



Universidad de San Carlos de Guatemala  
Facultad de Ingeniería  
Escuela de Estudios de Postgrado  
Maestría en Energía y Ambiente

**EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL Y PROPUESTA DE PLAN DE GESTIÓN EN UNA  
INDUSTRIA DE PRODUCCIÓN DE BOLSAS PLÁSTICAS PARA LA MEJORA DE LA  
CALIDAD DE VIDA DE LA POBLACIÓN EN CIUDAD DE GUATEMALA, GUATEMALA**

**Ing. Javier Antonio Cerón Rosales**

Asesorado por el MSc. Ing. Roberto Alejandro Hernández Hernández

Guatemala, noviembre de 2023



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL Y PROPUESTA DE PLAN DE GESTIÓN EN UNA  
INDUSTRIA DE PRODUCCIÓN DE BOLSAS PLÁSTICAS PARA LA MEJORA DE LA  
CALIDAD DE VIDA DE LA POBLACIÓN EN CIUDAD DE GUATEMALA, GUATEMALA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

**ING. JAVIER ANTONIO CERÓN ROSALES**

ASESORADO POR MSC. ING. ROBERTO ALEJANDRO HERNÁNDEZ  
HERNÁNDEZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**MAESTRO EN ENERGIA Y AMBIENTE**

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2023



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO A.I.	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Ing. Kevin Armando Cruz Lorente
VOCAL V	Br. Fernando José Paz González
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN DE  
DEFENSA DE TRABAJO DE GRADUACIÓN**

DECANO A.I.	Ing. José Francisco Gómez Rivera
EXAMINADOR	Mtra. Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
EXAMINADORA	Mtro. Ing. Juan Carlos Fuentes Montepeque
EXAMINADOR	Mtra. Arq. Débora Nefertiti Moctezuma Mérida
SECRETARIO	Mtro. Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez



## **HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

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

**EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL Y PROPUESTA DE PLAN DE GESTIÓN EN UNA INDUSTRIA DE PRODUCCIÓN DE BOLSAS PLÁSTICAS PARA LA MEJORA DE LA CALIDAD DE VIDA DE LA POBLACIÓN EN CIUDAD DE GUATEMALA, GUATEMALA**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de Escuela de Estudios de Postgrado con fecha 17 de noviembre de 2022.

**Ing. Javier Antonio Cerón Rosales**

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 Estudios de Posgrado, al Trabajo de Graduación titulado: **EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL Y PROPUESTA DE PLAN DE GESTIÓN EN UNA INDUSTRIA DE PRODUCCIÓN DE BOLSAS PLÁSTICAS PARA LA MEJORA DE LA CALIDAD DE VIDA DE LA POBLACIÓN EN CIUDAD DE GUATEMALA, GUATEMALA**, presentado por: **Ing. Javier Antonio Cerón Rosales**, que pertenece al programa de Maestría en artes en Energía y ambiente después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



Ing. José Francisco Gómez Rivera  
Decano a.i.

Guatemala, noviembre de 2023

JFGR/gaoc





EEPFI-1953-2023

Guatemala, 23 de octubre de 2023

**Profesional**

**Javier Antonio Cerón Rosales**

**Carné: 201700706**

**Maestría En Energía Y Ambiente**

**Distinguido(a) Profesional Cerón Rosales**

De manera atenta hago constar que de acuerdo con la aprobación del coordinador de maestría y docente-revisor doy el aval a su Informe Final y Artículo Científico titulado: **"EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL Y PROPUESTA DE PLAN DE GESTIÓN EN UNA INDUSTRIA DE PRODUCCIÓN DE BOLSAS PLÁSTICAS PARA LA MEJORA DE LA CALIDAD DE VIDA DE LA POBLACIÓN EN CIUDAD DE GUATEMALA, GUATEMALA."**

Con base en la evaluación realizada hago constar la originalidad, calidad, coherencia según lo establecido en el **Normativo de Tesis y Trabajos de Graduación aprobados por la Junta Directiva de la Facultad de Ingeniería Punto Sexto inciso 6.10 del Acta 04-2014 de sesión celebrada el 04 de febrero de 2014**. Cumpliendo tanto en su estructura como en su contenido, **por lo cual el trabajo evaluado cuenta con mi aprobación.**

Atentamente,

*"Id y Enseñad a Todos"*



**M.A. Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada**

**Directora**

Escuela de Estudios de Postgrado  
Facultad de Ingeniería

Oficina Virtual





Guatemala, 23 de octubre de 2023

**M.A. Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada**  
**Directora**  
**Escuela de Estudios de Postgrado**  
**Presente**

**Estimada M.A. Inga. Cordova Estrada**

Por este medio informo a usted, que he revisado y aprobado el **INFORME FINAL y ARTÍCULO CIENTÍFICO** titulado: **EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL Y PROPUESTA DE PLAN DE GESTIÓN EN UNA INDUSTRIA DE PRODUCCIÓN DE BOLSAS PLÁSTICAS PARA LA MEJORA DE LA CALIDAD DE VIDA DE LA POBLACIÓN EN CIUDAD DE GUATEMALA, GUATEMALA.** del estudiante **Javier Antonio Cerón Rosales** quien se identifica con número de carné **201700706** del programa de Maestría En Energía Y Ambiente

Con base en la evaluación realizada hago constar que he evaluado la calidad, validez, pertinencia y coherencia de los resultados obtenidos en el trabajo presentado y según lo establecido en el **Normativo de Tesis y Trabajos de Graduación aprobado por Junta Directiva de la Facultad de Ingeniería Punto Sexto inciso 6.10 del Acta 04-2014 de sesión celebrada el 04 de febrero de 2014.** Por lo cual el trabajo evaluado cuenta con mi aprobación.

Agradeciendo su atención y deseándole éxitos en sus actividades profesionales me suscribo.



**Msc. Ing. Juan Carlos Fuentes Montepeque**  
**Coordinador**  
**Maestría En Energía Y Ambiente**  
**Escuela de Estudios de Postgrado**

Oficina Virtual



Guatemala, 23 de octubre de 2023

**M.A. Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada**  
**Directora Escuela de Estudios de Postgrados**  
**Facultad de Ingeniería**  
**Universidad de San Carlos de Guatemala**  
**Presente**

Respetable Directora:

Por este medio informo a usted, que he revisado y aprobado el trabajo de graduación y el artículo científico denominado: **"EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL Y PROPUESTA DE PLAN DE GESTIÓN EN UNA INDUSTRIA DE PRODUCCIÓN DE BOLSAS PLÁSTICAS PARA LA MEJORA DE LA CALIDAD DE VIDA DE LA POBLACIÓN EN CIUDAD DE GUATEMALA, GUATEMALA."** del estudiante **Javier Antonio Cerón Rosales** del programa de **maestría en Energía y Ambiente**, identificado con el número de carné 201700706.

Sin otro en particular, agradeciendo su atención y deseándole éxitos en sus actividades profesionales

Atentamente,



*Roberto A. Hernández H.*  
*Ingeniero Civil - Colegiado 6856*

MSc. Ing. Roberto Alejandro Hernández Hernández  
Colegiado No. 6856  
Asesor de Tesis



## **ACTO QUE DEDICO A:**

### **Dios**

Por haberme permitido realizar una más de mis metas.

### **Mis padres**

Julio Antonio Cerón Donis y Evelyn Suseth Rosales Gaitán. Por haberme traído al mundo y guiado a través de él, mi eterno agradecimiento por su apoyo para hacer realidad este sueño.

### **Familia y amigos**

Por su amor incondicional y apoyo constante.



## **AGRADECIMIENTOS A:**

**Universidad de San  
Carlos de Guatemala**

Por ser mi *alma mater* que me brindó la oportunidad de crecer profesionalmente, dándome el conocimiento para finalizar una de mis metas.

**Facultad de Ingeniería**

Por proporcionarme los conocimientos que me han permitido realizar este trabajo de graduación.

**Mis compañeros de la  
maestría**

Ing. Javier Alarcón, Ing. Rodrigo Merck, Ing. Pablo Rubio, Ing. Daniel Gómez y Ing. Selvin Joachin, por haberme acompañado y apoyado en el transcurso de estos 2 años en todos los cursos impartidos en el programa de la maestría.

**MSc. Ing. Roberto  
Alejandro Hernández  
Hernández**

Por asesorarme y guiarme durante este trabajo de graduación.

**María Teresa Escobar  
García**

Por todo su valioso apoyo incondicional, aliento, motivación y amor, para creer en mí, durante todo el programa de maestría.





## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
LISTA DE SÍMBOLOS .....	VII
GLOSARIO .....	IX
RESUMEN.....	XI
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	XIII
OBJETIVOS.....	XVII
RESUMEN DEL MARCO METODOLÓGICO .....	XIX
INTRODUCCIÓN .....	XXV
1. ANTECEDENTES .....	1
1.1. Antecedentes de investigaciones previas.....	1
1.2. Investigaciones previas a nivel internacional.....	2
1.3. Investigaciones previas a nivel nacional.....	10
1.4. Discusión de antecedentes.....	15
2. MARCO TEÓRICO.....	17
2.1. Evaluación del impacto ambiental .....	17
2.1.1. Impacto ambiental .....	17
2.1.2. Medio ambiente .....	17
2.2. Industria de producción de bolsas plásticas .....	18
2.2.1. Bolsas plásticas .....	19
2.2.2. Aspectos generales .....	19
2.2.3. Propiedades.....	20
2.3. Plan de gestión.....	21
2.3.1. Producción más limpia.....	22

2.3.1.1.	Principios.....	22
2.3.1.2.	Tipos de P+L .....	23
2.3.1.2.1.	Pasivo .....	23
2.3.1.2.2.	Reactivo .....	24
2.3.1.2.3.	Proactivo .....	24
2.3.2.	Norma ISO 14001 .....	24
2.3.3.	Mejora de la calidad de vida.....	25
2.3.3.1.	Factores que inciden .....	26
2.3.3.2.	Medición .....	28
2.3.4.	Gestión de Residuos plásticos .....	29
2.3.4.1.	Degradación del plástico .....	30
2.3.4.2.	Contaminación .....	31
2.3.4.3.	Peletización .....	31
2.4.	Cambio Climático .....	32
2.4.1.	Adaptación al cambio climático .....	33
2.4.2.	Identificación de la necesidad .....	34
2.5.	Industria 4.0 .....	35
2.5.1.	Impactos de la industria 4.0.....	35
3.	RESULTADOS.....	37
3.1.	Proceso de elaboración de bolsas plásticas .....	37
3.2.	Diagrama de flujo del proceso.....	38
3.3.	Diagrama de recorrido.....	40
3.4.	Evaluación ambiental previa a implementación .....	41
3.5.	Caracterización de los impactos ambientales .....	42
3.5.1.	Factores ambientales a ser evaluados.....	43
3.5.2.	Actividades ambientales sujetas a evaluación. ....	45
3.6.	Metodología de evaluación .....	47
3.6.1.	Identificación de impactos ambientales .....	48

3.6.2.	Medición de los impactos ambientales .....	48
3.6.3.	Clasificación de los efectos ambientales. ....	51
3.7.	Descripción de los impactos ambientales.....	61
3.8.	Plan de gestión ambiental .....	67
3.8.1.	Estudio de preevaluación .....	67
3.8.2.	Etapas de acondicionamiento.....	68
3.8.3.	Etapas de operación.....	70
3.8.4.	Etapas de abandono .....	77
3.8.5.	Relaciones comunitarias.....	80
3.8.5.1.	Actividades socio-ambientales.....	81
3.8.6.	Gestión de residuos.....	82
3.8.7.	Responsables .....	85
3.8.8.	Matriz RACI .....	86
3.8.9.	Hojas de inspección.....	88
3.8.10.	Capacitación de producción más limpia .....	89
3.8.11.	Presupuesto.....	90
3.8.11.1.	Relación costo-beneficio.....	92
3.8.12.	Reciclaje de las bolsas de plástico .....	95
3.8.13.	Variables de producción más limpia .....	98
3.8.14.	Cronograma de la capacitación .....	100
3.8.14.1.	Criterios de evaluación .....	102
4.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....	105
	CONCLUSIONES .....	109
	RECOMENDACIONES.....	111
	REFERENCIAS .....	113
	APÉNDICES .....	117



## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

<b>Figura 1.</b>	Proceso de corte.....	18
<b>Figura 2.</b>	Película de plástico .....	21
<b>Figura 3.</b>	Degradación del medio ambiente .....	30
<b>Figura 4.</b>	Proceso de peletización.....	32
<b>Figura 5.</b>	Diagrama de flujo del procedimiento .....	39
<b>Figura 6.</b>	Diagrama de recorrido del proceso.....	40
<b>Figura 7.</b>	Impactos ambientales en la fase de acondicionamiento.....	62
<b>Figura 8.</b>	Impactos ambientales en la fase de operación.....	64
<b>Figura 9.</b>	Impactos ambientales en la fase de abandono.....	66
<b>Figura 10.</b>	Cronograma de la capacitación de P+L.....	102
<b>Figura 11.</b>	Formato de evaluación de la capacitación.....	103

### TABLAS

<b>Tabla 1.</b>	Fases de la metodología.....	XXII
<b>Tabla 2.</b>	Propiedades de la bolsa plástica .....	20
<b>Tabla 3.</b>	Evaluación previa en la fabricación de bolsas plásticas .....	41
<b>Tabla 4.</b>	Aspectos medioambientales del entorno en la industria.....	44
<b>Tabla 5.</b>	Actividades durante la fase de acondicionamiento. ....	45
<b>Tabla 6.</b>	Actividades contempladas durante la fase de operación.....	46
<b>Tabla 7.</b>	Actividades contempladas durante la fase de abandono.....	47
<b>Tabla 8.</b>	Criterios de evaluación para una matriz de Leopold.....	50
<b>Tabla 9.</b>	Matriz de identificación de impactos ambientales .....	54

<b>Tabla 10.</b>	Matriz de duración de impactos ambientales .....	55
<b>Tabla 11.</b>	Matriz de extensión de impactos ambientales .....	56
<b>Tabla 12.</b>	Matriz de reversibilidad de impactos ambientales .....	57
<b>Tabla 13.</b>	Matriz de importancia de impactos ambientales.....	58
<b>Tabla 14.</b>	Matriz de magnitud de impactos ambientales .....	59
<b>Tabla 15.</b>	Matriz de impactos de ambientales .....	60
<b>Tabla 16.</b>	Fase de acondicionamiento.....	62
<b>Tabla 17.</b>	Fase de operación.....	63
<b>Tabla 18.</b>	Fase de abandono.....	65
<b>Tabla 19.</b>	Evaluación de riesgos en la fabricación de bolsas plásticas. ....	68
<b>Tabla 20.</b>	Actividades socio-ambientales .....	81
<b>Tabla 21.</b>	Clasificación de los desechos .....	83
<b>Tabla 22.</b>	Iconografía .....	84
<b>Tabla 23.</b>	Matriz RACI .....	87
<b>Tabla 24.</b>	Descripción de roles.....	88
<b>Tabla 25.</b>	Producción más limpia significa .....	90
<b>Tabla 26.</b>	Costo del estudio.....	91
<b>Tabla 27.</b>	Propuesta de mejora. ....	92
<b>Tabla 28.</b>	Cálculo Económico Actual.....	93
<b>Tabla 29.</b>	Agenda de la capacitación de P+L .....	101

## LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
°C	Grados Celsius
%	Porcentaje
Q	Quetzales





## **GLOSARIO**

<b>Aporte</b>	Se refiere a la transferencia de material del electrodo al rodete por medio de la soldadura.
<b>Aspecto ambiental</b>	Elementos de una organización que interactúan con el medio ambiente.
<b>Costo</b>	Desembolso económico que representa la fabricación de un producto o la prestación de un servicio.
<b>Desecho</b>	Material considerado como basura y no necesariamente debe ser odorífico, repugnante e indeseable; eso depende del origen y composición de ésta.
<b>Eficiencia</b>	Óptima utilización de los recursos disponibles para la obtención de resultados deseados.
<b>Extrusión</b>	Fundición de una mezcla de resinas poliméricas por medio de la acción de transferencia de calor por conductividad y por esfuerzos mecánicos.
<b>Extrusor</b>	Máquina encargada de llevar a cabo la extrusión.
<b>Factibilidad</b>	Análisis económico, técnico y operativo que determina si un proyecto puede llevarse a cabo o no.

<b>Impacto ambiental</b>	Cambio en el medio ambiente, ya sea adverso o beneficioso, que resulta total o parcialmente de las actividades, productos o servicios de una organización.
<b>Metodología</b>	Conjunto de procedimientos racionales utilizados para alcanzar una gama de objetivos que rigen en una investigación científica, una exposición doctrinal o tareas que requieran habilidades, conocimientos o cuidados específicos.
<b>Norma ISO</b>	Conjunto de estándares internacionales que garantizan a las organizaciones cumplir con los requisitos de sus productos y servicios.
<b>Peletizadora</b>	Máquina que sirve para reciclar plástico.
<b>Proceso</b>	Conjunto de fases de recursos y actividades interrelacionadas para transformar elementos de entrada en elementos de salida.
<b>Rendimiento</b>	Beneficio o el provecho que brinda algo o alguien.
<b>Residuos</b>	Material resultante de un proceso de fabricación, transformación, utilización, consumo o limpieza, cuando su poseedor o productor lo destina al abandono.

## **RESUMEN**

En la actualidad, la sostenibilidad y la responsabilidad medioambiental son pilares fundamentales en la configuración de la industria a nivel global. La Ciudad de Guatemala, como muchas metrópolis, enfrenta retos ambientales derivados de la producción y consumo de materiales plásticos. Específicamente, la industria de bolsas plásticas, debido a la durabilidad y prevalencia de estos productos en la vida cotidiana, ha estado en el centro de debates y discusiones.

Aunque las bolsas plásticas proporcionan conveniencia, su producción y desecho inapropiado pueden llevar a consecuencias ambientales duraderas. Esta problemática va desde su producción hasta el comportamiento post-consumo, convirtiéndose en una amenaza para el medio ambiente y la calidad de vida en la Ciudad de Guatemala.

A partir de la reciente investigación realizada sobre la industria de bolsas plásticas en Ciudad de Guatemala, se concluyó que, contrario a la percepción general, la industria tiene un impacto ambiental directo menor al esperado con un notable 67 % de impactos mínimos. Sorprendentemente, no existen impactos negativos de gran magnitud y un tercio de los impactos son beneficiosos, especialmente en términos socioeconómicos.

La meticulosa planificación y gestión medioambiental de la industria ha reflejado en este impacto ambiental reducido, se muestra la esencialidad de mantener armonía con el entorno. Las acciones basadas en la ISO 14001 han reforzado el sistema de gestión medioambiental, garantizar que permanezca alineado con las mejores prácticas internacionales.

Además, se identificaron variables clave que impulsan una metodología de producción más limpia en la industria, y cuando estas se gestionan adecuadamente, promueven prácticas sostenibles y responsables. No obstante, a pesar de los procesos eficientes implementados por la industria, el verdadero desafío radica en el comportamiento post-consumo. La incorrecta disposición de las bolsas plásticas por parte de los consumidores sigue la tenencia de una preocupación principal.

En el análisis de costo-beneficio, se identificó que el reciclaje de bolsas plásticas no solo es viable sino también económicamente beneficioso. Por cada bolsa reciclada en lugar de producida, la industria podrá beneficiarse en Q 0.2010, se considera los costos de producción y reciclaje, y el precio de venta de una bolsa reciclada. Además, se destacan beneficios económicos adicionales como el ahorro en materia prima y la reducción de costos de disposición, así como ingresos por la venta de plástico reciclado. En el ámbito ambiental, la reducción de la huella de carbono y la conservación del espacio en vertederos son aspectos cruciales, mientras que, en el social, la creación de empleo y la conciencia ambiental se destacan como elementos fundamentales. La relación costo-beneficio calculada fue de 9.09, lo cual significa que, por cada quetzal invertido, se obtiene un retorno de Q 8.09, evidenciando la viabilidad financiera de las estrategias implementadas con un ahorro anual de Q 2,135,760.00.

Con estos hallazgos, es imperativo enfocarse no solo en la producción, sino también en el comportamiento post-consumo y en estrategias de reciclaje y reutilización para garantizar la sostenibilidad y mejora continua de la calidad de vida en la Ciudad de Guatemala.

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

La Ciudad de Guatemala, al igual que muchas metrópolis alrededor del mundo, ha experimentado un auge en la industria de producción de bolsas plásticas. Aunque estas bolsas ofrecen comodidad y accesibilidad, su producción y eliminación no regulada ha provocado significativos problemas medioambientales. El problema central radica en la falta de evaluación y gestión del impacto ambiental de estas industrias, lo que afecta negativamente al equilibrio ecológico y pone en peligro la calidad de vida de los habitantes de la Ciudad de Guatemala.

Diversas razones están en la raíz de este desafío ambiental que enfrenta la Ciudad de Guatemala:

- La producción masiva: Las empresas locales han aumentado la producción de bolsas plásticas para satisfacer la demanda, pero con poco o ningún enfoque en la sostenibilidad.
- La falta de regulaciones: La ausencia de leyes y regulaciones estrictas que guíen y controlen tanto la producción como la disposición final de las bolsas.
- Ineficiencia en reciclaje: Aunque existen programas de reciclaje, no son lo suficientemente robustos para gestionar la magnitud del desecho plástico generado.
- Cultura de consumo: La sociedad guatemalteca, influenciada por patrones de consumo modernos, tiende a usar y desechar, sin considerar alternativas más sostenibles.

- Escasez de educación ambiental: No se ha priorizado la concienciación pública sobre las repercusiones del uso excesivo de plásticos y la importancia del reciclaje.

El impacto ambiental de la producción y disposición inapropiada de bolsas plásticas en la Ciudad de Guatemala ha llevado a múltiples consecuencias:

- Contaminación del suelo y agua: Las bolsas plásticas tardan cientos de años en descomponerse, lo que resulta en la acumulación en vertederos y contaminación de cuerpos de agua.
- Pérdida de biodiversidad: Los animales, tanto terrestres como acuáticos, consumen o se enredan con estas bolsas, lo que provoca daños a la fauna local.
- Afectación a la salud pública: La acumulación de bolsas propicia la proliferación de enfermedades y plagas. Además, la degradación de las bolsas libera toxinas al ambiente, las cuales pueden tener efectos nocivos para la salud humana.
- Deterioro estético de la ciudad: El paisaje urbano se ve afectado negativamente por la acumulación de desechos plásticos, por ejemplo, el bienestar ciudadano y el atractivo turístico.

En resumen, la producción y gestión de las bolsas plásticas en Ciudad de Guatemala es un tema multifacético que trasciende la mera fabricación industrial. Se entrelaza con cuestiones ecológicas, comportamientos de consumo y responsabilidades post-consumo, lo que nos configura un mosaico de desafíos y oportunidades. Si bien hay esfuerzos reconocibles por parte de la industria para minimizar su huella ecológica, es evidente que la solución integral requiere un enfoque colaborativo.

Reconocer y abordar esta problemática no sólo es crucial para la salud ambiental de la ciudad, sino también para garantizar una calidad de vida sostenible para sus habitantes en el presente y para las futuras generaciones.

Por lo anterior, se plantean las siguientes preguntas de investigación, en la cual se presenta primero la pregunta central de la investigación.

- ¿Cómo puede evaluarse y mitigarse el impacto ambiental de la industria de producción de bolsas plásticas para contribuir a mejorar la calidad de vida en la Ciudad de Guatemala, Guatemala?

A continuación, se presentan las preguntas auxiliares, las cuales se han diseñado para abordar un aspecto específico del problema general, igualmente así una exploración exhaustiva y detallada de cada faceta del mismo.

- ¿Cuál es el sistema de gestión medioambiental normalizado en una industria de producción de bolsas plásticas para la mejora de la calidad de vida de la población en Ciudad de Guatemala, Guatemala?
- ¿Cuáles son las medidas correctivas ambientales para aplicar la ISO 14001 en una industria de producción de bolsas plásticas para la mejora de la calidad de vida de la población en Ciudad de Guatemala, Guatemala?
- ¿Cuáles son las variables que inciden en la metodología de producción más limpia en una industria de producción de bolsas plásticas para la mejora de la calidad de vida de la población en Ciudad de Guatemala, Guatemala?
- ¿Cuál es el proceso de gestión de residuos plásticos en una industria de producción de bolsas plásticas para la mejora de la calidad de vida de la población en Ciudad de Guatemala, Guatemala?





## **OBJETIVOS**

### **General**

Determinar el impacto ambiental de la industria de producción de bolsas plásticas en la Ciudad de Guatemala para desarrollar un plan de gestión que contribuya a mejorar la calidad de vida de la población local.

### **Específicos**

1. Determinar cuál es el sistema de gestión medioambiental normalizado en una industria de producción de bolsas plásticas para la mejora de la calidad de vida de la población en Ciudad de Guatemala, Guatemala.
2. Determinar cuáles son las medidas correctivas ambientales para aplicar la ISO 14001 en una industria de producción de bolsas plásticas para la mejora de la calidad de vida de la población en Ciudad de Guatemala, Guatemala.
3. Identificar cuáles son las variables que inciden en la metodología de producción más limpia en una industria de producción de bolsas plásticas para la mejora de la calidad de vida de la población en Ciudad de Guatemala, Guatemala.
4. Determinar cuál es el proceso de gestión de residuos plásticos en una industria de producción de bolsas plásticas para la mejora de la calidad de vida de la población en Ciudad de Guatemala, Guatemala.



## **RESUMEN DEL MARCO METODOLÓGICO**

La investigación aborda el análisis de la industria de producción de bolsas plásticas en la Ciudad de Guatemala desde dos perspectivas: la descriptiva y la evaluativa. Por un lado, el estudio busca describir el estado actual y las características específicas de esta industria. Por otro lado, se propone evaluar el impacto ambiental de la producción de estas bolsas, presentando estrategias de mejora.

El diseño de la investigación se define como cualitativo-descriptivo. Se orienta hacia un análisis profundo de las particularidades y comportamientos de la industria. Este enfoque permite comprender las dinámicas, políticas y prácticas actuales. Paralelamente, se incorpora un diseño evaluativo con el propósito de medir y analizar el impacto ambiental.

Dos variables principales guían el estudio: la Gestión Ambiental en la Industria de Bolsas Plásticas y la Calidad de Vida de la Población. La primera se enfoca en las políticas y prácticas actuales de la industria. La segunda mide indicadores relevantes como salud pública, calidad del aire y agua, y percepciones generales de la población respecto al tema.

Para obtener una imagen clara de la situación, se seleccionó una muestra representativa de trabajadores de la industria y residentes de la Ciudad de Guatemala. Se establecieron criterios específicos de inclusión y exclusión. Así, se incluyeron trabajadores directamente involucrados en la producción de bolsas y residentes de zonas con notable afectación por la gestión de residuos plásticos.

La metodología de recolección de datos comprende diversos instrumentos: entrevistas, observaciones y revisión de documentos oficiales. Posteriormente, estos datos se sometieron a un análisis cualitativo. A través de este análisis, se identificaron patrones, tendencias y áreas de oportunidad, lo que llevó a formular una propuesta de gestión ambiental más adecuada.

La investigación presenta limitaciones inherentes a su enfoque y alcance. Solo se considera la Ciudad de Guatemala y una industria específica. Además, se delimita a un periodo temporal concreto. A pesar de estas restricciones, la investigación se desarrolla de forma objetiva y transparente.

El estudio se organizó en seis fases estratégicas, alineadas con los objetivos que buscan optimizar la producción de bolsas plásticas desde una perspectiva ambiental y mejorar la calidad de vida en la Ciudad de Guatemala. La exploración bibliográfica se alineó directamente con el objetivo de identificar las variables que inciden en la metodología de producción más limpia. En esta fase, se realizó una revisión meticulosa de la literatura pertinente, enfocando la atención en el proceso productivo y las variables que inciden en él.

La siguiente etapa, Diagnóstico de gestión ambiental, tuvo como objetivo determinar el sistema de gestión medioambiental normalizado en la industria. Durante esta fase, se evaluó la implementación de hojas de control y la Matriz de Leopold para discernir el nivel de alineación de la empresa con la norma ISO 14001.

Posteriormente, el Análisis de información determinó las medidas correctivas ambientales mediante la aplicación de la ISO 14001. Se evaluó el estado preciso de la empresa respecto a la normativa mencionada y se utilizaron consultas para identificar las áreas de mejora y las medidas correctivas a aplicar.

En la fase Plan de implementación del sistema de gestión ambiental, se determinó el proceso de gestión de residuos plásticos. Se designaron responsables específicos para atender los requisitos faltantes, garantizando una implementación efectiva que asegure una producción más limpia y una adecuada gestión de los residuos.

Durante el Análisis de resultados, se cumplió con el objetivo de evaluar el impacto ambiental y proponer un plan de gestión adecuado para la industria. Aquí, se enfocó en la visualización mediante gráficos porcentuales.

Finalmente, en la fase de Presentación y discusión de resultados, se sintetizó toda la investigación, presentando las conclusiones y propuestas centradas en la industria de bolsas plásticas. Todo con el propósito supremo de elevar la calidad de vida en la ciudad de Guatemala. Es esencial resaltar que cada fase se apoyó en herramientas técnicas y analíticas específicas, garantizando una investigación rigurosa y orientada a resultados significativos que respondan cabalmente a los objetivos planteados.

- Herramientas a utilizar

A continuación, se presenta en la Tabla 1, las fases de la metodología y las herramientas que se utilizaron en cada una de ellas.

**Tabla 1.**

*Fases de la metodología*

<b>No.</b>	<b>Nombre de la fase</b>	<b>Herramientas utilizadas</b>
<b>1</b>	Exploración bibliográfica	<ul style="list-style-type: none"><li>• Investigaciones</li><li>• Literatura técnica</li><li>• Revistas científicas</li><li>• Leyes ambientales</li></ul>
<b>2</b>	Diagnóstico gestión ambiental	<ul style="list-style-type: none"><li>• Matriz de Leopold</li></ul>
<b>3</b>	Análisis de Información	<ul style="list-style-type: none"><li>• Requerimientos de la Norma ISO 14001</li></ul>
<b>4</b>	Plan de implementación del sistema de gestión ambiental	<ul style="list-style-type: none"><li>• Matriz RACI</li></ul>
<b>5</b>	Análisis de resultados	<ul style="list-style-type: none"><li>• Gráficos</li></ul>
<b>6</b>	Presentación y discusión de resultados	<ul style="list-style-type: none"><li>• Visualización de datos porcentuales</li></ul>

*Nota.* Fases de la metodología. Elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

- **Autonomía**

La investigación se llevará a cabo de manera independiente, sin influencia de la industria seleccionada, asegurando objetividad y transparencia en los hallazgos y propuestas.

- **Aspectos éticos**

Se garantizó la confidencialidad y anonimato de los participantes y las empresas involucradas, y se asegurará que la investigación se realice de manera ética y transparente, para cumplir con todas las normativas y leyes aplicables.

- Cronograma de actividades

Se desarrolló un cronograma detallado que especificará las actividades a realizar, los tiempos estimados para cada una, y los recursos necesarios, para asegurar una ejecución organizada y oportuna de la investigación, el cual se puede observar en la figura 10.

- Presupuesto

Se elaboró un presupuesto detallado que incluirá todos los costos asociados con la realización de la investigación, como transporte, materiales, y recursos humanos, para asegurar la viabilidad financiera del proyecto para desarrollar un costo-beneficio, el cual se puede observar en la sección del subtítulo 4.8.5.





## INTRODUCCIÓN

La industria de producción de bolsas plásticas ha sido un pilar fundamental en el desarrollo económico de diversas regiones, sin embargo, su impacto ambiental no puede ser ignorado. La investigación titulada Evaluación del Impacto Ambiental y Propuesta de Plan de Gestión en una Industria de Producción de Bolsas Plásticas para la Mejora de la Calidad de Vida de la Población en Ciudad de Guatemala, Guatemala se adentra en la exploración y análisis meticuloso de los impactos ambientales generados en cada fase de la producción de bolsas plásticas y propone estrategias viables para su gestión y mitigación.

A través de un enfoque metodológico estructurado, esta investigación no solo pone un énfasis crítico en evaluar y comprender los impactos ambientales adversos, sino también en destacar los beneficiosos. La matriz de evaluación ambiental diseñada resalta las interacciones específicas entre el proyecto y su entorno ambiental, con una visión estructurada y detallada de los impactos en diversas fases como acondicionamiento, operación y abandono de la industria.

En el primer capítulo, los antecedentes, en donde se discutieron investigaciones previas a nivel nacional e internacional, con un contexto y fundamento sólido para la presente investigación. Este capítulo no solo establece la relevancia del estudio actual, sino que también destaca las brechas o limitaciones en las investigaciones previas, además establecer así una necesidad clara para la presente investigación.

El segundo capítulo, marco teórico, en los conceptos y teorías relevantes para la evaluación del impacto ambiental, la industria de producción de bolsas plásticas, y los planes de gestión, entre otros. Este capítulo no solo establece una base teórica sólida para la investigación, sino que también define y contextualiza términos y conceptos clave, asimismo asegurar que los lectores tengan una comprensión clara de los temas y terminologías utilizadas a lo largo de la investigación.

Se adentró en un análisis exhaustivo del proceso de elaboración de bolsas plásticas y realiza una evaluación ambiental, con una matriz de Leopold modificada para identificar y cuantificar los impactos ambientales. Este capítulo no solo describe los impactos al medio ambiente y presenta un plan de gestión detallado, sino que también proporciona una visión integral de las diversas etapas y elementos del plan, desde la preevaluación hasta el abandono, y desde el manejo de desechos hasta el análisis de costo-beneficio.

Finalmente, se ofreció un espacio para la reflexión y análisis de los resultados obtenidos en el capítulo anterior. Este capítulo no solo interpreta y contextualiza los resultados, sino que también los relaciona con la teoría y las investigaciones previas presentadas en los primeros capítulos, para proporcionar un análisis integral que conecta los hallazgos de la investigación con el conocimiento existente en el campo.

Además, se establece un plan de relaciones comunitarias y un plan de manejo de desechos, que busca fortalecer la relación entre la industria y la comunidad, y gestionar de manera efectiva los desechos producidos durante la operación de la industria, respectivamente. Este último se basa en el acuerdo gubernativo 164-2021, en consecuencia, con un marco estructurado para la gestión de residuos y desechos sólidos.

Es imperativo mencionar que, a pesar de los esfuerzos por gestionar y mitigar los impactos ambientales durante la producción, el post-consumo de las bolsas plásticas permanece un desafío significativo.

Esta investigación, por lo tanto, no solo ilumina los impactos y propone estrategias de gestión, sino que también sirve como un recurso vital para las partes interesadas, incluidos los fabricantes, los responsables políticos y la comunidad, para comprender, participar y colaborar en la mejora de la calidad de vida y la sostenibilidad ambiental en la Ciudad de Guatemala.



# **1. ANTECEDENTES**

En el siguiente capítulo se describen aspectos importantes que fueron tomados en cuenta para realizar este estudio. Se describen antecedentes de investigaciones o propuestas previas a nivel nacional e internacional. El problema de la contaminación por bolsas de plástico se puede sintetizar en que se toma poco tiempo para producirse, se gasta menos de 30 minutos desde las tiendas o comercios para llegar a la casa, tardan más de 500 años en biodegradarse y finalmente, por unos minutos, la naturaleza sufre las consecuencias de este residuo por más de 500 años.

## **1.1. Antecedentes de investigaciones previas**

Diversas instituciones alrededor del mundo se dedican al estudio y evaluación del impacto ambiental, especialmente en industrias como la de producción de bolsas plásticas, dada la relevancia de este tema en la actualidad. En Estados Unidos, la *Environmental Protection Agency* (EPA) juega un papel crucial en la evaluación y gestión del impacto ambiental de diversas industrias, para incluir la de los plásticos. En Europa, la Agencia Europea de Medio Ambiente se encarga de proporcionar información sólida sobre el medio ambiente para influir en la política medioambiental. En España, el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico trabaja en la evaluación del impacto ambiental de diferentes sectores industriales. En México, la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) se encarga de regular y supervisar los impactos ambientales de las industrias. En Brasil, el Instituto *Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis* (IBAMA) también juega un papel vital en la evaluación del impacto ambiental.

Todas estas instituciones, entre muchas otras a nivel global, trabajan en la evaluación del impacto ambiental y en la propuesta de planes de gestión en diversas industrias, para incluir la producción de bolsas plásticas, con el objetivo de mejorar la calidad de vida de la población y minimizar los efectos negativos sobre el medio ambiente.

Se reconoce que la separación entre el medio ambiente y las personas no puede continuar porque se debe entender que las personas son parte del medio ambiente y, por lo tanto, cualquier daño o degradación del medio ambiente también dañará a las personas, pero también se entiende la importancia del desarrollo económico sostenible, como única salida para la pobreza del país, he aquí la importancia de lograr un equilibrio ecológico, donde se proteja al medio ambiente y se logre un desarrollo económico. En lo antes mencionado radica la importancia de realizar evaluaciones de impacto ambiental.

Es necesario emprender más medidas mitigación para crear un mercado funcional amigable con el medio ambiente, además se apoya la inversión en tecnologías de reciclaje mejoradas para elevar la competitividad y la rentabilidad de los mercados secundarios.

## **1.2. Investigaciones previas a nivel internacional**

Se considera que hay una gran distancia entre la intención y la acción en el ambiente ambiental, como lo indica Yenifer Tito en el año 2019, en su investigación Educación ambiental y la reducción del uso de bolsas plásticas en la institución educativa Coronel Pedro Portillo Silva de Huaura, de la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, Perú, indica lo siguiente:

La falta de adherencia observada entre la conciencia y la intención puede ser un indicador de una posible distancia entre la intención y la acción. El consumidor es, al mismo tiempo, ambientalmente consciente, preocupado por medidas de preservación ambiental, pero no se encuentra totalmente involucrado hasta el punto de afectar su intención de uso de las bolsas plásticas no reciclables. (Tito, 2019, p. 4)

La cita de Yenifer Tito señala una discrepancia notable entre la conciencia ambiental y las acciones concretas, así pues, aunque los consumidores pueden estar conscientes y preocupados por las cuestiones ambientales, esta conciencia no necesariamente se traduce en una intención firme o acciones para reducir el uso de bolsas plásticas no reciclables. La "distancia entre la intención y la acción" que Tito menciona podría interpretarse como una brecha entre el conocimiento o la conciencia ambiental y las acciones prácticas, lo que sugiere que la educación y la conciencia por sí solas pueden no ser suficientes para impulsar cambios de comportamiento significativos en los consumidores.

Este análisis sugiere el planteamiento de preguntas pertinentes sobre cómo se puede cerrar esta brecha entre intención y acción, y cuáles estrategias podrían ser efectivas para convertir la conciencia y la preocupación ambiental en acciones concretas y sostenibles. Este aspecto podría ser especialmente relevante en estrategias de intervención y políticas públicas destinadas a reducir el uso de bolsas plásticas y promover prácticas de consumo más sostenibles.

Según la ministra del ambiente de Perú, Fabiola Muñoz, en el año 2018, en la entrevista realizada por la iniciativa la Pontificia Universidad Católica del Perú, indica lo siguiente de:

Necesitamos tener evidencia científica para tomar decisiones adecuadas de políticas públicas. Hay empresas que dicen tener, producir y vender bolsas biodegradables; y en realidad, estas bolsas son más delgadas, se fragmentan más pero no se degradan y se quedan en pequeñas partículas y terminan generando mayores problemas porque se convierten en fragmentos muy pequeños que se mezclan con la arena, por ejemplo, y eso se lo terminan comiendo los peces. (Muñoz, 2018, párr. 7)

La cita de Fabiola Muñoz, ministra del ambiente de Perú en 2018, señala una preocupación específica respecto a las bolsas que se comercializan como biodegradables, así pues, aunque estas pueden fragmentarse, no se degradan completamente y, por lo tanto, pueden resultar en problemas ambientales adicionales, como la contaminación de los ecosistemas acuáticos y la afectación de la vida marina.

Este comentario subraya la necesidad de un escrutinio y regulación más rigurosos de los productos que se comercializan como amigables con el ambiente o biodegradables. La mención de las partículas pequeñas que se mezclan con la arena y que luego son ingeridas por los peces resalta un problema ambiental y también de salud pública, estos microplásticos pueden entrar en la cadena alimentaria.

En este contexto, la declaración de Muñoz puede ser vista como un llamado a la acción para los responsables de la formulación de políticas, los científicos y la industria para colaborar en la creación de soluciones genuinamente sostenibles y basadas en la ciencia para los problemas de residuos plásticos.



Según Hader Castaño y Jaime Botero en su investigación Evaluación ambiental del proceso de elaboración de bolsas plásticas en Colombia para utilizar la metodología de análisis de ciclo de vida en el año 2017, indicaron lo siguiente:

La producción de bolsas exige el uso de una gran cantidad de recursos y energía que afectan el tipo ambiental relacionadas con procesos extractivos de materias primas no renovables y problemáticas con la disposición final de las bolsas después de su uso.

Los impactos ambientales asociados a los sistemas de empaques y su repercusión en los ecosistemas son razones para evaluar el ciclo de vida de los procesos de elaboración de bolsas a partir de diferentes materias primas, permitiendo determinar a las asociaciones de productores de Rionegro usar el material de elaboración de bolsas de menor impacto ambiental. (Castaño y Botero 2017, p. 11)

La cita de los ingenieros Castaño y Botero, arroja luz sobre las implicaciones ambientales de la producción de bolsas plásticas, enfocándose en la intensidad del uso de recursos y energía, así como en los problemas relacionados con la disposición final de las bolsas. Los autores subrayan que la fabricación de bolsas plásticas no solo involucra procesos extractivos de materias primas no renovables, que por sí mismos pueden tener impactos ambientales significativos, sino que también plantea desafíos en términos de gestión de residuos post-consumo, dada la problemática de la disposición de las bolsas.

Es de suma importancia la legislación ambiental y Natalia Choque, en el año 2016 en su investigación Prohibición del uso de bolsa de plástico nailon ante la contaminación del medio ambiente, de la Universidad Mayor De San Andrés, La Paz, Bolivia, lo más importante se indica a continuación:

La legislación ambiental surge de la necesidad de responder ante la sociedad a los problemas ambientales que se presentan, ya que el hombre siempre ha pretendido dominar la naturaleza. El instruir e inducir al ser humano para que modere su comportamiento con el fin de proteger la vida, es tarea de la educación, pero exigir ese comportamiento a través de la norma y la coacción es tarea del derecho.

La evolución del Derecho Ambiental ha sido rápida y progresiva, incorporándose paulatinamente en todas las ramas jurídicas y adquiriendo, a su vez, autonomía propia como disciplina vinculada con casi todas las ciencias. (Choque 2016, p.19)

La cita de Natalia Choque destaca la importancia vital de la legislación ambiental como respuesta a los problemas ambientales, para resaltar que surge de una necesidad de abordar las preocupaciones ambientales en el contexto de la sociedad.

Choque enfatiza que, mientras la educación busca instruir e inducir a las personas para que modifiquen su comportamiento en pro de la protección del medio ambiente, la legislación y el derecho tienen la tarea de exigir ese comportamiento mediante normativas y coacción. Este punto subraya la dualidad de la educación y la legislación como herramientas complementarias en la gestión y mitigación de los problemas ambientales.

Según Carlos Benavides en su investigación Estrategia de sensibilización para desestimular el uso de bolsas plásticas en los supermercados de Bogotá, Instituto de Postgrados de la Universidad Libre de Bogotá en el año 2013, indica lo siguiente:

El uso de millones de bolsas plásticas cada minuto en el mundo se ha convertido en una de las problemáticas ambientales más importantes del siglo en curso, gobiernos de todo el globo han abanderado esta causa a través de campañas de sensibilización por radio, televisión y las poderosas redes sociales, logrando crear conciencia en millones de ciudadanos y cambiando hábitos de consumo en son de salvaguardar el medio ambiente, adicionalmente estas campañas se han acompañado de fuertes medidas y normatividades que van desde prohibición total del uso de estas bolsas hasta el simple cobro por cada una de ellas, a continuación se citaran algunos de estos casos para su conocimiento. (Benavides 2013, p. 5)

La cita de Carlos Benavides aborda la problemática global del uso masivo de bolsas plásticas, identificándola como una de las cuestiones ambientales más críticas del siglo actual. Benavides señala que el uso de bolsas plásticas no es solo un problema de contaminación, sino que también se ha convertido en un símbolo de los desafíos ambientales a los que se enfrenta la sociedad global. La mención de que se utilizan millones de estas bolsas cada minuto en todo el mundo resalta la magnitud y la urgencia del problema, para implicar que las respuestas deben ser igualmente amplias y efectivas.

Además, Benavides destaca a utilización de medios de comunicación masiva y redes sociales para estas campañas indica un reconocimiento de la necesidad de llegar a amplios sectores de la sociedad para cambiar los hábitos de consumo y crear conciencia.

Las medidas y normativas mencionadas, que varían desde la prohibición total del uso de bolsas plásticas hasta el cobro por su uso, reflejan diferentes enfoques y estrategias para mitigar el impacto ambiental de las bolsas plásticas. La cita, por lo tanto, subraya la importancia de las estrategias multifacéticas que combinan la concienciación pública, el cambio de comportamiento y la regulación para abordar eficazmente los problemas ambientales asociados con el uso de bolsas plásticas.

Según Viviana Rodríguez en su investigación El uso indiscriminado del plástico contamina el medio ambiente y vulnera los derechos de la naturaleza, de la Universidad Nacional de Loja, Ecuador, en el año 2021, indica lo siguiente:

El ambiente es el lugar donde todas las especies vivas nos reproducimos y por el cual nos alimentamos y sin él no existiría la vida en el planeta, pero lamentablemente desde los últimos 50 años la actividad humana está acabando con este, el uso indiscriminado del plástico está afectando tanto a nuestro entorno que, especies animales están muriendo por ingesta del mismo, afecta a nuestra salud y a nuestros alimentos. (Rodríguez 2021, p. 9)

La cita de Viviana Rodríguez enfatiza la importancia crítica del ambiente para todas las formas de vida en la tierra, tal como lo es para la reproducción, alimentación y, en última instancia, la supervivencia de todas las especies. Rodríguez destaca la paradoja de cómo la actividad humana, especialmente en los últimos 50 años, ha estado deteriorándose el mismo ambiente que es fundamental para nuestra existencia.

La mención del uso indiscriminado del plástico no solo señala un problema específico, sino que también implica una falta de consideración y conciencia sobre las consecuencias de nuestras acciones en el entorno natural.

Rodríguez también destaca la mención de la muerte de especies animales por ingesta de plástico y la afectación de la salud humana y nuestros alimentos, conecta la problemática ambiental con una crisis de salud que es, en última instancia, autoinfligida por prácticas insostenibles. Este enfoque refuerza la idea de que las acciones humanas y la salud del ambiente están intrínsecamente vinculadas, y que la degradación ambiental que causamos repercute directamente en nuestra propia calidad y sostenibilidad de vida.

### **1.3. Investigaciones previas a nivel nacional**

Según Danette Barrascout en su investigación Estudio de prefactibilidad de un modelo de fabricación y comercialización de bolsas reusables para sustituir bolsas desechables en un supermercado de la ciudad de Guatemala, Facultad de Ciencias Económicas de la Universidad de San Carlos de Guatemala en el año 2016, indica lo siguiente:

Una de las deficiencias de la normativa que regula el impacto ambiental en Guatemala, es que no se establecen procedimientos para el caso del crecimiento normal de las empresas o cambios en su proceso evolutivo, lo cual se presta para que dichos crecimientos o cambios se den al margen o en desconocimiento de la entidad rectora medioambiental o en caso contrario, a falta de regulaciones, se obligue a los administrados a realizar procesos innecesarios, graves para la economía.

Tampoco existen los medios para hacer monitoreo y verificación de las medidas de mitigación y la sobre aplicación de la ley. (Barrascout 2016, p. 65)

La cita de Danette Barrascout subraya una problemática notable en la regulación ambiental en Guatemala, con un vacío en la normativa que no contempla adecuadamente el crecimiento y evolución de las empresas en el contexto ambiental.

Barrascout también destaca la carencia de mecanismos efectivos para monitorear y verificar la implementación de medidas de mitigación ambiental. Este punto es vital resaltar que, a pesar de la existencia de regulaciones y estrategias de mitigación, la falta de un sistema robusto para asegurar su cumplimiento las vuelve inefectivas.

La cita, por ende, no solo señala deficiencias en la regulación ambiental existente, sino que también sugiere una necesidad imperante de balance en la aplicación de la ley y las regulaciones, para garantizar que las empresas puedan operar de manera que esté alineada con las normativas ambientales sin ser innecesariamente obstaculizadas por procesos burocráticos que puedan ser económicamente dañinos.

Según Andrea Solares en su investigación Análisis jurídico ambiental sobre la necesidad de implementar en las empresas la utilización de empaques plásticos reciclables para disminuir la contaminación en Guatemala, Universidad Rafael Landívar en el año 2014, indica lo siguiente:

Es de gran importancia que Guatemala cuente con una cultura medio ambiental para la protección del ecosistema, a través de prácticas que protejan y restauren el impacto ambiental que actualmente se está viviendo. Por consiguiente, es obligación del Ministerio de Educación incorporar dentro de sus programas de educación en el país, la cultura ambiental, en todos los niveles educativos, para crear conciencia en la sociedad en lo relacionado al tema ambiental. (Solares 2014, p. 124)

La cita de Andrea Solares destaca la urgente necesidad de inculcar una cultura medioambiental en Guatemala para salvaguardar y restaurar el ecosistema del país. Solares subraya que la situación ambiental actual en Guatemala es preocupante y que es esencial adoptar prácticas que mitiguen el impacto ambiental negativo y promuevan la restauración del medio ambiente.

Un punto clave que Solares resalta es el papel crucial del Ministerio de Educación en este esfuerzo. La autora sugiere que es responsabilidad de esta entidad gubernamental integrar la educación ambiental en los programas educativos a nivel nacional. Esta integración no solo debe limitarse a un nivel educativo específico, sino que debe ser incorporada en todos los niveles, desde la educación básica hasta la superior. La razón detrás de esta propuesta es clara: para lograr un cambio significativo en la actitud y comportamiento de la sociedad hacia el medio ambiente, es esencial comenzar desde la base, para educar a las generaciones jóvenes y continuar esta educación a medida que avanzan en su trayectoria educativa.

El énfasis en la educación refleja la creencia de Solares en la importancia de la conciencia y el conocimiento como herramientas fundamentales para impulsar un cambio positivo. Al educar a la población sobre la importancia del medio ambiente y las prácticas sostenibles, se espera que la sociedad guatemalteca adopte comportamientos más respetuosos con el medio ambiente y apoye políticas y prácticas que protejan y restauren el ecosistema del país. En resumen, Solares aboga por una estrategia educativa integral como medio para enfrentar y superar los desafíos ambientales en Guatemala.

Según Paulo Castellanos en su investigación estandarización de procesos de producción en una fábrica de bolsas plásticas, para la reducción de costos, Universidad de San Carlos de Guatemala en el año 2007, indica lo siguiente:



Las bolsas plásticas, con su gran ubicuidad, han invadido todos los rincones de la Tierra. Las vemos en los parques públicos y en las calles; en medio de la campiña, el desierto y la tupida selva; engarzadas en la rama de un árbol o en un cable de luz; flotando en el aire y vagando por los ríos, quebradas, lagos y mares. Lo más grave es que las bolsas de plástico, fabricadas fundamentalmente a partir de petróleo y gas, tardan demasiado antes de romperse en pequeñas partículas tóxicas. (Paulo Castellanos 2007, p. 149)

La cita de Paulo Castellanos señala la visibilidad de las bolsas plásticas en una variedad de entornos, tanto urbanos como naturales, sino que también enfatiza la durabilidad y resistencia de estos artículos, lo que contribuye a su persistencia en el medio ambiente. El autor subraya que las bolsas plásticas, que son predominantemente producidas a partir de recursos no renovables como el petróleo y el gas, no solo tardan una cantidad significativa de tiempo en descomponerse, sino que también se rompen en partículas tóxicas que pueden tener efectos perjudiciales en diversos ecosistemas y especies.

Castellanos, por lo tanto, a través de esta cita, enfatiza la necesidad de abordar la problemática de las bolsas plásticas desde un enfoque que no solo considere la reducción de su uso, sino también la gestión de las ya existentes y la mitigación de sus impactos. La mención de la composición de las bolsas y su proceso de degradación también sugiere que cualquier estrategia de gestión o solución debe considerar el ciclo de vida completo de las bolsas plásticas para ser verdaderamente efectiva en la mitigación de su impacto ambiental.

Hasta la década de 1970 no se encontraron textos científicos que hablaran de la contaminación oceánica por residuos plásticos. Más de 50 años después, todavía no hay una estimación precisa de la cantidad de residuos presentes en el medio ambiente marino. (Iñiguez 2019, p. 45)

La cita de Iñiguez destaca un aspecto crucial y preocupante respecto a la contaminación oceánica por residuos plásticos: la falta de datos precisos y la reciente atención científica hacia este problema ambiental. La mención de que no se encontraron textos científicos que abordaran este tema hasta la década de 1970 ilustra que, a pesar de ser un problema de larga data, la conciencia y la investigación científica sobre la contaminación plástica en los océanos es relativamente reciente.

Iñiguez, por lo tanto, a través de esta cita, podría señalar la necesidad de intensificar los esfuerzos de investigación para comprender mejor la escala y el impacto de la contaminación plástica en los océanos. Además, la cita también puede ser vista como un llamado a la acción para desarrollar estrategias efectivas de gestión de residuos y políticas de reducción de plásticos, basadas en datos científicos sólidos, para proteger nuestros océanos y la biodiversidad marina. En resumen, la cita resalta la urgencia de abordar la contaminación plástica marina con un enfoque basado en la evidencia y de manera integral para salvaguardar la salud de nuestros océanos.

#### **1.4. Discusión de antecedentes**

La problemática de la contaminación por bolsas de plástico ha sido un tema de interés en diversas investigaciones a nivel nacional e internacional, evidencia una preocupación global por las consecuencias ambientales derivadas de su uso y disposición. La brecha entre la conciencia ambiental y las acciones concretas para mitigar el impacto de las bolsas plásticas es notable y ha sido objeto de estudio en diferentes contextos y perspectivas.

Castañó y Rodríguez abordan la problemática desde el punto de vista de la producción y descomposición de las bolsas plásticas, respectivamente, para resaltar la necesidad de evaluar los impactos ambientales a lo largo del ciclo de vida del producto y de considerar las repercusiones en los ecosistemas y la salud humana y animal. La producción de bolsas plásticas no solo implica un consumo elevado de recursos y energía, sino que también su lenta descomposición y la generación de micro plásticos presentan desafíos significativos para la conservación del ambiente y la biodiversidad.

La intervención de las políticas públicas y la normativa legal, como se discute en las palabras de Muñoz y Choque, es crucial para dirigir y regular las acciones tanto de individuos como de empresas en relación con la producción, uso y disposición de bolsas plásticas. La implementación de políticas basadas en evidencia científica y la regulación de productos que alegan ser biodegradables o amigables con el ambiente es vital para asegurar que las alternativas propuestas no perpetúen o agraven la problemática existente.

Benavides y Solares enfocan la atención en la necesidad de estrategias de sensibilización y educación ambiental que puedan influir en los hábitos de consumo y disposición de los individuos. La implementación de campañas de concienciación, junto con la introducción de normativas que limiten o penalicen el uso de bolsas plásticas, puede ser una estrategia efectiva para reducir su prevalencia y promover alternativas más sostenibles.

La relevancia de Evaluación del Impacto Ambiental y Propuesta de Plan de Gestión en una Industria de Producción de Bolsas Plásticas para la Mejora de la Calidad de Vida de la Población radica en múltiples factores críticos y justifica un estudio exhaustivo. La producción de bolsas plásticas incide notablemente en el medio ambiente, tanto por el uso de recursos en su fabricación como por la contaminación que provocan tras su desecho. Dado que las bolsas plásticas constituyen un producto de uso masivo y amplia distribución, contribuyen de manera significativa a problemas ambientales a nivel global, como la contaminación oceánica y la afectación de la vida marina. La gestión inapropiada de los residuos plásticos puede deteriorar la calidad de vida de la población, impactando la salud humana y la biodiversidad. Además, la industria de bolsas plásticas representa un sector económico vital, generador de empleo y actividad económica en diversas regiones.

Por ende, resulta imperativo estudiar y desarrollar planes de gestión que permitan a esta industria operar de forma sostenible, minimizando su impacto ambiental y asegurando la seguridad y bienestar de las comunidades. Este estudio no solo facilitará la implementación de prácticas más ecológicas, sino que también puede servir como referencia para otras industrias sobre cómo balancear la producción con la conservación ambiental y la calidad de vida de la población. En resumen, la exploración de este tema es vital para progresar hacia un modelo de desarrollo más sostenible y responsable.

## **2. MARCO TEÓRICO**

### **2.1. Evaluación del impacto ambiental**

Es un proceso llevado a cabo para evaluar los diversos impactos ambientales de diversas actividades, trabajos o proyectos en el medio ambiente. Una de las principales características del proceso de EIA (evaluación del impacto ambiental) es la presentación de diferentes alternativas, ya que al final del proceso se elige la que mejor se adapta a la ejecución del proyecto.

#### **2.1.1. Impacto ambiental**

“Es el efecto causado por una actividad humana sobre el medio ambiente, puede tener consecuencias sobre la salud de la población, la calidad del aire y la belleza paisajística” (Gómez y Gómez, 2013, p. 29).

#### **2.1.2. Medio ambiente**

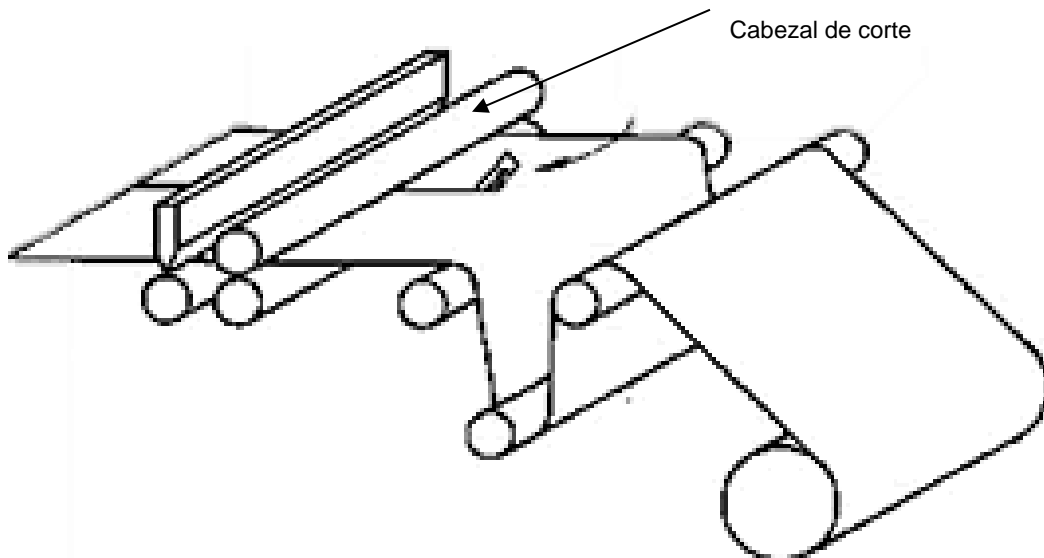
El medio ambiente constituye el escenario donde se despliega la existencia de un ser y facilita su interacción en el mismo, integrando además factores bióticos y abióticos, junto con elementos creados por la actividad humana. Este entorno no solo suministra recursos esenciales para la vida y la producción, sino que también ofrece un espacio para la disposición de residuos.

## 2.2. Industria de producción de bolsas plásticas

Desde los albores de la industria, múltiples compañías han evolucionado en la producción de bolsas utilizando polietileno como material base. La transición hacia la automatización industrial requirió la implementación inicial de la primera máquina semiautomática, diseñada específicamente para fabricar bolsas mediante un proceso de corte transversal. Al poco tiempo se empezó a introducir la producción de películas agrícolas, empackando banano, con invernaderos, también se empezó a producir lonas para empaques y bolsas para semilleros. En el proceso de producción de bolsas plásticas, para lograr una buena calidad, los factores que se deben considerar son: materia prima, maquinaria, personas involucradas y tipo de control utilizado.

**Figura 1.**

*Proceso de corte*



*Nota.* Proceso de corte. Elaboración propia, realizado con Adobe Photoshop.

### **2.2.1. Bolsas plásticas**

Las bolsas de plástico, fabricadas principalmente con polietileno y polipropileno, se utilizan comúnmente para llevar artículos en pequeñas cantidades y se introdujeron en la década de 1970, ganando gran popularidad, en particular mediante su suministro sin costo en supermercados y diversos comercios.

### **2.2.2. Aspectos generales**

Uno de los problemas más graves de contaminación plástica en Guatemala es el alto consumo de bolsas plásticas, que muchas veces terminan en suelos fértiles, océanos y vertederos clandestinos, donde son perjudiciales para el medio ambiente porque no se desechan adecuadamente después de su uso.

Según Pacheco (2019):

Es necesario utilizar estrategias para lograr concientizar a la población en general sobre el grave problema de la contaminación a causa de las bolsas plásticas, y esta es la educación ambiental como un instrumento básico y principal para adoptar y transformar nuevos comportamientos en la población y que nos permitirán una sostenibilidad a los procesos que se están desarrollando como este es el caso de reducir las bolsas de plástico en un área de la ciudad muy concurrida diariamente que es el mercado.

(p. 6)

Esta investigación se enfocará en analizar los impactos ambientales y los esquemas de gestión sugeridos para la industria de producción de bolsas.

### 2.2.3. Propiedades

La tabla 1 muestra las características de las bolsas de plástico.

**Tabla 2.**

*Propiedades de la bolsa plástica*

<b>Propiedad</b>	<b>Descripción</b>
<b>Mecánicas</b>	Para una comparación simple, en la estructura de las bolsas plásticas y metal, la estructura metálica es más densa y la fuerza de unión es diferente a la de las bolsa plásticas.
<b>Térmicas</b>	Las propiedades térmicas de una bolsa de plástico dependen de su estructura. Los termos son frágiles en todo el rango de temperatura y no se derriten ni se derriten. Los termoplásticos se vuelven quebradizos a sus bajas temperaturas características. Si la temperatura aumenta, su rigidez disminuye.
<b>Absorción a la humedad</b>	Esto incluye absorber la humedad del aire o sumergirse en agua.
<b>Permeabilidad</b>	Muy importante cuando se utilizan bolsas de plástico. La permeabilidad al gas y al vapor de agua es un criterio importante para elegir el tipo de material según el producto a envasar.
<b>Fricción y desgaste</b>	Interacción de materiales, estructuras superficiales, cargas específicas y velocidades de corte involucradas en el fenómeno.

*Nota.* Características de las bolsas de plástico. Elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.



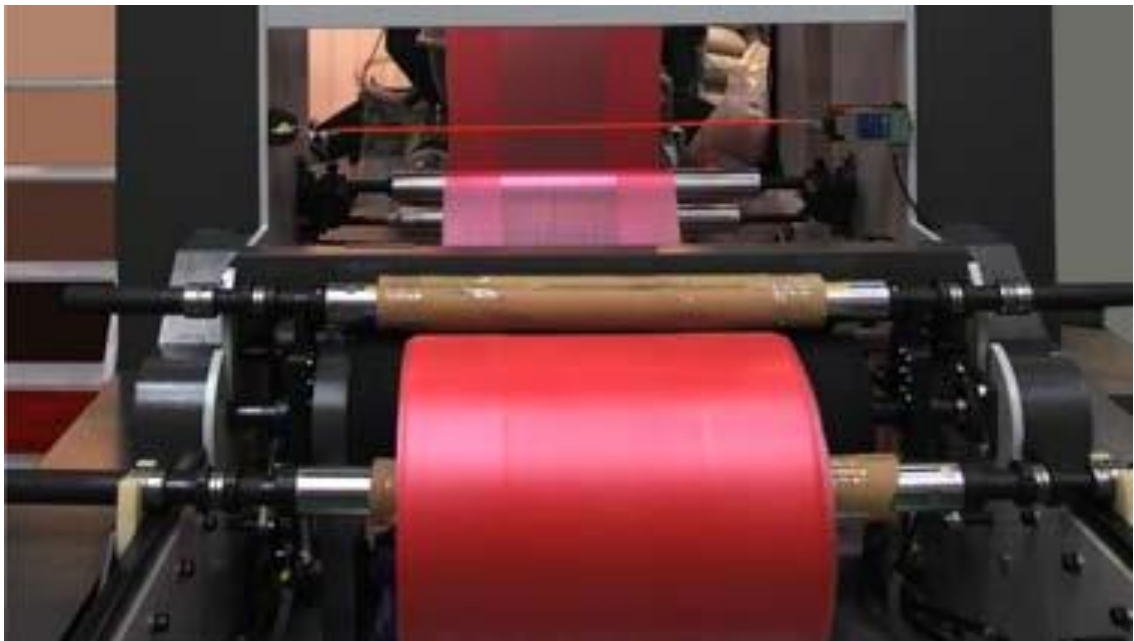
### 2.3. Plan de gestión

Se puede definir como la determinación de la mejor manera de dirigir una organización en las operaciones del día a día.

Según Project Management Institute (2008), el plan de gestión del proyecto incluye las acciones necesarias para definir, integrar y coordinar todos los planes subsidiarios en un proyecto. También se involucra la ejecución, supervisión, y el control del proyecto.

#### Figura 2.

*Película de plástico*



*Nota.* Extrusora de plástico. Obtenido de VISTECH (2017). *Bolsas de plástico en México.* (<https://vistech.mx/bolsas-plasticas-frontera-reynosa-matamoros-laredo.html>)

Consultado el 05 de octubre de 2022. De dominio público.

### **2.3.1. Producción más limpia**

Según el manual de la ONUDI (2007), se puede definir como una estrategia de aplicación continua, mediante una aplicación preventiva integral ambiental para los procesos, servicios y productos, enlazado al aumento de la eficiencia operacional y medio ambiente.

Los CP+L se han convertido en una excelente fuente de estrategias preventivas ambientales en los respectivos países. Estos centros a menudo promueven la metodología del uso de producción más limpia con la ayuda de actividades de promoción, capacitación, demostraciones de programas y asesoramiento técnico. Por lo tanto, con los CP+ L se espera que realicen un papel de vital importancia en la promoción a la hora de poner en marcha las estrategias ambientales preventivas de parte de la administración de los gobiernos y en la industria de países subdesarrollados.

#### **2.3.1.1. Principios**

La producción más limpia contiene tres principios, los cuales son los siguientes:

- Principio de precaución

Este principio establece que la reducción del elemento humano en el medio ambiente para evitar situaciones jurídicamente perjudiciales también debe garantizar la protección de los operadores frente a problemas de salud irreversibles y la protección de la planta frente a daños irreversibles.

- Principio de prevención

Este principio sugiere que los cambios en la cadena de producción deben buscarse con anticipación para evitar o minimizar el daño ambiental.

- Principio de integración

La integración implica aportar experiencia, conocimiento, perspectiva y comprensión para tomar decisiones durante el ciclo de producción. Una de las desventajas de las soluciones preventivas es la integración de medidas de protección ambiental a través de los límites del sistema.

#### **2.3.1.2. Tipos de P+L**

La actividad industrial asume la principal responsabilidad por las emisiones atmosféricas y produce desechos peligrosos. La industria se destaca como el mayor emisor de contaminantes atmosféricos y como generador de residuos peligrosos. Por otro lado, (P+L) se presenta como una fase inicial en las estrategias ambientales y prueba ser un paso previo a las opciones adecuadas de tratamiento; existen diversas variantes.

##### **2.3.1.2.1. Pasivo**

Es la detección de un peligro para la producción más limpia, a partir de la notificación realizada por el operador y se caracteriza por no tener un esfuerzo para la adecuación a las leyes y reglamentos de la gestión ambiental. De esta forma, la innovación no se introduce para cambiar las reglas ambientales, solo introduce acciones ambientales cuando las reglas lo exigen.

#### **2.3.1.2.2. Reactivo**

Esta se identifica como la estrategia menos avanzada en la administración ambiental; su descripción indica que es la estrategia en la cual los problemas se abordan una vez que ya ocurrieron, con la elaboración de planes de contingencia para gestionarla y enfrentar situaciones no anticipadas.

A menudo, las empresas que utilizan este tipo solo responderán a la presión de las autoridades públicas u otros actores sociales, ven los problemas ambientales como costos adicionales a reducir en lugar de oportunidades comerciales.

#### **2.3.1.2.3. Proactivo**

Tiende a iniciar el cambio voluntariamente en lugar de esperar a reaccionar ante amenazas potenciales. Aquí es donde entra el concepto de positividad ambiental, ya que las empresas se anticipan a las nuevas normas y adoptan tecnologías para superar estos requisitos.

### **2.3.2. Norma ISO 14001**

Esta normativa internacional especifica los requisitos para lograr una gestión ambiental estandarizada y permite que una organización desarrolle e implemente políticas y objetivos. La organización debe considerar los requisitos legales, de otros tipos y la información vinculada con los factores ambientales de la organización. La normativa se refiere a los factores ambientales en los que la organización puede ejercer influencia y, por sí misma, no establece normas específicas de protección ambiental.

### **2.3.3. Mejora de la calidad de vida**

Nuestra salud y bienestar están vinculados de manera directa con la influencia que el medio ambiente, en el cual residimos, tiene sobre nosotros. Un ambiente limpio es un factor de satisfacción, porque mejora nuestro bienestar emocional, para amortizar el estrés diario. Se define como el bienestar de cada uno en el entorno en el que vive y su aprecio o satisfacción con lo que tiene o quiere tener. Debido a su diversidad social, son una condición importante para cada individuo.

Ardila (2003) nos menciona que “la calidad de vida es un estado de satisfacción general, que proviene de la realización de las potencialidades de la persona” (p. 163).

Nuestro planeta se caracteriza por sus vastos océanos y ríos; el agua es esencial para toda forma de vida en la Tierra. Sin embargo, estamos comprometiendo su vitalidad. La continua reducción de la calidad del agua y su creciente contaminación amenazan su habilidad para sustentar la vida, promover la salud y fomentar el desarrollo. Muy importante destacar la infiltración de microplásticos en las cadenas alimentarias acuáticas y su posible acumulación en los cuerpos de animales y humanos es un tema de intensa investigación debido a las potenciales consecuencias para la salud. Además, la presencia de estos contaminantes en el agua afecta la calidad de vida de las personas, no solo desde una perspectiva de salud pública sino también económica, ya que su limpieza y gestión representan un costo significativo. Además, alteran la pureza estética y natural del agua, una fuente de bienestar y recreación para muchas comunidades.

### **2.3.3.1. Factores que inciden**

La calidad de vida es una construcción compleja que se entrelaza con múltiples factores determinantes, abarcando desde el bienestar económico hasta las dimensiones sociales, culturales, ambientales y de salud. Estos factores no operan de manera aislada, sino que se influyen mutuamente, configurando el tejido de la experiencia humana y el progreso de las comunidades.

- Factores Económicos
  - Ingreso del País y de los Habitantes: Los ingresos afectan directamente la capacidad de las personas para satisfacer sus necesidades básicas y acceder a bienes y servicios que mejoran su calidad de vida. Un PIB más alto por habitante puede indicar un nivel de vida más alto, pero debe considerarse junto con la distribución del ingreso para evaluar la calidad de vida.
  - Empleabilidad: La seguridad laboral y la calidad del empleo son fundamentales para la estabilidad económica de los individuos y sus familias. El desempleo o el subempleo pueden llevar a la pobreza y afectar negativamente la salud mental y física.
  - Vivienda: Acceder a una vivienda adecuada, segura y asequible es crucial. La vivienda de calidad es un determinante social importante de la salud y el bienestar.
- Factores Sociales
  - Condiciones de Paz o Guerra: La estabilidad política y la ausencia de conflicto son esenciales para el desarrollo sostenible y la calidad de vida. La guerra y el conflicto pueden devastar infraestructuras,

reducir el acceso a servicios básicos y empeorar la salud mental y física.

- Servicios: Los servicios públicos como la educación, el transporte y el saneamiento son fundamentales para la calidad de vida. El acceso equitativo a servicios de alta calidad es un signo de una sociedad que valora el bienestar de sus ciudadanos.
- Políticas Públicas: Las políticas que promueven la igualdad, la justicia social y la protección económica contribuyen a la calidad de vida. Las políticas que garantizan derechos y servicios básicos son cruciales.
- Seguridad: La seguridad ciudadana, que protege a las personas de la violencia y el crimen, es un componente clave de la calidad de vida. La inseguridad puede limitar la movilidad y el acceso a oportunidades.

- Factores Culturales

- Educación: La educación no solo mejora las oportunidades económicas, sino que también enriquece la vida cultural y social y promueve la autorrealización.
- Espacios de Recreación y Tiempo Libre: Estos espacios y oportunidades para el ocio son esenciales para el bienestar mental y social, permitiendo a las personas relajarse, socializar y realizar actividades físicas.

- Factores Ambientales

- Recursos Naturales: El acceso a recursos naturales sostenibles y bien gestionados es fundamental para la salud y la economía. Los

recursos pueden proporcionar alimentos, agua y aire limpio, además de ser la base de muchas economías.

- Calidad del Aire: La contaminación del aire tiene efectos significativos en la salud respiratoria y cardiovascular, afectando la calidad y esperanza de vida.
- Factores de Salud
  - Atención Médica: Un sistema de salud accesible y de calidad es vital para la prevención y tratamiento de enfermedades, crucial para mantener una población sana.
  - Estado Físico y Emocional: El bienestar físico y mental son fundamentales para una vida plena y productiva. El estrés crónico, la ansiedad y las enfermedades físicas pueden disminuir la calidad de vida.
  - Esperanza de Vida: Este indicador refleja el estado general de salud de una población y está influenciado por muchos de los factores mencionados anteriormente.

#### **2.3.3.2. Medición**

Para evaluar la calidad de vida, se recurre frecuentemente a datos estadísticos, sondeos poblacionales, y análisis de índole social, cultural y ambiental, enfocándose comúnmente en tres elementos esenciales:

- La duración promedio de vida de la población.
- La distribución y acceso a la educación a través de diferentes estratos sociales y regiones.



- El ingreso medio por persona, medido por el Producto Bruto Interno per cápita.

Estas medidas son fundamentales para calcular el Índice de Desarrollo Humano (IDH), una métrica establecida por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD).

#### **2.3.4. Gestión de Residuos plásticos**

El mundo produce el doble de residuos plásticos que hace dos décadas, la mayoría termina en vertederos para su incineración o se filtra al medio ambiente, y apenas el 9 % se recicla con éxito, de acuerdo con un nuevo reporte del organismo de cooperación internacional OCDE.

En la investigación *Prohibición del uso de bolsa de plástico nailon ante la Contaminación del medio ambiente*, según Choque (2016), comúnmente las bolsas plásticas de polietileno son desechadas inmediatamente después de haber cumplido su función o el propósito de transportar artículos, convirtiéndose en residuos sólidos y algunos son enviados a los rellenos sanitarios controlados.

No obstante, comúnmente por negligencia, falta de educación ambiental, falta de infraestructura o rellenos sanitarios adecuados, muchas de esas bolsas terminan en las calles, las carreteras, en terrenos baldíos o en cuerpos de agua, lo que representa un peligro para la población guatemalteca.

#### 2.3.4.1. Degradación del plástico

Según Navarrete (2015) menciona que las bolsas plásticas pueden demorarse entre 10 a 100 años aproximadamente, porque su completa degradación depende del medio ambiente y sus condiciones, en este ciclo de degradación emiten sustancias tóxicas, vapores perjudiciales para el ambiente e incluso contaminan las aguas, obstruyen los desagües, provocan inundaciones y pueden matar seres vivos que sean testigos de este impacto ambiental. (p. 23)

#### Figura 3.

*Degradación del medio ambiente*



Nota. Partículas plásticas. Obtenido de RECECO (2020). Artículos.  
(<https://gestorderesiduosmadrid.es/microplasticos-impacto-la-degradacion-del-medio-ambiente/>)  
Consultado el 14 de octubre de 2022. De dominio público.

#### **2.3.4.2. Contaminación**

Según en un estudio realizado por Mijangos (2010) las bolsas desechables de supermercado y otros productos similares tardan cerca de 100 a 400 años en deshacerse en pequeñas partículas tóxicas. Conscientes de la contaminación que producen, en China las llaman basura blanca y los australianos la flor nacional, una ironía que alude a las bolsas rotas y enredadas en los arbustos.

Hoy en día el problema de los plásticos sigue sin estar regulado y en continuo crecimiento. La reciente pandemia de coronavirus ha provocado en ocasiones la prohibición de las bolsas reutilizables en las tiendas de comestibles y en los comercios minoristas, lo que ha provocado un mayor uso de las bolsas de plástico de un solo uso que los activistas se han esforzado tanto en erradicar. (Ranniger, 2022, p. 32)

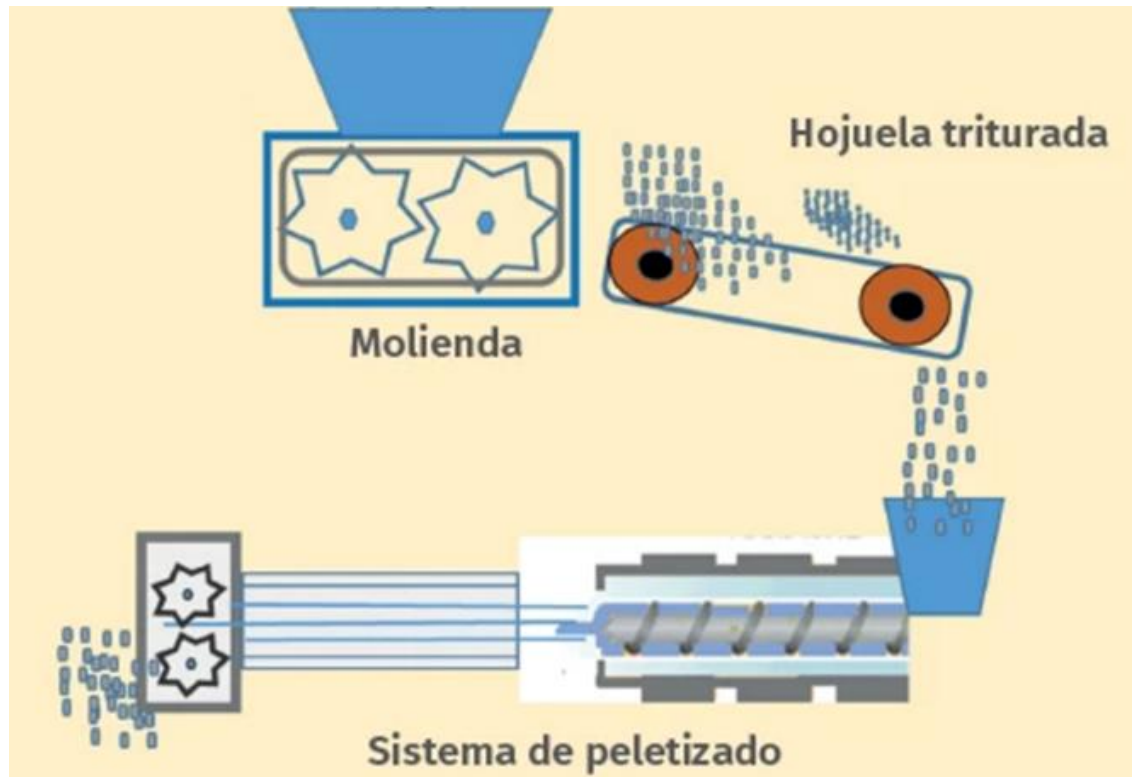
#### **2.3.4.3. Peletización**

Es un proceso que consiste en granular, comprimir o moldear el material en pequeños cilindros. Los pasos generales para la peletización son los siguientes:

- Dosificación
- Mezclado
- Peletización
- Secado

**Figura 4.**

*Proceso de peletización*



*Nota.* Sistema de peletizado. Elaboración propia, realizado con Adobe Photoshop 2020

## **2.4. Cambio Climático**

El cambio climático hace referencia a variaciones significativas y persistentes en los patrones de temperatura y meteorológicos. Tales variaciones pueden originarse por causas naturales, como fluctuaciones en la actividad solar o eventos volcánicos de gran magnitud. Sin embargo, desde el siglo XIX en adelante, las acciones del ser humano han tomado un papel predominante en la inducción de estos cambios climáticos, especialmente a través de la combustión de fuentes de energía fósil tales como el carbón, el petróleo y el gas natural.

La incineración de estos materiales libera gases de efecto invernadero que forman una capa en la atmósfera terrestre, similar a una cubierta térmica, que retiene la radiación solar y, como resultado, incrementa las temperaturas globales.

#### **2.4.1. Adaptación al cambio climático**

La adaptación implica realizar modificaciones en sistemas ambientales, sociales o económicos en reacción a los estímulos climáticos actuales o anticipados, así como a sus consecuencias o efectos. Esto conlleva la alteración de prácticas, procesos y estructuras existentes con el fin de atenuar posibles perjuicios o aprovechar las ventajas que pueda presentar el cambio climático. En esencia, es imperativo que las naciones y comunidades elaboren y ejecuten estrategias de adaptación para hacer frente a los efectos del cambio climático que ya se están experimentando y para estar preparados para los desafíos futuros.

Es esencial que un proyecto se diseñe con la capacidad de adaptarse efectivamente a los impactos anticipados del cambio climático. Esto requiere identificar impactos desde las etapas iniciales del proyecto. Si desde su concepción, el proyecto incluye consideraciones sobre el cambio climático basadas en datos históricos, su integración resultará más sencilla. No obstante, lo más importante es asegurar que esta adaptación al cambio climático se aborde de manera estructurada y sistemática durante la fase de planificación del proyecto.

#### **2.4.2. Identificación de la necesidad**

Actualmente, el planeta enfrenta un aumento en la temperatura promedio, alteraciones en los ciclos estacionales y una creciente incidencia de eventos climáticos extremos, junto con otros impactos progresivos del cambio climático. La velocidad con la que el clima se modifica y la demora en adoptar medidas de adaptación pueden resultar en desafíos más complejos y onerosos. Las estrategias para ajustarse a estos cambios son diversas y deben ser específicas al contexto de cada comunidad, empresa, organización, país o región.

No hay una estrategia universal que valga para todas las situaciones; las soluciones van desde la construcción de barreras contra las inundaciones y el establecimiento de sistemas de alerta temprana para tormentas, hasta la adaptación de los cultivos para hacer frente a la sequía y la reestructuración de sistemas comunicacionales, prácticas empresariales y políticas estatales. Varias naciones y comunidades ya están tomando medidas proactivas para fortalecer su resiliencia social y económica, sin embargo, se requiere un compromiso y una ambición mucho más grandes para afrontar estos riesgos de manera efectiva y económica en el presente y el futuro.

La adaptación exitosa depende no solo de la iniciativa gubernamental, sino también del compromiso constante de todos los actores relevantes, incluidas organizaciones a todos los niveles, desde el nacional al internacional, los sectores tanto público como privado, la sociedad civil y otros grupos de interés, así como de una gestión eficiente del conocimiento. La adaptación a los efectos del cambio climático puede implementarse en una multiplicidad de regiones, sectores y escalas administrativas.

## **2.5. Industria 4.0**

El término Industria 4.0, también conocido como la cuarta revolución industrial, surge con la integración de tecnologías digitales en las operaciones de manufactura y a lo largo de toda la cadena de valor empresarial.

La adopción de soluciones tecnológicas de información que promueven la sinergia entre espacios físicos y entornos virtuales abarca desde el uso de analítica avanzada para destilar conocimientos a partir de grandes volúmenes de datos, hasta la sinergia operativa entre equipos y aparatos (interacciones de máquina a máquina, producto a máquina y máquina a sistema, entre otras).

Esto da origen a lo que se conoce como la fábrica inteligente, facilitando además la comunicación directa con el consumidor. El resultado es la mejora y la interactividad en distintas fases como la investigación y el desarrollo, el diseño, la producción, la logística y la oferta de servicios. Las empresas necesitarán ajustarse a este entorno innovador. Este ajuste, aunque desafiante, promete ser beneficioso, repercutiendo positivamente en un aumento de la eficiencia operativa, el fortalecimiento de su posición en el mercado y la optimización de sus resultados financieros.

### **2.5.1. Impactos de la industria 4.0**

Los efectos de la Industria 4.0 se extienden a través de varios estratos: desde amplios sistemas hasta el nivel institucional y personal, afectando tanto a trabajadores como a consumidores:

- **Sistemas:** La transformación abarca más que la operativa empresarial y la fabricación de productos; impacta a todos los componentes del sistema (proveedores, consumidores, reguladores, inversores, colaboradores, entre otros.). Las nuevas tecnologías fomentan la interacción entre los distintos nodos de la cadena de valor.
- **Instituciones:** La habilidad para adaptarse y aprender de la información al instante puede incrementar la capacidad de respuesta, previsión y proactividad de las instituciones. Esto también contribuye a minimizar los riesgos asociados a la productividad.
- **Personal:** La Industria 4.0 tiene implicaciones variadas dependiendo del individuo en cuestión. Para los empleados, podría representar una transformación en sus roles laborales. Para los clientes, puede traducirse en una mayor personalización de productos y servicios, mejor alineados con sus expectativas y necesidades.



### **3. RESULTADOS**

Los hallazgos alcanzados a lo largo de este estudio se muestran en alineación con las metas preestablecidas. A continuación, se proporciona un análisis detallado del impacto ambiental y se propone un esquema de administración en una fábrica dedicada a la manufactura de bolsas de plástico, todo ello acorde con los criterios estipulados por la norma internacional ISO 14001.

#### **3.1. Proceso de elaboración de bolsas plásticas**

El proceso inicia en la bodega de materia prima, donde sale la resina para la máquina extrusora. Antes de introducir la resina a la extrusora se realiza la mezcla del material, el operario tiene la orden de producción en el cual tiene todas las especificaciones que debe tener la mezcla como la resina, colorantes, aditivos, entre otros.

Posteriormente finalizada la mezcla se procede a vaciar el mismo dentro del recipiente de la maquina extrusora, en donde se tritura el material por medio de un husillo a temperatura alta, luego durante el proceso se obtiene el material triturado y este sale de la extrusora con presión de aire inyectada, la cual hace que se eleve una burbuja de plástico, que forma un tubo estirado, donde más adelante es pasado por un rodillo, el cual va en la película de plástico, hasta formar una bobina de cierto peso, durante este proceso se revisan los lineamientos de la orden de producción como el espesor de la película de polietileno, velocidad del aire, temperatura y que la salida de la burbuja sea en una forma concéntrica.

Terminado el proceso anteriormente mencionado se debe trasladar la bobina al área de corte, donde se determina el largo de la bolsa, pero primero se debe de programar la maquina con las especificaciones, para realizar pruebas.

Terminada la programación de la maquina cortadora y selladora, se inicia la etapa de corte. La máquina posee un contador electrónico el cual le indica al operario cuando retirar las bolsas cortadas. Aquí el operario es el encargado de controlar que la máquina cortadora no pierda la medida y que el sello de la bolsa esté bien, este sellado se realiza también en la maquina por medio de calor.

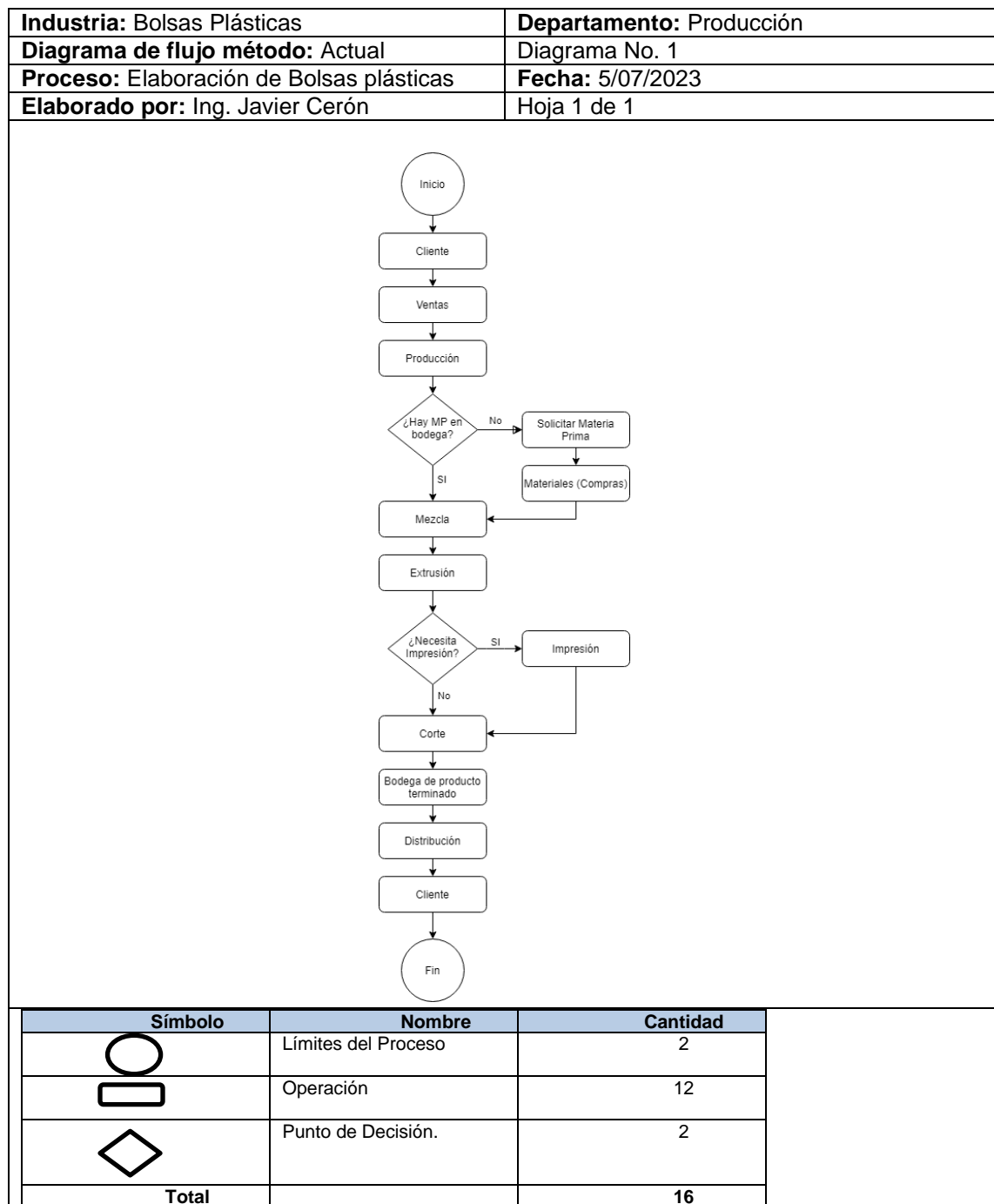
Además, se empacan las bolsas según las especificaciones de la orden de producción. El supervisor de operarios debe de realizar el ultimo control, el cual consiste en revisar sello, medida y el espesor. Por último, se pasa a bodega de producto terminado a espera de ser distribuido al cliente.

### **3.2. Diagrama de flujo del proceso**

La metodología adoptada en esta investigación puede describirse más eficazmente a través de una representación visual. El siguiente diagrama de flujo ilustra el proceso metodológico seguido.

**Figura 5.**

*Diagrama de flujo del procedimiento.*

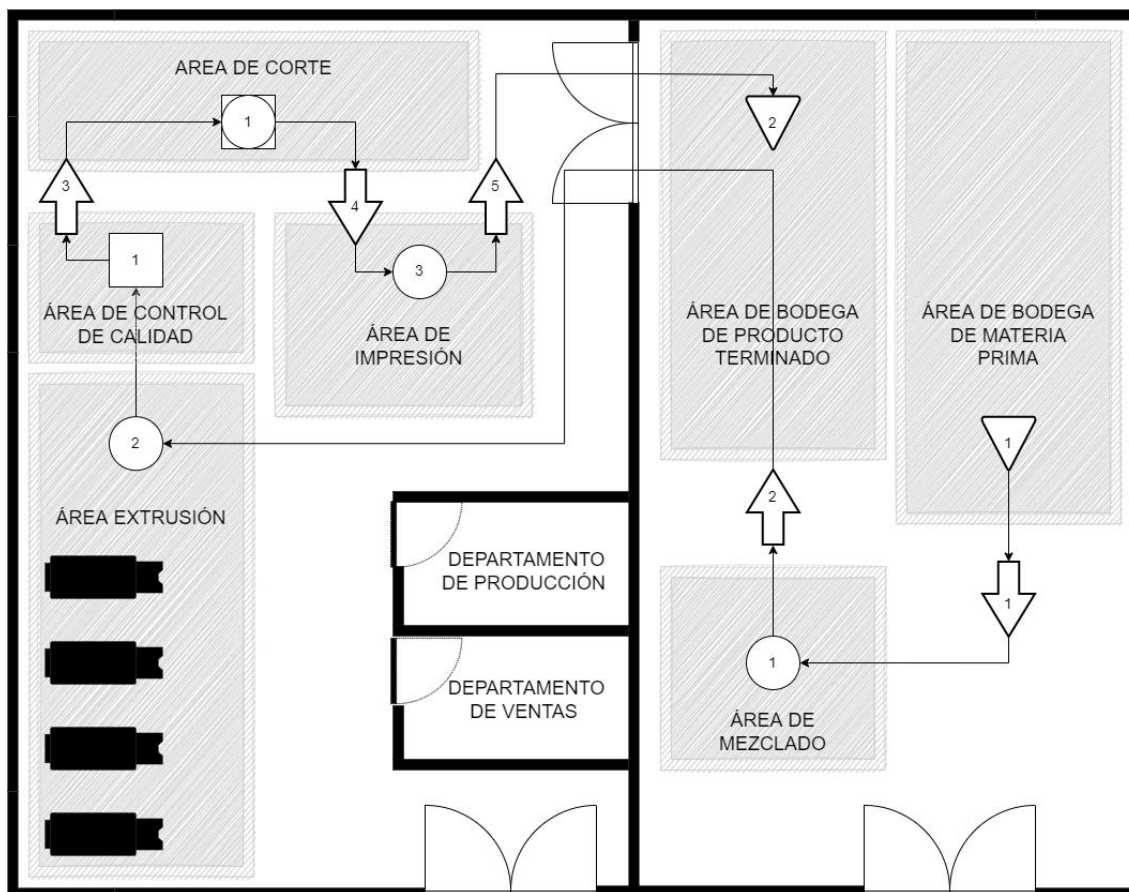


*Nota.* Esquema del procedimiento de flujo. Elaboración propia, realizado con Visio.

### 3.3. Diagrama de recorrido

El diagrama de recorrido es similar al diagrama de flujo, debido a que se utilizan los mismos símbolos, pero la ventaja de presente diagrama permite identificar de mejor manera las áreas congestionadas y optimizar la distribución de planta.

**Figura 6.**  
*Diagrama de recorrido del proceso*



*Nota. Diagrama de recorrido del proceso. Elaboración propia, realizado con Visio.*

### 3.4. Evaluación ambiental previa a implementación

La determinación previa de los aspectos ambientales en la transformación de materias primas en la fabricación de bolsas plásticas es vital por diversas consideraciones. Primero, posibilita la identificación anticipada de impactos ambientales potenciales, facilitando la implementación de medidas de mitigación desde las fases iniciales del proyecto. Esto no solo es un requisito para el cumplimiento normativo, sino que también es crítico para la gestión eficaz de riesgos que pueden llevar a consecuencias financieras, legales o de reputación si no se abordan adecuadamente. Además, al comprender cómo se consumen y transforman los recursos naturales durante la manufactura, las empresas pueden mejorar la eficiencia y reducir los costos operativos, al tiempo que minimizan la generación de residuos.

**Tabla 3.**

*Evaluación ambiental previa en la fabricación de bolsas plásticas*

NOMBRE DE LA ACTIVIDAD	DEPARTAMENTO ENCARGADO	EVALUACIÓN AMBIENTAL	MEDIDAS DE MITIGACIÓN
Transformación de la materia prima, en el proceso de extrusión.	Producción	Contaminación al aire, por emisiones atmosféricas de material particulado.	Programa para la reducción de la contaminación del aire.
		Producción de residuos a partir de los insumos básicos.	Programa de control de desperdicios.
		Alto consumo de energía.	Programa de reducción energética.
		Generación de desperdicios sólidos, al finalizar el proceso.	Optimización de control de procesos.
		Contaminación auditiva.	Instalar apantallamientos y cerramientos acústicos, utilizar protección auditiva en cada personal.

Continuación de tabla 3.

<b>Mantenimiento de maquinaria.</b>	Mantenimiento	Generación de residuos de repuestos, aceites y baterías.	Programa de reciclaje o incineración controlada.
-------------------------------------	---------------	--	--

*Nota.* Evaluación ambiental en la fabricación de bolsas plásticas. Elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

Mediante el seguimiento a las actividades ambientales de la tabla 3, se puede determinar la inclusión temprana de consideraciones ambientales, para inspirar innovaciones en el diseño y producción, abriendo nuevas oportunidades de mercado y fortaleciendo alianzas con partes interesadas comprometidas con la sostenibilidad.

### **3.5. Caracterización de los impactos ambientales**

El propósito de esta sección es reconocer, especificar y valorar los potenciales impactos ecológicos asociados con el procedimiento de fabricación de bolsas de plástico. A continuación, se presenta la lista de chequeo que servirá como fundamento para desarrollar la matriz de impactos ambientales.

Esta lista toma en cuenta las acciones que podrían generar efectos en el medio ambiente y los elementos ambientales que se ven directamente influenciados por la industria.

Complementariamente se desarrolla la metodología e identificación de los principales impactos ambientales en la Para llevar a cabo el Análisis de Efectos Ambientales y, en especial, para la valoración de estos efectos, se ha establecido un listado de actividades principales provocadas por la industria durante sus etapas de construcción, operación y abandono. Esto se ha hecho para asegurar que dichas actividades sean significativas para la adecuada valoración de los efectos ambientales

#### **3.5.1. Factores ambientales a ser evaluados**

Se ha elegido una cantidad adecuada de rasgos ambientales basándose en subelementos medioambientales. La tabla muestra los rasgos ambientales tenidos en cuenta, su categorización según el elemento al que están asociados y la justificación para su integración en la descripción ambiental.

**Tabla 4.***Aspectos medioambientales del entorno en la industria de bolsas plásticas*

<b>COMPONENTE AMBIENTAL</b>	<b>SUBCOMPONENTE AMBIENTAL</b>	<b>IMPACTO AMBIENTAL</b>	<b>DEFINICIÓN</b>
<b>ABIÓTICO</b>	Aire	Calidad de aire	Atributos del aire inhalado en la zona industrial.
		Nivel sonoro	Alteración de la presión acústica en las proximidades de la planta industrial.
		Calidad del suelo	Propiedades exhibidas por los terrenos dentro del alcance del proyecto, especialmente en zonas intervenidas.
<b>BIÓTICO</b>	Flora	Eliminación cobertura vegetal	Modificación en las áreas de construcción y operaciones de la industria.
	Fauna	Presencia de especies	Grupo de especies, incluyendo mamíferos, aves, reptiles, anfibios e insectos, que podrían ser impactadas por las actividades industriales.
<b>ANTRÓPICO</b>	Medio perceptual	Paisaje	Atributos del paisaje en las zonas donde la industria está en operación.
	Humanos	Nivel de seguridad y salud	Efecto de la industria sobre la salud y seguridad de tanto los empleados directamente conectados como de la comunidad cercana al área afectada.
	Seguridad Industrial	Generación de empleo	Alteración en la habilidad de la fuerza laboral activa, en diversas tareas productivas directas e indirectas, originadas por la industria.

*Nota.* Elementos ecológicos tomados en cuenta para la descripción ambiental del área impactada.

Elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.



### 3.5.2. Actividades ambientales sujetas a evaluación.

Para realizar el Estudio de impactos ambientales y, particularmente, para la evaluación de dichos impactos, se ha definido un conjunto de actividades primordiales inducidas por el proyecto a lo largo de sus fases de acondicionamiento, operación y abandono. Esta acción se ha implementado para garantizar que tales actividades sean relevantes para una correcta apreciación de los impactos en el entorno. En la tabla 5, se detallan las actividades contempladas y su descripción correspondiente a la fase de acondicionamiento de la industria.

**Tabla 5.**

*Actividades contempladas durante la fase de acondicionamiento*

CÓDIGO	ACCIÓN	DEFINICIÓN	IMPACTO AMBIENTAL
C1	Desembalaje y mantenimiento de limpieza de las máquinas.	Incluye la preparación y disposición de los equipos.	<ul style="list-style-type: none"><li>- Generación de residuos</li><li>- Uso de productos químicos</li></ul>
C2	Instalación de los equipos.	Involucra las vinculaciones de los equipos y su estabilización para garantizar una operación óptima.	<ul style="list-style-type: none"><li>- Perturbación del suelo y hábitat</li><li>- Ruido y vibraciones</li></ul>
C3	Montaje del sistema eléctrico.	Incluye el revestimiento de los cables y la disposición eléctrica para todos los aparatos, con el propósito de prevenir perjuicios en los equipos y potenciales imprevistos.	<ul style="list-style-type: none"><li>- Consumo de energía</li><li>- Riesgo de contaminación por derrames</li></ul>
C4	Montaje del sistema de flujo de agua y aire a presión.	Implica la circulación continua de agua para refrigerar las máquinas de extrusión, con el objetivo de optimizar el uso del agua.	<ul style="list-style-type: none"><li>- Consumo de agua</li><li>- Emisiones al aire</li><li>- Calidad del agua</li></ul>

*Nota.* Actividades contempladas durante la fase de acondicionamiento. Elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

**Tabla 6.***Actividades contempladas durante la fase de operación.*

<b>CÓDIGO</b>	<b>ACCIÓN</b>	<b>DEFINICIÓN</b>	<b>IMPACTO AMBIENTAL</b>
<b>O1</b>	Estructura e instalaciones adicionales.	Ubicación de la infraestructura en el ambiente, tomando en cuenta la utilización del terreno.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Alteración de la autenticidad del entorno.</li> <li>- Impacto en la existencia de especies de plantas y animales.</li> <li>- Creación de puestos de trabajo.</li> </ul>
<b>O2</b>	Almacenamiento de materiales básicos.	El material fundamental consiste en plásticos (polietileno) de densidades alta y baja.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Impacto en el entorno perceptivo debido al almacenamiento de materiales.</li> <li>- Cambio en el grado de salud y seguridad de la comunidad.</li> <li>- Creación de oportunidades de trabajo.</li> </ul>
<b>O3</b>	Fabricación de bolsas de plástico de alta densidad.	La materia prima se inserta en una extrusora con el objetivo de fundirla y convertirla en una película plástica que posteriormente se transforma en una bolsa plástica.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Alteración en la pureza del aire debido a las emisiones de la extrusora.</li> <li>- Modificación del nivel acústico. (Ruido)</li> <li>- Cambios en la seguridad y bienestar de la comunidad.</li> <li>- Creación de puestos de trabajo.</li> </ul>
<b>O4</b>	Fabricación de bolsas de plástico de baja densidad.	La materia prima se introduce en una extrusora con el propósito de fundirla y formar una película plástica que luego se moldea en una bolsa plástica.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Modificación en la calidad del aire debido a las emisiones gaseosas provenientes de la extrusora.</li> <li>- Ajuste en los niveles de ruido.</li> <li>- Alteración en la seguridad y bienestar de la comunidad.</li> <li>- Creación de oportunidades laborales.</li> </ul>
<b>O5</b>	Empaquetado de artículos.	Los rollos plásticos son empaquetados utilizando una rebobinadora.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cambios en los niveles de presión acústica debido al funcionamiento de la maquinaria.</li> <li>- Creación de puestos de trabajo.</li> </ul>
<b>O6</b>	Preservación de maquinaria, dispositivos y estructuras.	Incluirá acciones de conservación de maquinaria.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Impacto en la calidad del terreno</li> <li>- Creación de oportunidades laborales</li> </ul>
<b>O7</b>	Manejo de residuos.	Involucra la gestión de todos los residuos que puedan originarse en todas las operaciones de la compañía.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Impacto en el entorno perceptible</li> <li>- Deterioro de la calidad del terreno debido a una disposición incorrecta</li> <li>- Cambios en los niveles de seguridad y bienestar de la comunidad.</li> </ul>

*Nota.* Actividades contempladas durante la fase de operación. Elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

**Tabla 7.***Actividades contempladas durante la fase de abandono*

<b>CÓDIGO</b>	<b>ACCIÓN</b>	<b>DEFINICIÓN</b>	<b>IMPACTO AMBIENTAL</b>
<b>CE1</b>	Desmantelamiento de equipos e infraestructuras.	Desmantelar y remover las instalaciones de la compañía.	<ul style="list-style-type: none"><li>- Impacto en la calidad del aire</li><li>- Aumento del nivel de ruido.</li><li>- Creación de puestos de trabajo</li></ul>
<b>CE2</b>	Traslado de equipos y materiales.	Incluye el traslado de materiales y maquinaria.	<ul style="list-style-type: none"><li>- Impacto en la pureza del aire.</li><li>- Modificación en los niveles de ruido ambiental.</li><li>- Creación de oportunidades laborales.</li></ul>
<b>CE3</b>	Manejo de residuos.	Involucra la gestión de eliminación de residuos producidos durante esta fase.	<ul style="list-style-type: none"><li>- Impacto en la pureza del aire.</li><li>- Modificación en la pureza del terreno.</li><li>- Impacto en la vida silvestre y vegetación.</li><li>- Modificación del panorama visual.</li><li>- Reducción en los estándares de seguridad y bienestar de la comunidad.</li></ul>
<b>CE4</b>	Restauración del espacio.	Involucra medidas que buscan restaurar o mejorar las condiciones originales del sitio donde se desarrolló el proyecto.	<ul style="list-style-type: none"><li>- Esta acción produce efectos positivos, tales como: mejora de la calidad del aire, terreno, paisaje, flora, fauna, seguridad y salud de los habitantes, y creación de puestos de trabajo.</li></ul>

*Nota.* Actividades contempladas durante la fase de abandono. Elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

### **3.6. Metodología de evaluación**

Un impacto ambiental se refiere a cualquier modificación, positiva o negativa, anticipada como consecuencia de la implementación de un proyecto de desarrollo. El análisis ambiental llevado a cabo en la Ciudad de Guatemala, Guatemala, para la industria de fabricación de bolsas plásticas destacó y

cuantificó las principales propiedades de todos los elementos y sub-elementos medioambientales.

Para entender los posibles impactos ecológicos en la región de interés, se ha formulado una Matriz Leopold de relación causa-efecto, donde el análisis por filas refleja los aspectos medioambientales del entorno y el análisis por columnas se relaciona con las actividades de las diferentes etapas.

### **3.6.1. Identificación de impactos ambientales**

La confirmación de la conexión entre la causa (acción evaluada) y su impacto en el entorno (aspectos ecológicos) se ha representado a través de un símbolo visual en la intersección correspondiente de la matriz causa-efecto, creada específicamente para cada etapa del proyecto. A partir de esto, se generan las Matrices de Detección de Impactos Ambientales. Asimismo, se ha identificado la naturaleza o clase de impacto de la interacción examinada, clasificándola como positiva o negativa.

### **3.6.2. Medición de los impactos ambientales**

La predicción de las consecuencias ambientales implicó la evaluación de la relevancia y amplitud de cada efecto identificado previamente. La importancia de un efecto de una actividad sobre un elemento se vinculó con la significatividad del mismo. Para esto, se utilizó la información producida en el análisis ecológico y se aplicó un método que examinó los atributos de extensión, duración y reversibilidad de cada interacción, integrando factores ponderativos conforme a la importancia de cada atributo.

Las cualidades usadas para evaluar la relevancia se describen así:

- Extensión: Corresponde al territorio afectado por el efecto ambiental en comparación con el contexto del proyecto.
- Duración: Se refiere a la duración del daño, que puede ser ocasional, constante o recurrente, y también toma en cuenta las consecuencias a largo plazo o colaterales.
- Reversibilidad: Indica la capacidad de restaurar las condiciones originales después de haber ocurrido el efecto ambiental.

La determinación del valor de significancia para cada impacto se efectuó la ecuación siguiente:

$$Imp = We \cdot E + Wd \cdot D + Wr \cdot R$$

(Ecuación 01).

Dónde:

- $Imp$  = Importancia del impacto ambiental
- $E$  = Parámetro de Extensión
- $We$  = Peso del parámetro de Extensión
- $D$  = Parámetro de Duración
- $Wd$  = Peso del parámetro de Duración
- $R$  = Parámetro de Reversibilidad
- $Wr$  = Peso del parámetro de Reversibilidad

Debe satisfacerse que:

$$We + Wd + Wr = 1$$

(Ecuación 02).

En este contexto, se han establecido los siguientes coeficientes de ponderación:

- Peso del parámetro de Extensión =  $We = 0.25$
- Peso del parámetro de Duración =  $Wd = 0.40$
- Peso del parámetro de Reversibilidad =  $Wr = 0.35$

La evaluación de los atributos de cada interacción se llevó a cabo en una escala de 1 a 10. No obstante, la calificación se efectuó con ciertos valores, conforme a los criterios mostrados en la tabla subsiguiente.

**Tabla 8.**

*Criterios de evaluación para una matriz de Leopold*

Atributos de la Relevancia	Basada en la magnitud de la característica				
	1.0	2.5	5.0	7.5	10.0
<b>Extensión</b>	Específico	Singular	Zonal	Amplia	Área
<b>Duración</b>	Ocasional	Momentánea	Cíclica	Habitual	Continua
<b>Reversibilidad</b>	Totalmente Cambiable	Relativamente Cambiable	Ligeramente Irreversible	Moderadamente Inalterable	Totalmente Inalterable

*Nota:* Magnitud de la característica. Elaboración propia, realizado con Microsoft Excel. Con base en Leopold et al, 1971.

Por lo tanto, se deduce que la relevancia de un impacto varía entre un rango que va desde 1 hasta 10. Un impacto con una calificación de 10 se ve como de suma relevancia y con influencia directa en el contexto de la industria. Por otro lado, aquellos con un valor cercano a 1 indican una relevancia menor y escasa influencia en el entorno.

La magnitud del impacto hace alusión a la fuerza con la que una actividad incide sobre el componente ambiental, en el marco específico donde se desarrolla. Esta métrica se ha determinado a través de un criterio técnico especializado, con una escala de 1 a 10, aunque restringiéndose a los valores de 1.0, 2.5, 5.0, 7.5 y 10.0.

Un impacto de magnitud 10 señala una influencia sumamente destacada de dicha acción sobre la salud ambiental del elemento afectado. En contraste, las magnitudes de 1 y 2.5 simbolizan interacciones con una repercusión mínima en la calidad ambiental del elemento específico.

Un efecto sobre el medio ambiente se clasifica según su grado de significancia y amplitud, y puede ser tanto positivo como negativo. Para afianzar estos criterios, se optó por determinar la media geométrica de los valores de trascendencia, alcance y mantener la orientación de su naturaleza. A este cálculo resultante se le llama Valor del Impacto, conforme a la fórmula:

$$\text{Valor del Impacto} = \pm (\text{Imp} \times \text{Mag})^{0.5}$$

(Ecuación 03).

Según el enfoque adoptado, un impacto ambiental puede obtener un Valor de Impacto que fluctúa entre 1 y 10. Los números próximos a 1 señalan impactos de menor magnitud con una influencia restringida en el entorno. Por otro lado, cifras que superan el 6.5 están vinculadas con impactos de significativa relevancia en el ambiente, ya sea en sentido positivo o negativo.

### **3.6.3. Clasificación de los efectos ambientales.**

La clasificación de los impactos ambientales encontrados y examinados se basa en un minucioso procedimiento que considera el Valor de Impacto. Este número proporciona una medida del posible impacto ambiental de una actividad determinada. Este análisis está respaldado por datos recopilados, investigaciones y el criterio profesional de especialistas en la materia.

Los impactos ambientales, una vez identificados, se categorizan en función de su gravedad y extensión. Estas categorías permiten a los encargados de la gestión ambiental priorizar las acciones necesarias, asignar recursos y determinar las mejores estrategias de intervención.

Se han establecido cuatro categorías principales de impactos:

- Impactos altamente significativos: Se refieren a aquellos negativos cuya puntuación es igual o superior a 6.5. Estos impactos presentan una gran influencia sobre el componente ambiental y son complicados de remediar. Generalmente, se extienden ampliamente, tienen un carácter irreversible y una persistencia continua.
- Impactos significativos: Se trata de impactos negativos cuya puntuación se encuentra entre 4.5 y 6.5. Estos impactos, aunque significativos, pueden ser corregidos, suelen presentarse en áreas específicas y su duración es transitoria.
- Despreciables: Se atribuyen a aquellos con una puntuación inferior a 4.5. En esta categoría, los impactos pueden ser corregidos completamente, y, por lo tanto, se pueden compensar durante la implementación del Plan de Gestión Ambiental. Estos son temporales, esporádicos y su alcance es limitado.



- Benéficos: Actuaciones beneficiosas con mínimo o nulo efecto adverso en el entorno ambiental.

A continuación, se desarrollan matrices para identificar y categorizar los impactos.

*Matriz de identificación de impactos ambientales*

*Nota.* Identificación. Elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

*Matriz de duración de impactos ambientales*

*Nota.* Duración. Elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

**Tabla 11.**  
*Matriz de extensión de impactos ambientales*

PROYECTO: ANÁLISIS DEL EFECTO AMBIENTAL EN LA INDUSTRIA PRODUCTORA DE BOLSAS																					
CODIGO	COMPONENTE	SUBCOMPONENTE	FACTOR AMBIENTAL	FASES																	
				ACONDICIONAMIENTO				OPERACIÓN				ABANDONO									
				No.1	No.2	No.3	No.4	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	No.6	No.7	No.1	No.2	No.3	No.4			
ABT1	ABIOTICO	Aire	Calidad del aire	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0		
ABT2		Suelo	Nivel sonoro	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0		
ABT3		Flora	Calidad del suelo																	1.0	
BIO1	BIOTICO	Fauna	Flora y vegetación																	1.0	
BIO2			Aves																	1.0	
BIO3			Mamíferos																		1.0
BIO4			Anfibios y reptiles																		1.0
ANT1	ANT4 ANTROPICO	Medio Perceptual	Paseaje						2.5									1.0	2.5		
ANT4		Humanos	Seguridad y salud						2.5	2.5	2.5	2.5	1.0								
ANT5			Generación de empleo	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0			

Nota. Extensión. Elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

**Tabla 12.**  
*Matriz de reversibilidad de impactos ambientales*

REVERSIBILIDAD																	
PROYECTO: ANÁLISIS DEL EFECTO AMBIENTAL EN LA INDUSTRIA PRODUCTORA DE BOLSAS																	
FASES																	
		ACONDICIONAMIENTO				OPERACIÓN				ABANDONO							
		No.1	No.2	No.3	No.4	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	No.6	No.7	No.1	No.2	No.3	No.4	
CODIGO	COMPONENTE	SUBCOMPONENTE	FACTOR AMBIENTAL	Impactos según filas				Impactos según filas				Impactos según filas					
				Desembalaje y aseó de los equipos.	Ensamblaje de los equipos.	Instalación del sistema eléctrico.	circulación de agua y aire comprimido.	Infraestructura y demás estructuras.	Almacenamiento de materia inicial.	Producción de bolsas plasticas con alta densidad.	Porducción de bolsas plasticas con baja densidad.	Empaqueutado de artículos.	Conservación de maquinaria, equipos e infraestructura.	Gestión de desechos.	Desmantelamiento de equipos e infraestructura.	Traslado de equipos y materiales.	Disposición de desechos.
ABT1	ABIOTICO	Aire	Calidad del aire	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	2.5	2.5	2.5	1.0	1.0	2.5	2.5	
ABT2		Nivel sonoro	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	2.5	2.5	2.5	1.0	1.0	2.5	2.5	
ABT3		Suelo	Calidad del suelo	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	2.5	2.5	2.5	1.0	1.0	2.5	2.5
BIO1	BIOTICO	Flora	Flora y vegetación	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	2.5	2.5	2.5	1.0	1.0	2.5	2.5	
BIO2		Aves	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	2.5	2.5	2.5	1.0	1.0	2.5	2.5	
BIO3		Fauna	Mamíferos	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	2.5	2.5	2.5	1.0	1.0	2.5	2.5
BIO4		Artríbios y reptíles	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	2.5	2.5	2.5	1.0	1.0	2.5	2.5
ANT1	ANTROPICO	Medio Perceptual	Paisaje	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	2.5	2.5	2.5	1.0	1.0	2.5	2.5	
ANT4		Humanos	Seguridad y salud	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	2.5	2.5	2.5	1.0	1.0	2.5	2.5	
ANT5		Generación de empleo	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	2.5	2.5	2.5	1.0	1.0	2.5	2.5	



**Tabla 14.**  
*Matriz de magnitud de impactos ambientales*

MAGNITUD																	
PROYECTO: ANÁLISIS DEL EFECTO AMBIENTAL EN LA INDUSTRIA PRODUCTORA DE BOLSAS																	
CODIGO	COMPONENTE	SUBCOMPONENTE	FACTOR AMBIENTAL	FASES													
				ACONDICIONAMIENTO				OPERACIÓN				ABANDONO					
				No.1	No.2	No.3	No.4	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	No.6	No.7	No.1	No.2	No.3
ABT1	ABIOTICO	Aire	Calidad del aire	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
ABT2			Nivel sonoro	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
ABT3		Suelo	Calidad del suelo	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
BIO1	BIOTICO	Flora	Flora y vegetación														
BIO2		Fauna	Aves														
BIO3			Mamíferos														
BIO4			Artríbios y reptiles														
ANT1	ANTROPICO	Medio Perceptual	Paisaje														
ANT4		Humanos	Seguridad y salud	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
ANT5			Generación de empleo	2.5	2.5	2.5	2.5	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	2.5	5.0	2.5	2.5

Nota. Magnitud. Elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

**Tabla 15.**  
*Matriz de impactos de ambientales*

IMPACTOS																																							
PROYECTO: ANÁLISIS DEL EFECTO AMBIENTAL EN LA INDUSTRIA PRODUCTORA DE BOLSAS																																							
FASES																																							
ACONDICIONAMIENTO				OPERACIÓN				ABANDONO																															
No.1	No.2	No.3	No.4	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	No.6	No.7	No.1	No.2	No.3	No.4																									
SUBCOMPONENTE	COMPONENTE	FACTOR AMBIENTAL	Desembalaje y aseo de los equipos.	Instalación del sistema eléctrico.	Circulación de agua y aire comprimido.	Impactos según filas			Infraestructura y demás estructuras.	Almacenamiento de materia inicial.	Producción de bolsas plasticas con alta densidad.	Producción de bolsas plasticas con baja densidad.	Empaquetado de artículos.	Conservación de maquinaria, equipos e infraestructura.	Gestión de desechos.	Impactos según filas			Desmantelamiento de equipos e infraestructura.	Traslado de equipos y materiales.	Disposición de desechos.	Restauración del espacio.																	
						No.1	No.2	No.3								No.1	No.2	No.3																					
						ABT1	ABIOTICO	Aire								-1.0	-1.0	-1.0					-1.0	-3.0	0.0	0.0	-3.0	-3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-5.9	-1.3	-1.3	0.0	2.0	-0.5	
						ABT2	ABIOTICO	Nivel sonoro								-1.0	-1.0	-1.0					-4.0	0.0	0.0	-5.5	-5.5	0.0	-1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-12.0	-1.3	-1.3	0.0	2.0	-0.5
						ABT3	SUELO	Calidad del suelo								0.0	0.0	0.0					0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	2.0
						BIO1	BIOTICO	Flora y vegetación								0.0	0.0	0.0					0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-7.0	-7.0	0.0	0.0	3.5	3.5
						BIO2	BIOTICO	Aves								0.0	0.0	0.0					0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-7.0	-7.0	0.0	0.0	2.8	2.8
						BIO3	BIOTICO	Mamíferos								0.0	0.0	0.0					0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-7.0	-7.0	0.0	0.0	3.5	3.5
						BIO4	BIOTICO	Artrópodos y reptiles								0.0	0.0	0.0					0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-7.0	-7.0	0.0	0.0	3.5	3.5
						ANT1	Medio Perceptual	Paisaje								0.0	0.0	0.0					0.0	0.0	0.0	-3.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-5.7	-9.0	0.0	-1.6	3.9	2.3	2.3
ANT4	ANTROPICO	Seguridad y salud	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-2.2	-2.2	-2.2	-2.2	-2.2	-2.2	-2.2	-2.2	-2.2	-8.2	0.0	0.0	0.0	2.4	2.4																	
ANT5	Humanos	Generación de empleo	1.9	1.9	1.9	1.9	7.4	0.0	4.2	4.7	4.7	4.7	4.2	3.5	3.5	24.9	3.0	3.6	2.5	2.5	11.7	11.7																	
			SUBTOTAL				11				SUBTOTAL				19				SUBTOTAL				27																
			NÚMERO TOTAL DE IMPACTOS																57																				

Nota. Impactos. Elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.



### **3.7. Descripción de los impactos ambientales**

Posteriormente se presenta el análisis de impacto basado en la metodología sugerida para la evaluación. Durante esta revisión se pone mucho énfasis en identificar, analizar y comprender los impactos ambientales más significativos, tanto negativos como positivos. Se ha creado una matriz de evaluación ambiental para brindar una perspectiva más estructurada. Destaca las interacciones específicas entre el proyecto y su entorno ambiental, que se describen en las tablas 9 a 15.

Al analizar el proyecto en las fases de acondicionamiento, operación y abandono de la industria de producción de bolsas plásticas, se han resaltado diversos impactos ambientales de considerable importancia, por lo tanto, las medidas de mitigación recomendadas para abordar y minimizar los impactos más significativos que se hayan identificado, serán detalladamente desglosadas y explicadas en el apartado titulado Plan de Gestión Ambiental.

En el estudio detallado sobre el Impacto Ambiental, en su fase de construcción, se han discernido hasta 12 interacciones de tipo causa-efecto. Estas interacciones se distribuyen y explican en el siguiente desglose:

**Tabla 16.**

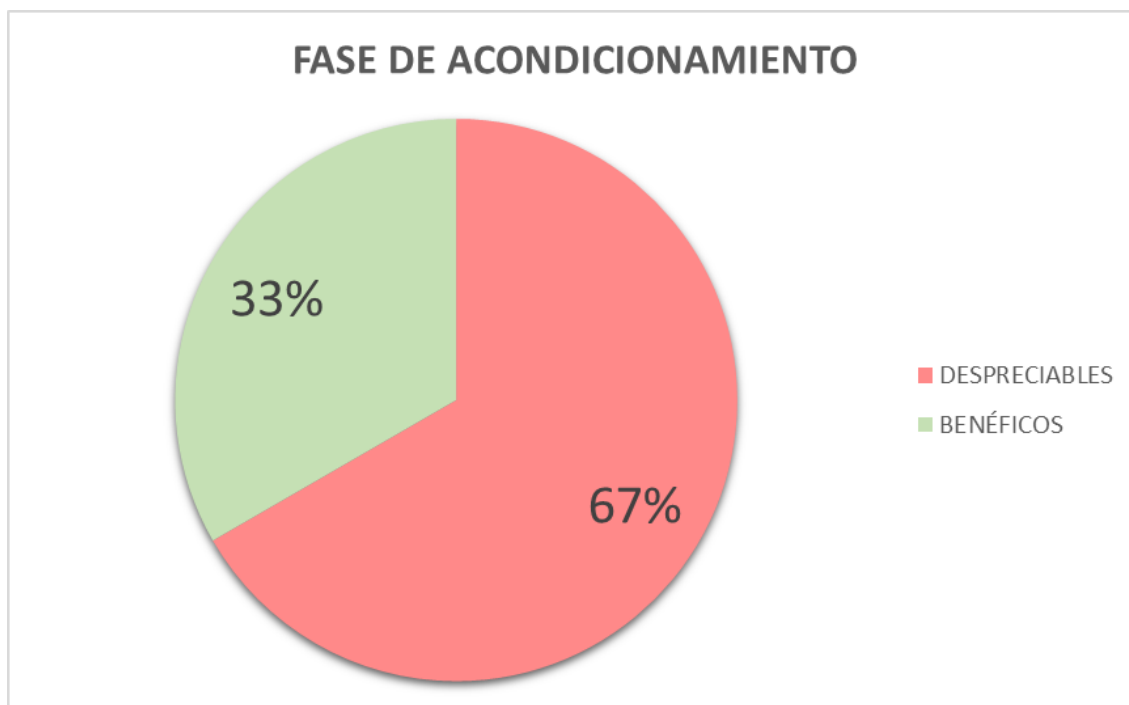
*Fase de acondicionamiento*

FASE DE ACONDICIONAMIENTO		
IMPACTOS	NÚMERO	PORCENTAJE
ALTAMENTE SIGNIFICATIVOS	0	0%
SIGNIFICATIVOS	0	0%
DESPRECIABLES	8	67%
BENÉFICOS	4	33%
TOTALES	12	100%

*Nota.* Fase de acondicionamiento. Elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

**Figura 7.**

*Impactos ambientales en la fase de acondicionamiento*



*Nota.* Identificación de impactos ambientales. Elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

Durante la fase de operación se han identificado 19 interacciones causa-efecto distintas a partir del estudio de impacto ambiental. A continuación, se muestra un desglose y una explicación de estos:

**Tabla 17.**

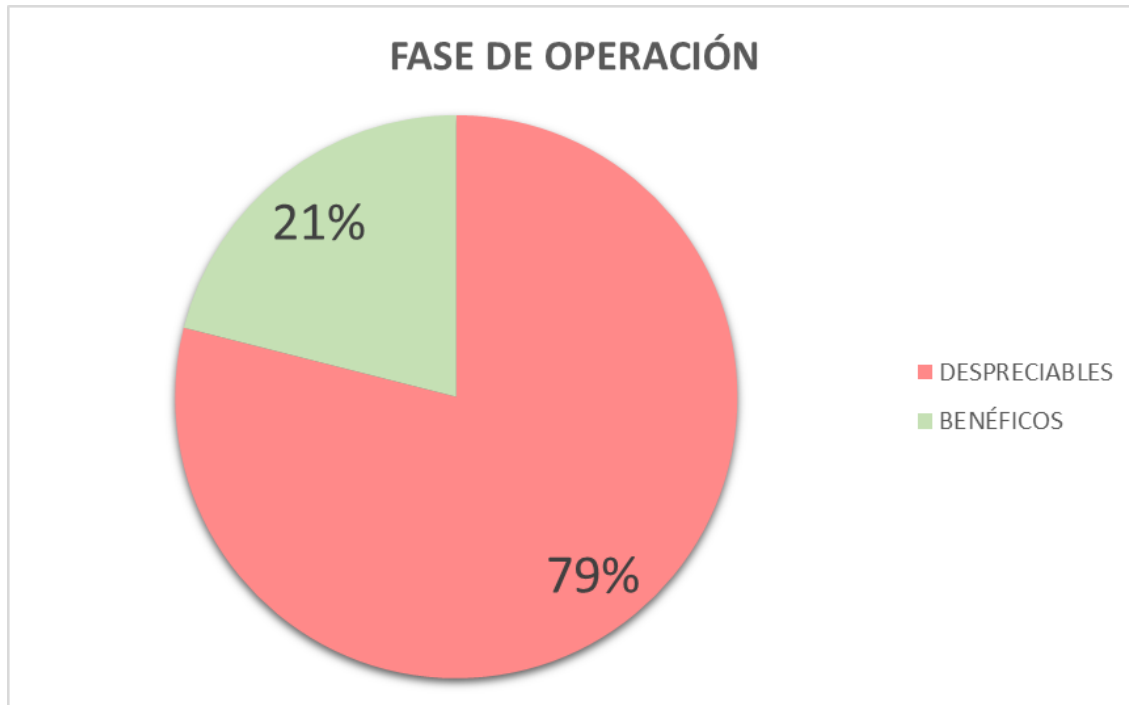
*Fase de operación*

<b>FASE DE OPERACIÓN</b>		
<b>IMPACTOS</b>	<b>NÚMERO</b>	<b>PORCENTAJE</b>
<b>ALTAMENTE SIGNIFICATIVOS</b>	0	0%
<b>SIGNIFICATIVOS</b>	0	0%
<b>DESPRECIABLES</b>	15	79%
<b>BENÉFICOS</b>	4	21%
<b>TOTALES</b>	19	100%

*Nota.* Fase de operación. Elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

**Figura 8.**

*Impactos ambientales en la fase de operación*



*Nota.* Impactos ambientales en la fase de operación. Elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

A partir del estudio detallado del Impacto Ambiental, durante la fase de abandono, se han distinguido 27 interacciones específicas de tipo causa-efecto. La descomposición y explicación de estas interacciones se presentará en el siguiente segmento:

**Tabla 18.**

*Fase de abandono*

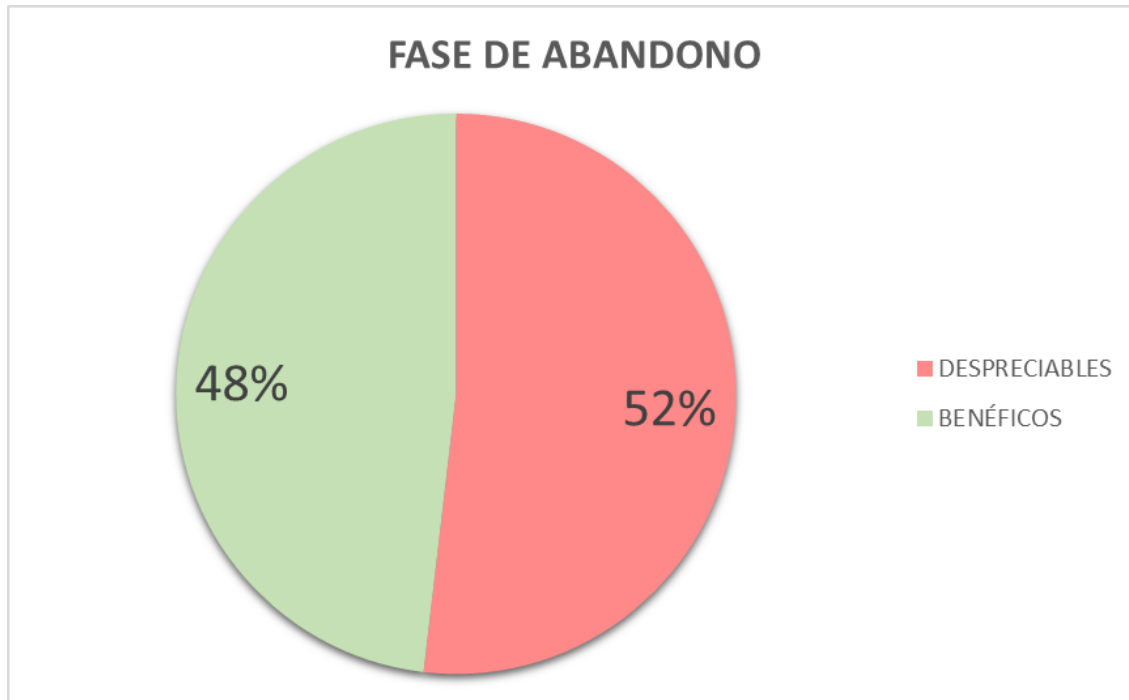
FASE DE ABANDONO		
IMPACTOS	NÚMERO	PORCENTAJE
ALTAMENTE SIGNIFICATIVOS	0	0 %
SIGNIFICATIVOS	0	0 %
DESPRECIABLES	14	52 %
BENÉFICOS	13	48 %
TOTALES	27	100 %

*Nota.* Fase de abandono. Elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

Los efectos beneficiosos que identificó el estudio están indisolublemente ligados a acciones como la restauración de tierras, la demolición de edificios e infraestructuras y la gestión adecuada de residuos, que a su vez respaldan un aumento de las oportunidades de empleo en la zona.

**Figura 9.**

*Impactos ambientales en la fase de abandono*



*Nota.* Impactos ambientales en la fase de abandono. Elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

A continuación, se presenta la tabla 19, donde se proporciona un análisis integral de los impactos ambientales en las distintas etapas de un proyecto, enfocándose específicamente en las fases de Acondicionamiento, Operación y Abandono. Ofreciendo un resumen detallado de estos impactos en cada fase, proveyendo una visión clara y estructurada para la evaluación y gestión ambiental efectiva del proyecto.

**Tabla 19.***Cuadro resumen de impactos*

Categorización de impactos	Fases					
	Acondicionamiento		Operación		Abandono	
	Número	Porcentaje	Número	Porcentaje	Número	Porcentaje
<b>Altamente significativos</b>	0	0 %	0	0 %	0	0 %
<b>Significativos</b>	0	0 %	0	0 %	0	0 %
<b>Despreciables</b>	8	33 %	15	21 %	14	52 %
<b>Benéficos</b>	4	67 %	5	79 %	13	48 %
<b>Totales</b>	<b>12</b>	<b>100 %</b>	<b>19</b>	<b>100 %</b>	<b>27</b>	<b>100 %</b>

*Nota.* Fase de abandono. Elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

### **3.8. Plan de gestión ambiental**

La estructura y diseño del plan incluirá medidas para evitar, atenuar, remediar, regular y equilibrar los efectos ambientales mencionados en el apartado anterior. Toda la información técnica y cualquier dato pertinente que respalde las medidas de mitigación e implementación sugeridas se cubrirán en profundidad, asegurándose de que estas estrategias se presenten en su totalidad.

#### **3.8.1. Estudio de preevaluación**

En la siguiente tabla 18, se determina un análisis muy general de los peligros y riesgos, con su medida de control necesaria para la fabricación de bolsas plásticas.

**Tabla 20.***Evaluación de riesgos en la fabricación de bolsas plásticas*

ATIVIDAD	PELIGRO	RIESGO	MEDIDA DE MITIGACIÓN	TIEMPO
<b>Descarga de materia prima.</b>	Material particulado, derivado del petróleo o gas, y cloro.	Énfasis a la salud.	Utilización de mascarillas y protección ocular.	Corto plazo
<b>Proceso de extrusión.</b>	Ruido	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Pérdida de capacidad auditiva.</li> <li>○ Acufenos.</li> <li>○ Interferencia en la comunicación.</li> <li>○ Malestar, estrés, nerviosismo.</li> <li>○ Trastornos del aparato digestivo.</li> <li>○ Efectos cardiovasculares</li> </ul>	Utilización de protección auditiva.	Corto plazo
	Calor	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Deshidratación</li> <li>○ Problemas gastrointestinales</li> <li>○ Nauseas</li> <li>○ Fatiga</li> </ul>	Ropa de trabajo liviana y mejorar la ventilación del área.	Mediado plazo
	Arranque de máquinas	○ Afectación a la salud por emisiones de gases de los materiales de arranque.	Utilización de mascarillas.	Corto Plazo

*Nota.* Evaluación de riesgos en la fabricación de bolsas plásticas. Elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

### **3.8.2. Etapa de acondicionamiento**

A continuación, se presentan las variables que inciden en la tapa de acondicionamiento y sus medidas de mitigación vinculada a la norma ISO 14001.



- Nivel Sonoro

Se espera que las operaciones en las instalaciones generen ciertos niveles de ruido debido al empleo de herramientas como taladros, desarmadores eléctricos, martillos y otros equipos. Aunque estas actividades son esporádicas y esenciales. Es importante seleccionar equipos con bajos niveles de ruido y asegurarse de mantenerlos adecuadamente, además de aislar las posibles fuentes de ruido.

- Calidad del aire

Durante la etapa de construcción de una planta de producción de bolsas plásticas, la calidad del aire puede verse afectada por diversas actividades, como la emisión de polvo, gases de vehículos y maquinaria, y vapores de materiales de construcción. A continuación, se presentan algunas actividades recomendadas para mitigar los impactos en la calidad del aire:

- Usar agua o soluciones químicas específicas para asentar el polvo en áreas donde se realicen excavaciones o movimientos de tierra.
- Establecer estaciones de monitoreo para medir regularmente las concentraciones de contaminantes y asegurarse de que estén dentro de los límites aceptables.
- Para evitar la producción de polvo y otras emisiones, asegúrese de eliminar adecuadamente los residuos de la construcción.
- Horarios de Trabajo Controlados: Realizar actividades de construcción durante horas en que las condiciones meteorológicas ayuden a dispersar contaminantes y minimizar impactos en la comunidad ciudadanía en Guatemala.

- Proporcionar a los trabajadores equipos adecuados, como mascarillas, para protegerlos de la inhalación de polvo y vapores.
- Se puede disminuir los efectos adversos al aire y garantizar un comienzo sostenible de las operaciones en la industria de producción de bolsas plásticas, considerando estas acciones preventivas durante esta fase.

### **3.8.3. Etapa de operación**

A continuación, se presentan las variables que inciden en la etapa de operación y sus medidas de mitigación vinculada a la norma ISO 14001.

- **Nivel Sonoro**

El nivel sonoro, especialmente en una planta que utiliza máquinas extrusoras para la producción de bolsas plásticas, puede tener un impacto significativo en el ambiente y en las personas cercanas a las instalaciones. Mientras en la etapa de operación, es fundamental tomar medidas para disminuir y regular el ruido que producen estas máquinas y otras fuentes relacionadas. A continuación, algunas actividades recomendadas para mitigar los impactos ambientales relacionados con el nivel sonoro:

- Instalar barreras y paneles acústicos alrededor de las máquinas extrusoras y otras fuentes de ruido. Estas barreras absorben y reflejan el sonido, para reducir su propagación hacia áreas adyacentes dentro de la Ciudad de Guatemala.
- Un mantenimiento adecuado de las máquinas puede prevenir vibraciones y ruidos innecesarios. La lubricación regular y el reemplazo de piezas desgastadas son esenciales.

- Considerar la adquisición o actualización a modelos de máquinas extrusoras diseñadas para operar con menos ruido.
  - Asegurarse de que los trabajadores estén equipados con protección auditiva adecuada, como orejeras o tapones para los oídos, especialmente si trabajan cerca de las máquinas extrusoras.
  - Informar a Ciudadanía de Guatemala, sobre los horarios de operación y las medidas tomadas para reducir el ruido. Mantener canales abiertos de comunicación para abordar cualquier preocupación relacionada con el nivel sonoro.
  - Realizar evaluaciones periódicas del nivel sonoro y hacer ajustes según sea necesario para mantenerse dentro de los límites permitidos.
- Calidad del aire

Dado que durante la producción de bolsas de plástico se pueden liberar diversos contaminantes que pueden afectar el aire. Es fundamental tomar medidas para reducir estos efectos y asegurarse de que la actividad no empeore la calidad del aire del medio ambiente. A continuación, se proponen algunas actividades para mitigar estos impactos:

- Efectuar revisiones anuales al generador eléctrico de contingencia, incluyendo el sistema de combustión, reemplazo del filtro de aceite y revisión del sistema eléctrico.
- Documentar estas intervenciones.
- Registrar las horas operativas del generador.
- Realizar inspecciones mecánicas semestrales a las extrusoras para asegurar su óptimo rendimiento, mediante cualquier componente

que presente desajustes o desgaste. Mantener una bitácora detallada de dichas intervenciones.

- Implementar las labores de conservación técnica de las extrusoras y demás maquinaria presente en el galpón, lo cual contribuirá a la reducción de la propagación acústica.

- Flora

La intersección de la disposición de desechos y la flora en la fabricación de bolsas plásticas sugiere la necesidad de abordar cómo los desechos afectan la vegetación y los ecosistemas circundantes durante la etapa de operación. Aquí hay algunas actividades para mitigar los impactos:

- Establecer zonas verdes alrededor del área de operación para actuar como barreras naturales y evitar que los desechos lleguen a áreas de vegetación.
- Implementar sistemas eficientes para recolectar desechos antes de que puedan dispersarse y evitar su contacto con la flora circundante.
- Si es viable, considerar la producción de bolsas con materiales biodegradables para reducir el impacto a largo plazo sobre la flora si llegaran a dispersarse.
- Compensar cualquier pérdida de vegetación por actividades operativas con programas de reforestación y revegetación en áreas cercanas.
- El personal debe recibir educación sobre el valor del medio ambiente y los posibles efectos de las actividades de eliminación de residuos en él, con especial atención al comportamiento ético.

- Establecer puntos de monitoreo para observar la salud y crecimiento de la flora cercana, y así identificar posibles impactos a tiempo.
  - Si se utilizan productos químicos en la fabricación, asegúrese de almacenarlos y eliminarlos correctamente para evitar la contaminación del suelo y daños a las plantas.
  - Mantener informada a la ciudadanía de Guatemala, sobre las medidas tomadas para proteger la flora y estar abierto a colaboraciones para proyectos de conservación.
  - Si se utiliza algún tipo de control de plagas para proteger los materiales, optar por métodos no tóxicos o menos dañinos para la flora.
- Fauna

Los desechos mal gestionados pueden afectar negativamente a la fauna local, ya sea por ingestión, enredo o alteración de sus hábitats. A continuación, se presentan actividades específicas para mitigar los impactos ambientales en esta intercepción:

- Establecer un programa productivo y eficiente de gestión de residuos para asegurar que todos los desechos sean adecuadamente recogidos, tratados y dispuestos.
- Utilizar contenedores cerrados para evitar que los animales accedan y consuman los desechos. Esto es esencial para prevenir la ingestión de fragmentos plásticos y otros materiales peligrosos.
- Se debe concienciar a los miembros del personal de los efectos que tiene la eliminación inadecuada de desechos en la vida silvestre y se deben fomentar prácticas responsables.

- Realizar un seguimiento regular de la fauna local para detectar signos de perturbación o daño causado por los desechos y adaptar las prácticas en consecuencia.
  - Crear zonas de amortiguamiento entre las áreas de disposición y los hábitats naturales para reducir la posibilidad de que los desechos lleguen a áreas donde la fauna pueda acceder a ellos.
  - Establecer barreras físicas y señales para disuadir a los animales de acercarse a las áreas de eliminación de desechos.
  - Utilizar técnicas de reducción de residuos en el proceso de producción para reducir la producción general de residuos.
  - Establecer o fortalecer programas de reciclaje para minimizar los desperdicios enviados a vertederos o áreas de disposición.
  - Trabajar en colaboración con la comunidad local y organizaciones de conservación para identificar posibles amenazas a la fauna y desarrollar estrategias conjuntas de protección.
  - Dedicar recursos a la restauración de estos hábitats en caso de que se descubran daños o alteraciones de los hábitats cercanos relacionados con la eliminación de residuos.
- Paisaje

Al considerar el factor de paisaje en la producción de bolsas plásticas, no solo se protege y mejora el entorno visual, sino que también se refuerza la responsabilidad y compromiso de la industria con un desarrollo sostenible. Aquí se presentan algunas actividades recomendadas para mitigar estos impactos:

- Asegurar que los edificios y otras infraestructuras se integren armoniosamente con el entorno, mediante colores y formas que minimicen el contraste visual.

- Rodear la planta de producción con vegetación autóctona para actuar como una barrera visual y también ayudar a filtrar posibles contaminantes.
  - Limitar la contaminación lumínica mediante el uso de iluminación dirigida y apagar luces innecesarias durante las horas no operativas.
  - Garantizar que los desechos o productos defectuosos no se acumulen a la vista. Establecer protocolos para su recolección y disposición adecuada.
  - Capacitar al personal sobre la importancia del factor de paisaje y cómo sus acciones diarias pueden influir en él.
  - Establecer canales de comunicación con la comunidad local para entender sus preocupaciones estéticas y trabajar conjuntamente en soluciones.
- Seguridad y salud

En las primeras etapas de funcionamiento de una fábrica de bolsas de plástico, la salud y la seguridad son cruciales para proteger no sólo a los trabajadores y clientes sino también al medio ambiente mediante la prevención de accidentes. Las siguientes sugerencias pueden ayudar a reducir los efectos ambientales que podrían poner en peligro su seguridad y salud.

- Realice programas de formación regular para todo el personal sobre prácticas de trabajo seguras y protocolos de emergencia.
- Asegúrese de que todos los empleados estén equipados con el EPP adecuado para sus tareas específicas.

- Garantice una ventilación adecuada en áreas donde se utilicen productos químicos o se genere vapor para minimizar la exposición a sustancias peligrosas.
- Almacene productos químicos y materiales peligrosos en contenedores adecuados, en lugares designados y lejos de áreas de alto tráfico.
- Coloque señales claras y visibles que indiquen áreas de riesgo, almacenamiento de productos químicos, puntos de evacuación y cualquier otra información relevante.
- Desarrolle y mantenga planes de emergencia actualizados para situaciones como derrames, incendios y exposiciones químicas. Realice simulacros regularmente.
- Instale detectores de sustancias peligrosas y sistemas de alarma en áreas clave para detectar y alertar sobre cualquier irregularidad rápidamente.
- Asegúrese de que haya kits de primeros auxilios fácilmente accesibles en todo el lugar y de que haya personal capacitado para administrar primeros auxilios en caso de emergencia.
- Implemente protocolos para el manejo adecuado y la eliminación de residuos industriales, especialmente aquellos que pueden ser tóxicos o peligrosos.
- Realice inspecciones regulares de las instalaciones y del equipo para identificar y abordar posibles riesgos.
- Sustituya o reduzca el uso de productos químicos tóxicos siempre que sea posible.



#### **3.8.4. Etapa de abandono**

A continuación, se presentan las variables que inciden en la etapa de abandono y sus medidas de mitigación vinculada a la norma ISO 14001.

- **Calidad de aire**

Durante esta etapa, aunque la producción haya cesado, todavía pueden surgir preocupaciones sobre la calidad del aire debido a las remanentes actividades de desmantelamiento, limpieza, y posiblemente, la demolición. Se presentan las actividades que se puede realizar para disminuir los efectos negativos que la calidad del aire está teniendo en el medio ambiente en este momento.

- Durante las actividades de demolición o desmantelamiento, usar métodos de supresión de polvo, como la aspersión de agua, para reducir la dispersión de partículas al aire.
- Asegurarse de que todos los materiales, especialmente aquellos que puedan liberar gases o partículas al aire, sean manejados, almacenados y dispuestos adecuadamente.
- Evitar la quema de residuos en el sitio. Si es absolutamente necesario, usar incineradores con controles de emisión adecuados.
- Instalar monitores de calidad del aire para rastrear y registrar cualquier emisión perjudicial. Esto puede ayudar a adaptar las actividades en tiempo real para minimizar impactos.
- Asegurarse de que los trabajadores y la comunidad cercana estén protegidos de cualquier emisión dañina, con equipos de protección personal y tener una comunicación adecuada de los riesgos.

- Una vez finalizadas las actividades de desmantelamiento, considerar la revegetación del sitio con plantas nativas, lo que puede ayudar a mejorar la calidad del aire al reducir el polvo y absorber algunas emisiones.
  - Después de completar todas las tareas, llevar a cabo una evaluación final de la pureza del ambiente para confirmar que se han gestionado adecuadamente todas las posibles fuentes de polución.
- Nivel sonoro

Durante la etapa de abandono de una instalación de fabricación de bolsas plásticas, se pueden producir niveles elevados de ruido debido a actividades como el desmantelamiento de equipos, demolición de estructuras, y movimientos de vehículos y maquinaria pesada. A continuación, se describen algunas actividades para mitigar los impactos del ruido en esta fase:

- Instalar barreras temporales o permanentes, como muros o cercas acústicas, para reducir la propagación del ruido hacia áreas sensibles.
- Usar técnicas que minimicen la vibración del suelo, ya que esto puede ser una fuente secundaria de ruido.
- Establecer estaciones de monitoreo de ruido en puntos estratégicos para medir y registrar niveles sonoros y garantizar el cumplimiento de las normativas aplicables.
- Si es posible, crear zonas de amortiguamiento, como áreas verdes o espacios vacíos, entre la fuente de ruido y las áreas sensibles para disminuir la propagación del sonido.

- Limitar el movimiento de vehículos pesados y maquinaria a ciertas horas del día y establecer rutas que eviten áreas sensibles.
  - Capacitar al personal sobre la importancia de minimizar el ruido y proporcionarles técnicas y prácticas recomendadas para hacerlo.
  - Una vez finalizadas todas las actividades, realizar una evaluación final de los niveles sonoros para asegurarse de que el sitio ha vuelto a un estado de tranquilidad acústica aceptable.
- Paisaje

El impacto sobre el paisaje durante la etapa de abandono de una instalación de fabricación de bolsas plásticas puede ser significativo, especialmente si la infraestructura es prominente o las actividades de desmantelamiento alteran el aspecto del entorno. Aquí hay algunas actividades recomendadas para mitigar los impactos ambientales relacionados con el paisaje en esta fase:

- Una vez que se hayan retirado todas las estructuras y equipos, restaure y nivele el terreno a su estado original o a un estado que sea compatible con el uso futuro del área.
- Plante vegetación nativa o adecuada para la zona en áreas donde se haya alterado la vegetación original. Esto no sólo mejorará el aspecto paisajístico, sino que también ayudará a prevenir la erosión.
- Asegúrese de que todos los residuos, escombros y materiales no deseados se eliminen adecuadamente y de manera sostenible.
- Si hay estructuras que deben permanecer, considere diseños que se integren armoniosamente con el paisaje circundante.

- Realice consultas con la comunidad local, para determinar las preocupaciones específicas relacionadas con el paisaje y cómo se puede mejorar.
- Tome fotografías antes, durante y después del proceso de abandono para tener un registro visual del impacto y las mejoras realizadas en el paisaje.
- Durante el desmantelamiento, utilice lonas o barreras temporales para ocultar las áreas de trabajo y reducir el impacto visual.

### **3.8.5. Relaciones comunitarias**

Las relaciones comunitarias desempeñan un papel crítico en la industria de las bolsas plásticas, especialmente en lo que respecta a cuestiones ambientales. Una colaboración efectiva entre la industria y la comunidad puede fomentar un ambiente de confianza y cooperación, vital para abordar los impactos ambientales asociados con la producción y disposición de las bolsas plásticas. Al mantener un diálogo abierto y activo, la industria puede no solo educar al público sobre los esfuerzos de sostenibilidad y reciclaje que está realizando, sino también obtener valiosos *insights* de la comunidad sobre las preocupaciones ambientales locales, lo que puede llevar a la implementación de prácticas más sostenibles y socialmente responsables.

Además, involucrar a la comunidad en programas de gestión de residuos y reciclaje puede mejorar significativamente la eficacia de dichos programas, reduciendo así la contaminación ambiental y fomentando una mayor responsabilidad compartida por el medio ambiente.

### 3.8.5.1. Actividades socio-ambientales

A continuación, se detallan las acciones programadas en las distintas fases del estudio, las cuales tienen como objetivo preservar una relación positiva entre la sociedad y el entorno natural.

**Tabla 21.**

*Actividades socio-ambientales*

Nombre de la etapa	Actividades
<b>Fase de acondicionamiento</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Si la comunidad de la Ciudad de Guatemala presenta reclamos o denuncias, se efectuará un proceso de seguimiento adecuado para atender y resolver estas preocupaciones. Se mantendrá un historial documentado de estas acciones y respuestas brindadas.</li></ul>
<b>Fase de operación</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- En la Ciudad de Guatemala, se organizarán sesiones informativas anuales para abordar cualquier conflicto o a solicitud de la comunidad.</li><li>- La industria comunicará a los residentes los detalles del plan de gestión ambiental que se llevará a cabo. Para garantizar la participación, se realizarán encuentros cada dos años, mediante la notificación a la comunidad con al menos 15 días de anticipación.</li><li>- Se impulsará el desarrollo de habilidades locales para ofrecer cursos y experiencias prácticas dentro de las instalaciones de la industria.</li><li>- Se establecerá un mecanismo de participación para aquellos impactados por las operaciones de la planta, con el objetivo de acordar posibles compensaciones en casos donde se evidencie un perjuicio directo.</li></ul>
<b>Fase de abandono</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Rehabilitar y reforestar áreas que fueron alteradas o degradadas durante la operación de la industria.</li><li>- Crear un comité integrado por miembros de la comunidad y expertos para supervisar y guiar las actividades de abandono.</li></ul>

*Nota: Actividades socio-ambientales. Elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.*

### **3.8.6. Gestión de residuos**

A raíz de la gestión inapropiada y el manejo incorrecto de los desechos producidos en la etapa operativa de la industria de producción de bolsas plásticas en la Ciudad de Guatemala, se ha formulado el siguiente plan, alineado con el Acuerdo Gubernativo 164-2021 del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. Dicho plan se fundamenta en el Reglamento para la administración completa de los residuos sólidos convencionales.

- **Fase de operación**

Se deberá contar con un centro de acopio para el vínculo entre la industria y la participación ciudadana, equipado con características esenciales como accesos adecuados, suelo sellado, contenedores específicos para los diferentes desechos, protección contra la intemperie y señalización pertinente, se comparte el diseño propuesto en el Apéndice No. 5. El centro de acopio será la guía para fomentar la educación ambiental, entorno a la explicación de cada paso del proceso productivo de la bolsa plástica, según la guía ministerial.

Antes de la clasificación según la guía ministerial, se deberá contar con una clasificación principal para el reciclaje de la materia prima de la producción de bolsas plásticas, explicada en la tabla 19. Se realiza la selección de los desechos generados durante el proceso de extrusión, clasificándolos por sus características, entre ellos si son de polietileno de alta densidad o baja densidad. Para posteriormente verificar si contienen colorantes, impresión o sean natural.

**Tabla 22.**

*Clasificación de los desechos*

Polietileno de Alta Densidad		Polietileno de Baja Densidad	
•	Impreso	•	Impreso
•	Colorante	•	Colorante
•	Natural	•	Transparente















*Nota.* Clasificación de la gestión de los desechos. Elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

Una vez terminada la recolección de los desechos se debe de llevar a la maquina peletizadora, el cual su proceso consiste en granular los desechos, para facilitar y mejorar su procesamiento final.

Este proceso permite la reutilización de los desechos para ser utilizado en un nuevo producto, lo cual lo convierte en una opción de reciclaje muy efectiva, para disminuir los impactos dañinos sobre el ambiente y la salud. Los recipientes utilizados para los desechos de la industria, tendrán la capacidad necesaria para almacenar los residuos de cada tipo por hasta 72 horas y estarán adecuadamente identificados. Los recipientes estarán fabricados con materiales que resisten la corrosión y tendrán un diseño y disposición que facilita su limpieza sin dificultad.

Una fuente de agua deberá ser instalada en la cercanía para poder lavar los recipientes y contaminantes que en ellos existan. El personal encargado del manejo de los desechos y mantenimiento del centro de acopio tendrá que contar con tarjeta de salud y esquema de vacunación completo según lo requerido por el Acuerdo Gubernativo 164-2021.

**Tabla 23.**  
*Iconografía*

Tipo de desecho	Ejemplo de residuo	Medio de disposición	Iconografía adecuada
<b>Orgánico</b>	Restos de comida, cáscaras de frutas, hojas secas, plantas.	Se dará prioridad a empresas recolectoras para producción de abono orgánico que tengan licencia vigente del MARN.	 
<b>Plástico</b>	Envases de refrescos, bolsas, envolturas simples, botes de shampoo.	Se otorgará preferencia a empresas de recolección con licencias vigentes emitidas por el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales para el reciclaje de estos productos. Las partes no susceptibles de ser recicladas se eliminarán mediante el servicio de recogida municipal, utilizando bolsas de colores específicos para identificar la categoría de residuo correspondiente.	 
<b>Papel</b>	Servilletas, papel higiénico, revistas, sobres, facturas.		 
<b>Vidrio</b>	Botellas de refrescos, vasos, recipientes, contenedores, ventanas, espejos.		 
<b>Metal</b>	Tornillos, alambres, tapas metálicas, latas de refrescos,		 
<b>Multicapas</b>	Empaques tetra pak, sobres plásticos con capas de aluminio, cajas de leche.	Se desechará en el tren de aseo municipal, para identificar las bolsas según el color adecuado.	 
<b>Inorgánico</b>	Materiales inorgánicos no clasificados.	Se desechará en el tren de aseo municipal, para identificar las bolsas según el color adecuado.	 

*Nota.* Iconografía. Elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.



Es importante mencionar lo siguiente:

- Es esencial registrar y cuantificar los residuos reciclables producidos, anotar detalles como fecha, tipo de desecho, volumen, destino final y encargado. Estos deberán ser entregados a un administrador competente, para documentar dicha actividad y conservar los certificados pertinentes de los gestores seleccionados.
- Los residuos tóxicos que surjan durante la operativa de la industria serán dirigidos a entidades con las certificaciones adecuadas para su tratamiento y cumplir con las normas del acuerdo gubernativo 164-2021.
- Es crucial mantener todas las zonas de la empresa en un estado pulcro y ordenado, para documentar estas labores de mantenimiento.

#### **3.8.7. Responsables**

Para elaborar un plan de gestión ambiental efectivo, es crucial identificar con claridad a los responsables de cada área y acción dentro de la organización. Esto implica asignar tareas específicas a individuos o departamentos cuyas competencias y autoridad estén alineadas con las necesidades del plan. Los líderes de proyecto deben ser seleccionados por su capacidad para tomar decisiones informadas y su compromiso con las prácticas sostenibles.

La implementación de un plan de gestión ambiental utilizando una matriz RACI (*Responsible, Accountable, Consulted, Informed*) es una estrategia eficaz para clarificar roles y responsabilidades dentro de una organización. En esta matriz, cada tarea o decisión clave se asigna a individuos específicos como responsables de realizar la acción, mientras que se designa a una autoridad o *accountable* para tomar las decisiones y aprobar el trabajo completado.

Además, se identifican aquellos que deben ser Consultados, es decir, los expertos cuyas opiniones son valiosas, y aquellos que deben ser 'Informados' sobre los avances y resultados. Este enfoque asegura que todos los aspectos del plan de gestión ambiental están cubiertos por personal adecuado, con una comunicación efectiva y una clara distribución de la responsabilidad, lo que facilita la implementación sistemática y la gestión proactiva del impacto ambiental de la empresa.

#### **3.8.8. Matriz RACI**

Una Matriz RACI es una herramienta de gestión de proyectos que ayuda a clarificar las responsabilidades durante la implementación de un proyecto, identificar claramente quién es responsable, quien es la autoridad, quién debe ser consultado y quién debe ser Informado para cada tarea. A continuación, se presenta.

**Tabla 24.**

*Matriz RACI*

<b>Tarea/Actividad</b>	<b>Responsable</b>	<b>Autoridad (Accountable)</b>	<b>Consultado</b>	<b>Informado</b>
<b>Evaluación del Impacto Ambiental</b>	Ingeniero Ambiental	Gerente de Proyecto	Consultor Externo	Comunidad Local
<b>Desarrollo del Plan de Gestión Ambiental</b>	Gerente de Proyecto	Director de Operaciones	Equipo de Proyecto	Empleados de la Industria
<b>Implementación de Tecnologías Limpias</b>	Ingeniero de Procesos	Gerente de Proyecto	Proveedores de Tecnología	Director de Operaciones
<b>Campañas de Concientización</b>	Coordinador de Comunicaciones	Gerente de Proyecto	ONGs Ambientales	Comunidad Local
<b>Gestión de Residuos</b>	Supervisor de Planta	Gerente de Proyecto	Autoridades Locales	Empleados de la Industria
<b>Monitoreo y Evaluación del Plan</b>	Analista Ambiental	Gerente de Proyecto	Consultor Externo	Director de Operaciones
<b>Reporte de Resultados y Mejoras</b>	Analista de Datos	Gerente de Proyecto	Analista Ambiental	<i>Stakeholders</i>
<b>Revisión y Ajuste del Plan de Gestión</b>	Gerente de Proyecto	Director de Operaciones	Equipo de Proyecto	Autoridades Locales

*Nota.* Matriz RACI. Elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

**Tabla 25.**

*Descripción de roles*

<b>Rol:</b>	<b>Descripción:</b>
<b>Responsable (R)</b>	Quien realiza la tarea.
<b>Autoridad (A)</b>	Quien toma las decisiones y aprueba la ejecución de la tarea.
<b>Consultado (C)</b>	Quien ofrece información y conocimientos para la realización de la tarea.
<b>Informado (I)</b>	Quien debe ser notificado del resultado de la tarea.

*Nota.* Descripción de roles. Elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

### **3.8.9. Hojas de inspección**

Es fundamental contar con un historial de datos, y para ello, se emplean hojas de inspección como un formato impreso comúnmente utilizado para recopilar información mediante la observación de un proceso con el propósito de identificar tendencias y datos relacionados con dicho proceso. Mediante las pautas de la norma internacional ISO 14001 para la supervisión y medición, se han desarrollado las siguientes hojas de inspección, diseñadas por profesionales con el objetivo de facilitar la captura ágil de datos en los procesos de fabricación.

Una característica que debe de llevar cualquier hoja de inspección es que visualmente se pueda recopilar los datos de forma rápida, eficiente y que permita realizar un primer análisis de los problemas principales. Por lo tanto, el registro de datos se convierte en una herramienta sumamente importante en el proceso de mejora continua.

En el apéndice 3, está basada en la limpieza de la maquinaria, para detectar algún inconveniente que se pueda presentar, a su vez realizar sus mantenimientos adecuados.

#### **3.8.10. Capacitación de producción más limpia**

Cada modificación realizada en los procesos, debido al nuevo plan, debe ser apoyada mediante una capacitación técnica y teórica, para que los operarios entiendan en nuevo programa, así como los nuevos procesos de manufactura en las tomas de muestras.

“El término producción más limpia, reconoce que los productos y procesos no son completamente limpios, pero a través del mejoramiento continuo es posible reducir las emisiones y lograr que los procesos tengan progresivamente más limpieza.” (Varela, 2003, p.4 )

Se entiende que para cada actividad productiva hay un diferente significado, las cuales se presenta en la tabla 26.

**Tabla 26.***Producción más limpia significa*

<b>Para los procesos:</b>	Conservación de las materias primas y energía.
	Eliminación del uso de materias primas tóxicas.
	Reducción de la cantidad de toxicidad de todas las emisiones y desechos antes de que salgan del proceso.
<b>Para los productos:</b>	Disminución de los efectos a lo largo de la totalidad del ciclo de vida, desde la obtención de la materia prima hasta su eliminación.
<b>La Producción más Limpia reduce los riesgos para:</b>	Los trabajadores.
	La comunidad.
	Los consumidores de productos.
	Las futuras generaciones.
<b>La Producción más Limpia reduce los costos de:</b>	Producción
	Tratamiento al final del proceso.
	Servicios de salud.
	Recomposición del ambiente.
<b>La Producción más Limpia mejora:</b>	La eficiencia de los procesos.
	La calidad del producto.
	Incluso cuando los costos de inversión son altos, el período de recuperación de la inversión puede ser corto.

*Nota.* Producción más limpia. Elaboración propia, realizado con Word.

### **3.8.11. Presupuesto**

Los costos del estudio se dividen en varias categorías, incluyéndose recursos humanos, materiales, transporte y un margen para gastos imprevistos. La inversión en cada una de estas categorías es crucial para llevar a cabo una investigación exhaustiva y desarrollar un plan de gestión ambiental efectivo.

**Tabla 27.**

*Costo del estudio*

<b>Categoría</b>	<b>Descripción</b>	<b>Costo (Q.)</b>
<b>Humano</b>	Estudiante - Asesor	Q 25,000.00
<b>Materiales</b>	Equipos de cómputo e impresión, Equipos de protección personal, entre otros.	Q 15,000.00
<b>Transporte y Alimentación</b>	-	Q 5,000.00
<b>Hospedaje</b>	-	Q 3,000.00
<b>Gastos Imprevistos (10%)</b>	-	Q 4,800.00
<b>Total</b>	-	Q 52,800.00

*Nota.* Detalle del presupuesto para la realización del proyecto de investigación. Elaboración propia, realizado con Word.

El presupuesto total asignado es de Q 52,800.00 y engloba los recursos financieros destinados a aspectos humanos, esenciales para iniciar y ejecutar el proyecto de investigación de manera efectiva. Se ha considerado un 10 % adicional del presupuesto para abordar gastos no previstos, asegurándose así un margen financiero estable y adecuado durante el desarrollo del estudio.

A continuación, se presenta el presupuesto de mejora, donde se enfoca en implementar estrategias que mitigan el impacto ambiental de la producción de bolsas plásticas. La inversión en tecnologías limpias, campañas de concientización y gestión de residuos es vital para reducir los efectos negativos en el ambiente y cumplir con las regulaciones ambientales.

**Tabla 28.**

*Propuesta de mejora*

<b>Estrategia</b>	<b>Costo Mensual (Q.)</b>	<b>Costo Anual (Q.)</b>
<b>Implementación de tecnologías limpias</b>	Q 10,000.00	Q 120,000.00
<b>Campañas de concientización</b>	Q 5,000.00	Q 60,000.00
<b>Gestión de Residuos</b>	Q 7,000.00	Q 84,000.00
<b>Total</b>	Q 22,000.00	Q 264,000.00

*Nota. Detalle del presupuesto de mejora de la propuesta. Elaboración propia, realizado con Excel.*

#### **3.8.11.1. Relación costo-beneficio**

Conociendo la tabla 28, cabe mencionar con datos referidos de las industrias guatemaltecas de producción de bolsas plásticas, la relación costo–beneficio, el cual se representa con la siguiente formula:

$$\text{Relación Costo – Beneficio} = \frac{\text{Costo Anual sin Plan de Gestión}}{\text{Inversión Inicial en Plan de Gestión}}$$

(Ecuación 04).

Entendiéndose que el beneficio neto por bolsa reciclada es igual al costo de producción de bolsa de plástico menos el costo de reciclaje, más la venta de bolsa de plástico reciclado. El análisis de costo - beneficio es fundamental para entender la viabilidad económica de un proyecto. En este caso, se trata de evaluar si los beneficios económicos, ambientales y sociales del reciclaje de bolsas plásticas superan los costos asociados.



A continuación, en la tabla 29, se presenta el cálculo económico actual sin plan de gestión.

**Tabla 29.**

*Cálculo Económico Actual*

<b>Descripción</b>	<b>Costo (Q.)</b>
<b>Costo actual de producción y gestión de residuos mensual</b>	Q 200,000.00
<b>Costo anual sin plan de gestión</b>	Q 2,400,000.00

*Nota.* Cálculo económico actual. Elaboración propia, realizado con Excel.

El costo de Q 200,000.00 representa los costos de producción y gestión de residuos de bolsas plásticas en la situación actual, sin la implementación del plan de gestión propuesto, tales como costos de materia prima, costos laborales, costos operativos, costos de transporte y disposición, licencias e impuestos.

Siendo el costo anual sin plan de gestión, la multiplicación del costo actual de producción y gestión de residuos por 12 meses, el cual se representa de la siguiente manera:

$$\text{Costo anual sin plan de gestión} = Q\ 200,000.00 \times 12 = Q\ 2,400,000.00$$

La inversión inicial detallada se puede observar en la tabla 28 siendo un total de Q. 264,000.00, el cual representa el costo proyectado para implementar el plan de gestión de residuos, que incluye tecnologías limpias, campañas de concientización y gestión de residuos.

Por consiguiente, de los datos obtenidos podemos realizar la ecuación 04 de relación costo-beneficio que sería de la siguiente manera:

$$\text{Relación Costo – Beneficio} = \frac{Q\ 2,400,000.00}{Q\ 264,000.00}$$

$$\text{Relación Costo – Beneficio} = 9.09$$

La relación costo-beneficio de 9.09 indica que, por cada quetzal invertido en el plan de gestión, se espera un retorno de 8.09 quetzales en términos de costos evitados de producción y gestión de residuos.

Aunque la inversión inicial puede parecer alta, los ahorros anuales proyectados y el retorno de inversión indican que la inversión inicial podría recuperarse en un período relativamente corto, para proporcionar beneficios continuos en los años siguientes.

A partir de la información proporcionada, se calcula el ahorro anual, podemos usar la relación costo-beneficio y la inversión inicial en el plan de gestión. La fórmula para calcular el ahorro anual podría ser:

$$\text{Ahorro anual} = (\text{Relación costo – beneficio} - 1) \times \text{Inversión inicial plan de gestión.}$$

(Ecuación 05).

$$\text{Ahorro Anual} = (9.09 - 1) \times Q\ 264,000.00$$

$$\text{Ahorro Anual} = 8.09 \times Q\ 264,000.00 \quad \text{Ahorro Anual} = 8.09 \times Q\ 264,000.00$$

$$\text{Ahorro Anual} = Q\ 2,135,760.00 \quad \text{Ahorro Anual} = Q\ 2,135,760.00$$

Por lo tanto, con una relación costo-beneficio de 9.09 y una inversión inicial en el plan de gestión de Q 264,000.00, el ahorro anual proyectado sería de Q 2,135,760.00.

### **3.8.12. Reciclaje de las bolsas de plástico**

El reciclaje de las bolsas de plástico es un aspecto crucial en la gestión ambiental moderna, debido a su amplia distribución y su largo tiempo de degradación en la naturaleza. A pesar de ser un producto cotidiano y práctico, las bolsas de plástico representan un gran desafío para el medio ambiente. Su reciclaje no solo ayuda a reducir la contaminación y el consumo de recursos naturales, sino que también promueve la conservación de ecosistemas y la protección de la vida silvestre.

Al reciclar las bolsas de plástico, se evita que terminen en vertederos o en océanos, donde pueden causar daños irreparables. Además, el reciclaje permite la reutilización de estos materiales en la producción de nuevos productos, reduciendo la necesidad de producir plástico virgen y disminuyendo la huella de carbono. En definitiva, implementar un plan de gestión eficaz para el reciclaje de estas bolsas es vital para mitigar su impacto ambiental negativo.

A continuación, se realiza un análisis adicional con datos proporcionados de las industrias guatemaltecas, donde podemos mencionar lo siguiente:

- Costo de Producción de Bolsa de Plástico: Producir una bolsa plástica desde materia prima virgen tiene un costo de Q 0.16. Este costo incluye materia prima, manufactura, energía, entre otros.).
- Costo de Reciclaje: Reciclar una bolsa de plástico cuesta Q 0.079. Este costo incluye recolección, transporte, procesamiento y producción de una nueva bolsa a partir del material reciclado.

- Venta de bolsa de plástico reciclado: El precio de venta de una bolsa de plástico reciclado es de Q 0.12.

Mediante un análisis, se puede obtener el beneficio neto por bolsa reciclada, el cual se representa de la siguiente manera:

$$Q\ 0.16\ (\text{costo de bolsa}) - Q\ 0.079\ (\text{costo de reciclaje}) = Q\ 0.0810$$

Además, al vender esa bolsa reciclada se obtiene: Q 0.12. Por lo tanto, el beneficio neto por bolsa reciclada sería de:

$$Q\ 0.0810 + Q\ 0.12 = Q\ 0.2010$$

Este beneficio neto por bolsa reciclada indica que la industria no solo puede reducir los costos asociados con la producción de nuevas bolsas, sino también generar ingresos a través de la venta de bolsas recicladas.

Es decir, por cada bolsa reciclada en lugar de producir una nueva, la industria podría beneficiarse en Q 0.2010. Es de mucha importancia mencionar que las cotizaciones para la producción de bolsas plásticas, se realizan por miles de bolsas plásticas. Entonces mediante el costo-beneficio podemos mencionar los siguientes beneficios:

Beneficios económicos del reciclaje.

- Ahorro en materia prima: El plástico reciclado puede reducir la dependencia del petróleo crudo, que es el principal componente de la resina plástica virgen. Según la industria, reciclar una tonelada de plástico puede ahorrar hasta 1,000–2,000 galones de petróleo.

- Reducción de costos de disposición: Las tarifas de vertedero pueden ser significativas. Si se recicla más, se envían menos residuos a vertederos, lo que puede traducirse en ahorros. Por ejemplo, si el costo promedio de disposición en vertedero es de Q 394.68 por tonelada, y al reciclar se evita enviar 100 toneladas al año, se ahorran Q 39,468.00 anualmente.
- Ingresos por la venta de plástico reciclado: El plástico reciclado tiene un mercado, particularmente en industrias que producen bienes de consumo no duraderos, como envases. Si una tonelada de plástico reciclado se vende por Q 3,157.44 y se reciclan 100 toneladas al año, esto genera Q 315,744.00 en ingresos.

#### Beneficios ambientales.

- Reducción de la huella de carbono: La producción de plástico virgen emite una cantidad significativa de CO<sub>2</sub>. Al reciclar, estas emisiones se reducen, mediante la lucha contra el cambio climático.
- Conservación de espacio en vertederos: Los vertederos tienen una capacidad limitada. Al reciclar más bolsas, se conserva espacio valioso que puede prolongar la vida útil de un vertedero.
- Preservación de ecosistemas: Al reducir la demanda de petróleo crudo, se pueden evitar daños ecológicos asociados con la extracción de petróleo.

#### Beneficios sociales.

- Creación de empleo: Las plantas de reciclaje requieren mano de obra, desde la recolección hasta el procesamiento. Esto puede traducirse en la creación de empleos locales.
- Conciencia ambiental: Las iniciativas de reciclaje pueden educar al público sobre la importancia de la sostenibilidad, para crear una sociedad más consciente y responsable.

Desafíos del reciclaje de bolsas plásticas.

- Contaminación del producto: Las bolsas plásticas recolectadas para reciclaje a menudo están contaminadas con otros materiales, lo que puede complicar el proceso de reciclaje y reducir la calidad del producto reciclado.
- Costos iniciales: Establecer infraestructuras de reciclaje requiere una inversión inicial significativa, aunque estos costos pueden compensarse con el tiempo gracias a los ahorros y beneficios generados.
- Cambio cultural: Promover el reciclaje entre los consumidores requiere un cambio cultural, lo que puede llevar tiempo y esfuerzo.

### **3.8.13. Variables de producción más limpia**

Identificar las variables que afectan la metodología de producción más limpia en la industria de bolsas plásticas es esencial para garantizar no solo un menor impacto ambiental, sino también una operación más eficiente y una mayor aceptación por parte de la comunidad. A continuación, se presentan las variables que podrían incidir en esta metodología en el contexto de Ciudad de Guatemala:

- **Materias Primas.**
  - Tipo de plástico utilizado (biodegradable, reciclado, convencional).
  - Origen y sostenibilidad de las materias primas.
  - Calidad y tratamiento previo.
- **Tecnologías de Producción.**
  - Maquinaria y equipo empleado en la producción.
  - Innovaciones tecnológicas que reduzcan el consumo de energía y materiales.
  - Uso de tecnologías que minimicen la generación de residuos y emisiones.
- **Gestión de Residuos.**
  - Sistemas de reciclaje internos.
  - Reducción de desechos en fuentes.
  - Recolección y disposición adecuada de desechos.
- **Consumo de Energía.**
  - Fuentes de energía utilizadas (renovable vs. no renovable).
  - Eficiencia energética de las operaciones.
  - Implementación de prácticas de ahorro de energía.
- **Consumo de Agua.**
  - Volumen y origen del agua utilizada en el proceso.
  - Tratamiento y reutilización del agua en las instalaciones.
  - Implementación de prácticas de conservación del agua.
- **Formación y Capacitación del Personal.**
  - Capacitación en prácticas sostenibles y producción limpia.
  - Conciencia y motivación del equipo para adoptar prácticas más limpias.
- **Normativas y Regulaciones Locales.**
  - Cumplimiento con leyes y regulaciones ambientales locales.
  - Incentivos o subsidios para la adopción de tecnologías más limpias.

- Relación con la Comunidad.
  - Participación activa de la comunidad en decisiones relacionadas con la operación.
  - Programas de concienciación y educación ambiental dirigidos a la población local.
- Gestión de la Cadena de Suministro.
  - Selección de proveedores con prácticas sostenibles.
  - Integración de criterios ecológicos en las compras y contrataciones.

Cada una de estas variables, por separado o en conjunto, puede influir significativamente en la capacidad de una industria de bolsas plásticas para adoptar y mantener una metodología de producción más limpia, beneficiándose así al ambiente y a la calidad de vida de la población guatemalteca.

#### **3.8.14. Cronograma de la capacitación**

Para la realización del cronograma de la capacitación de producción más limpia, se elabora la agenda, tal como lo indica la tabla 29.



**Tabla 30.**

*Agenda de la capacitación de P+L*

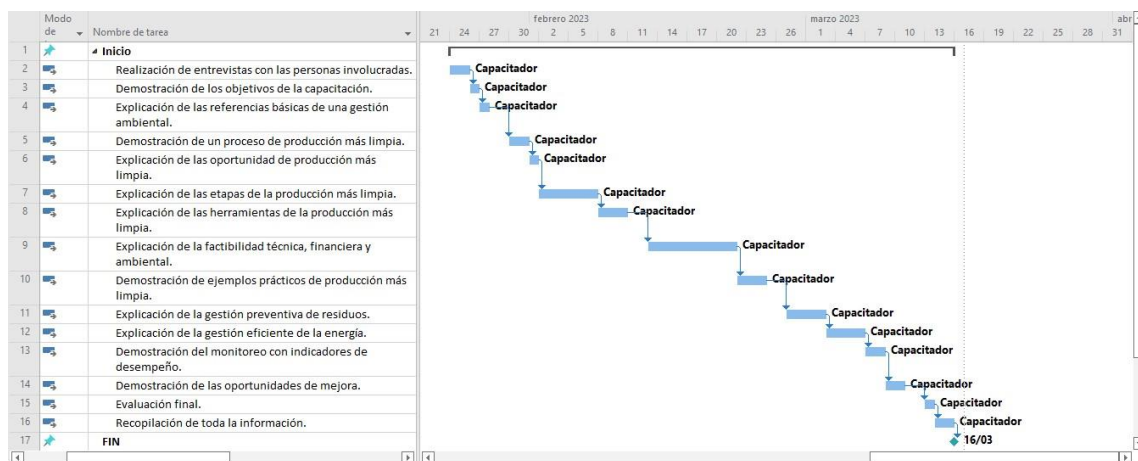
<b>ACTIVIDAD</b>	<b>RESPONSABLE</b>
<b>Realización de entrevistas con las personas involucradas.</b>	Capacitador
<b>Presentación de los propósitos de la formación.</b>	Capacitador
<b>Explicación de las referencias básicas de una gestión ambiental.</b>	Capacitador
<b>Exhibición de un método de producción más limpia.</b>	Capacitador
<b>Explicación de las posibilidades de la nueva metodología.</b>	Capacitador
<b>Explicación de las etapas de la producción más limpia.</b>	Capacitador
<b>Explicación de las herramientas de la producción más limpia.</b>	Capacitador
<b>Explicación de la factibilidad técnica, financiera y ambiental.</b>	Capacitador
<b>Demostración de ejemplos prácticos de producción más limpia.</b>	Capacitador
<b>Explicación de la gestión preventiva de residuos.</b>	Capacitador
<b>Explicación de la gestión eficiente de la energía.</b>	Capacitador
<b>Demostración del monitoreo con indicadores de desempeño.</b>	Capacitador
<b>Demostración de las oportunidades de mejora.</b>	Capacitador
<b>Evaluación final.</b>	Capacitador
<b>Recopilación de toda la información.</b>	Capacitador

*Nota.* Agenda de la capacitación de P+L. Elaboración propia, realizado con Excel.

Posteriormente se presenta el cronograma, mediante la agenda de la implementación.

**Figura 10.**

*Cronograma de la capacitación de P+L*



*Nota.* Cronograma de la capacitación de P+L. Elaboración propia, realizado con Microsoft Project.

### 3.8.14.1. Criterios de evaluación

Emplearemos un modelo para la apreciación de los resultados provenientes de la formación en producción más limpia, que se diseñó con el objetivo de descubrir el rendimiento de la capacitación para los operadores, además de su eficacia.

**Figura 11.**

*Formato de evaluación de la capacitación*

<b>FORMATO EVALUACIÓN DE LA CAPACITACIÓN</b>						
<p>Esta evaluación tiene como objetivo medir y mejorar áreas del servicio de capacitación, de tal forma que basados en tus apreciaciones podamos optimizarlo. Agradecemos tu contribución llenando el siguiente cuestionario con objetividad e imparcialidad. Para responder, favor utilizar las alternativas de calificación que se estipulan a continuación, colocar una X sobre la calificación seleccionada (0 la menor puntuación y 5 la mayor).</p>						
<b>1.SOBRE EL DOCENTE</b>						
<b>A EVALUAR:</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
1.Conocimiento y dominio del tema						
2.Habilidad para comunicarse y transmitir ideas						
3.Habilidad para responder preguntas individuales, sin afectar las grupales						
4.Habilidad para orientar la realización de los talleres						
5.Habilidad para identificar las expectativas de los participantes y acordar los objetivos del seminario						
6.Habilidad para orientar al grupo hacia los objetivos del seminario						
7.Utilización de las ayudas educativas						
8.Puntualidad						
9.Presentación personal						
10.Da a conocer el programa que se va a desarrollar en el seminario						
11.Respeto las ideas y aportes de los participantes						
12.Favorece el trabajo en equipo						
<b>2.SOBRE EL CURSO</b>						
<b>A EVALUAR:</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
1.Cumplimiento del programa propuesto						
2.Contenido temático teniendo en cuenta su utilidad práctica						
3.Utilidad material para el logro de los objetivos planteados						
4.Utilidad de los talleres						
5.Logro de los objetivos propuestos						
6.La metodología utilizada dentro del curso le permite identificar mejoras a realizar en el diseño de este servicio						
<b>3.SOBRE LA LOGÍSTICA DEL CURSO</b>						
<b>A EVALUAR:</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
1. Horario del curso						
2.Salón donde se realizó el curso						
3.Atención general recibida						
4.Entrega oportuna del material necesario						
<b>4.OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES</b>						

*Nota.* Evaluación de la capacitación. Elaboración propia, realizado con Adobe Photoshop.



## **4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

En los resultados obtenidos de la presente investigación, la industria de producción de bolsas plásticas en Ciudad de Guatemala, Guatemala, ha demostrado un impacto ambiental menor al esperado a través de los resultados presentados en la investigación. Al desglosar los datos, es visible que un considerable 67 % de los impactos hacia el entorno ambiental son mínimos, y aún más sorprendente es que no existen impactos significativos o altamente significativos, que juntos representan el 0 %.

El 33 % de los impactos benéficos, estrechamente relacionados con las adaptaciones y optimizaciones implementadas, ha llevado a un aumento significativo en la generación de empleo en la Ciudad de Guatemala. Este dato reafirma la idea de que es posible una industria responsable que no sólo mitigue su impacto ambiental, sino que también ofrezca beneficios socioeconómicos a la comunidad circundante.

El análisis técnico del gráfico amplía la percepción al revelar que el 79 % de los impactos de la industria son mínimos. Estos datos concuerdan con la matriz presentada, y es alentador ver que impactos negativos mayores son inexistentes. Además, se muestra un 2 % de impactos benéficos, nuevamente ligados a la generación de empleo gracias a la operación de la industria.

El análisis técnico resalta que la mayor parte de los efectos de la industria, categorizados como despreciables y benéficos, constituyen el 52 % y el 48 % del total, respectivamente. Adicionalmente, a pesar de los resultados positivos en la fase de producción, es esencial considerar la etapa post-consumo de las bolsas plásticas. La realidad es que el impacto ambiental significativo de estas bolsas se manifiesta más allá de las puertas de la industria, para ser el consumidor final y su comportamiento un factor crítico.

Al igual que muchas otras ciudades, la Ciudad de Guatemala se encuentra ante desafíos sustanciales en lo que respecta a la administración de desechos. Las bolsas plásticas, por su ligereza y resistencia, pueden convertirse en contaminantes duraderos en el medio ambiente si no se gestionan adecuadamente. Las prácticas de desecho y reciclaje por parte del consumidor juegan un papel crucial en este contexto. Una bolsa plástica que se desecha inapropiadamente puede obstruir desagües, contaminar cuerpos de agua y representar una amenaza para la fauna.

La gestión de residuos se aborda desde una perspectiva integral, considerando no solo la producción y el uso de energía sino también la disposición final de los productos. Esto se alinea con el cuarto objetivo de determinar el proceso de gestión de residuos plásticos y sugiere una conexión con la mejora de la calidad de vida al enfocarse en un ciclo de vida completo del producto que incluye su eventual desecho y reciclaje.

Este análisis integral refleja una industria que, si bien está orientada hacia la eficiencia y la productividad, también demuestra una responsabilidad ambiental significativa. Las medidas implementadas para la gestión de residuos y la mitigación de impactos ambientales son indicativos de un modelo de producción que no solo busca cumplir con las normativas internacionales, sino que también tiene como prioridad el bienestar social y ambiental de la comunidad en la que opera.

Por lo tanto, mientras que la industria ha demostrado una gestión ejemplar en su proceso de producción y en su impacto directo al medio ambiente, es fundamental fomentar la educación ambiental en la población. Se requiere una colaboración estrecha entre la industria, autoridades locales y organizaciones civiles para promover prácticas de consumo y desecho responsable.

La propuesta de un plan de gestión debe, por lo tanto, ir más allá de las operaciones de la industria y abordar la fase post-consumo de las bolsas. Las campañas de concientización, programas de reciclaje y sistemas de retorno de productos son esenciales para cerrar el ciclo y garantizar que el impacto ambiental de las bolsas plásticas sea verdaderamente mínimo en todas las etapas de su vida útil.





## CONCLUSIONES

1. La evaluación de impacto ambiental ha evidenciado que el 21 % de impactos despreciables en la etapa de operación y un sorprendente 0 % en impactos significativos o altamente significativos. Estos datos subrayaron la trascendencia de tener un sistema de gestión medioambiental robusto y adecuado en cualquier empresa industrial, no solo para mitigar posibles daños, sino también para potenciar el bienestar de la comunidad.
2. Se determinó que el sistema de gestión medioambiental en la industria de bolsas plásticas, debe contar con un estudio de preevaluación, medidas de mitigación por cada fase de la industria, actividades de relaciones comunitarias, gestión de residuos, y capacitación de producción más limpia.
3. Las medidas correctivas en el plan de gestión ambiental propuesto, corresponden en las fases de acondicionamiento, operación y abandono, utilizando la norma ISO 14001, para mantener actualizado y alineados con las mejores prácticas internacionales.
4. Las variables incidentes en una producción más limpia en la industria de producción de bolsas plásticas, que atribuyen a disminuir la huella ecológica, corresponden a las materias primas, tecnologías de producción, gestión de residuos, capacitación del personal, relación con la comunidad, cadena de suministro, consumo de energía y agua.

5. El proceso de gestión de residuos plásticos debe incluir la concientización y participación de la ciudadanía, con el objetivo de incidir en la etapa de post-consumo de las bolsas plásticas.

## RECOMENDACIONES

1. Vincular al coordinador de programas ambientales de la industria, implementar un programa educativo y de reciclaje, el cual deberá ser financiado mediante aportaciones de la propia industria, subvenciones gubernamentales y potenciales fondos de ONGs o entidades internacionales.
2. Vincular a la Municipalidad de la Ciudad de Guatemala, crear estaciones de reciclaje en zonas clave de la ciudad, para incentivar a los ciudadanos a depositar sus bolsas usadas, el cual deberá ser financiado por el gobierno local, con posibles colaboraciones financieras de la industria y programas de incentivos fiscales para empresas que colaboren.
3. Vincular al departamento de investigación y desarrollo de la industria, adaptarse a las tendencias globales que apuntan un consumo sostenible, introduciendo las bolsas biodegradables y la promoción de bolsas reutilizables, el cual deberá ser financiado por la industria y posibles subvenciones.
4. Vincular al equipo de gestión ambiental de la industria, mantener en la industria un pulso regular sobre las tendencias en gestión medioambiental, normativas y avances tecnológicos, realizando auditorías ambientales periódicas para garantizar que la industria se mantenga como un referente en sostenibilidad y responsabilidad ambiental. Este proceso deberá ser financiado mediante un presupuesto anual de la industria destinado a la gestión ambiental y mejora continua.

5. Vincular al gerente de relaciones públicas y alianzas de la industria, liderar la construcción de alianzas estratégicas, con entidades gubernamentales, ONGs, y otras organizaciones interesadas en la gestión ambiental. La financiación deberá provenir de una combinación de inversión de la industria y fondos aportados por las entidades aliadas.

## REFERENCIAS

- Ardila, R. (junio, 2003). Calidad de vida: una definición integradora. *Revista Latinoamericana de Psicología*, 35(2), 161-164.
- Barrascout, D. (2016). *Estudio de pre-factibilidad de un modelo de fabricación y comercialización de bolsas reusables para sustituir bolsas desechables en un supermercado de la ciudad de Guatemala* [Tesis de maestría, Universidad San Carlos de Guatemala]. Repositorio institucional.
- Benavides, C. (2013). *Estrategia de sensibilización para desestimular el uso de bolsas plásticas en los supermercados de Bogotá* [Tesis de especialización, Universidad Libre de Colombia]. Repositorio institucional.
- Castaño, H. y Botero, J. (junio, 2017). Evaluación ambiental del proceso de elaboración de bolsas plásticas en Colombia utilizando la metodología de análisis de ciclo de vida. *Revista Politécnica*, 13(24), 9-18, ISSN 2256-5353. <https://revistas.elpoli.edu.co/index.php/pol/article/view/1086>
- Choque, N. (2016). *Prohibición del uso de bolsa de plástico nailon ante la contaminación del medio ambiente*. Bolivia: Universidad Mayor De San Andrés.
- Gómez, O. y Gómez. T. (2013). *Evaluación de Impacto Ambiental*. México: Ediciones Mundiprensa.

Iñiguez, M. (2019). *Estudio de la contaminación marina por plásticos y evaluación de contaminantes derivados de su tratamiento* [Tesis doctoral, Universidad de Alicante de España]. Repositorio institucional.

Mijangos, A. (13 de noviembre, 2010). Guatemala. La Tierra Plástica. El cambio climático y tu salud. [Mensaje en un blog]. <http://nuestromundocambiaytusaludtambien.wordpress.com/2010/11/12/guatemala-latierra-plastica/>

Muñoz, F. (24 de junio, 2018). Ministra del Ambiente: En Perú usamos demasiado plástico innecesario. [Mensaje en un blog]. <https://www.pucp.edu.pe/climadecambios/noticias/ministra-del-ambiente-en-peru-usamos-demasiado-plastico-innecesario/>

Navarrete, I. (2015). *¿Qué Aspectos Positivos Conlleva El Manejo De Bolsas Biodegradables?* [Tesis de pregrado, Universidad Militar Nueva Granada de Colombia]. Repositorio institucional.

Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial. (2007). *Manual de Producción más Limpia*. España: Autor. [https://www.unido.org/sites/default/files/2008-06/1-Textbook\\_0.pdf](https://www.unido.org/sites/default/files/2008-06/1-Textbook_0.pdf)

Pacheco, L. (2019). *Promoviendo la reducción de bolsas plásticas en el mercado Santa Rosa - Yanacancha Pasco; para contribuir en la mitigación de la Contaminación Ambiental y generar cambios de conducta frente al medio ambiente 2018* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión de Perú]. Repositorio institucional.

Project Management Institute. (2008). *Guía de fundamentos para la dirección de proyectos (Guía Del PMBOK)*. Pennsylvania, Estados Unidos: Global Standard.

Ranniger, G. (13 de junio, 2022). La contaminación por plásticos, explicada. [Mensaje en un blog]. <https://www.ehn.org/contaminacion-por-plasticos-2657476022.html>

Rodríguez, V. (2021). *El uso indiscriminado del plástico contamina el medio ambiente y vulnera los derechos de la naturaleza* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional De Loja de Ecuador]. Repositorio institucional.

Sánchez, E. y Maes, S. (13 de noviembre, 2018). Guatemala está utilizando bio-cercas para frenar la contaminación plástica. [Mensaje en un blog]. <https://www.globalcitizen.org/es/content/guatemala-plastic-pollution-bio-fences/>

Tito, Y. (2019). *Educación ambiental y la reducción del uso de bolsas plásticas en la institución educativa Coronel Pedro Portillo Silva de Huaura* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión de Perú]. Repositorio institucional.





## APÉNDICES

A continuación, para fortalecer la integridad y la calidad de la investigación se va a proporcionar diferentes recursos para facilitar la verificación de los datos, y ofrecer un recurso valioso para la comunidad académica y de la investigación.

### Apéndice 1.

#### *Matriz de consistencia*

#### MATRIZ DE CONSISTENCIA

**Tema: Evaluación del impacto ambiental y propuesta de plan de gestión en una industria de producción de bolsas plásticas para la mejora de la calidad de vida de la población en Ciudad de Guatemala, Guatemala.**

Problemas	Objetivos	Preguntas de investigación	Metodología	Fase Final
<p>1. Problema principal</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>No se ha determinado cuál es la evaluación del impacto ambiental y propuesta de plan de gestión en una industria de producción de bolsas plásticas para la mejora de la calidad de vida de la población en Ciudad de Guatemala, Guatemala.</li> </ul>	<p>1. Objetivo General</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Determinar cuál es la evaluación del impacto ambiental y propuesta de plan de gestión en una industria de producción de bolsas plásticas para la mejora de la calidad de vida de la población en Ciudad de Guatemala, Guatemala.</li> </ul>	<p>1. Pregunta principal de investigación</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>¿Cuál es la evaluación del impacto ambiental y propuesta de plan de gestión en una industria de producción de bolsas plásticas para la mejora de la calidad de vida de la población en Ciudad de Guatemala, Guatemala?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tipo de investigación cualitativo-descriptivo</li> <li>Diseño de investigación: no experimental.</li> <li>Exploración bibliográfica, en esta fase, se llevó a cabo una revisión metódica de la literatura pertinente, centrando nuestra atención en el proceso productivo y las variables que inciden en él.</li> <li>Diagnostico gestión ambiental, durante esta fase, se evaluó la implementación de hojas de control y la Matriz de Leopold para discernir el nivel de alineación de la empresa con la norma ISO 14001.</li> </ul>	<p>1. Conclusión General</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>La evaluación del impacto ambiental y propuesta de plan de gestión en una industria de producción de bolsas plásticas para la mejora de la calidad de vida de la población en Ciudad de Guatemala, Guatemala, son importantes para comprender su función en el entorno local. Se determinó en la reciente investigación, que su impacto ambiental es menor de lo previsto, 67 % de sus impactos son mínimos y no existen impactos negativos de gran envergadura. Además, un 33 % de los impactos son benéficos, asociados a mejoras laborales y aportes socioeconómicos, para corroborar que una industria puede ser eco-responsable y, simultáneamente, beneficiar a la comunidad.</li> </ul>

## Continuación apéndice 1.

2. Problemas Secundarios	2. Objetivos Específicos	2. Preguntas complementarias de investigación	2. Conclusiones Específicas
<ul style="list-style-type: none"> <li>No se ha determinado cuál es el sistema de gestión Medioambiental normalizado en una industria de producción de bolsas plásticas para la mejora de la calidad de vida de la población en Ciudad de Guatemala, Guatemala.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Determinar cuál es el sistema de gestión medioambiental normalizado en una industria de producción de bolsas plásticas para la mejora de la calidad de vida de la población en Ciudad de Guatemala, Guatemala.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>¿Cuál es el sistema de gestión medioambiental normalizado en una industria de producción de bolsas plásticas para la mejora de la calidad de vida de la población en Ciudad de Guatemala, Guatemala?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>El sistema de gestión medioambiental normalizado en una industria de producción de bolsas plásticas para la mejora de la calidad de vida de la población en Ciudad de Guatemala, Guatemala, es vital para sostener una concordancia con el ambiente. Se determinó la meticolosa planificación y gestión medioambiental de la industria de bolsas plásticas en Ciudad de Guatemala donde se ha reflejado en el impacto ambiental reducido. Esta conclusión se evidenció claramente con un 67 % de impactos mínimos en la etapa de acondicionamiento y un sorprendente 0 % en impactos significativos o altamente significativos. Estos datos subrayaron la trascendencia de tener un sistema de gestión medioambiental robusto y adecuado en cualquier empresa industrial, no solo para mitigar posibles daños, sino también para potenciar el bienestar de la comunidad.</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Análisis de Información, determinó las medidas correctivas ambientales aplicando la ISO 14001. Para evaluar el estado preciso de la empresa respecto a la normativa mencionada, haciendo uso de consultas para identificar las áreas de mejora y las medidas correctivas a aplicar.</li> <li>Plan de implementación del sistema de gestión ambiental, se designó responsables específicos para atender los requisitos faltantes, para garantizar una efectiva implementación que asegure una producción más limpia y una adecuada gestión de los residuos.</li> <li>Análisis de resultados, se concentró en la visualización, mediante gráficos porcentuales.</li> </ul>	

## Continuación apéndice 1.

2. Problemas Secundarios	2. Objetivos Específicos	2. Preguntas complementarias de investigación	2. Conclusiones Específicas
<ul style="list-style-type: none"> <li>No se han determinado cuáles son las medidas de correctivas ambientales para aplicar la ISO 14001 en una industria de producción de bolsas plásticas para la mejora de la calidad de vida de la población en Ciudad de Guatemala, Guatemala.</li> </ul>	<p>Determinar cuáles son las medidas de correctivas ambientales para aplicar la ISO 14001 en una industria de producción de bolsas plásticas para la mejora de la calidad de vida de la población en Ciudad de Guatemala, Guatemala.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>¿Cuáles son las medidas de correctivas ambientales para aplicar la ISO 14001 en una industria de producción de bolsas plásticas para la mejora de la calidad de vida de la población en Ciudad de Guatemala, Guatemala?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Presentación y discusión de resultados, sintetizó toda la investigación, presentando las conclusiones y propuestas centradas en la industria de bolsas plásticas.</li> <li>Las medidas correctivas ambientales para aplicar la ISO 14001 en una industria de producción de bolsas plásticas para la mejora de la calidad de vida de la población en Ciudad de Guatemala, Guatemala, son esenciales para garantizar una producción responsable y sostenible. Se determinó que el sistema de gestión medioambiental en la industria de bolsas plásticas es efectivamente normativo y, lo que es más importante, es eficaz. La aplicación de medidas correctivas, en especial aquellas basadas en la ISO 14001, refuerza este sistema y asegura que se mantenga actualizado y alineado con las mejores prácticas internacionales. Estas acciones han contribuido significativamente a la mitigación de posibles impactos adversos.</li> </ul>

## Continuación apéndice 1.

2. Problemas Secundarios	2. Objetivos Específicos	2. Preguntas complementarias de investigación	2. Conclusiones Específicas
<p>No se han identificado cuáles son las variables que inciden en la metodología de producción más limpia en una industria de producción de bolsas plásticas para la mejora de la calidad de vida de la población en Ciudad de Guatemala, Guatemala.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar cuáles son las variables que inciden en la metodología de producción más limpia en una industria de producción de bolsas plásticas para la mejora de la calidad de vida de la población en Ciudad de Guatemala, Guatemala.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ¿Cuáles son las variables que inciden en la metodología de producción más limpia en una industria de producción de bolsas plásticas para la mejora de la calidad de vida de la población en Ciudad de Guatemala, Guatemala?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Las variables que inciden en la metodología de producción más limpia en una industria de producción de bolsas plásticas para la mejora de la calidad de vida de la población en Ciudad de Guatemala, Guatemala, son determinantes en todo el procedimiento de optimización. Se ha identificado variables clave que impulsan la adopción de una metodología de producción más limpia en la industria. Estas variables, al ser correctamente gestionadas, promueven prácticas sostenibles y responsables, para mitigar de forma activa el impacto ambiental y generar beneficios socioeconómicos de la industria hacia la población de Ciudad de Guatemala.</li> </ul>

## Continuación apéndice 1.

2. Problemas Secundarios	2. Objetivos Específicos	2. Preguntas complementarias de investigación	2. Conclusiones Específicas
<ul style="list-style-type: none"> <li>No se ha determinado cuál es el proceso de gestión de residuos plásticos en una industria de producción de bolsas plásticas para la mejora de la calidad de vida de la población en Ciudad de Guatemala, Guatemala</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Determinar cuál es el proceso de gestión de residuos plásticos en una industria de producción de bolsas plásticas para la mejora de la calidad de vida de la población en Ciudad de Guatemala, Guatemala.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>¿Cuál es el proceso de gestión de residuos plásticos en una industria de producción de bolsas plásticas para la mejora de la calidad de vida de la población en Ciudad de Guatemala, Guatemala?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>El proceso de gestión de residuos plásticos en una industria de producción de bolsas plásticas para la mejora de la calidad de vida de la población en Ciudad de Guatemala, Guatemala, es fundamental para mantener una producción sostenible y consciente. Se determinó que a pesar de que la industria ha implementado un proceso eficiente para los residuos plásticos, mediante diferentes regulaciones, se identifica que el reto más grande está en la etapa post-consumo. La incorrecta disposición de las bolsas plásticas por parte de los consumidores permanece una preocupación ambiental importante.</li> </ul>
			3. Recomendaciones
			<ul style="list-style-type: none"> <li>Implementar un programa educativo y de reciclaje, con la coordinación y ejecución de un programa integral, liderada por el Coordinador de Programas Ambientales de la Industria. Este programa, financiado mediante aportaciones de la propia industria, subvenciones gubernamentales y potenciales fondos de ONGs o entidades internacionales, deberá establecer un fondo específico, para asegurar que las actividades y recursos estén claramente definidos y sean auditables para garantizar la transparencia y eficacia del programa.</li> </ul>
			3. Hipótesis
			<ul style="list-style-type: none"> <li>Positiva La variable de la evaluación del impacto ambiental y propuesta de plan de gestión en una industria de producción de bolsas plásticas es el porcentaje de desechos plásticos abajo del 30%.</li> <li>Negativa La variable de la evaluación del impacto ambiental y propuesta de plan de gestión en una industria de producción de bolsas plásticas es el porcentaje de desechos plásticos arriba del 30%.</li> </ul>

## Continuación apéndice 1.

---

### 3. Recomendaciones

- Crear estaciones de reciclaje en zonas clave de la ciudad, para incentivar a los ciudadanos a depositar sus bolsas usadas. Esta iniciativa, debe de ir vinculada con la Municipalidad de la Ciudad de Guatemala para asumir la responsabilidad a los ciudadanos a depositar sus bolsas usadas a cambio de beneficios o descuentos. La financiación de esta iniciativa provendrá del gobierno local, con posibles colaboraciones financieras de la industria y programas de incentivos fiscales para empresas que colaboren, y se desarrollará un plan de negocios y operativo claro para la implementación de las estaciones, mediante estrategias de marketing para promover su uso y garantizar que los beneficios/descuentos ofrecidos sean atractivos y relevantes para los ciudadanos.

## Continuación apéndice 1.

---

### 3. Recomendaciones

- Adaptarse a las tendencias globales que apuntan hacia un consumo sostenible. El Departamento de Investigación y Desarrollo de la Industria se encargará de la inversión de la industria y posibles subvenciones para innovación tecnológica con desarrollo sostenible, financiarán la introducción de bolsas biodegradables y la promoción de bolsas reutilizables. Se realizarán estudios de mercado para entender las preferencias del consumidor y garantizar que las alternativas sostenibles introducidas sean tanto ambiental como comercialmente viables.

Continuación apéndice 1.

---

3. Recomendaciones

- Mantener en la industria un pulso regular sobre las tendencias en gestión medioambiental, normativas y avances tecnológicos. El Equipo de Gestión Ambiental de la Industria deberá llevar a cabo auditorías ambientales periódicas y ajustará las estrategias en consecuencia para garantizar que la industria se mantenga como un referente en sostenibilidad y responsabilidad ambiental. Este proceso será financiado mediante un presupuesto anual de la industria destinado a la gestión ambiental y mejora continua, y se implementará un sistema de gestión ambiental (SGA) proactivo, que identifique y mitigue riesgos antes de que se conviertan en problemas.



Continuación apéndice 1.

3. Recomendaciones

- Realizar la construcción de alianzas estratégicas, el Gerente de Relaciones Públicas y Alianzas de la Industria deberá liderar con entidades gubernamentales, ONGs, y otras organizaciones interesadas en la gestión ambiental. La financiación deberá provenir de una combinación de inversión de la industria y fondos aportados por las entidades aliadas. Se desarrollará un marco de colaboración claro y legalmente vinculante que defina las responsabilidades, aportaciones y beneficios de cada entidad involucrada, para garantizar una colaboración mutuamente beneficiosa y alineada con los objetivos de sostenibilidad.

*Nota. Matriz de consistencia.* Elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

## Apéndice 2.

### Matriz de análisis de variables de consistencia

TÍTULO: Evaluación del impacto ambiental y propuesta de plan de gestión en una industria de producción de bolsas plásticas para la mejora de la calidad de vida de la población en Ciudad de Guatemala, Guatemala.			
	VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIONES
V1	Impacto ambiental	Se define como la alteración del medio ambiente, provocada directa o indirectamente por un proyecto o actividad en un área determinada. Es decir, que supone una ruptura del equilibrio medio ambiental. ( Responsabilidad Social Empresaria, 2022)	Alteración
			Ruptura
			Equilibrio medio ambiental
V2	Medidas de mitigación	Se definen para reparar o reducir los daños que son inevitables que se generen por las acciones del proyecto, de manera que sea posible concretar las actuaciones que son necesarias llevar a cabo sobre las causas que las han originado. (EPR, 2017)	Acciones del proyecto
			Reducir daños
			Causas que las han originado.
V3	Producción de Bolsas Plasticas	Se define como un objeto que usamos masiva y cotidianamente, generalmente una sola vez, para transportar pequeñas cantidades de alimentos o productos, bien como bolsa de basura. (Consumotecam 2020)	Fabricación
			Manufactura
			Creación
Los generales se cruzan las variables 1 y 2			
Los específicos se pueden cruzar de diferentes formas como se muestra a continuación			
1	Variable 1	Variable 2 con Dimensión 1	
		Variable 2 con Dimensión 2	
2	Variable 2	Variable 1 con Dimensión 1	
		Variable 1 con Dimensión 2	
3	Variable 3	Variable 1 con Dimensión 3	
		Variable 2 con Dimension 3	
4	Variable 2 de Dimensión 1	Variable 1 con Dimensión 1	
		Variable 1 con Dimensión 2	
	Variable 2 de Dimensión 2	Variable 1 con Dimensión 1	
		Variable 1 con Dimensión 2	
1	Impacto ambiental	Acciones del proyecto	
		Reducir daños	
2	Medidas de mitigación	Alteración	
		Ruptura	
3	Producción de Bolsas Plasticas	Equilibrio medio ambiental	
		Causas que las han originado.	
4	Acciones	Alteración	
		Ruptura	
	Reducir daños	Alteración	
		Ruptura	
PROBLEMA, OBJETIVOS E HIPOTESIS			
PROBLEMA GENERAL		OBJETIVO GENERAL	HIPOTESIS GENERAL
PG	No se ha determinado cuál es la evaluación del impacto ambiental y propuesta de plan de gestión en una industria de producción de bolsas plásticas para la mejora de la calidad de vida de la población en Ciudad	OG Determinar cuál es la evaluación del impacto ambiental y propuesta de plan de gestión en una industria de producción de bolsas plásticas para la mejora de la calidad de vida de la población en Ciudad de Guatemala, Guatemala.	HG La evaluación del impacto ambiental y propuesta de plan de gestión determinados en una industria de producción de bolsas plásticas para la mejora de la calidad de vida de la población en Ciudad de Guatemala,

## Continuación apéndice 2.

PROBLEMAS ESPECÍFICOS		OBJETIVOS ESPECÍFICOS		HIPÓTESIS ESPECÍFICAS	
PE1	No se ha determinado cuál es el sistema de Gestión Medioambiental normalizado en una industria de producción de bolsas plásticas para la mejora de la calidad de vida de la población en Ciudad de	OE1	Determinar cuál es el sistema de gestión medioambiental normalizado en una industria de producción de bolsas plásticas para la mejora de la calidad de vida de la población en Ciudad de Guatemala, Guatemala.	HE1	El sistema de gestión medioambiental normalizado determinado en una industria de producción de bolsas plásticas para la mejora de la calidad de vida de la población en Ciudad de Guatemala, Guatemala. Es...
PE2	No se han determinado cuáles son las medidas de correctivas ambientales aplicando la ISO 14001 en una industria de producción de bolsas plásticas para la mejora de la calidad de vida de la población	OE2	Determinar cuáles son las medidas de correctivas ambientales aplicando la ISO 14001 en una industria de producción de bolsas plásticas para la mejora de la calidad de vida de la población en Ciudad de Guatemala, Guatemala .	HE2	Las medidas determinadas correctivas ambientales aplicando la ISO 14001 en una industria de producción de bolsas plásticas para la mejora de la calidad de vida de la población en Ciudad de Guatemala,
PE3	variables que inciden en la metodología de producción más limpia en una industria de producción de bolsas plásticas para la mejora de la calidad de vida de la población en Ciudad de Guatemala, Guatemala .	OE3	Identificar cuáles son las variables que inciden en la metodología de producción más limpia en una industria de producción de bolsas plásticas para la mejora de la calidad de vida de la población en Ciudad de Guatemala, Guatemala .	HE3	de producción más limpia identificadas en una industria de producción de bolsas plásticas para la mejora de la calidad de vida de la población en Ciudad de Guatemala, Guatemala . Son ... .
PE4	No se ha determinado cuál es el proceso de gestión de residuos plásticos en una industria de producción de bolsas plásticas para la mejora de la calidad de vida de la población en Ciudad de Guatemala,	OE4	Determinar cuál es el proceso de gestión de residuos plásticos en una industria de producción de bolsas plásticas para la mejora de la calidad de vida de la población en Ciudad de Guatemala, Guatemala .	HE4	El proceso de gestión de residuos plásticos determinado en una industria de producción de bolsas plásticas para la mejora de la calidad de vida de la población en Ciudad de Guatemala, Guatemala. Es ...

*Nota.* Matriz de análisis de variables de consistencia. Elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

### Apéndice 3.

#### Formato de control en extrusión

##### HOJA DE INSPECCIÓN - EXTRUSIÓN

Fecha: \_\_\_\_\_ Maquina: \_\_\_\_\_ Espesor: \_\_\_\_\_ Ancho Real: \_\_\_\_\_  
Peso muestra: \_\_\_\_\_ Turno: \_\_\_\_\_ Operador: \_\_\_\_\_ No. de Orden: \_\_\_\_\_

No. Muestra	No. Bobina	Peso Muestra	Resistencia	Fuelle Izquierdo	Fuelle Derecho	Cara 1 y 2	Espesores	Ancho	Hora

*Nota.* Formato de control en extrusión. Elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

#### Apéndice 4.

##### *Formato de control en peletización*

#### CONTROL DE INSPECCIÓN - PELETIZACIÓN

Fecha: \_\_\_\_\_ Maquina: \_\_\_\_\_ Turno: \_\_\_\_\_

No. Operario: \_\_\_\_\_

No. Muestra	Limpieza de contaminantes	Verificación Lubricación	Verificación del estado de la MP	Verificación del Molino	Verificación del sistema de temperaturas	Hora

*Nota.* Formato de control en peletización. Elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

## Apéndice 5.

*Diseño propuesto para el plan de gestión de residuos*



*Nota.* Diseño propuesto. Elaboración propia, realizado con AutoDesk.