

**NOVIEMBRE, 2022**

# **INFORME**

## **BUENAS PRÁCTICAS Y TENDENCIAS PARA LA LOGÍSTICA DEL COMERCIO ELECTRÓNICO APLICABLES PARA MONTEVIDEO**

**Investigadores:**

Dr. Ing. Daniel Jurburg

Dr. Ing. Martín Tanco

Isabella Carli

Agustina López



## AUTORES Y AGRADECIMIENTOS

### RESPONSABLES TÉCNICO - CIENTÍFICOS

Dr. Ing. Martín Tanco – Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Montevideo

Dr. Ing. Daniel Jurburg – Director del Centro de Innovación en Organización Industrial (CINOI)

### EQUIPO DE INVESTIGACIÓN

Isabella Carli – Estudiante avanzada de Ingeniería Industrial

Agustina López – Estudiante avanzada de Ingeniería Industrial

### INFORMACIÓN DEL PROYECTO

FPL\_X\_2020\_1\_164713

Proyecto de investigación aplicada en innovación logística – 2020

“Impacto del e-commerce en la logística de Montevideo”

Duración: agosto 2021 – noviembre 2022

Palabras clave: E-commerce, Logística urbana, Distribución de última milla

## RESUMEN EJECUTIVO

El presente informe brinda buenas prácticas y tendencias para la logística del comercio electrónico aplicables para el sector público y privado, a nivel mundial y luego centralizadas en la ciudad de Montevideo, Uruguay. Mediante una revisión de la literatura y, posteriormente la realización de dos talleres colaborativos entre el sector público y privado, donde participaron empresas B2C, B2B, proveedores logísticos, proveedores de Marketplace y autoridades se logró recabar la información necesaria para este informe.

Esta investigación fue realizada por el Centro de Innovación en Organización Industrial (CINOI) en el contexto del proyecto “Impacto del E-commerce en la Logística de Montevideo” enmarcado en el Programa de Innovación en Soluciones Digitales en Logística desarrollado por la Agencia Nacional de Investigación e Innovación (ANII) y el Laboratorio de Innovación del Banco Interamericano de Desarrollo (BID LAB).

A partir de la revisión bibliográfica se halló la gran diversidad existente en cuanto a las soluciones propuestas e implementadas en el mundo para optimizar y generar mejoras en el sector del comercio electrónico, ya sea la logística de entrega o de almacenamiento. Cabe destacar que también existen soluciones a nivel de plataformas, como páginas web, no obstante, esto no fue incluido en la investigación.

En referencia a las soluciones vinculadas con la entrega de los pedidos se destaca el uso de medios de transporte sustentable, como vehículos eléctricos, bicicletas de carga eléctricas y vehículos autónomos, también el cálculo de la huella de carbono, la logística de masas, el diseño de rutas y los centros de consolidación urbana. En este último caso se incluyen centros de microconsolidación, puntos de recolección y entrega y depósitos móviles. Cada una de estas soluciones innovadoras tiene sus propias ventajas, desventajas y complicaciones, por lo que su implementación depende de cada caso particular.

En cuanto a las soluciones investigadas aplicadas a los almacenes en el resto del mundo se profundiza en varias, y se puede destacar la implementación de tecnologías e innovaciones, como la inteligencia artificial. Usualmente a la gestión de los almacenes no se le da la importancia que se merece, sin embargo, es un aspecto vital pues es la columna vertebral de la distribución de productos y algunos autores la consideran un cuello de botella en el cumplimiento de pedidos del e-commerce.

Los talleres colaborativos entre el sector público y privado permitieron generar un espacio de discusión vital para el desarrollo del sector, como también obtener información relevante sobre los desafíos y oportunidades de mejora que se presentan actualmente en el país.

El primer taller fue destinado a hallar los principales desafíos de la logística del e-commerce en Montevideo y plantear en conjunto posibles soluciones. Se logró encontrar soluciones a cuatro distintos desafíos, impacto ambiental, zonas de carga y descarga, logística de última milla para bultos grandes y optimización de rutas. Mientras que el segundo taller se centralizó en solo un desafío, el impacto ambiental, donde se presentaron tres posibles soluciones y

estas fueron profundizadas conjuntamente. Estas soluciones incluyeron la implementación de microhubs, el recambio de flota y la gestión de la huella de carbono.

A partir de ambos Think Tanks se generó un espacio de discusión entre los participantes, considerado beneficioso, ya que se dieron a conocer problemáticas que se le presentan a las empresas en el país, como también las acciones que toman para intentar resolverlas.

# TABLA DE CONTENIDO

<b>Resumen ejecutivo</b>	<b>2</b>
<b>Índice de gráficos</b>	<b>6</b>
<b>Índice de imágenes</b>	<b>6</b>
<b>1. Introducción</b>	<b>8</b>
<b>2. Buenas prácticas y tendencias mundiales</b>	<b>10</b>
<b>2.1. Soluciones relacionadas con las entregas de los pedidos</b>	<b>10</b>
2.1.1. Cálculo de la huella de carbono	10
2.1.2. Medios de transporte sustentables	12
2.1.3. Logística de masas	21
2.1.4. Diseño de rutas	22
2.1.5. Centros de consolidación urbana	24
<b>2.2. Soluciones para los almacenes</b>	<b>32</b>
<b>2.3. Conclusiones iniciales</b>	<b>36</b>
<b>3. Think Tanks</b>	<b>38</b>
<b>3.1. Think Tank 1</b>	<b>38</b>
3.1.1. Metodología	38
3.1.2. Discusión sobre los principales desafíos	38
3.1.3. Resultados trabajo en grupos	43
<b>3.2. Think Tank 2</b>	<b>50</b>
3.2.1. Metodología	50
3.2.2. Contexto del Impacto Ambiental	50
3.2.3. Resultados trabajo en grupos	57
<b>4. Conclusiones</b>	<b>64</b>
<b>Bibliografía</b>	<b>66</b>

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<i>Gráfico 1 – Medición del impacto ambiental que tiene el medio de transporte utilizado en empresas B2C que consideran que minimizar el impacto ambiental generado es poco importante (n=10).....</i>	<i>52</i>
<i>Gráfico 2 – Medición del impacto ambiental que tiene el medio de transporte utilizado en empresas B2C que consideran que minimizar el impacto ambiental generado es muy importante (n=13).....</i>	<i>52</i>
<i>Gráfico 3 – Prácticas sustentables que implementan las empresas B2C (n=34).....</i>	<i>53</i>
<i>Gráfico 4 – Neutralidad de carbono de las empresas B2C (n=34) .....</i>	<i>53</i>

## ÍNDICE DE IMÁGENES

<i>Imagen 1 – Template para desafíos .....</i>	<i>43</i>
<i>Imagen 2 – Soluciones para el desafío “impacto ambiental” .....</i>	<i>44</i>
<i>Imagen 3 – Dificultad vs impacto de soluciones de “impacto ambiental” .....</i>	<i>44</i>
<i>Imagen 4 – Soluciones para el desafío “zonas de carga y descarga” .....</i>	<i>46</i>
<i>Imagen 5 – Dificultad vs impacto de soluciones de “zonas de carga y descarga” .....</i>	<i>46</i>
<i>Imagen 6 – Soluciones para el desafío “logística de última milla para bultos grandes” .....</i>	<i>47</i>
<i>Imagen 7 – Dificultad vs impacto de soluciones de “logística de última milla para bultos grandes” .....</i>	<i>48</i>
<i>Imagen 8 – Soluciones para el desafío “optimización de rutas” .....</i>	<i>49</i>
<i>Imagen 9 – Dificultad vs impacto de soluciones de “optimización de rutas” .....</i>	<i>49</i>
<i>Imagen 10 – Template para las soluciones.....</i>	<i>58</i>
<i>Imagen 11 – Solución “microhubs” .....</i>	<i>58</i>
<i>Imagen 12 – Dificultad vs impacto de solución “microhubs” .....</i>	<i>59</i>
<i>Imagen 13 – Solución “recambio de flota” .....</i>	<i>60</i>
<i>Imagen 14 – Dificultad vs impacto de solución “recambio de flota” .....</i>	<i>60</i>
<i>Imagen 15 – Solución “gestión de huella de carbono” .....</i>	<i>62</i>
<i>Imagen 16 – Dificultad vs impacto de solución “gestión de huella de carbono” .....</i>	<i>62</i>

# CAPÍTULO 1

## INTRODUCCIÓN

# 1. INTRODUCCIÓN

El objetivo del presente informe es dar a conocer las principales tendencias y buenas prácticas a nivel mundial respecto a la operativa logística del comercio electrónico de las empresas. Este informe pretende motivar mejoras en la operativa del e-commerce y su logística, de las distintas empresas privadas de manera que sea sostenible en el tiempo. Al mismo tiempo, brindará una variedad de posibles soluciones y tendencias a nivel mundial y regional que sean aplicables para mejorar las operaciones logísticas asociadas al comercio electrónico, así como favorecer el desarrollo de las ciudades para permitir que estas actividades sean sostenibles en el tiempo.

En el capítulo 2 se puede encontrar una revisión bibliográfica que identifica las principales tendencias y buenas prácticas que se están implementando hoy en día a nivel mundial para las entidades públicas que regulan la logística en la ciudad y las entidades privadas que realizan sus operaciones. Esta revisión intentará responder a las necesidades del sector logístico del comercio electrónico en cuanto a nuevas tendencias o buenas prácticas realizadas a nivel regional o internacional, que motiven al desarrollo de la competitividad del canal logístico del e-commerce. Este capítulo tiene el propósito de informar y fomentar la implementación de las mismas en Uruguay.

En el capítulo 3 se realiza una memoria del primer Think Tank llevado a cabo en mayo de 2022 en el cual participaron diferentes actores claves, incluyendo empresas B2C, B2B, proveedores logísticos, market place, página web y el sector público. Dicho Think Tank fue un taller colaborativo entre las diferentes entidades para ahondar sobre las problemáticas actuales y en las posibles soluciones innovadoras que se podrían implementar.

En el capítulo 4 se lleva a cabo una memoria del segundo Think Tank el cual tuvo lugar en octubre de 2022. Esta instancia fue muy similar a la primera, pero su objetivo fue investigar de manera colaborativa el impacto ambiental y las estrategias para disminuir la huella de carbono.

Estas secciones previamente mencionadas permitieron realizar una primera identificación de buenas prácticas y tendencias para la logística del comercio electrónico para el sector público y privado.

# CAPÍTULO 2

## BUENAS PRÁCTICAS Y TENDENCIAS MUNDIALES

## 2. BUENAS PRÁCTICAS Y TENDENCIAS MUNDIALES

### 2.1. Soluciones relacionadas con las entregas de los pedidos

A continuación, se encuentra una revisión bibliográfica sobre las tendencias mundiales en cuanto a soluciones relacionadas con la entrega de los pedidos de e-commerce, incluyendo el cálculo de la huella de carbono, medios de transporte sustentables, como bicicletas de carga eléctricas, vehículos eléctricos y autónomos. También se investigaron la logística de masas, el diseño de rutas y los centros de consolidación urbana.

Esta última categoría tiene una longitud superior a las demás, ya que existen numerosas y diferentes aplicaciones dentro de la misma, incluyendo centros de microconsolidación, puntos de recolección y entrega, y depósitos móviles.

#### 2.1.1. Cálculo de la huella de carbono

El impacto ambiental y el cambio climático son dos de los más grandes desafíos que se presentan hoy en día, para las industrias, los gobiernos y la sociedad en general. Por lo cual se considera que las autoridades, la industria y toda la sociedad debe trabajar arduamente para entender su rol en estos temas y las acciones requeridas para combatirlos.

El transporte, particularmente el de mercancías, tiene un efecto negativo en el medioambiente, ya que contribuye significativamente a la contaminación del aire a través de las emisiones de óxidos de nitrógeno (NOx), hidrocarburos (HC), monóxido de carbono (CO), partículas (PM), afectando la salud de la población, especialmente en áreas urbanas (1). Uno de los aspectos más negativos que tiene en el medioambiente son las sustancias que se producen que contribuyen a la contaminación global y al calentamiento de la atmósfera (CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O, CH<sub>4</sub>), también conocidos como los gases de efecto invernadero (GEI o GHG en inglés) (2). Particularmente el aumento del nivel del mar y la acidificación del agua de mar, son consecuencias del calentamiento global, el cual tienen como fuente importante las emisiones de CO<sub>2</sub> (3).

A pesar de que se habla de los GEI, se observa una predominancia de menciones al dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), esto se debe a que esta sustancia comprende la mayoría de las emisiones de GEI en la logística, siendo así la referencia estándar con la cual se miden las emisiones (20). Particularmente, el equivalente de CO<sub>2</sub> (CO<sub>2</sub>e) es aquella unidad utilizada para representar el impacto del calentamiento global de los diversos GEI (20).

Según la Agencia Internacional de la Energía (international energy agency, IEA), el sector del transporte en 2019 generó un cuarto de las emisiones de CO<sub>2</sub> globales (24,2%), y el 81% de las emisiones del sector transporte se debe al transporte por carretera (conocido en inglés como road transport) (4).

Debido a la concientización global que se está generando sobre el medioambiente, varios actores clave del transporte de mercancías a lo largo de las cadenas de suministro, como remitentes o proveedores de servicios logísticos, han puesto como objetivo y han comenzado

a trabajar para lograr cadenas de suministro más ecológicas y reducir su consumo de energía (5).

Muchos actores claves del transporte de mercancías son capaces de reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> mediante la implementación de diferentes medidas. En el caso de los fabricantes, estos pueden diseñar vehículos para garantizar eficiencia energética, mientras que los transportistas pueden adaptar los envíos, optimizando la red de distribución para lograr minimizar distancias y consumo de combustible y los conductores pueden adoptar un modo de conducción ecológico para reducir el consumo de energía (6). Los productores de energía pueden añadir biocombustibles a la gasolina o al diésel para reducir la intensidad de carbono, y finalmente, las autoridades pueden establecer infraestructura e incentivos para reducir las emisiones (6).

Sin embargo, previo a la implementación de medidas para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y mejorar la performance de las operaciones logísticas, se debe priorizar el cálculo de la huella de carbono inicial, llamada en inglés, carbon footprint (7). También se considera imperativo realizar cálculos fiables de las emisiones de CO<sub>2</sub> para luego proponer medidas acordes ya que, el futuro de las emisiones de CO<sub>2</sub> del transporte es ambiguo debido a la incertidumbre en las políticas (8).

Especialmente los transportistas se ven presionados por los clientes a declarar y mejorar su impacto ambiental (9). Razón por la cual muchas empresas implementan una calculadora de emisiones, que consiste en un equipo de software mediante el cual se calculan las emisiones de determinados medios de transporte y puede ser autoinstalable, parte de otro programa o aplicación de Internet (2). De cualquier manera, hasta el momento no existe una metodología o calculadora de emisiones definitiva (7).

Existen diferentes herramientas de cálculo para las emisiones de la cadena de suministro, como COPERT, Eco TransIT, Bilan Carbone, Metro Group Logistics, DHL GoGreen, CENEX, las cuales cumplen con el estándar EN 16258, así como existen otras herramientas muy utilizadas como Smart Way, Map & Guide, Spin-Alp, TREMOVE, GHG Protocol, GREET Fleet, TREMOD, Versit+, Connekt y K&N carbon tool (9).

A pesar de que todavía no existe un estándar global de emisiones de CO<sub>2</sub>, el estándar EN 16258, es el más aceptado internacionalmente para el área de transporte y logística (10).

El Computer Programme to Calculate Emissions from Road Transportation (COPERT) es una herramienta desarrollada por Agencia Europea de Medio Ambiente (EEA, European Environment Agency), utilizada por la mayoría de los países europeos y algunos asiáticos y africanos para calcular las emisiones del transporte por carretera anuales o diarias, y requiere datos de entrada como tipo de vehículo, combustible, estándar de emisión (clase Euro), temperaturas y humedades máximas y mínimas mensuales, y velocidad (11).

También existen metodologías para el cálculo de las emisiones de gases de efecto invernadero. Se pueden mencionar IPCC, DEFRA y DSLV, las cuales no cumplen con el estándar EN 16258 (9).

Según las directrices del inventario nacional de gases de efecto invernadero del Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC), principalmente se utilizan los enfoques “de arriba hacia abajo” (top-down) y “de abajo hacia arriba” (bottom-up) para el cálculo de emisiones de CO<sub>2</sub>, los cuales en la práctica se suelen combinar (12). Mientras que el método “top-down” multiplica el consumo total de varios combustibles por los factores de emisión de CO<sub>2</sub>, el método “down-up” recopila los kilometrajes de los vehículos, las estructuras de combustible y la economía de combustible de los tipos de vehículos por lo que proporciona mayores detalles sobre la contribución de las emisiones de CO<sub>2</sub>, sin embargo, el primer método tiene la ventaja en la recopilación y cálculo de datos (8).

Algunas propuestas para disminuir la huella de carbono pueden ser que los gobiernos utilicen herramientas como impuestos y subsidios para promover la reducción de carbono en el transporte, como también que se ajuste la estructura de energía consumida del transporte, reduciendo el uso de gasolina o diésel y aumentando el uso de energías limpias como la electricidad (3).

### 2.1.2. Medios de transporte sustentables

La entrega de mercancías se considera una gran molestia para los ciudadanos, ya que afecta directamente a su calidad de vida, específicamente debido a la generación de emisiones, ruido y seguridad (13). Los gobiernos de todo el mundo están haciendo varios intentos para abordar los efectos ambientales y sociales de las entregas urbanas con los objetivos de reducir la congestión, mejorar la movilidad y controlar las emisiones y el ruido (14).

La logística urbana presenta uno de los principales problemas de las ciudades. Desde el punto de vista ambiental, son responsables de aproximadamente el 20% de las emisiones de movilidad de CO<sub>2</sub> en áreas urbanas (15). En cuanto a su impacto en el nivel de congestión, representan entre el 7 y el 18% de los flujos de tráfico urbano y disminuyen en un 30% la capacidad vial debido a las operaciones de recogida y entrega (15).

Se puede observar una tendencia en curso en varios países de Europa que permite que solo los vehículos que cumplan con ciertos requisitos ambientales puedan ingresar a las ciudades, es decir, vehículos con las categorías de emisiones adecuadas, vehículos alimentados con combustibles alternativos y/o vehículos eléctricos (16).

A pesar de que los vehículos contribuyen significativamente a la congestión y a las emisiones de CO<sub>2</sub>, estos también desempeñan un papel fundamental en las economías urbanas al entregar bienes a los establecimientos comerciales, que satisfacen las demandas de consumo de la población, como también a clientes directamente (17).

En el correr de los años, se han introducido conceptos más eficientes y sostenibles para el transporte de paquetes en las ciudades, sin embargo, los consumidores se inclinan a seleccionar la opción de entrega a domicilio en el proceso de pago en línea (18).

Por lo tanto, es entendible que no se puedan eliminar dichos vehículos, sino que se deben encontrar nuevas soluciones sustentables y sostenibles que garanticen un alto nivel de

movilidad, tengan un bajo impacto negativo en el medio ambiente y que permitan la introducción de soluciones innovadoras utilizando fuentes de energía alternativas (19).

Según algunos autores, las soluciones para lograr el desarrollo sostenible en el transporte urbano deben tener en cuenta aspectos como la logística y la tecnología (ej.: sistemas de comunicación, sistemas de seguimiento de vehículos, herramientas de planificación de rutas, entre otros) y las políticas públicas (regulaciones sobre el acceso a la ciudad y los lugares de estacionamiento, las restricciones de tiempo, entre otras normativas) (20).

Con el objetivo de hacer la entrega de los pedidos realizados en línea más sostenibles y competitivos se utilizan diferentes alternativas a las entregas tradicionales tales como bicicletas de carga eléctricas, vehículos autónomos, vehículos eléctricos y drones, entre otros.

La sustitución de los medios de transporte más frecuentes con estas tecnologías logra varios beneficios para las empresas, como un menor mantenimiento y costos operativos, y una mayor accesibilidad en zonas de tráfico restringido como centros históricos, zonas peatonales, etc. (21).

#### *2.1.2.1. Bicicletas de carga eléctricas*

Mientras que los volúmenes de carga aumentan, el tamaño de los envíos es cada vez más pequeño (22). En muchas ciudades europeas, solo el 20% de las entregas requieren el uso de vehículos pesados, y más del 12% se clasifican como bienes pequeños con un volumen medio de 1 m<sup>3</sup> (23). Esta tendencia destaca el papel cada vez más importante del comercio electrónico que implica entregas frecuentes de tamaños limitados, lo cual es una ventaja para un modelo de comercio electrónico sostenible ya que los paquetes pequeños son más fáciles de manejar para los mensajeros que utilizan bicicletas y que pueden evitar el tráfico y otras restricciones urbanas (24).

Para los gobiernos y las autoridades locales, la introducción de bicicletas de carga requiere una planificación adecuada y asignaciones presupuestarias para garantizar mantenimiento y gestión coherentes de la infraestructura ciclista, modificación o creación de determinados marcos legales asociados con este nuevo modo, y la aplicación de regulaciones que se enfoquen en garantizar la seguridad de los peatones, ciclistas y demás actores presentes en las calles (14).

El uso de las bicicletas de carga eléctrica es especialmente adecuado para la distribución de mercancías urbanas, para entregas de última milla asociadas a distancias cortas o en sistemas logísticos innovadores, como centros de microconsolidación o depósitos móviles (25).

En muchos casos, sucede que los proveedores tienen sus depósitos en las afueras de la ciudad y los clientes, a menudo, se encuentran en partes de la ciudad de difícil acceso, por lo que es necesario utilizar vehículos más ágiles para la entrega urbana (14). Las principales dificultades para las empresas al entregar los pedidos en las ciudades se dan por la falta de espacio de estacionamiento, las calles estrechas y la congestión del tránsito (26). Es más, la falta de espacio para estacionar y realizar una descarga legal da lugar a que los camiones se estacionen en lugares prohibidos para no atrasarse en la entrega de pedidos y es por esto que las

empresas incluyen en su presupuesto regular dinero para pagar multas de estacionamiento (27).

En las áreas urbanas, normalmente se necesitan entregar pequeñas cantidades de carga a ubicaciones que se encuentran bastante dispersas, estas circunstancias hacen que las empresas utilicen vehículos que no están completamente cargados y, por ende, que las operaciones sean ineficientes (26). Por lo que el uso de las bicicletas de carga eléctricas puede ser de gran utilidad en estas situaciones.

Las furgonetas suelen ser la solución estándar para la entrega de la última milla de paquetes pequeños en áreas densamente pobladas. Esta no es la solución óptima si se tiene en cuenta la demanda cada vez mayor de entregas rápidas (28). Además, en el centro de la ciudad, las furgonetas se atascan en el tráfico y causan una mayor congestión (28).

Algunos autores proponen como solución al problema ambiental y la dificultad de entregar dentro de las ciudades un modelo que combina las furgonetas, que transportan desde el depósito que se encuentra en las afueras de la ciudad hasta la ciudad, y las bicicletas de carga, que transportan el paquete dentro de la ciudad (26). Para implementar esta solución se pueden utilizar los centros de consolidación urbana. Estos centros son instalaciones que se encuentran en la ciudad y que reciben los paquetes que son clasificados y consolidados para luego ser enviados a su destino final, generalmente utilizando vehículos ecológicos, como las bicicletas de carga eléctricas (29).

Otros autores, analizan la viabilidad de que los mensajeros individuales y las empresas de mensajería cambien el medio de transporte que utilizan para realizar la entrega de paquetes por bicicletas de carga eléctricas (30). Los mensajeros individuales pueden verse como un buen camino para lograr la aceptación de este medio de transporte ya que muchos de estos utilizan sus propios vehículos para realizar las entregas (30).

En cuanto a la rentabilidad, las bicicletas de carga pueden tener un costo por unidad de distancia significativamente menor que otras alternativas ya que tienen bajos costos de capital, operación y mantenimiento gracias al ahorro en combustible, la reducción de los costos de seguros y la necesidad mínima de almacenamiento (31).

Desde una perspectiva socioeconómica, las bicicletas de carga podrían contribuir a importantes disminuciones en el desempleo, ya que no obligan a los empleados a poseer una licencia de conducir (14). Además, desde un punto de vista del público estas son menos intimidantes y representan un menor riesgo hacia la seguridad de los peatones (25).

Estudios demuestran que la velocidad de las bicicletas de carga eléctricas es comparable a la de los vehículos comunes en el centro de la ciudad (14,4 km/h en bicicleta frente a 18 km/h en coche) (19). Es decir, que hacer una entrega en una bicicleta de carga no aumentaría significativamente el tiempo de entrega, a diferencia de lo que uno puede pensar. Es más, el efecto positivo del uso de bicicletas eléctricas de carga es más relevante que la restricción de velocidad que estas pueden llegar a presentar (25).

Según algunas investigaciones realizadas en Berlín, alrededor del 58% de los mensajeros tendrían interés en utilizar una bicicleta de carga eléctrica para realizar las entregas afirmando

que estas tendrán éxito en los servicios de logística de mensajería y tendrán su futuro lugar en este negocio (30).

Sin embargo, hay que tener en cuenta que el éxito de las bicicletas de carga depende de gran manera del contexto urbano en el que se van a implementar. Las áreas urbanas con alta población (más de 100.000 habitantes), altos niveles de congestión, calles estrechas, estacionamiento limitado en la vía pública y una comunidad ciclista fuerte han demostrado ser las mejores condiciones para la viabilidad de este modo (14).

Entre las principales desventajas de las bicicletas de carga eléctricas se tiene el tiempo de carga que se encuentra aproximadamente entre cuatro y ocho horas para recorrer entre 30 y 90 km y las restricciones que pueden imponer las condiciones climáticas y la topografía y que pueden afectar la viabilidad de este modo, que puede tener dificultades de funcionamiento entornos muy fríos o en regiones montañosas (23). La edad y el estado físico del ciclista también pueden imponer restricciones y conllevar mayores costos laborales, así como también tener costos más altos asociados a los seguros médicos (14).

Según algunos estudios, entre los aspectos más importantes a la hora de adquirir una bicicleta de carga eléctrica, los mensajeros consideran como relevantes los siguientes (ordenados de mayor a menor importancia): autonomía, facilidad de manejo, precio, protección contra robo, seguridad del vehículo, velocidad, protección del medio ambiente, costos de mantenimiento, posibilidad de cargar en casa, entre otros (30).

Entre las principales ventajas de las bicicletas de carga se tienen: es poco probable que se atasquen en el tráfico, no están restringidas a las ventanillas de entrega en las zonas peatonales, requieren menos espacio que las furgonetas, los usuarios no necesitan una licencia de conducir, pueden usar tanto la infraestructura para bicicletas como también los carriles de automóviles, menor cantidad de emisiones y ruido, representan menos peligro para los peatones, entre otras (32).

### *2.1.2.2. Vehículos eléctricos*

Las preocupaciones ambientales y la concientización por parte de ciudadanos y gobiernos han llevado a que en los últimos años la logística verde haya recibido un creciente interés (33). Esto lleva a que las autoridades de la ciudad deban analizar cómo cumplir con las necesidades y expectativas de los habitantes en relación con el transporte, incluyendo el transporte de mercadería, para reducir sus impactos negativos (34). Al mismo tiempo y como se mencionó en secciones previas, al aumentar las operaciones del comercio electrónico, consecuentemente incrementa la demanda de transporte para realizar entregas de paquetes, por lo que aumentan sus impactos negativos.

En el transporte urbano de mercancías hay una alta proporción de motores de combustión diésel, lo cual conduce a la contaminación por emisiones de escape que incluyen, entre otras, monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), óxidos de nitrógeno (NOx) y material particulado (PM) (35).

Un problema que cada vez más se presenta en las ciudades es proporcionar una calidad de aire y niveles de ruido categorizados como aceptables para los habitantes (36).

El estudio de diferentes literaturas ha demostrado el uso potencial de vehículos eléctricos (electric vehicles, EVs) no únicamente en el transporte urbano de mercancías sino especialmente en la distribución de última milla, ya que se considera una estrategia viable para reducir la dependencia del petróleo y los impactos ambientales del transporte, como las emisiones (37).

Al mismo tiempo, si se logra generar energía de fuentes renovables para cargar las baterías de los vehículos, se contribuiría a una cadena de suministro más ecológica (38).

Además de los beneficios ambientales que tienen la utilización de vehículos eléctricos, una ventaja social que poseen es la reducción del ruido producido, pues son más silenciosos que los tradicionales (29).

Los EVs presentan numerosas ventajas sobre los vehículos con motor de combustión interna (internal combustion engine vehicles, ICEVs o ICVs) incluyendo un funcionamiento silencioso, ausencia de emisiones, independencia de petróleo y alta eficiencia (39). Sin embargo, se debe tener en cuenta que aquellos vehículos eléctricos que utilizan baterías de iones de litio pueden tener un mayor impacto negativo en el medioambiente (40).

Como cualquier solución presentada, los vehículos eléctricos tienen sus desventajas. Al ser una tecnología emergente, esto lleva a que su precio de compra sea significativamente más alto en comparación con los de ICVs (41). A su vez, el público está acostumbrado a los ICVs, mientras que los EVs requieren que los usuarios se adapten a nuevos patrones de manejo (41). También poseen baterías con menor densidad energética en comparación con los combustibles utilizados por los ICVs, requieren de mayor tiempo para recargar las baterías en comparación con lo que tarda rellenar el tanque de los ICVs y las estaciones de carga son aún escasas (34).

Por lo tanto, dos factores económicos decisivos para las empresas en cuanto a los EVs son su alto precio de compra y la menor capacidad de dichas camionetas (33).

Sin embargo, con los avances recientes en la tecnología en lo que respecta a las baterías, los vehículos eléctricos han evolucionado y hoy en día son capaces de llevar a cabo las operaciones diarias, especialmente en entornos urbanos (42). Para tener una referencia, dependiendo del modelo de vehículo y la batería, la autonomía de cruce de un camión eléctrico puede estar entre 115 km y 300 km (38). Es decir, en entornos (sub)urbanos no se encuentran muchos problemas al implementar vehículos más pequeños cuando el depósito está cerca o mismo dentro de la ciudad, además en las operaciones de entrega solo se requieren cambios menores (33).

Una forma para reducir el elevado precio de compra de dichos vehículos sería aumentar la escala de producción de estos y por lo tanto su competitividad, esto tendrá como consecuencia una mayor utilización (43).

A su vez, la adopción de los EVs se ve influida por la política pública, ya que la implementación de incentivos, ya sean subsidios monetarios y/o impuestos a las emisiones, pueden impactar en las decisiones de una empresa (44).

Otro aspecto que es importante tener en consideración es que la cantidad de vehículos eléctricos en un país no es necesariamente proporcional a la cantidad de estaciones de carga disponibles (38). Por lo que, proporcionar la infraestructura adecuada de recarga de baterías dentro de la ciudad es sumamente necesario para la implementación de vehículos eléctricos (34).

Se debe considerar que los impactos a corto plazo que tiene implementar vehículos eléctricos están sujetos a las características de la batería, la autonomía del vehículo y la disponibilidad y calidad de la infraestructura de carga pública (42).

Según una investigación llevada a cabo en Milán, si se considera un marco de tiempo de 8 años entonces se convierte económicamente factible la implementación de EVs para la entrega de última milla (40). A pesar de que conllevan una inversión inicial alta, casi el doble que los ICVs, los gastos operativos más bajos hacen que los vehículos eléctricos sean una opción competitiva (40). Al mismo tiempo, a medida que aumenta el precio de la gasolina se vuelve más competitivo el costo operativo de los EVs (41).

Si se combina la utilización de vehículos eléctricos con la implementación de centros de consolidación urbana (urban consolidation centres, UCCs), estudios han demostrado que se puede reducir en un 20% la distancia total recorrida por paquete entregado y las emisiones de CO<sub>2</sub> por paquete entregado en un 54% (29).

En conclusión, la implementación de vehículos eléctricos dentro de zonas urbanas es beneficioso no solo desde el punto de vista ecológico, sino también económico (33). También se debe destacar que la concientización del público y en consecuencia de las organizaciones no solo puede influir indirectamente en las decisiones que toman los individuos sino también las empresas (38).

### *2.1.2.3. Vehículos autónomos*

Se estima que para el año 2030, 60% de la población mundial vivirá en áreas urbanas, lo que implica que los problemas actuales de movilidad se verán exacerbados, los cuales ya son un tema apremiante en la mayoría de las áreas urbanas debido a que han deteriorado la calidad de vida (45).

La automatización está revolucionando el transporte y se presenta como una solución innovadora, ya que presenta beneficios para la sociedad, incluyendo el uso más eficiente del espacio, la energía, el tiempo (46), como también reducción de la contaminación del aire y la congestión (47), la huella de carbono (48), los costos de personal y mejorar la rentabilidad (49).

Cuando se habla de vehículos autónomos, se pueden clasificar en términos de la infraestructura, en aéreos y terrestres (50). Dentro de este nuevo concepto de vehículos, los dos principales tipos son los vehículos aéreos no tripulados (UAV), también conocidos como drones, y los dispositivos terrestres autónomos de entrega (GADD), también conocidos como drones terrestres (51).

Ambos pueden lograr la entrega a tiempo y hasta el domicilio del cliente, incluso en una red urbana altamente congestionada mientras contribuyen a aliviar la congestión (52). Sin embargo, estos dos tipos de tecnología poseen características muy distintas, y la forma en que se pueden implementar de manera eficiente es completamente diferente (47). Varios autores determinaron que los tipos de vehículos autónomos, al reemplazar a las camionetas, tienen el potencial de reducir el consumo de energía y las emisiones de CO<sub>2</sub>, y hasta en muchos casos, son incluso más eficientes que las camionetas eléctricas (53).

En general, en cuanto a las operaciones de última milla, las tecnologías autónomas tienen potencial para reducir los costos y las externalidades (47). Sin embargo, las regiones de servicio consideradas y sus características determinan el uso óptimo de dichas tecnologías y, por lo tanto, las mayores reducciones de costo y externalidades (47).

A través de entrevistas y encuestas realizadas en Francia, se encontró que las empresas de transporte consideran que los vehículos autónomos brindan flexibilidad a los horarios de entrega, siendo la oportunidad más importante para la entrega de comercio electrónico en las ciudades francesas (46). A pesar de los horarios de trabajos fijos del personal de entrega, los vehículos autónomos permiten proponer franjas horarias más tempranas, tardías y estrechas (46).

Otros autores encontraron que los consumidores presentan disposición a pagar por la entrega autónoma, en particular aquellos que viven en áreas urbanas y tienen conocimientos tecnológicos (54). A su vez, la tasa y la velocidad de adopción de los vehículos autónomos, por parte de las organizaciones de transporte, dependerán en gran medida de los costos y la facilidad de entrada en el mercado de la entrega (55). Es importante destacar que los beneficios sociales que presentan los vehículos autónomos, dentro de los cuales se destacan una reducción en congestión y eficiencia del combustible, solo aumentarán drásticamente luego de su adopción generalizada (56).

En el contexto de la pandemia causada por COVID-19, se generaron confinamientos, permitiendo el avance significativo de la automatización de las entregas, especialmente con iniciativas en Asia y América del Norte (46). Esto se debe a que, las tecnologías autónomas permiten la entrega de productos con menor contacto humano y proximidad (48). Es decir, estos sistemas de entrega autónomos juegan un papel crucial en la protección de las personas contra el contacto y aseguran la distancia social para los conductores (52).

En cuanto a las desventajas que pueden presentar, se encuentra la preocupación del público sobre la capacidad para proporcionar servicios de entrega convenientes y de alta calidad (57). En casos particulares, ciertas personas se preocupan por si estos vehículos autónomos pueden entregar paquetes en direcciones equivocadas o que los paquetes transportados pudieran ser robados (57). Debido a estos problemas de aceptación por parte de los clientes en cuanto a la seguridad y la ética, entre otros, los vehículos autónomos son considerados una de las innovaciones tecnológicas más disruptivas (58).

Las creencias de los riesgos también afectan la aceptación pública al influir en las percepciones de las organizaciones que desarrollan e implementan estas tecnologías emergentes (59).

### 2.1.2.3.1. Drones

Los drones, también conocidos como vehículos aéreos no tripulados (unmanned aerial vehicles, UAVs) y/o aeronaves pilotadas remotamente (remotely piloted aircrafts, RPAs), navegan a través del sistema de posicionamiento global (GPS) a bordo, sin intervención humana (60). Inicialmente se utilizaban para propósitos militares, sin embargo, su capacidad para alcanzar áreas difíciles y remotas cautivó el interés para los servicios de entrega (46).

En los últimos años se ha demostrado que los UAVs tienen el potencial de convertirse en una tecnología icónica del siglo XXI (61). En 2015, el director ejecutivo de Amazon Jeff Bezos declaró que los drones de entrega de Amazon algún día serán "tan comunes como ver un camión de correo" (62).

Los UAVs tienen una capacidad máxima de hasta 5 kg, una altitud máxima de vuelo de 30 a 120 metros, una distancia máxima de vuelo de unos 50 km, velocidades de 15 a 65 kilómetros por hora, y requieren áreas de aterrizaje de al menos 2 m<sup>2</sup> (63).

Existen diferentes casos de uso en los cuales se implementan estos drones. Los dos modelos más conocidos y utilizados son el modelo camioneta-dron y el modelo dron. En el primero, camionetas equipadas con tecnología de precisión llegan a las áreas urbanas y luego los drones realizan las entregas finales a consumidores, mientras que en el segundo, los drones hacen entregas desde empresas locales hacia los consumidores (46).

Los drones son la tecnología ideal para aquellas entregas que requieren altos niveles de eficiencia, dentro de un período de tiempo específico y en una dirección concreta (64).

Anteriormente, se detallaron algunas ventajas y desventajas de los vehículos autónomos, por lo que a continuación se detallarán aquellas que son específicas a los drones.

Los drones brindan varias ventajas sobre los vehículos convencionales (65), siendo una de sus principales ventajas su velocidad, pues no están limitados por la infraestructura vial y la congestión vehicular (51). Equivalentemente, significa que no presentan la necesidad de una adecuada infraestructura vial, como otros vehículos terrestres, lo cual requiere de grandes inversiones (66). Su acceso a la velocidad también se debe a la entrega directa teórica, excepto en los casos donde las regulaciones requieren que se sigan otras rutas (67). A su vez, los drones pueden atravesar terrenos difíciles, cuerpos de agua y áreas rurales con relativa facilidad y generalmente tomando rutas más cortas (51).

Es importante destacar que su desempeño varía en función de si trabajan en zonas urbanas o rurales. Específicamente, son más eficientes en CO<sub>2</sub> para cargas pequeñas y entregas únicas en áreas rurales, pero menos eficientes para cargas grandes o cuando muchos clientes se agrupan en áreas urbanas densas (48).

A pesar de sus numerosas ventajas, esta tecnología presenta diversas desventajas, entre ellas emisión de ruido, seguridad, eficiencia energética, impactos ecológicos locales y falta de normas adecuadas de tráfico aéreo cercano (67). A su vez, pueden entregar únicamente un paquete en un viaje de ida y vuelta (47).

Algunas preocupaciones del público incluyen que los drones puedan herir personas, dañar propiedad, invadir privacidad y su utilización intencional para atacar personas y transportar drogas ilícitas (57). Particularmente, los predictores más fuertes de las actitudes de los consumidores hacia la entrega de drones y sus intenciones de usarlo, son las preocupaciones sobre la capacidad y los riesgos de privacidad (63).

Si bien se visualizan los drones como una solución prometedora para los desafíos asociados con la logística de última milla de la entrega de productos, la creciente preocupación pública sobre los riesgos que presentan supone un gran desafío (57). El público ve a los drones como una tecnología riesgosa que interfiere directamente con su privacidad (68). Además, el público no está al tanto de la mayoría de las aplicaciones actuales y futuras (68).

Estudios realizados han demostrado que la aceptación pública de los drones podría lograrse en un futuro cercano, si los riesgos de los drones se mitigan tomando estrategias efectivas y esto se explica al público a través de los medios de comunicación y las instituciones educativas (68).

#### 2.1.2.3.2. Drones terrestres

Los drones terrestres, también son conocidos como dispositivos terrestres autónomos de entrega (ground autonomous delivery devices, GADDs), vehículos terrestres autónomos (autonomous ground vehicles, AGVs), y/o vehículos terrestres no tripulados (unmanned ground vehicles, UGVs) (67). Estos son vehículos eléctricos motorizados que pueden realizar la entrega de paquetes a clientes, sin la intervención de un repartidor (53).

Se prevé que los drones terrestres sean más cercanos a la realidad en la entrega de última milla que los aéreos (69). A su vez, varias empresas privadas apuestan por los UAVs lanzados desde camionetas, pero en el caso de utilizar GAADs, asociar estos a un centro de consolidación urbana (UCC) puede resultar en mejoras sustanciales (47).

A continuación, se detallarán las ventajas que presentan los drones terrestres exclusivamente. Una de sus ventajas es que se puede prescindir de los conductores, lo que ocasiona una reducción en los costos operativos (67). También poseen una mayor capacidad de carga y en algunos casos, menos problemas de seguridad y privacidad, en comparación con los drones aéreos (51). Otra ventaja es la posibilidad de compartir la infraestructura de transporte público fuera de las horas pico del transporte tradicional (67) y un aumento de la seguridad vial (58).

Debido a que los GADDs, a diferencia de los drones aéreos, pueden entregar varios paquetes en un solo viaje de ida y vuelta, se puede optimizar la longitud de la ruta y así reducir considerablemente los costos de operación, incluso en el caso donde su competitividad empeore debido a la congestión o la reducción de la velocidad (47).

Dentro de las desventajas que se pueden presentar al implementar los drones terrestres, se encuentran las diferentes regulaciones y su nivel de exigencia dependiendo de cada locación, como también el hecho de que en sus recorridos se encuentran con más obstáculos en comparación con los drones aéreos (51). Otra desventaja es que estos vehículos requieren una infraestructura terrestre bien diseñada y mantenida (46).

Estos vehículos se pueden dividir en robots de acera (sidewalk-AGVs, sAGVs) y robots de carretera (road-AGVs, rAGVs) (69). Los primeros son robots, como Starship y Kiwibot, que se utilizan en aceras o caminos para peatones o bicicletas del tamaño de un peatón y comparten el espacio con otros usuarios, mientras que los últimos son vehículos, como Nuro y Neolix, que viajan en carreteras compartidas con los vehículos motorizados convencionales y poseen mayor capacidad y velocidad que los primeros (46).

En muchos países, especialmente en Estados Unidos, empresas emergentes apuntan al despliegue de los sAGVs en los campus universitarios (46) o barrios cerrados, es decir, en entornos cerrados (51).

Los sAGVs usualmente son utilizados junto con una camioneta madre para transportarlos hacia/desde las áreas de servicio y esto puede ser una alternativa viable a los vehículos de entrega estándar, ya que en algunos escenarios han demostrado su potencial para reducir los tiempos y costos de entrega en comparación con las entregas convencionales (53). Sin embargo, en aquellos casos donde las áreas de servicio están ubicadas lejos del depósito, la adopción de sAGVs puede no ser tan efectiva en comparación con la de rAGVs, en términos de consumo de energía, emisiones y uso de estacionamiento (53).

### 2.1.3. Logística de masas

Algunos autores plantean que existen dos posibilidades para aumentar la fluidez del transporte urbano, la primera se trata de construir más carreteras lo cual no es muy viable considerando la densidad de las ciudades, la segunda se trata de disminuir el tráfico en las carreteras (70). La logística de masas es una solución del segundo tipo, es decir que se basa en disminuir la congestión del tránsito. La idea, es la de llevar paquetes para otros a lo largo del camino de un viaje ya existente, idealmente con un desvío mínimo (18).

El concepto de logística de masas forma parte de la tendencia de la “economía colaborativa”, que permite a las personas mejorar el uso de los recursos mediante la distribución, el intercambio y la reutilización del exceso de capacidad en bienes y servicios (71). Algunos ejemplos de economía colaborativa son empresas como Uber y Airbnb.

Se podría definir la logística de masas como la tercerización de servicios logísticos a una masa de actores, donde la coordinación se apoya en una infraestructura técnica y cuyo objetivo es lograr beneficios económicos para todas las partes interesadas (72). Este sistema combina la oferta y la demanda de servicios logísticos con una multitud externa e indefinida que tiene capacidad libre con respecto al tiempo y/o espacio y que participa de forma voluntaria y es compensada en consecuencia de manera acorde (73).

Dada la tasa media de ocupación de 1,45 en los autos, conductor incluido (74), actualmente, se desperdicia entre el 50 y el 60% de la capacidad de transporte disponible (75). Por lo que la logística de masas puede ser una solución que tenga beneficios para todos los involucrados.

La logística de masas implica el uso de capacidad libre, las operaciones de entrega se realizan utilizando el exceso de capacidad en viajes que ya se están realizando y el actor principal de

estos sistemas es la multitud, la cual se puede definir como una base de datos de personas dispuestas a ejecutar tareas logísticas en su tiempo libre (73).

La identidad de la multitud cambia dependiendo de la plataforma. Algunos autores proponen utilizar sistemas en los cuales los clientes que se encuentran en la tienda complementan a los conductores de la empresa y entregan pedidos de camino a casa (76). Otros, proponen integrar el transporte de pasajeros y de carga en áreas urbanas para aliviar el problema de la última milla (77). También, se descubrió que utilizar conocidos o amigos para realizar la entrega de última milla reduce en gran medida los costos de entrega y las emisiones totales al tiempo que garantiza una entrega rápida y confiable ya que mitiga las preocupaciones sobre la privacidad y soluciona el problema de que el cliente no se encuentre en su domicilio a la hora de la entrega (78). En relación con la alternativa anterior, algunas plataformas ofrecen servicios de logística de masas en las cuales vecinos, realizan la entrega del paquete (79). La multitud también pueden ser los conductores de taxis (80), estudiantes (81) o ciclistas (82).

El consumo colaborativo representa tanto una amenaza como una oportunidad para los proveedores de servicios. Una amenaza, ya que, al apropiarse de los servicios de logística, la multitud puede quitarles negocios a los proveedores de servicio, pero al mismo tiempo también representa una oportunidad para desarrollar nuevas actividades (83).

El principal desafío de cualquier plataforma de logística de masas es incentivar e involucrar a una multitud lo suficientemente grande que esté dispuesta a participar en la práctica (76). Es decir que para que este sistema funcione, requiere de muchos transportistas para asegurar un servicio rápido y de muchos clientes para sustentar a los transportistas (84). Involucrar a terceros profesionales en caso de que la multitud sea insuficiente o de bajo rendimiento es importante para evitar contratiempos (73). Si bien los conductores profesionales son más caros, estos están disponibles cuando se les requiere, brindando así certeza y confiabilidad (85). Además, pueden surgir problemas de protección de la privacidad ya que es posible que las personas no deseen revelar sus preferencias de compra y domicilios particulares a extraños (78).

Según un estudio realizado a estudiantes, la disposición de la multitud en participar decrece si el tamaño del pedido es de dimensiones grandes y si no hay una remuneración adecuada, mientras que la disposición de los clientes decrece si no se pueden contactar con la multitud y no hay un rastreo disponible del pedido (81).

Otro punto para resaltar de este sistema es que, cuando la multitud realiza (grandes) desvíos o viajes dedicados esto dificulta a que la logística de masas brinde una alternativa más eficiente y sostenible (18). Sin embargo, si el sistema funciona bajo los parámetros establecidos, este trae ventajas como menor congestión y polución, reducción de los costos logísticos para las empresas, entregas más baratas para los clientes, una oportunidad de trabajo flexible, velocidad en la entrega, entre otros (79).

#### 2.1.4. Diseño de rutas

En el Reino Unido se llevó a cabo una encuesta, la cual demostró que a pesar de que más del 50% de los hogares se encuentran vacíos entre las 09:00 y 16:00 horas, los horarios de entrega

estándar suelen ser durante las 08:00 y 17:00 horas, implicando la existencia de entregas fallidas (86). Esto último refuerza lo que ya se ha dejado en claro previamente, las empresas se encuentran con un gran problema, que es la baja tasa de entregas en el primer intento debido a clientes ausentes durante las ventanas de entregas programadas.

Hoy en día cada vez más aumenta la disponibilidad de datos, por lo que aquellos enfoques basados en datos se están volviendo más relevantes a la hora de mejorar la entrega de paquetes, especialmente la entrega de última milla (87).

Es por esto que los proveedores de servicios buscan lograr un mayor equilibrio entre la satisfacción del cliente y la optimización de rutas (88).

El problema de la distribución final urbana tiene su esencia en el problema de enrutamiento de vehículos (VRP, vehicle routing problem), pues pretende diseñar rutas de entrega óptimas desde los depósitos de las empresas hasta las locaciones conocidas de los clientes finales de manera tal que la demanda total de los clientes atendidos por un solo vehículo no exceda la capacidad del vehículo (89).

El VRP se introdujo a principios de la década de 1950 y desde entonces ha sido ampliamente estudiado, y existen numerosas variantes de este debido a la diversidad de reglas de operación y las limitaciones en las aplicaciones de la vida real (90). El VRP consiste en diseñar rutas de vehículos de modo que todas las rutas comiencen y terminen en el depósito y que cada cliente se visite únicamente una vez y por un vehículo, mientras que la demanda y longitud total de la ruta no excedan los límites preestablecidos (91). Este problema generaliza el reconocido problema del vendedor ambulante (TSP, travelling salesman problem) pero es mucho más difícil de resolver en la práctica, y como a menudo los tamaños son grandes y las soluciones deben determinarse rápidamente, la mayoría de los algoritmos utilizados en la práctica son heurísticos (91).

Como ya se ha dejado evidenciado en secciones anteriores, los clientes se han vuelto cada vez más exigentes con los servicios de entrega de la última milla, por lo que algunas empresas permiten que sus clientes elijan una ventana de tiempo en la que desean que les llegue el pedido, lo cual evita esperas innecesarias de parte del cliente y genera menores entregas fallidas. Sin embargo, cuanta más cantidad de clientes incurran en esta práctica, la empresa tendrá menor flexibilidad para armar las rutas de entrega y los costos totales aumentarán (92). Este es un caso especial de VRP, se lo denomina VRP con ventanas de tiempo (VRPTW, vehicle routing problem with time windows) (93).

La literatura investigada ha mostrado que a través de la implementación de un algoritmo eficiente ALNS, donde la disponibilidad de los clientes se toma en consideración para poder programar las visitas de los transportistas, se puede obtener un equilibrio entre la tasa de aciertos y reducir los costos de viaje, lo que implica un ahorro sustancial en los costos de entrega de las empresas (87).

También se debe considerar que existen ciertas condiciones reales que afectan los sistemas, como el mal clima o la congestión vehicular, que generan tiempos de viaje inciertos en los sistemas de entrega de la última milla. Autores han investigado sobre la entrega de última

milla con ubicaciones de entrega itinerantes y tiempos de viaje estocásticos (LMDRDL-STT) y les ha dado una gran ventaja en términos de calidad de la solución y tiempo computacional (94).

Los sistemas de programación y enrutamiento de vehículos han demostrado que pueden generar ahorros en el tiempo de viaje del 10% al 15% y al mismo tiempo, pueden reducir los costos operativos (86). Es por esto que se considera que las empresas deben incurrir en la utilización de estos sistemas para optimizar su ruteo y tener un impacto positivo en la reducción de costos, tiempos y kilómetros recorridos.

### 2.1.5. Centros de consolidación urbana

En los últimos años el transporte de mercancías se ha centrado en la investigación de formas de eliminar el tiempo y el costo en la entrega de la última milla, mientras se mejora continuamente el nivel de los servicios prestados, promoviendo una serie de soluciones logísticas innovadoras tal como los centros de consolidación urbana (95).

Según algunos autores, un centro de consolidación urbana (UCC) se describe como una instalación logística que está situada relativamente cerca del área geográfica a la que sirve como centro de la ciudad, un pueblo completo o un sitio específico, a partir de la cual se realizan entregas consolidadas dentro de esa zona (96). El propósito clave de los UCC es evitar que los vehículos mal cargados realicen entregas en áreas urbanas reduciendo los costos y el tráfico de vehículos de mercancías lo cual a su vez lleva a una reducción en la contaminación ambiental y sonora (97).

La idea de los UCC es separar las actividades de distribución en actividades dentro y fuera de la ciudad. Fuera de la ciudad los vehículos grandes no se encuentran con las desventajas del área urbana, como la contaminación, las molestias y los riesgos para la seguridad del tráfico (98). Dentro de la ciudad, al colocar un UCC, camiones más pequeños transportan las mercancías a puntos de venta en la ciudad. Como ya se mencionó, una ventaja adicional es que los camiones pequeños se pueden cargar completamente en el centro de consolidación, sin embargo, es posible que se necesiten más vehículos pequeños para reemplazar los vehículos grandes, lo que podría aumentar la cantidad de vehículos en la ciudad (98).

Sin embargo, algunos autores destacan que, a pesar de utilizar menos vehículos mejor cargados, el costo de tener un punto de transbordo adicional a menudo impedía que las instalaciones fueran rentables y se dificultaba su operación cuando se eliminaban los subsidios gubernamentales (99).

#### 2.1.5.1. Centros de microconsolidación

Aunque según la literatura estudiada parece que muchos UCC no tuvieron éxito debido a su fuerte dependencia de los subsidios gubernamentales (100), eso no significa que la idea de un punto de transbordo adicional deba dejarse de lado por completo. Varios estudios han mencionado el concepto de microconsolidación como una transición del UCC clásico.

De hecho, mientras que, en un esquema típico de consolidación, la agrupación de mercancías se realiza en un centro de distribución fuera del área de entrega, los esquemas de

microconsolidación consisten en la instalación de plataformas logísticas en el corazón de las áreas urbanas donde se consolidan las mercancías antes de la entrega final al cliente (101).

Un centro de microconsolidación (microhub) es una instalación logística donde los bienes se agrupan dentro de los límites del área urbana, que sirve a un rango espacial limitado (99).

La proximidad a los destinatarios permite la entrega en la última milla con medios de transporte ecológicos, como bicicletas de carga o transporte peatonal, y entregas en los momentos precisos deseados por los clientes (102).

Es importante, distinguir entre los microhubs y los puntos de recolección y entrega (CDP), como los casilleros de paquetes, donde los clientes finales completan el último tramo de la entrega ellos mismos (103). Sin embargo, los microhubs pueden brindar la opción para la recolección del receptor ya sea instalando un casillero de paquetes automatizado en el sitio o empleando asistentes para la recolección en persona (103).

En general, las operaciones de los microhubs tienen cinco características comunes (104):

1. Pretenden reducir el número de viajes de vehículos en un área urbana.
2. Se centran en la entrega de cargas más pequeñas y livianas.
3. Permiten que las mercancías se transfieran a un modo de transporte más limpio, como andar en bicicleta o caminar.
4. Generalmente son operados por empresas de transporte de propiedad privada.
5. Las instalaciones están ubicadas dentro de un área urbana cerca del punto de entrega final.

La ubicación puede ser crucial para la rentabilidad de las operaciones y preferiblemente deben ubicarse cerca de áreas con alta densidad de clientes para que las distancias entre los puntos de entrega no sean demasiado grandes (105).

Cuando se elige un modelo operativo, una consideración clave es si el centro se utilizará únicamente para un operador o se diseñará para permitir una combinación de esfuerzos de consolidación de múltiples operadores. En el caso de un centro de un solo operador, solo una empresa es responsable de organizar esta forma de consolidación y solo esa empresa se beneficia de ella. Por otro lado, en el enfoque de consolidación de múltiples operadores es más difícil de organizar que el anterior ya que requiere de la cooperación entre las partes interesadas y no siempre está claro quién se beneficiará financieramente (99).

#### *2.1.5.2. Puntos de recolección y entrega*

Las entregas a domicilio fueron y continúan siendo el modo más popular para la entrega de última milla (106), pese a que desde el punto de vista de la logística de la ciudad éstas constituyen la solución más problemática en cuanto a costos de servicio y organización (107). Sin embargo, en los últimos años, ha emergido rápidamente como modelo alternativo la

entrega de autocolectión (self-collection delivery) (106), especialmente en áreas metropolitanas (107) y en múltiples ciudades europeas (108).

La entrega por autocolectión implica el abastecimiento de una red de puntos de servicio, en los cuales los operadores agrupan y entregan los paquetes de los clientes finales, y posteriormente dichos destinatarios recogen sus paquetes o hasta pueden devolverlos, siendo en ese caso logística inversa (106). Esto genera una involucración del cliente en el proceso de entrega (109).

Un caso particular de la entrega por autocolectión son los puntos de recolección y entrega (collection and delivery points, CDPs).

Los CDPs son una forma de centros de consolidación urbana (urban consolidation centres, UCCs), pues actúan como un punto de consolidación entre los minoristas y los consumidores (110).

El proceso de la cadena de suministro sería el siguiente: el cliente realiza la compra online y elige un CDPs en función a su conveniencia, por ejemplo, aquel que se encuentre más cerca de su hogar o su lugar de trabajo, y luego la empresa mensajera entrega su pedido al lugar asignado (111). Posteriormente el cliente recibe un e-mail o un mensaje de texto notificándole que su paquete ha arribado y la fecha límite para que recoja dicho paquete (112). Al mismo tiempo, los CDPs proveen la posibilidad de que el cliente final puedan devolver sus pedidos (17).

Una investigación ha demostrado que ubicar los CDPs cerca de áreas residenciales puede reducir significativamente el kilometraje del vehículo de reparto (113).

Los sistemas de CDPs pueden ser supervisados o sin supervisión humana, también llamados tripulados o no tripulados, y dependiendo de los objetivos se elige el sistema acorde. Aquellos que son tripulados reciben diferentes nombres como “sistemas de click y recoger” (click and collect systems) o “punto de servicio” (service point) (111). Mientras que aquellos que son sin tripulación pueden denominarse “puntos de casillero” (locker points), “casilleros de entrega” (delivery lockers), “puntos de recogida” (pickup points), “red de casilleros automáticos” (automated lockers network), “casilleros de paquetes” (parcel lockers), “estaciones de entrega automática” (automatic delivery stations), “estaciones de paquetería automatizadas” (111). También pueden ser sistemas móviles, llamados “recogida en vehículos equipados con casilleros” (106).

Las AHDs agregan a los costos operativos de las empresas de mensajería y tienen impactos adversos en el tráfico (114), estos pueden incluir congestiones viales, demanda de estacionamiento en aceras, las emisiones de gases de efecto invernadero (106). En otras palabras, estas entregas contribuyen a la atomización de los flujos de paquetes causando problemas particulares dentro de las áreas urbanas (107). A su vez, tienen asociadas las entregas fallidas e intentos de re-entrega, como también la necesidad de los transportistas de hacer múltiples paradas durante un viaje (115). Todos estos problemas se pueden mitigar mediante la introducción de CDPs (114).

Las entregas a domicilio también presentan desventajas como baja eficiencia y flexibilidad, mientras que los CDPs son una alternativa más conveniente y flexible para clientes y empresas (111). Esto se debe a que las AHDs generalmente se hacen en una ventana de tiempo de dos horas, implicando que muchos clientes deban esperar en sus casas para recibir sus paquetes, mientras que con CDPs, los consumidores pueden recoger su pedido a su conveniencia dentro de un período de tiempo determinado, reduciendo los costos de oportunidad de los consumidores asociados con la espera (106). Al mismo tiempo, satisface la necesidad de las empresas de optimizar la distribución de paquetes a través de envíos consolidados (107).

Por otra parte, en gran parte de Europa y los Estados Unidos, cuando no se encuentra una persona en la dirección pautada para recibir el pedido, este se deja sin supervisión en la calle (17). Las entregas sin supervisión en la calle no son viables en la mayoría de los países latinoamericanos, como Brasil y Uruguay, debido a que presentan “una tentación para los ladrones”, lo cual se soluciona con la implementación de CDPs pues proveen seguridad al cliente (116).

Debido a que los CDPs logran equilibrar la conveniencia del consumidor, la eficiencia de la entrega y la seguridad, estos se presentan como una de las soluciones más viables para las entregas de última milla (117). Los CDPs se han considerado un medio sostenible de entregar productos comprados en línea en muchos países europeos como, por ejemplo, Alemania, Luxemburgo, Bélgica, Francia, Austria, España, Reino Unido y los Países Bajos (118).

Una de las ventajas de los CDPs es que mejoran la eficiencia del proceso de entrega al reducir las distancias recorridas y el tiempo de recorrido (17) y por lo tanto reduce el consumo de combustible y mano de obra, aumenta la proporción de paradas exitosas/entregas de paquetes (111), también reduce la cantidad de camiones y por lo tanto el costo de mantenimiento y los impuestos (17). Esto implica que se disminuyen los costos operacionales (107).

Puede ser que se reduzcan los costos operativos internos de la empresa y del proveedor de servicios logísticos (LSP), pero se reducen a expensas del aumento en los costos externos (109). Esto significa que, al analizar los costos externos del cliente se debe considerar el modo de elección del cliente para recoger su pedido, ya que, si el mismo utiliza un auto, dicho viaje contribuye a los costos externos relacionados al envío (17). Al tener mayores distancias entre cliente y CDPs, existe mayor probabilidad de que el cliente prefiera utilizar un automóvil, en vez de un medio de transporte más sustentable, como bicicletas o simplemente caminar (119).

Esto significa que se debe analizar cuidadosamente la locación de los CDPs, para que sean efectivos y se pueda facilitar los viajes secuenciados y de esta forma habilitarles a los clientes incluir su viaje al CDPs en su ruta diaria (120).

La elección del modo de transporte a la hora de recoger un pedido también depende de otros factores.

Gracias a investigaciones se descubrió que ciertos factores como el tamaño y/o peso de las mercancías, el precio, la calidad, la ubicación de los puntos de servicio, y la oferta de entrega

pueden influir en la elección de modos más ecológicos para recoger sus pedidos y la elección del encadenamiento de viajes (121).

En relación con lo planteado anteriormente, para intentar reducir los costos externos se debería promover el uso de bicicletas o vehículos menos contaminantes o también concurrir caminando (17). A su vez, una densidad de población más densa y una red de transporte público disminuyen la probabilidad de elegir automóvil como modo de transporte hacia los CDPs (108).

Se debe tener en cuenta que para que sean eficaces, se debe analizar la proporción de la población que puede ser atendida por los puntos de servicios instalados, es decir, cuanto mayor sea la cantidad de CDPs en la ciudad, se reducirá la distancia y/o tiempo entre los clientes y las instalaciones, otorgándole a los clientes accesibilidad (122). Sin embargo, se debe considerar el costo que esto conlleva y también podría ser perjudicial para los transportistas, pues deben entregar paquetes en más ubicaciones (106).

Independientemente de la cantidad de CDPs en la ciudad, establecer cualquier instalación logística, ya sea que se deba construir o pagar una instalación existente, implica el uso de recursos, lo que conlleva a requerir el análisis cuidadoso de las locaciones, ya que puede aumentar o disminuir los costos fijos y variables y mejorar o perjudicar el rendimiento, en términos de satisfacción del cliente con las instalaciones (114).

Las ubicaciones comunes para instalar los CDPs son áreas públicas, como supermercados, estaciones de servicio, shoppings, estaciones de transporte público, y cualquier otro establecimiento comercial; con el objetivo de que sea fácil el acceso de los clientes (122). Un aspecto importante de los CDPs es que los clientes pueden retirar o depositar sus pedidos sólo en ciertos horarios de apertura de aquellos establecimientos donde se encuentran (123).

A su vez, diferentes autores descubrieron que la utilización de CDPs puede generar ganancias extras en aquellos supermercados donde se encuentran, debido a que uno de cada cuatro clientes efectuará una compra al recolectar sus envíos (17).

Debido a los patrones de compra de los consumidores parecería hacer a los supermercados, las instalaciones más visitadas y predilectas para utilizarse como CDPs (114).

Sin embargo, una investigación realizada en el Reino Unido muestra que los CDPs ubicados en las oficinas de correos de Local Collect logran las mayores reducciones en los costos generales de viaje (58,6%), para los clientes y para las empresas de transporte, en comparación con el método tradicional (112).

Las expectativas más importantes que tienen los clientes finales en relación con la ubicación de los CDPs es que se encuentren cercanos a sus hogares, de camino al trabajo y que exista espacio disponible para estacionar (124).

Otro aspecto interesante en cuanto a la locación de los CDPs es que son convenientes particularmente cuando el cliente vive en ciudades más pequeñas y las entregas suelen llevar más tiempo y realizan viajes diarios/semanales a una ciudad más grande (115).

Pese a las diferentes ventajas que los CDPs presentan frente otras alternativas, siendo una de ellas la alta rentabilidad para los transportistas, se observa que la entrega a domicilio sigue siendo el método más popular de la última milla en ciertos países (106).

Ciertos autores plantean que los CDPs deben posicionarse como soluciones sostenibles y complementarse con otros servicios de logística urbana para diversificar la propuesta de valor (110).

Finalmente, es importante remarcar que el éxito de los CDPs como solución para la última milla depende de que las tiendas de comercio electrónico ofrezcan y promuevan esta opción en sus sitios web para sus clientes, además de la aceptación de los compradores electrónicos y el interés de los minoristas en alojar esta solución (17). Los actores clave pueden influir en la aceptación de los usuarios proporcionando incentivos de descuento o subsidios, o también haciendo un recargo en las AHDs (106).

#### 2.1.5.2.1. Casilleros de entrega

Un caso particular de los CDPs son los casilleros de entrega (delivery lockers, smart lockers o parcel lockers, DLs), los cuales son automatizados y operan sin supervisión humana (125). Se ubican en bloques de viviendas, lugares de trabajo, estaciones de ferrocarril, entre otros y disponen de cerraduras electrónicas con códigos de apertura variables, permitiendo que sean utilizados por diferentes consumidores (123).

Usualmente se les otorga a los clientes finales tres días para pasar por la locación a recoger el pedido una vez que llega al casillero y las ubicaciones de los casilleros se seleccionan para que sean sitios monitoreados, ya sea como estaciones de servicio y supermercados, y de esta forma garantizar la seguridad de los usuarios y sus pedidos (126).

Al explicitar que son utilizados por distintos clientes finales, se pretende aclarar que los DLs no se asignan de manera fija a un cliente específico, sino que su asignación varía dinámicamente en función de los pedidos emitidos y la disponibilidad (127).

De la misma forma que los CDPs, los DLs presentan como ventaja que son sustentables en 3 aspectos. Son económica, social y ambientalmente sustentables, ya que reducen la distancia y el tiempo de viaje, reducen accidentes vehiculares y por lo tanto incrementan la habitabilidad de la ciudad, y por último reducen las emisiones y el ruido generado por las operaciones (17). Al mismo tiempo, logran aumentar el número de repartos exitosos en el primer intento, reducen los costos operativos de los transportistas y optimizan las rondas de reparto (107).

Se considera importante especificar cómo es la entrega con los DLs, ya que tiene varias diferencias en cuanto a los CDPs.

Al ser los DLs automatizados y sin supervisión humana, presentan una ventaja en relación a la pandemia causada por COVID-19, ya que admiten el distanciamiento social, mientras que los CDPs tienen un factor de contacto humano (128).

Una de las principales diferencias con los CDPs son los horarios de apertura. Mientras que los CDPs están limitados a estar disponibles durante el horario de apertura de los comercios en

los que se encuentran y es usual experimentar colas de espera, los DLs son máquinas automáticas que están disponibles para la entrega y retiro las 24 horas del día, los 7 días de la semana, los 365 días del año y no es usual tener un tiempo de demora (115). Para los clientes, los DLs son una solución rápida y conveniente ya que, debido a su disponibilidad horaria, resuelven eficientemente el problema de recogida/entrega de clientes con horarios disponibles acotados, como trabajadores de oficina y estudiantes (129).

Otras ventajas de los DLs es que pueden ser alimentados por baterías o paneles solares, y son fáciles de construir y mantener (128). Sin embargo, como no poseen supervisión humana deben estar vigilados con cámaras de seguridad para evitar el riesgo de vandalismo y robos (115).

Estudios han mostrado que los costos de transporte cuando se utilizan los DLs como método de entrega de la última milla entre un 55% y un 66% más bajos que cuando se implementa una recepción atendida con una ventana de tiempo de entrega de dos horas (123).

En el caso de los DLs, surge una complejidad clave, cuando los usuarios deben interactuar con el sistema de auto-recolección para retirar sus paquetes, el cual se diseña con etapas de verificación de identidad para garantizar la seguridad y que ciertos consumidores los sienten como una inconveniencia (106).

Otras dos desventajas que tienen estos casilleros es que son una acción privada, por lo cual las autoridades no poseen información sobre sus impactos, y también que el último tramo del viaje lo hacen los clientes (119).

Un factor clave que se debería tomar en consideración es que los usuarios de los DLs le otorgan gran importancia a la puntualidad, seguido por la confiabilidad y la seguridad, lo que indica que se debe esforzar para brindarles un servicio rápido y flexible, intentando evitar fallas del sistema o que se puedan resolver problemas con la mayor rapidez posible (129).

### *2.1.5.3. Depósitos móviles*

Previo a adentrarse en los depósitos móviles como una solución innovadora para la entrega de última milla se considera importante definir los sistemas de distribución de dos niveles.

Los sistemas de distribución de dos niveles (two-tier distribution systems) amplían el concepto de esquemas de consolidación de carga urbana de un solo nivel, como son los centros de consolidación urbana (UCCs), pues consideran satélites, que son puntos de transferencia adicionales en la cadena logística, donde las cargas provenientes de instalaciones en la periferia de la ciudad, transportadas por medios de transporte de primer nivel (ftm, first-tier transport modes), son transferidas y posiblemente consolidadas, en modos de transporte de segundo nivel (stm, second-tier transport modes) que son más pequeños y amigables con el medio ambiente, más adecuados para operar en el centro de la ciudad (13).

Aquellos sistemas de distribución basados en depósitos móviles consideran que los ftm transportan cargas u otros recursos, desde las instalaciones logísticas ubicadas usualmente

en la periferia de la ciudad hacia el centro de la misma, para luego realizar la transferencia de las cargas a los stm para efectuar la entrega de última milla (130).

En otras palabras, estos centros móviles, llamados depósitos móviles (MDs, mobile depots) son instalaciones de almacenamiento de paquetes que provienen desde centros logísticos y se colocan en lugares estratégicos dentro de áreas urbanas y se pueden mover fácilmente según sea necesario, donde el personal de entrega recoge sus paquetes y realiza las entregas utilizando usualmente formas de transporte más livianos o amigables con el medioambiente, como bicicletas, EVs o simplemente a pie (131). Específicamente, los depósitos móviles son remolque equipados con un muelle de carga, instalaciones de almacenamiento y una oficina (35).

Se requiere grandes capacidades de coordinación y sincronización espacio-tiempo entre los modos de transporte en cada nivel para transferir la carga, debido a las limitadas capacidades de almacenamiento en los MDs (132). Para aumentar la eficiencia de la distribución y eficacia de la interacción entre los modos de transporte se pueden implementar complementos tecnológicos, como puede ser una aplicación para teléfonos inteligentes donde los distribuidores y el conductor del depósito móvil puedan conocer la ubicación de cada vehículo (133).

Estos sistemas han surgido debido a que en muchos lugares el costo de instalar infraestructuras logísticas urbanas en áreas urbanas se ha vuelto prohibitivo, como también los largos tiempos de ocupación de aceras por parte de los vehículos de distribución para lograr hacer las entregas y las multas en las cuales incurren usualmente por consecuencia (132). Esencialmente se implementan para reducir la necesidad de espacio inmobiliario y lograr acercar las cargas y el inventario a los clientes finales, usualmente localizados en áreas urbanas (134).

Con la distribución de cargas tradicional mediante el uso de vans, se encuentran grandes pérdidas de tiempo, ya que los conductores tienen que desplazarse desde y hacia los centros de distribución, generalmente localizados en la periferia o afueras de las ciudades, en horarios pico donde hay más congestión (133). Esta desventaja no la poseen los depósitos móviles, por lo cual se presentan ahorros de tiempo.

Una de las principales ventajas de este sistema de dos niveles, es que si se articula con vehículos de cero emisiones como stm logra un impacto en la reducción de la distancia total recorrida, costos de combustible y las emisiones de CO<sub>2</sub> (135).

En otras palabras, estos sistemas ser económicamente competitivos y permiten mantener el nivel de servicio con los clientes finales, mientras son amigables con el medioambiente y disminuyen impactos negativos en las áreas urbanas, como la congestión (35).

Una desventaja de los depósitos móviles es que son exclusivos para mercancías de pequeño tamaño, aquellos paquetes grandes o pesados se deben seguir entregando de la manera tradicional; por lo que estos sistemas son una contribución más eficiente para la carga en ciertos segmentos (136). Otros obstáculos que se presentan a la hora de implementar los

depósitos móviles es que requieren espacios designados y el hecho de que su diseño afecta el entorno estético de dónde se localice (136).

En Bruselas se realizó una demostración exitosa de MDs en combinación con triciclos eléctricos, por parte de TNT Express, donde si bien la puntualidad bajó del 95% al 88%, no hubo quejas, y al mismo tiempo las emisiones de contaminantes y el número de kilómetros de diésel se redujeron significativamente, sin embargo, fue difícil establecer rentabilidad para el operador (35).

En relación con la rentabilidad, un estudio en Rio de Janeiro demostró que la implementación de MDs en aquellos vecindarios con una alta densidad de clientes pequeños tienen altas probabilidades de ser más rentables (137).

## 2.2. Soluciones para los almacenes

Se considera importante investigar sobre los almacenes pues forman la columna vertebral de la distribución de productos en el comercio electrónico B2C (138). Al mismo tiempo, varios autores lo consideran un cuello de botella en el cumplimiento de pedidos del e-commerce (139).

Los almacenes no solo son locaciones para almacenar mercancía, sino que son el lugar donde se les agrega valor a los productos, y son cruciales para la rentabilidad de la organización, mejora de la eficiencia de las operaciones, puede lograr la reducción de fatiga y rotación de los empleados y la mejora de niveles de servicio de los clientes (140).

Dentro de los desafíos clave de la gestión de almacenes se incluye el espacio limitado, mano de obra escasa, diseños deficientes y sistemas de información obsoletos (141).

Con el creciente éxito y expansión mundial del e-commerce, los almacenes se ven más presionados, ya que deben procesar cada vez mayores cantidades de pedidos, especialmente de pedidos pequeños, en plazos de tiempo ajustados, mantener un gran surtido de mercancía y manejar cargas de trabajo variables (142). Razones por las cuales las empresas concentran sus operaciones de almacenamiento en uno o pocos almacenes grandes, que posean altos rendimientos o directamente subcontratan el almacenamiento a proveedores de servicios logísticos (142). No solamente eso, sino que también el crecimiento del comercio electrónico impulsa a una diversificación de los sistemas de almacenamiento (143). Esto implica que cada vez más se vuelven importantes la alta eficiencia y precisión en el almacenamiento y recuperación de mercancías en y desde el almacén (144).

A su vez, las operaciones que se dan dentro de un almacén, denominadas operaciones de intralogística pueden afectar en grandes proporciones la puntualidad de las entregas y como esto es un aspecto muy relevante para los clientes finales, es vital tratar estos problemas desde el almacén (139).

Hasta 2007 en Europa occidental se utilizaba ampliamente la configuración tradicional de recogedor de piezas, también llamada en inglés picker-to-parts, donde los humanos (recolectores) visitan los estantes de los almacenes donde se almacenan las unidades de control de inventario (stock keeping unit, SKU) demandadas en cada pedido y las recogen,

resultando en tiempo improductivo mientras el recolector se desplaza entre estantes y luego hasta el depósito central (145). Sin embargo, hoy en día existen innovaciones para poder satisfacer los grandes volúmenes que se manejan.

Como ya se ha mencionado, el e-commerce ha aumentado la enorme cantidad de productos que se deben manejar, creando así grandes retos administrativos, logísticos, de distribución y de la cadena de suministro. Sin embargo, se logra obtener eficiencia y eficacia dentro de las operaciones administrativas, mediante la aplicación de tecnologías digitales (146). Las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) permiten la difusión de información entre las partes de la cadena de suministro y comprenden software, hardware, sistemas y aplicaciones de telecomunicaciones e información útiles para producir, analizar, procesar, empaquetar, distribuir y almacenar (147). Autores han investigado las cinco TIC principales para la gestión logística como ERP, sistemas de gestión de almacén (warehouse managing systems, WMS), sistemas de control de almacén (warehouse control systems, WCS), sistemas de ejecución de almacén (warehouse execution systems, WES) y sistemas de gestión de órdenes distribuidas (distributed order management systems, DOMS) y afirman que la implementación de DOMS, WCS y WES aumentará para cubrir toda la red y permitir una mayor automatización, mientras que los WMS tienen la necesidad de actualizaciones en tiempo real y sistemas de sincronización para satisfacer la demanda de los clientes (148).

También es usual la implementación de dispositivos conectados en sistemas de inventario, logística y cumplimiento de las empresas de comercio electrónico como, por ejemplo, la identificación por radiofrecuencia (RFID), la cual permite la transmisión de información a través de ondas de radio a dispositivos conectados a Internet y se incorporan sensores a productos para rastrearlos en tránsito, ayudando a optimizar el proceso, predecir los tiempos de envío y proporcionar un seguimiento en tiempo real de los niveles de existencias (146).

Al mismo tiempo, para evitar los problemas de los almacenes tradicionales se han desarrollado sistemas de almacenamiento, que se definen como hardware o elemento de proceso (o una combinación) para el almacenamiento, que aplican la automatización o implementan adaptaciones organizacionales (149).

Siguiendo adelante con el análisis, la preparación de pedidos es la actividad que conlleva mayor labor y costo, pues cubre 51% de los costos totales de los almacenes, por lo que muchas soluciones innovadoras se basan en sistemas de preparación de pedidos, que pueden incluir el diseño del layout, la asignación de almacenamiento y métodos de enrutamiento, procesamiento por lotes de pedidos y zonificación (147).

Debido a que el comercio electrónico tiene grandes fluctuaciones en los volúmenes de pedidos y al mismo tiempo hay grandes cantidades de devoluciones, las operaciones de almacenes deben hacerles frente a estos desafíos y, en estos casos, las políticas óptimas para los almacenes manuales tradicionales pueden no ser adecuadas (140). Especialmente, se estudian las rutas de selección óptimas mediante un algoritmo genético híbrido, el cual determina las rutas para la recogida simultánea de productos y la entrega de aquellos productos devueltos a los lugares de almacenamiento apropiados (150).

Para condiciones de demanda volátil, como es el caso del e-commerce, ciertos autores proponen cinco enfoques de programación estocástica de múltiples etapas adecuados para planificar personal flexible y de tiempo completo para actividades de preparación de pedidos, y muestran que el valor en riesgo condicional de varios períodos es prometedor en estos casos (151).

A su vez, autores esperan que aplicaciones de inteligencia artificial (IA) mejoren ampliamente la gestión de los almacenes, y muchas aplicaciones se están desarrollando e implementando, como la selección asistida por vehículos guiados automatizados (AGVs), los robots de movimiento de estantes (shelf-moving robots) y el almacenamiento en estantes mixtos (mixed-shelf storage) (152).

A continuación, se hará un breve resumen de distintos sistemas de almacenamiento.

Primero se puede mencionar los almacenes de estantes mixtos, donde los artículos individuales (SKUs) se distribuyen aleatoriamente por todas las estanterías del almacén, lo cual permite una alta probabilidad de tener los artículos más cerca de los recolectores, disminuyendo así el tiempo improductivo de caminata de estos y al mismo tiempo no se precisa una automatización excesiva (153). Aspectos negativos de esta alternativa son que generan esfuerzos adicionales durante el almacenamiento de los SKUs y aquellos casos donde se precisan grandes cantidades de pedidos de cierto SKU generan problemas (145).

En segundo lugar, se menciona el procesamiento dinámico de pedidos. Este sistema permite un procesamiento de pedidos más rápido comparado con los sistemas tradicionales, ya que los recolectores recogen los pedidos en lotes que llegan en tiempo real y los integran al ciclo de recolección actual, permitiendo que órdenes urgentes sean procesadas al instante (154). Dentro de este sistema se encuentran dos diferentes, dependiendo de la ruta que se haga para levantar los pedidos. El primero, denominado “recolección de leche” se da si el recolector siempre recorre completamente su zona en todos los recorridos, al agregar una nueva orden no se modifica el recorrido, únicamente se indican aquellos nuevos mediante un display o señal luminosa en los estantes correspondientes y son recogidos al pasar, mientras que el segundo, “selección intervencionista de pedidos”, es cuando se recorre únicamente para completar la lista de pedidos actual, implicando un cambio y adaptación instantánea del recorrido al agregar un nuevo pedido (145). Luego se deben separar todos los SKUs recogidos en los pedidos correspondientes, es decir, requiere tecnología de clasificación (155).

En tercer lugar, se encuentran los sistemas con integración de vehículos guiados automatizados (automated guided vehicles, AGVs) y la tecnología de la información, los cuales apoyan a los recolectores y han proporcionado una gestión de almacenes libre de colisiones y más eficiente, ya que nuevamente se reducen los tiempos improductivos de los recolectores (156). Al mismo tiempo proveen mayor conveniencia al poseer enrutamiento y reprogramación en tiempo real (144).

Un primer caso de los AGVs se denominan apoyo de recolección (pick support), donde un AGV sigue al recolector y transporta los SKUs recogidos, y una vez que el espacio disponible de este se completó, otro AGV vacío reemplaza el lugar del completo y este se dirige al depósito, mientras que el recolector continúa la ruta de recolección con el AGV vacío (157). También se

presentan otras variantes, una de ellas consiste en que un AGV vaya automáticamente al lugar de recolección y espere la llegada de un recolector, y luego de que se depositen los artículos requeridos, vuelve al depósito; mientras que la otra alternativa automatiza todo el proceso de selección (sin ayuda de un recolector) (157).

En cuarto lugar, se destacan los sistemas de cumplimiento de robots móviles (mobile robot fulfillment systems o robotic mobile fulfillment systems, MRFS o RMFS), también conocidos como KIVA, los cuales se basan en robots móviles bastante simples, capaces de levantar, soportar, rotar y transportar una estantería a un recolector estacionario, los cuales se encuentran en puestos de trabajo diseñados ergonómicamente (158). Esta solución es fácilmente escalable a diferentes cargas de trabajo, y por eso son adecuados para el e-commerce, mediante la adición y sustracción de robots (145).

En quinto lugar, se puede discutir una configuración de almacén particular llamado sistema de almacenamiento celular (cellular warehousing, CW), donde hay múltiples celdas las cuales se tratan como almacenes individuales y cada una es responsable de artículos con similitudes fuertes, y luego también existe una celda de consolidación la cual está destinada al manejo de pedidos que necesitan el cumplimiento de varias celdas de almacenamientos (159).

En último lugar, se mencionan las estaciones de trabajo de selección avanzadas, o “advanced picking workstations” en inglés, las cuales permiten tener un rendimiento de recogida de hasta 1000 líneas de pedido por hora, por lo que son adecuadas para los tiempos cortos que se maneja en el e-commerce (160). Estas estaciones forman parte de un sistema de preparación de pedidos más grande, generalmente incluyendo un área de almacenamiento de pallets y transportadores, el sistema de almacenamiento automatizado es donde se almacenan los pallets de productos que contienen cierta cantidad de artículos de un solo SKU y se seleccionan mediante sistemas automatizados de almacenamiento/recuperación (automated storage/retrival systems, AS/RS) y luego los pallets de productos (o contenedores de almacenamiento) se transportan mediante las cintas transportadores hasta un puesto de trabajo de selección, donde recolectores humanos colocan los SKUs necesarios en pallets de órdenes (o contenedores de pedidos) para completar los pedidos (161). Generalmente en las estaciones de selección los recolectores son ayudados mediante un monitor que les indica cuántas unidades de SKUs colocar y en qué contenedores de pedido, y una vez que se completa un contenedor de pedido se intercambia de manera automática con un contenedor de pedido vacío (145). A pesar de que los surtidos grandes y tamaños de pedidos chicos no son un problema para este tipo de sistema, sí lo es la escalabilidad, ya que sumar o restar nuevas estaciones requiere de un gran esfuerzo de construcción y por lo tanto no se puede realizar con poca antelación (145).

Se puede concluir que la gestión de los almacenes es vital para el funcionamiento eficiente y eficaz de la cadena de suministro del e-commerce, por lo que se le debe adjudicar estudio y preparación a dicha área.

### 2.3. Conclusiones iniciales

A partir de la revisión bibliográfica realizada anteriormente en las secciones 2.1. y 2.2. se puede concluir inicialmente que existen numerosas y variadas soluciones para lograr una eficaz y eficiente última milla. Las desarrolladas anteriormente son aquellas más mencionadas en la literatura y más implementadas en el sector, sin embargo, se debe destacar que existen otras posibilidades.

De las evidencias anteriores, se puede destacar que a pesar de que existen alternativas con grandes componentes tecnológicos e innovadores, también existen otras consideradas menos innovadoras o tecnológicas que también logran otorgar mejoras para las empresas en cuanto a sus operaciones. Esto también se puede decir en cuanto al grado de complejidad a la hora de su implementación y en términos monetarios.

Por consiguiente, se considera necesario analizar el estado de Montevideo, Uruguay, en cuanto a las soluciones implementadas en las empresas actualmente. Asimismo, se desea analizar cuáles son los principales desafíos que se les presentan a las empresas y al gobierno en cuanto a la última milla del e-commerce, para también encontrar los puntos de mejora con mayor impacto y menor dificultad de implementación.

# CAPÍTULO 3

THINK TANKS

## 3. THINK TANKS

### 3.1. Think Tank 1

El jueves 26 de mayo de 2022 se llevó a cabo el primer Think Tank, cuyo objetivo fue generar un espacio de discusión sobre la situación actual del sector en cuanto a oportunidades de mejora, de manera colaborativa entre el sector público y privado. En definitiva, su propósito era que los diferentes actores clave puedan colaborar entre ellos y generar sinergia entre el sector público y privado.

Mediante el intercambio entre empresas se aspira a idear e impulsar soluciones para lograr mejoras en la logística del e-commerce, atacando a las problemáticas que se presentan.

Dicho taller se desarrolló en la nueva sede de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Montevideo de manera presencial y asistieron 24 participantes de diferentes empresas dentro de las cuales se incluyen Ártico, Arredo, Envigo, Districad, DAC, PedidosYa, Tienda Inglesa, UES, Fenicio, Mercado Libre, Stadium, The group, SoyDelivery, Farmashop, Intendencia de Montevideo y Farmared. Dentro de estas empresas se encuentran diferentes actores clave, como ser proveedores logísticos, empresas B2C, empresas B2B, proveedores de market place, proveedores de página web y el gobierno municipal.

#### 3.1.1. Metodología

Este Think Tank se realizó en forma de taller colaborativo entre todos los participantes y constó de 6 partes distintas.

Para iniciar el taller se comenzó con una introducción concisa del proyecto, incluyendo las entidades involucradas, el objetivo y las actividades que lo constituyen. Luego se otorgó un lugar para que los participantes se presenten para posteriormente presentar los principales desafíos hallados por el equipo de investigadores durante la etapa de encuestas y entrevistas. Luego de presentados los desafíos se les pidió a las empresas que propongan aquellos problemas no mencionados. Esto último generó un espacio de discusión entre las empresas donde cada una proponía nuevos desafíos.

Posteriormente se seleccionaron cuatro principales desafíos para encontrarles soluciones en conjunto. En esta etapa los participantes se dividieron en cuatro grupos para trabajar de manera colaborativa e idear soluciones innovadoras. Finalmente, se pusieron en común cada una de las soluciones.

#### 3.1.2. Discusión sobre los principales desafíos

A continuación, se presenta una lista de los principales desafíos de la logística del comercio electrónico, con una pequeña descripción, que fueron hallados durante la etapa de entrevistas y encuestas.

1. Preparación de pedidos: Desafíos al realizar sorting, embalaje, etiquetado y validación de los pedidos
2. Gestión de stock: Tener el stock de la tienda física y la tienda online sincronizados y gestionar el stock de manera que no haya faltantes.
3. Optimización de rutas: Realizar recorridos que sean lo más eficientes posibles en cuanto a costos y a tiempo de entrega.
4. Trazabilidad de paquetes: Conocer el estado del envío de los pedidos para poder ser más efectivos y poder transmitir seguridad a los clientes.
5. Dirección incorrecta/incompleta: Que la dirección del cliente final no esté actualizada o falten datos necesarios para realizar una entrega exitosa.
6. Tránsito/congestión vehicular: La cantidad de vehículos circulando en la ciudad es demasiada.
7. Zonas de carga y descarga: Que no haya suficientes zonas de carga y descarga lo cual puede provocar atrasos, multas u otras complicaciones.
8. Seguridad de la ciudad/robos: Problemas en cuanto a robos de paquetes, camionetas u zonas a las cuales se decide no realizar entregas (zonas rojas).
9. Cumplir con la promesa de entrega: Cumplir con el tiempo de entrega en el cual se le aseguró al cliente final que el pedido le llegaría.
10. Necesidad de entregas más rápidas y express: Cada día los clientes quieren recibir sus paquetes más rápido.
11. Puntos de carga para vehículos eléctricos: Que no haya suficientes puntos de carga para vehículos eléctricos.
12. Logística inversa: Proceso desde que el cliente solicita el cambio o devolución del producto, pasando por la organización interna de la empresa para responder al reclamo, el chequeo de disponibilidad de stock, el envío de un nuevo producto (en caso de cambio) y la decisión de a dónde irá a parar el producto devuelto.
13. Resistencia al cambio por parte de los clientes finales: Que los clientes finales aún no estén acostumbrados a utilizar nuevas tendencias del comercio electrónico, como por ejemplo los lockers o los puntos de recogida.

A continuación, se hace énfasis en ciertos aportes que realizaron los participantes durante el taller en relación con los desafíos.

Según varias empresas un problema usual en el rubro es que el personal para las entregas se encuentra, en general, poco capacitado, ya que muchos no han completado sus estudios de bachillerato. Una empresa aclara que se debe tener en cuenta que los carriers son la “cara visible” del servicio. Es importante entonces que el personal tenga presente que debe presentarse prolijo, con vestimenta representativa de la empresa, en un vehículo cuidado y también tener buenos modales. En otras palabras, es imperativo que los empleados sean profesionales en su accionar frente al cliente y en la calle a la hora de las entregas.

Relacionado con el punto anterior, muchas veces el cliente final o la persona que recibe el pedido puede no estar familiarizado con la modalidad del servicio y el cadete debe tener la capacidad de explicarle lo que sea necesario. Sobre todo, los empleados deben tener el

conocimiento necesario para entregar el mejor servicio posible y de lo contrario deben ser capacitados por las empresas.

Otros dos desafíos expuestos fueron acerca de la seguridad vial y la convivencia con los ciudadanos. En cuanto a la seguridad vial, es muy común que sucedan accidentes de tránsito debido a distracciones por parte de los choferes. También puede ocurrir que los vehículos en los cuales se transportan no cumplan los requisitos básicos. Relacionado con la convivencia con los ciudadanos, y como se explicitó en la revisión bibliográfica, la logística de última milla genera una disminución en la calidad de vida de los ciudadanos. Una de las causas de esto, según varios participantes, es el hecho de que la mayoría de los carriers deben estacionar de manera incorrecta, debido a la falta de zonas de carga y descarga. Generando así una molestia en la vecindad, ya que al estacionar en doble vía se entorpece el tránsito o también es común que vecinos no pueden acceder a sus garajes.

Relacionado con el punto anterior, ciertos participantes hicieron notar que regularmente sucede que los locales de empresas B2C suelen no estar capacitados para preparar los pedidos con rapidez, como también que no tengan un espacio adecuado para que los proveedores logísticos estacionen a la hora de levantar los paquetes. Esto resulta en que los proveedores logísticos reciban multas o directamente que no tengan lugar para estacionar.

Al mismo tiempo, según varios participantes, se destaca una gran necesidad de normativa de las operaciones logísticas relacionadas con la última milla, para que las condiciones sean estandarizadas y seguras para todas las empresas.

Este último punto también se puede relacionar con la falta de un laudo de última milla. Ciertas empresas expresaron que dependiendo del rubro al cual pertenezcan, ya sea si es clasificado como “comercio” o “logística”, tienen diferentes laudos, a pesar de que estén realizando la misma tarea de última milla. Esto implica que tengan diferentes costos y, por lo tanto, que algunas empresas salgan más perjudicadas.

Otro desafío expresado por las empresas es poder entregar a domicilios con direcciones incorrectas o incompletas. Esto generalmente se debe a que el mismo cliente se olvida de ciertos datos o que las páginas de las empresas B2C no poseen los campos necesarios y correctos a rellenar por el cliente final. Según la experiencia de las empresas, afirman que la cartografía uruguaya no es completamente certera y a su vez, las ciudades del país en un inicio no estaban destinadas para este tipo de entregas. Un claro ejemplo de esto sería el departamento de Canelones, donde se necesita especificar calle, manzana y solar.

En cuanto a la entrega también existen otros desafíos, como que el cliente final se encuentre ausente al momento de la entrega. El cliente se puede no encontrar en la dirección pactada a la hora de la entrega, más si se especifica que la entrega será en una franja horaria relativamente amplia. Se podría reducir este problema si se reducen las franjas horarias de entrega.

A pesar de que varias empresas les ofrecen a los clientes franjas horarias para que puedan elegir la más conveniente para la entrega, se desea poder ser más específico con las mismas

y cumplir con lo pactado. Sin embargo, reducir las ventanas de entrega presenta un desafío logístico.

Al mismo tiempo, una forma de otorgarle al cliente franjas horarias de entrega más reducidas se podría lograr mediante la implementación de un sistema de optimización de rutas, donde el chofer le indique al cliente cuando se estima que arribará en su puerta.

Empresas expresaron que durante el proceso de entrega muchos repartidores han experimentado robos cuando dejan el vehículo para poder entregar el pedido, por ejemplo, puede suceder que tenga que entregar un paquete en un apartamento y mientras se desplaza hasta la locación y el cliente final lo recibe, puede ocurrir el hurto.

Relacionado con las entregas, aquellas empresas logísticas que cuentan con entregas express tienen un gran desafío para cumplir con dichas entregas en las horas pico, ya que necesitan mayor cantidad de choferes (llamados "riders") para poder satisfacer la alta demanda. Al mismo tiempo, al aumentar el número de riders para las horas pico, en el resto del día no hay suficientes pedidos ni horas para que puedan seguir trabajando.

Otro dilema discutido relacionado con las entregas express o más rápidas, es que cada vez más los clientes finales exigen este tipo de entregas, pero al mismo tiempo la mayoría desean que el costo de esta sea nulo. Por lo que las empresas afirman que se debe a que el público no le otorga valor a la logística, por lo que no le ven el sentido a pagar por el envío. Asimismo, los clientes también exigen un servicio mejorado, como por ejemplo tener la habilidad de ver en tiempo real la posición de su pedido. Todos estos aspectos generan presiones en la cadena logística y en las empresas, porque cuanto más se mejore y personalice el servicio se debería cobrar más. Las empresas creen que este punto se debe mejorar, y que no debería existir la creencia de "vale todo para captar al cliente".

Una de las empresas dice que hay una contradicción, pues todos los actores involucrados quieren mejorar la calidad del servicio pero que, a la hora de competir, si no se compite en términos de precio, se pierde. Esto se relaciona con darle valor a la logística y también con el hecho de que exista un laudo de la última milla.

Otros participantes mencionaron que la entrega de última milla de e-commerce comenzó siendo con productos pequeños (aprox. 2 kg), pero hoy en día se quiere poder entregar bultos más grandes, a pesar de que esto presenta un mayor desafío ya que el ecosistema no se encuentra preparado.

Algunos proveedores de market place establecieron que un desafío es la adopción de tecnología para ciertas empresas B2C, ya que presentan una aversión a las nuevas tecnologías y su implementación. Este aspecto se debe mejorar e incentivar.

Con respecto a implementación de tecnologías y nuevas soluciones, participantes mencionaron que en otros países se utilizan hubs, donde empresas B2C dejan sus pedidos y varias empresas logísticas trabajan en conjunto para distribuir todos los pedidos. Según participantes del taller, se deberían implementar en Uruguay como forma eficiente de entrega de última milla.

La asignación de pedidos también se encuentra vinculada al punto anterior. Es importante la logística previa a la entrega, poder determinar dónde conviene colocar el stock para que sea lo más eficiente posible, es decir, quién conviene que recoja los pedidos de las empresas B2C, dónde se realiza y cuándo se entregaría.

El aspecto ambiental también fue un tema que surgió en esta etapa del Think Tank, ya que las actividades relacionadas con la logística generan un impacto negativo en el medioambiente, ya sea el transporte y las emisiones y el consumo de combustible que genera, la utilización de empaquetados no sustentables, utilización de energías no renovables en los centros de distribución, entre otros.

Para finalizar esta etapa de diseminar cuales son los principales desafíos, una empresa realizó una acotación positiva, acotando que en 2019 hicieron un gran evento y se encargó un pedido desde Estados Unidos para que llegue a una dirección de Uruguay, en el mismo instante se realizó otro pedido interno a Uruguay para la misma dirección. Esto resultó con que el pedido desde Estados Unidos arribó antes que el encargado en Uruguay. La empresa declara que esto hoy en día no sucede, ya que en los últimos 3 años las empresas logísticas se han profesionalizado y a pesar de que no se ha llegado a los niveles que se desean o que el público espera, se ha avanzado significativamente.

La pandemia causada por el COVID-19 ha forzado a las empresas a profesionalizarse, a invertir capital en capacitación, tecnología e innovaciones. Por lo que, Fenicio dice que estar discutiendo que uno de los principales desafíos sea reducir las franjas horarias de entrega porque ya se sabe que se entrega en menos de 48 horas, es un avance destacado.

Gracias a los comentarios de los participantes se adhirieron a los desafíos propuestos y también se sumaron 11 nuevos. A continuación, se muestra la lista final de los desafíos en la logística del e-commerce.

1. Preparación y asignación de pedidos.
2. Gestión de stock.
3. Optimización de rutas y franjas horarias de entrega más específicas.
4. Trazabilidad de paquetes.
5. Dirección incorrecta/incompleta.
6. Tránsito/congestión vehicular.
7. Zonas de carga y descarga.
8. Seguridad de la ciudad/robos.
9. Cumplir con la promesa de entrega.
10. Necesidad de entregas más rápidas y express.
11. Puntos de carga para vehículos eléctricos.
12. Logística inversa.
13. Resistencia al cambio por parte de los clientes finales.
14. Cliente ausente.
15. Implementación de tecnología y nuevas soluciones como hubs.
16. Impacto ambiental.
17. Personal capacitado.

- 18. Darle valor a la logística.
- 19. Laudo de última milla y normativa.
- 20. Logística de última milla para bultos grandes.
- 21. Convivencia con vecinos.
- 22. Seguridad vial.
- 23. Infraestructura de locales.
- 24. Cumplir con la demanda en horas pico.

A partir de esto, se seleccionaron cuatro principales desafíos para discutir posibles soluciones de manera colaborativa. Los cuatro desafíos que se decidió resolver son el impacto ambiental, las zonas de carga y descarga, optimización de rutas y la logística de última milla para bultos grandes.

### 3.1.3. Resultados trabajo en grupos

Se separaron a los participantes del taller en cuatro grupos de trabajo para estudiar las posibles soluciones a los problemas planteados, incluyendo para cada una las acciones necesarias, los actores relevantes, quién lo lideraría, el financiamiento y una relación entre dificultad e impacto, lo cual se puede visualizar en la imagen inferior.

**Desafío:** .....

Soluciones posibles:	Acciones necesarias:	Actores relevantes:	¿Quién lidera?	Financiamiento:	Dificultad vs. Impacto:
Solución 1:					
Solución 2:					
Solución 3:					

Imagen 1 – Template para desafíos

A continuación, se detallan los resultados obtenidos en cada uno de los grupos de trabajo.

#### 3.1.3.1. Impacto ambiental

Para el desafío del impacto ambiental se llegó a lo siguiente:

## Desafío: Impacto ambiental

Soluciones posibles:	Acciones necesarias:	Actores relevantes:	¿Quién lidera?	Financiamiento:
1 Movilidad eléctrica	Cambio cultural, Flexibilidad en los costos, Inversiones	IMM, Gobierno, Organizaciones, Proveedores de distribución	Sociedad, Gobierno, Organizaciones, Proveedores de distribución	Subsidios atractivos (COMAP, MIEM), Líneas de crédito específicas
2 Microhubs de cross docking (varias empresas, una distribución)	Organizaciones "open minded", Transparencia de información , Tarifas flexibles	Organizaciones, Proveedores de distribución	Organizaciones, Proveedores de distribución	Líneas de crédito específicas
3 Optimizar carga volumétrica completa de los vehículos	Cambio cultural	Organizaciones, Proveedores de distribución	Organizaciones, Proveedores de distribución	No definido
4 Correcta disposición final de residuos	Instrucción, Capacitación, Planificación, Cambio cultural	IMM, Organizaciones, Sociedad	Organizaciones, Sociedad	Organizaciones, IMM

Imagen 2 – Soluciones para el desafío "impacto ambiental"

### Dificultad vs. Impacto:

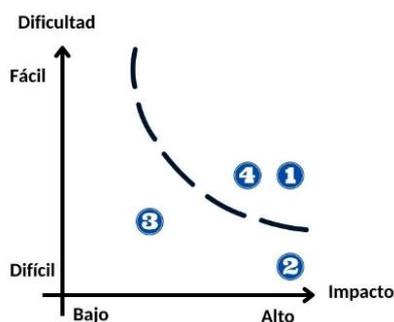


Imagen 3 – Dificultad vs impacto de soluciones de "impacto ambiental"

Para este desafío los participantes encontraron cuatro posibles soluciones.

### Solución 1

La primera se trata de la movilidad eléctrica, la cual ya tiene ayudas financieras por parte del gobierno. Sin embargo, aún cuesta en las empresas ver los beneficios del cambio, al mismo tiempo, todavía quedan por definir algunos costos que viabilicen o no su adquisición.

Para poder implementar esta solución se considera que se precisa un cambio cultural de toda la sociedad y también de los líderes de las empresas, como también inversiones monetarias y costos flexibles en función de las necesidades, de manera de obtener los vehículos eléctricos.

En cuanto al financiamiento, a pesar de que ya existen subsidios del gobierno, según los participantes, es imperativo que existan otras líneas de crédito que sean atractivas para las empresas.

Esta solución fue clasificada de alto impacto y de una dificultad de implementación media, por lo que se considera que sería beneficioso poder llevarla a cabo.

### Solución 2

En la vía pública también se pueden implementar soluciones para reducir la cantidad de entregas, una forma de realizarlo es agrupar las entregas mediante el uso de microhubs, que son estaciones de cross-docking. El propósito es que estos microhubs no sean exclusivamente para una empresa, sino para varias y que puedan trabajar en conjunto. Sin embargo, varios participantes mencionaron que las empresas se resisten a compartir la información, porque son competencia, y que esto es una realidad cultural del país.

Una de las empresas B2C, cree que los proveedores logísticos están bajo mucha presión debido a la competitividad, ya que todos desean ganar más. Al ser el país pequeño y la “torta” tan grande para repartir, todos compiten fuertemente. Es por esto que, consideran que es necesario que las organizaciones tengan mayor apertura y, por lo tanto, permitan que exista una transparencia de información entre las distintas empresas.

A los microhubs los clasificaron como de alto impacto, pero con una dificultad de implementación alta, por lo que no consideran que se pueda implementar sin tener obstáculos importantes.

### Solución 3

Hoy en día hay una gran cantidad de vehículos en circulación que se transportan casi vacíos, por lo que creen que se puede optimizar su carga antes de la salida de cada uno para cumplir con las rutas de entrega. Para esto se debe generar una concientización de las empresas y un cambio cultural. En cuanto a financiamiento, se cree que no es necesario algo específico sino únicamente un cambio en el funcionamiento de las empresas.

A esta solución se le encontró que tiene un impacto medio a bajo y una dificultad de media a difícil, lo que significa que se considera que habría obstáculos grandes para su implementación.

### Solución 4

Las empresas consideran que el desafío del impacto ambiental no solo se encuentra en las entregas, sino también a nivel de las organizaciones. Debido a esto creen que la última solución sería la disposición final correcta de los residuos. A esta propuesta le hallaron un impacto medio a alto y un nivel de dificultad medio, lo cual indica que se podría lograr su implementación.

Según una de las empresas el impacto ambiental tiene buen marketing, pero es difícil de implementar.

### 3.1.3.2. Zonas de carga y descarga

#### Desafío: Zonas de carga y descarga

Soluciones posibles:	Acciones necesarias:	Actores relevantes:	¿Quién lidera?	Financiamiento:
1 Mapa de zonas	Mapa digital, Mantenimiento/control, Señalización	IMM, Organizaciones	Entes públicos y privados	IMM
2 Tipo de vehículos (eléctricos?)	Actualizar normativa, Zonas por tipo de vehículos	IMM, Organizaciones	Entes públicos	No definido
3 Aumentar zonas (con horario?)	Concientizar necesidad cantidad de metros, Definir densidad/concentración	Entes públicos y privados	Entes públicos	No definido
4 Disponibilidad en tiempo real	Desarrollo tecnológico	IMM, Organizaciones, Universidad o empresas de tecnología	Entes públicos	No definido

Imagen 4 – Soluciones para el desafío “zonas de carga y descarga”

#### Dificultad vs. Impacto:

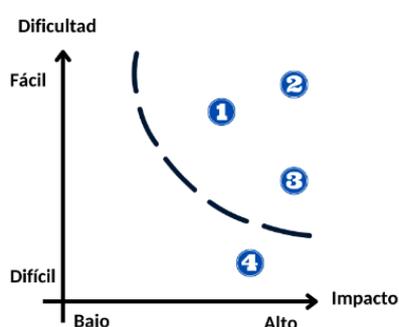


Imagen 5 – Dificultad vs impacto de soluciones de “zonas de carga y descarga”

El siguiente desafío son las zonas de carga y descarga de Montevideo, para el cual las empresas encontraron cuatro soluciones posibles.

#### Solución 1

La primera sería la implementación de un mapa de zonas, la cual constaría en generar un mapa digital donde todas las empresas puedan ver cuáles son las zonas disponibles y ahí poder optimizar los ruteos y no tener la necesidad de incumplir la ley y tener que aparcar en doble vía, por ejemplo. Para esto se necesita que exista un buen mantenimiento tanto del mapa a nivel digital, como de la zona, en cuanto a una adecuada señalización, como también un correcto y constante control, tal que se penalice al que lo utilice de manera incorrecta.

Dentro de los actores relevantes se encuentran las intendencias, que en este caso no solo sería la de Montevideo, sino que se extiende al resto del país, solo que en menor proporción.

Esta solución fue clasificada con un impacto medio a alto y un nivel de dificultad bajo, por lo que se podría intentar su implementación.

## Solución 2

La siguiente solución es tener zonas por tipo de vehículos, ya sean motos, triciclos, camionetas, y que puedan entrar en un rango bien señalizado. En este caso la intendencia es el actor relevante, el que lidera y quien financia. Consideran que esta solución es fácil de implementar y con un alto impacto.

## Solución 3

Otra solución es aumentar la cantidad de zonas y esto podría ser con horario por el hecho de que entienden que no se pueden aumentar las zonas de manera sustancial en todo Montevideo, sino que van a haber ciertas restricciones, por eso se podría realizar con horarios. Consideran que es importante analizar de donde se hacen las entregas, las áreas de la ciudad más necesitadas de disponibilidad de zonas, en qué horarios son más necesarias, entre otros. Este análisis se debe realizar para concientizar la necesidad de las zonas y para esto las empresas deben colaborar y llevar a cabo este estudio.

Esta tercera solución tiene un alto impacto y un nivel de dificultad de medio a alto, ya que implica una colaboración entre todas las empresas.

## Solución 4

La última solución está vinculada con la primera, porque sería expandirla y poder ver la disponibilidad en tiempo real de las zonas, para saber si la zona está ocupada para que el chofer pueda planificar la ruta. Esto tendría un impacto de medio a alto y una dificultad alta de implementación.

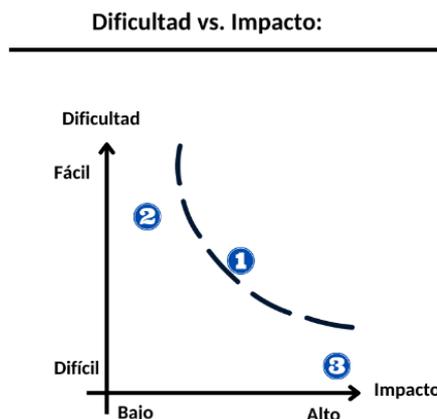
En el financiamiento también les parece que todos participen, para que beneficie a todos.

### 3.1.3.3. *Logística de última milla para bultos grandes*

#### **Desafío:** *Logística de última milla para bultos grandes*

Soluciones posibles:	Acciones necesarias:	Actores relevantes:	¿Quién lidera?	Financiamiento:
1 Depósito centralizado	Inversión en mercadería, Consignación por proveedores	Organizaciones, Proveedores logísticos, Logística	Organizaciones	Organizaciones, Proveedores logísticos
2 Vehículos de medio porte	Más personal en la entrega	Organizaciones, Proveedores logísticos	Entes públicos	Organizaciones, Proveedores logísticos
3 Instalación	Más personal en la entrega	Organizaciones, Proveedores logísticos	Entes públicos	Organizaciones, Proveedores logísticos

Imagen 6 – Soluciones para el desafío “logística de última milla para bultos grandes”



*Imagen 7 – Dificultad vs impacto de soluciones de “logística de última milla para bultos grandes”*

El penúltimo desafío es la logística milla para bultos grandes, para el cual las empresas hallaron tres posibles soluciones.

### Solución 1

Una solución sería tener depósitos centralizados, ya sean de propietarios, de los proveedores logísticos o fulfillment desde la empresa logística, pero se cree necesario tener mayor número de depósitos para que el picking del camión sea en un solo lugar. Dentro de las acciones necesarias se encuentra la inversión en mercadería, y al mismo tiempo si vos uno desea poseer su propio depósito lo debe comprar que comprar o informarles a sus proveedores que tengan consignación para tener todo centralizado.

En cuanto al impacto que tendrían las soluciones, los involucrados lo vieron desde el punto de vista del cliente, no generalizado.

Para la primera solución, se tendría un impacto y dificultad mediana, por lo que quedaría en el borde dentro de lo que se considera una implementación beneficiosa.

### Solución 2

Otra solución sería poseer vehículos de mediano porte para las entregas, porque generalmente se utilizan camiones demasiado grandes y no es lo mejor. Lo ideal es tener algo de mediano porte para moverse mejor dentro de la ciudad. Al mismo tiempo, si se aumenta la cantidad de vehículos se necesitará más personal a la entrega, es decir, entre 2 a 3 personas para subir y bajar los paquetes.

Esta solución se consideró de un impacto bajo y una dificultad baja, indicando que no se encontrarían grandes obstáculos, sin embargo, se debe realmente cuestionar si vale la pena.

### Solución 3

La última solución sería un aditivo a la anterior, y no tiene que ver con la logística directa, pero puede ser de valor agregado; la instalación y armado de los paquetes. En los bultos grandes se puede tener desde una heladera hasta un placard, por lo que las empresas consideran que sería beneficioso que lo vendan armado desde la logística. En estos casos, se necesitarían 3 grupos, uno que esté en la ruta y dos equipos para instalación y armado. De esta manera se realizan tres servicios distintos, la venta, la entrega y la instalación.

Al contrario que la segunda solución, esta última se considera que tiene un alto impacto para los clientes y dificultad de implementación. Es por esto por lo que también se debe cuestionar realmente si vale la pena el esfuerzo.

### 3.1.3.4. Optimización de rutas

**Desafío:** Optimización de rutas

Soluciones posibles:	Acciones necesarias:	Actores relevantes:	¿Quién lidera?	Financiamiento:
1 Georreferenciar el destino	Aplicación móvil	Catastro	Gobierno	No definido

Imagen 8 – Soluciones para el desafío “optimización de rutas”

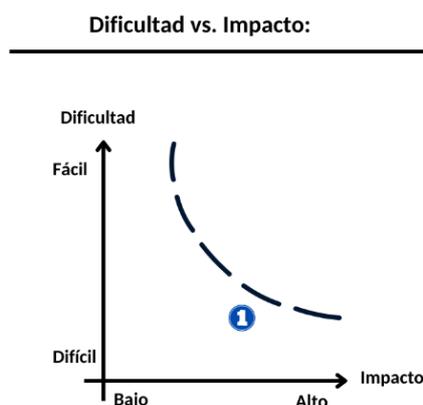


Imagen 9 – Dificultad vs impacto de soluciones de “optimización de rutas”

El último desafío sobre el cual las empresas generaron soluciones fue la optimización de rutas.

#### Solución 1

En este caso, solo se halló una posible solución, georreferenciar el destino y sería en la etapa de que el cliente ingresa su dirección, cuando se coloca el pedido. Los problemas principales son en zonas como, ciudad de la costa. También sucede que dos locaciones se llaman iguales en diferentes departamentos o lugares y si no se usa código postal, se pueden confundir.

Para esto se debe lograr mejorar los mapas, por lo que se necesita catastro. Sin embargo, no supieron decir quién financiaría esta implementación.

Otro tema con la optimización de rutas es la capacitación de las personas que la arman.

Como forma de cierre, una de las empresas acotó lo siguiente: “los que lideramos tenemos que poner en mente que no es solo cerrar el mes y que lo único que importe sean las ganancias, sino que se debe tener en mente el impacto social y ambiental que tenemos, y pensar a largo plazo porque los que podemos hacer un real cambio somos nosotros”.

## 3.2. Think Tank 2

El miércoles 26 de octubre de 2022 se llevó a cabo el segundo Think Tank, cuyo objetivo fue generar un segundo espacio de discusión sobre el impacto ambiental y las distintas maneras en las que se puede reducir la huella de carbono producida por la logística del e-commerce en Montevideo. Su principal propósito consistió en generar una discusión y colaboración entre los diferentes actores clave del sector, para evaluar el estado actual en Montevideo y generar una sinergia entre los participantes para analizar e impulsar diferentes soluciones a los problemas presentados.

Dicho taller se desarrolló en la nueva sede de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Montevideo de manera presencial y asistieron 19 participantes de diferentes empresas dentro de las cuales se incluyen Arredo, Envigo, Districad, DAC, Tienda Inglesa, UES, Fenicio, Mercado Libre, SoyDelivery, Farmashop, Moova y Farmared-Logired. Dentro de estas empresas se encuentran diferentes actores clave, como ser proveedores logísticos, empresas B2C, empresas B2B, proveedores de market place y proveedores de página web.

### 3.2.1. Metodología

La metodología del presente Think Tank fue similar a la del anterior.

Para iniciar el taller se comenzó con una introducción concisa del proyecto, incluyendo las entidades involucradas, el objetivo y las actividades que lo constituyen, para aquellos participantes que no concurren al primer taller tengan un resumen del proyecto. Luego se otorgó un lugar para que los participantes se presenten para posteriormente presentar información del impacto ambiental que tiene la logística del e-commerce. Dicha información fue recabada por el equipo de investigación mediante una revisión bibliográfica y la encuesta realizada a principios del año a empresas B2C de Uruguay. Seguido de introducir la temática del taller, se les preguntó a las empresas sobre la medición de su huella de carbono, para que otorguen su experiencia y conocimiento al respecto. Esto último generó un espacio de discusión entre las empresas donde cada una dio su opinión del tema.

Posteriormente se presentaron tres soluciones para disminuir la huella de carbono, explicando brevemente en qué consistían. Esto dio lugar a la antepenúltima etapa del taller, donde los participantes se dividieron en tres grupos para trabajar de manera colaborativa sobre estas soluciones. Finalmente, se pusieron en común cada una de las soluciones, para luego darle cierre al taller.

### 3.2.2. Contexto del Impacto Ambiental

Para comenzar con el taller primero se dio un contexto sobre el impacto ambiental que tiene la logística del e-commerce en las ciudades, específicamente en Montevideo.

Mundialmente se discute el impacto ambiental que tiene la logística, y en este caso, la logística del e-commerce. El comercio electrónico incrementa significativamente la cantidad de vehículos de carga que se desplazan en áreas urbanas (162), en su mayoría con capacidad total no utilizada, aumentando la congestión y las emisiones (163).

Se destaca particularmente la presión que tiene la logística en las áreas más pobladas o urbanas. En Uruguay no existen las megaciudades, no obstante, se siguen presentando las mismas complejidades y presiones, y por consecuencia el mismo interés en reducir las emisiones que tiene la logística en las ciudades.

Especialmente con el aumento del e-commerce en recientes años, siendo una causa la pandemia efecto del COVID-19, se generó en el público la idea de que la logística del e-commerce, la cual se caracteriza por consistir en muchas entregas de menor volumen, tiene un mayor impacto en la ciudad.

Se espera que las emisiones de gases de efecto invernadero del sector del transporte se dupliquen para el año 2050 y la creciente demanda de los envíos rápidos está contribuyendo a este escenario, con el transporte siendo uno de los principales contribuyentes (164). Por eso se desea analizar las emisiones que tiene el e-commerce, para luego estudiarlas y encontrar soluciones para gestionarlas y reducir las.

Se encuentra una complejidad entre el intento de reducción de emisiones y seguir otorgándole el nivel de servicio esperado a los clientes finales, lo cual se ve dificultado con la tendencia mundial creciente en cuanto a la exigencia de los consumidores en cuanto al nivel de servicio. Entonces la dificultad recae en el trade-off entre proveer el mejor servicio en el menor tiempo posible y lograr ser sustentable, minimizando así el impacto ambiental de las empresas de e-commerce.

De la encuesta realizada a principios de este año a empresas B2C de Uruguay dentro de este proyecto se destacan a continuación ciertos resultados considerados relevantes.

El 20% de las empresas mide el impacto ambiental del medio de transporte utilizado para las entregas, mientras que el 65% no lo mide, y el restante porcentaje no lo saben pues depende de un servicio tercerizado. Este último caso indica que al tener las entregas tercerizadas se pierde en cierta medida la visibilidad entre la empresa dadora de carga y la empresa de servicio logístico.

Se filtró dentro de las empresas que consideran que minimizar el impacto ambiental generado es poco importante (gráfico 1) y las empresas que consideran que es muy importante (gráfico 2) para analizar si miden el impacto ambiental que tiene el medio de transporte utilizado durante las entregas. Como se puede observar en el gráfico 1, el 90% de las empresas que no consideran importante minimizar el impacto ambiental generado no miden el impacto ambiental del medio de transporte utilizado y el 10% no lo miden porque depende de un servicio tercerizado. Mientras que en el gráfico 2 se observa una distribución en las respuestas más uniforme.

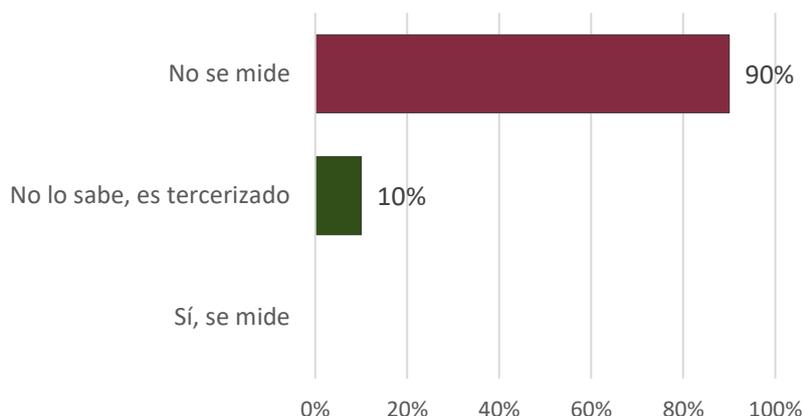


Gráfico 1 – Medición del impacto ambiental que tiene el medio de transporte utilizado en empresas B2C que consideran que minimizar el impacto ambiental generado es poco importante (n=10)

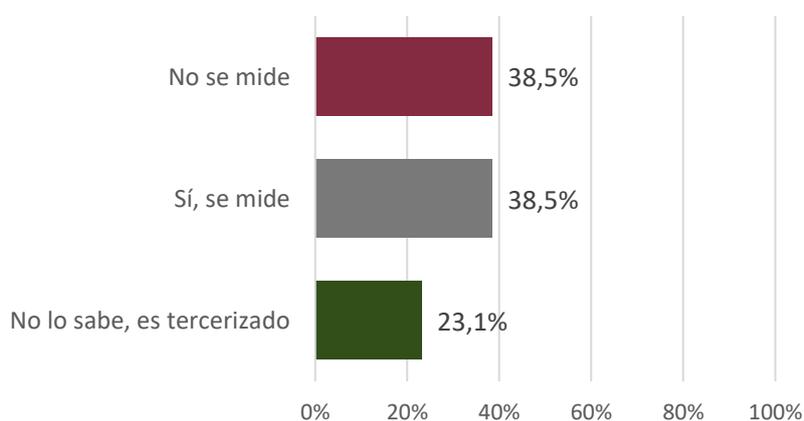


Gráfico 2 – Medición del impacto ambiental que tiene el medio de transporte utilizado en empresas B2C que consideran que minimizar el impacto ambiental generado es muy importante (n=13)

En cuanto a las prácticas sustentables que efectivamente implementan las empresas, los empaques sustentables (50%) son la práctica más implementada, seguida de la utilización de sistemas de transportes más eficientes para reducir las emisiones (35,3%). Por otro lado, un 41,2% de las empresas no están abordando la sustentabilidad actualmente.

Debido a que el 41,2% no aborda la sustentabilidad formalmente, tiene sentido generar estos espacios colaborativos, ya que son temas que tienen mucho lugar para mejorar y se sabe que son complejos.

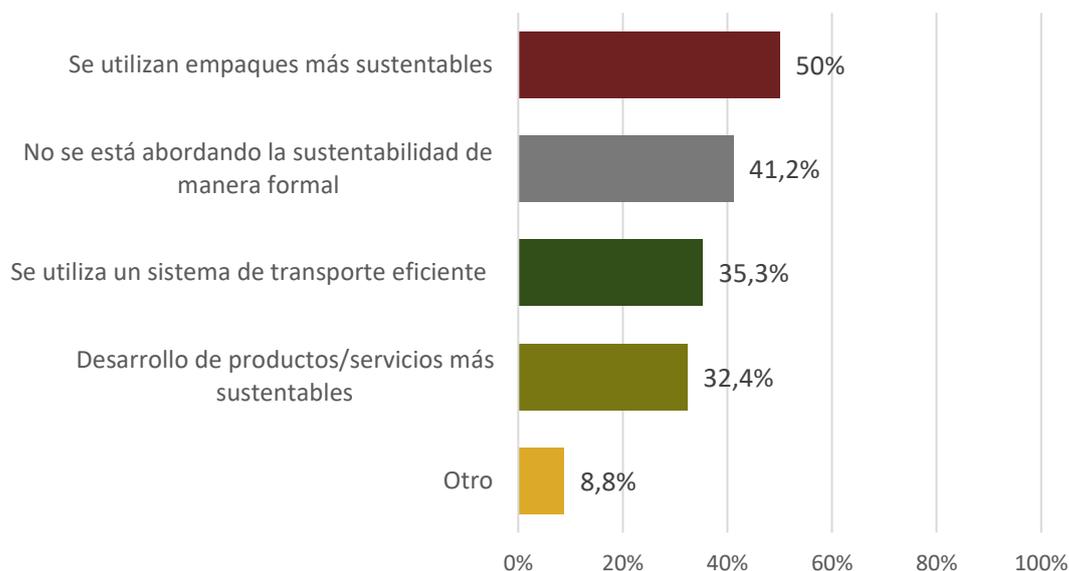


Gráfico 3 – Prácticas sustentables que implementan las empresas B2C (n=34)

Además, en relación con la sustentabilidad, se les preguntó a las empresas si son neutras en carbono. Una empresa neutra en carbono toma medidas para dejar de emitir CO<sub>2</sub> a la atmósfera, o en el caso de las emisiones que no se pueden eliminar las compensan mediante otros medios. Los resultados muestran que la gran mayoría no lo saben (65%), partiendo de la base que la mayoría de la gente no sabe a qué se refiere ese término. También se observa que entre las empresas que dicen no saber si son neutros en carbono y los que afirman no serlo (26%) hay un espacio para sensibilizar sobre dicho tema.

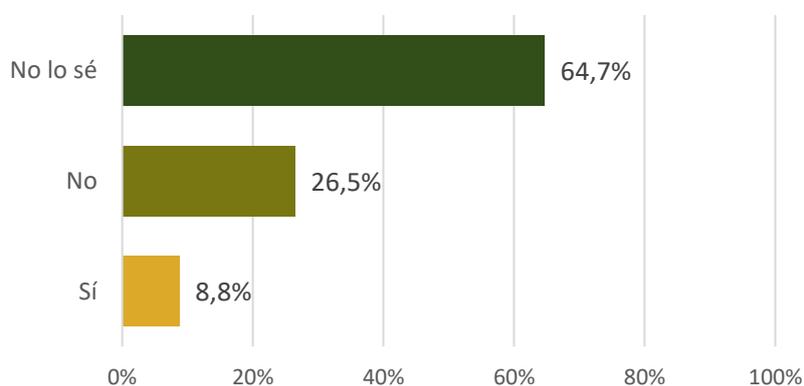


Gráfico 4 – Neutralidad de carbono de las empresas B2C (n=34)

El impacto ambiental es una temática que hace 50 años o más se viene discutiendo, pero se cree que recientemente se ha dado un gran cambio a nivel empresarial de entrelazar los 3 impactos (económico, social y ambiental) y tratarlos de manera conjunta, simplemente como sustentabilidad.

Se debe comprender que lo ambiental también afecta económicamente, ya que puede impactar positivamente a los negocios.

Actualmente hay dos tendencias claras, el crecimiento mundial del e-commerce y la mentalidad más sustentable. En particular, la población más joven es la que suele estar más activa y sensibilizada con ambos temas y, por lo tanto, el mercado reclamará cada vez más que los productos y servicios ofrecidos contengan soluciones más sustentables. Por eso más que mirarlo como algo negativo o que simplemente implica un costo, hay que mirarlo como una oportunidad de generar soluciones sustentables y oportunidades de negocio futuro.

### *3.2.2.1. Cálculo de la huella de carbono*

A continuación, se discutió sobre el cálculo de huella de carbono que, a pesar de ya haberlo preguntado durante la etapa de entrevistas del proyecto, se consideró importante profundizar en esta temática para generar un espacio de discusión entre los participantes del taller.

Se preguntó quiénes calculan la huella de carbono, por qué lo hacen o por qué no lo hacen, cuáles son los principales obstáculos y las herramientas utilizadas.

Algunos participantes consideran que las empresas primero buscan una inversión inicial, ya que usualmente al implementar este cambio se incurre en grandes costos.

Al mismo tiempo, ciertos participantes expresaron sus dudas en cuanto a si realmente las empresas analizan el impacto ambiental por una convicción con el cuidado del ambiente, sino que se cree que su interés se basa principalmente en el impacto económico de las soluciones y luego la imagen que le presentarán a los clientes. En otras palabras, se considera que hay una cierta moda por parte de muchas empresas que declaran “soy verde”, pero pocos lo hacen por algo trascendental. Mientras que destacan que no se puede negar que cada vez más los clientes buscan empresas amigables con el medioambiente.

No solo esto, también afirman que es importante considerar el nivel de madurez de la empresa. Pues la mayoría de los casos cuando una empresa comienza su actividad no tiene lugar para prestarle atención al impacto ambiental y solo tendrá oportunidad de hacerlo cuando esté más consolidada, ya que usualmente se requiere de inversión y desarrollo. En otras palabras, la madurez de las organizaciones les permite tomar diferentes posturas y analizar distintos problemas. Sin embargo, cada vez más existen empresas que desde el inicio se crean con el propósito de ser sustentables o también teniendo muy presente el triple impacto en su labor.

Una empresa mencionó que la misma cuenta con un área específica de medioambiente que se ocupa de neutralizar la huella de carbono. En otros países se está analizando la posibilidad de implementar flota eléctrica y paneles solares, sin embargo, en Uruguay el modelo logístico que poseen no les permite hacer lo mismo, pues la flota y los centros logísticos son tercerizados. Esto significa que no pueden involucrarse tanto como desearían, ni tampoco establecer medidas más profundas. Lo que sí intentaron implementar en el país es la utilización de empaques sustentables, pero se encontraron con problemas a nivel de normativa. Como la empresa necesita estandarizar los procesos para poder hacerlos escalables, las dimensiones de las bolsas y cajas están estandarizadas, no obstante, las dimensiones de bolsas biodegradables y compostables que se encuentran en la ley de bolsas

en Uruguay no coinciden las especificaciones que precisa la empresa, entonces el cambio que se necesitaba realizar generaba mucha complejidad. Iniciaron un proceso de negociación con la Intendencia, para analizar si se podía modificar la ley y que sea más flexible en cuanto a las medidas. Sin embargo, no hubo resultado, por lo que de momento la empresa tiene establecido que cada vendedor use sus propias bolsas, aunque son conscientes de que esta no es la mejor solución.

Otra empresa también declara haber tenido problemas con la ley de bolsas de Uruguay. La empresa pretendía poder cumplir con la misma por lo que fueron trabajando en el tema y terminaron llegando a un empaque más amigable, pero ya no era compostable, pues es difícil que sea compostable y que no se rompa. En otras palabras, no se pudo conseguir la resistencia necesaria para realizar una distribución que sufre grandes movimientos bruscos, como la última milla, con la calidad y servicio requerido por el cliente. Esta empresa tiene una situación similar a la anterior en cuanto a que, al ser internacional, en otros países se está implementando o empezando a generar la transformación de la empresa para ser más sustentables, pero no tanto en Uruguay por un tema de escala y estructura.

Un aspecto importante para destacar que surgió durante el espacio de discusión es que muchos, ya sea el público o mismo personas del sector, tienen una idea errónea de que “ser verde” equivale solamente colocar vehículos eléctricos o híbridos y lo asocian directamente con la huella de carbono, cuando esto no es así. En este sentido, algunos participantes destacan que es vital intentar que los vehículos en circulación se aprovechen de la mejor manera posible, es decir, que sean más eficientes ya sea en sus rutas o en la capacidad ocupada. En otras palabras, una entrega fallida, un ruteo mal hecho, varios intentos de entrega, vehículos que no ocupan toda la capacidad que poseen, son aspectos que afectan a la huella de carbono.

Sumado a esto, ninguna empresa, ya sea de e-commerce o de logística, hace campañas de marketing diciendo “no te muevas, te lo llevamos y ayudamos al medioambiente”. Ya que al evitar que 50 autos se muevan de manera independiente para ir a un local para comprar o retirar pedidos y que solo un vehículo haga las 50 entregas a domicilio; ahí directamente se está reduciendo la huella de carbono general. Sin embargo, no se observa en los medios publicitarios que las empresas hagan este marketing para dar vuelta la narrativa. Lo importante no es poner vehículos eléctricos, sino hacer los ruteos eficientes con los vehículos actuales y lograr convencer a esos 50 autos individuales que no se desplacen y compren online.

También creen importante considerar las baterías de los autos eléctricos, que generalmente son de litio, y tal vez tengan un impacto sobre el medioambiente mayor que un auto a nafta que ya está en circulación hace años. Al mismo tiempo, afirman que en Uruguay típicamente cuando se cambia un auto tradicional por uno eléctrico, el primero no se convierte en chatarra, sino que suele permanecer en el mercado, y por tanto el efecto total del cambio sobre el país puede ser discutible.

Otro participante habló sobre una de las preguntas de la encuesta a empresas B2C presentada anteriormente, donde un cierto porcentaje de los encuestados afirma no calcular la huella de

carbono, y se cuestiona si estas personas saben efectivamente qué es lo que están respondiendo.

En relación con este último punto, ciertos participantes destacaron que el hecho de que el público (consumidores finales) no cuente con información relevante los priva de tomar decisiones sustentables, ya que no todos son conscientes del impacto ambiental. Por ejemplo, algunas aerolíneas están mostrando dentro de la información de los vuelos, la huella de carbono que emiten. Esto puede ser puramente una estrategia de marketing, pero algunos participantes coinciden que se debe proveer a los clientes finales con más información en cuanto a la sustentabilidad. Puede llegar a suceder que las empresas se tomen el esfuerzo de recabar información y proveérsela a sus clientes y que aun así estos terminen tomando las mismas decisiones que hoy en día, pero tal vez otros clientes elegirán de manera diferente si cuentan con la información adecuada.

El cálculo de huella de carbono lo hacen varias empresas. Dos empresas utilizan una consultora argentina llamada Kolibri, mientras que otras dos utilizan una consultora diferente. Una empresa lo hace en formato híbrido, con una persona presencial que se encarga de que la información utilizada sea precisa. Otra empresa afirma que se llevó a cabo la medición en 2021, pero el cálculo no es tan sencillo como parece, ya que todo es dinámico y cambia constantemente, además del significativo costo que conlleva. Sin embargo, consideran que claramente la medición se acerca al valor, pero que no es exacto. La última empresa mide la huella de carbono parcialmente ya que, al tener flota propia y tercerizada, sólo cuenta con los datos suficientes para poderla medir en la flota propia.

Una de las empresas remarcó que mide la huella de carbono por un compromiso con la sociedad y el hecho de que esto se incluye en los valores de la compañía. Hay otras empresas que aclaran que la razón por la cual se lleva a cabo el cálculo de la huella de carbono es porque los inversores exigen que la empresa sea verde, mientras que otras afirman tener clientes internacionales que requieren ciertas mediciones, como huella de carbono, datos de consumo, informes de sustentabilidad, etc.

Otra pregunta importante para plantear es “¿para qué se quiere medir la huella de carbono?”, pues ahí entra en consideración la frecuencia de tiempo con la cual se realiza la medición. Por ejemplo, si se quiere medir para incluirla en un plan estratégico de mejora a 3 - 5 años, entonces bastaría con medirla una vez al año o varias veces consecutivas durante 2 años para tener una idea de cómo vienen las operaciones. Mientras que, si se quiere gestionar por otro lado, como sería el caso de una operativa diaria, se deberán tener otros sistemas que estén integrados en tiempo real y tomen medidas regularmente, lo cual aumentaría la complejidad. En resumen, la complejidad del tema, además de las operaciones y volumen de la empresa, va a depender de para qué se quiera medir o con qué frecuencia se quiera obtener.

Al mismo tiempo, se observa una dificultad mayor en el caso de que la entrega de los pedidos no sea responsabilidad de la empresa dadora de carga y sea subcontratada con empresas logísticas. En esta ocasión se preguntó por qué es tan difícil integrarse con las empresas logísticas y obtener los datos necesarios para calcular la huella de carbono.

Algunos participantes afirman que cuando intentaron recoger otros datos de sus empresas logísticas, se volvió una tarea difícil, ya que estas no quieren abrir sus modelos de negocio y datos. Lo cual es comprensible, pues dicen que a nadie le gusta enseñar su negocio y que se le sea controlado a dónde se mueven, dónde están, cuáles son los números de flota, entre otros.

Una empresa afirmó que, en su situación, la flota tercerizada que hace el reparto al interior de país no es exclusiva a ellos, sino que también llevan pedidos de otras empresas, por lo que se debe tener cuidado qué datos se les pide para realizar el cálculo. Esto es porque tal vez los pedidos propios de una empresa no ocupen la totalidad de la carga del vehículo y no todas las rutas de reparto que sea hagan involucren dichos pedidos. Se debe tener en cuenta, por ejemplo, cómo obtener el dato de cuánto combustible se consumió para cada empresa, lo cual puede resultar complejo.

A nivel más general, otros participantes creen que esta dificultad o resistencia se da por el hecho de que hace 10 años, la última milla o la logística como tal, no es lo que es hoy en día. Antes la información no estaba a la mano de todos y las empresas se fueron adaptando e incorporando tecnología con el paso de tiempo y paulatinamente. Sin embargo, como ya se mencionó, lo primero es resolver el negocio y lograr ser rentable, y en Uruguay esto se alcanzó hace relativamente poco tiempo. Para ciertas empresas fue hace 5 años o tal vez un poco antes. En otras palabras, es un proceso lento, pues una vez que se logró la rentabilidad de la empresa, se debe lograr que las rutas sean óptimas para que a los cadetes les sirva y poder cobrar una buena tarifa, para que la empresa pueda crecer y recién ahí poder pedirle al cadete, que además de todo lo que ya se hace, se adapte a nuevas tecnologías y contabilizar datos como el consumo de combustible, kilómetros recorridos, entre otros, para luego analizarlos y gestionarlos.

A su vez, integrantes mencionaron que todo lo que implica obtener información, tecnología y desarrollo implica grandes costos para las empresas. No solo se consideran los montos, sino también cuándo será redituable, para analizar la inversión y también convencer a la parte directiva de la empresa.

Un participante también opina que los costos no son el único factor de resistencia, sino también la reglamentación. Si se reglamenta que todos deben obtener ciertos datos, a todos les va a implicar un gasto mayor y, por lo tanto, las tarifas aumentarán de manera pareja para el sector. Esto evitaría la disyuntiva que se les presenta hoy en día a las empresas, entre ser más sustentable y mantener las tarifas bajas para ser más competitivo en el mercado.

A pesar de todas las razones por las cuales se encuentra dificultad o resistencia a la hora de medir la huella de carbono de las empresas de e-commerce, se debe destacar que aquello que no se mide, no se puede gestionar y por lo tanto reducir.

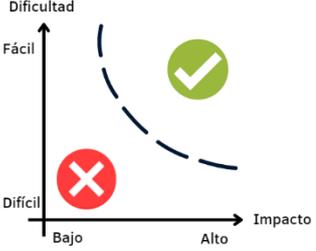
### **3.2.3. Resultados trabajo en grupos**

Inicialmente se presentaron y explicaron brevemente tres soluciones identificadas por el equipo de investigación y que surgen también de varios de los desafíos planteados en el

primer think tank: el uso de microhubs, el recambio de flota por una más sustentable y la gestión de la huella de carbono.

Los participantes del taller se separaron en tres grupos de trabajo para estudiar las posibles soluciones planteadas, incluyendo para cada una las acciones necesarias, los principales desafíos, los actores relevantes, el financiamiento y una relación entre dificultad e impacto, lo cual se puede visualizar en la imagen inferior.

**Solución:** .....

Acciones necesarias:	Principales desafíos:	Actores relevantes:	Financiamiento:	Dificultad vs. Impacto:
				

*Imagen 10 – Template para las soluciones*

A continuación, se detallan los resultados obtenidos en cada uno de los grupos de trabajo. Para la solución de los microhubs se llegó a lo siguiente:

**Solución:** Microhubs  
.....

Acciones necesarias:	Principales desafíos:	Actores relevantes:	Financiamiento:
Volumen/rentabilidad	Costos	Empresas de la última milla	Empresas de la última milla
Seguridad	Modelo estratégico de implementación	Gestor del hub	
Tecnología y trazabilidad	Responsabilidad/Riesgo	Cliente final	
Infraestructura "sustentable"	Documentación	Vendedor	
Personal	Objetivos alineados		
Ubicación			

*Imagen 11 – Solución "microhubs"*

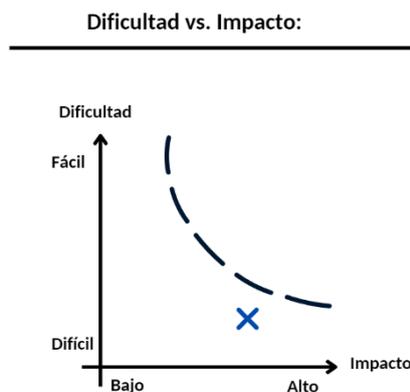


Imagen 12 – Dificultad vs impacto de solución “microhubs”

Los microhubs son pequeños centros de consolidación, más allá de los centros de distribución que por lo general se encuentran en la periferia de la ciudad por tema de costos, normativa, accesos, entre otros. El concepto de estos centros de microconsolidación es que reciban grandes volúmenes, para luego contar con una distancia más corta para recorrer y poder realizar esa última milla de manera más sustentable y eficiente.

El primer punto de acciones necesarias no es una acción en sí, pero es un requisito, que es el volumen, lo cual es lo que termina justificado que el microhub sea rentable a nivel económico y que también genere un beneficio a nivel ambiental.

También se necesita seguridad y tecnología, en cuanto a la trazabilidad para poder darle seguimiento como, por ejemplo, de dónde salió el paquete, a dónde se dirige y dónde está actualmente.

A nivel de infraestructura, se debe pensar también en el medioambiente, que sea un lugar sustentable en cuanto a su gestión y tampoco colmar la ciudad de puntos, lo cual terminaría siendo contraproducente. Al mismo tiempo es necesario tener personal capacitado y definir la ubicación ideal para que sea positivo el uso de microhubs.

En cuanto a los desafíos, uno de los más grandes son los costos. Luego se considera desafiante la elección del modelo estratégico indicado e intentar que se adecue a la empresa y a la ciudad de Montevideo.

Definir las responsabilidades es un riesgo que está relacionado con la trazabilidad y con la documentación. Hay casos en el que las empresas necesitan datos específicos para la entrega.

Por último, otro desafío es que los objetivos de todos los interesados estén alineados, lo cual también está asociado al modelo estratégico que se implemente, por ejemplo, analizando si se va a contar con una asociación de actores en la cadena o solo se contará con una empresa, y logrando que todos los actores estén encaminados hacia lo mismo y se cumplan todos los procesos para garantizar un buen servicio.

En cuanto al financiamiento se cree que viene por parte del principal interesado de poner un microhub y gestionarlo, que es la empresa de última milla, ya que se encarga de conectar la parte que produce y vende, con la que compra. Estas empresas son las que pueden llegar a

estar más motivados a colocar un microhub, ya que para estas lograr ser más eficientes, tener más rentabilidad y generar menor impacto medioambiental son aspectos relevantes para alcanzar la excelencia en las operaciones.

En la matriz desafío vs impacto se consideró que puede ser bastante difícil de implementar, pero tiene un impacto medio alto en cuanto al ambiente, partiendo de la base de que el volumen justifica el uso de estos microhubs, pues si no hay volumen el impacto es mínimo o incluso podría ser negativo.

### Solución: Recambio de flota

Acciones necesarias:	Principales desafíos:	Actores relevantes:	Financiamiento:
Definir zonas de entrega (Densidad demográfica) (Volumen de la entrega) (Movilidad)	Gestión 100% digital	Gobierno reglamentación	Subsidios de gobierno
	Inversión en tecnología	Management "permeable"	Rentabilidad y oportunidad de negocio para empresas
Disponibilidad de puntos de carga	Management "open minded"	Empresas de distribución de última milla	Estructuras de inversión a mediano plazo
	UX	Clientes demandando servicios	Cliente (aumento de precios, indirectamente)
	Capacitar RRHH		
	Gestión de desechos (baterías, costos)		

Imagen 13 – Solución "recambio de flota"

#### Dificultad vs. Impacto:

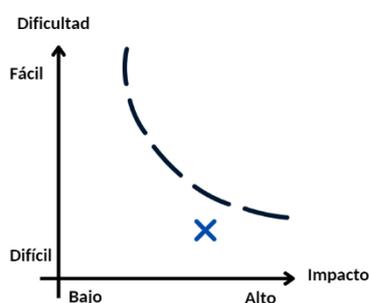


Imagen 14 – Dificultad vs impacto de solución "recambio de flota"

La segunda solución analizada es el recambio de flota, que pretende ser lo más amplio posible, por lo que no solo se incluye vehículos eléctricos o híbridos, sino también bicicletas, triciclos (o simplemente el caminar), para ir hacia una flota o una operativa más sustentable.

Con todo lo discutido previamente se puede concluir que es un tema complejo. Por lo que inicialmente se entiende que para poder hacerlo se debe tener optimizado lo que son definir las zonas de entrega para el negocio o empresa logística, en base a densidad demográfica, volúmenes de la entrega y movilidad. Con movilidad se refiere a que no es lo mismo detener

el vehículo en ciudad vieja o pocitos que en carrasco porque existe lugar disponible, además del tránsito. Un ejemplo es que las empresas, dependiendo de la zona, se desplazan con triciclos o con camionetas porque le es más rentable o fácil.

Para lograr hacer un recambio de flota más tradicional, que consistiría en colocar autos eléctricos o híbridos, además de reorganizar la empresa por adentro, se debe disponer de puntos de carga. Hay una percepción de que aún existen pocos puntos de carga en Montevideo y Uruguay, y además en caso de montar la flota eléctrica se necesita colocar en la empresa una estación de carga para poder cargarlos. Por lo que se tendría que aumentar la cantidad de puntos de carga, esto para el área metropolitana podría ser fácil porque la autonomía promedio son 200 km (dependiendo de un montón de cosas), pero también se presenta el caso de las entregas al interior del país, donde ya es más complicado. También esto último está asociado al tiempo, porque si el vehículo va hasta Punta del Este, pero tiene que esperar 4 horas allí para volver a cargar el vehículo, se dificulta toda la operación. Por lo que se debería bajar el tiempo de recarga. Otro aspecto para considerar es que se debería aumentar la cantidad de cargadores, porque cuanto más aumente el volumen de gente que los consume, se necesitarán más.

Para los principales desafíos el primordial es que para hacer esto de manera correcta la gestión tiene que estar 100% digital. Con esto se refiere al inventario, rutas, todo, porque en caso contrario no se va a poder preformar de manera correcta. Obviamente se necesita una inversión grande en tecnología, no solo por los vehículos sino también por la gestión 100% digital.

También se mencionó el hecho de que el directorio sea “open-minded”, con esto se refiere a que las personas al mando tengan apertura de mentalidad para afrontar y ocuparse de temas relacionados con el cuidado del medioambiente e innovaciones.

También se destaca la usabilidad (UX), es de customer experience, que está bueno para que el cliente lo vea, el cómo llega.

Luego capacitar al personal, no solo para el customer experience, sino para manejar un vehículo eléctrico, depende de cómo lo manejes, la autonomía que tendrá, por lo que es importante la capacitación de los choferes. Esto también aplica para los vehículos no eléctricos, porque una persona que estaba acostumbrada a manejar una camioneta, al cambiarlo y pasar a manejar un triciclo, u otro vehículo dependiendo de la zona, puede terminar en que el vehículo sea mal utilizado o incluso dañado.

El último desafío considerado fue la gestión de desechos. En el caso de los vehículos eléctricos, la disposición de las baterías es importante, porque no se pueden simplemente tirar al basurero. Esto es un desafío importante por los costos que se generan. Aún existe poca normativa al respecto, y actualmente la correcta disposición de las baterías es costosa y complejo. Al mismo tiempo, aún se desconoce todo el potencial de reciclaje o reúso de las baterías, lo que podría afectar el valor residual de los vehículos.

Al hablar de actores clave se puede mencionar al gobierno por parte de una reglamentación clara y que todo el sector avance de manera conjunta.

Luego se menciona el directorio o dueños de empresa, los cuales deben estar abiertos a explorar y experimentar mejoras en sus flotas. Y por último están las empresas de distribución de última milla, y los propios clientes, los cuales demandan servicio y quiere que las empresas sean verdes.

A la hora de discutir el financiamiento se cree que desde el gobierno tiene que Seguir habiendo subsidios y beneficios para que la inversión inicial no dependa únicamente de iniciativas propias del sector privado. Las empresas tienen que autofinanciarse, midiendo la rentabilidad y las oportunidades de negocio que se pueden abrir. Esto debe ser con estrategias de inversión a medio plazo. A la hora de clasificar la dificultad vs el impacto del recambio de flota como solución de impacto ambiental, se considera que es muy difícil y el impacto sería medio-alto.

### Solución: Gestión de huella de carbono

Acciones necesarias:	Principales desafíos:	Actores relevantes:	Financiamiento:
Criterio común	Cómo estandarizar su medición	Gobierno	Bancos
Regulación gubernamental	Información de datos en cargas consolidada	Empresas	Incentivos de gobierno

Imagen 15 – Solución “gestión de huella de carbono”

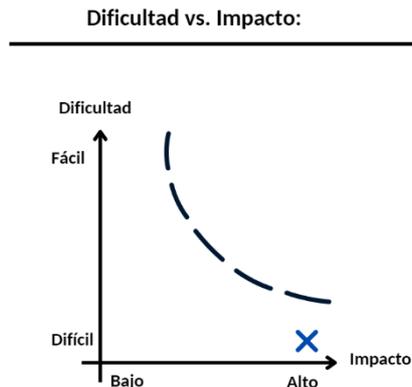


Imagen 16 – Dificultad vs impacto de solución “gestión de huella de carbono”

Ya se discutió sobre la gestión de la huella de carbono, pero se quiere profundizar más aún y preguntarse cómo hacerlo rentable, cómo medirlo para gestionar e integrarlo al negocio y a la operativa diaria.

En cuanto a las acciones necesarias se considera imperativo contar con un criterio generalizado y común para el sector. Esto es fundamentalmente porque si cada uno tiene una metodología diferente de medición, entonces los valores se pueden ver afectados y alterados, y evidentemente a la hora de exponerlos, analizarlos y definir las soluciones a tomar se considera importante poseer información confiable y estandarizada. Ese criterio común va de la mano con la regulación gubernamental, es decir, que se defina a nivel gobierno para todas

las empresas, no solo logísticas, pero también las dadoras de carga, los que producen o importan. La regulación no es solamente obligar o definir lo que hay que medir, sino también cómo hacerlo.

Los principales desafíos son cómo efectivamente estandarizar la medición. Para esto, se propuso la creación de una calculadora que realmente todos tengan acceso y sea versátil para ajustarse a las distintas realidades empresariales, o al menos establecer desde el gobierno una metodología de cálculo común y clara.

También se debe contar con información de datos en cargas consolidadas. Esto se refiere a encontrar una manera para definir qué porcentaje adjudicarle a la carga de cada cliente para que cada uno sepa en cuanto contribuye y medir así su propio impacto. Como ejemplo, si una empresa logística lleva la carga de varios clientes desde Montevideo hasta Rivera, que cada cliente pueda saber cómo su carga afecta en ese viaje total.

Dentro de los actores relevantes se cree que se debe trabajar en conjunto entre el gobierno y las empresas para establecer esta metodología de análisis común.

En cuanto al financiamiento se cree que puede ser a través de los bancos, también llamado “financiamiento verde”, que en Uruguay no existe, pero en otros países sí. Esto incentiva a las empresas a que inviertan o que tengan intenciones de mejorar en una línea de tiempo y se le dé la opción de financiamiento para poder llevar a cabo los proyectos. También se debería contar con incentivos de gobierno.

A la hora de definir la matriz dificultad vs impacto de la solución gestión de la huella de carbono se consideró una alta dificultad e impacto.

Se cree que gestionando la huella de carbono se obtiene información necesaria para poder medir y reaccionar sobre eso. Si no existe una manera de medirlo y luego gestionarlo, sería muy difícil implementar o justificar soluciones como el recambio de flota o microhubs o cualquier otra solución.

## 4. CONCLUSIONES

Mediante este informe se pretende motivar y ayudar a generar sinergia entre el ámbito público y privado para tomar decisiones de forma colaborativa que apoyen a un aumento de la competitividad y sustentabilidad del sector de la logística digital.

Dentro de las principales tendencias y buenas prácticas que se están implementando a nivel mundial para mejorar el sector de la logística de e-commerce se destaca que cada una de ellas tiene sus particularidades. A pesar de que se puede mencionar las ventajas y desventajas de cada una, como también las complejidades que se pueden presentar para implementarlas, se debe destacar que, a partir de la investigación de la literatura, se observa que la mayoría de las soluciones implican un involucramiento de diferentes actores clave, ya sea de varias empresas similares o integración de empresas con los proveedores logísticos, o incluso con los consumidores y el gobierno.

Se puede afirmar entonces que el primer aprendizaje del sector de la última milla es que la gran mayoría de las soluciones son colaborativas, lo cual no pasa necesariamente en otros sectores o industrias. No solo se necesita tener mejores ciudades para la logística, sino también una mejor logística para las ciudades, por lo que no se puede ignorar que el aspecto público y el privado se ven entrelazados.

Por este motivo resulta evidente que se deben generar espacios de mejora colaborativos entre los diferentes actores del sector del e-commerce, para idear y trabajar en conjunto e intentar alcanzar mejoras. Mientras tanto no se puede ignorar que cada actor involucrado posee sus propios intereses, que pueden estar en contradicción con los intereses de uno o más actores. Yace aquí la gran problemática, encontrar un balance para generar soluciones colaborativamente que sean realmente beneficiosas para el sector, la ciudad y los individuos.

Durante las instancias de taller llevadas a cabo en el proyecto se mencionaron ciertos desafíos relevantes, como el personal poco capacitado, nivel de educación requerido al personal, normas de seguridad en entregas, comportamiento del personal de entrega en la vía pública, infraestructura apropiada para personal de entrega, normativa para operaciones logística de última milla, cartografía de la ciudad, seguridad en la entrega, balance entre servicio y rentabilidad, darle valor a la logística, cultura del país, entre otros. Indicando nuevamente que el sector uruguayo de logística de última milla para el e-commerce aún tiene gran trayecto por recorrer para estar a la par de países del primer mundo.

El fenómeno del e-commerce ha mostrado un crecimiento importante en los últimos años, fomentado también por la pandemia causada por el COVID-19, indicando que el mundo se debe adaptar y debe considerarlo como la norma. Para esto las empresas uruguayas deben seguir desarrollándose e implementando tecnologías, en mayor o menor medida, para poder satisfacer las crecientes exigencias de los clientes.

Vinculado a lo anterior, se debe recalcar que las empresas uruguayas destacaron en numerosas ocasiones la necesidad de mayor y mejor normativa en el sector, no solo para regularizar y lograr seguridad en ciertos aspectos, sino para estandarizar algunas actividades

clave y para lograr implementar distintas soluciones innovadoras de forma sustentable. En definitiva, para acompañar el desarrollo del e-commerce se considera necesario la creación de normativa adecuada que permita a las empresas innovar de forma segura y sustentable.

A través del segundo taller realizado en el proyecto, se infiere que el aspecto ambiental de la logística en general no es del todo comprendido por el público y las empresas. En consecuencia, se entiende que existe una necesidad de concientización en todos los ámbitos, para que se comprenda la vital importancia de dichos temas, en el sector y en el mundo. Es imperativo un cambio en la forma de pensar y lograr que términos como la sustentabilidad y sostenibilidad sean incorporados en las mentes de la sociedad, miembros de la empresa, y especialmente en las personas a cargo de las empresas, y que las mismas encuentren maneras sustentables de integrar estos temas a la gestión diaria de las empresas.

Se cree entonces de vital importancia seguir generando espacios de intercambio entre academia, gobierno y empresas, para poder identificar los puntos de dificultad e idear soluciones colaborativas que afecten de manera positiva a todas las partes involucradas. Al mismo tiempo, se deben seguir investigando nuevos modelos de negocio que integren la sustentabilidad y triple impacto como parte del día a día de las empresas. De esta forma se podrá seguir difundiendo estos temas entre las empresas y la sociedad en su conjunto para el mejor desarrollo de las ciudades.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Matthias V, Bieser J, Mocanu T, Pregger T, Quante M, Ramacher MOP, et al. Modelling road transport emissions in Germany – Current day situation and scenarios for 2040. *Transp Res D Transp Environ* [Internet]. 2020;87:102536. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.trd.2020.102536>
2. Petro F, Konečný V. Calculation of Emissions from Transport Services and their use for the Internalisation of External Costs in Road Transport. *Procedia Eng* [Internet]. 2017;192:677–82. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.proeng.2017.06.117>
3. Liu X, Peng R, Zhong C, Wang M, Guo P. What drives the temporal and spatial differences of CO<sub>2</sub> emissions in the transport sector? Empirical evidence from municipalities in China. *Energy Policy* [Internet]. 2021;159(19):112607. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2021.112607>
4. ACEA. Paving the Way to Carbon-Neutral Transport: 10-Point Plan to Help Implement the European Green Deal [Internet]. Brussels, Belgium; 2020. Available from: [https://www.acea.be/uploads/publications/ACEA\\_10-point\\_plan\\_European\\_Green\\_Deal.pdf](https://www.acea.be/uploads/publications/ACEA_10-point_plan_European_Green_Deal.pdf)
5. Ramanathan U, Bentley Y, Pang G. The role of collaboration in the UK green supply chains: An exploratory study of the perspectives of suppliers, logistics and retailers. *J Clean Prod* [Internet]. 2014;70:231–41. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.02.026>
6. Rizet C, Browne M, Cornelis E, Leonardi J. Assessing carbon footprint and energy efficiency in competing supply chains: Review - Case studies and benchmarking. *Transp Res D Transp Environ*. 2012;17(4):293–300.
7. McKinnon AC, Piecyk M. Measuring and managing CO<sub>2</sub> emissions of European chemical transport [Internet]. CEFIC. Edinburgh, UK; 2010. Available from: [http://www.cefic.org/Documents/IndustrySupport/Transport-and-Logistics/Sustainable Logistics/McKinnon Report Transport GHG emissions 24.01.11.pdf](http://www.cefic.org/Documents/IndustrySupport/Transport-and-Logistics/Sustainable%20Logistics/McKinnon%20Report%20Transport%20GHG%20emissions%2024.01.11.pdf)
8. Dong J, Li Y, Li W, Liu S. CO<sub>2</sub> Emission Reduction Potential of Road Transport to Achieve Carbon Neutrality in China. *Sustainability (Switzerland)*. 2022;14(9).
9. Auvinen H, Clausen U, Davydenko I, Diekmann D, Ehrler V, Lewis A. Calculating emissions along supply chains - Towards the global methodological harmonisation. *Research in Transportation Business and Management* [Internet]. 2014;12:41–6. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.rtbm.2014.06.008>
10. Wild P. Recommendations for a future global CO<sub>2</sub>-calculation standard for transport and logistics. *Transp Res D Transp Environ* [Internet]. 2021;100(October):103024. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.trd.2021.103024>

11. Kholod N, Evans M, Gusev E, Yu S, Malyshev V, Tretyakova S, et al. A methodology for calculating transport emissions in cities with limited traffic data: Case study of diesel particulates and black carbon emissions in Murmansk. *Science of the Total Environment*. 2016;547:305–13.
12. Paustian K, Ravindranath NH, Amstel AV. 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories [Internet]. International Panel on Climate Change. Geneva, Switzerland; 2006. Available from: <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/index.html>
13. Crainic TG, Ricciardi N, Storchi G. Advanced freight transportation systems for congested urban areas. *Transp Res Part C Emerg Technol*. 2004;12(2):119–37.
14. Choubassi C, Seedah DPK, Jiang N, Walton CM. Economic analysis of cargo cycles for urban mail delivery. *Transp Res Rec*. 2016;2547(November):102–10.
15. Nocerino R, Colorni A, Lia F, Luè A. E-bikes and E-scooters for Smart Logistics: Environmental and Economic Sustainability in Pro-E-bike Italian Pilots. *Transportation Research Procedia* [Internet]. 2016;14:2362–71. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.trpro.2016.05.267>
16. Szymczyka K, Kadłubek M. Challenges in general cargo distribution strategy in urban logistics - comparative analysis of the biggest logistics operators in EU. *Transportation Research Procedia*. 2019;39(2018):525–33.
17. Alves R, Lima R da S, de Sena DC, de Pinho AF, Holguín-Veras J. Agent-based simulation model for evaluating urban freight policy to e-commerce. *Sustainability (Switzerland)*. 2019;11(15):1–19.
18. Buldeo Rai H, Verlinde S, Macharis C. Shipping outside the box. Environmental impact and stakeholder analysis of a crowd logistics platform in Belgium. *J Clean Prod* [Internet]. 2018;202:806–16. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.08.210>
19. Nürnberg M. Analysis of using cargo bikes in urban logistics on the example of Stargard. *Transportation Research Procedia*. 2019;39(2018):360–9.
20. Iwan S. Adaptive Approach to Implementing Good Practices to Support Environmentally Friendly Urban Freight Transport Management. *Procedia Soc Behav Sci*. 2014;151(October 2014):70–86.
21. Caggiani L, Colovic A, Prencipe LP, Ottomanelli M. A green logistics solution for last-mile deliveries considering e-vans and e-cargo bikes. In: *Transportation Research Procedia*. Elsevier B.V.; 2021. p. 75–82.
22. Schewel LB, Schipper LJ. Shop 'till we drop: a historical and policy analysis of retail goods movement in the United States. *Environ Sci Technol*. 2012 Sep;46(18):9813–21.
23. Moura L, Ribeiro J. Promoting Electric Bikes and Scooters for Delivery of Goods and Passenger Transport in Urban Areas. 2015;

24. Perboli G, Rosano M. Parcel delivery in urban areas: Opportunities and threats for the mix of traditional and green business models. *Transp Res Part C Emerg Technol* [Internet]. 2019;99(November 2016):19–36. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.trc.2019.01.006>
25. Melo S, Baptista P. Evaluating the impacts of using cargo cycles on urban logistics: integrating traffic, environmental and operational boundaries. *European Transport Research Review*. 2017;9(2).
26. Anderluh A, Hemmelmayr VC, Nolz PC. Synchronizing vans and cargo bikes in a city distribution network. Vol. 25, *Central European Journal of Operations Research*. Springer Berlin Heidelberg; 2017. 345–376 p.
27. Plumeau P, Berndt M, Bingham P, Weisbrod R, Rhodes SS, Bryan J, et al. *Guidebook for Understanding Urban Goods Movement*. Guidebook for Understanding Urban Goods Movement. 2012.
28. De Oliveira Leite Nascimento C, Rigatto IB, De Oliveira LK. Characterization and analysis of the economic viability of cycle logistics transport in Brazil. *Transportation Research Procedia*. 2020;46:189–96.
29. Browne M, Allen J, Leonardi J. Evaluating the use of an urban consolidation centre and electric vehicles in central London. *IATSS Research*. 2011;35(1):1–6.
30. Gruber J, Kihm A, Lenz B. A new vehicle for urban freight? An ex-ante evaluation of electric cargo bikes in courier services. *Research in Transportation Business and Management*. 2014;11:53–62.
31. Dembosky A. Unburdened by Gas Costs, Bike Couriers See a Chance. *New York Times*. 2008;5.
32. Wrighton S, Reiter K. CycleLogistics - Moving Europe Forward! *Transportation Research Procedia*. 2016;12(June 2015):950–8.
33. Heshmati S, Verstichel J, Esprit E, vanden Berghe G. Alternative e-commerce delivery policies. *EURO Journal on Transportation and Logistics* [Internet]. 2019;8(3):217–48. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2192437620300509>
34. Iwan S, Nürnberg M, Jedliński M, Kijewska K. Efficiency of light electric vehicles in last mile deliveries – Szczecin case study. *Sustain Cities Soc*. 2021;74(July):103167.
35. Verlinde S, Macharis C, Milan L, Kin B. Does a Mobile Depot Make Urban Deliveries Faster, More Sustainable and More Economically Viable: Results of a Pilot Test in Brussels. *Transportation Research Procedia*. 2014;4(December):361–73.
36. Ehrler VC, Schöder D, Seidel S. Challenges and perspectives for the use of electric vehicles for last mile logistics of grocery e-commerce – Findings from case studies in Germany. *Research in Transportation Economics* [Internet]. 2021;87:100757. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0739885919302690>

37. Weiss M, Dekker P, Moro A, Scholz H, Patel MK. On the electrification of road transportation - A review of the environmental, economic, and social performance of electric two-wheelers. *Transp Res D Transp Environ* [Internet]. 2015;41:348–66. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.trd.2015.09.007>
38. Osieczko K, Zimon D, Płaczek E, Prokopiuk I. Factors that influence the expansion of electric delivery vehicles and trucks in EU countries. *J Environ Manage* [Internet]. 2021;296(July):113177. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301479721012391>
39. Xu C, Niu J, Pei F. Design and simulation of the power-train system for an electric vehicle. In: 2011 2nd International Conference on Artificial Intelligence, Management Science and Electronic Commerce (AIMSEC). 2011. p. 3868–71.
40. Siragusa C, Tumino A, Mangiaracina R, Perego A. Electric vehicles performing last-mile delivery in B2C e-commerce: An economic and environmental assessment. *Int J Sustain Transp* [Internet]. 2022;16(1):22–33. Available from: <https://doi.org/10.1080/15568318.2020.1847367>
41. Feng B, Ye Q, Collins BJ. A dynamic model of electric vehicle adoption: The role of social commerce in new transportation. *Information and Management* [Internet]. 2019;56(2):196–212. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.im.2018.05.004>
42. Pahwa A, Jaller M. A cost-based comparative analysis of different last-mile strategies for e-commerce delivery. *Transp Res E Logist Transp Rev* [Internet]. 2022;164(May):102783. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1366554522001739>
43. Altenburg M, Anand N, Balm S, Ploos van Amstel W. Electric freight vehicles in city logistics: Insights into decision-making process of frontrunner companies. 2017.
44. Rezvani Z, Jansson J, Bodin J. Advances in consumer electric vehicle adoption research: A review and research agenda. *Transp Res D Transp Environ*. 2015;34:122–36.
45. Lau ST, Susilawati S. Shared autonomous vehicles implementation for the first and last-mile services. *Transp Res Interdiscip Perspect* [Internet]. 2021;11:100440. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.trip.2021.100440>
46. Buldeo Rai H, Touami S, Dablanc L. Autonomous e-commerce delivery in ordinary and exceptional circumstances. The French case [Internet]. *Research in Transportation Business & Management*. Elsevier Ltd; 2022 Jan. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S2210539521001577>
47. Lemardelé C, Estrada M, Pagès L, Bachofner M. Potentialities of drones and ground autonomous delivery devices for last-mile logistics. *Transp Res E Logist Transp Rev* [Internet]. 2021 May;149:102325. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1366554521000995>

48. Figliozzi MA. Carbon emissions reductions in last mile and grocery deliveries utilizing air and ground autonomous vehicles. *Transp Res D Transp Environ* [Internet]. 2020;85(July):102443. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.trd.2020.102443>
49. Peppel M, Ringbeck J, Spinler S. How will last-mile delivery be shaped in 2040? A Delphi-based scenario study. *Technol Forecast Soc Change* [Internet]. 2022;177(July 2021):121493. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2022.121493>
50. Touami S. Véhicules de livraison autonomes. Une solution pour l'avenir? Université Gustave Eiffel; 2020.
51. Lee HL, Chen Y, Gillai B, Rammohan S. Technological Disruption and Innovation in Last-Mile Delivery. *Stanford Graduate School of Business* [Internet]. 2016;(June):1–26. Available from: <https://www.gsb.stanford.edu/sites/gsb/files/publication-pdf/vcii-publication-technological-disruption-innovation-last-mile-delivery.pdf>
52. Chen C, Demir E, Huang Y. An adaptive large neighborhood search heuristic for the vehicle routing problem with time windows and delivery robots. *Eur J Oper Res* [Internet]. 2021;294(3):1164–80. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2021.02.027>
53. Figliozzi M, Jennings D. Autonomous delivery robots and their potential impacts on urban freight energy consumption and emissions. *Transportation Research Procedia* [Internet]. 2020;46(2019):21–8. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2020.03.159>
54. Pani A, Mishra S, Golias M, Figliozzi M. Evaluating public acceptance of autonomous delivery robots during COVID-19 pandemic. *Transp Res D Transp Environ* [Internet]. 2020;89(October):102600. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.trd.2020.102600>
55. Talebian A, Mishra S. Predicting the adoption of connected autonomous vehicles: A new approach based on the theory of diffusion of innovations. *Transp Res Part C Emerg Technol*. 2018;95(June):363–80.
56. Xing Y, Zhou H, Han X, Zhang M, Lu J. What influences vulnerable road users' perceptions of autonomous vehicles? A comparative analysis of the 2017 and 2019 Pittsburgh surveys. *Technol Forecast Soc Change* [Internet]. 2022;176(August 2020):121454. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2021.121454>
57. Zhu X, Pasch TJ, Bergstrom A. Understanding the structure of risk belief systems concerning drone delivery: A network analysis. *Technol Soc* [Internet]. 2020;62(April):101262. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2020.101262>
58. Park J, Hong EP, Le HT. Adopting autonomous vehicles: The moderating effects of demographic variables. *Journal of Retailing and Consumer Services* [Internet]. 2021;63(July):102687. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jretconser.2021.102687>

59. Nelson J, Gorichanaz T. Trust as an ethical value in emerging technology governance: The case of drone regulation. *Technol Soc* [Internet]. 2019;59(July 2018):101131. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2019.04.007>
60. Murray CC, Chu AG. The Flying Sidekick Traveling Salesman Problem: Optimization of Drone-assisted Parcel Delivery. *Transp Res Part C Emerg Technol*. 2015;54:86–109.
61. Kellermann R, Biehle T, Fischer L. Drones for parcel and passenger transportation: A literature review. *Transp Res Interdiscip Perspect* [Internet]. 2020;4:100088. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2590198219300879>
62. Wattles J. Jeff Bezos: Amazon drones will be “as common as seeing a mail truck” [Internet]. *CNN Money*. 2015 [cited 2022 Feb 24]. Available from: <https://money.cnn.com/2015/08/16/technology/jeff-bezos-amazon-drones/>
63. Yoo W, Yu E, Jung J. Drone delivery: Factors affecting the public’s attitude and intention to adopt. *Telematics and Informatics* [Internet]. 2018;35(6):1687–700. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.tele.2018.04.014>
64. Joerss M, Schröder J, Neuhaus F, Klink C, Mann F. Parcel delivery: The future of last mile. *Travel, Transport and Logistics* [Internet]. 2016;(September):32. Available from: [https://www.mckinsey.com/~media/mckinsey/industries/travel\\_transport\\_and\\_logistics/our\\_insights/how\\_customer\\_demands\\_are\\_reshaping\\_last\\_mile\\_delivery/parcel\\_delivery\\_the\\_future\\_of\\_last\\_mile.ashx](https://www.mckinsey.com/~media/mckinsey/industries/travel_transport_and_logistics/our_insights/how_customer_demands_are_reshaping_last_mile_delivery/parcel_delivery_the_future_of_last_mile.ashx)
65. Moshref-Javadi M, Winkenbach M. Applications and Research avenues for drone-based models in logistics: A classification and review. *Expert Syst Appl* [Internet]. 2021;177(February):114854. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2021.114854>
66. Foth J. We haven’t considered the true cost of drone delivery medical services in Africa [Internet]. *Quartz Africa*. 2017 [cited 2022 Feb 24]. Available from: <https://qz.com/africa/1090693/zipline-drones-in-africa-like-rwanda-and-tanzania-have-an-opportunity-cost/>
67. Kunze O. Replicators, Ground Drones and Crowd Logistics A Vision of Urban Logistics in the Year 2030. In: *Transportation Research Procedia*. Neu-Ulm: Elsevier B.V.; 2016. p. 286–99.
68. Aydin B. Public acceptance of drones: Knowledge, attitudes, and practice. *Technol Soc* [Internet]. 2019;59(July):101180. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2019.101180>
69. Barthuly D. Autonomous ground vehicles in urban last-mile delivery – an exploration of the implementation feasibility and consumer’s acceptance. *Universidade Católica Portuguesa*; 2019.
70. Hesse M. *The City as a Terminal*. Ashgate; 2008. 278 p.

71. Arslan A, Agatz N, Kroon LG, Zuidwijk RA. Crowdsourced Delivery -- A Pickup and Delivery Problem with Ad-Hoc Drivers. SSRN Electronic Journal. 2016 Feb 11;
72. Mehmman J, Frehe V, Teuteberg F. Crowd Logistics: A Literature Review and Maturity Model. 2015.
73. Buldeo Rai H, Verlinde S, Merckx J, Macharis C. Crowd logistics: an opportunity for more sustainable urban freight transport? European Transport Research Review. 2017;9(3):1–13.
74. European Environment Agency. Occupancy rates of passenger vehicles [Internet]. 2016 [cited 2022 Jan 31]. Available from: <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/occupancy-rates-of-passenger-vehicles/occupancy-rates-of-passenger-vehicles>
75. Bubner N, Bubner N, Helbig R, Jeske M. Logistics Trend Radar: Delivering insight today. Creating value tomorrow! 2014.
76. Dayarian I, Savelsbergh M. Crowdshipping and Same-day Delivery: Employing In-store Customers to Deliver Online Orders. 2017.
77. Arvidsson N, Givoni M, Woxenius J. Exploring last mile synergies in passenger and freight transport. Built Environ. 2016;42(4):523–38.
78. Devari A, Nikolaev AG, He Q. Crowdsourcing the last mile delivery of online orders by exploiting the social networks of retail store customers. Transp Res E Logist Transp Rev. 2017 Sep 1;105:105–22.
79. Briffaz M. Crowd-shipping in Geneva Exploratory and descriptive study of Crowdshipping Mickael Briffaz and Clément Darvey. 2016.
80. Chen C, Pan S. Using the crowd of taxis to last mile delivery in e-commerce: A methodological research. In: Studies in Computational Intelligence. Springer Verlag; 2016. p. 61–70.
81. Gatta V, Marcucci E, Nigro M, Serafini S. Sustainable urban freight transport adopting public transport-based crowdshipping for B2C deliveries. European Transport Research Review. 2019 Dec 1;11(1).
82. Kafle N, Zou B, Lin J. Design and modeling of a crowdsource-enabled system for urban parcel relay and delivery. Transportation Research Part B: Methodological. 2017 May 1;99:62–82.
83. Carbone V, Rouquet A, Roussat C. A typology of logistics at work in collaborative consumption. International Journal of Physical Distribution and Logistics Management. 2018 May 21;48(6):570–85.
84. Rougès JF, Montreuil B. Crowdsourcing delivery: New interconnected business models to reinvent delivery. 2014.

85. Oliveira S, Savelsbergh AH, Sampaio A, Savelsbergh M, Veelenturf L, Woensel T van. Crowd-based city logistics Citation for published version (APA): SCL Report Series Crowd-based City Logistics Crowd-based City Logistics. 2017.
86. Allen J, Thorne G, Browne M. BESTUFS: Good Practice Guide on Urban Freight Transport [Internet]. BESTUFS. Westminster; 2007 [cited 2022 Sep 17]. Available from: [http://www.bestufs.net/gp\\_guide.html](http://www.bestufs.net/gp_guide.html)
87. Özarık SS, Veelenturf LP, Woensel T van, Laporte G. Optimizing e-commerce last-mile vehicle routing and scheduling under uncertain customer presence. *Transp Res E Logist Transp Rev.* 2021;148(September 2020).
88. Savelsbergh M, van Woensel T. City logistics: Challenges and opportunities. *Transportation Science* [Internet]. 2016;50(2):579–90. Available from: <https://doi.org/10.1287/trsc.2016.0675>
89. Zhao C, Hu H. Urban end distribution optimization under e-commerce environment. *J Shanghai Jiaotong Univ Sci.* 2016;21(5):513–23.
90. Reyes D, Savelsbergh M, Toriello A. Vehicle routing with roaming delivery locations. *Transp Res Part C Emerg Technol* [Internet]. 2017;80:71–91. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.trc.2017.04.003>
91. Laporte G. Fifty years of vehicle routing. *Transportation Science.* 2009;43(4):408–16.
92. Ramaekers K, Caris A, Moons S, van Gils T. Using an integrated order picking-vehicle routing problem to study the impact of delivery time windows in e-commerce. *European Transport Research Review* [Internet]. 2018;10(2):56. Available from: <https://doi.org/10.1186/s12544-018-0333-5>
93. Alfandari L, Ljubić I, de Melo da Silva M. A tailored Benders decomposition approach for last-mile delivery with autonomous robots. *Eur J Oper Res* [Internet]. 2022;299(2):510–25. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2021.06.048>
94. He Y, Qi M, Zhou F, Su J. An effective metaheuristic for the last mile delivery with roaming delivery locations and stochastic travel times. *Comput Ind Eng* [Internet]. 2020;145(106513). Available from: <https://doi.org/10.1016/j.cie.2020.106513>
95. Gogas MA, Nathanail E. Evaluation of Urban Consolidation Centers: A Methodological Framework. In: *Procedia Engineering.* Elsevier Ltd; 2017. p. 461–71.
96. Correia V de A, Oliveira LK de, Guerra AL. Economical and Environmental Analysis of an Urban Consolidation Center for Belo Horizonte City (Brazil). *Procedia Soc Behav Sci.* 2012;39:770–82.
97. Allen J, Browne M, Woodburn A, Leonardi J. The Role of Urban Consolidation Centres in Sustainable Freight Transport. Vol. 32, *Transport Reviews.* 2012. p. 473–90.

98. van Rooijen T, Quak H. Local impacts of a new urban consolidation centre - The case of Binnenstadservice. In: *Procedia - Social and Behavioral Sciences*. Elsevier Ltd; 2010. p. 5967–79.
99. Urban Freight Lab. Common MicroHub Research Project. 2020;
100. Verlinde S, Macharis C, Witlox F. How to Consolidate Urban Flows of Goods Without Setting up an Urban Consolidation Centre? *Procedia Soc Behav Sci*. 2012;39:687–701.
101. Janjevic M, Ndiaye AB. Development and Application of a Transferability Framework for Micro-consolidation Schemes in Urban Freight Transport. *Procedia Soc Behav Sci*. 2014 Mar;125:284–96.
102. Schrenk M, Popovich V v., Zeile P, Elisei P, Beyer C, Ryser J. Urban Logistics Micro Hubs: Standardisation Meets Uniqueness. *Real Corp*. 2019;819–24.
103. Katsela K, Güneş Ş, Fried T, Goodchild A, Browne M. Defining Urban Freight Microhubs: A Case Study Analysis. *Sustainability (Switzerland)*. 2022 Jan 1;14(1).
104. Lee J, Kim C, Wiginton L. Delivering Last-Mile Solutions A feasibility analysis of microhubs and cyclelogistics in the GTHA About the Pembina Institute. 2019.
105. Orving T, Eidhammer O. Evaluation of Oslo City Hub : The planning and establishment of a depot for transshipment of goods. *TOI*; 2019.
106. Yuen KF, Wang X, Ng LTW, Wong YD. An investigation of customers' intention to use self-collection services for last-mile delivery. *Transp Policy (Oxf)* [Internet]. 2018;66(August):1–8. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2018.03.001>
107. Morganti E, Seidel S, Blanquart C, Dablanc L, Lenz B. The Impact of E-commerce on Final Deliveries: Alternative Parcel Delivery Services in France and Germany. *Transportation Research Procedia* [Internet]. 2014;4(0):178–90. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.trpro.2014.11.014>
108. Liu C, Wang Q, Susilo YO. Assessing the impacts of collection-delivery points to individual's activity-travel patterns: A greener last mile alternative? *Transportation Research Part E*. 2017;121:84–99.
109. Arnold F, Cardenas I, Sörensen K, Dewulf W. Simulation of B2C e-commerce distribution in Antwerp using cargo bikes and delivery points. *European Transport Research Review* [Internet]. 2018;10(1):1–13. Available from: <https://doi.org/10.1007/s12544-017-0272-6>
110. Altuntaş Vural C, Aktepe Ç. Why do some sustainable urban logistics innovations fail? The case of collection and delivery points. *Research in Transportation Business & Management*. 2021 Jun 25;100690.
111. De Oliveira LK, De Oliveira RLM, De Sousa LTM, De Paula Caliari I, De Oliveira Leite Nascimento C. Analysis of accessibility from collection and delivery points: Towards the sustainability of the e-commerce delivery. *Urbe*. 2019;11:1–17.

112. Song L, Cherrett T, McLeod F, Guan W. Addressing the Last Mile Problem: Transport Impacts of Collection and Delivery Points. *Transp Res Rec.* 2009;2097(1):9–18.
113. Song L, Cherrett T, Guan W. Implications of collection/delivery points for transport and logistics. *OR Insight.* 2011 Dec 1;24(4):231–55.
114. Kedia A, Kusumastuti D, Nicholson A. Establishing collection and delivery points to encourage the use of active transport: A case study in New Zealand using a consumer-centric approach. *Sustainability (Switzerland).* 2019;11(22):23.
115. Zenezini G, Lagorio A, Pinto R, Marco A de, Golini R. The Collection-And-Delivery Points Implementation Process from the Courier, Express and Parcel Operator's Perspective. *IFAC-PapersOnLine* [Internet]. 2018;51(11):594–9. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2018.08.383>
116. Oliveira LK de, Morganti E, Dablanc L, Magalhães de Oliveira RL. Analysis of the potential demand of automated delivery stations for e-commerce deliveries in Belo Horizonte, Brazil. *Research in Transportation Economics.* 2017;65:34–43.
117. Fernie J, Sparks L, McKinnon AC. Retail logistics in the UK: past, present and future. Fernie J, editor. *International Journal of Retail & Distribution Management.* 2010 Jan 1;38(11/12):894–914.
118. Edwards J, Mckinnon A, Cherrett T, Mcleod F, Song L. The impact of failed home deliveries on carbon emissions. In: *Logistics Research Network Conference.* 2009. p. 102–8.
119. Iwan S, Kijewska K, Lemke J. Analysis of parcel lockers ' efficiency as the last mile delivery solution – the results of the research in Poland. *Transportation Research Procedia.* 2016;12:644–55.
120. Weltevreden JWJ, Rotem-Mindali O. Mobility effects of b2c and c2c e-commerce in the Netherlands: a quantitative assessment. *J Transp Geogr.* 2009;17(2):83–92.
121. Collins AT. Behavioural Influences on the Environmental Impact of Collection/Delivery Points. In: Fahimnia B, Bell MGH, Hensher DA, Sarkis J, editors. *Green Logistics and Transportation: A Sustainable Supply Chain Perspective* [Internet]. Cham: Springer International Publishing; 2015. p. 15–34. Available from: [https://doi.org/10.1007/978-3-319-17181-4\\_2](https://doi.org/10.1007/978-3-319-17181-4_2)
122. van Duin JHR, Wiegmans BW, van Arem B, van Amstel Y. From home delivery to parcel lockers: A case study in Amsterdam. *Transportation Research Procedia* [Internet]. 2020;46(2019):37–44. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2020.03.161>
123. Deutsch Y, Golany B. A parcel locker network as a solution to the logistics last mile problem. *Int J Prod Res* [Internet]. 2017;7543(November):1–11. Available from: <https://doi.org/10.1080/00207543.2017.1395490>
124. Carotenuto P, Gastaldi M, Giordani S, Rossi R, Rabachin A, Rabachin A, et al. Comparison of various urban distribution systems supporting e-commerce. *Point-to-*

- point vs collection-point-based deliveries. *Transportation Research Procedia* [Internet]. 2018;30:188–96. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2018.09.021>
125. Bonomi V, Mansini R, Zanotti R. Last Mile Delivery with Parcel Lockers: evaluating the environmental impact of eco-conscious consumer behavior. *IFAC PapersOnLine* [Internet]. 2022;55(5):72–7. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2022.07.642>
  126. de Oliveira LK, de Oliveira RLM, de Sousa LTM, de Paula Caliaro I, de Oliveira Leite Nascimento C. Analysis of accessibility from collection and delivery points: Towards the sustainability of the e-commerce delivery. *Urbe*. 2019;11:1–17.
  127. Mangiaracina R, Perego A, Seghezzi A, Tumino A. Innovative solutions to increase last-mile delivery efficiency in B2C e-commerce: a literature review. *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management*. 2019;49(9):901–20.
  128. Kahr M. Determining locations and layouts for parcel lockers to support supply chain viability at the last mile. *Omega (Westport)* [Internet]. 2022;113:102721. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.omega.2022.102721>
  129. Lai PL, Jang H, Fang M, Peng K. Determinants of customer satisfaction with parcel locker services in last-mile logistics. *Asian Journal of Shipping and Logistics* [Internet]. 2022;38(1):25–30. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.ajsl.2021.11.002>
  130. Patier D, Toillier F. Urban logistics spaces: What models, what uses and what role for public authorities? *City Logistics 2: Modeling and Planning Initiatives* [Internet]. 2018;1–21. Available from: <https://doi.org/10.1002/9781119425526.ch1>
  131. Allen J, Piecyk M, Piotrowska M, McLeod F, Cherrett T, Ghali K, et al. Understanding the impact of e-commerce on last-mile light goods vehicle activity in urban areas: The case of London. *Transp Res D Transp Environ*. 2018;61(July):325–38.
  132. Oliveira B, Ramos AG, de Sousa JP. A classification of two-tier distribution systems based on mobile depots. *Transportation Research Procedia* [Internet]. 2020;47:115–22. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2020.03.075>
  133. Arvidsson N, Pazirandeh A. An ex ante evaluation of mobile depots in cities: A sustainability perspective. *Int J Sustain Transp* [Internet]. 2017;11(8):623–32. Available from: <http://dx.doi.org/10.1080/15568318.2017.1294717>
  134. Mangano G, Zenezini G. The Value Proposition of innovative Last-Mile delivery services from the perspective of local retailers. In: *IFAC-PapersOnLine*. Elsevier B.V.; 2019. p. 2590–5.
  135. Schliwa G, Armitage R, Aziz S, Evans J, Rhoades J. Sustainable city logistics - Making cargo cycles viable for urban freight transport. *Research in Transportation Business and Management*. 2015;15:50–7.

136. Bjerkan KY, Sund AB, Nordtømme ME. Stakeholder responses to measures green and efficient urban freight. *Research in Transportation Business and Management*. 2014;11:32–42.
137. Marujo LG, Goes G v., D'Agosto MA, Ferreira AF, Winkenbach M, Bandeira RAM. Assessing the sustainability of mobile depots: The case of urban freight distribution in Rio de Janeiro. *Transp Res D Transp Environ* [Internet]. 2018;62(March):256–67. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.trd.2018.02.022>
138. Hu KY, Chang TS. An innovative automated storage and retrieval system for B2C e-commerce logistics. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*. 2010;48(1–4):297–305.
139. Jiang M, Huang GQ. Intralogistics synchronization in robotic forward-reserve warehouses for e-commerce last-mile delivery. *Transp Res E Logist Transp Rev* [Internet]. 2022;158(February):102619. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.tre.2022.102619>
140. de Koster RBM, Johnson AL, Roy D. Warehouse design and management. *Int J Prod Res* [Internet]. 2017;55(21):6327–30. Available from: <http://doi.org/10.1080/00207543.2017.1371856>
141. Faber N, de Koster MBM, Smidts A. Organizing warehouse management. *International Journal of Operations and Production Management*. 2013;33(9):1230–56.
142. Faber N. Structuring Warehouse Management: Exploring the fit between warehouse characteristics and warehouse planning and control structure, and its effect on warehouse performance [Internet]. Erasmus University Rotterdam; 2015 [cited 2022 Dec 1]. Available from: <http://repub.eur.nl/pub>
143. Yang P, Zhao Z, Guo H. Order batch picking optimization under different storage scenarios for e-commerce warehouses. *Transp Res E Logist Transp Rev* [Internet]. 2020;136(January):101897. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.tre.2020.101897>
144. Qi M, Li X, Yan X, Zhang C. On the evaluation of AGVS-based warehouse operation performance. *Simul Model Pract Theory* [Internet]. 2018;87(April):379–94. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.simpat.2018.07.015>
145. Boysen N, de Koster R, Weidinger F. Warehousing in the e-commerce era: A survey. *Eur J Oper Res* [Internet]. 2019;277(2):396–411. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2018.08.023>
146. OCDE. Panorama del comercio electrónico. Políticas, tendencias y modelos de negocio. Asociación Mexicana de Internet. 2019;1:1–129.
147. Zennaro I, Finco S, Calzavara M, Persona A. Implementing E-Commerce from Logistic Perspective: Literature Review and Methodological Framework. *Sustainability (Switzerland)* [Internet]. 2022 Jan 1;14(2). Available from: <https://doi.org/10.3390/su14020911%0AAcademic>

148. Kembro J, Norrman A. Exploring trends, implications and challenges for logistics information systems in omni-channels: Swedish retailers' perception. *International Journal of Retail and Distribution Management*. 2019;47(4):384–411.
149. Bartholdi JJ, Hackman ST. *Warehouse and Distribution Science: Release 0.98.1*. The Supply Chain and Logistics Institute [Internet]. 2019;285. Available from: <https://www.warehouse-science.com/book/editions/wh-sci-0.98.1.pdf>
150. Schrottenboer AH, Wruck S, Roodbergen KJ, Veenstra M, Dijkstra AS. Order picker routing with product returns and interaction delays. *Int J Prod Res* [Internet]. 2017;55(21):6394–406. Available from: <http://dx.doi.org/10.1080/00207543.2016.1206982>
151. Wruck S, Vis IFA, Boter J. Risk control for staff planning in e-commerce warehouses. *Int J Prod Res* [Internet]. 2017;55(21):6453–69. Available from: <http://dx.doi.org/10.1080/00207543.2016.1207816>
152. Zhang D, Pee LG, Cui L. Artificial intelligence in E-commerce fulfillment: A case study of resource orchestration at Alibaba's Smart Warehouse. *Int J Inf Manage* [Internet]. 2021;57(December 2020):102304. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2020.102304>
153. Weidinger F, Boysen N, Schneider M. Picker routing in the mixed-shelves warehouses of e-commerce retailers. *Eur J Oper Res* [Internet]. 2019;274(2):501–15. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2018.10.021>
154. van der Gaast JP, de Koster RBM, Adan IJBF. Optimizing product allocation in a polling-based milkrun picking system. *IIE Trans* [Internet]. 2019;51(5):486–500. Available from: <https://doi.org/10.1080/24725854.2018.1493758>
155. Gong Y, de Koster R. A polling-based dynamic order picking system for online retailers. *IIE Transactions (Institute of Industrial Engineers)*. 2008;40(11):1070–82.
156. Aravindaraj K, Rajan Chinna P. A systematic literature review of integration of industry 4.0 and warehouse management to achieve Sustainable Development Goals (SDGs). *Cleaner Logistics and Supply Chain* [Internet]. 2022;5(February):100072. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.clscn.2022.100072>
157. Azadeh K, de Koster MBM, Roy D. Robotized Warehouse Systems: Developments and Research Opportunities. *SSRN Electronic Journal*. 2017;1–55.
158. Boysen N, Briskorn D, Emde S. Parts-to-picker based order processing in a rack-moving mobile robots environment. *Eur J Oper Res*. 2017;262(2):550–62.
159. Kong XTR, Huang GQ, Du ML. A physical emulation model of cellular warehousing for e-commerce logistics. *Procedia CIRP* [Internet]. 2019;83:339–44. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.procir.2019.03.095>
160. de Koster MBM. Warehouse assessment in a single tour. In: *Facility Logistics*. Auerbach Publications; 2007. p. 53–74.

161. Andriansyah R. Order-picking workstations for automated warehouses [Internet]. Vol. 1. Technische Universiteit Eindhoven; 2011. Available from: [www.tue.nl/taverne](http://www.tue.nl/taverne)
162. Song L, Cherrett T, McLeod F, Guan W. Addressing the Last Mile Problem: Transport Impacts of Collection and Delivery Points. *Transp Res Rec.* 2009;2097(1):9–18.
163. Liu C, Wang Q, Susilo YO. Assessing the impacts of collection-delivery points to individual's activity-travel patterns: A greener last mile alternative? *Transportation Research Part E* [Internet]. 2017;121:84–99. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.tre.2017.08.007>
164. OECD. OECD environmental outlook to 2050: the consequences of inaction. *International Journal of Sustainability in Higher Education.* 2012;13(3).