



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

**PROPUESTA DE PLAN PARA LA REDUCCIÓN EN EL DESPERDICIO DE ENVOLTURA A  
TRAVÉS DE LA METODOLOGÍA *LEAN MANUFACTURING* EN UNA EMPRESA DE  
ALIMENTOS UBICADA EN CHIMALTENANGO**

**Beverly Aylin Guzmán Estrada**

Asesorado por el MSC. Ing. William Abel Xicara Cuyuch

Guatemala, enero de 2023

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**PROPUESTA DE PLAN PARA LA REDUCCIÓN EN EL DESPERDICIO DE ENVOLTURA A  
TRAVÉS DE LA METODOLOGÍA *LEAN MANUFACTURING* EN UNA EMPRESA DE  
ALIMENTOS UBICADA EN CHIMALTENANGO**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**BEVERLY AYLIN GUZMÁN ESTRADA**

ASESORADO POR EL MSC. ING. WILLIAM ABEL XICARA CUYUCH  
AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERA INDUSTRIAL**

GUATEMALA, ENERO DE 2023

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

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

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
EXAMINADOR	Inga. María Marta Wolford Estrada
EXAMINADOR	Inga. Laura Rosmery Briones Zelada
EXAMINADOR	Ing. Jaime Humberto Baten Esquivel
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

## HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

**PROPUESTA DE PLAN PARA LA REDUCCIÓN EN EL DESPERDICIO DE ENVOLTURA A TRAVÉS DE LA METODOLOGÍA *LEAN MANUFACTURING* EN UNA EMPRESA DE ALIMENTOS UBICADA EN CHIMALTENANGO**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Estudios de Posgrado de la Facultad de Ingeniería, con fecha 11 de noviembre del 2022.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Beverly Guzmán Estrada', written over a horizontal line.

**Beverly Aylin Guzmán Estrada**



**EEPM-PP-1893-2022**

Guatemala, 11 de noviembre de 2022

**Director**  
**César Ernesto Urquizú Rodas**  
**Escuela Ingeniería Mecánica Industrial**  
**Presente.**

**Estimado Ing. Urquizú**

Reciba un cordial saludo de la Escuela de Estudios de Postgrado de la Facultad de Ingeniería.

El propósito de la presente es para informarle que se ha revisado y aprobado el Diseño de Investigación titulado: **PROPUESTA DE PLAN PARA LA REDUCCIÓN EN EL DESPERDICIO DE ENVOLTURA ATRAVÉS DE LA METODOLOGÍA LEAN MANUFACTURING EN UNA EMPRESA DE ALIMENTOS UBICADA EN CHIMALTENANGO**, el cual se enmarca en la línea de investigación: **Gerencia Estratégica - Sistemas de gestión**, presentado por la estudiante **Beverly Aylin Guzmán Estrada** carné número **201612661**, quien optó por la modalidad del "PROCESO DE GRADUACIÓN DE LOS ESTUDIANTES DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA OPCIÓN ESTUDIOS DE POSTGRADO". Previo a culminar sus estudios en la Maestría en ARTES en Gestión Industrial.

Y habiendo cumplido y aprobado con los requisitos establecidos en el normativo de este Proceso de Graduación en el Punto 6.2, aprobado por la Junta Directiva de la Facultad de Ingeniería en el Punto Décimo, Inciso 10.2 del Acta 28-2011 de fecha 19 de septiembre de 2011, firmo y sello la presente para el trámite correspondiente de graduación de Pregrado.

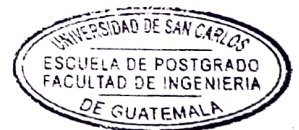
Atentamente,

*"Id y Enseñad a Todos"*

**William Xicara**  
**MSc. Ing Industrial**  
**Colegiado 10947**



**Mtro. William Abel Xicara Cuyuch**  
**Asesor(a)**



**Mtro. Carlos Humberto Aroche Sandoval**  
**Coordinador(a) de Maestría**

**Mtro. Edgar Darío Álvarez Cotí**  
**Director**  
**Escuela de Estudios de Postgrado**  
**Facultad de Ingeniería**





EEP-EIMI-1538-2022

El Director de la Escuela Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el visto bueno del Coordinador y Director de la Escuela de Estudios de Postgrado, del Diseño de Investigación en la modalidad Estudios de Pregrado y Postgrado titulado: **PROPUESTA DE PLAN PARA LA REDUCCIÓN EN EL DESPERDICIO DE ENVOLTURA ATRAVÉS DE LA METODOLOGÍA LEAN MANUFACTURING EN UNA EMPRESA DE ALIMENTOS UBICADA EN CHIMALTENANGO**, presentado por el estudiante universitario **Beverly Aylin Guzmán Estrada**, procedo con el Aval del mismo, ya que cumple con los requisitos normados por la Facultad de Ingeniería en esta modalidad.

ID Y ENSEÑAD A TODOS



Ing. César Ernesto Urquizú Rodas  
Director  
Escuela Ingeniería Mecánica Industrial

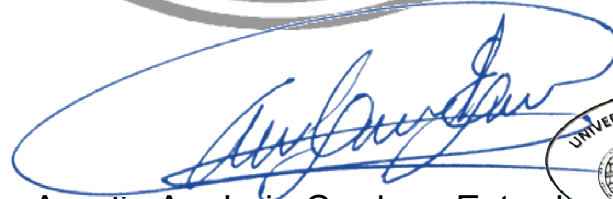
Guatemala, noviembre de 2022

Decanato  
Facultad de Ingeniería  
24189101- 24189102  
secretariadecanato@ingenieria.usac.edu.gt

LNG.DECANATO.OI.130.2023

La Decana de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al Trabajo de Graduación titulado: **PROPUESTA DE PLAN PARA LA REDUCCIÓN EN EL DESPERDICIO DE ENVOLTURA A TRAVÉS DE LA METODOLOGÍA LEAN MANUFACTURING EN UNA EMPRESA DE ALIMENTOS UBICADA EN CHIMALTENANGO**, presentado por: **Beverly Aylin Guzmán Estrada**, después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



Inga. Aurelia Anabeia Cordova Estrada

Decana



Guatemala, enero de 2023

AACE/gaoc

## **ACTO QUE DEDICO A:**

<b>Dios</b>	Ser supremo de la creación.
<b>Mis padres</b>	Marta Isabel Estrada Ramos y Manuel de Jesús Guzmán Figueroa.
<b>Mi hermana</b>	Stacy Giselle Guzmán Estrada.
<b>Mis amigos</b>	Juan José Mérida Ramos, Lesly Pahola Crispín Molina, Thania Anahí Rocha Ávila y Jairo David García.
<b>Mi novio</b>	César David Abaj Sac.
<b>Ingenieros</b>	Leonel Alejandro Morales Requena y Juan José Vásquez Castillo.



## **AGRADECIMIENTOS A:**

**Universidad de San  
Carlos de Guatemala**

*Mi alma mater.*

**Mis amigos**

Juan José Mérida Ramos, Lesly Pahola Crispín Molina, Thania Anahí Rocha Ávila y Jairo David García, por su incondicional apoyo y compañía.

**Ingenieros**

Leonel Alejandro Morales Requena y Juan José Vásquez Castillo, por sus enseñanzas y guía durante mi vida profesional.

**Mi novio**

César David Abaj Sac, por su incondicional apoyo, paciencia, ánimos y compañía.

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES .....	V
LISTA DE SÍMBOLOS .....	VII
GLOSARIO .....	IX
RESUMEN.....	XI
1. INTRODUCCIÓN .....	1
2. ANTECEDENTES .....	3
3. PLANTEAMIENTO DELPROBLEMA .....	7
3.1. Descripción del problema .....	7
3.2. Formulación del problema .....	8
3.2.1. Pregunta central .....	8
3.2.2. Preguntas de investigación.....	8
3.3. Delimitación de estudio.....	8
3.3.1. Límite temporal.....	9
3.3.2. Límite geográfico .....	9
3.3.3. Límite espacial.....	9
3.4. Consecuencias de realizar de investigación.....	9
3.4.1. De realizarse.....	10
3.4.2. De no realizarse.....	10
4. JUSTIFICACIÓN .....	11
5. OBJETIVOS .....	13

5.1.	Objetivo general .....	13
5.2.	Objetivos específicos .....	13
6.	NECESIDADES A CUBRIR Y ESQUEMA DE SOLUCIÓN .....	15
7.	MARCO TEÓRICO .....	17
7.1.	Información general de la empresa .....	17
7.1.1.	Misión .....	17
7.1.2.	Visión.....	17
7.1.3.	Giro de negocio .....	18
7.2.	Gestión ambiental .....	18
7.2.1.	ISO 14001 .....	19
7.2.2.	Huella ecológica .....	20
7.2.3.	Huella de carbono .....	21
7.2.4.	Consumo energético .....	23
7.2.5.	Desperdicios.....	23
7.2.6.	Reciclaje.....	24
7.2.7.	Relleno sanitario.....	25
7.3.	<i>Lean manufacturing</i> .....	26
7.3.1.	Andon .....	27
7.3.2.	Jidoka .....	28
7.3.3.	SMED <i>Value Stream Mapping</i> .....	28
7.3.3.1.	Proceso de implantación de la metodología SMED .....	29
7.3.4.	5 S .....	30
7.3.5.	<i>Poka yoke</i> .....	32
7.3.6.	Mantenimiento productivo total (TPM).....	32
8.	PROPUESTA DE ÍNDICE DE CONTENIDOS .....	35

9.	METODOLOGÍA.....	37
9.1.	Enfoque .....	37
9.2.	Alcance.....	37
9.3.	Diseño .....	38
9.4.	Unidad de análisis .....	38
9.5.	Fases de investigación .....	40
9.6.	Técnicas de recolección de la investigación.....	41
9.6.1.	Revisión bibliográfica.....	42
9.6.2.	Análisis de procesos.....	42
9.6.3.	Instrumentos de recolección de información y herramientas de ingeniería.....	42
9.6.3.1.	Listas de verificación .....	43
9.6.3.2.	Encuesta.....	43
9.6.3.3.	Técnicas de participación .....	43
9.7.	Resultados esperados.....	45
10.	TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE INFORMACIÓN.....	47
10.1.	Herramientas estadísticas .....	47
10.1.1.	Media.....	47
10.1.2.	Moda.....	48
10.1.3.	Diagrama de Pareto.....	48
10.1.4.	Gráfico de barras y de pastel.....	49
11.	CRONOGRAMA.....	51
12.	FACTIBILIDAD DE ESTUDIO .....	53
12.1.	Recursos humanos.....	53
12.2.	Recursos materiales y técnicos .....	53

13.	REFERENCIAS .....	55
14.	APÉNDICES .....	61
15.	ANEXOS .....	63

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1.	Esquema de solución .....	15
2.	Huella ecológica total y biocapacidad por tipo de suelo .....	21
3.	Comparación de resultados globales .....	22
4.	Lista de técnicas de la filosofía <i>lean manufacturing</i> .....	27
5.	Descripción de 5 S .....	31
6.	Pérdidas en equipos productivos .....	33
7.	Cronograma de actividades.....	52

### TABLAS

I.	Nivel de confianza .....	39
II.	Matriz de análisis de indicadores .....	44
III.	Costos necesarios para el desarrollo de la investigación .....	54



## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
<b>GW</b>	Giga watt
<b>GW/h</b>	Giga watt por hora
<b>km</b>	Kilómetro
<b>Mb</b>	Mega bite





## GLOSARIO

<b>GEI</b>	Gases de efecto invernadero. Son gases que absorben y emiten radiación dentro del rango infrarrojo. Este proceso es la fundamental causa del efecto invernadero.
<b>ISO</b>	Internacional Organization for Standardization, es decir Organización Internacional de Normalización. Estipula normas que contienen especificaciones técnicas basadas en los resultados de la experiencia y del desarrollo tecnológico.
<b><i>Lean manufacturing</i></b>	Es un modelo de gestión que se enfoca en minimizar las pérdidas de los sistemas de manufactura al mismo tiempo que maximiza la creación de valor para el cliente final.



## RESUMEN

El presente documento tiene como objetivo presentar la realización de una investigación que consiste en diseñar una estrategia enfocada en la reducción del porcentaje del desperdicio en material de envoltura para 10 líneas de producción de una planta de alimentos, ubicada en el departamento de Chimaltenango, a través de la metodología de *lean manufacturing*, centrándose en la línea de investigación de sistemas integrados de gestión.

En el presente documento se presentan los antecedentes que serán utilizados como referencia para la realización de la investigación, también se cuenta con las preguntas de investigación y los objetivos que la investigación plantea resolver, la delimitación geográfica, temporal y el campo de estudio, y la justificación correspondiente para el diseño de la investigación. En el siguiente capítulo se tiene el esquema de solución y las necesidades que la investigación cubrirá.

En el capítulo 7 se muestra el desarrollo del marco teórico, en donde se incluye los conceptos que serán utilizados como referencia para el desarrollo de la investigación, en el siguiente capítulo se muestra el índice de contenidos que será propuesto para el desarrollo de la investigación, y en el capítulo 9 se incluye el marco metodológico y las variables que serán utilizadas. Adicionalmente, en los últimos capítulos se incluye el cronograma que será utilizado como referencia para la ejecución de las diferentes etapas de investigación, incluyendo la redacción y presentación del informe final.



# 1. INTRODUCCIÓN

La realización de este documento de sistematización tiene como objetivo diseñar una estrategia enfocada en la reducción del porcentaje del desperdicio en material de envoltura para las 10 líneas de producción de una planta de alimentos, ubicada en el departamento de Chimaltenango, a través de la metodología de *lean manufacturing*, centrándose en la línea de investigación de sistemas integrados de gestión.

Este estudio surge de la necesidad de cuantificar el desperdicio de envoltura generado en las diferentes líneas de producción, desperdicio del cual no se cuenta con el registro y control correspondiente, lo cual impide la toma de decisiones y acciones orientadas a la reducción del desperdicio de envoltura en las 10 líneas de producción de la planta.

Se propone, a través de esta investigación, determinar los productos y líneas críticas de la planta, en donde se genera la mayor cantidad del desperdicio en el material de envoltura, así como la delimitación de los factores internos y externos que tienen mayor incidencia en el incremento del porcentaje del desperdicio de envoltura. El esquema de solución propuesto aplica el método científico, encuestas, observación y análisis estadístico de los datos recolectados. Dentro de los aportes de esta investigación se tendrá la cuantificación del desperdicio de envoltura generado en cada línea de producción, así como el tipo de producto que genera mayor desperdicio, y desarrollar los indicadores clave que medirán la reducción en este desperdicio para obtener una cuantificación los beneficios ambientales y financieros que traerá a la empresa.

En el presente trabajo se incluye, en el capítulo 8, el índice de contenidos propuesto para el desarrollo de la investigación. Dentro del desarrollo de este índice se incluyen cuatro capítulos, en el primer capítulo se muestra el desarrollo del marco teórico que servirá como referencia para el desarrollo de la presente investigación; en el capítulo 2 se muestra el desarrollo de la investigación, iniciando desde la revisión documental, la definición de variables y la delimitación del número de encuestas a realizar para el desarrollo de la investigación; en el capítulo 3 se propone la presentación de resultados a través del análisis de los resultados obtenidos y, por último, en el capítulo 4 se muestra la discusión de los resultados obtenidos.

## 2. ANTECEDENTES

Se tienen diferentes trabajos de investigación orientados a la reducción de consumo de plásticos y reducción de desperdicios, documentos principalmente orientados a temas de *lean manufacturing* y cómo la reducción de desperdicios impacta en la eficiencia de la organización, investigaciones que serán utilizadas como referencias para esta investigación. A continuación se indican algunos aportes:

En la tesis titulada *Manejo integral de desechos sólidos caso: barrio la democracia, ciudad de Jutiapa*, Guerra (2018) realiza una investigación con base en el método científico, realizando muestras a lo largo de un mes y medio. Para la recaudación de datos se utiliza un método cuantitativo y cualitativo a través de diferentes técnicas de recolección de datos entre las que destacan: guía de observación, encuesta y programas educativos para promover el uso de materiales alternos. Los pasos y metodologías propuestas en dicha investigación son similares a los planteados en esta, para realizar el estudio y recabar la información correspondiente.

Lo más destacable de la investigación de Guerra (2018) es que realiza una caracterización de los desechos y también determina la frecuencia con la que estos son llevados al vertedero municipal, estos factores serán considerados en esta investigación para realizar la caracterización de los desperdicios de envoltura producidos en el área de producción, así como la frecuencia con la que estos son enviados al área de desperdicios.



En el estudio titulado *Optimización de los procesos de producción de maquinarias y equipos industriales en una empresa metalmecánica, mediante la aplicación de la manufactura esbelta*, los autores Egas y Minango (2021) proponen una metodología cuantitativa y cualitativa para el estudio de la técnica de manufactura esbelta, dentro de esta investigación proponen cuatro aspectos relevantes: los costos del producto, demanda anual, tiempo proyectado para la producción y cantidad de actividades que interactúan. De los cuatro aspectos dos son los que se considerarán en esta investigación.

La autora Cabral (2020), en la investigación *Propuesta de plan de acción para la disminución de desperdicios en la producción de empaques flexibles en te para el periodo junio 2020- junio 2021*, realiza una propuesta con la cual se propone la implementación de *lean manufacturing* para reducir la cuantía de desperdicios generados mediante la aplicación de diferentes principios como 5s, aplicación de la metodología SMED, principios que serán utilizados en la presente investigación, con el fin de generar una metodología enfocada en reducir la cantidad de residuos producidos en el sitio de envoltura.

En la investigación Cabral (2020) destaca la reducción de desperdicios mediante la utilización de metodologías de *lean manufacturing*, indicando que además se tiene un incremento en la producción y productividad, mejorando los procesos productivos y disminuyendo la cantidad de los desperdicios. Estos principios serán utilizados para definir la propuesta de mejora en la presente investigación.

El autor Cifuentes (2019), en la investigación *Procesos productivos con lean manufacturing para la calidad de los productos terminados en la empresa de fundición aleaciones técnicas especiales*, propone diferentes metodologías para la recolección y análisis de datos, a través de cuestionarios basados en la

norma ISO 9001-2008 y uso de herramientas estadísticas para el análisis de la información obtenida. Estos principios serán considerados durante el desarrollo de esta investigación para la formulación de cuestionarios y análisis de la información.

Los autores Contreras, Huertas y Portugal (2018), en la investigación *Implementación de herramientas de Lean Manufacturing para mejorar la productividad en planta de producción de galletas*, utilizan la metodología de análisis del árbol de pérdidas. Lo más destacable de esta investigación es que mediante la diligencia de esta herramienta se obtiene una representación gráfica de las pérdidas. Esta metodología será considerada en el progreso de la presente investigación.

El autor De León (2018), en la investigación *Diseño de un sistema de gestión de manufactura esbelta para el control y reducción de mermas generadas durante la producción en el área postmortem de la planta procesadora avícola*, ejecuta diferentes herramientas de diagnóstico basándose principalmente en el análisis del diagrama de Pareto. Lo más destacable es que con base en el diagnóstico realizado se logra definir las herramientas de *lean manufacturing* que serán implementadas para su estudio y posterior aplicación. Estos criterios serán tomados como base para el desarrollo de la presente investigación y considerados dentro del marco teórico.



### **3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

En el año 2022, en una planta de producción dedicada a la elaboración de alimentos, se tiene un incremento en el porcentaje en el desperdicio de envoltura en 10 de las 11 líneas de producción que componen la planta, esto representa un desperdicio de material de envoltura en el 90 % de las líneas de producción, problema que, si no es atendido a tiempo, podrá generar grandes costos y daños al medio ambiente.

#### **3.1. Descripción del problema**

En una empresa dedicada a la elaboración de alimentos se generan desperdicios en el área de envoltura, esto se debe a múltiples factores como la mala calibración de equipos, bobinas de empaque que no cumplen con la densidad adecuada y manipulación incorrecta del material de empaque, lo cual trae como consecuencia el aumento en el consumo de material de empaque y reproceso de producto, aunado a esto no se tiene una cuantificación de lo que se desperdicia en envoltura, desperdicios que a su vez son traducidos en costos que generalmente no se tienen bajo control.

En este contexto se recalca la importancia de la medición del porcentaje de este desperdicio a través de la propuesta de una metodología de *lean manufacturing*. Cabral (2020) destaca que la reducción de desperdicios mediante la utilización de esta metodología tiene como consecuencia un incremento en la producción y productividad de la empresa.

## **3.2. Formulación del problema**

A continuación se muestran las premisas planteadas para el planteamiento del problema de investigación.

### **3.2.1. Pregunta central**

¿Cuál es la estrategia para reducir el porcentaje en el desperdicio de material de envoltura en las 10 líneas de producción de una planta de alimentos ubicada en Chimaltenango?

### **3.2.2. Preguntas de investigación**

- ¿Cuáles son los factores internos y externos que afectan en el incremento del desperdicio en material de envoltura en una planta de alimentos?
- ¿Cuáles son los productos que generan un mayor porcentaje del desperdicio en envoltura para las 10 líneas de producción en una planta de alimentos?
- ¿Cuáles son los indicadores que medirán el desempeño de la estrategia para la reducción del porcentaje del desperdicio de envoltura en una planta de alimentos?

## **3.3. Delimitación de estudio**

A continuación se observa la delimitación temporal, geográfica y espacial del desarrollo de la investigación.

### **3.3.1. Límite temporal**

El periodo de desarrollo para la presente investigación abarcará desde la aprobación del protocolo, iniciando en noviembre de 2022, hasta el periodo del primer al tercer trimestre del 2023.

### **3.3.2. Límite geográfico**

La investigación se desarrolla en una industria de alimentos ubicada en el KM 52.5 de la carretera interamericana, El Tejar, Chimaltenango.

### **3.3.3. Límite espacial**

El problema de investigación se desarrolla en las líneas de producción y área de almacenaje de residuos de la planta de elaboración de alimentos.

## **3.4. Consecuencias de realizar de investigación**

Con el desarrollo de la investigación se determinan las áreas críticas en donde se desperdicia la mayor cantidad de material, los factores internos y externos que tienen mayor incidencia en el incremento del porcentaje del desperdicio de envoltura, así como la definición de los indicadores necesarios para monitorear la reducción en el consumo de envoltura. Esto se muestra a detalle a continuación.

#### **3.4.1. De realizarse**

Con el desarrollo de esta investigación se determinarán los productos y líneas críticas que generan mayor consumo de envoltura, así como la identificación de las principales causas que también generan un incremento en el consumo de envoltura. De esta forma se podrán establecer las metodologías correspondientes para la reducción de residuos plásticos en la planta.

#### **3.4.2. De no realizarse**

De no realizarse esta investigación, se tendrá un desconocimiento de la cantidad de envoltura que es desperdiciada en las líneas de producción y el impacto en costos que se genera con este desperdicio, así como la falta de métricas dedicadas a dar trazabilidad al desperdicio generado por cada tipo de envoltura y producto.

## 4. JUSTIFICACIÓN

Este trabajo se sitúa en la línea de investigación de sistemas integrados de gestión en el área de gestión ambiental, de la maestría en Gestión Industrial de la Universidad de San Carlos de Guatemala, ya que se enfocará en el desarrollo de un sistema destinado a la reducción de desperdicio a través de la metodología de *lean manufacturing*, en una industria de alimentos ubicada en el departamento de Chimaltenango.

La necesidad de esta investigación surge del alto desperdicio de envoltura que es generado en las diferentes líneas de producción, desperdicio del cual no se cuenta con el registro y control correspondiente. Con el desarrollo de este estudio se generará información relevante que será utilizada para la aplicación de las herramientas de *lean manufacturing* para reducir el desperdicio mes con mes.

La importancia de la investigación radica en que se contará con la cuantificación del desperdicio generado en cada línea de producción, así como los factores internos y externos que tienen mayor incidencia en el tipo de producto y envoltura que generan mayor desperdicio, de manera que se generará la información cuantitativa sobre el desperdicio de este tipo de materia prima.

La motivación de esta investigación es analizar el desperdicio de envoltura que es generado en las diferentes líneas de producción, así como el producto y tipo de envoltura que se desperdicia con mayor frecuencia y volumen, esto para reducirlos a través de la aplicación de la metodología de



*lean manufacturing*, con el fin de cuantificar los beneficios ambientales y financieros que la reducción de desperdicios traerá la empresa.

Entre los beneficios de esta investigación se tendrá una cuantificación de desperdicios, el impacto financiero y ambiental que genera en la empresa y en el ambiente, así como el desarrollo de la metodología de *lean manufacturing* que mejor se adapta a las necesidades de la empresa.

Los beneficiarios de esta investigación son: el departamento de sustentabilidad de la empresa, pues tendrá una reducción de los residuos de envoltura que se generan, y el departamento de materias primas y compras, pues se contará con la certeza de la cantidad de material que es desperdiciado y se tendrá un mejor control de las entradas y salidas de los inventarios.

## **5. OBJETIVOS**

### **5.1. Objetivo general**

Diseñar la estrategia para reducir el porcentaje en el desperdicio en las 10 líneas de producción de una planta de alimentos ubicada en Chimaltenango.

### **5.2. Objetivos específicos**

- Establecer los factores internos y externos que afectan en el incremento del desperdicio en material de envoltura en una planta de alimentos.
- Analizar los productos que generan un mayor porcentaje de desperdicio en envoltura para las 10 líneas de producción en una planta de alimentos.
- Diseñar los indicadores que medirán el desempeño de la propuesta para la reducción en el porcentaje del desperdicio de envoltura en una planta de alimentos.

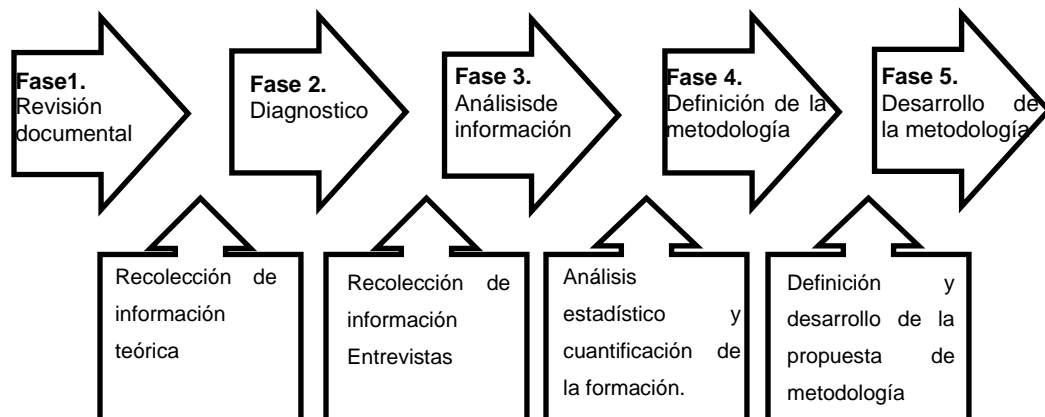


## 6. NECESIDADES A CUBRIR Y ESQUEMA DE SOLUCIÓN

Este estudio surge de la necesidad de analizar el desperdicio de envoltura generado en las diferentes líneas de producción de una empresa de alimentos, desperdicio del cual no se cuenta con el registro y control correspondiente. Con esta investigación se tendrá la cuantificación del desperdicio de envoltura generado en cada línea de producción, así como el tipo de producto que genera mayor desperdicio. Al tenerse los registros de forma adecuada, servirán de punto de partida para la aplicación de las herramientas de *lean manufacturing*, para generar una reducción en este desperdicio mes con mes, esto con el fin de cuantificar los beneficios ambientales y financieros que la reducción de desperdicios traerá a la empresa.

El esquema de solución se observa en la figura 1:

Figura 1. Esquema de solución



Fuente: elaboración propia.



## **7. MARCO TEÓRICO**

### **7.1. Información general de la empresa**

A continuación se muestran los aspectos relevantes de la planeación estratégica de la organización, haciendo énfasis en la misión, visión y el giro de negocio de la empresa, aspectos que son de utilidad para conocer en dónde se encuentra la empresa y hacia dónde se dirige, con base en el giro de negocio y las actividades que desempeña dentro del mercado en que se desarrolla.

#### **7.1.1. Misión**

En la organización se tiene como misión poder brindar a cada consumidor alimentos sanos que además sean nutritivos y que estén al alcance de todos los consumidores finales, sin importar el lugar, país o área en que se encuentren, manteniendo la calidad en cada uno de sus productos y con la finalidad de generar el menor impacto al ambiente.

#### **7.1.2. Visión**

En la organización se tiene como visión ser la empresa más grande a nivel internacional en el giro de negocio de la panificación, cuidando todos los procesos involucrados en la cadena de valor, con el menor impacto ambiental y que estas marcas perduren con el paso del tiempo, trascendiendo generaciones.

### **7.1.3. Giro de negocio**

La empresa en donde se realizará la investigación se dedica a la producción de alimentos, enfocándose en la industria de la panificación, distribuyendo productos de panadería en los diferentes países de Centroamérica, siendo la planta de Guatemala la más grande de la región centroamericana, con una producción promedio para el año 2022 de 4,500 toneladas mensuales.

## **7.2. Gestión ambiental**

En la organización se tienen diferentes estrategias para el adecuado manejo de los impactos ambientales generados por diferentes procesos, estas toman como base los lineamientos establecidos en la norma ISO 14001, teniendo como eje principal la reducción de emisiones de carbono, residuos, consumo de agua, energía eléctrica y térmica.

La preocupación por la problemática ambiental se torna cada vez mayor en los contextos actuales. Las causas y consecuencias de problemas socioambientales inherentes al desarrollo económico mundial, despierta interés en considerar criterios ambientales como parte de la gestión empresarial que desarrollan las organizaciones en búsqueda del desarrollo sostenible, acompañadas de prácticas de responsabilidad social. (Anampi y Aguilar, *et al.*, 2018, p. 3)

Lo anterior indica que la preocupación empresarial por realizar una adecuada erogación de los recursos es cada vez mayor, por lo que las empresas deciden implementar programas de responsabilidad social empresarial, orientados a desarrollar una adecuada gestión de los recursos

naturales, a través de la implementación de buenas prácticas dentro del centro de trabajo y en la comunidad donde se desarrollan las diferentes actividades económicas. (Anampi y Aguilar, *et al.*, 2013)

### **7.2.1. ISO 14001**

Dentro de la organización se cuenta con un sistema de gestión ambiental que toma como marco de referencia las normas ISO14001 del año 2015, la Organización Internacional de Normalización (por sus siglas en inglés ISO) define que es de suma importancia para las organizaciones contar con un sistema de gestión ambiental que permita el equilibrio entre tres pilares, el medio ambiente, la sociedad y la economía (ISO14001:2015, 2015).

Dentro de la norma ISO 14001, se indica que dentro de la organización se debe contar con una política ambiental:

En coherencia con la política ambiental de la organización, los resultados previstos de un sistema de gestión ambiental incluyen:

- La mejora del desempeño ambiental;
- El cumplimiento de los requisitos legales y otros requisitos;
- El logro de los objetivos ambientales. (ISO 14001:2015, 2015, p. 1)

Dentro del sistema de gestión ambiental de la empresa se manejan cuatro ejes principales:

- Huella hídrica
- Emisiones de carbono
- Energía eléctrica
- Generación de residuos



Ejes que generan indicadores de consumo y de rendimiento, tomando como base el consumo dividido dentro de las toneladas producidas, de tal forma que cuanto más eficiente se es en un proceso, los recursos energéticos son utilizados de mejor forma.

### **7.2.2. Huella ecológica**

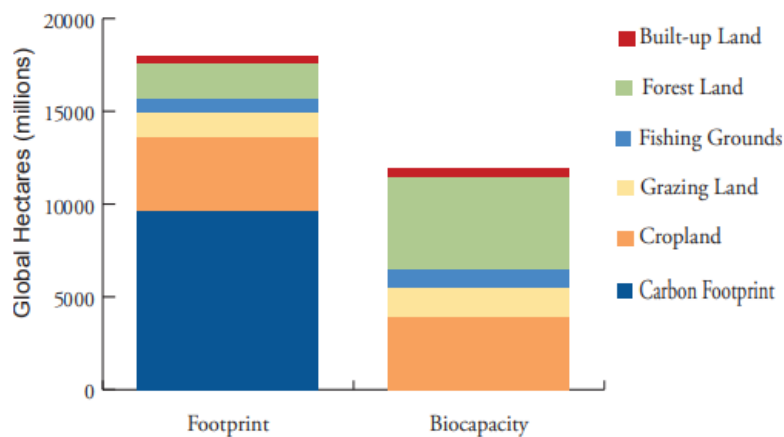
La huella ecológica puede ser definida como una herramienta que permite estimar el consumo de los recursos y los requerimientos para la asimilación de desechos de una población humana determinada, esto en términos de un territorio productivo determinado (Wackernagel y Mathis, 1996).

Otro concepto de huella ecológica podría ser interpretado como una consideración de los flujos de los recursos (materiales y energía), desde el punto de vista de todas las economías definidas, y lo transforma en una métrica que relaciona la tierra y agua que es requerida por la naturaleza para mantener esos flujos (Wackernagel y Mathis, 1996).

Los autores Wackernagel y Mathis (1996) indican que el mundo y el ecosistema tal y como lo conocemos, no es capaz de sostener las actividades económicas de los humanos y la necesidad de consumo de recursos, analizando las necesidades de la mayoría de naciones, el crecimiento económico forma parte de la agenda para la mayoría de gobiernos, teniendo como meta principal integrar las economías globales a una economía de escalas, lo cual en las palabras de los autores tendrá como consecuencia el aumento en el consumo de los recursos.

En la siguiente figura se observa la relación entre la huella ecológica y la capacidad biológica del planeta tierra para las actividades de construcción, reforestación, pesca, pastoreo, cultivo, y la relación que tienen con la huella de carbono.

Figura 2. **Huella ecológica total y biocapacidad por tipo de suelo**



Fuente: Ewing y Goldfinger, *et al.* (2010). *Footprint atlas 2010*.

En la figura 2 se observa que la biocapacidad del planeta tierra está limitada y que todas las actividades económicas son utilizadas a su máxima capacidad, a excepción de la reforestación.

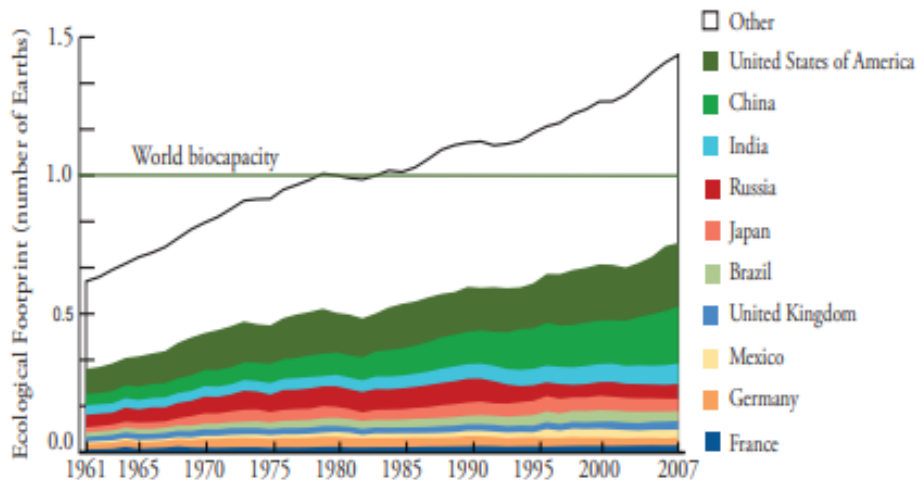
### 7.2.3. Huella de carbono

En la empresa se cuantifican consumos de energéticos como agua, electricidad y energía térmica, con el fin de cuantificar la huella de carbono (Greenpeace México, 2020). Se define la huella de carbono como medida de carácter ambiental que calcula emisiones de gases de efecto invernadero

generadas, directa e indirectamente, por una persona, empresa producto o servicio.

La huella de carbono es una de las métricas que preocupa a diferentes organizaciones, debido a que el dióxido de carbono es uno de los principales gases que influyen en el efecto de gases de invernadero y en el calentamiento global. En la siguiente figura se observa el incremento en emisiones de carbono:

Figura 3. **Comparación de resultados globales**



Fuente: Ewing y Goldfinger, *et al.* (2010). *Footprint atlas 2010*.

En la figura 3 se observa el incremento en la huella de carbono, tomando como referencia el año de 1961 y considerando las principales potencias mundiales. Se observa que países como Francia, Alemania, México, Reino Unido y Brasil mantienen un incremento constante, sin representar un aumento significativo en emisiones, mientras Estados Unidos y China muestran un crecimiento exponencial en las emisiones de carbono.

#### **7.2.4. Consumo energético**

Dentro de la organización el consumo energético es determinado en KW/Hora, según cifras del Ministerio de Energía y Minas en el territorio nacional el consumo energético ha venido incrementando de manera constante en los últimos 5 años.

En cifras del Ministerio de Energía y Minas (2018) se indica que el consumo energético reportado en el año 2005 fue de 94,142.73 GWh, y para el año 2016 fue de 133,850.86 GWh, lo cual indica que en este periodo se tuvo un incremento de las necesidades energéticas de 39,708.14 GWh, lo cual en promedio representa un crecimiento del 3.35 % anual. Dentro de la organización se mantiene un incremento promedio del 15 % en consumo de energía eléctrica, en parte este incremento crece de forma proporcional a las toneladas de alimentos producidos.

#### **7.2.5. Desperdicios**

En toda empresa se generan desperdicios en diferentes procesos, los desperdicios son, según Pérez (2019):

Desperdicio o exceso será cualquier otro esfuerzo realizado en la empresa que no sea absolutamente esencial para agregar valor al producto o servicio tal como lo requiere el cliente. Estos esfuerzos aumentan los costos y disminuyen el nivel de servicio, con lo cual afectan los resultados obtenidos por la empresa. (p. 33)

También Pérez (2019) indica que:

Para detectar los desperdicios generados es necesario que la empresa haga un análisis exhaustivo de cada uno de ellos, utilizando la guía de detección de desperdicios para determinar las áreas de oportunidad de manera general. Esto debe hacerse visitando directamente el sitio real donde se realiza el trabajo. (p. 46)

En la empresa se generan diferentes desperdicios derivados de los procesos productivos y transporte de materias primas de la empresa, entre estos desperdicios destacan:

- Material de envoltura
- Botes plásticos
- Tambos plásticos
- Toneles
- Cartón
- Papel
- Plástico

Estos residuos son cuantificables y valorizados a excepción del material de envoltura, el cual es utilizado para producción de energía a través de la destrucción térmica.

#### **7.2.6. Reciclaje**

La organización lleva a cabo el reciclaje de diferentes materiales, principalmente envases de materias, toneles, plásticos, cartón y materia de envoltura. Estos insumos son comercializados con proveedores que se encargan de realizar la tarea de reciclarlos. El reciclaje puede ser definido como el proceso que sufre un material, insumo o producto para ser procesado a un

ciclo productivo o de consumo, ya sea este el mismo ciclo en que fue generado u otro proceso totalmente diferente (Del Val, 1997).

### **7.2.7. Relleno sanitario**

La mayoría de residuos que son generados y no pueden ser reciclados son desechados y enviados en el camión de la basura, y este a su vez realiza el depósito de los mismos en el relleno sanitario de la localidad. El relleno sanitario, según Ullca (2005), es considerado como una técnica para la disposición de desechos sólidos, que básicamente consiste en el desecho de mantos de basura compactados sobre un suelo previamente recubierto, esto con el fin de evitar la profanación del manto acuífero.

En Guatemala esto no es cumplido en su totalidad, pues en su mayoría los rellenos sanitarios del país no se encuentran recubiertos de una capa impermeable, presentando un posible foco de contaminación para el manto acuífero. Dentro de las ventajas que presentan los rellenos sanitarios en comparación a otras formas de manejo de residuos, está la probabilidad de resanar áreas ambientalmente degradadas por sobreuso del suelo por actividades como minería, utilización de canteras, tierras consideradas improductivas o secundarios (Ullca, 2005)

Otra de las ventajas que presenta un relleno sanitario son: baja inversión de dinero, fuentes de empleo, flexibilidad y facilidad de la recolección de residuos domésticos, la probabilidad de usar el gas metano derivado de la descomposición de la materia orgánica como una alternativa de energía. Sin embargo, los rellenos sanitarios mal ubicados, mal construidos y diseñados pueden generar un foco de contaminación ambiental y un impacto al ornato y salud pública de los habitantes de la región (Ullca, 2005).

### 7.3. ***Lean manufacturing***


Como parte de la metodología a emplear para la reducción de los desperdicios de envoltura, se utilizará el *lean manufacturing*, el cual puede ser definido como una filosofía de trabajo que toma como base a las personas. Hernández y Vizán (2013) definen el *lean manufacturing* como:

La manera de mejorar y maximizar el uso de recursos de un método de producción enfocándose en identificar y excluir todo tipo de desperdicios, en donde estos pueden definirse como aquellas actividades que emplean más recursos de los rigurosamente necesarios. La metodología identifica varios grupos de desperdicios que se observan en la producción: estos desperdicios son sobreproducción, tiempo de demora, transporte, exceso de reproceso, inventario, movimientos innecesarios y defectos en la producción. *Lean* mira lo que no deberíamos estar haciendo porque no agrega valor al cliente y tiende a eliminarlo. Para conseguir sus metas, extiende una aplicación metodológica y usual de un grupo amplio de técnicas que cubren la práctica totalidad de las áreas operativas de fabricación: colocación de puestos de trabajo, administración de la calidad, flujo interno de producción, mantenimiento, gestión de la cadena de suministro. (Hernández y Vizán, 2013, p.10)

La filosofía *lean* “es un sistema con muchas dimensiones que incide especialmente en la eliminación del desperdicio” (Hernández y Vizán, 2013, p.10). Lleva a cabo la aplicación de diferentes técnicas, que serán descritas en los siguientes incisos, por lo cual es de suma importancia conocer qué herramientas pertenecen a la filosofía *lean*.

Figura 4. **Lista de técnicas de la filosofía *lean manufacturing***

---

 Lista de técnicas y técnicas asimiladas a acciones de mejora de sistemas productivos

---

• Las 5 S	• Orientación al cliente
• Control Total de Calidad	• Control Estadístico de Procesos
• Círculos de Control de Calidad	• Benchmarking
• Sistemas de sugerencias	• Análisis e ingeniería de valor
• SMED	• TOC (Teoría de las restricciones)
• Disciplina en el lugar de trabajo	• Coste Basado en Actividades
• Mantenimiento Productivo Total	• Seis Sigma
• Kanban	• Mejoramiento de la calidad
• Nivelación y equilibrado	• Sistema Matricial de Control Interno
• Just in Time	• Cuadro de Mando Integral
• Cero Defectos	• Presupuesto Base Cero
• Actividades en grupos pequeños	• Organización de Rápido Aprendizaje
• Mejoramiento de la Productividad	• Despliegue de la Función de Calidad
• Autonomación (Jidoka)	• AMFE
• Técnicas de gestión de calidad	• Ciclo de Deming
• Detección, Prevención y Eliminación de Desperdicios	• Función de Pérdida de Taguchi

---

Fuente: Hernández y Vizán (2013). *Lean manufacturing. Conceptos, técnicas e implantación*.

### 7.3.1. **Andon**

El sistema Andon es una herramienta que tiene como objetivo indicar, a través de la utilización de una lámpara, los problemas que puedan ocurrir dentro de una línea de producción, a través de la utilización de un código de colores que se encargará de alertar a todos los compañeros de la sección de trabajo de las diferentes dificultades que pueden estar atravesando en determinado momento. A través de este sistema se permite una comunicación entre los operarios y conformar un sistema de alerta temprana (Rajadell, 2021).



Dentro de la organización se cuenta con diferentes dispositivos como alarmas y torretas que emiten señales de emergencia al detectar paros en equipos por falta de energía, así como atorones. Estos dispositivos permiten conocer con facilidad las condiciones de operación y funcionamiento de los equipos y detectar las diferentes anomalías relacionadas a las fallas más comunes.

### **7.3.2. Jidoka**

Dentro de la organización se tienen diferentes dispositivos de control y automatización con base en la metodología Jidoka. Esta palabra es un “término japonés, que significa automatización con un toque humano o autonomación”. (Hernández y Vizán, 2013, p. 55). Este término no debe confundirse con automatización, pues el objetivo principal radica en que cada proceso tenga su propio autocontrol de calidad.

### **7.3.3. SMED *Value Stream Mapping***

Dentro de las diferentes técnicas de *lean manufacturing* está la metodología SMED, la cual para los autores Hernández y Vizán se define así:

Esta es definida como una es una metodología o conjunto de métodos que buscan la reducción de los tiempos de preparación de un equipo. Esta se logra estudiando largamente el proceso y uniendo cambios radicales en la máquina, utensilio, herramientas e incluso el propio producto, que disminuyan tiempos de preparación. (Hernández y Vizán, 2013, p. 42)

Esta es una técnica clara y fácil de emplear que busca conseguir efectos rápidos y positivos, con poca inversión, pues los métodos rápidos y fáciles de cambio permiten eliminar la probabilidad de cometer errores en los ajustes técnicos. Los métodos de cambio rápidos y ágiles reducen de forma sustancial los defectos y eliminan en un alto porcentaje la necesidad de inspecciones, además que los cambios rápidos tienden a aumentar la capacidad de las máquinas y equipos, aumentando su productividad y tiempo de vida útil (Hernández y Vizán, 2013).

#### **7.3.3.1. Proceso de implantación de la metodología SMED**

Para la implantación de la metodología SMED se deben considerar cuatro actividades fundamentales. Cruz (2004) las describe de la siguiente manera:

- Fase 1: diferenciar la preparación externa e interna a través de la realización de un listado de actividades que son necesarias para realizar el cambio, considerando los factores internos y externos. Dentro de las herramientas que pueden ser de utilidad en esta primera etapa se pueden mencionar: diagramas de recorrido, diagrama hombre-máquina, estudio de tiempos y movimientos.
- Fase 2: disminuir el tiempo de preparación interna a través de la mejora de las operaciones, esto quiere decir que se deben revisar a detalle las actividades internas que no generan valor, las que son consideradas como desperdicios y convertirlas en actividades externas que posteriormente puedan ser eliminadas. Dentro de las técnicas que se

pueden utilizar están: modificar los diagramas de recorridos, modificación de tareas y la forma en que se realizan.

- Fase 3: minimizar el tiempo de preparación interna a través de la mejora del equipo, esta etapa consiste en estandarizar las actividades y los procedimientos, esto se puede realizar mediante la utilización de guías visuales, diagramas de flujo, diagramas de recorrido y la utilización de claras instrucciones de trabajo.
- Fase 4: preparación cero, este debe ser el objetivo fundamental que debe perseguir la metodología SMED, por lo que se deberá plantear una serie de mejoras que permitan reducir cada vez los tiempos de cambio, en este sentido el uso de la tecnología para la automatización de tareas es fundamental.

#### **7.3.4. 5 S**

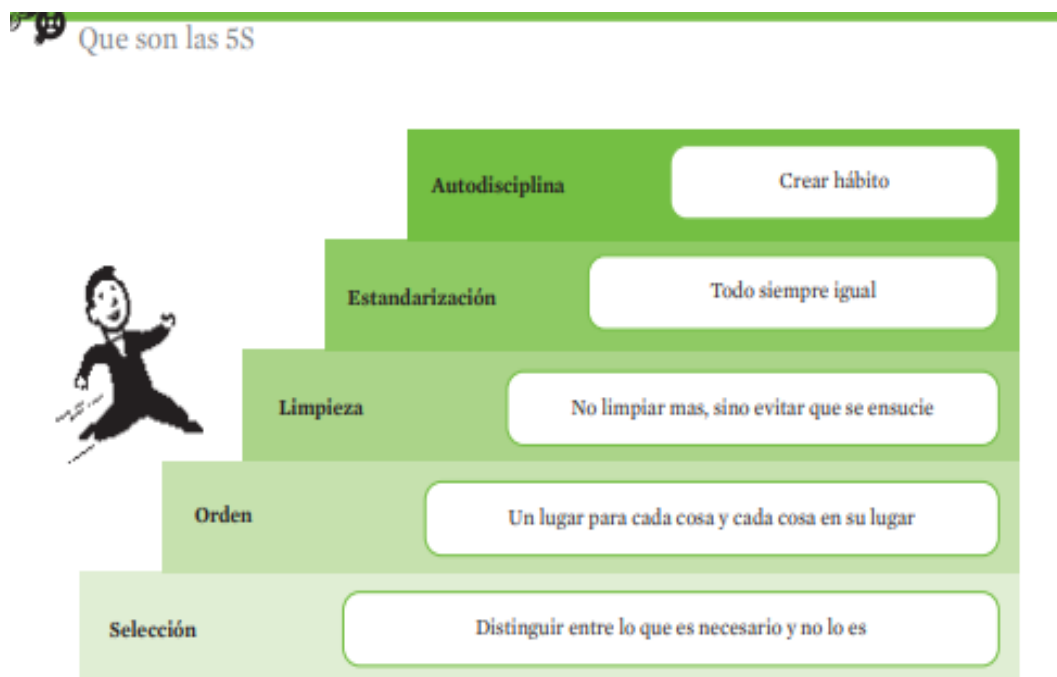
La herramienta de 5S es una de las más utilizadas en las diferentes industrias, aunque en muchas ocasiones no es aplicada de forma correcta o no se cuenta con el seguimiento necesario, por lo que la implementación de esta metodología no es exitosa. Hernández y Vizán indican que “corresponde con la aplicación metódica de los principios de orden y limpieza en el puesto de trabajo que, de una manera menos formal y metodológica, ya existían dentro de los conceptos clásicos de organización de los medios de producción” (Hernández y Vizán, 2013, p. 36).

El acrónimo de 5 S corresponde a las iniciales en japonés de 5 principios que están orientados en la dirección de conseguir centros de trabajo limpios y ordenados. Las cinco palabras que concretan la herramienta son Seiri, Seiton,

Seiso, Seiketsu y Shitsuke, que significan: seleccionar, ordenar, limpiar e inspeccionar, estandarizar y crear hábito (Rey, 2005).

La metodología de 5S es un programa que aplica a todas las áreas de una empresa, que básicamente consiste en el desarrollo de diferentes actividades orientadas al orden y la limpieza, y a su vez se dedica a la detección de desviaciones. Esta es una herramienta muy sencilla y la primera en implantarse en las organizaciones debido a que presenta una gran simplicidad y a su vez permite una mejora en la productividad de la compañía (Rey, 2005).

Figura 5. Descripción de 5 S



Fuente: Hernández y Vizán (2013). *Lean manufacturing. Conceptos, técnicas e implantación.*

### **7.3.5. Poka yoke**


Los *poka-yoke* son puntos clave del sistema Jidoka y pueden ser definidos como “dispositivos diseñados para prevenir la producción de defectos en la realización de un servicio o fabricación de un producto por medio de la detección y/o bloqueo de las condiciones de error que posteriormente generan el defecto” (Hernández y Vizán, 2013, p. 165).

Los *poka-yoke* tienen como principal característica ser sistemas simples y eficaces, tienen tres funciones contra los defectos: pararlos, controlarlos y avisar de ellos. “El diseño de un *poka-yoke* debe partir de la base de que han de ser baratos, duraderos, prácticos, de fácil mantenimiento, ingeniosos y, preferiblemente, diseñados por los operarios” (Hernández y Vizán, 2013, p. 58).

### **7.3.6. Mantenimiento productivo total (TPM)**

El mantenimiento productivo total (Total Productive Maintenance, TPM) es definido como un “conjunto de técnicas orientadas a eliminar las fallas a través de la participación y motivación de todos los empleados” (Hernández y Vizán, 2013, p. 48). La idea fundamental de esta metodología es que la mejora y buena conservación de los activos, maquinaria y equipo, es una tarea de todos, desde los directivos hasta los ayudantes de los operarios.

Figura 6. **Pérdidas en equipos productivos**

 **Perdidas en equipos**

**Las seis grandes perdidas en los equipos productivos**

Tipo	Perdida
Tiempo Muerto	1. Averías debidas a fallos en equipos.
	2. Preparación y ajustes. Ejemplos, cambios de utillajes, moldes, ajustes herramientas.
Perdidas de velocidad	3. Tiempo en vacío y paradas cortas (operación anormal de sensores, bloqueo de trabajo en rampas, etc.).
	4. Velocidad reducida (diferencia entre la velocidad nominal y la real).
Defectos	5. Defectos en proceso y repetición de trabajos (desperdicios y defectos de calidad que requieren reparación).
	6. Menor rendimiento entre la puesta en marcha de las máquinas y producción estable.

Fuente: Hernández y Vizán (2013). *Lean manufacturing. Conceptos, técnicas e implantación.*



## 8. PROPUESTA DE ÍNDICE DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

LISTA DE SÍMBOLOS

GLOSARIO

RESUMEN

OBJETIVOS

INTRODUCCIÓN

### 1. MARCO TEÓRICO

#### 1.1. Descripción general de la empresa

1.1.1. Misión

1.1.2. Visión

1.1.3. Giro de negocio

#### 1.2. Gestión ambiental

1.2.1. ISO 14001

1.2.2. Huella ecológica

1.2.3. Huella de carbono

1.2.4. Consumo energético

1.2.5. Desperdicios

1.2.6. Reciclaje

1.2.7. Relleno sanitario

#### 1.3. *Lean manufacturing*

1.3.1. ANDON

1.3.2. SMED *Value Stream Mapping*

1.3.3. 5 S

1.3.4. *Poka yoke*



### 1.3.5. Mantenimiento productivo total (TPM)

## 2. DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN

- 2.1. Revisión documental del proceso actual
- 2.2. Definición de la población y muestra
- 2.3. Modelo de encuestas

## 3. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

- 3.1. Análisis de los datos obtenidos
- 3.2. Interpretación de los resultados
- 3.3. Costos de la reducción de los desperdicios
- 3.4. Impacto ambiental en la disminución del desperdicio

## 4. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

- 4.1. Interpretación de los resultados
- 4.2. Generación de indicadores

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

APÉNDICES

ANEXOS

## **9. METODOLOGÍA**

Se establece el alcance, se incluye el diseño adoptado, las variables en estudio y las fases para el desarrollo, con lo cual se busca lograr los resultados esperados. La presente investigación tendrá un enfoque mixto, cualitativo y cuantitativo, no experimental, debido a que las variables de estudio serán analizadas en su entorno natural, sin formar lotes y bloques de estudio. Toda recolección de datos será de tipo transversal.

### **9.1. Enfoque**

El enfoque propuesto del estudio es de tipo mixto, pues se analizarán variables cualitativas y cuantitativas para su desarrollo, dentro de los alcances cualitativos en primer lugar se realizará una revisión documental al investigar los antecedentes del problema y el desarrollo de un marco teórico como apoyo a esta investigación. También en la fase de desarrollo se verificarán los procedimientos internos de registro que se llevan actualmente. Dentro del enfoque cuantitativo e realizará la toma y análisis de datos mediante la aplicación de herramientas estadísticas, como el cálculo de muestra y análisis de datos.

### **9.2. Alcance**

El alcance de esta investigación será de tipo descriptivo y correlacional, el primero se debe a la realización de un análisis de las características, requerimientos y procedimientos que son llevados a cabo en el área de envoltura de las diferentes líneas de producción de la planta, mientras que en el

alcance correlacional se analizará la interrelación de las diferentes variables de estudio y cómo cada una de ellas influye en el desperdicio de envoltura.

### **9.3. Diseño**

El diseño adoptado será de tipo no experimental, debido a que el desarrollo de la investigación no contempla la manipulación de variables a través de diferentes lotes o bloques experimentales, más bien estas serán analizadas en la situación que ocurren normalmente bajo el esquema de trabajo cotidiano en una planta de producción. Adicionalmente, este diseño de investigación será transversal, pues se estudiará en un periodo de tiempo determinado, tomando en consideración que el tiempo total de la ejecución de la investigación será de 11 meses, contando desde la aprobación del anteproyecto.

### **9.4. Unidad de análisis**

La población total de estudio es el proceso de empaque y envoltura de las 10 líneas de producción de una planta de alimentos, analizando todos los productos que son elaborados en ellas. Para fines de la investigación se determinará el número de muestras necesarias, con base en todos los productos que son manufacturados en las diferentes líneas:

$$n = \frac{(p)(q)(N)(Z^2)}{E^2(N - 1) + Z^2(p)(q)}$$

(Ecuación 1)

Donde:

N= población total del universo de estudio

n= tamaño de la muestra

P= porcentaje estimado de la variabilidad positiva: 50 %

q= 100 –P (variabilidad negativa)

E= error o precisión de estimación permitido (5 %)

Z= nivel de confianza: Z de tablas 1.96

Tabla I. **Nivel de confianza**

Nivel de confianza	Z alfa
99.70 %	3
99 %	2.58
98 %	2.33
96 %	2.05
95 %	1.96
90 %	1.645
80 %	1.28
50 %	0.674

Fuente: elaboración propia.

Con base en la fórmula mostrada en la figura 7, se realiza el cálculo para obtener el número de la muestra de la población a estudiar. Los datos se muestran a continuación:

Donde:

N= cantidad de productos: 21

n= tamaño de la muestra

P= porcentaje estimado de la variabilidad positiva: 50 %

q= 100 –P (variabilidad negativa)

E= error o precisión de estimación permitido (5 %)

Z= nivel de confianza: Z de tablas 1.96

Sustituyendo los valores en la ecuación 1 se tiene:

$$n = \frac{(0.5)(0.5)(21)(1.96^2)}{0.05^2(21 - 1) + 1.96^2(0.5)(0.5)}$$
$$n = 20$$

Se obtiene que el número de muestras a analizar es de 20 productos, los cuales serán distribuidos con base en la cantidad de productos elaborados en cada línea de producción.

## 9.5. Fases de investigación

El desarrollo de la investigación se realizará en cuatro fases, numeradas de la fase 1 a la fase 4, dentro de cada una de ellas se considerarán diferentes alcances a cumplir de forma cronológica, con el fin de cumplir con el desarrollo de la investigación. El detalle y alcance de cada una de las fase se muestra a continuación y el orden cronológico será presentado en el cronograma.

- Fase 1: revisión documental
  - La fase número 1 corresponde a la revisión documental de todas las metodologías de *lean manufacturing*, tipos de envoltura y los calibres de los polímeros que son utilizados en las diferentes líneas de producción y áreas de envoltura de la planta.

- Fase 2: diagnóstico de información
  - Durante esta fase de investigación se realizarán los análisis de la información obtenida en la fase 1, se considera la elaboración y el diseño de las encuestas que serán utilizadas para obtención de información desde el punto de vista de los implicados en el proceso. Esto será complementado con la realización de entrevistas no estructuradas y la observación de los procesos y procedimientos.
  
- Fase 3: análisis de procesos
  - A través de los resultados obtenidos en la fase 2, se analizarán los diferentes procesos a través de la elaboración de diagramas de Pareto y diagramas de causa raíz, y con estas herramientas se obtendrán los productos que generan mayor desperdicio, el tipo de envoltura, producto, línea y tipo de envolvedora.
  
- Fase 4: análisis de resultados y diseño de indicadores
  - En esta etapa se realizará la formulación de los indicadores para cada uno de los procedimientos involucrados en el proceso de envoltura, el tipo de envoltura que genera mayor desperdicio, el producto, tipo de envolvedora y la línea.

## **9.6. Técnicas de recolección de la investigación**

Durante el desarrollo de la investigación se utilizarán diferentes técnicas para la recolección de la información, tanto técnicas cuantitativas como cualitativas. Dentro de las técnicas cualitativas se puede mencionar las entrevistas no estructuradas, referencias bibliográficas, listas de verificación y la observación de procesos. Dentro de las técnicas cuantitativas se puede

mencionar la elaboración de encuestas. Las técnicas a utilizar se muestran a continuación:

#### **9.6.1. Revisión bibliográfica**

A través de la literaria de fuentes primarias y secundarias se recolectará la información necesaria para la investigación, esto de manera sistemática y a través de la lectura, con el objetivo de enriquecer los temas relacionados con este estudio para formar un marco de referencia sobre el desarrollo de la investigación.

#### **9.6.2. Análisis de procesos**

Se llevará a cabo mediante la observación directa y entrevistas con preguntas cerradas y de opción múltiple, que serán realizadas al personal del área de envoltura de la planta, acerca de las principales fallas en las envolvedoras, para saber en qué producto se tiene más incidencia y cómo estos factores repercuten en la generación de los desperdicios. Esta información será tomada como punto de partida para tener un primer parámetro de los puntos y horarios a analizar y verificar si estos son los más críticos.

#### **9.6.3. Instrumentos de recolección de información y herramientas de ingeniería**

Para la recolección de información se utilizarán diferentes hojas y formatos diseñados a través de Excel, esto para recolectar la información necesaria que será analizada para determinar las principales causas del desperdicio de envoltura. Estas herramientas serán implementadas por los

operarios encargados del área de envoltura y los implicados directos de estos procesos.

#### **9.6.3.1. Listas de verificación**

La recolección de datos del material que es desperdiciado se realizará a través de las listas de verificación, en donde se tomarán en cuenta diferentes aspectos como el horario, la línea, el turno, tipo de producto, tipo de envolvedora, material utilizado en el proceso, temperatura de sellado, antigüedad del operario y tipo de material de envoltura utilizado en el proceso.

#### **9.6.3.2. Encuesta**

Se realizará un diseño de encuesta que permita la obtención óptima de la información. Esta encuesta será realizada por los encargados del área de envoltura y tendrá como objetivo buscar las mejoras que se deben incluir en los procesos. La encuesta será realizada en forma digital, es decir vía Internet, o presencial.

#### **9.6.3.3. Técnicas de participación**

Se considera la participación de supervisores, coordinadores, jefes del área y mecánicos, con el propósito de conocer sus expectativas, sugerencias y validación de las propuestas para la mejora de las operaciones diarias y cómo estas tendrán un impacto en la generación de los residuos. Ambas participaciones ayudarán a realizar mejor análisis y rediseño de la propuesta.



Tabla II. **Matriz de análisis de indicadores**

Objetivo	Variable	Tipo de Variable	Indicador	Técnica de recolección
Establecer los factores internos y externos que afectan en el incremento del desperdicio en material de envoltura en una planta de alimentos.	Desperdicio de envoltura: Kgs de desperdicio que son generados por cada línea de producción.	Cantidad	Kgs de desperdicio de envoltura/ kgs envoltura por línea de producción	Técnicas de participación. Encuesta
Analizar los productos que genera un mayor porcentaje del desperdicio en envoltura para las 10 líneas de producción en una planta de alimentos.	Productos de mayor incidencia: Productos que generan mayor cantidad de kilogramos de desperdicio de envoltura.	Cantidad	Diagrama de Pareto	Listas de verificación
Diseñar los indicadores que medirán el desempeño de la propuesta para la reducción en el porcentaje del desperdicio de envoltura en una planta de alimentos	Porcentaje del desperdicio: Cantidad de kilogramos de envoltura	Cantidad	Kgs de envoltura desperdiciados/ Kgs de envoltura utilizados	Análisis de procesos

Fuente: elaboración propia.

## **9.7. Resultados esperados**

Los resultados esperados después de aplicar la metodología propuesta incluyen el diseño de la metodología de *lean manufacturing*, a seguir para disminuir la cantidad de material de envoltura generada en las diferentes líneas de producción. Además se obtendrán los productos que generan mayor desperdicio, el tipo de envoltura, la línea y envolvedora que generan mayor cantidad de desperdicio.



## 10. TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE INFORMACIÓN

Para el análisis de información se utilizarán técnicas metodológicas y técnicas de estadística descriptiva, las cuales permitirán analizar de forma cuantitativa y cualitativa los resultados obtenidos. Las diferentes técnicas de análisis de la información se describen a continuación:

### 10.1. Herramientas estadísticas

Para el análisis de las variables cuantitativas se utilizarán diferentes herramientas estadísticas como la media, moda, diagrama de Pareto y diagramas de barras para la distribución de frecuencias. Las ecuaciones correspondientes se muestran a continuación:

#### 10.1.1. Media

La media aritmética o promedio simple de un conjunto de “n” mediciones es igual a la suma de las mediciones dividida entre n. Se representa a través de la siguiente ecuación:

$$\bar{x} = \frac{\sum X_i}{n}$$

(Ecuación 2)

Donde:

N= número de mediciones

$\sum X_i$ = suma de todas las muestras

$\bar{x}$  = media

Para el desarrollo de la investigación se utilizarán como referencia los kgs de material de envoltura que son utilizados y con base en ello se determinará cuál es el desperdicio medio de envoltura para cada una de las líneas de producción. Con base en lo anteriormente descrito, la ecuación para la media sería la siguiente:

$$\bar{x} = \frac{\sum Xi}{n}$$

(Ecuación 2)

Donde:

N= número de mediciones de kilogramos de envoltura

$\sum Xi$ = suma de todas las muestras de kilogramos de envoltura

$\bar{x}$  = media de kilogramos de envoltura

### **10.1.2. Moda**

La moda es la categoría que se presenta con más frecuencia o el valor de x que se presenta con más frecuencia. En este caso se agrupará en rangos los kilogramos de material de envoltura que son desperdiciados. Cuando estas mediciones se han agrupado como histograma de frecuencia, la clase con el pico más alto o frecuencia más alta se llamará clase modal, y el punto medio de esa clase se toma como la moda para el desarrollo de la investigación.

### **10.1.3. Diagrama de Pareto**

Un diagrama de Pareto es una técnica que permite clasificar gráficamente la información de mayor a menor relevancia, con el objetivo de

reconocer los problemas más importantes en los que es primordial enfocarse y actuar. Esta técnica se basa en el principio de Pareto o regla 80/20, la cual establece una relación de correspondencia entre los grupos 80-20, donde el 80 % de las consecuencias provienen del 20 % de las causas. Para el desarrollo de esta investigación se reunirán las causas más comunes que causan el desperdicio de envoltura en las líneas de producción, y estas causas serán graficadas en un diagrama de Pareto para determinar las más comunes.

#### **10.1.4. Gráfico de barras y de pastel**

La gráfica de pastel muestra la forma en que está distribuida la cantidad total entre las categorías y la gráfica de barras usa la altura de la barra para mostrar la cantidad de una categoría en particular. Ambos gráficos serán utilizados para determinar de forma gráfica las principales causas que producen el desperdicio de material de envoltura.

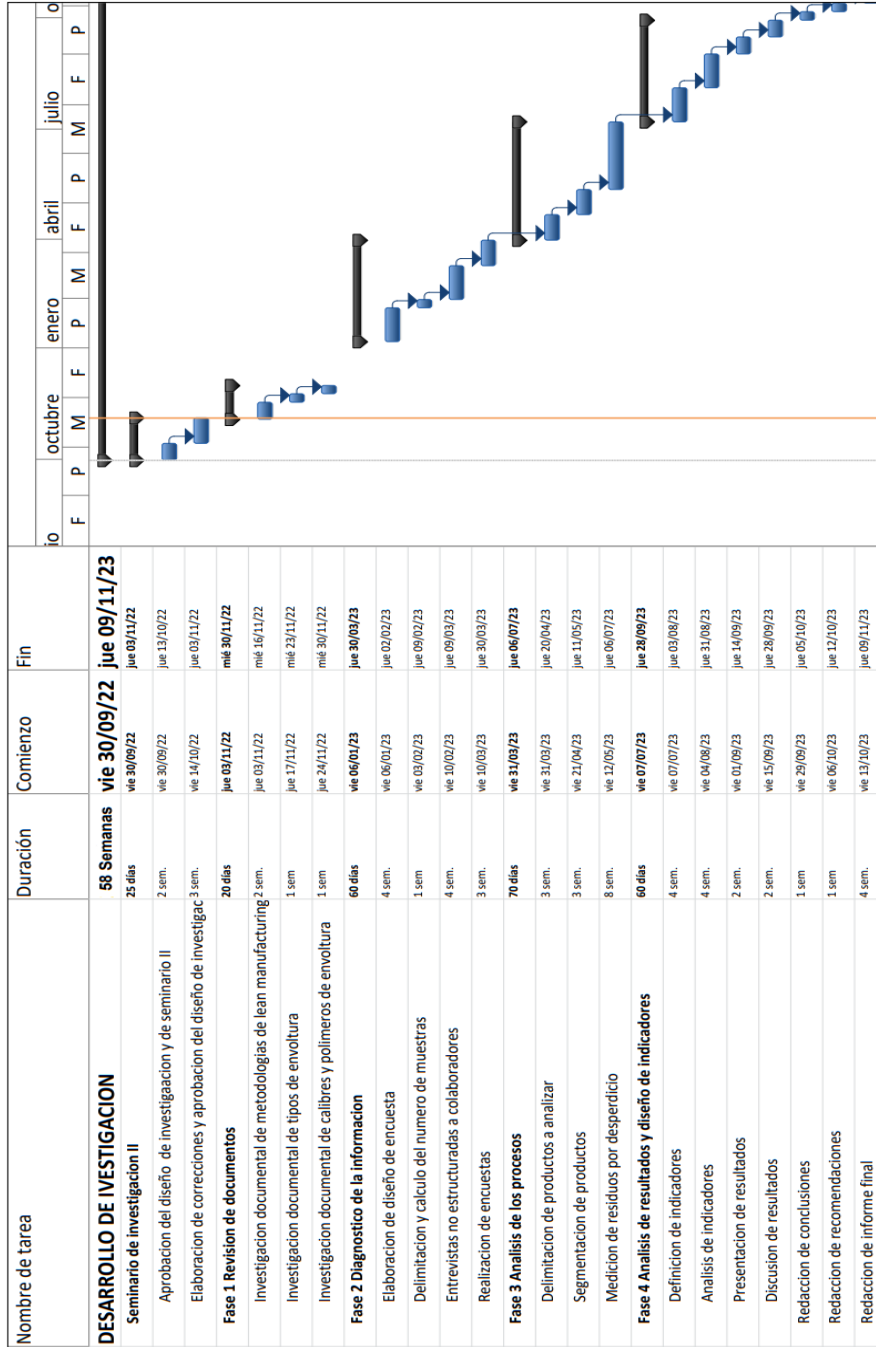


## **11. CRONOGRAMA**

En la figura 7 (en la siguiente página) se presenta el cronograma para el desarrollo de la presente investigación, considerando desde la aprobación del anteproyecto de investigación, posteriormente como primera fase se tendrá una revisión documental, durante el desarrollo de la fase 2 se tendrá la fase de diagnóstico de la situación actual del objeto de estudio, en la fase 3 se tendrá análisis de los procesos y de la información obtenida en la fase 2 y, por último, en la fase 4 se tendrá la presentación de resultados. También en el cronograma se incluye una última etapa que contempla la redacción del informe final.



Figura 7. Cronograma de actividades



Fuente: elaboración propia.

## **12. FACTIBILIDAD DE ESTUDIO**

El estudio y desarrollo de la investigación necesita de varios recursos: humanos, materiales y de servicios. Estos recursos son cuantificados de tal forma que resultan efectivos y se encuentran al alcance de la empresa y del investigador, por lo que a su vez el desarrollo de la investigación es viable para el investigador y la empresa. En cuanto a los recursos financieros, estos a su vez serán absorbidos por el investigador, lo que financieramente es factible para el desarrollo de la investigación, tal y como se muestra en el desglose de costos en la tabla I.

### **12.1. Recursos humanos**

Dentro de los recursos humanos que se contemplan para el desarrollo de la investigación se consideran los siguientes:

- Personal administrativo de la empresa
- Personal operativo de la empresa
- Asesor externo
- Catedrático del curso de seminario I, II y III
- Investigador responsable

### **12.2. Recursos materiales y técnicos**

Los recursos técnicos que serán utilizados en el desarrollo de la investigación se muestran a continuación:

- Bibliografía relacionada con los temas de *lean manufacturing* y producción limpia.
- Normas internacionales.
- Computadora y programas del paquete de Microsoft y otros relacionados al desarrollo del proyecto.
- Impresora.
- Pizarrón.
- Artículos de librería como lapiceros, hojas, engrapadora y útiles en general.

Tabla III. **Costos necesarios para el desarrollo de la investigación**

DESCRIPCIÓN	UNIDADES	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
Recursos humanos			
<b>Investigador</b>	1	Q 1,500.00	Q 1,500.00
<b>Asesor</b>	1	<i>Ad honorem</i>	<i>Ad honorem</i>
<b>Revisor</b>	1	Q 00.00	Q 00.00
<b>Recursos materiales</b>			
<b>Marcadores</b>	4	Q 10.00	Q 40.00
<b>Papel</b>	4	Q 42.00	Q 168.00
<b>Impresión/Tinta</b>	2,500	Q 00.25	Q 625.00
<b>Bolígrafos</b>	5	Q 02.00	Q 10.00
<b>Uso de equipo de cómputo</b>	1	Q 350.00	Q 350.00
<b>Servicios</b>			
<b>Transporte</b>	4	Q 100.00	Q 400.00
<b>Servicio de Internet</b>	1	Q 250.00	Q 250.00
<b>Teléfono celular</b>	1	Q 200.00	Q 200.00
<b>Total de recursos</b>			<b>Q 3,543.00</b>

Fuente: elaboración propia.

### 13. REFERENCIAS

1. Anampi, C., Aguilar, E., Bohórquez, M. y Costilla, P. (Septiembre, 2018). Gestión ambiental en las organizaciones: análisis desde los costos ambientales. *Revista Venezolana de Gerencia*, 23 (84), 1-11. Recuperado de <https://www.redalyc.org/journal/290/29058776009/29058776009.pdf>
2. Cabral, L. (2020). *Propuesta de plan de acción para la reducción de desperdicios en la producción de empaques flexibles en té para el periodo junio 2020- junio 2021* (tesis de maestría). Universidad APEC, República Dominicana. Recuperado de [https://bibliotecaunapec.blob.core.windows.net/tesis/TPG\\_CI\\_MG\\_P\\_09\\_2020\\_ET210159.pdf](https://bibliotecaunapec.blob.core.windows.net/tesis/TPG_CI_MG_P_09_2020_ET210159.pdf)
3. Cifuentes, E. (2019). *Procesos productivos con lean manufacturing para la calidad de los productos terminados en la empresa de fundición aleaciones técnicas especiales sac* (tesis de maestría). Universidad Nacional Federico Villa Real, Perú. Recuperado de <https://1library.co/document/y4emn00q-procesos-productivos-manufacturing-terminados-fundicion-aleaciones-tecnicas-especiales.html>
4. Contreras, N., Huertas, J. y Portugal, A. (2018). *Implementación de herramientas Lean Manufacturing para mejorar productividad en planta de producción de galletas* (tesis de maestría). Universidad

Peruana de Ciencias Aplicadas, Perú. Recuperado de [https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/625600/HuertasC\\_J.pdf?sequence=4&isAllowed=y](https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/625600/HuertasC_J.pdf?sequence=4&isAllowed=y)

5. De León, L. (2018). *Diseño de un sistema de gestión de manufactura esbelta para el control y reducción de mermas generadas durante la producción en el área postmortem de la planta procesadora avícola*. Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala. Recuperado de [http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08\\_3781\\_IN.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_3781_IN.pdf)
6. Del Val, A. (1998). *El Libro del Reciclaje. Manual para la recuperación y el aprovechamiento de las basuras*. Barcelona, España: Integral. Recuperado de: <http://www.gea21.com/wp-content/uploads/2022/05/Libro-del-reciclaje-Partes-I-y-II.pdf>
7. Egas, J. y Minango, W. (2021). *Optimización de los procesos de producción de maquinarias y equipos industriales en una empresa metalmeccánica, mediante la aplicación de la manufactura esbelta* (tesis de maestría). Universidad Politécnica Salesiana de Ecuador, Ecuador. Recuperado de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/21488/1/UPS-GT003546.pdf>
8. Ewing, B., Goldfinger, S., Moore, D., Oursler, A., Reed, A. y Wackernagel, M. (2010). *Ecological footprint atlas 2010*. Oakland, Estados Unidos: Global Footprint Network. Recuperado de [https://www.footprintnetwork.org/content/images/uploads/Ecological\\_Footprint\\_Atlas\\_2010.pdf](https://www.footprintnetwork.org/content/images/uploads/Ecological_Footprint_Atlas_2010.pdf)

9. Guerra, H. (2018). *Manejo integral de desechos sólidos caso: barrio La Democracia, ciudad de Jutiapa* (tesis de maestría). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala. Recuperado de [http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/02/02\\_4989.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/02/02_4989.pdf)
10. Hernández, J. y Vizán, A. (2013). *Lean manufacturing. Conceptos, técnicas e implantación*. Madrid, España: Escuela de Organización Industrial. Recuperado de <http://www.leanproduction.co/wp-content/uploads/2015/04/Lean-Manufacturing.pdf>
11. Ministerio de Energía y Minas. (2017). *Plan nacional de energía 2017-2032*. Ciudad de Guatemala: Secretaria de Planificación y Programación. Recuperado de <https://mem.gob.gt/wp-content/uploads/2020/10/15.-Plan-Nacional-de-Energia-2018-2032.pdf>
12. Organización Internacional de Normalización. (2015). *Sistemas de gestión ambiental (ISO 14001)*. Ginebra, Suiza: ISO. Recuperado de <https://americ latinagenera.org/wp-content/uploads/2014/09/U4ISO26000.pdf>
13. Rajadell, M. (2021). *Lean manufacturing. Herramientas para producir mejor*. Barcelona, España: Ediciones Díaz de Santos. Recuperado de <https://books.google.com.gt/books?id=40VIEAAAQBAJ&pg=PA114&dq=SISTEMA+ANDON&hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKEwjox9D->

9IT7AhX6bTABHQyJBIEQ6AF6BAglEAl#v=onepage&q=SISTEMA  
%20ANDON&f=false

14. Rey, F. (2005). *Las 5S. Orden y limpieza en el puesto de trabajo*. Madrid, España: FC Editorial. Recuperado de <https://books.google.es/books?id=NJtWepnesqAC&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false>
15. Socconini, L. (2019). *Lean manufacturing. Paso*. Barcelona, España: Marge Books. Recuperado de [https://books.google.com.gt/books/about/Lean\\_Manufacturing\\_Paso\\_a\\_Paso.html?id=rjyeDwAAQBAJ&printsec=frontcover&source=keyword\\_read\\_button&hl=es-419&redir\\_esc=y#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.gt/books/about/Lean_Manufacturing_Paso_a_Paso.html?id=rjyeDwAAQBAJ&printsec=frontcover&source=keyword_read_button&hl=es-419&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false)
16. Ullca, J. (Abril, 2004). Los rellenos sanitarios. *La Granja. Revista de Ciencias de la Vida*, 4 (2006), 2-17. Recuperado de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=476047388001>
17. Wackernagel, M. y Rees, W. (2001). *Nuestra huella ecológica. Reduciendo el impacto humano sobre la tierra*. Buenos Aires, Argentina: LOM Ediciones. Recuperado de [https://books.google.com.gt/books?id=ljpRXhe5pygC&printsec=frontcover&dq=Mathis+Wackernagel+y+William+Rees&hl=es-419&sa=X&redir\\_esc=y#v=onepage&q=territorio%20productivo%20determinado&f=false](https://books.google.com.gt/books?id=ljpRXhe5pygC&printsec=frontcover&dq=Mathis+Wackernagel+y+William+Rees&hl=es-419&sa=X&redir_esc=y#v=onepage&q=territorio%20productivo%20determinado&f=false)
18. Wackernagel, M. y Rees, W. (2001). *Our ecological footprint. Reducing human impact on the earth*. Ontario, Canada: New Society Publishers. Recuperado de

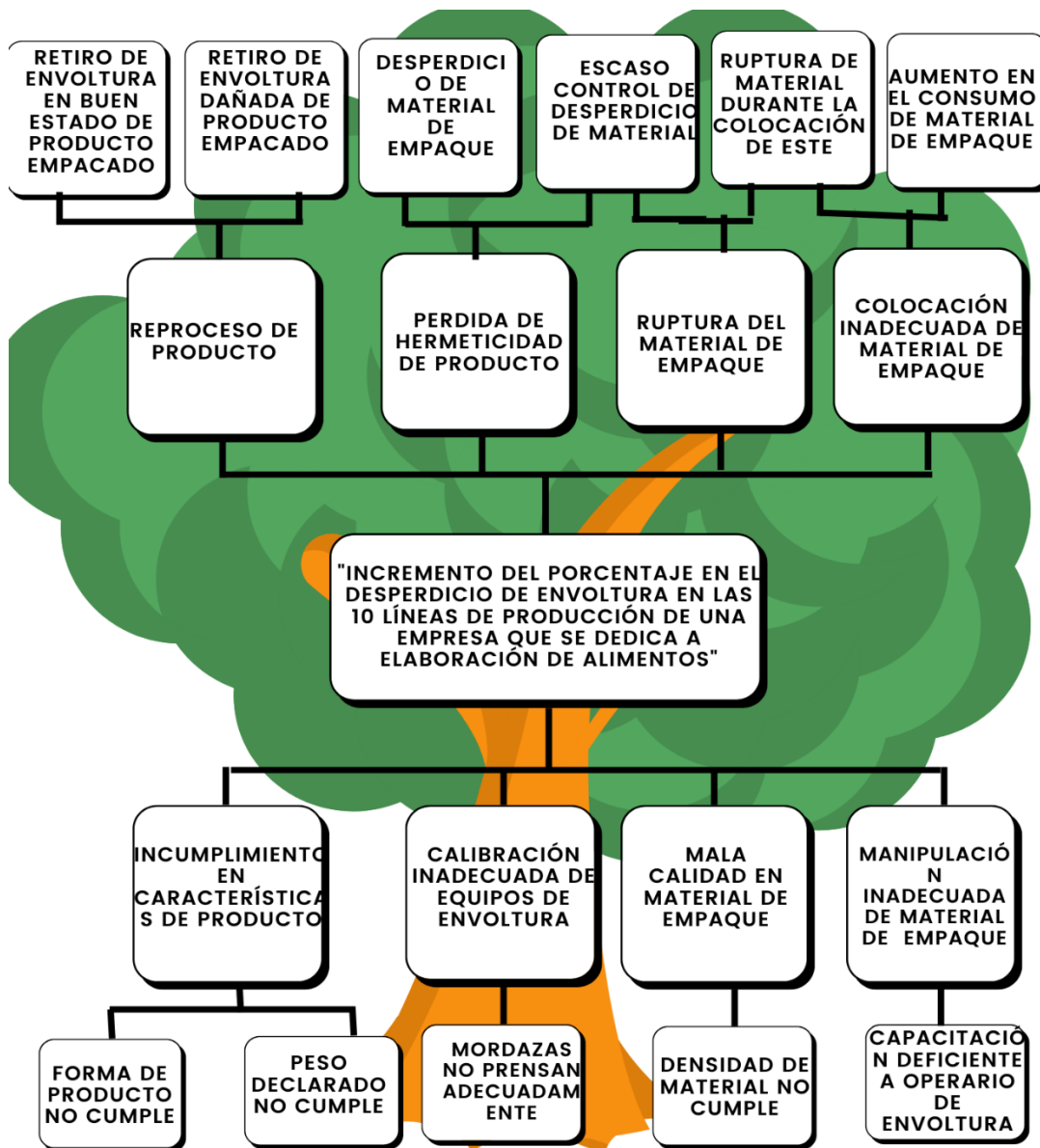
[https://books.google.com.gt/books?id=WVNEAQAQBAJ&printsec=frontcover&dq=Mathis+Wackernagel+y+William+Rees&hl=es&sa=X&redir\\_esc=y#v=onepage&q=Mathis%20Wackernagel%20y%20William%20Rees&f=false](https://books.google.com.gt/books?id=WVNEAQAQBAJ&printsec=frontcover&dq=Mathis+Wackernagel+y+William+Rees&hl=es&sa=X&redir_esc=y#v=onepage&q=Mathis%20Wackernagel%20y%20William%20Rees&f=false)





## 14. APÉNDICES

Apéndice 1. **Árbol de problemas**



Fuente: elaboración propia.

## Apéndice 2. Matriz de coherencia

Línea de investigación	Título	Problema	Pregunta Central	Preguntas Secundarias	Objetivo Central	Objetivos Secundarios
Gestión Ambiental	PROPUESTA DE PLAN PARA LA REDUCCIÓN EN EL DESPERDICIO DE ENVOLTURA A TRAVES DE LA METODOLOGÍA LEAN MANUFACTURING EN UNA EMPRESA DE ALIMENTOS UBICADA CHIMALTENANGO	"Incremento del porcentaje de desperdicio de envoltura en las 10 líneas de producción de una empresa que se dedica a elaboración de alimentos"	¿Cuál es la estrategia para reducir el porcentaje de desperdicio en el porcentaje de material en desperdicio de envoltura en las 10 líneas de producción de una planta de alimentos ubicada en Chimaltenango?	<p>¿Cuáles son los factores internos y externos que afectan en el incremento del desperdicio de material en envoltura?</p> <p>¿Cuáles son los productos que genera un mayor porcentaje del desperdicio en envoltura para las 10 líneas de producción?</p> <p>¿Cuáles son los indicadores que medirán el desempeño de la estrategia para la reducción en el porcentaje de desperdicio de envoltura?</p>	Diseñar la estrategia para reducir el porcentaje de desperdicio en las 10 líneas de producción de una planta de alimentos, ubicada en Chimaltenango	<p>Establecer los factores internos y externos que afectan en el incremento del desperdicio en material de envoltura en una planta de alimentos.</p> <p>Analizar los productos que genera un mayor porcentaje del desperdicio en envoltura para las 10 líneas de producción en una planta de alimentos.</p> <p>Diseñar los indicadores que medirán el desempeño de la propuesta para la reducción en el porcentaje de desperdicio de envoltura en una planta de alimentos</p>

Fuente: elaboración propia.

## 15. ANEXOS

### Anexo 1. Control de plagio

The screenshot shows a PlagScan report interface. At the top, it displays a 4.6% similarity score and the document title 'ANTECEDENTES Y MARCO TEORICO 29-10.pdf'. Below this, a progress bar indicates the analysis status. The report lists several sources with their respective similarity percentages and the number of matches found:

- 0] oa.upm.es/403741/MARCIA\_LUIZA\_DE\_CARVALHO\_KLINGELFUS.pdf (2.6%) 7 resultados
- 1] www.ptolomeo.unam.mx/8080/vmlu/bitstream/handle/132\_248\_52\_100/10383/Tesina.pdf?sequence=3 (0.7%) 5 resultados
- 2] www.footprintnetwork.org/content/images/uploads/Huella\_ecologica\_de\_Espana.pdf (1.2%) 3 resultados
- 3] www.cepal.org/sites/default/files/publication/files/41598/S1700567\_es.pdf (1.1%) 3 resultados
- 4] www.academia.edu/24139066/Manual\_LEAN\_final (0.6%) 1 resultado
- 5] www.proyectoinnovacion.com/aclarando-conceptos-sobre-lean-manufacturing/ (0.3%) 1 resultado
- 6] neutrosfia.org/wp-content/uploads/2019/01/LIBRO-2.pdf (0.2%) 3 resultados
- 7] www.coursehero.com/file/59994450/modulo7-Unidad-1pdf/ (0.2%) 1 resultado

At the bottom of the report, it states: '18 páginas, 3846 palabras'.

Fuente: PlagSacan (2022). *Antecedentes y marco teórico*. Consultado en diciembre de 2022.

Recuperado de:

<https://www.plagscan.com/doc?147465976&sharekey=yPWgabvQ6OJ716fejbB>