Análisis bibliométrico de la producción científica en logística urbana y de milla: tendencias, redes de colaboración y oportunidades de investigación

Monografía teórica

Medina Pallares Ayme Lisbeth
CC 1091072270.
Durán Uribe Angel Kaleth
CC 1098645983.

UNIDADES TECNOLÓGICAS DE SANTANDER
Facultad de ciencias e ingenierías
Tecnología en Producción Industrial
Bucaramanga (15/09/2026)

Análisis bibliométrico de la producción científica en logística urbana y de milla: tendencias, redes de colaboración y oportunidades de investigación

Monografía teórica

Medina Pallares Ayme Lisbeth
CC 1091072270.
Durán Uribe Angel Kaleth
CC 1098645983.

Trabajo de Grado para optar al título de
Tecnólogo en Producción Industrial

DIRECTOR
Msc. Victor Alfonso Sanabria

CODIRECTOR
Dr. Sebastián García Méndez

SOLYDO

UNIDADES TECNOLÓGICAS DE SANTANDER
Facultad de ciencias e ingenierías
Tecnología en Producción Industrial
Bucaramanga (15/09/2026)

Nota de Aceptación

Aprobado en cumplimiento de los requisitos
exigidos por las Unidades Tecnológicas de Santander,
para optar al título de tecnólogo en producción industrial, según
el acta de comité de trabajo de grado
No. 137-02-39 del 26 de octubre de 2026.
Evaluador: Juan Camilo Gutierrez



Juan Camilo Gutierrez
Firma del Evaluador



Víctor Alfonso Sanabria Ruiz
Firma del Director

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN EJECUTIVO 8

INTRODUCCIÓN 10

1. DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN 12

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 12
1.2. JUSTIFICACIÓN 13
1.3. OBJETIVOS 14
1.3.1. OBJETIVO GENERAL 14
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS 14

2. MARCO REFERENCIAL 15

2.1. MARCO CONCEPTUAL 15
2.2. MARCO TEÓRICO 16
2.2.1. LOGÍSTICA URBANA 16
2.2.2. CADENA DE SUMINISTRO 18
2.2.3. RUTEO 19
2.2.4. CADENA DE FRIO 20
2.2.5. CROSS DOCKING 22
2.2.6. IMPACTO AMBIENTAL 23
2.3. MARCO LEGAL 23

3. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN 27

3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN 27
3.2. FASES DE INVESTIGACIÓN 27

4. DESARROLLO DEL TRABAJO DE GRADO 28

4.1. RECOPILAR LA PRODUCCIÓN CIENTÍFICA SOBRE LOGÍSTICA URBANA Y DE MILLA, A TRAVÉS DE LA BÚSQUEDA SISTEMÁTICA EN BASES DE DATOS INDEXADAS. 28
4.2. ANÁLISIS DE TENDENCIAS DE PUBLICACIÓN SOBRE LOGÍSTICA URBANA Y DE MILLA EMPLEANDO MÉTRICAS BIBLIOMÉTRICAS. 30
4.2.1. ECUACIÓN DE BÚSQUEDA 30
4.2.2. APLICACIÓN DE CRITERIOS PARA DEPURACIÓN 33
4.2.3. CONSOLIDACIÓN Y CLASIFICACIÓN 35

4.3. PROPONER OPORTUNIDADES DE INVESTIGACIÓN EN LOGÍSTICA URBANA Y DE MILLA, A PARTIR DEL ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN LA REVISIÓN BIBLIOMÉTRICA 37
4.3.1. SUSTENTABILIDAD AMBIENTAL, QUICK COMMERCE Y MODELOS DE DISTRIBUCIÓN DE PROXIMIDAD 37
4.3.2. ADOPCIÓN TECNOLÓGICA, INTELIGENCIA ARTIFICIAL Y LOGÍSTICA SOSTENIBLE DE LA CADENA DE FRÍO. 38
4.3.3. INTEGRACIÓN CON EL TRANSPORTE PÚBLICO, RUTEO MULTIMODAL Y EFICIENCIA EN LA INFRAESTRUCTURA. 40
4.3.4. DIAGNÓSTICO DE BARRERAS OPERATIVAS, COLABORACIÓN E INTEGRIDAD EN LA CADENA DE SUMINISTRO 40

5. RESULTADOS 41

5.1. RESULTADO DE LA RECOPILACIÓN DE PRODUCCIÓN CIENTÍFICA SOBRE LA LOGÍSTICA URBANA Y DE ÚLTIMA MILLA 42
5.2. RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE TENDENCIAS DE PUBLICACIÓN SOBRE LOGÍSTICA URBANA Y DE MILLA EMPLEANDO MÉTRICAS BIBLIOMÉTRICAS. 49
5.3. CLASIFICACIÓN POR GRUPOS TEMÁTICOS EMERGENTES 56

6. CONCLUSIONES 61

7. RECOMENDACIONES 63

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 64

9. APÉNDICES 76

10. ANEXOS 77

LISTA DE FIGURAS

Ilustración 1 Etapas de la logistica de última milla 21
Ilustración 2 lista de filtros disponibles en Lens.org 34
Ilustración 3 ventanilla de exportación de lens.org..... 36
Ilustración 4 resultados de búsqueda sin filtros en Lens.org..... 43
Ilustración 5 condensación de los resultados obtenidos 48
Ilustración 6 volumen de publicaciones anuales en Lens.org 50
Ilustración 7 tipos de publicación en grafica de pastel 51
Ilustración 8 autores y cantidad de publicaciones 52
Ilustración 9 nube de términos 53
Ilustración 10 software vos.viewer mostrando coorelacion 54
Ilustración 11 recopilación de resultados análisis bibliométrico..... 55
Ilustración 12 temáticas exploradas por los principales autores..... 60

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 15

RESUMEN EJECUTIVO

El presente trabajo de grado lleva a cabo el desarrollo de un análisis bibliométrico de la producción científica en el campo de la logística urbana y de milla, la investigación parte de la idea de conocer el ritmo de publicación y capacidad de crear investigaciones relacionadas a esta logística, la cual se ha fortalecido en la época actual. Esto permitirá conocer con mayor amplitud oportunidades de investigación y producción científica alrededor del eje temático.

La metodología utilizada para el desarrollo de la investigación se basó en recopilar documentos en la plataforma Lens.org como la fuente de producción científica, para realizar la investigación se utilizaron múltiples ecuaciones de búsqueda que emplearan operadores boléanos, logrando cubrir diferentes acercamientos y enfoques de la logística urbana y de milla, ya que esta no se limita únicamente a un área específica, asegurando así que se cubriera la amplitud del tema de la mejor manera, integrando temas como lo son la logística urbana, el uso de la cadena de frio, la cadena de suministros, logística verde, uso de inteligencia artificial en el área y el e-commerce, se aplicaron criterios de inclusión y exclusión asociados al periodo comprendido entre los años 2021 a 2025 y al tipo de publicación, para así asegurar la relevancia y pertinencia de la información utilizada, consolidando una base de datos bibliométricos y comparativos.

La primera ecuación de búsqueda, la cual será llamada O1, consolidó información general sobre la logística de última milla y sobre el área del ruteo, generando alrededor de 3000 resultados previo a la aplicación de los filtros que permitieron refinar la búsqueda y llegar a un número reducido de resultados útiles, se

llegaron a tener 250 resultados tras haber aplicado dichos filtros, de estos se decidieron utilizar 25 documentos que cubrieran los ejes temáticos relevantes para la revisión bibliométrica a realizar.

La segunda ecuación de búsqueda, la cuál será llamada O2, brindó información general sobre la logística de última milla y sobre los inventarios, generando alrededor de 60 resultados antes de la aplicación de los filtros que permitieron depurar la búsqueda y obtener un conjunto delimitado de datos, se obtuvieron 28 resultados hasta aplicar los filtros, de esto se decidieron utilizar 22 documentos que abordan de manera integral los ejes temáticos claves para el análisis.

De la información obtenida se destaca el cómo esta metodología posee una gran flexibilidad en su aplicación debido a su amplio enfoque y a los procesos asociados a la misma, permitiendo que esta sea aplicada desde múltiples sectores, ya sean netamente empresas dedicadas a el transporte de productos o que se trata de empresas del sector manufacturero que deseen aplicar dicha metodología en su cadena de suministros.

Se concluye que debido a la gran variedad temática, técnica y procedimental de la logística urbana y de milla, se pueden tomar múltiples ejes para realizar estudios e investigaciones para su optimización y mejora continua, asegurando que esta posea una pertinencia y capacidad de adaptarse a las necesidades que surjan a futuro, siendo incluso capaz de generar nuevos modelos de operación que fortifiquen las empresas en donde esta sea aplicada

PALABRAS CLAVE. Logística urbana; Impacto ambiental; logística organizacional; logístico de última milla; e-commerce.

INTRODUCCIÓN

En los últimos años la logística de última milla ha cobrado fuerza, debido a los beneficios que esta plantea para las empresas, como es sabido, la última milla entra a desempeñar su papel en la fase final de la cadena de suministros, siendo la encargada de transportar bienes, diseñar rutas que serán utilizadas a la hora de realizar los envíos y de manejar la logística inversa, la cual hace referencia a las devoluciones.

Empezó a cobrar fuerza con la llegada de la pandemia del covid-19, debido a las condiciones propiciadas por la pandemia, era de vital importancia el poder adaptarse a la situación, gracias a su modo de operación era posible seguir realizando el trabajo sin que se pusiera en riesgo la salud de los trabajadores, ya que, al implementar tácticas como el Cross docking , se elimina la necesidad de una aglomeración de personas, gracias al ruteo se realizan las entregas de forma rápida y precisa, evitando que los paquetes se tarden de más, se dañen o que sean extraviados, así mismo, reducen la exposición de los transportistas a la hora de realizar su trabajo.

Pese a las ventajas que son puestas sobre la mesa, también cabe reconocer que existen ciertas limitaciones asociadas a la logística de última milla, ya que esta requiere de un espacio de tiempo amplio para su aplicación debido a su naturaleza ligada a la cadena de suministros, además de que para su correcto funcionamiento se debe contar con la infraestructura adecuada para su implementación, además de poseer la capacidad económica que requiere para llevar a cabo las reformas necesarias.

Sin embargo, la exitosa implementación de este sistema permite la mejora progresiva y competitividad de una empresa en esta época donde la tecnología forma parte del diario y los envíos internacionales toman fuerza y aumentan su popularidad.

Con esto en mente, al realizarse este trabajo de revisión de literatura se busca conocer las tendencias de investigación asociada al tema, además de conocer la capacidad de generar trabajos entre autores activos en el área, otro punto a cubrir es el analizar y determinar las áreas de interés que se pueden investigar a falta de profundización en el tema.

1. DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En los últimos años la influencia del e-commerce (comercio electrónico) ha crecido de manera exponencial, logrando volverse parte de la cotidianidad de las personas. La logística de última milla es ese tramo final que recorre una mercancía transportada hasta su destino, ya sea el consumidor final o puntos de distribución (INCECO (2023).

En el panorama actual la logística de última milla se ha convertido en un componente crucial de la cadena de suministros debido al crecimiento del comercio electrónico (Herrera Salgado, M. P. (2024)).

La rápida expansión de esta tendencia nos lleva a cuestionarnos la variedad de ámbitos en la que esta impacta, al ser relativamente nueva puede causar confusión a la hora de su aplicación, debido a que la cantidad de información disponible no siempre es la óptima o está enfocada a una aplicación especializada.

Este trabajo busca responder la pregunta ¿Cuáles son las tendencias, redes de colaboración y vacíos de investigación en la producción científica sobre logística urbana y de milla, según un análisis bibliométrico basado en número de publicaciones, citaciones, co-citaciones, autorías, coocurrencias y distribución por países?

1.2. JUSTIFICACIÓN

La logística urbana y de milla llegó para quedarse, siendo parte de esta ola del comercio digital, al ser una novedad, muchos desean saber aplicarlo para obtener mayores ganancias y mayor cobertura del mercado.

Su dificultad de aplicación radica en que la creación de valor del comercio electrónico depende de que proporcione una experiencia positiva a los clientes en línea (Sawik, B. (2024)). Para lograr esto se debe tener conocimientos en logística urbana la cual se enfoca en el diseño de rutas y movilidad a lo largo de una zona urbana, haciendo posible el monitoreo de entregas y tiempos reducidos de espera

tiene como objetivo general equilibrar el crecimiento económico, el bienestar social, el respeto al medio ambiente, la seguridad y la eficiencia energética en las zonas urbanas. (Botero Soto 2024), a su vez, esta cuenta con la implementación de nuevas tecnologías, las cuales van desde softwares y aplicaciones de teléfono para realizar pedidos sin salir de casa hasta la implementación de entregas mediante la utilización de drones, como menciona (Mishra, D., & Tiwari, M. K. (2024) “Los drones eléctricos, o vehículos aéreos no tripulados (VANT), presentan un importante potencial de mercado para soluciones de entrega urbana más rápidas, económicas y ecológicas.”

Este trabajo de grado es pertinente para la producción científica del grupo SOLYDO, ya que está articulado con el semillero SIPRO y aporta a la sublínea de investigación logística urbana y de milla

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Analizar la producción científica sobre logística urbana y de milla mediante una revisión bibliométrica, utilizando métricas clave de análisis bibliométrico, con el fin de identificar tendencias, redes de colaboración y oportunidades de investigación en el área.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Recopilar la producción científica sobre logística urbana y de milla, a través de la búsqueda sistemática en bases de datos indexadas, con el fin de estructurar un conjunto de referencias que contenga información relevante sobre la evolución del tema.
- Examinar los patrones de publicación y colaboración en la literatura sobre logística urbana y de milla, mediante el análisis de métricas bibliométricas como número de publicaciones, citaciones, co-citaciones, autorías, co-ocurrencias y distribución por países, con el propósito de identificar tendencias, autores influyentes y vacíos de investigación.

- Proponer oportunidades de investigación en logística urbana y de milla, a partir del análisis de los resultados obtenidos en la revisión bibliométrica, con el objetivo de sugerir líneas de estudio que contribuyan al desarrollo del campo y a la generación de nuevo conocimiento

2. MARCO REFERENCIAL

2.1. Marco Conceptual

En el marco teórico que se presenta a continuación se hace un desglose de los significados de los ejes temáticos que poseen un mayor impacto y relevancia a la hora de plantear la teoría asociada a la logística urbana y de milla, estos conceptos permiten entender con mayor claridad la información que se presentara a partir de este punto, se toma en cuenta la literatura reciente para asegurar pertinencia y relevancia en los ámbitos técnicos, ambientales y económicos

Tabla 1
Definición de conceptos relevantes para la logística de última milla.

Concepto	Definición	Fuente
Logística urbana	Se refiere a él como se distribuyen los bienes en una ciudad, siendo su enfoque el funcionamiento de las urbes donde esta se aplique.	Ajeya K, Santhosh M - 2025
Logística de milla	su función se enfoca en el ultimo tramo de la cadena de suministro, específicamente, al transporte del producto terminado hasta el cliente final	Evgenia Valer'evna Viryacheva, Marina Gennad'evna aman - 2023
Cadena de suministro	Conjunto de procesos por el cual se realiza la transformación y entrega al cliente final de un producto	Muhammad Younus, Achmad Nurmandi, Suswanta Suswanta, Abdul Rehman - 2023

Ruteo (optimización de rutas)	cuyo objetivo es mejorar la eficiencia y precisión de la distribución de materiales mediante la optimización de las rutas de distribución.	Yao Shen - 2025
Cadena de frio	Hace referencia al estado de temperatura al que se debe mantener un producto con la finalidad de que este logre llegar a su destino en el estado óptimo para su consumo o uso	Hongxia Miao - 2022
Cross docking	Proceso mediante el cual se transfiere del vehículo de recepción al de entrega, con almacenamiento nulo o mínimo.	Yuri Masakazu Mizusawa - 2023

Nota: Elaboración propia. Información sintetizada a partir de los documentos empleados en la revisión de bibliografía realizada en el repositorio digital Lens.org

2.2. Marco Teórico

2.2.1. Logística Urbana

La logística urbana es un conjunto de actividades y procesos logísticos los cuales permiten la optimización de rutas y tiempos de entrega, esto "facilita la disponibilidad de productos de diferentes índole en el momento que estos sean requeridos por los clientes o las empresas que los requieran, esto sirve como un apoyo a las funciones de la cadena de suministro" (**Ishfaq Ahmad, 2025**) además de reducir impactos negativos como lo pueden ser la contaminación ambiental por emisiones de los vehículos de transporte, reducir la contaminación sonora al utilizar flotas de transporte optimizadas que favorezcan el tránsito en las calles y permitir la

sostenibilidad mediante actualización de la flota de vehículos, permitiendo así que se transporte mercancía de manera más eficiente y se reduzcan la cantidad de viajes necesarios para cumplir con los pedidos.

Se reconoce la existencia de ciertos incisos que promueven la eficiencia y optimización en la logística urbana, siendo estos: La gestión de flujos y la sostenibilidad.

"La gestión de flujos son un conjunto de actividades que se destinan a la reducción de la congestión vehicular a raíz de las actividades de transporte de la empresa y su flota vehicular, lo cual permite un mayor control de horarios y pedidos, asegurando la disponibilidad de mercancía requerida por los clientes de la zona" (Mohit Bhati, 2025), motivo por el cual es clave poseer una correcta gestión de este inciso, ya que "aporta información relevante para el desarrollo de futuras líneas o rutas de entrega, tomando en cuenta factores importantes como lo son los vehículos usados, la fuentes de energía implementadas en los procesos, entre otros." (Hao Chen, 2024)

Se reconoce de igual forma que la logística urbana en su desarrollo y desempeño reciente se ha encontrado con diferentes retos que ha debido superar, se menciona que: “Debido a la urbanización y al crecimiento demográfico, esta etapa final del transporte cobra cada vez más importancia. Los clientes prefieren recibir sus pedidos a tiempo, lo que puede suponer un reto para el sector debido a diversas incertidumbres.” (Demir et al 2022)

La sostenibilidad en un enfoque que ha tomado fuerza en los últimos años, ya que esta permite que las empresas actualizar sus procesos de forma que estos favorezcan su imagen y se reduzcan los impactos negativos y contaminantes asociados, iniciativas como 'GreenCharge Project' han realizado publicaciones de

resultados referentes a los diferentes factores asociados a la transición energética en este campo. “La combinación de movilidad eléctrica y gestión inteligente de la energía también contribuye a reducir las emisiones de CO2. Dependiendo de la intensidad de CO2 de la electricidad en la red pública, el ahorro de CO2 en los demostradores varía de 9 a más de 100 g CO2eq/kWh” (Marit K,2022), con esta información en mente podemos determinar el grado de importancia de la sostenibilidad en el medio.

2.2.2. Cadena de Suministro

La cadena de suministro en una red vital para el desarrollo de las actividades empresariales del día a día, ya que esta conecta a todos los actores involucrados en la transformación de materia prima hasta ser estos productos terminados. Establece conexión entre proveedores de materia prima con los fabricantes que requieren de las mismas para sus procesos, a su vez, una vez el producto está listo, entran a cumplir su parte los distribuidores, quienes llevarán los productos terminados a su destino, donde serán adquiridos por mayoristas, minoristas o clientes finales

Además de ser posible optimizar la cadena de suministros de forma directa, generando mejorías en la misma, entre ellas la implementación de la ya conocida sostenibilidad. “Las cadenas de suministro sostenibles se han vuelto cruciales para abordar los desafíos ambientales y sociales que enfrentan las sociedades a nivel mundial. La entrega de última milla” (Paraschos Maniatis, 2023).

En el desarrollo de las actividades cruciales del ruteo, se toma en consideración la falta de expansión y desarrollo en áreas rurales, lo cual dificulta el crecimiento de esta, se reconoce que “en el comercio electrónico rural ha sido un desafío de larga data que debe abordarse, ya que es crucial para el desarrollo de la nueva economía rural” (Yuwei He, 2025). Siendo este un reto presente en la actualidad.

Nos remitimos a un estudio en el cual se buscaba saber si existía una relación entre la cadena de suministro y la percepción del cliente frente a un producto, obteniéndose así conclusiones tales como: “El estudio concluye que la entrega de última milla tiene un efecto positivo significativo en la experiencia del cliente. Los resultados respaldan el papel mediador de la entrega de última milla en la relación entre la colaboración en la cadena de suministro y la experiencia del cliente.” (Rosemary Agboyi, 2025). Con estos resultados se evidencia el cómo la integridad de la cadena de suministro puede impactar en la percepción del cliente, ya que la materia prima y su calidad, además de la forma en la que sea manipulada, determinará la calidad final del producto.

2.2.3. Ruteo

El ruteo se refiere a la planificación de estratégica de recorridos tomando en cuenta diferentes factores tales como lo es la distancia, el estado de la ruta, el clima y los vehículos disponibles para realizar entregas. Su meta es la de minimizar tiempos y costos de operación teniendo en cuenta los múltiples escenarios y las variables que afectan este medio.

“Si bien estudios anteriores han explorado diversos aspectos de la gestión del transporte, incluyendo la optimización de rutas y el análisis predictivo, pocos han profundizado en el potencial sinérgico de los datos de tráfico en tiempo real y los algoritmos de aprendizaje automático para abordar los desafíos únicos que enfrenta.” (Panderaja S, 2024)

Los resultados de dichos estudios pueden variar, desde obtenerse información positiva que apoya el desarrollo del plan de ruta o información que destaque riesgos o dificultades para transitar en dicha vía, en un estudio se concluyó

que diferentes factores convergen a la hora de realizar un ruteo o de optimizar una ruta, uno de los resultados obtenidos fue el siguiente:

"No se encontró una relación significativa entre los modos de transporte o los métodos de planificación de rutas y los objetivos de optimización,

señalando una posible brecha en la alineación estratégica y la integración tecnológica" (Puneeth YM, 2025)

2.2.4. Cadena de frio

La cadena de frio hace referencia al tiempo que resistirá un producto sin sufrir cambios o afectaciones debido a temperatura, ya que, dicha cadena permite preservar productos de forma estable y apta para su uso o consumo, permitiendo su transporte y comercialización entre ubicaciones lejanas.

Existen muchos puntos para tener en cuenta en cuanto a la cadena de frio se refiere, ya que esta requiere sumo cuidado en cuanto a la temperatura y métodos de embalaje para así asegurar la integridad física y química del producto.

Se considera información suministrada al público por estudios, por ejemplo, se menciona que:

“El modelo propuesto recomienda el uso de embalajes para la cadena de frío fabricados con diversos materiales de refrigeración, seleccionados en función de la distancia de distribución y la temperatura de manipulación necesaria.” (YP Tsang, 2024)

En conjunto a lo ya mencionado por Tsang, se utiliza la siguiente figura como apoyo.

Figura 2

Etapas que componen la cadena de frio desde la orden hasta la recepción final.

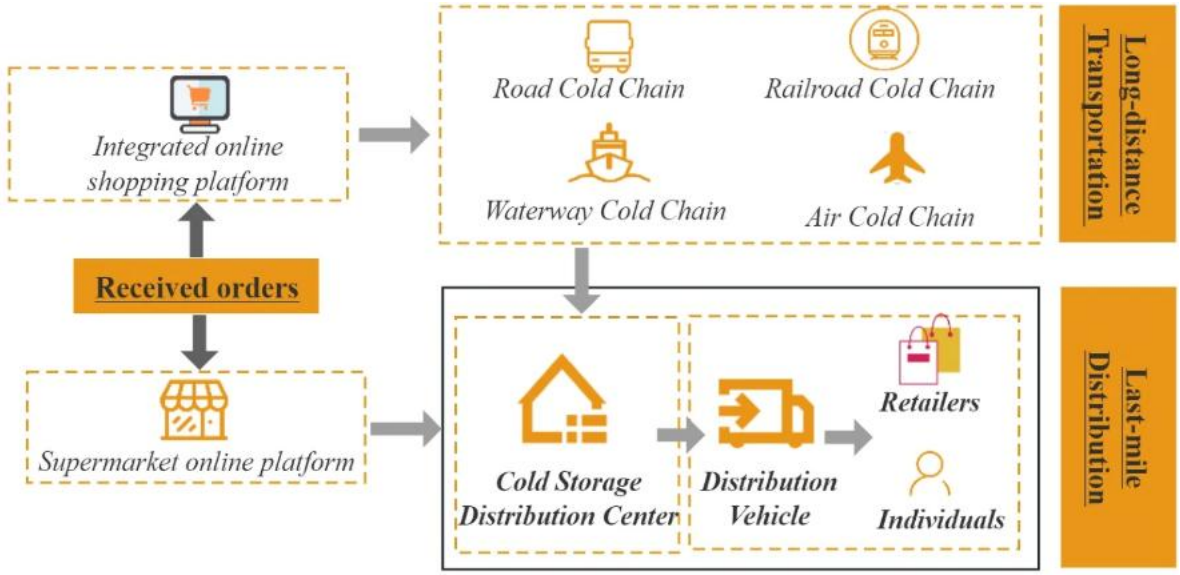


Ilustración 1 Etapas de la logistica de última milla

Nota: Tomado de "*A joint sustainable order-packing vehicle routing optimization for the cold chain e-fulfilment*" Por Tsang YP, Haoran Ma, KH Tan, CKM Lee Apr 6, 2024

En la figura 1 se puede apreciar un sistema de envíos que toma en cuenta la última milla, además de la cadena de frio adaptada para múltiples medios de transporte. Se empieza en órdenes recibidas, refiriéndose a pedidos; a continuación, las plataformas virtuales permiten realizar el proceso de preparación del pedido.

Luego se dirige el pedido a vehículos capaces de recorrer grandes distancias, en el caso de ser esto necesario, ajustando la cadena de frio a estos medios, ya sea terrestre, aéreo, ferroviario o marítimo, luego se llega al centro de distribución de almacenamiento en frío, el cual a su vez dará paso a la última etapa la cual será que un vehículo de distribución lleve el producto a los vendedores o clientes finales.

2.2.5. Cross Docking

El Cross docking se trata de una parte de la cadena de suministros que provee mejoras y agiliza los procesos, ya que, esta minimiza la manipulación y almacenamiento de mercancías, existe como una solución estratégica orientada a un flujo de productos considerablemente más ágil entre el proveedor y el cliente final. Se busca, con el Cross docking, que la mercancía no pase tiempo almacenada, si no, que sea posible enviarla tan pronto llegue al centro de distribución.

Existen tres tipos de Cross docking, siendo estos, el directo, en el cual no existe preparación alguna de los productos, el Cross docking indirecto, en el cual existe una preparación mínima asociada al proceso y el Cross docking mixto, en el cual se involucran ciertos componentes de los otros dos mencionados.

Así mismo se reconoce que en el comercio actual la eficiencia de los procesos logísticos se ha convertido en uno de los factores clave para el éxito. "El Cross-docking como método de organización de suministros permite reducir significativamente el tiempo de almacenamiento en almacén, minimizar costos y acelerar el proceso de entrega al consumidor final. Sin embargo, implementar esta estrategia requiere un análisis, una planificación y una integración cuidadosos con los procesos existentes de la cadena de suministro” (Igor Tovstoly, 2025).

También se toma en cuenta que estos centros de distribución al adaptarse a diferentes entornos enfrentan retos para poder desarrollar sus actividades tal y como se ha planeado, "las reglas apropiadas de asignación de costos son una necesidad estricta para que los centros de distribución logren la sostenibilidad financiera y promuevan esquemas de reparto de responsabilidades” (Ciardiello f., 2021)

2.2.6. Impacto Ambiental

El impacto ambiental es un tema profundamente ligado a la logística de última milla, ya que, al emplear vehículos estos generan residuos en el ambiente en forma de gases, se generan residuos en los centros de distribución en los que se empleen estivas de madera o papeleo físico, por lo tanto, es necesario medir el impacto ambiental de la logística de última milla y de la cadena de suministros ya que esto permite reducir el mismo mediante estrategias que apunten al fortalecimiento de estos campos.

“Una técnica de entrega rápida de última milla recientemente desarrollada está revolucionando la velocidad con la que se entregan paquetes y artículos a los clientes al instante. Sin embargo, el cambio climático es una preocupación grave e importante para el medio ambiente.” (Manas Sarkar, 2024)

2.3. Marco Legal

El desarrollo de la logística urbana y de última milla en Colombia se encuentra relacionado con disposición y normativas referentes al transporte, movilidad, comercio electrónico, protección de datos, medio ambiente y transporte de productos perecederos. Estas normas permiten contextualizar los principales ejes abordados en la investigación, como la optimización de rutas, la sostenibilidad, la cadena de frío y el uso de las tecnologías aplicadas a la logística.

En el sector del transporte, la ley 105 de 1993 establece disposiciones básicas relacionadas con La regulación, planeación y organización del sector transporte en Colombia. Asimismo, la ley 336 de 1996 mediante la cual se adapta el estatuto nacional de transporte, establece disposiciones generales para la

actividad transportadora. Complementando, el decreto 1079 de 2015, decreto único reglamentario del sector transporte, reúne la reglamentación aplicable al sector y contempla aspectos relacionados con el transporte terrestre automotor y el transporte de mercancías. Estas normas constituyen referentes para comprender las condiciones en las que se desarrollan las actividades de distribución urbana y de última milla.

En relación con la movilidad y seguridad vial, la ley 769 de 2002, por la cual se expide el código nacional de transporte terrestre, regula la circulación de vehículos y demás actores viales. su relación con la logística de última milla se evidencia en la necesidad de realizar entrega dentro de zonas urbanas, donde factores como la congestión, los tiempos de recorrido y las restricciones de circulación pueden influir en la eficiencia de las operaciones y en la planificación de rutas.

Respecto al comercio electrónico, la ley 527 de 1999 establece disposiciones relacionadas con los mensajes de datos y el comercio electrónico, proporcionando un marco jurídico para las operaciones realizadas mediante medios digitales. A su vez, la ley 1480 2011, estatuto del consumidor, contempla disposiciones aplicables al comercio electrónico y a la protección de los consumidores. Este marco fue actualizado mediante la ley 2439 de 2024, que establece medidas de protección para los consumidores en el comercio electrónico. Estas disposiciones se relacionan con la logística de última milla debido al crecimiento de las compras digitales y a la importancia de las condiciones y tiempos de entrega para la experiencia del consumidor.

En cuánto el tratamiento de información, la ley 1581 de 2012 establece disposiciones generales para la protección de datos personales. esta norma resulta pertinente debido al uso de información de los consumidores en procesos como la gestión de pedidos, seguimiento de entregas, geolocalización y planificación de rutas, especialmente cuando se incorporan herramientas digitales e inteligencia artificial.

En la perspectiva ambiental, la ley 99 de 1993 establece el marco institucional con la gestión ambiental en Colombia y constituye un referente para abordar los impactos asociados al transporte y la distribución. De igual manera, la ley 2387 de 2024, establece disposición relacionadas con el procedimiento sancionatorio ambiental. estando más se relacionan con la investigación orientada hacia la logística verde, la reducción de emisiones, la eficiencia energética y la disminución de los impactos ambientales generado por las operaciones de transporte.

Aspecto a la cadena de frío, la resolución 2505 de 2004 el ministerio de transporte establece condiciones para los vehículos designados al transporte de carne, pescado y alimentos fácilmente perecederos. Esa regulación resulta importante debido a que el transporte de productos perecederos requiere condiciones específicas de conservación, así como una adecuada planificación de rutas y tiempos de entrega.

Finalmente, la resolución 2184 de 2019 establece disposiciones relacionadas con la gestión de residuos sólidos y adopta el código de colores para su separación.

esta norma permite relacionar las actividades de distribución y comercio electrónico con la gestión de los residuos derivados de empaques y materiales utilizados en las entregas.

Esas normas integran la logística urbana y de última milla en el marco de transporte, movilidad, comercio electrónico, sostenibilidad y cadena de frío. Estas normas sirven como referente para interpretar las tendencias y oportunidades de investigación identificadas mediante el análisis bibliométrico.

3. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de Investigación

El presente informe es una monografía de naturaleza teórica que tiene como finalidad realizar un estudio bibliográfico centrado en la logística de última milla, tomando como referentes artículos publicados en el repositorio Lens.org en el lapso comprendido entre 2021 a 2026, con el propósito de identificar las tendencias de publicación. De manera específica, se busca conocer los campos de estudio que puedan poseer una mayor oportunidad de investigación.

En este sentido, la modalidad adoptada es de tipo "descriptivo", dado que permite articular, dentro de modelos conceptuales, las propiedades, atributos, características y aplicaciones de los diferentes ejes temáticos que componen la logística de última milla. A través del análisis documental, se sistematizan y caracterizan las iniciativas desarrolladas en este campo, estableciendo un marco de referencia sólido y actualizado que abarque el período comprendido entre 2021 a 2026

3.2. Fases de Investigación

- Selección, revisión y análisis de documentos que revelen información acreditada sobre la logística de última milla y el cómo se han aplicado en los últimos años
- Creación de una bitácora donde se registre información sobre los documentos seleccionados como son sus títulos, autores y resúmenes para de esta manera tener registro de estos.

4. DESARROLLO DEL TRABAJO DE GRADO

4.1. Recopilar la Producción Científica Sobre Logística Urbana y de Milla, a través de la Búsqueda Sistemática en Bases de Datos Indexadas.

Para dar cumplimiento a los objetivos planteadas en la investigación, a continuación, se detallan los procedimientos metodológicos y los resultados obtenidos en el marco de la revisión bibliométrica de la producción científica en logística urbana y de última milla.

Con el propósito de tener una base de datos grande, representativa y de buena calidad académica, se llevó a cabo una búsqueda sistemática de literatura utilizando la plataforma lens.org como repositorio principal de consulta. La estrategia de búsqueda se estructuró a través del uso de los operadores (AND, OR), combinando términos claves asociados a las dimensiones operativas, tecnológicas y ambientales de la última milla.

Con el fin de asegurar la relevancia a la información y abordar el tema en su totalidad, la recopilación se organizó en tres ecuaciones de búsquedas principales

- ecuación 1 ("last mile" AND "transport")

Esta nos permitió un enfoque general de la logística de última asociada al transporte de mercancías.

Los resultados obtenidos fueron 1096 documentos antes de la aplicacion de filtros, a esta busqueda se le aplicaron los siguientes filtros: acceso abierto (colores Gold e Hybrid), reduciendose a 8890 resultados, el siguiente filtro es que su año de publicación estuviera entre 2021 y 2026 obteniendose asi 4453 resultados,

finalmente se utilizó el filtro de tipo de publicacion siendo este "journal article" reduciendose a 3605 resultados. Se tomaron 15 ejemplares

Ecuación 2 (“inventory optimización” and "last mile")

Eso nos permitió tener un enfoque en la logística urbana aplicada cadena de frío y sostenibilidad ambiental se obtuvieron 37 documentos a los cuales también se le aplicaban los mismos filtros de la ecuación anterior, al aplicar el filtro de fecha se redujo a 28, al aplicar el filtro de acceso abierto baja a 23 resultados, al aplicar el filtro final, "journal article" se obtuvieron 21 resultados, de los cuales se tomaron 10 ejemplares.

Ecuación de búsqueda 3 ("last mile logistics" and "Cross docking") OR ("last mile logistics" and "routing")

Esta no tiene un enfoque en los procesos operativos específicos como el Cross docking y la optimización de rutas de distribución que se obtuvieron 722 resultados en los cuales se le aplicaron los filtros de las anteriores búsquedas, fecha de publicación siendo el primero, se redujeron a 523 resultados, al aplicar el filtro de acceso abierto se redujo a 437 publicaciones, finalmente con el filtro de tipo de publicación se redujo la muestra a 338 y se seleccionaron 15 artículos.

Ecuación de búsqueda 4 (“last mile” and “Green logistics”)

Con enfoque en el impacto ambiental que generan los procesos y actividades asociados a la última milla, al realizar la búsqueda sin filtro, se obtuvieron 299 resultados, al aplicar el filtro de fecha de publicación se reduce a 184, al aplicar el filtro de open Access se reduce a 152 y al aplicar el filtro de tipo de publicación la muestra final es de 124, de los cuales se tomaron 10 articulos

El proceso de depuración elimina duplicados, notas editoriales menores, resúmenes de congresos en artículos extendidos y estudios cuyo enfoque no estuviera directamente vinculado a la logística urbana y de última milla. Como resultado, se consolidó una colección final de 50 artículos científicos que abordaban ejes como cadena de frío, Cross Docking, optimización de rutas, y E-commerce y logística sostenible.

A partir de la colección de los 50 artículos seleccionados, se realizaron los patrones de publicación y la evolución qué producción científica.

En el comportamiento de las publicaciones se reflejan un crecimiento sostenido a partir del año 2021, consolida los picos de mayor producción científica entre los años 2023 y 2025. Ese incremento está impulsado por la expansión masiva del comercio electrónico y las nuevas exigencias de entrega rápida en el entorno.

4.2. Análisis de tendencias de publicación sobre logística urbana y de milla empleando métricas bibliométricas.

El desarrollo del segundo objetivo se orienta a él análisis de tendencias relacionadas a los ejes temáticos asociados a la última milla, por lo que, se emplea el repositorio Lens.org para realizar la búsqueda de artículos de investigación mediante el uso de múltiples ecuaciones de búsqueda.

Se llevó a cabo de esta manera con la intención de lograr abarcar de forma amplia los diferentes campos de investigación asociados, lográndose así un reconocer a mayor profundidad tendencias de publicación y autores del tema.

4.2.1. Ecuación de Búsqueda

La construcción de las ecuaciones de búsqueda se fundamentó en el análisis de los ejes temáticos más relevantes de la logística de última milla, reconociéndose

así cuales eran los campos de investigación que se tomarían en cuenta durante la revisión de literatura, asegurando así existencia de coherencia temática a la hora de realizar la recopilación de bibliometría.

En este sentido, se definieron los siguientes ejes temáticos principales que articulan el proceso de investigación realizado: (i) transporte, (ii) ruteo, (iii) Cross docking y (iv)logística verde. Cada eje permite analizar de forma amplia las tendencias de publicación e investigaciones acordes a estas dimensiones de la logística de última milla, considerándose se relevancia e impacto en la misma.

Una vez se desarrolló dicho proceso de creación de ecuaciones se procedió con la aplicación de filtros y refinamiento de la búsqueda, obteniendo los resultados y documentos que se emplearon para el desarrollo del proceso de análisis bibliométrico.

A partir de estas ecuaciones se buscó que los términos entre una y otra no fuesen redundantes, con la finalidad de cubrir de manera amplia múltiples enfoques, pero a su vez mantener coherencia temática.

Se realizaron pequeños ajustes a lo largo del proceso con la finalidad de cubrir de forma amplia la producción científica en el campo, realizando cambios a las ecuaciones piloto, logrando así llegar a la ecuación final.

Las ecuaciones de búsqueda se construyeron mediante el uso de los siguientes operadores booleanos: (AND y OR).

El operador OR se empleó para agrupar términos equivalentes, reduciendo la redundancia y permitiendo ampliar el espectro de búsqueda, mientras que el operador AND se utilizó para integrar los diferentes ejes, asegurando que los documentos abordaran las dimensiones tecnológicas y aplicativas

Estas ecuaciones se implementaron en el repositorio Lens.org, la cual fue seleccionada gracias a su facilidad de manejo y amplia cobertura de literatura científica y tecnológica, así como por su acceso abierto, lo que provee un índice alto de reproducibilidad del estudio. Adicionalmente se realizaron consultas externas en el motor de búsqueda Google académico para validar información utilizada en el documento.

Como resultado de este proceso deconstrucción y análisis se delimitaron las siguientes ecuaciones para la búsqueda de documentación asociada al estudio bibliométrico.

N°	Ecuación de búsqueda
E1	("last mile" and "transport")
E2	(“inventory optimization” and “last mile”)
E3	("last mile logistics" and "Cross docking") OR ("last mile logistics" and "routing")
E4	(“last mile” and “Green logistics”)

Estas ecuaciones fueron revisadas y validadas mediante análisis del volumen de resultados obtenidos, su pertenencia temática y su coherencia referente al análisis a realizar, logrando obtener ecuaciones que ofrecen resultados que apoyan el desarrollo del ejercicio y a su vez otorgan diferentes perspectivas que enriquecen el enfoque que se busca dar.

Cabe destacar que este enfoque metodológico no solo garantiza la sistematicidad del proceso de búsqueda, sino que también asegura la trazabilidad

entre los ejes temáticos definidos, los términos seleccionados y las ecuaciones formuladas, fortaleciendo la reproducibilidad del estudio.

4.2.2. Aplicación de Criterios para Depuración

La ecuación de búsqueda logra recopilar una amplia cantidad de documentos, demostrando su capacidad de cobertura y amplio alcance, más se reconoce la existencia de documentación antigua y de formatos que no cumplen con los criterios de inclusión, por lo que, en la figura 3 se evidencian los múltiples filtros de inclusión y exclusión que nos provee la plataforma Lens.org para realizar la depuración de documentación

Figura 2

Lista de filtros disponible en la plataforma Lens.org

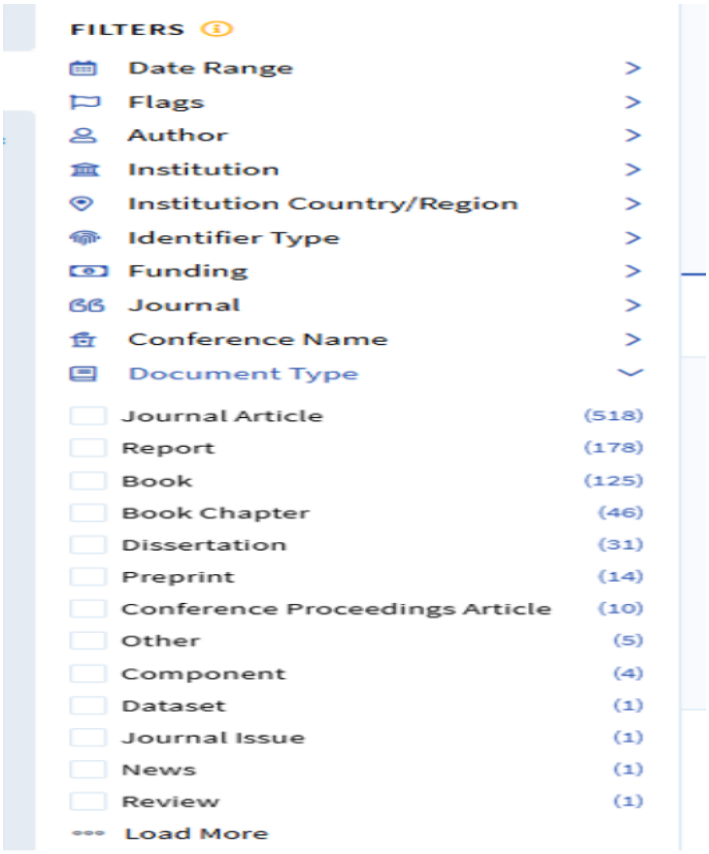


Ilustración 2 lista de filtros disponibles en Lens.org

En la imagen se puede apreciar la gran variedad de filtros que la interfaz ofrece, permitiendo descartar con mayor precisión documentación que no logre cumplir con los requerimientos planteados para su inclusión, tales como ser recientes, poseer acceso abierto y ser de tipo: “journal article”. Seleccionando estos filtros se evita sesgar la información y aportar valor a la investigación mediante un aumento al nivel de pertinencia de las obras a analizar.

El primer filtro, como ya se mencionó previamente fue de fechas de publicación, tomando el periodo comprendido entre los años 2021 a 2026, garantizando que la información se hallara actualizada y fuese relevante para su análisis.

El segundo filtro que se aplicó se enfocó en el tipo de publicación con la cual se busca trabajar priorizando los artículos científicos publicados en revistas indexadas (Journal Articles), debido a su mayor rigor metodológico y proceso de revisión por pares.

De esta manera, se excluyeron documentos con menor nivel de validación científica, tales como preprints, noticias, datasets y otros formatos no académicos.

Adicionalmente, aunque la plataforma ofrece filtros relacionados con autores, instituciones, fuentes de financiación y revistas, estos no fueron aplicados en esta etapa, dado que su uso podría introducir sesgos en la construcción inicial del conjunto de datos. El objetivo de esta fase se centra exclusivamente en garantizar la calidad, actualidad y pertinencia temática de los documentos.

4.2.3. Consolidación y Clasificación

Una vez realizado el proceso de depuración de la información mediante los criterios de inclusión y exclusión descritos previamente, se procede a consolidar los registros de bibliografía obtenidos de la plataforma Lens.org, para así estructurar un conjunto de datos organizados para realizar el análisis bibliométrico.

Para realzar el proceso se exportaron colecciones que contenían los documentos en formato Ris, conservando información relevante como los títulos, sus autores, fechas de publicación, fuentes, palabras clave y sus resúmenes. Esto permite que exista una trazabilidad de la información y permite mantener la relación entre las ecuaciones de búsqueda y resultados obtenidos.

Figura 3

Interfaz de exportación de registros bibliográficos desde la plataforma Lens.org

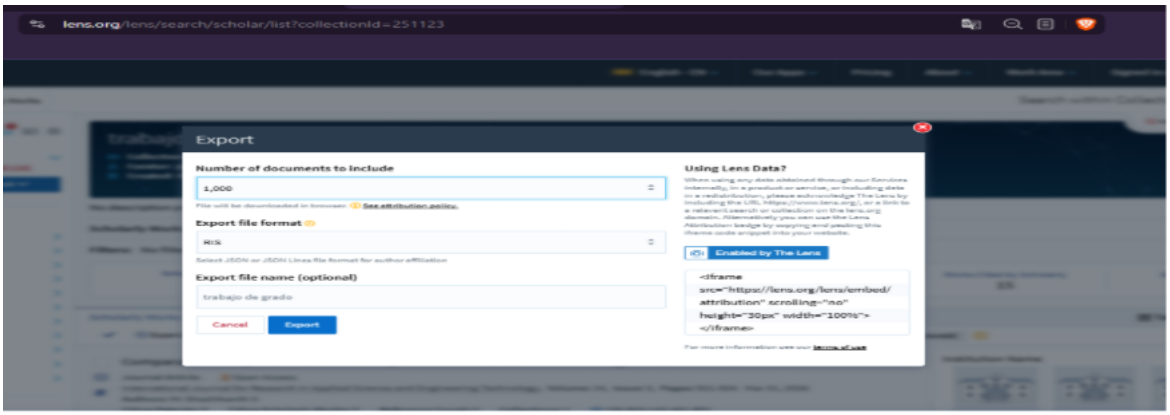


Ilustración 3 ventanilla de exportación de lens.org

La figura 3 presenta la interfaz de exportación de la plataforma Lens.org, la cual ofrece múltiples formas para la exportación a softwares de análisis, además de permitir limitar la cantidad de documentos a exportar y a su vez ofrece una amplia cantidad de filtros que se pueden agregar o retirar para dar un mayor tratamiento a la información a la que se le realizara el análisis.

De forma posterior los archivos exportados fueron cargados a la herramienta vos.viewer, con la finalidad de analizar las relaciones entre los diferentes documentos, manteniéndose así el objetivo de reconocer las coocurrencias de información, temas investigados y citación cuando estas estuvieran presentes.

Una vez completada esta fase se utilizó la herramienta digital Excel, con la meta de generar una base de datos con los documentos que se utilizaron, esto permitió de forma rápida reconocer si existía algún documento duplicado o que su acceso no fuese posible.

Razón por la cual fue necesario realizar cambios de tres documentos, los cuales no contaban con acceso a sus respectivas publicaciones para el análisis. con esto realizado, se concluyó la fase de recopilación de datos.

4.3. Proponer Oportunidades de Investigación en Logística Urbana y de Milla, a Partir del Análisis de los Resultados Obtenidos en la Revisión Bibliométrica

A partir del análisis cuantitativo y cualitativo de la producción científica recopilada y de la revisión de la literatura, se han identificado varias brechas del conocimiento y temáticas emergentes que requieren mayor profundización académica. Con el propósito de aportar al desarrollo del área y orientar futuros estudios dentro de la sub línea de investigación, se estructuran las siguientes oportunidades distribuidas en cuatro grupos claves:

4.3.1. Sustentabilidad ambiental, quick commerce y modelos de distribución de proximidad

El crecimiento acelerado de los modelos de quick commerce ha transformado los patrones de consumo urbano, planteando interrogantes sobre la viabilidad ecológica y operativa de despachar productos en plazos cortos. Al respecto, (Vikrant Singh Teotia, 2025) investigó el impacto de la velocidad de entrega en la satisfacción del cliente dentro de las compras en línea enfocadas en el comercio rápido, evidenciando cómo la presión por reducir los tiempos de despacho tensiona la capacidad operativa y ambiental de las empresas. Como oportunidad de investigación se propone formular modelos de optimización que equilibren la exigencia de velocidad del consumidor con la eficiencia de rutas y la reducción de huella de carbono. Asimismo, la evaluación integral del impacto ambiental generado

por el transporte de mercancías resulta crítica para guiar la transición hacia cadenas sostenibles **(**Maniatis, 2023)

Complementariamente, la reestructuración de la red de suministro de proximidad ha impulsado esquemas innovadores que conectan los centros de producción primaria con la demanda urbana. (Chitranka y Bala Shanmugan, 2026) analizaron el impacto de los negocios digitales impulsados por organizaciones de productores agrícolas bajo el modelo Farmer-to-Consumer (F2C), demostrando que la digitalización permite acortar la cadena logística y conectar de forma directa a los productores rurales con los consumidores urbanos. Esto abre una línea de estudio orientada a diseñar modelos logísticos de canal corto que integren la recolección rural con la distribución urbana de última milla.

Por otro lado, la exigencia de inmediatez en las ciudades ha impulsado la adopción de infraestructuras logísticas hiperlocales. (Anaswara y Rajeswari, 2026) realizaron una revisión sistemática sobre el papel de las Dark Stores en el comercio rápido, concluyendo que la localización estratégica de estos microcentros resulta crítica para minimizar los recorridos de última milla y responder a las expectativas del cliente. Se sugiere estudiar modelos de ubicación óptima de dark stores en zonas urbanas de alta densidad considerando restricciones de espacio, densidad poblacional y costos inmobiliarios. Adicionalmente, el análisis de las percepciones y comportamientos del consumidor (Ajeya & Santhosh, 2025; Bhati, 2025) constituye una brecha prioritaria para diseñar estrategias operativas viables.

4.3.2. Adopción Tecnológica, Inteligencia Artificial y Logística Sostenible de la Cadena de Frío.

La distribución de productos perecederos representa uno de los desafíos más difíciles debido al riesgo constante de ruptura de la temperatura. (Gang Liu et al, 2024) desarrollaron un modelo de optimización de rutas de distribución conjunta entre vehículos terrestres y aeronaves no tripuladas (drones/VANT) para la logística de la cadena de frío, incorporando la minimización de costos ecológicos y la

mitigación de riesgos operativos. De esta manera, se identifica la oportunidad de investigar la integración de modelos de transporte autónomos y limpios en la última milla de la cadena de frío, garantizando la preservación de la temperatura sin incrementar desmedidamente el consumo energético de la flota. Complementariamente, estudios sobre la aplicación de drones en la cadena de frío (Miao, 2022) y el control de riesgos operativos en el sector sanitario (Düzgün & Kızılırmak, 2021) refuerzan la necesidad de integrar tecnologías de refrigeración pasiva y materiales de cambio de fase (Sparavigna, 2021).

En entornos urbanos densos, (Nasser Al-Musallami et al 2025) propusieron soluciones de entrega vertical con drones respaldadas por sistemas dinámicos de evasión de obstáculos, demostrando la viabilidad técnica de realizar despachos autónomos en zonas con edificaciones complejas. La oportunidad de investigación en esta línea debe enfocarse en la integración de algoritmos de navegación para entregas verticales en combinación con centros de acopio urbanos y consignas automáticas.

Adicionalmente, el aseguramiento de la calidad y la transparencia exige herramientas digitales de trazabilidad. (Lesmini Lis et al, 2025) evaluaron la transformación digital y los esquemas de trazabilidad en la cadena de frío de última milla, evidenciando que la visibilidad en tiempo real de la temperatura incrementa la competitividad corporativa. Surge así la oportunidad de investigar la aplicación de tecnologías emergentes (IoT y Blockchain) para la trazabilidad ininterrumpida de productos perecederos.

herramientas dinámicas. (Verbytsky, 2023) y (Matthew Ijeh, 2024) investigaron la aplicación de algoritmos de aprendizaje automático (Machine Learning) para la optimización dinámica de rutas de entrega, demostrando que los modelos predictivos superan a los algoritmos tradicionales para adaptarse al tráfico cambiante. Asimismo, el uso de inteligencia artificial en el despacho (Jucha, 2021; Saad Alaklabi, 2025) y la implementación de sistemas adaptativos basados en redes

definidas por software (Shouchen Liu et al. 2022) plantean la brecha de diseñar sistemas de ruteo en tiempo real guiados por Inteligencia Artificial.

4.3.3. Integración con el transporte público, ruteo multimodal y eficiencia en la infraestructura.

Frente a la congestión vial y la escasez de espacio físico en las ciudades, resulta necesario buscar alternativas de transporte que aprovechen las redes de movilidad existentes. (Qian Wang, 2025) abordaron la localización de centros de distribución urbana considerando la utilización de la capacidad inactiva de los sistemas de transporte público de pasajeros. Esta perspectiva otorga una oportunidad de investigación para diseñar sistemas logísticos colaborativos y mixtos, donde el transporte colectivo movilice simultáneamente paquetería urbana en horas de baja demanda.

Por otro lado, la interacción entre la infraestructura y la eficiencia ambiental constituye un aspecto prioritario. Por otro lado, la interacción entre la infraestructura y la eficiencia ambiental constituye un aspecto prioritario. (Lemke y Strulak-Wójcikiewicz 2021) aplicaron metodologías como Six Sigma para evaluar el impacto de la infraestructura de transporte sobre el consumo de combustible y las emisiones en logística urbana. Su trabajo evidencia que la calidad de las vías y la señalización condicionan directamente el gasto energético. Se propone como línea de investigación la evaluación del impacto ambiental y financiero de las intervenciones en infraestructura urbana sobre los costos logísticos de la última milla.

4.3.4. Diagnóstico de Barreras Operativas, Colaboración e Integridad en la Cadena de Suministro

A pesar de los avances tecnológicos, las operaciones de última milla continúan enfrentando barreras estructurales. (Vivek Kumar Pathak, DixitGarg, AshishAgarwal, 2023) utilizaron el enfoque estructurado DEMATAL para analizar y jerarquizar las principales barreras que frenan el desempeño de la entrega de última

milla, identificando las relaciones causa-efecto entre factores tecnológicos, organizacionales y de infraestructura. Se sugiere avanzar en investigaciones que adapten este tipo de diagnóstico cuantitativo a contextos urbanos regionales.

A su vez, la articulación fluida entre los distintos vínculos de la cadena resulta fundamental. (Agboyi Makafu 2025) analizó la relación entre la colaboración en la cadena de suministro, la integración de procesos logísticos y el desempeño de la entrega final, demostrando que la integridad de la cadena actúa como una condición límite crítica para transformar la colaboración en una experiencia superior para el cliente. Esto abre una oportunidad centrada en la gobernanza y confianza en las redes de colaboración logística.

Finalmente, la adopción exitosa de innovaciones en el sector minorista depende de la alineación entre la tecnología y la capacidad organizacional. (Ismail y fu 2023) investigaron los factores organizacionales y tecnológicos que influyen en la incorporación de tecnologías emergentes en el "*retail*". Complementariamente, el análisis de las estrategias de entrega desde el almacén hasta el transporte (Oyeyemi, 2022), las técnicas de etiquetado por zonas en centros de cumplimiento (Muhammad, Younus et al, 2023) y la gestión financiera de la cadena de suministro (Xin Dong, 2022) permiten proponer como oportunidad el diseño de marcos de trabajo que faciliten la adopción tecnológica y reduzcan la resistencia al cambio en MiPymes comerciales.

5. RESULTADOS

5.1. Resultado de la recopilación de producción científica sobre la logística urbana y de última milla

Esperar cumplimiento primer objetivo específico, se realizó una búsqueda sistemática de literatura científica relacionada con logística urbana y de última milla mediante la plataforma Lens.org. el proceso permitió identificar inicialmente un amplio grupo de documentos y posteriormente se aplicaron filtros de depuración orientadas a garantizar la pertinencia, actualidad y calidad de las fuentes utilizadas.

Como punto de partida se ejecutó la ecuación de búsqueda principal E1 (“last mile” and “transport”). La consulta inicial, realizada sin filtros, permitió identificar un total de 9.801 trabajos académicos. Ese resultado evidencia la amplitud de la producción documental relacionada con el transporte y la logística de última milla. Sin embargo, dentro de los resultados identificaron diferentes tipos de documentos que no cumplía con los criterios establecidos para el análisis, por lo que fue necesario realizar un proceso posterior de filtrado y selección.

Figura 4

Resultados obtenidos por la ecuación de búsqueda E1 sin filtros en la base de datos Lens.org

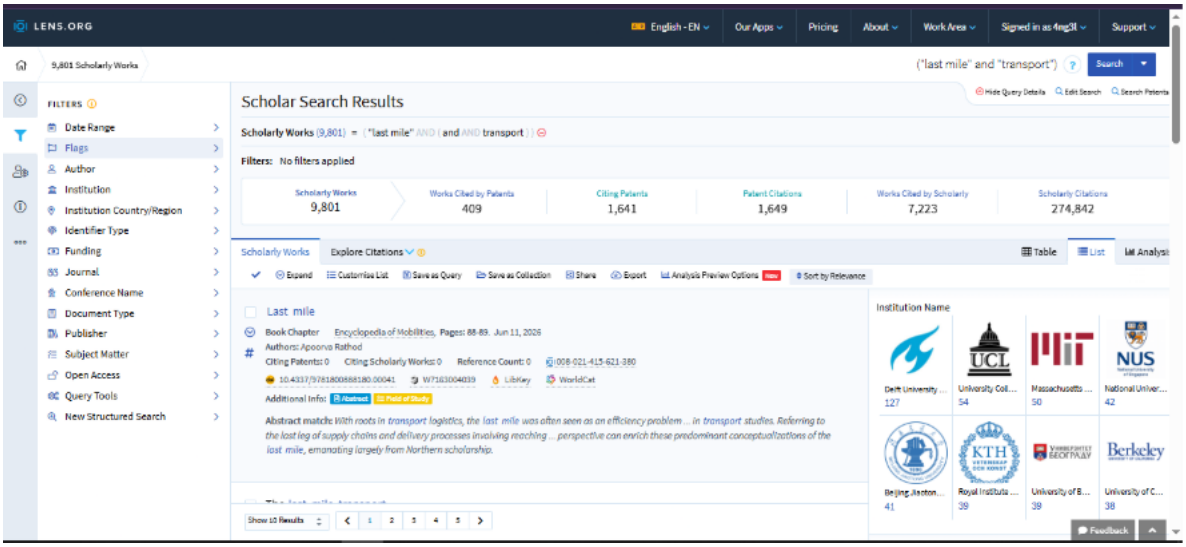


Ilustración 4 resultados de búsqueda sin filtros en Lens.org

La figura 4 evidencia el gran volumen de resultados obtenidos, siendo estos un total de 9.801 trabajos académicos, lo cual evidencia la amplitud de cobertura que esta ecuación posee, lo cual facilita la obtención de bibliometría requerida para el desarrollo, no obstante se reconoce la existencia de documentos no aptos para su uso, debido a que entre ellos existen declamaciones, noticias y entradas de referencias, por lo que se requiere la aplicación de filtros para depurar todos los documentos que no cumplan con los parámetros de pertinencia y coherencia.

Posteriormente, se utilizaron los filtros establecidos durante el proceso metodológico. Principalmente relacionados con el periodo de publicación, el acceso abierto y el tipo de documento. La revisión se concentró en publicaciones correspondientes al periodo 2021-2026 y se priorizaron los artículos científicos publicados en revistas indexadas.

La recuperación también permitía analizar la relación existente entre los diferentes términos empleados en las publicaciones seleccionadas. Para ello, los

documentos obtenidos fueron procesados mediante VOSviewer, herramienta que permitió presentar visualmente la concurrencia de términos y las relaciones temáticas presentes en la literatura.

Como resultado del proceso de búsqueda y depuración desarrollado previamente se consolidó una colección final de 50 artículos científicos. Esa dirección permitió reunir información relacionada con diferentes áreas de la logística de última, entre ella las cadenas de frío, el Cross docking, la optimización de rutas, el comercio electrónico y la logística sostenible.

Para dar continuidad al desarrollo del objetivo, se realiza el análisis de la información obtenida mediante la recopilación de datos, asociada a las tendencias de logística urbana y de última milla, utilizando como apoyo los hallazgos de los diez autores principales.

En el campo del transporte de bienes hasta el consumidor final se presenta de forma recurrente el interés por medios de transporte de mercancía que sean más amigables con el medio ambiente y que permitan una mejor circulación de dichas mercancías a lo lago de las zonas urbanas de alta densidad, permitiendo entregas más rápidas que a su vez sean factores de fidelización y buena estima por parte de la clientela.

Con esto en mente, se destacan los hallazgos asociados a un modelo enfocado a la optimización e implementación de drones para entregas, siendo que, los autores destacan posibles campos y variables a estudiar.

“Las investigaciones futuras podrían centrarse en la integración de datos en tiempo real como las condiciones climáticas y las demandas dinámicas de los clientes, para mejorar la robustez del modelo.” Nasser Al-Musallami et al. (2025)

Siguiendo con el eje temático asociado al transporte de bienes, se suma el ruteo y la cadena de frio, donde se proponen modelos de trabajo y diseños de ruta en base al producto que se desea transportar, siendo esto una alternativa al diseño de rutas convencional, ya que asegura que el producto esté siempre en condiciones aptas y la ruta sea lo más eficiente en cuanto a recursos, por lo que “A diferencia de los planes logísticos fijos, el modelo propuesto optimiza las rutas de entrega con el equilibrio de costes y la satisfacción del cliente en términos de calidad del producto y tiempo de servicio.” Yp Tsang et al. (2024), pudiendo así destacar esta alternativa por su propuesta enfocada al rendimiento y seguridad de los bienes transportados.

A su vez, en la distribución de productos altamente sensibles y perecederos, la conservación de la calidad exige la implementación de soluciones térmicas avanzadas durante el transporte. Respecto a esta problemática, se resalta la efectividad de nuevos materiales e insumos de refrigeración pasiva en el tramo final, concluyendo que “los congeladores, el hielo seco y los materiales de cambio de fase (PCM) representan soluciones tecnológicas viales para mantener la estabilidad térmica requerida en la cadena de frío”. Amelia Carolina Sparavigna (2021)

Moviéndonos a la logística urbana se hace presente el dilema de la adaptabilidad de la logística de última milla con respecto a las zonas y la cultura ciudadana presente, una de las conclusiones tomadas en cuenta refuerza esta idea, siendo que “Un estudio destaca que la entrega de última milla no es un problema monolítico. Más bien, está determinado por el contexto geográfico y disparidades sectoriales.” Babatunde Bamidele Oyeyemi (2022), esta conclusión permite generar una noción más amplia del panorama a la hora de querer implementar la logística de última milla en entornos los cuales son ajenos a esta o que no poseen la infraestructura necesaria al principio.

Manteniendo el eje temático y la gestión de flotas mediante inteligencia algorítmica, la optimización de rutas resulta importante para reducir costos y mitigar impacto ambiental en ciudades inteligentes. Al respecto, al evaluar el desempeño

de algoritmo dinámicos de ruteo aplicadas a la recolección y logística ciudadana, se concluye “el optimizador VRO supera a los métodos jerárquicos y heurísticos tradicionales en términos de costo total, eficiencia computacional y factibilidad de la solución”. Hussam Fakhouri et al (2025), este hallazgo demuestra el potencial de las herramientas metaheurísticas avanzadas para resolver problemas complejos de enrutamiento y logística inversa en entornos urbanos.

Continuando con la logística urbana frente a la rápida expansión del comercio electrónico en zonas urbanas de alta densidad, la logística de última milla demanda estrategias integrales que respondan a la exigencia de entregas rápidas y eficientes. Sobre esta dinámica, se destaca que “la optimización de las empresas de última milla en el e-commerce requiere articular tecnología de ruteo en tiempo real, centro de acopio urbanos y opciones flexibles de recepción para reducir la congestión y los costos operativos”. Ankush Mishra (2024), esta conclusión sintetiza las principales líneas de acción tecnológicas y organizadas necesarias para transformar los esquemas tradicionales de distribución en sistemas de comercio electrónicos adaptativos y eficientes.

Adicionalmente, en el ámbito de las operaciones de transferencia e intercambio de mercancías en plataformas logísticas (Cross Docking), cobra relevancia la optimización en la programación de muelles de carga y descarga y el uso compartido de recursos. En este contexto, un estudio pionero aborda el arrendamiento y uso eficiente de muelles entre empresas aliadas, dónde los resultados de evidencian que “todas las instancias aceptaron los requerimientos, lo que demuestra que es económicamente interesante arrendar muelles de carga y descarga”. Natalia Córdoba y Alejandro Montoya (2022), esta conclusión permite resaltar que compartir recursos logísticos es fundamental para aumentar las ganancias y agilizar los tiempos de espera en los centros de consolidación urbana.

En cuanto a la satisfacción del cliente se observa que los factores involucrados en el alcance pleno de este indicador son variados y en la industria

actual se han fortalecido en cuanto a relevancia estratégica se refiere, siendo así que para “Abordar la rentabilidad en la logística de última milla y aprovechar las soluciones impulsadas por IA es fundamental para las empresas que buscan satisfacer las cambiantes demandas de los consumidores y fomentar la lealtad conductual en el competitivo panorama del comercio rápido.” Ajeya K y Santhosh M (2025).

Además, en el transporte refrigerado de bienes perecederos se plantea el reto de balancear los costos operativos con la calidad del servicio y la satisfacción del cliente según su grado de prioridad. En ese sentido, la modelación matemática integrada muestra que “el método propuesto permite resolver eficientemente el problema de ruteo de camiones refrigerados considerando la prioridad del cliente, proporcionando un nuevo enfoque para minimizar simultáneamente los costos fijos de refrigeración, de deterioro de carga y de emisiones verdes”. Shouchen Liu y Cheng Zhang (2022), esta propuesta enfatiza la importancia de incorporar la segmentación de clientes y las restricciones ambientales dentro de los números de optimización de rutas de la cadena de frío.

A su vez, la cadena de suministro sigue siendo un eje central en cuanto a desarrollo y optimización se refiere, siendo que de esta derivan gran parte de metodologías necesarias para el correcto funcionamiento de la logística de última milla, con esto presente, se puede decir que “las fluctuaciones en la densidad de entrega influyen significativamente en la eficiencia de la cadena de suministro, lo que subraya la importancia de intervenciones específicas para mejorar la eficiencia operativa y minimizar los impactos ambientales.” Ishfaq AHMAD et al. (2025)

Figura 5.

Análisis de tendencias de logística urbana y de última milla: hallazgo de los autores principales.



Ilustración 5 condensación de los resultados obtenidos

La figura 5 ilustra un resumen estructurado del análisis de tendencias en logística urbana y de última milla, destacando los aportes y hallazgos claves de los 10 autores principales analizados en la revisión bibliográfica. Cómo se detalla en infografía, la información se encuentra organizada en 10 sectores temáticos estratégicos, permitiendo visualizar de manera integral las dimensiones tecnológicas, ambientales y operativas que justifiquen el desarrollo del estudio en este sector.

5.2. Resultados del Análisis de Tendencias de Publicación Sobre Logística Urbana y de Milla Empleando Métricas Bibliométricas.

El segundo objetivo específico se desarrolló a partir del análisis de la colección de 50 artículos seleccionados. En esta etapa se examinaron los patrones de publicación, la evolución temporal de la producción científica, los tipos de publicaciones, la participación de los autores y la relación entre los términos utilizados en los documentos.

El análisis permitió identificar un crecimiento sostenido de la producción científica relacionada con la logística urbana y de última milla durante el período de 2021-2026. Entre 2022 y 2022 se observa un comportamiento moderado; posteriormente, a partir de 2026 se presenta un crecimiento más significativo, alcanzando los niveles más altos de producción entre 2023 y 2025. Ese comportamiento coincide con el fortalecimiento de la dinámica asociadas al comercio electrónico y con las nuevas exigencias relacionadas con la distribución rápida en los entornos urbanos.

Figura 6.

Obras Académicas a lo Largo del Tiempo (2021-2026) (tomado de la plataforma Lens.org)

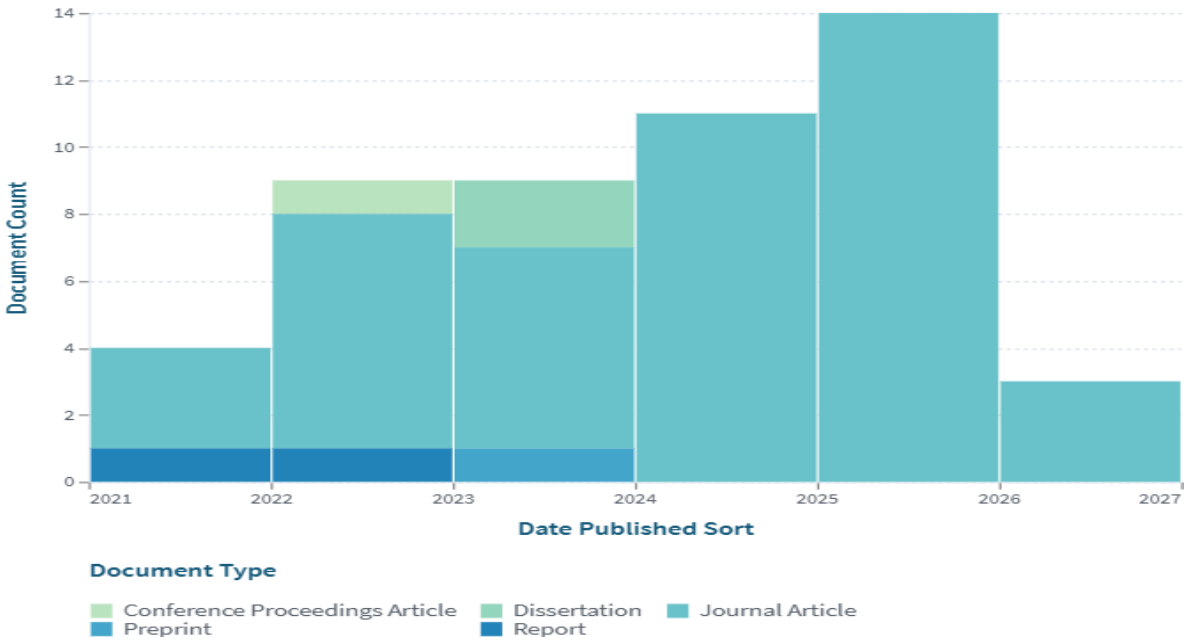


Ilustración 6 volumen de publicaciones anuales en Lens.org

La figura 6 permite observar la evolución de las publicaciones según el tipo de documento durante el periodo analizado. Los artículos científicos publicados en revistas indexadas representan la categoría predominante, lo que permite establecer que ese tipo de publicaciones constituye la principal fuente documental de la colección analizada.

Figura 7.

Distribución por tipo de publicación (tomado de la plataforma Lens.org)

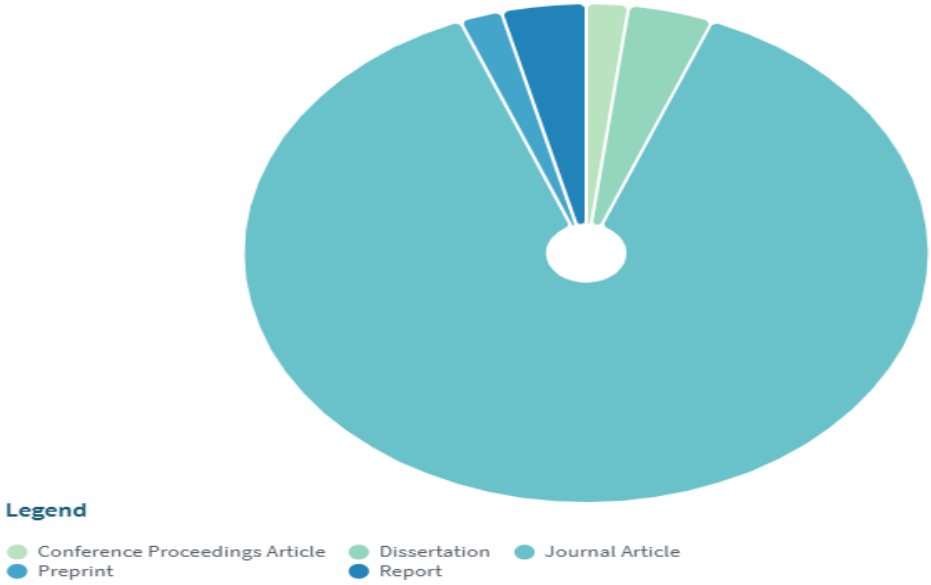


Ilustración 7 tipos de publicación en grafica de pastel

La figura 7 evidencia que los artículos científicos representan el mayor porcentaje dentro de los tipos de publicaciones seleccionadas. Este comportamiento permitió contar con una base documental orientada principalmente hacia fuentes sometidas a procesos de revisión y divulgación científica.

En cuanto a la participación de los autores, se identificó una homogeneidad entre los autores presentes en la muestra tomada para el proceso de revisión bibliométrica, se presenta un volumen de publicaciones estable a lo largo de la muestra.

Figura 8.

Autores representativos (tomado de la plataforma Lens.org)

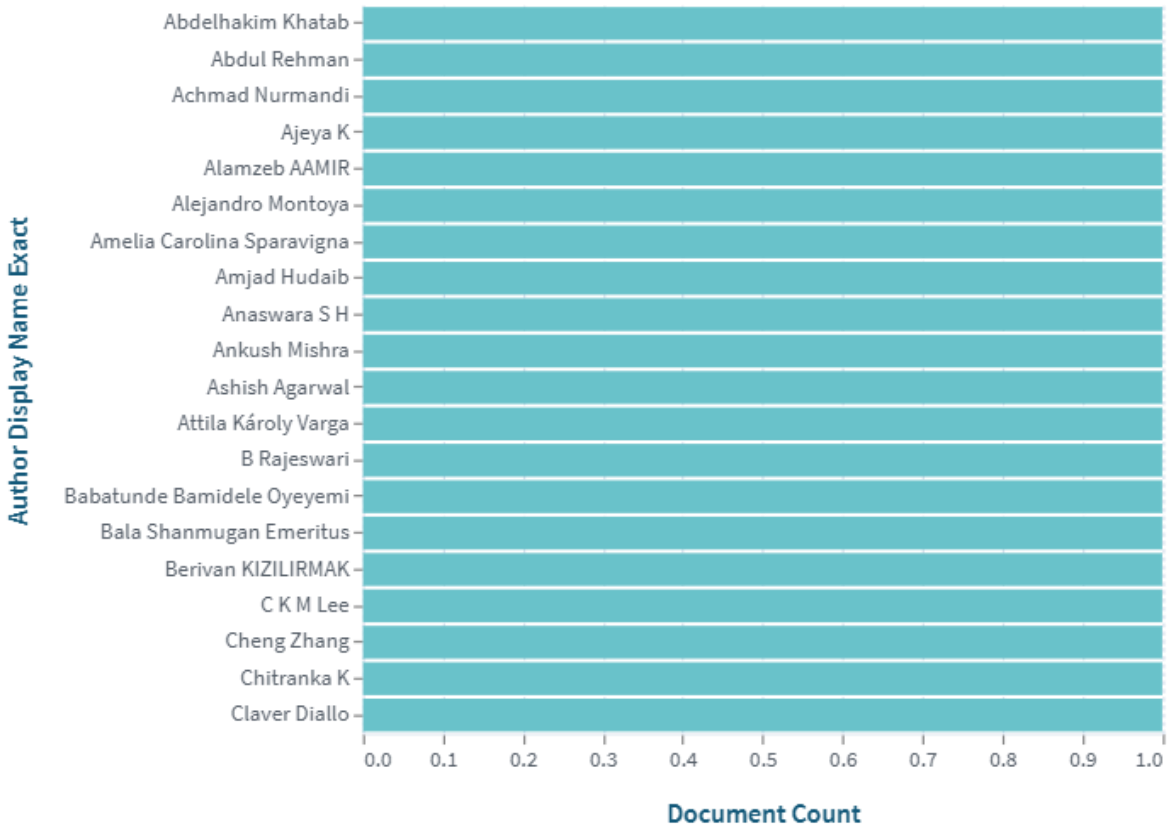


Ilustración 8 autores y cantidad de publicaciones

La figura 8 evidencia que la producción científica no se encuentra concentrada exclusivamente en un grupo reducido de investigadores. Por el contrario, se observa una participación distribuida entre diferentes autores, lo que refleja el carácter multidisciplinario de la logística urbana y de última milla y la participación de diferentes grupos de investigación.

El análisis de los términos permitió complementar los resultados obtenidos mediante las métricas de publicación. La frecuencia y concurrencia de conceptos muestran que la logística de última milla se relaciona con diferentes áreas del conocimiento, entre ellas la gestión empresarial, la ciencia de la computación y la industria 4.0.

Figura 9.

Nube de términos (tomado de la plataforma Lens.org)

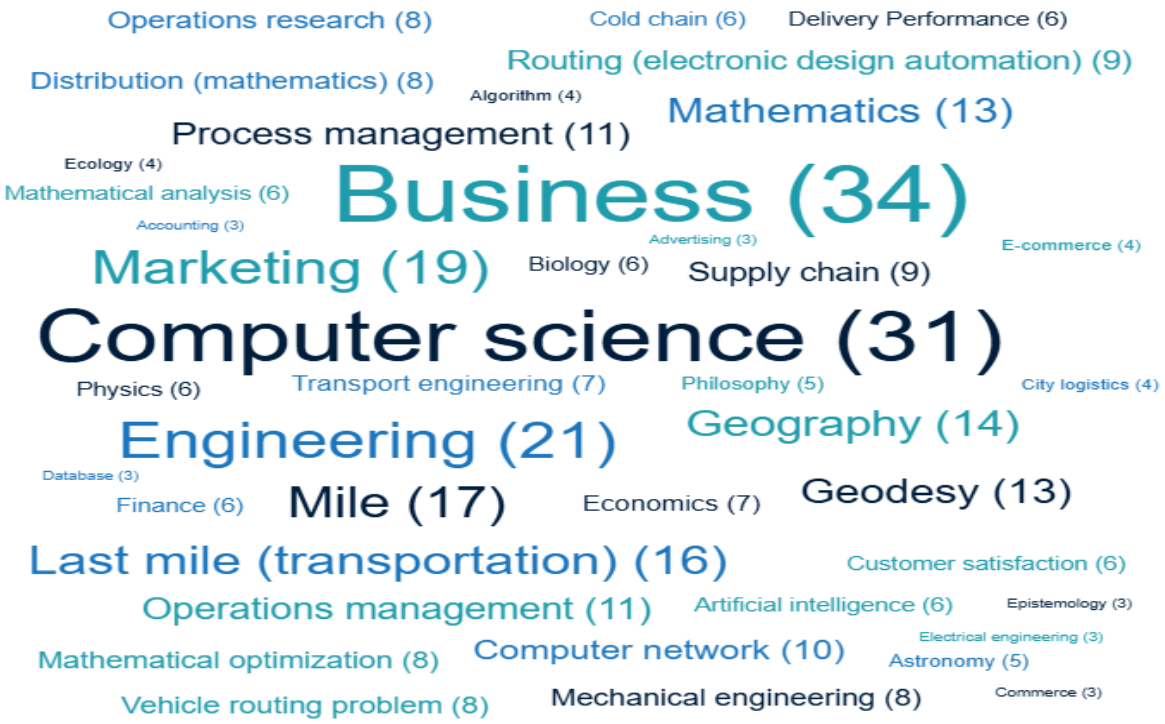


Ilustración 9 nube de términos

La figura 9 permite identificar visualmente los conceptos que presentan mayor frecuencia dentro de los títulos y resúmenes de las publicaciones analizadas. Esta distribución evidencia que la investigación se logística de última medida comprende diferentes perspectivas y no se limita únicamente al transporte, sino que incorpora comportamientos tecnológicos, administrativos y optimización. Siendo ejes temáticos principales: Negocios; Ciencia informática e Ingenieria.

Figura 10

Mapa de términos concurrentes generado por el software vos.viewer.

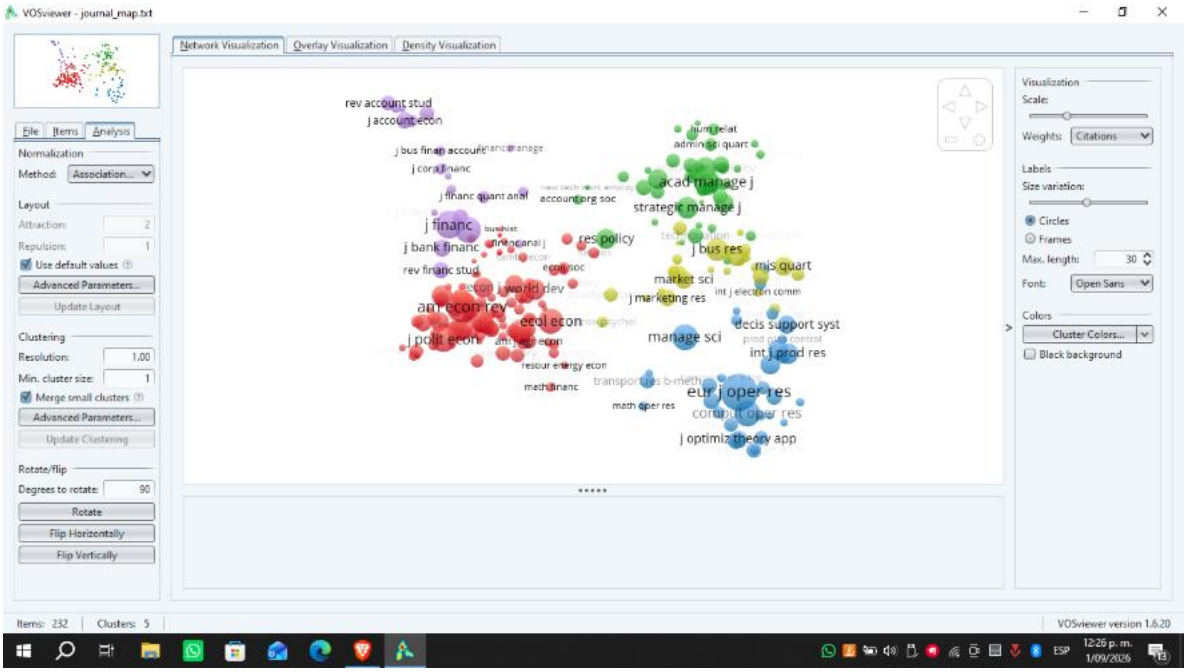


Ilustración 10 software vos.viewer mostrando coorelacion

La figura 10 muestra la distribución y concurrencia de los términos presentes en las publicaciones analizadas. Los términos relacionados temáticamente presentan agrupaciones dentro del mapa, permitiendo reconocer las principales áreas que convergen alrededor y de última milla. Entre ellas destacan múltiples disciplinas asociadas a la economía, administración y procesos operativos, siendo estos tres los ejes temáticos que poseen el mayor tamaño en la zona donde estos se agrupan.

Figura 11

recopilación de los resultados obtenidos de forma visual

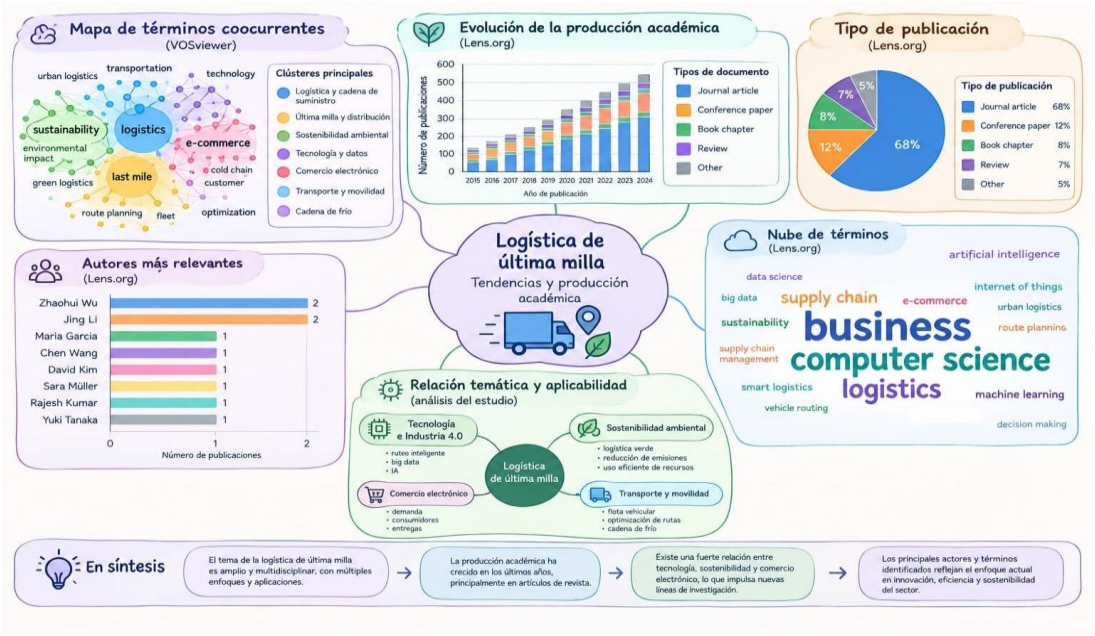


Ilustración 11 recopilación de resultados análisis bibliométrico

La figura 11 presenta un resumen visual de los principales resultados obtenidos mediante las diferentes representaciones gráficas. Su utilización permite integrar en una sola representación información relacionada con las publicaciones, sus características y las tendencias identificadas.

En conjunto, los resultados correspondientes al segundo objetivo permiten establecer que la producción científica sobre lo logística urbana y de última milla presenta una evolución creciente y una distribución temática multidisciplinar. La distribución de autores, tipo de publicación y términos evidencia la participación de diferentes áreas de conocimiento, mientras que la concentración de investigaciones

en optimización y tecnologías aplicadas más en la importancia de sus componentes dentro del campo estudiado.

5.3. Clasificación por Grupos Temáticos Emergentes

El tercero objetivo específico se orientó a identificar oportunidades de investigación a partir de los resultados obtenidos en la revisión bibliométrica. Para ello, se analizaron la relación entre los términos, las áreas temáticas identificadas y los estudios incluidos en la colección documental.

A veces permitió reconocer tres grandes grupos temáticos emergentes que concentran diferentes líneas de investigación relacionadas con la logística urbana y de última milla.

Grupo 1: Optimización de rutas, algoritmos y VRP (Vehicle Routing Problem)

Constituye la base cuantitativa del área. Se centra en la aplicación de algoritmos genéticos y metaheurísticas para resolver restricciones de tiempo y distancia. Destacan los aportes de (Jianwei Wang y Sun, 2024) con algoritmos genéticos mejorados para redes complejas, (Hussam Fakhouri, 2025) aplicados a la recolección y ruteo de residuos, (László Nagyis,2023) en la optimización general de rutas de transporte, así como (Qimin Fu y Huanhuan Chen, 2022) en el desarrollo de métodos de programación de recursos con restricciones ambientales de bajas emisiones de carbono.

Grupo 2: Sostenibilidad ambiental, logística verde y gestión de la cadena de frío

Aborda el control del impacto ambiental la preservación de productos perecederos. En el ámbito de la cadena de frío se resaltan las contribuciones de

(Kitti Seprényi, 2022) sobre las relaciones estructurales de la logística de frío y el análisis del comportamiento térmico en el transporte de productos perecederos.

Grupo 3: Quick commerce, inteligencia artificial, cross-docking y desempeño del servicio

Analiza la exigencia de inmediatez en las entregas urbanas. Incluyendo investigaciones sobre la sincronización de camiones en plataformas de intercambio de cargas (cross-docking) (Natalia Cordoba, Alejandro Montoya, 2022) y los modelos de asignación de costos y sistemas adaptativos en centros de consolidación urbana (Yu Zhang, Mengze Cui, Sergei Gorlatch, 2022). Asimismo, abarca el impacto de la eficiencia operativa en la satisfacción del cliente y la reducción de costos (Rahul Rajendra Jawali -, Ramya S, 2024; Santosh L, Rashmi Shetty, 2025; Sr.Shashikanth S,2026), respaldado por procesos de aprendizaje a escala para actualizar la logística de última milla (Seyedeh Shaghayegh Rabbanian, 2023).

En conjunto, este grupo permite reconocer oportunidades relacionadas con la aplicación de inteligencia artificial, sistemas adaptativos y herramientas de análisis de datos para mejorar la capacidad de respuesta de las operaciones de última milla frente a las condiciones cambiantes de la demanda urbana.

5.3.1 brecha de investigación y vacíos en los autores analizados

A partir de la revisión de la literatura científica logística urbana y de última milla, se han identificado diversas brechas de conocimiento, metodológicas y operativas que limitan la aplicación directa de los modelos propuestos en la actualidad.

En primer lugar, se reconoce una brecha relacionada con la metodología y la estandarización en las propuestas de entrega con drones (por ejemplo, en las investigaciones de Nasser Al-Musallami et al, 2025 y Yp Tsang et al, 2024), ya que, si bien se abordan rutas y especificaciones tecnológicas, los modelos frecuentemente permanecen en una fase teórica y carecen de pruebas exhaustivas en entornos urbanos y laborales reales que permitan analizar su eficiencia, eficacia y la necesaria capacitación de los trabajadores para su adaptación.

Asimismo, se identifica una brecha de investigación de mercado y viabilidad económica en los modelos de refrigeración para la cadena de frío (Amelia Carolina Sparavigna, 2021), puesto que, aunque se establecen cálculos y temperaturas relevantes, se omite una búsqueda rigurosa de datos en el mercado que evalúe la viabilidad práctica de su implementación. En el ámbito cultural y geográfico, el análisis de la logística de última milla demuestra que esta se ve influenciada por las particularidades del entorno, evidenciando una brecha al comparar modelos diseñados en sociedades específicas (Babatunde Bamidele Oyeyemi, 2022).

Por otro lado, en la unión entre el desarrollo tecnológico y logística verde (Hussam Fakhouri et al, 2025), se observa que los modelos propuestos requieren de un alto volumen de tecnología y mayor consumo energético al ser comparados con sistemas existentes. Adicionalmente, las recomendaciones orientadas al crecimiento del comercio electrónico suelen presentar descripciones limitadas que ignoran el nivel socioeconómico y el nivel de inversión necesario para la implementación de centros de acopio logísticos y de entrega (Ankush Mishra, 2024). En los procesos de Cross-Docking, el uso de software para la resolución de retos operativos aún requiere un desarrollo más profundo, ya que diversos sistemas se quedan a medio camino y no logran cumplir con el 100% de soluciones ante escenarios complejos (Natalia Córdoba y Alejandro Montoya, 2022).

En cuanto los indicadores de desempeño, se observa una brecha de aplicación debido a la falta de rigurosidad en la unificación de dichos indicadores entre la logística de última milla y la cadena de suministros en pro de la fidelización y satisfacción del cliente (Ajeya K y Santhosh M, 2025). De igual manera, se detecta una brecha de conocimiento real y aplicable en el diseño de rutas mediante herramientas como el centro de gravedad (Shouchen Liu y Cheng Zhang, 2022), debido a que frecuentemente se emplean datos estándar en lugar de datos exactos y variados que respondan a múltiples productos con necesidades térmicas diferenciadas. Finalmente, en lo referente a la reducción de desperdicios y contaminación en las empresas de transporte de bienes, se identifican propuestas de incentivos (Ishfaq Ahmad et al, 2025) que omiten el planteamiento de su origen, generando ambigüedad en cuanto al monto o al tipo de incentivo aplicable.

Figura 12.

Gráfico de las brechas de investigación identificadas en la literatura sobre logística urbana y de última milla.



Ilustración 12 temáticas exploradas por los principales autores

La figura 12 presenta un resumen estructurado de las diferentes brechas metodológicas, operativas y tecnológicas detectadas en el análisis de la literatura científica. Cómo se observa en la infografía, los vacíos de investigación se encuentran categorizadas en sectores claves que van desde la estandarización de entregas con drones y la viabilidad en la cadena de frío hasta la optimización de rutas, logística verde y el desempeño del servicio, permitiendo visualizar las áreas de oportunidad que respaldan las líneas de estudio propuestas para el desarrollo de la investigación.

6. CONCLUSIONES

En relación con el primer objetivo específico (Recopilar la producción científica):

Se concluye que la implementación de una estrategia de recopilación sistemática basada en filtros de validez metodológica permitió resolver el problema de la dispersión y sobreabundancia de literatura no indexada en los repositorios digitales. La rigurosidad en la selección de fuentes garantizó la construcción de una base de datos cualitativamente sólida y transparente, superando el sesgo conceptual y asegurando que los antecedentes analizados correspondan a evidencia validada por pares en el ámbito de la logística urbana.

En relación con el segundo objetivo específico (Examinar patrones de publicación y colaboración):

El análisis de la dinámica académica demuestra que la logística de última milla ha dejado de abordarse como un problema netamente operativo de transporte para convertirse en un campo multidisciplinar donde se integran las ciencias de la computación y la gestión estratégica de negocios. Este análisis permitió identificar que, a pesar del alto volumen de estudios en optimización, existe una desconexión metodológica entre los modelos teóricos de ruteo y la variabilidad real de los entornos urbanos, lo que señala la necesidad de evolucionar hacia sistemas adaptativos en tiempo real.

En relación con el tercer objetivo específico (Proponer oportunidades de investigación):

Se establece que las oportunidades de investigación formuladas representan una hoja de ruta relevante para la generación de nuevo conocimiento en el grupo de investigación, al canalizar los esfuerzos hacia vacíos no resueltos por la literatura actual. La articulación de estas líneas demuestra que la sostenibilidad y la adopción tecnológica en la distribución de última milla no deben trabajarse de forma aislada, sino integradas con las políticas de movilidad y las capacidades operativas reales de los entornos locales.

7. RECOMENDACIONES

En relación con el primer objetivo específico (Recopilar la producción científica):

Se recomienda al semillero de investigación SIPRO y al grupo SOLYDO estandarizar y mantener actualizado el protocolo de búsqueda sistemática en Lens.org y otras bases de datos indexadas, con el fin de alimentar de forma continua el repositorio documental en logística urbana y de milla, asegurando la incorporación de criterios de inclusión rigurosos que filtren publicaciones sin revisión por pares.

En relación con el segundo objetivo específico (Examinar patrones de publicación y colaboración):

Se sugiere fomentar la articulación y coautoría con redes de investigación nacionales e investigadores representativos en el área, utilizando herramientas avanzadas de analítica bibliométrica y mapeo de redes para monitorear periódicamente las tendencias emergentes y adaptar las herramientas analíticas de ruteo a las dinámicas de tráfico en ciudades intermedias.

En relación con el tercer objetivo específico (Proponer oportunidades de investigación):

Se aconseja priorizar la formulación de proyectos de grado e investigaciones aplicadas que adopten las oportunidades identificadas en esta monografía especialmente en logística sostenible, tecnología en cadena de frío y transporte multimodal, gestionando la adquisición de software especializado de simulación y la adecuación de espacios de laboratorio para transferir estos desarrollos hacia las micro, pequeñas y medianas empresas del sector regional.

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Anaswara S H, B Rajeswari (29 Ene 2026) “Revolutionising Last-Mile Delivery: A Systematic Reviewon Dark Stores in Quick Commerce“ https://www.journalpressindia.com/delhi-business-review/doi/10.51768/dbr.v26i2.262202507

Ajeya K, Santhosh M (May 20, 2025) “Analysing Consumer Perceptions and Behavioral Drivers in Quick Commerce: a study on last-mile Delivery Efficency” https://eprajournals.com/IJMR/article/16124

Amelia Carolina Sparavigna (13 de septiembre de 2021) “Congeladores, hielo seco y materiales de cambio de fase para equipos de cadena de frío en logística de ultrabaja temperatura.” https://www.lens.org/lens/scholar/article/000-591-162-151-475/main

Ankush Mishra (Jan 30, 2024) “Last Mile Delivery Optimization in E-Commerce: Strategies for Urban Logistics” https://kuey.net/index.php/kuey/article/view/8964

Babatunde Bamidele Oyeyemi (2022) “Del almacén a las ruedas: repensando las estrategias de entrega de última milla en la era del comercio electrónico.” https://www.lens.org/lens/scholar/article/049-982-999-278-773/main

Chitranka K, Bala Shanmugan Emeritus (1 feb 2026) “Impact of digital Business by Farmer Producer Organizations in connecting rural producers with urban consumers: Indian F2C Model Overview” https://www.managementpaper.net/archives/2026.v8.i2.A.644/impact-of-digital-business-by-farmer-producer-organizations-in-connecting-rural-producers-with-urban-consumers-indian-f2c-model-overview

Colombia. Congreso de la República. (1993). Ley 99 de 1993: Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el sector público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA, y se dictan otras disposiciones. Departamento Administrativo de la Función Pública. https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=297

Colombia. Congreso de la República. (1993). Ley 105 de 1993: Por la cual se dictan disposiciones básicas sobre el transporte, se redistribuyen competencias y recursos entre la Nación y las entidades territoriales, se reglamenta la planeación en el sector transporte y se dictan otras disposiciones. Departamento Administrativo de la Función Pública. https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=296

Colombia. Congreso de la República. (1996). Ley 336 de 1996: Por la cual se adopta el Estatuto Nacional de Transporte. Departamento Administrativo de la Función Pública. https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=346

Colombia. Congreso de la República. (1999). Ley 527 de 1999: Por medio de la cual se define y reglamenta el acceso y uso de los mensajes de datos, del comercio electrónico y de las firmas digitales, y se establecen las entidades de certificación y se dictan otras disposiciones. Departamento Administrativo de la Función Pública. https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=4276

Colombia. Congreso de la República. (2002). Ley 769 de 2002: Por la cual se expide el Código Nacional de Tránsito Terrestre y se dictan otras disposiciones.

Departamento Administrativo de la Función Pública. https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=5557

Colombia. Ministerio de Transporte. (2004). Resolución 2505 de 2004: Por la cual se reglamentan las condiciones que deben cumplir los vehículos para transportar carne, pescado o alimentos fácilmente corruptibles. Ministerio de Transporte.

Colombia. Congreso de la República. (2009). Ley 1333 de 2009: Por la cual se establece el procedimiento sancionatorio ambiental y se dictan otras disposiciones. Departamento Administrativo de la Función Pública. https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=36879

Colombia. Congreso de la República. (2011). Ley 1480 de 2011: Por medio de la cual se expide el Estatuto del Consumidor y se dictan otras disposiciones. Departamento Administrativo de la Función Pública. https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=44306

Colombia. Congreso de la República. (2012). Ley 1581 de 2012: Por la cual se dictan disposiciones generales para la protección de datos personales. Departamento Administrativo de la Función Pública. https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=49981

Colombia. Presidencia de la República. (2015). Decreto 1079 de 2015: Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Transporte. Departamento Administrativo de la Función Pública. https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=77889

Colombia. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2019). Resolución 2184 de 2019: Por la cual se modifica la Resolución 668 de 2016 sobre uso racional de bolsas plásticas y se adoptan otras disposiciones. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

https://www.minambiente.gov.co/documento-entidad/resolucion-2184-de-2019/

Colombia. Congreso de la República. (2024). Ley 2387 de 2024: Por medio de la cual se modifica el procedimiento sancionatorio ambiental, Ley 1333 de 2009, con el propósito de otorgar herramientas efectivas para prevenir y sancionar a los infractores y se dictan otras disposiciones. Departamento Administrativo de la Función Pública. https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=246696

Colombia. Congreso de la República. (2024). Ley 2439 de 2024: Por medio de la cual se modifica la Ley 1480 de 2011 y se crean medidas de protección en favor del consumidor de comercio electrónico. Departamento Administrativo de la Función Pública. https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=257116

Evgenia Valer'evna Viryacheva, Marina Gennad'evna Treiman (Oct 4, 2023) “Trends and prospects for logistics development in e-commerce on the example of the last mile delivery of marketplaces” https://vestnik.astu.org/en/nauka/article/70599/view

Emrah Demir, Aris Syntetos, Tom van Woensel (Junio 2022) “Logística de última milla: tendencias y necesidades de investigación” https://academic.oup.com/imaman/article/33/4/549/6619275

Francesco Ciardiello, Andrea Genovese, Shucheng Luo, Antonino Sgalambro (Mar 30, 2021) “A game-theoretic multi-stakeholder model for cost allocation in urban consolidation centres” https://link.springer.com/article/10.1007/s10479-021-04013-3

Gang Liu, Qian Liu, Hao Guo, Ming Xiang, Jinyan Sang (Jun 26, 2024) “Optimization of "vehicle-UAV" joint distribution routing for cold chain logistics considering risk of epidemic spreading and green cost.” https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0306127

Hussam Fakhouri, Amjad Hudaib, Faten Hamad, Sandi Fakhouri, Niveen Halalsheh , Mohannad S Alkhalaileh (2025) “Vehicle route optimizer for waste collection and routing optimization problem” https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S266730532500047X?via%3Dihub

Hao Chen, Wenxian Wang, Li Jia, Haiming Wang (Nov 7, 2024) “Research on time-varying path optimization for multi-vehicle type fresh food logistics distribution considering energy consumption.” https://www.nature.com/articles/s41598-024-78639-1

Hongxia Miao (May 31, 2022) “Cold Chain Logistics UAV Path Optimization Enlightenment” https://drpress.org/ojs/index.php/fbem/article/view/410

ishfaq AHMAD, Ijaz HUSSAIN, Syed Tahir Hussain SHAH, Alamzeb AAMIR, Khalid ZAMAN (1 Sep 2025) “OPTIMIZING DELIVERY ROUTES, ENHANCING SUPPLY CHAIN EFFICIENCY, AND INVESTING IN INFRASTRUCTURE: A STRATEGIC APPROACH TO REDUCING CARBON EMISSIONS FROM THE TRANSPORT SECTOR”

https://sjsutst.polsl.pl/archives/2025/vol128/005_SJSUTST128_2025_Ahmad_Hussain_Shah_Aamir_Zaman.pdf

Igor Tovstolis (Jan 1, 2025)" Strategy for Organizing Cross-Docking in Supply Chains to Accelerate the Delivery of Goods to E-Commerce Platforms' Warehouses" https://eajournals.org/ejlpscm/vol12-issue-3-2024/strategy-for-organizing-cross-docking-in-supply-chains-to-accelerate-the-delivery-of-goods-to-e-commerce-platforms-warehouses/

Jianwei Wang , Wenjuan Sun (2024) "An Improved Genetic Algorithm and its Application in Routing Optimization" https://thesai.org/Publications/ViewPaper?Volume=15&Issue=7&Code=ijacsa&SerialNo=117

Justyna Lemke , Roma Strulak-Wójcikiewicz (Mar 1, 2021) "Using Six Sigma in the Management of City Logistics Processes: A Case Study on the Impact Assessment of Transport Infrastructure on Fuel Consumption in Szczecin" https://ersj.eu/journal/2093

Kitti Seprényi, Péter Tamás, Ákos Cservenák F (Dec 15, 2022) "Logistics and Cold Chain Relationship" https://als.uni-miskolc.hu/index.php/als/article/view/140https://als.uni-miskolc.hu/index.php/als/article/view/140

Lis Lesmini, Wynd Rizaldy, Devi Marlita, Sri Handayani, Indriyati (30 Dic 2025) "Socialization of Halal Digital Transformation Cold Chain Last Mile to Increase Company Transparency and Competitiveness" https://journal2.unusa.ac.id/index.php/CDJ/article/view/8584

László Levente Nagy, Attila Károly Varga, Szabolcs Szentesi (Oct 30, 2023) “Route optimization opportunities in logistics” https://als.uni-miskolc.hu/index.php/als/article/view/169

Mohit Bhati (May 31, 2025) “Challenges And Opportunities in Last-Mile Delivery for Quick Commerce” https://ijsrem.com/download/challenges-and-opportunities-in-last-mile-delivery-for-quick-commerce

Manas Sarkar (Dec 29, 2024) “Is Quick Delivery Related to Quick-Commerce Environmentally Sustainable?” https://eu-opensci.org/index.php/ejdevelop/article/view/15404

Matthew Chinedu Ijeh (Jun 5, 2024) “Streamlining last-mile delivery in Delta State: Enhancing logistics management for efficient distribution” https://fepbl.com/index.php/ijmer/article/view/1191

Marit Kjøsnes Natvig, Regina Enrich Sard, Shanshan Jiang, Svein Hallsteinsen, Salvatore Venticinque, Dario Branco, John Einar Thommesen, Karen Byskov Lindberg (Apr 1, 2022) “GreenCharge Project Deliverable: D5.5 & D6.4 Final Result for Innovation Effects Evaluation / Stakeholder Acceptance Evaluation and Recommendations” https://zenodo.org/records/6405427

Muhammad Younus, Achmad Nurmandi, Suswanta Suswanta, Abdul Rehman (Jul 22, 2023) “Analyzing Delivery Area/Zone Tagging Techniques Within Fulfillment Centers for Last Mile Delivery Orders “ http://dx.doi.org/10.58344/jws.v2i7.340

Murat DÜZGÜN, Berivan KIZILIRMAK (27 de diciembre de 2021) “Riesgos en las operaciones de cadena de frío en la logística sanitaria y soluciones tecnológicas aplicables.” https://www.lens.org/lens/scholar/article/109-034-678-267-883/main

Nasser Al-Musallami, Ryan O'Neil, Abdelhakim Khatab, Uday Venkatadri, Claver Diallo (2025) “Vertical Drone Delivery with Obstacle Avoidance” https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405896325003726?via%3Dihub

Natalia Cordoba, Alejandro Montoya (2022) “Scheduling of the inbound and outbound trucks at a Cross-Docking platform considering mutualization of docks” https://www.scielo.br/j/prod/a/jLBbNjWQrX5jYmV3dgcZFSQ/?lang=en

Peter Jucha (13 de enero de 2021) “uso de la inteligencia artificial en la entrega de última milla” https://www.lens.org/lens/scholar/article/038-561-666-300-974/main

Puneeth Y M (30 Ene 2025) “Transportation Route Optimization” https://www.ijraset.com/best-journal/transportation-route-optimization

Panderaja Soritua Sijabat , Retno Sawitri Wulandari, Wardoyo Dwi Kurniawan, Meriyanti Agustinawati , Marudut Bernadtua Simanjuntak (Jun 25, 2024) “Enhancing Multimodal Route Optimization in Maritime Transport: Integrating Real-Time Data and Professionalism” https://jurnal.plb.ac.id/index.php/tematik/article/view/1880

PARASCHOS MANIATIS (Jun 14, 2023) “Exploring the Viability of Last-Mile Delivery Solutions for Sustainable Supply Chains” https://www.preprints.org/manuscript/202306.0982

Qian Wang, Jianfeng Zheng, Huibin Liu, Yao Wang, Xia Li (Dec 31, 2025) “Location of urban logistics distribution centers considering cargo transportation services of a public transportation system” https://journals.vilniustech.lt/index.php/Transport/article/view/22872

Qimin Fu, Huanhuan Chen (12 de abril de 2022). “método de programación de recursos para optimizar la ruta de distribución de productos agrícolas frescos bajo restricciones ambientales de bajas emisiones de carbono.” https://www.lens.org/lens/scholar/article/043-333-828-374-228/main

Rosemary Agboyi Makafu (Jan 10, 2025) “Supply Chain Collaboration, Last Mile Delivery Performance and Customer Experience: An Analysis of the Boundary Condition of Supply Chain Integrity” https://carijournals.org/journals/index.php/IJSCL/article/view/2447

Rahul Rajendra Jawali, Ramya S (Jul 14, 2024) “A Study on Challenges and Optimization of Last Mile Delivery and its Impact on Customer Satisfaction.” https://www.ijfmr.com/research-paper.php?id=24486

Ra-ees Ismail, Osden Jokonya (2023) “Factors Affecting the Adoption of Emerging Technologies in Last-Mile Delivery in the Retail Industry” https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877050923005240?via%3Dihub

Santosh L, Rashmi Shetty (30 de junio de 2025) “A STUDY ON THE IMPACT OF LAST-MILE DELIVERY EFFICIENCY ON CUSTOMER SATISFACTION AND COST OPTIMIZATION IN QUICK COMMERCE (Q-COMMERCE).” https://eprajournals.com/IJMR/article/16776

Saad Alaklabi (Apr 28, 2025) “AI-Driven Optimization of Last-Mile Delivery in Q-Commerce: A Dispatching Model for Operational Efficiency in Emerging Markets” https://journal.esrgroups.org/jes/article/view/9310

Seyedeh Shaghayegh Rabbanian (Dec 11, 2023) “Application of Learning Processes for Improving Last-Mile Logistics Optimization at Scale” https://repository.lsu.edu/gradschool_dissertations/6341/

Shouchen Liu, MAG Orcid, Cheng Zhang (Sep 9, 2022) “Optimization of Cold Chain Distribution Route with Mixed Time Window considering Customer Priority.” https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9481310/

Sr.Shashikanth S (31 de marzo de 2026) “Comparative Study on Last-Mile Delivery Performance of E-Commerce Logistics Partners in Coimbatore” https://www.ijraset.com/best-journal/comparative-study-on-last-mile-delivery-performance-of-ecommerce-logistics-partners-in-coimbatore

VIKRANT SINGH TEOTIA (May 31, 2025) “Impact of Delivery Speed on Customer Satisfaction in Online Shopping: A Focus on Quick Commerce' https://ijsrem.com/download/impact-of-delivery-speed-on-customer-satisfaction-in-online-shopping-a-focus-on-quick-commerce

Vivek Kumar Pathak, DixitGarg, AshishAgarwal (2023) “Analysis of Last Mile Delivery Performance Barriers by the DEMATEL Approach” https://openalex.org/works/W4387637823?tab=locations

Xin Dong (2022) “Financial Management of Supply Chain Based on Strategy Management.” https://www.lens.org/lens/scholar/article/072-782-468-462-448/main

Yao Shen (Apr 20, 2025) “Review of Material Distribution Route Optimization” https://drpress.org/ojs/index.php/fbem/article/view/30435

YP Tsang , Haoran Ma , KH Tan , CKM Lee (Apr 6, 2024) “A joint sustainable order-packing vehicle routing optimisation for the cold chain e-fulfilment” https://link.springer.com/article/10.1007/s10479-024-05949-y

Yuwei él (2025) “Investigación sobre los problemas y las contramedidas de la "última milla" de la distribución logística del comercio electrónico rural.” https://doi.org/10.62517/jnme.202510105

Yuri Masakazu Mizusawa (Dec 18, 2023) “Last Mile Delivery Box Packing” https://openalex.org/works/W4392459621

Yaroslav Verbytsky (2023) “DELIVERY ROUTES OPTIMIZATION USING MACHINE LEARNING ALGORITHMS” https://easterneurope-ebm.in.ua/journal/38_2023/16.pdf

Yu Zhang , Mengze Cui , Sergei Gorlatch (19 de Mayo de 2022) “Un sistema de enrutamiento de programación adaptativa para servicios multimedia basado en redes definidas por software.” https://www.lens.org/lens/scholar/article/166-765-503-996-773/main

9. APÉNDICES

Si aplica, se anexan: formato de encuestas entrevistas, chek list, en general las herramientas o instrumentos utilizados en la investigación. Se enumeran con letras mayúsculas de la A - Z, si la cantidad es mayor se enumeran con números arábigos. Fuente y títulos en Normas APA.

10. ANEXOS

La sección de anexos será usada para presentar información que los autores y el director consideren importante, como el caso de: manuales de usuario, hojas de datos, guías de laboratorio, demostraciones matemáticas, diseños esquemáticos, cartografía, entre otros.

Cada Anexo debe estar identificado por una letra (A –Z), la cual será usada para diferenciar las figuras, tablas y ecuaciones que se encuentren en estas secciones.