



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

**ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PARA EL DESARROLLO DE UN SISTEMA DE
FABRICACIÓN DE TEJAS ELABORADAS, A PARTIR DE FIBRAS NATURALES DE BAMBÚ
Y POLIETILENO DE BAJA DENSIDAD DE RECICLADO PRIMARIO**

Zindy Anabel Domínguez Ramírez

Asesorado por el Ing. Carlos Leonel Muñoz Lemus

Guatemala, octubre de 2017

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PARA EL DESARROLLO DE UN SISTEMA DE
FABRICACIÓN DE TEJAS ELABORADAS, A PARTIR DE FIBRAS NATURALES DE BAMBÚ
Y POLIETILENO DE BAJA DENSIDAD DE RECICLADO PRIMARIO**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

ZINDY ANABEL DOMÍNGUEZ RAMÍREZ
ASESORADO POR EL ING. CARLOS LEONEL MUÑOZ LEMUS

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERA INDUSTRIAL

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2017

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

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

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADORA	Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas
EXAMINADOR	Ing. Luis Pedro Ortiz de León
EXAMINADOR	Ing. Jose Giovanni Jocolt Quiñonez
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PARA EL DESARROLLO DE UN SISTEMA DE FABRICACIÓN DE TEJAS ELABORADAS, A PARTIR DE FIBRAS NATURALES DE BAMBÚ Y POLIETILENO DE BAJA DENSIDAD DE RECICLADO PRIMARIO

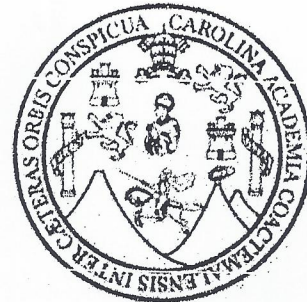
Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial con fecha 19 de enero de 2017.

Zindy Anabel Dominguez Ramirez

Universidad de San Carlos de Guatemala

Facultad de Ingeniería

Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, agosto de 2017

Como Catedrático Asesor del Trabajo de Graduación titulado **ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PARA EL DESARROLLO DE UN SISTEMA DE FABRICACIÓN DE TEJAS ELABORADAS, A PARTIR DE FIBRAS NATURALES DE BAMBÚ Y POLIETILENO DE BAJA DENSIDAD DE RECICLADO PRIMARIO**, presentado por la estudiante universitaria Zindy Anabel Domínguez Ramírez que se identifica con el número de carnet 200819161, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

Agradeciendo su atención a la presente me suscribo de usted.

Atentamente,

Ing. Carlos Leonel Muñoz Lemus

Carlos Leonel Muñoz Lemus
Ingeniero Industrial
Maestría en Administración Industrial
y de Empresas de Servicio
Colegiado No. 10,568

Catedrático Asesor de trabajos de Graduación

Colegiado 10,568



REF.REV.EMI.084.017

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PARA EL DESARROLLO DE UN SISTEMA DE FABRICACIÓN DE TEJAS ELABORADAS, A PARTIR DE FIBRAS NATURALES DE BAMBÚ Y POLIETILENO DE BAJA DENSIDAD DE RECICLADO PRIMARIO**, presentado por la estudiante universitaria **Zindy Anabel Domínguez Ramírez**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Inga. Rocío Carolina Medina Galindo
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Rocío Carolina Medina Galindo
Ingeniera Industrial
Col. 8957

Guatemala, agosto de 2017.

/mgp



REF.DIR.EMI.172.017

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PARA EL DESARROLLO DE UN SISTEMA DE FABRICACIÓN DE TEJAS ELABORADAS, A PARTIR DE FIBRAS NATURALES DE BAMBÚ Y POLIETILENO DE BAJA DENSIDAD DE RECICLADO PRIMARIO**, presentado por la estudiante universitaria **Zindy Anabel Domínguez Ramírez**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Ing. José Francisco Gómez Rivera
DIRECTOR a.i.

Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, octubre de 2017.

/mgp

Universidad de San Carlos
de Guatemala

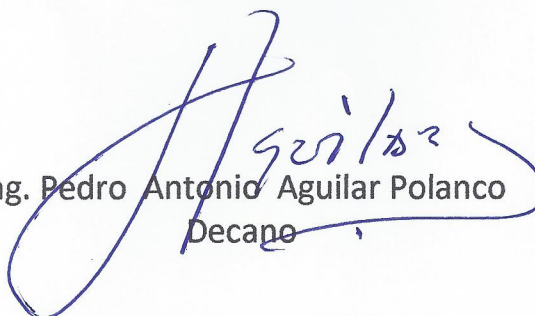


Facultad de Ingeniería
Decanato

DTG. 513.2017

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al Trabajo de Graduación titulado: **ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PARA EL DESARROLLO DE UN SISTEMA DE FABRICACIÓN DE TEJAS ELABORADAS, A PARTIR DE FIBRAS NATURALES DE BAMBÚ Y POLIETILENO DE BAJA DENSIDAD DE RECICLADO PRIMARIO**, presentado por la estudiante universitaria: **Zindy Anabel Domínguez Ramírez**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:


Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
Decano

Guatemala, octubre de 2017

/gdech



ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Por haberme dado la vida y ser la luz que ilumina mi camino.
- Mis padres** César Domínguez y Ana Vela Ramírez, por brindarme el apoyo incondicional; este logro es para ustedes, su amor será siempre mi inspiración.
- Mis hermanos** César, Berny y Katherine Domínguez, que este logro sea de motivación para su vida profesional.
- Mis amigos** Que con su apoyo y conocimientos fueron el soporte de cada etapa de esta carrera.

AGRADECIMIENTOS A:

Universidad de San Carlos de Guatemala	Por ser mi alma mater.
Facultad de Ingeniería	Por darme las herramientas necesarias a lo largo de toda mi carrera.
Mis amigos de la facultad	Que siempre estuvieron conmigo para brindarme su apoyo incondicional.
Mi asesor	Ing. Carlos Muñoz, por su gran apoyo y por brindarme sus conocimientos para el desarrollo de este trabajo de graduación.
Ing. Jorge Godínez	Por su gran apoyo y por brindarme las herramientas necesarias para la realización y desarrollo de este trabajo de graduación.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	VII
LISTA DE SÍMBOLOS	XI
GLOSARIO	XIII
RESUMEN.....	XV
OBJETIVOS.....	XVII
INTRODUCCIÓN	XIX
1. ANTECEDENTES GENERALES	1
1.1. La empresa.....	1
1.1.1. Historia	1
1.1.2. Ubicación	2
1.1.3. Misión	3
1.1.4. Visión.....	4
1.1.5. Objetivo de calidad	4
1.1.6. Código de ética institucional	4
1.1.7. Política de calidad.....	6
1.1.8. Organigrama.....	6
1.2. Sección de Tecnología de la Madera	7
1.2.1. Antecedentes de la Sección de Tecnología de la Madera	8
1.2.2. Misión de la Sección de Tecnología de la Madera	9
1.2.3. Visión de la Sección de Tecnología de la Madera	9

2.	MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL.....	11
2.1.	Definición de plástico	11
2.2.	Tipos de plástico	11
2.2.1.	Polietileno.....	11
2.2.1.1.	PE de alta densidad	11
2.2.1.2.	PE de media densidad	12
2.2.1.3.	PE de baja densidad	12
2.2.2.	Polipropileno.....	12
2.2.2.1.	Estructura del polipropileno	13
2.2.2.2.	Propiedades del polipropileno	14
2.2.3.	Poliestireno.....	16
2.2.4.	Policloruro de vinilo	16
2.3.	Material compuesto de plástico	17
2.3.1.1.	Plásticos reforzados con fibras.....	18
2.3.1.1.1.	Composición	18
2.3.1.1.2.	Matrices.....	19
2.3.1.1.3.	Matrices termoestables.....	19
2.3.1.1.4.	Matrices termoplásticas	19
2.4.	Definición de termoplástico	20
2.4.1.	Compuestos <i>wood plastic</i>	22
2.4.1.1.	Producción	22
2.5.	Polímeros	23
2.5.1.	Polímeros por condensación	24
2.5.2.	Polimerización por adición.....	24
2.5.3.	Propiedades físicas de los polímeros	24
2.5.4.	Clasificación de los polímeros según su origen.....	25

2.5.5.	Clasificación de los polímeros según su composición química	26
2.5.6.	Clasificación de los polímeros según sus aplicaciones	27
2.6.	Composición de los plásticos	29
2.6.1.	Materiales plásticos	29
2.7.	Técnicas de moldeo de los plásticos	29
2.7.1.	Técnica del moldeo por soplado	29
2.7.2.	Técnica del moldeo por compresión	30
2.7.3.	Técnica del moldeo por inyección.....	33
2.8.	Usos del plástico	34
2.9.	Reciclaje del plástico	35
2.9.1.	Reciclaje primario	36
2.9.2.	Reciclaje secundario.....	36
2.9.3.	Reciclaje terciario	37
2.9.4.	Reciclaje cuaternario	37
2.10.	Madera	37
2.11.	Aditivos	38
2.12.	Propiedades y características de la madera plástica.....	39
2.12.1.	Propiedades mecánicas	40
2.12.2.	Estabilidad dimensional	40
2.12.3.	Durabilidad y envejecimiento	40
2.12.4.	Otras propiedades	41
2.13.	¿Qué es el bambú?	41
2.14.	La fibra de bambú.....	43
2.15.	Tejas.....	44
2.15.1.	Clasificación de la teja por su forma	44
2.15.1.1.	Teja romana.....	44
2.15.1.2.	Teja árabe.....	45

2.15.1.3.	Teja plana.....	46
2.15.1.4.	Teja mixta.....	46
2.15.2.	Clasificación de las tejas por su composición	47
2.15.3.	Teja de alfarería	47
2.15.4.	Teja de cerámica.....	48
2.15.5.	Teja de cemento.....	48
2.15.6.	Teja plástica	48
3.	ESTUDIO DE MERCADO	49
3.1.	El producto en el mercado	49
3.1.1.	Definición del producto.....	59
3.1.2.	Productos sustitutos o similares	60
3.1.3.	Productos complementarios	61
3.2.	Mercado objetivo	61
3.2.1.	Segmentación del mercado.....	62
3.2.2.	Tasa de crecimiento poblacional	62
3.2.3.	Ingresos de la población.....	63
3.3.	Comportamiento de la demanda	65
3.4.	Comportamiento de la oferta.....	65
3.5.	Comportamiento de los precios.....	65
3.6.	Comercialización	65
3.6.1.	Plan de comercialización.....	66
4.	ESTUDIO TÉCNICO	67
4.1.	Tamaño	67
4.1.1.	Macrolocalización	67
4.1.2.	Microlocalización	68
4.1.3.	Localización con relación al medio geográfico	69
4.1.4.	Características del terreno	69

4.2.	Proceso de producción	69
4.2.1.	Insumos	74
4.2.2.	Descripción de las instalaciones, equipo y personal relacionado	75
4.2.2.1.	Instalaciones.....	75
4.2.2.2.	Maquinaria	75
4.2.2.3.	Mobiliario y equipo.....	75
5.	ESTUDIO ADMINISTRATIVO LEGAL.....	77
5.1.	Estructura legal.....	77
5.2.	Marco legal	81
5.3.	Estructura organizacional	86
5.4.	Descripción y perfil de puestos.....	87
6.	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL.....	97
6.1.	Impacto del proyecto sobre el medio ambiente	97
6.2.	Descripción del entorno biótico y abiótico.....	97
6.3.	Identificación de desechos y residuos	98
6.4.	Definición de medidas de mitigación	98
6.5.	Plan de manejo ambiental del proyecto.....	118
6.6.	Plan de higiene y seguridad industrial	129
7.	ESTUDIO FINANCIERO	139
7.1.	Análisis de costos	139
7.1.1.	Costo de la inversión inicial en activos	139
7.1.2.	Costos de operación.....	139
7.1.2.1.	Costo para la realización del servicio	139
7.1.2.2.	Costo de administración	139
7.1.2.3.	Costo de venta.....	140

7.1.3.	Costo unitario básico y su estructura	140
7.1.4.	Clasificación de los costos en fijos y variables	140
7.2.	Ingresos	140
7.3.	Recursos financieros para la inversión.....	141
7.3.1.	Capital de trabajo	141
7.3.2.	Inversión total	141
7.4.	Programa de amortización del préstamo.....	141
7.5.	Punto de equilibrio.....	143
7.6.	Valor de rescate	143
7.7.	Estado de resultados proyectados	143
7.8.	Evaluación financiera	145
7.9.	Decisión final de aceptación o rechazo	145
CONCLUSIONES.....		147
RECOMENDACIONES		149
BIBLIOGRAFÍA.....		151

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Ubicación	3
2.	Organigrama del CII	7
3.	Fases del material compuesto	17
4.	Composición de fibras	18
5.	Nomenclatura de polímeros 1	28
6.	Nomenclatura de polímeros 2	28
7.	Moldeo por soplado	30
8.	Moldeo por compresión	32
9.	Moldeo por inyección	34
10.	Morfología del bambú	42
11.	Características mecánicas del bambú	43
12.	Teja romana	45
13.	Teja árabe	45
14.	Teja plana	46
15.	Teja mixta	47
16.	Matriz FODA	50
17.	Especificaciones promedio de lámina corrugada galvanizada	61
18.	Ubicación de la Universidad de San Carlos de Guatemala	67
19.	Ubicación del estudio	68
20.	Diagrama de operaciones fabricación de madera plástica	73
21.	Organigrama	87
22.	Recipientes utilizados para la separación de los residuos sólidos y su código de colores	128

23.	Gafas	136
24.	Mandil	137
25.	Botas.....	138

TABLAS

I.	Propiedades eléctricas.....	15
II.	Propiedades físicas.....	15
III.	Propiedades mecánicas.....	15
IV.	Propiedades térmicas	16
V.	Aditivos y sus usos	38
VI.	Análisis de factores internos y externos.....	51
VII.	Análisis de la competencia	56
VIII.	Matriz del perfil competitivo	56
IX.	Estrategias de mercadeo	57
X.	Tasa de crecimiento poblacional nacional	62
XI.	Proyección de población.....	63
XII.	Ficha técnica para el ingreso laboral mensual promedio	64
XIII.	Resultado del análisis efectuado por el (INE)	64
XIV.	Plan de comercialización	66
XV.	Descripción de puesto gerente general	88
XVI.	Descripción de gerente de operaciones.....	89
XVII.	Descripción de gerente de producción.....	91
XVIII.	Descripción de gerente administrativo	92
XIX.	Descripción de gerente de ventas.....	94
XX.	Modelo de aviso público	100
XXI.	Requisitos básicos para la presentación de estudios de evaluación de impacto ambiental para actividades nuevas	103
XXII.	Carátula de ingreso de instrumentos ambientales	105

XXIII.	Guía de términos de referencia para la elaboración de un estudio de evaluación de impacto ambiental	107
XXIV.	Lista de chequeo para el sitio de almacenamiento de residuos no peligrosos.....	119
XXV.	Lista de chequeo para el sitio de almacenamiento de residuos peligrosos.....	120
XXVI.	Actividades inherentes a la recolección interna de residuos sólidos..	121
XXVII.	Actividades inherentes a la recolección y transporte externo de residuos sólidos	122
XXVIII.	Pasos para realizar una caracterización física de residuos sólidos ...	124
XXIX.	Registro de residuos pesados por área.....	127
XXX.	Amenazas que afectan el manejo integral de residuos sólidos.....	131
XXXI.	Contenido del informe de seguimiento	135
XXXII.	Fuente de financiamiento	142
XXXIII.	Amortizaciones.....	142
XXXIV.	Punto de equilibrio.....	143
XXXV.	Estado de resultados.....	144
XXXVI.	Balance general	144
XXXVII.	Tasa simple de rendimiento	145

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
HP	Caballo de fuerza
Kg	Kilogramo
m	Metro
mm	Milímetro
%	Porcentaje
W	Watt

GLOSARIO

Policloruro de vinilo	Es el producto de la polimerización del monómero de cloruro de vinilo a policloruro de vinilo. Es el derivado del plástico más versátil. Este se puede producir mediante cuatro procesos diferentes: suspensión, emulsión, masa y solución.
Polietileno	Es uno de los plásticos más comunes debido a su bajo precio y simplicidad en su fabricación, lo que genera una producción mundial de aproximadamente 60 millones de toneladas anuales alrededor del mundo.
Polipropileno	Pertenece al grupo de las poliolefinas y es utilizado en una amplia variedad de aplicaciones que incluyen empaque para alimentos, tejidos, equipo de laboratorio, componentes automotrices y películas transparentes.
Tereftalato de polietileno (PET)	Es un material sintético conocido como poliéster.
Película	La capa de material en el rango de fracciones de nanómetro hasta varios micrómetros de espesor.

- Vítreas** Los cuerpos en estado vítreo se caracterizan por presentar un aspecto sólido con cierta dureza y rigidez y que ante esfuerzos externos moderados se deforman de manera generalmente elástica.
- Moldeo por soplado** Es un proceso utilizado para fabricar piezas de plástico huecas gracias a la expansión del material. Esto se consigue por medio de la presión que ejerce el aire en las paredes de la preforma.
- Moldeo por compresión** Es un proceso conformado de piezas en el que el material, generalmente un polímero, es introducido en un molde abierto al que luego se le aplica presión para que el material adopte la forma del molde y calor para que el material reticule y adopte definitivamente la forma deseada.
- Moldeo por inyección** Es un proceso semicontinuo que consiste en inyectar un polímero, cerámico o un metal en estado fundido en un molde cerrado a presión y frío, a través de un orificio pequeño llamado compuerta.

RESUMEN

Guatemala es uno de los países que, a nivel centroamericano, posee mayor número de industrias transformadoras de distintas clases de polímeros. Los productos fabricados a base de plástico poseen grandes ventajas, debido a su costo de producción, trabajabilidad y moldeo, así como productos de larga duración; ésta última característica se convierte en la más grande de las desventajas al momento de desechar un producto hecho a partir de plástico. Resulta de gran importancia, entonces, pensar en la generación de productos plásticos que utilicen esta gran debilidad y la conviertan en una ventaja al crear productos que sean de uso permanente y cotidiano.

En Guatemala, según datos, se procesan 15 mil toneladas de polímero diario principalmente para embalar comida las cuales terminan como desechos sólidos; sin embargo, si se comparan niveles de reciclado de los otros países, no se llega ni siquiera al 5 % de lo que se produce y esto constituye un problema serio para los ecosistemas dados que terminan principalmente en las cuencas de los ríos; por otra parte, Guatemala es un país eminentemente forestal con una producción de madera de 13,8 millones de m³ cuyo proceso en la industria genera el 68 % de madera aserrada, por lo que se hace importante el planteamiento de opciones para la reutilización de dichos desechos.

El plástico representa un 7 % del peso total de la basura doméstica y ocupa un 20 % - 30 % de las papeleras en las naciones industrializadas. Cada año se fabrican en el mundo cerca de 100 millones de toneladas. Si no existieran sistemas de reciclado de basura, la única forma de deshacerse de la basura sería quemarla o enterrarla.

OBJETIVOS

General

Desarrollar un estudio de prefactibilidad para el desarrollo de un sistema de fabricación de tejas elaboradas a partir de fibras naturales de bambú y polietileno de baja densidad de reciclado primario.

Específicos

1. Determinar el costo - beneficio que se obtiene en la fabricación de tejas elaboradas con fibras naturales de bambú y polietileno de baja densidad.
2. Establecer la factibilidad de la utilización de tejas plásticas en el desarrollo de proyectos de construcción.
3. Analizar el impacto que puede generar la fabricación de tejas plásticas en el medio ambiente.
4. Determinar el mercado objetivo para la comercialización de tejas plásticas.
5. Realizar el estudio financiero para la producción y comercialización del producto.
6. Elaborar el estudio técnico y la capacidad de respuesta de la empresa para el mercado comercial.

7. Diseñar plan de manejo ambiental del proyecto.

INTRODUCCIÓN

Los polímeros base de los plásticos han estado con el hombre durante mucho tiempo. El hombre primitivo usó los polímeros naturales para obtener herramientas y armas, pero no fue hasta el siglo XIX que el hombre empezó a modificar los polímeros para crear plástico.

La lista ha aumentado a una velocidad vertiginosa desde el año 1950, produciéndose materiales con mejores características de resistencia a la temperatura y dureza. Los plásticos, actualmente, utilizados en la elaboración de película y envases son polímeros no degradables, reciclables; estos al no reciclarse son contaminantes del medio ambiente.

Uno de los principales residuos de la agroindustria del aserrío lo constituye el aserrín. Este residuo tiene un gran potencial como materia prima para diferentes procesos como la fabricación de aglomerados, densificación de biomasa y como material de embalaje, entre otros. Por otra parte, los desechos constituidos por polímeros representan un problema creciente dada su amplia utilización en la industria de procesos. Una opción para la utilización de estos dos desechos sería su utilización en materiales compuestos, al aprovecharlos como material de amarre en mezclas con polímero. Al utilizar compresión en caliente se pueden manufacturar un sinnúmero de elementos de mucha utilidad en la industria de construcción y en la industria de los muebles.

Contemplando la importancia de concretizar una idea que produzca un bien o servicio, es fundamental realizar una serie de investigaciones, estudios y contactos que ilustran las condiciones actuales y futuras de la ingeniería

industrial, para preparar a las industrias, el mercado nacional y para obtener una solución en las importaciones y la contaminación ambiental.

Los plásticos constituyen uno de los mayores contaminantes en el mundo, debido a que los productos son embalados en recipiente de pet, lo cual constituye un verdadero problema para su disposición final debido al largo tiempo que se requiere para su degradación natural; del mismo, los desechos de la industria de la madera no son aprovechados de manera eficiente ya que en la mayoría de los casos se venden a un precio muy bajo. Al fabricar productos de materiales compuestos se le está dando un mayor valor agregado a dichas materias prima que brindan una opción más para la reducción de la contaminación por desechos plásticos.

1. ANTECEDENTES GENERALES

1.1. La empresa

El Centro de Investigaciones de Ingeniería (CII) fue creado por Acuerdo del Consejo Superior Universitario, punto noveno, del Acta Número 842 de sesión celebrada el 27 de julio de 1963; está integrado por todos los laboratorios de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

El Centro de Investigaciones de Ingeniería (CII) presta sus servicios a entidades públicas y privadas, gubernamentales y no gubernamentales, asimismo, a personas individuales que buscan la solución a problemas técnicos específicos, en las áreas de la construcción, ingeniería sanitaria, metrología industrial y química industrial, tecnología de la madera, topografía y catastro, y seguridad industrial.

1.1.1. Historia

La base para la construcción del centro fue la unificación de los Laboratorios de Materiales de Construcción de la Facultad de Ingeniería y de la Dirección General de Obras Públicas en 1959. La subsiguiente adición a los mismos, del Laboratorio de Química y Microbiología Sanitaria en 1962 en unión de otros laboratorios docentes de la Facultad de Ingeniería. En 1965 se agregó al CII, el Laboratorio de Análisis de Aguas de la Municipalidad de Guatemala.

En 1977, se establecieron la unidad de investigación en Fuentes no Convencionales de Energía y Tecnología de Construcción de la Vivienda. En 1978 fue creado el Centro de Información para la Construcción (CICON) el cual se encuentra adscrito al CII. En 1980, unieron esfuerzos la Facultad de Arquitectura y la Unidad de Tecnología de la Construcción de Vivienda para organizar el Programa de Tecnología para los Asentamientos Humanos, del cual se generaron múltiples relaciones nacionales e internacionales.

En 1997 se adhirió al CII la planta piloto de extracción-destilación, cuyo funcionamiento apoyó a la investigación y a la prestación de servicios; se inició en la década de los 90. En este mismo periodo, se consideró la ampliación del Laboratorio de Metrología Eléctrica cuya formación data de muchos años. En 1999 se incrementó notablemente la participación del CII en los programas de investigación que se encuentran vigentes en el país, así como la vinculación internacional.

En 2007, se inicia la ampliación en estructura del CII, con la construcción del tercer nivel del edificio T-5 y de un edificio en el área de prefabricados; además, la remodelación y modernización de los laboratorios de química en el edificio T-5, los cuales fueron inaugurados en el año 2008.

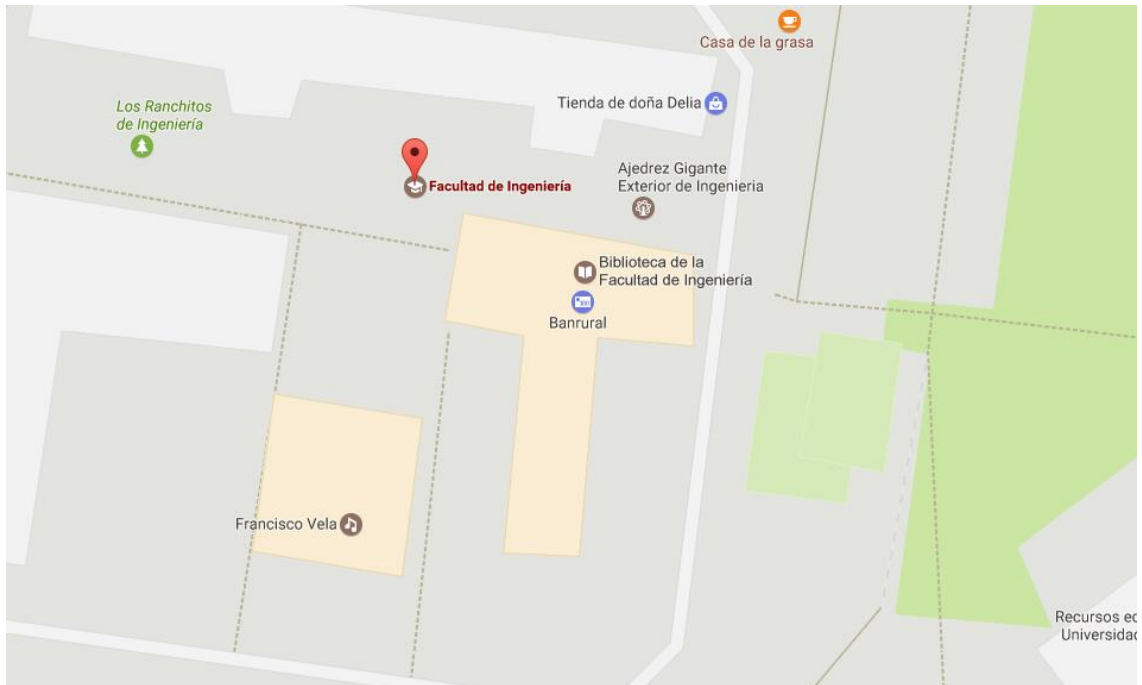
En 2009, se crea el Laboratorio de Investigación en Extractos Vegetales (LIEXVE), antes planta piloto de extracción-destilación, como parte de la Sección de Química Industrial. Asimismo, se crea la planta piloto de extracción de biodiesel en dicho laboratorio, en el mes de agosto de 2009. Además, se hacen los trámites respectivos para la creación de la Sección de Tecnología de la Madera, la cual es aceptada por Junta Directiva que da su aprobación en enero de 2010. En septiembre de 2009, por órdenes de Decanatura, formalizar la creación de la Unidad de Seguridad Ocupacional Industrial, por lo que se inician las gestiones respectivas ante la Junta Directiva.¹

1.1.2. Ubicación

El Centro de Investigaciones de Ingeniería (CII) se encuentra ubicado en la Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala (USAC), final periférico sur, Ciudad Universitaria, zona 12, edificio T5, tel. (502) 2418-9115, (502) 24189134, fax (502) 24189121.

¹ Centro de Investigación de Ingeniería (CII). *Historia*. <http://cii.ingeniería.usac.edu.gt/>. Consulta: 10 de enero de 2017.

Figura 1. **Ubicación**



Fuente: Google Earth. <https://www.google.com/intl/es/earth/>. Consulta: 2 de diciembre de 2016.

1.1.3. **Misión**

Investigar alternativas de solución científica y tecnológica, para la resolución de la problemática científico-tecnológica del país en las áreas de ingeniería; que estén orientados a dar respuesta a los problemas nacionales; diseñar estructuras y productos terminados de diferente índole; impartir cursos y laboratorios afines a las escuelas de la Facultad de Ingeniería, desarrollar programas de formación profesional, formar técnicos de laboratorio y operarios calificados; realizar inspecciones, evaluaciones, expertas y prestar servicios de asesoría técnica y consultoría en áreas de la ingeniería relacionadas; actualizar, procesar y divulgar información técnica y documental en las materias con la ingeniería.²

² Centro de Investigación de Ingeniería (CII). *Misión*. <http://cii.ingeniería.usac.edu.gt/>. Consulta: 15 de enero de 2017.

1.1.4. Visión

“Desarrollar la investigación científica como el instrumento para la resolución de problemas de diferentes campos de la ingeniería, orientada a la optimización de los recursos del país, y a dar respuesta a los problemas nacionales; impartir docencia de los recursos y laboratorios afines a las Escuelas de la Facultad de Ingeniería; contribuir al desarrollo de la prestación de servicios de ingeniería de alta calidad científico tecnológica para todos los sectores de la sociedad guatemalteca; colaborar en la formación profesional de ingenieros y técnicos; propiciar la comunicación con otras entidades que realizan actividades afines, dentro y fuera de la República de Guatemala, dentro del marco definido por la Universidad de San Carlos de Guatemala. Mantener el liderazgo en todas las ocho áreas de ingeniería a nivel nacional e internacional y centroamericano, en materia de investigación, análisis y ensayos de control de calidad, expertajes, asesoría técnica y consultoría, formación de recurso humano, procesamiento y divulgación de información técnica y documental, análisis, elaboración y aplicación de normas.”³

1.1.5. Objetivo de calidad

“Brindar servicios de calidad en los ensayos que se efectúan en el Centro de Investigaciones de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala para sustentar su confiabilidad conforme a los requerimientos solicitados en la norma COGUANOR NGR/COPANT/ISO/IEC 17025 *Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración.*”⁴

1.1.6. Código de ética institucional

- Honestidad: el trabajador del Centro de Investigaciones de Ingeniería, actuará con pudor, decoro y recato en cada una de sus actividades.
- Compromiso: el trabajador deberá asumir compromiso consigo mismo, con sus valores, con una misión con el trabajo mismo, con una filosofía o cultura organizacional, que implica una obligatoriedad moral.

³ Centro de Investigación de Ingeniería (CII). *Visión*. <http://cii.ingenieria.usac.edu.gt/>. Consulta: 20 de enero de 2017.

⁴ Centro de Investigación de Ingeniería (CII). *Objetivo de calidad*. <http://cii.ingenieria.usac.edu.gt/>. Consulta: 20 de enero de 2017.

- Responsabilidad: el trabajador debe hacer un esfuerzo honesto para cumplir con cada uno de sus deberes. Cuanto más elevado sea el cargo que ocupa, mayor es su responsabilidad para el cumplimiento de las disposiciones de este código.
- Lealtad: el trabajador se consagrará voluntariamente a su trabajo, a sus colaboradores, superiores, y al centro.
- Solidaridad: el trabajador cultivará sus relaciones con las diferentes personas, buscando encontrar un objetivo en común.
- Respeto: el trabajador profesará el respeto por sí mismo, por la profesión, por el trabajo que se hace, por las normas, y conductas personales y sociales que impone la naturaleza humana, la comunidad y la sociedad.
- Humildad: el trabajador procederá con nobleza, reconociendo sus aciertos o sus equivocaciones, mostrando disposición, para corregir lo que sea necesario, y vaya en beneficio de la persona y del centro.
- Compañerismo: el trabajador mantendrá el deseo y la motivación de aportar, construir, ser responsable y trascender. Tener responsabilidad social y contribuir al buen común, trabajar en equipo, y buscar permanentemente, la solidaridad y la coparticipación humana.
- Dialogo: el trabajador practicará el encuentro para la búsqueda de la verdad en la solución a los conflictos, para aprender a escuchar y entender al otro.

- Justicia: el trabajador debe tener permanente disposición para el cumplimiento de sus funciones, otorgando a cada uno lo que le es debido, tanto en sus relaciones con el centro, como con los clientes, superiores y subordinados.

1.1.7. Política de calidad

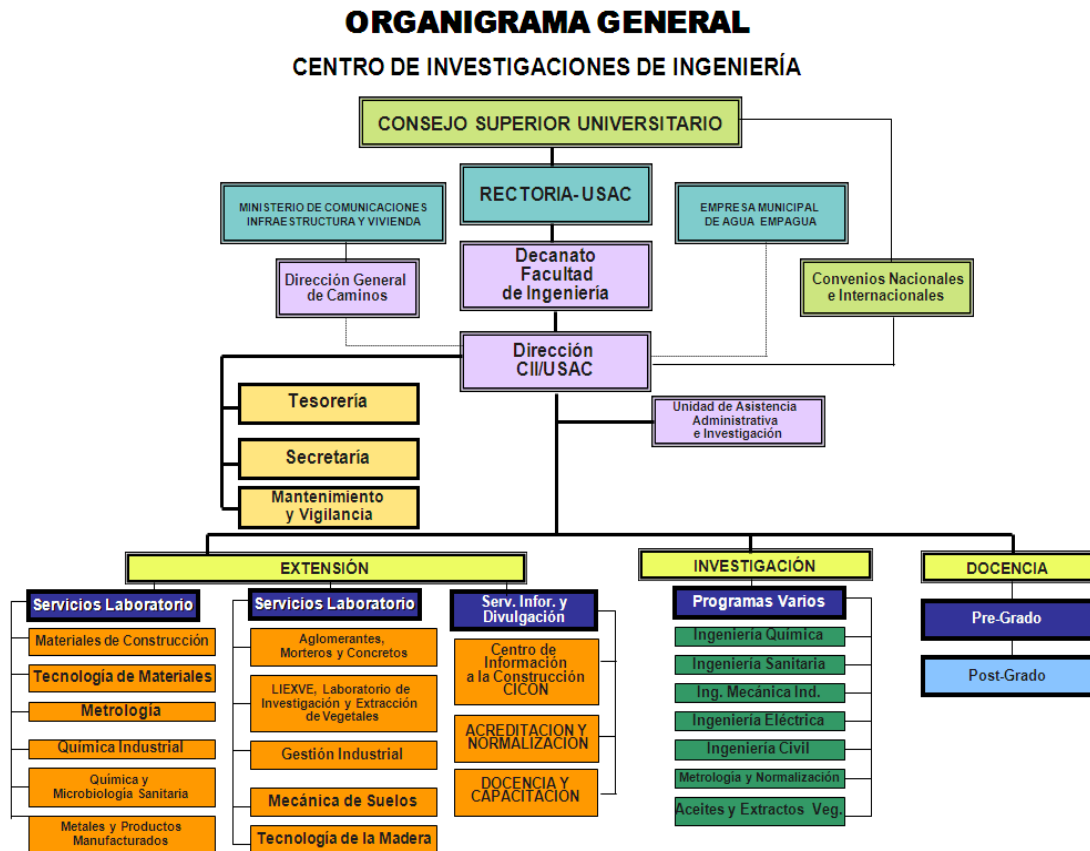
En el Centro de Investigaciones de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, desarrollamos investigación científica, contribuyendo a la prestación de servicios de ingeniería de alta calidad para todos los sectores de la sociedad guatemalteca, brindándoles a nuestros clientes confiabilidad, confidencialidad y calidad en los ensayos que realizamos y trabajando siempre en la búsqueda de la mejora continua sustentados en el desarrollo del recurso humano por medio de nuestro compromiso de documentar, implementar y mantener el sistema de gestión de la calidad de conformidad con la norma COGUANOR NGR/COPANT/ISO/IEC 17025 “*Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración.*”⁵

1.1.8. Organigrama

El organigrama general del CII muestra la estructura organizacional en sus diferentes secciones.

⁵ Centro de Investigación de Ingeniería (CII). *Política de calidad*. <http://cii.ingeniería.usac.edu.gt/>. Consulta: 20 de enero de 2017.

Figura 2. Organigrama del CII



Fuente: Centro de Investigaciones de Ingeniería. *Organigrama general*.

<http://cii.ingeniería.usac.edu.gt/>. Consulta 5 de enero de 2017.

1.2. Sección de Tecnología de la Madera

La sección de Tecnología de la Madera del Centro de Investigaciones de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala se creó con el objetivo de brindar servicio a la industria, desarrollando proyectos de investigación en tecnología y procesos de la madera, así como dar apoyo a la Facultad de Ingeniería en la preparación y capacitación de los estudiantes de

las diferentes carreras para la realización de proyectos relacionados con prácticas, EPS y trabajos de graduación. Su función específica la realización de investigación sobre usos diversos de las distintas especies forestales del país y el mejor aprovechamiento de los subproductos, cuidando siempre el medio ambiente y la creación de nuevas fuentes de trabajo para la sociedad; tiene en cuenta la promoción de proyectos que puedan trabajarse con entidades públicas y privadas, en donde se incluyan líneas de investigación relacionadas con la madera y sus subproductos.

El objetivo principal de la Sección de Tecnología de la Madera es la realización de investigación sobre diversos usos de las distintas especies forestales de Guatemala; está enmarcado dentro de los cuatro ejes estratégicos de la Universidad de San Carlos de Guatemala, USAC: docencia, investigación, extensión y servicio.

Esta sección está integrada por un equipo multidisciplinario de profesionales y estudiantes quienes planifican y ejecutan los proyectos y actividades realizadas a diario en dicha sección. Se realizan pruebas mecánicas, análisis fisicoquímicos, pruebas anatómicas para la caracterización de las distintas especies forestales para establecer parámetros de calidad dar para asesorías sobre el tema.

1.2.1. Antecedentes de la Sección de Tecnología de la Madera

Inició como un proyecto para ser parte del Centro de Investigaciones de Ingeniería para realizar algunos proyectos basados en madera, los cuales dieron la pauta para la creación de la sección por la necesidad de investigar, desarrollar, analizar, generar datos y documentar sobre el tema amplio de la madera. Aprovechando todas estas necesidades de información se creó la

sección de Tecnología de la Madera. Algunos de los proyectos realizados referentes a la madera fueron los indicadores para la creación de la sección; la madera y sus derivados es una materia prima tan diversificada que permite generar muchas ideas y temas para investigar, para dar muchas aplicaciones y valores agregados que se pueden generar y que no han sido tema de investigación en esta casa de estudios.

Con la creación de esta sección se persigue establecer proyectos de innovación tecnológica a través del aprovechamiento de la madera y sus subproductos tomando en cuenta la protección al ambiente e involucrando a las comunidades rurales que muestren interés en el manejo sostenible y sustentable de los bosques de diferentes especies de coníferas latifoliadas y bambú.

1.2.2. Misión de la Sección de Tecnología de la Madera

Promover la investigación, docencia, servicio y extensión de estudios sobre especies forestales, el mejor aprovechamiento de los subproductos y desechos agroindustriales para la elaboración de materiales y elementos de construcción para vivienda económica y aplicaciones en muebles, así como también el estudio de materiales lignocelulósicos que tengan posibles usos estructurales y aplicaciones en las diversas ramas de la ingeniería.⁶

1.2.3. Visión de la Sección de Tecnología de la Madera

Generar nuevo conocimiento a través de proyectos de investigación, del servicio prestado a entidades que lo requieran, promover el conocimiento en la docencia dentro y fuera de las aulas, llevar a cabo una extensión efectiva a los sectores de la academia para llevar a cabo la transferencia de resultados de I&D al sector productivo.⁷

⁶ Centro de Investigación de Ingeniería (CII). *Misión de la Sección de Tecnología de la Madera*. <http://cii.ingeniería.usac.edu.gt/>. Consulta: 20 de enero de 2017.

⁷ Centro de Investigación de Ingeniería (CII). *Visión de la Sección de Tecnología de la Madera*. <http://cii.ingeniería.usac.edu.gt/>. Consulta: 20 de enero de 2017.

2. MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL

2.1. Definición de plástico

Es un material logrado en laboratorio mediante transformación sintética del carbono, hidrógeno, nitrógeno y oxígeno en combinación con otros elementos que se obtienen del petróleo

2.2. Tipos de plástico

Se describen los diferentes tipos de plásticos que se utilizan en la industria de fabricación de productos plásticos.

2.2.1. Polietileno

Se le llama con las siglas PE. Existen fundamentalmente tres tipos de polietileno: PE de alta densidad, PE de mediana densidad y PE de baja densidad.

2.2.1.1. PE de alta densidad

Es un polímero obtenido del etileno en cadenas con moléculas muy juntas. Es un plástico incoloro, inodoro, no tóxico, fuerte y resistente a golpes y productos químicos. Su temperatura de ablandamiento es de 120° C. Se utiliza para fabricar envases de distintos tipos de fontanería, tuberías flexibles, prendas textiles, contenedores de basura, papeles, etc. Todos son productos de gran resistencia y no atacables por los agentes químicos.

2.2.1.2. PE de media densidad

Este tipo de polímero se emplea en la fabricación de tuberías subterráneas de gas natural; es fácil de identificar por su color amarillo.

2.2.1.3. PE de baja densidad

Es un polímero con cadenas de moléculas menos ligadas y más dispersas. Es un plástico incoloro, inodoro, no tóxico, más blando y flexible que el de alta densidad. Se ablanda a partir de los 85 °C, por tanto, se necesita menos energía para destruir sus cadenas; por otro lado, es menos resistente. Aunque en sus propiedades se encuentra como un buen aislante. Se encuentra bajo las formas de transparentes y opaco. Se utiliza para bolsas, tuberías flexibles, aislantes para conductores eléctricos (enchufes, conmutadores), juguetes, entre otros, que requieren flexibilidad.

2.2.2. Polipropileno

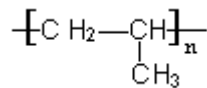
Se conoce con las siglas PP. Es un plástico muy duro y resistente. Es opaco y con gran resistencia al calor ya que se ablanda a una temperatura más elevada (150 °C). Es muy resistente a los golpes, aunque tiene poca densidad y se puede doblar muy fácilmente, resistiendo múltiples doblados por lo que es empleado como material de bisagras. También, resiste muy bien los productos corrosivos. Se emplean en la fabricación de estuches y tuberías para fluidos calientes, jeringas, carcasa de baterías de automóviles, electrodomésticos, muebles (sillas, mesas), juguetes, y envases. Otra de sus propiedades es la de formar hilos resistentes aptos para la fabricación de cuerdas, zafra, redes de pesca.

- Ventajas
 - Ligero
 - Alta resistencia a la tensión y a la compresión
 - Excelentes propiedades dieléctricas
 - Resistencia a la mayoría de los ácidos y álcalis
 - Bajo coeficiente de absorción de humedad
 - No mancha

- Aplicaciones típicas
 - Tanque y depósitos para químicos
 - Mobiliario de laboratorio
 - Placas de presión para filtros
 - Componentes para bombas
 - Prótesis, entre otros. No es tóxico

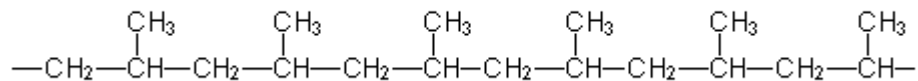
2.2.2.1. Estructura del polipropileno

Estructuralmente es un polímero vinílico, similar al polietileno, solo que uno de los carbonos de la unidad monomérica tiene unido un grupo metilo.



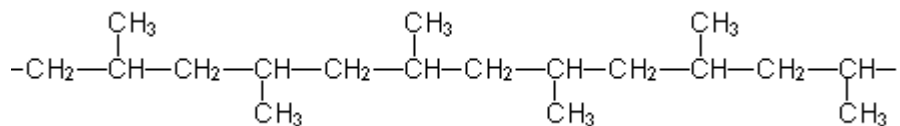
[Ec. 1]

El polipropileno fabricado de manera industrial es un polímero lineal, cuya espina dorsal es una cadena de hidrocarburos saturados. Cada dos átomos de carbono de esta cadena principal, se encuentra ramificado un grupo metilo (CH₃). Esto permite distinguir tres formas isómeras del polipropileno:



[Ec. 2]

Isotáctica



[Ec. 3]

Sindiotáctica

Estas se diferencian por la posición de los grupos metilo-CH₃ con respecto a la estructura espacial de la cadena del polímero.

Las formas isotácticas y sindiotácticas, dada su gran regularidad, tienden a adquirir en estado sólido una disposición espacial ordenada, semicristalina, que confiere al material unas propiedades físicas excepcionales. La forma atáctica, en cambio, no tiene ningún tipo de cristalinidad. Los procesos industriales más empleados están dirigidos a la fabricación de polipropileno isotáctico que es el que ha despertado mayor interés comercial.

2.2.2.2. Propiedades del polipropileno

Es muy importante tener un conocimiento general de este polímero, en lo que concierne a propiedades mecánicas, térmicas, eléctricas, etc. En la siguiente tabla aparece un compendio de las propiedades del polímero agrupadas en función de sus características:

Tabla I. **Propiedades eléctricas**

Propiedades	
Constante dieléctrica @1MHz	2,2-2,6
Factor de disipación a 1 MHz	0,0003 - 0,0005
Resistencia dieléctrica (kV mm ⁻¹)	30-40
Resistividad superficial (Ohm/sq)	10 ¹³
Resistividad de volumen a ^C (Ohmcm)	10 ¹⁶ -10 ¹⁸

Fuente: Tecnología de los plásticos. *Características*. <http://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com/>. Consulta: 2 de noviembre de 2016.

Tabla II. **Propiedades físicas**

Propiedades	
Absorción de agua - equilibrio (%)	0,03
Densidad (g cm ⁻³)	0,9
Índice refractivo	1,49
Índice de oxígeno límite (%)	18
Inflamabilidad	Combustible
Resistencia a los ultra-violetas	Aceptable

Fuente: Tecnología de los plásticos. *Características*. <http://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com/>. Consulta: 2 de noviembre de 2016.

Tabla III. **Propiedades mecánicas**

Propiedades	
Alargamiento a la rotura (%)	150-300, para filmes biax. >50
Coefficiente de fricción	0,1-0,3
Dureza - rockwell	R80-100
Módulo de tracción (GPa)	0,9-1,5 - par filmes biax. 2,2-4,2,
Resistencia a la abrasión - ASTM D1044 (mg/1000 ciclos)	13-16
Resistencia a la tracción (MPa)	25-40, para filmes biax. 130-300,
Resistencia al impacto Izod (J m ⁻¹)	20-100

Fuente: Tecnología de los plásticos. *Características*. <http://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com/>. Consulta: 2 de noviembre de 2016.

Tabla IV. **Propiedades térmicas**

Propiedades	
Calor específico ($J K^{-1} kg^{-1}$)	1700 - 1900
Coeficiente de expansión térmica ($\times 10^{-6} K^{-1}$)	100-180
Conductividad térmica a 23C ($W m^{-1} K^{-1}$)	0,1-0,22
Temperatura máxima de utilización (C)	90-120
Temperatura mínima de utilización (C)	-10 a -60
Temperatura de deflexión en caliente - 0.45MPa (C)	100-105
Temperatura de deflexión en caliente - 1.8MPa (C)	60-65

Fuente: Tecnología de los plásticos. *Características*. <http://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com/>. Consulta: 2 de noviembre de 2016.

2.2.3. **Poliestireno**

Se designa con las siglas PS. Es un plástico más frágil que se puede colorear y tiene una buena resistencia mecánica puesta que resiste muy bien los golpes. Sus formas de presentación más usuales son la laminar. Se usa para fabricar envases, tapaderas de bisutería, componentes electrónicos y otros elementos que precisan una gran ligereza, muebles de jardín, mobiliario de terraza de bares, etc. La forma esponjosa también se llama PS expandido con el nombre POREXPAN o corcho blanco, que se utiliza para fabricar embalajes y envases de protección, así como en aislamientos térmicos y acústicos en paredes y techos. También, se emplea en las instalaciones de calefacción.

2.2.4. **Policloruro de vinilo**

Se designa con las siglas PVC. El PVC es el material plástico más versátil, ya que puede ser fabricado con muy diversas características, añadiéndole aditivos que se las proporcionen. Es muy estable, duradero y resistente, puede hacerse menos rígido y más elástico si se le añade un aditivo más plastificante. Se ablanda y deforma a baja temperatura con gran resistencia a los líquidos

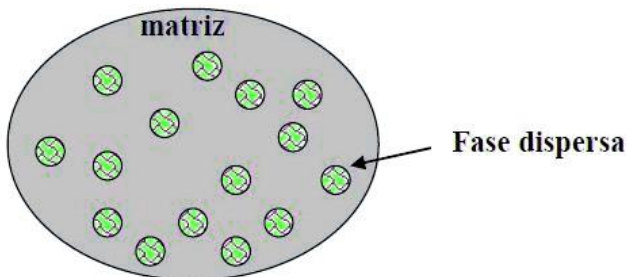
corrosivos, por lo que es utilizado para la construcción de depósitos y cañerías de desagüe. El PVC en su presentación más rígida se emplea para fabricar tuberías de agua, tubos aislantes y de protección, canalones, revestimientos exteriores, ventanas, puertas y escaparates, conducciones y cajas de instalaciones eléctricas.

2.3. Material compuesto de plástico

Un material compuesto está formado por dos o más componentes y se caracteriza porque las propiedades del material final son superiores a las que tienen los materiales constituyentes por separado.

Los materiales compuestos están formados por dos fases: una continua denominada matriz y otra dispersa denominada refuerzo. El refuerzo proporciona las propiedades mecánicas al material compuesto y la matriz la resistencia térmica y ambiental. Matriz y refuerzo se encuentran separados por la interfase.

Figura 3. Fases del material compuesto



Fuente: Tecnología de los plásticos. *Características*. <http://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com/>. Consulta: 2 de noviembre de 2016.

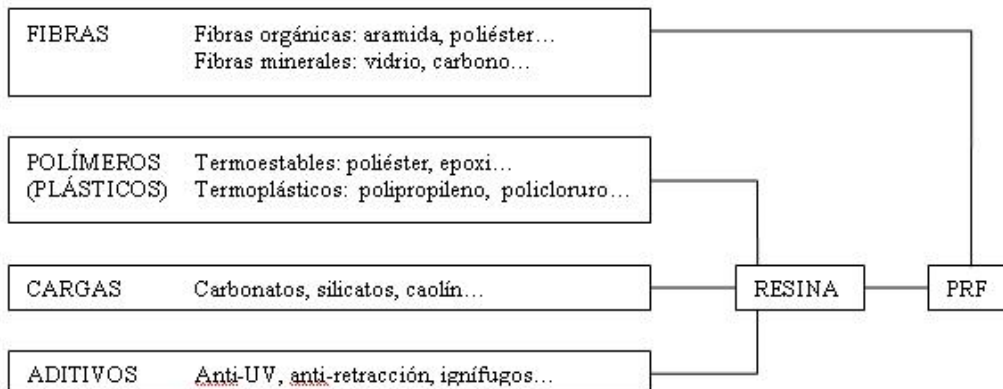
2.3.1.1. Plásticos reforzados con fibras

La aparición y el desarrollo de los materiales plásticos puede considerarse una de las grandes revoluciones del siglo pasado en lo referente a los materiales. Los avances conseguidos en los métodos de producción de estos materiales (que comportaron unos precios muy asequibles) unidos a sus excelentes características hicieron que fueran rápidamente aceptados y empleados por el sector de la industria y el de la construcción.

2.3.1.1.1. Composición

Los plásticos reforzados con fibras (PRF) están compuestos por un polímero (también llamado la matriz) que junto a las cargas y aditivos forman la resina y unas fibras determinadas.

Figura 4. Composición de fibras



Fuente: Quiminet. *Plástico reforzado*.

<https://www.quiminet.com/.../que-es-el-plastico-reforzado-6743.ht>. Consulta: 15 de noviembre de 2016.

2.3.1.1.2. Matrices

Se clasifican los plásticos básicamente en termoplásticos y termoestables. Los primeros tienen las macromoléculas unidas por fuerzas de baja intensidad, que pueden ser rotas con un simple calentamiento, dando lugar al plástico fundido. En cambio, las macromoléculas de los plásticos termoestables están unidas por fuerzas que llegan a igualar las que unen a los propios átomos dentro de ellas mismas, por lo que se romperán antes de separarse. Esto conlleva que no pasen de estado sólido a líquido al incrementar la temperatura.

2.3.1.1.3. Matrices termoestables

Las resinas líquidas termoestables consisten en una serie de precursores líquidos o semilíquidos que deben curarse para alcanzar el estado sólido por medios químicos, térmicos (altas temperaturas) o por medio de radiaciones (UV, gamma, electrones o microondas). Una vez curadas, tienen gran cantidad de enlaces cruzados y no pueden volver a fundir sin sufrir una grave degradación. Las resinas más utilizadas son:

- Resinas Epoxi
- Resinas de poliéster no saturado

2.3.1.1.4. Matrices termoplásticas

Estas matrices se han desarrollado con el doble objetivo de obtener materiales aptos para altas temperaturas con elevada resistencia al impacto. El resultado de los avances en este campo son matrices más duras, con mayores resistencias que las termoestables y una menor absorción de agua. Además, no

tienen un tiempo determinado para su moldeo ni necesitan curado, lo que supone menores costes y el proceso de reciclaje es más fácil.

Las matrices más importantes son el polietereeterketona (PEEK), el sulfuro de polifenileno (PPS) y la polieterimida (PEI) y la poliamidaimida (PAI).

2.4. Definición de termoplástico

Un termoplástico es un plástico que, a temperaturas relativamente altas, se vuelve deformable o flexible, se derrite cuando se calienta y se endurece en un estado de transición vítrea cuando se enfría lo suficiente. La mayor parte de los termoplásticos son polímeros de alto peso molecular, los cuales poseen cadenas asociadas por medio de fuerzas de Van der Waals débiles (polietileno), fuertes interacciones dipolo-dipolo y enlace de hidrógeno o incluso anillos aromáticos apilados (poliestireno). Los polímeros termoplásticos difieren de los polímeros termoestables o termofijos en que después de calentarse y moldearse pueden recalentarse y formar otros objetos.

Sus propiedades físicas cambian gradualmente si se funden y se moldean varias veces (historial térmico), generalmente, disminuyendo estas propiedades al debilitar los enlaces. Los más usados son el polietileno (PE), el polipropileno (PP), el polibutileno (PB), el poliestireno (PS), el polimetilmetacrilato (PMMA), el policloruro de vinilo (PVC), el politereftalato de etileno (PET), el teflón (o politetrafluoroetileno, PTFE) y el nailon (un tipo de poliamida).

Los termoplásticos hacen referencia al conjunto de materiales que están formados por polímeros que se encuentran unidos mediante fuerzas intermoleculares o fuerzas de Van Der Waals que forman estructuras lineales o ramificadas.

Un material termoplástico se asemeja a un conjunto de cuerdas enredadas que están encima de una mesa, cuanto mayor sea el grado de enredo de las cuerdas mayor será el esfuerzo que se tendrá que realizar para separar las cuerdas una de otra dado a que el rozamiento que se produce entre cada una de las cuerdas ofrece resistencia a separarlas; en este ejemplo, las cuerdas representan a los polímeros y el rozamiento representa las fuerzas intermoleculares de los mantiene unidos.

En función del grado de las fuerzas intermoleculares que se producen entre las cadenas poliméricas, pueden adoptar dos tipos diferentes de estructuras: estructuras amorfas o estructuras cristalinas, siendo posible la existencia de ambas estructuras en un mismo material termoplástico.

- Estructura amorfa: las cadenas poliméricas adquieren una estructura liada, semejante al de un ovillo de hilos desordenados, dicha estructura amorfa es la responsable directa de las propiedades elásticas de los materiales termoplásticos.
- Estructura cristalina: las cadenas poliméricas adquieren una estructura ordenada y compacta, se pueden distinguir principalmente estructuras con forma laminar y con forma micelar. Dicha estructura cristalina es la responsable directa de las propiedades mecánicas de resistencia frente a esfuerzos o cargas, así como la resistencia a las temperaturas de los materiales termoplásticos.

Si el material termoplástico dispone de una alta concentración de polímeros con estructuras amorfas, dicho material presentará una pobre resistencia frente a cargas pero una excelente elasticidad; si por el contrario, el material termoplástico dispone de una alta concentración de polímeros con una

estructura cristalina, el material presentará unas altas propiedades de resistencia frente a cargas y esfuerzos superando incluso a materiales termoestables; por otro lado, presentará unas pobres propiedades elásticas aportándole su característica fragilidad.

2.4.1. Compuestos *wood plastic*

Los materiales conocidos como *wood plastic composites* (WPC) son, por definición, materiales o productos constituidos principalmente por materiales celulósicos y materiales termoplásticos que suelen ser procesados mediante técnicas de transformación de polímeros.

Los materiales celulósicos utilizados en los WPC pueden ser de diferentes tipos y provenir de numerosas fuentes, desde fibras celulósicas refinadas hasta residuos post industriales del sector maderero. Los productos basados en WPC suelen ser catalogados de forma conjunta con los denominados *plasticlumber*, al tratarse de productos que se pueden utilizar en aplicaciones similares, donde se busca sustituir a productos de madera natural. Sin embargo, hay una diferencia clave: los WPC son materiales compuestos en los que se utilizan materiales plásticos y madera, mientras que los *plasticlumber* se fabrican solo a partir de plásticos reciclados después del consumo industrial.

2.4.1.1. Producción

Los WPC son producidos mezclando completamente partículas de madera y de resina termoplástica calentada. El método más común de producción es extruir el material en la forma deseada, aunque también se utiliza moldeo por inyección. El WPC puede ser producido a partir de termoplásticos vírgenes o

reciclados, incluyendo HDPE, LDPE, PVC, PP, ABS, PS y PLA. El WPC a base de polietileno es, por mucho, el más común.

Aditivos como colorantes, agentes de acoplamiento, estabilizadores de UV, agentes de soplado, agentes espumantes y lubricantes ayudan a adaptar el producto final al objetivo de aplicación. Los WPC extruidos se pueden formar en perfiles macizos y huecos. Una gran variedad de piezas moldeadas por inyección también se produce, desde paneles de puerta de automóvil hasta cubiertas del teléfono celular.

En algunas instalaciones de fabricación, los componentes se combinan y se procesan en una extrusora de peletización que produce gránulos del material. Los pellets se vuelven a fundir y se conforman en la forma final.

2.5. Polímeros

Los polímeros naturales son la base de alguno de los primeros materiales utilizados por el hombre: la madera y las fibras vegetales, el cuero, los tendones animales, la lana, la seda y la celulosa, etc. Se han empleado profusamente y han tenido mucha importancia a lo largo de la historia; aunque se tardó mucho en saber su composición y la forma de sintetizarlos artificialmente.

En química orgánica, la reacción por la cual se sintetiza un polímero a partir de sus monómeros se denomina polimerización. Según el mecanismo por el cual se produce la reacción de polimerización para dar lugar al polímero, esta se clasifica como polimerización por pasos o como polimerización en cadena. En cualquier caso, el tamaño de la cadena dependerá de parámetros como la temperatura o el tiempo de reacción; tiene cada cadena un tamaño distinto y,

por tanto, una masa molecular distinta, de ahí que se hable de masa promedio del polímero.

2.5.1. Polímeros por condensación

Es un proceso de polimerización donde distintas sustancias reaccionan para crear uno o más monómeros, los cuales se unirán entre sí para formar un dímero que, por reacción con otros monómeros o dímeros, dará a lugar el correspondiente polímero.

En cada unión de dos monómeros se pierde una molécula pequeña, por ejemplo, agua. Debido a esto, la masa molecular del polímero no es necesariamente un múltiplo exacto de la masa molecular del monómero.

2.5.2. Polimerización por adición

Es una reacción de adición el proceso de polimerización que se inicia por un radical, un catión o un anión. En este tipo de polimerización la masa molecular del polímero es un múltiplo exacto de la masa molecular del monómero.

En este tipo de polimerización la masa molecular del polímero es un múltiplo exacto de la masa molecular del monómero. Suelen seguir un mecanismo en tres fases, con ruptura homolítica

2.5.3. Propiedades físicas de los polímeros

Estudios de difracción de rayos X sobre muestras de polietileno comercial muestran que este material, constituido por moléculas que pueden contener

desde 1 000 hasta 150 000 grupos CH₂ – CH₂, presentan regiones con un cierto ordenamiento cristalino y otras donde se evidencia un carácter amorfo; a estas últimas se les considera defectos del cristal. En este caso, las fuerzas responsables del ordenamiento cuasicristalino son las llamadas fuerzas de van der Waals. En otros casos (nylon 66) la responsabilidad del ordenamiento recae en los enlaces de H.

La temperatura tiene mucha importancia en relación al comportamiento de los polímeros. A temperaturas más bajas, los polímeros se vuelven más duros y con ciertas características vítreas, debido a la pérdida de movimiento relativo entre las cadenas que forman el material. La temperatura a la que funden las zonas cristalinas se llama temperatura de fusión (T_f). Otra temperatura importante es la de descomposición y es conveniente que sea bastante superior a T_f.

2.5.4. Clasificación de los polímeros según su origen

- Polímeros naturales: existen en la naturaleza muchos polímeros y las biomoléculas que forman los seres vivos son macromoléculas poliméricas. Por ejemplo, las proteínas, los ácidos nucleicos, los polisacáridos (como la celulosa y la quitina), el hule o caucho natural, la lignina, etc.
- Polímeros semisintéticos: se obtienen por transformación de polímeros naturales; por ejemplo, la nitrocelulosa, el caucho vulcanizado, entre otros.

- Polímeros sintéticos: muchos polímeros se obtienen industrialmente a partir de los monómeros; por ejemplo, el nailon, el poliestireno, el policloruro de vinilo (PVC), el polietileno, etc.

2.5.5. Clasificación de los polímeros según su composición química

Se describe la clasificación de los polímeros con base en su composición química.

- Polímeros orgánicos: posee en la cadena principal átomos de carbono.
- Polímeros orgánicos vinílicos: la cadena principal de sus moléculas está formada exclusivamente por átomos de carbono.

Dentro de estos se pueden distinguir:

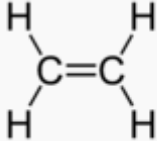
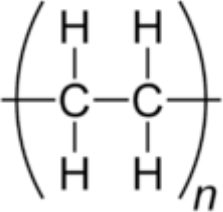
- Poliolefinas, formados mediante la polimerización de olefinas.
- Polímeros estirénicos, que incluyen al estireno entre sus monómeros.
- Polímeros vinílicos halogenados, que incluyen átomos de halógenos (cloro, flúor...) en su composición.
- Polímeros orgánicos no vinílicos. Además de carbono, tienen átomos de oxígeno o nitrógeno en su cadena principal.

2.5.6. Clasificación de los polímeros según sus aplicaciones

Se presenta a continuación con base en las aplicaciones del polímero su clasificación.

- **Elastómeros.** Son materiales con muy bajo módulo de elasticidad y alta extensibilidad; es decir, se deforman mucho al someterlos a un esfuerzo, pero recuperan su forma inicial al eliminar el esfuerzo. En cada ciclo de extensión y contracción los elastómeros absorben energía, una propiedad denominada resiliencia.
- **Adhesivos.** Son sustancias que combinan una alta adhesión y una alta cohesión, lo que les permite unir dos o más cuerpos por contacto superficial.
- **Fibras.** Presentan alto módulo de elasticidad y baja extensibilidad, lo que permite confeccionar tejidos cuyas dimensiones permanecen estables.
- **Plásticos.** Son aquellos polímeros que, ante un esfuerzo suficientemente intenso, se deforman irreversiblemente, no pudiendo volver a su forma original. Hay que resaltar que el término plástico se aplica a veces incorrectamente para referirse a la totalidad de los polímeros.
- **Recubrimientos.** Son sustancias, normalmente líquidas, que se adhieren a la superficie de otros materiales para otorgarles alguna propiedad, por ejemplo resistencia a la abrasión.

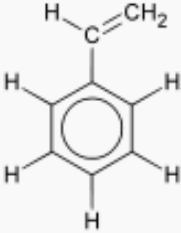
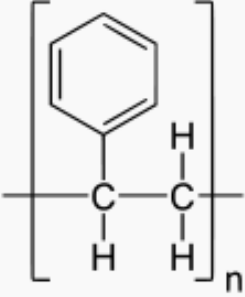
Figura 5. **Nomenclatura de polímeros 1**

	Monómero	UER	Polímero
			
Sistema tradicional	etileno		polietileno
Sistema IUPAC	eteno	metileno	poli (metileno)

Fuente: Enciclopedia Galáctica. *Nomenclatura polímeros*.

laenciclopediagalactica.info/2012/11/07/nomenclatura-de-polimeros/. Consulta: 20 de noviembre de 2016.

Figura 6. **Nomenclatura de polímeros 2**

	Monómero	UER	Polímero
			
Sistema tradicional	estireno		poliestireno
Sistema IUPAC	fenileteno	1-feniletileno	poli(1-feniletileno)

Fuente: Enciclopedia Galáctica. *Nomenclatura polímeros*.

laenciclopediagalactica.info/2012/11/07/nomenclatura-de-polimeros/. Consulta: 20 de noviembre de 2016.

2.6. Composición de los plásticos

Las fibras de madera se distribuyen de forma aleatoria dentro de la matriz de materiales plásticos. El porcentaje de fibras de madera varía en función del producto, desde un 70 %, e incluso porcentaje mayores, hasta llegar a los productos de plástico reciclados que no contienen fibras de madera.

2.6.1. Materiales plásticos

Se pueden utilizar los termoplásticos (que se reblandecen cuando se les aplica calor) o los termoendurecibles (que no se reblandecen con calor una vez que han fraguado). Dentro del grupo de los termoplásticos se encuentran los polietilenos y polipropilenos que se utilizan en multitud de aplicaciones no estructurales, como botellas o contenedores; y en el grupo de los termoendurecibles las resinas estructurales de poliéster y epoxi. Los residuos plásticos se pueden reforzar o aumentar de tamaño con fibras naturales, fibras de vidrio y otros materiales como el caucho.

2.7. Técnicas de moldeo de los plásticos

El moldeo de los plásticos consiste en dar las formas y medidas deseadas a un plástico por medio de un molde. El molde es una pieza hueca en la que se vierte el plástico fundido para que adquiera su forma. Para ello los plásticos se introducen a presión en los moldes.

2.7.1. Técnica del moldeo por soplado

Consiste en aplicar aire a presión contra la lámina de plástico hasta adaptarla al molde. Se emplea para la fabricación de cúpulas o piezas huecas.

Figura 7. **Moldeo por soplado**



Fuente: OSSWALD, Tim. *Moldeo por soplado*.

https://es.wikipedia.org/wiki/Moldeo_por_soplado. Consulta: 20 de noviembre de 2016.

2.7.2. **Técnica del moldeo por compresión**

En este proceso, el plástico en polvo es calentado y comprimido entre las dos partes de un molde mediante la acción de una prensa hidráulica. Este proceso se usa para obtener pequeñas piezas de baquelita como los mangos aislantes del calor de los recipientes y utensilios de cocina.

El moldeo por compresión es el método más difundido para la producción de compuestos de madera y plástico; en esta técnica son utilizadas comúnmente fibras naturales (como virutas) además de la harina de madera.

Es uno de los procesos de transformación de plásticos más antiguo que existe cuyo origen se remonta a principios del siglo XIX, aunque no comenzó a implementarse a escala industrial hasta 1908 cuando Leo Baekeland desarrollo las resinas fenol-formaldehido, que siguen empleándose aún hoy en día.

El moldeo por compresión es un método en el que el material de moldeo (madera y aglutinante), en general precalentado, es colocado en la cavidad del molde abierto. El molde se cierra, se aplica calor y presión para forzar a los materiales a unirse en un solo compuesto y a entrar en contacto con todas las áreas del molde, mientras que el calor y la presión se mantiene hasta que el material de moldeo se ha curado.

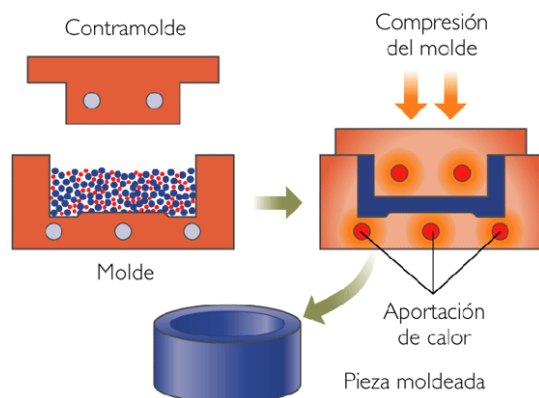
El proceso se emplea en resinas termoestables en un estado parcialmente curado. El moldeo por compresión es un método de alta presión, adecuado para el moldeo de piezas complejas, de alta resistencia con refuerzos de fibra de vidrio. Los compuestos termoplásticos, aunque en menor medida, también pueden ser moldeados por compresión con refuerzos de cintas unidireccionales, tejidos, fibras orientadas al azar o de hilos cortados e ideal para la creación de maderas plásticas pues permite una unión adecuada en los compuestos usados.

La ventaja del moldeo por compresión es su capacidad para moldear piezas grandes, bastante intrincadas o complejas. Además, es uno de los métodos de más bajo costo en comparación con el moldeo por otros métodos, por otra parte, se desperdicia poco material, dándole una ventaja cuando se trabaja con compuestos de altos precios. Sin embargo, el moldeo por compresión a menudo proporciona productos de pobre consistencia y dificultad en el acabado y no es adecuado para algunos tipos de piezas.

En este proceso se produce una menor degradación de la longitud de la fibra en comparación con el moldeo por inyección. El moldeo; de compuestos a granel y el moldeo de lámina compuesta utilizan este método de moldeo, estos compuestos son conformados a la forma del molde por la presión aplicada y se calienta hasta que se produce la reacción de curado. Los materiales pueden ser cargados en el molde, ya sea en forma de pellets o lámina; o el molde se puede cargar desde una extrusora de plastificación. Los materiales se calientan por encima de su punto de fusión, se forman y se enfrían. El material de alimentación se distribuye en forma uniforme en la superficie del molde, la orientación del flujo se produce durante la fase de compresión.

En la creación de maderas plásticas los moldes son cargados con plástico virgen en forma de pellets o reciclados y con fibra de madera en porcentajes variantes de acuerdo a la presión y la temperatura, el calor generado en la compresión fusiona ambos compuestos (aglutinante y fibra) creando así madera plástica.

Figura 8. **Moldeo por compresión**



Tecnología de los plásticos. *Moldeo por compresión.*

<http://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com/>. Consulta: 2 de noviembre de 2016.

2.7.3. Técnica del moldeo por inyección

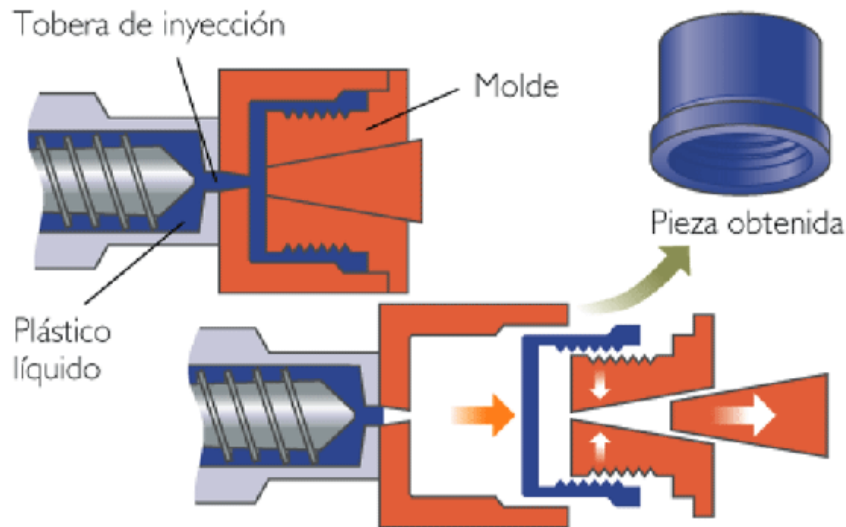
Consiste en introducir el plástico granulado dentro de un cilindro, donde se calienta. En el interior del cilindro hay un tornillo sinfín que actúa de igual manera que el émbolo de una jeringuilla. Cuando el plástico se reblandece lo suficiente, el tornillo sinfín lo inyecta a alta presión en el interior de un molde de acero para darle forma. El molde y el plástico inyectado se enfrían mediante unos canales interiores por los que circula agua. Por su economía y rapidez, el moldeo por inyección resulta muy indicado para la producción de grandes series de piezas. Por este procedimiento se fabrican palanganas, cubos, carcasas, componentes del automóvil.

La inyección de compuestos de madera y plástico obedece, en general, a la misma técnica utilizada en el moldeo por inyección; sin embargo, es necesario tomar en cuenta algunos puntos técnicos importantes como la temperatura de degradación del compuesto, pues temperaturas mayores de 205 °C pueden causar problemas de degradación y temperaturas demasiado bajas impedirían una mezcla adecuada de los materiales.

La temperatura del molde puede mantenerse un poco más elevada que en la inyección tradicional debido a que la madera en el compuesto permite una estabilidad dimensional mejor que el polímero solo, por ello un enfriamiento menos intensivo resulta en un ahorro de tiempo y costos.

El flujo del compuesto en la cavidad del molde ocurre con mayor rapidez cuando la temperatura del molde es alta.

Figura 9. **Moldeo por inyección**



Fuente: HYATT, John. *Moldeo por inyección*.

https://es.wikipedia.org/wiki/Moldeo_por_inyección. Consulta: 25 de noviembre de 2016.

2.8. Usos del plástico

Una de las principales aplicaciones de este tipo de materiales se encuentra en el recubrimiento de superficies que se encuentran a la intemperie, ampliamente utilizados en muelles, terrazas y otras superficies cerca de piscinas o en centros de recreación. Las ventajas inherentes para estas aplicaciones radican en una mayor resistencia a la humedad y a los insectos, unido a un bajo nivel de mantenimiento.

Otro uso común de los plásticos reforzados con madera es en la fabricación de perfiles extruidos. Estos perfiles se pueden utilizar para la fabricación de perfiles para puertas y ventanas, juegos para niños, sillas o para reemplazar los durmientes de las vías férreas. En el caso de la fabricación de perfiles, se ha comenzado a explorar la posibilidad de hacer perfiles espumados

en el interior. Aunque ya algunos fabricantes han implementado este proceso por las ventajas que presenta en el ahorro de costos de materia prima y disminución en peso, todavía es necesario profundizar más en el entendimiento del proceso de manufactura.

Por otra parte, los materiales reforzados con madera han ingresado en el campo de la fabricación de automóviles, desplazando a los plásticos reforzados con fibra de vidrio en la producción de algunas piezas. Esta tendencia comenzó en Europa, donde dichos materiales son usados para fabricar paneles interiores de puertas, espaldares de asientos, apoya-cabezas, guardafangos y bandejas para guardar objetos. La tendencia ha llegado a Estados Unidos, y el impacto ha sido tal, que grandes fabricantes de materiales reforzados con fibra de vidrio. Los compuestos de plástico-madera también son ampliamente utilizados en la fabricación de pellets, plataformas, tacos para calzado y artículos náuticos, etc.

2.9. Reciclaje del plástico

Los plásticos suponen una grave amenaza para el medio ambiente por dos motivos principales: su utilización masiva en todo tipo de productos y su lenta degradación. Se estima que tarda unos 180 años en descomponerse, aunque este periodo varía en función del tipo de plástico. Los plásticos más comunes que se reciclan son el PVC y el PET, el primero mucho más contaminante para el medio ambiente.

El proceso de reciclaje del plástico pasa por varias fases. En primer lugar, se recolecta en industrias o en los contenedores de color amarillo, se limpian con productos químicos, se seleccionan por tipo de plástico y posteriormente se funden para obtener nueva materia prima que puede moldearse de nuevo. Con el reciclaje del plástico se consigue reducir sensiblemente la cantidad de

residuos provocados por botellas, bolsas de plástico o envases de los vertederos.

2.9.1. Reciclaje primario

Consiste en la conversión del desecho plástico en artículos con propiedades físicas y químicas idénticas a las del material original. El reciclaje primario se hace con termoplásticos como PET (polietileno tereftalato), PEAD (polietileno de alta densidad), PEBD (polietileno de baja densidad), PP (polipropileno), PS (poliestireno), y PVC (cloruro de polivinilo).

El proceso del reciclaje primario comienza con una separación, los métodos de separación pueden ser clasificados en separación macro, micro y molecular. La macroseparación se hace sobre el producto completo usando el reconocimiento óptico del color o la forma. La microseparación puede hacerse por una propiedad física específica: tamaño, peso, densidad, etc. Por medio de un proceso industrial, el plástico se muele y convierte en gránulos parecidos a las hojuelas del cereal. Los plásticos granulados están generalmente contaminados con comida, papel, piedras, polvo, pegamento, de ahí que deben limpiarse primero. Para esto, el plástico granulado debe fundirse y pasarse a través de un tubo delgado para tomar la forma de spaghetti al enfriarse en un baño de agua. Una vez frío es cortado en pedacitos llamados pellets.

2.9.2. Reciclaje secundario

En este tipo de reciclaje el plástico es convertido en artículos con propiedades que son inferiores a las del polímero original. Ejemplos de estos plásticos recuperados por esta forma son los termoestables o plásticos contaminados. Este proceso elimina la necesidad de separar y limpiar los

plásticos; en vez de esto, se mezclan incluyendo tapas de aluminio, papel, polvo, etc., se muelen y funden juntas dentro de un extrusor. Los plásticos pasan por un tubo con una gran abertura hacia un baño de agua y luego son cortados a varias longitudes según de las especificaciones del cliente.

2.9.3. Reciclaje terciario

Este tipo de reciclaje degrada el polímero a compuestos químicos básicos y combustibles. Es diferente a los dos primeros porque involucra, además de un cambio físico, un cambio químico. Hoy en día el reciclaje primario cuenta con dos métodos principales: pirolisis y gasificación. En el primero se recuperan las materias primas de los plásticos de manera que se puedan rehacer polímeros puros con mejores propiedades y menos contaminación. En el segundo, por medio del calentamiento de los plásticos, se obtiene gas que puede ser usado para producir electricidad, metanol o amoníaco.

2.9.4. Reciclaje cuaternario

Consiste en el calentamiento del plástico con el objeto de usar la energía térmica liberada de este proceso para llevar a cabo otros procesos; es decir, el plástico es usado como combustible para reciclar energía. Las ventajas: mucho menos espacio ocupado en los rellenos sanitarios, la recuperación de metales y el manejo de diferentes cantidades de desechos. Sin embargo, una desventaja es la generación de contaminantes gaseosos.

2.10. Madera

El porcentaje de madera, tanto en forma de polvo como de fibras cortas (inferiores a 5 mm), varía normalmente desde el 50 % hasta el 80 %. La harina

de madera se utiliza para dar cuerpo al producto, pero tiene una misión diferente al de las cargas que se utilizan en los adhesivos ya que en este caso su misión es de armado. Se desaconseja la utilización de polvo de madera o de otros materiales por el riesgo de explosión.

2.11. Aditivos

Los aditivos más frecuentes son los lubricantes, retardadores del fuego, productos que mejoran la unión madera - plástico, estabilizadores de rayos ultravioleta, pigmentos. La mezcla de materias primas se puede realizar por lotes o por procesos continuos y se fuerza su paso por una laminadora o por una extrusora o para inyectarse en los moldes correspondientes. La gran mayoría de los productos de madera y plástico son perfiles extruidos, macizos o huecos.

Tabla V. **Aditivos y sus usos**

Relleno/refuerzos	Usos
Alúminatrihidratada	Dilatador; retardante de flama; supresor de humo.
Sulfato de barrio	Se emplea como relleno y como pigmento blanco; aumenta la densidad relativa, la resistencia a la fricción y la resistencia química.
Fibras de boro	Gran resistencia a la tensión y capacidad para soportar cargas de compresión.
Carbonato de calico	Dilatador, pigmento o relleno de uso más extendido para plásticos.
Sulfato de calico	Dilatador y mejora las propiedades físicas aumentando la resistencia al impacto, tensión y a la compresión.
Negro de humo	Relleno es usado como pigmento y agente antiestático o auxiliar para formar enlaces transversales.
Fibras de carbono/graffito	Refuerzo y resistencia mecánica de baja densidad.
Fibrascerámicas	Refuerzo; resistencia a temperaturas muy altas.
Feldespatos y sienitanefelina	Relleno de especialidad, fácil de mojar y dispersar; permite tener transparencia y traslucidez; resistencia química y a la intemperie.

Continuación de la tabla V.

Refuerzo de vidrio (fibra, tela, etc.)	Refuerzo de mayor volumen; gran resistencia mecánica, estabilidad dimensional, resistencia al calor, resistencia química.
Caolín	Dilatador/pigmento se usa principalmente en alambre y cables, SMC y BMC, pisos de vinilos.
Rellenos metálicos, filamentos	Se usan para impartir conductividad (térmica y eléctrica) o propiedades magnéticas, o para reducir la fricción.
Mica	Refuerzo en hojuelas; mejora las propiedades dieléctricas, térmicas y mecánicas.
Microesferas, huecas	Reduce el peso de los sistemas de plástico; mejora la rigidez y la resistencia al impacto.
Microesferas, solidas	Mejora las propiedades de flujo y la distribución de esfuerzos.
Fibras poliméricas	Refuerzo ligero.
Sílice	Rellenos/dilatadores/refuerzos; espesa los sistemas líquidos y los toma tixotrópicos; ayuda a evitar el deslaminado con PVC, pues actúa como agente aplanador.
Talco	Dilatadores/refuerzos/rellenos; mayor rigidez, resistencia a la tensión y resistencia a la termofluencia.
Wollastonita	Se puede agregar en gran proporción; mejora la resistencia mecánica, reduce la absorción de humedad, aumenta la estabilidad térmica y dimensional, mejora las propiedades eléctricas.

Fuente: Tecnología de los plásticos. *Características*. <http://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com/>. Consulta: 2 de noviembre de 2016.

2.12. Propiedades y características de la madera plástica

Las propiedades a evaluar dependen de su uso en exterior o en interior, pero todavía no existe norma de especificaciones; aunque las principales propiedades a comprobar son las siguientes:

- Físicas: densidad, contenido de humedad.
- Mecánicas: resistencia al impacto, tracción.
- Durabilidad: envejecimiento artificial, hinchazón y absorción.

- Térmicas: dilatación lineal, conductividad térmica, acción del calor. Fuego: límite de oxígeno, reacción al fuego.

2.12.1. Propiedades mecánicas

Los productos de madera-plástico son menos rígidos que la madera, su resistencia también es menor; se deforman cuando están sometidos a cargas; se reblandecen bajo la acción del calor y son quebradizos a bajas temperaturas. Su resistencia a la tracción y a la compresión es similar a la de la madera de coníferas, pero en la mayoría de las aplicaciones estas propiedades no son relevantes. En aquellas aplicaciones que requieran una mayor rigidez, por ejemplo, en los suelos de terrazas exteriores, la solución es aumentar su sección transversal o su espesor o reducir la distancia entre apoyos.

2.12.2. Estabilidad dimensional

Aunque no se producen alabeos y la absorción de humedad es inferior a la de la madera maciza, en cualquier caso, es necesario dejar juntas para absorber los cambios dimensionales originados por sus mayores coeficientes de dilatación (parecidos a los del aluminio).

2.12.3. Durabilidad y envejecimiento

La acción del sol tiende a oscurecerla por lo cual suele ser de color gris claro. Tiene elevadas resistencias frente al ataque de hongos, insectos xilófagos de ciclo larvario, termitas y xilófagos marinos. Algunos productos incorporan protectores para prevenir la aparición de mohos y el crecimiento de hongos aunque en los primeros prototipos para suelos se producían pudriciones

cubicas, pudriciones blandas, fendas, deshilachados y meteorizaciones. Posteriormente, se perfeccionaron los productos en este sentido.

2.12.4. Otras propiedades

Su resistencia al deslizamiento es mayor que la de la madera natural; en ocasiones se pueden producir descargas de electricidad estática y una gran ventaja de la madera plástica es que se puede reciclar.

Están considerados como productos compuestos ecológicos. Son más caros que la madera natural y tratada, pero al considerar su ciclo de vida y su ausencia de mantenimiento su coste final presenta ciertas ventajas.

2.13. ¿Qué es el bambú?

Es una planta de la familia de las gramíneas (Poaceae). Algunos son herbáceos y otros leñosos y desarrollan varios culmos (cañas o tallos) al año, con alturas que va de 1 a 60 m de altura y un diámetro de hasta 30 cm cerca de la base. Casi todos son erectos, aunque algunas especies tienen tallos flexionados en las puntas. Unos crecen en forma aglutinada, formando espesuras impenetrables y otros en forma lineal. En el planeta existen 1 200 especies y 90 géneros de bambú, distribuidas en los cinco continentes; se asocian principalmente en áreas tropicales y subtropicales; solamente en Europa no existen especies nativas. Los diferentes tipos de bambú se agrupan en cuatro géneros principales: Arundinaria, Bambusa, Phyllostachy y Sasa.

En América se tienen identificadas 345 especies, distribuidas desde el sur de Estados Unidos, pasando por México, a lo largo y ancho de Centroamérica, en las Islas del Caribe y en América del Sur hasta el sur de Chile.

Figura 10. **Morfología del bambú**



Fuente: CARRIAZA, Leopoldo. *Bambuterra*. <https://www.bambuterra.com.mx/taller-de-bahareque/>. Consulta: 25 de noviembre de 2016.

El bambú es una de las plantas más sorprendentes de la naturaleza; se conoce como la planta mil usos, pues a partir de este se obtiene alimento, ropa, material para construcción, celulosa para papel y medicinas. Igual que otras plantas, protege el suelo y captura bióxido de carbono.

Figura 11. **Características mecánicas del bambú**

MATERIAL	RESISTENCIA DE DISEÑO (R), (kg, cm ²)	MASA POR VOLUMEN (M), (kg, m ³)	RELACIÓN DE RESISTENCIA (R/M)	MÓDULO DE ELASTICIDAD E→kg, cm ²	RELACIÓN DE RIGIDEZ (E/M)
CONCRETO	82	2400	0.032	127400	53
ACERO	1630	7800	0.209	2140000	274
MADERA	76	600	0.127	112000	187
BAMBÚ	102	600	0.170	203900	340

Fuente: CARRIAZA, Leopoldo. *Bambuterra*. <https://www.bambuterra.com.mx/taller-de-bahareque/>. Consulta: 25 de noviembre de 2016.

Hasta hace pocos años se consideraba a Asia como la cuna de la utilización del bambú, pero investigaciones arqueológicas recientes demuestran que en Argentina, Ecuador y Colombia ya se usaban desde el plioceno temprano y ha sido utilizado ampliamente durante el desarrollo humano. Sin embargo, principalmente en China es donde ha alcanzado gran importancia, pues ahí se ha podido combinar la producción artesanal con los procesos industriales que incluyen la producción de alimentos, laminados, aglomerados, refrescos, papel, carbón y mobiliario, entre otros productos. En el mundo se han registrado cerca de 1 048 usos diferentes para el bambú.

2.14. **La fibra de bambú**

El bambú presenta algunas particularidades que lo hacen único, ya que crece y se regenera con gran facilidad sin necesidad de recibir ayuda química alguna como abonos o pesticidas al ser naturalmente resistente a pestes y plagas, además de requerir poca cantidad de agua para su formidable desarrollo: alcanza su altura máxima en solo 3 meses y su madurez en 3 ó 4 años. Además, una hectárea de bambú produce 10 veces más fibra que el

algodón. Los brotes de bambú se trituran en origen hasta formar una pasta muy homogénea, la cual es posteriormente tratada para transformarla en fibras.

2.15. Tejas

Las tejas son elementos de cobertura que presentan distintos perfiles y encajan con solapes longitudinales y transversales, a través de unos canales de ensamble. Sus formas geométricas, a modo de onda, facilitan la evacuación del agua; de hecho, este es un criterio muy importante a tener en cuenta, independientemente del material del que estén fabricadas. Su diseño debe permitir una óptima circulación del agua para evitar estancamientos y, por tanto, efectos secundarios. Además, las tejas poseen una amplia línea de permeabilidad, lo que resulta muy importante a la hora de impedir el flujo de agua y aire al interior de la estructura. Los materiales para hacer las tejas han ido evolucionando con el tiempo (arcilla, hormigón, plástico, etc.); sin embargo, el diseño básico ha permanecido casi inalterable.

2.15.1. Clasificación de la teja por su forma

Se Indica la clasificación de tejas por su forma para uso comercial.

2.15.1.1. Teja romana

Tiene la pieza canal plana, con los bordes laterales levantados y la cobija curva. Se fabricaban de piedra y de alfarería.

Figura 12. **Teja romana**



Fuente: AVGUSTINIK, Alejandro. *Teja romana*. https://es.wikipedia.org/wiki/Teja_romana.
Consulta: 30 de noviembre de 2016.

2.15.1.2. **Teja árabe**

Con una sola pieza, con la forma un tronco de cono, cortado por la mitad longitudinalmente como las cobijas romanas. Tiene la gran ventaja sobre todas las demás de que con esa pieza se resuelven todos los problemas de una cubierta: canales, cobijas, cumbres y limas. Aunque se denomine teja árabe, por su uso extensivo por los árabes en la península ibérica, su origen es romano.

Figura 13. **Teja árabe**



Fuente: AVGUSTINIK, Alejandro. *Teja árabe*. https://es.wikipedia.org/wiki/Teja_árabe. Consulta:
30 de noviembre de 2016.

2.15.1.3. Teja plana

De forma más compleja, dispone de acanaladuras y resaltes para su encaje y solape, que solamente fue posible cuando se pudieron fabricar por moldeo, bien de alfarería, bien de mortero de cemento. Necesita piezas especiales para resolver las limas.

Figura 14. Teja plana



Fuente: AVGUSTINIK, Alejandro. *Teja plana*. https://es.wikipedia.org/wiki/Teja_plana. Consulta: 30 de noviembre de 2016.

2.15.1.4. Teja mixta

También llamada teja belga, que tiene la canal y la cobija, juntas en una pieza, lo que da apariencia similar a la árabe o a la romana, ésta cuando la

canal formada por una parte plana con solape en el borde. Como la anterior, requiere piezas especiales para resolver las limas.

Figura 15. **Teja mixta**



Fuente: MARTÍNEZ GLERA, Enrique. *Teja mixta*. <https://es.wikipedia.org/wiki/Teja>. Consulta: 2 de diciembre de 2016.

2.15.2. Clasificación de las tejas por su composición

Se indican los elementos de fabricación de las tejas.

2.15.3. Teja de alfarería

Es un material de construcción muy empleado en muchas regiones como protección de la parte superior de las construcciones frente a la lluvia. Por estar sometidas a los elementos, recibéndolos de plano, quizá fuera la primera pieza de construcción que se empleó cocida, mientras que las paredes podían hacerse de barro sin cocer, de adobe o de tapial. Las características principales de las tejas elaboradas con arcilla cocida son su durabilidad, bajo costo y escaso mantenimiento.

2.15.4. Teja de cerámica

La teja cerámica vieja es más apreciada que la nueva porque, con el tiempo, los poros naturales de la cerámica se colmatan y se vuelven más impermeables. Por otro lado, la teja vieja se supone que ha sufrido muchos ciclos de helada (muchos inviernos) y la que no se ha roto ofrece garantía de que se romperá.

2.15.5. Teja de cemento

Actualmente, se hacen tejas de mortero de cemento, fraguado en moldes. Existen de todas las formas anteriores, aunque precisamente es rara la de tipo árabe y, en general, suelen fabricarse de tipo mixto, con canal y cobija en una sola pieza. Sobre las cerámicas tienen la ventaja de ser más resistentes, y más económicas. También, tienen la posibilidad de que se fabrican de cualquier color y al no tener encastre superior son más fáciles de colocar.

2.15.6. Teja plástica

Aísla el calor, variedad de colores, fácil de instalar, termoacústica, no se herrumbra, no se corroe. Dos tipos primordiales: tapa de cumbrera y tapa canoas.

3. ESTUDIO DE MERCADO

3.1. El producto en el mercado

Para dar inicio al estudio y posterior análisis de la promoción de productos, es necesario establecer las condiciones actuales del proceso y los factores que intervienen.

Se tuvo una serie de reuniones con el personal involucrado en el proceso de producción y venta para determinar la forma como se está comercializando en el mercado.

El análisis FODA tiene como objetivo identificar y analizar las fuerzas y debilidades de la institución u organización; también, las oportunidades y amenazas que presenta la información que se ha recolectado. Se utilizará para desarrollar un plan que tome en consideración muchos y diferentes factores internos y externos para así maximizar el potencial de las fuerzas y oportunidades minimizando el impacto de las debilidades y amenazas.

Se presenta el resultado del análisis interno y externo de la empresa en estudio.

Figura 16. **Matriz FODA**

	OPORTUNIDADES			AMENAZAS		
	Oportunidad de incursionar en nuevos mercados	Precios mas bajos	Interés de consumidores en uso de productos que protejan al medio ambiente	Precios y promociones de la competencia	Marcas extranjeras de tejas	Impuestos nuevos por parte del gobierno
FORTALEZAS						
Productos reciclados amigables con el medio ambiente	Ofertar e ingresar a nuevos mercados como ofrecer precios por ventas al mayor			Llegar a ser el mayor distribuidor de tejas ecológicas		
Instalaciones adecuadas para el almacenaje y comercialización de productos	Manejar una buena estrategia de precio para el sector industrial			Incursionar en la utilización de materiales reciclajes para fabricación de productos sustitutos		
Buena ubicación para el desarrollo logístico	Manejar estrategias de acceso a los mercados justos			Ofrecer nuevos productos		
DEBILIDADES						
Mejorar tecnología	Cambiar las estrategias de mercadeo			Implemenatar un sistema de logística inversa para reducir costos		
Poca atención al cliente	Contar con un centro de call center para atención al cliente			Evaluación de la satisfacción del cliente durante la venta y pos venta		
Publicidad	Contar con publicidad en medios escritos, revistas del sector industrial			Ofrecer promociones por ventas al por mayor		

Fuente: elaboración propia.

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

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

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

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

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

Las fortalezas evaden el efecto negativo de las amenazas.

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

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

Continuación de la tabla VI.

Se superan las debilidades tomando ventaja de las oportunidades.

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

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

Las debilidades intensifican notablemente el efecto negativo de las amenazas.

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

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

SÍNTESIS DE RESULTADOS

Relaciones	Tipología de estrategia	Puntuación	Descripción
FO	Estrategia ofensiva	56	Deberá adoptar estrategias de crecimiento.
AF	Estrategia defensiva	55	La empresa está preparada para enfrentarse a las amenazas.

Continuación de la tabla VI.

AD	Estrategia de supervivencia	52	Se enfrenta a amenazas externas sin las fortalezas necesarias para luchar con la competencia.
OD	Estrategia de reorientación	50	La empresa no puede aprovechar las oportunidades porque carece de preparación adecuada.

Fuente: elaboración propia.

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

- Determinación del segmento y muestra

Se describe el segmento por perfil del estudio.

- Perfil demográfico

El perfil demográfico para la comercialización de tejas elaboradas a partir de fibras naturales está enfocado al sector de la construcción, decoración.

- Perfil psicográfico

El comprador está catalogado como la persona con un proyecto de remodelación, ampliación, construcción, casas, edificios, bodegas, clínicas médicas, colegio, escuelas, centros deportivos, gimnasios, tiendas de conveniencia, entre otros.

- Perfil de comportamiento

Los clientes compran tejas para la decoración y protección del sol, lluvia, polvo en sus proyectos habitacionales o industriales.

- Perfil geográfico

El perfil geográfico del estudio se contempla en toda la República de Guatemala.

- Técnicas de investigación

Existen diferentes técnicas de investigación para la recopilación de la información del trabajo de campo, a continuación, se presentan.

- Descripción

Se utilizará el método descriptivo que utilizará para identificar la situación actual de la empresa para el proceso de mercado y ventas y su expansión a mercados sustitutos.

- Uso

El uso del método descriptivo se hará para caracterizar las variables: como indicadores de ventas, devoluciones, mercadería en tránsito.

- Forma de aplicación

La aplicación del método consiste en observar el comportamiento del entorno; en este caso se analizará el proceso de mercadeo y ventas.

- Instrumento utilizado

Para la recopilación de la información se realizarán entrevistas estructuradas y no estructuradas, encuestas al personal encargado del mercadeo y ventas, clientes.

- Resultados de la investigación

Se buscan obtener las causas asignables ante la disminución de ventas, reclamos por parte de los clientes y distribuidores y la rotación de inventarios en bodega.

- Análisis de oferta y demanda

Oferta: A nivel de la ciudad de Guatemala existen empresas dedicadas a la importación y comercialización de productos de construcción.

Sin embargo, a nivel de la competencia son pocas las empresas que ofrecen productos fabricados de reciclaje que son amigables con el medio ambiente.

Tabla VII. **Análisis de la competencia**

Variable de comparación	Empresa en estudio	Empresas comerciales en competencia
Productos y/o servicios	Tejas a base de fibras naturales	Comercialización de tejas de barro y plástico
Precio	Precio promedio	Precio promedio
Tiempo en el mercado	Un año en funcionamiento	Veinte años de servicio
Ubicación	Fácil acceso	Posee agencias de servicios en el país
Canales de distribución	Directo	Directo
Publicidad	Página web, redes sociales	Página web, redes sociales

Fuente: elaboración propia.

- Matriz de perfil competitivo

Se presenta la matriz del perfil competitivo de la empresa en estudio.

Tabla VIII. **Matriz del perfil competitivo**

Factores críticos para el éxito	Compañía muestras			Competidor 1		Competir 2	
	Peso	Calificación	Peso ponderado	Calificación	Peso ponderado	Calificación	Peso ponderado
Participación en el mercado	0,20	3	0,6	3	0,6	3	0,6
Competitividad en precio	0,02	2	0,04	2	0,04	3	0,06
Posición financiera	0,40	2	0,8	2	0,8	2	0,8
Calidad del producto	0,10	4	0,4	2	0,2	2	0,2
Lealtad del cliente	0,10	4	0,4	2	0,2	2	0,2
Total	1		2,24		1,84		1,86

Fuente: elaboración propia.

- Estrategias de mercadeo

Se presentan las estrategias de mercadeo.

Tabla IX. **Estrategias de mercadeo**

Estrategia de calidad								
Evento	Desarrollo	Responsabilidad		Recursos			Tiempo	Informe de seguimiento
		Primer nivel	Soporte	Financiero	Humano	Tecnológico		
Implementación de Norma ISO 9000	Contrato de una empresa consultora para evaluación y certificación	Gerente administrativo	Empresa consultora	Q 50 000,00	6 personas	Computadoras	2 meses	Gerencia administrativa
Desarrollo de página web y redes sociales	Publicidad de ofertas y nuevos ingresos de productos	Gerente administrativo	Departamento de informatica		Personal de desarrollo web	Computadoras, internet	2 semanas	Gerencia administrativa
Servio de atención al cliente	Uso de call center y comentarios por medio de redes sociales	Gerente administrativo	Departamento de informatica		Personal de desarrollo web	Computadoras, internet	2 semanas	Gerencia administrativa

Fuente: elaboración propia.

- Estrategias de mercadotecnia: para ofertar el nuevo producto se recurrirá a estrategias dirigidas a los compradores finales y clientes comerciales.
 - De promoción, por medio de bifolios atractivos que presenten los productos, la descripción de las ventajas y beneficios de su uso. Serán distribuidos en puntos clave: supermercados, clínicas médicas, restaurantes y amas de casa.
 - Estimular a los consumidores por medio de presentaciones de los beneficios del producto y su forma de uso.

- Ubicar un kiosco en el área de influencia: parques, mercados, plazas, donde se distribuirá información de la marca y los beneficios de utilizar tejas elaboradas a partir de fibras naturales.
- Canal de distribución: otro elemento importante es contar con alianzas con cadenas de ferreterías y empresas distribuidoras de materiales de construcción.

Ya que estos cuentan con capacidad de almacenaje y distribución mucho mayor, se llega con mucha más facilidad a más puntos de venta. Esto se podría realizar a través de implementar estrategias como:

- Ofrecer premios especiales por volúmenes de ventas alcanzados, capacitar a su fuerza de venta, brindar información del mercado, proporcionar material publicitario y exhibidores.
- Mejorar y otorgar a mayoristas cuyo récord crediticio y de pago sea excelente cuyo periodo de pago podría ser extendido de 30 a 60 o 90 días.
- Incentivar las compras al por mayor, por medio de rebajas o producto extra.
- Disponer el producto al mercado en general y no a un mercado exclusivo ya que cualquier persona puede hacer usarlo.
- Propuestas de promociones incentivo: deben ir encaminadas a motivar la compra en el consumidor final, pero esto requiere que los diversos canales de distribución empleados por parte de la organización, se

encuentren integrados de tal manera que cada una de las partes se encuentre involucrada en alcanzar las metas y los objetivos trazados por la organización. Para ello ha sido propuesto promover e implementar incentivos como:

- Mejorar las condiciones de cobros y pagos a distribuidores
- Ventas personales en los puntos de distribución
- Premios
- Ofertas

3.1.1. Definición del producto

La teja es una pieza con la que se forman cubiertas en los edificios para recibir y canalizar el agua de lluvia, la nieve o el granizo. Hay otros modos de formar las cubiertas, pero cuando se hacen con tejas reciben el nombre de tejados.

La forma de las piezas y los materiales de elaboración son muy variables: las formas pueden ser regulares o irregulares, planas o curvas, lisas o con acanaladuras y salientes; respecto a los materiales pueden ser cerámicas (elaborada con barro cocido), hidráulicas (elaboradas con mortero de cemento), plásticas y bituminosas (fabricadas con polímeros plásticos derivados del petróleo u otra materia prima), de madera, de piedra (como la pizarra).

En cuanto a la cerámica, es fama que son mejores las viejas y esto se debe a que las nuevas tienen mucha más permeabilidad y en la parte inferior pueden formarse condensaciones del agua transpirada que forman una gotera, mientras que las viejas tienen los poros colmatados por polvo y musgos.

Un tejado tiene dos piezas fundamentales: la teja canal (abreviadamente: la canal), que recoge las aguas de lluvia, llevándolas fuera del perímetro de la construcción; y la pieza o teja cobija (abreviadamente: la cobija) que tapa la junta entre las canales.

Las tejas de plástico representan una gran alternativa a los muchos otros materiales de construcción disponibles en la actualidad. Son de apariencia similar a la teja tradicional de arcilla, pero se fabrica con nueva tecnología, utilizando materiales de calidad para una mayor duración y un mejor aspecto y durabilidad a los techos.

Las tejas de plástico poseen innumerables ventajas comparativas contra materiales tradicionales como las tejas de barro o las tejas metálicas, ya que todos estos requieren de un mantenimiento constante que incluso genera el tener que reemplazar un alto porcentaje de las mismas para mantener su apariencia y su función en buen estado. La teja plástica surge como una necesidad de embellecer un tejado pero sin los problemas del pasado.

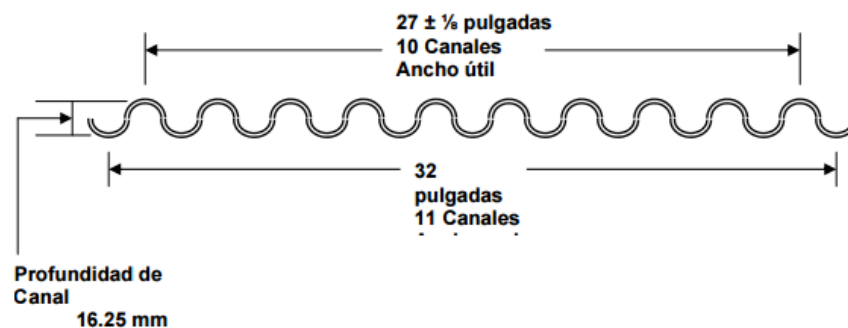
Se pueden utilizar en diversos estilos arquitectónicos, al tener diferentes opciones de color y acabado. Este tipo de tejas es recomendable para techados residenciales, terrazas y establecimientos comerciales.

3.1.2. Productos sustitutos o similares

En Guatemala, existen diferentes opciones para el cubrimiento de techos: lámina corrugada (acanalada) galvanizada se utiliza principalmente en construcciones de bodegas, viviendas, etc. Se producen diferentes calibres y medidas, lo cual se clasifica como lámina legítima o milimétrica.

Las longitudes en las que se presenta la lámina corrugada galvanizada son de 6, 7, 8, 9, 10 y 12 pies. El ancho real es de 32 pulgadas y el ancho útil de 27 pulgadas. La profundidad del canal de lámina es de un promedio aproximado de 16,25 milímetros.

Figura 17. **Especificaciones promedio de lámina corrugada galvanizada**



Fuente: Acero red. *Lámina corrugada*. www.acerored.com/acanalados-ternium.aspx. Consulta: 22 de diciembre de 2016.

3.1.3. Productos complementarios

Los productos complementarios para la instalación de tejas fabricadas de plásticos son: las costaneras de metal o madera, tornillos y pintura para revestimiento.

3.2. Mercado objetivo

Se presenta el mercado objetivo del estudio del uso de tejas elaboradas a partir de fibras naturales de bambú y polietileno de baja densidad de reciclado primario

3.2.1. Segmentación del mercado

El mercado objetivo para el uso de tejas de polietileno está enfocado al sector de la construcción el cual durante el año 2016, según la Cámara Guatemalteca de la Construcción, la inversión pública según el porcentaje del PIB nacional fue 1,2 %; se emitieron un total de 7 264 licencias en el área metropolitana.

3.2.2. Tasa de crecimiento poblacional

El Instituto Nacional de Estadística-(INE) realiza proyecciones de diferentes índices; en el caso del crecimiento poblacional el cálculo corresponde al cociente entre el incremento medio anual total de una población (nacimientos menos defunciones, más inmigrantes menos emigrantes), observado durante un período determinado en el numerador y la cantidad total de la población en el denominador. Se multiplica el cociente por 100.

Tabla X. **Tasa de crecimiento poblacional nacional**

Año	% de crecimiento
2008	2,50
2009	2,48
2010	2,46
2011	2,45
2012	2,44
2013	2,42
2014	2,39
2015	2,34

Fuente: elaboración propia.

Tabla XI. **Proyección de población**

Años	Total República
2008	13 677,815
2009	14 017,057
2010	14 361,666
2011	14 713,763
2012	15 073,375
2013	15 438,384
2014	15 806,675
2015	16 176,133
2016	16 456,340
2017	17 334,789

Fuente: elaboración propia.

Según el INE, la proyección de población para el 2017 es de 17 334 789 habitantes total en la república.

3.2.3. Ingresos de la población

Según los indicadores económicos del Instituto Nacional de Estadística (INE) el indicador económico basado en el sector de empleo por ingreso mensual promedio por característica seleccionada, una persona laboralmente activa tiene un ingreso de Q 2 131,00 al mes; este indicador establece que las personas obtienen más de ese valor monetario al mes.

A continuación, se presenta la ficha técnica y el resultado del análisis efectuado por el INE.

Tabla XII. **Ficha técnica para el ingreso laboral mensual promedio**

Nombre	Ingreso laboral mensual promedio por sexo, etnicidad, grupos de edad y área.
Descripción	Representa el ingreso laboral mensual promedio de la población de 15 años o más según sexo, etnicidad, grupos de edad y área.
Unidad de medida	Quetzales.
Fuente de información	Encuestas nacionales de empleo e ingreso -ENEI- 2002, 2003, 2004, 2010, 2011 y 2012.
Metodología de cálculo	Ingreso total de las personas en cada categoría analizada dividido en el total de personas que perciben dichos ingresos.
Nota	Los ingresos laborales incluyen salarios y ganancias del primer empleo.

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIII. **Resultado del análisis efectuado por el (INE)**

Año	Total
2002	1 216
2003	1 424
2004	1 205
2010	1 680
2011	1 685
2012	1 734
1 2013	1 917
2 2013	1 893
1 2014	2 083
2 2014	2 207
1 2015	2 112
2 2015	2 055
1 2016	2 131

Fuente: elaboración propia.

3.3. Comportamiento de la demanda

Según datos de la Cámara Guatemalteca de la Construcción, en el año 2016 se tuvo un incremento en la demanda de materiales de construcción y accesorios, dado que se emitieron un total de 7 264 licencias en el área metropolitana.

3.4. Comportamiento de la oferta

En Guatemala, actualmente, hay pocas empresas dedicadas a la producción de madera plástica en el caso de las tejas; se fabrican para un sector comercial: casas, apartamentos, decoraciones para bodegas, plantas de producción en las áreas que necesitan tener un espacio de reunión.

3.5. Comportamiento de los precios

Los precios en el mercado están desde Q. 70 hasta Q. 210 una teja decorada con revestimientos.

3.6. Comercialización

La comercialización de tejas se realizará de dos maneras: el cliente podrá acercarse a la planta de producción; o bien, hacer sus pedidos por teléfono. La venta de los productos mencionados puede ser al detalle, o ventas al por mayor.

Cuando el cliente haga un pedido, el precio del producto podrá variar, especialmente, si el comprador no cuenta con el transporte; en tal caso, este se le cargará al precio de venta del producto adquirido. Por otro lado, la demanda

de tejas es más específica, ya que, por lo general, este producto es utilizado como cubierta de viviendas, considerando pues, que para techar una casa con este material se necesitarán alrededor de 1 000 a 1 100 tejas.

3.6.1. Plan de comercialización

Se describe el plan de comercialización para el producto en estudio.

Tabla XIV. Plan de comercialización

Actividades	Responsable
<ul style="list-style-type: none"> • Producto <ul style="list-style-type: none"> ○ <i>Marketing one to one</i> ○ Creación de <i>web site</i> 	Gerente general y gerente de ventas
<ul style="list-style-type: none"> • Precio <ul style="list-style-type: none"> ○ Establecer los precios del producto teniendo en cuenta los precios que maneja la competencia. ○ Margen de utilidad del 33 %. ○ Tener políticas de cobro. 	Gerente general y gerente de ventas
<ul style="list-style-type: none"> • Distribución <ul style="list-style-type: none"> ○ Mantener los canales de distribución actuales, directo de la empresa y ventas por comisión. ○ Contratación de vendedores especializados. ○ Establecer alianzas con empresas del sector de transporte de carga, como estrategia de reducción en el precio de los fletes. 	Gerente general y gerente de ventas
<ul style="list-style-type: none"> • Promoción <ul style="list-style-type: none"> ○ Implementar la publicidad institucional. ○ Desarrollar el <i>web site</i> de organización de eventos sociales con clientes internos y externos de la empresa. Mantener descuentos por volumen de compra. 	Gerente general y gerente de ventas

Fuente: elaboración propia.

4. ESTUDIO TÉCNICO

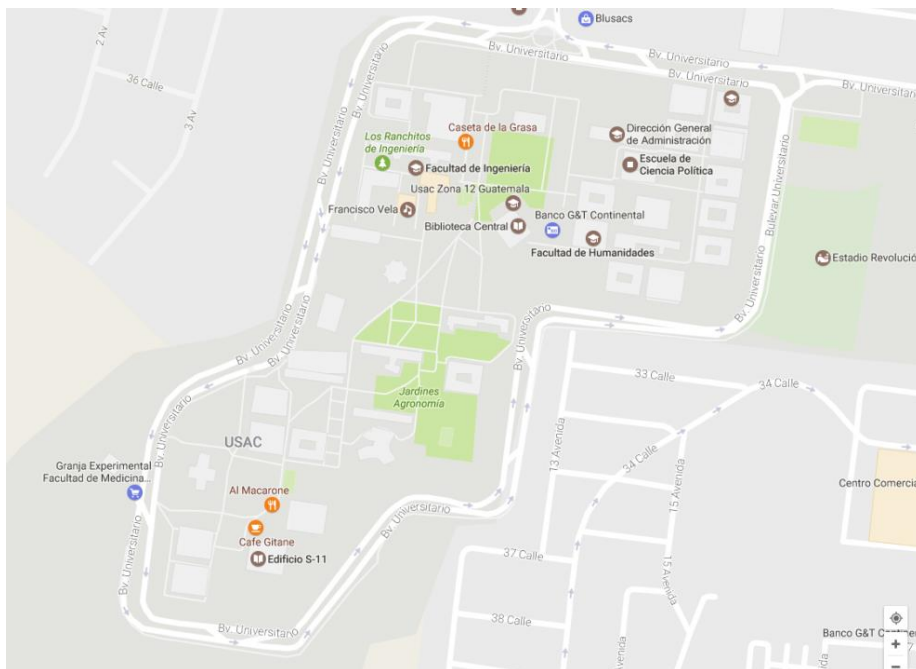
4.1. Tamaño

Se describe el estudio técnico para la localización del proyecto en estudio.

4.1.1. Macrolocalización

El proyecto se realizará en la Universidad de San Carlos de Guatemala, ubicada en la zona 12 de la ciudad capital.

Figura 18. Ubicación de la Universidad de San Carlos de Guatemala

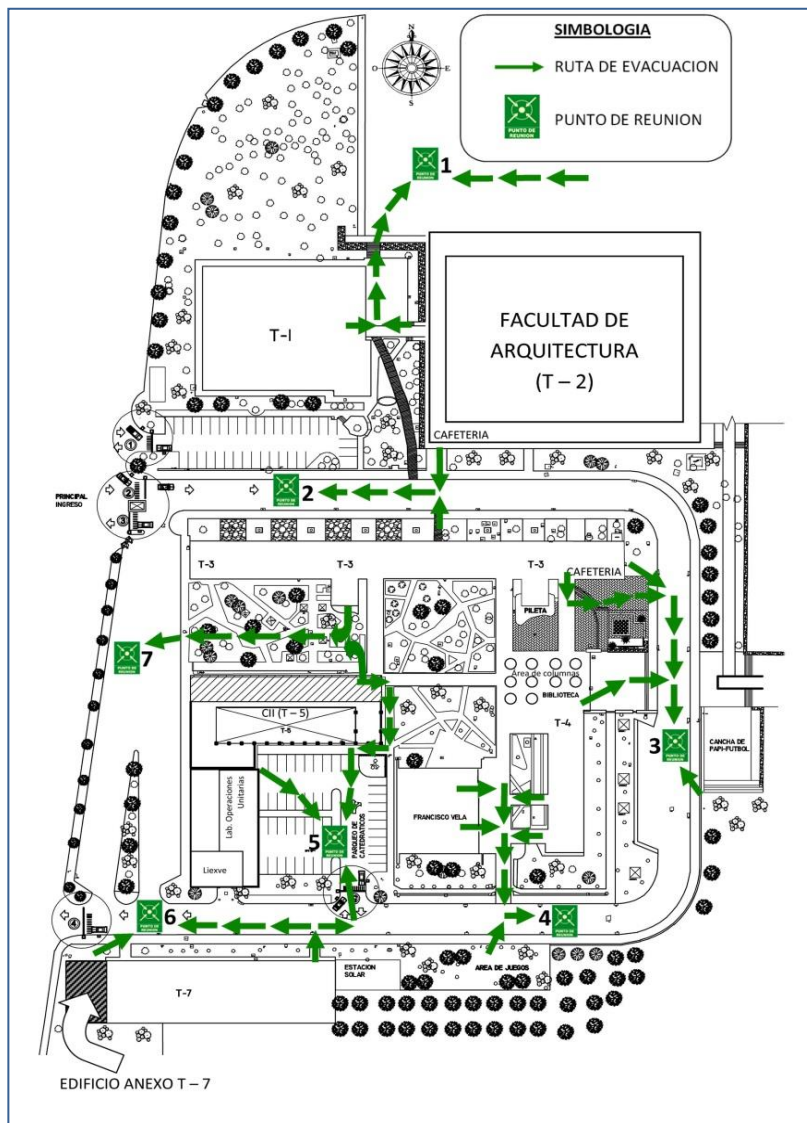


Fuente: Google Earth. <https://www.google.com/intl/es/earth/>. Consulta: 2 de diciembre de 2016.

4.1.2. Microlocalización

El estudio se realizará en Centro de Investigaciones de Ingeniería, CII Ciudad Universitaria, zona 12, edificio T5, nivel 2.

Figura 19. Ubicación del estudio



Fuente: elaboración propia, utilizando AutoCad 2014.

4.1.3. Localización con relación al medio geográfico

Sección de Tecnología de la Madera ubicada en el área de Tecnología de Materiales (prefabricados), del Centro de Investigaciones de Ingeniería, de la Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala (14°35'04.78" N, 90°33'24.19" O).

4.1.4. Características del terreno

El terreno donde se encuentra construido el Centro de Investigaciones de cuenta con las condiciones óptimas para la instalación de un edificio y una planta de Ingeniería producción.

4.2. Proceso de producción

El proceso de fabricación inicia con la recepción del plástico que pasa por un proceso de lavado donde se remueven materias extrañas: tierra, arena, residuos de basura, materiales ajenos al proceso: piedras pequeñas, papel, entre otros.

Para el proceso de limpieza se utiliza peróxido de hidrogeno, este fluido a temperatura ambiente es un líquido incoloro con sabor amargo que ataca con una amplia variedad de compuestos orgánicos.

Luego del proceso de limpieza pasa por los siguientes procesos.

- Molienda

Es el proceso que permite romper el material y con ello facilitar el retiro de sustancia que acompañan a las bolsas de plástico, con el proceso de molienda la materia prima se convierte en trozos más pequeños que la hacen maniobrable.

- Secado

Sirve para eliminar líquidos que quedan en la materia que servirá para la fabricación de madera plástica; este proceso se realiza por medio de ventiladores y también se puede realizar al aire libre, exponiendo el material a los rayos solares para que los líquidos se evaporen.

- Paletizado

Se procede a compactar la materia prima en esferas o cilindros pequeños a modo de conseguir un menor volumen y una excelente conservación ya que se disminuye la humedad a casi 0 %.

- Extruido

Es el proceso usado para crear objetos con sección transversal definida y fija. La materia se empuja o, en otros casos, se extrae a través de un troquel de una sección transversal deseada. Las ventajas principales de este proceso es la habilidad para crear secciones transversales muy complejas y el trabajo con materiales quebradizos, porque el material solamente se encuentra sometido a fuerzas de compresión y cizallamiento. También, las piezas finales se forman con una terminación superficial excelente.

La extrusión puede ser continua (produce teóricamente de forma indefinida materiales largos) o semicontinua (produce muchas partes). El proceso de extrusión puede hacerse con el material caliente o frío.

Este proceso es el último paso para obtener la madera plástica; como se mencionó con anterioridad, la longitud de este material puede ser de forma continua obteniendo longitudes más allá de los 6 metros, esto es de suma importancia ya que con este detalle se pretende saber el comportamiento del módulo elástico del material y de esto obtener las longitudes recomendadas a utilizar en la madera plástica.

Es de suma importancia mencionar que en el proceso de fabricación existen desperdicios que son nuevamente sometidos al proceso de fabricación siendo reciclados nuevamente, esto nos indica que no habrá desechos en la producción del material.

- Tiempo de proceso de fabricación

El tiempo de fabricación varía según sea la sección de la madera plástica que se requiera y su longitud; además, influye la temperatura con la que esté operando la extrusora, ya que al iniciar el proceso la máquina aún se encuentra a una temperatura baja y eso hace que el proceso se demore un poco más; cuando la máquina ha llegado a una temperatura más alta que la inicial y se estabiliza el proceso es mucho más rápido y constante, esto permite que el tiempo de fabricación se reduzca considerablemente.

La temperatura de trabajo de la extrusora se encuentra en un rango de 280 a 350 centígrados. El tiempo de fabricación promedio se encuentra aproximadamente en dos horas; según las consideraciones anteriores, este puede que sea mucho más lento o mucho más rápido, dependiendo de la temperatura.

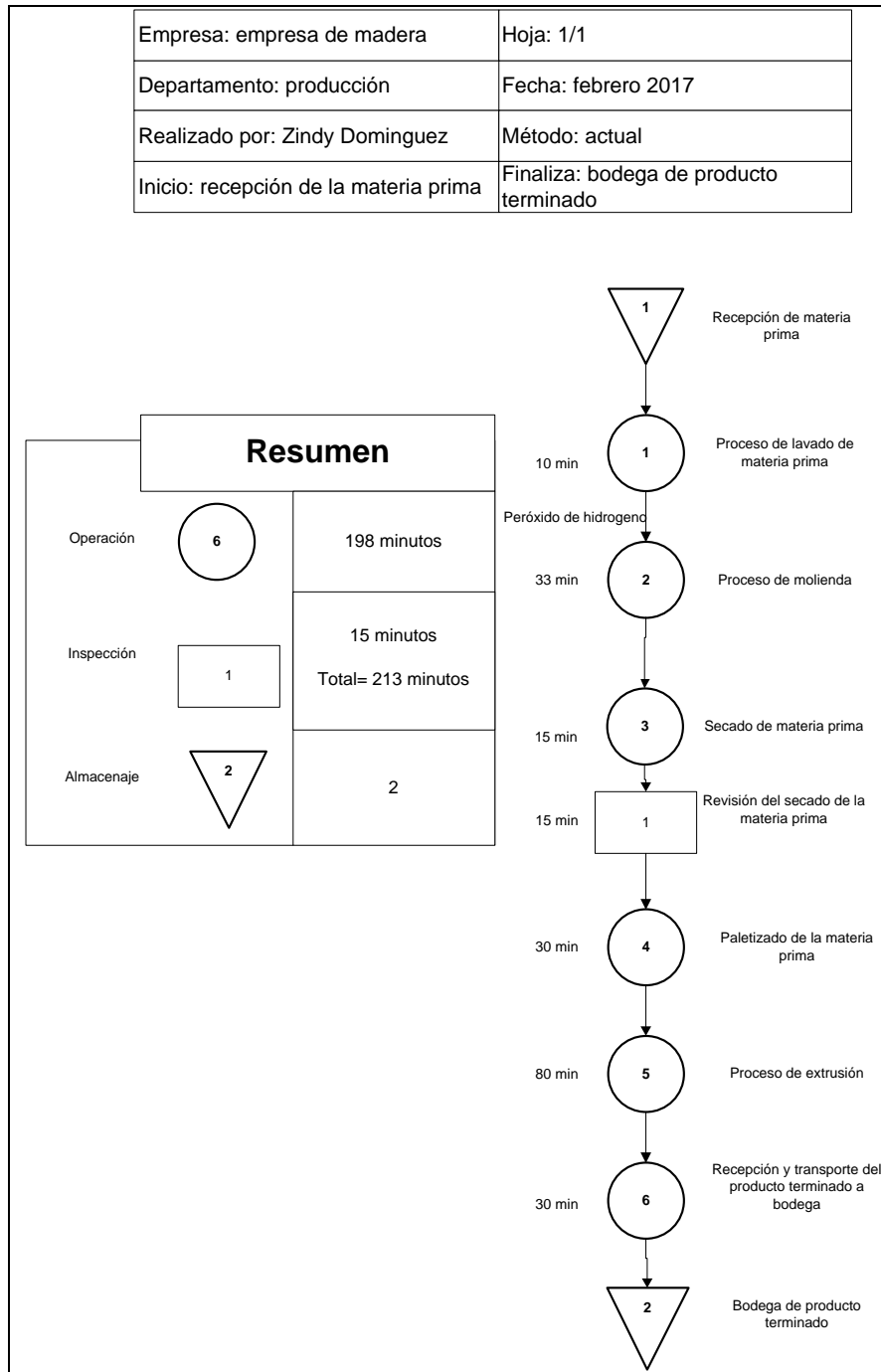
- Dimensiones de la madera plástica

Las dimensiones de este producto varían, ya que la máquina tiene distintos tipos de restricción en la fabricación de la madera plástica y van de la siguiente manera:

- El espesor, este va desde $\frac{1}{2}$ " hasta un máximo de 3".
- El ancho máximo de fabricación de la madera plástica es hasta 8".
- La longitud de una pieza de este producto depende de cómo se desee, ya que esta se puede producir en forma continua.

A continuación, se presenta el diagrama de proceso de fabricación de la madera plástica en la empresa en estudio.

Figura 20. Diagrama de operaciones fabricación de madera plástica



Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Visio 2010.

4.2.1. Insumos

Un polímero es un conjunto de cadenas de macromoléculas (molécula de alto peso molecular relativo). Pueden ser naturales (celulosa, caucho natural, caseína, resinas vegetales) o sintéticas.

- Clasificación de polímeros
 - Por el tipo de monómero
 - Poliésteres
 - Poliamidas
 - Formaldehído
 - Por el tipo de reacción de formación
 - Polimerización por condensación
 - Polimerización por adición
 - Por el tipo de proceso
 - Suspensión
 - Disolución
 - Emulsión
 - Por el tipo de uso o comportamiento físico
 - Termoestable
 - Termoplástico
 - Fibras
 - Elastómeros

Este último criterio es el más apropiado para una clasificación relacionada con su aplicación en la construcción.

4.2.2. Descripción de las instalaciones, equipo y personal relacionado

El personal con el que cuenta el Centro de Investigaciones de Ingeniería tiene adiestramiento según las competencias necesarias según la naturaleza del proceso.

4.2.2.1. Instalaciones

Las instalaciones son nuevas, con pocos años haber sido de construido, cuenta con salidas de emergencia; además, con tecnología para la realización de diferentes proyectos.

4.2.2.2. Maquinaria

Se cuenta con maquinaria especializada para la realización de estudios en tecnología de la madera y otras áreas.

4.2.2.3. Mobiliario y equipo

Se cuenta con oficinas administrativas, equipo y maquinaria según la naturaleza del trabajo, ya que existen diferentes especialidades en el Centro de Investigaciones de Ingeniería.

5. ESTUDIO ADMINISTRATIVO LEGAL

5.1. Estructura legal

En nuestro medio, la empresa se encuentra regulada legal y fiscalmente por leyes emitidas por el Congreso de la República de Guatemala, las cuales entre otras son:

- Decreto Número 2-70, *Código de comercio y sus reformas*: regula lo relacionado al aspecto mercantil en el medio guatemalteco; da a conocer los lineamientos y procedimientos necesarios para:
 - La constitución, disolución, liquidación, fusión y transformación de las diferentes sociedades mercantiles existentes, así como la creación de empresas mercantiles.
 - Llevar los libros contables y sus respectivos registros así como la información que se generen de estos, por parte de la empresa.
 - Emitir los diferentes títulos de crédito, contratos mercantiles que se deriven de las distintas actividades comerciales que realice la empresa.
 - Regular la fiscalización de las operaciones de la empresa y fomentar el derecho a los accionistas de esta, para que por medio de nombramiento del auditor interno fiscalice o examine las actividades que realice la empresa como tal.

El Registro Mercantil General de la República de Guatemala es la entidad pública encargada de recibir, analizar o denegar, los expedientes con los cuales gestionan los epígrafes anteriores.

- Decreto Número 1441, *Código de trabajo* y sus reformas: regula las relaciones laborales entre la administración y los empleados que integran las empresas de calzado de seguridad industrial, así como las obligaciones y los derechos laborales entre las partes. El Ministerio de Trabajo es el encargado de velar que se cumpla lo establecido en este cuerpo legal.
- Decreto Número 295, *Ley Orgánica del Instituto Guatemalteco de Seguridad Social* y sus reformas: establece los derechos y las obligaciones entre el patrono y el empleado; regula las fechas de pago y las cuotas laborales a retener y las cuotas patronales; asimismo, las suspensiones de los trabajadores por enfermedad común, accidentes, maternidad, programas de invalidez, vejez y sobrevivencia, entre otros.
- Decreto Número 42-92, *Ley de bonificación anual para trabajadores del sector privado y público* y sus reformas: establece una prestación laboral adicional, que consiste en la remuneración anual equivalente a un sueldo el cual puede ser total o parcial: total cuando los trabajadores han laborado un año completo y parcial cuando es menor. Esta prestación debe pagarse durante los primeros quince días del mes de julio de cada año, al personal que conforma la nómina de las empresas de calzado de seguridad industrial.

- Decreto Número 76-78, *Ley reguladora de la prestación del aguinaldo para los trabajadores del sector privado* y sus reformas: regula lo referente a la remuneración anual adicional, equivalente también a un sueldo ordinario el cual puede pagarse así: 100 % en la primera quincena de diciembre de cada año o 50 % en la primera quincena de diciembre y 50 % en la segunda quincena del mes de enero del año inmediato siguiente.
- Decreto Número 78-89, *Ley de bonificación – incentivo sector privado* y sus reformas: actualmente, establece que las empresas de calzado de seguridad industrial deben pagar a cada empleado una bonificación-incentivo no menor a Q 250,00 mensuales y que puede ajustarse de acuerdo a la forma de pago, semanal quincenal o mensual. Generalmente, para el área de administración y ventas se efectúan los pagos en forma quincenal o mensual y producción los pagos en forma semanal o bien a destajo por unidades producidas.
- Decreto Número 6-91, *Código tributario* y sus reformas: regula la relación jurídica tributaria entre el Estado y las empresas de calzado de seguridad industrial, dan a conocer las infracciones y las sanciones por incumplimiento de las obligaciones formales y sustantivas a las que se encuentre afecta. También, da a conocer el procedimiento administrativo tributario en el caso de que se le determinen ajustes y multas por medio de audiencia, documento emitido por la Superintendencia de Administración Tributaria, encargada de velar que las diferentes sociedades y empresas cumplan con sus obligaciones tributarias de acuerdo a la legislación vigente que le es aplicable.

- Decreto Número 26-92, *Ley del impuesto sobre la renta* y sus reformas: ley tributaria específica que establece un impuesto directo y que se genera cada vez que existan rentas gravadas por las empresas de calzado de seguridad industrial. Dan a conocer en qué momento esta como persona jurídica actúa como contribuyente y como agente de retención. Actualmente, existen dos regímenes: el régimen general estipula que debe pagarse un 5 % sobre la renta imponible y en este no se permiten deducciones por los gastos en que incurra; y el régimen optativo del pago del impuesto que debe pagarse un 31 % sobre la renta imponible, con la diferencia de que sí permite deducciones por los gastos que incurra.
- Decreto Número 27-92, *Ley del impuesto al valor agregado* y sus reformas: ley tributaria específica que genera un impuesto indirecto que grava los actos y contratos derivados de la comercialización de bienes y servicios que realizan las empresas de calzado de seguridad industrial, el tipo impositivo vigente aplicable es del 12 %. Establece que los documentos legales autorizados son las facturas, notas de débito, notas de crédito, facturas especiales, los cuales servirán de soporte para las diferentes transacciones de compra y venta en nuestro medio.
- Decreto Número 26-95, *Ley del impuesto sobre productos financieros* y sus reformas: establece un impuesto específico que grava los ingresos por intereses de cualquier naturaleza; incluye los provenientes de títulos-valores, públicos o privados, que se paguen o acrediten en cuenta a personas individuales o jurídicas, domiciliadas en Guatemala, no sujetas a fiscalización de la Superintendencia de Bancos. El tipo impositivo es del 10 % sobre la base definida anteriormente.

- *Reglamento uniforme aduanero centroamericano (RECAUCA)*: da a conocer los lineamientos y trámites administrativos relacionados con las importaciones de materias primas y las exportaciones de productos que se realizan en las diferentes aduanas ubicadas dentro del territorio de Guatemala.

5.2. Marco legal

A continuación, se presentan los aspectos legales y tributarios a los que está regida la empresa en estudio.

- Leyes especiales para su actividad económica
 - De la inscripción, el *Código tributario* Decreto 6-91, en el artículo 120 menciona: que al constituirse la empresa es una de sus obligaciones formales, inscribirse en los registros respectivos, aportando los datos y documentos necesarios y comunicar sus modificaciones.
- En el Registro Mercantil, el artículo 17 del *Código de comercio*, Decreto 2-70 menciona que se debe presentar ante el Registro Mercantil el testimonio de la escritura constitutiva y de ampliación y modificación si existiera a más tardar dentro del mes siguiente a la fecha de la escritura pública. Dicho registro emitirá la patente de comercio de la empresa.
 - En la Superintendencia de Administración Tributaria (SAT) entre las obligaciones formales como contribuyentes y responsables están: 1.8.3.1 inscripción en el registro tributario unificado tanto para personas individuales como personas jurídicas para realizar

operaciones gravadas por el impuesto al valor agregado (IVA), deben estar inscritas en el registro tributario unificado de la SAT. Así mismo, deberá registrarse como contribuyente del impuesto, detallando todos los negocios, establecimientos u oficinas de su propiedad con sus respectivas direcciones. Para este trámite deberá llenar el formulario SAT-0014.

- *Código de trabajo* (Decreto 1441): este código considera que el derecho del trabajo constituye un mínimo de garantías sociales, protectoras del trabajador, irrenunciables únicamente para este y llamadas a desarrollarse en estricta conformidad con las posibilidades de cada empresa patronal, ya que es un derecho de aplicación forzosa en cuanto a las prestaciones mínimas que estipula dicha ley. Mediante este código se regulan los derechos y las obligaciones de patronos y trabajadores con relación al trabajo y crea instituciones para resolver sus conflictos. Mediante este código se regulan los derechos y obligaciones de patronos y trabajadores con relación al trabajo y crea instituciones para resolver sus conflictos.
- *Ley del impuesto sobre la renta* (Decreto 26-92) y sus reformas: esta ley grava las rentas que obtenga toda persona individual o jurídica, nacional o extranjera, domiciliada o no en el país, así como cualquier ente, patrimonio o bien que especifique la ley; que provenga de la inversión de capital, del trabajo o de la combinación de ambos. En esta ley se han definido estrictamente dos regímenes: el régimen general que su base impositiva es del 5 % del total de los ingresos brutos menos sus rentas exentas y su presentación es mensual; y el régimen optativo con base del 31 %

sobre la base de la renta imponible. En este régimen el impuesto se determinará y pagará por trimestres vencidos, sin perjuicio de la liquidación definitiva del período anual.

- *Ley del impuesto al valor agregado* (Decreto 27-92) y sus reformas: en el artículo 10 de la *Ley del IVA* Decreto 27-92 del Congreso de la República, reformado por el artículo 1 del Decreto 66-2002, se establece la tarifa única del 12 % sobre la base imponible. La tarifa del impuesto en todos los casos deberá estar incluida en el precio de venta de los bienes o el valor de los servicios. El periodo de liquidación es mensual vencida, ya que la empresa se encuentra inscrita en el régimen general del IVA y su regularización se obtiene mediante la determinación del impuesto cobrado y pagado en la adquisición y venta de bienes o servicios que se relacionan con la actividad principal del contribuyente.

- *Ley del impuesto de solidaridad* (Decreto 73-2008): impuesto a cargo de las personas individuales o jurídicas que a través de sus empresas mercantiles o agropecuarias que dispongan de patrimonio propio, realicen actividades mercantiles o agropecuarias en el territorio nacional y que obtengan un margen bruto superior al cuatro por ciento (4 %) de sus ingresos brutos. El período de imposición es trimestral y se computará por trimestres calendario. La base imponible de este impuesto la constituye la que sea mayor entre la cuarta parte del monto del activo neto o la cuarta parte de los ingresos brutos. El tipo impositivo de este impuesto es del uno por ciento (1 %). El ISO y el impuesto sobre la renta podrán ser acreditados entre sí.

- *Ley del impuesto único sobre inmuebles* (Decreto 15-98): establece un impuesto único anual sobre el valor de los bienes inmuebles situados en el territorio guatemalteco. El impuesto único sobre inmuebles se puede dividir en cuatro trimestres, debiendo pagar las cuotas en los meses de abril, julio, octubre y enero de cada año.
- *Ley orgánica del instituto guatemalteco de seguridad social* (Decreto 295): se estipula lo concerniente a la organización y funcionamiento de la institución referida, así como lo relacionado al campo de aplicación, beneficios, sus recursos y sistema financiero, la afiliación del instituto, tanto de patronos como de empleados, sean estos públicos o privado.
- *Ley reguladora de prestación del aguinaldo para los trabajadores del sector privado* (Decreto 76-78): regula que todo patrono queda obligado a otorgar a sus trabajadores anualmente en concepto de aguinaldo el equivalente al 100 % del sueldo o salario ordinario mensual que estos devenguen por un año de servicios continuos o la parte proporcional que corresponde; la cual se pagará el 50 % en la primera quincena del mes de diciembre y el 50 % restante en la segunda quincena del mes de enero siguiente.
- *Ley de bonificación anual para trabajadores del sector privado y público* (Decreto 42-92): su objeto es el de mejorar las condiciones de vida del trabajador y su situación económica, con lo que se estableció con carácter de prestación laboral obligatoria para todo patrono, el pago a sus trabajadores de una bonificación anual equivalente a un salario ordinario que devengue el trabajador. El

bono 14 se calcula del 01 de julio de un año al 30 de junio del año siguiente; la base para determinar el monto del bono es el promedio de los sueldos o salarios ordinarios devengados por el trabajador en el año. El pago se realiza durante la primera quincena del mes de julio de cada año y si la relación laboral termina por cualquier causa antes, el patrono deberá pagar al trabajador la parte proporcional correspondiente al tiempo transcurrido entre el 01 de julio y la fecha de terminación de la relación laboral.

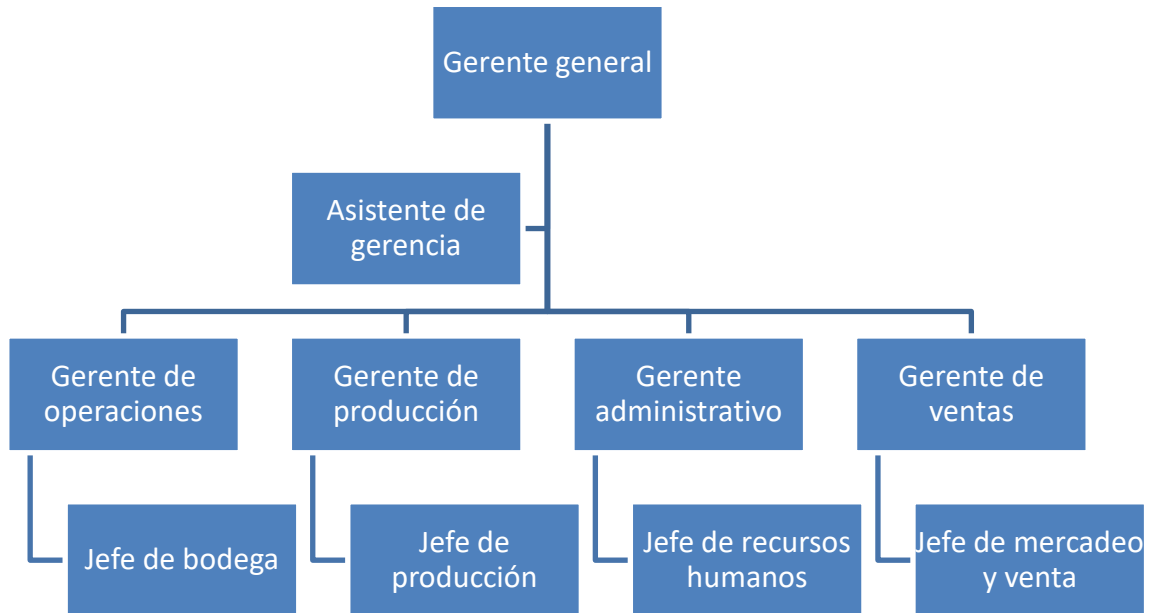
- *Bonificación incentivo* (Decreto 78-89): se creó para los trabajadores del sector privado con el objeto de estimular y aumentar su productividad y eficiencia y con el fin de establecer condiciones de igualdad para todos los trabajadores del país. El Decreto 37-2001 indica que se crea a favor de todos los trabajadores del sector privado del país, cualquiera que sea la actividad en que se desempeñen, una bonificación incentivo de doscientos cincuenta quetzales Q 250,00 que deberán pagar a sus empleados junto al sueldo mensual devengado.
- *Disposiciones legales para el fortalecimiento de la administración tributaria* (Decreto 20-2006): se creó considerando que en la actualidad se han detectado prácticas de evasión y elusión tributaria debido a la debilidad, ambigüedad o carencia de normas precisas que permitan la generalidad, equidad y certeza del marco jurídico impositivo. Esta referencia a los contribuyentes especiales, la calidad de contribuyente especial la califica la administración tributaria. Una vez obtenida esa calificación, se constituye en agente de retención del IVA. Como agente de

retención indica que al realizar compras de bienes o adquisición de servicios a sus proveedores, pagará al vendedor o prestador del servicio, el ochenta y cinco por ciento (85 %) del IVA y le retendrá el quince por ciento (15 %) de dicho impuesto; la totalidad del impuesto retenido se deberá enterar a la administración tributaria dentro de los primeros quince (15) días hábiles del mes inmediato siguiente a aquel en el que se realice la retención. Por las ventas de bienes o prestación de servicios al contado, el vendedor o prestador de servicios deberá extender la factura y el contribuyente le entregará a este una constancia de retención prenumerada, por el quince por ciento (15 %) del impuesto retenido.

5.3. Estructura organizacional

A continuación, se presenta la estructura organizacional la cual utiliza un organigrama vertical donde se presentan las unidades ramificadas de arriba abajo a partir del titular, en la parte superior, y desagregan los diferentes niveles jerárquicos en forma escalonada.

Figura 21. Organigrama



Fuente: elaboración propia.

5.4. Descripción y perfil de puestos

Se presenta la descripción de cada uno de los puestos del organigrama propuesto.

Tabla XV. Descripción de puesto gerente general

Logo de la empresa	Manual de perfil de puesto	Código		
		Fecha de emisión		
Desarrollo humano	Gerente general	Edición		
		Página		
Información general del puesto				
Nombre del puesto: gerente general				
<p>Nivel académico: licenciatura en administración de empresas, ingeniería industrial. Experiencia: cinco años en puestos similares. Edad: 25-50 años. Género masculino-femenino. Conocimientos: administración, compras, logística. Responsable de velar por el cumplimiento de las políticas y objetivos generales de la corporación, así como la rentabilidad y ejecución de los planes estratégicos y operativos en los distintos departamentos. Es el responsable directo de los bienes y gastos de la empresa.</p>				
Funciones		<ul style="list-style-type: none"> • Desarrollo de planes estratégicos para el crecimiento de la empresa. • Revisión de estatus de nuevos Proveedores, nuevos materiales, desarrollo de muestras, etc. • Revisar la programación de las compras de materia prima e insumos. • Establecer relación con empresas distribuidoras, comercializadoras de productos de plástico. 		
Competencias		Nivel		
		Alto	Medio	Bajo
Generales				
1	Adaptación	X		
2	Ambición profesional	X		
3	Análisis	X		
4	Aprendizaje	X		
5	Asertividad	X		
6	Autocontrol	X		
7	Autonomía	X		
8	Creatividad	X		
9	Delegación	X		
10	Dinamismo	X		
11	Flexibilidad	X		
12	Independencia	X		
13	Iniciativa	X		
14	Integridad	X		

Continuación de la tabla XIV.

15	Juicio	X		
16	Liderazgo	X		
17	Negociación y conciliación	X		
18	Orientación al servicio	X		
19	Persuasión	X		
20	Planificación y organización	X		
21	Resolución de problemas	X		
22	Sensibilidad interpersonal	X		
23	Sociabilidad	X		
24	Toma de decisiones	X		
25	Trabajo bajo presión	X		

Fuente: elaboración propia.

Tabla XVI. **Descripción de gerente de operaciones**

Logo de la empresa	Manual de perfil de puesto	Código
		Fecha de emisión
Desarrollo humano	Gerente de operaciones	Edición
		Página
Información general del puesto		
Nombre del puesto: gerente de operaciones Departamento compras y logística Jornada y horario: 8:00-18:00, lunes-viernes Jefe inmediato: gerente general		
Requisitos		
Nivel académico: licenciatura en administración de empresas, ingeniería industrial. Experiencia: tres años en puestos similares. Edad:25-35 años. Género masculino-femenino Conocimientos: administración, compras, logística. Habilidades: brindar soporte para el proceso de compras y ventas de los diferentes productos producidos y comercializados por la empresa.		

Continuación de la tabla XV.

Funciones		<ul style="list-style-type: none"> • Recibir requerimientos de compras de las diferentes plantas, revisarlos, analizarlos y procesarlos. • Dar seguimiento a la logística de envío de pedidos de órdenes de compra locales y de importación (marítimo, terrestre o aéreo), para garantizar su ingreso a la bodega correspondiente. Verificar cumplimiento de plan de compras y entregas de productos, y buscar la mejor solución a situaciones emergentes. • Asignar actividades a mensajería de compras, dar seguimiento y evaluar tareas realizadas. 		
Competencias		Nivel		
		Alto	Medio	Bajo
Generales				
1	Adaptación		X	
2	Ambición profesional		X	
3	Análisis		X	
4	Aprendizaje		X	
5	Asertividad		X	
6	Autocontrol	X		
7	Autonomía	X		
8	Creatividad	X		
9	Delegación	X		
10	Dinamismo	X		
11	Flexibilidad		X	
12	Independencia		X	
13	Iniciativa		X	
14	Integridad		X	
15	Juicio	X		
16	Liderazgo	X		
17	Negociación y conciliación	X		
18	Orientación al servicio	X		
19	Persuasión	X		
20	Planificación y organización	X		
21	Resolución de problemas	X		
22	Sensibilidad interpersonal	X		
23	Sociabilidad		X	

Fuente: elaboración propia.

Tabla XVII. Descripción de gerente de producción

Logo de la empresa	Manual de perfil de puesto	Código
		Fecha de emisión
Desarrollo humano	Gerente de producción	Edición
		Página
Información general del puesto		
Nombre del puesto: gerente de producción Departamento compras y logística Jornada y horario: 8:00-18:00, lunes-viernes Jefe inmediato: gerente general		
Requisitos		
Nivel académico: licenciatura en administración de empresas, ingeniería industrial. Experiencia: tres años en puestos similares. Edad:25-35 años. Género masculino-femenino. Conocimientos: administración, compras, logística. Habilidades: planifica, organiza, dirige y controla el desarrollo de las actividades de producción de los diferentes productos que realiza la corporación, garantizando la calidad, eficiencia y eficacia de trabajo, buscando el cumplimiento de los objetivos de la empresa		
Funciones	<ul style="list-style-type: none"> • Brinda soporte al gerente general en la gestión del sistema de administración de calidad, para que el mismo se mantenga debidamente establecido, documentado e implementado, asegurando su mejora continua de acuerdo a la política y objetivos de calidad. • Elabora la planificación de producción. • Supervisa la producción. • Genera reporte a gerencia general del avance de las operaciones. 	
Competencias		Nivel
		Alto Medio Bajo
Generales		
1	Adaptación	X
2	Ambición profesional	X
3	Análisis	X
4	Aprendizaje	X
5	Asertividad	X
6	Autocontrol	X
7	Autonomía	X

Continuación de la tabla XVI.

8	Creatividad	X		
9	Delegación	X		
10	Dinamismo	X		
11	Flexibilidad		X	
12	Independencia		X	
13	Iniciativa		X	
14	Integridad		X	
15	Juicio	X		
16	Liderazgo	X		
17	Negociación y conciliación	X		
18	Orientación al servicio	X		
19	Persuasión	X		
20	Planificación y organización	X		
21	Resolución de problemas	X		
22	Sensibilidad interpersonal	X		
23	Sociabilidad		X	

Fuente: elaboración propia.

Tabla XVIII. **Descripción de gerente administrativo**

Logo de la empresa	Manual de perfil de puesto	Código
		Fecha de emisión
Desarrollo humano	Gerente de administrativo	Edición
		Página
Información general del puesto		
Nombre del puesto: gerente administrativo Departamento compras y logística Jornada y horario: 8:00-18:00, lunes-viernes Jefe inmediato: gerente general		
Requisitos		
Nivel académico: licenciatura en administración de empresas, ingeniería industrial. Experiencia: tres años en puestos similares. Edad: 25-35 años. Género masculino-femenino. Conocimientos: administración, compras, logística. Habilidades: planifica, organiza, dirige y controla el desarrollo de las actividades administrativas y de operación		

Continuación de la tabla XVII.

Funciones		<ul style="list-style-type: none"> • Brinda soporte al gerente general en la gestión del sistema de administración de la empresa. • Elabora planes de administración de personal, así como supervisa el desempeño laboral. • Encargado de realizar la compra de materiales e insumos con la mejor calidad y a costos menores, para asegurar la continuidad operativa, cumpliendo con las normas de la empresa; lleva para el efecto, registro de toda la información necesaria para un adecuado control de compras. 		
Competencias		Nivel		
		Alto	Medio	Bajo
Generales				
1	Adaptación		X	
2	Ambición profesional		X	
3	Análisis		X	
4	Aprendizaje		X	
5	Asertividad		X	
6	Autocontrol	X		
7	Autonomía	X		
8	Creatividad	X		
9	Delegación	X		
10	Dinamismo	X		
11	Flexibilidad		X	
12	Independencia		X	
13	Iniciativa		X	
14	Integridad		X	
15	Juicio	X		
16	Liderazgo	X		
17	Negociación y conciliación	X		
18	Orientación al servicio	X		
19	Persuasión	X		
20	Planificación y organización	X		
21	Resolución de problemas	X		
22	Sensibilidad interpersonal	X		
23	Sociabilidad		X	

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIX. Descripción de gerente de ventas

Logo de la empresa	Manual de perfil de puesto	Código		
		Fecha de emisión		
Desarrollo humano	Gerente de ventas	Edición		
		Página		
Información general del puesto				
Nombre del puesto: gerente ventas Departamento compras y logística Jornada y horario: 8:00-18:00, lunes-viernes Jefe inmediato: gerente general				
Requisitos				
Nivel académico: licenciatura en administración de empresas, ingeniería industrial. Experiencia: tres años en puestos similares. Edad: 25-35 años. Género masculino-femenino. Conocimientos: administración, compras, logística. Habilidades: planifica, organiza, dirige y controla el desarrollo de las actividades de mercadeo y ventas				
Funciones		<ul style="list-style-type: none"> • Brindar soporte al gerente general en la gestión del sistema de administración de la empresa. • Elaborar planes de mercadeo y ventas. • Realiza campañas publicitarias. • Realizar estudios de mercado y segmentación. • Responsable de supervisar y controlar a los vendedores; realizar el control de la gestión de los vendedores, encargado de la formación del personal del departamento, elaborar informes cuantitativos y cualitativos con respecto a las ventas. 		
Competencias		Nivel		
		Alto	Medio	Bajo
Generales				
1	Adaptación		X	
2	Ambición profesional		X	
3	Análisis		X	
4	Aprendizaje		X	
5	Asertividad		X	
6	Autocontrol	X		

Continuación de la tabla XVIII.

7	Autonomía	X		
8	Creatividad	X		
9	Delegación	X		
10	Dinamismo	X		
11	Flexibilidad		X	
12	Independencia		X	
13	Iniciativa		X	
14	Integridad		X	
15	Juicio	X		
16	Liderazgo	X		
17	Negociación y conciliación	X		
18	Orientación al servicio	X		
19	Persuasión	X		
20	Planificación y organización	X		
21	Resolución de problemas	X		
22	Sensibilidad interpersonal	X		
23	Sociabilidad		X	

Fuente: elaboración propia.

6. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

6.1. Impacto del proyecto sobre el medio ambiente

En Guatemala existen muchas empresas dedicadas al reciclaje de todo tipo de material, especialmente el plástico; colaboran a que el medio ambiente no sufra un mayor deterioro y a que visualmente no se vean contaminados, ya que la contaminación es una cadena en la cual lo que se considera como basura, especialmente la basura inorgánica, puede ocasionar serios daños al medio ambiente.

Con el incremento de la cantidad de personas cuyo indicador va de la mano de la cantidad de basura, se estima que el incremento de desechos inorgánicos ha aumentado dramáticamente; en Guatemala operan diez recicladoras que reducen en un 20 % los desechos de plásticos. Las plantas recicladoras comúnmente exportan el desecho a países como China, Alemania, Italia, Brasil, Perú y Chile; un negocio que ha tomado auge entre las personas individuales y las empresas que lo utilizan como materia prima.

6.2. Descripción del entorno biótico y abiótico

Alrededor del Centro de Investigaciones de Ingeniería, solamente se cuenta con plantas y flores sin la presencia de animales.

La zona objeto de estudio presenta un tipo de clima mesotérmico, moderado en cuanto a las temperaturas (media anual 14,3 °C), y lluvioso (1 000 mm anuales). Se denomina clima templado húmedo sin estación seca.

Es de destacar una cierta moderación de las temperaturas, que se expresa fundamentalmente en la suavidad de los inviernos. De esta forma, a pesar de que los veranos son también suaves, la temperatura media anual es de 14,3 °C. A pesar del frescor general de los veranos, son posibles, sin embargo, episodios cortos de fuerte calor con subidas de temperatura de hasta 40 °C, normalmente en los meses de marzo y abril.

La zona estudiada es recorrida por vientos generales del oeste. Estos vientos soplan de forma bastante irregular y describen amplios meandros, de tal forma que corrientes de aire del sur o del norte, e incluso contracorrientes del este, pueden afectar temporalmente a esta zona.

6.3. Identificación de desechos y residuos

Los desechos generados en el proceso de producción son residuos plásticos los cuales son reutilizados.

En el área administrativa se generan desechos como papel, cartón, desechos orgánicos.

6.4. Definición de medidas de mitigación

Antes de realizar el estudio y desarrollo del proyecto, se debe realizar el estudio de impacto ambiental.

El estudio de impacto ambiental es un instrumento técnico-legal de carácter predictivo que sirve para identificar, comprender, conocer y gestionar los impactos ambientales del proyecto.

La normativa legal ambiental vigente en Guatemala (general) establece que para cada proyecto que se desee implementar se deberá elaborar un estudio de impacto ambiental, *Ley de protección y mejoramiento del medio ambiente* (Decreto 68 de 1986).

El MARN es la entidad del sector público especializada en materia ambiental y de bienes y servicios naturales del sector público, al cual le corresponde proteger los sistemas naturales que desarrollen y dan sustento a la vida en todas sus manifestaciones y expresiones; fomenta una cultura de respeto y armonía con la naturaleza protegiendo, preservando y utilizando racionalmente los recursos naturales, con el fin de lograr un desarrollo transgeneracional, articulando el quehacer institucional, económico, social y ambiental, con el propósito de forjar una Guatemala competitiva, solidaria, equitativa, inclusiva y participativa

- Información sobre la presentación de instrumentos ambientales

Para presentar un estudio de evaluación de impacto ambiental el MARN requiere los siguientes pasos.

- Contratación de un consultor ambiental registrado en el MARN.
- Todos los documentos legales de la empresa y/o representante legal.
- Original del informe técnico según la guía de términos de referencia proporcionados por el MARN.

- Constancia de publicación en un diario de mayor circulación (no *Diario de Centroamérica*) en el tamaño de 2 x 4 pulgadas.
- Modelo de aviso público sobre instrumentos de evaluación ambiental.

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

- Tamaño del aviso 2 x 4 pulgadas.
- Todos los proyectos ubicados en un lugar en donde la mayoría de la población habla un idioma diferente al español, el aviso deberá también publicarse en dicho idioma de acuerdo al formato arriba establecido.
- La vista al público dentro del edicto debe contar a partir del día siguiente de haberse publicado.

Tabla XX. **Modelo de aviso público**

EL MINISTERIO DE AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES Y LA EMPRESA	
Escribir el nombre de la empresa proponente del proyecto, si fuera el caso de persona individual el nombre del propietario	
AVISO PUBLICO ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL	
Descripción y categoría taxativa del proyecto:	Ejemplo: minería, construcción, lotificación, etc.
Nombre del proyecto:	xxx
Ubicación:	xxx
Municipio:	xxx
Departamento:	xxx
Nombre del consultor ambiental que lo elaboró:	La profesión y el nombre completo del consultor o empresa consultora que elaboro el estudio así como el número de su licencia consultora
Número de registro MARN del consultor ambiental:	No. xxx

Continuación de la tabla XIX.

Este estudio estará a disposición del público para consulta, observaciones y/o comentarios por 20 días hábiles.			
De:	día	mes	Año
A:	día	mes	Año
Horario de consulta:	8:00 A 16:30		
Lugar donde se localiza el estudio para consulta:	20 CALLE 28-58 ZONA 10		
Teléfonos:	24230500		

Fuente: Dirección de Gestión Ambiental y Recursos Naturales Ventanilla Ambiental – Delegación Departamental-MARN. www.marn.gob.gt. Consulta: 4 de enero de 2017.

- Requisitos básicos de presentación para estudios de evaluación de impacto ambiental

El 12 de julio de 2016 en curso fue publicado en el *Diario Oficial*, el nuevo *Reglamento de evaluación, control y seguimiento ambiental*, Acuerdo Gubernativo Número 137-2016, el cual regula todo lo relacionado a los lineamientos, estructura y procedimientos necesarios para colaborar con el desarrollo sostenible del país; en cuanto al tema ambiental se refiere, crea las reglas para el uso de instrumentos y guías que ayuden a controlar y, a dar seguimiento a los proyectos, obras, industrias, o bien actividades, que se lleven a cabo en el país.

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

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

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

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

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

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

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

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

No.	INFORMACION Y DOCUMENTOS REQUERIDOS	SÍ	NO	NO APLICA
1	CARTA DE PRESENTACIÓN			
1.1	Dirigida al Director de Gestión Ambiental y Recursos Naturales (debe ser firmada por el representante legal)			
1.2	Nombre o razón social de la entidad			
1.3	Nombre del propietario o representante legal			
1.4	Dirección, lugar, teléfono, e-mail y fax para recibir notificaciones			
1.5	Documento foliado (de adelante hacia atrás)			
1.6	Dirección completa del proyecto			
2	COPIAS DE DOCUMENTOS DEBIDAMENTE AUTENTICADOS.			
2.1	Constancia del número de identificación tributaria (NIT) de la empresa promotora o persona individual (RTU)			
2.2	Fotocopia del nombramiento del representante legal, si el proponente es persona jurídica			
2.3	Fotocopia del documento personal de identificación (DPI) del representante legal o propietario del proyecto			
2.4	Fotocopia de patente de comercio de la entidad			
2.5	Fotocopia de la licencia de registro (consultor individual o empresa consultora) autorizada por el MARN			
2.6	Declaración jurada del consultor debidamente firmada			
2.7	Certificación del Registro de la Propiedad del predio en donde se va a desarrollar el proyecto o actividad económica			
2.7.1	Si la empresa o el interesado no es propietario del terreno donde se desarrollará el proyecto, debe incluirse el contrato legal que aplique a su proyecto			
	• Contrato de arrendamiento			
	• Contrato o promesa de compra venta			
	• Unificación de bienes			
	• Inmueble del estado			
No.	INFORMACIÓN Y DOCUMENTOS REQUERIDOS	SÍ	NO	NO APLICA
2.8	Certificación de colegiado activo del consultor o consultores que participaron en la elaboración del instrumento de gestión ambiental			
3	TRAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES-INDUSTRIALES O DOMESTICAS			
3.1	Sistema de tratamiento de aguas residuales, industriales o domésticas firmado por un ingeniero sanitaria			
3.2	Memoria descriptiva del sistema de aguas negras, firmado por un ingeniero sanitaria			
4	COPIA DIGITAL DEL EXPEDIENTE			
4.1	2 copias electrónicas del documento completo (CD) que incluya archivo PDF copia escaneada de planos y del(os) edicto(s)			

Continuación de la tabla XX.

5		DOCUMENTOS ORIGINALES			
	5.1	Publicación original en diario de mayor circulación EDICTO DE AVISO PÚBLICO 2 x 4 pulgadas). Págs. completas			
	5.2	Publicación original en diario de mayor circulación regional (cuando aplique), así como cuñas radiales para todos los proyectos categoría A			
6		PRESENTACIÓN DE PLANOS OBLIGATORIOS			
	6.1	Plano de ubicación y de localización (identificando colindancias, acceso al sitio y coordenadas UTM)			
	6.2	Plano de sistemas de tratamiento de aguas residuales-industriales o domésticas			
	6.3	Planos de conjunto y de planta (cuando se trate de urbanizaciones y edificaciones)			
	6.4	Tamaño carta, oficio, doble carta (únicas opciones)			
	6.5	Planos timbrados, sellados y firmados por el profesional que los elaboró			
		PLANOS ESPECÍFICOS SEGÚN TIPO DE PROYECTOS			
7	7.1	✓ Plano topográfico para la construcción de carreteras, urbanizaciones, lotificaciones, hidroeléctricas y otros categoría A (cuando aplique)			
	7.2	✓ Plano de curvas de nivel, de planta de nichos, número de nichos/ superficiales o subterráneos; elevaciones, cortes principales e identificación de áreas verdes cuando se trate de cementerios (deberán localizarse como mínimo a 100 metros de la construcción más cercana)			
	7.3	✓ Plano de instalaciones y estructura, cuando se trate de torres eléctricas y de telefonía celular			

Fuente: Dirección de Gestión Ambiental y Recursos Naturales Ventanilla Ambiental – Delegación Departamental-MARN. www.marn.gov.gt. Consulta: 4 de enero de 2017.

- Carátula de datos generales para instrumentos ambientales

Para el ingreso de instrumentos ambientales en la Dirección de Gestión Ambiental y Recursos Naturales Ventanilla Ambiental, Delegación Departamental, MARN, con base en el Acuerdo Gubernativo 137-2016, *Reglamento de evaluación, control y seguimiento ambiental*, se debe presentar la siguiente carátula de ingreso.

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

o.	ASPECTOS REQUERIDOS	DETALLE DE LA INFORMACIÓN
	Número de expediente	
	Nombre completo del proyecto (nombre que tenga relación con la actividad a desarrollar)	
	Total de folios al momento del ingreso del expediente	
	Tipo de proyecto	
	Categoría taxativa del proyecto (Según Acuerdo Gubernativo 199-2016 que crea el Listado Taxativo/Código CIUU)	
	Tipo de actividad que va a desarrollarse en el proyecto (nuevo o en operación)	
	Dirección legal exacta del proyecto	
	Nombre de la empresa o razón social	
	Nombre del representante legal o persona individual	
0	Número del documento personal de identificación (dpi) del representante legal	
1	Dirección para recibir notificaciones	
2	Número telefónico	
3	Correo electrónico	
4	Número de identificación tributaria (NIT) (RTU)	
5	Monto estimado de inversión del proyecto en Q.	
	Número de empleos a ser generados:	
6	A) en la fase de construcción	
	B) en la fase de operación	
7	Fuente de abastecimiento de agua para el proyecto	
8	No. de folio(s) del expediente donde se localiza lo relativo a medidas de mitigación y costos de medidas de mitigación	
9	Nombre del consultor que realizó el estudio y núm. de licencia ambiental de registro vigente ante el MARN	
	Coordenadas utm (universal transverse de mercator datum wgs84) del área de ubicación del proyecto	
0	Coordenadas geográficas (datum wgs84) del área de ubicación del proyecto	

Fuente: Dirección de Gestión Ambiental y Recursos Naturales Ventanilla Ambiental – Delegación Departamental-MARN. www.marn.gob.gt. Consulta: 4 de enero de 2017.

- Guía de términos de referencia para la elaboración de un estudio de evolución de impacto ambiental.

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

Los términos de referencia para la elaboración de estudios de evaluación de impacto ambiental se aplicarán para los proyectos de alto impacto ambiental (categoría A) o bien para los catalogados como de moderado a alto impacto ambiental (categoría B1) después de realizada la evaluación ambiental inicial.

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

Los términos de referencia generales, servirán de base para la elaboración a futuro de los términos de referencia específicos por sectores.

Cuando sea necesario y así lo determine el MARN, se aplicará el formato de determinación de términos de referencia que sean específicos para el tipo de proyecto, obra, industria o actividad.

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

CATEG.	Núm.	TEMA	ASPECTOS A CONSIDERAR
A, B1	1.	Índice	Presentar contenido o índice completo indicando capítulos, cuadros, figuras, mapas, anexos, acrónimos y otros; señalando números de página
A, B1	2.	Resumen ejecutivo del estudio de evaluación de impacto ambiental	Resumen ejecutivo que incluya: introducción (objetivos, localización, entidad propietaria, justificación); descripción del Proyecto, obra o actividad (fases, obras complementarias, etc.); características ambientales del área de influencia; impactos del proyecto, obra o actividad, al ambiente; y viceversa; acciones correctivas o de mitigación así como un resumen del plan de Gestión Ambiental del mismo y resumen de compromisos ambientales.
A, B1	3.	Introducción	Introducción al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental, por el profesional responsable del mismo. Sus partes principales incluyendo a) descripción del proyecto b) alcances, c) objetivos, d) metodología, e) duración en la elaboración del Estudio, localización y justificación.
A, B1	4.	Información general	Requisitos de presentación incluidos en la hoja de requisitos
	4.1	Documentación legal	Incluir documentos legales de acuerdo a hoja de requisitos
	4.2.	Información sobre el equipo profesional que elaboró el EIA	Incluir listado de profesionales participantes en la elaboración del Estudio de EIA, e indicar la especialidad de cada uno, No. de colegiado activo, No. de Registro ante el MARN , así como la respectiva Declaración Jurada, sobre el tema en el que se participó.
A, B1	5	Descripción del proyecto	
A, B1	5.1.	Síntesis general del proyecto	Incluye una breve descripción del proyecto
A, B1	5.2.	Ubicación geográfica y área de influencia del proyecto	Presentar plano de localización doble oficio y plano de ubicación del terreno donde se desarrollará el proyecto, identificando sus colindancias de manera de que se pueda acceder al proyecto cuando se realice la inspección. Incluir una parte de la hoja cartográfica del área de influencia directa (AID) del mismo, con sus respectivas coordenadas UTM.
A, B1	5.3.	Ubicación político-administrativa	Presentar la ubicación político administrativa, indicando Ciudad, Departamento, Municipio, Aldea, Caserío, e indicar las vías más convenientes para llegar al proyecto

Continuación de la tabla XXII.

CATEG.	Núm.	TEMA	ASPECTOS A CONSIDERAR
A	5.4	Justificación técnica del proyecto. Obra, industria o actividad y sus alternativas	Derivación y descripción de la alternativa preferida y de otras alternativas que fueron contempladas como parte del proyecto, obra, industria o actividad o componentes del mismo. La alternativa debe plantearse a nivel de solución (estratégica) de Proyecto (sitio) o de actividad (implementación). A nivel de proyecto debe realizarse en función de a) descripción del asunto o problema que será tratado, b) el análisis de las causas de ese problema, c) forma que el proyecto solucionará o reducirá el problema y d) los resultados de esos pasos, es decir, los objetivos específicos del mismo.
A, B1	5.5	Área estimada del proyecto	Definir físicamente el área del proyecto, obra, industria o actividad (AP), especificando en m ² o Km ²
A, B1	5.6.	Actividades a realizar en cada fase de desarrollo del proyecto y tiempos de ejecución	Listar las principales actividades que se llevarán a cabo en la construcción, operación y abandono del proyecto, obra, industria o actividad. Indicar el tiempo de ejecución de las mismas
A	5.6.1	Flujograma de actividades	Elaborar un flujograma con todas las actividades a realizar en cada una de las fases de desarrollo del proyecto
A, B1	5.6.2.	Fase de construcción	
A, B1	5.6.2.1.	Infraestructura a desarrollar	Detallar toda la infraestructura a construir en esta fase y el área que ocupará la misma en el sistema métrico decimal.
A, B1	5.6.2.2	Equipo y maquinaria utilizada	Listado de la maquinaria y equipo a utilizar en la fase de construcción, en las actividades mencionadas anteriormente
A	5.6.2.3	Movilización de transporte y frecuencia de movilización.	Rutas de movilización de la maquinaria y el equipo a utilizar, así como las características de las vías por las que serán movilizadas, incluyendo un mapa con las rutas cuando sea necesario y las frecuencias de movilización.
A, B1	5.6.3	Fase de operación	Incluye un listado del equipo y maquinaria que se utilizará durante la operación en las actividades mencionadas en el numeral 4.4.1
A, B1	5.6.3.1.	Infraestructura a desarrollar	Detallar toda la infraestructura a construir en esta fase y el área que ocupará la misma en el sistema métrico decimal.
A, B1	5.6.3.2	Equipo y maquinaria utilizada	Listado de la maquinaria y equipo a utilizar en la fase de construcción, en las actividades mencionadas anteriormente
A	5.6.3.3	Flujo vehicular y frecuencia de movilización esperado	Indicar las rutas a utilizar y frecuencia de movilización de vehículos generadas por la operación del Proyecto. Indicar si las rutas de emergencia pueden ser afectadas.
	5.7	Servicios básicos	
A, B1	5.7.1.	Abastecimiento de Agua	Definir la forma de abastecimiento de agua (cantidad de agua a utilizar (m ³ /día o m ³ /mes), como caudal promedio, máximo diario y máximo hora, la fuente de abastecimiento y el uso que se le dará (industrial, riego, potable, otros usuarios etc.)

Continuación de la tabla XXII.

CATEG.	Núm.	TEMA	ASPECTOS A CONSIDERAR
A, B1	5.7.2	Drenaje de aguas servidas y pluviales	Indicar el tipo de drenaje de aguas servidas y pluviales (metros lineales, volumen u otros) y las conexiones necesarias, así como la disposición final de las aguas residuales y pluviales.. Explicar brevemente cómo se solucionará el tema del tratamiento de las aguas residuales. Incluir la descripción del o los sistemas de tratamiento, así como los planos necesarios firmados por profesional competente.
A, B1	5.7.3.	Energía eléctrica	Definir la cantidad a utilizar (KW/hora o día o mes), fuente de abastecimiento y uso que se le dará.
A, B1	5.7.4.	Vías de acceso	Detallar las vías de acceso al proyecto, obra, industria o actividad, y el estado actual de las mismas.
A	5.7.5.	Transporte público	Identificar las necesidades de transporte público a ser generadas por el proyecto, obra, industria o actividad y describir las rutas de transporte existentes.
A, B1	5.7.6.	Otros	Mencione otros servicios necesarios para el proyecto, obra, industria o actividad.
A, B1	5.7.7.	Mano de obra	
A, B1	5.7.7.1	Durante construcción	Presentar un estimado de la generación de empleo directo por especialidades, así como la procedencia, en caso de no contar con suficiente mano de obra local.
A, B1	5.7.7.2	Durante la operación	Presentar un estimado de la generación de empleo directa por especialidades, así como la procedencia, en caso de no contar con suficiente mano de obra local.
A, B1	5.7.8.	Campamentos	Si el tipo de proyecto amerita contar con un campamento temporal, detallar aspectos sobre el mismo tales como: área a ocupar, número de personas, servicios a instalar, localización y otros.
A, B1	5.8.	Materia prima y materiales a utilizar	
A, B1	5.8.1.	Etapa de construcción y operación)	Presentar un listado completo de la materia prima y materiales de construcción a utilizar, indicando cantidades por día, mes, así como la forma de almacenamiento.
A, B1	5.8.2.	Inventario y manejo de sustancias químicas, tóxicas y peligrosas	Incluir un inventario de sustancias químicas, tóxicas o peligrosas, indicando grado de peligrosidad, elementos activos, sitio y forma de almacenarlo, aspectos de seguridad en el transporte y manejo y otra información relevante, según el proyecto.
A, B1	5.9.	Manejo y disposición Final de desechos (sólidos, líquidos y gaseosos.)	
A, B1	5.9.1.	Fase de construcción	
A, B1	5.9.1.1.	Desechos Sólidos, líquidos (incluyendo drenajes) y gaseosos	Indicar un estimado de la cantidad, características y calidad esperada de los desechos sólidos, manejo y disposición final. Incluir cantidades estimadas de materiales reciclables y/o reusables, incluyendo métodos y lugar donde serán procesados.

Continuación de la tabla XXII.

CATEG.	Núm.	TEMA	ASPECTOS A CONSIDERAR
A, B1	5.9.1.2.	Desechos tóxicos peligrosos	Incluir un inventario, el manejo y disposición final de los desechos peligrosos generados, como resultado de la construcción del proyecto, obra, industria o actividad.
A, B1	5.9.2.	Fase de operación	
	5.9.2.1	Desechos Sólidos, líquidos (incluyendo drenajes) y gaseosos	Indicar un estimado de la cantidad, características y calidad esperada de los desechos sólidos, manejo y disposición final. Incluir cantidades estimadas de materiales reciclables y/o reusables, incluyendo métodos y lugar donde serán procesados.
A, B1	5.9.2.2.	Desechos tóxicos y peligrosos	Incluir un inventario, el manejo y disposición final de los desechos peligrosos generados, como resultado de la construcción del proyecto, obra, industria o actividad.
A, B1	5.10.	Concordancia con el plan de uso del suelo	El proyecto, obra, industria o actividad propuesto, se debe plantear conforme a la planificación de uso de suelo ya existente para el área de desarrollo, indicando si dicha planificación es local (Municipio), regional (grupo de municipios o cuenca hidrográfica) o nacional. Indicar si existiese plan de desarrollo para el área.
A, B1	6.	Descripción del marco legal (jurídico)	Describir la normativa legal (regional, nacional y municipal) que fue considerada en el desarrollo del Proyecto o que aplica según la actividad de que se trate y necesaria para el aprovechamiento de los recursos naturales.
A, B1	7.	Monto global de la inversión	Exponer el monto de las erogaciones por compra de terrenos, construcción de instalaciones, caminos de acceso, obras de electrificación, agua potable y con fines industriales, compra de maquinaria y equipo, personal calificado y no calificado. Se debe indicar la vida útil del proyecto.
A, B1	8.	Descripción del ambiente físico	
A, B1	8.1.	Geología	
A	8.1.1.	Aspectos geológicos regionales	Describir aspectos de interés para la ubicación regional, (caracterización general del Proyecto, incluyendo mapas geológicos.) Presentar los mapas geológicos: a) contexto geotectónico; b) contexto estratigráfico y estructural regional, (los mapas incluidos deben presentarse a escala 1:10 000).
A, B1	8.1.2.	Aspectos geológicos locales	Describir las unidades geológicas, incluyendo las rocas como las de formaciones superficiales. Incluir descripción técnica básica y atributos geológicos fundamentales, así como niveles de alteración y sistemas de fracturas.

Continuación de la tabla XXII.

CATEG.	Núm.	TEMA	ASPECTOS A CONSIDERAR
A, B1	8.1.3.	Análisis estructural y evaluación	Presentar un análisis de la estructura geológica de las unidades locales y una evaluación geotectónica básica del área del proyecto (geometría de las unidades, contactos, buzamientos, fallas, lineamientos, pliegues y otras). Presentar en un mapa a escala 1:10 000.
A,	8.1.4.	Caracterización geotécnica	Presentar una caracterización geotécnica de los suelos y formaciones superficiales, en función de la susceptibilidad a los procesos erosivos, características de estabilidad, capacidad soportante y permeabilidad.
A, B1	8.1.5.	Mapa geológico del área del proyecto (AP) y área de influencia directa (AID)	Presentar un mapa del área, con indicación de los factores indicados (AP Y AID). Acompañar con perfiles y cortes geológicos explicativos, así como columnas estratigráficas que refuercen y clarifiquen el modelo geológico deducido para el terreno en estudio; asimismo, indicar los recursos del medio físico geológico que estén siendo utilizados en la zona (captación de manantiales, pozos, tajos, canteras y otros).
A, B1	8.2.	Geomorfología	
A, B1	8.2.1.	Descripción geomorfológico	Describir el relieve y su dinámica, para poder entender los procesos de erosión, sedimentación y de estabilidad de pendientes. Indicar si existen paisajes relevantes de alta sensibilidad a los impactos.
A, B1	8.3	Suelos	Caracterización de los suelos con vistas a la recuperación y/o rehabilitación de las áreas degradadas, que permitan evaluar el potencial de pérdida de suelos fértiles.
A, B1	8.4..	Clima	Descripción regional y local de las características climáticas (viento, temperatura, humedad relativa, nubosidad, pluviometría, etc.).
A, B1	8.5.	Hidrología	Presentar un estudio hidrológico regional o local, según el proyecto, ligado con el área de influencia directa del mismo (la información se presentará en un mapa hidrológico).
A, B1	8.5.1.	Aguas superficiales y subterránea	Presentar un mapa, ubicando los cuerpos de agua aledaños que puedan ser potencialmente afectados por el Proyecto (toma de agua, efluentes, modificación de cauce o ribera, etc.). e identificación y caracterización de mantos acuíferos aledaños al proyecto(AP), indicando la profundidad del manto freático y las condiciones en que se realizará
A, B1	8.5.2	Calidad del agua	Presentar una caracterización bacteriológica y fisico-química de las aguas superficiales y subterráneas, que podrían ser directamente afectadas por el Proyecto, considerando los parámetros que potencialmente pueden llegar a ser alterados por la implementación del proyecto, obra, industria o actividad, tales como: <i>temperatura, conductividad eléctrica, sólidos totales, en suspensión y disueltos, DQO, DBO, oxígeno disuelto, aceites y grasas, metales pesados, nitrógeno, sulfatos, cloro, flúor, coliformes totales, entre otros.</i>

Continuación de la tabla XXII.

CATEG.	Núm.	TEMA	ASPECTOS A CONSIDERAR
A	8.5.3	Caudales (máximos, mínimos y promedio)	Presentar datos de los caudales de los cuerpos de agua, que puedan ser modificados por las actividades del proyecto.
A	8.5.4.	Cotas de inundación	Presentar la frecuencia histórica de inundaciones en el sitio del Proyecto, con base en experiencia local e informes de las Autoridades correspondientes. En el caso que hubiere zonas inundables, se presentan dichas áreas de una manera gráfica.
A	8.5.5	Corrientes, mareas y oleaje	Cuando el proyecto se encuentra localizado en la zona costera, se deben presentar datos sobre la dinámica hídrica de dicha zona, incluyendo eventos máximos. La información debe ser presentada en forma gráfica y mapas.
A, B1	8.5.6.	Vulnerabilidad a la contaminación de las aguas subterráneas	Analizar la susceptibilidad a la contaminación de las aguas subterráneas por las actividades del proyecto.
A, B1	8.6	Calidad del aire	Presentar una caracterización general de la calidad del aire. En el caso de áreas urbanas considerar los parámetros que potencialmente pueden llegar a ser alterados por la ejecución del proyecto, obra, industria o actividad.
A, B1	8.6.1	Ruido y vibraciones	Presentar una caracterización del nivel de ruidos y vibraciones en el área de estudio, respecto a áreas urbanas.
A, B1	8.6.2	Olores	Caracterización de los olores en el área de estudio, relacionados con características de viento y otros factores.
A, B1	8.6.3	Fuentes de radiación	Identificar las fuentes de radiación existentes y permisos para operación.
A, B1	8.7	Amenazas naturales	
A, B1	8.7.1	Amenaza sísmica	Indicar las generalidades de la sísmicas y tectónicas del entorno: fuentes sísmicas cercanas al área del proyecto, sismicidad histórica, magnitudes máximas esperadas, intensidades máximas esperadas, periodo de recurrencia sísmica, resultado de la amenaza con base en la aceleración pico para el sitio, periodos de vibración de sitio, micro zonificación en función del mapa geológico.
A, B1	8.7.2.	Amenaza volcánica	Indicar las generalidades de la sísmicas y tectónicas del entorno: fuentes sísmicas cercanas al área del proyecto, sismicidad histórica, magnitudes máximas esperadas, intensidades máximas esperadas, periodo de recurrencia sísmica, resultado de la amenaza con base en la aceleración pico para el sitio, periodos de vibración de sitio, micro zonificación en función del mapa geológico. Esta información deberá ser aportada por todos aquellos proyectos que se ubiquen dentro del radio de 30 Km. de distancia de un centro activo de emisión volcánica.

Continuación de la tabla XXII.

CATEG.	Núm.	TEMA	ASPECTOS A CONSIDERAR
A, B1	8.7.3.	Movimientos en masa	Señalar las probabilidades de los movimientos gravitacionales en masa (deslizamientos, desprendimientos, derrumbes, reptación, etc.). Esta información deberá ser presentada por todos aquellos proyectos, obras, industrias o actividades, que se desarrollen en terrenos con pendientes mayores al 15 %.
A, B1	8.7.4.	Erosión	Indicar la susceptibilidad del área a otros fenómenos de erosión (lineal, laminar).
A, B1	8.7.5.	Inundaciones	Hacer una definición de la vulnerabilidad de las zonas susceptibles a las inundaciones y en caso de zonas costeras a huracanes u otros..
A, B1	8.7.6	Otros	Señalar la susceptibilidad del terreno a fenómenos de licuefacción, subsidencias y hundimientos, inducidos naturalmente o potencializados por el proyecto. Señalar las áreas ambientalmente frágiles presentes en las colindancias del terreno.
A	8.7.7.	Susceptibilidad	Presentar un mapa que incluya las áreas de susceptibilidad a amenazas naturales, o de riesgo, incluyendo todos los factores mencionados anteriormente.
A, B1	9.	Descripción del ambiente biótico	Presentar las características biológicas del área de estudio en función del tipo de zona de vida.
A, B1	9.1.	Flora	Indicar gráficamente el área de cobertura vegetal del sitio afectado por el proyecto, obra, industria o actividad, como por ej: potrero, potrero con árboles dispersos, bosque secundario, bosque primario, manglar, pantanos, cultivos y otros. Indicar el estado general de las asociaciones vegetales, adjuntando un inventario forestal. Puede utilizar la metodología de cambio de uso del suelo.
A, B1	9.1.1.	Especies amenazadas, endémicas o en peligro de extinción	Presentar una lista de las especies amenazadas, endémicas o en peligro de extinción que se encuentren en el área del proyecto y el área de influencia directa, de conformidad con las listas oficiales (Listado CITES).
A, B1	9.1.2.	Especies indicadoras	Proponer una serie de especies locales que puedan servir como indicadoras de la calidad ambiental, con fines de monitoreo durante la fase de operación y cierre.
A, B1	9.2.	Fauna	Indicar las especies más comunes del área de estudio y proporcionar datos sobre abundancia y distribución local.
A, B1	9.2.1.	Especies de fauna amenazadas, endémicas o en peligro de extinción	Presentar una lista de las especies de esta categoría que se encuentren en el área de proyecto y el área de Influencia Directa, de conformidad con las listas oficiales (listado CITES).
A, B1	9.2.2.	Especies indicadoras	Proponer una serie de especies locales que puedan servir como indicadoras de la calidad ambiental, con fines de monitoreo.
A, B1	9.3.	Áreas protegidas y ecosistemas frágiles	Caracterizar los ecosistemas más importantes de la zona de estudio, especialmente aquellos que pudieran ser afectados por la ejecución del Proyecto. Presentar en un mapa de áreas silvestres, protegidas existentes y otras áreas de protección o ambientalmente frágiles.

Continuación de la tabla XXII.

CATEG.	Núm.	TEMA	ASPECTOS A CONSIDERAR
A, B1	10.	Descripción del ambiente socioeconómico y cultural	
A, B1	10.1.	Características de la población	Incluir datos sobre tamaño, estructura, nivel de educación, actividades económicas, tenencia de la tierra, empleo, indicadores de salud, censo poblacional, aspectos de género y otros de la población cercana al área de proyecto, así como sus tendencias, especialmente aquellas que pueden ser influidas por la ejecución del Proyecto, obra, industria o actividad.
A, B1	10.2.	Seguridad vial y circulación vehicular	Establecer las características actuales de la red vial, los niveles de seguridad y los conflictos actuales de circulación, presentar un análisis en función de la ejecución y operación del Proyecto, obra, industria o actividad.
A, B1	10.3.	Servicios de emergencia	Indicar la existencia y disponibilidad de servicios de emergencia, tales como: estación de bomberos, Cruz Roja, Policía, hospitales, clínicas y otros.
A, B1	10.4.	Servicios básicos	Indicar la existencia y disponibilidad de servicios básicos tales como: agua potable, alcantarillado y drenajes, electricidad, transporte público, recolección de basura, centros educativos, otros y que se relacionen con el proyecto.
A, B1	10.5.	Percepción local sobre el proyecto	Plantear cuál es la percepción, actitudes y preocupaciones de los habitantes de la zona sobre la ejecución del Proyecto, obra, industria o actividad, y las transformaciones que pueda generar. (Según encuesta de opinión). Señalar los posibles conflictos que puedan derivar de la ejecución; así como el planteamiento del equipo consultor sobre la metodología utilizada para presentar y discutir el proyecto y sus alcances con respecto al medio social y en particular sobre las comunidades cercanas. Incluir el registro de dichas reuniones en el estudio de EIA.
A, B1	10.6.	Infraestructura comunal	Identificar la infraestructura comunal existente (caminos, puentes, centros educativos y de salud, parques, vivienda, sitios históricos, otros), que pueda ser afectada por el proyecto, obra, industria o actividad.
A	10.7.	Desplazamiento y/o movilización de comunidades	Contemplar de manera específica y detallada si el desarrollo del proyecto implica el desplazamiento de personas, familias o comunidades. Realizar un inventario poblacional y su opinión respecto a la situación que le plantea el proyecto.
A, B1	10.8	Descripción del ambiente cultural; valor histórico, arqueológico, antropológico, paleontológico y religioso	Identificar, señalar y caracterizar estos sitios en el Área de Influencia Directa y analizar el efecto del proyecto, obra, industria o actividad, sobre los mismos, en coordinación con las autoridades correspondientes, presentando la autorización respectiva.

Continuación de la tabla XXII.

CATEG.	Núm.	TEMA	ASPECTOS A CONSIDERAR
A, B1	10.9.	Paisaje	Hacer una descripción de los valores recreativos, estéticos y artísticos del área (se recomienda, apoyarse con fotografías que muestren las condiciones existentes del área, los cuales pueden verse afectados por el proyecto, obra, industria o actividad propuesta).
A	10.10.	Áreas socialmente sensibles y Vulnerables	Presentar los datos sociológicos obtenidos, definiendo las áreas socialmente sensibles y vulnerables a los efectos del Proyecto (esta información debe apoyarse en mapas utilizando escala apropiada).
A, B1	11.	Selección de alternativas	
A, B1	11.1.	Alternativas consideradas	Realizar una síntesis, que integre las alternativas consideradas como parte del diseño preliminar y su comparación, describiendo brevemente, los pasos y metodología que condujeron hasta la alternativa seleccionada.
A, B1	11.2.	Alternativa seleccionada	Incluir una descripción técnica de las alternativas seleccionadas.
A, B1	12.	Identificación de impactos ambientales y determinación de medidas de mitigación	Debe incluirse matriz o conjunto de matrices utilizadas para la identificación y cuantificación de los impactos. (Lista de chequeo y causa efecto, entre otras)
A, B1	12.1.	Identificación y valoración de impactos ambientales	Aplicar una metodología convencional que confronte las actividades impactantes del proyecto, obra, industria o actividad, con respecto a los factores del Medio Ambiente que podrían ser afectados, y las valore, analizando las diferentes etapas del proyecto (construcción, operación y abandono).
A, B1	12.2.	Análisis de impactos	Analizar los impactos ambientales que podrían afectar a: a) aire, b) suelo, c) subsuelo, d) aguas superficiales, e)aguas subterráneas, f) flora y fauna g) biotopos acuáticos y terrestres, h) medio socioeconómico, i) recursos culturales e históricos, j) paisaje, k) otros. Señalar la fuente generadora del impacto (descripción y análisis), y definir el conjunto de medidas preventivas, correctivas, de mitigación, de compensación, si se trata de un impacto negativo, o bien para optimizarlas si se trata de un impacto positivo.
A, B1	12.3.	Evaluación de impacto social	Efectuar una evaluación de impacto social que estime las consecuencias sociales que altere el normal ritmo de vida de las poblaciones y que afecte la calidad de vida de sus habitantes.

Continuación de la tabla XXII.

CATEG.	Núm.	TEMA	ASPECTOS A CONSIDERAR
A, B1	12.4.	Síntesis de la evaluación de impactos ambientales	Elaborar un resumen, indicando todos los impactos ambientales que producirá el proyecto, en sus diferentes etapas y el resultado de la valoración de la importancia del impacto ambiental, incluyendo aquellos impactos que generan efectos acumulativos. Hacer una comparación de la calificación de los impactos ambientales, en particular el balance entre los impactos negativos y positivos; y resumir cuáles son los impactos más importantes que producirá el Proyecto.
A, B1	13.	Plan de gestión ambiental (PGA)	Presentar un PGA, donde se expongan las prácticas a implementar para prevenir, controlar o disminuir impactos ambientales negativos y maximizar los impactos positivos significativos que se originen con el Proyecto, obra o actividad. Presentar como síntesis en forma de cuadro resumen, el PGA, que incluya: a) Variables Ambientales Afectadas, b) Fuente generadora del impacto, c) Impacto Ambiental propiamente dicho, d) Cita de la regulación ambiental relacionada con el tema, e) Medidas ambientales establecidas, f) Tiempo de ejecución de esas medidas, g) Costo de las medidas, h) Responsable de aplicación de las medidas, i) Indicador de desempeño establecido para controlar el cumplimiento, j) Síntesis del compromiso ambiental
A. B1	13.1.	Organización del proyecto y ejecutor de las medidas de mitigación	Describir la organización que tendrá el Proyecto, tanto en la fase de construcción, como en operación, señalando para cada fase, él o los responsables de la ejecución de las medidas de mitigación.
A, B1	13.2.	Seguimiento y vigilancia ambiental (Monitoreo)	Cómo parte del PGA, definir objetivos y acciones específicas del seguimiento y vigilancia ambiental, sobre el avance del plan conforme se ejecutan las acciones del Proyecto, obra o actividad, definiendo claramente cuáles son las variables ambientales o factores a los que se les dará seguimiento (los métodos, tipos de análisis, y la localización de los sitios, puntos de muestreo y frecuencia de muestreo, institución responsable). El seguimiento y vigilancia ambiental debe incluir la etapa de construcción, operación y cierre o abandono, dependiendo de la complejidad y tipo del Proyecto y de la fragilidad ambiental del área donde se plantea ubicar.
A, B1	13.3.	Plan de recuperación ambiental para la fase de abandono o cierre	Definir la etapa de abandono o cierre, una vez cumplidos sus objetivos presentar un plan que incluya las medidas que serán tomadas para recuperar el sitio del área del proyecto, estableciendo claramente el estado final del mismo una vez concluidas las operaciones, de tal forma que pueda ser corroborado.

Continuación de la tabla XXII.

CATEG.	Núm.	TEMA	ASPECTOS A CONSIDERAR
A, B1	14	Análisis de riesgo y planes de contingencia	Elaborar un análisis de las probabilidades de exceder las consecuencias económicas, sociales o ambientales en un sitio particular. Indicar vulnerabilidad de los elementos expuestos y el riesgo que puede ser provocado por el hombre, o la naturaleza.
A, B1	14.1.	Plan de contingencia	Presentar medidas a tomar como contingencia o contención en situaciones de emergencia derivadas del desarrollo del proyecto, obra, industria o actividad, y/o situaciones de desastres naturales, en el caso que dichos proyectos, obras, industrias o actividades se encuentren en áreas frágiles o que por su naturaleza representen peligro para el medio ambiente o poblados cercanos, así como los que sean susceptibles a las amenazas naturales. (Planes contra riesgo por sismo, explosión, incendio, inundación o cualquier otra eventualidad.)
	15.	Escenario ambiental modificado por el desarrollo del proyecto, obra, industria o actividad	Presentar un análisis general de la situación ambiental del Área de Proyecto previo a la realización del proyecto, y el Área de Influencia como consecuencia del desarrollo del mismo.
A, B1	15.1.	Pronóstico de la calidad ambiental del área de influencia.	Con base en la situación ambiental actual del Área de Influencia del mismo, realizar un análisis de la calidad ambiental que tendrá el área de influencia a partir de la implementación del Proyecto, tomando en cuenta las medidas a aplicar tanto dentro del ámbito del Proyecto, como de sus efectos acumulativos.
A, B1	15.2.	Síntesis de compromisos ambientales, medidas de mitigación y de contingencia	Presentar en un cuadro, un resumen de los compromisos ambientales establecidos en el PGA y del análisis de riesgo y de contingencia, estableciendo los lineamientos ambientales que regirán el desarrollo del proyecto en sus diferentes fases, en función de los factores ambientales.
A, B1	15.3.	Política ambiental del proyecto	Como síntesis de las medidas de mitigación propuestas, resumir la Política Ambiental que deberá regir al Proyecto durante toda su ejecución, incluyendo como mínimo su objetivo, alcances, el compromiso con el mejoramiento continuo, control y seguimiento ambiental y la buena relación con las comunidades vecinas.
A, B1	16.	Referencias bibliográficas	Presentar un listado de toda la bibliografía (libros, artículos, informes técnicos y otras fuentes de información) citada en los diferentes capítulos del Estudio de EIA (referencias bibliográficas completas y siguiendo los procedimientos convencionales de citación bibliográfica: autor(es), año, título, fuente en que se encuentra, número de páginas, y ciudad de publicación o edición.
A, B1	17	Anexos	Los anexos deben estar numerados y debidamente referenciados en el texto.

Fuente: Dirección de Gestión Ambiental y Recursos Naturales Ventanilla Ambiental – Delegación Departamental-MARN. www.marn.gob.gt. Consulta: 4 de enero de 2017.

6.5. Plan de manejo ambiental del proyecto

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

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

- Almacenamiento

Dentro de la empresa se debe establecer la existencia y ubicación de los sitios de almacenamiento, temporal y definitivo. Respecto al almacenamiento definitivo que se le dará a cada uno de los residuos no peligrosos, se debe contar con un área establecida donde se puedan ubicar, sin sufrir alguna contaminación por otro tipo de residuo. Para la evaluación de los sitios de almacenamiento, el jefe de producción puede evaluar la ubicación la cual le ayudará a determinar si tiene acceso para los usuarios, es fácil de limpiar, cuenta con ventilación adecuada, permite la recolección a través de los camiones municipales de basura. etc. Para la cual se diseñó una lista de

chequeo para determinar si el sitio de almacenamiento es el adecuado, ya que se debe cumplir con las características establecidas, las cuales se presentan en la tabla a continuación.

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

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

Fuente: elaboración propia.

Para el almacenamiento de sustancias y residuos peligrosos se deben identificar los impactos ambientales derivados de dicha actividad, al igual que los requisitos legales, ambientales, de seguridad y sanitarios que le aplican. De igual manera, el jefe de producción debe evaluar las características del sitio dispuesto para este almacenamiento, ya que si se ubican en un área que no

cumple con las condiciones de seguridad puede surgir un accidente, un incendio. Por lo cual, con base en lo expuesto en la lista de chequeo, se procede a determinar si el sitio de almacenamiento de residuos peligrosos es el indicado.

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

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

Fuente: elaboración propia.

- Transporte

Permite enunciar la manera como se están evacuando los residuos sólidos peligrosos y no peligrosos generados al interior de la empresa (puntos de generación y almacenamiento). Se deben verificar aspectos relacionados con la recolección al interior dado que deben existir rutas de recolección de los residuos; establecer un horario para la recolección la cual no afecte con los planes de producción, ya que la acumulación de basura puede contaminar las zonas de trabajo, ensuciar las ordenes de producción ya finalizadas o pendientes de algún proceso; lo que se traduce en una pérdida para la empresa, debido a que se debe realizar un reproceso si se puede y en casos más extremos repetir de nuevo el pedido.

Debe haber un control de la recolección y el transporte externo de residuos sólidos debido a que deben ser recolectores autorizados por la Municipalidad de Guatemala, ya que deben transportar los desechos a los basureros autorizados y no ser depositados en lugares que puedan contaminar el medio ambiente para lo cual se diseñó una lista de chequeo para las actividades inherentes a la recolección y transporte externo.

Tabla XXVI. **Actividades inherentes a la recolección interna de residuos sólidos**

DESCRIPCIÓN	SÍ	NO
¿Tiene definidas rutas de recolección?		
¿Se tienen establecidos horarios y frecuencias de recolección?		
¿Realiza la recolección selectiva de los residuos en los puntos de generación?		
¿Los elementos empleados para la recolección de residuos peligrosos son de uso exclusivo para este fin?		

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXVII. **Actividades inherentes a la recolección y transporte externo de residuos sólidos**

DESCRIPCIÓN	SÍ	NO
¿Verifica que los vehículos que transportan sustancias o residuos peligrosos tengan toda la documentación establecida por el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social?		
¿Se tienen establecidos horarios y frecuencias de recolección?		
¿Verifica que los vehículos que transportan residuos sólidos cumplan con los requisitos por parte de la Municipalidad de Guatemala?		
¿Verifican los documentos y la integridad de los envases y embalajes para la entrega de residuos sólidos?		

Fuente: elaboración propia.

- **Tratamiento y disposición final**

Se debe identificar si se está realizando aprovechamiento o tratamiento de residuos al interior o exterior de la empresa y establecer el tipo de técnica o procesos que se desarrollan, dependiendo del tipo de residuo y el producto final que se obtiene. Se debe establecer además quién hace esta labor, si está certificado o si no posee ninguna certificación, el tiempo desde cuando se está desarrollando y qué beneficios se han obtenido. Asimismo, determinar si se hace tratamiento de los residuos peligrosos, dónde y quién lo hace y si la entidad o persona tiene licencia o documentación legal para hacerlo.

En la disposición final indicar el lugar donde se están disponiendo finalmente los residuos sólidos que se generan en su organización y qué tipo de certificación le brinda la empresa que realiza este proceso.

- **Acciones para reducir la fuente**

Se debe determinar el estado como se realiza el proceso de separación en la organización (si se hace) y tener en cuenta aspectos como:

- Tipo de residuos que se separan.
- Existencia y cantidad de recipientes utilizados (capacidad, código de colores, entre otros).
- Calidad de la separación.

Además, se deben identificar las dificultades que se presentan en el proceso de separación de los residuos para establecer alternativas de solución que deben estar incluidas en el manejo integral de residuos. Es importante determinar si se separan o no los residuos considerados peligrosos y qué se hace con estos.

- Pasos para realizar una caracterización física de los residuos sólidos

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

- Verificar las condiciones del sitio para realizar la caracterización: el lugar para realizar la clasificación de residuos en lo posible, debe ser un espacio iluminado y aireado, cubierto de la intemperie, con suministro de agua y cercano al lugar de almacenamiento de residuos, preferiblemente en el interior de la organización. Una vez se termina la caracterización, se procede a lavar y desinfectar el

lugar de trabajo utilizado. La desinfección debe realizarse con abundante agua y jabón detergente.

- Selección de la muestra: para las áreas que generen una gran cantidad de residuos, se recomienda calcular una muestra representativa; el tamaño puede ser del 10 % del total de los residuos que la organización considere estar generando. La muestra representativa debe componerse por una cantidad de residuos provenientes de cada centro generador en la proporción en que estos aporten al total de los residuos.
- Los residuos que se consideran peligrosos inicialmente se identifican, se separan y luego se les realiza una caracterización química.
- Para lo cual se presenta una serie de elementos operativos para el desarrollo de la caracterización de residuos no peligrosos (residuos sólidos). Esta se realiza con el jefe de producción y cada uno de los supervisores de área.

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

ASPECTOS	DETALLE DE LAS ACTIVIDADES
Logística de la caracterización	Confirmar el sitio donde se realizará la caracterización.
	Organizar formatos y listados para la caracterización.
	Corroborar la disponibilidad de las personas participantes en la caracterización.
	Verificar que los recursos físicos necesarios para desarrollar la actividad estén organizados.
Datos del personal participante	Registrar la información del personal para la caracterización.

Continuación de la tabla XXVII.

Lista de chequeo caracterización	Verificar que todo está preparado para la caracterización.
Recolectar y rotular las muestras	Guiar al responsable de la recolección de los residuos por la ruta establecida.
	Recolectar las muestras de residuos en las áreas de generación.
	Rotular las muestras según el área de Generación.
	Llevar control de las áreas de generación donde se recolectó el material.
	Llevar los materiales al sitio donde se va a realizar la caracterización.
Pesado de las muestras por área de generación	Pesar la muestra que se recolectó en cada área de generación.
	Tabular la información.
	Mantener juntas las bolsas con residuos por área de generación.
Clasificación de los residuos	Si el peso de la muestra del es mayor de 200 Kg, se realiza homogenización y cuarteo de los residuos hasta obtener el 10 % aproximadamente. Esta cantidad es la que se caracteriza.
	Si el peso de la muestra es menor de 200 Kg, se efectúa la caracterización del total de los residuos.
Separación de los Residuos sólidos del total	Ordenar el lugar de trabajo con recipientes para depositar cada tipo de residuo.
	Pesar los recipientes vacíos antes de introducirles el material separado y anotar este dato.
	Separar el material correspondiente por tipo y depositarlo en el recipiente respectivo.
	Pesar el recipiente con el material asignado en la báscula.
	Registrar en un formato apropiado el peso de cada material clasificado.

Fuente: elaboración propia.

- Formato para el registro de residuos

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

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

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

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

- V= volumen
- r= radio
- h= altura
- $\pi = 3,1416$

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

Tabla XXIX. Registro de residuos pesados por área

Aforo de residuos sólidos - datos por área												
Área de generación 1				Área de generación 3				Fecha:				
Área de generación 2				Área de generación 4								
Tipos de residuos	Área de generación											
	1			2			3			4		
	Peso (Kg)	Vol	%	Peso (Kg)	(m3)	%	Peso (Kg)	(m3)	%	Peso (Kg)	Vol	%
1	Materia orgánica.											
	Restos de alimentos, fruta y verdura											
	Residuos de zonas verdes											
2	Papel											
	Periódico											
	Parafinad											
	Otro											
3	Cartón											
	Corrugado											
	Plegadiz											
	Suci											
4	Plástico											
	PET											
	PV											
	Otro											

Fuente: elaboración propia.

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

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

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

Figura 22. **Recipientes utilizados para la separación de los residuos sólidos y su código de colores**



Fuente: ICONTEC. *Norma Técnica ntc colombiana 5167*. <https://tienda.icontec.org/wp-content/uploads/pdfs/NTC5167.pdf>. Consulta: 4 de enero de 2017.

- Se deben colocar recipientes de color verde en los lugares donde se generen residuos no peligrosos: servilletas, empaques de papel plastificado, plástico no reciclable, papel carbón, envases tetrapack; se deben ubicar en oficinas o cafetería.
- Los recipientes de color crema para residuos biodegradables se colocan en donde se producen residuos de alimentación como la cafetería, antes y después de su preparación, residuos vegetales, material de poda y jardín.

- Los recipientes de color gris son para todo tipo de cartón limpio y seco; se deben colocar en las oficinas, áreas de producción, cafetería o bodega.
- Los recipientes de color azul se utilizan para todo lo que sea plástico. Se deben ubicar en cafeterías, áreas de producción, oficinas administrativas.
- Los recipientes de color blanco se utilizan para envases y frascos de vidrio, latas metálicas. Se deben ubicar en áreas de producción, bodegas, cafeterías, etc.
- Los recipientes biodegradables se ubican el área de producción.

6.6. Plan de higiene y seguridad industrial

El análisis de riesgos tiene por objetivo que la empresa identifique y evalúe, cuáles son aquellos eventos o condiciones que pueden llegar a ocasionar una emergencia. Este análisis se convierte en una herramienta para establecer las medidas de prevención y control de los riesgos asociados a la actividad de la organización, al entorno físico y al entorno social donde desarrolla sus funciones. El análisis de riesgos está conformado por las etapas de identificación y caracterización de peligros y amenazas de carácter natural o antrópico, el análisis de vulnerabilidad por amenaza, la evaluación del riesgo y la identificación de escenarios de riesgo.

- Identificación y caracterización de los peligros y las amenazas

Se entiende por peligro una fuente o situación con potencial de daño en términos de lesión o enfermedad, daño a la propiedad, al ambiente de trabajo,

al medio ambiente o una combinación de estos y por amenaza, la probabilidad de que un fenómeno de origen natural o humano, eventualmente, cause daño y genere pérdidas, y que se produzca en un determinado tiempo y lugar.

En la identificación de peligros, la organización debe realizar una observación y estudio detallado de los procesos, las actividades y su entorno que indique cuáles son aquellas situaciones que pueden generar una emergencia. Una vez identificados los peligros, deben ser analizados según su probabilidad de ocurrencia en términos de amenaza.

Para identificar los posibles peligros, se deben analizar y determinar aspectos como la combinación o mezcla de sustancias químicas y los residuos con características peligrosas, con el almacenamiento o transporte de gases tóxicos o líquidos corrosivos, la inflamabilidad de una sustancia, la presencia de materiales radiactivos, el deterioro de la vía; los cuales, pueden interactuar con peligros de orden social, por ejemplo, huelgas y/o paros; de origen natural, por ejemplo, la presencia de una falla geológica, de ríos, de volcanes; las condiciones atmosféricas adversas en la zona, por ejemplo el desbordamiento de un río, una erupción volcánica o un atentado terrorista.

En la tabla se muestran algunas de las posibles amenazas que pueden afectar los componentes del manejo integral de residuos sólidos.

Tabla XXX. Amenazas que afectan el manejo integral de residuos sólidos

Núm.	Amenaza	Presentación	Almacenamiento	Recolección interna	Recolección externa	Tratamiento de residuos orgánicos	Aprovechamiento de material reciclable	Tratamiento de residuos peligrosos	Disposición final
1	Incendios y explosiones	x	x	x	x		x	x	x
2	Tormentas y huracanes	x			x	x	x	x	x
3	Deslizamientos				x	x	x	x	x
4	Sismos	x	x	x	x	x	x	x	x
5	No recolección parcial o total de los residuos	x	x	x	x	x	x	x	x
6	Cierre temporal del sitio de disposición final	x	x	x	x	x	x	x	x
	Derrame de residuos peligrosos y/o especiales	x	x	x	x			x	
8	Separación inadecuada de los residuos	x	x			x	x	x	x
9	Incompatibilidad en el almacenamiento de residuos peligrosos		x		x			x	x
10	Fallas en el proceso de tratamiento térmico de residuos peligrosos							x	x
11	Fallas de entidades encargadas de la recolección, transporte y disposición de cierto tipo de residuos peligrosos		x					x	x
12	Acumulación excesiva de residuos en el centro de almacenamiento		x	x	x	x	x		x
13	Daño de equipo de recolección	x	x		x				x
14	Accidentes laborales								

Fuente: elaboración propia.

- Organización del plan de emergencia

El plan de emergencias permitirá identificar los escenarios de riesgo. De esta manera, se facilita la proyección adecuada de las siguientes acciones:

- Aislamiento.
- Señalización.
- Definición de puntos de encuentro y vías de escape.
- Determinación de la cantidad y localización estratégica de equipos de seguridad y protección individual.
- Definición de procedimientos contra derrames, fugas e incendios.

Para la elaboración, implementación y seguimiento del plan de contingencias, se deberá establecer personal de la empresa, con el propósito de planear y organizar las diferentes acciones y recursos para la eficaz atención de una eventual emergencia. Dentro de las funciones de los responsables del plan de contingencias están:

- Conocer el funcionamiento de la empresa, las instalaciones, las emergencias que se puedan presentar y sus planes normativos y operativos.
- Identificar las zonas más vulnerables de la organización.
- Mantener actualizado el inventario de recursos humanos, materiales y físicos de la organización.
- Mantener control permanente sobre los diferentes riesgos de la empresa.
- Diseñar y promover programas de capacitación para afrontar emergencias dirigidos a todo el personal.

- Establecer acciones operativas. Ejemplo: la cadena de llamadas, distribución de funciones, entre otras.
- Realizar reuniones periódicas para mantener permanentemente actualizado el plan.
- Evaluar los procesos de atención de las emergencias para retroalimentar las acciones de planificación.
- Evaluar las condiciones y la magnitud de las emergencias cuando se presenten.
 - Distribuir los diferentes recursos para la atención adecuada de la emergencia.
 - Establecer contactos con las máximas directivas de la organización, con los grupos de apoyo y con la ayuda externa (Cruz Roja, bomberos).
 - Tomar decisiones en cuanto a evacuación total o parcial de la organización.
 - Coordinar las acciones operativas en la atención de emergencias.
 - Recoger y procesar toda la información relacionada con la emergencia.
 - Coordinar el traslado de los heridos a los centros de asistencia médica.

- Evaluar el desarrollo de las diferentes actividades contempladas en el plan, después de cada emergencia o simulacro desarrollado.
 - Elaborar y presentar informes de dichas actividades a las directivas de la organización.
- Plan de seguimiento

El plan de seguimiento permitirá la verificación del cumplimiento de las medidas propuestas en el manejo integral de residuos. Se pueden utilizar herramientas como formatos de verificación en visitas de seguimiento al interior de la empresa, o por personal que se encuentre directamente relacionado con el manejo de los residuos.

Este último, es un integrante de vital importancia para el seguimiento de la implementación del manejo integral de residuos; debe ser el primer actor que se capacite, incluso, puede servir de multiplicador de la información al interior de la organización e independiente de su formación educativa; debe estar en capacidad de diligenciar formatos donde se indiquen en qué lugar de la organización, piso, zona, sector, oficina o planta, se perciben problemas relacionados con el mal manejo de residuos.

El plan de seguimiento debe sobre todo, considerar las medidas tendientes a la recopilación de la información que se deben presentar anualmente sobre el manejo integral de residuos sólidos.

Para realizar el plan de seguimiento se deben tomar los componentes: capacitación, separación de la fuente, almacenamiento, tratamiento, disposición final. Conjuntamente con una serie de actividades con cada uno de sus

responsables de ejecutarla y darle seguimiento para una mejor ejecución del informe se describe su contenido.

Tabla XXXI. **Contenido del informe de seguimiento**

COMPONENTE	ACTIVIDADES DE SEGUIMIENTO	RESPONSABLE
Capacitación	<ul style="list-style-type: none"> • Verificar el cumplimiento de las capacitaciones programadas. 	Recursos humanos
Separación de la fuente	<ul style="list-style-type: none"> • Identificar y verificar si se están separando adecuadamente los residuos generados en cada área de producción. 	Jefe de producción
Almacenamiento	<ul style="list-style-type: none"> • Revisar si los sitios de almacenamiento cumplen con los requerimientos establecidos, mediante visitas programadas en compañía del personal de servicios varios. 	Jefe de operaciones
Tratamiento	<ul style="list-style-type: none"> • Verificar la entrega oportuna de los residuos a los entes externos encargados de su tratamiento. • Determinar pesos de material entregado, así como los cambios que puedan generarse. • Verificar los certificados de las empresas encargadas del tratamiento a los residuos de la planta. 	Jefe de producción
Disposición final	<ul style="list-style-type: none"> • Verificar entrega oportuna de residuos que se disponen en relleno. • Determinar pesos de material entregado a la empresa de aseo encargada del transporte de los residuos. • Verificar los certificados de las empresas encargadas del tratamiento a los residuos de la empresa. 	Jefe de producción
Análisis de indicadores	<ul style="list-style-type: none"> • Verificar rutas de recolección interna y de horarios establecidos. • Cantidad de residuos separados por tipo. • Cantidad de residuos tratados. • Cantidad de residuos dispuestos en relleno sanitario. • Cantidad de residuos reciclados y/o reutilizados. 	Jefe de producción

Fuente: elaboración propia.

Para la protección del personal dentro el área de producción se deben tomar las siguientes consideraciones.

Para la protección de los ojos, el jefe de producción debe informar verbalmente y por escrito a los trabajadores que se debe utilizar gafas de seguridad; se emplearán principalmente para evitar los riesgos de salpicaduras de los disolventes y productos químicos en los ojos, ya que los protegen tanto lateralmente como frontalmente.

Deben estar fabricadas con materiales resistentes a todo tipo de disolvente o producto químico y deben ser homologadas.

Figura 23. **Gafas**



Fuente: Daveco. *Seguridad industrial*. www.daveco.com.gt. Consulta: 4 de enero de 2017.

La utilización de los mandiles servirá para proteger al trabajador frente a los riesgos de salpicaduras y de derrames de los disolventes o productos químicos, deben de estar fabricados con materiales resistentes a los mismos y deberán ser homologados.

Este puede ser un mandil de neopreno por una cara, con soporte de algodón. Ideal para ácidos, disolventes, grasas y aceites.

Figura 24. **Mandil**



Fuente: Daveco. *Seguridad industrial*. www.daveco.com.gt. Consulta: 4 de enero de 2017.

El uso de botas o calzado de seguridad ayudará a los trabajadores para proteger los pies frente a los riesgos de salpicaduras y de derrames de los disolventes o productos químicos; estos deberán estar fabricadas con materiales resistentes a los mismos y estar homologadas.

Figura 25. **Botas**



Fuente: Daveco. *Seguridad industrial*. www.daveco.com.gt. Consulta: 4 de enero de 2017.

La higiene personal es igualmente importante. Los trabajadores no deben ingerir alimentos ni fumar en zonas donde se utilizan disolventes.

El lugar de trabajo debe disponer de instalaciones de lavado. Nunca se deben usar disolventes para quitarse aceite y grasa de las manos, es necesario disponer de productos de limpieza adecuados para uso industrial, de no estar estos disponibles, utilizar gran cantidad de jabón o detergentes suaves y agua. Se deben tirar todos los trapos, deshechos, servilletas de papel, etc., impregnados con disolventes en contenedores metálicos herméticos.

7. ESTUDIO FINANCIERO

7.1. Análisis de costos

Se describe el análisis de costos en la implementación del proyecto en estudio.

7.1.1. Costo de la inversión inicial en activos

El costo inicial de la inversión se determina por los requerimientos técnicos, maquinaria, insumos, materiales para la elaboración de tejas a partir de fibras naturales de bambú y polietileno de baja densidad.

7.1.2. Costos de operación

El costo de operación representa el valor monetario necesario para llevar a cabo el proceso de producción de tejas plásticas.

7.1.2.1. Costo para la realización del servicio

Se representa por el valor necesario para la transformación químico-física de las fibras naturales y el polietileno para la fabricación de tejas plásticas.

7.1.2.2. Costo de administración

Representa todos los sueldos y salarios, pagos de servicios para el funcionamiento del proyecto.

7.1.2.3. Costo de venta

Es el valor monetario que se generó por la fabricación de los productos a comercializar.

7.1.3. Costo unitario básico y su estructura

Es la suma del costo de material directo, mano de obra directa y gastos de fabricación

El cálculo se obtiene dividiendo el costo total entre la cantidad de producción proyectada.

7.1.4. Clasificación de los costos en fijos y variables

Los costos fijos son aquellos costos que la empresa debe pagar independientemente de su nivel de operación, es decir, produzca o no produzca debe pagarlos.

Los costos variables son los gastos que cambian en proporción a la actividad de una empresa. El costo variable es la suma de los costos marginales en todas las unidades producidas. Así, los costos fijos y los costos variables constituyen los dos componentes del costo total.

7.2. Ingresos

Representan las cantidades que recibe la empresa en concepto de ventas de productos.

7.3. Recursos financieros para la inversión

Para realizar la inversión se requiere de capital de trabajo, este puede ser propio y/o por medio de un apalancamiento financiero; en este caso puede ser por medio de un préstamo bancario o a portación de los socios.

7.3.1. Capital de trabajo

Se define como capital de trabajo a la capacidad de una compañía para llevar a cabo sus actividades con normalidad en el corto plazo.

7.3.2. Inversión total

Es conocida como la adquisición de todos los activos fijos o tangibles, diferidos o intangibles necesarios para iniciar un proyecto.

7.4. Programa de amortización del préstamo

Se describen las fuentes de financiamiento del proyecto.

Tabla XXXII. Fuente de financiamiento

TOTAL DE FINANCIAMIENTO REQUERIDO					Q62,671.00	
FINANCIAMIENTO INTERNO						%
Utilidades retenidas					Q 12 671,00	
Acciones comunes					Q 0,00	
Acciones preferentes					Q 0,00	
Total financiamiento interno					Q 12 671,00	20 %
FINANCIAMIENTO EXTERNO	Plazo	Tasa	Frecuencia de	Método de pago		%
Préstamos bancarios	años	interés	amortización	de prestamo	Monto	
Banco Banrural	1	12 %	12	Cuota nivelada	Q 50 000,00	
Bonos y otros					Q 0,00	
Total de financiamiento externo					Q 50 000,00	80 %
TOTAL DE INVERSIÓN DEL PROYECTO					Q 174 350,00	100 %

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXIII. Amortizaciones

IMPORTE	Q 50 000,00				
AÑOS	1				
INTERÉS	14 %				
PERIODO DE PAGO	12				
TIPO DE AMORTIZACIÓN	Nivelada				
Meses	Cuota mensual	Intereses	Amortización	Amortizado	Saldo
0					Q 50 000,00
1	Q 4 489,36	Q 583,33	Q 3 906,02	Q 3 906,02	Q 46 093,98
2	Q 4 489,36	Q 537,76	Q 3 951,59	Q 7 857,62	Q 42 142,38
3	Q 4 489,36	Q 491,66	Q 3 997,69	Q 11 855,31	Q 38 144,69
4	Q 4 489,36	Q 445,02	Q 4 044,33	Q 15 899,64	Q 34 100,36
5	Q 4 489,36	Q 397,84	Q 4 091,52	Q 19 991,16	Q 30 008,84
6	Q 4 489,36	Q 350,10	Q 4 139,25	Q 24 130,42	Q 25 869,58
7	Q 4 489,36	Q 301,81	Q 4 187,54	Q 28 317,96	Q 21 682,04
8	Q 4 489,36	Q 252,96	Q 4 236,40	Q 32 554,36	Q 17 445,64
9	Q 4 489,36	Q 203,53	Q 4 285,82	Q 36 840,18	Q 13 159,82
10	Q 4 489,36	Q 153,53	Q 4 335,82	Q 41 176,01	Q 8 823,99
11	Q 4 489,36	Q 102,95	Q 4 386,41	Q 45 562,42	Q 4 437,58
12	4 489,36	51,77	4 437,58	50 000,00	0,00

Fuente: elaboración propia.

7.5. Punto de equilibrio

Se presenta el punto de equilibrio para el proyecto.

Tabla XXXIV. **Punto de equilibrio**

ESTIMACIÓN DEL PUNTO DE EQUILIBRIO		
ELEMENTOS	Promedio Mensual	Total primer Año
A. Costos fijos	Q 4 489,85	Q 53 878,20
B. Costos variables	Q 3 712,50	Q 44 550,00
C. Ventas		Q 297 000,00
D. Contribución marginal (C - B)		Q 252 450,00
E. Margen de contribución (D / C)	85 %	85 %
F. Punto de equilibrio en valores (A / E)	Q 5 282,18	Q 63 386,12
G. Precio de venta unitario sin IVA (Un producto)	2 595,96	2 595,96
H. Punto de equilibrio en unidades (F / G)	2	24

Fuente: elaboración propia.

7.6. Valor de rescate

El valor de rescate es un concepto que se refiere al monto que le otorgará la aseguradora, al asegurado o beneficiario, en caso de que la póliza sea cancelada.

7.7. Estado de resultados proyectados

Se presentan los estados de resultados proyectados para el proyecto.

Tabla XXXV. Estado de resultados

Estado de pérdidas y ganancias				Estado de pérdidas y ganancias			
(Expresado en Q)				(Expresado en Q)			
Del 01 de ene al 31 de dic.		Porcentajes		Del 01 de ene al 31 de dic.		Porcentajes	
	Ventas totales	57 076 000	100 %		59 350 000	100 %	
(-)	Costo de ventas	3 250 000	6 %		5 340 000	9 %	
	Utilidades brutas	53 826 000	94 %		54 010 000	91 %	
(-)	Gastos operativos						
	Gastos de ventas	2 300 000	4 %		4 300 000	7 %	
	Gastos generales y administrativos	2 200 000	4 %		2 530 000	4 %	
	Gastos por arrendamiento	600 000	1 %		650 000	1 %	
	Gastos por depreciación	239 000	0 %		240 000	0 %	
	Total de gastos operativos	5 339 000	9 %		7 720 000	13 %	
	Utilidad operativa	48 487 000	85 %		46 290 000	78 %	
(-)	Gastos financieros	150 000	0 %		1 000 000	2 %	
	Utilidad neta antes de impuestos	48 337 000	85 %		45 290 000	76 %	
(-)	Impuestos (tasa 25 %)	12 084 250	21 %		11 322 500	19 %	
	Utilidad neta después de impuestos	36 252 750	564 %		33 967 500	57 %	
(-)	Dividendos de acciones preferentes	10 000	0 %		10 000	0 %	
	Utilidades disponibles para Accs., comuna	36 242 750	63 %		33 957 500	57 %	

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXVI. Balance general

Activo	Balance general		Balance general		Variación	%
	(Expresado en Q)		(Expresado en Q)			
	Al 31 - 12 - 2015	Al 31 - 12 - 2016	Al 31 - 12 - 2015	Al 31 - 12 - 2016		
Activos circulantes						
Caja y bancos	Q	65 000 000,00	Q	85 000 000,00	Q 20 000 000,00	24 %
Cuentas por cobrar	Q	55 000 000,00	Q	32 000 000,00	Q 23 000 000,00	72 %
Inventarios	Q	55 000 000,00	Q	52 000 000,00	Q 3 000 000,00	6 %
Total de activos circulantes	Q	175 000 000,00	Q	169 000 000,00	Q 6 000 000,00	4 %
Activos fijos						
Terrenos y edificios	Q	86 000,00	Q	86 000,00	Q -	0 %
Maquinaria y equipo	Q	95 500,00	Q	85 400,00	Q 10 100,00	12 %
Mobiliario e instalaciones	Q	458 000,00	Q	316 000,00	Q 142 000,00	45 %
Equipo de transporte	Q	975 000,00	Q	618 000,00	Q 357 000,00	58 %
Otros (incluye arrendamientos financieros)	Q	88 000,00	Q	66 000,00	Q 22 000,00	33 %
Total de activos fijos brutos	Q	1 702 500,00	Q	1 171 400,00	Q 531 100,00	45 %
Depreciación acumulada	Q	295 000,00	Q	295 000,00	Q -	0 %
Activos fijos netos	Q	1 407 500,00	Q	876 400,00	Q 531 100,00	61 %
Total de activos	Q	176 407 500,00	Q	169 876 400,00	Q 6 531 100,00	4 %
Pasivos y capital contable						
Pasivos circulantes						
Cuentas por pagar	Q	582 000,00	Q	370 000,00	Q 212 000,00	57 %
Documentos por pagar	Q	87 000,00	Q	55 000,00	Q 32 000,00	58 %
Cargos por pagar	Q	159 000,00	Q	124 000,00	Q 35 000,00	28 %
Total de pasivos circulantes	Q	828 000,00	Q	549 000,00	Q 279 000,00	51 %
Deuda a LP	Q	1 023 000,00	Q	967 000,00	Q 56 000,00	6 %
Total de pasivos	Q	1 851 000,00	Q	1 516 000,00	Q 335 000,00	22 %

Fuente: elaboración propia.

7.8. Evaluación financiera

Se describe el análisis financiero del proyecto en estudio.

Análisis VAN TIR.

7.9. Decisión final de aceptación o rechazo

Esta herramienta mide la relación que existe entre el flujo de fondos neto y la inversión inicial neta. Esta medida o indicador se interpreta de la siguiente manera:

Tabla XXXVII. Tasa simple de rendimiento

Tasa simple de rendimiento		
TSR	0,514871064	
Flujo de efectivo	Utilidad después de impuesto	Q 89 767,77
Inversión	Q 174 350,00	
Conclusión		
<ul style="list-style-type: none">• Este resultado no contempla los ingresos netos que produce la inversión, sino la utilidad contable• No considera el valor del dinero en el tiempo		

TSR	1,029742128	
Flujo de efectivo	Utilidad después de impuesto	Q 89 767,77
Inversión	Q 174 350,00	Q 87 175,00
Conclusión		
<ul style="list-style-type: none">• Este resultado no contempla los ingresos netos que produce la inversión, sino la utilidad contable• No considera el valor del dinero en el tiempo		

Continuación de la tabla XXXVI.

VAN

		1	2	3	4	5
	Inversión	2 008	2 009	2 010	2 011	2 012
Flujos totales marginales	-174350	140 659	142 825	145 030	147 290	149 589
VAN	0,12	$1/(1+12\%)^1 =$	$1/(1+12\%)^1 =$	$1/(1+12\%)^1 =$	$1/(1+12\%)^1 =$	$1/(1+12\%)^1 =$
		1	1	1	1	1
		1	1	1	1	1
	-45419	125 588	113 859	103 229	93 605	84 881
	475743,7394					
VAN 12.% = AL TREMA DE DUPONT	521162,7394					
	475743,7394					
TIR	0,77240804	$1/(1+65\%)^1 =$	$1/(1+65\%)^1 =$	$1/(1+65\%)^1 =$	$1/(1+65\%)^1 =$	$1/(1+65\%)^1 =$
		1	1	1	1	1
		1	0	0	0	0
	-45419	85 248	52 461	32 285	19 872	12 232
	156678,2228					

Fuente: elaboración propia.

CONCLUSIONES

1. Con el estudio de prefactibilidad para el desarrollo de un sistema de fabricación de tejas elaboradas a partir de fibras naturales de bambú y polietileno de baja densidad de reciclado primario se determinó que sería viable convertir el estudio en un proyecto minimizar los riesgos existentes para llegar a concretar una inversión.
2. Se determinó que el costo – beneficio de la fabricación de tejas elaboradas con fibras naturales de bambú y polietileno de baja densidad se recupera en cinco años, lo cual para la empresa representa una oportunidad de crecimiento al tener nuevos mercados por explorar e incrementar su cartera de clientes.
3. Es factible la utilización de tejas plásticas en el desarrollo de proyectos de construcción ya que son productos e insumos amigables con el medio ambiente, aislantes del calor, de fácil de instalación y no se herrumbra; además, ser utilizables sobre todo en construcciones de bajo costo.
4. El impacto que puede generar la fabricación de tejas plásticas en el medio ambiente reduce el consumo de agua en un 40 %, los químicos aditivos disminuyen en un 15 %, que reducen así la cantidad de desechos sólidos los cuales se pueden combinar con elementos como las fibras naturales para su producción.
5. El mercado objetivo para la comercialización de tejas plásticas es el sector de la construcción, dado que en Guatemala con base en datos de

la Cámara de Construcción en 2016 se incrementó en un 30 % la construcción; para 2017 se espera un crecimiento del 45 % dado que hay nuevos proyectos habitacionales en las áreas de Villa Nueva, San Miguel Petapa, Boca del Monte, Fraijanes San José Pinula, áreas de la zona 16 entre varios más, para el uso en casas, bodegas, hospitales, restaurantes, clínicas médicas, colegios, escuelas, entre otros.

6. El resultado del análisis financiero establece que el costo de inversión inicial para la producción y comercialización del producto, tal y como se expuso en el estudio de prefactibilidad, es de Q 174 350,00, de los cuales la empresa necesita Q 50 000,00 de financiamiento pagados en un año a un banco del sistema; la diferencia será aportada por la empresa.
7. El estudio técnico para el uso de aserrín y polipropileno como aglutinante para la fabricación de madera plástica, demuestra que se tiene un producto confiable y seguro que puede ser fabricado para cubrir de manera satisfactoria la demanda en el mercado nacional.
8. El programa de reciclaje se basa en generar concientización en los sectores estudiantiles e industriales en la importancia de utilizar las 3 R para mejorar el medio ambiente; el programa se basa en ubicar contenedores para clasificar la basura en las universidades, colegios, escuelas, industrias, para la captación de plástico, cartón, papel, vidrio, entre otros para ser reutilizados, reciclados y en su disposición final a través de empresas especializadas en tratamiento de desechos las cuales cuenta con la aprobación del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales.

RECOMENDACIONES

1. Dar seguimiento al tema de fabricación de tejas elaboradas con fibras naturales de bambú y polietileno de baja densidad por medio de un estudio de factibilidad.
2. Tecnificar el proceso a través de maquinaria para mejorar la capacidad de respuesta ante la demanda de productos en el mercado de tal manera que se pueda aumentar el costo beneficio.
3. Fomentar la utilización de tejas plásticas como una práctica amigable con el medio ambiente, ya que esto puede ser considerado como una fortaleza que la empresa debe proyectar ante sus clientes para demostrar así su responsabilidad social ante el sector de la construcción y el mercado.
4. Las tejas plásticas como producto amigable con el ambiente pueden ser utilizadas en construcciones ecológicas.
5. Para mejorar el mercado objetivo, la empresa debe realizar campañas de publicidad dirigidas tanto al sector de la construcción como a los clientes potenciales, dando a conocer los beneficios de utilizar productos reciclados, con durabilidad y calidad.
6. Evaluar la posibilidad de incluir inversionistas de capital para fraccionar el monto de la inversión inicial.

7. Determinar la posibilidad de cubrir la demanda comercial de tejas de madera plástica de acuerdo al mercado centroamericano.
8. Proponer el programa de reciclaje diseñado para la empresa como modelo a seguir por empresas fabricantes de productos similares ante la Cámara de Industria de Guatemala.

BIBLIOGRAFÍA

1. ACLE, Tomasini. *Planeación estratégica de la calidad*. 6a. ed. Argentina: Grijalva, 1990. 178 p.
2. EVERETT, E. Adam; EBERT, Ronald J. *Administración de la producción y las operaciones*. México: Prentice Hall, 1988. 198 p.
3. FLANDEZ, Jirleska; GONZÁLEZ, Israel; BAYER, Jordi; VILASECA, Fabiola. *Management of corn stalk waste as reinforcement for polypropylene injection moulded composites*. [En línea]. <www.academia.edu/19772270/MANAGEMENT_OF_CORN_STALK_WASTE_AS_REINFORCEMENT_FOR_POLYPROPYLENE_INJECTION_MOULDDED_COMPOSITES_PDF>. [Consulta: 4 de enero de 2017].
4. LOPEZ, Joan Pere. *Tensile Strength characteristics of Polypropylene composites reinforced with Stone Groundwood fibers from Softwood*. [En línea]. <www.academia.edu/19772270/MANAGEMENT_OF_CORN_STALK_WASTE_AS_REINFORCEMENT_FOR_POLYPROPYLENE_INJECTION_MOULDDED_COMPOSITES_PDF>. [Consulta: 4 de enero de 2017].
5. THOMASON, J.L., *The influence of fibre length and concentration on the properties of glass fibre reinforced polypropylene: 5. Injection moulded long and short fibre PP*. [En línea]. <www.academia.edu/19772270/MANAGEMENT_OF_CORN_STALK_WASTE_AS_REINFORCEMENT_FOR_POLYPROPYLENE_INJECTION_MOULDDED_COMPOSITES_PDF>.

LK_WASTE_AS_REINFORCEMENT_FOR_POLYPROPYLENE_I
NJECTION_MOULDED_COMPOSITES_PDF>. [Consulta: 4 de
enero de 2017].

6. REIXACH, Richard. *Micromechanics of Mechanical, Thermomechanical, and Chemi-Thermomechanical Pulp from Orange Tree Pruning as Polypropylene Reinforcement: A Comparative Study*. [En línea]. <www.academia.edu/19772270/MANAGEMENT_OF_CORN_STALK_WASTE_AS_REINFORCEMENT_FOR_POLYPROPYLENE_I_NJECTION_MOULDED_COMPOSITES_PDF>. [Consulta: 4 de enero de 2017].