



Propuesta de priorización de estrategias de sostenibilidad para la fabricación de plásticos en la empresa ECSI SAS con enfoque en economía circular.

Nathalia Diaz Marulanda

Código: 2301-048

Director (a): Jhon Freddy Arias

**Universidad El Bosque Facultad de Ingeniería
Programa Ingeniería Ambiental
Bogotá, noviembre de 2023**

Propuesta de priorización de estrategias de sostenibilidad para la fabricación de plásticos en la empresa ECSI SAS con enfoque en economía circular.

Nathalia Diaz Marulanda

**Trabajo de investigación presentado como requisito parcial para optar al título de:
Ingeniera Ambiental**

Código: 2301-048

Director: Jhon Freddy Arias

**Línea de Investigación: Ingeniería para la sostenibilidad
Universidad El Bosque**

**Facultad de Ingeniería Programa Ingeniería Ambiental
Bogotá, Colombia
2023**

Nota de salvedad de responsabilidad institucional

La Universidad El Bosque, no se hace responsable de los conceptos emitidos por los investigadores en su trabajo, solo velará por el rigor científico, metodológico y ético del mismo en aras de la búsqueda de la verdad y la justicia.

Dedicatoria

Este proyecto de grado está dedicado a mis padres por su apoyo incondicional, su paciencia, su amor y su dedicación; a mi madre porque nunca conoció el cansancio y, siempre estuvo a mi lado apoyándome y no dejándome caer, llenándome de su sabiduría en cada paso de mi vida. A mi padre por su esfuerzo constante y su sacrificio, brindándome siempre todas las herramientas valiosas en la vida. A mi familia, también con la que no comparto lazos de sangre, que sin tener ningún vínculo me han dado un hogar lleno de amor, de sinceridad y de incondicionalidad. Agradezco por las personas que tengo en mi vida y que diariamente impactan positivamente en mí.

Agradecimientos

En primer lugar, quiero agradecer a Dios por permitirme culminar esta etapa tan importante de mi vida. Agradecer eternamente a mis padres porque sin ellos nada de esto sería posible. A las personas maravillosas que conocí mientras realicé mi práctica en la empresa, que me brindaron todo el apoyo y la información necesaria para el desarrollo de este proyecto. Siempre agradecida con Camilo, que, en las mayores crisis y momentos de estrés, se ha quedado a mi lado y me ha apoyado incondicionalmente. Finalmente, agradecer a la Universidad El Bosque por brindarme todas las herramientas para el desarrollo de este proyecto.

Tabla de Contenido

Resumen.....	12
Abstract	13
1. Introducción.....	14
2. Planteamiento del problema	17
3. Justificación	18
4. Pregunta de investigación	19
5. Objetivos.....	19
5.1 Objetivo general.....	19
5.2 Objetivos específicos.....	20
5. Marco de referencia	20
5.1 Marco conceptual y teórico	20
❖ Economía circular	20
Figura 1. Ellen MacArthur Foundation, Completing the picture: How the circular economy tackles climate change (2019).....	21
❖ Innovación en el origen	22
❖ Gestión ambiental Empresarial	23
5.2 Estado del arte	24
5.3 Marco Normativo	27
Tabla 1. Normativa aplicable al desarrollo investigativo	27
5.4 Marco institucional	28
Figura 2. Diagrama de la relación directa e indirecta de instituciones implicadas en el proyecto de investigación. Fuente: Elaboración propia, 2023	29
5.4.1 Relación directa.....	29
❖ ECSI SAS	29

❖ Universidad El Bosque	30
5.4.2 Relación indirecta.....	30
❖ ANDI.....	30
❖ ICONTEC	30
❖ Secretaria de Ambiente y Sostenibilidad	31
5.5 Marco Geográfico.....	31
Figura 3. Ubicación de Planta principal ECSI SAS. Fuente:Elaboración propia, 2023	32
6. Metodología.....	32
6.1 Metodología por objetivos	33
6.1.1 Objetivo específico 1 “Diagnosticar el estado actual de la fabricación de envases y empaques en la empresa ECSI SAS”	33
6.1.1.1 Entrevistas y observación de procesos	34
6.1.1.2 Binaps	34
Figura 4. Entrada al software Binaps como herramienta de gestión para ECSI SAS. Fuente: Elaboración propia, 2023.	34
Figura 5. Documentación de Sistemas Integrados de Gestión. Fuente: Propia, 2023.....	35
Tabla 2. Inventario ciclo de vida	36
6.1.1.4 Matriz de pensamiento del ciclo de vida	36
Tabla 3. Matriz de pensamiento del ciclo de vida.....	36
6.1.1.5 Identificación de las oportunidades y amenazas generales a lo largo de la cadena de valor por medio del análisis PESTEL	37
Tabla 4. Análisis PESTEL.....	37
6.1.1.5 Análisis DOFA.....	38
Figura 6. Actividades que influyen en el desarrollo de estrategias enfocadas en economía circular.....	38
Tabla 6. Matriz de análisis DOFA con estrategias.....	39
Figura 7. Metodología de objetivo específico 1 “Diagnosticar el estado actual de la fabricación de envases y empaques en la empresa ECSI SAS”. Fuente: Elaboración propia, 2023	39

6.1.2	Objetivo específico 2 “Realizar la búsqueda de alternativas con enfoque en economía circular que puedan ser relacionadas a la fabricación de plásticos en la empresa a través de la innovación en el origen”	40
	Tabla 7. Matriz de estrategias de innovación en el origen	40
	Figura 8. Priorización de estrategias de innovación en el origen por impacto analizado y facilidad de implementación. Tomado y modificado de y Ellen MacArthur Foundation, 2020.....	41
	Figura 9. Taller de votación para priorizar estrategias de innovación en el origen. Tomado y modificado de Ellen MacArthur Foundation, 2020	42
	Figura 10: Metodología de objetivo específico 2 “Realizar la búsqueda de alternativas con enfoque en economía circular que puedan ser relacionadas a la fabricación de plásticos en la empresa a través de la innovación en el origen”. Fuente: Elaboración propia, 2023	42
6.1.1	Objetivo específico 3 “Definir hoja de ruta para la implementación de las estrategias priorizadas en la empresa ECSI SAS”	43
	Tabla 8. Información del plan a proponer	43
	Fuente: Tomado y modificado de UN Environment, 2018.	44
	Tabla 10. Recursos requeridos	44
	Fuente: Tomado y modificado de Quintero Edgar, 2022	45
	Figura 11. Metodología de objetivo específico 2 “Definir hoja de ruta para la implementación de las estrategias priorizadas en la empresa ECSI SAS”. Fuente: Elaboración propia, 2023	45
7.	Plan de trabajo	46
	Tabla 12. Matriz metodológica	46
8.	Aspectos éticos	47
9.	Resultados y análisis de resultados	47
9.1	Resultado de Objetivo 1 “Diagnosticar el estado actual de la fabricación de envases y empaques en la empresa ECSI SAS”	47
	Figura 12. Organigrama de gerencia de operaciones de ECSI SAS. Tomado y modificado de Área SIG ECSI SAS, 2023.....	48
❖	Proceso de Almacén	49
	Figura 14. Diagrama de proceso de almacén. Tomado de Área SIG ECSI SAS, 2023.....	51
❖	Proceso de Moldes.....	51

<i>Figura 15. Diagrama de proceso de Moldes. Tomado de Área SIG ECSI SAS, 2023.....</i>	<i>52</i>
<i>Figura 16. Diagrama de proceso de Mezclas. Tomado de Área SIG ECSI SAS, 2023</i>	<i>53</i>
<i>Molinos</i>	<i>53</i>
<i>Figura 17. Diagrama de proceso de Molinos. Tomado de Área SIG ECSI SAS, 2023</i>	<i>54</i>
<i>❖ Proceso de Soplado y subproceso de etiquetado.....</i>	<i>54</i>
<i>Figura 18. Diagrama de proceso de Soplado y subproceso de etiquetado. Tomado de Área SIG ECSI SAS, 2023</i>	<i>55</i>
<i>❖ Proceso de Impresión (Screen).....</i>	<i>55</i>
<i>Figura 19. Diagrama de proceso de Impresión (Screen). Tomado de Área SIG ECSI SAS,2023.....</i>	<i>56</i>
<i>❖ Proceso de inyección</i>	<i>56</i>
<i>Figura 20. Diagrama de proceso de Inyección. Tomado de Área SIG ECSI SAS, 2023.....</i>	<i>57</i>
<i>❖ Proceso de Encartonado.....</i>	<i>57</i>
<i>Figura 21. Diagrama de proceso de Encartonado. Tomado de Área SIG ECSI SAS, 2023</i>	<i>58</i>
<i>❖ Proceso de mantenimiento de máquinas</i>	<i>58</i>
<i>Figura 22. Diagrama de proceso de mantenimiento de máquinas. Tomado de Área SIG ECSI SAS, 2023.....</i>	<i>59</i>
<i>❖ Proceso de despachos.....</i>	<i>59</i>
<i>Figura 23. Diagrama de proceso de despachos. Tomado de Área SIG ECSI SAS, 2023.....</i>	<i>60</i>
<i>❖ Proceso de transporte y recepción de clientes primarios.....</i>	<i>60</i>
<i>Figura 24. Diagrama de Proceso de transporte y recepción de clientes primarios. Tomado de Área SIG ECSI SAS, 2023.....</i>	<i>60</i>
<i>❖ Proceso de transporte y disposición final del cliente secundario</i>	<i>60</i>
<i>Figura 25. Diagrama de proceso de transporte y disposición final del cliente secundario</i>	<i>61</i>
<i>Tabla 13. Inventario ciclo de vida</i>	<i>62</i>
<i>TABLA 14. Matriz de pensamiento de ciclo de vida</i>	<i>65</i>
<i>Tabla 15. Matriz análisis PESTEL.....</i>	<i>71</i>

Tabla 16. Matriz DOFA con estrategias	73
9.2 Resultado Objetivo específico 2 “Realizar la búsqueda de alternativas con enfoque en economía circular que puedan ser relacionadas a la fabricación de plásticos en la empresa a través de la innovación en el origen”	74
Tabla 17. Lluvia de ideas de posibles estrategias de innovación en el origen a implementar	75
9.2.1 Estrategia A: Cuchara con menor porcentaje de materia prima (Eliminación)	76
Tabla 18. Composición del material para la fabricación de “CUCHARA YOGURT BLANCA CON LOGO A GRANEL X 10000 UN”	77
Tabla 19. Variables a considerar para la fabricación de “CUCHARA YOGURT BLANCA CON LOGO A GRANEL X 10000 UN”	77
Figura 26. “Cuchara yogurt blanca con logo a granel X 10000 UN” con scrap plástico.	78
Figura 27. Variables piloto de “Cuchara yogurt blanca con logo a granel X 10000 UN” aligerada. Fuente: Área diseño y desarrollo ECSI SAS, 2023.....	79
Tabla 20. Ahorro de material y de costos en la fabricación de cucharas aligeradas	80
9.2.2 Estrategia B Cuchara con materiales biodegradables (Circulación)	80
Tabla 21. Costos de la fabricación de cuchara biodegradable.....	81
Figura 28. Nutresa convierte salvado de trigo en un biocompuesto. Fuente: David Ricardo Muñoz, periodista de Tecnología del Plástico, 2023.....	82
9.2.3 Estrategia C: Implementación de máquinas modernas para fabricar nuevas botellas a partir de plástico recuperado (Circulación).....	82
Figura 29. Marcas de extrusoras sopladoras eléctricas para cotización. Fuente: Elaboración propia, 2023.....	83
Tabla 22. Ahorro de costos de producción con máquina moderna.....	84
9.2.4 Estrategia D: Construcción de bancas y canastas a partir de los residuos de polietileno (Circulación).....	86
Figura 30. Canastas de almacenamiento de productos ECSI. Fuente: Propia, 2023	87
Tabla 23. Ahorro de producción de canastas con polietileno recuperado	87
Fuente: Elaboración propia, 2023.....	87
Figura 31. Priorización de estrategias de innovación en el origen por impacto analizado y facilidad de implementación de la empresa ECSI SAS. Fuente: Elaboración propia, 2023	88

<i>Figura 32. Personal encargado en la toma de decisiones.</i>	89
<i>Fuente: Elaboración propia, 2023.</i>	89
<i>Tabla 24. Resultados taller de votación de estrategia a priorizar.</i>	89
<i>9.3 Resultado objetivo específico 3 “Definir hoja de ruta para la implementación de las estrategias priorizadas en la empresa ECSI SAS”</i>	90
10. Conclusiones.....	99
Recomendaciones	101
Bibliografía	102
13. Anexos	107
Anexo 1. Cotización de maquina PLASTIBLOW	107
Anexo 2. Formación en estrategias de sostenibilidad	109

Resumen

La contaminación por plásticos de un solo uso sigue una tendencia creciente a nivel mundial afectando la salud y acrecentando la crisis climática, a tal punto que la Asamblea de Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente en la resolución 5/14 de 2002 trabaja en desarrollar un instrumento internacional jurídicamente vinculante para atender esta problemática. Por esta razón este trabajo busca la priorización de estrategias de sostenibilidad con enfoque en economía circular que puedan ser aplicadas a la fabricación de plásticos en la empresa ECSI SAS que ayuden a la empresa a responder a las presiones normativas y comerciales que surgen sobre la industria. Inicialmente se identificaron y priorizaron los impactos significativos en la cadena de valor y se proyectaron estrategias generales para su mitigación. Posteriormente, se investigaron estrategias de innovación en el origen que atendieran los puntos críticos y las estrategias. Se contemplaron cuatro estrategias de innovación en el origen basándose en la disminución de materia prima virgen en la fabricación de cucharas, la sustitución de resinas vírgenes por bioplásticos biodegradables, la fabricación de canastas con material posconsumo y posindustrial, y finalmente, la implementación de una máquina moderna eléctrica que permite la incorporación de material posconsumo dentro de la fabricación de las botellas de aseo. Esta última estrategia se priorizó por sus aportes en la disminución del consumo de energía de 59 KW/H a 25 KW/H, la incorporación de material posconsumo y posindustrial en un 60%, con la consecuente disminución de plástico virgen en un 40%, una reducción significativa de contaminación auditiva y de fugas contaminantes que causa la maquinaria hidráulica actual. Finalmente, el proyecto presenta una alternativa con beneficios significativos en la triada del desarrollo sostenible aportando a la competitividad de la empresa.

Palabras clave: Sostenibilidad, economía circular, innovación, plásticos

Abstract

Single-use plastic pollution is following a growing global trend, impacting health and exacerbating the climate crisis. To the extent that the United Nations Assembly on the Environment, in Resolution 5/14 of 2022, is working on developing a legally binding international instrument to address this issue. For this reason, this work seeks to prioritize sustainability strategies with a focus on the circular economy that can be applied to plastic manufacturing in the company ECSI SAS, helping the company respond to the regulatory and commercial pressures emerging in the industry. Initially, significant impacts in the value chain were identified and prioritized, and general strategies for their mitigation were projected. Subsequently, innovation strategies at the source were explored to address critical points and strategies. Four source innovation strategies were considered, based on the reduction of virgin raw materials in the production of spoons, the substitution of virgin resins with biodegradable bioplastics, the production of baskets with post-consumer and post-industrial material, and finally, the implementation of a modern electric machine that allows for the incorporation of post-consumer material in the production of hygiene bottles. The latter strategy was prioritized for its contributions to the reduction of energy consumption from 59 KW/H to 25 KW/H, the incorporation of post-consumer and post-industrial material by 60%, resulting in a 40% reduction in virgin plastic, a significant decrease in noise pollution, and contaminant leaks caused by the current hydraulic machinery. Finally, the project presents an alternative with significant benefits in the triad of sustainable development, contributing to the company's competitiveness.

Keywords: Sustainability, circular economy, innovation, plastics.

1. Introducción

Los plásticos son materiales producidos por los seres humanos que pueden llegar a considerarse indispensables y muy prácticos, ya que poseen muchas características que los hace tan atractivos para cualquier actividad económica, tales como su peso ligero, su resistencia al agua, sus valores económicos, durabilidad, flexibilidad y fuerza (Jambeck, et al, 2023). Los plásticos se fabrican a partir de compuestos poliméricos derivados del petróleo como el poliuretano (PU), el polipropileno (PP), el cloruro de polivinilo (PVC), poliestireno (PS), tereftalato de polietileno (PET), polietileno (PE), entre otros (Rambabu, et al, 2023), normalmente necesitan de muchos años para descomponerse naturalmente, es decir que su lenta degradación, ha generado no solamente la alteración de la biodiversidad y el correcto funcionamiento de los ecosistemas, sino que crea la excesiva acumulación de plásticos desechados en vertederos, sus quema en incineradoras, entre otros (Siti, et al, 2023). Todas estas propiedades han causado el aumento de su fabricación, desde la década de 1950 esta ha crecido exponencialmente, teniendo alrededor de nueve millones de personas empleadas encargadas del sector de producción de plásticos. Estos polímeros con excelentes propiedades y baratos, se han vuelto pilar de las sociedades y en general, de la economía, a un ritmo tal que se ha traducido en costos altos para el ambiente y la salud humana. Mundialmente se producen 430 millones de toneladas métricas de plásticos cada año, de las cuales más de dos tercios se convierten en productos de vida corta que terminan convirtiéndose en residuos. Estos residuos de plásticos de un solo uso han alcanzado en los últimos años valores de 139 millones de toneladas métricas y se proyecta triplicar la producción de plástico de aquí a 40 años, si el modelo actual se sigue manteniendo (UN Environment Programme, 2023). Las principales fuentes de contaminación por plásticos en el ambiente son dadas por residuos domésticos e industriales, aproximadamente el 79% de los plásticos de un solo uso terminan en el ambiente, mientras que el restante se divide entre el material incinerado y el reciclado; como resultado de esto los ecosistemas tanto terrestres como acuáticos se ven gravemente afectados (Jambeck, et al, 2023). Por otro lado, distintos estudios advierten sobre los daños a la salud humana que son causados en cada etapa del ciclo de vida del plástico, incluidos los trabajadores y las comunidades aledañas a los lugares de exploración, extracción, producción y eliminación, es decir que, además de los impactos causados a los ecosistemas terrestres y marinos, se han encontrado también partículas de micro plástico en el cuerpo humano (UN Environment Programme, 2023).

Una solución económicamente viable para todas las partes interesadas en el proceso de acabar con la contaminación de plásticos, se basa en la transición de una economía lineal a una visión de una economía circular para los plásticos, que permite eliminar la producción y el consumo innecesario, evitando los impactos negativos sobre el ambiente y la salud humana, manteniendo los productos de interés y eliminando de forma segura los residuos que no son aptos para ser procesados en un nuevo ciclo. Alcanzar esta nueva visión requiere de soluciones con determinación y creatividad, creando un cambio fundamental en los modelos de negocio, donde las personas produzcan, consuman y gestionen sus residuos de manera responsable (UN Environment Programme, 2023). El fundamento de este cambio de sistema requiere abordar las causas más que los síntomas que ya aquejan una situación existente, es decir que desea entrar a ajustar desde el origen, resaltar en el cambio de mentalidad, normas, procesos, dinámicas, entre otros.

De la mano de este nuevo pensamiento, el consumidor ha ido cambiando su mentalidad hacia opciones más “verdes” y sostenibles, lo que conlleva a que las industrias se vean obligadas a cambiar sus modelos de negocio y optar por introducir alternativas de sostenibilidad que les den un valor agregado como empresa. Es por esto que la Empresa Colombiana de Soplado e Inyección (ECSI S.A.S) encargada de procesos productivos de transformación de soplado e inyección de empaques plásticos rígidos y fabricación de cucharas,, comprende que sus productos tienen un alto impacto ambiental desde la obtención de las materias primas hasta la disposición final de sus productos, por lo que es necesario considerar cada una de las etapas del ciclo de vida, tales como su abastecimiento, producción, comercialización, uso y disposición final, teniendo en cuenta que actualmente parte de su problemática es que no se han contemplado propuestas de mejora en la fabricación de sus plásticos que permitan una mejora a nivel ambiental, enfrentando la problemática que mundialmente se atraviesa, ya que desde el Sistema de Gestión Ambiental de la empresa, se tienen en cuenta los indicadores de ahorro de agua, ahorro de energía, gestión de residuos y de aceite usado, pero no de la influencia de su cadena de valor en los impactos negativos al ambiente. Es así como en este proyecto denominado “Propuesta de priorización de estrategias de sostenibilidad para la fabricación de plásticos en la empresa ECSI SAS con enfoque en economía circular”, esta alineado con la resolución adoptada por la Asamblea de las Naciones Unidas el 2 de marzo de 2022, titulada "Fin de la contaminación por plásticos: hacia un

instrumento internacional jurídicamente vinculante", donde establece que el tratado debe contemplar el ciclo de vida de los plásticos en su totalidad, de manera que pueda con la meta de concluir las negociaciones para finales de 2024, se indagará diversas estrategias de innovación en el origen con el fin de crear una mejora en la cadena de valor de la empresa, identificando los principales impactos por los que atraviesa una empresa dedicada a la producción de plásticos de un solo uso, estudiando la posibilidad de crear alternativas que influyan en su camino a la sostenibilidad con enfoque circular.

Este documento se encuentra seccionado en cinco partes principales. En primer lugar, se encuentra el planteamiento del problema, pregunta de investigación, objetivos y justificación, donde se argumentó el ¿Por qué? de la realización de esta investigación. En la segunda sección se encuentra el marco de referencia con su debida revisión de literatura, incluyendo marco teórico, normativo, institucional y geográfico. Este marco permite dar una contextualización del tema a estudiar. La tercera parte abarca la metodología, describiendo su enfoque y como se dará cumplimiento a cada objetivo planteado. En la cuarta sección se presentan los resultados por cada objetivo del proyecto acompañado de su análisis respectivo. Por último, se presentan las conclusiones y recomendaciones a partir de los resultados obtenidos, dando pie a que la empresa pueda continuar con futuras investigaciones basadas en innovación constante. Dentro de los resultados más importantes del estudio realizado, se encuentra la priorización de la estrategia de implementación de tecnologías modernas que permiten reducir significativamente los puntos críticos de sostenibilidad que rigen los procesos de la empresa, como su alto consumo de energía, dispersión de material particulado y emisiones contaminantes, afectaciones a la salud y manejo de residuos; este último siendo uno de los principales resultados obtenidos, ya que permitió la incorporación de material posconsumo y posindustrial en la fabricación de envases de aseo.

2. Planteamiento del problema

Actualmente las crecientes preocupaciones ambientales y regulaciones gubernamentales que se plantean debido a la situación crítica por la que atraviesa el planeta, dada por la contaminación plástica, las emisiones de gases de efecto invernadero, el cambio climático, entre otros; impulsan a las empresas a buscar alternativas más sostenibles que minimicen los impactos de sus procesos actuales, ya que la mayoría de empresas dedicadas a este tipo de industria, suelen usar materiales poliméricos a base de petróleo, que influyen al incremento de estas problemáticas (Jagoda, et al, 2023).

En Colombia, cada hogar genera aproximadamente casi 4.5 kilos de residuos al día, así mismo, solo en Bogotá, diariamente se eliminan casi 6.300 toneladas de residuos de los cuales el 52% son residuos plásticos (Paternostro, et al, 2020). Los residuos plásticos llegan al ambiente debido a vertederos que no tienen una correcta gestión o por productos plásticos que no fueron dispuestos adecuadamente. Los contaminantes plásticos no solamente se ven por parte de los desechos de gran tamaño como se piensa comúnmente, sino que se generan pequeñas piezas de plástico, llamados microplásticos, que quedan suspendidos en el ambiente y representan una mayor preocupación al integrarse en distintas matrices ambientales como aguas superficiales, sedimentos, océanos y hasta organismos (Sarria, et al, 2016). La mitad de los desechos plásticos que se producen son materiales de un solo uso, además suelen ser fabricados de forma unidireccional, lo que hace que en países que no cuentan con infraestructuras de gestión de desechos adecuados, se convierta cada vez en una problemática más crítica, demostrando el desafío que supone en el marco de la economía actual, la reducción de su uso. Según estudios nacionales, la mitad de los plásticos que entran a sistemas de gestión de residuos no son reciclados, sino que se dirigen a una disposición final en vertederos. Las cifras demuestran que se alcanzan a presentar hasta 30 millones de envases que no son correctamente dispuestos. Las consecuencias permiten oscilar entre cifras de aproximadamente 5,25 trillones de plásticos que terminaran flotando, creando grandes montañas de basura, acentuándose en el recorrido del agua superficial marina, demostrando que actualmente la mayor dimensión de esta problemática se ubica en el Pacífico Norte, ocupando entre los 1,7 y 3,4 millones de Km², generando efectos demasiado alarmantes para la sociedad actual, incluyendo repercusiones en la salud humana y la incorporación de tóxicos a la biodiversidad marina (Jaén, et al, 2019).

Es evidente que actualmente aumenta la necesidad de poder reducir los impactos ambientales que genera la industria del plástico, por ende, ECSI SAS al ser una empresa dedicada a la fabricación de envases plásticos rígidos de un solo uso, debe ser direccionada a alternativas de sostenibilidad, donde se analice todo el ciclo de vida de sus procesos actuales y así mismo, se evalúen los impactos de estos, incluyendo también los asociados con transporte, producción y demás componentes que influyen en la huella de carbono (Jagoda, et al, 2023). Es por esto que, la solución más integral se puede plantear a partir de la priorización de estrategias de sostenibilidad desde un enfoque de economía circular para una posible reducción de los impactos en cada fase del ciclo de vida reduciendo su huella de carbono y creando un aporte corporativo a las problemáticas ambientales que actualmente aquejan este tipo de empresas.

3. Justificación

Actualmente, existe más exigencia en la adaptación de procedimientos y requisitos para la entrada al mercado moderno, de manera que obliga a la ampliación en cuanto a certificaciones, controles, sellos, entre otros (Castro, 2019). Siguiendo esto, ya no basta con proponer la implementación de medidas de reducción de los materiales o los residuos, sino adquirir el compromiso de que la reducción sea efectiva. Además, hoy en día las industrias buscan evolucionar, dándole un valor agregado a las empresas al considerar los aspectos ambientales de su actividad económica como parte de su contribución al desarrollo sostenible a nivel mundial, incrementando su Responsabilidad Social Empresarial (Maderna, et al, 2013). Es por esto que, priorizando las estrategias de economía circular en la fabricación de plásticos, se puede rastrear el problema para abordarlo desde su raíz, ya que, al pensar en innovar desde el origen, se puede evitar la generación de residuos desde el primer momento y así mismo, proporcionar las soluciones que los clientes desean, ya que al priorizar nuevas formas para crear y entregar el producto mientras se vela por la eliminación de residuos, se generan una serie de beneficios tanto económicos como ambientales (Ellen MacArthur Foundation, 2020). Así mismo, al abrazar las ideas de la economía circular, no solo se está contribuyendo a reducir los impactos significativos a los cuales se enfrenta la sociedad, sino que permite el posicionamiento de la empresa en la creciente búsqueda de excelencia ambiental al producir uno de los materiales más polémicos actualmente (Maderna, et

al, 2013). En última instancia, este proyecto permite resaltar el compromiso de ECSI SAS en la contribución a un futuro sostenible y la gestión proactiva de los riesgos y desafíos ambientales, mientras busca crear alternativas de fácil acceso e innovadoras, así mismo, contribuye y da cumplimiento a distintos Objetivos de Desarrollo Sostenible(ODS) que integran dimensiones económicas, sociales y ambientales, planteando soluciones sistémicas a cuestiones como los patrones de consumo no sostenibles y la degradación ambiental. En ese sentido, el proyecto responde principalmente al ODS 12 “producción y consumo responsable”, ya que, al repensar el modelo comercial, el producto o el empaque, se hace énfasis en la circulación de materiales que crean una gestión sostenible. Siguiendo esto, también se cumpliría con el ODS 11 “Ciudades y comunidades sostenibles” , ODS 9 “innovación industrial e infraestructura”, ya que, al plantear modelos de economía circular desde una empresa del sector de producción, se apuesta por crear valor agregado respondiendo a tan polémica problemática, mientras se reducen costos y niveles de contaminación. Al darle cumplimiento a estos aspectos, se busca mantener el compromiso por la preservación de distintos ecosistemas, siguiendo también el ODS 13 “ Acción por el clima” por las emisiones asociadas a la industria del plástico, ODS 14 “Vida submarina” por la contaminación del mar y ODS 15 “Vida de ecosistemas terrestres” por la contaminación del suelo y el agua superficial con microplásticos.

4. Pregunta de investigación

¿Qué estrategias de innovación en el origen pueden ser aplicadas en la Empresa Colombiana de Soplado e Inyección que brinden una mejora significativa a nivel social, ambiental y económico?

5. Objetivos

5.1 Objetivo general

Priorizar estrategias de economía circular en la fabricación de productos plásticos de la empresa ECSI SAS para responder a las presiones del entorno y fortalecer la competitividad empresarial con estrategias circulares de innovación en el origen.

5.2 Objetivos específicos

1. Diagnosticar el estado actual de la fabricación de envases y empaques en la empresa ECSI SAS.
2. Realizar la búsqueda de alternativas con enfoque en economía circular que puedan ser relacionadas a la fabricación de plásticos en la empresa a través de la innovación en el origen.
3. Definir hoja de ruta para la implementación de las estrategias priorizadas en la empresa ECSI SAS.

5. Marco de referencia

5.1 Marco conceptual y teórico

❖ Economía circular

Según Ellen Macarthur Foundation (2021), el concepto de economía circular se define como un marco de soluciones sistémicas que plantea soluciones a amplias problemáticas globales como pérdida de biodiversidad, emisiones contaminantes, el cambio climático, la pérdida de biodiversidad y generación de residuos. Este se basa en principios ligados a la eliminación de los estos desde un principio y que los productos y materiales sean los que circulen, de esta forma poder regenerar la naturaleza misma. La transición hacia una economía circular busca desvincular la idea de que la actividad económica está basada en el consumo de recursos finitos, lo que permite esta adaptación sistémica que genera resiliencia a largo plazo, donde no solo se crean beneficios ambientales, sino que se generan oportunidades comerciales, económicas y sociales.

Actualmente, el nuevo concepto de economía circular amplía la idea de lo que se necesita para tratar la crisis climática, esta ofrece un enfoque que transforma la manera en la que se diseñan y utilizan los productos en la economía actual, donde además de reducir las emisiones contaminantes, ofrece una amplia gama de beneficios para el sistema (Ellen Macarthur Foundation, 2019). Este modelo busca modificar la linealidad de la economía tradicional, es decir que pasa del consumo excesivo de recursos y de producción de desechos, a su transformación y circularidad, velando porque se pueda dar un uso a los materiales que vienen de un proceso previo (Quintero Edgar, 2022).

Este modelo se basa en tres principios básicos (ver figura 1):



Figura 1. Ellen MacArthur Foundation, Completing the picture: How the circular economy tackles climate change (2019).

En cuanto a la eliminación de residuos y contaminación en el diseño, es fundamental abarcar el diseño como un facilitador clave en cualquier aspiración de economía circular, ya que para evitar impactos negativos en el proceso, se debe garantizar que el producto que se desea fabricar pueda mantenerse en uso el mayor tiempo posible, esto quiere decir que la función de diseñar es que los productos, componentes y materiales que se planean mantener en circulación tengan durabilidad, reutilización, remanufactura y reciclaje.

La reutilización de los productos, materiales y componentes tiene la finalidad de preservar la energía incorporada utilizada para fabricar los mencionados, mientras más se pueda reusar un producto, existirán mayores beneficios y ahorros en términos económicos como material, mano de obra, capital y energía (Ellen MacArthur Foundation, 2019). Por último, siguiendo este ciclo, se busca regenerar el sistema natural, ya que, al propiciar el uso de recursos renovables, se logra una mejora en los sistemas naturales reduciendo, evitando o eliminando significativamente las externalidades negativas, como la contaminación del agua, aire y suelo, el cambio climático, las emisiones contaminantes y efectos negativos para la salud relacionados con el uso excesivo de los recursos (Seguí, et al, 2018).

❖ *Innovación en el origen*

Según el documento “Upstream Innovation: a guide to packaging solutions” de Ellen McArthur Foundation (2020), siguiendo la línea de economía circular, la innovación en el origen se fundamenta en tratar una problemática desde su raíz, es decir que, en lugar de entrar a evaluar los síntomas ya existentes, se analiza su inicio. Considerar la innovación en el origen está directamente relacionado con la probabilidad de enfrentar la contaminación por plásticos, reducir las emisiones contaminantes de los procesos actuales, poder proporcionar alternativas y soluciones a los clientes que solicitan la adaptación a una sostenibilidad, entre otras. Esta consiste en evitar que se generen residuos en lugar de tratarlos al final del tubo.

La innovación en el origen parte de 3 estrategias principales:

1. **La mentalidad de la innovación en el origen** se basa en repensar el producto o el modelo comercial, identificando oportunidades de mejora desde el diseño, a la misma vez que se eliminan residuos.
2. Aplicar la innovación en el origen teniendo en cuenta 3 estrategias claves encaminadas a la economía circular: **Eliminación, circulación de materiales y reutilización.**
3. Por último, **hacerlo realidad**, donde se incluyen aspectos clave para la implementación de la innovación en el origen de forma exitosa y la correcta toma de decisiones para su ejecución (Ellen MacArthur Foundation, 2020).

A partir de la estrategia 2, la eliminación dentro del contexto de economía circular se basa en eliminar el empaque de forma directa o innovadora, mientras se mantiene la experiencia del producto o servicio ofrecido. En la reutilización, se da un segundo uso al empaque en lugar de desechando, creando un valor agregado tanto para el consumidor como a la empresa y por último, el empaque desde el diseño debe pensarse de manera que pueda compostarse o reciclarse y poder efectuar la circulación de materiales (Ellen MacArthur Foundation, 2020).

En la innovación en el origen es importante mencionar el papel del Análisis del Ciclo de Vida (ACV) como una herramienta que permite evaluar cada uno de los impactos ambientales de un producto o servicio a través de la contemplación de cada una de sus etapas productivas de su ciclo de vida, es decir que permite dar con la solución con el menor impacto ambiental para distintas métricas y variables (Ellen MacArthur Foundation, 2020). Este análisis propone una metodología que permite analizar los flujos de la materia y la energía en los ciclos productivos, buscando las alternativas de mejora en cada una de sus fases de producción para que sean más ecoeficientes (Sanes, 2012)

❖ ***Gestión ambiental Empresarial***

La gestión ambiental, a partir de la implementación de estrategias y aplicación de políticas busca efectuar y hacer cumplir todo lo relacionado a la conservación, protección y mejora del ambiente (Sanes, 2012). Hoy en día, se engrandece cada vez más la importancia de los temas medioambientales desde distintos grupos de interés como el gobierno, el consumidor, la legislación y la misma empresa, de manera que actualmente existen más evidencias y fundamentos con respecto a los resultados financieros de las industrias relacionadas al desarrollo de prácticas más sostenibles, aportando a la empresa mayores beneficios tanto económicos como en mejoras de productividad (Úbeda, et al, 2011). Es importante tener en cuenta la participación de dichos grupos de interés implicados como principio fundamental para resolver los desafíos y problemáticas ambientales que se presentan actualmente, integrándose en la toma de decisiones y de acciones responsables para efectuar las metas planteadas dentro del sistema de gestión ambiental de la empresa (Cuellar, 2021). La necesidad de emprender la gestión ambiental es clave en el proceso de globalización y desarrollo, que obliga a aplicarse como una tarea de alta gerencia con suficientes recursos, investigaciones, responsables y acciones específicas (Estrada, 1998).

❖ **Eco innovación**

Según el documento “Eco -innovación: una oportunidad de negocios” de PNUMA (2014), define la eco innovación como “el desarrollo y la aplicación de un modelo de negocio delineado por una estrategia, que incorpora la sostenibilidad en todas las operaciones comerciales basadas en el

concepto del ciclo de vida y en cooperación con socios de toda la cadena de valor”. Las empresas que cuentan con fortalezas tecnológicas que los diferencian de su competencia cuentan con distintos recursos organizacionales valiosos, que impiden ser imitados. La constante discusión sobre lo que interviene la innovación en cuanto a la demanda de sostenibilidad de la sociedad actual, crea el concepto de eco innovación. Este concepto se caracteriza por la creación de algo nuevo que tiene como función reducir los impactos y problemáticas ambientales por las que atraviesa el planeta. Ejemplos claros de este concepto pueden ser el uso de tecnologías modernas de energía renovable, sistemas que reduzcan los niveles de contaminación, tecnologías de captación de emisiones de carbono, entre otras (De Oliveira Brasil, 2016).

Con la finalidad de ingresar al camino de la Economía Circular a través de la eco-innovación, los modelos de negocio son fundamentales para relacionarlos. Este, desde la perspectiva de la eco-innovación, necesita añadir valor social y ecológica a la propuesta que requiera para darle valor y así mismo lograr cambiar las prácticas que se han venido manejando, como las del consumidor, esto se puede lograr desde el diseño de nuevos productos o servicios con el fin de reconfigurar las cadenas de valor que constituyen las empresas. Por tanto, comprender las interrelaciones que existen entre los distintos tipos de eco innovación es vital para su desarrollo e implantación (Vence, et al, 2019).

5.2 Estado del arte

Para la contextualización del proyecto, se realizó una revisión bibliográfica nacional e internacional de monografías y artículos que evidencian la funcionalidad de la economía circular dentro de distintos sistemas y todo lo que conlleva. En la siguiente tabla se relacionan los documentos que más aportan al presente trabajo.

Año	Título	Autor	Aporte al proyecto
2018	Eco-Innovation manual	UN Environment	Por medio de este manual las empresas tienen una guía estructurada que permite aumentar su productividad y mejorar su cadena de valor, atacando cada uno de

			los puntos críticos de sostenibilidad en todo su ciclo de vida
2020	Upstream Innovation: A guide to packaging solutions	Ellen MacArthur Foundation	Este documento presenta el concepto de innovación en el origen con distintas estrategias que permiten hacer frente a diversas problemáticas como la contaminación por plásticos, por medio de la economía circular en los procesos
2022	Science and media framing of the future of plastics in relation to transitioning to a circular economy	Ivanna Colijn, Fabrice Fraiture, Efrat Gommeh, Karin Schroën, Tamara Metze,	El artículo demuestra tres tipos de marcos de un futuro con respecto al papel de los plásticos en una economía lineal, circular o en transición. Evidenciando que los plásticos con propiedades materiales mejoradas se contemplan en un futuro por medio de una transición hacia una economía circular, combinando una mejora en los consumidores y de los sistemas de gestión de residuos.
2021	Plastics in the context of the circular economy and sustainable plastics recycling: Comprehensive review on research development, standardization and market	Madina Shamsuyeva, Hans-Josef Endres	Este estudio se basa en revisar las tecnologías de reciclaje existentes, los estándares y la situación del mercado en cuanto al reciclaje de plásticos, demostrando el progreso a un modelo de economía circular para los plásticos requiere de la intervención y cooperación en comités de normalización y la industria
2019	Reciclado de plástico PET	Bolaños, J.J.	En este artículo se describen los procesos y tecnologías implementados para el reciclado de PET, respondiendo a la normativa de posconsumo de envases y empaques en Colombia

2022	Circular economy and reduction of micro(nano)plastics contamination	Kristian Syberg, Maria Bille Nielsen, Nikoline B. Oturai, Lauge Peter Westergaard Clausen, Tiffany Marilou Ramos, Steffen Foss Hansen	Se brindan recomendaciones fundamentadas en la reducción de la contaminación por microplásticos y la transición a la economía circular que pueden dar pie para futuras investigaciones.
2023	The degradation of single-use plastics and commercially viable bioplastics in the environment: A review	Siti Norliyana, et al	Se proporciona información acerca de la degradación de los plásticos convencionales de un solo uso y la biodegradabilidad de los diferentes tipos de bioplásticos sustitutos, también sus mecanismos y condiciones. Se destaca también la principal función de los sistemas de compostaje
2022	Los bioplásticos como sustitutos de los plásticos de un solo uso en Colombia	Posada, E.	Estudio del uso de biopolímeros biodegradables como sustituto de los plásticos que se derivan del petróleo y son de un solo uso.
2021	La Economía Circular de las botellas PET en Colombia	Zapata, Á., Escobar, V. V., Domínguez, Á. Z., & Ramírez, A. R.	Estudio de la implementación de la estrategia de Economía Circular para las botellas PET y su influencia en la gestión de envases en Colombia

Fuente: Elaboración propia, 2023

5.3 Marco Normativo

A continuación, se presentan el marco normativo donde se exponen las leyes, decretos y resoluciones relacionadas al desarrollo investigativo.

Tabla 1. Normativa aplicable al desarrollo investigativo

Norma	Concepto	Contribución
CONPES 3874	Política nacional para la gestión integral de residuos sólidos, como política nacional de interés social, económico, ambiental y sanitario.	“La Política Nacional para la Gestión Integral de Residuos Sólidos como política nacional de interés social, económico, ambiental y sanitario. Esta política se compone de cuatro ejes estratégicos. La prevención en la generación de residuos; la minimización de aquellos que van a sitios de disposición final; la promoción de la reutilización, aprovechamiento y tratamiento de residuos sólidos; y evitar la generación de gases de efecto invernadero”(CONPES 3874)
Resolución 1407 de 2018	Se reglamenta la gestión ambiental de los residuos de envases y empaques de papel, cartón, plástico, vidrio, metal y se toman otras determinaciones	“Optimizar el uso de material en los envases y empaques. Por lo anterior los industriales deben formular un (Plan de Gestión Ambiental de Residuos de Envases y Empaques) que fomente el aprovechamiento y reutilización de los mismos”.
Ley 2232 de 2022	Régimen de plásticos de un solo uso. Por la cual se establecen medidas tendientes a la reducción gradual de la producción y consumo de ciertos productos plásticos de un solo uso y se dictan otras disposiciones.	Es la prohibición de uso de ciertos productos de plástico de un solo uso. Para ello, establece una “sustitución gradual” de productos, tales como envases, empaques y bolsas, entre otros.
Resolución 2184 del 2019	Código de colores blanco, negro y verde para la separación de residuos en la fuente con el objetivo de fomentar la cultura ciudadana en materia de separación de residuos en el país.	Introduce el Formato Único Nacional para la Presentación del Programa de Uso Racional de Bolsas Plásticas y del Informe de Avance. Esto, con el fin de facilitar la consolidación y análisis de los datos por parte de las autoridades ambientales competentes, y garantizar la presentación homogénea de la información por parte de los distribuidores de bolsas plásticas en el país, tales como los almacenes de cadena, grandes superficies comerciales, supermercados de cadena, entre otros.

Resolución 1342 de 2020	Modifica la reglamentación de la gestión ambiental de residuos de envases y empaques de papel, cartón, plástico, vidrio y metal.	- Incluye nuevas definiciones como aprovechamiento de residuos de envases y empaques, envase multilateral, envases reutilizables y reciclaje. - Modifica las fechas de presentación del plan y del informe de avance, en cuanto a la presentación del plan, los productores existentes al 31 de diciembre de 2018 presentarán el Plan de Gestión Ambiental de residuos de envases y empaques a más tardar el 31 de enero de 2021 - Adiciona la obligación de las empresas transformadoras de registrarse a partir de 2021 ante autoridad ambiental competente. - Se establece la fórmula para determinar la eficiencia de la retornabilidad. - Incluye nuevas obligaciones para el consumidor final.
Decreto 1299 de 2008	Reglamenta el departamento de gestión ambiental de las empresas a nivel industrial.	El Decreto 1299 de 2008 es un instrumento jurídico, obligatorio y público que tiene por finalidad el mejoramiento del desempeño ambiental interno y externo de la empresa a través del cumplimiento de la normatividad ambiental vigente.
Plan nacional para la gestión sostenible de los plásticos de un solo uso	Gestión sostenible de los plásticos de un solo uso	“Implementar la gestión sostenible del plástico, a partir de instrumentos y acciones en prevención, reducción, reutilización, aprovechamiento, consumo responsable, generación de nuevas oportunidades de negocio, encadenamientos, empleos y desarrollos tecnológicos, con el fin de proteger los recursos naturales y fomentar la competitividad”
Política Nacional de Producción y Consumo	Introducción a la Política de Producción y Consumo Sostenible describe su contexto, y los desafíos de su aplicación	Actualización de la Política Nacional de Producción más Limpia y el Plan Nacional de Mercados Verdes como estrategias del Estado Colombiano para promover el mejoramiento ambiental y la transformación productiva a la competitividad empresarial.

Fuente: Elaboración propia, 2023

5.4 Marco institucional

A continuación, se presentan las instituciones relacionadas al desarrollo del proyecto de investigación, de manera directa e indirecta:

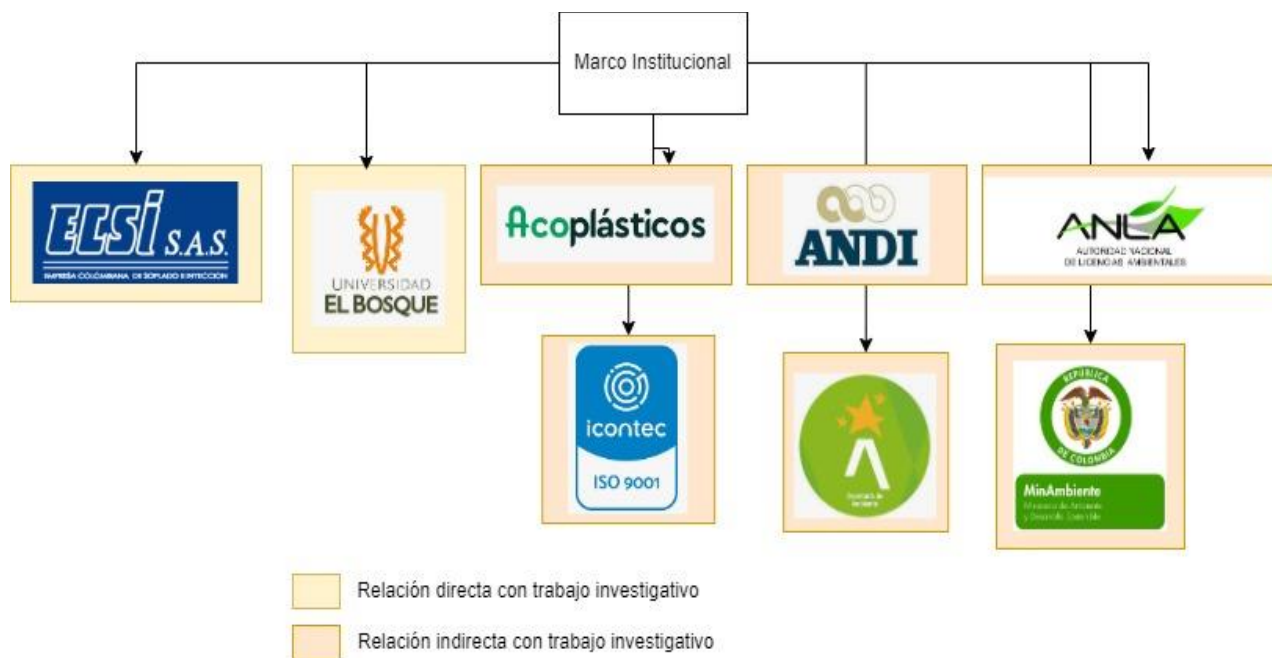


Figura 2. Diagrama de la relación directa e indirecta de instituciones implicadas en el proyecto de investigación. Fuente: Elaboración propia, 2023

5.4.1 Relación directa

❖ ECSI SAS

El proyecto de grado y la práctica empresarial se realiza en la Empresa Colombiana de Soplado e Inyección (ECSI SAS) en la planta principal. Es una compañía líder en la producción y comercialización de artículos de plástico. Se fundó el 21 de diciembre de 1992 con el propósito de satisfacer la necesidad de sus clientes brindando los mayores estándares de calidad e inocuidad en cada uno de sus productos (ECSI, 2023) ECSI S.A.S. es miembro de ICONTEC, ANDI, Cámara del Comercio de Bogotá y Cámara de Comercio de Centroamérica y ha sido certificada por:

- ICONTEC NTC ISO 9001: 2015
- PIRA INT. Shell Group world wide Basis.
- QUAKER Quaker Oats Corp. Catorade.
- COLGATE PALMOLIVE

❖ **Universidad El Bosque**

La Universidad es la institución que guía la investigación y hace su respectivo seguimiento, a su vez brindala base de datos de búsqueda de información. (Bosque, 2023).

5.4.2 Relación indirecta

❖ **Acoplásticos**

Es una entidad colombiana, que representa a las empresas implicadas en las cadenas productivas químicas como la fabricación de plásticos, cauchos, pinturas, entre otras. Se encuentra ubicada en Bogotá, sin embargo, tiene presencia en todo Colombia. Su función es promover propuestas de desarrollo sostenible en las industrias que representa, contribuir en la implementación de la gestión ambiental empresarial de sus clientes, ser mecanismo de comunicación y concertación entre ellos y el gobierno, incluyendo las legislaciones ambientales actuales. En este caso, se encarga de proveer el Plan de envases y empaques de la organización (ACOPLÁSTICOS, 2023).

❖ **ANDI**

Es una organización que desempeña un papel fundamental en el desarrollo económico y social de Colombia al representar y apoyar a las empresas en el país, promoviendo la inversión, la creación de empleo, la formación empresarial y la responsabilidad social corporativa, entre otras actividades. Está integrado por empresas dedicadas a sectores cruciales como el industrial, financiero, agroindustrial, de alimentos, comercial y de servicios, entre otros. La sede principal de la ANDI se encuentra en Medellín y cuenta con sedes en Barranquilla, Bogotá, Bucaramanga, Cali, Cartagena, Cúcuta, Ibagué, Manizales, Pereira, Santander de Quilichao y Villavicencio (ANDI, 2023).

❖ **ICONTEC**

Es una entidad colombiana que se encarga del establecimiento y promoción de normas técnicas y de calidad en el país. Su función se basa en contribuir al desarrollo económico y social de Colombia a través de la normalización, la evaluación de la conformidad y la certificación de productos y servicios (ICONTEC, 2023)

❖ ***Secretaría de Ambiente y Sostenibilidad***

Es el autor principal de la gestión del ambiente y de los recursos naturales renovables, se encarga de orientar y regular el ordenamiento ambiental del territorio y la formulación de leyes y regulaciones relacionadas con el medio ambiente y la sostenibilidad, así como de garantizar su cumplimiento a través de la aplicación y supervisión de normativas ambientales (Minambiente, 2021).

● ***ANLA***

La Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA) se encarga de supervisar y regular los aspectos relacionados con el desarrollo sostenible en el país, con respecto a los planes posconsumo se encarga de crear estrategias y programas destinados a gestionar este tipo de productos con el fin de minimizar su impacto ambiental (ANLA,2023).

● ***Ministerio de ambiente***

El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS) de Colombia está encargado de liderar la la Estrategia Nacional de Economía Circular en el país, donde busca reducir al mínimo la generación de residuos, maximizar el uso correcto de los recursos naturales velando por su aprovechamiento y cuidado, promover la reutilización y el reciclaje de productos y materiales, con el objetivo de minimizar los impactos ambientales. Así mismo, se encarga de incentivar los proyectos enfocados en economía circular en la sociedad en general y especialmente en las industrias que más impactan en el país (MINAMBIENTE, 2023).

5.5 Marco Geográfico

El área de estudio y la actual práctica empresarial se realiza en la EMPRESA COLOMBIANA DE SOPLADO E INYECCIÓN ECSI S A S, en su planta principal ubicada en la dirección CARRERA 68 DN 18 75 de la ciudad de Bogotá, específicamente en la zona industrial de Montevideo.

Ubicación geográfica Empresa ECSI S.A. Sede Montevideo



Figura 3. Ubicación de Planta principal ECSI SAS. Fuente: Elaboración propia, 2023

6. Metodología

El presente proyecto denominado “Propuesta de priorización de estrategias de sostenibilidad para la fabricación de plásticos en la empresa ECSI SAS con enfoque en economía circular”, tiene lugar en la Empresa Colombiana de Soplado e Inyección ECSI SAS, en la planta principal ubicada en la zona industrial de Montevideo. El enfoque del análisis se dirige al proceso productivo actual de la empresa para plantear distintas alternativas con enfoque en economía circular para una mejora a nivel corporativo. El **alcance** del proyecto se basa en tres tipos de alcance fundamentados en sus objetivos específicos, estos son el descriptivo, correlacional y explicativo. El primer objetivo se puede definir con un alcance descriptivo, ya que solicita un análisis exhaustivo de los procesos de fabricación de envases y empaques en la empresa, esto incluye un diagnóstico inicial con la descripción de la zona de estudio, descripción de cada área de producción, identificación de impactos, entradas y salidas del ciclo de vida, oportunidades, amenazas, fortalezas y debilidades. El alcance de este objetivo incluye la identificación de problemáticas e impactos actuales como punto de partida. El segundo objetivo tiene un alcance correlacional, ya que tiene como finalidad relacionar el hallazgo de alternativas de sostenibilidad con enfoque en economía circular con las oportunidades de mejora anteriormente analizadas.

Por último, el tercer objetivo tiene un alcance explicativo, ya que define cómo se implementarán las alternativas anteriormente encontradas por medio de una hoja de ruta. Por otro lado, el **enfoque** de investigación del proyecto es de carácter mixto, ya que incluye variables tanto cuantitativas como cualitativas, ya que, para la ejecución de este, es necesaria la recolección, análisis e interpretación de datos.

6.1 Metodología por objetivos

6.1.1 Objetivo específico 1 “Diagnosticar el estado actual de la fabricación de envases y empaques en la empresa ECSI SAS”

La realización del primer objetivo se hace a través de un método sintético, ya que se reúne toda la información necesaria de la empresa para proceder a estudiarse. En primer lugar, se realizan entrevistas semi estructuradas por medio de la práctica empresarial, acompañada de la observación de procesos con el fin de recopilar toda la información acerca de los procesos productivos actuales, su funcionamiento, sus entradas y salidas, el ciclo de vida de los productos, entre otros. La revisión bibliográfica se hará a partir del software manejado por la empresa donde se establecen cada uno de los procesos, incluyendo el Sistema Integrado de Gestión, Indicadores, Auditorías, Riesgos, Producto no conforme e Incidencias, Análisis de ciclo de vida, entre otros. Por último, para tener una idea más establecida sobre cada uno de los procesos y proceder a la identificación de oportunidades de mejora, se realizará un inventario del ciclo de vida con su respectiva matriz de pensamiento teniendo en cuenta también la guía de UN Environment; Technical University of Denmark, posteriormente se realizará una matriz de análisis PESTEL para finalmente crear una matriz DOFA con estrategias incluidas.

6.1.1.1 Entrevistas y observación de procesos

Por medio de las entrevistas semiestructuradas presenciales a áreas como gerencia de operaciones, diseño y desarrollo, calidad y SIG, incluyendo recorridos por toda la planta, también la observación directa e información documentada, se obtiene información relevante sobre los datos relacionados a la fabricación actual de los envases y productos de la empresa, incluyendo el análisis de áreas, procesos y subprocesos con los que se cuenta. Esta actividad es fundamental para comprender el funcionamiento de la empresa. lo que facilita comprender el ciclo de vida de los productos y servicios, desde la recepción de materias primas para la fabricación de plástico, hasta el transporte del producto terminado destinado al cliente final (Castro, 2019)

6.1.1.2 Binaps

ECSI SAS cuenta con diversas herramientas digitales que facilitan la gestión de los documentos relacionados a cada una de las actividades y áreas dentro de la empresa, incluyendo la gestión y operación de sus procesos. Internamente manejan carpetas digitales que son compartidas con las diferentes áreas administrativas para que se tenga acceso a información relevante que sea requerida. Por otro lado, cuentan con el software BINAPS donde se gestionan todo tipo de documentos relacionados a indicadores de gestión, planes de acción, planes de mejora, procesos productivos, entre otros.

En la siguiente imagen se puede evidenciar la ventana de búsqueda de documentos del software de Binaps, donde se encuentran cada una de las áreas dentro del organigrama de la empresa. En la parte izquierda, se puede seleccionar el documento que se desea analizar.

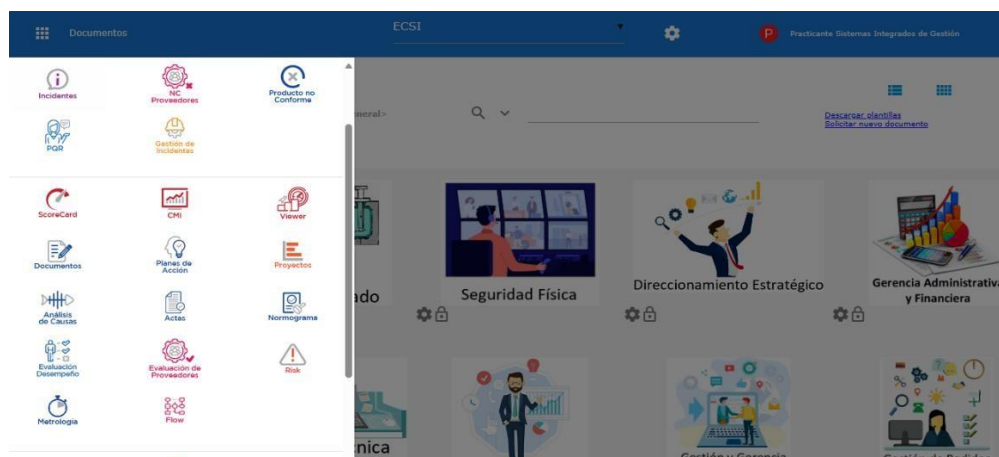


Figura 4. Entrada al software Binaps como herramienta de gestión para ECSI SAS. Fuente: Elaboración propia, 2023.

En la figura 5 se evidencian los documentos que se encuentran en el área de sistemas integrados de gestión donde se está realizando la práctica empresarial y el presente proyecto de investigación. Por medio de estos documentos, se analiza información relevante que puede ser incluida al diagnóstico general ambiental de la empresa.

05-016I: Instructivo de medición de PH y Cloro (v. 1) Tipo: Instructivo Estado: Aprobado VER     	05-017P: Procedimiento Gestión y tratamiento de los Riesgos (v. 2) Tipo: Procedimiento Estado: Aprobado VER     	05-018PR: Programa de capacitación SIG y OEA (v. 0) Tipo: Programas Estado: Aprobado VER     	05-019P: Procedimiento para la Gestión del Cambio (v. 4) Tipo: Procedimiento Estado: Aprobado VER     
05-029PL: Programa de gestión integral de residuos (v. 15) Tipo: Planes Estado: Aprobado VER     	05-030P: Manual de Buenas Practicas de Fabricación (v. 9) Tipo: Manual Estado: Aprobado VER     	05-031P: Preparación del Desengrasante (v. 7) Tipo: Procedimiento Estado: Aprobado VER     	05-032P: Preparación del Desinfectante (v. 5) Tipo: Procedimiento Estado: Aprobado VER     
05-033P: Programa de calidad del agua	05-034PG: Programa de Manejo Integrado de Plagas	05-035P: Procedimiento para el control de material extraño	05-036P: Procedimiento para la elaboración y seguimiento

Figura 5. Documentación de Sistemas Integrados de Gestión. Fuente: Propia, 2023

6.1.1.3 Inventario ciclo de vida

Para evaluar los impactos que están siendo generados en un ámbito y facilitar toma de decisiones frente a soluciones medioambientales más apropiadas (Cardim de Carvalho, 2001), se debe iniciar con el inventario de ciclo de vida, donde se incluyen las materias primas, producción, distribución, uso y fin de vida, ligadas a las actividades clave, entradas y salidas de cada una de ellas. Este inventario también permite identificar aquellas actividades que no presentan relevancia y se dejarán por fuera del estudio (UNU Environment, 2018).

A continuación, se presenta el formato donde se deben registrar cada uno de los aspectos anteriores dentrodel proceso en cuestión

Tabla 2. Inventario ciclo de vida

Inventario de ciclo de vida			
Fase Ciclo de Vida	Actividad	Entradas	Salidas
Materias primas			
Producción			
Distribución			
Uso			
Fin de vida			

Fuente: Tomado y modificado de UNU Environment, 2018.

6.1.1.4 Matriz de pensamiento del ciclo de vida

Posteriormente se utiliza la matriz de pensamiento de ciclo de vida para identificar los impactos ambientales, económicos y sociales de las actividades que fueron encontradas en cada fase del ciclo de vida. Ya teniendo esto, se pueden identificar las actividades que requieren prioridad al presentar mayor impacto para poder desarrollar las estrategias con enfoque en economía circular y eco innovación (UNU Environment, 2018).

Tabla 3. Matriz de pensamiento del ciclo de vida

Inventario de ciclo de vida					Impactos ambientales		Impactos sociales			Impactos Económicos
Fase Ciclo de Vida	Actividad	Entradas	Salidas	Emisiones	Uso de recursos (aspecto ambiental)	Calidad de ecosistema (Impacto ambiental)	En trabajador	En consumidor	Otros	Utilidad
Materias primas										
Producción										
Distribución										
Uso										
Fin de vida										

Fuente: Tomado y modificado de UNU Environment, 2018.

6.1.1.5 Identificación de las oportunidades y amenazas generales a lo largo de la cadena de valor por medio del análisis PESTEL

Después de tener en cuenta las oportunidades de mejora enfocadas en temas de sostenibilidad, en este apartado se tendrán en cuenta fuentes de amenaza y oportunidad con enfoque Político, Económico, Social, Tecnológico, Ecológico y Legal. Esto permite una visión más amplia que permite tomar mejores decisiones para la organización (Amador, 2022).

Para cada problemática que se ha identificado en cada aspecto, se debe estimar una puntuación:

a. Impacto - ¿Qué nivel de impacto podría tener el tema sobre la cadena de valor?

Utilice una escala de 1-5, donde: 1 = Potencial para crear un cambio limitado dentro de una parte limitada de la cadena de valor, y 5 = Potencial de revolucionar o destruir la totalidad de la cadena de valor.

b. Probabilidad o verosimilitud - ¿Qué tan probable es que el tema tendrá un impacto en la cadena de valor? Utilice una escala donde: 1 = Muy poco probable, 5 = Muy probable.

c. Escala de tiempo - ¿Cuándo comenzará el tema a tener un impacto en la cadena de valor? Indique la escala de tiempo esperada utilizando las categorías: ‘En un plazo de 6 meses’, ‘En un plazo de 2 años, o ‘Más de 2 años’ (UN Environment, 2018)

Tabla 4. Análisis PESTEL

Rubro	Descripción del suceso / Tendencia / Fuente / Ejemplo	Escala de tiempo	Impacto	Probabilidad	Significancia (Impacto * probabilidad)
Político					
Económico					
Social					
Tecnológico					
Ambiental					
Legal					

Fuente: Tomado y modificado de UNU Environment, 2018

6.1.1.5 Análisis DOFA

El análisis DOFA se basa en evaluar los factores de la situación interna y externa de una organización, al ser utilizada esta matriz como una herramienta para analizar y desarrollar la estrategia de negocio, permite separar estos dos aspectos y enfoca los datos que resultan útiles para encaminar la empresa en su proceso de ser más sostenible (Talancón, 2007)

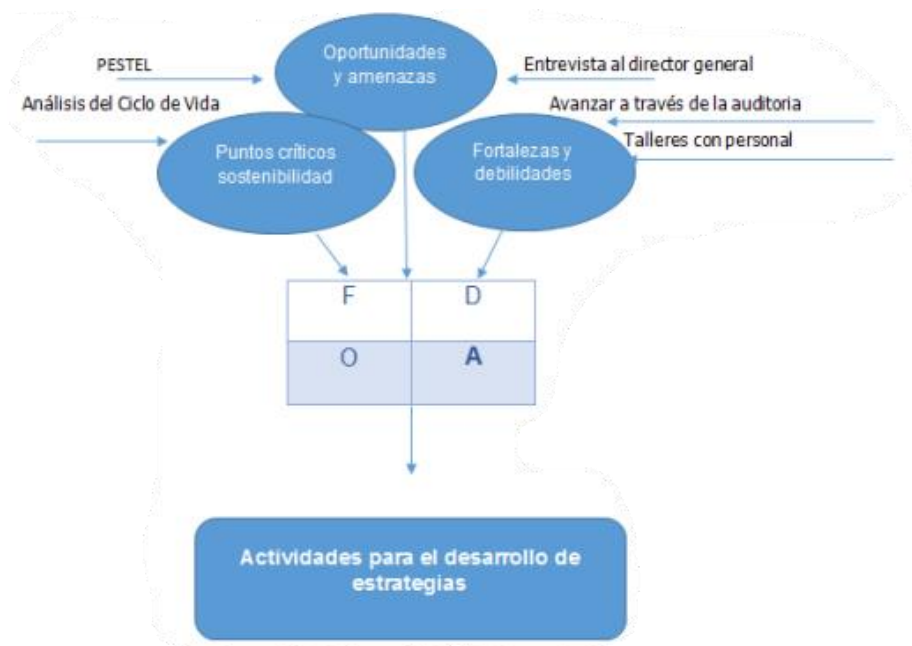


Figura 6. Actividades que influyen en el desarrollo de estrategias enfocadas en economía circular.

Fuente: UNU Environment, 2018

Después de recopilar cada uno de los factores internos y externos de la empresa, se ajusta la matriz de análisis DOFA convencional a un análisis que incluye y relaciona directamente las estrategias que se vana plantear, de forma que resulte más sencilla su formulación.

Tabla 6. Matriz de análisis DOFA con estrategias.

MATRIZ DOFA		
	FORTALEZAS	DEBILIDADES
OPORTUNIDADES	Estrategias Fortalezas - Oportunidades	Estrategias debilidades - oportunidades
AMENAZAS	Estrategias fortalezas - amenazas	Estrategias amenazas - debilidades

Fuente: Tomado y modificado de UNU Environment, 2018

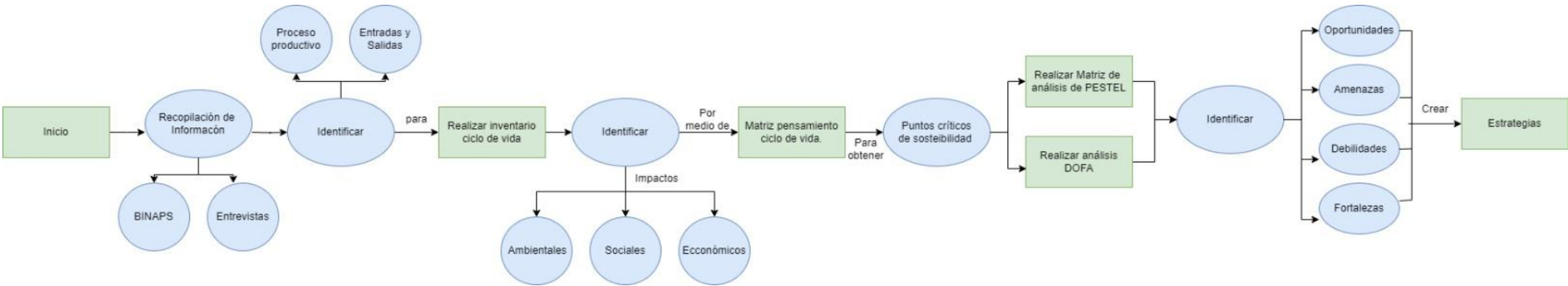


Figura 7. Metodología de objetivo específico 1 “Diagnosticar el estado actual de la fabricación de envases y empaques en la empresa ECSI SAS”. Fuente: Elaboración propia, 2023

6.1.2 Objetivo específico 2 “Realizar la búsqueda de alternativas con enfoque en economíacircular que puedan ser relacionadas a la fabricación de plásticos en la empresa a través de la innovación en el origen”

Para el desarrollo de este objetivo se tiene como referente la guía de innovación en el origen de la Fundación Ellen MacArthur que está enfocada en presentar estrategias clave de innovación en la economía circular. El artículo presenta tres estrategias basadas en la Eliminación, la reutilización y la circulación de materiales (Ellen MacArthur Foundation, 2020), lo que permite evaluar qué opción será la más viable para ser aplicada en la empresa.

Tabla 7. Matriz de estrategias de innovación en el origen

Estrategias de Innovación en el origen			
Estrategia	Eliminar	Reutilizar	Circular
Opción de ruta	Eliminación directa	Recargar desde casa	Reciclaje de plásticos
		Recargar en la calle	Compostaje de plásticos
		Devolución desde casa	
	Eliminación innovadora	De empresa a empresa	Sustitución por material no plástico
		Devolución en la calle	

Fuente: Tomado y modificado de: Ellen MacArthur Foundation, 2020.

Inicialmente se debe desarrollar una nueva visión de la cadena de valor, esto permitirá guiar las actividades que la empresa desea crear, que es lo que pretende, que quiere lograr y a quién se debe dirigir en primer lugar con sus servicios (consumidor final). Esta visión describe que funcionalidad tendrán los puntos críticos y las oportunidades encontradas (UN Environment, 2018)

Posterior a esto, se debe realizar el proceso de innovación relacionado a las estrategias propuestas en la guía de innovación en el origen dadas por el autor. Este se puede realizar a través de pasos como:

- ✓ Lluvia de ideas para responder a la pregunta planteada resultante del análisis de impactos
- ✓ Discusión de las ideas con las áreas implicadas en la toma de decisiones y revisarlas con el fin de fortalecerlas o fusionarlas

✓ Elegir la idea con mayor índice de aceptación y plantearlas en plantillas que miden su impacto y su facilidad de implementación

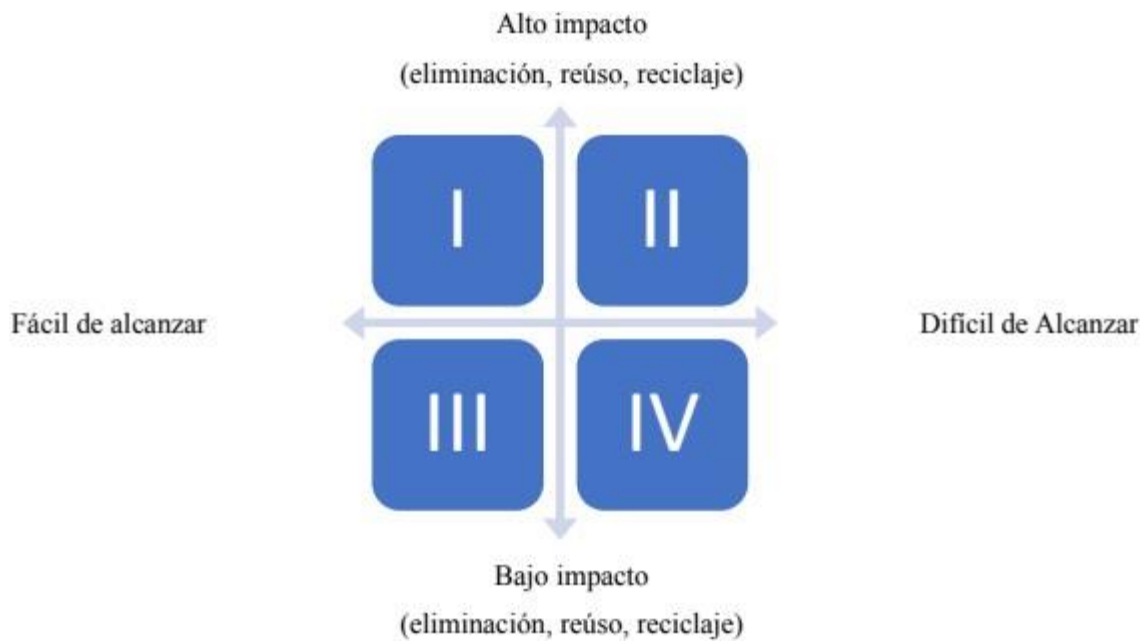


Figura 8. Priorización de estrategias de innovación en el origen por impacto analizado y facilidad de implementación. Tomado y modificado de y Ellen MacArthur Foundation, 2020.

Las alternativas que tengan resultados más altos en el plano de impacto analizado y facilidad de implementación deben ser posteriormente votadas para que sean priorizadas. La votación se realiza por medio de un taller con el personal influyente en la toma de decisiones que dirigen la cadena de valor de la empresa, en este caso las diferentes áreas implicadas.

Ronda uno (Mayor Impacto positivo para la empresa)			Ronda dos (Idea más Innovadora)		
Voto opción 1	Voto opción 2	Voto N/A	Voto opción 1	Voto opción 2	Voto N/A
Voto opción 1	Voto opción 2	Voto N/A	Voto opción 1	Voto opción 2	Voto N/A
Voto opción 1	Voto opción 2	Voto N/A	Voto opción 1	Voto opción 2	Voto N/A

Figura 9. Taller de votación para priorizar estrategias de innovación en el origen. Tomado y modificado de Ellen MacArthur Foundation, 2020



Figura 10: Metodología de objetivo específico 2 “Realizar la búsqueda de alternativas con enfoque en economía circular que puedan ser relacionadas a la fabricación de plásticos en la empresa a través de la innovación en el origen”. Fuente: Elaboración propia, 2023

La selección de esta metodología se debió a su facilidad de análisis de información, teniendo en cuenta que el proyecto se está llevando a cabo mientras se realiza la práctica empresarial en la empresa. Al tener el tiempo como limitante principal, esta metodología permite sintetizar la información recolectada para definir la hoja de ruta de implementación de la estrategia priorizada.

6.1.1 Objetivo específico 3 “Definir hoja de ruta para la implementación de las estrategias priorizadas en la empresa ECSI SAS”

Para definir una hoja de ruta donde se implementen las estrategias enfocadas a economía circular anteriormente priorizadas se debe realizar un proceso estructurado. En primera instancia, se debe indicar toda la información de la estrategia, incluyendo su descripción, objetivos, áreas o procesos intervenidos, variables de operación, entre otros. Se debe realizar un cronograma con las actividades propuestas, especificando los tiempos en los que será realizado y los responsables de cada una. Así mismo, se establecen los recursos necesarios para la implementación tales como financieros, mano de obra, comerciales, entre otros. También se deben plantear los resultados esperados ligados a los beneficios de carácter ambiental, económico y social que se esperan obtener en el proyecto.

Tabla 8. Información del plan a proponer

Información del Plan	
Nombre de estrategia	
ODS relacionados	
Descripción de la estrategia	
Objetivo de la implementación	
Área relacionada	
Características del funcionamiento	

Fuente: Tomado y modificado de UN Environment, 2018.

Tabla 9. Cronograma de actividades

Cronograma				
Actividad	Cargo responsable	2024		
		Mes 1	Mes 2	Mes 3

Fuente: Tomado y modificado de UN Environment, 2018.

Tabla 10. Recursos requeridos

Recursos Requeridos	
Económicos	
Tecnológicos	
Humanos	

Fuente: Tomado y modificado de UN Environmentt, 2018

Tabla 11. Beneficios esperados

Beneficios Esperados	
Económicos	
Tecnológicos	
Ambientales	
Sociales	
Comerciales	

Fuente: Tomado y modificado de Quintero Edgar, 2022

Por último, se propone el seguimiento y control de las estrategias priorizadas, revisando indicadores de gestión e impactos evidenciando, siempre en pro de crear oportunidades de mejora en el proceso

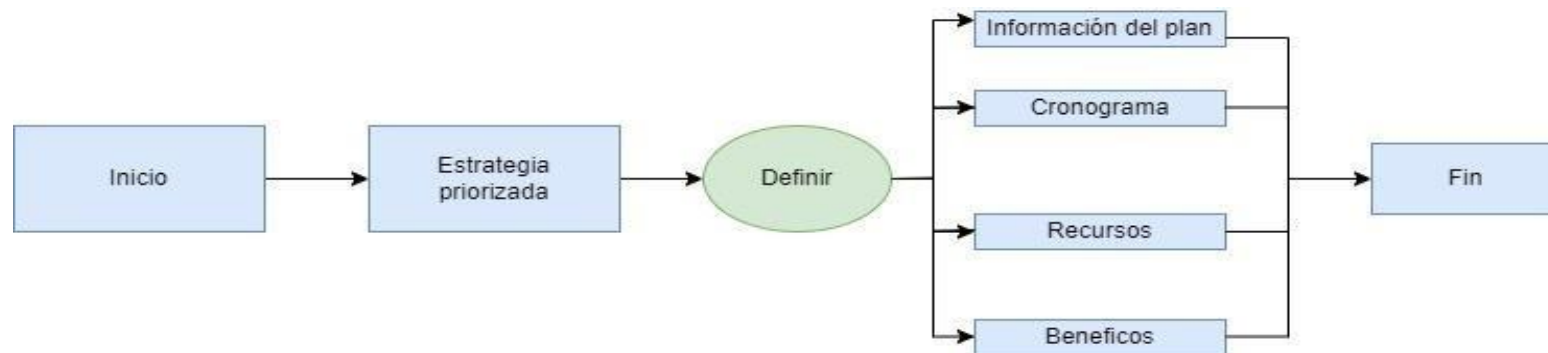


Figura 11. Metodología de objetivo específico 2 “Definir hoja de ruta para la implementación de las estrategias priorizadas en la empresa ECSI SAS”. Fuente: Elaboración propia, 2023

7. Plan de trabajo

El plan de trabajo para el desarrollo del proyecto se realizó a partir de la siguiente matriz metodológica de investigación, donde se expone el objetivo general y los objetivos específicos, con las respectivas actividades, técnicas e instrumentos a utilizar.

Tabla 12. Matriz metodológica

Matriz metodologica de investigación				
Propuesta de priorización de estrategias de sostenibilidad para la fabricación de plásticos en la empresa ECSI SAS con enfoque en economía circular.				
Objetivo general	Proponer la priorización de estrategias de economía circular en la fabricación de productos plásticos de la empresa ECSI SAS, fortaleciendo la competitividad de la empresa en contexto de creciente excelencia ambiental			
Objetivos específicos	Actividades	Tecnicas	Instrumentos	Resultados esperados
1. Diagnosticar el estado actual de la fabricación de envases y empaques en la empresa ECSI SAS	Investigar el proceso productivo de la empresa	Recolección de información	BINAPS, Entrevistas	Obtener toda a información relevante sobre los impactos de todo tipo que afectan el ciclo de vida de la cadena de valor de la empresa
	Identificar las entradas y salidas de cada proceso productivo de la		Matriz de inventario	
	Identificar el impacto economico, social y ambiental de cada proceso		Matriz de	
	Investigar asepectos economicos, ambientales, politicos, sociales y legales que influyen en la cadena de valor de la empresa		Matriz de analisis PESTEL	
	Identificar oportunidades, fortalezas, debilidades y amenazas que se relacionan con la cadena de valor de la empresa		Matriz DOFA con estrategias	
2. Realizar la búsqueda de alternativas con enfoque en economía circular que puedan ser relacionadas a la fabricación de plásticos en la empresa a través de la innovación en el origen	Crear una visión mejorada del modelo de negocio	Analisis de información	Descripción del proceso	Priorizar la estrategia más votada en cuanto a su mayor imapcto positivo y facilidad de implementación en la empresa
	Busqueda de estrategias con enfoque a la innovación en el origen	Analisis de información y busqueda bibliográfica	Lista de chequeo Encuesta	
	Priorización de estrategias por mayor impacto y facilidad de implementación	Recolección de información	Matriz de priorización	
	Votación de las estrategias con mayor impacto positivo y facilidad de implementación	Encuesta con alta gerencia	Taller de votación	
3. Definir hoja de ruta para la implementación de las estrategias priorizadas en la empresa ECSI SAS	Descripción de la estrategia priorizada	Analisis de información	Base de datos y tablas comparativas	Establecer una correcta hoja de ruta que permita la implementación de la estrategia priorizada en la empresa, de manera que se solucionen los puntos criticos de sostenibilidad obtenidos
	Realizar cronograma de implementación de la propuesta			
	Describir beneficio ambiental y económico			
	Descripción de recursos necesarios para la implementación			
	Presentación del proyecto	Power point	Documento y presentación PP	

Fuente: Elaboración propia, 2023

8. Aspectos éticos

La presente investigación para el desarrollo de este proyecto tiene un riesgo mínimo para la empresa, sin embargo, los datos proporcionados por ellos son manejados con integridad y sin revelar información confidencial como sus clientes y sus proveedores internos. Esto se tiene en cuenta al momento de tomar fotos y en la información que se adjunta en el documento.

9. Resultados y análisis de resultados

9.1 Resultado de Objetivo 1 “Diagnosticar el estado actual de la fabricación de envases y empaques en la empresa ECSI SAS”

Para dar respuesta a este objetivo, se realizaron las respectivas entrevistas semi estructuradas acompañadas de visitas diarias a las distintas áreas productivas de la empresa para conocer completamente el funcionamiento de cada una de ellas, estas se realizaron por medio de conversaciones informales con encargados del área específica para recopilar toda la información necesaria para comprender la cadena productiva que existe en la empresa. Esto se realizó dentro de los 6 meses de práctica empresarial presencial para la realización del proyecto. Por otro lado, se recolectaron distintos documentos por medio de la herramienta BINAPS para ampliar la información general de la empresa y enfocar el análisis de su ciclo de vida.

En este apartado se presentan las generalidades de la empresa y la descripción del estado actual de cada uno de sus procesos:

La empresa colombiana líder en Soplado e Inyección fue fundada en el año 1992, siendo una de las compañías líderes en plásticos en Colombia, con una vocación enfocada en entregar calidad y el mejor servicio al cliente. Su función principal se basa en la producción y comercialización de artículos producidos con plástico (ECSI SAS, 2023)

Su misión es ofrecer soluciones de empaques plásticos rígidos, orientados a satisfacer de manera sostenible las necesidades del mercado, con una visión enfocada en lograr consolidarse en el 2030 como la empresa líder de empaques plásticos rígidos, asegurando una operación sostenible a nivel nacional y con presencia en los demás países de la región. Dentro de su política integral buscan satisfacer las necesidades de sus partes interesadas, con productos de calidad e inocuidad, entregas oportunas y personal comprometido y competente; cuidando la seguridad y salud de sus trabajadores, minimizando los impactos y riesgos ambientales, cumpliendo todos los requisitos

legales y reglamentarios, garantizando la seguridad en la cadena de suministro, basándose en la innovación y mejora continua (ECSI SAS, 2023).

En ECSI SAS los productos realizados en un 40% son de alimentos, para clientes como Alpina, Colombina, Colanta, Colacteos, Casaluker, Gloria, Éxito, Parmalat, Mortiño, AAK, Comapan, Mealls, entre otros; en un 40% en productos de aseo para clientes como Brinsa, Dersa, entre otros; y finalmente, en un 20% para cuidado personal para clientes como Jhonson & Jhonson, Qala, entre otros. Para la realización de su producto cuenta con áreas productivas de soplado, inyección, taller de moldes, mezclas y molinos y encartonado (ECSI SAS, 2023).

A continuación, se presenta en la figura 12 el organigrama de operaciones de planta principal y en la figura 13 el sistema general de la fabricación de los productos elaborados en ECSI SAS, tanto internos como externos.

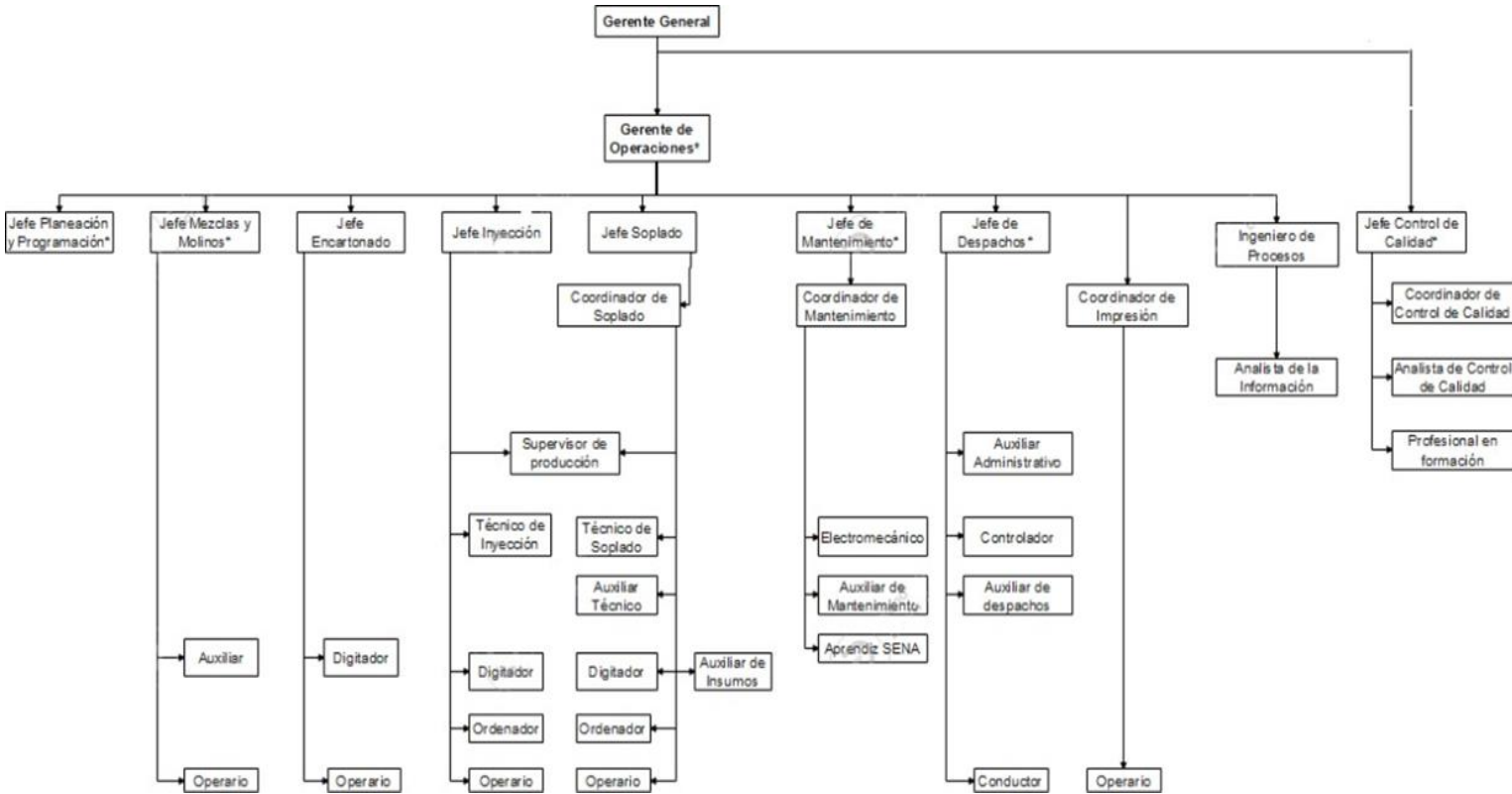


Figura 12. Organigrama de gerencia de operaciones de ECSI SAS. Tomado y modificado de Área SIG ECSI SAS, 2023.

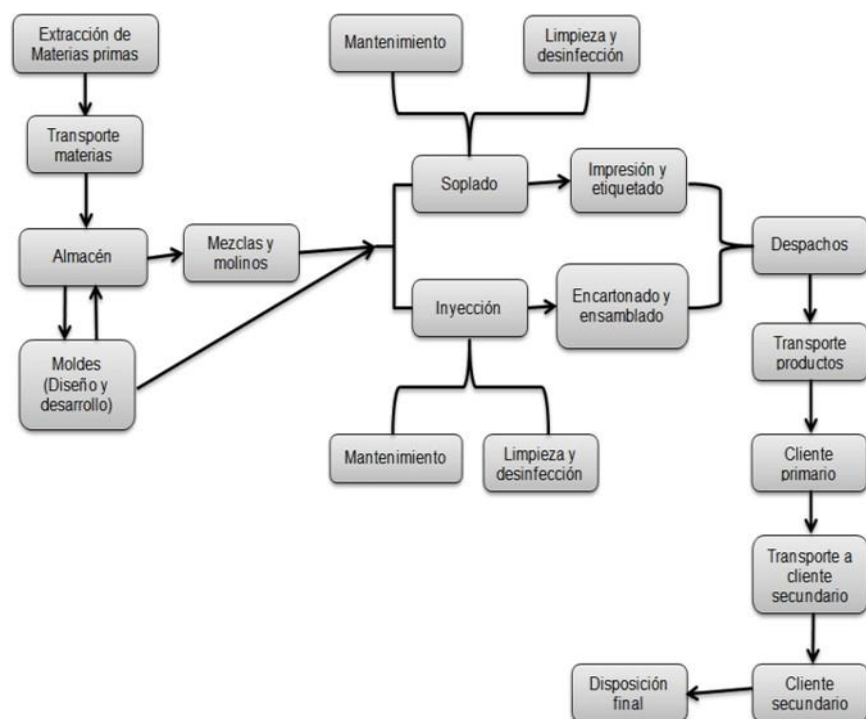


Figura 13. Sistema del producto dentro y fuera de la empresa Tomado y modificado de Área SIG ECSI SAS, 2023.

Teniendo en cuenta las áreas anteriormente presentadas, en el siguiente apartado se describe de forma general cada proceso interno de la fabricación de productos realizados por ECSI SAS, donde se expone la función principal de cada área y cuáles son las entradas y salidas que intervienen a lo largo del proceso

❖ **Proceso de Almacén**

Se encarga de recibir las materias primas e insumos esenciales para llevar a cabo las operaciones de la organización. La recepción de estos elementos se realiza en función de las cantidades recibidas; cuando son cantidades limitadas o de pequeño volumen, los asistentes se encargan de recibirlos de forma manual y los organizan según corresponda para cada material. En el caso opuesto, el camión entra al área de almacenamiento y la descarga utilizando montacargas, donde se apilan y organizan los materiales de acuerdo con su ubicación en el almacén o área de almacenamiento respectiva. Por otro lado, las materias primas e insumos se distribuyen desde el almacén a los procesos productivos correspondientes. La manera en que se lleva a cabo esta

distribución depende de las cantidades o el volumen requerido, tal como se mencionó previamente. Por ejemplo, insumos como cartón, etiquetas, plástico y estopa, entre otros, se entregan a los procesos de soplado, inyección, encartonado y screen (impresión). En cambio, insumos como repuestos, bandas, tornillos y otros se entregan a las áreas encargadas del mantenimiento de máquinas, así como al taller de moldes, o a los responsables y técnicos de cada proceso. Las resinas y pigmentos solo se entregan al proceso de mezcla, ya que deben combinarse según la formulación del producto que se va a fabricar. En el caso del PET, la preforma puede pasar directamente al proceso de soplado de PET, o bien, la resina y el pigmento se entregan a inyección para la fabricación de la preforma. (ECSI SIG, 2023)

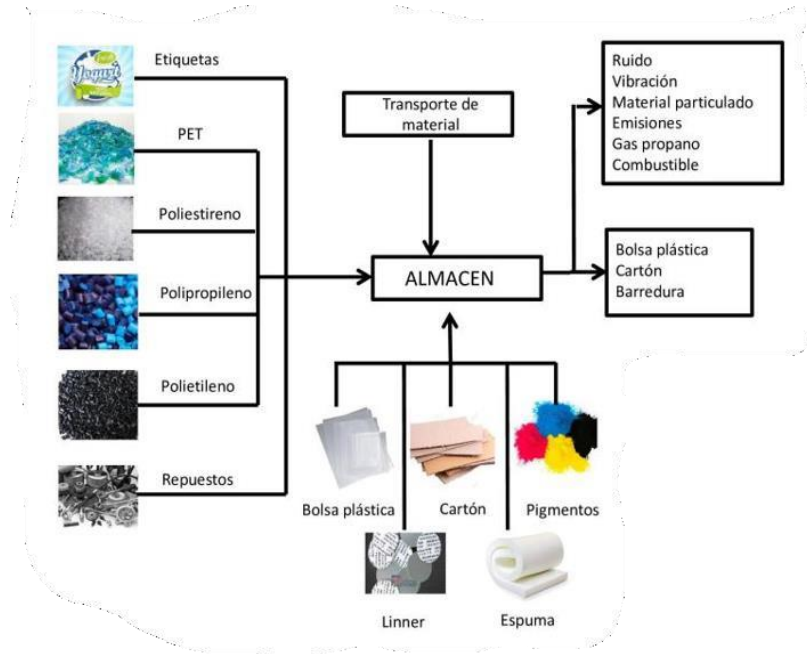


Figura 14. Diagrama de proceso de almacén. Tomado de Área SIG ECSI SAS, 2023.

❖ **Proceso de Moldes**

Para la fabricación de los plásticos, el área de diseño y desarrollo se encarga de crear un plano del molde y realiza un análisis de lo que se requiere hacer. Posterior a esto, se solicita el material requerido para crear el molde, como acero, aluminio, bronce, cobre, grafito, etc y se mecaniza. Cuando el molde está listo, se realizan pruebas en máquina para verificar que el producto cumpla con lo requerido, de lo contrario se realizan los cambios pertinentes.

En cuanto al mantenimiento de moldes, el área de producción realiza y envía un informe de su estado actual y de cómo está trabajando la máquina. También incluyendo en este las fallas presentadas para que se realicen las correcciones respectivas.

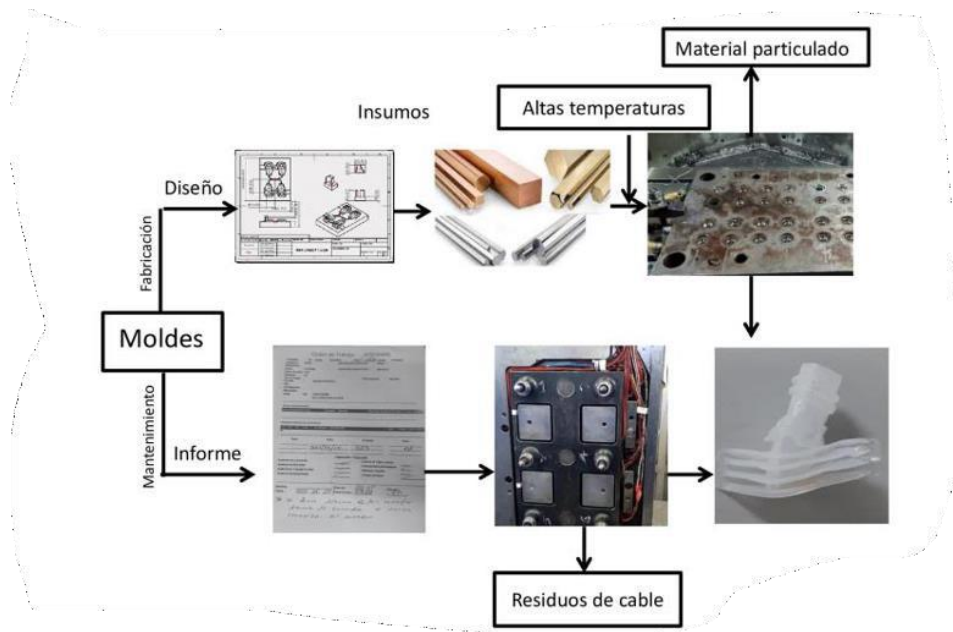


Figura 15. Diagrama de proceso de Moldes. Tomado de Área SIG ECSI SAS, 2023

❖ **Proceso de Mezclas y Molinos**

Mezclas

Los encargados del área de mezclas se encargan de recepcionar las resinas y pigmentos del proceso de almacén, estas son almacenadas en las áreas correspondientes para su posterior uso.

Las resinas y pigmentos son pesados según la cantidad solicitada en la orden de producción y la formulación del producto que se vaya a fabricar, posteriormente son mezcladas por medio de máquinas. Una vez finalizada la mezcla, los operarios la trasladan a la máquina correspondiente y hacen llenado de las tolvas. El material no conforme y rebaba se recogen con frecuencia por los operarios de mezcla con el fin de moler el material y obtener scrap plástico que es utilizado en la formulación y producción de algunos elementos plásticos en el siguiente proceso de producción.

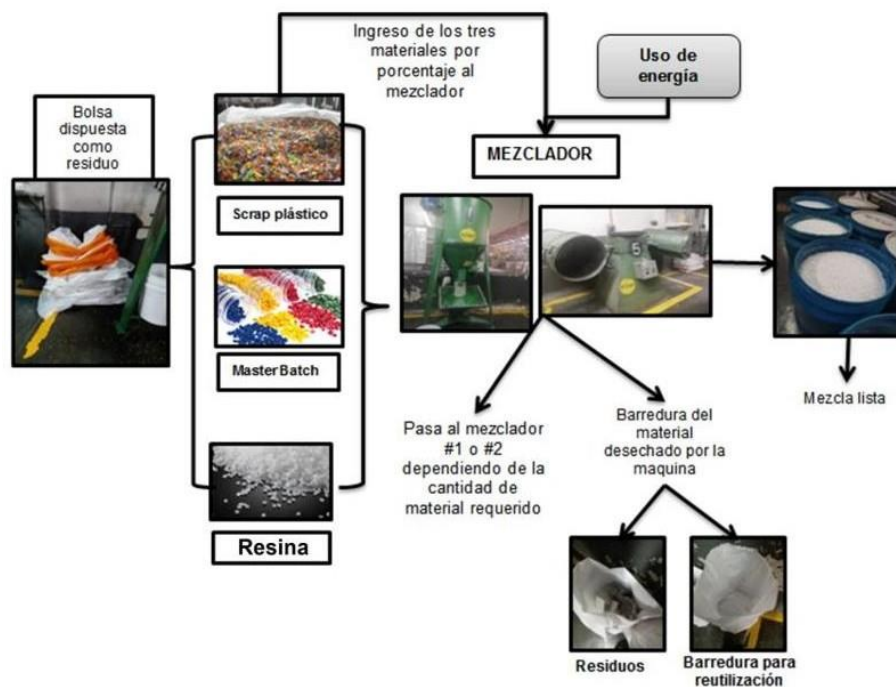


Figura 16. Diagrama de proceso de Mezclas. Tomado de Área SIG ECSI SAS, 2023

Molinos

En este proceso, los funcionarios del área de Molinos se encargan de recoger la rebaba y producto no conforme para proceder a molerlo a través de máquinas, el producto de este proceso se denomina Scrap plástico, el cual puede ser reincorporado de nuevo a los procesos productivos y hacen parte de la formulación de algunas mezclas para fabricar elementos plásticos.

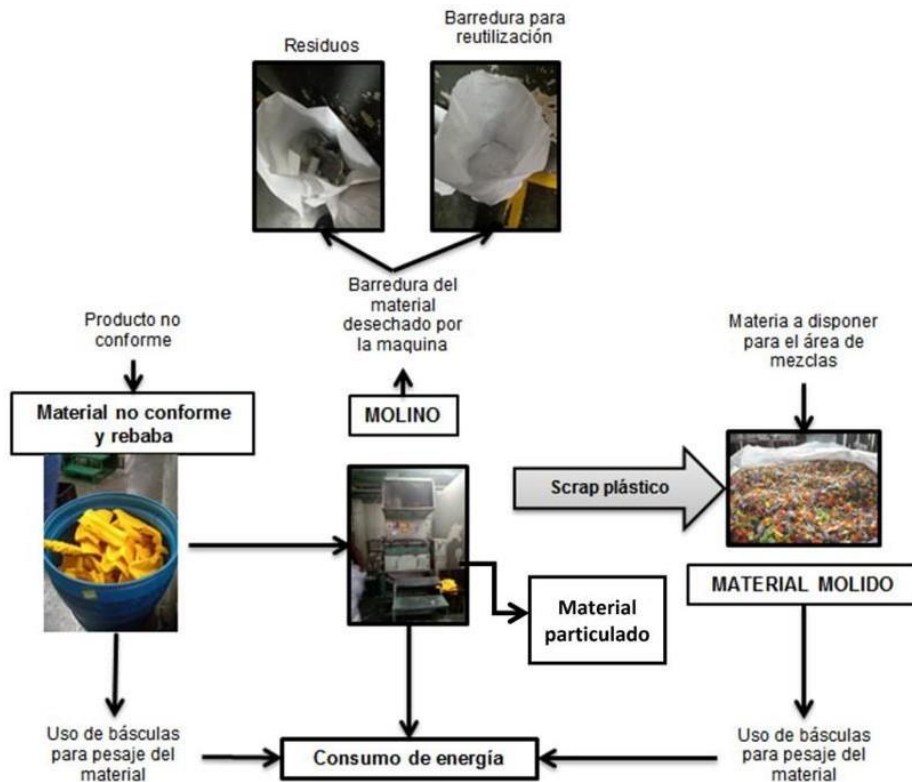


Figura 17. Diagrama de proceso de Molinos. Tomado de Área SIG ECSI SAS, 2023

❖ **Proceso de Soplado y subproceso de etiquetado**

En este proceso, la máquina seleccionada proporciona al molde cada uno de los cilindros de plástico resultantes del proceso de mezcla, luego, el molde de soplado se cierra en torno al cilindro (precursor) para luego cortar el material por una cuchilla o un alambre caliente. Luego de esto, sigue la entrada del perno de soplado en el molde, el cual proporciona aire a la pieza generando la forma del envase y finalmente el sistema realiza una etapade enfriamiento, solidificando el material y culminando el primer producto.

En el subproceso de etiquetado, los envases tienen etiquetas termo encogibles las cuales son puestas manualmente o por medio de una máquina. Posteriormente, los envases son sometidos a altas temperaturas por medio de un horno para lograr que la etiqueta se adhiera de manera correcta al envase. Finalmente, los productos conformes son embalados, liberados y entregados al proceso de despachos, por el contrario, si la etiqueta no queda adherida de manera correcta o tiene algún

problema de calidad, esta es retirada y se le coloca una nueva garantizando que cumpla con todos los parámetros.

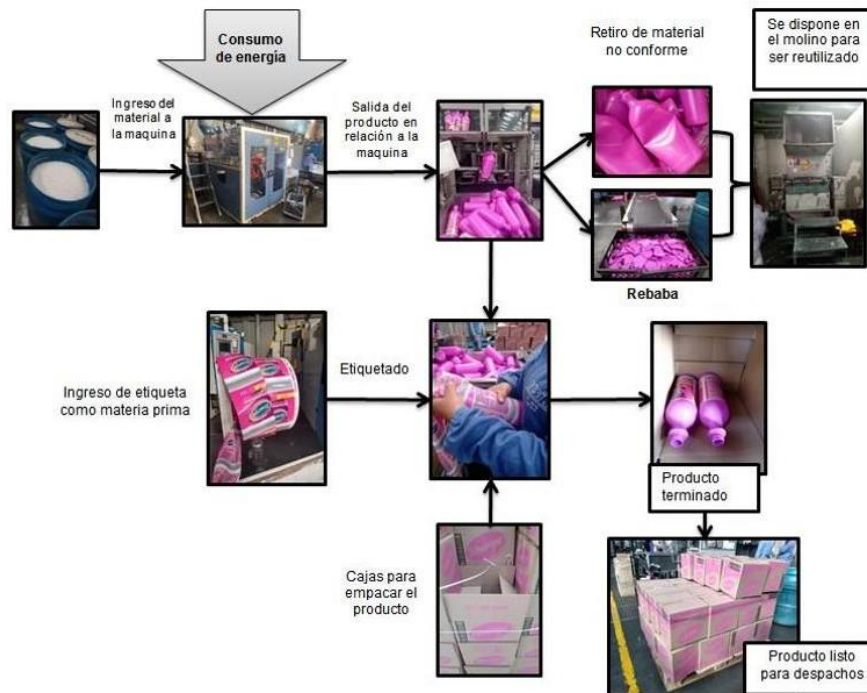


Figura 18. Diagrama de proceso de Soplado y subproceso de etiquetado. Tomado de Área SIG ECSI SAS, 2023

❖ **Proceso de Impresión (Screen)**

Algunos productos de soplado que van dirigidos a clientes específicos pasan al proceso de impresión, este consiste en transferir información o imágenes usando una plantilla. Para efectuar la impresión serigráfica el envase plástico es sometido a un proceso caliente (flameado) con el fin de que la tinta se adhiera de manera correcta a la superficie, luego por medio de unas mallas porosas de seda la tinta se filtra, lo cual permite grabar lo solicitado en el envase y protege a su vez las áreas que no llevarán ningún tipo de letra o imagen.

Los envases son verificados y clasificados, validando si estos cumplen o no todos los parámetros de calidad, el material conforme es liberado y embalado en cajas para ser entregado al área de despachos para su posterior transporte, mientras que el producto no conforme es entregado al proceso de molinos con las partes impresas retiradas.

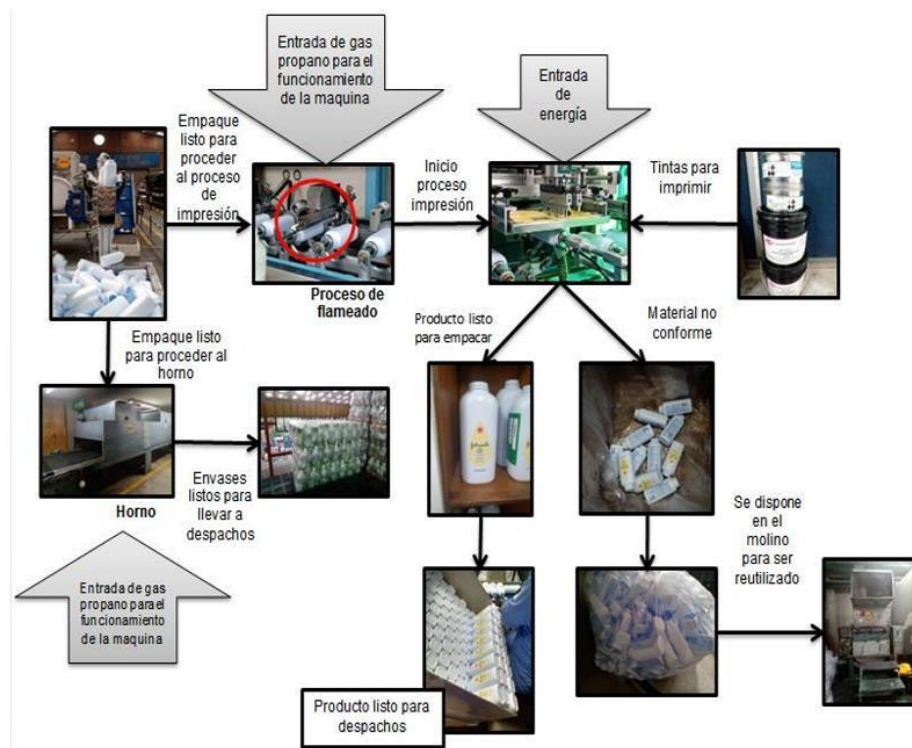


Figura 19. Diagrama de proceso de Impresión (Screen). Tomado de Área SIG ECSI SAS, 2023

❖ *Proceso de inyección*

En este proceso se inicia con la plastificación y homogeneización del material plástico que ha sido alimentado en la tolva (normalmente se trata de un gránulo también llamado pellet en forma de esfera o cubo) con ayuda de calor, que entrará por el orificio del cilindro, luego de esto, el material fundido se inyecta a presión en las cavidades del molde insertado, donde tomará su forma y finalmente se abre el molde para expulsar las piezas moldeadas.

El calor de la pieza se amortigua por medio de un refrigerante, que en el caso de la empresa, es normalmente agua, que recorres los orificios hechos en el molde. El tiempo de cierre necesario para enfriar la pieza se ajusta en un regulador de tiempo, según como se acomode este, se abre el molde y por medio de un mecanismo de expulsión, el artículo es separado del molde y la máquina se encuentra lista para iniciar el próximo ciclo.

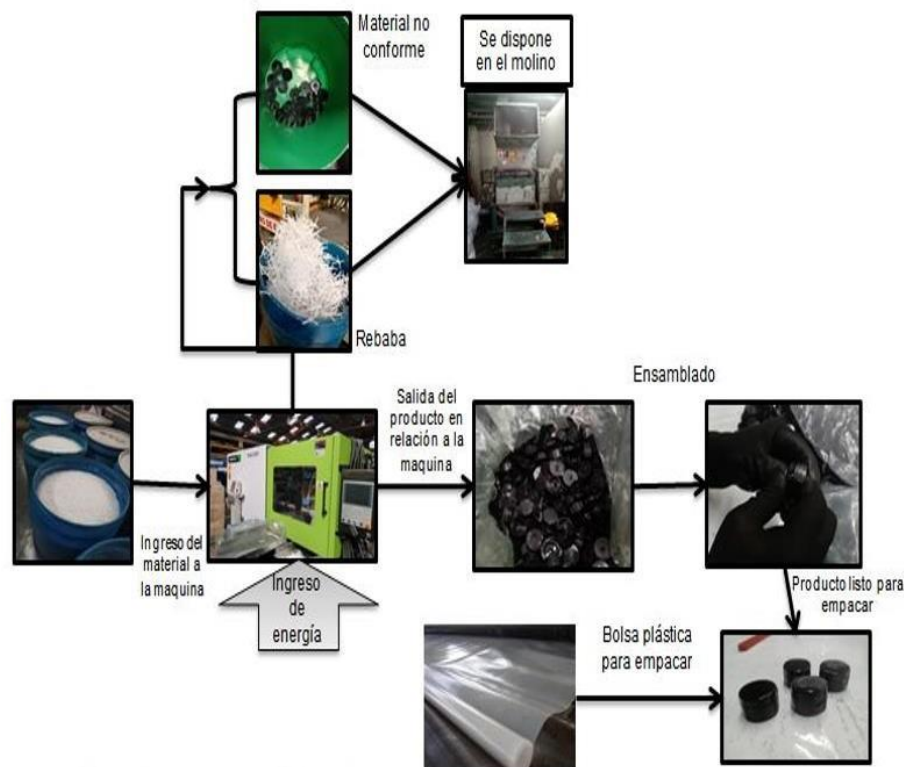


Figura 20. Diagrama de proceso de Inyección. Tomado de Área SIG ECSI SAS, 2023

❖ **Proceso de Encartonado**

En este proceso una máquina programada se encarga de agregar un Linner y/o membrana según el producto, a cada tapa. El material sobrante de Linner y membrana se disponen como residuo no aprovechable. Para el proceso de ensamble, una máquina adiciona una tapa y válvula. Estos, se van depositando en una caja.

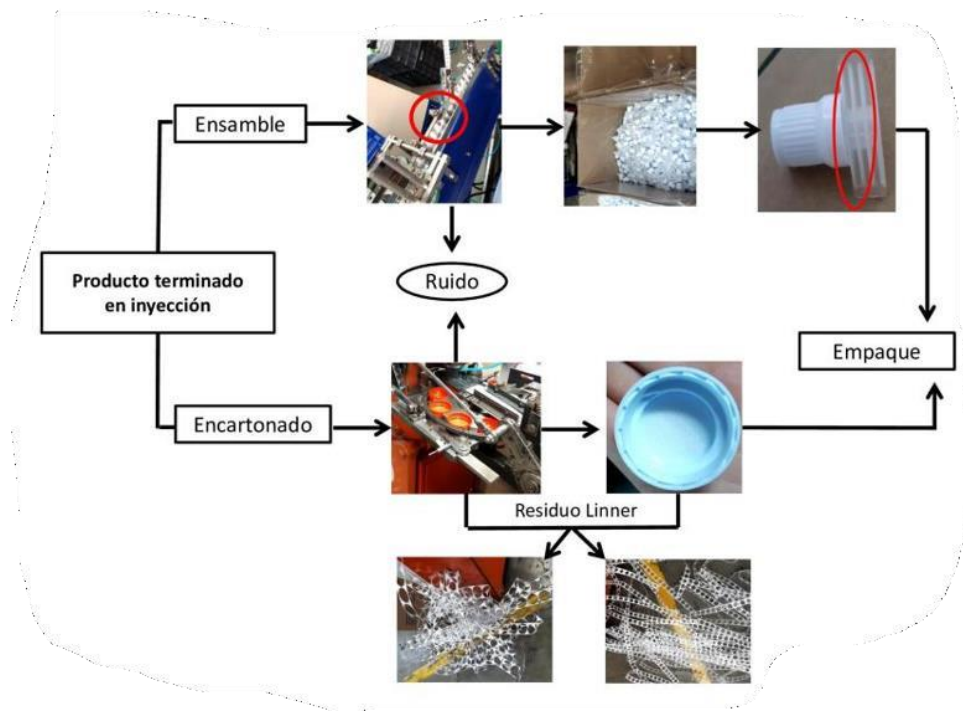


Figura 21. Diagrama de proceso de Encartonado. Tomado de Área SIG ECSI SAS, 2023

❖ **Proceso de mantenimiento de máquinas**

El proceso de mantenimiento correctivo corrige las fallas que se presentan en un momento determinado o cuando el equipo así lo requiera, en el mantenimiento de máquinas se realizan trabajos de electricidad (componentes eléctricos), mecánicos (arreglo de piezas, rodamientos, etc.), y lubricación de máquinas. La función principal de este proceso es poner en marcha el equipo lo más pronto y con el menor costo posible. Por otro lado, el mantenimiento preventivo inspecciona periódicamente los equipos para revisar el mecanismo o rodamientos, ya que no todos se desgastan de la misma manera.

En ambos casos, cada coordinador o supervisor de área realiza una orden de trabajo la cual es entregada a los operarios de mantenimiento quienes revisan, arreglan, y entregan el formato de orden de trabajo debidamente diligenciado con fecha, tiempo de arreglo, causa, y observaciones importantes de la máquina.

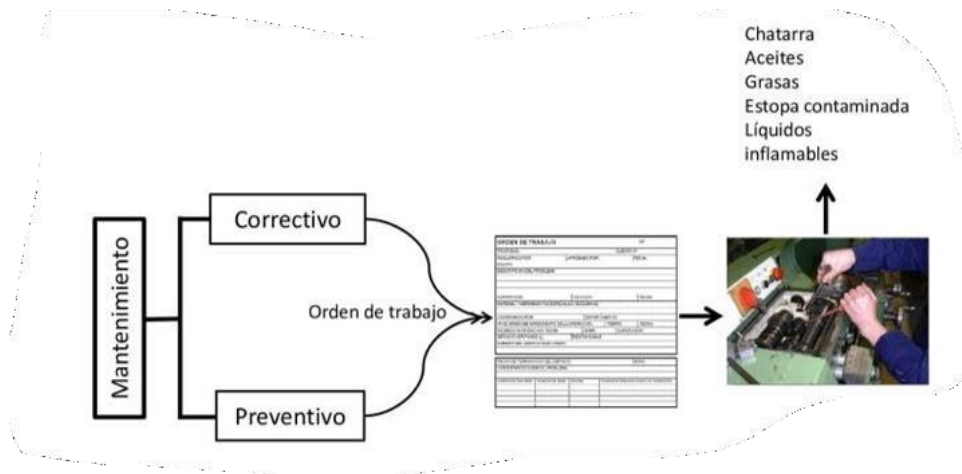


Figura 22. Diagrama de proceso de mantenimiento de máquinas. Tomado de Área SIG ECSI SAS, 2023

❖ *Proceso de despachos*

Cuando el producto ya se encuentra terminado y embalado cada área lo reporta para que sea dirigido a despachos, si el producto viene de inyección o soplado es reportado en digitación. Para identificar el producto, se asigna un sticker a cada estiba entregada.

Los operarios pertenecientes al área transportan el producto con un montacargas o gato hasta el vehículo, teniendo en cuenta la demanda de este. Para esto, la oficina de despachos lleva un control con fecha de cargue, nombre del cliente, código, descripción del producto, nombre y teléfono del conductor, la remisión, y se toma foto del estado de la mercancía. Se realiza un seguimiento hasta que el producto es recibido por el comercial.

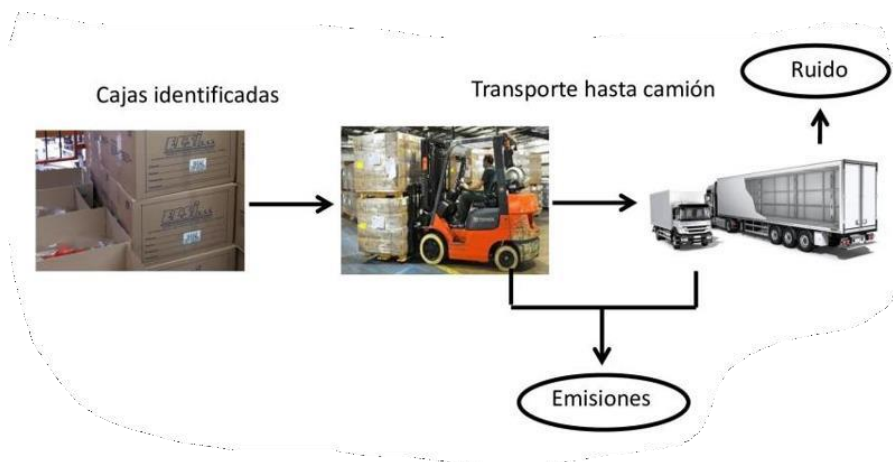


Figura 23. Diagrama de proceso de despachos. Tomado de Área SIG ECSI SAS, 2023

❖ **Proceso de transporte y recepción de clientes primarios**

El producto final, es distribuido a diversos clientes primarios mediante camiones y furgones de la organización TAGA Logistics; al llegar al destinatario, este es recepcionado e internamente se realiza el proceso de envase de los productos para finalmente hacer llegar el producto terminado al consumidor final (cliente secundario)

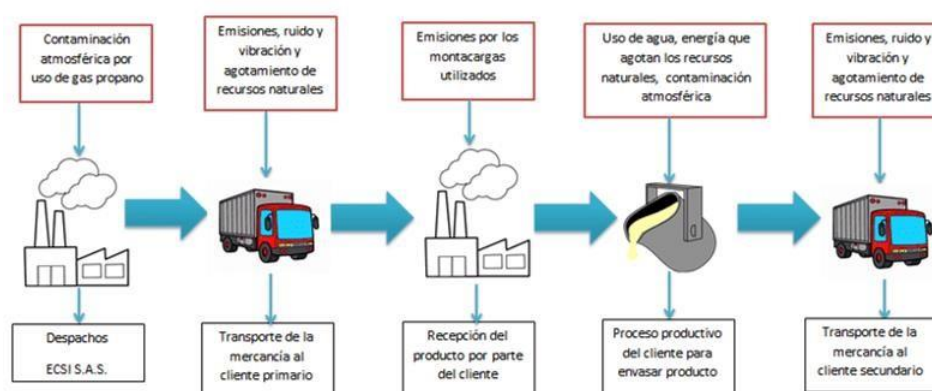


Figura 24. Diagrama de Proceso de transporte y recepción de clientes primarios. Tomado de Área SIG ECSI SAS, 2023

❖ **Proceso de transporte y disposición final del cliente secundario**

Luego de que el consumidor final haya adquirido el producto, este procede a disponerlo (ya sea haciendo una correcta separación en la fuente o disponiéndolo como un residuo convencional). Siguiendo la trazabilidad del envase, este podría terminar en el relleno sanitario correspondiente o bien reingresando a un nuevo ciclo productivo al separarlo desde la fuente y reutilizarlo.

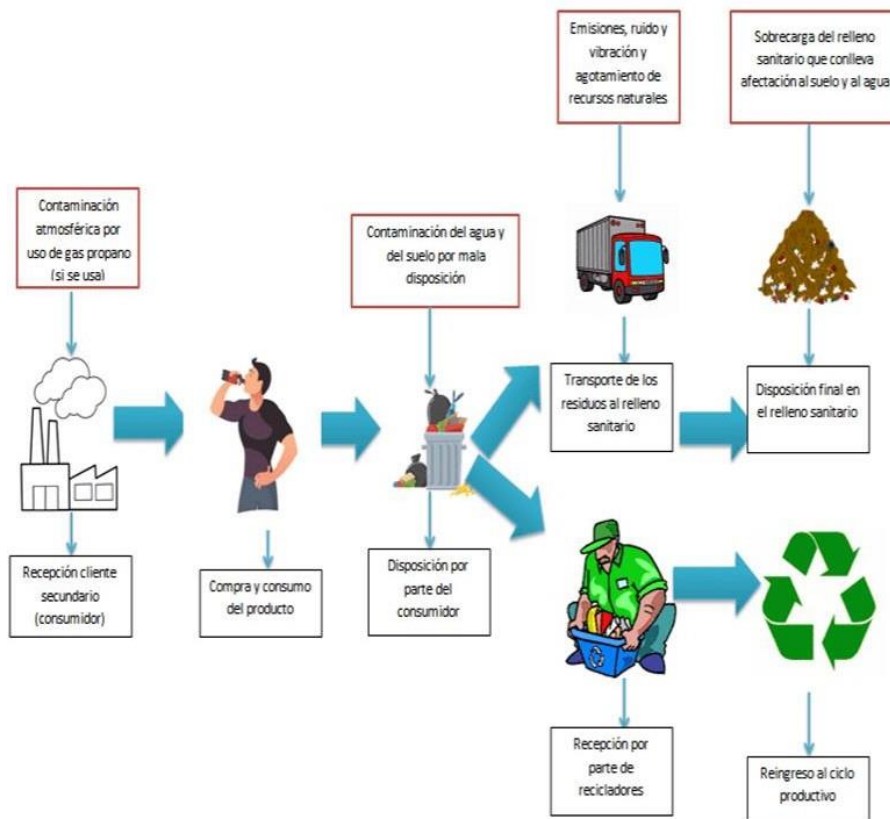


Figura 25. Diagrama de proceso de transporte y disposición final del cliente secundario

Posteriormente a conocer cada proceso que interviene en la fabricación actual de los plásticos en ECSI SAS, se realizó el inventario cualitativo de ciclo de vida, teniendo en cuenta el manual de eco innovación de UNU Environment, donde se describen las entradas y salidas principales de cada proceso en las 5 fases del ciclo de vida (Materias primas, producción, distribución, uso y fin de vida) que se pueden identificar en las primeras 5 columnas de la tabla. En la tabla 13, se puede evidenciar la información sintetizada de dicho inventario:

Tabla 13. Inventario ciclo de vida

Inventario de ciclo de vida			
Fase Ciclo de Vida	Actividad	Entradas	Salidas
Materias primas	Extracción de materia prima	Aceite, Gasolina, Diesel, Energía eléctrica	Emisiones contaminantes
	Transporte de materias primas	Aceite, Gasolina, Diesel, Energía eléctrica	Emisiones contaminantes
	Almacén	Etiquetas, PET, PP, Poliestireno, repuestos	Residuos aprovechables, cajas, bolsas plásticas, barredura, ruido y vibración
Producción	Moldes	Planos, diseños, insumos, energía	Material particulado, moldes
	Molinos	Mezcla lista, residuos, barredura para reutilización, material non conforme, rebaba, energía	Material Molido
	Mezclas	Resina, MasterBatch, energía	Mezcla lista, residuos, barredura para reutilización
	Soplado y etiquetado	Mezcla lista y etiquetas como materia prima, energía, uso de agua	Producto en relación a la máquina, rebaba, producto terminado, ruido
	Impresión	Empaque listo, gas propano, energía, uso de agua	Producto listo para empacar y producto listo para despachos, material no conforme para reutilización
	Inyección y Subproceso ensamblado	Energía, material listo	Producto en relación a la máquina, ensamble y bolsa plastica, ruido
	Encartonado	Producto termina en inyección	Residuos de linner, empaque, producto terminado y empacado, ruido

	Empaque	Producto terminado listo para empacar, bolsas y cajas de cartón empaque	Almacenamiento en bodega
	Mantenimiento de Máquinas	Energía, lubricantes, repuestos, técnicos, uso de agua	Estopa contaminada, chatarra, aceites, líquidos inflamables
Distribución	Despacho	Producto terminado y embalado	Emisiones contaminantes, ruido, vibración
Uso	Proceso de transporte y recepción de clientes primarios	Aceite, Gasolina, Diesel, Energía eléctrica, uso de agua	Emisiones contaminantes, ruido, vibración
	Proceso de transporte a clientes secundarios	Aceite, Gasolina, Diesel, Energía eléctrica	Emisiones contaminantes, ruido, vibración
Fin de vida	Disposición final	Producto en desuso, separación de materiales, tratamiento previo,	Reciclaje, gasto energético por incineración, depósito en vertedero

Elaboración propia, 2023

La matriz de inventario del ciclo de vida es una etapa fundamental para el análisis del ciclo de vida, en este caso para reconocer lo que interviene en el proceso de fabricación de plásticos en la Empresa Colombiana de Soplado e Inyección. Esta herramienta permite evaluar el impacto ambiental de un producto, proceso o servicio a lo largo de su ciclo de vida completo, donde se evalúan el sistema dentro y fuera de la empresa. Este inventario se fundamenta en recopilar los datos y proceder a cuantificarlos y caracterizarlos por medio de las entradas y salidas que intervienen en cada etapa del proceso (UN Environment; Technical University of Denmark, 2021). Esta matriz se construyó a partir de la información suministrada por las áreas implicadas en la empresa para eliminar subjetividad.

Luego, para proporcionar una visión más ampliada acerca del impacto positivo o negativo en aspectos ambientales, económicos y sociales, se realiza la matriz de pensamiento del ciclo de vida, que permite identificar cuáles son las áreas críticas que solicitan una oportunidad de mejora y optimización (UN Environment; Technical University of Denmark, 2021). En esta tabla, a partir del inventario antes realizado, se evalúa el uso del recurso y la calidad del ecosistema que corresponden al aspecto y su impacto ambiental respectivamente; en los impactos sociales se tienen en cuenta actores involucrados como los trabajadores, consumidores o comunidades que intervienen y, finalmente que impacto económico se ve evidenciado en cada uno de estos. Luego de describir detalladamente cada uno de los impactos, se les asigna un nivel que permite identificar que tan significativo es dicho impacto. En este caso, los que presenten una (L) LOW pertenecen a un impacto bajo; una (M) MEDIUM un impacto medio y (H) HIGH un impacto alto. En la tabla 14, se pueden evidenciar los impactos encontrados y su calificación respectiva. Esta matriz de pensamiento se estructuró con la información suministrada del área SIG (Sistemas Integrados de Gestión) .

TABLA 14. Matriz de pensamiento de ciclo de vida

Inventario de ciclo de vida					Impactos ambientales		Impactos sociales			Impactos Económicos
Fase Ciclo de Vida	Actividad	Entradas	Salidas	Emisiones	Uso de recursos (aspecto ambiental)	Calidad de ecosistema (Impacto ambiental)	En trabajador	En consumidores	Otros	Utilidad
Materias primas	Extracción de materia prima	Aceite, Gasolina, Diesel, Energía eléctrica	Emisiones contaminantes, aceites refinados, plásticos.	CO2. N2O. CH4. COV's. NO	•Consumo de energía eléctrica (M) • Generación de ruido (H) • Adecuación del terreno para realizar la extracción (H) • Generación de emisiones atmosféricas (M) •Circulación de maquinaria pesada (M) •Extracción de recursos naturales no renovables (H) •Generación de derrames en el suelo y agua de aceites e hidrocarburos (M) •Consumo de agua para extracción de hidrocarburos (H)	•Agotamiento de recursos energéticos(M) •Afectación a la salud humana (H) •Pérdida de biodiversidad (H) •Afectación a la salud humana (M), Contaminación atmosférica (H) •Compactación del suelo (H), Contaminación auditiva (M) •Agotamiento de recursos naturales (H) •Pérdida de biodiversidad, contaminación de cuerpos hídricos (M) •Agotamiento del recurso hídrico (H)	•Generación de empleo •Accidentes y Seguridad (M) •Contaminación y Salud Pública (M)		Comunidades aledañas, agricultura cerca de un pozo petrolero (H)	•Ingreso económico en trabajadores •Fomento de la Industria y Comercio
	Transporte de materias primas	Aceite, Gasolina, Diesel, Energía eléctrica, polímeros en granulos	Emisiones contaminantes	CO2. N2O. CH4. NO	• Emisión de gases de efecto invernadero (H) • Consumo de combustibles (H) • Circulación de vehículos en las vías (M)	•Contribución al cambio climático (H), Afectación a la salud humana (M), Degradación de la capa de ozono (H) • Contaminación del recurso aire (H) • Contaminación auditiva (M)	•Generación de empleo •Accidentes y Seguridad (M) •Contaminación y Salud Pública (M)			•Ingreso económico en trabajadores •Fomento de la Industria y Comercio

	Almacén	Etiquetas, PET, PP, Poliestireno, repuestos	Residuos aprovechables, cajas, bolsas plásticas, barredura, ruido y vibración	CO2. N2O. CH4. NO	• Generación de residuos no aprovechables (M) • Generación de emisiones atmosféricas (M)	• Sobrepresión del relleno Sanitario (M) • Contaminación al recurso aire (M)	•Generación de empleo •Accidentes y Seguridad (M) •Contaminación y Salud Pública (M)			Ingreso económico en trabajadores
--	---------	---	---	----------------------------	--	--	--	--	--	-----------------------------------

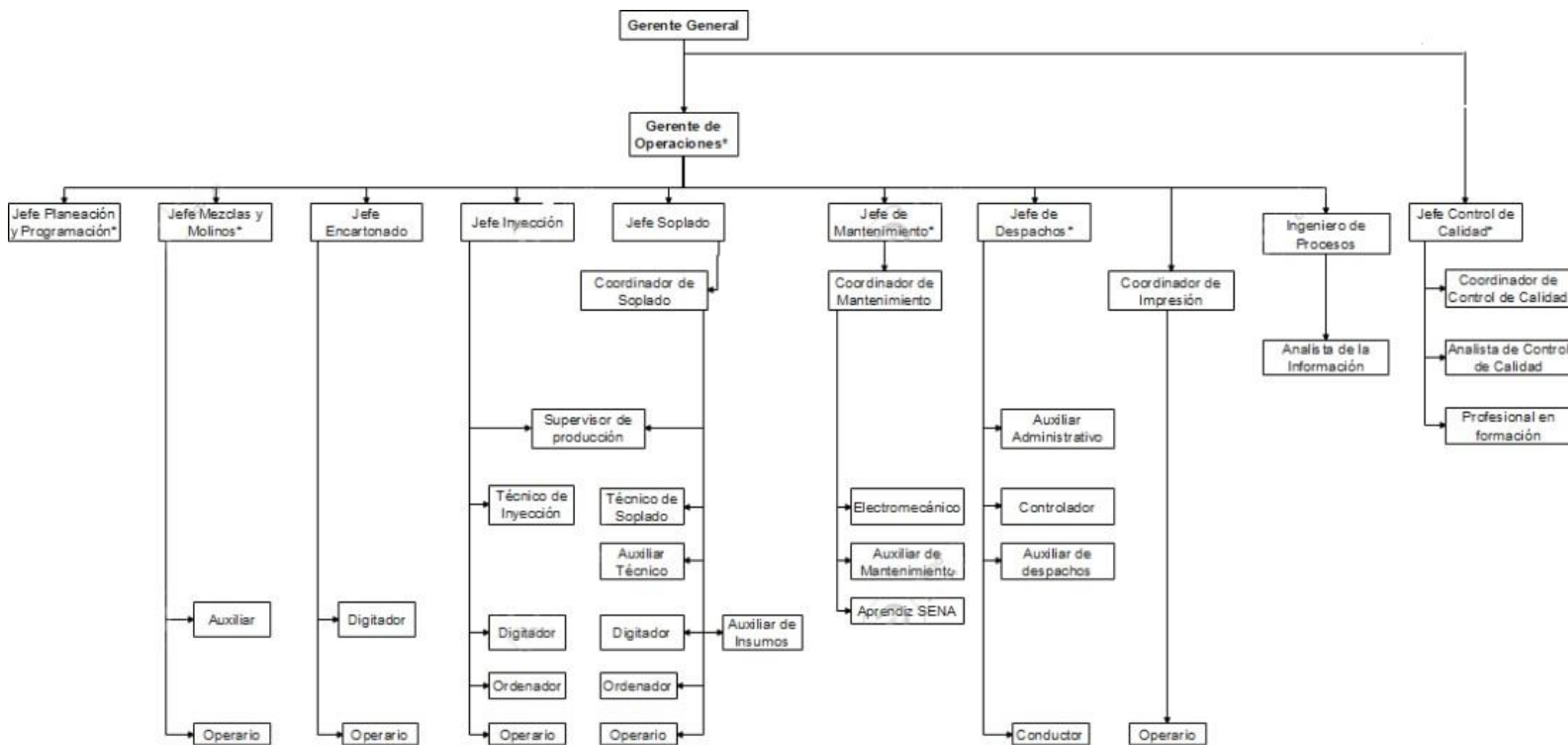
Inventario de ciclo de vida					Impactos ambientales		Impactos sociales			Impactos económicos
Fase Ciclo de Vida	Actividad	Entradas	Salidas	Emisiones	Uso de recursos (aspecto ambiental)	Calidad de ecosistema (Impacto ambiental)	En trabajadores	En consumidores	Otros	Utilidad
Producción	Moldes	Planos, diseños, insumos, energía	Material particulado, moldes	Material particulado	• Consumo de energía eléctrica (H) • Uso de productos químicos (H) • Consumo de agua (H) • Generación de residuos peligrosos (H) • Generación de residuos no aprovechables (L)	• Agotamiento de los Recursos naturales (H) • Agotamiento de los Recursos naturales (H) • Agotamiento de los Recursos naturales (H) • Contaminación del Recurso Suelo (H) • Sobrepresión del relleno Sanitario (L)	•Generación de empleo •Accidentes y Seguridad (M)			Ingreso económico en trabajadores
	Molinos	Mezclas listas, material no conforme, rebaba, energía	Material Molido	Material particulado	• Emisión de gases efecto invernadero (H) • Generación de materia prima a partir de material de rebaba y no conforme • Generación de material particulado (L) • Consumo de energía eléctrica (M)	• Contribución al cambio climático (H), Afectación a la salud humana (M) y Degradación de la capa de ozono (M) • Conservación de recursos naturales • Afectación a la salud humana (L) • Agotamiento de los Recursos naturales (M)	•Generación de empleo •Accidentes y Seguridad (M)			Ingreso económico en trabajadores
	Mezclas	Resina virgen, energía	Mezclas listas, residuos, barredura para reutilización	Material particulado	• Consumo de gas propano (M) • Consumo de energía eléctrica (H) • Generación de material particulado (M) • Generación de residuos aprovechables (papel, cartón, plástico, metal, vidrio)	• Agotamiento de recursos naturales (M) • Agotamiento de Recursos energéticos (H) • Contaminación por RESPEL (M), Afectación a la salud humana (L). • Reducción de afectación al ambiente	•Generación de empleo •Accidentes y Seguridad (M)			Ingreso económico en trabajadores

	Soplado y etiquetado	Mezcla lista y etiquetas como materia prima, energía	Producto en relación a la máquina, rebaba, producto terminado, ruido	Materia particulada	• Generación de residuos aprovechables (papel, cartón, plástico, metal, vidrio) • Consumo de papel (M) • Consumo de energía eléctrica (M) • Dispersión de material particulado (M) • Consumo de materia prima (M) • Generación de ruido (H) • Consumo de material rebaba y no conforme (molinos) • Reintegración de residuo al proceso como materia prima • Generación de calor residual (M) • Consumo de cartón (H)	• Reducción de afectación al ambiente • Agotamiento de los Recursos naturales (M) • Agotamiento de Recursos energéticos (M) • Afectación a la salud humana (L), Contaminación por RESPEL (M) • Agotamiento de recursos naturales (M) • Afectación a la salud humana (H) • Conservación de recursos naturales • Disminución de generación de residuos sólidos • Desestabilización del ambiente (M) • Agotamiento de recursos naturales (H)	•Generación de empleo •Accidentes y Seguridad (M)			Ingreso económico en trabajadores
	Impresión	Empaque listo, gas propano, energía	Producto listo para empacar y producto listo para despachos, material no conforme para reutilización	Material particulado	• Consumo de energía eléctrica (M) • Consumo de papel (M) • Generación de residuos aprovechables (papel, cartón, plástico, metal, vidrio) • Dispersión de material particulado (M) • Derrames accidentales de productos químicos (H) • Generación de residuos peligrosos (H) • Consumo de combustibles (M) • Emisión de gases efecto invernadero (M) • Consumo de cartón (H) • Generación de residuos aprovechables	• Agotamiento de Recursos energéticos (M) • Agotamiento de los Recursos naturales (M) • Reducción de afectación al ambiente • Afectación a la salud humana (L), Contaminación por RESPEL (H) • Contaminación del Recurso Suelo (H), Contaminación del agua (H) • Contaminación del Recurso Suelo (H) • Contaminación del recurso aire (M) • Contribución al cambio climático (H), Afectación a la salud humana (M), Degradación de la capa de ozono(M) • Agotamiento de los recursos naturales (M) • Reducción de afectación al ambiente	•Generación de empleo •Accidentes y Seguridad			Ingreso económico en trabajadores

	Inyección y Subproceso ensamblado	Energía, material listo	Producto en relación a la máquina, ensamble y bolsa plástica, ruido	Material particulado	• Generación de residuos aprovechables (papel, cartón, plástico, metal, vidrio) • Consumo de papel (M) • Consumo de energía eléctrica (M) • Dispersión de material particulado (M) • Consumo de materia prima (H) • Consumo de agua (refrigerante) (H) • Generación de ruido (H) • Consumo de material rebaba y no conforme (molinos) • Reintegración de residuo al proceso como materia prima • Consumo de cartón (M) • Generación de residuos aprovechables	• Reducción de afectación al ambiente • Agotamiento de los Recursos naturales (M) • Agotamiento de Recursos energéticos (M) • Contaminación por RESPEL (L), afectación a la salud humana (M) • Agotamiento de los Recursos naturales (H) • Agotamiento del recurso hídrico (H) • Afectación a la salud humana (H) • Conservación de recursos naturales • Disminución de generación de residuos sólidos • Agotamiento de recursos naturales (M) • Reducción de afectación al ambiente	•Generación de empleo •Accidentes y Seguridad (M)			Ingreso económico en trabajadores
	Encartonado y subproceso ensamblado	Producto termina en inyección, Producto terminado listo para empacar, bolsas y cajas de cartón empaque	Residuos de linner, empaque, producto terminado y empacado, ruido, Almacenamiento en bodega	Material particulado	• Consumo de energía eléctrica (M) • Consumo de papel (M) • Generación de residuos aprovechables (papel, cartón, plástico, metal, vidrio) • Dispersión de material particulado (M) • Generación de ruido (M) • Consumo de cartón (M)	• Agotamiento de Recursos energéticos (M) • Agotamiento de los Recursos naturales(M) • Reducción de afectación al ambiente • Afectación a la salud humana (L), Contaminación por RESPEL (M) • Afectación a la salud humana (M) • Agotamiento de los Recursos naturales (M)	•Generación de empleo •Accidentes y Seguridad (M)			Ingreso económico en trabajadores
	Mantenimiento de Máquinas	Energía, lubricantes, repuestos, tecnicos	Estopa contaminada, chatarra, aceites, liquidos inflamables	Material particulado	• Consumo de energía eléctrica (M) • Generación de residuos peligrosos (H) • Uso de productos químicos (M) • Generación de residuos no aprovechables (M) • Consumo de agua (M) • Vertimientos domésticos con descargas en el alcantarillado (M) • Riesgo a incendios (M)	• Agotamiento de los Recursos naturales (M) • Contaminación del Recurso Suelo (H) • Agotamiento de los Recursos naturales (H), Contaminación del suelo (M), Contaminación del agua (M) • Sobrepresión del relleno Sanitario (M) • Agotamiento de los Recursos naturales (M) • Contaminación del agua (M) • Afectación a la salud humana (M)	•Generación de empleo •Accidentes y Seguridad (M)			Ingreso económico en trabajadores

Inventario de ciclo de vida					Impactos ambientales		Impactos sociales			Impactos económicos
Fase Ciclo de Vida	Actividad	Entradas	Salidas	Emisiones	Uso de recursos (aspecto ambiental)	Calidad de ecosistema (Impacto ambiental)	En trabajadores	En consumidores	Otros	Utilidad
Distribución	Despachos	Producto terminado y embalado	Emisiones contaminantes, ruido	CO2. N2O. CH4. COV's. NO	- Consumo de gas propano (M) - Emisión de gases efecto invernadero (M) - Consumo de combustibles (H) - Circulación de vehículos en las vías (L)	- Agotamiento de los Recursos naturales (M) - Contribución al cambio climático (H), Afectación a la salud humana (M), Degradación de la capa de ozono (M) - Contaminación del recurso aire (H) - Vibración y ruido (L)	- Generación de empleo - Accidentes y Seguridad (M) - Contaminación y Salud Pública (M)			Ingreso económico en trabajadores
Uso	Proceso de transporte y recepción de clientes primarios	Aceite, Gasolina, Diesel, Energía eléctrica, uso de agua	Emisiones contaminantes, ruido, vibración	CO2. N2O. CH4. COV's. NO	- Emisión de gases efecto invernadero (M) - Consumo de combustibles (H) - Circulación de vehículos en las vías (L)	- Contribución al cambio climático (H), Afectación a la salud humana (M), Degradación de la capa de ozono (M) - Contaminación del recurso aire (H) - Vibración, y ruido (L)	- Generación de empleo - Accidentes y Seguridad (M) - Contaminación y Salud Pública (M)	- Entrega de calidad - Tiempos esperados - Facilidad		Ingreso económico en trabajadores •Fomento de la Industria y Comercio
	Proceso de transporte a clientes secundarios	Aceite, Gasolina, Diesel, energía eléctrica	Emisiones contaminantes, ruido, vibración	CO2. N2O. CH4. COV's. NO	- Emisión de gases efecto invernadero (M) - Consumo de combustibles (M)	- Contribución al cambio climático (H), Afectación a la salud humana (M), Degradación de la capa de ozono (M) - Contaminación del recurso aire (H)	- Generación de empleo - Accidentes y Seguridad (M) - Contaminación y Salud Pública (M)	- Entrega de calidad - Tiempos esperados - Facilidad		Ingreso económico en trabajadores •Fomento de la Industria y Comercio
Fin de vida	Disposición final	Producto en desuso, separación de materiales, tratamiento previo,	Reciclaje, gasto energético por incineración, depósito en vertedero	CO2. N2O. CH4. COV's. NO	- Circulación de vehículos en las vías (L) - Generación de residuos plásticos de un solo uso (envases plásticos, cucharas, etiquetas, entre otros) (L) - Mala disposición de los residuos sólidos generados en el consumo del producto final (H)	- Contaminación auditiva (L) - Sobrepresión del relleno Sanitario (L) - Contaminación del suelo y agua (H), Pérdida de biodiversidad (H)			- Generación de empleo en recicladores - Responsabilidad Extendida del Productor en el fabricante	Ingreso económico en recicladores

Fuente: Elaboración propia, 2023



Los puntos críticos de sostenibilidad se determinaron con respecto a la calificación más alta (H) presentada en la matriz de pensamiento de ciclo de vida, de manera que los aspectos que más se repiten en cada proceso evaluado en la matriz y que presentan la calificación más alta, representan una alerta latente dentro de la cadena de valor de la empresa. Desde la extracción y transporte de materias primas, se identifica pérdida de biodiversidad, agotamiento de recursos naturales, contaminación de recursos hídricos, compactación del suelo, contaminación atmosférica y afectaciones a la salud humana; demostrando como desde la obtención de los compuestos derivados del petróleo se evidencian diversas afectaciones que alteran el componente ambiental, así como componentes sociales y económicos al afectar distintas comunidades que intervienen en el proceso. Dentro del proceso interno de producción de la empresa, se ve evidenciado el alto consumo de energía en la mayoría de sus procesos, la dispersión de material particulado, la contaminación auditiva, el agotamiento de recursos por consumo de materia prima virgen, así mismo, las afectaciones a la salud de los implicados en el proceso. En la distribución, uso y fin de vida del producto, prima la contribución al cambio climático por medio de emisiones contaminantes, así mismo su degradación de la capa de ozono, creando una afectación directa al recurso aire; por otro lado, la sobrepresión del relleno sanitario al considerar un mal manejo de residuos plásticos, como también la contaminación de agua, suelo y pérdida de biodiversidad en ecosistemas terrestres y marinos.

Esto permite interpretar que a partir de distintos procesos que comprenden el ciclo de vida de un proceso productivo, existen diversas afectaciones en distintas medidas de significancia, pero que contribuyen a la problemática por la que hoy en día atraviesa el planeta.

Una vez se hayan obtenido los puntos críticos de sostenibilidad hallados en el análisis de cada área, se deben definir las oportunidades de mejora y amenazas que tiene una compañía en distintos aspectos que pueden agregar información relevante para una reforma en su cadena de valor. En la tabla 15, se puede identificar el análisis PESTEL realizado, que permite definir las tendencias o problemáticas que posiblemente pueden afectar a la empresa y sus valores respectivos. Dentro de estos valores se encuentra el impacto, su probabilidad y una escala de tiempo donde posiblemente se desarrolle esta tendencia, donde su significancia se expresa Impacto * Probabilidad. En este caso, los valores que presenten igual o mayor a 9, indican una amenaza sustancial dentro de la cadena de valor. Por medio de este análisis se identifican las “oportunidades” que implican la oportunidad de generar un impacto positivo a partir de ellas y las “amenazas” que implican un impacto negativo en la cadena de valor.

Tabla 15. Matriz análisis PESTEL

Rubro	Descripción del suceso / Tendencia / Fuente / Ejemplo	Escala de tiempo (0-6 meses/7-24 meses/24+meses)	Impacto (1=muy bajo, 5=muy alto)	Probabilidad (1=muy poco probable, 5= muy probable)	Significancia (Impacto * probabilidad)
Político	• Las regulaciones gubernamentales de plásticos de un solo uso pueden prohibirlos.	24 + meses	3	4	
	• Las regulaciones gubernamentales de plásticos de un solo uso pueden prohibirlos. • Posibles cambios en las políticas de gestión de residuos que creen restricciones del uso de plásticos que pueden afectar la demanda y producción	24 + meses	3	3	9
Económico	• Condiciones como la inflación, tasas de interés, adaptación y crecimiento del PIB, son variables que influyen en la demanda de los envases plásticos. Una economía en crecimiento puede aumentar la demanda de envases para productos.	7-24 meses	3	2	6
	• La variación en el precio del dólar influye en el costo de las materias primas, lo que puede afectar los costos de la producción.	0-6 meses	3	2	6

Social	• Cambios en las preferencias del consumidor hacia materiales de envasado más sostenibles	0-6 meses	3	4	12
	• Cambios en el comportamiento de la demanda por opciones más ecológicas o por prohibición de plásticos de un solo uso	0- 6 meses	4	3	12
Tecnológico	•El mercado crea más maquinas modernas que reducen los costos de producción, a su vez los impactos ambientales	7-24 meses	3	2	6
	•Avances tecnológicos en la fabricación de plásticos que permitan desarrollar plásticos con propiedades más sostenibles	7-24 meses	3	3	9
Ambiental	•Interés creciente del mercado por una nueva producción de plásticos con aspectos "verdes"	7-24 meses	4	4	16
	• Retiro de subsidios por parte del gobierno por no promover la responsabilidad ambiental de la empresa	0-6 meses	4	2	8
	Desechos plásticos acumulados en distintos ecosistemas cada vez más amplia las preocupaciones por contaminación excesiva	7-24 meses	5	4	12
Legal	•Cumplimiento de regulaciones de seguridad para garantizar que la fabricación de productos plásticos de consumo o uso humano sean seguros para los clientes	0-6 meses	3	2	6
	•Ampliación de leyes seguridad y salud de los trabajadores	0-6 meses	2	3	6

Fuente. Elaboración propia, 2023

Finalmente, para unir la información obtenida y enfocar las estrategias claves en las que se fundamenta este estudio, se realizó la matriz DOFA inicial describiendo las fortalezas, amenazas, oportunidades y debilidades de la empresa en términos generales y posterior a esto, se sintetiza esa información para finalmente crear las estrategias que responden a cada aspecto. Esto se puede identificar en la tabla 16

Tabla 16. Matriz DOFA con estrategias

MATRIZ DOFA CON ESTRATEGIAS		
	FORTALEZAS	DEBILIDADES
	* Reutilización de rebaba y material no conforme * Generación de empleo * Buena imagen entre los Clientes * Financiación y contabilidad (recursos financieros disponibles, nivel de endeudamiento, rentabilidad y liquidez) * Fomento de la tecnología para el diseño y desarrollo de moldes * Habilidades y recursos tecnológicos	* Alto consumo de energía * Riesgos en la salud por emisiones contaminantes, material particulado o exposición constante al ruido * Evaluación y motivación del personal * Clasificación de residuos correctamente
OPORTUNIDADES	Estrategias Fortalezas - Oportunidades	Estrategias debilidades - oportunidades
* Implementación de diseños sostenibles en los productos * Normatividad medio ambiental - respecto al uso de materiales posconsumo * Reducir emisiones contaminantes, alto consumo de energía y desechos.	* Diseñar una nueva visión empresarial con objetivos sostenibles * Utilizar el material post consumo y post industrial en recirculación * Crear estrategias de reutilización, reciclaje o eliminación en plásticos	* Nuevas tecnologías que permitan la reducción de energía * Implementación de productos resultantes de modelos circulares para el personal * Correctas capacitaciones a todo el personal de la empresa en aspectos ambientales * Incursión en nuevas líneas de mercados con sellos verdes
AMENAZAS	Estrategias fortalezas - amenazas	Estrategias amenazas - debilidades
* Índice de crecimiento del sector y de la competencia * Prohibición de plásticos de un solo uso * Costo de cambio para el Cliente (cambio de quien le provee el servicio) * Nivel de innovación tecnológica y cambio en el mercado * Competidores certificados en inocuidad y en gestión ambiental	* Fabricación de productos con bajos costos de producción y calidad * Crear un valor agregado a la empresa con certificaciones ambientales y sostenibles * Incluir desde el diseño y desarrollo de moldes ideas de ecodiseño	* Ampliar el conocimiento sobre el correcto manejo de residuos, creando beneficios económicos a partir del aprovechamiento de estos * Recuperación de materia prima de forma circular reduciendo costos e impactos * Lograr reducir los desechos de la empresa y convertirlos en una oportunidad económica

Fuente. Elaboración propia, 2023

Dentro de las fortalezas encontradas en la empresa, se ubicó la reutilización de rebaba y material no conforme para reintegrarlo al proceso, la generación de empleo, la capacidad de financiación, su búsqueda y fomento constante de tecnologías para el diseño y desarrollo de moldes que fabrican ellos mismos, entre otras; sin embargo, sus debilidades se ven principalmente encaminadas a afectaciones ambientales de alto nivel como el consumo de energía y recursos naturales, material particulado, afectaciones a la salud, entre otros, por lo que, para ampliar su capacidad y presentar estrategias orientadas a nuevas oportunidades se propone crear estrategias que integren, no solo el material sobrante de los procesos, sino material posconsumo y posindustrial, también velar por propuestas fundamentadas en un correcto reciclaje y manejo de residuos tanto aprovechables como no aprovechables, así mismo, apostar por nuevas tecnologías que desarrollen un método de fabricación más sostenible sin afectar tantos puntos críticos con los que actualmente se ven afectados como el consumo de energía, dispersión de material particulado, entre otros. Por otro lado, una de las amenazas más latente para este sector económico es la prohibición de plásticos de un solo uso, obligándose a ampliar su búsqueda de estrategias dirigidas a un nuevo consumidor que opta por productos que estén más enfocados en el cuidado del ambiente, así es necesario crear un valor agregado desde la eco innovación y lograr en un futuro obtener certificaciones y sellos ambientales que den reconocimiento a nivel corporativo.

9.2 Resultado Objetivo específico 2 “Realizar la búsqueda de alternativas con enfoque en economía circular que puedan ser relacionadas a la fabricación de plásticos en la empresa a través de la innovación en el origen”

Después de recopilar la información anteriormente expuesta, en este apartado se describen las alternativas encontradas que dan respuesta a este objetivo:

Según Porter y van der Linde (1995), “La contaminación representa un desperdicio económico e implica una utilización innecesaria, ineficiente o incompleta de recursos, o recursos que no se utilizan para generar el mayor valor”, es decir que actualmente la contaminación representa pérdidas y se traduce en ineficiencia, ya que cuando la empresa desde un principio evita los residuos o desperdicios, evita actividades que no le aportan valor como el manejo, almacenamiento y disposición final de estos, por el contrario solo implican incrementos económicos y de tiempo.

Es por esto que, si se logra cambiar ese chip con el que se han venido construyendo las empresas desde hace años, es posible que actualmente estas industrias puedan contribuir agregando valor corporativo por aportar soluciones ligadas a la sostenibilidad (Coish, 2018). Es importante tener en cuenta que el desarrollo sostenible incorporando estrategias de eco innovaciónpermite que las empresas conozcan nuevas oportunidades de negocio, creando competencias únicas que resulten difíciles de comparar (Coish, et al, 2018)

Según esto, aunque actualmente la visión de ECSI SAS se basa en lograr consolidarse en el 2030 como la empresa líder de empaques plásticos rígidos, asegurando una operación sostenible a nivel nacional y con presencia en los demás países de la región. Es necesario incluir dentro de sus intereses, el lograr ser un referente global en la producción de plásticos promoviendo la responsabilidad ambiental, el compromiso social y la innovación de procesos verdes en cada paso de su cadena de valor, además de esto, construir un futuro donde la producción de plásticos no represente una amenaza y una crítica problemática que afecte recursos naturales, sino que sea la solución para una sociedad sostenible y equitativa. A partir del diagnóstico anteriormente realizado, se encaminaron distintas propuestas, siguiendo la guía de Ellen MacArthur Foundation, verificando el enfoque de cada tipo de estrategia clave de innovación:

Tabla 17. Lluvia de ideas de posibles estrategias de innovación en el origen a implementar

Eliminación	Circulación
*Cuchara con menor porcentaje de materia prima	*Implementación de máquinas modernas para fabricar nuevas botellas a partir de plástico recuperado *Cuchara con material biodegradable *Construcción de bancas y canastas a partir de los residuos de polietileno

Fuente: Elaboración propia, 2023

La lluvia de ideas de las estrategias de innovación en el origen en el desarrollo de este proyecto, se hicieron por medio del enfoque de eliminación y circulación, anexando como recomendación la intervención futura de propuestas con enfoque de reutilización.

9.2.1 Estrategia A: Cuchara con menor porcentaje de materia prima (Eliminación)

En este tipo de estrategia se puede repensar tanto un empaque, producto o modelo comercial mientras se mantiene o mejora la experiencia del cliente final, ya que, por medio de esta nueva mentalidad, la forma en la que se realizaba el producto, tanto su empaque como su composición, puede eliminarse a través de la innovación (Ellen MacArthur Foundation, 2020).

Siguiendo esta línea, esta estrategia puede ser enfocada en la línea de producción de las cucharas que actualmente fabrica ECSI de referencia “CUCHARA YOGURT BLANCA CON LOGO A GRANEL X 10000 UN”, una cuchara de material polipropileno apta para contacto con alimentos. El polipropileno (PP) es un termoplástico derivado del petróleo que presenta propiedades muy atractivas en el mercado como su resistencia a altas temperaturas, transparencia, bajo costo, adecuado equilibrio entre rigidez y resistencia al impacto, bajo peso específico, barrera a la humedad, entre otras (Velásquez, et al,2023). Actualmente es muy solicitado por la industria alimentaria al ser apto para el consumo humano, ya que normalmente se utiliza para el envasado de distintos alimentos en el mercado. En la tabla 19 se puede evidenciar la composición del material y en la tabla 20 las propiedades con las que se realiza el producto, cumpliendo las necesidades del cliente que la solicita.

Tabla 18. Composición del material para la fabricación de “CUCHARA YOGURT BLANCA CON LOGO A GRANEL X 10000 UN”

COMPOSICIÓN MATERIAL					
CODIGO BPCS	REFERENCIA	FORMULACIÓN	CODIGO BPCS	REFERENCIA	FORMULACIÓN
04901	PP HOMOPOLIMERO (POLIPROPILENO) 20H 92N	98.0%	06902	PIGMENTO BLANCO 8633 BF	2.0%

Fuente: Tomado de Área calidad ECSI SAS, 2023

Tabla 19. Variables a considerar para la fabricación de “CUCHARA YOGURT BLANCA CON LOGO A GRANEL X 10000 UN”.

VARIABLE	ESPECIFICACIÓN	UNIDAD DE MEDIDA	TOLERANCIA	Esp Min (<)	Esp Máx (>)
Peso	1	gr	0.2	0.8	1.2
Largo	115	mm	2	113	117
Ancho pala	25.5	mm	0.33	25.17	25.83
Ancho inferior	7	mm	0.17	6.83	7.17
Espesor pala	0,5 mínimo	mm	-	0.5	-
Espesor resto cuchara	0,7 mínimo	mm	-	0.7	-
Flexión	2.7	N	0.8	1.9	3.5

Fuente: Tomado de Área calidad ECSI SAS, 2023

El molde que se utiliza para fabricar esta referencia, hace que cada unidad tenga un peso de 1 gramo aproximadamente, oscilando entre estas variables para cumplir con los requerimientos funcionales que solicita el cliente, sin embargo por medio del sistema de colada caliente, que permite la inyección directa en la pieza con una boquilla para tener una inyección controlada por las válvulas, también las saca con scrap plástico como residuo del producto que debe ser posteriormente retirado de forma manual, como se puede evidenciar en la figura 26.

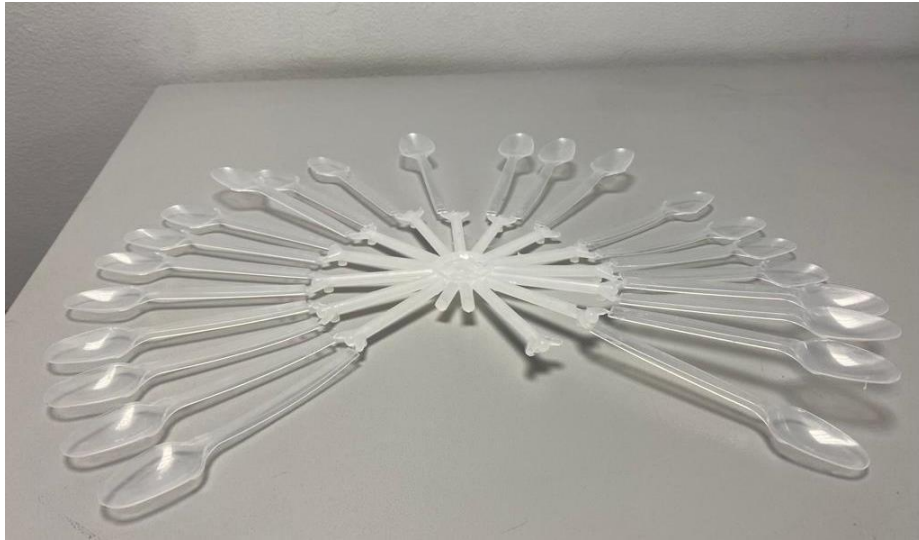


Figura 26. “Cuchara yogurt blanca con logo a granel X 10000 UN” con scrap plástico.

Fuente: Propia

Teniendo en cuenta que uno de los puntos críticos de sostenibilidad encontrado en el análisis realizado, es el agotamiento de recursos naturales por uso de materia prima, ya que la empresa suele utilizar resina 100% virgen para la fabricación de sus productos; se puede proponer una reducción en el porcentaje de materia prima, reduciendo su peso y demás variables, sin afectar sus propiedades funcionales. La propuesta para esta nueva referencia es que disminuya considerablemente el peso de cada unidad, así mismo su espesor sin que su flexión se vea comprometida, de manera que siga siendo funcional y atractivo para el cliente que solicita este tipo de cuchara. Para tener un poco más de proximidad a lo que podría ser el resultado de estas cucharas, se solicitó al área de diseño y desarrollo un prototipo con las medidas que tendría esta cuchara aligerada que se puede ver evidenciada en la figura 27, sin embargo, para crear esta nueva cuchara es necesaria la inversión de un nuevo molde que reduzca por sí solo la cantidad de material que va a disponer para cada unidad y que cuente con tecnología moderna donde se inyecte únicamente la forma de la cuchara para no tener ningún residuo ni rebaba como se evidencia en su fabricación actual en la figura 26.

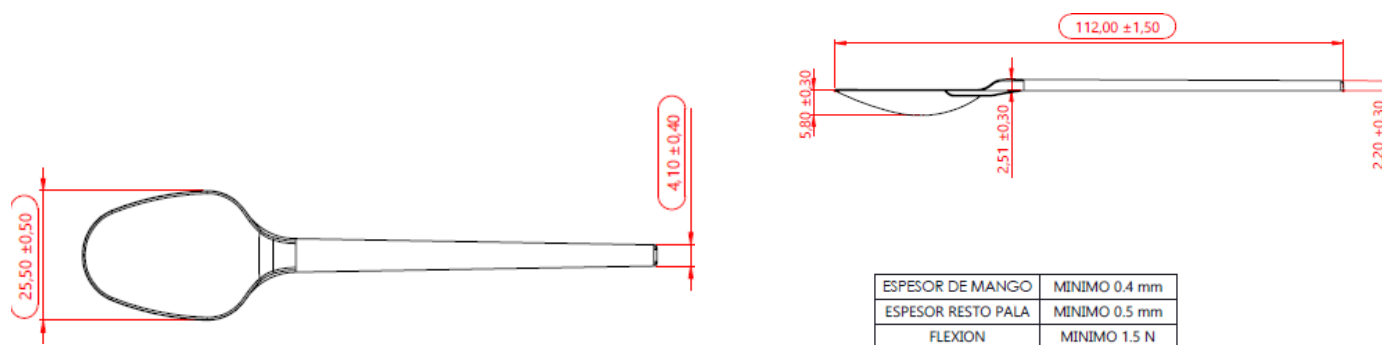


Figura 27. Variables piloto de “Cuchara yogurt blanca con logo a granel X 10000 UN”aligerada.

Fuente: Área diseño y desarrollo ECSI SAS, 2023

Con esta nueva formulación para la creación de la cuchara se podría llegar a obtener un peso de 0,74 gramos aproximadamente por unidad, de manera que se obtendría un porcentaje de reducción de materia prima del 26%, aunque, si se tiene en cuenta que al invertir en el molde que permite la inyección de material justa sin crear scrap plástico, este porcentaje podría verse significativamente incrementado. Este ejercicio comparativo para determinar el porcentaje de ahorro de material, se realizó a partir de la fabricación de 1 millón de cucharas que necesitarían de una (1) tonelada de resina con un costo/kg de \$ 4.450 para sacar cada cuchara con un peso aproximado de 1 gramo, por otrolado, si se realizan 1 millón de cucharas con la nueva fórmula aligerada y sin residuo de scrap plástico, se gastarían aproximadamente 740 kg de resina para su fabricación, lo que daría una disminución del 26% de resina; así mismo se vería la disminución de costos, ya que para la cuchara normal se gastarían \$4.450.000 en material y en la cuchara aligerada un valor de \$3.293.000,00, dando como resultado un ahorro de \$1.557.000, de manera que se siguen cumpliendo los requerimientos del cliente, sin afectar su funcionalidad y al mismo tiempo, se contribuye a una reducción del impacto ambiental producido por el agotamiento de recursos naturales por uso de materias primas, permitiendo que el mercado reduzca la aparición de este material y así, se pueda invertir en menos material de posconsumo.

Tabla 20. Ahorro de material y de costos en la fabricación de cucharas aligeradas

Cantidad cucharas	Kg Polipropileno	Costo kg
1000000 unidades cuchara normal	1000	\$4.450
1000000 unidades cuchara aligerada	740	\$4.450
Ahorro % de resina	1000 kg - 740 kg de polipropileno	
	= 260 kg	

Ahorro \$ de resina	1000 kg	\$4.450.000,00	= \$1.157.000
	740 kg	\$3.293.000,00	

Fuente: Elaboración propia, 2023

9.2.2 Estrategia B Cuchara con materiales biodegradables (Circulación)

Hoy en día, para garantizar el desarrollo sostenible de la sociedad, se crea la necesidad urgente de buscar un material alternativo que permita aliviar la gran problemática que causa la producción y acumulación de plástico en el planeta, así mismo que no sea tóxico, que tenga excelentes propiedades mecánicas y principalmente sea amigable con el ambiente. Respondiendo a esto, el bioplástico es un compuesto con características biológicas y biodegradables, considerado como el material que tiene mayores probabilidades de reemplazar el plástico tradicional. (Jiaming, et al, 2023). Uno de los bioplásticos más nombrados es el PLA (poliácido láctico), un polímero biodegradable y biocompatible que cumple con las cualidades anteriormente mencionadas, lo que ha generado una atención significativa debido a sus atributos deseables comparables con los compuestos fósiles comúnmente usados (Tahar, et al, 2023).

Teniendo en cuenta esto, se propone sustituir la resina de polipropileno (PP), con la que actualmente se fabrica la “CUCHARA YOGURT BLANCA CON LOGO A GRANEL X 10000 UN” por material biodegradable a partir de PLA y salvado de trigo, ya que este último compuesto ha sido estudiado como potencial sustituto del plástico, por su alto contenido en almidón, su alta disponibilidad en el mercado y su bajo costo (Bonilla, et al, 2018). Para obtener este bioplástico y usarlo como materiaprima, se tiene de referencia la iniciativa realizada por el grupo Nutresa reintegrando los subproductos resultantes de la fabricación de pastas y otros alimentos a base de trigo en la cadena de producción, ya que anteriormente esos residuos de la producción de sus pastas las vendían por muy bajo costo a empresas de consumo animal, desaprovechando la oportunidad de negocio a darle un nuevo uso a este residuo (Muñoz,2023).

Es importante tener en cuenta que, si se compara la capacidad de descomponerse de estos materiales con la degradabilidad de los plásticos se consideraría una ganancia muy significativa, ya que el plástico tarda aproximadamente entre 500 y 1000 años en descomponerse.

Tabla 21. Costos de la fabricación de cuchara biodegradable

Cantidad cucharas	Kg Polipropileno	Material biodegradable (70 % PLA + 30% Salvado de trigo)	Costo kg
1 millón unidades cuchara normal	1000	0	\$4.450
1 millón unidades cuchara con material biodegradable	0	1700	\$20.120

\$ de resina	1000 kg	\$4.450.000,00	\$15.670.000
	1700 kg	\$20.120.000.00	

Para evidenciar la linealidad de la propuesta, se dice que para realizar un millón de cucharas normales se utilizan 1000 kg de resina virgen, dando un valor total de \$4.450.000. Por otro lado, para realizar 1 millón de cucharas de material biodegradable (70% PLA + 30% Salvado de trigo), se utilizarían 1700 kg de PLA + salvado de trigo, teniendo en cuenta que el PLA es 30% más denso que el PP y que el scrap plástico resultante de este material no puede reincorporarse en el proceso (Área almacén materias primas ECSI SAS, 2023), es decir que se tendrían que aumentar 400 g más de material para que salga la cuchara con el peso exacto. En cuanto a su valor por kg, se tendría un aproximado de \$20.120, ya que el PLA tiene un valor significativamente mayor, ya que actualmente en Colombia su producción es muy reducida y sigue siendo experimental su uso en los procesos. Aunque la reducción de materia prima virgen se vea reducida en un 100%, los costos de producción se verían significativamente aumentados en aproximadamente 15.670.000.

Esta estrategia responde a una idea de modelo de negocio circular, que atacaría la generación descontrolada de residuos y que puede ser usada en la industria alimentaria, que es la más demandada por plásticos. Sin embargo, es importante tener en cuenta que el hecho de que estos

materiales se degraden en un tiempo inferior a los plásticos, oscilando entre los 2 años, solo puede asegurar esta cifra en condiciones de temperatura y humedad controladas, conocidas como un compostaje industrial, es decir que, fuera de este proceso, este compuesto no alcanza esa degradación por sí solo, pues se estima que en 50 años aproximadamente este logra su fragmentación y se queda suspendido en el ambiente como micro plástico (Bonilla, et al, 2018).



Figura 28. Nutresa convierte salvado de trigo en un biocompuesto. Fuente: David Ricardo Muñoz, periodista de Tecnología del Plástico, 2023

9.2.3 Estrategia C: Implementación de máquinas modernas para fabricar nuevas botellas a partir de plástico recuperado (Circulación)

El material más usado para los envases de alimentos es el plástico, ya que poseen una alta funcionalidad en comparación con otros materiales, en las que se encuentra su peso ligero, transparencia versatilidad, transformación, fácil combinación con otros materiales, entre otros.

Sin embargo, estos materiales no solo deben cumplir con estas ventajas sino con las exigencias del mercado, de manera que estos recipientes no alteren de forma química, nutricional o de salubridad los alimentos en los que estarán en contacto, ya que cualquier tipo de cambio en la composición del alimento creara un rechazo de calidad y finalmente, del consumidor, infringiendo las leyes que se encargan de regular estos procesos (Coba, et al, 2021)

Es por esto que, una estrategia que permita una mayor facilidad de implementación de material recuperado en la empresa se puede lograr en los envases de aseo que actualmente fabrica ECSI, exactamente en la botella “ENVASE ASEO BLANCO” (el nombre de la referencia es cambiado por temas de confidencialidad de la empresa) que se fabrica con 100% de material PEAD virgen, ya que, al no tener contacto con alimentos, es una alternativa que responde de una manera más rápida y más efectiva a la circulación de materiales dentro de sus procesos.

Esta estrategia se basa en cotizar tecnologías modernas que logren incorporar por medio de extrusoras el material posconsumo y material posindustrial que se puede adquirir a través de proveedores externos y de empresas que hacen parte del mismo grupo empresarial. Por otro lado, al implementar una nueva tecnología que reintegre material de disposición final como materia prima, no solo se disminuye significativamente el impacto generado por la acumulación de plástico de un solo uso, sino que estas máquinas disminuyen el consumo de energía al ser eléctricas, también se elimina el uso de aceite hidráulico y presentan una reducción drástica de ruido, también cuentan con tele diagnóstico y un mejor control estadístico del proceso (Meccanoplástica Group, 2022). Las marcas de máquinas extrusoras- sopladoras eléctricas que podrían ser aptas para esta propuesta se pueden ver en la figura 29



Figura 29. Marcas de extrusoras sopladoras eléctricas para cotización. Fuente: Elaboración propia, 2023

Teniendo en cuenta la revisión de precios de diferentes máquinas en comparación con la KAUTEX, que es la que actualmente se maneja en la empresa para la fabricación del producto “ENVASE ASEO BLANCO, se ve evidenciada una reducción considerable de energía, ya que la maquinaria antigua en la producción diaria puede alcanzar a gastar 59 KW/H, en cambio las máquinas eléctricas modernas oscilan entre 25 a 35 KW/H (Área de proyecciones ECSI SAS,2023). Por otro lado, las maquinas que presentan dos estaciones pueden lograr la incorporación de material posconsumo y posindustrial entre el 60 a 80% en la fabricación de botellas que no tienen contacto de alimentos, lo que respondería directamente a las exigencias de las normativas de posconsumo y plásticos de un solo uso, que buscan dar una segunda vida a los residuos.

Así mismo, si se busca implementar material posconsumo y posindustrial, este tendría un valor menor oscilando entre “\$2.500 y \$3.500” al considerar que su adquisición se puede hacer por medio de las otras industrias pertenecientes al mismo grupo empresarial, lo que se utilizaría como ventaja para obtener el material en un precio relativamente bajo en comparación al PEAD virgen que para el próximo año podría alcanzar un valor entre “\$7.200 a \$8.000”.

Para realizar una aproximación del ahorro en costos de producción que puede tener la implementación de una máquina eléctrica, se supone que, si la KAUTEX realiza 25000 unidades de botellas en un día cada una de 40 g, la cantidad necesaria para realizar estas unidades es de 1000 KG, por otro lado, la máquina moderna puede realizar 30.000 unidades diariamente cada una de 40 g, con una cantidad de 1200 KG diarios. Teniendo en cuenta que la KAUTEX realiza 25000 unidades de 100% material virgen a un precio de \$6.500 actualmente, diariamente da un valor de \$6.500.000, en cambio, si la máquina moderna realiza 30000 unidades en un día, siendo el 60% a \$6.500 y el 40% a \$ 2.500, me daría un valor de \$4.920.000, con valores unitarios de \$260 y \$164 respectivamente. En el mes, la Kautex produciría 750.000 unidades por un valor de \$195.000.000, en cambio la máquina moderna produciría 900.000 unidades a \$147.600.000. Para conocer el ahorro de costos de producción de la máquina moderna respecto a la Kautex, esto me daría un valor de diferencia de \$86.400.000 al comparar ambos valores unitarios por la cantidad de unidades que realiza la máquina moderna.

Tabla 22. Ahorro de costos de producción con máquina moderna

	Cantidad KG	Unidades	Valor diario	Valor unitario
KAUTEX 100% virgen	1000 KG	25000	\$ 6.500.000,00	\$260 C/U
MÁQUINA MODERNA 60% RECUPERADO +40% VIRGEN	1200 KG	30000	\$ 4.920.000,00	\$ 164 c/u

MES

	Unidades	Valor unitario	Valor total
KAUTEX 100% virgen	750.000	\$ 260.00	\$ 195.000.000 ,00
MÁQUINA MODERNA 60% RECUPERADO +40% VIRGEN	900.000	\$ 164.00	\$ 147.600.000,00

Ahorro de producción

	Unidades	Valor unitario	Valor total
KAUTEX 100% virgen	900000	\$ 260.00	\$ 234.000.000,00
MÁQUINA MODERNA 60% RECUPERADO +40% VIRGEN	900000	\$ 164.00	\$ 147.600.000,00

AHORRO COSTOS PRODUCCIÓN	\$ 86.400.000,00
-----------------------------	---------------------

Fuente Elaboración propia, 2023

9.2.4 Estrategia D: Construcción de bancas y canastas a partir de los residuos de polietileno (Circulación)

El polietileno es un polímero sintético de alto peso molecular que representa el 20 % de la producción mundial de plástico al ser uno de los más utilizados en el mercado. Este polímero tiene una enorme producción, pero una muy baja y limitada tasa de reciclaje, convirtiéndose en una gran problemática ambiental, ya que actualmente estos residuos de polietileno se siguen liberando en el ambiente, logrando que se fragmenten y se descompongan en micro plásticos (Liyuan, et al, 2023). Según la ONU, en Latinoamérica se producen aproximadamente 17000 toneladas de residuos plásticos, que en un año pueden alcanzar a ser 500.000 millones. De estos valores, en Colombia se aprovecha únicamente el 32% de las botellas plásticas que se encuentran en el mercado, mientras que solo el 3% es usado para reincorporarlo en el proceso de nuevos envases plásticos (Mora, 2023).

Una estrategia que reduciría la cantidad de residuos generados mientras se recirculan estos materiales, sería el aprovechamiento del polietileno recuperado creando canastas que son utilizadas por la misma empresa para almacenar productos en contacto con la industria de aseo, ya que actualmente ECSI fabrica sus canastas con resina virgen; también se pueden desarrollar bancos para el mismo uso interno, para ser obsequiados al personal de la empresa o ser vendidas a otras empresas que las solicitan para sus procesos productivos, teniendo en cuenta que los proveedores internos del material recuperado vienen de las empresas que hacen parte del mismo grupo empresarial, de manera que se puede negociar el costo y cada vez resulta más económico, aumentando su responsabilidad social, empresarial, ambiental y probablemente generando beneficios económicos. Teniendo en cuenta que, para realizar 5644 canastas, se utilizan 3200 kg de polietileno que sale de la rebaba y se sigue considerando virgen, lo que representa un uso injustificable de materia prima para canastas funcionan como insumos, para esto se propone comprar el polietileno recuperado a un menor costo, con un ahorro de \$4.800.000, que también pueden ser vendidos a otras empresas generando un beneficio económico



Figura 30. Canastas de almacenamiento de productos ECSI. Fuente: Propia, 2023

Tabla 23. Ahorro de producción de canastas con polietileno recuperado

Cantidad de Canastas	Kg Polietileno		Costo Kg
5644 canastas	3200		\$ 5.200,00

Cantidad de Canastas	Kg Polietileno recuperado		Costo Kg
5644 canastas	3200		\$ 3.700,00

Ahorro de costo	3200	\$ 16.640.000,00	\$ 4.800.000,00
	3200	\$ 11.840.000,00	

Fuente: Elaboración propia, 2023

Después de describir de forma general las distintas estrategias, se realizó la matriz de priorización de estrategias de innovación en el origen por impacto y facilidad de implementación identificada en la figura 31

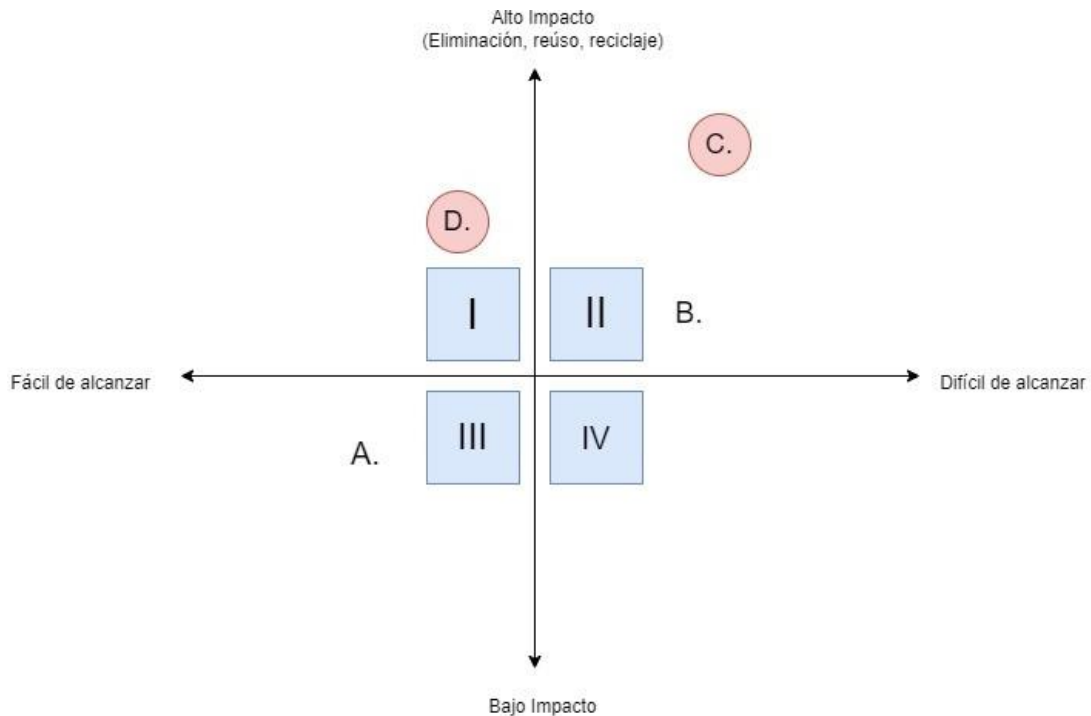


Figura 31. Priorización de estrategias de innovación en el origen por impacto analizado y facilidad de implementación de la empresa ECSI SAS. Fuente: Elaboración propia, 2023

La matriz de priorización de estrategias permitió definir a profundidad cada una de las estrategias planteadas. La estrategia A puede presentar un impacto significativo, sin embargo, las ganancias de esta no se ven lineales en cuanto a su inversión, ya que se debe invertir en un nuevo molde para crear las cucharas aligeradas sin scrap plástico, lo que la ubicaría de esa forma en la matriz. La estrategia B se ubica de esta forma, ya que su impacto es alto al eliminar el 100% de resina plástica derivada del petróleo e inducir al compostaje industrial, sin embargo, aún es muy experimental su uso, lo que no crea valores económicamente viables para ser implementados. Con la estrategia D, se puede evidenciar que tiene un alto impacto y a su vez permite una facilidad de implementación en la empresa, ya que no requiere de inversiones muy grandes. Por último, la D representa el mayor impacto positivo en la empresa, pero se considera de difícil implementación debido a su gran inversión, sin embargo, responde a una solución directa frente distintos puntos críticos de sostenibilidad. Teniendo en cuenta que la estrategia C y D fueron las que reflejaron valores se realizó una reunión presencial con las personas encargadas de la toma de decisiones en las operaciones (figura 32), donde se les expuso rápidamente y de forma general en que se basaba cada propuesta, incluyendo las posibles ventajas y desventajas que presentan cada uno, como sus beneficios económicos y ambientales, enfocando más cada uno en este último aspecto.

Para elegir finalmente una estrategia y empezar a plantear su hoja de ruta, se realizó un taller de votación en dos rondas, donde se eligiera la propuesta más innovadora y que mayor impacto positivo tanto ambiental como económico puede tener en la empresa. Los resultados de dicha votación se pueden evidenciar en la tabla 24:

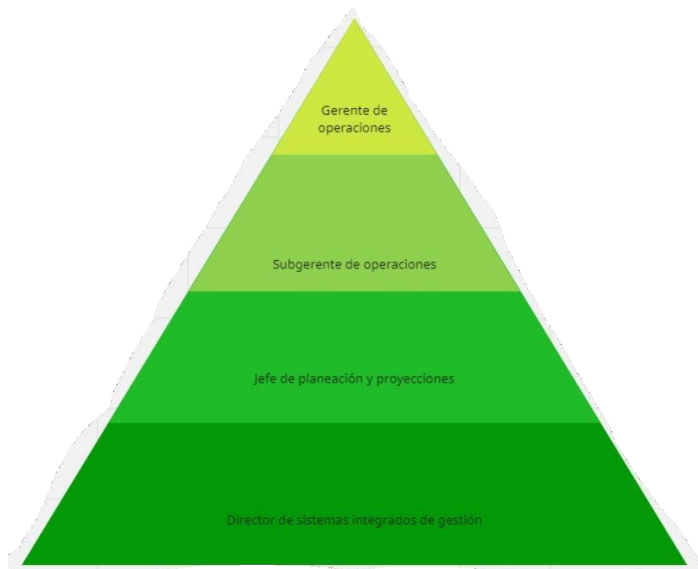


Figura 32. Personal encargado en la toma de decisiones.

Fuente: Elaboración propia, 2023

Tabla 24. Resultados taller de votación de estrategia a priorizar

Mayor valor para el usuario			
Voto 1	Voto 2	Voto 3	Voto 4
C	A	D	C

Idea más original			
Voto 1	Voto 2	Voto 3	Voto 4
C	D	C	C

Fuente: Elaboración propia, 2023

Finalmente, teniendo en cuenta las votaciones obtenidas por las áreas implicadas en la toma de decisiones, el mayor interés se vio enfocado a la estrategia C, ya que por medio de esta estrategia se ve implementada la responsabilidad social y ambiental de la empresa, ya que se proyecta que, a un corto plazo, los clientes empezaran a solicitar dentro de sus requerimientos de compra, que la empresa este alineada con las disposiciones de sostenibilidad actuales. Es por esto que, a partir de esta estrategia, se debe definir una hoja de ruta que permita identificar que tan viable económica y ambientalmente es la implementación de esta.

9.3 Resultado objetivo específico 3 “Definir hoja de ruta para la implementación de las estrategias priorizadas en la empresa ECSI SAS”

Después de evaluar las distintas estrategias y finalmente optar por la priorización de la estrategia de enfoque circular, basada en la implementación de maquinaria moderna para fabricar nuevas botellas a partir de material recuperado; se definió una hoja de ruta con el objetivo de definir cuál es el porcentaje de plástico de pos consumo y posindustrial que puede ser incluido dentro de la formulación de las botellas de aseo para su implementación dentro de la empresa, por ende se elaboró un plan de acción que describe la estrategia en un estimado mediano plazo, donde se puede determinar finalmente su viabilidad. Es importante resaltar que la priorización se realiza a partir de esta sola estrategia, teniendo en cuenta que la elegida es la que presenta el mayor valor de inversión para su ejecución y presenta los valores más altos de ganancia después de su implementación, es decir que esta investigación se centra en realizar la hoja de ruta de la maquinaria moderna, pero se recomienda hacer investigaciones futuras para la implementación de las otras estrategias con valores beneficiosos para la empresa.

**PLAN DE ACCIÓN CON
ENFOQUE EN ECONOMÍA CIRCULAR**

Nombre de la estrategia	Propuesta de implementación de máquina moderna para la fabricación de botella de aseo a partir de plástico posconsumo y posindustrial
ODS relacionados	* ODS 9 "Innovación industrial e infraestructura" * ODS 12 “Producción y consumo responsable” * ODS 11 “Ciudades y comunidades sostenibles” - ODS 13 “Acción por el clima” - ODS 14 “Vida submarina” - ODS 15 “Vida de ecosistemas terrestres”
Descripción de la estrategia	En la planta principal de la empresa ECSI SAS ubicada en la CARRERA 68 D N 18 75 de la ciudad de Bogotá, específicamente en la zona industrial de Montevideo de Bogotá D. C, se propone implementar una máquina extrusora de soplado eléctrica que permita aumentar el aprovechamiento del PEAD con el que actualmente se fabrican las botellas de aseo, formándolo con dos capas, la interna con resina virgen y la externa con material pos consumo y pos industrial. De esta manera se crea valor corporativo que la diferencia de su competencia, aumentando su responsabilidad social y ambiental al responder a la amplia problemática causada por la sobreacumulación de residuos plásticos de un solo uso en el planeta.
Objetivo de la implementación	Aprovechar el PEAD (Polietileno de alta densidad) posconsumo y posindustrial en los productos de aseo con el uso de nuevas tecnologías para dar cumplimiento a la normativa relacionada con la prohibición de plásticos de un solo uso y la normativa REP en envases.
Área relacionada	La propuesta se ve enfocada al área de soplado de plásticos, teniendo en cuenta los puntos críticos de sostenibilidad que identificaron que en esta área de producción es donde se encuentra en mayor proporción un alto consumo de energía, dispersión de material particulado, mayor consumo de materia prima y mayor generación de ruido

Características del funcionamiento

Actualmente en el área de soplado se fabrica la botella de producto de aseo “ENVASE ASEO BLANCO” en la máquina sopladora KRUPP KAUTEX de modelo KEB2005-70/24 con la siguiente información técnica de funcionamiento:

INFRORMACION REQUERIDA	KAUTEX
Fuerza de cierre de la sopladora (en Toneladas)	15 TON
Distancia entre centros del cabezal	100 mm
Output en Kg/Hr de la sopladora	110 kg/hr
Es sopladora de una estación? O dos estaciones?	Una estación 5 cavidades
Es hidráulica o eléctrica?	Electrohidráulica
Año de fabricación de la máquina?.	2004
Timeline de fabricación de molde	60 días
Tiempo instalación de maquina	10 días

Figura 33. Información técnica de funcionamiento de máquina KAUTEX.
Fuente: Área de mantenimiento, ECSI SAS, 2023



Figura 34. Fabricación del “ENVASE ASEO BLANCO” KAUTEX.
Fuente: Propia, 2023

Desde el punto de vista de la eficiencia de la máquina, Kautex tiene una producción diaria de aproximadamente 25000 unidades, es decir que su producción por hora es de 1042 unidades, así mismo su consumo de energía es de 59 KWH creando uno de los puntos críticos de sostenibilidad basados en el alto consumo de energía en la empresa, por otro lado, al ser una máquina hidráulica, la producción y eliminación del aceite hidráulico que se requiere para el funcionamiento de estos sistemas pueden generar diversos problemas ambientales si no se gestionan adecuadamente. Las fugas de aceite también pueden contaminar el suelo y el agua (Área SIG, ECSI 2023). Como lo dice su información técnica, la máquina solo cuenta con una estación, lo que le permite formar el producto con una sola capa de resina plástica, es decir que actualmente este envase se fabrica con 100 %de PEAD virgen. Al realizar las cotizaciones respectivas, la máquina que tiene las propiedades más atractivas para su implementación en la empresa es la máquina sopladora extrusora eléctrica

PLASTIBLOW, debido al monto de inversión, diferencia en su consumo energético, su eficiencia productiva y al tener dos estaciones, permite que las botellas de plástico puedan ser fabricadas con dos capas, donde entrara el papel principal del material recuperado. En la figura 34 se puede verificar su información técnica que permitió realizar las comparaciones:

INFORMACION REQUERIDA	PLASTIBLOW
Fuerza de cierre de la sopladora (en Toneladas)	14 TON
Distancia entre centros del cabezal	150 mm
Output en Kg/Hr de la sopladora	190 kg/hr
Es sopladora de una estación? O dos estaciones?	Dos estaciones 3 cav c/u
Es hidráulica o eléctrica?	Eléctrica

Figura 35. Información técnica de funcionamiento de máquina PLASTIBLOW.
Fuente: Cotización Plastiblow, 2023



Figura 36. Máquina de extrusión sopladora eléctrica con dos estaciones PLASTIBLOW. Fuente: Cotización Plastiblow, 2023

Se realizaron cotizaciones de la máquina PLASTIBLOW de referencia PB35ES-PB35ED, siendo esta de las últimas tecnologías de la empresa, donde demuestra que puede alcanzar un 60% más de eficiencia que una máquina sopladora normal, es decir que en su implementación podría lograr una producción diaria de 42000, que por hora representaría una cantidad de 1750 unidades (Área planeación ECSI SAS, 2023). Por otro lado, PLASTIBLOW consume aproximadamente 25 KWH, generando una disminución en el consumo de energía en un 58% aproximadamente comparada con el gasto energético que genera KAUTEEX. Como se explicaba anteriormente, esta máquina tiene la capacidad de incorporar material posconsumo (PCR) al tener dos estaciones, de hasta un 70% del total del envase soplado, con lo que se podría apuntar a lograr los objetivos estratégicos de sostenibilidad (Plastiblow, 2023).

Cronograma	Dentro de la cotización de la plastiblow se considera un tiempo de entrega de aproximadamente 3 meses después de la compra de la máquina, de manera que así se contempla dentro del cronograma. Después de esto se realizan las pruebas de calidad del producto y determinar así la viabilidad del proyecto, identificando la cantidad de material recuperado que logra incorporar la máquina sin afectar la calidad y propiedades del envase.											
	CRONOGRAMA											
	ACTIVIDADES	RESPONSABLE	TIEMPO									
			2023		2024							
			Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago
	Cotización máquinas	Gerencia de operaciones										
	Reunión de comité de gerencia de operaciones para la evaluación del costo- beneficio del proyecto											
	Realizar procedimiento de gestión del cambio											
	Compra de máquina con las especificaciones solicitadas											
	Instalación de máquina en la empresa											
	Realizar pruebas de calidad del producto	Área de calidad										
	Validación del porcentaje de recuperación	Gerencia de operaciones										

RECURSOS REQUERIDOS	
Recursos económicos	- Es necesaria una inversión inicial significativa para adquirir la maquinaria y el equipo necesario para la implementación del proyecto, así como para establecer la infraestructura de producción. *Es necesario obtener financiamiento a través de préstamos bancarios, inversionistas o subvenciones gubernamentales para respaldar el proyecto. - Se debe contar con capital para cubrir los costos operativos diarios, que incluyen la compra de materia prima, energía, mantenimientos preventivos y gastos laborales. - Se deben destinar recursos para la promoción y comercialización del nuevo producto en el mercado.

Recursos tecnológicos	● Adquisición de máquina de fabricación moderna y eficiente diseñada para la producción de botellas de aseo a partir de plástico recuperado. ● Software y tecnología para la gestión de inventarios, logística y seguimiento de pedidos. ● Equipos y software para garantizar que las botellas fabricadas cumplan con los estándares de calidad. ● Sistemas informáticos para la gestión de inventarios, ventas, marketing y contabilidad.
Recursos sociales	● Personal capacitado en la operación de la maquinaria, el control de calidad, la gestión de la cadena de suministro y otros aspectos relacionados con la producción. ● Gerentes de producción, gerentes de ventas y personal administrativo para la planificación y ejecución exitosa del proyecto ● Personal de investigación y desarrollo para la mejora e innovación constante de productos y procesos. ● Personal de ventas y marketing encargados de promocionar los nuevos productos y busquen oportunidades de mercado

BENEFICIOS ESPERADOS

Beneficio económico y ambiental	COSTOS DE INVERSIÓN		
		PESOS	PERIODO DE TIEMPO (Día, mes, año, etc)
	Equipos (maquinaria)	\$ 2.845.452.389	Una sola vez
	Materiales	\$ 73.125.000	Anual
	SUBTOTAL	\$ 2.918.577.389	
	COSTOS DE OPERACIÓN		
		PESOS	PERIODO DE TIEMPO (Día, mes, año, etc)
	Servicios de mantenimiento	\$ 127.531.200	Anual
	SUBTOTAL	\$ 127.531.200	
	TOTAL INVERSIÓN	\$	3.046.108.589

- El valor de la inversión a realizar para la adquisición de la máquina PLASTIBLOW se hizo por medio de la cotización con la marca, que se puede evidenciar en el anexo x, con un valor de 2.845.452.389, sumándole costos de operación y mantenimiento dando un total de inversión de \$3.046.108.589.

KAUTEX	25000	UNIDADES	40	G C/U
PLASTIBLOW	42000	UNIDADES	40	G C/U

KAUTEX	1000	kg
GASTO MENSUAL	30000	kg

PLASTIBLOW	1680	kg
GASTO MENSUAL	50400	kg
MATERIAL VIRGEN	20160	kg

CANTIDAD MATERIA PRIMA RECUPERADA KG	30240 KG
--------------------------------------	----------

	VALOR MATERIAL VIRGEN
9840	\$ 6.500,00

AHORRO VALOR MATERIA PRIMA VIRGEN	\$ 63.960.000,00
-----------------------------------	------------------

- Para determinar los posibles beneficios económicos de la implementación de dicha máquina, se determinaron ahorros en términos de producción, energía y nómina. En el ahorro de producción se tiene en cuenta la comparación en la información técnica de la máquina KAUTEX y la máquina PLASTIBLOW, donde se producen 25000 unidades diarias de 40g C/U y 42000 unidades de 40 C/U respectivamente, dando un gasto de 30000 kg de PEAD VIRGEN mensual en la KAUTEX, por otro lado, en la PLASTIBLOW se gastarían 50400 kg de material en la producción, sin embargo como esta máquina incorpora PEAD recuperado, a este valor se le resta el 60% de este material, dando un valor de 20160 kg de PEAD virgen utilizado en el proceso. Es decir que la diferencia de ambas máquinas daría un ahorro de 9840 kg donde el precio unitario del PEAD VIRGEN es de \$6.500, dando finalmente un valor de \$63.960.000 de ahorro en materia prima virgen. Así mismo, se puede evidenciar que la cantidad de PEAD recuperado con la implementación de esta máquina sería de 30.240 kg, dando un valor de recuperación de materia prima recuperada del 60% con un 40% de materia prime virgen, dando así cumplimiento a uno de los puntos críticos de sostenibilidad a tratar.
- Teniendo en cuenta los valores que se realizaron en el análisis como suposición de la cantidad de unidades producidas por la máquina moderna, se puede evidenciar que el ahorro es aún mucho mayor, ya que las unidades no son 30000 sino 42000 por día, lo que daría un valor de ahorro mensual de \$120.960.000 al considerar las 1.260.000 unidades mensuales por el valor unitario de cada producción. Aunque se ve evidenciado el ahorro de costos de producción por la implementación de esta propuesta, dentro del retorno de inversión únicamente se consideró la diferencia en el gasto de resina virgen.

VALOR MATERIAL RECUPERADO
\$ 2.500,00

VALOR MATERIAL VIRGEN

	Cantidad KG	Unidades	Valor diario	Valor unitario
KAUTEX 100% virgen	1000 KG	25000	\$ 6.500.000,00	\$260 C/U
MÁQUINA MODERNA 60% RECUPERADO +40% VIRGEN	1680 KG	42000	\$ 6.888.000,00	\$ 164 c/u

MES

	Unidades	Valor unitario	Valor total
KAUTEX 100% virgen	750.000	\$ 260.00	\$ 195.000.000,00
MÁQUINA MODERNA 60% RECUPERADO +40% VIRGEN	1.260.000	\$ 164.00	\$ 206.640.000,00

\$ 6.500,00

Ahorro de producción

	Unidades	Valor unitario	Valor total
KAUTEX 100% virgen	1.260.000	\$ 260.00	\$ 327.600.000,00
MÁQUINA MODERNA 60% RECUPERADO +40% VIRGEN	1.260.000	\$ 164.00	\$ 206.640.000,00

AHORRO COSTOS PRODUCCIÓN	\$ 120.960.000,00
--------------------------	-------------------

- También se tiene en cuenta un ahorro de nómina considerando que la KAUTEX necesita de 4 operarios por 3 turnos, es decir que mensualmente cada persona requiere un gasto de nómina de \$2.500.000 aproximadamente, dando un valor de \$30.000.000; en cambio, en la plastiblow se necesitan solamente 2 personas, dando un ahorro de \$ 15.000.000 mensual.

Beneficios comerciales	● La producción de botellas de aseo a partir de plástico recuperado permite una gran diferencia frente a la competencia al destacar sus credenciales de sostenibilidad y responsabilidad ambiental. ● El uso de plástico recuperado en lugar de plástico virgen puede reducir los costos de materia prima a largo plazo, lo que mejora la rentabilidad. ● La asociación con la sostenibilidad y la responsabilidad ambiental puede mejorar la reputación de la marca, lo que puede atraer a consumidores conscientes del medio ambiente. ● La excelencia ambiental dentro de los procesos industriales de plástico puede generar apoyos gubernamentales que permitan dar un ahorro más grande a nivel corporativo, en este caso, la Secretaría de Ambiente, por medio de su Programa de Excelencia Ambiental Distrital (PREAD), busca que las empresas u organizaciones públicas y privadas legalmente constituidas tengan la oportunidad de posicionarse en el mercado generando un valor agregado frente a otras industrias que no cuentan con este instrumento, así mismo, parte de su incentivo es ser eximidos en los cobros del trámite de “Clasificación de impacto ambiental”, reducciones en el impuesto predial y ser clasificados por la Secretaría de Ambiente como empresas que presentan bajos impactos. (Secretaría de Ambiente, 2023) ● Teniendo en cuenta que el desarrollo sostenible está ascendiendo con los años, se pueden crear mayores oportunidades de expansión de mercado tanto a nivel local como internacional.
-------------------------------	--

10. Conclusiones

Al realizar el diagnóstico de la empresa ECSI SAS, por medio de las matrices de pensamiento de ciclo de vida se identificaron diversos puntos críticos de sostenibilidad que permitieron la creación de las oportunidades de mejora dentro de la cadena de valor, encontrando que el alto consumo de energía, el agotamiento de recursos naturales por el uso de resinas vírgenes y la sobreacumulación de plásticos son los principales puntos de partida para crear estrategias de innovación en el origen que puedan disminuir estos impactos causados. Dichos tipos de estrategias de innovación en el origen permiten un cambio en la mentalidad ya que se puede repensar el empaque, el producto y el modelo comercial, donde permiten crear nuevas formas de entregar valor a los consumidores desde el diseño, mientras se eliminan los residuos. Según esto, se concluye que realizar dichas matrices de manera colaborativa con todas las áreas implicadas en el proceso de la empresa, permitió recopilar información real y de gran valor para el desarrollo del análisis de la investigación, así mismo fue primordial para la actividad de priorización de estrategias. También, que la metodología de priorización propuesta en el documento, aunque fue ágil, permitió una profundización efectiva en el proyecto.

Con el fin de plantear estrategias con los tres enfoques de la innovación en el origen, se pudo concluir que la estrategia A de eliminación en la referencia de cucharas de la empresa que propone la disminución considerable de material virgen en la empresa implementando un nuevo molde, permite una reducción considerable de resina al reducir aproximadamente un 26% la cantidad de kg usados y manteniendo su variable de flexibilidad, es por esto que dicha cuchara solamente podría ser utilizada para consumir alimentos muy livianos. Aunque sus resultados demostraron porcentajes de ahorro bastante significativos, se debería invertir en un nuevo molde que permita la inyección exacta del material para no tener ningún residuo, por ende, se ubica como una estrategia viable de implementación que solicita mayor profundización para futuros proyectos.

Por otro lado, la cuchara biodegradable a partir de PLA y salvado de trigo es una estrategia que pretende eliminar completamente el uso de plásticos en dicha referencia de cuchara, sin embargo parte de las desventajas de esta cuchara es que no puede ser utilizada para bebidas muy calientes ya que perdería su funcionalidad y se deformaría, por otro lado, también es necesario aclarar que estos bioplásticos únicamente alcanzan la biodegradabilidad al ser integrados en un proceso de compostaje industrial, es decir que si no se realiza este procedimiento se estima que pueden durar hasta 50 años en lograr fragmentarse, ampliando más la problemática actual al quedar suspendidos como micro plásticos. A esto se le suma el precio elevado que conlleva la adquisición de estas resinas.

La alternativa de construcción de bancas y canastas a partir de polietileno recuperado es una estrategia de reutilización con un alto nivel de impacto positivo en la empresa al crear insumos para su producción sin necesidad de utilizar resina virgen, generando un ahorro económico que puede convertirse en una ganancia al ser vendido para los procesos productivos de otras empresas, teniendo la ventaja de adquirir este polietileno recuperado de las otras empresas que hacen parte del mismo grupo empresarial.

Finalmente, la estrategia priorizada de implementación de maquinaria para fabricación de plásticos con PEAD recuperado, permitió demostrar dentro de su proyección una viabilidad económica y con resultados a indicadores ambientales, ya que se evidencia un ahorro significativo de energía eléctrica, siendo este uno de los puntos más altos de impacto positivo, así mismo se registró un aprovechamiento del 60% de PEAD recuperado (Pos consumo y pos industrial) y un 40% de PEAD

virgen, generando una disminución de materia prima virgen bastante alta dando, mostrando eficacia en la recirculación de materiales que anteriormente se presentaban como disposición final, a su vez responde las exigencias a la normativa ambiental en el posconsumo y la eliminación de plásticos de un solo uso. Por otro lado, el valor en los costos de materia prima es un aspecto crucial en la hoja de ruta al denotar un ahorro significativo, ya que la PLASTIBLOW logra casi doblar la producción de la máquina KAUTEX a un menor costo, dado que el PEAD virgen tiene un costo más elevado y que anualmente su valor se ve incrementado, estimando que alcance para el año 2024 un valor de \$7.200 por kg, en cambio el precio del PEAD recuperado (Posconsumo y pos industrial) oscila entre \$2.500 y \$3.500 teniendo la ventaja de adquirirlo a precios bajos por medio de empresas que hacen parte del grupo empresarial, generando ahorros mensuales bastante significativos, ya que en el ejemplo se realizó la comparación con un valor de \$6.500.

La implementación de esta máquina también reduce significativamente la contaminación auditiva, siendo este uno de los puntos críticos que afectan la salud humana dentro de la empresa. Finalmente, se concluye que la implementación de la máquina PLASTIBLOW genera un incremento en las ganancias de la empresa, mientras ahorra aspectos que no se evaluaban anteriormente en la cadena de valor de la empresa, aumentando la conciencia ambiental dentro de la empresa, así mismo el crear una diversificación en los productos que se ofrecen, reduce la dependencia de un solo producto y mercado, generando estabilidad y capacidad de crecimiento. Adoptar prácticas sostenibles mejora considerablemente la reputación de una marca, creando una mayor retención de clientes que muestran un compromiso con el ambiente, accediendo cada vez más a un mercado en expansión.

Recomendaciones

Para continuar en el crecimiento de la empresa se recomienda seguir explorando la posibilidad de implementar las estrategias propuestas en la lluvia de ideas, en pro de identificar que opciones pueden ser agregadas o modificadas para su viabilidad, así mismo continuar en la búsqueda de estrategias en sostenibilidad y conceptos clave que intervienen de forma creativa, técnica y multidisciplinar en el desarrollo de envases factibles, así mismo ampliar el plan de gestión de residuos aprovechables y no aprovechables, haciendo participe a todo el personal del mejoramiento en estos indicadores, que guían a la empresa a la excelencia ambiental. Se recomienda también implementar prácticas de ecodiseño, con el fin de que la empresa pueda realizar el ejercicio estratégico de convertirse en una empresa circular y tenga esta nueva visión dentro de sus ideales.

Teniendo en cuenta que en esta investigación se realizó una lluvia de ideas siguiendo la línea de circulación y eliminación, es importante que la empresa realice futuras investigaciones enfocadas a la reutilización, dándole una segunda vida a un producto en vez de desecharlo después de su único uso, permitiendo el valor tanto para la empresa como para los usuarios, tomando como ejemplo la devolución desde casa, devolución en la calle, recarga en la calle o de empresa a empresa, buscando las opciones que mejor se acomoden a la finalidad de la compañía. También es importante realizar profundización en la estrategia de eliminación innovadora, definiendo como se puede eliminar indirectamente un empaque o parte del producto que cumple una función esencial por medio de la innovación se elimina indirectamente.

El panorama de los residuos de productos de limpieza puede ser utilizado como un gran paso para la creación de procesos de reúso de los envases, por ende, sería un pilar para la empresa continuar en la exploración de estos y en la profundización de sus esquemas de logística inversa para su operación.

Finalmente, se recomienda que la maquinaria que va a ser reemplazada por la Plastiblow, se repare, se remanufacture y se ponga en el mercado, de manera que se puedan cerrar ciclos o se pueda aportar en otros procesos productivos dentro de la empresa o de otras industrias.

Bibliografía

- Amador, C. Y. (2022). El análisis PESTEL. Uno Sapiens Boletín Científico de la Escuela Preparatoria No. 1, 4(8), 1-2.
- Bonilla, L. F. & Gaitán, M. C. (2018). Evaluación del potencial técnico del salvado de trigo como materia prima para elaborar pitillos comestibles. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/20.500.12495/3377>.
- Cardim de Carvalho, A. (2001). Análisis del ciclo de vida de productos derivados del cemento- Aportaciones al análisis de los inventarios del ciclo de vida del cemento. Universitat Politècnica de Catalunya.
- Castro, A. F. (2019). Diseño del sistema de gestión ambiental para ECSI S.A.S. Basado en la NTC ISO - 14001-2015. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/20.500.12495/2873>.
- Coba, J. A. A., & Cucalón, B. E. M. (2021). La actualidad de los tipos de envases. E-IDEA Journal of Engineering Science, 3(6), 1-16..

- Coish, P., McGovern, E., Zimmerman, J. B., & Anastas, P. T. (2018). The value-adding connections between the management of ecoinnovation and the principles of green chemistry and green engineering. In *Green chemistry* (pp. 981-998).
- Cuellar Mejia, Y (2021). Lineamientos para la construcción del plan de gestión de residuos de envases y empaques posconsumo generados por la botella activo 100 gramos de la empresa ECSI SAS basados en los requerimientos de la resolución 1407 del 2018. Universidad El Bosque.
- DANE (2020). Economía circular primer reporte 2020. www.dane.gov.co
- De Oliveira Brasil, M.V(2016) . Relationship between eco-innovations and the impact on business performance: an empirical survey research on the Brazilian textile industry
- Ellen MacArthur Foundation, 2020. Upstream Innovation: a guide to packaging solutions
- Estrada, E. L. (1998). Gestión ambiental empresarial: Instrumento de competitividad y solidaridad. *Ingeniería y competitividad*, 1(2), 17-23.
- Hanh Tiep Le, Alberto Ferraris, Bablu Kumar Dhar (2023). The contribution of circular economy practices on the resilience of production systems: Eco-innovation and cleaner production's mediation role for sustainable development. *Journal of Cleaner Production*. 138806, ISSN 0959-6526. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.138806>.
- ICONTEC (2022). Informe de gestión y sostenibilidad. <https://www.icontec.org/quienes-somos/>
- Ivanna Colijn, Fabrice Fraiture, Efrat Gommeh, Karin Schroën, Tamara Metze (2022). Science and media framing of the future of plastics in relation to transitioning to a circular economy. *Journal of Cleaner Production*. Volume 370. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.133472>.
- Jaén, M., Esteve, P., & Banos-González, I. (2019). Los futuros maestros ante el problema de la contaminación de los mares por plásticos y el consumo.
- Jagoda S.U.M, Gamage J. & Karunathilake H. (2023). Environmentally sustainable plastic food packaging: A holistic life cycle thinking approach for design decisions, *Journal of Cleaner Production*. Recuperado de: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.136680>.
- Jambeck, J., Imari, W.(2023). The impacts of plastics' life cycle. *OneEarth*. Volume 6, Issue 6. ISSN 2590-3322. <https://doi.org/10.1016/j.oneear.2023.05.015>.
- Jiaming, Y., Shengchao X., Biao L., Hailan W., Fengmin O., Xiulian R., Qifeng W., (2023). PLA bioplastic production: From monomer to the polymer. *European Polymer Journal*. Volumen 193. <https://doi.org/10.1016/j.eurpolymj.2023.112076>

- Rambabu, K., Bharath G., Muthusamy, P., Senthil, K., Show, P., Banat, F.(2023). Bioprocessing of plastics for sustainable environment: Progress, challenges, and prospects.TrAC Trends in Analytical Chemistry.Volume 166.
- Kristian Syberg, Maria Bille Nielsen, Nikoline B. Oturai, Lauge Peter Westergaard Clausen, Tiffany Marilou Ramos, Steffen Foss Hansen (2022). Circular economy and reduction of micro(nano)plastics contamination
- Lima TCH, Machado EL, de Cassia de Souza Schneider R. Análisis cuantitativo del desarrollo de envases plásticos considerando la economía circular y tecnologías limpias: Una revisión. Gestión e Investigación de Residuos. 2023;41(7):1188- 1202. doi: 10.1177/0734242X231160081
- Liyuan, Q. Huibing, H., Guoqiang, L., Jianlong, X., Jinping, C., Jiaping, W., Ruoyu ,Z. (2023). Plastic mulching, and occurrence, incorporation, degradation, and impacts of polyethylene microplastics in agroecosystems. Ecotoxicology and Environmental Safety. Volume 263.115274.ISSN 0147-6513.
- Maderna J., Perez S., Rubio J (2013). THE 14006 ISO STANDARD AS A GUIDE FOR ECODESIGN. DYNA, 88(5). 512-517. Recuperado de: <https://doi.org/10.6036/5658>
- Meccanoplastica. Group<https://www.meccanoplastica-group.com/es/extrusion-soplado-he-series/>
- Mora, K. (2023). Conozca cómo darle un segundo uso a las botellas plásticas y reducirla contaminación plásticos para alimentos. La República.
- Muñoz, D. (2023). Nutresa convierte salvado de trigo en un biocompuesto. Tecnología del Plástico
- Paternostro Sepúlveda, G., & Cortés Mesa, S. M. (2020). Diagnóstico de las estrategias actuales para el manejo de los residuos plásticos en Bogotá y análisis de ideas de negocios (Doctoral dissertation, Editorial Universitaria San Mateo).
- Pengyu Chen, Abd Alwahed Dagestani (2023).What lies about circular economy practicesand performance? Fresh insights from China, Journal of Cleaner Production, Volume 416, 2023, 137893, ISSN 0959-6526. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.137893>
- PNUMA 2014, Eco-innovacion: una oportunidad de negocios
- Porter M. ,Van der Linde, C (1995). Toward a New Conception of the Environment-Competitiveness Relationship.
- Posada Barreto, E. (2022). Los bioplásticos como sustitutos de los plásticos de un solo uso en Colombia (Doctoral dissertation, Corporación Universitaria Minuto de Dios).

- Quintero, E.(2022). Aplicación de la eco innovación en una planta de producción de envases descartables para alimentos como estrategia de desarrollo de nuevos productos con mejor desempeño ambiental. Universidad de La Sabana. Escuela Internacional de Ciencias Económicas y Administrativas. Maestría en Gerencia de Operaciones
- 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).
- Sarria-Villa, R. A., & Gallo-Corredor, J. A. (2016). La gran problemática ambiental de los residuos plásticos: Microplásticos. *Journal de Ciencia e Ingeniería*, 8(1), 21-27.
- Secretaria de Ambiente (2023). Programa de Excelencia Ambiental (PREAD)
- Seguí, L., Medina, R., & Guerrero, H. (2018). Gestión de residuos y economía circular. EAE Business School, 1-46.
- Siti I, et al., (2023). The degradation of single-use plastics and commercially viable bioplastics in the environment: A review. *Environmental Research*. Volume 231, Part 1, 115988, ISSN 0013- 9351. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2023.115988>.
- Tahar A, et al, (2023). Enhancing compatibility and properties of polylactic acid/polystyrene (PLA/PS) bioblend for sustainable food packaging: Experimental and quantum computational insights. *Materials Today Communications*. Volume 37. <https://doi.org/10.1016/j.mtcomm.2023.107106>.
- Talancón, H. P. (2007). La matriz FODA: alternativa de diagnóstico y determinación de estrategias de intervención en diversas organizaciones. *Enseñanza e investigación en psicología*, 12(1), 113-130.
- Úbeda, J. A. P., De Burgos, J., & Urena, L. J. B. (2011). Grupos de interés, gestión ambiental y resultado empresarial: una propuesta integradora. *Cuadernos de Economía y Dirección de la Empresa*, 14(3), 151-161.
- UN Environment Programme (2023). Turning off the Tap: How the world can end plastic pollution and create a circular economy
- UN Environment; Technical University of Denmark, 2018. Eco-innovation Manual.
- UN Environment; Technical University of Denmark, 2021. Identify sustainability hotspots across the value chain
- Velásquez, E., Garrido, L., Valenzuela, X., Galotto, M. J., Guarda, A., López de Dicastillo, C. (2023) Valorization of post-consumer recycled polypropylene through their reinforcement with amine and amine/silane organically modified clays for potential use in food packaging,. *Food Packaging and*

Shelf Life. <https://doi.org/10.1016/j.fpsl.2023.101121>.

- Vence, X., & Pereira, Á. (2019). Eco-innovación y modelos de negocio circulares como facilitadores de una economía circular. *Contaduría y administración*, 64(SPE1), 0-0.
- Zapata, Á., Escobar, V. V., Domínguez, Á. Z., & Ramírez, A. R. (2021). La Economía Circular de las botellas PET en Colombia. *Cuadernos de administracion*, 37(70), 5.

13. Anexos

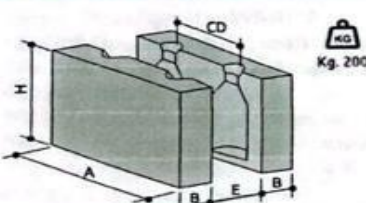
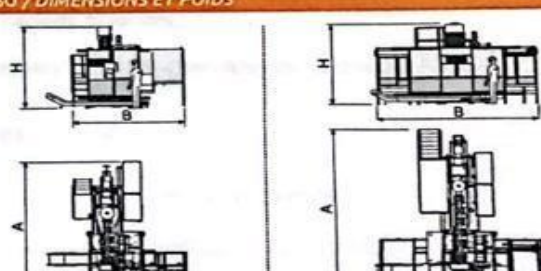
Anexo 1. Cotización de maquina PLASTIBLOW



EXTRUSION BLOW MOULDING //



**PB12ES
PB12ED**

FORZA DI CHIUSURA MOULD CLAMPING FORCE FUERZA DE CIERRE FORCE DE FERMETURE		kN	120	Carro singolo / Single station / Estación simple / Chariot simple			Carro doppio / Double station / Estación doble / Chariot double				
				PB12ES-430	PB12ES-480	PB12ES-630	PB12ED-430	PB12ED-480	PB12ED-630		
DATI GENERALI / GENERAL DATA / DATOS GENERALES / DONNÉES GÉNÉRALES											
Stampi / Moulds / Moldes / Moules	n°	1	1	1	2	2	2	2	2		
Corsa / Stroke / Carrera / Course	mm	430	480	630	430	480	630	430	630		
Ciclo a vuoto / Dry cycle time / Ciclo en vacío / Codence à vide	s	2,7	2,7	2,8	2,7	2,7	2,8	2,7	2,8		
Potenza motore chiusura / Motor clamping power / Potencia motor de cierre / Puissance moteur de fermeture	kW		2,0			2,0					
CONSUMI / CONSUMPTIONS / CONSUMOS / CONSOMMATIONS											
Pressione aria / Air pressure / Presión aire / Pression air	bar		6 + 8			6 + 8					
Consumo aria / Air consumption / Consumo aire / Consommation air	Nl/min		1000			2000					
Pressione acqua / Cooling water pressure / Presión agua / Pression eau	bar		3 + 5			3 + 5					
Raffreddamento stampi HDPE / Mould cooling HDPE / Enfriamiento moldes HDPE / Refroidissement moules HDPE	KJ/Kg		650			650					
STAMPO / MOULD / MOLDE / MOULE											
	A mm	420	470	620	420	470	620	420	620		
	H mm		400			400					
	B mm		100+105			100+105					
	E mm		200			200					
	CD										
CD		INTERASSE USCITE / CENTER DISTANCE / DISTANCIA ENTRE CENTROS / ENTRAXE FILIÈRES									
N. Cav	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
C = 430	180	120	90	70	60	50	-	-	-		
C = 480	200	135	100	80	65	55	50	-	-		
C = 630	280	180	140	110	90	80	70	60	55		
C = Corsa / Stroke / Carrera / Course											
ESTRUSORE / EXTRUDER / EXTRUSORA / EXTRUDEUSE											
Diametro vite / Screw diameter / Diámetro husillo / Diamètre vis	mm	60	70	80	90						
Lunghezza vite / Screw length / Largo husillo / Longueur vis	L/D	25	25	25	25						
Potenza motore / Motor power / Potencia motor / Puissance moteur	kW	30	37	44	55						
Plastificazione HDPE / HDPE plasticizing / Plastificación HDPE / Plastification HDPE	kg/h	75	110	150	190						
DIMENSIONI E PESO / DIMENSIONS AND WEIGHT / DIMENSIONES Y PESO / DIMENSIONS ET POIDS											
Carro singolo / Single station / Estación simple / Chariot simple		Carro doppio / Double station / Estación doble / Chariot double									
A x B x H		A x B x H									
C = 430		5500 x 4250 x 3300								5500 x 4600 x 3300	
		8000 kg								12000 kg	
C = 480		5500 x 4250 x 3300								5500 x 4600 x 3300	
		8000 kg		12000 kg							
C = 630		5500 x 4600 x 3500		5500 x 5000 x 3500							
		8000 kg		12000 kg							

oggetti a variazioni senza preavviso / data subjects to modifications without notice / données sujettes à modifications sans préavis / datos sujetos a variaciones sin preaviso

OFERTA N. 5098/23

ECSI S.A.
Empresa Colombiana de Soplado e Inyección
Calle 20 n° 68D-09
Santafé de Bogotá - Colombia

N/ ref. LC/tg V/ ref. Sr. Leonardo Cesario

Corsico, 21-09-2023

Nos es grata la oportunidad para remitirles la siguiente oferta que sometemos a su estudio y consideración.

descripción	ctd.	precio	total EUR
SOPLADORA ELECTRICA PLASTIBLOW MOD. PB12ED-380 CoEx3 para producir envases cilíndrico tricapa de hasta 1000 cc en 3+3 cavidades			
* Sopladora eléctrica carro doble PB12ED-380, cierre 12 ton, carrera 380 mm. Tablero electrónico B&R con 29 zonas de termorregulación. Extrusora y tornillo E70/25 diámetro 70 mm L/D 25:1 para capa recuperado + cambiafiltro Plataforma de acceso a las 3 estrusoras horizontales n° 2 extrusoras y tornillos E50/25 diámetro 50 mm L/D 25:1 para capas interna/externa T3P35R100, cabezal triple hilera de 3 capas ø 35 mm, distancia e.c. 100 mm. Regulación fina pesos parison. Corte en frío con movimiento controlado por motor brushless. Corte boca ancha horizontal eléctrico para cabezal triple. Ionizador + Control del largo del parison. Recirculación aire sopladores. Lubricación programada. Programador espesores del parison sobre 300 puntos Eledrive (patentado). Motorización 3+3 sopladores (patente Plastiblow). Grupos extracción envases de 2 ejes eléctricos (Y+Z). Control de las rebabas del fondo. Comprobador de envases externo de 3 cabecitas - descarte individual (LTE3). n° 3 controles presión y temperatura melt con transductor. Router industrial VPN para el acceso remoto a internet.	1		610.000
* Kit de repuestos aconsejados	1		15.000
* Transformador a 220V/60Hz	1		5.000
* Pruebas FAT en planta Plastiblow con moldes y material suministrado por el cliente (cada formato)	1		3.000
* Puesta en marcha: un técnico por 10 días (trabajo + viaje). Gastos de viaje y estadía a cargo del comprador. El cliente pondrá a disposición personal auxiliar, materiales y herramientas.	10	900	9.000

Voltaje: 220/3/60+T	TOTAL PARCIAL EUR		642.000

Plazo entrega: 270 días a partir de la recepción del anticipo. Excluido diciembre.

Entrega: CIF Cartagena, embalaje incluido

Forma de pago: 30% anticipado, 70% antes del despacho. Gastos y comisiones bancarias por cuenta del comprador

Validez de la oferta: 30 días.

La mercadería queda propiedad de Plastiblow Srl hasta su completo pago.

PLASTIBLOW SRL

Anexo 2. Formación en estrategias de sostenibilidad

