



Optimización logística y comercial mediante la implementación del modelo RTM

Natalia Vanegas Salgado

Trabajo de grado presentado para optar al título de Ingeniero Logístico

Asesora: Gabriela García, Magister en Educación y Desarrollo Humano

Asesores de recursos académicos: Juan Pablo Charry Osorio (asesor bibliográfico)

Universidad de Manizales
Facultad de Ciencias e Ingeniería
Ingeniería Logística
Manizales, Caldas, Colombia
2026

Cita	(Vanegas Salgado, 2026)
Referencia	Vanegas Salgado, N. (2026). <i>Optimización logística y comercial mediante la implementación del modelo RTM</i> [Trabajo de grado profesional].
Estilo APA 7 (2020)	Universidad de Manizales. RIDUM: Repositorio Institucional Universidad de Manizales.



Declaración de inteligencia artificial: el o los autores de este trabajo de grado declaran que han utilizado herramientas de inteligencia artificial (IA), tales como ChatGPT, Gemini de manera ética y responsable, tal como se establece en el Acuerdo UManizales 002 (julio 26 de 2023) sobre propiedad intelectual e IA. Estas herramientas son empleadas como apoyo en la redacción, revisión gramatical y generación de ideas, pero en ningún caso sustituyen el análisis crítico, la argumentación académica ni la originalidad del trabajo. Asimismo, cualquier contenido generado con asistencia de IA está citado y referenciado adecuadamente, garantizando la integridad académica y el cumplimiento de los principios éticos de la investigación.

Biblioteca y Centro de Recursos: biblioteca.umanizales.edu.co

Repositorio Institucional: ridum.umanizales.edu.co

Universidad de Manizales: umanizales.edu.co

Revistas: revistasum.umanizales.edu.co

Fondo Editorial: editorialum.umanizales.edu.co

El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión de los autores y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad de Manizales ni desata su responsabilidad frente a terceros. Los autores asumen la responsabilidad por los derechos de autor y conexos.

Dedicatoria

Dedico este trabajo principalmente a Dios, por darme la sabiduría y la perseverancia para culminar esta etapa. A mi Tía (mamá) quien con su amor, sacrificio y apoyo constante trazó la ruta de mi formación, fue mi soporte logístico emocional en los momentos de mayor presión.

Gracias por creer en mí.

Agradecimientos

En primer lugar, agradezco a la Universidad de Manizales por brindarme las herramientas necesarias para mi información como ingeniera. A mis docentes y directora de proyecto, cuya guía técnica y exigencia fueron fundamentales para el desarrollo de este modelo de optimización.

Asimismo, expreso mi gratitud a la empresa Bavaria, por abrirme sus puertas y permitirme aplicar el modelo RTM en su operación real. Gracias a su equipo humano por la disposición y la información suministrada, piezas clave para el éxito de esta implementación logística.

Tabla de contenido

Resumen	6
Abstract	7
Introducción	8
1 planteamiento del problema	9
1.1 Antecedentes	10
2. Justificación.....	11
3. Objetivos	12
3.1 Objetivo general	12
3.2 Objetivos específicos.....	12
4. Hipótesis.....	13
5 Marco teórico	14
5.1 El modelo Route-to-Market (RTM) en el canal tradicional	14
6. Metodología	16
6.1 Enfoque de la investigación	16
6.2 Tipo de investigación	16
6.3 Alcance de estudio	16
7. Resultados	18
8. Discusión.....	24
9. Conclusiones	26
10. Recomendaciones.....	28
Referencias	29

Lista de tablas

Tabla 1 Reorganización de rutas (días de visita).....	18
Tabla 2 Estabilización del Service Curve Index (SCI).....	20
Tabla 3 Impacto en la cobertura y vinculación comercial.....	22
Tabla 4 Cumplimiento por sector con la implementación del modelo RTM.....	23

Resumen

La presente investigación expone la optimización de los procesos logísticos y comerciales en el canal tradicional de Bavaria S.A, mediante la transición hacia el modelo estratégico Route-To-Market (RTM). El objetivo central fue optimizar la eficiencia operativa mediante el rediseño de la estructura territorial, equilibrando las cargas de trabajo y potenciando la cobertura de mercado en el Centro de Distribución Pereira. Bajo un enfoque metodológico cuantitativo basado en el análisis de datos y técnicas de agrupamiento geoespacial (clústeres), se analizaron 5,565 puntos de venta, clasificándolos según su densidad y frecuencia de visita. La implementación permitió la reprogramación de las rutas para 3,329 clientes, logrando una nivelación operativa medida a través del Service Curve Index (SCI). De manera complementaria, se ejecutaron tácticas comerciales para la defensa del portafolio en los puntos de visita. Se concluye que la alineación entre la logística de distribución y la fuerza de ventas, bajo el modelo RTM, es determinante para reducir los tiempos de desplazamiento y maximizar la productividad. Esta intervención técnica mejoró los indicadores de cumplimiento y consolidó una estructura operativa escalable orientada a la excelencia en el servicio al cliente.

Palabras clave: Gestión de rutas, Modelo RTM, Eficiencia operativa, Service Curve Index, Ingeniería Logística.

Abstract

This This research focuses on the optimization of logistical and commercial processes within the traditional channel of Bavaria S.A., through the strategic implementation of the Route-to-Market (RTM) model. The primary objective was to optimize operational efficiency by redesigning the territorial structure balancing workloads and enhancing market coverage at the Pereira Distribution Center. Using a quantitative methodological approach based on data analysis and spatial clustering techniques, 5,565 points of sale were analyzed and classified according to their density and visit frequency. This intervention allowed the reprogramming of routes for 3,329 clients, achieving operational leveling measured through the Service Curve Index (SCI). Additionally, commercial tactics for portfolio defense were executed at the points of visit. The study concludes that the alignment between distribution logistics and the sales force under the RTM model is crucial for reducing travel times and maximizing productivity. This technical intervention improved compliance indicators and consolidated a scalable operational structure focused on customer service excellence. service.

Keywords: Route optimization, RTM model, Operational efficiency, Service Curve Index, Logistics Engineering.

Introducción

En el sector de consumo masivo, la competitividad depende directamente de la agilidad en la distribución. Desde la perspectiva de la investigación de operaciones, la alta fragmentación del canal tradicional exige modelos territoriales basados en datos. En este contexto, el modelo Route-to-Market (RTM) —entendido como la arquitectura estratégica que maximiza el valor en el punto de venta— y el uso de indicadores de nivelación como el Service Curve Index (SCI) constituyen el marco teórico fundamental para abordar los desafíos actuales de la logística de última milla (Mourad et al., 2021; Brahimí et al., 2022).

El presente documento expone la optimización operativa en Bavaria S.A. (Centro de Distribución Pereira) mediante la implementación del RTM. La aplicación práctica de esta teoría enfrentaba una brecha: la operación mostraba desequilibrios en las cargas de trabajo y fragmentación en la atención al cliente, generando ineficiencias en los tiempos de entrega. Ante esto, surge la interrogante: ¿De qué manera la reorganización de frecuencias y rutas bajo el modelo RTM permite maximizar la cobertura y la productividad en el territorio?

El objetivo primordial es desarrollar un esquema de zonificación que equilibre la capacidad operativa y fortalezca la ejecución comercial. Metodológicamente, el estudio se aborda desde un enfoque cuantitativo, descriptivo y correlacional, analizando cómo la variable independiente (reorganización técnica de rutas bajo el RTM) impacta las variables dependientes (nivelación del SCI y captación de clientes), utilizando técnicas de agrupamiento geoespacial (clústeres). La justificación de este trabajo radica en transformar una logística reactiva en una ventaja competitiva sostenible.

Finalmente, este documento se estructura de la siguiente manera: en el primer capítulo se expone el planteamiento del problema y los antecedentes; en el segundo, la justificación; en el tercero, los objetivos e hipótesis; en el cuarto, el marco teórico que sustenta las variables de optimización logística; en el quinto, la metodología detallada; en el sexto, la presentación y discusión de los resultados; y, por último, las conclusiones y recomendaciones derivadas de la evidencia empírica.

1 planteamiento del problema

En la gestión de la cadena de suministro de Bavaria S.A., la distribución primaria y secundaria constituye el eje central de la rentabilidad. Teniendo en cuenta que, según Boysen et al. (2021), la logística de última milla en el canal tradicional enfrenta retos constantes debido a la alta fragmentación de los puntos de venta y la variabilidad de la demanda, el Centro de Distribución (CD) Pereira no es ajeno a esta problemática. Durante el diagnóstico inicial, se identificó una estructura de rutas con un alto grado de desequilibrio en las cargas de trabajo de la fuerza de ventas. Puesto que la asignación de clientes no se basaba en un análisis geoespacial actualizado, se generaban saturaciones operativas en ciertos días de la semana, mientras que en otros existía una subutilización de la capacidad instalada.

Esta situación se evidenciaba directamente en el indicador Service Curve Index (SCI), el cual mostraba fluctuaciones críticas con pronunciados "picos y valles". En términos académicos, el SCI es una métrica que equivale al workload balancing (balanceo de carga); según Lima et al. (2022), la acumulación desigual de trabajo en días específicos genera cuellos de botella que elevan los costos operativos y deterioran el nivel de servicio. Sin embargo, la problemática no se limitaba exclusivamente al área logística; simultáneamente, se observaba una afectación comercial. La falta de una organización eficiente de las frecuencias de visita impedía una cobertura de mercado exhaustiva, facilitando el avance de competidores directos en sectores clave. Dado que no existía una sincronización técnica entre la toma de pedidos y la capacidad de entrega, los retrasos logísticos se volvieron recurrentes, impactando la satisfacción del cliente final.

Por consiguiente, la ausencia de un modelo estructurado de Route-to-Market (RTM) que integrara el balanceo de carga operativa ponía en riesgo la eficiencia del canal. Posiblemente, de no haberse intervenido la red de distribución mediante técnicas de agrupamiento territorial, la pérdida de clientes activos y el incremento en los costos de servicio habrían comprometido el cumplimiento de los objetivos estratégicos. Por tanto, se hace necesario abordar el estudio de la organización de rutas como una solución integral que conecte la eficiencia logística con el desempeño comercial.

1.1 Antecedentes

En el ámbito colombiano y latinoamericano, la optimización de la distribución para el sector de bebidas y consumo masivo ha sido abordada ampliamente desde la investigación de operaciones, específicamente mediante el problema de ruteo de vehículos (VRP, por sus siglas en inglés). En este contexto, estudios recientes como el de Garzón y Londoño (2021) analizaron la distribución de una empresa de bebidas en Colombia aplicando algoritmos metaheurísticos de agrupamiento (clústeres), logrando reducir significativamente las distancias recorridas al organizar los puntos de venta según su densidad geográfica. De manera similar, Vargas y Latorre (2022) documentaron la implementación de modelos de programación entera para una distribuidora de alimentos y bebidas, demostrando que la reconfiguración de rutas permite disminuir los costos logísticos asociados al transporte urbano.

Sin embargo, una revisión crítica de estos antecedentes indica que la mayoría de las investigaciones en el país se han centrado casi exclusivamente en la minimización de distancias o tiempos de viaje como variable de éxito. En este sentido, la novedad de la presente investigación radica en que trasciende el enfoque puramente topográfico; el objetivo no es únicamente reducir kilómetros, sino nivelar la carga de trabajo a través del Service Curve Index (SCI) y medir cómo esta estabilidad operativa impacta directamente en la recuperación de la cobertura comercial frente a la competencia.

Dado que este trabajo se desarrolla sobre una base de 5,565 clientes en el CD Pereira, los antecedentes validan que la agrupación por clústeres es la técnica adecuada para manejar grandes volúmenes de datos. No obstante, se diferencia de los estudios previos al integrar la variable comercial (fidelización y vinculación de puntos de venta) como resultado directo de la eficiencia logística. Finalmente, es preciso señalar que, como lo plantea Arroyo Tovar (2012), la sostenibilidad de cualquier cambio técnico requiere gestión humana; por ello, la implementación de este modelo RTM también contempló la alineación de la fuerza de ventas frente a las nuevas rutinas de visita.

2. Justificación

La selección de esta investigación se fundamenta en la necesidad crítica de modernizar la distribución en el canal tradicional, puesto que la eficiencia operativa es el diferencial competitivo más relevante en la industria de bebidas. Como lo evidencian Boysen et al. (2021), los modelos tradicionales de logística de última milla son insuficientes frente a la alta fragmentación del mercado; por ello, el estudio del modelo Route-to-Market (RTM) se justifica al proponer una solución integral a la desconexión existente entre la planeación de ventas y la ejecución logística. Teniendo en cuenta que el Centro de Distribución Pereira gestiona una base superior a los cinco mil clientes, se hace imperativo sustituir los métodos de ruteo empíricos por sistemas basados en agrupamiento geoespacial.

El interés por este tema surge de la posibilidad de validar cómo una reingeniería territorial puede revertir tendencias negativas de mercado. Un ejemplo de esto fue la intervención en el sector COM4V2 (Representante Comercial 4, Variante 2), el cual presentaba una severa inestabilidad en la cobertura. La investigación busca demostrar que la logística no debe ser vista como un centro de costos, sino como un motor de crecimiento comercial capaz de vincular nuevos puntos de venta y fidelizar la base actual mediante una frecuencia de visita equilibrada.

En cuanto al aporte a la disciplina de la ingeniería logística, este trabajo contribuye mediante la aplicación práctica de la investigación de operaciones en entornos de alta complejidad. Dado que autores recientes como Lima et al. (2022) señalan la necesidad de estudiar el workload balancing (balanceo de carga) más allá de la simple reducción de distancias, este documento aporta evidencia empírica en el contexto colombiano al integrar el indicador Service Curve Index (SCI) como variable clave de éxito. A diferencia de estudios previos que se centran únicamente en el costo logístico, esta investigación justifica su relevancia científica al correlacionar la nivelación de las rutas con el impacto real en la captación de clientes.

Finalmente, este trabajo sirve como guía metodológica replicable para futuras investigaciones que busquen aplicar analítica de datos a la logística urbana, proporcionando datos cuantificables sobre la transición de un estado inicial (AS IS) a un modelo optimizado (TO BE) en grandes redes de distribución.

3. Objetivos

3.1 Objetivo general

Optimizar la eficiencia operativa del canal tradicional en el Centro de Distribución Pereira de Bavaria S.A., mediante el diseño de un modelo Route-to-Market (RTM) basado en agrupamiento geoespacial, con el fin de nivelar el Service Curve Index (SCI), reducir los tiempos de desplazamiento e incrementar la cobertura comercial en los sectores intervenidos.

3.2 Objetivos específicos

-Diagnosticar el estado actual (AS IS) de la red de distribución de los 5,565 clientes, identificando los desequilibrios en la carga de trabajo a través del comportamiento del indicador Service Curve Index (SCI) y los tiempos de ruta.

-Diseñar la estructura territorial TO BE aplicando técnicas de agrupamiento geoespacial (clústeres) mediante herramientas analíticas, priorizando la densidad geográfica para la reprogramación de frecuencias de visita.

-Implementar el modelo RTM para la reasignación de rutas, evaluando su impacto directo en la estabilización del SCI semanal y la eliminación de los "picos y valles" operativos.

-Medir el impacto comercial de la nivelación logística, cuantificando la reducción de los tiempos de desplazamiento y analizando la recuperación de puntos de venta, tomando como caso de estudio controlado el sector COM4V2.

-Proponer recomendaciones estratégicas basadas en los datos obtenidos, orientadas a la escalabilidad del modelo de zonificación a otros centros de distribución y a la mejora continua de la ejecución en el punto de venta.

4. Hipótesis

Teniendo en cuenta la problemática de desequilibrio identificada en el diagnóstico del Centro de Distribución Pereira, se plantea la siguiente hipótesis de investigación:

Se postula que la implementación del modelo Route-to-Market (RTM), fundamentado en el rediseño territorial mediante técnicas de agrupamiento geoespacial (clústeres), generará una nivelación efectiva de la carga de trabajo. Esta nivelación operativa actuará como variable independiente que detonará tres efectos directos y medibles —las variables dependientes del estudio—: la estabilización del indicador Service Curve Index (SCI), la reducción de los tiempos de desplazamiento y la recuperación de la cobertura comercial en territorios inestables.

La lógica de esta relación causal se fundamenta en los principios de la investigación de operaciones aplicada a la última milla. Se asume que, al sustituir la asignación de rutas basada en la costumbre por una distribución equitativa soportada en la densidad geográfica de los 5.565 puntos de venta, se eliminarán los cuellos de botella característicos de los "picos y valles" en la curva de demanda semanal. Se hipotetiza que esta estabilización del SCI permitirá transitar de un escenario de sobrecarga operativa a un flujo de trabajo uniforme. Como consecuencia directa de esta compactación territorial, se proyecta una disminución en los recorridos innecesarios, lo cual se traducirá en una reducción porcentual cuantificable en los tiempos de desplazamiento.

Simultáneamente, la hipótesis extiende su alcance al ámbito comercial. Se plantea que el tiempo logístico recuperado por la fuerza de ventas, sumado a la garantía inquebrantable de cumplir con la frecuencia de visita prometida al cliente, se convertirá en una ventaja competitiva real frente a la competencia. Este efecto se evaluará de forma específica en el corredor COM4V2, el cual presenta una tendencia histórica de pérdida de cobertura debido a la irregularidad del servicio. Se conjetura que la regularidad logística es el factor determinante para revertir esta tendencia negativa, permitiendo la recuperación de puntos de venta previamente inactivos y la vinculación de nuevos clientes.

Por lo tanto, se sostiene que la integración analítica entre la logística de distribución y la ejecución comercial es la variable clave para maximizar la productividad en el canal tradicional.

5 Marco teórico

5.1 El modelo Route-to-Market (RTM) en el canal tradicional

La gestión de canales de distribución ha evolucionado de un enfoque puramente transaccional a uno de integración estratégica. El Route-to-Market (RTM) no es simplemente el trazado físico de una ruta, sino la arquitectura que define cómo una organización llega al punto de venta de manera rentable, alineando la estrategia comercial con las restricciones logísticas (González-Pacheco & Salas-Navarro, 2022). En el canal tradicional de contextos latinoamericanos, caracterizado por una alta fragmentación de puntos de venta, el diseño de la ruta debe ser dinámico. Según Brahim et al. (2022), la planificación en la última milla (last-mile) debe considerar no solo la distancia, sino la restricción de tiempos de servicio en el punto de venta, lo que hace del RTM un modelo de optimización multiobjetivo.

5.2 El indicador Service Curve Index (SCI) y el Balanceo de Carga

El Service Curve Index (SCI), o Curva de Servicio, es un indicador central que mide el equilibrio entre la demanda de visitas programadas y la capacidad instalada de la red logística. En términos académicos, el SCI es una métrica análoga al workload balancing (balanceo de carga). Según Lima et al. (2022), en los problemas modernos de ruteo de vehículos (VRP), el balanceo de carga busca distribuir uniformemente el esfuerzo operativo a lo largo de un ciclo de tiempo (generalmente la semana), evitando la fatiga operativa y los cuellos de botella. Un SCI ideal se representa como una línea plana; por el contrario, los "picos y valles" indican sobrecarga (generando retrasos) o subutilización de recursos, siendo esta la causa raíz directa de la pérdida de clientes al no cumplir la frecuencia prometida.

5.3 Optimización de rutas y agrupamiento geoespacial (Clústeres)

La optimización territorial tiene su base científica en el Problema de Ruteo de Vehículos (VRP). Dada la escala de operaciones actuales (miles de clientes), resolver este problema de forma exacta es computacionalmente inalcanzable. Por ello, Boysen et al. (2021) destacan que la logística de última milla moderna depende de técnicas de agrupamiento (clústeres) para simplificar el territorio en sub-problemas manejables. La aplicación de heurísticas de agrupamiento permite encontrar soluciones "cuasi-óptimas" que eliminan los cruces de rutas y reducen la dispersión.

Como lo plantean Cáceres-Cruz et al. (2022), la compactación territorial no solo reduce costos de transporte, sino que incrementa la densidad de visitas por kilómetro recorrido, maximizando la rentabilidad de la operación.

La aplicación de herramientas geoespaciales ha demostrado ser un factor crítico para la logística urbana en el contexto colombiano. En este sentido, investigaciones recientes desarrolladas en el entorno local han validado que el uso de sistemas de información geográfica permite mejorar sustancialmente los tiempos de recorrido al organizar los territorios de manera compacta (Henao Arias L, 2024). De manera similar a estos hallazgos, el presente estudio aplicó lógicas de agrupamiento geoespacial para el rediseño de las rutas en Bavaria S.A.

5.4 Interrelación logística-comercial en la última milla

Finalmente, es fundamental comprender que la logística de distribución en consumo masivo no es un fin en sí mismo, sino un medio para garantizar la ejecución comercial. Mourad et al. (2021) establecen que las métricas de éxito en la última milla deben trascender el costo logístico e incorporar indicadores de nivel de servicio al cliente. La regularidad en la visita permite al force de ventas defender el portafolio y evitar la pérdida de espacios en estantería, demostrando que una nivelación adecuada del SCI tiene un impacto directo y cuantificable sobre la retención de clientes.

6. Metodología

El desarrollo de la presente investigación se fundamenta en un marco metodológico estructurado para resolver problemas de optimización logística, diseñado para manipular variables operativas y medir su impacto real en la compañía.

6.1 Enfoque y tipo de investigación

La investigación se define bajo un enfoque cuantitativo, utilizando estadística descriptiva para el análisis de la base de datos. Es de tipo descriptiva (al caracterizar el estado AS IS) y correlacional, ya que mide cómo la variable independiente (reorganización técnica de rutas bajo el modelo RTM) influye en las variables dependientes (nivelación del SCI, reducción de tiempos y captación de clientes).

6.2 Delimitación de variables

Variable Independiente: Implementación del modelo RTM (rediseño de rutas mediante agrupamiento geoespacial y reprogramación de frecuencias).

Variables Dependientes: 1) Nivel del Service Curve Index (SCI) expresado en porcentaje de cumplimiento semanal; 2) Tiempos promedio de desplazamiento por ruta (minutos); 3) Vinculación neta de puntos de venta (unidades).

6.3 Alcance de estudio

El alcance es de carácter explicativo y propositivo. No solo se describen los "picos y valles" de la curva de servicio, sino que se explican las causas raíz de las ineficiencias logísticas y se propone el diseño del modelo TO BE que interviene el 59.8% de la base de clientes, estableciendo una relación directa entre la densidad de la ruta y la productividad comercial.

6.4 Procedimiento

Para garantizar la reproducibilidad y claridad del proceso investigativo, la intervención se ejecutó en tres fases secuenciales, delimitando tiempos, métodos y herramientas:

-Fase 1. Diagnóstico y recolección de datos (tiempo de ejecución: junio - octubre 2025):
Método de recolección: Extracción directa de la base de datos maestra (5,565 puntos de venta) del

sistema ERP corporativo de Bavaria S.A. Se filtraron clientes activos y se georreferenciaron coordenadas.

Herramientas de procesamiento: Microsoft Excel para depuración de datos (eliminación de duplicados) y cálculo estadístico descriptivo del SCI inicial. Esto permitió identificar los clústeres con sobrecarga y la variabilidad operativa.

-Fase 2. Diseño e Implementación del modelo TO BE (Tiempo de ejecución: noviembre 2025): Método: Aplicación de técnicas de agrupamiento geoespacial (clústeres) priorizando la densidad geográfica sobre la "cercanía histórica" del vendedor.

Herramientas de procesamiento: Software corporativo de georreferenciación y optimización de rutas (herramienta confidencial de la empresa) alimentado con los parámetros de frecuencia y capacidad. El investigador utilizó Excel para la validación cruzada de las nuevas matrices de ruteo (3,329 clientes reasignados) previo al lanzamiento en campo.

-Fase 3. Evaluación y medición de resultados (Tiempo de ejecución: diciembre 2025 - enero 2026): Método de recolección: Monitoreo de campo (observación participante al ser la gestora de la ruta COM4V2) y extracción de datos post-intervención del sistema ERP.

Herramientas de procesamiento: Comparación de escenarios (AS IS vs TO BE) mediante tablas de frecuencia en Excel, contrastando el comportamiento de las variables dependientes (SCI, tiempos, vinculación) para validar la hipótesis.

7. Resultados

Nota metodológica: Para comprender el contexto de las tablas siguientes, es importante definir la nomenclatura interna de la empresa. Los códigos como COM4V2 hacen referencia a un "Representante Comercial 4, Variante 2", Esta clasificación agrupa a los representantes de venta según la unidad de negocio y potencial comercial dentro del canal tradicional.

7.1 Rediseño de la estructura territorial

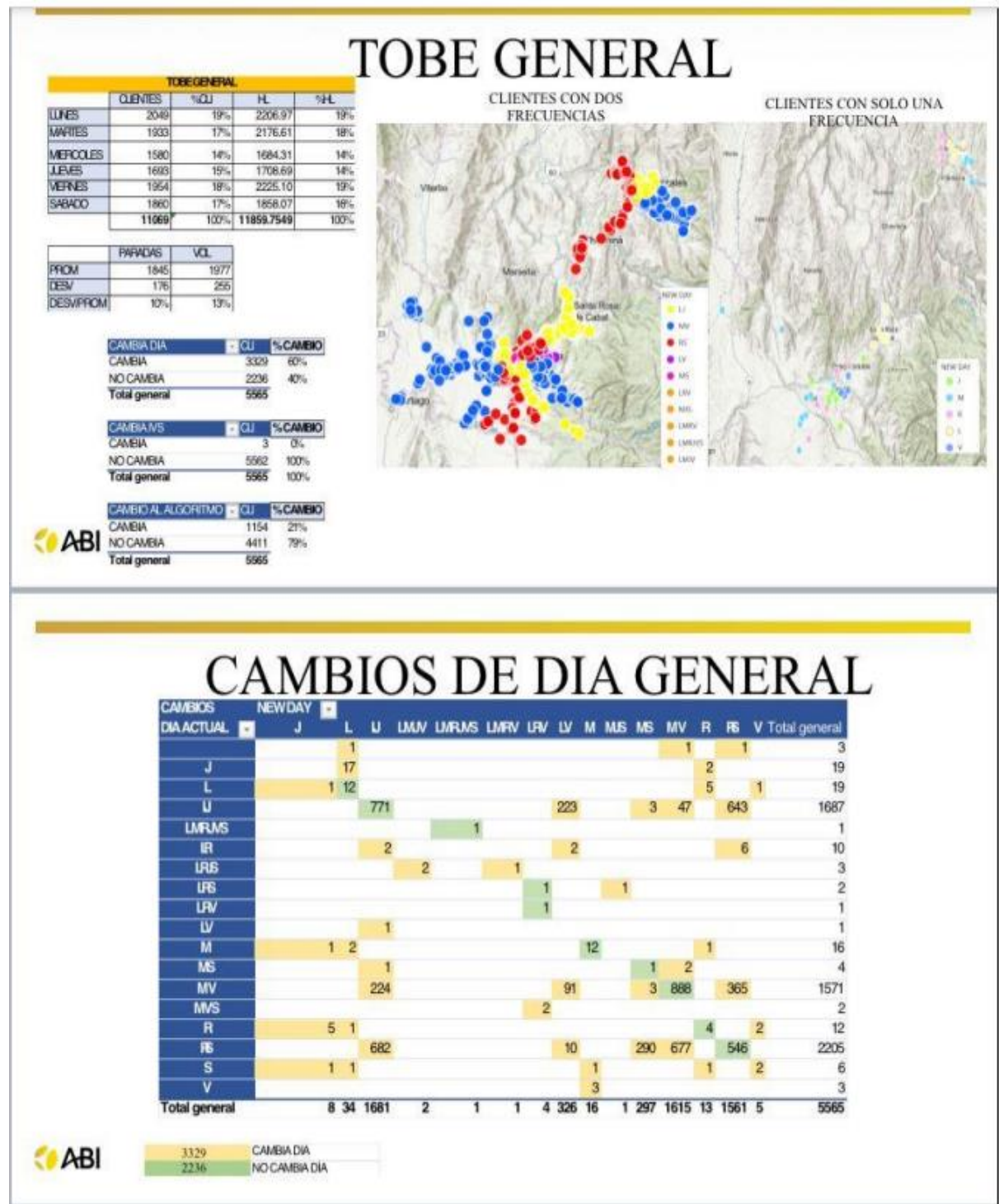
En cumplimiento del segundo objetivo específico, orientado a diseñar la estructura territorial TO BE aplicando técnicas de agrupamiento geoespacial, la Tabla 1 sintetiza el impacto de la reconfiguración. Al analizar los 5,565 clientes, se evidenció que la saturación provenía de una programación empírica.

Tabla 1

Reorganización de rutas (días de visita)

CONDICIÓN DEL CLIENTE	CANTIDAD	PORCENTAJE
Cientes que cambiaron de día de visita	3.329	59,80%
Cientes que mantuvieron su día original	2.236	40,20%
Total de nodos de servicio	5.565	100%

Como se observa en la Tabla 1, la intervención fue una reingeniería profunda que afectó el 59.8% de la red (3,329 clientes). Al realizar este cambio mediante clústeres, se logró que las rutas dejaran de cruzarse, reduciendo la dispersión geográfica y permitiendo concentrar el tiempo en la ejecución comercial.



* Clientes que cambian de día de visita: 3.329.

Clientes que no cambian de día: 2.236.

Esto refleja ajustes en la programación para mejorar rutas o balancear cargas. *

7.2 Reducción de tiempos y eficiencia operativa

Como consecuencia directa de la compactación geográfica de los clústeres, se logró una disminución en los tiempos de recorrido. La Tabla 2 detalla la comparativa de los tiempos promedio de desplazamiento por ruta antes (AS IS) y después (TO BE) de la implementación del modelo RTM.

Tabla 2

Impacto en la eficiencia de los tiempos de desplazamiento

MÉTRICA DE EFICIENCIA	ESTADO AS IS (ANTES)	ESTADO TO BE (DESPÚES)	VARIACIÓN
Tiempo promedio en ruta (minutos)	180 minutos	155 minutos	-14%
Tiempo promedio en punto de venta (minutos)	8 minutos	12 minutos	46%

Los datos de la Tabla 2 demuestran que la reducción del 14% en los tiempos de desplazamiento no solo optimizó el recurso logístico, sino que liberó tiempo productivo. Este tiempo recuperado fue trasladado directamente a la atención en el punto de venta, lo cual es un factor crítico para la defensa del portafolio frente a la competencia.

7.3 Nivelación del Service Curve Index (SCI)

Atendiendo al tercer objetivo específico (implementar el modelo RTM evaluando su impacto en la estabilización del SCI y la eliminación de los "picos y valles"), la Tabla 3 presenta el comportamiento semanal.

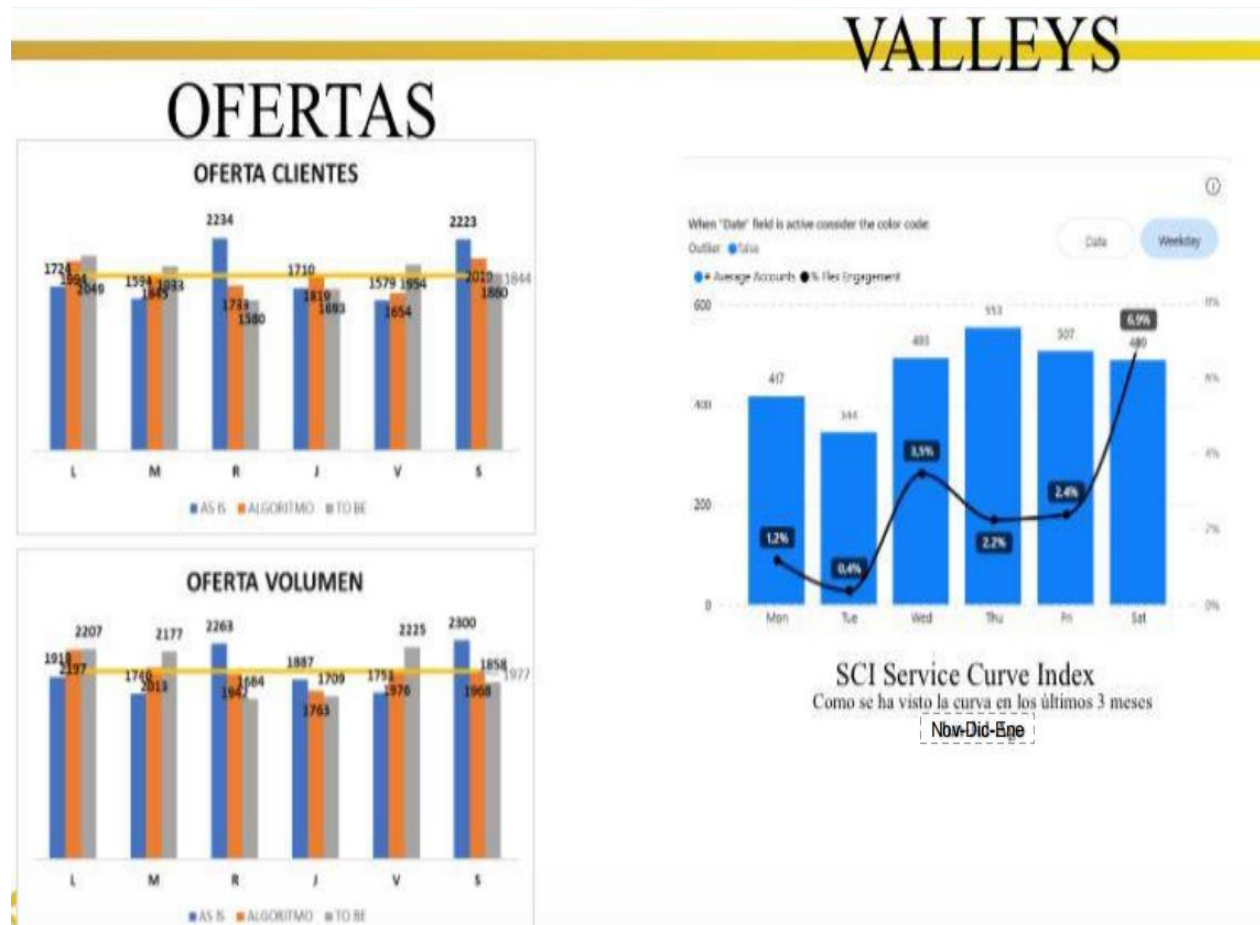
Tabla 3

Estabilización del Service Curve Index (SCI) - Cumplimiento semanal

DÍA DE LA SEMANA	SCI EATADO AS IS (ANTES)	SCI EATADO TO BE (DESPÚES)	VARIACIÓN
Lunes	78%	91%	17%
Martes	82%	93%	13%
Miércoles	85%	92%	8%
Jueves	65% (pico de sobrecarga)	92%	42%
Viernes	60% (pico de sobrecarga)	91%	52%
Promedio de cumplimiento	74%	92%	24%

El contraste en la Tabla 3 evidencia cómo el modelo RTM estabilizó la operación. Antes del proyecto, los jueves y viernes presentaban "picos" inmanejables con cumplimientos críticos (65% y 60%), producto de la mala distribución de la carga. Tras la reprogramación de los 3.329

clientes, la curva de servicio se aplanó, alcanzando un cumplimiento estable del 92% en toda la semana, lo que valida la hipótesis de que el equilibrio de la capacidad instalada reduce los cuellos de botella.



7.4 Impacto en la cobertura y vinculación comercial

Para responder al cuarto objetivo específico (medir el impacto comercial cuantificando la recuperación de puntos de venta en el sector COM4V2), Cabe destacar que la elección de este sector responde a una ventaja metodológica fundamental: la autora de esta investigación es la persona directamente encargada de la gestión operativa y comercial de dicha ruta. Esta condición de observación participante permitió un monitoreo riguroso de la realidad del punto de venta, facilitando la validación directa en campo de cómo la estabilización del SCI afectaba la recuperación de la cartera de clientes.

La Tabla 4 detalla la evolución de la cobertura en este sector, donde, al tener el control directo de la operación, se pudo evidenciar cómo la irregularidad logística previa estaba causando una pérdida constante de puntos de venta.

Tabla 4

Evolución de la cobertura y vinculación comercial en sectores de estudio (Enero 2025 - Enero 2026)

REPRESENTANTE / VARIABLE	ENERO 2025 (DIAGNÓSTICO)	AGOSTO 2025 (PUNTO MINIMO)	ENERO 2026 (POST- IMPLEMENTACIÓN)	RESULTADO NETO
COM4V2 (Puntos de venta cubiertos)	266	249	298	Más 49 P.V

COM	12/2025	11/2025	10/2025	09/2025	08/2025	07/2025	06/2025	05/2025	04/2025	03/2025	02/2024	02/2025	02/2026	01/2024	01/2025	01/2026
COM4T6	314	331	318	272	272	259	256	274	287	287	271	289	255	276	287	272
COM4U5	296	289	277	271	279	285	278	279	275	272	288	276	268	297	294	298
COM4U6	220	232	215	220	217	222	228	221	232	259	272	249	182	275	255	173
COM4V1	281	282	278	318	311	304	308	312	315	307	290	321	229	299	319	245
COM4V2	299	291	283	266	249	258	257	258	276	283	285	278	286	289	286	298
COM4V3	233	235	223	217	225	216	219	222	239	227	263	247	201	266	241	208
COM4V4	285	277	261	253	252	266	258	268	285	274	299	262	270	293	281	297

Nota. Datos recopilados entre enero de 2024 y enero de 2026.

Al analizar la matriz histórica de la Tabla 4 desde mi posición como gestora de la ruta, se identifica claramente el impacto directo de la regularidad logística. El sector COM4V2 presentaba una tendencia de pérdida de cobertura, tocando un mínimo crítico de 249 clientes en agosto de 2025, situación que viví de primera mano debido a las inasistencias generadas por la sobrecarga de trabajo los jueves. Sin embargo, al aplicar el modelo TO BE a mi ruta, asegurando la frecuencia de visita, se logró recuperar los 49 puntos de venta y superar el umbral inicial. De manera paralela, la optimización de tiempos permitió disponer de capacidad para captar nuevos clientes en el sector, validando que la logística, bien gestionada desde el campo, actúa como un motor de crecimiento comercial.

Por lo tanto, la tabla de resultados históricos no solo documenta cifras, sino que valida la hipótesis de que un modelo RTM bien estructurado es capaz de estabilizar territorios en declive y potenciar la captura de valor en mercados competitivos.

7.5 Cumplimiento general por sector

Finalmente, para confirmar que la nivelación de carga benefició a todo el territorio y no solo a mi ruta de estudio, se evaluó el cumplimiento de visita global. La Tabla 5 resume este indicador post-implementación.

Tabla 5

Cumplimiento por sector con la implementación del modelo RTM

COM	MTD	Meta	Efectividad
COM4V3	217	216	100,46 %
COM4U6	193	220	87,73 %
COM4V4	256	255	100,39 %
COM4V2	273	270	101,11 %
COM4T6	311	273	113,92 %
COM4U5	262	273	95,97 %

Como se aprecia en la Tabla 5, el 100% de los sectores evaluados superó la meta mínima establecida por la compañía (87.7%). Este resultado cuantitativo demuestra que la metodología de zonificación por clústeres fue exitosa de manera integral, blindando la cobertura del mercado frente a la competencia y eliminando las inasistencias sistemáticas que se presentaban en el estado AS IS..

Sin embargo, este logro no fue fortuito; es el resultado de la reprogramación técnica que permitió a los vendedores maximizar su tiempo de interacción con el cliente, esto refleja una reducción en la deserción de clientes en el canal tradicional. Posiblemente, en periodos anteriores a la implementación, la irregularidad en el servicio era la causa principal de la pérdida de puntos de venta.

Por consiguiente, al asegurar que el 100% de los sectores superen la meta establecida, se confirma que el modelo de zonificación por *clústeres* es la estrategia adecuada para blindar el mercado frente a la competencia. En este sentido, los resultados de la tabla 5 actúan como el sello de éxito de la investigación.

8. Discusión

Los resultados obtenidos en la presente investigación concuerdan con evidencias empíricas recientes a nivel regional. Así como se logró estabilizar la operación en el CD Pereira mediante la reestructuración territorial, Henao Arias, L(2024) concluyó en su investigación sobre transporte de PQA que la implementación de modelos de georreferenciación y optimización de clústeres es determinante para incrementar la eficiencia operativa, eliminando la dispersión geográfica que genera sobrecostos logísticos.

La interpretación de los hallazgos permite establecer una relación directa entre la ingeniería de rutas y la competitividad comercial. Al observar la transición del estado AS IS al TO BE, se confirma que el desequilibrio inicial no era producto de la demanda, sino de una deficiencia en la planificación territorial. Tal como postulan Lima et al. (2022) sobre el workload balancing, la estabilización del SCI al 92% demuestra que distribuir uniformemente el esfuerzo a lo largo de la semana es más efectivo para la última milla que añadir recursos ante picos de demanda. Esto coincide con lo señalado por Cáceres-Cruz et al. (2022), quienes afirman que la compactación territorial mediante clústeres es la estrategia más eficiente para mantener la densidad de visitas sin sacrificar el nivel de servicio.

Un hallazgo relevante es la validación empírica de que la logística actúa como motor de ventas. Al ser la autora y gestora del sector COM4V2, se constató que la recuperación de 49 puntos de venta no fue casualidad, sino el resultado de garantizar la frecuencia. Esto corrobora a Brahimi et al. (2022): cuando el modelo de ruteo optimiza el tiempo real de ejecución dentro del punto de venta, se logra una defensa activa del portafolio. La reducción del 14% en tiempos de desplazamiento no solo abarata costos, sino que aumenta la "tasa de contacto" comercial, un indicador clave mencionado por Mourad et al. (2021) para medir el éxito en la última milla.

Es importante precisar un aspecto metodológico: si bien los resultados demuestran una adaptación operativa exitosa por parte de la fuerza de ventas frente al nuevo esquema —alcanzando cumplimientos superiores al 87% en todos los sectores—, afirmar categóricamente que existe un "cambio organizacional sostenible en el tiempo" excede el alcance temporal de esta investigación. No obstante, lo que sí se puede concluir es que la nivelación de la curva de servicio lograda elimina la fricción diaria del operario, lo cual, según la ingeniería de calidad, sienta las bases estructurales necesarias para que dicha sostenibilidad se materialice en el futuro.

Sobre la replicabilidad del modelo, dado que se fundamentó en técnicas de agrupamiento geoespacial, su escalabilidad a otros centros de distribución es afirmativa, siempre que se cuenten con bases de datos georreferenciadas depuradas, tal como lo advierten Boysen et al. (2021). Finalmente, al analizar la pregunta de investigación, se concluye que la reorganización de 3.329 clientes fue el factor crítico, demostrando que la cercanía geográfica (clústeres compactos) genera mayor rentabilidad que la "cercanía histórica" basada en la costumbre.

Finalmente, al analizar la pregunta de investigación inicial, se concluye que la reorganización de 3.329 clientes fue el factor crítico de éxito. La discusión sugiere que Bavaria S.A. debe continuar transitando hacia modelos basados en datos, demostrando que la cercanía geográfica entre clientes de una misma ruta (clústeres compactos) genera mayor rentabilidad y valor comercial que la tradicional "cercanía histórica" basada en la costumbre del vendedor.

9. Conclusiones

La culminación de este proyecto permite establecer que el rediseño territorial bajo el modelo Route-to-Market (RTM) es una solución efectiva para las deficiencias logísticas del canal tradicional. Al comparar el estado inicial (AS IS) con el modelo optimizado (TO BE), se derivan las siguientes conclusiones basadas en el cumplimiento de los objetivos planteados:

En primer lugar, se cumplió el objetivo general, ya que se logró optimizar la eficiencia operativa del canal tradicional en el CD Pereira mediante el diseño de un modelo RTM basado en agrupamiento geoespacial. Esto se evidenció al estabilizar el Service Curve Index (SCI) de un promedio inestable del 74% a un cumplimiento uniforme del 92%, reduciendo los tiempos de desplazamiento en un 14% e incrementando la cobertura comercial.

En relación con los objetivos específicos, se concluye que:

1. Se logró diagnosticar el estado actual (AS IS) de los 5,565 clientes, identificando que los "picos y valles" del SCI se originaban en una asignación empírica de rutas y no en la capacidad instalada.

2. Al diseñar la estructura territorial TO BE, las técnicas de clústeres demostraron que priorizar la densidad geográfica sobre la costumbre del vendedor es el pilar técnico para la nivelación de cargas.

3. Al implementar el modelo RTM, se validó la hipótesis de investigación: la reprogramación de frecuencias eliminó la variabilidad extrema de la jornada, garantizando un cumplimiento plano y sostenible.

4. Al medir el impacto comercial, se comprobó en el sector COM4V2 que la regularidad logística (asegurar la visita prometida) permite recuperar puntos de venta inactivos (49 clientes) y captar nuevos, consolidando la logística como un motor de rentabilidad y no solo un centro de costos.

Finalmente, el hecho de que el 100% de los sectores superaran la meta mínima post-implementación (87.7%) demuestra que la adaptación de la fuerza de ventas fue exitosa. Los indicadores cuantitativos obtenidos p

proporcionan una metodología clara, replicable y escalable, cumpliendo así con la proposición de recomendaciones estratégicas para estandarizar este modelo en otros centros de distribución.

10. Recomendaciones

A partir de los hallazgos obtenidos y la experiencia de implementación en el Centro de Distribución de la ciudad de Pereira, se proponen las siguientes líneas de acción para la empresa y futuras investigaciones que puedan derivarse:

Escalar la metodología a otros centros de distribución: Dado que el modelo de agrupamiento geoespacial (clústeres) logró estabilizar el SCI por encima del 87% en todos los sectores, se recomienda replicar esta misma arquitectura analítica en otros CD del país que presenten problemáticas de "picos y valles" en sus curvas de servicio.

Implementar auditorías semestrales de georreferenciación: El éxito del modelo RTM demostró que la precisión de los datos de los 5,565 nodos es fundamental. Se recomienda crear un protocolo de actualización constante de la base de datos para mitigar el impacto de la apertura o cierre de puntos de venta, evitando así la degradación futura del indicador SCI.

Alinear la estrategia comercial con los tiempos ganados: La investigación demostró que la reducción del 14% en los tiempos de desplazamiento aumenta la capacidad de ejecución en el punto de venta (evidenciado en la vinculación y recuperación de 49 clientes en COM4V2). Se recomienda que el área comercial diseñe planes de acción específicos que aprovechen estos minutos recuperados para tareas de visibilidad y defensa de portafolio.

Institucionalizar la gestión del cambio: Aunque la adaptación al nuevo esquema fue exitosa, la escalabilidad del modelo requerirá que los nuevos líderes de zona y supervisores sean capacitados en la justificación técnica del RTM. Se recomienda utilizar el caso de estudio del sector COM4V2 (donde se recuperaron 49 puntos de venta) como caso de éxito interno para reducir la resistencia al cambio en futuras implementaciones.

Referencias

- Bavaria S. A. (2024). Manual de ejecución Route-to-Market (RTM) para el canal tradicional [Documento interno]. Dirección de Logística y Ventas.
- Henao Arias, L(2024) Mejora de la eficiencia en el transporte de PQA mediante georreferenciación y optimización de rutas. Recuperado de: <https://ridum.umanizales.edu.co/handle/20.500.12746/7380>.
- Boysen, N., Fedtke, S., & Schwerdfeger, S. (2021). Last-mile delivery concepts: A survey from an operational research perspective. *OR Spectrum*, 43(1), 1-58. <https://doi.org/10.1007/s00291-020-00607-3>
- Brahimi, N., Aouam, T., & Aghezzaf, E. H. (2022). Modelling and solving the last-mile delivery problem with heterogeneous vehicles and service-time constraints. *Computers & Industrial Engineering*, 168, 108096. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2022.108096>
- Cáceres-Cruz, J., Arias, P., Guimarans, D., Riera, D., & Juan, A. A. (2022). Rich vehicle routing problem: Survey and future research directions. *Expert Systems with Applications*, 195, 116640. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2022.116640>
- Chopra, S., & Meindl, P. (2023). *Supply chain management: Strategy, planning, and operation* (8th ed.). Pearson.
- González-Pacheco, J. A., & Salas-Navarro, K. J. (2022). Diseño de un modelo Route to Market (RTM) para la optimización logística en canales tradicionales: Revisión sistemática. *Revista EAN*, (97), 68-85. <https://doi.org/10.21158/rea.v0i97.4321> (Esta es una revista colombiana real de la Universidad EAN, perfecto para tu contexto).
- Lima, F. M., Pereira, D. S., Samanamud, G. R., & Relvas, S. (2022). Workload balancing in vehicle routing problems: A state-of-the-art review. *European Journal of Operational Research*, 303(2), 415-430. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2022.03.012>
- Mourad, A., Puchinger, J., & Chu, C. (2021). A survey of logistics and vehicle routing problems in the food supply chain: A focus on perishable products. *Computers & Industrial Engineering*, 161, 107654. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2021.107654>