



UNIVERSIDAD INDOAMÉRICA

FACULTAD DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y PRODUCCIÓN

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

TEMA:

**OPTIMIZACIÓN DE LA CADENA DE SUMINISTROS PARA EL PROCESO
PRODUCTIVO DE UNA PLANTA INDUSTRIAL RECICLADORA**

Trabajo de Integración Curricular previo a la obtención del título de Ingeniero Industrial

Autor:

Robert Ivan Palacios Soria

Tutor:

Msc. Suárez del Villar Labastida Alexis, Ing.

(QUITO) – ECUADOR

2024

**AUTORIZACIÓN POR PARTE DEL AUTOR PARA LA CONSULTA,
REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL, Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DEL
TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR**

Yo, Robert Ivan Palacios Soria, declaro ser autor del Trabajo de Integración Curricular con el nombre “OPTIMIZACIÓN DE LA CADENA DE SUMINISTROS PARA EL PROCESO PRODUCTIVO DE UNA PLANTA INDUSTRIAL RECICLADORA”, como requisito para optar al grado de Ingeniería Industrial y autorizo al Sistema de Bibliotecas de la Universidad Tecnológica Indoamérica, para que con fines netamente académicos divulgue esta obra a través del Repositorio Digital Institucional (RDI-UTI).

Los usuarios del RDI-UTI podrán consultar el contenido de este trabajo en las redes de información del país y del exterior, con las cuales la Universidad tenga convenios. La Universidad Tecnológica Indoamérica no se hace responsable por el plagio o copia del contenido parcial o total de este trabajo.

Del mismo modo, acepto que los Derechos de Autor, Morales y Patrimoniales, sobre esta obra, serán compartidos entre mi persona y la Universidad Tecnológica Indoamérica, y que no tramitaré la publicación de esta obra en ningún otro medio, sin autorización expresa de la misma. En caso de que exista el potencial de generación de beneficios económicos o patentes, producto de este trabajo, acepto que se deberán firmar convenios específicos adicionales, donde se acuerden los términos de adjudicación de dichos beneficios.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Quito, a los 29 días del mes de abril de 2024, firmo conforme:

Autor: Robert Ivan Palacios Soria

Firma: 

Número de Cédula: 1726604679

Dirección: Pichincha, Quito, Chillogallo, Chillogallo.

Correo Electrónico: robert2002iv@gmail.com

Teléfono: 0984371118

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Trabajo de Integración Curricular “OPTIMIZACIÓN DE LA CADENA DE SUMINISTROS PARA EL PROCESO PRODUCTIVO DE UNA PLANTA INDUSTRIAL RECICLADORA” presentado por Robert Ivan Palacios Soria, para optar por el Título Ingeniería Industrial,

CERTIFICO

Que dicho Trabajo de Integración Curricular ha sido revisado en todas sus partes y considero que reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte los Lectores que se designe.

Quito, 29 de abril del 2024

.....

Msc. Suárez del Villar Labastida Alexis, Ing.

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Quien suscribe, declaro que los contenidos y los resultados obtenidos en el presente Trabajo de Integración Curricular, como requerimiento previo para la obtención del Título de Ingeniería Industrial, son absolutamente originales, auténticos y personales y de exclusiva responsabilidad legal y académica del autor

Quito, 29 de abril del 2024



.....
Robert Ivan Palacios Soria

1726604679

APROBACIÓN DE LECTORES

El Trabajo de Integración Curricular ha sido revisado, aprobado y autorizada su impresión y empastado, sobre el Tema: “OPTIMIZACIÓN DE LA CADENA DE SUMINISTROS PARA EL PROCESO PRODUCTIVO DE UNA PLANTA INDUSTRIAL RECICLADORA” previo a la obtención del Título de Ingeniería Industrial, reúne los requisitos de fondo y forma para que el estudiante pueda presentarse a la sustentación del Trabajo de Integración Curricular.

Quito, 29 de abril del 2024

.....

Msc. Espejo Viñan Hernan Fabricio

LECTOR

.....

Msc. Segura D`Rouville Juan Joel

LECTOR

DEDICATORIA

Dedico el presente trabajo a mis padres que son el pilar fundamental en mi vida, gracias a ellos tengo la oportunidad de estudiar y seguir adelante, agradezco por los valores que me enseñaron, agradezco a toda mi familia por el apoyo incondicional que me han brindado.

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer primero a Dios por darme salud y vida en todos estos años de estudio, agradezco a mi tutor de tesis por el acompañamiento y orientación experta que me brinda, un agradecimiento especial a mi familia por todo el apoyo que me brindan día a día.

TABLA DE CONTENIDO

AUTORIZACIÓN POR PARTE DEL AUTOR PARA LA CONSULTA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL, Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR	II
APROBACIÓN DEL TUTOR	III
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD.....	IV
APROBACIÓN DE LECTORES	V
DEDICATORIA	VI
AGRADECIMIENTO	VII
ÍNDICE DE TABLAS	XI
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XIII
ÍNDICE DE ANEXOS	XV
RESUMEN EJECUTIVO.....	XVI
ABSTRACT.....	XVII
CAPÍTULO I	1
Introducción	1
Marco Teórico.....	6
Administración de procesos.....	6
Supply Chain Management (SMC).....	7
Factores o puntos clave para la administración de procesos.....	7
Almacenamiento	8
Inventarios	9
Outsourcing.....	10

Distribución estratégica de las instalaciones	11
Manufactura	11
Filosofía LEAN.....	12
Logística de abastecimiento.....	14
Metodología SLP (distribución de planta).....	14
Método del algoritmo de Clark and Wright.....	15
Antecedentes	15
Justificación	21
OBJETIVOS	22
Objetivo general.....	22
Objetivos específicos	22
CAPÍTULO II.....	23
INGENIERÍA DEL PROYECTO.....	23
Diagnóstico de la situación actual de la empresa:	23
Mapa de flujo del proceso productivo de la planta.....	29
Ingeniería del proyecto	32
Área de estudio	32
Modelo operativo.....	33
Mejorar la adquisición de materia prima	34
Implementar el outsourcing en el proceso de compra de MP.....	34
Determinar métodos y equipos para comprobación de humedad	35
Determinar mayores estándares de calidad en la recepción de MP	35
Implementar el modelo SLP en la planta recicladora	36

Preparación de pulpa.....	37
Refinado y Depurado - Formado y secado	38
Producto terminado y almacenamiento.....	39
Elaborar el VSM de la planta.....	39
Aplicar el método de ruta a través del logaritmo Clark and Wright.....	40
Clientes	40
PROPUESTA METODOLÓGICA	41
Desarrollo del modelo Operativo.....	41
Mejorar la adquisición de materia prima	41
Implementar el outsourcing en la adquisición de MP.....	42
Políticas Outsourcing	49
Diseño del modelo de redistribución de las instalaciones en la planta.....	57
Implementar el método logarítmico de Clark And Wrigth para la distribución del producto final manufacturado.	62
Logaritmo de Clark and Wright.....	63
RESULTADOS ESPERADOS.....	69
Cronograma de actividades.....	71
Presupuesto del proyecto	72
CAPITULO IV.....	69
Conclusiones	69
Recomendaciones	70
BIBLIOGRAFÍAS	71
ANEXOS	76

Índice de Tablas

<i>Tabla 1 Niveles y métricas de la cadena de suministro.....</i>	<i>4</i>
<i>Tabla 2 Producción planta recicladora objeto de estudio 2023.</i>	<i>24</i>
<i>Tabla 3 Proveedores y materia prima en base a la cantidad optima requerida.</i>	<i>27</i>
<i>Tabla 4 Cantidad de producto entregada por proveedor y producto, se registra según los acuerdos de entrega de materia prima.....</i>	<i>28</i>
<i>Tabla 5 Lista de clientes y porcentaje de compra en el periodo 2023.</i>	<i>30</i>
<i>Tabla 6 Control de calidad en la recepción MP.....</i>	<i>36</i>
<i>Tabla 7 Comparación de la materia prima entregada.</i>	<i>46</i>
<i>Tabla 8 Entrega de materia prima con implementación de outsourcing.</i>	<i>48</i>
<i>Tabla 9 Métricas del proceso.</i>	<i>52</i>
<i>Tabla 10 Cálculo de las métricas del proceso.....</i>	<i>52</i>
<i>Tabla 11 Cálculo del Lead Time (Tiempo total o Tiempo de entrega).....</i>	<i>52</i>
<i>Tabla 12 Cálculo del Valor Agregado.....</i>	<i>53</i>
<i>Tabla 13 Cálculo del Tak Time.....</i>	<i>53</i>
<i>Tabla 14 Cálculo de las métricas del proceso mejorado.</i>	<i>54</i>
<i>Tabla 15 Cálculo del Lead Time (Tiempo total) del proceso mejorado.....</i>	<i>55</i>
<i>Tabla 16 Cálculo del Valor Agregado del proceso mejorado.....</i>	<i>55</i>
<i>Tabla 17 Cálculo del Tak Time del proceso mejorado.....</i>	<i>55</i>
<i>Tabla 18 Flujo para la elaboración de los diferentes productos.</i>	<i>58</i>
<i>Tabla 19 Matriz Desde-Hacia.</i>	<i>59</i>
<i>Tabla 20 Ponderación.....</i>	<i>59</i>

<i>Tabla 21 Matriz Desde-Hacia con ponderación.</i>	59
<i>Tabla 22 Matriz de distancia en Km desde el almacén hasta cada cliente.</i>	63
<i>Tabla 23 Orden de los ahorros de forma decreciente.</i>	63
<i>Tabla 24 Seleccionar tramos que no superen los 800 Km.</i>	64
<i>Tabla 25 Mejores rutas en Km.</i>	64
<i>Tabla 26 Producción diaria para cada cliente en Tm (toneladas métricas).</i>	66
<i>Tabla 27 Producción para sus diferentes clientes.</i>	67
<i>Tabla 28 Análisis de Tm que se enviarán por tipos de ruta.</i>	67
<i>Tabla 29 Pesos y dimensiones.</i>	68
<i>Tabla 30 Actividades y recursos del cronograma de actividades.</i>	71
<i>Tabla 31 Cronograma.</i>	72
<i>Tabla 32 Costo por capacitaciones.</i>	72
<i>Tabla 33 Costo total del proyecto.</i>	73

Índice de Figuras

<i>Figura 1 Importaciones del año 2022 de la planta recicladora.....</i>	<i>16</i>
<i>Figura 2 Abastecimiento de materia prima.</i>	<i>17</i>
<i>Figura 3 Ciclo de un producto para maximizar el beneficio del mismo.</i>	<i>19</i>
<i>Figura 4 Sombrilla de abastecimiento de la cadena de suministros.</i>	<i>20</i>
<i>Figura 5 Desabastecimiento de MP.</i>	<i>25</i>
<i>Figura 6 Datos globales de materia prima.....</i>	<i>25</i>
<i>Figura 7 Esquema del sistema productivo de Planta Objeto de estudio.</i>	<i>29</i>
<i>Figura 8 Modelo operativo para la optimización.....</i>	<i>33</i>
<i>Figura 9 Segmento De Abastecimiento de materia prima.....</i>	<i>34</i>
<i>Figura 10 Modelo base para la elaboración de un VSM.</i>	<i>39</i>
<i>Figura 11 Cuadro De Análisis Outsourcing.....</i>	<i>43</i>
<i>Figura 12 Recepción de materia prima de los proveedores externos.</i>	<i>45</i>
<i>Figura 13 Diagrama con el outsourcing.</i>	<i>47</i>
<i>Figura 14 Actividades Segunda Etapa Del Modelo Operativo.</i>	<i>51</i>
<i>Figura 15 VSM actual de la planta reciclado.</i>	<i>53</i>
<i>Figura 16 VSM final de la planta.</i>	<i>56</i>
<i>Figura 17 Diseño original de planta.</i>	<i>57</i>
<i>Figura 18 Principales flujos de la planta.</i>	<i>58</i>
<i>Figura 19 Departamentos y Ponderación software CORELAP.</i>	<i>60</i>
<i>Figura 20 Matriz Desde-Hacia con ponderación, software CORELAP.</i>	<i>60</i>
<i>Figura 21 Ordenación de los departamentos por importancia.</i>	<i>61</i>

Figura 22 Layout o Distribución adecuada para la planta objeto de estudio según el software CORELAP..... 61

Figura 23 Distribución de la ruta #1 de acuerdo con el análisis de Clarke and Wright..... 65

Figura 24 Distribución de la ruta #2 de acuerdo con el análisis de Clarke and Wright..... 66

Índice de Anexos

Anexo 1 Calificación de riesgo económico.

Anexo 2 Recepción de materia prima.

Anexo 3 Control de calidad de materia prima recibida (control de humedad).

Anexo 4 Almacenamiento de materia prima por tipo y producto.

Anexo 5 Producción de los diferentes tipos de producto que realiza la industria objeto de estudio.

Anexo 6 Almacenamiento del producto terminado.

Anexo 7 Cuadro de evaluación de proveedores.

Anexo 8 Mantenimiento preventivo para todos los meses del 2023.

Anexo 9 Aprobación Abstract

UNIVERSIDAD INDOAMÉRICA

FACULTAD DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y PRODUCCIÓN

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**TEMA: OPTIMIZACIÓN DE LA CADENA DE SUMINISTROS PARA EL
PROCESO PRODUCTIVO DE UNA PLANTA INDUSTRIAL RECICLADORA**

AUTOR: Robert Ivan Palacios Soria

TUTOR: Msc. Suárez del Villar Labastida Alexis

RESUMEN EJECUTIVO

La presente investigación se realiza en una planta industrial recicladora fabricante de cartón y papel. La problemática que se observa en la organización es en el proceso de adquisición de la materia prima y la distribución del producto final, ya que en el resto de los mismos no se detectan problemas que requieran una mejora. Por lo cual se hace necesario optimizar la cadena de suministros en la organización, aplicando el modelo de la filosofía “LEAN” para mitigar las fallas en la recepción diaria de la materia prima y su distribución del producto final a los distintos puntos. Como primer punto se desarrolla el análisis del “outsourcing” o “subcontratación” para poder subsanar el faltante de materia prima y poder tener un proceso productivo correcto, como segundo punto se tiene el diseño del VSM para identificar las mejoras en el proceso productivo, identificando el TAK TIME (ritmo de fabricación) adicionalmente en el mismo se desarrolló el SLP (System Layout Planning) que ayuda a poder tener una adecuada distribución en planta. Finalmente, se diseña un método logarítmico “Clarke and Wright” que ayuda a optimizar las rutas de entrega a los distintos clientes, teniendo en cuenta las restricciones de manejo diario y también los diferentes vehículos y sus cargas. En la investigación se obtuvo la subsanación del faltante de materia prima, mediante la utilización del outsourcing permitiendo alcanzar un buen proceso productivo. Además, se logró una mejora en el ritmo de fabricación y una reducción de rutas para la entrega de producto a los diferentes clientes. En conclusión, la optimización de la cadena de suministros en la planta objeto de estudio ayuda a poder cumplir con la meta de adquisición de materia prima para tener un buen funcionamiento en el proceso productivo y poder entregar producto de calidad y a tiempo a sus distintos clientes.

DESCRIPTORES: cadena de suministros, optimización, optimización de rutas, outsourcing, slp (sistema de distribución de plantas).

UNIVERSIDAD INDOAMÉRICA
FACULTY OF ENGINEERING, INDUSTRY AND PRODUCTION
INDUSTRIAL ENGINEERING
OPTIMIZATION OF THE SUPPLY CHAIN FOR THE PRODUCTION
PROCESS OF AN INDUSTRIAL RECYCLING PLANT

AUTHOR: Robert Ivan Palacios Soria

TUTOR: Msc. Suárez del Villar Labastida Alexis

ABSTRACT

This research is carried out in an industrial recycling plant that manufactures cardboard and paper. The problem observed in the organization is in the process of acquiring the raw material and the distribution of the final product since there are no problems that require improvement in other areas. Therefore, it is necessary to optimize the supply chain in the organization, applying the "LEAN" philosophy model to mitigate failures in the daily reception of raw materials and their distribution of the final product to the different points. As a first point, the analysis of "outsourcing" or "subcontracting" is developed to correct the lack of raw materials and to be able to have a correct production process, as a second point there is the design of the VSM to identify the improvements in the production process, identifying the TAK TIME (manufacturing pace) additionally in it the SLP (System Layout Planning) was developed that helps to have an adequate distribution in the plant. Finally, a logarithmic method "Clarke and Wright" is designed that helps to optimize the delivery routes to the different customers, taking into account the restrictions of daily driving and also the different vehicles and their loads. In the research, the correction of the lack of raw material was obtained, through the use of outsourcing, allowing a good production process to be achieved. In addition, an improvement in the manufacturing pace and a reduction in routes for the delivery of products to different customers were achieved. In conclusion, the optimization of the supply chain in the plant under study helps to meet the goal of acquiring raw materials in order to have a good functioning in the production process and to be able to deliver quality products on time to its different customers.

KEYWORDS: supply chain, optimization, route optimization, outsourcing, slp

Aprobación de Abstract en el Anexo 9

Capítulo I

Introducción

Enfoque Macro

Al hablar de optimización nos lleva al origen histórico, se desarrolló en la filosofía griega a principios del siglo VI a.C., en el cual la palabra “optimización” significa “mejorar” (Ridge, 2023). Como uno de los pioneros en optimización de procesos se tiene a Henry Ford quien se destaca en la industria del automóvil, en el siglo XX Henry Ford destacó con la reducción de costos de producción en la fabricación de automóviles con la filosofía Ford *“fabricar un automóvil para las masas, no para los ricos”*, con esta filosofía logró aumentar la fabricación de automóviles al aumentar la eficacia y reducir costos. (Tlw, 2023)

La cadena de suministro (Supply Chain), se dio a conocer por Keith Oliver *“El hombre que nos dio la cadena de suministro”*, fue un logístico y consultor británico, es el primero en ocupar el término “cadena de suministro”, él nos da a entender que la gestión de la cadena de suministros o Supply Chain Management (SCM) es el proceso para la planificación, implementación e intervención de todas las operaciones de la cadena de suministro, con el objetivo de satisfacer las necesidades de los clientes de forma más eficiente. (Adminweb, 2012)

En la actualidad, la utilización de productos elaborados a partir de material reciclado se ha convertido en una tendencia en el mundo entero ya que a través de la reutilización de desechos tales como: cartón, papel, plástico y muchos otros, se promueve la conservación del medio ambiente. Además, muchos países al notar el gran potencial que presenta la industria relacionada con este sector, han decidido fomentar la reutilización de desechos, y como prueba de lo mencionado en el artículo escrito por, Swissinfo Ch (2022), menciona que China se convirtió en

la principal consumidora de residuos a nivel mundial, al estar ubicada en un punto clave para el procesamiento de desechos.

Por este motivo, las empresas dedicadas a esta actividad se han encontrado con la necesidad de optimizar sus procesos productivos y obtener la mayor efectividad y eficiencia, esto con la finalidad de satisfacer la creciente demanda de productos hacia sus consumidores y del considerable crecimiento del sector industrial en este ámbito. En adición, se puede concluir que en el mundo altamente competitivo en el cual vivimos, las empresas dedicadas al manejo y reutilización de residuos, deben pensar en la mejora constante y la frecuente actualización de sus medios de producción, “a fin de poder ofrecer al consumidor final productos terminados de buena calidad y a un precio razonable”(García; & Francisco, 2006). Para lo cual, la mejor opción para cumplirlo es la correcta gestión de su cadena de suministros.

En conclusión, la optimización de la cadena de suministros, logrará aprovechar los puntos del proceso productivo que se están haciendo bien y corregir los que presentan deficiencias, a través de “la búsqueda continua de nuevas formas de generar estrategias que optimicen la función de suministro”(García; & Francisco, 2006), encontrando nuevas maneras de trabajo que garanticen reducir tiempos de producción, desperdicios, deficiencias, y finalmente brindar un servicio y/o producto de calidad al consumidor, que una vez sea producido, sea altamente competitivo en el mercado.

Sin embargo, es necesario comprender lo que abarca la cadena de suministros, la cual, se puede definir como la relación de negocios y empresas, que se encuentran involucrados a lo largo del proceso productivo. Adicionalmente, (Obando, 2023), asegura que es importante recordar que en un proceso de negocio intervienen distintos factores como los materiales, el tiempo, la tecnología, la infraestructura, los recursos humanos, entre otros. Por lo tanto, en base a lo antes mencionado,

tenemos como fase inicial la adquisición de materiales de producción, recursos, información, materia prima, insumos, etc.

Enfoque Meso

Como se menciona anteriormente, la cadena de suministro tiene como fase inicial la adquisición de materia prima y los que la facilitan a la empresa se denominan (proveedores), una vez que la materia prima ha sido adquirida, para el proceso de producción en la fábrica, la siguiente fase es la transformación de dicha materia prima, en la cual se le da un valor agregado, a través del proceso de producción. En esta fase se debe tomar en cuenta los siguientes puntos: recursos humanos, presupuestos, mantenimientos, almacenaje, transporte y logística, esto hasta el desarrollo del producto final en la fábrica, por lo tanto, “definir el papel óptimo para cada una de las opciones requiere de un conocimiento detallado, de la economía del transporte y de la distribución inherente a cada eslabón económico.” (Garcia; & Francisco, 2006). Posteriormente, en la última etapa una vez que contemos con el producto o servicio final, se enfocara en la comercialización y distribución de este producto hasta que se encuentre en las manos del consumidor final. Adicionalmente, En la tabla 1, observamos algunos de los puntos a medir en la cadena de suministro, así como los niveles de esta, estos niveles son factores clave para el análisis y optimización de la cadena de suministro.

Tabla 1 Niveles y métricas de la cadena de suministro.

Niveles	Métricas
Estratégico	Tiempo total de flujo de caja.
	Tasa de retorno de la inversión.
	Flexibilidad para conocer las necesidades particulares de los clientes.
	Plazo de entrega.
	Tiempo total de ciclo.
	Nivel y grado de asociación comprador-proveedor.
	Tiempo de consulta del cliente.
Táctico	Grado de cooperación para mejorarla calidad.
	Costo total de transporte.
	Veracidad de los métodos de predicción/pronóstico de la demanda.
	Tiempo de ciclo de desarrollo del producto.
Operacional	Costo de la manufactura.
	Capacidad de uso.
	Costo de envío de la información.
	Costo de transporte de inventario.

Nota. En la Tabla 1 muestra las métricas a tomar en cuenta para una cadena de suministro según Cajamarca (2022), tabla elaborada por el autor.

Pero nos estaremos preguntando, ¿A que nos referimos con optimización y gestión de la cadena de suministros, y más específicamente la cadena de suministros de una planta industrial recicladora? Podemos definirla en pocas palabras de la siguiente manera: la optimización de la cadena de suministro, tiene que ver con el análisis de la situación actual y problemática de una empresa, para corregir sus deficiencias, en el caso de este proyecto el estudio será en una planta industrial recicladora, en la cual se determinara las brechas y deficiencias que presenta su sistema de producción y posteriormente, utilizando herramientas de ingeniería y modelos de gestión de

procesos, se intentara corregir los puntos ineficaces, llevando a cabo la optimización planeada en su proceso productivo, en adición a lo antes mencionado, Canive (2018) añade lo siguiente: “Cada empresa utiliza sus propias técnicas de optimización de procesos, gracias a las herramientas y a los procedimientos que le permiten ajustarse a sus recursos”. En conclusión, cómo se mencionó anteriormente la cadena de suministro, abarca todo el proceso desde la adquisición de materia prima, su transformación en un producto elaborado, añadiéndole un valor agregado, hasta su posterior distribución y comercialización como producto final, hasta llegar al consumidor.

Enfoque Micro

Por otro lado, como se mencionó anteriormente se debe optimizar los procesos productivos en las plantas industriales recicladoras, con el objetivo de estar a la par con el desarrollo favorable del mercado y con la creciente demanda de productos, motivo por el cual, este proyecto se encuentra enfocado en la optimización de la cadena de suministros del proceso productivo de una planta recicladora ubicada al sur de la ciudad de Quito, a la que llamaremos objeto de estudio y en la cual nos enfocaremos en el análisis de su cadena de suministros y su posterior optimización, para esto es necesario los siguientes puntos, en primer lugar la recopilación de datos que permitan definir las deficiencias en el proceso de producción de dicha planta recicladora, y posteriormente realizar un mapeo de esta información, para establecer así el medio, modelo de gestión y las herramientas correspondientes, a través de las cuales se realizara optimización de su cadena de suministros, más adelante trataremos acerca de los métodos que utilizaremos para lograr dicha optimización, adicionalmente como menciona Echeverria (2017), podemos decir que: evaluar los puntos problemáticos y gestionables dentro de la cadena de suministros es de vital importancia, ya que, al buscar optimizar la cadena y obtener mejoras en sus procesos, la productividad y ganancias de

la empresa se incrementara, cabe recalcar que las optimizaciones deben ser factibles de implementar, para obtener el mayor porcentaje de éxito en la optimización.

Marco Teórico

Una vez que tenemos claro lo que involucra la optimización de los procesos de producción y la gestión de la cadena de suministro, en este punto nos enfocaremos en el modelo de gestión que utilizaremos para la optimización en la planta recicladora que será el objeto de estudio, además de las herramientas que facilitaran el proceso de optimización., como asegura Feitó Cespón et al., (2016) la gestión de materia prima e insumos, el flujo de información, el capital necesario y la cooperación entre las empresas involucradas en la cadena, deben conocerse a la perfección. Esto en función de la optimización que se llevará a cabo en la planta industrial que será objeto de estudio, serán analizados mediante la interpretación de los datos estadísticos proporcionados por el departamento administrativo de la planta que será objeto de estudio.

A continuación, se definirá brevemente algunos términos claves para el entendimiento del modelo de gestión a utilizar, que en el caso del proceso de optimización que se llevará a cabo en la planta industrial recicladora que será el objeto de estudio de este proyecto utilizaremos el modelo de la filosofía “*LEAN*” desarrollada por Motorola en la década de los ochenta.

Administración de procesos

La administración de procesos es un factor importante que se debe comprender para realizar la optimización en la cadena de suministros de una empresa, a continuación, realizaremos una breve descripción de su definición y características.

En primer lugar, se puede decir que la administración de procesos, como su nombre lo indica, se enfoca en la gestión de los procesos productivos de una empresa, realizando un análisis previo, para determinar puntos débiles de cada etapa en el proceso, para determinar la mejor manera de

corregirlos. Adicionalmente, según afirma Microsoft Corporation (2023), el personal a cargo de una empresa, o el mismo propietario, al estar más relacionados con cada eslabón dentro del proceso de producción conocen cada etapa del mismo y cómo afecta y cómo se ve afectado por los procesos anteriores y posteriores a él. Lo antes mencionado, no solo en cuanto al desarrollo de cada uno, sino también acerca de los materiales necesarios, tiempos de cada etapa, logística, inventarios, y todo lo relacionado a la fabricación de sus productos.

Supply Chain Management (SMC)

Dentro de la administración de procesos, podríamos incluir a la administración de la cadena de suministro, teniendo claro que “ Una cadena de suministro se compone de todas las partes involucradas, directa o indirectamente, para satisfacer la petición de un cliente” (Chopra & Meindl, 2013).por lo tanto para su administración se debe conocer todas las partes de la cadena, Según la empresa Microsoft podemos agregar lo siguiente, “La administración de la cadena de suministro (SCM) ayuda a las empresas basadas en productos a controlar mejor el flujo de bienes y servicios, abarcando todo, desde la logística y el desarrollo y la producción de productos hasta el software y los sistemas SCM.” (Microsoft Corporation, s. f.). por lo tanto, la correcta gestión de la cadena de abastecimiento será la parte fundamental para lograr un proceso productivo eficaz y eficiente.

Factores o puntos clave para la administración de procesos

Dentro de la administración de procesos, contamos con la ayuda de varias estrategias para realizarlo, entre las más importantes tenemos las siguientes:

De acuerdo a lo que propone Edward H. Bowman en el año (1967) citado en (Nahmias, 2014) menciona que los puntos más problemáticos que se deben de analizar son los siguientes:

1. Inventarios.
2. Control y programación de la producción.

3. Selección y reemplazo de equipo.
4. Mantenimiento.
5. Tamaño y ubicación de plantas.
6. Estructura y disposición de la planta.
7. Inspección y control de calidad.
8. Manejo del tráfico y de los materiales.
9. Métodos.

A continuación, se tratará brevemente algunos puntos clave, que son objeto de análisis para determinar la problemática de la empresa, así como para facilitar el entendimiento del modelo de gestión que utilizaremos para llevar a cabo la optimización en su cadena de suministro.

Almacenamiento

Al hablar de almacenamiento se refiere a las acciones que debe realizar todas las empresas o industrias manufactureras para almacenar o guardar materia prima, productos semiacabados y productos terminados la cual deben estar correctamente insertados en áreas específicas de acuerdo con su tipo y condición, garantizando así el proceso de producción.

Almacenaje de materia prima: Es un área dedicada para la conservación de productos o componentes que después serán utilizados para la línea de producción o el inicio del proceso productivo, estos almacenajes por lo general están ubicados cerca del inicio del proceso productivo.

Almacenaje de producto terminado: Es el área dedicada para almacenar los productos que han pasado por el proceso productivo y que están correctamente diseñados o elaborados con su respectivo control de calidad para su posterior venta o distribución.

Inventarios

Este punto corresponde a todo lo que necesita ser almacenado en el proceso de producción, cabe añadir que el manejo adecuado de los inventarios es un punto crítico para el proceso de optimización que se llevará a cabo en la Planta Industrial Recicladora que será objeto de estudio de este proyecto.

Una definición general de inventario según Westreicher (2020) es la siguiente: “el inventario, en términos generales, es un documento donde se anotan todas las pertenencias del individuo o empresa.”. de acuerdo con esta definición puede decirse que un inventario es simplemente un medio de control de todos los objetos que se encuentran dentro de la empresa, en este caso dentro de la planta recicladora.

Ahora bien, citando lo expuesto por Nahmias (2014) en su libro “*Análisis de la producción y las operaciones*”, el inventario puede clasificarse de la siguiente manera:

- Materias primas. Son los recursos necesarios para la producción o procesamiento.
- Componentes. Pueden ser materias primas o subgrupos que se incluirán posteriormente en un producto final.
- Trabajo en proceso (WIP). Son los inventarios que se encuentran en la planta esperando ser procesados.
- Artículos terminados. Son artículos que han terminado su proceso de producción y esperan ser embarcados.

Posteriormente, al entendimiento de los tipos de inventario que se manejan en la empresa, trataremos a continuación acerca de la herramienta que utilizaremos para tratar de corregir fácilmente sus deficiencias.

Outsourcing

Este término es muy importante y es una de las herramientas que se utilizará para la optimización que se llevara a cabo en la planta industrial que será el objeto de estudio de este proyecto, Este es el proceso mediante el cual una compañía y/o organización identifica un proceso dentro de su rutina que podría aumentar la productividad y derivar en optimización, involucrando a terceros que son subcontratados para ejecutar esa tarea o actividad. (Lisboa, 2019).

Mediante esta herramienta de gestión se procederá a la subcontratación de empresas que garanticen el abastecimiento de materia prima a la empresa, para así cubrir la deficiencia en el abastecimiento que es el actual problema de la planta recicladora. A menudo, un área requiere un cierto nivel de conocimiento especializado que actualmente falta en la empresa. Adquirir internamente ese conocimiento puede ser muy costoso, por lo que el Outsourcing es una alternativa ideal.(Alonso, 2023).

A pesar de que prácticamente los proveedores actuales podrían entrar dentro de la categoría que engloba a la subcontratación, cabe recalcar que con la cantidad actual de ellos no son los suficientes para proveer la cantidad necesaria de materia prima para el proceso productivo en la planta, motivo por el cual, de acuerdo a la administración de procesos de negocio, la empresa Microsoft menciona que: “ Ceder la propiedad de procesos de negocio discretos a los empleados clave que trabajan con otros departamentos puede fomentar una mayor comprensión y mejorar las prácticas de BPM en toda la organización.” (Microsoft Corporation, 2023)

Adicionalmente, esta herramienta no solo ayudara con el problema de abastecimiento, sino que facilitara mejorar factores logísticos y de almacenamiento, y de todos los inventarios en general, al subcontratar empresas especializadas en el tema.

Una vez que tenemos claro el panorama en lo referente a adquisición, almacenamiento, correspondientes al punto de inventarios y la herramienta que se utilizara para manejarlos

Ahora bien, el siguiente punto clave que tiene que ser analizado, es la distribución de las instalaciones en la planta industrial recicladora.

Distribución estratégica de las instalaciones

Manufactura

El termino Manufactura flexible se refiere a la automatización o el control de la maquinaria a través de una computadora en base a un controlador numérico que establece la operación del proceso en cual se ha implementado, según (Nahmias, 2007) “Los más comunes son los usados para corte de metales y operaciones de formado, así como ciertas operaciones de ensamble. Como las máquinas pueden programarse, puede usarse el mismo sistema para producir una variedad de partes diferentes.”

En este punto, cabe añadir que la fábrica ya cuenta con procesos automatizados en la manufactura de sus productos, procesos que son constantemente monitoreados, por un operador, pese a estar previamente programados con un controlador numérico computarizado.

Mas adelante en el capítulo 2, se mostrará el diagrama de las instalaciones de la planta y sus etapas y departamentos correspondientes.

Una vez que tenemos claros los conceptos antes mencionados trataremos acerca del modelo de gestión que se utilizara para llevar a cabo la optimización de la cadena de suministros en la planta objeto de estudio.

Filosofía LEAN

Según (Cristofani, 2020), Su origen se remonta a la industria japonesa de principios del siglo pasado (particularmente en el Sistema de Producción Toyota). Por otro lado, agrega que “es un muy potente conjunto de herramientas que te permitirá optimizar la gestión de las operaciones de cualquier tipo de negocio”(Cristofani, 2020), motivo por el cual, llegamos a la conclusión que es el medio adecuado y preciso para implementar en el proceso de optimización de la planta recicladora que será objeto de estudio de este proyecto.

Sin embargo, esta filosofía como lo menciona, (, 2020), está relacionada con todos los procesos de manufactura y de los servicios prestados al cliente. Por otro lado, (Guevara, 2020), comenta que el objetivo de la filosofía LEAN es maximizar el valor y disminuir las pérdidas y desperdicios en los procesos productivos.

Adicionalmente, el Instituto Europeo de Posgrado (2020) en su escrito, afirma que el sistema de la filosofía “LEAN”, consta de 5 principios fundamentales nombrando los siguientes:

1. Definir el valor. - Desde el punto de vista del cliente, en términos de un producto específico, de características específicas y ofertado a un precio y plazo específico. (Moreno, 2012).
2. Mapeo de la cadena de valor. - para definir las tareas que no añaden valor, generan “desperdicio” (*muda* en japonés). (Martínez, 2017), además, se determinarán los medios por los cuales se corregirán las etapas deficientes en el proceso. los 7 ejemplos clásicos de muda son según, (Shingo, 2008) son los siguientes:

- Movimientos de operarios y maquinaria
- Sobreproducción
- Tiempo de espera de operarios y maquinaria
- Transporte

- El propio procesamiento
- Inventarios de materias primas
- Correcciones de fallos

Los antes mencionados son puntos de desperdicio que debemos analizar minuciosamente y corregirlos para realizar el proceso de optimización exitosamente.

3. Mantener el flujo. – el termino se refiera a “procesar los elementos (en ocasiones los propios clientes) de forma que no paren a lo largo del proceso.” (Martínez, 2017), por lo tanto, podemos decir que se enfoca en mantener pequeños y manejables inventarios acordes a la demanda justa del producto final.
4. Producción just-in-time. Según (Shingo, 2008), el termino Puede resumirse en tener el material justo en el tiempo justo. Con el objetivo de mantener el inventario necesario y eliminar la sobre producción. Adicionalmente, Araya, (2021) evitar costes extra, retrasos o ineficiencias son factores que tienen un procedimiento a seguir, para su corrección y eliminación.
5. Mejora continua. - una vez terminado el ciclo en el proceso, se vuelve al inicio del mismo, esto con el objetivo de maximizar los resultados al buscar la mejora continua.

Estos son factores críticos de análisis para llevar a cabo una exitosa optimización en el proceso productivo.

Adicionalmente, para lograr la mayor efectividad en el proceso de optimización que se llevara a cabo en la planta recicladora, nos ayudaremos de herramientas complementarias en conjunto con la filosofía LEAN.

Logística de abastecimiento

La logística o gestión de almacenamiento es un tema que está tomando un gran crecimiento en las industrias en general, ya que a través de esta se ha logrado obtener un gran desarrollo en cuanto al suministro, estableciendo una gran mejora en sus sistemas productivos.

Entre los puntos clave que debemos analizar para gestionar exitosamente el abastecimiento tenemos los siguientes según la Lic. Elda Monterroso en su escrito

- Adquisición de productos
- Compras
- Gestión de inventarios
- Costos de almacenamiento
- Recepción de productos
- Sistemas de planeamiento y programación
- Proveedores

Siendo estos factores que analizaremos más adelante, acorde a la planta recicladora que será el objeto de estudio de este proyecto.

Metodología SLP (distribución de planta)

La metodología de distribución de planta, como su nombre lo indica plantea una distribución o redistribución de las instalaciones de una planta según sea el caso. “ La redistribución óptima se obtiene mediante el estudio, diseño y evaluación de diversas alternativas de distribución” (Álvarez-Arias et al., 2022). Dicha distribución tiene como objetivo reducir los tiempos de producción o manufactura y costos logísticos mediante una correcta utilización del espacio de trabajo.

La metodología de distribución de planta o SLP por sus siglas en ingles “fue diseñado por Richard Muther como una guía para el planeamiento de distribución en planta publicado en 1968” (Álvarez-Arias et al., 2022). Una buena distribución dentro de la planta de producción donde se realizara el proceso de reciclaje, se recomienda un área mínima de 250 metros cuadrados, los cuales estarán distribuidos técnicamente en base al estudio previo de las etapas de su proceso productivo, para reducir el tiempo utilizado. En adición a lo antes mencionado, “El diseño de plantas industriales es un trabajo de gestión que implica una correcta coordinación física de todos los elementos industriales, desde lo más insignificante hasta lo más importante”(Weydert et al., 2021). Además, Hay que tener en cuenta la ubicación del equipamiento utilizado, el cual debe estar ubicado acorde con el área de ingreso o recepción de MP y el área de salida del producto terminado.

Método del algoritmo de Clark and Wright

Este método suele ser utilizado con frecuencia para determinar la ruta de distribución más efectiva y con el menor costo, “consiste en el principio de combinar una solución de dos rutas diferentes para formar una nueva ruta donde se validen los ahorros.”(Laguna Ascencio, José Alejandro; Bustos, Agustín; Jiménez Sánchez, José Elías; Balbuena Cruz, José Alfonso ; Zamora Domínguez, 2018).

Antecedentes

El rol que cumplen las entidades formales e informales encargadas del reciclaje de diferentes materiales, especialmente papel, cartón y sus derivados, resulta fundamental para generar diferentes oportunidades sociales, económicas, culturales, etc.; sin embargo, a menudo estas empresas presentan falencias dentro de la cadena de suministro, este inconveniente no les permiten funcionar completamente al no poseer un sistema de producción actualizado, generalmente estos problemas están relacionados con la adquisición de materia prima, el transporte y el procesamiento

de la misma por lo que es necesario invertir en mejoras que permitan una comunicación eficaz con los proveedores, sin dejar de lado a los trabajadores y clientes así como la innovación tecnológica y de procesos.

En este panorama, nos enfocaremos en una planta industrial recicladora que será el objeto de estudio en este proyecto, esta empresa se constituyó el 27 de enero de 1997 en el registro mercantil de Quito, (Absorpelsa, 2018) dedicada principalmente a la reutilización de papel y su consecuente transformación en productos de guata de celulosa y otros artículos de uso cotidiano como pañuelos, toallas absorbentes y cartones (Emis, 2022)

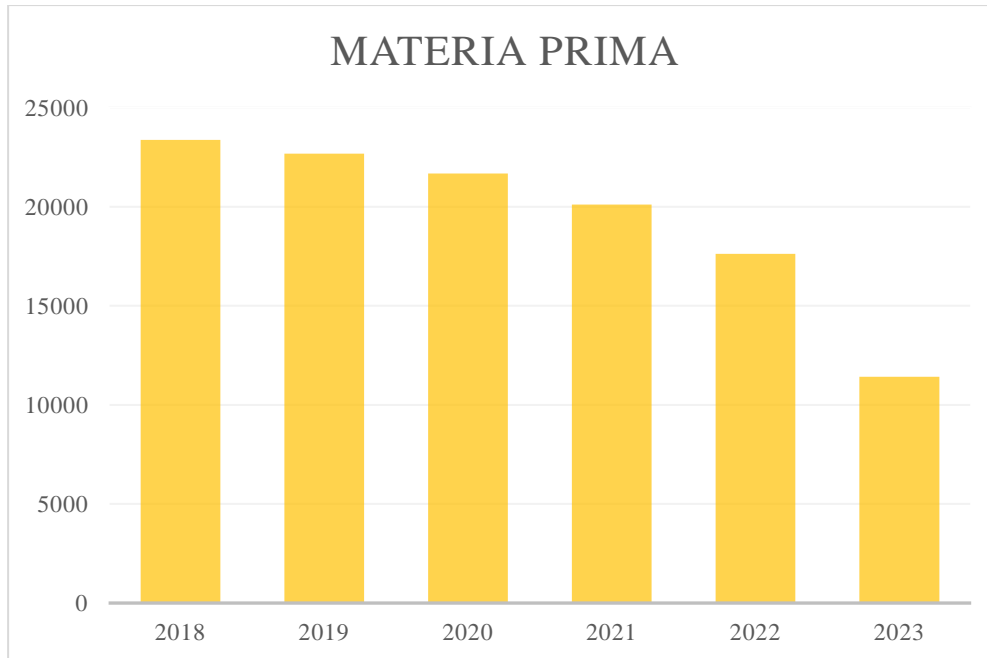
Este nicho mercantil y su aprovechamiento monetario le permitió a la empresa manejar los ingresos generados de mejor manera, permitiendo la implementación de tecnologías que mejoran la cadena de suministros de la misma, fortaleciendo los procesos productivos y económicos, de esta forma para el año 2021 la empresa presentó valores de liquidez superiores a uno evidenciando que se puede sobrellevar los costos de producción a corto plazo (Ratings, 2023). Por otro lado, para el año 2022 se observó una alta inversión en maquinaria y flexógrafos, además de materia prima cruda y productos secundarios como fécula, dextrina y otros almidones Figura 1 para mantener la competencia el mercado laboral y a la vez mejorar la línea productiva en la cadena de suministros. (Veritrade, 2023)

Figura 1 Importaciones del año 2022 de la planta recicladora.



Nota. en la Figura 1 se evidencia el porcentaje de materiales y maquinaria importados durante el año 2022. Recuperado de (Veritrade, 2023).

Figura 2 Abastecimiento de materia prima.



Nota. En la Figura 2 se muestra el abastecimiento de materia prima en el transcurso de los años 2018 hasta el 2023, teniendo que en el año 2018 se obtuvo 23364Tm en comparación al año 2023 que se obtuvo tan solo 11417Tm. Fuente: Industria Objeto de Estudio. Figura elaborada por el autor.

Como es evidente en la Figura 1, la cantidad de materiales crudos representa el porcentaje más alto en el que la empresa ha invertido lo que permite detectar los escasos de materia prima con antelación.

Es así como en el 2023 el problema se acrecienta afectando significativamente la productividad y competitividad de la empresa ya que debido a inconvenientes en la primera fase de la cadena de producción que involucran los proveedores y suministros no se ha conseguido satisfacer la demanda necesaria de materia prima Figura 2.

Al examinar la Figura 2, se observa una tendencia decreciente en la cantidad total de materia prima adquirida a lo largo del período desde 2018 hasta el 2023, este descenso puede ser atribuidos a tres factores esenciales los cuales son la escasez de materiales reciclados, alta competencia por parte de otras industrias y proveedores ineficientes.

Por otro lado (Freire, 2021) declaró que la empresa podría presentar un escenario económico desfavorable debido a varios riesgos que considerar a futuro como:

- Factores técnicos, políticos, legislativos y socioeconómicos.
- Competencia activa.
- Variantes en la tendencia de consumo.
- Panorama económico general del país.
- Abastecimiento de materia prima
- Pandemias o crisis sanitarias similares al Covid-19.
- Problema para generar efectivo.

A esto se suman problemas específicos dentro de la cadena de suministros de la empresa que involucran agentes externos a la misma y que son la disponibilidad de materia prima generada por los proveedores y la relación de la empresa con los clientes.

Para (Ocampo & Prada, 2018) la relación con los proveedores responde a dos teorías: (i) *key supply chain management* (KSCM) y *Organizational Buying Effectiveness* (OBE) y considera que la interacción entre ambas es clave para mejorar la red de logística, además el desarrollo de técnicas que mejoran la relación con proveedores permite mejorar la competitividad de la empresa beneficiando ambas partes empresarialmente (González, 2014).

Si se mejora la relación con los proveedores y los clientes se puede recurrir a tres estrategias que, igualmente, mejoran la competitividad y son: la estrategia de ajustes con las compras, la gestión de la demanda y la capacidad de registro de (Balza & Cardona, 2020).

Por otro lado, se puede optar por mejoras individuales dentro de los procesos productivos con un impacto igual de significativo como las mejoras en la previsión de stock, Arguimbau Pijuan (2016) o la inclusión de procesos de logística inversa dentro de los procesos principales de la empresa que incluyen la reutilización de los productos residuales provenientes del consumo del producto vendido, volviéndolo un ciclo de producción (Cabeza, 2012), así

Figura 3 *Ciclo de un producto para maximizar el beneficio del mismo.*

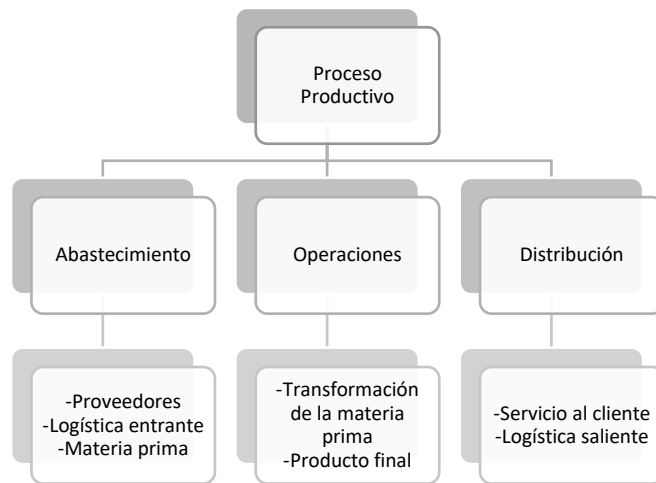


Nota: En la Figura 3 se muestra el esquema cíclico de los principales pasos para la fabricación y reutilización de los productos manufacturados (Cabeza, 2012)

Para manejar adecuadamente esta problemática y a la vez reducir el impacto medio ambiental que los residuos generan en Ecuador se aprobó una nueva normativa de economía circular inclusiva que procura mejorar los mecanismos de transición económica y establece principios políticos y económicos donde se reconoce el valor social y económica del reciclador informal (Ecuador,

2021) Esto es un punto a favor de la planta que será objeto de estudio, ya que, al estimular a los pequeños recolectores de material reciclado se podrá garantizar una mayor cantidad de abastecimiento de materia prima; además este tipo de leyes promueven la innovación en procesos amigables con el ambiente y que a la vez reducen costos de producción al reutilizar los productos secundarios de procesos principales.

Figura 4 Sombrilla de abastecimiento de la cadena de suministros.



Nota. En la Figura 4 se indica las partes del proceso productivo de acuerdo con la sombrilla de abastecimiento de la cadena de suministros. Figura elaborada por el autor. **Fuente:** (Nahmias, 2014)

Continuando con el análisis de la cadena de suministros y en la búsqueda de opciones inteligentes que permitan el análisis y mejora de las mismas, en la Figura 4 se presenta una sombrilla, representando los segmentos más importantes del proceso dentro de la cadena de suministros (Rubio, 2015) donde se observa los procesos por partes, de manera que las falencias que no se pueden abordar con otras herramientas sean detectables desde un punto de vista más amplio y organizado (Brown, Harrisón, & Trafton, 1995).

Así, y en base a lo mencionado previamente se detecta que los problemas relacionados con la materia prima y relación con los proveedores están asociados a la parte de abastecimiento de la empresa dentro del sistema productivo y habrá que hacer enfoque en mejorar este segmento del proceso para facilitar la adquisición de materia prima y mantener la productividad al 100%.

Justificación

Es **importante** optimizar la cadena de suministro de la planta objeto de estudio para garantizar el rendimiento de la productividad y la competitividad en el mercado, al llevar a cabo el modelo de la filosofía Lean, se busca eliminar desperdicios y mejorar los procesos, lo que resulta fundamental para mantener la sustentabilidad empresarial.

La propuesta de mejora en la cadena de suministro tendrá un **impacto** significativo en la planta industrial objeto de estudio, al reducir las fallas en la recepción diaria de materia prima incrementará el desempeño y la productividad, lo que podría llevar a una mejora en la calidad del producto final y en la satisfacción del cliente.

La presente investigación tiene la **utilidad** para la industria objeto de estudio, ya que permitirá identificar oportunidades de mejora en la cadena de suministro, enfocándose en la adquisición de materia prima y distribución del producto final, con la finalidad de mejorar la operatividad.

El principal **beneficiario** del proyecto investigativo propuesto es la industria objeto de estudio, ya que recibirán un análisis exhaustivo de su cadena de suministro, proporcionando información clave sobre oportunidades de mejora.

El proyecto es **factible** gracias a la apertura brindada por la industria objeto de estudio, que lo conforman la alta gerencia y los jefes de las diferentes áreas.

OBJETIVOS

Objetivo general

- Optimizar la cadena de suministros de una planta industrial recicladora de cartón y sus derivados, aplicando un conjunto integral de herramientas de la filosofía “Lean” para mitigar las fallas en la recepción diaria de la materia prima y mejorar los tiempos de distribución.

Objetivos específicos

- Diagnosticar el proceso de adquisición de materia prima mediante el outsourcing con empresas especializadas, con el objetivo de asegurar un control eficaz de la calidad y cantidad de materiales recibidos en el proceso de manufactura.
- Mapear detalladamente el proceso de la cadena de suministro utilizando el Value Stream Mapping (VSM) para identificar áreas susceptibles de mejora.
- Mejorar los tiempos de distribución de productos terminados hacia los consumidores mediante la implementación del algoritmo de Clark and Wright, con el fin de asegurar la puntualidad en la entrega.

CAPÍTULO II

INGENIERÍA DEL PROYECTO

Diagnóstico de la situación actual de la empresa:

La planta recicladora que será el objeto de estudio de este proyecto. Concentra sus actividades en la recolección y transformación de material reciclado, particularmente papel y cartón, para el desarrollo de productos de limpieza y cartones, dicha empresa fue constituida en el año 1996, tiempo en el cual ha manifestado un crecimiento empresarial admirable, en cuanto a economía, infraestructura, producción, implementación de maquinaria y equipos.

Sin embargo, en el año 2019, Olalla (2022) en su artículo de análisis de riesgos menciona que: “El Comité de Calificación PCR acuerda bajar la calificación desde “A” hasta “A-” Anexo 1, a la Emisión de Largo Plazo que se negocia en el Registro Especial Bursátil – (REB), dicha calificación negativa es otorgada en base al análisis de los riesgos económicos que presenta una empresa al ser evaluados por un analista de riesgos, en este caso, se debió a la fuerte inversión que realizó, en la compra de maquinaria y equipos para sus instalaciones.

En contraposición, este año su análisis de riesgos económicos, presento una buena calificación, sin embargo, como se mostrara en los capítulos siguientes, su cadena de suministros, presenta varios puntos del proceso de producción con brechas que deben ser corregidas, según menciona Olalla (2022) en su reporte de análisis, “La especulación de precios de materia prima y sus variaciones en el mercado local e internacional, podrían afectar los márgenes brutos de la compañía.” . Esto es un punto preocupante, debido a que, el incremento del costo para adquirir materia prima traerá como principal consecuencia una mayor inversión para manufacturar sus productos, pero sin incrementar el valor al consumidor, por lo tanto, la empresa percibirá menos ganancias económicas.

A continuación, en la Tabla 2 se detalla los valores de producción de la planta industrial recicladora correspondientes al 2023, en los cuales se puede observar claramente como en los meses de agosto y septiembre del 2023, existe un decrecimiento mayor de la cantidad de materia prima para el proceso de producción, por ende, la cantidad de producto manufacturado bajo en la misma proporción, todo lo antes mencionado, es en referencia acerca del valor ideal de la cantidad de materia prima necesaria para el proceso de producción, el mismo que nos proporcionó la empresa objeto de estudio, (Valor Ideal MP :2000 Tm), de los cuales no cumple en ningún mes.

Tabla 2 Producción planta recicladora objeto de estudio 2023.

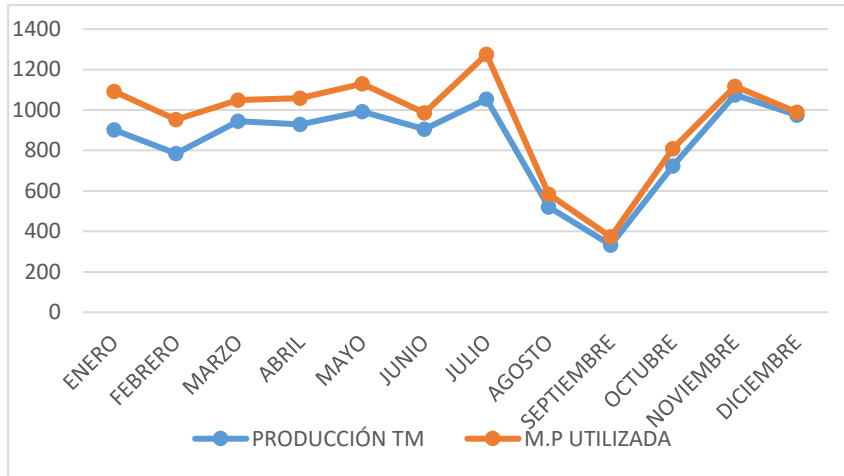
	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
PRODUCCIÓN TM	902	785	945	929	992	905	1054	521	333	723	1075,000	974,600
M.P UTILIZADA	1092	952	1049	1059	1131	986	1275	583	373	809	1118	989,219
R.FIBRA	1,29	1,22	1,11	1,14	1,14	1,09	1,21	1,12	1,12	1,12	1,04	1,015

Nota. En la Tabla 2 se puede apreciar los valores de producción del año 2023, **fuentes:** planta objeto de estudio. Tabla elaborada por el autor.

Adicionalmente en la Figura 2 se evidencia el abastecimiento de materia prima entre los años 2018 hasta el 2023, teniendo que en el año 2018 se obtuvo 23364Tm en comparación al año 2023 que se obtuvo tan solo 11417Tm, con esta comparación de la recepción de materia prima entre los años se puede evidenciar el decrecimiento de adquisición de materia prima para el proceso productivo.

En la Figura 5 se puede apreciar de mejor manera, el desabastecimiento de materia prima en los meses antes mencionados de la Tabla 2, este es un punto preocupante para la empresa ya que, al no contar con la suficiente materia prima para la producción de sus productos, no lograra cubrir la demanda de los mismos, dando libre paso a sus competidores en el mercado.

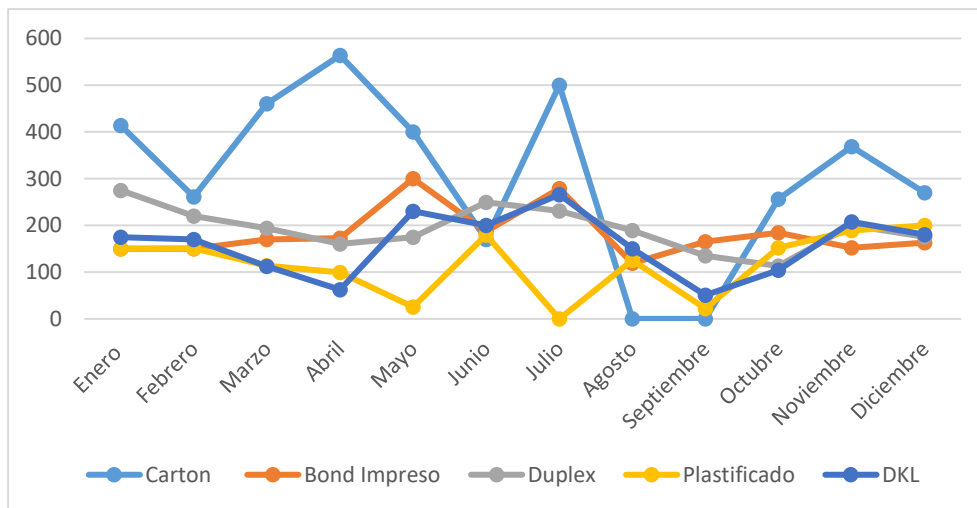
Figura 5 Desabastecimiento de MP.



Nota. En la Figura 5 se evidencia el decrecimiento de materia prima utilizada y de la cantidad de producto terminado. Elaborado por el autor.

Adicionalmente, En la Figura 6, se especifica los valores de materia prima por tipo y cantidad recibida por meses del 2023, de igual manera se puede observar cómo hay una preocupante caída de la cantidad recibida de cartón en varios meses del 2023, y al ser este elemento más utilizado para la elaboración del producto final, sus escasas generan un grave problema para la planta.

Figura 6 Datos globales de materia prima.



Nota. En el Figura 6 se observan los datos globales de materia prima por tipos de material y cantidades para la producción del 2023, en la cual se identifica el cartón que son hojas de pasta adheridas unas a otras, bond impreso es un material elaborado con fibra de eucalipto que ha sido previamente utilizado, dúplex es un tipo de cartón elaborada con dos capas de pulpa, plastificado es cartón o papel cubierto por una lámina de plástico, DKL es el desperdicio limpio de las industrias cartoneras. **Fuente:** Planta objeto de estudio.

Para, (Anchapaxi, 2012), las empresas ecuatorianas, como todas, sufren los efectos de los cambios en los procesos socio-económicos globales por lo que no están exentas de los beneficios que pueden brindar los avances tecnológicos que mejoran la cadena de suministros, por lo que sugiere manejar otra dinámica que sustituya lo tradicional y permita mejorar la eficiencia y rentabilidad de la empresa buscando ayuda en entes nacionales que apoyen al comercio en ésta área, mejorando a la vez los ingresos y posicionando la empresa en un nivel más alto de productividad y competitividad.

Esta búsqueda de estrategias que mejoran la cadena de suministros es imprescindible en el desarrollo económico de una empresa hacia la prosperidad económica ya que basados en teorías y estrategias segmentan los procesos de producción para enfocarse en cómo mejorar conjuntamente la manufactura de los productos; por ejemplo (Cruz & Andrés, 2013). propone un método para la automatización de un proceso intermediario que disminuye la falla del dispositivo disminuyendo los tiempos de producción y las pérdidas que ocasionan las fallas mencionadas; el proceso involucra el control de velocidad para el desbobinado de cartón, el control de tensión para el desbobinado de cartón, el rebobinado de cartón, el número de metros de cartón enrollados, la distribución de Core para finalmente implementar la maquinaria necesaria dentro del respectivo proceso en la cadena de suministros de la empresa encargada de enrollar el cartón.

Adicionalmente, la planta recicladora objeto de estudio, pese a contar con varios proveedores, tan solo dos son los que proveen la mayor parte de materia prima para el proceso de producción, por lo tanto, en caso de tener algún inconveniente con estos sería un problema fatal para su proceso productivo, ocasionando enormes pérdidas económicas debido a la falta de materia prima para la elaboración de sus productos, así lo comenta Olalla, (2022), agregando que dicho riesgo se reduce a través de mantener una buena relación con sus proveedores “ Proveedor A y Proveedor F”, los cuales son los principales proveedores de materia prima de la planta recicladora.

Por otro lado, en la Tabla 3 se determinan los porcentajes que se mantuvieron en los acuerdos establecidos con los distintos proveedores desglosada del total requerido, en la cual claramente se evidencia lo antes mencionado, acerca de los dos proveedores que cubren la mayor parte de entrega de materia prima a la planta, así como el déficit de adquisición al no llegar al 100%.

Tabla 3 *Proveedores y materia prima en base a la cantidad optima requerida.*

PROVEEDOR	PORCENTAJE DE MATERIA PRIMA
Proveedor A	31.5%
Proveedor F	21.5%
Proveedor B	5%
Proveedor C	4%
Proveedor D	4%
Proveedor E	4%
Total:	70.00%
Faltante:	30.00%
TOTAL	100%

Nota. En la Tabla 3 muestra proveedores de materia prima de la empresa y sus porcentajes entregados para el proceso de manufactura. Fuente: Planta objeto de estudio. Elaborado por el autor.

Tabla 4 Cantidad de producto entregada por proveedor y producto, se registra según los acuerdos de entrega de materia prima

PROVEEDOR	TIPO DE PRODUCTO	CANTIDAD POR PRODUCTO EN Tm	TOTAL, ENTREGADO EN UN MES EN Tm
Proveedor A	Cartón	200	630
	Bond Impreso	200	
	Dúplex	100	
	Plastificado	100	
	DKL	30	
Proveedor F	Cartón	230	430
	Bond Impreso	200	
Proveedor B	Cartón	75	100
	Plastificado	25	
Proveedor C	Cartón	30	80
	Bond Impreso	20	
	DKL	30	
Proveedor D	Cartón	80	80
	Bond Impreso	40	
Proveedor E	Dúplex	40	80
Total:		1400	1400

Nota. En la Tabla 4, se presenta de manera detallada la cantidad y el tipo de producto que debió ser entregado por cada proveedor, en concordancia con los acuerdos establecidos con cada uno durante el periodo correspondiente a todo el año 2023. Datos proporcionados por la planta recicladora. Tabla elaborada por el autor.

En la Tabla 4, se determinan los proveedores, tipo de productos que entregan y la cantidad de producto, en concordancia con los acuerdos establecidos con cada uno, igualmente teniendo como base 2000 Tm, que es el valor ideal que mantiene la empresa para poder tener un buen proceso productivo, en la cual, se puede observar que no se alcanza el valor base de materia prima.

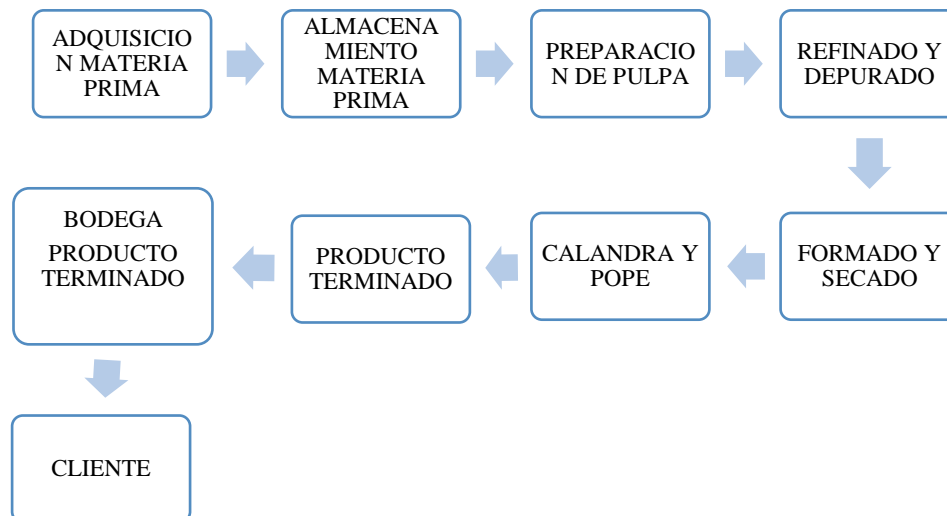
Siguiendo las cifras proporcionadas por la empresa de acuerdo con la cantidad de materia prima total entregada, sería de un total de 1400 Tm, sin embargo, anteriormente en la Tabla 2, se observó que el valor de materia prima en promedio de todo el año 2023 fue de 951.43 Tm que equivale al 67.96% de la cantidad que debería haber sido entregada por los proveedores a la planta, cifra que nos deja un 32.04% de déficit en cuanto a las 1400Tm.

Todo lo mencionado hasta este punto es en cuanto a la adquisición de materia prima, pero esta es tan solo la primera etapa de la cadena de suministro.

Mapa de flujo del proceso productivo de la planta

A continuación, en la Figura 7, se muestra el mapa de flujo de las etapas del sistema productivo que corresponde, secuencialmente, a las etapas industriales del proceso que incluyen la recepción de la materia prima, almacenamiento de MP, preparación de pulpa, refinado y depurado, formado y secado, calandra y pope, producto terminado, almacenamiento en bodega del producto terminado, hasta finalmente llegar al cliente.

Figura 7 Esquema del sistema productivo de Planta Objeto de estudio.



Nota. Esquema de la cadena de suministros de la Planta Industrial Recicladora (objeto de estudio). Elaborado por el autor.

Continuando con la secuencia del proceso, una vez realizada la adquisición de materia prima, el siguiente punto es el inventario manejado por la planta, se detalla los valores correspondientes del inventario de los insumos para el proceso de manufactura. Con eso finalizamos lo correspondiente al tema de inventario de la planta recicladora.

A continuación, se detallará el mapa de procesos de la planta recicladora el cual se lo puede observar en la Figura 7, en cual se puede observar sus indicadores operativos involucrados en el proceso de producción de la planta industrial recicladora correspondiente al sector de alta densidad.

Cientes

La concentración de ventas en dos clientes con altos porcentajes de compra es un posible problema o riesgo a futuro para la planta industrial recicladora objeto de estudio, en el caso de que se pierda la relación de compra, disminuya o presente inconvenientes, o que su cliente afronte una afectación en la capacidad de pago de sus obligaciones, lo que podría afectar la normal recuperación de cartera, cuentas por cobrar y la actividad de la planta industrial objeto de estudio. (Olalla, 2022)

Tabla 5 *Lista de clientes y porcentaje de compra en el periodo 2023.*

CLIENTE	PORCENTAJE DE COMPRA
Cliente D	48,00%
Cliente A	33,10%
Cliente B	10,00%
Cliente C	5,87%
Total, de compra	96,97%
Stock	3,03%
Total	100%

Nota. En la Tabla 5 se puede observar los clientes de la fábrica en orden decreciente y sus porcentajes de compra en concordancia con los acuerdos establecidos en todo el 2023, Fuente: Planta objeto de estudio. Elaborado por el autor.

En adición a lo antes mencionado, en la Tabla 5, se puede observar que los clientes de la fábrica son muy pocos y el surgimiento de nuevos competidores o repotenciación de los actuales en el mercado nacional, los cuales ofrecen valores tentadores en sus productos, este factor podría traer como consecuencia una reducción en el índice de ventas del producto en la empresa.

Adicionalmente, Olalla, (2022) en su análisis expresa lo siguiente: “las líneas de negocio de la compañía podrían verse afectadas por cambios en las tendencias de consumo de la gente.”

Por lo tanto, al tener pocos clientes y tener tendencias de cambio en el consumo de los mismos, afectaría gravemente su porcentaje de ventas, por lo tanto, garantizar un producto que tenga un valor altamente competitivo en el mercado y de excelente calidad, establecerá a la empresa como líder en el mercado, obviamente, esto se lograra a través de la optimización de su cadena de suministros.

Dado que, la empresa se encuentra en una situación crítica , donde la optimización de su cadena de suministro se presenta como una necesidad apremiante para mantener su posición competitiva en el mercado. Se enfrenta a desafíos logísticos significativos debido a la ausencia de una distribución clara y específica para sus productos finales hacia cada cliente, esta carencia ha provocado una serie de consecuencias negativas, como retrasos en la entrega, incremento de los costos operativos y una disminución en la satisfacción del cliente.

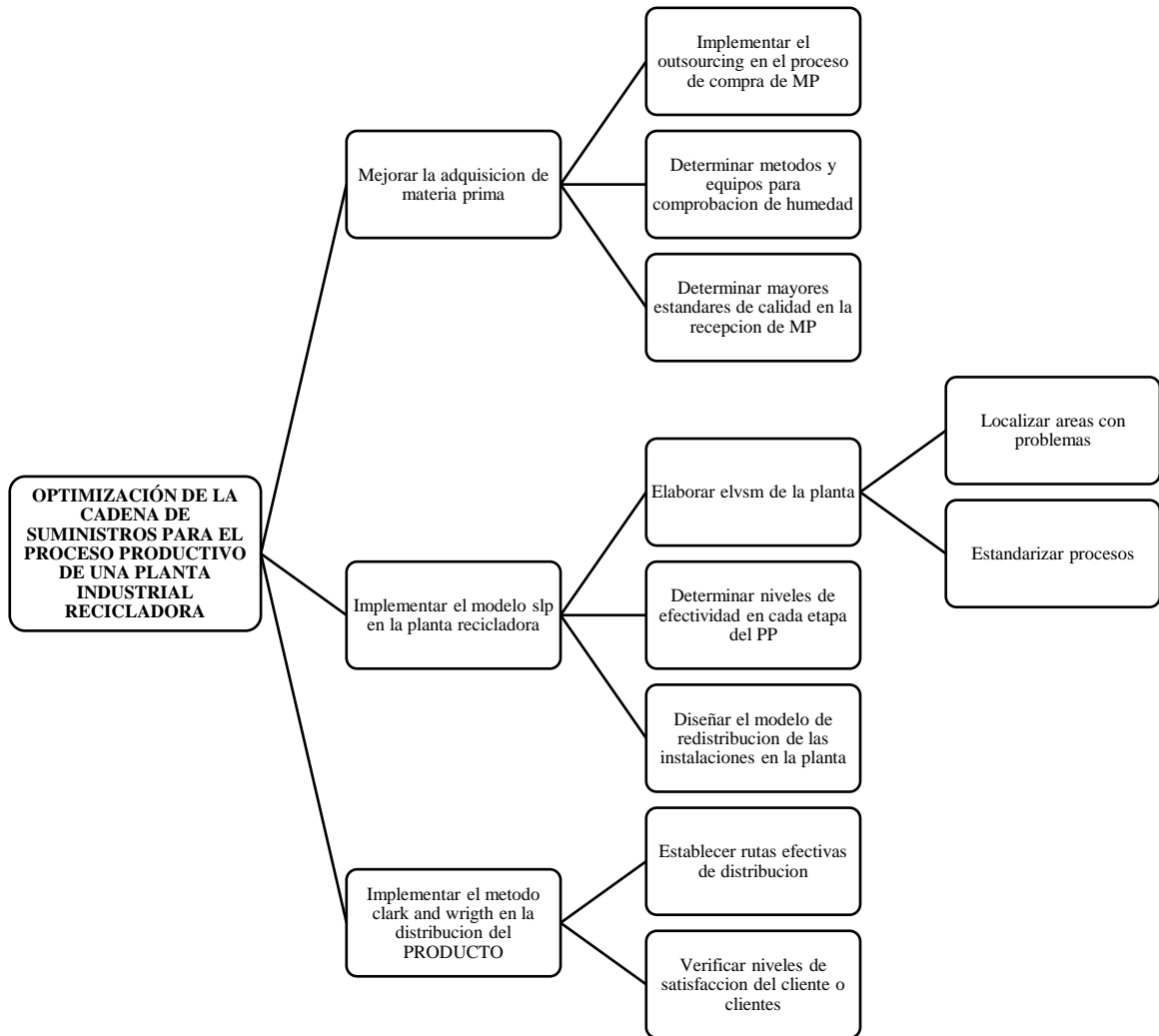
El análisis detallado por los transportistas revela una ruta que ha emergido como una opción preferida en la industria en los últimos tiempos, no obstante, persiste la necesidad de rutas específicas para cada cliente, lo que subraya la importancia de desarrollar soluciones a medida para abordar esta situación.

Ingeniería del proyecto

Área de estudio	
Dominio:	Tecnología y sociedad
Línea de investigación:	Gestión de la cadena de suministro
Sub-Línea de investigación:	Gestión de la calidad y mejora continua.
Campo:	Ing. Industrial
Área:	Producción, procesos y calidad.
Aspectos:	Optimización del proceso productivo y cadena de suministros
Objeto de estudio:	Planta reciclado Objeto de estudio.
Periodo de análisis:	2023-octubre/ 2024- febrero.

Modelo operativo

Figura 8 Modelo operativo para la optimización.



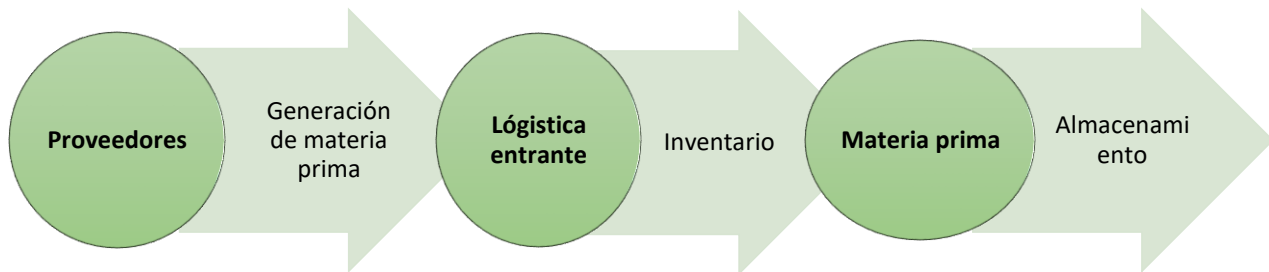
Nota. En la Figura 8 muestra el esquema del modelo operativo que se usará para implementar la optimización en la planta. Elaborado por el autor.

A continuación, detallaremos las actividades que se encuentran expuestas en el diagrama del modelo operativo que se mostró en la Figura 8.

Mejorar la adquisición de materia prima

Como primer punto y principal problema en la cadena de abastecimiento de la planta tenemos la adquisición de materia prima como hemos venido mencionando anteriormente, en el análisis de la situación de la planta, en base a los datos proporcionados por la empresa, encontrando un gran inconveniente en la primera etapa del proceso y un primer punto a corregir en el proceso de optimización.

Figura 9 *Segmento De Abastecimiento de materia prima.*



Nota. En la Figura 9 se puede observar la línea de flujo en el segmento de abastecimiento de materia prima. Elaborado por el autor.

De acuerdo con el segmento de flujo mostrado en la Figura 9, los proveedores son quienes entregan la materia prima directamente en la planta para su recepción e ingreso al inventario, cabe añadir que para que la empresa pueda recibir la materia prima por parte de los proveedores, esta debe cumplir ciertos parámetros para su posterior almacenamiento.

Implementar el outsourcing en el proceso de compra de MP

En conclusión, en la adquisición de materia prima existe un gran problema ya que la cantidad recibida por parte de los proveedores para cumplir la cuota de almacenamiento y producción en la empresa, en más de una ocasión no es la necesaria para la demanda de productos

por los consumidores, afectando principalmente el rendimiento y consecuentemente la economía de la empresa.

Por lo tanto, se ha determinado que la alternativa más viable para la solución de este problema es la implementación del “*Outsourcing*” (subcontratación), de empresas especializadas en el tema de recolección de material de reciclaje, específicamente cartón y papel, además de que cumplan con mayores estándares de calidad en la adquisición de MP, mediante la utilización de equipamiento moderno para su control.

En adición, cabe mencionar que para tener éxito en la implementación de esta herramienta seguiremos un proceso de selección de las empresas que serán candidatas a la subcontratación, las cuales deberán cumplir varios parámetros, para así determinar cuál es la más adecuada para desempeñar esta función y garantizar así una adquisición de materia prima optima en cuanto a cantidad y calidad.

Determinar métodos y equipos para comprobación de humedad

En la etapa de recepción de MP se establecerá medios y mecanismos más efectivos de medición para comprobar los niveles de humedad de la materia prima recibida de los proveedores para garantizar el menor índice de humedad y reducir los desechos en el PP

Determinar mayores estándares de calidad en la recepción de MP

Una vez que tenemos claro cuál es la secuencia del proceso productivo llevado a cabo en la planta industrial recicladora, es necesario realizar un mapeo empresarial, para obtener así información, donde se enfoque en el proceso administrativo que involucra la relación de negocios, así como, de cada una de las etapas en el proceso de manufactura del producto elaborado por la planta industrial.

En el siguiente capítulo estableceremos el VSM inicial de la empresa y el VSM posterior al proceso de optimización.

Implementar el modelo SLP en la planta recicladora

Almacenamiento de materia prima

Una vez que la empresa ya cuenta con la materia prima que ha sido entregada directamente en la planta por cada uno de los proveedores de la misma evitando el gasto de transporte hasta la planta industrial recicladora, obviamente, siempre y cuando haya aprobado los parámetros de recepción, en cuanto a porcentaje de humedad que no debe superar el 12% y clasificación de producto, la materia prima es etiquetada por lote y por tipo para pasar al galpón de almacenamiento en el cual estará a la espera para ser utilizada en el proceso de manufactura.

A continuación, en el Anexo 3, se evidencia el control de calidad para la recepción de materia prima en la empresa, en ella consta como se había mencionado el porcentaje de humedad, así como el peso de la misma en (Kg).

En la Tabla 6 se evidencia la ficha de recepción de materia prima en varios meses del 2023 teniendo en cuenta que en dicha tabla solo resaltan resultados de pacas que no cumplieron con los requisitos puestos por la empresa que en este caso es la humedad.

Tabla 6 *Control de calidad en la recepción MP.*

<i>FECHA DE RECEPCIÓN</i>	<i>PESO DE LA CARGA (kg.)</i>	<i># DE GUIA DE INGRESO</i>	<i>PORCENTAJE DESCUENTO DE HUMEDAD (%)</i>	<i>DESCUENTO POR HUMEDAD (kg)</i>	<i>TOTAL, DE FIBRA (kg)</i>
30-08-2023	8760	22508	15,4	1349	7411
14-09-2023	6100	22523	14,08	859	5241
15-09-2023	5340	21797	15	801	4539
18-09-2023	4390	21799	18,33	805	3585

25-09-2023	4910	22524	17,29	849	4061
27-09-2023	5990	22525	15,19	910	5080
28-09-2023	4630	22526	20,66	957	3673
03-10-2023	5800	22527	17,12	993	4807
12-10-2023	5680	22531	23,87	1761	5619
13-10-2023	5670	22534	24	1361	4309
01-11-2023	4970	22571	19,49	968	4002
07-11-2023	7860	22582	20,09	1580	6280
08-11-2023	4230	22591	20,34	860	3370
09-11-2023	4950	22592	19,67	974	3976
10-11-2023	5200	22598	22,69	1180	4020
14-11-2023	5300	22601	20,33	1077	4223
15-11-2023	4720	22602	24,93	1177	3543
30-08-2023	8760	22508	15,4	1349	7411

Nota. En la Tabla 6 se observa los valores y parámetros medidos en diferentes periodos del 2023 en la cual no cumplen con las condiciones establecidos por la empresa. Datos proporcionados por la industria objeto de estudio. Elaborado por el autor.

En conclusión, el control de inventario en la adquisición de materia prima se realiza adecuadamente utilizando un sistema de control de calidad incluido, finalmente al analizar el transporte y almacenamiento de materia prima se deduce que no existe problema en estos campos ya que el problema principal radica en que no se ha completado la cuota de materia prima y hay pacas contaminadas.

Preparación de pulpa

Esta etapa del proceso suele ser llamada también pulpeado, en esta etapa la materia prima es tritura, molida, o reducida en partes lo más pequeñas posibles para ello se utiliza un molino

accionado a través de un motor, este es denominado “pulper”, el mencionado pulper trabaja conjuntamente, con una bomba que se encarga de introducir agua en el tanque donde se coloca la materia prima que será procesada y convertida en pulpa, sus características son las siguientes:

- **BOMBA**

GPM: 300 - 330

RPM: 1160

- **MOTOR**

HP: 50

RPM: 1170

En esta etapa no se encontraron deficiencias, a pesar de que existen materiales de residuo, sin embargo, estos son netamente productos de desecho del proceso que no se pueden eliminar.

Refinado y Depurado - Formado y secado

En las etapas del proceso de manufactura descritas, se emplean maquinarias que reciben una monitorización constante, se destaca que el proceso de manufactura sigue un ciclo constante. La administración de la planta ha señalado que no se han registrado mediciones de los tiempos de estos procesos, se debe tener en cuenta que la maquinaria está sujeta a un mantenimiento preventivo riguroso y frecuente realizado por personal especializado en el campo como se evidencia en el Anexo 8.

Por lo tanto, no se han identificado deficiencias en estas etapas, ya que se cumplen con todos los controles necesarios para garantizar un funcionamiento óptimo.

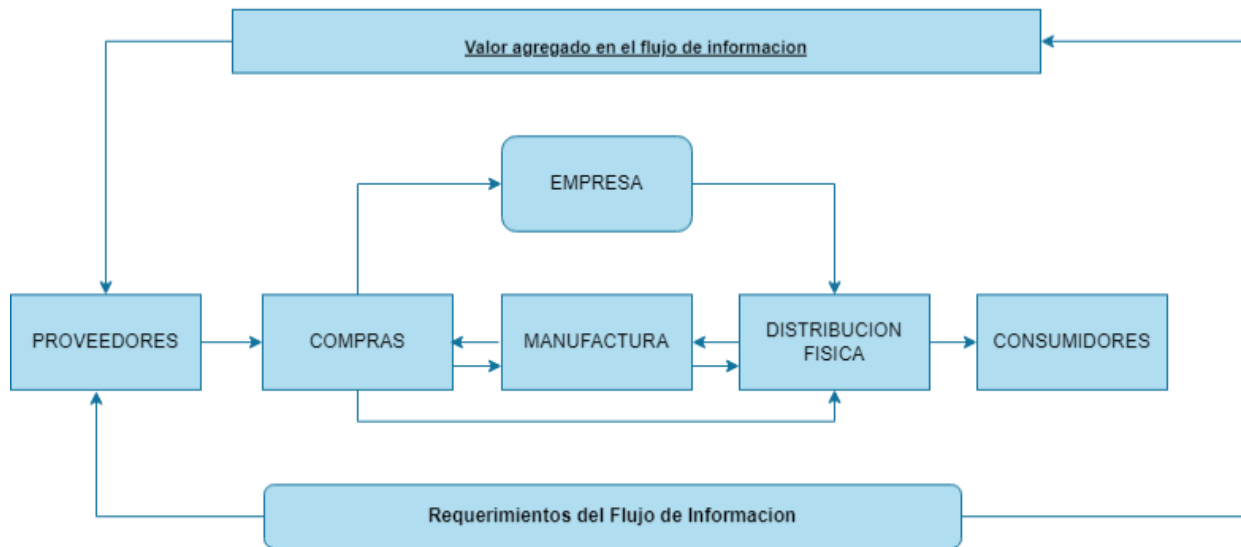
Producto terminado y almacenamiento

Una vez concluido el proceso de manufactura y ya se obtiene el producto final este pasa por un control de calidad para su posterior almacenamiento, en esta etapa se determinó que se cumplen todos los factores necesarios, motivo por el cual no se encontraron puntos a corregir.

Elaborar el VSM de la planta

En la siguiente imagen se muestra el modelo base para la elaboración del VSM

Figura 10 Modelo base para la elaboración de un VSM.



Nota. En la Figura 10, se muestra la plantilla base para elaborar el VSM de la planta con sus respectivos datos. Elaborado por el autor.

Aplicar el método de ruta a través del logaritmo Clark and Wright

Clientes

Anteriormente ya se especificó los principales clientes con los que cuenta la planta, cabe mencionar que no cuenta con almacenes de venta al consumidor, sino que se realiza la entrega del producto directamente a los clientes que son los encargados de su comercialización, esta etapa es un punto que se podría mejorar y establecer puntos de distribución y almacenes de venta al consumidor, además, se determinan las rutas de entrega que tenga el menor costo a través del “*logaritmo de Clark and Wright*”, en el siguiente capítulo se tratará más a fondo acerca de lo mencionado.

Capítulo III

Propuesta Metodológica

Desarrollo del modelo Operativo

En el presente capítulo desarrollaremos la propuesta metodológica del modelo de gestión con el cual se implementará el proceso de optimización en la planta industrial recicladora objeto de estudio de este proyecto, y así garantizar un mayor índice de efectividad en su cadena de suministro. Para ello, usaremos la filosofía “LEAN” como modelo de gestión, con ayuda de varias herramientas de ingeniería y gestión de procesos, estas ya las hemos mencionado en los capítulos anteriores.

Mejorar la adquisición de materia prima

En este punto se fomentará como medio de corrección de esta fase inicial el “*Outsourcing*”, el cual, mediante la subcontratación de empresas especializadas en el tema de recolección y abastecimiento de material reciclado, ya que como se pudo observar en el capítulo anterior es el principal problema que presenta la empresa, además de tratar de incrementar el estándar de calidad en su recepción mediante un control más riguroso de calidad.

Antes de empezar a desarrollar el outsourcing se realizará un análisis de alguna empresa que haya implementado o estudiado el outsourcing para su cadena de suministros, la empresa que se analizara es P&G (Procter & Gamble) ha sido reconocida por su enfoque innovador en la gestión de procesos comerciales a través de la implementación del outsourcing, al enfrentarse al desafío de satisfacer las necesidades comerciales en un mercado global en constante cambio, la empresa optó por subcontratar procesos a proveedores externos, esto gracias al liderazgo de AG Lafley, P&G estableció asociaciones estratégicas con proveedores como Jones Lang LaSalle, IBM y HP,

abarcando áreas clave como infraestructura de TI, finanzas, recursos humanos y gestión de instalaciones, esta estrategia permitió a P&G mejorar la flexibilidad operativa, fortalecer las competencias fundamentales y reducir costos operativos.

Los resultados fueron notables, con una reducción del 33% en los costos operativos subcontratados, mientras se mantenía la satisfacción del cliente. Además, la colaboración con proveedores condujo a mejoras significativas en áreas como gestión de instalaciones, recursos humanos y operaciones financieras y contables, consolidando así la posición de P&G como líder en su industria. (Minhas, 2022)

Al observar el éxito del enfoque de outsourcing implementado por Procter & Gamble (P&G), se percibe la posibilidad de aplicar una estrategia similar en la industria objeto de estudio, la subcontratación podría desempeñar un papel fundamental en la resolución del desafío de garantizar un suministro adecuado de materia prima, al externalizar ciertos procesos de adquisición de materiales reciclados, la empresa podría completar su abastecimiento actual y mantener un flujo constante de insumos para su producción.

Implementar el outsourcing en la adquisición de MP

Además, de los proveedores que dispone actualmente la empresa, en muchas ocasiones no han logrado cumplir con la cuota necesaria de materia prima para el correcto funcionamiento de la planta y el procesamiento de sus productos.

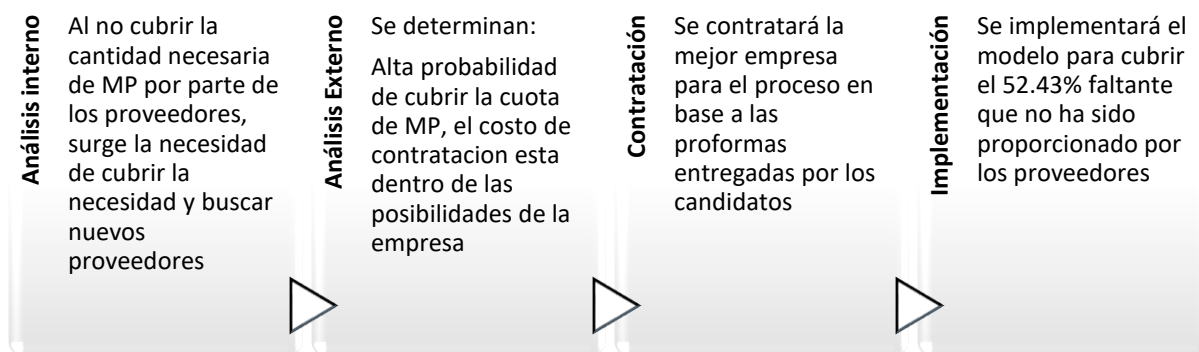
Por este motivo, se ha determinado que el medio más efectivo para garantizar la correcta adquisición de MP, es la implementación del Outsourcing en el proceso mediante el cual se lograra cubrir el porcentaje de déficit en la cantidad de recepción.

Adicionalmente, los principales objetivos de esta primera etapa son los siguientes:

1. Garantizar la cantidad de abastecimiento optima de materia prima a la planta

2. Subcontratar empresas que aseguren proveer la cantidad necesaria de materia prima a la planta
3. Mejorar los estándares de calidad en la recepción y almacenamiento de materia prima en la planta.
4. Determinar si los resultados son los esperados para cumplir con el requisito de producción

Figura 11 Cuadro De Análisis Outsourcing.



Nota. En la Figura 11 se observa Cuadro De Análisis Outsourcing y sus características.

Elaborado por el Autor.

Evaluación de la situación actual:

La industria objeto de estudio enfrenta varios desafíos en su proceso de adquisición de materia prima., a pesar de contar con seis proveedores Tabla 3 designados para proporcionar el 70% de la materia prima necesaria para su producción, la realidad muestra lo contrario, los proveedores solo entregan un total de 951.43Tm equivalente al 47.57%, una cifra considerablemente inferior a la esperada.

Análisis para la búsqueda de empresas especializadas en el tema:

El proceso de selección de proveedores se fundamenta en la identificación de requisitos específicos en cuanto a calidad, disponibilidad y precio de la materia prima. La industria objeto de

estudio busca asegurar que la materia prima cumpla con estándares de calidad adecuados los cuales son que la humedad no supere el 12% y los bactericidas no superen el 3%, también se requiere un suministro constante y confiable de materia prima para mantener la operación de la planta de producción en funcionamiento y por último punto se busca obtener la mejor relación calidad-precio en la adquisición de materia prima para maximizar la rentabilidad de la empresa.

En el Anexo 7 cuadro de evaluación se compone de varios criterios importantes, cada uno con su respectiva ponderación, que se utiliza para evaluar a las empresas potenciales, los distintos criterios se evalúan en función de la calidad, la capacidad, la fiabilidad y otros aspectos relevantes.

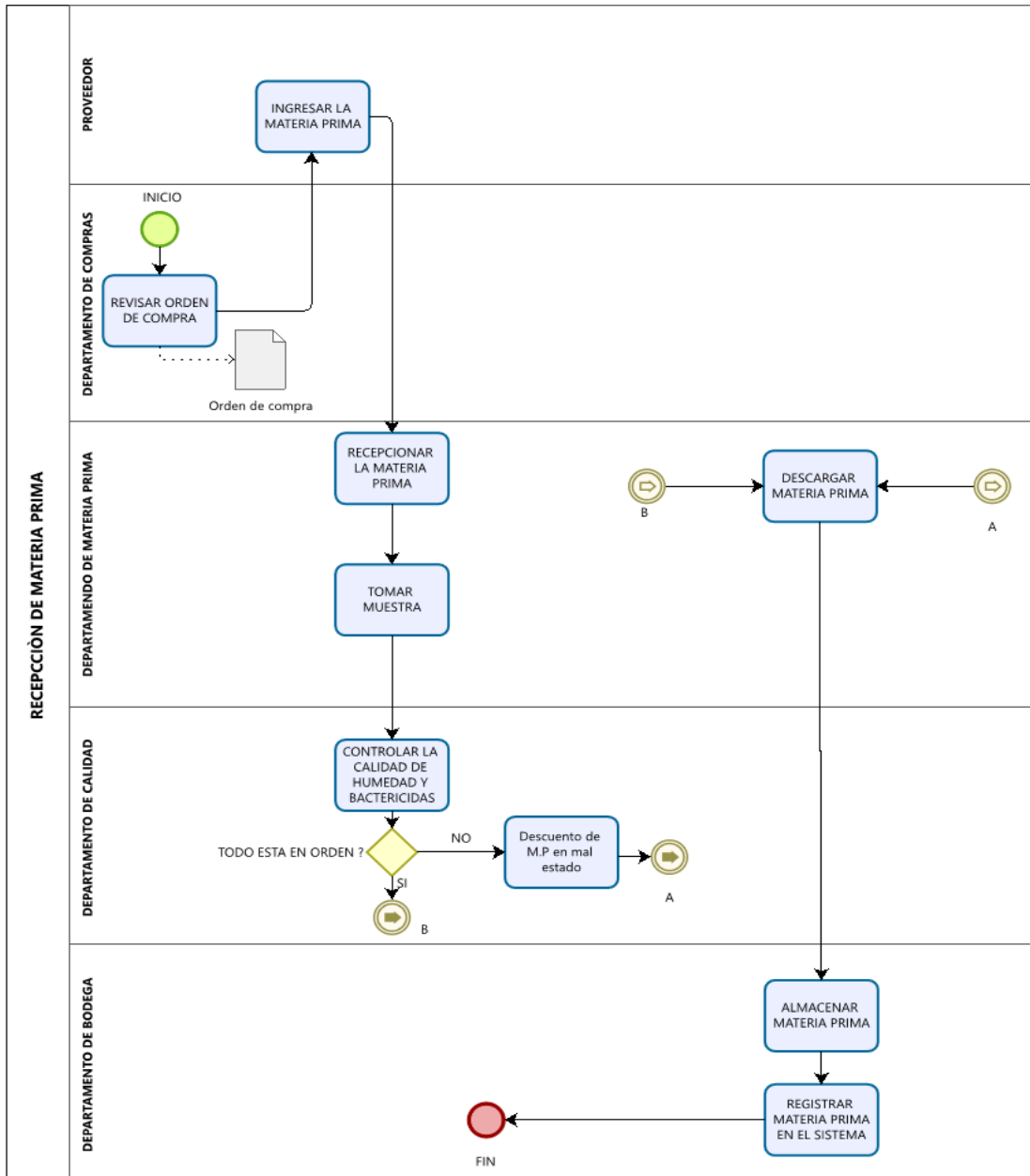
Se asigna una calificación a cada empresa especializada en cada criterio, en una escala del 1 al 5, donde 5 indica el cumplimiento más alto del criterio y 1 el más bajo, las calificaciones se ponderan según la importancia de cada criterio, que se expresa como un porcentaje del total.

Se sumarán los puntos ponderados para obtener una puntuación total para cada proveedor, lo que permite comparar objetivamente su idoneidad para satisfacer las necesidades de la empresa en términos de calidad, disponibilidad, fiabilidad y precio.

Dadas las indicaciones anteriores, que incluyeron el análisis de la situación actual y la evaluación de la búsqueda de empresas especializadas, se procederá a desarrollar dos diagramas de flujo, el primero representará el proceso de recepción actual de la materia prima, mientras que el segundo representará el proceso de recepción con la implementación del outsourcing. Además, se llevará a cabo un análisis sobre cómo se distribuirán los porcentajes de materia prima a entregar a la industria objeto de estudio por parte de los seis proveedores convencionales y la empresa especializada que forma parte del outsourcing, este enfoque permitirá visualizar claramente los

cambios en el proceso de recepción de materia prima y entender cómo se redistribuirán las responsabilidades entre los diferentes proveedores.

Figura 12 Recepción de materia prima de los proveedores externos.



Nota. En la Figura 12, se observa el diagrama de cómo es la recepción de M.P de los proveedores convencionales externos. Elaborado por el Autor.

En la Figura 12 (diagrama de flujo 1) se identifica como es la recepción de materia prima de los proveedores actuales de la industria, teniendo en cuenta que enfrenta desafíos singularmente relacionados con la entrega deficiente por parte de los proveedores actuales, la medición de la humedad en la recepción de materia prima se distingue como un factor clave aplicando descuentos monetarios si se supera el 12% de humedad, pero esto afecta al proceso productivo teniendo desperdicios, afectaciones a la calidad y no cumpliendo con una adecuada producción y producto terminado para entregar a los clientes, esto también tiene que ver con la comunicación de la empresa hacia los proveedores.

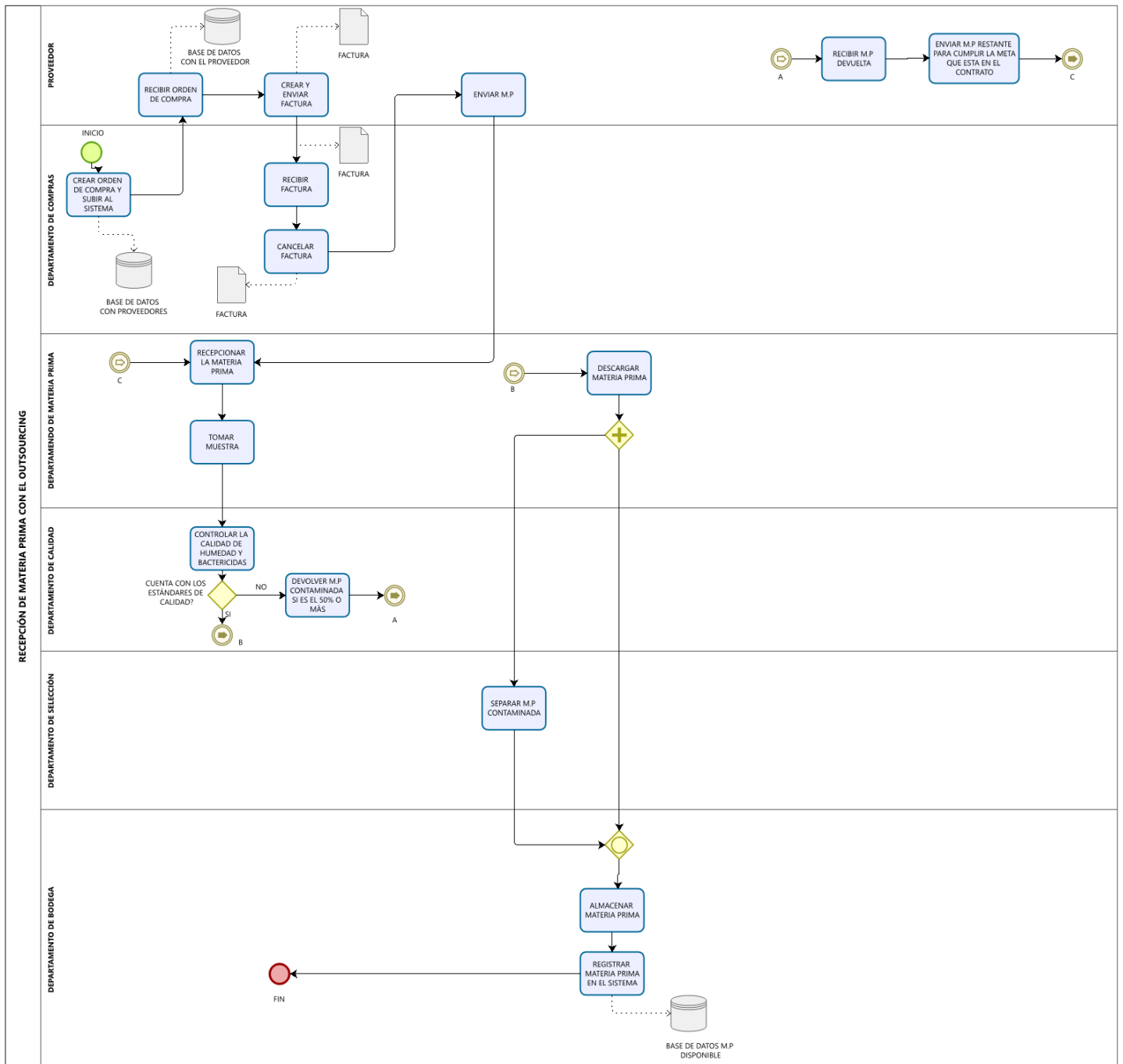
Tabla 7 Comparación de la materia prima entregada.

	REQUISITO	PROPUESTA PROVEEDORES	REAL ENTREGADO
Tm	2000	1400	951.43
%	100%	70%	47.57%

Nota. En la Tabla 7, se puede identificar una comparación de materia prima en la cual destaca el requisito de materia prima para la producción que es 2000 Tm que tiene la industria objeto de estudio, lo propuesto por los proveedores que es 1400 Tm y la situación real que los proveedores entregan de materia prima a la industria que es 951.43 Tm.

Se puede comparar estadísticamente en porcentajes que la materia prima entregada a la industria por parte de los proveedores es de un 47.57%, teniendo un 22.43% de desabastecimiento de materia prima propuesta por los proveedores y un 52.43% de desabastecimiento de materia prima en comparación con el requisito que tiene la industria. Con este análisis se puede continuar desarrollando el outsourcing teniendo como objetivo claro la subcontratación de empresas especializadas para la adquisición de materia prima y poder abastecer el 52.43% faltante para cumplir con la meta y poder tener un proceso productivo adecuado.

Figura 13 Diagrama con el outsourcing.



Nota. En la Figura 13, se observa el diagrama de cómo es la recepción de M.P con el outsourcing. Elaborado por el Autor.

La alternativa de obtención de materia prima describe en la Figura 13 (diagrama de flujo del outsourcing o subcontratación), el proceso incluye la subcontratación de empresas especializadas para garantizar que la calidad y la consistencia de la materia prima mejoren mediante el uso de una base de datos central de información relacionada con los proveedores para mejorar la gestión y la comunicación de la información.

Tabla 8 *Entrega de materia prima con implementación de outsourcing.*

	REQUISITO	PROVEEDORES	SUBCONTRATACIÓN
Tm	2000	951.43	1048.57
%	100%	47.57%	52.43%

Nota. En la Tabla 8, se puede identificar el abastecimiento de materia prima al 100% teniendo como resultado una entrega del 47.57% por parte de los proveedores convencionales y un 52.43% por parte de la empresa especializada o subcontratada.

El análisis de los datos que se encuentran en la Tabla 8 se puede evidenciar una distribución de la adquisición de materia prima compartida entre los proveedores directos y la subcontratación de empresas especializadas en el tema, se tiene una distribución de la siguiente manera: un requisito total de 2000(Tm) de materia prima, de las cuales el 47.57% (951.43 Tm) se adquieren a través de proveedores directos y el 52.43% (1048.57 Tm) se obtiene mediante la subcontratación de empresa especializada.

A continuación, se explicará las políticas que pondrá la empresa para la subcontratación:

Políticas Outsourcing

Calidad del producto:

- La empresa que llegue a ser subcontratada debe suministrar materia prima reciclada de alta calidad, en la cual el porcentaje de humedad no supere el 12% y el porcentaje de bactericidas no supere el 3%.
- Se llevarán a cabo inspecciones regulares para verificar el cumplimiento de los estándares de calidad requeridos por la industria.
- Devolución de pacas que excedan con la humedad y bactericidas permisibles siempre y cuando esto supere el 50% del producto entregado.

Capacidad de suministro:

- La empresa subcontratada debe tener la capacidad suficiente para satisfacer la necesidad de entrega de materia prima reciclada de manera constante y oportuna.
- Se espera que mantengan una comunicación proactiva sobre cualquier cambio en su capacidad de suministro.

Puntualidad en la entrega:

- Se establecerán plazos de entrega claros y la empresa subcontratada deberá cumplir con los plazos puntualmente.
- No debe faltar materia prima el día de la entrega; se espera que la entrega sea completa y en la cantidad acordada.

Comunicación y colaboración:

- Se espera que la empresa subcontratada mantenga una comunicación abierta y transparente con la industria objeto de estudio, proporcionando información

relevante sobre el estado de los pedidos y cualquier cambio en los procesos de entrega

- Se espera una colaboración activa para identificar oportunidades de mejora y resolver cualquier problema que surja durante el proceso de adquisición de materia prima.

Compromiso con la mejora continua:

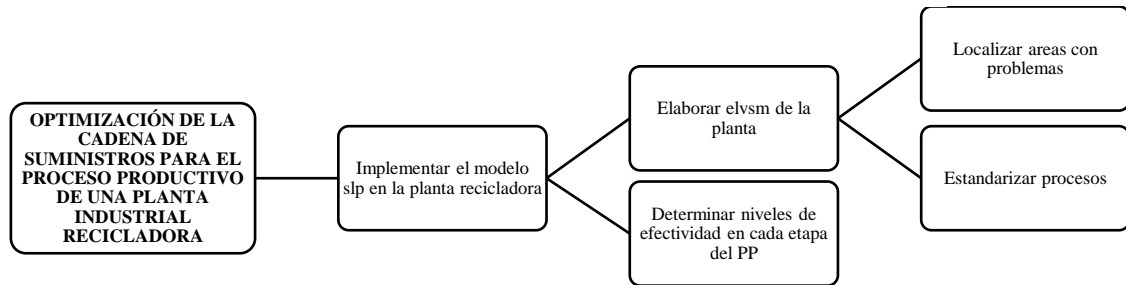
- La empresa subcontratada debe estar comprometida con la mejora continua de sus procesos y prácticas para garantizar la calidad y la sostenibilidad de sus operaciones.

Con el análisis del outsourcing desarrollado en esta parte de la investigación se llega a la conclusión de tener dos partes para la adquisición de materia prima en la cual se aprovecha tanto a los proveedores directos como a la empresa subcontratada para satisfacer las necesidades de materia prima de la planta, al optar por esta combinación de métodos de suministro, la industria objeto de estudio puede beneficiarse de una mayor flexibilidad en la gestión de la cadena de suministro y una reducción del riesgo asociado con la dependencia de un solo proveedor.

Implementar el VSM y el modelo SLP en la planta recicladora objeto de estudio

Como paso previo a la implementación del modelo SLP de diseño de las instalaciones de la planta es necesario, en primer lugar, debemos conocer a fondo el proceso de manufactura, luego determinaremos las etapas del proceso que necesitan ser optimizadas, para lo cual desarrollaremos un mapeo de su cadena de valor a través de un VSM, con los datos iniciales de la empresa

Figura 14 *Actividades Segunda Etapa Del Modelo Operativo.*



Nota. En la Figura 14, se puede apreciar las actividades que se realizarán en la segunda fase del modelo operativo. Elaborado por el autor.

Para realizar el VSM de la planta y poder analizarlo como primer paso se identificarán las métricas del proceso la cual ayudan a comprender sobre los tiempos de ciclo de cada etapa del proceso productivo, las cantidades en bruto sobre la producción, la producción dependiendo del porcentaje de funcionamiento de cada etapa, se desarrollará el VSM actual y el mejorado o propuesta y por último la evaluación del TAK TIME de cada uno.

Tabla 9 Métricas del proceso.

Descripción	Símbolo	UMD	Recepción y almacenamiento de M. P	Hidropulper	Máquina PMI	Calidad	Cortadora Rebobinadora	Laminadora	Troqueladora	Almacenamiento
Número de turnos	NT	Und	2	3	3	3	3	2	2	3
Jornada laboral	JL	hrs/turno	8	8	8	8	8	8	8	8
Tiempo inefectivo	TI	hrs/turno	1	1	1	1	1	1	1	1
Tiempo disponible	TD	min/día	840	1260	1260	1260	1260	840	840	1260
Producción bruta	PB	Tm/turno	66,67	63,33	60,00	60,00	59,17	59,17	59,17	59,17
N° máquinas	NM	Und	1	1	1	1	1	1	1	1
% de funcionamiento	TF	%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%
Producción	PR	Tm/turno	60	57	54	54	53,25	53,25	53,25	53,25
Tiempo de ciclo	TC	Min	14	22	23	23	24	16	16	24
Tiempo de cambio de productos	TCP	Min	0	0	0	0	0	0	0	0
N° Operarios	NO	Und	3	4	3	2	2	4	4	2

Nota. En la Tabla 9, se observa las métricas del proceso de producción, en la cual se destaca TD, PR y el TC. Fuente: Archivos del área de producción en la planta objeto de estudio. Tabla elaborada por el autor.

Tabla 10 Cálculo de las métricas del proceso.

Descripción	Símbolo	Valor	UMD
Demanda mensual	DM	844,9	Tm/mes
Días hábiles por mes	DH	30	días/mes
Demanda diaria	DD	28,16	Tm/día

Nota. En la Tabla 10, se observa el cálculo de las métricas del proceso de producción, en la cual se destaca. Elaborado por el autor.

Tabla 11 Cálculo del Lead Time (Tiempo total o Tiempo de entrega).

Descripción	Símbolo	UMD	Recepción y almacenamiento de M. P	Hidropulper	Máquina PMI	Calidad	Cortadora Rebobinadora	Laminadora	Troqueladora	Almacenamiento
Inventario	INV	Tm	31,73	30,14	28,55	28,55	28,16	28,16	28,16	28,16
Lead Time	LTI	Días	1,13	1,07	1,01	1,01	1,00	1,00	1,00	1,00

Nota. En la Tabla 11. Se observa el cálculo del Lead Time que ayuda para graficar la línea de tiempo. Elaborado por el autor.

Tabla 12 Cálculo del Valor Agregado.

Descripción	UMD	Valor
TVA (Tiempo de valor añadido)	Min	3
TNVA (Tiempo de valor no añadido)	Min	11842
TT (Tiempo total)	Min	11845
TOU (Touch time)	%	0,023%

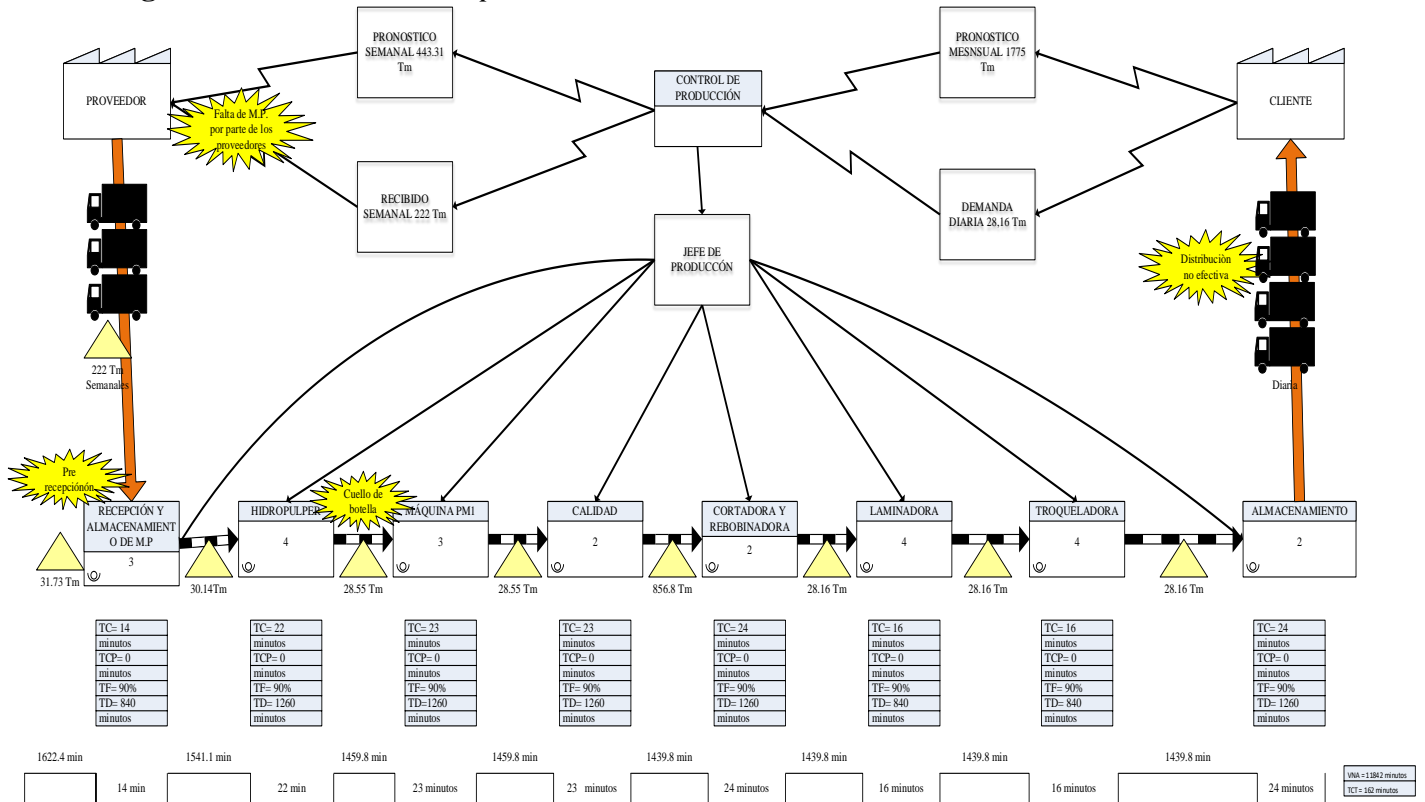
Nota. En la Tabla 12, se observa el cálculo del Valor Agregado. Elaborado por el autor.

Tabla 13 Cálculo del Tak Time.

Descripción	Símbolo	UMD	Valor
Takt time	TKT	Min/Tm	39

Nota. En la Tabla 13, se observa el cálculo del Tak Time el cual nos ayuda a detectar cada cuanto minuto el cliente solicita producto, o a su vez determina el ritmo del procesamiento para la distribución del producto para poder satisfacer la demanda del cliente. Elaborado por el autor.

Figura 15 VSM actual de la planta reciclado.



Nota. En la Figura 15, se observa el VSM actual (plantilla con valores) del proceso productivo de la planta recicladora. Elaborado por el autor.

En la Figura 15, se observa el VSM actual de la planta recicladora (industria objeto de estudio) que se utilizara para realizar el mapeo del proceso productivo de la planta recicladora.

Localizar áreas con problemas

Como se ha observado en la Figura 15 los principales problemas que tiene la planta se relacionan con la adquisición de materia prima teniendo una recepción de 222Tm semanales en comparación al pronóstico que es de 443.31Tm que se desarrolla en datos de recepción de materia prima anteriores que se desarrollaron en la industria objeto de estudio y su distribución del producto final que se debe a la fabricación ineficiente por falta de materia prima como se mencionó anteriormente , ya que en el resto del proceso productivo no se encuentran áreas problemáticas que tengan que mejorarse, por lo que se cumple a cabalidad con los estándares de calidad necesarios, además que los equipos están en perfectas condiciones y cumplen con un riguroso control y mantenimiento preventivo

Tabla 14 *Cálculo de las métricas del proceso mejorado.*

Descripción	Símbolo	Valor	UMD
Demanda mensual	DM	1686,3	Tm/mes
Días hábiles x mes	DH	30	días/mes
Demanda diaria	DD	56,21	Tm/día

Nota. En la Tabla 14, se observa el cálculo de las métricas del proceso mejorado en la cual se da cuenta que en comparación con el cálculo de las métricas actuales hay una demanda mayor.

Elaborado por el autor.

Tabla 15 Cálculo del Lead Time (Tiempo total) del proceso mejorado.

Descripción	Símbolo	UMD	Recepción y almacenamiento de M. P	Hidropulper	Máquina PMI	Calidad	Cortadora Rebobinadora	Laminadora	Troqueladora	Almacenamiento
Inventario	INV	Tm	63,33	60,17	57,00	57,00	56,21	56,21	56,21	56,21
Lead Time	LTI	Días	1,13	1,07	1,01	1,01	1,00	1,00	1,00	1,00

Nota. En la Tabla 15, se observa el cálculo del Lead Time (Tiempo total) del proceso mejorado, en la cual no tiene variación con actual y este nos ayuda para nuestra línea de tiempo. Elaborado por el autor.

A pesar del aumento en el inventario, que está vinculado al incremento de materia prima para la producción, el lead time permanece constante tanto en el modelo actual como en el mejorado, esto se debe a que las métricas tanto del modelo actual como del mejorado siguen siendo las mismas, incluyendo el número de operarios, la cantidad de máquinas y el porcentaje de funcionamiento de estas.

Tabla 16 Cálculo del Valor Agregado del proceso mejorado.

Descripción	UMD	Valor
TVA (Tiempo de valor añadido)	Min	3
TNVA (Tiempo de valor no añadido)	Min	11844
TT (Tiempo total)	Min	11847
TOU (Touch time)	%	0,022%

Nota. En la Tabla 16, se observa el Valor Agregado del proceso mejorado en la cual se da cuenta que no hay una variación elevada con el cálculo del Valor Agregado del proceso actual. Elaborado por el autor.

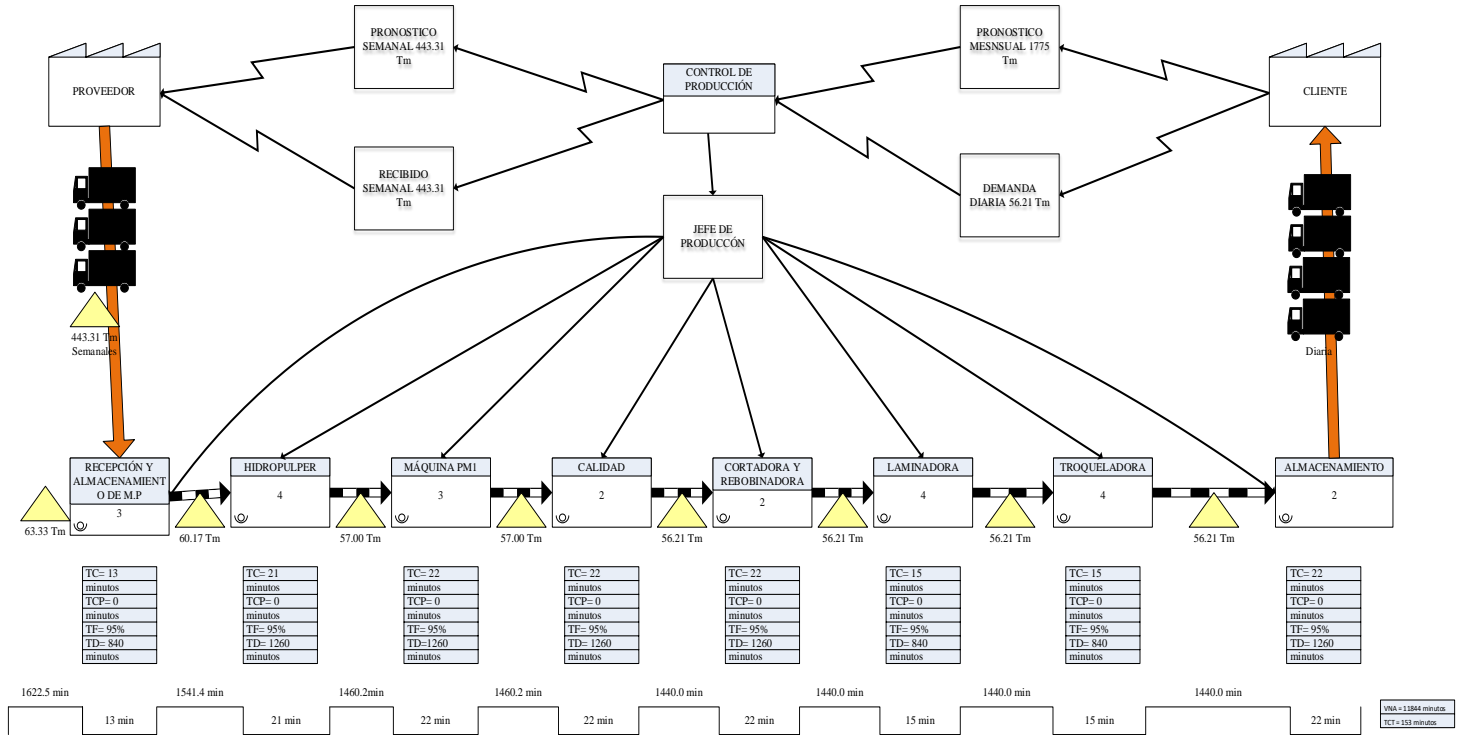
Tabla 17 Cálculo del Tak Time del proceso mejorado.

Descripción	Símbolo	UMD	Valor
Takt time	TKT	Min/Tm	20

Nota. En la Tabla 17, se observa el cálculo del Tak Time del proceso mejorado que en comparación con el del proceso actual tenemos una variación significativa y esto nos ayuda a tomar buenas decisiones. Elaborado por el autor.

A continuación, en la figura se muestra el vsm final de la planta recicladora

Figura 16 VSM final de la planta.



Nota. En la Figura 16, se detalla el VSM final de la planta recicladora. Elaborado por el autor.

Comparación de Tak Time:

VSM Actual:

Tak Time: 39 min por Tm de producto terminado.

VSM Mejorado:

Tak Time: 20 min por Tm de producto terminado.

Al comparar el mapa de flujo de valor (VSM) existente y el mapa de flujo de valor (VSM) después de la mejora, se ha observado que el Tak Time en el VSM mejorado es sustancialmente menor que en el VSM actual; en consecuencia, esto demuestra un evidente aumento en la viabilidad del proceso.

El análisis de la capacidad de disminuir el Tak Time para las mejoras del proceso, el proceso mejorado puede satisfacer mejor las demandas de los clientes en términos de velocidad y eficiencia, de lo que no sería posible con el proceso actual, esto respalda aún más la aplicabilidad y efectividad de los métodos de mejora de procesos de mapa de flujo de valor (VSM) introducidos en secciones anteriores, que pueden resultar en una mayor efectividad operativa.

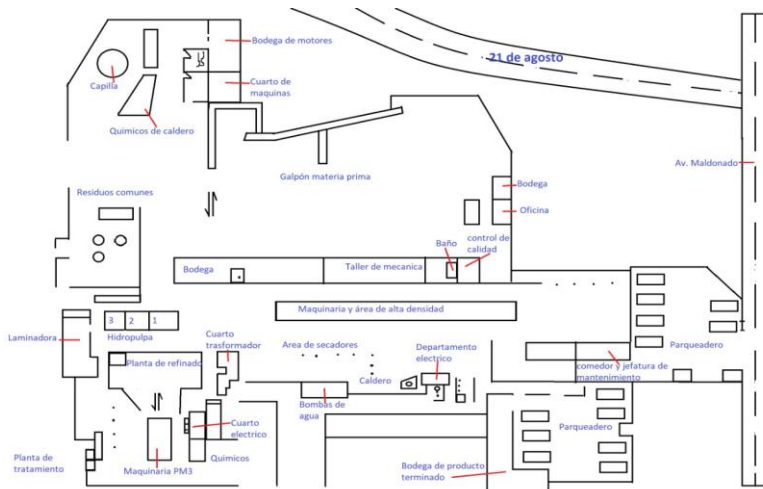
Si el Tak time mejora es decir es más bajo la industria fabricante de cartón puede satisfacer más rápido las demandas en el mercado y se puede entregar de manera más rápida y en menor tiempo el producto a sus clientes.

Al comparar el Tak Time del VSM actual y el VSM mejorado sugiere que las mejoras propuestas son apropiadas y tienen el potencial de aumentar considerablemente la eficiencia operativa de la fábrica de cartón reciclado.

Diseño del modelo de redistribución de las instalaciones en la planta

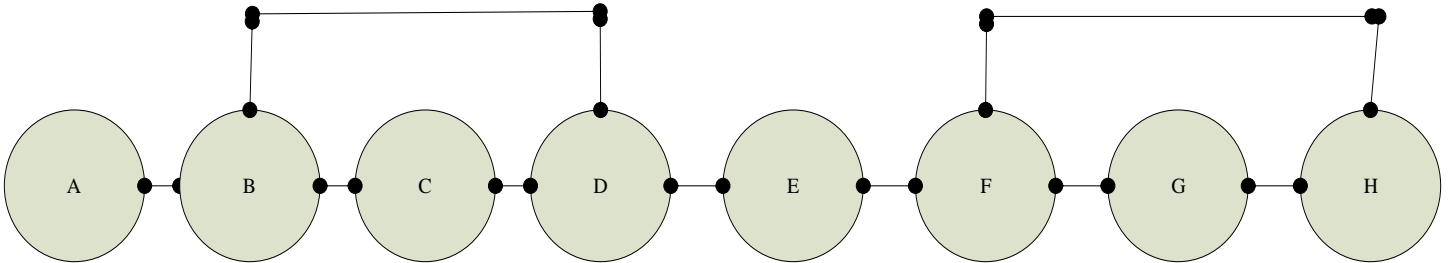
A continuación, en la imagen se puede observar el modelo de distribución de planta que se debería utilizar según el análisis mediante el modelo SLP.

Figura 17 *Diseño original de planta.*



Nota. En la Figura 17 se detalla el layout de la planta recicladora.

Figura 18 Principales flujos de la planta.



Nota. En la Figura 18 se detalla los principales flujos de la planta objeto de estudio en donde A es el almacenamiento de M.P, B es hidropulper, C es la Máquina PM1, D es el departamento de calidad, E es la cortadora y rebobinadora, F es la laminadora, G es troqueladora y H es el almacenamiento del producto terminado

Elaboración de la distribución de planta con el programa CORELAP.

Tabla 18 Flujo para la elaboración de los diferentes productos.

PRODUCTO	SECUENCIA DE PRODUCCIÓN	PROMEDIO PRODUCCIÓN SEMANAL EN TM
Producto A	A-B-C-D-E-H	81,16
Producto B	A-B-C-D-E-F-H	60,31
Producto C	A-B-C-D-E-F-G-H	55,67
Total		197,14

Nota. En la Tabla 18, se observa los productos y la secuencia que debe seguir cada uno de los productos para su fabricación, además del promedio de producción semanal en TM. Datos proporcionados por la empresa. Elaborado por el autor.

Tabla 19 *Matriz Desde-Hacia.*

	A	B	C	D	E	F	G	H
A	----	197,14	0	0	0	0	0	0
B		---	197,14	0	0	0	0	0
C			---	197,14	0	0	0	0
D				---	197,14	0	0	0
E					---	116	0	81,19
F						--	55,67	60,31
G							--	55,67
H								---

Nota. En la Tabla 19 se identifica el flujo entre departamentos.

Tabla 20 *Ponderación.*

Rango	39,4
A	161,6 201
E	121,2 160,6
I	80,8 120,2
O	40,4 79,8
U	0 39,4

Nota. En la Tabla 20 se visualiza el rango para su posterior incorporación.

Tabla 21 *Matriz Desde-Hacia con ponderación.*

	A	B	C	D	E	F	G	H
A	----	A	U	U	U	U	U	U
B		---	A	U	U	U	U	U
C			---	A	U	U	U	U
D				---	A	U	U	U
E					---	I	U	I
F						--	O	O
G							--	O
H								---

Nota. En la Tabla 21 se identifica el flujo entre departamentos con su distinta ponderación.

Figura 19 Departamentos y Ponderación software CORELAP.

CORELAP 01_Plantamiento

¿Cuántos departamentos quiere implantar? CONTINUAR RETROCEDER

	Nombre Departamento	Tamaño Depart. m2
1	MATERIA PRIMA	1200
2	HIDROPULPER	500
3	MAQUINA PM1	1500
4	CALIDAD	60
5	ORA Y REBOBINA	200
6	LAMINADORA	700
7	TROQUELADORA	100
8	LMACENAMIENTO	1350

Superficie Disponible :

Definición de los parámetros que determinan el peso de las relaciones.

A =
 E =
 I =
 O =
 U =
 X =

El chart de relaciones se rellena asignando una de estas 6 constantes a la relación entre cada 2 departamentos. El valor de cada constante puede ser modificado en esta tabla.

CONTINUAR RETROCEDER

Nota. En la Figura 19 se identifica el flujo entre departamentos.

Figura 20 Matriz Desde-Hacia con ponderación, software CORELAP.

CORELAP 01_Plantamiento

¿Cuántos departamentos quiere implantar? CONTINUAR RETROCEDER SEGUIR >>>

A=5, E=4, I=3, O=2, U=1, X=0

	Nombre Departamento	Tamaño Depart. m2	1	2	3	4	5	6	7	8
1	MATERIA PRIMA	1200		A	U	U	U	U	U	U
2	HIDROPULPER	500			A	U	U	U	U	U
3	MAQUINA PM1	1500				A	U	U	U	U
4	CALIDAD	60					A	U	U	U
5	ORA Y REBOBINA	200						I	U	I
6	LAMINADORA	700							O	O
7	TROQUELADORA	100								O
8	LMACENAMIENTO	1350								

Nota. En la Figura 20 se identifica la ponderación de los distintos departamentos en el programa corelap.

Figura 21 Ordenación de los departamentos por importancia.

CORELAP 01_Presentación Resultados

ORDENACIÓN DE LOS DEPARTAMENTOS POR IMPORTANCIA

Orden	Nombre	TCR	Superficie m2
1.-	MÁQUINA PM1	15	1500
2.-	HIDROPULPER	15	500
3.-	CORTADORA REE	15	200
4.-	CALIDAD	15	60
5.-	ALMACENAMIENTO	11	1350
6.-	MATERIA PRIMA	11	1200
7.-	LAMINADORA	11	700
8.-	TROQUELADORA	9	100

Solución Gráfica

Calcular Iteraciones

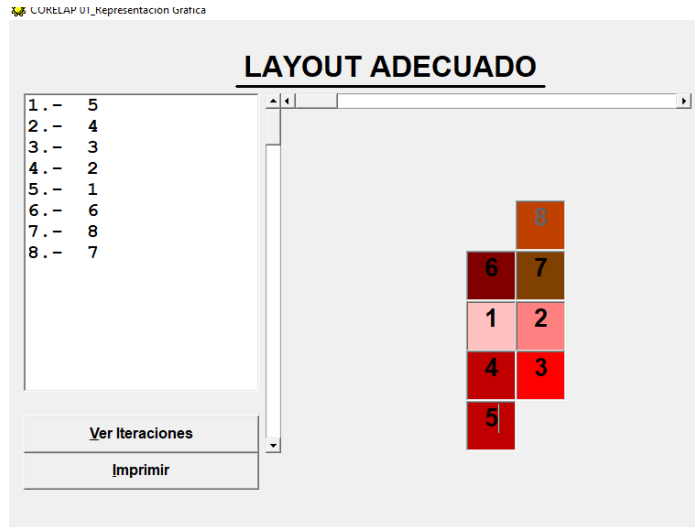
Superficie Requerida < Superficie Disponible

Superficie Requerida:
5610

Superficie Disponible:
5610

Nota. En la Figura 21 se observa la ordenación de los departamentos según la importancia.

Figura 22 Layout o Distribución adecuada para la planta objeto de estudio según el software CORELAP.



Nota. En la Figura 22 se observa el layout adecuado que indica el programa de distribución de planta CORELAP.

Al realizar el SLP en el programa CORELAP dio como resultado que la distribución adecuada para la planta objeto de estudio es la siguiente, materia prima debe estar en el centro del hidropulper, calidad, el departamento de la máquina PM1 debe estar cerca del departamento de calidad, los departamentos de la troqueladora y laminadora cerca para evitar demasiado el flujo y por último el almacenamiento cerca de la troqueladora y laminadora.

Implementar el método logarítmico de Clark And Wriqth para la distribución del producto final manufacturado.

Distribución del producto. – Para el correcto diseño de un sistema de distribución se necesita evaluar el medio más adecuado, además se necesita plantear una objetivo o meta para poder optimizar los procesos y alcanzar los resultados deseados.

Gestión de empresas de distribución. – Para la contratación de empresas ajenas a la planta se debe tener en cuenta diversos parámetros para que la empresa nos.

- Hay que realizar un estudio para evaluar, si la empresa que se contrata cuenta con el transporte necesario para abarcar el área de distribución y la cantidad de producto a entregarse.
- Evaluar los costos destinados para la empresa de transporte que será contratada, evitando que el coste afecte los ingresos, manteniendo un balance adecuado entre haberes y deberes.
- Seleccionar las mejores rutas para una distribución efectiva, garantizando los tiempos de entrega y mantener a los clientes satisfechos.
- Determinar las necesidades de la capacidad del distribuidor, para mantener siempre el producto necesario para el transporte.

Establecer rutas efectivas de distribución

Trasporte de producto. – Una vez se tiene un acuerdo con la empresa de transporte se debe realizar un estudio para obtener información de las rutas más adecuadas. Tener en cuenta la capacidad de los camiones destinados y número de unidades, para organizar que transporte tomara las rutas planteadas, todo esto en base a la ubicación de entrega o destino además de la capacidad con la que cuentan las unidades de entrega.

Logaritmo de Clark and Wright

Para aplicar el logaritmo de Clark and Wright es necesario definir los puntos de entrega donde el cliente recibirá el producto, para ello utilizaremos Google maps para una mejor vista de dichos puntos de entrega.

Tabla 22 Matriz de distancia en Km desde el almacén hasta cada cliente.

	O	A	B	C	D
O	0				
A	130	0			
B	389	271	0		
C	58,7	177	436	0	
D	372	254	21,4	415	0

Nota. En la Tabla 22 se observa las distancias desde el almacén o fabrica (O), hasta cada uno de los clientes respectivamente (A, B, C y D). Elaborado por el autor.

Tabla 22 Cálculos de ahorros para los pares de clientes

	A	B	C	D
A	0			
B	530	0		
C	105,7	186,4	0	
D	496	156,4	37,7	0

Nota. En la tabla 22, se observa los ahorros para los pares de clientes. Elaborado por el autor.

Tabla 23 Orden de los ahorros de forma decreciente.

A-B	530	Km
A-D	496	Km
B-C	186,4	Km
B-D	156,4	Km
A-C	105,7	Km
C-D	37,7	Km

Nota. En la Tabla 23, se observa el orden en forma decreciente de los pares de los clientes.

Elaborado por el autor.

Tabla 24 *Seleccionar tramos que no superen los 800 Km.*

Tramo O-A-C-O	365,7
Tramo O-A-B-D-C-O	896,1
Tramo O-C-A-B-O	895,7
Tramo O-C-B-O	883,7
Tramo O-B-D-O	782,4

Tabla 25 *Mejores rutas en Km.*

Ruta #1: O-A-C-O	365,7 Km
Ruta #2: O-B-D-O	782,4 Km

Nota. En la Tabla 24, se observa el análisis de para escoger las mejores rutas y que no sobrepasen el límite de Km que es 800. Elaborado por el autor.

Nota. En la Tabla 25, se observa las rutas que nos sobrepasen los 800km y que faciliten la distribución a todos los clientes. Elaborado por el autor.

Eficiencia de rutas: Dado que se calculó las distancias totales para las rutas seleccionadas y las rutas que no superen la restricción de 800Km, se puede calcular la eficiencia de las rutas. Se utiliza la siguiente información:

Límite de distancia en Km 800

$$Eficiencia = \frac{Distancia\ Total\ Ruta\ 1}{Límite\ de\ 800\ Km} * 100$$

Eficiencia Ruta #1 = 45,7%

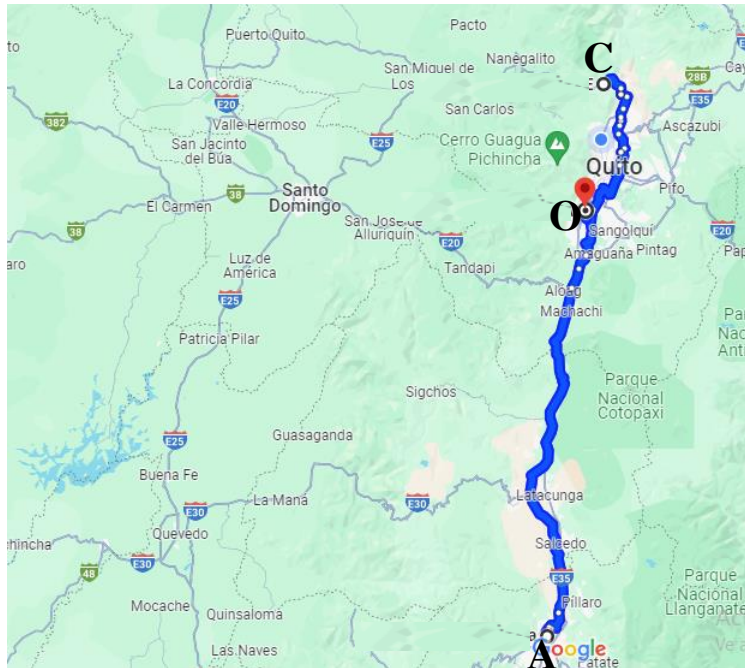
$$Eficiencia = \frac{Distancia\ Total\ Ruta\ 2}{Límite\ de\ 800\ Km} * 100$$

Eficiencia Ruta #2 = 97,8%

La eficiencia de la Ruta 1 se calcula en un 45.7%, indicando que en un 54.3% de capacidad no está utilizada, esta capacidad restante podría ser aprovechada para agregar otro cliente a la ruta y maximizar su eficiencia hasta alcanzar el límite establecido de 800 km, el análisis detallado de la capacidad no utilizada proporciona una oportunidad para optimizar la asignación de destinos, mejorando así la eficiencia global del transporte.

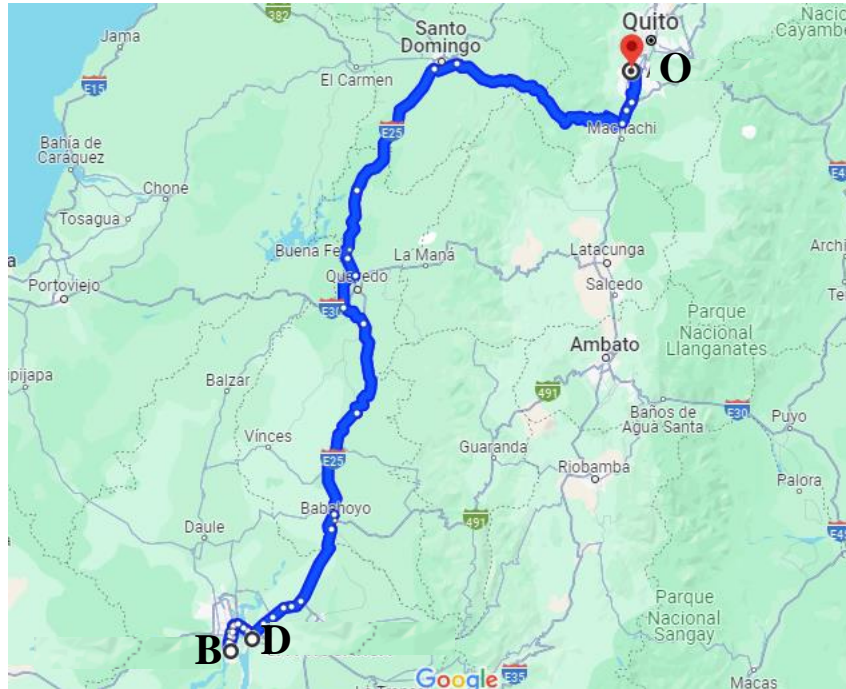
La eficiencia de la Ruta 2 se ha calculado en un 97.8%, lo que indica que está alcanzando casi su máxima capacidad eficiente, cercana al límite establecido de 800 km, este alto nivel de eficiencia sugiere que la ruta podría ser utilizada de manera óptima, aprovechando al máximo la capacidad disponible y minimizando la distancia total recorrida.

Figura 23 Distribución de la ruta #1 de acuerdo con el análisis de Clarke and Wright.



Nota. En la Figura 23 se identifica el camino que desarrollara el respectivo vehículo para la ruta 1, para poder satisfacer la necesidad de todos los clientes de la respectiva ruta.

Figura 24 Distribución de la ruta #2 de acuerdo con el análisis de Clarke and Wright.



Nota. En la Figura 24 se identifica el camino que desarrollara el respectivo vehículo para la ruta 2, para poder satisfacer la necesidad de todos los clientes de la respectiva ruta.

Analizar y verificar que vehículo es el adecuado para la distribución del producto manufacturado en su respectiva ruta.

Tabla 26 Producción diaria para cada cliente en Tm (toneladas métricas).

CLIENTE	PRODUCCIÓN DIARIA PARA CADA CLIENTE EN Tm
Cliente D	13,52
Cliente A	9,32
Cliente B	2,82
Cliente C	1,65
Total, producción por cliente	27,31
Producción Stock	0,85
Total, producción	28,16

Nota. En la Tabla 26, se observa la producción diaria que produce la industria objeto de estudio, esto ayuda a poder identificar cuantas Tm se envía por ruta y analizar que vehículo es el adecuado para su distribución. Elaborado por el autor.

Tabla 27 *Producción para sus diferentes clientes.*

CLIENTE	PRODUCTO PARA ENVIAR CADA 3 DÍAS
Cliente D	40,56
Cliente A	27,96
Cliente B	8,45
Cliente C	4,96
Total	81,93

Nota. En la Tabla 27, se observa la producción que se envía cada 3 días a los diferentes clientes y esto ayuda a poder saber cuántas Tm recibe el cliente, para posteriormente analizar por rutas. Elaborado por el autor

Tabla 28 *Análisis de Tm que se enviarán por tipos de ruta.*

RUTAS	Tm por Ruta
Ruta #1: O-A-C-O	45,51 Tm
Ruta #2: O-B-D-O	49,01 Tm

Nota. En la Tabla 28, se observa en Tm lo cada vehículo llevará para los diferentes destinos de los clientes, siguiendo las rutas elaboradas por el logaritmo Clarke and Wright. Elaborado por el autor

Tabla 29 Pesos y dimensiones.

TIPO	DESCRIPCIÓN	PESO BRUTO VEHICULAR MÁXIMO PERMITIDO (toneladas)	LONGITUDES MÁXIMAS PERMITIDAS (metros)		
			Largo	Ancho	Alto
2S1	TRACTO CAMIÓN DE 2 EJES Y SEMIREMOLQUE DE 1 EJE	29	20,5	2,6	4,3
2S2	TRACTO CAMIÓN DE 2 EJES Y SEMIREMOLQUE DE 2 EJE	38	20,5	2,6	4,3
2S3	TRACTO CAMIÓN DE 2 EJES Y SEMIREMOLQUE DE 3 EJE	42	20,5	2,6	4,3
3S1	TRACTO CAMIÓN DE 3 EJES Y SEMIREMOLQUE DE 1 EJE	38	20,5	2,6	4,3
3S2	TRACTO CAMIÓN DE 3 EJES Y SEMIREMOLQUE DE 2 EJE	47	20,5	2,6	4,3
3S3	TRACTO CAMIÓN DE 3 EJES Y SEMIREMOLQUE DE 3 EJE	50	20,5	2,6	4,3

Nota. En la Tabla 29, se observa los pesos y dimensiones asignados por la agencia nacional de control, la cual se utiliza para asignar el vehículo adecuado para las dos diferentes rutas establecidas anteriormente. Elaborado por el autor

Al analizar los pesos y dimensiones asignados por la agencia nacional de control con los pesos en Tm que llevara cada vehículo por cada ruta se tiene como resultado que para la ruta 1 que lleva 45.51 Tm en su distribución para los clientes A y C el vehículo adecuado que indica la tabla 29 es el tracto camión de 3 ejes y semirremolque de 2 eje con una capacidad máxima de 47 T, teniendo una eficiencia del 96.8% ocupando el espacio del camión casi en su totalidad, para la ruta que lleva 49.01 Tm en su distribución para los clientes B y D el vehículo adecuado que indica la tabla 29 es el tracto camión de 3 ejes y semirremolque de 3 eje con una capacidad máxima de 50T, teniendo una eficiencia del 98.02 ocupando el espacio adecuado del vehículo.

En conclusión, el análisis que se realiza para la distribución de cada una de las rutas con los vehículos adecuados resulta efectivo teniendo en cuenta los tipos de vehículos de carga que se utiliza, estos tienen sus restricciones, la cual la carga que envía la industria objeto de estudio cumple con las restricciones adecuadas teniendo en cuenta que para la ruta 1 se tiene un 96.01% y para la ruta 2 un 98.02% de efectividad de distribución del producto manufacturado en el vehículo de carga.

RESULTADOS ESPERADOS

El planteamiento para la propuesta del “outsourcing” da como resultado que para la adquisición de materia prima faltante, se planifica como una iniciativa de transformación profunda que abordará de manera efectiva las deficiencias actuales en la entrega de insumos a la planta industrial, con la implementación del outsourcing se espera tener como resultado que el 52.43% que equivale a 1048.57 Tm sean entregadas por parte de la empresa subcontratada para así poder tener un proceso productivo adecuado y poder cumplir con el despacho correcto del producto terminado hacia los clientes

La estrategia también proyecta una mayor flexibilidad y agilidad en la reposición de materias primas con la externalización estratégica facilitará una reposición ágil mediante acuerdos claros con proveedores especializados, en situaciones como la devolución de pacas con exceso de humedad que superen el 50% del total entregado, así que los proveedores responderán de manera inmediata, minimizando interrupciones en la producción y manteniendo un flujo constante de insumos.

Se espera que, mediante una estrategia enfocada en identificar y subsanar las deficiencias en la cadena de suministros, detectando las áreas o puntos con problemas, a través de la aplicación del Value Stream Mapping (VSM), se logrará una significativa reducción del tiempo de ciclo del 48.71%, disminuyendo de 39 minutos por tonelada métrica (Tm) de producto terminado en el modelo actual, a 20 minutos por Tm de producto terminado en el modelo mejorado. Esta mejora reflejará una reorganización estratégica de la planta industrial, con el objetivo de concretar mejoras sustanciales en la cadena de suministro, sin perder de vista una evaluación sistemática y analítica a las áreas específicas de mejora en el flujo de trabajo.

Se espera que la implementación del método logarítmico de "Clarke and Wright" para optimizar las rutas de distribución tenga un impacto significativo en la entrega del producto terminado desde la industria objeto de estudio.

Antes de la aplicación del logaritmo de "Clarke and Wright", la empresa enfrentaba desafíos logísticos importantes, como retrasos en la entrega y aumento de los costos operativos debido a una distribución poco clara de sus productos finales hacia los clientes. Sin embargo, con el nuevo enfoque, se han identificado y desarrollado dos rutas específicas Ruta #1 (O-A-C-O) con una distancia total de 365.7 km y Ruta #2 (O-B-D-O) con una distancia total de 782.4 km., lo que se traduce en una mejora sustancial en la planificación de las entregas y una mayor eficiencia en la distribución.

Antes de la implementación del método de Clarke and Wright, la empresa carecía de una planificación clara para las entregas, lo que resultaba en retrasos y falta de eficiencia en la distribución de los productos terminados, sin embargo, con la nueva estrategia, se ha establecido un plan definido donde cada tres días de producción se enviarán los productos a los diferentes clientes, lo que garantiza una mayor puntualidad en las entregas y una mejor gestión del tiempo.

Además, antes del método, la empresa enviaba camiones individuales a cada cliente, lo que generaba ineficiencias y espacios desperdiciados en los vehículos de carga, el análisis realizado para la distribución de las rutas con los vehículos adecuados bajo el método de Clarke and Wright resulta altamente efectivo.

Se ha demostrado que el 96.01% de efectividad en la ruta 1 y el 98.02% en la ruta 2 aseguran una distribución óptima del producto manufacturado, cumpliendo con las restricciones de carga de manera eficiente y aprovechando al máximo la capacidad de los vehículos.

La eficiencia de la Ruta #1 se calculó en un 45.7%, lo que indica que existe un 54.3% de capacidad no utilizada, esta capacidad remanente representa una oportunidad estratégica para agregar otro cliente a la ruta, maximizando así su eficiencia hasta alcanzar el límite establecido de 800 km, en este análisis desarrollado se destaca la capacidad no utilizada proporciona una oportunidad clave para mejorar la asignación de destinos y, por ende, mejorar la eficiencia global del transporte.

La eficiencia de la Ruta #2 se ha calculado en un impresionante 97.8%, indicando que está alcanzando casi su máxima capacidad eficiente, cercana al límite establecido de 800 km, este alto nivel de eficiencia sugiere que la Ruta #2 está siendo utilizada de manera óptima, aprovechando al máximo la capacidad disponible y minimizando la distancia total recorrida, este resultado nos demuestra la eficacia del método "Clarke and Wright" en la optimización de rutas.

Cronograma de actividades

Tabla 30 *Actividades y recursos del cronograma de actividades.*

Actividad	Descripción	Tiempo	Recursos
Socialización del proyecto a la alta dirección	Presentación y discusión del proyecto de tesis con la alta dirección para obtener su aprobación y respaldo.	5 días	Tesis Computador Sala de reunión
Aprobación del proyecto	Obtención de la aprobación formal del proyecto por parte de la alta dirección o responsables designados.	5 días	Documentos de aprobación, coordinación con responsables
Solicitud de fondos para el proyecto	Elaboración y presentación de la solicitud de fondos necesarios para llevar a cabo el proyecto de tesis.	5 días	Documentos de solicitud, justificación del presupuesto
Evaluación de empresas para subcontratar y contratar la mejor opción	Identificación y evaluación de empresas para subcontratación con el objetivo de seleccionar la opción más adecuada.	20 días	Investigación de empresas, criterios de evaluación, contrato
Capacitación outsourcing	Recepción de formación relacionada con el proceso de subcontratación, incluyendo gestión de proveedores y contratos.	4 horas divididas en 2 días	Material de capacitación
Capacitación "Clarke and Wrigth"	Formación específica en optimización de rutas de distribución logística, incluyendo el uso de software especializado.	4 horas divididas en 2 días	Material de capacitación
Adquirir adaptación montacargas	Adquirir acople para un mejor descargue de las pacas de materia prima	20 días	Investigación de proveedores, presupuesto, tiempo para coordinación

Nota. En la Tabla 30 se realiza las actividades y descripciones que se desarrollaran.

Tabla 31 Cronograma.

ÍTEM	ACTIVIDAD	SEMANA 1					SEMANA 2					SEMANA 3					SEMANA 4				
		L	M	M	J	V	L	M	M	J	V	L	M	M	J	V	L	M	M	J	V
1	Socialización del proyecto a la alta dirección																				
2	Aprobación del proyecto																				
3	Solicitud de fondos para el proyecto																				
4	Evaluación de empresas para subcontratar																				
5	Capacitación outsourcing																				
6	Capacitación rutas																				
7	Adquirir adaptación montacargas																				

Nota. En la Tabla 31 se realiza la propuesta de la implementación del proyecto en la industria objeto de estudio.

Presupuesto del proyecto

Tabla 32 Costo por capacitaciones.

CAPACITACIÓN OUTSOURCING				
Personal capacitado	Horas	Costo hora	Personal	Costo por capacitación
Gerente General	4	27,51	1	\$ 110,04
Jefe M.P.	4	9,47	1	\$ 37,88
Jefe Producción	4	14,3	1	\$ 57,20
Jefe Mantenimiento	0	10,31	1	\$ -
Jefe Control de Calidad	4	6,95	1	\$ 27,80
Operarios	4	4,1	95	\$ 1.558,00
Montacarguista	4	4,1	3	\$ 49,20
Jefe Logística	0	9,47	1	\$ -
Total				\$ 1.840,12
CAPACITACIÓN RUTAS				
Personal capacitado	Horas	Costo hora	Personal	Costo por capacitación
Gerente General	4	27,51	1	\$ 110,04
Jefe M.P.	0	9,47	1	\$ -
Jefe Producción	4	14,3	1	\$ 57,20
Jefe Mantenimiento	0	10,31	1	\$ -
Jefe Control de Calidad	0	6,95	1	\$ -
Operarios	0	4,1	95	\$ -
Montacarguista	4	4,1	3	\$ 49,20
Jefe Logística	4	9,47	1	\$ 37,88
Total				\$ 254,32

Nota. En la Tabla 32 se representan los valores de costos por capacitación del outsourcing y de la capacitación de las rutas.

Tabla 33 *Costo total del proyecto.*

COSTO TOTAL	
Outsourcing	\$ 1.840,12
Rutas	\$ 254,32
Empresa Subcontratada	\$ 2.359,28
Adaptación montacarga (abrazadera de rollo giratoria)	\$ 3.500,00
Total	\$ 7.953,72

Nota. En la Tabla 33 se evidencia el costo total que implicaría para el proyecto desarrollado en la industria objeto de estudio.

Capítulo IV

Conclusiones

- Se concluye que la adquisición de la materia prima será compartida entre los proveedores externos convencionales y la empresa subcontratada que desarrolla el papel del outsourcing, teniendo que los proveedores externos convencionales entregaran a la industria objeto de estudio un total de 951.43 Tm que equivale a 47.57% del total de la materia prima requerida por la misma, sin embargo con el análisis del outsourcing se llega a concluir que la empresa subcontratada deberá entregar un total de 1048.57 Tm siendo equivalente a 52.43%, teniendo como resultado 2000tm y el 100% de materia prima requerida por la industria para poder tener un buen proceso productivo, todo esta información se puede evidenciar en la Tabla 8, además se concluye que en el outsourcing o subcontratación de empresa especializada existirán políticas en la que la empresa deberá cumplir como se evidencia en la pg 49.
- Al detallar el proceso de la cadena de suministros con la ayuda del Value Stream Mapping (VSM) se identificaron áreas con problemas como se evidencia en la Figura 15, las cuales se mejoraron con la implementación del desarrollo del VSM y como resultado nos da que el Tak Time mejorado Tabla 17 (20 min por tonelada de producto terminado) es más eficiente que el actual teniendo una significativa reducción del tiempo de ciclo del 48.71%, y se concluye que las mejoras propuestas podrían acelerar la capacidad de la industria objeto de estudio para satisfacer las demandas del mercado, lo que podría resultar en un mayor rendimiento operativa y una mejora significativa en su competitividad.
- En conclusión, como en la industria objeto de estudio se enfrenta a desafíos logísticos significativos debido a la ausencia de una distribución clara y específica para sus productos

finales hacia cada cliente, se desarrolló el logaritmo de Clarke and Wright y esto resulta en la creación de dos rutas designadas como ruta 1 y ruta 2 estas se verifican en la Tabla 25, las rutas juegan un papel crucial en la distribución eficiente de los productos a los diversos clientes de la planta, esto asegura que todos los clientes sean atendidos de manera oportuna, ya que los camiones recorren las rutas especificadas cada tres días de producción para satisfacer las necesidades del cliente.

Recomendaciones

- Se recomienda establecer evaluaciones periódicas de desempeño, auditorías de calidad y negociaciones contractuales sólidas para garantizar un suministro constante y confiable de materiales de alta calidad entregado por parte de los proveedores.
- Se recomienda realizar evaluaciones regulares sobre las áreas encontradas como problemas, para así ir evaluando las mejoras del tiempo de producción por T_m .
- Se recomienda continuar refinando y ajustando la aplicación del método logarítmico a medida que evolucionan las condiciones del mercado y las demandas del cliente, explorar la posibilidad de integrar tecnologías de gestión de rutas para optimizar aún más la planificación de la distribución.

Bibliografías

- Absorpelsa. (2018). CIRCULAR DE OFERTA PÚBLICA PRIMARIA.
- Acosta, E., Bonilla, B., Cazar, G., LLerena, K., & Vega, R. (2019). Valoración de la empresa Absorpelsa Papeles Absorbentes S.A. ESPE.
- Adminweb. (2012, 5 diciembre). Origen del término “Cadena de Suministro». IMP Consultores – Consultoría de Operaciones. <https://www.impconsultores.com/2012/12/05/publish-203/#:~:text=El%20t%C3%A9rmino%20E2%80%9CCadena%20de%20Suministro,el%20Financiamiento%20en%201982.>
- Alonso, M. (2023). Qué es outsourcing, ventajas y cómo gestionarlo. En *Asana*.
- Álvarez Ochoa, F. (2014). *Soluciones logísticas: manual para optimizar la cadena de suministro*.
- Álvarez-Arias, D., De Ávila-Moore, J., & Hurtado-Rivera, J. (2022). Aplicación de Metodología SLP para Redistribución de Planta en Microempresa Colombiana del Sector Marroquinero: Un Estudio de Caso. En *Boletín de Innovación, Logística y Operaciones* (Vol. 4, Número 1).
- Anchapaxi, M. (2012). *Propuesta para mejorar la comercialización de la empresa Absorpelsa S.A. (papeles absorbentes) en la parroquia Chillogallo sector Guajaló de la ciudad de Quito*.
- Arguimbau Pijuan, D. (2016). *Optimización de cadenas de suministro no cooperativas con sistema de reciclaje*. Universidad Politécnica de Catalunya.
- Balza, V., & Cardona, D. (2020). La relación entre logística, cadena de suministro y competitividad: una revisión de literatura. *Espacios*.
- Cabeza, D. (2012). *Logística inversa en la gestión de la cadena de suministro*. ICG Marge.
- Cajamarca, S. (2022). Vista de Estudio de la Cadena de Suministro de Papel y Cartón Reciclado en la Ciudad de Cuenca-Ecuador. En *Edu.ar*. <https://revistas.unlp.edu.ar/CADM/article/view/11675/12766>
- Canive, T. (2018). Optimización de procesos: técnicas y herramientas. En *Gestor de proyectos online*.

- Chopra, S., & Meindl, P. (2013). *Administración de la cadena de suministro Quinta edición* (Quinta edi). https://gc.scalahed.com/recursos/files/r161r/w24567w/Sunil_Chopral.pdf
- Cristofani, F. (15 de octubre de 2020). Filosofía Lean como estrategia para mejorar la eficiencia de procesos.
- Cristofani, F. (2020). Filosofía Lean como estrategia para mejorar la eficiencia de procesos. En *Atlas Consultora*.
- Cruz, D. A. (2013). Artículo Científico - Diseño e implementación de un sistema automatizado para una máquina convertidora de papel higiénico en la empresa Absorpelsa. ESPE.
- Cruz, G., & Andrés, D. (s. f.). DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO PARA UNA MÁQUINA CONVERTIDORA DE PAPEL HIGIÉNICO EN LA EMPRESA ABSORPELSA. En *Edu.ec*.
- Diaz, P., & Ruiz, P. (2003). El value stream mapping – una herramienta básica para hacer progresos hacia la producción ajustada. Adingor.
- Echeverria, J. (2017). *Estrategia de optimización de la cadena de suministro, para Comercial Davis S.A.*
- Ecuador, A. N. (2021). Parlamento ecuatoriano aprueba normativa de economía circular inclusiva, la primera en Latinoamérica.
- Edward H. Bowman, R. B. F. (1967). *Analysis for Production and Operations Management* (R. D. Irwin (Ed.)).
- Emis. (2022). ABSORPELSA PAPELES ABSORVENTES S.A. (ECUADOR). In, On and For Emerging markets.
- Estrategia de la cadena de suministro. (2023). En *Intercambio de datos*.
- Feitó Cespón, M., Cespón Castro, R., & Rubio Rodríguez, M. A. (2016). Modelos de optimización para el diseño sostenible de cadenas de suministros de reciclaje de múltiples productos. *Ingeniare, Rev. Chil. Ing.*, 24(1), 135–148.
- Freire, C. (2021). Informe de calificación de riesgo, emisión de obligaciones de largo plazo - Absorpelsa Papeles Absorbentes S.A. Class International Rating.

- García; S., & Francisco, A. (2006). La Gestión de Cadenas de Suministros: Un enfoque de integración global de procesos. En *Redalyc.org*.
- González, L. (2014). El impacto del desarrollo de proveedores en la cadena de suministros. Universidad militar de Granada.
- Guevara, J. I. (14 de 12 de 2020). ¿Qué es la Filosofía Lean?
- Instituto Europeo de Posgrado. (2020). Lean manufacturing. ¿Qué es y cuáles son sus beneficios? - Instituto Europeo de Posgrado. En *Instituto Europeo de Posgrado -- Instituto Europeo de Posgrado*. Instituto Europeo de Posgrado.
- Laguna Ascencio, José Alejandro; Bustos, Agustín; Jiménez Sánchez, José Elías; Balbuena Cruz, José Alfonso; Zamora Domínguez, A. R. (2018). *Asistente automático para diseño de rutas de distribución*.
- Lisboa, R. (2019). Outsourcing: “Qué es y por qué es importante en la era digital” En *Rock Content* - ES. Rock Content.
- Martínez, E. G. (27 de noviembre de 2017). La filosofía lean en servicios.
- México, A. C. (2023, 7 marzo). Keith Oliver: el hombre que nos dio la “gestión de la cadena de suministro”.<https://www.linkedin.com/pulse/keith-oliver-el-hombre-que-nos-dio-la-gesti%C3%B3n-de-ascm-cap%C3%ADtulo-m%C3%A9xico/?originalSubdomain=es>
- Microsoft Corporation. (2023). *¿Qué es la administración de los procesos de negocio?* Microsoft.com. <https://powerautomate.microsoft.com/es-es/business-process-management-bpm/>
- Microsoft Corporation. (s. f.). Qué es la administración de la cadena de suministro. En *Microsoft.com*.
- Minhas, A. (2022, 22 noviembre). The outsourcing success story of P&G - Bettersource. Bettersource. <https://www.bettersource.com.au/2022/11/22/outsourcing-success-story-pg/>
- Moreno, M. Á. (18 de noviembre de 2012). Filosofía Lean aplicada a la Ingeniería del Software.
- Nahmias, S. (2007). *Análisis de la producción y las operaciones*. McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.

- Nahmias, S. (2014). *Análisis de la producción y las operaciones*. McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.
- Obando, R. (2023). Mejora de procesos: qué es, metodologías, herramientas y ejemplos. En *Hubspot.es*.
- Ocampo, P., & Prada, R. (2018). Orientación a la cadena de suministros y su relación con la gestión de proveedores: una revisión bibliográfica. *Ingeniería y ciencias de la Administración*.
- Ojeda, E. M. (2012). Propuesta para mejorar la comercialización de la empresa Absorpelsa S.A. (Papeles Absorbentes) en la parroquia Chillogallo sector Guajaló de la ciudad de Quito. Universidad Central del Ecuador.
- Olalla, P. (2022). Emisión de Obligaciones de Largo Plazo - ABSORPELSA PAPELES ABSORVENTES S.A. con Garantía Especifica de una Prenda Industrial. En *Class International Rating*. <http://www.classinternationalrating.com/download/emision-de-obligaciones-de-largo-plazo-absorpelsa-papeles-absorventes-s-a-con-garantia-especifica-de-una-prenda-industrial/>
- Pardillo, Y., & Gómez, M. (s.f.). Modelo de diseño de nodos de integración en las cadenas de suministro. Scielo.
- People and Growth. (2020). *Efectividad de Procesos*. People & Growth.
- Ratings, G. (2023). Calificación segunda emisión de obligaciones repapers reciclaje del Ecuador S.A. Calificadora de riesgos .
- Ridge, B. V. (2023, 23 diciembre). El origen histórico y conceptual de la optimización. MEDIUM Multimedia Agencia de Marketing Digital. <https://www.mediummultimedia.com/apps/cual-es-el-origen-de-la-optimizacion/#:~:text=En%20resumen%2C%20el%20origen%20hist%C3%B3rico,de%20optimizaci%C3%B3n%20en%20diferentes%20campos.>
- Rubio, I. (2015). "Business Intelligence" en las cadenas de suministro. Universidad Politécnica de Madrid.

Sánchez, D. A., & Gallo, A. S. (2022). Diseño de frontera de red en software libre para la empresa Absorpelsa bajo la metodología y arquitectura de seguridad Cisco Safe. Salesiana.

Shingo, S. (septiembre de 2008). El despilfarro más peligroso de todos es el que no reconocemos.

Swissinfo Ch. (2022). El reciclaje, una asignatura pendiente a nivel mundial. En *swissinfo.ch*.

Tlw, R. (2023, 12 julio). La historia de Ford: 100 años de innovación y legado. THE LOGISTICS WORLD CONÉCTATE E INSPÍRATE. <https://thelogisticsworld.com/actualidad-logistica/la-historia-de-ford-100-anos-de-innovacion-y-legado/>

Torres, J. I. (2011). La evaluación del desempeño laboral y su incidencia en Universidad Técnica de Ambato.

Veritrade. (2023). Comercio exterior importaciones y exportaciones de ABSORPELSA PAPELES ABSORVENTES S.A. Importaciones y Exportaciones.

Westreicher, G. (2020). Inventario. En *Economipedia*.

Weydert, G. A. B., Echevarria, C. W. R., & Marin, G. A. B. (2021). INGENIERÍA INDUSTRIAL INTRODUCCIÓN AL DISEÑO DE PLANTAS. En *unheva*.

Anexos

Anexo 1 Calificación de riesgo económico.

EQUIVALENCIA DE CALIFICACIÓN DE RIESGO ECONÓMICO		
GRADO	FITCH IBCA Y STANDARD & POORS	Significado
INVERSIÓN	AAA	Calidad Óptima
	AA+	
	AA	Alta Calidad
	AA-	
	A+	
	A	Buena Calidad
	A-	
	BBB+	
	BBB	Calidad satisfactoria que disminuirá con un cambio de circunstancia
	BBB-	
ESPECULATIVO	BB+	
	BB	Moderada seguridad; mayor exposición frente a factores adversos
	BB-	
	B+	
	B	Seguridad reducida, mayor vulnerabilidad
	B-	
	CCC	Vulnerabilidad identificada
	CC	Retrasos en pagos
	C	Pocas posibilidades de pago
	D	Emisión con incumplimiento declarado

Nota. en el Anexo 1, se muestra las calificaciones que se les dan a las diferentes empresas que son calificadas por la superintendencia de bancos.

Anexo 2 *Recepción de materia prima.*



Nota. en el Anexo 2, se muestra la recepción de materia prima que envía cada proveedor a la planta objeto de estudio.

Anexo 3 *Control de calidad de materia prima recibida (control de humedad).*



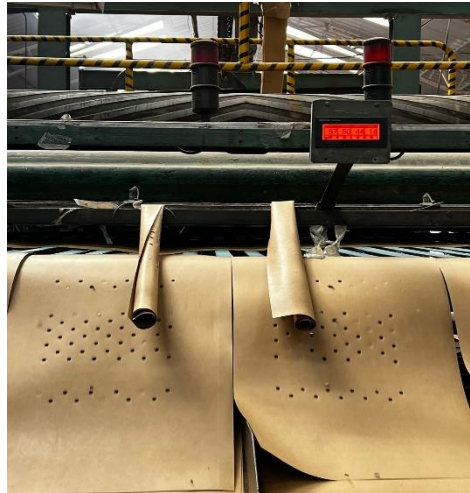
Nota. en el Anexo 3, se muestra el control de humedad o calidad de las diferentes pacas de materia prima que llegan a la industria objeto de estudio.

Anexo 4 *Almacenamiento de materia prima por tipo y producto.*



Nota. en el Anexo 4 se observa el almacenamiento de la materia prima por tipo y producto.

Anexo 5 *Producción de los diferentes tipos de producto que realiza la industria objeto de estudio.*



Nota. en el Anexo 5 se puede observar la producción de uno de los productos que elabora la empresa.

Anexo 6 Almacenamiento del producto terminado.



Nota. en el Anexo 6 se observa el almacenamiento del producto terminado, por tipo y cliente para su futura entrega.

Anexo 7 Cuadro de evaluación de proveedores.

Criterio de Evaluación	Ponderación	Empresa A	Empresa B	Empresa C
Experiencia y Credibilidad	25%			
Capacidad de Producción	20%			
Calidad del Producto	25%			
Fiabilidad y Cumplimiento	20%			
Precios	10%			

Nota. en el Anexo 7 se observa el cuadro de evaluación para las empresas especializadas en el tema de recolección y producción de productos para reciclaje.

Anexo 8 Mantenimiento preventivo para todos los meses del 2023.

		MANTENIMIENTO PREVENTIVO PERIODO 2023																														
Máquina	Actividad	Quincena 1															Quincena 2															
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
Pulper	Inspección															X																
	Lubricación																X															
Refinador	Control de temperatura					X																										
	Control de presión					X																										
Depurador	Inspección																									X						
	Limpieza																											X				
Rodillos formadores	Inspección																			X												
	Ajuste																			X												
Caja de vacío	Inspección									X																						
	Limpieza									X																						
Rodillos secadores	Inspección																													X		
	Lubricación																													X		
Calandra seca	Inspección																					X										
	Ajuste																					X										
Calandra húmeda	Inspección																					X										
	Ajuste																					X										
Rebobinadora	Inspección												X																			
	Lubricación											X																				

Nota. en el Anexo 8 se observa el cuadro de mantenimiento preventivo que manejo la industria objeto de estudio en el periodo 2023.

Anexo 9 Aprobación Abstract

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA

Faculty of Engineering, Industry and Production

Industrial Engineering

AUTHOR: PALACIOS SORIA ROBERT IVAN

TUTOR: SUAREZ DEL VILLAR LABASTIDA ALEXIS

ABSTRACT

OPTIMIZATION OF THE SUPPLY CHAIN FOR THE PRODUCTION PROCESS OF AN INDUSTRIAL RECYCLING PLANT

This research is carried out in an industrial recycling plant that manufactures cardboard and paper. The problem observed in the organization is in the process of acquiring the raw material and the distribution of the final product since there are no problems that require improvement in other areas. Therefore, it is necessary to optimize the supply chain in the organization, applying the "LEAN" philosophy model to mitigate failures in the daily reception of raw materials and their distribution of the final product to the different points. As a first point, the analysis of "outsourcing" or "subcontracting" is developed to correct the lack of raw materials and to be able to have a correct production process, as a second point there is the design of the VSM to identify the improvements in the production process, identifying the TAK TIME (manufacturing pace) additionally in it the SLP (System Layout Planning) was developed that helps to have an adequate distribution in the plant. Finally, a logarithmic method "Clarke and Wright" is designed that helps to optimize the delivery routes to the different customers, taking into account the restrictions of daily driving and also the different vehicles and their loads. In the research, the correction of the lack of raw material was obtained, through the use of outsourcing, allowing a good production process to be achieved. In addition, an improvement in the manufacturing pace and a reduction in routes for the delivery of products to different customers were achieved. In conclusion, the optimization of the supply chain in the plant under study helps to meet the goal of acquiring raw materials in order to have a good functioning in the production process and to be able to deliver quality products on time to its different customers.

KEYWORDS: supply chain, optimization, route optimization, outsourcing, slp

