

PLAN DE MEJORA EN EL PROCESO DE DISTRIBUCIÓN DE PEDIDOS EN LA
EMPRESA PINTURA TROPICAL IMPERKOLOR DE LA CIUDAD DE VILLAVICENCIO
PARA EL AÑO 2025



ANDRÉS FELIPE MOSQUERA BENITO
BRAYAN ESTEVAN ALDANA BERMUDEZ



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
VILLAVICENCIO
2025

PLAN DE MEJORA EN EL PROCESO DE DISTRIBUCIÓN DE PEDIDOS EN LA
EMPRESA PINTURA TROPICAL IMPERKOLOR DE LA CIUDAD DE VILLAVICENCIO
PARA EL AÑO 2025

ANDRÉS FELIPE MOSQUERA BENITO
BRAYAN ESTEVAN ALDANA BERMUDEZ

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de Ingeniero Industrial

Orden: Profesional

Modalidad: Curso o seminario de profundización

Asesor

Mg. OSCAR IVÁN VARGAS PINEDA

Magíster en Gestión Ambiental Sostenible

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
FACULTAD INGENIERÍA INDUSTRIAL
VILLAVICENCIO

2025

Autoridades Académicas

P. Álvaro José ARANGO RESTREPO, O. P.

Rector General

P. Mauricio Antonio CORTÉS GALLEGO, O. P.

Vicerrector Académico General

P. Luis Antonio ALFONSO VARGAS, O. P.

Rector Seccional Villavicencio

P. Adrián Mauricio GARCÍA PEÑARANDA, O. P.

Vicerrector Académico Seccional Villavicencio

Mg. Julieth Andrea SIERRA TOBÓN

Secretaria General Seccional Villavicencio

Mg. Víctor Andrés RINCON GONZALES

Decano de Facultad de Ingeniería Industrial

Dedicatoria

Este trabajo de opción de grado está dedicado, en primer lugar, a Dios, a quien agradecemos profundamente por habernos otorgado la sabiduría, la fortaleza y las herramientas necesarias para afrontar los retos de este proyecto. Su presencia y guía han sido esenciales en cada fase del proceso, desde la concepción de la idea hasta la ejecución final. Sin su apoyo constante, nada de lo logrado hasta ahora habría sido posible, y por ello, le damos gracias de corazón.

De igual manera, queremos dedicar este logro a nuestros padres y hermanos, quienes han sido el pilar fundamental en nuestra vida. Ellos han sido nuestro motor, nuestra inspiración y el soporte que nos ha impulsado a seguir adelante, incluso en los momentos de incertidumbre. Gracias a su amor, sacrificio y apoyo incondicional, tanto en lo emocional como en lo económico, hemos podido superar obstáculos y continuar persiguiendo nuestras metas. En los días más difíciles, su presencia ha sido un faro de esperanza que nos ha guiado a seguir luchando. Este logro es tanto suyo como nuestro, pues sin ellos no hubiésemos llegado hasta aquí.

Agradecimientos

Queremos expresar nuestro sincero agradecimiento al Sr. Jimmer Yunda, por abrirnos las puertas de su empresa, brindarnos su tiempo, confianza e información clave para la ejecución de este proyecto. Su disposición para permitirnos implementar una herramienta propuesta por nosotros, a pesar de nuestra limitada experiencia profesional, fue un acto de confianza que valoramos enormemente.

Finalmente, extendemos nuestro reconocimiento al Ingeniero Óscar Iván Vargas, director de nuestro proyecto, por su acompañamiento, orientación y compromiso durante las dos fases del trabajo de opción de grado. Su guía fue esencial para alcanzar los objetivos propuestos. Asimismo, agradecemos a todos los docentes de la Facultad de Ingeniería Industrial, quienes a lo largo de la carrera compartieron sus conocimientos, experiencias y consejos, sentando las bases necesarias para el desarrollo profesional y técnico que hoy nos permite presentar con orgullo este proyecto.

Contenido

Resumen	11
Abstract.....	12
Introducción.....	13
Título del proyecto.....	15
Planteamiento del caso	16
Marco de referencia	19
Preguntas de reflexión	25
Justificación	26
Objetivo	29
General	29
Específicos	29
Marco Metodológico	30
Tipo de estudio.....	30
Población y muestra	30
1. Diagnóstico del proceso actual de distribución de pedidos de la empresa	31
1.1. DMAIC: Definir.....	31
1.2. DMAIC: Medir	32
2. Identificar las principales causas del alto consumo de gasolina en la empresa.	34
2.1. DMAIC: Analizar	34
3. Diseñar una alternativa de mejora para el sistema de distribución de pedidos para la empresa	36
3.1. DMAIC: Seguimiento de la fase de analizar	36
3.2. DMAIC: Implementar.....	37
3.3. DMAIC: Controlar.....	37
Narración del caso	39
1. Diagnosticar el proceso actual de distribución de pedidos de la empresa	39
1.1. Desarrollo de mapa de procesos	39
1.2. Desarrollo del diagrama de carriles	40
1.3. Desarrollo de listas de verificación para la recolección de datos	41

1.4.	Desarrollo de aplicación de indicadores	44
1.5.	Desarrollo de las métricas Lean Six Sigma.	46
2.	Identificar las principales causas del alto consumo de gasolina en la empresa.	48
2.1.	Desarrollo del diagrama de Ishikawa (Causa-Efecto)	48
2.2.	Desarrollo del gráfico de Pareto	49
2.3.	Desarrollo de histogramas.....	50
3.	Diseñar una alternativa de mejora para el sistema de distribución de pedidos para la empresa	53
3.1.	Desarrollo del diagrama de carriles post mejora (To be).....	53
3.2.	Desarrollo de la hoja A3	54
3.4.	Desarrollo de las métricas Six Sigma Post Mejora.....	60
3.5.	Desarrollo de los indicadores de transporte Post Mejora.....	61
	Lecciones y recomendaciones	64
	Bibliografía.....	65
	Anexos	70

Lista de Tabla

Tabla 1. Indicador de costo de transporte medio unitario en el mes de Julio del 2025	44
Tabla 2. Indicador de costo promedio por km recorrido en el mes de Julio del 2025	45
Tabla 3. Indicador de costo por kg movido en el mes de Julio del 2025	45
Tabla 4. Indicador de porcentaje de utilización de medios de transporte de mercancía en el mes de Julio del 2025	45
Tabla 5. Indicador de costo operativo por conductor en el mes de Julio del 2025	46
Tabla 6. Calculadora de nivel sigma de la empresa en el mes de Julio del 2025	47
Tabla 7. Guía para el correcto uso del “sistema para determinar la viabilidad de los pedidos” ..	59
Tabla 8. Calculadora de nivel sigma post mejora de la empresa	60
Tabla 9. Indicador post mejora de costo de transporte medio unitario	61
Tabla 10. Indicador post mejora de costo promedio por km recorrido	62
Tabla 11. Indicador post mejora de costo por kg movido.....	62
Tabla 12. Indicador post mejora de porcentaje de utilización de medios de transporte de mercancía	62
Tabla 13. Indicador post mejora de costo operativo por conductor.....	63

Lista de Figuras

Figura 1. Mapa de procesos de la empresa Pinturas Tropical Imperkolor	39
Figura 2. Diagrama de carriles del proceso actual de distribución de la empresa	40
Figura 3. Lista de verificación para la distribución de pedidos. Parte 1	42
Figura 4. Lista de verificación para la distribución de pedidos. Parte 2.....	42
Figura 5. Lista de verificación para la distribución de pedidos. Parte 3.....	43
Figura 6. Lista de verificación para la distribución de pedidos. Parte 4.....	43
Figura 7 Diagrama de Ishikawa (Causa-Efecto).....	48
Figura 8. Gráfico de Pareto de causas del alto consumo de gasolina	49
Figura 9. Histograma de consumo de gasolina diario de la empresa.....	51
Figura 10. Histograma de distancia recorrida diaria en km de la empresa	51
Figura 11. Histograma de consumo de cantidad de envíos diarios en la empresa.....	52
Figura 12. Diagrama de carriles del proceso post mejora de distribución de la empresa.....	53
Figura 13. Hoja de porte A3 de mejora continua.....	55
Figura 14. Fase 1 del “Sistema para determinar la viabilidad de los pedidos”	57
Figura 15. Fase 2 del “Sistema para determinar la viabilidad de los pedidos”.....	58
Figura 16. Fase 3 del “Sistema para determinar la viabilidad de los pedidos”	59
Figura 17. Botón de limpiar para el “Sistema para determinar la viabilidad de los pedidos”	59

Lista de Anexos

Anexo 1. Certificación de implementación por parte de la empresa 70

Anexo 2. Carta de cesión de derechos de herramienta de mejora 71

Resumen

La empresa Pinturas Tropical Imperkolor ubicada en la ciudad de Villavicencio enfrenta un alto consumo de gasolina debido a la falta de una herramienta que optimice la gestión logística en sus entregas a domicilio. La empresa no evalúa la viabilidad de cada pedido en función de variables como la distancia, los costos de transporte y la rentabilidad de cada venta, lo que resulta en entregas ineficientes, con un aumento significativo de los costos operativos y una disminución de las utilidades netas.

Este proyecto tiene como objetivo general implementar una alternativa de mejora en el proceso de distribución de pedidos, con el fin de reducir los costos de gasolina para el año 2025 en la ciudad de Villavicencio y municipios cercanos. La metodología seleccionada es DMAIC, que consta de cinco fases: Definir, donde se identifican los problemas y objetivos del proyecto; Medir, que implica la recolección de datos sobre el proceso actual; Analizar, para determinar las variables claves que afectan la viabilidad de las entregas; Mejorar, que consiste en desarrollar e Implementar un sistema que permita analizar cada pedido, considerando la rentabilidad y los costos de transporte; y Controlar, que evalúa los resultados de la implementación y ajusta el sistema para garantizar su efectividad.

El sistema propuesto utilizará una semaforización para determinar si un pedido es viable o no, basándose en la comparación entre la utilidad del pedido y los costos de transporte. Si el costo es superior al 10% de la utilidad, el pedido no será autorizado y se aplicarán estrategias alternativas.

Palabras clave: *Logística, costos, consumo de gasolina, distribución, rentabilidad, utilidad, eficiencia, DMAIC, viabilidad, semaforización, optimización, herramientas*

Abstract

Pinturas Tropical Imperkolor Company, located in the city of Villavicencio, has high gasoline consumption because it doesn't have a tool to optimize the logistics management of its deliveries. The company doesn't evaluate the viability of each order based on factors like distance, transportation costs, and profitability. This causes inefficient deliveries, an increase of operational costs, and a decrease in net profits.

The main goal of this project is to implement an improvement alternative in the order distribution process to reduce gasoline costs in 2025 in Villavicencio and nearby towns. The selected methodology is DMAIC, which has five phases: Define, where the problems and objectives are identified; Measure, which includes data collection of the current process; Analyze, to find the key variables that affect delivery viability; Improve, which consist of developing and implementing a system to analyze each order considering profitability and transportation costs; and Control, which evaluate the results of the implementation and adjusts the system to guarantee its effectiveness.

The proposed system will use a traffic light system to decide if an order is viable or not, comparing the profit of the order with the transportation cost. If the cost is higher than 10% of the profit, the order will not be authorized, and other strategies will be applied.

Key Word: *Logistics, costs, gasoline consumption, distribution, profitability, profit, efficiency, DMAIC, feasibility, signaling, optimization, tools.*

Introducción

La empresa Pinturas Tropical Imperkolor, ubicada en la ciudad de Villavicencio, se había consolidado como un referente en el mercado regional de recubrimientos, ofreciendo una amplia variedad de pinturas y productos afines destinados a la construcción, la decoración y el mantenimiento de superficies. Su modelo de negocio incluyó la distribución gratuita de pedidos a los clientes, lo cual representó un valor agregado importante y un factor diferenciador frente a la competencia. Sin embargo, esta estrategia también generó una serie de retos logísticos, dado que el servicio de distribución presentó altos niveles de consumo de combustible y costos asociados, los cuales incidieron de manera directa en la rentabilidad de la organización.

La operación de distribución se llevó a cabo sin la implementación de un sistema formal de planificación de rutas ni de mecanismos de control que garantizaran un uso eficiente de los recursos. En consecuencia, se presentaron entregas con baja consolidación de carga, asignación inadecuada de vehículos y trayectos innecesarios que derivaron en gastos excesivos de gasolina. Esta situación, además de incrementar los costos operativos, repercutió en los tiempos de entrega, generando insatisfacción en algunos clientes y reduciendo la competitividad de la empresa frente a otras compañías del sector. De esta manera, la distribución, que inicialmente se concibió como una ventaja competitiva, se convirtió en una fuente de sobrecostos que amenazaba la sostenibilidad financiera de la organización.

En este proyecto se recurrió a los principios de la mejora continua y de la filosofía Lean Six Sigma, enfoques que habían demostrado ser efectivos en la optimización de procesos logísticos y en la reducción de desperdicios. La metodología DMAIC (Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar) permitió estructurar el estudio de manera sistemática, garantizando que cada etapa del análisis se basara en datos reales y en la identificación precisa de oportunidades de mejora. Así mismo, se emplearon herramientas como el mapa de procesos, el diagrama de carriles, las listas de verificación, los indicadores logísticos, las métricas Six Sigma, el diagrama de Ishikawa y el análisis de Pareto, con el fin de obtener una comprensión integral de la operación de distribución y de los factores que incidieron en su desempeño.

De esta manera, el proyecto se planteó con el propósito de analizar la situación actual de la distribución de pedidos en Imperkolor, evaluar las principales causas del consumo elevado de gasolina y de los sobrecostos logísticos, y formular una propuesta de mejora que orientara a la

empresa hacia un modelo de distribución más eficiente, competitivo y sostenible. Con este enfoque, se buscó no solo aportar a la rentabilidad y eficiencia de la organización, sino también fortalecer el conocimiento académico y práctico en el ámbito de la ingeniería industrial, demostrando la aplicabilidad de metodologías modernas de gestión en un caso real de empresa regional.

Título del proyecto

Plan de mejora en el proceso de distribución de pedidos en la empresa Pinturas Tropical Imperkolor de la ciudad de Villavicencio para el año 2025

Planteamiento del caso

Un óptimo desempeño logístico permite a las Micro, Pequeña y Mediana Empresas reducir costos, optimizar tiempos y mejorar la calidad de sus procesos, estableciendo una relación directa entre la logística y la competitividad empresarial. Esto no solo impulsa el desarrollo económico local, sino que también disminuye el riesgo de inversión al evitar gastos innecesarios derivados del desconocimiento o la incertidumbre. En este sentido, Establecer una logística de distribución eficaz resulta fundamental para asegurar el funcionamiento continuo de la cadena de suministro y fomentar el desarrollo sostenible de las organizaciones. (Pertuz Molina & Puerto Mendoza, 2023).

Según Mauricio Santa María (Salamanca, 2021) En Colombia, las micro, pequeñas y medianas empresas (MiPymes) constituyen más del 99% del total empresarial, siendo responsables de cerca del 79% del empleo y contribuyendo con el 40% al Producto Interno Bruto (PIB). Debido a su relevancia en la economía del país, es imprescindible mejorar su organización y funcionamiento, lo que solo puede lograrse a través de una planificación logística minuciosa(Higuita Jaramillo & Nohava Lasso, 2023). Sin embargo, muchas MiPymes enfrentan dificultades en su gestión logística, lo que repercute directamente en altos costos operacionales, estos problemas son originados en gran parte por la falta de recursos, afectando especialmente el área de distribución, donde procesos ineficientes reducen la rentabilidad empresarial. Para contrarrestar estos desafíos, es crucial implementar estrategias como el diseño de rutas efectivas o el uso de servicios de carga consolidada, optimizando así la movilidad de la carga y reduciendo los costos logísticos (Briceño Martínez et al., 2020).

Pinturas Tropical Imperkolor es una empresa ubicada en la ciudad de Villavicencio, Meta, Colombia, dedicada a la fabricación y comercialización de pinturas. Su portafolio de productos incluye referencias de pintura tipo 1, tipo 2, tipo 3 y la impermeabilizante Imperkolor, abarcando diferentes necesidades del mercado. La empresa se distingue en el sector por la calidad de sus productos, la cual se refleja en los resultados obtenidos tras la aplicación del producto. La logística de distribución de Pinturas Tropical Imperkolor se ve influenciada por la ubicación de sus proveedores, que se encuentran en ciudades como Medellín y Bogotá.

Una de sus estrategias de fidelización de clientes es la entrega eficiente de pedidos a domicilio, sin importar la ubicación del cliente dentro de la ciudad y municipios aledaños. Para ello, cuenta con una flota propia de vehículos conformada por dos furgones (uno mediano y otro grande) y dos motocicletas, lo que les permite ofrecer un servicio de distribución directo, oportuno

y gratuito. A pesar de contar con un sistema de entrega propio, la empresa enfrenta un problema operativo relacionado con el uso ineficiente de su flota de transporte. Cuando un cliente realiza un pedido pequeño que supere 2 cuñetes de pintura, hace uso del furgón mediano para realizar la entrega. Sin embargo, esta práctica genera ineficiencia en el uso del combustible, ya que el vehículo se desplaza con más del 50% del espacio vacío, consumiendo una cantidad representativa de gasolina como si estuviera completamente cargado; esto impacta negativamente en los costos de distribución y reduce la rentabilidad de cada entrega. El principal problema identificado en la operación de Pinturas Tropical Imperkolor es el alto costo de distribución debido al consumo excesivo de gasolina. Este problema surge de la baja eficiencia en la utilización de la capacidad de carga de los vehículos, lo que genera gastos innecesarios en combustibles sin una compensación proporcional en los ingresos por ventas. Además, la falta de planes de entrega, como trazar rutas diarias, semanales o realizar envíos dos o tres veces por semana hacia los mismos puntos, dificulta la optimización de los costos. La solución a este problema podría implicar la optimización de rutas, la implementación de estrategias para consolidar pedidos o el uso de vehículos más adecuados según la cantidad de producto a entregar, de manera que se reduzca el impacto financiero y ambiental del consumo de gasolina en la empresa.

Hettiarachchi et al (2024) Encontró que la falta de métodos de planificación eficientes es un factor fundamental que contribuye a los altos costos de distribución. Es posible que los enfoques tradicionales no aborden adecuadamente las complejidades de las redes de distribución modernas, especialmente cuando se trata de flotas heterogéneas. Esta ineficiencia puede resultar en una utilización subóptima de los vehículos, en distancias de viaje más largas y en un mayor consumo de combustible, todo lo cual contribuye a aumentar los costos. Como resultado, las empresas enfrentan una disminución en su rentabilidad y competitividad, ya que los costos adicionales derivados del consumo ineficiente de combustible y la baja optimización de las rutas de distribución impactan directamente en sus márgenes de ganancia.

En este sentido, la planificación logística deficiente no solo impacta la eficiencia operativa de las empresas, sino que también influye directamente en su rentabilidad y sostenibilidad. Uno de los principales problemas que afectan a la eficiencia de las redes de distribución es la falta de información fiable. Lozano Cruz (2020) plantea Frecuentemente, las empresas carecen de información exacta sobre los obstáculos que enfrentan, como las condiciones viales, el flujo del tráfico o las distancias que deben recorrer para atender a sus clientes. La ausencia de datos precisos puede ocasionar una planificación deficiente y errores en la ejecución de las rutas de entrega, dando

como resultado, si una empresa no logra cumplir con los tiempos de entrega establecidos, corre el riesgo de perder clientes frente a competidores que sí garantizan un servicio más eficiente.

Otro factor clave en los desafíos logísticos que enfrentan las empresas es la carencia de conocimientos especializados en la gestión de la cadena de suministro; según Segrera (2020) “la falta de especialización los lleva a desarrollar actividades logísticas de bajo nivel debido a la falta de conocimientos técnicos y la aplicación incorrecta del concepto de cadena de suministro”, sin una comprensión adecuada de los principios logísticos, las organizaciones pueden enfrentar problemas como la mala gestión de inventarios, tiempos de entrega prolongados y costos elevados en el transporte.

Un problema clave que agrava estas deficiencias es el elevado consumo de combustible en el transporte de mercancías; así como lo plantea Análisis de los costos de operación para mejorar la eficiencia de la ruta de la distribución de una empresa cervecera, donde dice que el consumo de combustible influye directamente en la rentabilidad, la competitividad y la sostenibilidad ambiental de las empresas. Sin una estrategia clara, los camiones recorren distancias innecesarias, transportan cargas que no optimizan su capacidad y consumen más combustible del requerido. Además, la ausencia de un sistema de monitoreo del consumo individualizado de cada vehículo impide a las empresas identificar patrones de gasto excesivo y tomar medidas correctivas (Guzmán Cortés, 2020).

El impacto del consumo de combustible es especialmente significativo en los camiones pesados, que pueden experimentar incrementos exponenciales en su consumo dependiendo de su peso y condiciones de conducción, según Fan et al (2020) planteo en ciertas circunstancias, los camiones con un peso entre 45 y 55 toneladas pueden registrar un incremento de hasta un 755% en el consumo de combustible. Además, se estima que los camiones pesados pueden consumir hasta un 20% más de combustible que los vehículos más ligeros en condiciones similares (Du et al., 2025).

Finalmente, muchas microempresas en Colombia no cuentan en la actualidad con procesos de gestión logística adecuados, lo que agrava su situación competitiva. Breiner y María de los Ángeles (2023) indican que esto se debe a que, al ser pequeñas, sus administradores no ven la necesidad de implementar o invertir en procesos de logística. Sin embargo, esta falta de inversión genera desventajas significativas en términos de competitividad, satisfacción del cliente, calidad de los productos y costos de producción.

Marco de referencia

El proceso de distribución en la empresa Pinturas Unidas S.A. presenta fallas que generan niveles de insatisfacción entre sus principales clientes en la zona de Aguirre, una de las más destacadas por su volumen de ventas. Entre las principales quejas se encuentran la gestión de reclamaciones y devoluciones (83 %), el estado en que llegan los productos (78 %) y el tiempo que transcurre desde que se realiza el pedido hasta que se recibe la mercancía (73 %). Se señala que las causas más relevantes de estas inconformidades están asociadas principalmente al manejo del proceso de pedidos, a las relaciones entre cliente y proveedor, y finalmente, a la etapa de transporte. (Romero Valladolid et al, 2024).

Por ello, la optimización de la cadena de suministro no solo permite reducir costos, sino que también mejora la competitividad y la capacidad de respuesta ante las demandas del mercado, actualmente, los procesos logísticos y de transporte-producción son factores clave en la gestión de las cadenas de suministro de las empresas. La eficacia de las compañías productivas está estrechamente ligada a la eficiencia de su logística. Una caída en la eficiencia de los procesos logísticos a largo plazo o la falta de estabilidad en los mismos señalan la necesidad de realizar mejoras. (Smirnova et al., 2024).

El artículo tuvo como propósito examinar los procesos logísticos que conforman la cadena de suministro de una empresa dedicada a la producción y comercialización de pinturas en Guayaquil. Su finalidad fue identificar oportunidades que permitieran optimizar las operaciones, disminuir los costos, aprovechar de manera más eficiente los recursos, fortalecer la atención al cliente y elevar la rentabilidad. En una primera etapa del estudio se realizó un diagnóstico del entorno en el cual desarrolla sus actividades la organización. Posteriormente, se plantearon acciones de mejora en las áreas de ventas, despacho y distribución, y se valoró su viabilidad económica mediante el análisis de indicadores de desempeño. (González Jaramillo & Rosero Barzola, 2023).

Por otro lado, la eficiencia en el área de carga es fundamental para garantizar un flujo continuo en la cadena logística. Los resultados obtenidos en el área de carga revelan un cuello de botella cuando se alcanza un 55% de llenado, siendo que solo falta un 5% para llegar al 100%. Esta tendencia es evidente en todos los tipos de vehículos, donde el tiempo de carga se mantiene constante incluso cuando el vehículo está al 50% de su capacidad. Así, se confirma la hipótesis de

un cuello de botella en las fases de inspección, corrección y comunicación entre los impulsores del proceso. El tiempo excesivo dedicado al cargue puede generar costos adicionales en la empresa y retrasar los pedidos con plazos de entrega definidos, afectando negativamente la logística en general. (Cardozo Rivera, 2023).

Contar con una flota de vehículos adecuada no solo facilita la distribución de productos, sino que también mejora la gestión de devoluciones y traslados. Este plan de mejora propone que Colrieles adquiera los vehículos necesarios para el transporte de materiales pesados, no solo con el objetivo de realizar entregas de productos, sino también para el retiro y traslado de mercancías. Además, esta propuesta tiene un impacto positivo en el proceso de entregas y asistencia a los diversos clientes, buscando llevar a cabo estas operaciones de manera más eficiente y satisfactoria para ellos. (Sierra Tolosa, 2023).

Asimismo, el enrutamiento de vehículos se convierte en un desafío clave en la logística de distribución, ya que implica diseñar rutas eficientes para satisfacer la demanda de múltiples clientes utilizando una flota con capacidad limitada. Un problema específico de distribución se presenta de la siguiente forma: un número determinado de clientes ubicados en lugares conocidos, con una demanda definida, debe ser abastecido con mercancías por vehículos de capacidad limitada. El problema de transporte, en cuanto a la ruta óptima que debe seguir cada vehículo, se divide en dos subproblemas: la agrupación de clientes en rutas (clustering) y la determinación del recorrido más eficiente para cada ruta (cluster). Resolver estos subproblemas permite establecer las rutas de transporte con el menor costo posible. (Mendieta Muñoz, 2022).

En la gestión logística, la falta de estrategias definidas en procesos clave como el aprovisionamiento, almacenamiento y despacho puede generar ineficiencias operativas. En este caso, la ejecución empírica de estas actividades ha provocado pérdidas de inventario y retrasos en las entregas, afectando la programación de rutas y la coordinación en almacén. Como resultado, la insatisfacción del cliente final ha aumentado debido a los prolongados tiempos de espera, evidenciando la necesidad de una mejora estructurada en la gestión de la distribución. Numerosos procesos y actividades diarias, como el aprovisionamiento, almacenamiento y despacho, se han llevado a cabo de forma empírica y sin una estrategia clara, lo que ha ocasionado pérdidas importantes en el inventario y retrasos en las entregas, tanto en la programación de rutas como en los despachos desde el almacén. Esto ha resultado en la insatisfacción recurrente de los clientes finales debido a los tiempos de entrega prolongados. (Cuevas Ortiz & Arismendy Ariza, 2022).

Existen muchos modelos estratégicos para mejorar procesos ineficientes como la metodología 5S y la clasificación ABC que traen consigo enormes beneficios de crecimiento para las organizaciones. Se propone un modelo de gestión de almacenes para optimizar la entrega de pedidos en una comercializadora de pinturas utilizando metodologías específicas. Como resultado de su implementación, se consiguió reducir en 11 minutos el tiempo de procesamiento de pedidos, lo que representó una mejora del 37% en comparación con el año 2021. Además, se incrementó el número de pedidos despachados correctamente, alcanzando una mejora del 42%, gracias a la eliminación de desperdicios, el control del inventario de productos, el registro de entradas y salidas del almacén, y la capacitación de los empleados, lo que resultó en un mejor servicio al cliente. (Almengor et al., 2023).

A través de las mediciones, es posible identificar cuellos de botella, tiempos improductivos y oportunidades de optimización dentro de los diferentes procesos. Se llevó a cabo un análisis del proceso logístico actual, el cual tiene una duración total de tres horas con cincuenta y tres minutos. El proceso de almacenamiento abarca 162 minutos, de los cuales solo el 71% corresponde a actividades que generan valor, mientras que el proceso de abastecimiento tiene una duración de 116 minutos, con un 59% de actividades que agregan valor. Se identificó que el 21% del total de las compras corresponde a compras urgentes, lo que pone en evidencia las deficiencias existentes en la gestión logística de abastecimiento y almacenamiento de la empresa. (Zúñiga et al., 2021).

La experiencia del cliente ha cobrado un papel central en la logística de distribución. Es por esto, que los consumidores actuales esperan entregas rápidas, flexibles y con opciones de seguimiento en tiempo real, lo que obliga a las empresas a innovar en sus estrategias. Aborda una orientación de entrega basada en la demanda y la presión ejercida para lograr servicios de entrega cada vez más rápidos, la logística (operaciones de almacenamiento y transporte) se ve desafiada en términos de distribución. A las posibilidades relacionadas con los almacenes se suma la cuestión de formar parte o no de clústeres logísticos que faciliten el flujo de almacenamiento y transporte, incluyendo acciones que busquen optimizar el transporte de distribución mediante soluciones de enrutamiento (Vivaldini & Vivaldini, 2025).

Las empresas manufactureras que integran la Logística 4.0 en sus operaciones pueden lograr una ventaja competitiva significativa, mejorando su capacidad de respuesta ante cambios en la demanda. Mediante un estudio piloto en Europa Central, este documento investiga la relación entre los conceptos y tecnologías de Logística 4.0 y los indicadores de rendimiento logístico en

empresas manufactureras. Como resultado, la implementación de conceptos inteligentes y eficientes tiene un gran impacto en el rendimiento logístico (Woschank & Dallasega, 2021).

(Vimalesan) plantea que el uso de tecnologías como el control de velocidad ajustado a la carga (LBSC) y la protección ante reducciones de marcha (GDP) puede incrementar la eficiencia en el consumo de combustible hasta en un 7%, contribuyendo así a la disminución de los costos operativos para los gestores de flotas. Al regular la velocidad en función de la carga y evitar cambios innecesarios en la transmisión, se minimiza el desgaste del motor y se optimiza el consumo energético. Además, esto puede traducirse en menos mantenimiento y una mayor vida útil de los vehículos (2024).

El hallazgo a continuación refuerza la relevancia de adoptar estrategias de optimización en el transporte, como la planificación eficiente de rutas y el mantenimiento preventivo, para mejorar la rentabilidad y reducir la huella ambiental en el que se seleccionó una muestra de setenta y cuatro camiones de 10 ruedas, y se recolectaron datos sobre el consumo de combustible de los conductores mientras operaban sus vehículos a través de sistemas GPS. Los resultados mostraron una disminución total en el consumo de combustible, con mejoras en los índices de eficiencia. El kilometraje anual influyó en un mayor ahorro energético, ya que los camiones con mayor kilometraje anual lograron reducir el consumo de combustible en mayor medida que aquellos con menor kilometraje. El ahorro energético anual alcanzó los 0,16 ktep, lo que implica una reducción de costes de 5,8 millones de baht al año. (Poolkrajang, 2023).

La aplicación de modelos predictivos en la gestión del transporte puede ofrecer beneficios significativos en términos de eficiencia operativa y sostenibilidad. El análisis presentado en el artículo muestra que la velocidad, el par motor y la velocidad del motor son los factores clave que afectan el consumo energético de los vehículos logísticos. Además, se desarrollan modelos predictivos del consumo de energía utilizando un algoritmo de memoria a corto plazo, el cual tiene en cuenta los diferentes estados de conducción en diversos tipos de carretera, aprovechando datos históricos como la velocidad del vehículo, el par motor y la velocidad del motor. Finalmente, el análisis subraya un incremento significativo en el consumo energético de los camiones logísticos a los 100 km en carreteras secundarias con condiciones viales complejas. (Gan et al., 2024).

Existen diferentes estudios que pueden ser útiles para optimizar la logística y tomar decisiones estratégicas, como elegir el vehículo adecuado para distintas rutas o encontrar maneras de reducir costos, como optimizar el consumo de combustible o negociar tarifas de peajes. El

artículo examina cómo la distancia recorrida influye en los costos operativos de diferentes clases de camiones. Se empleó la ecuación de costos operativos para comparar los costos de operación de los vehículos y analizar cómo estos cambian en función de la distancia recorrida. Los camiones de 18 toneladas tuvieron el costo más elevado, seguidos por los de 5 toneladas. Esto se debe a que los costos están determinados por factores como la distancia recorrida, los peajes y el consumo de combustible. (Ahmad et al., 2024).

En el contexto de las Pymes, la aplicación de ventanas de tiempo para la programación de rutas no solo optimiza los recursos, sino que también mejora la puntualidad y la calidad del servicio al cliente. Se propone un método para la programación de rutas mediante la aplicación de la herramienta VRP Solver 3.0, consecuente con la operación del día a día en operadores logísticos como el caso estudiado. Igualmente, este artículo constituye una manera de acercar los conocimientos teóricos de la academia a la gestión eficiente del servicio en las Pymes. Así, empresas, como la del caso presentado pueden mejorar aún más su nivel de servicio con tecnologías apropiadas para el tratamiento y control de la información de los clientes, con miras a la planificación de las entregas (Zapata & Ararat, 2020).

En adición, la identificación del área de almacenamiento como foco principal para el ahorro en costos logísticos subraya su papel estratégico en las operaciones empresariales. La variable de ahorro en costos logísticos, desglosada por área, se enfoca principalmente en el área de almacenamiento. Los indicadores clave para el control y seguimiento en esta área incluyen la precisión en los inventarios, la rotación de inventarios y el costo por unidad almacenada. (Camargo González et al., 2022).

Sin embargo, la incorporación de técnicas más avanzadas, como la heurística de inserción, aporta mejoras significativas al resolver problemas logísticos complejos. Esto no solo incrementa la eficiencia del transporte, sino que también optimiza el uso de recursos y reduce costos operativos, factores esenciales en un mercado competitivo. La optimización de rutas y transporte es fundamental para mejorar la distribución en las empresas. Uno de los modelos más comunes es el Problema de Ruteo de Vehículos (VRP), que puede ajustarse a diferentes variables. Entre sus variantes más destacadas se encuentran el VRP con flota heterogénea (HVRP), ventanas de tiempo, entregas parciales y entregas y recogidas simultáneas. En Colombia, los estudios sobre HVRP emplean métodos sencillos como los algoritmos de barrido y Clarke y Wright, los cuales se mejoran en este trabajo mediante la heurística de inserción. (Amador-Fontalvo et al., 2015)

En conclusión, este enfoque facilita la obtención de resultados funcionales y transferibles, ofreciendo instrumentos esenciales para perfeccionar los procesos logísticos y, por ende, elevar los niveles de productividad dentro de un contexto industrial altamente competitivo. El estudio desarrollado tuvo como propósito principal analizar de qué manera la optimización en la gestión logística puede contribuir a mejorar la productividad en una empresa del sector de pinturas. Para ello, se aplicó una metodología de tipo aplicada, con un enfoque descriptivo y un diseño de carácter experimental. (Denegri et al., 2022).

Preguntas de reflexión

- ¿Cuáles son los principales factores que contribuyen al alto consumo de gasolina en la distribución de pedidos?
- ¿Cómo afecta el alto consumo de gasolina a la rentabilidad y sostenibilidad de la empresa?
- ¿Qué estrategias podrían implementarse para optimizar las rutas de distribución y reducir el consumo de combustible?
- ¿Qué beneficios adicionales, además de la reducción de costos, se podrían obtener con una distribución más eficiente?
- ¿De qué manera la planificación y programación de los pedidos puede contribuir a una distribución más eficiente?

Justificación

La empresa Pinturas Tropical Imperkolor, ubicada en la ciudad de Villavicencio, enfrenta un desafío crítico en la gestión de su proceso de distribución de pedidos: el alto consumo de gasolina derivado de la ausencia de una planificación logística eficiente y de un sistema estructurado que permita evaluar la viabilidad de cada entrega. Esta situación genera un incremento considerable en los costos operativos, lo que afecta directamente la rentabilidad de la organización y limita su capacidad de competir en un mercado dinámico y altamente exigente. La problemática se evidencia principalmente en el uso ineficiente de los vehículos de la flota, dado que en múltiples ocasiones se realizan entregas con baja consolidación de carga o con asignación inadecuada de transporte, lo que provoca un desperdicio de recursos, incrementa las emisiones contaminantes y reduce los márgenes de utilidad.

En este sentido, las rutas ineficientes representan un factor crítico que no solo incrementa el consumo de combustible, sino que también eleva los costos de mano de obra, ya que los transportistas pueden recorrer distancias innecesarias o realizar paradas improductivas. La ausencia de una adecuada optimización de rutas se traduce en mayores tiempos de entrega, incumplimiento de cronogramas y reducción de la calidad del servicio, lo que impacta de manera directa la satisfacción del cliente y la imagen de la empresa en el mercado. (Song, 2023)

Asimismo, la planificación ineficaz de las rutas puede generar desequilibrios en la operación interna, produciendo escenarios en los que ciertos transportistas se encuentran sobrecargados mientras que otros permanecen infrautilizados. Este tipo de desajustes ocasiona un desgaste innecesario en los recursos humanos y materiales, y a su vez dificulta la programación eficiente de las entregas. Aunque en la actualidad existen tecnologías emergentes como el análisis de datos y el aprendizaje automático que permiten mitigar este tipo de problemas mediante información en tiempo real y estrategias adaptativas, muchas pequeñas y medianas empresas aún carecen de los recursos técnicos y financieros para acceder a estas herramientas, lo que profundiza la vulnerabilidad de sus procesos logísticos. (Yuan, 2024)

La justificación de este proyecto también radica en que la logística de distribución constituye un eje fundamental para la competitividad empresarial. En el caso de Imperkolor, la fidelización de clientes se sustenta en la promesa de entregas oportunas y gratuitas, lo que convierte a la distribución en un factor diferenciador frente a la competencia. Sin embargo,

mantener este beneficio sin una gestión eficiente puede convertirse en una amenaza financiera para la empresa, ya que cada kilómetro recorrido sin optimización implica mayores costos y menores márgenes de utilidad. De no abordarse esta problemática, la empresa corre el riesgo de incrementar sus costos hasta niveles insostenibles, lo que podría derivar en pérdida de clientes, reducción de participación en el mercado regional y debilitamiento de su posición estratégica en el sector.

Por otro lado, el consumo de combustible representa una variable externa de gran impacto en los costos logísticos. El aumento constante de los precios a nivel nacional e internacional presiona los costos de transporte de las empresas de distribución, lo que obliga a muchas organizaciones a replantear sus cadenas de suministro. En este contexto, diversas compañías han migrado del abastecimiento global al local con el fin de reducir distancias y disminuir los gastos asociados al transporte, evidenciando que los precios del combustible tienen un efecto directo sobre la rentabilidad y la sostenibilidad de las operaciones logísticas. (Milewska & Milewski, 2022)

Desde la perspectiva académica y metodológica, este proyecto cobra relevancia al implementar herramientas de Lean Six Sigma bajo la metodología DMAIC, ampliamente utilizadas para el análisis y mejora de procesos empresariales. Estas metodologías permiten estructurar un diagnóstico riguroso de las causas raíz del problema y, posteriormente, plantear soluciones medibles y sostenibles. En el caso de este estudio, se emplearon diagramas de procesos, listas de verificación, indicadores de transporte, métricas Six Sigma, diagramas de Ishikawa, histogramas y análisis de Pareto, los cuales aportan una visión sistémica y cuantitativa de las ineficiencias que enfrenta la empresa. Esto no solo fortalece la credibilidad del trabajo académico, sino que también asegura que las propuestas que se deriven del análisis tengan una base metodológica sólida.

En términos de impacto, el proyecto no se limita a abordar un problema puntual, sino que busca generar efectos colaterales positivos en diferentes dimensiones de la empresa. Una distribución más eficiente permitirá optimizar el uso de la capacidad de carga de los vehículos, reducir tiempos de entrega, minimizar costos operativos y mejorar la satisfacción del cliente. A su vez, la empresa podrá proyectar una imagen de responsabilidad ambiental, al disminuir su huella de carbono mediante la reducción del consumo de gasolina y la optimización de sus trayectos. Estos beneficios fortalecen la sostenibilidad económica, social y ambiental de Imperkolor,

generando una ventaja competitiva en un mercado donde la eficiencia logística es un factor clave de diferenciación.

Por último, desde la formación profesional, este proyecto constituye una oportunidad valiosa para aplicar los conocimientos adquiridos en el programa de Ingeniería Industrial en un entorno real. La experiencia de diagnosticar, medir, analizar y plantear alternativas de mejora en un proceso logístico concreto fortalece competencias en gestión de procesos, optimización de recursos, toma de decisiones y mejora continua. De esta manera, el proyecto no solo aporta soluciones prácticas para Imperkolor, sino que también enriquece la formación académica de los estudiantes, generando un aprendizaje replicable en otras organizaciones de la región y del país.

Objetivo

Objetivo General

- Proponer una alternativa de mejora en el proceso de distribución de pedidos para la reducción de los costos de gasolina de la empresa Pinturas Tropical Imperkolor en la ciudad de Villavicencio y municipios aledaños para el año 2025.

Objetivos Específicos

- Diagnosticar el proceso actual de distribución de pedidos de la empresa Pinturas Tropical Imperkolor.
- Identificar las principales causas del alto consumo de gasolina en la empresa Pinturas Tropical Imperkolor.
- Diseñar una alternativa de mejora para el sistema de distribución de pedidos para la empresa Pinturas Tropical Imperkolor.

Marco Metodológico

Tipo de estudio

La presente investigación se enmarcó en un enfoque cualitativo, ya que se buscó comprender en profundidad las dinámicas actuales del proceso de distribución de pedidos en la empresa Pinturas Tropical Imperkolor, con base en la interpretación de las prácticas logísticas actuales.

Población y muestra

Población: La población son los trabajadores de la empresa Pinturas Tropical Imperkolor (8 operarios) y no se toma una muestra debido al bajo número de la población para la cual es el estudio.

El diseño descriptivo permitió caracterizar el estado actual de la distribución, identificando patrones, fallas recurrentes y oportunidades de mejora. A través de la descripción detallada de los procesos logísticos, se pudo establecer una línea base sobre la cual plantear intervenciones.

El estudio tuvo un alcance aplicado, puesto que no solo se pretendió analizar la situación, sino también generar propuestas prácticas y viables de mejora enfocadas en optimizar el uso de recursos (especialmente el consumo de gasolina), mejorar la eficiencia de las rutas de distribución y elevar el desempeño logístico general.

1. Diagnóstico del proceso actual de distribución de pedidos de la empresa

Para comprender el estado actual del proceso de distribución en la empresa se realizó un diagnóstico el cual nos permitió visualizar el flujo operativo, identificar los actores involucrados, el nivel de desempeño actual de la empresa, analizar variables clave y cargas transportadas. Además, nos permitió identificar las principales fallas operativas y evaluar su impacto en el consumo de combustible y en los costos logísticos, y detectar oportunidades de mejora.

De acuerdo con la aplicación de la herramienta DMAIC de lean Six Sigma, se consideró necesaria la implementación desde la definición del problema hasta la mejora y control de procesos. A continuación, se describe la aplicación de cada una de sus fases.

1.1 DMAIC: Definir

Siguiendo la metodología DMAIC, el proceso dio inicio con la fase de Definir, para ello, se empleó unas herramientas propias de Lean Six Sigma que están diseñadas para apoyar esta etapa, tales como el diagrama de carriles, mapa de procesos. Estas herramientas permitieron recopilar y organizar la información clave, lo que sirvió como base sólida para el desarrollo de las siguientes fases del ciclo DMAIC.

1.1.1 Aplicación del mapa de procesos

Se realizó la aplicación de esta herramienta para representar gráficamente como se desarrollan las actividades de la empresa desde la atención al cliente hasta la entrega de los productos para entender cómo fluye un pedido desde que el cliente lo solicita hasta que se entrega.

1.1.2 Aplicación del diagrama de carriles (AS IS)

La aplicación de esta herramienta nos permitió representar gráficamente los roles de cada área involucrada en la distribución (logística, almacén, transporte), mostrando interacciones y posibles cuellos de botella gracias a que este diagrama sirve para representar procesos de la empresa, pero de forma organizada por responsables o áreas, facilitando la claridad sobre quién

hace qué y cuándo dentro de un flujo de trabajo. Además de esto nos permitió identificar el proceso actual de la empresa (AS IS), para poder visualizar como es el paso a paso de las actividades.

1.2 DMAIC: Medir

La siguiente etapa del proceso corresponde a la fase de Medir, en la cual se utilizaron herramientas propias de Lean Six Sigma orientadas a la recolección y análisis de datos cuantitativos. Entre estas herramientas se encuentran listas de verificación, cálculos del tamaño de la muestra y métricas de medición Six Sigma. Su aplicación ayudó a obtener una visión clara y objetiva del desempeño actual del proceso y establecer una línea base que servirá de referencia para evaluar mejoras en las fases posteriores.

1.2.1 Aplicación de listas de verificación para la recolección de datos

Se aplicaron listas de verificación estructuradas para registrar datos clave del proceso de distribución, como el tipo de vehículo utilizado, volumen del pedido, distancia recorrida y consumo de combustible. Esta herramienta permitió obtener información precisa y estandarizada, necesaria para establecer una línea base del desempeño actual y avanzar con solidez hacia las siguientes fases del ciclo DMAIC.

1.2.2 Aplicar indicadores de transporte

Se aplicaron indicadores de transporte como, costo de transporte por medio unitario, costo promedio por km recorrido, costo por kg movido, costo operativo por conductor, porcentaje de utilización de medios de transporte, para poder analizar variables claves del proceso de distribución. Estos nos permitieron obtener una visión general del comportamiento del proceso y facilitarán la identificación de desviaciones o ineficiencias operativas. Es importante resaltar que la empresa no contaba con base datos de transporte o gasolina, por lo que se ayuda de ellos se tomó el mes de Julio del 2025 para recolectar datos y poder aplicar los indicadores nombrados anteriormente.

1.2.3 Aplicación de la calculadora de nivel sigma

Se aplicaron las métricas Six Sigma las cuales cuentan con herramientas estadísticas como DPU (defectos por unidad), DPO (defectos por oportunidad), DPMO (defectos por millón de oportunidades), rendimiento (Yield) y Nivel Sigma para calcular el nivel de desempeño del proceso actual de distribución. Estos indicadores permitieron medir con precisión la eficiencia del sistema logístico, identificar el margen de error existente y establecer una línea base cuantificable para evaluar futuras mejoras. Al igual que en el punto anterior, la información se tomó de los datos recolectados en el mes de Julio del 2025.

2. Identificar las principales causas del alto consumo de gasolina en la empresa

Con base en el diagnóstico realizado, se procedió a analizar en profundidad las causas que generan el alto consumo de combustible y las ineficiencias en la distribución. Este análisis incluyó tanto factores internos como externos al proceso. Para ello, se utilizó la fase de analizar del DMAIC y con ello usa serie de herramientas que se utilizaron para llevar a cabo de manera correcta esta fase

2.1 DMAIC: Analizar

Con la información recopilada durante la fase de Medir, se inició la fase de Analizar, cuyo objetivo principal fue identificar las causas raíz de los problemas detectados en el proceso. Para ello, se utilizaron herramientas propias de Lean Six Sigma como el diagrama de Ishikawa, un histograma que permitieron establecer relaciones entre las variables del proceso y sus resultados, y un gráfico de Pareto. Esta etapa buscaba comprender en profundidad los factores que generan las ineficiencias, con base en evidencia objetiva.

2.1.1 Aplicación de un diagrama de Ishikawa (causa-efecto)

Se elaboró un diagrama de Ishikawa con el propósito de identificar y clasificar de manera estructurada las posibles causas del alto consumo de gasolina en el proceso de distribución. Esta herramienta permitió analizar factores relacionados con el método, la máquina, la mano de obra, los materiales, el medio ambiente y la medición, facilitando la visualización de las causas raíz que afectan la eficiencia operativa y el uso adecuado de los recursos.

2.1.2 Aplicación de un gráfico de Pareto

Se aplicó un gráfico de Pareto con el fin de jerarquizar las causas más frecuentes y/o con mayor impacto en el alto consumo de gasolina en el mes de Julio del 2025, tales como rutas sin planificación, uso de vehículos sobredimensionados o entregas individuales. Esta herramienta

ayudó a enfocar los esfuerzos de mejora en las causas que generan el mayor porcentaje del problema, siguiendo el principio 80/20.

2.1.3 Aplicación de un histograma

Se elaboró un histograma con el objetivo de visualizar la distribución de variables clave del proceso en el mes de Julio del 2025, como el consumo de gasolina diario, la cantidad de envíos diarios y la distancia recorrida por los vehículos durante un periodo de estudio de un mes. Esta herramienta facilitó la identificación de patrones de comportamiento, variabilidad en los datos y posibles anomalías, permitiendo una mejor comprensión del desempeño actual del sistema de distribución.

3. Diseñar una alternativa de mejora para el sistema de distribución de pedidos para la empresa

Se realizó un diseño de una alternativa de mejora para el sistema de distribución de pedidos la cual consiste en el diseño e implementación de un sistema el cual permite a la gerencia de la empresa y a sus empleados determinar la viabilidad económica de la entrega de pedidos que se realizan a domicilio mediante la comparación entre la utilidad generada y los costos logísticos asociados a la distancia del destino, con el fin de proteger la rentabilidad de la empresa. Cabe destacar que este sistema tiene en cuenta el tipo de producto, presentación, precio, cantidad, utilidad, lugar de entrega, la distancia entre el punto de venta al lugar de entrega, precio de combustible consumido (ida-vuelta) y un margen de ganancia que fue propuesto por la gerencia de la empresa.

3.1 DMAIC: Seguimiento de la fase de analizar

Teniendo en cuenta que la fase de analizar del DMAIC comprende una larga serie de actividades se siguió teniendo en cuenta para el cumplimiento del tercer objetivo antes de llegar a la siguiente fase que es la implementación.

3.1.1 Implementación del diagrama de carriles post mejora TO BE

Se implementó un diagrama de carriles con el fin de tener una comparación gráfica entre el proceso como se iba llevando a cabo (AS IS) que fue el diagrama que se implementó en la fase de Definir y el rediseñado (TO BE), es decir, el diagrama post mejora. Esto nos ayudó a identificar de manera gráfica el cambio en el paso a paso de las actividades después de diseñar la mejora.

3.1.2 Implementación de una hoja A3 de mejora continua

Se realizó esta herramienta la cual es básicamente un documento estructurado para presentar la propuesta de solución, su justificación con datos, análisis de causas, contramedidas, implementación y seguimiento.

3.2 DMAIC: Implementar

Una vez identificadas las causas raíz y analizadas, se procedió a la siguiente fase en la que se implementaron soluciones orientadas a eliminar las ineficiencias del proceso. Esta etapa contempló la generación de propuestas de mejora, en este caso la elaboración del sistema que ayude a determinar la viabilidad de cada una de las entregas a domicilio. El enfoque está centrado en optimizar el desempeño del proceso, reducir el consumo de recursos y aumentar la eficiencia operativa, asegurando que las soluciones aplicadas generen resultados medibles y sostenibles.

Por ende, se realizó la implementación de la mejora teniendo en cuenta el siguiente paso a paso del proceso para llegar a nuestro objetivo final que es la mejora:

Definir alcance y criterios de decisión

1. Levantar datos maestros (productos, vehículos, mano de obra, operación, mercado)
2. Estructurar la herramienta en módulos (parámetros, productos, vehículos, zonas, pedidos, cálculos, resultados)
3. Construir matriz de distancias ida–vuelta para las zonas frecuentes de envío y aledañas
4. Determinar costos de combustible promedio de los vehículos
5. Calcular ingresos y utilidad de cada uno de los productos
6. Establecer margen máximo de consumo de combustible en pesos en relación con el valor total del pedido exigido por gerencia
7. Definir lógica de decisión y semáforo de viabilidad
8. Implementar reporte y trazabilidad de evaluaciones
9. Revisar parámetros con gerencia y logística
10. Capacitar personal en uso de la herramienta
11. Ajustar parámetros y desplegar implementación total
12. Establecer KPIs de seguimiento

3.3 DMAIC: Controlar

Finalmente, en la fase de Controlar, se establecieron mecanismos de seguimiento y control para garantizar que las mejoras implementadas se mantengan a lo largo del tiempo. Esto incluye

la definición de indicadores clave de desempeño (KPIs), la aplicación de manera recalculada de las métricas Six Sigma. Además, se aplicaron herramientas como auditorías internas para detectar posibles desviaciones y actuar de forma preventiva. Esta etapa fue crucial para consolidar los logros alcanzados y fomentar una cultura de mejora continua dentro del proceso.

3.3.1 Aplicación de métricas Six Sigma post mejora

En esta etapa, se aplicaron métricas Six Sigma recalculadas con datos del mes de septiembre con el propósito de proyectar y cuantificar la mejora esperada en el proceso. Estas métricas permitieron evaluar indicadores clave como la reducción de defectos, específicamente en términos de entregas ineficientes, así como el rendimiento general del proceso. Además, se calcularon el DPMO (Defectos Por Millón de Oportunidades) y el nivel sigma esperado tras la implementación de las mejoras propuestas. Para validar el impacto de dichas mejoras, se realizó un análisis comparativo entre los resultados obtenidos antes de la intervención y los que se medirán posteriormente a su implementación. De esta forma, se pudo determinar objetivamente si hubo una mejora significativa en la calidad y eficiencia del proceso, fundamentando la efectividad de las acciones realizadas.

3.3.2 Aplicación de indicadores de transporte post mejora

Se procedió a la re-aplicación de los indicadores de transporte con datos del mes de septiembre del 2025, tales como costo de transporte medio unitario, costo promedio por km recorrido, costo por kg movido, porcentaje de utilización de medios de transporte, costo operativo por conductor, con el fin de analizar y comparar los indicadores clave del proceso antes y después de la implementación de la propuesta de mejora. Este análisis nos permitió identificar variaciones en el comportamiento de los datos que reflejen el impacto de las acciones ejecutadas. Al contrastar los indicadores obtenidos en ambas etapas, se pudo evaluar si se ha logrado una mejora significativa en los parámetros críticos del proceso, asegurando una base estadística sólida para la toma de decisiones futuras y el seguimiento continuo del desempeño.

4. Narración del caso

Los resultados obtenidos durante el desarrollo de la metodología del proyecto se presentarán de forma estructurada, siguiendo el mismo orden de los objetivos planteados. De esta manera, se garantiza una exposición coherente que permita evidenciar cómo la aplicación de cada herramienta contribuyó al cumplimiento de dichos objetivos.

4.1 Diagnosticar el proceso actual de distribución de pedidos de la empresa

Se realizó un diagnóstico del proceso de distribución para analizar el flujo operativo, los actores involucrados y el desempeño actual de la empresa, identificando fallas operativas, su impacto en el consumo de combustible y los costos logísticos, así como oportunidades de mejora.

4.1.1 Desarrollo de mapa de procesos

Se elaboró un mapa de procesos con el fin de representar gráficamente como se desarrollan las actividades de la empresa desde la atención al cliente hasta la entrega de los productos. (Ver Figura 1)

Figura 1. Mapa de procesos de la empresa Pinturas Tropical Imperkolor



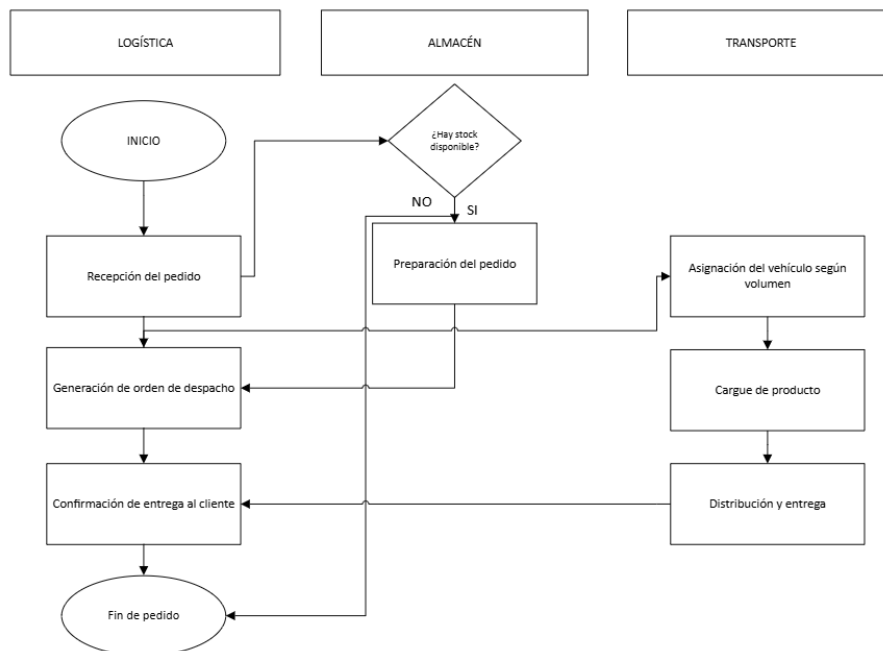
Nota. Elaborado a partir de la base de datos de la empresa Pinturas Tropical Imperkolor.

Este nos permite visualizar de manera estructurada cómo la empresa de “Pinturas Tropical Imperkolor” gestiona sus operaciones para atender eficazmente las necesidades del cliente, desde la recepción del pedido hasta la entrega a domicilio. Esta representación funcional integra procesos estratégicos, misionales y de apoyo que aseguran la eficiencia operativa, el control de calidad y la satisfacción del cliente. Al mismo tiempo, este método facilita mapear los procesos empresariales para identificar actividades que no generan valor agregado; al rediseñarlos para eliminarlas, se fortalecen los puntos críticos, se optimiza el desempeño organizacional y se reducen los retrasos, contribuyendo así a la mejora continua en la gestión logística. (Aritonang & Ciptomulyono, 2024)

4.2 Desarrollo del diagrama de carriles

Se realizó un diagrama por áreas como se puede evidenciar en la Figura 2, para identificar roles, responsabilidades y posibles cuellos de botella en la distribución, además de representar el proceso actual (AS IS) de forma organizada.

Figura 2. Diagrama de carriles del proceso actual de distribución de la empresa



Nota. Herramienta utilizada para visualizar la fase As Is de la mejora. Elaborado a partir de la base de datos de la empresa Pinturas Tropical Imperkolor.

La implementación del diagrama permitió visualizar con mayor claridad las responsabilidades de cada área logística, almacén y transporte y la secuencia de actividades involucradas en el proceso de distribución de pedidos de la empresa, lo cual facilitó la identificación de interacciones críticas y posibles puntos de ineficiencia, es importantes resaltar que la aplicación de esta herramienta funcionó como análisis AS IS para determinar el estado actual. Entre los hallazgos más relevantes se evidenció que la validación de stock constituye un cuello de botella que interrumpe el flujo operativo y afecta directamente los tiempos de entrega, mientras que la asignación de vehículos según el volumen del pedido influye de manera significativa en el consumo de combustible. En este sentido, se ha demostrado que una asignación inadecuada de la carga puede generar un mayor gasto energético, mientras que al tener en cuenta el ajuste entre carga y vehículo se puede lograr una reducción de hasta el 2% en el consumo de energía frente a modelos tradicionales. Con esta herramienta se fortaleció la trazabilidad del pedido desde su recepción hasta la entrega al cliente, aportando control y verificación en cada etapa, además de generar información clave para priorizar mejoras en la gestión de inventarios, la planificación de rutas y el uso eficiente de la flota, contribuyendo directamente a los objetivos del plan de mejora. (Pan et al., 2022)

4.3 Desarrollo de listas de verificación para la recolección de datos

Se aplicaron una lista de verificación para recolectar datos precisos sobre vehículos, pedidos, distancias y consumo de combustible, estableciendo una línea base del desempeño actual. (Ver Figura 3, Figura 4, Figura 5, Figura 6)

Figura 3. Lista de verificación para la distribución de pedidos. Parte 1

Lista de Verificación - Distribución de Pedidos

Lista de verificación de la empresa Pinturas Tropical Imperkolor para llevar trazabilidad de los pedidos, consumo de gasolina y tiempo gastados en estos mismos.

* Indica que la pregunta es obligatoria

Fecha de entrega: *

Fecha

dd/mm/aaaa

Hora de salida del vehículo *

Hora

__ . __ AM

Nota. Información necesaria para la implementación de la lista de verificación.

Figura 4. Lista de verificación para la distribución de pedidos. Parte 2

Nombre del conductor *

Tu respuesta

Placa del vehículo

Tu respuesta

Volumen del pedido (Kg)

Tu respuesta

Número de pedidos entregados en la ruta *

Tu respuesta

Nota. Información necesaria para la implementación de la lista de verificación.

Figura 5. Lista de verificación para la distribución de pedidos. Parte 3

¿El pedido fue entregado completo?

Si

No

Si el pedido no fue entregado completo, indique la razón

Tu respuesta _____

Kilómetros recorridos

Tu respuesta _____

Nota. Información necesaria para la implementación de la lista de verificación.

Figura 6. Lista de verificación para la distribución de pedidos. Parte 4

Combustible consumido (Inicial - final) en galones

Tu respuesta _____

Tiempo total de entrega (Minutos)

Tu respuesta _____

Observaciones o incidencias

Tu respuesta _____

Enviar Borrar formulario

Nota. Información necesaria para la implementación de la lista de verificación.

Esta lista se elaboró mediante un formulario de Google Forms con el fin de llevar la trazabilidad de los pedidos, registrando variables como la cantidad de envíos, kilómetros recorridos por cada entrega, tiempo empleado, conductor asignado, fecha y distancia total transportada. Esta herramienta permitió organizar la información de manera sistemática y confiable, facilitando la toma de decisiones con datos reales y exactos. Además, el formulario genera automáticamente una hoja de cálculo descargable, lo que posibilita evaluar diferentes

indicadores logísticos en distintos periodos de tiempo según las necesidades del gerente (diario, semanal, mensual o semestral).

El uso de sistemas de trazabilidad eficaces no solo contribuye a organizar y controlar los pedidos, sino que también mejora de forma significativa la calidad del servicio y la seguridad en la gestión de productos. Al contar con un registro detallado de las operaciones, es posible identificar desviaciones, garantizar la transparencia en cada etapa de la cadena y optimizar el cumplimiento de los estándares de entrega. (Kafetzopoulos et al., 2024)

La integración de tecnologías emergentes, como la cadena de bloques (blockchain), puede potenciar aún más la trazabilidad al ofrecer registros inmutables y descentralizados. Esto no solo reduce los costos de transacción asociados a la gestión de datos, sino que también fortalece la confianza entre los actores de la cadena. (Sisniegas Gálvez et al., 2024)

4.4 Desarrollo de aplicación de indicadores

Se calcularon indicadores de transporte según datos recolectados para el mes de Julio del 2025, que permitieron analizar costos, eficiencia y utilización de los medios de transporte, identificando posibles ineficiencias operativas.

Tabla 1. *Indicador de costo de transporte medio unitario en el mes de Julio del 2025*

COSTO DE TRANSPORTE		
MEDIO UNITARIO	\$	912,83

Nota. Elaborado a partir de la base de datos de la empresa Pinturas Tropical Imperkolor.

Este valor refleja el costo promedio de movilizar una unidad de producto (en su mayoría cuñetes de pintura). El resultado es relativamente elevado si se compara con el costo por kilogramo, lo que sugiere que existe una ineficiencia en la relación volumen transportado – costo de operación. Esto se puede asociar a viajes con baja consolidación de carga. (Ver Tabla 1)

Tabla 2. *Indicador de costo promedio por km recorrido en el mes de Julio del 2025*

COSTO PROMEDIO POR KM RECORRIDO	\$	2.782,54
------------------------------------	----	----------

Nota. Elaboración propia a partir de la base de datos de la empresa Pinturas Tropical Imperkolor.

El costo por kilómetro es un poco elevado, indicando que las rutas actuales no están siendo eficientes, ya sea por distancias largas con baja carga, tiempos muertos o mal diseño de trayectos. Representa un foco claro de optimización en la planeación de rutas y en el aprovechamiento de la capacidad de los vehículos. (Ver Tabla 2)

Tabla 3. *Indicador de costo por kg movido en el mes de Julio del 2025*

COSTO POR KG MOVIDO	\$	82,87
---------------------	----	-------

Nota. Elaborado a partir de la base de datos de la empresa Pinturas Tropical Imperkolor.

Este indicador permite dimensionar la eficiencia de mover la mercancía según su peso. El valor en el caso de pinturas (que son relativamente pesadas por unidad de volumen) se esperaría un menor costo por kilogramo si la flota estuviera cargada al máximo. Esto sugiere que los vehículos no viajan a plena capacidad, lo cual aumenta el costo por unidad transportada. (Ver Tabla 3)

Tabla 4. *Indicador de porcentaje de utilización de medios de transporte de mercancía en el mes de Julio del 2025*

PORCENTAJE DE UTILIZACIÓN DE MEDIOS DE TRANSPORTE DE MERCANCÍA	75%
---	-----

Nota. Elaborado a partir de la base de datos de la empresa Pinturas Tropical Imperkolor.

Este es un buen punto de referencia, significa que en promedio los vehículos se utilizan en tres cuartas partes de su capacidad. Aunque no es un mal nivel, el 25% restante representa espacio

ocioso que eleva los costos unitarios. Lo ideal sería acercarse al 85%-90% sin comprometer tiempos de entrega ni calidad del servicio. Aquí se evidencia un potencial de mejora en la programación de pedidos y la consolidación de cargas. El porcentaje se calculó teniendo en cuenta que los vehículos de 208 horas mensuales (8 diarias por 26 días laborados) disponibles para el uso, se utilizaron solo 156 horas en el mismo rango de tiempo evaluado. (Ver Tabla 4)

Tabla 5. *Indicador de costo operativo por conductor en el mes de Julio del 2025*

COSTO OPERATIVO POR CONDUCTOR	\$	7.206.766,75
----------------------------------	----	--------------

Nota. Elaborado a partir de la base de datos de la empresa Pinturas Tropical Imperkolor.

Este valor refleja el costo mensual por cada conductor, incluyendo salario, prestaciones, combustible, mantenimiento, entre otros rubros. Es una cifra significativa y resalta que la mayor parte de los costos del sistema de distribución recaen en la operación directa del personal y los vehículos. Esto implica que cualquier mejora en eficiencia (km recorridos, carga transportada, optimización de rutas) se traduce en ahorros considerables, dado que los costos fijos son altos. (Ver Tabla 5)

En general se puede interpretar gracias a la aplicación de estos indicadores que los altos costos operativos por conductor (\$7.2 millones) refuerzan la necesidad de implementar mejoras porque cualquier ahorro en eficiencia logística se traducirá en un impacto financiero relevante y los costos unitarios (\$912,83 por producto y \$100,56 por kg) reflejan una carga parcial en los vehículos, lo que aumenta el costo de cada entrega.

4.5 Desarrollo de las métricas Lean Six Sigma.

Se implementaron métricas Six Sigma (DPU, DPO, DPMO, Yield y Nivel Sigma) mediante la calculadora de nivel sigma como se puede evidenciar en la Tabla 6 para medir la eficiencia del proceso logístico y definir una base cuantitativa para futuras mejoras. Cabe resaltar que los datos para la aplicación también corresponden al mes de Julio del 2025 al igual que los

indicadores para tener coherencia en la implementación de las herramientas realizándolas según datos que estén en el mismo periodo de tiempo.

Tabla 6. Calculadora de nivel sigma de la empresa en el mes de Julio del 2025

Variables	Introduzca los valores solicitados en los espacios amarillos	
1 Número de unidades procesadas	N =	435
2 Número total de defectos	D =	9
3 Número de oportunidades para defectos	O =	5
4 Defectos Por Unidad (DPU)	DPU =	0,021
5 Defectos por oportunidad (DPO)	DPO =	0,004
Resultado de Defectos por Millón de Oportunidades 4 (DPMO)	DPMO =	4.138
5 Z score (nivel Sigma)	ZLt=	4,14
6 Rendimiento (Yield)	%	99,6%

Nota. Elaborado a partir de la base de datos de la empresa Pinturas Tropical Imperkolor.

En la aplicación de Six Sigma al proceso de distribución de pedidos se utilizaron métricas clave para evaluar el desempeño. Entre ellas se encuentran: los defectos por unidad (DPU), que miden la cantidad de defectos en un pedido; los defectos por oportunidad (DPO), que permiten estimar la probabilidad de ocurrencia de errores en cada etapa del proceso; los defectos por millón de oportunidades (DPMO), que ofrecen una medida estandarizada de la calidad para facilitar comparaciones; y el rendimiento, que refleja la eficacia general considerando velocidad, calidad del servicio y rentabilidad. Durante el periodo de análisis (Julio), se evaluaron 435 pedidos, en los cuales se identificaron 9 defectos distribuidos en cinco entregas tardías, dos casos con unidades faltantes y una entrega con presentación errónea. Cada pedido fue analizado con cinco posibles oportunidades de defecto: entrega tardía, color erróneo, presentación incorrecta, cualidades defectuosas y unidades faltantes. Con esta base se obtuvo un DPU de 0.021 y un DPO de 0,004, que al ser estandarizados arrojaron un DPMO de 4.138, equivalente a un nivel Sigma (ZLt) de 4,14. Este valor refleja un rendimiento del 99,6 %, lo cual evidencia un proceso logístico altamente eficiente, aunque con oportunidades de mejora orientadas a reducir los errores en la entrega de pedidos. (Madhani, 2020)

5. Identificar las principales causas del alto consumo de gasolina en la empresa.

Con base en el diagnóstico, se realizó un análisis profundo de las causas que generan el alto consumo de combustible y las ineficiencias en la distribución, considerando factores internos y externos.

5.1 Desarrollo del diagrama de Ishikawa (Causa-Efecto)

Se elaboró un diagrama de Ishikawa como se evidencia en la Figura 7 para identificar las causas del alto consumo de gasolina, analizando factores como método, máquina, mano de obra, materiales, medio ambiente y medición.

Figura 7 Diagrama de Ishikawa (Causa-Efecto)



Nota. Información para determinar causas y efecto de la problemática. Elaborado a partir de la base de datos de la empresa Pinturas Tropical Imperkolor.

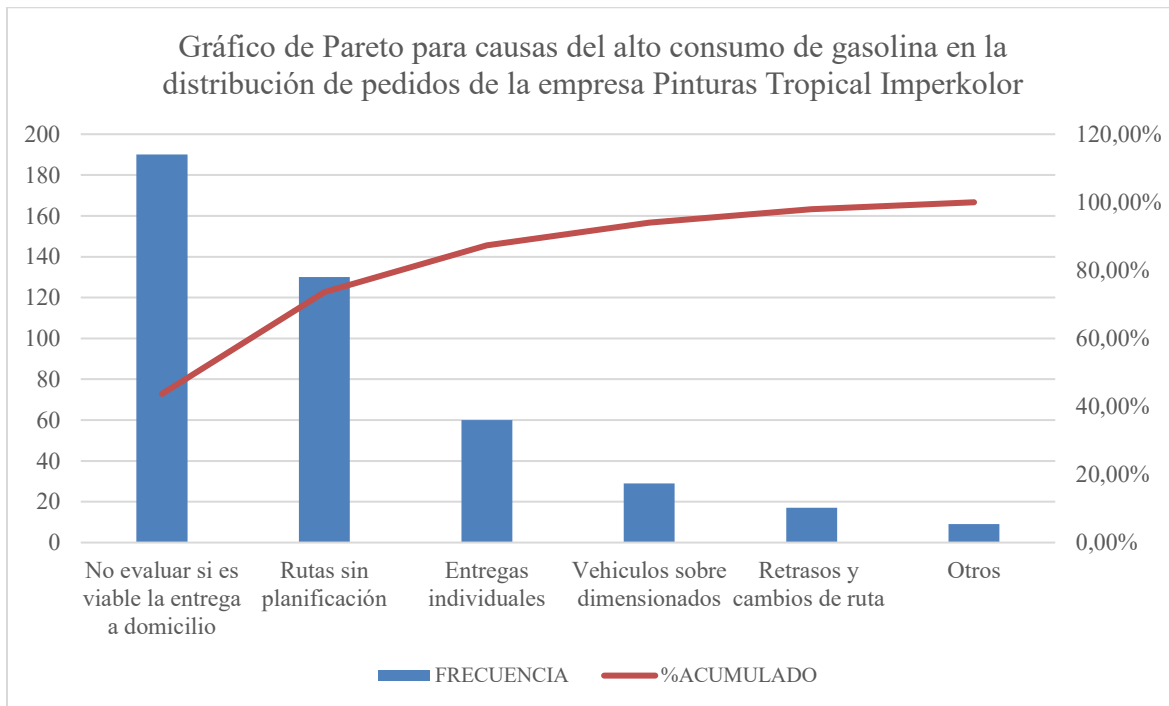
A través del diagrama de Ishikawa se identificaron múltiples causas que contribuyen al alto costo de distribución asociado al consumo excesivo de gasolina, entre las cuales destacan la falta de planificación eficiente en las entregas, el uso inadecuado del espacio en los vehículos, la carencia de rutas optimizadas y la limitada capacitación del personal en conducción eficiente. También se evidenció una escasa integración entre las áreas de ventas y logística, junto con

deficiencias en la toma de decisiones administrativas y en el monitoreo de costos operativos, lo que refleja una problemática estructural que afecta la rentabilidad de la empresa. En este sentido, se resalta que programar varios viajes sin una adecuada gestión incrementa el gasto innecesario de combustible, y que el peso de los vehículos constituye un factor crítico: los más pesados presentan tasas de consumo significativamente más altas, llegando incluso a que camiones de entre 45 y 55 toneladas consuman hasta un 755% más que los vehículos más livianos. Estos hallazgos refuerzan la necesidad de implementar una planificación más efectiva y un uso racional de la flota para mitigar costos y optimizar la eficiencia del proceso logístico. (Fan et al., 2024)

5.2 Desarrollo del gráfico de Pareto

Se aplicó un gráfico de Pareto para priorizar las causas más relevantes del problema en el mes de Julio del 2025, enfocando los esfuerzos de mejora en los factores con mayor impacto, como rutas sin planificación y entregas individuales. (Ver Figura 8)

Figura 8. Gráfico de Pareto de causas del alto consumo de gasolina



Nota. Información para jerarquizar las causas de la problemática. Elaborado a partir de la base de datos del mes de Julio de la empresa Pinturas Tropical Imperkolor, 2025.

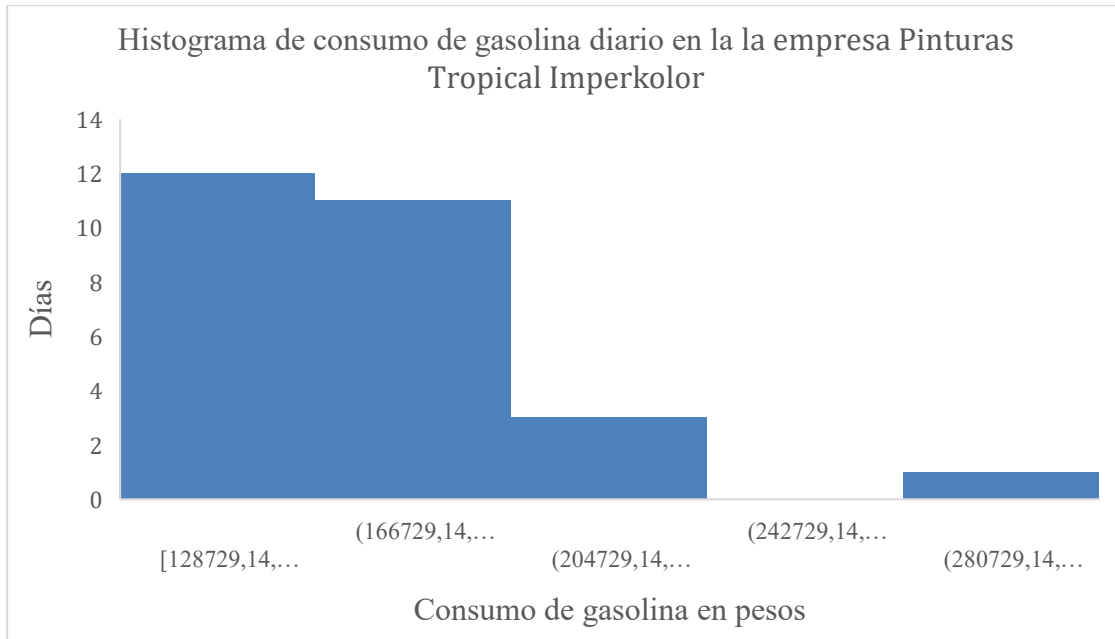
La aplicación de este tuvo como objetivo de jerarquizar las causas que más inciden en el alto consumo de gasolina en la distribución de pedidos de la empresa, tomando como base los 435 envíos realizados durante el periodo mensual evaluado. El análisis evidenció que la principal causa es “no evaluar si es viable la entrega a domicilio”, con una frecuencia de 190 casos (43.7%), lo que refleja que se están realizando entregas sin un análisis previo de costos, distancias o eficiencia operativa, generando un consumo innecesario de combustible. En segundo lugar, aparece la causa “rutas sin planificación”, con 130 casos (29.9%), lo que pone en evidencia la ausencia de un diseño estratégico en las trayectorias diarias de distribución. Finalmente, se identificaron 60 casos de “entregas individuales” (13.8%), que también impactan el sobreconsumo de gasolina al no agrupar envíos por zonas o clientes. Estas tres causas concentran el 87.4% del problema, validando el principio de Pareto (80/20), donde un pequeño grupo de factores genera la mayor parte de los efectos negativos.

El diagrama de Pareto no solo permite visualizar la distribución de los problemas, sino que también evidencia que la mayoría de ellos suelen concentrarse en pocas causas críticas. Por ejemplo, un estudio demostró que el 63% de los retrasos en las entregas se atribuían únicamente a tres incidentes, lo que confirma la efectividad de esta herramienta para priorizar acciones de mejora. Asimismo, experiencias en el sector transporte han mostrado que la implementación del análisis de Pareto puede traducirse en mejoras significativas: una empresa logró incrementar su rendimiento del 82.9% al 89.5% en un trimestre. En este sentido, para la empresa resulta fundamental centrar sus esfuerzos en evaluar la viabilidad de las entregas a domicilio y planificar de forma adecuada las rutas, pues estas acciones tendrían un impacto directo en la reducción del consumo de combustible y en la optimización de los costos logísticos. (Ramos et al., 2023)

5.3 Desarrollo de histogramas

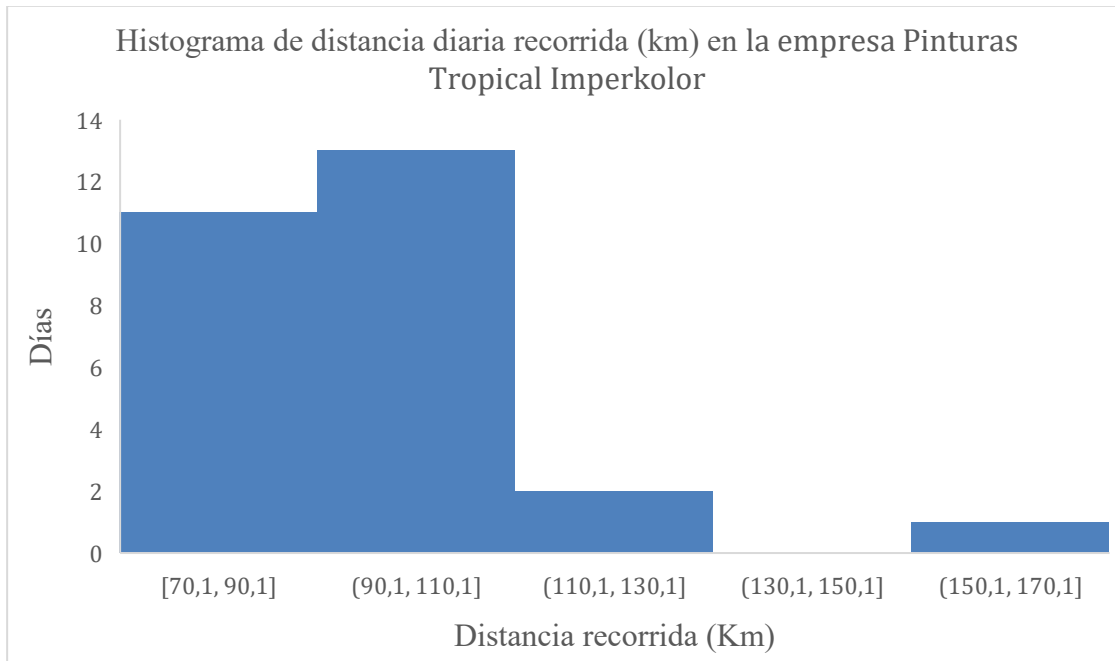
Se construyeron tres histogramas como lo muestra la Figura 9, Figura 10 y Figura 11 para analizar la distribución del consumo de gasolina, número de envíos y distancias recorridas, identificando patrones, variaciones y anomalías en el proceso de distribución en el mes de Julio del 2025.

Figura 9. *Histograma de consumo de gasolina diario de la empresa*

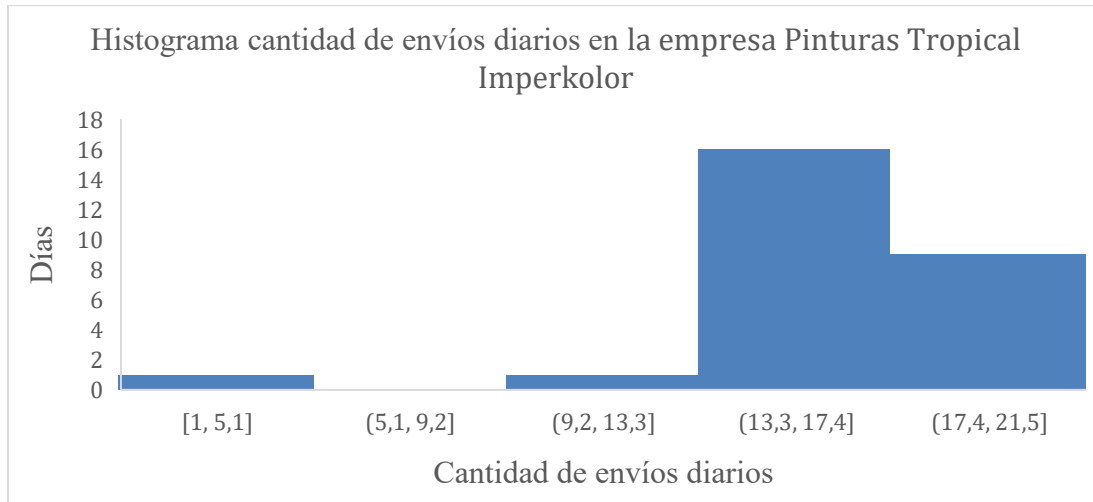


Nota. Elaborado a partir de la base de datos del mes de Julio de la empresa Pinturas Tropical Imperkolor, 2025.

Figura 10. *Histograma de distancia recorrida diaria en km de la empresa*



Nota. Elaborado a partir de la base de datos del mes de Julio de la empresa Pinturas Tropical Imperkolor, 2025.

Figura 11. *Histograma de consumo de cantidad de envíos diarios en la empresa*

Nota. Elaborado a partir de la base de datos del mes de Julio de la empresa Pinturas Tropical Imperkolor, 2025.

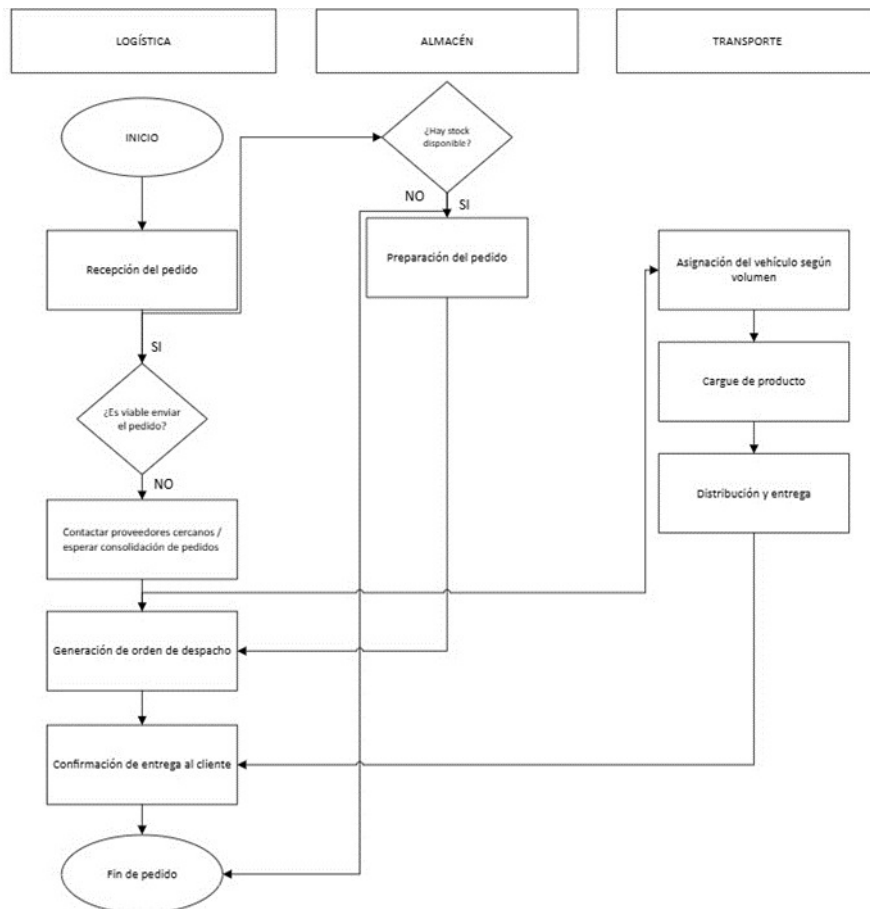
El análisis estadístico de los histogramas construidos a partir de las variables clave del proceso de distribución permite evidenciar un comportamiento estable y predecible en la operación, lo que constituye un insumo confiable para la toma de decisiones. En el caso del consumo de gasolina diario, se observa una concentración de frecuencias en el rango de \$150.000 a \$200.000, lo cual refleja un patrón de gasto relativamente constante en la mayoría de las jornadas. No obstante, se identifica un valor atípico cercano a \$295.654, asociado a un viaje excepcional hacia Monterrey, Casanare, en el que, debido a la distancia recorrida y a la magnitud del pedido, se efectuó un único despacho, generando un consumo de combustible significativamente superior al promedio habitual. De manera complementaria, la variable de distancia recorrida presenta su mayor concentración entre 70 y 110 km, lo cual confirma la regularidad en las rutas establecidas; sin embargo, se evidencia un valor extremo de 161 km, igualmente relacionado con el evento extraordinario mencionado. En cuanto al número de envíos diarios, se mantiene una operación estándar entre 13 y 20 entregas por jornada, lo que ratifica la estabilidad de la demanda, con ligeras variaciones en días de menor actividad atribuibles a condiciones externas como factores climáticos, disponibilidad de clientes o restricciones logísticas. En conjunto, los resultados obtenidos mediante la representación gráfica permiten concluir que, salvo situaciones puntuales y excepcionales, el proceso de distribución se encuentra bajo control y con un nivel de desempeño consistente

6. Diseñar una alternativa de mejora para el sistema de distribución de pedidos para la empresa

6.1 Desarrollo del diagrama de carriles post mejora (To be)

Se implementó un diagrama de carriles como se evidencia en la Figura 12, para comparar el proceso actual (AS IS) con el rediseñado (TO BE), evidenciando los cambios y mejoras en la secuencia de actividades.

Figura 12. Diagrama de carriles del proceso post mejora de distribución de la empresa



Nota. Herramienta utilizada para visualizar la fase To Be de la mejora.

El diseño del diagrama de carriles permitió representar de forma gráfica el proceso de la empresa en su estado post mejora (TO BE), facilitando el análisis de los cambios incorporados. A partir de esta herramienta se identificó la inclusión de una nueva actividad en el flujo: la utilización

del sistema implementado para evaluar la viabilidad de las entregas y definir la decisión de despacho.

En caso de que el sistema determine que un pedido no es viable para ser enviado de manera individual, se estableció como estrategia la optimización de la carga. Para ello, se realiza contacto con clientes cercanos al punto de entrega con el fin de consolidar pedidos y aumentar el volumen de carga, lo que permite mantener la rentabilidad con el mismo costo de transporte, dado que se dirige hacia el mismo sector.

De esta forma, el sistema no solo cumple con la función de validar la viabilidad operativa, sino que también garantiza la continuidad en la relación con el cliente. La lógica del proceso se orienta, entonces, a asegurar la entrega del pedido bajo condiciones que el sistema considere viables, sin comprometer la satisfacción del cliente ni la eficiencia de la operación.

6.2 Desarrollo de la hoja A3

Se elaboró una hoja de mejora A3 como documento estructurado que presentó la descripción del problema, situación actual, análisis de causas, objetivo de la mejora, propuesta, plan de acción y seguimiento junto con resultados esperados. (Ver Figura 13)

Figura 13. Hoja de porte A3 de mejora continua

<p>DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA</p> <p>La empresa Pinturas Tropical Imperkolor presenta altos costos de distribución debido al consumo elevado de gasolina. Esto se debe a la falta de planificación en las rutas de entrega y a la baja eficiencia en la utilización de la capacidad de carga de los vehículos, generando pérdidas económicas las utilidades de algunos pedidos.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Identificar las principales causas del alto consumo de gasolina en la empresa Pinturas Tropical Imperkolor. • Diseñar una alternativa de mejora para el sistema de distribución de pedidos para la empresa Pinturas Tropical Imperkolor.
<p>SITUACIÓN ACTUAL</p> <p>Actualmente no existe un procedimiento estandarizado para validar la viabilidad de los pedidos a domicilio, lo que ocasiona que se despachen sin considerar de manera adecuada los costos logísticos frente a la utilidad generada; en algunos casos, los costos de transporte pueden alcanzar cierto porcentaje de la utilidad del pedido, reduciendo la rentabilidad. Cabe resaltar que la toma de decisiones depende de criterios empíricos de los vendedores. Como consecuencia de esto, la empresa ha venido presentando un alto costo de transporte generando reducciones en la utilidad de sus pedidos a domicilio, lo cuál es un fuerte dentro de esta.</p>	<p>PROPUESTA</p> <p>Se implementó un sistema para determinar la viabilidad de pedidos mediante herramientas como Excel y macros que permite:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Calcular automáticamente la utilidad (20%) de cada pedido. • Determinar los costos de transporte según distancia (ida y vuelta) y costo por km. • Restar costos a la utilidad y mostrar viabilidad con semaforización (verde = viable, rojo = no viable). • En caso de pedidos no viables, consolidar entregas con clientes cercanos. • Reiniciar automáticamente el sistema para evaluar nuevos pedidos. • Manual paso a paso incluido para estandarizar el proceso. Socialización y aprobación de la gerencia para su implementación. • Socialización y aprobación de la gerencia para su implementación.
<p>EL ANALISIS DE LAS CAUSAS</p> <p>Problemática: Alto costo de distribución debido al consumo excesivo de gasolina</p>	<p>PLAN DE ACCIÓN</p> <ul style="list-style-type: none"> • Recopilar listado de productos, precios y márgenes de utilidad • Definir barrios de cobertura y distancias • Diseñar sistema en Excel con macros para cálculo de utilidad y costos • Implementar semaforización de viabilidad • Capacitar a vendedoras en uso del sistema • Consolidar pedidos por zonas cuando no sean viables individualmente • Monitorear indicadores de rentabilidad en pedidos a domicilio
<p>OBJETIVO</p> <p>1. Objetivo General:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Proponer una alternativa de mejora en el proceso de distribución de pedidos para la reducción de los costos de gasolina de la empresa Pinturas Tropical Imperkolor en la ciudad de Villavicencio y municipios aledaños para el año 2025. <p>2. Objetivos específicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Diagnosticar el proceso actual de distribución de pedidos de la empresa Pinturas Tropical Imperkolor. 	<p>SEGUIMIENTO Y RESULTADOS</p> <p>El seguimiento se realizará a través de indicadores de rentabilidad de los pedidos y controles mensuales de los costos logísticos, con el fin de evaluar de manera continua la efectividad del sistema implementado. Se espera que, como resultado, se logre estandarizar el procedimiento de validación de pedidos a domicilio, reducir los despachos no rentables, optimizar el consumo de combustible y consolidar entregas en zonas cercanas para mejorar la eficiencia en las rutas. De esta forma, se fortalecerá la toma de decisiones con información objetiva y se incrementará la rentabilidad de las operaciones, garantizando un proceso de distribución más sostenible y alineado con los objetivos de la empresa.</p>

Nota. Herramienta utilizada para resumir en 7 ítems la implementación de la mejora.

El desarrollo de la hoja de por A3 es importante para poder explicar de manera fácil y clara todo el proceso de la implementación de la mejora desde el problema, causas, acciones tomadas hasta los resultados que se esperan obtener, todo en una sola imagen. Con esta, también se obtiene

un control y seguimiento para verificar que la mejora realmente resuelve el problema debido a que funciona como mapa visual y se puede llevar de manera resumida el hilo de la información.

6.3 Implementación de la mejora “Sistema para determinar la viabilidad de los pedidos”

Se implementó un sistema para determinar la viabilidad de los pedidos, el cual tiene como objetivo establecer un procedimiento estandarizado que permita al vendedor determinar la viabilidad económica de los pedidos a domicilio, mediante la comparación entre la utilidad generada y los costos logísticos asociados a la distancia del destino, con el fin de proteger la rentabilidad de la empresa.

Este procedimiento aplica para todos los pedidos registrados por el área de ventas que requieran envío a domicilio dentro de la ciudad de Villavicencio.

Para el inicio de la mejora lo que se hizo fue determinar todos los productos, presentaciones y precios, además de colocar como opción una columna para digitar la cantidad del producto que se requiere y que de manera automática genere el valor de la utilidad antes de costos de transporte la cual corresponde al 20% del valor unitario de producto.

Para la finalización de esta primera parte lo que hace el sistema es sumar cada ítem al cual se le proporciono cantidades y dar un resultado final de las utilidades del pedido, es decir, la ganancia antes de costos. (Ver Figura 14)

Figura 14. Fase 1 del “Sistema para determinar la viabilidad de los pedidos”

PRODUCTO	PRESENTACIÓN	PRECIO	CANTIDAD	UTILIDAD
IMPERKOLOR	Cuñete	\$ 348.000,00		\$ -
IMPERKOLOR	Balde	\$ 180.000,00		\$ -
IMPERKOLOR	Galón	\$ 72.000,00		\$ -
IMPERKOLOR	Cuarto de galón	\$ 24.000,00		\$ -
VINILO TIPO 1	Cuñete	\$ 240.000,00		\$ -
VINILO TIPO 1	Balde	\$ 125.000,00		\$ -
VINILO TIPO 1	Galón	\$ 52.000,00		\$ -
VINILO TIPO 1	Cuarto de galón	\$ 17.000,00		\$ -
VINILO TIPO 2 BLANCO	Cuñete	\$ 172.000,00		\$ -
VINILO TIPO 2 BLANCO	Balde	\$ 95.000,00		\$ -
VINILO TIPO 2 BLANCO	Galón	\$ 40.000,00		\$ -
VINILO TIPO 2 BLANCO	Cuarto de galón	\$ 12.000,00		\$ -
VINILO TIPO 2 COLORES	Cuñete	\$ 179.000,00		\$ -
VINILO TIPO 2 COLORES	Balde	\$ 98.000,00		\$ -
VINILO TIPO 2 COLORES	Galón	\$ 45.000,00		\$ -
VINILO TIPO 2 COLORES	Cuarto de galón	\$ 13.500,00		\$ -
ESTUCO PLÁSTICO INTERIORES	Cuñete	\$ 48.000,00		\$ -
ESTUCO PLÁSTICO INTERIORES	Balde	\$ 27.000,00		\$ -
ESTUCO PLÁSTICO INTERIORES	Galón	\$ 13.000,00		\$ -
ESTUCO PLÁSTICO INTERIORES	Cuarto de galón	\$ 5.500,00		\$ -
ESTUCO ACRILICO EXTERIORES	Cuñete	\$ 78.000,00		\$ -
ESTUCO ACRILICO EXTERIORES	Balde	\$ 42.000,00		\$ -
ESTUCO ACRILICO EXTERIORES	Galón	\$ 19.200,00		\$ -
ESTUCO ACRILICO EXTERIORES	Cuarto de galón	\$ 6.000,00		\$ -
IMPERCANCHAS	Cuñete	\$ 375.000		\$ -
IMPERCANCHAS	Balde	\$ 190.000		\$ -
IMPERCANCHAS	Galón	\$ 85.000		\$ -
IMPERCANCHAS	Cuarto de galón	\$ 28.000		\$ -
IMPERPISOS	Cuñete	\$ 360.000		\$ -
IMPERPISOS	Balde	\$ 186.000		\$ -

Nota. Información para determinar la utilidad parcial. Elaborado a partir de la base de datos de la empresa Pinturas Tropical Imperkolor, 2025.

Luego se hizo con ayuda del gerente un listado de todos los barrios de Villavicencio para los cuales manejan envíos a domicilio y se hizo el cálculo pertinente con ayuda de Google Maps para poder ver la distancia que hay entre los barrios y el punto de venta de la empresa, en otra columna aparte mediante una macro se puede seleccionar el barrio para donde va dirigido el pedido y en una tercera formulada se hace el cálculo de manera automática del valor de la gasolina que consume el envío de cada pedido que se analice, cabe destacar que ese cálculo tiene en cuenta la distancia en km que se deben recorrer multiplicada por dos (ida-vuelta) y el costo por km recorrido por el camión que es de 606 pesos dato proporcionado por la gerencia de la empresa. (Ver Figura 15)

Figura 15. Fase 2 del “Sistema para determinar la viabilidad de los pedidos”

BARRIO	KM	VERIFICAR	PRECIO DE LA GASOLINA
Álamos Santa Rosa	8,5	<input type="checkbox"/>	\$ -
Amaral	1,4	<input type="checkbox"/>	\$ -
Antonio Ricaute	1,7	<input type="checkbox"/>	\$ -
Antonio Villavicencio	3,2	<input type="checkbox"/>	\$ -
Ariguaní	0,45	<input type="checkbox"/>	\$ -
Azotea	5	<input type="checkbox"/>	\$ -
Balatá	2,6	<input type="checkbox"/>	\$ -
Balcones de Toledo	3,9	<input type="checkbox"/>	\$ -
Barzal Alto	3,7	<input type="checkbox"/>	\$ -
Barzal Bajo	3,3	<input type="checkbox"/>	\$ -
Bello Horizonte	0,9	<input type="checkbox"/>	\$ -
Bochica	0,7	<input type="checkbox"/>	\$ -
Bonanza	3,9	<input type="checkbox"/>	\$ -
Brisas del Guatiquía	3,7	<input type="checkbox"/>	\$ -
Buenos Aires	5,7	<input type="checkbox"/>	\$ -
Buque	3,6	<input type="checkbox"/>	\$ -
Calamar	4,2	<input type="checkbox"/>	\$ -
Cámbulos	6,6	<input type="checkbox"/>	\$ -
Camelias	1,4	<input type="checkbox"/>	\$ -
Camoa	2,8	<input type="checkbox"/>	\$ -
Canaima	1,4	<input type="checkbox"/>	\$ -
Caney	1,3	<input type="checkbox"/>	\$ -
Canta Rana	0,85	<input type="checkbox"/>	\$ -
Catalana	4,2	<input type="checkbox"/>	\$ -
Cataluña	1,2	<input type="checkbox"/>	\$ -
Catatumbo	0,85	<input type="checkbox"/>	\$ -
Catumare	8	<input type="checkbox"/>	\$ -
Caudal	4,7	<input type="checkbox"/>	\$ -
Cedritos	1,5	<input type="checkbox"/>	\$ -

Nota. Información para determinar el precio de gasolina por pedido. Elaboración propia a partir de la base de datos de la empresa Pinturas Tropical Imperkolor, 2025.

La siguiente fase del sistema se basa en restarle el costo de transporte a la utilidad neta del pedido que se está analizando y con ayuda de una semaforización implementada dentro del sistema se va a generar un color para determinar si es viable o no despachar el pedido. Además, el sistema arroja un color verde cuando los costos son menores o iguales a un 10% de la utilidad total el pedido lo que indica que se puede realizar el envío, por otro lado, si los costos son mayores al 10% de la utilidad del pedido, no se autoriza para despacharlo, cabe destacar que los porcentajes fueron propuestos por la gerencia de la empresa. Sin embargo, como la idea no es perder el cliente con ayuda del gerente se plateó que, con ayuda de la base de datos de cliente de la empresa, el vendedor se comuniqué con clientes cercanos a la dirección de entrega del pedido para poder consolidar más pedidos y que este pase a ser ahora viable y satisfacer al cliente sin perder dinero de la utilidad de la venta. (Ver Figura 16)

Figura 16. Fase 3 del “Sistema para determinar la viabilidad de los pedidos”

Total costo	\$ 5.090,40
INDICADOR DE UTILIDAD DE TRANSPORTE	-\$ 5.090,40
Resultado	No se debe realizar el envío

Semaforización:

- Los costos son menores o iguales al 10% de la utilidad del pedido, se puede realizar el envío
- Los costos son mayores al 10% de la utilidad del pedido, no se debería enviar el pedido

Nota. Semaforización para determinar la viabilidad de los pedidos.

Para finalizar el sistema se crea un botón con ayuda de una macro el cuál limpia el sistema, es decir, todo los datos digitalizados y el barrio marcado, se elimina para que se vuelva a utilizar este con el fin de analizar otro pedido más sin tener que tener que borrar dato por dato. (Ver Figura 17)

Figura 17. Botón de limpiar para el “Sistema para determinar la viabilidad de los pedidos”



Nota. Herramienta para limpiar el sistema implementado.

Por otro lado, el sistema contiene el paso a paso para utilizar este sistema como se demuestra en la Tabla 7. Esto se hizo con el fin de estandarizar el proceso y en caso de que haya trabajadores nuevos puedan de manera fácil entender el funcionamiento del sistema, además de que sea utilizado por los trabajadores actuales del área logística.

Tabla 7. Guía para el correcto uso del “sistema para determinar la viabilidad de los pedidos”

No	Actividad
1	Identifique el pedido que desea enviar, productos y cantidades totales
2	Ingresa al sistema y verifique que el sistema este limpio
3	Digite la cantidad de unidades solicitadas por el cliente en las casillas correspondientes para cada producto.
4	Verifique que el sistema calcule automáticamente la utilidad total del pedido.
5	Ubíquese en la segunda tabla
6	Identifique el barrio al cual se desea realizar el envío
7	Seleccione el barrio de destino del pedido desde la lista desplegable.

No	Actividad
8	Verifique que el sistema calcule automáticamente el costo de la gasolina según el barrio (ida y vuelta)
9	Vaya a la parte inferior del sistema para identificar el resultado
10	Revise el color que aparece en el sistema tras completar los datos.
11	Si aparece verde, el envío es económicamente viable.
12	Si aparece rojo, el envío no es rentable y no se recomienda realizarlo.
13	Haga clic en el botón o función de “Limpiar datos”.
14	Verifique que se borren automáticamente las cantidades ingresadas y la selección del barrio.
15	Asegúrese de dejar el sistema listo para evaluar un nuevo pedido.

Nota. Lista del paso a paso para la utilización del sistema.

Por último, se realizó con el gerente la socialización del sistema, donde él autorizo su implementación en la empresa debido a que cumplía con los estándares que él nos propuso respecto a los porcentajes para determinar la viabilidad y consideró un sistema que ayuda a solucionar el problema que presenta la empresa. Esto se ve reflejado en la carta de certificación de la implementación (Ver Anexo 1), la cual contiene su nombre y firma.

6.4 Desarrollo de las métricas Six Sigma Post Mejora

Se recalcularon las métricas Six Sigma (DPMO, nivel sigma, rendimiento) utilizando como base los datos recolectados en el mes de septiembre del 2025 como se evidencia en la Tabla 8, para cuantificar la mejora esperada y validar el impacto de las acciones mediante un análisis comparativo antes y después de la intervención.

Tabla 8. Calculadora de nivel sigma post mejora de la empresa

Variables	Introduzca los valores solicitados en los espacios amarillos	
1 Número de unidades procesadas	N =	482
2 Número total de defectos	D =	3
3 Número de oportunidades para defectos	O =	5
4 Defectos Por Unidad (DPU)	DPU =	0,006
5 Defectos por oportunidad (DPO)	DPO =	0,001
4 Resultado de Defectos por Millón de Oportunidades (DPMO)	DPMO =	1.245
5 Z score (nivel Sigma)	ZLt=	4,52
6 Rendimiento (Yield)	%	99,9%

Tras la implementación del sistema para determinar la viabilidad de los pedidos, se evidenció una mejora sustancial en el proceso de distribución, reflejada en la segunda medición de las métricas Six Sigma. En este nuevo análisis, realizado sobre 482 pedidos, solo se identificaron 3 defectos entre entregas tardías y errores de presentación, manteniéndose las cinco oportunidades de fallo evaluadas inicialmente. Los indicadores clave mostraron mejoras notables: el DPU disminuyó de 0,021 a 0,006, el DPMO se redujo de 4.138 a 1.245, y el nivel sigma (ZLt) aumentó de 4,14 a 4,52, lo que evidencia una disminución significativa en la variabilidad del proceso y una mayor confiabilidad en las entregas.

Aunque el rendimiento pasó de 99,6 % a 99,9 %, una diferencia aparentemente mínima, esta representa una reducción estadísticamente significativa de más del 60 % en la probabilidad de defectos. En términos operativos, la mejora permitió reducir la frecuencia de errores de nueve a tres casos y optimizar la planificación logística, basándola en datos concretos y en una gestión más racional del transporte. En síntesis, la intervención no solo mejoró los resultados cuantitativos, sino que también fortaleció la estabilidad del proceso, elevó la calidad del servicio y consolidó una cultura de mejora continua en la empresa.

6.5 Desarrollo de los indicadores de transporte Post Mejora

Se aplicaron de nuevo los indicadores de transporte, esta vez con datos correspondientes al mes de septiembre del 2025, para comparar el desempeño del proceso antes y después de la mejora, evidenciando cambios en costos, eficiencia y utilización de los medios de transporte.

Tabla 9. *Indicador post mejora de costo de transporte medio unitario*

COSTO DE TRANSPORTE	\$
MEDIO UNITARIO	776,40

Nota Elaborado a partir de la base de datos del mes de septiembre del 2025 de la empresa Pinturas Tropical Imperkolor.

El costo promedio por unidad transportada presentó una reducción respecto al valor inicial (\$912,83), evidenciando una mejora en la eficiencia operativa del proceso de distribución. Esta disminución refleja una mejor utilización de los vehículos y una planificación de rutas más eficiente, que permitió transportar un mayor volumen de producto por viaje. La consolidación de

pedidos contribuyó directamente a disminuir los costos unitarios de transporte, optimizando la relación entre el volumen movilizado y el gasto total del servicio logístico. (Ver Tabla 9)

Tabla 10. *Indicador post mejora de costo promedio por km recorrido*

COSTO PROMEDIO POR KM RECORRIDO	\$	2.968,26
------------------------------------	----	----------

Nota Elaborado a partir de la base de datos del mes de septiembre del 2025 de la empresa Pinturas Tropical Imperkolor.

Aunque el costo por kilómetro recorrido tuvo un leve incremento frente al valor anterior (\$2.782,54), este comportamiento se considera positivo, ya que se explica por el aumento en la carga transportada y en la eficiencia del uso del vehículo. Al recorrer distancias similares, pero movilizando mayor cantidad de producto por trayecto, el proceso mejora su rentabilidad global. En otras palabras, cada kilómetro recorrido genera un mayor valor de transporte, reduciendo la incidencia del costo unitario en el total de operaciones. (Ver Tabla 10)

Tabla 11. *Indicador post mejora de costo por kg movido*

COSTO POR KG MOVIDO	\$	82,87
---------------------	----	-------

Nota Elaborado a partir de la base de datos del mes de septiembre del 2025 de la empresa Pinturas Tropical Imperkolor.

Este indicador presentó una disminución significativa frente al resultado inicial (\$100,56), lo que confirma un mejor aprovechamiento de la capacidad de los vehículos y una mayor consolidación de carga en los viajes. El menor costo por kilogramo movilizado demuestra que la flota se utiliza de manera más eficiente, reduciendo los viajes con baja carga y optimizando el consumo de combustible y recursos operativos. Esto evidencia una mejora en la productividad logística y una disminución de los costos variables asociados al transporte. (Ver Tabla 11)

Tabla 12. *Indicador post mejora de porcentaje de utilización de medios de transporte de mercancía*

PORCENTAJE DE UTILIZACIÓN DE MEDIOS DE TRANSPORTE DE MERCANCÍA	87,5%
---	-------

Nota Elaborado a partir de la base de datos del mes de septiembre del 2025 de la empresa Pinturas Tropical Imperkolor.

El aumento de la utilización de la flota del 75% al 87,5% indica un uso más racional y eficiente de los vehículos disponibles. Este resultado demuestra que las mejoras implementadas en la programación de rutas y en la planificación de entregas permitieron reducir los tiempos ociosos y aumentar la capacidad empleada sin comprometer los tiempos de entrega ni la calidad del servicio. Alcanzar un nivel de utilización cercano al rango óptimo (85–90%) refleja una mejora notable en la gestión de recursos logísticos. (Ver Tabla 12)

Tabla 13. *Indicador post mejora de costo operativo por conductor*

COSTO OPERATIVO POR CONDUCTOR	\$ 6.292.712,75
----------------------------------	-----------------

Nota Elaborado a partir de la base de datos del mes de septiembre del 2025 de la empresa Pinturas Tropical Imperkolor.

El costo operativo mensual por conductor presentó una reducción considerable respecto al valor inicial (\$7.206.766,75), lo que representa un ahorro directo en la operación. Esta disminución se debe principalmente a la optimización de rutas, al menor consumo de combustible y a la reducción de tiempos improductivos durante la jornada laboral. El indicador evidencia que la mejora implementada no solo incrementó la eficiencia operativa, sino que también generó un impacto financiero positivo al reducir los costos fijos asociados al personal y al transporte. (Ver Tabla 13)

Lecciones y recomendaciones

El desarrollo del proyecto, desde la identificación del problema hasta la propuesta de mejora y la medición de los resultados, permitió adquirir un aprendizaje significativo a través de la práctica. La necesidad de observar, medir y analizar directamente en el punto de trabajo brindó una comprensión más profunda de la realidad empresarial. Esta experiencia práctica representa un valor agregado frente al enfoque teórico que predomina en la formación universitaria, ya que permite contrastar los conocimientos adquiridos en el aula con situaciones reales y comprender de manera más completa los procesos organizacionales.

Asimismo, el diseño e implementación de la mejora contribuyó al fortalecimiento de habilidades técnicas, especialmente en el manejo avanzado de Microsoft Excel. El uso de herramientas como macros y sistemas de semaforización representó un desafío importante, pero también una oportunidad para desarrollar competencias que son altamente valoradas en el ámbito profesional. A la par, resultó retador equilibrar las responsabilidades académicas y laborales, puesto que el proyecto se realizó de manera simultánea con las prácticas empresariales, lo que implicó gestionar tiempos, elaborar documentación, tramitar certificaciones y cumplir con todos los requisitos para la finalización del trabajo.

Como recomendación para futuros proyectos, se sugiere realizar un mayor número de visitas al lugar de estudio con el fin de comprender de manera integral los procesos internos de la empresa. Esto permitiría evitar reprocesos y reducir la necesidad de consultas adicionales a los colaboradores por temas que podrían haberse identificado directamente en campo. Comprender en profundidad el funcionamiento de la organización desde el inicio facilita la formulación de alternativas de mejora más precisas y una implementación más efectiva.

Bibliografía

- Ahmad, S. A. H., Ab Rahman, M. N., Ramli, R., & Muhamed, A. A. (2024). The Effects of Increased Distance Travel on the Operating Costs of Freight Truck Vehicles. *Jurnal Kejuruteraan*, 36(2), 777–783. [https://doi.org/10.17576/JKUKM-2024-36\(2\)-34](https://doi.org/10.17576/JKUKM-2024-36(2)-34)
- Almengor, V., Alexandra, M., Baldeon, Q., Deciderio, R., Giordano, E., & Carola, C. (2023). *Modelo de gestión del almacén para mejorar la entrega de pedidos en una comercializadora de pinturas mediante las 5s y clasificación ABC*. [Trabajo de grado, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC)]. Repositorio Institucional. [Uhttps://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/670564/Villanueva_AM.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/670564/Villanueva_AM.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Amador-Fontalvo, J. E., Paternina-Arboleda, C. D., & Montoya-Torres, J. R. (2015). Solving the heterogeneous vehicle routing problem with time windows and multiple products via a bacterial meta-heuristic. *International Journal of Advanced Operations Management*, 6(1), 81–100. <https://doi.org/10.1504/IJAOM.2014.059622>
- Aritonang, A. M. V., & Ciptomulyono, U. (2024). Improvement Operational Business Process in Logistic Companies Using Model-Based and Integrated Process Improvement. *Hasanuddin Economics and Business Review*, 8, 10. <https://doi.org/10.26487/hebr.v8i1.5255>
- Bendeck Segrera, H. de J. (2020). *Modelos de gestión logística en las pequeñas y mediana empresaS (PYMES)*. [Trabajo de grado, Universidad Cooperativa de Colombia]. Repositorio Institucional. <https://repository.ucc.edu.co/server/api/core/bitstreams/486ca2ec-5928-4aaa-97eb-fce95567ccfb/content>
- Briceño Martínez, N. S., Ceña Fernández, A. C., & Escuderos Pico, V. J. (2020). *Metodología para el diagnóstico de problemas del área de transporte en pymes*. [Trabajo de grado, Universidad del Norte]. Repositorio Institucional. <https://manglar.uninorte.edu.co/bitstream/handle/10584/10923/000210065.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Camargo González, C., Alberto, C., Cicero, M., & Marcela, D. (2022). Identificación de los principales indicadores de gestión logística utilizados por pequeñas empresas proveedoras del sector petrolero. *INGE CUC*, 18(1), 142–162. <https://doi.org/10.17981/ingecuc.18.1.2022.12>

- Cardozo Rivera, J. (2023). Propuestas de mejoramiento en el área de transporte en la empresa Novaventa S.A.S. Trabajo de grado
- Cardozo Rivera, J. (2023). *Propuestas de mejoramiento en el área de transporte en la empresa Novaventa S.A.S.* [Trabajo de grado de pregrado, Universidad de Antioquia]. Repositorio Institucional. <https://bibliotecadigital.udea.edu.co/dspace/handle/10495/37478>
- Cuevas Ortiz, E. A., & Arismendy Ariza, S. J. (2022). *Análisis y mejoramiento de la productividad en el área de logística, para la empresa Distribuciones Colombia SAS, ubicada en la ciudad de Bucaramanga.* [Unidades Tecnológicas de Santander]. Repositorio Institucional. <http://repositorio.uts.edu.co:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/10389/F-DC-125%20%20Informe%20Final.pdf?sequence=2&isAllowed=y>
- Denegri, C., Enrique, D., de asesor Ballero Núñez, D., Sammy, G., del jurado JURADO, D., Lynch, R., Armando, C., Martínez, O., Alberto, C., Negri, C., Ernesto, L., Tuesta, F., & Abraham, J. (2022). *Mejora de procesos de la gestión logística para la optimización de la productividad de una empresa industrial de pinturas en Lima Metropolitana.* [Trabajo de grado, Universidad Ricardo Palma (URP)]. Repositorio Institucional. <https://hdl.handle.net/20.500.14138/5879>
- Du, K., Shi, Q., Song, J., Chen, D., & Liu, W. (2025). Prediction of Truck Fuel Consumption Based on Crossformer-LSTM Characteristic Distillation. *Applied Sciences (Switzerland)*, *15*(1). <https://doi.org/10.3390/APP15010283>
- Fan, P., Song, G., Zhai, Z., Wu, Y., & Yu, L. (2024). Fuel consumption estimation in heavy-duty trucks: Integrating vehicle weight into deep-learning frameworks. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, *130*. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2024.104157>
- Gan, S., Zhang, Q., & Wang, Y. (2024). Energy consumption analysis of metropolitan logistics vehicles based on an ensemble K-means long short-term memory model. *Energy & Environment*. <https://doi.org/10.1177/0958305X241244488>
- González Jaramillo, V. H., & Rosero Barzola, C. (2023). Diagnóstico y propuesta de mejora de procesos en el área de distribución en una empresa manufacturera. *Compendium: Cuadernos de Economía y Administración*, *10*(1), 44. <https://doi.org/10.46677/COMPENDIUM.V10I1.1177>

- Guzmán Cortés, R. V. (2020). *Análisis de los costos de operación para mejorar la eficiencia de la ruta de distribución de una empresa cervecera*. [Trabajo de grado, Tecnológico Nacional de México]. Repositorio Institucional. <https://rinacional.tecnm.mx/handle/TecNM/4859?locale=es>
- Hettiarachchi, P., Dharmapriya, S., & Kulatunga, A. K. (2024). Planning of a distribution network utilizing a heterogeneous fixed fleet with a balanced workload. *Journal of Global Operations and Strategic Sourcing*, 17(2), 351–367. <https://doi.org/10.1108/JGOSS-05-2022-0045>
- Higuita Jaramillo, A. C., & Nohava Lasso, J. D. (2023). *Problemática de la logística de transporte en las pymes agrícolas de Antioquia*. [Trabajo de grado, Tecnológico de Antioquia, Institución Universitaria]. Repositorio Institucional. <https://dspace.tdea.edu.co/handle/tdea/3255>
- Kafetzopoulos, D., Margariti, S., Stylios, C., Arvaniti, E., & Kafetzopoulos, P. (2024). Managing the traceability system for food supply chain performance. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 73, 563–582. <https://doi.org/10.1108/IJPPM-12-2021-0690>
- Lozano Cruz, D., López Jiménez, J. A., Cruz Avilés, D., & Granillo Macías, R. (2020). Diseño de una red de distribución mediante datos obtenidos de una interfaz de programación de aplicaciones. *Ingenio y Conciencia Boletín Científico de La Escuela Superior Ciudad Sahagún*, 7(13), 42–48. <https://doi.org/10.29057/ESCS.V7I13.4955>
- Madhani, P. M. (2020). Enhancing Supply Chain Efficiency and Effectiveness With Lean Six Sigma Approach. *International Journal of Project Management and Productivity Assessment*, 8, 40–65. <https://doi.org/10.4018/ijpmpa.2020010103>
- Mendieta Muñoz, G. F. (2022). *Optimización de rutas de transporte en la distribución física de materiales de ferretería de la empresa “Comercial Marcelo Mendieta” en la ciudad de Azogues Ecuador a través de una aplicación móvil*. [Trabajo de grado, Universidad de Cuenca]. Repositorio Institucional. <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/40381>
- Milewska, B., & Milewski, D. (2022). Implications of Increasing Fuel Costs for Supply Chain Strategy. *Energies*, 15. <https://doi.org/10.3390/en15196934>
- Pan, X., Wu, Y., & Chong, G. (2022). Multipoint Distribution Vehicle Routing Optimization Problem considering Random Demand and Changing Load. *Security and Communication Networks*, 2022. <https://doi.org/10.1155/2022/8199991>

- Pertuz Molina, B. J., & Puerto Mendoza, M. de los Á. (2023). *Estrategias de Logística Implementadas en Microempresas Manufactureras en la ciudad de Barranquilla*. [Trabajo de grado, Universidad de la Costa (CUC)]. Repositorio Institucional. <https://hdl.handle.net/11323/10606>
- Poolkrajang, A. (2023). An Analysis of Effect on Energy Saving of Trucks in Transport and Logistics Business. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 13(5), 236–241. <https://doi.org/10.32479/IJEEP.14533>
- Ramos, V., Teobaldo, C., de Oliveira, J., & Costa, J. (2023, October). *A importância de implementar um setor de torre de controle para gestão da operação de uma transportadora de cargas fracionadas*. <https://doi.org/10.47385/tudoeciencia.1056.2023>
- Romero-Valladolid, P. A., Mora-Sánchez, N. V., Romero-Black, W. E., & Sánchez-Cabrera, L. C. (2024). La satisfacción del cliente y su incidencia en los tiempos de entrega de productos: Caso Distribuciones JM. 593 Digital Publisher CEIT, 9(3), 174–183. <https://doi.org/10.33386/593dp.2024.3.2376>
- Salamanca, M. S. M. (2021, December). *Retos y oportunidades de las Pymes - ANIF*. <https://www.anif.com.co/comentarios-economicos-del-dia/retos-y-oportunidades-de-las-pymes/>
- Sierra Tolosa, A. M. (2023). *Plan de mejora en el proceso logístico de transporte de mercancías de la Empresa colombiana de Rieles SAS*. [Trabajo de grado, Universidad Santo Tomás]. Repositorio Institucional. <http://hdl.handle.net/11634/52568>
- Sisniegas Gálvez, P. A., Ninaquispe Zare, V. P., Gregorio Mayer, A. D., Vásquez Salazar, O. D., Campos Vásquez, N. D., & Vásquez Díaz, J. L. (2024). La trazabilidad en la SCM: una revisión bibliográfica. *High Tech-Engineering Journal*, 4, 24–33. <https://doi.org/10.46363/high-tech.v4i1.4>
- Smirnova, E., Hajiyev, N., Glazkova, I., & Hajiyeva, A. (2024). Production companies: Evaluation of accessibility and efficiency of transportation and manufacturing processes. *The Asian Journal of Shipping and Logistics*, 40(1), 52–60. <https://doi.org/10.1016/J.AJSL.2024.01.002>
- Song, S. (2023). Logistics Distribution Route Planning and Resource Allocation Based on Deep Learning Algorithm. *2023 International Conference on Evolutionary Algorithms and Soft Computing Techniques, EASCT 2023*. <https://doi.org/10.1109/EASCT59475.2023.10392906>

- Vimalesan, V. (2024). Enhancing Fuel Economy in Heavy-Duty Trucks: A Contemporary Approach. *International Journal of Scientific Research and Management (IJSRM)*, 12(11), 1692–1694. <https://doi.org/10.18535/IJSRM/V12I11.EC05>
- Vivaldini, M., & Vivaldini, L. R. (2025). Reflection on faster and faster deliveries: Possible social changes arising from logistical immediacy. *Technological Forecasting and Social Change*, 212, 123989. <https://doi.org/10.1016/J.TECHFORE.2025.123989>
- Woschank, M., & Dallasega, P. (2021). The Impact of Logistics 4.0 on Performance in Manufacturing Companies: A Pilot Study. *Procedia Manufacturing*, 55(C), 487–491. <https://doi.org/10.1016/J.PROMFG.2021.10.066>
- Yuan, F. (2024). Data Analysis and Optimization Strategies for Delivery Operations in a Shenyang-Based Convenience Store Network. *SHS Web of Conferences*, 208, 04013. <https://doi.org/10.1051/shsconf/202420804013>
- Zapata, U. P., & Ararat, H. C. (2020). A vehicle routing problem with a time windows approach to improve the delivery process. *Ingenieria (Colombia)*, 25(2), 117–143. <https://doi.org/10.14483/23448393.15271>
- Zúñiga, F., Judith para optar el Título Profesional de, M., & Valdivia Llerena, I. (2021, February 19). *Propuesta de mejora en el área logística mediante la metodología SCOR para la optimización de indicadores en una empresa distribuidora y comercializadora de pinturas Arequipa, 2020*. [Trabajo de grado, Universidad Católica de Santa María]. Repositorio Institucional. <https://repositorio.ucsm.edu.pe/handle/20.500.12920/10566>

Anexos

Anexo 1. Certificación de implementación por parte de la empresa



CERTIFICACIÓN DE INNOVACIÓN GENERADA EN LA GESTIÓN EMPRESARIAL

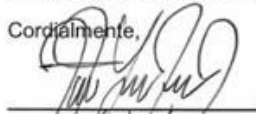
El Ingeniero **VICTOR ANDRÉS RINCÓN GONZÁLEZ** Decano de la Facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad Santo Tomás Seccional Villavicencio en compañía del Ingeniero **JHON ALEXANDER GONZÁLEZ GARZÓN** cómo tutores de los estudiantes **ANDRÉS FELIPE MOSQUERA BENITO** C.C. 1.122.921.677 y **BRAYAN ESTEVAN ALDANA BERMÚDEZ** C.C. 1.123.433.071 desarrollaron la mejora denominada **Sistema para determinar la viabilidad de los pedidos**, que le permiten a la compañía **Pinturas Tropical Imperkolor** ejecutar su operación con mejores criterios de uso de tecnología y optimización de recursos, que a continuación se describen:

DATOS IMPLEMENTACIÓN INNOVACIÓN EN LA GESTIÓN EMPRESARIAL	
Fecha inicio proyecto	12/04/2025
Fecha final proyecto:	08/10/2025
DATOS INNOVACIÓN	
Nombre de la innovación:	Sistema para determinar la viabilidad de los pedidos de Pinturas Tropical Imperkolor
Fecha de creación:	23/05/2025
Descripción de la innovación:	Diseño e implementación de una herramienta que calcula la viabilidad de las entregas de pedidos de la empresa Pinturas Tropical Imperkolor para el año 2025.
Productos generados:	En el marco de las labores realizadas se obtuvieron: <ul style="list-style-type: none"> • Sistema para determinar la viabilidad de los pedidos • Guía de uso del sistema Esto se dio en el marco del escenario de opción de grado 2 de los estudiantes los cuales cumplen a satisfacción los criterios definidos para la innovación y el mejoramiento de los procesos de la empresa.
Nombre tutor empresa:	Jimmer Yunda Pedreros
Cargo tutor empresa:	Gerente

En consecuencia de la mejora presentada, la compañía autoriza compartir la información en el marco del proceso de certificación de mejoramiento a partir de los lineamientos del Ministerio de Ciencia y Tecnología en Colombia sobre esta innovación con la Universidad Santo Tomás Seccional Villavicencio.

Esta certificación se expide a solicitud de los interesados el día 06 de octubre del 2025 y es válida en todo el territorio colombiano.

Cordialmente,



JIMMER YUNDA PEDREROS

REPRESENTANTE LEGAL

Anexo 2. Carta de cesión de derechos de herramienta de mejora**Villavicencio, 7 de octubre de 2025****CARTA DE CESIÓN DE DERECHOS DE HERRAMIENTA DE MEJORA**

Nosotros, Camila Salazar, Juan Porto, Valeria Ramos y Felipe Mosquera, estudiantes de la Facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad Santo Tomás, Seccional Villavicencio, en calidad de autores del proyecto académico del cual se deriva la herramienta de mejora denominada Sistema para determinar la viabilidad de los pedidos de Pinturas Tropical Imperkolor, manifestamos mediante la presente carta que cedemos voluntaria y expresamente los derechos de uso, aplicación y adaptación de dicha herramienta al estudiante Brayan Aldana, igualmente perteneciente a la Facultad de Ingeniería Industrial.

Esta cesión se realiza con fines estrictamente académicos, permitiendo al estudiante Brayan Aldana incorporar, aplicar y desarrollar la herramienta en su proyecto de opción de grado, manteniendo el debido reconocimiento a los autores originales del trabajo del cual se deriva.

La presente cesión no implica transferencia de propiedad intelectual, sino autorización para el uso responsable y ético de la herramienta dentro del ámbito académico de la Universidad Santo Tomás.

En constancia de lo anterior, se firma la presente carta en la ciudad de Villavicencio, a los siete 7 días del mes de octubre del año dos mil veinticinco 2025.

Camila Salazar
Camila Salazar
C.C. 1006796392

Juan Porto
Juan Porto
C.C. 1120838948

Valeria ramos
Valeria Ramos
C.C. 1006877374

Felipe Mosquera
Felipe Mosquera
C.C. 1122921677

Brayan Aldana
Brayan Aldana
C.C. 1123433071

FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL