



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial

EL PAPEL DE LOS HUBS URBANOS PARA UNA  
DISTRIBUCIÓN URBANA DE MERCANCÍAS  
SOSTENIBLE: ANTECEDENTES Y ANÁLISIS DE  
VIABILIDAD

Trabajo Fin de Máster

Máster Universitario en Ingeniería Avanzada de Producción,  
Logística y Cadena de Suministro

AUTOR/A: Sapigiuc, Eduard Gabriel

Tutor/a: Salvador Zuriaga, Pablo

Cotutor/a externo: MORENO MAS, ALBERTO

CURSO ACADÉMICO: 2022/2023



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



ESCOLA TÈCNICA  
SUPERIOR ENGINYERIA  
INDUSTRIAL VALÈNCIA

**TRABAJO FIN DE MÁSTER EN INGENIERÍA AVANZADA DE PRODUCCIÓN,  
LOGÍSTICA Y CADENA DE SUMINISTRO**

**EL PAPEL DE LOS HUBS URBANOS PARA UNA  
DISTRIBUCIÓN URBANA DE MERCANCÍAS  
SOSTENIBLE: ANTECEDENTES Y ANÁLISIS DE  
VIABILIDAD**

AUTOR: EDUARD GABRIEL SAPIGIUC

TUTOR: PABLO SALVADOR ZURIAGA

COTUTOR: ALBERTO MORENO MAS

Curso Académico: 2022/2023

---

# **SUMARIO**

---

## SUMARIO

RESUMEN Y PALABRAS CLAVE .....	5
ÍNDICE GENERAL .....	7
ÍNDICE DE FIGURAS .....	9
ÍNDICE DE TABLAS .....	12
INTRODUCCIÓN.....	15
1. CAPÍTULO 1: LOGÍSTICA DE ÚLTIMA MILLA. FUNDAMENTOS Y REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	18
2. CAPÍTULO 2: SOSTENIBILIDAD Y LOGÍSTICA. VÍNCULOS Y CORRELACIONES .....	46
3. CAPÍTULO 3: DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DE SOLUCIONES PARA LA LOGÍSTICA DE ÚLTIMA MILLA .....	65
CONCLUSIONES.....	90
LÍNEAS FUTURAS DE INVESTIGACIÓN .....	92
GLOSARIO DE TÉRMINOS Y ACRÓNIMOS .....	93
BIBLIOGRAFÍA .....	98
ANEXO I: Imágenes de apoyo .....	108
ANEXO II: Tablas de ampliación de los Objetivos de Desarrollo Sostenible .....	110

---

## **RESUMEN Y PALABRAS CLAVE**

---

## RESUMEN Y PALABRAS CLAVE

Este Trabajo de Fin de Máster estudia, por un lado, la logística urbana de mercancías, sus principales fundamentos y las particularidades que la distinguen del resto de eslabones de la Cadena de Suministro (CdS) y, por otro lado, aborda la necesidad de adoptar un enfoque de Estrategia Ciudad en lo que respecta a la movilidad en general y la Distribución Urbana de Mercancías (DUM) en particular, a través de la cual ser capaces de integrar distintas soluciones que aporten y garanticen una sostenibilidad robusta y de triple impacto, económico, social y medioambiental, tanto en la Última Milla (UM) como en las CdS.

La UM hace referencia al último eslabón o tramo de la CdS, donde los productos son entregados desde un centro de distribución o almacén, hasta el destinatario final, tanto B2B como B2C. Cuando se produce en entornos urbanos hablamos de DUM. Esta entrega al destinatario final puede ser realizada en su domicilio o en cualquier otro lugar designado previamente por el comprador a través de la DUM y la logística urbana.

La criticidad de la logística de UM dentro de la CdS radica en su proximidad al cliente final, y el impacto que ello puede generar en su experiencia de consumo, así como en las posibles decisiones de compra futuras. Además de la proximidad al cliente, existen otros aspectos de gran importancia como las entregas cada vez más rápidas y puntuales, la complejidad de planificación eficiente y seguimiento de rutas, la gestión de flotas o las políticas de costes, que hacen de la UM un desafío constante para los proveedores de servicios logísticos.

Todo lo anteriormente mencionado, ha de ser abordado teniendo en cuenta aspectos esenciales como la sostenibilidad desde todas sus perspectivas, es decir, económica, social y medioambiental. Su consecución puede ser alcanzada a través de distintas soluciones y estrategias, brindándole especial atención al papel del uso eficiente de las infraestructuras, mediante las cuales conseguir una mayor proximidad al cliente, consolidación de paquetes y optimización de rutas, gestión eficiente de inventarios, empleo de modalidades de entrega más sostenibles, mayor flexibilidad ante la demanda del mercado, etc.

Si se tiene en cuenta el aumento progresivo de la población urbana, parece lógico el hecho de contemplar y repensar las ciudades desde un punto de vista logístico, donde el transporte tanto de mercancías como de personas puedan convivir. Para ello se ha de abordar el concepto de Estrategia Ciudad, donde las distintas soluciones propuestas sean integradas e integrables en función de las características de cada urbe, para diseñar modelos realmente sistémicos, evitando la adopción de soluciones dispersas o inconexas que puedan dificultar aún más, la ya compleja de por sí, logística urbana de UM.

*Palabras clave:* Logística Urbana, Última Milla, Sostenibilidad, Estrategia Ciudad, Cadena de Suministro.

---

## **ABSTRACT AND KEYWORDS PASAR A INGLÉS LAS CORRECCIONES**

This Master's Thesis examines, on the one hand, urban goods logistics, its key principles, and the particularities that set it apart from other links in the Supply Chain (SC). On the other hand, it addresses the need to adopt a City Strategy approach regarding mobility in general and Urban Goods Distribution (UGD) in particular. Through this approach, it aims to integrate various solutions that contribute to and ensure robust triple-impact sustainability, economic, social, and environmental, in both the Last Mile (LM) and the SC

The LM refers to the final segment of the SC, where products are delivered from a distribution center or warehouse to the end recipient, encompassing both B2B (Business-to-Business) and B2C (Business-to-Customer) deliveries. When this occurs in urban environments, it is referred to as UGD and involves delivering the products either to the recipient's home or to any other location previously designated by the buyer through the use of urban logistics.

The criticality of LM logistics within the SC lies in its proximity to the end customer and the impact this can have on the final experience and potential future purchasing decisions. In addition to proximity to the customer, other important aspects include increasingly faster and punctual deliveries, efficient route planning and tracking, fleet management, cost policies, among others, making LM a constant challenge for any logistics service provider.

All the aforementioned must be addressed taking into account essential aspects such as sustainability from all perspectives, namely economic, social, and environmental. Its achievement can be reached through various solutions and strategies, with special attention to the role of efficient infrastructure utilization, which allows for greater proximity to the customer, package consolidation, route optimization, efficient inventory management, the use of more sustainable delivery methods, increased flexibility in response to market demand, etc.

Given the progressive increase in urban population, it seems logical to contemplate and rethink cities from a logistical standpoint, where both goods and people transport coexist. To achieve this, the concept of City Strategy must be addressed, ensuring that the proposed solutions are integrated or integrable based on the characteristics of each urban area. This way, truly systemic solutions can be designed, avoiding the adoption of dispersed or disconnected solutions that may further complicate the already complex nature of urban LM logistics.

*Keywords:* Urban Logistics, Last Mile, Sustainability, City Strategy, Supply Chain.

---

# ÍNDICE GENERAL

---

## ÍNDICE GENERAL

### CAPÍTULO 1

#### *Logística de Última Milla. Fundamentos y revisión bibliográfica*

1.1.	INTRODUCCIÓN.....	18
1.2.	REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	18
1.3.	CONCEPTO LOGÍSTICO .....	36
1.3.1.	Logística Urbana de Última Milla.....	36
1.3.2.	Importancia del comercio electrónico o e-commerce .....	38

### CAPÍTULO 2

#### *Sostenibilidad y Logística. Vínculos y correlaciones*

2.1.	INTRODUCCIÓN.....	46
2.2.	SOSTENIBILIDAD DE LA GESTIÓN DE LA CADENA DE SUMINISTRO .....	47
2.3.	OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE EN LOGÍSTICA.....	52
2.4.	VARIABLES QUE IMPACTAN EN LA SOSTENIBILIDAD DE LA LOGÍSTICA DE ÚLTIMA MILLA .....	57
2.5.	EXTERNALIDADES NEGATIVAS .....	59

### CAPÍTULO 3

#### *Descripción y Análisis de Soluciones para la Logística De Última Milla*

3.1.	INTRODUCCIÓN.....	65
3.2.	ANTECEDENTES .....	66
3.3.	SOLUCIÓN PROPUESTA .....	76
3.3.1.	Principales características y efectos .....	77
3.3.2.	Retos.....	79
3.3.3.	Habilitadores .....	80
3.3.4.	Aplicación al caso de València.....	83

---

# ÍNDICE DE FIGURAS

---

## ÍNDICE DE FIGURAS

### CAPÍTULO 1

#### *Logística de Última Milla. Fundamentos y revisión bibliográfica*

Figura 1.1. Número de publicaciones anuales relacionadas con Logística Urbana de Última Milla .....	19
Figura 1.2. Número de publicaciones anuales relacionadas con el Comercio Electrónico .	20
Figura 1.3. Número de publicaciones anuales relacionadas con la Sostenibilidad .....	21
Figura 1.4. Número de publicaciones anuales relacionadas con la Logística de.....	22
Última Milla, el e-commerce y la Sostenibilidad .....	22
Figura 1.5. Equilibrio entre las distintas dimensiones de la distribución urbana de mercancías .....	32
Figura 1.6. Impacto de un producto no alimentario adquirido a través de canales de venta distintos en Europa (CO <sub>2eq</sub> ) .....	34
Figura 1.7. Edad del comprador online promedio .....	40
Figura 1.8. Tamaño de la población comprador online promedio .....	40
Figura 1.9. Frecuencia de compra online .....	41
Figura 1.10. Frecuencia mensual de compra en función de la edad del comprador.....	41
Figura 1.11. Frecuencia mensual de compra en función de la población.....	41

### CAPÍTULO 2

#### *Sostenibilidad y Logística. Vínculos y correlaciones*

Figura 2.1. Las tres perspectivas de la sostenibilidad.....	48
Figura 2.2. Gestión Sostenible de la Cadena de Suministro.....	49
Figura 2.3. Diagrama de los Principios de Hannover para la sostenibilidad.....	51
Figura 2.4. Vinculación de los Objetivos de Desarrollo Sostenible con la logística.....	53
Figura 2.5. Posibles externalidades negativas de la logística de última milla.....	60
Figura 2.6. Evolución emisiones de GEI del transporte por carretera en España (kt CO <sub>2e</sub> ) .....	62

---

## CAPÍTULO 3

### *Descripción y Análisis de Soluciones para la Logística De Última Milla*

Figura 3.1. Representación básica del funcionamiento de la logística de última milla.....	66
Figura 3.2. Representación inicial del funcionamiento del City Logistics Project Kassel..	68
Figura 3.3. Nueva propuesta de funcionamiento del City Logistics Project Kassel .....	69
Figura 3.4. Dimensiones a tener en cuenta en las Ciudades 15-minutos.....	74
Figura 3.5. Intensidad logística por comunidad autónoma en 2021 .....	84
Figura 3.6. Superficie logística en España por comunidades autónomas en 2021 .....	84

## ANEXO I

### *Imágenes de apoyo*

Figura A.1.1. Representación del concepto Bentobox.....	109
---	-----

---

# ÍNDICE DE TABLAS

---

## ÍNDICE DE TABLAS

### CAPÍTULO 1

#### *Logística de Última Milla. Fundamentos y revisión bibliográfica*

Tabla 1.1. Comparativa entre el impacto medioambiental causado por compras online y físicas (CO <sub>2eq</sub> ).....	35
Tabla 1.2. Efecto de la densidad poblacional en los costes de envío .....	42
Tabla 1.3. Efecto del número de franjas horarias en poblaciones urbanas y rurales en los costes de envío.....	43

### CAPÍTULO 2

#### *Sostenibilidad y Logística. Vínculos y correlaciones*

Tabla 2.1. Emisiones por tipo de gas en transporte por carretera (kt) .....	62
---	----

### ANEXO II

#### *Tablas de ampliación de los Objetivos de Desarrollo Sostenible*

Tabla A.2.1. Desarrollo de las metas de los Objetivos de Desarrollo Sostenibles .....	117
---	-----

---

# **INTRODUCCIÓN**

---

## INTRODUCCIÓN

El presente Trabajo Fin de Máster (TFM) pretende explicar la situación actual que atraviesa la logística urbana de última milla (UM), la relación del comercio online o e-commerce al diseño del actual sistema de funcionamiento de dicha UM y el impacto en la sostenibilidad que ello supone, así como las posibles soluciones que puedan mitigar los efectos de dichos impactos. Para intentar reducir esto, los proveedores de servicios logísticos y los vendedores tienen que adoptar estrategias verdes de distribución, así como los consumidores, quienes han de superar la falta de concienciación y contar con un mayor conocimiento de los impactos medioambientales relacionados con el transporte de sus pedidos, puesto que actualmente existe cierta disociación entre la teoría y la práctica por parte de estos a la hora de tomar decisiones sostenibles.

Los objetivos que se abordan mediante la realización de este TFM son los siguientes:

- Estudiar el marco teórico de la logística urbana de UM a través de la realización de una exhaustiva revisión bibliográfica.
- Exponer la relación existente entre la logística urbana de UM y el comercio online.
- Analizar el concepto de sostenibilidad desde las tres perspectivas contempladas en la Triple Cuenta de Resultados o Triple Bottom Line (TBL), es decir, económica, social y medioambiental, en el ámbito de la cadena de suministro (CdS).
- Aplicar los Objetivos de Desarrollo Sostenibles (ODS) al sector de la logística.
- Estudiar las variables que impactan en la sostenibilidad de la logística de UM y las externalidades negativas que genera.
- Relacionar los conocimientos obtenidos del marco teórico de la logística urbana de UM y el concepto de sostenibilidad.
- Exponer las soluciones existentes en el ámbito de la UM enfocadas en la consecución de la sostenibilidad de la misma.
- Proponer una solución concreta para la logística de UM existente en la ciudad de València.
- Extraer conclusiones del estudio realizado y proponer futuras líneas de investigación que amplíen el conocimiento existente acerca de la logística urbana de UM.

La estructura adoptada para el desarrollo de los contenidos se compone de tres capítulos, a través de los cuales se pretende desarrollar el concepto de logística de UM, la sostenibilidad y su relación con la logística, y las distintas soluciones existentes para el sector, eligiendo una de ellas como una posible solución viable para alcanzar la sostenibilidad. A continuación se presenta, de forma resumida, el contenido de cada uno de estos capítulos.

En el primer capítulo, denominado *Capítulo 1: Logística de Última Milla. Fundamentos y Revisión Bibliográfica*, se pretenden abordar los principales aspectos de la UM a través de

---

la realización de una revisión bibliográfica y su correspondiente estado del arte. Una vez abordados dichos aspectos, se trata el concepto logístico, haciendo hincapié en la logística urbana de UM y en la influencia del comercio online en la forma en que esta funciona.

En el segundo capítulo, denominado *Capítulo 2: Sostenibilidad y Logística. Vínculos y Correlaciones*, se introduce en concepto de sostenibilidad, abordado desde la TBL, y aplicándolo a la CdS. Además, se desarrollan los ODS en el contexto logístico, determinando una serie de pasos principales a través de los cuales puedan ser integrados por las empresas logísticas. Por último, se analizan las distintas variables que afectan e impactan en la sostenibilidad de la logística de UM y las externalidades negativas en las que estas se traducen.

El tercer y último capítulo, denominado *Capítulo 3: Descripción y Análisis de Soluciones para la Logística De Última Milla*, se emplea la revisión bibliográfica realizada en el primer capítulo, junto a los conocimientos plasmados en el segundo, para exponer las distintas soluciones existentes en el ámbito de la sostenibilidad de la logística de UM, así como proyectos llevados a cabo con anterioridad en distintas partes del mundo. De todas estas soluciones se elige una como posible solución sostenible viable y se analizan sus características y efectos en las ciudades, los habilitadores que puedan hacer posible su implantación, los retos que la dificulten y su aplicación concreta a la ciudad de València.

Para finalizar este TFM, se plantean unas *Conclusiones y líneas futuras de investigación*, donde se describen los avances e hitos obtenidos a través de la realización de este trabajo, así como el desarrollo de las competencias adquiridas y la contribución de este TFM a la finalización de los estudios referentes al Máster en Ingeniería Avanzada de Producción, Logística y Cadena de Suministro impartido en la Universitat Politècnica de València.

Este trabajo, al presentar una vertiente de iniciación a la investigación, cuenta con la posibilidad de abrir y desarrollar nuevas líneas de investigación, las cuales pueden tomar como base los conocimientos adquiridos y los avances realizados a través de este TFM. Una de las nuevas líneas de investigación posibles, encontradas a través de la revisión del estado del arte, puede centrarse en el estudio de la eficiencia del reparto de UM especializado en productos voluminosos como muebles o electrodomésticos, donde se precisan herramientas y equipos adicionales, así como una mano de obra más intensiva y especializada.

En el caso de que la solución propuesta en el Capítulo 3 para la ciudad de València sea llevada a cabo finalmente, puede surgir otra línea de investigación dedicada específicamente al estudio de dicho proyecto, analizando su progreso e impulsando posibles acciones correctivas que conduzcan a su funcionamiento óptimo, y al desarrollo sostenible de la logística urbana de UM en la ciudad de València.

---

**CAPÍTULO 1:**  
**LOGÍSTICA DE ÚLTIMA MILLA.**  
**FUNDAMENTOS Y REVISIÓN**  
**BIBLIOGRÁFICA**

---

# 1. CAPÍTULO 1: LOGÍSTICA DE ÚLTIMA MILLA. FUNDAMENTOS Y REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

A lo largo de este primer capítulo se pretenden analizar y desarrollar conceptos como el comercio electrónico, o e-commerce, la logística, concretamente la logística urbana de última milla, así como sus principales características, mediante una revisión bibliográfica de la principal literatura relativa a estas temáticas. De este modo, la contextualización y determinación de la base teórica de la última milla se ve aclarada para el correcto desarrollo del presente Trabajo de Fin de Máster.

## 1.1. INTRODUCCIÓN

En un entorno donde la globalización ha adoptado un papel cada vez más predominante, la logística se presenta como uno de los principales pilares del desarrollo de la economía, influyendo de manera determinante en aspectos como la competitividad y eficiencia económica de los sistemas productivos (MITMA, 2013). El momento en que dicha actividad logística tiene lugar en entornos urbanos, presenta aspectos diferenciadores que la caracterizan, pudiendo pasar a denominarse “Distribución Urbana de Mercancías”, “Last Mile”, “Logística de Ciudad” o “Logística Urbana de Última Milla” (UM). Esta denominación ha sido escogida, durante el desarrollo del actual Trabajo de Fin de Máster, para referirse a la logística que tiene lugar en este último eslabón de la Cadena de Suministro (CdS).

Así mismo, la cada vez mayor concentración de la población mundial en entornos urbanos y el crecimiento exponencial del comercio electrónico, o e-commerce, en numerosos países alrededor del mundo, y en múltiples industrias, ha cambiado fundamentalmente la manera en que los consumidores realizan sus compras y las gestionan, así como su exigencia en cuanto a servicios como la entrega (Demir *et al.*, 2022). Esto se ha traducido en nuevos retos logísticos para las empresas, siendo la gestión de la logística urbana de UM uno de los más críticos, tanto por los efectos en el nivel de servicio, como por sus significantes contribuciones a los costes logísticos o efectos medioambientales (Seghezzi *et al.*, 2022).

## 1.2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

La logística urbana de UM junto a otras temáticas relacionadas como el comercio electrónico y la sostenibilidad desde sus distintas perspectivas, han experimentado un crecimiento notorio en los últimos años tal y como se muestra a continuación, a partir del número de estudios publicados en distintas bases de datos científicas como ScienceDirect.

---

Para la realización de las distintas búsquedas se han empleado palabras claves en inglés, al ser este el idioma predominante en las revistas científicas internacionales. Se ha decidido no acotar el marco temporal de las publicaciones para poder ver la evolución que ha mantenido a lo largo del tiempo, así como poder analizar artículos pasados de gran interés que puedan ser considerados adelantados a su época.

En primer lugar, se procede a analizar la evolución de cada temática por separado, acabando con el análisis de todas ellas relacionadas entre sí.

En cuanto a la logística de UM, las palabras claves introducidas en el motor de búsqueda de la base de datos científica ScienceDirect han sido: “Last Mile” OR “Last Mile Logistics” OR “Last Mile Delivery” OR “Urban Logistics”. La razón de emplear el operador booleano OR es incluir en los resultados de la búsqueda todos aquellos estudios en cuyo título, abstract o keywords contengan alguna de dichas palabras clave. A la hora de realizar esta búsqueda no se tienen en cuenta las distinciones causadas por guiones, es decir, Last-Mile y Last Mile se consideran equivalentes. A su vez, también se consideran las palabras tanto en plural como en singular.

Dicho esto, los resultados obtenidos en ScienceDirect acerca de la logística de UM muestran la siguiente evolución temporal:



Figura 1.1. Número de publicaciones anuales relacionadas con Logística Urbana de Última Milla  
Fuente: elaboración propia a partir de ScienceDirect.

En dicha búsqueda no se ha tenido en cuenta el año 2023 por no ser, en la fecha en que se está redactando el actual TFM, un año completado, de manera que su valor no sería

representativo. Considerando esto, se han encontrado un total de 6.921 estudios cuya temática está relacionada con la logística urbana de UM.

Como se puede observar, la evolución temporal es casi exponencial, representando esto una clara y creciente preocupación por el último eslabón de la cadena de suministro y sus problemas característicos.

Por otro lado, la evolución experimentada por parte del comercio electrónico, o e-commerce, ha sido analizada de igual manera a la anteriormente citada. Las palabras clave empleadas para ello han sido “e-commerce” OR “ecommerce” OR “Electronic Commerce”, las cuales han brindado los siguientes resultados:

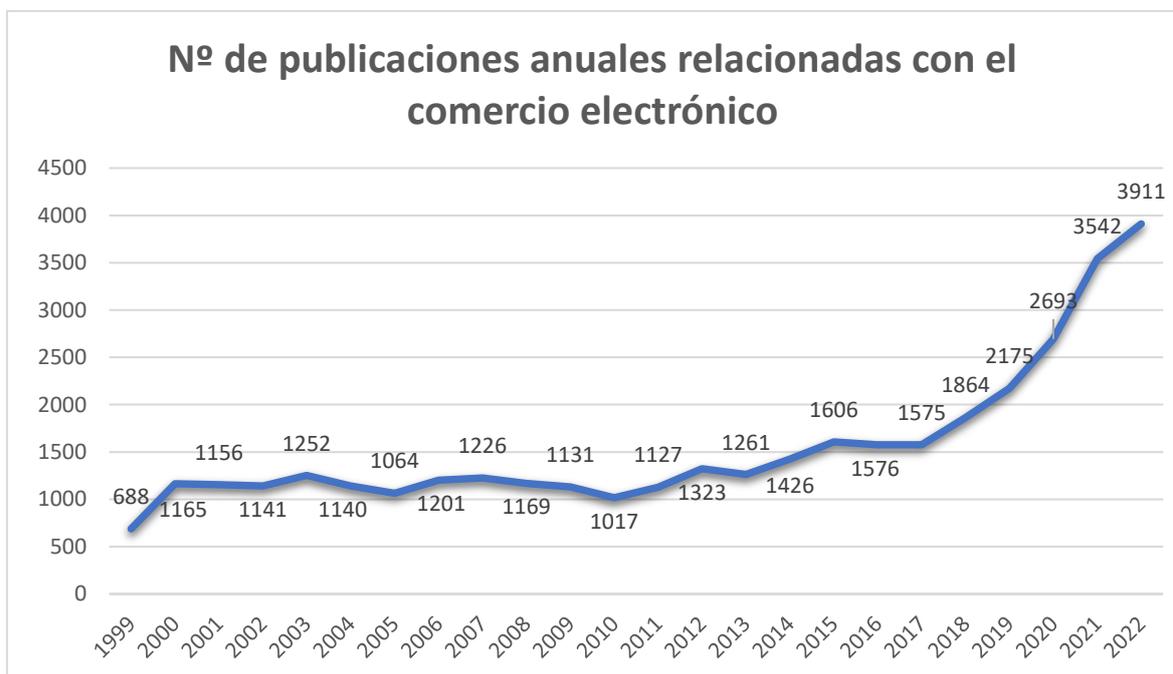


Figura 1.2. Número de publicaciones anuales relacionadas con el Comercio Electrónico  
Fuente: elaboración propia a partir de ScienceDirect.

En esta ocasión la evolución de esta temática guarda cierta similitud respecto a la de la Logística Urbana de UM, aunque a diferente escala, encontrando un total de 38.626 publicaciones. Cabe mencionar, que tanto en esta figura, como en la anterior y en las posteriores, a la hora de graficar la evolución del número de publicaciones anuales, se ha limitado su gráfica hasta el año 1999 por razones de legibilidad de los datos, aunque se han tenido en cuenta todas las publicaciones anteriores a este año.

Por último, en cuanto a la temática de la sostenibilidad, se han empleado como palabras clave “Sustainability” OR “Sustainable” OR “Triple Bottom Line” OR “TBL”. La razón de incluir el concepto de *Triple Bottom Line*, o por sus siglas, TBL, es el hecho de contemplar a través de su enfoque, las tres perspectivas de la sostenibilidad, es decir, la social, la

económica y la medioambiental (Elkington, 1997). Teniendo en cuenta estas restricciones, se obtienen los siguientes resultados:



Figura 1.3. Número de publicaciones anuales relacionadas con la Sostenibilidad  
Fuente: elaboración propia a partir de ScienceDirect

Como se puede observar en la Figura 1.3, la evolución que ha experimentado el estudio de la sostenibilidad ha sido claramente creciente, contando con cada vez mayor importancia por parte de la comunidad científica. La cantidad de estudios encontrados que cumplen con las palabras clave determinadas anteriormente es de 303.460, mientras que, si descartamos las palabras “Triple Bottom Line” y “TBL”, el resultado disminuye a 302.934 estudios. Esto demuestra que la triple perspectiva de la sostenibilidad introducida por John Elkington en 1997 a través de la Triple Cuenta de Resultados no es tenida en cuenta en la gran mayoría de estudios, centrándose únicamente en alguna de estas perspectivas por individualizado.

Una vez analizada la evolución temporal de las publicaciones de cada temática de forma individual, se decide analizar las publicaciones que contemplan todas las temáticas de manera conjunta. Para ello se ha introducido en el motor de búsqueda la combinación de todas las anteriores, quedando de la siguiente manera: (“Last Mile” OR “Last Mile Logistics” OR “Last Mile Delivery” OR “Urban Logistics”) AND (“e-commerce” OR “Ecommerce”) AND (“Sustainability” OR “Sustainable” OR “Triple Bottom Line”). Puede observarse que se han suprimido las palabras clave “Electronic Commerce” y “TBL”, dada la limitación del motor de búsqueda de contar con máximo ocho operadores booleanos, por lo que se ha decidido mantenerse las palabras más significativas. Dadas estas restricciones, los resultados muestran un total de 810 estudios en los que se tratan todas las temáticas de forma simultánea. Su evolución temporal es la siguiente:



Figura 1.4. Número de publicaciones anuales relacionadas con la Logística de Última Milla, el e-commerce y la Sostenibilidad  
Fuente: elaboración propia a partir de ScienceDirect

Nuevamente se encuentra una tendencia alcista, de manera que a medida que el e-commerce se desarrolla, el interés en estudios acerca de su sostenibilidad y la UM que lo hace posible, aumenta, siendo uno de los aspectos más desafiantes para el ser humano. Esta creciente preocupación por parte de la comunidad científica se presenta de forma aún limitada, dado que los resultados obtenidos muestran un total de 810 publicaciones al respecto.

Algunas de las razones por las que ha aumentado el interés de los estudios en el ámbito de la UM del e-commerce sostenible se encuentran en una mayor importancia a soluciones sostenibles en la economía, regulaciones legales y documentos estratégicos, recomendaciones de organizaciones internacionales, cambio climático, reducción de los gases de efecto invernadero (GEI), implementación de vehículos híbridos y eléctricos, elección de formas alternativas de envíos, y la pandemia Covid-19 (Kiba-Janiak *et al.*, 2021).

Tradicionalmente, la sostenibilidad se ha centrado en las prácticas aguas arriba, en la oferta, sin embargo, en los últimos tiempos, nuevos estudios han puesto de manifiesto el papel de la demanda como un tema de alta importancia. Estos estudios demuestran que la concienciación de los consumidores tiene un impacto positivo en la sostenibilidad de la cadena de suministro, pudiendo a través de esta concienciación influir en el comportamiento de consumo y ayudar a resolver problemas relacionados de manera directa con la sostenibilidad. Aunque también existen estudios que remarcan la limitación en cuanto a posibilidades por parte de los consumidores para influir en la sostenibilidad de la cadena de

---

suministro, sobre todo por la limitada comunicación y disponibilidad de información (Thomas *et al.*, 2022).

Una de las publicaciones que trata la concienciación del consumo como estrategia para alcanzar la sostenibilidad es “*Leveraging sustainable supply chain information to alter last-mile delivery consumption: A social exchange perspective*” (Thomas *et al.*, 2022), donde se habla acerca de la importancia de motivar a los consumidores a seleccionar los envíos no urgentes a través de proporcionarles más información respecto al impacto medioambiental de sus pedidos y envíos a domicilio. De esta manera, se conseguiría llevar a cabo cambios en las restricciones de la demanda, consiguiendo beneficios en cuanto a sostenibilidad tanto económica como medioambiental, sin realizar inversiones considerables. Actualmente, sólo el 4% de las marcas de consumo proporciona información relativa a la sostenibilidad de sus envíos a los consumidores.

Thomas *et al.* (2022) afirman que el cliente no considera o no entiende de forma completa los impactos medioambientales de los envíos de UM, pero que se les puede proporcionar este tipo de información de la cadena de suministro para poder guiarles hacia conductas más sostenibles. Esto se presenta como una oportunidad para, simultáneamente, reducir tanto las emisiones de carbono como los costes de fulfillment del e-commerce. En su estudio hablan acerca del concepto “*nudges*”, traducido al español como “empujones”, haciendo referencia a un pequeño “empujón” realizado con la intención de alcanzar ciertos comportamientos deseados, teniendo en cuenta que estos han de alcanzarse de manera voluntaria. Se emplea el conocimiento de información y del entorno físico para influir en la toma de decisiones. En este caso en concreto, se emplea para alcanzar decisiones de consumo sostenible y apoyar el comportamiento a favor del medioambiente. De esta manera, si se consigue cambiar la elección de los consumidores de forma que se aumente el número de envíos no urgentes, se aumenta la sostenibilidad de la CdS, su eficiencia, a la vez que se sigue garantizando la satisfacción de los mismos.

Para determinar el valor de los cambios realizados, se han de evaluar los costes y beneficios basándose no sólo en factores económicos, sino también en factores psicológicos y sociológicos, pudiendo ser estos beneficios distintos entre los diferentes actores. Al tener estas perspectivas en cuenta, junto a la medioambiental anteriormente mencionada, se puede confirmar que en este estudio se contempla la sostenibilidad desde el *Triple Bottom Line* de John Elkington.

Dicho estudio concluye afirmando que la información que mayor impacto produce sobre las decisiones tomadas de los consumidores es la información numérica absoluta del impacto medioambiental en cuanto a emisiones de CO<sub>2</sub> por envío, la cual incrementa en

---

aproximadamente once veces la probabilidad de tomar decisiones que favorezcan la sostenibilidad.

Otros estudios relacionados son “*Sustainable last-mile distribution in B2C e-commerce: Do customers really care?*” (Marcilio Nogueira *et al.*, 2021) y “*Last-Mile Delivery Methods in e-commerce: Does Perceived Sustainability Matter for Consumer Acceptance and Usage?*” (Klein y Popp, 2022), en los cuales se analiza el nivel de importancia que supone para los consumidores una modalidad de envío más sostenible. En el caso de Marcilio Nogueira *et al.* (2021), se pretende investigar cuán motivado se encuentran los consumidores del e-commerce B2C para priorizar la sostenibilidad sobre la velocidad, es decir, sus tiempos de entrega, y el coste de sus pedidos.

El resultado muestra que el tiempo de entrega es el aspecto más importante para los consumidores, seguido del coste de envío y, por último, la sostenibilidad medioambiental. Esto demuestra que, pese a que los vendedores puedan encontrarse motivados a implementar estrategias ecológicas cuando el consumidor presente actitudes o preferencias sostenibles, actualmente existe cierta disociación entre la teoría y la práctica por parte de los consumidores a la hora de tomar decisiones sostenibles. También se ha descubierto que se puede educar a los compradores online ayudándoles a revisar los resultados de sus acciones con la ayuda de información medioambiental compartida, lo cual concordaría con lo propuesto por Thomas *et al.* (2022).

Por otro lado, el estudio de Klein y Popp (2022) se centran en el estudio del grado de sostenibilidad percibida de tres métodos de envío empleados en la UM, como son la entrega a domicilio, en casilleros de paquetes, también conocidos como lockers, y la modalidad click and collect. A esto se le suma la importancia de aspectos como los costes percibidos y el grado de conveniencia para su uso. En lo referente al grado de conveniencia, este es contemplado como la facilidad de uso y la utilidad percibida por parte de los consumidores, lo cual incrementa la aceptación de un determinado método de entrega, mientras que los costes percibidos, a medida que aumentan, restringen dicha aceptación.

Según los resultados de Klein y Popp (2022), la sostenibilidad percibida por los clientes presenta influencias significativas sobre la aceptación de un determinado método de entrega, y se les sugiere, tanto a los minoristas como a las empresas que prestan servicios de entrega de paquetes, que continúen haciendo que los métodos de entrega sean más convenientes. De la misma forma se les aconseja implementar nuevos estándares en lo respectivo a sostenibilidad medioambiental y social, así como informar a los clientes sobre los esfuerzos llevados a cabo para conseguir una entrega de UM sostenible.

---

Fruto del aumento de la competitividad en el sector de la distribución de UM, han surgido soluciones innovadoras que intentan mejorar el actual modelo de transporte de mercancías, reduciendo sus costes y emisiones. Entre estas innovaciones se encuentra el envío de paquetes a lockers, perteneciente a las tecnologías *self-service*, a través de los cuales se consigue hacer frente a un mayor manejo de pedidos, mejorando los niveles de servicio al cliente, pudiendo suponer una oportunidad para ganar competitividad a los distintos proveedores de servicios logísticos. Estos lockers a su vez podrían ser empleados como lugar de depósito para dar comienzo a la logística inversa. Conseguir mejorar la aceptación de esta alternativa por parte de los consumidores es muy importante, dado que en zonas donde su aceptación es elevada, las emisiones se pueden reducir hasta en un 51,2% (Bonomi *et al.*, 2022). Para dicha aceptación, se han de tener en cuenta aspectos como precio, rapidez, disponibilidad del servicio y ubicación, siendo a su vez necesario para esto tener en cuenta características relevantes como la seguridad, la accesibilidad tanto desde el punto de vista de la sociedad como de los operadores, su frecuencia de uso y ubicación interior o exterior, entre otras (Dong *et al.*, 2023).

Al igual que Klein y Popp (2022), quienes estudian el empleo de distintos métodos de entrega para la UM, existen otras publicaciones donde se trata esta temática, como *“Parcel lockers vs. home delivery: a model to compare last-mile delivery cost in urban and rural areas”* (Seghezzi *et al.*, 2022), *“Last Mile Delivery with Parcel Lockers: evaluating the environmental impact of eco-conscious consumer behaviour”* (Bonomi *et al.*, 2022), *“Analysis of Service Efficiency of Parcel Locker in Last-mile Delivery: A Case Study in Norway”* (Dong *et al.*, 2023), *“CITYLOG – Sustainability and Efficiency of City Logistics”* (Corongiu, 2013) o *“Evaluation of City Logistics Solutions with Business Model Analysis”* (Quak *et al.*, 2014).

En el caso de Seghezzi *et al.* (2022), el estudio se centra en los aspectos económicos derivados del empleo de lockers en comparación con el envío a domicilio tradicional, distinguiendo a su vez su aplicación en el ámbito rural del ámbito urbano en Italia. A través de la realización de entrevistas, simulaciones y análisis de sensibilidad, llegan a la conclusión de que, comparando lockers y envío a domicilio, el empleo de lockers puede llegar a suponer un ahorro en los costes de envío por paquete de aproximadamente el 59% en áreas urbanas, pasando de 2,9€ por paquete a 1,2€; y del 67% en áreas rurales, es decir, de 3,4€ por paquete a 2€. La adopción de los lockers cobra, por tanto, un mayor atractivo en las áreas rurales, donde debido a la menor densidad poblacional y de envíos en comparación con las áreas urbanas, se incrementan los costes para el envío a domicilio tradicional. Otras razones por las que la implantación de lockers en ámbitos rurales es más rentable son los costes anuales operativos y de inversión para su funcionamiento, los cuales son considerablemente más bajos que en zonas urbanas. El coste de alquiler de la ubicación del locker influye

---

considerablemente en los costes totales, aunque son necesarias buenas ubicaciones para un adecuado empleo de esta infraestructura.

El estudio realizado por Bonomi *et al.* (2022), analiza la estrategia de implantación y adopción de lockers desde una perspectiva medioambiental, partiendo de la hipótesis que implementar sistemas automatizados de envío y recogida de paquetes no siempre supone una decisión sostenible, por lo que es necesario evaluar las ventajas medioambientales que presenta un método de envío de UM basado en el empleo de lockers, en comparación con el sistema tradicional door-to-door. Para la realización de este estudio, Bonomi *et al.* (2022), emplea dos tipos de distancias distintas, que denomina  $D_{max}$  y  $D_{green}$ . La  $D_{max}$  hace referencia a la distancia máxima que los consumidores aceptan recorrer para llegar a un casillero de paquetes empleando cualquier medio de transporte para ello, mientras que  $D_{green}$  es aquella que los consumidores están dispuestos a recorrer sin generar emisiones para alcanzar dicho locker, es decir, a pie, en bicicleta o cualquier otro medio neutro en emisiones. Los resultados obtenidos permiten observar que, a medida que aumenta esta distancia, se reducen los envíos a domicilio realizados, disminuyendo así las correspondientes emisiones. Esto puede brindar reglas generales relevantes para los tomadores de decisiones ambientales, a través de las cuales poder explicar cómo la instalación de lockers no representa siempre una solución adecuada ni el principal impulsor para reducir las emisiones, sino el comportamiento ecológico de los consumidores, aumentando la distancia que estos son capaces y están dispuestos a recorrer sin producir emisiones para hacer uso del locker. Una de las principales limitaciones de este estudio es el hecho de no evaluar los cambios en las emisiones que hayan podido producirse como consecuencia de disminuir la tasa de envíos fallidos.

Por otro lado, Dong *et al.* (2023) se centra, a través de un caso práctico en la ciudad Oslo (Noruega), en la modalidad de envío a domicilio y a casilleros de paquetes, descartando la modalidad click and collect analizada por Klein y Popp (2022). Dentro del envío a domicilio tradicional, se distingue el envío atendido del desatendido, siendo en el primero necesario la presencia del cliente para recoger el paquete, mientras que en el segundo, el desatendido, el paquete puede ser dejado en buzones o en la puerta del cliente. La distancia media entre lockers según Dong *et al.* (2023) es de 2,1 km, coincidiendo aproximadamente con lo propuesto por Seghezzi *et al.* (2022) para las áreas urbanas, concretamente, 2 km. La distancia entre locker y cliente ha de ser inferior a 3,5 km en zonas urbanas, dado que, si esta distancia es superior, el proveedor logístico externo se convertiría en la única parte que podría beneficiarse del empleo de entrega en lockers (Dong *et al.*,2023).

Este estudio propone expandir la red actual de casilleros de paquetes de Oslo, reduciendo la distancia media que tiene que caminar un cliente desde 2,1 km hasta 0,75 km. Ante esta medida, los responsables del espacio público han de supervisar que su implantación se haga

---

de forma razonada y lógica, tratando de aprovechar los beneficios que esta modalidad pueda brindar, previniendo el crecimiento exponencial y caótico de lockers de numerosos operadores logísticos en los espacios públicos.

Algunas de las limitaciones que pueden encontrarse en el estudio de Dong *et al.* (2023) se derivan del hecho de no tener en cuenta aspectos tan importantes como la propia adquisición de los lockers, su mantenimiento, seguridad, entre otros aspectos, al contrario de lo propuesto por Quak *et al.* (2014), como se muestra a continuación. Además, en el apartado del estudio de las emisiones tampoco han sido tenidas en cuenta las emisiones que los propios usuarios generan acudiendo a recoger sus paquetes, tal y como propone Bonomi *et al.* (2022).

El estudio de Quak *et al.* (2014) pone de manifiesto la importancia de la sostenibilidad, en este caso desde la perspectiva económica, exponiendo que muchas de las iniciativas logísticas urbanas llevadas a cabo funcionan solamente durante un corto periodo de tiempo, y que una vez acabada la subvención que las sustentan, la iniciativa se da por terminada. Esto es debido a que la viabilidad económica no es tenida en cuenta en muchas ocasiones. También se ha de prestar atención y determinar el valor y los beneficios que puede acabar obteniendo cada actor que interviene, si se decide finalmente adoptar dicha iniciativa a largo plazo. En este estudio se analiza un casillero de paquetes en particular y distinto a los que se ha hecho referencia hasta el momento, denominado Bentobox. En concreto se trata de una estación de paquetes móvil con carros extraíbles, la cual se encuentra conformada por dos partes distintas, por un lado cuenta con una parte fija en la que se dispone la unidad de control y la interfaz del usuario, mientras que por otro lado se encuentra el chasis dividido en distintos módulos en los cuales pueden ser acoplados distintos compartimentos capaces de ser trasladados mediante ruedas. Su representación puede encontrarse en las imágenes de apoyo del Anexo I al final de este TFM.

A la hora de realizar el estudio, los Bentobox han sido empleados de dos maneras distintas. Por un lado, se han utilizado como hub de consolidación y lugar de transbordo entre furgonetas y bicicletas, mientras que por otro lado han sido empleados como punto de recepción para almacenar entregas. Para el evaluar el valor que pueda proporcionar se ha empleado el Business Model Canvas, comparando la situación inicial con la hallada después de la adopción del Bentobox.

Se destaca el interés de compartir parte de la alta inversión necesaria para desplegar los Bentobox, siendo esto aplicable al resto de lockers convencionales. No obstante, la implantación de esta solución resulta complicada puesto que muchas empresas no van a querer compartir su ventaja competitiva ni realizar inversiones en ello. Esto iría en contra de lo propuesto por el *crowdsourcing logistics*, o logística colaborativa, donde se utilizan los

---

recursos y capacidades de una comunidad o grupo de empresas para mejorar la eficiencia y la calidad de los procesos logísticos.

Tal y como se mencionaba anteriormente, la creciente competitividad del sector de la Distribución Urbana de Mercancías (DUM) ha obligado a los profesionales del sector a proponer soluciones innovadoras destinadas a mejorar el actual modelo de transporte de mercancías y reducir tanto costes como emisiones. Algunas de estas soluciones pueden verse en publicaciones científicas como “*Evaluation of urban goods distribution initiatives towards mobility and sustainability: indicators, stakeholders and assessment tools*” (De Brito Monteiro De Melo, 2010), “*Impacts of Urban Consolidation Centres for Sustainable City Logistics Using Adaptive Dynamic Programming Based Multi-Agent Simulation*” (Firdausiyah *et al.*, 2019), “*New Ideas for the City-Logistics Project in Kassel*” (Köhler, 2004) o “*New City Logistics Paradigm: From the “Last Mile” to the “Last 50 Miles” Sustainable Distribution*” (Faccio y Gamberi, 2015).

En el caso de De Brito Monteiro De Melo (2010) se pretende evaluar los efectos de distintas iniciativas de DUM consideradas generalmente como “*Good practice*”, o buenas prácticas, es decir, proyectos, iniciativas o actividades que modifican directamente el transporte y la distribución de mercancías o que no lo modifican directamente, pero proporcionan herramientas para influir y establecer decisiones referentes a mejorar la movilidad y sostenibilidad. Estas buenas prácticas son planificadas o implementadas por el sector privado, por el sector público o mediante acuerdos público-privados.

Cada una de estas *Good practice* presenta su propia metodología y outputs respectivos, por lo que De Brito Monteiro de Melo (2010) ha desarrollado una serie de indicadores capaces de ser aplicados a todas de manera homogénea, empleando para su evaluación la simulación microscópica de tráfico. Durante la realización del estudio no se han considerado los segundos envíos, recogida de desechos, envíos a domicilio, logística inversa y viajes de servicio generados por el e-commerce, sino que se ha centrado en los envíos de mercancías a las áreas urbanas hechos por empresas de forma offline.

La evaluación de las iniciativas se realiza desde dos enfoques distintos, basados en los impactos sobre los stakeholders y en la cobertura geográfica, a nivel de calle, barrio y todo el sistema o ciudad.

Firdausiyah *et al.* (2019) analiza la sostenibilidad Centros Urbanos de Consolidación (CUC) empleando criterios de eficiencia y respeto por el medioambiente. Estos CUC son espacios estratégicamente ubicados dentro de una ciudad, diseñadas para optimizar y coordinar las operaciones logísticas, la recepción, el almacenamiento y la distribución de mercancías, con el fin de mejorar la eficiencia y reducir el impacto del tráfico de vehículos de carga en el

---

entorno urbano. En el contexto de la UM, el CUC actúa como un punto intermedio donde los bienes y productos procedentes de distintos proveedores o centros de distribución son agrupados y combinados en un solo envío. Luego, estos envíos más grandes y eficientes se dividen nuevamente en rutas de entrega más pequeñas que se realizan con vehículos más sostenibles.

La armonización de la eficiencia económica y el respeto por el medio ambiente en la logística urbana es esencial para poder asegurar un desarrollo sostenible en las zonas urbanas, las cuales se encuentran con dos problemas principales. Por un lado, la eficiencia de los envíos de mercancías en un entorno incierto, causado por problemas de aparcamiento, congestión del tráfico y otras restricciones del área urbana, que afectan directamente al coste operativo. Por otro lado, la implicación de múltiples agentes en la logística urbana como transportistas de mercancías, cargadores, clientes, entre otros. Cada uno de estos stakeholders claves para la logística urbana cuentan con distintos objetivos específicos, interactuando entre ellos y haciendo que el entorno sea impredecible. Por lo tanto, el problema de la logística urbana se encuentra en proveer un transporte urbano de mercancías sostenible, considerando la problemática de los distintos stakeholders implicados en un entorno incierto (Firdausiyah *et al.*, 2019).

Para la consecución de dichos objetivos, al igual que señala De Brito Monteiro de Melo (2010), se han propuesto e implementado numerosas iniciativas en varias ciudades, estando entre ellos la de los CUC. Es importante evaluar las estrategias de logística urbana antes de implementarlas dado sus múltiples implicaciones en distintos stakeholders. Para ello, es esencial el empleo de herramientas que apoyen la toma de decisiones, basadas en la modelización, optimización, simulación y procedimientos de evaluación.

Para la realización del estudio, existen distintas categorías de métodos de investigación y de información obtenida, como estudio del marco teórico, realización de encuestas, análisis de casos de estudio de negocios, modelado y simulación, y revisión de análisis bibliográficos existentes (Lauenstein y Schank, 2022). En el caso de Firdausiyah *et al.* (2019) se ha hecho empleo de la metodología de la simulación, la cual reporta beneficios a los estudios realizados en cuanto que pueden realizarse distintas modificaciones y análisis de numerosos escenarios sin tener que realizar inversiones previas para probar dichos escenarios. En cuanto a los resultados obtenidos en el estudio, se demuestra que la implementación de los CUC se presenta como un plan logístico urbano sostenible y eficiente, puesto que puede reducir el 8% del total de los costes de envío para el transportista y hasta el 36% del total de emisiones de GEI emitidos al medioambiente.

Según lo indicado por Firdausiyah *et al.* (2019), el operador de los CUC es considerado como una empresa privada o pública que consolida y envía la mercancía desde el CUC hasta

---

el cliente. El objetivo de este operador es maximizar su beneficio, que se obtiene a partir de la diferencia entre los ingresos obtenidos mediante la multiplicación del total de demanda que el transportista de mercancías le provee al CUC por su tarifa, menos los costes del transporte. Para evaluar los beneficios de utilizar los CUC desde el punto de vista medioambiental, este artículo empleó el índice de valoración cualitativa de la unidad básica de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), óxido de nitrógeno (NO<sub>x</sub>) y materia particulada en suspensión (PM<sub>2,5</sub>) producidas por los camiones de transporte. Este índice puede variar según la ubicación geográfica, las regulaciones locales y las normativas ambientales, por lo que la interpretación de los resultados obtenidos está sujeta a la variabilidad de múltiples factores.

Köhler y Strauß (1997) muestran las primeras fases de la implantación de un proyecto donde se pone en práctica la estrategia de los CUC, en una ciudad alemana, concretamente Kassel. Su principal enfoque es el de reducir el continuo aumento de tráfico de mercancías en las ciudades, contando para ello con el apoyo científico por parte de la Universidad de Kassel, concretamente del departamento de planificación de tráfico y transporte, desde las fases preparatorias e introductorias. Años después, Köhler (2004) presenta una actualización de este proyecto logístico, sugiriendo una nueva organización y estructura. Este caso práctico se trata de manera más detallada en el capítulo 3 de este TFM.

Faccio y Gamberi (2015) proponen un nuevo modelo urbano eco-logístico aplicable a un conjunto de ciudades próximas entre sí, bien comunicadas, con el objetivo de implementar envíos sostenibles en sus respectivas áreas urbanas. La razón por la que plantean este modelo es el rápido crecimiento de la demanda de transporte urbano de mercancías, el cual afecta negativamente a los entornos urbanos y al medioambiente. Este crecimiento está dando lugar a nuevas tendencias, donde se transportan pequeños paquetes en vehículos “vacíos”. Esto se ve reflejado en datos como que el 60% de las ciudades europeas presentan dificultades significantes en términos de gestión logística urbana, el 55% de las emisiones de vehículos son causadas por el transporte de mercancías, y el 40% de dicha mercancía es transportada al centro de las ciudades (Faccio y Gamberi, 2015).

Los stakeholders, o grupos de interés tenidos en cuenta en este estudio incluyen a minoristas, transportistas, empresas de almacenaje, residentes y administradores, a nivel local, regional y nacional, persiguiendo cada uno de estos stakeholders, distintos objetivos desde distintos puntos de vista, tal y como hacía mención Firdausiyah *et al.* (2019).

La sostenibilidad contemplada en este estudio contiene las perspectivas económicas y medioambientales, sin tener en cuenta la social, por lo que, según Elkington (1997) no se podría considerar una sostenibilidad completa.

---

La particularidad de este estudio respecto a otros se encuentra en el hecho de integrar la distribución de bienes de un grupo de pequeñas ciudades vinculadas y ubicadas en la misma área, subcontratando a un solo transportista centralizado que realiza las entregas a las zonas urbanas de forma respetuosa con el medioambiente. Esto es debido a que el modelo tradicional de CUC presenta algunas limitaciones para su aplicabilidad, la cual se restringe a ciudades medianas-grandes.

De forma resumida, el funcionamiento del sistema propuesto por Faccio y Gamberi (2015) comienza con el transporte desde los proveedores al CUC principal mediante vehículos de transporte tradicionales de alta capacidad. Este punto está ubicado en el baricentro de la ubicación de las distintas ciudades a las que se ha de atender. Desde ahí, se transporta la mercancía a los *hubs* locales de transporte, teniendo en cuenta que cada ciudad tiene uno cercano al centro de la ciudad. Se termina realizando el reparto a los distintos *retailers* a través de una flota de vehículos eléctricos.

Tal y como señalaba Firdausiyah *et al.* (2019), cada uno de los stakeholders claves involucrados en la logística urbana cuentan con distintos objetivos específicos, interactuando entre ellos y haciendo que el entorno sea impredecible. Es por ello que a lo largo de la literatura científica existen estudios que se centran en este aspecto, como “*Sustainable last mile delivery on e-commerce market in cities from the perspective of various stakeholders. Literature review*” (Kiba-Janiak *et al.*, 2021) o “*A Stakeholder-Based Evaluation of the Most Suitable and Sustainable Delivery Fleet for Freight Consolidation Policies in the Inner-City Area*” (Aljohani y Thompson, 2018).

Kiba-Janiak *et al.* (2021) afirma que la mayoría de la literatura aborda los problemas relacionados con la DUM de forma individual y aislada, en lugar de tener una visión holística del conjunto de partes interesadas y de la forma en que estos interactúan entre sí. Los stakeholders contemplados en este estudio son los receptores, transportistas, residentes, gobierno o administración, empresas de transporte, entre otros, siendo los transportistas uno de los más importantes en el ámbito de la DUM del e-commerce en las ciudades. En cuanto a la temática de la sostenibilidad, el stakeholder más referenciado es el receptor.

Aljohani y Thompson (2018) afirman que las políticas de consolidación de carga ofrecen una solución sostenible para abordar los problemas que afectan a la entrega de UM, y teniendo en cuenta las perspectivas y los requisitos de todos los stakeholders involucrados en ella, este estudio aplica un enfoque de soporte de decisiones de múltiples partes interesadas para evaluar la idoneidad y viabilidad de diferentes configuraciones de vehículos de entrega. El análisis de cada parte interesada por separado revela la heterogeneidad en las preferencias y en los puntos de vista de cada uno de ellas, destacando así la importancia de adoptar una perspectiva múltiple.

Para conseguir alcanzar la sostenibilidad teniendo en cuenta los distintos puntos de vista de los stakeholders, se han de abordar las diferentes perspectivas, es decir, económica, social y medioambiental. De Brito Monteiro de Melo (2010) propone alcanzar un equilibrio de dichas perspectivas, en el ámbito de la DUM, atendiendo a aspectos como la maximización de factores de carga de los vehículos, reducción de las distancias recorridas, minimización de la polución y congestión de las ciudades, entre otros.

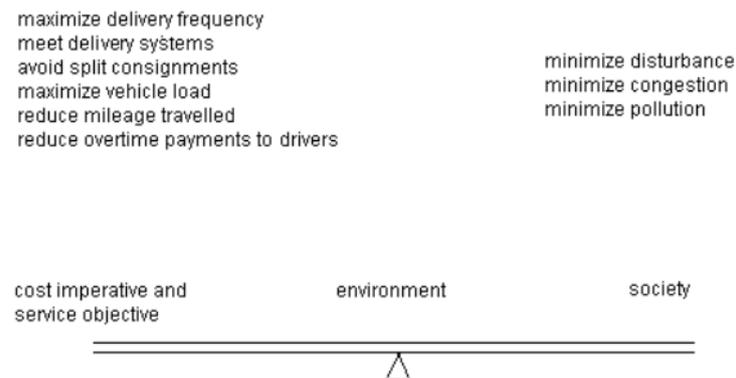


Figura 1.5. Equilibrio entre las distintas dimensiones de la distribución urbana de mercancías

Fuente: De Brito Monteiro De Melo (2010)

En muchos casos, la comunidad científica no acepta la relación causa-efecto establecida entre la DUM y los impactos negativos generados en las ciudades, declarando que la actividad logística puede ser mejor catalogada como una víctima de un contexto concreto y no la fuente de todos los impactos referidos. La cuantificación de dichos impactos es difícil de realizar dada la falta de recopilación de datos en la DUM por parte de todos sus actores (De Brito Monteiro De Melo, 2010).

Marcilio Nogueira *et al.* (2021) sugiere que las compras online pueden ser menos perjudiciales que las compras realizadas en tiendas convencionales. Aunque existen impactos medioambientales del e-commerce que necesitan ser mitigados, como el incremento de emisiones de GEI por la alta velocidad de envíos, que no permite una alta consolidación de pedidos, haciendo que las emisiones por pedido aumenten de manera considerable. Para intentar reducir esto, los proveedores de servicios logísticos y los vendedores tienen que adoptar estrategias verdes de distribución, así como los consumidores, que han de superar la falta de concienciación y contar con un mayor conocimiento de los impactos medioambientales relacionados con el transporte de sus pedidos.

La comparación de compras online respecto a las realizadas en tiendas de forma tradicional (offline), se trata en artículos como el de Brown y Guiffrida (2014), “*Carbon emissions comparison of last mile delivery versus customer pickup*”. En este artículo se contemplan y comparan dos alternativas principales por parte de los clientes a la hora de adquirir sus

---

productos, pudiendo por un lado realizar la compra online a través del e-commerce, o comprar de forma convencional a través de los canales de compra offline. En el primero, el producto es enviado al comprador por el vendedor sin que este tenga la necesidad de transportarse para ello, mientras que en el segundo, el convencional, el cliente se desplaza hasta la ubicación del producto, lo recoge y lo transporta hasta su casa. También se pretende integrar las emisiones de carbono generadas por la demanda del cliente en el proceso de toma de decisiones logísticas, de manera que una organización pueda identificar la opción de envío que tiene el menor impacto medioambiental en términos de GEI.

Brown y Guiffrida (2014) afirman que el envío a domicilio cuenta con el potencial de reducir significativamente el tráfico respecto a la recogida del comercio convencional, aunque una de las mayores dificultades a la hora de cuantificar estos beneficios se encuentra en determinar la proporción de distancia recorrida por los consumidores exclusivamente para la compra, ya que en la mayoría de ocasiones dichos viajes se encadenan con otras actividades, llamándole a esto *trip chaining*. Este estudio, a partir del de Edwards *et al.* (2009), afirma que para igualar la huella de carbono generada por cada paquete recibido a domicilio, un consumidor debería comprar 24 artículos en su desplazamiento a una tienda física. En el estudio de Edwards *et al.* (2009) se afirma además que, en el caso de emplear un autobús de pasajeros, cuya ocupación sea de aproximadamente 9 personas, para trasladarse un recorrido de aproximadamente 14 kilómetros, el cliente habría de comprar 7 o más artículos no alimenticios para competir favorablemente contra el envío a domicilio realizado por un transportista de paquetes.

Finalmente proponen la realización de un análisis de punto de equilibrio a través del cual las empresas puedan identificar si la distribución de UM o la recogida por parte del individuo es menos perjudicial para el medioambiente. Proporcionar envíos a menos clientes que los indicados por el punto de equilibrio resulta en una mayor emisión de GEI que si los productos fuesen recogidos directamente por los consumidores.

Otro artículo donde se analiza el impacto del e-commerce, en este caso desde una perspectiva económica y medioambiental, es Oliver Wyman (2020) con "*Is e-commerce good for Europe? Economic and environmental impact study*". Las afirmaciones realizadas en este estudio se realizan en base a estadísticas oficiales hasta el año 2019, obteniendo los datos respectivos al comportamiento de los consumidores a partir de encuestas propias realizadas por Oliver Wyman en 2020 en países de Europa como Francia, Reino Unido, Alemania, Italia y España.

Desde una perspectiva económica, el empleo no se ve afectado, puesto que tanto el comercio online como el offline crean puestos de trabajo, y pese a disminuirse la cantidad de puntos de venta físicos, la superficie comercial se sigue manteniendo estable. El empleo generado

de manera directa por los minoristas aumentó, entre los años 2008 y 2018, en los países analizados, 1,3 millones de empleos. De estos, 300.000 puestos de trabajo correspondían al e-commerce, mientras que el millón restante hacía referencia al comercio offline. Un trabajo directo en comercio electrónico genera 1,2 trabajos indirectos en ejecución y entrega. Un trabajo directo en comercio físico supone 0,2 trabajo indirecto en ejecución y entrega. La diferencia se encuentra en la composición de dichos puestos de trabajo, dado que mediante el comercio online se crean más puestos de trabajo relacionados con la logística, y menos con la venta al público.

El comercio offline experimenta un crecimiento en todos los países analizados en este estudio, aunque el comercio online está experimentando un crecimiento mayor. El grado de penetración del comercio electrónico en los distintos países varía entre el 5% y 20% con respecto al total de ventas. Dentro de este, las categorías de productos o servicios vendidos fueron entretenimiento y ocio, electrónica y moda.

Las tiendas físicas con presencia en internet crecen un 52%, frente al 39% de las que no se encuentran en internet. Los países en los que se cuenta con mayor proporción de tiendas físicas con presencia online son los mismos países en los que la penetración del e-commerce es alta, como Alemania y Reino Unido.

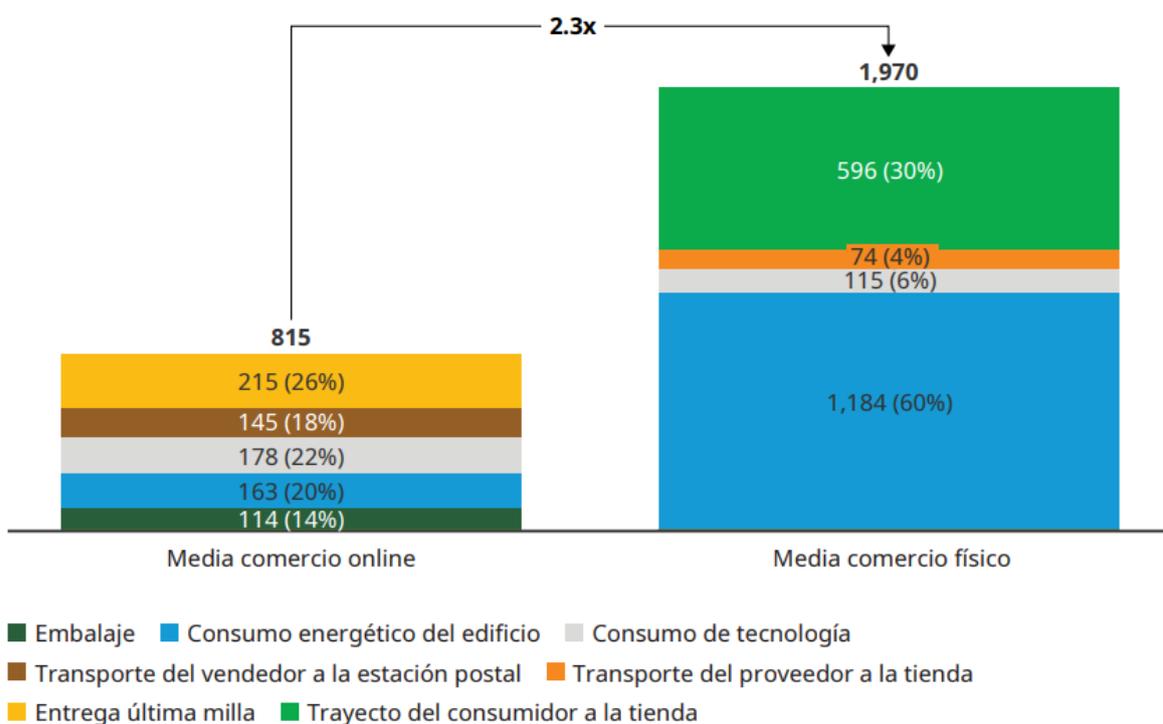


Figura 1.6. Impacto de un producto no alimentario adquirido a través de canales de venta distintos en Europa (CO<sub>2eq</sub>)

Fuente: Wyman, 2020

Desde una perspectiva medioambiental, según este estudio, el comercio tradicional offline, concretamente el no alimentario, puede llegar a generar entre 1,5 y 2,9 veces más CO<sub>2eq</sub> que

el comercio online. En otras palabras, ir con el coche hasta una tienda, comprar el producto y no devolverlo, como media entre numerosas situaciones de la vida real a nivel europeo, genera alrededor de 4.100 gramos de CO<sub>2eq</sub>, frente a los 900 gramos que se generan desde la realización hasta la entrega de los pedidos si son online.

La problemática de las emisiones de GEI resultantes del transporte de mercancías está cobrando cada vez más importancia para la gestión de operaciones y de la cadena de suministro. El CO<sub>2</sub> generado por los vehículos de transporte a través de la combustión de combustibles fósiles representa un serio problema para el medioambiente (Brown y Guiffrida, 2014).

El envío de un producto comprado en línea por vía aérea desde un centro logístico en Asia genera 25 veces más emisiones de CO<sub>2eq</sub> que el envío desde un gran almacén en la Unión Europea que recibe los productos por mar antes de enviarlos a los consumidores. En otras palabras, el comercio electrónico tiene un impacto ambiental mucho menor cuando los productos se envían por mar en grandes volúmenes y luego se almacenan, antes de la compra, cerca del cliente (Wyman, 2020).

Peso (g)	Moda			Libros			Productos Electrónicos			Media De Productos		
	En línea	En tienda	Ratio	En línea	En tienda	Ratio	En línea	En tienda	Ratio	En línea	En tienda	Ratio
	400			350			250					
Francia (Región parisina)	561	1,016	1.8x	227	224	1.0x	375	525	1.4x	354	513	1.5x
Francia (Nacional)	593	972	1.6x	273	427	1.6x	428	427	1.0x	397	580	1.5x
Alemania (Nacional)	1,096	4,291	3.9x	829	1,256	1.5x	914	1,390	1.5x	988	2,853	2.9x
Italia (Nacional)	1,047	2,763	2.6x	696	1,072	1.5x	870	960	1.1x	898	1,764	2.0x
España (Nacional)	1,166	2,311	2.0x	605	1,599	2.6x	860	1,732	2.0x	897	1,916	2.1x
Reino Unido (Londres)	700	1,422	2.0x	425	804	1.9x	528	876	1.7x	584	1,126	1.9x
Reino Unido (Nacional)	854	1,972	2.3x	583	974	1.7x	638	860	1.3x	729	1,444	2.0x
<b>Min</b>	<b>561</b>	<b>972</b>	<b>1.6x</b>	<b>227</b>	<b>224</b>	<b>1.0x</b>	<b>375</b>	<b>427</b>	<b>1.0x</b>	<b>354</b>	<b>513</b>	<b>1.5x</b>
<b>Max</b>	<b>1,166</b>	<b>4,291</b>	<b>3.9x</b>	<b>829</b>	<b>1,599</b>	<b>2.6x</b>	<b>914</b>	<b>1,732</b>	<b>2.0x</b>	<b>988</b>	<b>2,853</b>	<b>2.9x</b>
<b>Media</b>	<b>954</b>	<b>2,888</b>	<b>2.9x</b>	<b>653</b>	<b>1,065</b>	<b>1.6x</b>	<b>757</b>	<b>1,088</b>	<b>1.4x</b>	<b>815</b>	<b>1,970</b>	<b>2.3x</b>

Tabla 1.1. Comparativa entre el impacto medioambiental causado por compras online y físicas (CO<sub>2eq</sub>)  
Fuente: Wyman, 2020

Según las previsiones de este estudio, para el año 2030, el e-commerce representará como mínimo dos terceras partes de las ventas totales realizadas.

---

### 1.3. CONCEPTO LOGÍSTICO

La logística tiene como misión la optimización de los flujos de materiales regulares a través de una red de enlaces de centros de almacenaje y de transporte, donde se incluyen tanto la gestión de flujos físicos como de información. De la misma forma, incluye la ejecución de tareas adicionales de organización y manipulación de mercancías que agregan valor antes de la distribución final al cliente. De esta manera, se puede afirmar que las actividades logísticas sirven de enlace entre las materias primas, la producción y los propios mercados que demanden el producto final (MITMA, 2013).

A su vez, la logística favorece al aumento de la actividad económica, puesto que su localización puede traducirse en una dinamización económica general y factores clave para la mejora del empleo y de la competitividad de las empresas. Algunos de los sectores directamente relacionados con la actividad logística es el HORECA y el e-commerce,

La gestión logística es una actividad compleja pero crucial, compuesta por distintas etapas como el suministro, la distribución, la producción y la logística inversa. En este caso en concreto, se procede a prestar más atención a la distribución de las mercancías a los clientes, sobre todo en el ámbito urbano. La principal razón de prestar especial atención a este ámbito se debe a que, en la última década, a causa del auge del e-commerce, han cambiado los hábitos de consumo y compras, así como sus exigencias en cuanto a servicios como la entrega (Demir *et al.*, 2022).

Las investigaciones, ya desde 1980, relacionan el rendimiento competitivo con las medidas de rendimiento basadas en el tiempo, siendo estas medidas también relacionadas con la satisfacción del cliente. Las técnicas tradicionales de medición del rendimiento de la logística basado en tiempo y coste se relacionan principalmente con una toma de decisiones más a corto plazo, siendo estas incapaces de sostener las decisiones necesarias a largo plazo para las estrategias de logística verde (Brown y Guiffrida, 2014).

#### 1.3.1. Logística Urbana de Última Milla

Nuestro futuro como sociedad es urbano y el e-commerce ha venido para quedarse, y esto no ha de ser visto de manera negativa dado que, como remarca gran parte de la literatura, existen numerosos beneficios asociados a él, tales como la alta variedad de productos, precios competitivos o mayor conveniencia a la hora de realizar las compras (Marcilio Nogueira *et al.*, 2021). Por otro lado, este aumento del flujo de compras a través del medio electrónico ha incrementado de manera significativa la presión ejercida sobre los sistemas logísticos urbanos de UM, es decir, aquel proceso de transportar las mercancías desde los centros de distribución hasta los consumidores finales, hallados en su mayoría, en centros

---

urbanos densamente poblados. A lo largo del actual TFM, la definición adoptada para el término logístico de UM es la siguiente: “Gestión de la cadena de suministro que comprende todos aquellos procesos de planificación, control y ejecución relacionados con el almacenamiento y transporte de mercancías, desde el último punto de expedición, hasta el punto final de entrega (B2C) o aprovisionamiento (B2B), con especial relevancia en el caso de los entornos urbanos, en los cuales se convierte en el elemento vertebrador de la logística urbana”.

La evolución del comercio electrónico alrededor del mundo indica que, en una década, las ventas se multiplicaron por seis, pasando en el año 2010 de 572 mil millones de dólares, a aproximadamente 3,5 billones de dólares a finales del año 2019. El estallido de la pandemia COVID-19 aceleró esta tendencia de una manera significativa, de manera que, en Estados Unidos, en los primeros tres meses de la pandemia, ya se había conseguido el crecimiento esperado del comercio electrónico para los siguientes diez años (Doi *et al.*, 2021).

La gestión de la CdS, incluyendo su logística, no es una tarea nada fácil dado el gran número de variables a tener en cuenta y los actores que intervienen, lo cual se traduce en una alta complejidad, que se refleja a su vez en el aumento masivo de envíos alrededor del mundo a los que ha de hacer frente. Los intensos flujos de materiales y servicios, y la expansión de los mercados digitales está transformando la naturaleza de una nueva CdS, la cual ha de ser apoyada por actividades logísticas dinámicas e innovadoras (Marcilio Nogueira *et al.*, 2021).

Tal y como indica Moreno Mas (2022), la situación actual de la logística ha de ser analizada desde una doble perspectiva, “aguas arriba” de las CdS por un lado, y “aguas debajo” de la misma por otro. Desde el punto de vista “aguas arriba”, las CdS han sido sometidas a un estrés innecesario causado por la aceptación y asunción de paradigmas erróneos establecidos con la finalidad de obtener la máxima eficiencia. Esta visión cortoplacista, tal y como se ha comprobado en los últimos años, ha limitado la flexibilidad y capacidad de resiliencia de las propias CdS que pretendían ser llevadas al máximo rendimiento, indiferentemente del sector al que pertenezca. De esta forma, los riesgos referentes a la disrupción de suministro en las CdS pueden considerarse como inherentes al actual entorno natural, social y geopolítico.

Por otro lado, “aguas abajo” se destaca la logística de UM como principal asunto pendiente por resolver. Este aspecto cuenta con una relación muy estrecha con la movilidad urbana, la cual ha experimentado la mayoría de los esfuerzos en innovación y desarrollo tecnológico.

La importancia de este último eslabón se halla en aspectos como su alta representación en los costes totales de la CdS; el hecho de ser el nexo entre cliente y empresa, y que por tanto, es donde tiene lugar la experiencia de consumo; tratarse de una pieza fundamental para el buen funcionamiento de los centros urbanos y de la vida de la mayoría de la población; tener

---

un alto impacto social, económico y medioambiental, tanto positiva como negativamente. Por lo tanto, la gestión de UM representa actualmente un aspecto clave para la diferenciación y competitividad de las empresas, debiendo a su vez convertirse en un elemento vertebrador de una nueva forma de gestionar las CdS, desde “aguas abajo” hacia “aguas arriba”. Previo a ello, se ha de contar con una adecuada definición de las operaciones y los procesos que puedan garantizar la sostenibilidad, eficiencia y rentabilidad (Moreno Mas, 2022).

Los modelos logísticos convencionales no son suficientes y se necesitan soluciones disruptivas que permitan abandonar el modelo de "cambio incremental" existente en favor de una transformación real y definitiva, tal y como demuestran los numerosos estudios desarrollados con la finalidad de identificar los mejores modelos para transformar la logística de UM, y la CdS en general. Las principales limitaciones encontradas para ello son la falta de visibilidad a lo largo de la CdS, y la manera en la cual desplegar propuestas integrales (Moreno Mas, 2022).

Actualmente, los usuarios esperan entregas cada vez más rápidas, convirtiéndose los actuales sistemas de distribución de UM en verdaderos cuellos de botella. Así mismo, los proveedores de servicios logísticos intentan hacer frente a los crecientes volúmenes de pedidos, resultando en tiempos de entrega mayores, una menor flexibilidad en los intervalos de tiempo para la entrega y mayores costes intrínsecos al envío. De la misma manera, cuantos más pedidos han de ser entregados, mayor es la cantidad de tráfico implicado en ello, con el consecuente aumento de los efectos negativos en el medioambiente, a menos que se tomen medidas contra ello (Doi *et al*, 2021).

Numerosos estudios afirman la existencia de distintas formas de reducir las emisiones de GEI por la parte del aprovisionamiento sin necesitar grandes inversiones financieras, mejorando el uso de los vehículos de carga en función de la tipología, edad y estilo de conducción, optimizar las rutas y asignando las emisiones de GEI a envíos específicos. Por parte de la demanda, también se puede optar por concienciar a la sociedad sobre la sostenibilidad de sus acciones brindando información respectiva al medioambiente. De esta manera se demuestra que el comportamiento de los consumidores se ha convertido en un aspecto clave en la sostenibilidad de la CdS (Marcilio Nogueira *et al.*, 2021).

### **1.3.2. Importancia del comercio electrónico o e-commerce**

El e-commerce viene experimentando un constante e intenso crecimiento a causa de la amplia gama de opciones disponibles, la transparencia de los precios entre diferentes minoristas, la disponibilidad de descuentos y el aumento de la conectividad a Internet en todo el mundo. Este crecimiento ha hecho que la CdS relacionada con el e-commerce haya aumentado considerablemente, especialmente en la UM. (Nanayakkara *et al.*, 2022).

---

A esto se le suma la elevada tasa de devoluciones de productos que caracteriza a dicho eslabón, las cuales, en ciertas tipologías de productos y según la estacionalidad, podrían superar el 30%, aproximadamente (Dennis, 2018). Este flujo de materiales e información causado por las devoluciones es causado, en muchas ocasiones por las dudas de los consumidores a la hora de realizar sus compras, los cuales acaban recurriendo al *bracketing* (Carrasco, 2023). Este término hace referencia al hecho de comprar varios productos idénticos o similares con la intención de mantener sólo uno y devolver los demás. Todo esto conduce a costes adicionales en procesos como el logístico y de almacenamiento, así como a un aumento de emisiones de GEI y generación de residuos.

Según el estudio de Narvar (2021) el 58% de los consumidores acaban realizando *bracketing* puesto que en muchas ocasiones experimentan incertidumbre a la hora de intentar predecir la talla correcta de una prenda sin probársela en la tienda, o porque intentan explorar nuevas marcas. El hecho de que el e-commerce proporcione la conveniencia de comprar desde casa, imposibilita en muchas ocasiones probar los productos antes de la adquisición, sin embargo, a través del *bracketing* los consumidores cuentan con la opción de evaluar los productos en su propio entorno y horario. Otra razón que fomenta esta práctica son las políticas de devoluciones favorables, basadas en la flexibilidad y gratuidad (Carrasco, 2023).

Como se mencionaba anteriormente, aunque esta práctica pueda parecer atractiva para los compradores online, en realidad, además de generar pérdidas económicas para las empresas, también tiene un significativo impacto negativo en el medioambiente causado por el incremento de emisiones de GEI derivado del aumento de trayectos dedicados a devoluciones, una mayor generación de residuos constituidos por productos devueltos que no pueden ser revendidos, y el uso adicional de embalaje.

Pueden adoptarse distintas medidas para evitar el *bracketing*, como una mejor comunicación de la información del producto al consumidor, con aspectos clave como descripciones detalladas de las características y los materiales empleados, así como sus medidas precisas. Para ello, otro aspecto importante a tener en cuenta es la calidad de las imágenes del producto empleadas, intentando siempre emplear fotografías claras, adecuadamente iluminadas y capturadas desde distintos ángulos. Destacar las reseñas de los consumidores que ya han hecho uso de dicho producto es una herramienta útil para transmitirle a los nuevos consumidores información adicional como ajuste, color, calidad o tamaño. Otro aspecto clave a través del cual se puede reducir el uso del *bracketing* es ofrecer un soporte en tiempo real capaz de resolver las dudas y brindar asistencia a los consumidores. Por último, resulta interesante la habilitación de servicios como las pruebas virtuales a través del empleo de realidad aumentada, lo cual permite a los clientes visualizar los productos en su entorno antes de proceder con la compra (Narvar, 2021).

Para conseguir una adecuada conexión entre la logística de UM y el e-commerce, habría de conocer y entender de forma detallada aspectos como los patrones de compra por internet y servicios de recogida, la sensibilidad hacia los costes de envío, la experiencia de entrega considerando los puntos y plazos de entrega, la percepción del comprador sobre el seguimiento del pedido, la adecuación del embalaje empleado y cómo este afecta a su experiencia de compra, la satisfacción en cuanto a devoluciones de las compras, y la evaluación de la logística con enfoque en la sostenibilidad (Elogia, 2022).

Ante esto, el estudio realizado por Elogia (2022), referente a la logística en compras online en España, ha intentado dar respuesta y apoyo a los distintos aspectos mencionados determinando, en primer lugar, el perfil promedio del comprador online, afirmando que el 51% son hombres y el 49% mujeres, lo cual denota igualdad en este aspecto. La edad promedio de este perfil es de 45 años, reflejándose su distribución en la figura 1.7. El tamaño de la población promedio es de 521.000 habitantes, y al igual que en el caso anterior, su distribución se refleja en la figura 1.8. Por último, el 80% de los consumidores se encuentra trabajando, el 52% tiene hijos en el hogar, el 51% posee estudios universitarios y en cada hogar, de media, hay 2,9 personas.

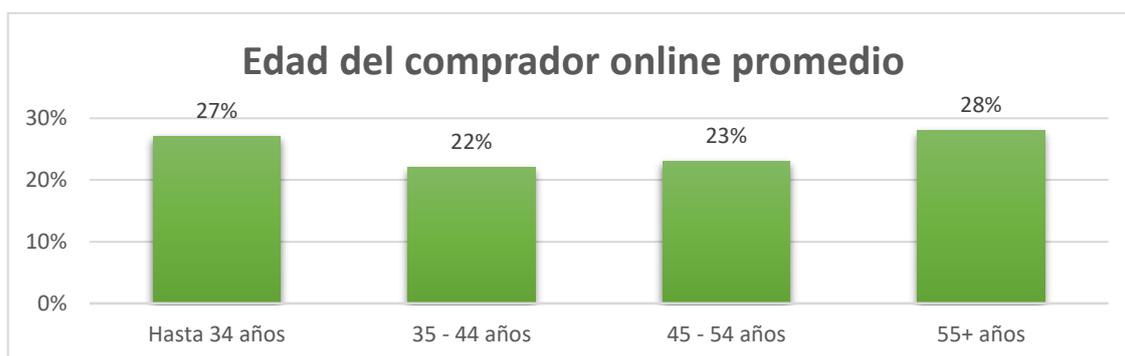


Figura 1.7. Edad del comprador online promedio  
Fuente: elaboración propia a partir de Elogia (2022)



Figura 1.8. Tamaño de la población comprador online promedio  
Fuente: elaboración propia a partir de Elogia (2022)

En cuanto a la frecuencia de compra online, el usuario realiza una media de 2,9 veces al mes, siendo los perfiles de hasta 44 años los que más veces compran, más de tres veces al mes. El 24% compra, al menos, una vez a la semana, y el 55% entre una y tres veces al mes. El 8% de los encuestados realiza compras online con una frecuencia inferior a una vez cada dos meses. Dada la evolución que ha experimentado el e-commerce, se espera que esta frecuencia aumente con el paso de los años, a medida que los consumidores adopten esta modalidad de compra.

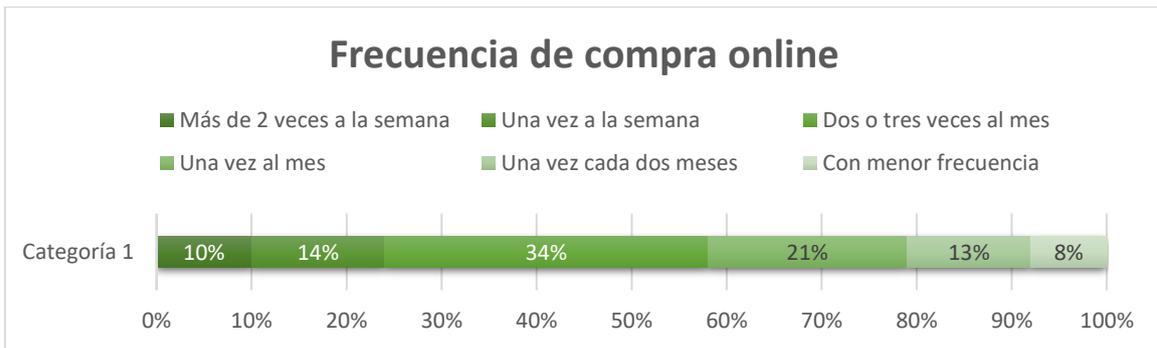


Figura 1.9. Frecuencia de compra online  
Fuente: elaboración propia a partir de Elogia (2022)

Dentro de esta frecuencia de compras, se realizan distinciones en función de la edad y de la población en la que reside el comprador. A partir de esto se extrae quienes realizan compras online con mayor frecuencia son los menores de 34 años que residen en poblaciones de más de un millón de habitantes.

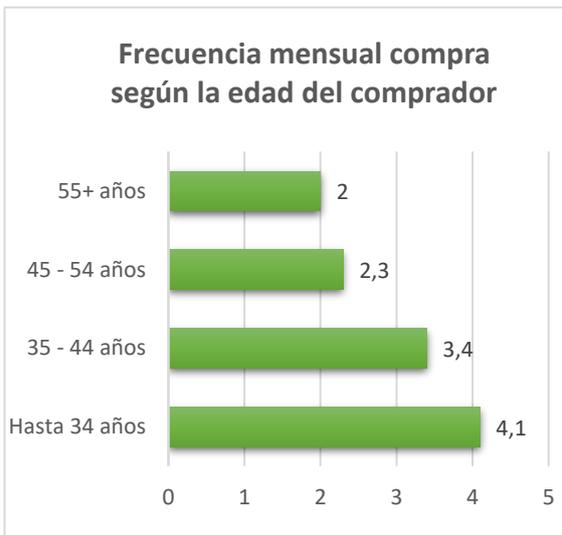


Figura 1.10. Frecuencia mensual de compra en función de la edad del comprador  
Fuente: elaboración propia a partir de Elogia (2022)

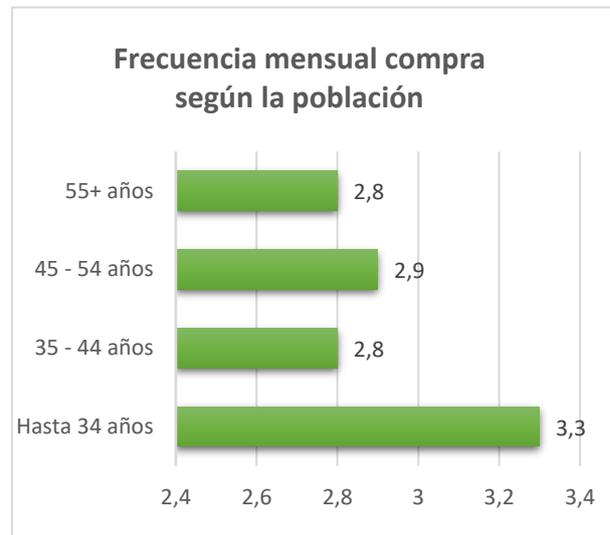


Figura 1.11. Frecuencia mensual de compra en función de la población  
Fuente: elaboración propia a partir de Elogia (2022)

En cuanto al canal de recogida escogido por los consumidores, la mayoría de estos (85%) escogen la opción de envío a domicilio, seguido de puntos de recogida (33%), lockers o taquillas (19%), *click and collect* (19%) y otros lugares de referencia (16%), respectivamente. Entre los encuestados, el 48% utiliza, de forma exclusiva, el envío a domicilio, y de estos el 60% no contempla otra modalidad alternativa de recogida.

Dentro de los elementos que se han considerado como más relevantes a la hora de tomar la decisión de realizar una compra online se han incluido aspectos como el precio del propio producto, que se informe adecuadamente de los posibles gastos extra, que la marca o página web inspire confianza, o que los gastos de envío sean gratuitos. Otros aspectos considerados como menos importantes son el hecho de que la empresa sea responsable social y ambientalmente, que tenga envíos urgentes, que permita elegir entre empresas logísticas, o que permita la personalización del producto (Elogia, 2022).

En relación a la gratuidad de los envíos antes mencionada, el 67% de los consumidores online estaría dispuesto a pagar gastos de envío en función del importe de su cesta, el 16% pagaría gastos de envío en cualquier caso, y el 17% no pagaría en ningún caso. La decisión de pagar o no por el envío, y el importe de este pago, depende del tipo de producto escogido. De esta forma, en el caso de productos de tamaño y peso estándar, como ropa, libros o aparatos electrónicos como móviles o tablets, el gasto medio admitido por el consumidor es de 2,7€, mientras que, si el producto es de gran peso y tamaño, tal como mobiliario o electrodomésticos como lavadoras, el importe asciende hasta 11,5€. El 38% de los encuestados se muestran dispuestos a pagar una tarifa anual referente a los gastos de envío, cuyo precio es aproximadamente 30€ (Elogia, 2022). Estos resultados contrastan con los hallazgos de análisis de costes realizados por Gevaers *et al.* (2014), donde se afirma que el coste operativo medio de una entrega de UM B2C se encuentra alrededor de 3,87€. En este mismo estudio se analiza la evolución de los costes a medida que varía la densidad poblacional, siendo ambas unidades inversamente proporcionales, tal y como se indica en la Tabla 1.2. Los resultados muestran que los costes operativos de envío en zonas densamente pobladas pueden ser considerablemente inferiores a los costes obtenidos en zonas rurales, pudiendo llegar a triplicarse dichos costes, de 2.75€ a 7,75€.

Density/km <sup>2</sup>	Last mile costs/unit	Density/km <sup>2</sup>	Last mile costs/unit
0 – 50	€ 7.75	601 - 800	€ 2.96
51 - 200	€ 4.17	801 - 1000	€ 2.87
201-333 (Belgium)	€ 3.87	1001 - 1200	€ 2.81
334 - 400	€ 3.55	1201 - 1500	€ 2.79
401 - 600	€ 3.12	> 1500	€ 2.75

Tabla 1.2. Efecto de la densidad poblacional en los costes de envío  
Fuente: Gevaers *et al.* (2014)

Otro resultado interesante brindado por el estudio de Gevaers *et al.* (2014) se encuentra en la variación de costes obtenidos a la hora de introducir el concepto de entrega por franjas horarias en áreas urbanas y rurales. En el caso de que una empresa que realice envíos B2C quiera ofrecer la posibilidad de entrega por franjas horarias con la finalidad de ofrecer mejores niveles de servicio a sus clientes, ha de tener en cuenta los posibles efectos en los costes que esto puede suponer.

Window	Cost/unit	Cost/Unit	Cost/Unit
	Dense City area	Average density	Undense area
1 Day (no window)	€2.75	€ 3.87	€ 4.17
4 hour window	€3.57	€ 5.04	€ 5.42
3 hour window	€4.40	€ 6.20	€ 6.67
2 hour window	€4.95	€ 6.97	€ 7.50
1 hour window	€5.77	€ 8.14	€ 8.75

Tabla 1.3. Efecto del número de franjas horarias en poblaciones urbanas y rurales en los costes de envío  
Fuente: Gevaers *et al.* (2014)

La introducción de franjas horarias puede suponer costes considerablemente más altos, sobre todo en las zonas rurales con una baja densidad poblacional. Llama la atención el hecho de que los costes de introducir una franja horaria de 4 horas en entornos urbanos (3.57€) puede suponer costes inferiores a los obtenidos en entornos rurales sin envíos por franja horaria (4,17€).

En lo respectivo a la velocidad de los envíos, la comida a domicilio es la compra por la que menos tiempo está dispuesto a esperar el consumidor, lo cual resulta lógico por la propia naturaleza del producto. A la vista de los resultados brindados por el estudio de Álvarez-Palau (2022) acerca del servicio de comida a domicilio en la ciudad de Barcelona, donde se remarca la dependencia de este modelo de negocio a aspectos clave como el volumen de pedidos que puede captar, las condiciones impuestas a los restaurantes, la precariedad de los repartidores y de las condiciones de las ciudades en las que operan, se pone de manifiesto la insostenibilidad de este tipo de servicio para operar en cualquier ciudad bajo los estándares aceptados actualmente por la sociedad.

Seguido al envío de comida a domicilio se encuentran las compras realizadas a supermercados online, donde el 60% de los consumidores aceptan un tiempo de espera de un día o menos. Cuando se compran productos estándar online, el tiempo de espera admitido, de media, es de 3 días, para productos personalizados de 4,1 días, y para productos de importación 5,7 días. El 88% de los consumidores en línea estarían dispuestos a aceptar un periodo de tiempo más largo si esto resulta en gastos de envío más bajos, y además, contribuye al medio ambiente reduciendo las emisiones de GEI (Elogia, 2022). Esta afirmación contradice, por tanto, la necesidad de impulsar lo que se conoce como Quick Commerce o simplemente, Q-Commerce, el cual se caracteriza por la reducción de tiempos

---

de entrega de forma considerable, un enfoque local limitado, y la restricción de disponibilidad y envío de determinados artículos (Bello, 2021).

En el apartado de las devoluciones, se afirma que los compradores en línea tienen una disposición promedio de 1,3€ para pagar por la devolución de un producto de tamaño y peso estándar. Sin embargo, el 76% preferirían no pagar nada. Por otro lado, los compradores en línea estarían dispuestos a pagar 2,5€ en promedio por la devolución de un producto de gran peso y tamaño, aunque el 66% preferiría no pagar nada (Elogia, 2022). El hecho preferir la gratuidad de las devoluciones se ve reforzado por lo comentado anteriormente con la práctica del *bracketing*.

Como se puede observar, existe una marcada distorsión entre las demandas y expectativas de los clientes en lo que respecta a costes operativos logísticos de UM y la realidad que atraviesa el sector. Los clientes, impulsados por la creciente comodidad y velocidad de las entregas, a menudo esperan servicios de UM rápidos, eficientes y económicos, por no decir gratuitos. Sin embargo, la logística de UM presenta numerosos desafíos particulares que pueden aumentar los costes operativos, lo cual a su vez se traduce en un dilema entre cumplir las expectativas de los clientes y mantener la rentabilidad del negocio. Ante esto, se refuerza la necesidad del sector de reeducar a sus consumidores, hacerles conscientes de la realidad de los costes intrínsecos a los envíos, y sobre todo desmentir la falsa creencia de la gratuidad de estos.

*In the future, it will be necessary to pay much more attention to  
the last mile than has been done so far*

(Lauenstein, 2022)

---

**CAPÍTULO 2:**  
**SOSTENIBILIDAD Y LOGÍSTICA.**  
**VÍNCULOS Y CORRELACIONES**

---

## 2. CAPÍTULO 2: SOSTENIBILIDAD Y LOGÍSTICA. VÍNCULOS Y CORRELACIONES

En este segundo capítulo se procede a describir la sostenibilidad contemplada desde sus tres perspectivas, es decir, económica, social y medioambiental. Para una mejor comprensión de la misma, se explican los fundamentos y su aplicación a la logística. Además, se indican las implicaciones que pueden tener los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) en la logística, las variables que impactan en la sostenibilidad de la UM, así como las externalidades negativas que pueden llegar a presentarse durante su desarrollo.

### 2.1. INTRODUCCIÓN

Las agendas ecológicas, así como las crecientes presiones económicas han hecho que cada vez se preste mayor atención a la sostenibilidad y a las innovaciones tecnológicas y organizacionales para mejorar los sistemas logísticos existentes (Demir *et al.*, 2022).

La sostenibilidad descrita desde el punto de vista de John Elkington (1997) no puede ser aquella que únicamente se centre en un aspecto, como pueda ser el desempeño económico, el desarrollo social o la preservación medioambiental, sino que para que dicha sostenibilidad pueda ser considerada como tal, ha de abordar todas estas perspectivas de manera simultánea. Relacionado con ello, se emplea un término llamado “Triple Cuenta de Resultados”, en inglés “Triple Bottom Line” (TBL), el cual busca evaluar el desempeño de una organización teniendo en cuenta las tres dimensiones anteriormente mencionadas, con el objetivo de lograr un equilibrio sostenible en sus operaciones y resultados.

La definición de sostenibilidad mejor adoptada y más citada proviene de la Brundtland Commission del año 1987, la cual la define como “desarrollo que cumple con las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus necesidades” (WCED, 1987). Esta definición, al ser tan amplia, resulta difícil de determinar los roles individuales de cada organización dentro de una perspectiva macroeconómica.

Otra definición de sostenibilidad es la ofrecida por Carter y Rogers (2008), quienes la definen como “la capacidad de una o más entidades, ya sea individual o colectivamente, de existir y florecer durante largos períodos de tiempo, de tal manera que se permite la existencia y el florecimiento de otras entidades en niveles y sistemas relacionados”.

La existencia de diferencias entre las definiciones de sostenibilidad encontradas a lo largo de la literatura es algo esperado, tal y como indica Gladwin *et al.* (1995), puesto que se espera diversidad de definiciones durante la fase emergente de cualquier idea potencialmente grande que pueda ser de utilidad general.

---

Estudios como el *Informe Brundtland* (WCED, 1987) o *Los límites del crecimiento* (Meadows *et al.*, 1972) subrayan la necesidad de prestar atención a la sostenibilidad, lo cual indica el pleno conocimiento de actuación del ser humano. Hoy en día, la sociedad se encuentra en un momento clave, necesitando nuevas formas de entender, hacer y construir valor, de forma eficiente, justa y sostenible (Moreno Mas, 2022).

## **2.2. SOSTENIBILIDAD DE LA GESTIÓN DE LA CADENA DE SUMINISTRO**

La sostenibilidad de la logística urbana se ha convertido en un importante problema en la planificación urbana y del transporte, dada la alta y cada vez mayor densidad de población en las áreas urbanas, así como por otros problemas sociales, económicos y ambientales asociados. La logística urbana se define como el proceso de optimizar las actividades de logística y transporte, apoyándose en sistemas de información avanzados en las zonas urbanas, los cuales brindan datos como entorno del tráfico, su congestión, seguridad, y ahorros energéticos dentro un marco económico.

El estudio realizado por Carter y Rogers (2008) denominado “*A Framework of Sustainable Supply Chain Management: Moving Toward New Theory*” desarrolla el concepto de Elkington (1997) aplica el concepto de la sostenibilidad contemplada desde la triple perspectiva a la gestión de las CdS.

Hasta el momento en que este estudio fue publicado, la mayoría de temas como el medioambiente, la seguridad y los derechos humanos relacionados con la CdS habían sido investigados de forma independiente, sin establecer las interrelaciones entre estos y otros aspectos de la responsabilidad social. Es por ello que la sostenibilidad, entendida como la integración de responsabilidades sociales, ambientales y económicas, está empezando a aparecer en la literatura científica, aunque de manera inconsistente (Carter y Rogers, 2008).

A través de este estudio se pretende conocer la definición y aplicación del término sostenibilidad a la gestión de la CdS, así como conocer si aquellas empresas que se involucran en prácticas de gestión sostenible de la CdS consiguen un desempeño económico superior frente a las que se centran únicamente en el desempeño económico.

Los profesionales de la cadena de suministro se encuentran en una posición destacada para impactar en las prácticas de sostenibilidad, de ahí la importancia de que estos cuenten con conocimiento suficiente al respecto.

Basándose en el TBL, Carter y Rogers (2008) defienden que hay actividades que las organizaciones pueden realizar cuyo impacto no afecte solamente a la perspectiva natural y social, sino que también genere beneficios económicos a largo plazo y ventaja competitiva para la empresa.



Figura 2.1. Las tres perspectivas de la sostenibilidad  
Fuente: elaboración propia a partir de Elkington (1997)

Además de las tres perspectivas anteriores, se proporcionan otros cuatro aspectos importantes de apoyo al resultado final del TBL, como la gestión de riesgos, la transparencia, la estrategia y la cultura organizacional.

En primer lugar, la gestión del riesgo es un tema recurrente dentro de la literatura de la sostenibilidad. Esta gestión de riesgos, aplicada a la CdS hace referencia a la capacidad de una empresa para comprender y gestionar sus riesgos económicos, medioambientales y sociales, de manera que se minimice la probabilidad de que surjan incidencias que conduzcan a la imposibilidad de satisfacer la demanda del cliente.

Por otro lado, en cuanto a transparencia, esta es cada vez más exigida por los distintos stakeholders, de manera que las operaciones han de ser más visibles, transparentes y abiertas. Esta transparencia es impulsada, en parte, gracias a la democratización de la información y la rapidez de las vías de comunicación, haciendo cada vez más difícil y arriesgado el hecho de mantener en secreto las malas acciones corporativas. La transparencia incluye no solo informar a las partes interesadas, sino también involucrarlas activamente y utilizar sus comentarios y aportes para asegurar la aceptación y mejorar los procesos de la CdS. La coordinación tanto horizontal como vertical a lo largo de la cadena de suministro puede ayudar a alcanzar dicha transparencia.

Por último, la estrategia y la cultura también ha de estar en contacto estrecho con las iniciativas de sostenibilidad de las organizaciones. En el estudio *“Built to Last: Successful Habits Of Visionary Companies”* de Collins y Porras (1994), afirman que estas empresas visionarias no sitúan la maximización del beneficio como fuerza impulsora principal en su cultura y *core values*.

Estos cuatro aspectos de apoyo al resultado final del TBL no son excluyentes entre sí, sino que han de interrelacionarse en la mayor medida posible, consiguiendo así apoyar las prácticas de gestión de CdS. De esta forma, la gestión de CdS sostenibles se define como la integración y el logro estratégicos y transparentes de los objetivos sociales, medioambientales y económicos de una organización en la coordinación sistémica de los procesos comerciales interorganizacionales clave para mejorar el desempeño económico a largo plazo de la empresa individual y sus CdS.

Walley y Withehead (1994) afirman que actuar frente a los problemas medioambientales siempre ha sido una tarea complicada y costosa, y que los problemas fáciles en su mayoría han sido resueltos, quedando pendientes desafíos cada vez más difíciles y costosos de resolver.

En la Figura 2.2. se incorpora los cuatro aspectos de apoyo anteriormente mencionados a los resultados finales del TBL. Como se puede observar, se evalúan las intersecciones entre las distintas perspectivas, de manera que si se alcanza la intersección entre dos perspectivas como la económica y la medioambiental, se obtienen mejores resultados que si se persigue únicamente una de ellas. En el caso de la intersección entre desempeño social y medioambiental se califica como “¿Buena?”, dado que no se tiene en cuenta la perspectiva económica, aspecto esencial para cualquier empresa. Teniendo esto en cuenta, intersección de todas las perspectivas es considerada como la mejor, encontrándose en ella la sostenibilidad planteada por Elkington (1997).

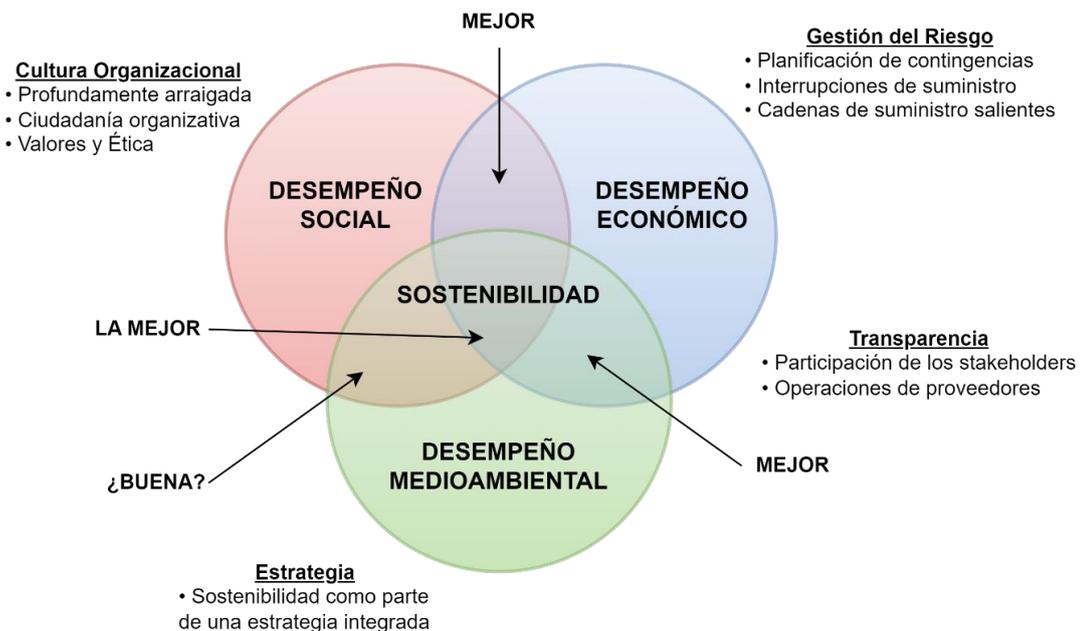


Figura 2.2. Gestión Sostenible de la Cadena de Suministro  
Fuente: elaboración propia a partir de Carter y Rogers (2008)

---

Existen actividades relacionadas con la perspectiva social y medioambiental de la cadena de suministro que se encuentran en la intersección con la perspectiva económica. Estas actividades son las que se denominan completamente sostenibles. Algunas de las ventajas que pueden presentar esta clase de actividades pueden ser las siguientes:

- Ahorro de costes gracias a acciones como la reducción de embalaje y el ecodiseño.
- Reducción de los costes de salud y seguridad, y menores costes de contratación y rotación del personal gracias a labores de almacenamiento y transporte más seguros, así como unas mejores condiciones de trabajo.
- Costes laborales más bajos.
- Contribuir de forma proactiva en las regulaciones futuras.
- Plazos de entrega más cortos, mejor calidad de los productos y costes reducidos gracias a la implantación de normas como la ISO 14000, por ejemplo.

A partir de esto, Carter y Rogers (2008) responden a las preguntas anteriormente formuladas, afirmando que las empresas que emprenden estratégicamente en la gestión sostenible de la CdS pueden lograr un desempeño económico más alto que las empresas que persiguen únicamente uno o dos de los tres componentes del resultado final del TBL.

A través de la coordinación vertical, es decir, la gestión y comunicación efectiva de información, recursos, procesos y decisiones a lo largo de la CdS, las empresas que enfrentan incertidumbre con respecto a los recursos externos clave, de los cuales dependen, pueden mejorar su sostenibilidad económica.

Las CdS que integran recursos y conocimientos sociales y ambientales pueden ser más difíciles de imitar, lo que conduce a la sostenibilidad económica. Además, en la medida en que una organización pueda eliminar el comportamiento oportunista, es decir, mejorar la sostenibilidad social, en su CdS, podría lograr reducir sus costes, mejorando así el componente económico de la sostenibilidad. Por último, las organizaciones que se adapten de manera más efectiva a la disminución de los recursos naturales, junto con los cambios sociales, como los llamados a una mayor diversidad y mejoras en los derechos humanos, serán más sostenibles económicamente (Carter y Rogers, 2008).

McDonough y Braungart (2002) en su libro *“Cradle to Cradle: Remaking the Way We Make Things”* desarrollan una particularidad del concepto de sostenibilidad de Elkington (1997), aplicado a los materiales empleados en procesos, industriales o comerciales, distinguiendo los técnicos y los biológicos, acuñando el término *“Cradle to Cradle”*, o “de la cuna a la cuna”. A través de este enfoque, las perspectivas siguen siendo las mismas, añadiendo una serie de principios, denominados “Principios de Hannover”, los cuales argumentan que es posible integrar el diseño, la construcción y la producción industrial en armonía con la

---

naturaleza, empleando materiales completamente seguros, más amigables y eficientes. Además, propone la fabricación de bienes sin generar desechos ni sustancias tóxicas que perjudiquen el medioambiente (McDonough y Braungart, 2002).

Los Principios de Hannover defienden y promueven el derecho de la humanidad y la naturaleza a coexistir en un equilibrio saludable y sostenible, reconociendo su interdependencia y las implicaciones en todas las escalas del diseño humano con el mundo natural. Asume la responsabilidad de las consecuencias del diseño en el bienestar humano y la viabilidad de los sistemas naturales. Prioriza la creación de objetos seguros y duraderos, eliminando la noción de residuos mediante la evaluación y optimización del ciclo de vida completo de los productos y procesos. Confía en los flujos naturales de energía, incorporándolos de manera eficiente y responsable en los diseños. Reconoce las limitaciones del diseño, aprendiendo de la naturaleza como modelo de inspiración, y busca la mejora continua a través del conocimiento compartido mediante una comunicación abierta y directa entre todas las partes involucradas (McDonough y Braungart, 2002).

En la Figura 2.3. se pueden observar las tres perspectivas de los Principios de Hannover, los cuales coinciden con el TBL de Elkington (1997), pero al que añaden la descripción de las intersecciones. En el caso del cruce entre la perspectiva económica y la medioambiental, el resultado es un escenario viable; en el caso del cruce entre medioambiental y social, el resultado es un escenario vivible; y en el caso del cruce entre social y económico, el resultado es equitativo, obteniendo un desarrollo completamente sostenible únicamente en el caso de la intersección de los tres escenarios.

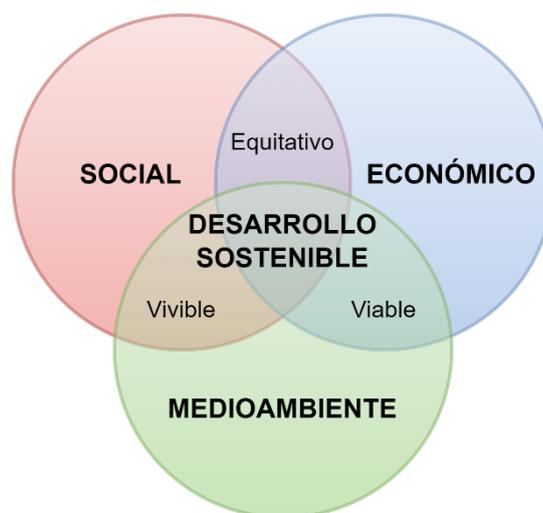


Figura 2.3. Diagrama de los Principios de Hannover para la sostenibilidad  
Fuente: elaboración propia a partir de McDonough y Braungart (2002)

---

### 2.3. OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE EN LOGÍSTICA

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) u Objetivos Globales son una serie de metas e iniciativas de carácter global establecidas en la Asamblea General de las Naciones Unidas el 25 de septiembre del año 2015, incluidas en la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible. A través de estos ODS se pretende establecer, a través de gobiernos, el sector privado, la sociedad civil y la ciudadanía en general, un plan de acción global para abordar distintos problemas que enfrenta el mundo, como la erradicación de la pobreza y del hambre, la protección del planeta, y asegurar la prosperidad para todos, de manera inclusiva y sostenible, entre otros (MDSOCIALESA, 2021b).

Dicha Agenda 2030 se encuentra conformada por un total de 17 ODS, cada uno de ellos con metas concretas a alcanzar para el año 2030, contando con un total de 169 metas, desglosadas todas ellas en el Anexo II: Tablas de ampliación de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (MDSOCIALESA, 2021).

Cada objetivo cuenta con su propia agenda, centrada en aspectos específicos del desarrollo sostenible, estando todos interconectados entre sí. Se reconoce, por tanto, que el éxito en el logro de uno de los ODS se encuentra vinculado al éxito de los demás, y que la búsqueda de la sostenibilidad desde un punto de vista integral, requiere una aproximación holística e integradora (MDSOCIALESA, 2021b).

Estos ODS vienen precedidos por otros propuestos en el año 2000 por las ONU a través de la Declaración del Milenio, un documento conformado por un total de ocho objetivos que acabarían denominándose Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM). Estos ODM son formados a su vez por una serie de metas aunque, a diferencia de los ODS que cuentan con un total de 169 metas, los ODM contemplan un total de 18 metas (UNICEF, 2015).

El hecho de que los ODS cuenten con más metas en comparación con los ODM reporta varias ventajas, como una ampliación de su alcance, teniendo así una cobertura más completa de los problemas sociales, económicos y medioambientales. El desglose de los objetivos en múltiples metas también facilita su consecución, al permitir una planificación y ejecución con logros a corto plazo que motiva y orienta hacia el objetivo general.

El liderazgo de las compañías logísticas del mañana requerirá ir más allá de las metas corporativas y enfocarse en la incorporación de los ODS en su estructura, buscando así generar impactos positivos tanto a nivel social como ambiental para la comunidad y el planeta. Su integración puede ser llevada a cabo a través de una serie de pasos principales, como los descritos a continuación (BCL, 2022):

1. **Entender los ODS.** Las empresas logísticas y sus partes interesadas deben estar familiarizadas con los ODS y comprender cómo pueden colaborar para alcanzarlos. Para ello se pueden realizar distintas acciones como la difusión de material de sensibilización interno sobre los ODS, la oferta de talleres prácticos y formaciones sobre la Agenda 2030, o la sensibilización de los clientes a través de los productos y servicios de la empresa.
2. **Establecer prioridades.** Los 17 ODS no tienen la misma influencia o relevancia para todas las organizaciones. Desde una perspectiva estratégica, en esta segunda etapa, es necesario llevar a cabo una evaluación de los efectos actuales y futuros, tanto positivos como negativos, que la actividad de la empresa tiene sobre los ODS a lo largo de su cadena de suministro, con el objetivo de identificar áreas donde se pueden aumentar los impactos positivos y dónde se deben disminuir o evitar los impactos negativos. En el caso de una empresa del sector logístico, ha de identificar aquellos ODS que tengan relación directa o indirecta con sus actividades.



Figura 2.4. Vinculación de los Objetivos de Desarrollo Sostenible con la logística  
Fuente: elaboración propia

---

En la figura anterior se puede observar la clasificación de los distintos ODS en función de su vinculación con una logística de UM sostenible. Se distinguen aquellos ODS con vinculación directa, de los de vinculación indirecta y los que no tienen ningún tipo de vinculación. Los ODS de vinculación indirecta son aquellos en los que, a través de su progreso, se fomenta la consecución de una logística de UM sostenible.

Teniendo en cuenta lo anterior, se considera que los ODS 3,7,8,9,11 y 13 poseen una vinculación directa, los ODS 4,5,10 y 12 poseen una vinculación indirecta, y los ODS 1,2,6,14,15,16 y 17 no poseen ninguna vinculación.

3. **Definir metas.** Con la finalidad de determinar nuevos objetivos en sostenibilidad, se aconseja que la empresa se oriente por las prioridades estratégicas identificadas previamente. A partir de dichas prioridades estratégicas, se han de determinar objetivos concretos, medibles y con plazos establecidos. Para ello es esencial detallar los indicadores clave de rendimiento (KPIs) empleados para la medición del alcance de dichos objetivos.

Para una empresa del sector logístico, algunos de los KPIs que puede emplear para medir el avance hacia la consecución de los ODS pueden ser, de forma indicativa, los siguientes:

- **ODS 3 - Salud y Bienestar:**

KPI de seguridad laboral: Medir la tasa de accidentes y lesiones laborales en la empresa logística para garantizar un entorno de trabajo seguro y proteger la salud de los empleados.

$$\frac{N^{\circ} \text{ total de accidentes laborales}}{N^{\circ} \text{ total de empleados}} * 100$$

KPI de emisiones de CO<sub>2eq</sub>: Seguir y reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> equivalente generadas por la flota de transporte y las operaciones logísticas, prestando especial atención a aquellos gases altamente perjudiciales para la salud, mitigando a su vez el impacto medioambiental y promoviendo la salud pública.

$$\frac{\text{Total de emisiones } CO_{2eq}}{\text{Total repartos}}$$

---

- **ODS 7 - Energía Asequible y No Contaminante:**

KPI de energía renovable: Medir y aumentar el porcentaje de energía utilizada en las operaciones logísticas proveniente de fuentes renovables, como la energía solar o eólica.

$$\frac{\text{Energía renovable consumida}}{\text{Energía total consumida}} * 100$$

- **ODS 8 - Trabajo Decente y Crecimiento Económico:**

KPI de tasa de rotación del personal: Medir y evaluar la tasa de movimiento de empleados dentro de una organización durante un periodo específico. Puede tener un impacto significativo en la eficiencia operativa, la productividad y los costes asociados con la contratación y capacitación de nuevos empleados.

$$\frac{\text{Nº de empleados que abandonan la empresa en un periodo específico}}{\text{Nº total de empleados al inicio del periodo}} * 100$$

KPI de capacitación y desarrollo profesional: Evaluar el número de empleados que reciben capacitación y oportunidades de desarrollo profesional para mejorar sus habilidades y promover el crecimiento económico y la movilidad laboral.

$$\frac{\text{Nº de empleados capacitados}}{\text{Nº total de empleados}} * 100$$

- **ODS 9 - Industria, Innovación e Infraestructura:**

KPI: Porcentaje de adopción de tecnologías de logística inteligente.

$$\frac{\text{Nº operaciones que utilizan tecnologías de logística inteligente}}{\text{Nº total de operaciones}} * 100$$

KPI de inversión en tecnología sostenible: Seguir la inversión en tecnologías y sistemas de transporte más limpios y eficientes, como vehículos eléctricos y automatización, para promover la innovación y la sostenibilidad.

$$\frac{\text{Inversión realizada en tecnologías sostenibles}}{\text{Total de inversión en tecnología}}$$

- **ODS 11 - Ciudades y Comunidades Sostenibles:**

KPI de huella de carbono urbana: Medir las emisiones de CO<sub>2eq</sub> generadas por las operaciones logísticas dentro de áreas urbanas y buscar reducciones significativas.

---

$$\frac{\text{Total de emisiones } CO_{2eq} \text{ emitidas en áreas urbanas}}{\text{Total de repartos en áreas urbanas}}$$

KPI de acceso a servicios logísticos: Evaluar la disponibilidad y accesibilidad de servicios logísticos sostenibles para las comunidades locales, promoviendo soluciones de entrega eficientes y de bajo impacto.

$$\frac{\text{Nº de puntos de acceso logístico}}{\text{Población}}$$

- **ODS 13 – Acción por el Clima:**

KPI de reducción de emisiones de carbono: Monitorear y establecer objetivos para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero generadas por las operaciones logísticas, tanto en términos absolutos como en términos relativos por unidad de producción o entrega.

$$\frac{\text{Emisiones de GEI año base} - \text{Emisiones de GEI año actual}}{\text{Emisiones de GEI año base}} * 100$$

KPI de adaptación al cambio climático: Evaluar y desarrollar planes para mejorar la resiliencia de las operaciones logísticas ante los impactos del cambio climático, como eventos climáticos extremos o cambios en las condiciones ambientales.

4. **Informe y Comunicación.** Para integrar adecuadamente los ODS en la estrategia y gestión operativa de una empresa, el último paso es el proceso de informe y comunicación. Para lograr una comunicación efectiva, las empresas deben emplear estándares internacionalmente reconocidos, como los estándares GRI, por ejemplo (BCL, 2022). Al establecer el contenido de los informes que conforman el reporte de las empresas, se recomienda considerar e incluir aquellos temas que reflejan los impactos económicos, sociales y medioambientales más importantes de la empresa.

Una vez descritos los principales pasos a tener en cuenta a la hora de abordar la implantación de los ODS, se ha de tener en cuenta que este es un proceso iterativo y de mejora continua, es decir, de manera regular, las empresas han de volver a revisar y replantear los distintos pasos descritos anteriormente.

Algunos de los beneficios que puede reportar la adopción de los ODS para una empresa son (BCL, 2022):

- Prever normativas e iniciativas legislativas de forma anticipada.

- 
- Detectar potenciales oportunidades de negocio futuras.
  - Establecer alianzas estratégicas con los stakeholders relevantes.
  - Aumentar las posibilidades de participar en licitaciones del sector público.
  - Lograr una mayor eficiencia y reducción de gastos operativos.
  - Mejorar la reputación y generar mayor confianza en la empresa.
  - Aumentar la capacidad para atraer y retener talento.
  - Facilitar el acceso a opciones de financiación.

#### **2.4. VARIABLES QUE IMPACTAN EN LA SOSTENIBILIDAD DE LA LOGÍSTICA DE ÚLTIMA MILLA**

En los últimos años, la economía global ha experimentado una significativa expansión debido a la deslocalización de la producción, la globalización de las relaciones comerciales, el aumento del comercio electrónico y la internacionalización de la CdS, siendo esta internacionalización, según numerosos economistas, el acontecimiento más importante que ha tenido lugar en la economía mundial desde el comienzo de la mundialización (Baldwin, 2012). Estos factores han sido impulsores clave del crecimiento en el sector logístico, que ha sido fundamental para facilitar y agilizar el flujo de bienes y servicios a nivel internacional. Todo apunta a que esta tendencia de crecimiento en la actividad logística seguirá prevaleciendo en los próximos años, ya que las empresas continúan buscando oportunidades para expandirse a nuevos mercados y satisfacer la creciente demanda de los consumidores en todo el mundo.

Con el continuo crecimiento del sector logístico, se proyecta que el consumo energético del transporte se duplique para el año 2050, en comparación con los niveles registrados en el año 2000. Esto plantea un desafío para la industria, ya que la dependencia de los combustibles fósiles podría debilitar al sector frente a la volatilidad de precios y la escasez de estos recursos. De acuerdo con el IPCC, aproximadamente el 5,5% de las emisiones globales de gases de efecto invernadero provienen de la actividad logística. Para enfrentar este panorama, es esencial que la industria implemente medidas sostenibles y tecnologías más limpias para reducir su huella ambiental y promover una logística más eficiente y respetuosa con el medio ambiente (Laboratorio Ecoinnovación, 2017).

Además del consumo energético asociado a una operación logística relativamente ineficiente, es importante destacar otros aspectos ambientales relevantes como la construcción y gestión de infraestructuras logísticas, las cuales constituyen el segundo aspecto ambiental más relevante. Estas estructuras pueden verse afectadas por efectos causados por el cambio climático, como inundaciones, erosión o desprendimiento de tierras. Otro aspecto ambiental relevante es la generación de residuos, tanto directa como indirecta por parte del sector. Esta se encuentra estrechamente relacionada con los sistemas de envase

---

y embalaje de los productos, así como a una gestión inadecuada de la mercancía o sistema de devoluciones (Laboratorio Ecoinnovación, 2017).

Teniendo todo lo anterior en cuenta, resulta interesante conocer las variables que afectan al desarrollo de la sostenibilidad, en el contexto de la logística de UM. Algunas de estas variables pueden ser el desarrollo tecnológico, el modelo de gobernanza, la evolución de los modelos de consumo y la evolución de los modelos de negocio.

Dentro de estas variables, se puede realizar una clasificación en función de la incertidumbre que lleva asociada, encontrándose por un lado las de baja incertidumbre y por otro lado las de alta. En el caso de la variable de desarrollo tecnológico se considera como una variable de baja incertidumbre, en la cual se incluye el nivel de implantación que puede tener, así como la disrupción que supone. El avance de tecnologías productivas y de movilidad, la digitalización económica y la trazabilidad de los datos tendrán un impacto significativo en las demandas y necesidades de los usuarios logísticos, pudiendo impulsar la creación de una logística más eficiente y sostenible. Con la finalidad de aprovechar al máximo el potencial de estas tecnologías, es fundamental establecer nuevos sistemas e instrumentos para una gestión eficiente de los datos logísticos (Laboratorio Ecoinnovación, 2017). Esto permitirá mejorar la toma de decisiones, optimizar operaciones y garantizar una logística más ágil y adaptada a las necesidades cambiantes del mercado. En esta nueva era de la logística impulsada por la tecnología, la gestión inteligente de los datos se convertirá en un factor clave para el éxito empresarial y la mejora continua de los servicios logísticos.

A la hora de implementar nuevos avances tecnológicos se ha de tener en cuenta, tal y como manifiesta Downes (2009), el modelo de “*Law of Disruption*”. Este modelo defiende que el avance de las tecnologías y aspectos sociales y políticos avanzan a ritmos completamente distintos, siendo los tecnológicos los más rápidos en producirse. El empleo de modelos matemáticos y la optimización puede contribuir a la promoción de los avances tecnológicos en base a una justificación cuantitativa de lo que puede conseguirse con ellos, mejorando así la percepción y facilitando la adopción por parte de los responsables políticos y gobiernos en favor de la logística urbana.

Otra variable que se puede considerar de baja incertidumbre es el modelo económico de producción de valor y los modelos de negocio existentes. El actual modelo de producción de valor, que se fundamenta en un paradigma extractivo lineal, se encuentra en crisis. Este modelo de consumo y producción, conocido como economía lineal, se caracteriza por la extracción, utilización y desecho de recursos naturales. En contraposición se encuentra la economía circular, la cual es una filosofía de gestión que minimiza la extracción de nuevos recursos, intentando recuperarlos de los productos cuyo ciclo de vida haya finalizado, para volver a introducirlos en el ciclo productivo, pudiendo así formar parte de nuevos productos.

---

De esta forma se intenta paliar las consecuencias producidas por la escasez de ciertos recursos naturales, así como la reducción de residuos finales, disminuyendo consecuentemente el impacto medioambiental generado por las actividades de las empresas y logrando un modelo económico más sostenible (Sapigiuc, 2022). De esta manera, se ha de buscar una evolución hacia formas alternativas de producción de valor, que probablemente serán más digitales, circulares, regenerativas, locales pero interconectadas globalmente, colaborativas, abiertas y con una reducción del uso de materiales. Estos cambios transformarán las demandas de los clientes logísticos y, como resultado, también modificarán el sistema operativo del sector (Laboratorio Ecoinnovación, 2017).

Por otra parte, se encuentran las variables cuya incertidumbre es alta, como puede ser el panorama legislativo y el modelo de consumo de la sociedad. El ámbito logístico se encuentra fuertemente influenciado por regulaciones que afectan a nivel local, nacional e internacional. Todas aquellas políticas relacionadas con el desarrollo de la economía, cambio climático, regulaciones de mercados, políticas fiscales, estrategia energética, así como la planificación urbana e infraestructural, son factores interconectados que generan incertidumbre y determinan el futuro del sector logístico.

Anteriormente se ha hecho mención a la economía lineal, la cual responde al actual modelo económico, social y de consumo. Este modelo productivo está estrechamente ligado a la satisfacción de las necesidades del consumidor, y está diseñado para cumplir con las mismas. Estas necesidades, junto con las decisiones y patrones de consumo, afectan a la oferta, al modelo de producción para atenderlas y al enfoque logístico requerido. La evolución del sistema ético y moral colectivo, la cultura, la educación, la sensibilización, la comunicación y el diseño, influirán en el modelo de consumo en el futuro (Laboratorio Ecoinnovación, 2017). Es esencial que el sector logístico se adapte a estas dinámicas cambiantes, manteniéndose atento a las necesidades de los consumidores y respondiendo a los desafíos y oportunidades que surjan como resultado de estas transformaciones, todo ello bajo el paradigma de la sostenibilidad.

Para poder alinear todas estas variables con una logística más sostenible, previamente, se han de llevar a cabo proyectos de distinta índole, como innovación en políticas e instrumentos, infraestructura, digitalización y competitividad, y promoción económica.

## **2.5. EXTERNALIDADES NEGATIVAS**

Al hablar de sostenibilidad, en el ámbito de la logística de UM, es fundamental reconocer la presencia de externalidades negativas que pueden presentarse como fruto de las operaciones de recepción, almacenamiento, transporte, carga, descarga y entrega de mercancías. Estas externalidades, entendidas como efectos colaterales no deseados que afectan a terceros y que

no están incluidos en los costes de las empresas logísticas, representan todo un desafío para alcanzar una logística más sostenible y responsable en términos sociales y medioambientales.

La contaminación del aire es una de las principales externalidades negativas y representa uno de los principales riesgos ambientales para la salud y el bienestar a nivel mundial, asociándosele varios efectos adversos para la salud como el desarrollo y agravamiento de enfermedades cardiovasculares y respiratorias, deterioro cognitivo, cáncer, trastornos de salud mental, resultados adversos del parto y mortalidad prematura (Khomeenko *et al*, 2023).

Según el estudio de Khomeenko *et al.* (2023), se estima que entre 4 y 9 millones de muertes prematuras tuvieron lugar en el año 2015 a causa de la exposición a partículas con diámetro igual o inferior a  $2,5\mu\text{m}$  ( $\text{PM}_{2,5}$ ). A nivel europeo, el impacto sobre la salud ocasionado por la exposición a la contaminación ambiental ha disminuido en los últimos 30 años, aunque se mantiene alto, estimándose 307.000 muertes prematuras anuales por  $\text{PM}_{2,5}$  y 40.400 por dióxido de nitrógeno ( $\text{NO}_2$ ) en el año 2019, lo cual pone de manifiesto la necesidad de tomar medidas para reducir la contaminación del aire y salvaguardar la salud de la sociedad.

Antes de determinar acciones políticas enfocadas a reducir las emisiones contaminantes del aire, resulta esencial identificar los orígenes de dicha contaminación, tanto espacialmente, como por sectores. Respecto a los principales contribuyentes de  $\text{PM}_{2,5}$ , destacan los sectores residencial y agrícola, mientras que para el  $\text{NO}_2$ , el principal contribuyente es el transporte, seguido del sector industrial, energético, residencial y marítimo (Khomeenko, 2023).

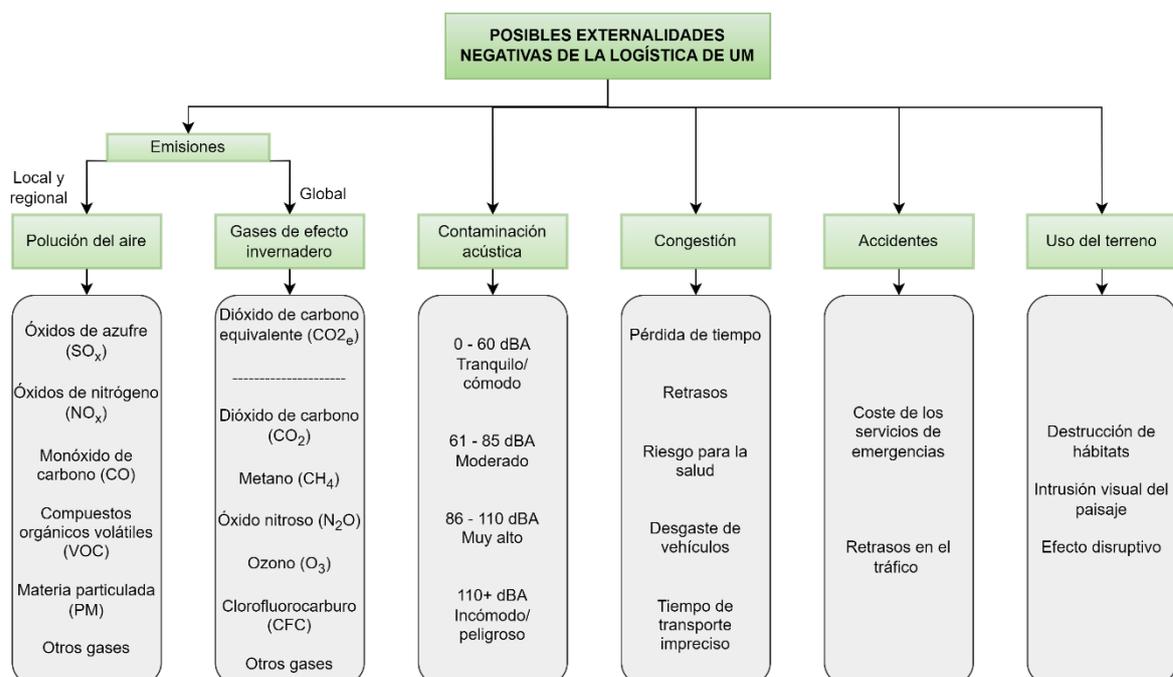


Figura 2.5. Posibles externalidades negativas de la logística de última milla  
Fuente: elaboración propia a partir de Demir *et al.* (2015)

---

En el caso de la logística de UM, además de las emisiones causadas por los distintos métodos de transporte, pueden encontrarse otras externalidades negativas, como la contaminación acústica, la congestión del tráfico, la siniestralidad y el uso excesivo del suelo.

Una de las principales externalidades negativas asociadas al proceso logístico es la emisión de GEI y la consecuente polución del aire. Para la comparación equitativa entre distintos gases, se emplea como métrica de referencia el CO<sub>2e</sub>, también conocido como CO<sub>2</sub> equivalente. Mediante esta métrica se puede comparar las distintas emisiones según su potencial de calentamiento global, traduciéndolos a la cantidad equivalente de CO<sub>2</sub>. Para ello se emplean los potenciales de calentamiento atmosférico vigentes y las metodologías de cálculo de emisiones el Panel Intergubernamental para el Cambio Climático (IPCC) (MITECO, 2023).

La reducción de los GEI es un aspecto esencial, ampliamente tratado y estudiado desde las distintas perspectivas de la sostenibilidad. En lo relativo a la situación de España, según datos del Informe de Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero (2023), en el año 2021 el total de emisiones de GEI fueron aproximadamente 288,8 millones de toneladas de CO<sub>2e</sub>, siendo esto un +6,1% respecto al año anterior, 2020, un +0,4% respecto al año 1990 y un -34,2% respecto al año 2005, el año con mayor cantidad de emisiones.

De todas estas emisiones, el sector que representa una mayor contribución fue el transporte, con un 29,6%, sucedido de las actividades industriales, con un 22,4%, la agricultura y ganadería con un 11,9%, y la generación de electricidad con un 10,8%. Dentro del sector del transporte, cada modalidad de este cuenta con una aportación determinada al cómputo total de emisiones, de manera que se pueden distinguir las emisiones provenientes del transporte terrestre por carretera, por ferrocarril, marítimo nacional y aéreo nacional.

En el Informe de Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero (2023), el transporte por carretera incluye aquellas emisiones de GEI causadas por el tráfico de vehículos cuya principal finalidad es la de transportar viajeros o mercancías por carretera. En esta categoría, se considera que las principales fuentes de emisión en lo que respecta a combustibles son gasolina, gasóleo, incluido para ambos sus variantes de biocarburantes, gas natural y gases licuados del petróleo.

En el siguiente gráfico se puede apreciar la evolución de las emisiones de GEI, en unidades de CO<sub>2e</sub> generadas por el transporte por carretera. Esta evolución responde a un patrón que responde principalmente a los cambios producidos en el crecimiento económico, la población o el consumo energético en España desde 1990, el comienzo de la serie histórica inventariada. En el análisis de datos, se puede identificar un continuo aumento de las emisiones de GEI hasta el año 2007, que representa el punto máximo en la serie temporal. A

partir de este punto, se verifica una disminución de las emisiones hasta el año 2012, principalmente como consecuencia de la crisis económica que afectó a España. A partir de 2013 y en adelante, se aprecia nuevamente una tendencia ascendente sostenida en las emisiones. Sin embargo, en el año 2020, se registra una disminución significativa del 17% en las emisiones de gases de efecto invernadero en comparación con el año previo, atribuible a la pandemia de COVID-19 y sus efectos en la actividad económica y la movilidad. En el año 2021 vuelven a aumentar, aunque sin alcanzar los niveles de 2019.

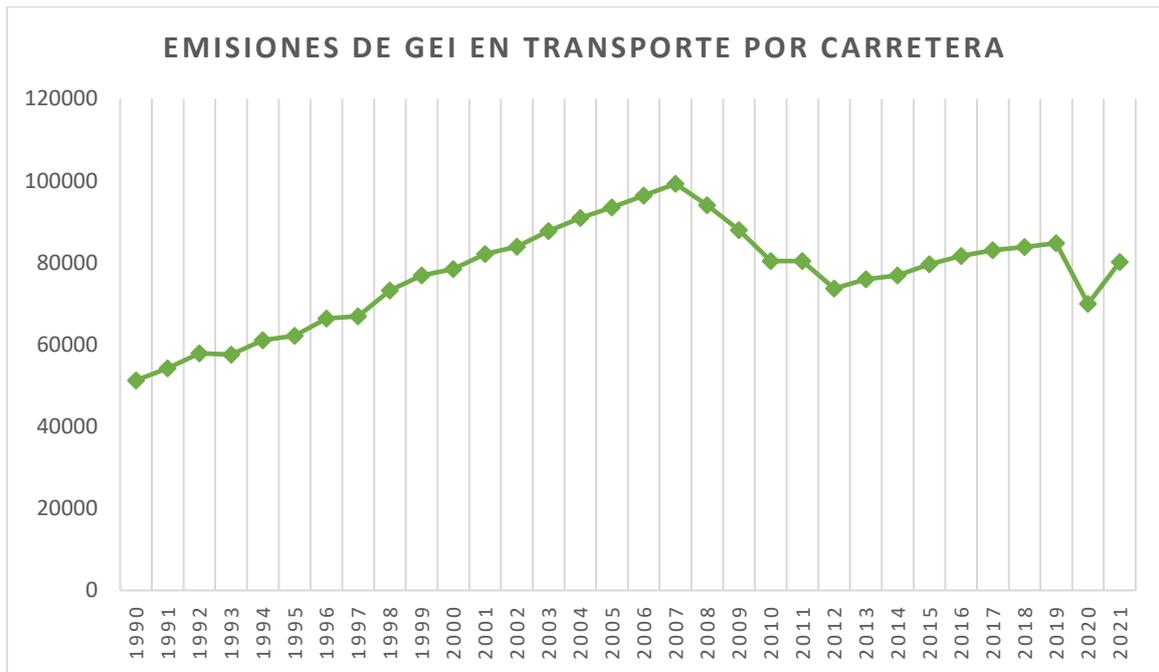


Figura 2.6. Evolución de las emisiones de GEI del transporte por carretera en España (kt CO<sub>2e</sub>)

Fuente: elaboración propia a partir de MITECO (2023)

En la siguiente tabla se muestra la evolución de las emisiones de GEI distinguiendo los distintos tipos de gases, producidas por la modalidad de transporte por carretera en España:

	1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021
<b>CO<sub>2</sub></b>	50.429	92.419	83.796	78.689	83.615	68.797	79.283
<b>CH<sub>4</sub></b>	15,91	8,53	5,44	3,97	4,15	3,26	4,01
<b>N<sub>2</sub>O</b>	1,56	2,88	2,77	2,74	3,08	2,60	2,95

Tabla 2.1. Emisiones por tipo de gas en transporte por carretera (kt)

Fuente: elaboración propia a partir de MITECO (2023)

Como se puede observar, la mayor parte de las emisiones producidas por el transporte por carretera corresponde a CO<sub>2</sub>, el cual no es directamente perjudicial para la salud humana en las concentraciones en las que generalmente se encuentra en la atmósfera. Sus efectos perjudiciales se manifiestan cuando las emisiones adicionales producidas por el ser humano

---

no son contrarrestadas por acciones como la reforestación y restauración de ecosistemas, inversiones en nuevos proyectos de energía renovable o tecnologías que permitan la captura y el almacenamiento de carbono. En cambio, otros gases producidos por el transporte por carretera y que sí que son perjudiciales para el ser humano son los óxidos de nitrógeno, NO<sub>x</sub>, materia particulada, PM<sub>2,5</sub> y óxidos de azufre, SO<sub>x</sub>, entre otros. Es importante abordar estas emisiones perjudiciales mediante la adopción de tecnologías más limpias, regulaciones ambientales más estrictas, a la vez que racionales, y la promoción de formas de transporte más sostenibles y menos contaminantes.

Muchas de las externalidades negativas, como las relacionadas con las emisiones anteriormente mencionadas, son el resultado de un modelo de gestión del transporte donde se ha apostado por la plena utilización de combustibles fósiles en todas las modalidades de transporte. En lo referente a la logística, algunas de las razones por las que el empleo de combustibles fósiles, concretamente el gasóleo, ha dominado el mercado, son características como una mayor eficiencia en el consumo de combustible en comparación con otros tipos de motores de combustión como los de gasolina; mayor par motor, lo cual permite un mejor manejo de cargas pesadas en terrenos complicados; durabilidad y resistencia; infraestructura disponible para el repostaje; e inercia de la propia industria. Algunas de estas características han hecho que durante décadas el sector del transporte haya apostado por esta tecnología sin tener en cuenta las externalidades negativas que conlleva, incluso llegando a pensar que su empleo podría ser beneficioso. Por tanto, y tal y como señalaba De Brito Monteiro De Melo (2010), la propia actividad el transporte puede ser considerada más como víctima de un contexto concreto y una serie de decisiones pasadas, que la fuente de todos los problemas actuales de las ciudades, rechazando por ende la relación causa-efecto establecida entre la logística y los impactos negativos generados en las urbes.

---

**CAPÍTULO 3:**

**DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DE  
SOLUCIONES PARA LA LOGÍSTICA  
DE ÚLTIMA MILLA**

---

### 3. CAPÍTULO 3: DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DE SOLUCIONES PARA LA LOGÍSTICA DE ÚLTIMA MILLA

El presente capítulo se plantea con la intención de desarrollar las distintas soluciones propuestas por el sector logístico, tanto teóricas como prácticas, para hacer de la UM un eslabón más sostenible. Se aborda el concepto de Centro Urbano de Consolidación como una posible solución, presentando sus principales características, efectos, retos y habilitadores a los que se enfrenta para su implantación. Además, se presenta como una posible solución, concretamente, para la ciudad de València, para la cual hace falta un enfoque de planificación y gestión de infraestructuras de transporte y logística, contextualizado en la distribución de bienes y servicios a los consumidores finales. Este enfoque se ha de centrar en la creación de rutas de entrega eficientes y bien coordinadas, apoyándose en tecnologías avanzadas de transporte y logística, garantizando en todo momento que las entregas se realicen de manera rápida, segura, rentable y sostenible.

#### 3.1. INTRODUCCIÓN

En los últimos años ha quedado patente la vulnerabilidad de las CdS y de las redes de transporte, sobre todo debido a aspectos como el hecho ser muy largas, estar muy conectas y expuestas a disrupciones, y por e-commerce. En el caso concreto del e-commerce, ha acabado traducándose en enormes presiones sobre las redes logísticas.

Sucesos como la pandemia COVID-19 y el aumento exponencial de la demanda del e-commerce, ha cambiado gran cantidad de aspectos de la vida de las personas, aunque si algo no ha cambiado, es la manera en que se afrontan los problemas desde el punto de vista operativo, la cual ha sido casi exclusivamente reactiva en lugar de proactiva. En el escenario prepandémico el sector logístico experimentaba una gran presión por mejorar las operaciones desde el punto de vista de reducción de costes ante todo, con la finalidad de obtener mayores beneficios en un mercado altamente competitivo, a la vez que intentar hacer frente a las incesantes exigencias de los consumidores (Demir *et al.*, 2022).

Todo esto ha dado lugar a un entorno altamente volátil, exigente e incierto, para el cual se hace necesario un esfuerzo conjunto entre el ámbito empresarial y el académico que contribuya a la investigación e innovación en el ámbito de la logística de UM. Por ende, se hace patente la necesidad de abandonar las tendencias pasadas y actuales caracterizadas por una visión cortoplacista, tecnocentrista y miope, adoptando soluciones que encajen en las tres perspectivas de la triple cuenta de resultados, es decir, económica, social y medioambiental (Moreno Mas, 2022).

---

Ya sea impulsadas por la responsabilidad social, el cumplimiento de la legislación pendiente y futura, o la atracción a nuevos mercados de consumo, las organizaciones y los gobiernos han de abordar el impacto de sus decisiones operativas sobre las emisiones de GEI como parte de sus esfuerzos generales de sostenibilidad (Brown y Guiffrida, 2014).

### 3.2. ANTECEDENTES

El último *click* de una compra online desencadena una gran cantidad de acciones que persiguen, al menos en la teoría, la creación de valor vinculado al producto adquirido. Al final de toda esta serie de acciones se encuentra el proceso de envío y entrega de productos en la UM. Tradicionalmente se ha venido considerando que este eslabón es la parte más costosa de la CdS, como se ha confirmado por parte de estudios como el de Gevaers *et al.* (2014), y la más contaminante, de lo cual no hay constatación que justifique esta afirmación, salvo meros comentarios como los realizados en el estudio de Olsson *et al.* (2019).

El desarrollo del e-commerce y los cambios en los hábitos de consumo, requieren la transición desde el panorama tradicional del transporte de mercancías al pormenor hacia nuevos modelos físicos de distribución de mercancías, implicando nuevas instalaciones, nuevos modos de transporte y canales especialmente diseñados. Toda esta transformación depende de la eficacia y la capacidad de su sistema de distribución de mercancías, siendo necesario que las estrategias de los comercios no se enfoquen únicamente en los aspectos de aprovisionamiento logístico, sino que ha de realizar cada vez más énfasis en la distribución final de sus mercancías (Rodrigue, 2020).

El esquema básico de funcionamiento que emplea la logística de UM es el representado en la Figura 3.1., en la cual se puede observar cómo un camión transporta mercancía desde un almacén externo al área urbana hasta un hub urbano, desde donde se realiza el reparto a los distintos clientes.

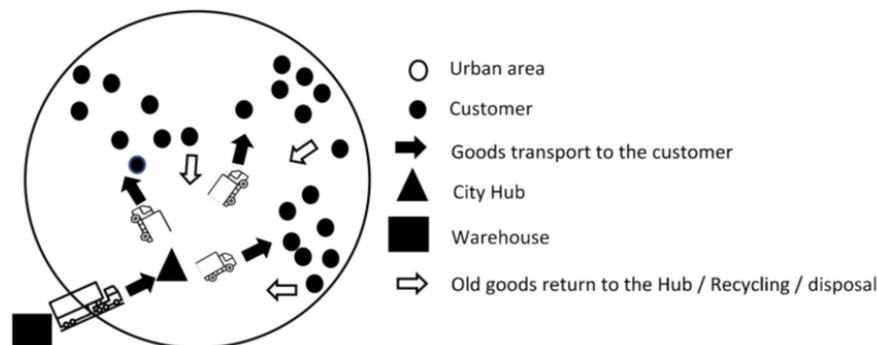


Figura 3.1. Representación básica del funcionamiento de la logística de última milla

Fuente: Lauenstein y Schank (2022)

---

Teniendo este esquema en cuenta, a lo largo de los años numerosos proyectos logísticos han intentado adaptarlo de forma que se alcance una logística urbana más sostenible y eficiente. Una clase de proyecto que se ha repetido en numerosas ocasiones a lo largo del tiempo es el empleo de centros urbanos de consolidación (CUC), los cuales según la definición de De Brito Monteiro De Melo (2010) son “un pequeño centro de transporte de mercancías ubicado dentro del casco urbano. Por lo general, se basa en un solo modo de transporte (transporte por carretera) y tiene como objetivo mejorar los factores de carga en los vehículos de reparto, ya que a la terminal de la ciudad pueden acceder camiones más grandes y luego las mercancías se transfieren a furgonetas más pequeñas para su entrega final, que tienen que cubrir distancias más pequeñas”. Es este enfoque en la eficiencia de la distribución y su orientación a la ciudad lo que diferencia a los CUC de otras terminales logísticas. Por esta razón, los CUC a veces también son denominados “terminales de la ciudad”.

Mención especial merece el proyecto “*City Logistics Project Kassel*”, uno de los primeros de su naturaleza en Alemania. Su principal enfoque se centraba en la reducción del continuo aumento de tráfico de mercancías en las ciudades. Desde su puesta en marcha en agosto del año 1994, este proyecto contaba con la participación de diez agencias de transporte, tanto de alcance nacional como regional, e introduce la figura de un transportista neutral, o gestor neutral del transporte, debiendo considerarse esta figura como una clave para la colaboración y el adecuado funcionamiento del proyecto. Este transportista era el encargado de recoger y distribuir los productos empaquetados en el centro de Kassel, un área definida que incluía la zona peatonal y las calles adyacentes.

El funcionamiento inicial del proyecto era el siguiente: a primera hora de la mañana, el transportista neutral recoge las mercancías con destino a Kassel de las distintas agencias de transporte, las cuales han recibido dichas mercancías la noche anterior. En una terminal cerca del centro de la ciudad, se consolidan y etiquetan las mercancías en función de las direcciones de los destinatarios y las rutas a seguir, cargando todo ello en los respectivos camiones encargados de realizar dichas rutas. Por lo general, un mismo camión recorre dos rutas por día, dependiendo la cantidad de vehículos a emplear y los viajes a realizar del volumen de envíos existente. Por la mañana, las agencias de transporte informan al transportista neutral por correo electrónico sobre la cantidad de mercancías que deben recogerse. La tecnología de código de barras no se emplea en este caso dado que las agencias de transporte emplean sistemas distintos entre sí (Köhler, 2004).

Medio año después de que comenzara el proyecto, el transportista neutral se retiró del mismo, si bien, no se justifican las causas. Temporalmente, se formaron dos grupos entre los diez socios cooperantes. Un transportista de cada grupo se hizo cargo de la entrega al centro de la ciudad para los miembros restantes. Después de bastante tiempo, se encontró un nuevo transportista neutral, por lo que, desde principios de mayo de 1996, el concepto original de

logística de la ciudad comenzó de nuevo. Con el transcurso del tiempo, tres de los diez socios abandonaron la cooperación debido a cambios en su área de negocios o debido a una cantidad insuficiente de productos para la entrega en el centro de la ciudad.

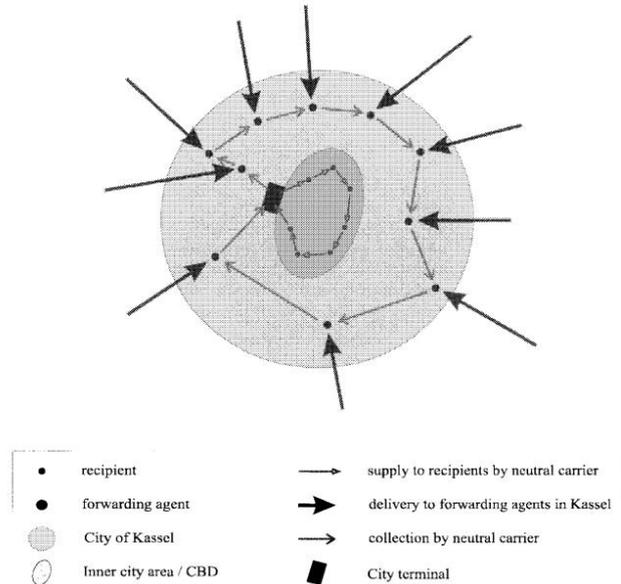


Figura 3.2. Representación inicial del funcionamiento del City Logistics Project Kassel

Fuente: Köhler y Strauß (1997)

En consecuencia, solo siete transportistas y el transportista neutral acabaron participando en el proyecto logístico de la ciudad de Kassel, sin embargo, la naturaleza de los procedimientos a nivel técnico-físico no sufrieron ningún cambio. Como parte del proyecto, y siendo esta una fase intermedia del proyecto general se presentó una disminución general del interés entre todos los participantes. A esta disminución de interés se le suma la falta de reuniones regulares entre los participantes, de acuerdos mutuos y supervisión organizacional, de apoyo institucional e infraestructura, entre otros aspectos, lo cual dificultaría aún más su implementación.

Tras encontrarse con todos estos problemas, el “*City Logistics Project Kassel*” evolucionaría desde el esquema de funcionamiento la Figura 3.2. hasta el representado en la Figura 3.3.

En dicho esquema las distintas agencias de transporte trasladan la mercancía a un centro de tráfico de mercancías, ubicado en la periferia inmediata a la ciudad de Kassel, a partir del cual comienza la labor del transportista neutral, quien realiza el reparto al centro de la ciudad. En este esquema se contempla el servicio de envío a domicilio, así como empleo del transporte privado para la recogida de los paquetes en los puntos de conveniencia por parte de los consumidores.

Las principales diferencias entre el esquema del proyecto inicial y de esta evolución son:

- El establecimiento de una empresa logística de la ciudad de Kassel.
- La designación de un mediador que controle el desarrollo del proyecto.
- La inclusión de un centro de tráfico de mercancías.
- La activa participación tanto de las agencias de transporte, los minoristas y de las autoridades.
- La inclusión de servicios de entrega a domicilio y retirada de desechos.
- El empleo de nuevas tecnologías para actividades como la planificación de rutas.

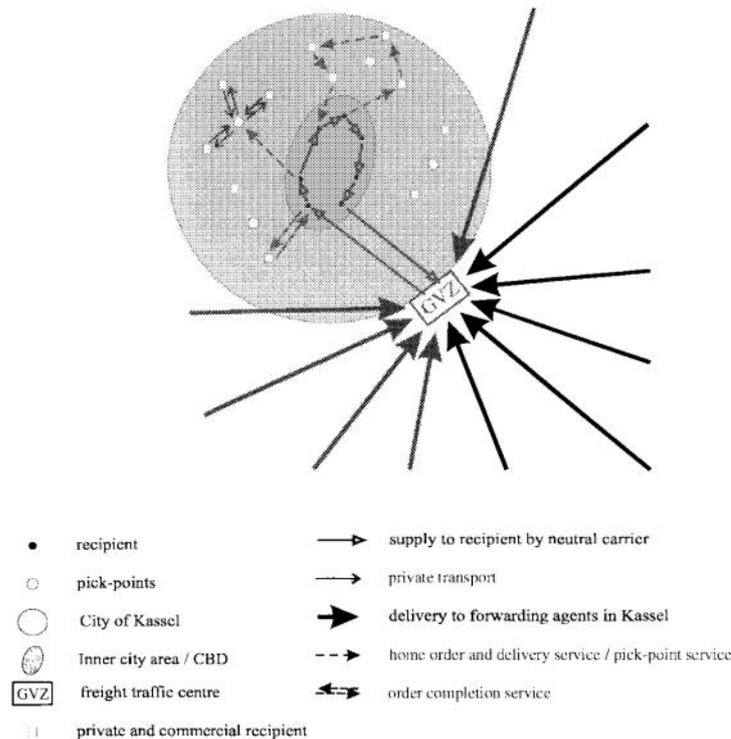


Figura 3.3. Nueva propuesta de funcionamiento del City Logistics Project Kassel  
 Fuente: Köhler (2004)

Este tipo de proyecto encaja en lo que Demir *et al.* (2022) describe como logística colaborativa, ya que dada la alta competitividad del sector, no existen muchas soluciones conjuntas y sincronizadas entre distintos minoristas y proveedores de servicios logísticos. A esto se le suma el hecho de que la demanda real de la logística de UM suele estar situada en zonas urbanas congestionadas y alejadas de los centros de distribución, de manera que llegar a alcanzar dicha colaboración entre los distintos partícipes de la UM, hace que se puedan optimizar en gran medida aspectos como la eficiencia de los costes y la utilización de los transportes.

A lo largo de los años, se han desarrollado diversos proyectos de esta naturaleza entre los cuales se puede encontrar con el ejemplo de Mónaco (1989), Berlín y Bremen (1995),

---

Ámsterdam y Nuremberg (1996), Colonia (1998) o Estocolmo (2002), entre otros (Rosini, 2005).

A parte de este tipo de proyectos, gracias en gran medida a la investigación y los avances tecnológicos, se vienen presentando distintas soluciones, que abarcan desde el empleo de nuevos métodos de transporte de mercancías a través de drones o robots de reparto, hasta la reconceptualización de las ciudades bajo modelos como la Ciudad-15 minutos, como se verá a continuación.

Una de estas propuestas es el empleo de vehículos aéreos no tripulados, también conocidos como drones, los cuales pueden ser completa o parcialmente autónomos, siendo su uso en esta área destinado al transporte de mercancías ligeras. Pese al interés que puedan llegar a mostrar los clientes a recibir los paquetes mediante esta alternativa, no es fácil sustituir al transporte tradicional por carretera. En los últimos años se han llevado a cabo varias aplicaciones y ensayos con drones en el ámbito de la UM, especialmente a partir de la pandemia COVID-19 (Demir *et al.*, 2022).

En la actualidad, la legislación respectiva al empleo de drones en la mayoría de los países, indica que las personas solamente pueden operar y monitorizar un dron a la vez en zonas limitadas. Este impedimento eleva significativamente los costes operativos de esta tecnología, disminuyendo así su competitividad frente a otras alternativas. Este hecho cambiaría si se modifica la legislación pertinente, de manera que los operadores pudiesen operar más de un dron simultáneamente en áreas urbanas, aunque estos cambios no son una tarea nada fácil (Cornell *et al.*, 2023).

En el caso de que una empresa se plantee implementar esta tecnología de reparto, habría de formularse preguntas referentes a la tipología de productos que pueden ser entregados; la actitud de los clientes ante esta tecnología; la legislación y restricciones pertinentes; las regiones que tendrán mayor demanda; las operaciones necesarias para modificar las tiendas y los almacenes existentes para acomodar las entregas de los drones, así como la inclusión de nuevas posibles estructuras; o la integración de los drones en operaciones de entrega más amplias utilizando otros modos (Cornell *et al.*, 2023).

Otra propuesta que se viene planteando es la utilización de vehículos terrestres no tripulados, también conocidos como robots de reparto. Estos robots son manejados por las carreteras de los centros urbanos sin necesidad de presencia humana a bordo. La principal ventaja de emplear los robots de reparto frente a los drones es que estos pueden contar con una capacidad de carga de mercancía y autonomía mucho mayor a la de los drones, los cuales normalmente cuentan con pequeñas baterías que les brinda una autonomía limitada. La forma en que esta propuesta es llevada a cabo es a través de la integración de estos robots de

---

reparto con furgonetas de reparto tradicionales, donde esta última atiende a los clientes, a la vez que actúa de nave nodriza a los demás robots, los cuales son enviados a sus respectivos clientes dentro de un área, y se reúnen de nuevo con la furgoneta para ser recogidos tras las tareas de reparto (Demir *et al.*, 2022).

Para la implantación de este tipo de equipamientos, resulta fundamental la participación de las administraciones públicas y los equipos de gobierno de las ciudades, ya que se debería estandarizar las principales características de los robots de entrega, así como la normativa que regule su funcionamiento en los núcleos urbanos y evitar causar mayores inconvenientes relacionados con la congestión del tráfico debido a su baja velocidad. También sería necesaria una remodelación de la infraestructura vial actual, teniendo que ampliar los espacios que permitan la circulación de estos robots de entrega (Doi *et al.*, 2021).

Otra solución que está protagonizando un importante desarrollo es la que tiene que ver con los puntos de recogida y entrega, también conocidos como lockers. El empleo de estos puntos de conveniencia se ha de abordar como un problema en el que, mediante los distintos puntos, se consiga realizar una cobertura total de las zonas urbanas. Su funcionamiento ha sido descrito con mayor profundidad en el apartado 1.2. Revisión bibliográfica del primer capítulo.

Menos conocida es la propuesta del platooning, que consiste en la técnica de unir dos o más vehículos, que pueden ser camiones, lo cual daría lugar a lo que se conoce como tren de carretera. La particularidad de este hecho se encuentra en que los camiones son autónomos, pudiendo el primero de ellos ser dirigido por un conductor. El resto de camiones unidos a este, a través de la conducción autónoma son capaces de seguir el recorrido, sin sufrir accidentes ni entorpeciendo el tráfico habitual. El hecho de emplear el platooning de camiones contribuye, entre otras cosas, a la mejora de la gestión del tráfico y a reducir los costes operativos y de las operaciones, así como mejorar la eficiencia de las labores logísticas en general. Sus ventajas cobran importancia con el aumento de las distancias a recorrer, así como el peso transportado (Demir *et al.*, 2022).

El aprovechamiento del transporte, público en este caso, para labores de apoyo a la DUM es otro tipo de propuesta existente, conocida como transporte integrado. La DUM podría aprovechar de esta forma los recorridos planificados y recurrentes que caracterizan al transporte público de las grandes ciudades. De esta manera, gran parte de los recursos y costes operativos destinados por las empresas logísticas a dar servicio a determinadas zonas podrían verse ahorrados, al igual que las emisiones de CO<sub>2</sub>e, en base a los viajes coordinados por las compañías de transporte público. La principal complicación de la implantación de esta alternativa se encuentra, desde un punto de vista operativo, en la coordinación de los vehículos de reparto con las líneas públicas regulares, aunque puede ser una buena

---

oportunidad para descongestionar la logística urbana. Esta alternativa puede cobrar un gran protagonismo, no solamente en el ámbito urbano, sino también para el reparto a las zonas rurales, donde el transporte público esté programado a servir (Demir *et al.*, 2022). En el caso de la ciudad de València, estudios como el de Deltell Bernabé (2019) plantean la posibilidad de integrar el sistema de reparto de paquetería mediante la flota de autobuses de la EMT València. También existen iniciativas como el LockerBus iniciado por la startup valenciana t-box delivery & solutions.

Además de todo lo expuesto, resulta fundamental el empleo de datos e información para labores analíticas en el transporte. El Internet de las Cosas, o Internet of Things (IoT), es una red capaz de intercambiar datos e información entre distintos objetos, tanto físicos como digitales. La logística de UM también puede emplear el potencial del IoT a través del intercambio de información como los inventarios, recursos, personal, entre otras cosas. Ahora bien, la implantación de esta tecnología requiere la implicación de varias partes de la CdS, dado el reto que supone cambiar los sistemas logísticos actuales y la gran cantidad de operaciones diarias relacionadas para ganar visibilidad. Con la finalidad de mejorar la eficiencia de la logística de UM, deben mejorarse todos los procesos que intervienen en el transporte, a través del uso de análisis avanzados, inteligencia artificial (IA) o sistemas blockchain. Los datos logísticos históricos pueden ser empleados para reducir proactivamente la vulnerabilidad de las redes de tráfico y mejorar la comunicación entre los usuarios del transporte con datos en tiempo real. Por ejemplo, las capacidades de toma de decisiones mejoradas con IA pueden proporcionar información en tiempo real y sugerencias procesables para la planificación de rutas de vehículos (Demir *et al.*, 2022).

El hecho de implementar iniciativas de descarbonización en el transporte de mercancías por carretera incide directamente en la reducción de la huella de carbono asociada a las labores logísticas. Reino Unido ha propuesto claras iniciativas de descarbonización, con acciones como la eliminación progresiva de la venta de todos aquellos vehículos pesados nuevos cuyas emisiones no sean cero; el fomento de la demanda y utilización de vehículos pesados con emisiones cero a través de incentivos; el apoyo a acciones de mejora en la eficiencia y la reducción de emisiones de las flotas actuales; y lo más importante, por lo que concierne a esta investigación, el hecho de adoptar nuevas medidas para transformar la logística de UM. Las dos tecnologías principales por las que se apuesta para mejorar el transporte de UM es el empleo de vehículos impulsados por electricidad e hidrógeno verde (Demir *et al.*, 2022).

Numerosos autores señalan a los vehículos y la dependencia de la población en su vida diaria de los mismos como el motor del cambio experimentado por el urbanismo actual. Según el arquitecto modernista Le Corbusier, las ciudades, desde un comienzo no han sido eficientemente planeadas para ser consideradas sostenibles, y que para ello la única solución

---

sería demoler y volver a planificar y construir las ciudades teniendo en cuenta las dimensiones de la sostenibilidad (Moreno *et al.*, 2021).

En las ciudades vehículo-dependientes, aunque los entramados urbanos se encuentren conectados entre sí, no son fácilmente accesibles ni amigables para la población de otra manera que no sea dependiente de vehículos, resultando a su vez en un aumento de los gastos asumidos por la población en términos económicos y temporales, impactando negativamente en la biodiversidad y la calidad de vida (Abdelfattah *et al.*, 2022). Un ejemplo concreto de ciudad vehículo-dependiente es el de València, donde prácticamente el 60% del espacio público está destinado al tráfico rodado (Torres, 2021), ante lo cual se han presentado distintas intervenciones que consigan disminuir dicho porcentaje (Navarro, 2022).

Ante esto, numerosas ciudades se han interesado en el modelo de “Ciudad 15-minutos”, que promueve una estrategia urbana cuyo objetivo acercar los servicios y productos esenciales a los habitantes de una ciudad, de modo que puedan acceder a ellos en un tiempo máximo de 15 minutos a pie o en bicicleta. Este modelo emplea enfoques que insisten en el “crono-urbanismo” como una manera de mejorar la calidad de vida de los ciudadanos, relacionando la importancia de los ritmos de vida urbanos con la calidad de vida en las ciudades. Según el “crono-urbanismo” la calidad de vida urbana es inversamente proporcional a la cantidad de tiempo empleada en el transporte, más aún a través del uso de automóviles. De esta manera, la configuración urbana ha de ser diseñada de tal manera que las distancias a pie o en bicicleta hasta los servicios básicos no sea superior a 15 minutos. Se han de anteponer las dimensiones de resiliencia y habitabilidad sobre las puramente económicas (Moreno *et al.*, 2021).

La primera ciudad en embarcarse en una propuesta de esta naturaleza fue París, con su proyecto “*La Ville du Quart d’Heure*”. A través de este proyecto, se pretendía potenciar la economía, la cohesión e interacción social, crear ecosistemas más sostenibles en las ciudades, así como conseguir, a largo plazo, una mejora en la calidad de vida para la población. Se han de tener en cuenta los distintos ritmos de desplazamiento, y que su varianza suponga una desventaja para la menor cantidad de grupos posibles. Moreno *et al.* (2021) propone las siguientes cuatro dimensiones a tener en cuenta a la hora de afrontar este tipo de propuesta:

- La densidad de población de la ciudad. Esta es una dimensión crucial para las ciudades a través de la cual se informa de la cantidad de personas por kilómetro cuadrado. Con una densidad adecuada es posible planear efectivamente el acceso a los distintos bienes esenciales para los residentes sin tener que emplear tiempo en el transporte motorizado.
- La proximidad, contemplada tanto desde la perspectiva temporal como desde la espacial. Este aspecto hace referencia a la facilidad para la población de transitar

---

desde sus domicilios hasta los principales puntos de interés andando o a través de cualquier modalidad de transporte neutra en emisiones. Contando con una proximidad adecuada se consigue una maximización de la explotación de los recursos disponibles.

- La diversidad. Hace referencia a la diversidad tanto en el uso de los distintos recursos disponibles en una zona concreta, como en la diversidad cultural y de personas que habitan en ella. A través de esto se persigue mejorar la habitabilidad, mantener el valor de la propiedad y fomentar la participación e interacción de la comunidad, así como la igualdad.



Figura 3.4. Dimensiones a tener en cuenta en las Ciudades 15-minutos

Fuente: Moreno *et al.*, 2021

- La digitalización. Es especialmente importante para este modelo, dado que asegura la actualización de las otras tres dimensiones, alineándose con el concepto de *Smart City*. El empleo de nuevas tecnologías como IA, Big Data, Machine Learning y sobre todo, el IoT, aplicado a las ciudades, puede convertirlas en *Smart Cities*, entendidas como ciudades que implementan de forma integral y estratégica TICs y otras soluciones innovadoras en la infraestructura que la compone y en los servicios urbanos con el objetivo de mejorar la calidad de vida de los ciudadanos, reducir la huella ambiental de sus actividades y aumentar la eficiencia operativa (Woetzel *et al.*, 2018). A través de los dispositivos de IoT, se recogen datos en tiempo real de manera centralizada, se trata, analiza y distribuye a los distintos departamentos urbanos para poder tomar decisiones y actuar para conseguir mejorar la sostenibilidad, habitabilidad y calidad de vida de los residentes (Papas *et al.*, 2023). La conversión de las ciudades convencionales en *Smart Cities* ha de conseguirse con un coste que sea asequible para los ciudadanos, puesto que en muchas ocasiones las áreas urbanas transformadas en “Smart” adquieren precios no concordes con la

---

realidad de la población (Cai *et al.*, 2023). Esto mismo respalda Adkins *et al.* (2019), afirmando que las Smart Cities han actuado como un catalizador para el crecimiento de la desigualdad social en el sector inmobiliario, puesto que sus precios han crecido de una forma no proporcional a las ganancias de los residentes. El ODS11 acerca de las ciudades y las comunidades sostenibles ha de hacer frente a estos inconvenientes.

La mayoría de las ciudades necesitan ser reestudiadas y replanificadas para asegurar que en el futuro los ciudadanos puedan acceder a los bienes esenciales dentro de unas distancias razonables y accesibles. Moreno *et al.* (2021) aclara que los conceptos de “crono-urbanismo” y “Ciudad 15-minutos” no son un concepto rígido, sino que se propone con la intención de adaptarse a ciudades individualmente en función tanto de su morfología como de sus necesidades y características específicas, intentando transformar, renovar y aprovechar la infraestructura disponible en la medida de lo posible. La ausencia de rigidez en el concepto de “crono-urbanismo” se puede ver reflejado en la existencia de numerosas iniciativas distintas alrededor del mundo, pero relacionadas entre sí, como “*Twenty Minutes Neighborhood*” en Melbourne o “*Five Minutes to Everything*” de Copenhagen, entre otros.

Ha de tenerse en cuenta que dichas soluciones sistémicas no son universales, sino que han de adaptarse a cada ciudad en función de distintas variables que la caracterice, como son las siguientes:

- La **densidad poblacional**. La cantidad de ciudadanos que componen la población de una ciudad tiene una relación con la cantidad de consumidores potenciales de productos provenientes del comercio online.
- El **comportamiento del consumidor**. Además del número de consumidores, también influye el tipo de comportamiento que estos presentan a la hora de solicitar un determinado producto o servicio.
- La **infraestructura existente**, tanto logística como vial. Contar con una adecuada infraestructura logística puede ofrecer numerosas oportunidades que pueden ser aprovechadas por los distintos actores de dicho sector. La infraestructura vial, de igual importancia, sirve de apoyo al desarrollo de las actividades logísticas.
- Las **regulaciones y normativas locales**. Estas pueden suponer un aliciente o un impedimento para el correcto desarrollo de los proyectos.
- El **acceso a zonas urbanas y cascos históricos**. Han de tenerse en cuenta los distintos accesos posibles, así como las particularidades de los cascos históricos, con aspectos como zonas peatonales que han de ser tenidas en cuenta a la hora de diseñar las rutas de entrega.
- La **ubicación de los puntos de entrega**. Al igual que lo anterior, las posibles zonas potenciales a las que atender han de considerarse al diseñar las rutas de entrega.

- 
- La **topografía del entorno**. La propia orografía de la ciudad, por aspectos como la existencia de colinas o zonas más montañosas, puede afectar en la elección de un determinado tipo de proyecto.
  - Las **condiciones meteorológicas**. El clima puede afectar la eficiencia con la que se completan las entregas, sobre todo en regiones con condiciones climáticas extremas.
  - La **tecnología y la conectividad**. La infraestructura tecnológica de las ciudades puede favorecer a labores de monitoreo y gestión eficaz del proceso de entrega.
  - Los **métodos de transporte disponibles**. La disponibilidad de distintos tipos de transporte, así como su accesibilidad, puede afectar en la elección de los métodos de entrega más adecuados.

Como puede observarse, existen numerosas propuestas de soluciones, todas ellas dispersas e inconexas entre sí, que pueden complicar aún más, la ya compleja de por sí, logística urbana de UM. Ante esto, se ha de abordar el reto de la DUM desde una perspectiva de Estrategia Ciudad, donde las distintas soluciones propuestas sean integradas o integrables en función de cada urbe, para diseñar soluciones realmente sistémicas.

### 3.3. SOLUCIÓN PROPUESTA

Según Lauenstein y Schank (2022), los principales aspectos que influyen en la aparición de nuevos proyectos logísticos de UM son el rápido desarrollo del e-commerce, el crecimiento de la población y de las áreas urbanas, así como de sus hábitos de consumo, la integración de la tecnología, y el aumento de la importancia de la sostenibilidad para la sociedad.

La elección de una solución logística de UM capaz de satisfacer las necesidades de los consumidores sin comprometer las generaciones futuras se puede obtener respondiendo a la siguiente pregunta: “¿Cómo se puede transportar una determinada carga de la manera más eficiente posible, respetando el medio ambiente, por el camino más corto y sin pérdida de tiempo, desde su origen hasta su destino en el casco urbano provocando costes mínimos, utilizando un mínimo de suelo y un mínimo de contaminación posterior?”. La respuesta a esta pregunta puede ser un transporte y distribución urbana sostenible de mercancías, que considere las tres dimensiones de la sostenibilidad (De Brito Monteiro De Melo, 2010).

La gestión eficaz de la UM enfrenta obstáculos complejos, que van desde la congestión del tráfico y las restricciones de espacio hasta las preocupaciones medioambientales y la satisfacción del cliente. En este contexto, los CUC emergen como una respuesta ingeniosa, diseñada para optimizar los flujos logísticos y reducir el impacto negativo en términos de congestión vehicular y emisiones de GEI. Estos centros, ubicados estratégicamente en zonas urbanas, permiten la consolidación y redistribución de mercancías, creando sinergias entre los diferentes actores logísticos y optimizando las rutas de entrega (Firdausiyah *et al.*, 2019).

---

### 3.3.1. Principales características y efectos

La introducción de esta clase de proyectos conlleva una serie de efectos, que pueden impactar en las tres perspectivas que componen la sostenibilidad, lidiando con las distintas externalidades negativas mencionadas anteriormente como las emisiones, la contaminación acústica, la congestión, la siniestralidad y el uso del terreno. La introducción de pequeñas mejoras puede tener impactos enormes a largo plazo, dada la alta repetitividad de las actividades de los servicios de entrega (Bosona, 2020).

En lo referente a la **perspectiva económica**, la implementación de un CUC puede suponer un aumento en la eficiencia y una reducción de los costes operativos del último eslabón de la CdS. Centralizando y consolidando la mercancía en un único punto, se consiguen optimizar recursos como el espacio necesario para el almacenamiento, los vehículos empleados para el transporte y la mano de obra necesaria para su manipulación y reparto. Esto puede conllevar una disminución de los costes de almacenamiento, transporte y manipulación de las mercancías, beneficiando así a las empresas logísticas y a la competitividad del sector (De Brito Monteiro De Melo, 2010).

En relación con la **perspectiva social** de la sostenibilidad, pueden encontrarse diversos efectos positivos relacionados con la calidad de vida de los ciudadanos, como la reducción del tráfico rodado de vehículos de carga dentro de los núcleos urbanos, la congestión que este tráfico implica, el ruido generado y la contaminación del aire. Una adecuada planificación, cooperación con las instituciones locales y con los distintos grupos de interés puede dar lugar a la generación de empleo local y al desarrollo económico tanto del sector como de la sociedad, contribuyendo por tanto a un desarrollo socioeconómico (De Brito Monteiro De Melo, 2010).

Respecto a la **perspectiva medioambiental**, la adopción de un CUC de apoyo a la logística de UM puede suponer un notorio impacto en la reducción de GEI, así como otros contaminantes. Consiguiendo optimizar las rutas de entrega y recogida, así como minimizar el número de vehículos de reparto en carretera, se puede reducir la huella de carbono generada por el sector logístico en el ámbito urbano. A esto se le puede sumar el hecho de realizar dichos repartos a través de una flota menos perjudicial y más amigable con el medioambiente, lo cual ha de ser contemplado como una herramienta más para alcanzar la sostenibilidad de la logística urbana más que un fin en sí mismo (De Brito Monteiro De Melo, 2010). Las tecnologías por sí solas no pueden resolver los complejos retos a los que se enfrenta la logística de UM, sino que son las empresas con sus configuraciones logísticas eficientemente organizadas y gestionadas las que brindan una verdadera ventaja competitiva (Bosona, 2020).

---

En el caso práctico de la ciudad de Kassel, Köhler (2004) distinguía los efectos en el tráfico de paquetes, en el tráfico de las ciudades y los económicos. Se ha de aclarar que los efectos expuestos a continuación son fruto del esquema de funcionamiento reflejado en la Figura 3.2. del actual capítulo.

En cuanto a los efectos en el tráfico de paquetes, entendido este tráfico como el flujo y la gestión de envíos y entrega de mercancías desde los CUC hasta los destinos finales, se consiguieron mejoras significativas. Antes de la cooperación, las agencias de transporte cubrían, de manera individual, aproximadamente 118 km de media al centro de la ciudad, reduciéndose esta distancia hasta 69 km, es decir, un 40% a través de la cooperación. Esta cooperación junto a la optimización de las rutas suponía una reducción en el número de camiones que habían de entrar al centro de la ciudad de quince a dos o tres camiones, con una cantidad de viajes cada uno de ellos comprendida entre cuatro y seis. Consecuentemente, la utilización de los vehículos experimenta una mejora, aumentando el volumen de carga desde 40% al 80-90% aproximadamente, y el peso de la carga de un 25% a 60%.

En lo respectivo al efecto en el tráfico de las ciudades, dadas las pequeñas dimensiones del proyecto, las agencias de transporte que actúan en él representan sólo el 3% del tráfico total de mercancías en Kassel. Por tanto, la reducción del volumen de tráfico a causa de este proyecto fue marginal, poniendo de manifiesto la necesidad de participación del mayor número de agencias de transporte posible para poder alcanzar y experimentar efectos positivos en el tráfico rodado de mercancías urbano.

La intención del proyecto no era solamente la reducción del tráfico, sino que también se perseguía aumentar la eficiencia económica de los envíos al centro de la ciudad. Estos beneficios fueron estimados, dada la dificultad de obtener una comparación exacta entre los costes ahorrados y los costes adicionales por la aparición de problemas a la hora de determinar los costes de envío. Ante esto, se evidencia la necesidad de contar, previo al inicio del proyecto, con una clara estructura de captación e intercambio de información relacionada en este caso con los aspectos económicos del reparto de UM, así como de todas las inversiones relacionadas directa o indirectamente con ello.

En el caso de Kassel, los posibles ahorros de costes se compensan con los procedimientos de manipulación adicionales y los mayores costes de transporte resultantes. Por lo tanto, se puede considerar que las ventajas y desventajas de los costes de la logística de la ciudad, haciendo un cómputo global, están equilibradas y que no se lograron las reducciones de costes previstas. Esto se debe al hecho de sobreestimar, desde un comienzo, los ahorros de costes resultantes de agrupar las entregas al centro de la ciudad siguiendo el esquema de funcionamiento de la Figura 3.2.

---

### 3.3.2. Retos

Europa reconoce que el principal desafío en la transición hacia la sostenibilidad climática no radica en la carencia de tecnologías inteligentes y ambientalmente neutras, sino en la habilidad para llevar a cabo su implementación efectiva. En este sentido, Europa presenta una propuesta de enfoque novedoso, caracterizado por su enfoque estratégico y comprensivo, respaldado por una inversión a largo plazo en cuestiones climáticas. Esto se lleva a cabo con el objetivo de establecer las bases y condiciones necesarias para una transformación sistémica. Esta transformación se basa en tres principios fundamentales (Missions València, 2022):

- Un enfoque holístico que impulsa la innovación y el desarrollo.
- Una estructura matricial como modelo para una gobernanza integrada y multinivel.
- Una colaboración profunda y continua que abarque a todo el ecosistema.

Algunos de los principales desafíos de operación a los que se puede enfrentar cualquier proyecto logístico de UM pueden ser la prevención del efecto Bullwhip o efecto látigo, el hecho de coincidir con los clientes en sus casas a las horas establecidas, la infraestructura necesaria en las ciudades y las propias flotas y los conductores necesarios para su utilización (Lauenstein y Schank, 2022).

Analizando el caso del “*City Logistics Project Kassel*” de Köhler (2004), se puede observar que el proyecto en cuestión se enfrentó a una serie de desafíos significativos que afectaron su implementación y éxito. Uno de los problemas primordiales se encontró en la disminución del interés general en el proyecto por parte de los distintos stakeholders. Esta falta de interés fue debida, en gran medida, a la diferencia de intereses y objetivos de cada una de las diferentes agencias de transportes involucradas, lo cual dificultaba la creación de un frente unificado y duradero.

Como se comentaba anteriormente en este capítulo, otro reto para esta naturaleza de proyecto es la dificultad de captar y transmitir la información requerida para determinar con certeza la estructura de costes y los resultados obtenidos a partir de su desarrollo, poniendo de manifiesto la necesidad de determinar un modelo económico claro que justifique la aplicación de este tipo de proyectos. Además, partiendo de los requerimientos de captar información para su adecuado funcionamiento, surge el desafío de maximizar y mantener el nivel de carga de los vehículos de transporte, dado que anualmente se transportan más de 41 millones de metros cúbicos de aire a los hogares españoles, ocasionados en gran medida por la tendencia de envíos urgentes, sin llegar a ofrecer tiempo suficiente para la consolidación de paquetes (DSSmith, 2022). Todo este cubillaje es el equivalente a, aproximadamente, 683.000 contenedores de 40 pies, lo cual a su vez equivale a unos 1.367.000 TEUs. Estos

---

TEUs suponen, aproximadamente, el 25% del movimiento de contenedores en el año 2021 del puerto de València, el cuarto puerto de Europa (ValenciaPort, 2022), o más de todos los movimientos realizados en el puerto de Las Palmas (PalmasPort, 2022).

Otra dificultad clave radicó en la falta de reuniones regulares entre los participantes. La ausencia de interacciones periódicas impidió la comunicación efectiva y la colaboración entre las agencias, a lo cual se le suma la falta de acuerdos mutuos entre los participantes y la carencia de una supervisión organizacional adecuada, generando desafíos en la coordinación y ejecución del proyecto, condicionando a su vez la generación de valor añadido para los posibles operadores neutrales aguas abajo.

Un detalle importante es que las agencias de transportes tendían a utilizar este proyecto para envíos no lucrativos, mientras que reservaban las entregas rentables para su propio beneficio. Este enfoque individualista obstaculizó la colaboración y el logro de resultados equitativos para todas las partes involucradas.

La insuficiente transferencia de información entre los participantes fue otra barrera significativa. La falta de comunicación y el intercambio limitado de conocimientos limitaron la eficacia del proyecto en su conjunto y perjudicaron la toma de decisiones informadas.

Otro aspecto clave fue la infraestructura existente y disponible para el desarrollo del proyecto, destacando la ausencia inicial de un centro de tráfico de mercancías, limitando así la operatividad del proyecto y su posterior alcance. Este aspecto se encuentra desarrollado en mayor profundidad en el apartado 3.3.4. Aplicación al caso de València, de este TFM.

Finalmente, la falta de respaldo por parte de las autoridades locales de Kassel para el desarrollo del proyecto contribuyó a sus dificultades. La ausencia de apoyo político y administrativo impactó negativamente en la implementación y el progreso del proyecto, lo que supuso un obstáculo adicional en su trayectoria.

No son pocos los desafíos que deben afrontar este tipo de iniciativas, subrayando la importancia de abordar la coordinación, la comunicación, la colaboración y el apoyo institucional para lograr su éxito.

### **3.3.3. Habilitadores**

El apartado actual pretende examinar y analizar los habilitadores principales que contribuyen a la viabilidad y el éxito de los proyectos logísticos de UM, centrándose concretamente en la función y el potencial de los CUC. Mediante un enfoque multidisciplinar que abarca aspectos logísticos, tecnológicos, urbanísticos y medioambientales, se busca determinar cómo estos habilitadores pueden influir en la transformación de los procesos logísticos y en

---

la mejora de la calidad de vida en los entornos urbanos. Asimismo, se analizarán casos de estudio relevantes que ilustren la implementación exitosa de CUC y su contribución a la optimización de las operaciones logísticas de UM.

La ejecución exitosa y el desarrollo eficiente de proyectos logísticos de UM han de contar con ciertos aspectos clave dado el entorno actual de creciente urbanización y demandas de entregas rápidas y al mismo tiempo sostenibles. En este contexto, una serie de habilitadores estratégicos emergen como piezas fundamentales para garantizar la viabilidad y efectividad de tales proyectos.

A partir de proyectos pasados como el “*RegLog - Regensburg City Logistics Project*” de BMW implementado en 1998 o “*The Nuremberg City Model ISOLDE*” de 1996, se pueden obtener ciertos habilitadores comunes que se presentan a continuación, tal y como indica Köhler (2004).

Un aspecto esencial que habilita el desarrollo y la ejecución efectiva de esta clase de proyectos es la adecuada gestión de la presión generada por las condiciones del tráfico de las ciudades. El entramado urbano, con su densidad poblacional característica y particularidades geográficas, propone un escenario único que motiva la búsqueda de soluciones innovadoras para el manejo de la distribución de mercancías en estas áreas. La interacción entre la propia naturaleza de la ciudad y las demandas logísticas plantea la necesidad de abordar estos retos mediante la implementación de iniciativas como los CUC.

En relación con esto, la participación activa y temprana de todas las partes interesadas se presenta como otro habilitador fundamental en la ejecución exitosa de estos proyectos logísticos. El compromiso y la colaboración de estos stakeholders, que abarcan desde autoridades locales hasta empresas de transporte y los propios ciudadanos, son fundamentales para garantizar el diseño y la implementación correcta de soluciones que respondan a las necesidades reales de una sociedad cada vez más urbana. Además, otra parte fundamental es el apoyo científico, el cual desempeña un papel crucial en la ideación, investigación, planificación y ejecución de nuevos proyectos logísticos. La solidez de la información proporcionada por investigaciones y análisis científicos contribuye al apoyo y la toma de decisiones informadas y aporta una perspectiva rigurosa en la búsqueda de soluciones eficientes y sostenibles.

Como no puede ser de otra manera, la participación y cooperación de las autoridades locales, como máximos responsables de la ordenación urbana, en el desarrollo del proyecto es un aspecto esencial para su éxito. El deseo de participación de este grupo de interés en concreto es especialmente importante, dado que su colaboración y apoyo permite superar obstáculos y alcanzar la viabilidad del proyecto a largo plazo. Su actitud ha de ser proactiva, partiendo

---

siempre desde el conocimiento y una visión integral de los problemas que atraviesan los entornos urbanos.

Otro habilitador importante es la intervención de un mediador, quien puede suponer una valiosa estrategia para facilitar la colaboración y la comunicación entre diferentes stakeholders. La correcta designación de un mediador puede suponer un enlace que una las diferentes perspectivas y necesidades, fomentando la comprensión mutua y la cohesión en la ejecución del proyecto.

La integración de un centro de tráfico de mercancías, o un CUC, durante las fases de planificación y diseño de un proyecto logístico de UM resulta esencial, dado que estos desempeñan un papel crucial a la hora de optimizar la consolidación y la distribución de mercancías hacia las áreas urbanas, pudiendo abordar de esta manera los desafíos relacionados con la congestión y la eficiencia de reparto en la UM de una manera más conveniente. Las ubicaciones de las infraestructuras propias de la DUM han de ser consideradas teniendo en cuenta la maximización tanto económica como de los beneficios medioambientales y sociales (Bosona, 2020).

Teniendo en cuenta estos habilitadores principales y sus repercusiones, los requisitos que han de abordarse para alcanzar el éxito en esta clase de proyectos serían los siguientes:

- Se han de iniciar debates públicos acerca de los problemas de tráfico experimentados en la ciudad con la finalidad de crear presión política para actuar al respecto.
- La adecuada elección de la forma jurídica a adoptar durante el proyecto es otro factor importante que puede influir en su desarrollo.
- Han de identificarse los grupos afectados y los participantes al comienzo de la planificación, así como tenerlos en cuenta para evitar futuras resistencias.
- Se han de establecer objetivos concretos a corto, medio y largo plazo, así como las medidas concretas para alcanzar dichos objetivos.
- Es necesario conseguir apoyos clave que den soporte al proyecto y faciliten el progreso de este. Entre estos apoyos resulta importante, como se ha mencionado anteriormente, contar con apoyo político, el cual puede impulsar el proyecto de manera significativa.

Tal y como se está realizando en este TFM, puede resultar interesante el hecho de presentar información de proyectos pasados relacionados que respalden las afirmaciones realizadas y sirvan de apoyo para promover la aceptación general. Otro aspecto fundamental es la designación de un mediador competente durante la realización del proyecto que se comprometa con el adecuado desarrollo de este, el cual inicie revisiones constantes de los progresos, los analice y actúe en consecuencia.

---

### 3.3.4. Aplicación al caso de València

A pesar de que las áreas urbanas ocupan solamente un 3% de la superficie terrestre, su contribución al panorama global de emisiones de GEI asciende al 72%, mientras que en ellas se genera el 80% del PIB mundial. Paralelamente, más de la mitad de la población mundial reside en entornos urbanos, y el rápido incremento en el tamaño de las ciudades agudiza esta tendencia. Las proyecciones indican que para el año 2050, aproximadamente el 80% de la población global habitará en zonas urbanas, mientras que en Europa, se prevé que un 85% de la población resida en núcleos urbanos para esa misma fecha. En el caso particular de València, la ciudad cuenta con el Plan de Acción para el Clima y la Energía Sostenible (PACES) de la Ciudad de València, entre cuyos objetivos se encuentra la reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub> en la ciudad en el menos un 40% para el año 2030 tomando como referencia el año 2007. El Ayuntamiento de València declaró la emergencia climática, en consonancia con su compromiso de formar parte de la iniciativa respaldada por la Alianza por la Emergencia Climática (Missions València, 2022).

Para desarrollar las diferentes misiones establecidas por el Ayuntamiento de València, se han tenido en cuenta cinco grupos de interés, denominados como las cinco hélices del ecosistema. Estas hélices están compuestas por el sector privado con grandes empresas, PYMES y Startups; el sector público con el Ayuntamiento de València, Gobierno de España y Generalitat Valenciana; la sociedad civil y la ciudadanía con fundaciones y asociaciones ciudadanas; los medios de comunicación con redes sociales, prensa y radio; y la academia, con la UPV, UV o REDIT, entre otros.

En el contexto de urbes extensas como València, la Unión Europea adopta una perspectiva del término "ciudad" que va más allá de una entidad unitaria, abordándolo a través de la lente de barrios, distritos o áreas de relevancia específica en la ciudad. Estas subdivisiones deben satisfacer un conjunto de criterios y requisitos determinados (Missions València, 2022).

La urbe valenciana cuenta con unas condiciones territoriales favorables desde su punto de partida, con una estructuración propia de las ciudades mediterráneas y una densidad significativa de actividades y usos en su área, distribuidos de forma homogénea. Estos elementos clave hacen de la ciudad de València una ciudad competitiva ya no solo a nivel nacional, sino a nivel europeo. La adecuada localización del territorio valenciano como foco de recepción de mercancías al sur de Europa por el Mediterráneo, junto a la actual infraestructura que lo interconecta con el resto del territorio, y la presencia de importantes proveedores de servicios logísticos internacionales capaces de dar salida al mundo entero a los productos valencianos de cualquier clase, subrayan la importancia de este sector para la Comunitat Valenciana (Castaño Cano y Casado Barahona, 2018). Sin embargo, existen ciertas disfunciones y tensiones en el esquema territorial y de transporte, particularmente en

el área metropolitana que complican la movilidad urbana, por lo que se hace necesario abordar la optimización del sistema de transportes, tanto de mercancías como de pasajeros, de una forma integral (Ajuntament de València, 2013).

Según el Informe Anual del Observatorio del Transporte y la Logística en España (MITMA, 2023), la Comunitat Valenciana se encuentra en el tercer puesto a nivel regional en cuanto a intensidad logística, por detrás de Andalucía y Cataluña. Esta intensidad se ve afectada por numerosos aspectos como densidad poblacional, ubicación geográfica dentro de las rutas de conexiones nacionales e internacionales, así como la existencia de instalaciones portuarias.

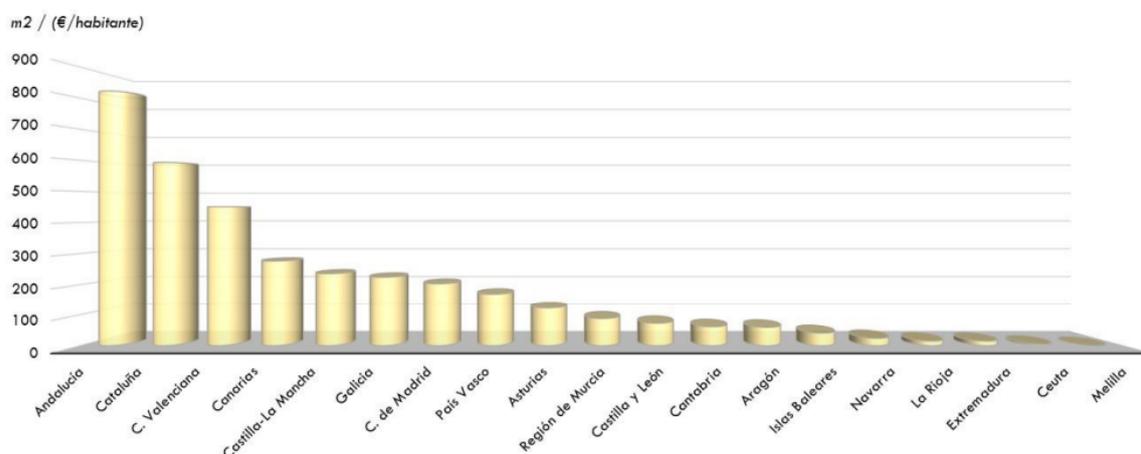


Figura 3.5. Intensidad logística por comunidad autónoma en 2021  
Fuente: MITMA, 2023

En cuanto a superficie logística, la Comunitat Valenciana es la tercera comunidad autónoma de España con mayor cantidad de la misma, por detrás de Cataluña y Andalucía. La suma de la superficie logística de las primeras cuatro comunidades autónomas de la Figura 3.6. representa el 60,3% del total nacional.

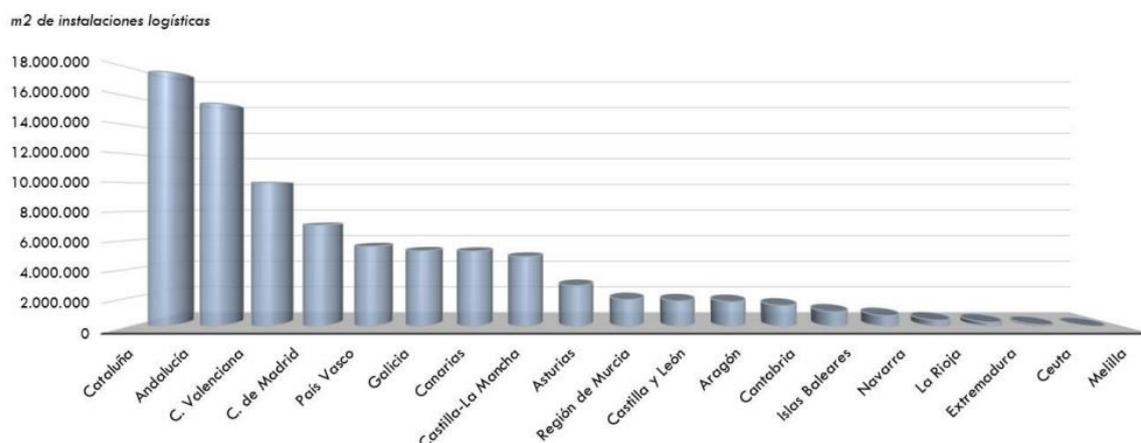


Figura 3.6. Superficie logística en España por comunidades autónomas en 2021  
Fuente: MITMA, 2023

---

Según el Estudio del Sector Logístico de la Comunitat Valenciana (Castaño Cano y Casado Barahona, 2018), la estimación de demanda endógena futura de superficie logística en dicha comunidad para el año 2038 alcanzaría las 1.600 hectáreas.

En este estudio se señalan las debilidades, fortalezas, amenazas y oportunidades referentes a dicho sector (Castaño Cano y Casado Barahona, 2018). En el caso de las debilidades, se puede encontrar la falta de suelo logístico en zonas de alta demanda, el escaso desarrollo de los nodos logísticos previstos con anterioridad, la falta de importancia brindada a la intermodalidad del transporte, y la existencia de una infraestructura ferroviaria incompleta.

En cuanto a las fortalezas, se destaca la localización estratégica de la Comunitat Valenciana en los tráficos Este-Oeste, la repercusión del Puerto de Valencia en el Mediterráneo, el intenso tejido empresarial logístico y la capacidad de la red ferroviaria convencional.

Por otro lado, en lo referente a las amenazas, se encuentra la falta de coordinación en el desarrollo logístico a nivel nacional, la baja inversión en infraestructuras, la limitación en el acceso a financiación tanto pública como privada, y la competencia con las regiones circundantes y otros territorios europeos y magrebíes.

Por último, en lo que concierne a las oportunidades, puede encontrarse un aumento de las inversiones y las actividades empresariales, la captación de tráficos hacia el Corredor del Mediterráneo, el apoyo europeo a esta clase de corredores ferroviarios, y la planificación conjunta de la red de infraestructuras y nodos.

Un sector logístico con estas características ha de hacer frente a las necesidades de una sociedad, cada vez más demandante de productos y servicios a través del comercio electrónico. A nivel nacional, el sector del e-commerce ha superado los 72.000 millones de euros en el año 2022, lo cual supone un 25% más que el año pasado, según datos de la Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia (CNMC, 2023). De todas estas transacciones online, gran parte de ellas son devoluciones, lo cual sitúa a España como el cuarto país europeo con más devoluciones (MovilidadSostenible, 2022).

Ante esta situación, se propone la solución expuesta anteriormente referente a los CUC. En el caso de València, se encuentra la startup t-box delivery & solutions, la cual se declara una empresa especializada en ofrecer soluciones enfocadas en la logística avanzada y cuya actividad principal se centra en la gestión eficiente de la CdS, prestando especial atención a la UM (t-box, 2021).

La solución que propone t-box es un CUC, denominado UrbanPort® (UP), cuyo modelo se basa en el uso de infraestructura urbana actualmente explotadas bajo distintos usos, o en decadencia operativa, situadas lo más cerca posible de los segundos cinturones urbanos.

---

Estas infraestructuras han de ser readaptadas o ampliadas para emplearse como puertas de distribución para la UM. Esta solución pretende por tanto, no enfocarse únicamente en el empleo de tecnologías inteligentes innovadoras y ambientalmente neutras, sino en su adecuada comprensión e implantación en las soluciones logísticas urbanas. En este enfoque las tecnologías han de ser contempladas como un medio, no como una finalidad.

De esta forma, muchas de las CdS que impactan en la ciudad confluirían en un mismo distribuidor logístico. Este, desde el UP distribuye los productos a través de flotas de vehículos eléctricos por toda la ciudad, de forma conjunta tanto para los canales B2B como B2C. En función de las características de las ciudades y sus CdS, el modelo UP estará apoyado en redes de hubs y microhubs urbanos, a través de los cuales se perseguiría optimizar al máximo las operaciones de compras y entregas.

Algunas de las infraestructuras disponibles en las ciudades para aprovechar las capacidades del UP son aparcamientos, centros y plazas comerciales, grandes almacenes y viejos almacenes inutilizados cuya ubicación se adecúe a las necesidades del UP. La ubicación óptima de estas infraestructuras debería encontrarse en el segundo cinturón urbano de la ciudad de València, en este caso. Ubicarlo más allá de este cinturón haría perder eficiencia al modelo por factores como la autonomía de los vehículos eléctricos, lo cual se traduciría en rutas más cortas, las cuales abastecerían a su vez a menos puntos. Ubicarlo en zonas más internas al segundo cinturón urbano puede facilitar las tareas de transporte de UM, aunque puede llegar a entorpecer las labores de entrega de los distintos distribuidores con vehículos pesados a las instalaciones del UP.

El funcionamiento, en líneas generales, se asemeja a lo descrito anteriormente en este TFM, en referencia a Kassel, aunque cuenta con algunas particularidades que lo distingue y le brinda cierta ventaja competitiva frente a otros modelos. En primera instancia, los distintos distribuidores logísticos trasladarían sus mercancías a través de sus propias flotas al UP, ubicado en los primeros cinturones urbanos, tal y como se ha comentado previamente. A partir de este punto, un único distribuidor logístico neutral consolida la mercancía, la manipula y organiza en función de las distintas rutas posibles. La adecuada gestión de rutas es un aspecto clave en este modelo donde la maximización del nivel de carga de los vehículos a lo largo de toda la ruta es primordial, haciendo uso de los microhubs urbanos para ello. Por tanto, es necesario contar con un potente software capaz de determinar las rutas a realizar, así como contar con la información necesaria para su correcto funcionamiento. A medida que la mercancía se entrega a los destinatarios, mayor cantidad de espacio queda disponible para el aprovechamiento por parte de la logística inversa, la cual también ha de ser tenida en cuenta por parte del software de rutas. Transportar aire nunca ha sido una opción rentable.

---

Algunos de los retos a los que se puede enfrentar esta clase de proyecto son, tal y como se ha comentado anteriormente, la falta o disminución de interés general por parte de los distintos grupos de interés englobados en el proyecto, la falta de comunicación efectiva entre los mismos, la dificultad en recabar y transmitir información, la escasez de mercancías consolidadas por parte de los distintos distribuidores logísticos para ser llevados después a rutas, la indisponibilidad de la infraestructura necesaria para el correcto desarrollo del proyecto, o la falta de respaldo por parte de las autoridades locales.

Lograr interés y compromiso para colaborar por parte de los distintos stakeholders del proyecto es un desafío que se ha de superar. La colaboración en proyectos logísticos es considerada como un aspecto fundamental en la gestión avanzada de la CdS, siendo la falta de colaboración y de visibilidad los mayores riesgos a los que se puede enfrentar (Waters, 2007). En el caso de zonas urbanas densamente pobladas, cuyo espacio es limitado y la congestión vial es frecuente, la colaboración es esencial para alcanzar una mayor eficiencia logística. Unificando recursos y esfuerzos, pueden reducirse costes operativos, minimizar el impacto en la huella medioambiental, optimizar los tiempos de entrega, así como reducir la congestión vial ocasionada por la logística de UM. Para mejorar la colaboración entre las distintas partes interesadas en el funcionamiento de esta clase de proyecto logístico pueden emplearse de forma integrada distintas herramientas como los sistemas de gestión de la cadena de suministro, SCM; software de planificación de recursos empresariales, ERP, que proporcione una visión integral de las necesidades de las empresas; sistemas de gestión de almacenes, WMS, para una gestión eficiente de los almacenes y la colaboración en la distribución de inventarios; herramientas de Business Intelligence, BI, para el análisis de datos en tiempo real y toma de decisiones informadas; software de seguimiento y rastreo de envíos que brinden la posibilidad de visualizar la ubicación y el estado de los envíos y distintas aplicaciones móviles personalizadas a las necesidades de los grupos de interés para que puedan tener acceso y manejo de información crítica mientras están en movimiento.

En este proyecto la figura del mediador, al igual que se ha mencionado anteriormente, puede suponer una valiosa estrategia para facilitar la colaboración y la comunicación entre el UP, los distintos distribuidores logísticos con los que trata, y los clientes a los que atiende.

El efecto de la falta de colaboración experimentada en el caso de la ciudad de Kassel ha de evitarse, intentando contar con la colaboración de la mayor parte de los distribuidores logísticos, permitiendo alcanzar una reducción notoria del tráfico rodado de transporte de mercancías en el ámbito urbano. En el caso de Kassel, dada la falta de interés en el proyecto, las empresas de transporte que participaron en el proyecto suponían una proporción marginal del total de transporte urbano de mercancías en dicha ciudad. Pese a ello, se ha de tener siempre presente que la base del éxito es un modelo económico robusto y competitivo, donde todas las partes entiendan y visualicen que ganan a través de su participación.

---

Como cualquier cambio o propuesta, este proyecto habría de pasar necesariamente por la administración, lo cual puede llegar a frenar su desarrollo, tal y como indica Cirujeda (2023), quien afirma además que muchos desarrollos logísticos se encuentran pendientes de la tramitación por las corporaciones municipales. Este freno puede llegar a causar la pérdida de ciertas inversiones clave para los proyectos, tal y como ha ocurrido en Málaga, donde la Sociedad Municipal de Aparcamientos ha tenido que renunciar a una subvención de 2,1 millones de euros de la Unión Europea por la demora del proyecto causada a su vez por la imposibilidad de llegar a un acuerdo con la Junta de Andalucía para comprar el suelo necesario para el proyecto (Sánchez, 2021).

Otro inconveniente que puede surgir a la hora de implantar este proyecto puede ser, tal y como menciona Cirujeda (2023), apoyándose en el Estudio del Sector Logístico de la Comunitat Valenciana de Castaño Cano y Casado Barahona (2018), es la falta de suelo logístico. Pese a que el sector logístico siga siendo un sector positivo desde el punto de vista de los inversores, se puede encontrar limitado por la escasez de suelo finalista y los altos costes relacionados con la construcción. El crecimiento exponencial del e-commerce, junto a los cambios en los hábitos de compra de los consumidores, está adueñándose de una parte considerable del suelo industrial existente, el cual, dados los requisitos que ha de cumplir en cuanto a espacio, almacenaje y distribución, influye de forma directa en los parámetros urbanísticos actuales, modificándola en favor de la inmologística (CBRE, 2022).

Ante esta posible escasez de suelo logístico, el modelo UP propone el aprovechamiento de infraestructuras ya existentes en las ciudades como los aparcamientos, centros comerciales o almacenes inutilizados, siempre y cuando su ubicación e interconexión con las principales vías de transporte se encuentren próximas.

En conclusión, la implementación de un CUC en la ciudad de València se propone como una solución estratégica que pretende abordar los distintos desafíos relacionados con la gestión del último eslabón de la CdS. A través del análisis de los habilitadores, que incluye la colaboración entre los distintos grupos de interés, así como el empleo de tecnologías de vanguardia, se plantea un futuro más eficiente y sostenible para la logística de UM. No obstante, los retos de implantación como la coordinación logística entre los distintos actores o la gestión de la infraestructura y los recursos empleados no han de ser subestimados. Afrontar estos problemas de forma proactiva puede ofrecer a la ciudad de València un nuevo modelo de logística urbana, una nueva oportunidad para desmitificar la nocividad del comercio electrónico y del reparto urbano. Los efectos potenciales, como la reducción de la congestión y las emisiones, no solo benefician a la ciudad, sino que también sientan un precedente valioso para otras urbes en busca de soluciones logísticas inteligentes y sostenibles.

---

# **CONCLUSIONES Y LÍNEAS FUTURAS DE INVESTIGACIÓN**

---

## CONCLUSIONES

La motivación por la que se inicia este estudio reside en el hecho de que las ciudades, desde sus comienzos, no han sido pensadas ni diseñadas desde un punto de vista logístico, tal y como indica Jacobs (1961) en su libro *“The Death and Life of Great American Cities”*. Si además tenemos en cuenta el crecimiento de la población urbana, la cual se espera que represente el 68% en el año 2050, a nivel global, pero alcanzando hasta el 80% en determinados países desarrollados (United Nations, 2022); que en los entornos urbanos se produce el 80% del PIB de la economía mundial; que en las ciudades se consumen dos tercios del total de la energía a nivel global; que en ellas se genera más del 70% de las emisiones de GEI (World Bank, 2022); y que, a nivel europeo, por un lado el 60% de las ciudades presentan dificultades significativas en términos de gestión de la logística urbana (Faccio y Gamberi, 2015), y por otro en ellas se producen aproximadamente 400.000 muertes prematuras al año a causa de las emisiones derivadas del transporte (Khomeenko *et al.*, 2023), queda patente la necesidad de reconfigurar la tipología de las ciudades. Ante esto, y dado que no se puede deshacer toda la infraestructura urbana existente, hay que “jugar con las cartas de esta baraja” y cambiar el paradigma actual, buscando soluciones reales, plausibles y sostenibles, desarrollando para ello tecnologías e infraestructuras con verdadera aplicabilidad logística y un nuevo conocimiento que garantice su máximo aprovechamiento (De Brito Monteiro De Melo, 2010).

Como se ha podido demostrar a lo largo de este TFM, la logística urbana de UM es un área de conocimiento muy reciente y que presenta un importante vacío teórico en la literatura y en la investigación (Olsson *et al.*, 2019; Tuan Ha *et al.*, 2021) y, aunque existen numerosas propuestas de soluciones, la mayoría de ellas se encuentran dispersas e inconexas entre sí. Ante esto, los planteamientos necesarios para la logística urbana actual han de contar con una nueva visión, contemplando en todo momento la sostenibilidad desde sus tres perspectivas, es decir, la económica, la social y la medioambiental. Esta nueva visión ha de partir desde una vertiente logística, abordando el reto de la DUM desde una Estrategia Ciudad, donde las posibles soluciones propuestas consigan integrarse, pudiendo diseñar de esta manera modelos realmente sistémicos. Las soluciones han de adaptarse a las particularidades de cada ciudad, haciéndose necesarios, por tanto, estudios *ad hoc* para cada una de ellas, rechazando la adopción de soluciones universales. En el caso de la ciudad de València, la posible solución a adoptar sería el desarrollo de un modelo similar al UP que propone la startup valenciana t-box delivery & solutions, que representa una evolución del concepto del Centro Urbano de Consolidación mencionado en numerosos proyectos como el *City Logistics Project Kassel*.

Con todo esto, se puede afirmar que el problema no se debería circunscribir a demonizar el comercio online, la UM y todo lo que ello conlleva como causante de todas las externalidades negativas vinculadas a la movilidad urbana, sino que son las propias ciudades las que tienen

---

un problema en la configuración del aprovisionamiento al B2B y a los servicios B2C, lo cual se lleva acarreado desde antes de la expansión del e-commerce. De esta forma, la DUM y el comercio electrónico pueden ser también catalogados como víctimas de un contexto concreto y no la fuente de todos los impactos referidos. Deben por tanto, buscarse soluciones sistémicas que permitan y garanticen la coexistencia del comercio online, offline y la DUM, desde el punto de vista del TBL. No hay que olvidar que se prevé que el comercio online llegue a representar el 59% del total de las ventas mundiales en 2027 (Ortiz, 2022).

Finalmente, y desde el punto de vista de la demanda, se pone de manifiesto la necesidad de garantizar que los consumidores reciban información veraz relativa a las consecuencias de sus decisiones de compra (Thomas *et al.*, 2022), creando en ellos una mayor concienciación de consumo responsable, permitiendo relajar las tensiones, en alguna ocasión innecesarias, a las que se enfrenta las CdS en general, y la UM en particular. Especial mención requiere el estudio de Álvarez-Palau *et al.* (2022), que demuestra la insostenibilidad económica de las mal llamadas plataformas logísticas de *food-delivery*, sobre las cuales recaen además muchas dudas con respecto a su sostenibilidad social.

Nuestro futuro como sociedad es urbano, pero es necesario desarrollar un nuevo conocimiento científico en el ámbito de la DUM si queremos alcanzar con éxito modelos de Estrategia Ciudad Sostenibles.

---

## LÍNEAS FUTURAS DE INVESTIGACIÓN

Una vez finalizado este TFM, consideramos que sus conclusiones y hallazgos pueden servir de base para la ampliación del estudio a diversas áreas a través de la investigación.

Uno de los ámbitos en los que existe poca investigación y se cuenta con grandes deficiencias, es el sector del reparto de productos voluminosos como muebles o electrodomésticos, donde se precisan herramientas y equipos adicionales, así como una mano de obra más intensiva y especializada. Conseguir ahondar en este tipo de sectores podría abrir la oportunidad de ampliar la capacidad de gestión multisectorial y multi-producto.

Otra futura investigación debería focalizarse en el desarrollo de aplicaciones tecnológicas de alto valor para la logística avanzada, no limitándose únicamente a la optimización de rutas, sino enfocándose a su vez en la optimización de grupajes, de la logística inversa y la unificación de entregas.

Por otra parte, en el caso de hacerse realidad el modelo de UrbanPort®, puede surgir otra línea de investigación dedicada específicamente al estudio de dicho proyecto, analizando su progreso e impulsando posibles acciones correctivas que conduzcan a su funcionamiento óptimo, y al desarrollo de la logística urbana de UM sostenible en València, así como la valoración de su escalabilidad y su capacidad de adaptación y réplica en otras ciudades.

Para finalizar, se ha de mencionar la necesidad de abordar todas estas posibles líneas de investigación evitando el abuso de las tan socorridas encuestas como encontramos en la literatura actual, intentando desarrollar las investigaciones desde un punto de vista objetivo y a través de un método científico que contribuya a la consolidación de las bases teóricas de la UM.

---

# **GLOSARIO DE TÉRMINOS Y ACRÓNIMOS**

---

## **TÉRMINOS**

**B2B y B2C:** B2B (Business-to-Business) se refiere a las transacciones comerciales que ocurren entre empresas, donde una empresa vende productos o servicios a otra empresa, mientras que B2C (Business-to-Consumer) se refiere a las transacciones comerciales que ocurren entre una empresa y consumidores finales, donde la empresa vende productos o servicios directamente al público.

**Cadena de Suministro:** Conjunto de actividades interconectadas que involucran la planificación, adquisición, producción, almacenamiento y distribución de bienes y servicios desde su origen hasta el consumidor final.

**Centro Urbano de Consolidación:** Área específica dentro de una ciudad diseñada para concentrar actividades logísticas, como recepción, almacenamiento y distribución de mercancías, con el fin de reducir el tráfico de vehículos de carga en el centro urbano y mejorar la eficiencia en la distribución de bienes.

**Ciudad 15 Minutos:** Concepto urbanístico que busca crear entornos urbanos compactos y accesibles, donde los residentes puedan acceder a servicios básicos, espacios verdes, transporte público y oportunidades laborales a una distancia máxima de 15 minutos a pie o en bicicleta, fomentando así la sostenibilidad y calidad de vida de la comunidad.

**Comercio electrónico o e-commerce:** Compra y venta de bienes y servicios a través de plataformas digitales, como sitios web y aplicaciones móviles, permitiendo transacciones comerciales en línea entre empresas y consumidores o entre empresas y otras empresas.

**Core Values:** Principios fundamentales, creencias o convicciones fundamentales que guían y dan forma a la cultura, identidad y comportamiento de una organización, grupo o individuo, estableciendo la base para sus decisiones y acciones.

**Dióxido de Carbono Equivalente:** Medida utilizada en el ámbito científico y ambiental que cuantifica la contribución relativa de distintos gases de efecto invernadero al calentamiento global, expresando su potencial de calentamiento en términos de dióxido de carbono. Algunos de los gases incluidos en esta medida son el metano (CH<sub>4</sub>), óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), hidrofluorocarbono (HFC), perfluorocarbono (PFC), hexafluoruro de azufre (SF<sub>6</sub>) o trifluoruro de nitrógeno (NF<sub>3</sub>), entre otros.

**Distribución Urbana de Mercancías:** Proceso logístico que abarca la entrega eficiente de bienes y productos en áreas urbanas, teniendo en cuenta las restricciones y desafíos propios del entorno urbano.

---

**Economía Circular:** Enfoque económico, social y medioambiental que promueve la maximización de la eficiencia de los recursos y la minimización de residuos mediante el diseño, producción y consumo de bienes y servicios con una perspectiva sostenible y de ciclo cerrado.

**Economía Lineal:** Modelo económico tradicional en el que los recursos naturales se extraen, se utilizan para producir bienes y servicios, y después de su consumo, se desechan como residuos sin ser reintegrados al sistema productivo.

**Externalidades Negativas:** Efectos secundarios no deseados de actividades económicas o acciones individuales que imponen costos o impactos perjudiciales a terceros o al medio ambiente, sin que estos costos sean reflejados adecuadamente en los precios o decisiones de los involucrados.

**Hub:** Punto logístico estratégico que facilita la consolidación, distribución y transferencia eficiente de mercancías entre diferentes rutas o modos de transporte, optimizando la conectividad y reduciendo costes operativos.

**Inmologística:** Estudio y gestión estratégica de los aspectos logísticos relacionados con la planificación, operación y optimización de bienes inmuebles, como almacenes y centros de distribución, con el propósito de mejorar la eficiencia de la cadena de suministro y la distribución de productos

**Locker:** Armario o casillero inteligente utilizado para almacenar temporalmente objetos personales, paquetes o mercancías en espacios públicos o privados.

**Logística:** Disciplina de gestión que abarca la planificación, implementación y control eficiente de flujos de bienes, servicios e información, desde el punto de origen hasta el punto de consumo, con el objetivo de satisfacer las necesidades del cliente y maximizar la eficiencia operativa.

**Movilidad Urbana:** Conjunto de desplazamientos de personas y mercancías dentro de un área urbana, incluyendo diversos modos de transporte como caminar, bicicleta, transporte público y vehículos privados, con el objetivo de facilitar el acceso a los diferentes puntos de la ciudad.

**Sostenibilidad:** Enfoque holístico que busca satisfacer las necesidades presentes sin comprometer las capacidades futuras, considerando simultáneamente las dimensiones económicas, sociales y ambientales para lograr un equilibrio duradero en el desarrollo y preservación del entorno.

---

**Stakeholder:** También conocido como “grupo de interés”, se refiere a cualquier individuo, grupo, organización o entidad que puede afectar o ser afectado por las acciones, decisiones o resultados de una empresa, proyecto o actividad, y que tiene interés en sus resultados o desempeño.

**Triple Bottom Line:** Enfoque de gestión que busca evaluar el desempeño de una organización teniendo en cuenta las tres dimensiones de la sostenibilidad: económica, social y medioambiental, con el objetivo de lograr un equilibrio sostenible en sus operaciones y resultados.

**Última Milla:** Gestión de la cadena de suministro que comprende todos aquellos procesos de planificación, control y ejecución relacionados con el almacenamiento y transporte de mercancías, desde el último punto de expedición, hasta el punto final de entrega (B2C) o aprovisionamiento (B2B), con especial relevancia en el caso de los entornos urbanos, en los cuales se convierte en el elemento vertebrador de la logística urbana.

---

## **ACRÓNIMOS**

**AOD:** Ayuda Oficial para el Desarrollo

**B2B:** Business to Business

**B2C:** Business to Customer

**CdS:** Cadena de Suministro

**CO<sub>2eq</sub>:** Dióxido de carbono equivalente

**CUC:** Centro Urbano de Consolidación

**DDHH:** Derechos Humanos

**DUM:** Distribución Urbana de Mercancías

**EMT:** Empresa Municipal de Transportes

**GEI:** Gases de Efecto Invernadero

**HORECA:** Hostelería, Restauración y Caterings

**I+D:** Investigación y Desarrollo

**IA:** Inteligencia Artificial

**IFIs:** Instituciones Financieras Internacionales

**IoT:** Internet of Things (Internet de las Cosas)

**IPCC:** Panel Intergubernamental para el Cambio Climático

**KPI:** Key Performance Indicator o Indicador Clave de Rendimiento

**MITMA:** Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana

**MITECO:** Ministerio para la Transición Ecológica

**ODS:** Objetivos de Desarrollo Sostenible

**OMC:** Organización Mundial del Comercio

**OOII:** Organizaciones Internacionales

**PACES:** Plan de Acción para el Clima y la Energía Sostenible

**PIB:** Producto Interior Bruto

**PM<sub>2,5</sub>:** Materia Particulada con diámetro menor o igual a 2,5µm

**PMAs:** Países Menos Adelantados

**PYMES:** Pequeñas Y Medianas Empresas

**TBL:** Triple Bottom Line o Triple Cuenta de Resultados

**TEU:** Twenty-Foot Equivalent Unit

**TFM:** Trabajo Fin de Máster

**TIC:** Tecnologías de la Información y la Comunicación

**UM:** Última Milla

**UP:** UrbanPort®

**WCED:** World Commission on Environment and Development

---

# **BIBLIOGRAFÍA**

---

## **REFERENCIAS**

- ABDELFATTAH, L.; DEPONTE, D. y FOSSA, G.** (2022): “The 15-minute city: interpreting the model to bring out urban resiliencies”. *Transport Research Procedia*, 60, pp. 330-337
- ADKINS, L.; COOPER, M. y KONINGS, M.** (2019): “Class in the 21<sup>st</sup> century: Asset inflation and the new logic of inequality”. *Environment and Planning A: Economy and Space*, Volume 53, Issue 3
- ALJOHANI, K. y THOMPSON, R. G.** (2018): “A Stakeholder-Based Evaluation of the Most Suitable and Sustainable Delivery Fleet for Freight Consolidation Policies in the Inner-City Area”. *Sustainability*, 11, 124
- ÁLVAREZ-PALAU, E. J.; CALVET-LIÑÁN, L.; VIU-ROIG, M.; GANDOUZ, M. y JUAN, A. A.** (2022): “Economic profitability of last-mile food delivery services: Lessons from Barcelona”. *Research in Transportation Business & Management*, 45, 100659
- BALDWIN, R. E.** (2012): “Global supply chains: why they emerged, why they matter, and where they are going”, *CEPR Discussion Paper*, 9103, Centre for Economic Policy Research, Londres
- BONOMI, V.; MANSINI, R. y ZANOTTI, R.** (2022): “Last Mile Delivery with Parcel Lockers: evaluating the environmental impact of eco-conscious consumer behavior”. *IFAC Papers Online* 55-5, pp. 72-77
- BOSONA, T.** (2020): “Urban Freight Last Mile Logistics – Challenges and Opportunities to Improve Sustainability: A Literature Review”. *Sustainability*, 12(21), 8769
- BROWN, J. R. y GUIFFRIDA, A. L.** (2014): “Carbon emissions comparison of last mile delivery versus customer pickup”. *International Journal of Logistics Research and Applications: A Leading Journal of Supply Chain Management*
- CAI, M.; KASSENS-NOOR, E., ZHAO, Z. y COLBRY, D.** (2023): “Are smart cities more sustainable? An exploratory study of 103 U.S. cities”. *Journal of Cleaner Production*, 416, 137986
- CARTER, C. y ROGERS, D.** (2008): “A Framework of Sustainable Supply Chain Management: Moving Toward New Theory”. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 38, pp. 360-387

---

**COLLINS, J. C. y PORRAS, J. L.** (1994): “Built to Last: Successful Habits of Visionary Companies”. Harper Business Publishers, Nueva York

**CORONGIU, A.** (2013): “CITYLOG – Sustainability and Efficiency of City Logistics”. *Transport Research and Innovation Monitoring and Information System*

**DE BRITO MONTEIRO DE MELO, S. M.** (2010): “Evaluation of urban goods distribution initiatives towards mobility and sustainability: indicators, stakeholders and assessment tools”. *Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto*

**DELTELL BERNABÉ, G.** (2019): “Estudio de Viabilidad de un Sistema de Reparto de Paquetería mediante la Flota de Autobuses de la “Empresa Municipal de Transportes de Valencia S.A.” en la ciudad de València (España)”

**DEMIR, E.; SYNTETOS, A. y VAN WOENSEL, T.** (2022): “Last mile logistics: Research trends and needs”. *IMA Journal of Management Mathematics*, Vol. 33, pp. 549-561

**DEMIR, E.; HUANG, Y.; SCHOLTS, S. y VAN WOENSEL, T.** (2015): “A selected review on the negative externalities of the freight transportation: Modeling and pricing”. *Transportation Research Part E*, 77, pp. 95-114

**DONG, B.; BEATE HOVI, I. y PINCHASIK, D. R.** (2023): “Analysis of Service Efficiency of Parcel Locker in Last-mile Delivery: A Case Study in Norway”. *Transportation Research Procedia*, 69, pp. 918-925

**DOWNES, L.** (2009): “The Laws of Disruption: Harnessing the New Forces That Govern Life and Business in the Digital Age”. *Basic Books (AZ)*.

**EDWARDS, J. B.; MCKINNON, A. C. y CULLINANE, S. L.** (2009): “Carbon Auditing the “Last Mile”: Modelling the Environmental Impacts of Conventional and Online Non-food Shopping”. *Logistics Research Centre, School of Management and Languages, Heriot-Watt University*.

**ELKINGTON, J.** (1997): “Cannibals with Forks: The Triple Bottom Line of 21st Century Business”. *Capstone Publishing Limited, Oxford Centre for Innovation*, Reino Unido

**FACCIO, M. y GAMBERI, M.** (2015): “New City Logistics Paradigm: From the “Last Mile” to the “Last 50 Miles” Sustainable Distribution”. *Sustainability*, 7, pp. 14873-14894

**FIRDAUSIYAH, N.; TANIGUCHI, E. y QURESHI, A. G.** (2019): “Impacts of Urban Consolidation Centres for Sustainable City Logistics Using Adaptive Dynamic

---

Programming Based Multi-Agent Simulation”. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*

**GLADWIN, T. N.; KENNELLY, J. J. y KRAUSE, T.** (1995): “Shifting paradigms for sustainable development: implications for management theory and research”, *Academy of Management Review*, Vol. 20, No. 4, pp. 874-907

**GEVAERS, R.; VAN DE VOORDE, E. y VANELSLANDER, T.** (2014): “Cost Modelling and Simulation of Last-mile Characteristics in an Innovative B2C Supply Chain Environment with Implications on Urban Areas and Cities”, *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 125, pp. 398-411

**JACOBS, J.** (1961): “The Death and Life of Great American Cities”, *Random House*, Nueva York

**KHOMENKO, S.; PISONI, E.; THUNIS, P.; BESSAGNET, B.; CIRACH, M.; IUNGMAN, T.; PEREIRA BARBOZA, E.; KHREIS, H.; MUELLER, N.; TONNE, C.; DE HOOGH, K.; HOEK, G.; CHOWDHURY, S.; LELIEVELD, J. y NIEUWENHUIJSEN, M.** (2023): “Spatial and sector-specific contributions of emissions to ambient air pollution and mortality in European cities: a health impact assessment”. *Lancet Public Health* 2023, 8, pp. e546-e558

**KIBA-JANIAK, M.; MARCINKOWSKI, J.; JAGODA, A. y SKOWRONSKA, A.** (2021): “Sustainable last mile delivery on e-commerce market in cities from the perspective of various stakeholders. Literature review”. *Sustainable Cities and Society*, 71, 102984

**KLEIN, P. y POPP, B.** (2022): “Last-Mile Delivery Methods in E-commerce: Does Perceived Sustainability Matter for Consumer Acceptance and Usage?”. *Sustainability*, 14, 16437

**KÖHLER, U.** (2004): “New Ideas for the City-Logistics Project in Kassel”. *Logistics Systems for Sustainable Cities*, pp. 321-332

**KÖHLER, U. y STRAUß, S.** (1997): “City-Logistics Concept in Kassel”. *Proceedings from the 25<sup>th</sup> European Transport Forum, seminar B: Freight*

**LAUENSTEIN, S. y SCHANK, C.** (2022): “Design of Sustainable Last Mile in Urban Logistics – A Systematic Literature Review”. *Sustainability*

**MARCILIO NOGUEIRA, G. P.; RANGEL, J. J. y SHIMODA, E.** (2021): “Sustainable last-mile distribution in B2C e-commerce: Do customers really care?”. *Cleaner and Responsible Consumption*, Vol. 3

---

**MCDONOUGH, W. y BRAUNGART, M.** (2002): “Cradle to Cradle: Remaking the Way We Make Things”. *North Point Press*. Nueva York

**MEADOWS, D. H.; MEADOWS, D. L.; RANDERS, J. y BEHRENS, W.** (1972): “Los límites del crecimiento: informe al Club de Roma sobre el Predicamento de la humanidad”. Vol. 116

**MORENO, C.; ALLAM, Z.; CHABAUD, D.; GALL, C. y PRATLONG F.** (2021): “Introducing the “15-Minute City”: Sustainability, Resilience and Place Identity in Future Post-Pandemic Cities” *Smart Cities, MDPI*, 4, pp. 93-111

**MORENO MAS, A.** (2022): “Cuadernos de Logística Avanzada”. *Cátedra de Logística Avanzada para la Última Milla*, N°1

**MUÑUZURI, J.; LARRAÑETA J.; ONIEVA, L. y CORTÉS, P.** (2005): “Solutions applicable by local administrations for urban logistics improvement”. *Cities*, 22, pp. 15-28

**NANAYAKKARA, P. R.; JAYALATH, M. M.; THIBBOTUWAWA, A. y PERERA, H. N.** (2022): “A circular reverse logistics framework for handling e-commerce returns”. *Cleaner Logistics and Supply Chain*, 5, 100080

**OLSSON, J.; HELLSTRÖM, D. y PÅLSSON, H.** (2019): “Framework of Last Mile Logistics Research: A Systematic Review of the Literature”, *Sustainability, MDPI*, 11, 7131

**PAPAS, T.; BASBAS, S. y CAMPISI, T.** (2023): “Urban mobility evolution and the 15-minute city model: from holistic to bottom-up approach”. *Transportation Research Procedia*, 69, pp. 544-551

**QUAK, H.; BALM, S. y POSTHUMUS B.** (2014): “Evaluation of City Logistics Solutions with Business Model Analysis”. *Procedia – Social and Behavioral Sciences, 8th International Conference on City Logistics*, 125, pp. 111-124

**RODRIGUE, J. P.** (2020): “The distribution network of Amazon and the footprint of freight digitalization”. *Journal of Transport Geography*

**ROSINI, R.** (2005): “CITY PORTS PROJECT: INTERIM REPORT”. *Quaderni del Servizio Pianificazione dei Trasporti e Logistica*, 7

**SAPIGIUC, E. G.** (2022): “Circular Economy and Business Process Reengineering: an analysis of the automotive sector in Spain”

**SEGHEZZI, A.; SIRAGUSA, C. y MANGIARACINA, R.** (2022): “Parcel lockers vs. home delivery: a model to compare last-mile delivery cost in urban and rural areas”.

---

*International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, Vol. 52, No. 3, pp. 213-237

**THOMAS, R. W.; UELTSCHY MURFIELD, M. L. y ELLRAM L. M.** (2022): “Leveraging sustainable supply chain information to alter last-mile delivery consumption: A social exchange perspective”. *Sustainable Production and Consumption*, Vol. 34, pp. 285-299

**TUAN HA, N.; AKBARI, M. y AU, B.** (2021): “Last mile delivery in logistics and supply chain management: a bibliometric analysis and future directions”. *Benchmarking: An International Journal*, Vol. 30 No. 4, pp. 1137-1170.

**WALLEY, N. y WHITEHEAD, B.** (1994): “It’s not easy being green”, *Harvard Business Review*, Vol. 72 No. 3, pp. 46-52.

**WATERS, D.** (2007): “Global Logistics: New Directions in Supply Chain Management”, 5ª ed, *Kogan Page Publishers*

**WCED (World Commission on Environment and Development)** (1987): “Our Common Future (Brundtland Report)”, Naciones Unidas

**WYMAN, O.** (2020): “¿Es el E-commerce bueno para Europa? Estudio sobre el impacto económico y medioambiental”

## **RECURSOS DE INTERNET**

**AJUNTAMENT DE VALÈNCIA** (2013): “Plan de Movilidad Urbana Sostenible de Valencia” [en línea], [https://www.valencia.es/documents/20142/628173/20131211\\_Documento\\_PMUS\\_Cap1%2520a1%2520Cap2%2520parte1.pdf/36f0e1b1-04bf-094c-bbf5-18d5f09dc3c3](https://www.valencia.es/documents/20142/628173/20131211_Documento_PMUS_Cap1%2520a1%2520Cap2%2520parte1.pdf/36f0e1b1-04bf-094c-bbf5-18d5f09dc3c3), [consulta: 28 agosto 2023]

**BCL (Barcelona Centre Logistic)** (2022): “La integración de los ODS en la estrategia y la gestión productiva de la organización” [en línea], [https://bcncl.es/wp-content/uploads/2022/01/HABLAN-LOS-SOCIOS-DE-BCL\\_Ingenieria-Social\\_La-integracio%CC%81n-de-los-ODS-en-la-estrategia-empresarial.pdf](https://bcncl.es/wp-content/uploads/2022/01/HABLAN-LOS-SOCIOS-DE-BCL_Ingenieria-Social_La-integracio%CC%81n-de-los-ODS-en-la-estrategia-empresarial.pdf), [consulta: 26 julio 2023]

**BELLO, E.** (2021): “Qué es el Q-Commerce y cómo revolucionará los hábitos de consumo” [en línea], <https://www.iebschool.com/blog/que-es-el-q-commerce-e-commerce/>, [consulta: 18 febrero 2023]

---

**CARRASCO, D.** (2023): “Qué es el bracketing y cómo afecta los costes de un eCommerce y al medio ambiente” [en línea], [https://marketing4ecommerce.net/que-es-el-bracketing-y-como-afecta-los-costes-de-un-ecommerce-y-al-medio-ambiente/?utm\\_source=news&utm\\_medium=mail&utm\\_campaign=newsm4c](https://marketing4ecommerce.net/que-es-el-bracketing-y-como-afecta-los-costes-de-un-ecommerce-y-al-medio-ambiente/?utm_source=news&utm_medium=mail&utm_campaign=newsm4c), [consulta: 24 julio 2023]

**CASTAÑO CANO, M. y CASADO BARAHONA, J.** (2018): “Estudio del sector logístico de la Comunitat Valenciana” [en línea], <https://mediambient.gva.es/documents/167157081/167221057/Estudio+Sector+Log%C3%ADstico+de+la+CV.pdf/c271dba9-1294-47fb-9707-2447b7856882?t=1544530660319>, [consulta: 28 agosto 2023]

**CBRE** (2022): “Tendencias del sector suelo y su impacto en la logística e industrial” [en línea], <https://www.cbre.es/insights/reports/informe-suelo-industrial-y-logistico-cbre-espana-2022>, [consulta: 29 agosto 2023]

**CIRUJEDA, I.** (2023): “La logística valenciana, entre el despegue y el cuello de botella” [en línea], <https://valenciaplaza.com/la-logistica-valenciana-entre-el-despegue-y-el-cuello-de-botella>, [consulta: 29 agosto 2023]

**CNMC (Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia)** (2023): “El comercio electrónico superó en España los 72.000 millones de euros en el 2022, un 25% más que el año anterior” [en línea], <https://www.cnmc.es/prensa/comercio-electronico-IVT22-20230630>, [consulta: 2 julio 2023]

**CORNELL, A.; KLOSS, B.; PRESSER, DJ. y RIEDEL, R.** (2023): “Drones take to the sky, potentially disrupting last-mile delivery” [en línea], <https://www.mckinsey.com/industries/aerospace-and-defense/our-insights/future-air-mobility-blog/drones-take-to-the-sky-potentially-disrupting-last-mile-delivery>, [consulta: 17 febrero 2023]

**DENNIS, S.** (2018): “The Ticking Time Bomb Of E-commerce Returns” [en línea], <https://www.forbes.com/sites/stevendennis/2018/02/14/the-ticking-time-bomb-of-e-commerce-returns/?sh=3332c5394c7f>, [consulta: 22 julio 2023]

**DOI, T.; HANNON, E.; HEID, B.; HUBER, A.; MATHIS, R.; MURAKAMI, Y. y ODAWARA, H.** (2021): “Efficient and sustainable last-mile logistics: Lessons from Japan” [en línea], <https://www.mckinsey.com/industries/travel-logistics-and-infrastructure/our-insights/efficient-and-sustainable-last-mile-logistics-lessons-from-japan>, [consulta: 17 febrero 2023]

---

**DSSMITH** (2022): “En España se envían más de 41 millones de metros cúbicos de aire en los paquetes de entregas online” [en línea], <https://www.dssmith.com/es/noticias/noticias/2022/9/en-espana-se-envian-mas-de-41-millones-de-metros-cubicos-de-aire-en-los-paquetes-de-entregas-online#:~:text=Madrid%2C%2021%20de%20septiembre%20de,a%20casi%2011.000%20piscinas%20ol%C3%ADmpicas>, [consulta: 28 mayo 2023]

**ELOGIA** (2022): “I Estudio de Logística en Compras Online en España” [en línea], <https://marketing4ecommerce.net/descargables/estudio-logistica-2022/>, [consulta: 25 julio 2023]

**LABORATORIO ECOINNOVACIÓN** (2017): “De la tendencia a la oportunidad. Informe de oportunidades para una logística de última milla sostenible. Hacia una logística próspera al servicio de las personas” [en línea], [http://www.laboratorioecoinnovacion.com/informes\\_de\\_tendencias/informe-de-oportunidades-para-una-logistica-de-ultima-milla-sostenible](http://www.laboratorioecoinnovacion.com/informes_de_tendencias/informe-de-oportunidades-para-una-logistica-de-ultima-milla-sostenible), [consulta: 29 julio 2023]

**MDSOCIALESA (Ministerio de Derechos Sociales y Agenda 2030)** (2021): “Metas de los Objetivos de Desarrollo Sostenible” [en línea], <https://www.mdsocialesa2030.gob.es/agenda2030/documentos/metas-ods.pdf>, [consulta: 28 julio 2023]

**MDSOCIALESA (Ministerio de Derechos Sociales y Agenda 2030)** (2021b): “Estrategia de Desarrollo Sostenible 2030. Un Proyecto de País para hacer realidad la Agenda 2030” [en línea], <https://www.mdsocialesa2030.gob.es/agenda2030/documentos/eds-cast-acce.pdf>, [consulta: 28 julio 2023]

**MISSIONS VALÈNCIA** (2022): “MOCIÓN: MISSIÓ VALÈNCIA CIUTAT NEUTRA. Conseguir al menos 3 barrios de la ciudad de València climáticamente neutros antes de 2030 por y para la ciudadanía” [en línea], <https://www.missionsvalencia.eu/wp-content/uploads/2021/05/Mocio%CC%81n-Pleno-Misio%CC%81n-Vale%CC%80ncia-Ciudad-Neutra.pdf>, [consulta: 17 marzo 2023]

**MITECO (Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico)** (2023): “Informe de Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero” [en línea], [https://www.miteco.gob.es/content/dam/miteco/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/sistema-espanol-de-inventario-sei-es\\_nir\\_edicion2023\\_tcm30-560374.pdf](https://www.miteco.gob.es/content/dam/miteco/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/sistema-espanol-de-inventario-sei-es_nir_edicion2023_tcm30-560374.pdf), [consulta: 23 abril 2023]

**MITMA (Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana)** (2013): “Estrategia Logística De España” [en línea],

---

[https://www.mitma.gob.es/recursos\\_mfom/20131125estrategialogistica\\_0.pdf](https://www.mitma.gob.es/recursos_mfom/20131125estrategialogistica_0.pdf), [consulta: 18 marzo 2023]

**MITMA (Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana)** (2023): “Observatorio del Transporte y la Logística en España. Informe Annual 2022” [en línea], [https://cdn.mitma.gob.es/portal-web-drupal/OTLE/elementos\\_otle/Informe\\_anual\\_2022%20\(febrero\\_2023\).pdf](https://cdn.mitma.gob.es/portal-web-drupal/OTLE/elementos_otle/Informe_anual_2022%20(febrero_2023).pdf), [consulta: 25 mayo 2023]

**MOVILIDAD SOSTENIBLE** (2022): “Las devoluciones tienen un coste, pero ¿es el único coste del ecommerce?” [en línea], <https://www.movilidadsostenible.com/es/el-50-de-los-articulos-que-se-compran-durante-el-black-friday-se-devuelven/>, [consulta: 28 mayo 2023]

**NARVAR** (2021): “The State of Returns: Finding What Fits” [en línea], [https://see.narvar.com/rs/249-TEC-877/images/State%20of%20Returns\\_Finding%20What%20Fits\\_Narvar%20Consumer%20Study%20US%202021.pdf](https://see.narvar.com/rs/249-TEC-877/images/State%20of%20Returns_Finding%20What%20Fits_Narvar%20Consumer%20Study%20US%202021.pdf), [consulta: 24 julio 2023]

**NAVARRO, N.** (2022): “València licita la redacción de los proyectos que renaturalizan sus principales bulevares” [en línea], <https://www.lavanguardia.com/local/valencia/20221228/8661489/valencia-licita-redaccion-proyectos-renaturalizan-principales-bulevars.html>, [consulta: 8 septiembre 2023]

**ORTIZ, G.** (2022): “Las ventas de Marketplace representarán el 59% de las ventas del sector a nivel mundial para 2027” [en línea], <https://ecommerce-news.es/las-ventas-de-marketplace-representaran-el-59-de-las-ventas-del-sector-a-nivel-mundial-para-2027/>, [consulta: 23 mayo 2023]

**PALMAS PORT** (2022): “Puerto de Las Palmas” [en línea], <https://www.palmasport.es/es/puerto-de-las-palmas/>, [consulta: 8 septiembre 2023]

**SÁNCHEZ, S.** (2021): “Paso atrás de Málaga en su idea de sacar los camiones de reparto del Centro” [en línea], [https://www.lespanol.com/malaga/malaga-ciudad/20210922/paso-malaga-idea-sacar-camiones-reparto-centro/613939869\\_0.html](https://www.lespanol.com/malaga/malaga-ciudad/20210922/paso-malaga-idea-sacar-camiones-reparto-centro/613939869_0.html), [consulta: 21 junio 2023]

**T-BOX DELIVERY & SOLUTIONS** (2021): “Somos t-box, la solución más logística para tu negocio” [en línea], <https://tboxds.es/nosotros/>, [consulta: 2 agosto 2023]

**TORRES, B.** (2021): “València no debe permitirse el lujo de desaprovechar suelos” [en línea], <https://valenciaplaza.com/entrevista-anonio-piles-bertolin-urbanismo>, [consulta: 8 septiembre 2023]

---

**UNICEF (United Nations International Children's Emergency Fund)** (2015): “5 diferencias entre los Objetivos de Desarrollo del Milenio y los Objetivos de Desarrollo Sostenible” [en línea], <https://www.unicef.es/noticia/5-diferencias-entre-los-objetivos-de-desarrollo-del-milenio-y-los-objetivos-de-desarrollo>, [consulta: 17 abril 2022]

**UNITED NATIONS** (2022): “World Cities Report 2022. Envisaging the Future of Cities” [en línea], [https://unhabitat.org/sites/default/files/2022/06/wcr\\_2022.pdf](https://unhabitat.org/sites/default/files/2022/06/wcr_2022.pdf), [consulta: 24 mayo 2023]

**VALENCIA PORT** (2022): “Valenciaport mejora la actividad prepandemia: Supera los 5,6 millones de TEUs en 2021 y moviliza 85 millones de toneladas” [en línea], <https://www.valenciaport.com/valenciaport-mejora-la-actividad-prepandemia-supera-los-56-millones-de-teus-en-2021-y-moviliza-85-millones-de-toneladas/>, [consulta: 8 septiembre 2022]

**WORLD BANK** (2022): “Desarrollo Urbano – Panorama General” [en línea], <https://www.bancomundial.org/es/topic/urbandevelopment/overview#1>, [consulta: 23 mayo 2023]

**WORTZEL, J.; REMES, J.; BOLAND, B.; LV, K.; SINHA, S.; STRUBE, G.; MEANS, J.; LAW, J.; CADENA, A. y VON DER TANN, V.** (2018): “Smart cities: Digital solutions for a more livable future” [en línea], <https://www.mckinsey.com/capabilities/operations/our-insights/smart-cities-digital-solutions-for-a-more-livable-future>, [consulta: 8 septiembre 2023]

---

## **ANEXO I: Imágenes de apoyo**

---

## Representación del concepto Bentobox:

Cuenta con dos partes principales: por un lado se encuentra una parte fija en la que se dispone la unidad de control y la interfaz de usuario (parte izquierda de la imagen), mientras que por otro lado se encuentra el chasis dividido en seis módulos en los cuales pueden ser acoplados distintos compartimentos capaces de ser trasladados a través de ruedas.



Figura A.1.1. Representación del concepto Bentobox  
Fuente: Quak *et al.* (2014)

---

## **ANEXO II: Tablas de ampliación de los Objetivos de Desarrollo Sostenible**

A continuación, se presenta una tabla de ampliación de los ODS compuesta por las metas intrínsecas a cada uno de dichos objetivos. Se destacan aquellos cuya consecución pueda conducir al alcance de la sostenibilidad de la UM. Las relaciones directas son destacadas en color verde, mientras que las indirectas en color amarillo.

<b>METAS DE LOS OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE</b>
<b>OBJETIVO 1: FIN DE LA POBREZA</b>
<p>Meta 1.1: Erradicación de la pobreza máxima</p> <p>Meta 1.2: Reducción de la pobreza relativa en todas sus dimensiones</p> <p>Meta 1.3: Implantación de sistemas de protección social</p> <p>Meta 1.4: Garantía de acceso a servicios básicos y recursos financieros</p> <p>Meta 1.5: Resiliencia a desastres ambientales, económicos y sociales</p> <p>Meta 1.A: Fomentar la resiliencia a los desastres ambientales, económicos y sociales</p> <p>Meta 1.B: Creación de marcos normativos para erradicar la pobreza</p>
<b>OBJETIVO 2: HAMBRE CERO</b>
<p>Meta 2.1: Poner fin al hambre</p> <p>Meta 2.2: Poner fin a todas las formas de malnutrición</p> <p>Meta 2.3.: Duplicación de productividad e ingresos agrícolas a pequeña escala</p> <p>Meta 2.4: Prácticas agrícolas sostenibles y resilientes</p> <p>Meta 2.5: Mantenimiento de la diversidad genética de semillas</p> <p>Meta 2.A: Aumento de inversiones en agricultura</p> <p>Meta 2.B: Estabilidad mercados agropecuarios mundiales</p> <p>Meta 2.C: Control de la volatilidad de precios de los alimentos</p>
<b>OBJETIVO 3: SALUD Y BIENESTAR</b>
<p>Meta 3.1: Reducción de la tasa de mortalidad materna</p> <p>Meta 3.2: Eliminar la mortalidad infantil</p> <p>Meta 3.3: Poner fin a las enfermedades transmisibles</p> <p>Meta 3.4: Reducción de las enfermedades no transmisibles y salud mental</p> <p>Meta 3.5: Prevención y tratamiento de abusos de drogas y alcohol</p> <p>Meta 3.6: Reducción de accidentes de tráfico</p> <p>Meta 3.7: Garantía de acceso a la salud Sexual y reproductiva, y a la planificación familiar</p>

<p>Meta 3.8: Lograr la cobertura universal y acceso medicamentos</p> <p>Meta 3.9: Reducción de muertes por contaminación química y polución</p> <p>Meta 3.A: Control del tabaco</p> <p>Meta 3.B: Apoyo a la I+D de vacunas y medicamentos esenciales</p> <p>Meta 3.C: Aumento de la financiación del sistema sanitario</p> <p>Meta 3.D: Refuerzo en la gestión de riesgos sanitarios</p>
<b>OBJETIVO 4: EDUCACIÓN DE CALIDAD</b>
<p>Meta 4.1: Asegurar la calidad de la educación primaria y secundaria</p> <p>Meta 4.2: Asegurar el acceso y calidad de la educación Pre-escolar</p> <p>Meta 4.3: Asegurar el acceso igualitario a la formación superior</p> <p>Meta 4.4: Aumento de las competencias para acceder al empleo</p> <p>Meta 4.5: Eliminación disparidad de género y colectivos vulnerables</p> <p>Meta 4.6: Asegurar la alfabetización y conocimiento de aritmética</p> <p>Meta 4.7: Fomentar la educación Global para el Desarrollo Sostenible</p> <p>Meta 4.A: Mejora de instalaciones educativas inclusivas y seguras</p> <p>Meta 4.B: Aumento de becas para enseñanza superior</p> <p>Meta 4.C: Mejorar la cualificación de docentes</p>
<b>OBJETIVO 5: IGUALDAD DE GÉNERO</b>
<p>Meta 5.1: Poner fin a la discriminación</p> <p>Meta 5.2: Eliminar todas las formas de violencia de género</p> <p>Meta 5.3: Eliminar matrimonio infantil y mutilación genital femenina</p> <p>Meta 5.4: Reconocer el trabajo de cuidados y doméstico</p> <p>Meta 5.5: Asegurar la participación plena de la mujer e igualdad oportunidades</p> <p>Meta 5.6: Asegurar el acceso salud sexual y reproductiva y derechos reproductivos</p> <p>Meta 5.A: Asegurar la igualdad de derechos a los recursos económicos</p> <p>Meta 5.B: Mejorar el uso de tecnología y TIC</p> <p>Meta 5.C: Aprobar políticas y leyes para la igualdad y el empoderamiento</p>
<b>OBJETIVO 6: AGUA LIMPIA Y SANEAMIENTO</b>
<p>Meta 6.1: Lograr el acceso a agua potable</p> <p>Meta 6.2: Lograr el acceso a servicios de saneamiento e higiene</p> <p>Meta 6.3: Mejorar la calidad de agua. Reducir la contaminación y aguas residuales</p>

---

Meta 6.4: Aumentar el uso eficiente de recursos hídricos (extracción de agua dulce)  
Meta 6.5: Implementar la gestión integral de recursos hídricos  
Meta 6.6: Protección de los ecosistemas relacionados con agua  
Meta 6.A: Fomentar la creación de capacidades de gestión  
Meta 6.B: Apoyar la participación de las comunidades locales

**OBJETIVO 7: ENERGÍA ASEQUIBLE Y NO CONTAMINANTE**

Meta 7.1: Garantizar acceso universal a energía  
Meta 7.2: Aumento de las energías renovables  
Meta 7.3: Duplicar la tasa de eficiencia energética  
Meta 7.A: Aumento de la investigación e inversión en energías limpias  
Meta 7.B: Ampliar la infraestructura y tecnología en países en desarrollo

**OBJETIVO 8: TRABAJO DECENTE Y CRECIMIENTO ECONÓMICO**

Meta 8.1: Mantenimiento del crecimiento económico  
Meta 8.2: Elevar la productividad a través de la diversificación, tecnología e innovación  
Meta 8.3: Fomento de pequeña y mediana empresa  
Meta 8.4: Mejora de la producción y consumo eficiente y respetuoso  
Meta 8.5: Lograr el pleno empleo y trabajo decente  
Meta 8.6: Reducción de los jóvenes sin trabajo ni estudios  
Meta 8.7: Erradicación la esclavitud, trata y trabajo infantil  
Meta 8.8: Protección de los derechos laborales y trabajo seguro  
Meta 8.9: Promoción el turismo sostenible  
Meta 8.10: Fortalecimiento la capacidad de las instituciones financieras  
Meta 8.A: Aumento ayuda para el comercio en países en desarrollo  
Meta 8.B: Desarrollo de la estrategia mundial para empleo juvenil

**OBJETIVO 9: INDUSTRIA, INNOVACIÓN E INFRAESTRUCTURA**

Meta 9.1: Desarrollo de Infraestructura sostenible  
Meta 9.2: Promoción de industria inclusiva y sostenible  
Meta 9.3: Aumento del acceso PYMES a servicios financieros y cadenas de valor  
Meta 9.4: Modernización de la infraestructura, tecnología limpia  
Meta 9.5: Aumento de la investigación científica, capacidad tecnológica  
Meta 9.A: Apoyo a infraestructuras sostenibles y resilientes

Meta 9.B: Desarrollo de la tecnología, investigación e innovación

Meta 9.C: Aumento del acceso a TIC e internet

### **OBJETIVO 10: REDUCCIÓN DE LAS DESIGUALDADES**

Meta 10.1: Crecimiento de Ingresos del 40% población pobre

Meta 10.2: Promoción de la Inclusión social, económica y política

Meta 10.3: Garantizar la igualdad de oportunidades

Meta 10.4: Adopción de políticas fiscales, salariales y de protección social

Meta 10.5 Mejorar de la regulación de los mercados financieros mundiales

Meta 10.6 Participación de países en desarrollo en IFIs y OOI

Meta 10.7 Facilitar la migración y políticas migratorias ordenadas

Meta 10.A Aplicación del principio del trato especial y diferenciado (OMC)

Meta 10.B Fomento de corrientes financieras para países en desarrollo

Meta 10.C Reducción de costes de Remesas

### **OBJETIVO 11: CIUDADES Y COMUNICACIONES SOSTENIBLES**

Meta 11.1: Asegurar el acceso a la vivienda

Meta 11.2: Proporcionar el acceso a transporte público

Meta 11.3: Aumento de la urbanización inclusiva y sostenible

Meta 11.4: Protección del patrimonio cultural y natural

Meta 11.5: Reducción del número de muertes por desastres y reducción de vulnerabilidad

Meta 11.6: Reducción del impacto ambiental en ciudades

Meta 11.7: Proporcionar el acceso a zonas verdes y espacios públicos seguros

Meta 11.A: Apoyo a vínculos zonas urbanas, periurbanas y rurales

Meta 11.B: Aumento de la reducción de riesgos de desastres en ciudades

Meta 11.C: Apoyo a la construcción de edificios sostenibles y resilientes en PMAs

### **OBJETIVO 12: PRODUCCIÓN Y CONSUMO RESPONSABLES**

Meta 12.1: Aplicación marco de consumo y producción sostenibles

Meta 12.2: Lograr el uso eficiente de recursos naturales

Meta 12.3: Reducción del desperdicio de alimentos

Meta 12.4: Gestión de desechos y productos químicos

Meta 12.5: Prevención, reducción, reciclado y reutilización de desechos

Meta 12.6: Adopción de prácticas sostenibles en empresas

<p>Meta 12.7: Adquisiciones públicas sostenibles</p> <p>Meta 12.8: Asegurar la educación para el Desarrollo Sostenible</p> <p>Meta 12.A: Fortalecimiento de ciencia y tecnología para sostenibilidad</p> <p>Meta 12.B: Lograr turismo sostenible</p> <p>Meta 12.C: Regulación de subsidios a combustibles fósiles</p>
<b>OBJETIVO 13: ACCIÓN POR EL CLIMA</b>
<p>Meta 13.1: Fortalecimiento de la resiliencia y adaptación</p> <p>Meta 13.2: Incorporación del cambio climático en políticas, estrategias y planes nacionales</p> <p>Meta 13.3: Mejora de la Educación y sensibilización medioambiental</p> <p>Meta 13.A: Movilización de recursos económicos</p> <p>Meta 13.B: Gestión cambio climático en los países menos avanzados</p>
<b>OBJETIVO 14: VIDA SUBMARINA</b>
<p>Meta 14.1: Prevención y reducción a la contaminación marina</p> <p>Meta 14.2: Gestión ecosistemas marinos y costeros</p> <p>Meta 14.3: Minimización de la acidificación de océanos</p> <p>Meta 14.4: Regulación de la explotación pesquera sostenible</p> <p>Meta 14.5: Conservación zonas costeras y marinas</p> <p>Meta 14.6: Combatir la pesca ilegal y excesiva</p> <p>Meta 14.7: Aumento de los beneficios económicos de la pesca sostenible</p> <p>Meta 14.A: Apoyo a la investigación y tecnología marina</p> <p>Meta 14.B: Fomento de la pesca a pequeña escala y artesanal</p> <p>Meta 14.C: Aplicación Convención de NNUU sobre el Derecho del Mar</p>
<b>OBJETIVO 15: VIDA Y ECOSISTEMAS TERRESTRES</b>
<p>Meta 15.1: Asegurar la Conservación y uso sostenibles de los ecosistemas</p> <p>Meta 15.2: Gestión sostenibles de bosques</p> <p>Meta 15.3: Lucha contra la desertificación</p> <p>Meta 15.4: Asegurar la conservación ecosistemas montañosos</p> <p>Meta 15.5: Medidas contra la degradación y pérdida de biodiversidad</p> <p>Meta 15.6: Acceso y uso adecuado de los recursos genéticos</p> <p>Meta 15.7: Combatir la caza furtiva y especies protegidas</p>

<p>Meta 15.8: Prevención de especies invasoras</p> <p>Meta 15.9: Integración de planes sensibles a medioambiente</p> <p>Meta 15.A: Movilización y aumento de los recursos financieros</p> <p>Meta 15.B: Aumento de recursos para gestión forestal</p> <p>Meta 15.C: Apoyar la lucha contra caza furtiva</p>
<p><b>OBJETIVO 16: PAZ, JUSTICIA E INSTITUCIONES SÓLIDAS</b></p>
<p>Meta 16.1: Reducción de todas las formas de violencia</p> <p>Meta 16.2: Erradicación del maltrato, trata y explotación infantil</p> <p>Meta 16.3: Promoción del Estado de Derecho, acceso a justicia</p> <p>Meta 16.4: Reducción de las Corrientes financieras y de armas ilícitas</p> <p>Meta 16.5: Reducción de la corrupción y soborno</p> <p>Meta 16.6: Creación de instituciones eficaces y transparentes</p> <p>Meta 16.7: Fomento de la participación ciudadana</p> <p>Meta 16.8: Fortalecimiento de la participación países en desarrollo en OOII</p> <p>Meta 16.9: Proporción de identidad jurídica y registro de nacimientos</p> <p>Meta 16.10: Acceso a información y libertades fundamentales</p> <p>Meta 16.A: Fortalecimiento instituciones en prevención de la violencia</p> <p>Meta 16.B: Promoción y aplicación de leyes y políticas (DDHH)</p>
<p><b>OBJETIVO 17: ALIANZAS PARA LOGRAR LOS OBJETIVOS</b></p>
<p>Meta 17.1: Movilización de recursos domésticos para recaudación fiscal</p> <p>Meta 17.2: Cumplimiento del 0,7% AOD</p> <p>Meta 17.3: Movilización de recursos financieros adicionales</p> <p>Meta 17.4: Reestructuración de la Deuda</p> <p>Meta 17.5: Promoción de inversiones en países menos adelantados</p> <p>Meta 17.6: Mejora del traspaso de tecnología</p> <p>Meta 17.7: Promoción de tecnologías ecológicamente racionales</p> <p>Meta 17.8: Creación de banco de tecnología</p> <p>Meta 17.9: Refuerzo de capacidades de implementación ODS</p> <p>Meta 17.10: Promoción de comercio multilateral universal</p> <p>Meta 17.11: Aumento de las exportaciones de países en desarrollo</p> <p>Meta 17.12: Acceso a mercado para países en desarrollo</p> <p>Meta 17.13: Aumento de la estabilidad macroeconómica mundial</p>

---

Meta 17.14: Mejora de la coherencia de políticas
Meta 17.15: Respeto a la Soberanía nacional
Meta 17.16: Mejorar la Alianza Mundial para el desarrollo sostenible
Meta 17.17: Fomento de alianzas público-privadas
Meta 17.18: Creación de capacidad estadística
Meta 17.19: Promoción de indicadores que vayan más allá del PIB

Tabla A.2.1. Desarrollo de las metas de los Objetivos de Desarrollo Sostenibles  
Fuente: elaboración propia a partir de MDSOCIALESA, 2021