenderse de varios modos o que admita distintas interpretaciones.
<b>Diagrama de flujo</b>	Es una representación gráfica de un proceso. Se utiliza en disciplinas como la programación, economía, etc. Representan los pasos del proceso y el flujo de ejecución mediante flechas de inicio a final.
<b>Diagrama de Gantt</b>	Es una herramienta gráfica que muestra el tiempo previsto para diferentes tareas o actividades a lo largo de un tiempo determinado.
<b>Discurso</b>	Exposición oral y pública de alguna extensión, de coherencia lógica y gramatical.
<b>Impedancia</b>	Magnitud que establece la relación entre la tensión y la intensidad de corriente eléctrica.
<b>Instrumentación</b>	Disposición de los recursos necesarios para lograr un propósito.
<b>Metrología</b>	Es la ciencia e ingeniería de la medida, incluyendo el estudio, mantenimiento y aplicación del sistema de pesas y medidas.

<b>Normas</b>	Es una especificación que reglamenta procesos y productos para garantizar que funciones de manera correcta.
<b>Optimización</b>	Búsqueda de la mejor manera de realizar una actividad.
<b>Ortografía</b>	Parte de la gramática que se ocupa de dictar normas para la adecuada escritura de una lengua.
<b>Procedente</b>	Que procede de un origen o lugar, ajustando y conforme a la razón.
<b>Redacción</b>	Composición de textos escritos de manera correcta.

## RESUMEN

La finalidad de este trabajo de graduación es la realización del Manual del curso Seminario de Investigación para la Escuela de Ingeniería de Mecánica Eléctrica (EIME).

Se dan a conocer las generalidades del curso el cual tiene como objetivo el facilitar la realización del trabajo de graduación al iniciar el protocolo y los primeros dos capítulos del mismo.

El Manual consiste en la documentación de los conceptos metodológicos necesarios para la realización de un trabajo de graduación, conjuntamente plantea una serie de ejercicios prácticos con los cuales el estudiante comprobará los conocimientos adquiridos.

Al no existir un manual para este curso, el presente define los aspectos técnicos del mismo, tales como la programación, distribución de contenidos y fases de entrega dentro del curso; mostrando de forma gráfica, por medio de diagramas de flujo el procedimiento de planificación, realización y seguimiento del curso. De igual manera se determina un proceso *PDCA*, conocido como círculo de Deming, para la actualización de líneas de investigación y la descripción de una revisión continua del curso.



# OBJETIVOS

## General

Diseñar un Manual para el curso profesional Seminario de Investigación, en la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica de la Universidad de San Carlos.

## Específicos

1. Dar a conocer los normativos del curso, incluyendo su contenido, cursos requisito, etc.
2. Proponer una metodología y criterios de evaluación.
3. Identificar las líneas de investigación para la realización del trabajo de graduación.
4. Desarrollar las metodologías de investigación como base del curso Seminario de Investigación.
5. Proporcionar los lineamientos a seguir durante las etapas de investigación.



6. Preparar a los participantes del curso en la planeación, organización y ejecución de una propuesta de investigación científica, documental y de campo que de solución a la problemática nacional y que se acoja a las líneas de investigación actuales de la Escuela Mecánica Eléctrica.
  
7. Motivar al futuro ingeniero, partiendo del desarrollo de la investigación individual, grupal y participativa, logrando con la debida organización y eficiencia la preparación del proyecto personal de investigación.

## INTRODUCCIÓN

En la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos se ha incluido el curso de carácter obligatorio Seminario de Investigación como parte del *pensum* de estudios; constituyendo así una asignatura por medio de la cual se desarrollan los antecedentes necesarios para realizar el protocolo del trabajo de graduación así como el desarrollo de los dos primeros capítulos del mismo.

El curso se basa en la realización de los trabajos de graduación dentro de la Escuela de Mecánica Eléctrica bajo la metodología de investigación como herramienta principal para llevar a cabo el proceso de investigación y el desarrollo de los proyectos.

El presente trabajo de graduación describe el Manual que plantea las metodologías, líneas de investigación, normativos, módulos de trabajo, monitoreos necesarios, etc.; en forma sistemática y ordenada que se consideran necesarios para la mejor ejecución del trabajo de graduación y así normar la impartición del curso y alcanzar los fines, objetivos y metas del mismo dentro de la Escuela de Mecánica Eléctrica.

Dentro del contenido del Manual se incluyen los antecedentes históricos de la Universidad de San Carlos, la Facultad de Ingeniería y la Escuela de Mecánica Eléctrica; la planificación del curso y sistemas de evaluación, líneas de investigación; los elementos para el desarrollo de la investigación científica; módulos prácticos y sistemas de seguimiento y mejora continua para el Manual, acompañado de diagramas de flujo que ayudarán en la comprensión del mismo.



# **1. ANTECEDENTES GENERALES**

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

El Manual servirá como apoyo a la impartición del curso Seminario de Investigación en la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, por lo cual se describe a continuación su reseña.

### **1.1.1. Reseña histórica**

La Universidad de San Carlos de Guatemala fue fundada por Real Cédula de Carlos II, de fecha 31 de enero de 1676.

Los estudios universitarios se iniciaron 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 1562, para becados pobres; con las cátedras de filosofía, derecho y teología. Los bienes dejados para el colegio universitario se aplicaron un siglo más tarde, para formar el patrimonio 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. Igualmente hubo estudios universitarios desde el siglo XVI, tanto en el Colegio Tridentino como en el Colegio de San Francisco, aunque no otorgaron grados. La Universidad de San Carlos logró

categoría internacional, al ser declarada Pontificia por la Bula del Papa Inocencio XI, emitida con fecha 18 de junio de 1687. Además de cátedras de su tiempo: ambos derechos (civil y canónico), medicina, filosofía y teología, incluyó en sus estudios la docencia de lenguas indígenas.

Durante la época colonial, cruzaron sus aulas más de cinco mil estudiantes y además de las doctrinas escolásticas, se enseñaron la filosofía moderna y el pensamiento de los científicos ingleses y franceses del siglo XVIII. Sus puertas estuvieron abiertas a todos: criollos, españoles, indígenas y entre sus primeros graduados se encuentran nombres de indígenas y personas de extracción popular.

Los concursos de cátedras por oposición datan también desde esa época y en muchos de ellos triunfaron guatemaltecos de humilde origen, como el Doctor Tomás Pech, de origen indígena y el Doctor Manuel Trinidad de Avalos y Porres, hombre de modesta cuna, a quien se atribuye la fundación de la investigación científica en la Universidad de San Carlos, por la evidencia que existe en sus trabajos médicos experimentales, como transfusiones e inoculaciones en perros y otros animales.

La legislación contempló desde sus fases iniciales, el valor de la discusión académica, el comentario de textos, los cursos monográficos y la lección magistral. La libertad de criterio está ordenada en sus primeros estatutos, que exigen el conocimiento de doctrinas filosóficas opuestas dialéctica, para que el esfuerzo de la discusión beneficiara con sus aportes formativos la educación universitaria. El afán de reforma pedagógica y de lograr cambios de criterios científicos es también una característica que data de los primeros años de su existencia. Fray Antonio de Goicoechea fue precursor de estas inquietudes.

En las ciencias jurídicas, cuyo estudio comprendía los derechos civil y canónico, también se registraron modificaciones significativas al incorporar el examen histórico del derecho civil y romano, así como el derecho de gentes, cuya introducción se remonta al siglo XVIII en nuestra universidad. Asimismo, se crearon cátedras de economía política y de letras.

La Universidad de San Carlos ha contado también, desde los primeros decenios de su existencia, con representantes que el país recuerda con orgullo. El doctor Felipe Flores sobresalió con originales inventos y teoría, que se anticiparon a muchas de ulterior triunfo en Europa. El doctor Esparragoza y Gallardo puede considerarse un extraordinario exponente de la cirugía científica, y en el campo del derecho, la figura del doctor José María Álvarez, autor de las renombradas Instituciones de Derecho Real de Castilla y de Indias, publicadas en 1818. Los primeros atisbos de colegiación pueden observarse desde 1810, cuando se fundó en Guatemala el ilustre Colegio de Abogados, cuya finalidad principal era la protección y depuración del gremio.

Esta institución desapareció en el último cuarto del siglo XIX, para resurgir en 1947.

Semejanza de lo que ocurrió en otros países de América Latina, la universidad luchó por su autonomía, que había perdido a fines del siglo pasado, y la logró con fecha 9 de noviembre de 1944, decretada por la Junta Revolucionaria de Gobierno. Con ello se restableció el nombre tradicional de la Universidad de San Carlos de Guatemala y se le asignaron rentas propias para lograr un respaldo económico. La Constitución de Guatemala emitida en 1945, consagró como principio fundamental la autonomía universitaria, y el Congreso de la República 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 de 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. Participación de los profesionales catedráticos y no catedráticos en las elecciones de autoridades.

### **1.1.2. Ubicación**

El campus central de la Universidad de San Carlos se encuentra ubicado en la Ciudad Universitaria, zona 12 de la Ciudad de Guatemala; existiendo de la misma manera centros regionales y extensiones en el interior del país

### **1.1.3. 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. Promoverá por todos los medios a su alcance la investigación en todas las esferas del saber humano y cooperará al estudio y solución de los problemas nacionales.

### **1.1.4. Visión**

La Universidad de San Carlos de Guatemala es la institución de educación superior estatal, autónoma, con una cultura democrática, con enfoque multi e intercultural, vinculada y comprometida con el desarrollo científico, social y humanista, con una gestión actualizada, dinámica y efectiva y con recursos óptimamente utilizados para alcanzar sus fines y objetivos, formadora de profesionales con principios éticos y excelencia académica.

## **1.2. Facultad de Ingeniería**

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, siendo sustituido dos años más tarde por el Ing. José E. Irungaray, que fue cuando se reformó el programa de estudios anterior, reduciéndose a seis años la carrera de Ingeniería, que era de ocho.



En 1894, por razones de economía, la Facultad de Ingeniería fue adscrita nuevamente a la Escuela Politécnica, iniciándose un período de inestabilidad para esta Facultad, que pasó alternativamente de la Politécnica a la Universidad y viceversa, varias veces, ocupando diversos locales, incluyendo el edificio de la Escuela de Derecho y Notariado.

Dentro de esas vicisitudes cabe mencionar que en 1895 se iniciaron nuevamente los estudios de Ingeniería en la Escuela Politécnica, ofreciendo las carreras de Ingeniero Topógrafo, Ingeniero Civil e Ingeniero Militar; habiéndose graduando 11 ingenieros civiles y militares.

La anterior inestabilidad terminó con la supresión de la Escuela Politécnica en 1908, a raíz de los acontecimientos políticos acaecidos en ese año. El archivo de Facultad siguió en el mismo lugar hasta 1912, año en que fue depositado temporalmente en la Facultad de Derecho.

A partir de 1908 la Facultad tuvo una existencia ficticia. Hasta 1918, la Universidad fue reabierta por Estrada Cabrera y a la Facultad de Ingeniería se le denominó Facultad de Matemáticas.

Entre 1908 y 1920, a pesar de los esfuerzos de los ingenieros guatemaltecos, y por causa de la desorganización imperante, apenas pudieron incorporarse 3 ingenieros que habían obtenido títulos en el extranjero.

En 1920 la Facultad reinicia sus labores en el edificio que ocupó durante muchos años frente al parque Morazán, ofreciendo únicamente la carrera de Ingeniero Topógrafo hasta 1930. Es interesante observar que durante ese período se incorporaron 18 ingenieros de otras especialidades, entre ellos 4 ingenieros electricistas.

En 1930 se reestructuraron los estudios estableciéndose la Carrera de Ingeniería Civil. De este hecho arranca la época moderna de esta Facultad.

Debido a la preocupación imperante entre profesores y alumnos, en 1935 se impulsaron más reformas, elevando el nivel académico y la categoría del currículum. El nuevo plan incluía conocimientos de Física, Termodinámica, Química, Mecánica y Electricidad; que en resumen, constituían los conocimientos fundamentales para afrontar las necesidades de desarrollo de Guatemala en el momento en que se daba el primer impulso a la construcción moderna y a una naciente industria.

En 1944 sobresale por el reconocimiento de la autonomía universitaria y la asignación de sus recursos financieros del presupuesto nacional fijados por la Constitución de la República. A partir de entonces, la Facultad de Ingeniería se independiza de las instituciones gubernamentales y se integra al régimen autónomo estrictamente universitario.

Este desarrollo de la Facultad también provocó un incremento progresivo de la población estudiantil; por lo que fue necesario su traslado. En 1947, la Facultad ofrecía solamente la carrera de Ingeniería Civil; en este año se cambiaron los planes de estudios al régimen semestral en el que, en lugar de seis años, se establecieron 12 semestres para la carrera.

La Escuela Técnica de la Facultad de Ingeniería fue fundada en 1951 con el fin de capacitar y ampliar los conocimientos de los operarios de la construcción. Cuando el Instituto Técnico Vocacional incluyó dentro de sus programas esta labor, la Escuela Técnica para evitar duplicidad de esfuerzos, orientó sus actividades hacia otros campos, siempre dentro del área de la

ingeniería, en cumplimiento de las funciones de extensión universitaria que les son propias.

Una de tales actividades fue la creación en 1968, del curso de Capacitación de Maestros de Obra con un plan de estudios de un año, dividido en dos semestres al final de los cuales se extiende el diploma correspondiente.

Además, dentro de la Facultad de Ingeniería fue creada la carrera de Ingeniero Arquitecto en 1953, pasó que condujo, posteriormente, a la creación de la Facultad de Arquitectura.

Así también, en 1959 se creó el Centro de Investigaciones de Ingeniería, para fomentar y coordinar la investigación científica con participación de varias instituciones públicas y privadas.

En 1965 se puso en funcionamiento el Centro de Cálculo Electrónico, dotado de computadoras y del equipo periférico necesario. Poniendo al servicio de catedráticos, investigadores y alumnos, los instrumentos necesarios para el estudio y aplicación de los métodos modernos de procesamiento de la información. Constituyendo un evento importante a nivel nacional y regional.

En 1966 se estableció en la Facultad de Ingeniería un primer programa regional (centroamericano) de estudios a nivel de pos grado, creándose la Escuela Regional de Ingeniería a Sanitaria y la Maestría en Ingeniería Sanitaria. Estos estudios son reconocidos internacionalmente. Posteriormente, ese mismo programa se amplió, con la Maestría en Recursos Hidráulicos.

La Escuela de Ingeniería Química, que estaba funcionando en la Facultad de Farmacia desde 1939, se integró a la Facultad de Ingeniería en 1967, año en

que se creó también la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial teniendo a su cargo las carreras de Ingeniería Industrial, Ingeniería Mecánica y la combinada de Ingeniería Mecánica Industrial.

Por su parte la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica se creó en 1968 teniendo a su cargo las carreras de Ingeniería Eléctrica y la combinada de Ingeniería Mecánica Eléctrica. Posteriormente, en 1970, se creó la carrera de Ingeniería en Ciencias y Sistemas a nivel de Licenciatura.

Al final de la década de los 60's se realizaron estudios para la reestructuración y modernización del Plan de Estudios de la Facultad. El nuevo plan fue conocido y aprobado por la Junta Directiva de la Facultad y por el Honorable Consejo Superior Universitario en octubre y noviembre de 1970. Fue así como en 1971 se inició la ejecución del Plan de Reestructuración de la Facultad de Ingeniería (Planderest), que impulsaba la formación integral de los estudiantes de Ingeniería para una participación cada vez más efectiva de la ingeniería en el desarrollo del país. El Plan incluía la aplicación de un *Pensum* Flexible que permite la adaptación al avance tecnológico, a las necesidades de desarrollo productivo del país, así como a la vocación de los estudiantes.

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

En 1975 fueron creados los estudios de Pos grado en Ingeniería de Recursos Hidráulicos, en tres opciones: Calidad del Agua, Hidrología e Hidráulica.

En 1976 se creó la Escuela de Ciencias para atender la etapa básica común para las diferentes carreras de Ingeniería.

En 1980 se establecieron, dentro de la Escuela de Ciencias, las carreras de Licenciatura en Matemática Aplicada y Licenciatura en Física Aplicada.

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.

Por aparte, con el fin de mejorar su administración docente, en 1986, la carrera de Ingeniería Mecánica se separó de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial.

Así mismo, debido al avance tecnológico en las ramas de Ingeniería eléctrica, en 1989 se creó la carrera de Ingeniería Electrónica a cargo de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica.

En 1994 se creó la unidad académica de Servicio de Apoyo al Estudiante (SAE) y de Servicio de Apoyo al Profesor (SAP), llamada por sus siglas SAE-SAP, que tiene como fin prestar apoyo al estudiante por medio de la ejecución de programas de orientación y tutorías en el plano académico, administrativo y social y para facilitar la labor docente y de investigación de los profesores.

Finalmente, en 1995 se expande la cobertura académica de la Escuela de Pos grado con los nuevos estudios a nivel de Maestría en Sistemas de Construcción y en Ingeniería Vial, y en 1996 aún más, con los correspondientes a la Maestría en Sistemas de Telecomunicaciones.

A partir del primer semestre 2007 se creó la carrera de Ingeniería Ambiental.

### **1.2.1. Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica**

La Escuela fue creada en enero de 1968, como consecuencia de la creciente demanda de ingenieros formados en esas áreas, que planteaba el desarrollo de la industria de la electrificación y de las telecomunicaciones, así como también por los avances tecnológicos en dichas áreas y además por las necesidades del sector comercial principalmente por el auge de la electrónica y de la electrotecnia. Su Fundador y Primer Director es el Ing. Rodolfo Koenigsberger Badrian.

El Ing. Koenigsberger es ingeniero civil, egresado de la USAC, ha realizado estudios de postgrado sobre: Instrumentación y Control de Procesos, Análisis de Sistemas, Planeamiento y Protección de Sistemas de Potencia, Ondas Portadoras, Energía Geotérmica, Medidas de Baja Frecuencia (National Bureau of Standards (Washington, U.S.A. 1977) y Técnicas de Operación para Laboratorios de Calibraciones (George Washington University, Washington, U.S.A., entre otros. Ha sido catedrático de la USAC y de la UVG (Universidad de Valle de Guatemala) de los cursos: Ing. Eléctrica 1 y 2, Circuitos 1, Instrumentación.

Previo a la creación de la Escuela, en 1965, la Facultad de Ingeniería envió a México un grupo de estudiantes de la facultad, que hasta ese momento estaban inscritos en civil, a estudiar al Tecnológico de Monterrey, con el propósito de que al regresar fueran los profesores de la Escuela. Entre ellos tenemos a los ingenieros: César Osorio, Figueroa, René Woc García, Efraín Enrique de la Vega Molina, Carlos Enrique Zaparolli Portilla (q.e.p.d.). Fueron

también profesores algunos ingenieros incorporados: Ing. Roberto Balsells Figueroa, Inga. Olga Herminia Jiménez Muñoz e Ing. Federico Eduardo Mirón Soto.

También se decidió que en vista de que la USAC establecería el siguiente año las carreras de Ingeniería Eléctrica y la combinada de Ingeniería Mecánica Eléctrica, era de vital importancia que Guatemala participara en el II Congreso Panamericano de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, que tuvo lugar en Caracas, Venezuela, del 2 al 9 de septiembre de 1967. La Facultad de Ingeniería delegó a su catedrático de Electricidad, el Ing. Rodolfo Koenigsberger, la representación ante dicho Congreso. Cupo a Guatemala el honor de presidir una Mesa Directiva de la Comisión de Educación del Congreso, a la cual fueron presentados diferentes trabajos relacionados con la educación en la Ingeniería, y su delegado quedó nombrado Vicepresidente del Congreso durante los próximos dos años.

Los directores de la Escuela después del Ing. Koenigsberger han sido: Ing. René Woc García, Ing. Federico Eduardo Mirón Soto, Ing. Carlos Enrique Zapparoli Portilla (q.e.p.d.), Ing. René Amilcar Roca Ceballos, Ing. Jorge Luis Cabrera Morales, Ing. Julio Roberto Urdiales Contreras, que ocupó el cargo dos veces, el Ing. Rodolfo Koenigsberger que ocupó nuevamente el cargo de director en forma ad-honorem, Ing. Edgar Florencio Montúfar Urizar, quien también fue dos veces director, Ing. José Luis Herrera Gálvez, Ing. Miguel Ángel Sánchez Guerra, Ing. Enrique Edmundo Ruiz Carballo y el actual Director, el Ing. Mario Renato Escobedo Martínez.

Los primeros coordinadores de área, fueron: Ing. Edwin Alberto Solares Martínez, coordinador del Área de Electrónica, Comunicaciones y Control, el Ing. Miguel Ángel Sánchez Guerra, Coordinador del Área de Potencia, Ing. Julio

Roberto Urdiales Contreras, coordinador del Área General y de Electrotecnia, Ing. Otto Armando Girón Estrada, coordinador de los Laboratorios de Electrotecnia, Ing. Mario Estuardo Vásquez Cáceres, coordinador de Laboratorios de Electrónica, Ing. Jorge Luís Cabrera Morales, catedrático investigador.

Los primeros egresados fueron: En 1970: Ing. Hugo Cabrera Cienfuegos, en 1971: Ing. Alfonso Rodríguez Anker, Ing. Carlos Enrique Quintana Arévalo, En 1972: Ing. Héctor Moris Polanco Mazariegos, Ing. Carlos Heberto Fernández Izaguirre, Ing. Luis Alberto Pereira Herrera, Ing. Ignacio González Lam, Ing. Karl Keydel García, en 1973: Ing. René Amilcar Roca Ceballos, Ing. Ricardo Guillermo Godoy González, Ing. José Luís Contreras Gonzáles, Ing. Juan Bartolo TúnchezVillagran, Ing. Mario René Pinelo Rosado, Ing. Luís Antonio Valenzuela Morales, Ing. Rafael Alberto Lemus Mazariegos, Ing. Luis Adalberto Reyes Barillas, Ing. Willie Lam Chang, Ing. Juan Carlos García Martínez, Ing. Luís Alfonso Muralles Calderón, Ing. José Luis Herrera Gálvez, Ing. Edgar René Mena Mansilla, Ing. Gustavo Adolfo Orozco, Ing. Adolfo Zosel Bojórquez, Ing. Edgar Renato FornoPutzeys.

Hasta la fecha, han egresado 513 profesionales de la carrera de Ingeniería Eléctrica, de los cuales 15 son mujeres; 210 profesionales de la carrera de Ingeniería Electrónica, de los cuales 6 son mujeres y 131 profesionales de la carrera combinada de Ingeniería Mecánica Eléctrica de los cuales solo 3 son mujeres.

Aunque el número de egresadas mujeres, parece bajo, comparado con el número de inscritas, es más alto que el de varones. Las primeras mujeres egresadas, según registros del Centro de Cálculo, fueron las ingenieras



electricistas Brenda E. Maza Paz y Paz, Olga Dalila Díaz Paz y la ingeniera mecánica-electricista Carlota Estrada Marroquín en el año de 1988.

La Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica creada en 1968, tenía a su cargo las carreras de Ingeniería Eléctrica y la combinada de Ingeniería Mecánica Eléctrica, las cuales se iniciaron con un plan de estudios rígido y fundamentado en la carrera de Ingeniería Civil.

Posteriormente, debido a la flexibilidad del nuevo plan de estudios implantado en 1971, se produjo una fuerte relación entre la demanda de profesionales, la elección de los estudiantes y la influencia de los cambios tecnológicos, de tal manera que inmediatamente se definieron tres áreas profesionales: Electrónica, Potencia y una combinada o general, además de la carrera de Ingeniero Mecánico-Electricista. Así, el estudiante de 6º semestre podía elegir entre cualquiera de estas opciones entre sus cursos optativos.

Desde 1973 se practica el examen general privado por área. En 1975 se designaron coordinadores docentes y se iniciaron las gestiones ante las autoridades a efecto de obtener aprobación de recursos adicionales para fortalecer las opciones y promover graduados de mejor calidad según los requisitos y evolución del mercado profesional.

Un Seminario Académico de la Escuela en 1979 dio como resultado que se estructuraran planes y redes de estudio para cada opción, sin embargo no se obtuvo respuesta de la Directiva de la Facultad. Esto motivó a la Escuela a preparar otra solicitud con la estrategia de establecer 5 nuevos cursos y cambios en prerrequisitos. En 1983 se implantaron los cambios ya aprobados el año anterior y se ajustaron gradualmente de modo que desde 1984 cobraron vigencia dichas redes de estudios.

El surgimiento de la carrera de Ingeniería Electrónica fue como una consecuencia de la estructuración de las áreas: Potencia, Electrónica y Comunicaciones y Electrotecnia. Estas áreas se consideraron necesarias, en un seminario que se hizo en los años que estuvo de Director el Ing. Amilcar Roca. Posteriormente, en los años del primer periodo como Director de Escuela del Ing. Roberto Urdiales, las áreas se conformaron y empezaron a tomar vigencia, ya que el examen general privado se empezó a hacer por áreas y para tener derecho a escoger un área se debía haber aprobado los cursos que comprendía.

Esto funcionó de la misma manera, en el periodo que estuvo como Director, el Ing. Edgar Montúfar: 1985 -1988, periodo en el cual también se intentó oficializarlas, pues realmente la formación profesional entre una y otras áreas ya era muy diferente y por eso se trató que se diera en el título el reconocimiento al estudiante el área de énfasis que había estudiado en la carrera, porque el título que se otorgaba seguía siendo el de Ingeniero Electricista. Esto no se logró durante esa época.

Entonces en 1987 el decano de la Facultad, el Ing. Roberto Mayorga, organizó el desarrollo de un seminario, que tuvo por objetivo mejorar aspectos fundamentales de la enseñanza de la ingeniería: contenidos de cursos, mejora en la práctica de los laboratorios, el año de práctica, algunas reformas curriculares y de pensa, métodos de enseñanza, orientación al estudiante en la preparación para los exámenes generales privado y de la realización de la tesis, así como la importante opción del Ejercicio Profesional Supervisado.

En el mismo, también se trató nuevamente el tema de oficialización de las áreas, pero no se logró. Durante el segundo semestre de ese año, se propuso la formación de la carrera de Ingeniería en Electrónica, proyecto que con el

visto bueno del Decano, se encomendó al coordinador del Área de Electrónica Ing. Edwin Solares, quien apoyado por los catedráticos de la misma: Ing. Enrique Ruiz, Ing. Alfonso Muralles, Ing. Julio César Solares, Ing. Mario Velásquez, entre otros; .y el catedrático Investigador Ing. Jorge Cabrera y algunos estudiantes como el ahora Ing. Garrido, elaboró el proyecto. Este fue dado a conocer primero a los coordinadores de área de la Escuela, en ese entonces: el Ing. Miguel Ángel Sánchez, coordinador del área de potencia, Ing. Roberto Urdiales, coordinador del área de Electrotecnia.

Luego se dio a conocer al Consejo de Escuela, en el que estaban como integrantes los catedráticos el Ing. Julio Solares, el Ing. Gustavo Benigno Orozco, el Ing. Ángel García, el Ing. Francisco González (suplente) y los representantes estudiantiles, ahora ya todos ingenieros graduados.

Después se envió a la Unidad de Planificación de la facultad de Ingeniería, a cargo del Ing. Pedro Polanco y del Ing. Buenaventura Castillo. De la misma, se recibieron algunas recomendaciones y luego oficialmente durante el primer semestre de 1988 se envió el proyecto al Consejo Superior Universitario por parte de la Decanatura. Dentro del Consejo, se contó con el apoyo del Ing. Jorge Cáceres, quien como representante ante dicho Consejo, brindó otras sugerencias para el éxito del proyecto.

La pensa comprendía los cursos de la etapa básica comunes a Ingeniería Eléctrica, entre las ciencias de Ingeniería estaban la Teoría electromagnética 1 y 2, Teoría de circuitos 1 y 2, Conversión de energía electromecánica, Tecnología eléctrica. Entre los cursos profesionales estaban los de Electrónica analógica, Electrónica Digital, Comunicaciones y Sistemas de control. Gran parte de estos cursos ya existían, por lo que solamente fueron agregados Antenas y Microondas para la comunicación libre, Sistemas de control 2 y un

curso complementario Ingeniería Económica con temas de macroeconomía, por la importancia de las comunicaciones en el sector económico.

En sesión del Consejo Superior Universitario del mes de agosto de 1988 fue aprobada la carrera con el título de Ingeniero en Electrónica y fue anunciada en la inauguración del primer congreso de Ingeniería Eléctrica, realizado con motivo del XX aniversario de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica, por el Ing. Roberto Mayorga, Decano de la Facultad de Ingeniería y Rector en funciones en ese momento.

La carrera inició en 1989 y se fortaleció durante el periodo 1989-1993 cuando el Ing. Enrique Ruiz estuvo de Director de Escuela, periodo en el cual contó con el apoyo de los coordinadores mencionados. En ese periodo se dieron las primeras graduaciones de Ingenieros en Electrónica.

Entre 1992 y 1996 se revisó la pensa de estudios en el Proyecto Ingeniería Siglo XXI e inició el proyecto de renovación de laboratorios con un préstamo del Banco Centro Americano de Desarrollo. Se remodela la entrada a las oficinas de la Escuela. Se hizo un homenaje al Rector, al Decano y al Director fundadores, a los primeros Profesores y a los primeros alumnos graduados de la EIME. (1996) al cumplirse los 25 años de la primera promoción.

Entre 1996 al 2000 se concretaron cambios en la pensa de estudios iniciados con el proyecto Ingeniería Siglo XXI y se inauguró el nuevo equipamiento de los laboratorios adquiridos por un préstamo del BCIE. Los laboratorios de la Escuela se concentran en los niveles 2º y 3º del edificio T1 que Ingeniería comparte con Arquitectura.

Actualmente La Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica tiene en su organización interna tres áreas: Electrotecnia, Potencia y Electrónica; esta última coordina la carrera de Ingeniería Electrónica.

#### **1.2.1.1. Ubicación**

La Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica estuvo ubicada en un principio en el edificio T-5 y fue trasladada luego al edificio T-1 bajo la dirección del Ing. Roberto Urdiales, donde actualmente se encuentra y actualmente está siendo remodelada y sus laboratorios renovados por el actual Decano de la Facultad de Ingeniería, Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos.

#### **1.2.1.2. Misión**

Formar profesionales competentes, con principios éticos y conciencia social, en los campos de las Ingenierías Mecánica Eléctrica, Eléctrica y Electrónica, mediante técnicas de enseñanza actualizadas y fundamentados en la investigación, comprometidos con la sociedad, con el fin de contribuir al bien común y al desarrollo sostenible del país y de la región.

#### **1.2.1.3. Visión**

Ser la institución académica líder a nivel nacional y regional, con incidencia en la problemática nacional, en la formación de profesionales de calidad, en los campos de las Ingenierías Mecánica Eléctrica, Eléctrica y Electrónica, emprendedores, con sólidos conocimientos científicos, tecnológicos, éticos, sociales, fundamentados en la investigación, orientados hacia la excelencia, reconocidos internacionalmente y comprometidos con el desarrollo sostenible de Guatemala y de la región.

#### **1.2.1.4. Valores**

##### Liderazgo

Formamos profesionales con capacidad de tomar decisiones, con iniciativa, innovación y evaluación objetiva de todas las necesidades.

##### Excelencia

Orientamos a los estudiantes a la búsqueda de una calidad superior académica y profesional.

##### Compromiso

Estamos dispuestos a realizar lo necesario para cumplir con la misión y alcanzar la visión.

##### Integridad

Fomentamos en los futuros profesionales, un comportamiento que sea en todo justo, ético, honesto y con respeto hacia las personas, leyes y normas.

##### Innovación

Formamos profesionales con imaginación, ingenio y capacidad creadora, para que sean capaces de generar soluciones a las necesidades y problemas en nuestros respectivos campos de aplicación.

##### Disciplina

Formamos profesionales que se esfuerzan y perseveran por alcanzar sus metas de manera eficiente, con observancia de las normas y reglamentos de nuestra Institución.

#### **1.2.1.5. Política de calidad**

Nuestro compromiso es promover la mejora continua de la calidad del nivel académico de los docentes, de los estudiantes, del plan de estudios y brindar la formación profesional competente que contribuya al bien común de la sociedad.

### **1.3. Curso Seminario de Investigación**

El curso Seminario de Investigación representa una guía para que el estudiante llegue a preparar un proyecto de fin de carrera o trabajo de graduación, tanto bajo la forma tradicional como del ejercicio profesional supervisado.

#### **1.3.1. Reseña y definición del curso**

Este curso está basado en una propuesta innovadora sobre la técnica del seminario, aplicando una metodología científica basada en la investigación fortaleciendo la búsqueda de soluciones a problemas dentro del ámbito institucional y social. Los estudiantes que ingresan a este curso, deben tener el objetivo personal de completar durante el presente semestre a lo sumo el próximo semestre los cursos de su carrera.

Fue creado bajo el punto sexto inciso 6.6 del acta 22-2009 y 37-2010 según resolución de Junta Directiva teniendo como objetivo brindar los elementos fundamentales para que el estudiante pueda definir y estructurar su proyecto de trabajo de graduación, con una metodología acorde a sus intereses, línea de acción y parámetros normalizados. Se define como requisito

para cursar el mismo de 200 créditos obtenidos para carreras simples y 250 créditos para carreras combinadas

#### **1.4. Metodología de Investigación**

Contiene la descripción y argumentación de las principales decisiones metodológicas adoptadas según el tema de investigación y las posibilidades del investigador.

##### **1.4.1. Conceptos básicos**

Para el mejor entendimiento se describen los conceptos básicos relacionados al proceso de investigación.

##### **1.4.1.1. Investigación científica**

La investigación científica se define como la serie de pasos que conducen a la búsqueda de conocimientos mediante la aplicación de métodos y técnicas; obteniendo en este proceso conocimientos.

El método científico indica el camino que se ha de transitar en esa indagación y las técnicas precisan la manera de recorrerlo.

##### **1.4.1.1.1. Importancia**

La investigación nos ayuda a mejorar el estudio permitiendo establecer contacto con la realidad a fin de que la conozcamos mejor. Constituye un estímulo para la actividad intelectual creadora ya que ayuda a desarrollar una



curiosidad creciente acerca de la solución de problemas, además, contribuye al progreso de la lectura crítica.

La investigación es esencial en el proceso del conocimiento, porque no basta con percibir. Es necesario comprender y explicar, para poder predecir.

#### **1.4.1.1.2. Objetivo**

La investigación científica tiene como objetivo conocer hechos, fenómenos; y formular hipótesis encontrando así respuestas a determinadas interrogantes sobre la investigación.

Mediante la formulación de hipótesis se inicia, reformula o reenfoca una teoría; resolviendo así un problema y mejorando la situación proporcionando la información sobre la cual se basan dichas teorías.

#### **1.4.1.1.3. Proceso**

La investigación científica es un proceso, término que significa dinámico, cambiante y continuo. Este proceso está compuesto por una serie de etapas, las cuales se derivan unas de otras. Por ello al llevar a cabo un estudio o investigación no podemos omitir etapas.

Aunque la investigación nunca termina de forma definitiva, sí se distinguen determinados ciclos reiterativos en el proceso de indagación, cada ciclo se resume en cuatro grandes etapas en el proceso de investigación:

- a. Construcción del problema;
- b. Realización del diseño de investigación;

- c. Actividad de recolección de los datos;
- d. Análisis e interpretación de resultados.

Construir un problema es comprender la forma en que opera algún aspecto de la realidad o de una teoría hasta entonces oscura o incongruente. Clarificar, definir lo que ocurre, es la tarea de construir un problema. Cuando el investigador define el problema, cuenta con suficiente información para proponer una solución y resolverlo.

De acuerdo con las características del problema, el investigador elige y redacta un diseño para su estudio sistemático. El tipo de diseño depende esencialmente del problema que se estudie, de los conocimientos sobre el problema y de la experiencia del investigador.

Después de definir y planificar el diseño se pone en práctica la investigación con la finalidad de recolectar datos que permitan resolver el problema. Es posible que el propósito de recolectar datos sea apoyar una o más hipótesis planteadas con anterioridad, los instrumentos de recolección deben medir o seleccionar la información para la cual fueron diseñados (validez) y deben extraer el mismo tipo de datos cuantas veces sean aplicados (confiabilidad).

Una vez recolectada la información se debe de organizar y analizar. El análisis está determinado por el objetivo que pretende la investigación. El tipo de datos y objetivos que se persigan determinarán las técnicas a utilizar. El resultado del contraste entre lo que se esperaba y lo que se obtuvo se denominará interpretación de datos.

Cuando se termina una investigación se busca publicarla, que implica sujetarse a las convenciones científicas, es decir, conocer la forma en que se acostumbra presentar los resultados de un estudio con la finalidad de que otros estudios lo comprendan.

#### **1.4.1.1.4. Preguntas de investigación**

Además de definir los objetivos concretos de la investigación, es conveniente plantear a través de una o varias preguntas, según sea el caso, el problema que se estudiará. Plantear el problema de investigación en forma de preguntas tiene la ventaja de presentarlo de manera directa, minimizando la distorsión que se puede crear dentro de la investigación

Desde luego, no siempre en la pregunta o preguntas se comunica el problema en su totalidad, con toda su riqueza y contenido. A veces solamente el propósito del estudio es formulado aunque la pregunta o preguntas deben resumir lo que habrá de ser la investigación. No hay una forma correcta de expresar todos los problemas de investigación, pues cada uno de ellos requiere un análisis particular. Las preguntas generales deben aclararse y delimitarse para esbozar el área o problema y sugerir actividades pertinentes para la investigación.

Las preguntas pueden ser más o menos generales, pero en la mayoría de los casos es mejor que sean más precisas. Desde luego, hay macro estudios que investigan muchas dimensiones de un problema y que inicialmente pueden plantear preguntas más generales. Sin embargo, casi todos los estudios (particularmente las tesis) tratan de cuestiones más específicas y limitadas.

#### **1.4.1.1.5. Informe de investigación**

Más allá de la modalidad específica que pueda adoptar el informe (tesis, memoria, ponencia, conferencia, artículo de revista, etc.), como vehículo de comunicación de los resultados de una investigación, el mismo debe dar cuenta de cuál ha sido el proceso de investigación y todas sus implicaciones en cuanto a método, instrumentos, sujetos, etc.

Para precisar dicho proceso, prácticamente la mayoría de los autores preocupados por estos temas vienen a coincidir en torno a cuatro macro apartados del informe con características específicas propias:

- Marco conceptual
- Marco metodológico
- Resultados
- Discusión- Conclusiones

Su contenido debe estar organizado cuidadosamente y escrito de forma concisa. Un informe bien organizado incluye el desarrollo lógico de las ideas y conduce a unas conclusiones también lógicas. Por tanto, se exige un análisis y un sistema ordenado al igual que al propio proceso de investigación del cual va a ser un fiel reflejo.

#### **1.4.1.2. Tipos de investigación**

El tipo de investigación, independientemente del objeto al que se aplique, tiene como objetivo solucionar problemas.

#### **1.4.1.2.1. Exploratoria**

Se efectúan, normalmente, cuando el objetivo es examinar un tema o problema de investigación poco estudiado o que no ha sido abordado antes. Los estudios exploratorios nos sirven para aumentar el grado de familiaridad con fenómenos relativamente desconocidos, obtener información sobre la posibilidad de llevar a cabo una investigación más completa sobre un contexto particular de la vida real, investigar problemas del comportamiento humano que consideren cruciales los profesionales de determinada área, identificar conceptos o variables promisorias, establecer prioridades para investigaciones posteriores o sugerir afirmaciones verificables.

Esta clase de estudios son comunes en la investigación del comportamiento, sobre todo en situaciones donde hay poca información ya que estos no intentan dar explicación respecto del problema, sino sólo recoger e identificar antecedentes generales, números y cuantificaciones, temas y tópicos respecto del problema investigado, sugerencias de aspectos relacionados que deberían examinarse en profundidad en futuras investigaciones.

#### **1.4.1.2.2. Descriptiva**

Buscan especificar las propiedades importantes de personas, grupos, comunidades o cualquier otro fenómeno que sea sometida. Miden o evalúan diversos aspectos, dimensiones o componentes del fenómeno o fenómenos a investigar.

En un estudio descriptivo selecciona una serie de cuestiones y se mide cada una de ellas independientemente, para describir lo que se investiga, llegando a conocer las situaciones, costumbres y actitudes predominantes a

través de la descripción exacta de las actividades, objetos, procesos y personas. Su meta no se limita a la recolección de datos, sino a la predicción e identificación de las relaciones que existen entre dos o más variables.

#### **1.4.1.2.3. Correlacional**

Este tipo de investigación miden dos o más variables que pretenden ver si están o no relacionadas en los mismos sujetos y después se analiza la correlación persigue fundamentalmente determinar el grado en el cual las variaciones en uno o varios factores son concomitantes con la variación en otro u otros factores dentro de una investigación.

Persigue fundamentalmente determinar el grado en el cual las variaciones en uno o varios factores son concomitantes con la variación en otro u otros factores, siendo el indicado en situaciones complejas en que importa relacionar variables, pero en las cuales no es posible el control experimental.

Este tipo de investigaciones se utilizan comúnmente en la determinación de grados de satisfacción, rangos de ingreso, grados de satisfacción, etc. Dentro de grupos de estudio en donde existe alguna variación o correlación.

#### **1.4.1.2.4. Explicativa**

Este tipo de investigaciones están dirigidas a responder a las causas de los eventos físicos o sociales. Su interés se centra en explicar por qué ocurre un fenómeno y en qué condiciones se da éste, o por qué dos o más variables están relacionadas, estableciendo una relación causa- efecto comprobando por este método las hipótesis causales, por ello busca describir las causas que

originan el problema o comportamiento; apoyándose en leyes y teorías para tratar de comprender la realidad o el porqué de los hechos.

## 2. DESCRIPCIÓN TÉCNICA DEL MANUAL

### 2.1. Planificación y sistemas de evaluación

El curso Seminario de Investigación es impartido dos veces por semana según el horario establecido por la Facultad de Ingeniería, de los 32 períodos (aproximados) de 50 minutos cada uno, se dedican 15 períodos a la impartición de clase magistral donde se presentan los temas siguientes:

Etapa 1 (ver figuras 2 y 6 al final del capítulo)

- Explicación del contenido, propósito del curso y forma de evaluación. (1 período)
- Definición de los conocimientos básicos de investigación científica, sus tipos y características. (1 período)
- Planteamiento del problema a investigar, Objetivos de la investigación. Justificación de la investigación. (2 períodos)
- Pre autorización y defensa del tema de tesis. (1 período)

Etapa 2 (ver figura 3 al final del capítulo)

- Marco teórico y metodológico: antecedentes, justificación, importancia, planteamiento, alcances, límites objetivos, hipótesis, variables/indicadores, operación de las variables. (8 períodos)

Etapa 3 (ver figura 4 al final del capítulo)

- Antecedentes y fuentes de información. (1 período)
- Reporte o presentación de los resultados obtenidos. (1 período)



Los 17 períodos restantes se dedicarán a trabajar con grupos de 10 estudiantes, atendiendo a 2 grupos por sesión, para darle a cada estudiante una atención más personalizada y medir de manera objetiva el avance del trabajo de investigación.

### **2.1.1. Programa del curso**

El curso Seminario de Investigación de acuerdo a su finalidad requiere de trabajo teórico – práctico en donde cada sesión de clase magistral o trabajo se apliquen los conocimientos adquiridos en la realización de la investigación realizada, por lo cual el programa plantea actividades para cada sesión.

## **CONTENIDO PROGRAMÁTICO Y CALENDARIZACIÓN**

### **UNIDAD 1: ETAPA INICIAL**

- ¿Qué es el Seminario de Investigación?
- La investigación científica en la ingeniería y sus componentes
- Elementos y componente de una propuesta, un anteproyecto y un proyecto de investigación.
- Procedimientos experimentales y metodológicos (secuencia metodológica, coherencia metodológica y pertinencia metodológica)

### **UNIDAD 2: ETAPA DE CONTEXTUALIZACIÓN: DISEÑO**

- Selección y definición del tema de investigación
- Conceptualización del problema de investigación
- Objetivos de la investigación
- Marco de referencia
- Hipótesis de trabajo
- Justificación del estudio

- Bosquejo de temas
- Cronograma de trabajo
- Presupuesto

### **UNIDAD 3: HERRAMIENTAS PARA LA PRESENTACIÓN DEL INFORME TÉCNICO**

- Guía para la presentación de informes científicos y técnicos
- Guía para la redacción de trabajos de graduación e informes académicos
- Guía para la presentación de trabajos en la modalidad del ejercicio profesional supervisado

### **UNIDAD 4: ETAPA DE EJECUCIÓN: DESARROLLO**

- Recolección y procesamiento de la información
- Información: materia prima para la investigación
- Tabulación, ordenamiento y procesamiento de la información
- Presentación de los resultados
- Análisis de los resultados
- Conclusiones

#### **2.1.2. Distribución de entrega de fases**

Las fases se trabajan de la siguiente manera:

Etapa 1 (ver figura 2 al final del capítulo)

- Propuesta del tema: debe incluir una descripción del problema, de la solución propuesta y la metodología que se usará. Se entrega la cuarta semana.

Etapa 2 (ver figura 3 al final del capítulo)

- Descripción del Marco Teórico que usará el estudiante como fundamento de su investigación. Se entrega la sexta semana.
- Descripción del Marco Metodológico que usará el estudiante. Se entrega la octava semana.

Etapa 3 (ver figuras 4 y 7 al final del capítulo)

- Presentación de la solución al problema planteado. Debe incluir el análisis cuantitativo y cualitativo respectivo. Se entrega la décima semana.
- Entrega del Diseño de Investigación: se incluye el bosquejo del trabajo de graduación y los requisitos conexos (Carta de aprobación de defensa de tema de tesis, carta del asesor, carta de la empresa y carta de seguimiento del curso).

Etapa 4 (ver figuras 5 al final del capítulo)

- Entrega del primer capítulo de la tesis la décimo segunda semana.
- Entrega del segundo capítulo de la tesis la décimo tercera semana.

#### **2.1.2.1. Formulación de capítulos**

Los capítulos estarán establecidos de manera que en el primer capítulo se presenten los antecedentes de la institución o lugar a desarrollar complementado por los conceptos generales y básicos dentro del trabajo de graduación; en el segundo capítulo se describirá detalladamente el problema o proyecto a trabajar; en el tercer capítulo se describirá la forma en cómo se solucionara el planteamiento del problema; seguido del cuarto capítulo que mostrará la implementación y los resultados obtenidos, seguido del quinto capítulo que constituirá los planes de seguimiento y mejora del sistema de solución.

### **2.1.3. Evaluación**

Distribución de la nota

Considerando el Normativo de Evaluación y Promoción del estudiante de pregrado de la Facultad de Ingeniería, la nota del curso de Seminario de Investigación se distribuirá de la siguiente manera:

Determinación del modelo de investigación y Tema de Investigación	10 pts.
Descripción del problema, su solución y metodología (Marco Teórico, metodológico y propuesta de solución)	20 pts.
Protocolo de tesis	15 pts.
Talleres del curso	35 pts.
Total de la zona del curso	75 pts.
Entrega Final (incluyendo los capítulos 1 y 2)	25pts.
Nota de promoción	100 pts.

#### **2.1.3.1. Criterios de evaluación de fase**

Las estrategias de evaluación estarán definidas bajo dos estrategias:

- **Formativa:** el alumno realiza las actividades propuestas, reflexiona acerca de los resultados obtenidos y compara con las de los compañeros; considera la retroalimentación del asesor acerca del producto de las actividades aclarando las dudas.

- Sumativa: las evaluaciones serán de forma teórica considerando la aplicación de los conceptos generales de la manera más objetiva posible y en módulos prácticos en donde se realizarán pruebas y ejercicios integrales que podrán ser de selección múltiple, completación o desarrollo.

#### **2.1.4. Talleres del curso**

Dentro del desarrollo del curso se imparten talleres que ayudarán al estudiante con la realización del trabajo de graduación como se describe a continuación, incluyendo una propuesta para la impartición de un taller sobre investigación y método científico.

##### **2.1.4.1. Normativo de los talleres**

Los talleres constituyen de la impartición y enseñanza de herramientas técnicas a los estudiantes para facilitar el proceso del trabajo de graduación, estos talleres son administrados por el departamento de lingüística, los cuales tienen como normas la asistencia a las cuatro sesiones con las que cuenta cada uno de ellos de dos horas cada uno y la aprobación de ellos con el 61% de la nota según los criterios de evaluación del profesional a cargo de curso.

##### **2.1.4.2. Redacción**

Se imparte para auxiliar al estudiante en los lineamientos de redacción y faciliten el trabajo de graduación, incluye dentro de su contenido el uso correcto del lenguaje, la construcción lógica de oraciones y párrafos, pasos de redacción y elementos de la escritura. Para así obtener un orden y coherencia dentro de la escritura.

#### **2.1.4.3. Ortografía**

El taller describe las normas ortográficas relacionadas en el uso correcto de las letras, mayúsculas, cantidades, abreviaturas, acentuación, puntuación, elementos básicos de gramática y la sintaxis.

#### **2.1.4.4. ¿Cómo hablar en público?**

La principal finalidad de este taller es la realización de ejercicios o tareas prácticas para lograr el objetivo de hablar en público, y por eso se dedicara la mayor parte del tiempo a la parte práctica. Se enseñara una apropiada comunicación verbal y no verbal, las estructuras de intervención (discurso) y técnicas de mejora (anotación de ideas clave, utilización de esquemas)

#### **2.1.4.5. ¿Cómo presentar proyectos?**

Se desarrollarán técnicas de redacción de proyectos, que incluirá la presentación del proyecto dando a conocer el título, introducción, fundamentación, ámbito, objetivos, metodología, recursos y evaluación del mismo. Utilizando elementos técnicos como gráficas, diapositivas, esquemas, etc.

#### **2.1.4.6. Taller sobre investigación y método científico**

Constituye la impartición de un taller de análisis y discusión de casos, todas estrategias que buscan guiar el desarrollo de trabajos de investigación y fomentar la comunicación de los resultados a través de la participación en diversas actividades enfatizando los pasos del método científico y la investigación.

## **2.2. Líneas de investigación EIME**

La Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial por medio de las coordinaciones de área a planteado las líneas de investigación para la realización del trabajo de graduación que se describen a continuación.

### **2.2.1. Robótica**

Es una ciencia o rama de la tecnología, que se dedica al estudio del diseño y construcción de máquinas capaces de desempeñar tareas realizadas por el ser humano o que requieren el uso de su inteligencia.

Por medio de la robótica se permite concebir, realizar y automatizar sistemas basados en estructuras mecánicas poli- articulada, dotado de un determinado grado de inteligencia y destinado a la producción industrial o la sustitución del hombre en muy diversas tareas aumentando la eficiencia en muchos procesos.

La gama de investigación enfocada en la robótica abre una nueva y decisiva etapa en el actual proceso de mecanización y automatización creciente de los procesos de producción el cual consiste en la sustitución de máquinas o sistemas automáticos que realizan operaciones concretas abarcando diversos trazos físicos y funcionales en la estructura mecánica, por dispositivos mecánicos que realizan operaciones concretas, por dispositivos mecánicos de uso general, los cuales son capaces de adaptarse a la automatización de un número muy variado de procesos y operaciones mediante la utilización de nuevas estructuras mecánicas y de nuevos métodos de control y percepción.

### **2.2.2. Mercado eléctrico**

La creación de los mercados eléctricos tiene como objetivo incrementar la calidad del suministro de energía, la mejora del medio ambiente y hacer que los precios se autorregulen en un mercado libre.

El mercado eléctrico funciona mediante la creación de empresas que fabrican electricidad que hacen ofertas de venta de determinadas cantidades de electricidad a determinado precio, para cada una de las horas del día. Al mismo tiempo, los consumidores hacen ofertas de compra.

La suma de las ofertas de compra configura una curva de demanda. Para cubrirla, se eligen las ofertas de venta más baratas, hasta satisfacer toda la demanda. El precio de la electricidad será el de la última oferta.

El mercado se regula mediante operadores, el operador del mercado se encarga de la elaboración del programa diario de funcionamiento del sistema, casando las ofertas y las demandas que le llegan; el operador del sistema garantiza la continuidad y la seguridad del suministro y la Comisión del Sistema Eléctrico protege los intereses de los consumidores y vela por la transparencia de todo el sistema.

### **2.2.3. Telecomunicaciones**

Abarca todas las formas de comunicación a distancia, toda transmisión, emisión o recepción de signos, señales, datos, imágenes, voz, sonidos o información de cualquier naturaleza que se efectúa a través de cables, radioelectricidad, medios ópticos, físicos u otros sistemas electromagnéticos conformando uno de los más grandes sectores industriales del mundo.



La función del estudio y aplicación de las telecomunicaciones es analizar las propiedades físicas de la línea o medio de comunicación y las propiedades estadísticas del mensaje a fin de diseñar los mecanismos de codificación y decodificación más apropiados. Cuando los sistemas están diseñados para comunicar a través de los órganos sensoriales humanos (principalmente vista y oído), se deben tener en cuenta las características psicológicas y fisiológicas de percepción humana. Esto tiene importantes implicaciones económicas y el ingeniero investigará que defectos pueden ser tolerados en la señal sin que afecten excesivamente a la visión o audición, basándose en conceptos como el límite de frecuencias detectables por los órganos sensoriales humanos.

#### **2.2.4. Instrumentación y automatización industrial**

Comprende las principales técnicas, métodos de medición y actuación en procesos industriales para comprender y elaborar diagramas de canalización e instrumentación.

Se usaran instrumentos que servirán para medir, controlar o registrar variables de un proceso con el fin de optimizar los recursos utilizados en este, permitiendo grandes avances tecnológicos en la automatización dentro de los procesos industriales; ya que la automatización solo es posible a través de elementos que puedan censar lo que sucede en el ambiente para tomar una acción de control.

#### **2.2.5. Riesgo eléctrico y sus normas**

Se denomina riesgo eléctrico al riesgo originado por la energía eléctrica, dentro de este tipo de riesgo se incluyen los siguientes:

Choque eléctrico por contacto con elementos en tensión (contacto eléctrico directo), o con masas puestas accidentalmente en tensión (contacto eléctrico indirecto), quemaduras por choque eléctrico, o por arco eléctrico. Caídas o golpes como consecuencia de choque o arco eléctrico. Incendios o explosiones originados por la electricidad.

Los principales factores que influyen en el riesgo eléctrico son:

- La intensidad de corriente eléctrica.
- La duración del contacto eléctrico.
- La impedancia del contacto eléctrico, que depende fundamentalmente de la humedad, la superficie de contacto y la tensión y la frecuencia de la tensión aplicada.
- La tensión aplicada. En sí misma no es peligrosa pero, si la resistencia es baja, ocasiona el paso de una intensidad elevada y, por tanto, muy peligrosa. La relación entre la intensidad y la tensión no es lineal debido al hecho de que la impedancia del cuerpo humano varía con la tensión de contacto.
- Frecuencia de la corriente eléctrica. A mayor frecuencia, la impedancia del cuerpo es menor. Este efecto disminuye al aumentar la tensión eléctrica.
- Trayectoria de la corriente a través del cuerpo. Al atravesar órganos vitales, como el corazón pueden provocarse lesiones muy graves.

Los normativos siguen las responsabilidades antes de operación, durante la operación, posterior a la operación de manera de evitar accidentes en el trabajo; mediante de la investigación y estudio dentro de esta línea de investigación se plantean proyectos de mejora o implementación para disminuir los riesgos y probables accidentes.

### **2.2.6. Normativas para instalaciones a prueba de explosión**

Las normas son necesarias debido al creciente uso de artefactos y equipos eléctricos en lugares donde la atmósfera presenta signos de peligrosidad, se hace necesario desarrollar elementos y técnicas que aseguran su uso sin peligro de posibles accidentes en los lugares mencionados ni daños en las instalaciones y determinar claramente los diferentes tipos de ambientes y clasificarlos según los elementos que componen su atmósfera

Las zonas peligrosas se van a definir como aquellas en las que pueden producirse deterioro en las instalaciones debido a la explosión o ignición de vapores, líquidos, gases y polvos, debido a ataques de productos químicos o a propagación de fuego, de mezclas de elementos contenidos en la atmósfera.

### **2.2.7. Energías renovables**

Se busca el desarrollo de las fuentes de abastecimiento de la energía renovable que respetan el medio ambiente. Lo que no significa que no ocasionen efectos negativos sobre el entorno, pero éstos son infinitamente menores si los comparamos con los impactos ambientales de las energías convencionales evitando el impacto ambiental en la generación de electricidad de las energías convencionales que es 31 veces superior al de las energías renovables.

### **2.2.8. Eficiencia energética**

Se puede definir como la reducción del consumo de energía manteniendo los mismos servicios energéticos, protegiendo el medioambiente, asegurando el abastecimiento y fomentando un comportamiento sostenible en su uso.

La importancia de este tema es debido a que la energía se obtiene a partir de las fuentes de energía y las cantidades disponibles que son los recursos energéticos son de carácter limitado o ilimitado lo que permite diferenciarlas y valorarlas en términos de sostenibilidad y el consumo energético sigue creciendo, con zonas del planeta en pleno desarrollo demandando su equiparación energética con el mundo desarrollado.

Se deberán identificar las diferentes fases tanto del ciclo energético desde su captación, transformación, transporte, almacenaje, uso y gestión de residuos como del proceso constructivo global, planificación, diseño, aplicación para la fabricación y obtención de materiales, elección de las instalaciones, mantenimiento de los productos, desmantelamiento, etc.

### **2.2.9. Metrología y calidad energética**

Se estudiarán las medidas eléctricas de cómo el voltaje, la intensidad de corriente, resistencia impedancia, etc. Que se podrán constituir en tres divisiones: tiempo y frecuencia, mediciones electromagnéticas y termometría.

La metrología constituye la infraestructura de la calidad la cual se comprobara mediante estudios tecno-económicos que garantizaran que se realicen bien las actividades dentro de las líneas eléctricas de instalación, producción y distribución.

#### **2.2.10. Análisis, modelación, simulación, operación y control de sistemas eléctricos de potencia en estado estable y dinámico**

Los sistemas de potencia constituyen todo el recorrido desde su generación hasta su entrega final. El sistema de potencia se encuentra dividido en 4 partes fundamentales como lo son: generación, transmisión, sub-transmisión y distribución; así pues siendo estos los cuatro aspectos fundamentales se trabajará la modelación, simulación, operación y control dentro de todo el recorrido y generación de potencia.

#### **2.2.11. Estudios de estabilidad en sistemas eléctricos de potencia (transmisión y distribución), modelación y simulación**

Por medio de esta línea de investigación se brindarán las herramientas que posibilitan la comprensión del comportamiento dinámico de los sistemas eléctricos de potencia. En particular modelando la red de potencia y los principales componentes, simular computacionalmente la conducta dinámica del sistema, analizar diferentes fenómenos dinámicos (estabilidad transitoria, estabilidad en pequeña señal, etc.) y estudiar acciones correctivas.

#### **2.2.12. Análisis económico en sistemas eléctricos de potencia (transmisión y distribución) y mercados eléctricos**

Los sistemas de potencia constituyen sistemas de transmisión interconectados, por medio del estudio económico de transmisión y distribución se buscará ampliar los sistemas de distribución de potencia alcanzando una alta eficiencia y expandir el mercado eléctrico.

### **2.2.13. Planificación de la expansión de sistemas eléctricos de potencia y sistemas de generación**

Se presentan las características generales de un modelo de planificación de la expansión del sistema eléctrico de generación con criterios de acotamiento de riesgo.

Cada plan de expansión define el tipo de tecnología que deberá instalarse, así como el año de instalación, el tamaño de la unidad y su localización dentro de una red eléctrica a desarrollar.

### **2.2.14. Optimización aplicada a la Ingeniería Eléctrica**

Busca plantear técnicas de optimización en base a las variables y parámetros que se dan dentro de los sistemas eléctricos describiendo un funcionamiento factible y así proponer, definir e implementar la mejor manera de suministrar o generar los sistemas de operación eléctrica.

### **2.2.15. Análisis, modelación, simulación, operación y control de máquinas eléctricas, aplicación de accionamientos basados en control digital y de electrónica de potencia**

La línea de investigación desarrolla conocimientos científico-tecnológicos en torno a los sistemas basados en la Electrónica de Potencia aplicados al control de la energía eléctrica en las máquinas, realizando actividades investigadoras en los siguientes campos:

- Aplicación de los nuevos componentes electrónicos de potencia.
- Desarrollo de nuevas topologías de convertidores electrónicos.

- Desarrollo de dispositivos de mejora de la calidad de suministro conectados a la red de media tensión.
- Estudio de la problemática de coordinación de los componentes eléctrico-electrónicos en el marco de la Generación Distribuida.

#### **2.2.16. Normativa ANSI/IEEE e IEC aplicable a sistemas eléctricos de potencia, (transmisión y distribución), máquinas eléctricas y aplicaciones industriales**

Desarrollara los estándares establecidos para las prácticas de la ingeniería eléctrica aplicada transmisión y distribución de potencia por medio de los sistemas planteados para estas tareas.

Se aplicarán los estándares correctos al funcionamiento en las máquinas eléctricas planteando sistemas de mejora en el funcionamiento de las mismas pudiendo diseñar nuevas maquinas o procesos dentro de los sistemas de potencia dentro de una aplicación industrial.

#### **2.2.17. Análisis, modelación y simulación de transitorios electromagnéticos usando ATP-EMTP**

Se analizan los simuladores análogos o digitales para análisis de transitorios electromagnéticos en sistemas de potencia buscando siempre la confiabilidad y flexibilidad actuando y regulándonos bajo la técnica de variables de estado, el método de modelación de líneas de transmisión y el uso de programas de estabilidad transitoria

### **2.2.18. Electrificación de zonas rurales aisladas (consideraciones técnica, económicas y regulatorias)**

Se plantean sistemas de distribución de la energía eléctrica dentro de comunidades donde no se cuente con distribución de la misma considerando los aspectos técnicos y estándares establecidos en el abastecimiento y colocación de las líneas de distribución.

### **2.2.19. Integración energética regional**

Se desarrollan las bases de la integración energética planteando la optimización de los sistemas, el estudio de los mercados, las regulaciones institucionales y las características técnicas y especificaciones de los productos de la canasta energética.

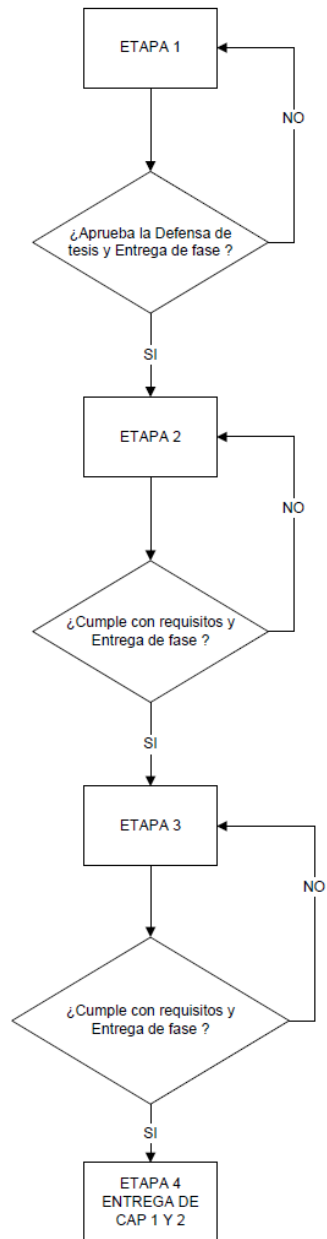
### **2.2.20. Generación distribuida renovable**

Se plantean planes para avanzar hacia un sistema energético sostenible por medio del impulso de la innovación, la eficiencia energética, los sistemas de aprovechamiento de energías renovables y la incorporación de tecnologías energéticas avanzadas.

Se estudiará la generación, almacenamiento y administración de los recursos energéticos en los lugares de consumo, para satisfacer las necesidades de los usuarios con mayor calidad, confiabilidad y eficiencia que las asociadas a la generación centralizada.

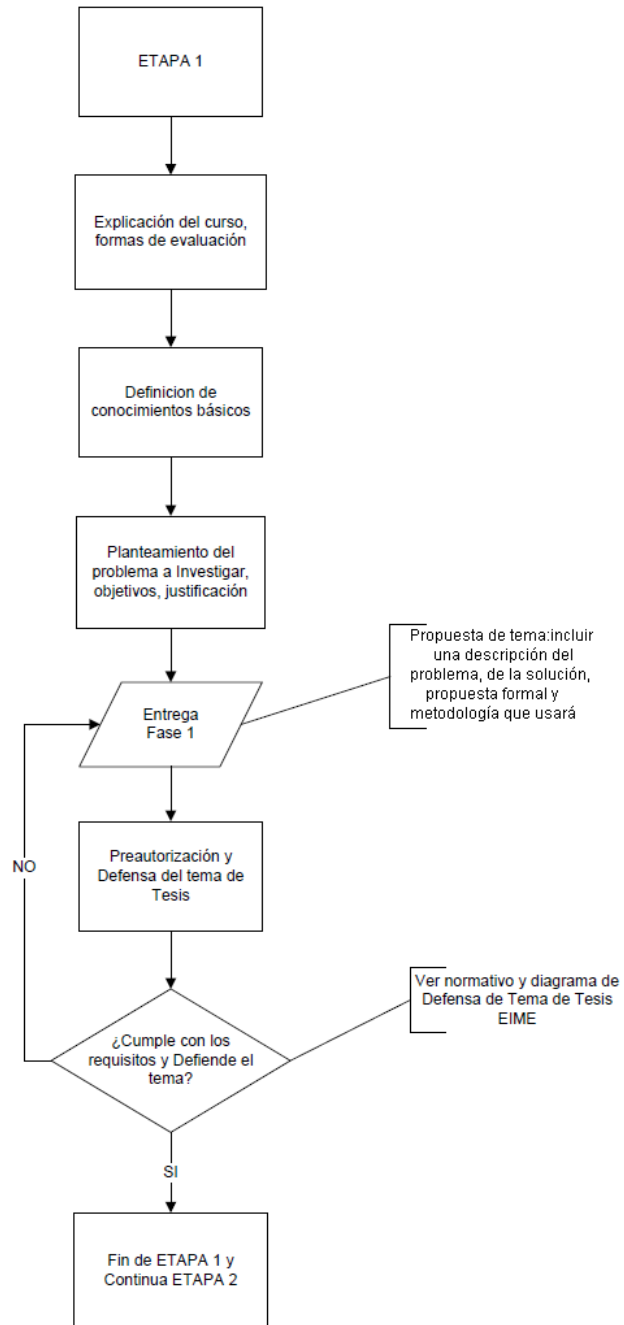


Figura 1. Diagrama de flujo principal de planificación Seminario de investigación



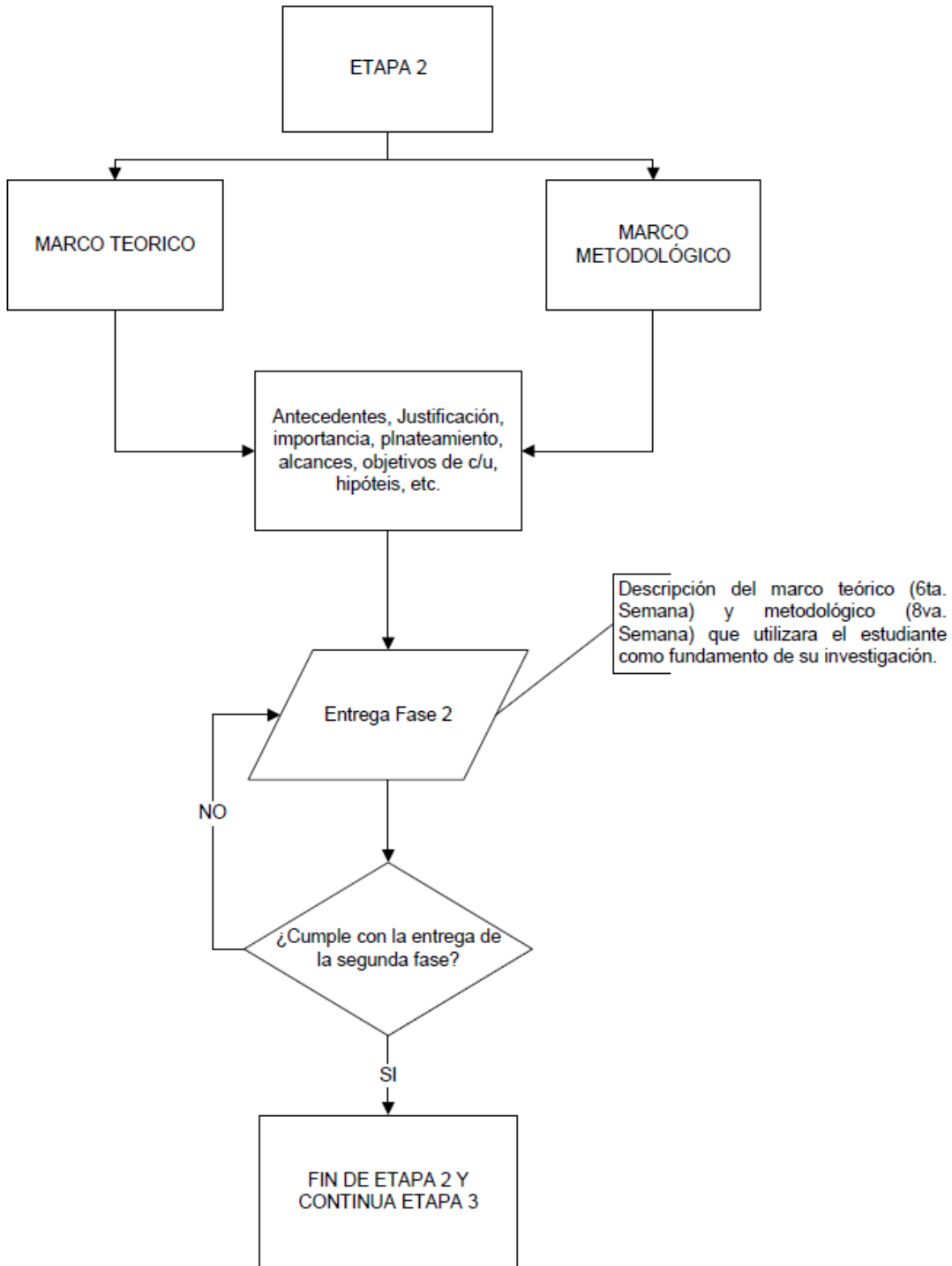
Fuente: elaboración propia.

Figura 2. Diagrama de flujo etapa 1 Seminario de investigación



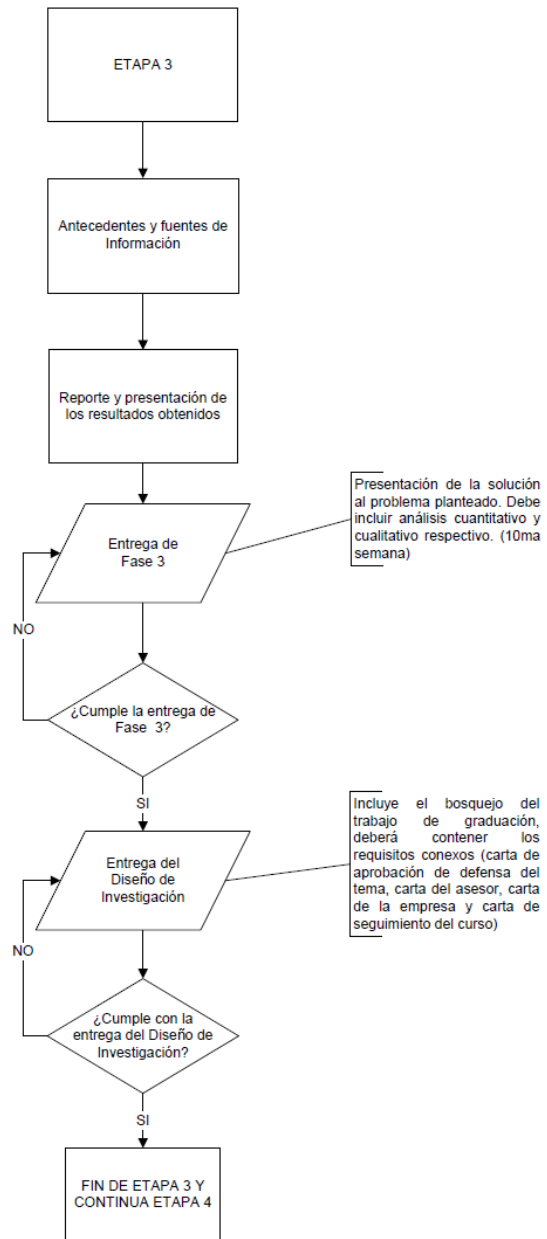
Fuente: elaboración propia.

Figura 3. Diagrama de flujo etapa 2 Seminario de investigación



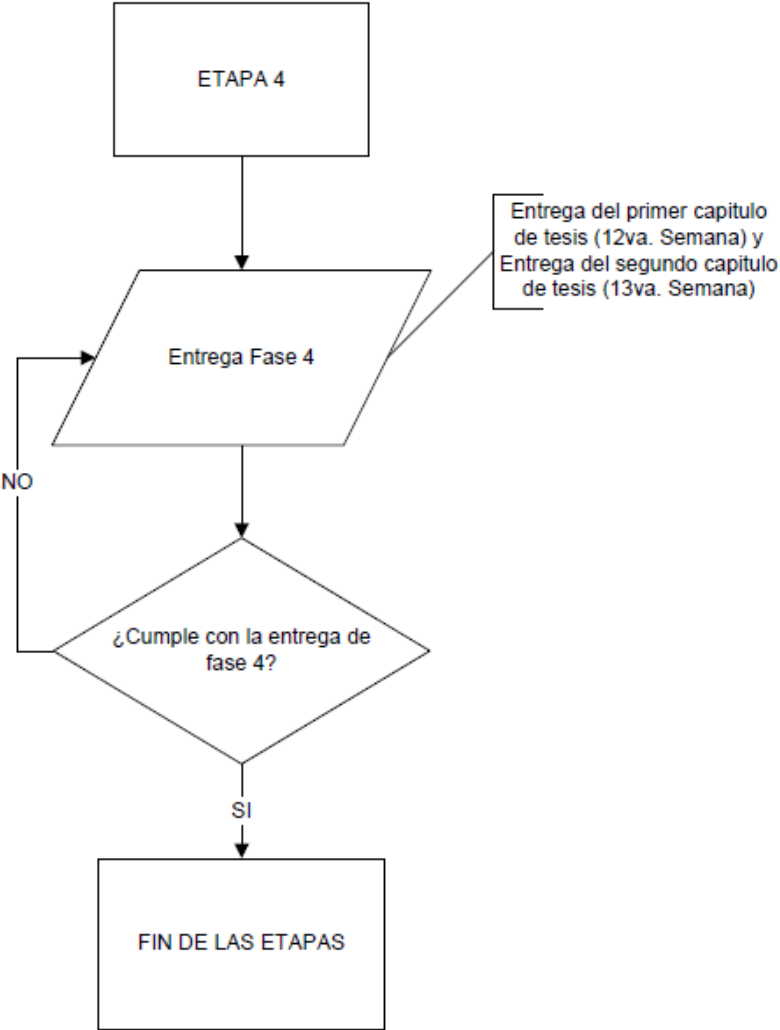
Fuente: elaboración propia.

Figura 4. Diagrama de flujo etapa 3 Seminario de investigación



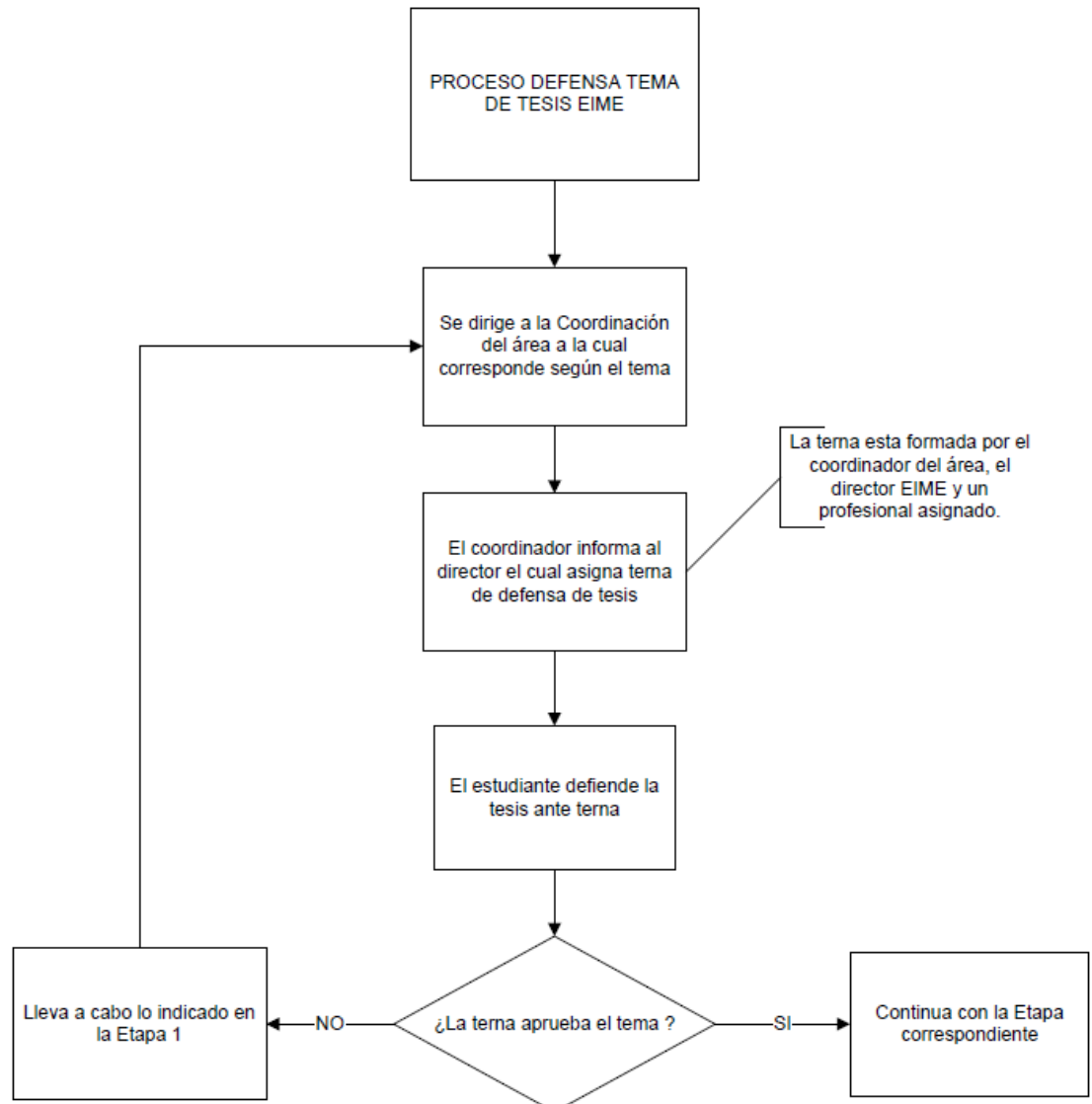
Fuente: elaboración propia.

Figura 5. Diagrama de flujo etapa 4 Seminario de investigación



Fuente: elaboración propia.

Figura 6. Diagrama de flujo Etapa de defensa de tema de tesis



Fuente: elaboración propia.

Figura 7. **Modelo de ficha de seguimiento Seminario de investigación EIME**



**MODELO DE FICHA DE SEGUIMIENTO SEMINARIO DE INVESTIGACION EIME**

Nombre: \_\_\_\_\_

Carnet: \_\_\_\_\_ Sección: \_\_\_\_\_

**ENTREGA DE FASES**

Debera de cumplir con la entrega de todas las fases para la aprobación del curso adjuntando las constancias de los talleres del curso.

ETAPAS	Entregó	No entregó	Nota
Etapa 1			
Defensa de tesis			
Etapa 2			
Etapa 3			
Etapa 4			

Vo. Bo. Catedrático : \_\_\_\_\_

Vo. Bo. Asesor (a) : \_\_\_\_\_

Esta ficha de seguimiento es de uso interno para el curso "Seminario de Investigación" y no exime la redacción de las cartas que determine el reglamento de Trabajos de Graduación.

Fuente: elaboración propia.

### **3. PROPUESTA DE DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA**

Se presenta la propuesta de desarrollo de la investigación científica como parte de la principal herramienta en la realización del trabajo de graduación ya que constituye la descripción de las fases que se deben de llevar a cabo para la resolución del argumento que es planteado dentro de la aplicación de la ingeniería para que sea resuelto.

#### **3.1. Elementos**

Describe las etapas de la investigación científica que se deben de llevar a cabo para la consecución en la realización del trabajo de graduación.

##### **3.1.1. Planteamiento del problema**

La etapa de formalización del problema en la investigación es la más importante dentro del proceso debido a que en esta se define el curso que seguirá la investigación en las fases sucesiva.

Se profundizará y desarrollará un estudio bibliográfico del mismo estructurando de mejor manera de idea de la investigación. Se deben de plantear estrategias para resolver el tema de la mejor manera con el menor tiempo y recursos materiales y humanos posibles. Para lograr definir el problema de investigación basándonos en la línea de estudio la cual seguimos se hacen necesarias la resolución de las siguientes cuestionantes:



- ¿Cuál es el problema? Consiste en identificarlo, plantearlo y delimitarlo.
- ¿Cuáles son los datos y elementos del problema? Expresa con claridad el problema dimensionando sus componentes, variables o dimensiones.
- ¿Qué se ha dicho del problema? Referencias bibliográficas del tema o cuestiones anexas.
- ¿Cuáles son las relaciones entre los diferentes aspectos del problema? Se traducen las preguntas con las que formularemos el problema en las variables o argumentos susceptibles de verificación empírica y científica.
- ¿Está suficientemente definido? Se definirá claramente el alcance que se le dará a los términos que definen el problema.
- ¿Qué solución se busca? Se determinará la finalidad de la investigación.

El planteamiento del problema definirá, delimitará y justificará el desarrollo de la investigación científica dentro de la línea a seguir en la cual se aplicará la ingeniería para la resolución del problema planteado dentro de la misma.

### **3.1.1.1. Criterios del planteamiento del problema**

La ciencia dentro de la investigación presenta herramientas conceptuales que nos orientarán a la resolución del problema de investigación. El problema expresará una relación entre dos o más variables y deberá de estar formulado claramente y sin ambigüedad.

El planteamiento implica la posibilidad de prueba empírica. Es decir, de poder observarse en la realidad, ya que se trabajará con aspectos observables y medibles de la realidad. Es importante recordarse que investigar es ver lo que todo el mundo ha visto y pensar lo que nadie más ha pensado.

El problema debe estar formulado claramente y sin ambigüedad como pregunta (por ejemplo, ¿qué efecto?, ¿en qué condiciones...?, ¿cuál es la probabilidad de...?, ¿cómo se relaciona \_\_\_\_\_ con \_\_\_\_\_...?, etcétera.)

### **3.1.1.2. Objetivos**

Los objetivos son imprescindibles en la medida en que estos indiquen lo que se espera de la investigación y definan la forma en que este resultado se alcanza. El plantear el objetivo es determinar la meta a la que se aspira llegar mediante la investigación. Deben expresarse con claridad para evitar posibles desviaciones en el proceso de investigación y deben ser susceptibles de alcanzarse ya que son las guías del estudio y durante todo el desarrollo del mismo deben tenerse presentes.

Se definen dos tipos de objetivos dentro de la investigación: los generales y los específicos; un objetivo general es un grupo de actividades que se planean realizar durante el proceso de investigación, en cambio los objetivos específicos son partes constituyentes de los objetivos generales los cuales deben describir de mejor manera la actividad a realizar.

También es conveniente comentar que durante la investigación pueden surgir objetivos adicionales, modificarse los objetivos iniciales e incluso ser sustituidos por nuevos objetivos, dependiendo de la dirección que tome la investigación.

### **3.1.1.3. Justificación**

Dentro de la investigación además de los objetivos y las preguntas de investigación es necesario justificar las razones que motivan el estudio, respondiendo así a la pregunta: ¿Por qué debe investigarse?

El estudio se justificara por medio de los siguientes criterios: magnitud, trascendencia, vulnerabilidad de ser resuelto y factibilidad. Conviniendo así en todas las investigaciones se analicen los factores que justifican la realización del estudio. Se deberá explicar el valor de la tesis que piensa realizar, exponiendo las razones de la utilidad de ésta.

### **3.1.2. Marco teórico**

Las actividades dentro del trabajo de graduación consisten en percibir, comparar, contrastar, añadir, ordenar, establecer nexos y relaciones dentro del proceso de investigación para así plantear la solución al problema o necesidad a cubrir.

El estudiante que toma el rol de investigador encuentra un marco que limita y sostiene la investigación que se está realizando, independientemente de que al concluir la investigación llegue a otros supuestos que superen a aquellos de los que partió para realizar el trabajo de graduación. Así cuando estos supuestos se contrasten con los hechos y se conforme un sistema de enunciados coherentes se obtendrá el marco teórico que hace referencia de la realidad.

### 3.1.2.1. Funciones

Cuando se tiene planteado el problema de estudio y se poseen objetivos y preguntas de investigación, cuando además se han evaluado su relevancia y factibilidad, el siguiente paso consiste en sustentar teóricamente el estudio, etapa que algunos autores llaman elaborar el marco teórico. Ello implica analizar y exponer aquellas teorías, enfoques teóricos, investigaciones y antecedentes en general que se consideren válidos para el correcto encuadre del estudio.

El marco teórico es importante, porque es el que nos permite fundamentar el trabajo de investigación y nos indica el enfoque que debemos darle a la investigación. El marco teórico cumple diversas funciones dentro de una investigación, entre las cuales destacan las siguientes seis:

- Ayuda a prevenir errores que se han cometido en otros estudios.
- Orienta sobre cómo habrá de llevarse a cabo el estudio.
- Amplía el horizonte del estudio y guía al investigador para que éste se centre en su problema evitando desviaciones del planteamiento original.
- Conduce al establecimiento de hipótesis o afirmaciones que más tarde habrán de someterse a prueba en la realidad.
- Inspira nuevas líneas y áreas de investigación.
- Provee de un marco de referencia para interpretar los resultados del estudio.

Cumpliendo estas funciones se elaborara un buen marco teórico que además de las citas de los autores, se harán comentarios relacionados al tema de investigación, análisis con fundamentos en la teoría, pero relacionados con el tema de investigación y el planteamiento del problema.

Si se elabora adecuadamente el marco teórico, será fácil elaborar la discusión de resultados, las conclusiones y recomendaciones del trabajo de investigación.

### **3.1.2.2. Construcción del marco teórico**

Para la construcción del marco teórico se siguen una serie de pasos que orientan en la construcción del mismo. El primer paso en la construcción del marco teórico es tener claro el tema y el enfoque en el que se abordará el problema, luego localizar fuentes científicas de diferentes áreas en donde se incluya el tema de interés que constituyen las referencias que orientarán al estudiante. Al realizar la recolección de información que conformará el marco teórico se tiene como propósito evitar repetir lo que otros investigadores han realizado, proponiendo una interpretación diferente.

Luego de la recopilación de documentos se planteará el problema a partir de los determinados hechos y afirmaciones que aporta la teoría explicativa, proponiendo una hipótesis congruente según la información teórica y científica y se elige el diseño más conveniente para comprobar dicha hipótesis que incluirá la elección de las técnicas e instrumentos de trabajo.

En la construcción del marco teórico la teoría no deberá de verse como algo forzado, si no ser flexibles con ella logrando una buena teórica y no solo reunir información, sino, también ligarla y establecer nexos entre lo que aporta el estudiante y la teoría tomada por él. Es muy importante que en la redacción exista una verdadera integración de ambos aportes.

Siempre es conveniente efectuar la revisión de la literatura y presentarla de una manera organizada. La investigación puede centrarse en un objetivo de evaluación o medición muy específico sin embargo, es recomendable revisar lo que se ha hecho antes. Ello ayudará sin lugar a dudas a concebir un estudio mejor y más completo. Lo mismo sucede si únicamente se está tratando de probar un método de recolección de datos o levantando información acerca de un dato en especial.

Una segunda observación es que, al construir el marco teórico, se debe centrar en el problema de investigación que ocupa y no divagar en otros temas ajenos al estudio. Un buen marco teórico no es aquel que contiene muchas páginas, sino el que trata con profundidad únicamente los aspectos que se relacionan con el problema y que vincula lógicamente y coherentemente los conceptos y proposiciones existentes en estudios anteriores.

### **3.1.3. Marco operativo**

Constituye el documento en el cual se establecen los objetivos que se desean cumplir con la investigación y se estipulan los pasos a seguir, se vincula directamente con el plan de acción que tomara el estudiante para resolver el problema que ha planteado donde supondrá directrices a seguir durante el trabajo coordinado, proponiendo nuevas medidas de acción en el caso que no estén resultando las anteriormente planteadas.

Abarca la descripción de las actividades que se va a desarrollar y en qué tiempo se realizará y en un cronograma que consiste en una lista de todos los elementos terminales de un proyecto de investigación con sus fechas previstas de comienzo y final.

### 3.1.3.1. Funciones

Las funciones dentro del marco operativo se estructuran de la siguiente manera sintetizando así todo lo que ha sido planteado anteriormente estableciendo planes de acción dentro de la investigación sus funciones son:

- Orientar las metas para alcanzar los objetivos
- Presentar y plantear la situación del problema con toda la información necesaria.
- Describir las actividades a seguir dentro de la investigación para la resolución del tema.
- Presentar los referentes teóricos.

Los planes de acción dentro del marco operativo se estructuran en un plan estratégico que se compone en general de varias etapas:

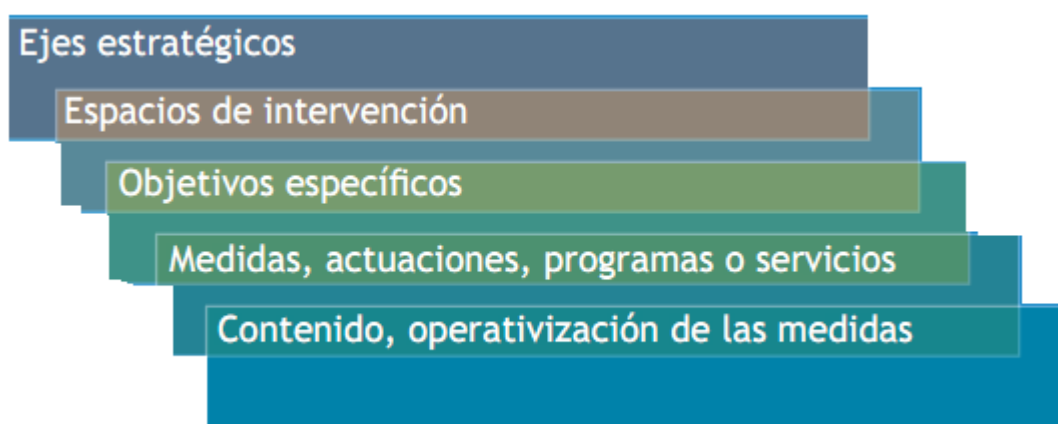
- Análisis de la situación: permite conocer la realidad en la cual opera la organización.
- Diagnóstico de la situación: permite conocer las condiciones actuales en las que se encuentra el objeto a ser estudiado.
- Declaración de objetivos estratégicos: son los puntos futuros debidamente cuantificables, medibles y reales puesto que luego han de ser medidos.
- Estrategias: son las acciones planificadas que se seguirán para la resolución del problema de investigación como parte de los planes de actuación.
- Seguimiento: controlara la evolución de la aplicación de las estrategias y permite conocer la manera en que se viene aplicando y desarrollando las estrategias y actuaciones.
- Evaluación: permitirá medir los resultados

### 3.1.3.2. Líneas de acción

El marco operativo definirá ejes de intervención donde se formularán espacios de intervención como parte de las líneas de acción del mismo que responderán a los criterios planteados mediante los objetivos en los sectores de acción que se plantean mediante la realización del trabajo de graduación.

Dentro de las líneas de acción o intervención que se plantearán como actividades se pueden enmarcar niveles de estructura para el proceso como se muestra a continuación:

Figura 8. **Estructura de plan de acción del marco operativo**



Fuente: <http://www.madrid.es/UnidadesDescentralizadas/EducacionyJuventud/Juventud/PlanJoven/Ficheros/cap6.pdf>. Consultado el 1 de agosto de 2011.



### **3.1.4. Hipótesis**

El planteamiento de una hipótesis, a la cual se considera como una proposición que establece relaciones entre los hechos referentes al problema de investigación y que describe una posible solución al problema, se inicia de manera en la cual surgen ideas de cómo conseguir una solución. Esas ideas se analizan y se elige la que parece tener mayores posibilidades de éxito o la más conveniente.

La hipótesis de la investigación se considerara entonces como la proposición del investigador (estudiante) en un enunciado inédito en teoría pero que de igual manera puede deducirse. De igual manera al pretender explicar un fenómeno o suceso, tienen implícito cierto razonamiento trabajando bajo una estructura condicional en donde se identifica la relación Causa – Efecto en donde se busca que esta relación sea afirmada.

Para formular científicamente una hipótesis será indispensable satisfacer ciertas condiciones que se mencionan a continuación:

- Tiene que apoyarse en conocimientos comprobados y referirse a una situación social real.
- Debe ofrecerse una explicación suficiente de los hechos o las condiciones que abarca.
- La relación entre variables propuestas debe de ser clara.
- Debe relacionarse claramente con el sistema de conocimientos correspondientes a los hechos que se cuestionan (problema de investigación). Los términos deben de ser observables y medibles referentes con la realidad.

- Tiene que conducir de modo racional a la previsión teórica de algunos hechos reales.

Así las hipótesis que sean probadas forman parte del contenido científico y surgirán nuevas conforme surjan otros problemas de investigación.

#### **3.1.4.1. Tipos**

Dentro de los tipos de hipótesis existen muchos, pero en una investigación se plantearán solo aquellas que sean necesarias de acuerdo con el problema y los objetivos que se persigan.

##### **3.1.4.1.1. Hipótesis de investigación**

Se le conoce así a la hipótesis que rigen la investigación, orienta la investigación focalizando el problema como base para la búsqueda de datos que la corroboren o la refuten acorde con los objetivos propuestos pretendiendo demostrar o verificar conformaran aquellas proposiciones acerca de las posibles relaciones entre dos o más variables y que cumplen con las características ya mencionadas.

##### **3.1.4.1.2. Hipótesis nulas**

La hipótesis nula es la negación de la hipótesis de investigación, al decir que es la negación no debe confundirse con decir que es contraria, sino que solo es una negación y su utilidad será la de verificar si dicha investigación se puede realizar.

Es una hipótesis que se acepta o se rechaza según el resultado de la investigación; nos ayuda a determinar si hubo una diferencia entre los grupos y si esta es significativa o si se debió de hacer al azar o no.

#### **3.1.4.1.3. Hipótesis alternativas**

Consiste en proponer otra solución al problema que no sea contradictoria con el marco teórico más bien va a complementar la hipótesis de investigación.

En el trabajo de graduación resultará más que conveniente proponer una hipótesis alternativa en la cual se incluyan variables independientes distintas de las que aparecen en la hipótesis de trabajo. De este modo se podrá contar con respuestas alternativas al problema de investigación, que tomen en cuenta otras variables y condicionamientos que también deberían estar sujetos a una comprobación.

#### **3.1.4.1.4. Hipótesis estadísticas**

Este tipo de hipótesis se denomina de esta manera considerando la utilización de la estadística para crear criterios numéricos sobre los cuales se expresara la hipótesis en función de parámetros estadísticos. Se buscan establecer relaciones numéricas bastante regulares, siendo más significativa esta regularidad cuando mayor es el número de fenómenos o la población y perdiendo validez cuando el criterio estadístico de la muestra es poco representativo. Las condiciones para el desarrollo de este tipo de estadística son:

- Gran número de elementos,
- Independencia entre ellos,
- Establecimiento de una relación causal.

### **3.1.5. Reporte de investigación**

Al concluir la investigación el investigador (estudiante) debe presentar sus resultados de una forma que puedan ser usados y consultados por otros; estos resultados se expresan mediante el reporte de investigación.

El reporte de investigación constituye un documento en donde se presenta el resultado del estudio a un tema específico, dicho estudio pretende dar respuesta al problema de investigación planteado inicialmente; debe de tener un orden lógico, ser claro y preciso en ideas, tener una buena presentación. Debe respaldar la información presentada a partir de argumentos y referencias a fuentes serias que validen lo que se afirme.

#### **3.1.5.1. Proceso de elaboración del reporte**

En la elaboración del reporte de investigación se deben de incluir ciertos elementos importantes los cuales se describen a continuación.

##### **3.1.5.1.1. Elementos**

Los elementos o las partes del reporte de investigación se esquematizan de la siguiente manera:

- Portada: la portada incluye el título de la investigación, el nombre del autor (estudiante) y el nombre de la organización en donde se llevó a cabo el estudio y la fecha en que se presenta el reporte, recordando siempre los lineamientos establecidos por la Unidad de Lingüística.

- Índice con apartados y sub apartados: muestra la distribución del contenido dentro del trabajo de investigación.
- Resumen: constituye el contenido esencial del trabajo de investigación de forma precisa; completa, integrando todas las partes del estudio; conciso y específico, buscando frases o párrafos lo más informativos posible, eliminando palabras que no comunican, se habla de qué se hizo y como se realizo de la forma más sintética posible; no evaluativo, evita los comentarios acerca de lo que se hizo y se centra en lo realizado; coherente y legible, se usa el tiempo presente, se enuncia el problema, lo que busca demostrar, lo que se hizo y los resultados obtenidos.
- Introducción: en la introducción se menciona de manera breve y clara:
  - ✓Cuál es el tema de la investigación?
  - ✓El o los objetivos,
  - ✓La justificación, es decir, por qué es importante estudiar dicho tema,
  - ✓¿Qué apartados conforman el trabajo?, y
  - ✓¿De qué trata cada uno de ellos?

La introducción incluye el planteamiento del problema el contexto general de la investigación (cómo y dónde se realizó), las variables y términos de la investigación y sus definiciones, así como las limitaciones de ésta. Es la parte que suele elaborarse hasta el final.

- Contenido y método: contiene el marco teórico y operativo del trabajo de investigación, muestra el desarrollo de los estudios e investigaciones antecedentes y las teorías a manejar para dar respuesta al problema de investigación, describiendo los cuestionamientos y debates de los mismos que se llevaron durante el periodo del estudio.

- Resultados: en este apartado es donde se van respondiendo de manera fundamentada, las preguntas de investigación. Es el cuerpo del trabajo. Las respuestas van estableciendo relaciones entre: a) la información obtenida de un escenario real directamente por el o la investigadora (estudiante), es decir la que se recabó a través de entrevistas, observaciones, encuestas etc. al acercarse al escenario. Puede ser información textual, numérica, gráfica, b) La información teórica o de otros estudios similares. La cual generalmente se obtiene a través de fuentes documentales, c) Las propias ideas o análisis del investigador (estudiante) resultado de relacionar los dos puntos anteriores.

Todas las ideas que no sean propias, sino tomadas de otras fuentes, deben hacer referencia a las mismas, a través de citas o notas de referencia, es muy recomendable incluir lenguaje gráfico que facilite la comprensión de la información, por ejemplo: esquemas, cuadros que sintetizen, relacionen, comparen o destaquen ciertos datos, gráficas que representen información numérica, etc.

Éstos son los productos del análisis de los datos. Normalmente resumen los datos recolectados y el tratamiento estadístico que se les practicó. Aunque cuando no se aplican análisis estadísticos o cuantitativos, los resultados pueden ser frases o afirmaciones que resuman la información.

- Conclusiones, recomendaciones e implicaciones (o discusión): en esta parte se derivan conclusiones, se hacen recomendaciones para otras investigaciones, se analizan las implicaciones de la investigación y se establece cómo se respondieron las preguntas de investigación y si se cumplieron o no los objetivos. Se incluyen los juicios de valor del investigador sobre el tema pueden incluirse las nuevas preguntas que se

generaron en el investigador, a manera de invitación a otros a continuar estudiando el tema.

- Bibliografía: se refiere a la lista de todas las fuentes bibliográficas o de otro tipo que se utilizaron para el reporte. Estas fuentes deberán estar correctamente citadas. Deben presentarse en orden alfabético basándose en el apellido de los autores.
- Anexos: se incluye aquella información detallada que sirvió como base para hacer el reporte y que el lector pudiera estar interesado en revisar para profundizar en los datos o para verificar la veracidad de lo que menciona el reporte.

#### **3.1.5.1.2. Recolección y ordenamiento de Información**

Consiste en recolectar los datos pertinentes sobre las variables involucradas en la investigación. Recolectar los datos va a implicar tres actividades estrechamente vinculadas entre sí:

- Seleccionar un instrumento de medición de los disponibles en el estudio del comportamiento o desarrollar uno. Este instrumento debe ser válido y confiable;
- Aplicar ese instrumento de medición. Es decir, obtener las observaciones y mediciones de las variables que son de interés para nuestro estudio;
- Preparar las mediciones obtenidas para que puedan analizarse correctamente.

La recolección refiere una gran diversidad de técnicas y herramientas que puedan ser utilizadas por el estudiante para desarrollar los sistemas de información, los cuales pueden ser:

- La entrevista: es un encuentro cara a cara entre personas que conversan con la finalidad, al menos de una de las partes, de obtener información de la otra.
- La encuesta: se refiere a un cuestionamiento que contestara cierta cantidad de personas (muestra) y luego con la información recabada se generalizará a todos los individuos de la población
  - ✓ El cuestionario: es el listado de preguntas que deberán contestar los sujetos de la muestra. Las preguntas se deducen de la hipótesis y objetivos de la investigación.
- La observación: es la percepción dirigida de los objetos y fenómenos de la realidad. Se distinguirán el objeto de investigación; el sujeto de observación; los medios de observación; las condiciones de observación, y el sistema de conocimientos a través del cual se formula la finalidad de la observación.
- El diagrama de flujo: es una representación pictórica de los pasos en proceso. Útil para determinar cómo funciona realmente el proceso para producir un resultado. El resultado puede ser un producto, un servicio, información o una combinación de los tres.

Todos estos instrumentos se aplicarán en un momento en particular, con la finalidad de buscar información que será útil a una investigación en común.



### **3.1.5.1.3. Presentación de resultados**

Por presentación de resultados nos referimos a la forma en que se deben organizar los datos, relacionar la información y expresar el conocimiento alcanzado acerca de una actividad concreta.

La presentación de resultados consta de fases o etapas encadenadas entre sí, correspondiendo en este caso el primer lugar a la selección del contenido que debe reflejar la interacción causal e impacto de los diversos factores en los resultados finales alcanzados, ya que éste sirve de orientación para emprender los restantes.

Una vez definidos los aspectos a relacionar, corresponde el turno a la selección de la forma de presentación, para lo cual es posible utilizar diversas alternativas en dependencia del tipo de actividad de que se trate y los destinatarios.

Concluida la etapa anterior, se hace presente su tercer componente la cual es el proceso de estandarización que abarca aspectos de forma tales como formato, convenio para el empleo de iconos en gráficos y diagramas, presentación de la bibliografía y las referencias, etc.

## **4. IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA DE DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA**

La implementación de la propuesta considera la teoría descrita en el inciso anterior en donde se muestra los elementos de investigación que se desarrollarán en el trabajo de graduación; mostrando marcos prácticos que proponen ejercicios para los estudiantes de la EIME en los cuales se propondrán casos en donde se deberán de aplicar los conceptos de la metodología de investigación descritos anteriormente.

### **4.1. Selección de tema según líneas de investigación**

El tema que sea escogido por él estudiante debe de estar relacionada con una de las líneas de investigación descritas en el capítulo dos y tener una verdadera aplicabilidad en la ingeniería.

#### **4.1.1. Aplicación de Ingeniería**

La ingeniería mecánica eléctrica es una de las ramas de la ingeniería, que aplica las ciencias exactas, especialmente los principios mecánicos y eléctricos y sus sistemas de distribución en donde implica el uso de los principios de ingeniería como el análisis, diseño y fabricación de dispositivos o procesos permitiendo la creación de dispositivos útiles, como utensilios y máquinas.

El trabajo de graduación a desarrollar por el estudiante de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica contendrá la elaboración de sistemas de información aplicables a procesos técnicos en el área de ingeniería

implementando dispositivos requeridos para la solución de problemas que involucren las áreas de su conocimiento en base a las líneas de investigación planteadas por la EIME.

#### **4.2. Elaboración de módulos prácticos**

##### Lectura 1: menos vitaminas D por culpa de la contaminación

El smog puede causar deficiencia de vitamina D en los niños pequeños, al bloquear el paso de los rayos solares que estimulan la absorción de la vitamina en el cuerpo, dijeron investigadores británicos durante la XXII reunión anual de la Sociedad de Investigación de Huesos y Minerales de Estados Unidos, que se celebra en Nueva York. En algunos países, se agrega esta vitamina a la leche y otros productos lácteos.

Preocupados porque la contaminación del aire y más concretamente esa nube de smog que cubre ciudades, pudieran bloquear los rayos ultravioleta B de la luz solar, el Dr. ZulfMughal, asesor de pediatría de la Universidad de Manchester, Inglaterra, colaboró con investigadores de la Universidad de Delhi, en India, para calcular la formación de niebla en MoriGate, en la parte central de Delhi, y en Gurgoan, en las afueras de la ciudad.

Los investigadores descubrieron más formación de niebla y menos luz solar en el centro de la ciudad de Delhi, y más luz solar y niebla en la zona de Gurgoan. Después, obtuvieron muestras de sangre para calcular las concentraciones de calcio, vitamina D y otros indicadores de crecimiento óseo en 56 niños, cuyas edades estaban entre nueve y 24 meses.

El equipo de Mughal descubrió una diferencia significativa en las concentraciones de vitamina D, aun cuando los niños procedieron las familias de esferas socioeconómicas similares, observaran el mismo tipo de dieta y no tomaran suplementos de vitaminas. Los niños que vivían en la zona más contaminada del centro de Delhi tenían menos promedio de concentración de vitamina D que los niños que vivían en las afueras de la ciudad.

La deficiencia de Vitamina D está asociada con otros problemas de salud, además de raquitismo. Una deficiencia de vitamina D puede conducir al crecimiento anormal de los huesos y a un aumento en el riesgo de desarrollar cáncer de colon.(Reuter / Nueva York)

## Lectura 2

Vigotsky continúa con el análisis del lenguaje egocéntrico a partir del trabajo de Piaget (1923) y de otro estudio experimental de Levine. El autor resume así los resultados:

La capacidad específicamente humana de desarrollar el lenguaje ayuda al niño a proveerse de instrumentos auxiliares para la resolución de tareas difícil, a vencer la acción impulsiva, a planear una solución del problema antes de su ejecución y a dominar la propia conducta. Los signos y las palabras sirven a los niños, en primer lugar y sobre todo, como un medio de contacto social con las personas. Las funciones cognoscitivas y comunicativas del lenguaje se convierten del lenguaje en una nueva forma superior de actividades en los niños, distinguiéndolos de los animales. (Reyes M.R. p. 53)

#### **4.2.1. Planteamiento del problema**

- a. Según la Lectura 1, plantee problema de investigación en torno a esta lectura (¿Cuáles son los objetivos de la Investigación?, ¿Cuáles son las preguntas de la investigación? y ¿Cuál es la justificación de la investigación?)
- b. Respecto a la línea de investigación bajo la cual selecciono trabajar y el tema que escogió trabajar responda las siguientes interrogantes en torno a el planteamiento del problema de investigación:
  - ✓ ¿Es posible realizar esta investigación?
  - ✓ ¿Qué va a lograrse con este planteamiento?
  - ✓ ¿Cuáles son los objetivos de la investigación?
  - ✓ ¿Los objetivos son claros, precisos y llevarán a la realización de una investigación técnica y formal?
  - ✓ ¿Podría mejorarse el planteamiento?, y ¿De qué manera?

#### **4.2.2. Marco teórico**

- a. Elaborar conforme a la Lectura 1 un índice de marco teórico de la investigación, recordando relacionarlo con el problema de investigación.
- b. Conforme a la Lectura 2 responder los siguientes cuestionamientos
  - ✓ ¿A qué teoría se refiere la lectura?
  - ✓ ¿Qué otros teóricos o pensadores señala el párrafo?
  - ✓ Considerando la teoría descrita, ¿A qué problema cree usted que está respondiendo la misma?
- c. Respecto al planteamiento del problema de investigación que eligió para su trabajo de graduación busque por lo menos cinco referencias y extraiga de ellas la información pertinente, elija dos y compárelas de acuerdo con

los criterios para evaluar teorías y luego construya un marco teórico pertinente para el problema de investigación que eligió.

#### **4.2.3. Marco operativo**

a. De acuerdo con el tema que escogió para realizar el trabajo de graduación describa brevemente el marco operativo del mismo tomando en cuenta las partes del mismo:

- ✓ Administración del proyecto
  - Equipo e investigación o recurso humano
  - Recursos Institucionales (Son las instalaciones físicas, bibliotecas consultadas, edificios o salas visitadas etc.)
  - Recursos financieros o Presupuesto de investigación
  - Programación y calendario. (Diagrama de Gannt)
  - Diseño y representación gráfica (si aplica)

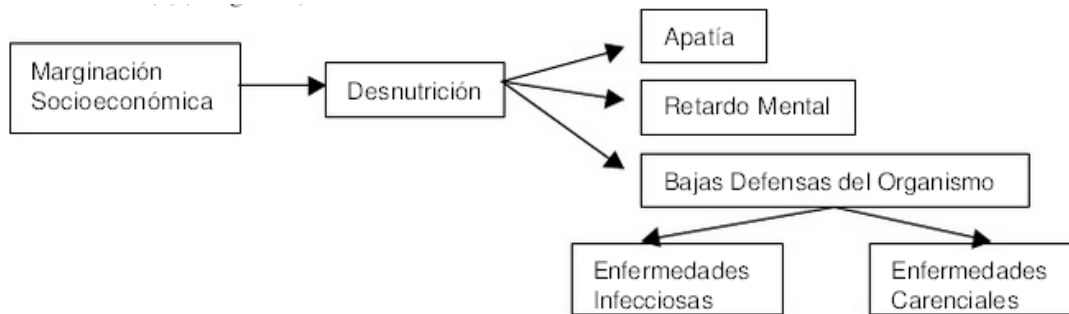
#### **4.2.4. Hipótesis**

a. De acuerdo a la Lectura 1 señale cuál de las siguientes opciones puede ser la hipótesis de investigación:

- ✓ La carencia de vitamina D se ve influida por los bajos recursos económicos.
- ✓ Los niños pequeños que viven donde hay gran cantidad de esmog presentan una baja concentración de vitamina D en la sangre lo que ocasiona un crecimiento anormal de los huesos.
- ✓ La baja concentración de vitamina D en la sangre aumenta el riesgo de desarrollar cáncer de colon.
- ✓ El efecto del esmog en la concentración de vitamina D en la sangre se ve atenuado al tomar suplementos vitamínicos.

- b. Según la hipótesis de investigación escogida en el inciso anterior, plantee la hipótesis nula y alternativa.
- c. Formular la hipótesis correspondiente al diagrama que se presenta

Figura 9. **Diagrama marginación socioeconómica**



Fuente: HERNÁNDEZ SAMPIERI, Roberto. Metodología de la Investigación, Capítulo 6. p. 152

- d. Formular la hipótesis del problema de investigación sobre el cual está desarrollando el trabajo de graduación describiendo las variables con las que cuenta.

#### 4.2.5. Reporte de investigación

- a. Realizar el índice del trabajo de graduación que llevara a cabo considerando el problema de investigación y describir brevemente sus partes.

### **4.3. Seguimiento y monitoreo de la investigación**

El trabajo de graduación se puede desarrollar como un proyecto complejo pero al final es simplemente un conjunto de recursos a controlar. De los cuales los más comunes e importantes son:

- Tiempo. Respecto a la variable tiempo hay que aclarar que una cosa es el esfuerzo (horas de trabajo) y otra la duración (el plazo que tengo).
- Dinero. El control del dinero se llama también control presupuestario. El presupuesto es el plan previsto del recurso dinero y hay que tener en cuenta tanto los ingresos/gastos (en qué lo gasto) como el flujo temporal (cuando lo gasto).

Se llevaran a cabo informes de avance y de cumplimiento cuyo objetivo es el de informar periódica y detalladamente al asesor y el catedrático del curso, sobre la ejecución y funcionamiento de los procesos, durante la realización del proyecto, describiendo las acciones llevadas a cabo para la resolución del problema.

Se llevan a cabo reportes de avance en el cual se presentan los porcentajes y ejecuciones de obras de acuerdo al programa establecido en el marco operativo, en donde se analizaran los resultados con el objetivo de que sea un instrumento de autogestión en la realización del trabajo de graduación.





## 5. SEGUIMIENTO Y MEJORA CONTINUA

El seguimiento y la mejora continua forman parte fundamental dentro del Manual, ya que por medio de este se evaluara el contenido del mismo con el fin de mejorar el contenido del mismo. Dicho proceso será descrito por medio del ciclo PDCA, también conocido como Circulo de Deming que constituye una estrategia de mejora continua de la calidad basada en cuatro aspectos los cuales son:

- *PLAN* (planificar)
- *DO* (hacer)
- *CHECK* (verificar)
- *ACT* (actuar)

Figura 10. **Circulo de Deming**



Fuente: <http://www.eoi.es/blogs/raulfernandez/2011/02/23/circulo-de-deming/>. Consultado el 1 de diciembre de 2011.

Este sistema es usado con frecuencia dentro de los sistemas de gestión de calidad y será aplicado a este manual como se describe en los siguientes incisos.

### **5.1. Actualización de líneas de investigación**

La actualización de las líneas de investigación se desarrollará acorde los siguientes enunciados.

- a. Se convocará a una asamblea cada inicio de semestre en donde se reunirán el Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica; los Coordinadores de las áreas de potencia, de electrónica y electrotecnia; y los catedráticos del curso Seminario de Investigación.
- b. Se evaluarán las líneas de investigación vigentes para determinar su continuidad o la necesidad de nuevas líneas.
- c. Se llevará a cabo el proceso *PDCA* que se describe en el numeral 5.1.1.
- d. Definidas las nuevas líneas de investigación se redactara la propuesta de aprobación de las mismas dirigida a los miembros de Junta Directiva, justificando a detalle cada una de ellas.
- e. Se documentarán las nuevas líneas de investigación y se harán de conocimiento público; en caso la resolución sea negativa se convocará de nuevo a una asamblea en donde se analizará la misma y se establecerán planes de acción según el proceso *PDCA*.

### 5.1.1. Proceso

- *PLAN* (planificar)

Dentro de la etapa de planeación se consideraran los procesos necesarios para obtener los resultados esperados con la realización del trabajo de graduación cumpliendo de igual manera con objetivos planteados. En esta etapa se realizaran las siguientes tareas:

- ✓ Identificación de nuevas líneas de investigación o líneas a mejorar según la demanda y tecnología actual.
- ✓ Llevar a cabo la recopilación datos para profundizar en el conocimiento de la aplicación de las nuevas líneas de investigación, así como el análisis e interpretación de los datos.
- ✓ Establecer un tiempo de monitoreo dentro del proceso de creación y desarrollo de las líneas de investigación.
- ✓ Establecer los objetivos de mejora especificando los beneficios del estudio de la nueva (s) línea de investigación y los procesos o ramas de estudio por medio de las cuales se abarcara la necesidad de forma verificable.

- *DO* (hacer)

Se implementara el desarrollo de las nuevas líneas de investigación si es que el estudio de estas es viable según el estudio previamente realizado. Si esta línea cumple con las especificaciones necesarias se seguirá implementando de forma ordenada las siguientes que fuesen propuestas.

Además de ejecutar los procesos que fueron definidos en el paso anterior (planeación), se deben de documentar las acciones que son realizadas para disponer de un precedente por si es necesaria alguna consulta.

- *CHECK* (verificar)

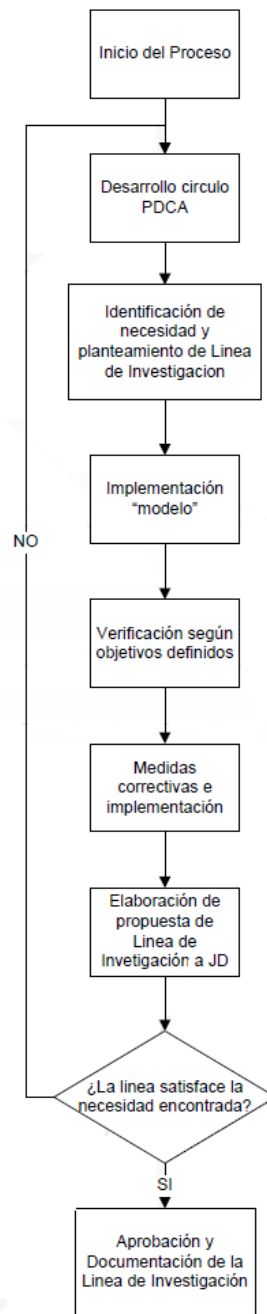
Cumplido el tiempo especificado durante la primera etapa de planeación se deberán de recopilar los datos que se han documentado en la etapa previa (*DO*) y analizarlos, comparándolos con los objetivos y especificaciones iniciales, para evaluar si se ha producido la mejora, es decir, que se ha satisfecho de la manera esperada la demanda o como esta de podría mejorar aún más monitoreando la implementación y evaluando el plan de ejecución definiendo conclusiones claras a cerca de los estudios realizados bajo el marco de las nuevas líneas de investigación.

- *ACT* (actuar)

Basándose en las conclusiones a las que se llego en el procesos de verificación anterior se debe de establecer un plan de acción realizando de nuevo un ciclo PDCA con las mejoras que se detectaron que se deben de realizar, si no se han detectado errores relevantes, aplicar a gran escala las modificaciones de los procesos ofreciendo una retro-alimentación para la mejora la planificación del sistema de creación de la (s) nueva línea de investigación.

El proceso se describe en el siguiente diagrama.

Figura 11. Diagrama de flujo para creación y aprobación de líneas de investigación EIME



Fuente: elaboración propia

### **5.1.2. Normativo interno USAC**

El reglamento el cual norma las especificaciones del trabajo de graduación fue aprobado por Junta Directiva mediante el acta No. 16-2000, punto décimo, inciso 10.6, del 13 de junio de 2000. El mismo se adjunta en los anexos.

## **5.2. Contenido del curso**

El contenido del curso seguirá el plan de mejora siguiendo el proceso utilizado para las líneas de investigación, convocando a una asamblea en donde se analizará el curso conjunto a las Direcciones de las demás Escuelas de la Facultad de Ingeniería.

### **5.2.1. Revisión periódica**

La revisión periódica pretende asegurar mediante una inspección, que las líneas de estudios, contenidos metodológicos, criterios de evaluación programación y desarrollo del curso, etc. Y que estos se encuentren cumpliendo la Normativas y Reglamentos que la Universidad y más específicamente la Facultad de Ingeniería a desarrollado a fin de asegurar que el curso se esté impartiendo bajo las condiciones y contenidos adecuados a las exigencias actuales conforme a la tecnología y demandas globales y así satisfacerlas tomando en cuenta la visión y misión establecidas.

Considerando los conceptos de calidad hacia nuestros objetivos (contenido del curso) se hace énfasis en la necesidad de llevar a cabo continuas mejoras que permitan más altos niveles de satisfacción en los catedráticos y alumnos, y mayores niveles de viabilidad en los trabajos de

graduación a realizar. Dichas mejoras continuas se podrán alcanzar realizando procesos como el *PDCA* descrito anteriormente.





## CONCLUSIONES

1. La realización del Manual del curso Seminario de Investigación fue realizado bajo las especificaciones técnicas bajo las cuales el curso se ha impartido; incluyendo dentro de él propuestas metodológicas en el contenido y desarrollo programático del mismo que facilitará la formación del estudiante y la realización del trabajo de graduación.
2. Se desglosó el curso Seminario de Investigación en etapas o fases bajo un procedimiento que conlleva la impartición del contenido descrito; así como fases prácticas y entregables, que constituyen la aprobación del trabajo de graduación del estudiante y la acreditación del curso.
3. Las etapas proponen las fases entregables de acuerdo al número de períodos utilizados para la impartición del contenido necesario para su realización y son de carácter dependiente una de la otra para continuar la programación del curso y el trabajo de graduación.
4. El Manual describe los lineamientos a seguir durante el desarrollo del curso basado los normativos existentes dentro de la Facultad, y propone el ciclo de Deming como herramienta en el sistema de seguimiento y mejora continua en el contenido del curso y en las líneas de investigación propuestas por EIME.

5. Se desarrollaron esquemas y diagramas para que estos sirvan de herramientas metodológicas y administrativas afín de que el desarrollo del curso se lleve a cabo de manera organizada, eficientando el proceso didáctico que conlleva la impartición del mismo.

## RECOMENDACIONES

1. Se le insta a las diferentes Escuelas de la Facultad de Ingeniería a la estandarización de contenidos, programación y procedimiento en la impartición del curso Seminario de Investigación ya que este cumple con el mismo objetivo en todas las unidades académicas y facilitará la formación de todos los estudiantes de una forma estandarizada.
2. Llevar un seguimiento constante con cada uno de los estudiantes durante el desarrollo del curso para que esté mediante la entrega de cada una de las etapas prácticas construya su trabajo de graduación y apruebe el curso.
3. Actualizar las líneas de investigación de manera constante o según sea necesario para satisfacer las necesidades en el mercado actual y futuro.
4. Esquematizar y diagramar los procesos que se llevan a cabo dentro del proceso de investigación en la elaboración del trabajo de graduación luego de haber concluido el curso para que constituya una herramienta y una guía para el estudiante que facilite la conclusión del mismo.
5. A la Escuela de Ingeniería de Mecánica Eléctrica normar todos los procedimientos que involucre el desarrollo del curso Seminario de Investigación para contar con una documentación base legalizada en la resolución de cualquier problema que pueda surgir.



## BIBLIOGRAFÍA

1. AGUIRRE AGUIRRE, José Eduardo. *Metodología del diseño: tipos de hipótesis*. [en línea]. [ref. de 12 de agosto 2011]. Disponible en Web: <<http://www.mailxmail.com/curso-metodologia-diseno/tipos-hipotesis>>.
2. CASTAÑEDA JIMÉNEZ, Juan, et al. *Metodología de la investigación*. México: McGraw-Hill, 2005. 277 p. ISBN 970-10-3601-8.
3. GARCÍA RUVALCABA, Liliana. *Reporte de investigación*. [en línea]. [ref. de 15 de septiembre 2011]. Disponible en Web: <<http://fundamentosinvestigaciontec.blogspot.com/2009/05/reporte-de-investigacion.html>>.
4. HERNÁNDEZ GALICIA, Julio; NIEVA GÓMEZ, Rolando. *Modelo para la planificación de la expansión del sistema eléctrico*. [en línea]. [ref. de 30 de julio 2011]. Disponible en Web: <[http://sg.cier.org.uy/publicaciones/revista.nsf/0a293b20eacdf8a903257133003ea67d/ce9f0f53c39c64218325740a0065c3f5/\\$FILE/04\\_ModeloparalaPlanif.pdf](http://sg.cier.org.uy/publicaciones/revista.nsf/0a293b20eacdf8a903257133003ea67d/ce9f0f53c39c64218325740a0065c3f5/$FILE/04_ModeloparalaPlanif.pdf)>.
5. HERNÁNDEZ HERNÁNDEZ, Manuel. *Eficiencia energética*. [en línea]. [ref. de 30 de julio 2011]. Disponible en Web: <<http://www.monografias.com/trabajos67/eficiencia-energetica/eficiencia-energetica2.shtml>>.

6. HERNÁNDEZ SAMPIERI, Roberto. *Metodología de la Investigación*. 4ªed. México D.F.:McGraw-Hill, 2004. 839 p. ISBN 978-970-10-5753-8.
7. LABELIN – TECNALIA. *Energías renovables: generación distribuida*. [en línea]. [ref. de 30 de julio 2011] Disponible en Web: <[http://www.programasustatu.com/pdf/Informe\\_Energias\\_renovables.pdf](http://www.programasustatu.com/pdf/Informe_Energias_renovables.pdf). >
8. LAURA REYES, Francisco. *La hipótesis*. [en línea]. [ref. de 30 de agosto 2011]. Disponible en Web: <<http://www.monografias.com/trabajos14/la-hipotesis/la-hipotesis.shtml>.>
9. LOZANO, Jany. *Investigación exploratoria*. [en línea]. [ref. de 20 de junio 2011]. Disponible en Web: <<http://janeth-investigacioniv.blogspot.com/2008/11/investigacion-exploratoria.html>.>.
10. MESA, Jesús. *Proceso de presentación de resultados*. [en línea]. [ref. de 15 de septiembre 2011]. Disponible en Web: <<http://www.mailxmail.com/curso-presentacion-resultados/proceso-presentacion-resultados>.>
11. VAN DALEN, Deobold. *La investigación descriptiva*. [en línea]. [ref. de 25 de junio 2011]. Disponible en Web: <<http://noemagico.blogia.com/2006/091301-la-investigacion-descriptiva.php>.>

12. UNESA Electricidad. *El mercado eléctrico*. [en línea]. [ref. de 30 de julio 2011]. Disponible en Web: <<http://www.unesa.net/unesa/html/sabereinvestigar/aspectosgenerales/mercado.htm>>





## ANEXO

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA**



# **REGLAMENTO DE TRABAJOS DE GRADUACION**

Aprobado por Junta Directiva mediante el acta No. 16-2000, punto décimo, inciso 10.6, del 13 de junio de 2000.

**Artículo 1º. Definición de un trabajo de graduación.** Es un requisito establecido por la Facultad de Ingeniería para optar a cualquiera de sus títulos a nivel de licenciatura. Tiene como resultado último la publicación del informe escrito de una investigación o proyecto, proyecto de ejercicio profesional supervisado, estudio de una obra de ingeniería o ciencias aplicadas. Además, el trabajo de graduación deberá ser:

- a) Original;
- b) inédito;
- c) escrito en correcto español;
- d) escrita sobre algún tema de la especialidad del/la graduando/a;
- e) preferentemente, enmarcado en los ejes temáticos establecidos por la Escuela o
- f) Coordinación de Carrera, respectiva;
- g) aprobada por las autoridades de la Escuela o Coordinación, respectiva.

**Artículo 2º. Requisitos académicos para iniciar eltrabajodegraduación.** Para iniciar el trabajo de graduación, el/la estudiante deberá completar los créditos académicos de la carrera cursada. También lo pueden hacer quien haya aprobado el 80% o más del total de créditos académicos de la carrera respectiva.

**Artículo 3º. El protocolo de trabajos de graduación.** En cuanto al formato, el protocolo debe ajustarse a las mismas normas establecidas para el informe de trabajos de graduación. En cuanto a contenido debe incluir los siguientes elementos: título, introducción, justificación, marco teórico, planteamiento del problema, objetivos, hipótesis (si es necesaria), metodología, cronograma, índice preliminar o bosquejo, bibliografía y anexos (si son necesarios). Todos estos aspectos deben ajustarse a los requerimientos descritos en el instructivo respectivo.

**Artículo 4. Autorización para iniciar el trabajo de graduación (documentos necesarios).** Para solicitar autorización el/la estudiante debe presentar al/a la directora/a o Coordinador/a de carrera, los siguientes documentos:

- a) constancia de cierre o certificación de estudios, según el caso;
- b) Solicitud escrita, dirigida al/a la directora/a de la Escuela o Coordinador/a de carrera, correspondiente;

- c) constancia de haber recibido el Curso de preparación de trabajos de graduación; dentro de los tres años anteriores a la solicitud;
- d) Currículo del/de la asesor/a propuesto/a

**Artículo 5° Procedimiento para la aprobación del protocolo de trabajos de graduación.** El protocolo de trabajos de graduación será revisado por la/s persona/s nombrada/s por la Dirección de Escuela o Coordinación de Carrera. Este tendrá validez de tres años. Luego el/la Director/a o Coordinador/a procederá a su autorización. Después el/la estudiante será notificado/a y recibirá la ficha de seguimiento que deberá acompañar todo el proceso.

**Artículo 6. Parámetros para autorizar el trabajo de graduación.** El trabajo será autorizado por ella Director/a de Escuela o Coordinador/a de Carrera, respectiva; quién lo evaluará con base en los siguientes parámetros

- ♦ Dictamen del/de la revisor/a sobre el protocolo de trabajos de graduación.
- ♦ Verificación que el trabajo cumple con lo requerido por las leyes y se enmarca en las líneas de investigación aprobadas.
- ♦ Dictamen del coordinador de área sobre el protocolo presentado.
- ♦ Calidades de /los asesor/es propuesto/s.

**Artículo 7°. Dictamen del/de la asesor/a.** Una vez aprobado el protocolo de trabajos de graduación, el /la estudiante podrá iniciar el trabajo con la guía de su asesor/a. Este/a último/a evaluará el trabajo, valiéndose del instrumento autorizado para tal efecto y emitirá un dictamen final en el que aprueba el trabajo y se hace co-responsable por el contenido del mismo.

**Artículo 8°. Dictamen del/de la revisor/a.** El/la revisor/a dictaminará, mediante una carta, sobre el trabajo de graduación, después de evaluarlo con base en el instrumento respectivo; en un tiempo no mayor a 25 días hábiles. Además, revisará los cambios propuestos. Esta evaluación es posterior a la del asesor, nunca simultánea.

**Artículo 9°. Revisión de estilo y formato** Una vez obtenida la aprobación del/de la asesor/a, revisor/a de tesis y del Director de Escuela o Coordinador de Carrera, el informe será revisado por el/la especialista en lingüística, quien dará su visto bueno en la ficha de seguimiento. Para la revisión de formato el/la especialista en lingüística se basará en las especificaciones formales fijadas para el trabajo de graduación. La revisión deberá hacerse en un tiempo no mayor 25 días hábiles. Después cotejará que los cambios propuestos han sido efectuados por el/la estudiante.

**Artículo 10°. Aprobación del Director de Escuela o Coordinador de Carrera.** Cumplido el proceso, el Director de la Escuela o Coordinador de carrera, respectiva, aprobará el trabajo mediante una carta. (ver anexo 5)

**Artículo 11°. Orden de impresión y trámites en Control Académico.** La orden de impresión será extendida por el Sr./a. Decano/a después de cumplido todo el proceso del trabajo de graduación. (ver anexo 6) Luego, el/la estudiante debe cumplir con los requisitos fijados por Control Académico para optar el examen público de graduación.

**Artículo 12°. Requisitos de los/las asesores/as de trabajos de graduación**

- ♦ Ser graduado/a en grado de licenciado/a, con un mínimo de tres años de experiencia profesional,
- ♦ poseer conocimientos especializados afines al tema del trabajo de graduación,
- ♦ otros que la Escuela o Coordinación requiera.

**Artículo 13°. Funciones de los/as asesores/as de trabajos de graduación**

- ♦ Evaluar el trabajo de graduación con base en los parámetros fijados en la hoja de evaluación respectiva.
- ♦ Guiar al estudiante en la selección del tema y elaboración del protocolo.
- ♦ Dirigir continua y sistemáticamente el trabajo de graduación.

- ♦ Exigir al/a la estudiante el uso adecuado de técnicas de investigación, de consulta bibliográfica y la aplicación de las técnicas y/o métodos propios de su especialidad.
- ♦ Aprobar o reprobar el trabajo de graduación, en primera instancia, con base en el instrumento de evaluación vigente, y luego rendir, por escrito, un dictamen al Director de la Escuela o Coordinación de la Carrera, respectiva.
- ♦ Velar por que le informe final se ajuste a las normas que establecen para el efecto el presente reglamento y normas de formato establecidos en la guía *Especificaciones formales para el trabajo de graduación*.

**Artículo 14°. Las funciones del/de la revisor/a de protocolos de trabajos de graduación.**

- a) Evaluar objetivamente el tema propuesto, con base en el instrumento de evaluación vigente,
- b) emitir un dictamen aprobando o desaprobando un protocolo del trabajo de graduación.

**Artículo 15°. Funciones del/de la revisor/a de trabajos de graduación.** El/la revisor/a será designado por la Dirección de Escuela o Coordinación de Carrera, y sus atribuciones son:

- a) Evaluar objetivamente y con base en el instrumento vigente, el informe del trabajo de graduación;
- b) solicitar y verificar los cambios que considere necesarios en el trabajo presentado, respetando los criterios propios del/de la asesor/a y/o estudiante.
- c) Proponer, mediante una carta, la aprobación del trabajo de graduación. Esta carta es dirigida al/a la directora/a de Escuela o Coordinador/a de Carrera.

**Artículo 16°. Las atribuciones del/ de la revisor/a de lingüística son:**

- a) Revisar los aspectos semánticos y morfosintácticos en el trabajo de graduación;
- b) revisar los aspectos formales establecidos en la guía *Especificaciones formales para el trabajo de graduación*;

- c) revisar los cambios solicitados. Luego, emitir su visto bueno en ficha de seguimiento;
- d) cotejar que la versión corregida con los aspectos lingüísticos corresponde con la versión impresa que será entregada en Control Académico

**Artículo 17. Funciones del Director de Escuela o Coordinador de Carrera, respecto al trabajo de graduación.**

- a) Revisar la papelería necesaria y nombrar a un/a revisor/a de protocolo;
- b) aprobar el protocolo de trabajos de graduación;
- c) nombrar al/a la asesor/a y revisor/a de trabajos de graduación;
- d) revisar que el trabajo de graduación ha cumplido el proceso y cumple con los requerimientos de este reglamento;
- e) aprobar el trabajo mediante una carta (Anexo 5);
- f) presentar, ante Junta Directiva para su aprobación, los ejes temáticos que guiaran los trabajos de graduación en el área a su cargo;
- g) remitir al/ a la asesor/a una carta de agradecimiento por su trabajo de asesoría, después del examen de graduación.

**Artículo 18. Funciones del Decano de la Facultad respecto al trabajo de graduación.**

- a) Revisar que todo el proceso se ha cumplido conforme este reglamento, mediante la ficha de seguimiento y cartas respectivas.
- b) Emitir la orden de impresión.

**Artículo 19° Estructura del informe final del trabajo de graduación.**

Portada (**anexo 1**) Hoja en blanco, Identificación (según el modelo del **anexo 2**), nómina de Junta Directiva (según el **anexo 3**), hoja de protocolo (según el modelo del **anexo 4**), agradecimientos (optativo), dedicatoria, (optativo), orden de impresión, índice general, índice de ilustraciones, lista de símbolos (si fuera necesaria) glosario, objetivos, hipótesis (si fuera necesaria), resumen, introducción, cuerpo central del informe, conclusiones, recomendaciones, sección referencias, bibliografía, apéndices y/o anexos( si fueran necesarios).

**Artículo 20°. De la impresión del informe final del trabajo de graduación.** La impresión del trabajo de graduación se hará en tamaño carta y en dúplex a partir del índice general. La portada, en todos los casos, será gris y será identificada según la escuela a que pertenezca con una franja de medio centímetro de ancho a un centímetro del borde superior. Los colores que identifican la escuela son:

Color	Escuela	Carrera/s
Rojo	Ingeniería Civil	Ing. Civil
Verde	Ingeniería Mecánica Industrial	Ing. Industrial, Ing. Mecánica e Ing. Mecánica-Industrial
Azul Oscuro	Ingeniería Mecánica-Eléctrica	Ing. Eléctrica, Ing. Electrónica, Ing. Mecánica-Eléctrica
Violeta	Ingeniería Química	Ing. Química
Anaranjado	Ciencias	Ing. En Ciencias y Sistemas, Licenciatura en Matemática y Licenciatura en Física
Azul Aqua	Ingeniería Sanitaria	Maestrías

La diagramación de la portada se ajustará al ejemplo del **anexo 1** Además, en el lomo de la portada debe escribirse el título del trabajo de graduación y el año de publicación.

**Artículo 21°. Entrega del trabajo de graduación en un medio informático.** Además de la versión impresa, el/la estudiante deberá entregar en la Biblioteca de la Facultad una copia de todos los archivos del trabajo de graduación en algún medio de almacenamiento secundario (ejemplo: disquete o disco compacto), en el formato, programa y paquete establecido por la Escuela o Coordinación, respectiva. Además cada Escuela o Coordinación debe proporcionar a la Biblioteca el soporte técnico para la lectura de los archivos.

**Artículo 22°. Atribuciones de Control Académico con respecto al trabajo de graduación.**



- Requerir como condición para aceptar las copias impresas del trabajo de graduación, la ficha de seguimiento con el visto bueno final de la Oficina de Lingüística.
- Requerir aquellos documentos necesarios para tramitar el examen público de graduación.

**Artículo 23°. Examen público de graduación** Una vez cumplido el proceso del trabajo de graduación y los trámites administrativos respectivos, el/la estudiante se someterá al examen público de graduación.

**Artículo 24°. Premios.** Anualmente, la Facultad premiará al que se considere el mejor trabajo de graduación.

**Artículo 25°. Reconocimiento al/a la asesor/a.** Una vez terminado el trabajo de graduación, después de realizado el examen público de graduación, el/la asesor/a recibirá una carta de agradecimiento remitida por el/la directora/a de la Escuela o Coordinador/a de la carrera, respectiva.

**Artículo 26°. Ejes temáticos.** Estos serán definidos y presentados ante Junta Directiva de la Facultad, por cada Dirección de Escuela o Coordinación de Carrera, cada dos años, en el mes de septiembre, para su aprobación.

**Artículo 27°. Vigencia** El presente reglamento entra en vigencia a partir del segundo semestre de 2000.

**Artículo 28°. Transitorio** Todos/as aquellos/as estudiantes que al momento de entrar en vigencia el presente reglamento tengan en proceso su trabajo de graduación deberán solicitar a la Dirección o Coordinación respectiva, les extienda la ficha de seguimiento de trabajos de graduación y actualizarla con las firmas y sellos de los requisitos cumplidos a la fecha. Para ello, todas las Direcciones de Escuela y Coordinaciones de Carrera deberán informar a sus estudiantes lo referente al presente reglamento.

**Artículo 29°. Revisión del reglamento de trabajos de graduación, instrumentos de evaluación e instructivo para el protocolo de trabajos de graduación.** Estos serán revisados cada cinco años por el Consejo de Directores o una comisión designada para tal efecto por Junta Directiva; quienes de ser necesario, propondrán los cambios que se adecuen a las necesidades dadas.

**Artículo 30°. Especificaciones formales para el trabajo de graduación.** Estas serán revisadas cada cinco años por el/la especialista en lingüística y sometidos a Junta Directiva.

**Artículo 31°.** Todo lo no previsto en este reglamento será resuelto, en su oportunidad, por Junta Directiva.