



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS, ELECTRÓNICA E
INDUSTRIAL**

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

Tema:

**MODELO DE LOGÍSTICA INVERSA EN LA EMPRESA SERVICARTÓN
CÍA. LTDA.**

Trabajo de titulación modalidad: Proyecto de Investigación, presentado previo a la
obtención del título de Ingeniero Industrial

ÁREA: Producción y operaciones

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: Diseño, Materiales y Producción

AUTOR: Juan Andrés Santana Pérez

TUTOR: Ing. Franklin Geovany Tigre Ortega, Mg.

Ambato - Ecuador

agosto – 2023

APROBACIÓN DEL TUTOR

En calidad de tutor del trabajo de titulación con el tema: MODELO DE LOGÍSTICA INVERSA EN LA EMPRESA SERVICARTÓN CÍA. LTDA., desarrollado bajo la modalidad Proyecto de Investigación por el señor, Juan Andrés Santana Pérez, estudiante de la Carrera de Ingeniería Industrial, de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, de la Universidad Técnica de Ambato, me permito indicar que el estudiante ha sido tutorado durante todo el desarrollo del trabajo hasta su conclusión, de acuerdo a lo dispuesto en el Artículo 17 del Reglamento para la Titulación de Grado en la Universidad Técnica de Ambato y el numeral 6.3 del instructivo del reglamento referido.

Ambato, agosto 2023

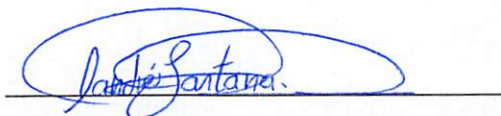
Ing. Franklin Geovany Tigre Ortega, Mg.

TUTOR

AUTORÍA

El presente trabajo de titulación titulado: MODELO DE LOGÍSTICA INVERSA EN LA EMPRESA SERVICARTÓN CÍA. LTDA. es absolutamente original, auténtico y personal y ha observado los preceptos establecidos en la Disposición General Quinta del Reglamento para la Titulación de Grado en la Universidad Técnica de Ambato. En tal virtud, el contenido, efectos legales y académicos que se desprenden del mismo son de exclusiva responsabilidad del autor.

Ambato, agosto 2023.



Juan Andrés Santana Pérez

CC: 1805352398

AUTOR

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato para que reproduzca total o parcialmente este trabajo de titulación dentro de las regulaciones legales e institucionales correspondientes. Además, cedo todos mis derechos de autor a favor de la institución con el propósito de su difusión pública, por lo tanto, autorizo su publicación en el repositorio virtual institucional como un documento disponible para la lectura y uso con fines académicos e investigativos de acuerdo con la Disposición General Cuarta del Reglamento para la Titulación de Grado en la Universidad Técnica de Ambato.

Ambato, agosto 2023.



Juan Andrés Santana Pérez

CC: 1805352398

AUTOR

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

En calidad de par calificador del informe final del trabajo de titulación presentado por el señor Juan Andrés Santana Pérez, estudiante de la Carrera de Ingeniería Industrial, de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, bajo la Modalidad Proyecto de Investigación, titulado MODELO DE LOGÍSTICA INVERSA EN LA EMPRESA SERVICARTÓN CÍA LTDA, nos permitimos informar que el trabajo ha sido revisado y calificado de acuerdo al Artículo 19 del Reglamento para la Titulación de Grado en la Universidad Técnica de Ambato y el numeral 6.4 del instructivo del reglamento referido. Para cuya constancia suscribimos, conjuntamente con la señora Presidente del Tribunal.

Ambato, agosto 2023.

Ing. Mg. Elsa Pilar Urrutia
PRESIDENTA DEL TRIBUNAL

Ing. Christian Ismael Ortiz Sailema Mg. Ing. Israel Ernesto Naranjo Chiriboga Mg.

PROFESOR CALIFICADOR

PROFESOR CALIFICADOR

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de investigación a todas las personas que creyeron en mí, a pesar de la adversidad y las dificultades que se me presentaron durante este ciclo de vida. Espero poder llenarles de orgullo en mi vida profesional.

A mis padres Juan y Matilde que me enseñaron el don de la perseverancia y me impartieron las ganas de seguir adelante con mis estudios universitarios porque como dicen; “el que persevera alcanza”.

A mi hermano José Luis, gracias por ser una inspiración de superación, por guiarme y enseñarme todo su conocimiento profesional y enseñarme valores de responsabilidad y humildad.

A mi novia Solange, que sería sin ti, tú me inspiraste a no darme por vencido y gracias a ti ahora somos profesionales, y muy pronto mucho más que eso. Mi ser espacial.

AGRADECIMIENTO

A la vida por enseñarme a no rendirme, por proponerme objetivos futuros para mi vida profesional.

A mis padres y hermano por siempre apoyarme y estar día a día conmigo.

A la empresa Servicartón Cía. Ltda. por siempre abrirme las puertas, antes y después de este trabajo de investigación y especialmente al doctor Fernando Núñez por su ayuda al tomarse su tiempo de trabajo.

A mi tutor, el ingeniero Franklin Tigre, por ayudarme en el transcurso de este trabajo cuando lo necesitaba, ahora nos encontraremos en los conciertos pero ya no como un estudiante más, sino como un buen amigo.

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

PORTADA.....	i
APROBACIÓN DEL TUTOR.....	ii
AUTORÍA.....	iii
DERECHOS DE AUTOR	iv
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO	v
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTO	vii
ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS.....	viii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xii
RESUMEN EJECUTIVO	xiii
ABSTRACT	xiv
CAPÍTULO I.- MARCO TEÓRICO	1
1.1 Tema de investigación	1
1.1.1 Planteamiento del problema.....	1
1.2 Antecedentes investigativos.....	4
1.3 Fundamentación teórica.....	7
1.4 Objetivos.....	15
1.4.1 Objetivo general.....	15
1.4.2 Objetivos específicos	15
CAPÍTULO II.- METODOLOGÍA	16
2.1 Materiales.....	16
2.2 Métodos	17
2.2.1 Modalidad de investigación	17
2.2.2 Población y muestra.....	21
2.2.3 Recolección de información	22

2.2.4	Procesamiento y análisis de datos.....	24
CAPÍTULO III.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN		25
3.1	Análisis y discusión de los resultados	25
CAPÍTULO IV.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		101
4.1	Conclusiones.....	101
4.2	Recomendaciones	103
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		104
ANEXOS		108

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Proceso de logística inversa	10
Tabla 2. Características de distintas alternativas finales	11
Tabla 3. Reutilización de los materiales en la logística inversa	13
Tabla 4. Materiales empleados en la investigación.....	16
Tabla 5. Preguntas de investigación.....	18
Tabla 6. Criterios de selección	19
Tabla 7. Población del proceso productivo	21
Tabla 8. Plan para la recolección de la información	22
Tabla 9. Técnicas, métodos e instrumentos para la recolección de la información...	23
Tabla 10. Ubicación de la empresa	26
Tabla 11. Productos de Servicartón Cía. Ltda.....	32
Tabla 12. Actividades para la fabricación de cajas de cartón	33
Tabla 13. Descripción del proceso de corte	36
Tabla 14. Descripción del proceso de corrugado	37
Tabla 15. Descripción del proceso de impresión	38
Tabla 16. Descripción del proceso de guillotina.....	39
Tabla 17. Descripción del proceso de laminado	40
Tabla 18. Descripción del proceso de producción	41
Tabla 19. Descripción del proceso de empaclado	42
Tabla 20. Diagrama de la cadena de suministros.....	43
Tabla 21. Características de las máquinas.....	46
Tabla 22. Características técnicas del instrumento	48
Tabla 23. Consumo de energía por proceso del área productiva	49
Tabla 24. Características técnicas del instrumento balanza digital.....	52
Tabla 25. Residuos por lote en cada proceso	53
Tabla 26. Total de desperdicio por cada proceso productivo.....	56
Tabla 27. Elementos para la implementación de la logística inversa	59
Tabla 28. Aspectos en la recolección de materiales.....	60
Tabla 29. Aspectos en la inspección, selección y clasificación	60
Tabla 30. Aspectos de evaluación en la clasificación de materiales.....	61
Tabla 31. Aspectos para el procesamiento de materiales.....	62

Tabla 32. Aspectos para la disposición de materiales.....	62
Tabla 33. Aspectos para la redistribución de materiales.....	63
Tabla 34. Análisis del ciclo de vida de un producto enfocado a los residuos.....	64
Tabla 35. Diagrama de la cadena de suministros inversa	66

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Flujo logístico	8
Figura 2. Esquema de un sistema logístico	9
Figura 3. Flujo circular de la logística inversa	10
Figura 4. Tipos de retorno en la logística inversa	11
Figura 5. Etapas de un sistema de logística inversa	15
Figura 6. Diagrama de flujo metodología prisma	19
Figura 7. Investigación aplicada	21
Figura 8. Organigrama de la empresa Servicartón Cía. Ltda	27
Figura 9. Proceso de corte	28
Figura 10. Proceso de corte y corrugado	28
Figura 11. Proceso de impresión	29
Figura 12. Proceso de guillotina	30
Figura 13. Proceso de laminado	30
Figura 14. Proceso de troquelado	31
Figura 15. Proceso de empaçado	31
Figura 16. Flujograma de procesos	35
Figura 17. Diagrama de cadena de suministros directa e inversa en Servicartón Cía. Ltda.	69

RESUMEN EJECUTIVO

Presentar una propuesta de un modelo de logística inversa en la empresa Servicartón Cía. Ltda. es el principal objetivo del presente trabajo de investigación. Por ello se desarrollan metodologías para la recolección de información del actual proceso productivo relacionado con el producto más vendido que es la caja de cartón corrugada para alimentos, en este caso se trata de cajas de pizzas producidas para los clientes mayoritarios de la empresa. Obteniendo la información se procede a identificar el actual manejo de los residuos generados al realizar el producto, la cual su procedimiento es acumular desperdicios en cada etapa productiva y juntarlos en el área de almacenamiento donde son compactados y sujetados para ser llevados al área de almacenamiento de residuos y proceder a la venta como reciclaje.

Conociendo el proceso de los manejos de los residuos generados, se analizan cuáles son los procesos críticos que generan mayor cantidad de residuos, siendo los procesos de laminado y troquelado los que más desperdicios presentan. Estos residuos son láminas de cartón corrugadas que presentan fallas y defectos en la etapa de laminado y recortes de cartón troquelado en la etapa que lleva el mismo nombre, esto representa un 78,4 % del total de residuos generados. Estos residuos se producen diariamente, por ello se debe revisar si estos son recuperables mediante herramientas de logística inversa con el fin de describir las alternativas necesarias en la disposición de los residuos para el reuso, el reciclaje y la remanufactura. Para la aplicación de herramientas de logística inversa se utilizan fases de implementación dentro del sistema productivo, las cuales son la recolección de los residuos, la inspección, selección y clasificación, el procesamiento de los materiales, y la disposición final.

Se diseña un plan de logística inversa para la gestión eficiente del manejo de residuos en el área de producción de Servicartón Cía. Ltda. con la finalidad de que los trabajadores y el personal administrativo conozcan la disposición de los residuos generados. El fin del plan es obtener un valor monetario que servirá como un aporte extra para la empresa Servicartón Cía. Ltda. ante el pago de la materia prima consumida en el proceso u de algún otro gasto operativo o proyectos futuros.

Palabras claves: Logística inversa, manejo de residuos, recuperación de materiales.

ABSTRACT

To propose a proposal to implement a reverse logistics model in Servicartón Cía. Ltda. company is the main objective of this research work. Therefore, methodologies are developed for information gathering on the current production process related to the most sold product, which is the corrugated cardboard box for food, in this case, pizza boxes produced for the company's main customers. Having collected information, it has been proceed to know the current management of generated waste when making the product, where the current procedure is to accumulate waste at each production stage and gather them in the storage area where they are compacted and held to be taken to the waste storage area and proceed to the sale as recycling.

Knowing the process of handling generated waste, critical processes that generate the greatest amount of waste are analyzed, with the laminating and die-cutting processes being the ones that generate the most waste. These wastes are corrugated cardboard sheets with flaws and defects in lamination stage and die-cut cardboard cuttings in same name stage, which represent 78.4% of total generated waste. This waste is produced on a daily basis, so it is necessary to review whether this waste is recoverable through reverse logistics tools in order to describe necessary alternatives in waste for reuse disposal, recycling and remanufacturing. For reverse logistics tools application, implementation phases are used within the production system, which are waste collection, inspection, sorting and classification, materials processing, and final disposal.

A reverse logistics plan is designed for efficient waste management in production area at Servicartón Cía. Ltda. so that workers and administrative personnel know how to dispose of the waste generated. The purpose of the plan is to obtain a monetary value that will serve as an extra contribution for Servicarton Cia. Ltda. for the payment of the raw material consumed in the process or any other operating expense or future projects.

Keywords: Inverse logistics, waste management, material recovery.

CAPÍTULO I.- MARCO TEÓRICO

1.1 Tema de investigación

MODELO DE LOGÍSTICA INVERSA EN LA EMPRESA SERVICARTÓN CÍA. LTDA.

1.1.1 Planteamiento del problema

Desde sus comienzos las industrias se enfocaron en desarrollar productos, envases y embalajes que son transformados a través de procesos de producción para su posterior comercialización y/o distribución al consumidor final. Por otra parte, en su mayoría las empresas dejan en segundo plano la disposición final de sus productos una vez que son utilizados por los clientes, posiblemente a causa de la falta de incentivos que impulsen o motiven a las organizaciones a promover la correcta disposición y manejo de los residuos. Actualmente, el mal manejo de estos se ve reflejado en el deterioro del medioambiente en los últimos años [1].

Desde esta perspectiva, la logística inversa cobra mucha importancia para las organizaciones, no solo en términos de costos y rentabilidad, sino también para el cuidado y/o conservación del medioambiente y esto a la vez juega un rol muy importante para el desarrollo de las empresas en relación con su entorno y con la sociedad [2]. Con el pasar de los años los distintos campos de la industria han comenzado a generar conciencia con respecto a la utilización de los residuos, generando cambios en los flujos y procesos de la cadena de suministros; cambios que son significativos e incluyen estrategias productivas y comerciales que forjen un valor agregado ante los ojos de los consumidores, al mismo tiempo que se originen procesos que sean amigables con el medioambiente y permitan retorno de inversión a las empresas al reutilizar los materiales [3].

Debido a la preocupación por los altos niveles de contaminación ambiental, los distintos autores como los gobiernos, las organizaciones y la población han logrado que las naciones implementen normativas, leyes y regulaciones con el propósito de cuidar el medioambiente y fomentar la economía circular. Es así, que en el año 2015 las Naciones Unidas plantearon los objetivos del desarrollo sostenible; metas que

deberán ser alcanzadas en su totalidad para el año 2030 [4]. Según varios autores para que se lleguen a cumplir estos objetivos se deben implementar procesos de logística inversa [5].

A nivel de Latinoamérica, se sabe que diariamente se generan 541000 toneladas de basura lo que representa un aproximado del 10% de la basura mundial, de toda esta basura que en su mayoría termina en rellenos sanitarios alrededor del 45% son materiales reciclables, sin embargo, solo se logra recuperar un 5% aproximadamente [6], [7]. El problema radica, en la necesidad de gestionar los residuos, dejándolos de considerar como materiales inservibles una vez que fueron utilizados y/o consumidos por los clientes. En la actualidad, muchos de estos materiales “inservibles” pueden alcanzar un valor económico, siempre y cuando, se sometan a un proceso de transformación o acondicionamiento para ser incorporados nuevamente al proceso productivo en lugar de ser llevados a un depósito final de desechos [8].

De esta manera, la logística inversa juega un papel muy importante para el sector manufacturero, pues a través de esta se puede gestionar de una manera eficiente el uso y recuperación de los recursos; que provocan daños ambientales y repercuten al bienestar de la sociedad y del ecosistema [9]; y si no se dispone de un alto compromiso y sensibilidad de las empresas, de sus directivos y de sus trabajadores; las organizaciones podrían perder la oportunidad de generar beneficios económicos y valor agregado para sus procesos productivos [10].

En Ecuador, las organizaciones se preocupan por mantener su distinguida reputación en alto frente a los grandes mercados internacionales como los de la Unión Europea, cuyas exigencias se ligan estrechamente con el cuidado y conservación del medioambiente, enfatizando en la necesidad de responder eficaz y eficientemente a los cambios y sobre todo a considera la aplicación e implementación de la logística inversa como parte fundamental de sus operaciones [11]. No obstante, la falta de información y del conocimiento dificulta en gran medida los procesos de logística inversa, debido a que muchas personas, no son responsables y no tiene una conciencia ambiental o sistemas de recolección para clasificar los residuos [12]. Es por aquello, que la idea primordial de la logística inversa en la recuperación y el aprovechamiento económico

de los bienes que se desecha, sin embargo, la sociedad ecuatoriana aún está inmersa en la cultura del “Usar y Tirar” [13].

En nuestro país, existen muchas empresas que se dedican a la fabricación de cajas y de otros implementos derivados del cartón y gran parte de ellas forman parte de la Asociación Nacional de Fabricantes de Cartón Corrugado del Ecuador (ASOCART) [14], empresas que día a día se especializan e innovan de manera significativa en su desarrollo humano y tecnológico mediante la adquisición de equipos de última generación, con ello brindan impresiones de alta gráfica y un acabado excepcional, así como un significativo incremento en la productividad, calidad y competitividad en materia de entregas dirigidas al mercado local y global [15].

Servicartón Cía. Ltda. es una empresa de producción situada en la ciudad de Ambato, que nació en el año del 1999 y se dedica a la fabricación de empaques en cartón corrugado para el sector del calzado. La compañía realiza todos los procesos productivos para llegar al producto terminado, desde el corrugado del papel, hasta la entrega de cajas. Luego de 20 años de constante trabajo y sacrificio, la empresa se constituye legalmente bajo la denominación de ser una de las empresas con mayor demanda en el mercado local.

En los últimos años la empresa ha fabricado cajas de cartón corrugado y microcorrugado para frutas, zapatos, pizza, entre otros, según la necesidad de los clientes. Una característica existente en la empresa es el aumento de la demanda de los empaques de cartón, para diversos clientes, y en muchas ocasiones existen falencias y/o errores en los dimensionamientos de las cajas en las áreas de corte y corrugado; este material sobre dimensionando mayormente termina en los recolectores de basura o simplemente no son tratados de una manera correcta lo que provoca pérdidas económicas a la empresa y daños perjudiciales al medioambiente.

Por otro lado, en la situación actual del proceso de producción existen varios problemas con los residuos de la materia prima (papel cartón) al momento de realizar el proceso de corte y corrugado, donde existe un desperdicio diario de la misma de aproximadamente 70 g/m² por caja de cartón fabricada y esto ocurre en las 500 unidades que forman parte de un lote producido en un día de trabajo, generando un

total de 35000 g/m² o 35 kg/m² al día y reflejándose en un desperdicio total de 0,7 toneladas/m² al mes. También existen productos finales que son devueltos a la empresa por diversas causas: mala impresión, cartones con defectos y dimensiones erróneas. De los 500 cartones realizados diariamente, 5 cartones aproximadamente son devueltos que representa un 1% del lote de producción diaria.

Mediante, la logística inversa la empresa podrá planificar, gestionar y controlar los procesos de recolección, almacenamiento, procesamiento y disposición de los materiales, de modo que este material excesivo de cartón pueda ser utilizado nuevamente en el proceso productivo de la empresa, a través de la recuperación, reciclaje y reutilización del papel cartón para la elaboración de cajas.

1.2 Antecedentes investigativos

En la actualidad, el tema ambiental dejó de preocuparse únicamente por el agotamiento y la escasez de recursos, y se ha interesado en la sostenibilidad, que consiste en utilizar como materia prima no solo recursos naturales, sino también aquellos productos fuera de uso, con la finalidad de reintegrarlos a la cadena de valor [16]. Por su parte, la logística inversa y su implementación en diferentes industrias, es un tema que aún hoy es ampliamente estudiado desde la academia, sin embargo, el diseño de un Sistema de Logística Inversa requiere no solo el análisis de la literatura científica que se ha desarrollado en el área, requiere un acercamiento a los procesos, actividades y materiales que una empresa gestiona [17].

Lograr una conciencia ambiental no es un trabajo fácil para las organizaciones ni para la sociedad. Sin embargo, conforme pasan los años y con el agotamiento de los recursos naturales en porcentajes muy desproporcionados, ha obligado a las empresas y a la sociedad a buscar posibles soluciones para minimizar el impacto negativo sobre el medioambiente, es por ello que las diferentes industrias comenzaron a utilizar materiales que sean amigables con el ambiente y que en muchos casos puedan ser reciclados para su reutilización. De igual manera, en varios sectores de la industria se han implementado sistemas de logística inversa en la cadena de suministros, de tal manera, que se puedan recuperar los, envases, embalajes y todo el material que se pueda, para ser nuevamente utilizados en los puntos de inicio de los sistemas productivos con el propósito de mejorar los costos relacionados a la producción [18].

La responsabilidad de las empresas no se basa solo en ofrecer calidad y precios asequibles, sino ofrecer un valor agregado a los productos en base a factores ambientales. La creciente preocupación por la excesiva contaminación del entorno ha fomentado el compromiso de las empresas a desarrollar la función de logística inversa, la cual de forma concreta implica la gestión de los desechos y productos devueltos para recuperar el mayor valor económico posible y reducir los residuos generados. De esta manera, la logística inversa se considera como una estrategia empresarial que favorece a la generación de ventajas competitivas sostenibles, permitiendo la reducción de costos y la contaminación ambiental, lo cual aporta a la credibilidad de las empresas y a la fidelización de sus clientes [5].

En un estudio de logística inversa, los autores analizaron la problemática causada por la no devolución y recolección de la totalidad de los envases y empaques vacíos de plaguicidas que generaban los agricultores. Debido a lo anterior, en esta la investigación se propuso una configuración para funcionamiento de la red de logística inversa (LI) para la recolección, acopio y disposición final de los residuos de plaguicidas en dicha zona, para lo cual se desarrolló un modelo de programación lineal entera mixta con el fin de definir tanto las cantidades a recolectar y transportar a disposición final y evaluar la posibilidad de abrir nuevos centros de acopio. Los resultados del modelo matemático evidenciaron que, en promedio, se recolectan en cada finca 5 kg de residuos y que se envían 1106.58 kg a eliminación segura y 1292.31 kg a reciclaje [19].

Bajo la perspectiva de la logística inversa, en una investigación desarrollada en una cooperativa de transporte, inicialmente se evidenció que la empresa no cuenta con una política ambiental, se sobredimensiona la carga, existe una inadecuada manipulación de la carga, existe contaminación y se generan residuos de los productos transportados. Los resultados del estudio revelaron que el 84.89% de los clientes recomienda que la cooperativa adopte lineamientos de responsabilidad y compromiso ambiental. Por ello, los autores desarrollaron una propuesta de un modelo de gestión de logística inversa que consistió en el diseño de una política ambiental, rediseño de los descriptores de puesto, elaboración de programas de gestión ambiental, recomendaciones ambientales para el personal y normas de manipulación de la carga [20].

Por otra parte, la logística inversa juega un papel muy importan en los últimos, como se puede evidenciar en un estudio enfocado en envases de vidrio. En esta investigación el autor menciona que la implementación de la logística inversa de manera adecuada y planificada permite desarrollar un abastecimiento idóneo de los materiales en los procesos productivos, a la vez que se reducen los costos en compra de nuevos materiales. Con la aplicación de esta propuesta se logró un impacto positivo sobre la calidad y cantidad de los materiales recolectados, puesto que se mejoró el tiempo de retorno de los envases para su reutilización o reciclaje en un 11% [21].

Del mismo modo, en un estudio de logística inversa realizado con el propósito de disminuir los costos relacionados a la compra de envases nuevos de 20 litros para la distribución de agua, se menciona que la logista inversa juega un papel muy importante para en los procesos productivos. En este sentido, en esta investigación se diseñó un sistema de logística inversa como una guía para el desarrollo de los procesos en conjunto con hojas de verificación para el control del retorno de los envases. Mediante, el sistema propuesto el autor asegura que se reduciría la compra anual de los envases de 1997 a 621 anualmente lo que representa un ahorra aproximado de \$5827 al año [22].

De acuerdo con un estudio realizado en una empresa fabricante de fundas plásticas, la logística inversa brinda beneficios significativos para las organizaciones, debido a que la misma permite la fácil adaptación y cumplimiento de la normativa ambiental, además, que se lograr mejorar los procesos productivos; favoreciendo al incremento de los niveles de competitividad. En este estudio se midió el impacto ambiental de la empresa mediante la aplicación de la matriz Leopold resultando que las operaciones de la empresa generan un impacto nivel 3 (impacto mínimo), debido al manejo inadecuado de las materias primas y debido a que los consumidores no aplicaban las medidas correspondientes a las fundas plásticas que ya están fuera de uso, de esta manera en esta investigación se propuso un programa basado en LI para la recuperación de las fundas y obtener a partir de aquellas materias primas reutilizables [23].

En conclusión, la logística inversa surge como una nueva tendencia para disminuir los costos de producción, a la vez que se disminuye el impacto negativo al medioambiente.

En el diseño propuesto por la LI se establece la clasificación de los residuos y la aplicación de las estrategias necesarias para su destino final. Los cuadros de mando integrales de logística inversa se basan en la perspectiva del cliente, medioambiente, procesos internos, formación y aprendizaje con la finalidad de llevar un control adecuado de los materiales que se pueden reincorporar en la cadena de suministros de la logística directa [24].

Por estas razones, la logística inversa es una de las mejores herramientas y estrategias para que las organizaciones logren mejorar sus procesos de producción y que sean amigables con nuestro planeta y sus ecosistemas. La LI conduce a la gestión adecuada de aquellos productos que los consumidores terminan desechando, no por ser defectuosos sino porque han llegado al final de su vida útil. Estos productos desechados en muchas ocasiones pueden suponerse como una nueva fuente de materias primas que fácilmente se pueden reincorporar en la cadena productiva, para contribuir a la sustentabilidad del medio ambiente [25].

1.3 Fundamentación teórica

Cadena de suministros

La Administración de la Cadena de Suministros o Supply Chain Management, es la gestión, vinculación e integración de los productos, información y servicios de los procesos de una organización, de sus proveedores, distribuidos y productores, que agregan valor y logran cumplir con la satisfacción de las necesidades de los clientes finales o consumidores; es decir, que la cadena de suministros es un elemento clave para que las empresas operen de forma eficiente, competitiva y productiva con una visión enfocada en el cliente [26]. En la figura 1, se puede apreciar un esquema clásico de una cadena de suministros.

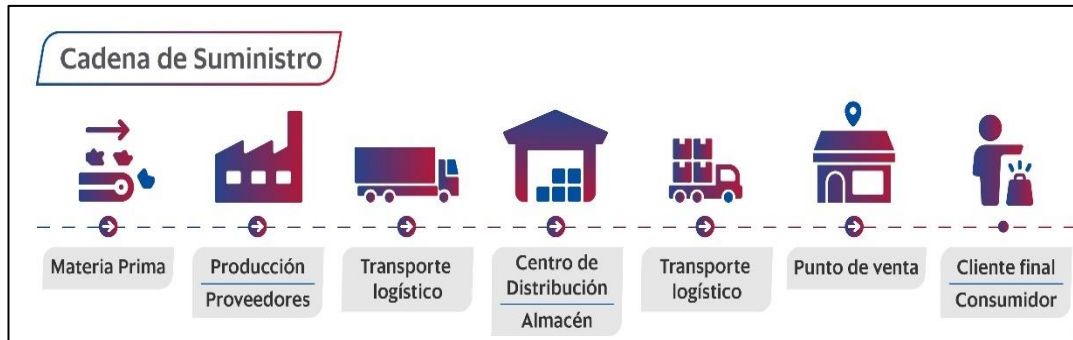


Figura 1. Flujo logístico

El flujo logístico comienza desde la necesidad que tienen los consumidores por adquirir algún servicio o producto. Se puede mencionar que desde que se activa la necesidad del producto comienza la ejecución de las operaciones para fabricarlo y que posteriormente llegue al consumidor, que el producto se elimine y sea recolectado [27].

Logística

La logística como una función operativa, comercial, financiera y administrativa comprende todas las actividades necesarias para una correcta administración estratégica del flujo, almacenamiento de materias primas, componentes, existencias en procesos y productos terminados; de modo, que estén presentes en cantidades óptimas dentro de una organización, en la forma correcta, en el lugar adecuado, al costo y al momento propicio [28].

Por otra parte, también se puede definir a la logística como actividad interdisciplinaria que incorpora las diferentes áreas de una organización, desde la programación de la compra de los recursos e insumos hasta el servicio postventa; sin omitir el aprovisionamiento de las materias primas, la planificación, el control, la gestión de la producción, el almacenaje, la gestión de stock, transporte, distribución física y los flujos de información. En la figura 2, se muestra el esquema de un sistema logístico [29].

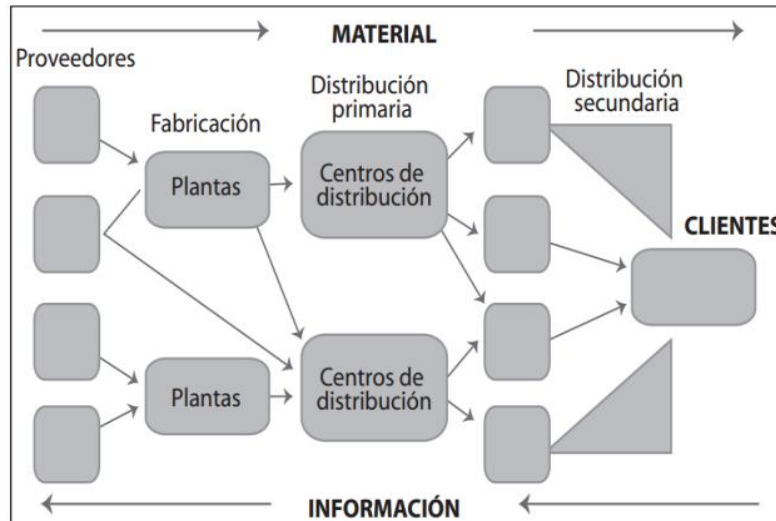


Figura 2. Esquema de un sistema logístico [1].

Logística inversa

La logística inversa es aquel proceso que se encarga de llevar los bienes de su destino final habitual a otro punto, con la finalidad de aprovechar su valor o para su correcta disposición final [30].

En otras palabras la logística inversa es el proceso de planificar, desarrollar y controlar eficientemente el flujo de los materiales, productos e información desde el lugar de origen hasta el consumo, de modo, que una vez que se haya cumplido con la satisfacción de las necesidades de los consumidores se los pueda recuperar y reprocesarlos, de manera que se los pueda reintroducir en la cadena de suministros, obteniendo un valor añadido adicional o una adecuada eliminación del mismo, fundamentados en sistema de las 6 "R": Reparación, Rediseño, Reventa, Remanufactura, Reciclaje y Reutilización [31].

Por otro lado, la logística inversa se encarga del traslado de los productos que han sido desechados o devueltos por cualquier circunstancia hasta el fabricante. Lo que se busca no es sólo mejorar la venta del producto cuando es devuelto sino también la calidad y rendimiento que tenga el producto vendido [32]. El flujo ya no es lineal sino cíclico como se puede observar en la figura 3.

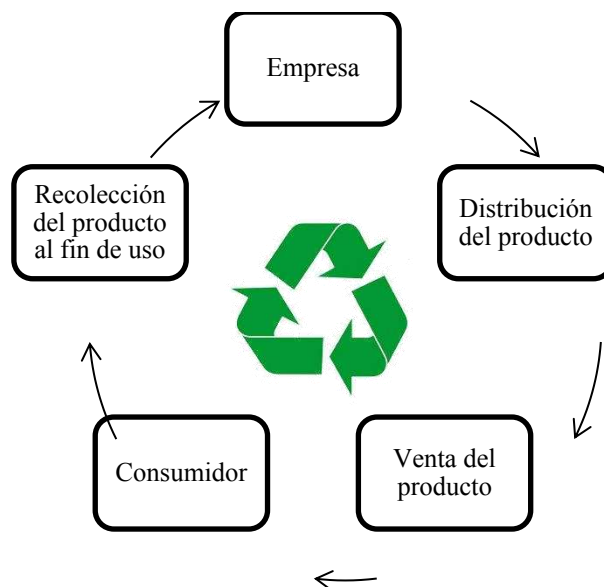


Figura 3. Flujo circular de la logística inversa [18].

Proceso de logística inversa

En la tabla 1, se observa el programa de logística inversa. Los procesos de logística inversa pretenden realizar una adecuada gestión para la recuperación de todos los productos que ya no cumplen o satisfacen las necesidades de los mercados o de aquellos productos que ya cumplieron su ciclo de vida y necesitan ser tratados con el propósito de evitar algún daño al medio ambiente [33].

Tabla 1. Proceso de logística inversa [34].

Proceso	Actividad
Recolección	Recogida de los productos o residuos desde los lugares de uso (cliente) al punto de origen o recuperación
Inspección y selección	Se realiza una inspección de los productos o materiales para determinar la cantidad, procedencia, razones de devolución y tipo de productos.
Recuperación directa del producto	Se realiza cuando el producto recuperado puede ser fácilmente devuelto al mercado o proceso productivo.
Transformación o tratamiento final	Se encarga de tratar los bienes o residuos recuperados en productos reusables o remanufacturados para el uso industrial o convertirlos a un estado amigable con el medioambiente
Transporte	Consiste en mover los productos o residuos entre los puntos de uso y origen o transformación.
Almacenamiento	Utilizado para almacenar los productos, materiales o residuos en forma temporal o por períodos de tiempo programados y controlados.

Tipos de logística inversa

Al hablar de logística inversa, se puede mencionar que existen dos modalidades:

- Logística inversa de devoluciones: este tipo de logística se encarga de controlar y gestionar los retornos desde los puntos de distribución o desde el cliente final hasta el centro de origen del producto.
- Logística inversa de residuos: esta modalidad de logística se encarga de la recuperación, reciclaje o tratamiento adecuado de los desechos.

En virtud del tipo de logística inversa, se tiene a las empresas que buscan el retorno como un beneficio y las empresas que desean disminuir el retorno ya que es negativo para su flujo y las ventas, véase la figura 4 [35].



Figura 4. Tipos de retorno en la logística inversa

La forma de reutilización

En la tabla 2 se describen las diferentes prácticas para la reutilización con algunos ejemplos. [34].

Tabla 2. Características de distintas alternativas finales [34].

Practica	Características fundamentales	Ejemplos
Renovación	Devolver al cliente productos fuera de funcionamiento: <ul style="list-style-type: none">- Implica la reparación y/o reemplazo de partes estropeadas- Desensamblado + ensamblado- En el entorno del cliente o en los centros especializados.- Calidad del producto reparado < nuevo.	Ordenadores

Tabla 2. Características de distintas alternativas finales (continuación) [34].

Practica	Características fundamentales	Ejemplos
Reciclaje	Recuperación de materiales contenidos en los productos retornados: Desensamblado + clasificación + transformación de materias primas.	Papel, vidrio, plástico, metales
Reprocesamiento	Objetivo: Desensamblado + clasificación + restauración + reensamblado.	Ordenadores
Canibalización	Una pequeña proporción del producto retornado puede ser aprovechada. Las partes recuperadas son reutilizadas, reparadas o renovadas para integrar un producto nuevo.	Hardware
Reutilización	El producto puede volver a ser usado una vez limpio o tras una reparación menor.	Botellas de vino, pallets de transporte, cajas para el transporte y manipulación de bebidas
Vertedero	Última opción: depósito del material	Basura

Reutilización de los productos

Las empresas que implementan la logística inversa como una estrategia de maximización buscan el mayor retorno de productos para poder integrarlos a sus cadenas de logística directa después de una rehabilitación del producto, como por ejemplo las botellas las cuales a su retorno se someten a diferentes operaciones de producción y vuelven a ser parte del proceso para su uso o ser utilizados en muchas ocasiones como materia prima, ya sea para la elaboración del mismo producto eliminando todo lo que ya no se puede usar o materia prima en su totalidad para la elaboración de un nuevo producto [36].

A continuación, se detallan los beneficios de reutilizar los productos:

- Reducción de costos en materia prima
- Reducción de costos en compra de productos nuevos
- Colaboración con el medio ambiente, se reduce el impacto ambiental al evitar el aumento de desechos.
- Se desarrolla la relación de consumidor y empresa, ya que se busca entablar comunicación para fomentar el retorno del producto [37].

La logística de retorno para reutilización es mayormente aplicable a los envases de cualquier tipo, ya sean botellas vidrio o plástico, cajas, embalajes, etc. Es común que exista este tipo de retorno ya que su ciclo de vida no es corto, en el caso de las botellas pueden dar muchas vueltas al ciclo, solo deben ser recolectadas de la manera correcta y pasar por las operaciones necesarias para regresar a la logística directa [38].

En la tabla 3, se muestra como pueden ser reutilizados los materiales en el contexto de logística inversa.

Tabla 3. Reutilización de los materiales en la logística inversa [38].

Clasificación de los materiales	Características
Reciclado	Aprovechamiento de excedentes materia prima generados en el proceso.
Reacondicionado	Revisión y limpieza de materiales en buen estado para ser involucrados de nuevo al proceso.
Renovado	Reacondicionado de materiales en buen estado que requieren ajustes para ser nuevamente utilizados.
Remanufacturado	Materiales que deben sr ajustados a través de un proceso de ensamblaje y recuperación, implican costos adicionales.
Reventa	Materiales que pueden ser vendidos como nuevos.

Responsabilidad social en la logística inversa

- Impacto ambiental: es un factor muy importante ya que actualmente la preocupación por el cuidado al medio ambiente abarca cualquier tipo de actividad, para las empresas es un requisito considerarlo en sus procesos ya que muchos de los productos que son desechados pueden ser reciclados o usados para algún tipo de ayuda social. De acuerdo con la norma ISO 26000

define responsabilidad en las empresas ante sus decisiones y como estas contribuyen al desarrollo sostenible [38].

El reciclaje es una de las alternativas de la logística inversa y trae muchos beneficios como:

- Se pueden diseñar productos nuevos.
- Se mejora la calidad y función del producto.
- Se cambia alguna característica.
- Se pueden usar con otro beneficio social [38].

Sistemas de logística inversa

Un sistema de logística inversa (SLI) se basa en la creación de estrategias que consisten en la recuperación de los residuos originados por una actividad productiva o de consumo. Los sistemas de logística inversa facilitan la creación de canales de recogida selectiva de residuos, bien sean industriales, de vehículos o neumáticos fuera de uso, residuos de equipos eléctricos-electrónicos, residuos de la construcción, entre otros [38]. Estas estrategias se encargan de la recuperación y reciclaje de envases, embalajes y residuos peligrosos; así como de los procesos de retorno de excesos de inventario, productos obsoletos e inventarios estacionales. Un sistema de logística inversa es una manera de hacer gestión de residuos, garantizando el retorno de estos para unos materiales que se reutilizan, reciclan o destruyen [36], [38].

Un SLI se constituye de 4 etapas que se han definido en función de los procesos base de la logística inversa: Recolección, selección, recuperación de valor y análisis de la información generada en el SLI, obsérvese la figura 5 [17].

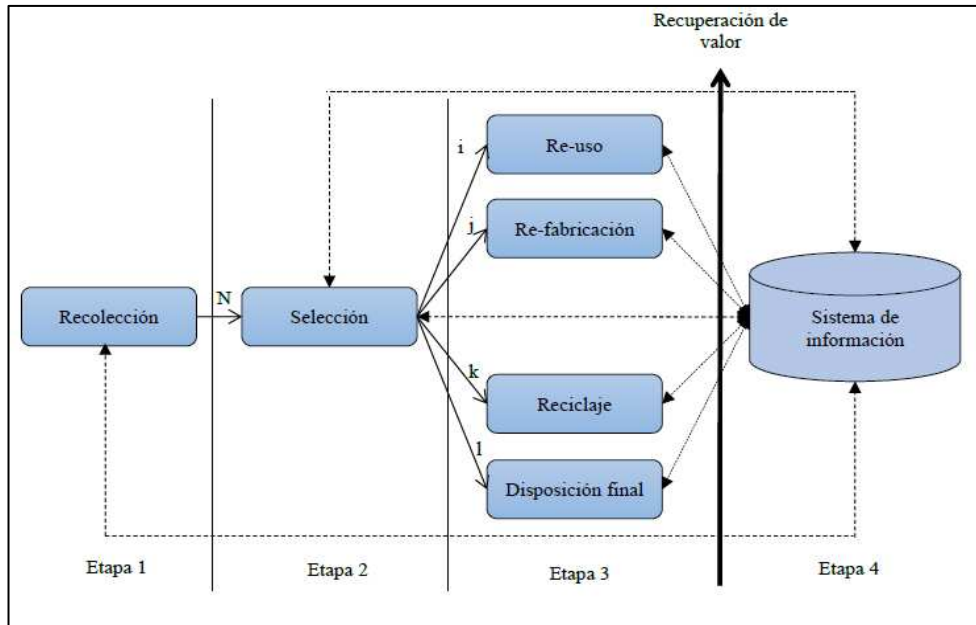


Figura 5. Etapas de un sistema de logística inversa [17].

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo General

- Desarrollar un modelo de logística inversa en la empresa Servicartón Cía. Ltda.

1.4.2 Objetivos Específicos










- Identificar los procesos del área de producción de la empresa Servicartón Cía. Ltda. para la fabricación de cajas de cartón.
- Determinar los procesos de logística para la recuperación del cartón en el área de producción de la empresa.
- Proponer un plan de logística inversa para la gestión eficiente del manejo de los residuos del área de producción de la empresa.

CAPÍTULO II.- METODOLOGÍA

2.1 Materiales

Para el desarrollo de la investigación se emplearon los siguientes materiales que se detallan en la tabla 4.

Tabla 4. Materiales empleados en la investigación

Material	Descripción	Figura
Microsoft Word	Herramienta que su función es la elaboración del informe.	
Microsoft Excel	Herramienta utilizada para realizar procesamientos de datos y graficar la información de carácter cuantitativo.	
Microsoft Visio	Herramienta empleada para la elaboración del flujograma.	
Mendeley	Herramienta para citar las diferentes fuentes bibliográficas empleadas en la investigación.	
Laptop	Su función principal es almacenar el levantamiento de información.	
Celular	Usado para el registro de evidencias como son videos, fotos.	
Cuaderno	Útil para escribir toda la información en una observación directa con los procesos.	
Balanza Digital	Instrumento de medición que su función es pesar los residuos de cada proceso.	
Cronómetro	Instrumento de medición en la toma de tiempos de la maquinaria parada pero en funcionamiento.	

2.2 Métodos

Para el desarrollo de este estudio se aplicaron las siguientes modalidades de investigación.

2.2.1 Modalidad de investigación

Investigación bibliográfica – documental

En el presente trabajo se utilizó esta modalidad, porque la información necesaria para el desarrollo y sustentación del estudio se recopiló a partir de fuentes de información secundaria como libros, artículos científicos, páginas web, estudios similares, revistas científicas, documentos empresariales y entre otros. El propósito de aplicar esta modalidad de investigación fue sintetizar la información, de modo que el investigador desarrolle una perspectiva clara desde el punto de vista de varios autores y a su vez facilite el diagnóstico y la ejecución del proyecto de investigación, mediante un criterio técnico-científico formado.

Metodología PRISMA

Para el desarrollo de la metodología PRISMA se consideró la recolección de información relacionada con el material bibliográfico en las bases de datos de investigaciones relevantes que aporten al proyecto. Para esto se siguieron cuatro pasos para lograr una revisión sistemática.

Preguntas de investigación

Se plantearon tres preguntas de investigación, las mismas que están incluidas en el tema de logística inversa dentro de las industrias. Así mismo se tomaron tres diferentes cuestionamientos, los cuales están considerados en las siguientes preguntas: P1 desperdicios en las industrias cartoneras, P2 logística inversa en las industrias y P3 beneficios de implementar logística inversa, como se muestra en la tabla 5.

Tabla 5. Preguntas de investigación.

Número	Preguntas de Investigación	Motivación
P1	¿Cuáles son los desperdicios que se han identificado en la industria cartonera?	Identificar cuáles son los desperdicios que pueden generarse en el proceso de producción cartonero.
P2	¿Cuáles son los objetivos de aplicar la logística inversa en la industria?	Identificar la finalidad de la logística inversa en la industria.
P3	¿Cuáles son los beneficios que han alcanzado la industria mediante la implementación de modelos logísticos inversos?	Identificar los beneficios que alcanzan las empresas tras la implementación de modelos logísticos inversos.

Luego se procedió a realizar una búsqueda en las diferentes bases de datos donde se emplearon términos específicos según las tres preguntas descritas en la sección anterior.

- Para P1 (waste “AND” cardboard “AND” industry) Y (production AND of AND cardboard AND boxes).
- Para P2 (reverse “AND” logistics) Y (reverse “AND” logistics “AND” goals).
- Para P3 (reverse “AND” logistics “AND” models) Y (reverse “AND” logistics “AND” benefits).

Selección de documentos

En la selección de los artículos se estableció criterios de inclusión y exclusión, para los cuales se tomó en cuenta aspectos tales como: idioma, fechas de publicación y relación a la temática; luego se ordenó los documentos con base a la relevancia, tema, resumen y palabras claves; finalmente se revisó la introducción y las conclusiones con el fin de conocer si el aporte responde a las preguntas de investigación. Obteniendo así, en última instancia, solo la información más relevante para la investigación. En la tabla 6 se puede reflejar lo descrito:

Tabla 6. Criterios de selección

Criterios de selección			
Nº	Criterios de inclusión	Nº	Criterios de exclusión
CI1	Artículos publicados de 2016 a 2023	CE1	Artículos no relacionados con información sobre logística inversa.
CI2	Artículos relacionados con logística inversa	CE2	Artículos duplicados de diferentes bases de datos seleccionadas
CI3	Artículos en idioma inglés y español	CE3	Artículos publicados de diferentes áreas de estudio.

Extracción de datos

Finalmente, se elaboró el diagrama de flujo como se muestra en la figura 6 de la metodología PRISMA, mediante el cual se representan las bases de datos utilizadas en la investigación, así también la cantidad de documentos correspondientes a cada una.

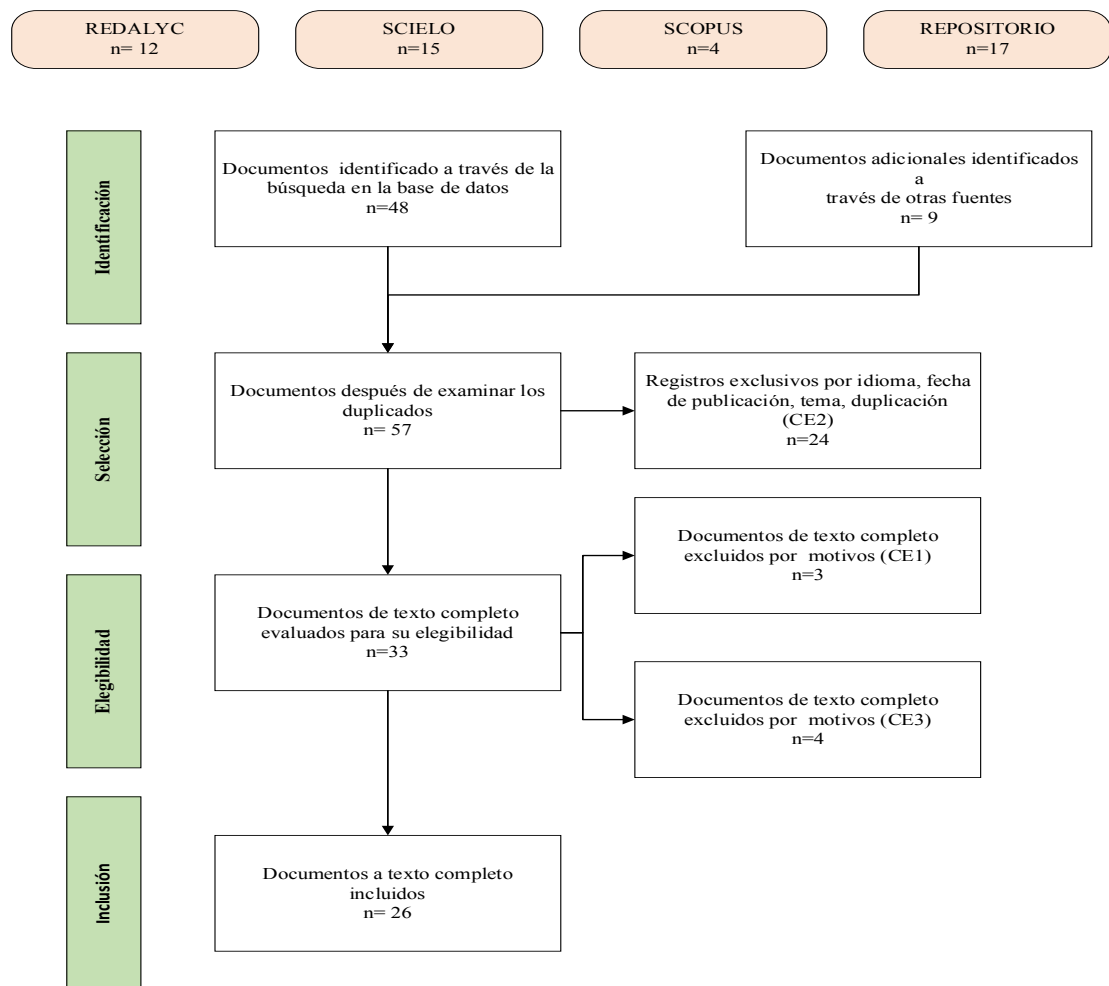


Figura 6. Diagrama de flujo metodología prisma

Una vez aplicados los criterios de inclusión y exclusión, se determinó la cantidad final de documentos válidos para la revisión sistemática, como se muestra en el Anexo 1. Los hallazgos responden a cada una de las preguntas de investigación, a su vez, estos fueron plasmados en las secciones de antecedentes y la fundamentación teórica del presente proyecto.

Investigación de campo

Por otra parte, para la ejecución del estudio se empleó esta modalidad, pues la misma se sustenta en fuentes primarias de investigación como: fichas de observación, imágenes, vídeos, análisis del proceso productivo, apuntes y entre otras herramientas que permitan tener una visión panorámica de la empresa Servicartón Cía. Ltda., con la finalidad de recopilar la información pertinente de la organización y de su entorno productivo. A través de esta modalidad se identificaron las causas que generan el problema existente dentro de la empresa.

Investigación aplicada

En el presente trabajo se utilizó esta modalidad, por el uso de técnicas y herramientas para resolver una problemática en el área de producción de la empresa Servicartón Cía. Ltda. la cual permitió una posible mejora en el tratamiento de los desperdicios generados, así como alternativas de solución a la problemática actual de la organización, como se muestra en la figura 7.

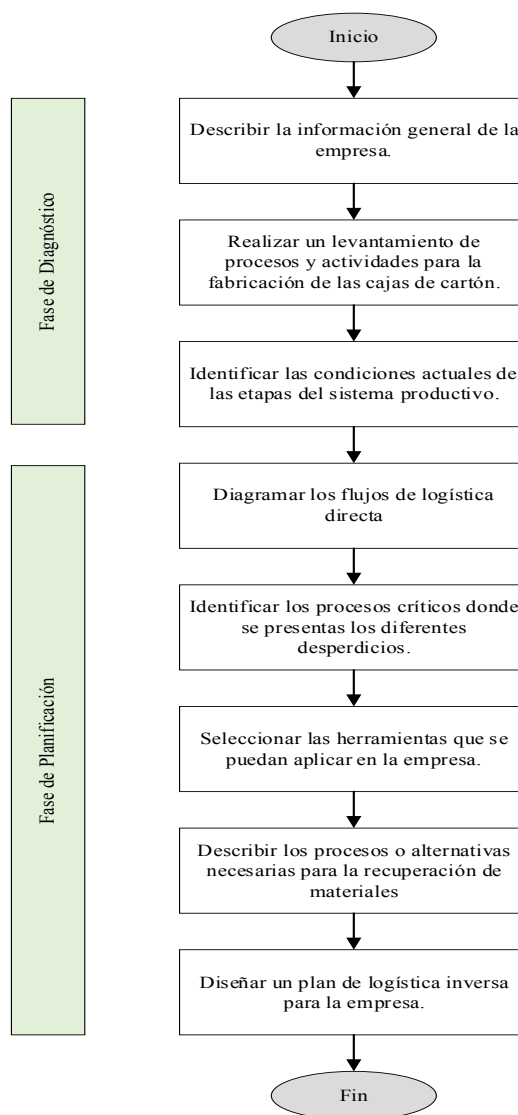


Figura 7. Investigación aplicada

2.2.2 Población y muestra

A continuación se detalló la población del sistema productivo de la empresa Servicartón Cía. Ltda., véase la tabla 7 en la que actualmente intervienen 7 procesos, donde se genera residuos por cada lote de producción que se tomarán como muestra.

Tabla 7. Población del proceso productivo

Proceso	Residuos generados (kg/lote)
Corrugado	11,55
Corte y corrugado	5,90
Impresión	11,55

Tabla 7. Población del proceso productivo (continuación)

Proceso	Residuos generados (kg/lote)
Guillotina	1,50
Laminado	145,65
Troquelado	62,94
Total	239,09

2.2.3 Recolección de información

El proceso de recolección de la información se realizó en base a los cuestionamientos, mostrados en la tabla 8.

Tabla 8. Plan para la recolección de la información

Pregunta básica	Explicación
1. ¿Para qué?	Para desarrollar un modelo de logística inversa en la empresa Servicartón Cía. Ltda.
2. ¿A qué personas?	Gerente de la empresa y operarios
3. ¿A qué procesos?	Análisis del proceso productivo para la fabricación de cajas de cartón.
4. ¿Quién?	El investigador es quien se encarga de la recopilación de la información y del desarrollo del estudio.
5. ¿Cuándo?	Durante el periodo académico Abril – Septiembre 2023.
6. ¿En qué lugar?	En la empresa Servicartón Cía. Ltda.
7. ¿Con que técnica?	Entrevista no estructurada, Observación directa.
8. ¿Con qué instrumentos?	<ul style="list-style-type: none"> – Observación directa de la empresa y del proceso productivo. – Entrevista no estructurada al gerente de la empresa y a los operarios. – Levantamiento de procesos. Revisión documental.
9. ¿En qué situación?	– La investigación se elaboró bajo un ambiente de trabajo normal sin interrumpir en la producción.

Por otra parte, en la tabla 9, se presentan las técnicas, métodos e instrumentos para la recolección de la información.

Tabla 9. Técnicas, métodos e instrumentos para la recolección de la información

Objetivo	Actividad	Técnica/método	Instrumento/herramienta	Software
<p>Identificar los procesos del área de producción de la empresa Servicartón Cía. Ltda. para la fabricación de cajas de cartón.</p>	<p>-Describir la información general de la empresa. -Realizar un levantamiento de procesos y actividades para la fabricación de las cajas de cartón. -Identificar las condiciones actuales de las etapas del sistema productivo. -Diagramar los flujos de logística directa e inversa.</p>	<p>Observación directa de la empresa y del proceso productivo, con el fin de identificar las condiciones en las que se encuentra el sistema productivo. -Diagramas de flujo.</p>	<p>-Ficha de observación. -Cámara. -Lapicero. -Cuaderno de apuntes.</p>	<p>-Microsoft Word. -Microsoft Excel.</p>
<p>Determinar los procesos de logística para la recuperación del cartón en el área de producción de la empresa.</p>	<p>-Identificar los procesos críticos donde se presentan los diferentes desperdicios. -Realizar una revisión documental, referente a la recuperación de materiales mediante logística inversa en el sector cartonero. -Seleccionar las herramientas que se puedan aplicar en la empresa. -Describir los procesos o alternativas necesarias para la recuperación de materiales en el proceso productivo de la empresa.</p>	<p>-Revisión documental. -Observación directa del proceso. -Diagramas de flujo.</p>	<p>- Computador. -Ficha de observación.</p>	<p>-Microsoft Word. -Microsoft Excel.</p>

Tabla 9. Técnicas, métodos e instrumentos para la recolección de la información (continuación)

Objetivo	Actividad	Técnica/método	Instrumento/herramienta	Software
Proponer un plan de logística inversa para la gestión eficiente del manejo de los residuos del área de producción de la empresa.	-Diseñar un plan de logística inversa para la empresa. -Realizar el análisis y discusión de los resultados obtenidos -Elaborar el informe final con los resultados obtenido.	-Revisión documental. -Diseño y estructura del plan.	-Formatos y registros para el plan -Normativa legal vigente.	-Microsoft Word. -Microsoft Excel.

2.2.4 Procesamiento y análisis de datos

Las herramientas y materiales que se han empleado fueron las siguientes:

- Se utilizó el software Microsoft Visio como modelador de los procesos en los diagramas de flujo.
- Se organizó la información numérica con la ayuda del software Microsoft Excel determinando valores que sirvieron para el análisis de los resultados.
- Registro de la información recopilada, mediante el software Microsoft Word para su procesamiento.

Para el análisis y procesamiento de la información se consideraron diferentes herramientas que fueron de ayuda en la recopilación de información y diseñar un formato apropiado para la recolección de datos, por la cual se sugirió aplicar las siguientes fases:

- Revisión de los datos e información recolectados.
- Creación de formatos para el registro de la información dentro de la empresa.
- Organización y validación de la información.
- Tabulación de los datos, mediante el software Microsoft Excel para su procesamiento.
- Análisis e interpretación de los resultados obtenidos.
- Propuesta de una alternativa de mejora a la situación actual de la empresa.
- Elaboración del informe final.

CAPÍTULO III.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Análisis y discusión de los resultados

Información general de la empresa

Reseña histórica

La empresa Servicartón Cía. Ltda. es una estructura organizacional enfocada en la fabricación y comercialización de productos de papel y cajas de cartón corrugado y microcorrugado. Es una organización ubicada en la ciudad de Ambato, provincia del Tungurahua. Su objetivo es ofrecer productos de calidad para sectores industriales como la industria alimenticia, la del calzado, farmacéutico y textil. Fue fundada en 1999 como persona natural, desde aquel año la organización ha ofrecido atención y productos de buena calidad a sus diferentes clientes. El resultado del esfuerzo de sus fundadores, la organización alcanzo un buen posicionamiento en el mercado y tras 7 años, en 2006 se constituye como Servicartón Compañía Limitada.

Misión

Servicartón Cía. Ltda., es una organización aplicada a complacer las necesidades de nuestros clientes mediante la producción y comercialización de productos provenientes del cartón, con una atención rápida y eficaz que nos caracteriza, igualmente, de la alta calidad en nuestros diversos productos que nos permite ser competitivos en el todo mercado nacional.

Visión

Ser la organización líder en la comercialización de productos provenientes del cartón y micro cartón dentro de la zona 3 del Ecuador, destacando la conservación del medio ambiente y mostrando el nivel productor del país.

Valores


- Somos íntegros y honestos: Los integrantes de la organización son razonables, decentes, recatados, y justos con sus colegas y diferentes clientes.

- Se reverencia a nuestros socios, los miembros de la empresa, clientes y proveedores: Servicartón Cía. Ltda. se sujeta al compromiso de amabilidad y afabilidad con todos nuestros trabajadores.
- Se aprecia el trabajo que hace cada miembro de Servicartón Cía. Ltda.
- Se defiende el medio ambiente: Servicartón Cía. Ltda. recicla el material empleado.
- Se perfecciona la calidad de nuestros productos para ser relevantes: Día a día Servicartón Cía. Ltda. busca ser la mejor en la elaboración de sus productos.
- Conservar el entusiasmo por lo que realizamos.

Ubicación de la empresa

La empresa Servicartón Cía. Ltda. se ubica en la ciudad de Ambato, provincia de Tungurahua, ubicada en la parroquia de Huachi Chico, barrio la Esperanza, en las calles Ramón Salazar y Julio Zaldumbide, como se puede ver en la tabla 10.

Tabla 10. Ubicación de la empresa

Vista Google Maps	
	
Actividad:	Fabricación de cajas de cartón corrugado y micro corrugado
Representante legal:	Dr. Fernando Núñez
Dirección:	Huachi Chico la Esperanza Ramon Salazar Carrera y Julio Zaldumbide
Coordenadas:	-1.2812000714096317, -78.63346186236978

Organigrama

La estructura organizacional de Servicartón Cía. Ltda., como se puede apreciar en la figura 8 es de tipo funcional donde todas las decisiones son tomadas por la junta de socios de la empresa y con la ayuda de la gerencia general y los diferentes departamentos que contribuyen al cumplimiento de los objetivos empresariales.

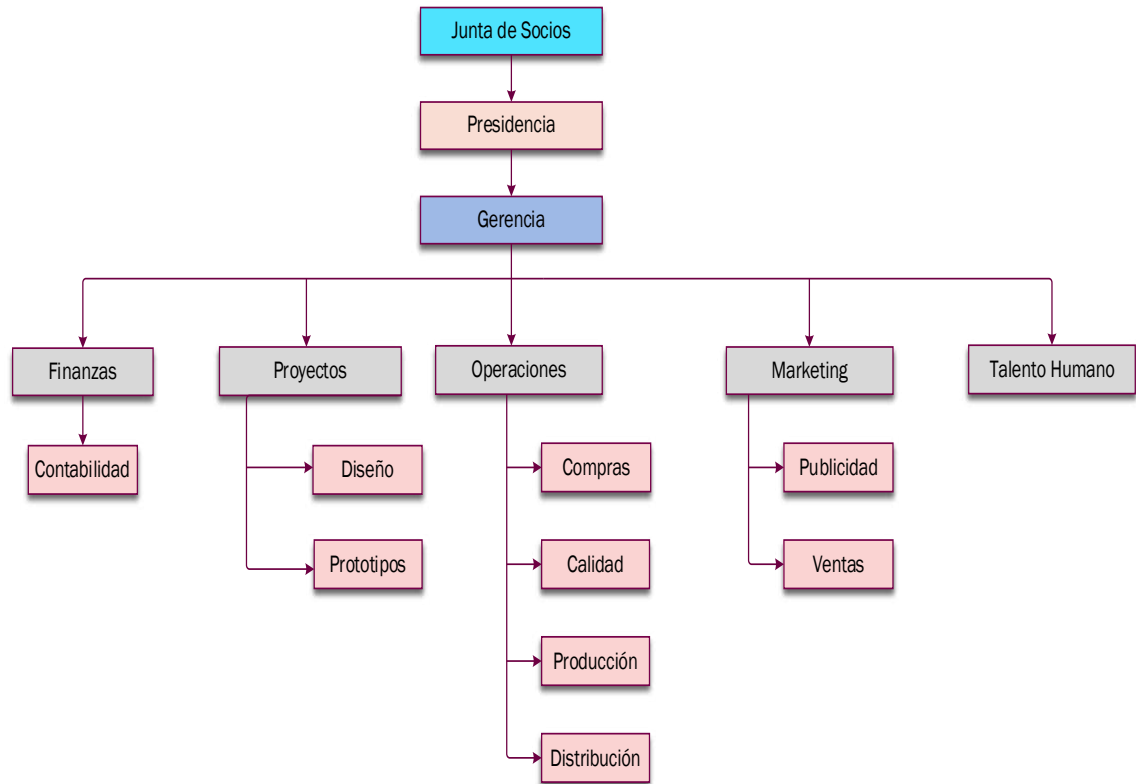


Figura 8. Organigrama de la empresa Servicartón Cía. Ltda.

Áreas de producción

Reconocimiento de las áreas de producción

A través de la observación directa se consideró el proceso productivo completo para la fabricación de cajas de cartón corrugado, donde se lleva a cabo una serie de procesos secuenciales, los cuales se detallan a continuación:

Proceso de corte

Se inicia con el traslado de la bobina de papel blanco desde la bodega hasta la máquina de corte de papel. Continuando se monta la bobina y se realizan correcciones del dimensionamiento a las especificaciones elegidas por el cliente. El operador se dirige

hacia el puesto de control y empieza el ajuste y especifica las dimensiones para la operación de la máquina de corte. Luego de un tiempo determinado, el operador se dirige hacia el final de la máquina de corte y empieza apilar los productos cortados de papel blanco. En la figura 9 se observa la máquina de corte automática de hojas Modelo Speedcut-1400.



Figura 9. Proceso de corte

Proceso de corte y corrugado

Se traslada la bobina de papel kraft desde la bodega de materia prima con la ayuda de un montacargas en dirección al área de corrugado y se monta en la máquina, incorporado con la bobina de papel blanco. Se realizan las correcciones del dimensionamiento a las especificaciones elegidas por el cliente. Luego el operador se dirige al puesto de control e inicia la operación. Así mismo la persona que está operando la máquina corrugadora se desplaza al final de la máquina y empieza apilar el papel corrugado en el área de impresión. En la figura 10 se observa la máquina corrugadora de alta velocidad SF-405C.



Figura 10. Proceso de corte y corrugado

Proceso de impresión

Se receipta el producto del área de corte, se carga el material a la máquina de impresión de forma que el papel blanco permanezca apilado. El operador se desplaza al lugar de almacenaje de las placas de impresión y elige la placa correspondiente a las especificaciones del cliente. A continuación se traslada hacia las estaciones de tinta de la máquina de impresión y coloca la placa elegida. El operador se dirige al puesto de control de la máquina de impresión y se inicia el proceso y luego vuelve a trasladarse al final de la estación y espera las primeras unidades terminadas donde elige una muestra y lo lleva al puesto de control de calidad y examina la muestra comparando cada unidad. Mientras la máquina de impresión está trabajando, el operador se moviliza con el montacargas hasta el final de la estación y monta el lote terminado para llevarlo al área de laminado, donde se descarga. En la figura 11 se observa la máquina de impresión Heidelberg Speedmaster SM 74-4 de 4 colores.



Figura 11. Proceso de impresión

Proceso de Guillotina

El operador recibe la lámina de papel blanco impreso desde el área de impresión y mide las dimensiones que deben establecerse para ingresar al área de laminado. Si las dimensiones están erróneas, el material es llevado hacia la máquina de guillotina, luego toma un modelo y lo ingresa para tener una guía del dimensionamiento correcto que debe cortar. Allí el operador apila en la mesa e ingresa hacia la cuchilla y acciona la máquina, la cual corta todo el lote de producción. En la figura 12 se observa la máquina.



Figura 12. Proceso de guillotina

Proceso de laminado

El operador monta el producto impreso en la máquina de laminado, mientras que otro operador traslada el montacargas y recoge el producto corrugado y lo transporta al área de laminado. Se monta en la máquina laminadora junto con el producto impreso y el primer operador se dirige al área de control de la máquina de laminado e inicia la operación. El fin del proceso es unir el papel blanco y el papel kraft corrugado. Al terminar la operación, el operador apila los pliegos laminados y empieza a montar los pliegos en el montacargas para trasladarlo al área de troquelado. En la figura 13 se observa la máquina.



Figura 13. Proceso de laminado

Proceso de troquelado

Se descargan los pliegos de cartón laminados y se montan en la máquina de troquelado. Se elige el troquel dependiendo de las especificaciones del cliente y se coloca en la máquina. El operador se traslada al puesto de control de la máquina de troquelado e inicia la operación. En la mitad del proceso, el operador realiza un control de calidad y observa que el producto troquelado esté en óptimas condiciones. Al finalizar la

operación de la maquinaria, el operador traslada el montacargas y lo transporta al final de la operación de troquelado y carga el producto terminado para llevarlo al área de almacenamiento y bodega. En la figura 14 se observa la máquina.



Figura 14. Proceso de troquelado

Proceso de empacado

Se descarga el producto y se cuenta unidad por unidad hasta completar 100 unidades. Luego el operador enrolla con plástico stretch. Otro operario se encarga de llevar los pallets del producto terminado hacia la bodega. En la figura 15 se observa el área de empacado.







Figura 15. Proceso de empacado

3.1.2 Descripción de los productos

La empresa Servicartón Cía. Ltda. se dedica a la fabricación y comercialización de cajas de cartón corrugado y microcorrugado, la cual ofrece al mercado una diversidad de productos de alta calidad. Cabe destacar que el producto seleccionado para el estudio es la caja de cartón de pizza, esto se establece a través de una entrevista no estructurada al jefe de producción que declara que es el artículo que más se fabrica en la empresa en virtud a la demanda del mercado, mientras que los otros productos son

elaborados según la temporada del año. En la tabla 11 se detallan los productos que ofrece la empresa Servicartón Cía. Ltda.

Tabla 11. Productos de Servicartón Cía. Ltda.

Servicartón Cía. Ltda.		
Producto	Descripción	Figura
Cartón de pizza	Las cajas de pizza se utilizan para el almacenamiento y traslado del proveedor al cliente. Su material es el cartón corrugado, pueden tolerar temperaturas altas y separar la pizza para aumentar la conservación del calor.	
Cartón de calzado	Su material está combinado por diversas capas de cartón. Las cajas de calzado están hechas para almacenar el material y separar ante posibles manchas y no perder su calidad al adquirirlo por parte del cliente.	
Cartón de frutas	Elaborado de cartón corrugado, proporcionada con bandejas con huellas comunes. Los productos están fabricados para satisfacer con los requisitos de la cadena de suministro, con ello asegurar que sus productos arriben en condiciones excelentes.	
Cartón de navidad	La caja de lote de navidad para almacenar diversos productos es elaborada con cartón ondulado y con una impresión conforme a las festividades navideñas	
Cintas embale	La cinta de embalaje es un producto que se adquiere por medio de proveedores, la cual se pone a reventa por parte de la empresa.	
Papel envoltura	El papel para envoltura se elabora con papel cartón blanco y su función es de protección de algún daño externo, y como decorativo, también facilita su manejo, transporte y almacenamiento.	




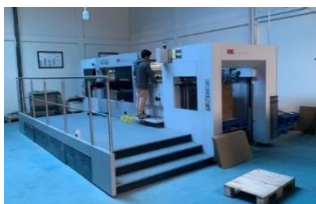



Actividades para la fabricación de las cajas de cartón

La empresa Servicartón Cía. Ltda. para la elaboración de cajas de cartón corrugado sigue diferentes actividades para su fabricación, en la tabla 12 se definen las áreas y sus tareas a realizar.

Tabla 12. Actividades para la fabricación de cajas de cartón

Procesos	Imágenes	Actividad
Bodega		Recepción de bobinas de papel blanco y kraft.
Bodega		Trasporte de las bobinas de papel hacia el área de corrugado.
Corte		Ingresa a la máquina de corte y se programa según la orden de producción.
Corte y corrugado		Montar las bobinas de papel kraft en ambos lados de la máquina e iniciar el proceso de corrugado.
Corte y corrugado		Apilar los cortes de papel cartón corrugado y los cortes de papel blanco.
Impresión		Trasladar las láminas de papel blanco al área de impresión.
Impresión		Ingresar las láminas de papel blanco a la máquina de impresión e iniciar el proceso.
Guillotina		Cortar el sobredimensionamiento de las láminas impresas.

Tabla 12. Actividades para la fabricación de cajas de cartón (continuación)

Procesos	Imágenes	Actividad
Impresión		Realizar pruebas de control de calidad con toma de muestras aleatorias y trasladar las láminas de papel blanco impreso al área de laminado.
Laminado		Ingresa a la máquina laminadora las láminas de papel cartón corrugado y las láminas de papel blanco impresas e iniciar el proceso.
Laminado		Apilar las láminas de cartón impreso laminado y trasladar al área de troquelado.
Troquelado		Ingresa las láminas de cartón impreso a la máquina de troquelado e iniciar el proceso.
Troquelado		Aplicar las láminas de cartón troqueladas y transportar al área de finalizado.
Troquelado		Embalar las láminas de cartón y trasladar al área de bodega.
Bodega		Apilar las láminas de cartón envueltas.

Levantamiento de proceso

Para la elaboración de una caja de cartón corrugada, la empresa Servicartón Cía. Ltda. debe realizar una serie de actividades de forma asincrónica entre las diferentes áreas de la empresa. En la figura 16 se describe los pasos a seguir.

Flujograma de procesos

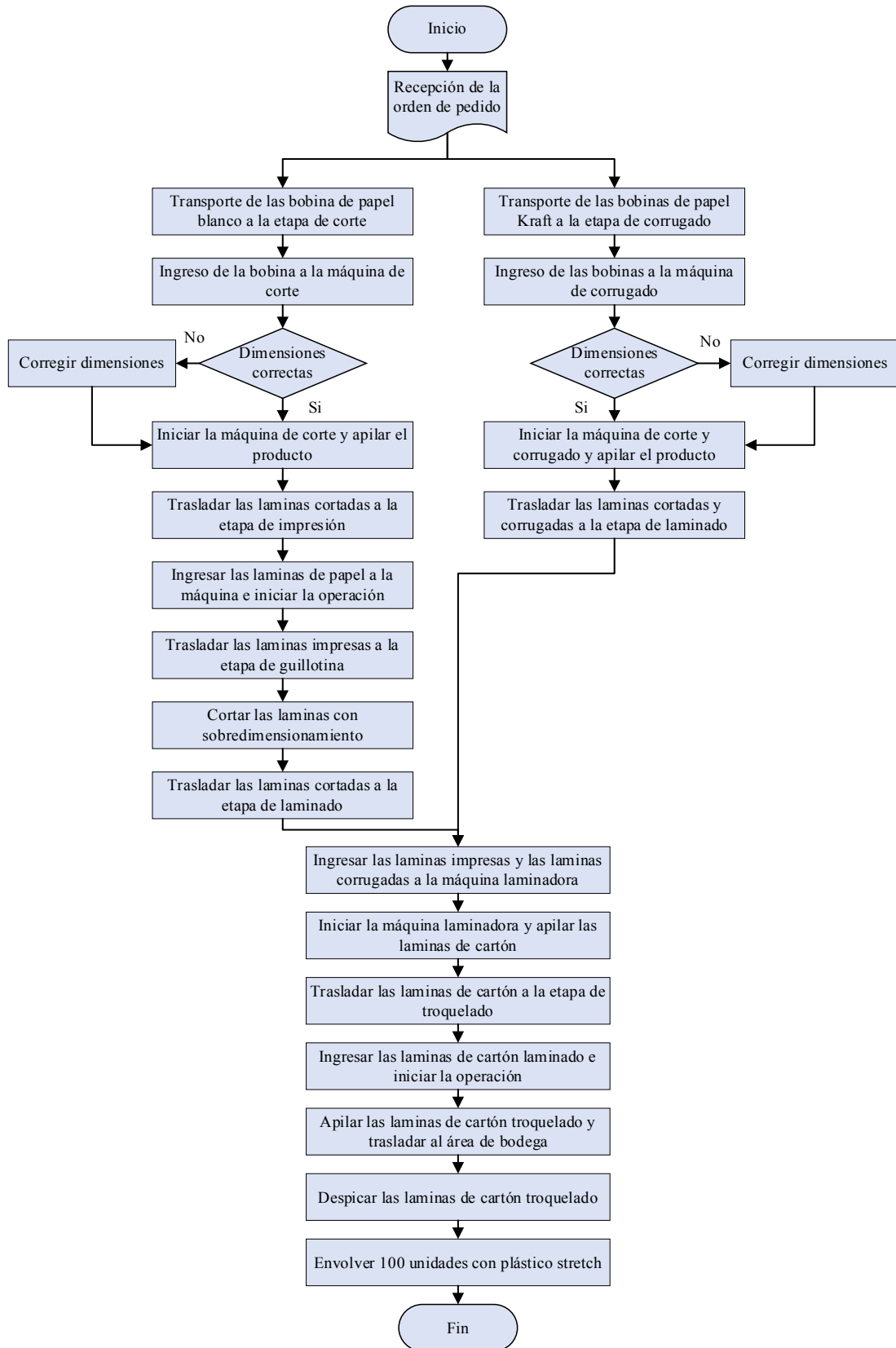


Figura 16. Flujograma de procesos

Descripción de los procesos

En la tabla 13 a la tabla 19, se describe la información de los procesos para la fabricación de láminas de cartón en la empresa Servicartón Cía. Ltda. El formato para la descripción de los procesos se refleja en el Anexo 2.

Tabla 13. Descripción del proceso de corte

Hoja de descripción de procesos			
Área:	Producción		
Nombre del proceso:	Proceso de corte		
Responsable:	Jefe de producción		
Codificación:	DP-PC1		
Recursos			
Humanos	X	Materiales	X
Maquinaria	X		
Proveedores	Proceso		Clientes
Empresas productoras de papel, embalajes, tintas, pegamentos.	<ul style="list-style-type: none"> - Revisar orden de producción y montar la bobina en la máquina cortadora. - Ajustar cuchillas según las especificaciones que se requiera y poner en marcha la máquina. - Cortar 20 primeras unidades. - Enviar a cortar el lote. - Constatar calidad de los productos. - Apilar pliegos de papel. - Trasladar los pliegos cortados al área de impresión. 		Proceso de impresión.
Entradas	Objetivo		Salidas
Bobinas de papel blanco	Cortar las bobinas de papel en pliegos acorde a las dimensiones especificadas en la orden de producción.		Papel cortado en pliegos.
Indicadores	Controles		Desperdicios
No posee	<ul style="list-style-type: none"> - Verificar si la máquina se encuentra en las medidas correspondientes. - Verificar que las cuchillas se encuentren afiladas y en buen estado. 		<ul style="list-style-type: none"> - 10 mm de papel blanco desde la esquina de registro. - 20 láminas que no obedecen las especificaciones.

Tabla 14. Descripción del proceso de corte y corrugado

Hoja de descripción de procesos			
Área:	Producción		
Nombre del proceso:	Proceso de corte y corrugado		
Responsable:	Jefe de producción		
Codificación:	DP-PCR1		
Recursos			
Humanos	X	Maquinaria	X
Tecnológicos	X	Materiales	X
Proveedores	Proceso		Clientes
Proceso de corte.	<ul style="list-style-type: none"> - Montar bobinas de papel kraft en la máquina. - Llenar los contenedores de pegante. - Comprobar que la temperatura del rodillo corrugador sea la indicada. - Calibrar las cuchillas según las dimensiones establecidas por la orden de producción. - Enviar 20 unidades de prueba. - Enviar a cortar y corrugar el lote. - Comprobar la calidad de los productos. - Almacenar el producto para que seque completamente. - Trasladar papel cortado y corrugado hasta el área de laminado. 		Proceso de laminado.
Entradas	Objetivo		Salidas
Bobinas de papel kraft.	Ensamblar la lámina corrugada con el papel liso, empezando por el corrugado del papel para luego laminarlo con la tercera capa.		Cartón corrugado y cortado.
Indicadores	Controles		Desperdicios
No posee	<ul style="list-style-type: none"> - Verificar si la máquina se encuentra en las medidas correspondientes al lote a cortar. - Verificar que las cuchillas se encuentren afiladas y en buen estado. 		<ul style="list-style-type: none"> - 10 mm de papel blanco desde la esquina de registro. - 20 láminas que no obedecen especificaciones.

Tabla 15. Descripción del proceso de impresión

Hoja de descripción de procesos			
Área:	Producción		
Nombre del proceso:	Proceso de impresión		
Responsable:	Jefe de producción		
Codificación:	DP-PI1		
Recursos			
Humanos	X	Maquinaria	X
Tecnológicos	X	Materiales	X
Proveedores	Proceso		Clientes
Proceso de corte.	<ul style="list-style-type: none"> - Escoger la placa de impresión correspondiente. - Colocar las plantillas de impresión en la máquina. - Poner tintas en los cartuchos de la máquina. - Cargar pliegos de papel blanco a la máquina de impresión y accionarla. - Enviar 20 unidades de prueba. - Enviar el lote completo. - Validar la calidad de los productos. - Apilar el papel blanco impreso. - Trasladar papel blanco impreso al área de guillotina (caso fortuito). - Trasladar el papel blanco impreso al área de laminado. 		Proceso de laminado.
Entradas	Objetivo		Salidas
Pliegos de papel blanco.	Plasmear el diseño en la lámina de papel de acuerdo con el modelo proporcionado por el cliente.		Papel impreso.
Indicadores	Controles		Desperdicios
No posee	<ul style="list-style-type: none"> - Efectuar manualmente el llenado de tinta en los cartuchos. - Revisar que las placas de impresión estén bien colocadas. - Verificar los niveles de tinta de los cartuchos de impresión. 		<ul style="list-style-type: none"> - 20 láminas de prueba para corregir defectos. - Papel mal impreso.

Tabla 16. Descripción del proceso de guillotina

Hoja de descripción de procesos			
Área:	Producción		
Nombre del proceso:	Proceso de guillotina		
Responsable:	Jefe de producción		
Codificación:	DP-PG1		
Recursos			
Humanos	X	Materiales	X
Tecnológicos	X	Maquinaria	X
Proveedores	Proceso		Clientes
Proceso de impresión y proceso de corte.	<ul style="list-style-type: none"> - Trasladar el cartón cortado e impreso a la máquina guillotina. - Colocar el modelo que tiene las especificaciones requeridas. - Apilar el lote de producción en la máquina. - Programar la guillotina a las especificaciones del modelo referencial. - Accionar la máquina. - Trasladar el papel cortado al área de laminado. 		Proceso de Laminado.
Entradas	Objetivo		Salidas
Lamina cortada.	Ensamblar la lámina cortada con el cartón corrugado.		Cartón cortado.
Indicadores	Controles		Desperdicios
No posee	<ul style="list-style-type: none"> - El material debe estar igualado a partir de la esquina de registro. - Seleccionar el modelo que cumpla las especificaciones. - Programar la máquina. 		- Resto de papel cortado.

Tabla 17. Descripción del proceso de laminado

Hoja de descripción de procesos			
Área:	Producción		
Nombre del proceso:	Proceso de laminado		
Responsable:	Jefe de producción		
Codificación:	DP-PL1		
Recursos			
Humanos	X	Materiales	X
Tecnológicos	X	Maquinaria	X
Proveedores	Proceso		Clientes
Proceso de impresión, proceso de corrugado y corte.	<ul style="list-style-type: none"> - Trasladar el papel cartón corrugado al área de laminado. - Trasladar el papel impreso al área de laminado. - Colocar cartón corrugado en máquina laminadora. - Colocar papel impreso en máquina laminadora. - Poner pegante en los contenedores. - Enviar 20 unidades de prueba. - Enviar el lote completo. - Comprobar la calidad de los productos. - Apilar cartón laminado. - Trasladar el producto a bodega temporal. - Almacenar el cartón para que extraiga correctamente la humedad. 		Proceso de Troquelado.
Entradas	Objetivo		Salidas
Lamina impresa, papel corrugado ensamblado.	Ensamblar la lámina impresa con el cartón corrugado.		Cartón laminado.
Indicadores	Controles		Desperdicios
No posee	<ul style="list-style-type: none"> - El material debe estar igualado a partir de la esquina de registro. - Comprobar que el depósito de pegante este completo. - La temperatura debe estar entre 177°C y 185°C. - Secar entre 5 a 6 horas el producto. 		<ul style="list-style-type: none"> - 20 láminas de prueba para corregir defectos. - 10 mm de papel blanco desde la esquina de registro.

Tabla 18. Descripción del proceso de troquelado

Hoja de descripción de procesos			
Área:	Producción		
Nombre del proceso:	Proceso de troquelado		
Responsable:	Jefe de producción		
Codificación	DP-PT1		
Recursos			
Humanos	X	Maquinaria	X
Materiales	X	Tecnológicos	
Proveedores	Proceso		Clientes
Proceso de laminado Final.	<ul style="list-style-type: none"> - Colocar el producto laminado en la máquina troqueladora. - Colocar plantilla de troquel escogida por especificaciones de orden de producción. - Verificar que la presión a la que trabaja máquina troqueladora sea la correcta. - Comprobar el estado de las cuchillas y arrancar la máquina. - Enviar 20 unidades de prueba. - Enviar el lote completo. - Comprobar la calidad de los productos. - Apilar el cartón troquelado. - Eliminar restos de cartón. - Trasladar el producto al área de empaçado. 		Proceso de empaçado.
Entradas	Objetivo		Salidas
Cartón laminado.	Cortar y moldear el cartón acorde a la plantilla seleccionada con el fin de que la caja pueda plegarse con facilidad.		Cartón troquelado
Indicadores	Controles		Desperdicios
No posee	<ul style="list-style-type: none"> - Ingresar el troquel manualmente. - Cuadrar el troquel a partir de la esquina de registro. - Comprobar si la presión de la máquina sea correspondiente a 118 psi. 		Despicar cada unidad troquelada.







Tabla 19. Descripción del proceso de empackado

Hoja de descripción de procesos				
Área:		Producción		
Nombre del proceso:		Proceso de empackado		
Responsable:		Operario de bodega		
Codificación		DP-PE1		
Recursos				
Humanos	X	Maquinaria		
Materiales	X	Tecnológico		
Proveedores		Proceso		Clientes
Proceso de troquelado.		<ul style="list-style-type: none"> - Trasladar el producto terminado al área de bodega. - Formar columnas de los productos. - Empacar 100 unidades del producto apilado con plástico stretch. - Poner etiqueta del producto. - Apilar y almacenar en el área de bodega. 		Proceso de entrega de producto final.
Entradas		Objetivo		Salidas
Cartón troquelado.		Formar paquetes del producto terminado y embalarlo para facilitar su transporte.		Cartón empackado.
Indicadores		Controles		Desperdicios
No posee		<ul style="list-style-type: none"> - Verificar si se encuentran 100 láminas de cartón envueltas. 		Ninguno

Cadena de suministros en la empresa Servicartón Cía. Ltda.

En la tabla 20 se observa la cadena de abastecimiento que se maneja en la empresa Servicartón Cía. Ltda. empezando desde los proveedores y finalizando en los clientes.

Tabla 20. Diagrama de la cadena de suministros

Proveedores 	Ventas y facturas 	Producción 	Almacenamiento 	Transporte y distribución 	Cliente 
Orden de compras	Pedido de ventas	Orden de pedido	Bodega	Transporte	Clientes mayoritarios
<ul style="list-style-type: none"> - Papel kraft - Papel blanco - Plástico stretch - Goma en polvo - Tintas para una imprenta offset - Sunchos de metal 	Recepción del pedido	<ul style="list-style-type: none"> - Corte - Corte y corrugado - Impresión - Guillotina - Laminado - Troquelado - Empacado 	Almacenamiento de cajas de cartón corrugadas	Flota propia	<ul style="list-style-type: none"> - Pizzería la Cigarra - Pizzería Anthony
	Facturación			Distribución	Clientes minoritarios
	Facturación del pedido			Flotas comerciales	- Giuseppe's Pizza

Proveedores

Todo empieza desde la orden de compra por parte del departamento de compras, la cual se encarga de adquirir la materia prima que se utiliza para la elaboración de las láminas de cartón corrugado. El papel kraft es proveniente mediante importación, la fábrica que se dedica a la elaboración de las bobinas de papel kraft se llama Smurfit Kappa que se encuentra en el país de Alemania, así mismo el papel blanco proviene del mismo país, pero de una fábrica distinta que se denomina Schoellershammer que fabrica las bobinas de papel blanco. Las tintas para la impresora son adquiridas de la compañía Graphicsource C.A., y esta fábrica se encuentra en la ciudad de Quito. Los demás materiales como son el plástico stretch, la goma en polvo y los sunchos son provenientes de industrias locales que por su cantidad de uso no representan un material que exija un nivel de calidad óptimo.

Ventas y facturas

Los pedidos de ventas son receptados por el departamento de ventas, con ello se realiza la facturación respectiva al cliente. También verifica la cantidad requerida y las especificaciones que debe tener la lámina de cartón. Una vez aprobado el pedido, inmediatamente ingresa al departamento de producción.

Producción

El proceso inicia desde el pedido realizado por el cliente. La primera operación es seleccionar la materia prima (papel) que se encuentra en el área de bodega. Luego se traslada el material al área de corte donde el operario monta la bobina de papel y dirige manualmente la lámina por las poleas de la máquina hasta ingresar a la máquina de corte, allí se ajustan las poleas para poder ser sujetadas. El operador programa la máquina según la orden de producción y empieza la operación. Al terminar, el operario se dirige por el montacargas para cargar el material cortado y trasladar al área de impresión. En el área de impresión se ingresa el material cortado a la impresora para iniciar la operación donde previamente el operador monta las placas de impresión correspondientes y carga las tintas en los cartuchos. Al finalizar la operación, las láminas impresas son trasladadas al área de guillotina y allí se corta la lámina de cartón blanco si presentara sobredimensionamiento. En el proceso de corrugado el operario

realiza los mismos pasos que sigue para el proceso de corte pero el material cambia, en este caso se montan la bobina de papel kraft e inicia la operación. Al finalizar el operario carga el material corrugado para trasladarlo hacia el área de laminado. Aquí se monta las láminas corrugadas y las láminas cortadas e impresas e inicia la operación. Finalmente se envía el producto laminado al área de troquelado donde el operador previamente elige el troquel que se empleara, en este paso el operario configura la máquina e inicia la operación. En el transcurso del trabajo de la máquina se controla la presión de corte de las cuchillas y si se presentara un error en una lámina, se retira del proceso. Continuando con el proceso, el producto terminado se embala en 100 unidades con plástico stretch en el área de bodega, luego es transportado y almacenado en las bodegas hasta su comercialización.

Almacenamiento

El almacenamiento del producto terminado es en las bodegas de la empresa. Aquí se etiqueta de forma manual las especificaciones técnicas, las láminas de cartón corrugado y espera la orden de pedido para ser transportados a los diferentes negocios de encomiendas de la ciudad de Ambato.

Transporte y distribución

El transporte se realiza con flotas propias, el producto terminado es embarcado en los camiones de la empresa y son transportados hacia las empresas de encomiendas de la ciudad. La distribución se encarga externamente por parte de las empresas nombradas. También se aplica la entrega de forma personal con el cliente, donde este se acerca a las oficinas administrativas y realiza el pedido. Este caso se realiza cuando la venta es al por menor.

Clientes

Los clientes más importantes para la empresa Servicartón Cía. Ltda. a nivel local para el producto de las láminas de cartón corrugados para sector alimenticio, es la pizzería Anthony y la pizzería la Cigarra, siendo ellos los clientes mayoritarios. También existen diferentes clientes minoritarios como es la pizzería Giuseppe's y personas naturales que adquieren cajas de pizza genéricas que sirven para almacenar el producto final que son las pizzas.

Características de la maquinaria

En la tabla 21 se presenta las máquinas que se encuentran integradas en el proceso de producción de láminas de cartón corrugado y micro corrugado, detallando el nombre de la máquina y las características técnicas para luego conocer el consumo energético en condiciones de inactividad.

Tabla 21. Características de las máquinas







Proceso	Máquina	Características técnicas	Imagen
Proceso de corte	Máquina de corte	<ul style="list-style-type: none"> • Precisión de ajuste ± 0.5 mm • Diámetro máximo de rollo 1800 mm • Voltaje 380 V • Potencia 60 kW 	
Proceso de corte y corrugado	Máquina Corrugada	<ul style="list-style-type: none"> • Velocidad de producción máxima 350 m/min • Energía: Vapor. • Voltaje: 380 Volts , trifásico • Potencia 50 kW • Frecuencia de corriente 50/60 Hz 	

Tabla 21. Características de las máquinas (continuación)

Proceso	Máquina	Características técnicas	Imagen
Proceso de impresión	Máquina Impresora	<ul style="list-style-type: none"> • Fuente de alimentación Monofásica 220V • Frecuencia de corriente 50/60 Hz • Potencia instalada: 60 kW • Motor 3.2kw 	
Proceso de guillotina	Máquina de Guillotina	<ul style="list-style-type: none"> • Fuente de alimentación de 380 V • Amperaje de 22,7 • Altura de pila: 130mm • Potencia 5,3 kW 	
Proceso de laminado	Máquina Laminadora	<ul style="list-style-type: none"> • Máxima velocidad 8000 (Piezas/hora) • Potencia 50 kW • Voltaje 380V 	
Proceso de troquelado	Máquina de Troquelado	<ul style="list-style-type: none"> • Voltaje 380 V • Potencia instalada: 60 kW • Elevación de la máquina para el procesamiento de pilas de pallets de hasta 1.690 mm 	

Consumo energético

Para conocer el consumo de energía en condiciones de inactividad se debe indicar la potencia de la máquina y el tiempo de cada actividad donde la máquina pasa encendida pero no en operación, para encontrar la energía consumida en una jornada laboral. Esto se describen en la tabla 23. El formato se encuentra en el Anexo 3. El tiempo fue cronometrado en condiciones normales de trabajo, la fórmula para conocer el consumo de energía es: potencia por tiempo de inactividad de la máquina y el número de unidades del lote es 5000 láminas de cartón terminado.

Para tomar los tiempos se utilizó el instrumento de medida denominado cronómetro digital ELICROM-PS532, sus especificaciones técnicas y calibración se encuentra en el Anexo 4. Las características técnicas se especifican en la tabla 22.

Tabla 22. Características técnicas del instrumento

Nombre del instrumento	Características técnicas
Cronómetro digital ELICROM-PS532	<ul style="list-style-type: none">• Cronómetro: 9 horas, 59 min, 59 seg. Máximas.• Control de velocidad: 7 frecuencias de pulso.• Peso: 50 g
Imagen	
	

Tabla 23. Consumo de energía por proceso del área productiva

Proceso	Potencia	Tiempo de uso en condiciones de máquina parada		Consumo de energía por lote de producción (kW*h)	Consumo de energía por producción al día (kW*día)
		Actividad	t (s)		
Corte	60 kW	Actividad	t (s)	11,083	88,667
		Carga la bobina de papel	210		
		Enviar por las bandas de la máquina	40		
		Ajuste del pallet de salida de las láminas	130		
		Ajuste de calibración	23		
		Movimientos del operario	140		
		Medir una muestra de las primeras láminas	122		
		Total	665		
Corte y corrugado	50 kW	Actividad	t (s)	13,333	106,667
		Carga la bobina de papel kraft	223		
		Carga la bobina de papel blanco	245		
		Enviar por las bandas de la máquina	134		
		Ajuste de calibración	100		
		Movimientos del operario	70		
		Ajuste del pallet de salida de las láminas	30		
		Medir una muestra de las primeras láminas	158		
		Total	960		
Impresión	60 kW	Actividad	t (s)	10,283	82,266
		Llenar con tinta los cartuchos	130		
		Ingresar la lámina modelo	64		
		Colocar lote en el pallet	52		
		Subir el pallet de entrada	81		
		Movimientos del operario	113		
		Medir una muestra de las primeras láminas	147		
		Ajuste del pallet de salida de las láminas	30		
		Total	617		

Tabla 23. Consumo de energía por proceso del área productiva (continuación)

Proceso	Potencia	Tiempo de uso en condiciones de máquina parada		Consumo de energía por lote de producción (kW*h)	Consumo de energía por producción al día (kW*día)
		Actividad	t (s)		
Guillotina	5.3 kW	Colocar lote en la máquina	50	0,340	2,72
		Programa la máquina	35		
		Ajusta las cuchillas	96		
		Movimientos del operario	50		
		Total	231		
Laminado	50 kW	Colocar lote en el pallet	134	14,083	112,667
		Subir el pallet de entrada	86		
		Ajustes del pallet según altura del lote	370		
		Ajuste de calibración	256		
		Movimientos del operario	168		
		Total	1014		
Troquelado	60 kW	Colocar lote en el pallet	156	20,983	167,866
		Subir el pallet de entrada	78		
		Ajuste de calibración	160		
		Movimientos del operario	130		
		Medir una muestra de las primeras láminas	180		
		Ajuste del pallet de salida de las láminas	300		
		Correcciones del troquel	255		
		Total	1259		

El consumo de energía por cada etapa productiva de la empresa Servicartón Cía. Ltda. se determina mediante la potencia de la máquina y el tiempo de funcionamiento en condiciones de máquina parada en una jornada de trabajo. Esto se determinó tomando el tiempo las actividades que se realizan cuando la máquina se encuentra encendida, pero no en operación en el transcurso de una hora de trabajo. En la etapa de corte la máquina funciona con 60 kW de potencia instalada y el tiempo de las actividades son de 665 segundos, dando un consumo de energía de 11,083 kW en una hora y 88,667 kW por jornada. En la etapa de corte y corrugado la máquina funciona con una potencia de 50 kW y el tiempo de las actividades son de 960 segundos, dando un consumo de energía de 13,333 kW por hora y 106,667 kW por jornada. En la etapa de impresión la máquina tiene una potencia de 60 kW y el tiempo de las actividades son 617 segundos, dando un consumo de energía de 10,283 kW por hora y 82,266 kW por jornada. En la etapa de guillotina la máquina tiene una potencia de 5,3 kW y el tiempo de las actividades son de 231 segundos, dando un consumo de energía de 0,340 kW en una hora y 2,730 kW por jornada de trabajo. En la etapa de laminado la máquina funciona con una potencia de 50 kW y el tiempo por actividades es de 1014 segundos, dando un consumo de energía de 14,083 kW en una hora y 112,667 kW por jornada y en la etapa de troquelado la máquina funciona con una potencia de 60 kW y el tiempo por actividades es de 1259 segundos, dando un consumo de energía de 20,983 kW en una hora y 167,866 kW en una jornada de trabajo.

Peso de los residuos por procesos

Para conocer el peso de los residuos de cada proceso productivo se debe aplicar la fórmula de muestreo para conocer el tamaño a tomar en consideración:

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

Donde:

- Tamaño de la población **N**= 5000 unidades correspondientes al lote de producción.
- Parámetro de confianza **Z**= 95%=1,96
- Error de estimación **e**= 10%
- Probabilidad que ocurra el evento **p**= 50%
- Probabilidad que no ocurra el evento **q**= 50%


$$n = \frac{5000 * 1,96^2 * 0,50 * 0,50}{0,10^2 * (5000 - 1) + 1,96^2 * 0,50 * 0,50}$$

$$n = 100 \text{ unidades}$$

Las dimensiones de la caja de cartón de pizza es 880 x 580 milímetros.

Con estas variables podemos encontrar la variable 4 que es el peso de los residuos del lote de producción, esta variable se presenta como un indicador. El pesado se realizó con la ayuda de una balanza digital que tiene las diferentes características técnicas que se presentan en la tabla 24. Cabe recalcar que se utilizó un soporte para que la medida sea lo más exacta. Este soporte su peso es de 3,10 kg.

Tabla 24. Características técnicas del instrumento balanza digital

Nombre del instrumento	Características técnicas
Balanza Industrial TCS 500 kg Digital con Plataforma	<ul style="list-style-type: none"> • Peso máximo: 100 kg • Peso mínimo: 1 kg • Voltaje : 110 V • Graduación: 50 gr • Potencia nominal: 10 VA • Funciona con Batería 4V
Imagen	
	

Se considera el tamaño de la muestra que es de 100 unidades, por ende el peso tomado será de la misma cantidad, la cual se muestra en la tabla 25.

Tabla 25. Residuos por lote en cada proceso







Proceso	Actividades que generan desperdicio	Peso de los residuos generados según la muestra (kg/lote)	Imagen agregado el peso del soporte
Corte	<ul style="list-style-type: none"> • Ingresar el papel blanco por las bandas de la máquina. • Correcciones de las cuchillas. • Primeras láminas de prueba de dimensionamiento. 	3,85	
Corte y corrugado	<ul style="list-style-type: none"> • Ingresar el papel blanco por las bandas de la máquina. • Ingresar el papel kraft por las bandas de la máquina. • Primeras láminas de prueba de dimensionamiento. 	5,85	
Impresión	Primeras láminas de pruebas.	3,85	
Guillotina	Corte del sobredimensionamiento.	0,50	
Laminado	<ul style="list-style-type: none"> • Ajustes de presión para el pegado de las láminas de cartón. • Primeras láminas de prueba. 	48,50	

Tabla 25. Residuos por lote en cada proceso (continuación)

Proceso	Actividades que generan desperdicio	Peso de los residuos generados según la muestra (kg/lote)	Imagen agregado el peso del soporte
Troquelado	<ul style="list-style-type: none"> • Ajuste de troquel. • Primeras láminas de prueba. Ajuste de cuchillas.	105,00	

En la tabla 25 se mide el peso de los residuos generados en el área productiva para la elaboración de láminas de cartón corrugado con la ayuda de una balanza industrial modelo TCS de 500 kg. También se describen las actividades de cada etapa productiva la cual generan residuo y esta se describe a continuación por cada proceso. Cabe mencionar que el peso fue tomado de un total de 100 unidades.

Proceso de corte

Las actividades que generan desperdicio en el proceso de corte comienzan por el ingreso del papel blanco por las bandas de la máquina, correcciones de las cuchillas y las primeras láminas de prueba para correcciones de dimensionamiento, El peso de los residuos es de 3,85 kg/lote.

Proceso de corte y corrugado

Las actividades que generan desperdicio en el proceso de corrugado comienzan desde el ingreso de papel blanco y kraft por las bandas de la máquina y las primeras láminas puestas a prueba de dimensionamiento. El peso de estos residuos es de 5,85 kg/lote.

Proceso de impresión

Las actividades que generan desperdicio en el proceso de impresión son las primeras láminas de prueba para equilibrar los niveles de los cartuchos de la máquina. El peso de los residuos es de 3,85 kg/lote.

Proceso de guillotina

Las actividades que generan desperdicio en el proceso de guillotina es el corte de las láminas de cartón por sobredimensionamiento, dando un peso total de 0,50 kg/lote.

Proceso de laminado

Las actividades que generan desperdicio en el proceso de laminado son el ajuste de presión para el pegado de las láminas de cartón y las primeras láminas de prueba. El peso de los residuos es de 48,50 kg/lote.

Proceso de troquelado

Las actividades que generan desperdicio en el proceso de troquelado son las láminas de cartón al ajustar el troquel, las láminas en el ajuste de las cuchillas del troquel y las primeras láminas de pruebas. El peso de los residuos es de 105,00 kg/lote.

Procesos críticos donde se presentan los diferentes desperdicios.

Para determinar los procesos críticos que presenta mayor desperdicio se presenta la tabla 26, identificando si las actividades agregan valor o no al proceso. El peso se realizó de un lote de 5000 unidades. El formato de esta tabla 26 se observa en el Anexo 5.

Tabla 26. Total de desperdicio por cada proceso productivo







Desperdicio por cada proceso productivo						
Elaborado por:	Juan Santana		Producto:	Caja de cartón corrugado		
Área:	Producción		Empresa:	Servicartón Cía. Ltda.		
Proceso	Actividad	Materia prima	Residuos generados	Peso de los residuos (kg/lote)	Consumo de energía por jornada (kW*día)	Imagen
Proceso de corte	Ajustar cuchillas según las dimensiones de corte que se requiera y poner en marcha la máquina.	- Papel blanco	Las 20 primeras láminas del lote de producción se echan a perder por ajustes a las dimensiones.	3,85	88,667	
Proceso de corrugado	Ajustar cuchillas según las dimensiones de corte que se requiera.	- Papel kraft	Las siguientes 20 láminas se estropean al momento de modificar las especificaciones del cliente.	5,85	106,667	
	Verificar que la temperatura del rodillo corrugador sea la adecuada.	- Goma en polvo	Residuos de goma en las 20 láminas enviadas para correcciones de dimensionamiento.			

Tabla 26. Total de desperdicio por cada proceso productivo (continuación)

Proceso	Actividad	Materia prima	Residuos generados	Peso de los residuos (kg/lote)	Consumo de energía por jornada (kW*día)	Imagen
Proceso de impresión	Cargar pliegos de papel a la máquina de impresión y ponerla en marcha.	- Papel blanco	20 láminas entran a la máquina de impresión y se dañan por ajuste de colores en los cartuchos de la imprenta.	3,85	82,667	
	Colocar tintas en las estaciones de la máquina.	- Tinta offset	Tinta derramada entre los cartuchos por mal ajuste.			
Proceso de guillotina	Cortar el sobredimensionamiento de las láminas de papel blanco y papel kraft.	- Papel blanco - Papel kraft	Láminas de papel cortado.	0,50	2,720	
Proceso de laminado	El operario regula la cantidad de goma que debe ingresar para cada lamina de cartón, ya sea blanco o corrugado.	- Goma en polvo - Papel blanco - Papel kraft	Láminas de cartón dañadas por excesiva cantidad de goma.	48,50	112,667	
Proceso de troquelado	Ajusta las cuchillas del troquel.	- Papel blanco - Papel kraft	Los restos del cartón troquelado se desprende mediante una máquina de despicar cartón.	20,98	167,866	
	Apila el pallet de salida.					

En la tabla 26 se clasifican los procesos del área productiva de la empresa Servicartón Cía. Ltda. la cual se determina la actividad donde generan desperdicios y la cantidad de residuos generados por cada etapa productiva en la elaboración de láminas de cartón, así como el consumo de energía cuando la máquina no se encuentra en operación, con ello se determina el peso de cada proceso. Para medir se toma un lote de 5000 unidades generando una muestra de 100 unidades a medir, la cual generan los siguientes resultados; En el proceso de corte se genera un total de 3,85 kg/lote, en el proceso de corrugado se generan 5,85 kg/lote, en el proceso de impresión se generan un total de 3,85 kg/lote, en el proceso de guillotina se generan 0,50 kg/lote en el proceso de laminado se generan un total de 48,50 kg/lote y en el proceso de troquelado 20,98 kg/lote. Con respecto al consumo de energía se hizo por cada proceso obteniendo que el proceso de corte se consume 88,66 kW por día, en el proceso de corrugado consume 106,66 kW por día, en el proceso de impresión se consumen un total de 82,66 kW por día, en el proceso de guillotina se consume 2,72 kW por día, en el proceso de laminado se consume un total de 112,66 kW por día y el proceso de troquelado 167,86 kW por día.

Se analizan los resultados y se determinan los procesos críticos que más generan desperdicio y consumo de energía en el proceso productivo en la elaboración de láminas de cartón corrugados las cuales son el proceso de troquelado con un total de energía consumida cuando la máquina no se encuentra en operación de 112,66 kW por día, y el proceso que genera mayor desperdicio es el laminado con un total de 48,50 kg/lote.

Devoluciones por parte de los clientes

En cuestión de devoluciones de productos terminados al momento de producir cajas de cartón de pizza, la empresa Servicartón Cía. Ltda. no presenta políticas para manejar las devoluciones ya que su presencia es mínima debido a la conformidad de los clientes por el producto final.

Se han presentado casos de devoluciones debido a diferentes tipo de circunstancias específicas que se obvian en el proceso de control de calidad, ya que carece del mismo. Estas circunstancias derivan en: defectos de fabricación como falla de impresión o problemas de calidad del material, daños durante el transporte debido a problemas

logísticos y errores en el pedido, en términos de cantidad o especificaciones, Servicartón Cía. Ltda. procede a manejar esos productos devueltos con el fin de unificar con los desperdicios generados por el sistema productivo de la empresa.

Al momento de realizar un estudio de residuos generados debido a devoluciones por parte de los clientes, no se pudo obtener información mediante observación de devoluciones en una semana de trabajo. Con ello se puede decir que es mínima la cantidad de productos devueltos que se integran en los residuos totales.

Se debe recalcar que la empresa debe implementar una política en cuestión de devoluciones y esta ser comunicada al cliente antes de adquirir el producto. La política se presenta en el plan de logística inversa para el manejo eficiente de los residuos.

Herramientas que se aplican en la empresa

En la empresa Servicartón Cía. Ltda. se pueden aplicar elementos que serán útiles al momento de la implantación de la logística inversa en el proceso productivo para la elaboración de láminas de cartón corrugados. Estos elementos están divididos como se muestra en la tabla 27.

Tabla 27. Elementos para la implementación de la logística inversa

Elementos	Descripción
Mejora de barreras a la entrada de retornos	Poner condiciones a la mercancía defectuosa o dañada o simplemente no ser comprado.
Sistemas de información de logística inversa	Dar importancia a la ejecución de una logística inversa, ya que no es una prioridad de los administradores de la empresa.
Sistemas de información centralizados	Los retornos son trasladados a un sitio para que estos sean clasificados, y puesto para su disposición final.
Negociación	Las negociaciones sobre los residuos generados son efectuadas por el departamento de ventas.
Gestión financiera	Los costos son administrados por el departamento de ventas.
Tercerizar las operaciones de logística inversa	Subcontratar las tareas logísticas, siendo los proveedores externos los que controlan de mejor forma las tareas inversas, para la recuperación de valor tales como la renovación y el reprocesamiento.

En la empresa Servicartón Cía. Ltda. se pueden utilizar diferentes etapas que facilitarán la implementación de la logística inversa en el proceso productivo de producción de cartón corrugado. Estas etapas son:

Fase 1: Recolección de los materiales

En esta fase se encarga de recolectar los residuos de cada área de producción desde los lugares dentro de la planta industrial hasta el punto de recuperación. Con respecto a las devoluciones por diferentes causas se llevan hasta el punto de recuperación de materiales. En la tabla 28 se presenta aspectos que se debe tomar en cuenta al momento de la recolección de los materiales:

Tabla 28. Aspectos en la recolección de materiales

Aspectos	Característica	Áreas de estudios
Recolección	Forma en que se adquiere los productos dañados y devueltos y residuos.	La recolección puede hacerse desde el área de producción.
		La recolección puede hacerse por el cliente en cuestión a devoluciones.
		A través de terceros.

Fase 2: Inspección, selección y clasificación

Se realiza una inspección de los materiales para determinar la cantidad de residuos, las razones de devolución, la procedencia del mismo y los tipos de desperdicios, con el fin de seleccionar los productos y residuos, y clasificarlos. En la tabla 29 se presenta aspectos que se debe tomar en cuenta.

Tabla 29. Aspectos en la inspección, selección y clasificación

Aspectos	Característica	Áreas de estudios
Inspección	Forma en que se inspeccionan los productos devueltos.	La inspección de productos usados con actividades de logística directa.
Selección	Forma que se seleccionan los residuos de cada área de producción.	Los productos son seleccionados de acuerdo con una evaluación visual de su estado.
Clasificación	Forma que se clasifican los productos dañados y los residuos.	Los productos son clasificados de acuerdo con una evaluación de su estado.

En el aspecto de clasificación se deben especificar los productos mediante una evaluación la cual se detalla en la tabla 30, la cual se debe tomar en cuenta aspectos como las características de cada evaluación para evaluar si es viable su aplicación en la empresa.

Tabla 30. Aspectos de evaluación en la clasificación de materiales

Evaluación	Características fundamentales	Aplica
Reparación	Se encarga de la restauración componentes del producto, repararlos o reemplazarlos, con esto se debe tener en consideración implicaciones tales como: <ul style="list-style-type: none"> - Los estándares de calidad son menos rigurosos. - Reparación del producto. - Reemplazo de partes del producto. 	No aplica debido a que los residuos generados no se pueden reparar
Renovación	El reemplazo de partes que se dañaron en el proceso productivo sin influir la calidad del producto, con esto conlleva aspectos como: <ul style="list-style-type: none"> - Desensamblar el producto. - Reparar las partes dañadas. - Enviar a centros especializados de recuperación. 	No aplica porque el producto no se puede recuperar debido a sus especificaciones.
Reciclaje	El reciclado de los residuos que se generan en el proceso productivo de láminas de cartón corrugados la cual implica aspectos como: <ul style="list-style-type: none"> - Inspeccionar los residuos. - Seleccionar los residuos. - Clasificar los residuos. 	Aplica esta evaluación debido a que el producto es altamente reciclable.
Reprocesamiento	Se emplea el reprocesamiento del producto con otros productos que ya se hallan parcialmente viejos, con esto se debe considerar implicaciones como: <ul style="list-style-type: none"> - Reensamblar el producto. - Restaurar el producto. 	No aplica debido a que los residuos no se puede recuperar el valor una vez procesado.
Canibalización	La canibalización del producto retornado se puede aprovechar teniendo en cuenta aspectos como: <ul style="list-style-type: none"> - Reutilizar las partes del producto. - Reparar las partes del producto. 	No aplica por sus características físicas del producto final.
Reutilización	La reutilización del producto debe presentar ciertas implicaciones, tales como: <ul style="list-style-type: none"> - Limpiar el producto. - El producto no debe estar contaminado. 	Aplica al momento de restaurar ciertas herramientas del proceso.

Tabla 30. Aspectos de evaluación en la clasificación de materiales (continuación)

Evaluación	Características fundamentales	Aplica
Vertedero	Las partes que no pueden recuperarse se deben ingresar al vertedero, debido a sus características tales como: <ul style="list-style-type: none"> - Productos contaminados. - Productos con excesiva goma. - Productos con excesiva tinta offset. 	Aplica para los productos que no son aptas para el reciclaje o reutilización .

Fase 3: Procesamiento de los materiales

Se realiza un procesamiento para la remanufactura de los productos y residuos. Esto consiste en aquellos productos que pueden ser enviados a un mercado de repuestos así como a empresas que puedan utilizar los residuos y formar nuevos productos. En la tabla 31 se muestran los aspectos que deben tomarse en cuenta:

Tabla 31. Aspectos para el procesamiento de materiales

Aspectos	Característica	Áreas de estudios
Procesamiento	Decisión para el procesamiento de los productos dañados y residuos.	Proceso de recuperación de partes del producto y residuos utilizados y transformarlo en un producto nuevamente utilizable.

Fase 4: Disposición de los materiales

En esta fase se denota la importancia de los productos devueltos y también para la planeación de remanufactura de los residuos de cada área de producción de láminas de cartón. En la tabla 32 se muestran los aspectos que deben tomarse en cuenta:

Tabla 32. Aspectos para la disposición de materiales

Aspectos	Característica	Áreas de estudios
Disposición	Decisión para la disposición de los productos devueltos y residuos.	Revenderlo a un valor más bajo o venderlo por peso.

Fase 5: Redistribución de los materiales

Se lleva los productos reutilizables a los mercados potenciales, trasladándolos a los futuros usuarios. Suelen incluir ventas, transporte y almacenamiento. En la tabla 33 se muestran los aspectos que deben tomarse en cuenta.

Tabla 33. Aspectos para la redistribución de materiales

Aspectos	Característica	Áreas de estudios
Ventas	Forma en que se venden los productos devueltos.	Ofrecer reembolsos para mejorar las relaciones con el clientes y ante la existencia de restricciones legales.
Transporte	Forma que se transportan los residuos.	Costos de logística al momento de transportar los residuos generados.
Almacenamiento	Forma que se almacena los productos dañados y residuos.	Almacenamiento en la empresa y en las plantas de procesamiento.

Procesos para la recuperación de materiales en el proceso productivo de la empresa Servicartón Cía. Ltda.

La recuperación de materiales en el proceso productivo del cartón puede involucrar varios pasos y alternativas. A continuación, se presentan algunos procesos y opciones comunes utilizados en la recuperación de materiales para la producción de láminas de cartón corrugado:

El análisis del ciclo de vida del producto enfocado a los residuos

Los impactos ambientales del ciclo de vida de las láminas de cartón corrugadas pueden ser de ayuda para reducir o reemplazar materiales en un producto, y servir para analizar las posibles implicaciones que se tienen con los involucrados en la cadena de suministros, para ello se muestra la tabla 34 las etapas de un análisis de ciclo de vida de acuerdo a la jerarquía de los desechos o residuos.

Tabla 34. Análisis del ciclo de vida de un producto enfocado a los residuos

Área	Etapa	Consumo de energía	Desechos sólidos	Emisiones al aire
Producción	Procesamiento de materia prima	X		
	Manufactura	X	X	X
	Transporte	X		X
	Reuso	X		
	Reciclado	X	X	
	Disposición	X	X	

La jerarquía del manejo de los residuos se clasifica en la reducción de la fuente, el reuso, el reciclado y la disposición segura. A continuación se detallan cada una de estas y sus formas de llevarlas a cabo dentro del área de producción de la empresa Servicartón Cía. Ltda.

1. Reducción de la fuente

En este punto se reduce materiales para evitar los residuos. Para lograr esto se debe considerar lo siguiente para cada proceso en la elaboración de cajas de cartón corrugado:

- Minimización del material requerido para protección de productos al ser consumidos.
- Mantener el número de capas de empaque al mínimo.

2. Reuso

Para esta jerarquía se trata de conseguir reusar los residuos que menor impacto con respecto a las fallas que se producen en cada proceso productivo. A continuación se describen las estrategias que se toman en cuenta:

- Uso de identificaciones en el lote de producción en lugar de etiquetas de papel.
- Uso de incentivos como separar los desperdicios con el fin de animar la participación en los sistemas de reúso.

3. Reciclado

Se debe tomar en cuenta que aunque la lámina de cartón corrugado podría ser físicamente reciclable, no puede llamarse reciclable si no hay una correspondiente comercialización para procesarlo. A continuación se describen las estrategias que se toman en cuenta:

- Especificación de los materiales reciclados en los paquetes donde los requisitos de pureza no aplican.
- Adoptar los sistemas de codificación de gomas plásticas para identificar los tipos de polímeros diferentes.
- Uso de etiquetas hechas del residuo del mismo material.
- Verificar si las tintas son compatibles con el reciclaje.

4. Consumo de energía

La lamina de cartón corrugado usa cantidades considerables de energía en el proceso productivo. A continuación se describen las estrategias que se toman en cuenta en esta jerarquía:

- Aumentar al máximo la eficacia de la energía en cada proceso productivo.
- Planificar un programa de recolección de desperdicios para el reciclado o el reuso.
- Realizar una auditoría de energía a través del ciclo de vida: procesamiento, transporte, reciclado, disposición y determinar las áreas críticas.

5. Disposición segura








Una disposición segura en los residuos que se generan en la producción de cajas de cartón corrugado se detalla a continuación, con el fin de conservar en condiciones favorables para el reuso o reciclado.

- Evitar el uso de tintas y adhesivos dónde sea posible.
- Etiquetar los materiales tóxico con instrucciones para su disposición segura.

Cadena de suministros inversa en la empresa Servicartón Cía. Ltda.

En la tabla 35 se observa la cadena de abastecimiento inversa que se maneja en la empresa Servicartón Cía. Ltda. empezando desde los proveedores y finalizando en los clientes.

Tabla 35. Diagrama de la cadena de suministros inversa

Flujo de información 	Eliminación adecuada 	Reciclaje 	Transporte 	Recolección 	Puntos de origen 	Devoluciones 
Herramientas de intercambio de datos	Instalaciones de tratamiento	Instalaciones de reciclaje	Centros de reciclaje	Contenedores de recolección	Cientes	Garantias
<p>Las diferentes herramientas son:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Notificaciones de recolección. - Etiquetado de los productos. - Documentación de seguimiento. 	<p>Las instalaciones son:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Proceplass S.A. - Fibras Nacionales S.A. 	<p>Las instalaciones son:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Recológico. - Recynter S.A. - Recicladora Charco. - Ecoreciclar - Reciclar Cía. Ltda. 	<p>Flota propia</p>	<p>Separar los residuos según:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Su tamaño. - Su nivel de contaminante. - Su falla. 	<ul style="list-style-type: none"> - Inconformidad con el producto. - Inconformidad con el pedido. <p>Recolección de desperdicios</p> <p>En cada área de producción</p>	<p>Sus condiciones son:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Defectos de fabricación. - Daños durante el transporte. - Errores de pedido.

Garantía

Servicartón Cía. Ltda. tiene como política que la aceptación de devoluciones en condiciones específicas, debido a que el producto al salir de la empresa tiene la garantía total y junto a esto se llega a acuerdos con los clientes. Para acceder a esta garantía, el cliente debe presentar ciertos requisitos que se describen en el plan de logística inversa.

Puntos de origen

Los puntos de origen radican en las instalaciones de la empresa Servicartón Cía. Ltda. puesto que allí se reciben los productos inconformes de los diferentes pedidos de los clientes que pueden ser por fallas, defectos, calidad, entre otros. Con respecto a los desperdicios generados en el área de producción se recolecta en recipientes comunes, la cual son llevados hacia la bodega donde se encuentra una compactadora y se juntan con otros desperdicios de los diferentes procesos, se compactan y se sujeta con zunchos de acero.

Recolección

En el área productiva de la empresa Servicartón Cía. Ltda. se generan diferentes tipos de desperdicio y estos deben ser clasificados según su tamaño, su nivel de contaminante y sus diversas fallas que pueda presentar, con el fin de recolectar los residuos mejor conservados que sirven para remanufacturar, y los demás residuos llevarlos a la venta por parte de las recicladoras del cantón de Ambato.

Transporte

El transporte de los residuos se realiza por flotas propias que se encargan de trasladar el material compactado hacia la recicladora RECICLER. S.A que se encuentra en la parroquia de Santa Rosa, allí la compañía se encarga de desembarcar y pesar el residuo.

Reciclaje

Las diferentes recicladoras que existen en el cantón Ambato son: Recológico, Recynter S.A., Recicladora Charco, Ecoreciclar, Reciclar Cía. Ltda. y estas empresas se encargan de la recolección de los residuos generados en la empresa Servicartón Cía. Ltda.

Eliminación adecuada

Las empresas a nivel nacional que se encargan de procesar los desperdicios para hacerlos útiles de nuevo son: Proceplass S.A., Fibras Nacionales S.A., la cual tienen las máquinas y herramientas para la reintegración de los residuos del cartón.

Flujo de información

Para una eficiente recolección, separación y transporte de residuos se deben emplear diferentes herramientas como: notificaciones de recolección, etiquetado de los productos y documentación de seguimiento.

Logística directa e inversa para Servicartón Cía. Ltda.

Se realiza el siguiente diagrama en la figura 17, con el fin de un mejor entendimiento por parte del área administrativa de la empresa.

Diagrama de la cadena de suministros directa e inversa de la empresa Servcartón Cía. Ltda.

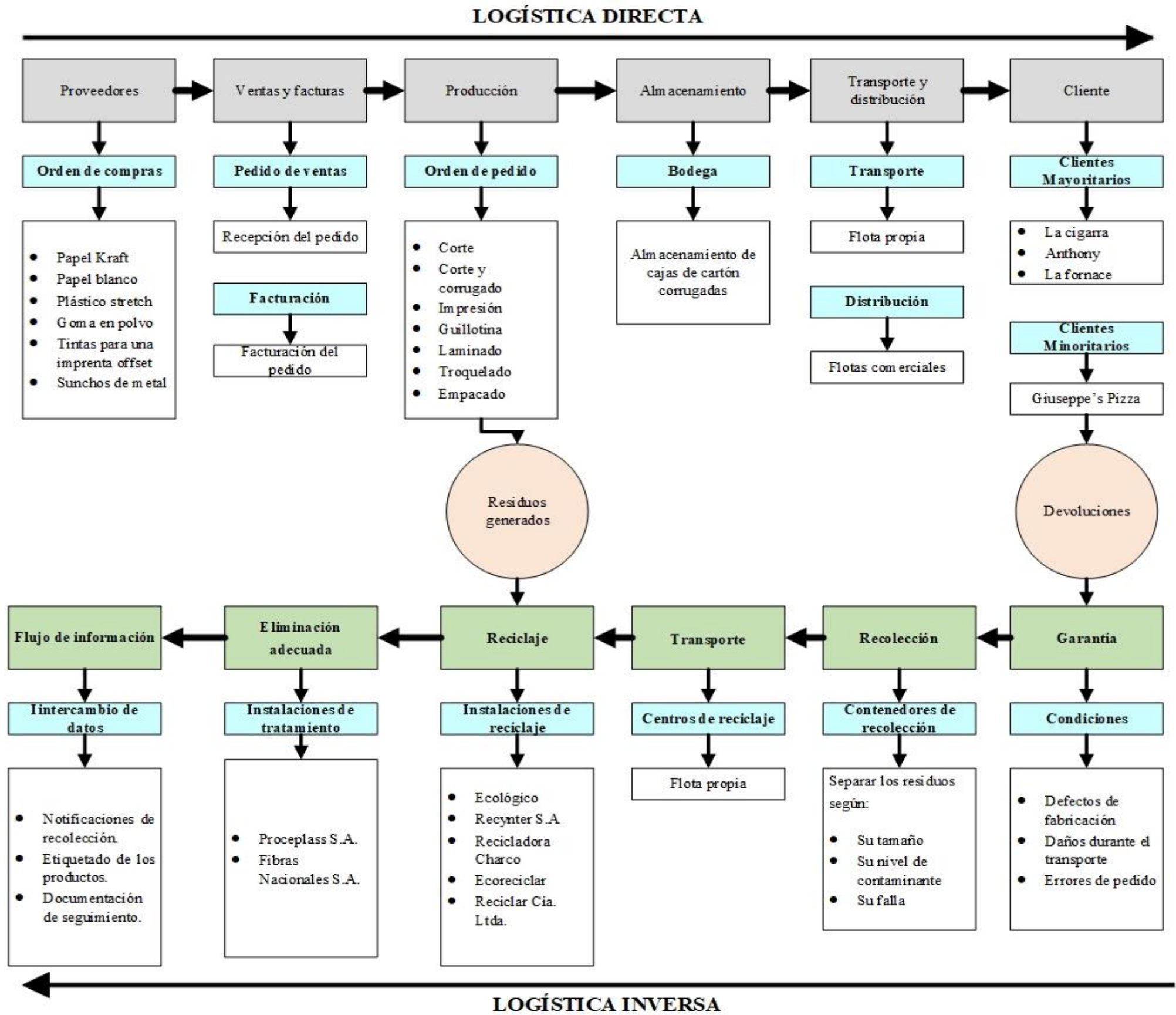




Figura 17. Diagrama de cadena de suministros directa e inversa en Servcartón Cía. Ltda.

 <p>SERVICARTÓN CAJAS DE CARTÓN CORRUGADO Impulsar el desarrollo de la industria ecuatoriana... ESE ES NUESTRO PAPEL</p>	SERVICARTÓN CÍA. LTDA.	
	Plan de logística inversa	Version 1.0



**Plan de logística inversa para la gestión
eficiente del manejo de residuos en el área de
producción de la empresa Servicartón Cía.
Ltda.**

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Juan Santana	Ing. Franklin Tigre Mg.	Dr. Fernando Núñez

	SERVICARTÓN CÍA. LTDA.	
	Plan de logística inversa	Version 1.0

ÍNDICE

1. Introducción	3
2. Objetivo	3
3. Alcance.....	3
4. Responsables.....	3
5. Terminología	4
6. Plan de logística inversa	5
a) Clasificación de los residuos	5
b) Plan de manejo de residuos	7
c) Política de devoluciones.....	9
d) Sistema de recolección de residuos.....	11
e) Manejo de residuos	14
f) Disposición final	26
g) Diagrama de flujos del manejo de los residuos.....	27
h) Indicadores logísticos.....	28
i) Estudio económico	30
j) Monitoreo del programa.....	31
k) Cronograma.....	32

1. Introducción

Se presenta el siguiente plan de logística inversa para la gestión eficiente del manejo de residuos en el área de producción como un instructivo para los empleadores y trabajadores con la finalidad de contar con un documento confiable la cual tanto como la administración como los operarios puedan tomar como guía al momento de ejecutar el tratamiento de los desperdicios generados por la etapa productiva en la elaboración de cajas de cartón corrugadas para productos alimenticios, en este caso son cajas de cartón de pizza ya que este conlleva mayor número de pedidos por parte de los clientes mayoritarios y minoritarios. Los pasos a seguir se encuentran descritos de manera ordenada con el fin de mejorar el manejo de los desperdicios generados.

2. Objetivo

Documentar los pasos para la implementación de un plan de logística inversa en el proceso productivo de la empresa Servicartón Cía. Ltda. para la fabricación de cajas de cartón corrugados de pizza y así mejorar y controlar el manejo de los desperdicios generados.

3. Alcance

El plan está enfocado en los residuos que se generan en el proceso productivo de la empresa Servicartón Cía. Ltda., con esto agregan un mayor interés en los desperdicios que se presentan en la organización.

4. Responsables

Presidente de la empresa: Este se encarga de revisar y aprobar el plan de logística inversa para la gestión eficiente del manejo de residuos en el área de producción de la empresa Servicartón Cía. Ltda. para luego socializarlo con los empleadores y trabajadores de la organización.

Trabajadores: Son los encargados de dar cumplimiento y seguimiento a los parámetros expuestos en el plan de logística inversa para la gestión eficiente del manejo de residuos.

5. Terminología

Residuos: Se refiere a los defectos, restos, fallas o desechos que se producen dentro de la organización.

Reducir: Disminuir la cantidad de residuos generados con la adaptación de medidas más sostenibles.

Reutilizar: Utilizar nuevamente los residuos que se pueden recuperar en lugar de desecharlos, reduciendo la cantidad de desperdicios.

Reprocesar: Someter a los residuos para obtener nuevos recursos o productos, lo cual implica la transformación con el fin de recuperar su utilidad.

Reciclar: Estrategia clave para la gestión de residuos y su objetivo es disminuir la cantidad de desperdicios que terminan en vertederos.

No reciclable: Aquellos residuos que no pueden ser transformados o procesados en nuevos productos.

Recortes de papel: Trozos de papel que se generan al cortar papel cartón o papel kraft en las etapas productivas de guillotina y troquelado.

Plástico stretch: Es un material plástico y su utilización es para envolver y proteger los lotes de producto terminado durante el almacenamiento y transporte.

Zunchos de metal: Son cintas metálicas que se utiliza para asegurar y sujetar los lotes de producto terminado.

Pérdida de energía: Es la cantidad de energía que se desperdicia al momento del funcionamiento de la máquina.

Separación en el origen: Proceso de separar y clasificar los distintos tipos de residuos en el lugar donde se generan.

6. Plan de logística inversa

a) Clasificación de los residuos

- Inventario de residuos por proceso

Se determina la cantidad de residuos de cartón generados por el proceso productivo de Servicartón Cía. Ltda., así como la cantidad de energía consumida en condiciones de inactividad. El periodo de tiempo específico, en este caso los datos se tomaron en un día de trabajo. Esto se visualiza a continuación:

Proceso	Residuo	Características del residuo	Número de lotes/días	Peso de residuos kg/lote	Peso de residuos kg/día	Pérdida de energía kW/día
				Lote = 5000 u		
Proceso de corte	Papel cartón blanco	- Reprocesable - Reciclable	3	3,85	11,55	88,667
Proceso de corte y corrugado	- Papel cartón kraft - Goma en polvo	- Reprocesable - Reciclable - No reciclable	1	5,90	5,90	106,667
Proceso de impresión	Papel cartón impreso	- Reciclable	3	3,85	11,55	82,667
Proceso de guillotina	- Recortes de papel impreso - Recortes de papel kraft	- Reciclable	3	0,50	1,50	2,720
Proceso de laminado	- Láminas de cartón corrugadas - Goma en polvo	- Reciclable - No reciclable	3	48,55	145,65	112,667
Proceso de troquelado	- Láminas de cartón troqueladas - Recortes de cartón troquelado	- Reciclable	3	20,98	62,94	167,866
Total				83,63	239,09	561,254

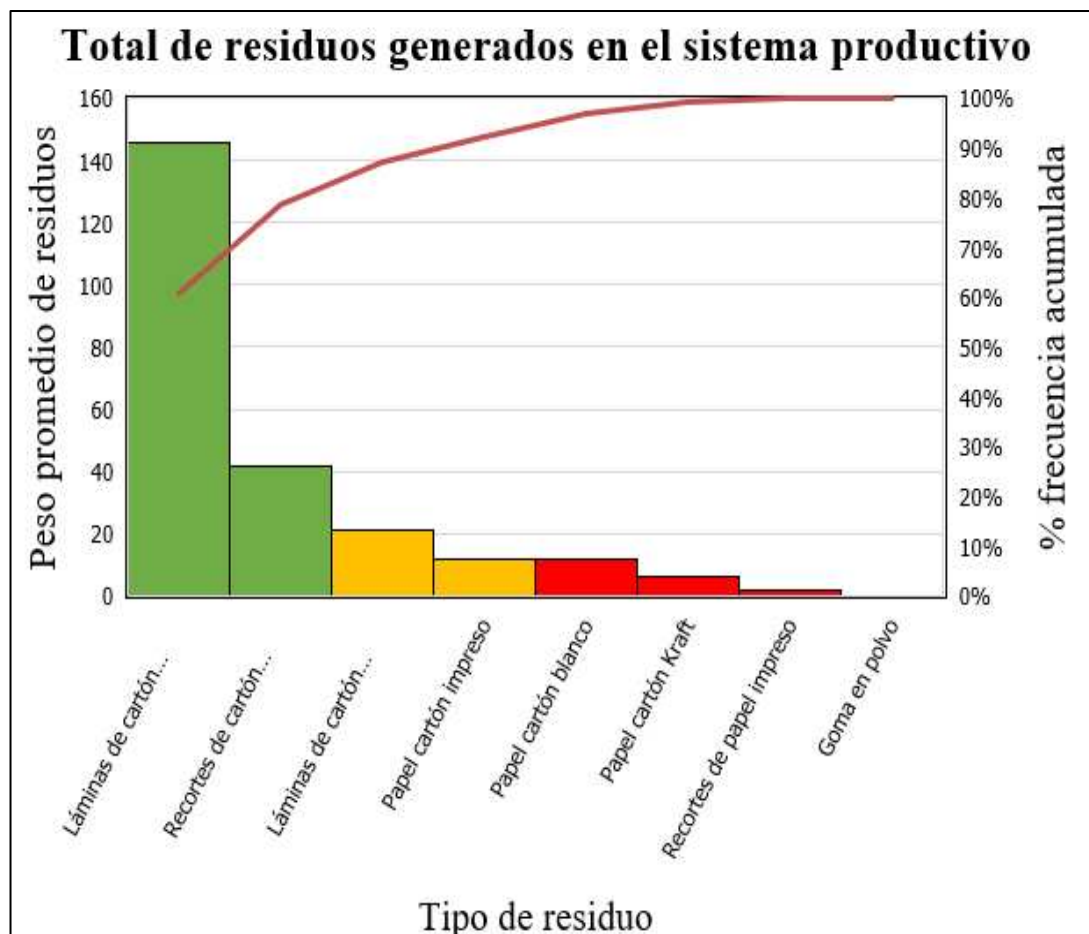
- Porcentaje de producción de residuos por proceso

Se determina el porcentaje que equivale el peso promedio de cada residuo que se genera en el proceso de producción de la empresa Servicartón Cía. Ltda., con el fin de identificar que residuos son los que más generen desperdicios y el proceso donde se origina. A continuación se observa los resultados mediante un diagrama ABC.

Tipo de residuo	Proceso	Peso promedio de residuos kg/lote	% frecuencia	% frecuencia acumulada	Clasificación	%
Láminas de cartón corrugadas	Laminado	145,5	60,86%	60,86%	A	78,41%
Recortes de cartón troquelado	Troquelado	41,96	17,55%	78,41%	A	
Láminas de cartón troqueladas	Troquelado	20,98	8,77%	87,18%	B	8,77%
Papel cartón impreso	Impresión	11,55	4,83%	92,01%	B	
Papel cartón blanco	Corte	11,55	4,83%	96,84%	C	12,82%
Papel cartón kraft	Corte y corrugado	5,85	2,45%	99,29%	C	
Recortes de papel impreso	Guillotina	1,5	0,63%	99,92%	C	
Goma en polvo	Corte y corrugado, Laminado	0,2	0,08%	100,00%	C	
Total peso de residuos		239,09	100%			100,00%

Los tipos de residuos con mayor frecuencia se generan en el sistema productivo de la empresa Servicartón Cía. Ltda. son las láminas de cartón corrugadas que se generan en el proceso de laminado y los recortes del cartón troquelado que se generan en el proceso de troquelado, estos tipos de residuos representan un 78,41 % del total de los

residuos generados. A continuación le preceden las láminas de cartón troqueladas que se generan en el proceso de troquelado y el papel de cartón impreso que se genera en el proceso de impresión, estos tipos de residuos representan un 8,77 % del total de residuos generados. El resto de residuos que se generan en todo el sistema productivo de la empresa como son el papel de cartón blanco, papel de cartón kraft, recortes de papel impreso y la goma en polvo, representan el 12,82% del total de los residuos generados. Estos porcentajes se muestran en la siguiente figura.



b) Plan de manejo de residuos

- Gestión

Es fundamental contar con el apoyo logístico y económico por parte de la administración de Servicartón Cía. Ltda., así mismo contar con la capacitación de los operarios dentro del proceso productivo ya que es esta área la que genera más desperdicios, la formación continua del trabajador para que contribuyan un funcionamiento correcto del plan.

El diseño, la coordinación y la aplicación de las actividades referentes a la gestión de residuos de cartón son parte importante para lograr el objetivo del plan logístico inverso. El modelo de las políticas en cuestión de las devoluciones que presentan Servicartón Cía. Ltda. se presentara como una propuesta que debe ser analizada para su implementación.

- **Objetivos**


- Reconocer la utilidad de los diferentes tipos de residuos que se generan en el sistema productivo de la empresa Servicartón Cía. Ltda., con el fin de incentivar la reutilización, el reciclaje y el reuso de los materiales.
- Involucrar a todas las áreas dentro de la empresa Servicartón Cía. Ltda. un fortalecimiento de la cultura de la gestión eficiente de residuos generados.
- Garantizar una adecuada disposición de los residuos en el desarrollo del sistema productivo de la empresa Servicartón Cía. Ltda.

- **Metas**

Para lograr una gestión eficiente de residuos, se establecen las siguientes metas:

- Reducir la cantidad de residuos generados mediante la implantación de prácticas de reducción en el lugar de origen.
- Establecer un sistema de recolección selectiva de residuos.
- Aumentar el porcentaje de residuos para su reciclaje en un determinado periodo de tiempo.
- Buscar soluciones para la reutilización de los residuos, la implementación de técnicas de reciclajes eficientes y exploración de alternativas sostenibles.
- Concientizar a todos los miembros de la organización sobre la importancia de la gestión adecuada de los residuos.
- Establecer indicadores de desempeño para medir el progreso en la gestión de residuos, con el fin de lograr una gestión más eficiente.
- Proponer una política de la disposición de las devoluciones de productos terminados producidos por parte de los clientes.

c) Política de devoluciones

 <p>SERVICARTÓN CAJAS DE CARTÓN CORRUGADO Impulsar el desarrollo de la industria ecuatoriana... ese es nuestro papel</p>	POLÍTICA DE DEVOLUCIONES PARA CLIENTES DE LA EMPRESA SERVICARTÓN CÍA. LTDA	
	SERVICARTÓN CÍA. LTDA.	Version 1.0
<p>- Objetivo</p> <p>Proponer las políticas de devoluciones de Servicartón Cía. Ltda. de acuerdo con las características del producto y los requisitos de la empresa, con el fin de evaluar los criterios de devolución de los clientes y responder, según los requisitos aplicables por la organización.</p> <p>- Alcance</p> <p>El presente documento aplica para los clientes mayoritarios de la empresa Servicartón Cía. Ltda. que requieran el trámite de devolución del producto adquirido por factura de venta, sujeto a la revisión por parte de la junta de socios de la empresa para aprobación según las políticas y lineamientos aquí descritos.</p> <p>- Definiciones</p> <p>Política: Son las directrices dadas por parte de la junta de socios de Servicartón Cía. Ltda. para quienes toman decisiones de acuerdo a cada situación de los clientes.</p> <p>Devolución: Es el proceso que se realiza al momento de recibir por parte de los clientes productos que no responden aquello que esperaban adquirir. Pueden ser fallas, defectos, problemas de calidad, daños durante el transporte.</p> <p>- Políticas de devolución del producto</p> <p>Al no poseer un sistema de gestión de calidad, la empresa Servicartón Cía. Ltda. no mantiene un control físico de los lotes de producción de cajas de cartón corrugados. Por ello se proponen lineamientos al darse devoluciones del producto por parte de los clientes mayoritarios de la organización. Estos están descritos a continuación:</p>		

- Para optar una devolución de productos el cliente debe presentar una solicitud de devolución a nombre del presidente de Servicartón Cía. Ltda. adjuntado la copia de la factura recibida por parte del área de ventas. Estos documentos se envían por correo electrónico.
 - Servicartón Cía. Ltda. se reserva el derecho de aprobar o no la devolución de los productos. En cuyo caso, el tiempo máximo para que la empresa pueda recibir una solicitud de devolución en términos de 5 días a partir de la fecha de adquirir el producto. El plazo se da debido a la limitación del tamaño de almacenamiento de productos terminados que cuenta la empresa.
- **Políticas para devolución de productos.**

En caso de ser aceptada la devolución:

- Los productos que van a ser devueltos deben estar empacados en la envoltura original con sus correspondientes etiquetas de identificación.
- Los productos deben ser enviados con un copia de la factura de compra y una solicitud de devolución. Si no cuenta con estos documentos perderá la devolución.
- El cliente tiene 5 días para devolver el producto a la empresa, caso contrario se anula la solicitud presentada, y perderá la devolución.
- Los gastos de transportes serán responsabilidad del cliente. Si en caso que los productos ya han sido enviados previo a la aprobación de la solicitud de devolución por parte de Servicartón Cía. Ltda., esta mercadería retornará al cliente haciendo uso de compañías de transportes privadas.
- Bajo ningún caso se devolverá dinero. Se emitirá una nota de crédito a favor del clientes que pueden reducir su cuenta de pago, o servirá como anticipo para su próxima compra.
- Si la mercadería presente faltantes, presente señales de manipulación (rayones, manchas, daños terceros) o empaques con deterioro físico, Servicartón Cía. Ltda. no aceptara la devolución del producto.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Juan Santana	Ing. Franklin Tigre Mg.	Dr. Fernando Núñez

- Procedimiento para los productos devueltos.

Al cumplir los lineamientos de devoluciones establecidos por Servicartón Cía. Ltda., la empresa decide la disposición final de los productos. Actualmente estos productos se disponen conjuntamente con los residuos generados por el sistema productivo de la empresa, sin embargo los productos devueltos pueden ser incorporados al sistema de recolección de residuos que se presenta en el siguiente apartado.

d) Sistema de recolección de residuos

- Separación en el origen

La separación en el origen se da mediante contenedores plásticos que pueden ser reutilizados de la etapa de impresión, estos contenedores debidamente etiquetados para cada tipo de residuo que se genera en las distintas etapas productivas ayudan a mantener un mayor control y a su vez conocer el peso o volumen de los residuos durante un periodo de tiempo. Con esta separación los operarios adquieren el conocimiento del tipo de residuo que puede ser reusable o desechable. A continuación se describe el residuo y el área de generación del residuo.

- Reuso

Residuo	Área de generación del residuo
Productos devueltos	N/A
Papel cartón blanco	Corte
Papel cartón kraft	Corte y corrugado
Contenedores de tinta	Impresión
Contenedores de goma	Corte y corrugado Laminado
Láminas de cartón con fallas	Laminado
Recortes de papel	Guillotina
Recortes de cartón	Troquelado

Se debe dar un alargamiento de vida útil a estos residuos debido a que presentan características de reuso y pueden ser utilizados como insumos para la etapa productiva de Servicartón Cía. Ltda.

- Reciclaje

Residuo	Área de generación del residuo
Papel cartón	Toda la etapa productiva
Envases contenedores	Impresión
Papel de oficina	Administrativa
Plástico stretch Zunchos de metal	Empaquetado




Los residuos de cartón que se generan en la etapa productiva de la empresa Servicartón Cía. Ltda., su objetivo es que otra empresa se encargue de estos desperdicios y sean tratados y remanufacturados para su uso. En cambio los envases contenedores tienen un aprovechamiento para actividades externas de la empresa como usarlos como envases para almacenamiento de sobrante de goma. Y por último el plástico y el papel de oficina son gestionados por una empresa externa la cual decidirá si se puede reusar o son desechados.

- Reducción

Residuo	Área de generación del residuo
Plástico stretch Zunchos de metal	Empaquetado
Goma líquida	Laminado
Recortes de papel	Guillotina

Para que el operario tome decisiones sobre el uso correcto de los materiales para que no exista una excesiva cantidad de residuos descritos se debe capacitar al operario para realice sus labores con eficacia, con el fin de minimizar la generación de residuos en cada etapa de producción.

- Generación y separación

Tipo de residuo	Color de recipiente	Contenido	Etiqueta	Imagen
Reprocesable	Verde	Recortes de papel impreso, papel de cartón blanco, papel de cartón kraft, goma líquida.	Reproceso	
Reciclable	Azul	Papel cartón impreso, recortes de papel impreso, láminas de cartón corrugadas, láminas de cartón troqueladas, recortes de cartón troquelado.	Reciclado	
No reciclable	Gris	Plástico stretch, zunchos de metal	No reciclado	

La designación de los colores de los contenedores para el depósito y almacenamiento de los diferentes residuos, con el fin de fomentar la separación en la fuente y la recolección selectiva se realiza con base a la norma NTE INEN 2841.

- Colecta de residuos

Entre todos los operarios del área productiva de la empresa Servicartón Cía. Ltda. se dispondrá la colecta de los residuos de manera seguida con el fin de movilizar estos residuos a la zona de almacenamiento temporal descritos en la gestión y separación.

Para esto se cuenta con los diferentes contenedores de residuos que se encuentran correctamente señalizados.

- **Almacenamiento temporal**

Dentro de la empresa Servicartón Cía. Ltda. se debe designar una comisión encargada de la gestión eficiente de residuos en la etapa productiva con el fin de determinar y delimitar un espacio físico para el almacenamiento temporal de los residuos y también de los contenedores. Esta comisión debe obedecer las sugerencias de la norma NTE INEN 2841.

e) **Manejo de residuos**

- **Almacenamiento**

Los residuos que se producen en el sistema productivo de la empresa Servicartón Cía. Ltda. se dispondrán temporalmente en un espacio que es destinado como depósitos de residuos, este espacio debe contar de contenedores específicos debidamente señalizados para almacenar cada tipo de residuo previamente separados según sus características. El objetivo de un adecuado almacenamiento de los residuos es obtener información como identificar la etapa productiva que más genera desperdicio, así como el peso total en un determinado tiempo de trabajo.

Los operarios que fueron debidamente capacitados, abordaran la gestión eficiente de residuos empezando desde la minimización en el origen donde separan los residuos generados en cada etapa productiva e identificar qué tipo de residuo se puede reciclar, reusar o reprocesar y transportar hasta el espacio temporal designado en la empresa.

- **Entrega**

Los residuos previamente separados según su tipo deben ser recolectados por parte de proveedores certificados que realicen la transformación y recuperación de los residuos y depósitos locales de recolección de materiales reciclables. La entrega del producto se realizará mediante flotas comerciales contratadas por la empresa Servicartón Cía. Ltda.

- **Recolección y transporte**

La recolección de residuos generados por el sistema productivo de la empresa Servicartón Cía. Ltda. que se encuentran depositados en los contenedores etiquetados,

serán transportados en un montacargas al área de bodega donde se compactará los residuos previamente separados por su tipo de contenedor y serán almacenados hasta su orden de transporte fuera de la empresa.

El transporte será de acuerdo a la cantidad de residuos almacenados durante un periodo de tiempo y a las rutas más eficientes establecidas por la empresa Servicartón Cía. Ltda. hacia los distintos depósitos de materiales reciclables. Estas rutas tienen varias alternativas según su distancia, el precio de los residuos, y el volumen a transportar. Las alternativas recomendadas se muestran a continuación. Algunos datos de los diferentes apartados de la estructura de costos de transportes se encuentran sustentados en el Anexo 6.

Para conocer el valor consumido se necesita el precio por kilómetro recorrido , el valor por cada kilogramo en los diferentes sitios de recolección de residuos y la distancia recorrida total a los sitios de recolección de residuos en la ciudad de Ambato. El recorrido estándar se puede realizar tomando como valor el kilometraje marcado del vehículo cada viernes durante el periodo de cuatro semanas. Estos valores son:

Periodo de tiempo	Distancia del kilometraje (km)
Primera semana	1350
Segunda semana	1650
Tercera semana	1560
Cuarta semana	1500
Total recorrido mensual	6060

Depreciación del transporte

Estructura de costos de transporte

Mano de obra

Aportes	Chofer
Sueldo mensual	\$ 691,69
Décimo tercer sueldo (Sueldo anual / 12)	\$ 691,69
Décimo cuarto sueldo (SBU)	\$ 450,00
Vacaciones (sueldo anual / 24)	\$ 345,84
Gratificaciones (25% x Sueldo mensual)	\$ 172,92
Aporte personal IESS (9,45% x Sueldo)	\$ 65,35
Costo mensual remunerar (\$)	\$ 2417,49
Recorrido estándar (km)	6060 km
Costo por km (\$/km)	0,3989 \$/km

La mano de obra que se encarga en el transporte de los residuos adicional al trabajo, también hace otros recorridos como transporte logístico, entrega de mercadería a los diferentes sitios de encomiendas, transporte de materia prima, etc.; además de llevar los residuos hacia las recicladoras. El recorrido diario del chofer es de 276 kilómetros aproximadamente.

Depreciación vehicular

Depreciación	Vehículo
Valor del vehículo (\$)	\$ 63530,00
Vida útil en años	10
Valor residual (%)	20%
Valor residual (V. vehículo x %V. residual) (\$)	\$ 12706,00
Valor del vehículo (\$) – Valor residual (\$)	\$ 50824,00
Vida útil en meses	120
Costo mensual (Valor del vehículo – Valor residual / Vida útil al mes) (\$)	\$ 423,53
Recorrido estándar (km)	6060 km
Costo por km (\$/km)	0,00698 \$/km

Combustibles

Combustibles	
Precio por galón	\$ 1,75
Rendimiento por 100 km	30 km
Costo (precio/rendimiento) (\$/km)	0,0583 \$/km

Filtros

Insumo	Cantidad (unidades)	Precio Unitario (\$)	Precio total (\$)	Periodo de cambio (km)	Precio (\$/km)
Filtro de aceite	1	9,00	9,00	5000	0,0018
Filtro de aire para cabina	2	25,00	50,00	20000	0,0025
Filtro de aire para el motor	2	12,00	24,00	20000	0,0012
Filtro de combustible	1	10,00	10,00	10000	0,0010
Costo km filtros (\$/km)					0,0065

Lubricantes

Insumo	Cantidad	Precio Unitario (\$)	Precio total (\$)	Periodo de cambio (km)	Precio (\$/km)
Líquido refrigerante	3 galones	6,00	18,00	90000	0,0002
Aceite de caja	2 galones	14,00	28,00	20000	0,0014
Aceite del diferencial	2 galones	14,00	28,00	20000	0,0014
Líquido de embrague	1 galón	6,00	6,00	60000	0,0001
Aceite de motor	3,5 galones	16,00	56,00	5000	0,0112
Costo km lubricantes (\$/km)					0,0143

Neumáticos

Llanta Rin 22.5 LM526 Michelin	Cantidad
Número de neumáticos (unidades)	7
Precio por neumático (\$)	\$ 432,60
Rendimiento (km)	44187
Costo (precio/ rendimiento) (\$)	0,0097 \$/km

Mantenimiento preventivo

Insumo	Cantidad	Precio Unitario (\$)	Precio total (\$)	Periodo de cambio (km)	Precio (\$/km)
Aceite del diferencial	3 galones	14,00	42,00	30000	0,0014
Líquido de embrague	1 unidad	7,00	7,00	30000	0,0002
Aceite de caja	2 galones	14,00	28,00	20000	0,0014
Calibración de válvulas	1 unidad	30,00	30,00	60000	0,0005
Calibración del juego del pedal	1 unidad	5,00	5,00	10000	0,0005
Calibración de los frenos	1 unidad	5,00	5,00	10000	0,0005
Rotación de neumáticos y control de presiones	6 unidades	1,50	9,00	20000	0,00045
Total (\$/km)					0,0049

Mantenimiento correctivo

Insumo	Cantidad (unidades)	Precio Unitario (\$)	Precio mano obra (\$)	Precio total (\$)	Periodo de cambio (km)	Precio (\$/km)
Cambio de bandas	2	15,00	5,00	40,00	90000	0,0004

Insumo	Cantidad (unidades)	Precio Unitario (\$)	Precio mano obra (\$)	Precio total (\$)	Periodo de cambio (km)	Precio (\$/km)
Disco de embrague	1	300,00	120,00	420,00	200000	0,0021
Cambio de termostatos	2	55,00	15,00	140,00	180000	0,0007
Cambios de crucetas	3	40,00	20,00	180,00	300000	0,0006
Cambio de ferodos	4	32,00	50,00	328,00	60000	0,0054
Retenes	6	10,00	20,00	180,00	40000	0,0045
Total (\$/km)						0,0139

Seguro vehicular

Seguro	
Costo mensual (\$)	\$ 210,00
Subtotal (\$)	\$ 210,00
Recorrido estándar (km)	6060 km
Costo por (\$/km)	0,0347 \$/km

Impuestos

Impuestos generados	
Impuesto	Cantidad
Utilidad esperada (\$)	\$ 49646,13
Impuesto renta (\$)	\$ 3876,22
Número de vehículos (unidades)	1 unidades
Impuesto por vehículo (\$/unidad)	\$ 1893,11
Recorrido estándar(km)	6060 km
Costo por (\$/km)	0,3123 \$/km

Otros gastos

Gastos	Valor (\$)
Pago de matrícula (\$)	\$ 190,72
Pago de impuesto municipal (\$)	\$ 141,40
Pago de revisión técnica vehicular y rodaje (\$)	\$ 47,00
Gasto Total (\$)	\$ 379,12
Recorrido estándar (km)	6060 km
Costo por (\$/km)	0,0625 \$/km

Resumen

Concepto	Costo por kilómetro (\$/km)	Porcentaje
Mano de obra	0,3989	40,45%
Depreciación vehicular	0,0698	7,09%
Combustibles	0,0583	5,91%
Filtros	0,0065	0,66%
Lubricantes	0,0143	1,45%
Neumáticos	0,0097	0,99%
Mantenimiento preventivo	0,0049	0,51%
Mantenimiento correctivo	0,0138	1,41%
Seguro vehicular	0,0347	3,51%
Impuestos	0,3123	31,68%
Otros gastos	0,0625	6,34%
Costo total (\$/km)	0,9862	100%

El costo total del transporte por cada kilómetro recorrido es de 0,9862 dólares. Con este valor se puede calcular el valor monetario al transportar los desperdicios para reciclaje de Servicartón Cía. Ltda. desde la empresa hasta el depósito de reciclaje. A continuación se muestran las diferentes alternativas sugeridas debido a sus distancia y el precio ofertado por cada kilogramo de residuos de cartón. Estas alternativas son:

Recicladora Charco, Ecoreciclar, Recicladora Los Gufis y Recicladora La Dolorosa. Todos los sitios de recolección de residuos son en la ciudad de Ambato, provincia de Tungurahua.


Alternativa 1. Recicladora Charco

Alternativa 1		
Nombre del depósito	Recicladora Charco	
Ubicación	Av. Bolivariana y Pedro Echeverria	
Ciudad	Ambato	
Imagen del depósito		
		
Características del automotor		
Modelo	Hino Serie 500 GH 260	
Capacidad total	18000 kg	
Peso aproximado del lote de residuos	2300 kg/m ²	
Número de lotes soportados	7 lotes	
Variables		
Distancia recorrida	3,7 km	
Minutos por recorrer	8 minutos	
Precio por kg/m²	0,08 centavos de dólar	
Precio por lote de residuos	\$ 1288,00	
Tiempo que se recibe ese ingreso	Mensual	
Precio del combustible consumido	Valor por cada kilómetro recorrido (\$/km)	0,9862
	Costo por distancia recorrida ida (\$)	\$3,64
	Costo por distancia total (\$)	\$ 7,29

Alternativa 2. Ecoreciclar

Alternativa 2		
Nombre del depósito	Ecoreciclar	
Ubicación	Troncal de la Sierra y Anacreonte	
Ciudad	Ambato	
Imagen del depósito		
		
Características del automotor		
Modelo	Hino Serie 500 GH 260	
Capacidad total	18000 kg	
Peso aproximado del lote de residuos	2300 kg/m ²	
Número de lotes soportados	7 lotes	
Variables		
Distancia recorrida	4,5 km	
Minutos por trayecto	11 minutos	
Precio por kg/m ²	0,10 centavos de dólar	
Precio por lote de residuos	\$ 1610,00	
Tiempo que se recibe ese ingreso	Mensual	
Precio del combustible consumido	Valor por cada kilómetro recorrido (\$/km)	0,9862
	Costo por distancia recorrida ida (\$)	\$ 4,43
	Costo por distancia total (\$)	\$ 8,87

Alternativa 3. Recicladora Los Gufis

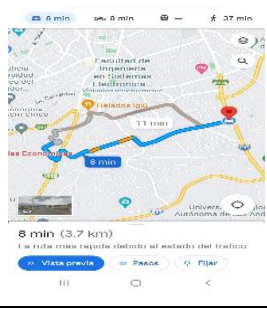
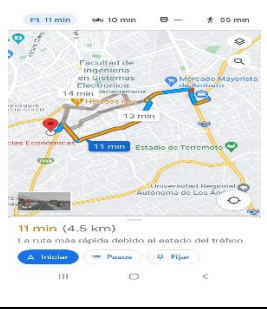
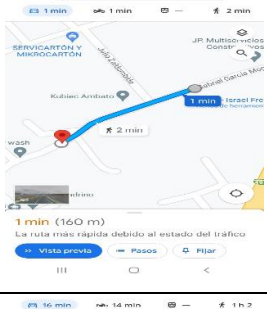
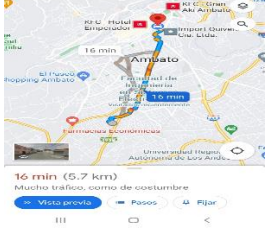
Alternativa 3		
Nombre del depósito	Recicladora Los Gufis	
Ubicación	García Mogrovejo y Julio Zaldumbide	
Ciudad	Ambato	
Imagen del depósito		
		
Características del automotor		
Modelo	Hino Serie 500 GH 260	
Capacidad total	18000 kg	
Peso aproximado del lote de residuos	2300 kg/m2	
Número de lotes soportados	7 lotes	
Variables		
Distancia recorrida	160 metros	
Minutos por trayecto	1 minuto	
Precio por kg/m2	0,05 centavos de dólar	
Precio por total de lotes de residuos	\$ 805,00	
Tiempo que se recibe ese ingreso	Mensual	
Precio del combustible consumido	Valor por cada kilómetro recorrido (\$/km)	0,9862
	Costo por distancia recorrida ida (\$)	\$ 0,15
	Costo por distancia total (\$)	\$ 0,31

Alternativa 4. Recicladora La Dolorosa

Alternativa 4		
Nombre del depósito	Recicladora La Dolorosa	
Ubicación	Troncal de la Sierra y Anacreonte	
Ciudad	Ambato	
Imagen del depósito		
		
Características del automotor		
Modelo	Hino Serie 500 GH 260	
Capacidad total	18000 kg	
Peso aproximado del lote de residuos	2300 kg/m ²	
Número de lotes soportados	7 lotes	
Variables		
Distancia recorrida	5,7 km	
Minutos por trayecto	16 minutos	
Precio por kg/m²	0,09 centavos de dólar	
Precio por total de lotes de residuos	\$ 1449,00	
Tiempo que se recibe ese ingreso	Mensual	
Precio del combustible consumido	Valor por cada kilómetro recorrido (\$/km)	0,9862
	Costo por distancia recorrida ida (\$)	\$ 5,62
	Costo por distancia total (\$)	\$ 11,24

Costo beneficio

Para obtener el mejor costo con respecto a las diferentes alternativas presentadas se debe tener en cuenta el precio del consumo del combustible por la distancia recorrida y el precio de los residuos ofertados en los depósitos de materiales reciclables. Estos datos se comparan en la siguiente tabla para conocer cuál es la alternativa que beneficia más a la empresa Servicartón Cía. Ltda.

Costo beneficio de las alternativas					
Alternativas	Precio por kilómetro	Precio por lotes de residuos	Precio por total de residuos generado	Ingresos (total residuos – combustible)	Imagen de recorrido
Recicladora Charco	\$ 7,29	\$ 184,00	\$ 1288,00	\$ 1280,70	
Ecoreciclar	\$ 8,87	\$ 230,00	\$ 1610,00	\$ 1.601,12	
Recicladora Los Gufis	\$ 0,31	\$ 115,00	\$ 966,00	\$ 965,68	
Recicladora La Dolorosa	\$ 11,24	\$ 207,00	\$ 1449,00	\$ 1437,75	

El depósito de materiales reciclables que es la mejor alternativa según su costo y beneficio es el depósito “Ecoreciclar” siendo el mejor en cuanto al costo generado al momento de transportar los residuos hacia el lugar de depósito, con respecto al precio por kilómetro de transportar es de 8,87 dólares por la distancia recorrida desde la empresa Servicartón Cía. Ltda. hasta el depósito de residuos y desde el depósito hasta la empresa y el precio a generar por los lotes es de 1610 dólares, obteniendo un ingreso extra para la empresa de 1601 dólares con 12 centavos. Este ingreso puede servir para solventar una parte de los gastos de adquirir materia prima o para cubrir ciertos costos y gastos operacionales.

f) Disposición final

Se recomienda a la empresa Servicartón Cía. Ltda. los diferentes tipos de residuos que no pueden ser reciclados debido a sus características físicas, separarlos y decidir su disposición final. En la tabla siguiente se muestra la disposición actual, la disposición final y la disposición recomendada.

Residuo	Disposición actual	Disposición final	Disposición recomendada
Papel y cartón	Reciclaje	Recicladora	Reciclaje
Plástico stretch	Relleno sanitario	Relleno sanitario	Reciclaje
Zunchos de metal	Relleno sanitario	Relleno sanitario	Reciclaje
Tinta de impresión	Almacenamiento	Vertedero	Gestión municipal
Goma líquida	Almacenamiento	Vertedero	Gestión municipal
Envases metálicos	Relleno sanitario	Relleno sanitario	Reúso

- **Reciclaje**

Papel y cartón: Los residuos de cartón que se encuentran contaminados o por factores externos que no pueden ser remanufacturados, su destino son los recicladores, los mismos que se encarga de su disposición final.

Plástico stretch: Se recomienda poner a disposición de reciclaje los residuos de plásticos generados en la etapa de almacenamiento de producto terminado conjuntamente con el papel y cartón, para que su disposición final sea la misma.

Zunchos de metal: Los residuos metálicos que se generan a un mal uso de los zunchos para asegurar el producto terminado por lotes, pueden ser remanufacturados, con el propósito de reusar.

- **Reúso**

Envases metálicos: Los envases donde se almacenan los residuos de tinta y goma líquida pueden cumplir otros propósito dentro de la empresa, este material será puesto a disposición por los operarios que usaran para diferentes actividades.

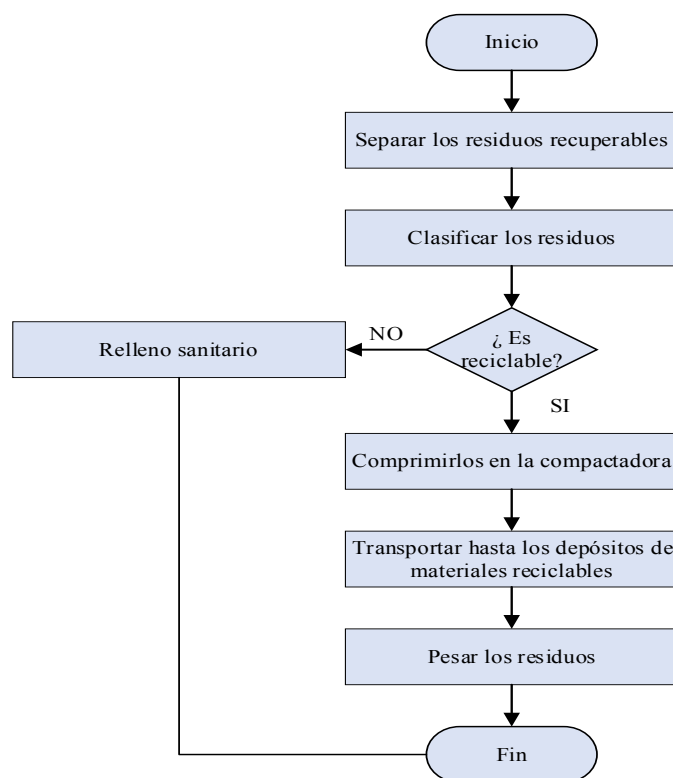
- **Gestión municipal**

Tinta de impresión: Al no contar con un gestor externo, se recomienda disponer este residuo a un gestor municipal que se encarga de recolectar y transportar este tipo de material, además se recomienda mantener un registro de recolección.

Goma líquida: La goma en polvo que se mezcla con agua en la actualidad se arroja al vertedero, pero se recomienda la misma gestión por parte del municipio en conjunto con los residuos de tinta de impresión.

g) Diagrama de flujos del manejo de los residuos

Se presenta mediante un diagrama de flujo como es el manejo de los residuos generados en la empresa Servicartón Cía. Ltda., los diferentes tipos de residuos que no se pueden remanufacturados y tienen que optar por otro elemento inverso se representan mediante un diagrama de flujo con el fin de su mejor comprensión.



h) Indicadores logísticos

- Indicadores de desempeño logísticos

Nos permite medir la eficacia del funcionamiento de la gestión de residuos en el sistema productivo de la empresa Servicartón Cía. Ltda., la misma que establece prioridades para corregir los procesos menos eficaces. En la siguiente tabla se muestran los indicadores propuestos para el sistema productivo de la empresa, en que etapa productiva se encuentra y la descripción.

Indicadores de desempeño KPIS		
Nombre del indicador	Etapa	Descripción
Tasa de reciclaje de residuos	Todos	Mide el porcentaje de residuos que reciclan en relación a la cantidad total de residuos generados.
Eficiencia de recolección	Todos	Mide la eficiencia del sistema de recolección de residuos.
Consumo de energía	Todos	Mide la cantidad de energía utilizada en condiciones de funcionamiento.
Tasa de devolución	Todos	Mide el porcentaje de productos devuelto en relación con el total de pedidos generados.

- **Matriz técnica de los indicadores**

Se presenta los indicadores sugeridos para medir el desempeño en la gestión de residuos del sistema productivo de la empresa Servicartón Cía. Ltda.

Tasa de reciclaje de residuos

Indicadores de desempeño	
Nombre	Tasa de reciclaje de residuos
Tipo de indicador	Eficiencia
Objetivo	Determinar el porcentaje de residuos que se reciclan con respecto al total de residuos generados.
Proceso	Todo el sistema productivo
Fórmula	$\frac{\text{Cantidad de residuos reciclados}}{\text{Cantidad total de residuos generados}} * 100\%$
Unidad de medida	Porcentaje
Frecuencia	Semanal
Responsable	Jefe de producción

Eficiencia de clasificación

Indicadores de desempeño	
Nombre	Eficiencia de clasificación
Tipo de indicador	Eficiencia
Objetivo	Determinar el porcentaje de eficiencia en la clasificación de los residuos con respecto a la cantidad de residuos recolectados.
Proceso	Almacenamiento
Fórmula	$\frac{\text{Cantidad de residuos clasificados}}{\text{Cantidad total de residuos recolectados}} * 100 \%$
Unidad de medida	Porcentaje
Frecuencia	Mensual
Responsable	Jefe de producción

Consumo de energía

Indicadores de desempeño	
Nombre	Consumo de energía
Tipo de indicador	Eficiencia
Objetivo	Determinar el porcentaje de energía consumida de las máquinas del sistema productivo en condiciones de inactividad con respecto a la cantidad total de tiempo de funcionamiento.
Proceso	Todo el sistema productivo
Fórmula	$\frac{\text{Tiempo de energía consumida en inactividad}}{\text{Cantidad total de tiempo de funcionamiento}} * 100\%$
Unidad de medida	Porcentaje
Frecuencia	Mensual
Responsable	Jefe de producción

Tasa de devolución

Indicadores de desempeño	
Nombre	Tasa de devolución de productos
Tipo de indicador	Eficiencia
Objetivo	Determinar el porcentaje de productos devueltos en comparación del total de pedidos generados.
Proceso	Ventas
Fórmula	$\frac{\text{Cantidad de devoluciones}}{\text{Cantidad total de pedidos}} * 100\%$
Unidad de medida	Porcentaje
Frecuencia	Mensual
Responsable	Jefe de ventas

i) Estudio económico

– Costo de implementación del plan

En la empresa Servicartón Cía. Ltda., al momento de implementar el plan de logística inversa para la gestión eficiente en el proceso productivo de cajas de cartón corrugadas para pizzas se debe considerar varios elementos para su implementación, así los costos que se detallan en la tabla de a continuación, con el fin de calcular un valor estimado.

Elementos a implementar	Número	Costo (\$)
Gastos estimados		
Costo de las capacitaciones al personal administrativo.	1	400,00
Costo de las capacitaciones a los operarios del sistema productivo.	2	800,00
Adquisición de contenedores de 1110 kg	3	1770,00
Costo de almacenamiento de residuos.	1	0,00
Costo de transporte	1	8,31
Costo de la energía eléctrica de las máquinas en condiciones de inactividad.	7	361,45
Total de gastos (\$)		\$ 3339,76
Ingresos estimados		
Ingresos extras por lotes de residuos en la recicladora.		\$ 1601,68
Costo de implementación		1738,08

Por ser la primera vez que la empresa opte por implementar el plan el costo es de 1738 dólares con 8 centavos, siendo un gasto alto, pero al impulsar en los trabajadores y al personal administrativo de Servícartón Cía. Ltda. al manejo eficiente de los residuos generados, por ende, se tiene que visualizar como un ingreso extra para la empresa la cantidad monetaria por vender los residuos a la recicladora. El costo de las materias primas no se considera puesto a que solo se toma en cuenta los desperdicios generados en el área productiva y en cuestión de productos devueltos por parte de los clientes.

j) Monitoreo del programa

Se sugiere a la empresa Servícartón Cía. Ltda. implementar un modelo de check list, con el fin de facilitar el control del plan de logística inversa para la gestión eficiente en el manejo de los residuos dentro del área productiva. De esta manera se genera una lista de comprobación de actividades.

Pregunta	Cumple	No cumple
1. ¿ Los operarios son capacitados acerca del plan de logística inversa para la gestión de los residuos?		
2. ¿Los contenedores de residuos se encuentran correctamente señalizados?		
3. ¿Los operarios separan correctamente los residuos generados en cada etapa de producción?		

Pregunta	Cumple	No cumple
4. ¿Los operarios depositan los residuos según el color del contenedor?		
5. ¿Los residuos son transportados de forma correcta?		
6. ¿Los residuos son comercializados por proveedores expertos en el tratamiento de los residuos ?		
7. ¿El presupuesto que está destinado para el plan de logística inversa en la gestión de los residuos se cumple?		
8. ¿El cronograma propuesto para la implementación del plan se cumple en los intervalos de tiempo?		
9. ¿Los proveedores de la empresa saben de la propuesta en implementar un modelo de logística inversa?		
10. ¿Los clientes mayoritarios y minoritarios saben de la propuesta de implementar un modelo de logística inversa?		

k) Cronograma

Se propone un cronograma de actividades a cumplir respecto al plan de logística inversa para el manejo de los residuos en la empresa Servicartón Cía. Ltda. Esto se muestra a continuación. El objetivo es cumplir cada una de las actividades descritas en el intervalo de tiempo sugerido.

Cronograma del plan de logística inversa para el manejo de residuos												
Acciones propuestas	Meses											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Capacitación acerca del plan de logística inversa para la gestión de los residuos.												
Minimización y separación del origen.												
Clasificación de los residuos.												
Disponer de un espacio adecuado para cada tipo de residuo.												
Disponer de recipientes adecuados para cada residuo.												
Mantener medidas para minimizar la producción de residuos.												
Charlas constantes para minimizar la producción de residuos.												

CAPÍTULO IV.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

- Se ha definido que la cadena logística directa empieza con la orden compra para adquirir la materia prima de los proveedores, seguidamente el cliente pide el producto y se genera la venta y facturación donde se receipta el pedido y procede a su facturación por parte del departamento de ventas, donde se emite la orden de pedido al área de producción la cual cuenta con siete procesos que son: corte, corte y corrugado, impresión, guillotina, laminado, troquelado y empacado. Una vez realizado el producto final es almacenado en la bodega para luego ser transportado y distribuido a los clientes mayoritarios. Cabe recalcar que la empresa Servicartón Cía. Ltda., no cuenta con un modelo logístico inverso que permita controlar los residuos generados al elaborar productos relacionados con el cartón corrugado, por lo que, los procesos de recolección de desperdicios dentro del área de producción se desarrollan de forma empírica causando alta cantidad de residuos en cada proceso, afectando directamente al medio ambiente.
- Las actividades críticas que se evaluaron fueron el consumo de energía en condiciones de inactividad y los residuos generados en el área productiva de cajas de cartón corrugada. El proceso de troquelado el que más consumo de energía genera con un total de 112,66 kW por día, por otra parte el total de desperdicio generado por el lote de producción es de 239,09 kg/lote donde el área de laminado presenta la mayor cantidad de residuos generados con un peso de 48,50 kg/lote por cada 5000 unidades. El proceso de troquelado es el siguiente proceso que le prosigue en cantidad de residuos generados, siendo los recortes de cartón troquelados el desperdicio que se presentan, estos tipos de residuos representan el 78,41 % del total de residuos generados en el área productiva de Servicartón Cía. Ltda. Para la disposición final de estos materiales se determinaron procesos logísticos inversos que se dividen en etapas las cuales son la recolección, inspección, selección y clasificación, el procesamiento y la disposición de materiales.

- La elaboración de un plan de logística inversa para el manejo eficiente de los residuos generados en Servicartón Cía. Ltda. está diseñado con el fin de organizar, guiar y controlar la disposición de los desperdicios que se producen en cada proceso del área productiva de la empresa, y manejar las devoluciones de productos que no cumplen las expectativas de los clientes para su disposición final, inicialmente el plan contiene información preliminar como el objetivo, alcance, responsables y la terminología, posteriormente se presentan 11 puntos a tomar en consideración como son: la clasificación de los residuos, ejecución del plan, política de devoluciones, sistema de recolección, manejo y disposición final de los residuos, así como diagrama de flujo del manejo de residuos, indicadores logísticos, estudio económico, monitoreo del programa y un cronograma de actividades para obtener un modelo que permita al trabajador la correcta disposición final de los residuos, así como las devoluciones presentadas por el cliente final.
- Se realizó un análisis de las alternativas propuestas y se presentó la mejor opción según su costo y beneficio que es el depósito de reciclaje “Ecoreciclar” por generar el mejor precio por la compra de los lotes de residuos con un valor de \$ 1610,00 el precio por kilómetro al transportar el material desde la empresa Servicartón Cía. Ltda. hasta el sitio de recolección y el transporte de viceversa, la cual es de \$ 8,87 por la distancia recorrida, así que se genera un ingreso extra de \$1601,12, este precio es el más alto ante los depósitos de reciclaje “Recicladora La Dolorosa” con un ingreso de \$ 1437,75, “Recicladora Charco” con un ingreso de \$ 1280,72 y “Recicladora Los Gufis” con un ingreso de \$ 965,68. El ingreso extra servirá para solventar gastos de materia prima, materiales o algún proyecto a futuro para la empresa.

4.2 Recomendaciones

- La principal sugerencia es la socialización del presente manual por parte del área administrativa con el fin de los trabajadores y clientes conozcan cuál es su fin y su utilidad por ende permite ser un apoyo ante el desconocimiento de los manejos de residuos y productos devueltos.
- Considerar que la información que se utilizó en el plan de logística inversa debe actualizarse de forma constante, con el fin de que la información que otorga el modelo no reduzca su precisión.
- Existen varios aspectos externos a la empresa que obligan a actualizar la información, como ejemplo es el aumento del precio del combustible suscitado en el 2023 a nivel nacional.
- Este trabajo de investigación, deja abierto el camino para futuras investigaciones relacionadas como la cadena de abastecimiento, economía circular, incluso la mejora de este mismo modelo en una segunda versión.
- Se puede identificar cuantos materiales ingresan en el camión con base a su capacidad de carga y sus dimensiones, esto se sugiere para facilitar la contabilidad de la cantidad de residuos ingresados.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Z. J. F. Montes Castillo and M. del C. Rodríguez López, “La logística inversa en el manejo de los residuos de empaques y embalajes en el contexto del COVID-19,” *Vértice Univ.*, vol. 23, no. 91, pp. 3–13, 2021.
- [2] M. D. Arango-Serna, J. A. Valencia-Salazar, and S. Ruiz-Moreno, “Sistema de logística inversa para el desarrollo sostenible de un astillero,” *Rev. UIS Ing.*, vol. 19, no. 2, pp. 105–117, 2020.
- [3] L. E. Soto Chávez, J. W. Ugalde Vicuña, and D. H. Zambrano Silva, “El uso de las cajas de cartón corrugado como medio de embalaje y forjador de la conciencia ambiental,” *Polo del Conoc.*, vol. 5, no. 10, pp. 104–117, 2020.
- [4] J. E. Ruiz Sánchez, M. L. González-Illescas, and L. P. Carmenate Fuentes, “La logística inversa como estrategia de diferenciación para los mercados dinámicos,” *INNOVA Res. J.*, vol. 5, no. 2, pp. 140–156, 2020.
- [5] J. Silva-Rodriguez, “Diseño de una red de logística inversa: caso de estudio Usochicamocha - Boyacá,” *Rev Fac Nac Salud Pública*, vol. 20, pp. 91–113, 2017.
- [6] J. Moreno, C. Villacis, J. Martínez, and D. Haro, “Modelo de gestión de logística verde. Caso: Cooperativa de Transporte Pesado los Andes Green logistics management model. Case: Los Andes Heavy Transportation Cooperative,” 2022, vol. 5, pp. 1–18, 2022.
- [7] N. Félix Ruiz and Jessyca I. Valverde Montes, “Sistema de Logística Inversa utilizado en el Perú y América,” Universidad Privada del Norte, 2019.
- [8] D. E. Holguín García, “Diseño de un sistema de logística inversa para disminuir la compra de nuevos envases de agua en la empresa AVEDL PERU S.R.L. 2020,” Universidad Privada del Norte, 2021.
- [9] C. Clavijo Morales and P. Fárez Morocho, “Análisis de la logística inversa aplicado al sector plástico, en el cantón Cuenca,” Universidad de Cuenca, 2018.
- [10] L. Vendrell Batista, “Procedimiento para el diseño de la logística inversa en la fábrica de cigarrillos Lázaro Peña de Holguín,” Universidad de Holguín, 2016.

- [11] M. Salgado Ruiz, “Logística inversa: una herramienta gerencial en la cadena de abastecimiento para mejorar la competitividad y perseverar el medioambiente,” Universidad Católica de Colombia, 2016.
- [12] A. Villacrés, “Modelo de logística inversa para la gestión eficiente del sector llantero,” Universidad Técnica de Ambato, 2015.
- [13] K. del R. H. Garcia, “Translated from the original in Spanish Cost systems, reverse logistics and sustainable management in industrial enterprises,” vol. 8, no. 3, 2020.
- [14] G. R. Berna Paternina and A. C. Padilla Otero, “Análisis de Casos de Logística Inversa en Empresas Colombianas,” pp. 1–47, 2021.
- [15] C. Andrea and C. Pereira, “Study of reverse logistics and its importance in the business management of sustainable,” no. 1, pp. 31–47, 2022.
- [16] Naciones Unidas, “Noticias ONU - Mirada global Historias humanas,” *Noticias ONU - Mirada global Historias humanas*, 2018. [Online]. Available: <https://news.un.org/es/story/2018/10/1443562#:~:text=Cada latinoamericano genera un kilo,entre el 9 y el.> [Accessed: 13-Nov-2022].
- [17] D. L. Peña Orozco, D. F. Bolaños Carranza, and P. F. Salcedo Peláez, “Diseño de cadena de abastecimiento bajo el concepto de logística inversa para el sector manufacturero de papel en la zona centro del Valle del Cauca.,” *Sci. Tech.*, vol. 21, no. 4, p. 328, 2016.
- [18] N. Amato, “Cuadernos de administración.,” *Cuad. Adm. (Universidad del Valle)*, vol. 31, no. 53, pp. 85–96, 2015.
- [19] E. Salas Valdivia, “Empleo del conocimiento de la logística inversa como estrategia e impacto ambiental para el logro de desempeño sostenible de la industria manufacturera del sector industria gráfica en Tacna, 2019,” Universidad Privada de Tacna, 2018.
- [20] R. A. G. Montoya, “Logística inversa un proceso de impacto ambiental y productividad.,” *Inverse Logist. a Process with Environ. Product. impacts.*, vol. 5, no. 2, pp. 1–14, 2010.
- [21] K. Ivonne *et al.*, “La Logística Inversa , una Alternativa Estratégica de

Empresas Latinoamericanas para Competir en los Mercados Internacionales
Resumen : Reverse Logistics , a Strategic Alternative for Latin American
Companies to Compete in International Markets Mayiya Lis.”

- [22] E. Clavijo and P. Fárez, “Análisis de la logística inversa aplicado al sector de plástico, en el Cantón Cuenca,” Universidad de Cuenca, Cuenca, 2018.
- [23] S. Rubio Lacoba and D. M. Tomás Bañegil Palacios D Albert Corominas Subias, “Empresa: Análisis Y Aplicaciones Universidad De Extremadura Departamento De Economía Aplicada Y Organización De Empresas.”
- [24] Servicio de Rentas Internas, “SRI en línea,” 2022. [Online]. Available: <https://sri-en-linea.com/ruc/0190302245001>. [Accessed: 23-Nov-2022].
- [25] PROCARSA, “PROCARSA,” 2019. [Online]. Available: <https://procarisa.com.ec/quienes-somos.html>. [Accessed: 15-Nov-2022].
- [26] K. Estrada, V. Torres, A. Máynez, and M. Escobedo, “Logística inversa y sustentabilidad : revisión de literatura,” *Culcyt/ Sustentabilidad*, vol. 1, no. 55, pp. 34–45, 2015.
- [27] E. Cajamarca, J. Jimbo Días, and S. Cabrera Chalco, “Estudio de la cadena de suministro del papel y cartón reciclado en la ciudad de Cuenca-Ecuador,” *Ciencias Adm.*, vol. 10, pp. 1–12, 2022.
- [28] A. Tituaña Vilatuña, “Logística inversa relacionada con la competitividad responsable orientada a las empresas industriales del cantón Rumiñahui,” Universidad de las Fuerzas Armadas, 2017.
- [29] L. DE La Empresa Eurofresh, P. por Sr Milton Leonardo Cárdenas Valencia Sr Tomás Jezer Ojeda Yactayo Sr Álvaro Eloy Rodríguez Chávez Asesor, and P. Mario Chong, ““Logística Inversa Para Mejorar Los Costos,” 2019.
- [30] C. Unisalle, F. Camila, T. Camacho, L. Marcela, O. Sossa, and F. C. Ospina, “Universidad de La Salle Propuesta del sistema de logística inversa en la empresa Maderas Valderrama y Bilbao Citación recomendada,” 2018.
- [31] S. Rubio and B. Jiménez-Parra, “Reverse logistics: Overview and challenges for supply chain management,” *Int. J. Eng. Bus. Manag.*, vol. 6, no. 1, pp. 1–7, 2014.

- [32] H. Yu, X. Sun, W. D. Solvang, and X. Zhao, “Reverse Logistics Network Design for Effective Management of Medical Waste in Epidemic Outbreak: Insights from the Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) in Wuhan,” *SSRN Electron. J.*, 2020.
- [33] T. A. Banihashemi, J. Fei, and P. S.-L. Chen, “Exploring the relationship between reverse logistics and sustainability performance,” *Mod. Supply Chain Res. Appl.*, vol. 1, no. 1, pp. 2–27, 2019.
- [34] I. López Castaño, “Importancia de la Logística Inversa y la Eco Eficiencia en el ámbito empresarial como herramienta de ayuda para el Restaurante Punta Sal,” Universidad del Rosario, 2018.
- [35] Y. Alvarado Carcelén and S. Salgado Moran, “Análisis de la logística inversa como ventaja competitiva en las PYMES exportadoras de frutas u hortalizas no tradicionales,” Universidad de Guayaquil, 2018.
- [36] M. Del Río Merino, P. Villoria Sáez, and F. Torrijos Antelo, “Logística inversa aplicada a las empresas de edificación. Fase de demolición.,” *Build. Manag.*, vol. 1, no. 2, p. 12, 2017.
- [37] Y. Portugal Escobar and K. Chapoñan Rivero, “Logística inversa en los últimos 15 años, una revisión sistemática,” Universidad Privada del Norte, 2019.
- [38] L. O. V. De La Cruz, C. E. Marrero Fornaris, and M. C. Pérez Pravia, “Contribución a la logística inversa mediante la implantación de la reutilización por medio de las redes de Petri,” *Ingeniare*, vol. 25, no. 1, pp. 154–169, 2017.

ANEXOS

Anexo 1. Metodología PRISMA

Documentación Seleccionada					
Código	Título	Base de Datos	Año Publicado	Autores	Objetivo
1	Cost systems, reverse logistics and sustainable management in industrial enterprises.	Scielo	2020	Ketty del Rocio Hurtado Garcia	Analizar teóricamente la influencia de la logística inversa y los sistemas de costo en la gestión sostenible de las empresas industriales.
2	Análisis de Casos de Logística Inversa en Empresas Colombianas.	Repositorio	2021	- Gina Rosa Berna Paternina - Aura Cristina Padilla Otero	Analizar la adopción de la logística inversa en las empresas colombianas.
3	Estudio de la logística inversa y su importancia en la gestión empresarial de organizaciones sostenibles.	Repositorio	2022	- Malpica Zapata, William Alexander - Caicedo Pereira, Camila Andrea - Lasso Espitia, Daniela Alejandra	Analizar la producción investigativa alrededor del concepto de logística inversa y su importancia para la gestión empresarial.
4	La logística inversa como estrategia de diferenciación para los mercados dinámicos.	Dialnet	2020	- Joselyn Estefanía Ruiz Sánchez - Mayiya Lisbeth González Illescas	Analizar la logística inversa como estrategia de diferenciación de las empresas exportadoras para competir en mercados dinámicos.
5	Empleo del conocimiento de la logística inversa como estrategia e impacto ambiental para el logro de desempeño sostenible de la industria manufacturera sector industria gráfica en Tacna, 2019.	Repositorio	2022	Elard Tamar Salas Valdivia	Determinar de qué manera se relaciona el empleo del conocimiento de la logística inversa como estrategia e impacto ambiental para el logro de desempeño sostenible de la industria manufacturera.
6	La Logística Inversa, una Alternativa Estratégica de Empresas Latinoamericanas para Competir en los Mercados Internacionales.	Revista Compendium	2021	- Karoline Silva Álvarez - Mildred Hurtado Sangurima - Mayiya González Illescas	Analizar las prácticas de logística inversa que adoptan las empresas latinoamericanas exportadoras para ser competitiva y sostenibles.

7	Análisis de la logística inversa aplicado al sector de plástico, en el Cantón Cuenca.	Repositorio	2018	- Cristina Estefanía Clavijo Morales - Paola Verónica FárezMorochó	Conceptuar el proceso de logística inversa y su aplicación en el sector de plásticos PET (politereftalato de etileno) del cantón Cuenca.
8	La logística inversa en el manejo de los residuos de empaques y embalajes en el contexto del COVID-19.	Scielo	2021	- Zayyad Jesús Francisco Montes Castillo - María del Carmen Rodríguez López	Realizar una revisión de la literatura de logística inversa para establecer su importancia como herramienta estratégica en el desarrollo de una actividad productiva enfocada a procesos más sustentables.
9	Sistema de logística inversa para el desarrollo sostenible de un astillero.	Revista UIS Ingenierías	2022	- Martín Darío Arango Serna - Jairo Alberto Valencia Salazar - Silvana Ruiz Moreno	Proponer un Sistema de Logística Inversa para un astillero que se enfoque en los residuos derivados de las operaciones de mantenimiento realizadas a embarcaciones bajo un enfoque sostenible.
10	El uso de las cajas de cartón corrugado como medio de embalaje y forjador de la conciencia ambiental.	Dialnet	2020	- Soto Chávez Luis Enrique - Ugaldé Vicuña José William - Zambrano Silva Dennis Holger	Analizar el uso de las cajas de cartón corrugado como medio de embalaje y forjador de la conciencia ambiental.
11	Diseño de una red de logística inversa: caso de estudio Usochicamocha – Boyacá.	Scielo	2018	Julián David Silva Rodríguez	Proponer una configuración y funcionamiento de la red de logística inversa para la recolección, acopio y disposición final de los residuos de plaguicidas.
12	Propuesta de un modelo de gestión de logística verde, caso de estudio cooperativa de transporte pesado Los Andes.	Repositorio	2021	Pinto Terán Esteban Alejandro	Proponer un modelo de gestión de logística verde a la Cooperativa de Transporte Pesado Los Andes.
13	Estudio de la cadena de suministro de papel y cartón reciclado en la ciudad de Cuenca-Ecuador.	Redalyc	2022	- Edisson Santiago Cajamarca - José Santiago Jimbo Días	Enmarcar el reciclaje como motor de desarrollo, enfatizando en aquellos que intervienen en la cadena de suministro de papel y cartón en la ciudad de Cuenca-Ecuador.
14	Propuesta del sistema de logística inversa en la empresa Maderas Valderrama y Bilbao.	Repositorio	2018	- Francia Camila Tarazona Camacho - Laura Marcela Ospina Sossa	Proponer un modelo con la logística inversa en la empresa, con el fin de identificar los principales actores que generan el desorden.

15	Importancia de la logística inversa y la eco eficiencia en el ámbito empresarial como herramienta de ayuda para el Restaurante Punta Sal.	Repositorio	2018	- Isabela López Castaño	Asesorar al Restaurante Punta Sal en cómo el uso de la logística inversa y eco-eficiencia dentro de su estrategia organizacional para el cuidado del medio ambiente.
16	Análisis de la logística inversa como ventaja competitiva en las pymes exportadoras de frutas y hortalizas no tradicionales.	Repositorio	2018	- Alvarado Carcelén Yadira Somaira - Salgado Morán Shantal Raquel	Analizar la implementación de la logística inversa en las Pymes exportadoras de frutas y hortalizas mediante los datos obtenidos para determinar la competitividad en su producción y en el cuidado del medio ambiente.
17	La logística inversa en los últimos 15 años, una revisión sistemática de la logística inversa.	Repositorio	2019	- Chapoñan Rivero Karen - Portugal Escobar Yohana	Analizar la información sobre la Logística Inversa en los últimos 15 años.
18	Replacing plastic with corrugated cardboard: A carbon footprint analysis of disposable packaging in a B2B global supply chain— A case study	Scopus	2023	- Nathalie Silva - Katrin Molina Besch	Evalúa los impactos ambientales de las almohadillas de plástico frente a las almohadillas de cartón corrugado.
19	A LifeCycle Analysis and Economic Cost Analysis of Corrugated Cardboard Box Reuse and Recycling in the United States	Scopus	2023	- Ketkale, Harshwardhan Simske, Steven	Examinar si el costo incremental de reutilizar la caja de cartón corrugado es menor que el costo ambiental y económico de reducir la extracción y la cadena de suministro de materias primas.
20	Contribución a la logística inversa mediante la implantación de la reutilización por medio de las redes de Petri.	Scielo	2017	- Vega de la Cruz, L.O. - Marrero Fornaris, C.E. - Pérez Pravia, M.C	Presentar una aplicación de las redes de Petri para la implantación de la logística inversa, mediante la reutilización.
21	Reverse logistics applied to building companies. Demolition stage	Building companies	2017	- Mercedes del Río Merino - Paola Villoria Sáez - Fernando Torrijos Antelo	Desarrollar un nuevo sistema de gestión para la fase de demolición del edificio.
22	Exploring the relationship between reverse logistics and sustainability performance	Emerald Insight	2019	- Jiangang Fei - Peggy Shu Ling Chen - Taknaz Alsadat Banihashemi	Proporcionar una revisión exhaustiva de la literatura para evaluar el desempeño del proceso de RL en función de las tres dimensiones de la sostenibilidad.
23	Diseño de cadena de abastecimiento bajo el concepto de logística inversa para el sector manufacturero de papel en la zona centro del Valle del Cauca	Redalyc	2016	- Diego León Peña Orozco - Diana Fernanda Bolaños Carranza - Paola Fernanda Salcedo Peláez	Diseñar una cadena de abastecimiento inversa que sea capaz de administrar o gestionar adecuadamente la recolección de estos productos, a un costo logístico menor.

24	El sistema de logística inversa en la empresa: análisis y aplicaciones.	Repositorio	2016	Sergio Rubio Lacoba	Describir y analizar la denominada Logística Inversa o Función Inversa de la Logística, estudiando las principales consideraciones que una empresa debe tener presente en el diseño, desarrollo y control de esta actividad para la obtención de ventajas competitivas de carácter sostenible.
25	Logística inversa relacionada con competitividad responsable orientada a las empresas industriales del cantón Rumiñahui.	Repositorio	2017	Tituaña Vilatuña, Andrea Karolina	Determinar si el tamaño de la empresa influye directamente en la relación de logística inversa y competitividad responsable.
26	Logística Inversa como reducción de costos.	Revista Unac	2019	Sara Lucía Sánchez Restrepo	Resaltar la importancia de la logística inversa dentro de las industrias como un proceso sustentable por medio de métodos que cada organización puede implementar de acuerdo al mercado.

Anexo 2. Formato de hoja de descripción de procesos

Hoja de descripción de procesos		
Área:		
Nombre del proceso:		
Responsable:		
Codificación		
Recursos		
Humanos		Materiales
Maquinaria		RRHH
Proveedores	Proceso	Clientes
Entradas	Objetivo	Salidas
Indicadores	Controles	Desperdicios

Anexo 3. Certificación cronómetro



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO
ISO/IEC 17025:2017
Accredited Calibration Laboratory ISO/IEC 17025:2017



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN Certificate of Calibration N° CC-2271-002-23



Cliente: <i>Customer</i>	CINTHYA SOLANGE VILLACIS SILVA	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los estándares nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)
Dirección: <i>Address</i>	CDLA.LAS CATALINARIAS 0983328877	
Teléfono: <i>Phone Number</i>		
Persona de Contacto: <i>Contact Person</i>	Cinthy Solange Villacís Silva	Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones, el usuario está obligado a recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.
Objeto: <i>Item</i>	CRONÓMETRO 	This calibration certificate documents the traceability to national standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI)
Marca: <i>Manufacturer</i>	ELICROM	
Modelo: <i>Model</i>	PS532	
No. de Serie⁽¹⁾: <i>Serial Number</i>	NO ESPECIFICA	In order to ensure the quality of their measurements, the user is obliged to have the object recalibrated at appropriate intervals.
Identificación: <i>Identification</i>	E-31565	
Ubicación del Objeto⁽¹⁾: <i>Item Location</i>	NO ESPECIFICA	
Fecha de Recepción: <i>Date of Receipt</i>	2023-03-14	
Fecha de Calibración: <i>Calibration Date</i>	2023-03-15	
Próxima Fecha de Calibración: <i>Due Date</i>	-	
Técnico Responsable: <i>Responsible Technician</i>	Anthony Bajaña	

Persona que Autoriza / Fecha de Emisión: Ing. Savino Pineda / 2023-03-15
Person authorizing / Date of Issue

Gerente Técnico

Autorizado y firmado electrónicamente por SAVINO ENRIQUE PINEDA GONZALEZ
Nombre de reconocimiento (DN): cn=SAVINO ENRIQUE PINEDA GONZALEZ, serialNumber=110621145301, ou=ENTIDAD DE CERTIFICACION DE INFORMACION, o=SECURITY DATA S.A. 2, c=EC
Fecha: 2023-03-15 14:25:58

Anexo 4. Formato para levantamiento del consumo de energía en condiciones de inactividad

Proceso y número de lotes	Potencia	Tiempo de uso en condiciones de máquina parada		Consumo de energía (kW·h)	Consumo de energía (kW·día)
		Actividad	t (s)		
		Total			
		Total			
		Total			

Anexo 5. Formato para levantamiento de desperdicio por cada proceso productivo

Determinación de los desperdicios						
Elaborado por:				Producto:		
Área:				Empresa:		
N°	Proceso	Actividad	Materia prima	Residuos generados	Peso de los residuos (kg/m2)	Consumo de energía (kW·dia)
1						
2						
3						

Anexo 6. Costos de transporte

12/7/23, 22:52

Consultar valor a pagar matrícula SRI 2023 - ANT Ecuador

Marca	Modelo	Año de modelo	País
HINO	XZU720L-HKFQL3 AC 4.0 2P 4X2 TM DIESEL	2020	COLOMBIA

RAMV o CPN	Cantón	Clase	Servicio	Cilindraje
T02408612	LA MANA	CAMION	ALQUILER	4009
Fecha caducidad matrícula	Fecha última matrícula	Fecha compra	Fecha matrícula anual	
13/07/2024	15/07/2019	29/05/2019	14/12/2022	

Total valores a pagar

Matrícula	USD \$190.72
-----------	--------------

A pagar: **USD \$190.72**



Art. 4.- Base Imponible.- La base imponible será el avalúo de los vehículos que consten registrados en el Servicio de Rentas Internas y en la Agencia Nacional de Tránsito.

Para la determinación de este impuesto se aplicará la siguiente tabla:

Base Imponible (Avalúo)		Impuesto a la Fracción Básica	Impuesto sobre Fracción Excedente
Desde US (\$)	Hasta US (\$)	Dólares US (\$)	Porcentaje %
0,00	500,00	0,00	0,00%
500,01	1.000,00	6,00	0,00%
1.000,01	2.000,00	12,00	0,10%
2.000,01	4.000,00	13,00	0,12%
4.000,01	8.000,00	15,40	0,15%
8.000,01	12.000,00	21,40	0,25%
12.000,01	16.000,00	31,40	0,20%
16.000,01	20.000,00	39,40	0,30%
20.000,01	30.000,00	51,40	0,40%
30.000,01	40.000,00	91,40	0,50%
40.000,01	En adelante	141,40	0,70%

El impuesto máximo causado no excederá los \$500 dólares de los Estados Unidos de América. Para los vehículos destinados al servicio de transporte terrestre público cantonal, la tarifa será la que se establece en la tabla constante en el COOTAD.