



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

**ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PARA PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA
SOLAR TÉRMICA EN BÚSQUEDA DE LA REDUCCIÓN DE LOS COSTOS DE
FACTURACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN LA ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE
GUATEMALA**

Pablo Daniel Román Figueroa

Asesorado por el Ing. Carlos Humberto Pérez Rodríguez

Guatemala, enero de 2022

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PARA PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA
SOLAR TÉRMICA EN BÚSQUEDA DE LA REDUCCIÓN DE LOS COSTOS DE
FACTURACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN LA ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE
GUATEMALA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

PABLO DANIEL ROMAN FIGUEROA
ASESORADO POR EL ING. CARLOS HUMBERTO PÉREZ RODRÍGUEZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE
INGENIERO MECÁNICO INDUSTRIAL

GUATEMALA, ENERO DE 2022

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

| | |
|------------|---|
| DECANA | Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada |
| VOCAL I | Ing. José Francisco Gómez Rivera |
| VOCAL II | Ing. Mario Renato Escobedo Martínez |
| VOCAL III | Ing. José Milton de León Bran |
| VOCAL IV | Br. Kevin Vladimir Armando Cruz Lorente |
| VOCAL V | Br. Fernando José Paz González |
| SECRETARIO | Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez |

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

| | |
|------------|---------------------------------------|
| DECANA | Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada |
| EXAMINADOR | Ing. Edgar Darío Álvarez Cotí |
| EXAMINADOR | Ing. Luis Pedro Ortiz |
| EXAMINADOR | Ing. Sergio Roberto Barrios Sandoval |
| 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:

**ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PARA PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA
SOLAR TÉRMICA EN BÚSQUEDA DE LA REDUCCIÓN DE LOS COSTOS DE
FACTURACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN LA ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE
GUATEMALA**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha septiembre de 2019.

Pablo Daniel Román Figueroa

Guatemala, 20 de mayo de 2021

Ingeniero
César Ernesto Urquizú Rodas
Director de Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos de Guatemala

Ingeniero Urquizú:

Sirva la presente para desearle éxitos y satisfacciones personales y profesionales. Aprovecho la oportunidad para hacer de su conocimiento que en esta fecha concluí la asesoría y revisión del trabajo de graduación **“ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA SOLAR TÉRMICA EN BÚSQUEDA DE LA REDUCCIÓN DE LOS COSTOS DE FACTURACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN LA ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA”**, realizado por el estudiante **Pablo Daniel Román Figueroa**, registro académico **201313804** y CUI **2315737310101**, de la Carrera de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de esta casa de estudios superiores.

Agradeceré el seguimiento correspondiente,

atentamente,



Carlos Humberto Pérez Rodríguez
Ingeniero Mecánico Industrial
Colegiado 3071



ESCUELA DE
INGENIERÍA MECÁNICA INDUSTRIAL
FACULTAD DE INGENIERÍA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

REF.REV.EMI.121.021

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA SOLAR TÉRMICA EN BUSQUEDA DE LA REDUCCIÓN DE LOS COSTOS DE FACTURACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN LA ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**, presentado por el estudiante universitario **Pablo Daniel Román Figueroa**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Ing. Edgar Darío Álvarez Cotí
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, noviembre de 2021.

/mgp

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

LNG.DIRECTOR.014.EMI.2022

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 Coordinador de área y la aprobación del área de lingüística del trabajo de graduación titulado: **ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PARA PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA SOLAR TÉRMICA EN BÚSQUEDA DE LA REDUCCIÓN DE LOS COSTOS DE FACTURACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN LA ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS**, presentado por: **Pablo Daniel Román Figueroa**, procedo con el Aval del mismo, ya que cumple con los requisitos normados por la Facultad de Ingeniería.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”



Firmada digitalmente por Cesar Ernesto Urquizu Rodas
Motivo: Ingeniero Industrial
Ubicación: Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería
Mecánica Industrial, U.SAC
Colegiado 4,272, Periodo: enero a marzo año 2022

Ing. César Ernesto Urquizú Rodas
Director
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, enero de 2022


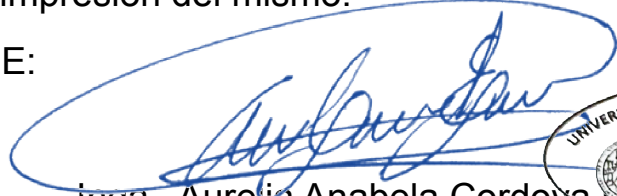
Facultad de Ingeniería

Decanato
24189101-
24189102
secretariadecanato@ingenieria.usac.edu.gt

LNG.DECANATO.OI.050.2022

La Decana 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: **ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PARA PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA SOLAR TÉRMICA EN BÚSQUEDA DE LA REDUCCIÓN DE LOS COSTOS DE FACTURACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN LA ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS**, presentado por: **Pablo Daniel Román Figueroa**, después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



ingra. Aurelia Anabela Cordova Estrada

Decana

Guatemala, enero de 2022

AACE/gaoc

ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Por ser mí guía en todas las decisiones que tomo y permitirme llegar hasta este punto en mi vida.
- Mi madre** Porque sin su apoyo, consejos y amor incondicional no hubiera tenido los mismos logros que he tenido en mi vida.
- Mi hermana** Por darme ánimos cuando los necesito y compartir conmigo todos los momentos buenos y malos
- Mis amigos** Por compartir tantos momentos inolvidables entre alegría y tristezas que hemos pasado.

AGRADECIMIENTOS A:

| | |
|---|--|
| Universidad de San Carlos de Guatemala | Por ser el lugar que me enseñó lo que en la vida pondré en práctica profesionalmente. |
| Facultad de Ingeniería | Por formarme como futuro profesional y darme las herramientas necesarias de ingeniería. |
| Mis amigos de la Facultad | Que con el apoyo mutuo en el transcurso de mi carrera fuimos avanzando. |
| Mi asesor | Ingeniero Carlos Humberto Pérez. Por su apoyo y por compartir sus conocimientos a mi persona para el desarrollo de este trabajo de graduación. |

ÍNDICE GENERAL

| | |
|---|-------|
| ÍNDICE DE ILUSTRACIONES..... | IX |
| LISTA DE SÍMBOLOS | XIII |
| GLOSARIO | XV |
| RESUMEN..... | XIX |
| OBJETIVOS..... | XXI |
| INTRODUCCIÓN..... | XXIII |
| | |
| 1. ANTECEDENTES..... | 1 |
| 1.1. Universidad de San Carlos de Guatemala..... | 1 |
| 1.1.1. Historia | 1 |
| 1.1.2. Estructura organizacional | 2 |
| 1.1.3. Misión | 5 |
| 1.1.4. Visión..... | 5 |
| 1.1.5. Valores | 5 |
| 1.1.6. Facultades | 6 |
| 1.1.7. Centros universitarios | 8 |
| 1.2. Facultad de ingeniería | 14 |
| 1.2.1. Historia | 14 |
| 1.2.2. Estructura organizacional en la Facultad de Ingeniería..... | 15 |
| 1.2.3. Misión | 16 |
| 1.2.4. Visión..... | 16 |
| 1.2.5. Objetivos..... | 16 |
| 1.2.5.1. General..... | 16 |
| 1.2.5.2. Específicos | 16 |

| | | |
|---------|--|----|
| 1.2.6. | Estrategias académicas | 17 |
| 1.2.7. | Escuelas..... | 17 |
| 1.3. | Escuela de Mecánica | 19 |
| 1.3.1. | Historia | 20 |
| 1.3.2. | Ubicación..... | 20 |
| 1.3.3. | Misión..... | 21 |
| 1.3.4. | Visión..... | 22 |
| 1.3.5. | Valores | 22 |
| 1.3.6. | Perfil de ingreso | 22 |
| 1.3.7. | Perfil de egreso | 23 |
| 1.3.8. | Organigrama | 26 |
| 1.3.9. | Descripción de puestos | 26 |
| 1.3.10. | Normas y procedimientos..... | 29 |
| 1.3.11. | Ambiente de trabajo del Ingeniero Mecánico | 30 |
| 1.3.12. | Campo de acción | 30 |
| 1.3.13. | Líneas específicas de investigación | 30 |
| 1.4. | Árbol de problemas | 32 |
| 1.5. | Árbol de objetivos..... | 33 |
| 1.6. | Aspectos socioeconómicos | 34 |
| 1.7. | Determinación de los beneficiarios | 34 |
| 1.8. | Situación con sistema de generación..... | 34 |
| 1.9. | Situación sin sistema de generación | 35 |
| 1.10. | Descripción del sistema de generación..... | 35 |
| 1.11. | Objetivos técnicos | 36 |
| 1.11.1. | Objetivo general | 39 |
| 1.11.2. | Objetivos específicos | 39 |
| 2. | ESTUDIO DE MERCADO..... | 41 |
| 2.1. | Análisis de la demanda | 41 |

| | | |
|----------|--|----|
| 2.1.1. | Comportamiento de la demanda..... | 42 |
| 2.1.2. | Situación actual de la demanda..... | 44 |
| 2.1.3. | Crecimiento de la población..... | 46 |
| 2.1.4. | Ingreso de la población..... | 46 |
| 2.1.5. | Grados de necesidad..... | 46 |
| 2.1.6. | Características de la población demandante | 47 |
| 2.2. | Análisis de la oferta | 48 |
| 2.2.1. | Comportamiento de la oferta | 48 |
| 2.2.2. | Situación actual de la oferta..... | 49 |
| 2.3. | Pronóstico de la demanda | 49 |
| 2.3.1. | Proyección de la demanda | 49 |
| 2.4. | Segmento del mercado..... | 49 |
| 2.4.1. | Variables de segmentación..... | 50 |
| 2.4.1.1. | Perfil de variables | 50 |
| 2.4.2. | Enfoque del segmento del mercado | 51 |
| 2.4.3. | Selección del mercado | 51 |
| 2.4.4. | Grado de personalización de mercado | 51 |
| 3. | ESTUDIO TÉCNICO DE INGENIERÍA..... | 53 |
| 3.1. | Escuela de mecánica | 53 |
| 3.1.1. | Instalaciones..... | 53 |
| 3.1.2. | Disponibilidad de recurso humano..... | 55 |
| 3.1.3. | Vías de comunicación..... | 56 |
| 3.1.4. | Área de influencia | 57 |
| 3.2. | Localización Óptima | 57 |
| 3.2.1. | Factores de localización | 57 |
| 3.2.1.1. | Aspectos geográficos | 57 |
| 3.2.1.2. | Topografía de suelos | 58 |
| 3.2.1.3. | Posibilidad de comunicación..... | 59 |

| | | | |
|------|----------|---|----|
| | 3.2.1.4. | Posibilidad de mantenimiento..... | 61 |
| | 3.2.2. | Alternativas de localización a nivel macro y micro .. | 61 |
| | 3.2.3. | Factores que limitan o alientan la localización | 62 |
| | 3.2.4. | Localización preliminar..... | 63 |
| | 3.2.5. | Ventajas y desventajas alternativas | 63 |
| | 3.2.6. | Selección de la localización óptima | 65 |
| 3.3. | | Determinación del tamaño óptimo..... | 66 |
| | 3.3.1. | Indicadores de capacidad..... | 67 |
| | 3.3.2. | Factores que condicionan el tamaño..... | 68 |
| | 3.3.2.1. | Demanda insatisfecha..... | 68 |
| | 3.3.2.2. | Disponibilidad de equipo | 69 |
| | 3.3.2.3. | Disponibilidad de mano de obra calificada | 69 |
| 3.4. | | Descripción del servicio..... | 69 |
| | 3.4.1. | Especificación del servicio..... | 70 |
| | 3.4.2. | Diagrama del funcionamiento..... | 70 |
| 3.5. | | Maquinaria y equipo | 71 |
| | 3.5.1. | Equipo industrial..... | 71 |
| | 3.5.2. | Especificaciones del equipo | 76 |
| | 3.5.3. | Distribución en planta..... | 78 |
| | 3.5.4. | Plan de mantenimiento y seguridad | 78 |
| 4. | | ESTUDIO ADMINISTRATIVO LEGAL | 79 |
| | 4.1. | Aspectos administrativos y legales..... | 79 |
| | 4.1.1. | Funciones, responsabilidades y delimitación de autoridad | 79 |
| | 4.1.1.1. | Financista | 80 |
| | 4.1.1.2. | Ente ejecutor | 85 |
| | 4.1.1.3. | Ente supervisor | 87 |

| | | | |
|------|----------|--|-----|
| | 4.1.1.4. | Supervisión externa | 88 |
| | 4.1.1.5. | Licencias, permisos y requisitos | 92 |
| 4.2. | | Planeación estratégica | 93 |
| | 4.2.1. | Exigencia social | 93 |
| | 4.2.2. | Misión | 95 |
| | 4.2.3. | Visión..... | 95 |
| | 4.2.4. | Objetivos técnicos..... | 96 |
| | 4.2.5. | Políticas internas | 96 |
| | 4.2.6. | Valores éticos | 102 |
| | 4.2.7. | Marco legal y fiscal | 103 |
| | 4.2.8. | Aspecto ecológico..... | 103 |
| 4.3. | | Diseño del entorno | 104 |
| | 4.3.1. | Estudio de suelo | 105 |
| | 4.3.2. | Infraestructura propuesta..... | 107 |
| | 4.3.3. | Señalización industrial. | 108 |
| 5. | | ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL | 111 |
| | 5.1. | Descripción del trabajo | 111 |
| | 5.2. | Situación antes de la operación..... | 113 |
| | 5.2.1. | Estructura del estudio | 113 |
| | | 5.2.1.1. Aspectos físico-químicos | 114 |
| | | 5.2.1.2. Aspectos biológicos | 115 |
| | | 5.2.1.3. Aspectos socioeconómicos..... | 115 |
| | | 5.2.1.4. Aspecto histórico cultural..... | 115 |
| | | 5.2.1.5. Paisaje..... | 116 |
| | 5.3. | Determinación de riesgos..... | 116 |
| | 5.4. | Elementos que intervienen | 118 |
| | 5.5. | Matrices de impacto | 120 |
| | 5.6. | Aspectos legales | 122 |

| | | |
|----------|---|-----|
| 5.6.1. | Ministerio de Ambiente y Recursos Humanos (MARN) | 122 |
| 5.6.2. | Municipalidad de Guatemala | 122 |
| 5.7. | Evaluación de impacto ambiental..... | 124 |
| 5.7.1. | Programa de gestión ambiental..... | 124 |
| 5.7.1.1. | Acciones para prevenir..... | 125 |
| 5.7.1.2. | Acciones para corregir | 127 |
| 5.7.1.3. | Acciones para minimizar | 129 |
| 5.7.1.4. | Acciones para compensar | 129 |
| 5.8. | Consideraciones generales..... | 130 |
| 5.8.1. | Descripción ambiental | 130 |
| 5.8.2. | Toma de decisiones | 131 |
| 5.8.3. | Objetivos | 131 |
| 6. | ESTUDIO FINANCIERO | 133 |
| 6.1. | Plan de inversión..... | 133 |
| 6.1.1. | Capital de trabajo | 134 |
| 6.1.2. | Inversión en maquinaria | 134 |
| 6.1.3. | Recurso humano | 135 |
| 6.1.4. | Herramientas y repuestos para mantenimiento preventivo y correctivo..... | 136 |
| 6.1.5. | Modificaciones de infraestructura..... | 137 |
| 6.1.6. | Difusión del plan..... | 137 |
| 6.2. | Análisis de riesgos | 137 |
| 6.2.1. | Evaluación de base a matriz de riesgos | 139 |
| 6.2.2. | Indicadores de cumplimiento..... | 139 |
| 6.3. | Presupuesto de ingresos, costos y gastos | 140 |
| 6.3.1. | Estimación de costos fijos y variables | 141 |
| 6.3.1.1. | Valor presente neto | 142 |

| | | |
|----------------------|------------------------------------|-----|
| 6.3.1.2. | Flujo neto..... | 143 |
| 6.3.1.3. | TIR (Tasa Interna de Retorno)..... | 143 |
| 6.3.2. | Conformación de costos | 144 |
| 6.3.2.1. | Área de mantenimiento..... | 144 |
| 6.3.2.2. | Herramientas y repuestos..... | 144 |
| 6.3.2.3. | Repuestos..... | 146 |
| 6.3.3. | Análisis de sensibilidad..... | 147 |
| CONCLUSIONES | | 149 |
| RECOMENDACIONES..... | | 151 |
| BIBLIOGRAFÍA..... | | 153 |
| APENDICE..... | | 157 |
| ANEXOS..... | | 159 |

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

| | | |
|-----|--|----|
| 1. | Diagrama de estructura organizacional..... | 3 |
| 2. | Organigrama Universidad San Carlos de Guatemala | 4 |
| 3. | Organigrama de la Facultad de Ingeniería USAC | 15 |
| 4. | Mapa USAC | 21 |
| 5. | Organigrama escuela de Ingeniería Mecánica..... | 26 |
| 6. | Líneas de investigación de la Escuela de Ingeniería Mecánica | 31 |
| 7. | Árbol de problemas | 32 |
| 8. | Árbol de objetivos..... | 33 |
| 9. | Sistema generador de energía CSP | 36 |
| 10. | Crecimiento de la oferta | 48 |
| 11. | Diagrama vista planta primer nivel edificio T-7..... | 53 |
| 12. | Diagrama vista planta del segundo nivel edificio T-7 | 54 |
| 13. | Diagrama vista planta tercer nivel edificio T-7..... | 55 |
| 14. | Vías de comunicación en el edificio T-7 | 56 |
| 15. | Ubicación en el mapa de la alternativa seleccionada..... | 58 |
| 16. | Fotografía del área elegida como la mejor alternativa | 58 |
| 17. | Parte trasera edificio T-7 | 59 |
| 18. | Colindancia oeste, bodega de usos múltiples, Facultad de Ingeniería... | 60 |
| 19. | Colindancia Sur, Parqueo anexo, Facultad de Ingeniería | 60 |
| 20. | Colindancia Este, Aula magna Iglú | 61 |
| 21. | Demanda insatisfecha..... | 68 |
| 22. | Esquema de generación cilíndrico – parabólico..... | 71 |
| 23. | Colectores cilindro – parabólicos | 74 |

| | | |
|-----|---|----|
| 24. | Colector de seguimiento de un eje | 77 |
|-----|---|----|

TABLAS

| | | |
|--------|---|-----|
| I. | Facultades con mayor demanda académica | 6 |
| II. | Centros Universitarios..... | 9 |
| III. | Resumen sobre las Escuelas adscritas a la Facultad de Ingeniería | 18 |
| IV. | Puestos administrativos | 27 |
| V. | Área de Diseño | 27 |
| VI. | Área Térmica | 28 |
| VII. | Área Materiales de Ingeniería..... | 28 |
| VIII. | Área Complementaria | 29 |
| IX. | Área investigación..... | 29 |
| X. | Estudiantes de primer ingreso e ingreso en el año 2015 - 2016..... | 42 |
| XI. | Cuadro de estudiantes inscritos en el año 2017 | 43 |
| XII. | Comparación de estudiantes de primer ingreso y reingreso 2016 - 2017..... | 43 |
| XIII. | Datos para cálculo de regresión lineal | 44 |
| XIV. | Proyección de estudiantes inscritos del año 2018 para el año 2022 en la Facultad de Ingeniería | 45 |
| XV. | Aspectos positivos y negativos de localización 1 | 63 |
| XVI. | Aspectos positivos y negativos de localización 2..... | 64 |
| XVII. | Aspectos positivos y negativos de localización 3..... | 64 |
| XVIII. | Evaluación de factores ponderados para cada alternativa propuesta para el sistema de generación..... | 65 |
| XIX. | Calculo de potencia eléctrica de los equipos en la Escuela de Mecánica | 67 |
| XX. | Concepción de los colores en la industria..... | 109 |
| XXI. | Código de colores en la industria..... | 109 |

| | | |
|--------|--|-----|
| XXII. | Descripción del proyecto y sus acciones..... | 112 |
| XXIII. | Artículos del programa de gestión ambiental | 125 |
| XXIV. | Capítulo II de la evaluación y calificación del proyecto | 133 |
| XXV. | Capítulo IV de la evaluación y calificación del proyecto | 134 |

LISTA DE SÍMBOLOS

| Símbolo | Significado |
|--------------------------|--|
| KPa | 1000 Newton por metro cuadrado |
| cm | Centímetro |
| cm² | Centímetro cuadrado |
| Kg | Kilogramo |
| Kg/cm² | Kilogramo por centímetro cuadrado |
| Psi | Libra por pulgada cuadrada |
| ± | Más menos |
| m² | Metro cuadrado |
| mm | Milímetro |
| ft/s | Pies sobre segundo |
| % | Por ciento |
| psi | <i>Pound per square inch</i> (libra por pulgada cuadrada) |
| in (pulg) | Pulgadas |
| Pa | Unidad de presión o esfuerzo del Si, llamado Pascal (N/ m ²) |

GLOSARIO

| | |
|------------------------------|---|
| Acero | Aleación de hierro que contiene entre 0,04 % y 2,25 % de carbono y a la que se le añaden elementos en cantidades pequeñas como níquel, cromo, manganeso, silicio o vanado, entre otros. |
| ASME | Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos. |
| Capacidad | Cantidad de aire libre realmente aspirado por un compreso. Generalmente se expresa en m ³ /min. |
| Calidad | La calidad no es un fenómeno abstracto, sino que está definida concretamente mediante las características o especificaciones técnicas del producto o servicio, la calidad es la adecuación para el uso satisfaciendo las necesidades del cliente. |
| Corrosión | Alteración que causa el medio ambiente en un objeto manufacturado. |
| Consumo no registrado | Consumo de energía no medido por alteración de condiciones de suministro. Es decir, es un consumo no cobrado. |

| | |
|------------------------------------|---|
| Calentamiento Global | Se refiere al aumento gradual de las temperaturas de la atmósfera y océanos de la Tierra que se ha detectado en la actualidad, además de su continuo aumento que se proyecta a futuro |
| Demanda | Hace referencia a la cantidad de bienes (productos) o servicios que se solicitan o se desean en un determinado mercado de una economía a un precio específico. |
| Estudio de Pre factibilidad | Consiste en la investigación a los factores y fuentes primarias y secundarias de investigación de mercado detallando la tecnología que se utilizara en el proyecto, así como de los aspectos político/legales que lo afectan. |
| Gas | Estado de agregación de la materia en el cual, bajo ciertas condiciones de temperatura y presión, sus moléculas interaccionan solo debidamente entre sí, sin formar enlaces moleculares. |
| Material compuesto | Son aquellos materiales que se forman por la unión de dos materiales para conseguir la combinación de propiedades que no es posible obtener en los materiales originales. |
| Oferta | Se refiere a la cantidad de bienes, productos o servicios que se ofrecen en un mercado bajo unas determinadas condiciones. |

**Polietileno de
baja densidad**

Es un polímero de la familia de los polímeros olefínicos, como el polipropileno y los polietilenos. Es un polímero termoplástico conformado por unidades repetitivas de etileno. Se designa como LDPE (por sus siglas en inglés, *Low Density Polyethylene*) o PEBD, polietileno de baja densidad.

Sostenibilidad

Proceso de gestión posterior a la implementación de proyectos de recuperación a fin de garantizar que el área recuperada permanezca en gestión normal y que no vuelva a caer en situación de conflicto.

RESUMEN

La Escuela de Ingeniería Mecánica tiene a su disposición aulas, baños, oficinas y laboratorios entre los cuales podemos mencionar, laboratorio de hidráulica, neumática, metalurgia, motores, refrigeración y procesos de manufactura. Estos laboratorios están equipados con equipo industrial para las prácticas que son necesarias impartir. Con lo antes mencionado podemos asegurar que el consumo eléctrico de los laboratorios es alto, adicionalmente, podemos agregar el consumo en salones de clases, oficinas y baños.

Actualmente la escuela no cuenta con un plan de ahorro energético o un sistema que ayude a reducir la cantidad de energía consumida por todos los equipos en todas las áreas dentro de las instalaciones del edificio T-7, tampoco cuenta con un estudio que determine cuál es el consumo actual y cómo podría mejorar la facturación mensual de dicho servicio.

En la Facultad de Ingeniería, la Escuela de Mecánica es una escuela que cuenta con el mayor equipo industrial, estos equipos operan con un motor de al menos 1HP el cuál necesitaría por lo menos 220V de corriente, esto provoca un alto consumo energético ya que los laboratorios no solo cuentan con una máquina industrial.

Estos equipos se utilizan diariamente para las prácticas de los laboratorios, lo que incurre a un uso diario de los equipos, adicionalmente está el consumo eléctrico por parte de las demás áreas dentro de la escuela, esto impacta negativamente en el costo de facturación por energía eléctrica mensualmente.

Se tiene contemplado para el presente trabajo de graduación analizar cada una de las áreas dentro de la Escuela de Mecánica para determinar cuáles son las que consumen más energía eléctrica, tomando en cuenta las limitaciones que se tienen a la fecha.

Para el presente trabajo se tomarán como referencia planos de la escuela, manuales de los equipos que poseen los laboratorios e información proporcionada por cada ingeniero encargado de los equipos y datos relevantes como los gastos mensuales de energía eléctrica de los últimos meses.

OBJETIVOS

General

Desarrollar un estudio de prefactibilidad para proyecto de generación de energía solar térmica en búsqueda de la reducción de los costos de facturación de energía eléctrica en la escuela de Ingeniería Mecánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Específicos

1. Reducir el costo de facturación de energía eléctrica en la Escuela de Mecánica en las áreas de más consumo energético.
2. Identificar las áreas de más consumo energético mediante un análisis de fichas técnicas de los equipos en cada una de las áreas de la Escuela de Mecánica.
3. Determinar el equipo necesario para el sistema de generación de energía eléctrica mediante un análisis técnico y financiero.
4. Proponer una mejora en la programación de los horarios de los laboratorios de la Escuela de Mecánica buscando la reducción de tiempo de uso de los equipos.
5. Establecer los requisitos y parámetros necesarios para la implementación del trabajo de graduación a través de un estudio legal.

6. Detallar de un estudio económico, financiero y técnico la inversión necesaria para ejecutar el trabajo de graduación.
7. Cuantificar y detallar la mejora que el trabajo de graduación representaría mediante una comparación de la situación actual versus situación con sistema de generación de energía eléctrica.

INTRODUCCIÓN

La universidad de San Carlos de Guatemala cuenta aproximadamente para el año 2019 con 187 014 estudiantes inscritos de los cuales 99 070 estudiantes estudian en la ciudad y los otros 87 944 estudiantes estudian en los diferentes centros y sedes universitarios departamentales según el departamento de registro y estadística, esas cifras no tienen contemplado a las personas como los trabajadores, vendedores y personas ajenas a la Universidad, por lo que la demanda energética es suficientemente alta para toda la Universidad.¹

La Facultad de Ingeniería es la cuarta facultad con mayor cantidad de estudiantes inscritos, teniendo un total de 13 424. Teniendo en cuenta la cantidad de estudiantes es necesario ocupar todos los días la mayor parte de los salones gran parte del día para impartir los cursos de las diferentes carreras durante la semana y fines de semana los laboratorios y prácticas.

La Escuela de Mecánica se encuentra ubicada en el edificio T-7, segundo nivel, esta escuela está acreditada por la Agencia Centroamericana de Acreditación de Arquitectura y de Ingeniería –ACAAI-. Y para poder mantener la acreditación es necesario cumplir ciertos requisitos y dos de ellos es el desarrollo e implementación de proyectos y cuidado del medio ambiente.

La Escuela de Mecánica se ha esforzado por mantener la acreditación apoyando a los estudiantes con diferentes proyectos y actividades como conferencias, talleres y visitas técnicas, esto con el fin de que el estudiante pueda ampliar sus conocimientos y pueda desarrollar diferentes tipos de proyectos conociendo las limitaciones de tecnología, desarrollo y medio ambiente que se tiene en Guatemala.

¹ Guatemala. Universidad de San Carlos de Guatemala. *Registro y Estadística*. <https://registro.usac.edu.gt/>. Consulta: 11 de octubre de 2019.

El tema de desarrollo de proyectos y cuidado del medio ambiente son dos factores muy importantes de los que pueden resultar un sinnúmero de ideas que pueda solucionar diversos problemas que representa la Escuela de Mecánica. Este trabajo de graduación buscará la mejor propuesta para un sistema que pueda generar energía eléctrica por medio del aprovechamiento de los rayos solares como recurso natural.

En este trabajo de graduación se desarrollará un estudio de factibilidad el cual contiene estudio de mercado, que ayudará a la toma de decisiones con el fin de facilitar el desarrollo del trabajo de graduación reduciendo en lo más mínimo posible el margen de error, administrativo legal, que se sustentará en todas las disposiciones reglamentarias que estén vigentes para no incurrir en algún problema legal, estudio técnico, que determinará el tamaño y capacidad del diseño, demostrando la mejor distribución del equipo a utilizar y cuál será el equipo necesario, impacto ambiental demostrará que el sistema a utilizar y cuál será el equipo necesario, impacto ambiental demostrará que el sistema de generación de energía es agradable al medio ambiente y no tiene impacto negativo al medio ambiente, y por último el estudio financiero, demostrará con valores la cantidad necesaria de inversión y así mismo el tiempo necesario para la recuperación del mismo.

El método a utilizar es *Concentrated Solar Power* (CSP) o por su significado en español Energía Termosolar de Concentración, la cual consiste en concentrar los rayos solares en un mismo punto en donde el calor se transformará en vapor que con la ayuda de un generador de vapor, una turbina y un generador de energía eléctrica podrán transformar la energía solar en energía eléctrica.

El trabajo de graduación aplicará la reducción de costos de facturación en energía eléctrica por medio de un sistema que contiene equipo visto en diversos cursos de la carrera de mecánica.

1. ANTECEDENTES

1.1. Universidad de San Carlos de Guatemala

La Universidad de San Carlos de Guatemala, desde el 31 de enero de 1676, fecha que fue fundada la universidad, ha sido el *alma mater* de muchos guatemaltecos. A continuación, se presenta de forma resumida la historia de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

1.1.1. Historia

En 1686 recibió la orden de realizar concursos de profesores en las Universidades de Salamanca, Valladolid y Alcalá de Henares en España. En el mismo año, el Dr. José de Baños y Sotomayor, uno de los principales impulsores de la universidad, fue designado por el rey como primer rector. Para entonces, dos generaciones de graduados de secundaria se habían graduado.

El abogado Francisco de Sarassa y Arce es el encargado de redactar la constitución y el reglamento de la universidad, para lo cual tomó como ejemplo la Universidad de Salamanca y la constitución de México.

Finalmente, en 1687, el Papa Inocencio Elth confirió el título de Pontificia a la universidad, cuyos graduados estaban al mismo nivel que los del Centro Europeo de Educación. Lorenzo Pérez Dardón se convirtió en el primer graduado en recibir un doctorado en 1688. Así inició la vida universitaria en Guatemala.²

- Autonomía Universitaria

El gobierno militar revolucionario integrado por Francisco Javier Arana, Jacob Árbenz Guzmán y Jorge Toriello emitió el Decreto No. 12, según el cual se estableció la Autonomía Universitaria en 1944. El decreto fue emitido para evitar que cualquier gobernante controle la Universidad Nacional de San Carlos en Guatemala como lo hizo Jorge Ubico.

² AROCHE, Karin. *Historia de la autonomía Universitaria de la Universidad de San Carlos de Guatemala*. <https://aprende.guatemala.com/historia/epocas-historicas/historia-de-la-autonomia-universitaria-de-la-universidad-de-san-carlos-de-guatemala/>. Consulta: 11 de octubre de 2019.

La lectura del decreto destacó la importancia de investigar los problemas que enfrenta el país y difundir la cultura. Estableció su autonomía en el gobierno, personalidad jurídica y capacidad para adquirir, administrar y enajenar activos. En ese momento, la universidad se fusionó con la Facultad de Derecho y Ciencias Sociales, Ciencias Médicas, Ciencias Económicas, Ciencias Naturales y Farmacia, Ingeniería, Odontología y Humanidades, aunque solo comenzó a operar después de un tiempo.

La autoridad de la universidad es el consejo universitario, la agencia electoral y el responsable. A su vez, la junta directiva está compuesta por el director, el decano de cada colegio, el representante de cada colegio profesional (preferiblemente un docente universitario) y el representante estudiantil de cada colegio. Todos tienen derecho a voto, mientras que el secretario y tesorero se basan en un sistema de votación. El derecho a votar.

El órgano electoral se realiza cada cuatro años para elegir al decano y está integrado por el decano saliente, cinco profesores y cinco estudiantes de cada colegio y cinco profesionales no profesionales de cada colegio profesional. El rector es el representante legal de la universidad, responsable de implementar y cumplir las decisiones del consejo universitario. Cada colegio es administrado por una junta directiva y un decano. Además, la universidad ha promulgado sus propias leyes a lo largo de su historia.³

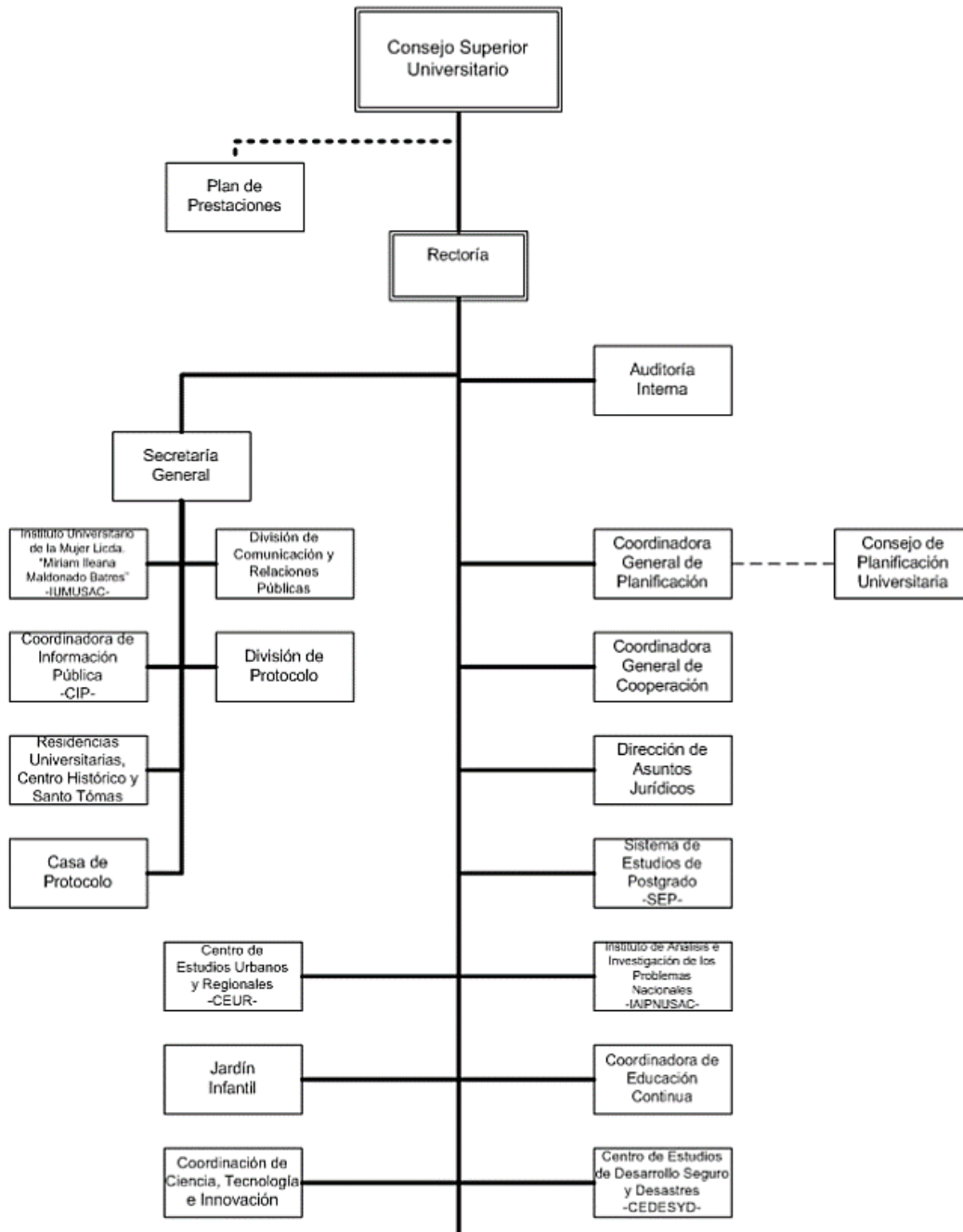
1.1.2. Estructura organizacional

“La Estructura Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, se encuentra integrada por unidades de decisión superior, unidades de apoyo funcional y las unidades ejecutoras del desarrollo de las funciones de docencia, investigación y extensión de la Universidad”⁴.

³ AROCHE, Karin. *Historia de la autonomía Universitaria de la Universidad de San Carlos de Guatemala*. <https://aprende.guatemala.com/historia/epocas-historicas/historia-de-la-autonomia-universitaria-de-la-universidad-de-san-carlos-de-guatemala/>. Consulta: 11 de octubre de 2019.

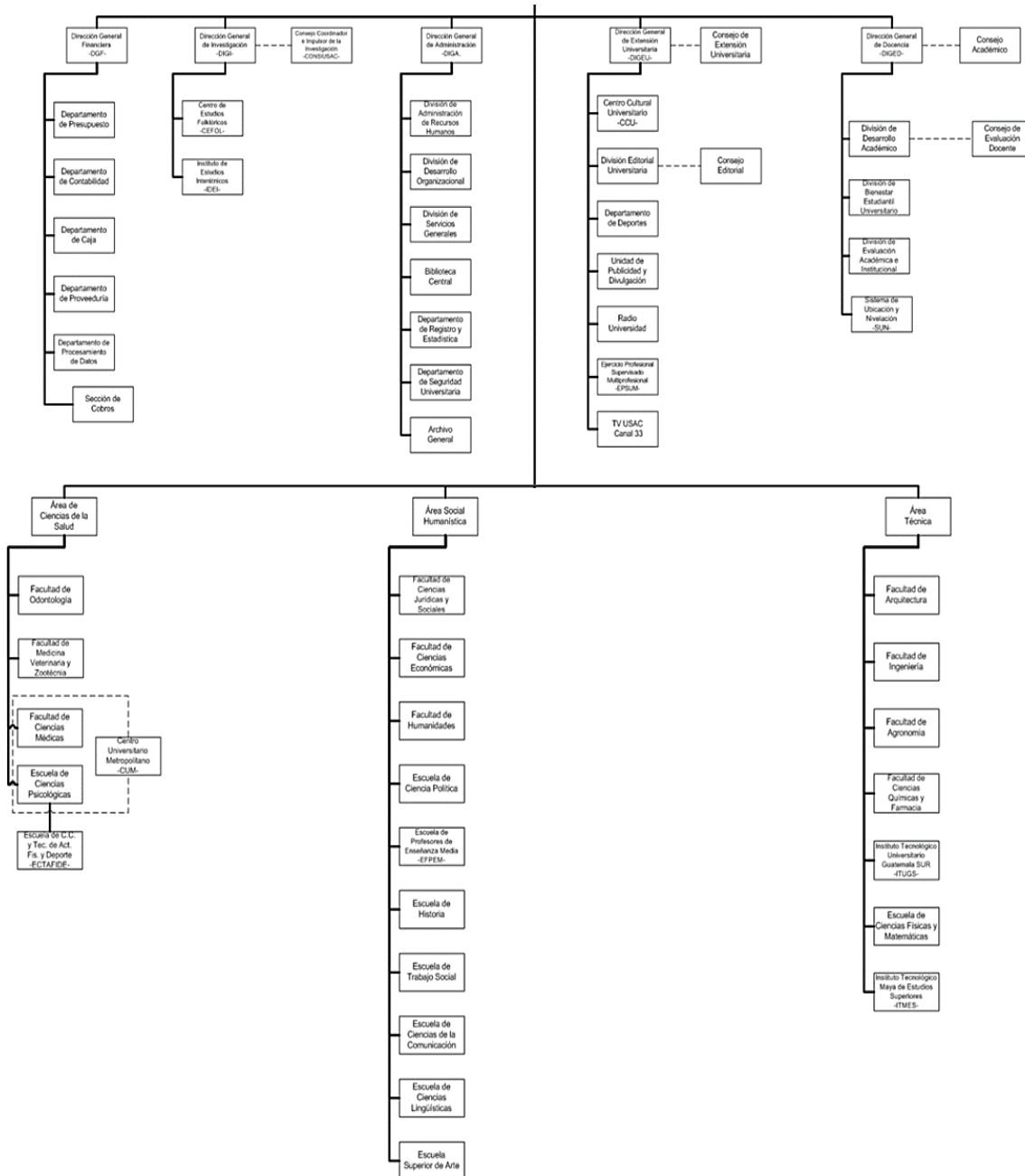
⁴ Universidad de San Carlos de Guatemala. *Organigrama General*. <https://www.usac.edu.gt/organigrama.php>. Consulta: 11 de octubre de 2019.

Figura 1. Diagrama de estructura organizacional



Fuente: Universidad de San Carlos de Guatemala. *Organigrama General*.
<https://www.usac.edu.gt/organigrama.php>. Consulta: 11 de octubre de 2019.

Figura 2. Organigrama Universidad San Carlos de Guatemala



Fuente: Universidad de San Carlos de Guatemala. *Organigrama General*.
<https://www.usac.edu.gt/organigrama.php>. Consulta: 11 de octubre de 2019.

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.⁵

1.1.4. Visión

La Universidad de San Carlos de Guatemala es la institución de educación superior estatal, autónoma, con cultura democrática, con enfoque multi-intercultural, vinculada y comprometida con el desarrollo científico, social, humanista y ambiental con una gestión actualizada, dinámica, efectiva y con recursos óptimamente utilizados para alcanzar sus fines y objetivos, formadora de profesionales con principios éticos y excelencia académica.⁶

1.1.5. Valores

Los valores de la Universidad de San Carlos de Guatemala se dividen en: responsabilidad, respeto, honestidad, excelencia y servicio. A continuación, se describe cada uno de ellos.

- Responsabilidad: valor que permite al trabajador universitario interactuar, comprometerse y aceptar las consecuencias de sus acciones y decisiones. Sus actos responden íntegramente a sus compromisos, sin necesidad de tener supervisión, en cumplimiento de su deber con eficiencia y eficacia.
- Respeto: es valorar a los demás, acatar los límites que impone el derecho ajeno como base para la convivencia armoniosa que exige de los trabajadores de la Universidad de San Carlos de Guatemala, actitudes positivas en las relaciones humanas, en el ambiente laboral y en cualquier relación interpersonal.⁷
- Honestidad: el carácter de tu palabra es tu mejor bien y la honestidad, tu mejor virtud. Valor que distingue al trabajador de la Universidad de San Carlos de Guatemala por sus actos de probidad, rectitud, decoro y decencia.

⁵ Universidad de San Carlos de Guatemala. *Misión, visión y valores*. <https://www.usac.edu.gt/organigrama.php>. Consulta: 11 de octubre de 2019.

⁶ Ibid.

⁷ Ibid.

- Excelencia: valor que motiva a los trabajadores de la Universidad de San Carlos de Guatemala, a desarrollar sus labores cotidianas en forma sobresaliente y buscando continuamente la mejora del trabajo realizado.
- Servicio: es la disposición de los trabajadores universitarios de atender con agilidad, cordialidad, eficiencia y diligencia a la comunidad universitaria y a las personas que hacen uso de los servicios de la Universidad, en función de la misión institucional.⁸

1.1.6. Facultades

Las diferentes unidades académicas que prestan servicios para enseñanza, promoción y formación de profesionales es diversa, además de contar con carreras técnicas y diplomados cortos que pueden mejorar las capacidades en el desarrollo de sus labores a diferentes sectores sociales.

Tabla I. **Facultades con mayor demanda académica**

| Facultad | Descripción |
|--------------|---|
| Agronomía | Una de sus tareas es realizar una serie de evaluaciones en el año 2000. Los resultados hacen posible la renovación académica y brindan oportunidades educativas diversificadas para estudiantes de pregrado y posgrado. Con el fin de mejorar la calidad de vida de los guatemaltecos, promover el desarrollo sostenible de la producción agrícola y los recursos naturales del país. |
| Arquitectura | Tiene el compromiso de formar profesionales altamente capacitados en arquitectura, diseño gráfico y otros campos profesionales en ramas relevantes, con el objetivo de satisfacer las necesidades de la sociedad guatemalteca con calidad, eficiencia, efectividad y relevancia. |

⁸ Universidad de San Carlos de Guatemala. *Misión, visión y valores*. <https://www.usac.edu.gt/organigrama.php>. Consulta: 11 de octubre de 2019.

Continuación tabla I.

| | |
|-------------------------------|--|
| Ciencias económicas | La misión de la Facultad de Ciencias Económicas de la Universidad de San Carlos de Guatemala es preparar profesionales con alto nivel académico y formación integral, científica, técnica y social humanística, en las áreas de conocimiento de Economía, Contaduría Pública y Auditoría y Administración de Empresas y otras carreras afines, que le permite participar con eficiencia, eficacia y ética profesional en la actividad productiva, en el desarrollo social y económico sostenible del país, en coadyuvar a la unión e integración de Centroamérica e insertarse en el contexto internacional. |
| Ciencias Jurídicas y Sociales | La misión de la Facultad de Ciencias Económicas de la Universidad de San Carlos de Guatemala es preparar profesionales con alto nivel académico y formación integral, científica, técnica y social humanística, en las áreas de conocimiento de Economía, Contaduría Pública y Auditoría y Administración de Empresas y otras carreras afines, que le permite participar con eficiencia, eficacia y ética profesional en la actividad productiva, en el desarrollo social y económico sostenible del país, en coadyuvar a la unión e integración de Centroamérica e insertarse en el contexto internacional. |
| Ciencias médicas | La Facultad de Ciencias Médicas es la Unidad Académica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, encargada de formar profesionales en las carreras de médicos generales, así como de las diferentes especialidades, maestrías y doctorados en medicina y enfermería de acuerdo a necesidades y condiciones del contexto epidemiológico del país. |
| Ciencias Químicas y Farmacia | La investigación farmacéutica comenzó en la escuela de medicina en el año 1840 y el primer farmacéutico se graduó en 1843. El Decreto N ° 989 del 2 de septiembre de 1918 crea la Universidad Nacional Estrada Cabrera. El funcionario ejecutivo fue numerado el 21 de agosto del mismo año en 741, y estableció la Facultad de Ciencias Naturales y Farmacia. El primer decano fue el Dr. Rodolfo Robles. |

Continuación tabla I.

| | |
|----------------------------------|---|
| Humanidades | La Facultad de Humanidades es una unidad académica de la Universidad de San Carlos en Guatemala, se especializa en la formación de profesionales con logros académicos en diferentes campos de las humanidades, lo que incidirá en la resolución de las realidades nacionales. |
| Medicina Veterinaria y Zootecnia | Unidad Académica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, que tiene cobertura nacional y en el istmo Centroamericano, encargada de formar licenciados en Medicina Veterinaria o Zootecnistas, así como especializaciones, maestrías y doctorados en este campo. |
| Odontología | Formar recurso humano en el área del conocimiento estomatológico, con excelencia académica y de vanguardia, mediante la adecuada planificación de programas de investigación, docencia y extensión, teniendo en cuenta la diversidad cultural, social y lingüística del país, Siempre con valores éticos, responsables y comprometidos con el desarrollo nacional y regional. |

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word 2019.

1.1.7. Centros universitarios

Los centros universitarios creados y diseñados para satisfacer la demanda de la sociedad civil, quienes han necesitado desarrollar herramientas y estrategias para lograr superarse académicamente, por estas necesidades la Universidad de San Carlos de Guatemala, ha logrado instalarse en sectores geográficos muy retirados y donde el volumen de estudiantes es elevado, la satisfacción del modelo de educación de la universidad es lograr el incremento de oferta para la mayoría de jóvenes adultos que desean graduarse con alta disciplina y renombre académico.

Tabla II. **Centros Universitarios**

| Extensión o localización | Descripción |
|--------------------------|---|
| Petén –CUDEP- | Institución con cultura democrática, dirección de educación superior en la zona norte del país, y responsable de mejorar la calidad de vida de sus habitantes a través de la creación, difusión y aplicación del conocimiento, contribuyendo al desarrollo y solución social y Problemas económicos en el departamento de Peten y sus áreas de influencia orientar, organizar y desarrollar la educación superior en el estado y difundir la cultura en diversas manifestaciones. |
| Occidente –CUNOC- | La estructura curricular de CUNOC y cada una de sus profesiones se basa en una cultura democrática y participativa, y adopta un enfoque de género, diversidad, transcultural y multilingüe. Además, también participa en el desarrollo local, regional y nacional a través de la investigación y la expansión universitaria para promover la equidad, la justicia y la democratización de toda la sociedad, y establece conexiones internacionales con universidades e instituciones académicas de todo el mundo para comunicarse con ellas para promover su desarrollo. Intercambios académicos. |
| San Marcos –CUSAM- | Unidad académica de la Universidad de San Carlos de Guatemala rectora de la educación superior estatal en el departamento de San Marcos, que con enfoque multi e intercultural desarrolla programas académicos en investigación, docencia y extensión. |
| Nor-occidente –CUNOROC- | <i>Institución de educación superior comprometida con la formación de recursos humanos capaces de llevar a cabo programas y proyectos en los campos de la agricultura, ganadería, silvicultura y ciencias sociales, contribuyendo así al desarrollo de Huehuetenango y de todo el país.</i> |
| Suroccidente –CUNSUROC- | Centro Universitario del Sur Occidente, que trabaja en equipo inter y multidisciplinario, para formar profesionales competitivos a través de programas integrados de enseñanza, investigación y promoción; para cumplir con estándares de calidad reconocidos en el país y en el extranjero para promover el desarrollo de la región. |

Continuación tabla II.

| | |
|---|---|
| Izabal –CUNIZAB- | El Centro Universitario de Izabal se encarga de orientar, organizar y desarrollar la educación superior estatal de Izabal con igualdad e igualdad de género, y difundir la cultura en todas sus manifestaciones en su ámbito de influencia. |
| Totonicapán –CUNTOTO- | Unidad académica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, encargada de difundir la educación superior estatal en su región de influencia, en donde se desarrollan las funciones de docencia, investigación y extensión, con el propósito de elevar el nivel espiritual e intelectual de los habitantes de la región, a través del desarrollo y difusión del conocimiento científico, tecnológico, cultural y social, formando profesionales ética y socialmente responsables, capaces de ser agentes transformadores de su entorno, que contribuyen al desarrollo y engrandecimiento de Guatemala. |
| Baja Verapaz –CUNBAV- | Unidad Académica y Administrativa encargada de cumplir con responsabilidad y ética, desempeñando las funciones de docencia, investigación y promoción y son los encargados de formar profesionales calificados, que estén comprometidos con la construcción de una sociedad dominada por los valores, la justicia y la equidad. |
| Centro de estudios del Mar y Acuicultura –CEMA- | Centro Regional Universitario, líder en el ámbito nacional, formado por un equipo de trabajo multidisciplinario, especializado en la formación vanguardista de profesionales competitivos en la producción, conservación y administración sustentable de los recursos Hidrobiológicos, participamos en el análisis de su problemática, proponiendo soluciones para coadyuvar en el desarrollo humano integral de la sociedad guatemalteca, mediante la investigación científica, la docencia, la extensión, la prestación de servicios de calidad y la divulgación del conocimiento. |

Continuación tabla II.

| | |
|--|--|
| <p>Centro universitario del Norte – CUNOR-</p> | <p>Las gestiones del CUNOR se iniciaron en el año de 1964 para el establecimiento de estudios Universitarios. El 27 de noviembre de 1975 se aprueba por parte del Consejo Superior Universitario, la creación del Centro Universitario del Norte. Actualmente el CUNOR ofrece las carreras de Orientación Vocacional y Laboral Profesorado de Enseñanza Media en Pedagogía y Técnico en Administración, Educativa con Orientación en Medio Ambiente, Profesorado en Educación, Primaria Bilingüe Intercultural, Técnico en Geología, Técnico en Producción Agrícola, Técnico en Producción Pecuaria, Terapia Del Lenguaje y Trabajador Social.</p> |
| <p>Centro universitario de Chimaltenango –CUNDECH-</p> | <p>El Centro Universitario es responsable de la educación pública superior de Chimaltenango. Es influyente y tiene logros académicos destacados. Integra la investigación, la docencia y la promoción en la formación de profesionales dedicados a la sociedad y el medio ambiente, apoyando así el desarrollo sostenible de la región.</p> |
| <p>Centro universitario de Quiché –CUSACQ-</p> | <p>Unidad académica que brindan servicios educativos de nivel superior en cumplimiento de las leyes y reglamentos de la Universidad de San Carlos en Guatemala, con el objetivo de brindar a los profesionales capacitación en conocimiento científico y ponencia social de alta calidad, que responda a las necesidades socioeconómicas y productivas del área de influencia del centro, bajo los principios de respeto, responsabilidad y ética profesional. Contribuyendo a la difusión de la cultura, estudio y solución de problemas nacionales con excelencia académica, calidad, ética e inclusión.</p> |
| <p>Centro universitario de Oriente –CUNORI-</p> | <p>Una institución con cultura democrática es la dirección de educación superior en la región Nororiente, y se encarga de mejorar la calidad de vida de los residentes a través de la creación, difusión y aplicación del conocimiento, contribuyendo así al desarrollo y solución de problemas sociales y económicos.</p> |

Continuación tabla II.

| | |
|--|--|
| <p>Centro universitario de Santa Rosa –CUNSARO-</p> | <p>El Centro Universitario Santa Rosa de la Universidad de San Carlos en Guatemala es responsable de cumplir con sus obligaciones y realizar las funciones de docencia, investigación y extensión, y formar profesionales calificados y comprometidos con la construcción de una sociedad dirigida por la justicia.</p> |
| <p>Centro universitario de El Progreso –CUNPROGRESO-</p> | <p>unidad académica líder del departamento de El Progreso comprometida con la educación, y con el trabajo conjunto responsable, ético y apegado a valores morales e institucionales que proporciona servicios educativos a nivel superior en apego a las leyes, y normas de la Universidad de San Carlos de Guatemala, contemplados en los normativos del Centro Universitario de El Progreso, organizada para asesorar, dirigir, promover, coordinar, articular y ejecutar programas y proyectos de investigación, docencia y extensión universitaria que se relacionen con el desarrollo, adelanto y mejor condición del departamento de El Progreso desde la educación superior y la cultura;</p> |
| <p>Centro universitario de Sololá – CUNSOL-</p> | <p>Formar profesionales de excelencia con respeto a la diversidad cultural y al pluralismo, socialmente comprometidos con la comunidad y el proceso productivo de la misma, a través de los fines de la Universidad de San Carlos de Guatemala se consiga aportar propuestas de solución a la conflictividad nacional.</p> |
| <p>Centro universitario de Sacatepéquez –CUNSAC-</p> | <p>Institución encargada del cumplimiento de responsabilidades y disciplinas son responsables de las funciones de docencia, investigación y promoción de la universidad en la región. De igual forma, desarrollar la educación superior para formar profesionales calificados dedicados a la integración social, en la que prevalece la justicia y el respeto a la multiculturalidad; de esta manera, promover la investigación y resolución de problemas nacionales para la promoción de Guatemala Desarrollo sostenible de la sociedad.</p> |

Continuación tabla II.

| | |
|--|---|
| <p>Centro universitario del Sur – CUNSUR-</p> | <p>Unidad académica líder de la región sur de Guatemala que proporciona servicios educativos a nivel superior operando en apego a las leyes, y normas de la Universidad de San Carlos de Guatemala, contemplados en los normativos del Centro Universitario del Sur, CUNSUR , a través de las carreras de: Agroindustria y Ciencias Económicas para lograr la formación de profesionales con calidad académica, de elevado conocimiento científico y ponencia social, que respondan a las necesidades socioeconómicas y productivas del área de influencia del centro regional, bajo los principios de respeto, transparencia, responsabilidad y ética profesional.</p> |
| <p>Centro universitario de Sur-Oriente –CUNSORORI-</p> | <p>Centro Universitario de Sur Oriente con sede en Jalapa, proporcionamos servicios educativos a nivel superior, apegados a las técnicas de enseñanza de la Universidad de San Carlos de Guatemala, formando profesionales con elevado conocimiento científico y conciencia social, contribuyendo al desarrollo de la región sur oriental, a través de la planificación, organización, dirección, ejecución y control de proyectos educativos y de desarrollo comunitario.</p> |
| <p>Centro universitario de Jutiapa –JUSAC-</p> | <p>Responsable de la formación del recurso humano del departamento de Jutiapa y sus áreas de influencia, con excelencia académica, conciencia social y ambiental; teniendo como base los ejes de investigación, docencia y extensión, enmarcados dentro de una cultura democrática en el contexto de la diversidad de la sociedad guatemalteca.</p> |
| <p>Centro universitario de Zacapa –CUNZAC-</p> | <p>Unidad académica de la región Nororiental que brinda educación superior de calidad, formando profesionales con valores y capacidades, para promover la búsqueda de soluciones a las diferentes problemáticas sociales a través de la investigación, aplicación de conocimiento y difusión de la cultura, fomentando el uso de nuevas tecnologías, la investigación, docencia y extensión.</p> |

Fuente: elaboración propia.

1.2. Facultad de ingeniería

Es reconocida como una de las más grandes en el Campus central, anualmente pueden llegar a inscribirse quince mil alumnos.

1.2.1. Historia

La Escuela Técnica de la Facultad de Ingeniería se estableció en 1951 con el propósito de capacitar y ampliar los conocimientos de los trabajadores de la construcción. Cuando la escuela técnica vocacional incluyó este trabajo en su plan, con el fin de evitar la duplicación de trabajo, la escuela técnica dirigió sus actividades a otros campos que siempre han estado dentro del campo de la ingeniería, en línea con sus funciones de expansión universitaria.

En 1953 se fundó la carrera de arquitecto ingeniero en la Facultad de Ingeniería, y este paso condujo a la creación de la Facultad de Arquitectura. En 1959, se estableció el Centro de Investigación de Ingeniería para promover y coordinar la investigación científica con la participación de diversas instituciones públicas y privadas.

En 1966, la Facultad de Ingeniería estableció el primer programa de posgrado regional (Centroamérica) la creación de una escuela regional mediante ingeniería sanitaria y una maestría en ingeniería sanitaria. Estos estudios son reconocidos internacionalmente. Posteriormente, el programa amplió la maestría en recursos hidráulicos.

La Escuela de Ingeniería Química, que ha operado en la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia desde 1939, se fusionó con la Facultad de Ingeniería en 1967. En el mismo año, se estableció la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial para ser responsable de la ocupación de ingeniería industrial, ingeniería mecánica e ingeniería mecánica industrial combinada.

A fines de la década de 1960, se realizó una investigación sobre el ajuste estructural y la modernización del plan de estudios universitario. En octubre y noviembre de 1970, la junta directiva de la facultad y el glorioso consejo superior universitario entendieron y aprobaron el nuevo plan. A partir de 1971 se implementó el plan de reorganización de la Facultad de Ingeniería (Planderest), que promovió la formación integral de sus estudiantes para hacer que la ingeniería participe de manera más efectiva en el desarrollo del país. El plan incluye la aplicación de cursos flexibles para adaptarse al progreso tecnológico y las necesidades de desarrollo productivo del país, así como las de los estudiantes.⁹

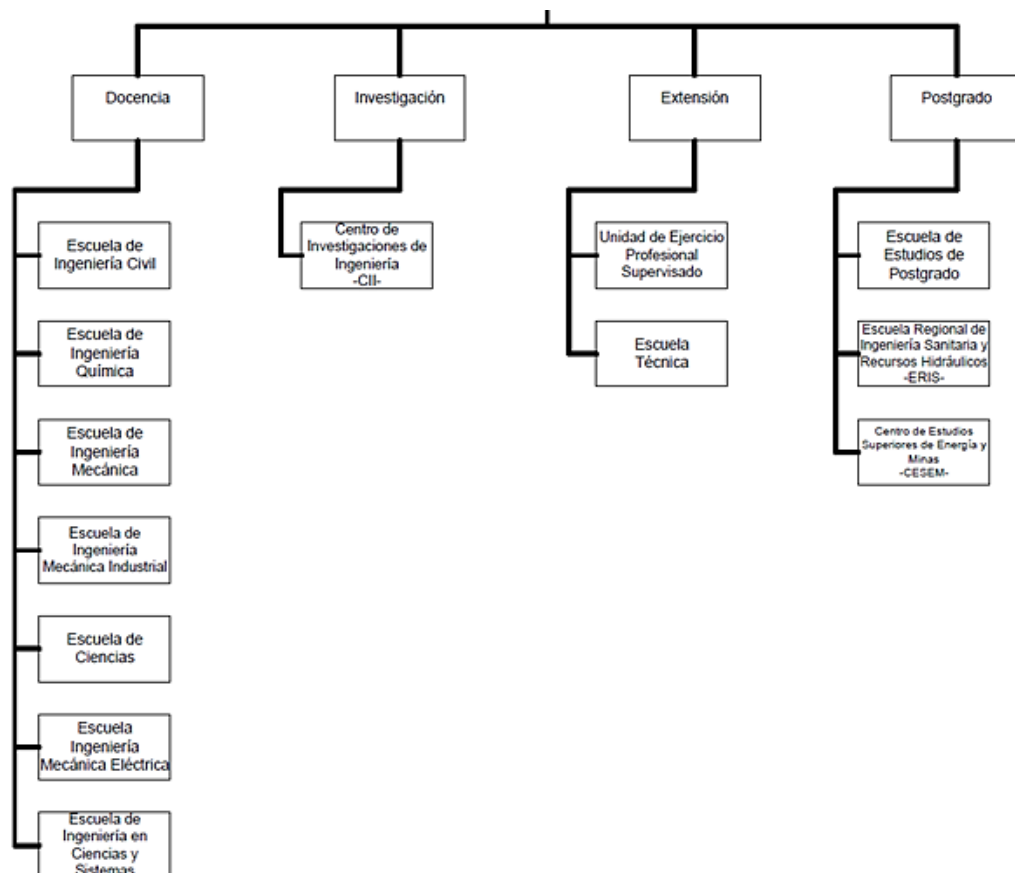
⁹ Facultad de Ingeniería. *Historia USAC*. <https://www.usac.edu.gt/historiaUSAC.php>. Consulta: 11 de octubre de 2019.

1.2.2. Estructura organizacional en la Facultad de Ingeniería

La Facultad de Ingeniería está organizada en: Escuelas facultativas, Centros, Departamentos y Unidades académico-administrativas.

En la figura 3 se presenta más a detalle la estructura organizacional en la Facultad de Ingeniería.

Figura 3. Organigrama de la Facultad de Ingeniería USAC



Fuente: USAC. *División de Desarrollo Organizacional.*

<https://www.usac.edu.gt/organigrama.php>. Consulta: 11 de octubre de 2019.

1.2.3. Misión

Formar profesionales en las distintas áreas de la Ingeniería que, a través de la aplicación de la ciencia y la tecnología, conscientes de la realidad nacional y regional, y comprometidos con nuestras sociedades, sean capaces de generar soluciones que se adapten a los desafíos del desarrollo sostenible y los retos del contexto global.¹⁰

1.2.4. Visión

Ser una institución académica con incidencia en la solución de la problemática nacional; formamos profesionales en las distintas áreas de la ingeniería, con sólidos conceptos científicos, tecnológicos, éticos y sociales, fundamentados en la investigación y promoción de procesos innovadores orientados hacia la excelencia profesional.¹¹

1.2.5. Objetivos

Los diferentes objetivos de la Facultad de Ingeniería giran en torno de construir profesionales elites al servicio de la sociedad guatemalteca.

1.2.5.1. General

Formar el recurso humano dentro del área técnico-científica que necesita el desarrollo de Guatemala, dentro del ambiente físico, natural, social, económico, antropológico y cultural del medio que lo rodea, para que pueda servir al país en forma eficiente y eficaz como profesional de la ingeniería.¹²

1.2.5.2. Específicos

- Proporcionar, al estudiantado de la Facultad de Ingeniería las oportunidades para obtener una formación técnico-científica, para su aplicación al medio laboral y adaptación a la tecnología moderna.

¹⁰ Facultad de Ingeniería. *Misión, visión, objetivos y estrategias académicas*. <https://portal.ingenieria.usac.edu.gt/index.php/aspirante/antecedentes>. Consulta: 11 de octubre de 2019.

¹¹ *Ibíd.*

¹² *Ibíd.*

- Fomentar la investigación científica y el desarrollo de la tecnología y ciencias entre los estudiantes y catedráticos de la Facultad de Ingeniería, con proyección y como resarcimiento para el pueblo de Guatemala.
- Fortalecer las relaciones con los sectores externos del país, que se vinculan con las diversas ramas de la ingeniería y contribuir a satisfacer sus necesidades, lo cual generará el beneficio mutuo.¹³

1.2.6. Estrategias académicas

- Estructurar una programación adecuada que cubra el conocimiento teórico y la aplicación de las disciplinas básicas de la ingeniería.
- Utilizar métodos de enseñanza-aprendizaje que estén en consonancia con el avance acelerado de la ciencia y la tecnología.
- Proporcionar al estudiantado la experiencia práctica de las situaciones problemáticas que encontrará en el ejercicio de su profesión.
- Capacitar a los profesionales para su autoeducación luego de que egresen de las aulas.¹⁴

1.2.7. Escuelas

Se destacan las escuelas de mayor relevancia para la promoción y preparación de estudiantes en la facultad de Ingeniería, las escuelas forman una red multidisciplinaria que trabaja fuertemente para mejorar la metodología en enseñanza hacia las necesidades diarias y frecuentes de los alumnos.

De esta forma se ve el compromiso de las escuelas, con la participación de profesionales con experiencia de campo, experiencia que es trasladada en los cursos asignados y distribuidos según la filosofía y objetivo para la cual fue promovida y ejecutada, por eso se presenta el resumen de las escuelas más influyentes.

¹³ Facultad de Ingeniería. *Misión, visión, objetivos y estrategias académicas*. Disponible en: <<https://portal.ingenieria.usac.edu.gt/index.php/aspirante/antecedentes>>. Fecha de consulta: 11 de octubre de 2019

¹⁴ Ibid.

Tabla III. **Resumen sobre las Escuelas adscritas a la Facultad de Ingeniería**

| Escuela | Descripción y enfoque |
|----------------------------------|--|
| Escuela técnica | Se estableció en mayo de 1951 para realizar funciones de expansión universitaria. La escuela técnica es parte de la Facultad de Ingeniería. Es responsable de capacitar a los trabajadores de la construcción, organizar cursos intensivos de recuperación (remediación) para estudiantes de ingeniería, organizar cursos preuniversitarios (nivel e introductorio) para estudiantes intermedios y apoyar la enseñanza y el aprendizaje a través de materiales audiovisuales. |
| Escuela de estudios de postgrado | Formar estudiantes de posgrado y profesionales en ingeniería y áreas afines con habilidades de ingeniería y capacidad investigativa, de manera ética y acorde con las realidades nacionales, y contribuir al desarrollo científico y tecnológico del país. |
| Ingeniería civil | Formar profesionales de la Ingeniería Civil con valores y principios éticos, capaces de planificar, diseñar, construir, administrar, operar y mantener obras de infraestructura civil; consciente de la realidad nacional y comprometida con la sociedad; para que a través de la aplicación de la ciencia y la tecnología contribuyan al bien común y desarrollo sostenible. |
| Ingeniería Química | Reconocida nacional e internacionalmente, como una de las mejores Escuelas de Ingeniería Química en Guatemala, líder en la enseñanza, en la investigación científica, tecnológica e innovación y en la prestación de servicios a la sociedad con planes y programas acreditados, pertinentes y actualizados, que generarán en sus egresados creatividad en la solución de problemas nacionales, por lo que serán ampliamente requeridos por su conocimiento, capacidad emprendedora e innovadora, así como por su compromiso social. |

Continuación tabla III.

| | |
|--|---|
| Escuela de ingeniería Mecánica | Los profesionales de la ingeniería mecánica con ética y valores morales pueden producir y adaptarse a los cambios en el entorno, comprender las realidades nacionales y el progreso tecnológico, y dedicarse a su propia sociedad, para contribuir a la economía nacional y regional a través de la ciencia y la tecnología adecuada. Aplicaciones de desarrollo y desarrollo sostenible. |
| Escuela de Mecánica Eléctrica | <i>A través de la investigación, dedicada a la última tecnología docente en la sociedad, formamos profesionales calificados con principios éticos y conciencia social en los campos de la ingeniería mecánica eléctrica, eléctrica y electrónica, para promover los intereses comunes de la sociedad y el desarrollo sostenible del país y la región.</i> |
| Escuela de Mecánica Industrial | Preparar y formar profesionales en ingeniería industrial, mecánica industrial y disciplinas afines para que puedan generar e innovar sistemas y adaptarse a los desafíos del entorno global. |
| Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria y recursos hidráulicos ERIS | De acuerdo con los principios establecidos en octubre de 1970 por el Consejo Superior Universitario de la Universidad de San Carlos de Guatemala al aprobar el Proyecto Principal del Programa de Docencia, Plan de Reestructuración, los objetivos de la Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria (ERIS) |

Fuente: *Universidad de San Carlos de Guatemala. Organigrama General.*
<https://www.usac.edu.gt/organigrama.php>. Consulta: 11 de octubre de 2019.

1.3. Escuela de Mecánica

Es una de las Escuelas con mayor participación técnica, dentro del Campus Central posee diferentes laboratorios para formar a los estudiantes con los conocimientos básicos de lo que se requiere en la industria.

1.3.1. Historia

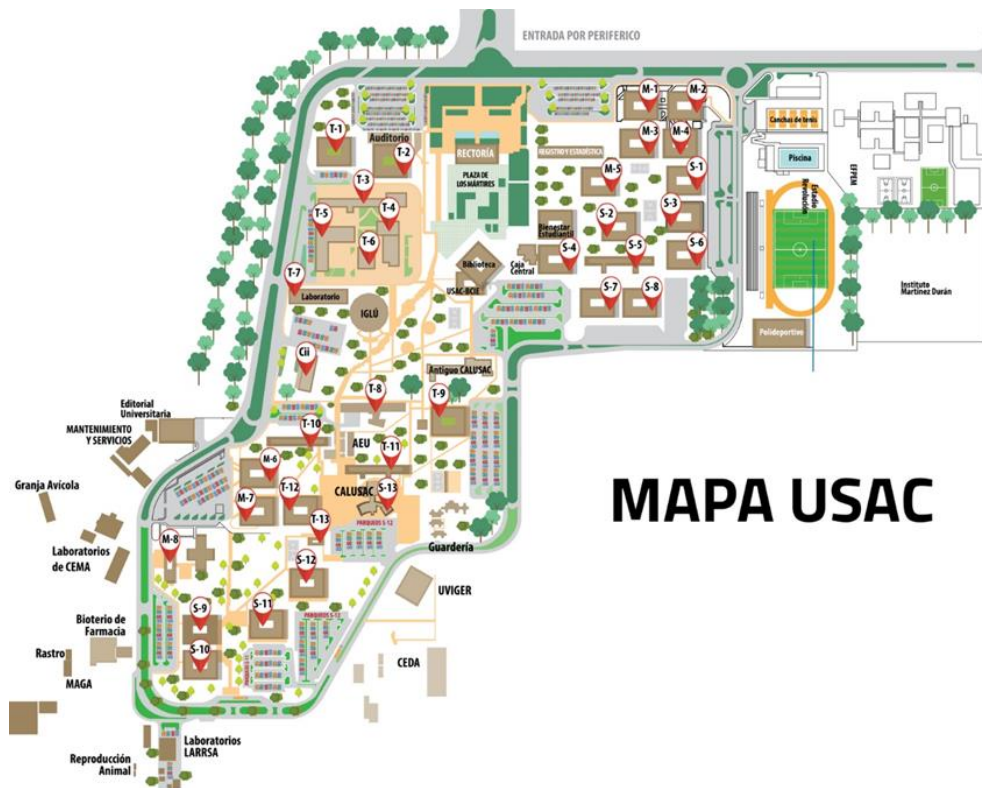
La Escuela de Mecánica ha logrado avanzar con la acreditación internacional, esa acreditación tiene validez en Centro América. Sus inicios se remontan desde la fundación de la Facultad de Ingeniería. Fue una de las primeras escuelas con alta demanda, la industria en Guatemala emplea altos porcentajes de equipos, herramientas y maquinas que deben permanecer en óptimo funcionamiento, eso fue el motor central para impulsar la necesidad de formar ingenieros Mecánicos. Como parte del mejoramiento de la calidad educativa de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos, la Escuela de Ingeniería Mecánica fue acreditada por la Agencia Centroamericana de Acreditación de Arquitectura y de Ingeniería (ACAAI).¹⁵

1.3.2. Ubicación

- Guatemala, Ciudad Universitaria, Zona 12, Ciudad de Guatemala.
- Coordenadas: 14°34'58" N 90°33'10"O.
- Colindancias: Edificios T-5, Iglú y estacionamiento anexo.

¹⁵ USAC. *Facultad de Ingeniería. Escuela de Mecánica*. https://emecanica.ingenieria.usac.edu.gt/sitio/?page_id=14. Fecha de consulta: 4 de noviembre de 2019.

Figura 4. Mapa USAC



MAPA USAC

Fuente: Universidad San Carlos de Guatemala. Mapa USAC.

<https://www.usac.edu.gt/mapausac.php>. Consulta: 11 de octubre de 2019.

1.3.3. Misión

Formamos profesionales de la Ingeniería Mecánica, con valores éticos y morales, capaces de generar y adaptarse a los cambios del entorno, conscientes de la realidad nacional y el avance tecnológico, comprometidos con su sociedad, para que a través de la aplicación de la ciencia y la tecnología apropiada contribuyan al bien común y desarrollo económico y sostenible del país y la región.¹⁶

¹⁶ USAC. *Facultad de Ingeniería. Escuela de Mecánica*. Disponible en: https://emecanica.ingenieria.usac.edu.gt/sitio/?page_id=14. Fecha de consulta: 4 de noviembre de 2019.

1.3.4. Visión

Ser una de las mejores Escuelas de Ingeniería Mecánica en Educación Superior, de reconocimiento nacional e internacional por la calidad de profesionales que forma, por sus resultados dentro de la competitividad del mercado laboral cambiante tomando en cuenta el impacto de las nuevas tecnologías, de las necesidades y expectativas de sus estudiantes.¹⁷

1.3.5. Valores

La Dirección de la Facultad de Ingeniería Mecánica es consciente de la tendencia que la Universidad de la Sociedad del Conocimiento está introduciendo paulatinamente, y la ha adoptado como política de calidad universitaria, y se ha incorporado en todas ellas el compromiso de desarrollar sus actividades bajo un plan de mejora continua. cursos. Realizar docencia, gestión, investigación y expansión para el cumplimiento de las funciones de generación, difusión y transferencia de conocimiento en la ingeniería mecánica, de manera que se asegure a la sociedad a través de su búsqueda permanente de estudiantes, egresados, docentes, investigadores y empleadores Los requisitos del seguimiento de la más alta calidad, como la búsqueda de la excelencia en:

- Los procesos de formación de profesional, académica y científica.
- En el marco de condiciones que apoyen la autonomía de la universidad, la responsabilidad social, la diversidad ideológica y el respeto a los valores democráticos.
- Integrar y clarificar la dinámica del sistema educativo entre todos los niveles e instituciones. Todo el contenido anterior se basa en los compromisos y sugerencias realizados durante el proceso de certificación de la Escuela.¹⁸

1.3.6. Perfil de ingreso

El aspirante por ingresar a la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, deberá reunir algunas características que puedan servir de base para el desarrollo de la nueva profesión.

- Conocimientos básicos de matemática, física y lenguaje.
- Capacidad para resolución de problemas con apoyo de la matemática.
- Habilidad para comprender problemas, plantear soluciones y planificar tareas.
- Habilidad de pensar de forma ordenada analítica, sintética, lógica y abstracta.

¹⁷ USAC. *Facultad de Ingeniería, Escuela de Mecánica*. https://emecanica.ingenieria.usac.edu.gt/sitio/?page_id=14. Consulta: 4 de noviembre de 2019.

¹⁸ *Ibíd.*

- Conocimientos básicos de herramientas y temas relacionados a la computación.
- Habilidad para la lectura comprensiva, facilidad de expresión oral y escrita.
- Conocimientos de idioma extranjero, inglés preferentemente.
- Capacidad para trabajar y estudiar en forma autónoma o en equipo.¹⁹

1.3.7. Perfil de egreso

El perfil del egresado de la carrera de Ingeniería Mecánica sigue estándares de iniciativa y habilidades fundamentales para los ingenieros de la próxima generación.

- Deberá tener conocimientos en:
 - Matemáticas, ciencia básica de la física química. La gestión empresarial y sus recursos, geografía, ingeniería económica, sociología de Guatemala.
 - Idioma Inglés.
 - Ciencias de la ingeniería: mecánica de fluidos, hidráulica, termodinámica, propiedades de los materiales, resistencia de los materiales, principios de lubricación, principios de control del funcionamiento de motores de combustión interna, aire acondicionado, refrigeración, metalurgia, tratamiento térmico, corrosión, soldadura.
 - Principios de electricidad y neumática.

¹⁹ USAC. *Facultad de Ingeniería, Escuela de Mecánica*. https://emecanica.ingenieria.usac.edu.gt/sitio/?page_id=14. Consulta: 4 de noviembre de 2019.

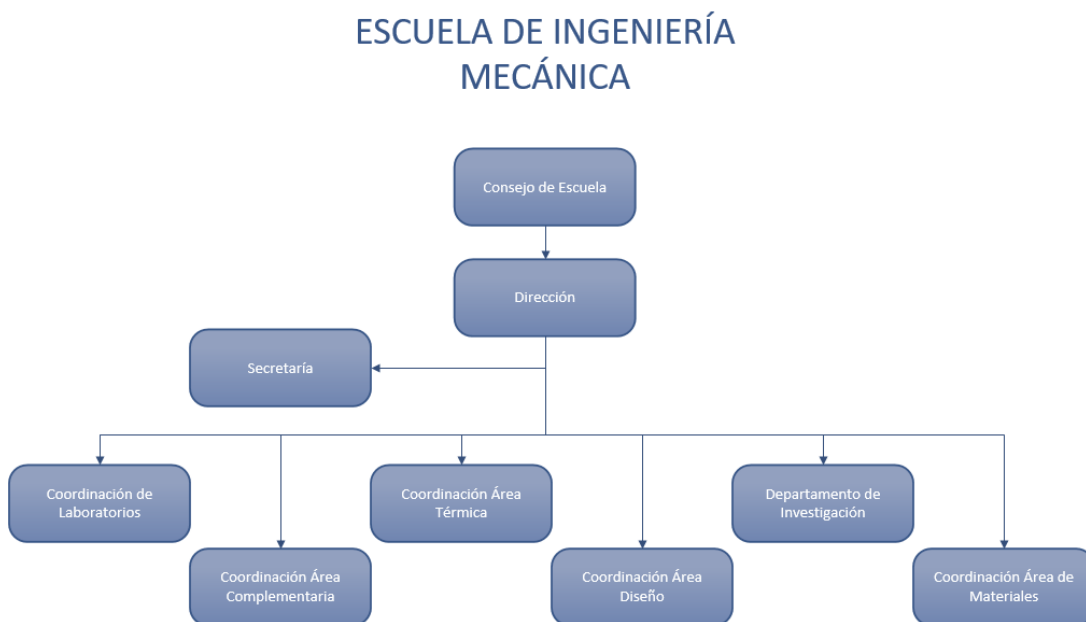
- Maquinaria térmica, neumática, procesos de fabricación y mantenimiento hospitalario.
- Diseño de componentes mecánicos, mecanismos, instrumentos industriales y dibujo mecánico.
- Operación de máquinas de control numérico computarizado.
- Especificaciones técnicas, reglamentos y leyes.
- El Ingeniero Mecánico con base a los conocimientos adquiridos será capaz de:
 - Planificar, supervisar y seleccionar equipos mecánicos (vapor, hidráulicos, sistema de tuberías, neumáticos, gases médicos), bombas hidráulicas, calderas, equipos de refrigeración y aire acondicionado, equipos neumáticos, materiales, equipos, tuberías y accesorios para equipos industriales hospitalarios, entre otros.
 - Instalación y montaje de motores de combustión interna, compresores, calderas, equipos de refrigeración y aire acondicionado, equipos de transferencia de calor, máquinas de mecanizado de metales, equipos de aire comprimido y equipos industriales.
 - Selección general de piezas e instalación de tuberías.
 - Diseñar y/o rediseñar el proceso de fabricación de componentes de máquinas y dispositivos mecánicos.

- Organizar y mantener el sistema para determinar la cantidad de personal, materiales, herramientas y equipos.
- Diseñar procedimientos de soldadura y tratamiento térmico.
- Monitorear la vibración para proteger el equipo.
- Seleccionar e instalar medidores variables de proceso y automatización.
- Crear mecanismos más complejos para promover las actividades humanas.
- Diseño y ejecución de proyectos de evaluación.
- Comprender el alcance de la gestión de los sindicatos y su sociedad a través de principios de ética profesional.
- Observar el comportamiento acorde con la moral, ejercer la autodisciplina con sentido de responsabilidad y realizar un autoaprendizaje permanente.
- Desarrollar habilidades de investigación, creatividad, imaginación, trabajo en equipo y liderazgo.
- Diseñar sistemas de vapor y aire comprimido.

1.3.8. Organigrama

La Escuela de Mecánica en su organigrama dependerá constantemente de las instrucciones y aprobaciones del Consejo de Escuela.

Figura 5. **Organigrama escuela de Ingeniería Mecánica**



Fuente: Portal de la Facultad de Ingeniería. *Escuela de Ingeniería Mecánica*.

<https://portal.ingenieria.usac.edu.gt/index.php/aspirante/antecedentes>. Consulta: 4 de noviembre de 2019.

1.3.9. Descripción de puestos

Los puestos asignados dentro del organigrama cumplen diferentes funciones, los atributos dependerán del rol para el cual fue contratado, así como las tareas que les son asignadas diariamente. Deberán cumplir con todas sus actividades constantemente.

Tabla IV. **Puestos administrativos**

| Nombre | Puesto |
|---------------------------------|---|
| Julio César Campos Paiz | Director de Escuela |
| Carlos Aníbal Chicojay Coloma | Coordinador de Laboratorios |
| Carlos Humberto Pérez Rodríguez | Coordinador de Área Complementaria y Área de Materiales |
| Julio César Campos Paiz | Coordinador del Área de Diseño |
| Ana Eugenia Jiménez Díaz | Secretaria |

Fuente: Portal de la Facultad de Ingeniería. *Escuela de Ingeniería Mecánica*.
<https://portal.ingenieria.usac.edu.gt/index.php/aspirante/antecedentes>. Consulta: 4 de noviembre de 2019.

Tabla V. **Área de Diseño**

| Nombre | Puesto |
|----------------------------------|-------------|
| Julio César Campos Paiz | Coordinador |
| Carlos Aníbal Chicojay Coloma | Catedrático |
| Esdras Feliciano Miranda Orozco | Catedrático |
| Fredy Mauricio Monroy Peralta | Catedrático |
| Herbert Samuel Figueroa Avendaño | Catedrático |
| Luis Alfredo Asturias Zúñiga | Catedrático |
| Milton Alexander Fuentes Orozco | Catedrático |
| Roberto Guzmán Ortiz | Catedrático |

Fuente: Portal de la Facultad de Ingeniería. *Escuela de Ingeniería Mecánica*.
<https://portal.ingenieria.usac.edu.gt/index.php/aspirante/antecedentes>. Consulta: 4 de noviembre de 2019.

Tabla VI. **Área Térmica**

| Nombre | Puesto |
|-----------------------------------|-------------|
| Roberto Guzmán Ortiz | Coordinador |
| Álvaro Antonio Ávila Pinzón | Catedrático |
| Byron Giovanni Palacios Colindres | Catedrático |
| Gilberto Enrique Morales Baiza | Catedrático |
| José Ismael Veliz Padilla | Catedrático |
| Esdras Feliciano Miranda Orozco | Catedrático |
| Julio César Campo Paiz | Catedrático |

Fuente: Portal de la Facultad de Ingeniería. *Escuela de Ingeniería Mecánica*.
<https://portal.ingenieria.usac.edu.gt/index.php/aspirante/antecedentes>. Consulta: 4 de noviembre de 2019.

Tabla VII. **Área Materiales de Ingeniería**

| Nombre | Puesto |
|----------------------------------|-------------|
| Carlos Humberto Pérez Rodríguez | Coordinador |
| Carlos Enrique Chicol Cabrera | Catedrático |
| Hugo Leonel Ramírez Ortiz | Catedrático |
| Luis Eduardo Coronado Noj | Catedrático |
| Pablo Rodolfo Zúñiga Ramírez | Catedrático |
| José Ismael Veliz Padilla | Catedrático |
| Roberto Guzmán Ortiz | Catedrático |
| Victor Manuel Ruíz Hernández | Catedrático |
| Herbert Samuel Figueroa Avendaño | Catedrático |
| Carlos Snell Chicol Morales | Catedrático |

Fuente: Portal de la Facultad de Ingeniería. *Escuela de Ingeniería Mecánica*.
<https://portal.ingenieria.usac.edu.gt/index.php/aspirante/antecedentes>. Consulta: 4 de noviembre de 2019.

Tabla VIII. **Área Complementaria**

| Nombre | Puesto |
|-----------------------------------|-------------|
| Carlos Humberto Pérez Rodríguez | Coordinador |
| José Ismael Veliz Padilla | Catedrático |
| Carlos Aníbal Chicojay Coloma | Catedrático |
| Byron Geovanni Palacios Colindres | Catedrático |
| Roberto Guzmán Ortiz | Catedrático |
| Jorge Iván Cifuentes Castillo | Catedrático |

Fuente: Portal de la Facultad de Ingeniería. *Escuela de Ingeniería Mecánica*.
<https://portal.ingenieria.usac.edu.gt/index.php/aspirante/antecedentes>. Consulta: 4 de noviembre de 2019.

Tabla IX. **Área investigación**

| Nombre | Puesto |
|---------------------------------|-------------|
| Jorge Iván Cifuentes Castillo | Coordinador |
| Roberto Alejandro Aguilar Rivas | Catedrático |
| Gilberto Enrique Morales Baiza | Catedrático |

Fuente: Portal de la Facultad de Ingeniería. *Escuela de Ingeniería Mecánica*.
<https://portal.ingenieria.usac.edu.gt/index.php/aspirante/antecedentes>. Consulta: 4 de noviembre de 2019.

1.3.10. Normas y procedimientos

Un manual de normas y procedimientos es una herramienta administrativa de mucha importancia ya que registra y transmite sin distorsiones, información básica referente a las unidades: facilitando la actuación del recurso humano que colabora dentro del marco normativo y legal establecido.

1.3.11. Ambiente de trabajo del Ingeniero Mecánico

El ingeniero mecánico será parte de los grandes eventos determinados por el progreso tecnológico. En un entorno cada vez más competitivo, el desarrollo de nuevos materiales y la demanda de productos exigirán la investigación de nuevos sistemas de diseño, así como el diseño de nuevas máquinas y métodos de fabricación relacionados con la automatización, que exigirán un mayor control de la producción. Mantenimiento eficaz y eficiente.

Debido al continuo desarrollo de la tecnología, todos ellos han adoptado una estructura significativa para proteger el entorno en el que las comunicaciones y la electrónica se convertirán en el entorno más importante.

1.3.12. Campo de acción

El campo de los ingenieros mecánicos incluye la ciencia y el arte de la generación, transmisión y uso de calor y energía mecánica; así como el diseño y producción de herramientas, máquinas y sus productos; diseño de diversos tipos de motores, máquinas, vehículos y otros productos. Para la industria mecánica; preparar y supervisar su fabricación, montaje, operación y mantenimiento; planificar y diseñar sistemas mecánicos para producción y fines generales.

1.3.13. Líneas específicas de investigación

La dirección de investigación de la Escuela de Ingeniería Mecánica está relacionada con las principales áreas de investigación del desarrollo de cursos de investigación profesional. Estas áreas incluyen:

- Área Térmica.

- Área de Diseño.
- Área de Materiales.
- Área Complementaria.

Cada una de las áreas mencionadas; es el eje principal de investigación, y se subdivide en campos de investigación relacionados con el plan de estudios; de estos campos de investigación surgen diversos temas de investigación. El eje de investigación es desarrollado por el coordinador regional responsable de su estructura. Incluyendo el eje relacionado con la docencia de la ingeniería mecánica y la línea de investigación relacionada con la innovación de métodos.

Como inicio de las actividades de investigación global, la Junta Directiva de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos en Guatemala aprobó proyectos específicos de investigación metalúrgica en julio de 2011 para desarrollar temas científicos y tecnológicos de gran trascendencia. Profesores graduados e investigadores.

Figura 6. **Líneas de investigación de la Escuela de Ingeniería Mecánica**

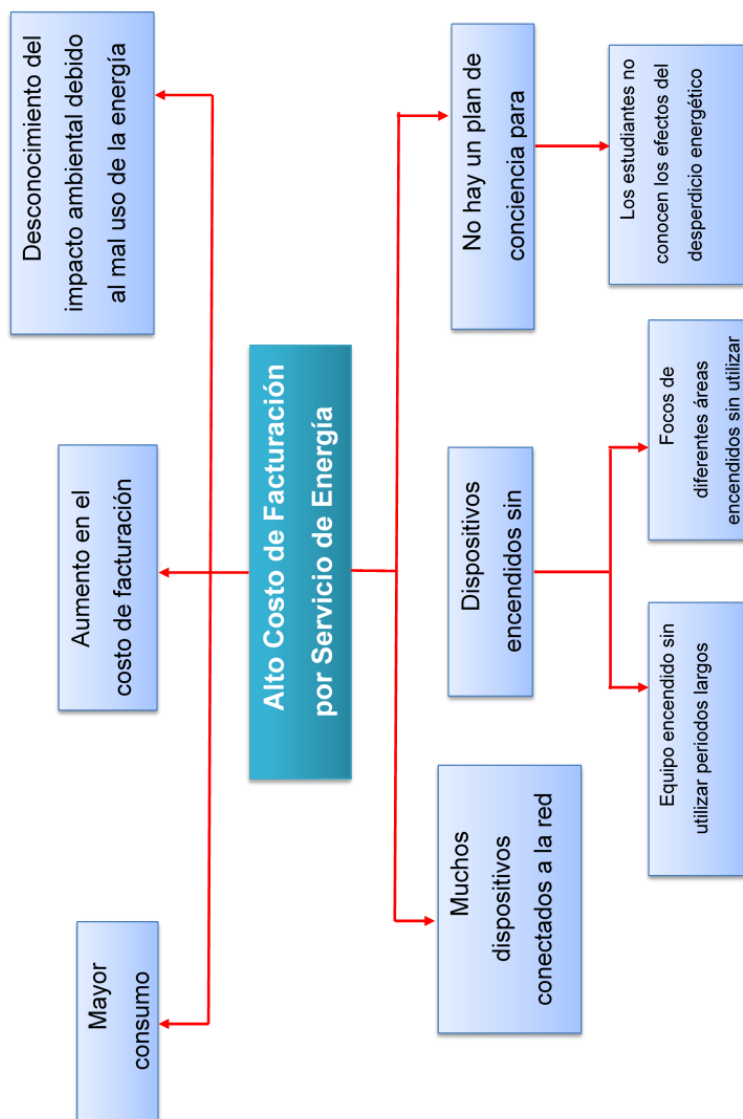


Fuente: elaboración propia.

1.4. Árbol de problemas

Se diseña el árbol de problemas para delimitar la causa raíz en la investigación.

Figura 7. Árbol de problemas

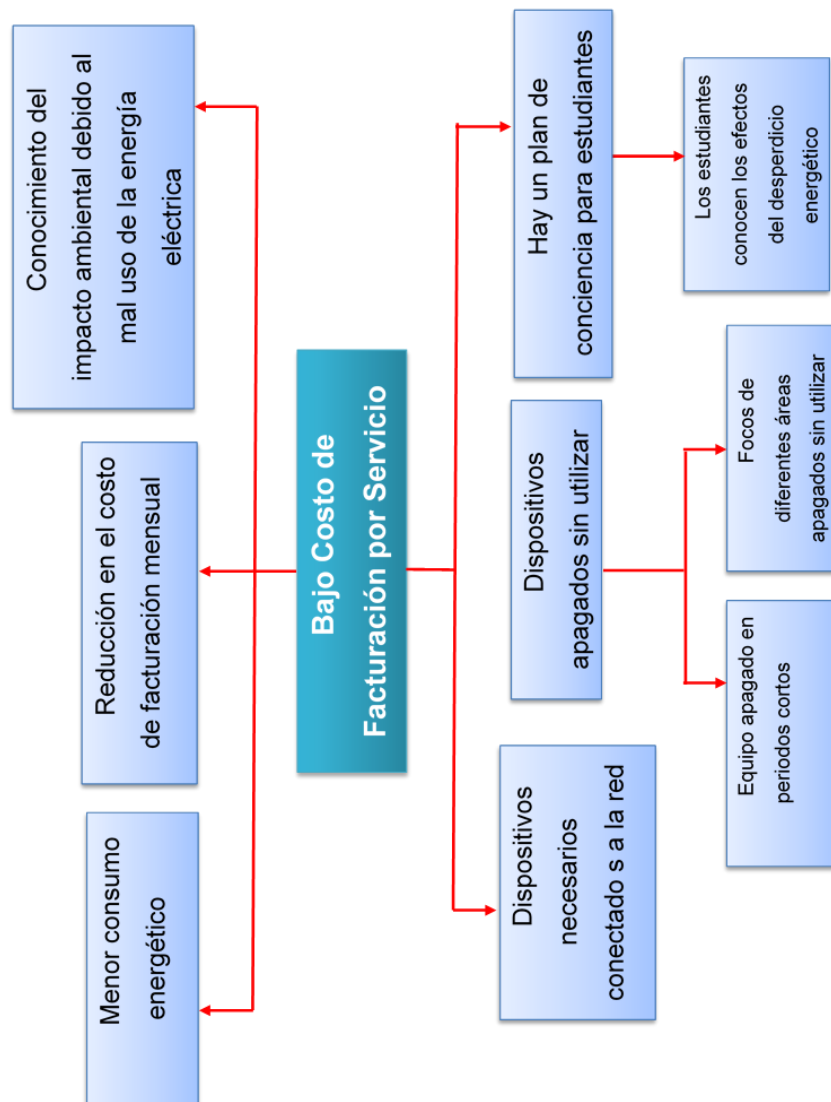


Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Visio 2019.

1.5. Árbol de objetivos

La intención en el desarrollo del árbol de objetivos es lograr proponer la solución para satisfacer las necesidades del árbol de problemas.

Figura 8. Árbol de objetivos



Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Visio 2019.

1.6. Aspectos socioeconómicos

Los estudiantes de la Facultad de Ingeniería se clasifican en el nivel medio-bajo; ya que hay una gran cantidad de estudiantes que viven con el apoyo económico de familiares, mientras que la gran mayoría de los estudiantes ya tiene responsabilidades por lo que deben trabajar y estudiar, es decir, ingresos propios.

1.7. Determinación de los beneficiarios

Los beneficiados del proyecto a ejecutar pueden dividirse en dos: directos e indirectos, los directos serán quienes utilicen todos los días las instalaciones y los indirectos serán quienes no las frecuenten a diario.

- Directos: 15 400 usuarios en promedio que son los estudiantes de ingeniería proyectados para los siguientes años más el personal docente que imparten cursos en dicho edificio.
- Indirectos: Son todas las personas que hacen uso de las instalaciones y que no pertenecen a la facultad; no hay un dato estimado.

1.8. Situación con sistema de generación

El trabajo de graduación contribuye a reducir el costo de facturación de energía eléctrica mensual en la Escuela de Ingeniería Mecánica. Los beneficiarios tendrán un servicio que siempre han tenido con el beneficio de que ahora cuando el servicio se suspenda temporalmente por factores ajenos a la Universidad la Escuela de Mecánica tendrá un sistema que le proveerá energía eléctrica al edificio T-7. El trabajo será desarrollado pensando en el

aprovechamiento de los recursos naturales como lo es la energía solar, Utilizando y aprovechando los conocimientos adquiridos en la Facultad de Ingeniería.

1.9. Situación sin sistema de generación

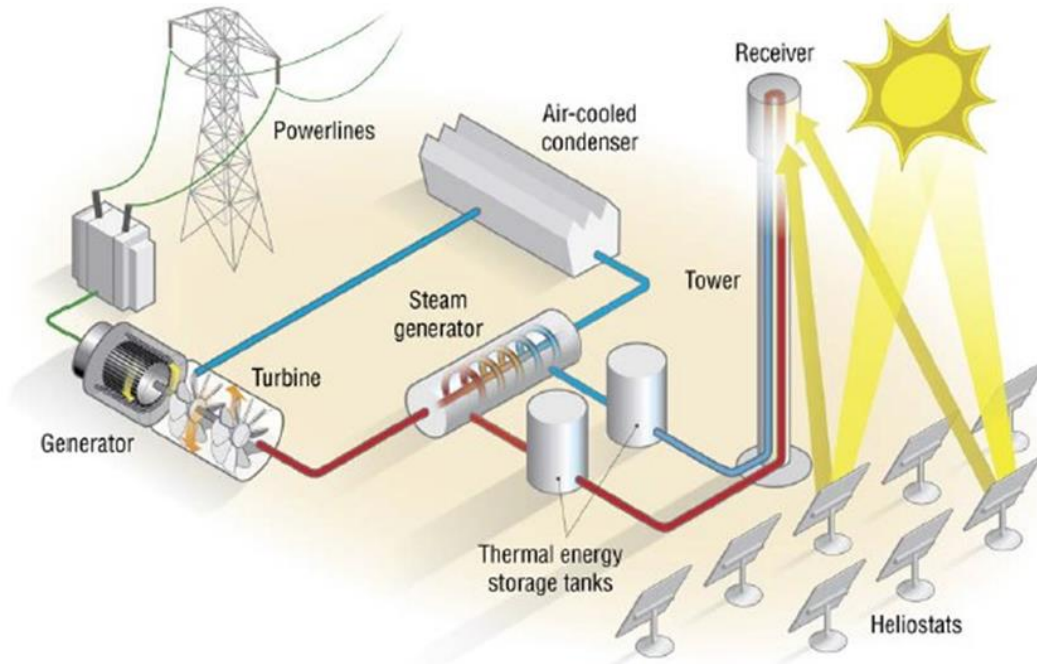
La mayoría de los estudiantes universitarios usan dispositivos electrónicos como celulares, Tablet, reproductores de música, laptop, entre otros. Lo cual ha provocado un aumento en la facturación mensual por el servicio de energía eléctrica, adicional la demanda aumenta año con año con el ingreso de estudiantes al área, por ellos los laboratorios no se dan abasto con los estudiantes; deben impartir más laboratorios diarios y también clases. Este aumento que puede compensarse con el apoyo de un sistema que genera energía solar por medio de CSP.

1.10. Descripción del sistema de generación

El sistema generador de energía por CSP consiste en utilizar filas paralelas de colectores cilíndricos-parabólicos. Cada colector está compuesto por un espejo que refleja la radiación solar directa y la concentra en un punto que es un tubo colocado en la línea focal de la parábola, en estos tubos circula aceite sintético, este aceite se bombea a unos intercambiadores de calor. Es ahí en donde se genera vapor sobrecalentado.

El vapor sobrecalentado se dirige a una turbina de gas convencional, la cual pone en funcionamiento generando energía mecánica. La turbina utiliza la energía mecánica para energizar una bobina en un generador de energía eléctrica para así, poder generar energía eléctrica, mientras que el vapor pierde su temperatura, pasa a un condensador y así cerrar el ciclo.

Figura 9. Sistema generador de energía CSP



Fuente: Lenovo. *La energía solar es más potente y barata que nunca*. <https://www.bloglenovo.es/energia-solar-potente-barata-resultados/>. Consulta: 4 de noviembre de 2019

1.11. Objetivos técnicos

Se realizaron análisis a 100 estudiantes de último año de la carrera de Ingeniería Mecánica, dividiendo el estudio en tres secciones: datos personales, consumo de energía eléctrica por alumno con uso recreativo y consumo de energía eléctrica personal-grupal con uso académico.

Se hace referencia el indicador kWh-alumno, además se considera el consumo por catedrático en las instalaciones para realizar su labor docente, y que consume cierta cantidad en kWh anualmente durante su tiempo de trabajo eficiente.

Luego de realizar el recorrido por el edificio T-7 donde se presenta la implementación de la propuesta, se detecta el creciente uso de equipo eléctrico/electrónico por la cantidad de alumnos que se encuentran permanentemente y otros en sus horarios de clases respectivamente, de estos grupos de estudiantes observados se marca el uso de computadoras portátiles, celulares inteligentes y tabletas electrónicas.

Al realizar los diferentes recorridos se pudo percibir la muestra que el 78 % de los alumnos llevan consigo un equipo o dispositivo electrónico que consume recurso de las instalaciones, destacando los celulares y tabletas electrónicas. De este 78 % el 51 % lo conecta en las instalaciones eléctricas de la Escuela para recargar el dispositivo.

Además, se consideró el consumo de energía por el claustro de ingenieros docentes. Obteniendo el resultado de 64 % quienes utilizan el recurso disponible por las instalaciones, conectando sus computadores personales, teléfonos inteligentes, radios fm y en algunos casos cafeteras o microondas. Además, se consideró el uso de proyectores en algunos salones por periodos de 45 a 50 minutos.

Se presentan los cálculos sencillos que pueden reflejar un estimado del consumo de energía eléctrica que se puede tener por concepto de cargas ocasionales (uso recreativo de los equipos-dispositivos).

Para el caso de los dispositivos telefónicos móviles (celulares), regularmente el cargador maneja un voltaje de 4,5 voltios y una corriente de 500 mA a 900 mA como máximo. Suponiendo 500 mA la potencia del cargador será 2,25 Watts aproximadamente. Al realizar la multiplicación de las horas, se podrá obtener el consumo por día: $\text{Energía} = \text{Potencia} \times \text{tiempo}$.

Para el caso de las computadoras portátiles se tiene un promedio de consumo de 19 voltios y 4,7 amperes por lo que se tiene la potencia de 90W aproximadamente. Por lo que el consumo de energía por alumno al año se tendría aproximadamente de:

Formula I

$90 \text{ Watts} \times 1 \text{ hora} = 90 \text{ Watts} \times 264 \text{ días laborales} = 23,76 \text{ kWh año por alumno.}$

Actualmente se ha incrementado el uso de dispositivos digitales tipo tabletas. Para ese equipo se presenta la demanda de 40W aproximadamente. Por lo que el consumo de energía por alumno al año se tendría aproximadamente de:

Formula II

$40 \text{ Watts} \times 1 \text{ hora} = 40 \text{ Watts} \times 264 \text{ días laborables} = 10,560 \text{ kWh año por alumno.}$

Conociendo estos datos se podrá determinar el impacto de forma directa del consumo de energía en relación al incremento de la matrícula anual de alumnos. El cálculo se puede conocer en función de suponer el indicador unitario (kWh x alumno) que cada alumno consumirá (conectará a la red eléctrica de las instalaciones) una hora una laptop, una hora de un celular y una hora de una tableta electrónica, lo que resulta que por cada estudiante se obtiene un consumo aproximado de 34,914 kWh durante un año.

1.11.1. Objetivo general

Desarrollar un estudio de prefactibilidad para proyecto de generación de energía solar térmica en búsqueda de la reducción de los costos de facturación de energía eléctrica en la escuela de Ingeniería Mecánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

1.11.2. Objetivos específicos

- Reducir el costo de facturación de energía eléctrica en la Escuela de Mecánica en las áreas de más consumo energético.
- Identificar las áreas de más consumo energético mediante un análisis de fichas técnicas de los equipos en cada una de las áreas de la Escuela de Mecánica.
- Hacer una propuesta para la mejora en los horarios que se imparten los laboratorios de la Escuela de Mecánica buscando la reducción de tiempo de uso de los equipos industriales de los laboratorios.
- Determinar cuál es la inversión necesaria para llevar a cabo el proyecto mediante el estudio económico, financiero y técnico.

2. ESTUDIO DE MERCADO

2.1. Análisis de la demanda

Como demanda entendemos que son todas las personas que utilizan las instalaciones, entre ellas podemos mencionar a los colaboradores de la universidad, estudiantes en general, pero podemos analizarlas en 2 grupos.

Se obtiene información de las siguientes fuentes:

- Fuentes primarias:
 - Usuarios: estudiantes, catedráticos y personal de mantenimiento.
 - Personal experto en rama: ingeniero mecánico.
- Fuentes secundarias: según datos proporcionados por el Ingeniero Carlos Chicojay y la empresa eléctrica.

El consumo promedio mensual del edificio T-7 oscila entre 5 000 y 6 000 kWh generando un costo mensual que está entre los valores 7 000 y 8 000 quetzales.

- Tipos de demanda: los tipos de demanda varían según lo que estemos estudiando, para este proyecto analizaremos la insatisfecha y la satisfecha, para entender un poco más de estos conceptos lo describiremos, a continuación:

- Insatisfecha: el presupuesto para la energía eléctrica en la Escuela de Mecánica no es suficiente para cubrir los insumos como lo son las lámparas, focos, entre otros. La mayoría de los usuarios se quejan por la falta de iluminación ya sea en los salones, laboratorios, baños o incluso en las oficinas.
- Satisfecha: podemos dividirla en dos grupos, estos son: saturada, no aplica, ya que existe leyes que limitan las capacidades de generación de energía eléctrica por lo que no se generará más energía eléctrica de la que se requiera. No saturada: se hará bajo las leyes establecidas para no quebrantarlas y poder generar un flujo adecuado de energía eléctrica.

2.1.1. Comportamiento de la demanda

A continuación, se detalla el comportamiento de la demanda.

Tabla X. **Estudiantes de primer ingreso e ingreso en el año 2015 - 2016**

| Año | Primer Ingreso | Porcentaje | Reingreso | Porcentaje | Total |
|------------|-----------------------|-------------------|------------------|-------------------|--------------|
| 2013 | 1 510 | 10,86 % | 12 400 | 89,14 % | 13 910 |
| 2014 | 1 156 | 8,46 % | 12 515 | 91,54 % | 13 671 |
| 2015 | 1 426 | 13,85 % | 12 159 | 86,15 % | 10 294 |
| 2016 | 1 209 | 11,66 % | 10 715 | 88,34 % | 10 368 |

Fuente: Departamento de Registro y Estadística USAC. *Avance Estadístico 2017*. p. 120.

Tabla XI. **Cuadro de estudiantes inscritos en el año 2017**

| Carrera | Primer Ingreso | Porcentaje | Regulares | Porcentaje | Total |
|---------------------|-----------------------|-------------------|------------------|-------------------|---------------|
| Civil | 191 | 12,52 % | 1 334 | 87,48 % | 1 525 |
| Químico | 149 | 17,87 % | 685 | 82,13 % | 834 |
| Mecánico | 54 | 6,66 % | 757 | 93,34 % | 811 |
| Eléctrico | 60 | 10,43 % | 515 | 89,57 % | 575 |
| Industrial | 180 | 7,98 % | 2 076 | 92,02 % | 2 256 |
| Mecánico Eléctrico | 68 | 15,67 % | 366 | 84,33 % | 434 |
| Mecánico Industrial | 72 | 10,20 % | 634 | 89,80 % | 706 |
| Ciencias y Sistemas | 436 | 17,18 % | 2 102 | 82,82 % | 2 538 |
| Electrónico | 125 | 14,42 % | 742 | 85,58 % | 867 |
| Ambiental | 17 | 10,06 % | 152 | 89,94 % | 169 |
| Totales | 1 352 | 12,62 % | 9 363 | 87,38 % | 10 715 |

Fuente: Departamento de Registro y Estadística USAC. *Avance Estadístico 2018*. p. 121.

Tabla XII. **Comparación de estudiantes de primer ingreso y reingreso 2016 - 2017**

| Primer Ingreso | | Reingreso | |
|-----------------------|-------------|------------------|-------------|
| 2016 | 2017 | 2016 | 2017 |
| 1 209 | 1 352 | 9 159 | 9 363 |

Fuente: elaboración propia.

Análisis e interpretación: podemos ver que en el año 2016 ingresaron un total de 13 368 en donde el 9,04 % de ellos fueron de primer ingreso y el otro 90,86 % fueron de reingreso, mientras que, en el año 2017, ingresaron 10 715 de los cuales 12,62 % fueron de primer ingreso y el restante 87,38 % fueron de reingreso.

Esto nos ayuda a determinar que más del 80 % de los estudiantes es de reingreso, por lo tanto, ya utilizan los salones de la facultad, mientras que los de primer ingreso solamente utilizan el edificio S12.

No podemos separar las carreras que pertenecen a la Escuela de Mecánica ni Escuela de Mecánica Industrial ya que todos los estudiantes de las diferentes carreras pueden y han utilizado el edificio T-7.

2.1.2. Situación actual de la demanda

Podemos realizar una regresión lineal en base a los datos obtenidos en las tablas I y tabla II de los estudiantes para poder determinar la demanda del año 2018 y de los siguientes años ya que actualmente no hay datos publicados por el departamento de Registro y Estadística.

Tabla XIII. Datos para cálculo de regresión lineal

| | Año | Total | XY | XX |
|----------|------------|--------------|-------------|------------|
| | 2013 | 13 910 | 28 000 830 | 4 052 169 |
| | 2014 | 13 671 | 2 533 394 | 4 056 196 |
| | 2015 | 13 586 | 27 375 790 | 4 060 225 |
| | 2016 | 13 368 | 26 949 888 | 4 064 256 |
| Promedio | 1 259 375 | 8 325 | | |
| Suma | | | 134 199 041 | 2 030 1135 |

Fuente: elaboración propia.

Para el cálculo de la proyección se utilizarán las siguientes fórmulas:

$$\beta_1 = \frac{\sum XY - N\bar{X}\bar{Y}}{\sum \bar{X}^2 - N\bar{X}^2} \text{ (Ecuación 1)}$$

$$\beta_o = \bar{Y} - b\bar{X} \text{ (Ecuación 2)}$$

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X \text{ (Ecuación 3)}$$

Utilizado la ecuación 1 e ingresando los datos de la tabla IV calculamos β_0 .

$$\beta_1 = \frac{134\,199\,041 - 8(1\,259\,375)(8\,325)}{20\,301\,135 - 8(1\,259\,375)^2}$$

$$\beta_0 = 6,6100877$$

Del mismo modo y utilizando la ecuación 2 calcularemos β_1 .

$$\beta_0 = 8,325 - 6,6100877(1\,259\,375)$$

$$\beta_0 = 0,671$$

Ahora, utilizaremos la ecuación 3 para obtener la ecuación que nos dará el pronóstico de los estudiantes inscritos para los siguientes años.

$$Y = 0,671 + X6,6100877 \text{ (Ecuación 4)}$$

En donde X es el año para el que necesitamos proyectar la cantidad de estudiantes inscritos en la facultad.

Tabla XIV. **Proyección de estudiantes inscritos del año 2018, para el año 2022 en la Facultad de Ingeniería**

| Año | Estudiantes Inscritos |
|------------|------------------------------|
| 2018 | 13 340 |
| 2019 | 13 346 |
| 2020 | 13 354 |
| 2021 | 13 360 |
| 2022 | 13 366 |

Fuente: elaboración propia.

2.1.3. Crecimiento de la población

Con base en las proyecciones realizadas se estima que el crecimiento aproximado por año es de 5 a 6 estudiantes. Esto ya es toma en cuenta los estudiantes que no se inscriben por diversas situaciones como:

- Problemas económicos
- Trabajo
- Cambio de Universidad
- Cambio de carrera

2.1.4. Ingreso de la población

La tabla 1 muestra la cantidad de estudiantes que ingresan anualmente a la Facultad de Ingeniería desde el año 2013 al año 2016 y en la tabla 2 la cantidad de estudiantes de primer ingreso en el 2017 por lo que en promedio se puede afirmar que a la Facultad de Ingeniería ingresa un promedio de 1 331 alumnos anualmente que es un 11,21 % de la cantidad total de inscritos.

2.1.5. Grados de necesidad

- Calidad requerida

El estudiante, así como el personal docente necesitan mejores condiciones de iluminación y flujo eléctrico constante ya que actualmente no todos los tomacorrientes del edificio T-7 tienen electricidad.

- Calidad esperada: poder utilizar el 100 % de los tomacorrientes, así como los plafones y la cantidad de barras y focos necesarios ya que hay salones

más oscuros que otros y a veces se dificulta conectar dispositivos en tomacorrientes y/o impartir clases en salones oscuros.

- Calidad potencial: el trabajo de graduación se enfoca en un sistema de generación de energía que brindará a todo estudiante y docente una reducción en costos de facturación de energía eléctrica y una planta que proveerá energía por un tiempo definido cuando se vaya la energía eléctrica por tormentas o inconvenientes en la empresa eléctrica.

2.1.6. Características de la población demandante

Los estudiantes y personal docente serán nuestra población demandante ya que son los que usan el servicio de energía eléctrica.

No buscamos más que reducir el costo de facturación para impactar positivamente al medio ambiente y al estudiante que hace uso de las instalaciones de la Escuela de Mecánica.

Por lo que las características más importantes para conocer a la población demandante son los jóvenes que utilizan dispositivos electrónicos entre los cuales podemos mencionar: celulares, tablets, computadoras y herramientas para el desarrollo de proyectos universitarios. Por el lado del personal docente debemos saber que utilizan: proyectores para impartir cursos, celulares, computadoras y equipo industrial en laboratorios como fresadora, esmeril, taladro, torno, soldadora.

Debemos satisfacer esas necesidades para poder demostrar el impacto y desarrollo positivo de la facultad como en el medio ambiente.

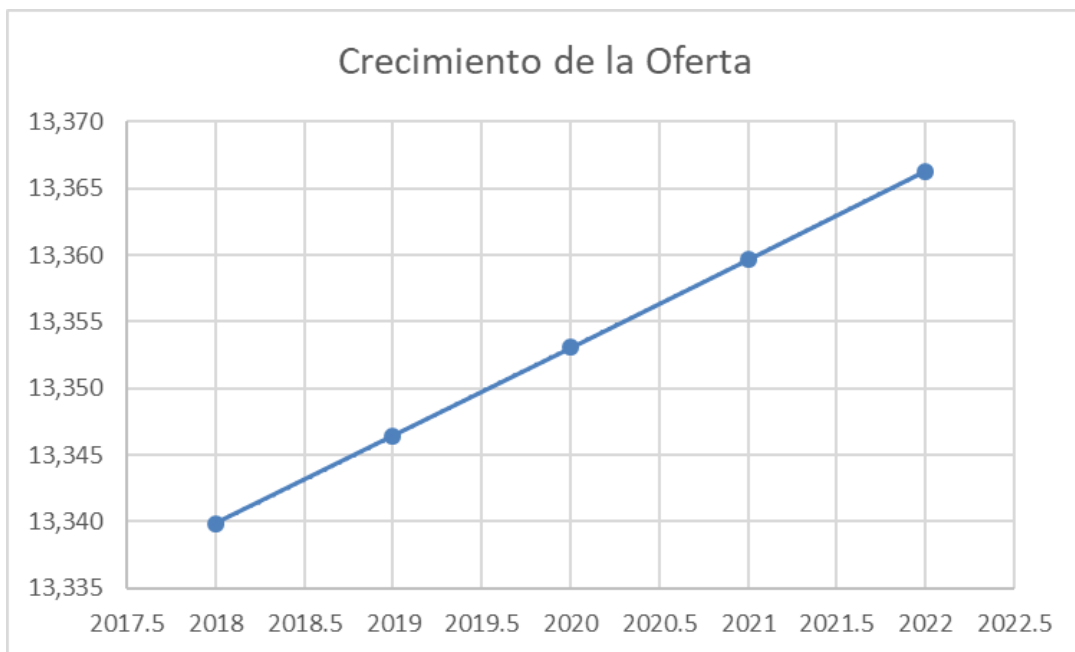
2.2. Análisis de la oferta

Como se busca tener estabilidad en la oferta y la demanda de forma que se logre satisfacer las necesidades de los usuarios, la oferta se regirá en base de la demanda proyectada, siendo la que se muestra en la tabla V.

2.2.1. Comportamiento de la oferta

Mientras que la demanda del mercado estudia el comportamiento de los consumidores, la oferta del mercado corresponde a la conducta de los empresarios, es decir, a la relación entre la cantidad ofertada de un producto y su precio de transacción.

Figura 10. Crecimiento de la oferta



Fuente: elaboración propia.

2.2.2. Situación actual de la oferta

Con el crecimiento exponencial de la población total guatemalteca, se prevé un ingreso mayor anualmente de alumnos, además que los estudiantes que presentan la transición del área básica de la carrera hacia el área profesional serán quienes demanden más de las instalaciones.

2.3. Pronóstico de la demanda

Se diseña el pronóstico ideal, que podría cubrir las necesidades esenciales de la población general de la escuela de Mecánica, además que presentan otros factores externos no medibles, por ejemplo: ciertos cursos de otras carreras de la ingeniería que se imparten en las instalaciones del T-7.

2.3.1. Proyección de la demanda

Debido a que no hay datos en los avances estadísticos para el año 2018 se proyectó la demanda para el año 2018 al año 2022 como muestra la tabla V.

2.4. Segmento del mercado

Para las acciones básicas estamos considerando como muestra o segmento del mercado, todos los estudiantes que hacen uso de las instalaciones necesarias para suplir la necesidad del área profesional en la carrera, estas áreas específicas, son todos los laboratorios inscritos y adscritos al edificio T-7.

2.4.1. Variables de segmentación

Las variables de segmentación, fueron un poco compleja poder situarlas, por el alto tránsito diferenciador de estudiantes que se presenta en el edificio T-7, pero nuevamente reducimos la muestra a utilizar únicamente los espacios asignados para las clases del área profesional y los laboratorios asignados.

2.4.1.1. Perfil de variables

Los perfiles que utilizaremos para analizar las variables de segmentación serán: geográficas, psicográficas, demográficas y conductista, esto con el fin de reducir la muestra.

- Geográficas: únicamente aplica para toda persona que haga uso de las instalaciones del T-7, es decir, Campus Central, zona 12, Facultad de ingeniería, edificio T-7.
- Psicográficas: no hay exclusividad para el uso de instalaciones y del servicio de energía eléctrica, es decir, cualquier persona sin importar clase social, estilo de vida o personalidad podrán aprovechar del servicio.
- Demográficas: asimismo, no habrá exclusividad para ninguna persona de diferentes edades, géneros o ingresos.
- Conductista: se espera aceptación e innovación en el trabajo ya que es para una mejora y desarrollo de la Escuela de Mecánica de la Facultad de Ingeniería, informando así a los usuarios del cuidado y aprovechamiento de esta.

2.4.2. Enfoque del segmento del mercado

El trabajo de generación de energía busca apoyar económicamente a la Escuela de Mecánica de la facultad de ingeniería en la reducción del costo de facturación por el servicio de energía eléctrica mensualmente. Esto es con el fin de aprovechar los recursos y poder mejorar las condiciones de iluminación y/u otras áreas que crea necesaria la Escuela de Mecánica.

2.4.3. Selección del mercado

Nuestro mercado objetivo serán principalmente los estudiantes y todo colaborador de la Universidad que hacen uso de las instalaciones del edificio T-7 según las variables de segmentación indicadas.

2.4.4. Grado de personalización de mercado

El servicio es exclusivo para el edificio T-7, será el único edificio que cuente con una planta en caso se vaya la energía eléctrica para así no suspender actividades y poder desarrollarlas normalmente.

3. ESTUDIO TÉCNICO DE INGENIERÍA

3.1. Escuela de mecánica

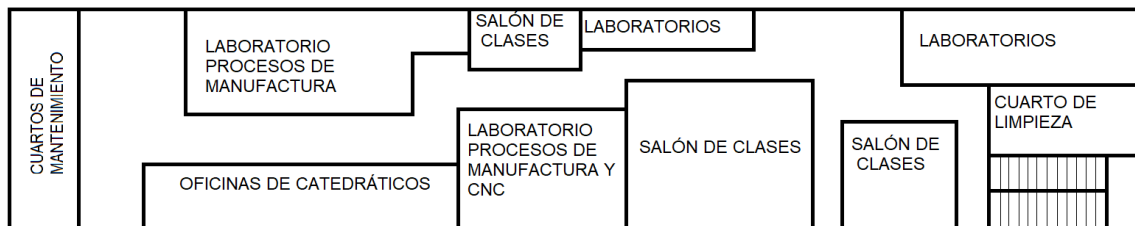
Su edificio central está localizado sobre el bulevar principal, en dirección al sur, en la parte trasera colinda con el edificio Iglú.

3.1.1. Instalaciones

El edificio T-7 tiene tres niveles los cuales están distribuidos de la siguiente manera:

- Primer nivel

Figura 11. Diagrama vista planta primer nivel edificio T-7



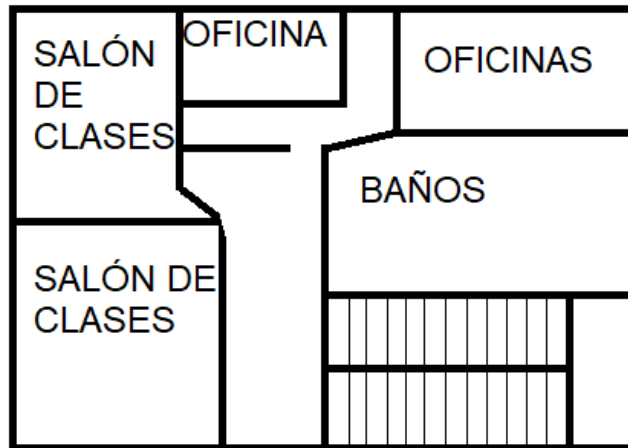
Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word 2019

Como se puede observar, el primer nivel del edificio cuenta con:

- 4 salones de clases.
- 6 laboratorios
 - Metalurgia y metalografía

- Procesos de manufactura
 - Máquinas hidráulicas
 - Instalaciones mecánicas
 - Motores de combustión
 - Refrigeración y aire acondicionado
- 1 cuarto de limpieza
 - 1 cuarto de mantenimiento
 - Oficinas de catedráticos
- Segundo nivel

Figura 12. **Diagrama vista planta del segundo nivel edificio T-7**



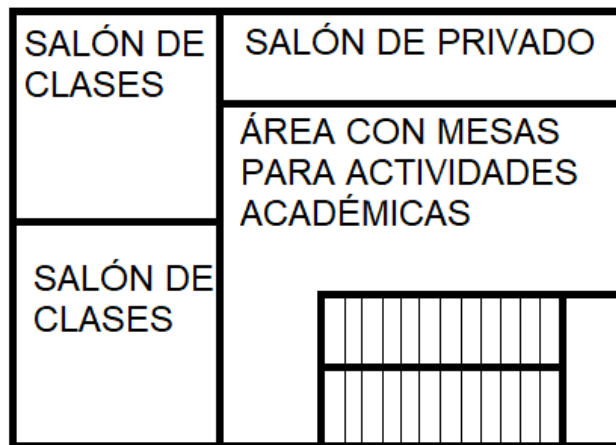
Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2016.

El segundo nivel tiene:

- 2 salones de clases
- 4 oficinas (3 coordinadores de área y 1 secretaria)

- 2 baños (hombres y mujeres)
- Tercer nivel

Figura 13. **Diagrama vista planta tercer nivel edificio T-7**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2016.

El tercer nivel tiene:

- 2 salones de clases
- 2 salones para exámenes privados
- 1 área con mesas para estudiantes

3.1.2. Disponibilidad de recurso humano

La escuela de Ingeniería Mecánica cuenta con profesionales con conocimientos en sistemas de generación entre los cuales podemos mencionar al Ingeniero Ivan Cifuentes; Ingeniero Esdras Miranda; Ingeniero Milton Fuentes; Roberto Guzmán y el Ingeniero Carlos Chicojay que podrían asesorar y brindar

apoyo en cuanto a supervisión del sistema de generación. Sin embargo, es necesario personal calificado con el equipo de seguridad y herramientas necesarias para montar el sistema.

3.1.3. Vías de comunicación

Se conforma por vías de acceso, vías de tránsito y rutas de evacuación.

Figura 14. Vías de comunicación en el edificio T-7



Fuente: USAC. *Escuela de Ingeniería Mecánica*. <https://www.usac.edu.gt/mapausac.php>.

Consulta: 4 de noviembre de 2019.

Como se puede observar, para poder acceder a la Escuela de Mecánica, edificio T-7 se puede ingresar por la Avenida Petapa o por el Periférico como lo indican las flechas de color azul, de igual manera se puede retirar por el Periférico como lo muestran las flechas de color rojo o por la Avenida Petapa, el único inconveniente de salir por la Avenida Petapa es que habría que recorrer todo el perímetro de la Universidad.

Si se refiere a las vías de comunicación del edificio T-7, se puede observar que se puede ingresar por el lado del parqueo “anexo” o por el lado del parqueo de la “Facultad de Ingeniería”. Una de las grandes ventajas que presenta el edificio es que se encuentra justo en la orilla del periférico universitario, lo que le hace, fácil acceso.

3.1.4. Área de influencia

Enfocando al área de influencia como al área de beneficiados serán todos los estudiantes y personal docente que utilice las instalaciones del edificio T-7, y enfocado al área en la que será influenciada por el sistema de generación, será la parte posterior del edificio T-7 que colinda con el aula magna Iglú y el parqueo anexo.

3.2. Localización Óptima

La alternativa seleccionada será estudiada tomando en cuenta algunos factores como:

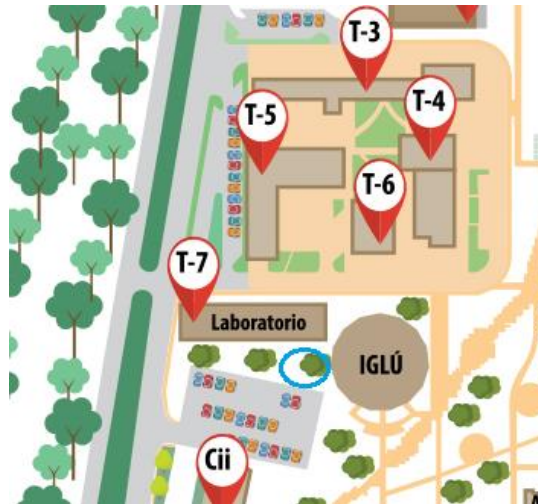
3.2.1. Factores de localización

Los factores que se utilizarán para la determinación del mejor sitio para el desarrollo del sistema de generación son:

3.2.1.1. Aspectos geográficos

El terreno se encuentra al suroeste de la Facultad de Ingeniería, detrás del edificio T-7 y laboratorio de metalurgia. Como se ve en la Figura 23.

Figura 15. **Ubicación en el mapa de la alternativa seleccionada**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2016.

3.2.1.2. **Topografía de suelos**

Es un área verde, amplia con césped, plana de aproximadamente 20 metros de largo por 15 de ancho. Terreno irregular, pero por la parte alta, cerca de las instalaciones del edificio T-7 es un terreno que podría utilizarse sin interferir en las actividades del laboratorio que se encuentra del otro lado de la pared.

Figura 16. **Fotografía del área elegida como la mejor alternativa**



Fuente: elaboración propia.

3.2.1.3. Posibilidad de comunicación

En cuanto a la comunicación del terreno es bastante accesible ya que tiene colindancia con el edificio T-7 por el norte, al oeste colinda con una bodega de la Facultad de Ingeniería, por el sur con el parqueo anexo y por el este con el aula magna iglú. Colindancia norte: edificio T-7, área en donde se imparte laboratorio de procesos de manufactura.

Figura 17. Parte trasera edificio T-7



Fuente: elaboración propia.

Figura 18. **Colindancia oeste, bodega de usos múltiples, Facultad de Ingeniería**



Fuente: elaboración propia.

Figura 19. **Colindancia Sur, Parqueo anexo, Facultad de Ingeniería**



Fuente: elaboración propia.

Figura 20. **Colindancia Este, Aula magna Iglú**



Fuente: elaboración propia.

3.2.1.4. Posibilidad de mantenimiento

No existe ningún problema para el mantenimiento del terreno, tampoco de los equipos que se van a utilizar para el sistema de generación ya que se puede acceder en automóvil por el parqueo del anexo, es decir, la parte sur o a pie por el oeste, pasando a un costado del laboratorio de metalurgia.

3.2.2. Alternativas de localización a nivel macro y micro

Las alternativas que se tomaron en cuenta para la localización del sistema de generación fueron:

- Macro localización

A nivel macro se debe centrar en la Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, Escuela de Mecánica, edificio T-7, cuya dirección es Ciudad Universitaria zona 12, Guatemala, Guatemala. Ya que el proyecto está orientado a la reducción de costos de facturación de dicho edificio.

- Micro localización: a nivel micro no se cuenta con mucho espacio para el desarrollo e implementación de dicho sistema, sin embargo, son consideradas tres posibles áreas.
 - Techo de edificio T-7
 - A un costado de edificio T-7
 - Detrás de edificio T-7

3.2.3. Factores que limitan o alientan la localización

Se utilizará el método de localización por factores ponderados para determinar cuál es la mejor localización para el sistema.

Los factores que debemos tomar en cuenta son:

- Espacio amplio para todo el sistema
- Posible obstrucción de los rayos del sol a los reflectores.
- Área con poca afluencia de estudiantes y/o visitantes.
- Fácil acceso para mantenimiento
- El sonido no interfiera con las actividades académicas

3.2.4. Localización preliminar

Techo de edificio T-7: este se tomó en cuenta ya que es un sistema que ayudará a dicho edificio. Este lugar proporcionaba seguridad en casos de hecho delictivos por parte de cualquier persona.

Al costado de edificio T-7: pensando en que los estudiantes podrían ver el funcionamiento del sistema y es un área más accesible para el mantenimiento de los equipos utilizados.

Detrás de edificio T-7, junto al aula magna iglú: este lugar es ideal para la instalación ya que cuenta con el espacio necesario para la instalación, el mantenimiento y la accesibilidad de cualquier persona de mantenimiento o persona que quiera ver el funcionamiento del mismo.

3.2.5. Ventajas y desventajas alternativas

Techo de edificio T-7

Tabla XV. Aspectos positivos y negativos de localización 1

| Ventajas | Desventajas |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none">• No hay posibilidad de obstrucción de los rayos del sol a los reflectores cilíndricos.• Facilidad para las conexiones necesarias del sistema a la línea.• Menor posibilidad de accidentes por parte de los estudiantes y/o visitantes. | <ul style="list-style-type: none">• Difícil acceso para mantenimiento correctivo por parte del personal.• Espacio limitado para la instalación y mantenimiento del equipo necesario que constituye el sistema completo.• El sonido que genera la turbina podría ser molesto para los estudiantes que reciben clases en el 3er nivel. |

Fuente: elaboración propia.

- Costado de edificio T-7

Tabla XVI. **Aspectos positivos y negativos de localización 2**

| Ventajas | Desventajas |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • Sistema visible para que los estudiantes vean su funcionamiento. • Fácil acceso para instalación y mantenimiento. • Sistema no interfiere en las actividades académicas. | <ul style="list-style-type: none"> • Difícil acceso para mantenimiento correctivo por parte del personal. • Espacio limitado para la instalación del equipo necesario que constituye el sistema completo. • Espacio limitado para el mantenimiento preventivo y correctivo del equipo. |

Fuente: elaboración propia.

- Detrás de edificio T-7

Tabla XVII. **Aspectos positivos y negativos de localización 3**

| Ventajas | Desventajas |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • Sistema visible para que los estudiantes vean su funcionamiento. • Fácil acceso para instalación y mantenimiento por parte del personal. • No interfiere en las actividades académicas. • Amplio espacio para posibles mejoras al sistema de generación. • Fácil conexión de sistema con la línea viva. | <ul style="list-style-type: none"> • Terreno con cierta inclinación. • El sonido puede ocasionar molestias en el aula magna iglú. |

Fuente: elaboración propia.

3.2.6. Selección de la localización óptima

Aplicando el método de localización por factores ponderados y tomando en cuenta los factores considerados anteriormente en la sección 3.1.3. Factores que limitan o alientan la localización procedemos a elaborar una tabla con los factores y las alternativas, agregando un porcentaje de relevancia para cada factor.

La suma de la ponderación de la relevancia de cada factor nos dará una suma de 100 %. Para el cálculo de la ponderación para cada alternativa evaluaremos cada posible localización y determinaremos el número que corresponda entre 0 y 10 en donde 0 es sin importancia y 10 es totalmente importante.

Tabla XVIII. **Evaluación de factores ponderados para cada alternativa propuesta para el sistema de generación**

| Factores | Relevancia (%) | Alternativas | | |
|---|----------------|--------------|-------------|-------------|
| | | 1 | 2 | 3 |
| Espacio amplio para todo el sistema | 20 | 2 | 8 | 10 |
| Posible obstrucción de los rayos del sol a los reflectores. | 25 | 10 | 3 | 6 |
| Área con poca afluencia de estudiantes y/o visitantes | 5 | 5 | 8 | 6 |
| Fácil acceso para mantenimiento | 20 | 3 | 10 | 9 |
| El sonido no interfiera con las actividades académicas | 30 | 0 | 8 | 7 |
| Totales | 100 | 3,75 | 6,20 | 8,20 |

Fuente: elaboración propia.

Ponderación localización 1

$$P1 = 2(0,20) + 10(0,25) + 5(0,05) + 3(0,20) + 0(0,30)$$

$$P1 = 0,40 + 2,50 + 0,25 + 0,60 + 0,00$$

$$P1 = \mathbf{3,75}$$

Ponderación localización 2

$$P2 = 8(0,20) + 3(0,25) + 8(0,05) + 10(0,20) + 8(0,30)$$

$$P2 = 1,60 + 0,75 + 0,40 + 2,00 + 2,40$$

$$P2 = \mathbf{7,15}$$

Ponderación localización 3

$$P3 = 10(0,20) + 6(0,25) + 6(0,05) + 9(0,20) + 7(0,30)$$

$$P3 = 2,00 + 1,50 + 0,30 + 1,80 + 2,10$$

$$P3 = \mathbf{7,70}$$

Las dos mejores alternativas son la 2 y la 3 por lo que podemos descartar la alternativa 1 ya que nos muestra una calificación de 3,75 puntos mientras que las alternativas 2 y 3 nos muestra una calificación de 7,15 y 7,70 respectivamente.

Después de haber analizado las alternativas en la sección 3.1.5. Análisis de ventajas y desventajas de alternativas se concluye que la mejor alternativa es el número tres, detrás del edificio T-7, ya que es la que tiene más espacio y es la que menos interferiría en las actividades académicas.

3.3. Determinación del tamaño óptimo

Uno de los temas más importantes en cualquier proyecto es el tamaño físico que este debe tener para poder cumplir con el objetivo del mismo, para ello

analizaremos la capacidad, los factores que condicionan el proyecto, la disponibilidad del recurso, mano de obra, entre otros.

3.3.1. Indicadores de capacidad

El consumo mensual promedio de energía eléctrica de la Escuela de Mecánica de la Facultad de Ingeniería oscila entre 4 000 y 5 000 kWh. Esto se comprobó por lo que la capacidad proyectada o diseñada del sistema de generación debería ser al menos de 4 000 kWh, pero para determinar mediante cálculos matemáticos el consumo de cada equipo que se encuentre dentro del edificio T-7 se utilizará la ecuación de potencia eléctrica.

$$P = A * V \quad \text{Ecuación 1}$$

En donde:

Potencia: P

Amperaje: A

Voltaje: V

Tabla XIX. **Cálculo de potencia eléctrica de los equipos en la Escuela de Mecánica**

| Equipo | Amperaje [A] | Voltaje [V] | Potencia [W] | Potencia diaria [W/h] |
|--------------------|--------------|-------------|--------------|-----------------------|
| Computadora | 7 | 120 | 840 | 6 720 |
| Proyector | 5 | 120 | 600 | 72 000 |
| Horno de fundición | 208 333 | 240 | 50 000 | 200 000 |
| Fresadora | | 240 | 12 000 | 48 000 |
| Taladro | | 240 | 6 000 | 24 000 |
| Torno CNC | | 240 | 11 000 | 44 000 |
| Impresora | 0,350 | 120 | 42 | 5 040 |

Fuente: elaboración propia.

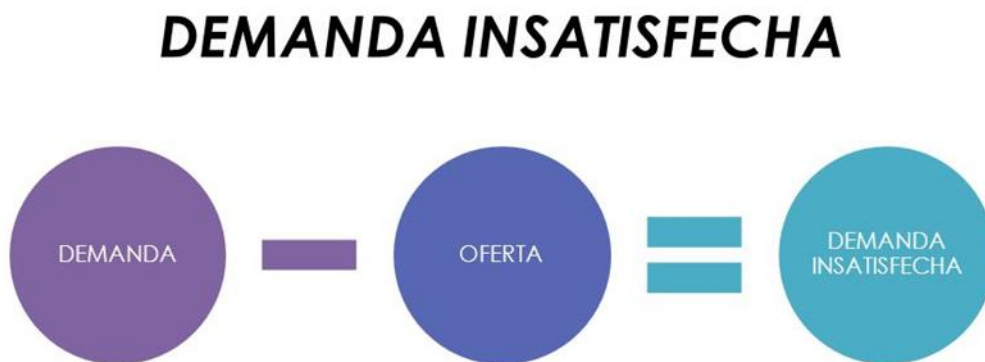
3.3.2. Factores que condicionan el tamaño

Algunas variables relacionadas al tamaño podrían influir en el diseño final, se deben considerar las propuestas eficientes.

3.3.2.1. Demanda insatisfecha

Recordemos que la finalidad del sistema de generación no es porque exista una demanda insatisfecha, es buscar una reducción económica a la Escuela de Mecánica por medio del desarrollo y aplicación de un sistema de generación de energía impulsando el desarrollo de proyectos aprovechando los recursos naturales que no contaminan al medio ambiente. Por ello, no existe una demanda insatisfecha. Sin embargo, para poder determinar cuál es la demanda insatisfecha debemos aplicar una fórmula matemática que vemos en la Figura 25.

Figura 21. Demanda insatisfecha



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word 2019.

Utilizaremos los datos obtenidos de la Tabla XI para la proyección de la demanda y oferta.

Demanda Insatisfecha = 13 366 – 13 366

Demanda Insatisfecha = 0 personas.

El resultado es 0 ya que este es un servicio que reducirá costos y aparte de proveer energía eléctrica, no habrá interrupciones cuando por algún motivo la empresa eléctrica no pueda proveer energía.

3.3.2.2. Disponibilidad de equipo

Los equipos presentes en la Escuela de Ingeniería Mecánica trabajan según horarios establecidos por los laboratorios en horarios específicos, la mayor demanda se presenta por las tardes.

3.3.2.3. Disponibilidad de mano de obra calificada

La Escuela de Mecánica, dispone de un número limitado de mano de obra para realizar ciertas actividades que no son asignadas cotidianamente, por lo tanto, se deberá realizar la programación eficiente, para considerar la participación de ellos, o en su defecto sub contratar mano de obra externa a la universidad.

3.4. Descripción del servicio

Los nuevos servicios deberán lograr satisfacer las necesidades de infraestructura básica, así mismo la demanda constante de los alumnos que utilizan las instalaciones del edificio T-7.

3.4.1. Especificación del servicio

El servicio que se proporcionará a la Escuela de Mecánica consiste en generar energía eléctrica a través de diferentes equipos que convertirán los rayos del sol en energía eléctrica.

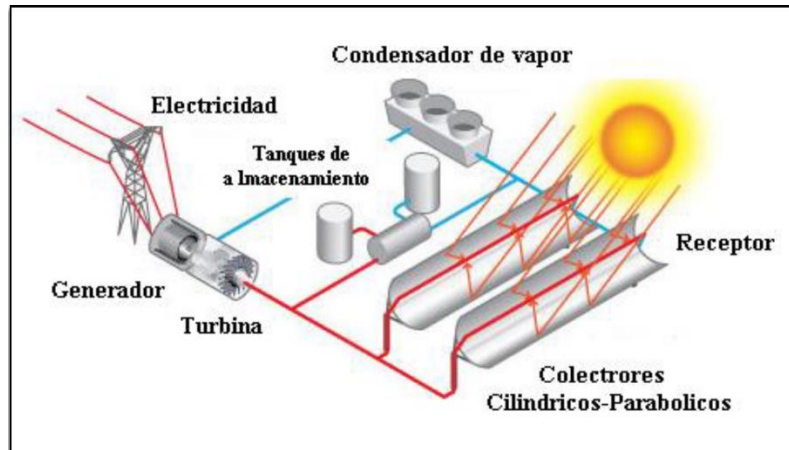
El sistema comienza con los recolectores cilindro-parabólicos que son los encargados de reflejar los rayos del sol y concentrarlos en un tubo receptor colocado en la línea focal de la parábola del recolector, en el tubo circula un fluido cuya función es la transferencia de calor. Este fluido circula en una serie de intercambiadores de calor para generar vapor sobrecalentado. Este vapor se acciona una turbina de vapor generando energía mecánica a través de ella.

Al momento de que la turbina empiece a funcionar, transformará la energía mecánica en energía eléctrica a través de un generador de energía, esta energía se almacenará en unos tanques de almacenamiento energético y a su vez estará aportando a la red eléctrica de la empresa que presta el servicio de energía eléctrica.

3.4.2. Diagrama del funcionamiento

Es una representación de la secuencia de los equipos y/o actividades **que** se realizan para obtener los productos, las entradas (materias primas, combustibles, insumos) y salidas (productos, subproductos, residuos, emisiones y transferencia de contaminantes al aire, agua y suelo).

Figura 22. **Esquema de generación cilíndrico – parabólico**



Fuente: LOMBARDO, Tom. *Centrales solares y la producción de energía eléctrica*. p. 58.

3.5. Maquinaria y equipo

Cada una de las nuevas etapas de construcción deberán emplear maquinaria y equipo, se podrán solicitar bajo condicionamientos y requerimientos especiales, adjunto se deberá incluir el cronograma de las fases a desarrollar en la construcción.

3.5.1. Equipo industrial

Se detallarán los equipos necesarios que formaran todo el sistema de generación de energía como lo es:

- Colectores cilindro-parabólicos

Son los captadores solares, es decir, son los que concentran los rayos del sol y transforman la radiación solar directa en energía térmica, calentando un

fluido de trabajo. Éstos giran alrededor de un eje impulsado eléctricamente y se instalarán de manera que su eje de giro quede orientado de este a oeste o de norte a sur de manera que puedan seguir la rotación del sol.

Para que la energía proveniente del sol pueda ser concentrada, los colectores parabólicos deben tener una forma especial. Esto es la superficie de una parte de la parábola. Así, se puede concentrar la energía en un punto, conocido como punto focal; este punto depende de la forma y constitución del colector; Principalmente, lo que define esto es la apertura de la parábola (o ancho entre los extremos del colector), el ángulo y la longitud.

Lo que se busca en el material que constituye el colector es que tenga propiedades de reflexión, es decir, que refleje apropiadamente la luz solar incidente. Principalmente se utiliza el cristal bañado en plata.

Por otra parte, el fluido en su interior también debe tener estas propiedades, además de las siguientes:

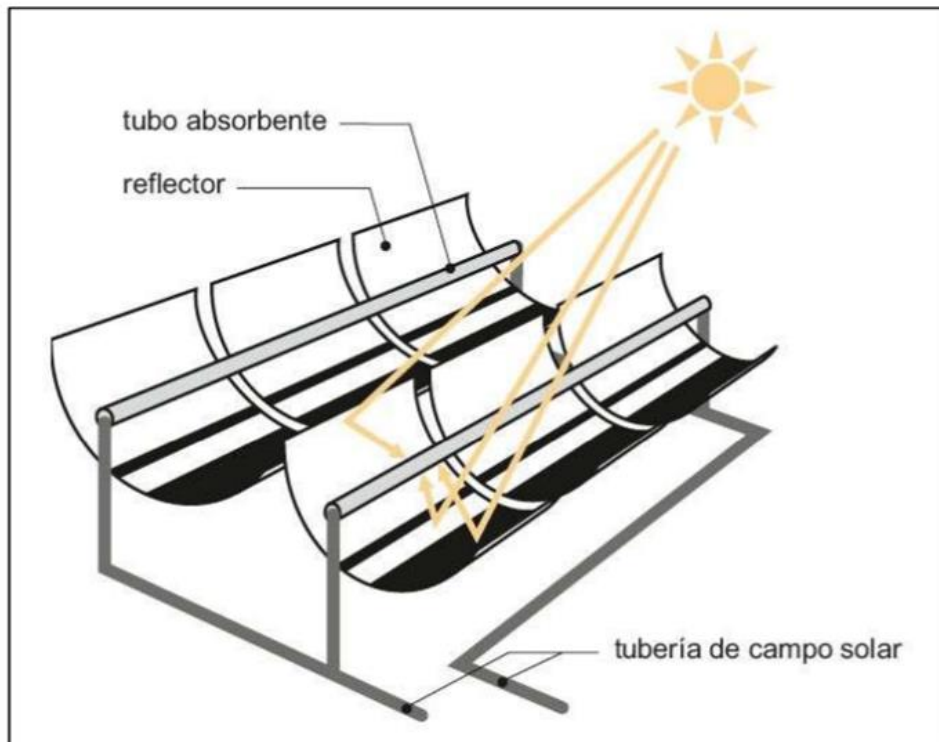
- Debe ser un líquido para que pueda absorber el calor y ser transportado.
- Su punto de ebullición debe ser alto, para que no se convierta en gas.
- Bajo punto de congelación, para que no se convierta en sólido.
- Térmicamente estable, para que no sufra desperfectos ante elevadas temperaturas.

- Baja viscosidad, para que su transporte sea más eficiente y las bombas hidráulicas trabajen menos.
- Bajo riesgo de ignición o explosión, de forma que la operación sea segura.

Otras características de los colectores cilindro parabólicos son:

- Operan eficientemente hasta los 450 °C.
- Tienen muy baja caída de presión a través del tubo por el que circula el fluido.
- El fluido de trabajo usado depende de la temperatura que se quiere alcanzar, para nuestro caso usaremos aceites sintéticos, ya que cumple con la siguiente condición $200\text{ °C} < T < 450\text{ °C}$.

Figura 23. **Colectores cilindro – parabólicos**



Fuente: MONJE, Laura. *Estudio de sensibilidad de una central termo solar con captador cilindro – parabólicos*. p. 12.

- Intercambiadores de calor de contacto indirecto: su diseño permite incrementar la temperatura del agua por encima de su punto de ebullición (100 °C) evaporándola y enviándola hacia la turbina.
- Turbina de vapor: es la encargada de convertir la energía térmica en energía mecánica por medio del vapor que proviene del intercambiador de calor, este vapor hará que las aspas de la turbina giren y así alcanzar las revoluciones por minuto necesarias para poder transformar la energía mecánica en energía eléctrica por medio del generador eléctrico.

- Partes de una caldera de vapor

Sistema de admisión: Son válvulas que controlan el flujo de vapor en la entrada de la turbina. Estas válvulas están pilotadas hidráulicamente, pueden ser pilotadas por un grupo de aceite de control o neumáticamente.

Cuerpo de turbina: Consiste en un rotor con una corona giratoria de una o más palas, un eje, un estator y una carcasa.

Escape de la turbina: Es la parte trasera de la turbina, donde se lleva el vapor al condensador o tubería de contrapresión desde allí.

Áreas de extracción o reinyección: Zona donde el vapor se extrae o se inyecta.

Cierres laberínticos de vapor: Disminuye las fugas de vapor por los orificios.

Reductor: Cuando la velocidad de rotación del eje es mayor que la velocidad de accionamiento del alternador, el reductor es responsable de reducir el número de revoluciones.

- Condensador de vapor: este es el encargado de condensar el vapor que ya perdió su temperatura al salir de la turbina haciendo que el agua pueda regresar al intercambiador de calor para poder repetir el ciclo y poder volver a pasar al estado de vapor sobrecalentado y accionar nuevamente la turbina.
- Generador electromecánico alternador: los generadores funcionan gracias a la Ley de Faraday que dice que: “el voltaje inducido en un circuito cerrado

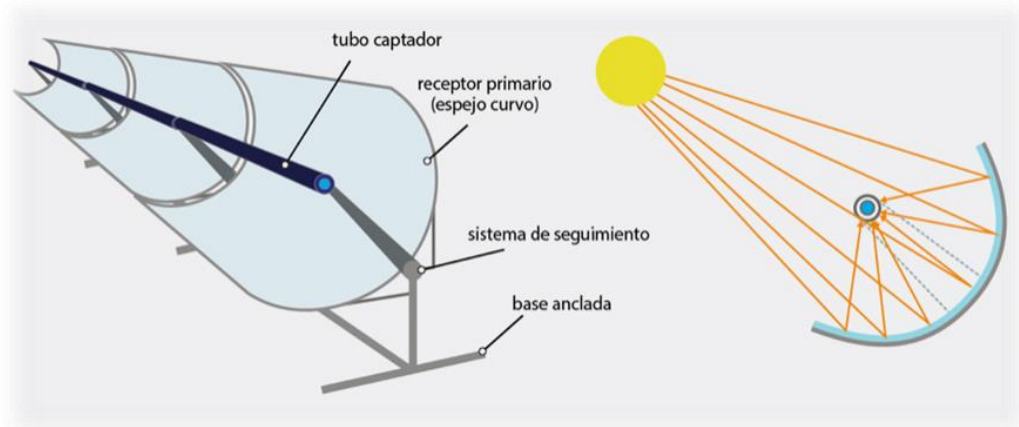
es directamente proporcional a la rapidez con que cambia en el tiempo el flujo magnético que atraviesa una superficie cualquiera con el circuito como borde” es decir, para que se pueda generar energía eléctrica es necesario que haya un movimiento o entre el campo magnético del generador con el conductor que genera la turbina, transformando así la energía mecánica de la turbina en energía eléctrica por el generador.

3.5.2. Especificaciones del equipo

Colectores cilindro-parabólicos: colector de seguimiento de un eje, con colector parabólico compuesto, absorbente tipo tubular con radio de concentración de 5-15 y rango de temperatura de 70 – 290 °C.

Estructura metálica con acero ASTM A 572 para la base anclada, para los el reflector cilíndrico-parabólico será una chapa metálica, vidrio y plástico ya que son materiales reflejantes. Para el tubo captador será conformado por dos tubos concéntricos que estarán separados por una capa de vacío, para separar el tubo que lleve el fluido del contacto directo con los rayos solares, el tubo interior será metálico mientras que el exterior será de cristal.

Figura 24. **Colector de seguimiento de un eje**



Fuente: MONJE, Laura. *Estudio de sensibilidad de una central termo solar con captador cilindro – parabólicos*. p. 13.

- Intercambiadores de calor: se debe tomar en cuenta la transferencia de calor entre los 2 fluidos, que será el aceite sintético y el agua; por último, la conducción, que es la transferencia de calor que hay entre las paredes y los tubos del intercambiador.

- Turbina de vapor
 - Condensador de vapor
 - Generador eléctrico
 - Tanque de almacenamiento

3.5.3. Distribución en planta

La distribución de la planta, es la conformación de las vistas detalladas que se presentaron del edificio T-7, donde se caracterizan algunas imágenes captadas por el investigador, en la parte externa y lateral del edificio en mención.

3.5.4. Plan de mantenimiento y seguridad

Dicho plan llevará una serie de chequeos a los diferentes equipos del sistema de generación.

- Colector es cilindro-parabólicos: revisión mensual del estado de los colectores, estado de ellos y limpieza de los mismos.
- Intercambiadores de calor: revisión del intercambio de calor de estos, es decir, estado de la tubería, verificar que no existan fugas.
- Tanques de almacenamiento: limpieza y cambio de agua periódicamente en dichos tanques.

Todos los equipos deberán estar identificados y deberán tener una maya para evitar que los estudiantes se acerquen y así evitar accidentes.

4. ESTUDIO ADMINISTRATIVO LEGAL

4.1. Aspectos administrativos y legales

El trabajo de investigación se basará, respetando los reglamentos internos de la Facultad de Ingeniería, además de los diferentes decretos que muestran cual sería la asignación presupuestaria para poder ser viable y ejecutado en su momento dado, no se comprometerá ningún capital privado, tampoco se arriesga el capital público de inversión ya que al desarrollar el modelo idóneo que beneficie a la institución se podrán hacer ajustes pertinentes para que sea viable.

4.1.1. Funciones, responsabilidades y delimitación de autoridad

Exponiendo los lineamientos tomados del manual emitido por SEGEPLAN, sobre las normas del sistema Nacional de inversión pública para el ejercicio fiscal 2020, extraemos los siguientes lineamientos y requisitos.

- Normas de inversión
 - Las Entidades Públicas de Inversión (EPI) Deben determinar, formular, evaluar, registrar y proponer proyectos de inversión de acuerdo con las Normas del SNIP.
 - Una vez formulado y evaluado el proyecto, las Entidades Públicas de Inversión (EPI) deberán registrar sus proyectos en el SINIP, vía Internet, previo a su presentación oficial en la SEGEPLAN.
 - SEGEPLAN revisará anualmente el estado del proyecto en ejecución e informará su estado a la autoridad competente responsable del proyecto para que tome las medidas correspondientes para cumplir con su plan. En este sentido, una entidad de inversión pública (EPI) debe reportar mensualmente a SEGEPLAN al obtener autorización

oficial para utilizar recursos legalmente asignados, licitar y ejecutar proyectos bajo sus responsabilidades, a través del SINIP, su avance físico.

- SEGEPLAN verificará los proyectos en ejecución serán monitoreados, seguidos y evaluados con el fin de revisar el estado de implementación de los objetivos planificados y los recursos asignados, a fin de informar a la Entidad de Inversión Pública (EPI) de los aspectos de implementación de su proyecto.

En busca de transparencia en el uso de los recursos públicos, el Estado asigna recursos a proyectos de inversión con base en un portafolio de inversiones formulado y evaluado socialmente de acuerdo con el Plan Nacional de Desarrollo (PND), mejorando así la calidad, eficiencia y efectividad de la inversión pública y política actual.

El proceso de preparación del presupuesto 2020 con previsiones plurianuales se basa en las prioridades de desarrollo nacional y los objetivos estratégicos en el marco de la gestión de resultados (GPR).

La Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia (SEGEPLAN), a través de la implementación del Sistema Nacional de Inversión Pública (SNIP), busca mejorar la calidad y orden de la inversión pública, y promover la asignación de recursos a proyectos de inversión pública con los mayores beneficios sociales, de manera que sea consistente con los resultados determinados en los departamentos estratégicos y planes institucionales.

Las Entidades Públicas de Inversión (EPI) deben determinar, formular, evaluar, registrar y proponer proyectos de inversión de acuerdo con las especificaciones y el marco regulatorio del SNIP.²⁰

4.1.1.1. Financista

Normas generales para la formulación y evaluación de proyectos de inversión.

- SNIP identifica dos tipos de proyectos de inversión, a saber, proyectos de inversión que constituyen capital fijo y proyectos de inversión que no constituyen capital fijo. Cada proyecto de inversión presentado a SEGEPLAN debe especificar la etapa del ciclo de vida del proyecto que

²⁰ SEGEPLAN. *Sistema Nacional de Inversión Pública*. <http://sistemas.segeplan.gob.gt/snip>. Consulta: 7 de noviembre de 2019.

requiere financiamiento, esta etapa puede ser: preinversión y/o ejecución. Las EPI en la fase de preinversión o ejecución estará a cargo de los documentos que acrediten la viabilidad del proyecto, debiendo entregarse a SEGEPLAN la documentación del proyecto junto con el oficio, y deberá proporcionarse la asesoría técnica correspondiente. a través de la carta.

- Las EPI que ejecuten proyectos que generen o no capital fijo, con fondos regidos por la LOP, incluyendo los fideicomisos y proyectos con fondos de cooperación reembolsable y no reembolsable, tienen la obligación de registrar la información relacionada con el proyecto en el Sistema de Información de Inversión Pública (SINIP), e ingresar oficialmente a SEGEPLAN el documento respectivo, para su análisis y la emisión de la opinión técnica correspondiente; así como mantener actualizada la información en el SINIP.
- Las Entidades Públicas de Inversión (EPI) que ejecuten proyectos que generen obra física (formación bruta de capital fijo) con fondos regidos por la LOP, Incluyendo fideicomisos y proyectos con fondos cooperativos reembolsables y no reembolsables, y obligados a cumplir con los indicadores de divulgación de la Iniciativa de Transparencia en el Sector de la Construcción (COST).
- Los proyectos de inversión, de acuerdo con su situación presupuestaria se clasifican en proyectos nuevos y proyectos de arrastre. (Ver anexo No. 1 definiciones básicas de inversión). Cuando un proyecto con un período de ejecución plurianual obtenga la opinión técnica aprobada por la SEGEPLAN, y se asignen recursos en un ejercicio fiscal, y no se informe el desempeño real y financiero en el Sistema de Información de Inversión Pública (SINIP), permanecerá nuevamente en el estado. Si el informe es

el rendimiento real y/o financiero durante varios años consecutivos, pero aún no ha alcanzado el 100 % del progreso real y financiero, estará en un estado de seguimiento.

- Para vincularse a la etapa de planificación presupuestaria, SEGEPLAN enviará el registro al Ministerio de Finanzas Públicas (MINFIN) la información requerida (propósitos, funciones, departamentos, metas globales, metas anuales, planes de inversiones tangibles y financieras, entre otros), por lo que será responsabilidad de las Entidades Públicas de Inversión (EPI) completar la información correspondiente.
- Las Entidades Públicas de Inversión (EPI), debe destinar del 3 % al 5 % de los recursos asignados para financiar su investigación de preinversión, el cual debe estar registrado en el SINIP en el ejercicio fiscal correspondiente; a excepción, de los Consejos Departamentales de Desarrollo, quienes gestionan estos recursos en las municipalidades.
- Las Entidades Públicas de Inversión (EPI) Deberán formular y evaluar sus proyectos, y presentarlos formalmente a la SEGEPLAN antes del 15 de abril de cada año en el próximo ejercicio fiscal, y adjuntar documentos en formato físico y digital de acuerdo con este reglamento; con el fin de analizar y emitir los dictámenes técnicos correspondientes.
- Los proyectos que se presenten a la SEGEPLAN, deben tener su origen en un trabajo de planificación que se ajuste a los lineamientos de políticas y Metas Estratégicas de Desarrollo (MED).
- Cuando a una Entidad Pública de Inversión (EPI) se le asignen recursos adicionales para ejecutar proyectos de inversión en el “Programa de

Inversión Física, Transferencias de Capital e Inversión Financiera”, deberá presentar oficialmente los proyectos a la SEGEPLAN para obtener su aprobación y con posterioridad hacer uso de dichos recursos.

- SEGEPLAN emitirá normativas específicas para formular, evaluar, registrar e introducir proyectos derivados de emergencias o desastres públicos.
- Un proyecto de inversión pública debe ser formulado para mantener la integridad de sus componentes, costos y ciclo de ejecución, incluido el plan de inversión plurianual en el documento del proyecto presentado formalmente a la SEGEPLAN; así como, efectuar su registro en el SINIP.
- Cuando el proyecto involucre la construcción, ampliación, mejora o reposición de infraestructura, los muebles y equipos deberán ser tratados como parte de la asesoría técnica cuando corresponda. Si se va a construir una nueva infraestructura, el mobiliario y los componentes del equipo deben programarse un año antes de su finalización para mantener su integridad; si se trata de una ampliación, mejora o reemplazo, debe disponerse en el mismo año de la finalización prevista.
- El documento de proyecto que la EPI formula y evalúa, un análisis de al menos dos soluciones alternativas al problema identificado; en función de su tamaño, complejidad y costo, la alternativa seleccionada debe estar adecuadamente formulada en el perfil, nivel de prefactibilidad o factibilidad. Este documento debe contener las razones técnicas y justificaciones que apoyen la selección de la mejor solución para resolver los problemas planteados. (Ver Manual de Formulación y Evaluación de Proyectos de Inversión publicado en el portal del SNIP).

- En los proyectos aplicables, es necesario cumplir con lo establecido en la Ley de Atención a las Personas con Discapacidad de acuerdo con los principios de oportunidad, igualdad y accesibilidad, definir las acciones a considerar e incorporarlas al diseño, pliego y presupuesto del proyecto. Además, de las recomendaciones del Manual Técnico de Accesibilidad, haciéndolo constar a través de un documento firmado y sellado por el jefe de planificación de la Entidad Pública de Inversión (EPI) proponente.
- Los proyectos que forman capital fijo, en lo referente a Normas Técnicas de Construcción, deberán cumplir con lo establecido en la Ley y Reglamento de la Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres (CONRED); así como la norma de seguridad estructural de edificios y obras de infraestructura para la República de Guatemala (NRD-1), las normas mínimas de seguridad en edificios e instituciones de uso público (NRD-2), y las especificaciones técnicas para materiales de construcción (NRD-3), todas emitidas por la CONRED 4, lo que debe demostrarse en las especificaciones, diseños y otros documentos técnicos relacionados con el proyecto; haciéndolo constar a través de un documento firmado y sellado por el jefe de planificación de la entidad pública de inversión.
- Atendiendo a lo anterior, el documento de proyecto debe guardar coherencia con lo establecido en el Análisis de Gestión del Riesgo en Proyectos de Inversión Pública (AGRIP), en virtud que las normas NRD-1 y NRD-3 son complemento para el análisis de fragilidad y la norma NRD-2 es complemento para el análisis de la resiliencia con base en la función del proyecto, según la metodología de análisis de riesgo elaborada por SEGEPLAN.

4.1.1.2. Ente ejecutor

Registros de los proyectos en el SNIP

- Una vez formulado el proyecto, las Entidades Públicas de Inversión (EPI) deberán registrar sus proyectos en el SNIP, vía Internet, en la siguiente dirección web: <http://sistemas.segeplan.gob.gt/snip>, previo a su presentación oficial en la SEGEPLAN.
- Para registrarse como usuario del SNIP, la máxima autoridad de las Entidades Públicas de Inversión (EPI) (o por delegación oficial en otro funcionario) el responsable de ingresar y actualizar la información del proyecto debe ser designado ante SEGEPLAN. Para ello se utilizará un formulario en el portal SNIP (el formulario es editable y debe ser llenado manualmente en computadora, no a mano), y debe ser enviado (sello y firma) a la dirección de correo snip@segeplan.gob.gt según lo indicado en la Política de Administración de Usuarios del SINIP.
- En lo que respecta a los gobiernos locales, cuando el usuario sea el responsable de recibir y/o evaluar el proyecto, el formulario debe ir acompañado de un acta de los funcionarios designados por el consejo municipal para ser responsables de recibir y evaluar el proyecto. Para el registro de los proyectos en el SNIP, únicamente se solicita el formulario autorizado de usuarios.
- En enero de cada año, el SNIP bloqueará los permisos de todos los usuarios de las Entidades Públicas de Inversión (EPI). Pasada dicha fecha, deberán realizar el trámite para activar los usuarios existentes o solicitar la creación de nuevos usuarios, mediante el formulario autorizado.

- El usuario autorizado es responsable de los registros del sistema. Cuando un usuario deja de trabajar en la organización, es responsable de gestionar ante la autoridad actual para verificar que su permiso de usuario sea dado de baja mediante oficio dentro de los tres (3) días posteriores a la interrupción del trabajo, enviándolo de manera digital al correo snip@segeplan.gob.gt
- El usuario asignado es un usuario individual y no debe ser proporcionado ni utilizado por otras personas que asignan el usuario.
- A partir del ejercicio fiscal, los proyectos registrados como nuevos proyectos en el SNIP deben registrar los componentes de cada proyecto, incluidos los detalles de cada proyecto.
- Para el registro de los proyectos en el SNIP, las Entidades Públicas de Inversión (EPI) deben vincular cada uno de estos con los Lineamientos de políticas, Resultados Estratégicos y Metas estratégicas de desarrollo (MED).
- El vínculo debe estar reflejado y sustentado en la documentación del proyecto; una vez analizado el problema, se debe señalar cómo el proyecto contribuye al logro de los resultados relacionados con el mismo.

Las Entidades Públicas de Inversión (EPI), registran su proyecto en el SNIP, debe registrar y adjuntar los documentos de respaldo, que se formulan la norma establecida.

4.1.1.3. Ente supervisor

El SNIP dispondrá del módulo de Programación Multianual para realizar la identificación de componentes y rubros por tipo de proyecto y etapa a financiar, con el propósito que las Entidades Públicas de Inversión (EPI) puedan efectuar la programación multianual de sus proyectos.

Las Entidades Públicas de Inversión (EPI) deben programarse durante el ciclo de vida de un nuevo proyecto, que es una programación de inversión plurianual para las etapas de preinversión e inversión. Una vez que se determina una solución alternativa durante el proceso de desarrollo y evaluación, el cronograma real del proyecto y el presupuesto plurianual para cada componente o actividad de la alternativa seleccionada deben seleccionar para definir el proyecto, porque estos insumos deben proporcionarse en el documento del proyecto SEGEPLAN.

Para el SNIP, los componentes de la programación multianual corresponden a la suma de los elementos relevantes que constituyen la etapa de ejecución del proyecto de inversión, y no tienen que ver con las distintas etapas del ciclo de vida, por ejemplo, incluida la preinversión; en investigación, desarrollo; Supervisión, ejecución respectiva, incluido trabajo físico, mobiliario y equipo y supervisión.

El costo total del proyecto se expresa en Quetzal y correspondencia al valor de la inversión requerida para realizar las actividades planificadas en cada componente y proyecto cada año antes de la fecha de finalización. Los planes de inversión plurianuales deben identificar subproductos y describir productos que ayuden a lograr resultados estratégicos o resultados estratégicos organizacionales.

El subproducto logrará las metas cada año y estas metas serán verificadas por los métodos de verificación correspondientes y se utilizarán una serie de indicadores cualitativos y cuantitativos como metas de medición; (por ejemplo, en prefactibilidad, estudio de factibilidad aprobado, diseño final aprobado y así sucesivamente; en cada año proyectado, en la implementación planificada de los componentes y actividades del nivel de implementación, programación anual).

4.1.1.4. Supervisión externa

SEGEPLAN analizará el documento de proyecto y anexos presentados oficialmente por la Entidad Pública de Inversión (EPI) y emitirá opinión técnica. Los tipos de opinión técnica son:

- Opinión técnica Aprobado: se entenderá por opinión técnica Aprobado, cuando el proyecto cumpla con los siguientes aspectos:
 - El proyecto está relacionado con los Lineamientos de Políticas y Metas estratégicas de desarrollo.
 - La investigación incluida en el documento del proyecto demuestra la viabilidad y viabilidad del proyecto.
 - Cumplir satisfactoriamente con la normativa general y específica del SNIP.
 - Cuando el proyecto sea ejecutado con recursos del aporte a los CODEDE, que este dé cumplimiento a lo estipulado en las disposiciones aplicables que emita el Consejo Nacional de Desarrollo Urbano y Rural.

La opinión técnica aprobada emitida por SEGEPLAN al proyecto de verificación de integridad de su contenido y costo total, por lo que estos contenidos no pueden ser modificados.

Los proyectos técnicamente aprobados por la SEGEPLAN y que el Ministerio de Finanzas Públicas (MINFIN) les haya otorgado desembolso de recursos financieros para su ejecución, no podrán ser objeto de modificación y/o cambio en el SINIP. Las Entidades Públicas de Inversión (EPI) que requieran modificar técnicamente un proyecto que haya obtenido opinión técnica Aprobado, debe presentar a la SEGEPLAN una solicitud para obtener una nueva opinión técnica, adjuntando para el efecto un documento de proyecto con la justificación correspondiente.

- Opinión técnica Pendiente
 - Cuando el contenido del proyecto no cumpla con alguno de los siguientes aspectos, se entenderán los dictámenes técnicos pendientes:
 - El contenido del documento del proyecto es incompatible con las directrices de política y los objetivos estratégicos de desarrollo.
 - El contenido del documento del proyecto no proporciona toda la información para demostrar su viabilidad técnica.
 - La información en el archivo del proyecto es inconsistente con la solicitud de financiamiento registrada en SINIP.

- El nombre del proyecto registrado en el SNIP no concuerda con la información contenida en el documento del proyecto.
- No incluye la aprobación del ente rector departamental correspondiente, en el cual los costos de operación y mantenimiento son determinados y asumidos por el departamento; o, no está incluido en el convenio interinstitucional, que permite la operación y mantenimiento sin la intervención del órgano de gobierno.
- El diseño del proyecto no considera los requisitos establecidos en la Ley de Atención a las Personas con Discapacidad, incluidas las recomendaciones del Manual Técnico de Accesibilidad, cuando corresponda según la naturaleza del proyecto.
- El proyecto no consideró componentes y proyectos de mobiliario y equipo como parte de la propuesta técnica y no los incluyó en el plan plurianual para la fase a ser financiada.
- No se presentó certificación de propiedad o posesión del terreno a nombre del Estado, en el caso de proyectos de inversión pública que forman capital fijo, de acuerdo a lo establecido en la Ley 11.
- No presenta la Resolución Ambiental del proyecto emitida por el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN) de acuerdo a los requisitos ambientales establecidos en la Ley respectiva y su Reglamento.

- Opinión técnica Rechazado

Se entenderá por opiniones técnicas rechazadas cuando el proyecto no cumpla con uno o más de los siguientes aspectos:

- El proyecto propuesto es incompatible con las prioridades de desarrollo nacional o los objetivos estratégicos de desarrollo.
- El contenido del documento del proyecto no prueba su viabilidad técnica.
- Cuando existe duplicidad de proyecto en el SINIP. Este proyecto deberá ser dado de baja por la Entidad Pública de Inversión (EPI) con base en datos del SINIP.
- En la fase anterior, no se realizó una investigación de preinversión para apoyar los requisitos de financiamiento y diseño final para desarrollar la fase de ejecución.

Decreto Número 57-92, Ley de Contrataciones del Estado y sus Reformas y Acuerdo Gubernativo Número 1056-92, Reglamento de la Ley de Contrataciones del Estado.

- No aplica evaluación

La SEGEPLAN no emitirá opiniones técnicas sobre actividades destinadas a gasto en capital de trabajo, estas actividades están dirigidas a personas físicas y/o entidades privadas que tienen intereses privados o aumenten sus activos,

tales como compra de tierras, actividades agrícolas, créditos y transferencias de capital.

Una vez analizado el proyecto presentado, SEGEPLAN notificará a la Entidad de Inversión Pública (EPI) los resultados de los dictámenes técnicos vía correo electrónico; asimismo, notificará oficialmente.

La Entidad Pública de Inversión (EPI) a través de un Oficio firmado por la máxima autoridad, debe dar respuesta a todas las observaciones formuladas por SEGEPLAN. El SINIP generará una alerta por correo electrónico cada cinco días para recordar las entidades de inversión pública (EPI) que deben responder a los comentarios publicados. Luego de recibir la respuesta a los resultados de la observación, SEGEPLAN revisará la información y emitirá nuevas opiniones técnicas.

4.1.1.5. Licencias, permisos y requisitos

- Registro de los proyectos en el SNIP

Aspectos legales: Se deben determinar los requisitos legales (licencias, permisos, entre otros.) que se deben cumplir para ejecutar el proyecto, y sus costos deben incluirse en el presupuesto detallado del proyecto como parte de los costos indirectos.

Artículo 6 de la ley de contrataciones del Estado y su Reglamento. Decreto Número 57-92 del Congreso de la República de Guatemala, Acuerdo Gubernativo Número 112-2016.

4.2. Planeación estratégica

Esta parte de la ingeniería industrial se clasifica como una herramienta visual diseñada para comunicar el plan estratégico a toda la organización.

El Mapa Estratégico es muy importante para el Balanced Scorecard, sin embargo, no es exclusivo para esta metodología. En general, brinda la posibilidad de comunicar la planificación estratégica desde la gerencia a todo el equipo en un formato fácil de entender y comprender.

- Planear la estrategia: en la segunda etapa, se deben organizar los objetivos estratégicos, indicadores, metas, planos y presupuestos de la empresa para que pueda implementar todo el plan estratégico.
 - Considerar un plan estratégico o plan de acción a corto plazo que le permita garantizar la ejecución de todos los planes estratégicos.

4.2.1. Exigencia social

Consistirá en establecer medidas correctivas que habrán de adaptarse o adoptarse, cuando la vigilancia en la cadena de procesos indique que un determinado punto crítico no está bajo control.

Las medidas correctivas deberán ser claramente definidas durante el proceso de vigilancia, y en los pasos anteriores descritos dentro de la planeación y planificación estratégica. Además, deberán contar con un plan, así mismo deben estar individualizadas con los responsables que deberán someterse a esta medida de acción.

Para esto las acciones correctivas aplicadas, cuando ocurre un evento futuro o desviación en un punto crítico de control, podrá dar lugar a los siguientes eventos:

- Determinar el destino del producto.
- Corregir la causa del desvío para asegurar que el punto crítico de control vuelva a estar bajo control.
- Mantener registro de las acciones correctivas que se tomaron cuando ocurrió una desviación del PCC.

Se debe utilizar una tabla de control, en la que se puede identificar los puntos críticos de control y las acciones correctivas que se tomarán cuando ocurran desviaciones.

Si se viola un límite crítico en el PCC, se deben tomar acciones correctivas predeterminadas y por escrito. Estas acciones correctivas deben describir los procedimientos para restablecer el control del proceso y determinar la eliminación segura de los productos afectados.

Es posible corregir el problema en el lugar y siempre es deseable. El objetivo es identificar inmediatamente las desviaciones del límite crítico y tomar acciones correctivas rápidamente. Por lo tanto, se reducirá la cantidad de productos que no cumplan con las especificaciones.

La persona responsable de tomar las acciones correctivas debe comprender completamente el producto, el proceso y el plan HACCP, y tener la autoridad para tomar las decisiones adecuadas.

4.2.2. Misión

Establecer el programa eficiente y efectivo que pueda operar activamente en beneficio de la población académica que hace uso de las instalaciones del edificio T-7.

Además, se deberán comprometer dentro del organigrama institucional, las autoridades responsables por el uso eficiente de los recursos asignados hacia la academia, fortalecer la institución y mejorar las condiciones del sistema de educación superior, que fomenten la mejora continua, la reducción de emisión de contaminantes al medio ambiente y reducir los costos involucrados.

4.2.3. Visión

Se considera que en un determinado periodo de tiempo el proyecto sea autosostenible, de la manera eficiente en que se aprovechado el recurso de inversión, considerando que los beneficios serán intangibles, solamente podríamos deducir que se pronosticará a largo plazo, la reducción de partes por millón en contaminantes libres expulsados a la atmosfera por el uso de combustibles fósiles que generan la electricidad demandada en las instalaciones.

Además, que se garantiza que los estudiantes y profesionales que puedan aprovechar las instalaciones del edificio T-7, serán parte de un proyecto de energía limpia y renovable, la administración como tal podrá agregar a su cartera de beneficios a la sociedad, la reducción del impacto ambiental con uso de energías limpias, desde el momento de su instalación e implementación.

4.2.4. Objetivos técnicos

- Identificar el equipo necesario para hacer uso de la energía solar en la industria guatemalteca.
- Establecer los beneficios ambientales, a través de un estudio ambiental.
- Definir los costos del equipo para implementar el uso de energía solar.
- Definir la demanda de los paneles fotovoltaicos en la industria guatemalteca.
- Identificar los costos asociados a la instalación del equipo fotovoltaico.
- Describir la aplicación de la ley de energía renovable en Guatemala y sus efectos en todo el sistema.

4.2.5. Políticas internas

Las instituciones del Sector Público deben armonizar las intervenciones establecidas en sus instrumentos de planificación con los resultados contenidos en la Política General de Gobierno, el Plan y Política Nacional de Desarrollo, Políticas públicas vigentes, Plan de la Alianza para la Prosperidad, Política Pública Chixoy, Agenda Rural, y los compromisos de Estado suscritos y ratificados y la Agenda Priorizada ODS 2030, bajo los enfoques de la Gestión por Resultados, Equidad, Cambio climático y Gestión de Riesgo.

Las instituciones públicas deben asegurarse de incorporar acciones que respondan a enfoques horizontales en sus planos y planes, como la gestión por resultados, la equidad, la gestión de riesgos y la adaptación al cambio climático.

Se debe fortalecer la coordinación interinstitucional para avanzar en el logro de las prioridades nacionales de desarrollo y sus metas estratégicas, lo que resalta la importancia de implementar intervenciones institucionales con base en

las instrucciones de los distintos gabinetes de gobierno y consejos municipales y nacionales de Desarrollo Rural.

El proceso de planificación estratégica y operativa para el año fiscal 2020 y el plurianual 2020-2024 continuará en el enfoque de gestión por resultados (GpR) para promover el cambio y fortalecer las acciones de las agencias de la administración pública para reducir las condiciones que restringir el desarrollo nacional.

Las instituciones públicas deben revisar sus macroprocedimientos, procedimientos y subprocedimientos institucionales con el fin de reajustar sus funciones y estructura presupuestaria para alinearlos con las prioridades nacionales de desarrollo para asegurar la consistencia y consistencia entre resultados, productos, indicadores y presupuestos.

Las instituciones públicas deben orientar y ajustar las medidas de intervención a partir de las variables causales identificadas en la estrategia o modelo de gestión de resultados propuesto para las prioridades de desarrollo del país y sus metas estratégicas, a fin de fortalecer la producción de las instituciones que ya se relacionan con ellas.

Las instituciones públicas centralizadas, descentralizadas, autónomas y semiautónomas, además de enfocar las intervenciones institucionales en las prioridades de desarrollo nacional y sus metas estratégicas, también deben considerar aquellas que ayudarán al país a alcanzar las prioridades del país en la Agenda 2030 intervenciones para desarrollo sostenible y los lineamientos establecidos en el Plan Nacional de Desarrollo K'atun 2032.

El carácter regional de las acciones formuladas por los organismos públicos seguirá formando parte de sus planes estratégicos y operativos. Esto significará la coordinación de acciones institucionales y la participación de diferentes departamentos y actores en los diferentes niveles de gestión (nacional, regional, sectorial y municipal) para lograr el bienestar de la población y reducir las brechas existentes a nivel geográfico.

Las municipalidades, consejos nacionales y consejos de desarrollo regional y sectorial, de acuerdo con las prioridades nacionales de desarrollo, adoptarán acciones y mecanismos de coordinación para formular medidas de adecuación y reajuste de la gestión y dirección territorial entre la sociedad civil y las entidades nacionales.

Cada agencia pública debe revisar los gastos e inversiones con base en los principios de transparencia, eficiencia y establecer medidas razonables para las prioridades nacionales. Por esta razón, se deben realizar los arreglos correspondientes en los planos operativos anuales y plurianuales.

Todos los proyectos a ser financiados con recursos de cooperación internacional reembolsable o no reembolsable, deben cumplir con las normas establecidas para el registro en Sistema Nacional de Inversión Pública (SNIP), aquellos que ingresen al Presupuesto General de Ingresos y Egresos del Estado serán fiscalizados por la Contraloría General de Cuentas.

Como parte de sus planes estratégicos y operativos, estos organismos deben determinar las políticas públicas vigentes y los compromisos nacionales, y asignar responsabilidades entre ellos.

Incluir el contenido estipulado en el ámbito de su autoridad legal en el plan y presupuesto en la “Política Pública de Reparación a las comunidades afectadas por la construcción de la Hidroeléctrica Chixoy cuyos derechos humanos fueron vulnerados”, Incluyendo principalmente la prioridad de servir a la comunidad objetivo definido en la política anterior. Con este fin, el Consejo de Verificación y Seguimiento garantizará el logro de los objetivos políticos.

De acuerdo con las medidas preventivas otorgadas por la Comisión Interamericana de Derechos Humanos (CIDH), 14 comunidades indígenas Q’echi del Municipio de Panzos en Alta Verapaz (Valle de Polochic) se beneficiaron; las instituciones públicas en el marco de su competencia, deben incorporar acciones vinculadas a estas medidas cautelares en su planificación y programación.

Incorporar en los planes, programas, estrategias u otros instrumentos de planificación los fundamentos establecidos en la “Política de Desarrollo social y Población”. Las medidas involucran principalmente los siguientes aspectos: incluir medidas para incluir a la población en todos los niveles y todos los modelos del sistema educativo; establecer mecanismos de igualdad de remuneración y beneficios laborales; promover el desarrollo sostenible; desarrollar actividades relacionadas con la recopilación, producción y sistematización de información estadística y envíelo a SEGEPLÁN y otras organizaciones e individuos que necesitan esta información, tal como lo estipula la Ley de Desarrollo Social, Decreto 42-2001.

Las instituciones públicas deben incorporar acciones dirigidas a implementar un grado predeterminado en su planificación y programación dentro de su ámbito de competencia en la Política pública respecto de la prevención de

las Infecciones de Transmisión Sexual (ITS) y a la respuesta a la Epidemia del Síndrome de Inmunodeficiencia Adquirida.

Las instituciones deben incorporar las prioridades nacionales de seguridad alimentaria en sus planes y planes y la inversión pública; de acuerdo con las disposiciones de la Ley de Seguridad Alimentaria y Nutricional.

Estas instituciones deben incorporar la inversión pública en la planificación y programación de la inversión pública, así como formular políticas, programas y proyectos de desarrollo en el Plan de Acción Nacional de Cambio Climático y la Ley Marco para Regular la reducción de la Vulnerabilidad, la Adaptación Obligatoria ante los Efectos del Cambio Climático y la Mitigación de Gases de Efecto Invernadero, Decreto Número 7-2013.

En los proyectos de inversión pública necesarios se deben incluir medidas de equidad, especialmente medidas para las personas con discapacidad, y para ello se deben implementar los mecanismos de seguimiento y evaluación necesarios. Con el fin de incorporar los principios de igualdad de oportunidades y accesibilidad a los servicios de conformidad con el artículo 11 de la Ley de Atención a las Personas con Discapacidad.

Las instituciones públicas deben incorporarlos a sus planes y acciones de formulación de programas en función de sus capacidades y su implementación del "Plan Alianza para la Prosperidad del Triángulo Norte".

En cuanto a la atención e inclusión de los derechos humanos de las personas con discapacidad, es necesario incluir las acciones contenidas en el "Plan de Acción CONADI 20172021, que fue dado a conocer por el Comité de Expertos de la ONU con base en las recomendaciones del país. Revisar el

cumplimiento de la *Convención sobre los Derechos de las Personas con Discapacidad* y las medidas de justicia de conformidad con la Ley de Atención a las Personas con Discapacidad, Decreto No. 13596.

Teniendo en cuenta la existencia de brechas de género, las instituciones públicas deben incorporar intervenciones relacionadas con la igualdad de género y los derechos de la mujer en su planificación y programación, y dar prioridad a los mecanismos de implementación de la Política Nacional de Promoción y Desarrollo Integral de las Mujeres y el Plan de equidad y oportunidades 2008-2023.

Las instituciones públicas deben incorporar las prioridades de desarrollo establecidas en los marcos legales y políticos en las herramientas de gestión pública (estrategias, planes y presupuestos) de acuerdo con sus capacidades, y asumir compromisos internacionales para promover la autonomía (física, política y económica) de las mujeres. Según su particularidad, dinámica poblacional y territorial.

- La energía solar térmica, es un recurso renovable y no consume combustibles fósiles, sustituyendo a 275 tep/MW.
- Suprime la influencia del combustible en el proceso de extracción, conversión, transporte y combustión, lo que afecta de manera beneficiosa la atmósfera, el suelo, el agua, la vegetación, la fauna.
- No produce emisiones atmosféricas contaminantes.
- No produce vertidos.

- No consume agua.
- No produce residuos tóxicos o de difícil tratamiento o eliminación.
- Genera empleo: 15 hombres/año MW durante diseño y construcción.

4.2.6. Valores éticos

Para la escuela de ingeniería Mecánica es prescindible el trato hacia el estudiante, considerando que formaran parte importante de la sociedad productiva de nuestro país, por esos factores definen los siguientes valores.

Nos preocupamos genuinamente por nuestra gente, los estudiantes son antes que todo. Nos sentimos valorados y respetados en nuestro trabajo y generamos un ambiente que nos permite desempeñarlo con pasión.

Nunca nos damos por satisfechos Estamos comprometidos con la excelencia. No debemos ni queremos conformarnos con el éxito actual. Apenas alcanzamos una meta, ya estamos buscando un reto nuevo.

Estamos centrados en el estudiante. Nos comprometemos con su éxito, mediante una atención personalizada, tanto en la definición de necesidades como en la innovación en la propuesta de soluciones y en el seguimiento completo de nuestro desempeño.

Siempre damos la cara. Siempre asumiremos nuestra responsabilidad, plantaremos con certeza nuestros pensamientos y tomaremos la acción que garantice el beneficio mutuo. Además de hacerlo internamente, rendiremos cuentas de nuestras acciones ante la ciudadanía, empleados, proveedores, la comunidad, el país y los accionistas.

Lo que hacemos, lo hacemos con integridad Somos consecuentes en el cumplimiento de estos valores: nuestra actitud de vida y nuestra forma de ser implican el compromiso, la honradez y el apego a la verdad.²¹

²¹ USAC. *Escuela de Ingeniería Mecánica*. https://emecanica.ingenieria.usac.edu.gt/sitio/?page_id=34. Consulta: 11 de octubre de 2019.

4.2.7. Marco legal y fiscal

El marco legal institucional deriva desde los artículos 125 y 129 de la Constitución Política de la República, relacionados con la explotación de recursos naturales no renovables y electrificación respectivamente. Así mismo el Decreto 114-97, Ley del Organismo Ejecutivo en su artículo 34, establece sus competencias, principalmente relacionada con la producción, distribución y comercialización de energía e hidrocarburos, así como la explotación de los recursos mineros.

4.2.8. Aspecto ecológico

Se presenta un modelo sostenible, el proyecto desde su planteamiento, diseño, montaje y ejecución, cumplirá con todos los aspectos amigables al medio ambiente, reduciendo el impacto ambiental significativamente, reduciendo a su mínima expresión las posibles fuentes o focos de contaminantes, de esta forma se espera que todo el proyecto en general cumpla con los siguientes aspectos.

- La energía solar térmica, es un recurso renovable y no consume combustibles fósiles, sustituyendo a 275 tep/MW.
- Se suprimen los impactos originados por los combustibles durante su extracción, transformación, transporte y combustión, lo que incide beneficiosamente en la atmósfera, el suelo, el agua, la vegetación, la fauna, entre otros.
- No produce emisiones atmosféricas contaminantes
- No produce vertidos No consume agua.

- No produce residuos tóxicos o de difícil tratamiento o eliminación.
- Genera empleo: 15 hombres/año MW durante diseño y construcción.

4.3. Diseño del entorno

El diseño del entorno son todas aquellas situaciones a las que el proyecto debe adaptarse y para ello podemos clasificarlo en los tipos de impacto que tendrá.

- Impacto alto en el entorno: cuando un proyecto, obra, industria o actividad ocasiona un mayor deterioro o se vuelve irreversible en su entorno, su manejo requiere de un plan específico que incluir medidas de mitigación, así como las medidas de control, seguimiento y vigilancia a implementar en el área. Para reducir y controlar su impacto, a pesar de las medidas tomadas, todavía se necesita mucho tiempo para restaurar las condiciones ambientales.
- Impacto moderado en el entorno: cuando un proyecto, obra, industria o actividad tiene un impacto directo en su ubicación y entorno circundante, es irreversible en el corto o mediano plazo, y su gestión necesita incluir medidas de mitigación y planos específicos de control y seguimiento y seguimiento. Se debe implementar en el área de impacto directo para que el impacto se pueda mitigar y controlar, a pesar de las medidas tomadas, se necesita un tiempo relativamente corto para restaurar las condiciones ambientales.
- Principio de responsabilidad ambiental: establece que las personas individuales o jurídicas están obligadas a asumir sus propias

responsabilidades y, como mecanismo autónomo de supervisión, determina los impactos y riesgos ambientales que pueden o pueden tener un cierto grado de impacto ambiental positivo o negativo, por lo que determina y propone los medio ambiente correspondiente Medios para prevenir y / o corregir el impacto en el medio ambiente o el impacto en el medio ambiente, con el fin de lograr el equilibrio ecológico, priorizar la importancia de proteger, proteger y preservar sus elementos ambientales inmediatos e inmediatos.

4.3.1. Estudio de suelo

Cada proyecto debe incluir un estudio de la macro y micro ubicación de la solución adoptada, como se describe en el plan de micro ubicación.

Las Entidades Públicas de Inversión (EPI) debe analizar la ubicación del proyecto de acuerdo con un conjunto de normativas existentes en materia de uso del suelo (áreas de alto riesgo, áreas protegidas, áreas de patrimonio cultural, restricciones viales, entre otros). El artículo debe estar ubicado en el módulo de ubicación SINIP, incluidas las coordenadas geográficas; latitud y longitud (código de referencia geográfica).

- Terrenos y derechos de paso: los proyectos de infraestructura construidos por el Estado y los proyectos para aumentar el capital fijo deben implementar en inmuebles de propiedad o propiedad del Estado¹⁶, incluidos los municipios y las entidades descentralizadas y autónomas. En ningún caso se podrá realizar la construcción en el inmueble inscrito en el Registro de la Propiedad a nombre de una persona física o jurídica.

- Para efectos de programación y asignación de recursos de las obras de infraestructura, la posesión legítima, se puede acreditar de la siguiente forma:
 - A los efectos de la programación y la asignación de recursos de la ingeniería de infraestructura.
 - En cuanto al patrimonio municipal, mediante convenios municipales, escrituras públicas o decretos municipales.
 - Si se trata de propiedad privada, se deberá presentar un documento notarial que indique que la propiedad ha sido transferida a la institución correspondiente.
 - Si se trata de un bien público, la titularidad debe ser transferida al municipio o agencia Acta de Reunión Comunitaria mediante Ley Notarial.
 - En cada caso, el registro de titularidad debe iniciarse de acuerdo con la Ley de Titulación Supletoria de la entidad nacional, adjuntar prueba de este documento.
 - La construcción de carreteras y autovías no es de aplicación a este artículo, el cual quedará obligado por la ley en esta materia.
- Tamaño: consiste en la capacidad de producción o servicios prestados durante la vida del proyecto, y depende del tipo de proyecto que se desarrolle, para lo cual se deben considerar los resultados de la investigación de mercado.

- **Equidad:** el documento del proyecto debe identificar, mostrar y tomar en cuenta el entorno y las necesidades que enfrenta cada grupo de población (mujeres, niños, pueblos indígenas, jóvenes y ancianos) que se relacionan con el problema a resolver. Asimismo, el proyecto debe incorporar el análisis de cómo la calidad de vida de la población mencionada en soluciones alternativas, especialmente la perspectiva de igualdad en el proyecto de género y personas).
- **Accesos:** en un proyecto adecuado, se debe considerar que el sitio cuenta con pasajes relevantes y efectivos para mujeres, discapacitados, niños, jóvenes, ancianos, pueblos indígenas y otras poblaciones pueden ingresar al proyecto; esto significa considerar distancia, condiciones de acceso, relevancia cultural, seguridad.
- **Tecnología:** una vez seleccionada la mejor alternativa, es necesario analizar y definir la tecnología más adecuada para la producción de bienes y el servicio que brinda el proyecto. En este sentido, es importante considerar diferentes niveles de mecanismos de participación, los cuales son diferentes para hombres, mujeres y otros grupos de población.

Cuando corresponda, la tecnología propuesta puede mejorar la eficiencia energética al reducir las emisiones de gases a la atmósfera, contribuyendo así a la mitigación del cambio.

4.3.2. Infraestructura propuesta

Como infraestructura entendemos que son todos los servicios e instalaciones necesarias para desarrollar un proyecto estos se detallan a continuación.

Artículo 123. MARN

- Obtención de licencia ambiental: se deberá adjuntar todos los documentos requeridos por el MARN relacionados a la licencia ambiental, estudio de impacto ambiental.

4.3.3. Señalización industrial.

La seguridad industrial en el avance de la ciencia y diseños preventivos para resguardo de la integridad física del recurso humano logra establecer un código de colores, que podrán ser utilizados dentro de las instalaciones y fuera de ellas mismas para poder ser preventivas a simple vista por todos los operarios que forman parte de la misma organización, para lograr ser conocidos y entendidos por los operarios el departamento de recursos humanos conjunto con el departamento de seguridad industrial deberá realizar talleres, capacitaciones y charlas técnicas donde se compartan las metodologías utilizadas y los alcances esperados al implementarlos en la organización.

Cuando se usan las señalizaciones, se debe tomar en cuenta los efectos de los colores sobre el ser humano, se muestran los efectos que produce cada color sobre el individuo, por lo tanto, a la hora de diseñar letreros de señalización se deben tomar en cuenta esos efectos.

Tabla XX. **Concepción de los colores en la industria**

| ITEM | DESCRIPCIÓN |
|----------------------------------|---|
| Código de colores | La finalidad de establecer el código de colores es para establecer un sentido de alerta y responsabilidad industrial a los operarios que se encuentran en labores dentro de las instalaciones, sin el conocimiento de este código posiblemente puedan estar expuestos a sufrir percances o accidentes industriales. |
| Empleo del color en la industria | Constituido técnicamente en las normas OSHA, que es una rama de seguridad industrial, su finalidad es establecer la conciencia responsable en el recurso humano y que pueda identificar los colores fácil y eficazmente. |

Fuente: elaboración propia.

Analizando los argumentos que confinan ciertas normas y reglas para identificar el código de colores, pero especialmente como debemos aplicarlo y convivir con él en la industria, detallamos a continuación las características reconocidas en toda la industria en general, dando orientación y significado a los colores que son utilizados con mayor frecuencia.

Tabla XXI. **Código de colores en la industria**

| Color | Especificación |
|-------|---|
| Rojo | Es de alta peligrosidad, demuestra una fuente de peligro o acciones que podrían causar serios daños a la persona si manipula algún instrumento inadecuadamente, posible fuente de incendio y zona prohibida en algunas ocasiones. |

Continuación tabla XX.

| | |
|----------------------|---|
| Azul | Es un color que indica que se deberá realizar alguna acción obligada, su símbolo grafico es un disco, es color preventivo, podrá ser utilizado como señal de prevención en equipos industriales con fuentes de calor, de tránsito peatonal, en controles eléctricos, sótanos, algunas calderas y piezas de calderas, como válvulas. |
| Violeta | Es alarma para radiación, comúnmente utilizado donde se puedan encontrar desechos radiactivos de agentes químicos o procesos químicos que puedan ser reacciones extremadamente peligrosas para el ser humano, su símbolo es una hélice. |
| Naranja | Es frecuentemente utilizado en equipo y maquinaria pesada industrial, denota las posibles áreas que pueden provocar cierto riesgo de daños leves a peligrosos al humano, serán también incluidos en partes internas con riesgo de shock eléctrico o descargas eléctricas. |
| Amarillo | Es una señal conocida a nivel global o universalmente, indica peligro y es una advertencia clara de fuente de peligro o accidentes. Su uso de mayor demanda es en áreas de poder caer o tropezar. |
| Blanco, negro y gris | En nuestro entorno industrial, es de poco uso o aplicación, comúnmente se utilizan para zonas de tránsito o traslado de montacargas o unidades de carga pesada. También para se utiliza para identificar caminamientos o zonas de tránsito peatonal. |

Fuente: elaboración propia.

Considerando los colores primarios que son exigidos en mayor frecuencia para toda la industria, se especifican las condiciones o los lineamientos que deberán ser respetados por todo el recurso humano dentro de las instalaciones, además de preservar la salud de posibles visitantes, haciendo una mención rápida en forma técnica de lo que representa cada uno de los colores ya presentados.

5. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

5.1. Descripción del trabajo

El impacto que tendrá el uso de energía solar sería de un ahorro económico significativo, pero lo más importante es la reducción de dióxido de carbono que se genera en algunas plantas generadoras de electricidad.

Las instalaciones de conexión a red tienen un impacto medioambiental que puede considerarse prácticamente nulo. Si se analizan diferentes factores, como el ruido, la emisión de gases a la atmósfera, la destrucción de plantas y animales, y la emisión de residuos peligrosos y tóxicos al sistema de saneamiento, podrá verse que su impacto solo se limitará a la fabricación, pero no al funcionamiento.

Impacto ambiental relacionado con el funcionamiento:

- Ruidos
 - Módulo fotovoltaico: La energía producida por el módulo fotovoltaico es un proceso completamente silencioso.
 - Inversor: trabajo de alta frecuencia que los oídos humanos no pueden detectar.
 - Gas emitido a la atmósfera: la forma de generar sistemas fotovoltaicos no requiere ninguna combustión para proporcionar energía, solo requiere energía de una fuente limpia (como el sol).

- Destrucción de flora y fauna: Ningún equipo en la instalación tendrá un efecto destructivo en animales y plantas.
- Desechos tóxicos y vertidos peligrosos en el sistema de saneamiento: para el funcionamiento normal, el equipo de la instalación no necesita verter ningún elemento en el sistema de saneamiento; el enfriamiento se realiza por convección natural.

El Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales es una entidad del sector público que se especializa en asuntos ambientales y es responsable de la protección de los sistemas naturales. Es una institución que coordina, cumple e implementa políticas y sistemas legales relacionados con la prevención, protección, protección y mejoramiento del medio ambiente de la contaminación.

Tabla XXII. Descripción del proyecto y sus acciones

| | ITEM |
|---|--|
| • | Localización |
| • | A través de una inspección detallada de las fases de construcción y operación, se enumera una lista de todas las acciones del proyecto que pueden tener un impacto en el medio ambiente. |
| • | Descripción de los materiales utilizados para la ejecución del proyecto, terrenos ocupados y otros recursos naturales. |
| • | Una descripción del tipo, cantidad y composición de los residuos, emisiones, emisiones o cualquier otro elemento que se origine en el comportamiento, ya sea temporal dentro de la hora o permanente cuando se ha implementado y en funcionamiento, especialmente ruido, vibraciones, olores, emisión de luz, emisión de partículas. |

Fuente: elaboración propia.

La tabla anterior muestra las descripciones básicas y viables para desarrollar un proyecto factible.

5.2. Situación antes de la operación

Según información proporcionada por el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, se deberán reunir ciertos requisitos, además de llenar una serie de formularios, para lo cual se presenta la guía que ellos han diseñado.

Se deberá incluir la evaluación ambiental inicial, la cual se encuentra descrita completamente en el Reglamento de evaluación, control y semiento ambiental. Siendo su base legal el Acuerdo Gubernativo 137-206.

5.2.1. Estructura del estudio

El Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales ha propuesto términos de referencia para proporcionar directrices generales que orienten la participación pública en el proceso de marco de evaluación.

La participación ciudadana es una herramienta de gestión que apoya la ejecución exitosa del proyecto porque se basa en la absorción del conocimiento y la experiencia de la comunidad durante las etapas de diseño, planificación y desarrollo. Fundamentalmente, tiene como objetivo prevenir conflictos inmediatos y futuros que son causados innecesariamente por una comunicación insuficiente y la falta de entendimiento mutuo entre los defensores del proyecto y las personas en el área de influencia en la mayoría de los casos.

El documento plantea los puntos clave para la participación ciudadana, para que países, empresas y ciudadanos puedan cooperar mejor.

5.2.1.1. Aspectos fisicoquímicos

Para poder garantizar la ejecución de un proyecto sostenible y amigable con el medio ambiente se deberán considerar los siguientes aspectos.

- Definición de altura de chimenea según normativa vigente.
- Modelado de dispersión atmosférica para verificar el cumplimiento de las restricciones de calidad del aire.
- Estimación de los niveles de ruido.
- Incluido en las medidas correctas: medidas de aislamiento acústico y medición de emisiones atmosféricas.

BIOMASA

En comparación con otras alternativas energéticas, la principal ventaja de la biomasa radica en su naturaleza como fuente de energía renovable, lo que significa que es inagotable a escala humana.

Dentro de BIOMASA se incluyen distintos tipos:

- Biomasa natural
- Biomasa residual: residuos o subproductos agrícolas, ganaderos, forestales, de las industrias agroalimentarias o de transformación de la madera, efluentes ganaderos, lodos de depuradoras.
- Cultivos energéticos

5.2.1.2. Aspectos biológicos

La universidad de San Carlos de Guatemala presenta en su ovalo externo del asfalto, ciertas áreas verdes, particularmente en el edificio T-7 y sus alrededores, solamente se cuenta con área de grama, no se afectarán ecosistemas, fauna o flora circundante.

5.2.1.3. Aspectos socioeconómicos

Se mejorará la calidad de ambiente de estudio a todas las futuras generaciones, ya que el uso de energías limpias, y energías renovables especialmente, hace que los beneficiados, sean responsables con el medio ambiente.

Ciertos atributos que se podrán obtener al inaugurar un proyecto de dicha magnitud, es poder ofrecer un diferenciador hacia lo sociedad civil que desee formar parte de la Escuela de Ingeniería Mecánica, además de otorgar cierto plus social, por esto mismo se mejoraran las compensaciones económicas, mejorando los índices de consumo energéticos y reduciendo los rubros de facturación anuales.

5.2.1.4. Aspecto histórico cultural

La hispanidad y ética social en Guatemala se ha visto segmentada por la lucha de clases sociales, lograr hacer efectivo este proyecto de energía renovable posicionaría a la Escuela de Mecánica como un evento determinante para ser recordado en futuras generaciones.

La principal ventaja, que, siendo la única universidad pública o estatal, será fácilmente geolocalizarla por este tipo de apoyos al medio ambiente, a la sociedad y al plante tierra en general.

Las energías limpias o renovables que puedan ser operatizadas, aprovechadas he instaladas como fuente primaria, serán reconocidas como un apoyo a todas las futuras generaciones, además de beneficiar la calidad de vida de nuestros adultos mayores de la tercera edad.

5.2.1.5. Paisaje

El edificio T-7, ubicado dentro del campus universitario, forma parte de un conglomerado de estructuras o edificaciones, el paisaje que se contempla actualmente, como un campus universitario, no será transformado o dañado en su presentación amigable.

Además, se espera que las instalaciones, ajustes y detalles estéticos sean siempre supervisados, autorizados y aprobados por el personal a cargo de la memoria histórica de la universidad de San Carlos de Guatemala.

5.3. Determinación de riesgos

Se comprometerá a las autoridades y todo el personal responsable de hacer viable y ejecutado el proyecto de energía renovable con los siguientes aspectos muy valiosos y técnicos emitidos por el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales.

- Inspección ambiental: la evaluación de campo puede determinar la probabilidad de posibles impactos ambientales, la verificación de riesgos ambientales y/o la existencia de proyectos, trabajos, industrias o actividades.
- Instrumentos ambientales: son documentos técnicos que contienen la información necesaria para identificar y evaluar ordenadamente el impacto o riesgo ambiental de un proyecto, trabajo, industria o actividad, abarca los medios de previsión, corrección y complementarios.
- Instrumentos ambientales complementarios: son documentos técnicos que contienen la información necesaria para identificar y evaluar ordenadamente el impacto ambiental o los riesgos de un proyecto, trabajo, industria o actividad; medidas medioambientales correctivas, son documentos técnicos, que contienen la información necesaria para corregir la naturaleza del proyecto, obra, industria o actividad, identificación y evaluación ordenada del impacto ambiental o riesgo de la actividad, y permiten el desarrollo de las correspondientes medidas de control ambiental. Medidas y bases para el control, verificación y seguimiento ambiental.
- Instrumentos ambientales predictivos: son documentos técnicos que contienen la información necesaria para identificar y evaluar ordenadamente el impacto ambiental o los riesgos del proyecto, obra, industria o actividad desde la etapa de planificación (preventiva) hasta las siguientes etapas. Ejecutar, operar o cerrar, y permitir el desarrollo de sus propias medidas de control ambiental y la base de su control, verificación y seguimiento ambiental.

- Instrumentos de control y seguimiento ambiental: conjunto de herramientas de evaluación ambiental, cuya finalidad es verificar el cumplimiento de las medidas y lineamientos ambientales formulados e implementados por el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales para cualquier proyecto, obra, industria o actividad de acuerdo con los procedimientos de evaluación ambiental que determina este reglamento.

5.4. Elementos que intervienen

Ley. Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente, Decreto Número 68-86 del Congreso de la República de Guatemala.

Licencia ambiental: un documento oficial emitido por el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, que es el resultado de la decisión final sobre los procedimientos administrativos para la ratificación de los instrumentos ambientales.

- Licencia de consultor ambiental: el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales proporciona un documento oficial de las actividades de consultoría en gestión ambiental a las personas naturales y / o jurídicas que protegen el medio ambiente mediante actividades de evaluación, control, seguimiento, vigilancia y remediación ambiental y/o medios para proteger sus servicios ambientales registrados en el proveedor de la lista.
- Licencia de disposición final controlada: documentos oficiales emitidos por el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, autorizados para eliminar o finalmente disponer de productos peligrosos, obsoletos o percederos que hayan vencido o no sean aptos para su comercialización.

- Licencia de importación o exportación de equipos de refrigeración y aire acondicionado: el documento oficial emitido por el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales está autorizado para importar equipos de refrigeración y aire acondicionado. Licencia de importación y exportación de productos, sustancias y materias primas, documentos oficiales emitidos por el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, que se pueden utilizar para importar y exportar productos, sustancias y materias primas.
- Licencia de laboratorio especializado en mediciones y análisis ambientales: documentos oficiales emitidos por el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales a las personas naturales y/o jurídicas cuyo objeto social sea realizar actividades de medición y análisis ambiental para las actividades de evaluación, control, vigilancia, vigilancia y regencia ambiental para proteger sus experimentos registrados en la sala de listas.
- Listado taxativo: este documento contiene la enumeración y clasificación ordenada de proyectos, proyectos, industrias o actividades, con su descripción detallada como referencia, la norma se basa en la clasificación industrial internacional unificada de todas las actividades económicas de la CIIU y los posibles impactos ambientales o elementos de riesgo ambiental, como Promover el documento de orientación del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales para determinar las condiciones de las actividades enumeradas que pueden conducir al deterioro de los recursos naturales, el medio ambiente o la modificación dañina o notoria del paisaje y los recursos culturales del patrimonio nacional.
- Manual de registro en el listado de proveedores de servicios ambientales: documentos técnicos que cumplan con los requisitos para el registro en la

lista de consultores ambientales y laboratorios especializados en medición y análisis ambiental.

- Medidas de compensación: se trata de un conjunto de medidas encaminadas para corregir las consecuencias medioambientales provocadas por el desarrollo de proyectos, puestos de trabajo, industrias o actividades concretas que no se pueden evitar ni mitigar.
- Medidas de control ambiental: el proponente debe tomar todas las medidas preventivas, mitigadoras, reparadoras o compensatorias relacionadas con el impacto ambiental del proyecto, obra, industria o actividad.

5.5. Matrices de impacto

La guía para la incorporación del enfoque de cambio climático ante los efectos que este y la variabilidad climática ocasionan, tiene como propósito proporcionar las orientaciones que permitan dar respuesta a la Norma General de las Normas del Sistema Nacional de Inversión Pública, Ejercicio Fiscal 2019 de la Secretaria de Planificación y Programación de la Presidencia (SEGEPLAN) la cual menciona que “Las entidades de inversión deberán analizar los efectos del cambio climático en los proyectos considerándolos en su diseño, ejecución y operación, según lo indicado en la literal e. artículo 15, capítulo 4, Ley Marco para Regular la Reducción de la Vulnerabilidad , la Adaptación Obligatoria ante los efectos del Cambio Climático y la Mitigación de Gases de efecto invernadero”; dicha norma aplica para los proyectos que forman capital fijo.

Esta herramienta también constituye el aporte metodológico de la SEGEPLAN y el Proyecto de Desarrollo Bajo en Emisiones de la Agencia de los

Estados Unidos para el Desarrollo Internacional. El propósito de desarrollar este proyecto es que las agencias del sector público pueden aplicar la herramienta en el marco de la normativa antes mencionada, de tal manera que el proceso de desarrollo y el proceso de evaluación del proyecto. El uso de este método ayudó a generar inversiones flexibles y de alta calidad en respuesta a las especificidades locales del proyecto que se va a implementar.

Esta herramienta metodológica consta de los apartados siguientes:

- Un marco conceptual se refiere a los conceptos y términos que se utilizan principalmente en el análisis del sitio o en el entorno del proyecto.
- La serie de pasos seguidos permite al formulador analizar los elementos del proyecto y el entorno físico, social y ambiental para identificar acciones y/o medidas de mitigación y adaptación a incluir en la documentación del proyecto (según la misma categoría).
- La matriz permite a los formuladores analizar los posibles impactos o impactos del cambio climático y la variabilidad según el tipo de proyecto, y determinar las medidas factibles de mitigación y adaptación.
- Finalmente, una matriz puede determinar la cantidad de materiales de construcción, mobiliario y equipo necesarios para las medidas de mitigación y adaptación, y los costos correspondientes, de manera que pueden ser incluidos en el costo total y presupuesto del proyecto.

5.6. Aspectos legales

Se presentan los aspectos legales que involucran autorización, discusión, aprobación, planeación y ejecución del proyecto a considerarse.

5.6.1. Ministerio de Ambiente y Recursos Humanos (MARN)

El Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales ha propuesto términos de referencia para proporcionar directrices generales que orienten la participación pública en el proceso de marco de evaluación.

La participación ciudadana es una herramienta de gestión que apoya la ejecución exitosa del proyecto porque se basa en la absorción del conocimiento y la experiencia de la comunidad durante las etapas de diseño, planificación y desarrollo. Fundamentalmente, tiene como objetivo prevenir conflictos inmediatos y futuros que son causados innecesariamente por una comunicación insuficiente y la falta de entendimiento mutuo entre los defensores del proyecto y las personas en el área de influencia en la mayoría de los casos.

El documento plantea los puntos clave para la participación ciudadana, para que países, empresas y ciudadanos puedan cooperar mejor.

5.6.2. Municipalidad de Guatemala

Como en todo proyecto debemos tomar en cuenta las leyes establecidas del país para no recurrir en una infracción, quien vela porque estas leyes se cumplan es la municipalidad, la secuencia sugerida para realizar la participación pública son:

- Identificar participantes y grupos sociales involucrados en el campo de influencia para definir la mejor forma de difundir información.
- Determinar el objetivo de la participación pública y su alcance de desarrollo.
- El método de grupo focal para diseñar o hacer una serie de preguntas, o utilizar otra pregunta adecuada para reunirse con el grupo de interés; a quién describir el proyecto propuesto y la actual.
- Elija un mecanismo apropiado para realizar conferencias telefónicas, reunirse o cooperar con grupos de interés y lograr los objetivos establecidos.
- Los talleres, reuniones, asambleas u otras formas de recopilación de información serán presididos por personas especializadas en métodos participativos y con el apoyo de una o más personas que memoricen la reunión, que deberán utilizar el idioma local.

Guía para levantar los datos y realizar la memoria de la participación pública

- Ubicación del proyecto.
- Número de reunión de trabajo.
- Número y participantes por reunión de trabajo.
- Lugar del desarrollo de las reuniones.
- Tiempo de las reuniones.
- Minuta del desarrollo de la reunión (actas) con los datos siguientes:

- Nivel análisis formal: de acuerdo con los ejercicios de PP realizados durante el proceso de diseño del proyecto, obra, industria o actividad y el proceso de elaboración del informe final de evaluación, este debe reflejar las decisiones tomadas por la participación de diferentes grupos relacionados para que el documento final de evaluación ambiental pueda ser entregado al MARN realizar análisis.
- El documento debe estar completamente integrado en el informe de evaluación, y debe proporcionar los métodos de caracterización, resultados y datos del área más cercana al área de impacto del proyecto. Además, debe integrar tablas, diagramas y toda la información relevante en el archivo adjunto para comprender mejor el proceso de PP.

5.7. Evaluación de impacto ambiental

La evaluación de impacto ambiental es un procedimiento administrativo legal diseñado para identificar, predecir y explicar el impacto ambiental de un proyecto o actividad en caso de que se lleve a cabo, así como para prevenirlos, corregirlos y evaluarlos, todos ellos, en última instancia, dirigidos al público competente.

5.7.1. Programa de gestión ambiental

Para la gestión ambiental a nivel institucional o gubernamental deberán incluirse los lineamientos y requerimientos de un conjunto de artículos sobre la gestión de licencias ambientales.

Tabla XXIII. **Artículos del programa de gestión ambiental**

| Artículo | Fundamento legal |
|----------|---|
| 11 | Instrumentos de gestión ambiental |
| 12 | Equivalencia y regularización de instrumentos ambientales |
| 13 | Instrumentos ambientales predictivos |
| 14 | Instrumento ambiental correctivo |
| 15 | Instrumentos ambientales complementarios |
| 16 | Guías ambientales |
| 17 | Instrumentos de control y seguimiento ambiental |

Fuente: Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. *Reglamento de emisión de licencias*.
p. 25.

5.7.1.1. Acciones para prevenir

Como en todo proyecto, existen riesgos, dependerá de nosotros minimizarlos y tener planes de prevención, para ello debemos tomar en cuanto lo que nos dice el principio de prevención y precaución.

- Principio de prevención: este principio establece que toda conducta humana tiene su naturaleza y riesgos relacionados o impactos ambientales inherentes a una serie de procesos involucrados, los cuales pueden predecir razonablemente su alcance ambiental y tomar medidas para evitar sus impactos negativos.
- Principio de precaución: significa el uso de diversos mecanismos, métodos y políticas para evitar daños al medio ambiente y la salud de las personas, aunque no existe una certeza científica absoluta sobre su causalidad; en este sentido, orienta la toma de decisiones hacia la toma de medidas que

ayuden a evitar la dirección de medidas para incrementar la degradación ambiental.

- Principio de responsabilidad ambiental: establece que las personas naturales o jurídicas están obligadas a asumir sus propias responsabilidades y como mecanismo autónomo de supervisión, determina los impactos y riesgos ambientales que pueden o pueden tener un cierto grado de impacto ambiental positivo o negativo, por lo que determina y propone los medio ambiente correspondiente Medios para prevenir y / o corregir el impacto en el medio ambiente o el impacto en el medio ambiente, con el fin de lograr el equilibrio ecológico, priorizar la importancia de proteger, proteger y preservar sus elementos ambientales inmediatos e inmediatos.
- Principio de proporcionalidad: establecer mecanismos de representación, análisis, otorgamiento de seguros y expedición de licencias de herramientas ambientales, así como sus mecanismos de control y seguimiento. Estos mecanismos deben ser proporcionales al riesgo o impacto ambiental de cada proyecto, obra, industria o actividad.
- Principio de gradualidad: basado en el hecho de que los estándares deben aplicarse a todas las etapas de acuerdo a su complejidad, incluyendo evaluación, control y seguimiento ambiental de proyectos, proyectos, industrias o actividades.
- Principio de control y verificación: basado en el hecho de que la norma debe ser aplicada a todas las etapas según la complejidad de la norma, incluyendo evaluación ambiental, control y seguimiento de proyectos, proyectos, industrias o actividades.

- Principio quien contamina paga y rehabilita: el principio exige que una vez ocasionado el daño ambiental, la persona física o jurídica que deba ser responsable de este hecho tenga en cuenta el interés público y asuma los costos de indemnización y restauración.
- Indubio pro natura: el principio de acción tomada para proteger el medio ambiente y la naturaleza requiere que cuando se sospeche que una acción u omisión afecta el medio ambiente o los recursos naturales, la decisión debe tomarse en el sentido de protección.
- Principio de capacidad de carga crítica: su propósito es agotamiento de la sensibilidad de las regiones, ecosistemas o especies cuando ocurren cambios importantes (como extinción, o destrucción total o parcial), y en caso de intervención humana, se revisarán de manera que no exceda el límite de carga.
- Principio de participación: en el diseño y planificación, planificación y acción de los problemas del cambio climático, los ciudadanos y las organizaciones (incluidos los grupos étnicos) deben ser los más involucrados.

5.7.1.2. Acciones para corregir

Consistirá en establecer medidas correctivas que habrán de adaptarse o adoptarse, cuando la vigilancia en la cadena de procesos indique que un determinado punto crítico no está bajo control.

Las acciones correctivas deberán ser claramente definidas durante el proceso de vigilancia, y en los pasos anteriores descritos dentro de la planeación

y planificación estratégica. Además, deberán contar con un plan, así mismo deben estar individualizadas con los responsables que deberán someterse a esta medida de acción.

Para esto las acciones correctivas aplicadas, cuando ocurre un evento futuro o desviación en un punto crítico de control, podrá dar lugar a los siguientes eventos:

- Determinar el destino del fluido eléctrico.
- Corregir la causa de la desviación para asegurar de que el punto de control crítico esté bajo control nuevamente.
- Mantener un registro de las acciones correctivas tomadas en caso de una desviación del PCC.
- Se debe utilizar una tabla de control, en la que se puede identificar los puntos críticos de control y las acciones correctivas que se tomarán cuando ocurran desviaciones.
- Si se viola un límite crítico en el PCC, se deben tomar acciones correctivas predeterminadas y por escrito. Estas acciones correctivas deben describir los procedimientos para restablecer el control del proceso y determinar la eliminación segura de los productos afectados.
- Es posible corregir el problema en el lugar y siempre es deseable. El objetivo es identificar inmediatamente las desviaciones del límite crítico y tomar acciones correctivas rápidamente. Por lo tanto, se reducirá la cantidad de productos que no cumplan con las especificaciones.

- El personal responsable de tomar las acciones correctivas debe tener el conocimiento suficiente del proceso, al mismo tiempo que tener la autoridad para tomar las decisiones adecuadas.
- Componentes de las acciones correctivas.
 - Determinar el destino de la producción energética.
 - Corregir la causa del desvío para asegurar que el punto crítico de control vuelva a estar bajo control.

5.7.1.3. Acciones para minimizar

Estas acciones se deberán programar con un grupo de trabajo al lograr implementar y ejecutar el proyecto, no se podrían predecir eventos probabilísticos, ya que es la primera vez que se estaría haciendo uso de esta tecnología en las instalaciones.

Lo que se puede diseñar es el equipo de trabajo de contención, quienes deberán trabajar organizadamente y en conjunto para prever cualquier escenario que detenga las operaciones del sistema de energía renovable.

5.7.1.4. Acciones para compensar

Las acciones para compensar los actos se presentarán hasta estar en marcha con el proyecto montado, de otra forma no se pueden comprometer acciones sin una causa probable, además que dentro del aprendizaje en la carrera no se puede formular un escenario negativo o con desastres para hacer un plan de contingencia.

5.8. Consideraciones generales

Se podrán analizar los diferentes panoramas que se planteen con la aprobación del proyecto de energía renovable, se tomarán las consideraciones legales y necesarias que garanticen que no se afectara el medio biótico, fauna y flora circundante en las instalaciones de la Facultad de Ingeniería Mecánica.

Además, que, con la elaboración de todos los formularios solicitados por el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, se muestra que el proyecto presente es viable y de bajo impacto, con relación a la inversión pública social, se consideran los factores sociales que permitan mejorar la calidad de vida a los estudiantes y catedráticos que hacen uso de las instalaciones del edificio T-7.

Todos los aspectos legales fueron considerados dentro de la planeación estratégica, además que se garantiza el respeto integrado por los decretos citados en el cuerpo del desarrollo del programa de tesis actual, no se pretende obstruir la ley o forzarla para que se obtenga un beneficio, además que el beneficio primario apegado a las leyes guatemaltecas, será proveer de un ambiente, limpio, sano y amigable con el medio ambiente.

5.8.1. Descripción ambiental

Se categoriza en los incisos de proyectos de energía limpia, o energía renovable, el ministerio de ambiente, con apoyo del congreso de la república, establecieron diferentes formas y maneras de estructurar un proyecto limpio como este, apegados a todas las normas y decretos que rigen el adecuado diseño se planteó con ética profesional, academia y conocimientos empíricos que satisfagan la necesidad de los usuarios del edificio T-7.

5.8.2. Toma de decisiones

Las autoridades administrativas de la Escuela de Ingeniería Mecánica, deberán trabajar en conjunto con el respetable Decano de la Facultad de Ingeniería, para lograr establecer si las decisiones finales serán sometidas o sustentadas únicamente por ellos.

De no ser así se necesitará la aprobación del Consejo Superior Universitario para que adecue en su presupuesto la ejecución de tan importante proyecto, se podría solicitar el apoyo del Honorable Rector Universitario para que pueda validar los gastos de ejecución que contemplan los insumos, equipos, mano de obra y tiempo de ejecución.

5.8.3. Objetivos

Para reducir el impacto ambiental, se necesita operar el modelo de captación de energía térmica solar, para hacer trabajar la turbina y generar potencia, solamente así estaremos en la ruta de cubrir el conjunto de objetivos establecidos en el presenta proyecto de graduación.

6. ESTUDIO FINANCIERO

6.1. Plan de inversión

Según el reglamento de la ley de incentivos para el desarrollo de proyectos de energía renovable. Citare los artículos que logran darle cuerpo al proyecto, ya que sin respetar estas aristas o no incluirlas para ser presentadas ante las autoridades responsables, el mismo proyecto será desechado automáticamente.

Tabla XXIV. **Capítulo II de la evaluación y calificación del proyecto**

| Artículo | Base legal |
|----------|-----------------------------|
| 3 | Solicitud |
| 4 | Trámite de la solicitud |
| 5 | Información adicional |
| 6 | Ampliación de la solicitud |
| 7 | Requisitos de la resolución |
| 8 | Ampliación del plazo |
| 9 | De la certificación |

Fuente: elaboración propia.

Al encontrarse firme la resolución emitida para el efecto, el Ministerio extenderá certificación de la misma a costa del interesado y con las formalidades de ley, con el objeto de que la presente ante la SAT para los efectos de la aplicación concreta de los incentivos, de conformidad con lo establecido en el Capítulo V del Reglamento.

6.1.1. Capital de trabajo

La solicitud la presentará a la Dirección para su estudio y con opinión técnica la remitirá al Ministerio para la emisión de la resolución correspondiente, debiendo notificarse a la SAT para los efectos consiguientes.

Tabla XXV. **Capítulo IV de la evaluación y calificación del proyecto**

| Artículo | Base legal |
|----------|---|
| 14 | Obligaciones |
| 15 | Suspensión total o parcial del proyecto |
| 16 | Fiscalización de proyectos |

Fuente: elaboración propia.

El titular de un proyecto deberá dar facilidades para que los auditores de la SAT efectúen las acciones de fiscalización y verificación que consideren oportunas, a efecto de establecer y garantizar la aplicación correcta de los incentivos en el desarrollo directo del proyecto. La fiscalización se llevará a cabo de conformidad con el procedimiento establecido en el Código Tributario. La SAT, derivado de su función fiscalizadora, aplicará las sanciones y, si corresponde, certificará lo conducente por la comisión de cualquier delito de parte del titular.

6.1.2. Inversión en maquinaria

La Dirección, bajo su estricta responsabilidad, con base en la solicitud presentada por el titular del proyecto, hará la calificación de cada uno de los bienes que serán objeto de importación con las exenciones a que hace referencia el artículo 5 literal a) de la Ley. La Dirección deberá establecer que dichos bienes son los necesarios y que serán utilizados exclusivamente en el proyecto de

producción de energía con utilización de recursos energéticos renovables, dentro del área donde se ubica el mismo.

Todos los bienes importados que hayan gozado de los incentivos establecidos en la Ley, deben ser operados en los registros del titular, detallando como mínimo su naturaleza, valor CIF, número de declaración y mercancías de importación, partida arancelaria, destino y el monto de la exención.

6.1.3. Recurso humano

El recurso humano que se está desarrollando y formando en la Escuela de Ingeniería Mecánica es vital para el futuro industrial de nuestro país y países extranjeros, no se puede esperar resultados satisfactorios sin trabajar en conjunto o equipo, se necesitara el compromiso total de todos los estudiantes que serán beneficiados con el proyecto de energías renovables, además se espera lograr cumplir los siguientes objetivos intermedios.

- Formar integralmente los recursos humanos en el campo de la ciencia y tecnología de la ingeniería mecánica para promover el desarrollo y crecimiento de Guatemala.
- Los estudiantes de las carreras de ingeniería mecánica industrial e ingeniería industrial están abiertos a cualquier cambio y adaptaciones en el futuro, para que, como profesionales, puedan realizar la autoeducación.
- Evaluar planes y planes de aprendizaje con el fin de introducir mejoras relevantes basadas en el progreso científico y tecnológico para satisfacer las necesidades del país.

6.1.4. Herramientas y repuestos para mantenimiento preventivo y correctivo.

Las herramientas básicas que se necesitan a fin de solucionar un problema menor que se presente en el sistema completo, serán de adquirirlas según especificaciones generales de los fabricantes, además corroborar si puede estar disponibles y asignados a la facultad de ingeniería, así como depósitos especiales para el manejo de los desechos, hay llaves básicas que se pueden utilizar en diferentes circunstancias, para corregir y llevar a cabo el mantenimiento preventivo de ciertas piezas o equipos especiales, además por ser equipo certificado que se pretende instalar, estos son supervisados, administrados y programados con mantenimiento por el fabricante o en su defecto ciertas empresas que son representantes de la franquicia en el país.

La escuela de Mecánica en su área administrativa y responsable del mantenimiento de las instalaciones y ciertos equipos, posee a su disposición equipo profesional con el que podrán satisfacer cualquier problema básico que se pueda presentar.

Los mantenimientos preventivos serán específicamente realizados por los proveedores de los equipos, para poder garantizar el tiempo de vida máxima y deseada que sea operable, los mantenimientos correctivos de igual forma deberán ser satisfechos por los representantes de la marca, no se contempla realizar ciertas reparaciones que puedan hacer perder la garantía en instalación, uso y operación del equipo instalado.

6.1.5. Modificaciones de infraestructura

Con el transcurso y avance de los ajustes necesarios que se presenten en cada fase o etapa de discusión para llevar a cabo el proyecto de energía renovable, se desea que los ajustes sean mínimos o pocos, según los cálculos estructurales y por las propiedades físicas del equipo a instalar, no se pretende realizar trabajos grandes de obra gris.

Las modificaciones en la infraestructura serán casi invisibles a los usuarios del edificio T-7, instalando el mayor volumen de equipo en la parte posterior del edificio, sin dañar las áreas de labores o de clases que ya están funcionando actualmente.

6.1.6. Difusión del plan

Se considera que la oficina de difusión de la Facultad de Ingeniería sea la responsable y diseñadora de la propaganda del proyecto que pueda ser llevado a cabo en el edificio T-7, la difusión será parte vital e importante para engrandecer la academia e incrementar el posicionamiento profesional sobre las demás universidades y facultades en el propio campus de la USAC.

6.2. Análisis de riesgos

Los riesgos a los que se expone cualquier proyecto de inversión serán los costos, por ello, se debe conocer bien lo que se tiene, lo que se busca y lo que se requiere, a continuación, ampliaremos la información sobre los costos más importantes a tomar en cuenta.

- Costo de inversión: debe proporcionar información detallada sobre el costo estimado del proyecto integral, incluido el precio unitario y la carga de trabajo de cada línea; estipular los costos directos e indirectos relacionados, mano de obra calificada y no calificada, materiales, fletes, transporte, servicios requeridos, emergencias, supervisión profesional, etc. Debe incluir el costo de mitigación o medidas correctivas derivadas de estudios ambientales y de riesgo; otros gastos (si aplica).
- Costo de posinversión (puesta en marcha): deberá presentarse el detalle de la integración de los costos estimados para, a) gestión administrativa, b) operación y c) detalle integrado del costo estimado de mantenimiento para permitir la generación o producción de bienes o servicios a brindar a los usuarios o beneficiarios, y asegurar su sostenibilidad a lo largo de la vida del proyecto Sexo. Debe incluir el costo de mitigación o acciones correctivas derivadas de estudios ambientales y de riesgo; otros costos (si aplica). Esta información ayudará a determinar el costo por unidad de producción.
- Identificación del proyecto: analizar los riesgos del proyecto en función del entorno físico y social del proyecto, así como los frecuentes fenómenos hidrometeorológicos en el área del proyecto.

Analizar el comportamiento de las condiciones climáticas a lo largo del tiempo, como precipitaciones, temperaturas máximas y mínimas. Analizar la ocurrencia de inundaciones, deslizamientos de tierra, deslizamientos de tierra y otros efectos causados por las situaciones anteriores.

Identificar y analizar las condiciones climáticas con mayor probabilidad de ocurrencia y que puedan amenazar la vida útil del proyecto. Describir el proyecto,

explicar sus características y los servicios que se brindarán a las personas; describir y analizar si el proyecto es susceptible y afectado por el cambio climático durante su vida útil.

6.2.1. Evaluación de base a matriz de riesgos

Las especificaciones técnicas deben incluir y especificar las características de las medidas de mitigación y/o adaptación a ser implementadas en el proyecto, estas características serán determinadas en la matriz para que el impacto y las medidas de mitigación/adaptación puedan ser analizadas según el tipo de proyecto; para ello se deben realizar Describa e indique las amenazas y / o vulnerabilidades a evitar, o al menos el grado en que se reduce el impacto negativo en el puesto de trabajo.

Asimismo, estos materiales de construcción, equipos y mobiliario requeridos (ET y MMA) deben ser pagados para ser incluidos en el presupuesto de inversión y garantizados en los costos de operación y mantenimiento cuando la situación lo permita.

6.2.2. Indicadores de cumplimiento

Dos métodos de evaluación financiera son la tasa interna de rendimiento (TIR) y el valor actual neto (VAN). Estos indicadores se utilizan para evaluar, clasificar y seleccionar proyectos de inversión.

Estos métodos se basan en el flujo de caja que generan los proyectos de inversión con diferentes opciones, y tienen en cuenta los recursos propios o la obtención de financiamiento, además de evaluar la posibilidad de que las opciones sean sensibles a mayores costos y menores ingresos.

- Tasa interna del retorno (TIR)

La tasa interna de retorno se puede utilizar como un indicador de la rentabilidad del proyecto: cuanto mayor es la tasa interna de retorno, mayor es la tasa de retorno; por lo tanto, se utiliza como uno de los criterios para decidir si aceptar o rechazar un proyecto de inversión. Con este fin, compare la tasa interna de rendimiento con la tasa de interés más baja o la tasa de corte (es decir, el costo de oportunidad de la inversión) (si la inversión no tiene riesgo, el costo de oportunidad utilizado para comparar la tasa interna de rendimiento será la tasa de rendimiento libre de riesgo). Si la tasa de retorno del proyecto indicada por la TIR- excede el valor crítico, entonces se aceptará la inversión; de lo contrario, se rechazará la inversión. De lo contrario, se rechaza.

Nuestro proyecto no será operatizado con el intercambio de mercancías, o bienes producidos, por lo cual es un poco más complejo, las autoridades logran determinar si los indicadores podrían ser ajustados únicamente en la inversión inicial, esperando reducir el consumo de energía del sector público y reducir esa cuota anual asignada en el presupuesto general de la nación, donde pueda reflejar el impacto final.

6.3. Presupuesto de ingresos, costos y gastos

A más tardar el 30 de noviembre de cada año la comisión deberá aprobar su presupuesto para el año siguiente, la remuneración de los miembros y su personal permanente, será determinada por la comisión, basada en valores competitivos y de mercado para el tipo de actividad realizada.

El presupuesto de ingresos y egresos de la comisión para el año que inicia y la ejecución del presupuesto del año anterior, debidamente auditada por un

auditor externo, deberán ser publicados en el Diario Oficial, durante los primeros sesenta días de cada año.

6.3.1. Estimación de costos fijos y variables

Con la automatización de la empresa, el número de personal de mantenimiento ha aumentado, mientras que el de producción ha disminuido, al mismo tiempo, la división del trabajo entre ambos tiende a desaparecer y convertirse en simples operadores. Esto se debe a las tareas mecánicas y repetitivas que realizan las máquinas inteligentes, entre otras cosas, estas tareas pueden indicar cuándo y dónde ocurren las fallas y establecer una relación con el personal de mantenimiento similar a médicos y pacientes. Por lo tanto, el personal de mantenimiento será un experto calificado que comprenda completamente el proceso de producción y las características técnicas del sistema y equipo.

Conceptos de confiabilidad, como los aplicados en el mantenimiento de aviones, se volverán indispensables para garantizar que los paros de producción imprevistos, serán obsoletos, ya que los conceptos modernos de producción, como el justo a tiempo, así lo requieren.

Un mantenimiento altamente especializado, brindará grandes oportunidades para la creación de empresas de servicio, que permitan a las empresas bajar sus costos de operación al subcontratar las labores más especializadas, que requieren de costosos equipos y personal muy bien pagado; las labores rutinarias de administración de mantenimiento, serán computarizadas y formarán parte de la red de cómputo, que permite programar y controlar la producción.

El auge de la ecología hará que sea vital que los ingenieros de mantenimiento asuman nuevas funciones: conservación de energía, reciclaje de residuos industriales, implementación de tecnologías limpias y todo lo relacionado con la imagen de empresa que protege el medio ambiente.

La ingeniería administrativa es una actividad humana que reúne los elementos necesarios para que los recursos humanos y materiales de una empresa cumplan con los objetivos predeterminados por ésta. Es notorio que todos los elementos son mutables y la maquinaria no es la excepción; por lo tanto, si se desea que siga funcionando de acuerdo con la idea que originalmente se concibió, es necesario e indispensable darles atención a sus necesidades hacer una serie de trabajos, tales como inspecciones, pruebas, lubricaciones, reparaciones, limpiezas, entre otros.

Es importante aclarar que el objetivo primordial de la actividad de mantenimiento será la conservación del servicio que están suministrando los equipos y no la conservación, en primer lugar, de la maquinaria misma.

6.3.1.1. Valor presente neto

El VAN es un parámetro que indica la viabilidad del proyecto en función del flujo de caja esperado. En resumen, el VAN toma el ingreso anual, resta los gastos netos (para encontrar el flujo de efectivo) y lo usa como base para calcular el número de años que se puede recuperar la inversión, más una pequeña cantidad de interés (que sigue si invertiremos en renta fija o no); no invertiremos en proyectos comerciales.

6.3.1.2. Flujo neto

El organismo gubernamental denominado Instituto Nacional de Economía Social (INAES) amplió su programa de apoyo a través del proyecto para promover y fortalecer el desarrollo de micro, pequeñas, medianas empresas y empresas económicamente viables en empresas socioeconómicas y de generación de energía.

El Instituto Nacional de Investigaciones Económicas y Sociales (INAES), que tiene a su cargo la fiscalización de la economía del estado, emitió un llamado para apoyar este tipo de proyectos con efectivo para implementar nuevos proyectos productivos.

Uno de los puntos clave es enfatizar la viabilidad en base a diferentes tipos de análisis, los cuales se realizan para entender las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas que surgen y cómo atacar estos problemas para encontrar soluciones. El otro es la investigación de mercado para segmentos de mercado específicos para averiguar resultados de nuestros clientes potenciales brindan servicios de calidad a un costo menor.

La agencia puede calificar aquellos proyectos factibles que crear empleos para las empresas, innovar o aumentar la productividad y las empresas o los particulares requieren dicha asistencia porque carecen de recursos suficientes o no son elegibles para préstamos bancarios.

6.3.1.3. TIR (Tasa Interna de Retorno)

La conveniencia de una inversión puede evaluarse de diferentes maneras; una de ellas es el cálculo de la tasa interna de retorno (TIR), esta es la tasa

máxima de interés de endeudamiento para no tener pérdida del dinero invertido, utilizando como tasa de descuento en cálculo de un VPN que dé como resultado cero. La tasa interna de retorno es un valor real del rendimiento de la inversión, siendo un porcentaje de ganancias netas por cada unidad monetaria invertida.

El proyecto, al determinar el cálculo de la TIR, es de un 23,86 %. Esta tasa es mayor que el porcentaje de descuento utilizado (23,86 % > 19,49 %), por lo que se puede determinar que el proyecto es rentable, ya que la diferencia es de aproximadamente 4 puntos porcentuales, y se deberá considerar un margen de error al momento de realizar los cálculos.

6.3.2. Conformación de costos

Las áreas que influyen para la determinación de costos, se encuentran desglosadas en el cuerpo completo de la tesis, se consideran los recursos involucrados, entre equipos especiales, maquinaria, herramienta, dispositivos, mano de obra, tiempo de ejecución y algunos otros rubros que no se puedan contemplar y que sean determinantes en la ejecución.

6.3.2.1. Área de mantenimiento

El control de mantenimiento preventivo deberá incluir todos los dispositivos usados para control de peligros en la seguridad de todo el equipo involucrado (pantallas, filtros, entradas de aire, imanes, detectores de metal, entre otros).

Esto debe llevarse a cabo de forma que la producción no se vea en riesgo de contaminación. Los ajustes temporales no deberán poner en peligro el vapor generado. El programa de mantenimiento se realizará según lo establecido por el fabricante, con los servicios del proveedor que vendió el equipo:

- Cilindro y tuberías para almacenar el vapor generado, con una revisión semestral de indicadores de llenado.
- Control diario por control de consumo de energía producida.
- Revisión de presión en manómetro por pérdidas de presión en sistema, debidas a posibles fugas, daños en llaves de paso o en el regulador de baja presión.

Estas revisiones se harán de forma interna, por lo cual no se agregará un costo adicional.

Para la determinación de los costos intrínsecos a la implementación de un sistema de combustión como lo es el vapor generado, debe tomarse en consideración los siguientes aspectos:

- Equipo para implementar el sistema de combustión.
- Materiales para mantenimiento.
- Lugares de resguardo de repuestos esenciales.
- Equipo para manejo del vapor a nivel de seguridad.

Por ser una institución que tiene a su disposición un taller propio para el mantenimiento y reparación de equipo de trabajo, se cuenta con equipo de seguridad, lugares adecuados para el resguardo de las unidades, por lo que será necesaria la verificación en lo que respecta a materiales de mantenimiento y equipo.

6.3.2.2. Herramientas y repuestos

Las herramientas y repuestos necesarios, serán determinados por los proveedores o fabricantes del equipo a instalar, además se necesitará evaluar si es viable disponer de un stock de repuestos con unidades o disponibles de alto precio.

No se puede descartar que, siendo parte de instalaciones públicas, se podría suscitar cualquier evento de robo o vandalismo, y así se perdería la inversión en estos repuestos.

Nuevamente considerando las herramientas, siendo una facultad de Ingeniería Mecánica, se podrían considerar operar con las que ya se tienen asignadas, si se necesita comprometer gastos especiales en cierta herramienta, se deberá analizar si es determinante comprarlas y tenerlas en bodega almacenadas.

6.3.2.3. Repuestos

Los repuestos que por necesidad de riesgo elevado sean sometidos a quedar en poder la escuela, deberán ser resguardados en un lugar seguro, ya que se prevé que los fabricantes de equipos especializados en esta tecnología se localizan a distancias largas de nuestro país.

El índice a considerar que puede determinar también si es pertinente o no poseer estos repuestos, será el precio de adquisición, acá se verá un punto de inflexión por las autoridades, quienes deberán decidir, si realizar un gasto del repuesto que posiblemente pueda ser sustituido en un tiempo mayor de 14 meses, y se deberán analizar otro grupo de factores y eventos.

6.3.3. Análisis de sensibilidad

La base para aplicar este método es determinar posibles opciones de proyectos de inversión, que se pueden dividir en las siguientes categorías:

- **Pesimista:** esta es la peor opción de inversión, es decir, este es el resultado de un fracaso total del proyecto.
- **Posibilidad:** este será el resultado más probable que podamos pensar en el análisis de inversiones, debe ser objetivo y estar basado en la mayor cantidad de información posible.
- **Optimismo:** siempre es posible alcanzar metas superiores a nuestras expectativas. Suelen utilizar escenarios optimistas para animar a los inversores a asumir riesgos.

De esta forma, analizando cada uno de estos posibles escenarios se podrá dar uno cuenta que el grado de riesgo y las utilizadas se pueden comportan de manera muy diferente, por lo que se deberá analizar el nivel de incertidumbre, pero también se deberá analizar el posible beneficio económico que represente a largo o mediano plazo.

CONCLUSIONES

1. Con el diagnóstico detallado que se realizó para la evaluación de la situación actual de la escuela, se llegó a determinar las deficiencias que esta posee, así como sus ventajas que fueron aprovechadas para el mejoramiento del sistema de energía renovable y el diseño del plan de producción más limpia, que impulsan la eficiente utilización de los recursos además de facilitar la proyección de las estudiantes.
2. Se diseñó un método de planeación agregada la que se enfoca en una estimación global de la carga administrativa de forma tal que se cumpla con lo proyectado como con los suministros necesarios para este período, manteniendo costos mínimos y que el beneficio conserve un nivel de servicio óptimo aprovechando al máximo los recursos disponibles.
3. Con el método de programación de la producción se contribuye con planes detallados para cada proceso posible a realizar en el edificio T-7, así como específicos en cuanto a los lineamientos que se deberán respetar por orden constitucional, respetando cada una de las leyes comprometidas con la ejecución de magnífica obra.
4. La implementación del programa energético, se deberá considerar por medio de las autoridades, considerando la viabilidad, demostrando que se centrará en producción de energía limpia, reduciendo el uso y consumo de combustibles fósiles.

5. La mejora continua, es vital en empresa y organizaciones, no importa si su giro comercial pueda ser de bajo factor económico, o de alto volumen de clientes, siempre se deberá incurrir en la perfección.
6. Podría ser posible la estandarización del procedimiento de servicio, entregando a los involucrados un proceso documentado para facilitar y mejorar su aplicación; implementando también los medidores correspondientes para el análisis de las etapas críticas del procedimiento.
7. Con una futura implementación y en atención al debido acompañamiento por mi asesor, logramos considerar efectivo realizar auditorías energéticas a cada equipo del sistema de generación, las cuales constituyen interesante vía para incrementar la penetración de la eficiencia energética en el sector académico, de forma que, con las evaluaciones pertinentes, el modelado de datos permita detectar los factores que puedan estar afectando el consumo de energía y así poder mejorar al sistema aumentando su eficiencia.

RECOMENDACIONES

1. Implementar y dar continuidad a las propuestas del presente trabajo, por el beneficio económico, ordenamiento y control de las actividades para el implementar los controles de gastos monetarios eficientes.
2. Estructurar la proyección de compras y reabastecimiento de bodega, ya que esto permitirá elaborar la planeación agregada teniendo presente los factores influyentes en el funcionamiento de la logística requerida para que se realice de una manera certera, factible y confiable.
3. Mantener actualizados los cuadros de indicadores, ya que éstos mostrarán la capacidad de producción, para medir los procesos de esta forma y poder elaborar un programa de producción viable, realizable con costos mínimos y ser eficiente en la utilización de los recursos.
4. Evaluar periódicamente el funcionamiento del sistema de planificación de la producción, así como del plan de mantenimiento preventivo para que éstos respondan ante la demanda cambiante de un mercado competitivo.
5. Programar las etapas de capacitaciones para todo el recurso humano, donde se puedan segmentar cuadrillas de grupos no mayores o menores de 5 personas idealmente.
6. Dotar e implementar, del equipo de protección personal será relevante para garantizar que el recurso humano trabaje de acuerdo a las normas de salud y seguridad ocupacional impuestas en Guatemala.

7. Implementar el modelo de auditoría energética para medir los resultados en un determinado tiempo luego de la implementación, medir el rendimiento energético y poder mejorar aún más el programa de energías limpias implementado en el edificio T-7.

BIBLIOGRAFÍA

1. AROCHE, Karin. *Historia de la autonomía Universitaria de la Universidad de San Carlos de Guatemala*. [en línea]. <<https://aprende.guatemala.com/historia/epocas-historicas/historia-de-la-autonomia-universitaria-de-la-universidad-de-san-carlos-de-guatemala/>>. [Consulta: 11 de octubre de 2019].
2. CHIAVENATO, Idalberto. *Administración de recursos humanos*. 5a ed. Bogotá, Colombia: McGraw-Hill, 2001. 699 p.
3. Departamento de Registro y Estadística USAC. *Avance Estadístico 2010-2017*. Guatemala: Sección de estadística, Usac, 2018. 142 p.
4. Facultad de Ingeniería. *Historia*. [en línea]. <<https://portal.ingenieria.usac.edu.gt/index.php/aspirante/antecedentes>>. [Consulta: 11 de octubre de 2019].
5. _____. *Misión, visión, objetivos y estrategias académicas*. [en línea]. <<https://portal.ingenieria.usac.edu.gt/index.php/aspirante/antecedentes>>. [Consulta: 11 de octubre de 2019].
6. FERRÍN GUTIÉRREZ, Arturo. *Gestión de Stock en la Logística de Almacenes*. 2a ed. Madrid, España: Editorial Fundación CONFEMETAL, 2007. 211 p.

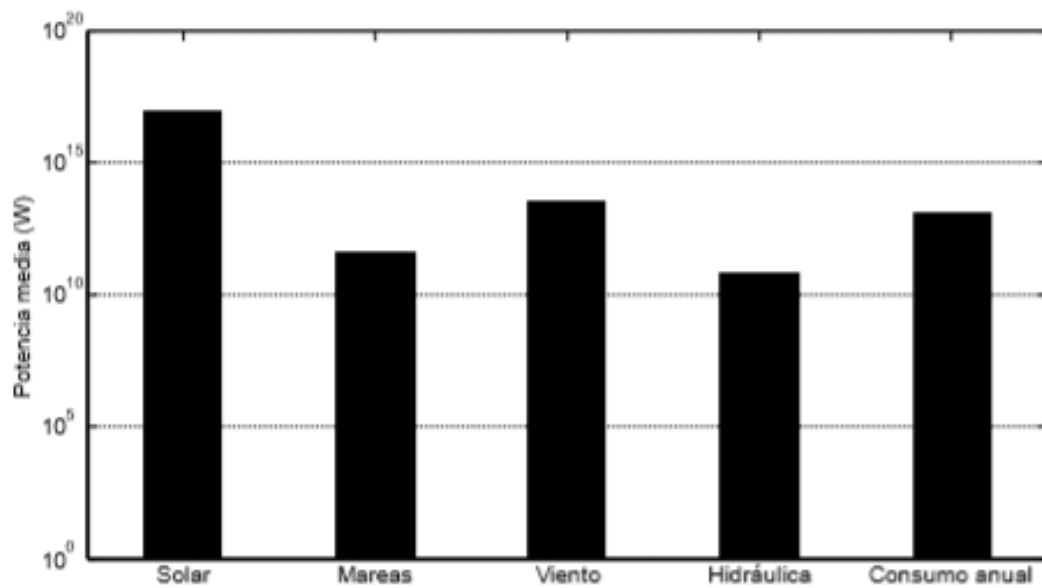
7. KOONTS, Harold; WEHRICH, Heinz y CANNICE, Mark. *Administración: una perspectiva global y empresaria*. 13a ed. México: McGraw-Hill, 2008. 667 p.
8. LANDY, Frank y CONTE, Jeffrey. *Psicología industrial*. México: McGraw-Hill, 2005. 680 p.
9. Lenovo. *La energía solar es más potente y barata que nunca*. [en línea]. <<https://www.bloglenovo.es/energia-solar-potente-barata-resultados/>>. [Consulta: 4 de noviembre de 2019].
10. LOMBARDO, Tom. *Centrales solares y la producción de energía eléctrica*. México: Tecnológico de Estudios Superiores, 2009. 337 p.
11. MARTÍNEZ PEDROS, Daniel y MILLA GUTIÉRREZ, Artemio. *La Elaboración del Plan Estratégico y su implantación a través del Cuadro de Mando Integral*. Madrid, España: Ediciones Díaz de Santos, 2012. 366 p.
12. Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. *Reglamento de emisión de licencias*. Guatemala: MARN, 2016. 77 p.
13. Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social de Guatemala. *Decreto Número 90-97 código de salud*. [en línea]. <http://www.mspas.gob.gt/index.php/component/jdownloads/send/9-numeral6-manuales-de-procedimientos/64-codigo-desalud?option=com_jdownloads>. [Consulta: 11 de octubre de 2019].

14. MONJE, Laura. *Estudio de sensibilidad de una central termo solar con captador cilindro – parabólicos*. Madrid, España: Universidad Carlos III de Madrid, 2016. 82 p.
15. PAIN, Abraham. *Cómo realizar un proyecto de capacitación: un enfoque de la ingeniería de la capacitación*. Argentina: Granica, 1989, 205 p.
16. Portal de la Facultad de Ingeniería. *Escuela de Ingeniería Mecánica*. [en línea]. <<https://portal.ingenieria.usac.edu.gt/index.php/aspirante/antecedentes>>. [Consulta: 4 de noviembre de 2019].
17. SEGEPLAN. *Sistema Nacional de Inversión Pública*. [en línea]. <<http://sistemas.segeplan.gob.gt/snip>>. [Consulta: 7 de noviembre de 2019].
18. Universidad San Carlos de Guatemala. *Mapa USAC*. [en línea]. <<https://www.usac.edu.gt/mapausac.php>>. [Consulta: 11 de octubre de 2019].
19. _____. *Misión, visión y valores*. [en línea]. <<https://www.usac.edu.gt/organigrama.php>>. [Consulta: 11 de octubre de 2019].
20. _____. *Organigrama General*. [en línea]. <<https://www.usac.edu.gt/organigrama.php>>. [Consulta: 11 de octubre de 2019].
21. _____. *Registro y Estadística*. [en línea]. <<https://registro.usac.edu.gt/>>. [Consulta: 11 de octubre de 2019].

22. USAC. *División de Desarrollo Organizacional*. [en línea]. <<https://www.usac.edu.gt/organigrama.php>>. [Consulta: 11 de octubre de 2019].
23. _____. *Escuela de Ingeniería Mecánica*. [en línea]. <<https://www.usac.edu.gt/mapausac.php>>. [Consulta: 4 de noviembre de 2019].
24. _____. *Facultad de Ingeniería, Escuela de Mecánica*. [en línea]. <https://emecanica.ingenieria.usac.edu.gt/sitio/?page_id=14>. [Consulta: 4 de noviembre de 2019].
25. TENNANT, Geoff. *Six Sigma, control estadístico del proceso y administración total de la calidad en manufactura y servicios*. 3a ed. México: Panorama Editorial, 2007. 238 p.

APÉNDICES

Apéndice 1. **Comparación logarítmica entre potencias renovables y el consumo energético mundial medio**



Fuente: elaboración propia.

Apéndice 2. **Hoja de control de servicio propuesto**

| HOJA DE SERVICIO | |
|-------------------------------|-------------------|
| FECHA DEL SERVICIO _____ | |
| ENCARGADO MANTENIMIENTO _____ | |
| | DESCRIPCION |
| 1 | |
| 2 | |
| 3 | |
| 4 | |
| 5 | |
| 6 | |
| 7 | |
| 8 | |
| 9 | |
| 10 | |
| 11 | |
| 12 | |
| 13 | |
| 14 | |
| 15 | |
| 16 | |
| 17 | |
| 18 | |
| 19 | |
| 20 | |
| TIPO DE SERVICIO _____ | |
| OBSERVACIONES _____ | |
| ENCARGADO DEL BENEFICIO _____ | |
| _____ | _____ |
| FIRMA MECÁNICO | FIRMA RESPONSABLE |

Fuente: elaboración propia.

ANEXO

Anexo 1 Facturas de consumo eléctrico del edificio T-7 del año 2019



EMPRESA ELÉCTRICA DE GUATEMALA, S.A.
6a. Avenida 8-14 Zona 1 Guatemala, C.A.
NIT 32644-5 · www.eegsa.com | f t @

FACTURA CAMBIARIA No. **CORRELATIVO** **CONTADOR**
BZ-142108752 658471 L93534

Baja Tensiyn Dem Fuera de Punta - BTDFP / May - Jul 19

CENTRO DE INVESTIGACION
CIUDAD UNIVERSITARIA, AVENIDA PETAPA T-7 Zona 12
Guatemala, Guatemala
NIT: 255117-9

TOTAL A PAGAR **Fecha de emisiyn: 12/06/2019**
Q 7,717.34

Si cancela después del 12/07/2019 tendrá un recargo de mora de Q 77.17

| Detalle de cargos | Precios Q | Consumos | Total Q |
|--|------------|-----------|----------|
| Cargo fijo por cliente (Sin IVA) | 109.777692 | | 109.78 |
| Energía (Sin IVA) | 0.970736 | 4,527 kWh | 4,394.52 |
| Demanda registrada (Sin IVA) | 22.454698 | 35.1 kW | 788.16 |
| Potencia contratada (Sin IVA) | 27.504606 | 58.1 kW | 1,598.02 |
| Total cargo (Sin IVA) | | | 6,890.48 |
| Total cargo (Con IVA) | | | 7,717.34 |
| Tasa Municipal A.P. (cobro cta. de terceros) (Sin IVA) | | | 0.00 |
| Total de esta factura | | | 7,717.34 |

Factor de potencia 0.9312

Historial de consumo kWh

| Lecturas | | Actual | | | |
|-----------|------------|--------|-------|-------|-------|
| 11/Jun/19 | 11/May/19 | May | Abr | Mar | Feb |
| 92,963 | 88,436 kWh | 4,527 | 4,447 | 5,607 | 6,933 |
| 80,213 | 78,441 kWh | | | | |



EMPRESA ELÉCTRICA DE GUATEMALA, S.A.
6a. Avenida 8-14 Zona 1 Guatemala, C.A.
NIT 32644-5 · www.eegsa.com | f t @

FACTURA CAMBIARIA No. **CORRELATIVO** **CONTADOR**
BZ-140756434 658471 L93534

Baja Tensiyn Dem Fuera de Punta - BTDFP / May - Jul 19

CENTRO DE INVESTIGACION
CIUDAD UNIVERSITARIA, AVENIDA PETAPA T-7 Zona 12
Guatemala, Guatemala
NIT: 255117-9

TOTAL A PAGAR **Fecha de emisiyn: 17/05/2019**
Q 7,717.34

Si cancela después del 16/06/2019 tendrá un recargo de mora de Q 77.17

| Detalle de cargos | Precios Q | Consumos | Total Q |
|--|------------|-----------|----------|
| Cargo fijo por cliente (Sin IVA) | 109.777692 | | 109.78 |
| Energía (Sin IVA) | 0.970736 | 4,447 kWh | 4,316.86 |
| Demanda registrada (Sin IVA) | 22.454698 | 35.1 kW | 788.16 |
| Potencia contratada (Sin IVA) | 27.504606 | 58.1 kW | 1,598.02 |
| Total cargo (Sin IVA) | | | 6,812.82 |
| Total cargo (Con IVA) | | | 7,630.36 |
| Tasa Municipal A.P. (cobro cta. de terceros) (Sin IVA) | | | 0.00 |
| Total de esta factura | | | 7,630.36 |
| Saldo anterior de 00 mes(es) | | | 86.98 |
| Total a pagar | | | 7,717.34 |

Factor de potencia 0.9322

Historial de consumo kWh

| Lecturas | | Actual | | | |
|-----------|-----------|--------|-----|-----|-----|
| 11/May/19 | 10/Abr/19 | Abr | Mar | Feb | Jan |
| | | | | | |

Continuación anexo 1.



EMPRESA ELÉCTRICA DE GUATEMALA, S.A.
 6a. Avenida 8-14 Zona 1 Guatemala, C.A.
 NIT 32644-5 · www.eegsa.com | f t @

FACTURA CAMBIARIA No. **CORRELATIVO** **CONTADOR**
 BZ-138706679 658471 L93534

Baja Tensiyn Dem Fuera de Punta - BTDFP / Feb - Abr 19

CENTRO DE INVESTIGACION
 CIUDAD UNIVERSITARIA, AVENIDA PETAPA T-7 Zona 12
 Guatemala , Guatemala
 NIT: 255117-9

TOTAL A PAGAR **Fecha de emisiyn: 11/04/2019**
Q 7,717.34

Si cancela después del 11/05/2019 tendrá un recargo de mora de Q 77.17

| Detalle de cargos | Precios Q | Consumos | Total Q |
|--|------------|-----------|----------|
| Cargo fijo por cliente (Sin IVA) | 109.777692 | | 109.78 |
| Energía (Sin IVA) | 0.891405 | 5,607 kWh | 4,998.11 |
| Demanda registrada (Sin IVA) | 22.830062 | 37.2 kW | 849.28 |
| Potencia contratada (Sin IVA) | 27.504606 | 58.1 kW | 1,598.02 |
| Total cargo (Sin IVA) | | | 7,555.19 |
| Total cargo (Con IVA) | | | 8,461.81 |
| Tasa Municipal A.P. (cobro cta. de terceros) (Sin IVA) | | | 0.00 |
| Total de esta factura | | | 8,461.81 |
| Saldo anterior de 00 mes(es) | | | -744.47 |
| Total a pagar | | | 7,717.34 |

Factor de potencia 0.9335

Historial de consumo kWh

| Lecturas | | Actual | | | |
|-----------|-----------|--------|-----|-----|--|
| 10/Abr/19 | 12/Mar/19 | Mar | Feb | Ene | |
| | | | | | |



EMPRESA ELÉCTRICA DE GUATEMALA, S.A.
 6a. Avenida 8-14 Zona 1 Guatemala, C.A.
 NIT 32644-5 · www.eegsa.com | f t @

FACTURA CAMBIARIA No. **CORRELATIVO** **CONTADOR**
 BZ-137092877 658471 L93534

Baja Tensiyn Dem Fuera de Punta - BTDFP / Feb - Abr 19

CENTRO DE INVESTIGACION
 CIUDAD UNIVERSITARIA, AVENIDA PETAPA T-7 Zona 12
 Guatemala , Guatemala
 NIT: 255117-9

TOTAL A PAGAR **Fecha de emisiyn: 13/03/2019**
Q 7,717.34

Si cancela después del 12/04/2019 tendrá un recargo de mora de Q 77.17

| Detalle de cargos | Precios Q | Consumos | Total Q |
|--|------------|-----------|-----------|
| Cargo fijo por cliente (Sin IVA) | 109.777692 | | 109.78 |
| Energía (Sin IVA) | 0.891405 | 6,933 kWh | 6,180.11 |
| Demanda registrada (Sin IVA) | 22.830062 | 33.0 kW | 771.66 |
| Potencia contratada (Sin IVA) | 27.504606 | 58.1 kW | 1,598.02 |
| Total cargo (Sin IVA) | | | 8,659.57 |
| Total cargo (Con IVA) | | | 9,698.72 |
| Tasa Municipal A.P. (cobro cta. de terceros) (Sin IVA) | | | 0.00 |
| Total de esta factura | | | 9,698.72 |
| Saldo anterior de 00 mes(es) | | | -1,981.38 |
| Total a pagar | | | 7,717.34 |

Factor de potencia 0.9361

Historial de consumo kWh

| Lecturas | | Actual | | | |
|-----------|-----------|--------|-----|-----|--|
| 12/Mar/19 | 08/Feb/19 | Feb | Ene | Dic | |
| | | | | | |

Fuente: Empresa Eléctrica de Guatemala, EEGSA.