



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

SEDE GUAYAQUIL

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**DISEÑO DE UN MODELO DE LOGÍSTICA INVERSA PARA LA GESTIÓN
SOSTENIBLE DE ENVASES PLÁSTICOS EN LA INDUSTRIA DE PRODUCTOS DE
LIMPIEZA**

Trabajo de Titulación previo a la obtención del

Título de: Ingeniero Industrial.

Autores:

Chris Alesandro Dávila Aguilar.

William Lenin Ponce Cabrera.

Tutor:

Ing. Alex Guillermo García Pérez M.sC.

Guayaquil - Ecuador

2024


CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Nosotros, Chris Alesandro Dávila Aguilar con documento de identificación N° 0931994297 y William Lenin Ponce Cabrera con documento de identificación N° 0932552086; manifestamos que:

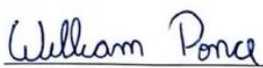
Somos los autores y responsables del presente trabajo; y, autorizamos a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Guayaquil, 14 de febrero del año 2024.

Atentamente,


Chris Alesandro Dávila Aguilar

0931994297


William Lenin Ponce Cabrera

0932552086

CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

Nosotros, Chris Alesandro Dávila Aguilar con documento de identificación No. 0931994297 y William Lenin Ponce Cabrera con documento de identificación No. 0932552086, expresamos nuestra voluntad y por medio del presente documento cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del Proyecto Técnico: “Diseño de un Modelo de Logística Inversa para la Gestión Sostenible de Envases Plásticos en la Industria de Productos de Limpieza”, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero Industrial, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribimos este documento en el momento que hacemos la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, 14 de febrero del año 2024.

Atentamente,



Chris Alesandro Dávila Aguilar

0931994297



William Lenin Ponce Cabrera

0932552086

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Alex Guillermo García Pérez con documento de identificación N° 0918123605, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: "DISEÑO DE UN MODELO DE LOGÍSTICA INVERSA PARA LA GESTIÓN SOSTENIBLE DE ENVASES PLÁSTICOS EN LA INDUSTRIA DE PRODUCTOS DE LIMPIEZA", realizado por Chris Alesandro Dávila Aguilar con documento de identificación N° 0931994297 y por William Lenin Ponce Cabrera con documento de identificación N° 0932552086, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción Proyecto Técnico que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, 14 de febrero del año 2024.

Atentamente,



Ing. Alex Guillermo García Pérez M.Sc.

0918123605

DEDICATORIA

Con cariño y gratitud, dedico este proyecto técnico a mi amada familia, en especial a mis padres, Marli y René, quienes con infinita paciencia y amor me guiaron en mis primeros pasos y me brindaron el acceso a una educación de calidad. A mis queridos hermanos, Jesus y Flormary, cuyo constante apoyo y complicidad han sido pilares esenciales en el alcance de mis metas hasta el día de hoy. Cada uno de ustedes ha sido testigo y cómplice en este extenso trayecto académico, siendo fuente inagotable de inspiración para mis logros personales y profesionales.

Desde luego, dedico este proyecto de grado a mi entrañable mascota Max, quien, aunque partió hace años atrás al cielo, sigue siendo recordado con cariño. Su compañía incondicional durante los desvelos de dedicación a tareas y proyectos fueron parte fundamental de este viaje. A Max, por ser un fiel compañero en cada paso de esta travesía académica.

Chris Alesandro Dávila Aguilar

Dedico mi trabajo, esfuerzo y dedicación a mi familia que ha representado uno de los cimientos esenciales de mi vida, quienes con sus consejos sensatos y motivadores han contribuido significativamente a mi crecimiento personal y académico.

A mis hermanos, para quienes aspiro ser una fuente constante de inspiración y fortaleza, instando a superar los desafíos y a alcanzar sus objetivos. A los jóvenes y a los futuros profesionales para que logren vencer cualquier adversidad y puedan alcanzar sus metas.

Para finalizar, dedico este trabajo a todos los docentes que contribuyeron en mi formación académica y a quienes compartieron sus conocimientos y experiencias.

William Lenin Ponce Cabrera

AGRADECIMIENTO

Con profundo agradecimiento, elevo mi dedicatoria a Dios, agradeciéndole por las innumerables bendiciones recibidas hasta hoy y por las que aguardan en el horizonte de mi existencia.

A mi amada familia, cuyo amor incondicional y apoyo constante han sido los cimientos de la persona y profesional que soy en la actualidad. Su presencia convierte mi mundo en un espacio colmado de dicha y felicidad.

A mi querida mascota Max, quien en vida fue mi maestro, enseñándome el verdadero sentido de la vida y la importancia de brindar apoyo a aquellos menos favorecidos en nuestra sociedad. Su legado perdura en mi corazón.

A mis respetados docentes de escuela, colegio y universidad, les expreso mi sincero agradecimiento. A pesar de mis errores, supieron orientarme con sabiduría y generosidad, compartiendo su vasto conocimiento y contribuyendo al desarrollo de mi educación y formación.

Esta dedicatoria es un humilde reconocimiento a todos aquellos que han dejado una huella imborrable en mi vida, guiándome con sabiduría y amor a lo largo de mi trayectoria.

Chris Alesandro Dávila Aguilar

Mi agradecimiento infinito para nuestro creador, Dios.

A mi familia cuyo apoyo inquebrantable ha sido un pilar fundamental en cada fase del desarrollo de mi vida. Especialmente, deseo expresar mi profunda gratitud a mi madre, Marjorie Cabrera, cuya presencia representa fortaleza, afecto e inspiración a lo largo de este trayecto educativo, sus muestras de respaldo continuo y sus palabras de aliento han fungido como una fuente inagotable de motivación, especialmente en los momentos de mayor desafío.

Asimismo, extiendo mi agradecimiento a mi tío, Franklin Cabrera, quien ha desempeñado un papel activo y constante desde el inicio hasta el término de mi carrera universitaria, su perseverancia, sacrificio y apoyo fue una base de inspiración para alcanzar este logro.

Finalmente agradezco a la Universidad Politécnica Salesiana y a todos sus docentes por abrirme sus puertas en tiempos diferentes como lo fue la pandemia.

Gracias infinitas.

Dios los bendiga eternamente.

William Lenin Ponce Cabrera

RESUMEN

El presente proyecto técnico plantea una solución viable para la gestión de envases plásticos en materia de reciclaje y reutilización en la industria de productos de limpieza, cuya solución está orientada hacia prácticas sostenibles, incluyendo a los actores fundamentales en la cadena de suministro, como los fabricantes y los consumidores, con el objetivo de crear una economía circular sostenible en beneficio de la sociedad, las industrias y en mayor preminencia, el cuidado y protección del medioambiente.

Actualmente, sólo se recicla o reutiliza el 63% de los envases plásticos generados por la industria de consumo masivo, el 37% restante de los envases plásticos, terminan siendo vertidos en océanos, ríos, humedales o bosques, agravando la calidad de vida de los habitantes y las condiciones ambientales del planeta. Por tanto, que, el presente proyecto técnico, propone una solución de desarrollo económico sostenible para todos los stakeholders, por medio de la gestión eficiente de los envases plásticos de productos de limpieza, reduciendo costos logísticos y productivos y aumentando la satisfacción de los clientes.

Asimismo, se busca contribuir con información detallada, recursos y herramientas para la comunidad científica, con la finalidad de contribuir a las investigaciones subsecuentes que ayuden a contrarrestar el constante enemigo que acecha al ecosistema en el que habitamos, como lo es la contaminación ambiental generada por los desechos plásticos, cuyo tiempo de descomposición equivale aproximadamente al tiempo de vida de 10 personas por cada siglo, promediando 1000 años de existencia por el grupo de personas. Haciendo referencia a los envases plásticos fabricados con tereftalato de polietileno (PET), que tardan hasta 1000 años en descomponerse en su totalidad; un escenario similar al de los envases plásticos fabricados con polietileno de alta densidad (HDPE), que tardan alrededor de 150 años en desintegrarse completamente.

Palabras claves: logística inversa, cadena de suministro, economía circular, sostenibilidad, reciclaje, reutilización, envases plásticos.

ABSTRACT

This technical project proposes a viable solution for the management of plastic packaging for recycling and reuse in the cleaning products industry, whose solution is oriented towards sustainable practices, including key players in the supply chain, such as manufacturers and consumers, with the aim of creating a sustainable circular economy for the benefit of society, industries and, most importantly, the care and protection of the environment.

Currently, only 63% of the plastic packaging generated by the mass consumption industry is recycled or reused, the remaining 37% of plastic packaging ends up being dumped in oceans, rivers, wetlands or forests, aggravating the quality of life of the inhabitants and the environmental conditions of the planet. Therefore, this technical project proposes a sustainable economic development solution for all stakeholders, through the efficient management of plastic containers of cleaning products, reducing logistics and production costs and increasing customer satisfaction.

It also seeks to contribute with detailed information, resources and tools for the scientific community, in order to contribute to subsequent research that will help counteract the constant enemy that stalks the ecosystem in which we live, such as environmental pollution generated by plastic waste, whose decomposition time is approximately equivalent to the life span of 10 people per century, averaging 1000 years of existence per group of people. Referring to plastic containers made of polyethylene terephthalate (PET), which take up to 1000 years to decompose completely; a scenario similar to that of plastic containers made of high density polyethylene (HDPE), which take about 150 years to disintegrate completely.

Keywords: reverse logistics, supply chain, circular economy, sustainability, recycling, reuse, plastic packaging.

ÍNDICE GENERAL

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANAI

**CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE
TITULACIÓN..... II**

**CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE
TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANAIII**

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN.....IV

DEDICATORIA.....V

AGRADECIMIENTO VI

RESUMEN..... VIII

ABSTRACT.....X

TÍTULO XIX

GLOSARIO DE TÉRMINOS..... XIX

INTRODUCCIÓN 1

CAPÍTULO I..... 3

1. PROBLEMA..... 3

 1.1. Antecedentes 3

 1.2. Planteamiento del problema..... 4

 1.3. Justificación 5

 1.4. Grupo Objetivo Beneficiario..... 6

 1.5. Objetivo General..... 7

1.6. Objetivos Específicos.....	7
CAPÍTULO II	8
2. MARCO TEÓRICO.....	8
2.1. Plástico.....	8
2.2. Logística.....	10
2.3. Logística Inversa.....	11
2.4. Productos de Limpieza.....	12
2.5. Reciclaje.....	15
2.6. Refill	15
2.7. Cadena de Suministro	17
2.8. Cadena de Valor.....	19
2.9. Sostenibilidad.....	20
2.10. Sustentabilidad.....	21
2.11. Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)	22
CAPÍTULO III.....	24
3. MARCO METODOLÓGICO.....	24
3.1. Economía Circular	24
3.2. Metodología 3R	26
3.3. Metodología C2C.....	28
3.4. Metodología Bottle Bill	29
3.5. Metodología ACV.....	31
3.6. Metodología DFE.....	33
3.7. Metodología FMEA.....	34

3.8. Metodología PHVA	36
CAPÍTULO IV	37
4. RESULTADOS.....	37
4.1. Análisis Modelo Convencional vs. Modelo Propuesto.....	37
4.2. Análisis Costo - Beneficio	40
4.3. Indicadores Financieros	42
4.4. Estudio de Mercado	44
4.5. Beneficios para Stakeholders.....	49
4.6. Cadena de Valor.....	51
4.7. Impacto Ambiental.....	53
4.8. Descripción del Proceso.....	55
4.8.1. Máquina dosificadora de producto terminado en fábrica.....	55
4.8.2. Envasado al granel de producto terminado mediante IBC's.....	57
4.8.3. Silos de almacenamiento de producto terminado.....	59
4.8.4. Racks de almacenamiento de IBC's.....	60
4.8.5. Logística de distribución de IBC's mediante transporte eléctrico	62
4.8.6. Sistema de refill de productos de limpieza	64
4.8.7. Logística inversa envases plásticos reciclados.....	66
4.8.8. Logística inversa de contenedores IBC	68
4.8.9. Reprocesamiento de envases plásticos mediante gestor de reciclaje	69
4.9. Flujograma	70
4.10. Propuesta de creación de nuevo envase plástico.....	72
4.11. Ciclo de Modelo Propuesto.....	74

CRONOGRAMA	77
PRESUPUESTO	78
CONCLUSIONES.....	82
RECOMENDACIONES.....	84
BIBLIOGRAFÍA.....	86
ANEXOS.....	90

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Simbología de plásticos según su derivación	8
Figura 2. Objetivos de Desarrollo Sostenible.....	22
Figura 3. Metodología 3R	26
Figura 4. Rango de edad de la población encuestada.....	44
Figura 5. Productos de limpieza más utilizados por la población encuestada.....	45
Figura 6. Lugares de compra de preferencia de la población encuestada	46
Figura 7. Frecuencias de compras de productos de limpieza	47
Figura 8. Cultura de reducción de envases plásticos de la población encuestada .	47
Figura 9. Precio de envase plástico para uso de sistema de refill.....	48
Figura 10. Indicador de promoción del modelo propuesto	49
Figura 11. Cadena de Valor	51
Figura 12. Modelo de IBC para almacenamiento de producto terminado	57
Figura 13. Prototipo de silo para almacenamiento de producto terminado de productos de limpieza	59
Figura 14. Racks de almacenamiento de producto terminado.....	60
Figura 15. Camiones eléctricos para logística de distribución y logística inversa de envases plásticos e IBC's	62
Figura 16. Máquina de refill.....	64
Figura 17. Flujograma de proceso de logística inversa.....	71

Figura 18. Diseño de envase plástico HDPE 4L para productos de limpieza 72

Figura 19. Cadena de suministro de modelo propuesto 74

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Cálculo estimado de ahorro en la cadena de suministro	37
Tabla 2.	Análisis de Costo – Beneficio	40
Tabla 3.	Indicadores Financieros del Proyecto (VAN, TIR y Payback)	42
Tabla 4.	Cálculo estimado de reducción de envases plásticos.....	53
Tabla 5.	Cronograma de actividades del proyecto	77
Tabla 6.	Inversión inicial.....	78
Tabla 7.	Costos directos.....	79
Tabla 8.	Costos indirectos	80
Tabla 9.	Presupuesto Total del Proyecto	81
Tabla 10.	Análisis de fallas en el proceso de producción en fábrica	90
Tabla 11.	Análisis de fallas de sistema de refill.....	91
Tabla 12.	Inversión inicial de modelo convencional	92
Tabla 13.	Costos directos de fabricación del modelo convencional.....	93
Tabla 14.	Costos indirectos de fabricación del modelo convencional	94
Tabla 15.	Cálculo de depreciación por método de línea recta de sistemas de refill en canal moderno	95
Tabla 16.	Cálculo de depreciación por método de línea recta de sistemas de refill en canal tradicional.....	96

Tabla 17. Cálculo de depreciación por método de línea recta de sistemas de máquinas dosificadoras para proceso de producción en fábrica..... 97

Tabla 18. Cálculo de depreciación por método de línea recta de sistemas propuestos de almacenamiento para producto terminado en fábrica 98

Tabla 19. Cálculo de depreciación por método de línea recta de máquinas envasadoras para proceso de producción en fábrica..... 99

Tabla 20. Cálculo de depreciación por método de línea recta de sistemas convencionales de almacenamiento para producto terminado en fábrica 100

TÍTULO

Diseño de un modelo de logística inversa para la gestión sostenible de envases plásticos en la industria de productos de limpieza.

GLOSARIO DE TÉRMINOS

Logística inversa: Es el proceso de gestión de productos o materiales después de su uso, incluyendo la recolección, el transporte y el reciclaje de residuos para minimizar su impacto ambiental y recuperar valor.

Cadena de suministro: Es el conjunto de actividades interconectadas que se llevan a cabo desde la obtención de materias primas hasta la entrega de productos o servicios al consumidor final.

Economía Circular: Modelo económico que busca minimizar el desperdicio y maximizar la reutilización de recursos a través de la recuperación y reciclaje.

Plásticos: Son materiales sintéticos poliméricos, caracterizados por su versatilidad y capacidad de moldearse en diversas formas, utilizados ampliamente en múltiples industrias.

Reciclaje: Proceso de recolección, clasificación y transformación de materiales de desecho en nuevos productos o materiales.

Refill: Se traduce al español como "recargar" o "llenar de nuevo", se refiere a la acción de volver a llenar o recargar un objeto con el fin de utilizarlo nuevamente creando una cadena de valor sostenible.

Sostenibilidad: Es la capacidad de satisfacer las necesidades actuales sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades, teniendo en cuenta los aspectos económicos, sociales y ambientales.

Contaminación: Introducción de sustancias o agentes perjudiciales en el medio ambiente, como el aire, agua o suelo, que alteran sus condiciones naturales y pueden tener impactos adversos en la calidad de vida y el ecosistema.

INTRODUCCIÓN

La logística inversa, orientada en el reciclaje y reutilización de envases plásticos al final de su ciclo de vida o uso común, emerge como una metodología crucial para mitigar la cantidad de residuos plásticos que acechan a la protección del medioambiente, reducir costos en la cadena de suministro y fomentar la economía circular en relación de usuarios y fabricantes de productos de limpieza.

A pesar de la existencia de modelos actuales de logística inversa para la gestión de envases plásticos, la mayoría se enfoca en tipos específicos de envases y en sectores industriales particulares que generan un impacto bajo a la naturaleza en la implementación del modelo, cuya contribución a la protección del medioambiente es máximo del 63% de cobertura en materia de reciclaje y reutilización de todos los desechos plásticos generados en los productos de consumo masivo.

La presente investigación tiene como objetivo contribuir a la gestión sostenible de envases plásticos en la industria de productos de limpieza en su totalidad, brindando herramientas y recursos que pueden ser utilizados para mejorar su gestión y trazabilidad. El presente modelo, además de mitigar y reducir la cantidad de residuos plásticos generados, también se enfoca en mejorar la eficiencia en su gestión y fomentar la economía circular a través de prácticas sostenibles de reciclaje y reutilización, adaptando las necesidades de la industria de productos de limpieza para optimizar la gestión de los desechos generados por la actividad comercial de productos de limpieza.

Se abordarán aspectos clave como la identificación de flujos logísticos eficientes, la participación e importancia de los actores clave en la cadena de suministro, nuevas técnicas de

reciclaje y reutilización de envases plásticos, la transición hacia una economía circular más sostenible y la evaluación del impacto social, ambiental y económico del diseño de dicho modelo.

El presente estudio también contribuye al conocimiento sobre la gestión sostenible de envases plásticos, proporcionando al consumidor y a la industria manufacturera de productos de limpieza una guía para adoptar prácticas más responsables desde una perspectiva holística de responsabilidad ambiental, centrándose especialmente en el fomento del reciclaje y reutilización, y el impacto que generaría dicha metodología en la economía circular en la sociedad.

CAPÍTULO I

1. PROBLEMA

1.1. Antecedentes

En el contexto de la industria de productos de limpieza, la cantidad de los desechos plásticos es significativa y los ciclos de degradación de sus envases son considerables. Como reflejo de esta situación, se estima que solamente en Ecuador, se generan cerca de 531.461 toneladas de residuos plásticos anualmente (INEC, 2022). De los cuales, se estima que entre el 8 al 15% representan a la categoría de productos de limpieza cuyos envases plásticos son de un solo uso y conllevan un tiempo de degradación de 150 años aproximadamente.

La industria manufacturera de productos limpieza no posee un modelo concreto de logística inversa para la gestión eficiente de los desechos de envases plásticos generados por la propia actividad comercial dentro de los canales de ventas tradicional y moderno, por lo tanto, la creciente preocupación por la gestión de residuos plásticos ha llevado a la búsqueda de soluciones efectivas y a corto plazo, especialmente en industrias generadoras de envases plásticos de un solo uso, como es el caso que ocurre dentro de la industria de productos de limpieza.

A pesar de la existencia de modelos actuales de logística inversa para la gestión de envases plásticos, la mayoría dispone su enfoque en crear centros de acopio de envases plásticos, sin crear una cadena de valor sostenible en el tiempo y sin fomentar un modelo de economía circular donde todos las partes interesadas obtengan beneficios. Además, ningún modelo aplica un sistema optimizado en el cual incluyan el sistema de refill o reutilización del envase plástico, lo cual posee un valor agregado en el proyecto técnico presente.

La limitada cobertura de estos modelos ha llevado a una contribución máxima del 43% en términos de reciclaje y reutilización de los desechos plásticos generados en productos de consumo masivo (Agencia de Protección Ambiental “EPA”, 2023). Una clara evidencia de la necesidad de un enfoque más integral en los desechos plásticos en este sector industrial.

1.2. Planteamiento del problema

La gestión ineficiente de los envases plásticos de aseo personal y limpieza ha planteado un desafío logístico y medioambiental a través del tiempo. La falta de un modelo de logística inversa efectivo ha provocado altos costos de recolección, reprocesamiento producción, almacenamiento y distribución. Esto ha generado un impacto negativo en la sostenibilidad ambiental, encarece los productos en el canal de ventas y hace más complejo el flujo en la cadena de suministro.

A raíz de la poca concientización social y educación sobre el impacto negativo que tiene el uso excesivo de los plásticos de un solo uso, se ha requerido reducir el consumo de plásticos y aumentar la concientización ambiental para que la sociedad mantenga una cultura permanente de preservar un ecosistema libre de contaminación y aminorar la huella de carbono de los principales fabricantes y consumidores de productos que sean envasados en material plástico.

En Ecuador, no se han implementado metodologías de logística inversa eficientemente en envases plásticos de limpieza, por lo tanto, no existe un concepto con un mayor alcance del que sólo se puedan reciclar o reutilizar envases de consumo alimenticio o de uso industrial, sino también, algunos de los productos de limpieza, que son parte de la gama de consumo masivo más usados como el suavizante, detergente líquido, cloro, desinfectante, entre otros.

Se ha mantenido una leve percepción de los beneficios que se pueden obtener mediante la aplicación de puntos de relleno, recambio, o también conocido como refill por su traducción al

inglés, de envases plásticos según su uso y clasificación, logrando ser de fácil gestión e involucrando como actores principales al consumidor y fabricante del presente modelo económico circular en materia de reducción de huella de carbono generado por los plásticos de un solo uso.

En su gran mayoría, los grandes fabricantes de productos de limpieza han mantenido poco interés ante la idea de sostener una constante innovación en conjunto con los consumidores frecuentes de sus productos, haciendo partícipe una idea positiva de impacto ambiental. Algunos de estos conceptos básicos para el cuidado del medioambiente, nos facilita la norma ISO 14001 dentro de su contenido.

1.3. Justificación

Ante la necesidad de abordar los problemas ambientales y económicos generados por el consumo excesivo de envases plásticos de un solo uso en el sector de aseo personal y limpieza. El uso masivo de estos envases contribuye significativamente a la contaminación ambiental, el agotamiento de recursos naturales y la generación de residuos plásticos. Implementando logística inversa en los envases plásticos de aseo personal y limpieza, se busca reducir el impacto negativo en el medio ambiente mediante la promoción de la reutilización y recarga de los envases, evitando así su desecho en vertederos, incineración, degradación artificial o por su mismo cumplimiento de ciclo de vida.

Facilitando puntos de recolección accesibles y promover la conciencia sobre la importancia de la reutilización, se espera que los consumidores adopten prácticas más sostenibles y se comprometan con la reducción del consumo de plásticos de un solo uso. Además de los beneficios ambientales, este anteproyecto también tiene un potencial impacto económico positivo.

Reutilizando los envases plásticos, se reducen los costos de producción asociados con la adquisición de nuevas materias primas, o en su defecto, la nueva fabricación de envases para envasar el producto, lo cual puede generar ahorros significativos para las empresas de este nicho de mercado. Asimismo, la implementación de la logística inversa puede abrir oportunidades de empleabilidad en actividades del sector manufacturero como la fabricación de envases biodegradables, fabricados con productos reciclados en su totalidad y la logística asociada que conlleva la abastecimiento frecuente de los puntos de refill de productos de limpieza.

El presente proyecto de diseño de logística inversa en envases plásticos de limpieza se justifica por la necesidad de reducir el impacto ambiental de los plásticos de un solo uso, promover una economía circular, fomentar la participación de consumidores y generar réditos económicos para todos los involucrados en la cadena de suministro.

1.4. Grupo Objetivo Beneficiario

Los beneficiarios del presente estudio se prevé que estén ligados a empresas que tengan como actividad principal la fabricación y venta de artículos de limpieza, cuyo producto final sea envasado en material plástico para su comercialización. La aplicación del modelo de logística inversa en las empresas que se dediquen a dichas actividades comerciales estarán reduciendo costos de fabricación, cumpliendo normativas ambientales en gestión de residuos, aumentando su eficiencia operativa y contribuyendo a la sostenibilidad ambiental debido al impacto positivo que genera la gestión eficiente de envases plásticos.

con la finalidad de reducir costos en la cadena de suministro, minimizar el impacto ambiental e impulsar la economía circular en la industria de productos.

1.5. Objetivo General

Diseñar un modelo de logística inversa para gestionar de forma sostenible los envases plásticos de productos de limpieza mediante el reciclaje, reutilización y refill de los mismos.

1.6. Objetivos Específicos

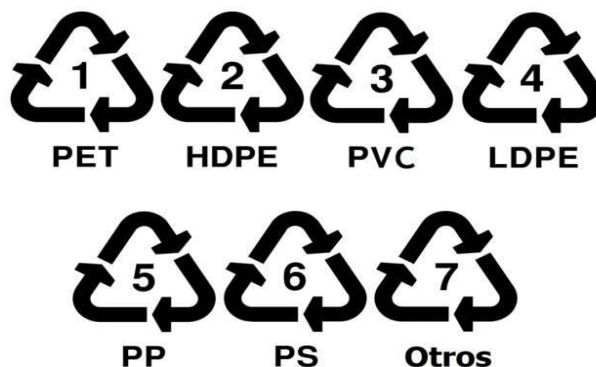
- Analizar la rentabilidad entre el costo y beneficio del modelo tradicional frente al modelo propuesto.
- Elaborar un modelo de reciclaje, reutilización y refill de envases plásticos de productos de limpieza para los distintos canales de venta al público.
- Evaluar el impacto ambiental de la gestión actual de los envases plásticos, identificando nuevas oportunidades de mejora en materia de reciclaje y reutilización.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Plástico

Figura 1. Simbología de plásticos según su derivación



Fuente: Autores, 2024.

El plástico es un material polimérico sintético, compuesto principalmente por polímeros de alto peso molecular, que son macromoléculas formadas por la repetición de unidades estructurales más pequeñas llamadas monómeros. Los plásticos son conocidos por su versatilidad, durabilidad y facilidad de moldeo en diversas formas. Se utilizan en una amplia variedad de aplicaciones, desde envases hasta productos industriales y de consumo.

Siendo el plástico, la materia prima de un sinnúmero de productos, tiene derivados y los mismos tienen categorías para diferenciar el uso según la aplicación o fabricación. Las cuales están compuestas de la siguiente forma:

1. **PETE o PET (Polietileno Tereftalato):** Utilizado comúnmente en botellas de agua, envases de refrescos, envases de alimentos, etc.

2. **HDPE (Polietileno de Alta Densidad):** Presente en envases de detergentes, botellas de leche, envases de alimentos, tuberías, etc.
3. **V (Cloruro de Polivinilo):** Usado normalmente en tuberías, perfiles para ventanas, envases de alimentos, juguetes, etc.
4. **LDPE (Polietileno de Baja Densidad):** Utilizado en bolsas de plástico, envases flexibles, juguetes blandos, etc.
5. **PP (Polipropileno):** Presente en envases de alimentos, fibras textiles, tapas de botellas, etc.
6. **PS (Poliestireno):** Utilizado en envases de alimentos, vasos desechables, espuma de embalaje, etc.
7. **Otros:** Este número se utiliza para plásticos diversos que no entran en las categorías anteriores. Pueden incluir policarbonato (PC) y otros tipos.

Para la implementación efectiva de este proyecto, tras una exhaustiva evaluación de las categorías y aplicaciones de envases plásticos, se ha identificado que la elección óptima recae en el polietileno de alta densidad (HDPE). Este material presenta ventajas técnicas significativas que se traducen en una mejor gestión y preservación de los productos de limpieza que comprenden los siguientes productos de limpieza: detergentes líquidos, suavizantes, cloro y desinfectantes.

El polietileno de alta densidad se destaca por su capacidad para conformar los envases de manera precisa, garantizando una contención eficiente que se adapta perfectamente a las necesidades específicas de cada producto. Su estructura molecular y propiedades físicas

proporcionan una barrera impermeable, evitando fugas o derrames indeseados y asegurando la integridad del contenido a lo largo de su vida útil.

Además, este material exhibe una resistencia excepcional a diversas condiciones ambientales y agentes químicos, lo que resulta crucial en el almacenamiento de productos de limpieza. Su durabilidad y estabilidad ante variaciones de temperatura y exposición a sustancias químicas aseguran la integridad del envase y la calidad del producto contenido, prolongando así la efectividad y vida útil de los productos de limpieza.

El polietileno de alta densidad no solo brinda confiabilidad en términos de contención y preservación, sino que también es un material liviano, lo que facilita el manejo y transporte eficiente de los productos. Asimismo, su capacidad de ser moldeado en diseños ergonómicos y prácticos añade un componente adicional de comodidad para el usuario final.

2.2. Logística

La logística hace referencia a la gestión y coordinación de los flujos de procesos de bienes, servicios e información durante toda la cadena de suministro, con la finalidad de satisfacer las necesidades de los clientes de forma eficiente. Es una disciplina fundamental en el ámbito empresarial y abarca diversas actividades como el transporte, almacenamiento, control de inventario, empaquetado, distribución, entre otras.

La logística se encarga de optimizar los procesos involucrados en la cadena de suministro, buscando reducir los costos, minimizar los tiempos de entrega y mejorar la calidad del servicio. Para lograrlo, se apoya en el uso de tecnologías de la información, sistemas de información logística, pronósticos de demanda, estrategias de aprovisionamiento, planificación de rutas, entre otros recursos.

Además, la logística también se ocupa de la gestión eficiente de los recursos, incluyendo la planificación y programación de actividades, la selección de proveedores, el seguimiento de pedidos y la gestión de la información relacionada con los procesos logísticos.

En un contexto más resumido, la logística es una disciplina que se encarga de gestionar de manera eficiente los flujos de bienes, servicios e información dentro de la cadena de suministro, con el fin de satisfacer las necesidades del cliente de forma óptima. Su importancia radica en su capacidad para mejorar la eficiencia operativa, reducir costos y aumentar la satisfacción del cliente.

2.3. Logística Inversa

La logística inversa implica la planificación, implementación y control de las actividades de flujo inverso, que abarcan desde la gestión de devoluciones, reparaciones, reciclaje, reutilización, hasta la disposición adecuada de productos y residuos. Se considera como un proceso integral dentro de la cadena de suministro que busca optimizar la eficiencia, minimizar costos y maximizar el valor agregado en la gestión de los productos devueltos o desechados.

La logística inversa ofrece una serie de beneficios para las organizaciones, como:

Minimización de costos: Permite recuperar valor de los productos devueltos o desechados a través de su reparación, reventa o reciclaje, evitando así pérdidas económicas significativas.

Sostenibilidad ambiental: La logística inversa facilita la gestión adecuada de residuos y reduce el impacto ambiental al fomentar prácticas de reutilización, reciclaje y disposición responsable.

Cumplimiento normativo: Ayuda a las organizaciones a cumplir con las regulaciones y leyes relacionadas con la gestión de productos y residuos, evitando sanciones y mejorando su reputación.

Mejora de la satisfacción del cliente: La gestión eficiente de devoluciones y reparaciones contribuye a la satisfacción del cliente al proporcionar un servicio postventa efectivo y resolver problemas de manera rápida y eficiente.

La logística inversa involucra varios componentes clave:

Gestión de devoluciones: Comprende la recepción, clasificación, evaluación y procesamiento de productos devueltos por los clientes. Incluye la identificación de las causas de las devoluciones y la implementación de medidas para reducir su incidencia.

Reparación y reacondicionamiento: Implica la reparación y puesta a punto de productos devueltos o defectuosos para su reintroducción en el mercado. Esto puede incluir reparaciones técnicas, limpieza, actualización de software, entre otros.

Reciclaje y disposición final: Se refiere a la gestión adecuada de los productos y materiales que no pueden ser reutilizados o reparados. Esto implica identificar y clasificar los materiales reciclables, coordinar su recolección y transporte, y garantizar su correcta disposición final de acuerdo con las regulaciones ambientales.

2.4. Productos de Limpieza

Los productos de limpieza son sustancias o mezclas químicas diseñadas y utilizadas para eliminar la suciedad, las manchas, los gérmenes y otros contaminantes de superficies y objetos. Estos productos desempeñan un papel crucial en la higiene personal, el mantenimiento del hogar

y la limpieza industrial. Algunos de los productos de limpieza más usados en Ecuador, radican desde la necesidad de mantener un objeto o área impoluta, libre de cualquier agente bacteriano que pueda alterar de forma física o química, y, sea o no, por desconocimiento de la sociedad, muchas de las veces se usan de forma errónea ciertos productos de limpieza. A continuación, se detallan los productos de limpieza que van a ser estudiados en su mayoría dentro del presente proyecto técnico:

- Detergente: Sustancia química generalmente en forma de polvo o líquido, diseñada para limpiar y eliminar la suciedad, las manchas y la grasa de diversos tipos de superficies. Su composición puede variar según el uso específico y el tipo de área o superficie que se pretenda limpiar. Los detergentes son ampliamente utilizados en la limpieza doméstica, así como en aplicaciones industriales y comerciales. La función principal del detergente es reducir la tensión superficial del agua, lo que facilita la dispersión y la eliminación de partículas de suciedad y grasa, por lo cual, es comúnmente utilizado para lavandería y limpieza doméstica.
- Cloro: Elemento químico perteneciente al grupo de los halógenos, con símbolo Cl y número atómico 17. En su forma molecular diatómica, se presenta como Cl₂, un gas verde amarillento con un olor irritante y penetrante. Sin embargo, en aplicaciones prácticas, el cloro se utiliza comúnmente en forma de compuestos, como el ácido hipocloroso (HClO) o el hipoclorito de sodio (NaClO), siendo este el más usado para usos domésticos. El cloro tiene diversas aplicaciones, siendo una de las más importantes su uso como desinfectante y agente blanqueador. Algunas de estas aplicaciones principales del cloro incluyen: tratamiento de agua, limpieza doméstica y desinfección de superficies u objetos.

- Suavizante: Producto químico utilizado en el lavado de ropa para proporcionar suavidad a las fibras textiles y reducir la rigidez de las prendas. Este producto suele estar disponible en forma líquida y se agrega durante el ciclo de enjuague en la lavadora. El suavizante ayuda a mejorar la textura de la ropa, haciéndola más suave al tacto y reduciendo la estática. Los suavizantes de telas generalmente contienen compuestos químicos denominados surfactantes catiónicos, que tienen carga positiva. Estos surfactantes interactúan con las fibras de la tela, proporcionando múltiples beneficios a la prendas de vestir u otras telas, como la suavidad en el artículo, reducción de estática, planchado fácil y aroma agradable.
- Desinfectante: Sustancia química diseñada para eliminar microorganismos patógenos, como bacterias, virus y hongos en superficies de contacto humano. La función principal del desinfectante es reducir la carga microbiana a niveles seguros, disminuyendo así el riesgo de infecciones o enfermedades transmitidas por microorganismos. Los desinfectantes son comúnmente utilizados en entornos de salud, en el hogar y en instalaciones comerciales para mantener ambientes limpios y seguros.

En los últimos años, el interés por realizar productos de limpieza más sostenibles y respetuosos con el ecosistema en materia de degradación del envase plástico del mismo, utilización de materias primas menos contaminantes y procesos de fabricación con reducción gradual acelerada de la huella de carbono, para lo cual, algunas fábricas manufactureras de productos de limpieza a nivel mundial, han adoptado metodologías de proyectos de descarbonización; puesto que, se pretende reducir el impacto ambiental degenerativo ocasionado por esta industria en un 73% al año 2030 (ONU, 2015).

2.5. Reciclaje

El reciclaje se refiere al proceso mediante el cual se recupera y transforma materiales desechados, conocidos como residuos, para otorgarles otro ciclo de vida adicional o convertirlos en derivados de nuevos productos. Este proceso implica la recolección, clasificación, separación y procesamiento de los materiales reciclables, con el objetivo de reducir la cantidad de residuos que se envían a los vertederos y minimizar el impacto ambiental.

El reciclaje es una estrategia fundamental en la gestión de residuos, ya que permite conservar los recursos naturales, reducir la contaminación y disminuir la energía y los costos asociados a la extracción y producción de materiales nuevos. Además, el reciclaje fomenta la economía circular al promover la reutilización de materiales en lugar de su eliminación, lo que contribuye a la sostenibilidad ambiental y al desarrollo sostenible.

Es importante destacar que el reciclaje requiere la participación de los individuos, las comunidades, las empresas y los gobiernos, quienes desempeñan roles clave en la recolección y gestión de los materiales reciclables, así como en la promoción de prácticas sostenibles. Mediante la educación, la sensibilización y la implementación de políticas adecuadas, es posible fomentar una cultura del reciclaje y maximizar los beneficios ambientales y económicos que esta actividad ofrece.

2.6. Refill

La reutilización de envases plásticos mediante el sistema de "refill" implica volver a llenar o recargar un envase existente con el mismo producto que originalmente contenía, en lugar de desechar el envase después de un solo uso. El objetivo principal de implementar el sistema de

"refill" es reducir la generación de residuos plásticos, promoviendo la reutilización de envases y disminuyendo la demanda de nuevos envases.

Se trata de una modalidad de reciclaje en donde los consumidores adquieren un envase inicial lleno del producto deseado (por ejemplo, detergente, champú, productos de limpieza) y, en lugar de desechar el envase después de su uso, tienen la opción de adquirir recargas del mismo producto en envases más grandes o mediante sistemas de recarga a granel. La recarga se realiza llenando el envase original con el producto fresco.

La aplicación de dicha modalidad de reutilización de envases por medio de refill, si bien es cierto, plantea múltiples desafíos en su implementación, no obstante, posee innumerables beneficios para todos los actores claves de la cadena de suministro y el medioambiente. Entre ellos se encuentran:

- **Reducción de residuos:** Al reutilizar los envases plásticos se reduce significativamente el desecho generado por los plásticos de un solo uso, contribuyendo así, hacia un entorno con menos desechos inorgánicos en el medioambiente.
- **Impacto Económico Positivo:** Los consumidores pueden beneficiarse económicamente en cada recarga de producto por efectos de costos omitidos de envase.
- **Minimización de Huella de Carbono:** La producción y eliminación de plásticos generan emisiones de gases de efecto invernadero. Al reutilizar envases, se reduce la necesidad de producir nuevos plásticos, contribuyendo así a la mitigación de la huella de carbono.
- **Promoción de Economía Circular:** La reutilización forma parte de la economía circular, donde se busca minimizar el desperdicio y maximizar el valor de los productos y materiales existentes a través de la reutilización y el reciclaje.

2.7. Cadena de Suministro

La cadena de suministro hace referencia al conjunto de procesos asociados al flujo de bienes, servicios, información y recursos desde los proveedores hasta la disposición del bien o servicio hacia el cliente final. Estas actividades incluyen la adquisición de materias primas, la transformación de esas materias primas en productos terminados, el almacenamiento, la distribución y la entrega de los productos a los consumidores.

La cadena de suministro abarca múltiples etapas, desde la obtención de materias primas hasta la entrega del producto final, y puede implicar a múltiples organizaciones y actores, como proveedores, fabricantes, distribuidores, minoristas y transportistas. El objetivo principal de la cadena de suministro es asegurar un flujo eficiente y efectivo de productos y servicios, desde su inicio hasta su disposición final, cumpliendo las necesidades del cliente e incrementando la rentabilidad de los stakeholders.

Dentro de la cadena de suministro influyen varios actores para que el workflow en todas sus etapas sea efectivo y pueda satisfacer las necesidades de todas las partes interesadas, tales como:

- **Proveedores:** Son las organizaciones o individuos que suministran los materiales, componentes o servicios necesarios para la producción de bienes o prestación de servicios. Los proveedores desempeñan un papel fundamental en la calidad y disponibilidad de los insumos utilizados en la cadena de suministro.
- **Fabricantes:** Son las empresas responsables de transformar las materias primas o componentes en productos terminados. Los fabricantes pueden incluir diferentes niveles de producción, desde pequeños talleres hasta grandes plantas industriales.

- **Distribuidores:** También conocidos como mayoristas o intermediarios, son aquellos encargados de almacenar, empaquetar y distribuir los productos a los puntos de venta o a otros intermediarios. Los distribuidores pueden ayudar a reducir la complejidad logística y acelerar la entrega de productos.
- **Minoristas:** Son los establecimientos que venden los productos directamente a los consumidores finales. Los minoristas pueden ser tiendas físicas, e-commerce u otros canales de venta tradicionales o modernos.
- **Transportistas:** Compañías de transporte que se encargan de movilizar los productos a lo largo de la cadena de suministro. Pueden incluir empresas de logística, servicios de paquetería, operadores de transporte terrestre, marítimo o aéreo, entre otros.
- **Clientes:** Son los consumidores finales que adquieren y utilizan los productos o servicios. Sus demandas y necesidades son un factor clave para la planificación y gestión de la cadena de suministro.
- **Organizaciones gubernamentales:** Los organismos gubernamentales pueden tener un papel regulador en la cadena de suministro, estableciendo normas y regulaciones que afectan a los productos, la seguridad, el comercio internacional, entre otros aspectos.

Además, es importante destacar que la gestión de la cadena de suministro implica la planificación y coordinación de todas las actividades relacionadas, incluyendo la gestión de inventario, la gestión de la demanda, la logística, la gestión de relaciones con proveedores y clientes, entre otros aspectos.

2.8. Cadena de Valor

La cadena de valor es un concepto desarrollado por Michael Porter para describir las actividades que realiza una empresa para crear valor para sus clientes y, por lo tanto, para sí misma. La cadena de valor descompone el proceso empresarial en actividades clave, desde la adquisición de materias primas hasta la entrega del producto o servicio al cliente final.

Cada una de las actividades mencionadas anteriormente pueden agregar valor al producto o servicio final, aumentando la satisfacción de los consumidores y creando un lazo comercial de consumo con el cliente. Este concepto es aplicado mediante dos criterios que se conocen como actividades primarias y de apoyo, las cuales están denotadas de la siguiente forma:

Actividades Primarias:

- **Logística Interna:** Actividades relacionadas a la recepción, sitios de almacenamiento y distribución de materias primas para el proceso productivo, entre otras actividades logísticas in-situ.
- **Operaciones:** Actividades relacionadas con la conversión de materias primas en productos terminados.
- **Logística Externa:** Involucra la distribución y disposición del producto terminado a los clientes.
- **Marketing y Ventas:** Incluye las actividades relacionadas con la promoción, publicidad y venta de productos o servicios.
- **Servicio:** Actividades que respaldan a los clientes después de la venta, como el servicio al cliente, mantenimiento y garantías.

Actividades de Apoyo:

- **Infraestructura:** Incluye las actividades de la empresa relacionadas con la dirección general, la planificación, la contabilidad y las finanzas.
- **Gestión del Talento Humano:** Actividades relacionadas con los procesos de selección y contratación, formación, y, desarrollo profesional y personal de los colaboradores.
- **Innovación Tecnológica:** Involucra la mejora y la implementación de nuevas tecnologías para optimizar las operaciones y mejorar la calidad los productos.
- **Abastecimiento:** Actividades relacionadas con la gestión de abastecimiento de materias primas, bienes y servicios necesarios para la producción.

2.9. Sostenibilidad

La sostenibilidad es un concepto fundamental en el ámbito académico y en la toma de decisiones relacionadas con el desarrollo humano y la preservación del medio ambiente. En términos generales, la sostenibilidad se refiere a la capacidad de satisfacer las necesidades actuales sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer sus propias necesidades.

Abarca tres dimensiones interrelacionadas: la ambiental, la económica y la social. La dimensión ambiental se enfoca en la conservación y protección de los recursos naturales y los ecosistemas, evitando su agotamiento y minimizando el impacto ambiental de las actividades humanas. La dimensión económica busca garantizar un desarrollo equitativo y próspero a largo plazo, fomentando la eficiencia en el uso de los recursos y promoviendo la innovación y la responsabilidad empresarial. Por último, la dimensión social se centra en el bienestar de las personas, asegurando la equidad, la justicia social y el respeto a los derechos humanos.

Implica un enfoque holístico que busca encontrar un equilibrio entre estas dimensiones, reconociendo que están interconectadas y que los problemas en una dimensión pueden afectar negativamente a las demás. Además, implica considerar las implicaciones a largo plazo de nuestras acciones y decisiones, teniendo en cuenta los límites del planeta y la necesidad de preservar sus recursos para las futuras generaciones.

2.10. Sustentabilidad

La sustentabilidad hace referencia a la capacidad de satisfacer las necesidades actuales sin agravar o exponer la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer necesidades particulares. Destaca la importancia del equilibrio entre el desarrollo económico, la protección del medio ambiente y el bienestar social. Tres pilares fundamentales que se basan en:

- **Pilar Ambiental:** Se centra en la conservación de los recursos naturales y la protección del medio ambiente. En el contexto de la ingeniería y la gestión ambiental, implica prácticas como el reciclaje efectivo, la minimización de residuos, y la reducción de la huella de carbono.
- **Pilar Económico:** Implica promover prácticas que sean económicamente viables y sostenibles a largo plazo. En la gestión de residuos, por ejemplo, esto podría incluir el desarrollo de mercados para materiales reciclados o la creación de sistemas logísticos eficientes para la recolección y el procesamiento de residuos.
- **Pilar Social:** Se refiere a la promoción del bienestar humano y la equidad social. En proyectos de sostenibilidad, esto puede traducirse en garantizar prácticas laborales justas, fomentar la inclusión comunitaria y mejorar la calidad de vida.

En materia de ejemplares de sustentabilidad, la economía circular es uno de ellos, siendo un modelo que se alinea estrechamente con los principios de sustentabilidad, enfocándose en la creación de ciclos cerrados de materiales, donde los productos y recursos se reutilizan y reciclan constantemente, reduciendo así los residuos y el impacto ambiental.

En el contexto de la gestión de envases plásticos presentados en este proyecto, la sustentabilidad implica desarrollar sistemas de reciclaje y reutilización que no solo sean ecoamigables, sino también económicamente factibles, sostenibles en el tiempo y socialmente responsables.

2.11. Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)

Figura 2. Objetivos de Desarrollo Sostenible



Nota. Los objetivos de desarrollo sostenible tienen un plazo calendario de cumplimiento nominal hasta el año 2030.

Fuente: Organización de las Naciones Unidas, 2015.

Los objetivos de desarrollo sostenible constan de 17 objetivos globales, que comparten el objetivo de lograr un mejor porvenir para las futuras generaciones con responsabilidad ambiental, económica y social. Fue promovida por la Asamblea General de las Naciones Unidas en el año 2015 y se pretende alcanzar todos los objetivos trazados, hasta el año 2030. Cabe recalcar que dichos objetivos se deben de cumplir para todos los proyectos en etapa de conceptualización o ejecución, a razón de buscar un objetivo en común para realizar proyectos sostenibles.

El presente proyecto plantea impactar en dos pilares fundamentales para la sustentabilidad, cuidado del medioambiente y desarrollo sostenible de la sociedad. La puesta en marcha de este proyecto impactará de forma positiva a la sociedad, su alcance puede permitir que, con la concientización de la sociedad mundial, se logren excelentes resultados a favor del cuidado del planeta en que habitamos. No obstante, es importante conocer el objetivo de cada ODS relacionada al proyecto:

- ODS 12 (Producción y Consumo Responsables): Plantea garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles. Busca promover patrones de consumo más sostenibles, fomentando la eficiencia en el uso de recursos, la reducción del desperdicio, la gestión responsable de productos químicos y materiales, y la conciencia sobre la sostenibilidad en las cadenas de suministro.
- ODS 13 (Acción por el Clima): Plantea que se deben realizar planes de acción urgentes para contener el cambio climático abrupto y sus impactos adversos . Su objetivo es fortalecer la capacidad de resiliencia y la adaptación a las repercusiones del cambio climático, así como mejorar la educación y la sensibilización sobre la acción climática.

CAPÍTULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1. Economía Circular

La economía circular es un enfoque económico y sistémico que busca optimizar el uso de los recursos naturales, minimizar la generación de residuos y fomentar la sostenibilidad a lo largo de todo el ciclo de vida de los productos. A diferencia del modelo tradicional de economía lineal, que sigue el patrón "extraer, producir, usar y desechar", la economía circular propone un sistema en el que los productos, materiales y recursos se mantienen en uso durante el mayor tiempo posible.

En la economía circular, se promueve la reutilización, la reparación, el reciclaje y la regeneración de productos y materiales, en lugar de su simple eliminación al final de su vida útil. Esto implica el diseño de productos con criterios de durabilidad, reprocesamiento y facilidad de desmontaje, así como la implementación de sistemas de recogida selectiva y procesos de reciclaje eficientes.

Dentro la economía circular, influyen varios actores responsables para una buena gestión a lo largo toda la cadena que constituye la economía circular, tales como:

- **Autoridades políticas:** Los gobiernos desempeñan un papel crucial en el impulso de la economía circular a través de la creación de políticas, regulaciones y marcos legales que fomenten la adopción de prácticas circulares. Pueden establecer incentivos económicos, promover estándares de sostenibilidad y establecer objetivos ambiciosos para la gestión de residuos y la eficiencia de recursos.

- **Empresas y emprendedores:** Las empresas juegan un papel fundamental en la economía circular al adoptar prácticas circulares en sus operaciones y modelos de negocio. Esto implica la implementación de estrategias de diseño sostenible, la adopción de sistemas de gestión de residuos eficientes, la promoción de la reutilización y el reciclaje de productos, y la participación en redes de colaboración y economía compartida.
- **Consumidores:** Los consumidores tienen un impacto significativo en la economía circular a través de sus decisiones de compra y comportamientos de consumo. Al elegir productos duraderos, reparables y reciclables, así como optar por servicios basados en el acceso y la compartición en lugar de la propiedad, los consumidores pueden impulsar la demanda de productos y servicios circulares.
- **Instituciones académicas y centros de investigación:** La investigación y la educación desempeñan un papel crucial en la promoción de la economía circular. Las instituciones académicas y los centros de investigación pueden realizar estudios, análisis y proyectos piloto para desarrollar nuevas tecnologías, métodos y modelos de negocio circulares. También pueden proporcionar conocimientos y capacitación en economía circular a través de programas educativos y cursos especializados.
- **Organizaciones no gubernamentales (ONG) y grupos de la sociedad civil:** Las ONG y los grupos de la sociedad civil desempeñan un papel importante en la promoción y defensa de la economía circular. Pueden abogar por políticas y regulaciones más sólidas, promover la conciencia pública sobre los beneficios de la economía circular, y trabajar en colaboración con empresas y gobiernos para impulsar la adopción de prácticas sostenibles.

Además, la economía circular fomenta la economía de funcionalidad, donde se prioriza el acceso a los servicios y la utilización de productos en lugar de la mera posesión de estos. Esto implica modelos de negocio basados en el alquiler, el intercambio o la colaboración, lo que permite maximizar la utilización de los recursos existentes y reducir la demanda de nuevos recursos.

3.2. Metodología 3R

Figura 3. Metodología 3R



Fuente: Autores, 2024.

La metodología 3R constituye un método para la gestión de residuos con el propósito de reducir su generación, reutilizar los residuos producidos y reciclar aquellos que ya no puedan ser reutilizados. La aplicación de la metodología 3R al diseño de un modelo de logística inversa para la gestión sostenible de envases plásticos en la industria de productos de limpieza comprende los siguientes pasos:

Reducir: Consiste en disminuir la generación de residuos, evitando el consumo superfluo y optando por envases sustentables para el planeta.

- **Diseño de productos con menos embalaje:** Las empresas que se encarguen de la distribución de productos de limpieza aplicarían productos con menor cantidad de embalaje, empleando materiales ligeros y resistentes.
- **Promoción del consumo responsable:** Es fundamental concienciar a los consumidores sobre la importancia de reducir el consumo excesivo.

Reutilizar: Implica la utilización repetida de los residuos siempre que sea viable, prolongando así su utilidad.

- **Diseño de envases reutilizables:** Las empresas implementarían el uso de envases que puedan ser reutilizados varias veces por los consumidores.
- **Fomento de la reutilización:** Se debe promover entre los consumidores la práctica de reutilizar los envases de productos de limpieza.

Reciclar: Se refiere al proceso de transformar los residuos que no pueden ser reutilizados en nuevos productos.

- **Diseño de envases reciclables:** Las empresas deberían implementar los envases que sean fácilmente reciclables.
- **Implementación de sistemas de recolección y reciclaje:** Las empresas deben poner en marcha sistemas eficientes y accesibles para la recolección y reciclaje de envases plásticos.

La implementación de la metodología 3R en la gestión sostenible de envases plásticos en la industria de productos de limpieza ofrece diversos beneficios, incluyendo la reducción de la generación de residuos, el fomento de la reutilización de envases y la mejora del reciclaje. Sin

embargo, su éxito requiere el compromiso de todos los actores involucrados, desde los fabricantes hasta los consumidores, para lograr una gestión sostenible de los envases plásticos.

3.3. Metodología C2C

La metodología C2C, o también conocida como “Cradle to Cradle” por sus traducción al inglés, representa un enfoque de diseño sostenible orientado a la creación de productos que puedan ser reciclados o compostados al finalizar su vida útil, evitando así la generación excesiva de residuos. Nos sustentamos a base de esta metodología bajo dos de sus principales principios:

- **Diseño para fácil reciclaje:** Implica la concepción de productos cuyos componentes puedan ser fácilmente reciclados al llegar al término de su utilidad.
- **Fomento de la reutilización y el compostaje:** Destaca la promoción de la reutilización de productos y materiales siempre que sea factible, priorizando además el compostaje de los elementos biodegradables.

La aplicación de la metodología C2C al diseño de una estrategia de logística inversa para gestionar de manera sostenible los envases plásticos en la industria de productos de limpieza implica los siguientes pasos:

1. **Identificación de los materiales empleados en los envases plásticos:** Inicialmente, se requiere identificar los materiales utilizados en los envases plásticos de los productos de limpieza. Esta información puede obtenerse tanto de los proveedores de los envases como de los fabricantes de los productos de limpieza.
2. **Evaluación de la reciclabilidad o compostabilidad de los materiales:** Una vez identificados los materiales, es fundamental evaluar si son reciclables o compostables.

Esta evaluación puede realizarse mediante pruebas de laboratorio o consultando a expertos en reciclaje o compostaje.

3. Diseño de un sistema de recolección y transporte eficiente: Seguidamente, se diseña un sistema de recolección y transporte de los envases plásticos que sea tanto eficiente como efectivo. Este sistema debe garantizar la recolección de los envases en condiciones óptimas para su posterior reciclaje o compostaje.
4. Implementación del sistema de recolección y transporte: Una vez diseñado el sistema, es imperativo llevar a cabo su implementación. Esta fase puede requerir la participación de los consumidores y los fabricantes de productos de limpieza.
5. Promoción de la devolución de los envases plásticos: Como paso final, es esencial promover activamente la devolución de los envases plásticos, esto puede lograrse mediante campañas de sensibilización, incentivos económicos o la implementación de sistemas de depósito.

Este enfoque integral no solo busca una gestión adecuada de los envases plásticos, sino que también fomenta la circularidad de los materiales y contribuye a la sostenibilidad ambiental en la industria de productos de limpieza.

3.4. Metodología Bottle Bill

La Ley de Depósitos de Contenedores, comúnmente conocida como la Bottle Bill, es una metodología diseñada para fomentar el reciclaje de envases de bebidas, como botellas y latas, mediante la imposición de un depósito reembolsable sobre su precio de venta o créditos mediante futuras compras. Los consumidores pueden recuperar este depósito al devolver los envases vacíos en puntos designados para su recolección.

A pesar de que la cultura de reciclaje en nuestro país pueda ser limitada, la metodología en mención puede ser implementada con éxito, llevando a cabo programas de cultura ambiental con alto impacto en la sociedad. No obstante, es crucial considerar que estos programas requieren la colaboración tanto de las empresas como de los ciudadanos.

A continuación, se detallan algunas medidas que pueden tomarse para introducir la metodología en un país sin una cultura arraigada de reciclaje:

1. Educación pública: Es esencial concienciar a la población sobre la importancia del reciclaje y los beneficios de la metodología. Esto puede lograrse mediante campañas publicitarias, programas educativos en las escuelas e inclusive, asignar materias de componente teórico y práctico acerca de cultura ambiental sostenible.
2. Incentivos económicos: Ofrecer incentivos financieros a los ciudadanos para que reciclen sus envases, es fundamental. Un sistema de depósitos que permita a las personas recuperar parte del dinero pagado por los envases al devolverlos puede ser una estrategia efectiva y un modelo de economía circular sostenible en el tiempo.
3. Acceso a puntos de reciclaje: Garantizar que los usuarios del modelo de reciclaje tengan fácil acceso a lugares donde puedan depositar sus envases. Esto implica la instalación de puntos de reciclaje en sitios estratégicos como supermercados, gasolineras y otros espacios públicos.

En el caso particular de Guayaquil - Ecuador, se podrían considerar las siguientes acciones para implementar la metodología Bottle Bill:

- Llevar a cabo una campaña publicitaria municipal para educar a la población sobre la importancia del reciclaje y los beneficios de la metodología, utilizando diversos medios como televisión, radio y redes sociales.
- Establecer un sistema de depósito para botellas que permita a los ciudadanos recuperar una cantidad determinada de dinero por cada envase devuelto, lo cual podría ser administrado por el municipio o una entidad privada.
- Trabajar en colaboración con las empresas embotelladoras para instalar puntos de reciclaje en sus instalaciones y otros lugares estratégicos para facilitar el proceso de recolección.
- Crear alianzas con instituciones que promuevan el cuidado ambiental para hacer partícipes de este modelo de economía circular a todas las partes interesadas del medio, tales como fundaciones, grupos juveniles y personas en general que estén a favor de la preservación del planeta.

3.5. Metodología ACV

La metodología del Análisis de Ciclo de Vida (ACV) se puede aplicar al reciclaje y reutilización de envases plásticos para evaluar y cuantificar su impacto ambiental a lo largo de todo su ciclo útil de vida, desde la etapa de recolección de materias primas hasta su entrega o distribución en los distintos canales de venta.

El ACV plantea cuatro fases claves en su implementación:

1. Definición del objetivo: En la primera fase se establece el propósito de la investigación y se define el alcance del análisis. Se identifican los límites del sistema, los procesos a considerar, los flujos de entrada y salida, y se determina la función del envase plástico

(por ejemplo, contener alimentos, líquidos, etc.) y las opciones de reciclaje y reutilización a evaluar.

2. **Análisis del inventario:** En esta etapa se recopila y cuantifica la información sobre los flujos de materiales, energía y emisiones asociadas con el reciclaje y reutilización de los envases plásticos. Se consideran aspectos como la cantidad y tipo de plástico utilizado, el consumo de energía en los procesos de reciclaje, la generación de residuos y emisiones, así como la durabilidad y vida útil del envase.
3. **Evaluación de impacto:** En esta etapa se evalúan los impactos ambientales asociados con el reciclaje y reutilización de los envases plásticos. Se utilizan indicadores de impacto ambiental, como las emisiones de gases de efecto invernadero, la acidificación, el agotamiento de recursos, la generación de residuos, entre otros, para evaluar los efectos en diferentes categorías ambientales.
4. **Interpretación de resultados:** En esta etapa se analizan los resultados del ACV y se extraen conclusiones sobre el desempeño ambiental del reciclaje y reutilización de los envases plásticos. Esto puede incluir la identificación de las etapas del ciclo de vida que tienen un mayor impacto ambiental, la comparación de diferentes opciones de reciclaje y reutilización, y la identificación de oportunidades de mejora.

El ACV aplicado al reciclaje y reutilización de envases plásticos puede proporcionar información valiosa para la toma de decisiones en términos de diseño de envases más sostenibles, selección de procesos de reciclaje eficientes y la implementación de estrategias de gestión de residuos más efectivas.

Es importante tener en cuenta que el ACV puede variar según las características específicas de los envases plásticos, los procesos de reciclaje y reutilización utilizados, así como las

condiciones y contextos locales. Por lo tanto, es necesario adaptar y personalizar el ACV a cada caso específico para obtener resultados más precisos y relevantes.

3.6. Metodología DFE

En el contexto del reciclaje de envases plásticos, existen enfoques y principios que se pueden aplicar para mejorar la reciclabilidad de los envases plásticos y promover un diseño más sostenible. Estos enfoques se centran en el Diseño para el Medio Ambiente (Design for Environment) y pueden incluir:

- Selección de materiales reciclables: Optar por materiales plásticos que sean ampliamente reciclables y aceptados en los sistemas de reciclaje existentes. Algunos plásticos, como el PET (tereftalato de polietileno) y el HDPE (polietileno de alta densidad), son más fácilmente reciclables y se encuentran ampliamente en los programas de reciclaje.
- Minimización de aditivos y capas múltiples: Reducir la cantidad de aditivos utilizados en los envases plásticos, ya que algunos aditivos pueden dificultar el reciclaje. Además, evitar el uso de capas múltiples de diferentes materiales, ya que esto complica el proceso de separación y reciclaje.
- Diseño de etiquetas y tintas: Utilizar tintas y adhesivos solubles en agua o fácilmente removibles durante el proceso de reciclaje. Las etiquetas y tintas de difícil remoción pueden afectar la calidad del material reciclado.
- Facilidad de desmontaje y separación: Diseñar envases plásticos de tal manera que las diferentes partes y componentes sean fácilmente separables para su reciclaje. Esto implica evitar diseños complejos o uniones permanentes que dificulten el desmontaje.

- Promoción del uso de plásticos reciclados: Considerar el uso de plásticos reciclados en la fabricación de nuevos envases, lo cual contribuye a cerrar el ciclo de vida del plástico y reduce la dependencia de materias primas vírgenes.

Estos enfoques y principios se centran en diseñar envases plásticos que sean más compatibles con los sistemas de reciclaje existentes, lo que facilita el reciclaje y promueve una economía circular del plástico. Es importante tener en cuenta que, aunque el diseño sostenible de envases plásticos es esencial, también se requiere una infraestructura de reciclaje adecuada y la participación de los consumidores para lograr una gestión efectiva de los envases plásticos y maximizar su reciclaje.

3.7. Metodología FMEA

FMEA, que significa Análisis de Modo y Efecto de Fallas por sus siglas en inglés (Failure Mode and Effect Analysis), es una metodología implementada inicialmente en la década de los 90's, por la compañía de fabricación de vehículos "Ford". en identificar y evaluar posibles modos de falla en un proceso, producto o sistema, así como para analizar las consecuencias de dichas fallas. Es una herramienta sistemática de gestión de riesgos que se utiliza comúnmente en la industria, especialmente en la ingeniería, manufactura y diseño de productos.

El proceso de FMEA generalmente implica los siguientes pasos:

- **Identificación de Modos de Falla:** Identificar y registrar los posibles modos de falla que se podrían dar lugar en el sistema, proceso o producto. Un modo de falla es una forma en la que un proceso o sistema puede fallar en cumplir con sus requisitos.
- **Análisis de Efectos de Falla:** Evaluar los efectos de cada modo de falla identificado. Es decir, el impacto que tendría el modo de falla en mi proceso, máquina o equipo.

- **Evaluación de Severidad:** Asignar una puntuación de severidad a cada modo de falla basándose en la gravedad de sus consecuencias.
- **Identificación de Causas de Falla:** Determinar las posibles causas subyacentes de cada modo de falla. Es decir, cómo se pudieran gestar u ocasionar los modos de falla.
- **Evaluación de Ocurrencia:** Asignar una puntuación de ocurrencia a cada causa de falla, indicando la probabilidad de que esa causa ocurra y active el modo de falla.
- **Identificación de Controles Existentes:** Identificar los controles actuales que están en su lugar para prevenir, detectar o mitigar los modos de falla.
- **Evaluación de Detección:** Asignar una puntuación de detección a cada control existente, indicando la probabilidad de que el control detecte o prevenga el modo de falla.
- **Cálculo del Índice de Prioridad de Riesgos:** Calcular el RPN multiplicando las puntuaciones de Severidad, Ocurrencia y Detección. El RPN se utiliza para priorizar los modos de falla y las acciones correctivas. Su fórmula está compuesta por las siguientes variables:

$$RPN = Severidad \times Ocurrencia \times Detección$$

El cálculo del índice del RPN nos brinda una visión holística para levantar medidas correctivas en los procesos, equipos o maquinarias. Cuan más efectiva sea la ejecución del plan de acción con relación al modo de falla, el índice del RPN se atribuye valores por debajo de la media, lo cual nos indica que dicha falla en nuestro accionar, es poco probable que suceda.

3.8. Metodología PHVA

La metodología PHVA es un enfoque utilizado para el mejoramiento continuo de los procesos, y es conocida por las siglas Planificar, Hacer, Verificar y Actuar (en inglés, Plan, Do, Check, Act). También es conocida como el ciclo de Deming, en honor a su creador, el destacado estadístico y consultor por excelencia, William Edwards Deming.

Dicha metodología consiste en 4 etapas fundamentales para su ejecución:

1. **Planificar:** Se establecen los objetivos y metas que se desean lograr, así como la estrategia y los planes necesarios para alcanzarlos. También se identifican los recursos y se elabora un plan detallado sobre cómo ejecutar el proceso o la mejora en cuestión.
2. **Hacer:** Se implementa el plan elaborado en la etapa anterior. Se llevan a cabo todas las actividades y se recopilan los datos necesarios para evaluar el desempeño del proceso o la mejora en curso. Esta etapa es la ejecución práctica de lo planificado.
3. **Verificar:** Se recopilan y analizan los datos y resultados obtenidos durante la fase de implementación. Se comparan estos resultados con los objetivos y metas establecidos en la etapa de planificación. El propósito principal de esta etapa es evaluar y medir el desempeño del proceso o la mejora implementada.
4. **Actuar:** Se toman acciones basadas en los resultados y análisis realizados en la etapa anterior. Si los resultados cumplen con los objetivos y metas establecidos, se procede a estandarizar el proceso o la mejora. Si se identifican desviaciones o áreas de mejora, se implementan cambios y ajustes para corregir las deficiencias y alcanzar un mejor rendimiento.

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS

4.1. Análisis Modelo Convencional vs. Modelo Propuesto

Tabla 1. Cálculo estimado de ahorro en la cadena de suministro

COSTO DE CADENA DE SUMINISTRO MODELO CONVENCIONAL VS. MODELO PROPUESTO			
AÑO	COSTO MODELO CONVENCIONAL	COSTO MODELO PROPUESTO	SAVING
1	\$ 1.741.157	\$ 993.307	\$ 747.849
2	\$ 1.784.333	\$ 936.841	\$ 847.492
3	\$ 1.830.963	\$ 892.797	\$ 938.166
4	\$ 1.881.323	\$ 858.442	\$ 1.022.881
5	\$ 1.935.713	\$ 1.013.841	\$ 921.872
6	\$ 1.994.453	\$ 952.857	\$ 1.041.597
7	\$ 2.057.893	\$ 894.478	\$ 1.163.415
8	\$ 2.126.408	\$ 843.970	\$ 1.282.438
9	\$ 2.200.404	\$ 804.258	\$ 1.396.146
10	\$ 2.280.320	\$ 1.036.017	\$ 1.244.304
TOTAL	\$ 19.832.968	\$ 9.226.809	\$ 10.606.160

Nota. Los cálculos han sido realizados teniendo en cuenta periodos anuales para ambos modelos.

Fuente: Autores, 2024.

La migración desde un sistema convencional para fabricar productos de limpieza hacia un sistema moderno optimizado genera un fuerte impacto en los costos de la cadena de suministro. Este cambio en la filosofía de operación y gestión se traduce en una reducción monetaria en costos estimada de \$10'606.160 en un plazo de 10 años, promediando un ahorro de \$1'060.616 por año. Valores que están directamente relacionados a los costos de producción tanto directos como

indirectos, vinculados a la operación en todo el ciclo de la cadena de suministro. Estos detalles se encuentran pormenorizados en la clasificación de costos en la sección de *Presupuesto*.

Además, si analizamos el modelo el costo de producción del modelo convencional podemos inferir que los costos anuales de fabricación incrementan gradualmente en el tiempo. Esto se relaciona directamente con la filosofía de un modelo de economía lineal, en donde los fabricantes de estas categorías de productos visualizan a sus compañías en la rentabilidad por volumen de ventas, más no, por reducción de sus costos de fabricación por batch o tonelada, o por la creación de un modelo de economía circular en donde se aprovechen todos los recursos para reintegrarlos al ciclo de la cadena de suministro. Para convertir a una fábrica en una industria manufacturera de clase mundial, se debe hacer énfasis en disminuir todos los costos asociados a la operación que no agregan valor al proceso e implementar tecnologías en tendencia que ayuden a originar ahorros en los costos, creando así, ese giro de negocio sostenible que las fábricas a nivel mundial están en constante búsqueda a través de los años.

Aunque el modelo propuesto demuestra ser rentable y sostenible a largo plazo, es esencial tener en cuenta diversos factores que podrían incidir en su implementación exitosa. Aspectos como la inflación en el país, posibles aumentos en los costos de materiales, la inclusión de impuestos y otras implicaciones deben ser meticulosamente analizados para evaluar la viabilidad de los proyectos de ahorro propuestos. Si tras un análisis detallado se determina que el modelo convencional no afecta significativamente los índices financieros de la fábrica, podría ser prudente mantener esa filosofía.

Aunque es cierto que los modelos convencionales pueden no contribuir de manera positiva al cuidado del medio ambiente, la empresa debe priorizar el progreso de sus operaciones. Si se anticipa que un cambio en la metodología de trabajo podría afectar adversamente los indicadores

financieros, lo más sensato sería llevar a cabo una transición gradual con el tiempo. En este contexto, la compañía debe equilibrar su compromiso con la sostenibilidad con la necesidad de mantener la estabilidad financiera, asegurando así un proceso de migración que sea estratégico y beneficioso en el largo plazo.

El objetivo es transformar las fábricas que adopten este modelo de economía circular en empresas más sostenibles en términos operativos, económicos y sociales. La implementación de este modelo busca generar un triple impacto en los stakeholders, consolidando un cambio significativo y positivo en la sostenibilidad y eficiencia de los procesos convencionales.

Acogerse a estos modelos que contribuyen al cuidado del medioambiente con relación hacia un consumo masivo responsable, puede atraer capital de inversión, beneficios legales por parte de entidades gubernamentales y reconocimientos de organizaciones mundiales. Asimismo, con una trazabilidad eficiente de los procesos, se pueden obtener certificaciones que avalen el compromiso social y ambiental de las empresas que adopten el modelo propuesto, tales como certificaciones ISO, que, por efectos de obtención de estos certificados, la marca o empresa puede ingresar en mercados internacionales, aumentar los valores de las acciones en mercados financieros y aumentar la satisfacción de sus consumidores o clientes.

4.2. Análisis Costo - Beneficio

Tabla 2. Análisis de Costo – Beneficio

ANÁLISIS COSTO BENEFICIO			
CLASIFICACIÓN DE COSTOS	MODELO CONVENCIONAL	MODELO PROPUESTO	BENEFICIO
Costos Directos Fijos	\$ 154.560	\$ 59.640	\$ 94.920
Costos Directos Variables	\$ 1.307.317	\$ 534.369	\$ 772.948
Costos Indirectos Fijos	\$ 279.280	\$ 361.430	\$ -82.150
TOTAL	\$ 1.741.157	\$ 955.439	\$ 785.718

Nota. Los cálculos han sido realizados teniendo en cuenta periodos anuales para ambos modelos.

Fuente: Autores, 2024.

Desde una perspectiva financiera, los costos directos e indirectos por su clasificación se ramifican en directos e indirectos. Para fines evaluativos generales del presente modelo se analizan todos los costos asociados a la operación para ejecutar el modelo de logística inversa propuesto en la presente investigación, los cuales se muestran a detalle en el apartado de *Presupuesto*.

Los costos de operación para el modelo convencional se ven arraigados a un sistema de producción que consiste en envasar los productos de limpieza mediante el uso de envases plásticos de diferentes formatos para el consumidor. Modelo en el cual se asocian costos de operación incrementados exponencialmente por la permanente adquisición de envases plásticos para el proceso de envasado, además de las máquinas envasadores y el personal asociado a la operación de la máquina. Costos que representan valores monetarios desembolsados por la misma operación

y suman aproximadamente \$1'741.156. Los cuales se dividen en costos directos fijos y variables, que representan \$154.560 y \$1'307.317, respectivamente. Mientras que, los costos indirectos asociados externamente a la operación directa de producción representan \$279.280.

En contraste, para el modelo propuesto los costos de operación se ven arraigados a un modelo más flexible de producción, el cual consiste básicamente en envasar contenedores IBC al granel para la distribución y venta en los distintos canales de venta al público con la finalidad de reducir costos en la cadena de suministro. Además del sistema de logística inversa propuesto que pretende recuperar todos los materiales asociados a la venta del producto, como los contenedores IBC y envases plásticos.

Por tal efecto, se omiten costos de la operación de envasado mencionados en el modelo convencional, entre otros costos que únicamente restan rentabilidad financiera en la operación y no agregan valor en los procesos. Los cuales están divididos según su clasificación de costos, en donde los costos directos de operación fijos y variables representan \$59.640 y \$534.369 respectivamente. Mientras que, los costos indirectos suman un valor de \$361.430, valor que aumenta para el presente modelo por motivos de publicidad, obteniendo un desbalance del modelo propuesto de -\$82.150, ya que el cambio de cultura en el consumidor hacia un consumo más responsable se ve asociado al elevado gasto publicitario que se deberá incurrir para atraer futuros usuarios y clientes potenciales de los sistemas de refill.

No obstante, las publicidades en materia del cambio de cultura en la sociedad tendrán múltiples beneficios, por ende, en lugar de analizarlo como un gasto, se lo debe adoptar como una inversión a futuro para mejorar y concientizar a las personas acerca del cuidado del medioambiente desde el consumo de los artículos de mayor uso en la vida cotidiana. Básicamente, es convertir la sustentabilidad en algo cotidiano.

En resumen, migrar de un sistema convencional a un sistema propuesto flexible representa un beneficio total aproximado de \$785.718 por año. Asimismo, denotamos que, con el modelo propuesto, se puede lograr reducir aproximadamente \$867.868 anuales en la operación directa de la cadena de suministro, dinero que recaerá en las arcas de la compañía que implemente dicho sistema y servirá, si se quiere, para impulsar otros proyectos de sustentabilidad en fábrica y convertir a la misma en una planta carbono neutro, cero desperdicio y amigable con el medioambiente.

4.3. Indicadores Financieros

Tabla 3. Indicadores Financieros del Proyecto (VAN, TIR y Payback)

INDICADORES FINANCIEROS						
Periodos	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Inversión	\$ -627.800,00	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Saving	\$ -	\$ 447.132,42	\$ 510.673,50	\$ 573.188,37	\$ 635.939,00	\$ 634.283,11
Flujo de Efectivo Final	\$ -627.800,00	\$ 447.132,42	\$ 510.673,50	\$ 573.188,37	\$ 635.939,00	\$ 634.283,11
Flujo de Caja Descontado Acumulado	\$ -627.800,00	\$ -221.315,98	\$ 200.728,24	\$ 631.373,14	\$ 1.065.728,03	\$ 1.459.567,94

Periodos	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Inversión	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Saving	\$ 715.017,89	\$ 799.512,15	\$ 886.243,15	\$ 974.561,67	\$ 970.892,57
Flujo de Efectivo Final	\$ 715.017,89	\$ 799.512,15	\$ 886.243,15	\$ 974.561,67	\$ 970.892,57
Flujo de Caja Descontado Acumulado	\$ 1.863.176,90	\$ 2.273.453,05	\$ 2.686.892,02	\$ 3.100.201,30	\$ 3.474.522,42

	10 years	5 years
VAN	\$3.474.522,42	\$1.459.567,94
TIR	82%	76%
Payback (Años)	1,43	1,43

Nota. Los cálculos han sido realizados teniendo en cuenta periodos anuales.

Fuente: Autores, 2024.

El análisis financiero de viabilidad del presente proyecto se representa mediante tres indicadores económicos que detallan la rentabilidad de una eventual implementación en el futuro. Para el cálculo de dichos ratios financieros se consideró la inversión inicial del proyecto que suma un valor total de \$627.800, cuyo clasificación del monto se detalla en el apartado de *Presupuesto*. Además, se tomó en cuenta el cálculo del saving generado por la reducción de envases plásticos, incluida la venta de los mismos.

1. **Valor Actual Neto (VAN):** Un VAN de \$3,474,522 en 10 años y \$1,459,567 en 5 años, representa valores muy positivos e indican que el proyecto podría generar un valor adicional después de descontar la tasa de descuento. En este caso, los valores sugieren que el proyecto es financieramente viable y podría generar beneficios significativos durante el período establecido.
2. **Tasa Interna de Retorno (TIR):** La TIR representa la tasa de rendimiento anual del proyecto. Un TIR del 82% en 10 años y 76% en 5 años indica un rendimiento considerablemente alto. Esto implica que la inversión tiene un atractivo retorno en comparación con la tasa de descuento utilizada. Un TIR más alto generalmente sugiere una mayor rentabilidad.
3. **Periodo de Recuperación de la Inversión (Payback):** El Payback de 1.43 años indica el tiempo que tomaría recuperar la inversión inicial. En este preciso análisis, es relativamente corto en comparación a otros proyectos de ahorro en fábrica que suelen establecer un periodo de recuperación más lento del efectivo, lo que sugiere una rápida recuperación de la inversión en el modelo propuesto.

En resumen, según los resultados en los cálculos de los ratios financieros, el presente proyecto para una fábrica de productos de limpieza denota ser financieramente sólido y rentable. El VAN positivo, la alta TIR y un Payback rápido indican que la inversión inicial se recuperan rápidamente, y el proyecto posee el potencial de generar beneficios considerables a lo largo del tiempo.

4.4. Estudio de Mercado

Considerando un mercado potencial extenso, el presente estudio limita el análisis para la ciudad de Guayaquil, en donde se promedia un aproximado de 2,7 millones de habitantes en toda la urbe costeña, conocida también como Perla del Pacífico. Habitantes que son seccionados por rango de edad, los cuales corresponden a un aproximado de 60% de mercado objetivo global dentro de la ciudad debido a la edad promedio de los clientes o usuarios de productos de limpieza que van desde los 18 años en adelante. Según el estudio realizado a través de encuestas de este modelo en una población de 1000 personas, se pudo concluir que:

Figura 4. Rango de edad de la población encuestada



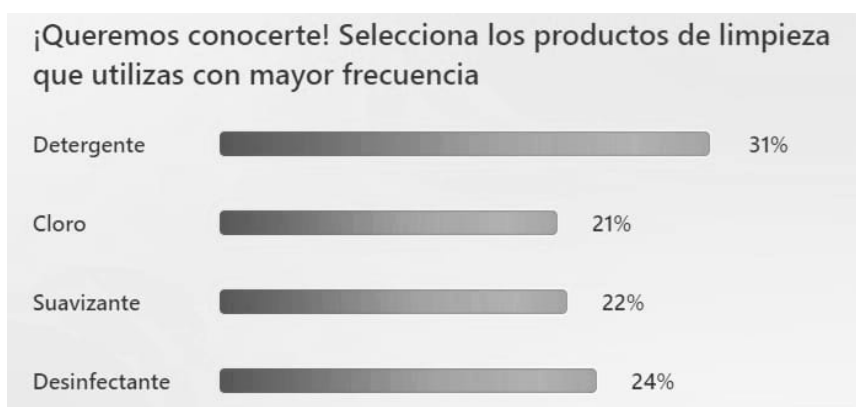
Nota: La encuesta se llevó a cabo con una muestra representativa de 1000 participantes.

Fuente: Autores, 2024.

Por medio de esta gráfica, podemos inferir que nuestro mercado objetivo corresponde a personas que se encuentran en un rango de edad medio-avanzada. Lo cual se relaciona intrínsecamente con el mercado objetivo que se desea alcanzar.

Además, se logró conocer las preferencias de productos de limpieza o su vez, las de mayor consumo por parte de la población encuestada, obteniendo que el producto con mayor demanda es el detergente con 31%, seguido del desinfectante con 24%, para luego darse lugar el suavizante con una leve ventaja sobre el cloro, cuyo porcentaje de consumo es 22% y 21% respectivamente.

Figura 5. Productos de limpieza más utilizados por la población encuestada



Nota: La encuesta se llevó a cabo con una muestra representativa de 1000 participantes.

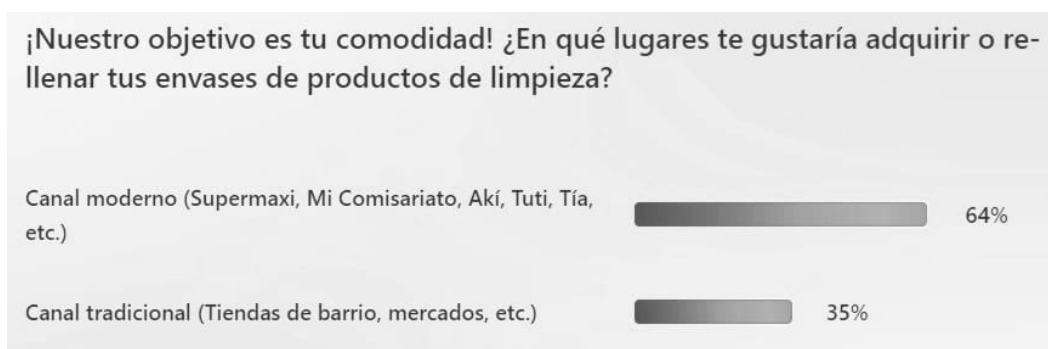
Fuente: Autores, 2024.

Adicionalmente, se logró determinar los lugares de compras de preferencia para hacer uso del sistema de refill por parte de la población encuestada, obteniendo como resultado el 64,9% de las personas prefieren hacer uso del sistema de refill en los canales de ventas modernos, mientras que, el 35,1% prefieren hacer uso de este sistema en los canales de ventas tradicionales. Lo cual hace sentido y guarda estrecha relación con el cálculo de la planificación demanda y volúmenes

de producción asociados en ambos canales de ventas, ya que se estima un volumen para cada canal de ventas de:

- Canal Moderno: 2100 clientes estimados mensuales por sistema de refill: Mercado objetivo 84% de 100% correspondiente al modelo propuesto.
- Canal Tradicional 400 clientes estimados mensuales por sistema de refill: Mercado objetivo 16% de 100% correspondiente al modelo propuesto.

Figura 6. Lugares de compra de preferencia de la población encuestada



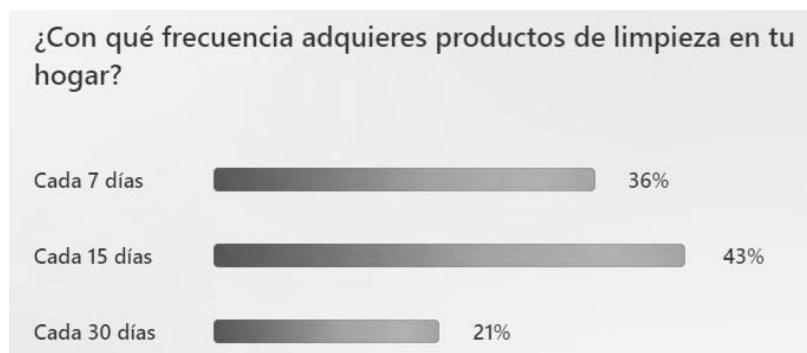
Nota: La encuesta se llevó a cabo con una muestra representativa de 1000 participantes.

Fuente: Autores, 2024.

Por otro lado, también se descubrió la frecuencia de compra de los productos de limpieza, tales como: detergente líquido, suavizante, desinfectante y cloro. Obteniendo como un estimativo de frecuencia de compras por parte de la población encuestada de:

- Frecuencia de compra semanal (cada 7 días): 36% de la población encuestada.
- Frecuencia de compra quincenal (cada 15 días): 43% de la población encuestada, siendo esta la mayor frecuencia de compras del mercado objetivo.
- Frecuencia de compra mensual (cada 30 días): 21% de la población encuestada.

Figura 7. Frecuencias de compras de productos de limpieza

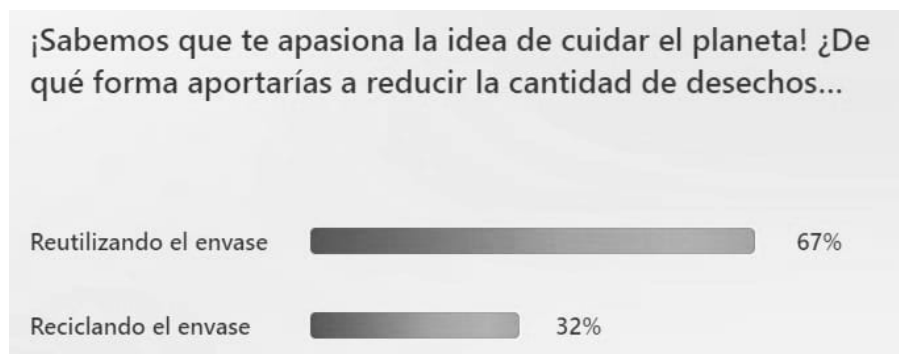


Nota: La encuesta se llevó a cabo con una muestra representativa de 1000 participantes.

Fuente: Autores, 2024.

También se logró determinar a través de las encuestas en la forma de que las personas aportarían al cuidado del medioambiente, sea este, reutilizando el envase mediante el sistema de refill que representa una población del 67,5% y reciclando el envase que representa una población del 32,5%. Resultados los cuales guardan estrecha relación con la planificación de la demanda prevista en este proyecto técnico.

Figura 8. Cultura de reducción de envases plásticos de la población encuestada

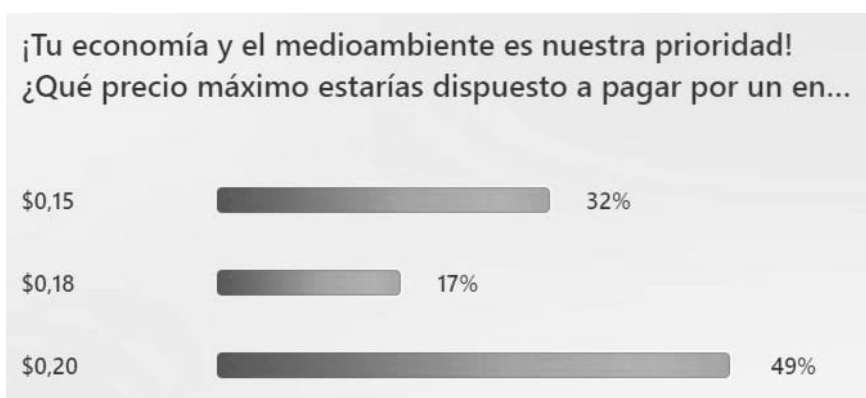


Nota: La encuesta se llevó a cabo con una muestra representativa de 1000 participantes.

Fuente: Autores, 2024.

Asimismo, se pudo conocer el precio máximo por envase plástico de larga duración para hacer uso del sistema de refill que estarían dispuestos a pagar los usuarios de dicho modelo. Cuyo precio monetario máximo es de \$0,20 por envase plástico adquirido y corresponde al 49,9% de la población encuestada. Mientras que, el 32,1% de la población estaría dispuesta a ofertar un máximo de \$0,15 por envase plástico adquirido. Finalmente, el 17% de la población encuestada estaría dispuesta a cancelar un valor no mayor a \$0,18 por envase plástico adquirido.

Figura 9. Precio de envase plástico para uso de sistema de refill

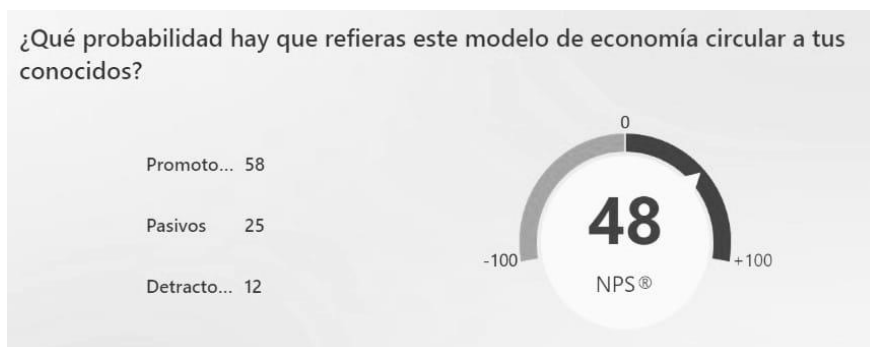


Nota: La encuesta se llevó a cabo con una muestra representativa de 1000 participantes.

Fuente: Autores, 2024.

Finalmente, se logró conocer la población que recomendaría el modelo de economía circular propuesto, cuyo indicador de Net Promoter Score (NPS), es de 48 puntos. Esto quiere decir que la cantidad de promotores por referencias del presente modelo corresponden a un aproximado de la mitad de la población encuestada.

Figura 10. Indicador de promoción del modelo propuesto



Nota: La encuesta se llevó a cabo con una muestra representativa de 1000 participantes.

Fuente: Autores, 2024.

4.5. Beneficios para Stakeholders

Fabricantes de Productos de Limpieza:

- **Reducción de Costos:** Al implementar un modelo de logística inversa, las empresas pueden reducir sus costos asociados con la adquisición y fabricación de nuevos envases plásticos, ya que se promoverá el reciclaje y reutilización de los envases existentes.
- **Imagen Corporativa:** Adoptar prácticas sostenibles y reducir la huella ambiental puede mejorar la imagen corporativa de las empresas que implementen estos modelos de economía circular, atrayendo a consumidores conscientes del medio ambiente.

Consumidores:

- **Ahorro Económico:** En una eventual implementación, los consumidores se beneficiarán al recibir un valor estimativo para futuras compras a forma de crédito por hacer uso del sistema de refill, lo que podría incentivar la participación en el programa de reciclaje y, a largo plazo, generar ahorros en la compra de productos de limpieza.

- **Cultura Ambiental Sustentable:** Participar en un modelo de refill constante fomenta la conciencia ambiental entre los consumidores, ya que contribuyen activamente a la reducción de residuos plásticos. Por medio de prácticas actuales de reciclaje de envases plásticos usados, se podría implementar un sistema de canje de envases degradados, deteriorados o mal estado en general, a cambio de un envase nuevo a razón de cancelar un módico valor por el costo del envase reutilizable y de larga duración.
- **Comodidad:** Hacer uso del modelo de refill puede traer facilidades debido a que el modelo debe plantearse en ubicaciones estratégicas según demanda demográfica por de los usuarios.

Agentes de Regulación Ambiental:

- **Reducción de Residuos:** Al promover modelos sostenibles de gestión de envases, se contribuirá a la reducción de residuos plásticos, alineándose con los objetivos de sostenibilidad y políticas ambientales en las sociedades.
- **Incentivos Fiscales:** Las autoridades podrían considerar ofrecer incentivos fiscales a las empresas que adopten prácticas de logística inversa y promuevan la sostenibilidad.

Industria del Reciclaje:

- **Demanda Incrementada:** La implementación de un modelo de logística inversa generaría una mayor demanda de servicios de reciclaje, lo que beneficiaría a la industria del reciclaje y podría fomentar la innovación en este sector.

Medio Ambiente:

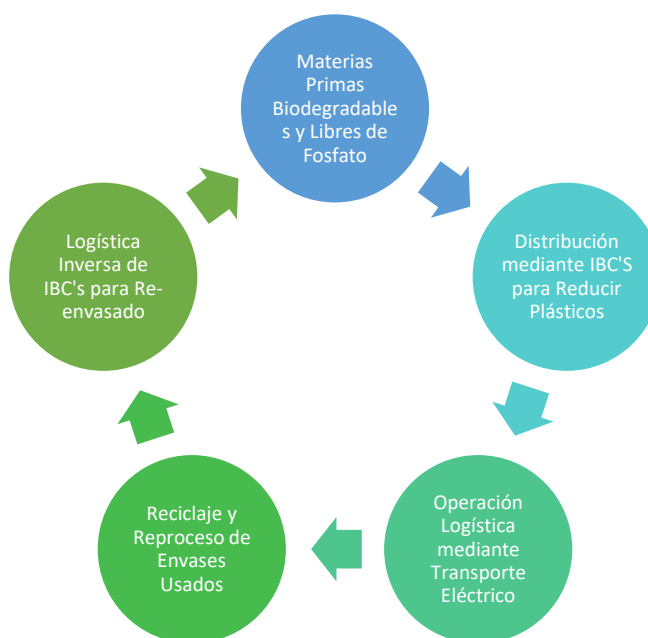
- Reducción de la Huella Ambiental: El principal beneficio es la reducción significativa de la cantidad de envases plásticos desechados, disminuyendo la contaminación y contribuyendo a la conservación del medio ambiente.

Canal de Ventas:

- Optimización y Beneficios: El alcance del presente modelo permite que los canales de ventas tradicionales y modernos tengan la apertura para generar nuevos ingresos por medio de estos sistemas prácticos de refill. Los cuales optimizarían espacio en perchas, tiempos de orden de mercancía en perchas e incentivos especiales para los distintos canales de ventas por parte de las empresas manufactureras de productos de limpieza.

4.6. Cadena de Valor

Figura 11. Cadena de Valor



Fuente: Autores, 2024.

La cadena de valor del proyecto comenzaría con el proceso de fabricación de productos de limpieza, que se planteará utilizar materias primas libres de fosfato y otros químicos abrasivos para la degradación del medioambiente. También se incluye el proceso de dosificación del producto final, una fase que será crucial para la optimización de los recursos y la reducción de costos. Al concentrarse exclusivamente en la dosificación, que se realizaría en contenedores IBC, se eliminarán gastos operativos asociados a maquinaria de envasado y al personal encargado de su manejo. Esta estrategia no solo promoverá la eficiencia en la producción, sino que también aligerará la carga financiera en términos de inversión en equipos y recursos humanos.

En el ámbito de la logística de distribución, se propondrá la adopción de camiones eléctricos como parte de una estrategia más amplia para mitigar la contaminación ambiental. Mismos que representarán una alternativa sostenible a los transportes por combustible convencionales, contribuyendo así a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y mejorando la calidad del aire en las áreas urbanas donde operarán.

Además, se planteará la implementación de una innovadora máquina de refill, concebida para facilitar la reutilización de envases plásticos. Este enfoque buscará abordar de manera directa el problema de la proliferación de envases desechables, ofreciendo una solución práctica y económica tanto para los consumidores como para los fabricantes. Al proporcionar la opción de recargar los envases en lugar de desecharlos después de un solo uso, se promoverá un consumo más responsable y se reducirá significativamente el desperdicio de plástico.

En línea con la estrategia, se establecerá un sistema integral de reciclaje y reproceso de envases plásticos, con el objetivo anual de fomentar una reducción sustancial los envases plásticos de monociclo de vida. Este sistema no solo se centrará en la recolección y el reciclaje de los envases

usados, sino que también buscará promover una mayor conciencia ambiental entre los consumidores y fomentar prácticas de consumo más sostenibles a largo plazo.

4.7. Impacto Ambiental

Tabla 4. Cálculo estimado de reducción de envases plásticos

REDUCCIÓN DE ENVASES PLÁSTICOS				
AÑO	MODELO CONVENCIONAL	MODELO PROPUESTO		SAVING ANUAL
	ENVASES NUEVOS	ENVASES NUEVOS	ENVASES RECICLADOS	SAVING ENVASES
1	4.151.544	1.683.060	420.765	2.047.719
2	4.483.668	1.312.787	328.197	2.842.684
3	4.842.361	1.023.974	255.993	3.562.394
4	5.229.750	798.699	199.675	4.231.375
5	5.648.130	1.817.705	454.426	3.375.999
6	6.099.980	1.417.810	354.452	4.327.718
7	6.587.979	1.035.001	258.750	5.294.227
8	7.115.017	703.801	175.950	6.235.266
9	7.684.218	443.394	110.849	7.129.975
10	8.298.956	1.963.121	490.780	5.845.054
TOTAL	60.141.601	12.199.352	3.049.838	44.892.411

Nota. La estimación del cálculo está en base a una proyección de 10 años, cuyo plazo de tiempo es el promedio para la implementación de proyectos de conciencia y sostenibilidad ambiental.

Fuente: Autores, 2024.

Los envases plásticos de productos de limpieza representan una problemática mayor para la contaminación debido a que los envases donde contienen los productos son de material HDPE, que tiene un tiempo de degradación de 150 años aproximadamente. Lo cual afecta directamente a la preservación del ecosistema.

Mediante la presente tabla, podemos inferir que la cantidad total de envases plásticos de productos de limpieza fabricados para esta industria representan una problemática de carácter crítico. Por ende, usando como guía los métodos contemporáneos de promoción del reciclaje, implementando el presente modelo de reducción, se podría disminuir en promedio la cantidad 4 millones de envases plásticos anuales, considerando los 4 productos de limpieza más usados por la población, siendo estos: detergente, desinfectante, suavizante y cloro.

Dependiendo del alcance que se le pretenda establecer en la implementación dentro de esta industria, si consideramos estadísticamente todas las categorías de productos de limpieza u otros de similar índole, podríamos lograr reducir una cantidad aproximada de 12 millones de envases plásticos anuales. Por tanto, que, no solamente optimizamos la cadena de suministro en materia de costos operativos; sino también, paralelamente contribuimos fuertemente a la preservación y cuidado del planeta.

En el modelo tradicional o vigente, que es esencialmente representativo de la gestión de procesos sin la incorporación de prácticas ambientales óptimas, se contempla un aumento porcentual anual del 8%, correspondiente al crecimiento anual de la demanda de productos de limpieza. En contraste, para el modelo propuesto, cuyo enfoque radica en la implementación de buenas prácticas ambientales, específicamente en relación con el reciclaje y la reutilización, se proyecta una disminución porcentual de aproximadamente el 25% en el uso de envases plásticos de un solo uso durante los 5 primeros años, plazo en el cual, los organismos internacionales estiman que se deben realizar los proyectos de conciencia social en su fase de introducción en la sociedad. Para los siguientes años, se anticipa una reducción gradual del 5% cada año, es decir, en el décimo año, se prevé alcanzar una disminución abrupta del 50% en la utilización de envases plásticos de un solo uso. Estas reducciones graduales se encuentran alineadas con los Objetivos de Desarrollo

Sostenible (ODS), que respaldan iniciativas de sostenibilidad a nivel mundial en aras de preservar el medioambiente.

Es relevante destacar que la disminución del índice de utilización de envases plásticos de un solo uso está intrínsecamente ligada a la transformación de las percepciones de los consumidores y a las estrategias implementadas por las empresas fabricantes de productos de limpieza, quienes, junto a los consumidores, desempeñan un papel fundamental como protagonistas en la gestión sostenible de estos envases, fomentando prácticas de reducción, reutilización y reciclaje. En consecuencia, resulta imperativo establecer de manera clara los objetivos que guiarán la implementación de proyectos destinados a influir en los cambios de mentalidad de las personas.

4.8. Descripción del Proceso

En el actual marco conceptual de logística inversa, orientado hacia la eficiente gestión de envases plásticos de productos de limpieza, los procesos constituyen como los fundamentos esenciales para una eventual implementación. En esta sección, se presenta un desglose detallado de los procesos que deben ser considerados para llevar a cabo la ejecución e instauración de la logística inversa. Estos procesos abarcan desde la dosificación a granel del producto de limpieza en la planta de fabricación hasta la operación de recarga por parte del usuario.

4.8.1. Máquina dosificadora de producto terminado en fábrica

Una máquina dosificadora es un dispositivo diseñado para medir y dispensar cantidades precisas de distintos productos sean granulados, líquidos, etc. La aplicación de estas máquinas comúnmente se ven fielmente arraigadas a la necesidad que poseen las fábricas de dosificar la cantidad precisa por producto, aumentando la eficiencia operacional, disminuyendo el waste por

batch e incrementando la rentabilidad del negocio a causa de la dosificación exacta para cada producto, evitando que se entregue una mayor cantidad producto de la que corresponde según las especificaciones de producción de la fábrica.

La máquina dosificadora permitirá la alimentación del producto de limpieza al contenedor IBC. Para este proceso, se utilizará una máquina dosificadora por cada producto de limpieza fabricado, ya que, corresponden a productos terminados con diferentes composiciones químicas que si son envasados en un mismo contenedor IBC alteraría la calidad final del producto. Además, es importante mencionar que la máquina dosificadora dispensará la cantidad específica determinada por la capacidad del contenedor IBC, es decir, 500L para los contenedores IBC pertenecientes a los puntos de venta tradicionales y 1000L para los contenedores IBC pertenecientes a los puntos de venta modernos. Misma cantidad que puede ser variable según la planificación de la demanda de producción, puesto que, los contenedores pueden ser recargados a una capacidad no mayor a la que estipula el contenido nominal.

El funcionamiento de esta máquina puede variar según el fabricante, pero en la mayoría de los casos, tienen procesos similares explicados a continuación:

- 1. Recepción de Producto Terminado:** La máquina dosificadora recibe el producto terminado para su posterior dosificación en el contenedor, este producto terminado puede ser suministrado hacia la dosificadora desde silos, reservorios, tanques de mezcla, etc.
- 2. Proceso de Dosificado:** Una vez receptado el producto terminado en la dosificadora, esta se va a encargar de dispensar el líquido en la cantidad establecida por los parámetros de la dosificadora, obteniendo como resultado una dosificación prácticamente precisa con respecto a la cantidad nominal de dosificado.

Con relación al proceso, la máquina desempeña un papel significativo al reducir de manera considerable el exceso de producto entregado al consumidor. Aunque puede resultar atractivo para el consumidor al recibir más producto al mismo precio, para la fábrica puede llegar a representar un ahorro de aproximado del 8% por IBC. Este indicador no solo contribuye al ahorro de costos, sino que también posibilita un mejor control en términos de eficiencia operacional y gestión de procesos.

4.8.2. Envasado al granel de producto terminado mediante IBC's

Figura 12. Modelo de IBC para almacenamiento de producto terminado



Nota. Imagen referencial de contenedor IBC a implementarse para la distribución de producto terminado hacia los distintos puntos de venta al público.

Fuente: Autores, 2024.

Un IBC, por sus siglas en inglés, se refiere a un "Intermediate Bulk Container" o "Contenedor Intermedio a Granel" en español. Es un tipo de contenedor utilizado para el almacenamiento y transporte de líquidos y materiales a granel. Estos contenedores son conocidos

debido a la capacidad que poseen para manejar grandes capacidades volúmenes de productos y proporcionar una solución eficiente y segura para el manejo de materiales en general al granel.

Un IBC típico consta de un contenedor grande, generalmente de plástico o metal, que está colocado sobre una paleta para su fácil y práctica manipulación con montacargas o equipos similares de carga pesada. También cuenta con una tapa superior de entrada o escape y una válvula de carga y descarga en la parte inferior para facilitar el llenado y vaciado.

En el proceso de llenado de productos de limpieza al granel, un IBC puede ser utilizado como un punto de almacenamiento temporal o como un contenedor para transportar grandes cantidades de producto desde la fase de fabricación hasta la entrega hacia el punto de refill. Su capacidad de manejar volúmenes significativos puede ser beneficioso para optimizar los procesos logísticos y reducir la necesidad de transferencias frecuentes de materiales.

Además, los IBC's suelen ser diseñados de manera que se puedan limpiar y reutilizar, lo que los hace una opción sostenible para el manejo de productos químicos y líquidos a granel. De hecho, en los últimos años ha incrementado exponencialmente la necesidad de adquirir dichos contenedores de almacenamiento a razón de los múltiples beneficios que poseen en la gestión logística de materias primas y producto terminados.

4.8.3. Silos de almacenamiento de producto terminado

Figura 13. Prototipo de silo para almacenamiento de producto terminado de productos de limpieza



Nota. Imagen referencial de silo reservorio de 10000L para almacenamiento de producto terminado por cada producto limpieza elaborado en fábrica.

Fuente: Autores, 2024.

Un silo de almacenamiento es una estructura diseñada específicamente para contener y almacenar grandes cantidades de productos químicos o líquidos utilizados en la fabricación de productos en general, en su mayoría, productos que se envasan al granel. Estos silos son recipientes de almacenamiento a granel que proporcionan una solución eficiente para mantener y gestionar grandes volúmenes de materiales.

Los silos suelen ser construidos con materiales resistentes y duraderos, como acero inoxidable o plástico reforzado, para garantizar la integridad del contenido y prevenir la

contaminación. Además, cuentan con sistemas de seguridad y control para garantizar un manejo adecuado de los productos almacenados.

En el contexto de la fabricación de productos de limpieza, los silos pueden ser útiles para almacenar materias primas, ingredientes químicos, o incluso los productos semifinalizados antes de ser transferidos a línea de dosificado. Su capacidad para almacenar grandes volúmenes de líquidos o polvos facilita la gestión eficiente de la producción y la logística.

Para fines de este modelo, se debe considerar implementar silos de acero inoxidable para preservar en un ambiente adecuado para los productos de limpieza a almacenarse, lo cual el acero inoxidable nos brinda debido a sus cualidades fisicoquímicas que permiten almacenar distintos productos en las mejores condiciones atmosféricas posibles.

4.8.4. Racks de almacenamiento de IBC's

Figura 14. Racks de almacenamiento de producto terminado



Nota. Imagen referencial de racks de almacenamiento para contenedores IBC.

Fuente: Autores, 2024.

Un rack de almacenamiento hace referencia a una estructura diseñada para organizar y almacenar productos o mercancías de manera eficiente. Estos racks suelen estar compuestos por sistemas de estanterías o plataformas apilables que permiten aprovechar al máximo el espacio vertical de un almacén o una instalación industrial. En una eventual implementación de este sistema, estos racks serían utilizados para almacenar los productos envasados al granel mediante el uso de contenedores IBC que posteriormente serán el medio de distribución hacia los canales de ventas tradicionales y modernos.

Algunas de las consideraciones y ventajas que se debe conocer de los racks de almacenamiento para una eventual implementación son:

- Estructura robusta: Los racks suelen estar fabricados con materiales resistentes y vida útil extendida, por ejemplo, el acero, que permite soportar el peso de los productos almacenados.
- Configuración ajustable: La mayoría de los racks son modulares y por medio de los bastidores de regulación, permiten ajustar la altura de las estanterías para adaptarse a diferentes tamaños de productos o contenedores en posición vertical.
- Accesibilidad: Deben diseñarse de manera que se pueda acceder fácilmente a los IBC's almacenados, ya sea mediante sistemas de paletas, estanterías abiertas o sistemas automatizados.
- Optimización del espacio: Ayuda a optimizar eficientemente el uso del espacio disponible en el almacén, permitiendo un almacenamiento eficiente y una fácil recuperación de los productos.

- Seguridad: Deben contar con medidas de seguridad, como sistemas antivuelco o protecciones en las estanterías, para garantizar la integridad de los productos y la seguridad de los trabajadores del almacén u otros asociados a la actividad productiva.
- Localización de IBC's (PT/MP): Para facilitar la identificación y localización de productos terminados o materias primas para el proceso productivo, es común implementar sistemas de etiquetado en los racks, con la finalidad de localizar rápidamente cada producto.

4.8.5. Logística de distribución de IBC's mediante transporte eléctrico

Figura 15. Camiones eléctricos para logística de distribución y logística inversa de envases plásticos e IBC's



Nota. Imagen referencial de camión eléctrico. En el mercado automovilístico de transporte de carga pesada se encuentran gran variedad de camiones eléctricos adaptado a necesidades específicas. Tomado de Motores JAC, (2022).

Fuente: Camiones eléctricos JAC, (2022).

La apuesta por la sostenibilidad y un compromiso con el planeta, la decisión de implementar un sistema de distribución de IBC's (contenedores intermedios a granel) mediante camiones eléctricos se basa en un pilar fundamental, la rentabilidad ambiental. Esta innovadora estrategia busca reducir significativamente el impacto ambiental de la empresa, al reemplazar los tradicionales camiones de combustión interna por vehículos que no generan emisiones contaminantes.

Más que un beneficio ambiental, siendo este uno de los principales, también se toma en consideración los camiones eléctricos como no solo amigables con el medio ambiente, sino más bien que ofrecen ventajas económicas a largo plazo. Su operatividad eficiente y su costo mínimo de mantenimiento se traducen en una mayor eficiencia operativa y en una reducción de costos.

Para optimizar aún más la operación, se optará por subcontratar a un operador logístico especializado que ofertará el servicio de dos camiones eléctricos con capacidad máxima de 16 toneladas nominales cada uno. Esta capacidad nos servirá para transportar alrededor de 16 contenedores IBC hacia los distintos canales de ventas. Las rutas serán lineales y se dividen en dos rutas principales: norte-centro y centro-sur, ambas serán estratégicamente planificadas para minimizar la distancia recorrida y optimizar el tiempo de entrega dentro de la ciudad de Guayaquil.

Tecnología al servicio de la eficiencia, este es uno de los parámetros que se presentaron principalmente para garantizar una gestión óptima de la flota de camiones eléctricos, se implementan tecnologías avanzadas de gestión de flotas. Estas herramientas permiten monitorizar en tiempo real, la ubicación de los vehículos, el estado de las entregas y otros parámetros relevantes, posibilitando una toma de decisiones precisa y oportuna.

Puntos estratégicos para una cobertura eficaz se implementarán para una óptima distribución, tanto de los canales tradicionales como de los modernos, se realizarían de manera estratégica para maximizar la cobertura y minimizar los costos. La ubicación adecuada de estos puntos facilita una distribución más rápida y eficiente de los IBC's, optimizando el proceso en su conjunto.

La adopción de un sistema de distribución de los contenedores mediante transporte eléctrico representa un paso adelante en el compromiso de la empresa con la sostenibilidad. Esta innovadora estrategia no solo beneficia al medio ambiente, sino que también genera beneficios económicos a largo plazo, consolidándose como una apuesta inteligente por el futuro.

4.8.6. Sistema de refill de productos de limpieza

Figura 16. Máquina de refill



Nota. Imagen referencial del sistema de refill a implementarse, diseñado por la startup chilena Algramo. Tomado de (Forbes Chile, 2022).

Fuente: Forbes Chile, 2022.

Las máquinas dispensadoras de productos de limpieza ante una eventual implementación se instalarían tanto en canales de venta modernos (Supermaxi, Mi Comisariato, Akí, Coral, entre otros), como en canales de venta tradicionales (Tuti, Mini, tiendas de barrio, mercados, entre otros) en Guayaquil. Esto permite a los clientes que prefieren hacer sus compras en supermercados y a los clientes que frecuentan las tiendas locales un acceso conveniente a los productos de limpieza líquidos.

La máquina tendría a los cuatro dispensadores por refill, uno para cada producto considerado en el presente diseño: detergente líquido, desinfectante, suavizante y cloro. Estas máquinas se instalarían en diferentes lugares estratégicos de la ciudad para satisfacer las necesidades de una amplia gama de clientes y promover la sostenibilidad al fomentar el rellenado de envases. El modelo propuesto contempla las siguientes fases:

Producto terminado contenido en IBC's: Los productos de limpieza líquidos se almacenarán en contenedores IBC de 1000 litros para el canal moderno y de 500 litros para el canal tradicional, mismas cantidades que varían debido a los espacios estándares de los distintos canales de ventas. Además, dichos contenedores se colocarían a una altura predeterminada que servirá de ayuda para permitir el flujo por gravedad mediante una bomba de succión de menor capacidad, con relación a un sistema de succión de producto de limpieza mediante un contenedor IBC que se sitúe al nivel del suelo, sistema el cual precisará una bomba de mayor capacidad de succión. Asimismo, cada IBC estará conectado a válvulas que regulan el flujo hacia las máquinas dispensadoras, resultando así con el llenado de los envases. Este sistema o proceso puede variar según las necesidades y oportunidades del modelo de negocio propuesto ante una eventual implementación.

Dosificación y llenado de la botella: Después de elegir el producto y la cantidad mediante la interfaz HMI del sistema de refill, el mismo dispensará el producto adecuado del IBC correspondiente. El líquido fluirá desde el contenedor IBC hasta la boquilla de dosificación, donde el usuario colocará su botella y el producto de limpieza seleccionado ingresará en la botella según la cantidad digitada en el sistema. Este sistema o proceso puede variar según las necesidades y oportunidades del modelo de negocio propuesto ante una eventual implementación.

Cálculo automático del contenido y entrega de recibo de cobro: El sistema de medición del contenido de la máquina dispensadora calculará la cantidad de producto que se ha llenado en la botella del usuario. Este sistema registrará la cantidad de precio por litro/fracción adquirido de cada producto de limpieza y creará un recibo físico o digital que contiene el valor total que se deberá pagar por el producto adquirido en la estación de cobro o caja. Este sistema o proceso puede variar según las necesidades y oportunidades del modelo de negocio propuesto ante una eventual implementación.

4.8.7. Logística inversa envases plásticos reciclados

El sistema de logística inversa propuesto se centra también en el reciclaje de envases plásticos utilizados en productos de limpieza como: detergente líquido, cloro, desinfectante y suavizante. En este proceso clave en la cadena de suministro interviene el consumidor final, ya que el modelo se basa en que, completado el ciclo de vida del envase plástico de producto de limpieza, el mismo retorne a las arcas de la compañía para su posterior reprocesamiento mediante la disposición de las botellas plásticas al gestor de reciclaje. El proceso de logística inversa en mención consta de 4 etapas a considerar:

1. Recolección de Envases:

Los envases plásticos destinados al reciclaje se recolectan mediante el sistema de canje de envases plásticos que se darán sitio en los distintos canales modernos y tradicionales de venta al público. El sistema de canje consistirá en que el usuario, una vez culminado el ciclo de vida del envase plástico, realice el cambio respectivo de su envase plástico por uno nuevo, a cambio de un precio módico por el valor del envase plástico de larga duración.

2. Proceso de Recolección:

Se estableció un plan de recolección de envases plásticos que funciona con dos camiones que se encargan de recoger los envases plásticos utilizados. Estos camiones se encargan de recorrer los diferentes puntos de recolección dentro de los canales modernos y tradicionales, asegurando una cobertura amplia y eficiente de la ciudad de Guayaquil.

3. Transporte a la Planta de Reciclaje:

Los envases plásticos serán transportados a una planta de reciclaje designada para su reprocesamiento una vez que se han recolectado. Se toman medidas de seguridad y manejo adecuadas durante el traslado para preservar la integridad de los materiales recogidos y reducir cualquier impacto ambiental negativo debido a la contaminación cruzada que pueda generarse.

4. Disposición a Gestor de Reciclaje:

Los envases plásticos serán clasificados, limpiados y triturados en las plantas de reciclaje del proveedor autorizado de reproceso de envases plásticos. El proceso permite la separación de las partículas que se adhiere a la botella a través de su ciclo de vida, así como la eliminación de

desechos de envases y la preparación de los materiales para su reciclaje y su salida de nuevo al mercado.

El sistema de logística inversa propuesto para la reutilización y reciclaje de envases plásticos de productos de limpieza en Guayaquil establece una cadena de gestión completa y eficiente desde la recolección de los envases hasta su procesamiento final. Mediante la colaboración entre diversos actores del sector, se busca promover la sostenibilidad ambiental y contribuir al cuidado del medio ambiente a través de la reducción de residuos plásticos y la promoción de la economía circular.

4.8.8. Logística inversa de contenedores IBC

El proceso de logística inversa de contenedores IBC constará en la disposición reversa de dichos contenedores hacia la planta de producción. El sistema será diseñado para facilitar la recuperación y reutilización de estos contenedores plásticos una vez que se ha consumido el producto terminado por el punto de venta. El sistema se utilizará tanto en los canales de ventas tradicionales y modernos.

El proceso de logística inversa comienza con la identificación y recolección de los IBC vacíos a través de la red de distribución establecida. Se desplazarán periódicamente dos camiones subcontratados por el operador logístico para recoger los contenedores vacíos desde ubicaciones estratégicas de venta y acopio. Estos camiones estarán equipados para transportar IBC's de manera segura y eficiente y están operados por personal logístico especializado para evitar cualquier desperfecto físico o alteraciones por efectos de contaminación cruzada en los contenedores.

Los contenedores IBC vacíos son transportados de regreso a la planta de fabricación principal o a las instalaciones designadas de reacondicionamiento una vez que se han recogido. En

esta instancia, los IBC son inspeccionados, limpiados y, si es necesario, reacondicionados para el aseguramiento de la calidad para su posterior reutilización. Si los mismos cumplen con los estándares de calidad, serán habilitados para llenarse nuevamente con producto terminado.

Es importante destacar que este sistema de logística inversa no solo ofrece una solución ambiental sostenible al manejo de desechos plásticos al fomentar la reutilización de IBC's y al reducir los costos asociados con la adquisición constante de nuevos contenedores, sino también proporciona beneficios económicos. Al fomentar el consumo consciente y la responsabilidad compartida en la gestión de recursos, también ayuda a fortalecer las relaciones entre fabricantes, distribuidores y consumidores, ya que, al involucrar a toda la cadena de suministro, se busca la fomentación de un cambio de cultura.

4.8.9. Reprocesamiento de envases plásticos mediante gestor de reciclaje

El presente modelo de reciclaje propone reducir el ciclo de vida lineal de los envases plásticos utilizados en los productos de limpieza, por lo cual los envases plásticos retornados desde los distintos puntos de venta al público serán reprocesados para crear un ciclo de economía circular de dichos envases. Sus efectos promueven la sostenibilidad y reduce el uso de plásticos nuevos de un solo uso, al mismo tiempo que reduce el impacto en el medio ambiente y promueve una economía sostenible en el tiempo para toda la cadena de suministro.

El sistema de reciclaje contempla 6 etapas para su eventual implementación:

Recepción de Envases Plásticos: Los envases plásticos de polietileno de alta densidad (HDPE) se entregarían al gestor de reciclaje. Dichas botellas llegarían al centro de acopio del proveedor por lotes acordados previamente.

Almacenamiento Temporal: Se realizaría una inspección visual rápida al recibir los envases para asegurarse de que estén limpios y libres de contaminantes. Luego se almacenarían temporalmente en lugares específicos para su posterior procesamiento.

Reprocesamiento: Los envases plásticos se lavarían y triturarían para eliminar los restos de los productos de limpieza anteriores. Este proceso garantiza la pureza y la calidad del nuevo envase plástico a fabricarse.

Extrusión y Fabricación de Nuevos Envases: Después de lavar y triturar el plástico reciclado, se extrae para convertirlo en scrap o pellets de polietileno. Luego, este scrap podría utilizarse para crear nuevos envases plásticos.

Reporte y Seguimiento: Para evaluar el desempeño del sistema de reciclaje, se llevaría un registro detallado de la cantidad de envases plásticos recibidos y procesados, junto con cualquier otro dato relevante.

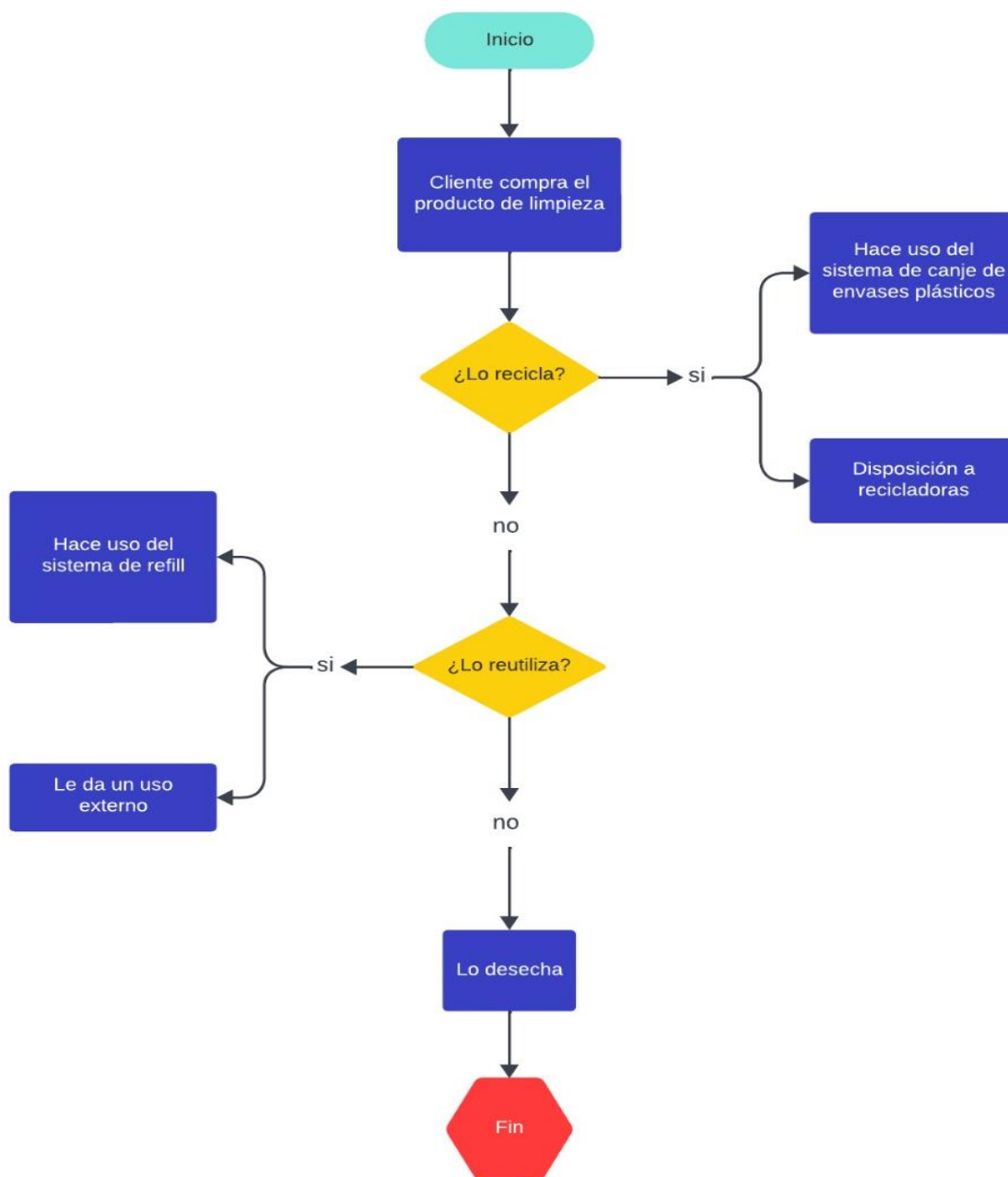
Inspecciones de Calidad: Previo a la disposición de los envases plásticos a los diferentes puntos de venta al público, se deberán de realizar análisis de calidad de las botellas para descartar cualquier desperfecto físico o alteración química de las mismas.

4.9. Flujograma

El objetivo principal del diseño del presente flujograma de procesos es permitir explicar detalladamente a modo de una visión más holística acerca del funcionamiento del modelo de logística inversa de envases plásticos en materia de reutilización y reciclaje. Flujograma mediante el cual podemos visualizar el proceso de toda la cadena de suministro involucrada en el modelo propuesto del presente proyecto técnico, donde involucramos a los usuario final como actor clave de esta cadena, continuando por el fabricante de los productos de limpieza, beneficiarios indirectos

como gestores de reciclaje, además del proveedor logístico implícito que realiza la tarea de recolección y disposición de los envases para su reciclaje.

Figura 17. Flujograma de proceso de logística inversa



Fuente: Autores, 2024.

4.10. Propuesta de creación de nuevo envase plástico

Figura 18. Diseño de envase plástico HDPE 4L para productos de limpieza



Nota. Imagen referencial del envase plástico de 4L de material HDPE propuesto para la reutilización mediante los sistemas de refill.

Fuente: Autores, 2024.

En el marco de la presente tesis, se propone una innovadora solución para envases de polietileno de alta densidad (HDPE) de 4 litros, con el objetivo de generar un impacto significativo en la sociedad, especialmente en términos de sostenibilidad, uso eficiente y consideraciones ambientales. Esta propuesta integrará las metodologías mencionadas en el marco metodológico, como el Análisis de Ciclo de Vida (ACV) y el Diseño para el Medioambiente (DEF).

En primer lugar, se aboga por la utilización de HDPE reciclado de alta calidad, seleccionado mediante procesos avanzados que garanticen la pureza del material. Se deben implementar tecnologías innovadoras para purificar y refinar el HDPE reciclado, preservando o mejorando sus propiedades físicas y químicas.

El diseño de la botella de 4 litros se debe regir por principios de la metodología Design for Manufacturing and Assembly (DFMA), buscando optimizar la geometría para reducir la cantidad de material necesario sin comprometer la resistencia, reducir los costos de fabricación para el proveedor de los envases plásticos, y, en el escenario que el fabricante de productos de limpieza, sea el responsable de la creación de botellas, este principio del DFMA deberá ser indispensable, por no categorizarlo como obligatorio. La forma de la botella deberá ser ergonómica, facilitando el agarre y vertido del contenido, con el propósito de mejorar la experiencia del usuario.

En el contexto del Análisis de Ciclo de Vida, se debe llevar a cabo una evaluación exhaustiva del impacto ambiental desde la extracción de materias primas hasta la disposición final del envase. Se implementarán mejoras en etapas críticas como la producción y el transporte para minimizar la huella ambiental.

Además, se incorporará un sistema de cierre hermético y reutilizable que prolongue la vida útil del envase, reduciendo la necesidad de envases adicionales. Se promoverá el reciclaje a través de mensajes educativos en la etiqueta sobre la importancia del reciclaje y las propiedades beneficiosas del HDPE reciclado, facilitando la identificación del material y proporcionando información sobre cómo reciclar correctamente el envase.

La propuesta también contempla la optimización de la forma y el tamaño del envase para maximizar la eficiencia en el transporte y minimizar las emisiones asociadas. En conjunto, la combinación de HDPE reciclado de alta calidad, diseño eficiente y prácticas sostenibles contribuirá a fomentar una cultura de consumo responsable y respetuoso con el medio ambiente.

4.11. Ciclo de Modelo Propuesto

Figura 19. Cadena de suministro de modelo propuesto



Nota. Representación gráfica del modelo propuesto de logística inversa.

Fuente: Autores, 2024.

El modelo de economía circular propuesto se estructura en cinco fases fundamentales, cada una desempeñando un papel crucial en la implementación y sostenibilidad del proyecto. Dichas fases son:

- **Fabricación:** La etapa de fabricación engloba todas las actividades relacionadas con la producción de productos de limpieza, desde la adquisición de materias primas hasta el llenado de los productos en contenedores IBC. Esta fase establece los cimientos para la circularidad al considerar la selección de materiales y procesos que facilitarán la posterior reutilización y reciclaje de los envases.

- **Distribución:** Se centra en las operaciones logísticas llevadas a cabo por el proveedor subcontratado. Este proceso gestiona la entrega eficiente de los productos terminados de limpieza a puntos de venta específicos en diversos canales, allanando el camino para la incorporación de los envases reciclados y reutilizados en la cadena de suministro.
- **Canal de Ventas:** Establecimientos mediante los cuales los sistemas de refill a implementarse en diversos puntos de venta se darían sitio, como tiendas minoristas o mayoristas, supermercados, mercados y plataformas de venta en línea. Estos lugares se convierten en nodos cruciales para la interacción directa con el consumidor y la promoción de prácticas de consumo responsable.
- **Consumidor:** El consumidor emerge como el actor central en este modelo de economía circular. La participación, especialmente a través de la adopción de sistemas de refill, impulsa la viabilidad y éxito del proyecto. Al estar intrínsecamente vinculado al ciclo de vida del producto, el consumidor se convierte en el beneficiario principal de los múltiples incentivos asociados con la reutilización y el reciclaje.
- **Reutilizar:** Acción mediante la cual el usuario hace uso del sistema de refill, con el objetivo de promover una cultura de consumo responsable y sostenible hacia una mejora continua en las prácticas de reciclaje y reutilización.
- **Reciclar:** La fase de reciclaje se encarga de gestionar los envases usados devueltos por los usuarios de los sistemas de refill. Estos envases, una vez finalizado su ciclo de vida, son sometidos a un proceso de reprocesamiento para crear botellas con composiciones fisicoquímicas similares a las originales. El gestor de reciclaje aseguraría que los envases plásticos HDPE reprocesados cumplan con altos estándares de calidad para reintegrarse al mercado de fabricantes de productos de limpieza.

La supuesta implementación del modelo de economía circular propuesto se revela como una estrategia integral para abordar los aspectos clave de la cadena de procesos asociada con la producción y gestión de los productos de limpieza ofrecidos en los distintos canales de ventas. A través de fases claramente definidas, desde la fabricación y distribución hasta la reutilización y reciclaje, se busca crear un ciclo continuo y eficiente que maximice la vida útil de los envases, reduciendo al mismo tiempo la generación de residuos plásticos.

La colaboración activa del consumidor en el canal de ventas, al adoptar sistemas de refill, se convierte en un eslabón crucial para la operación de este ciclo ininterrumpido y promover prácticas de consumo responsables. La incorporación de envases reciclados y reprocesados en la cadena de suministro, gestionada eficazmente por el proveedor logístico subcontratado, fortalece la sostenibilidad ambiental del proyecto. Este enfoque basado en el ciclo de procesos no solo persigue objetivos ambientales y económicos, sino que también permite alinear el alcance en búsqueda de una sinergia integral entre las diferentes etapas, creando así una cadena de valor sostenible y orientada hacia un futuro más conservador con el medio ambiente.

CRONOGRAMA

Tabla 5. Cronograma de actividades del proyecto

CRONOGRAMA DE PROYECTO - DISEÑO DE LOGÍSTICA INVERSA																					
ACTIVIDADES	LÍNEA DE TIEMPO (SEMANAS)																				
	MES 1				MES 2				MES 3				MES 4				MES 5				
	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	
ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL																					
DISEÑO DEL MODELO DE LOGÍSTICA INVERSA																					
CAMPAÑA PUBLICITARIA MASIVA																					
INSTALACIÓN DE MÁQUINAS DISPENSADORAS																					
PRUEBAS IN-SITU DE MÁQUINAS DISPENSADORAS																					
ANÁLISIS DE RESULTADOS																					
MEJORAS Y AJUSTES EN EL MODELO DE LOGÍSTICA INVERSA																					

Nota. Se estiman cinco meses para la implementación total del modelo propuesto.

Fuente: Autores, 2024.

PRESUPUESTO

Inversión Inicial del Proyecto

Tabla 6. Inversión inicial

Descripción	Cantidad	Costo Unitario	Total
Sistema de refill (canal moderno)	15	\$ 3.800,00	\$ 57.000,00
Sistema de refill low-cost (canal tradicional)	45	\$ 2.450,00	\$ 110.250,00
Máquina dosificadora de producto terminado	4	\$ 73.000,00	\$ 292.000,00
Almacenamiento de producto terminado	1604	\$ 11.157,00	\$ 168.550,00
+ Silos de almacenamiento de PT 10000L	4	\$ 11.000,00	\$ 44.000,00
+ IBC's para distribución de PT 1000L	750	\$ 89,00	\$ 66.750,00
+ IBC's para distribución de PT 500L	850	\$ 68,00	\$ 57.800,00
Total Inversión			\$ 627.800,00

Nota. Los valores mostrados se presentan de forma anualizada.

Fuente: Autores, 2024.

Costos Directos

Tabla 7. Costos directos

Descripción	Cantidad	Costo Unitario	Total Anual
Costos Fijos			\$ 59.640,00
Operador de dosificado	2	\$ 850,00	\$ 20.400,00
Ayudante de dosificado	2	\$ 575,00	\$ 13.800,00
Montacarguista	2	\$ 660,00	\$ 15.840,00
Alquiler de montacargas	2	\$ 400,00	\$ 9.600,00
Costos Variables			\$ 534.368,55
Envases plásticos HDPE 4L	140255	\$ 0,13	\$ 218.797,80
+ <i>Envases plásticos canal tradicional 4L</i>	<i>51003</i>	<i>\$ 0,13</i>	<i>\$ 79.564,68</i>
+ <i>Envases plásticos canal moderno 4L</i>	<i>89252</i>	<i>\$ 0,13</i>	<i>\$ 139.233,12</i>
Operador logístico outsourcing	6	\$ 5.280,00	\$ 149.760,00
+ <i>Transporte eléctrico</i>	<i>2</i>	<i>\$ 4.320,00</i>	<i>\$ 103.680,00</i>
+ <i>Personal logístico</i>	<i>4</i>	<i>\$ 960,00</i>	<i>\$ 46.080,00</i>
Gestor de Reciclaje	35064	\$ 0,09	\$ 37.868,85
+ <i>Envases plásticos canal tradicional 4L</i>	<i>12751</i>	<i>\$ 0,09</i>	<i>\$ 13.770,81</i>
+ <i>Envases plásticos canal moderno 4L</i>	<i>22313</i>	<i>\$ 0,09</i>	<i>\$ 24.098,04</i>
Gestión de Limpieza			\$ -
+ <i>Limpieza y desinfección de contenedores IBC</i>	<i>1</i>	<i>\$ 300,00</i>	<i>\$ 3.600,00</i>
Mantenimiento de equipos outsourcing	64	\$ 990,63	\$ 68.887,50
+ <i>Mantenimiento de sistemas de refill mod.</i>	<i>15</i>	<i>\$ 47,50</i>	<i>\$ 8.550,00</i>
+ <i>Mantenimiento de sistemas de refill trad.</i>	<i>45</i>	<i>\$ 30,63</i>	<i>\$ 16.537,50</i>
+ <i>Mantenimiento de dosificadora</i>	<i>4</i>	<i>\$ 912,50</i>	<i>\$ 43.800,00</i>
Utilities	68	\$ 1.046,80	\$ 59.054,40
+ <i>Servicios básicos en punto de refill tradicional</i>	<i>45</i>	<i>\$ 12,00</i>	<i>\$ 6.480,00</i>
+ <i>Servicios básicos en punto de refill moderno</i>	<i>15</i>	<i>\$ 22,00</i>	<i>\$ 3.960,00</i>
+ <i>Energía eléctrica de proceso</i>	<i>4</i>	<i>\$ 784,80</i>	<i>\$ 37.670,40</i>
+ <i>Agua de proceso</i>	<i>4</i>	<i>\$ 228,00</i>	<i>\$ 10.944,00</i>
Total Costos Directos			\$ 594.008,55

Nota. Los valores mostrados se presentan de forma anualizada.

Fuente: Autores, 2024.

Costos Indirectos

Tabla 8. Costos indirectos

Descripción	Cantidad	Costo Unitario	Total Anual
Publicidad	2	\$ 18.410,00	\$ 220.920,00
+ <i>Outdoor advertising</i>	<i>1</i>	<i>\$ 10.430,00</i>	<i>\$ 125.160,00</i>
+ <i>Socialmedia</i>	<i>1</i>	<i>\$ 7.980,00</i>	<i>\$ 95.760,00</i>
Seguro de maquinarias	64	\$ 552,50	\$ 77.730,00
+ <i>Sistema de refill canal tradicional</i>	<i>45</i>	<i>\$ 73,50</i>	<i>\$ 39.690,00</i>
+ <i>Sistema de refill canal moderno</i>	<i>15</i>	<i>\$ 114,00</i>	<i>\$ 20.520,00</i>
+ <i>Máquina dosificadora PT</i>	<i>4</i>	<i>\$ 365,00</i>	<i>\$ 17.520,00</i>
Depreciaciones	65	\$ 7.925,00	\$ 62.780,00
+ <i>Depreciación de almacenamiento de producto terminado</i>	<i>1</i>	<i>\$ 16.855,00</i>	<i>\$ 16.855,00</i>
+ <i>Depreciación de sistema de refill tradicional</i>	<i>45</i>	<i>\$ 245,00</i>	<i>\$ 11.025,00</i>
+ <i>Depreciación de sistema de refill moderno</i>	<i>15</i>	<i>\$ 380,00</i>	<i>\$ 5.700,00</i>
+ <i>Depreciación de dosificadora</i>	<i>4</i>	<i>\$ 7.300,00</i>	<i>\$ 29.200,00</i>
Total Costos Indirectos		\$	\$ 361.430,00

Nota. Los valores mostrados se presentan de forma anualizada.

Fuente: Autores, 2024.

Presupuesto Total

Tabla 9. Presupuesto Total del Proyecto

Costos	Valores	
Inversión	\$	627.800
Total Inversión	\$	627.800
Costos	Valores	
Costos Directos	\$	594.009
Costos Indirectos	\$	361.430
Total CD + CI	\$	955.439

Nota. Los valores mostrados se presentan de forma anualizada, a excepción de la inversión del proyecto que se realiza en el año 0.

Fuente: Autores, 2024.

CONCLUSIONES

El propósito fundamental de este modelo de economía circular radica en abordar de forma integral los desafíos ambientales asociados a la cadena de suministro que posee la industria de productos de limpieza. Mediante la implementación de prácticas sostenibles, se busca reducir significativamente la generación de residuos plásticos anualmente, optimizar el uso de recursos desde la producción hasta el consumo final y motivar la participación del consumidor. La reutilización de envases y el reciclaje de materiales desempeñan un papel elemental en esta iniciativa, contribuyendo a la mitigación de problemas ambientales derivados de la acumulación de desechos plásticos.

Se logró determinar que la migración de un sistema convencional a un sistema propuesto optimizado genera beneficios de triple impacto. Los cuales se ven representados y respaldados por sus números, cuyo beneficio económico del cambio de filosofía operacional de la cadena de suministro representa un valor de \$10'606.610 dólares americanos en un plazo de diez años. Por otra parte, el impacto ambiental positivo generado por efectos directos ante una eventual implementación del modelo propuesto representa una cantidad de 44'892.411 de envases plásticos reducidos en un periodo de tiempo de diez años.

Además, la cadena de valor del proyecto genera un impacto social positivo, en el cual se crea mejores hábitos de consumo en la sociedad, donde un simple envase plástico reducido por persona anualmente puede aportar directamente a la reducción de huella de carbono en pro de sustentabilidad de las futuras generaciones.

Finalmente, esta investigación logra incentivar un cambio cultural hacia el consumo responsable y sostenible, empoderando al consumidor como un agente activo en la economía

circular. Esta estrategia no solo persigue metas ambientales, sino que también busca generar una cadena de valor a través de prácticas responsables, fortaleciendo la cadena de suministro y promoviendo una conciencia ambiental más profunda en la sociedad. En síntesis, la finalidad es construir un modelo de negocio rentable que simultáneamente contribuya positivamente a la preservación del medio ambiente y al bienestar social.

RECOMENDACIONES

- Se sugiere que el precio de venta al público de cada producto de limpieza por medio del sistema de refill, disminuya su valor en relación con los productos que se envasan en fábrica y se ofertan los puntos de venta, con la finalidad de incrementar ventas y crear una cultura de consumo responsable a través de descuentos especiales.
- Los envases plásticos se deben ofertar a precios módicos para que el usuario del sistema de refill cree el hábito de adquirir botellas siempre y cuando crea necesario y el ciclo de vida del envase sea incremental a través del tiempo, disminuyendo así, los envases plásticos de un solo uso.
- Evaluar modelos de marketing para incrementar ventas, cuyo objetivo sea la satisfacción y fidelidad del usuario, en el cual se brinden beneficios especiales por las órdenes de una determinada cantidad de compra de productos de limpieza.
- Realizar estudio de rutas para maximizar la eficiencia de la cadena de logística de los camiones que recorrerán la ciudad entregando el producto terminado a cada punto de venta. Además, se debe contemplar la recolección de contenedores IBC y envases plásticos, responsabilidad que recae también en el proveedor logístico.
- Crear alianzas estratégicas con las empresas del sector para promover soluciones eficientes y eficaces ante la creciente contaminación generada por los envases plásticos de un solo uso.
- Realizar la limpieza de los contenedores IBC con el que serán llenados los productos de limpieza al granel, ya que, una limpieza ineficaz podría llegar a causar reclamos de calidad del producto por falta de sanidad e higiene, generando desconfianza e insatisfacción en los usuarios. Debido a sus características químicas, una solución a

esta problemática podría ser el lavado frecuente de los contenedores IBC por cada uso y retorno al ciclo productivo con la utilización de soda cáustica.

- Alinear los procedimientos de operación según normas ISO 14001 e ISO 9001 para realizar una trazabilidad eficiente en los procesos.
- Innovar los envases plásticos de productos de limpieza para los sistemas de refill en los canales de ventas. Considerar el uso de plásticos con materias primas libres de agentes tóxicos de degradación del suelo y de fácil reprocesamiento según principios de la metodología DEF.
- Considerar cierta altura desde el piso hasta el dosificador para la entrada del IBC con el que se llenará el producto al granel, caso contrario, existirán problemas en el proceso de llenado de los contenedores de producto terminado debido a falta de espacio vertical.
- Los contenedores IBC deben ser de fácil manipulación logística y operativa, y deben ser trasladados mediante equipos de movimiento mecánico, tales como yales manuales, montacargas u otros de la misma categoría.
- Es prácticamente mandatorio instalar silos de almacenamiento por cada producto de limpieza, además, el material de fabricación del silo se deberá estipular según el requerimiento de fábrica. No obstante, la gran mayoría de fabricantes de productos de limpieza, optan por almacenar en silos de acero inoxidable para preservar las condiciones estables de las sustancias almacenadas.
- Los racks de almacenamiento deben estar diseñados en función proyecciones futuras volúmenes de producción de la fábrica, tanto en el almacenamiento de materias primas, como el del producto terminado, ya que, esta variable nos permitirá instalar la capacidad mínima de espacios requeridos.

BIBLIOGRAFÍA

- Castañeda Garzón, D. F., Pedroche Acosta, C. A., Sierra Rey, L. F., & Vasquez Ortiz, K. L. (2022). Propuesta de economía circular para la reducción de envases a partir de la aplicación del modelo de logística inversa en Aseos del Rionegro SAS.
- Fontalvo-Herrera, T., De-la-Hoz-Granadillo, E., & Mendoza-Mendoza, A. (2019). Los Procesos Logísticos y La Administración de la Cadena de Suministro. *Saber, ciencia y libertad*, 14(2), 102-112.
- Sánchez Suárez, Y., Pérez Castañeira, J. A., Sangroni Laguardia, N., Cruz Blanco, C., & Medina Nogueira, Y. E. (2021). Retos actuales de la logística y la cadena de suministro. *Ingeniería Industrial*, 42(1), 169-184.
- Rodríguez, D., Mahecha, D., & Peñaloza, C. (2014). Logística inversa en el sector de plásticos de Bogotá-Caso de estudio. Recuperado el, 6.
- Castro, J. A. O., Camelo, N. S., & Ospina, Y. I. C. (2016). Costos logísticos y metodologías para el costeo en cadenas de suministro: una revisión de la literatura. *Cuadernos de contabilidad*, 17(44), 377-420.
- Forero, D. O., Hernandez, V. A., & Valderrama, B. Q. Importancia que tiene la logística inversa en la reducción de impactos ambientales, causados por las medianas empresas que dedican su producción al sector de los plásticos. Trabajo de grado para optar por el título de Administrador de Empresas.

- Heredia Guarnizo, A. P. (2023). *Plan de Negocios para elaboración y comercialización de envases con material reciclado para el uso de desinfectantes y productos de limpieza en el Distrito Metropolitano de Quito* (Master's thesis, Quito: Universidad Tecnológica Indoamérica).
- González García, P. (2023). Plásticos de un solo uso vs plásticos retornables: aplicación del análisis de ciclo de vida para la distribución del pescado en España.
- Estupiñán Prado, Y. N. (2022). *Propuesta de implementación de la metodología PHVA en el departamento de control de calidad de una empresa de plásticos* (Doctoral dissertation, Universidad de Guayaquil. Facultad de Ingeniería Industrial. Carrera de Ingeniería Industrial.).
- Sánchez, C. C. Z., Castro, G. B. L., & Anchundía, B. J. C. (2022). Materiales Poliméricos y el impacto ambiental: Una revisión. *Polo del Conocimiento: Revista científico-profesional*, 7(6), 596-614.
- Fernández Duran, S. (2023). Tratamiento de plásticos para su reutilización: bisfenoles en plásticos vírgenes y reciclados.
- Cayeros Altamirano, S. E., Robles Zepeda, F. J., & Soto Ceja, E. D. E. L. (2016). Cadenas productivas y cadenas de valor. CONACYT.
- Díaz Marulanda, N. (2023). Propuesta de priorización de estrategias de sostenibilidad para la fabricación de plásticos en la empresa ECSI SAS con enfoque en economía circular.
- Gómez Sandoval, J. C. (2023). *Evaluación de las propiedades térmicas, reológicas y mecánicas de mezclas entre HDPE virgen con HDPE reciclado* (Doctoral dissertation, Universidad EAFIT).

- Romero Chavil, D. R. (2016). Planificación y control de la producción para aumentar la productividad en la empresa de productos de limpieza Kryzzal.
- Jiménez, J. G. P. (2022). Análisis del Marco Normativo de Economía Circular en Ecuador orientado al sector de los plásticos. *FIGEMPA: Investigación y Desarrollo*, 13(1), 38-47.
- Cerdá, E., & Khalilova, A. (2016). Economía circular. *Economía industrial*, 401(3), 11-20.
- Prieto-Sandoval, V., Jaca-García, C., & Ormazabal-Goenaga, M. (2017). Economía circular: Relación con la evolución del concepto de sostenibilidad y estrategias para su implementación. Obtenido de: https://dadun.unav.edu/bitstream/10171/53653/1/Economia_Circular.pdf
- Alzate-Ibáñez, A., Ramírez Ríos, J., & Alzate-Ibáñez, S. (2018). Modelo de gestión ambiental iso 14001: evolución y aporte a la sostenibilidad organizacional. *Revista chilena de economía y sociedad*, 12(1). Obtenido de: <https://sitios.vtte.utem.cl/rches/wp-content/uploads/sites/8/2018/07/revista-CHES-vol12-n1-2018-A.Alzate-Iban%CC%83ez-Ramirez-S.Alzate-Iban%CC%83ez.pdf>
- Zapata, A. (2016). Ciclo de la calidad PHVA. Universidad Nacional de Colombia. Obtenido de: <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=FgT2DwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT130&dq=PHVA&ots=InUoyFzDnm&sig=N6VvWK2N0OwyoVrMR FizGr2rq5w#v=onepage&q=PHVA&f=false>
- Sanes Orrego, A. (2012). El análisis de ciclo de vida (ACV) en el desarrollo sostenible: propuesta metodológica para la evaluación de la sostenibilidad de sistemas productivos (Doctoral dissertation).

Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. (2023). *Información Ambiental en Hogares 2023*.

Gob.ec. Obtenido de: https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Encuestas_Ambientales/Hogares/2023/PRIN_RESUL_INF_AMB_HOGARES_2023.pdf

Gamez, M. J. (2015). Objetivos y metas de desarrollo sostenible. Desarrollo Sostenible.

<https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>

Valdés, M. (2021). Comenzó piloto para comprar productos Lider en envases recargables de

Algramo . Chocale. <https://chocale.cl/2021/04/alianza-walmart-lider-algramo-envases-recargables/>

Forbes.Cl. Startup Algramo Chile. (2022) de <https://forbes.cl/negocios/2022-05-02/startup-chilena-algramo-europa-reino-unido-supermercados-lidl>

Camión serie N55 Eléctrico. (2022, abril 13). Motores JAC. <https://www.motoresjac.com.gt/jac-electricos/camion-electrico-jac-n55/>

ANEXOS

Tabla 10. Análisis de fallas en el proceso de producción en fábrica

FMEA DE PROCESOS - FÁBRICA								
Máquina	Modo de Falla	Efectos de Falla	Severidad (1-10)	Causas de Falla	Ocurrencia (1-10)	Detectabilidad (1-10)	RPN	Plan de Acción / Medidas de Control
Fabricación	Variación en la calidad del producto	Productos inconsistentes que no cumplen con los estándares de calidad	8	Falta de control en el proceso de fabricación, variaciones en la materia prima	4	6	192	Implementar controles de calidad en cada fase del proceso de fabricación Establecer límites de tolerancia para las variables críticas
Fabricación	Contaminación de materias primas	Materias primas contaminadas afectan la calidad del producto final	7	Manejo y almacenamiento inadecuado de materias primas	5	7	245	Inspecciones rigurosas de las materias primas antes de su uso Implementar medidas de control ambiental en la zona de fabricación
Dosificadora	Dosificación incorrecta	Los productos dosificados no cumplen con las especificaciones	9	Desgaste o mal funcionamiento de los componentes de la dosificadora	5	3	135	Programar mantenimientos preventivos regulares Implementar sistemas de retroalimentación para ajuste automático Capacitar al personal de fábrica
Dosificadora	Calibración incorrecta de la dosificadora	Los productos dosificados tienen concentraciones erróneas	8	Errores humanos en el proceso de calibración	4	7	224	Automatizar el proceso de calibración Implementar procedimientos de verificación de la calibración antes de cada ciclo
Dosificadora	Fugas en el sistema de dosificación	Pérdida de producto y posible contaminación	9	Desgaste de sellos y conexiones	3	4	108	Inspecciones visuales regulares de las conexiones y sellos Utilizar materiales resistentes y de calidad Implementar alarmas automáticas ante fugas detectadas
Dosificadora	Obstrucción en las líneas de dosificación	Interrupciones en el suministro y posibles contaminaciones	7	Acumulación de residuos en las líneas de dosificación	5	7	245	Programar enjuagues automáticos después de cada lote Establecer procedimientos de limpieza y mantenimiento regular Implementar sensores de obstrucción con alertas automáticas
Dosificado IBC	Fugas en el sellado del IBC	Pérdida de producto y posibles riesgos de seguridad en la distribución	8	Desgaste o daño en las juntas de sellado	4	4	128	Inspecciones visuales periódicas de las juntas de sellado Utilizar materiales de sellado duraderos y de alta calidad Implementar procedimientos de inspección antes de cargar los IBC
Dosificado IBC	Identificación incorrecta de producto de limpieza	Confusión en el almacenamiento y distribución	8	Errores humanos de identificación	5	3	120	Automatizar el proceso de identificación Realizar verificaciones visuales antes de la distribución
Dosificado IBC	Contaminación por falta de limpieza del IBC	Posible contaminación cruzada entre diferentes lotes de productos	9	IBC en estado de suciedad al reutilizarlo para un nuevo lote	5	6	270	Crear procedimiento de limpieza y desinfección después de cada uso Realizar inspecciones visuales antes de cargar el producto

Nota. El análisis FMEA se basa en una eventual implementación del modelo propuesto en una fábrica manufacturera de productos de limpieza.

Fuente: Autores, 2024.

Tabla 11. Análisis de fallas de sistema de refill

FMEA DE PROCESOS - SISTEMA DE REFILL								
Máquina	Modo de Falla	Efectos de Falla	Severidad (1-10)	Causas de Falla	Ocurrencia (1-10)	Detectabilidad (1-10)	RPN	Plan de Acción / Medidas de Control
Sistema de Refill	Daños en Integridad del Sistema de Dosificación	Fugas o contaminación del producto de limpieza	7	Desgaste o daño en las conexiones y tuberías	3	3	63	Realizar inspecciones periódicas para detectar desgastes o daños Utilizar materiales resistentes y de alta calidad en las conexiones y tuberías en la fase de instalación
Sistema de Refill	Errores de Dosificación	Incapacidad para dosificar el producto de limpieza correctamente	7	Mal funcionamiento o desgaste de los sistema de dosificación	1	5	35	Realizar y cumplir planes de mantenimiento preventivo y autónomo
Sistema de Refill	Fallo en el Corte de Flujo de PT	Flujo constante o falta de flujo hacia la boquilla	8	Problemas en el sistema de corte de suministro de producto de limpieza	2	2	32	Incorporar sensores y sistemas de monitoreo para verificar el funcionamiento correcto de la válvula de corte Diseñar la boquilla de dispensación para facilitar la limpieza y prevenir obstrucciones
Sistema de Refill	Altura no controlada del Contenedor IBC	Dosificación incorrecta debido a la altura inadecuada del contenedor IBC	9	Desajuste en la altura programada	2	5	90	Implementar sensores de altura y sistemas de retroacción para mantener la altura adecuada del contenedor
Sistema de Refill	Error Humano de Uso de Máquina	Uso incorrecto que puede resultar en lesiones o daños	1	Información no clara o malentendidos en las instrucciones	2	5	10	Realizar instructivos de uso por pasos para utilización del cliente Detallar los riesgos existentes en la máquina por un eventual mal uso
Sistema de Refill	Sistema de Control de Acceso	Bypass en los sistemas de detección por botellas y decrecimiento en ventas por botellas	6	Falla en el sistema de reconocimiento de botellas o bypass no autorizados	8	8	384	Implementar sistemas de seguridad para evitar el acceso no autorizado Monitorear continuamente el sistema de reconocimiento de botellas Innovar lectura de botellas mediante VPC, QR o similares
Sistema de Refill	Fallo en la Generación de Recibos	Ausencia o generación incorrecta de recibos	8	Problemas técnicos en la impresora o software	5	1	40	Implementar sistemas de monitoreo para la generación de recibos Realizar pruebas regulares en el sistema de pago y mantenimientos preventivos
Sistema de Refill	Error en la Selección de Cantidad o Producto	Dosificación incorrecta o selección de un producto equivocado	6	Problemas de software o hardware en la interfaz	7	2	84	Implementar controles de calidad en el software HMI Diseñar la interfaz de usuario de manera intuitiva y clara Proporcionar capacitación adecuada a los usuarios
Sistema de Refill	Fallo del Sistema Interfaz HMI	Selección incorrecta de cantidad o producto	8	Problemas de software o hardware en la interfaz	4	1	32	Implementar controles de operación en el software HMI Diseñar la interfaz de usuario de manera intuitiva y clara Proporcionar capacitación adecuada a los usuarios
Sistema de Refill	Desbastecimiento de Producto de Limpieza o Botellas	Insatisfacción o Pérdida de Clientes	10	Mala Estimación de la Demanda	5	3	150	Tracking frecuente de cantidad de producto en punto de venta Planificar eficientemente la demanda Cumplir con tiempos de abastecimiento de PT y envases plásticos

Nota. El análisis FMEA se basa en una eventual implementación del sistema de refill en los distintos puntos de ventas donde abarcaría el modelo propuesto.

Fuente: Autores, 2024.

Tabla 12. Inversión inicial de modelo convencional

Descripción	Cantidad	Costo Unitario	Total
Máquina dosificadora de producto terminado	4	\$ 73.000,00	\$ 292.000,00
Máquina envasadora de producto terminado	4	\$ 96.000,00	\$ 384.000,00
Almacenamiento de producto terminado	4	\$ 7.800,00	\$ 31.200,00
Total Inversión			\$ 707.200,00

Nota. El cálculo adjunto pertenece al análisis del Modelo Convencional vs. Modelo Propuesto explicado en el apartado de resultados.

Fuente: Autores, 2024.

Tabla 13. Costos directos de fabricación del modelo convencional

Descripción	Cantidad	Costo Unitario	Total Anual
Costos Fijos			\$ 154.560,00
Operador de envasado	4	\$ 850,00	\$ 40.800,00
Operador de dosificado	2	\$ 850,00	\$ 20.400,00
Ayudante de envasado	2	\$ 575,00	\$ 13.800,00
Ayudante de dosificado	2	\$ 575,00	\$ 13.800,00
Paletizadores	4	\$ 575,00	\$ 27.600,00
Montacarguista	3	\$ 660,00	\$ 23.760,00
Alquiler de montacargas	3	\$ 400,00	\$ 14.400,00
Costos Variables			\$ 1.307.316,72
Envases plásticos HDPE 4L	345962	\$ 0,13	\$ 539.700,72
+ Envases plásticos 1L	65452	\$ 0,13	\$ 102.105,12
+ Envases plásticos 2L	84153	\$ 0,13	\$ 131.278,68
+ Envases plásticos 3L	196357	\$ 0,13	\$ 306.316,92
Operador logístico outsourcing	16	\$ 4.625,00	\$ 268.080,00
+ Transporte camión a diésel	4	\$ 3.090,00	\$ 148.320,00
+ Reponedores de tienda	4	\$ 575,00	\$ 27.600,00
+ Personal logístico	8	\$ 960,00	\$ 92.160,00
Mantenimiento de equipos	8	\$ 8.450,00	\$ 405.600,00
+ Mantenimiento de dosificadora	4	\$ 3.650,00	\$ 175.200,00
+ Mantenimiento de envasadora	4	\$ 4.800,00	\$ 230.400,00
Utilities	12	\$ 1.957,00	\$ 93.936,00
+ Energía eléctrica de proceso	4	\$ 1.550,00	\$ 74.400,00
+ Agua de proceso	4	\$ 247,00	\$ 11.856,00
+ Aire comprimido	4	\$ 160,00	\$ 7.680,00
Total Costos Directos			\$ 1.461.876,72

Nota. El cálculo adjunto pertenece al análisis del Modelo Convencional vs. Modelo Propuesto explicado en el apartado de resultados.

Fuente: Autores, 2024.

Tabla 14. Costos indirectos de fabricación del modelo convencional

Descripción	Cantidad	Costo Unitario	Total Anual
Publicidad	2	\$ 14.000,00	\$ 168.000,00
+ <i>Outdoor advertising</i>	1	\$ 8.400,00	\$ 100.800,00
+ <i>Socialmedia</i>	1	\$ 5.600,00	\$ 67.200,00
Seguro de maquinarias	8	\$ 845,00	\$ 40.560,00
+ <i>Máquina dosificadora PT</i>	4	\$ 365,00	\$ 17.520,00
+ <i>Máquina envasadora PT</i>	4	\$ 480,00	\$ 23.040,00
Depreciaciones	9	\$ 20.020,00	\$ 70.720,00
+ <i>Depreciación de almacenamiento de producto terminado</i>	1	\$ 3.120,00	\$ 3.120,00
+ <i>Depreciación de dosificadora</i>	4	\$ 7.300,00	\$ 29.200,00
+ <i>Depreciación de envasadora</i>	4	\$ 9.600,00	\$ 38.400,00
Total Costos Indirectos			\$ 279.280,00

Nota. El cálculo adjunto pertenece al análisis del Modelo Convencional vs. Modelo Propuesto explicado en el apartado de resultados.

Fuente: Autores, 2024.

Tabla 15. Cálculo de depreciación por método de línea recta de sistemas de refill en canal moderno

Depreciación Método Línea Recta (15 Máquinas Refill Canal Moderno)				
Año	Valor en Libros	Depreciación Periódica	Valor Final	Depreciación Acumulada
1	\$ 57.000,00	\$ 5.700,00	\$ 51.300,00	\$ 5.700,00
2	\$ 51.300,00	\$ 5.700,00	\$ 45.600,00	\$ 11.400,00
3	\$ 45.600,00	\$ 5.700,00	\$ 39.900,00	\$ 17.100,00
4	\$ 39.900,00	\$ 5.700,00	\$ 34.200,00	\$ 22.800,00
5	\$ 34.200,00	\$ 5.700,00	\$ 28.500,00	\$ 28.500,00
6	\$ 28.500,00	\$ 5.700,00	\$ 22.800,00	\$ 34.200,00
7	\$ 22.800,00	\$ 5.700,00	\$ 17.100,00	\$ 39.900,00
8	\$ 17.100,00	\$ 5.700,00	\$ 11.400,00	\$ 45.600,00
9	\$ 11.400,00	\$ 5.700,00	\$ 5.700,00	\$ 51.300,00
10	\$ 5.700,00	\$ 5.700,00	\$ -	\$ 57.000,00

Nota. El cálculo de depreciación del activo corresponde al modelo propuesto de la presente investigación.

Fuente: Autores, 2024.

Tabla 16. Cálculo de depreciación por método de línea recta de sistemas de refill en canal tradicional

Depreciación Método Línea Recta (45 Máquinas Refill Canal Tradicional)				
Año	Valor en Libros	Depreciación Periódica	Valor Final	Depreciación Acumulada
1	\$ 110.250,00	\$ 11.025,00	\$ 99.225,00	\$ 11.025,00
2	\$ 99.225,00	\$ 11.025,00	\$ 88.200,00	\$ 22.050,00
3	\$ 88.200,00	\$ 11.025,00	\$ 77.175,00	\$ 33.075,00
4	\$ 77.175,00	\$ 11.025,00	\$ 66.150,00	\$ 44.100,00
5	\$ 66.150,00	\$ 11.025,00	\$ 55.125,00	\$ 55.125,00
6	\$ 55.125,00	\$ 11.025,00	\$ 44.100,00	\$ 66.150,00
7	\$ 44.100,00	\$ 11.025,00	\$ 33.075,00	\$ 77.175,00
8	\$ 33.075,00	\$ 11.025,00	\$ 22.050,00	\$ 88.200,00
9	\$ 22.050,00	\$ 11.025,00	\$ 11.025,00	\$ 99.225,00
10	\$ 11.025,00	\$ 11.025,00	\$ -	\$ 110.250,00

Nota. El cálculo de depreciación del activo corresponde al modelo propuesto de la presente investigación.

Fuente: Autores, 2024.

Tabla 17. Cálculo de depreciación por método de línea recta de sistemas de máquinas dosificadoras para proceso de producción en fábrica

Depreciación Método Línea Recta (4 Máquinas Dosificadoras)				
Año	Valor en Libros	Depreciación Periódica	Valor Final	Depreciación Acumulada
1	\$ 292.000,00	\$ 29.200,00	\$ 262.800,00	\$ 29.200,00
2	\$ 262.800,00	\$ 29.200,00	\$ 233.600,00	\$ 58.400,00
3	\$ 233.600,00	\$ 29.200,00	\$ 204.400,00	\$ 87.600,00
4	\$ 204.400,00	\$ 29.200,00	\$ 175.200,00	\$ 116.800,00
5	\$ 175.200,00	\$ 29.200,00	\$ 146.000,00	\$ 146.000,00
6	\$ 146.000,00	\$ 29.200,00	\$ 116.800,00	\$ 175.200,00
7	\$ 116.800,00	\$ 29.200,00	\$ 87.600,00	\$ 204.400,00
8	\$ 87.600,00	\$ 29.200,00	\$ 58.400,00	\$ 233.600,00
9	\$ 58.400,00	\$ 29.200,00	\$ 29.200,00	\$ 262.800,00
10	\$ 29.200,00	\$ 29.200,00	\$ -	\$ 292.000,00

Nota. El cálculo de depreciación del activo corresponde al modelo propuesto de la presente investigación.

Fuente: Autores, 2024.

Tabla 18. Cálculo de depreciación por método de línea recta de sistemas propuestos de almacenamiento para producto terminado en fábrica

Depreciación Método Línea Recta (Almacenamiento PT)				
Año	Valor en Libros	Depreciación Periódica	Valor Final	Depreciación Acumulada
1	\$ 168.550,00	\$ 16.855,00	\$ 151.695,00	\$ 16.855,00
2	\$ 151.695,00	\$ 16.855,00	\$ 134.840,00	\$ 33.710,00
3	\$ 134.840,00	\$ 16.855,00	\$ 117.985,00	\$ 50.565,00
4	\$ 117.985,00	\$ 16.855,00	\$ 101.130,00	\$ 67.420,00
5	\$ 101.130,00	\$ 16.855,00	\$ 84.275,00	\$ 84.275,00
6	\$ 84.275,00	\$ 16.855,00	\$ 67.420,00	\$ 101.130,00
7	\$ 67.420,00	\$ 16.855,00	\$ 50.565,00	\$ 117.985,00
8	\$ 50.565,00	\$ 16.855,00	\$ 33.710,00	\$ 134.840,00
9	\$ 33.710,00	\$ 16.855,00	\$ 16.855,00	\$ 151.695,00
10	\$ 16.855,00	\$ 16.855,00	\$ -	\$ 168.550,00

Nota. El cálculo de depreciación del activo corresponde al modelo propuesto de la presente investigación.

Fuente: Autores, 2024.

Tabla 19. Cálculo de depreciación por método de línea recta de máquinas envasadoras para proceso de producción en fábrica

Depreciación Método Línea Recta (4 Máquinas Envasadoras)				
Año	Valor en Libros	Depreciación Periódica	Valor Final	Depreciación Acumulada
1	\$ 384.000,00	\$ 38.400,00	\$ 345.600,00	\$ 38.400,00
2	\$ 345.600,00	\$ 38.400,00	\$ 307.200,00	\$ 76.800,00
3	\$ 307.200,00	\$ 38.400,00	\$ 268.800,00	\$ 115.200,00
4	\$ 268.800,00	\$ 38.400,00	\$ 230.400,00	\$ 153.600,00
5	\$ 230.400,00	\$ 38.400,00	\$ 192.000,00	\$ 192.000,00
6	\$ 192.000,00	\$ 38.400,00	\$ 153.600,00	\$ 230.400,00
7	\$ 153.600,00	\$ 38.400,00	\$ 115.200,00	\$ 268.800,00
8	\$ 115.200,00	\$ 38.400,00	\$ 76.800,00	\$ 307.200,00
9	\$ 76.800,00	\$ 38.400,00	\$ 38.400,00	\$ 345.600,00
10	\$ 38.400,00	\$ 38.400,00	\$ -	\$ 384.000,00

Nota. El cálculo de depreciación del activo corresponde al modelo convencional de la presente investigación.

Fuente: Autores, 2024.

Tabla 20. Cálculo de depreciación por método de línea recta de sistemas convencionales de almacenamiento para producto terminado en fábrica

Depreciación Método Línea Recta (Almacenamiento PT)					
Año	Valor en Libros	Depreciación Periódica	Valor Final	Depreciación Acumulada	
1	\$ 44.000,00	\$ 4.400,00	\$ 39.600,00	\$ 4.400,00	
2	\$ 39.600,00	\$ 4.400,00	\$ 35.200,00	\$ 8.800,00	
3	\$ 35.200,00	\$ 4.400,00	\$ 30.800,00	\$ 13.200,00	
4	\$ 30.800,00	\$ 4.400,00	\$ 26.400,00	\$ 17.600,00	
5	\$ 26.400,00	\$ 4.400,00	\$ 22.000,00	\$ 22.000,00	
6	\$ 22.000,00	\$ 4.400,00	\$ 17.600,00	\$ 26.400,00	
7	\$ 17.600,00	\$ 4.400,00	\$ 13.200,00	\$ 30.800,00	
8	\$ 13.200,00	\$ 4.400,00	\$ 8.800,00	\$ 35.200,00	
9	\$ 8.800,00	\$ 4.400,00	\$ 4.400,00	\$ 39.600,00	
10	\$ 4.400,00	\$ 4.400,00	\$ -	\$ 44.000,00	

Nota. El cálculo de depreciación del activo corresponde al modelo convencional de la presente investigación.

Fuente: Autores, 2024.