

PRÁCTICAS DE OPTIMIZACIÓN DE LA CADENA DE SUMINISTRO: MAPEO DE LITERATURA

SUPPLY CHAIN OPTIMIZATION PRACTICES – LITERATURE MAPPING

¹José David Giraldo Castellanos, ²Paola Marcela Álzate Montoya,
³Jonathan Andrés Arias Bohórquez

^{1,2,3}Universidad Católica Luis Amigó, Colombia

Recibido: 20/12/23 Aprobado: 25/01/24

RESUMEN

La evolución de las operaciones logísticas ha tenido diferentes perspectivas, desde su enfoque inicialmente heurístico hasta su transformación en un conjunto de normativas y prácticas avanzadas. El objetivo principal de la investigación es analizar las publicaciones, autores, institutos y naciones más influyentes en el campo de las operaciones logísticas, explorar las tendencias de investigación actuales y analizar la evolución en el conocimiento de este ámbito. Para lograr esto, se llevó a cabo una revisión sistemática de la literatura presente en Scopus y WOS entre los años 2002 y 2022, con un enfoque en la organización, observación y sistematización de datos. Los resultados revelaron que las investigaciones sobre cross-docking, preparación de pedidos y planificación de almacenes enfatizan la necesidad de optimizar procesos logísticos para mejorar la eficiencia, reducir costos y mantener la competitividad en un entorno empresarial en constante cambio. Estos estudios reflejan la continua búsqueda de soluciones efectivas para abordar los desafíos logísticos actuales y subrayan la importancia de la innovación y la optimización en la gestión de la cadena de suministro y la logística.

Palabras clave: cadena de suministro, optimización, logística, estrategias.

ABSTRACT

The evolution of logistics operations has been viewed from different perspectives, starting with its initially heuristic approach and transforming into a set of advanced regulations and practices. The main objective of the research is to analyze the most influential publications, authors, institutions, and nations in the field of logistics operations, explore current research trends, and analyze the knowledge evolution in this area. To achieve this, a systematic literature review of Scopus data from 2002 to 2022 was conducted, with a focus on organizing, observing, and systematizing data. The results revealed that research on cross-docking, order picking, and warehouse planning emphasizes the need

Citación: Giraldo Castellanos, J. D. , Álzate Montoya, P. M. , & Arias Bohórquez, J. A. . (2024). Prácticas de optimización de la cadena de suministro: mapeo de literatura. *Publicaciones E Investigación*, 18(1). <https://doi.org/10.22490/25394088.7521>

¹ jose.giraldoas@amigo.edu.co - <https://orcid.org/0000-0002-1278-8697>

² paola.alzateon@amigo.edu.co - <https://orcid.org/0000-0001-5406-3355>

³ jhonatan.ariasbo@amigo.edu.co - <https://orcid.org/0009-0006-4622-5338>

<https://doi.org/10.22490/25394088.7521>

to optimize logistic processes to enhance efficiency, reduce costs, and maintain competitiveness in an ever-changing business environment. These studies reflect the ongoing quest for effective solutions to address current logistical challenges and underscore the importance of innovation and optimization in supply chain and logistics management.

Key words: supply chain, optimization, logistics, strategies.



1. MATERIALES Y MÉTODOS

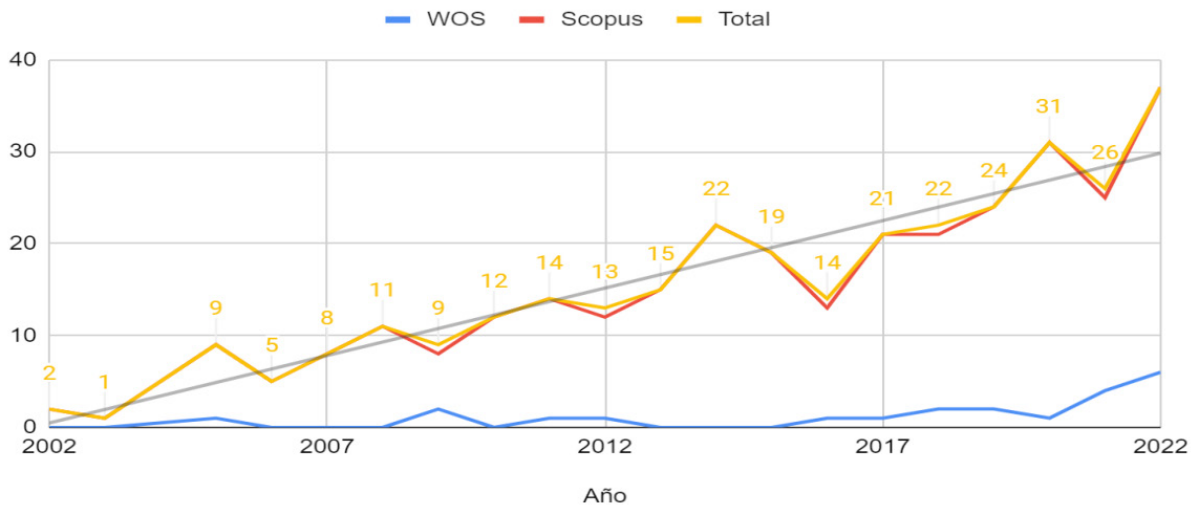
El artículo actual se compone de dos fases distintas de desarrollo. En la primera etapa, se llevó a cabo un mapeo científico en el campo de conocimiento, utilizando el análisis bibliométrico de la producción científica identificada en las bases de datos Scopus y WOS. En la segunda etapa, se efectuó una discusión de los tópicos frecuentes relacionados con la optimización de las operaciones logísticas.

La importancia de este tema, se enmarca en la limitada investigación sobre mapeo científico y revisión de la literatura en el campo de la optimización

de las operaciones logísticas. Para ello, se lleva a cabo una revisión bibliométrica de la literatura, utilizando técnicas y herramientas especializadas. Se realiza un análisis de las publicaciones registradas en Scopus en el período comprendido entre los años 2002 y 2022, utilizando aplicaciones como R-Studio. De esta manera, se busca identificar a los autores destacados, los países de mayor influencia, las revistas relevantes, las instituciones involucradas y los documentos más significativos en el ámbito de la investigación en optimización de operaciones logísticas (ver Figura 1).

Fig. 1.

WOS, Scopus y Total



Los resultados obtenidos de la base de datos Scopus y WOS (ver Tabla 1) se procesaron utilizando el software R. Se empleó este software para presentar la bibliografía y organizar la cadena de referencias,

haciendo uso de la teoría de gráficos como guía. Esta metodología facilitó la recopilación de datos relacionados con la temática, así como los tópicos de discusión más sobresalientes.

TABLA 1

Tema	Optimización de operaciones logísticas	
Bases de datos	Scopus	WOS
Periodo de consulta	2000-2023	
Fecha de consulta	27 feb 2023	
Tipo de documento	Artículo, libro, capítulo de libro, documento de conferencia	
Tipo de revista	Todos los tipos	
Campos de búsqueda	Título, abstract, keyword	
Términos de búsqueda	(TITLE-ABS-KEY ("Logistic*") AND TITLE-ABS-KEY ("operation*") AND TITLE-ABS-KEY ("deposit" OR "storage" OR "reserve") AND TITLE-ABS-KEY ("strategy"))	
Resultados preliminares	313	23
Resultados finales	318	

2. RESULTADOS

En la Tabla 2, se realiza un análisis de los países con mayor cantidad de publicaciones relacionadas con el tema. China encabeza la lista con un total de 44 publicaciones, representando el 0.14 % del conjunto de trabajos relacionados con el tema de interés. En segundo lugar, se encuentra Estados Unidos de América, con 27 publicaciones, lo que equivale al 0,08 % del total. Los países europeos, en su conjunto, aportan un 0,11 % al contar con un total de 35 publicaciones.

Al considerar la colaboración internacional entre países, especialmente aquellos que cuentan con al menos 3 conexiones mutuas, surgen dos grupos de contribución particularmente destacados. Por un lado, se destacan China y el Reino Unido, mientras que, por otro, se observa una colaboración significativa entre Estados Unidos de América y Alemania. Estos dos grupos se distinguen por sus notables niveles de colaboración en el ámbito de estudio, subrayando la importancia de la cooperación internacional en esta área de investigación.

TABLA 2

País/Región	Scopus	Número de publicaciones	
		Total	% del Total
China	44	45	0.14
Estados Unidos de América	27	27	0.08
Alemania	10	11	0.03
Italia	9	9	0.03
Brasil	8	8	0.03
España	8	8	0.03
Reino Unido	7	7	0.02
Hong Kong	7	7	0.02
Korea	6	6	0.02
Turquía	6	6	0.02

En la Tabla 3, se enumeran las diez revistas de mayor relevancia según la cantidad de publicaciones. Se proporciona información detallada que incluye el indicador Journal Rank (JR) 2020, que evalúa el impacto

científico de los artículos publicados en cada revista (según SJR-SCImago Journal y Country Rank, 2020), así como el índice calculado a partir de SJR y la nacionalidad a la que pertenece cada una de las revistas.

TABLA 3

No	Fuente	Número de registros	% del total	SJR 2020	Cuartil SJR	H index (SJR)	Country	Área temática
1	International Journal of Production Research	7	0.02	2.78	Q1	153	Reino Unido	Negocios, gestión y contabilidad estratégica y gestión.
2	Computers and Industrial Engineering	7	0.02	1.78	Q1	136	Reino Unido	Ciencias de la computación informática
3	European Journal of Operational Research	4	0.01	2.35	Q1	274	Países Bajos	Ingeniería, ingeniería industrial y de manufactura
4	Communications in Computer and Information Science	4	0.01	0.21	Q4	55	Alemania	Ciencias de la computación informática
5	IFAC-Papersonline	4	0.01	0.32	Q3	76	Austria	Ingeniería, ingeniería de control y sistemas.
6	IFIP Advances in Information and Communication Technology	4	0.01	0.25	Q3	56	Estados Unidos de América	Ciencias de la computación, redes informáticas y comunicación de sistemas de información.
7	Sustainability (Switzerland)	4	0.01	0.4	Q2	11	Singapur	Ingeniería química.

No	Fuente	Número de registros	% del total	SJR 2020	Cuartil SJR	H index (SJR)	Country	Área temática
8	Forest	3	0.01	0.62	Q1	52	Suiza	Ciencias agrícolas y biológicas, silvicultura.
9	Proceedings of SPIE - The International Society for Optical Engineering	3	0.01	0.18	-	179	Estados Unidos de América.	Ciencia de la computación, aplicaciones informáticas.
10	2005 International Oil Spill Conference, IOOSC 2005	2	0.01	0	-	9	Estados Unidos de América	Ingeniería

Los resultados revelan que la revista *International Journal of Production Research* del Reino Unido encabeza la lista con un total de 7 artículos publicados, lo que equivale al 0,02 % del total de publicaciones. En contraste, la revista *European Journal of Operational Research* de los Países Bajos se distingue por su impresionante índice h, que alcanza una puntuación de 274, a pesar de su contribución relativamente menor al total de trabajos publicados, que representa el 0,01 %. No obstante, es importante resaltar que la revista *Communications in Computer and Information Science* sobresale como la más relevante, especialmente debido a su cuartil (Q4).

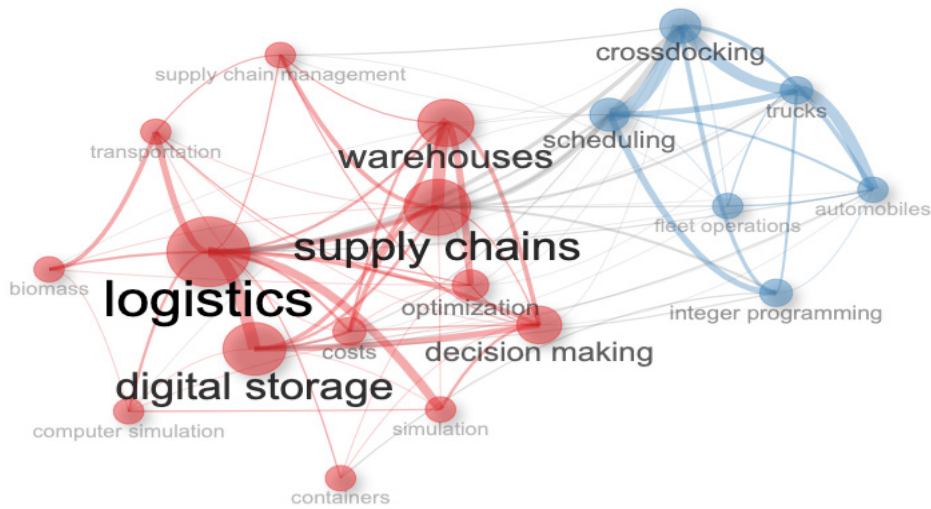
En la Tabla 4, se destacan 8 autores que han sobresalido significativamente en cuanto a publicaciones en Scopus y que poseen una notoria relevancia en el campo de estudio. Entre estos autores destacados se encuentran R.

Accorsi, B. Bertsche, G. Huang, R. Manzini y Y. Wu Y, quienes han contribuido con un impresionante número de publicaciones, cada uno con un total de 4. G. Huang destaca como el autor más citado, acumulando un asombroso total de 15.122 citaciones y un índice h de 63. Manzini R sigue de cerca con 3.695 citaciones y un índice h de 34, mientras que R. Accorsi cuenta con 1.765 citaciones y un índice h de 23. B. Bertsche ostenta 1.038 citaciones y un índice h de 13, mientras que Y. Wu el autor con el menor número de citaciones, ha acumulado un total de 183 citaciones y un índice h de 7. Cabe mencionar que otro autor destacado es S. Ahmed, quien ha contribuido con 3 publicaciones y ha acumulado 1.988 citaciones, con un índice h de 25. Es relevante destacar que la mayoría de estos autores tienen afiliaciones en Europa, con una contribución de 15 publicaciones, y en China, con una contribución de 11 publicaciones.

Tabla 4

No.	Autor	# de publicaciones	# de citaciones	Índice H	Institución	País
1	Accorsi, R.	4	1765	23	Alma Mater Studiorum Universita di Bologna.	Italia
2	Bertsche, B.	4	1038	13	Universidad de Stuttgart.	Alemania
3	Huang, G.	4	15122	63	Universidad de Hong Kong	Hong Kong
4	Manzini, R.	4	3695	34	Alma Mater Studiorum Universita di Bologna.	Italia
5	Wu, Y.	4	183	7	Universidad de Shandong.	China
6	Ahmed, S.	3	1988	25	Universidad Memorial de Terranova.	Canadá
7	Jiang, X.	3	230	7	Universidad de Aeronáutica y Astronáutica de Nanjing.	China
8	Karamanou, E.	3	295	4	Universidad Técnica Nacional de Atenas.	Grecia

Fig. 2. Red de coocurrencia de palabras.



La Figura 2 presenta los resultados derivados de la identificación de términos y frases relevantes en el texto relacionados con el campo de estudio seleccionado. Estos resultados ponen de manifiesto diferencias en la prominencia de ciertos términos, como “logística”, “cadena de suministro”, “almacenamiento digital” y “almacenes”, que se han destacado debido a su amplio

uso e identificación en la temática. Asimismo, se observan términos de menor recurrencia, como “funcionamiento de flota”, “programación” y “camiones”. En resumen, la figura exhibe palabras con diversas tasas de aparición, todas ellas relevantes en el ámbito de estudio, incluyendo términos como “optimización”, “programación” y “simulación”, entre otros.

Fig. 3. Red de cocitación entre autores.



En la Figura 3, se presenta la red de colaboración entre autores, obtenida mediante la herramienta Bibliometrix. Entre los investigadores más destacados,

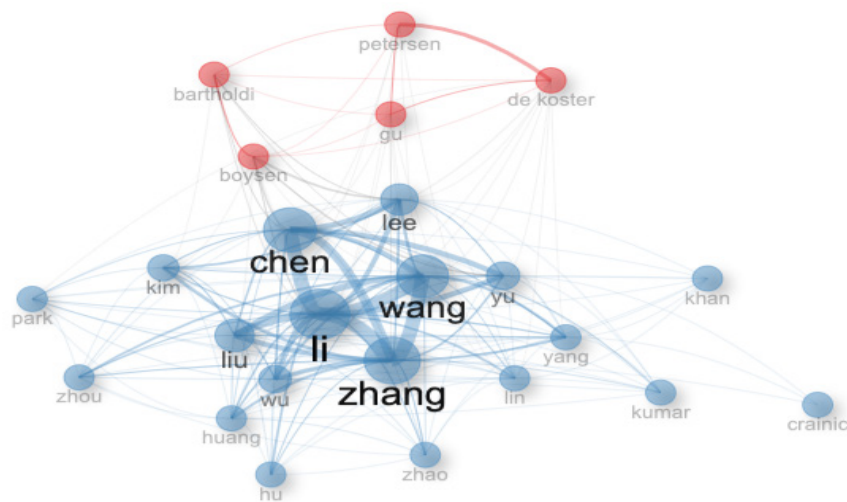
sobresale R. Manzini de la universidad Alma Mater Studiorum Università di Bologna en Italia. Manzini goza de un amplio reconocimiento en el ámbito de

la gestión logística y campos relacionados, gracias a su destacada labor como profesional, su compromiso como docente en áreas relacionadas con el modelado, gestión y control de la fabricación, y su valiosa contribución a proyectos teóricos. Otro autor relevante es S. Ahmed, de la Universidad Memorial de Terranova en Canadá. S. Ahmed es un ingeniero canadiense con un amplio espectro de intereses de investigación que abarcan la identificación de sistemas, la ingeniería de

seguridad y riesgos, así como el control de procesos y sistemas de procesos.

En tercer lugar, merece destacarse a R. Accorsi, docente de la universidad Alma Mater Studiorum Università di Bologna en Italia. Accorsi es ampliamente reconocido en el campo de la ingeniería industrial y la logística, y su contribución a la investigación es de considerable importancia.

Fig. 4.



La Figura 4 exhibe a los 23 autores más citados, y el tamaño de sus nombres se correlaciona con la cantidad de publicaciones que han realizado. Entre los investigadores más notables sobresalen Zhang, Li, Wang y Chen, cuyos nombres son resaltados debido a su significativa contribución en términos de publicaciones.

3. DISCUSIÓN

Mediante la revisión de las publicaciones, se realiza un análisis de los temas más recurrentes en el campo de estudio de la optimización de la cadena de suministro. Se destacan principalmente el cross-docking, la preparación de pedidos y la planificación de almacenes como áreas de enfoque clave.

4. CROSS-DOCKING UNA SOLUCIÓN A SU PROGRAMACIÓN

El cross-docking se define como un método de preparación de pedidos en el que los productos se envían directamente al cliente sin necesidad de pasar por un período de almacenamiento intermedio. Para optimizar este proceso, la literatura presenta modelos de programación lineal de enteros mixtos que tienen como objetivo mejorar las actividades de descarga, movimiento y recarga de mercancías en las terminales de cross-docking.

Diversas investigaciones se han centrado en el cross-docking. Por ejemplo, un estudio aborda este proceso, destacando su enfoque en la distribución

directa de productos al cliente, evitando el almacenamiento intermedio (Kim *et al.*, 2008). Un ejemplo adicional es la estrategia del proyecto de Kodak, que se centra en asesorar a las empresas sobre cómo mantener niveles de inventario reducidos y aplicar un proceso eficiente de cross-docking (Katz, 2006). Además, se resalta la relevancia del cross-docking en la cadena de distribución y se destaca el papel fundamental que desempeña la optimización de este proceso en la solución del problema de programación de camiones (Boysen & Fliedner, 2010). Por lo tanto, se busca mejorar la eficiencia operativa y reducir los costos relacionados con el almacenamiento y la entrega de productos. Se examina un sistema de cross-docking que incluye una zona de almacenamiento temporal junto al muelle de embarque (Yu & Egbelu, 2008). El enfoque principal del cross-docking es la minimización del tiempo de viaje de las carretillas elevadoras que transportan las cargas paletizadas desde los muelles de entrada a los de salida. Entre los modelos de optimización identificados, se presenta la noción de un centro gemelo cercano que ofrece ventajas logísticas (Battarra *et al.*, 2022) Además, se propone una metodología de optimización basada en la reparación puerta-almacén en un entorno de cross-docking, ilustrando cómo distintas variables inciden en el costo del manejo de materiales y cómo la transferencia directa puede emerger como una estrategia eficaz (Mukherjee *et al.*, 2023).

Asimismo, se encuentran investigaciones relacionadas con la logística digital. Por ejemplo, un estudio de caso proporciona información valiosa sobre cómo una empresa fortalece su ventaja competitiva al efectuar la transición de un entorno competitivo convencional (“océano rojo”) a un espacio de mercado inexplorado y menos competitivo (“océano azul”) mediante la adopción de tecnologías de información avanzadas (Kim *et al.*, 2008). Además, los resultados de una simulación llevada a cabo en situaciones de prueba complejas demuestran que el uso de algoritmos permite encontrar una distribución de soluciones considerablemente más eficiente para la mayoría de los desafíos planteados (Deb *et al.*, 2002).

En otro texto, se presenta un novedoso enfoque para optimizar funciones no lineales a través del uso de la metodología de enjambre de partículas. El texto no solo se adentra en la evolución de diversos paradigmas en el ámbito de la optimización, sino que también se concentra en la implementación de uno de estos paradigmas (Kennedy & Eberhart, 2002). En otro estudio, se presenta una metodología destinada a optimizar el diseño de tratamientos con el fin de lograr una vida útil específica. Este enfoque considera las restricciones operativas y busca minimizar tanto el volumen del inhibidor como el tiempo total de bombeo (Azari *et al.*, 2022).

5. PREPARACIÓN DE PEDIDOS

La mayoría de las investigaciones se centran en la preparación de pedidos, una etapa crítica dentro de la cadena de suministro que puede influir significativamente en los costos operativos y la satisfacción del cliente. Optimizar este proceso a través de un diseño sólido y un control eficiente es fundamental para el éxito de los almacenes y, en última instancia, para toda la cadena de suministro. Este estudio se enfoca en la optimización de los recorridos de preparación de pedidos en almacenes con una disposición específica de pasillos paralelos y la posibilidad de cambios de pasillo. Los resultados del algoritmo desarrollado y la comparación de resultados sugieren que la inclusión de un pasillo central puede mejorar la eficiencia y reducir el tiempo promedio de preparación de pedidos en este tipo de almacenes (de Koster *et al.*, 2007). Este estudio destaca la relevancia de las decisiones de proceso en el cumplimiento de pedidos y proporciona un análisis detallado de cómo las diversas políticas de recolección, almacenamiento y enrutamiento pueden impactar en el rendimiento y los costos de los sistemas (Roodbergen & de Koster, 2001). Los resultados ofrecen información invaluable para optimizar los procesos de preparación de pedidos en centros de distribución. La estrategia central consiste en clasificar los artículos según las condiciones de almacenamiento y posteriormente organizar el proceso de selección de clientes. Esta perspectiva innovadora, respaldada por

fundamentos sólidos, busca mejorar la eficiencia en la gestión de inventario y la preparación de pedidos en centros de distribución, lo que, a su vez, puede conducir a una optimización de recursos y una mayor satisfacción de los clientes (Petersen & Aase, 2004).

En este contexto, se pone un fuerte énfasis en optimizar la preparación de pedidos en sistemas manuales de almacenes de distribución mediante una combinación estratégica de pedidos de clientes (Liu, 1999). El estudio utilizó un enfoque de lógica difusa para optimizar la gestión de repuestos en los almacenes de una planta petroquímica como parte de su cadena de suministro global (Henn *et al.*, 2010). El análisis de los resultados llevó a la recomendación de reubicar ciertos repuestos en almacenes más cercanos, lo que redundaría en un aumento de la eficiencia y la calidad del servicio en la planta. Este estudio resalta la compleja interacción entre las consideraciones económicas y ergonómicas en sistemas de preparación de pedidos con alta mano de obra. Además, se sugiere que la estrategia de la zona central debe ser más diferenciada, considerando factores como la profundidad de las ubicaciones de recogida en los estantes. Por tanto, ofrece una perspectiva valiosa para la toma de decisiones en la optimización de sistemas de preparación de pedidos en almacenes (Loske *et al.*, 2022; Soinangun & Asrol, 2022).

Además, se han llevado a cabo investigaciones en el campo de la logística digital. Por ejemplo, se ha desarrollado un algoritmo computarizado como herramienta destinada a explorar y analizar alternativas de almacenamiento en sistemas automatizados de almacenamiento y recuperación. Esta solución integral se presenta con el propósito de optimizar la selección de pedidos en almacenes de comercio electrónico en el contexto de la pandemia de covid-19, ofreciendo una herramienta práctica para mejorar tanto la eficiencia operativa como la seguridad de los trabajadores en un entorno desafiante (Mansuri, 1997). La investigación realizada a cabo por Guo *et al.*, (2023) aborda una cuestión relevante y poco explorada en la industria metalúrgica: cómo prevenir conflictos en un sistema de transporte ferroviario con múltiples vehículos. La

estrategia propuesta ofrece una solución efectiva que contribuye a mejorar tanto la seguridad como la eficiencia en la operación de este sistema logístico avanzado (Fang *et al.*, 2022).

6. MODELOS DE PLANIFICACIÓN DE ALMACENES

Las investigaciones se centran en la planificación de almacenes. Este artículo proporciona una comprensión sólida de los enfoques actuales en la planificación de operaciones de almacén, ofreciendo información detallada sobre los modelos y métodos disponibles en la actualidad. La optimización de los recursos logísticos para mantener un flujo operativo eficiente, que incluye la asignación de espacios de almacenamiento, conlleva con frecuencia decisiones de naturaleza compleja (Gu *et al.*, 2007). Por lo tanto, la expansión de los estándares alimentarios en todo el mundo ha planteado desafíos tanto para las empresas en desarrollo como para las economías industrializadas (Reyes *et al.*, 2019).

Reevaluar la relación entre los costos y la efectividad del sistema de certificación y acreditación es esencial para alcanzar un equilibrio entre la seguridad alimentaria, la competitividad en el mercado y la sostenibilidad de las empresas.

Los hallazgos de la investigación de Trienekens & Zuurbier (2008) indican que la implementación de aplicaciones digitales puede tener un impacto positivo en términos de eficiencia en la preparación de pedidos, consumo de energía y costos operativos del almacén en un centro de distribución. Cai *et al.* (2021) proponen un modelo para reducir los costos asociados con el manejo y el almacenamiento de mercancías, así como disminuir el tiempo perdido en el proceso de almacenamiento y manipulación de las mismas. Otra publicación demuestra cómo las técnicas de aprendizaje por refuerzo profundo, como el DRL, pueden aplicarse con éxito en la industria del almacenamiento para abordar problemas complejos de asignación de ubicaciones y optimización de costos (Yang *et al.*, 2021). Los

datos generados por los sistemas de gestión de almacenes pueden tener un uso más amplio que simplemente la trazabilidad, ya que pueden contribuir a la mejora del diseño estratégico de los sistemas de almacenamiento (Waubert de Puiseau *et al.*, 2022).

Tufano *et al.*, (2022) proponen un sistema de soporte a la toma de decisiones para abordar la asignación de ubicación de almacenamiento en entornos multicliente, con un enfoque en la mejora de la eficiencia operativa, particularmente en la preparación de pedidos y la asignación de espacio en el almacén. Además, resaltan la importancia de la logística sostenible en la preservación ambiental y examinan estrategias implementadas en diversos países para potenciar el rendimiento ecológico de las operaciones logísticas. Su objetivo principal es integrar prácticas sostenibles en la logística para reducir los impactos negativos en el medio ambiente.

Por otro lado, Aroonsrimorakot *et al.* (2022) se centran en la evolución de los sistemas de recolección para adaptarse al crecimiento del comercio electrónico. También subrayan la relevancia del sistema robótico de cumplimiento móvil y su asignación dinámica de almacenamiento para mejorar la eficiencia en la preparación de pedidos (Chi *et al.*, 2023).

7. CONCLUSIONES

El análisis revela que China lidera en producción de publicaciones con 44 trabajos, seguida por Estados Unidos con 27. La colaboración internacional destaca la cooperación entre China y el Reino Unido, así como entre Estados Unidos y Alemania. Respecto a las revistas más influyentes, *International Journal of Production Research* del Reino Unido encabeza la lista con 7 artículos, y la revista *European Journal of Operational Research* de los Países Bajos destaca por su alto índice SJR. Entre los autores destacados, G. Huang es el más citado con 15.122 citas, seguido de R. Manzini con 3.695 citas, y la mayoría de estos autores tienen afiliaciones en Europa y China, lo que subraya su influencia en la investigación en este campo.

Las investigaciones abordan el tema del cross-docking, un método eficiente de preparación de pedidos que evita el almacenamiento intermedio y se centra en la distribución directa al usuario. Se destaca su importancia en la cadena de distribución y su capacidad para resolver problemas de programación de camiones, reducir costos y mejorar la eficiencia operativa. Se presentan diversas estrategias y enfoques, incluida la optimización de actividades en terminales de cross-docking, con el objetivo de minimizar el tiempo de viaje y mejorar la gestión de materiales. Además, se exploran investigaciones en el campo de la logística digital, que muestran cómo la tecnología de la información avanzada puede proporcionar ventajas competitivas y optimizar soluciones en una variedad de dominios. Estas investigaciones demuestran la importancia continua de la innovación y la optimización en la cadena de suministro y la logística, buscando soluciones eficaces para mejorar la eficiencia, reducir costos y mantener la ventaja competitiva en un entorno empresarial en constante cambio.

La mayoría de las investigaciones se han centrado en la optimización de la preparación de pedidos, reconociendo su papel crítico en la cadena de suministro y su impacto en los costos operativos y la satisfacción del cliente. Estos estudios han explorado diversas estrategias, desde la disposición de pasillos en almacenes específicos hasta políticas de recolección, almacenamiento y enrutamiento, con el objetivo de mejorar la eficiencia y reducir el tiempo de preparación de pedidos. Además, se ha destacado la importancia de considerar aspectos económicos y ergonómicos en sistemas de preparación de pedidos que involucran mano de obra significativa. Además, la investigación ha abordado el impacto de la logística digital, presentando algoritmos y soluciones prácticas para mejorar la eficiencia operativa y la seguridad en entornos desafiantes, como la pandemia de covid-19. Finalmente, se ha investigado cómo prevenir conflictos en sistemas de transporte ferroviario de múltiples vehículos en la industria metalúrgica, lo que ha resultado en estrategias efectivas para mejorar la seguridad y la eficiencia en operaciones logísticas avanzadas. Estos estudios resaltan la importancia de la investigación continua en la optimización

de la logística y la preparación de pedidos para abordar desafíos en constante evolución en la cadena de suministro y en entornos logísticos.

La planificación de almacenes es un campo de investigación en constante evolución que aborda cuestiones cruciales relacionadas con la optimización de los recursos logísticos y la eficiencia operativa. Las investigaciones revisadas destacan la complejidad de las decisiones en la asignación de espacios de almacenamiento, la expansión de estándares alimentarios, la aplicación de técnicas avanzadas como el aprendizaje por refuerzo profundo, y la importancia de la logística sostenible. Estos estudios demuestran que la implementación de modelos y métodos innovadores puede tener un impacto positivo en términos de eficiencia, reducción de costos y sostenibilidad ambiental en las operaciones de almacén. Además, se reconoce la evolución de los sistemas de recolección y el surgimiento de soluciones robóticas para mejorar la eficiencia en el comercio electrónico. Estos avances demuestran la importancia continua de la investigación y la innovación en el campo de la planificación de almacenes para abordar los desafíos logísticos y ambientales en constante cambio.

REFERENCIAS

- Adecco Perú. (23 de abril de 2021). Importancia y funciones de la logística empresarial. Adecco Perú. <https://www.adecco.com.pe/rrhh/importancia-logistica-empresarial/>
- Algevasa Logistics (12 de septiembre del 2022). La importancia de la logística en las empresas. Algevasa Logistics. <https://www.algevasa.com/la-importancia-de-la-logistica-en-las-empresas/>
- Aroonsrimrakot, S., Laiphrakpam, M., & Mungkun, S. (2022). Green Logistics (GL) for environmental sustainability: a review in search of strategies for Thailand's GL management. *Abac Journal*, 42(2), 293–319.
- Azari, V., Vazquez, O., Mackay, E., Sorbie, K., & Jordan, M. (2022). Gradient descent algorithm to optimize the offshore scale squeeze treatments. *Journal of Petroleum Science & Engineering*, 208, 109469.
- Battarra, I., Accorsi, R., Manzini, R., & Sirri, G. (2022, December 1). A MILP optimization model for the dock-assignment in a multi-door cross-docking hub. *27th Summer School Francesco Turco*, 2022. <https://cris.unibo.it/handle/11585/928533>
- Boysen, N., & Flidner, M. (2010). Cross dock scheduling: Classification, literature review and research agenda. *Omega*, 38(6), 413–422.
- Cai, J., Li, X., Liang, Y., & Ouyang, S. (2021). Collaborative Optimization of Storage Location Assignment and Path Planning in Robotic Mobile Fulfillment Systems. *Sustainability: Science Practice and Policy*, 13(10), 5644.
- Chi, C., Wu, S., Xia, D., & Wu, Y. (2023). Dynamic Picking and Storage Optimization of Robotic Picking Systems. *Wireless Personal Communications*, 128(1), 1–23.
- Cifuentes, L. (10 de marzo de 2018). Evolución y retos de la logística en Colombia - En TCC somos expertos en logística. <https://tcc.com.co/evolucion-y-retos-de-la-logistica-en-colombia-segun-diego-saldarriaga/>
- Deb, K., Pratap, A., Agarwal, S., & Meyarivan, T. (2002). A fast and elitist multiobjective genetic algorithm: NSGA-II. *IEEE Transactions on Evolutionary Computation*, 6(2), 182–197.
- de Koster, R., Le-Duc, T., & Roodbergen, K. J. (2007). Design and control of warehouse order picking: A literature review. *European Journal of Operational Research*, 182(2), 481–501.
- Fang, B., Qiu, C., Feng, M., Liang, W., & Zhang, X. (2022). Collision Avoidance Strategy for Multivehicle Conflict on Common Rail. *Mathematical Problems in Engineering*, 2022. <https://doi.org/10.1155/2022/9388092>
- Gu, J., Goetschalckx, M., & McGinnis, L. F. (2007). Research on warehouse operation: A comprehensive review. *European Journal of Operational Research*, 177(1), 1–21.
- Guo, S., Singh, M., & Goodarzi, S. (2023). Enhance picking viability in E-commerce warehouses under pandemic. *International Journal of Production Research*, 61(15), 5302–5321.
- Henn, S., Koch, S., Doerner, K. F., Strauss, C., & Wäscher, G. (2010). Metaheuristics for the Order Batching Problem in Manual Order Picking Systems. *Business Research*, 3(1), 82–105.
- Katz, J. (2006, April 10). Continuous Improvement – Meeting At The Crossdock. *Industry Week Magazine*. <https://www.industryweek.com/leadership/companies-executives/article/21950215/continuous-improvement-meeting-at-the-crossdock>
- Kennedy, J., & Eberhart, R. (2002). Particle swarm optimization. Proceedings of ICNN'95 - International Conference on Neural Networks. *ICNN'95 - International Conference on Neural Networks*, Perth, WA, Australia. <https://doi.org/10.1109/icnn.1995.488968>
- Kim, C., Yang, K. H., & Kim, J. (2008). A strategy for third-party logistics systems: A case analysis using the blue ocean strategy. *Omega*, 36(4), 522–534.
- Liu, C.-M. (1999). Clustering techniques for stock location and order-picking in a distribution center. *Computers & Operations Research*, 26(10), 989–1002.

- Loske, D., Koreis, J., & Klumpp, M. (2022). Golden zone storage assignment and picking performance: An empirical analysis of manual picker-to-parts OP systems in grocery retailing. *IFAC-Papers on Line*, 55(10), 508–513.
- Mansuri, M. (1997). Cycle-time computation, and dedicated storage assignment, for As/R systems. *Computers & Industrial Engineering*, 33(1), 307–310.
- Mukherjee, T., Sangal, I., Sarkar, B., & Almaamari, Q. A. (2023). Logistic models to minimize the material handling cost within a cross-dock. *Mathematical Biosciences and Engineering: MBE*, 20(2), 3099–3119.
- Petersen, C. G., & Aase, G. (2004). A comparison of picking, storage, and routing policies in manual order picking. *International Journal of Production Economics*, 92(1), 11–19.
- Rojas Reyes, J. J., Solano-Charris, E. L., & Montoya-Torres, J. R. (2019). The storage location assignment problem: A literature review. *International Journal of Industrial Engineering Computations*, 10(2), 199–224.
- Roodbergen, K. J., & de Koster, R. (2001). Routing order pickers in a warehouse with a middle aisle. *European Journal of Operational Research*, 133(1), 32–43.
- Soinangun, B., & Asrol, M. (2022). Optimization Spare Parts Storage in Multi-Warehouse Petrochemical Plant Thru Fuzzy Logic. *Academic Journal of Manufacturing Engineering*, 20(98), 107.
- Trienekens, J., & Zuurbier, P. (2008). Quality and safety standards in the food industry, developments and challenges. *International Journal of Production Economics*, 113(1), 107–122.
- Tufano, A., Accorsi, R., & Manzini, R. (2022). A machine learning approach for predictive warehouse design. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 119(3), 2369–2392.
- Universidad Europea (17 de mayo del 2022). Logística y comercio internacional: ¿qué relación tienen? Universidad Europea. <https://universidadeuropea.com/blog/comercio-internacional-transporte-logistica/>
- Waubert de Puiseau, C., Nanfack, D. T., Tercan, H., Löbbert-Plattfaut, J., & Meisen, T. (2022). Dynamic Storage Location Assignment in Warehouses Using Deep Reinforcement Learning. *Technologies*, 10(6), 129.
- Yang, D., Wu, Y., & Ma, W. (2021). Optimization of storage location assignment in automated warehouse. *Microprocessors and Microsystems*, 80, 103356.
- Yu, W., & Egbelu, P. J. (2008). Scheduling of inbound and outbound trucks in cross docking systems with temporary storage. *European Journal of Operational Research*, 184(1), 377–396.