

Tendencias en estrategias y tecnología aplicadas a la Logística de ciudad. Revisión de literatura.

Resumen:

El crecimiento del comercio electrónico en el ámbito de ciudad, jalona constantemente la necesidad de establecer estrategias innovadoras en procesos y servicios que permitan en tiempo, lugar y calidad satisfacer las necesidades del cliente. Es así que es preponderante analizar las tendencias en cuanto a tecnología y estrategias de negocio en la Cadena de Distribución de la última milla. Es por ello que este artículo aborda la revisión de documentos extraídos de los archivos del portal especializado <http://citylogistics.info>, desde el año 2016 hasta diciembre de 2021. Y a partir de ellos, analiza y concluye sobre las tendencias presentes y futuras demarcadas por fuentes principalmente de países desarrollados de la Unión Europea y que son derroteros para la planeación de la logística en países de Latinoamérica, identificando así oportunidades futuras de investigación, tanto en cuanto a tecnología como en estrategias de abordaje a nivel regional.

Palabras claves:

Cadena de distribución, transporte de mercancías, logística de ciudad.

1. INTRODUCCIÓN

La Cadena de Suministros es definida de manera sencilla por **Cooper, M. C., Lambert, D. M., & Pagh, J. D. (1997)**ⁱ como un proceso ordenado de trabajo y de actividades a través de tiempo y lugar, desde el proveedor inicial hasta el cliente final.

Ahora bien, según **Romeu, M. À. E., & Antón, F. R. (2008)**ⁱⁱ y de manera estructural, la Cadena de Suministro se puede dividir en dos: La Cadena de abastecimiento (hasta el punto de producción) y la Cadena de Distribución (a partir del mismo punto de producción). Y según **Chopra, S., & Peter, M. (2008)**ⁱⁱⁱ la Cadena de Distribución involucra decisiones sobre cómo mover y almacenar productos (es decir, decisiones sobre la red de transporte y la gestión del inventario hacia el consumidor).

Por otra parte, dentro del encadenamiento de actores en una cadena de suministro se reconoce el concepto de primera milla al primer eslabón de la cadena de suministros, generalmente asociado al proveedor inicial y su relación con el siguiente nivel. Así mismo, el último o los últimos eslabones de la cadena de suministros se asocian con el concepto de última milla. Este último se enmarca dentro de la Cadena de Distribución y sus decisiones anteriormente mencionadas, en un término concreto de logística de última milla. Esta última asociada con el cliente que puede estar ubicado en un territorio urbano y que puede corresponder a una empresa (entonces se define como un comercio B2B) o a un consumidor urbano (entonces se define como un comercio B2C).

Logística de última milla que, según **Olsson, J., Hellström, D., & Pålsson, H. (2019)**^{iv} y siguiendo lo mencionado en el párrafo anterior, se puede enfocar específicamente en una Distribución de última milla y dividirse así: i) Cumplimiento en la última milla (definido como el proceso de ejecutar una orden que queda lista para ser entregada), ii) Transporte en la última milla (enfocado en el movimiento de productos en ella, y que puede ser a través de diferentes medios), y iii) Entrega en la última milla (referida a las actividades necesarias para la entrega física al consumidor final). También, Logística de última milla que en territorios urbanos, se enmarca en conceptos de logística de ciudad y logística urbana. Logística de ciudad definida por **Taniguchi, E., Thompson, R. G., Yamada, T., & van Duin, R. (2001)**^v como el proceso de optimización total de las actividades logísticas y de transporte realizado por empresas privadas en áreas urbanas considerando en ello aspectos relacionados con el tráfico dentro de un contexto de economía de mercado. Y logística urbana, como un concepto más amplio que el anterior, definida por **Ambrosini C, Routhier JL (2004)**^{vi} y que involucra además todos los elementos organizacionales, ambientales, normativos y financieros, considerando también enfoques colaborativos, para el estudio de los procesos logísticos en el movimiento de bienes y los flujos de servicio en áreas urbanas.

En este contexto y dado la rápida evolución de los factores que influyen en el desarrollo de la logística de última milla en el contexto de ciudad, surge la inquietud de conocer lo que ha sido publicado acerca del tema. Surgiendo de allí la pregunta de investigación:

¿Qué ha sido estudiado acerca de las tendencias de estrategias y tecnologías aplicadas a la logística de distribución en los últimos años?

Y para resolver dicha pregunta se realiza esta investigación que busca analizar las tendencias en cuanto a tecnología y estrategias de negocio relevantes en los últimos años. Esto a partir de la revisión de documentos extraídos de los archivos del portal especializado <http://citylogistics.info>, desde el año 2016 hasta diciembre de 2021.

En este documento en la sección 2 se encuentra un sucido *Marco Teórico*, luego en la sección 3 *Desarrollo Metodológico* (donde se encuentra en el inciso 3.1.2 la *Revisión de literatura*), en la Sección 4 *Resultados relevantes*, en la sección 5 *Conclusiones de la Revisión y Futuras Investigaciones*, y en la sección 6 *Limitaciones*.

2. MARCO TEÓRICO

Según **Poirier, C. (2001)**^{vii} a partir de la globalización y el internet, la administración de la cadena de suministro se debe enfocar a una planificación orientada al cliente, a través de una logística integral. Logística que según **Ballou, R.H (2004)**^{viii} se expresa fundamentalmente en términos de tiempo y lugar para brindar un servicio al cliente, que en sentido amplio incluye la disponibilidad de inventario, la velocidad de la entrega y, la rapidez y precisión para cumplir un pedido. Aspectos que toma **Carranza, O. (2004)**^{ix} para resaltar la importancia de los sistemas de información empresariales en la integración, planeación y ejecución sobre los procesos organizacionales.

Integración que va a permitir en la red de distribución, como lo menciona **Romeu, M. À. E., & Antón, F. R. (2008)**^{iv}, diseñar la relación con los operadores logísticos que surgen como fenómeno de externalización en la operación logística de las empresas y que tiene efecto directo en la consolidación de una mayor cantidad de carga en cada ruta y así obtener unos costos menores en la operación. Aspecto que es acorde con lo planteado por **Chopra, S., & Peter, M. (2008)**^v al mencionar que la meta del diseño de la red de la cadena de suministro es maximizar las utilidades de la compañía, al mismo tiempo en que se satisface las necesidades de los clientes, en términos de demanda y capacidad de respuesta.

Así mismo, **Sarache, W., & Morales, M. M. (2016)**^x agregan que mientras el diseño de cadenas de suministro requiere de entender las interacciones de la empresa con las organizaciones que mantiene relaciones comerciales, entre muchas otras cosas asociadas

con el aumento de la competitividad, también es importante conjugarlo con la dinámica y complejidad de los subsistemas internos a partir de la alineación de procesos, asociado esto con el aumento de la productividad. Y es que precisamente esto, en el marco de la cuarta revolución industrial se enmarca en el concepto de Transformación digital, que a partir de su definición va más allá de la simple inclusión del elemento tecnológico en los procesos (digitización), pues implica todo un proceso de cambio en el modelo de negocio (digitalización) y en la forma de pensar de las personas a cargo.

Esa evolución y digitalización, como lo menciona **Mckensey & Company (2021)**^{xi} definirá la transparencia de principio a fin y la rápida toma de decisiones en las cadenas de suministro digitales del futuro.

3. DESARROLLO METODOLÓGICO

El propósito de esta revisión es identificar tendencias presentes y futuras en cuanto a herramientas operacionales (relacionadas con tecnología propia de la cuarta revolución industrial) y/o estrategias de negocio, dentro de la literatura disponible en la Web y principalmente de la Unión Europea, que sirvan estas como buenas prácticas a analizar e implementar en la logística de ciudad, en los países de Latinoamérica.

Para ello se realiza esta revisión de literatura, a partir de la base de información referida por el portal especializado <http://www.citylogistics.info>, de la Universidad de Ciencias Aplicadas de Amsterdam. El portal cuenta con archivos mensuales de noticias desde 2016. La revisión de literatura se realiza sobre esta base con corte a diciembre de 2021, donde la información que se encuentra refiere (basado en un ordenamiento propio del autor) en una primera categoría a: diversas fuentes como publicaciones en revistas internacionales, documentos de conferencias internacionales (ambos referidos como literatura científica) y, reportes o informes de organizaciones a nivel mundial (estos últimos referidos como literatura gris). Y en una segunda categoría, las fuentes de información en el portal asociadas con páginas web relacionadas con: proyectos europeos, laboratorios o centros de investigación a nivel mundial, software, videos, entre otros.

Para efectos de esta investigación se excluyen los elementos de la segunda categoría y los documentos que se enmarcan en la primera categoría pero que se relacionan a nivel de política pública y de logística urbana.

Este desarrollo metodológico tuvo las siguientes etapas:

3.1.1 Selección de documentos para la investigación

Abordando la primera fase de la revisión de literatura, se obtienen, se filtran y se seleccionan los documentos coincidentes con las fuentes de información a considerar en el estudio. En total quedan 56 documentos, los cuales se organizan de manera cronológica para su análisis.

3.1.2 Revisión de la documentación

En la segunda fase de la revisión, se analizan los 56 documentos y se organizan en orden cronológico (ver Tabla 1).

Tabla 1. Documentos base organizados por año.

	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Documentos por año	5,36%	0,00%	12,50%	10,71%	21,43%	12,50%	25,00%	12,50%

En la anterior tabla se puede observar que a excepción del año 2019 y considerando una proyección sostenida de la producción de documentos, se considera que desde 2018 el tema de logística de ciudad en la EU ha tomado mayor relevancia (y como se va a observar más adelante, esto puede estar jalónado por el crecimiento del comercio electrónico y macro-proyectos considerando el concepto de Sostenibilidad futura).

Lo documento también se organizan por tipo, (ver tabla 2) de lo que se puede mencionar que la logística de ciudad es un tema de interés en la literatura científica de la Unión Europea, especialmente en los documentos de modelamiento cuantitativo operacional.

Y a continuación se presenta la revisión de literatura realizada, en orden cronológico:

Nota: Para efectos de presentación de la ponencia en la fecha del congreso (Octubre de 2022), se agrega a esta revisión (realizada hasta diciembre de 2021, para efectos de someter al evento) la complementación de dicha revisión hasta el mes de julio de 2022

(ya que en agosto se prepara la ponencia en formato .ppt). Esto se puede ver en el archivo:
2.b. Revisión Citylogistics hasta julio 2022.

Tabla 2. Documentos base organizados por tipo de documento.

	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	
a. Documentos en revistas y conferencias internacionales	3	0	4	4	7	4	10	6	38
a.1. Revisiones de literatura	67%				22%	20%		17%	15%
a.2. Modelamiento cuantitativo operacional	33%		50%	50%	67%	80%	70%	67%	63%
a.3. Otras publicaciones sobre características relevantes en cuanto a estrategias y tecnologías			50%	50%	11%		30%	17%	22%
b. Reportes o informes de organizaciones a nivel mundial	0	0	3	2	5	3	4	1	18
Documentos por año	3	0	7	6	12	7	14	7	56
	5,36%	0,00%	12,50%	10,71%	21,43%	12,50%	25,00%	12,50%	

Se comienza con dos revisiones de literatura del año 2014. **Taniguchi, E., Thompson, R. G., & Yamada, T. (2014)**^{xii} destacan que los desarrollos a esa fecha en modelamiento de logística de ciudad se pueden agrupar en tres áreas importantes: Emisiones, Cuidado de la salud y Megaciudades. Por su parte **Visser, J., Nemoto, T., & Browne, M. (2014)**^{xiii} abordan la entrega a domicilio en el contexto del modelo de comercio electrónico tipo B2C y su impacto en el transporte de carga urbana. Mencionando la importancia del acuerdo entre proveedor y cliente, tanto en las características del producto a vender, como todo lo relacionado a la entrega. Y donde es una opción innovadora el uso de vehículos alternativos, ligados al cambio en el tipo de combustible usado y a la reducción de emisiones de CO₂.

De aquí en adelante se connotan los documentos de 2016 a 2021, donde **Juan, A. A., Mendez, C. A., Faulin, J., De Armas, J., & Grasman, S. E. (2016)**^{xiv} abordan el tema de los vehículos eléctricos como recursos relevantes desde lo ambiental en el sector de logística y transporte. De otra parte, **Merchan, D., Blanco, E. E., & Winkenbach, M. (2016)**^{xv} plantean un nuevo enfoque sobre la entrega de carga urbana en zonas densamente pobladas, donde se hace necesario el uso de infraestructura para carga ligera que involucre

un sistema de distribución multiescalón con diferentes modos de transporte en la ruta y puntos intermedios de consolidación o de trasbordo.

Así mismo, **Martin Joerss, Florian Neuhaus and Jürgen Schröder (2016)**^{xvi} mencionan que la entrega en la última milla ha tomado gran atención de parte de inversionistas toda vez que es significativo el aumento del e-commerce, principalmente por las preferencias de los consumidores en el mercado de paquetes, e identificando que la diversidad en las opciones de entrega es una clave diferenciadora a la hora de competir y donde la disminución de los tiempos de entrega es un elemento relevante. Por su parte, **Ghajargar, M., Zenezini, G., & Montanaro, T. (2016)**^{xvii} mencionan que, a partir de ese mismo crecimiento del e-commerce, es necesario que los proveedores de servicios logísticos implementen nuevas innovaciones en su servicio, donde entre ellas destacan: las estaciones automatizadas de paquetes y la red de tiendas locales que funcionan para el mismo propósito anterior.

También, “**Shifting patterns: PwC’s future in sight series - The future of the logistics Industry**” (2016)^{xviii} menciona que así como otras industrias, el sector de Logística y Transporte está inmerso en un momento de grandes cambios (nuevas tecnologías, nuevos modelos de negocio, una nueva experiencia y demanda del cliente, entre otros), y todos ellos asociados a riesgo y oportunidad. En este reporte se plantean cuatro áreas de disrupción logística, así: Expectativa del cliente, uso inteligente de la tecnología, nuevos actores en la industria, y, la redefinición de la colaboración. Así mismo, La RPA (Regional Plan Association) en su publicación “**Why Goods Movement Matters- Strategies for Moving goods in Metropolitan Areas**” (2016)^{xix} destaca la importancia del transporte de carga, enfocándose en los retos de éste en el ámbito de áreas metropolitanas, específicamente en el entorno urbano. El documento está dividido en cuatro áreas temáticas: Habitabilidad y viabilidades, edificios, medio ambiente, y, personas y tecnología.

Ese mismo año, e en su informe para Mckensey&company, **Hannon, E., McKerracher, C., Orlandi, I., & Ramkumar, S. (2016)**^{xx} realizan un primer estudio sobre el futuro de la movilidad consideran como premisa una construcción de valor a partir de soluciones integradas, considerando elementos como colaboración, electrificación y automatización, y plantean tres modelos: Clean and Shared, Private Autonomy, y, Seamless Mobility.

Mientras que, **Savelsbergh, M., & Van Woensel, T. (2016)^{xxi}** plantean desafíos y oportunidades de la logística de ciudad. Dentro de las tendencias en logística, en cuanto a tecnologías, mencionan: Conectividad, Big Data y automatización, vehículos alternativos y aéreos no tripulados. Y en cuanto a modelización, mencionan el diseño de sistemas de redes multiescalón con entregas dinámicas, con redes de puntos de recogida, entregas al maletero de un carro y logística omnicanal.

Por otra parte, **Hofmann, W., Assmann, T., Neghabadi, P. D., Cung, V. D., & Tolujevs, J. (2017)^{xxii}** abordan el concepto de cargo bikes en un ambiente B2B y desarrollan un sistema de información geográfico basado en un modelo de simulación de eventos discretos unido con optimización para la planeación y control de la distribución urbana de mercancías. Mientras que, **Eitzen, H., Lopez-Pires, F., Baran, B., Sandoya, F., & Chicaiza, J. L. (2017, September)^{xxiii}** abordan el estudio del entrega de carga en la logística de ciudad, usando optimización matemática, específicamente diseñando un modelo de ruteo de vehículos de dos escalones con consideraciones de cantidad de vehículos utilizados teniendo capacidades diferentes en cada escalón; considerando el impacto de las emisiones así como los costos de transporte en una función multiobjetivo.

Complementario a lo anterior, **Melo, S., & Baptista, P. (2017)^{xxiv}** evalúan el impacto del uso de las bicicletas de carga en la logística urbana desde una perspectiva de política pública y desde la óptica de los intereses privados. Y, **Rieck, F. G., Machielsen, C., & Van Duin, R. (2017)^{xxv}** abordan el futuro de la movilidad, mencionando que para que esto se dé con disruptores sostenibles, deben darse, la electrificación, la automatización y la conectividad (colaboración). A partir de ello, introducen el término *Smart eMobility* haciendo referencia al uso de vehículos eléctricos inteligentes, que permitan obtener cero emisiones, cero congestión, cero accidentes, entre otros.

Choe, T., Scott, A., Mauricio, G., & Jon, W. (2017)^{xxvi} presentan un análisis desde influencia de las tendencias en los stakeholders a través del ecosistema del transporte de carga, y cómo esa influencia de manera longitudinal (desde la primera hasta la última milla) se refleja claramente en la incursión de nuevas Start-ups, con plataformas digitales que permiten la disponibilidad de información en tiempo real. Y, **Hannon, E., McKerracher, C., Orlandi, I., & Ramkumar, S. (2017)^{xxvii}** reagrupan las bases de su estudio anterior de 2016 referido anteriormente, así: Conectividad (colaboración),

electrificación y automatización, para plantear 20 soluciones potenciales con el fin de direccionar las diferentes partes de la cadena de valor del transporte de carga urbana.

Así mismo, **Anitha, P., & Patil, M. M. (2018)^{xxviii}** presentan un puente entre dos dominios interrelacionados como son la *ciencia de los datos* y la gestión de la cadena de suministro, planteando que en el segundo se puede desarrollar el primero, principalmente en la gestión de inventarios, pronósticos y predicción, a través de diferentes formas de visualización de dichos datos. Mientras que, **Golini, R., Guerlain, C., Lagorio, A., & Pinto, R. (2018)^{xxix}** proponen un marco de trabajo para la recolección y clasificación de información de factores relevantes en el transporte de carga urbano en una ciudad.

Lim, S. F. W., & Srai, J. S. (2018)^{xxx} abordan la configuración de la red de distribución omnicanal de última milla en el sector minorista de comercio electrónico. Proponen cuatro dimensiones en esta configuración: estructura de la red, flujo en la red, gobernanza y sus relaciones, y la arquitectura del servicio. Mientras que, **Campbell, S., Holguín-Veras, J., Ramirez-Rios, D. G., González-Calderón, C., Kalahasthi, L., & Wojtowicz, J. (2018)^{xxxi}** tratan el tema de la gestión de la demanda para mitigar las necesidades de parqueo y otras actividades relacionadas con el servicio logístico comercial. **Y, Yang, P., & Zeng, L. (2018)^{xxxii}** definen la estructura de un Sistema de logística de ciudad, optimizando la localización de dos tipos de facilidades logísticas así como las rutas en cada uno de los dos escalones.

Arnold, F., Cardenas, I., Sörensen, K., & Dewulf, W. (2018)^{xxxiii} realizan una simulación sobre dos posibles cambios en la distribución: Las bicicletas de carga y los puntos de recogida. Encontrando que las bicicletas de carga aportan a la minimización de costos operacionales para determinadas condiciones de ciudad y que los puntos de recogida, con una adecuada cultura de parte del consumidor hacia ello, reduce las externalidades. Por su parte, **Fikar, C., Hirsch, P., & Gronalt, M. (2018)^{xxxiv}** presentan un sistema de soporte a decisiones para una eficiente distribución urbana de mercancías en la última milla. Este sistema integra, modelos de simulación y optimización de ruteo dinámico, integrando aspectos de centros de consolidación urbana y bicicletas de carga en la logística de la entrega de comida a domicilio.

Van der Kaauwen, G., & van Duin, J. H. R. (2018)^{xxxv} mencionan que los drones pueden ser útiles en situaciones con productos de alto valor, aunque no son lo más recomendado para entregas diarias y probablemente no serán implementados en el transporte de carga urbano. Por sus condiciones de operación. Mientras que, **DHL (2018)^{xxxvi}** en este estudio junto a Euromonitor International presentan, a partir del argumento que el crecimiento de la urbanización está volviendo más compleja y crítica la entrega en la última milla para las empresas que desean tener éxito en el comercio electrónico, cuatro tendencias claves: Soluciones de entregas flexibles, logística razonable, redes de entrega localizada, y, tecnologías involucradas. Y, **Van Amstel, Y. (2018)^{xxxvii}** menciona en su trabajo aspectos relacionados con la logística de última milla en el modelo B2C y la importancia de los parcel lockers.

Dablanc, L., Blanquart, C., Combes, F., Heitz, A., Klausberg, J., Koning, M. & Seidel, S. (2018)^{xxxviii} analizan en su estudio la localización de nuevos centros logísticos más cerca del cliente (city hubs o micro-hubs), y nuevos algoritmos para considerar entregas instantáneas o en el mismo día. Mientras que, **Ploos van Amstel, W., Balm, S., Warmerdam, J., Boerema, M., Altenburg, M., Rieck, F., & Peters, T. (2018)^{xxxix}** plantean que una posible solución para la logística de ciudad es implementar el uso de vehículos de carga ligeros y eléctricos, siendo estos considerados como un tipo de vehículo entre las bicicletas y las camionetas de carga, pudiendo tener cierto poder y velocidad limitada al ser impulsados por electricidad.

Olsson, J., Hellström, D., & Pålsson, H. (2019)^{xl} realizan una revisión sistemática sobre la investigación en la logística de última milla. Clasifican lo encontrado en cinco aspectos: Tendencias de Latinoamérica y tecnologías, optimización operacional, estructuras de cadenas de suministro, medición del desempeño y política pública. Además, los autores desagregan la última milla en cinco componentes: logística, distribución, cumplimiento, transporte y entrega. Por su parte, **Bracco, S., Delfino, F., Longo, M., & Siri, S. (2019)^{xli}** trabajan un modelo de optimización para diseñar una infraestructura de energía inteligente, integrando diferentes tecnologías.

Sheth, M., Butrina, P., Goodchild, A., & McCormack, E. (2019)^{xlii} realizan una comparación en cuanto a costo, entre los camiones de entrega y las bicicletas de carga eléctricas, sobre las mismas rutas y tipos de entrega. Concluyendo, que los camiones de

entrega son más costo-efectivos para grandes distancias y altos volúmenes de entrega en una parada. Mientras que, **Dong, J., Xu, Y., Hwang, B. G., Ren, R., & Chen, Z. (2019)**^{xlvi} realizan un estudio sobre los sistemas de logística subterránea, a través de un modelo de dinámica de sistemas para representar dichas relaciones y poder plantear que los sistemas de logística urbana permiten reducir la densidad en la red de transporte y por consiguiente, la congestión y las emisiones de gases contaminantes.

Wise, S., Cheliotis, K., Bates, O., McLeod, F., Cherrett, T., Allen, J., & Bektas, T. (2019, April)^{xliv} presentan una extensión del marco de trabajo desarrollado por el proyecto FTC2050. El modelo simula el comportamiento de las entregas, considerando los depósitos, los vehículos y los paquetes como unidades individuales, permitiendo capturar la dinámica del transporte de carga en unidades de metros y minutos. Así mismo, **Hannon, E., Knupfer, S., Stern, S., Sumers, B., & Nijssen, J. T. (2019)**^{xlv} en la tercera versión de su estudio plantean tres escenarios posibles (urbanización sin cambios, autonomía irrestricta y movilidad perfecta) a 2030 sobre cómo la movilidad podría cambiar en ciudades densamente poblada como New York, Londres y Seul. Destacando como tendencias en la movilidad del futuro a: Conectividad, autonomía, colaboración y electrificación.

Por su parte, **SidewalC Labs, (2019)**^{xlvi} presenta un plan de ciudad para Toronto donde en cinco capítulos (Movilidad, política pública, edificaciones, sostenibilidad e innovación digital) desarrolla el concepto de innovación urbana como la integración de lo físico, lo digital y lo político hacia el avance del mejoramiento de la vida urbana. Y, el proyecto **ALICE. (2019)**^{xlvii} plantea un marco de trabajo y una hoja de ruta para alcanzar en la Unión Europea el objetivo de Cero Emisiones al año 2050.

De otra parte, **Deng, P., Amirjamshidi, G., & Roorda, M. (2020)**^{xlviii} estudian una extensión del problema de ruteo de vehículos con sincronización en los movimientos de carga, aplicado en el contexto de logística de ciudad. En los análisis numéricos se encuentra que las alternativas de robot y la entrega por parte de caminante humano tienen un mayor potencial de ahorro que la tecnología de drones. Así mismo, **Ji, Y., Zheng, Y., Zhao, J., Shen, Y., & Du, Y. (2020)**^{xlix} desarrollan un trabajo sobre el problema de transporte compartido de pasajeros y carga, en una red de logística urbana multimodal integrando el metro, el taxi y la camioneta en una estructura de red de transporte tipo Hub

and Spoke. Y, **Akkad, M. Z., & Bányai, T. (2020)**^l introducen un modelo matemático multiobjetivo sobre problemas de recolección y distribución, incluyendo entrega de paquetes, recolección de desechos municipales, servicios de entrega al hogar y a tiendas de barrio.

Leyerer, M., Sonneberg, M. O., Heumann, M., & Breitner, M. H. (2020)^{li} abordan el estudio de un Sistema de transporte inteligente desde la optimización matemática para el sector de transporte de carga (en particular sector de vegetales) en la logística de última milla, considerando un modelo de localización y ruteo multiescalón, que considera tanto costos de transporte como reducción de emisiones de CO2. En este trabajo se involucra la localización de tiendas locales, así como el uso de bicicletas de carga eléctricas.

Martinez-Sykora, A., McLeod, F., Lamas-Fernandez, C., Bektaş, T., Cherrett, T., & Allen, J. (2020)^{lii} realizan un estudio sobre la actual entrega de paquetes en Londres, modelando un sistema de distribución de dos escalones que combina el uso de la actividad de conducir y de caminar para la entrega de carga en la última milla, en áreas urbanas para un único conductor. Mientras que, **Assmann, T., Lang, S., Mueller, F., & Schenk, M. (2020)**^{liii} presentan un estudio donde examinan diferentes estrategias de logística urbana de mercancías, considerando la ubicación de puntos de trasbordo en un único distrito, y su efecto sobre el tráfico, la huella de carbono y la calidad del aire.

Rodrigue, J. P. (2020)^{liv} realiza un análisis sobre la expansión geográfica, cubrimiento de mercado y la especialización funcional de la red de distribución de Amazon, en el contexto de comercio electrónico tipo B2C. Así mismo, **Hribernik, M., Zero, K., Kummer, S., & Herold, D. M. (2020)**^{lv} presentan un marco de trabajo para la toma de decisiones sobre la tecnología Blockchain en el contexto de una colaboración horizontal entre operadores logísticos de carga. Y, **Huschebeck, M., & Leonardi, J. (2020)**^{lvii} exploran el modelo de negocio de entrega como servicio (DaaS).

The **Word Economic Forum (2020)**^{lvii} presenta en este reporte una perspectiva integrada sobre el futuro del ecosistema de la entrega en la última milla. Mientras que, The **European Parliament (2020)**^{lviii} presenta dentro de las tecnologías de Latinoamérica a la sensórica y su relación con otras, en el ámbito de la movilidad inteligente. Y, el

proyecto **ALICE-ETP (2020)**^{lxix} define una hoja de ruta a 2040 para la Unión Europea, a partir del desarrollo del Internet Físico.

Cruijssen, F. (2020)^{lx} menciona que la colaboración en la cadena de suministros es un asunto relacionado con cuatro desarrollos que impactan a la anterior, como son: Sostenibilidad, digitización, incremento del poder de la computación y globalización. Por su parte, **Patella, S. M., Grazieschi, G., Gatta, V., Marcucci, E., & Carrese, S. (2021)**^{lxii} realizan una revisión sistemática sobre la adopción de vehículos no contaminantes en la logística de última milla, concluyendo que estos son competitivos en las entregas de carga urbana donde existen paradas frecuentes y bajos niveles de consolidación. Y, **Hess, A., Spinler, S., & Winkenbach, M. (2021)**^{lxii} abordan el estudio de los pronósticos de demanda en un contexto de plataformas digitales usadas, entre otras cosas, para aplicaciones de ruteo predictivo.

Ostermeier, M., Heimfarth, A., & Hübner, A. (2021)^{lxiii} presentan un estudio sobre el costo óptimo del ruteo de un sistema camión-robot para entregas de última milla, a través de un modelo de optimización matemática considerando ventana de tiempo y una cantidad determinada de robots disponibles. Mientras que, **Antonio Comi, Agostino Nuzzolo & Antonio Polimeni (2021)**^{lxiv} plantean un marco de trabajo para modelar a través de simulación los toures de entrega en escenarios de logística de ciudad. Y, **Rosenberg, L. N., Balouka, N., Herer, Y. T., Dani, E., Gasparin, P., Dobers, K. & van Uden, S. (2021)**^{lxv} desarrollan un estudio en el marco de los micro-depósitos, como espacios que pueden cumplir la función de centros de consolidación o puntos de recolección y entrega de pequeños paquetes en un modelo B2C.

Gartner (2021)^{lxvi} presenta en su estudio anual sobre las 25 cadenas de suministro a nivel mundial, que son tres las tendencias claves en lo cual los líderes de estas cadenas de suministro están dedicando su esfuerzo y tiempo para evolucionar: Organización dirección hacia un propósito, Transformación de los negocios orientada al cliente y Avance en la cadena de suministro digital. Mientras que, **Escamilla, R., Fransoo, J. C., & Tang, C. S. (2021)**^{lxvii} mencionan que en economías en desarrollo las nanostore tienen diferentes infraestructuras operacionales y desafíos financieros, inclusive dependiendo del ámbito geográfico donde estén, y mencionan posibles oportunidades de Latinoamérica tales como la consolidación de red de tiendas y la colaboración social.

3.1.3 Análisis de la información

En la tercera fase se extraen elementos de cada uno de los documentos seleccionados. Resaltando los resultados relevantes en la sección siguiente.

4. RESULTADOS RELEVANTES

Merchan, D., Blanco, E. E., & Winkenbach, M. (2016) plantean la necesidad del uso de infraestructura para la entrega de carga urbana en zonas densamente pobladas que involucra un sistema de distribución multiescalón con diferentes modos: de transporte en la ruta y puntos intermedios (denominados espacios logísticos urbanos), de consolidación (dentro de los cuales están los centros de consolidación urbanos a nivel de área metropolitana y cerca al área de entrega) o de transbordo (plataforma de transbordo o micro-consolidación). Asociado a lo anterior Rosenberg, L. N., Balouka, N., Herer, Y. T., Dani, E., Gasparin, P., Dobers, K. & van Uden, S. (2021) connotan los micro-depósitos, como espacios que pueden cumplir la función de centros de consolidación o puntos de recolección y entrega de pequeños paquetes en un modelo B2C, a partir de una red de colaboración entre ellos.

Y relacionado con estos, La RPA (Regional Plan Association) en su publicación “Why Goods Movement Matters- Strategies for Moving goods in Metropolitan Areas” (2016) destaca retos en el transporte de carga en el ámbito de áreas metropolitanas y específicamente en el entorno urbano, los cuales vincula con: a) El uso de bicicletas de carga y la construcción de centros consolidados de carga; b) La implementación de sistemas de entregas en horarios programados y fuera del horario laboral; c) El diseño de zonas de baja emisión en centros urbanos y el uso de medio de transporte menos contaminantes; d) El incluir en la red de distribución sitios alternos de entrega urbanos (pickup points) y fomentar el esquema de colaboración de pasajeros a la carga.

Sobre el uso de bicicletas de carga:

- a. Hofmann, W., Assmann, T., Neghabadi, P. D., Cung, V. D., & Tolujevs, J. (2017) resaltan que la viabilidad del uso de bicicletas de carga es altamente dependiente

- de una adecuada estructura de red (ubicación de puntos de transbordo en el área urbana, entre otros) y generalmente se usan para envíos directos.
- b. Melo, S., & Baptista, P. (2017) concluyen que las bicicletas de carga podrían reemplazar a las camionetas (Vans) en áreas con distancias lineales de aproximadamente 2 km sin realizar afectación o cambio en la eficiencia de la red. Y esto se logra a partir de unas estrategias del espacio y la movilidad en la ciudad, adecuadas para este tipo de transporte.
 - c. Relacionado con esto, Rieck, F. G., Machielsen, C., & Van Duin, R. (2017) consideran dentro del futuro de la movilidad necesario se den disruptiones sostenibles, soportadas en la electrificación, la automatización y la conectividad (colaboración). A partir de ello, conciben el concepto de Smart eMobility como el uso de vehículos eléctricos inteligentes, que permitan obtener cero emisiones, cero congestión, cero accidentes, entre otros.
 - d. Sheth, M., Butrina, P., Goodchild, A., & McCormack, E. (2019) muestran que las bicicletas de carga eléctricas son más costo-efectivas en entregas cercanas a los centros de distribución (de hasta no más de 6 millas con entregas de 10 paquetes por parada) y donde hay una alta densidad de unidades residenciales. Concluyendo, que los camiones de entrega son más costo-efectivos para grandes distancias y altos volúmenes de entrega en una parada.
 - e. Assmann, T., Lang, S., Mueller, F., & Schenk, M. (2020) demuestran que el uso de bicicletas de carga por parte de los operadores de carga puede reducir la emisión de gases significativamente.
 - f. Patella, S. M., Grazieschi, G., Gatta, V., Marcucci, E., & Carrese, S. (2021) resaltan que los vehículos no contaminantes son competitivos en las entregas de carga urbana donde existen paradas frecuentes y bajos niveles de consolidación.

Otro tipo de vehículo entre las bicicletas de carga y las camionetas, es el vehículo de carga ligero y eléctrico mencionados por Ploos van Amstel, W., Balm, S., Warmerdam, J., Boerema, M., Altenburg, M., Rieck, F., & Peters, T. (2018) como vehículos versátiles, que usan tecnologías limpias, ocupan menos espacio y generan menos ruido que una camioneta convencional.

Sobre la entrega en horarios programados:

- a. Campbell, S., Holguín-Veras, J., Ramirez-Rios, D. G., González-Calderón, C., Kalahasthi, L., & Wojtowicz, J. (2018) analizan tres escenarios en cuanto a las necesidades de parqueo en horas pico: a) Entregas 100% fuera de horario, que reduciría hasta en un 80% dichas necesidades; b) Entregas escalonadas, que podría reducir hasta en un 60% dichas necesidades; c) Programas de consolidación y programación de recepción, que podría reducir hasta en un 25% las mismas.

Sobre el uso de vehículos alternativos no tripulados:

- a. Van der Kaauwen, G., & van Duin, J. H. R. (2018) mencionan que los drones pueden ser útiles en situaciones con productos de alto valor, aunque no son lo más recomendado para entregas diarias y probablemente no serán implementados en el transporte de carga urbano, pues para poder implementar proyectos de robotización en las ciudades, es necesario desarrollar sistemas de acceso en centros urbanos que permitan con facilidad el monitoreo y control de los dispositivos.
- b. Deng, P., Amirjamshidi, G., & Roorda, M. (2020) encuentran que, en el entorno de ciudad, las alternativas de robot y la entrega por parte de caminante humano tienen un mayor potencial de ahorro que la tecnología de drones.
- c. Escamilla, R., Fransoo, J. C., & Tang, C. S. (2021) mencionan que el uso de drones se considera efectivo para zonas alejadas y de baja densidad poblacional.

Complementando lo anterior, Martin Joerss, Florian Neuhaus and Jürgen Schröder (2016) mencionan que en la entrega de paquetes en la última milla, a partir del aumento del comercio electrónico, la diversidad en las opciones de entrega es una clave diferenciadora a la hora de competir y la disminución de los tiempos de entrega (permitiendo entregas instantáneas o en el mismo día) puede ser jalonada por el uso de nuevas tecnologías como drones, vehículos terrestres autónomos con compartimentos (casilleros), entre otros, dependiendo del tipo de producto a entregar a domicilio. De la misma forma, Ghajargar, M., Zenezini, G., & Montanaro, T. (2016) mencionan que por el mismo aumento del comercio electrónico: Uno, se da el surgimiento del Crowd delivery, donde ciudadanos particulares utilizan su propio vehículo para entregar paquetes, a cambio de una remuneración, y la implementación de sofisticados sistemas de seguimiento (trazabilidad) de las entregas. Dos, los envíos de carga pequeña a domicilio han aumentado en gran

medida y es por ello que es necesario que los proveedores de servicios logísticos implementen nuevas innovaciones en su servicio, dentro de las que están: las estaciones automatizadas de paquetes (localizaciones en red donde las empresas ubican casilleros para que el consumidor final se acerque a recogerlos) y la red de tiendas locales que funcionan para el mismo propósito anterior. Sobre este último tema de las estaciones automatizadas de paquetes (o parcel lockers), Van Amstel, Y. (2018) destaca los cinco fundamentos de su uso: 1. Nivel de servicio al cliente, 2. Seguridad y tipo de entrega, 3. Área geográfica, densidad y penetración de Mercado, 4. El factor ambiental, y, 5. Flota vehicular y tecnología.

Ese uso inteligente de la tecnología (desde la automatización hasta analítica de datos e internet físico, que permita mejorar la eficiencia de la industria, jalonada esta por una adecuada estrategia digital) es mencionado por “Shifting patterns: PwC’s future in sight series - The future of the logistics Industry” (2016) como una de las cuatro áreas de disruptión logística, donde otra de ellas es la incursión de nuevos actores en la industria (nuevos modelos de negocio gracias a la digitalización y el comercio electrónico), como lo es el concepto de Delivery as a Service (DaaS) definido por Huschebeck, M., & Leonardi, J. (2020) como un modelo de negocio donde los procesos están alineados con las expectativas y necesidades del consumidor en una economía bajo demanda.

Asociado con lo mencionado en el párrafo anterior en cuanto a nuevos modelos de negocio, Hannon, E., McKerracher, C., Orlandi, I., & Ramkumar, S. (2016) en su informe para Mckensey&company plantean tres modelos: i) Clean and Shared (en ciudades densamente pobladas el uso de transporte limpio es una solución a la contaminación), ii) Private Autonomy (en ciudades donde hay largo desplazamiento el vehículo particular es indispensable, y en esos casos los vehículos autónomos y compartidos permiten cambiar los patrones de la congestión), iii) Seamless Mobility (integra los anteriores a un sistema público-privado que se interrelaciona: Movilidad como servicio a través de plataformas digitales, flota compartida en pasajeros y carga, zonas de baja emisión, reemplazo de zonas de parqueo por áreas verdes, transporte público masivo como elemento angular del sistema de movilidad, entre otros).

En cuanto a tecnología, The European Parliament (2020) presenta dentro de las tecnologías aplicables en Latinoamérica, específicamente en cuanto a Big Data y

automatización, a la sensórica y su relación con la movilidad inteligente, donde los diferentes tipos de sensores que pueden ser involucrados con los vehículos autónomos permiten recolectar datos en tiempo real del entorno del vehículo, para luego almacenarlos y procesarlos a través de elementos de minería de datos, blockchain, entre otros. Y por último, tomar decisiones a través de algoritmos de inteligencia artificial (todo lo anterior soportado en el Internet de las cosas). Identificando que la interacción en el contexto de sistemas ciberfísicos con los humanos se da a través de plataformas digitales, las cuales se desagregan en capas de infraestructura (generalmente enfocada a la nube), datos, analítica y servicios.

Ahora, desde el ámbito de modelos de optimización en sistemas multiescalón, Savelsbergh, M., & Van Woensel, T. (2016) consideran trabajar entregas dinámicas, redes de puntos de recogida, entregas al maletero de un carro y logística omnicanal. Y Bates, O., Friday, A., Allen, J., McLeod, F., Cherrett, T., Wise, S., & Nguyen, T. (2018) consideran es posible determinar la forma de realizar la entrega de la forma efectiva (asociado con prácticas de los conductores en cuanto a paradas y entregas a pie, entre otras). Y, un sistema de soporte a decisiones (DSS) que integra modelos de Simulación y optimización de ruteo dinámico considerando aspectos de centros de consolidación urbana y bicicletas de carga en la logística de la entrega de comida a domicilio, es desarrollado por Fikar, C., Hirsch, P., & Gronalt, M. (2018).

5. CONCLUSIONES DE LA REVISIÓN Y FUTURAS INVESTIGACIONES

En la cuarta fase se contemplan conclusiones sobre el análisis de las tendencias y estrategias de negocio en la Cadena de Distribución de la última milla. Así como las oportunidades de investigación futuras alrededor de lo tratado.

Estos dos apartados dan respuesta a la pregunta: ¿Qué sabemos ahora que existe este artículo, que antes no estaba muy claro o teníamos dudas al respecto?, pues de manera concisa se narra lo que se ha encontrado en la literatura de la UE y que sirve para plasmar en el desarrollo de logística de ciudad en países de Latinoamérica.

5.1. Conclusiones de la Revisión

- El crecimiento vertiginoso del comercio electrónico, principalmente relacionado con la entrega de paquetes al consumidor final, genera en la logística de última milla una urgencia por desarrollar estrategias innovadoras en la Cadena de Distribución que permita entregas en el mismo día o en el menor tiempo posible. Acciones que se desprenden de una adecuada estrategia digital con los criterios de entrega acoplados a las necesidades del cliente, y con decisiones sobre: la ubicación de puntos de recogida en tiendas cercanas al cliente, el despacho desde el almacén más cercano a partir de una adecuada gestión del inventario en red y soportada en una eficiente tecnología de información que permita la trazabilidad del pedido por parte tanto de la empresa como del cliente.
- Así mismo, y complementario a la anterior, surgen iniciativas en cuanto a tecnologías y estrategias asociadas a la carga. Por una parte la definición de los Centros de Consolidación urbanos (CCU) como elementos diferenciados pero complementarios a los Centros de Distribución Regionales (CDR), donde en los CCU se considera la tarea de Cross-Docking a partir de la recepción de la carga por parte de los proveedores interurbanos y esta se organiza en los pedidos a despachar al interior de la ciudad en un sistema multiescalón y donde en los puntos intermedios entre estos y el punto de entrega, pueden estar los CDR como microhubs. Y desde los cuales se desagregue la carga para ser repartida por medio de vehículos más livianos que una camioneta, como por ejemplo, bicicletas de carga, ligeras y eléctricas, vehículos autónomos y controlados, entre otros. O en ciertas situaciones combinando estos con entregas a pie.
- Diferentes autores (principalmente de publicaciones en revistas internacionales) integran varios de los aspectos mencionados anteriormente y propios de la logística de ciudad presente y futura, y consideran el análisis cuantitativo desde el punto de vista operacional para aportar en la toma de dichas decisiones, utilizando técnicas como: Simulación, Optimización matemática y dinámica de sistemas (varios integrando algunas de estas).
- Dentro de las tendencias en cuanto a estrategias (principalmente agrupadas y descritas en los informes o reportes de organizaciones a nivel mundial) y tecnologías asociadas con estas, en particular relacionadas con la entrega de la carga al punto de recogida, se consideran los envíos directos y subterráneos desde el CCU a través de

micro contenedores robotizados en un ambiente futurista de ciudad. Complementario esto con las estrategias de entrega en vehículos que usen energías limpias para distancias largas, y conjugados con los vehículos autónomos y controlados aéreos (tipo drones) o terrestres.

- Y es que precisamente cabe resaltar otras publicaciones (tanto en revistas internacionales como reportes o informes de organizaciones a nivel mundial) donde precisamente se han realizado análisis de las ventajas comparativas de las diferentes estrategias de distribución en cuanto a la red de transporte, donde se establece que: i) Las estrategias que involucran vehículos autónomos controlados requieren una conjugación con el vehículo tipo camioneta que los transporta. Lo que permite incluso la integración con entregas a pie por parte del conductor o acompañante del vehículo. ii) Existe diferenciación entre el uso de drones, que se considera efectivo para zonas alejadas y de baja densidad poblacional, con los demás dispositivos tecnológicos autónomos y controlados. iii) Las estrategias que involucran bicicletas de carga están diseñadas para entregas en distancias menores a las que podrían considerarse si se hicieran con camionetas, pero integrar los medios de transporte de acuerdo a la ubicación de los puntos de entrega, permite mejorar indicadores de costos, tiempo y sostenibilidad ambiental (asociado ésta a la reducción de emisiones de CO2).
- El análisis anterior puede variar en el futuro (en el lapso de 7 a 10 años) cuando se cuenten con vehículos autónomamente conducidos y eléctricos en el entorno de ciudad, pues la sostenibilidad económica, social y ambiental de la misma mejorará considerablemente. Pensar en este paso al futuro involucra todo un desarrollo avanzado de la integración de tecnologías propias de la Industria 4.0, como son los sensores en el vehículo (para la recolección de datos en tiempo real), la minería de datos y blockchain (para el procesamiento de los mismos), los algoritmos de inteligencia artificial (para la toma de decisiones en tiempo real de los sistemas ciber-físicos involucrados), y soportados estos por la tecnología propia del Internet de las Cosas.
- Cabe mencionar que este tipo de estudios de tendencias globales en logística, y cadena de suministro en general, se realizan sobre Megaciudades en países desarrollados, involucrando con ellas el concepto de Ciudades Inteligentes de manera parcial o total. Ahora, poder analizar esas experiencias y el cómo pudieran ser implementadas en las ciudades de los países de Latinoamérica, es un reto interesante.

Ya hay ejemplos de avances significativos, por ejemplo, en implementación de estrategias de movilidad (con vehículos eléctricos) para el transporte de carga en ciudades capitales de países en Latinoamérica, sin incursionar de manera estricta a considerar a dicha ciudad como una ciudad del todo inteligente.

5.2. Oportunidades de investigación futuras

- Desde la tecnología, el desarrollo de estudios experimentales de la apropiación e implementación de las diversas tecnologías existentes y en desarrollo que puedan ser utilizadas en la logística de última milla en el contexto de la logística de ciudad en países de Latinoamérica. Esto se puede abordarse al interior de Laboratorio vivos urbanos diseñados en el territorio para lograr vincular los diferentes actores en la co-creación de estrategias, pues no sobra mencionar que siempre la apropiación de tecnología estará acompañada de una adecuada gestión del cambio inmersa en lo definido como transformación digital en el marco de la cuarta revolución industrial, y los diseños colaborativos permitirán avanzar en esa apropiación del mismo.
- Desde las estrategias, el abordar estudio en cuanto al diseño de estas, posibles a implementar en la logística de última milla en los países de Latinoamérica. Donde es razonable el realizar análisis cuantitativos en cuanto a: i) Estudios comparativos sobre la mezcla de opciones en la definición de la red de transporte, en la determinación y, ubicación o no, tanto de CCU como de puntos de recogida (tipos casilleros de paquetes portátiles o en tiendas cercanas al consumidor) y en la gestión integrada de inventarios a través de sistemas multiescalón. ii) Uso de técnicas de modelamiento cuantitativo que permita considerar lo anteriormente mencionado, para la toma de decisiones en tiempo real (ambiente dinámico) integrando algoritmos de minería de datos e inteligencia artificial.
- Desde la evolución en sí de la logística de ciudad (enmarcada en una cadena de suministros que funciona sobre una red e infraestructura de transporte, posiblemente intermodal o multimodal, y considerando los corredores de comercio exterior) es imperante en los países de Latinoamérica avanzar en la integración de los anteriores con planes de logística, a nivel metropolitano y regional, con las políticas nacionales en esta materia que permitan consolidar acciones tangibles en la evolución de la logística, diferentes a la inversión y diseño de infraestructura.

6. LIMITACIONES

La presente investigación fue desarrollada bajo una metodología específica y sobre una fuente de datos específica, aspectos que redundan en que los resultados obtenidos de la búsqueda puede ser ampliado si se realizan similares en otras bases de datos.

4. Referencias bibliográficas

-
- ⁱ Cooper, M. C., Lambert, D. M., & Pagh, J. D. (1997). Supply chain management: more than a new name for logistics. *The international journal of logistics management*, 8(1).
- ⁱⁱ Romeu, M. A. E., & Antón, F. R. (2008). Análisis de estrategias eficientes en la logística de distribución de paquetería. UPC, Cátedra Abertis.
- ⁱⁱⁱ Chopra, S., & Peter, M. (2008). Administración de la cadena de suministro. Pearson educación.
- ^{iv} Olsson, J., Hellström, D., & Pålsson, H. (2019). Framework of last mile logistics research: A systematic review of the literature. *Sustainability*, 11(24), 7131.
- ^v Taniguchi, E., Thompson, R. G., Yamada, T., & van Duin, R. (2001). Modelling city logistics. In *City logistics*. Emerald Group Publishing Limited.
- ^{vi} Ambrosini C, Routhier JL (2004). Objectives, methods and results of surveys carried out in the field of urban freight transport: an international comparison. *Transp Rev* 24(1):57–77
- ^{vii} Poirier, C. (2001). Administración de cadenas de abastecimiento: como Construir una ventaja competitiva sostenida.
- ^{viii} Ballou, R. H. (2004). Logística: Administración de la cadena de suministro. Pearson educación.
- ^{ix} Carranza, O. (2004). Logística: mejores prácticas en Latinoamérica. Octavio Carranza.
- ^x Sarache, W., & Morales, M. M. (2016). Localización, transporte e inventarios: tres decisiones estructurales en el diseño de cadenas de abastecimiento.
- ^{xi} Mckensey & Company (2021). Succeeding in the AI supply-chain revolution. <https://www.mckinsey.com/industries/metals-and-mining/our-insights/succeeding-in-the-ai-supply-chain-revolution>
- ^{xii} Taniguchi, E., Thompson, R. G., & Yamada, T. (2014). Recent trends and innovations in modelling city logistics. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 125, 4-14.
- ^{xiii} Visser, J., Nemoto, T., & Browne, M. (2014). Home delivery and the impacts on urban freight transport: A review. *Procedia-social and behavioral sciences*, 125, 15-27.
- ^{xiv} Juan, A. A., Mendez, C. A., Faulin, J., De Armas, J., & Grasman, S. E. (2016). Electric vehicles in logistics and transportation: A survey on emerging environmental, strategic, and operational challenges. *Energies*, 9(2), 86.
- ^{xv} Merchan, D., Blanco, E. E., & Winkenbach, M. (2016). Transshipment networks for last-mile delivery in congested urban areas. In *6th International Conference on Information Systems, Logistics and Supply Chain, Bordeaux, France, 1-4 June*.
- ^{xvi} Martin Joerss, Florian Neuhaus and Jürgen Schröder (2016). Parcel delivery. The future of last mile. Mckensey&Company.
- ^{xvii} Ghajargar, M., Zenezini, G., & Montanaro, T. (2016). Home delivery services: innovations and emerging needs. *IFAC-PapersOnLine*, 49(12), 1371-1376.
- ^{xviii} *Shifting patterns: PwC's future in sight series - The future of the logistics Industry*” (2016). PwC
- ^{xix} Why Goods Movement Matters- Strategies for Moving goods in Metropolitan Areas” (2016). RPA.
- ^{xx} Hannon, E., McKerracher, C., Orlandi, I., & Ramkumar, S. (2016). An integrated perspective on the future of mobility, part 1. McKinsley&Company
- ^{xxi} Savelbergh, M., & Van Woensel, T. (2016). 50th anniversary invited article—city logistics: Challenges and opportunities. *Transportation Science*, 50(2), 579-590.

-
- ^{xxii} Hofmann, W., Assmann, T., Neghabadi, P. D., Cung, V. D., & Tolujevs, J. (2017). A simulation tool to assess the integration of cargo bikes into an urban distribution system. In The 5th International Workshop on Simulation for Energy, Sustainable Development & Environment (SESDE 2017).
- ^{xxiii} Eitzen, H., Lopez-Pires, F., Baran, B., Sandoya, F., & Chicaiza, J. L. (2017, September). A multi-objective two-echelon vehicle routing problem. An urban goods movement approach for smart city logistics. In 2017 XLIII Latin American Computer Conference (CLEI) (pp. 1-10). IEEE.
- ^{xxiv} Melo, S., & Baptista, P. (2017). Evaluating the impacts of using cargo cycles on urban logistics: integrating traffic, environmental and operational boundaries. *European transport research review*, 9(2), 30.
- ^{xxv} Rieck, F. G., Machielsen, C., & van Duin, R. (2017). Automotive, the future of mobility.
- ^{xxvi} Choe, T., Scott, A., Mauricio, G., & Jon, W. (2017). The future of freight: How new technology and new thinking can transform how goods are moved. Deloitte Insights.
- ^{xxvii} Hannon, E., McKerracher, C., Orlandi, I., & Ramkumar, S. (2017). An integrated perspective on the future of mobility, part 2: Transforming Urban Delivery. McKinsey&Company.
- ^{xxviii} Anitha, P., & Patil, M. M. (2018). A review on data analytics for supply chain management: a case study. *International Journal of Information Engineering and Electronic Business*, 11(5), 30.
- ^{xxix} Golini, R., Guerlain, C., Lagorio, A., & Pinto, R. (2018). An assessment framework to support collective decision making on urban freight transport. *Transport*, 33(4).
- ^{xxx} Lim, S. F. W., & Srai, J. S. (2018). Examining the anatomy of last-mile distribution in e-commerce omnichannel retailing. *International Journal of Operations & Production Management*.
- ^{xxxi} Campbell, S., Holguín-Veras, J., Ramirez-Rios, D. G., González-Calderón, C., Kalahasthi, L., & Wojtowicz, J. (2018). Freight and service parking needs and the role of demand management. *European Transport Research Review*, 10(2), 1-13.
- ^{xxxii} Yang, P., & Zeng, L. (2018). Models and methods for two-echelon location routing problem with time constraints in city logistics. *Mathematical Problems in Engineering*.
- ^{xxxiii} Arnold, F., Cardenas, I., Sørensen, K., & Dewulf, W. (2018). Simulation of B2C e-commerce distribution in Antwerp using cargo bikes and delivery points. *European transport research review*, 10(1), 1-13.
- ^{xxxiv} Fikar, C., Hirsch, P., & Gronalt, M. (2018). A decision support system to investigate dynamic last-mile distribution facilitating cargo-bikes. *International Journal of Logistics Research and Applications*, 21(3), 300-317.
- ^{xxxv} Van der Kaauwen, G., & van Duin, J. H. R. (2018). Robotisation of urban freight transport. *Bijdragen Vervoerslogistieke Werkdagen*, 235-245.
- ^{xxxvi} DHL (2018). Shortening the Last Mile: Winning Logistics Strategies in the Race to the Urban Consumer.
- ^{xxxvii} Van Amstel, Y. (2018). Urban parcel delivery using lockers: Making last mile delivery more sustainable and cost efficient by using parcel lockers. Master thesis, At the Delft University of Technology.
- ^{xxxviii} Dablanc, L., Blanquart, C., Combes, F., Heitz, A., Klausberg, J., Koning, M. & Seidel, S. (2016). CITYLAB Observatory of Strategic Developments Impacting Urban Logistics. vol, 4, 64-75.
- ^{xxxix} Ploos van Amstel, W., Balm, S., Warmerdam, J., Boerema, M., Altenburg, M., Rieck, F., & Peters, T. (2018). City logistics: light and electric: LEFV-LOGIC: research on light electric freight vehicles. Publications by Amsterdam University of Applied Sciences Faculty of Technology, (13).
- ^{xl} Olsson, J., Hellström, D., & Pålsson, H. (2019). Framework of last mile logistics research: A systematic review of the literature. *Sustainability*, 11(24), 7131.
- ^{xli} Bracco, S., Delfino, F., Longo, M., & Siri, S. (2019). Electric Vehicles and Storage Systems Integrated within a Sustainable Urban District Fed by Solar Energy. *Journal of Advanced Transportation*, 2019.
- ^{xlii} Sheth, M., Butrina, P., Goodchild, A., & McCormack, E. (2019). Measuring delivery route cost trade-offs between electric-assist cargo bicycles and delivery trucks in dense urban areas. *European transport research review*, 11(1), 1-12.

-
- ^{xlvi} Dong, J., Xu, Y., Hwang, B. G., Ren, R., & Chen, Z. (2019). The impact of underground logistics system on urban sustainable development: A system dynamics approach. *Sustainability*, 11(5), 1223.
- ^{xliv} Wise, S., Cheliotis, K., Bates, O., McLeod, F., Cherrett, T., Allen, J., & Bektas, T. (2019, April). Park and parcel: an agent-based exploration of last-mile freight delivery behavior as it relates to parking. In 2019 Spring Simulation Conference (SpringSim).
- ^{xlv} Hannon, E., Knupfer, S., Stern, S., Sumers, B., & Nijssen, J. T. (2019). An Integrated Perspective on the Future of Mobility, Part 3: Setting the Direction Toward Seamless Mobility. McKinsey Center for Future Mobility.
- ^{xlii} SidewalC Labs, (2019). Toronto Tomorrow: A new approach for inclusive growth.
- ^{xlvii} ALICE. (2019). A framework and process for the development of a roadmap towards zero emissions logistics, 2050. Amsterdam: ALICE.
- ^{xlviii} Deng, P., Amirjamshidi, G., & Roorda, M. (2020). A vehicle routing problem with movement synchronization of drones, sidewalk robots, or foot-walkers. *Transportation research procedia*, 46, 29-36.
- ^{xlix} Ji, Y., Zheng, Y., Zhao, J., Shen, Y., & Du, Y. (2020). A Multimodal Passenger-and-Package Sharing Network for Urban Logistics. *Journal of Advanced Transportation*, 2020.
- ^l Akkad, M. Z., & Bányai, T. (2020). Multi-Objective Approach for Optimization of City Logistics Considering Energy Efficiency. *Sustainability*, 12(18), 7366.
- ^{li} Leyerer, M., Sonneberg, M. O., Heumann, M., & Breitner, M. H. (2020). Shortening the Last Mile in Urban Areas: Optimizing a Smart Logistics Concept for E-Grocery Operations. *Smart Cities*, 3(3), 585-603.
- ^{lii} Martinez-Sykora, A., McLeod, F., Lamas-Fernandez, C., Bektaş, T., Cherrett, T., & Allen, J. (2020). Optimised solutions to the last-mile delivery problem in London using a combination of walking and driving. *Annals of Operations Research*, 295(2), 645-693.
- ^{liii} Assmann, T., Lang, S., Mueller, F., & Schenk, M. (2020). Impact Assessment Model for the Implementation of Cargo Bike Transshipment Points in Urban Districts. *Sustainability*, 12(10), 4082.
- ^{liv} Rodrigue, J. P. (2020). The distribution network of Amazon and the footprint of freight digitalization. *Journal of transport geography*, 88, 102825.
- ^{lv} Hribernik, M., Zero, K., Kummer, S., & Herold, D. M. (2020). City logistics: Towards a blockchain decision framework for collaborative parcel deliveries in micro-hubs. *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*, 8, 100274.
- ^{lvii} Huschebeck, M., & Leonardi, J. (2020). Approaching delivery as a service. *Transportation Research Procedia*, 46, 61-68.
- ^{lviii} Word Economic Forum (2020). The Future of the Last-Mile Ecosystem
- ^{lvii} European Parliament (2020). The impact of emerging technologies on the transport system. Policy Department for Structural and Cohesion Policies Directorate-General for Internal Policies PE 652.226 - November 2020
- ^{lx} ALICE-ETP, 2020. Roadmap to the Physical Internet
- ^{lx} Cruijssen, F. (2020). Broad Developments Impacting Supply Chain Collaboration. In *Cross-Chain Collaboration in Logistics* (pp. 9-28). Springer, Cham
- ^{lxii} Patella, S. M., Grazieschi, G., Gatta, V., Marcucci, E., & Carrese, S. (2021). The Adoption of Green Vehicles in Last Mile Logistics: A Systematic Review. *Sustainability*, 13(1), 6.
- ^{lxiii} Hess, A., Spinler, S., & Winkenbach, M. (2021). Real-time demand forecasting for an urban delivery platform. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 145, 102147.
- ^{lxiv} Ostermeier, M., Heimfarth, A., & Hübner, A. (2021). Cost-optimal truck-and-robot routing for last-mile delivery. *Networks*.
- ^{lxv} Antonio Comi, Agostino Nuzzolo & Antonio Polimeni (2021) Aggregate delivery tour modeling through AVM data: experimental evidence for light goods vehicles, *Transportation Letters*, 13:3, 201-208, DOI: 10.1080/19427867.2020.1868178
- ^{lxvi} Rosenberg, L. N., Balouka, N., Herer, Y. T., Dani, E., Gasparin, P., Dobers, K. & van Uden, S. (2021). Introducing the Shared Micro-Depot Network for Last-Mile Logistics. *Sustainability*, 13(4), 2067.

^{lxvi} Gartner (2021). Supply Chain Top 25 for 2021. Gartner for Supply Chain.

^{lxvii} Escamilla, R., Fransoo, J. C., & Tang, C. S. (2021). Improving agility, adaptability, alignment, accessibility, and affordability in nanostore supply chains. *Production and Operations Management*, 30(3), 676-688.