

# Co-distribución para Logística Urbana: Análisis de Experiencias Internacionales

*Co-distribution for Urban Logistics: Analysis of International Experiences.*

---

Gervasio González<sup>1</sup>, Matías Escuder<sup>2</sup>, Martín Tanco<sup>3</sup>

Recibido: julio 2017

Aprobado: setiembre 2017

---

**Resumen** – El crecimiento en la población ha sido acompañado por un aumento en el porcentaje de las personas que habitan los centros urbanos, tanto en países desarrollados como no desarrollados. Estas zonas con alta densidad de población generan un aumento en la actividad comercial, siendo el transporte urbano de mercaderías un factor clave, ya que provee los productos comercializados por sus tiendas. Sin embargo, la capilaridad del mercado, estrictas ventanas horarias y falta de infraestructura provocan que esta actividad se realice de manera ineficiente y por lo tanto, a un costo elevado. Por otro lado, el transporte de mercaderías afecta otras externalidades como la contaminación, el ruido y la congestión de tránsito ya existente. Varios autores han investigado la co-distribución como una forma de mejorar el sistema de distribución urbana y mitigar los problemas anteriormente mencionados. Este artículo pretende recopilar y analizar la información sobre los diferentes métodos utilizados en co-distribución a nivel mundial con sustento en experiencias prácticas. Como resultado, se concluye que casi la totalidad de los artículos publicados en esta temática refieren a la implementación de Centros de Consolidación Urbanos (CCU), los cuales, si bien mitigan varios de los problemas mencionados, en general necesitan de apoyo por parte del gobierno para que sean económicamente viables

**Palabras clave:** Co-distribución; Transporte de Carga Colaborativo; Centros de Consolidación Urbanos; Colaboración Horizontal.

*Summary* – Population growth has been accompanied by an increase in the percentage of people living in urban centers in both developed and non-developed countries. These areas with high population density generate an increase in commercial activity, with urban freight transport being a key factor, as it provides the products marketed by its stores. However, market capillarity, strict time windows and lack of infrastructure cause this activity to be carried out inefficiently and therefore, at a high cost. Moreover, urban freight transportation affects other externalities such as contamination, noise and existing traffic congestion. Several authors have proposed co-distribution as a way to improve the distribution system and mitigate the problems mentioned above. This article aims to gather and analyze information on the different methods used in co-distribution in different parts of the world, supported by practical experiences. As a result, it is concluded that almost all articles published in this subject refer to the implementation of Urban Consolidation Centers, which, while mitigating several of the problems mentioned, they generally need support from the government to make them economically viable.

**Keywords:** Co-distribution; Cooperative Freight Transportation, Urban Consolidation Center; Horizontal Collaboration.

---

<sup>1</sup> Ingeniero Industrial. CINOI - Universidad de Montevideo, ggonzalez7@correo.um.edu.uy

<sup>2</sup> Ingeniero Industrial. CINOI - Universidad de Montevideo, mescuder@correo.um.edu.uy

<sup>3</sup> Doctor en Ingeniería Industrial. CINOI - Universidad de Montevideo, mtanco@um.edu.uy

**1. Introducción.-** El crecimiento en la población ha sido acompañado por un aumento en el porcentaje de las personas que habitan los centros urbanos, tanto en países desarrollados como no desarrollados [1,2]. Estas zonas con alta densidad de población generan un aumento en la actividad comercial, siendo el transporte urbano de mercaderías un factor clave, ya que provee los productos comercializados por sus tiendas [3].

Las proyecciones indican que este fenómeno de urbanización se irá intensificando y, para el año 2050, la población urbana representará casi un 70% de la población mundial [4] y, por lo tanto, se espera que la demanda del transporte urbano de mercaderías también crezca [5,6]. Asimismo, las prácticas de producción y de distribución con políticas de bajos inventarios y entregas a tiempo, y el crecimiento explosivo del comercio electrónico que genera un volumen significativo de entregas personales, provocan que este crecimiento sea aún mayor del esperado [7].

En general existe una gran presión para que las actividades de distribución se realicen a un costo bajo pero con altos niveles de servicio, lo cual es un desafío de por sí debido a que distribuyen a clientes con estrictas ventanas de horarios [8]. Más aún, los transportistas frecuentemente se enfrentan con la dificultad de operar sus vehículos en vías congestionadas. Todo esto ha llevado al uso ineficiente de los camiones, no cargados a su capacidad máxima, que enfrentan caminos ineficientes y largas esperas para adaptarse a las restricciones de horarios [8].

Por otro lado, una variedad de impactos sociales, ambientales y económicos negativos son causados por el transporte urbano de mercancías. Este contribuye a la congestión del tránsito, contaminación del aire, emisión de gases de efecto invernadero, contaminación sonora y frecuentemente causa accidentes debido a su gran tamaño y falta de maniobrabilidad [9]. Es por esto que ha surgido la co-distribución como opción para mitigar los problemas mencionados [10,11].

La logística urbana es un campo multidisciplinario que tiene como objetivo comprender, estudiar y analizar las diferentes organizaciones, los sistemas logísticos, los stakeholders y las acciones de planificación relacionadas con la mejora de los diferentes sistemas de transporte de mercancías en una zona urbana y vincularlos de forma sinérgica [12]. Varios autores dentro de esta disciplina han propuesto la co-distribución como forma de mejorar el sistema de distribución y mitigar los problemas anteriormente mencionados.

Este artículo pretende recopilar y analizar la información sobre los diferentes sistemas de co-distribución reportados en la literatura científica internacional, con sustento en experiencias prácticas, para así contribuir al aprendizaje del tema en otras regiones que aún no han implementado estas soluciones. Se excluye del alcance de este artículo la distribución conjunta entre varias empresas que, a través de la tercerización de la distribución a un mismo operador logístico, llegan al punto de venta con productos de las distintas empresas. Este modelo es diferente al analizado, dado que el mismo se basa principalmente en economías de escala y no siempre la co-distribución es un objetivo de por sí. Por ejemplo, es frecuente que los operadores logísticos se deben regir por los tiempos de entregas establecidos por las empresas que los contratan, dificultando esta opción.

**2. Marco Teórico.-** Co-distribución se emplea para hacer referencia a las distintas prácticas en las que un conjunto de empresas forman una alianza para transportar sus mercaderías en conjunto [13]. Existen diversos términos que abarcan conceptos similares, como por ejemplo el de “cadena de suministros colaborativa”, “sistemas de fletes de transporte cooperativos” y “colaboración horizontal” (*collaborative supply chain*, *cooperative freight transport systems* y *horizontal collaboration* según sus nombres en inglés). Una cadena de suministros colaborativa significa que dos o más compañías independientes trabajan juntas para planificar y ejecutar operaciones de

la cadena de suministros con mejor desempeño que el que podrían lograr individualmente [14]. Los sistemas de fletes de transporte cooperativo pueden ser definidos como sistemas en los cuales múltiples entidades usan y operan cooperativamente todo o parte del transporte de sus actividades logísticas [15]. En cuanto a la colaboración horizontal, es un acuerdo de negocios entre dos o más compañías que se encuentran en el mismo nivel de la cadena de suministros con el fin de facilitar el trabajo y la cooperación en la búsqueda de un objetivo común [16].

Las diferentes formas de co-distribución pueden dividirse en las siguientes dos grandes categorías: las que utilizan espacios de logística urbana y las que implican la distribución conjunta mediante fletes compartidos sin utilizar los espacios anteriores. Los espacios de logística urbana pueden definirse como un conjunto de instalaciones en nodos intermedios, con recursos y sistemas destinados a optimizar la circulación de mercaderías en la ciudad, tanto desde un punto de vista funcional como ambiental [17,18]. Estos pueden satisfacer diferentes objetivos dependiendo de su alcance, siendo los centros de distribución urbanos y microplataformas urbanas de consolidación y desconsolidación los tipos más frecuentes.

Los centros de distribución urbanos se encuentran por lo general en las afueras de la ciudad (aunque cercanos a los puntos donde se distribuye) ya que éstas zonas están menos congestionadas y, por lo tanto, permiten una rápida movilidad [19]. Estos se pueden diferenciar en centros de consolidación urbana y centros de transferencia urbana (UCC y UTC por sus siglas en inglés). Los UCC son utilizados por varios distribuidores que almacenan los productos en este lugar. En la mayoría de los casos un solo distribuidor se encarga de realizar la entrega final. Por otra parte, los UTC se utilizan para traspasar la mercadería desde vehículos grandes a unos más livianos y pequeños, siendo generalmente el mismo distribuidor el encargado de ambas partes del proceso. Por otra parte, las microplataformas de consolidación funcionan de manera muy similar a un UCC, pero se encuentran cerca del lugar de destino y son de menor tamaño. Las microplataformas de desconsolidación a diferencia de las anteriores no almacenan la mercadería, simplemente se realiza transferencia de productos entre vehículos. En general, los vehículos que llegan a las microplataformas son de gran tamaño, mientras que la distribución final se realiza en vehículos pequeños, más adecuados para acceder a las zonas densas de la ciudad [19].

De las prácticas anteriormente nombradas, solo los UCC y las micro plataformas de consolidación son prácticas estrictamente vinculadas a la co-distribución. Evidentemente estos son también una alternativa para los operadores logísticos tradicionales, que por su ubicación y volúmenes manejados, pueden beneficiarse de este modelo [20].

**3. Metodología.-** Este artículo pretende recopilar y analizar la información sobre los diferentes métodos utilizados en co-distribución a nivel mundial. Para esto, se realizó una revisión bibliográfica sistemática utilizando la base de datos de Scopus®. En base a una primera revisión bibliográfica, consultas a expertos y la experiencia de los autores se consideraron los siguientes términos como fase inicial de búsqueda: *Co – distribution; Collaborative transportation; Cooperative freight transport.*

Luego de realizar una serie de búsquedas con los términos anteriormente mencionados se procedió a refinar los términos de búsqueda, para acotar el universo de artículos a aquellos de interés para el propósito de este estudio. Las búsquedas finalmente realizadas fueron: *Collaborative Transportation + goods; Collaborative Transportation + Last Mile; Collaborative Transportation + Urban Distribution; Collaborative Transportation + Urban Logistic\**, *Cooperative Freight Transport; Freight Consolidation Center, Horizontal Collaboration + Goods; Horizontal Collaboration + Last Mile; Horizontal Collaboration + Urban Distribution; Horizontal Collaboration + Urban Logistic\**, *Urban Consolidation Center; Urban Logistic\* + Micro-Platform\**, *Urban Logistic\* + Micro Logistic\**, *Urban Logistic\* + Micro Logistic\* Zone;*

*Urban Logistic\* + Micro Platform\**; *Co-distribution* (se realizó la búsqueda del último término por fuera de Scopus ya que no existían resultados).

Se limitó a la búsqueda de artículos en inglés, publicados en revistas y conferencias entre el año 2006 y Julio 2016. En base a estas búsquedas se encontraron 285 artículos. Leyendo los abstracts se seleccionaron un total de 77 artículos para ser posteriormente analizados, de los cuales 53 artículos fueron considerados pertinentes para los objetivos de este estudio. Los artículos seleccionados fueron luego clasificados según año, país, si refieren a un caso práctico, si incluyen algún tipo de modelación matemática, si involucran la colaboración del gobierno con empresas y de acuerdo a la práctica realizada (*Centros de Consolidación Urbanos, Microplataformas o Distribución Conjunta* sin utilización de espacios para la logística urbana).

**4. Resultados.-** La Tabla I resume los artículos encontrados en las categorías mencionadas anteriormente.

Autor	Año	País (Autores)	Centro de Consolidado Urbano	Micro plataformas	Distribución Conjunta	Caso práctico	Modelación matemática	Colaboración gobierno empresas
Tacla et al. 2006	2006	Brasil	X			x	x	
Berger & Bierwirth 2010	2009	Alemania					x	
Chwesiuk et al. 2010	2010	Polonia	X					
Kolck 2010	2010	Holanda-Japón	X			x		
Patier & Browne 2010	2010	UK-Francia	X					
Van Duin et al. 2010	2010	España-Holanda	X					
Van Rooijen & Quak 2010	2010	Holanda	X			x		
Browne et al. 2011	2011	UK	X			x		
Gonzalez-Feliu 2011	2011	Francia	X			x		
Wang & Kopfer 2011	2011	Alemania			x			
Browne et al. 2012	2012	UK-Japón-Francia-Holanda	X			x		
Gonzalez-Feliu & Salanova Grau 2012	2012	Francia-Grecia	X			x		
Ville et al. 2013	2012	Francia	X					
Faure et al. 2013	2013	Francia-Colombia-UK	X				x	
Janjevic et al. 2013	2013	USA-Bélgica	X					
Vahrenkamp 2013	2013	Alemania	X					
Allen et al. 2014	2014	UK	X			x		
Battaia et al. 2014	2014	Francia-Colombia	X					
Daniela et al. 2014	2014	UK	X			x		
Handoko et al. 2014	2014	Singapur	X				x	
Hidalgo & Gámez 2014	2014	Colombia		x			x	
Lin et al. 2016	2014	USA	X				x	
Moen 2014	2014	Suecia	X			x		x
Morana et al. 2014	2014	Francia	X					
Muñoz-Villamizar et al. 2014	2014	Colombia	X				x	
Pérez-Bernabeu et al. 2015	2014	España			x		x	
Van Rooijen & Quak 2014	2014	Holanda	X			x		
Vanovermeire & Sörensen 2014	2014	Bélgica			x		x	
Vanovermeire et al. 2014	2014	Bélgica			x		x	
Wang & Kopfer 2014	2014	Alemania			x		x	
Wang et al. 2014	2014	Singapur	X				x	
Yamada 2014	2014	Japón	X			x		x
Askri et al. 2015	2015	Túnez-Francia	X				x	

Dai et al. 2015	2015	Francia-China					x	
Danloup et al. 2015	2015	Francia			x		x	
Defryn et al. 2016	2015	Bélgica			x		x	
Handoko et al. 2015	2015	Singapur	X				x	
Hezarkhani et al. 2016	2015	Holanda					x	
Merchan 2015	2015	USA		x			x	
Moutaoukil et al. 2015	2015	Francia	X				x	
Muñoz-Villamizar et al. 2015	2015	Colombia				x	x	
Nguyen et al. 2015	2015	Suecia	X				x	
Nordtomme et al. 2015	2015	Noruega	X			x		
Van Heeswijk et al. 2015	2015	Holanda	X				x	
Wang & Kopfer 2015	2015	Alemania				x	x	
Wang & Cui & Hari 2015	2015	Singapur	X					
Wang & Lau & Lim 2015	2015	Singapur	X				x	
Aditjandra et al. 2016	2016	UK	X				x	
Guajardo & Rönnqvist 2016	2016	Canadá-Noruega				x	x	
Handoko et al. 2016	2016	Singapur	X				x	
Li et al. 2016	2016	China				x	x	
Palhazi Cuervo et al. 2016	2016	Bélgica					x	
Van Lier et al. 2016	2016	Bélgica				x		

Tabla I.- Clasificación de los artículos analizados

De la tabla anterior se puede observar que los artículos relacionados con co-distribución han aumentado en los últimos años, siendo más del 65% publicados a partir del 2014 (últimos tres años de la revisión). Por otro lado, si consideramos las afiliaciones de los distintos autores, la gran mayoría (63%) tienen afiliaciones en Europa, seguido por Asia (19%), luego por América Latina (10%) y finalmente América del Norte y África (6 % y 2% respectivamente).

De los artículos relevados, más del 70% hace referencia a UCC, siendo casi el 40% de los mismos una descripción de casos prácticos. Por otro lado, existen varios artículos de distribución conjunta (22%), como ser los trabajos de Wang & Kopfer [29] y Muñoz-Villamizar et al [16], donde se menciona de forma teórica la posibilidad de establecer una alianza entre dos empresas de forma tal que se minimicen los costos de distribución sin la utilización de un centro de distribución, pero en ninguno de ellos se encontraron resultados prácticos. Finalmente, solo una pequeña cantidad de artículos habla sobre la colaboración del gobierno al implementar algún sistema de distribución (menos del 6%).

Dado que la mayoría de los artículos tratan de UCC y son los únicos que presentan casos prácticos que los sustentan, la siguiente sección de análisis se enfoca exclusivamente en los mismos.

**5. Análisis.-** Con la utilización de los UCC se busca también rediseñar el flujo de mercaderías sin aumentar el coste, reduciendo la contaminación y haciendo la ciudad más atractiva [57]. Una de las razones más importantes para aplicar co-distribución es la disminución de la polución, lo cual ha sido efectivamente logrado con la implementación de los mismos [10,41,52,57]. Estos reducen el número total de vehículos que circulan en el área urbana y también el número de vehículos no aptos para circular en estas zonas. Es importante mencionar que la obtención de estos beneficios no siempre se cumple ya que depende de otros factores tales como la gestión de ruteo y el tipo de vehículos. También reducen los movimientos de vehículos y la distancia recorrida mediante la mejora de los factores de carga y la reducción del tránsito de transportes vacíos. Por lo tanto, se reduce el número de repartos en los centros poblados, el consumo de

combustible, la contaminación sonora y las emisiones de gases logrando un área urbana más acogedora. Estos permiten utilizar vehículos que no contaminan el medio ambiente en la última milla de la cadena de suministros y mejora el control de inventario, la disponibilidad de productos y el servicio al cliente [70].

Sin embargo, existen límites para llevar a la práctica este tipo de soluciones, entre los cuales se incluye la legislación existente, dificultades en la organización, costos y la asignación de responsabilidad [31]. Si bien la legislación puede ser vista como un factor que favorece el desarrollo de estos centros (como por ejemplo las restricciones sobre el acceso a algunas zonas de la ciudad para los vehículos pesados), la legislación también puede ser una limitación cuando se refieren a la compatibilidad de la carga. Por ejemplo, las normas y leyes que prohíben cargar un vehículo con productos diferentes (por ejemplo bienes peligrosos, comida fresca, desperdicios, materias primas, etc.). Incluso en algunos casos, estos centros pueden llegar a crear situaciones de monopolio.

Por otra parte, las condiciones físicas y de organización para la compatibilidad de carga para un amplio rango de productos pueden ser demasiado compleja y puede limitar el desarrollo de dichos centros. Por ejemplo, las dimensiones, tipo de empaquetado, unidad de stock y la necesidad de equipamiento específico para las operaciones de carga y descarga limitarán necesariamente la cohabitación de dos envíos en el mismo vehículo o espacio dentro del centro.

Los costos en un sistema como este tienen mucha importancia. Si un transbordo implica un cambio organizativo, también supone aumento de los costos. Aunque algunos centros han encontrado esquemas de optimización para reducir estos costos e imputar costos similares a los operadores de transporte, la cuestión sigue siendo controversial en la planificación y el desarrollo de los mismos [59,34]. Algunos autores mencionan que para que su utilización sea económicamente viable se necesita una importante subvención del gobierno [58]. Otro costo a tener en cuenta es el de montaje, el cual tiende a ser muy alto no solo por los aspectos constructivos sino también por el elevado costo del terreno en las zonas urbanas [70]. Bataia et al [36] proponen una solución para anticipar el nivel de actividad de un UCC y determinar la condición bajo la cual se genera beneficios para los transportistas. El estudio concluye con una aplicación del método teniendo como test de prueba a la ciudad de Saint-Etienne, Francia.

Es también común que existan factores relacionados con la responsabilidad del operador de transporte, la cual se debe establecer exhaustivamente en el contrato establecido entre los diferentes actores. Si la colaboración entre los socios y clientes de sistemas de distribución se rige por un contrato o una carta en donde las responsabilidades están bien definidas, este punto no interferirá en el éxito de este sistema compartido. Por otra parte, si estas cuestiones no están claramente especificadas en un contrato, controversias relacionadas con la responsabilidad mal definida pueden conducir a un conflicto legal [31].

Teniendo en cuenta los costos, las distancias desde los distribuidores al UCC, las distancias desde el UCC a los diferentes comercios y algunas otras variables, se puede determinar cuáles serían los mejores puntos en donde colocar un UCC. Muñoz-Villamizar et al. [43] proponen un método para identificar cual es el mejor punto en el cual ubicar un UCC utilizando un algoritmo que resuelve el problema de ubicación llamado *Location Routing Problem*. También se han estudiado métodos para determinar los lugares óptimos para ubicar las terminales logísticas en donde se tienen en cuenta los costos de transporte, costos de tiempo de viaje y las emisiones de CO<sub>2</sub> [71]. Si bien, estos centros de distribución en la teoría son una solución abarcativa en cuanto a los problemas que mitigan y los beneficios potenciales parecen ser muy importantes, en la mayoría de las veces en la práctica se producen resultados opuestos a lo esperado. Por ejemplo, la Tabla II

resume los resultados de un estudio en el que se relevó la cantidad de UCC instalados y operando en Europa en el año 2011 [72].

País	Número total de UCC	UCC operando en 2011
UK	32	13
Italia	16	10
Francia-Mónaco	16	8
Holanda	14	6
Alemania	14	3
Suecia	4	0
Suiza	3	1
España	3	0
Austria	1	0
Bélgica	1	0
Finlandia	1	0
Grecia	1	0
Portugal	1	0
<b>Total</b>	<b>75</b>	<b>25</b>

Tabla II.- Sostenibilidad de los UCC. Adaptado de: Gonzalez-Feliu & Salanova Grau (2012)[72]

Cómo se puede observar, solo ligeramente más del 30% de los UCC instalados en Europa fueron sostenibles en el tiempo. Los autores de dicho estudio argumentan que gran parte de los casos exitosos han contado con apoyo económico por parte del gobierno, como ser en los casos de Italia y Francia que presentan los mejores ratios. En el caso particular de Francia, incluso existe el National Comitee for Urban Goods Transport que da soporte a este tipo de iniciativas.

Frente a esta situación surgen los mecanismos de subastas, como alternativa al método tradicional de operación de los UCC que operan con cargos a tasa fija en función del volumen de la mercadería [38,49,63,66]. Según un estudio realizado por Handoko et al. [66], los UCC operan con cargos a tasa fija basados en volúmenes. Estos proponen un mecanismo de subasta de doble criterio para la asignación automatizada de órdenes de entrega de última milla a los transportes. Este mecanismo considera los costos de almacenamiento (por noche en el depósito) y los de distribución. Al momento de la subasta se les pide a los distribuidores que llevan la mercadería al UCC los siguientes parámetros: volumen del paquete, destino del paquete, día de llegada al UCC, fin de plazo para la entrega (deadline), el precio que está dispuesto a pagar. Luego se analizan los ganadores de la subasta.

**6. Conclusión.-** En el escenario actual, en donde los países continúan aumentando su urbanización es de gran importancia la búsqueda de soluciones para realizar la distribución de productos de manera eficiente y as su vez reducir los impactos negativos que esta actividad tiene. Varios autores proponen la co-distribución como un mecanismo eficiente para lograr los propósitos anteriores. Co-distribución es un término que se emplea para hacer referencia a un conjunto de empresas que forman una alianza para crear un sistema de distribución en conjunto.

Las diferentes formas de co-distribución pueden dividirse en las siguientes dos grandes categorías: las que utilizan espacios de logística urbana y las que implican la distribución conjunta mediante fletes compartidos sin utilizar los espacios anteriores. Dentro de los espacios de logística urbana las prácticas pueden dividirse en centros de distribución urbana y microplataformas, siendo los centros de consolidación urbanos (UCC) y microplataformas de consolidación las prácticas estrictamente vinculadas a la co-distribución. Luego de realizar una exhaustiva revisión bibliográfica, se observó que la práctica más común reportada en la literatura es la de UCC, siendo esta la única con sustento en casos prácticos en la literatura científica. Las investigaciones en esta área han aumentado en los últimos años, siendo principalmente los países europeos quienes se encuentran liderando estas investigaciones.

La utilización de UCC en el mundo es considerable y se ha comprobado que estos ayudan a solucionar muchos de los problemas relacionados a la distribución de productos en la ciudad. Sin embargo, no todos estos tienen éxito. Existen diversos artículos que han buscado mejorar el desempeño de los UCC ya sea investigando los diferentes puntos de la ciudad en donde se deberían colocar los mismos desarrollando métodos innovadores para mejorar su operación como ser los sistemas de subastas. Se concluye también que el apoyo del gobierno, en cuanto a regulaciones que favorezcan su funcionamiento como desde un punto de vista económico, es un factor clave para garantizar su éxito y sustentabilidad a largo plazo.

Finalmente, se concluye que no se encontraron artículos enfocados en distribución conjunta y respaldada con casos prácticos. Pasos futuros de esta investigación podrían estudiar la complejidad de este tipo de actividades y sus ventajas. Esto podría simplificar la forma de realizar la distribución, en donde el impacto de los problemas mencionados sea menor y sin la inversión y costos operativos de los centros de distribución.

### Agradecimientos

Esta investigación fue financiada parcialmente por el Centro de Innovación en Ingeniería (Proyecto CII UM – T2), que contando con el apoyo de la Agencia Nacional de Investigación e Innovación (ANII), otorga financiación a proyectos de tesis con fuerte carácter de innovación y con apoyo de las empresas locales.

### Bibliografía

- [1] Blanco, E. E. (2014). Multi-Donor Trust Fund for Sustainable Logistics (MDTF-SL) Position Note Urban Logistics and Port - Cities, 1–15.
- [2] Zambuzi, N. d., Cunha, C. B., Blanco, E., Yoshizaki, H. T., & Carvalho, C. D. (2013). The Aspects of the urban distribution in a megacity : a comparison between São Paulo ' s and Boston ' s urban deliveries. In Conferência Internacional da Latin American Real-Estate Society (LARES). São Paulo.
- [3] Fransoo, J. C., & Blanco, E. E. (2013). Reaching 50 million nanostores Retail distribution in emerging megacities.
- [4] United Nations Department of Economic and Social Affairs Population Division. (2015). World Urbanization Prospects: The 2014 Revision.
- [5] Crainic, T. G. (2008). City Logistics. INFORMS Tutorials in Operations Research, (July), 181–212.
- [6] Bektaş, T., Gabriel, T., Tom, C., Woensel, V., Crainic, T. G., & Woensel, T. Van. (2015). From Managing Urban Freight to Smart City Logistics Networks. Montreal.
- [7] Benjelloun, A., & Crainic, T. G. (2009). Trends, challenges, and perspectives in city logistics. Proceedings of the Transportation and Land Use Interaction Conference, (4), 269–284.



- [8] Taniguchi, E., Thompson, R. G., Yamada, T., & Van Duin, R. (2001). City logistics-network modelling and intelligent transport systems. Pergamon, Amsterdam: Emerald.
- [9] Taniguchi, E., Imanishi, Y., Barber, R., James, J., & Debauche, W. (2014). Public Sector Governance to Implement Freight Vehicle Transport Management. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 125, 345–357.
- [10] Browne, M., Allen, J., Nemoto, T., Patier, D., & Visser, J. (2012). Reducing Social and Environmental Impacts of Urban Freight Transport: A Review of Some Major Cities. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 39, 19–33.
- [11] Russo, F., & Comi, A. (2010). A classification of city logistics measures and connected impacts. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 2(3), 6355–6365.
- [12] Gonzalez-Feliu, J., Semet, F., & Routhier, J. L. (Eds.). (2014). Sustainable urban logistics: Concepts, methods and information systems. Springer Berlin Heidelberg.
- [13] Hageback, C., & Segerstedt, A. (2004). The need for co-distribution in rural areas—a study of Pajala in Sweden. *International Journal of Production Economics*, 89(2), 153–163.
- [14] Simatupang, T. M., & Sridharan, R. (2002). The Collaborative Supply Chain : A Scheme for Information Sharing and Incentive Brief Biographies of the Authors. *The International Journal of Logistics Management*, (February), 1–32.
- [15] Yamada, T. (2014). Cooperative Freight Transport Systems, 167–176.
- [16] Muñoz-Villamizar, A., Montoya-Torres, J. R., & Vega-Mejía, C. a. (2015). Non-Collaborative versus Collaborative Last-Mile Delivery in Urban Systems with Stochastic Demands. *Procedia CIRP*, 30, 263–268.
- [17] Chan, H. K., Lettice, F., & Durowoju, O. A. (2012). Decision-Making for Supply Chain Integration: Supply Chain Integration. Springer Science & Business Media.
- [18] Antún, J. P. (2013). Distribución Urbana de Mercancías: Estrategias con Centros Logísticos. IDB Technical Note, 118.
- [19] Browne, M., Allen, J., & Leonardi, J. (2011). Evaluating the use of an urban consolidation centre and electric vehicles in central London. *IATSS Research*, 35(1), 1–6.
- [20] Chanut, O., & Paché, G. (2011). Supply networks in urban logistics—Which strategies for 3PL. In *EMNet Conference* (pp. 1-19).
- [21] Tacla, D., Lima, O.F. & Botter, R.C., 2006. A collaborative transportation proposal for urban deliveries: Costs and environmental savings. *WIT Transactions on the Built Environment*, 89, pp.195–204
- [22] Berger, S., & Bierwirth, C. (2010). Solutions to the request reassignment problem in collaborative carrier networks. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 46(5), 627-638.
- [23] Chwesiuk, K., Kijewska, K., & Iwan, S. (2010). Urban consolidation centres for medium-size touristic cities in the Westpomeranian Region of Poland. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 2(3), 6264-6273.
- [24] Kolck, A. (2010). Multi-Agent Model for the Urban Distribution Centre. , pp.1–199.
- [25] Patier, D. & Browne, M., 2010. A methodology for the evaluation of urban logistics innovations. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 2(3), pp.6229–6241.
- [26] Van Duin, J. H. R., Quak, H., & Muñuzuri, J. (2010). New challenges for urban consolidation centres: A case study in The Hague. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 2(3), 6177-6188.
- [27] Van Rooijen, T., & Quak, H. (2010). Local impacts of a new urban consolidation centre—the case of Binnenstadservice. nl. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 2(3), 5967-5979.
- [28] Gonzalez-Feliu, J. & Morana, J., 2011. Collaborative transportation sharing: from theory to practice via a case study from France. *Information Science Reference*, pp.252–27
- [29] Wang, X. & Kopfer, H., 2011. Increasing efficiency of freight carriers through collaborative transport planning: Chances and challenges. *Dynamics and Sustainability in*

- International Logistics and Supply Chain Management-Proceedings of the 6th German-Russian Logistics and SCM Workshop, pp.41–50.
- [30] Gonzalez-Feliu, J. & Salanova, J., 2012. Defining and evaluating collaborative urban freight transportation systems. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 39, pp.172–183
- [31] Ville, S., Gonzalez-Feliu, J. & Dablanc, L. (2013). The Limits of Public Policy Intervention in Urban Logistics: Lessons from Vicenza (Italy) and lessons for other European cities. *European Planning Studies*, 21(10), pp.1528–1541
- [32] Faure, L., Battaia, G., Marquès, G., Guillaume, R., Vega-Mejía, C. A., Montoya-Torres, J. R., Quintero-Araújo, C. L. (2013). How to anticipate the level of activity of a sustainable collaborative network: The case of urban freight delivery through logistics platforms. *IEEE International Conference on Digital Ecosystems and Technologies*, 126–131.
- [33] Janjevic, M., Kaminsky, P. & Ndiaye, A.B. (2013). Downscaling the consolidation of goods-state of the art and transferability of micro-consolidation initiatives. *European Transport - Trasporti Europei*, (54), pp.1–23
- [34] Vahrenkamp, R. (2013). 25 Years City Logistic: Why failed the urban consolidation centres? *Conference Logistik Management, Bremen 2013*, 2010–2011.
- [35] Allen, J., Browne, M., Woodburn, A., & Leonardi, J. (2014). A review of urban consolidation centres in the supply chain based on a case study approach. In *Supply Chain Forum: an international journal* (Vol. 15, No. 4, pp. 100-112). Taylor & Francis.
- [36] Battaia, G., Faure, L., Marquès, G., Guillaume, R., & Montoya-Torres, J. R. (2014). A methodology to anticipate the activity level of collaborative networks: The case of urban consolidation. *Supply Chain Forum*, 15(4), 70–82.
- [37] Daniela, P., Paolo, F., Gianfranco, F., Graham, P., & Miriam, R. (2014). Reduced urban traffic and emissions within urban consolidation centre schemes: The case of Bristol. *Transportation Research Procedia*, 3, 508-517.
- [38] Handoko, S. D., Nguyen, D. T., & Lau, H. C. (2014). An auction mechanism for the last-mile deliveries via urban consolidation centre. *2014 IEEE International Conference on Automation Science and Engineering (CASE)*, 2014-Janua, 607–612.
- [39] Hidalgo, D. & Gámez, H. (2014). Logistics micro-platforms as points of supply in case of a disaster. *Procedia Engineering*, 78, pp.64–70.
- [40] Lin, J., Chen, Q. & Kawamura, K. (2016). Sustainability SI: Logistics Cost and Environmental Impact Analyses of Urban Delivery Consolidation Strategies. *Networks and Spatial Economics*, 16(1), pp.227–253.
- [41] Moen, O. (2014). Co-distribution of Municipal Goods in Sweden – Procurement from a New Standpoint. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 125, 484–495.
- [42] Morana, J., Gonzalez-Feliu, J., & Semet, F. (2014). Urban consolidation and logistics pooling. In *Sustainable urban logistics: Concepts, methods and information systems* (pp. 187-210). Springer Berlin Heidelberg.
- [43] Muñoz-Villamizar, A. F., Montoya-Torres, J. R., & Herazo-Padilla, N. (2014). Mathematical Programming Modeling and Resolution of the Location-Routing Problem in Urban Logistics. *Ingeniería Y Universidad*, 18(2), 271–289.
- [44] Pérez-Bernabeu, E. et al., 2015. Horizontal cooperation in road transportation: A case illustrating savings in distances and greenhouse gas emissions. *International Transactions in Operational Research*, 22(3), pp.585–606
- [45] Van Rooijen, T., & Quak, H. (2014). City logistics in the European CIVITAS initiative. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 125, 312-325.
- [46] Vanovermeire, C. & Sörensen, K. (2014). Measuring and rewarding flexibility in collaborative distribution, including two-partner coalitions. *European Journal of Operational Research*, 239(1), pp.157–165.
- [47] Vanovermeire, C., Sörensen, K., Van Breedam, A., Vannieuwenhuysse, B., & Verstrepen, S. (2014). Horizontal logistics collaboration: decreasing costs through flexibility and an

- adequate cost allocation strategy. *International Journal of Logistics Research and Applications*, 17(4), 339-355.
- [48] Wang, X. & Kopfer, H., 2014. Collaborative transportation planning of less-than-truckload freight: A route-based request exchange mechanism. *OR Spectrum*, 36(2), pp.357–380.
- [49] Wang, C., Handoko, S.D. & Lau, H.C., 2014. An auction with rolling horizon for urban consolidation centre. *Proceedings of 2014 IEEE International Conference on Service Operations and Logistics, and Informatics, SOLI 2014*, pp.438–443.
- [50] Askri, A., Rached, M., & Yahia, S. B. (2015). Mono-objective and multi-objective models for the pickup and delivery problem with time windows. In *Computer Supported Cooperative Work in Design (CSCWD), 2015 IEEE 19th International Conference on* (pp. 103-108). IEEE.
- [51] Dai, B., & Chen, H. (2015). Proportional egalitarian core solution for profit allocation games with an application to collaborative transportation planning. *European Journal of Industrial Engineering*, 9(1), 53-76.
- [52] Danloup, N., Allaoui, H., & Goncalves, G. (2015). Green collaborative transport planning model with time windows : a case study in food retailing. *IEEE International Conference on Advanced Logistics and Transport*, 240–245.
- [53] Defryn, C., Sörensen, K., & Cornelissens, T. (2016). The selective vehicle routing problem in a collaborative environment. *European Journal of Operational Research*, 250(2), 400-411.
- [54] Handoko, S. D., Chuin, L. H., Gupta, A., Soon, O. Y., Kim, H. C., & Siew, T. P. (2015). Solving multi-vehicle profitable tour problem via knowledge adoption in evolutionary bi-level programming. In *Evolutionary Computation (CEC), 2015 IEEE Congress on* (pp. 2713-2720). IEEE.
- [55] Hezarkhani, B., Slikker, M., & Van Woensel, T. (2016). A competitive solution for cooperative truckload delivery. *OR Spectrum*, 38(1), 51-80.
- [56] Merchán Dueñas, D. E. (2015). Transshipment networks for last-mile delivery in congested urban areas Doctoral dissertation. Massachusetts Institute of Technology.
- [57] Moutaoukil, A., Neubert, G., & Derrouiche, R. (2015). Urban freight distribution: The impact of delivery time on sustainability. *IFAC Proceedings Volumes (IFAC-PapersOnline)*, 48(3), 2368–2373.
- [58] Nguyen, D. T., Lau, H. C., & Kumar, A. (2015, August). Decomposition techniques for urban consolidation problems. In *Automation Science and Engineering (CASE), 2015 IEEE International Conference on* (pp. 57-62). IEEE.
- [59] Nordtomme, M. E., Bjerkan, K. Y., & Sund, A. B. (2015). Barriers to urban freight policy implementation: The case of urban consolidation center in Oslo. *Transport Policy*, 44, 179–186.
- [60] Van Heeswijk, W., Mes, M., & Schutten, M. (2015, September). An approximate dynamic programming approach to urban freight distribution with batch arrivals. In *International Conference on Computational Logistics* (pp. 61-75). Springer, Cham.
- [61] Wang, X. & Kopfer, H., 2015. Rolling horizon planning for a dynamic collaborative routing problem with full-truckload pickup and delivery requests. *Flexible Services and Manufacturing Journal*, 27(4), pp.509–533.
- [62] Wang, C., Cui, W., & Hari, N. (2015, December). Feasibility Analysis on Collaborative Platform for Delivery Fulfillment in Smart City. In *Smart City/SocialCom/SustainCom (SmartCity), 2015 IEEE International Conference on* (pp. 147-152). IEEE.
- [63] Wang, C., Lau, H. C., & Lim, Y. F. (2015, September). A rolling horizon auction mechanism and virtual pricing of shipping capacity for urban consolidation centers. In *International Conference on Computational Logistics* (pp. 422-436). Springer, Cham.
- [64] Aditjandra, P. T., Galatioto, F., Bell, M. C., & Zunder, T. H. (2016). Evaluating the impacts of urban freight traffic: application of micro-simulation at a large establishment. *European Journal of Transport and Infrastructure Research*, 16(1), 4-22.

- [65] Guajardo, M., & Rönnqvist, M. (2016). A review on cost allocation methods in collaborative transportation. *International Transactions in Operational Research*, 23(3), 371-392.
- [66] Handoko, S. D., Lau, H. C., & Cheng, S. F. (2016). Achieving Economic and Environmental Sustainabilities in Urban Consolidation Center With Bicriteria Auction. *IEEE Transactions on Automation Science and Engineering*, 13(4), 1471–1479.
- [67] Li, J., Cai, X. & Zeng, Y. (2016). Cost allocation for less-than-truckload collaboration among perishable product retailers. *OR Spectrum*, 38(1), pp.81–117.
- [68] Palhazi Cuervo, D., Vanovermeire, C. & Srensen, K. (2016). Determining collaborative profits in coalitions formed by two partners with varying characteristics. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 70, pp.171–184.
- [69] Van Lier, T., Caris, A., & Macharis, C. (2016). Sustainability SI: Bundling of outbound freight flows: Analyzing the potential of internal horizontal collaboration to improve sustainability. *Networks and Spatial Economics*, 16(1), 277-302.
- [70] Allen, J., Thorne, G., & Browne, M. (2007). Good practice guide on urban freight transport. Bestufs administration centre. Retrieved from [www.bestufs.net](http://www.bestufs.net)
- [71] Yamada, T., Taniguchi, E., & Noritake, M. (1999). Optimal location planning of logistics terminals based on multiobjective programming method. *WIT Transactions on The Built Environment*, 44.
- [72] Gonzalez-Feliu, J., & Grau, J. M. S. (2012, October). Is urban logistics pooling viable? A multistakeholder multicriteria analysis. In *V Congreso Internacional de Transporte. La nueva ordenación del mercado de transporte* (pp. 1-19).