

LA LOGÍSTICA INVERSA EN LAS CIUDADES DEL FUTURO

SERGIO RUBIO (*)

Universidad de Extremadura

BEATRIZ JIMÉNEZ-PARRA

Universidad de León

La logística inversa es un concepto que ha sido objeto de mucha atención en los últimos años, tanto por parte de las empresas como desde el mundo académico. Este concepto ha ido evolucionando, desde una aproximación básica muy relacionada con las actividades necesarias para el reciclaje de materias primas (Ginter y Starling, 1978), pasando por el

enorme impulso que desde los ámbitos de la ingeniería y de la investigación operativa se le dio durante la década de los años 90 (ver, por ejemplo, Fleischmann *et al.*, 1997), hasta un punto en el que difícilmente se puede hablar de la función logística o de la gestión de la cadena de suministro sin tener en consideración estos flujos de retorno que se describen en el ámbito de la logística inversa (Guide y Van Wassenhove, 2009).

Podría considerarse que la logística inversa ha sido uno de los aspectos que más ha contribuido a desarrollar el estudio de la función logística en los últimos años (Pokharel y Mutha, 2009), ya que sus aplicaciones se han desarrollado en múltiples sectores productivos (ver por ejemplo, Agrawal *et al.*, 2015), utilizando diferentes aproximaciones para ello, desde la dirección de operaciones, pasando por la investigación operativa, la dirección estratégica o la dirección de marketing.

A pesar de la amplia variedad de problemas y retos logísticos que han sido abordados desde la logística inversa, la logística urbana, como tal, no ha sido hasta ahora uno de ellos. Y esto a pesar de las conexiones que se pueden observar entre estas dos parcelas

de la logística, como son, por ejemplo, las que tienen que ver con la gestión de residuos sólidos urbanos y el diseño de redes para su recogida, tratamiento y eliminación.

El objetivo de este trabajo es, por una parte, presentar el concepto de logística inversa, su importancia en el contexto de la función logística, la evolución que ha seguido en los últimos años y los retos que se le presentan; y, por otra parte, ofrecer una descripción de los retos y oportunidades que suponen para la logística urbana los flujos de retorno que son objeto de estudio de la logística inversa, y con ello el papel que esta disciplina puede desempeñar para el funcionamiento y el desarrollo de las ciudades.

Para ello, a continuación presentaremos el concepto de logística inversa y describiremos la evolución que ha experimentado a lo largo de los años. Seguidamente, comentaremos los principales retos a los que debe enfrentarse la logística inversa en el futuro más inmediato, para a continuación establecer puntos de encuentro entre la logística inversa y la logística urbana. Finalizamos este trabajo, con un apartado de conclu-

siones en el que se apuntan algunas ideas sobre líneas de colaboración entre estas dos disciplinas.

LOGÍSTICA INVERSA: CONCEPTO Y EVOLUCIÓN ¶

El aprovechamiento de materiales usados y la presencia de flujos de retorno o devoluciones de productos en las empresas no son algo nuevo. No obstante, la adecuada gestión y optimización de los mismos no ha despertado el interés de la academia hasta hace relativamente poco tiempo. De hecho, en la actualidad, tanto el concepto de logística inversa como la terminología asociada al mismo se encuentran inmersos en un proceso de homogenización y aceptación por parte del mundo académico (Carrasco, 2010).

En los últimos años, diversos autores han manifestado su interés por el proceso de evolución experimentado por esta disciplina, a través del desarrollo de trabajos que describen y analizan los principales cambios acaecidos al respecto, contribuyendo así, a la creación de un importante marco teórico de referencia. Entre otros, resulta necesario citar los trabajos de Rogers y Tibben-Lembke (2001), Fernández (2003), De Brito y Dekker (2004) o Carrasco (2010). En ellos se revisan las principales definiciones aportadas en la literatura durante todos estos años, prevaleciendo en las primeras aportaciones un enfoque eminentemente técnico y, en las más recientes, un enfoque de carácter más estratégico y holístico. Siguiendo a De Brito y Dekker (2004) y Carrasco (2010) podemos comprobar la transformación experimentada por el concepto de logística inversa desde sus inicios hasta la actualidad.

Si bien es cierto que ya durante los años 70 y 80 se hablaba en la literatura científica de canales de distribución inversa asociados a operaciones de reciclaje (Guitinan y Nwokoye, 1974; Ginter y Starling, 1978) y se hacía hincapié en la existencia de flujos en la cadena de suministro cuyo movimiento era en sentido contrario al de los flujos tradicionales (Lambert y Stock, 1981; Murphy, 1986; Murphy y Poist, 1989), no es hasta principios de los años 90 cuando el *Council of Logistics Management* proporciona la primera definición formal del concepto de logística inversa: «[...] el término a menudo utilizado para referirse al papel de la logística en el reciclaje, eliminación de residuos y gestión de materiales peligrosos; una perspectiva amplia incluye todo lo relacionado con actividades logísticas llevadas a cabo mediante la reducción de recursos, el reciclaje, la sustitución, la reutilización de materiales y la eliminación» (Stock, 1992). En esta misma época, Pohlen y Farris (1992) definen este concepto desde una perspectiva más próxima al marketing: «[...] el movimiento de bienes desde el consumidor hacia el productor en un canal de distribución»; mientras que Kopicky *et al.* (1993), tomando como referencia la definición de Stock (1992), proporcionan una visión más completa de la logística inversa: «la logística inversa es un término amplio que se refiere a la gestión logística y a la eliminación de residuos peligrosos y no peligrosos procedentes de los productos y de su embalaje. Ésta incluye la distribución inversa [...] que causa flujos de bienes e

información en el sentido opuesto al de las actividades logísticas normales». Como vemos, durante este período, las definiciones se caracterizan fundamentalmente por la referencia expresa a los flujos inversos y la presencia de un componente medioambiental.

En la segunda mitad de la década de los 90 se produce, no obstante, un cambio de enfoque en el estudio de la logística inversa, aportando una visión más estratégica en la que se resalta la importancia que los procesos de planificación y gestión tienen en el desarrollo de los sistemas de logística inversa. Así, por ejemplo, Thierry *et al.* (1995) utilizan el concepto de *Product Recovery Management* para referirse a la «gestión por parte del fabricante de todos los productos, componentes y materiales, usados y desechados, con el objetivo de recuperar tanto valor económico (y ecológico) como sea posible, reduciendo en última instancia la cantidad de residuos generada». Rogers y Tibben-Lembke (1999) aportan la que para muchos es la definición más completa, entendiendo la logística inversa como «el proceso de planificación, implantación y control, efectivo y eficiente, del flujo de materias primas, inventario en proceso, bienes terminados e información relacionada, desde el punto de consumo hacia el punto de origen, con el propósito de recuperar valor o llevar a cabo una adecuada eliminación». Sobre esta definición, el Grupo Europeo de Logística Inversa (European Working Group on Reverse Logistics, RevLog) aporta algunos elementos adicionales, señalando que la logística inversa es el «proceso de planificación, implantación y control de los flujos de retorno de materias primas, inventario en proceso, envases y productos terminados desde su lugar de fabricación, distribución o uso, hasta un punto para su recuperación o para su adecuada eliminación» (De Brito y Dekker, 2004).

Con el nuevo siglo se adopta un enfoque más integrador que implica el reconocimiento explícito de la existencia conjunta de flujos hacia delante, productor-consumidor, y flujos inversos, consumidor-productor, en la denominada Cadena de Suministro Cerrada (*Close-Loop Supply Chain*, CLSC). Prueba de ello, son las definiciones aportadas por diferentes autores durante este período. Por ejemplo, Guide *et al.*, (2003) señalan que «[...] la cadena de suministro cerrada incluye actividades tradicionales de la cadena de suministro hacia delante y actividades adicionales de la cadena de suministro inversa». Lebreton (2007) hace hincapié en esa misma idea, argumentando que las cadenas de suministro cerradas son «[...] cadenas de suministro en las que simultáneamente tienen lugar tanto flujos hacia delante como flujos inversos». Finalmente, ese mismo enfoque puede ser observado en la definición aportada por Ferguson y Souza (2010): «las cadenas de suministro cerradas son aquellas donde, además de los típicos flujos de materiales desde los proveedores hasta los clientes finales, existen flujos de retorno de productos (post-consumo o uso) hacia los fabricantes».

Paralelamente, durante todo este tiempo hemos asistido a la edición de diferentes monográficos sobre este tema (Stock, 1998; Fleischmann, 2001; Dekker *et al.*,

2004; Dyckhoff *et al.*, 2004; Flapper *et al.*, 2005; Ferguson y Souza, 2010), y la publicación de amplias revisiones de la literatura (entre las más recientes, cabe señalar Souza, 2013; Stindt y Sahamie, 2014; Agrawal *et al.*, 2015; Govindan *et al.*, 2015) que contribuyen a subrayar la importancia que la logística inversa tiene, no solo en el ámbito académico sino también en el empresarial.

Y es que son muchos los casos de empresas tan relevantes como Apple, Canon, Caterpillar, Dell, Electrolux, Hewlett-Packard, IBM, o Kodak, que han mostrado también un enorme interés por el desarrollo e implantación de sistemas de recuperación y gestión de los denominados productos fuera de uso (*end-of-use products*) y productos al final de su vida útil (*end-of-life products*). Y este interés cabe atribuirlo a tres factores fundamentales: la obtención de ventajas competitivas, la legislación medioambiental promulgada al efecto, y la presión ejercida por los grupos de interés o *stakeholders*.

Así, por ejemplo, las empresas pueden obtener ventajas competitivas en sus procesos productivos mediante la sustitución de parte de las materias primas originales que emplean por productos recuperados a través de los sistemas de logística inversa, que actuarían como *inputs* de dichos procesos, compensando parte del incremento que se viene observando en el coste de las materias primas y componentes originales. A su vez, las actividades de logística inversa pueden contribuir a generar nuevas oportunidades de negocio como, por ejemplo, en lo referente al acceso a segmentos de mercado de consumidores concienciados con el medio ambiente, para quienes los productos refabricados, reciclados o reutilizados pueden formar parte de sus decisiones de compra y consumo.

Por su parte, según la Unión Europea (2015), durante 2012, la cantidad total de residuos generados en la UE-28 ascendió a 2.514 millones de toneladas, de las cuales las actividades económicas (industria, energía, construcción, minería) generaron el 92% y el restante 8% se refiere a la generación de residuos sólidos urbanos. La gestión de residuos es una de las distintas áreas de actuación abordadas dentro del Programa General de Medio Ambiente de la Unión Europea hasta 2020, en el que se plantea como objetivo fundamental la reducción significativa de la cantidad de residuos destinados a la eliminación y, por tanto, no recuperables. Así, siempre que sea factible desde el punto de vista económico y ecológico, se recomienda reintroducir en el ciclo de producción los residuos generados, mediante su adecuada gestión (reutilización, refabricación, reciclaje, etc.). Para conseguir el mencionado propósito, buena parte de la legislación desarrollada al efecto (ver por ejemplo, la Directiva sobre gestión de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (2012/19/EU), la Directiva relativa a los vehículos al final de su vida útil (2000/53/CE), la Directiva de residuos de envases y embalajes (94/62/CE), o la Directiva sobre pilas, acumuladores y sus residuos (2006/66/CE)), incluye el denominado principio de responsabilidad extendida del productor (*Extended Producer Responsibility*,

EPR). Este principio hace referencia a la idea de que la responsabilidad que tiene un fabricante sobre sus productos se extiende a lo largo de todo el ciclo de vida de los mismos, y por tanto el fabricante (o, en su caso, el importador o distribuidor) es el responsable último de recuperar sus productos cuando éstos han llegado al final de su vida útil, asumiendo el coste de gestión de los mismos. El objetivo es contribuir a reducir el volumen de residuos y a utilizar una mayor cantidad de materiales recuperados (reciclados, refabricados, etc.) en la fabricación de sus productos.

Por último, a medida que aumenta la concienciación de los consumidores y ciudadanos con respecto a la escasez de materias primas y el impacto negativo que una parte de la actividad económica tiene sobre el entorno natural, aumenta también la presión que la sociedad en su conjunto ejerce sobre empresas y organizaciones, para que lleven a cabo medidas para una adecuada gestión de los recursos y residuos (Vicente y Ruiz, 2002; Subramoniam *et al.*, 2009). De este modo, se promueve la creación de sistemas de recuperación y gestión de productos, tanto de tipo individual, gestionados por los propios Fabricantes de Equipo Original (*Original Equipment Manufacturers*, OEMs), como de tipo colectivo, gestionados por entidades jurídicas sin ánimo de lucro creadas a tal efecto, en las que participan los OEMs y, en determinadas ocasiones, también la administración pública. Un caso específico de este tipo de sistema conjunto de recuperación de productos son los Sistemas Integrados de Gestión - SIG (Chamorro y Rubio, 2004).

RETOS Y OPORTUNIDADES DE LA LOGÍSTICA INVERSA ^{*****}

Como ha quedado de manifiesto, la logística inversa se presenta como un factor clave en el desarrollo de la cadena de suministro y la logística (Pokharel y Mutha, 2009). Y a pesar de ello, muchos autores coinciden en la existencia de cuestiones y problemas que aún requieren una especial atención y para los que resulta necesario seguir trabajando, tanto desde el punto de vista académico como en el ámbito empresarial (Prahinski y Kocabasoglu, 2006; Souza, 2013).

La gestión de las actividades necesarias para el retorno de productos y las distintas opciones de recuperación existentes han sido tópicos de investigación recurrentes en la literatura. Sin embargo, podemos citar algunas cuestiones en este ámbito que ofrecen oportunidades para el desarrollo de la logística inversa (Rogers y Tibben-Lembke, 1999; Prahinski y Kocabasoglu, 2006; Rubio *et al.*, 2008):

- El tratamiento de la incertidumbre asociada a los procesos de recuperación de productos: cuantitativa, cualitativa y temporal.
- El establecimiento de incentivos a los consumidores para la recuperación de productos fuera de uso.
- El análisis de la estructura de costes relacionados con la adquisición, recogida y recuperación del valor de los productos retornados.

- El diseño de productos para su recuperación y de las redes correspondientes.

Si importantes son las cuestiones relativas a la recuperación de los productos fuera de uso, no lo son menos las relativas a la comercialización de los productos una vez que han sido recuperados a través de los sistemas de logística inversa: productos reciclados, refabricados o listos para su reutilización (Guide y Van Wassenhove, 2009; Ferguson y Souza, 2010; Souza, 2013; Jiménez-Parra *et al.*, 2014). Entre los principales desafíos que se presentan, cabría destacar:

- El desarrollo de mercados para productos recuperados y la participación de OEMs en ellos.
- El establecimiento de estrategias y políticas de precios para productos recuperados, que tengan en cuenta la obsolescencia del producto, principal desafío cuando se trata de fijar precios para productos con ciclos de vida cortos.
- El desarrollo de canales de distribución adecuados para los productos recuperados.
- El efecto provocado por las ventas de productos refabricados en las ventas de productos nuevos (canibalización).

Y en todas estas cuestiones el componente medioambiental se observa como un elemento destacado en el que el concepto de Responsabilidad Extendida del Productor (EPR), anteriormente mencionado, destaca sobremedida. Como hemos señalado, la responsabilidad extendida del productor es un mecanismo de política medioambiental a través del cual la responsabilidad que tiene un productor sobre su producto no finaliza tras la venta del mismo, sino que se amplía hasta una etapa posterior al consumo del producto. La idea que subyace en este enfoque es que la EPR proporcionará a los fabricantes incentivos para que diseñen sus productos en el ámbito del denominado «diseño para el medio ambiente» de manera que incluyan mejoras en cuanto a sus posibilidades de reutilización y reciclaje, reduciendo el uso de materias primas, y en definitiva, previniendo la generación de residuos (Walls, 2006). Las empresas, conscientes de las implicaciones de la EPR, han comenzado a adoptar mecanismos para la recuperación eficiente de sus productos una vez finalizada su vida útil (*end-of-life products*), o cuando dichos productos ya no son deseados por el consumidor (*end-of-use products*). Uno de estos mecanismos es la refabricación del producto, la cual se considera que puede tener un impacto económico, social y medioambiental positivo (Subramoniam *et al.*, 2013) y así, empresas como Caterpillar, Xerox o Kodak ya han incorporado procesos de refabricación en sus estrategias productivas. Es por ello, que desde el ámbito académico se resalta la importancia de profundizar más en el estudio y desarrollo de una legislación sobre el retorno de productos aplicada a estos contextos (Atasu y Van Wassenhove, 2012; Souza, 2013).

En el ámbito europeo, nos parece necesario destacar la iniciativa desarrollada conjuntamente por las plata-

formas tecnológicas para el transporte por carretera (ERTRAC, *European Road Transport Research Advisory Council*) y para la innovación en logística (ALICE, *Alliance for Logistics Innovation through Collaboration in Europe*) para la elaboración de una *hoja de ruta* sobre el transporte urbano de mercancías. El objetivo es identificar prioridades de investigación relacionadas con el transporte urbano de mercancías, el retorno de productos y la logística urbana, que sirvan para mejorar la eficiencia, la sostenibilidad y la seguridad de estas actividades. En este documento (ALICE-ERTRAC, 2014) se identifica expresamente como uno de sus cinco ámbitos de actuación «la logística inversa para la eliminación de residuos y la gestión de devoluciones», haciendo especial hincapié en el análisis de aquellas oportunidades que pueden facilitar la integración de los flujos directos e inversos de mercancías. Algunos de los principales tópicos de investigación que dicha iniciativa pretende abordar en los próximos quince años son: 1) la medición de tendencias para flujos directos e inversos en el ámbito del comercio electrónico, 2) el desarrollo de modelos de negocio de flujos inversos y directos en los ámbitos del reciclaje y las devoluciones comerciales, 3) la planificación de modelos logísticos, que faciliten la integración y la carga compartida para evitar viajes vacíos, 4) el desarrollo de modelos de gestión logística en un entorno urbano donde la importancia del reciclaje va en aumento y, 5) la combinación de flujos de residuos industriales y domésticos.

En el epígrafe siguiente profundizaremos sobre las relaciones entre la logística inversa y la logística urbana con el ánimo de intentar describir las relaciones que, sin lugar a dudas, se establecen entre ambas disciplinas.

LOGÍSTICA INVERSA Y LOGÍSTICA URBANA †

De acuerdo con estadísticas de Naciones Unidas, más de la mitad de la población mundial, concretamente el 54%, vive actualmente en áreas urbanas y se estima que en 2050 ese porcentaje será del 66% (United Nations, 2015). En el ámbito de la Unión Europea, las cifras son incluso mayores: el 73% de la población europea vive en una ciudad, y este porcentaje alcanzará el 82% en 2050 (European Commission, 2013). Asimismo, se señala la necesaria relación que debe existir entre el proceso de urbanización y el desarrollo sostenible, abogando por una correcta planificación y gobernanza que faciliten el desarrollo económico y social de las ciudades, a la vez que ofrece soluciones para mitigar el impacto negativo que las actividades de producción y consumo tienen sobre el medio ambiente. En este ámbito, la logística urbana puede aportar soluciones, en especial en lo que al transporte urbano de mercancías se refiere.

De acuerdo con Grosso *et al.* (2014), la logística urbana sostenible debe ser la solución ante los numerosos problemas sociales, medioambientales y económicos causados por el transporte de mercancías por carretera en las ciudades. No debiera sorprendernos el hecho de que en esta definición se haga referencia a

problemas sociales, medioambientales y económicos, que también hemos identificado previamente como los motivos que impulsan a las empresas a desarrollar actividades de logística inversa. Sin embargo, esta sostenibilidad no es la única relación que podemos encontrar entre logística urbana y logística inversa.

Como señalábamos anteriormente, las actividades de logística inversa encaminadas a la gestión de residuos y a la gestión de devoluciones forman parte de los objetivos de investigación propuestos en la hoja de ruta que sobre transporte urbano de mercancías han elaborado ERTRAC y ALICE. De hecho, estas dos actividades destacan también en sendos informes de la Comisión Europea sobre logística urbana (2013) y sobre transporte urbano de mercancías (2012). Estos trabajos sugieren que la relevancia de la logística inversa en el ámbito urbano se manifiesta en tres aspectos fundamentales:

- 1) El desafío que supone para las ciudades el adecuado tratamiento de un volumen de residuos cada vez mayor,
- 2) La gestión de materiales y productos reciclables, y
- 3) La gestión de devoluciones en el ámbito comercial.

Se suele asociar la recogida de residuos con la que periódicamente se realiza para los residuos urbanos de origen doméstico, aunque el problema es más complejo (Beliën *et al.*, 2014). Existen diferentes tipos de consumidor que generan residuos en las áreas urbanas (domésticos e industriales), y que requieren distintas formas de recogida. Por ejemplo, los residuos industriales pueden ser más voluminosos, generarse con distinta frecuencia, requerir de sistemas especiales para su recogida (contenedores específicos y diferentes tipos de medios de transporte), necesitar medidas de seguridad específicas –como ocurre en el caso de los residuos peligrosos (por ejemplo, residuos tóxicos y material infeccioso)–, etc. Por otro lado, también suele incluirse en el problema de la recogida de residuos el relativo a la recogida de los productos fuera de uso y al final de su vida útil, aun cuando el propósito de su recuperación no es su adecuada eliminación sino aprovechar el valor que aún incorporan, a través de su reciclaje, refabricación, o reutilización, y no resulta trivial la forma en la que se establece el procedimiento de recogida de estos productos a fin de que se pueda recuperar la mayor parte del valor que aún poseen. Por ejemplo, en el caso de la recuperación de productos de uso doméstico para su reciclaje, en la fase de separación de los distintos materiales, la elección del canal de recogida y de la tecnología a utilizar, dependen, entre otros factores, de si esa fase de separación tiene lugar en el hogar de los consumidores o, por el contrario, en centros de separación especializados (Bing *et al.*, 2014).

A diferencia de la logística tradicional, donde los productos son transportados desde el productor al consumidor y en la que la demanda suele considerarse como la principal fuente de incertidumbre, en la logística inversa, sin embargo, es en el lado de la oferta donde

se genera una mayor incertidumbre. Se suelen considerar tres tipos de incertidumbre relativa a la oferta: aquella que tiene que ver con la cantidad del producto que se puede recuperar (incertidumbre cuantitativa); la relativa a su calidad (incertidumbre cualitativa); y, por último, aquella que se asocia con el momento en el que se producirá la recogida del producto (incertidumbre temporal). De acuerdo con Zikopoulos y Tagaras (2015), entre los principales factores causantes de dicha incertidumbre destacan: las características de los usuarios finales, las características del lugar de uso del producto, y la duración del ciclo de vida del producto. Esta incertidumbre en los flujos de retorno determina en gran medida la efectividad de la red de logística inversa, por lo que la fase con la que se inicia el proceso de retorno, es decir, el proceso de recogida, se considera un elemento fundamental en el diseño de las redes de logística inversa (Fleischmann *et al.*, 1997; Guide y Van Wassenhove, 2003). El problema de la adquisición y recogida de los productos que accederán al sistema de logística inversa ha sido uno de los temas de estudio tradicional en este ámbito, aunque no es ni mucho menos una cuestión resuelta (Zikopoulos y Tagaras, 2015).

Es más, las ciudades al concentrar cada vez más a una mayor parte de la población se convierten en áreas críticas para la recogida de residuos, materiales y productos, determinando en buena medida el éxito de los sistemas de logística inversa. Sin embargo, la propia tipología de las ciudades, su estructura radial, la alta concentración de áreas comerciales, de ocio y restauración en el centro de las ciudades, así como los distintos objetivos de los principales grupos de interés (fabricantes, residentes, comerciantes, clientes, autoridades locales, etc.), condiciona mucho la efectividad de la logística urbana, (Muñuzuri *et al.*, 2012), y por consiguiente la de las actividades de logística inversa que le concierne.

Habitualmente, son las autoridades locales y otras instituciones públicas las responsables legales de la gestión de los residuos municipales y, por tanto, de planificar la recogida y transporte de dichos residuos de forma que se contribuya a la sostenibilidad de la ciudad. Sin embargo, la tendencia actual es que estas instituciones hagan frente a dicha responsabilidad mediante la subcontratación de la gestión de residuos a empresas privadas (European Commission, 2012). Por ejemplo, la recuperación y gestión de productos fuera de uso (reutilización, refabricación) y de productos al final de su vida útil (reciclaje) suelen encomendarse a los denominados Sistemas Integrados de Gestión (SIG), generalmente entidades sin ánimo de lucro, promovidas por fabricantes, importadores y distribuidores, que de esta manera, hacen frente a su responsabilidad extendida. Algunos de los principales SIG implantados en España son los que aparecen recogidos en el cuadro 1, en la página siguiente.

Otra cuestión a destacar es la gestión de las devoluciones comerciales motivadas, generalmente, porque el producto adquirido no satisface las necesidades del consumidor o no cumple con sus expectativas, inicián-

CUADRO 1
PRINCIPALES SIG IMPLANTADOS EN ESPAÑA

Productos	SIG	Implantación	Información
Aceites industriales	SIGPI, S.L.	2007	http://sigpi.es
Aceites industriales	SIGAUS	2007	http://www.sigaus.es
Automóviles	SIGRAUTO	2002	http://www.sigrauto.com
Electrodomésticos	ECOLEC	2005	http://www.ecolec.es
Envases de vidrio	ECOVIDRIO	1996	http://www.ecovidrio.es
Envases fitosanitarios	SIGFITO	2002	http://www.sigfito.es
Envases ligeros, papel y cartón	ECOEMBES	1996	http://www.ecoembes.com
Impresoras, fax y fotocopiadoras	ECOFIMÁTICA	2002	http://www.ecofimatica.es
Lámparas y luminarias	AMBILAMP	2005	http://www.ambilamp.es
Luminarias	ECOLUM	2005	http://www.ecolum.es
Medicamentos	SIGRE	2001	http://www.sigre.es
Neumáticos	SIGNUS	2005	http://www.signus.es
Neumáticos	TNU, S.L.	2006	http://www.tnu.es
Pilas, acumuladores y baterías	ECOPILAS	2000	http://www.ecopilas.es
RAEE	ECOASIMILEC	2005	http://www.ecoasimelec.es
RAEE	ECOTIC	2005	http://www.ecotic.es
RAEE	ECORAAE	2005	http://www.ecoraae.org
Teléfonos móviles	TRAGAMÓVIL	2001	http://www.tragamovil.es

FUENTE: Jiménez-Parra (2014).

dose un proceso de retorno del producto hacia el distribuidor o hacia el fabricante. Estos procesos han ido adquiriendo mayor relevancia e impacto en la rentabilidad de las actividades logísticas de las empresas con el desarrollo de los nuevos modelos de negocios surgidos alrededor de Internet (e-commerce, B2B, B2C, etc.) y de las nuevas condiciones de venta (principalmente, ampliación del periodo de prueba del producto y eliminación/reducción de los costes envío y devolución del producto), y la tendencia es que el volumen de devoluciones siga en aumento (WSJ, 2013). Puede decirse que esta logística de las devoluciones es una logística no deseada (Rogers y Tibben-Lembke, 1999), ya que finalmente no se produce la venta del producto. No obstante, se trata de una actividad logística que en muchos casos (especialmente, en las compras online) puede determinar la decisión de compra del individuo (UPS, 2014).

Naturalmente, este incremento en las devoluciones supone un mayor flujo de envíos desde los consumidores hacia los fabricantes, que requieren ser gestionados, transportados y entregados, incrementándose la complejidad del sistema y agudizándose los efectos negativos sobre el tráfico, la movilidad urbana, y el medio ambiente. En este sentido, las plataformas tecnológicas ERTRAC y ALICE consideran que sería necesario avanzar en la integración de los flujos directo e inverso de la logística como forma de conseguir incrementar la eficiencia global de la actividad logística.

En el ámbito de la logística inversa, el estudio de la integración de entregas y recogidas, de flujos directos e inversos, es un problema conocido y que viene acaparando un gran interés investigador (Beullens *et al.*, 2004). Esta integración requiere de la necesaria coordinación entre los participantes en la red de suministro,

a lo largo de todas las actividades que en ella se realiza y a lo largo de todo el ciclo de vida del producto (Guide y Van Wassenhove, 2009; Pokharel y Mutha, 2009).

CONCLUSIONES

Con este trabajo hemos pretendido describir las principales relaciones existentes entre la logística urbana y la logística inversa. Para ello, y dado que la logística inversa puede ser aún un concepto poco conocido, hemos hecho un repaso de los aspectos más relevantes de su evolución, desde una idea muy relacionada con los procesos de reciclaje y las redes de distribución inversa, hasta un concepto más amplio en el que se propone la integración de los flujos directos e inversos de la cadena de suministro en lo que se conoce como Cadena de Suministro Cerrada (*Closed-Loop Supply Chain*, CLSC).

Tras realizar un estudio de los actuales retos de investigación en el ámbito de la logística inversa, hemos analizado los aspectos en los que la logística urbana y logística inversa confluyen, y que pueden representar oportunidades de colaboración entre ambas disciplinas, con objeto de contribuir a la búsqueda de soluciones ante los problemas y situaciones que se presentan en la actividad logística que tiene lugar en nuestras ciudades.

Así, la gestión de residuos y la gestión de las devoluciones pueden considerarse como dos claras oportunidades de colaboración en este sentido. Las aportaciones de la logística inversa al diseño de redes para la recuperación de productos pueden servir como punto de partida, incorporando los problemas específicos de la

logística urbana: congestión del tráfico, movilidad urbana, contaminación, consumo energético, configuración de las zonas urbanas y aglomeración de áreas comerciales, por mencionar algunos.

Las ciudades, las áreas urbanas, constituyen un desafío importante para la actividad logística. En ocasiones, resulta especialmente difícil aportar soluciones eficaces a los problemas relativos a, entre otros, la distribución de mercancías por razones ya no puramente logísticas, sino que más bien tienen que ver con regulaciones municipales obsoletas, la ausencia de mecanismos eficaces ante su incumplimiento, políticas no planificadas adecuadamente, o el propio comportamiento de los usuarios (Muñuzuri et al., 2012). Pero, en cualquier caso, sí creemos que estas dos parcelas de la logística no deben estar desconectadas ya que existen evidentes puntos de encuentro, ya no solo para la investigación sino también la gestión empresarial de la actividad logística.

(*) Sergio Rubio agradece la financiación recibida de la Junta de Extremadura y FEDER a través de la ayuda GR15007, y del Ministerio de Economía y competitividad a través del proyecto DPI2015-67740-P.

BIBLIOGRAFÍA

AGRAWAL, S.; SINGH, R. y MURTAZAEI, Q. (2015). «A literature review and perspectives in reverse logistics». *Resources, Conservation and Recycling*, nº 97, pp. 76-92.

ALICE-ERTRACT (Urban Mobility WG) (2014). «Urban freight research roadmap». *Draft*. Version November 2014.

ATASU, A. y VAN WASSENHOVE, L.N. (2012). «An operations perspective on product take-back legislation for e-waste. Theory, practice, and research needs». *Production and Operations Management*, vol. 21, nº 3, pp. 407-422

BELIËN, J.; DE BOECK, L. y VAN ACKERE, J. (2014). «Municipal solid waste Collection and Management problems: A literature review». *Transportation Science*, vol. 48, nº 1, pp. 78-102.

BEULLENS, P.; VAN OUDHEUSDEN, D. y VAN WASSENHOVE, L.N. (2004). *Collection and vehicle routing issues in reverse logistics*. En Dekker, R., Fleischmann, M., Inderfurth, K., Van Wassenhove, L.N. (Eds.): *Reverse logistics. Quantitative models for closed-loop supply chains* (pp. 95-134). Ed. Springer-Verlag, Berlin.

BING, X.; BLOEMHOF-RUWAARD, J.M. y VAN DER VORST, J.G.A.J. (2014). «Sustainable reverse logistics network design for household plastic waste». *Flexible Services and Manufacturing Journal*, vol. 26, nº 1, pp. 119-142.

CARRASCO, R. (2010). «A management model for closed-loop supply chains of reusable articles». Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Madrid.

CHAMORRO, A. y RUBIO, S. (2004). «Los sistemas de distribución inversa para la recuperación de residuos. Su desarrollo en España». *Distribución y Consumo*, nº 76, pp. 59-73.

DE BRITO, M.P. y DEKKER, R. (2004). «A Framework for reverse logistics». En Dekker, R., Fleischmann, M., Inderfurth, K., Van Wassenhove, L.N. (Eds.): *Reverse logistics. Quantitative models for closed-loop supply chains* (pp. 3-27). Ed. Springer-Verlag, Berlin.

DEKKER, R.; FLEISCHMANN, M.; INDERFURTH, K. y VAN WASSENHOVE, L.N. (Eds.) (2004). «Reverse logistics. Quantitative models for closed-loop supply chains». Ed. Springer-Verlag, Berlin.

DYCKHOFF, H.; LACKES, R. y REESE, J. (2004). *Supply chain management and reverse logistics*. Ed. Springer, Berlin.

EUROPEAN COMMISSION (2013). *Together towards competitive and resource-efficient urban mobility. A call to action on urban logistics*. SWD (2013) 524 Final. Brussels.

EUROPEAN COMMISSION (2012). *Study on urban freight transport*. MDS Transmodal Limited and Centro di Ricerca per il Trasporto e la Logistica.

FERGUSON, M.E. y SOUZA, G.C. (2010). «Closed-Loop Supply Chains: new developments to improve the sustainability of business practices». *CRC Press*. Taylor & Francis Group. Boca Raton, FL.

FERNÁNDEZ, I. (2003). «The concept of reverse logistics. A review of literature». *Reverse Logistics Digital Magazine*, 58, 40-47. http://tima.azine.com/RLMagazine_Edition_58.pdf (Último acceso 28/10/2015).

FLAPER, S.D.P.; VAN NUNEN, J.A.E.E. y VAN WASSENHOVE, L.N. (2005). *Managing closed-loop supply chains*. Ed. Springer. New York.

FLEISCHMANN, M.; BLOEMHOF-RUWAARD, J.M.; DEKKER, R.; VAN DER LAAN, E.; VAN NUNEN, J.A.E.E. y VAN WASSENHOVE, L.N. (1997). «Quantitative models for reverse logistics: A review». *European Journal of Operational Research*, vol. 103, nº 1, pp. 1-17.

FLEISCHMANN, M. (2001). *Quantitative models for reverse logistics*. Ed. Springer-Verlag. Germany.

GINTER, P.M. y STARLING, J.M. (1978). «Reverse distribution channels for recycling». *California Management Review*, vol 20, nº 3, pp. 72-81.

GOVINDAN, K.; SOLEIMANI, H. y KANNAN, D. (2015). «Reverse logistics and closed-loop supply chain: A comprehensive review to explore the future.» *European Journal of Operational Research*, nº 240, pp. 603-626.

GROSSO, R.; MUÑUZURI, J.; CORTÉS, P. y CARRILLO, J. (2014). «City logistics: Are sustainability policies really sustainable?». *Dirección y Organización*, nº 53, pp. 45-50.

GUIDE, V.D.R. Jr.; HARRISON, T.P. y VAN WASSENHOVE, L.N. (2003). «The challenge of closed-loop supply chains». *Interfaces*, vol. 33, nº 6, pp. 3-6.

GUIDE, V.D.R. Jr. y VAN WASSENHOVE, L.N. (2003). «Business aspects of closed-loop supply chains». Ed. Carnegie Mellon University Press. Pittsburgh. Pennsylvania.

GUIDE, V.D.R. Jr. y VAN WASSENHOVE, L.N. (2009). «The evolution of closed-loop supply chain research». *Operation Research*, vol. 57, nº 1, pp. 10-18.

GULTINAN, J.P. y NWOKEYE, N.G. (1974). «Reverse channels for recycling. An analysis for alternatives and public policy implications». En Curhan, R.G. (Ed.): *New marketing for social and economic progress*. Combined Proceedings. American Marketing Association. Michigan.

JIMÉNEZ-PARRA, B. (2014). «Nuevos retos de investigación para la logística inversa. Análisis de la demanda de productos refabricados». Tesis Doctoral. Universidad de Extremadura.

JIMÉNEZ-PARRA, B.; RUBIO, S. y VICENTE-MOLINA, M.A. (2014). «Key drivers in the behavior of potential consumers of remanufactured products: a study on laptops in Spain». *Journal of Cleaner Production*, nº 85, pp. 488-496.

KOPICKY, R.J.; BERG, M.J.; LEGG, L.; DASAPPA, V. y MAGGIONI, C. (1993). «Reuse and recycling. Reverse logistics opportunities». Council of Logistics Management. Ed. Oak Brook. Illinois.

LAMBERT, D.M. y STOCK, J.R. (1981). *Strategic physical distribution management*. Ed. Irwin, Homewood. Illinois.

LEBRETON, B. (2007). *Strategic closed-loop supply chain management*. Ed. Springer. Berlin.

MUÑUZURI, J.; CORTÉS, P.; GUADIX, J. y ONIEVA, L. (2012). «City logistics in Spain: Why it might never work». *Cities*, 2012, pp. 133-141.

MURPHY, P.R. (1986). «A preliminary study of transportation and warehousing aspects of reverse distribution». *Transportation Journal*, vol. 35, nº 4, pp. 12-21.

MURPHY, P.R. y POIST, P.R. (1989). «Managing of logistics retromovements. An empirical analysis of literature suggestions». *Transportation Research Forum*, vol. 29, nº 1, pp. 177-184.

POKHAREL, S. y MUTHA, A. (2009). «Perspectives in reverse logistics: A review». *Resources, Conservation and Recycling*, vol. 53, nº 4, pp. 175-182.

POLHEN, T.L. y FARRIS II, M.T. (1992). «Reverse logistics in plastic recycling». *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management*, vol. 22, nº 7, pp. 35-47.

PRAHINSKI, C. y KOCABASOGLU, C. (2006). «Empirical research opportunities in reverse supply chains». *OMEGA The International Journal of Management Science*, vol. 34, nº 6, pp. 519-532.

- ROGERS, D.S. y TIBBEN-LEMBKE, R.S. (1999). «Going backwards. Reverse logistics trends and practices». *RLEC Press*. Pittsburgh.
- ROGERS, D.S. y TIBBEN-LEMBKE, R.S. (2001). «An examination on reverse logistics practices». *Journal of Business Logistics*, vol. 22, nº 4, pp. 129-145.
- RUBIO, S.; CHAMORRO, A. Y MIRANDA, F.J. (2008). «Characteristics of the research on reverse logistics (1995-2005)». *International Journal of Production Research*, vol. 46, nº 4, pp. 1099-1120.
- SOUZA, G.C. (2013). «Closed-loop supply chains. A Critical review, and future research». *Decision Sciences*, vol. 44, nº 1, pp. 7-38.
- STINDT, D. y SAHAMIE, R. (2014). «Review of research on closed loop supply chain management in the process industry». *Flexible Services and Manufacturing Journal*, nº 26, pp. 268-293.
- STOCK, J.R. (1992). *Reverse Logistics*. Council of Logistics Management. Oak Brook. Illinois.
- STOCK, J.R. (1998). *Development and implementation of reverse logistics programs*. Council of Logistics Management. Oak Brook. Illinois.
- SUBRAMONIAM, T.; HUISINGH, D. y CHINNAM, R. B. (2009). «Remanufacturing for the automotive aftermarket-strategic factors. Literature review and future research needs». *Journal of Cleaner Production*, vol. 17, nº 13, pp. 1163-1174.
- SUBRAMONIAM, R.; HUISINGH, D.; CHINNAM, R.B. y SUBRAMONIAM, S. (2013). «Remanufacturing Decision-Making Framework (RDMF): research validation using the analytical hierarchical process». *Journal of Cleaner Production*, nº 40, pp. 212-220.
- THIERRY, M.; SALOMON, M.; VAN NUNEN, J. y VAN WASSENHOVE, L.N. (1995). «Strategic issues in product recovery management». *California Management Review*, vol. 37, nº 2, pp. 114-135.
- UNIÓN EUROPEA (2015). *Waste Statistics*. http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Waste_statistics (Último acceso 25/10/2015)
- UNITED NATIONS (2015). *World Urbanization Prospects: The 2014 Revision*. Department of Economic and Social Affairs, Population Division. (ST/ESA/SER.A/366).
- UPS (2014). *UPS Pulse of the Online Shopper*. United Parcel Services of America, Inc.
- VICENTE, M.A. y RUIZ, M. (2002). «Factores determinantes de la integración de la variable medio ambiente en los planteamientos de la economía de la empresa y el marketing». *Cuadernos de Gestión*, vol. 1, nº 2, pp. 71-84.
- WALLS, M. (2006). «Extended producer responsibility and product design: economic theory and selected case studies». *Discussion Paper*, nº 06-08. March 2006. OECD.
- WSJ, 2013. *Rampant Returns Plague E-Retailers*. The Wall Street Journal. www.wsj.com/articles/SB10001424052702304773104579270260683155216 (Último acceso 25/10/2015)
- ZIKAPOULOS, C. y TAGARAS, G. (2015). «Reverse supply chains: Effects of collection network and returns classification on profitability». *European Journal of Operational Research*, nº 246, pp. 435-449.