



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

**DISEÑO DE INVESTIGACION DE LA PROPUESTA DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE  
RESIDUOS PARA LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE ENVASES DE VIDRIO DE UNA  
EMPRESA DE BEBIDAS CARBONATADAS Y NO CARBONATADAS**

**Saby Lissette Soria Castañeda**

Asesorado por la M.A. Inga. Bilsan Adriana Laparra Ruíz

Guatemala, enero de 2023







UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN DE LA PROPUESTA DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE  
RESIDUOS PARA LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE ENVASES DE VIDRIO DE UNA  
EMPRESA DE BEBIDAS CARBONATADAS Y NO CARBONATADAS**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**SABY LISSETTE SORIA CASTAÑEDA**

ASESORADO POR LA M.A. INGA. BILSAN ADRIANA LAPARRA RUÍZ

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	Ing. Aurelia Anabela Córdova 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**

DECANO	Ing. Aurelia Anabela Córdova Estrada
EXAMINADOR	Ing. Sergio Roberto Barrios Sandoval
EXAMINADOR	Ing. Guillermo Federico Mijangos Martínez
EXAMINADOR	Ing. Selvin Estuardo Joaquín Pérez
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 UN SISTEMA DE GESTIÓN DE RESIDUOS PARA LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE ENVASES DE VIDRIO DE UNA EMPRESA DE BEBIDAS CARBONATADAS Y NO CARBONATADAS**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de Escuela de Estudios de Postgrado con fecha 12 de noviembre de 2022.

**Saby Lissette Soria Castañeda**



**EEPFI-PP-2004-2022**

Guatemala, 12 de noviembre de 2022

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

**Estimado Ing. Urquizú**

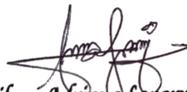
Reciba un cordial saludo de la Escuela de Estudios de Postgrado de la Facultad de Ingeniería.

El propósito de la presente es para informarle que se ha revisado y aprobado el Diseño de Investigación titulado: **PROPUESTA DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE RESIDUOS PARA LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE ENVASES DE VIDRIO DE UNA EMPRESA DE BEBIDAS CARBONATADAS Y NO CARBONATADAS**, el cual se enmarca en la línea de investigación: **Gerencia Estratégica - Sistemas de gestión**, presentado por la estudiante **Saby Lissette Soria Castañeda** carné número **201612126**, 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 Gestion 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"*

  
**Bilsan Adriana Laparra Ruiz**  
INGENIERA INDUSTRIAL  
Colegiada No. 18626

Mtra. Bilsan Adriana Laparra Ruiz  
Asesor(a)



Mtro. Hugo Humberto Rivera Perez  
Coordinador(a) de Maestría



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





EEP-EIMI-1649-2022

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 UN SISTEMA DE GESTIÓN DE RESIDUOS PARA LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE ENVASES DE VIDRIO DE UNA EMPRESA DE BEBIDAS CARBONATADAS Y NO CARBONATADAS**, presentado por el estudiante universitario **Saby Lisette Soria Castañeda**, 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.126.2023

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: **DISEÑO DE INVESTIGACION DE LA PROPUESTA DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE RESIDUOS PARA LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE ENVASES DE VIDRIO DE UNA EMPRESA DE BEBIDAS CARBONATADAS Y NO CARBONATADAS**, presentado por: **Saby Lissette Soria Castañeda**, 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:**

- Dios** Por haberme permitido realizar una más de mis metas y ser mi fortaleza en todo momento.
- Mi abuelita** Alicia Fuentes, por ser mi apoyo incondicional, un pilar en mi vida y por todos los valores inculcados desde pequeña. Este triunfo es para usted.
- Mi papá** Julio Soria, por darme la oportunidad de tener una excelente educación y enseñarme a ser perseverante para alcanzar mis metas.
- Mis tíos** Pedro Almeda, Augusto Robles, Alida y Magaly Soria por ser un ejemplo de vida para mí y apoyarme incondicionalmente.
- Mi novio** Hantz Gómez por todo el apoyo, amor y por alentarme a seguir cuando más quise abandonar.
- Mis primos** Isabel Robles, Diego Soria, Vivian y María Fernanda Almeda por todo su apoyo a lo largo de mi vida.



## AGRADECIMIENTOS A:

<b>Universidad de San Carlos de Guatemala</b>	Por ser el <i>alma mater</i> que me permitió nutrirme de conocimientos.
<b>Facultad de Ingeniería</b>	Por proporcionarme los conocimientos que me han permitido realizar este trabajo de graduación.
<b>Mis amigas</b>	Marisa Fernández, Jimena Rodas, Giovanna Molina, Jimena Benítez por ser parte significativa en mi vida y por haber hecho el papel de una familia verdadera en todo momento, gracias por su apoyo y amistad.
<b>Mi asesora</b>	M.A. Ing. Adriana Laparra, por haberme guiado durante el trabajo de graduación.
<b>Compañeros de Universidad</b>	Rocio Yoc, Alejandra Zapata y Cristian Agreda por confiar y creer en mí y hacer de mi etapa universitaria un trayecto que no olvidaré.
<b>Compañeros de trabajo</b>	Cristina Santiago y Gustavo Zet, por su apoyo incondicional y por motivarme a seguir.



## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES .....	V
LISTA DE SÍMBOLOS .....	VII
GLOSARIO .....	IX
1. INTRODUCCIÓN .....	1
2. ANTECEDENTES .....	3
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	9
3.1. Contexto General .....	9
3.2. Descripción del problema .....	11
3.3. Formulación del problema .....	12
3.4. Delimitación del problema .....	13
4. JUSTIFICACIÓN .....	15
5. OBJETIVOS .....	17
5.1. General.....	17
5.2. Específicos .....	17
6. NECESIDADES A CUBRIR Y ESQUEMA DE SOLUCIÓN.....	19
7. MARCO TEÓRICO.....	23
7.1. Planta Embotelladora .....	23
7.1.1. Bebidas carbonatadas .....	23

7.1.2.	Bebidas no carbonatadas.....	23
7.1.3.	Proceso productivo.....	24
7.1.4.	Proceso de lavado de botellas de vidrio .....	25
7.2.	Maquinaria en planta embotelladora .....	25
7.2.1.	Despaletizadora .....	25
7.2.2.	Desencajonadora .....	26
7.2.3.	Desenroscadora .....	26
7.2.4.	Lavadora de Botellas.....	26
7.2.5.	Lavadora de cajillas.....	27
7.2.6.	Inspector de botella vacía.....	27
7.2.7.	Equipo de mezcla.....	27
7.2.8.	Llenadora .....	28
7.2.9.	Roscadora o coronador .....	28
7.2.10.	Etiquetadora .....	28
7.2.11.	Codificador .....	28
7.2.12.	Empacadora .....	29
7.2.13.	Paletizadora .....	29
7.3.	Control de calidad en el producto.....	29
7.3.1.	Reclamos críticos .....	30
7.3.1.1.	Reclamo clase 1 .....	30
7.3.1.2.	Reclamo clase 2.....	31
7.3.1.3.	Reclamo clase 3.....	31
7.3.2.	Producto no conforme .....	31
7.3.2.1.	Apariencia de botella.....	32
7.3.2.2.	Apariencia de empaque .....	32
7.3.2.3.	Botella despizada .....	32
7.3.2.4.	Tapón dañado .....	32
7.4.	Medio ambiente.....	33
7.4.1.	Desarrollo sostenible .....	33

7.4.2.	Cultura ambiental.....	34
7.4.3.	Huella de carbono.....	34
7.5.	Sistema de gestión .....	35
7.5.1.	Sistema de gestión de residuos.....	36
7.5.2.	NORMA ISO 14001 .....	36
7.5.3.	Metodología Zero Waste To Landfill .....	37
7.5.4.	Política ambiental .....	37
7.6.	Definición de residuos sólidos .....	38
7.6.1.	Clasificación de los residuos sólidos .....	39
7.6.2.	Residuos Ordinarios o comunes.....	39
7.6.3.	Residuos Orgánicos o biodegradables .....	39
7.6.4.	Residuos Inertes.....	39
7.6.5.	Residuos Reciclables .....	40
7.6.6.	Residuos Industriales .....	40
7.7.	Tratamiento de los residuos sólidos .....	41
7.7.1.	Tratamiento por medio de Incineración .....	41
7.7.2.	Tratamiento por medio de uso constructivo y transformación.....	42
7.8.	Economía circular.....	42
7.8.1.	Manejo de los desechos .....	43
7.8.2.	Disposición final de los desechos.....	43
7.8.3.	Centro de Acopio de reciclaje.....	43
7.8.4.	Definición de Vertedero .....	43
7.9.	Reciclaje del Vidrio .....	44
7.9.1.	Beneficios del reciclaje .....	44
7.9.2.	Importancia de la clasificación de desechos en una empresa.....	45
8.	PROPUESTA DE ÍNDICE DE CONTENIDOS .....	47

9.	METODOLOGÍA .....	51
9.1.	Características de estudio.....	51
9.2.	Unidades de análisis .....	53
9.3.	Variables .....	54
9.4.	Fases del estudio .....	55
10.	TÉCNICAS DE ANÁLISIS.....	59
10.1.	Técnicas de análisis de información.....	59
10.2.	Técnicas de Recopilación de datos.....	60
10.3.	Técnicas Cualitativas .....	61
11.	CRONOGRAMA .....	63
12.	FACTIBILIDAD DEL ESTUDIO .....	65
13.	REFERENCIAS .....	67
14.	APÉNDICES .....	73

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1.	Cronograma .....	63
----	------------------	----

### TABLAS

I.	Fase 1: Recolección de datos relacionados al proceso de recolección de materiales en planta .....	20
II.	Fase 2: Análisis de la información.....	21
III.	Fase 3: Rediseño del proceso.....	21
IV.	Descripción de las variables de estudio .....	54
V.	Presupuesto .....	66



## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
°	Grados
°C	Grados Celsius
h	Horas
=	Igual que
<b>Kg</b>	Kilogramo
>	Mayor que
<	Menor que
<b>m</b>	Metro
$m^3$	Metro cúbico
%	Porcentaje
<b>P</b>	Potencia
<b>Q</b>	Quetzales
<b>RPM</b>	Revoluciones por minuto
<b>T</b>	Tonelada



## GLOSARIO

<b><i>Autoflush</i></b>	Sistema de automatización de botellas.
<b>Calcín</b>	Son los fragmentos o trozos pequeños. Pueden ser color transparente, topacio o verde. Es vidrio reciclado
<b>CIP</b>	Por sus siglas en inglés <i>Clean In Place</i> , se define como la limpieza realizada en el interior de los circuitos de las plantas de producción, sin desmontar o cambiar el estado de funcionamiento.
<b>GEI</b>	Gases de Efecto Invernadero
<b>ONU</b>	Organización de las Naciones Unidas
<b>Vidrio</b>	Material duro, transparente que produce el ser humano. Se usa para hacer lentes, botellas y otros productos.
<b>ZWTL</b>	Por sus siglas en inglés <i>Zero Waste To Landfill</i> , se define como nada de desperdicios para el vertedero.



# 1. INTRODUCCIÓN

La generación de desechos en una empresa embotelladora de bebidas carbonatadas y no carbonatadas es algo inherente, debido a las actividades que se realizan, así como el consumo de materiales y recursos que existe actualmente, tiene un gran impacto en el medio ambiente.

La línea de producción de envases de vidrio de la empresa de bebidas carbonatadas y no carbonatadas posee un sistema de gestión de residuos ineficiente, el cual genera un aumento de residuos y retrabajo de algunas actividades. Este problema se deriva de las botellas que suelen quebrarse durante el proceso de producción y el material de desperdicio que viene dentro las botellas retornables, lo cual provoca un aumento del peso de los desechos.

Con la finalidad de disminuir los residuos generados en el proceso de producción de envases de vidrio este estudio tiene como objetivo diseñar una propuesta de gestión de residuos adecuada para minimizar los impactos significativos en la gestión ambiental, reducir costos utilizando materias primas de manera eficiente y con esto cuidar la reputación del negocio.

Para desarrollar esta propuesta, se realizará una revisión de los históricos de residuos generados en planta; para así, determinar la causa raíz del aumento de residuos y tomando en cuenta los avances tecnológicos para el tratamiento de residuos en Guatemala, se propondrán mejoras en el sistema de gestión de residuos obteniendo un aumento en los indicadores de reciclaje, para lograr la disminución de desechos y reproceso de actividades.



## 2. ANTECEDENTES

Según Rodríguez (2019), actualmente existen distintos problemas relacionados al medio ambiente, uno de los más severos es la generación de residuos donde el crecimiento de los habitantes y la industrialización son los responsables de este aumento. En el mundo se generan billones de toneladas de residuos, cifra que año tras año aumenta. Las interacciones entre humanos y la naturaleza acuden a tres importantes aristas, la ecológica, la social y la económica. Esto ayuda a crear modelos de gestión de una forma viable, además de fundamentar los problemas desde la perspectiva de la Economía Ecológica.

Los residuos pueden clasificarse en sólidos, líquidos y gaseosos. El tipo de residuo que se estará utilizando para la investigación es el residuo sólido, Velásquez (2019) afirma que los residuos sólidos pueden clasificarse en:

- Residuos Municipales: los cuales dependen de los hábitos de consumo que tenga una población.
- Residuos Industriales: generados por grandes industrias y las materias primas utilizadas durante el proceso.
- Residuos Mineros: incluyen materiales que se les puede extraer algunos minerales.
- Residuos Hospitalarios que incluyen sustancias peligrosas. Por lo que este último por régimen legal debe incinerarse.

La generación de residuos sólidos en una empresa es algo inherente debido a las diligencias que se realizan. Esto es un problema que afecta a nivel mundial,

principalmente a economías nacientes o países en desarrollo, según Liikanen, M., Havukainen, J., Viana, E., y Horttanainen, M. (2018), se necesita una minimización en los vertederos evaluando que el sistema de gestión de residuos sea sostenible de una perspectiva ambiental. Para ello deben evaluarse los distintos tratamientos para desechos; biodigestión, compostaje, reciclaje, cogeneración. También se deben establecer los tipos de residuos que se estarán estudiando. El modelo propuesto en el artículo científico de los autores, se dividieron las cantidades de residuos en impactos provocados al medio ambiente y una de las alternativas utilizadas fue la producción sustituida.

Referente al diseño de investigación de un sistema de gestión de residuos según Reyes (2010), este proceso se dedica a solucionar y evitar inconvenientes ambientales, la finalidad de contar con una gestión correcta de residuos es alcanzar un desarrollo sostenible. Esta gestión debe contener procesos y medios para establecer una política ambiental de la organización para conservar los componentes de ecosistemas y de cierta manera compensar los impactos ambientales que generan las actividades humanas.

La metodología usada para el diagnóstico por el autor (Reyes, 2010), brinda resultados conformes, lo cual genera confiabilidad para que la empresa pueda utilizarlo en la creación de un nuevo sistema de gestión o verificación; el cual ya se encuentra en proceso. Por tal razón, la metodología será utilizada en esta investigación para obtener un diagnóstico seguro.

La mala gestión y manejo de residuos, es el principal problema ambiental de un país, debido al incremento de residuos sólidos. Valdera (2020) determina el nivel de gestión y la forma de manejar residuos sólidos municipales, generando un indicador para verificar la forma de administración y manejo de desechos, concluyendo que presenta una ineficiencia y oportunidad de mejora para el

sistema de gestión de residuos sólidos. Se deben aceptar acuerdos para evaluar los servicios de manejo de residuos y proponer metas para mejorar la recolección, proceso, almacenamiento y la disposición final de los residuos.

Sobre una propuesta para el manejo de residuos sólidos Valenzuela (2018) analiza los desechos que se disponen en un vertedero sin pasar por un tratamiento adecuado. Esta problemática, es debido a que no se ha realizado una búsqueda para encontrar un tratamiento adecuado, además de no contar con una serie de pasos para la disminución de residuos. Se concluyó que era necesario implementar un programa que inspeccionará, integralmente los residuos con la finalidad de contribuir a la gestión ambiental. Se evaluó la propuesta de construcción de un centro de acopio para los desechos sólidos, con el objetivo de realizar el proceso de reciclaje y minimizar los impactos que generaba el inadecuado manejo de desechos.

Por otra parte, la gestión eficaz de residuos sólidos y el impacto ambiental producido contribuye de una de una manera significativa la economía circular. Bartra y Delgado (2020) utilizan el tipo de investigación no experimental básica y realizan una revisión minuciosa del sistema actual. Para ello, llevaron a cabo investigaciones científicas, para determinar las áreas a priorizar durante la investigación. Algunos problemas encontrados durante su investigación fueron la distancia de vertederos, la falta de utilización y aprovechamiento de recursos, también la disposición que se le da a los desechos. Concluyeron que deben promover la correcta clasificación y realizar capacitaciones, sobre educación ambiental para lograr que se tome en cuenta el cuidado de la naturaleza.

Los beneficios de contar con un sistema de gestión de residuos adecuado van desde mejoras en la eficiencia de procesos, reducción en costos, mejora en la imagen y reputación empresarial, diferenciación de la competencia por las

características sostenibles de la oferta. Entre los materiales que se recuperan en su totalidad o al menos un elevado porcentaje están los envases y embalajes con un 80 %, se destaca además que más del 70 % de las empresas disponen de un plan específico de gestión de residuos donde los autores Tamayo, U., Vicente, M., e Izaguirre, J. (2012), concluyen que la implementación de un sistema de gestión de residuos eficiente genera mejoras desde la administración hasta la imagen de la empresa.

La mayoría de las empresas no perciben beneficios económicos desde el inicio, ya que la inversión para el tratamiento de algunos desechos es elevada. Lo importante es generar una cultura donde se promueva el medio ambiente en las empresas, de manera que no solo logran eliminar los problemas ambientales sino piensan en la prevención, incentivándolos a crear estrategia que mitigue la gestión de residuos (Tamayo, et al., 2012).

La importancia de contar con un sistema de gestión de residuos es el cuidado con las prácticas internas de una empresa. Ya que añade un valor a la marca, cuida la reputación, logra minimizar peligros y atrae clientes. Fink (2020), menciona que las empresas deben cumplir estos requisitos ambientales, debido a que se encuentran regidos a normas ambientales. Además, los clientes son más exigentes y algunos verifican que las empresas, donde se fabrican los productos que consumen sean responsables ambientalmente. Para ello recomienda implementar estrategias de inversión tomando en cuenta las prácticas de desarrollo sostenible.

Por último, la utilización de una metodología adecuada para la implementación de un sistema de gestión de residuos eficiente es de suma importancia. De esta forma se pueden estandarizar procesos, garantizando la correcta gestión de residuos, sin embargo, se debe utilizar un método adecuado,

ya que influirá en la aceptación durante la ejecución del proyecto. Grupo Tecopy desarrolla un sistema de gestión de residuos que además reduce la huella de carbono, enfocado directamente a las plantas que se dedican al tratamiento de residuos sólidos. Esto da paso a la sostenibilidad y reducir el consumo de energía, según explica Cítores (2022).



### 3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

#### 3.1. Contexto General

Para la investigación se estará analizando una línea de producción, de una empresa dedicada a embotellar bebidas carbonatadas y no carbonatadas. La empresa cuenta con el portafolio más grande de la región y exportaciones a más de 35 países. Produce aproximadamente 150,000 cajas de productos diariamente en sus diferentes presentaciones, por lo que la empresa está comprometida con la calidad e inocuidad de todos sus productos; cumpliendo con los requerimientos de los clientes, reduciendo el uso de materia prima desde el diseño, implementando modelos eficientes y garantizando su reciclaje.

La planta actualmente forma parte del Pacto Mundial de las Naciones Unidas, donde alinean las estrategias y operaciones en cuatro áreas, una de ellas es medio ambiente para así cumplir con los objetivos de desarrollo sostenible. Además, cuenta con la certificación *Zero Operational Waste to Landfill* que busca el aprovechamiento responsable, eficiente y sostenible de los recursos a través de la economía circular.

El proceso comienza en el área de materia prima, donde se entrega el material a cada línea, para posteriormente dar inicio al llenado de envases con jarabe y agua. La planta de producción cuenta con distintas líneas, dos líneas de lata, 5 líneas de botellas pet y una línea de envases de vidrio.

La línea de producción que se estará analizando utiliza dos clases de botellas: La primera categoría son *cullet* que se compran a un proveedor que se dedica a fabricar envases y productos de vidrio, hechos de ingredientes naturales que se mezclan con vidrio reciclado y contienen un promedio de 38 % de vidrio reciclado.

Y la segunda categoría son productos que llegan al mercado, son utilizados por los clientes y posteriormente devueltos a la planta de producción. Estas botellas pasan por un sistema de lavado a presión, esto implica calentar el agua primero para obtener un saneamiento efectivo y poder retirar materiales que puedan tener dentro las botellas. La línea de producción cuenta con un sistema llamado *autoflush* cuyo objetivo es descartar las botellas que exploten durante el proceso.

La línea de producción de vidrio de una empresa de bebidas carbonatadas y no carbonatadas en Guatemala está integrada por aproximadamente 28 personas, la cantidad de operarios se ajusta de acuerdo a la demanda del mercado. La rotación de personal repercute en la cultura de gestión de residuos ya que las personas nuevas no están familiarizadas con el proceso. El analista de ambiente tiene a su cargo el Sistema de Gestión de Residuos de todas las líneas de producción, él cuenta con un equipo de 14 personas que se encargan de recolectar los materiales y reclasificarlos en un área específica.

Se ha determinado que la línea con mayor ineficiencia en la correcta gestión de residuos es la línea de envases de vidrio, debido al tonelaje que el material posee por lo que una gran parte de los residuos de la línea van directo a un vertedero. Con esto, el proyecto *Zero Waste to Landfill* se ha visto afectado por lo que es necesario implementar una propuesta de mejora para el sistema de gestión de residuos.

### **3.2. Descripción del problema**

Las líneas de producción se enfocan en producir la mayor cantidad de cajas diariamente, en cada proceso que realizan las líneas se recolectan materiales con potencial reciclable como latas, nylon, pet, cartón y vidrio. La parte de recolección la realiza un colaborador del área de reciclaje, pero se observó que no todas las líneas cuentan con una persona para la recolección de materiales.

Los beneficios de contar con un sistema de gestión de residuos adecuado van desde mejoras en la eficiencia de procesos, reducción en costos, mejora en la imagen y reputación empresarial, diferenciación de la competencia por las características sostenibles de la oferta.

El 25 % del tonelaje total los desechos de la planta se producen en la línea de vidrio. Debido a que en el proceso de producción suelen quebrarse las botellas. Algunas causas son debido a la preparación de máquinas, el tiempo de vida de una botella, además de los materiales que puedan tener dentro las botellas ya que, por ser una línea retornable, vienen del exterior de la planta. Algunos de los elementos que se pueden encontrar dentro de las botellas son: envolturas de frituras y pajillas. La cantidad restante de materiales se divide en tarimas, lata, pet, nylon, fleje, tapón, aceite quemado y chatarra.

Lo anterior genera una acumulación de vidrio que no se logra reciclar, esto conlleva a un ineficiente sistema de gestión de residuos. Estos problemas logran que una cantidad significativa de toneladas vayan directo a un vertedero. Lo que puede ocasionar más adelante un incumplimiento en normas vigentes en Guatemala, que rigen a las empresas en clasificación de desechos además de un daño al medio ambiente. Se han intentado enviar los residuos de la línea con

una empresa recicladora de vidrio en Guatemala, pero la empresa no acepta dicho material con residuos de tierra, polvo u objetos dentro de la botella.

Desde la perspectiva ambiental no se cuenta con un sistema de gestión de residuos eficiente para poder reducir los residuos que la línea de vidrio genera durante el proceso de producción. Estos problemas se han visto reflejados en la cantidad de toneladas que se envían mensualmente a un vertedero.

### **3.3. Formulación del problema**

Es la etapa del diseño de investigación en donde se estructurará de manera formal la idea de la investigación, por medio de la pregunta central y las preguntas auxiliares.

Pregunta central

¿Cómo se puede reducir la cantidad de residuos que genera la línea de producción de envases de vidrio y así evitar el incorrecto tratamiento de estos residuos?

Preguntas auxiliares

- ¿Qué sistema de gestión de residuos utiliza la empresa de bebidas carbonatadas y no carbonatadas en la línea de producción de vidrio?
- ¿Qué factores y elementos deben mejorarse en el sistema de gestión de residuos que utiliza la empresa de bebidas carbonatadas y no carbonatadas en la línea de producción de vidrio?

- ¿Qué beneficios tiene la aplicación del nuevo sistema de gestión de residuos utilizado en la empresa de bebidas carbonatadas y no carbonatadas en la línea de producción de vidrio?

#### **3.4. Delimitación del problema**

El trabajo de investigación se realizará en una sola línea de producción, que es la línea de envases de vidrio de una empresa dedicada a la fabricación de bebidas carbonatadas y no carbonatadas. Se requerirá la participación del coordinador de la línea, analista de ambiente y colaboradores de la línea. La empresa se encuentra ubicada en el municipio de Guatemala, del departamento de Guatemala. El período de ejecución de dicha investigación será desde el mes de junio 2022 al mes de diciembre de 2023.



## **4. JUSTIFICACIÓN**

El presente estudio se realizará bajo la línea de investigación de Sistemas de Gestión, que se basa en la mejora del sistema de gestión de residuos para minimizar el impacto al medio ambiente derivado de los procesos de clasificación y separación de residuos. Su enfoque va dirigido a la reducción de residuos a través del reciclaje y la búsqueda constante de tratamientos adecuados para los desechos.

La necesidad de realizar esta investigación surge debido al manejo inadecuado de los residuos generados en la empresa de bebidas carbonatadas y no carbonatadas que será objeto de estudio en esta investigación. Esta mala gestión rompe con el equilibrio ecológico y dinámico del ambiente puesto que los residuos generados en la línea de producción de envases de vidrio no son tratados y clasificados correctamente, provocando una mala disposición de éstos que deriva en distintos tipos de contaminación.

El interés principal de la investigación se enfocará en aportar a la empresa un sistema de gestión de residuos eficiente, a partir de reforzar la cultura de reciclaje y el compromiso del cumplimiento de las ideologías de la empresa, sobre cuidar el medio ambiente a través de la Economía Circular.

Los beneficios se podrán evidenciar en la reducción del tonelaje de residuos, evitando su disposición directa en un vertedero. También se tendrá el impacto de la reducción de la huella de carbono, un modelo eficiente de manejo

de recursos y disminución de retrabajo para el equipo que se dedica a entregar material reciclable.

## **5. OBJETIVOS**

### **5.1. General**

Diseñar una propuesta de gestión de residuos eficiente para la línea de producción de envases de vidrio de una empresa de bebidas carbonatadas y no carbonatadas para reducir la cantidad de residuos y evitar el incorrecto tratamiento de estos residuos.

### **5.2. Específicos**

1. Identificar el sistema de gestión de residuos que utiliza la empresa de bebidas carbonatadas y no carbonatadas en la línea de producción de vidrio.
2. Establecer los factores y elementos que deben mejorarse del sistema de gestión de residuos utilizado en la empresa de bebidas carbonatadas y no carbonatadas en la línea de producción de vidrio para definir un sistema que brinde solución al aumento de residuos.
3. Identificar los beneficios de la propuesta de sistema de gestión de residuos utilizado en la empresa de bebidas carbonatadas y no carbonatadas en la línea de producción de vidrio.



## **6. NECESIDADES A CUBRIR Y ESQUEMA DE SOLUCIÓN**

Ante la necesidad de reducir los residuos sólidos y evitar retrabajos en actividades de reciclaje, se plantea la mejora del sistema de gestión de residuos en una línea de envases de vidrio en una empresa de bebidas carbonatadas y no carbonatadas ubicada en zona 11, Guatemala.

Para desarrollar la mejora del sistema de gestión, se debe realizar un análisis de la situación actual de la empresa en cuanto a los residuos que genera. Algunos análisis que se estarán realizando son: FODA, Ishikawa (causa y efecto), análisis costo-beneficio, con el objetivo de determinar las fortalezas y oportunidades que tiene el sistema de gestión de residuos, también describir las causas del aumento y los efectos negativos hacia el ambiente.

Para el análisis situacional se recopilará información relacionada directamente de la empresa, las políticas de medio ambiente que tiene la empresa, también los aspectos legales a los que están regidos. De igual manera, se solicitarán históricos de un año sobre los residuos generados en todas las líneas de producción y la cantidad de residuos que logran reciclarse y tratarse. Esto para poder identificar las causas principales del aumento de residuos. Además, se evaluarán los procesos directamente en las líneas de producción.

Se pretende que, al identificar los procesos en la línea de producción y los impactos, que generan al medio ambiente se puedan determinar las causas raíz, con el objetivo de mejorar el sistema de gestión de residuos actual y erradicar el problema relacionado al aumento de residuos y la falta de tratamiento de algunos

materiales. Estas acciones evitarán a su vez un retrabajo, para los operadores del área de medio ambiente.

Se realizará una comparación entre el sistema de gestión actual y las mejoras añadidas al sistema, comparando los resultados del año en curso con los resultados obtenidos luego de la propuesta de mejora. Esta investigación deberá presentar resultados positivos en el sistema y reducir significativamente la cantidad de residuos que genera la línea de vidrio, obteniendo distintos beneficios tanto económicos como reputacionales para la empresa.

Tabla I. **Fase 1: Recolección de datos relacionados al proceso de recolección de materiales en planta**

<b>Actividad</b>	<b>Metodología</b>	<b>Recursos</b>	<b>Tiempo</b>
<b>Análisis situacional de la empresa.</b>	Investigar la política de medio ambiente de la empresa y los compromisos para el cuidado de los recursos. Encuestas a la línea.	Humano, hojas de reporte, computadora, impresora. FODA, impresora para encuestas.	2 mes
<b>Recopilación de datos.</b>	Revisión de reportes de tonelaje del último año, en las distintas líneas de producción e investigar la raíz del aumento de residuos.	Humano, hojas de reporte, computadora, análisis causa y efecto.	2 mes
<b>Determinación de procesos críticos relacionados al aumento de residuos.</b>	Analizar la causa-raíz del aumento de los residuos en la línea de producción e indicar los procesos críticos.	Manual Operativo Humano, Computadora.	2 mes

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word.

Tabla II. **Fase 2: Análisis de la información**

<b>Actividad</b>	<b>Metodología</b>	<b>Recursos</b>	<b>Tiempo</b>
<b>Análisis de matrices de impactos ambientales</b>	Determinar la criticidad que tiene cada proceso de la línea.	Humano, computadora, reportes.	1 mes
<b>Análisis de los costos de tratamiento de desechos al vertedero.</b>	Determinar la tendencia de costos de tratamiento de desechos. Análisis.	Humano Computadora Históricos.	2 meses
<b>Análisis del flujo del proceso.</b>	Solicitud de flujo de procesos de la línea de envases de vidrio. Para determinar en qué punto del proceso se encuentra el aumento de residuos.	Humano, computadora, diagramas.	2 meses

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word.

Tabla III. **Fase 3: Rediseño del proceso**

<b>Actividad</b>	<b>Metodología</b>	<b>Recursos</b>	<b>Tiempo</b>
<b>Corrección y mejora en el sistema de gestión de residuos.</b>	Determinar un plan de acciones en los procesos de producción y recolección donde se han observado aumento y retrabajo de residuos.	Humano, computadora, generación de tablas dinámicas en Excel.	3 meses
<b>Nuevos beneficios de la mejora en el sistema de gestión de residuos de la planta.</b>	Determinar la cantidad de desechos que se lograrán reducir y los beneficios económicos que la empresa obtendrá con el nuevo sistema de gestión.	Humano, resultados, computadora, impresora, hojas para imprimir reportes.	2 meses

Continua tabla III.

Resumen	Comparativa entre el proceso actual y la mejora del sistema de gestión	Humano Computador Resultado de la segunda fase	2 meses
---------	--	--	---------

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word.

## **7. MARCO TEÓRICO**

### **7.1. Planta Embotelladora**

Es una planta dedicada a envasar bebidas, para posteriormente ser distribuidas para satisfacer las necesidades y exigencias de los clientes. Estas empresas se dedican a mezclar los ingredientes de la bebida y luego trasladarlo a recipientes como: botellas de vidrio, botellas pet, latas, tetra pack. Los envases son etiquetados y almacenados adecuadamente. En su tesis Rivera (2017) menciona que estas empresas forman parte del sector industrial dedicado a transformar materias primas.

#### **7.1.1. Bebidas carbonatadas**

Son aquellas bebidas que tienen disuelto CO<sub>2</sub>, bebidas con gas. Generalmente la fórmula para estas bebidas es una mezcla de concentrado de fruta o jarabe, acidulantes, edulcorantes como fructosa o sacarosa, azúcar y agua. El líquido debe pasar por un proceso de enfriado y carbonatado. El carbono que se les añade funciona como un esterilizante, alargando la vida de la bebida y hace que estas gaseosas sean de accesible distribución (Maticorena, 2016).

#### **7.1.2. Bebidas no carbonatadas**

Son bebidas que no contienen gas, es la mezcla de algún concentrado de fruta o mezcla con agua y azúcar. Pasando por un proceso de mezclado y

enfriado. Un claro ejemplo son los jugos artificiales, hechos con endulzantes y aditivos, que hacen un sabor similar a las frutas naturales. El agua también forma parte de esta categoría ya, en algunas ocasiones se utiliza tecnologías asépticas para ser envasados. (Maticorena, 2016).

### **7.1.3. Proceso productivo**

Un proceso es una actividad que consiste en la producción de bienes y servicios y consiste en una transformación, dentro de esta etapa incluyen algunos factores como: materiales, conocimientos, habilidades que conllevan al producto que se desea con ayuda de mano de obra y tecnología y que en conjunto logra alcanzar un valor agregado. Estos bienes y servicios son los que las personas o clientes compran y usan diariamente.

Un proceso primario puede iniciar en un cambio físico o químico para la transformación de materias primas en distintos productos, las instalaciones van a cambiar según sea el caso indican Carro y González (2014), también hablan un poco sobre los insumos que se utilizarán según la industria y el proceso productivo que se tenga.

Para una empresa manufacturera, será necesario insumos de capital, electricidad para la maquinaria y herramientas. También la mano de obra para que tendrá contacto con las máquinas y materia prima para poder generar el producto terminado. El medio ambiente está relacionado con el sistema de transformación en el área de operaciones, ya la empresa podría verse afectada por algunas condiciones como: legales, políticas, sociales o económicas, que pueden ser ocasionadas por insumos o productos.

#### **7.1.4. Proceso de lavado de botellas de vidrio**

El proceso de lavado inicia cuando las botellas sucias entran en cajillas a la planta para ser depositadas en transportadores donde pasan por una inspección y así verificar que no tengan objetos en su interior. Luego los envases ingresan a la lavadora de botellas para ser depositadas en cajas de forma individual. La máquina que se encarga de lavar las botellas está constituida por diferentes etapas en su interior como prelavado, lavado por inmersión y lavado a presión, pre-enjuagues y enjuagues finales con desinfección (Gutiérrez, 2019).

### **7.2. Maquinaria en planta embotelladora**

Son dispositivos mecánicos que se componen de diferentes piezas, estas piezas pueden ser móviles o inmóviles que tienen una interacción que se transforma en energía y realiza determinada acción. Existen varias clases de maquinarias: agrícolas, industriales, usadas o por usar. Las máquinas industriales son un apoyo para el proceso productivo ya que facilitan el trabajo logrando una mayor eficiencia durante ese proceso (Velásquez, 2010).

#### **7.2.1. Despaletizadora**

Equipo creado para despaletizar u ordenar envases como latas, botellas, frascos, su principal función es alinear uno por uno y llevarlos adecuadamente hacia la línea de envasado. También sirve para el final del proceso con los envases llenos, para poder ordenarlos y llevarlos al lugar donde serán codificados o etiquetados. La mayoría de despaletizadoras tienen un sistema de carga automática para alojar dos palets, uno en espera y uno adicional. También tiene separadores por cada capa para poder juntar los envases de manera ordenada durante el proceso (Velásquez, 2010).

### **7.2.2. Desencajonadora**

Maquinaria que sirve para procesar distintos formatos de envases en varios embalajes. Es de funcionamiento intermitente gracias a su gama de cabezales de agarre, esto asegura un tratamiento adecuado y delicado para los productos. Funciona para envases cilíndricos o de forma especial de vidrio o plástico. Posee una alta productividad durante los cambios de presentación o producto, evitando así los tiempos de paro (Velásquez, 2010).

### **7.2.3. Desenroscadora**

Es utilizada principalmente en la industria de alimentos, cosmética, química y productos de limpieza. Es una máquina capaz de desenroscar la mayoría de los tapones. Una ventaja es que tiene la posibilidad de ajustar la velocidad, posición, aceleración del motor y el movimiento que posee la pinza. Es adaptable a varios productos. Es de gran utilidad para una línea de retornables, ya que la flexibilidad de la forma genera una adaptación al espacio disponible y condiciones de operación que puedan existir en la línea de llenado (Velásquez, 2010).

### **7.2.4. Lavadora de Botellas**

Posee entrada y salida en dos lados, su función principal es la limpieza de botellas utilizando pocos recursos. Cumple con algunos parámetros de calidad e higiene. Tienen el tiempo de limpieza reducido y gracias a las ventanas elevadoras se necesita poco personal para la limpieza. Separa los flujos de botellas sucias y limpias cumpliendo con exigencias innovadoras de filtración (Velásquez, 2010).

### **7.2.5. Lavadora de cajillas**

Son diseñados para poder lavar de manera eficiente las cajillas, se ajustan a cada necesidad, con este equipo se logra reducir un porcentaje considerable en el consumo de agua, energía y químico que se utilice para sanitizar. Abarcan un rango desde 100 hasta 9,000 cajas por hora y tienen opciones como filtros rotativos autolimpiantes, también separan los sólidos, racionalizan el detergente, poseen un sistema para calentar el agua y un área para la eliminación de etiquetas (Velásquez, 2010).

### **7.2.6. Inspector de botella vacía**

Es una máquina utilizada para botellas translúcidas de pet o vidrio. Usada en plantas embotelladoras de gaseosa y cerveza para verificar botellas retornables en la lavadora para verificar la boca de la botella, ausencia de líquido residual, ausencia de objetos extraños, detecta botellas ajenas al proceso. También detecta fallas críticas que pueda tener una botella como fragmentos de vidrio en el interior, deformaciones, burbujas que puedan incurrir en la inocuidad o calidad de los productos. Se usan iluminadores contruidos con leds de alta luminosidad que garantiza la calidad de inspección (Velásquez, 2010).

### **7.2.7. Equipo de mezcla**

Es una máquina que se encarga de mezclar el jarabe con agua, de acuerdo con la relación que tenga cada bebida. Esto dependerá de la fórmula. Puede ser relación 1 + 5 que significa una parte de jarabe y 5 partes de agua. Se mezclan en el equipo para luego poder llenar las botellas (Velásquez, 2010).

### **7.2.8. Llenadora**

Esa máquina es la más importante de la línea de embotellado, está en contacto directo con el producto, por ello debe garantizar la higiene e inocuidad del producto final. Durante el llenado, los productos líquidos pueden ser fluidos, espumosos, cremosos, densos. Algunos procesos de llenado pueden ser por presión negativa, por gravedad e isobárico. Las máquinas se calibran con el fin de garantizar un adecuado funcionamiento y una óptima precisión (Velásquez, 2010).

### **7.2.9. Roscadora o coronador**

Es una máquina que se encarga de colocar y ajustar la tapadera al recipiente o envase que contiene el producto. Evitando así que pueda derramarse (Velásquez, 2010).

### **7.2.10. Etiquetadora**

En las líneas retornables antes se utilizaban botellas que contenían impresa la etiqueta con el sabor y presentación. Ahora utilizan la etiquetadora para poder aplicar la etiqueta al instante de acuerdo con el sabor y la presentación (Velásquez, 2010).

### **7.2.11. Codificador**

Es una máquina que permite de marcar las botellas de forma fiable y eficiente. En ella puede encontrarse la siguiente información: fecha de vencimiento, fecha de fabricación y planta en la que se produjo el producto. De

esta forma la empresa puede tener una mayor verificación al momento de realizar una trazabilidad de algún producto (Velásquez, 2010).

#### **7.2.12. Empacadora**

Es una máquina que posibilita al colaborador alimentar productos y cajas en la máquina al ritmo que se desea. Se ajusta a distintos diámetros y alturas para latas, botellas de vidrio y botellas pet. Eliminan el aire en los espacios de los envases, se utiliza calor para lograr cerrar de forma hermética (Velásquez, 2010).

#### **7.2.13. Paletizadora**

Es una máquina que coloca la mercadería sobre plataformas de madera o tarimas. El objetivo principal es facilitar el almacenaje, movilidad o manipulación de la carga. Adicional se encarga de apilar el producto para reducir espacio. El producto o las botellas paletizadas cuando se encuentran sujetas a los palets se transportan de una manera más segura, evitan accidentes y optimizan el espacio disponible en una planta de producción (Velásquez, 2010).

### **7.3. Control de calidad en el producto**

Se enfoca en disminuir defectos o errores a través de la medición y otros métodos para resolver problemas. En el libro *Administración y Control de Calidad*, los autores Evans y Lindsay (2008), explican cómo inicio el proceso de control de calidad, esto se estableció cuando empezaron a notar recurrencia en quejas por parte de algunos clientes. Lo que les logró fue crear estrategias para calcular el desempeño, el análisis de datos y la capacitación a los colaboradores para crear productos de calidad.

La calidad puede ser definida como perfección, consistencia o eliminación de errores. La calidad hace referencia al análisis del mercado, el diseño del producto o servicio y el cliente, no en el proceso de producción de algún producto. Es responsabilidad de la persona o grupo de trabajo. La calidad aporta una ventaja competitiva al negocio ya que logra alcanzar una superioridad en el mercado, teniendo un desempeño mayor al promedio de empresas.

Los procesos de control de calidad de la mano de la verificación de los productos durante la elaboración funcionan como una herramienta para medir eficiencia y eficacia en la cadena productiva.

Actualmente la planta de bebidas carbonatadas y no carbonatadas cuenta con un sólido sistema de control de calidad quien se encarga de verificar algunos puntos importantes del producto y en caso de no cumplir con los estándares, estos sean descartados, evitando que lleguen al mercado y sean comprados o incluso consumidos por algún cliente y más adelante pueda existir un reclamo.

### **7.3.1. Reclamos críticos**

Son los incidentes que involucran autoridades y organismos gubernamentales, riesgo de exposición a los medios de comunicación. Cualquier incidente que afecte o con potencia de afectar la vida y seguridad del consumidor (p. e. intoxicación, contaminación química, cuerpo extraño, daños o heridas al consumidor, incidentes que involucran hospitalización) (Méndez, 2019).

#### **7.3.1.1. Reclamo clase 1**

Ocurre cuando existe la probabilidad de que el uso o exposición de un producto cause serios problemas de salud, inclusive la muerte. El producto no

debe consumirse en ningún lugar, deben recuperarse la totalidad del producto incluyendo los que se encuentren en poder de los consumidores (Méndez, 2019).

#### **7.3.1.2. Reclamo clase 2**

Para casos en los cuales el uso o exposición de un producto pueda provocar estados de salud adversos o temporales, cuando exista la posibilidad de provocar condiciones de salud adversas (Méndez, 2019).

#### **7.3.1.3. Reclamo clase 3**

Cuando no existe la probabilidad de enfermedad al ingerir el producto, pero incumple con los requerimientos de calidad que puedan poner en riesgo la marca o la continuidad del negocio (Méndez, 2019).

### **7.3.2. Producto no conforme**

Cuando se refieren a un producto no conforme, son todos los que no cumplen con los requisitos o estándares, que determina un sistema de gestión de calidad. Puede ser un producto que posea algún defecto, en el caso de la industria alimentaria puede ser un producto con algún peligro de inocuidad para el cliente.

Al momento de encontrar un producto no conforme se debe aplicar de inmediato una corrección para descartarlo. Se debe evaluar la conformidad que se encontró y de acuerdo con el dictamen se podrá decidir si podrá ser aceptado o descartado. Durante esa inspección en las líneas retornables se evalúan algunos puntos antes de definir si el producto será aceptado con base al control de calidad (Méndez, 2019).

#### **7.3.2.1. Apariencia de botella**

Se refiere al conjunto de características visuales que presenta la botella en determinado momento, si la botella presenta algún desperfecto o por el tiempo de vida se encuentra muy dañada, automáticamente es descartada durante el proceso de producción (Méndez, 2019).

#### **7.3.2.2. Apariencia de empaque**

Se refiere a todo producto que tenga la etiqueta mal aplicada. La etiqueta de no debe tener un traslape mayor a 3 milímetros, de lo contrario la botella será descartada. También debe aplicarse el pegamento correctamente, de manera que no afecte su apariencia (Méndez, 2019).

#### **7.3.2.3. Botella despificada**

Es la botella que contiene algún desperfecto en el parte superior también conocido como labio de la botella, la parte donde el cliente ingiere el producto. Es por ello que, si la botella se encuentra despificada en esa área debe ser descartada automáticamente ya que puede ser un peligro para el consumidor (Méndez, 2019).

#### **7.3.2.4. Tapón dañado**

Se refiere a la tapa o tapón que se encuentre en condiciones no aptas para cumplir el propósito de mantener totalmente hermético el producto (Méndez, 2019)

## **7.4. Medio ambiente**

El portal de la ONU lo define como un conjunto de elementos del medio natural, que se relacionan y son modificados por la actividad humana. Es el entorno que condiciona la vida de los ciudadanos de un país. Influyen tanto en la vida de la generación actual como las generaciones futuras. Comprende los seres vivos, el agua, el aire y el suelo. Es el espacio donde la vida se desarrolla.

La conservación de todos los elementos que brinda la naturaleza es fundamental para la vida sostenible de generaciones actuales y venideras. El PNUMA es el principal portavoz del medio ambiente en las Naciones Unidas, promueve y educa a los habitantes sobre el uso racional de recursos y el desarrollo sostenible (Naciones Unidas, S.F.).

### **7.4.1. Desarrollo sostenible**

Es un método que resuelve los problemas globales. Significa tener un punto de vista normativo sobre el planeta, son algunos objetivos a los que se debería llegar. Pretende construir un lugar donde exista progreso económico, donde el medio ambiente sea protegido frente a las actividades humanas.

Para poder lograr los objetivos económicos, sociales y ambientales de los ODS, Sachs (2014) propone un cuarto que es la gobernanza. Ya que la parte del gobierno debe estar involucrada en algunas funciones para que la sociedad pueda tener ese desarrollo, una de sus funciones es agregar reglas de protección del medio ambiente.

El objetivo fundamental del autor es contribuir al desarrollo sostenible a través de poder conservar los recursos, debido a que actualmente el ser humano

se enfrente a distintos retos como los cambios en el clima y la escasez de algunos recursos como agua y energía. Si se promueve el desarrollo sostenible se puede tener un progreso social y medioambiental.

#### **7.4.2. Cultura ambiental**

Se define como la relación que tiene la sociedad respecto a la naturaleza. Para Bayón (2006), la relación que tiene el hombre con la naturaleza esta descrita en las costumbres y condiciones de vida, que pueda tener una persona o sociedad.

La cultura es de cierta manera un patrimonio, por ello se debe conservar, analizar cada proceso que genere un impacto dañino para la naturaleza. Es por ello, que se debe crear una educación ambiental que sustente y permita la diversidad cultural para poder asegurar el futuro de las próximas generaciones.

El autor afirma que tener una cultura no afianza un cambio en los seres humanos para poder beneficiar a la naturaleza, pero disminuye el daño y existe la posibilidad de crear planes de acción para realizar actividades de una manera ambientalmente responsable. A través de capacitaciones, los seres humanos pueden tener conocimiento para modificar sus acciones y transformar la forma de realizar algunas actividades para beneficiar al medio ambiente.

#### **7.4.3. Huella de carbono**

La huella de carbono es un indicador, cuyo objetivo es cuantificar emisiones de los gases de efecto invernadero (GEI). Se expresa en toneladas de CO<sub>2</sub> emitidas y se utiliza para concientizar a las personas sobre el cuidado del medio

ambiente, debido que el cambio climático actualmente es un riesgo ambiental significativo.

La huella de carbono personal es la que un individuo produce en su vida cuando realiza algunas actividades como: caminar, comer y utilizar energía. La ONG indica que cada individuo genera aproximadamente cuatro toneladas de CO<sub>2</sub> durante un año.

Las empresas, al igual que los individuos, por las actividades que realizan emiten gases durante la fabricación, transporte y consumo de energía indican Espíndola y Valderrama (2018). Las plantas deben tener planes de acción para reducir la huella de carbono. Algunas empresas mejoran su eficiencia a través de la energía renovable y realizando capacitaciones con su personal para sensibilizar el consumo.

## **7.5. Sistema de gestión**

Es un instrumento utilizado por las empresas para mejorar el desempeño de algún área específica de forma ordenada. El sistema de gestión normalizado son los componentes de las organizaciones de cómo interactúan con los objetivos, las políticas y procesos para cumplir las metas propuestas.

Para ello se debe establecer un orden dentro de la empresa para asignar responsabilidades a las personas que participen en el proyecto, lo más conveniente es que la organización incluya a todo su personal, según Carrera, Cumbal, Morales, y Suntaxi. (2017), los sistemas de gestión pueden englobar distintas disciplinas como: gestión de calidad, gestión financiera, gestión de seguridad, gestión ambiental que es la que se estará tratando en esta investigación.

Para lograr un sistema de gestión eficiente se deben agregar normas donde las partes interesadas estén de acuerdo, la aplicación debe ser de manera voluntaria. Cuando este implementado se requiere un compromiso por parte de todos en la organización para darle un seguimiento.

Se puede implementar por medio del Ciclo de Mejora Continua PDCA o Círculo de Deming, para lograr las mejoras de los procesos y procedimientos aplicando los siguientes conceptos: planificar, hacer, verificar, actuar. Se recomienda implementar una revisión constante que se apegue a las normas de gestión que puedan aplicar. Es por ello que las revisiones del plan de integración se deben considerar y tratar por la alta dirección de la empresa.

#### **7.5.1. Sistema de gestión de residuos**

Es un *check list* de actividades que se deben cumplir para poder planificar, aplicar y darles seguimiento a las medidas de gestión de residuos y reforzar el control. Busca mejorar la recolección, transporte, proceso de reciclaje de los materiales. Uno de los objetivos principales de la gestión de residuos es reducir el impacto que perjudique al medio ambiente y a los seres humanos. Además, aporta un efecto positivo en temas financieros y estéticos (Carrera et al., 2017)

#### **7.5.2. NORMA ISO 14001**

Es la norma que exige la defensa del medio ambiente, por medio de una gestión de las amenazas ambientales. Esto surge debido a las diligencias que se realizan en una empresa. Su objetivo es implementar un Sistema de Gestión Ambiental que cumpla con ciertos requisitos. Busca que las organizaciones demuestren que son responsables de una forma ambiental y que cuentan con el compromiso de proteger el medio ambiente.

Las empresas evalúan los procesos que tienen actualmente para poder cumplir con los requisitos legales que exige la norma. El cumplimiento de la norma refuerza la imagen comercial que tiene la organización, ya que se definirá como una organización que es sostenible y respetuosa con la naturaleza, de esta manera puede incluso aumentar sus ventas.

La implementación de la norma le agrega valor a la organización ya que genera una confianza con los clientes, proveedores, comunidad y todo el entorno de la empresa. Si una organización se niega a cumplir con los requisitos que la norma exige, puede provocar la continuidad del negocio, ya que se tienen la autorización para cerrar una planta parcial o permanentemente si se incumple algún requisito ambiental (Nuevas Iso, 2018)

### **7.5.3. Metodología *Zero Waste To Landfill***

Es una certificación para las empresas cuyo objetivo es reducir el impacto ambiental y huella de carbono, invirtiendo en iniciativas de sustentabilidad ambiental y mejora de su sistema de gestión ambiental. Esta metodología busca el aprovechamiento de un 99.99 % de los desechos producidos en una empresa clasificándolos en cuatro grandes grupos: reciclaje, reutilización, otros tratamientos y vertedero. Sin embargo, se busca eliminar los residuos que se generan y van directo a un vertedero. Para ello se realiza una investigación durante 12 meses y se debe presentar evidencia del porcentaje de residuos generados y tratados adecuadamente (SCS Global Services, S.F.).

### **7.5.4. Política ambiental**

Es la cavilación y el crecimiento de metas u objetivos con el propósito de conservar la naturaleza, mejorar los inicios del medio ambiente, vida humana y

generar un desarrollo sustentable. En la mayoría de las empresas se realiza la conciencia ambiental gracias a la norma ISO 14001, las estrategias de la política buscan resolver los problemas ambientales que existan en una organización.

La política debe estar enfocada en la responsabilidad del medio ambiente, la prevención de desastres ecológicos, tratar de eliminar los procesos que sean contaminación masiva para el ambiente, todos deben colaborar con el cumplimiento de estos objetivos, las políticas siempre se basan en resultados de investigaciones científicas (Naciones Unidas, S.F.)

#### **7.6. Definición de residuos sólidos**

Los residuos sólidos son las sustancias, producto o subproducto en estado sólido o semisólido que ya no se necesitan, forman parte de los materiales desechados después su vida útil y que muchas veces carecen de valor económico.

Según Bembibre (2022), pueden ser reaprovechados al pasar por un proceso de transformación. Son los desechos que el ser humano genera con mayor abundancia, ya que la mayoría de las actividades que los humanos realizan, implican el uso de este tipo de desechos, aparte son los que ocupan un mayor porcentaje de espacio ya que son difíciles para biodegradarse.

Se componen en su mayoría de desechos que proceden de materiales utilizados en la fabricación o utilización de bienes de consumo. Los residuos sólidos son transformables con un adecuado reciclado. Los principales productores de estos residuos son los ciudadanos de la ciudad con un porcentaje elevado. Debido a mínima conciencia del reciclaje que existe actualmente.

### **7.6.1. Clasificación de los residuos sólidos**

La clasificación de los residuos es un proceso donde se seleccionan y agrupan todos aquellos residuos, que suelen generarse por distintas actividades humanas. Gracias a esta clasificación se puede tener un mayor aprovechamiento de cada material. Principalmente se clasifican en dos grupos indica el autor Sánchez (2020), los peligrosos que se definen como los residuos que se convierten en un peligro para alguna persona o para la naturaleza, debido a sus características. Y los residuos no peligrosos no suponen un peligro para el ser humano o para la naturaleza. Se pueden subdividir en otros grupos.

### **7.6.2. Residuos Ordinarios o comunes**

Son los residuos que se generan de ciertas actividades, puede ser en salones, cafeterías o áreas comunes, no representan ningún tipo de peligro (Sánchez, 2020).

### **7.6.3. Residuos Orgánicos o biodegradables**

También suelen llamarse bioresiduos, estos residuos en el ambiente se descomponen fácilmente, pueden ser de origen animal o vegetal. Tienen la capacidad de desintegrarse de una forma fácil y rápida para luego transformarse en materia orgánica. La mayoría de estos residuos son sobrantes de comida y pueden utilizarse para biodigestión (Sánchez, 2020).

### **7.6.4. Residuos Inertes**

Son los residuos que por lo general no suelen experimentar alguna transformación física o biológica de manera significativa, si fuera el caso el impacto

es realmente mínimo además de no ser tóxicos o crear algún daño para el agua. Estos residuos no se pueden descomponer rápido en la naturaleza y tardan muchos años para hacerlo. Un claro ejemplo es el ripio o residuos de escombros (Sánchez, 2020).

#### **7.6.5. Residuos Reciclables**

Estos materiales estos pueden experimentar algunos procesos para ser usados nuevamente. Debido a sus propiedades químicas están propensos a sufrir una desintegración desacelerada. La mayoría de estos residuos poseen características reciclables a través de métodos complejos. Según indica Martínez, Pacheco, y Montalván (2017) en la revista Ciencia y tecnología, los residuos reciclables son todos aquellos que de alguna manera se pueden aprovechar, reutilizar o transformar. Para ello se debe contar con un verdadero proceso de clasificación y tener un seguimiento sobre el proceso de manejo de residuos.

#### **7.6.6. Residuos Industriales**

Son residuos que pueden clasificarse en sólidos o semisólidos y se presentan como resultado de actividades humanas o procesos de fabricación o transformación de materias primas. Son generados por alguna industria o empresa, para aprovecharlos se necesita de una tecnología más avanzada, de lo contrario puede significar un alto costo para la empresa que lo genera.

La industria ha crecido exponencialmente y cada proceso genera cierta cantidad de residuos, García (2014) indica que pueden clasificarse en peligrosos o no peligrosos. Cada vez es más frecuente el reciclaje de algunos materiales

industriales. Para evitar una mala disposición de ellos y lograr una mejor en su gestión integral.

## **7.7. Tratamiento de los residuos sólidos**

El tratamiento de los residuos sólidos se puede definir como la recogida de los residuos en la clasificación correspondiente de recipientes. Cuando se tengan agrupados se dirigen a bodegas de selección donde se les asigna un tratamiento correcto, de acuerdo con el tipo de cada residuo. Los residuos orgánicos pueden utilizarse como abono por medio de la biodigestión. Existen materiales que pueden servir para generación de energía. El objetivo de tratar los residuos es recuperar los materiales que tienen valor y preparar el resto de los residuos para su disposición final, reduciendo el riesgo de contaminación. Este punto es clave para generar una economía circular (Rosales, 2010).

### **7.7.1. Tratamiento por medio de Incineración**

Es un método de tratamiento que logra reducir el volumen y cantidad de desechos que se generan en una empresa, permitiendo a través de la incineración modificar su composición y peso. Para ello se deben llevar los residuos a un proceso de altas temperaturas. Existen distintas empresas que se dedican a la incineración de residuos a través del calor, para que los componentes puedan reaccionar al oxígeno y se transformen en CO<sub>2</sub> o agua. Una parte negativa de este tratamiento es que al producir emisiones tóxicas en el aire ocasionan deterioro al medio ambiente (Rosales, 2010).

### **7.7.2. Tratamiento por medio de uso constructivo y transformación**

Algunos materiales que generalmente van directo a desecho pueden aprovecharse a través de la transformación que generan nuevos productos. Esta transformación, logra recuperar energía para lograr una economía circular y evitar que los residuos vayan directo a un vertedero. Un claro ejemplo de este tipo de tratamiento es la madera, ya que puede reutilizarse y no es necesario utilizar materiales químicos para cambiar su composición y evitar la tala de árboles (Rosales, 2010).

### **7.8. Economía circular**

Es un modelo o técnica que se utiliza en la producción, aprovechando la mayor cantidad de veces un recurso reutilizándolo, reparándolo o reciclándolo. De esta manera se logra que la vida de algunos productos sea mayor. Tiene algunas etapas desde el inicio de la creación de materias primas hasta su disposición final, de manera que puedan ser utilizados varias veces.

De esta forma se evita usar únicamente una vez los materiales y luego desecharlos provocando un gasto mayor en material y energía para producirlos. Una de las principales razones por las que actualmente las empresas buscan seguir este modelo es que cada vez es mayor la demanda de los materiales que se utilizan y muchas veces existe escasez de recursos. A medida que la población aumenta, la demanda también lo hará (Rosales, 2010).

### **7.8.1. Manejo de los desechos**

Debido al aumento de los residuos sólidos es necesario tener un manejo adecuado para evitar problemas ambientales, este proceso engloba la gestión correcta, la recogida y el transporte de los materiales para buscar una disposición final adecuada o un tratamiento final o intermedio para evitar la contaminación del medio ambiente (Rosales, 2010).

### **7.8.2. Disposición final de los desechos**

Esta es la última etapa de gestión de desechos. Es cuando se llevan todos los desechos a lugares que prevengan las consecuencias que afecten la salud de las personas. Pueden ser rellenos sanitarios, lugares de incineración, centros de recuperación como compostaje, también vertederos (Rosales, 2010).

### **7.8.3. Centro de Acopio de reciclaje**

Es un lugar comunitario creado para recibir y recolectar residuos con potencial reciclable como lata, nylon, fleje, pet, papel, cartón, core, chatarra metálica, vidrio. Por lo general los materiales se recolectan en grandes jumbos que son pesados para posteriormente enviarlos con empresas recicladoras. Para ello existe un equipo que se dedica a la recolección y entrega de estos materiales (Rosales, 2010).

### **7.8.4. Definición de Vertedero**

Son espacios utilizados como basureros. Existen los vertederos clandestinos, éstos no tienen ninguna consideración ambiental, genera una fuerte de contaminación y enfermedades, se les conoce también como sumideros. Y

los vertederos municipales o urbanos son los que se rigen bajo ciertas consideraciones de clase económica, social y ambiental, se les conoce también como vertederos controlados o rellenos sanitarios (Rosales, 2010).

## **7.9. Reciclaje del Vidrio**

El residuo de vidrio cuando viene de forma industrial puede tener distintas fuentes. El vidrio se clasifica según su origen, se vuelve calcín y puede usarse para varios procesos industriales y crear nuevos productos de vidrio (BBVA, S.F.)

### **7.9.1. Beneficios del reciclaje**

Cuando las personas clasifican los distintos tipos de desechos que existen en varios recipientes se puede tener un ahorro significativo en materia prima, energía, agua y también reducir con la huella de carbono. Puede generar empleo, ya que actualmente existen empresas que se dedican a comprar reciclaje para luego convertirlo en otra materia prima a través de la economía circular.

Cuando existe reciclaje se logra que los materiales se transformen en residuos, se puede alargar la vida útil de un material y conservar los recursos naturales de la tierra. También tiene beneficios económicos ya que si se clasifican los desechos en el recipiente adecuado se reducen gastos de recolección y clasificación, por último, se logra evitar que estos materiales vayan directo a un vertedero o relleno sanitario (BBVA, S.F.)

### **7.9.2. Importancia de la clasificación de desechos en una empresa**

Cuando se clasifican los desechos se colabora con el reciclaje, esto significa poner los residuos de un solo material y un contenedor para que no se mezclen. Al final se vuelve una obligación para los empleados ya que aparte de reducir el impacto ambiental, genera ciertos beneficios para el equipo de trabajo y su productividad. Para esto es necesario que las empresas identifiquen sus residuos para saber cuáles son reciclables y cuáles no.

También brindarle a los empleados información sobre la iniciativa de reciclaje y que la puedan seguir correctamente. Tener un sistema de separación para saber en qué recipiente irá cada desecho. Al pasar el tiempo se podrá evaluar el proceso para saber si es efectivo. Las empresas poseen la capacidad económica y social para dar un ejemplo a otras organizaciones (BBVA, S.F.)



## 8. PROPUESTA DE ÍNDICE DE CONTENIDOS

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

LISTA DE SÍMBOLOS

GLOSARIO

RESUMEN

PLANTAMIENTO DEL PROBLEMA

OBJETIVOS

HIPÓTESIS

INTRODUCCIÓN

1. MARCO REFERENCIAL

2. MARCO TEORICO

2.1. Planta Embotelladora

2.1.1. Bebidas carbonatadas

2.1.2. Bebidas no carbonatadas

2.1.3. Proceso productivo

2.1.4. Proceso de lavado de botellas de vidrio

2.2. Maquinaria en planta embotelladora

2.2.1. Despaletizadora

2.2.2. Desencajonadora

2.2.3. Desenroscadora

2.2.4. Lavadora de Botellas

2.2.5. Lavadora de cajillas

- 2.2.6. Inspector de botella vacía
- 2.2.7. Equipo de mezcla
- 2.2.8. Llenadora
- 2.2.9. Roscadora o coronador
- 2.2.10. Etiquetadora
- 2.2.11. Codificador
- 2.2.12. Empacadora
- 2.2.13. Paletizadora
- 2.3. Control de Calidad del producto
  - 2.3.1. Reclamos críticos
    - 2.3.1.1. Reclamo clase 1
    - 2.3.1.2. Reclamo clase 2
    - 2.3.1.3. Reclamo clase 3
  - 2.3.2. Producto no conforme
    - 2.3.2.1. Apariencia de botella
    - 2.3.2.2. Botella despicada
    - 2.3.2.3. Tapón dañado
- 2.4. Medio ambiente
  - 2.4.1. Desarrollo sostenible
  - 2.4.2. Cultura ambiental
  - 2.4.3. Huella de carbono
- 2.5. Sistema de gestión
  - 2.5.1. Sistema de gestión de residuos
  - 2.5.2. Norma ISO 14001
  - 2.5.3. Metodología *Zero Waste to Landfill*
  - 2.5.4. Política ambiental
- 2.6. Definición de residuos solidos
  - 2.6.1. Clasificación de los residuos solidos
    - 2.6.1.1. Residuos Ordinarios o comunes

- 2.6.1.2. Residuos Orgánicos o biodegradables
    - 2.6.1.3. Residuos Inertes
    - 2.6.1.4. Residuos Reciclables
    - 2.6.1.5. Residuos Industriales
  - 2.7. Tratamiento de los residuos solidos
    - 2.7.1. Tratamiento por medio de Incineración
    - 2.7.2. Tratamiento por medio de uso constructivo y transformación
  - 2.8. Economía circular
    - 2.8.1. Manejo de los desechos
    - 2.8.2. Disposición final de los desechos
    - 2.8.3. Centro de Acopio de reciclaje
    - 2.8.4. Definición de Vertedero
  - 2.9. Reciclaje del Vidrio
    - 2.9.1. Beneficios del reciclaje
    - 2.9.2. Importancia de la clasificación de desechos en una empresa
- 3. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS
  - 3.1. Identificar el sistema de gestión de residuos que utiliza la empresa de bebidas carbonatadas y no carbonatadas en la línea de producción de vidrio.
  - 3.2. Propuesta de sistema de gestión de residuos
  - 3.3. Evaluación y validación de la propuesta
    - 3.3.1. Bebidas carbonatadas
    - 3.3.2. Bebidas no carbonatadas
    - 3.3.3. Proceso productivo
    - 3.3.4. Proceso de lavado de botellas de vidrio

#### 4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

- 4.1. Situación actual de la empresa
- 4.2. Propuesta de sistema de gestión de residuos
- 4.3. Evaluación y validación de la propuesta

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS

APÉNDICES

ANEXOS

## **9. METODOLOGÍA**

El presente estudio se encuentra dirigido en la propuesta de un sistema de gestión de residuos para la línea de producción de envases de vidrio de una empresa de bebidas carbonatadas y no carbonatadas. Se estará estudiando el proceso de dos líneas de producto retornable mediante un diseño no experimental. En esta sección se conocerá la metodología de investigación que se desglosa de la siguiente manera: características de estudio, unidades de análisis, variables, fases del estudio.

### **9.1. Características de estudio**

El enfoque propuesto de la investigación es mixto, ya que propone integrar la parte cualitativa revisando la parte documental e investigando los antecedentes del problema y la información requerida para el marco teórico, para crear acciones que puedan reducir la cantidad de residuos generados en las líneas de envases de vidrio durante el proceso de producción que serán investigadas.

El estudio cuantitativo servirá para la medición de variables y control de la cantidad de residuos que genera cada proceso de producción en la línea, también se realizará una valoración del comportamiento del proceso y sus desviaciones para determinar los puntos que se deben mejorar del sistema de gestión actual. Teniendo como objetivo la reducción de residuos a través de la mejora del sistema de gestión.

El alcance metodológico de la investigación es descriptivo, debido a que se cuenta con la información actual de la gestión de residuos en planta, se tomará en cuenta todo el proceso de la línea de botellas de vidrio hasta llegar a la parte de disposición final de los residuos generados, lo que permite evaluarlo para conocer las causas principales del aumento de residuos y así poder plantear las mejoras necesarias.

Así mismo se cuenta con información básica para el estudio sobre gestión de residuos. Por esta razón la investigación inicia con un alcance descriptivo, debido a que en las etapas mencionadas se recolectará la información por cada proceso de producción, según las variables del estudio (Residuos generados en planta, producto no conforme, producción total de botellas, residuos con un tratamiento adecuado) ya que podrán generar información para los resultados de la investigación.

La investigación llegará a tener un alcance correlacional debido a que cuando se obtenga la información recolectada, se podrán determinar indicadores de medio ambiente y crear planes de acción para poder lograr la reducción de los residuos generados en planta. Este alcance logra reconocer el efecto que tendrán las variables presentadas en el estudio.

El diseño del estudio será no experimental, ya que la información que se obtenga según los procesos de producción y financiera servirá para dar una propuesta de mejora al sistema de gestión de residuos que tiene la planta embotelladora actualmente. Para ellos se realizará una comparación de los resultados actuales con el modelo propuesto. La toma de datos de la cantidad de botellas quebradas durante el proceso de producción se realizará durante dos meses por un tiempo establecido de una hora diaria, esta toma de datos se realizará dos horas después del arranque del proceso.

## 9.2. Unidades de análisis

Se estará estudiando una línea de producción de envases de vidrio cuyos procesos son los siguientes: solicitud de materiales a materia prima, en esta parte podrían tener dos casos: primer caso, si la botella que se usará para la producción es totalmente nueva y segundo caso si vienen botellas retornables utilizadas por los clientes y devueltas a planta.

Luego las botellas pasan por un proceso de lavado, en este proceso encontramos generación de residuos en las botellas retornables ya que pueden contener algunos materiales. Continua el llenado de las botellas, la línea cuenta con un sistema llamado *autoflush*, cuya función es descartar las botellas que puedan quebrarse durante el proceso, se les coloca tapa a las botellas con una máquina llamada coronadora.

Por último, se colocan las botellas en las cajillas para posteriormente ser recogidas por un operador de montacargas quien los llevará directo al centro de distribución.

En cada proceso de producción se estarán analizando algunos parámetros importantes, como la cantidad de botellas desechadas con el sistema *autoflush*, también la cantidad de generación de residuos en cada proceso. A partir de la información recopilada se podrán generar resultados para poder generar acciones de mejora.

### 9.3. Variables

Tabla IV. Descripción de las variables de estudio

Variable	Definición Teórica	Definición Operativa
Residuos generados en planta	Cantidad de residuos generados durante cada proceso de producción en una línea de producción. (BBVA, S.F.)	Se realizará un conteo de la cantidad de residuos que genera cada línea identificando los materiales generados por la línea de botellas de vidrio.  $RG = \sum \text{Residuos generados durante un periodo}$
Producto no conforme	Se considera como producto fuera de norma a los que se encuentren alterados, adulterados, averiados, falsificados, nocivos a la vida o salud, peligrosos, fuera de especificación. Se le llamará producto fuera de norma al producto separado por problemas de calidad, inocuidad, fuera de vida comercial y mal manejo (Méndez, 2019).	Se realizará un conteo de las botellas que estén clasificadas como producto no conforme que haya sido identificado durante una producción  $PFN = \sum \text{Botellas fuera de norma en una corrida}$

Continuación Tabla IV

Variable	Definición Teórica	Definición Operativa
Producción total de botellas	Proceso de producción de la línea de botellas de vidrio durante cierta cantidad de tiempo (Velásquez, 2010).	<p>La producción se medirá de acuerdo con la cantidad de botellas producidas por la línea en las distintas presentaciones.</p> $PT = \sum \text{Producción total de la línea}$
Residuos Tratados	Se refiere a los desechos que tienen un adecuado tratamiento y una correcta disposición final. (BBVA, S.F.)	<p>Se realizará un conteo de la cantidad de residuos que actualmente son tratados correctamente en planta.</p> $RTC = \sum \text{Residuos tratados correctamente}$
Porcentaje de residuos	Cantidad de residuos tratados o reciclados en la relación con la cantidad de residuos generados (BBVA, S.F.)	<p>Se determinará la cantidad de residuos tratados adecuadamente en relación con la cantidad total de residuos generados.</p> $\%PRT = \frac{RTC}{RG} \times 100$

Fuente: Elaboración propia

#### 9.4. Fases del estudio

La presente investigación se desarrollará en cuatro fases, que se describen a continuación:

Fase 1: Recopilación de datos relacionados al proceso de recolección de materiales en planta.

Se recolectará información, que pueda comprobar los procesos que serán utilizados y estudiados, para conocer los puntos críticos y el plan de las mejoras para la reducción de residuos en la línea de envases de vidrio.

- Análisis situacional de la empresa

Investigar la política de medio ambiente de la empresa y los compromisos para el cuidado de los recursos. Se realizarán encuestas a la línea.

- Recopilación de datos

Revisión de reportes de tonelaje del último año, en las distintas líneas de producción e investigar la raíz del aumento de residuos. Análisis causa y efecto.

- Determinación de procesos críticos relacionados al aumento de residuos

Analizar la causa-raíz del aumento de los residuos en la línea de producción e indicar los procesos críticos.

## Fase 2: Análisis de la información

Durante dos meses se estará observando el proceso de cada etapa de producción en la línea para recolectar información e identificar la causa-raíz para proponer puntos de mejora.

- Análisis de matrices de impactos ambientales

Determinar la criticidad que tiene cada proceso de la línea.

- Análisis de los costos de tratamiento de desechos al vertedero

Determinar la tendencia de costos de tratamiento de desecho. Análisis

- Análisis del flujo de proceso

Solicitud de flujo de procesos de la línea de envases de vidrio. Para determinar en qué punto del proceso se encuentra el aumento de residuos. Las fuentes de información serán los operadores de las líneas de vidrio, la información diaria de coordinador de la línea, para después definir a los ejecutantes del manejo de la información, el diseño de los registros que se utilizarán para llevar el control de los residuos no tratados y la comunicación con el personal que estará participando en la mejora.

### Fase 3: Rediseño del proceso

Posterior a la fase tres donde se analizó toda la información se propondrán mejoras en el sistema de gestión de residuo y se colocarán indicadores de medio ambiente para medir algunos aspectos de la línea de envases de vidrio.

Se realizará un análisis de resultados y las causas que provocan el aumento de residuos o incumplimiento de variables de proceso o indicadores para poder ejecutar el trabajo de investigación. Primero se realizará un análisis estadístico de todas las variables involucradas en la investigación. Luego, se establecerán

herramientas administrativas para poder encontrar la causa raíz de las desviaciones.

Para determinar las conclusiones se tendrán reuniones con las personas involucradas en el proyecto y operación y con base a las conclusiones se podrá evaluar el diseño para la reducción de residuos en la planta.

- Corrección y mejora en el sistema de gestión de residuos

Determinar un plan de acciones en los procesos de producción y recolección donde se han observado aumento y retrabajo de residuos.

- Nuevos beneficios de la mejora en el sistema de gestión de residuos de la planta

Determinar la cantidad de desechos que se lograrán reducir y los beneficios económicos que la empresa obtendrá con el nuevo sistema de gestión.

#### Fase 4: Elaboración del documento final

En esta fase se realizará la presentación y discusión de los resultados. Se trabajará el informe de investigación final con la información encontrada sobre manejo integral de residuos y sistemas de gestión, para posteriormente dar a conocer la propuesta de reducción de residuos.

## 10. TÉCNICAS DE ANÁLISIS

Referente a las técnicas de análisis para la selección de información, se utilizará la observación durante el proceso de producción de la línea de envases de vidrio de la empresa de bebidas carbonatadas, se analizarán los registros de residuos para poder comprender la situación actual y aportar al avance de la investigación. Esta información se obtendrá de manera presencial en los procesos de producción durante el proceso experimental.

### 10.1. Técnicas de análisis de información

La información y los datos obtenidos serán tabulados en los formatos digitales de Excel, para poder obtener las variables que serán necesarias para los cálculos e indicadores de medio ambiente.

Los instrumentos necesarios para recopilar los datos serán los siguientes:

- **Gráficas Circulares:** se utilizará como un modelo que describa la representación gráfica del comportamiento de las variables para analizar los datos de los residuos de la planta. Se podrá observar la comparación entre categorías para dar una información precisa de la distribución proporcional de los datos.
- **Hoja de Verificación:** lista de chequeo que será utilizada para recopilar datos e iniciar el proceso de control de actividades relacionadas al reciclaje y detectar puntos de mejora.

- Diagrama de barras: se usará para modelar gráficamente la cantidad de residuos de todas las líneas de producción e identificar los materiales no reciclables. Esta herramienta será elaborada con la información obtenida en las hojas de verificación.

## 10.2. Técnicas de Recopilación de datos

- Observación: se usará para conocer el proceso desde el ingreso de la botella a planta, la separación, el lavado y llenado de los envases de vidrio de la línea de producción que se estudiará durante la investigación. Durante la observación se alimentarán las hojas de verificación y así se registrará el proceso de las botellas y la cantidad de residuos que se produce en cada etapa.
- Encuestas: se realizarán algunas preguntas para el personal que trabaja directamente en las líneas de vidrio, tanto personal directo de la empresa como personal tercero (*outsourcing*) para evaluar su conocimiento sobre la clasificación de residuos, la cultura de reciclaje y el conocimiento sobre la certificación *Zero Waste To Landfill*.
- Entrevistas: se tendrán conversaciones con los colaboradores y coordinador del área de envases de vidrio para conocer su opinión sobre las posibles causas del aumento de residuos durante el proceso de producción.
- Revisión de registros: se analizarán los históricos sobre residuos de todas las líneas de producción y el tonelaje de cada uno de los materiales producidos en planta. Se tendrá la información física durante cierto tiempo

para ser recopilada en un archivo digital. De los registros obtenidos durante los 3 meses se tendrán datos para poder determinar los puntos críticos y la situación actual de la ineficiencia del sistema de gestión de residuos en la línea de envases de vidrio, siendo esta el objeto de estudio.

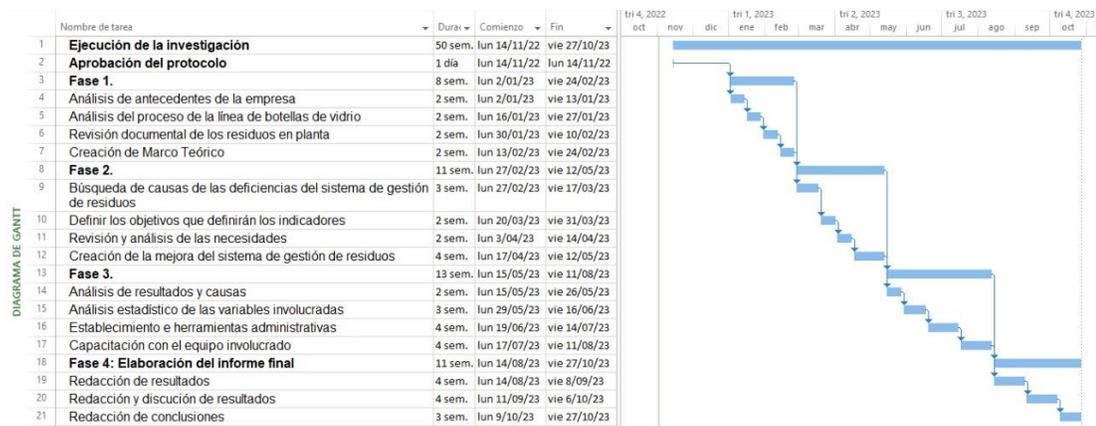
### **10.3. Técnicas Cualitativas**

- Grupo Focal: se utilizará esta técnica para facilitar el diálogo sobre las causas identificadas respecto a la mala gestión de residuos en la línea de envases de vidrio para determinar las acciones a ejecutar y solventar estos problemas. Para este método se tomará en cuenta la participación del coordinador de la línea de producción, facilitador, analista de ambiente y jefe de procesos en la discusión de resultados, con la finalidad de validar la información recopilada y generar planes de acción para la correcta gestión de residuos.



# 11. CRONOGRAMA

Figura 1. Cronograma



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Project.



## 12. FACTIBILIDAD DEL ESTUDIO

La investigación propuesta es factible, ya que se cuenta con los recursos necesarios para poder ejecutar cada fase que cumplirá con los objetivos de la investigación. Además, el investigador se encuentra laborando actualmente en la empresa que será objeto de estudio y tendrá autorización del acceso a la información necesaria para el desarrollo del trabajo de investigación, brindando los siguientes recursos:

- Humano: todos los colaboradores de la línea de envases de vidrio y colaboradores que pertenecen al área de reciclaje a disposición para la realización de algunas tareas durante la investigación.
- Información: disposición a la información necesaria para la investigación, con el compromiso de guardar los derechos de propiedad.
- Equipo e infraestructura: se utilizarán equipos de informática y mobiliario dentro de las instalaciones de la planta, como la infraestructura para el desarrollo de la investigación.
- Recurso financiero: será dado por el investigador. Se presenta el siguiente presupuesto de gasto relacionado con la investigación:

Tabla V. Presupuesto

<b>No.</b>	<b>Recurso</b>	<b>Descripción del gasto</b>	<b>Monto</b>	<b>Porcentaje</b>
1	Humano	Tiempo de inversión	Q 10,000.00	50 %
2	Humano	Asesor de trabajo de investigación	Q 2,300.00	11.5 %
3	Material	Papelería y útiles	Q 2,200.00	11 %
4	Material	Tinta de impresora	Q 500.00	2.5 %
5	Transporte	Consumo de combustible y depreciación de vehículo	Q 1,800.00	9 %
6	Alimentación	Alimentación	Q 1,200.00	6 %
7	Tecnológico	Internet, equipo de cómputo portátil, programas de Microsoft Office.	Q 1,000.00	5 %
8	Varios	Imprevistos	Q 1,000.00	5 %
<i>Total</i>			Q 20,000.00	100 %

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word.

### 13. REFERENCIAS

1. Bartra, J., y Delgado, J. (2020). *Gestión de Residuos Sólidos Urbanos y su Impacto Medioambiental*. Revista Ciencia Latina. Recuperado de: <https://ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/view/135>
2. Bayón, P. (2006). *Educación Ambiental, participación y transformación social sostenible*. Revista Interface. Recuperado de: <http://biblioteca.clacso.edu.ar/ar/libros/cuba/if/marx/documentos/22/Cultura%20ambiental%20y%20la%20construcci%F3n%20de%20entornos%20de....pdf>
3. BBVA. (s.f.). *¿Qué es el reciclaje y por qué es importante reciclar?* Recuperado de: <https://www.bbva.com/es/sostenibilidad/que-es-el-reciclaje-y-por-que-es-importante-reciclar/>
4. Bembibre, C. (2022). *Definición de Desechos Sólidos*. Recuperado de: <https://www.definicionabc.com/medio-ambiente/desechos-solidos.php>
5. Carrera, C., Cumbal, C., Morales, C., y Suntaxi, D. (2017). *Sistemas Integrados de Gestión (1st ed.)*. Recuperado de: <http://142.93.18.15:8080/jspui/bitstream/123456789/481/4/Sistemas%20integrados.pdf>

6. Carro, R., y González, D. (2014). *El Sistema de Producción y Operaciones* (1st ed.). Recuperado de: [http://nulan.mdp.edu.ar/1606/1/01\\_sistema\\_de\\_produccion.pdf](http://nulan.mdp.edu.ar/1606/1/01_sistema_de_produccion.pdf)
7. Cítores Mónica. (2022). *Grupo Tecopy desarrolla un sistema de gestión para reducir la huella de carbono en las plantas de tratamiento de residuos sólidos. Reciclaje y Gestión de Residuos*. Recuperado de: <https://www.murcia.com/empresas/noticias/2022/07/31-grupo-tecopy-desarrolla-un-sistema-de-gestion-para-reducir-la-huella-de-carbono-en-las-plantas-de-tr.asp>
8. Espíndola, C., y Valderrama, J. (2018). *Huella del Carbono Cambio Climático, Gestión Sustentable y Eficiencia Energética* (1st ed., Vol. 29). Recuperado de: <https://editorial.userena.cl/wp-content/uploads/2019/08/huella-de-carbono-completo-01-08-2020.pdf>
9. Evans, J., y Lindsay, W. (2008). *Administración y Control de Calidad* (7th ed.).
10. Fink, L. (2020). *Gestión de residuos: comprenda por qué es tan importante*. Recuperado de: <https://www.auditorlider.com/wp-content/uploads/2019/06/Administraci%C3%B3n-y-control-de-la-calidad-7ed-James-R.-Evans-y-William-M.-Lindsay.pdf>
11. García, L. (2014). *Manejo de Residuos Industriales*. Recuperado de: <https://www.virtualpro.co/revista/manejo-de-residuos-industriales/3>

12. Gutiérrez, D. (2019). *Propuesta de Mejora en el proceso de lavado y acondicionamiento de botellas en una empresa de bebidas gaseosas. Universidad de América*. Recuperado de: <https://repository.uamerica.edu.co/bitstream/20.500.11839/7620/1/6131977-2019-2-IQ.pdf>
13. Liikanen, M., Havukainen, J., Viana, E., y Horttanainen, M. (2018). *Steps towards more environmentally sustainable municipal solid waste management – A life cycle assessment study of São Paulo, Brazil. Journal of Cleaner Production, 196, 150–162.* <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2018.06.005>
14. Martínez, R., Pacheco, J., y Montalván, C. (2017). *Residuos sólidos reciclables y reutilizables producido en la UNAH-CU y sus potenciales de uso.*
15. Maticorena, L. (2016). *Elaboración de una bebida carbonatada de algarrobina. Universidad de Piura*. Recuperado de: [https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/2742/ING\\_575.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/2742/ING_575.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
16. Méndez, E. (2019). *Procedimiento para Emitir reclamo de PFN.*
17. Naciones Unidas. (S.F.). *Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. Hacia Un Mundo Justo, Seguro y Pacífico Regido Por El Estado de Derecho*. Recuperado de: <https://www.un.org/ruleoflaw/es/un-and-the-rule-of-law/united-nations-environment-programme/>

18. Nuevas Iso. (2018). *¿Qué es y para qué sirve la norma ISO 14001?*  
Recuperado de:  
<https://www.fao.org/3/ad818s/ad818s08.htm#:~:text=La%20norma%20ISO%2014001%20exige,cualquier%20cambio%20y%20avanc,e%20realizado.>
  
19. Reyes Restrepo, A. (2010). *Propuesta de un plan de gestión integral de residuos sólidos en el marco de la gestión ambiental en la Universidad del Rosario [Tesis de Maestría]. Universidad del Rosario.* Recuperado de:  
<https://repository.javeriana.edu.co/handle/10554/739>
  
20. Rivera, D. (2017). *Estudio de Pre-Factibilidad de una Planta Embotelladora de Agua Potable en el Departamento de Tumbes. Universidad Nacional de Piura.* Recuperado de:  
<https://repositorio.unp.edu.pe/handle/UNP/1015>
  
21. Rodríguez, C. (2019). *Gestión de residuos industriales y sostenibilidad. Necesidad de un enfoque de economía ecológica.*
  
22. Rosales, C. (2010). *Manejo y Control de Materiales en la Industria. Universidad de San Carlos de Guatemala.* Recuperado de:  
[http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08\\_2250\\_IN.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_2250_IN.pdf)
  
23. Sachs, J. (2014). *La era del desarrollo sostenible (1st ed.).* Recuperado de: <https://www.redalyc.org/journal/531/53163843011/html/>
  
24. Sánchez, J. (2020). *Qué son los residuos sólidos y cómo se clasifican. Ecología Verde.* Recuperado de:

<https://www.ecologiaverde.com/que-son-los-residuos-solidos-y-como-se-clasifican-1537.html#:~:text=Los%20residuos%20s%C3%B3lidos%20se%20pueden,propiedades%20corrosivas%2C%20explosivas%20o%20t%C3%B3xicas.>

25. SCS Global Services. (n.d.). *Zero Waste Facility Certificación*. Recuperado de: <https://www.scsglobalservices.com/services/zero-waste-certification>
26. Tamayo, U., Vicente, M., y Izaguirre, J. (2012). *La gestión de residuos en la empresa: motivaciones para su implantación y mejoras asociadas. Investigaciones Europeas de Dirección y Economía de La Empresa*. Recuperado de: <https://www.elsevier.es/es-revista-investigaciones-europeas-direccion-economia-empresa-345-articulo-la-gestion-residuos-empresa-motivaciones-S1135252312000020>
27. Valdera, M. (2020). *Gestión y manejo de residuos sólidos de las municipalidades de Pacasmayo y Guadalupe. Universidad César Vallejo*. Recuperado de: <https://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/322723>
28. Valenzuela, C. (2018). *Propuesta de manejo de desechos sólidos en el área urbana de El Progreso, Jutiapa. Universidad Rafael Landívar. (Tesis de Postgrado)*. Recuperado de: <http://recursosbiblio.url.edu.gt/tesisjrkd/2018/06/03/Valenzuela-Licda.pdf>

29. Velásquez, A. (2010). *Propuesta para la implementación de un sistema de mantenimiento productivo total (TPM) para eficientizar las operaciones del proceso productivo en la línea de producción de bebidas carbonatadas en la fábrica de gaseosas Salvavidas S.A.* Universidad de San Carlos de Guatemala. Recuperado de: [http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08\\_2269\\_IN.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_2269_IN.pdf)
  
30. Velásquez, O. (2019). *Evaluación del Impacto Ambiental de los Residuos Sólidos Generados en el Cementerio del Distrito de Paucarcolla* [Tesis de Maestría]. Universidad Nacional del Altiplano. Recuperado de: <https://1library.co/document/zgw2xgvy-evaluacion-ambiental-residuos-solidos-generados-cementerio-districto-paucarcolla.html>

## 14. APÉNDICES

### Apéndice 1. Matriz de Coherencia

	PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN	OBJETIVOS
<b>General</b>	¿Cómo se puede reducir la cantidad de residuos que genera la línea de producción de envases de vidrio y así evitar el incorrecto tratamiento de estos residuos?	Diseñar una propuesta de gestión de residuos eficiente para la línea de producción de envases de vidrio de una empresa de bebidas carbonatadas y no carbonatadas para reducir la cantidad de residuos y evitar el incorrecto tratamiento de estos residuos.
<b>Específicos</b>	1. ¿Qué sistema de gestión de residuos utiliza la empresa de bebidas carbonatadas y no carbonatadas en la línea de producción de vidrio?	Identificar el sistema de gestión de residuos que utiliza la empresa de bebidas carbonatadas y no carbonatadas en la línea de producción de vidrio.
	2. ¿Qué factores y elementos deben mejorarse en el sistema de gestión de residuos que utiliza la empresa de bebidas carbonatadas y no carbonatadas en la línea de producción de vidrio?	Establecer los factores y elementos que deben mejorarse del sistema de gestión de residuos utilizado en la empresa de bebidas carbonatadas y no carbonatadas en la línea de producción de vidrio para definir un sistema que brinde solución al aumento de residuos.
	3. ¿Qué beneficios tiene la aplicación del nuevo sistema de gestión de residuos utilizado en la empresa de bebidas carbonatadas y no carbonatadas en la línea de producción de vidrio?	Identificar los beneficios de la propuesta de sistema de gestión de residuos utilizado en la empresa de bebidas carbonatadas y no carbonatadas en la línea de producción de vidrio.

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word.