

**Diseño de una propuesta de mejoramiento de la operación logística en la  
empresa Cootranstame sede Villavicencio.**



**Santiago Vélez Díaz**

**Juan Camilo Borrero Díaz**

**Deuyeli Murcia Losada**

**Ray Alfredo Castro Bello Ing. Msc**

**Universidad el Bosque**

**Programa de Ingeniería Industrial**

**Línea de investigación en Diseño, Gestión e Ingeniería de Operaciones**

**Bogotá D.C., Colombia**

**Diciembre 2022**

## Contenido

1	FORMULACIÓN DEL PROYECTO .....	16
1.1	Problema de investigación .....	16
1.1.1	Identificación .....	16
1.1.2	Descripción .....	17
1.2	Justificación .....	20
1.3	Objetivos .....	22
1.3.1	Objetivo General .....	22
1.3.2	Objetivos específicos .....	22
1.4	Marco referencial .....	22
1.4.1	Antecedentes .....	22
1.4.2	Marco teórico .....	24
1.4.2.1	Identificación de la dinámica operativa: .....	24
1.4.2.2	Infraestructura logística: .....	26
1.4.2.3	Organización y estructura: .....	27
1.4.2.5	Tratamiento de pedidos de clientes .....	30
1.4.2.6	Proceso de salidas en almacén .....	31
1.4.2.7	Mejora continua .....	31
1.4.2.8	Costos Logísticos .....	32
1.4.2.9	Algoritmo de Dijkstra .....	36
1.5	Alcances y resultados .....	39
1.5.1	Alcance .....	39
1.5.2	Resultados .....	39
2	DIAGNÓSTICO .....	40
2.1	Cuestionario aplicado a la organización .....	41
2.2	Proceso de recepción de mercancías .....	49
2.2.1	Costos asociados a área de recepción de mercancía .....	52
2.3	Proceso de alistamiento de mercancías .....	53
2.3.1	Costos asociados a área de Alistamiento de mercancía .....	54

2.4	Proceso de entrega de mercancías.....	55
2.4.1	Costos asociados a área de Alistamiento de mercancía.....	57
2.5	Información general de las rutas de la empresa .....	58
2.6	Identificación de fallas .....	63
2.6.1	Fallas detectadas.....	74
2.6.2	Análisis de fallas vs Costos de operación.....	76
2.7	Análisis de la competencia.....	79
3	ESTRATEGIA DE MEJORAMIENTO.....	79
3.1	Metodología 5S's aplicada al problema “Mala gestión del espacio de trabajo”.....	81
3.1.1	Solución de la mala gestión del espacio de trabajo .....	81
3.1.2	Propuesta mediante CROSS DOCKING.....	94
3.2	Ruteo mediante la API de Google.....	95
3.3	Desarrollo de ruteo de vehículos con Google Sheets.....	96
3.3.1	Función de Direcciones .....	96
3.3.2	Función de coordenadas .....	97
3.3.3	Función de tiempo de recorrido.....	97
3.3.4	Función de distancia recorrida.....	98
3.3.5	Función de orden de entrega.....	99
3.4	Paralelo de mapeo rutas actuales con las propuestas .....	99
3.4.1	Comparación de la ruta 1 manual frente a la ruta 1 propuesta .....	100
3.4.2	Comparación de la ruta 2 manual frente a la ruta 2 propuesta. ....	101
3.5	Plan de implementación .....	103
3.5.1	Costos del plan de implementación .....	103
3.5.2	Programación del modelo de ruteo.....	104
3.5.3	Costos de implementación de la metodología 5S's.....	104
3.5.4	Entregable de las 5S's.....	105
3.5.5	Guía de utilización del modelo de ruteo.....	107
3.5.6	Digitación de direcciones .....	107
3.5.7	Geolocalización de coordenadas .....	108

3.5.8	Generación de ruta propuesta .....	108
3.5.8.1	Generación de ruta propuesta por direcciones .....	108
3.5.8.2	Generación de ruta propuesta por orden numérico. ....	109
3.5.8.3	Generación de ruta propuesta mediante GEOJSON .....	110
3.5.9	Indicadores para el seguimiento de la propuesta. ....	111
3.5.9.1	% de pedidos entregados.....	111
3.5.9.2	Ciclo de respuesta al cliente.....	111
3.5.9.3	Tiempo de desplazamiento. ....	112
3.5.9.4	Distancia recorrida.....	112
3.5.9.5	% de seguimiento del ruteo.....	112
3.5.10	Importancia de los indicadores de gestión.....	113
3.5.11	Indicadores de evaluación de la propuesta. ....	113
3.5.11.1	Indicador de estandarización 5s .....	113
3.5.11.2	Indicador de Seguimiento 5s.....	114
3.6	Limitaciones .....	114
3.7	Conclusión del modelo.....	114
4	<b>COSTOS Y BENEFICIOS</b> .....	115
4.1	Costos de combustible de la operación actual vs costos propuestos.....	115
4.2	Costos de mantenimiento de la operación actual vs costos propuestos. ....	116
4.3	Beneficios del modelo de ruteo.....	118
4.3.1	Comparación global de tiempo.....	118
4.3.2	Comparación global de distancia.....	119
4.4	Costos y beneficios de la aplicación de las 5s.....	120
4.4.1	Costos de la aplicación de las 5s .....	121
4.4.2	Beneficios de la aplicación de las 5s .....	122
4.5	Conclusión de costos y beneficios .....	123
5	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b> .....	123
5.1	Conclusiones .....	123
5.2	Conclusiones del diagnóstico.....	124

5.4	Conclusiones de costos y beneficios .....	125
5.5	Recomendaciones.....	125
6	REFERENCIAS .....	126
7	ANEXOS .....	130

## Lista de tablas

Tabla 1.	Distribución del valor por flete.....	17
Tabla 2.	Matriz metodológica - Descripción de etapas. ....	38
Tabla 3.	Costos variables y fijos - Distribución de mercancía .....	58
Tabla 4.	Información de coordenadas de vehículo 1 .....	59
Tabla 5.	Información de coordenadas de vehículo 2 .....	61
Tabla 6.	Desempeño de actividades de recepción y entrega de mercancía .....	64
Tabla 7.	Áreas evaluadas en la empresa .....	72
Tabla 8.	Costos totales de la operación .....	77
Tabla 9.	Gráfica de relación de actividades de la empresa COOTRANSTAME.....	86
Tabla 10.	Actividades de limpieza de las áreas de recepción y residuos .....	91
Tabla 11.	Paralelo recorrido actual con modelo propuesto - Vehículo 1 .....	101
Tabla 12.	Paralelo recorrido actual con modelo propuesto - Vehículo 2 .....	102
Tabla 13.	Costos de implementación.....	103
Tabla 14.	Información de salario y cálculo de horas extras trabajadas en la implementación de las 5S´s	105
Tabla 15.	Plantilla de ruteo.....	107
Tabla 16.	Casilla para digitación de direcciones. ....	107
Tabla 17.	Costo de combustible ruta 1. ....	115
Tabla 18.	Costo de combustible ruta 2 .....	115
Tabla 19.	Costo de mantenimiento ruta 1 .....	116
Tabla 20.	Costo de mantenimiento ruta 2.....	116
Tabla 21.	Evaluación de tiempos global.....	118
Tabla 22.	Evaluación de distancia global .....	120
Tabla 23.	Información de salario y cálculo de horas extras trabajadas en la implementación de las 5S´s	121

## Lista de figuras

Figura 1.	Diagrama de dispersión -ruta del Ariari-precio del flete en función a la distancia ....	18
Figura 2.	Diagrama de barras utilidad sede Villavicencio .....	19
Figura 3.	Herramienta 5W2H.....	19
Figura 4.	Ejemplo de interrelación de sistemas .....	26
Figura 5.	Ejemplo de las 5 S .....	32
Figura 7.	Diagrama de proceso de recepción de mercancías. ....	50
Figura 8.	Diagrama de flujo - Recepción de mercancías .....	52
Figura 9.	Costos variables y fijos - Recepción de mercancía .....	53
Figura 10.	Costos variables y fijos - Alistamiento de mercancía.....	54
Figura 11.	Diagrama de flujo del proceso de entrega de mercancía .....	55
Figura 13.	Productos entregados y no entregados.....	71
Figura 14.	Diagrama de barras (Áreas evaluadas en la empresa tabla 6) .....	73
Figura 15.	Causa-efecto-mala gestión del espacio de trabajo.....	75
Figura 16.	Falta de un ruteo de Vehículos en el proceso de mercancía.....	76
Figura 17.	Metodología 5S.....	80
Figura 18.	Instalaciones de COOTRANSTAME-Villavicencio, Sketchup.....	82
Figura 19.	Zona de residuos, Sketchup .....	83
Figura 20.	Zona de pasillo reorganizada, Sketchup .....	83
Figura 21.	Zonas de la instalación .....	85
Figura 22.	Zonas de la instalación .....	86
Figura 23.	Plano final en Sketchup de las instalaciones de COOTRANSTAME-Villavicencio.	87
Figura 24.	Comparación de los diseños usando un pallet de madera como referencia.....	88
Figura 25.	Zona de recepción propuesta .....	89
Figura 26.	Ejemplificación de planilla para auditoría de 5S's en COOTRANSTAME .....	91
Figura 27.	Asignación de calificación en las fases de 5S's .....	92
Figura 28.	Ejemplificación de plantilla de evaluación y seguimiento de auditoría para el cumplimiento de las 5S's .....	93
Figura 29.	Ejemplificación del tipo de gráficas para resultados de 5S's .....	93

Figura 30. Distancia entre puntos .....	98
Figura 31. Comparación de ruta 1 manual, frente a ruta 1 propuesta. ....	100
Figura 32. Comparación de ruta 2 manual, frente a ruta 2 propuesta. ....	101
Figura 33. Distribución actual y propuesta de COOTRANSTAME .....	106
Figura 34. Distribución actual y propuesta de COOTRANSTAME-Optimización de espacio. ....	106
Figura 35. Casilla para Geolocalización de coordenadas. ....	108
Figura 37. Creación de ruta propuesta por direcciones.....	109
Figura 38. Creación de ruta propuesta por direcciones.....	110
Figura 39. Reducción en costos de mantenimiento.....	117

## Lista de ecuaciones

Ecuación 1.	Takt time .....	32
Ecuación 2.	Capacidad de espacio utilizado .....	70
Ecuación 3.	Entregas Exitosas .....	71
Ecuación 4.	GMAPS_ADDRESS .....	96
Ecuación 5.	GMAPS_LATLONG .....	97
Ecuación 6.	GMAPS_TIME .....	97
Ecuación 7.	GMAPS_DISTANCE .....	98
Ecuación 8.	GMAPS_BEST_ROUTE .....	99
Ecuación 9.	GMAPS_BEST_ROUTE mediante GEOJSON.....	110
Ecuación 10.	% de pedidos entregados .....	111
Ecuación 11.	Tiempo de respuesta.....	111
Ecuación 12.	Tiempo de desplazamiento.....	112
Ecuación 13.	Tiempo de desplazamiento.....	112
Ecuación 14.	% de seguimiento .....	113

## Lista de Anexos

Anexo A. Modelo de ruteo.....	130
Anexo B. Plantilla para implementar el ruteo.....	130
Anexo C. Video instructivo .....	130

**UNIVERSIDAD EL BOSQUE**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**PROGRAMA DE INGENIERIA INDUSTRIAL**  
**EVALUACION TRABAJO DE GRADO**  
 FORMATO PGC-F11 - Última actualización 2016-2

<b>FECHA: MARTES 16 DE MAYO DE 2023</b> <b>11:00 AM</b>		<b>TG: 8</b>
<b>TÍTULO DEL TRABAJO DE GRADO: Diseño de una propuesta de mejoramiento de la operación logística en la empresa Cootranstame sede Villavicencio</b>		
<b>ESTUDIANTE 1: BORRERO DIAZ JUAN CAMILO</b>	<b>CÓDIGO:</b>	
<b>ESTUDIANTE 2: VELEZ DIAZ SANTIAGO</b>	<b>CÓDIGO:</b>	
<b>ESTUDIANTE 3: MURCIA LOSADA DEUYELI</b>	<b>CÓDIGO:</b>	
<b>DIRECTOR TRABAJO DE GRADO: Ray Bello</b>		
<b>VEEDOR:</b>	<b>CÓDIGO:</b>	
<b>JURADO 1: JUAN HARVEY CASTRO T.</b>		
<b>JURADO 2: ELISA NAVARRO</b>		
<b>NOTA OBTENIDA</b>	<b>4.1</b>	<b>CUATRO PUNTO UNO</b>

*Vo. Bo. Coordinación de Trabajos de Grado*

## **Resumen**

El presente proyecto tiene como objetivo, diseñar una propuesta de mejoramiento de la operación logística en la empresa Cootranstame sede Villavicencio, con el fin de disminuir los costos. Para el desarrollo de dicho objetivo se establecieron actividades orientadas al diagnóstico de la operación logística de la empresa Cootranstame, con el fin de identificar los factores que afectan los costos de operación en la sede de Villavicencio, la formulación de estrategias de mejoramiento mediante la metodología 5s, que le permitan a Cootranstame contar con criterios técnicos para la gestión de la operación logística a un menor costo, la evaluación de los costos y los beneficios de la propuesta y finalmente a la estructuración de un plan para la implementación de las acciones propuestas. De manera paralela se establecieron las variables comprometidas al proceso de mejoramiento de la operación logística de la empresa y como resultado de identificar las variables de estudio, se logró establecer con detalle las características de la problemática identificada en el área de costos y se planteó la solución mediante herramienta de ingeniería que aportaran valor a la empresa y que permitan el perfecto desarrollo del proyecto.

### **Palabras Claves**

Costos, Diagnóstico, Logística, Metodología 5s, Operación

## **Introducción**

En el presente trabajo se plantea diseñar una propuesta de mejoramiento de la operación logística en la empresa Cootranstame sede Villavicencio, con el fin de disminuir los costos.

La variable de estudio se localiza en el área de costos, dado que la operación logística de la empresa Cootranstame invierte más del 70% de sus ingresos en cubrir dichos costos asociados a su actividad. Finalmente, con el objetivo de trabajar en la problemática se planteó a la empresa un diagnóstico de toda su operación logística para establecer seguidamente una estrategia mediante la metodología 5s, que permita tomar decisiones críticas en cuanto a la operación de la empresa y así, plantear una baja de sus costos.

# 1 FORMULACIÓN DEL PROYECTO

## 1.1 Problema de investigación

### 1.1.1 Identificación

ASOTAME surge el 20 de septiembre de 1972 contando con 50 socios y 10 vehículos disponibles para el transporte, posteriormente toma el nombre COOTRANSTAME LTDA. Actualmente la sede Villavicencio, ofrece servicios de transporte de mercancía mayor a 5 kilogramos (Informe de Gestión, 2020).

En la actualidad COOTRANSTAME LTDA, cuenta con sedes en Arauca, Arauquita, Armenia, Bogotá, Bucaramanga, Cúcuta, Duitama, Fortul, Ibagué, Medellín, Pamplona, Paz de Ariporo, Pereira, San José del Guaviare, Saravena, Tame, Villavicencio y Yopal, brindado los servicios de envíos de mercancía.

La sede ubicada en Villavicencio distribuye mercancía a 7 municipios del Meta, incluido el sector urbano de Villavicencio. Actualmente esta sede cuenta únicamente con servicios de mercancía de carga con un peso igual o superior a 5kg con un costo de flete mínimo que varía dependiendo la zona de destino.

Teniendo en cuenta que la empresa hace parte de la asociación ASOTAME, los ingresos se reparten de la siguiente manera, del total de ingresos que recibe la empresa, el 75% lo cubren los costos de operación relacionados a la logística de entrega de mercancía. La utilidad se distribuye en un 20% para la sede Villavicencio, y el 5% restante va dirigido a la asociación que está ubicada en el municipio de Tame, Arauca.

En relación con la operación de la empresa, esta cuenta con 4 camiones, 3 destinados al transporte urbano de Villavicencio, y 1 destinado al transporte intermunicipal. En la Tabla 1, se aprecia de manera detallada el valor por flete, junto a los municipios que la sede Villavicencio reparte de forma directa. A este grupo de municipios se le conoce en la empresa como la ruta del Ariari. La ruta se despacha cada jueves con un camión de 8 toneladas. Adicionalmente, la sede Villavicencio hace posible esta operación con una nómina de 13 empleados, entre ellos conductores, Auxiliares, Auditores, Agentes comerciales y Administrativos.

Puntualmente Cootranstame distribuye paquetes que tengan un peso superior a 5 kg, los clientes pueden ir hasta el punto de atención o puede llamar a la empresa y esta va por el paquete, como lo describe la Tabla 1, el precio por paquete depende del punto de destino.

La operación logística de Cootranstame, se centra en el transporte de mercancías, y se enfoca en la planificación, coordinación y ejecución eficiente de todas las actividades relacionadas con el movimiento y entrega de mercancías. Esto implica la gestión de la cadena de suministro, desde la recepción de los productos hasta su entrega final, asegurando que se cumplan los plazos y se mantenga la satisfacción del cliente. Los aspectos clave de esta operación incluyen la planificación de rutas, así como la coordinación con el proveedor principal en Bogotá y los clientes. En resumen, la operación logística de la empresa se centra en la entrega oportuna de mercancía en el municipio de Villavicencio.

Tabla 1. Distribución del valor por flete

lugar de origen	lugares de destinos	Costo mínimo de flete	peso mínimo	Costos de transporte	Utilidad sede Villavicencio	Utilidad sede Bogotá
Villavicencio	Acacias	\$ 10,000	5KG	75%	20%	5%
	Granada	\$ 12,000	5KG			
	Guamal	\$ 12,000	5KG			
	Vista Hermosa	\$ 15,000	5KG			
	Lejanias	\$ 15,000	5KG			
	Mesetas	\$ 20,000	5KG			
San Juan De Arama	\$ 15,000	5KG				

Fuente: Cootranstame (2022)

El sector al que pertenece la empresa Cootranstame es el sector del transporte de carga por carretera, en donde bajo reportes físicos logran monitorear la logística de la empresa. En las plantillas de reporte se delega cierta cantidad de paquetes dependiendo la capacidad del camión y esta lo lleva por carretera hasta la puerta de la casa de sus clientes o a un punto central de paquetería para que se retire el paquete.

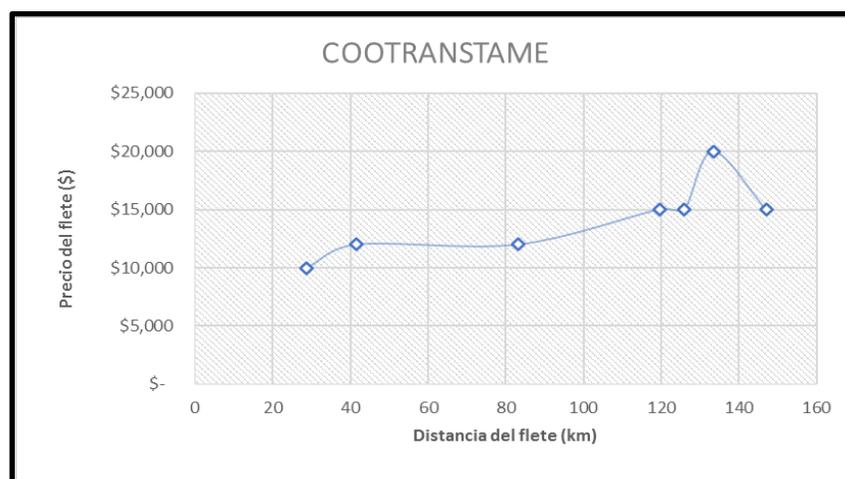
### 1.1.2 Descripción

Actualmente la empresa COOTRANSTAME, sede Villavicencio, presenta algunas debilidades en su proceso logístico. Según lo expresado por el gerente durante una entrevista, en la empresa hay inexistencia en la planeación de su demanda diaria, falta de seguimiento de sus pedidos, imposibilidad de calcular rutas óptimas, costos de rutas no calculados con exactitud y

falta de rigurosidad contable en el sector de distribución de mercancía, representando de esta manera una deficiencia en la recolección de datos y del correcto funcionamiento de la operación logística de la empresa.

En la figura 1, el diagrama de dispersión ruta del Ariari, se refleja el comportamiento para el transporte de mercancía en cuanto al costo del flete en función a la distancia, donde el precio mínimo se conserva si la diferencia en distancia no supera los 10 km; este costo es alusivo al transporte del punto de origen a punto de destino. Adicionalmente, se aprecia que los costos por flete no tienen un comportamiento lineal en términos de distancia y valor. Por ende, es evidente que se presentan irregularidades en la operación logística, ya que no se evidencia un comportamiento lógico. – información de flete se encuentra en Anexo A–.

Figura 1. Diagrama de dispersión -ruta del Ariari-precio del flete en función a la distancia

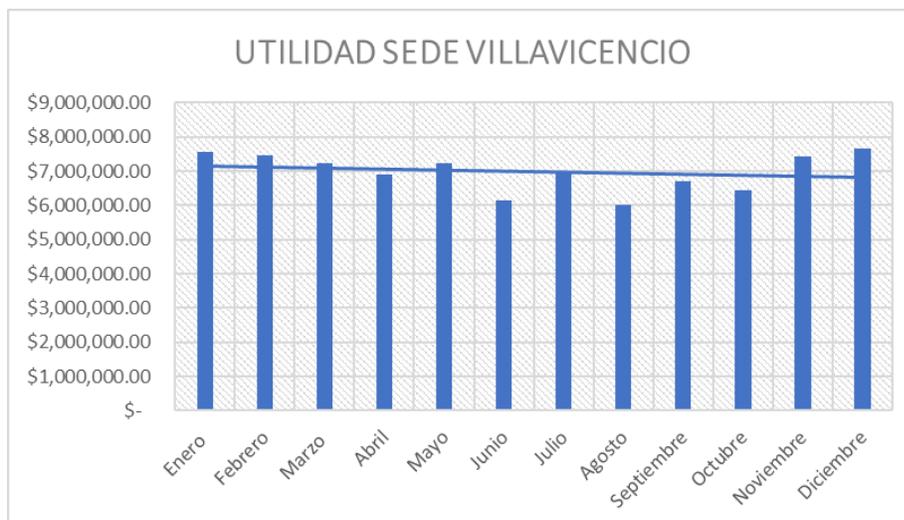


Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la empresa (2022)

En la figura 1, el Diagrama de barras utilidad sede Villavicencio, muestra el comportamiento de la utilidad del año (2020) por parte de la empresa. Adicionalmente, es posible analizar que el comportamiento de la utilidad a lo largo del año 2020 ha seguido una leve tendencia de decrecimiento. Es relevante aclarar que el decrecimiento de la utilidad puede estar directamente relacionado con la falta de implementación de sistemas logísticos relacionados con cálculo de

rutas, proyección de demanda, falta de muelles, y aparición de nuevos competidores que fueron parte de la asociación.

Figura 2. Diagrama de barras utilidad sede Villavicencio

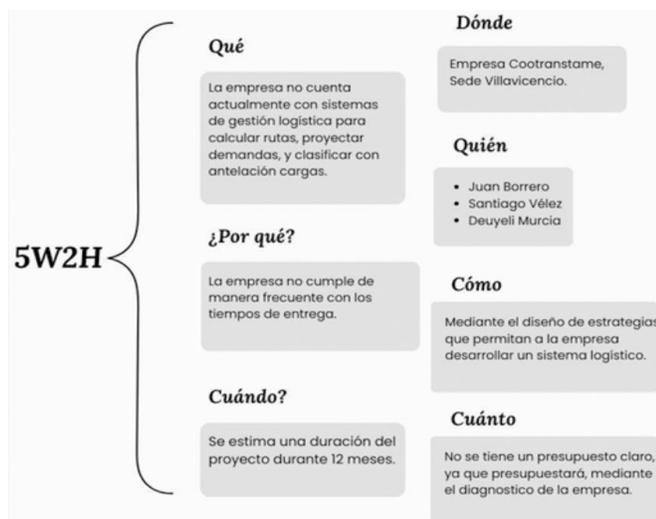


Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Cootranstame (2020)

Como se evidencia en el “Anexo B”, la empresa no cuenta con una base de datos contable donde se detallen los costos por operación. En aras de tener un acercamiento a los costos operativos, se calcularon basándose en la utilidad que brindó la empresa, junto a la distribución porcentual de la asociación (75% costos de operación, 25% utilidad sede, 5% utilidad asociación).

A continuación, se presenta la aplicación de la herramienta 5w2h en relación con el proceso de entrega de mercancía, siendo esta la actividad a la que dedica la empresa Cootranstame, la cual presenta una falta de caracterización en sus costos –Figura 2–.

Figura 3. Herramienta 5W2H



Fuente: Elaboración propia

Finalmente, gracias a la información brindada por la empresa y las figuras presentadas anteriormente, se evidencia que el problema central de la compañía gira en torno a la falta de implementación de sistemas de gestión logística. Problema que se ve reflejado en tiempos de entrega urbanos mayores a 24 horas, cuando los estándares de la empresa son entregar los productos urbanos el día siguiente. Otro factor relevante, es la carga de paquetes en rutas incorrectas. Este suceso ocurre ya que al momento de descargar los camiones se hace una clasificación por rutas de manera manual, los operarios leen la dirección en la guía del paquete y los ubican por montones en la bodega. Posteriormente, cada montón se carga a un camión y sale a reparto. Si un paquete se carga en una ruta incorrecta, en el mejor de los casos se va a entregar al final de la carga, pero usualmente lo que ocurre es que se debe reingresar a la bodega y enviarlo el siguiente día hábil, generando deterioro de la calidad de servicio.

¿Cómo mejorar la operación logística de tal manera que se disminuyan los costos en la empresa Coostranstame sede Villavicencio?

## 1.2 Justificación

La empresa COOTRANSTAME será directamente beneficiada con el proyecto, en áreas del proceso logístico, se verán rendimientos positivos en aspectos como la disminución de tiempos de

entrega, mayor satisfacción de clientes, aumento de la utilidad, y disminución de los costos operacionales.

Por otro lado, se propone ir más allá de crear una estrategia que aporte a los estudiantes y a la empresa, se busca dejar un registro en los textos de la universidad que sirvan de guía para futuras investigaciones en temas relacionados con la mejora del proceso logístico. Adicionalmente, los estudiantes de ingeniería industrial tendrán la oportunidad de acercarse al sector laboral en ámbitos mucho más prácticos, que van a ser de utilidad para resolver futuras situaciones e incógnitas durante su carrera profesional.

Hidalgo (2009), en su texto *“Drivers and impacts of ICT adoption on transport and logistics services”* Resalta la importancia de tener un control riguroso sobre cada proceso logístico de la empresa, incluso si su actividad principal no está relacionada con la logística. El autor afirma que toda organización depende de procesos logísticos para funcionar de manera correcta. Por ende, la creación de sectores dedicados específicamente al desarrollo de la logística es lo que posiciona estas empresas de los principales lugares del mundo. De otro modo, el descuido de los sectores logísticos en la empresa se refleja como oportunidades para empresas emergentes que identifican y solucionan las debilidades anteriormente mencionadas. Situación que en la actualidad le ocurre a Cootranstame mediante la creación de nuevas empresas competidoras, que provienen de antiguos miembros de la asociación.

Esta situación pone en contexto la urgente necesidad de invertir recursos en el mejoramiento de la logística en la empresa.

Cabe resaltar que se eligió la sede Villavicencio debido al conocimiento directo del gerente, del cual se ha tenido permanente apoyo, hecho que facilita el acceso a la información interna de la empresa y los permisos para realizar visitas de campo. De acuerdo con las sesiones previas de trabajo con la gerencia, el desarrollo del proyecto se constituye en un interés mutuo: de la empresa para mejorar sus procesos financieros, y de los estudiantes para avanzar en el aprendizaje y desarrollar su proyecto de grado.

Se deberá cumplir con responsabilidad y seriedad frente a todos los problemas que abarquen el área de investigación. El hecho de mantener una relación constante con la empresa implica poner

a prueba la capacidad analítica, de trabajo en equipo, recursividad, investigación y relaciones sociales, entre otras habilidades, que complementarán en un futuro el campo laboral donde se aportará a la sociedad. Lo anterior, hace que la realización del proyecto de grado en COOTRANSTAME sea un aprendizaje significativo e invaluable en la culminación del desarrollo profesional de los estudiantes, que además aportará directamente a la hoja de vida.

### **1.3 Objetivos**

#### **1.3.1 Objetivo General**

- Diseñar una propuesta de mejoramiento de la operación logística en la empresa Cootranstame sede Villavicencio, con el fin de disminuir los costos.

#### **1.3.2 Objetivos específicos**

- Diagnosticar la operación logística de la empresa Cootranstame, con el fin de identificar los factores que afectan los costos de operación en la sede de Villavicencio.
- Establecer estrategias de mejoramiento mediante la metodología 5s, que permitan estructurar un plan de implementación para las acciones propuestas con el fin de contar con criterios técnicos para la gestión de la operación logística a un menor costo.
- Evaluar los beneficios y costos de la propuesta.

### **1.4 Marco referencial**

#### **1.4.1 Antecedentes**

Con fundamento en estudios e investigaciones realizadas en el transporte en Colombia, se hará un breve recorrido por las más recientes publicaciones de artículos y documentos investigativos, tomando como soporte para la investigación las experiencias y los resultados obtenidos.

En el artículo publicado por los autores Ferrer, Ariza, Martínez, Garizao, Pulido-Rojano. La Revista I+D (2019), “Modelo de optimización colaborativo para la minimización de los costos variables de transporte de carga por carretera en Colombia”, tiene como objetivo la mejora continua en los procesos logísticos de las empresas de transporte terrestre, mediante el diseño de un modelo de optimización colaborativo con el fin minimizar los costos de transporte de carga. La metodología aplicada sigue un modelo inductivo, el cual tiene como objetivo la recolección de

datos masivos, partiendo de factores específicos a generales, en donde se lleva a cabo una investigación que apunta hacia lo que puede afectar o está afectando negativamente el desarrollo logístico, como lo son los costos de transporte.

Considerando los métodos de implementación de modelos de transporte, en el artículo de Nova Scientia presentado por los autores Sánchez. F, Garay. C, Mora. C, Gibaja. D, Bautista. H, 2017 y titulado "Optimización de costos de transporte bajo el enfoque de teoría de juegos. Estudio de caso", tiene como finalidad hallar una repartición equilibrada de los costos de transporte de los clientes de una empresa de productos básicos, a través de la teoría de juegos. El modelo se realizó a través de una investigación en una empresa de abarrotes que distribuye a clientes mayoristas y minoristas ubicada en Veracruz; donde se usó un modelo que minimiza distancias recorridas por los vehículos haciendo un uso adecuado de los nodos y la capacidad de cada uno para cubrir la demanda requerida. Finalmente, el resultado mostró que el enfoque propuesto fue capaz de reducir los costos de viaje a través de una mejora del 36.22% en comparación a los viajes sin compartimiento.

En La tesis de grado presentada por los autores Takayama. C, Perla. L. de la Universidad "Escuela profesional de administración de negocios internacionales" en el año 2018, titulada "Propuesta de mejora de gestión logística para incrementar la rentabilidad de la asociación de pequeños productores orgánicos de Querecotillo" enfocan la investigación con el objetivo principal de determinar la manera en que se puede mejorar la gestión logística de la asociación para incrementar la rentabilidad de la misma, mediante un modelo analítico, donde se ordenan los datos de manera que se puedan corregir errores en el proceso mediante mejoras continuas apoyadas en herramientas de ingeniería. El proyecto fue aplicado en Chiclayo-Perú, donde se usó un modelo de seguimiento continuo, para rastrear el transporte de los productos y determinar las rutas alternas en las que se minimizará la distancia y por ende los costos asociados. El trabajo proyectó una disminución del 15% de los costos, planteando indicadores fijos que alcanzaran el objetivo propuesto. La tesis planteada, alimenta el proyecto mediante el uso de los indicadores fijos de seguimiento, los cuales son de mucha utilidad en problemas logísticos.

Considerando propuestas de estrategias para el mejoramiento logístico, se tiene en cuenta el trabajo de grado realizado por Walter. R, Felizzola. C, Bonett. M, titulado "PROPUESTAS DE

ESTRATEGIAS PARA EL MEJORAMIENTO DEL PROCESO LOGÍSTICO DEL GRUPO MIZU S.A.S”, tiene como objetivo proponer una estrategia logística en la cadena de suministro de la empresa mencionada en el título a lo largo de su proceso de producción y distribución, donde se enfoca principalmente en agua procesada en la ciudad de Santa Marta. El trabajo se realizó a través de diversos diagnósticos en la producción y las diferentes rotaciones internas de la empresa y mediante la aplicación de estrategias como las 5S se consiguió generar una propuesta que, por medio de pequeñas actividades, sea capaz de mejorar la gestión de almacenamiento que se ve representado directamente en el abastecimiento de la empresa. Este planteamiento realizado contribuye al proyecto mediante la propuesta de diversas estrategias a través de herramientas de ingeniería.

#### **1.4.2 Marco teórico**

Teniendo en cuenta que el proyecto en cuestión tiene como fin el mejoramiento de la cadena logística, es necesario contar con un fundamento teórico que brinde herramientas para el análisis de los sectores logísticos de una empresa, junto a técnicas probadas que se enfoquen en el mejoramiento de la operación.

Anaya (2014) presenta un modelo de diagnóstico logístico, donde se presenta la teoría que una persona externa a la organización debe tener en cuenta para efectuar una toma de datos efectiva y comprender a fondo los aspectos relevantes del sector logístico y las claves para su funcionamiento básico.

Tolosa (2016) brinda herramientas para la aplicación de técnicas de mejora continua enfocadas al sector de transporte terrestre.

##### **1.4.2.1 Identificación de la dinámica operativa:**

El autor resalta la importancia tener en cuenta la dinámica operativa, un conjunto de 4 modelos de operación fundamentales, el autor los considera un aspecto básico para clasificar la organización y enfocar el estudio a zonas más específicas de la organización.

Los 4 aspectos que componen la dinámica operativa son; La naturaleza del producto, las características del mercado al cual nos dirigimos, sistema de distribución, e infraestructura operativa. Anaya (2014)

Una vez el investigador tiene claro los 4 aspectos anteriormente mencionados, puede perfilar la empresa y centrarse en puntos de investigación más relevantes, esto con el fin de ser más efectivo a la hora de recolectar y analizar información. Adicionalmente, para hacer una correcta identificación de la dinámica operativa es necesario entrar en un proceso de segmentación e identificación de elementos como el producto, mercado e infraestructura empleada.

#### **Segmentación del producto:**

Se refiere a la clasificación que se designa a cada producto dependiendo del grupo. Usualmente se usa para sistemas donde se trabajan con materias primas y productos terminados en el mismo canal logístico. En el caso del proyecto se efectúa mediante la descripción porcentual de los productos que maneja la empresa, dependiendo del tipo del producto se aplica una metodología de análisis distinta. Anaya (2014)

#### **Segmentación del mercado:**

Tiene como objetivo principal identificar los requisitos de los clientes. La forma de aplicarla es mediante la división por segmentación geográfica y por cliente. La primera, propone dividir el mercado en zonas geográficas para establecer aspectos relacionados con complejidad, tiempo de entrega, y procesos de entrega. Anaya (2014)

#### **Segmentación por cliente:**

Es relevante para entender cómo interactúa el cliente con la empresa. Al igual que la segmentación por producto se busca definir un dato porcentual de cada tipo de cliente. Adicionalmente, los clientes se pueden dividir en distintas clases. Para el caso de estudio actual se tienen 4 tipos de clientes; Mayoristas, minoristas, Detallistas, y concesionarios. Finalmente, con esta segmentación se busca definir la tipología del cliente, para adaptar el proceso a sus necesidades. Anaya (2014)

### 1.4.2.2 Infraestructura logística:

Se define mediante la caracterización de los recursos que emplea la empresa para cumplir su razón social. Se compone por almacenes, plataformas de distribución, y flotas de transporte. También es relevante aportar datos específicos de la infraestructura, como el área de las bodegas, puertos de carga y descarga, tipo de mercancía admitida y capacidad de los camiones. Anaya (2014)

#### Identificación de sistemas, procesos o procedimientos y operaciones

El autor define los sistemas logísticos como un conjunto de acciones coordinadas y controladas que contribuyen a un fin, este tipo de sistemas es posible dividirlos en subsistemas que se interconectan con el fin de cumplir los objetivos previstos. Con relación al sector logístico se presentan sistemas de aprovisionamiento, sistemas de almacenamiento, y sistemas de distribución física. Anaya (2014)

Figura 4. Ejemplo de interrelación de sistemas



Fuente: Anaya (2014)

En la Figura 4 se evidencia de manera gráfica cómo es posible dividir un subsistema para aumentar la comprensión de procesos, y segmentar cada proceso en objetivos para definir métodos de trabajo más claros y efectivos al momento de diseñar el plan de acción. Este proceso permite tener una comprensión de la actividad logística de la empresa desde un enfoque particular. Factor que se ve reflejado en un diagnóstico mucho más riguroso y específico. Anaya (2014)

### **1.4.2.3 Organización y estructura:**

El objetivo de la organización y estructura es comprender a fondo el tipo de organización, y la forma en que se toman las decisiones dentro de la empresa. Para comprender de manera integral el actuar de la organización, el autor propone estudiar 4 ejes centrales; Organización funcional, infraestructura logística, organización operativa, y análisis decisional. A continuación, se detalla la aplicación de estos ámbitos para entender su funcionamiento al momento de efectuar un diagnóstico. Anaya (2014)

#### **Organización funcional:**

Busca entender cómo se manejan las responsabilidades dentro de la organización, el autor propone 3 modelos organizacionales. El primer modelo corresponde a actividades diluidas, este modelo se suele emplear en empresas que se encuentran en una primera etapa de evolución, la organización se divide en direcciones y a cada dirección se asigna un responsable, todos los responsables de la dirección responden al gerente general que se encuentra en la zona de dirección general. El segundo modelo corresponde a actividades logísticas separadas por funciones, este modelo implica un desarrollo superior de la actividad logística, pero siguen aisladas por direcciones, factor que no permite un desarrollo integral del proceso. El tercer sistema corresponde al modelo de integración de la función logística, en este punto se designa un director logístico que tiene información de todos los sectores de la empresa, permitiéndole tomar decisiones en tiempo real. Finalmente, mediante un organigrama con las funciones de cada miembro de la empresa es posible definir el tipo de organización funcional que la empresa usa. Anaya (2014)

#### **Infraestructura logística**

Con el fin de complementar la estructura de la organización, Anaya propone estudiar datos de mercado, dentro de los cuales incluye distinguir entre el mercado nacional e internacional, las características de este en términos competitivos (% de participación), zonas comerciales y de influencia, canales de venta, entre otros. Anaya (2014)

Por otro lado, el producto es un pilar fundamental en el análisis de la estructura, hecho que hace indispensable estudiar factores como las divisiones industriales, agrupación de productos, cantidad de ítems, caducidad de productos, proveniencia de productos, entre otros. Anaya (2014)

### **Organización operativa:**

Compone el grupo de estrategias que la empresa efectúa para atender al cliente de forma que se evidencie el cumplimiento de sus objetivos con el fin de brindar la mayor satisfacción posible. Es posible cumplir estas expectativas mediante el mejoramiento de aspectos como la disponibilidad de productos terminados, plazo prometido de entrega al cliente, ciclo de respuesta al cliente, fiabilidad y calidad de distribución.

Para la organización no solo es importante el cumplimiento de estos aspectos, es necesario generar canales de comunicación al cliente para que tenga conocimiento de las características del servicio y los limitantes o ventajas que acarrea el uso del servicio. Anaya (2014)

### **Análisis decisional:**

El análisis decisional va relacionado a las políticas que la empresa adopta en ciertas situaciones. El autor propone 4 posibles métodos, donde el primero relata la ausencia de políticas de forma explícita, lo que quiere decir que la empresa no tiene conductos regulares para la toma de decisiones dentro de la empresa. Mientras que en el segundo se tienen políticas dependiendo del tipo de producto o servicio que se maneje. En cuanto a la tercera, las decisiones se toman con base en indicadores de gestión y estándares previamente definidos. Finalmente, la cuarta tiene en cuenta los aspectos anteriormente mencionados, pero la toma de decisiones está dada por sistemas informáticos con mayor capacidad de cómputo y precisión. Un estándar al cual todas las empresas deberían apuntar cuando la información recibida tiene un volumen demasiado amplio para el humano. La forma de definir el análisis decisional es mediante un formulario que abarque explícitamente cómo se toman ciertas decisiones en operaciones de rutinas, y algunas operaciones no habituales. Anaya (2014)

### **Política de servicio al cliente**

Se entiende como política de servicio al cliente, todas las directrices relacionadas con la mejora de la experiencia del cliente durante la contratación del servicio logístico. Esta experiencia

del cliente se puede ver afectada en situaciones como la Capacidad de productos terminados, plazo prometido de entrega al cliente, ciclo de respuestas del cliente, fiabilidad de las entregas, calidad de la distribución. En el caso de no contar con métodos para cuantificar el cumplimiento de los aspectos en cuestión, es relevante mencionar que la empresa puede estar perdiendo clientes y dejando de captar nuevos clientes a lo largo del tiempo. Por ende, es necesario profundizar en estos aspectos mediante la comprensión de todos los aspectos que están relacionados con el contacto del cliente. Anaya (2014)

### **Capacidad**

Se calcula mediante el porcentaje de veces que un producto se puede despachar directamente desde el stock. Desde el punto de vista de la logística de envíos se relaciona con la capacidad de la infraestructura de enviar mercancía de un lugar a otro cuando el cliente lo requiera. Algunas formas de aplicar la capacidad dentro de la empresa pueden ser mediante el porcentaje de pedidos no atendidos por falta de stock, porcentaje de líneas de pedido pendientes de entrega, días que un producto queda fuera de servicio por no haber existencias, retraso medio de un pedido por falta de stock, entre otros. Por ende, es necesario hallar los KPI adecuados a la operación logística de la empresa. Anaya (2014)

### **Ciclo de respuesta del cliente**

Compone el tiempo desde que el cliente efectúa un pedido hasta que se entrega al cliente de manera física. El autor define el ciclo de entrega en los siguientes lapsos de tiempos; Recogida o tramitación de pedidos, transformación del pedido en albarán de entrega, preparación del pedido en el almacén, preparación de expediciones, y transporte al cliente. Es posible calcular este dato gracias a los tiempos de entrega que tienen las guías en sus registros. Por último, con el grueso de datos es posible calcular un promedio de tiempo de respuesta en un determinado periodo de tiempo. Anaya (2014)

### **Fiabilidad en el cumplimiento de las fechas de entrega prometidas**

El cumplimiento de las fechas de entrega es el aspecto que los clientes más valoran al momento de evaluar un servicio logístico. Por ende, es fundamental que las empresas tengan muy controlados sus tiempos de entrega y estén en mejoras constantes para disminuir estos tiempos.

Según el texto, un porcentaje de entrega a tiempo menor del 95% se tiene que considerar muy peligroso para la organización. Al igual que el ciclo de respuesta del cliente los datos de las guías pueden dar información detallada sobre los tiempos de entrega. Posteriormente, se deben comparar con los tiempos de entrega prometidos por la empresa, calcular la variación porcentual, y obtener el promedio de cumplimiento. Anaya (2014)

### **Calidad de las entregas**

Se refiere a los casos de manipulación errónea en el proceso de entrega, se puede contabilizar en aspectos como productos erróneos, problema empaquetado, daños de producto, fecha de entrega inadecuada. El texto sugiere empezar a tomar acciones cuando el índice de entregas erróneas suba a un 3%. Para calcular el índice en cuestión es necesario clasificar los tipos de entregas erróneas y compararlas con las entregas porcentuales, con el fin de tener un control de calidad riguroso. Anaya (2014)

#### **1.4.2.4 Proceso de entradas en almacenes**

Abarca toda entrada al almacén proveniente de compras a terceros nacionales o internacionales, productos provenientes de fabricación propia, o recepciones de pedidos por parte de clientes. Es posible definir el proceso de entrada mediante la caracterización de los procesos. Un diagrama de procesos puede dar un entendimiento detallado de la operación, centrándose en la documentación necesaria para hacer la entrada, los procesos de calidad en la mercancía, la forma de descargar pedidos, y los métodos empleados para la ubicación en la bodega. Anaya (2014)

#### **1.4.2.5 Tratamiento de pedidos de clientes**

Para tener una comprensión clara de este aspecto es necesario tener datos relacionados con la cuantificación de los pedidos recibidos, como se capturan los pedidos de clientes, cómo se efectúa la aceptación crediticia de los mismos, como se consulta la disponibilidad de productos, tramite a seguir con los pedidos pendientes por falta de existencia, e información y seguimiento del pedido. Anaya (2014)

#### **1.4.2.6 Proceso de salidas en almacén**

Se manejan en dos grupos de operación post-actualización y pre-actualización. El primero, tiene presente los movimientos físicos del producto para generar reportes en el sistema. Mientras que el segundo efectúa alertas antes de que se generen movimientos por parte del producto, este sistema permite trabajar con movimientos de decisión que contribuyen a un mayor margen de decisión en la organización. Adicionalmente, siempre es necesario tener en cuenta aspectos básicos como el documento fuente para retirar el producto del almacén, el criterio para localizar productos en el almacén, métodos para actualizar los stocks, control de pedidos pendientes para suplir de existencias, criterios para preparar las expediciones de los clientes, tiempos de respuesta para la entrega de productos. Anaya (2014)

#### **1.4.2.7 Mejora continua**

Tolosa (2016) brinda situaciones donde la mejora continua se puede aplicar en una organización, algunas de estos eventos son; Problemas de calidad, mejora de la distribución de áreas, reducción de tiempos de operación, reducción de costos de operación, entre otros. Adicionalmente, expone herramientas para aplicar de manera adecuada la mejora continua en el proceso logístico.

#### **Mapa de procesos**

Presenta los procesos de la empresa y las interrelaciones entre ellos para prestar un servicio, en el caso de estudio los procesos se deben clasificar de acuerdo con los flujos de productos e información que tenga la operación logística.

#### **Takt time**

Corresponde al ritmo o cadencia en la que hay que atender los servicios logísticos; A continuación, se presenta la ecuación para hacer el cálculo correspondiente, donde Tt es tiempo de proceso, Td es tiempo disponible, y D son los procesos que hay que realizar para cumplir con la demanda.

$$Tt= Td/D$$

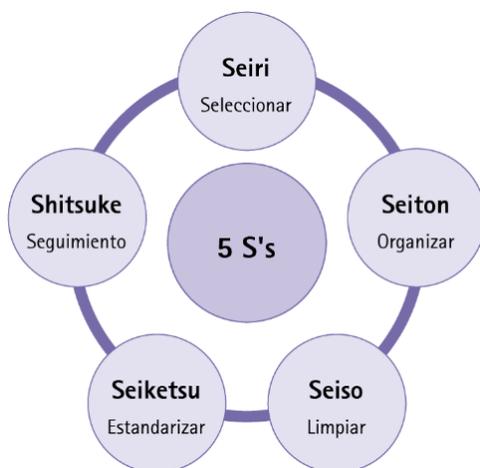
Ecuación 1. Takt time

Fuente: Tolosa, 2016

## Las 5S

Hacen referencia a la aplicación 5 principios; Seleccionar, organizar, Limpiar e inspeccionar, estandarizar y hacer seguimiento, y crear hábitos.

Figura 5. Ejemplo de las 5 S



Fuente: Tolosa, 2016

Para la implementación de las 5S es necesario un proceso redistribución de recursos y adaptación de los comportamientos empresariales en ámbitos humanos. Es relevante que se escoja un área de la empresa específica y centrarse únicamente en ella para aplicar los 5 s del principio en cuestión.

### 1.4.2.8 Costos Logísticos

Los autores Pau i Cos & De Navascués y Gasca (1998), entienden los costos logísticos como “un grupo de propiedades de la empresa que gestionan y controlan los flujos de materiales e información de la empresa” Gracias al anterior postulado es posible entender estos costos como una fuente de información más que como una obligación o una práctica regular de la empresa.

### **Recolección de información para la determinación de costos logísticos.**

Para determinar el conjunto de costos logísticos es necesario tomar en cuenta el proceso productivo desde el productor hasta el consumidor final (Donald Et al., 2007). Por lo tanto, se deben tener canales de comunicación con los clientes para entender su proceso productivo con el fin de tener un concepto más global de la cadena de suministros.

### **Ventajas de la determinación de costos logísticos.**

“Los costos logísticos permiten la cuantificación en unidades monetarias del uso de recursos empleados en una actividad o proceso logístico. La gestión contable utiliza términos incompletos para la medición de los costos de los procesos logísticos o de la cadena, pues no desagrega cada actividad ni tiene en cuenta los enlaces de la cadena de suministros” (Orjuela Et al.,2016). Esta profundización de costos tiene que ir acompañada de una previa descripción de toda la actividad logística de la empresa.

La medición de costos logísticos viene acompañada de beneficios empresariales que permiten “mejorar el rendimiento financiero de la cadena de suministros, permite tomar decisiones con una visión más amplia, su medición correcta brinda información para una mejor implementación de estrategias sobre el flujo de materiales e información asociada en cada eslabón” (Bhagwat & Sharma, 2007). Adicionalmente, también es posible determinar diversos KPI relacionados con el rendimiento empresarial y de ciertas inversiones.

A continuación, se presentan las diferentes clases de costos en la cadena logística con el fin de tener un contexto que permita plantear diferentes métodos de costeo.

### **Costos de aprovisionamiento**

El proceso de aprovisionamiento comprende gestión de proveedores y de compras. Comprende actividades como la selección de proveedores; la negociación de precio, términos y cantidades; la generación de órdenes para compras y el control de pedidos (Ballou, 2004).

Gudehus & Kotzab, (2009),; propone el costeo por actividades ABC aplicado a compras y aprovisionamiento, denominado costeo total de propiedad (Ellram, Et al.,2006)

Un factor relevante al momento de calcular costos logísticos es la clasificación en las diversas áreas del sector. Donald Et al. (2007), proponen una segmentación exhaustiva de los costos relacionados con la gestión de pedidos.

### **Costos de manejo de inventarios**

Por otro lado, un sector relevante es el costeo de gestión de inventarios que tiene como objetivos la formulación de políticas relacionadas con el inventario tiene como propósito equilibrar el aprovisionamiento con la demanda, proteger frente a la incertidumbre de la demanda y los ciclos de pedido, y actuar como amortiguador entre las interfaces críticas del canal de suministro (Lambert Et al.,1998).; Su adecuada utilización mejora la rentabilidad (Robeson & Copacino, 1994).

En relación con el funcionamiento del manejo de inventarios es claro que existe un costo, usarlos puede reducir indirectamente los costos de otras actividades de la cadena (Ballou, 2004). Una importante porción del capital de trabajo de la empresa está bloqueada en el inventario. Puesto que, si el inventario es excesivo en relación con el nivel óptimo, gran cantidad de fondos estarán aislados y no podrán ser usados en otros propósitos productivos, los fondos estarían atados innecesariamente (Sople, 2009).

### **Costos de almacenamiento**

Los costos de almacenamiento se definen como el componente del sistema logístico de la empresa que guarda productos (materias primas, partes, productos en proceso y productos terminados) en (y entre) los puntos de origen y de consumo. El almacenamiento tiene tres funciones básicas: movimiento, depósito y transferencia de información (Lambert Et al., 1998). Es bien sabido que este tipo de costos puede ser de los más representativos para las empresas, pero se debe entender como una herramienta para aliviar costos de otros sectores que pueden ser más complejos en términos operativos.

Los componentes del costo relacionado con el almacenaje están compuestos por los costos de espacio, de las instalaciones, manipulación y de tenencia del inventario (Pau i Cos Etal., 1998). Estos costos se generan al realizar las funciones básicas del almacenamiento como mantenimiento o pertenencia, consolidación de productos, carga fraccionada y/o mezcla (Ballou, 2004).

## **Costo de distribución**

El sector que se encarga de la entrega de mercancías se entiende como los costos de distribución los cuales comprenden todas las actividades relacionadas con los transportes de bienes y materiales. Tienen algunas variables como son el volumen, el peso y el destino (Lambert Et al., 1998).

Es importante mencionar la importancia de los costos de distribución, ya que este costo abarca un mayor porcentaje del costo total y es la categoría más importante de costo logístico. El costo del transporte incluye los medios, contenedores, paletas, terminales y tiempo (Hälinen Et al., 2015). El costo de transporte se puede clasificar en costo de entrada que se asocia a las actividades de aprovisionamiento y el costo de salida asociado con la entrega de productos hacia los clientes finales (Parra-Ortega, 2010).

Una vez se tiene un entendimiento más detallado de los costos logísticos de una organización, se procederá a dar sustento teórico en métodos para identificar los costos de una organización. Como fuente guía se tiene el documento “costos logísticos y metodologías para el costeo en cadenas de suministros” (Orjuela Et al., 2016).

## **Métodos de Costeo**

### **Costeo tradicional**

El primer método de costeo presentado en el documento es el tradicional, cabe aclarar que este método no da herramientas para identificar todos los factores a gran escala. El costeo tradicional utiliza medidas relacionadas con el volumen, como la mano de obra; se basa en las unidades producidas para calcular las tasas de asignación de los gastos indirectos; y asigna los gastos indirectos en dos etapas, primero a una unidad organizacional ya sea la planta o algún departamento y luego a puestos de transformación (Quiñónez Et al., 2005).

### **Costeo ABC**

Otra alternativa de costeo más moderna y práctica es el costeo ABC que proporciona un análisis detallado de coste-beneficio de las necesidades del cliente. Desagrega las necesidades de los clientes en atributos y enfoques de productos específicos sobre la planificación en lugar de

analizar los costos pasados (Gosselin, 2007). En cuanto a la metodología del costeo ABC se basa en la clasificación de grupos de costos por actividades. Afirman los autores Cooper y Kaplan (1991).

Los autores Chaoyang Et al., (2010), establecen una serie de pasos para la resolución del método ABC. (1). Identificación y clasificación de los principales procesos logísticos (2). Descomponer los procesos en actividades. (3). Identificar los recursos consumidos en el desarrollo de las actividades. (4). Determinar los costos de las actividades mediante los factores de uso de recursos. (5). Asignar los costos relacionados con los productos por medio del factor de uso de las actividades. (6). Determinar el costo total.

#### **1.4.2.9 Algoritmo de Dijkstra**

Corresponde a un algoritmo de enrutamiento creado por Edsger Dijkstra. Este modelo entiende el mapa como un conjunto de nodos con enlaces desde un punto a otro. Es importante resaltar que cada enlace tiene características puntuales, como costos, distancia, tiempo, y demás factores que pueden ser añadidos al modelo. Adicionalmente, en cada nodo se almacena información sobre el resto de los nodos. El modo de funcionamiento del algoritmo se basa en bucles, ya que mientras encuentra la ruta más corta de un punto a otro, analiza paralelamente nodos adyacentes para encontrar nuevas rutas óptimas (Bollobás & Riordan, 2002).

(Zhang, Chen, & Li, 2015) proponen en su artículo que la mejor manera para encontrar la ruta es usar el método del mapa etiquetado, para lograr esto es necesario la aplicación de 3 pasos. Se debe usar el lenguaje de programación C, posteriormente se debe poner en marcha la formulación del problema. El segundo paso, hace referencia a los pasos componentes para resolver el problema, como son los camiones y rutas para llegar. Finalmente, se resuelve el problema proponiendo el nodo inicial, junto a los nodos subyacentes. Con el fin de lograr una solución óptima para mejorar los ingresos de la empresa.

(Indrajaya, Affandi, & Pratomo, 2015) Se enfrentaban a un problema de localización para vehículos de transporte público son muy importante para la vida cotidiana de las personas. Razón por la cual desarrollaron un sistema de información geográfica basado en Dijkstra. Ya que cada pasajero tardaba demasiado tiempo en encontrar a los pasajeros necesarios. Por ende, se diseñó una aplicación que usaba teléfonos móviles que se ubicaban mediante Google Maps para recoger datos de latitud y longitud. Finalmente, mediante la aplicación del algoritmo de Dijkstra fue posible ubicar a los pasajeros más cercanos a un taxi.

La metodología aplicada para el presente proyecto está enmarcada en un tipo cuantitativo, que tiene el objetivo de diseñar una propuesta de mejoramiento de la operación logística en la empresa Cootranstame sede Villavicencio y sus costos asociados.

Según Cervantes (2003), la metodología cuantitativa se aplica a un proyecto cuando el objeto de análisis es una realidad observable, medible, se puede percibir de manera precisa y cuando se busca establecer una relación de causa-efecto entre dos fenómenos.

El diagnóstico emplea una metodología de enfoque que va desde lo particular a lo general, centrándose en el proceso logístico como punto de partida. Posteriormente, se profundiza en cada una de las actividades empleadas para lograr el cumplimiento del proceso logístico con el fin de detectar inconsistencias u oportunidades de mejora dentro de las particularidades del proceso.

El enfoque aplicado a la metodología cuantitativa del proyecto se realizará mediante el diseño de tipo descriptivo, en donde a través de un acercamiento, se buscará el contexto, los eventos en donde se desarrollan las actividades y el conocimiento de la comunidad operativa. También se desarrollará mediante un enfoque de tipo descriptivo, pues se indaga en los valores de la variable de estudio involucrada y en la incidencia de las actividades que generaban un alto costo de operación.

Siguiendo la metodología cuantitativa de tipo exploratoria y descriptiva se desarrollará mediante 3 etapas.

Etapas 1. En esta etapa se diagnosticará la operación logística de la empresa Cootranstame, mediante la elaboración de un cuestionario de 9 preguntas, con el fin de identificar los factores que afectan la operación de la empresa en la sede de Villavicencio, para ello, se realizará una visita al lugar y se aplicará la entrevista diseñada al gerente de la empresa y traer de esta manera información relevante para el proyecto, también se identificaron los eventos, las actividades a fondo y el manejo que la empresa le da a su modelo de negocio.

Las fallas encontradas en la empresa se abordarán mediante una matriz de evaluación, de esta manera se identificarán las fallas de la operación y se califican de lo menos relevante a lo más, una vez se enlistan, se trabajará sobre las que están directamente relacionadas a su operación logística de la empresa.

Esta herramienta de tipo cualitativa y/o cuantitativa fue usada por Fabio Novoa Rojas Ingeniero industrial de la Universidad de los Andes (2009), en su artículo titulado, Mejoramiento de la Gestión Logística de las Empresas Afiliadas a Acoplásticos, para la recolección de información que permiten la identificación de fallas dentro de los procesos de manera exitosa.

Etapa 2. En esta etapa aplicando el enfoque de tipo descriptiva se establecerán estrategias de mejoramiento mediante la metodología 5s, que permitan a Cootranstame contar con criterios técnicos para la gestión de la operación logística de manera más eficiente. La etapa 2 busca involucrar a cada uno de los operarios de la empresa, que realizan las diferentes labores en donde la variable de estudio está presente y mediante la metodología mencionada involucrar una mejora continua, con la finalidad de aumentar la eficiencia en las labores y de esta manera lograr una reducción significativa de los costos relacionados a su actividad. Aquí se involucran las variables de productividad y eficiencia, para determinar un porcentaje del rendimiento de los operarios, tanto de los conductores de camiones, como de los receptores de mercancía; de esta manera se medirá si el modelo de trabajo involucra el aumento de costos en la operación de la empresa.

ETAPA 3. Para esta etapa se evaluarán los costos y los beneficios de la propuesta, mediante herramientas que permitan un análisis cuantitativo, en donde se reflejen los valores involucrados a costos y el porcentaje de disminución al involucrar la propuesta generada mediante este proyecto.

Tabla 2. Matriz metodológica - Descripción de etapas.

<b>Matriz metodológica - descripción las etapas</b>	
<b># de etapa</b>	<b>Herramienta planteada</b>
Etapa #1	Levantamiento de datos tipo exploratorio de información relacionada con los costos asociados a la operación de la

	empresa.
Etapa #2	Mediante la metodología 5s, se busca cuantificar cada área de operación.
Etapa #3	Evaluación de costos y beneficios mediante un análisis cuantitativo.

Fuente: Elaboración propia (2022)

## 1.5 Alcances y resultados

### 1.5.1 Alcance

En el estudio del presente proyecto se determinó los límites del trabajo, en donde mediante herramientas de ingeniería y bajo una metodología Descriptiva, se implementará el modelo de mejora continua, y a través de una entrevista presencial recopilar información para crear una estrategia que ayude a las áreas de mayor consumo de costos y evaluar mediante cruce de variables los beneficios del proyecto versus el manejo actual que los directivos le dan a la empresa Cootranstame y de esta manera determinar un nuevo ritmo de trabajo que busque minimizar tiempos de entrega.

### 1.5.2 Resultados

Se entregará una propuesta escrita de las estrategias a implementar en la empresa Cootranstame sede Villavicencio, en un tiempo no superior a 10 meses; el trabajo incluirá la metodología 5s, diagnóstico de las actividades de la empresa donde aplique la variable de estudio, estrategias para disminuir tiempos (rutas más cortas, capacidad de carga al límite, etc.) y un estado financiero de los costos una vez implementado lo propuesto en el proyecto.

## 2 DIAGNÓSTICO

El día 2 de septiembre del 2022 se realizó una toma de datos en la empresa Cootranstame sede Villavicencio, con el fin de tener información de primera mano que soporte los problemas logísticos reportados por la empresa, durante las entrevistas realizadas en los meses de mayo y junio del año 2022. Las problemáticas expresadas por el gerente en el ámbito logístico incluyen tiempos de entrega urbano superiores a 24 horas y expedición de paquetes en camiones incorrectos. Por ende, se contrasta la información brindada en la entrevista con un cuestionario enfocado a la operación logística de la empresa.

Para la elaboración del presente diagnóstico y toma de datos se tomó como referente “El Diagnóstico logístico” (Anaya, 2014). El autor del texto en cuestión es un profesional con más de 30 años de experiencia en el sector logístico. Adicionalmente, el libro del cual se basa el diagnóstico actual está enfocado al análisis del sector logístico de una empresa para un observador externo.

En el siguiente cuestionario se aplicó al gerente de la empresa de manera física, de esta manera se logró obtener los datos pertinentes para la construcción del diagnóstico propuesto.

Con el fin de complementar el análisis cualitativo realizado mediante la entrevista anteriormente mencionada, se solicitó a la empresa todos los costos operacionales, para determinar el área con más costos.

## 2.1 Cuestionario aplicado a la organización

### CUESTIONARIO LOGISTICO COOTRASTAME SEDE VILLAVICENCIO

#### P.1 Información general.

**Área de estudio:** Recibido y despachado de mercancía.

#### **Dinámica operativa:**

- Naturaleza del producto: Paquetería
- Características del mercado: Minorista
- Sistema de distribución: Bajo pedido
- Infraestructura operativa: Tres camiones que se despachan en Villavicencio

#### **Ventas**

- año 2021: Aumento del 10%
- año 2020: |

#### **Operación**

- #De bodegas: Una bodega en Villavicencio
- #De camiones: Tres camiones
- #De rutas: Tres rutas
- Sistema empleado: Sistema manual

## P.2 Organización Jerárquica y funcional.

Actividad Logística	Responsable
Planificación de rutas	Gerente
Captación de pedidos con clientes	Conductor, secretaria
Aceptación de pedidos de clientes	Secretaria
Seguimiento de pedidos	Gerente
Almacenamiento de productos	Conductor, auxiliar
Devolución de pedidos	Secretaria

## P.3 Datos de mercado y distribución.

- Mercado (datos estimados)

Zona geográfica	% Venta	Cantidad de clientes
Centro	45%	20-25
Sur (Porfia, 7 de agosto)	27.5%	15
Este (Reliquia, Juan Pablo)	27.5%	15

- **Canales de distribución**

<b>Datos estimados</b>	<b>Importancia porcentual%</b>
Mayoristas	20
Minoristas	80
Almacenistas	0
Detallistas	0
Concesionarios	0
<b>Total</b>	<b>100</b>

#### **P.4 Proceso de entrada en bodegas.**

##### **¿Cómo se reciben los productos en el almacén?**

- Recepción de guías, se cuentan unidades, se clasifican por ruta y se organizan por ubicación.

##### **¿Como se controla la recepción de pedidos?**

- Se dejan en recepción y el conductor la ubica en bodega posteriormente.

##### **¿Como se ejecuta el control de calidad en la recepción?**

- No se reciben vidrios sin empaque y no se reciben paquetes dañados. Si es el caso se anota en la guía y se genera el reporte.

**¿Manejan criterio de paletización? ¿Cuál?**

- No

**¿Qué criterios de ubicación utilizan?**

- Se ubican de acuerdo a la zona de la ciudad de forma manual.

**P.5 Tratamiento de pedidos de clientes.****Evaluación de pedidos de clientes**

- Cantidad de pedidos anuales: 54 despachos por mes, 20 guías por camión.
- % De pedidos directos: 50%.
- % De pedidos vía representantes: 50%.

**¿Dónde se reciben los pedidos?**

- En un departamento comercial o central de ventas.
- Directamente en un sistema de informáticos.
- ~~• En el almacén o administración.~~
- O recepción en el lugar de destino.

**¿Cómo se manejan los envíos sin posibilidad de recepción por parte del cliente?**

- Se hacen hasta 3 intentos, después se devuelve al destinatario.

## **P.6 Salida del almacén**

**¿En base a que documento se retira el producto del almacén?**

- Se retiran con base a la guía y el soporte de pagos.

**¿Cómo se localiza un producto en el almacén?**

- De manera manual.

**¿Cuándo y cómo se comunica al cliente los pedidos pendientes de envío?**

- Vía WhatsApp o llamada.

**¿Cada cuánto tiempo se envían los pedidos a los clientes?**

- Al siguiente día hábil.

**¿Cuándo o cómo se efectúa el control de la expedición?**

- De manera manual.

**¿Bajo qué proceso se cargan los camiones?**

- Manual, primero las rutas más largas y después las más cercanas.

## **P.7 Almacenamiento y distribución física**

### **Capacidad instalada**

- Datos construcción: 120 metros cuadrados. No cuenta con muelles de carga.
- Unidades de almacenamiento: Una unidad

### **Recursos disponibles**

- Medios de manutención: Manual o con montacargas mecánico.
- Personal del almacén (Cargo y cantidad):
  - 3 conductores
  - 3 auxiliares
  - 1 secretaria
  - 1 auxiliar contable
  - 1 gerente

## **P.8 Sistemas de picking**

### **¿Cómo se selecciona un producto?**

- Pedido a pedido
- Agrupando varios pedidos en una lista de picking
- ~~Haciendo listas de picking por zona~~

**¿Cómo se identifica un producto en la bodega?**

- ~~Por el conocimiento físico del producto.~~
- Por su código comercial.
- Por su número de ubicación en el almacén.

**Volumen de pedidos en el almacén**

- Promedio y máx. de pedidos al mes: 60 guías por camión.
- Promedio de viajes por mes: 54 viajes.

**Tiempo medio desde que se reciben los pedidos y se cargan en el almacén**

- Tramitados el mismo día: 100%
- Tramitado en dos días: 0%
- Tramitados en más de tres días: 0%

**P.9 Análisis de transporte****¿Qué clase de transporte se gestiona desde el almacén?**

- Se reciben pedidos desde Bogotá y se reparten en Villavicencio.

**Datos de expediciones**

## P.9 Análisis de transporte

### ¿Qué clase de transporte se gestiona desde el almacén?

- Se reciben pedidos desde Bogotá y se reparten en Villavicencio.

### Datos de expediciones

Tipo de reparto	Cantidad de repartos	Frecuencia (s)	Horario establecido
Urbano Centro	20-25	6-s	7 am – 6 pm
Urbano Sur	15	6-s	7 am – 6 pm
Urbano Este	15	6-s	7 am – 6 pm

### Flota empleada

- Furgón carga seca (2 toneladas)
- Furgón carga seca (2 toneladas)
- Furgón carga seca (5 toneladas)

### Tipo de ruta empleada

- Rutas fijas: 0%
- Rutas variables: 100%
- Transporte punto a punto: 0%

**Fecha: 2 de septiembre de 2022**

**Nombre: Luis Benavides**

Firma del gerente: 

Figura 6. Cuestionario de operación logística empresa contrátame

Fuente:Elaboración propia a partir de datos de la empresa (2022)

## 2.2 Proceso de recepción de mercancías

La empresa Cootranstame empieza su operación desde el proceso de recepción, actualmente se manejan dos métodos de recepción. El primero comprende la recogida programada por un cliente, la hora de recogida depende de la hora en que el cliente haga una solicitud. Si esta solicitud es hecha en horas de la mañana se recogerá en horas de la tarde. Caso contrario, se recogerá el siguiente día.

La secretaría es la encargada de recibir las solicitudes de recogidas, posteriormente con base a la dirección de recogida, la secretaría envía los datos correspondientes vía WhatsApp al auxiliar. Esta persona es la encargada de tener en cuenta todas las recogidas y definir la ruta que el camión va a emprender para efectuar el proceso. Cabe aclarar que el auxiliar elabora la ruta de manera manual bajo su propio criterio, por lo que es necesario que tenga un conocimiento amplio de la ciudad.

Una vez se terminan con las recogidas el camión regresa a la bodega, se generan las guías correspondientes, se descargan las mercancías, se apilan por zonas y la jornada laboral termina.

El segundo proceso se trata de la recepción de mercancías que recibe la sede de Villavicencio por parte de Bogotá y que comprende el 90% de la actividad en este lugar mientras que el otro 10% es el proveniente de recogidas en la ciudad. Las cargas provenientes de Bogotá suelen venir en uno o más camiones que tienen otros destinos, pero se acercan a la bodega en Villavicencio para descargar todos los paquetes que tienen como dirección de entrega una de las 3 zonas.

La recepción de camiones se realiza mediante el sistema FIFO (primeras en entrar, primera en salir) actualmente la bodega no cuenta con muelles de carga, por lo que únicamente se puede descargar un camión a la vez. Una vez empieza el proceso de descarga el primer paso consiste en revisar la guía y encontrar el paquete correspondiente, posteriormente se revisa el estado del paquete. En el caso que presente algún desgaste o golpe, se le toma foto dentro del camión y se genera el reporte correspondiente. Seguidamente y con base en la dirección de entrega se apila con otros paquetes que tengan como destino la misma zona.

Este proceso de descarga puede llevar hasta dos horas dependiendo de la cantidad de camiones que estén esperando por la complejidad de las cargas y las condiciones climáticas, ya que, al no tener muelles, dicha operación resulta compleja.

A continuación, se presenta la figura del diagrama de flujo de procesos vertical para una mejor visualización del proceso de recepción de mercancía en la sede Villavicencio de COOTRANSTAME

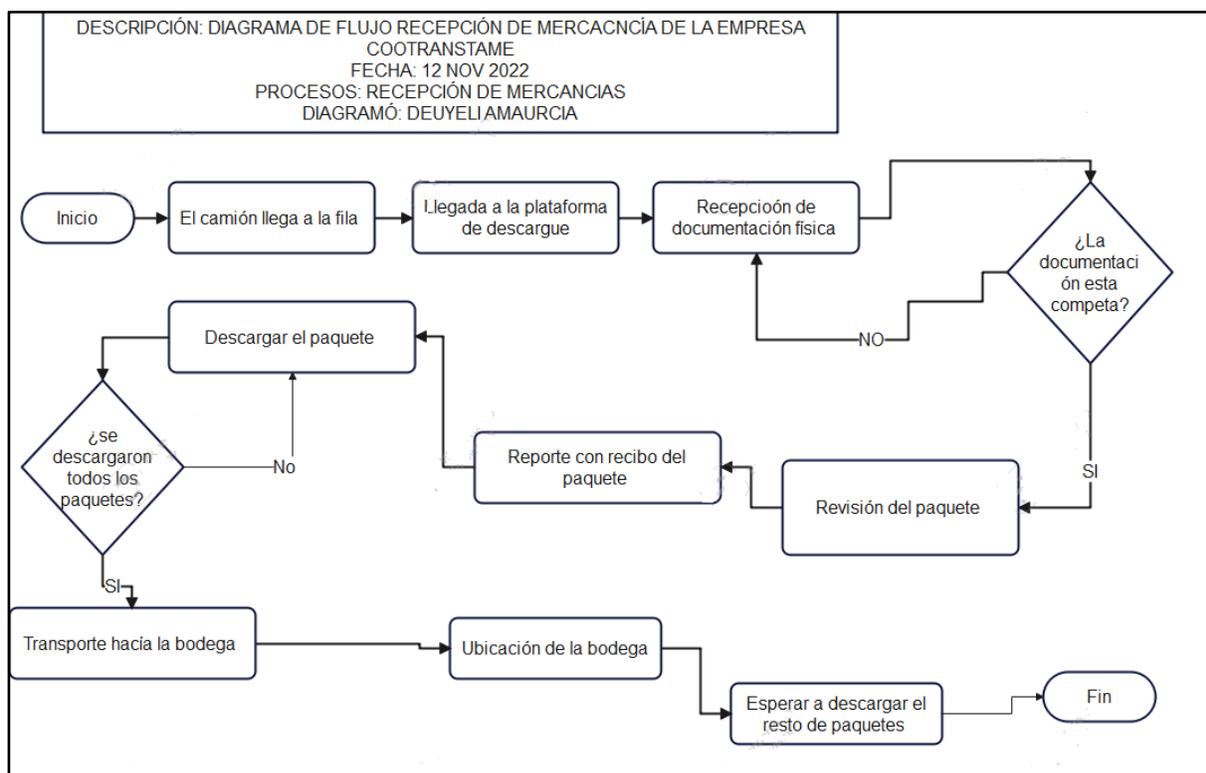
Figura 7. Diagrama de proceso de recepción de mercancías.

<b>Diagrama de flujo de proceso</b>  <b>Nombre de la empresa:</b> COOTRANSTAME <b>Proceso:</b> Recepción de mercancía- Villavicencio. <b>Fecha:</b> 25/09/2022 <b>Diagramó:</b> Santiago Vélez <b>Revisó:</b> ING. Ray Alfredo Bello		Resumen					
		Símbolo	Nombre				
		○	Operación				
		▽	Almacén				
		➔	Transporte				
		D	Espera				
□	Inspección						
Operación	○	▽	➔	D	□	Observaciones	
Llegada del camión				●		Conductor y Auxiliar llegan a la fila	
Llegada a la plataforma			●			Después de esperar en fila llegan a la plataforma	
Recepción de documentación física	●					El Auxiliar entrega documentación	
Revisión del estado del paquete					●	Verifican que todo esté en buen estado	
Reporte con el recibo del paquete	●					Auxiliar hace el reporte	
Descargue del paquete	●					Auxiliar descarga los paquetes	
Transporte del paquete a bodega			●			Conductor y auxiliar se dirigen a bodega	
Ubicación en la bodega	●					Localizan el punto de llegada	
Esperar a descargar el resto de los paquetes				●		Nuevamente esperan el turno para descargar	
<b>Total de símbolos</b>	4	0	2	2	1	El símbolo más usado dentro del proceso es el de operación.	

Fuente: Elaboración propia (2022)

Figura 7 (diagrama de proceso de recepción de mercancía) explica cada uno de los pasos del proceso que desarrolla la empresa COOTRANSTAME a la hora de recibir la mercancía proveniente de Bogotá, para ser entregada en el municipio de Villavicencio; en el diagrama se usan símbolos que representan el tipo de actividad para cada subproceso y el total de símbolos utilizados.

Figura 8. Diagrama de flujo - Recepción de mercancías



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la empresa (2022)

Del anterior diagrama es posible apreciar los diferentes micro procesos por los que pasa la recepción de mercancía, este se plasma de forma horizontal con la finalidad de registrar las actividades que siguen una secuencia y las que se enfrentan a disyuntivas para continuar el proceso o para ser corregido primero, de esta manera se puede hacer trazabilidad a lo largo del mismo.

### 2.2.1 Costos asociados a área de recepción de mercancía

El área de recepción hace uso del mismo personal y número de camiones que las otras dos áreas (Aislamiento y recepción), pero particularmente esta se encarga de recibir los paquetes de

los clientes y los que llegan de otros lugares para ser entregados en la zona delimitada por el área de estudio del proyecto.

Los costos asociados a servicios públicos, canon de arrendamiento, salario del personal (secretaria, conductores y Auxiliares), honorarios del Contador y consumo y mantenimiento mensual de los camiones, los cuales están directamente relacionados al área de recepción de mercancía, se encuentran registrados en la siguiente figura, realizada gracias a la información suministrada por el Gerente de la empresa.

Figura 9. Costos variables y fijos - Recepción de mercancía

<b>Costos de recepción</b>	
<b>Costos Fijos</b>	
Nomina de empleados	\$1.200.000
SOAT	\$183.100
TecnoMecanica	\$86.250
Costos de arriendo	\$2.000.000
Costos de servicios	\$540.000
Honorarios	\$580.000
<b>Total Costos fijos</b>	<b>\$4.589.350</b>
<b>Costos Variables</b>	
Consumo de combustible	\$400.000
Mantenimiento de camiones	\$1.600.000
<b>Total Costos variables</b>	<b>\$2.000.000</b>
<b>Total costos mensuales</b>	<b>\$6.589.350</b>

Fuente: COOTRANSTAME - sede Villavicencio (2022)

### 2.3 Proceso de alistamiento de mercancías

Este proceso comienza una vez la mercancía esté en el punto de recepción, allí se le anexa a cada paquete la guía correspondiente y la secretaria encargada del proceso entrega a los auxiliares la guía para que estos carguen y traigan el plan diario de trabajo.

Dentro de este proceso la secretaria organiza por lotes la mercancía, moviendo de un lado a otro las cajas, ya que el inventario no está sistematizado y el ingreso se realiza de manera escrita, dicha actividad genera errores en las guías y por ende retrasos a los clientes con su paquete, pues muchas de las entregas no corresponden a los datos registrados por el cliente.

Cómo se contextualiza en la recepción de mercancías, los auxiliares cumplen un papel importante para todo el proceso de entrega, pues estos deben tener un amplio conocimiento de las zonas que cubre la ruta de COOTRANSTAME- sede Villavicencio, dado que, la guía de recorrido que manejan se llena de manera manual, por lo tanto, no hay un apoyo tecnológico que ayude a la ubicación geoespacial de ellos y más cuando se trata de indicaciones inexactas.

### 2.3.1 Costos asociados a área de Alistamiento de mercancía

Para el área de alistamiento los costos involucrados son, salario de empleados y gerente, Honorarios del contador, canon de arrendamiento, servicios públicos del lugar y todo lo correspondiente al mantenimiento del lugar. El alistamiento comprende las actividades de localizar la mercancía por zonas, para cada camión y tener la guía lista para entregar al auxiliar encargado.

Como se mencionó anteriormente, los costos con nombre compartido en las tres figuras (figura 8,9 y 10) se refieren a los mismo, es por ello por lo que se anexará al final una figura que comprenda el total de los costos incluyendo las tres figuras, de esta manera será más sencillo determinar la actividad con más altos costos en la operación.

Figura 10. Costos variables y fijos - Alistamiento de mercancía

<b>Costos de alistamiento</b>	
<b>Costos Fijos</b>	
Nomina de empleados	\$1.200.000
Costo de guías	\$100.000
Costos de arriendo	\$2.000.000
Costos de servicios	\$540.000
Honorarios	\$580.000
<b>Total Costos fijos</b>	<b>\$4.420.000</b>
<b>Costos Variables</b>	
Mantenimiento de instalaciones	\$250.000
<b>Total Costos variables</b>	<b>\$250.000</b>
<b>Total costos mensuales</b>	<b>\$4.670.000</b>

Fuente: COOTRANSTAME - sede Villavicencio (2022)

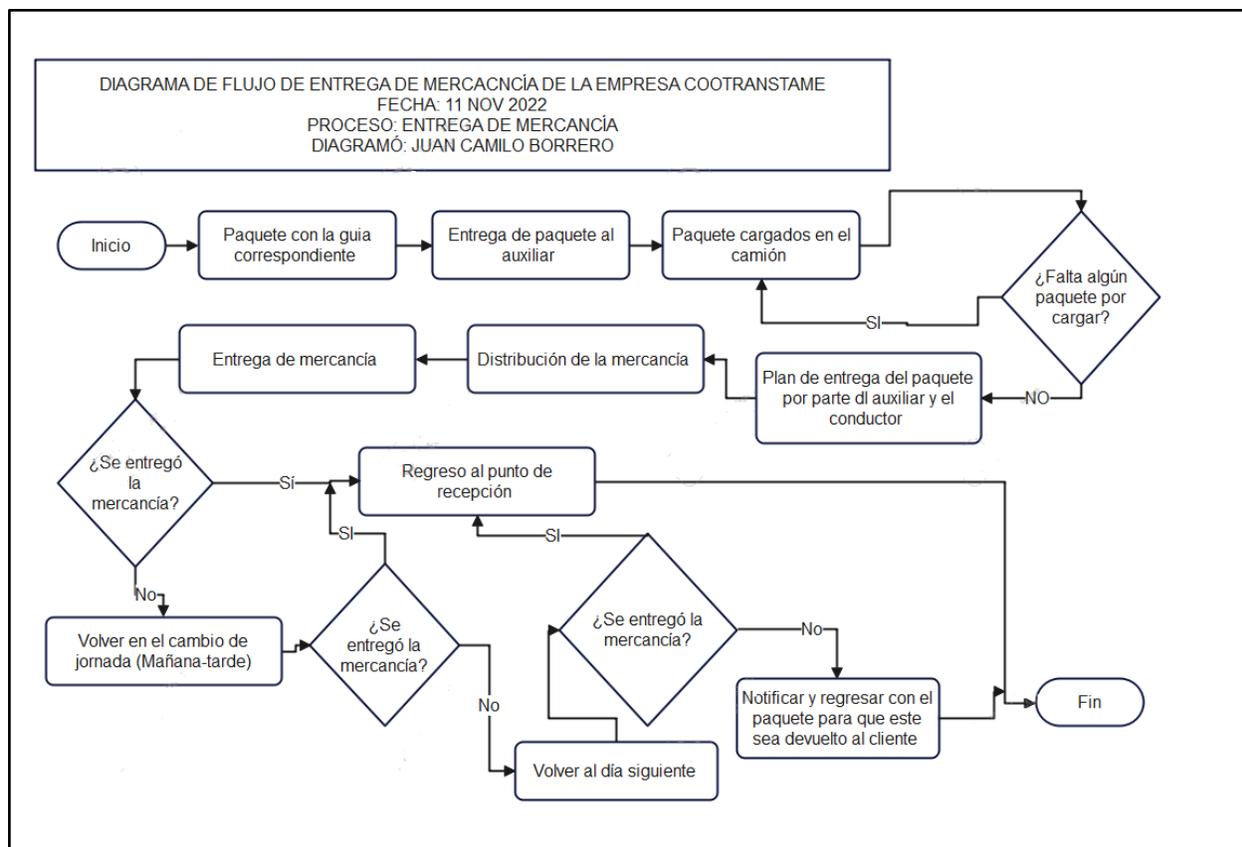
## 2.4 Proceso de entrega de mercancías.

Una vez los Auxiliares tengan la mercancía lista para entregar, la ruta que toman los conductores va desde el punto de entrega más cercano al más lejano, de esta manera y bajo un modelo logístico de barrido cubren los puntos del municipio, evitando perder el menor tiempo y combustible. Es importante aclarar que, si durante el proceso de entrega se les notifica la recepción de un paquete, estos deben desarrollar dicha tarea.

Las entregas se hacen en el lugar que solicita el cliente, si el proceso no tiene éxito, los conductores tienen la obligación de volver el mismo día en el cambio de jornada (mañana-tarde) si durante el día no se logró entregar el paquete en el punto destinado, se hace un intento más al día siguiente, si definitivamente no es posible la entrega el paquete, este es retornado a recepción y de allí se notifica al cliente.

Para una mejor comprensión, a continuación, se presenta la figura del diagrama de flujo de procesos de la entrega de mercancía de la empresa COOTRANSTAME sede Villavicencio.

Figura 11. Diagrama de flujo del proceso de entrega de mercancía



Fuente: Elaboración propia (2022)

La Figura 11 presentada a continuación, muestra el flujo de procesos anteriormente explicado que lleva la empresa en la entrega de mercancía de forma vertical para una mayor simplicidad en la visualización de proceso.

Figura 12. Diagrama general del proceso de entrega de mercancía

<b>Diagrama de flujo de proceso</b>						<b>Resumen</b>	
						<b>Símbolo</b>	<b>Nombre</b>
<b>Nombre de la empresa:</b> COOTRANSTAME <b>Proceso:</b> Entrega de mercancía Villavicencio. <b>Fecha:</b> 25/09/2022 <b>Diagramó:</b> Deuyeli Murcia <b>Revisó:</b> ING. Ray Alfredo Bello						○	Operación
						▽	Almacén
						→	Transporte
						D	Espera
						□	Inspección
<b>Operación</b>	○	▽	→	D	□	<b>Observaciones</b>	
Recogida de mercancía						Auxiliar junto al conductor se dirigen al punto de recepción y recogen la mercancía. Verifican que este en buen estado	
Carga de mercancía						Los mismo auxiliares cargan al camión la mercancía.	
Plan de ruta						Auxiliar y conductor Planilla la ruta y la entrega de mercancía, bajo un modelo FIFO, con pequeñas excepciones de los paquetes que estén cerca a otros	
Distribución						Van al lugar indicado (dirección que está en la guía del paquete)	
Entrega						Entregan el paquete al cliente y hacen que firmen su recepción	
<b>Total de símbolos</b>	3		1	2	1	El símbolo mas usado en este proceso es el correspondiente a la operación.	

Fuente: Elaboración propia, (2022)

En la Figura 12, se puede observar el tipo de actividad realizada en cada eslabón del proceso, esta visión ayuda a fortalecer el diagnóstico del proyecto en la identificación de las fallas, pues se puede observar la frecuencia de las actividades y de allí precisar el área con más actividad.

#### 2.4.1 Costos asociados a área de Alistamiento de mercancía

En la etapa de alistamiento siendo esta el núcleo de la operación, debido a que en ella se realiza todo el proceso de cargue y descargue de la mercancía, desde el área de alistamiento hasta el cliente final, se espera que en esta se ubique la mayoría de los costos y se logre identificar de manera conjunta la actividad con más costos.

Esta área comprende actividades de distribución de mercancía en todo Villavicencio, los camiones hacen los recorridos que la guía estipule, por lo que el consumo de combustible, tal y como lo muestra la Tabla 3 es el más alto de todos los costos.

Adicionalmente, se abordan más costos que comparten las dos áreas anteriores, nómina de empleados y gerente, todos los costos relacionados a la manutención de los camiones, honorarios del contador, el combustible y finalmente el mantenimiento de los camiones.

Tabla 3. Costos variables y fijos - Distribución de mercancía

<b>Costos de distribución</b>	
<b>Costos Fijos</b>	
Nomina de empleados	\$1.200.000
SOAT	\$183.100
Tecnomecanica	\$86.250
Honorarios	\$580.000
<b>Total Costos fijos</b>	<b>\$2.049.350</b>
<b>Costos Variables</b>	
Consumo de combustible	\$2.400.000
Mantenimiento de camiones	\$1.600.000
<b>Total Costos variables</b>	<b>\$1.600.000</b>
<b>Total costos mensuales</b>	<b>\$3.649.350</b>

Fuente: COOTRANSTAME - sede Villavicencio (2022)

## 2.5 Información general de las rutas de la empresa

En Villavicencio la empresa COOTRANSTAME, cuenta con tres vehículos, estos se encargan de distribuir la mercancía alrededor de todo el municipio. Cada vehículo cuenta con una capacidad de 3 toneladas. Para el caso de estudio detallado se tomó la ruta del día 29 de septiembre del año

2022. Durante esta ruta se habilitó únicamente dos vehículos por cuestiones de demanda, con una carga de 12 paquetes en la ruta 1(centro), Mientras que la ruta 2 (sur, este) contaba con 17 paquetes para ser entregados. Los paquetes que se transportan no tienen medidas estandarizadas. Por lo tanto, la longitud como la altura pueden variar dependiendo el tipo de mercancía que se transporte. Para efectuar el reparto los auxiliares de los camiones deciden la ruta a tomar de manera manual. Como ya se ha mencionado anteriormente, este método acarrea problemáticas en los tiempos de reparto, que a su vez se ven reflejadas en el aumento del costo de combustible, el mantenimiento de los camiones y la calidad del servicio.

A continuación, se presenta un cuadro con la respectiva información referente a direcciones, coordenadas de entrega desde el punto de origen hasta el cliente final, el tiempo promedio que se tarda en entregar la mercancía y la distancia recorrida por las rutas. Adicionalmente, cabe resaltar que los tiempos expresados son calculados en base al tiempo de desplazamiento del camión de un punto a otro, no se tienen en cuenta los tiempos relacionados con las paradas en los puntos de entrega, la descarga de mercancías del camión, el proceso de planillado para la entrega del producto, descanso de los trabajadores, y paradas para abastecerse de combustible. Esto quiere decir que el estudio se hace únicamente sobre los tiempos y distancias de desplazamiento.

Por otro lado, se tomaron 10 rutas de la empresa para efectuar los análisis. Sin embargo, en el presente documento se expone el análisis de dos rutas únicamente, ya que resulta irrelevante repetir el mismo análisis 10 veces. Finalmente, se efectuará un análisis general de la totalidad de las rutas con el fin de comprobar la efectividad del modelo

Tabla 4. Información de coordenadas de vehículo 1

Ruta de vehículo 1			
Dirección de entrega	Coordenadas	Tiempo de entrega	Km recorridos
Calle 30 #21a-29, Villavicencio, Meta	4.1438961, -73.6169389		
Calle 36 # 26-21,	4.1498992, -73.6322259	8 min	2.4 km

Villavicencio, Meta			
Calle 38a # 28-56, Villavicencio, Meta	4.1539629, -73.633971	4 min	0.7 km
Calle 38a # 28-80, Villavicencio, Meta	4.1539106, -73.6342499	2 min	0.3 km
Cra 40 # 48-30, Villavicencio, Meta	4.1601604, -73.647846	6 min	2.2 km
Cra 14 # 25-27, Villavicencio, Meta	4.1406888, -73.615706	16 min	5.3 km
Calle 40a # 17b-2, Villavicencio, Meta	4.1523591, -73.6166018	7 min	1.6 km
Calle 31a # 87D- 37, Villavicencio, Meta	4.144553, -73.614528	6 min	1.2 km
Cra 20 # 35c-42, Villavicencio, Meta	4.1486475999999999, - 73.621678699999999	6 min	1.4 km
Calle 28 # 25-2, Villavicencio, Meta	4.1459623, -73.6285189	3 min	1.0 km
Calle 37c # 11-105, Villavicencio, Meta	4.1487378, -73.6108764	8 min	2.3 km
Calle 30a # 11-2, Villavicencio, Meta	4.1430872, -73.6113049	4 min	0.8 km
Cra 16b # 25a-117, Villavicencio, Meta	4.141785, -73.6178458	3 min	0.9 km
Calle 30 #21a-29, Villavicencio, Meta	4.1438961, -73.6169389	2 min	0.4 km

TOTAL		75 min	20.5 km
-------	--	--------	---------

Fuente: COOTRANSTAME - Villavicencio (2022)

En la Tabla 4 se evidencia que el tiempo de ruta es de 75 min, junto a una distancia recorrida de 20.5 km. Adicionalmente, se toma en cuenta la ubicación de la bodega como punto inicial y final de la ruta.

La siguiente tabla contiene la información de la ruta número 2 de COOTRANSTAME-Villavicencio

Tabla 5. Información de coordenadas de vehículo 2

Ruta de vehículo 2			
Dirección de entrega	Coordenadas	Tiempo de entrega	Km recorridos
Calle 30 #21a-29, Villavicencio, Meta	4.1438961, -73.6169389		
Calle 24 # 10, Villavicencio, Meta	4.103857, -73.6539259	19 min	8.6 km
Calle 9 # 8-25, Villavicencio, Meta	4.1491688, -73.6285475	16 min	7.4 km
Cra 3 # 47, Villavicencio, Meta	4.1491688, -73.6285475	1 min	1 m
Av 40 transv 35-9, Villavicencio, Meta	4.1411827, -73.6347342	7 min	2.1 km

Calle 2 # 28D-2, Villavicencio, Meta	4.118257, -73.6242527	9 min	3.8 km
Cra 33b # 3c-2, Villavicencio, Meta	4.1188769, - 73.6301119	3 min	1.1 km
Cra 19 # 3d-16, Villavicencio, Meta	4.1270395, - 73.6157451	9 min	3.6 km
Cra 14 # 3a-87, Villavicencio, Meta	4.1276313, - 73.6135019	1 min	0.3 km
Calle 15 sur # 76, Villavicencio, Meta	4.1183367, - 73.5960327	11 min	4.3 km
Calle 4a # 25, Villavicencio, Meta	4.1491688, - 73.6285475	18 min	7.2 km
Calle 43a # 27-2, Villavicencio, Meta	4.1399592, - 73.6410621	8 min	2.2 km
Cra 28a # 4b-57, Villavicencio, Meta	4.1202368, - 73.6232644	12 min	3.7 km
Cra 34b # 4a-37, Villavicencio, Meta	4.1197297, - 73.6325246	5 min	1.3 km
Calle 53 # 3-41, Villavicencio, Meta	4.082873, -73.666502	16 min	8.7 km

Calle 63 # 43-30, Villavicencio, Meta	4.078556, -73.6696166	3 min	0.8 km
Calle 25 sur # 43- 73, Villavicencio, Meta	4.10245, -73.6529092	9 min	4.2 km
Cra 29 # 37-97, Villavicencio, Meta	4.119107899999999, - 73.62547280000001	12 min	5.5 km
Calle 30 #21a-29, Villavicencio, Meta	4.1438961, - 73.6169389	13 min	4.2 km
<b>TOTAL</b>		<b>172 min</b>	<b>70.2 km</b>

Fuente: COOTRANSTAME - Villavicencio

En la Tabla 5 se evidencia que el tiempo de ruta es de 172 min, junto a una distancia recorrida de 70.2 km. De igual manera, se toma en cuenta la ubicación de la bodega como punto inicial y final de la ruta. La ruta anterior corresponde a la ubicación sur y este de Villavicencio, mientras que la Tabla 4 cubre la zona centro de la ciudad.

Con base en la información anterior registrada en las tablas, se construirá el modelo de enrutamiento, que determinará la ruta óptima que deberá tomar tanto el camión 1 como el 2; una vez se programe el modelo actual y el propuesto, se realizará un paralelo entre el actual y el nuevo, de esta manera se determinará si el sistema de rutas creado como mejora del proceso logístico para la empresa COOTRANSTAME-Villavicencio es eficiente.

## 2.6 Identificación de fallas

Dentro de las actividades realizadas para diagnosticar la operación de la empresa COOTRANSTAME, se elaboró un cuestionario de 9 preguntas, siendo esta aplicada al gerente.

La información extraída se presentará a continuación en una matriz de evaluación, que mediante una escala de Likert evaluará la presencia de las fallas en cada uno de los procesos de la operación.

Las evidencias anexadas en el presente trabajo reflejan que la operación logística en la empresa COOTRANSTAME-sede Villavicencio, es desarrollada de manera manual, pues son pocos los procesos que utilizan tecnología como apoyo para la ejecución de su operación. Este proceso manual incluye directamente el área de entrega de mercancía, en donde cada uno de los operarios traza un plan de ruta y lo sigue, de esta manera es poco probable que la empresa establezca un tiempo por vehículo y determine que tanto tardan en entregar las órdenes entregadas al inicio de la jornada laboral. Aunque el área de mercancía es una de las más afectadas, se puede mencionar que en términos generales la operación se compone de actividades manuales, desde la recepción hasta la entrega, debido a que la empresa no ha considerado cambios que afecten positivamente la operación.

Si se hace un paralelo entre el grado de defecto de una operación manual y una apoyada con tecnología o sistemas inteligentes, el factor diferenciador es enorme y aunque el proyecto no busca automatizar sus sistemas, si comprende la frecuencia de los síntomas que ralentizan la actividad de la empresa.

A continuación, se presentará mediante una tabla de diagnóstico las fallas más relevantes de la operación logística de COOTRANSTAME-sede Villavicencio, esta será evaluada a través de una escala de Likert (1-5) para identificar dentro de los eslabones los puntos más críticos, se le asignará la calificación de 1 aquellos ítems que no cumplen con el diagnóstico aplicado (figura 6, diagnóstico aplicado a la organización) y la calificación de 5 al correcto cumplimiento del diagnóstico. Por ende, la asignación del número 3 corresponderá al punto neutro del análisis evaluado y con base en este criterio, se asumirá que todo resultado por debajo de 5 implica una mejora en la operación y se abordará en el presente trabajo.

Tabla 6. Desempeño de actividades de recepción y entrega de mercancía

### Análisis del transporte

Ítems	actividad	Desempeño de la operación (Siendo 1 un desempeño malo y 5 uno bueno)					Observación
		1	2	3	4	5	
Gestión del del espacio	Espacio donde se desarrollan las actividades						los espacios del lugar no se encuentran correctamente distribuidos, hay desorden, falta de limpieza, por ende, no cumple con el diagnóstico requerido en la evaluación aplicada
flota empleada	Furgones de 2 y 5 toneladas (3 en total)						La capacidad de los camiones está por encima de lo requerido por si se presentan picos de demanda
Selección del producto	Listas de packaging por zona						en el diagnóstico se evidenció la correcta tarea por parte de los empleados en la selección

							de los productos
Identificación del producto	Conocimiento físico del producto						No se presentan errores de inventario por parte del personal.
Volumen de pedidos	2.225 al mes aprox.						El ritmo de trabajo es considerado por el gerente, como muy bueno, con relación al personal y la capacidad instalada.
Tiempo de despacho	12 h - máx. 24 h						El tiempo que la empresa da a sus clientes, es consecuente con la entrega y en ocasiones es menor.
Capacidad instalada	120 m <sup>2</sup>						La capacidad instalada es más que suficiente para la requerida, pues se consideran los picos de

							demanda por temporada.
Herramientas disponibles	Gato hidráulico manual, plataformas auxiliares en camiones						Al observar el proceso, se evidenció en el diagnóstico el uso y la cantidad adecuada de las herramientas por parte del personal.
Localización de productos y guías.	Manual						El método de localización es seguro, las guías incluyen la información completa del paquete para su fácil acceso.
Comunicación con clientes	WhatsApp o llamada telefónica						Se considera un plus para la empresa tener el contacto directo de sus clientes para una correcta evaluación del proceso por parte de ellos

Proceso de carga	Manual, primeras en llegar, últimas en salir						Se presentan pequeñas excepciones, dependiendo de los clientes, pero el sistema FIFO en este modelo, es el ideal según lo diagnosticado
Ruteo	No hay un ruteo establecido para las entregas						Errores de entrega y costos inexactos de transporte
Recepción del cliente	se hacen hasta 3 intentos						Según lo observado, el 80% de las entregas tienen éxito entre el primer y segundo intento y solo el 20% en el último, método que resulta muy eficaz para la empresa
Canales de distribución	Mayoristas (20%), minoristas (80%)						Los canales de distribución son considerados por el gerente como conformes para

							la dimensión de su operación.
Relevancia del costo por paquete	La empresa cobra dependiendo el paquete, si considera que es más rentable el costo de envío por volumen así lo hacen, sino lo contrario						Se concluye como estrategia inteligente que la empresa fije sus precios dependiendo del paquete (peso, cuidado) así como la distancia de recorrido.
Personal del almacén	3 conductores, 3 auxiliares, 1 secretaria, 1 auxiliar contable, 1 gerente						En el diagnóstico se evidenció que, el personal empleado es suficiente para desarrollar las actividades y alcanzar el objetivo propuesto por el gerente.

Fuente: Elaboración propia, (2022)

Es inevitable que dentro de los procesos logístico no exista un grado de descentralización a lo largo de la cadena de suministro y COOTRANSTAME no es la excepción, la falta de continuidad en la comunicación asertiva por parte de los empleados y directivos limita la solución a fallas fácilmente corregibles, es por ello que la tabla de desempeño de actividades, presentada anteriormente y ejecutada bajo un escala de Likert, arroja resultados fácilmente leíbles del desempeño de los eslabones asociados al área de estudio.

Uno de los ítems que compromete más la operación y es necesario resaltar en este diagnóstico, es la gestión del transporte. La empresa cuenta con un solo punto de descarga en la única unidad de Villavicencio y el problema radica en la saturación de recepción, pues los camiones llegan todos al tiempo y no se pueden descargar simultáneamente presentando así retazos de hasta 2 horas en cascada, uno tras otro.

Si se evalúan los ítems con puntuación igual a 5, se evidencia que la mayoría tienen esa asignación, pues la empresa maneja su operación lo más ordenada posible mientras se van expandiendo, pero claramente siempre hay mejoras que realizarle a la operación.

Dentro de las áreas calificadas en el diagnóstico con una calificación de 5, se encuentra la de “Herramientas disponibles” en donde la empresa cuenta con las herramientas necesarias para el trabajo respectivo en sus puntos, de igual manera que el personal asignado para las labores.

En cuanto al número de camiones que despachan la mercancía en Villavicencio, cada uno tiene capacidad de 3 toneladas, y dicho número de toneladas rara vez se supera, de esta manera la empresa cumple con las entregas y conserva su capacidad, evitando costos innecesarios.

En cuanto a la capacidad instalada la empresa opera en  $120 \text{ m}^2$ , en esta área se encuentra localizado todo el sistema de recepción, adicionalmente se almacena los paquetes que llegan una vez la ruta de entrega sale y que no se pueden despachar inmediatamente.

#### Ecuación 2. Capacidad de espacio utilizado

Espacio utilizado: *Espacio total* – *Espacio no utilizado*

Espacio utilizado:  $120 \text{ m}^2 - 5 \text{ m}^2 = 115 \text{ m}^2$  utilizados

De acuerdo con el indicador anterior COOTRANSTAME opera en  $115 \text{ m}^2$ , trabajando casi al límite de su capacidad, el restante es ocupado por pasillos y zonas libres. Según lo mencionado en la encuesta hecha a la empresa al iniciar el presente trabajo, esta evaluación les permite ahorrar en costos por bodegaje no utilizado y así aumentar el margen de utilidad en la empresa, pues al no ocupar más espacio del requerido el tamaño será menor y por ende los costos relacionados con arrendamiento también.

Los productos en la empresa se localizan de manera Manual, no maneja un stock sistémico, lo que requiere de trabajo adicional como mover mercancía de un lado al otro para clasificar por lotes, aunque se puede mejorar la empresa considerar que la operación no es tan robusta para incurrir en gastos de este tipo.

Uno de las actividades que mejor manejo le da la empresa, son devoluciones, este proceso como ya se ha mencionado, después de tres intentos de entrega sin éxito es retornado al punto de recepción de mercancía y de allí devuelto al cliente, si este desea que nuevamente se envíe, tendrá que asumir nuevamente el costo de envío, adicionalmente, cabe aclarar que, no se hacen devoluciones de dinero por entregas no realizadas, este motivo se justifica en los costos que requiere desplazarse de un lugar a otro y el tiempo invertido en el proceso.

Figura 13. Productos entregados y no entregados

Productos entregados por día	Promedio de productos devueltos
75	2

Fuente: COOTRANSTAME - Villavicencio (2022)

La Figura 13 de los datos entregados por la empresa, permiten el cálculo del porcentaje de entregas con éxito calculado a continuación.

Ecuación 3. Entregas Exitosas

$$\text{Porcentaje de no éxito: } \frac{\text{Mercancía no entregada}}{\text{Mercancía entregada con éxito}} \times 100$$

$$\text{Porcentaje de no éxito: } \frac{2}{29} \times 100 = 6.9\%$$

$$\text{Porcentaje de éxito de entrega: } p.\text{éxito} - p.\text{de no éxito}$$

$$\text{Porcentaje de éxito de entrega: } 100\% - 6,9\% = 93.1\%$$

Como se evidencia en el indicador de éxito de entrega de mercancía, el porcentaje es muy alto, pues la empresa procura en lo posible realizar todas las entregas el día estipulado y evitar disgusto con los clientes o procesos de entrega incompletos, pues un retorno o segundo intento de entrega, implica costos de combustible y suman a los costos por mantenimiento del vehículo.

Finalmente, el ruteo de vehículos no considerado, trae como consecuencia costos exactos del consumo de combustible de los camiones o retrasos en las órdenes de entrega por desviaciones poco óptimas en el trayecto de entrega, afectando así a los clientes.

Cuantificando los ítems anteriormente evaluados bajo la escala de Likert, tenemos como resultado un diagrama de barras que muestra las áreas con menor puntuación, siendo estas las de mayor presencia de fallas en el proceso.

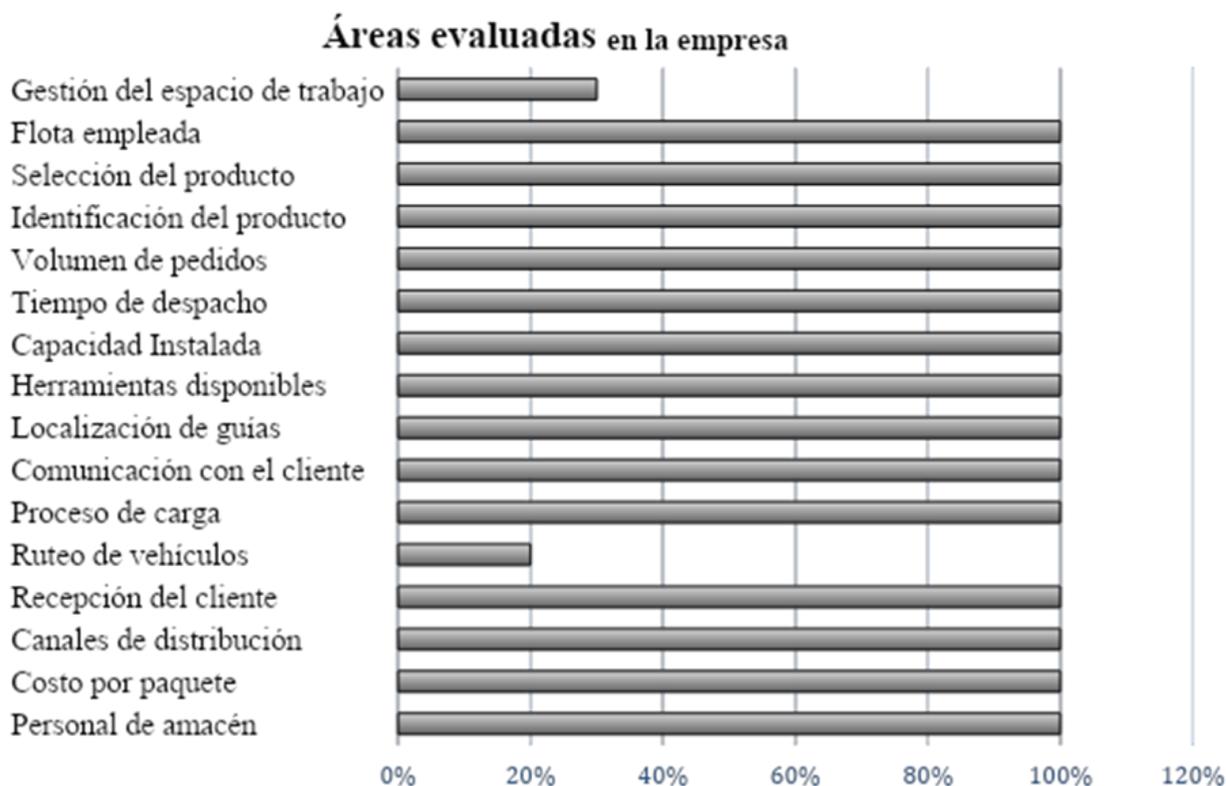
Tabla 7. Áreas evaluadas en la empresa

<b>Áreas Evaluadas en la empresa</b>		
<b>ITEMS EV.</b>	<b>%</b>	<b>VALOR</b>
<b>Personal de almacén</b>	100%	5
<b>Costo por paquete</b>	100%	5
<b>Canales de distribución</b>	100%	5
<b>Recepción del cliente</b>	100%	5
<b>Ruteo de vehículos</b>	20%	<b>2</b>
<b>Proceso de carga</b>	100%	5
<b>Comunicación con el cliente</b>	100%	5
<b>Localización de guías</b>	100%	5
<b>Herramientas disponibles</b>	100%	5
<b>Capacidad Instalada</b>	100%	5
<b>Tiempo de despacho</b>	100%	5
<b>Volumen de pedidos</b>	100%	5
<b>Identificación del producto</b>	100%	5
<b>Selección del producto</b>	100%	5

<b>Flota empleada</b>	100%	5
<b>Gestión del espacio de trabajo</b>	30%	<b>3</b>

Fuente: Elaboración propia (2023)

Figura 14. Diagrama de barras (Áreas evaluadas en la empresa)



Fuente: elaboración propia, (2023)

Como lo indica la Figura 14, los porcentajes más bajos representan las áreas con más deficiencias en la empresa (Gestión del espacio de trabajo (30%), Ruteo de vehículos (20%)). Teniendo en cuenta los resultados del diagnóstico logístico realizado durante el capítulo 2, se localiza en el ítem 1 y 12 del diagrama, con una calificación de 3 y 2 en la escala de Likert, las áreas ya mencionadas en diagrama de barras presentado en la figura 14; siendo estas las que se abordarán en el trabajo a desarrollar como fin de presentar una mejora en la operación logística de la empresa.

### **2.6.1 Fallas detectadas**

Del anterior diagnóstico enfocado en la logística de la empresa, se abordarán únicamente las fallas que calificaron por debajo de 5, para ello, se planteará una solución objetiva, que busque beneficiar la operación logística de COOTRANSTAME-Villavicencio y que sea viable su implementación como mejoramiento operativo para la empresa.

## Análisis -Causa-Efecto

Figura 15. Causa-efecto-mala gestión del espacio de trabajo

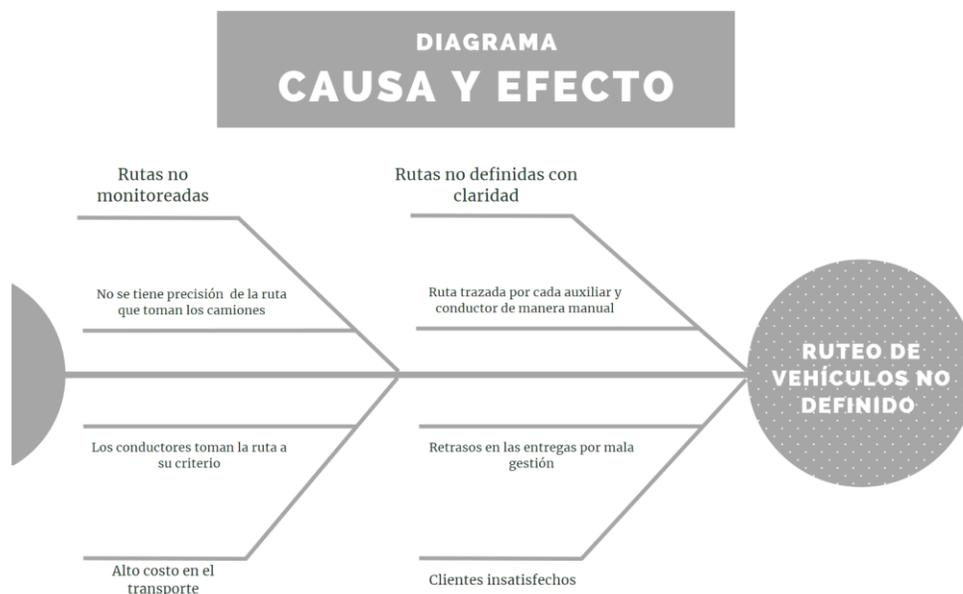


Fuente: Elaboración propia, (2022)

En la Figura 15 se evidencian las principales causas generadas por la mala gestión del espacio que la empresa COOTRANSTAME presenta actualmente, cada una de ellas influye de manera directa en la satisfacción al cliente y genera carga laboral extra para la persona encargada del área de recepción y entrega de mercancía.

## Análisis -Causa-Efecto

Figura 16. Falta de un ruteo de Vehículos en el proceso de mercancía



Fuente: Elaboración propia, (2022)

La Figura 16. Diagrama de causa y efecto, evidencia las causas principales de la falta de un ruteo de vehículos en el proceso de entrega de mercancía, ya que este problema impacta de manera directa la satisfacción del cliente y pérdida de este por inconformidad del servicio.

De la Figura 15 y Figura 16. (Aspectos evaluados de carácter logístico de COOTRANSTAME y el Análisis-causa y efecto) se concluye que los problemas más relevantes en la operación logística de la empresa son:

1. Mala gestión del espacio de trabajo.
2. Falta de un ruteo de Vehículos en el proceso de entrega de mercancía

### 2.6.2 Análisis de fallas vs Costos de operación

Del análisis de fallas se consideraron dos como las más frecuentes en el proceso de operación de COOTRANSTAME, pero de ellas la más relevante según la evaluación realizada por la matriz y el diagrama de espina de pescado, la falla con menor eficiencia dentro del procesos corresponde

a la falta de un ruteo de vehículos en el proceso de entrega de mercancía. Esta problemática no solo cobija un plan manual por parte de los operadores, sino que el combustible que consumen los camiones lo determinan ellos, de esta manera es imposible reconocer si se puede tomar rutas más cortas debido a que no hay un sistema de ruteo óptimo para el proceso.

La siguiente falencia en el proceso, corresponde a la mala gestión del espacio de trabajo. Ésta falla, ésta generando desorden, suciedad y obstrucción en pasillos, haciendo el proceso más lento, es por ello por lo que se plantea una propuesta de mejora bajo el uso de herramientas de redistribución de plantas, cobijada por la metodología 5S's, para mejorar la distribución de las zonas y lo que limita la buena gestión del espacio. Calculando los costos de operación con la finalidad de determinar si las soluciones traen beneficios o definitivamente no son viables en la empresa COOTRANSTAME-Villavicencio.

A continuación, se presentan los costos correspondientes a la operación, clasificados en costos fijos y variables, siendo los fijos los que mes a mes se liquidan y los variables los que se determinan al final del cierre el monto a cubrir.

Tabla 8. Costos totales de la operación

<b>Costos Totales de la Operación</b>	
<b>Costos Fijos</b>	
Nómina empleados	\$ 9,638,280.00
Nómina Gerente	\$ 5,000,000.00
SOAT	\$ 183,100.00
TécnoMecanica	\$ 86,250.00
Honorarios	\$ 580,000.00
Costo de arriendo de la bodega	\$ 2,000,000.00
Costos de servicios	\$ 540,000.00
Costos de guías	\$ 100,000.00
<b>Total costos fijos</b>	<b>\$ 18,127,630.00</b>
<b>Costos variables</b>	
Consumo de combustible	\$ 2,400,000.00
Mantemiento de camiones	\$ 1,600,000.00
Mantenimiento de las instalaciones	\$ 250,000.00
<b>Total costos variables</b>	<b>\$ 4,250,000.00</b>
<b>Total costos mensuales</b>	<b>\$ 22,377,630.00</b>

Fuente: COOTRANSTAME - sede Villavicencio, (2022)

Las problemáticas anteriormente mencionadas corresponden a las mismas áreas identificadas en el diagrama de líneas (Figura 14. Aspectos evaluados de carácter logístico de COOTRANSTAME) y respaldadas al mismo tiempo por la figura de costos totales de la empresa COOTRANSTAME, corroborando de esta manera un diagnóstico acertado mediante diferentes herramientas de ingeniería.

Realizado el análisis anterior y haciendo un paralelo entre el diagrama de barras, el diagrama de causa y efecto y los costos relacionados, se concluye que, debido a la puntuación más baja, el área más pertinente para concentrar el estudio y desarrollo del presente trabajo es enrutamiento (Falta de un ruteo de vehículos en el proceso de entrega de mercancía) sin embargo se planteará una propuesta para las otras problemáticas descritas anteriormente “Mala gestión del espacio de trabajo”.

## 2.7 Análisis de la competencia

El sector de reparto de paquetería es una de las actividades hoy en día con mayor dinámica en el país, pues la logística de transporte es cada vez más demandada por los comerciantes que buscan que sus productos lleguen hasta el último rincón del país y así ganar clientes y aumentar sus ventas.

A continuación, presentaremos las empresas que COOTRANSTAME considera como su competencia directa en el sector de Villavicencio.

**Deprisa:** Es una compañía que hace parte de Avianca Group International Limited. La unidad de negocios de Avianca, esta empresa está comprometida con la solución eficiente de las necesidades logísticas del mundo de hoy. Trabajan para enviar y recibir documentos, paquetes y mercancías con los mejores tiempos de entrega del mercado. Deprisa, (2023)

**Estelar Express SAS:** Esta empresa ofrece el servicio de transporte de mercancías, de forma segura, oportuna y con los mejores precios del mercado con más de 23 años de trayectoria en el mercado y siendo una de las más demandadas en esta zona. Estelarexpress, (2023)

**Servientrega del Llano Mudanzas, Envíos, Trasteos y Encomiendas:** Es una empresa dedicada al servicio de transporte de carga terrestre operando con sede principal en la ciudad de Villavicencio, Meta y rutas en destinos nacionales.

**Inter rapidísimo:** Es una empresa que presta servicios, de giro, carga y encomiendas de paquetería, tienen presencia en todo el país y sus tiempos de entrega son muy buenos, hasta el punto de que uno de los preferidos por los colombianos. Interrapidisimo, (2023)

La empresa COOTRANSTAME, considera que estas empresas son su principal competencia, por ende busca generar estrategias que le ayuden sacar ventaja y seguir creciendo, claramente implican un riesgo en la permanencia de ella, pero seguirán trabajando para alcanzar sus objetivos propuestos y cubrir más mercado del que ahora tienen.

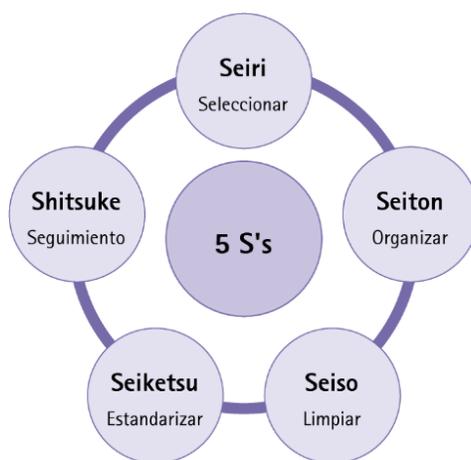
## 3 ESTRATEGIA DE MEJORAMIENTO

La metodología 5'S permite mantener el área de trabajo organizada, estandarizada y con disciplina, una vez implementado el proceso de las 5'S, crea impresiones positivas en los clientes y aumenta la eficiencia en la organización. Los trabajadores se sienten más cómodos en el lugar

donde trabajan y el efecto de superación continua genera menores desperdicios, mejor calidad de productos y más rápida atención, hace a la organización más remunerativa y competitiva en el mercado. (Nava, 2017)

La estrategia de las 5S es un concepto sencillo que a menudo las personas no le dan la suficiente importancia, sin embargo, una empresa ordenada y segura permite orientar las áreas de trabajo a las siguientes metas: Dar respuesta a la necesidad de mejorar los procesos, eliminación de desperdicios producidos por el mal manejo en algunas áreas, contaminación, etc. (Nava, 2017)

Figura 17. Metodología 5S



Fuente: Tolosa, (2016)

Buscar la reducción de pérdidas por la calidad, tiempo de respuesta y costos con la intervención del personal en el cuidado del sitio de trabajo e incremento de la moral por el trabajo. Facilitar y crear las condiciones para aumentar la vida útil de los equipos, gracias a la inspección permanente por parte de los técnicos quienes operan la maquinaria (Nava, 2017)

Se alineó la propuesta de mejora con el eslabón de estandarización en la iteración de 5S, en donde se desarrolla la propuesta de mejora mediante herramientas de ingeniería de tipo matemático, con la finalidad de abordar de manera puntual el problema más relevante del trabajo, según diagnóstico realizado anteriormente –ver, Análisis de fallas vs Costos de la operación,

sección 2.6.2– y así generar una solución para la mala gestión del espacio de trabajo y la falta de un sistema de enrutamiento para la entrega de mercancía.

### **3.1 Metodología 5S's aplicada al problema “Mala gestión del espacio de trabajo”**

Como resultado del diagnóstico, la mala gestión del espacio de trabajo es uno de los problemas con los que cuenta la empresa de logística en Villavicencio. Para darle solución al problema se planteará una propuesta de estudio de localización para darle una nueva distribución de las zonas y optimizar mejor los espacios de la empresa.

Debido a la imposibilidad de efectuar inversiones en infraestructura para ampliar el lugar o adquirir en arriendo por los costos elevados y el neutral crecimiento de la empresa; se propone una mejora mediante la metodología 5S's en donde se busque a través herramientas de redistribución de plantas una solución eficiente y benéfica para la empresa.

#### **3.1.1 Solución de la mala gestión del espacio de trabajo**

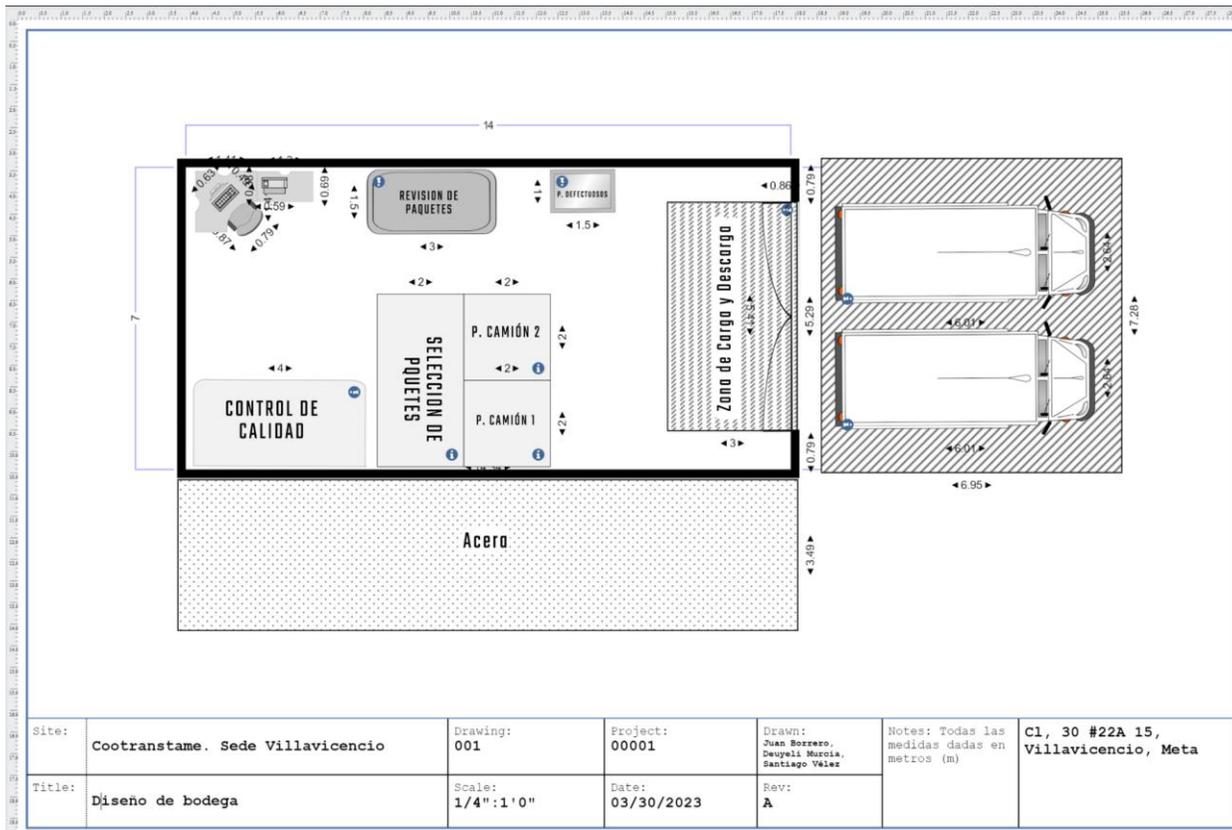
COOTRANSTAME cuenta con 120 m<sup>2</sup> donde 20 son usados para facilidad del movimiento vehicular, por lo que se cuenta con 100 m<sup>2</sup> para desarrollar su operación de entrega de mercancía, el área se encuentra dividida en zonas, en donde en cada una de ellas se realizan diferentes actividades, estas son, zona de recepción, control de calidad, paquetes en revisión, paquetes defectuosos, clasificación de paquetes, paquetes para camión 1 y 2 y finalmente una zona de carga.

La metodología de las 5S's está compuesta por cinco pasos, a continuación, se presenta cada uno de los pasos con las actividades que cada uno propone.

**Clasificación:** Se refiere al uso eficiente de los materiales. Por tanto, para desarrollarla de manera efectiva, es necesario que las empresas hagan una evaluación profunda para saber qué es necesario y qué no (Florencio, 2020).

En la actualidad La empresa divide su espacio por zonas, en cada una de ellas se desarrollan actividades que permiten llevar a cabo la entrega de mercancía; con base en la definición de Florentino, 2020, se realizó una visita al lugar con el fin de determinar si se podían hacer mejoras en el lugar partiendo de una evaluación en el uso del espacio que delimitan para cada actividad

Figura 18. Instalaciones de COOTRANSTAME-Villavicencio, Sketchup



Fuente: Elaboración propia, (2022)

Con la anterior figura se quiere mostrar, que, actualmente la empresa COOTRANSTAME solo dispone de zonas abiertas donde ubican mercancía y delimitan de manera ligera los lugares para separar ciertos procesos; es importante resaltar que, es un área sin divisiones estructurales, por ende, es más fácil identificar las mejoras que puede llegar a tener con una redistribución de planta, delimitando ordenadamente el espacio para mayor aprovechamiento.

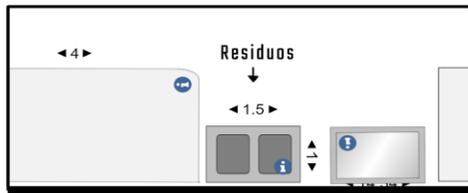
Es importante mencionar que, actualmente la empresa no cuenta con un plano del lugar, como prueba física para anexar, por tal razón se realizó el levantamiento de la información para luego elaborar la figura anterior que muestra la actual distribución que tiene la empresa. En él se identifican las zonas críticas del proceso interno de la empresa como se había mencionado anteriormente, así como cada uno de estos espacios delimitados en el plano donde se realizan actividades que van desde el descargo, registros, control de calidad, clasificación y zona de carga.

Los espacios que actualmente usa la empresa en su actividad no permiten el espacio suficiente para que quienes se desplazan dentro del lugar, puedan hacerlo con suficiente libertad; según inspecciones realizadas las zonas se saturan al punto que ocupan espacios que corresponden a corredores.

Otro de los factores de clasificación incorrecta o uso ineficiente de los materiales dentro de COOTRANSTAME, se localiza en el espacio que ocupan las cajas, residuos de embalaje y desechos de materiales de descarga como cuerdas, sujetadores desechables, entre otros. pues están regados por diferentes espacios, no tienen una zona delimitada para estos residuos.

Dicho lo anterior, todo elemento que no suma y al contrario reste calidad al resultado de una instalación adecuada, debe ser desechado o reorganizado según el uso que se le dé, es por ello por lo que se propondrá un uso del espacio de manera más ordenada, reorganizando los espacios y adaptando una nueva zona para residuos de material que salgan durante el proceso.

Figura 19. Zona de residuos, Sketchup

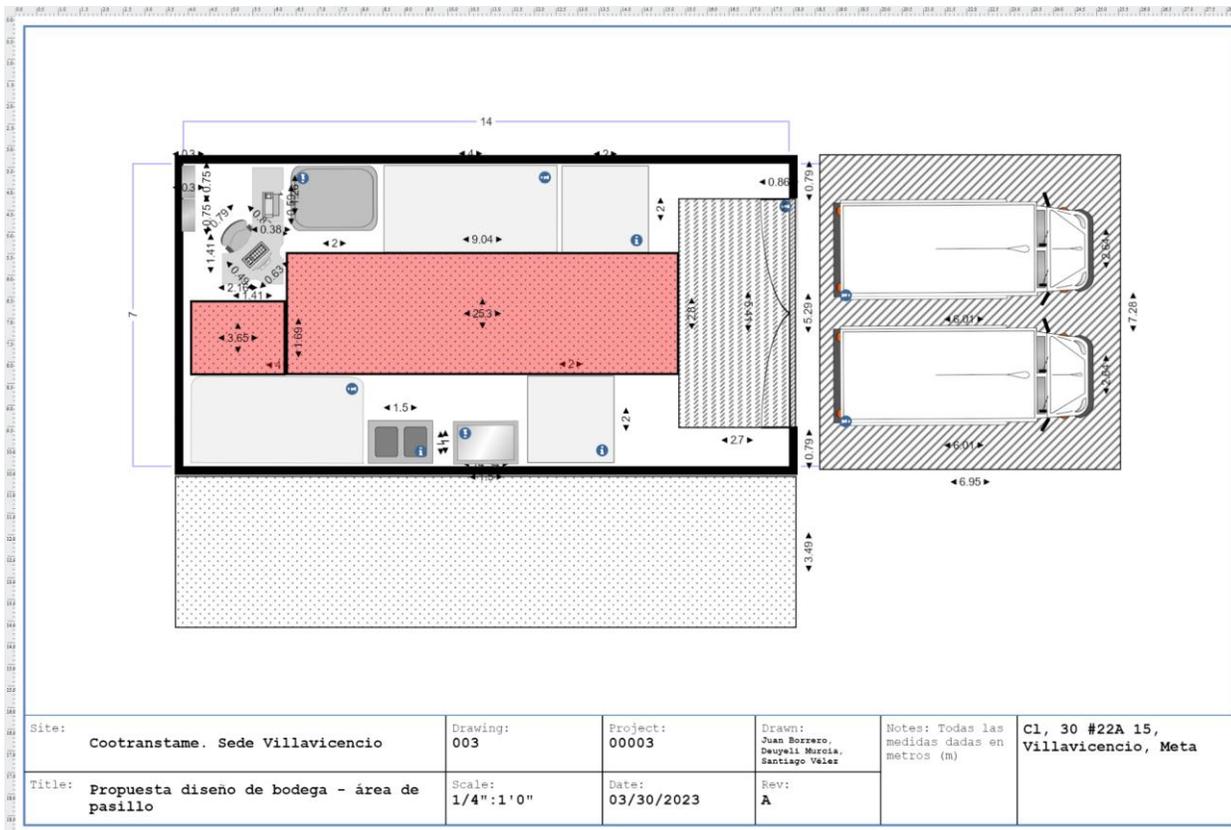


Fuente: Elaboración propia, (2022)

Se propondrá a la empresa la apertura de esta área con el fin de reducir los espacios ocupados con materiales a desechar y clasificarlos de manera ordenada en un espacio que esté disponible dentro de la empresa actualmente. ver Figura 19 Zona de residuos, esta detalla un posible lugar donde puede estar ubicada la zona de residuos.

Finalmente se propone despejar los pasillos para así clasificar las zonas lo más estratégicamente posible, de esta manera los pasadizos serán lo más rectos posible y con el área adecuada para quienes los transitan junto con la mercancía.

Figura 20. Zona de pasillo reorganizada, Sketchup



Fuente: Elaboración propia, (2022)

Se busca que el pasillo contribuya no solo a mejorar el orden, sino también, el uso de las herramientas con un espacio más amplio.

**Organización:** Busca darle un grado de relevancia a las zonas con más dinámica en la instalación, de esta manera se conectarán los espacios con mayor interacción entre ellos, esto reducirá de manera significativa el tiempo que toma el proceso por una mala gestión en el orden de las áreas del punto.

Según el artículo Investigación e Innovación en Ingenierías, Vol. 1 Núm. 1 (2013) Diseño y Distribución de Instalaciones Industriales Apoyado en el Uso de la Simulación de Procesos, la gráfica de relaciones de actividades es una de las mejores herramientas para la distribución y localización de espacios que necesitan organizar sus actividades internas.

En esta etapa de organización se debe considerar el ajuste realizado en la etapa anterior, lo que quiere decir, que se tendrá en cuenta un área para reciclaje y la reubicación lineal del pasillo.

Se ajustará el plano original de tal manera que detalle de manera visual la nueva organización entre zonas. Para esto se realizará un diagrama de relaciones, este maneja la interacción entre las áreas del servicio, flujos de Productos y cercanía deseada entre áreas:

“A” = Absolutamente necesaria.

“E” = Especialmente necesario que esté cerca

“I” = Importante que esté cerca

“O” = Ordinaria

“U” = No importante.

“X” = No se desea cercanía.

Investigación e Innovación en Ingenierías, Vol. 1 Núm. 1 (2013)

De esta manera se evaluará mediante la gráfica de relaciones de actividades para determinar finalmente en el plano que zonas deben estar más cerca según su grado de relación.

Figura 21. Zonas de la instalación

ZONA	AREA (m2)
zona de descarga	30
Recepción	2.02
Paquetes en revisión	4.62
Zona de control de calidad	11.09
Residuos	1.45
Selección de paquetería	7.85
Paquetes defectuosos	1.83
Paquetes de camión 1	2.14
Paquetes de camión 2	2.01
Zona de carga	10.34

Fuente: Elaboración propia, (2022)

La anterior figura en lista las zonas con las que actualmente cuenta la empresa, incluyendo la sugerida en la primera etapa, de esta manera cada zona se enumerará de manera descendente para distinguirla más fácil en la gráfica de relación.

Los criterios utilizados para considerar los nuevos espacios nacen de la necesidad expresada por el personal que actualmente labora allí, como se viene mencionando a lo largo del documento, la empresa maneja muchos de sus procesos de manera manual, por lo tanto, parte del diagnóstico

anexado como encuesta, es la consideración de este tipo de información relevante para la construcción de las zonas sugeridas por el personal.

Se definirán las razones del porqué deberá estar cerca una zona de otra y así ser evaluada de manera objetiva.

Figura 22. Zonas de la instalación

Razón de relación	
a	Movimiento del producto
b	Facilidad de supervisión
c	Movimiento del personal
d	Mejorar las ventas
e	Movimiento de herramientas o equipo

Fuente: Elaboración propia, (2022)

Las razones se plantearon con base en la actividad económica a la que se dedica la empresa y las razones que mejorarían la organización de la instalación.

Cada Zona es evaluada en la gráfica de relaciones con el fin de determinar el origen por donde se debe empezar a construir el diagrama de bloques. Dicho diagrama formará la nueva distribución de las zonas de las instalaciones de Villavicencio.

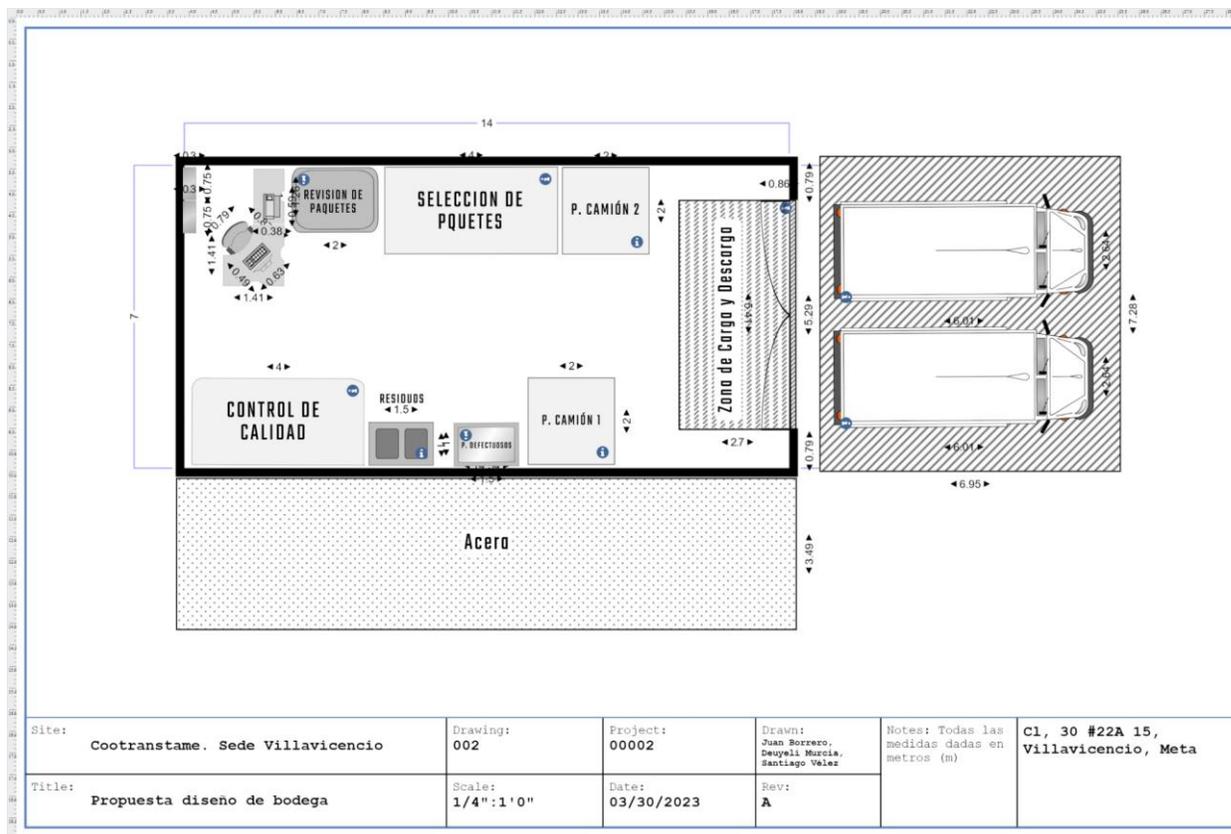
Tabla 9. Gráfica de relación de actividades de la empresa COOTRANSTAME

Item	ZONA	A	E	I	O	U	X
1	zona de descarga	2,4				7,8,9,10	
2	Recepción	1,3			6	9,10	
3	Paquetes en revisión		2				
4	Zona de control de calidad		2	1,5		10	
5	Residuos		4,3			10	
6	Selección de paquetería	8,9			1	8	
7	Paquetes defectuosos		6	5		10	
8	Paquetes de camión 1		6,7			9	
9	Paquetes de camión 2		6,8		3,4	10	
10	Zona de carga		7,8,9			10	

Fuente: Elaboración propia, (2022)

El anterior diagrama, evalúa las zonas en función del grado de relevancia y las razones del porqué una debería estar cerca de la otra, estas se cuantifican tomando la numeración del ítem o zona y entregando el número para las que se relacionan entre la razón y el grado de relevancia ya mencionado mediante las letras del encabezado del diagrama.

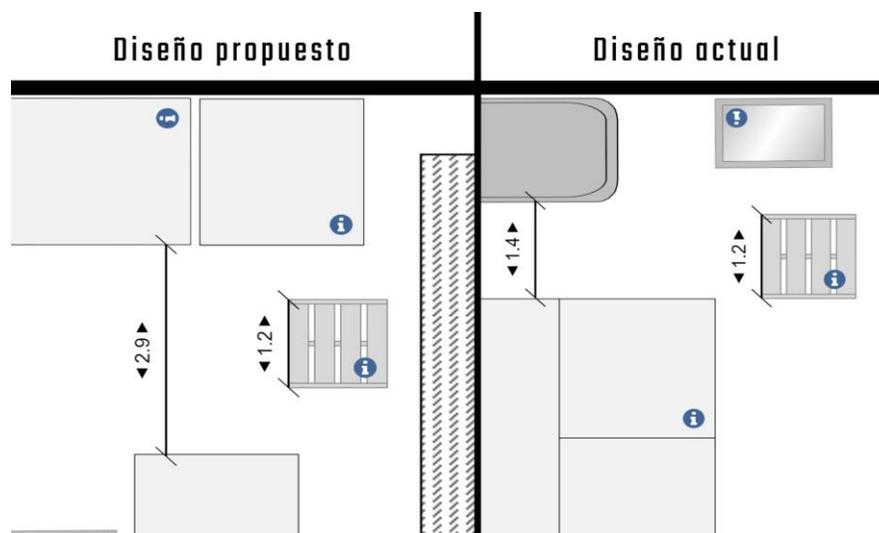
Figura 23. Plano final en Sketchup de las instalaciones de COOTRANSTAME-Villavicencio



Fuente: Elaboración propia, (2022)

Como resultado y en función de darle un nuevo orden a la instalación y con la finalidad de reducir tiempos y mejorar el proceso mediante las etapas del 5S's, se obtiene el anterior plano, que distribuye las zonas de manera más ordenada y estratégica.

Figura 24. Comparación de los diseños usando un pallet de madera como referencia



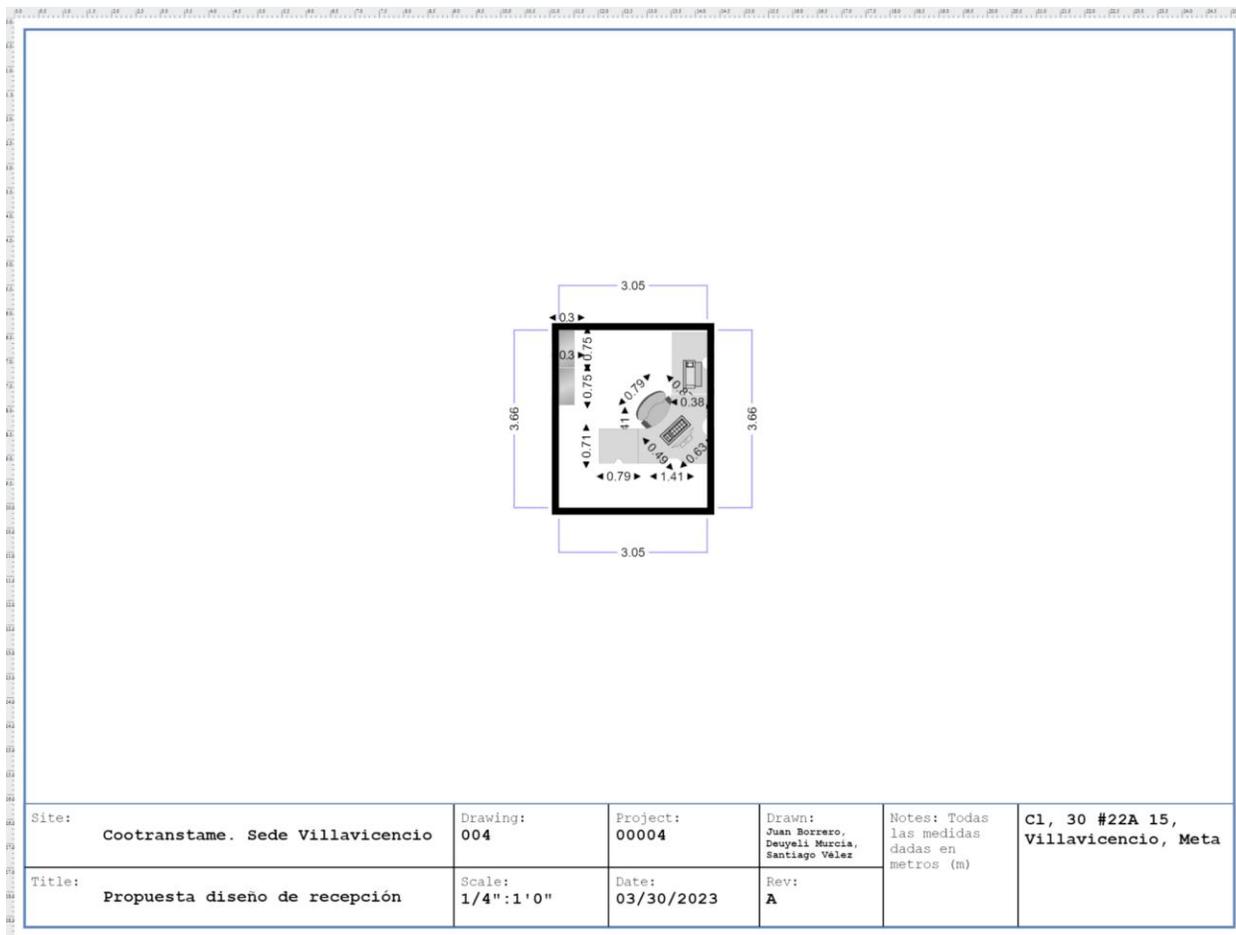
Fuente: Elaboración propia, (2022)

Seguidamente, como se aprecia en la Figura 24, se hace la comparación de las dos áreas, usando como referencia un pallet de madera estándar, en donde en el diseño propuesto se evidencia más espacio para transportarlo fácilmente.

**Limpieza:** Está directamente relacionada con la cantidad de material que ocupa espacio y que no es evacuado de manera diaria; este material es barrido por la COOTRANSTAME una vez por semana, es así como logra acumularse material como cartón, plástico, tiras de amarre, cuerdas cortadas en la empresa.

Se propone una limpieza de 2 veces por semana en el área de recepción, pues dicha zona acumula recibos y papeleo, que una vez registrado se puede tirar y como ya se ha mencionado, diariamente se reciben de 30 a 50 paquetes que se reparten entre los dos camiones, así que son muchos los recibos que se acumulan sin ninguna razón. Es importante la limpieza en el lugar de recepción, ya que es la primera impresión con la que el cliente tiene, y normalmente siempre se ven recibos tirados en todas partes y muchos de ellos retrasan la gestión de recibidos y despacho al no saber dónde se encuentran los que son importantes en el momento. realizar dicha limpieza ayudará a darle un mejor aspecto al área y contribuir con la eficiencia del proceso.

Figura 25. Zona de recepción propuesta



Fuente: Sketchup, Elaboración propia, (2022)

Como se evidencia en la Figura 25, se busca que el espacio esté libre de suciedad, de papeles regados y al contrario se busca que la documentación se encuentre bajo archivadores, de esta manera el área de recepción se conservará en condiciones adecuadas para recibir los clientes y para ser más eficientes en sus actividades.

Como se viene mencionando anteriormente, el trabajo no busca crear zonas nuevas sino, redistribuir el espacio activo de trabajo, la Figura 25 solo presenta una mejora de orden y limpieza; pues actualmente la empresa no maneja un puesto de trabajo ordenado para el proceso de recepción, simplemente hacen uso de un escritorio donde colocan todo lo que se requiere de documentación, sin pensar un poco en la condición del empleado, su postura, movimientos repetitivos, optimización del proceso, etc.

Otra de las áreas que necesita de una constante limpieza es la de residuos, se propone una limpieza diaria, de esta manera las cajas que se acumulen en el lugar por desperdicios no superarán la capacidad del espacio delimitado y así no se verá basura en los pasillos u otras zonas.

Tabla 10. Actividades de limpieza de las áreas de recepción y residuos

Actividades de limpieza	
Items	Actividad de limpieza
1	Sacudir archivadores y escritorio
2	Recoger y clasificar documentos
3	Organizar archivadores con documentación requerida
4	Recoger residuos de la operación de manera diaria

Fuente: Elaboración propia, (2022)

La Tabla 10 indica las actividades de limpieza a realizar en las áreas ya mencionadas según la frecuencia requerida para cada una de ellas, de esta manera la empresa podrá llevar un seguimiento de limpieza.

**Estandarización:** Esta etapa busca medir si las anteriores fases de las 5S's. se están cumpliendo de manera correcta, y así distinguir entre una situación que amerite un correctivo bien sea preventivo o correctivo. Para este paso se propone una auditoría de manera periódica apoyada en la plantilla realizada por Leonardo Espejo, Auditor de metodología 5S's.

Dicha planilla evalúa los 5 aspectos que corresponden a la evaluación y seguimiento de las 5S's, en ella se registrará la empresa a auditar, las áreas y la fecha, así como el responsable del evento, adicionalmente el auditor asignará a cada aspecto una calificación según el sistema de puntuación definido y evaluará los resultados el cumplimiento de las actividades implementadas en la empresa y según corresponda dará el "Aprobado o rechazado" Just EXW, (2022),--ver Anexo B-

Figura 26. Ejemplificación de planilla para auditoría de 5S's en COOTRANSTAME

PLANTILLA AUDITORÍA 5S			
Empresa :		Auditor :	
Area:		Dia :	
Sistema de puntuación		Objetivo	Real
0	Inexistente - No se aprecia ninguna realidad respecto a lo preguntado	1ª s	
1	Insuficiente - El grado de cumplimiento es menor del 40%	2ª s	
2	Bien - El grado de cumplimiento es mayor del 40% y menor del 90%	3ª s	
3	Excelente - El grado de cumplimiento es mayor del 90%	4ª s	
		5ª s	
		Total	
Un sitio para cada cosa y cada cosa en su sitio			
No es más limpio el que más limpia sino el que menos ensucia			

Fuente: Just EXW, (2022)

Seguidamente el Auditor formulará algunas preguntas para cada una de las fases de 5S's, y asignará según consideración del experto y del cumplimiento de la actividad una valoración entre una escala de 0-3 siendo 0 la más baja y 3 la más alta. –Figura 26

Figura 27. Asignación de calificación en las fases de 5S's

<b>1ª s</b> Separar y eliminar innecesarios	1	Escriba aquí las preguntas	0	1	2	3
	2	Escriba aquí las preguntas				
	3	Escriba aquí las preguntas				
	4	Escriba aquí las preguntas				
	Total					
<b>2ª s</b> Situar e identificar necesarios	1	Escriba aquí las preguntas	X			
	2					
	3					
	4					
	Total					
<b>3ª s</b> Suprimir la suciedad	1	Escriba aquí las preguntas	X			
	2					
	3					
	4					
	Total					

Fuente: Fuente: Just EXW, (2022)

Una vez evaluada la empresa, la auditoría adjudicará una calificación con el respectivo aprobado o rechazado según sea el caso, de esta manera el proceso con relación al cumplimiento de las actividades propuestas se estandariza para todas las fases y las frecuencias del seguimiento.

**Seguimiento:** En la presente fase se busca que las 4s anteriormente mencionadas se cumplan a cabalidad, para ello se propone una planilla de seguimiento, en donde se registre en el documento la fecha de la auditoría y el resultado de ella y se archive anualmente o cada vez que se requiera, de esta manera se dará seguimiento a las fases de 5S's.

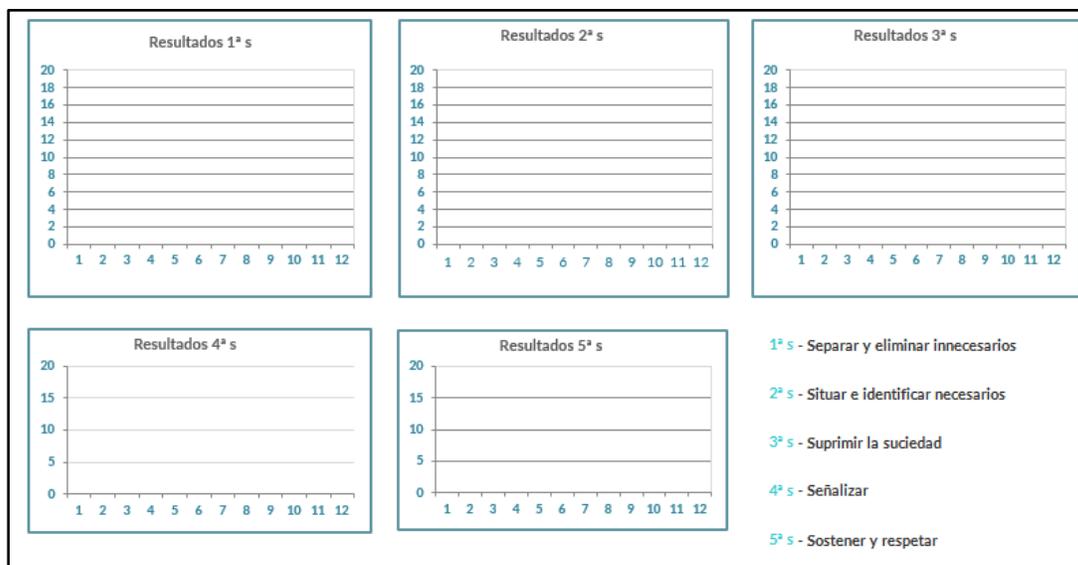
Figura 28. Ejemplificación de plantilla de evaluación y seguimiento de auditoría para el cumplimiento de las 5S's

Empresa :		Evolución Auditorías 5S											
COOTRANSTAME-Villavicencio													
Planificación auditorías 5s													
Fecha prevista	1-ene.-21	1-feb.-21	1-mar.-21	1-abr.-21	1-may.-21	1-jun.-21	1-jul.-21	1-ago.-21	1-sep.-21	1-oct.-21	1-nov.-21	1-dic.-21	
Fecha real													
Auditor previsto													
Auditor real													
Resultados obtenidos													
1ª S													
2ª S													
3ª S													
4ª S													
5ª S													
Total	0	0											

Fuente: Just EXW, (2022)

Para una mayor visualización de los resultados obtenidos se grafica cada uno de ellos, con la finalidad de soportar registros del cumplimiento por parte de la empresa de las actividades que conservan la buena gestión de la planta en la empresa.

Figura 29. Ejemplificación del tipo de gráficas para resultados de 5S's



Fuente: Fuente: Just EXW, (2022)

A modo de conclusión, la implementación de la metodología 5S's ayudará no solo a la organización, limpieza y clasificación del lugar de trabajo, sino también traerá beneficios para la empresa traducidos en aumento de capacidad en la recepción de mercancía, ya que esta gestión permitirá el desarrollo de las actividades de manera más eficiente, con menor tiempo en el ciclo operativo y así la empresa tendrá más tiempo y espacio para recibir y apilar paquetería.

El fin de implementar el seguimiento mediante los formatos anteriores, es controlar y registrar el uso adecuado del espacio en la empresa, para ello se hace necesario contratar una persona que lleve el seguimiento y regule el cumplimiento de este.

### 3.1.2 Propuesta mediante CROSS DOCKING

Cross Docking es una herramienta logística, que busca reducir costos de almacenamiento, tiempo de entrega y mejorar la productividad de los procesos de operación logística- Belle. (2012)- ; COOTRANSTAME al ser una empresa que se dedica al reparto de paquetería en el municipio de Villavicencio, como alternativa sería muy buena para la disminución de costos y reducción de tiempos de entrega, adicionalmente que es una empresa que no incurre en costos de almacenamiento, por ende se puede aplicar dicha estrategia, ya que, uno de sus fines es ese, ayudar a gestionar de manera eficiente los tiempos y el espacio corto que dura un paquete en un sitio, para que no genere ningún valor monetario en el almacenamiento.

Para aplicar Cross Docking a la empresa, se debe considerar los siguientes factores:

- Seleccionar los paquetes de manera adecuada, los que van hacia diferentes zonas de reparto, los que tienen características o similitudes, los que están listo para ser transportados y los que necesitan ser retornados por defectos de calidad,
- Un diseño de flujo del producto, así como su relación con el área de trabajo, esto ayudará a conocer el comportamiento del proceso tanto en lo que compete al producto, como al área de trabajo en el que se desarrollan los procesos de entrega.
- Un soporte tecnológico de la información para una eficiente comunicación entre el cliente, proveedor y receptor.
- No menos importante, el entrenamiento que debe tener la empresa con su personal es relevante, porque el 50% de las labores son mediante la comunicación.
- Proveedores adecuados para reducir los tiempos de incumplimiento y por ende reducir los tiempos de entrega de mercancía.
- Y finalmente, una adecuada gestión del transporte, pues sobre esta actividad recae la responsabilidad de que la mercancía llegue al destino adecuado.

Con el cumplimiento de las anteriores fases o consideraciones, el modelo podría tener éxito y ser adecuado de manera correcta, esta sería otra de las alternativas que podría considerar la empresa en la reducción de costos y la disminución del tiempo de entrega a su modelo de negocio.

### **3.2 Ruteo mediante la API de Google**

Mediante la aplicación de Google Sheets, una hoja de cálculo similar a Microsoft Excel. Se busca que la aplicación del sistema de ruteo de vehículos sea práctica para la implementación en la empresa. Adicionalmente, al desarrollar un modelo de ruteo en programas como FICO Xpress se evidencia una barrera técnica relacionada con la parametrización de los mapas de la ciudad, ya que sería necesario tomar todos los datos relacionados con la geolocalización de Villavicencio y transcribirlos al lenguaje de Xpress. Mientras que en Google Sheets se tiene la posibilidad de usar todos los datos de Google Maps, que incluye ventajas como el tráfico en tiempo real, y actualización automática de los mapas en casos de desvíos y cierres viales. Es por ello por lo que, Google Sheets resulta ser una alternativa más viable y práctica para la implementación del modelo de ruteo.

Otra de las ventajas para la empresa con Google Sheets, es que el ruteo de vehículos se podrá abordar desde cualquier dispositivo móvil y desde cualquier lugar, siempre y cuando haya acceso a alguna red de internet, adicionalmente permitirá que los operarios encargados de la entrega de mercancía puedan compartir archivos, de bases online como drive, permitiéndoles un mayor control y orden del proceso.

Entendiendo que la empresa está en crecimiento y expuesta a cambios, esta aplicación permite desarrollar programación abierta, aprovechando todas las formulaciones y funciones que tienen implementadas las API de Google. De tal forma que los administrativos puedan implementar nuevos códigos en función de mejorar y adaptar los modelos de ruteo existentes con el fin de mejorar el proceso de reparto de mercancías.

### 3.3 Desarrollo de ruteo de vehículos con Google Sheets

El proceso de digitar el código arranca una vez se habilite la opción de Apps Script en la herramienta de Google Sheets, de esta manera la interfaz permite la escritura de funciones predeterminadas de Google Maps, como la distancia y tiempos de ruta, las coordenadas de una dirección y la ruta óptima.

Para implementar el ruteo, el único procedimiento es digitar la dirección con ciudad y departamento. Posteriormente, el API de Google extrae las coordenadas de Google Maps. Con los datos de coordenadas en la Tabla 4 y Tabla 5 es posible extraer información de las rutas mediante las funciones expresadas a continuación.

#### 3.3.1 Función de Direcciones

La función GMAPS\_ADDRESS tiene como fin arrojar la dirección de una ubicación exacta en lenguaje de Google Maps.

```
function GMAPS_ADDRESS (partialAddress, part = null)
```

Ecuación 4. GMAPS\_ADDRESS

Fuente: Google, (2022)

Para aplicar esta función únicamente se debe digitar la dirección parcial. Posteriormente, se hará una llamada al API de Google para lograr geolocalizar la función y arrojar la dirección exacta de la ubicación. Cabe destacar que el apartado “Part = null” hace referencia a la exclusión de espacios vacíos que se encuentren dentro de la digitación de la función.

### 3.3.2 Función de coordenadas

La función GMAPS\_LATLONG tiene como fin arrojar las coordenadas de una ubicación basándose en la dirección digitada por el usuario.

```
function GMAPS_LATLONG (partialAddress, part = null)
```

Ecuación 5. GMAPS\_LATLONG

Fuente: Google, (2022)

Al igual que la Ecuación 4, el usuario solo deberá ingresar la dirección parcial. De esta manera el usuario solo deberá digitar la función en Google Sheets y el API de Google se encargará de buscar la Geolocalización precisa en los servidores de Google Maps.

### 3.3.3 Función de tiempo de recorrido

La falta planeación hace que los problemas de tiempo en las entregas sean recurrentes. La empresa ha mencionado que se presentan retrasos en la entrega de mercancía, es por ello por lo que se agregó la función que tiene en cuenta la variable tiempo.

```
function GMAPS_TIME (origin, destination, mode = "walking")
```

Ecuación 6. GMAPS\_TIME

Fuente: Google, (2022)

La implementación de la Ecuación 6 se aplica de la siguiente manera; Se debe digitar, la dirección de origen junto a al destino. Posteriormente, se debe digitar el modo de transporte. En términos del lenguaje de Google se debe escoger entre “driving, walking, bicycling, y transit”. Una vez se efectúa la llamada a Google Maps, esta toma paquetes de datos de conductores que están

transitando por la ruta seleccionada, tomando información de velocidad promedio, cantidad de carriles, y tiempo de desplazamiento de otros conductores que han tomado la misma ruta.

### 3.3.4 Función de distancia recorrida

Los retrasos en las entregas de mercancía por parte de COOTRANSTAME, tienen origen no solo en el tiempo, la distancia determina un ritmo crucial en este proceso. Aunque no siempre a mayor distancia más tiempo, en algunos casos sucede así; pero no tener un plan de ruta establecido con predicciones de tráfico, hace posible que la entrega de mercancía sea un proceso lento.

La Ecuación 7, tiene como fin calcular la distancia de ruta de una coordenada a otra, dependiendo del medio de transporte, ya que las rutas pueden variar en función del medio de transporte.

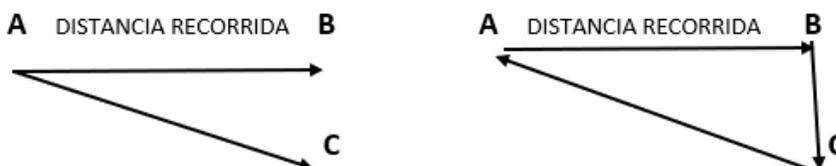
```
function GMAPS_DISTANCE (origin, destination, mode = "walking")
```

Ecuación 7. GMAPS\_DISTANCE

Fuente: Google, (2022)

Transitar rutas no óptimas marca el ritmo de ineficiencia de una empresa logística, se debe determinar si de B a C el recorrido es menor que de A a B y de A a C, aunque simula un ejemplo simple, en escenarios de alto tráfico se suelen cometer este tipo de errores.

Figura 30. Distancia entre puntos



Fuente: Elaboración propia, (2022)

### 3.3.5 Función de orden de entrega

Esta función determina el orden de entrega que deben realizar los operadores que entregan la mercancía, desde la ruta más cercana y con menor tiempo, hasta la más distante con el tiempo proporcional, pero siendo el óptimo.

```
function GMAPS_BEST_ROUTE(address, mode ="driving", returnToStart = false,
    format = "ADDRESSES")
```

Ecuación 8. GMAPS\_BEST\_ROUTE

Fuente: Google, (2022)

Google utiliza algoritmos de Dijkstra para calcular las rutas más cortas entre nodos y así optimizar el camino recorrido. También se apoya en el algoritmo A, para el recorrido de gráficos y búsqueda de rutas.

Para la aplicación de esta fórmula se debe seleccionar el listado de direcciones, el método de transporte se debe escoger entre verdadero y falso, donde verdadero indica que se debe volver a la ubicación inicial al final de la ruta, mientras que falso termina la ruta en la dirección más lejana.

Finalmente, como la API de Google tiene un límite de invocaciones y las llamadas son lentas, factor que retrasa la información recibida más de lo esperado, se creó un caché para optimizar el retraso y los límites que tiene la API y de esta manera ampliar la capacidad de información que ésta reciba.

### 3.4 Paralelo de mapeo rutas actuales con las propuestas

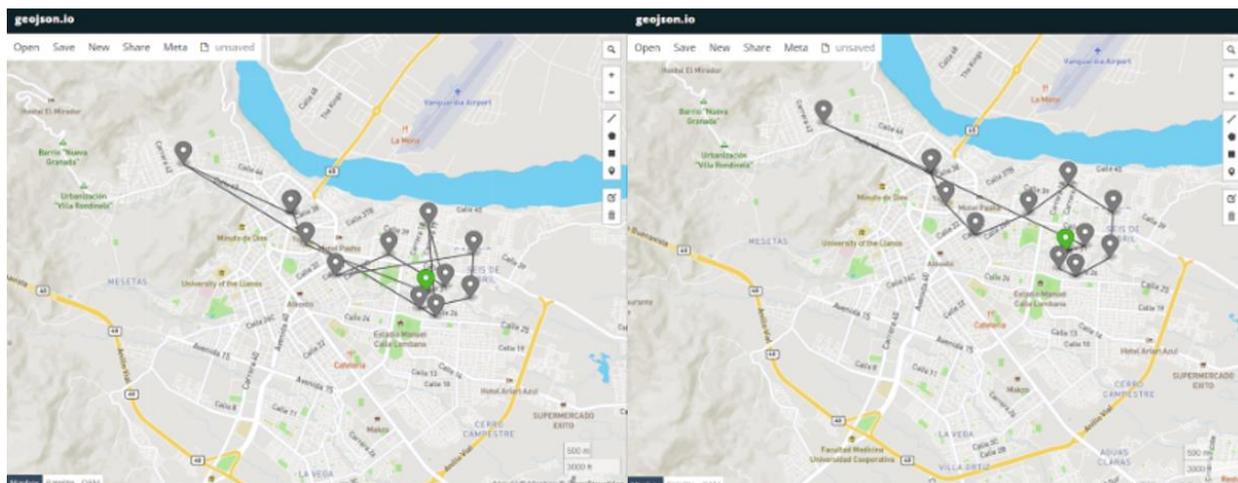
A continuación, se hará un análisis detallado de dos rutas que tomaron los conductores para entregar los pedidos asignados a una jornada laboral, junto a la propuesta de ruta que nos arrojó la aplicación del método de ruteo. Se evaluarán las distancias recorridas, el tiempo efectuado, y el número de cruces entre rutas ahorrados. Adicionalmente, se hará un análisis general de las 10

iteraciones que se efectuaron, con el fin de verificar la eficacia del modelo. Se puede encontrar la información detallada de cada ruta en el Anexo A.

### 3.4.1 Comparación de la ruta 1 manual frente a la ruta 1 propuesta

En la actualidad COOTRANSTAME maneja su logística como lo hemos mencionado a lo largo del trabajo, de manera manual y con rutas subjetivas, trazadas por los operarios que se encargan de entregar cada paquete. El resultado del ruteo efectuado por los auxiliares de COOTRANSTAME se presenta en la parte izquierda de la Figura 31. Mientras que en la parte derecha se evidencia los resultados arrojados de la implementación propuesta del modelo de ruteo.

Figura 31. Comparación de ruta 1 manual, frente a ruta 1 propuesta.



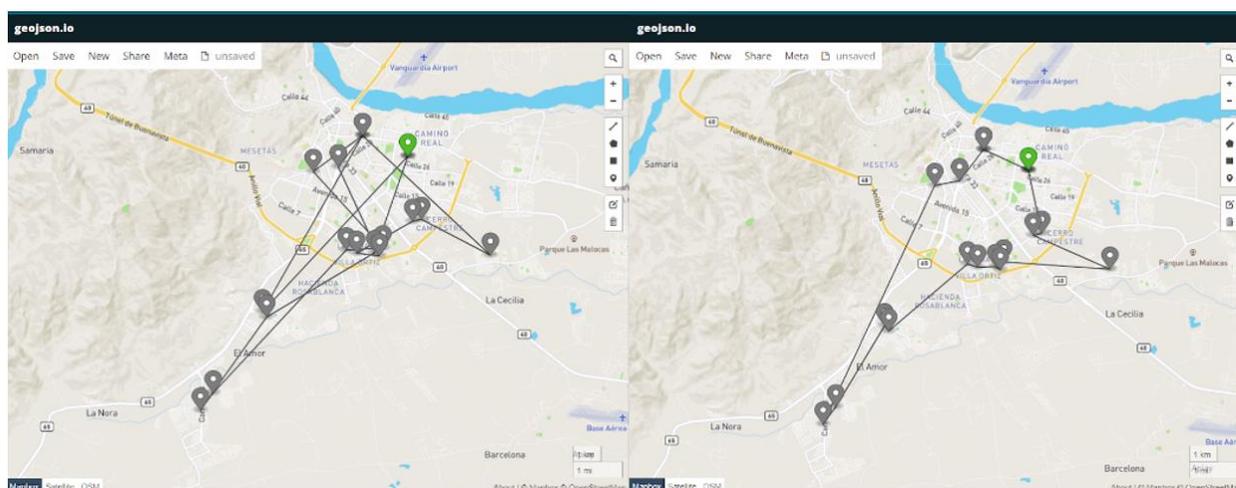
Fuente: Elaboración propia mediante Geojson.io, (2022)

En cuanto a los resultados del modelo en términos de distancia y tiempo de desplazamiento, los auxiliares usaron 75 min en tiempos de desplazamiento, mientras que el modelo propuesto arroja un tiempo de desplazamientos de 52 min. En términos porcentuales se ve una mejora del 33.3%. Por otro lado, la distancia recorrida en la ruta efectuada por los auxiliares tiene un total de 20.5 km, mientras que la ruta propuesta arroja una distancia de 14.4 km, esto se ve reflejado en una mejoría del 18%. Finalmente, se evidencia una disminución en los cruces de rutas, ya que en la ruta manual se observan siete cruces en la ruta, mientras que en la ruta propuesta los cruces se reducen sustancialmente en dos.

### 3.4.2 Comparación de la ruta 2 manual frente a la ruta 2 propuesta.

En la Figura 32 se evidencian dos mapas, el mapa de la izquierda muestra la ruta que tomó el vehículo 2, mientras que el mapa de la derecha muestra la ruta arrojada por el modelo aplicado.

Figura 32. Comparación de ruta 2 manual, frente a ruta 2 propuesta.



Fuente: Geojson.io, (2022)

En la Figura 32 se evidencia de manera gráfica que el número de cruces se redujo de 9 a 0 cruces durante la ruta, lo que se ve reflejado en reducciones sustanciales de tiempo y distancia de ruta. A continuación, se detalla la diferencia porcentual entre tiempos y distancia recorrida por los vehículos.

Tabla 11. Paralelo recorrido actual con modelo propuesto - Vehículo 1

Ruta de Vehículo 1					
Tiempo y Distancia Actual		Modelo propuesto		Porcentaje de mejora	
Tiempo de Entrega (Minutos)	Km Recorridos	Tiempo de Entrega (Minutos)	Km Recorridos	Tiempo de Entrega	Distancia Recorrida
8.0	2.4	2.0	0.5	75.0%	79.2%
4.0	0.7	2.0	0.4	50.0%	42.9%
2.0	0.3	2.0	0.7	0.0%	-133.3%
6.0	2.2	3.0	0.8	50.0%	63.6%
16.0	5.3	4.0	1.0	75.0%	81.1%
7.0	1.6	3.0	0.9	57.1%	43.8%
6.0	1.2	3.0	1.0	50.0%	16.7%
6.0	1.4	4.0	0.9	33.3%	35.7%
3.0	1.0	4.0	0.7	-33.3%	30.0%
8.0	2.3	1.0	2.4	87.5%	-4.3%
4.0	0.8	6.0	2.2	-50.0%	-175.0%
3.0	0.9	14.0	4.9	-366.7%	-444.4%
2.0	0.4	2.0	0.4	0.0%	0.0%
<b>75.0</b>	<b>20.5</b>	<b>50.0</b>	<b>16.8</b>	<b>33.3%</b>	<b>18.0%</b>

Fuente: Elaboración propia, (2022)

En la Tabla 11 se presenta el análisis de tiempos y recorrido para la ruta del vehículo 1.

Tabla 12. Paralelo recorrido actual con modelo propuesto - Vehículo 2

Ruta de Vehículo 2					
Tiempo y Distancia Actual		Modelo propuesto		Porcentaje de mejora	
Tiempo de Entrega (Minutos)	Km Recorridos	Tiempo de Entrega (Minutos)	Km Recorridos	Tiempo de Entrega	Distancia Recorrida
19.0	8.6	5.0	1.7	73.7%	80.2%
16.0	7.4	1.0	1.0	93.8%	86.5%
1.0	1.0	1.0	1.0	0.0%	0.0%
7.0	2.1	7.0	2.1	0.0%	0.0%
9.0	3.8	7.0	2.0	22.2%	47.4%
3.0	1.1	16.0	8.8	-433.3%	-700.0%
9.0	3.6	3.0	0.8	66.7%	77.8%
1.0	0.3	6.0	3.4	-500.0%	-1033.3%
11.0	4.3	3.0	0.5	72.7%	88.4%
18.0	7.2	11.0	5.0	38.9%	30.6%
8.0	2.2	3.0	0.5	62.5%	77.3%
12.0	3.7	3.0	0.6	75.0%	83.8%
5.0	1.3	2.0	0.4	60.0%	69.2%
16.0	8.7	2.0	0.7	87.5%	92.0%
3.0	0.8	10.0	4.2	-233.3%	-425.0%
9.0	4.2	8.0	3.7	11.1%	11.9%
12.0	5.5	1.0	0.3	91.7%	94.5%
13.0	4.2	9.0	2.4	30.8%	42.9%
<b>172.0</b>	<b>70.0</b>	<b>98.0</b>	<b>39.1</b>	<b>43.0%</b>	<b>44.1%</b>

Fuente: Elaboración propia, (2022)

Las tablas anteriores, reflejan las ventajas de implementar la mejora propuesta a la empresa, pues los datos del modelo optimizado comparados con los datos actuales se reducen casi a la mitad, con una mejora de tiempo de entrega y de distancia de un 43% y un 44.1% respectivamente. Esto ayudaría a la eficiencia de los procesos logísticos de COOTRANSTAME.

### 3.5 Plan de implementación

La siguiente sección tiene como objetivo brindar toda la información necesaria para que la empresa COOTRANSTAME tenga la capacidad de aplicar el modelo de ruteo en sus operaciones diarias y la metodología 5S's. Adicionalmente, se incluye un apartado con indicadores de gestión para evaluar la efectividad del modelo.

#### 3.5.1 Costos del plan de implementación

Tabla 13. Costos de implementación

Costos de implementación	
Computador con windows 10, Intel Pentium, 512 mb, 8 gb de ram	\$ 1.200.000
Impresora láser en blanco y negro, impresión de 18 paginas por minuto, USB 2.0 de alta velocidad	\$ 600.000
2 Celulares con sistema operativo Android (versión 4.0.3 o posterior) e iOS (versión 10.0 o posterior)	\$ 1.000.000
Conexión a Internet de banda ancha con una velocidad mínima de 10 Mbps de descarga y 2 Mbps de carga.	\$ 80.000
2 plan de datos con velocidad de conexión mínima de 3G (HSPA)	\$ 100.000
Resma de papel tamaño carta	\$ 25.000
<b>Total</b>	<b>\$ 3.005.000</b>

Fuente: Elaboración propia, (2022)

En la Tabla 13 se presentan los dispositivos y los requerimientos mínimos que se deben tener para ser compatibles con el modelo de ruteo. Cabe resaltar que, si la empresa ya cuenta con equipos que tengan estas características superiores o similares, pueden ser usados sin ningún inconveniente. Adicionalmente, se cuentan con tres costos recurrentes, ya que la empresa deberá pagar de manera mensual su conexión a internet de la bodega y los celulares, también debe comprar resmas de papel cuando estas se terminen.

Por ende, si la empresa actualmente no cuenta con ninguno de los dispositivos e insumos requeridos deberá pagar un aproximado de 3'005.000 pesos colombianos.

En cuanto a la función de cada dispositivo. Primero, se necesita el computador para ejecutar el modelo de ruteo con una conexión a internet constante. Segundo, Se usará la impresora para imprimir las rutas a realizar ese día. Tercero, los celulares tienen la función de tomar la foto de las guías con la firma del destinatario.

### **3.5.2 Programación del modelo de ruteo**

Para aplicar el modelo de ruteo se requiere configurar Google Sheets para crear la conexión con Google Maps. Sin embargo, la empresa no debe configurar el software ya que se incluye el Anexo B, que funciona como plantilla lista para usar. Aun así, como se evidencia en el Anexo C se realizó un video instructivo, donde se brinda todo el código y en el que se explica paso a paso la programación básica de la API para dejarla completamente funcional y lista para operar.

### **3.5.3 Costos de implementación de la metodología 5S's**

La metodología 5S's es una filosofía japonesa de muy fácil implementación, el foco de ella es clasificar, limpiar y organizar el área de trabajo de una empresa con el fin de aumentar la productividad. Como ya se ha venido mencionando el costo de ejecución es muy económico.

A continuación, se presentarán los costos de implementación del modelo 5S's.

Para el cálculo de los costos se debe considerar el tiempo empleado en las 5 fases.

Las horas extras se calcularán con base en el factor diurno, pues el horario nocturno comienza a partir de las 9 pm. La franja horaria laboral de los empleados de COOTRANSTAME, está entre

las 7am a 5pm, por los que durante una semana trabajarán hasta las 8 pm y este será el recargo que sumado a su salario.

Tabla 14. Información de salario y cálculo de horas extras trabajadas en la implementación de las 5S's

Horas extras diarias	Factor por hora diurna	Salario mensual	Salario por hora	Operarios	Valor a pagar por hora extra	Precio total de horas por operario
3	1.25	\$ 1.000.000	\$ 4,17	1	\$ 15.625	\$ 109.375
3	1.25	\$ 1.000.000	\$ 4,17	1	\$ 15.625	\$ 109.375
3	1.25	\$ 1.000.000	\$ 4,17	1	\$ 15.625	\$ 109.375
<b>TOTAL</b>						\$ 328.200

Fuente: Elaboración propia, (2022)

Como lo indica el cálculo, la empresa incurriría en \$328.200 pesos durante 7 días de trabajo para reorganizar el espacio de trabajo y generar un ambiente laboral más eficiente para los operarios y la empresa.

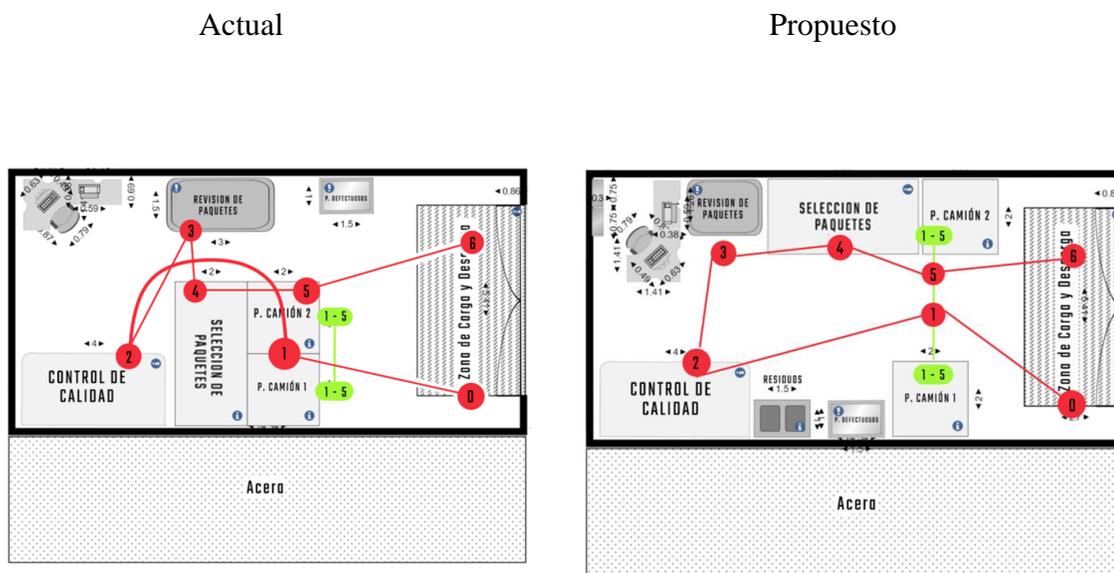
Adicionalmente se propone una auditoría para evaluar y darle seguimiento a la implementación de las 5S's, esta tendrá un costo mensual de \$2.500.000. según el artículo, gerencie 2022, en su página, como el salario promedio de un auditor, se realizará durante 3 meses. Por lo tanto, el valor total de la auditoría sería de \$7500.000. Sumándole seguidamente los \$328.200 de los recargos generados por los operarios en la implementación, la empresa asumirá un costo total de \$7.828.200 pesos colombianos en la implementación, evaluación y seguimiento de la metodología 5S's.

### 3.5.4 Entregable de las 5S's

A la empresa se le entregará la propuesta de redistribución de las áreas, se les presentará un plano de la distribución actual y de la propuesta, de esta manera se buscará que la empresa

reconsidere las mejoras no solo las que se ven de manera visual, sino las que se aprecian con la reducción del espacio.

Figura 33. Distribución actual y propuesta de COOTRANSTAME

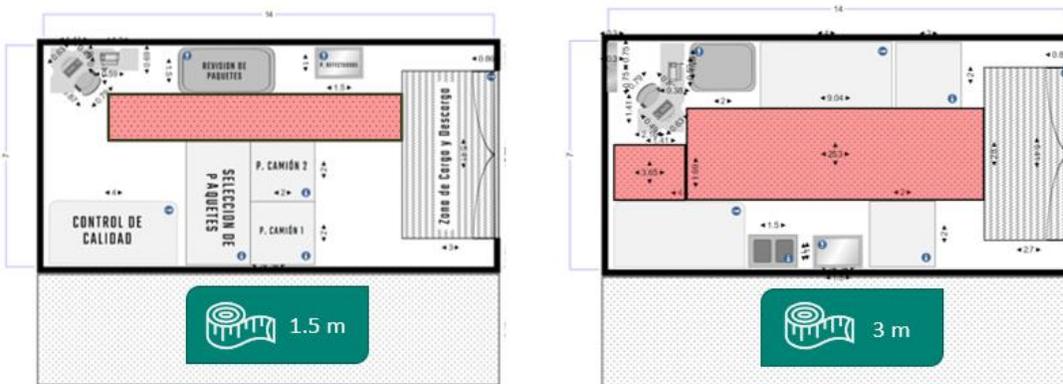


Fuente: Elaboración Propia, 2023

Como se evidencia en la Figura 33, se le presentará a la empresa el paralelo de los planos anteriores, de esta manera podrán evaluar si la redistribución de la planta presenta a criterio de ellos una mejora que justifique mover la posición de las áreas de trabajo.

Adicionalmente, se presentará la optimización del espacio en metros cuadrados, en donde dicha liberación, mejora de forma lineal el espacio por donde pasan los operarios a la hora de cargar y descargar.

Figura 34. Distribución actual y propuesta de COOTRANSTAME-Optimización de espacio.



Fuente: Elaboración propia, 2023

Se aumenta en un **50%** el ancho de los pasillos de circulación, como lo muestra la figura anterior, de esta manera la empresa podrá ver de manera gráfica y en términos numéricos el espacio que se optimizará con la propuesta.

### 3.5.5 Guía de utilización del modelo de ruteo

Una vez se tiene lista la programación del modelo, se presenta la guía detallada, con todos los pasos necesarios para efectuar el ruteo. Adicionalmente, se adjunta una plantilla lista para su uso.

Tabla 15. Plantilla de ruteo

Orden	Dirección de entrega	Coordenadas	Direcciones por orden de entrega	Tiempo de entrega	Km recorridos	Archivo JSON
0	Calle 30 #21a-29, Villavicencio, Meta	4.1438961, -73.6169389	Calle 30 #21a-29, Villavicencio, Meta			{ "type": "FeatureCollection", "f
1	Calle 36 # 26-21, Villavicencio, Meta	4.1498992, -73.6322259	Calle 36 # 26-21, Villavicencio, Meta	8 mins	2.4 km	
2	Calle 38a # 28-56, Villavicencio, Meta	4.1539629, -73.633971	Calle 38a # 28-56, Villavicencio, Meta	4 mins	0.7 km	
0			Calle 30 #21a-29, Villavicencio, Meta	10 mins	2.9 km	Metodo de transporte driving

Fuente: Elaboración propia, (2022)

A lo largo del plan de implementación se tratará cada uno de los componentes de la Tabla 15 de manera detallada. Con el fin de tener una comprensión total sobre el modelo y su aplicación.

### 3.5.6 Digitación de direcciones

Tabla 16. Casilla para digitación de direcciones.

Dirección de entrega
Calle 30 #21a-29, Villavicencio, Meta
Calle 36 # 26-21, Villavicencio, Meta
Calle 38a # 28-56, Villavicencio, Meta

Fuente: Elaboración propia, (2022)

En la Tabla 16, se observan las casillas para digitar la información, como se observa en el primer recuadro el orden para digitar las casillas es, dirección, ciudad y departamento. Es importante resaltar que la primera dirección debe ser siempre el punto de origen, en el caso del proyecto se refiere a la bodega, ya que la primera dirección digitada va a ser considerada la última dirección de la ruta.

### 3.5.7 Geolocalización de coordenadas

Figura 35. Casilla para Geolocalización de coordenadas.

fx   =GMAPS_LATLONG(B3)	
B	C
Dirección de entrega	Coordenadas
Calle 30 #21a-29, Villavicencio, Meta	=GMAPS_LATLONG(B3)
Calle 36 # 26-21, Villavicencio, Meta	4.1498992, -73.6322259
Calle 38a # 28-56, Villavicencio, Meta	4.1539629, -73.633971

Fuente: Elaboración propia, (2022)

Para hacer una llamada a la API de Google se debe digitar la Ecuación 5 señalando la celda de la dirección en la que se quiere aplicar la Geolocalización.

### 3.5.8 Generación de ruta propuesta

A continuación, se va a detallar en cada uno de los formatos de respuestas que tiene disponible la Ecuación 8. Junto al paso a paso para generarlas de manera correcta.

#### 3.5.8.1 Generación de ruta propuesta por direcciones

Figura 36. Creación de ruta propuesta por direcciones.

fx ? =GMAPS_BEST_ROUTE(\$B\$3:\$B;"driving";VERDADERO;"ADDRESSES")		
B	C	D
Dirección de entrega	Coordenadas	Direcciones por orden de entrega
Calle 30 #21a-29, Villavicencio, Meta	4.1438961, -73.6169389	=GMAPS_BEST_ROUTE(\$B\$3:\$B;"driving";VERDADERO;"ADDRESSES")
Calle 36 # 26-21, Villavicencio, Meta	4.1498992, -73.6322259	Calle 36 # 26-21, Villavicencio, Meta
Calle 38a # 28-56, Villavicencio, Meta	4.1539629, -73.633971	Calle 38a # 28-56, Villavicencio, Meta
		Calle 30 #21a-29, Villavicencio, Meta

Fuente: Elaboración propia, (2022)

La Figura 36 detalla el procedimiento para la creación de la ruta. Se debe digitar la Ecuación 8 únicamente en una celda, con la siguiente información: El rango de direcciones, el método de transporte (En el Anexo A se encuentra una lista donde el usuario únicamente deberá seleccionar el método de transporte que desea usar), Seleccionar entre verdadero y falso. Donde el primero afirma que se debe volver al punto inicial de la ruta, y la segunda termina la ruta en la última dirección digitada. Finalmente se debe digitar el método por el cual se quiere expresar la solución. El método "ADDRESSES" arroja el listado de direcciones ordenadas por orden de entrega.

### 3.5.8.2 Generación de ruta propuesta por orden numérico.

Figura 37. Creación de ruta propuesta por direcciones.

fx ? =GMAPS_BEST_ROUTE(\$B\$3:\$B;"driving";VERDADERO;"ORDER")		
A	B	C
Orden	Dirección de entrega	Coordenadas
0	Calle 30 #21a-29, Villavicencio, Meta	4.1438961, -73.6169389
1	Calle 36 # 26-21, Villavicencio, Meta	4.1498992, -73.6322259
2	Calle 38a # 28-56, Villavicencio, Meta	4.1539629, -73.633971
0		

Fuente: Elaboración propia, (2022)

La aplicación de la Figura 37 se efectúa de igual manera que la Figura 36. El único cambio que se debe efectuar es digitar "ORDER" al final de la ecuación. De esta manera el programa arroja un listado numérico con la ruta propuesta. Siendo el 0 el punto de origen.

### 3.5.8.3 Generación de ruta propuesta mediante GEOJSON

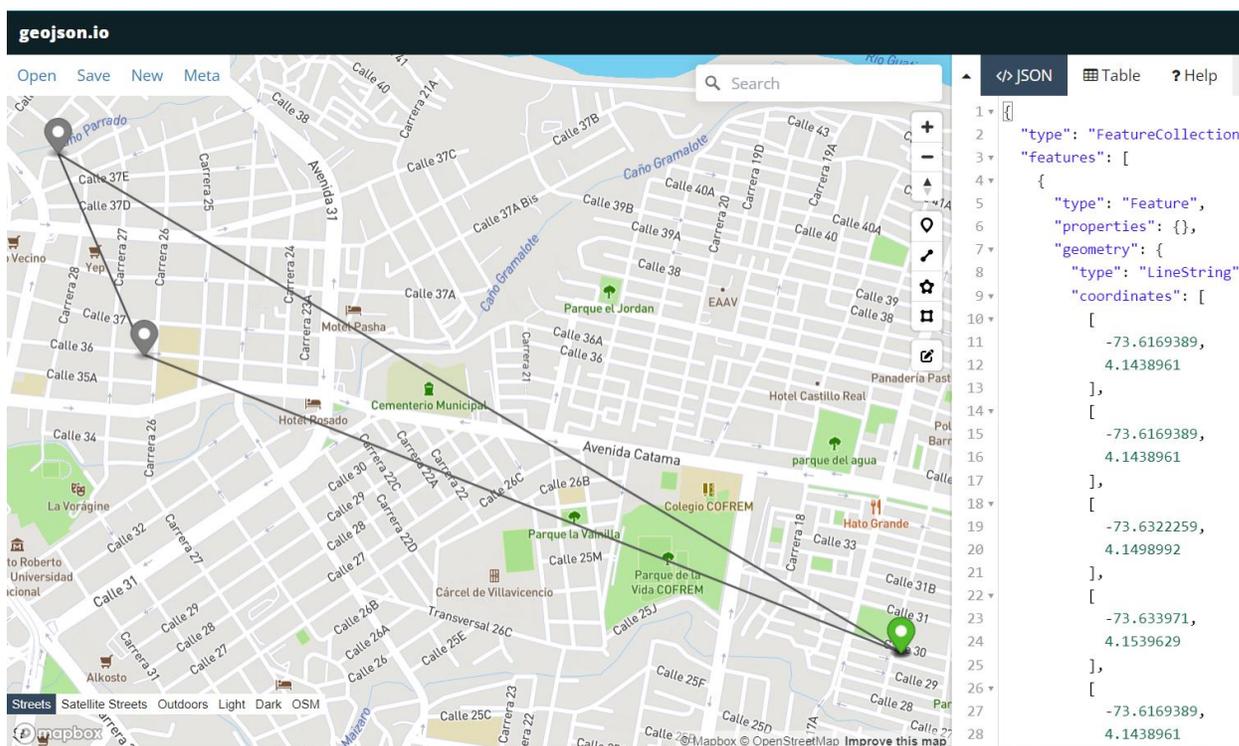
=GMAPS\_BEST\_ROUTE(D3:D21;"driving";VERDADERO;"GEOJSON")

Ecuación 9. GMAPS\_BEST\_ROUTE mediante GEOJSON

Fuente: Elaboración propia a partir de Google

El modo de aplicación es igual a los anteriores. En este se debe añadir “GEOJSON” en el último segmento de la fórmula

Figura 38. Creación de ruta propuesta por direcciones.



Fuente: Geojson.io, (2022)

Una vez se ejecute la fórmula se arroja un código en la misma celda que fue digitada. Posteriormente, se debe ingresar a <https://geojson.io>, pegar el código en el cuadro de texto que está a la derecha, como se evidencia en la Figura 38 este arroja el mapa con las localizaciones exactas,

siendo el marcador verde el punto de origen y fin de la ruta. Finalmente, una vez se tiene la ruta propuesta es posible empezar con el reparto de mercancías.

### 3.5.9 Indicadores para el seguimiento de la propuesta.

A continuación, se presentan una serie de indicadores enfocados en la mejora de la operación logística y la satisfacción del cliente. El objetivo de esta sección es brindar las herramientas a la empresa para que tenga la capacidad de tomar datos y registrarlos con el fin de tomar decisiones objetivas con base a la información recolectada.

#### 3.5.9.1 % de pedidos entregados.

Este indicador tiene como objetivo evaluar si se están entregando todos los pedidos de la ruta propuesta.

$$\% \text{ de pedidos entregados} = \frac{\# \text{ de paquetes entregados}}{\# \text{ de paquetes alistados en el camión}} \times 100$$

Ecuación 10. % de pedidos entregados

Fuente: Elaboración propia, (2023)

Es importante resaltar que cuando no se tenga un % de pedidos entregados igual al 100%, se debe consultar con los conductores y auxiliares la causa, ya que esta puede estar relacionada con factores externos, como cuando el cliente no está disponible para recoger sus pedidos.

#### 3.5.9.2 Ciclo de respuesta al cliente.

Se entiende como el tiempo en días que transcurre desde que el cliente solicita un pedido y lo recibe personalmente.

$$\text{Tiempo de respuesta} = \text{Fecha de despacho del pedido} - \text{Fecha en que el cliente hace un pedido}$$

Ecuación 11. Tiempo de respuesta

Fuente: Elaboración propia, (2023)

Una forma para aplicar esta ecuación es mediante una tabla de Google Sheets, donde se coloque en la columna A la fecha en que el cliente hace el pedido, en la columna B se digitara la

fecha en que el cliente recibe su pedido, y en la columna C simplemente se resta la columna B menos la columna A.

De esta manera la empresa podrá calcular el tiempo de entrega promedio y cruzar estos datos con las diversas variables que veremos a continuación.

### **3.5.9.3 Tiempo de desplazamiento.**

Brinda el tiempo de desplazamiento de una ruta, teniendo en cuenta las condiciones de tráfico al momento de ejecutar el modelo de ruteo.

$$\text{Tiempo de desplazamiento} = \text{GMAPS TIME (Punto A; Punto B; Método de transporte)}$$

Ecuación 12. Tiempo de desplazamiento

Fuente: Elaboración propia, (2023)

Es importante resaltar que esta ecuación se incluye en la plantilla de ruteo del Anexo B. Por ende, la empresa únicamente deberá tomar el dato de tiempo y registrarlo en una base de datos con su respectiva fecha y camión.

### **3.5.9.4 Distancia recorrida.**

Brinda la distancia recorrida de una ruta teniendo en cuenta las condiciones de tráfico actuales.

$$\text{Distancia recorrida} = \text{GMAPS DISTANCE (Punto A; Punto B; Método de transporte)}$$

Ecuación 13. Tiempo de desplazamiento

Fuente: Elaboración propia, (2023)

Al igual que la ecuación anterior, se incluye en el modelo de ruteo del anexo B. Por ende, su procedimiento es el mismo que el anterior. Se deben tomar los datos de distancia de la ruta y registrarlo en una base de datos con la fecha y camión correspondiente.

### **3.5.9.5 % de seguimiento del ruteo.**

Evalúa si el conductor siguió el orden de direcciones del ruteo.

$$\% \text{ de seguimiento} = \frac{\# \text{ de nodos realizados con el orden del ruteo.}}{\# \text{ de nodos del ruteo.}}$$

Ecuación 14. % de seguimiento

Fuente: Elaboración propia, (2023)

Si el conductor decidió entregar la dirección 4 antes que la 3, el # de nodos realizado con el orden de ruteo va a ser 23 en una ruta con 24 nodos. Lo que se entiende cómo % de seguimiento del 95%. Este dato es relevante ya que podemos cruzarlo con el % de pedidos entregados. Ya que con el tiempo se puede evaluar si hay relación del % de pedidos entregados con el % de seguimiento. En el caso de que se evidencie que cuando el % de seguimiento no es igual al 100% y tampoco se encuentre un % de pedidos entregados del 100% se puede exigir a los conductores seguir el orden de ruteo, ya que así se va a asegurar una mayor tasa de entregas.

### **3.5.10 Importancia de los indicadores de gestión.**

Es fundamental ser rigurosos con la toma y registro de datos del modelo de ruteo, ya que así la empresa tendrá la información suficiente para evaluar la efectividad del ruteo y las mejoras que tiene en aspectos cuantitativos y cualitativos. También se recomienda relacionar estos datos para lograr tomar decisiones estratégicas basándose en información de calidad.

### **3.5.11 Indicadores de evaluación de la propuesta.**

Los siguientes indicadores, ayudarán a dar validación al cumplimiento de la propuesta y evaluará los resultados de ella en el tiempo.

#### **3.5.11.1 Indicador de estandarización 5s**

Al ser las 5S's una metodología de aplicación cualitativa, el indicador de seguimiento sugerido para el presente trabajo es la planilla de estandarización 5S's -Just EXW, (2022)-, usada por diferentes empresas auditoras, esta planilla traza unos objetivos a evaluar, de allí genera una serie de preguntas que abarquen todos los aspectos aplicados mediante la metodología 5S's, de colocará una calificación de 0-3, siendo 0 la que no cumple y 3 la que cumple satisfactoriamente con el cumplimiento; la calificación se registrará en la planilla por parte del auditor, el cual se propone que visite la empresa cada tres meses.

### 3.5.11.2 Indicador de Seguimiento 5s

**Para el seguimiento del cumplimiento de las cuatro etapas anteriores, el auditor anexará una planilla -Just EXW, (2022)-** en la cual registrará la fecha en que se realizó la visita, igualmente tendrá el resultado de la auditoría, con el fin de mostrarle a la empresa su condición actual frente a la aplicación de la metodología 5S's.

### 3.6 Limitaciones

La API de Google tiene por defecto una versión gratuita, la cual permite acceder a todas las herramientas y ventajas anteriormente mencionadas, con ciertas limitaciones técnicas. Por ende, se pueden hacer 50.000 llamadas a la API por proyecto, y únicamente se pueden procesar 10 solicitudes por segundo. En cuanto a la función "GMAPS\_BEST\_ROUTE" únicamente se pueden enviar 25 puntos intermedios para efectuar un plan de ruta. Esto se debe a que los algoritmos efectuados por Google usan métodos matemáticos, y el agregar más direcciones aumenta el tiempo de procesamiento de manera exponencial. Sin embargo, en el diagnóstico efectuado a la empresa la ruta centro tiene como máximo 25 pedidos. Lo que no representa un impedimento completo para efectuar el ruteo. Sin embargo, si la empresa presenta un aumento de demanda, puede comprar un servicio para aumentar la capacidad de procesamiento de la API de Google lo que le dará la posibilidad de aumentar el número de direcciones que puede introducir en una ruta.

### 3.7 Conclusión del modelo

Finalmente, los resultados obtenidos con los mapeos escritos bajo algoritmos Dijkstra y algoritmo A\*, indican una reducción del 33% y 43% en el tiempo de ruta de las dos rutas analizadas. Cabe resaltar que en las conclusiones del modelo se analizará de manera general la reducción de tiempos de las 10 rutas recorridas. Adicionalmente se acorta el recorrido, el tiempo, y los cruces. Factor que brinda a COOTRANSTAME una reducción en el tiempo de planeación de rutas, pasando de estar planeando la ruta a lo largo de todo el recorrido, a introducir las direcciones en Google Sheets y tener un plan de ruta en menos de 5 min. La aplicación de este método de ruteo va a afectar positivamente en la relación de la empresa con los clientes, ya que los plazos de entrega van a poder ser calculados con antelación.

## 4 COSTOS Y BENEFICIOS

A continuación, se presentan todos los datos relacionados con los costos actuales de la empresa en cuanto al transporte de mercancías, usando como referencia los análisis detallados de las 2 rutas efectuadas por la empresa. Del mismo modo, se presentan los datos asociados a los costos de la ruta propuesta.

Por otro lado, teniendo en cuenta que la propuesta de los muelles de carga no genera beneficios económicos para la empresa, se analizarán las mejoras en materia de operación logística.

### 4.1 Costos de combustible de la operación actual vs costos propuestos.

Teniendo en cuenta que los costos de operación variables cuantificados por la empresa corresponden al costo de combustible y el costo de mantenimiento de camiones, se harán los cálculos respectivos con el fin de identificar los beneficios económicos de la propuesta

Tabla 17. Costo de combustible ruta 1.

<b>Costos ruta 1</b>		
<b>Ruta actual</b>	<b>Ruta propuesta</b>	<b>Ahorros</b>
<b>Km recorridos</b>	<b>Km recorridos</b>	<b>Km ahorrados</b>
20,5	16,8	3,7
<b>Total de combustible</b>	<b>Total de combustible</b>	<b>Combustible ahorrado</b>
\$ 12,749.65	\$10,448.42	\$ 2,301.14
<b>Mejora porcentual</b>		
18%		

Fuente: Elaboración propia, (2022)

Como se evidencia en la Tabla 17, hay una reducción en el costo de combustible de un 18%. Estos datos respaldan la fiabilidad del modelo propuesto ya que cumple con el objetivo de disminuir costos

Tabla 18. Costo de combustible ruta 2

<b>Costos ruta 2</b>		
<b>Ruta actual</b>	<b>Ruta propuesta</b>	<b>Ahorros</b>
<b>Km recorridos</b>	<b>Km recorridos</b>	<b>Km ahorrados</b>
70.00	39.10	30.90
<b>Total de combustible</b>	<b>Total de combustible</b>	<b>Combustible ahorrado</b>
\$ 43,535.09	\$24,137.45	\$ 19,217.63
<b>Mejora porcentual</b>		
44.1%		

Fuente: Elaboración propia, (2022)

Como se evidencia en la Tabla 18, hay una reducción en el costo de combustible de un 44.1%. Estos datos respaldan la fiabilidad del modelo propuesto ya que cumple con el objetivo de disminuir costos

#### 4.2 Costos de mantenimiento de la operación actual vs costos propuestos.

En el caso de los costos de mantenimiento la empresa suministró un dato fijo. Sin embargo, se hace hincapié en que este tipo de costos está muy relacionado con la distancia que manejan los vehículos. Por ende, se va a calcular un valor aproximado de mantenimiento teniendo en cuenta la distancia recorrida de los vehículos frente a los kilómetros calculados en el modelo.

Tabla 19. Costo de mantenimiento ruta 1

<b>Mantenimiento ruta 1</b>			
<b>Ruta actual</b>		<b>Ruta propuesta</b>	
<b>Km recorridos (km)</b>	<b>Mantenimiento por día</b>	<b>Km recorridos (km)</b>	<b>Mantenimiento por día</b>
20.5	\$ 17,777.78	16.8	\$ 14,569.11
<b>Ahorro en mantenimiento</b>			
<b>\$</b>			<b>3,208.67</b>

Fuente: Elaboración propia, (2022)

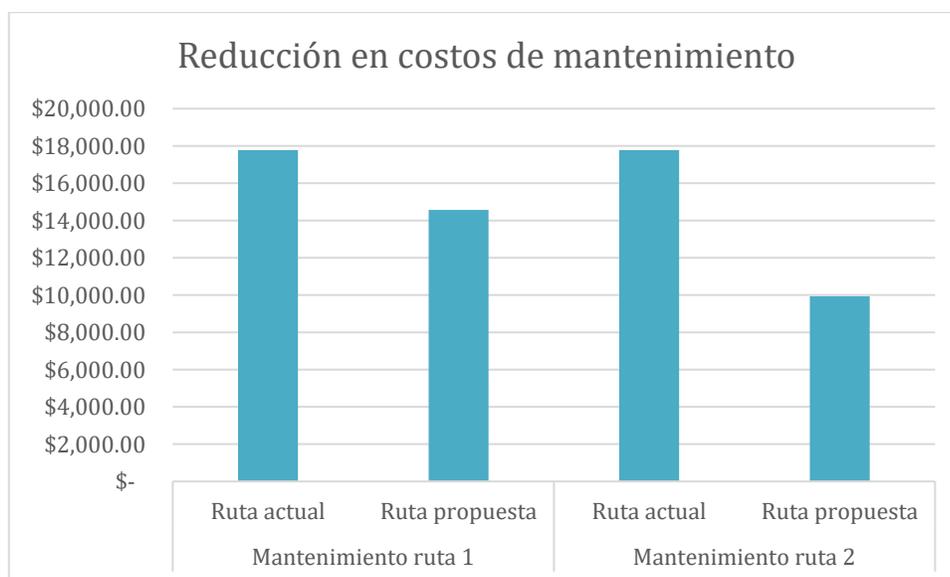
Tabla 20. Costo de mantenimiento ruta 2

<b>Mantenimiento ruta 2</b>			
<b>Ruta actual</b>		<b>Ruta propuesta</b>	
<b>Km recorridos (km)</b>	<b>Mantenimiento por día</b>	<b>Km recorridos (km)</b>	<b>Mantenimiento por día</b>
70	\$ 17,777.78	39.1	\$ 9,930.16
<b>Ahorro en mantenimiento</b>			
<b>\$</b>			<b>7,847.62</b>

Fuente: Elaboración propia, (2022)

Para el cálculo del ahorro de mantenimiento de la Tabla 19 y Tabla 20 se tomó como referencia el valor que dio la empresa para el mantenimiento de los 2 camiones. Teniendo en cuenta que no dieron el dato exacto de cada camión, se optó por calcular un aproximado de costos, ya que la empresa no brindó información acerca los factores específicos que inciden en los costos de mantenimientos. De este modo, se toma como referente los km recorridos y el valor mensual que la empresa brindó de mantenimiento aproximado.

Figura 39. Reducción en costos de mantenimiento



Fuente: Elaboración propia, (2022)

Por ende, el valor de mantenimiento es una relación entre los km recorridos y la reducción de km arrojada por la ruta propuesta. Para este caso se presenta una reducción de 3.209\$ y 7.848\$ respectivamente.

Teniendo en cuenta que la reducción de costos tiene como base el consumo de combustible y la distancia recorrida, el costo de mantenimiento no varía en términos porcentuales, ya que su base es la reducción de km recorridos, al igual que la del combustible. De este modo, la reducción en costos variables por desplazamiento corresponde al 18% para la ruta 1, y al 44% para la ruta 2.

### 4.3 Beneficios del modelo de ruteo.

El modelo de ruteo brinda diversos beneficios, como se expuso en los capítulos 4.1 y 4.2, la implementación del modelo brinda ahorros en los costos variables que incluyen al desplazamiento de los camiones de reparto. Sin embargo, también se pueden detectar mejoras cualitativas que tienen que ver con el personal principalmente.

En primer lugar, para ejercer la función del auxiliar de camión ya no será necesario contar con un conocimiento minucioso de la ciudad. Ya que con la herramienta de Google Sheets solo se necesita tener una capacitación de la plataforma.

En relación con la plataforma los tiempos de planeación del ruteo se ven mermados en tan solo 5 min, debido a que el único proceso necesario es digitar las direcciones de entrega. Adicionalmente, un factor relevante es la disminución del error humano en cuanto a la selección de rutas. Si se aplica el ruteo va a ser improbable que un operario olvide una ruta, o la omita por distracción. Este hecho va a influir de manera directa en la satisfacción de los clientes.

Un factor relevante relacionado con los costos es la utilidad adicional que va a tener la empresa debido a los ahorros anteriormente mencionados en materia de desplazamiento.

Finalmente, la comunicación con los clientes va a ser mucho más acertada, ya que será posible comunicar a los clientes los tiempos aproximados de entrega. Esto se verá reflejado en mayor confianza y tranquilidad por parte de los clientes.

#### 4.3.1 Comparación global de tiempo.

Con el fin de comprobar la eficacia del modelo, se iteró 10 veces con diferentes rutas. En la Tabla 21, se presenta la comparación de tiempos junto a sus respectivos promedios y variación porcentual.

Tabla 21. Evaluación de tiempos global

<b>Evaluación de Tiempos Global</b>
-------------------------------------

Ruta	Ruta Actual (min)	Ruta Propuesta (min)	Diferencia (min)	Diferencia (%)
1	75	52	23	30,67%
2	172	98	74	43,02%
3	161	126	35	21,74%
4	133	102	31	23,31%
5	210	126	84	40,00%
6	114	100	14	12,28%
8	113	68	45	39,82%
7	184	95	89	48,37%
9	168	127	41	24,40%
10	78	77	1	1,28%
<b>Promedio</b>	<b>140,8</b>	<b>97,1</b>	<b>43,7</b>	

Fuente: Elaboración propia, (2022)

En la Tabla 14 se observa la efectividad del modelo en la disminución del tiempo promedio de las rutas. Mientras que en la ruta ejecutada por los conductores se tenía un tiempo promedio de desplazamiento de 140,8 minutos, se evidencia una reducción en tiempos promedio de desplazamiento a 96,6 minutos.

#### 4.3.2 Comparación global de distancia.

Teniendo en cuenta la importancia de los costos asociados a la distancia recorrida, se realiza el mismo análisis del tiempo de desplazamiento. Esto con el fin de comprobar la veracidad del modelo propuesto.

Tabla 22. Evaluación de distancia global

Evaluación de Distancia Global				
Ruta	Ruta Actual (km)	Ruta Propuesta (km)	Diferencia (km)	Diferencia (%)
1	20,5	14,4	6,1	29,76%
2	70,2	37,1	33,1	47,15%
3	44,1	27,7	16,4	37,19%
4	53,4	26,7	26,7	50,00%
6	58,5	42,4	16,1	27,52%
7	86	59,1	26,9	31,28%
8	75,9	58,8	17,1	22,53%
9	69,1	42	27,1	39,22%
10	24,8	24,5	0,3	1,21%
<b>Promedio</b>	<b>55,8</b>	<b>37,0</b>	<b>18,9</b>	

Fuente: Elaboración propia, (2022)

Como se evidencia en la Tabla 22, se pasó de tener una distancia promedio por ruta de 62,95 km a una distancia de 41,32 km por ruta. Esto se refleja en una disminución promedio de 21,63 km por ruta.

#### 4.4 Costos y beneficios de la aplicación de las 5s

A continuación, se presentan los costos y beneficios de la propuesta.

#### 4.4.1 Costos de la aplicación de las 5s

Teniendo en cuenta que en los últimos años la operación logística de la empresa no refleja un crecimiento significativo, no es justificable generar inversiones que no aumenten los ingresos para la organización. Por ende, se diseñó mediante la aplicación de las 5s una redistribución de planta que no incurrirá en un alto costo para la empresa, pero si traerá beneficios se verán reflejados en el mejoramiento de la operación interna en los procesos de recepción y carga de camiones, áreas de trabajo más limpias y organizadas, generando de esta manera un ambiente de trabajo más eficiente.

Como se mencionó anteriormente, los costos en los que incurrirá la empresa no son muy altos, pues para la implementación de la metodología 5S's, se necesitarán de tres horas extras de trabajo por parte del personal durante 1 semana, una vez terminada la jornada habitual. Las tres horas se recargarán en el salario y se calculará con base en el mismo.

Las horas extras se calcularán con base en el factor diurno, pues el horario nocturno comienza a partir de las 9 pm. La franja horaria laboral de los empleados de COOTRANSTAME, está entre las 7am a 5pm, por los que durante una semana trabajarán hasta las 8 pm y este será el recargo que sumado a su salario.

Tabla 23. Información de salario y cálculo de horas extras trabajadas en la implementación de las 5S's

Horas extras diarias	Factor por hora diurna	Salario mensual	Salario por hora	Operarios	Valor a pagar por hora extra	Precio total de horas por operario
3	1.25	\$ 1.000.000	\$ 4,17	1	\$ 15.625	\$ 109.375
3	1.25	\$ 1.000.000	\$ 4,17	1	\$ 15.625	\$ 109.375
3	1.25	\$ 1.000.000	\$ 4,17	1	\$ 15.625	\$ 109.375
<b>TOTAL</b>						<b>\$ 328.200</b>

Fuente: Elaboración propia, (2022)

Como lo indica el cálculo, la empresa incurriría en \$328.200 pesos durante 7 días de trabajo para reorganizar el espacio de trabajo y generar un ambiente laboral más eficiente para los operarios y la empresa.

Adicionalmente se propone una auditoría para evaluar y darle seguimiento a la implementación de las 5S's, esta tendrá un costo mensual de \$2.500.000. según el artículo, gerencie 2022, en su página, como el salario promedio de un auditor, se realizará durante 3 meses. Por lo tanto, el valor total de la auditoría sería de \$7500.000. Sumándole seguidamente los \$328.200 de los recargos generados por los operarios en la implementación, la empresa asumirá un costo total de \$7.828.200 pesos colombianos en la implementación, evaluación y seguimiento de la metodología 5S's.

#### **4.4.2 Beneficios de la aplicación de las 5s**

La empresa se beneficiará con esta metodología 5S's ya que, está diseñada para ejecutarse mediante aspectos como la innovación, aplicada a la redistribución de espacios, la eficiencia en distintas áreas, las mejoras en la productividad y el resultado final en la entrega de mercancía. La correcta implementación también deriva en una manera adecuada de abordar las fallas y los problemas cuando se presentan durante las actividades que desarrolla la empresa dentro de sus instalaciones.

Los principales resultados que arroja la aplicación de las 5s tienen que ver con la eliminación de desperdicios de materiales que ocupan espacio en zonas transitadas constantemente, reducción de riesgos de accidente, reducción del tiempo de búsqueda de la mercancía que se necesita, Optimización de los movimientos y traslados innecesarios de mercancía, contribución a la identificación de fallas en el proceso realizado dentro de las instalaciones y el desarrollo de buenos hábitos en la empresa que conserven el orden y la limpieza del lugar y la mercancía.

Todo lo anteriormente mencionado, busca orientarse a una única cuestión, reducir el tiempo de ejecución de los trabajos, el despilfarro de tiempo y material, reduciendo la accidentalidad, para aumentar de esta manera la productividad y la seguridad de la empresa y los trabajadores (Iniciativas empresariales , 2015)

#### **4.5 Conclusión de costos y beneficios**

Como se ha expresado a lo largo del capítulo, la metodología de las 5s tiene su fuerte no en la reducción de costos, pero si se presentan beneficios en la organización, manejo de materiales dentro de la bodega, pues de esta manera se evitan pérdidas de mercancía, mejoras en la gestión del tiempo, optimización de las tareas, ambientes de trabajo más amigables con el empleado, motivación y se puede evaluar de manera estandarizada las labores que desarrollan cada uno de los operarios y así tener una medida cuantitativa del rendimiento y aprovechamiento de los recursos que se le da a la empresa.

Por otro lado, la reducción de costos se da gracias a la implementación del modelo de ruteo, demostrando beneficios en tiempos de entrega, disminución de combustible y ahorros en mantenimiento por rodamiento del vehículo con valores teóricos del 44% y el 18% en los costos relacionados con los transportes de los vehículos; son mejoras considerables, por ende, se espera que este trabajo sea aplicado de manera puntual al proceso actual de la empresa.

### **5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

Durante el desarrollo inicial del proyecto se tenía planeado plantear una solución en torno a la falta de muelles de carga para la empresa. Sin embargo, durante el diagnóstico se halló que el modelo económico de la empresa no genera ingresos por el número de paquetes que entrega, sino que los ingresos provienen de la sede principal de manera fija por la operación mensual.

Este modelo de ingresos genera la búsqueda de nuevas alternativas para disminuir los costos de operación y mejorar los procesos internos de la empresa. Por ende, se planteó un modelo matemático de ruteo para los vehículos, y la implementación de la metodología 5s para los procesos de descarga y carga de mercancía dentro de la bodega.

#### **5.1 Conclusiones**

Como se mencionó anteriormente, en un inicio se tenía planteado enfocar el proyecto en las largas filas que tenían que esperar los conductores debido a la falta de muelles de carga que agilicen el proceso. Por ende, se realizó un diagnóstico logístico donde se evalúa la descarga de mercancía,

la carga en el centro de distribución, y el reparto de paquetería. Adicionalmente, se diagnosticaron datos de mercado, análisis de transporte, sistemas de tarifas, vías de ingresos, y todo lo relacionado con la operación logística.

## **5.2 Conclusiones del diagnóstico**

Del diagnóstico se infiere que no es pertinente generar inversiones grandes en infraestructura debido a la forma en que la empresa genera ingresos. Como se ha mencionado anteriormente, la empresa tiene ingresos fijos por su operación total. Por ende, invertir en muelles de carga, no va a generar mayores ingresos para la compañía. Debido a esta situación fue necesario buscar una problemática que ataque directamente a los costos, ya que el objetivo general indica la mejora de la operación logística mediante la disminución de costos.

De esta manera se concluyó en el diagnóstico que se abordarán dos problemáticas; La primera, la falta de un sistema de ruteo, ya que impacta directamente en la operación logística y contribuye en los costos de operación. Por otro lado, se aborda la falta de muelles de carga mediante la distribución de la bodega por medio de la metodología 5s. De esta manera se contribuye en los tiempos de espera que tienen los camiones para descargar la mercancía, y se cumple con la aplicación de la metodología 5s en el objetivo #2.

## **5.3 Conclusiones del método de solución**

En cuanto a la solución de las problemáticas, se desarrollaron de la siguiente manera; Por parte del ruteo, se presentó una problemática relacionada con la parametrización del mapa de la ciudad de Villavicencio, ya que programar cada uno de los aspectos del mapa conlleva una barrera técnica significativa. Por ende, se decide usar los mapas de Google para la solución de la problemática en el capítulo #2. Se detalla toda la información y justificación de la solución en cuestión.

En cuanto a la metodología de las 5s, se desarrolla una distribución de planta enfocada en el manejo de paquetes a menor tiempo y esfuerzo para los operarios. Con el fin de agilizar la descarga y carga de paquetes durante la llegada de camiones.

#### **5.4 Conclusiones de costos y beneficios**

Finalmente, se presentan disminución de costos por parte de la implementación del ruteo, como se evidencia en la Tabla 17 y Tabla 18, en ambos casos se evidencia una reducción en el costo de combustible del 18% para la primera ruta, y del 44% para la segunda ruta. De esta manera, se ven reducciones del mismo valor porcentual en costos variables de mantenimiento por rodamiento y tiempos de transporte. Generando mayor utilidad por concepto de los ahorros anteriormente mencionados.

#### **5.5 Recomendaciones**

Se recomienda a la empresa efectuar un estudio financiero en el caso de presentar aumentos de demanda, con el fin de evaluar la viabilidad de adquirir mayor capacidad en la API de Google para tener un sistema de ruteo que soporte mayores rutas intermedias.

Por otro lado, es importante hacer un seguimiento como se detalla en el apartado de estandarización para identificar a fondo los beneficios de la distribución de planta propuesta frente a la actual.

En cuanto a la falta de muelles de carga, se recomienda entablar conversaciones con la sede principal para gestionar inversiones en infraestructura que resuelva este problema, ya que los camiones que tienen que esperar para ser descargados, provienen de la sede principal, lo que implica retrasos para ambas sedes. Por ende, la problemática debe ser abordada desde ambas sedes.

## 6 REFERENCIAS

1. Hidalgo, López. (2009). Drivers and Impacts of ICT Adoption on Transport and Logistics Services. En L. Hidalgo, Drivers and Impacts of ICT Adoption on Transport and Logistics Services (págs. 24-47). Londres: Asian Journal of Technology Innovation.
2. Ferrer, M.; Ariza, Y.; Ferrer, M.; Ariza, Y., Martínez, J.; Garizao, J. y Pulido-Rojano, A. (2019). Modelo de optimización colaborativo para la minimización de los costos variables de transporte de carga por carretera en Colombia. Revista Investigación y desarrollo en TIC. <https://revistas.unisimon.edu.co/index.php/identic/article/view/3487>
3. Sánchez Galván, F.; Garay Rondero, C. L.; Mora Castellanos, C.; Gibaja Romero, D. E., & Bautista Santos, H. (2017). Optimización de costos de transporte bajo el enfoque de teoría de juegos. Estudio de caso. Nova scientia, 9(19), 185. <https://doi.org/10.21640/ns.v9i19.1051>
4. Takayama. C, Perla. L. (2018). Propuesta de mejora de gestión logística para incrementar la rentabilidad de la asociación de pequeños productores orgánicos de querecotillo. [https://hdl.handle.net/20.500.12727/34272\(5\)](https://hdl.handle.net/20.500.12727/34272(5)), 120.
5. Walter. R, Felizzola. C, Bonett. M. (2016). Propuestas de estrategias para el mejoramiento del proceso logístico del grupo mizu s.a.s
6. Sánchez, S., & Hernández, M. (2017). Guía de citación y referencias con base en las normas de la American Psychological Association (APA) Sexta edición. Uniandes. <http://leo.uniandes.edu.co/index.php/menu-escritura/citas-y-referencias/9-apa>
7. Julio Anaya. (2014). El diagnóstico logístico. Primera edición.
8. Cervantes, C. C. V. (2003). CVC. Diccionario de términos clave de ELE. Metodología cuantitativa. Instituto Cervantes. Recuperado 2022, de [https://cvc.cervantes.es/ensenanza/biblioteca\\_ele/diccio\\_ele/diccionario/metodologiacuantitat](https://cvc.cervantes.es/ensenanza/biblioteca_ele/diccio_ele/diccionario/metodologiacuantitat)

iva.htm#: %7E:text=La%20metodolog%C3%ADa%20cuantitativa%20es%20una,el%20an%C3%A1lisis%20de%20los%20datos.

9. Tolosa, L. (2016). Técnicas de mejora continua en el transporte. Barcelona, Spain: Marge Books. Recuperado de <https://elibro-net.ezproxy.unbosque.edu.co/es/ereader/unbosque/43771?page=1>.
10. Pau i Cos, Jordi & Navascués y Gasca, Ricardo de (1998). Manual de logística integral. Madrid: Ediciones Díaz de Santos S.A.
11. Bowersox, Donald J.; Closs, David J. & Cooper, Bixby (2007). Supply Chain Logistics Management. New York: McGraw-Hill.
12. Orjuela-Castro, J. A., Diaz-Rios, O. J., & Gonzalez-Perez, A. Y. (2016). Caracterización de la logística en la cadena de suministro de cosméticos y productos de aseo. Revista Científica, 28(1), 81–96. <https://doi.org/10.14483/udistrital.jour.RC.2016.28.a7>
13. Bhagwat, Rajat & Sharma, Milind Kumar (2007). Performance Measurement of Supply Chain Management: A Balanced Scorecard Approach. Computers & Industrial Engineering, 53, 43-62.
14. Ballou, R. H. (2004). Logística: Administración de la cadena de suministro. Pearson educación.
15. Gudehus, T., & Kotzab, H. (2009). Planning and scheduling production systems from a logistics perspective. Logistics Research, 1(3), 163-172.
16. Lambert, Douglas M.; Stock, James R. & Ellram, Lisa M. (1998). Fundamentals of Logistics Management. Boston: Irwin/Mcgraw-Hill.
17. Robeson, James F. & Copacino, William C. (eds.) (1994). The Logistics Handbook. New York: Andersen Consulting.

18. Sople, V. V. (2009). Logistics Management, 2/E. Pearson Education India.
19. Hälinen, H. M. (2015). Understanding the concept of logistics cost in manufacturing.
20. Ortega, O. J. P. (2010). Componentes de costo en los modelos de diseño de cadenas de abastecimiento. *Poliantea*, 6(10), 13.
21. Quiñónez, Diana; González, Nora; López, María Elvira & Tabares, María Guadalupe
22. Gosselin, Maurice (2007). A Review of Activity-Based Costing: Technique, Implementation, and Consequences. En Christopher S.
23. Chaoyang, Zhou & Ying, Jiang (2010). Research on Controlling Supply Chain Logistics Cost Based on Activity-Based Costing. *Proceedings of the 7th International Conference on Innovation & Management*, 1678-1682.
24. Novoa, Fabio (2009) Mejoramiento de la gestión logística de las empresas afiliadas a Acoplásticos: diagnóstico y recomendaciones. *REVISTA Universidad EAFIT Vol. 45. (153)*. pp. (38-61) <https://repository.eafit.edu.co/bitstream/handle/10784/16782/document%20-%202020-08-03T093754.279.pdf?sequence=2&isAllowed=y>
25. Nava Martinez (2017) metodología 5´S. *Revista de Investigaciones Sociales Vol.3 No.8 29-41*.  
[https://www.ecorfan.org/republicofnicaragua/researchjournal/investigacionessociales/journal/vol3num8/Revista\\_de\\_Investigaciones\\_Sociales\\_V3\\_N8\\_3.pdf](https://www.ecorfan.org/republicofnicaragua/researchjournal/investigacionessociales/journal/vol3num8/Revista_de_Investigaciones_Sociales_V3_N8_3.pdf)
26. Diseño y Distribución de Instalaciones Industriales Apoyado en el Uso de la Simulación de Procesos, Investigación e Innovación en Ingenierías, Vol. 1 Núm. 1 (2013): Enero - Junio, **Article Published:** ene 1, 2013 <https://doi.org/10.17081/invinno.1.1.2066>
27. Gestión de negocio, Plantillas para empresas en Excel, Just EXW Noviembre 2022  
<https://plantillas-excel.net/control/limpieza-2/>

28. Iniciativas empresariales, 5S's, Habilidades directivas, productividad, nov 6, 2015  
<https://blog.iniciativasempresariales.com/beneficios-de-la-integracion-de-las-5s-en-el-proceso-productivo/>
29. Bollobás, B., & Riordan, O. (2002). A polynomial of graphs on surfaces. *Mathematische Annalen*, 323, 81-96.
30. Zhang, C., Li, P., Sun, G., Guan, Y., Xiao, B., & Cong, J. (2015, February). Optimizing FPGA-based accelerator design for deep convolutional neural networks
31. Indrajaya, M. A., Affandi, A., & Pratomo, I. (2015, November). Design of geographic information system for tracking and routing using dijkstra algorithm for public transportation.
32. Van Belle, J., Valckenaers, P., & Cattrysse, D. (2012). Cross-docking: State of the art. *Omega*, 40(6), 827-846.

## 7 ANEXOS

### Anexo A. **Modelo de ruteo**

[https://docs.google.com/spreadsheets/d/136VMwo0R7jNkTHe8pBpwHne1EzA3oFYwAdC0ozIgRpw/edit?usp=share\\_link](https://docs.google.com/spreadsheets/d/136VMwo0R7jNkTHe8pBpwHne1EzA3oFYwAdC0ozIgRpw/edit?usp=share_link)

### Anexo B. **Plantilla para implementar el ruteo**

[https://docs.google.com/spreadsheets/d/1WZA6nkLa\\_UvT-ppVISHoA5MRcAic52R7JmJFvRbjdU0/edit?usp=sharing](https://docs.google.com/spreadsheets/d/1WZA6nkLa_UvT-ppVISHoA5MRcAic52R7JmJFvRbjdU0/edit?usp=sharing)

### Anexo C. **Video instructivo**

[https://drive.google.com/drive/folders/1RN6m0q2w6y1bobpn\\_du0K53jPYUe6MVi?usp=sharing](https://drive.google.com/drive/folders/1RN6m0q2w6y1bobpn_du0K53jPYUe6MVi?usp=sharing)