



UNIVERSIDAD  
**NACIONAL**  
DE COLOMBIA

# **Caracterización de un sistema de Logística Reversa para la gestión de RAEE con intermediación de 3PL: Estudio de caso en Red Verde Colombia**

**Ana María Rojas Chaparro**

Universidad Nacional de Colombia  
Facultad de Ingeniería, Departamento de Ingeniería de Sistemas e Industrial  
Bogotá, Colombia  
2018



# **Caracterización de un sistema de Logística Reversa para la gestión de RAEE con intermediación de 3PL: Estudio de caso en Red Verde Colombia**

**Ana María Rojas Chaparro**

Tesis de investigación presentada como requisito parcial para optar al título de:

**Magister en Ingeniería Industrial**

Director:

Carlos Eduardo Moreno Mantilla, PhD

Línea de Investigación:

Gestión de operaciones y desarrollo sostenible

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de Ingeniería, Departamento de Ingeniería de Sistemas e Industrial

Bogotá, Colombia

2018



*A Dios y a mi familia por su amor y apoyo incondicional. A mis padres por su ejemplo de trabajo incansable y alentarme siempre a superarme, confiando en mis capacidades. A mis hermanas, por acompañarme en todo momento a largo de este proceso.*



## **Agradecimientos**

En primer lugar, a Dios, a quien confío todos mis proyectos y quien con sus constantes bendiciones me brinda la fuerza para hacer posible cada uno de mis propósitos. A mis padres y hermanas por brindarme su amor y apoyo incondicional a lo largo de mi vida.

Al Ingeniero Carlos Eduardo Moreno Mantilla por su invaluable orientación en el desarrollo de este trabajo, por sus enseñanzas a nivel académico y sus consejos a nivel personal y profesional, además de la confianza, comprensión y apoyo, que hicieron del desarrollo de este trabajo una experiencia enriquecedora.

A los miembros de la corporación Red Verde, quienes brindaron toda su disposición para hacer posible el desarrollo de este proyecto.

A mis amigos y compañeros de estudio y trabajo, quienes me acompañaron y alentaron durante la realización de este trabajo, apoyándome en los diferentes instantes en los que los necesité, por sus enseñanzas y por brindarme grandes momentos en su compañía.

En general, a todas las personas, que de uno u otra manera me han apoyado para llevar a buen término el desarrollo de este proyecto.



## Resumen

Los impactos ambientales negativos derivados de las actividades productivas se han vuelto cada vez más evidentes, lo que ha generado mayor atención por parte de diferentes públicos, resultando en esfuerzos e iniciativas sociales y de entidades privadas que buscan mitigarlos. Como parte de estos esfuerzos, se originó la integración de flujos reversos a las cadenas de suministro, con el fin de disminuir los impactos ambientales al brindar una gestión adecuada a los productos al final del ciclo de vida. Por tanto, y ante la necesidad de avanzar en el entendimiento de la operación de estos sistemas de reciente desarrollo, el presente trabajo busca caracterizar un sistema de logística reversa, definiendo los actores involucrados dentro del sistema, así como las relaciones existentes entre los mismos, con el fin de identificar mecanismos de colaboración en forma detallada y analizar cómo los mismos permiten el logro de beneficios asociados con los objetivos ambientales y económicos de las organizaciones involucradas. En este sentido, se tomó una visión holística de la gestión de aparatos eléctricos y electrónicos en Colombia, a partir de un estudio de caso único para el modelo aplicado actualmente en el país, con énfasis en el análisis de la intermediación de los prestadores de servicios logísticos - 3PL.

**Palabras clave:** Logística reversa, Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos, 3PL, Colaboración Ambiental, Beneficios Ambientales y Económicos, Stakeholders

## Abstract

The negative environmental impacts derived from productive activities have become increasingly evident, which has generated greater attention from different audiences, resulting in social efforts and initiatives and from private entities seeking to mitigate them. As part of these efforts, the integration of reverse flows to supply chains was originated, in order to reduce environmental impacts by providing adequate management of products at the end of the life cycle. Therefore, and given the need to advance in the understanding of the operation of these systems of recently developed, this work seeks to characterize a reverse logistics system, defining actors involved within the system, as well as the relationships between them, in order to identify collaboration mechanisms in detail and analyze how they allow the achievement of benefits associated with the environmental and economic goals of the organizations involved. In this sense, a holistic view of the electrical and electronic equipment management in Colombia was taken, from a case study for the current model applied in the country, with emphasis on the analysis of the intermediation of logistic service providers - 3PL.

**Keywords:** Reverse logistics, Waste Electrical and Electronic Equipment, Third-party logistics, environmental collaboration, Environmental and Economic Benefits, Stakeholders.

# Contenido

	Pág.
<b>Resumen</b> .....	<b>IX</b>
<b>Lista de figuras</b> .....	<b>XIII</b>
<b>Lista de tablas</b> .....	<b>XIV</b>
<b>Introducción</b> .....	<b>15</b>
<b>1. Marco Teórico y Estado del Arte</b> .....	<b>19</b>
<b>1.1 Logística Reversa</b> .....	<b>19</b>
1.1.1 Definición de Logística Reversa.....	19
1.1.2 Cadenas de Suministro Verdes .....	23
1.1.3 Prácticas de Logística Reversa.....	26
1.1.4 Logística Reversa y Ventajas Competitivas .....	29
1.1.5 Barreras en la implementación de procesos de Logística Reversa .....	31
<b>1.2 Colaboración Ambiental</b> .....	<b>36</b>
1.2.1 Importancia de la colaboración .....	36
1.2.2 Características de colaboración en la cadena de suministro.....	38
<b>1.3 Relación entre objetivos ambientales y económicos</b> .....	<b>41</b>
1.3.1 Situaciones gana – gana .....	41
1.3.2 Situaciones tipo Trade-off .....	42
<b>1.4 Tercerización de la Logística – 3PL</b> .....	<b>43</b>
1.4.1 Surgimiento, Definición y Ventajas.....	43
1.4.2 Operadores Logísticos.....	45
1.4.3 Tercerización en Colombia .....	46
1.4.4 Tercerización en los Procesos de Logística de Reversa .....	47
<b>1.5 Residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE)</b> .....	<b>49</b>

<b>1.6</b>	<b>Panorama frente a la implementación de procesos de Logística Reversa en Colombia – Enfoque RAEE .....</b>	<b>51</b>
1.6.1	Casos de Logística Reversa en Colombia .....	53
1.6.2	Problemática de la implementación de sistemas de logística reversa en Colombia.....	55
<b>1.7</b>	<b>Brecha del conocimiento .....</b>	<b>57</b>
<b>2.</b>	<b>Métodos.....</b>	<b>59</b>
2.1	Recolección de Datos.....	61
2.2	Análisis de datos.....	64
<b>3.</b>	<b>Resultados .....</b>	<b>69</b>
3.1	Descripción de Red Verde Colombia.....	69
3.2	Determinantes y facilitadores en la implementación del sistema de logística reversa de Red Verde Colombia.....	71
3.3	Actores y actividades del sistema de logística reversa de Red Verde Colombia .....	76
3.4	Gestión ambiental y beneficios.....	85
3.5	Mecanismos de colaboración identificados entre actores del sistema de logística reversa.....	86
3.6	Barreras presentadas en la implementación del sistema de Logística Reversa de Red Verde .....	90
<b>4.</b>	<b>Discusión de Resultados .....</b>	<b>95</b>
<b>5.</b>	<b>Representación modelo de logística reversa.....</b>	<b>101</b>
<b>6.</b>	<b>Conclusiones .....</b>	<b>105</b>
<b>A.</b>	<b>Anexo: Protocolos de entrevista .....</b>	<b>109</b>
<b>B.</b>	<b>Anexo: Codificación para análisis .....</b>	<b>119</b>
	<b>Bibliografía .....</b>	<b>155</b>

## Lista de figuras

	Pág.
<b>Figura 1.</b> Alcance de la Organización como Sistema Logístico Dinámico .....	22
<b>Figura 2.</b> Actividades del Flujo Reverso.....	24
<b>Figura 3.</b> Marco de una cadena de suministro verde con las actividades directas y reversas involucradas.....	25
<b>Figura 4.</b> Procesos de recuperación en la cadena de suministros reversa.....	27
<b>Figura 5.</b> Ventajas de la responsabilidad corporativa.....	31
<b>Figura 6.</b> Barreras en la implementación de Logística Reversa .....	33
<b>Figura 7.</b> Relaciones entre las barreras de Logística Reversa .....	35
<b>Figura 8.</b> Tipos de objetivos en las estrategias de colaboración .....	37
<b>Figura 9.</b> Representación transaccional de los tipos de colaboración .....	38
<b>Figura 10.</b> Colaboración en la cadena de suministro según nivel de integración .....	40
<b>Figura 11.</b> Principales razones para tercerizar.....	45
<b>Figura 12.</b> Tercerización de la Logística Reversa .....	48
<b>Figura 13.</b> Línea del tiempo general de gestión de RAEE en Colombia.....	54
<b>Figura 14.</b> Etapas de la Investigación .....	60
<b>Figura 15.</b> Nube de palabras .....	65
<b>Figura 16.</b> Frecuencia de palabras .....	66
<b>Figura 17.</b> Análisis de datos en investigación cualitativa.....	67
<b>Figura 18.</b> Consolidación de Red Verde como Programa Posconsumo.....	71
<b>Figura 19.</b> Sincronía de determinantes y facilitadores externos en la creación de Red Verde .....	75
<b>Figura 20.</b> Integración de determinantes y facilitadores internos en la creación de Red Verde .....	76
<b>Figura 21.</b> Vista General del Sistema de Logística Reversa de Red Verde.....	80
<b>Figura 22.</b> Interacciones de Red Verde como agente coordinador.....	81
<b>Figura 23.</b> Flujo de Logística Reversa de Red Verde.....	83
<b>Figura 24.</b> Mecanismos de colaboración.....	90

**Figura 25.** Modelo conceptual de Logística Reversa de Red Verde ..... 103

## Lista de tablas

	<b>Pág.</b>
<b>Tabla 1.</b> Definiciones de RAEE según entidades expertas en el tema.....	49
<b>Tabla 2.</b> Categorías de clasificación de RAEE según la Directiva de la Unión Europea..	50
<b>Tabla 3.</b> Entrevistas realizadas, entrevistados, organizaciones y funciones .....	63
<b>Tabla 4.</b> Principales Stakeholders.....	79

# Introducción

Los escenarios de impacto ambiental negativo actuales hacen que sea importante para las organizaciones configurar sus redes logísticas con el fin de potenciar su competitividad y enfrentar eficazmente los retos que traen consigo las regulaciones y estándares ambientales definidos por el gobierno. Esto se ha convertido en una actividad primordial dada la necesidad de reducir las emisiones resultantes de las actividades de la industria y de sus productos a lo largo de su vida útil. Este escenario demanda la evaluación de todas las posibles situaciones que se puedan presentar, mediante la búsqueda y despliegue de estrategias de mejoramiento que generen el desarrollo de los diferentes sectores económicos involucrados.

Por otra parte, los consumidores también han cambiado, lo que se ha reflejado en una mayor preocupación de la sociedad hacia el medio ambiente, que genera una nueva forma de pensar de cara al desarrollo sostenible y el interés porque el consumo de sus productos refleje menores impactos frente al agotamiento de los recursos naturales.

En este contexto, el estudio de las prácticas de logística reversa, como aspecto logístico fundamental de la economía del país, permite mediante su análisis la posibilidad de plantear y desarrollar estrategias de mejoramiento de desempeño ambiental. De igual forma, permite obtener diferentes ventajas para las organizaciones como cumplimiento de la legislación ambiental, beneficios económicos, recuperación de información, mejoramiento del servicio al cliente y definición de su responsabilidad social estratégica (Jayaraman, Yadong, & Findlay, 2007). Sin embargo, alcanzar estos propósitos no es una tarea sencilla, ya que esta requiere de tiempo de trabajo, investigación y una inversión económica representativa, por lo cual es importante iniciar el proceso a través de la evaluación de la situación actual del sistema y la búsqueda de herramientas que permitan observar los posibles resultados de acciones a implementar antes de

desarrollarlas, esto con el fin de evaluar los aspectos administrativos, operativos y logísticos requeridos.

En este sentido, la logística reversa es considerada por las organizaciones como una iniciativa de difícil implementación (Hsu, Tan, Zalani, & Jayaraman, 2013). En términos generales, las empresas prefieren invertir en procesos directos que reflejen diferenciación de sus productos en los mercados en lugar de prácticas de logística reversa que involucran incertidumbre, ya que no existe claridad sobre los beneficios económicos y ambientales que pueda generar (Bouzon, Govindan, & Taboada, 2016).

Es así como para la implementación de prácticas de logística reversa, han surgido mecanismos de subcontratación de empresas especializadas en el manejo de flujos reversos, acompañadas de estrategias de colaboración y coordinación que permitan lograr un desempeño ambiental superior. Estas estrategias, han emergido en paralelo con la aparición de los intermediarios de servicios logísticos, quienes llevan a cabo funciones logísticas que tradicionalmente eran realizadas dentro de las organizaciones, proceso conocido como tercerización de la logística (Lieb, 1992). Ha surgido entonces un interés por externalizar las operaciones de apoyo de la logística reversa (Chiu, Lin, & Hsu, 2011), buscando a la vez el fortalecimiento de relaciones entre los diferentes stakeholders.

Dentro de la literatura son pocos los estudios de introducción de servicios de terceros para revertir logística (Chiu, Lin, & Hsu, 2011). Las empresas deben considerar factores como el costo y la estrategia antes de involucrar un proveedor de servicios logísticos (3PL), más aun teniendo en cuenta que las organizaciones se han visto en la necesidad de implementar estos procesos ya sea por elección o por obligación (Agrawal, Singh, & Murtaza, 2015). Como resultado, siempre deben decidir si desarrollan la logística ellos mismos o a través de la tercerización con un proveedor 3PL. Esta última opción es usualmente favorecida, dadas las diferencias de las actividades de la logística hacia adelante con las de logística reversa, razón por la que externalizar estas actividades puede incluir beneficios como menores costos, menor incertidumbre, una menor inversión y mejoras en la capacidad de respuesta del proceso (Kannan, de Sousa Jabbour, & Jabbour, 2014).

En consecuencia, realizar este tipo de estudios, permite identificar cómo las empresas – en particular, las colombianas – están afrontando los retos de responsabilidad ambiental que les permitan lograr ventajas competitivas sostenibles tales como mejorar la eficiencia de sus operaciones, disminuir costos del sistema y lograr mejorar los servicios al cliente final (Tate, 1996). El reto planteado para las empresas es que deben buscar lo anterior al tiempo que tienen en cuenta los objetivos de las tres dimensiones del desarrollo sostenible: económica, ambiental y social, lo que implica responder a las necesidades de sus partes interesadas (Bouzon, Govindan, & Taboada, 2016; Seuring, Sarkis, Müller, & Rao, 2008).

En el marco de desarrollo del presente proyecto de investigación, se ha seleccionado como estudio de caso el programa “Red Verde”, caracterizado por ser el primer programa posconsumo de neveras en Colombia. Red Verde se encarga de la recolección y reciclaje de neveras que han sido desechadas por sus propietarios, teniendo en consideración el deterioro de la capa de ozono por elevados niveles atmosféricos de clorofluorocarbonos (CFC), sustancias químicas usadas como refrigerantes y agentes espumantes en la fabricación de estos productos.<sup>1</sup>

Las neveras, se encuentran clasificadas como Aparatos Eléctricos y Electrónicos – AEE de consumo, las cuales en conjunto con los televisores representan en peso más de la mitad del flujo total de los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos RAEE en Colombia (Ott, 2008). La gestión inadecuada de estos residuos es potencialmente peligrosa y pueden generar grandes impactos para el medio ambiente y la salud de las personas dados los compuestos tóxicos que contienen. No obstante, si son recuperados y manejados correctamente, se pueden rescatar componentes o materiales tales como metales preciosos, metales ferrosos, plásticos, y vidrio, entre otros. Por ejemplo, aproximadamente el 75% del peso de una nevera lo constituyen materiales que se pueden reciclar como materias primas<sup>2</sup>.

---

<sup>1</sup> <http://www.redverde.co/>

<sup>2</sup> <http://www.redverde.co/>

Dadas estas condiciones, esta investigación estudia un sistema de recuperación de productos con prácticas de logística reversa, respondiendo a una gestión adecuada con miras a mantener una estabilidad entre los objetivos ambientales y económicos dentro de un marco de desarrollo sostenible. En particular, la investigación se enfoca en el análisis de las estrategias de coordinación y colaboración entre los actores, inducidas por una fuerte necesidad de beneficio compartido y la dificultad para afrontar todas las operaciones logísticas necesarias para cumplir con las operaciones propias de las organizaciones y aquellas necesarias para la mitigación de los impactos ambientales, sociales y económicos (Bouzon, Govindan, & Taboada, 2016). Como ya se dijo, el desarrollo reciente de este tipo de práctica lleva a que también se profundice en el análisis de la introducción de servicios de terceros para revertir la logística (Chiu, Lin, & Hsu, 2011).

Por tanto, el propósito de esta investigación es caracterizar el sistema de logística reversa de Red Verde, describiendo las estrategias de colaboración entre empresas productoras, 3PL y clientes finales, que logren hacer empresas ambientalmente sostenibles alcanzando a la vez beneficios económicos. Así mismo, se busca analizar los flujos de información y la coordinación e integración entre los actores involucrados.

# **1. Marco Teórico y Estado del Arte**

Para lograr los objetivos de la presente investigación, se hizo fundamental realizar una revisión bibliográfica de las teorías y enfoques que soportan su desarrollo. La estructura del presente marco teórico se caracteriza por partir de definiciones genéricas que sirven como base para alcanzar axiomas particulares enfocados en la logística reversa y en estrategias de colaboración.

## **1.1 Logística Reversa**

La logística reversa, nace como aspecto fundamental de la logística verde. A su vez, dentro de la logística verde se incluyen la medición del impacto ambiental, la disminución del uso de energía en actividades logísticas, la reducción de residuos y su adecuada gestión (Srivastava, 2007). La logística reversa permite la recuperación eficiente de bienes al final del ciclo de vida, así como aquellos que ya no son útiles al consumidor, para darles una correcta disposición (Wang & Gupta, 2011).

A continuación, se describen los aspectos fundamentales que permitirán entender mejor el desarrollo de la logística reversa.

### **1.1.1 Definición de Logística Reversa**

Para comprender el concepto de la Logística Reversa, nos remitiremos a 1985, cuando a partir de un grupo de conceptos y elementos que surgían desde la década de los cincuenta, tales como reducción de costos, mercadotecnia, tercerización, flujos

tecnológicos y administración de la calidad, el Council of Logistics Management (CLM) definió la logística como *“El proceso de planeación, implementación y control eficiente y efectivo del flujo y almacenamiento de bienes, servicios e información relacionada del punto de origen al punto de consumo con el propósito de satisfacer los requerimientos del cliente”*.

Según Kent y Flint (Kent & Flint, 1997), en este mismo periodo se vinculan a la logística los conceptos de suministros integrados y canales logísticos logística reversa y logística ambiental, e inicia el movimiento de la logística hacia la integración de firmas y la teoría del desarrollo.

En 1998 y con el objetivo de adecuarse al surgimiento del concepto de cadena de suministro, el Council of Logistics Management (CLM) modificó su definición, replanteándola como *“La parte del proceso de la cadena de suministro que planifica, implementa y controla el eficiente y eficaz flujo y almacenaje de bienes, servicios e información relacionada, desde el punto de origen hasta el consumidor para poder cumplir con los requerimientos de los clientes”*.

Paralelamente, en este mismo año, el Global Supply Chain Forum definió como gestión de la cadena de suministro a *“La integración, desde el consumidor final hasta los primeros proveedores, de los procesos de negocio clave que proporcionan productos, servicios e información y que aportan valor al cliente”*.

La definición de logística establecida en este periodo marcó la ruta de su desarrollo y abrió la puerta a un conjunto de investigaciones que buscaban perfeccionar su esencia conceptual. Tanta fue la importancia de este concepto, que 6 años más tarde su naturaleza permanecía casi invariable y su definición fue replanteada por el CLM para incluir el concepto de **logística inversa o reversa** como: *“La parte de la gestión de la cadena de suministro que planifica, implementa y controla el eficiente y eficaz flujo y almacenaje de bienes, servicios e información relacionada, desde el punto de origen hasta el punto de consumo y viceversa para poder cumplir con los requerimientos de los clientes”*.

Desde entonces, el surgimiento de la logística reversa se dio como un área particular de estudio, relacionada específicamente con la gestión de productos o materiales al final del ciclo de vida en diversos sectores, cuyo objetivo es la reutilización de todos los materiales, productos y posibles desechos mediante técnicas de recuperación, renovación y reprocesamiento (Wang & Gupta, 2011). La logística reversa es vista como un proceso en el que un fabricante acepta productos o partes del mismo desde un punto de consumo hasta el posible reciclaje, reelaboración o disposición final (Dowlatshahi, 2000).

Aunque el concepto de logística reversa ha sido tratado ampliamente en la literatura durante los últimos años, no se reconoce una definición generalizada debido a los diversos aspectos que comprende el concepto: actividades, flujos físicos, nodos origen/destino relacionados, actores y objetivos (Fernandez, 2004).

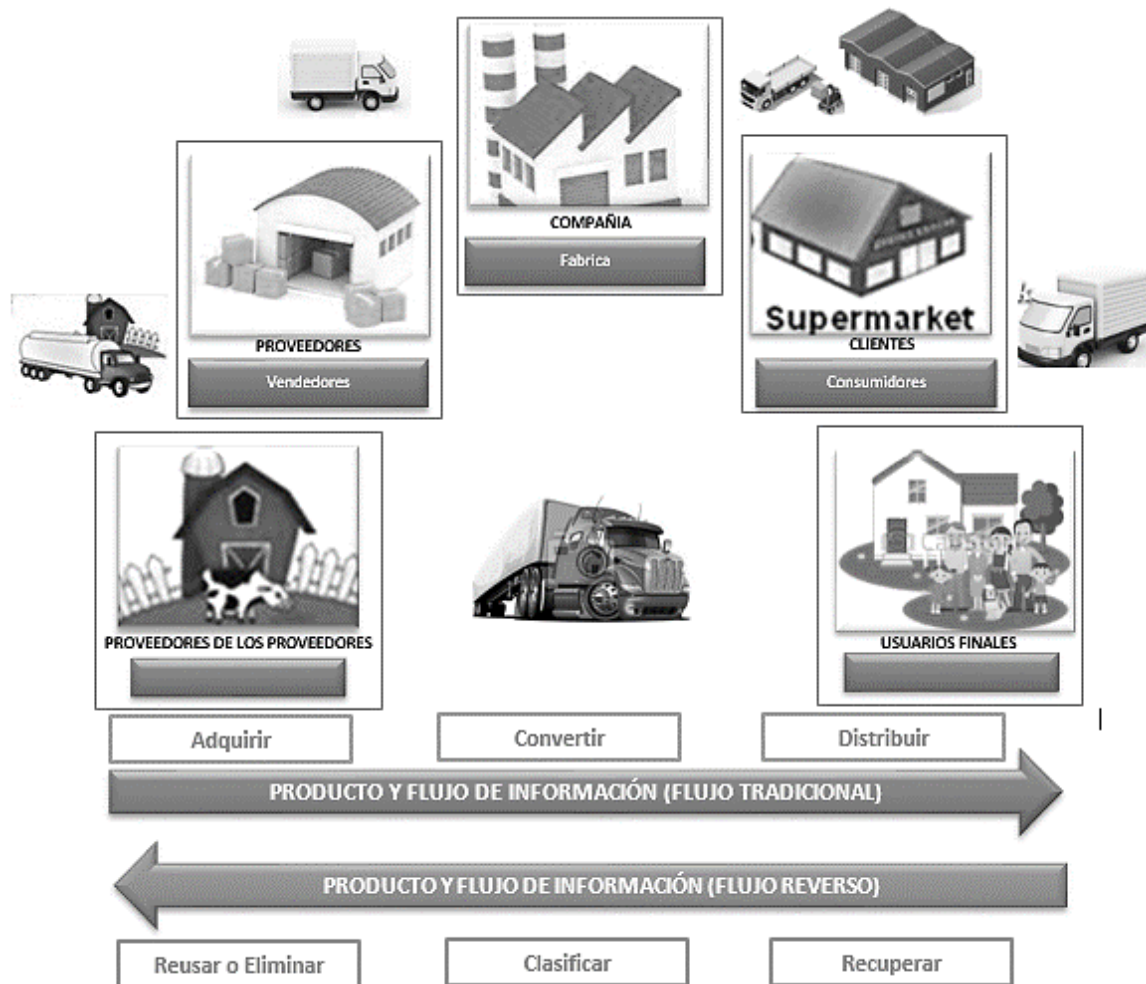
Una de las definiciones que ha sido muy referenciada es la de Roogers & Tibben-Lembke, 2001, según la cual la logística reversa es *“el proceso de planificación, implementación y control del flujo eficiente y efectivo en costo, tanto de materias primas, como de inventarios en proceso, productos terminados e información relacionada, desde el punto de consumo al de origen, con el objeto de recuperar o crear valor o eliminarlos de manera adecuada”*. La literatura lo reporta como el término de mayor frecuencia para referirse al papel de la logística en las devoluciones de productos, reciclaje, la sustitución de materiales, reutilización de materiales, disposición de residuos, renovación y re-manufactura (Kannan, Noorul Haq, & Devika, 2009).

Sin embargo, teniendo en cuenta que el destino de los productos retornados no siempre es el origen, se resalta otra definición, en la que la logística reversa es entendida como *“el proceso efectivo y eficiente de planificación, puesta en práctica y control de los flujos recibidos y el almacenaje de productos secundarios (y de la información relacionada con ellos) opuestos a la dirección de la cadena de valor tradicional, con el propósito de recuperar valor o de proceder a su adecuada eliminación”* (Fleischmann, Krikke, Dekker, & Flapper, 2000).

Este recorrido, ha favorecido la evolución de la logística reversa dentro del ciclo productivo, ya que las empresas quieren alcanzar un carácter integral, como se

representa en la Figura 1. De acuerdo con esta perspectiva, el enfoque está puesto en los aspectos logísticos del retorno de los productos, que comprenden la planificación, programación, ejecución y control de todas las actividades relacionadas con la recuperación, traslado y disposición final (reciclaje, reutilización o correcta eliminación) de productos al final del ciclo de vida desde los puntos de consumo hasta el origen u otros canales dentro del flujo reverso.

Figura 1. Alcance de la Organización como Sistema Logístico Dinámico



Fuente: Elaboración Propia. Basado en: (Ballow, 2004)

En este sentido y como resultado de la revisión de diferentes significados del concepto, Fernández (2004) argumenta que la logística reversa engloba: “La gestión del flujo de

*productos (entendiéndose como productos usados o no, productos acabados o componentes, partes, materiales, envases o embalajes) que, por distintas razones, se envían por parte de un miembro de la cadena de suministro a cualquier otro miembro previo de la misma cadena*". Adicionalmente, afirma que "se consideran también flujos de logística de reversa aquellos otros flujos que, aún destinándose fuera de la cadena original, tuvieran su origen localizado en ella, a condición de que se orienten hacia actividades de reparación o recuperación de materiales o valor añadido" (Fernandez, 2004).

### **1.1.2 Cadenas de Suministro Verdes**

Teniendo en cuenta las definiciones presentadas en el numeral anterior, es claro que la logística reversa debe quedar enmarcada dentro de la función logística, donde se consideran tanto los flujos directos como los flujos inversos.

Se partirá resaltando que el surgimiento de la logística reversa se dio como resultado de las iniciativas económicas mundiales que buscan lograr la sostenibilidad. El paradigma de sostenibilidad motiva a las empresas para integrar los factores ambientales con la producción, lo que ha llevado a organizaciones a centrarse en la mejora de la productividad y el desempeño ambiental para que así el desarrollo sostenible permita lograr una ventaja competitiva (Wu & Dunn, 1995).

Inicialmente, se genera preocupación por disminuir el impacto ambiental dentro de toda la cadena de valor<sup>3</sup>, desde las materias primas hasta el producto final. El impacto ambiental incluye la reducción en el uso de energía, el consumo de recursos naturales y problemas relacionados con la contaminación (Wang & Gupta, 2011). Posteriormente, se resalta la importancia de las actividades de logística reversa tales como el reciclaje de materiales, la limpieza del material de desecho y la gestión de sustancia peligrosas para

---

<sup>3</sup> La cadena de valor es conocida como los vínculos para agregar valor a los productos y servicios que una organización produce – logística de entrada, operaciones, logística de salida, marketing, ventas y servicios (Porter M. , 1985).

integrar todos los aspectos de la gestión ambiental (Wu & Dunn, 1995; Pochampally, Nukala, & Gupta, 2008).

Por tanto, toma importancia la gestión de las cadenas de suministro<sup>4</sup> verdes (Green supply chain management, GSCM), ya que emerge como un enfoque de aplicación de principios ambientales, dentro del que la logística verde busca la mejor forma de producir y distribuir bienes de manera sostenible, y se incluye la logística reversa como aspecto clave dentro de la gestión de los retornos (Hernández & Montoya, 2011). En consecuencia, GSCM agrupa tanto las actividades de adquisición, diseño, fabricación y distribución al consumidor como las actividades reversas (Ver figura 2) de recolección, inspección, clasificación y desmontaje con fines de reutilización, reprocesamiento y rediseño para la demanda de los mercados primarios y secundarios (Wang & Gupta, 2011; McKeller, 2014). Dada, la inserción de la logística reversa, estas cadenas reciben la denominación de cadenas de bucle cerrado.

**Figura 2.** Actividades del Flujo Reverso



**Fuente:** Elaboración Propia.

En términos generales, las cadenas de suministro de bucle cerrado están conformadas por una cadena hacia adelante (directa) y una cadena inversa, como se muestra en la figura 3, mediante la cual un producto recuperado vuelve a entrar a la cadena hacia

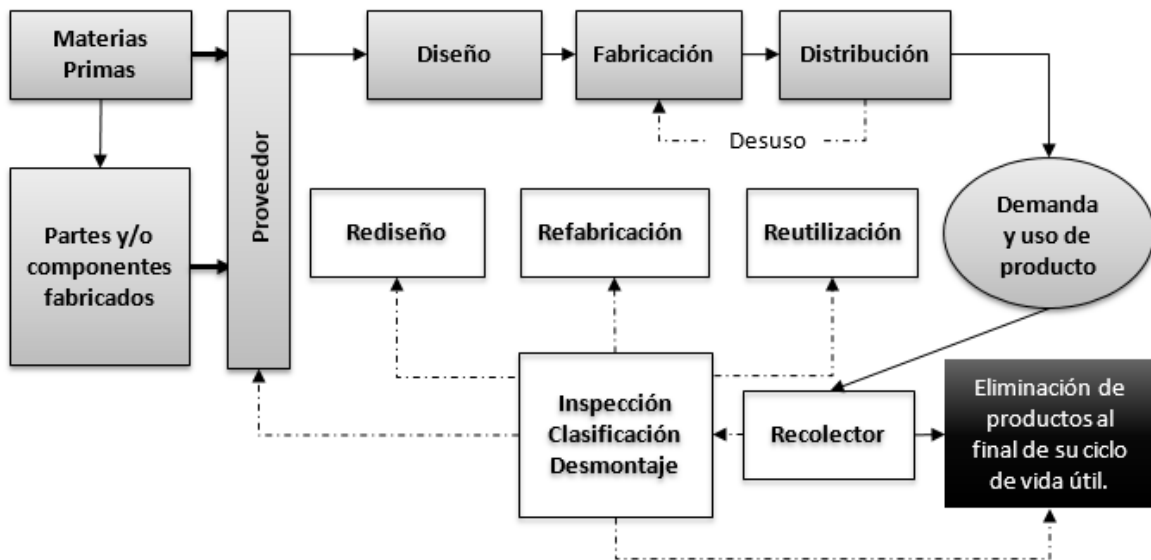
---

<sup>4</sup> La gestión de la cadena de suministro puede verse como un conjunto de procesos que involucra la planificación, programación, ejecución y control de todas las actividades relacionadas con la obtención, transformación, traslado y almacenamiento de bienes y servicios desde los puntos de origen hasta el consumo. De esta forma, la gestión de la cadena de suministro da origen a un sistema integral que incluye flujos de información, materiales, dinero y conocimiento, con el objetivo de satisfacer los requerimientos de los clientes de la manera más eficaz y al menor costo posible (Cooper, Lambert, & Pagh, 1997; Kaminsky & Simchi-Levy, 2000)

adelante tradicional (Hernandez, 2012). Este tipo de cadenas incluyen las siguientes actividades adicionales (Guide, Harrison, & Wassenhove, 2003):

- Adquisición de materias primas para obtener los productos de los consumidores finales.
- Las operaciones de logística reversa para mover los productos desde los puntos de uso a los puntos de disposición.
- Control, clasificación y disposición para determinar la condición del producto y la opción de re-uso, económicamente más atractiva.
- Rehabilitación para permitir la opción más atractiva económicamente: la reutilización directa, reparación, reconstrucción, reciclaje o disposición final.
- Remarketing para crear y explotar los mercados de bienes restaurados y su distribución.

**Figura 3.** Marco de una cadena de suministro verde con las actividades directas y reversas involucradas



**Fuente:** Elaboración Propia. Basado en: (Wang & Gupta, 2011)

En este sentido, una cadena de suministro de bucle cerrado presenta variaciones importantes respecto a la cadena tradicional. En primer lugar, se presentan varias etapas de disposición al final del ciclo de vida de un producto, ya que es necesario el aumento de técnicas de reprocesamiento que permitan obtener componentes de productos

gastados en materiales secundarios que cumplan con los requisitos de calidad necesarios para su reutilización, lo cual es en definitiva el papel de la logística reversa. En segundo lugar, es necesario que exista coordinación entre las cadenas directa e inversa, ya que se hacen indispensables los efectos de retroalimentación de las adaptaciones en tiempo y cantidad (Fleischmann, Krikke, Dekker, & Flapper, 2000; Hernández & Montoya, 2011).

Otras características que diferencian las cadenas de suministro directas con las inversas radican en que, en las primeras, la cantidad y calidad de los productos entregados puede ser controlada de acuerdo con las necesidades del sistema; sin embargo, en las redes inversas, las entradas son difíciles de predecir. Por otra parte, las redes directas no incluyen una etapa de inspección similar, como sí en las inversas, por lo que las segundas tienden a ser más complejas. Una diferencia adicional radica en el número de puntos de origen de las redes inversas, que suelen ser más numerosos que el número de puntos de suministro en la logística directa (Tibben-Lembke & Dale, 2002).

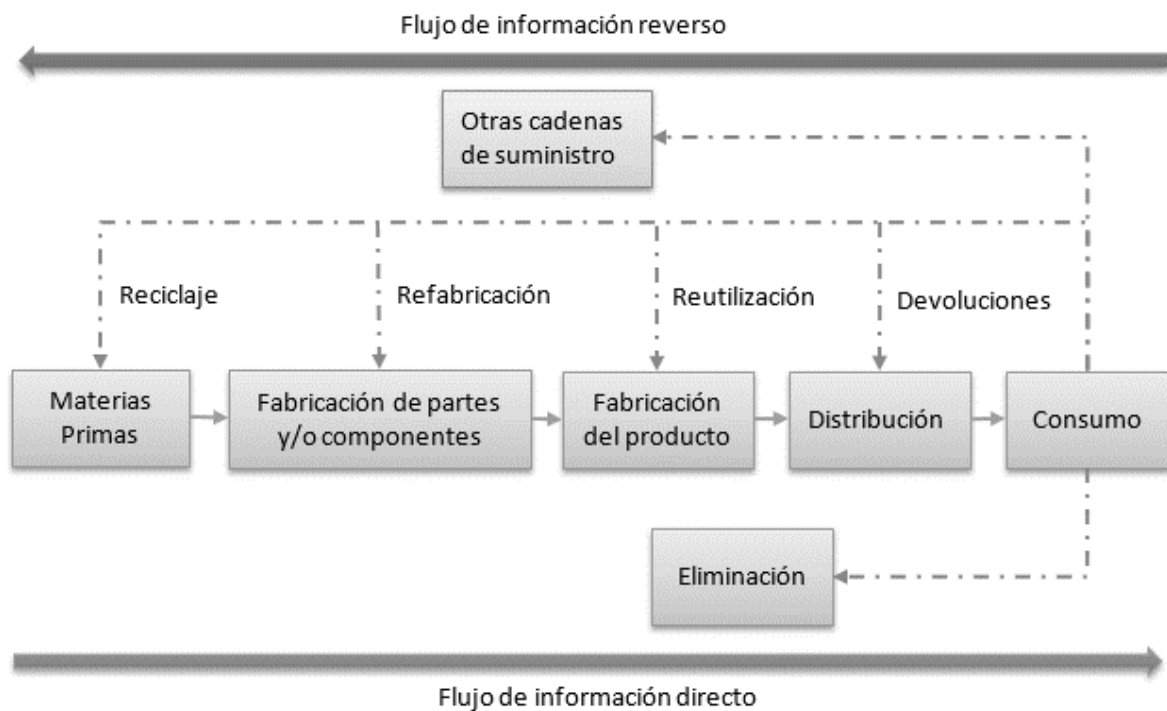
Las cadenas de suministro de bucle cerrado son un medio importante que permite satisfacer la creciente necesidad de responsabilidad social corporativa, además de generar mayores beneficios sociales al reducir el uso intensivo de recursos (Desai & Riddlestone, 2002). Por tanto, se considera que ofrecen posibilidades para alcanzar beneficios sociales, económicos y ambientales (Wells & Seitz, 2005).

### **1.1.3 Prácticas de Logística Reversa**

En términos de iniciativas verdes hacia la sostenibilidad, el trabajo se ha concentrado en tres temas principales: la desmaterialización, desintoxicación y descarbonización de residuos a través de la puesta en marcha de prácticas que conducen a las 4R (Reducir, reutilizar, reciclar y recuperar) (Wang & Gupta, 2011). Siguiendo este orden, los productos que cumplen su ciclo de vida se están reciclando y reutilizando progresivamente, dado que en general existe una percepción más madura de los problemas ambientales.

En la figura 4, se muestran los procesos directos de recuperación de productos al final del ciclo de vida (reciclaje, refabricación, reutilización), evidenciando una sinergia que facilita la gestión de los materiales y la información para el correcto destino y tratamiento. En este sentido, es posible prever que las empresas no estarían considerando las prácticas de logística reversa únicamente como una necesidad motivo de alguna presión normativa, sino que buscan puedan conllevar al logro de beneficios empresariales.

**Figura 4.** Procesos de recuperación en la cadena de suministros reversa



**Fuente:** Elaboración Propia. Basado en: (Bañegil & Rubio, 2005)

En consecuencia, por medio de las prácticas de logística reversa se tiene como objetivo aprovechar, a través de la gestión de procesos, el valor aún existente en productos desechados por los consumidores (Bañegil & Rubio, 2005). Por tanto, dentro de esta gestión, se debe buscar recuperar el mayor valor tanto económico como ecológico que sea posible, buscando reducir la cantidad final de los residuos (Thierry, Salomon, Van Nunen, & Van Wassenhove, 1995). A continuación, se describen las redes logísticas para la recuperación de productos, enfocadas en el proceso de distribución desde el consumidor hasta el fabricante o gestor (Fleischmann, Krikke, Dekker, & Flapper, 2000):

- *Redes para reciclaje:* Suelen ser estructuras descentralizadas con un gran número de entradas (productos recuperados) generalmente de escaso valor unitario. Por medio de esta opción los productos pierden su identidad y los materiales son usados para crear nuevos productos de calidad.
- *Redes para la refabricación - reprocesamiento de productos:* Por medio de esta opción se proporciona al producto usado, estándares de calidad tan rigurosos como los de los productos originales, de tal forma que se consiguen unos costes de fabricación inferiores.
- *Redes de productos reutilizables:* En estos sistemas los productos recuperados se introducen en nuevas cadenas de suministro una vez realizadas las operaciones de limpieza y mantenimiento. Dentro de estas estructuras circulan simultáneamente productos originales y reutilizados.

Si a los productos recuperados no se les puede aplicar ninguna de las alternativas anteriores, deben ser desechados mediante una disposición final adecuada.

Ilgin y Gupta (2010) plantean que son cinco las opciones comúnmente utilizadas para un producto al finalizar su ciclo de vida: *Reutilización directa*, que implica la reutilización de todo el producto como lo es para su tarea original; *reparación*, mediante la cual las piezas dañadas se cambian para tener un producto completamente funcional; la opción de *remanufactura*, que consiste en la renovación de los productos usados hasta un nivel de calidad similar al de un producto nuevo; el *reciclaje*, cuyo objetivo es recuperar materiales de productos devueltos; y la *eliminación*, que implica el vertido o la incineración de los productos usados.

En general, dependiendo del aumento en la rigurosidad de los procesos del producto, aumentan los costos. Así, en la gestión de la recuperación de aparatos al final del ciclo de vida, se han de realizar grandes esfuerzos, ya que es probable que los ingresos que se puedan obtener por la venta de materiales sean menores que los costos asociados al tratamiento de gestión necesario. En cualquier caso, aunque resulte a nivel económico costoso realizar los tratamientos necesarios, se ha convertido en una necesidad social y regulatoria.

### 1.1.4 Logística Reversa y Ventajas Competitivas

Al ser la logística reversa una respuesta a los impactos ambientales producto de las actividades humanas, se busca convertirla en un proceso eficiente que pueda generar ventajas competitivas. Algunos generadores de estas ventajas incluyen el aumento de la conciencia del cliente y las regulaciones más estrictas en cuanto a la integración de factores ambientales en todos los eslabones de la cadena (Bowerson, Closs, & Cooper, 2007; Wang & Gupta, 2011).

Monroy y Ahumada (2006) resumen las siguientes como las razones para implementar logística reversa en el caso colombiano:

- Cumplimiento de la regulación ambiental.
- Beneficios económicos: disminución en los costos de producción, ahorros en compra de materias primas, entre otros.
- Recuperación de materias primas difíciles de conseguir.
- Servicio al cliente y garantías.
- Responsabilidad Social.
- Ventajas Competitivas.

En un sentido más general, el establecimiento de mecanismos de logística reversa para la recuperación de productos que ya no tienen valor para los consumidores viene motivado por dos razones principales (Rubio, 2003): motivos legales y motivos económicos.

Los motivos legales son resultado de las regulaciones vigentes y normativas sobre la gestión de residuos y productos al final de su vida útil, definiendo y orientando los deberes, y responsabilidades a los miembros involucrados en la cadena, esto depende del contexto y sobresale que dicha normativa ha avanzado más en unos países que en otros. Sin embargo, estas razones legales han sido vistas tradicionalmente de forma negativa por las empresas, ya que deben asumir costos que afectan su capacidad competitiva (Bañegil & Rubio, 2005). En su defensa, algunos autores señalan el carácter dinámico de la competitividad basado en innovación, defendiendo el hecho de que una legislación medioambiental formulada de forma correcta, puede generar innovaciones

que permitan compensar los costos generados a causa del cumplimiento de dicha legislación (Porter & Van der Linde, 1995b), resultando incluso en ventajas competitivas sostenibles a través de reajustes en costos de fabricación o incrementando el precio del producto para los clientes (Porter & Van der Linde, 1995a).

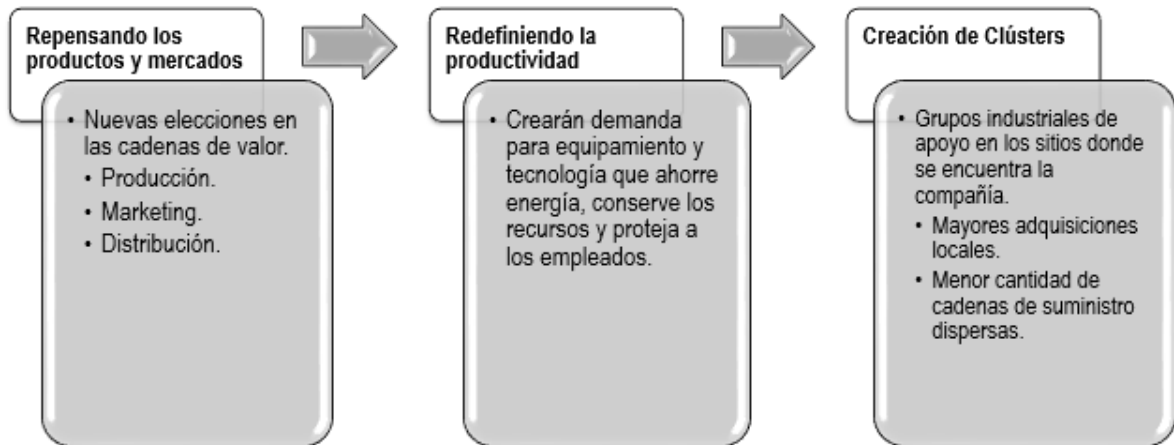
Porter y Kramer (2011) afirman que los programas de responsabilidad corporativa – generados por fuerzas externas – han nacido como opción de mejorar la reputación de las organizaciones y son considerados un rubro necesario. Por lo que, ocuparse de los perjuicios a la sociedad no necesariamente les eleva los costos a las organizaciones, ya que estas pueden innovar a través de la implementación de nuevas tecnologías, métodos operativos y técnicas de gestión y, por tanto, ampliar su productividad y expandir sus mercados (Porter & Kramer, 2011). Lo anterior debería considerarse una razón para adoptar políticas ambientalmente correctas, entre las que se encuentra la implementación de sistemas de logística reversa para el aprovechamiento de productos al final del ciclo de vida.

Los motivos económicos, distinguen la generación de un valor añadido como interés general de las compañías o negocios potenciales a través de estrategias de marketing que enfatizan en el posicionamiento de la marca de la empresa como un referente de responsabilidad medioambiental. En este sentido, Rubio (2003) señala dos perspectivas desde las cuales pueden ser analizados estos beneficios: desde la oferta y desde la demanda.

Desde la demanda, la recuperación de productos al final del ciclo de vida y su reinserción en los procesos productivos, puede ser usada como estrategia de marketing ecológico (Bañegil & Rubio, 2005), lo que podría resultar en una ventaja competitiva a través de estrategias de posicionamiento como una empresa medioambientalmente responsable. Adicionalmente, pueden ser involucrados actores de la cadena como clientes y consumidores para buscar disminuir la generación de residuos y el uso de materias primas no renovables (Wang & Gupta, 2011).

Del lado de la oferta, los productos recuperados podrían suponer la sustitución de materias primas por los materiales recuperados de estos productos, permitiendo generar disminución en costos de fabricación, que finamente puede ser reflejados en los precios de los productos.

Figura 5. Ventajas de la responsabilidad corporativa



Fuente: Elaboración Propia. Basado en: (Porter & Kramer, 2011)

### 1.1.5 Barreras en la implementación de procesos de Logística Reversa

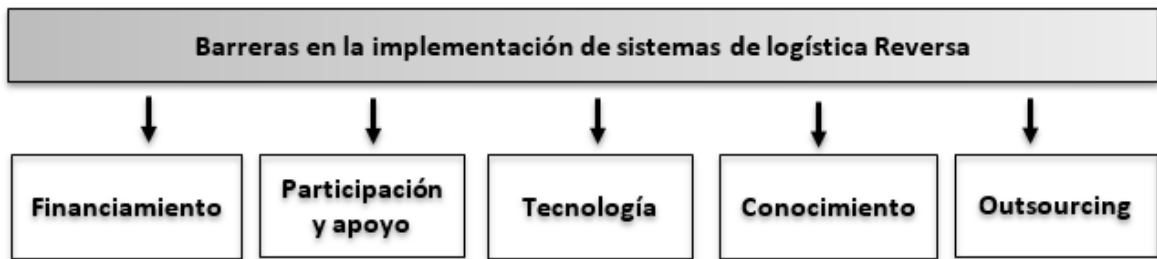
Dentro de los principales obstáculos encontrados en la implementación de sistemas de logística reversa se encuentra el económico. En este sentido, las regulaciones de muchos países, se han implementado bajo el principio de Responsabilidad Extendida del Productor y muchos otros incluyen impuestos a los consumidores o incrementos en el precio final de los productos, por lo que la financiación de la gestión de los residuos queda en manos de productores y consumidores (Wang & Gupta, 2011). Así mismo, es importante resaltar que en algunos casos resulta menos costoso fabricar productos no retornables, y existe por otro lado, una visión predominante de que los productos reciclados son de menor calidad (Frias, 2014). Por tanto, como consecuencia de los altos costos, las empresas no se plantean desarrollar estrategias de logística reversa por voluntad.

Por otra parte, al interior de las organizaciones se presentan factores como el desinterés de la alta dirección y la idea de que el medio ambiente es un tema fundamentalmente técnico, alrededor del cual no se desarrollan temas estratégicos. Esta situación ha llevado a que el medio ambiente se vea como una amenaza y una carga, en lugar de

como una fuente de oportunidades (Frias, 2014). Como resultado, no se puede conseguir el involucramiento de todas las áreas funcionales en temas de gestión ambiental, lo que impide generar objetivos en torno a ello. En temas de logística reversa es imprescindible la participación de todos los actores, ya que es la única forma en que el medio ambiente pase a formar parte de una estrategia de negocio que contribuya al desarrollo de ventajas competitivas persistentes (Bañegil & Rubio, 2005; Bouzon, Govindan, & Taboada, 2016).

En adición a lo anterior, los sistemas de logística reversa involucran un alto grado de incertidumbre en cuanto a factores como la alta variación en la oferta de los productos al final del ciclo de vida, la calidad desconocida del producto y los tiempos de recepción de los productos, lo que condiciona el desarrollo y funcionamiento de estos sistemas (Bañegil & Rubio, 2005).

En la literatura, se refieren diferentes barreras en la implementación de logística reversa, como se muestran en la figura 6. Entre estas, se destacan los costos asociados a la infraestructura necesaria para recolectar residuos al final del ciclo de vida, dependiendo de la mejor opción para los productos (i.e. reutilización directa, reparación, remanufactura, reciclaje y eliminación) (Jayaraman, Yadong, & Findlay, 2007). Así mismo, la literatura da cuenta de barreras como la complejidad de la coordinación de diferentes actores tales como mayoristas, minoristas, consumidores, organizaciones de recolección y reciclaje, entre otros (Wang & Gupta, 2011). La complejidad y la incertidumbre inherentes a la recolección de productos al final de su ciclo de vida útil (Guide, Jayaraman, Srivastava, & Benton, 2000) hacen que este proceso sea técnicamente costoso (Mihi-Ramirez & Garcia-Morales, 2014). Finalmente, también se han referido los procesos de recolección para los cuales se requiere, además del establecimiento de un proceso de transporte, la implementación de sistemas de información eficientes que permitan darle una trazabilidad a los productos, servicios que en muchos casos se prefiere subcontratar (Bañegil & Rubio, 2005; Govindan, Kaliyan, Kannan, & Haq, 2014).

**Figura 6.** Barreras a la implementación de Logística Reversa

**Fuente:** Elaboración Propia. Basado en: (Govindan, Kaliyan, Kannan, & Haq, 2014)

De acuerdo con Srivastava (2013), las barreras de la logística reversa se pueden clasificar como externas o internas. Las externas están asociadas a impedimentos del entorno que interrumpen la adopción de actividades verdes, mientras que las internas hacen referencia a obstáculos que se presentan dentro de las mismas organizaciones que impiden la adopción de esfuerzos de tipo ambiental.

Dentro de las barreras externas, se presentan algunas asociadas a economías emergentes, como la falta de conciencia sobre la logística reversa, que se ve reflejada en la falta de conocimiento sobre las actividades asociadas, así como sobre los potenciales peligros que representan los residuos de muchos productos al finalizar su ciclo de vida útil (Govindan & Bouzon, 2018). Adicionalmente, se ignora que con la implementación de sistemas de logística reversa se pueden lograr beneficios económicos mediante la recuperación de residuos a través de técnicas de reuso, refabricación o reciclaje, conduciendo a beneficios directos sobre el medio ambiente (Roogers & Tibben-Lembke, 1998). Por tanto, la escasa conciencia sobre la protección del medio ambiente es uno de los grandes obstáculos en la implementación de sistemas de logística reversa (Presley, Meade, & Sarkis, 2007; Lau & Wang, 2009). Por otra parte, la falta de legislación y políticas que motive a los productores a implementar sistemas de logística reversa, como programas de apoyo económico o políticas impositivas preferenciales, teniendo en cuenta los altos costos de inversión, es otro obstáculo importante (Barker Theresa & Zabinsky, 2008; Lau & Wang, 2009). Otra barrera externa relevante está asociada al amplio sector informal de recolección de residuos, quienes realizan la disposición de estos sin tener en cuenta la peligrosidad de las sustancias y el tratamiento ambientalmente seguro que debería llevarse a cabo. Para trabajar en relación con estas barreras, es clave el papel del gobierno, como agente regulador, ya que es quien puede

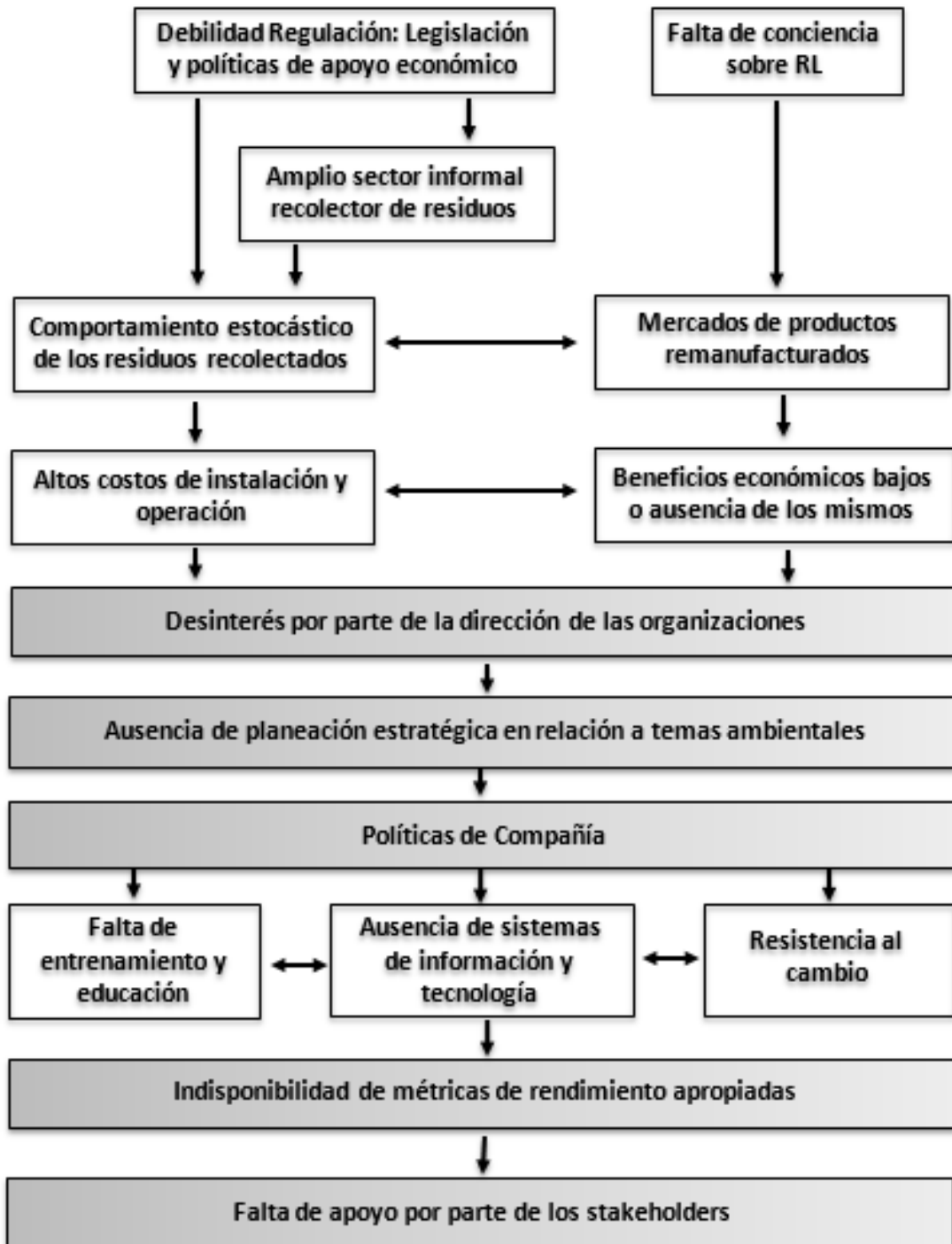
generar reglas que definan responsabilidades para productores, distribuidores y consumidores, así como también puede ejercer control sobre el sector informal (Srivastava S. , 2008).

Como consecuencia de lo que serían las barreras internas, no se genera interés en la implementación de sistemas de logística reversa, debido a los altos costos de instalación y operación y los bajos rendimientos (Barker Theresa & Zabinsky, 2008). Por otra parte, dado el desinterés de las organizaciones, tampoco se definen políticas de compañía encaminadas a la gestión de los productos al final del ciclo de vida (Roogers & Tibben-Lembke, 1998). Este comportamiento, se ve acompañado de resistencia al cambio por parte de las compañías. La implementación de sistemas de logística reversa requiere un cambio de mentalidad y estar abiertos a entender los beneficios que traen este tipo de sistemas tanto desde el punto de vista ambiental como del económico, por lo que se deberían implementar programas de capacitación orientados a entender los retos que tienen las organizaciones desde el punto de vista sostenible (Ravi & Shankar, 2005).

Otra barrera de tipo externo tiene que ver con la dificultad de predecir los hábitos y tiempo de uso de los productos por parte de los consumidores, ya que estos son los responsables de entregar los productos al finalizar el ciclo de vida a sistemas de logística reversa. Dicho desconocimiento hace que se presente un comportamiento estocástico de los residuos que tiene una incidencia directa sobre las operaciones de logística reversa (Fleischmann M. , 2001). De forma complementaria, los mercados para productos remanufacturados tienen una dinámica particular, dado que algunos consumidores consideran que la calidad de los productos es baja (Jindal & Sangwan, 2011).

En la figura 7, se presentan las relaciones entre las diferentes barreras mencionadas en este numeral como obstaculizadoras para la implementación de sistemas de Logística reversa.

Figura 7. Relaciones entre las barreras de Logística Reversa



Fuente: Elaboración Propia. Basado en: (Jindal & Sangwan, 2011)

## **1.2 Colaboración Ambiental**

La colaboración dentro de una cadena de suministro representa las interacciones colectivas de los miembros de la cadena de suministro hacia el logro de objetivos mutuamente beneficiosos. Las interacciones colectivas hacen referencia a la forma en que los actores se comunican, comparten información, participan en la planificación conjunta y la toma de decisiones y coordinan sus actividades (Cohen & Roussel, 2013). El término “mutuamente beneficioso” significa que cada actor puede ganar algo trabajando juntos (McKeller, 2014). En este sentido, la colaboración dentro de la cadena de suministro ha sido vista como una forma de reducir costos y crear ventajas competitivas.

Como resultado de lo expuesto, dentro de la implementación de prácticas de logística reversa se han generado estrategias de coordinación y colaboración inducidas por una fuerte necesidad de beneficio compartido y la dificultad para afrontar todas las operaciones logísticas necesarias para cumplir con las operaciones propias de las organizaciones y aquellas necesarias para la mitigación de los impactos ambientales, sociales y económicos (Bouzon, Govindan, & Taboada, 2016).

### **1.2.1 Importancia de la colaboración**

De acuerdo con McKeller (2014), la eficiencia y efectividad en las operaciones de la cadena de suministro son especialmente críticas en la dinámica de la economía global actual, por lo que la colaboración en la cadena de suministro es un enfoque clave que contribuye a reducir costos y a crear ventajas competitivas. De igual forma, el autor afirma que cuando las partes trabajan juntas, las relaciones se vuelven menos sobre el precio y más sobre el valor, el cual pasa a los clientes para obtener una ventaja competitiva.

Estas estrategias de colaboración se caracterizan además por establecer relaciones duraderas que evolucionan con el tiempo, a través de las cuales se reflejen valores

compatibles, intercambios de flujos de información, roles definidos y reglas básicas (Gardner & Cooper, 1994) que permitan lograr alianzas exitosas cooperativas y colaborativas en el largo plazo. Como resultado, los actores que logran establecer estas relaciones mejoran la eficiencia de sus operaciones, disminuyen costos del sistema y logran mejorar los servicios al cliente final (Tate, 1996).

Por otra parte, una vez resaltada la importancia de la colaboración, es clave destacar que, aunque el objetivo de establecer estas relaciones es el mismo, las razones por las cuales trabaja cada actor no tienen que serlo, por lo que se destacan los siguientes tipos de objetivos (McKeller, 2014):

- **Objetivo Común:** Es idéntico para todos los actores.
- **Objetivo Compartido:** Más de un actor se beneficia, pero los beneficios pueden no distribuirse por igual.
- **Objetivo Conjunto:** los actores buscan los mismos resultados, pero por diferentes razones.

En cada caso el resultado final hacia el cual se está trabajando es el mismo, ya que alcanzar un objetivo que promueva los intereses de cada actor es el propósito de trabajar juntos, como es representado en la figura 8.

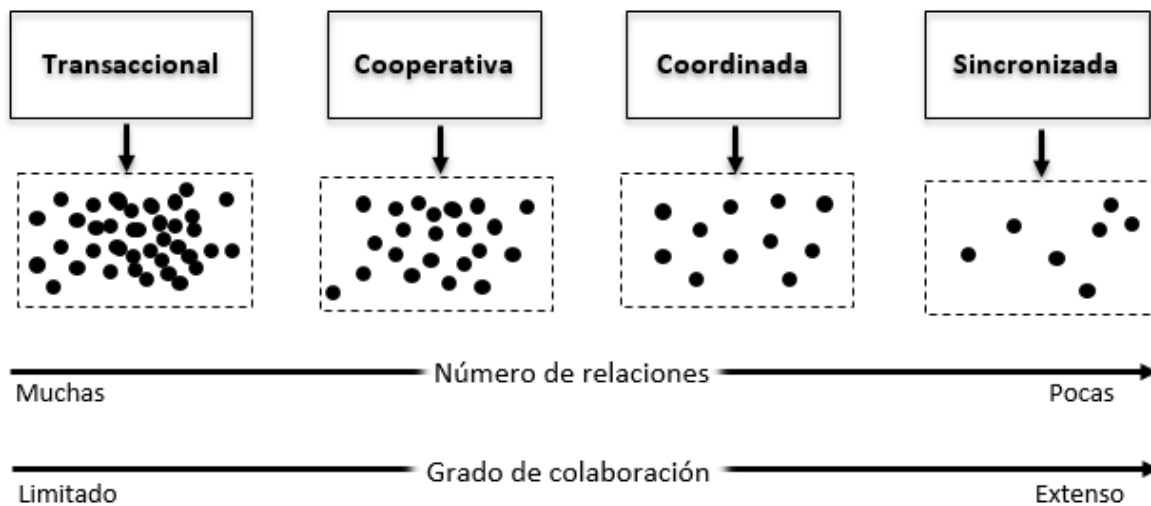


**Fuente:** Elaboración Propia. Basado en: (McKeller, 2014)

### 1.2.2 Características de colaboración en la cadena de suministro

El grado de colaboración de los actores de la cadena de suministro abarca desde actividades modestas hasta proyectos de mayor integridad, por lo que se ven involucrados en decisiones estratégicas, tácticas y operativas que incluyen planificación, previsión y programación (McKeller, 2014). En este sentido, tienen lugar los términos transacciones, cooperación, coordinación y sincronización (Ver figura 9), que reflejan diferentes formas de colaboración y son considerados como parte del concepto sombrilla “colaboración en la cadena de suministro” (Arshinder, Kanda, & Deshmukh, 2008).

Figura 9. Representación transaccional de los tipos de colaboración



Fuente: Elaboración Propia. Basado en: (Cohen & Roussel, 2013)

La colaboración transaccional es el modelo más básico y más usado por las empresas (e.g., fijación del precio de un producto), y su principal objetivo es la ejecución eficiente y efectiva de las transacciones entre actores. Estas relaciones no se eligen con miras a reducir los costos generales de la cadena de suministros o con el fin de aumentar ingresos. Por el contrario, están destinados a facilitar la realización de transacciones (Cohen & Roussel, 2013).

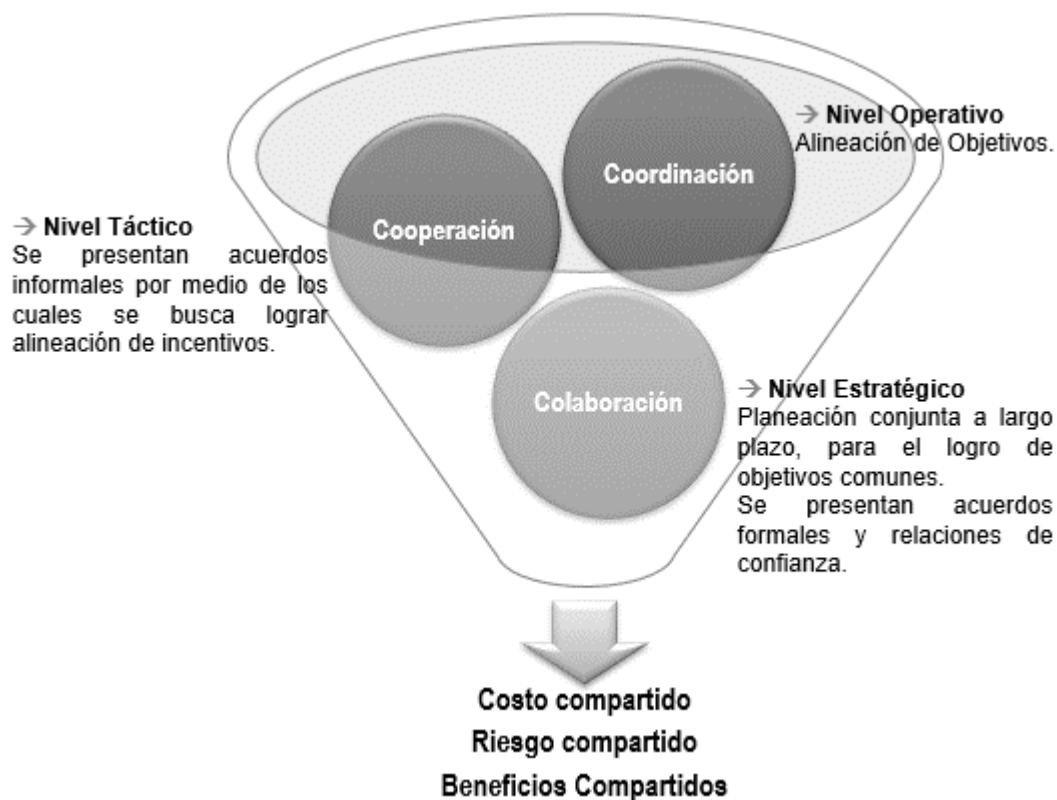
---

Por otro lado, la cooperación está enfocada en alcanzar la unidad en la motivación de los miembros de la cadena (e.g., alineación de incentivos). En las relaciones de cooperación, las empresas pueden compartir información, conocimientos, el costo, el riesgo y los beneficios derivados de esta relación (Cao & Zhang, 2010). En el contexto de la Gestión de la Cadena de Suministro, la cooperación hace referencia a la operación de manera conjunta de la cadena (Arshinder, Kanda, & Deshmukh, 2008), por lo cual se puede establecer que este término está más relacionado con la dimensión táctica.

En la coordinación, los actores de la cadena trabajan más estrechamente y dependen más de las capacidades de los demás. Este grado de colaboración requiere por tanto un flujo de información bidireccional, así como procesos de ejecución armonizados. Los actores se mantienen como responsables de sus operaciones, pero deben asegurar correctas sincronías (Cohen & Roussel, 2013).

Después de establecer relaciones de cooperación y coordinación a lo largo de la cadena de suministro, los miembros de esta pueden pasar al nivel de integración o sincronización (Cao & Zhang, 2010). Esta relación de colaboración involucra procesos más críticos; los actores pueden invertir en proyectos conjuntos de I+D, desarrollo de proveedores o desarrollo de propiedad intelectual. Estas relaciones pueden tomar la forma de alianzas estratégicas (Cohen & Roussel, 2013).

**Figura 10.** Colaboración en la cadena de suministro según nivel de integración



**Fuente:** Elaboración Propia. Basado en: (Cohen & Roussel, 2013)

De forma general, una cadena de suministro colaborativa se caracteriza por los siguientes aspectos (Bensaou, 1999; Cavinato & Flynn, 2006; Duffy, 2008):

- Relaciones de negocio a largo plazo entre organizaciones (independientes).
- Actividades de cooperación y coordinación entre los miembros de la cadena de suministro sobre aspectos tales como el intercambio de información, la planificación, y gestión de manera conjunta tanto de la demanda como del inventario.
- Adaptación a distintos grupos dentro y a través de las empresas.
- Objetivos compartidos/comunes.
- Perspectiva compartida con relación a los méritos por los vínculos estrechos.
- Creación de visibilidad.

La capacidad para alcanzar un grado óptimo de colaboración está limitada por la disposición de cada uno de los actores. En consecuencia, cuanto más profundas son las relaciones de colaboración, es necesario establecer reglas que regulen los procesos determinando el grado de integración requerido (Cohen & Roussel, 2013; Cavinato & Flynn, 2006).

## **1.3 Relación entre objetivos ambientales y económicos**

Dentro de este numeral, se busca describir las variaciones en los beneficios que se presentan entre el desempeño ambiental y económico, cuando las organizaciones deciden implementar estrategias basadas en la sostenibilidad. En la literatura relacionada, hay dos acercamientos para la relación entre los objetivos ambientales y económicos: las situaciones “gana a gana” y los trade-offs.

### **1.3.1 Situaciones gana – gana**

De acuerdo con este paradigma, los aspectos económicos, ambientales y sociales de la sostenibilidad corporativa se encuentran en sincronía los unos con los otros y su gestión debe estar encaminada a identificar los casos en que los objetivos mencionados se pueden lograr de forma simultánea (Hahn, Figge, Pinkse, & Preuss, 2010). El ganar-ganar constituye el llamado “caso de negocios” de la sostenibilidad, según el cual la administración ambiental y la responsabilidad social de las empresas son más una inversión que un gasto (Salzmann, Ionescu-Somers, & Steger, 2005), ya que las acciones que se realicen con el fin de mejorar el desempeño ambiental y social de las organizaciones, traen consigo de manera directa e indirecta beneficios económicos.

El objetivo final de la visión ganar-ganar, es la identificación de escenarios y estrategias en las que la sostenibilidad o el comportamiento empresarial social y ambientalmente responsable es rentable financieramente (Aragón-Correa & Rubio-López, 2007). Es decir

que, bajo este enfoque, las problemáticas ambientales o sociales de las organizaciones son solamente tomadas en cuenta en el grado en el cual contribuyen a mejorar el desempeño económico (Hahn, Figge, Pinkse, & Preuss, 2010).

Esto se logra a través del uso eficiente de los recursos (energía, agua y materias primas), mejora en los procesos y la introducción de productos diferenciados ambientalmente en nuevos mercados (Velásquez-Rodríguez & Moreno-Mantilla, 2017). Por tanto, la interacción de prácticas verdes y sistemas de producción basados en la metodología Lean<sup>5</sup> pueden generar sinergias que permitan la obtención de resultados “gana-gana” que permitirán a las organizaciones obtener beneficios tanto económicos como ambientales (Florida, 1996; Hanson, Melnyk, & Calantone, 2004; King & Lenox, 2001; Kleindorfer, Singhal, & Van Wassenhove, 2005; Leguizamo-Díaz & Moreno-Mantilla, 2014).

### **1.3.2 Situaciones tipo Trade-off**

El concepto de “trade-off”, ha sido definido como “situaciones comprometedoras donde se realizan sacrificios en un área para poder obtener beneficios en otra” (Byggeth & Hochschorner, 2006). Este enfoque señala que las organizaciones con medidas ambientales proactivas pueden adquirir una carga económica que los competidores no tienen (Wu & Pagell, 2011).

En consecuencia, dentro de la literatura de cadenas de suministro verdes, se encuentra que existen trade-offs entre los resultados de las dimensiones ambiental y económica de las organizaciones (Brandenburg, Govindan, Sarkis, & Seuring, 2014; Seuring S. , 2013) volviéndose un aspecto crítico en la gestión. Por ejemplo, Chaabane, Ramudhin & Paquet (2011) muestran que los costos logísticos y las emisiones de carbono son dos objetivos conflictivos entre sí. Estos trade-offs son inevitables dado que el objetivo de la

---

<sup>5</sup> Filosofía de gestión enfocada a la reducción de desperdicios y lo que no agrega valor (Myerson, 2012).

filosofía lean es mejorar la eficiencia y eficacia del sistema productivo de las empresas con un enfoque económico, mientras que la razón de las prácticas verdes es mejorar el desempeño ambiental sin depender de los intereses económicos (Fahimnia, Sarkis, & Eshragh, 2015).

En este sentido, dentro del desarrollo del presente trabajo se buscará identificar situaciones en las que no se puedan lograr ganancias simultáneas en la relación existente entre el desempeño ambiental y económico de las organizaciones. Algunos autores, también señalan que dentro de la gestión sostenible existen situaciones en las cuales es necesario adoptar nuevas prácticas ambientales que tienen un impacto negativo en el desempeño económico (e.g., Hahn, Figge, Pinkse, & Preuss, 2010; Pinkse & Kolk, 2010; Winn, Pinkse, & Illge, 2012; Wu & Pagell, 2011).

## **1.4 Tercerización de la Logística – 3PL**

La tercerización surge como una necesidad de las empresas por encontrar apoyo que permitan la ejecución y mejoramiento de los procesos logísticos. Esta modalidad también es conocida como Outsourcing y se refiere a una serie de servicios integrales de la logística realizados por un proveedor externo (Mora Garcia, 2010).

En los siguientes apartados, se describirán los aspectos fundamentales que caracterizan la tercerización.

### **1.4.1 Surgimiento, Definición y Ventajas**

La tercerización (outsourcing, en inglés), puede ser definida como la adquisición de servicios de proveedores externos (Grover et al., 1994). Por tanto, es entendida como el uso de estos proveedores para llevar a cabo las funciones de logística que tradicionalmente han sido llevadas a cabo dentro de la organización. Las funciones

realizadas por el tercero pueden abarcar todo el proceso de logística o actividades específicas dentro del mismo (Lieb, 1992).

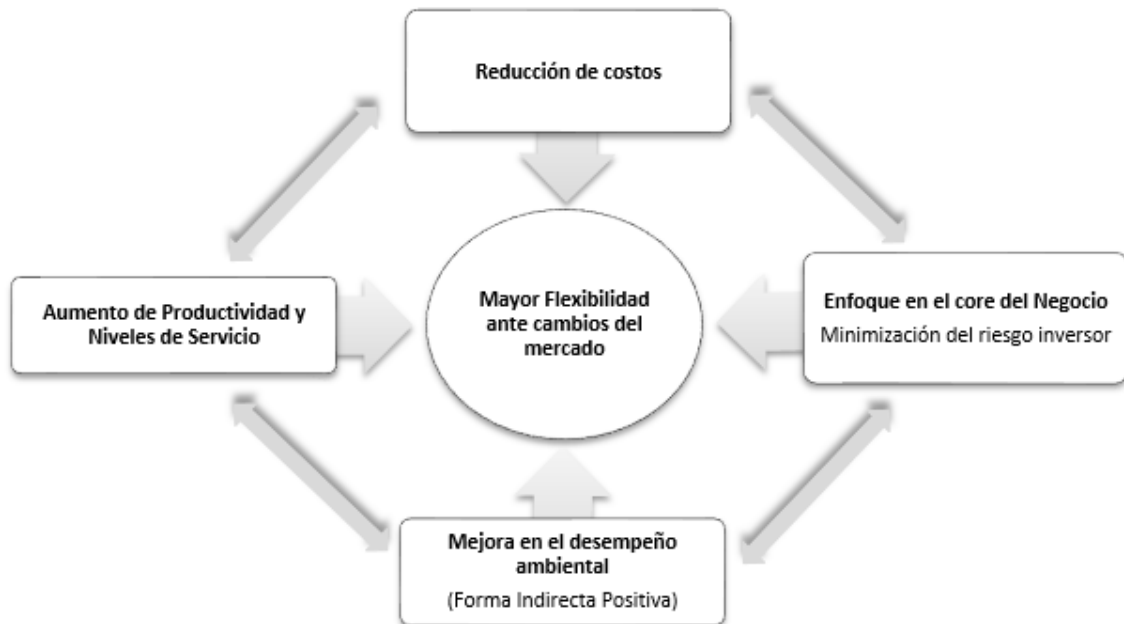
El outsourcing debe ser entendido como un proceso natural, en el cual una compañía se desprende de todos los procesos que no agregan valor a su cadena productiva. De acuerdo con Aghazadeh (2003) durante la década de 1970, la tercerización originalmente comenzó como un proveedor de almacenamiento público. Más tarde, durante la década de 1980, debido a la necesidad de mejorar el servicio al cliente de los gerentes de distribución, la tercerización se expandió para ofrecer rendimiento además de simplemente vender espacio. En los años 1990, se comenzaron a consolidar el transporte y el almacenamiento, y se ofrecieron dichos servicios a los gerentes que querían reducir los costos de operación y mejorar la satisfacción del cliente al proporcionar servicios de valor agregado. En la década de 1990 se experimentó un crecimiento explosivo en el negocio de outsourcing al ofrecer servicios ampliados y compras de "una sola vez" para las necesidades de todas las empresas. Desde esta época los proveedores de servicios logísticos han crecido rápidamente.

Actualmente, el negocio de tercerización es mucho más que gestionar almacenes o elegir y entregar pedidos a los clientes. Inicialmente se centró en proporcionar almacenamiento y transporte; sin embargo, hoy en día realizan múltiples tareas que van desde la compra de materias primas hasta la administración de call centers (Yang, 2014) dadas diferentes necesidades tales como el incremento de la rentabilidad, flexibilidad en los procesos, incremento del servicio al cliente, entre otros.

Por tanto, las empresas que deciden optar por la tercerización están motivadas por razones como (Ver Figura 11) (Mora Garcia, 2010):

- Mejorar la cadena de valor de la empresa.
- Gestión efectiva de los costos.
- Liberación de recursos para otras inversiones.
- Aumento progresivo de los beneficios de la ingeniería.
- Reducción en tiempos de comercialización.
- Riesgos compartidos.
- Beneficiarse de las capacidades litorales.

Figura 11. Principales razones para tercerizar



**Fuente:** Elaboración Propia. Basado en: (Tate, 1996; Mora Garcia, 2010)

## 1.4.2 Operadores Logísticos

Un operador logístico hace referencia a una organización que brinda la prestación de servicios logísticos integrales dentro de la cadena de abastecimiento. Muchos de ellos se encargan de la totalidad de la logística de las empresas con las que contratan, mientras que otros ofrecen sus servicios por unidades de negocio.

El papel de los operadores logísticos es buscar sinergias entre los actores, establecer alianzas estratégicas donde las ventajas son evidentes al comparar los resultados que se obtienen de forma aislada tanto para clientes como para proveedores (Mora Garcia, 2010), dado que el operador logístico actúa de forma especializada en los procesos a ejercer.

Podemos encontrar tres clases principales de proveedores logísticos de acuerdo con los servicios logísticos que prestan (Mora Garcia, 2010):

- **2PL (Two Party Logistics):** Es un proveedor que presta servicios independientes y ocasionales, se enfoca de forma exclusiva en una actividad. Su objetivo es reducir costos al cliente o brindar capacidad extra cuando sea necesario, evitando inversiones innecesarias (Mora Garcia, 2010).
- **3PL (Third Party Logistics):** *“Es un operador logístico que realiza todas o una porción de las actividades logísticas determinadas bajo un contrato, de manera que permita y mejore el cumplimiento de metas y objetivos definidos. Estos servicios pueden ser operativos, administrativos o ambos, involucrando gestión y control efectivo sobre la evolución del proceso logístico y su impacto en los costos y niveles de servicio”* (Mora Garcia, 2010). Cuando se habla de tercerización se relaciona principalmente con estos operadores logísticos.
- **4PL (Fourth Party Logistics):** realiza la planeación y coordinación de actividades de trazabilidad de información entre proveedores y clientes. Diseña la arquitectura logística y la gestión de sistemas de información requeridos para integrar los procesos, sin ejecutar flujos físicos necesariamente (Mora Garcia, 2010).

### 1.4.3 Tercerización en Colombia

En Colombia, la tercerización es un modelo de contratación reciente, el cual ha ganado importancia en el mercado de eficiencia de operaciones logísticas, las economías de escala, la simplificación de operaciones en la cadena de suministro y el cambio de costos fijos por variables que permite a las organizaciones ajustarse a eventos inesperados como mercados fluctuantes (González, 2015).

Aunque la oferta de estos servicios a nivel nacional es incipiente, debido a la poca trayectoria de las empresas que brindan estos servicios, las organizaciones que han

usado esta alternativa en forma efectiva, han logrado tener éxito, aplicando un esquema de seguimiento, retroalimentación y mejoramiento continuo en los servicios contratados. Lo anterior se refleja en reducción de costos laborales, aumento en la rotación de inventarios, mayor satisfacción a los clientes, e incremento en la rentabilidad, logrando obtener mayor competitividad (Mora Garcia, 2010).

De acuerdo con Gonzáles (2015), en la década de 1980, la tercerización ni siquiera existía en el entorno nacional, pero como consecuencia de la globalización, la apertura de mercados y la competencia en el mercado local, así como la llegada de multinacionales al país, se ha forzado a evolucionar los procesos logísticos, llegando hoy en día a contar con un 40% de contratación logística al interior del país. En Colombia esta tendencia mantiene tasas de crecimiento constante año tras año, aunque porcentualmente es baja comparada con mercados tradicionalmente más preparados en procesos de outsourcing, como el estadounidense (Vargas, 2013).

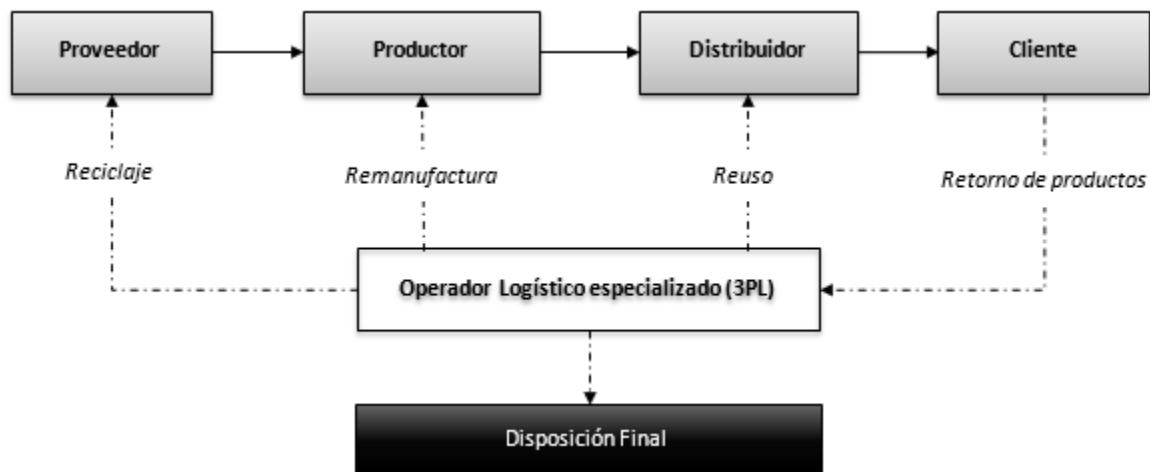
Como consecuencia, el proceso ha representado grandes fusiones, adquisiciones y alianzas estratégicas entre empresas que brindaban pocos servicios de logística, para agrupar un portafolio de servicios más amplio que ofreciera soluciones de logística integral en toda la cadena de abastecimiento de sus clientes (González, 2015).

#### **1.4.4 Tercerización en los Procesos de Logística de Reversa**

Dentro de la literatura son pocos los estudios de introducción de servicios de terceros para revertir logística (Chiu, Lin, & Hsu, 2011). Las empresas deben considerar muchos factores como el costo y la estrategia antes de involucrar un proveedor de servicios logísticos (3PL), aún más teniendo en cuenta que las organizaciones se han visto en la necesidad de implementar estos procesos ya sea por elección o por obligación (Agrawal, Singh, & Murtaza, 2015). Como resultado, siempre deben decidir si la desarrollan ellos mismos o a través de la tercerización con un proveedor 3PL. Esta última opción es argumentada dadas las diferencias de las actividades de la logística hacia adelante con las de logística reversa, razón por la que externalizar estas actividades puede incluir beneficios como menores costos, menor incertidumbre, una menor inversión y mejoras

en la capacidad de respuesta del proceso (Kannan, de Sousa Jabbour, & Jabbour, 2014). En la figura 12, se muestra la intervención de un operador logístico especializado en las actividades de logística reversa.

**Figura 12.** Tercerización de la Logística Reversa



**Fuente:** Adaptado de (Chiu, Lin, & Hsu, 2011)

Wu et al. (2005) argumentan que, si las actividades propias de la logística de reversa no hacen parte de las funciones principales de la empresa, entonces estas actividades podrían ser tercerizadas. De igual forma, se pueden obtener diferentes beneficios, como mejoras en la productividad, mejoras en la calidad del servicio y mejoras en la capacidad de respuesta del proceso.

A través de la tercerización de los procesos logísticos, las empresas pueden reducir su base de activos y desplegar el capital liberado para otro uso productivo (Kannan, Palaniappan, Zhu, & Kannan, 2012).

## 1.5 Residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE)

Los **Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE)** comprenden aparatos dañados, descartados u obsoletos que consumen energía eléctrica. Esta clasificación incluye una amplia gama de aparatos como computadores, equipos electrónicos de consumo, celulares y electrodomésticos que pierden valor para los usuarios y por tanto ya no son utilizados (Ott, 2008; Blaser, 2009). En la siguiente tabla, se presenta un resumen de algunas definiciones del concepto de RAEE según diferentes entidades que estudian el tema:

**Tabla 1.** Definiciones de RAEE según entidades expertas en el tema

N°	Referencia	Definición
1	Directiva RAEE de la Unión Europea (EU)	"Todos los equipos eléctricos o electrónicos que pasan a ser residuos; este término comprende todos aquellos componentes, subconjuntos y consumibles que forman parte del producto en el momento en que se desecha". La Directiva 75/442/CEE, Artículo 1(a), define "residuo" como "cualquier substancia u objeto del cual se desprenda su poseedor o tenga la obligación de desprenderse en virtud de las disposiciones nacionales vigentes".
2	Red de Acción de Basilea (BAN)	"Los RAEE incluyen una amplia y creciente gama de equipos electrónicos que van desde equipos domésticos voluminosos, como refrigeradores, acondicionadores de aire, teléfonos celulares, equipos de sonido y equipos electrónicos de consumo, hasta computadores desechados por sus usuarios".
3	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OECD, 2001)	"Cualquier dispositivo que utilice un suministro de energía eléctrica, que haya alcanzado el fin de su vida útil".
4	Solucionando el Problema de los Residuos Electrónicos (StEP, 2005)	El término 'residuos electrónicos' se refiere a "... la cadena de suministro inversa que recupera productos que ya no desea un usuario dado y los reacondiciona para otros consumidores, los recicla, o de alguna manera procesa los desechos".

**Fuente:** (Ott, 2008)

La ley 1672 de 2013 define los RAEE como *“los aparatos eléctricos o electrónicos en el momento en que se desechan o descartan. Este término comprende todos aquellos componentes, consumibles y subconjuntos que forman parte del producto en el momento en que se desecha, salvo que individualmente sean considerados peligrosos, caso en el que recibirán el tratamiento provisto para tales residuos”*.

Aunque a nivel internacional, no se encuentra una clasificación definida, la directiva de la Unión Europea en el 2002 presenta un desglose de 10 categorías.

**Tabla 2.** Categorías de clasificación de RAEE según la Directiva de la Unión Europea

N°	Categoría	Ejemplo
1	Grandes electrodomésticos	Neveras, lavadoras, congeladores, lavaplatos, etc.
2	Pequeños electrodomésticos.	Aspiradoras, planchas, secadores de pelo, etc.
3	Equipos de informática y telecomunicaciones	Procesadores de datos centralizados (minicomputadores, impresoras) y elementos de computación personal (computadores personales, máquinas copadoras, teléfonos celulares, etc.)
4	Equipos eléctricos de consumo	Equipos de radio, televisión, cámaras de video, etc.
5	Equipos de alumbrado	Luminarias, tubos fluorescentes, lámparas de descarga de alta intensidad, etc.
6	Herramientas eléctricas y electrónicas	Taladros, sierras, máquinas de coser, etc.
7	Juguetes y equipos deportivos y de tiempo libre	Trenes y carros eléctricos, consolas y juegos de video, etc.
8	Equipos médicos	Equipos de radio terapia, cardiología, diálisis, etc.
9	Instrumentos de medición y control	Termostatos, detectores de humo o reguladores de calor, etc.
10	Máquinas expendedoras	Máquinas expendedoras de bebidas o de comidas

Fuente: EU (2002).

Dentro del ámbito nacional, una de las problemáticas más relevantes es la relacionada con el manejo de **Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE)**. La creciente generación e inadecuado manejo de los RAEE tiene importantes implicaciones

sociales y económicas (Sandoval, 2011). Los RAEE contienen cantidades considerables de metales pesados como plomo, arsénico, cadmio, mercurio, entre otras sustancias, que pueden causar daños importantes al ambiente y a la salud al manejarlos de forma inadecuada (Arroyo, Villanueva, Iniestra, & Garcia, 2014; Sandoval, 2011). El manejo inadecuado incluye su disposición no técnica en rellenos sanitarios, incineración no controlada y reciclaje informal. Sin embargo, estos residuos también se componen de metales preciosos como oro, plata, platino; metales básicos como cobre, aluminio, níquel, zinc, o hierro; y otros materiales como plástico y vidrio, que se convierten en compuestos valiosos que pueden ser recuperados (CORANTIOQUIA, 2015).

## **1.6 Panorama frente a la implementación de procesos de Logística Reversa en Colombia – Enfoque RAEE**

Los principales avances en materia de logística reversa se han dado en países desarrollados, principalmente en países europeos, debido al surgimiento de leyes de protección ambiental (Kinobe, Gebresenbet, & Vinneras, 2012). Las regulaciones involucran cuotas de reciclaje, regulaciones de empaque y responsabilidad por los retornos, así como también se regula la reutilización para cerrar el ciclo de vida (Wang & Gupta, 2011). De igual forma, en Estados Unidos se han implementado regulaciones, pero enfocadas en los estímulos más que en obligar a establecer procesos de logística reversa, por lo que se implantan incentivos como el descuento de impuestos (Guide, Jayaraman, & Linton, 2003).

En términos de iniciativas verdes hacia la sostenibilidad, se está haciendo énfasis en el trabajo de tres temas principales: la desmaterialización, desintoxicación y descarbonización de residuos a través de la puesta en marcha de prácticas que conducen a las 4R (reducir, reutilizar, reciclar y recuperar) (Wang & Gupta, 2011). Siguiendo este orden, los productos que cumplen su ciclo de vida se están reciclando y reutilizando progresivamente, dado que en general existe una percepción más madura hacia los problemas ambientales. Sin embargo, en economías emergentes los productos usados continúan siendo enviados a vertederos, causando costos considerables en el largo plazo, pero sobre todo, daños irreparables al medio ambiente (Hsu, Tan, Zalani, & Jayaraman, 2013).

A nivel de Latinoamérica, los estudios e implementaciones en logística reversa son bastante recientes. Horacio Terraza (Terraza, 2009) señaló que *“...en la región de Latinoamérica existe una disposición final altamente deficiente ya que solo el 23% de los residuos sólidos recolectados son dispuestos en rellenos sanitarios mientras que otro 24% se destina a rellenos controlados. El resto se descarta en basurales a cielo abierto, en cursos de agua o se queman directamente...”*. No obstante, en las últimas décadas ha habido un creciente interés en las prácticas de sostenibilidad como reacción a la progresiva escasez de recursos naturales (Serrano, Mtalaa, & Sauer, 2013), siendo necesidades innegables la búsqueda de soluciones a los desafíos ambientales más apremiantes dentro de los cuales se incluye la gestión responsable de productos químicos y residuos (ONUDI, 2011). Como consecuencia de esta problemática, los gobiernos en todo el mundo han ido reaccionando con leyes ambientales y políticas de responsabilidad ampliada de los productores, por medio de las cuales se impulsen la fabricación ambientalmente consiente y los flujos de retorno (Le Moigne, 2016).

Las empresas de vanguardia están reconociendo el valor estratégico de tener un sistema de gestión de la logística reversa, ya que ésta se orienta a la adición de valor aprovechando los residuos o reintegrándolos a una nueva cadena (Peña, Torres, Vidal, & Marmolejo, 2013).

En Colombia, dentro de los antecedentes en logística reversa, se encuentra la Política Nacional para la Gestión de Residuos (MINAMBIENTE M. d., 1998), cuyos objetivos principales se centran en disminuir la cantidad de residuos sólidos generados, aumentar el aprovechamiento de los residuos y mejorar los sistemas para la eliminación, tratamiento y disposición final. Se encuentra también la política ambiental para la gestión integral de residuos o desechos peligrosos que busca prevenir la generación de residuos peligrosos (RESPEL) y promover el correcto manejo ambiental de los que se generan, buscando disminuir los riesgos sobre la salud y el ambiente, aportando al desarrollo sostenible (Ott, 2008).

Para el caso particular de los RAEE, se resaltan la Resolución 1297 de julio de 2010 y las Resoluciones 1511 y 1512 de agosto de 2010 del Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial, por las cuales se establecen los Sistemas de Recolección Selectiva

y Gestión Ambiental de Residuos de Pilas y/o Acumuladores, Bombillas y Computadores y/o Periféricos, respectivamente. Fuera de esta, con la Ley 1672 de 2013, el gobierno sentó las bases para el desarrollo de un sistema nacional de gestión de este tipo de desechos, ya que se extiende la responsabilidad a los productores y distribuidores de aparatos eléctricos y electrónicos, por lo cual se les hace responsable de la gestión al final de la vida útil de sus productos. Adicional durante el desarrollo de la presente investigación, el gobierno se encontraba trabajando en la política Nacional para la gestión de RAEE.

Sin embargo, a pesar de la inclusión del manejo de residuos en el marco político, el país presenta limitaciones tales como la carencia de incentivos para que las empresas implementen procesos de recuperación, por lo que la disposición de residuos sólidos continúa a cargo de los prestadores del servicio de aseo y en su gran mayoría se disponen en rellenos sanitarios (Superservicios, 2015).

### **1.6.1 Casos de Logística Reversa en Colombia**

En Colombia, se destacan iniciativas del Gobierno Nacional como “Computadores para Educar”, que era un programa que adecuaba computadoras donadas por entidades públicas y privadas y las distribuye a colegios en todo el país, generando beneficios sociales al reducir la brecha digital y beneficios ambientales al extender la vida útil de los computadores (Marthaler, 2008). Por su parte, la Secretaría Distrital de Ambiente de Bogotá desarrolló el programa Ecolecta, que busca promover la entrega voluntaria de RAEE (i.e., residuos peligrosos) que los ciudadanos guardan, los cuales se pueden disponer en diferentes puntos de la ciudad, sin ningún costo. El programa brinda la oportunidad de entregar estos residuos los fines de semana en puntos ubicados en diferentes centros comerciales de la ciudad<sup>6</sup>.

---

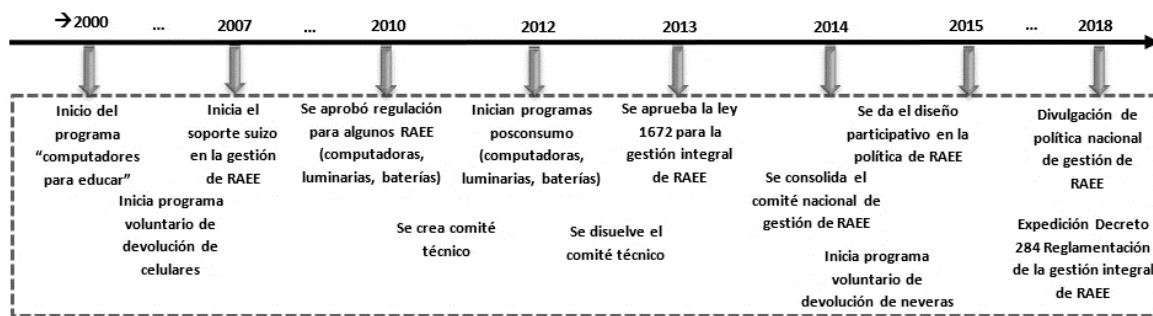
<sup>6</sup> <http://ambientebogota.gov.co/ecolecta>

Paralelamente, en el país se han venido creando iniciativas del sector privado para responder a la gestión de RAEE, entre las que se destaca “EcoCómputo”, la cual fue desarrollada por la Asociación Nacional de Industriales de Colombia (ANDI), con la finalidad de gestionar la recolección, el reciclaje y disposición final de los de los residuos de computadores, accesorios, impresoras y escáneres. Esta iniciativa busca dar cumplimiento a la Resolución 1512 de 2010 que vigila la recolección selectiva y gestión ambiental de computadores y residuos periféricos<sup>7</sup>.

Adicional, en el 2007 surgió un programa para la recolección y el reciclaje de equipos, baterías y accesorios, como un acuerdo entre los operadores y fabricantes de telefonía móvil, la Cámara Colombiana de Informática y Telecomunicaciones - CCIT, la Asociación de la Industria Celular de Colombia - ASOCEL y el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. La campaña se tituló "Recicla tu móvil o celular y comunícate con la Tierra".

Se suma como iniciativa voluntaria “Red Verde”, creado en octubre de 2014 con el apoyo del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, la Unidad Técnica de Ozono, la Asociación Nacional de Empresarios de Colombia (ANDI) y el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), como primer programa de posconsumo de neveras en Colombia. En la línea de tiempo que se presenta a continuación, se refleja el desarrollo de la gestión posconsumo en el país.

**Figura 13.** Línea del tiempo general de gestión de RAEE en Colombia



**Fuente:** Elaboración Propia. Adaptado de: (Méndez, 2016)

<sup>7</sup> <http://ecocomputo.com/>

En el estudio presentado por Méndez (2016), se destaca que, a partir de la implementación de los programas descritos, un hallazgo importante en el corto plazo para mejorar la gestión de RAEE en Colombia es trabajar en el diseño e implementación de estrategias encaminadas a aumentar las tasas de recolección desde los consumidores. Para esto, define que el trabajo en programas educativos y la sensibilización son tareas indispensables.

### **1.6.2 Problemática de la implementación de sistemas de logística reversa en Colombia**

Como fue mencionado en numerales anteriores, la necesidad de implementar sistemas de logística reversa nace de la existencia de un interés generalizado en temas de sostenibilidad, consecuencia de los grandes impactos negativos que se han tenido sobre el medio ambiente producto de las actividades del hombre. En este sentido, como se ha visto, la generación de residuos ha sido un tema relevante, dados los efectos negativos reflejados en la degradación de ecosistemas, contaminación de recursos naturales (aire, suelo y agua), además de los problemas de salud pública (Brunner, 2011). Estos efectos se han confirmado en países en desarrollo, convirtiéndose en un tema apremiante, dado el bajo control sobre el manejo de estos residuos. Para agravar la situación, la producción de aparatos eléctricos y electrónicos (AEE) ha aumentado recientemente, generando mayor cantidad de RAEE (Armstrong, Baillie, & Cumming-Potvin, 2014). Por lo tanto, la minería urbana, que es el uso de RAEE como fuente de materiales, ha adquirido una importancia creciente (Simoni, Kuhn, Morf, Kuendig, & Adam, 2015).

Debido a esta problemática, se ha introducido legislación específica basada en el principio de “Responsabilidad Extendida del Productor”, buscando promover la mejora en términos ambientales de los sistemas de producción y fabricación (Agamuthu & Victor, 2011). Por tanto, en Colombia, los productores de aparatos eléctricos y electrónicos (AEE) se han enfrentado a la expedición de la Ley 1672 del 19 de julio de 2013, por medio de la cual se les extiende el compromiso de la gestión responsable de sus

productos al final del ciclo de vida útil. No obstante, las empresas cuentan con capacidades limitadas y no tienen la infraestructura logística para realizar estos manejos.

Estas empresas se están viendo obligadas a diseñar procesos de logística reversa, enfrentándose a desafíos tales como los costos asociados que requieren de una gran inversión inicial para su funcionamiento, ya que se deben desarrollar actividades logísticas como recolección, inspección, gestión y distribución (Jayaraman, D. Ross, & Agarwal, 2008; Mihi-Ramirez & Garcia-Morales, 2014). Para esto, las empresas requieren asignación de recursos y fondos para poder implementar estas actividades. Adicionalmente, es importante resaltar que, si se quiere llevar una correcta trazabilidad de los flujos, se requiere realizar fuertes inversiones en sistemas de información, ya que sin los mismos no es posible realizar un estricto seguimiento a los procesos de reuso, remanufactura, reciclaje, entre otras (Ravi & Shankar, 2005).

Se presenta también una gran variabilidad en la calidad y cantidad de los flujos de retorno (Guide, Harrison, & Wassenhove, 2003), lo que genera que el proceso sea técnicamente más complejo así como costoso (Jayaraman, D. Ross, & Agarwal, 2008; Guide V. , Jayaraman, Srivastava, & Benton, 2000). Más aún, dado que los residuos recolectados generalmente presentan características diferentes, el proceso de inspección se vuelve dispendioso (Jayaraman, D. Ross, & Agarwal, 2008). Finalmente, se debe resaltar que, dados los componentes de los RAEE, se requiere de mano de obra calificada dentro del proceso de gestión, lo que genera incidencia en los costos.

Algo que es importante mencionar en relación con el caso colombiano es que, dadas las características geográficas del país, la recolección se hace dispendiosa y la posterior clasificación resulta ser de igual forma costosa (Le Moigne, 2016).

## 1.7 Brecha del conocimiento

Del marco teórico referenciado, se puede destacar que, dado el enfoque en sostenibilidad, surgieron en la literatura conceptos como la gestión de la cadena de suministro verde (Srivastava S. K., 2007) y gestión de la cadena de suministro sostenible (Seuring S. , 2013; Seuring, Sarkis, Müller, & Rao, 2008). Estos conceptos han tenido gran acogida tanto en comunidades académicas como empresariales, llevando a su vez al estudio y análisis de la gestión ambiental y prácticas ambientales. En este sentido, también ha sido evidente la preocupación por los impactos negativos que generan los productos al final del ciclo de vida, por lo que los conceptos de logística reversa y cadena de suministro de bucle cerrado también han adquirido gran importancia (Govindan, Soleimani, & Kannan, 2015).

Como consecuencia, una de las áreas de trabajo se ha enfocado en la gestión de los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos - RAEE, ya que a partir de los mismos se pueden recuperar componentes tales como metales preciosos, metales ferrosos, plásticos, y vidrio, entre otros. Sin embargo, los RAEE también son residuos potencialmente peligrosos con grandes impactos para el medio ambiente y la salud de las personas dados los compuestos tóxicos que contienen. En la actualidad, un gran porcentaje tiene una disposición final inadecuada con procesos de incineración, llegada a rellenos sanitarios y procesos de reciclaje informales (CORANTIOQUIA, 2015).

Dado lo anterior, los países han generado regulaciones para la gestión de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos RAEE, basadas en el principio de “Responsabilidad extendida del Productor”, lo que ha generado que los productores se estén viendo obligados a diseñar procesos de logística reversa, enfrentándose a desafíos tales como los costos asociados, las políticas de regulación y la variabilidad, calidad y cantidad de los flujos de retorno, recolección dispendiosa debido a la dispersión geográfica y una posterior clasificación que resulta ser de igual forma costosa (Le Moigne, 2016).

En consecuencia, se puede establecer que implementar prácticas de logística reversa puede generar cargas económicas no esperadas (trade-offs). El objetivo de la logística reversa es mejorar el desempeño ambiental; no obstante, esta gestión implica altos costos y gastos, lo que puede generar un impacto en el rendimiento económico de las

empresas (Wu & Pagell, 2011). Sin embargo, es un tema que se puede considerar en investigaciones futuras, dado que, si bien los productores asumen las cargas económicas asociadas dado el principio de “responsabilidad extendida del productor”, para el caso colombiano no se tiene claridad sobre la forma en que tal carga está siendo asumida al interior de las empresas, ya que la regulación no propone un estándar sobre la obtención de los recursos para asumirla.

A partir de la implementación del programa Red Verde en Colombia, que es pionero a nivel latinoamericano en la gestión posconsumo de neveras, se ofrece la oportunidad de **estudiar la implementación de prácticas de logística reversa**. Algunos autores (e.g. (Olorunniwo & Li, 2010; O'Rourke, 2014; Vachon & Klassen, 2008) han argumentado que las estrategias de colaboración ambiental, entre empresas productoras, 3PL y clientes finales, logran hacer una empresa ambientalmente sostenible alcanzando a la vez beneficios económicos. Esto, teniendo en cuenta que la colaboración ambiental requiere alta interacción tanto con proveedores como con consumidores (Vachon & Klassen, 2008). Se resalta en especial que la relación con los consumidores es muy importante para la implementación de la logística de reversa, ya que es la puerta de entrada para que los productos sean retomados para una adecuada gestión (Jayaraman, Yadong, & Findlay, 2007).

Por lo tanto, esta investigación también busca identificar **cómo los mecanismos de colaboración implementados dentro de los procesos de gestión de AEE al final del ciclo de vida que incluyen intercambio de información, coordinación mejorada e integración entre los actores involucrados (proveedores 3PL, consumidores y otros stakeholders), particularmente mediante el uso de TICs (tecnologías de información y comunicaciones), tienen incidencia en el desempeño económico de las organizaciones.**

## 2. Métodos

Un estudio de caso es una “*investigación empírica que indaga un fenómeno contemporáneo en su contexto real, donde los límites entre el fenómeno y el contexto no se muestran de forma precisa, y en el que múltiples fuentes de evidencia son usadas*” (Yin, 2009), por lo que permite explicar las características de un caso clave (Gerring, 2017). Desde la literatura se eligió el método de estudio de caso, dado que permite analizar de forma detallada la unidad de análisis para responder al planteamiento del problema, contrastar la evidencia con proposiciones teóricas y la generar un modelo explicativo (Hernández Sampieri, Fernández, & Batista, 2014).

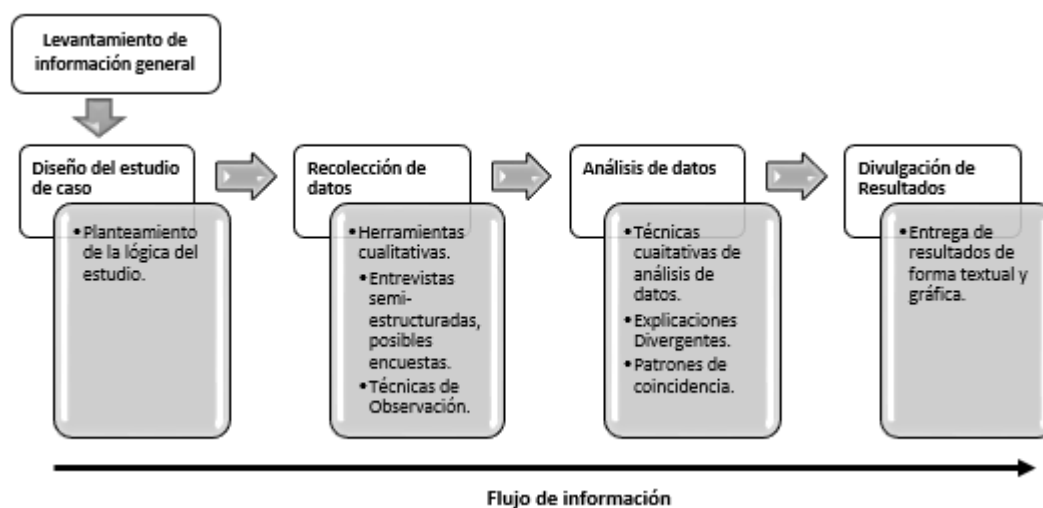
El presente trabajo está basado en un estudio de caso profundo de *la cadena de logística reversa de Red Verde para la gestión posconsumo de neveras en Colombia*. El caso permite caracterizar y describir la operación del sistema de logística reversa, destacando la intermediación de terceros (3PL) y a la vez dar un entendimiento de la reducción de *trade-offs* entre el desempeño ambiental y económico a partir del despliegue de estrategias de colaboración ambiental. El caso, adicionalmente ofrece información sobre los determinantes y barreras para la implementación de este tipo de sistemas. Dadas las características, el caso se define como un estudio de caso único descriptivo típico (Gerring, 2017), de tipo simple embebido, con una unidad de análisis de tipo holístico, dado que se realiza una evaluación de manera completa y profunda (Yin, 2009). Adicionalmente, la selección de una estrategia metodológica de estudio de caso permite confirmar, cambiar, modificar o ampliar el conocimiento sobre el objeto de estudio.

Con el fin de delimitar las fronteras del estudio, se han definido dos unidades de análisis, lo cual fue indispensable para la determinación del tipo de estudio de caso a realizar. Por tanto, dentro del estudio se busca describir en detalle y a profundidad las unidades definidas (Unidad Principal y Unidades Embebidas, respectivamente):

- Sistema de logística reversa de Red Verde.
- Actores del sistema de logística de reversa (Productores, Red Verde, proveedores de servicios logísticos (3PL), clientes o consumidores).

El estudio se desarrolla con base en la metodología propuesta por Robert Yin (Yin, 2009) a través de una serie de etapas de naturaleza cualitativa en cuanto a los métodos de investigación utilizados. La metodología abarca las etapas de (Yin, 2009): (I) Diseño o estructuración del estudio, (II) Recolección de datos, (III) Análisis de datos y (IV) Divulgación de resultados. Las etapas metodológicas se presentan en la siguiente figura:

Figura 14. Etapas de la Investigación



Fuente: Elaboración Propia. Basado en (Yin, 2009).

Dentro de la caracterización del sistema de logística reversa de Red Verde, siguiendo la metodología descrita anteriormente, se busca:

- Caracterizar los agentes y flujos entre estos asociados al sistema de logística reversa para el caso de la intermediación de un agente tipo 3PL.
- Identificar y caracterizar las estrategias de colaboración adoptadas por los agentes del sistema.
- Proponer un modelo de diseño de cadena logística reversa a partir de la caracterización del estudio de caso único.

- Analizar los beneficios ambientales y económicos resultado de las posibles estrategias de colaboración adoptadas en las prácticas de logística reversa.

## 2.1 Recolección de Datos

Con el objetivo de caracterizar el sistema de logística reversa de Red Verde Colombia, buscando definir los actores, flujos físicos, de información y de dinero, así como los mecanismos de colaboración en el sistema de logística reversa, se eligieron los siguientes métodos de recolección de evidencia:

- Información documental: Consiste en localizar y seleccionar documentos secundarios relevantes para la investigación.
- Registro de archivos en las unidades de análisis.
- Entrevistas abiertas: Entrevistas semi-estructuradas dirigidas a los gerentes de proyecto, gerentes de las unidades de análisis y stakeholders involucrados con el fin de obtener información relevante para la investigación.
- Observación directa (no participativa): Consiste en advertir directamente cómo y dónde se desarrollan los procesos necesarios para el logro de la misión de la organización.

Para cumplir con el propósito del estudio, se estructura el principal instrumento de recopilación a través del diseño de protocolos de entrevistas semi-estructuradas<sup>8</sup> basadas en temas identificados en la revisión de literatura, lo que incluye preguntas sobre las características del sistema de logística reversa, los procesos llevados a cabo y

---

<sup>8</sup> Las entrevistas semiestructuradas, se basan en una guía de preguntas, en las que el investigador tiene la libertad de incluir preguntas adicionales para precisar conceptos u obtener mayor información sobre los temas deseados (Hernández, Fernández, & Batista, 2010)

las relaciones entre las partes involucradas. Por lo tanto, las entrevistas fueron dirigidas a diferentes actores del sistema de logística reversa identificados durante la etapa de diseño y estructuración del estudio de caso (Ver Anexo A).

Adicionalmente, se incluyeron en el análisis de datos las notas de las reuniones en que se tuvo la oportunidad de participar, las consultas del sitio web de Red Verde y un video obtenido del programa, para la triangulación de datos, con el fin de garantizar la construcción y validez interna de la información recolectada.

Para la recolección de información, el primer acercamiento fue con el coordinador del proyecto “Sustainable Recycling Industries” del Centro de Producción más Limpia, Ingeniero Carlos Hernández, quien fue un contacto vital, dada su proximidad con el Director del programa de Red Verde. Posteriormente, se estableció contacto con este, el Ingeniero Andrés Santana, quien, gracias a su apoyo y difusión, brindó la oportunidad de lograr las entrevistas con los demás actores clave. La realización de estas actividades se enmarcó en el desarrollo de un proyecto de investigación financiado por la Convocatoria de Investigación 2017 de la Universidad Nacional de Colombia, en donde participan el Ingeniero Carlos Moreno (Director de esta Tesis), el Ingeniero Gustavo Bula (investigador del proyecto), el Ingeniero Óscar Velásquez (tesista doctoral) y el estudiante de Ingeniería Industrial Diego Vega.

Las entrevistas se realizaron en su mayoría de manera individual, con el fin de obtener información personal detallada y buscando que no fueran sesgadas por perspectivas de otros actores, lo que permite alcanzar la validez interna. Se desarrollaron en total nueve entrevistas: dos realizadas al Director de Red Verde, una al inicio del estudio y otra al final; tres entrevistas realizadas a productores de electrodomésticos; una realizada a un gestor ambiental, otra a un experto en logística reversa y dos más a stakeholders del sistema. La información sobre cada uno de los entrevistados se presenta en la siguiente tabla:

**Tabla 3.** Entrevistas realizadas, entrevistados, organizaciones y funciones

<b>N°</b>	<b>Entrevistado</b>	<b>Rol - Organización</b>	<b>Funciones</b>
1	Andrés Santana	Director Ejecutivo Corporación Red Verde	Representante legal
2	Carlos Mario Valencia	Director de calidad de industria de Haceb	Regulación dentro de la cadena de valor de línea blanca y posconsumos.
3	José Nevio Gálvez	Gerente de Relaciones Interinstitucionales Mabe	Relaciones con el gobierno, regulación, sustentabilidad, comunicación.
4	Iván Ricardo Gómez	Gerente General Gaia Vitare	Líder de gestión ambiental para el tratamiento, aprovechamiento y/o disposición final de los residuos.
5	Rubén Darío Navarro	Analista profesional ambiental Challenger	Gestión de procesos en la parte ambiental con relación a los aspectos legales: Emisiones, vertimientos, Respel, tratamiento de aguas residuales y atención al programa posconsumo.
6	Florencia Leal	Directora Ejecutiva Cámara de Electrodomésticos de la ANDI	Representación de las empresas nacionales e internacionales de electrodomésticos, pilas e iluminación.
7	Carlos Hernández	Coordinador proyecto Sustainable Recycling Industries (proyecto de cooperación suiza) del Centro de producción más limpia	Coordinación del proyecto de Residuos Electrónicos en todas las áreas, relación con los ministerios en la expedición de normas, apoyo a los actores de los sistemas posconsumo.
8	Andrés Santana (Segunda entrevista)	Director Ejecutivo Corporación Red Verde	Representante legal
9	Daniel Ott	Manager Latin America Reverse Logistics Group	Proveedor de servicios de consultoría para la implementación de sistemas de logística reversa.

**Fuente:** Elaboración propia

Es importante resaltar que en la consolidación de todas las entrevistas realizadas se obtuvieron en total 371 minutos de grabaciones disponibles para realizar análisis de datos.

## 2.2 Análisis de datos

Para realizar un correcto análisis de los datos recolectados, en primer lugar, fue necesario realizar la transcripción de las entrevistas realizadas con el fin de no perder ningún detalle de la información suministrada por los actores, las cuales habían sido grabadas con la autorización previa de cada uno de los entrevistados. Esta actividad, requirió un gran esfuerzo, ya que para un mejor entendimiento se realizó sin la ayuda de ningún software e involucró un tiempo aproximado de 2.226, minutos equivalentes a 37,1 horas, que vale la pena aclarar no fueron consecutivas. Por otra parte, también se realizó la digitalización de las notas obtenidas de reuniones y visitas de observación directa.

Para facilitar el análisis de los datos, esta etapa se desarrolló con el apoyo del software Atlas. ti®, el cual permite segmentar los datos en unidades de significado, codificar los datos y construir teoría mediante la relación de conceptos, categorías y temas (Ver Anexo B).

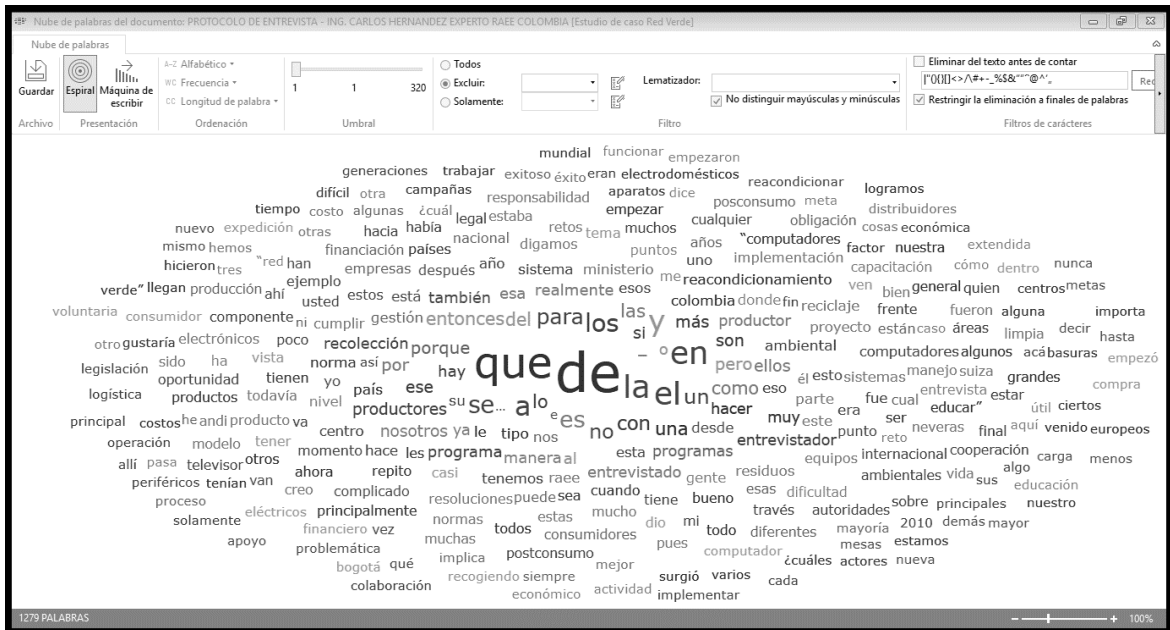
Toda la información relevante para responder los objetivos de la investigación fue extraída como unidad de análisis de libre flujo<sup>9</sup> y asignada a una categoría de codificación o conceptualización analítica definida por la investigadora (Hernández Sampieri, Fernández, & Batista, 2014). Los códigos fueron definidos teniendo en cuenta la literatura de logística reversa, las reflexiones y perspectivas de la investigadora en la lectura de la información recolectada, los segmentos distintivos precisados por los participantes entrevistados y la frecuencia de palabras relevantes generadas. Esto último se logró mediante el uso de la técnica de nubes de palabras y listas de palabras (Ver

---

<sup>9</sup> Implica que las unidades no poseen un tamaño equivalente (Hernández Sampieri, Fernández, & Batista, 2014)

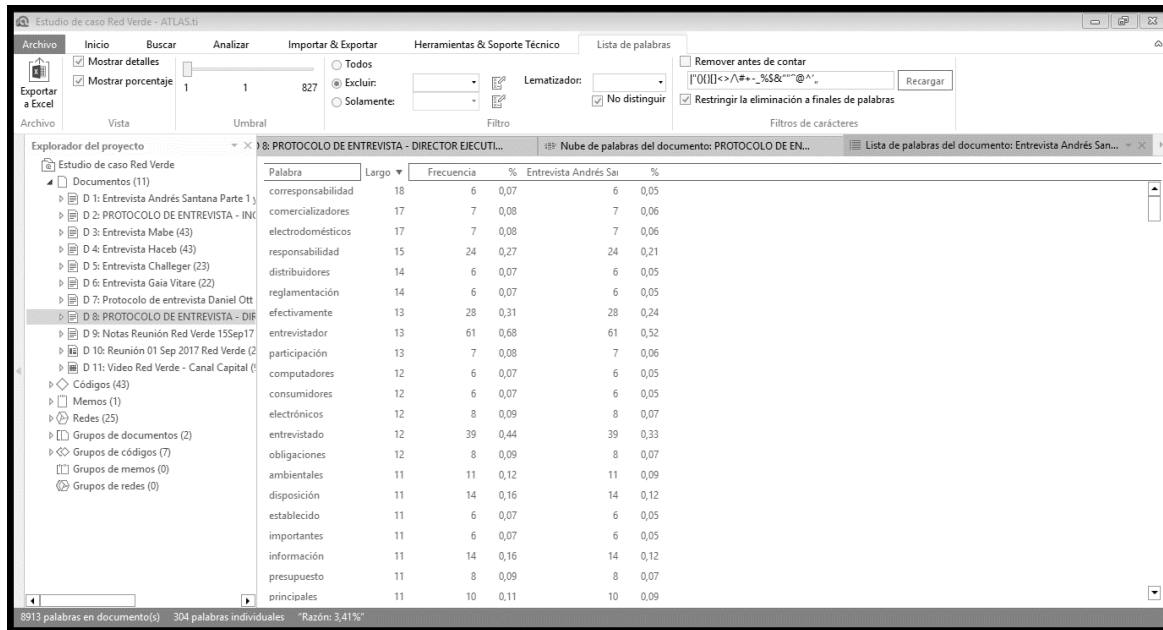
figuras 15 y 16). El proceso de codificación se desarrolló teniendo en cuenta que los segmentos definidos como relevantes, debían ser asignados a una misma categoría de códigos teniendo en cuenta que compartieran similitudes, significado y características (Creswell, 2009; Bazeley, 2013; Hernández Sampieri, Fernández, & Batista, 2014).

Figura 15. Nube de palabras



Fuente: Toma de pantalla Atlas. ti®

Figura 16. Frecuencia de palabras

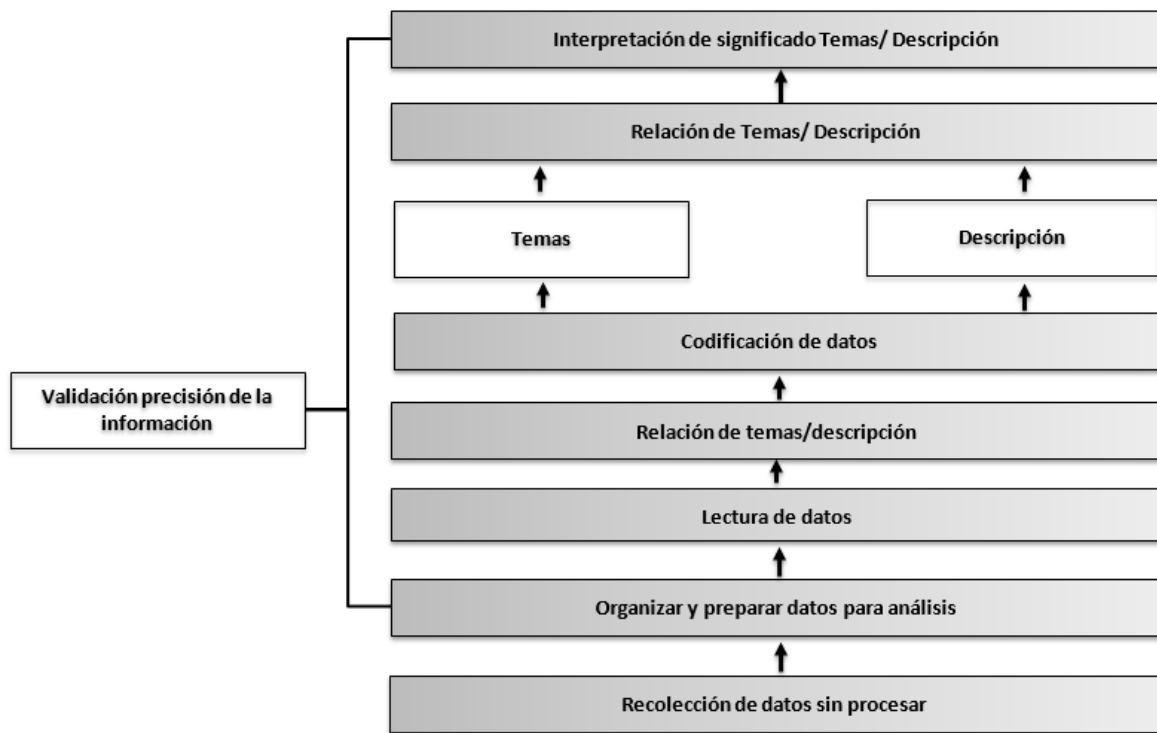


Fuente: Toma de pantalla Atlas. ti®

Con posterioridad a la codificación realizada, se procedió a identificar los posibles vínculos y asociaciones entre las categorías de códigos definidos, con el fin de establecer relaciones de secuencialidad, causalidad o integración (Hernández Sampieri, Fernández, & Batista, 2014). Estas interacciones, permitieron facilitar la interpretación de la información y establecer las conceptualizaciones base para dar respuesta a los objetivos de la investigación.

Dentro del proceso de análisis, se tuvo en cuenta la metodología presentada por Creswell (2009), en la que se resalta la importancia de la codificación con el fin de lograr una mejor interpretación del significado de los datos recolectados (Ver figura 17).

**Figura 17.** Análisis de datos en investigación cualitativa



**Fuente:** Adaptado de (Creswell, 2009)

La interpretación del análisis se explicará en la sección de resultados y la relación respecto a la literatura en la sección de discusión.



## 3.Resultados

De acuerdo con la metodología definida para el desarrollo del presente estudio de caso, a continuación, se presentan los resultados obtenidos a partir del análisis cualitativo los de datos recolectados.

Inicialmente, para una mejor comprensión del contexto de la investigación, se describirá el programa posconsumo de Red Verde Colombia y posteriormente se presentará un desglose de las diferentes actividades dentro del sistema de logística reversa. También se describirán las barreras y oportunidades encontradas para el sistema, tomando como base el análisis de la información recolectada.

### 3.1 Descripción de Red Verde Colombia

Red verde es un sistema de recolección selectiva y gestión ambiental, creado por un grupo de productores e importadores de electrodomésticos<sup>10</sup> aliados de forma colectiva para realizar la correcta disposición de sus aparatos cuando hayan cumplido su ciclo de vida. La idea del proyecto nació inicialmente de comités designados para trabajar en los compromisos adquiridos por el país frente al Protocolo de Montreal respecto a la eliminación del consumo de sustancias agotadoras de la capa de ozono (SAO). Como consecuencia, se debía trabajar de forma paralela en la gestión integral de residuos que afectaban la capa de ozono y por tanto en los aparatos que los contuvieran.

Se concibió entonces Red verde como el primer programa posconsumo de neveras en Colombia, con carácter voluntario, ya que no contaba con obligaciones expresas, pero sí

---

<sup>10</sup> ABBA - Indusel, Challenger, Haceb, LG, Mabe, Panasonic, Samsung y Whirlpool

buscaba adelantarse a la forma de dar cumplimiento a las responsabilidades que ya se establecían en la Ley 1672 del 2013, bajo el principio de responsabilidad extendida del productor, que es un concepto que busca trasladarle la responsabilidad de manera física y financiera a los fabricantes o importadores de aparatos eléctricos y electrónicos, a la vez que se encontraba alineada con los compromisos frente al protocolo de Montreal.

Red Verde fue constituida como una entidad sin ánimo de lucro con autonomía administrativa y financiera dados los aportes de los productores, pero bajo la sombra de la ANDI, por lo que los productores que pertenecen al colectivo sienten el respaldo que les da seguridad para delegar la total administración y operación del sistema de logística reversa, apostándole a un negocio de sustentabilidad a largo plazo.

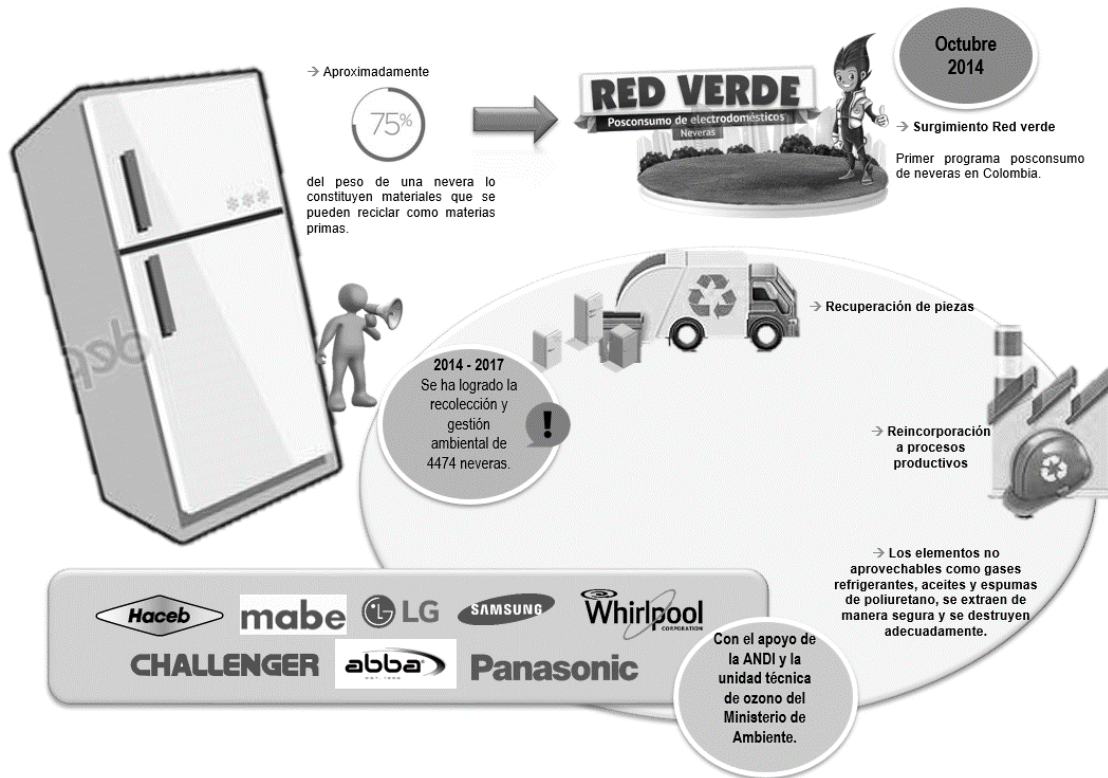
El programa inicia su gestión con la recolección de neveras, dado que contienen clorofluorocarbonos (CFC), hidroc fluorocarbonos (HCFC) e hidrof luorocarbonos (HFC), que son sustancias agotadoras de la capa de ozono y aceleran su destrucción. De una parte, estos componentes pueden ser extraídos y destruidos de forma segura. Por otra parte, los componentes restantes de los equipos tienen una gran cantidad de materiales aprovechables.

En el transcurso de esta investigación (2016-2018), Red verde se consolida como el primer programa posconsumo de electrodomésticos, al ampliar su gestión a aires acondicionados, hornos microondas y lavadoras, que al igual que las neveras requieren una disposición final adecuada para evitar daños al medio ambiente. Sin embargo, es importante anotar que el desarrollo de la investigación se centró en la gestión de neveras, aunque el modelo también es aplicable a la gestión de electrodomésticos.

Dentro de los objetivos de Red verde, además de realizar la gestión posconsumo de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos, se busca incentivar la renovación de electrodomésticos por aparatos ambientalmente sostenibles o productos verdes, que se están fabricando con nuevos gases que no afectan la capa de ozono y a su vez brindan una mayor eficiencia energética.

En la siguiente figura, se presenta una visión general del establecimiento de Red Verde como programa posconsumo de neveras.

**Figura 18.** Consolidación de Red Verde como Programa Posconsumo



Fuente: Elaboración Propia. Con base en <http://www.redverde.co/>

### 3.2 Determinantes y facilitadores en la implementación del sistema de logística reversa de Red Verde Colombia

Con base en la información brindada por los entrevistados durante el proceso de investigación, se pudieron establecer los principales determinantes que incidieron en la creación de Red Verde como programa de gestión de residuos.

En primer lugar, se describirán los determinantes externos, que están relacionados con el entorno del sistema y que pueden ser vistos como fuerzas de obligatoriedad.

- *Regulación:* Se resaltó por parte de los entrevistados representantes de los stakeholders (ANDI y el centro nacional de producción más limpia), el hecho de que normalmente las empresas no realizan inversiones mayores en cuestiones medioambientales de aquellas que requieren para lograr sus objetivos económicos. Por tanto, la mayoría de las veces las prácticas ambientales responden más a exigencias del gobierno que a una elección propia. Es de resaltar, sin embargo, que Red Verde nació en el ánimo de lo voluntario. En términos generales, este determinante hace referencia a la legislación, que indica que los productores de aparatos eléctricos y electrónicos deben ser responsables de la gestión de estos al finalizar su ciclo de vida y al ser regulados, los productores deben buscar la forma de cumplir con estas responsabilidades. Adicionalmente, es importante resaltar que dentro de la regulación también se especifica la asignación de responsabilidades a otros actores como son los distribuidores y comercializadores o los mismos consumidores.
- *Enfoque en Sostenibilidad:* Se considera un determinante externo, ya que, dada la tendencia global hacia el fomento del uso eficiente de los recursos y energía que resalta un enfoque en los objetivos de sostenibilidad económica, ambiental y social, se hace indispensable para los productores buscar estrategias y establecer proyectos que les permitan estar alineados con esta tendencia. Adicional, teniendo en cuenta que estas tendencias han sido un punto de atención por parte de los gobiernos, los productores han contemplado este enfoque para el mejoramiento de sus procesos en pro de generar productos con un menor consumo de energía que disminuyan los impactos que puedan generar al medio ambiental, a la vez que responde de forma anticipada a nuevas regulaciones, cambios en el comportamiento del consumidor de acuerdo con preferencias ambientales, y nuevas estrategias empresariales, entre otros.
- *Comunidad:* Hace referencia al grado de colaboración y educación ambiental de la comunidad, enfatizando en los consumidores de aparatos eléctricos y electrónicos dispuestos a participar en procesos para la gestión de estos residuos al final de su ciclo de vida. Se clasifica como determinante externo, teniendo en cuenta que la identificación del comportamiento actual de los consumidores es indispensable

para tener una perspectiva sobre la viabilidad del proyecto, dado que son los proveedores de los productos que ingresarán dentro de la gestión logística reversa, por lo que, si no se cuenta con su participación, el sistema no tendrá resultados positivos, lo que resultaría en una barrera.

Por otro lado, se encuentran los determinantes internos, los cuales están relacionados con las motivaciones:

- *Estrategia Empresarial:* Los productores perciben que el contar con un programa posconsumo permite generar valor al reflejarse ante los consumidores como empresas ambientalmente responsables, al buscar mitigar los efectos que sus operaciones y/o sus productos puedan generar sobre el medio ambiente, lo que afectaría positivamente la imagen de la empresa y proporcionaría un beneficio potencial. En este sentido, también se incentiva la *Innovación Tecnológica* dentro de las empresas, ya que las estrategias de sostenibilidad van encaminadas al establecimiento de procesos productivos amigables con el ambiente.

Así mismo, se identificó la presencia de factores que actúan como facilitadores<sup>11</sup>, ya que permiten asistir a las empresas en la adopción de las prácticas de logística reversa:

- *Otros Stakeholders:* El apoyo y conocimiento de stakeholders es indispensable dentro de un sistema de logística reversa, por su apoyo en el cumplimiento de objetivos. Es un facilitador externo ya que su participación es autónoma.
- *Estructura Organizacional:* Aparte de ser un facilitador, se resalta como uno de los principales logros dentro del sistema. Se trata de la estrategia colaborativa entre productores que en el mercado son competidores directos, pero que se asocian como colectivo para trabajar por una problemática común, encontrando que pueden lograr equilibrios en las dimensiones ambientales y económicas al trabajar

---

<sup>11</sup> Facilita o asiste en la adopción de nuevas prácticas. Se asocia con las capacidades específicas de las empresas de compartir información y coordinarse con los demás actores de la cadena de suministros verde (Sancha, Longoni, & Giménez, 2015).

en la disminución de impactos ambientales al tiempo que *reducen costos* por medio de alianzas que generan economías de escala.

- *Disponibilidad de gestores:* Refiere la disponibilidad de una industria consolidada de entidades encargadas del tratamiento ambientalmente sostenible de residuos, las cuales se encuentran autorizadas por las respectivas entidades ambientales. Se cataloga dentro de esta categoría, dado que son indispensables en la gestión posconsumo, pero no son entidades desarrolladas por los programas de gestión de residuos, sino que es requerido ya se encontrarán establecidas.
- *Conocimiento en gestión Ambiental:* Corresponde a la formación en gestión de residuos con la que deben contar los actores involucrados en un sistema posconsumo. Se cataloga como facilitador interno, ya que es un beneficio para los actores del sistema conocer todo lo posible en relación con las actividades de logística reversa, lo que les puede brindar nuevas perspectivas en relación con la mejora de sus procesos con el fin establecerse como empresas sostenibles y ser reconocidas por sus actividades ambientales.

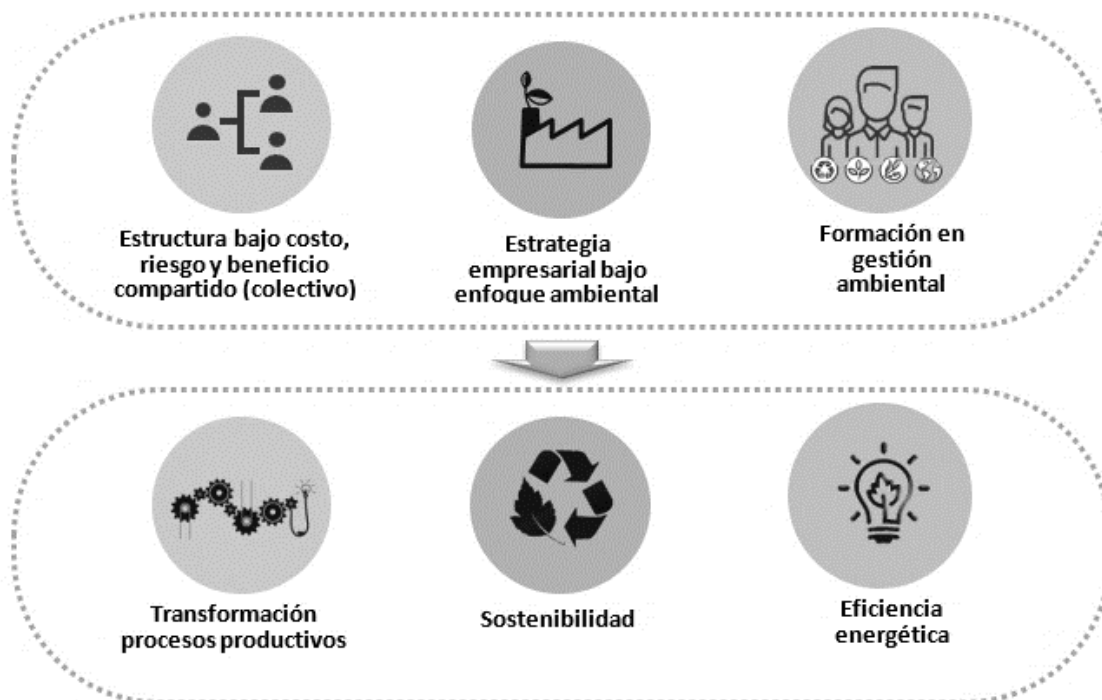
Es importante resaltar que, para la implementación de prácticas de logística reversa, los factores que tengan incidencia deben estar alineados. En la figura 19 se presenta la relación de sincronía a nivel externo.

**Figura 19.** Sincronía de determinantes y facilitadores externos en la creación de Red Verde



**Fuente:** Elaboración Propia.

Como parte de las motivaciones, se generan diferentes *Expectativas Ambientales*, dentro de las que se encuentran la atención de los grupos de interés por ser sostenibles, la búsqueda de ahorros al transformar los procesos productivos, la satisfacción de ser generadores de productos que no contengan componentes que en futuro puedan ser agotadores de la capa de ozono y el logro de eficiencias energéticas a lo largo de una cadena de suministro verde. La figura 20, refleja la integralidad entre determinantes y facilitadores internos identificados en la consecución de objetivos.

**Figura 20.** Integración de determinantes y facilitadores internos en la creación de Red Verde

**Fuente:** Elaboración Propia.

Por otra parte, se espera por parte de los actores, que al crecer en experiencia y entender las dinámicas de la logística reversa, se pueda lograr una *Ampliación de categorías* de electrodomésticos para los cuales se pueda realizar gestión posconsumo.

### 3.3 Actores y actividades del sistema de logística reversa de Red Verde Colombia

Como respuesta a los objetivos de la investigación, en esta sección se definen los actores que intervienen dentro del sistema de logística reversa de Red verde junto con las actividades desarrolladas por cada uno de ellos, teniendo en cuenta que Red Verde es el agente coordinador de todo el sistema. A partir de las entrevistas realizadas, se pudo determinar que los siguientes son los actores que intervienen dentro del sistema:

- *Gobierno*: Se relacionan todas las entidades del estado que se encargan de formular, dirigir y coordinar la regulación en materia de gestión ambiental y desarrollo sostenible. En particular, se resaltan las entidades que tienen una relación directa, como el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Ministerio de Industria y Comercio, Corporaciones Autónomas Regionales y Entidades Territoriales.
- *Productores*: De acuerdo con la Ley 1672 del 2013, productor es *“cualquier persona natural o jurídica que, con independencia de la técnica utilizada, incluidas la venta a distancia o la electrónica fabrique o importe aparatos eléctricos y electrónicos o arme o ensamble equipos sobre la base de componentes de múltiples productores; introduzca al territorio nacional aparatos eléctricos y electrónicos y remanufacture aparatos eléctricos y electrónicos de su propia marca o marcas de terceros no vinculados con él, en cuyo caso estampa su marca, siempre que se realice con el ánimo de lucro o ejercicio de actividad comercial”*. Para el caso de Red Verde corresponde a los fabricantes e importadores de neveras, aires acondicionados, microondas y lavadoras, teniendo en cuenta el cubrimiento con el que cuenta el programa al momento de la presente investigación.
- *Consumidores*: Usuarios de aparatos eléctricos y electrónicos que asumen la responsabilidad de entregar los residuos de sus productos una vez cumplido su ciclo de vida útil, con el fin de que sean gestionados de forma ambientalmente segura.
- *Operador Logístico (Agente 3PL)*: Es un proveedor de servicios logísticos especializados (aprovisionamiento, transporte, almacenaje, distribución) contratado por el agente coordinador para encargarse de la recolección y movilización de las neveras que han cumplido con su ciclo de vida desde los consumidores (domésticos, institucionales y oficiales) hasta ser entregadas al gestor ambiental. El operador logístico cumple un papel determinante dentro del sistema, ya que es el encargado de llevar a cabo la planeación, ejecución y

control eficiente del flujo físico, así como los servicios e información asociados buscando satisfacer los requerimientos establecidos.

- *Gestores Ambientales:* Se refiere a personas u organizaciones con la correspondiente licencia ambiental, para realizar el almacenamiento, tratamiento, aprovechamiento y/o disposición final de los residuos dispuestos por Red Verde.
- *Distribuidores y comercializadores:* Personas naturales o jurídicas que llevan a cabo actividades de intercambio y transporte de AEE. Los comercializadores de acuerdo con la Ley 1672 de 2013 son personas naturales o jurídicas encargadas, con fines comerciales, de la distribución mayorista o minorista de AEE.
- *Otros Stakeholders:* Actores que brindan apoyo al sistema de logística reversa de Red Verde para el cumplimiento de sus objetivos. Como resultado de las entrevistas realizadas, en la siguiente tabla se presentan los principales stakeholders que tienen relación con el sistema.

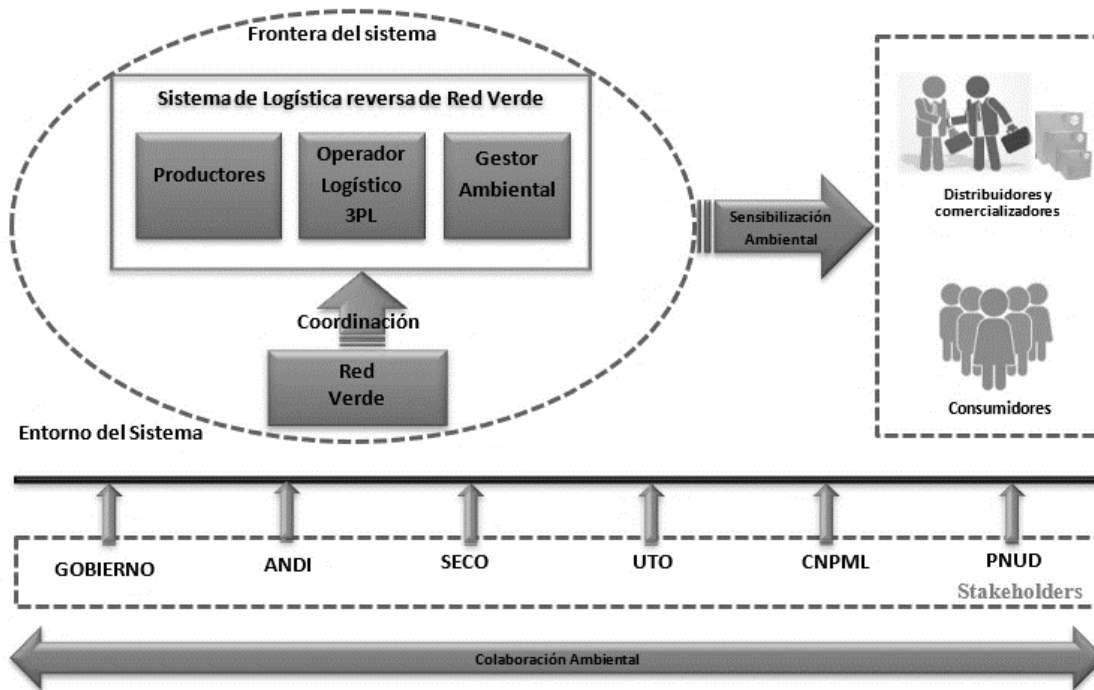
Tabla 4. Principales Stakeholders

N°	Stakeholder	Descripción
1	Unidad Técnica de Ozono (UTO)	Agencia implementadora del Protocolo de Montreal en Colombia adscrita al Ministerio de Ambiente y Desarrollo sostenible.
2	ANDI	Asociación Nacional de Empresarios de Colombia, creado con el fin de fortalecer, garantizar, articular y liderar ante el gobierno nacional, los proyectos propuestos en servicios de infraestructura, transporte y logística (ANDI, 2018).
3	Grupo Retorna	Asociación de corporaciones posconsumo de la ANDI
4	Centro Nacional de Producción más limpia (CNPML)	Centro creado como apoyo de la cooperación internacional de Suiza para asesorar en el desarrollo empresarial sostenible.
5	Agencia Nacional de Licencias Ambientales (ANLA)	Autoridad encargada de que los proyectos, obras o actividades sujetos de licenciamiento cumplan con la normativa ambiental (ANLA, 2018).
6	Programa Suizo de cooperación al desarrollo económico en Colombia (SECO)	Busca la integración del país en la economía mundial y el fomento de su crecimiento económico sostenible (Confederación Suiza, 2018). A través del Proyecto SRI (Sustainable Recycling Industries) apoya la implementación de sistemas de gestión de RAEE en el país.
7	Programa de las Naciones Unidas para el desarrollo (PNUD)	Proyecto demostrativo piloto para la gestión integral de los residuos de sustancias agotadoras de la capa de ozono ID 83728.

**Fuente:** Elaboración propia

Una vez identificados los actores, se presenta una visión general del sistema de logística reversa de Red Verde. En la siguiente figura, se muestran las interrelaciones básicas del sistema como paso inicial para la descripción de las actividades.

Figura 21. Vista General del Sistema de Logística Reversa de Red Verde

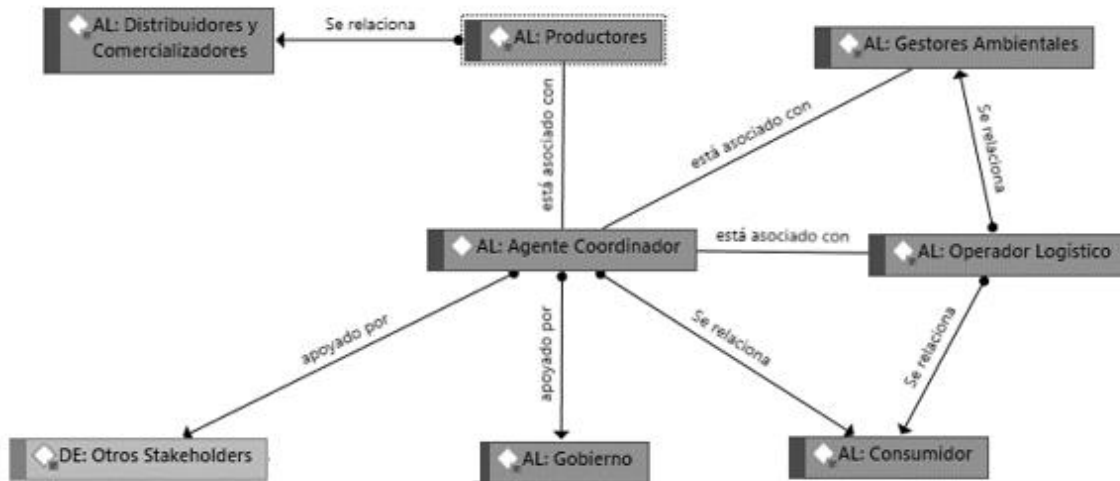


Fuente: Elaboración Propia.

Las actividades que tienen lugar dentro del sistema de logística reversa fueron identificadas dentro del proceso investigativo. Se busca analizar y describir a detalle cada una de ellas, así como resaltar las interacciones que se presentan dentro del sistema. La figura 22 representa las interacciones del agente coordinador con los demás actores y fue generada del proceso de codificación realizado en el software Atlas. ti®.

Teniendo en cuenta que Red Verde es el agente coordinador del sistema, es por tanto responsable de vigilar que todas las actividades que se desarrollen dentro del sistema se lleven a cabo de forma correcta.

**Figura 22.** Interacciones de Red Verde como agente coordinador



Fuente: Elaboración propia, a partir de análisis de contenido realizado en Atlas. ti®.

El proceso de logística reversa inicia con la solicitud de los usuarios – consumidores que tienen un electrodoméstico en su hogar o en su empresa – para la recolección del AEE, para lo cual Red Verde dispone de dos canales de atención:

- 1) **Canal Business to Business (B2B):** Es el canal institucional dirigido a cualquier persona jurídica que tenga el tipo de electrodomésticos gestionados por Red Verde dentro de su empresa. Las empresas productoras de electrodomésticos que hacen parte de Red Verde también usan este mecanismo para hacer la correcta disposición de sus productos no conformes.
- 2) **Canal Business to Consumer (B2C):** Es el canal enfocado directamente en el consumidor doméstico. Se cuenta con tres mecanismos de atención de solicitudes:
  - **Servicio de recolección en el hogar:** Para acceder a este servicio, el consumidor debe inicialmente comunicarse a la línea de atención de Red Verde o diligenciar el formulario que se encuentra en la página web<sup>12</sup> con

<sup>12</sup> <http://www.redverde.co/>

el fin de tomar los datos del consumidor, la información del electrodoméstico y programar la recolección. El servicio de recolección en el hogar es brindado por un operador logístico especializado 3PL, quien se encarga de la correcta movilización de los electrodomésticos hacia el gestor ambiental. Este servicio tiene un costo que debe ser asumido por el consumidor.

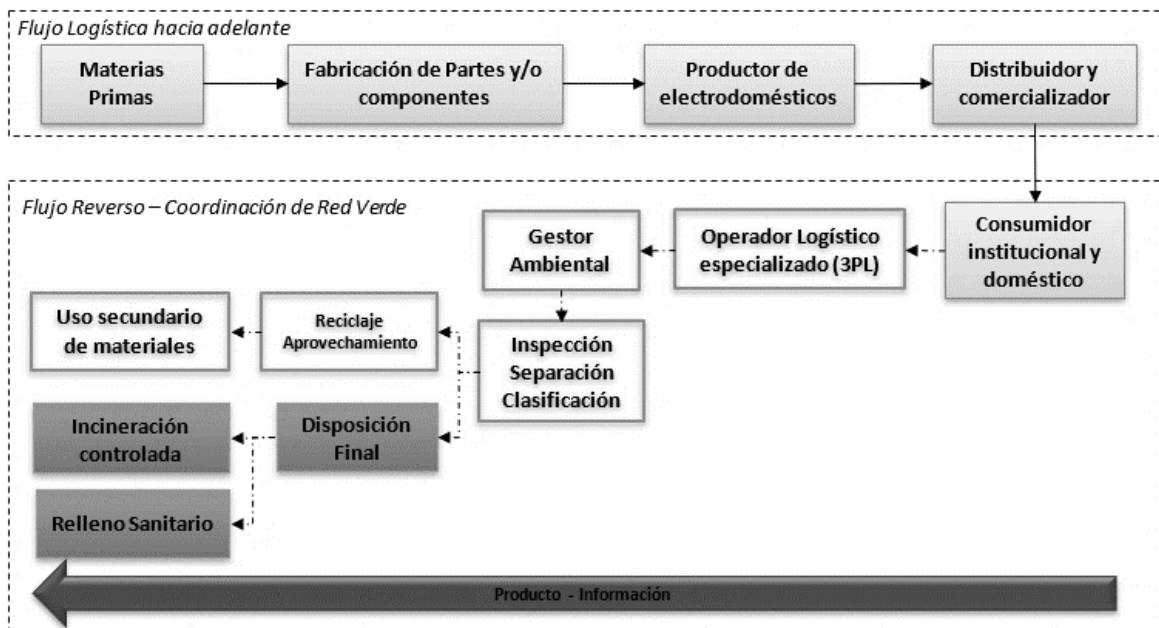
- **Puntos de Recolección:** Red Verde habilitó diferentes puntos de recolección en las ciudades donde tiene cubrimiento al momento de la investigación – Bogotá, Medellín, Pereira, Barranquilla, Cali. La entrega debe ser coordinada a través de la línea de atención habilitada y no genera costo para el usuario. Desde los puntos de recolección, el operador logístico especializado 3PL transporta los electrodomésticos recolectados hacia los gestores ambientales.
- **Campañas de Recolección:** Se realizan de manera conjunta con otros programas posconsumo de recolección selectiva. Se habilitan diferentes puntos en las ciudades para que los usuarios en fechas específicas puedan llevar sus residuos sin ningún costo. Al final de la campaña, se consolidan los diferentes residuos para ser movilizados por el operador logístico especializado 3PL hacia las empresas encargadas de la gestión ambiental.

Las solicitudes de los usuarios quedan registradas bajo un número de solicitud, con el fin de realizar el respectivo seguimiento. Posterior a la consolidación de las solicitudes de los usuarios, las mismas son notificadas al operador logístico especializado 3PL con el fin de que realice la programación de recolecciones de acuerdo con una zonificación realizada. El operador logístico debe adicionalmente diligenciar un manifiesto de transporte, dentro del cual se consolidan los datos del transportador, la empresa gestora a la que se van a entregar los residuos para su correcto tratamiento o gestión, la fecha y el consecutivo asociado al manifiesto y la descripción de los aparatos a recolectar para hacer un seguimiento al tipo y las condiciones del aparato. El manifiesto debe ser

entregado a la empresa gestora, quien verificará las condiciones para proceder con el tratamiento o gestión.

La empresa gestora, por su parte, es responsable de hacer la trazabilidad para la gestión ambientalmente segura de todos los componentes que integran los aparatos eléctricos y electrónicos. Por tanto, esta tiene la responsabilidad de realizar el proceso de separación, clasificación y aprovechamiento de las corrientes que pueden ser reincorporadas nuevamente a procesos productivos o del tratamiento y/o disposición final, en paralelo con el de identificación de aquellas que requieren un proceso para garantizar su adecuada gestión. Finalmente, el gestor ambiental tiene la responsabilidad de enviar a Red Verde los informes con el balance de materiales de los diferentes aparatos. En la figura se muestra de forma general el flujo reverso de los productos dentro de Red Verde.

**Figura 23.** Flujo de Logística Reversa de Red Verde



**Fuente:** Elaboración Propia.

Dentro de las diferentes actividades presentadas en el sistema de logística reversa, se evidenciaron tres flujos principales:

- Flujo financiero: La financiación del sistema de logística reversa de Red Verde, se da principalmente por parte de los productores que conforman el colectivo, quienes asignan recursos al sistema de acuerdo con la participación del mercado

y teniendo en cuenta los acuerdos previamente establecidos. Principalmente, hay dos criterios de distribución de estos recursos: los costos fijos, asociados a la gestión administrativa de los miembros de Red Verde y los costos variables, en los que se incluye temas como la publicidad y aquellos operativos relacionados a la dinámica del mercado. En este sentido, el mayor rubro que tiene Red Verde en el momento de la investigación es el tema administrativo. Sin embargo, se han ejercido esfuerzos por trabajar en proyectos que a futuro puedan garantizar la sostenibilidad del programa. Ejemplo de ello son el programa del IVA y de la NAMA, que serán descritos en secciones posteriores. Los costos de las actividades realizadas por el gestor ambiental no generan ningún costo a Red Verde, ya que el retorno de valor de los materiales gestionados es directamente para el gestor. Por otra parte, es importante aclarar que los costos de tratamiento de los materiales no aprovechables actualmente son cubiertos por el convenio con la Unidad Técnica Ozono (UTO) y el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), costos que, si no fueran cubiertos por este convenio, tendrían que ser asumidos por el Red Verde.

- Flujo físico: Fluye desde los consumidores o clientes hacia los proveedores de logística reversa (operador logístico 3PL y gestores ambientales).
- Flujo de información: es el flujo más representativo a lo largo de las actividades desarrolladas dentro del sistema de logística reversa y se da entre cada uno de los actores del sistema de logística reversa y Red Verde de forma bidireccional.

En la siguiente sección se detalla el proceso de gestión ambiental llevado a cabo para los electrodomésticos de Red Verde, resaltando la importancia en la recuperación de este tipo de aparatos y el valor generado con el aprovechamiento de los productos que ya han alcanzado su vida útil.

### 3.4 Gestión ambiental y beneficios

Dentro de la investigación, un tema resaltado por los entrevistados fue el valor asociado a la gestión de los residuos de Aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE), para el caso puntual de la investigación el encontrado en las neveras. En primer lugar, estos aparatos contienen un alto porcentaje de materiales recuperables que pueden ser reciclados luego de extraer los residuos peligrosos contaminantes de la capa de ozono.

Dentro del proceso de gestión, lo primero que se hace es identificar los gases refrigerantes que pueden ser clorofluorocarbonos (CFC), hidroclorofluorocarbonos (HCFCs) e hidrofurocarbonos (HFCs), se extraen y se envían para ser incinerados o regenerados, posteriormente se identifica el tipo de espuma que tiene la nevera y se inicia el proceso de desensamble, realizando paralelamente la separación y clasificación. En su mayoría, se obtiene plástico que generalmente es poliestireno o ABS que pasa a un proceso de aprovechamiento y metal ferroso que se usa en empresas siderúrgicas. La espuma se compacta para ser enviada a proceso de incineración, las que contienen ciclopentanos, se están enviando a los hornos cementeros por el poder calorífico que contienen. El realizar una disposición final diferenciada de cada uno de los componentes evita daños sobre el medio ambiente.

Por otra parte, se resaltó entre los entrevistados, el hecho de poder lograr la renovación de las neveras viejas por electrodomésticos actuales que tienen una mayor eficiencia energética, más aún, teniendo en cuenta que los productores han implementado nuevas tecnologías dentro de sus procesos productivos y están innovando con la implementación de un nuevo gas refrigerante dentro de sus productos que es el R600a, un hidrocarburo con bajo impacto ambiental, buscando generar ciclos de producción sostenibles acordes con las tendencias globales de sostenibilidad.

La implementación de estas nuevas tecnologías dentro de los procesos productivos tiene una relación positiva directa con el desempeño ambiental, generado a partir de los esfuerzos de los productores por contar con procesos productivos sostenibles, reflejados directamente en el reemplazo de gases refrigerantes contaminantes por hidrocarburos (R600a) que provienen de forma natural de los gases del petróleo. La percepción de los productores es que deben realizar grandes inversiones para modificar las líneas de

producción para el uso de hidrocarburos, siendo conscientes de que esto tendrá un impacto directo en el medio ambiente y que se están alineando con las estrategias globales en sostenibilidad. Sin embargo, esperan a su vez poder lograr una ventana competitiva con estos cambios.

Con la implementación del sistema de logística reversa, se generan de igual forma beneficios directos al medio ambiente, ya que se disminuye la liberación de sustancias peligrosas que afectan la capa de ozono; beneficios para los productores dado que se va a realizar la renovación de neveras y para los consumidores al contar con nuevos productos ambientalmente sostenibles y eficientes energéticamente.

### **3.5 Mecanismos de colaboración identificados entre actores del sistema de logística reversa**

Dadas las interacciones entre los diferentes actores identificados dentro del sistema de logística reversa de Red Verde, fueron evidenciados diferentes mecanismos de colaboración que han permitido el logro de los objetivos para los cuales fue creado el programa posconsumo, centrados en la recuperación y aprovechamiento de RAEE.

En primer lugar, es indispensable destacar la unión de diferentes productores dentro de un colectivo para realizar la correcta disposición final de sus productos, para lo que se debieron establecer *acuerdos o alianzas*, que permitieran que un grupo de competidores pudieran trabajar en un objetivo común. Como resultado de esta alianza surgió Red Verde, respaldada por la ANDI como entidad que agremiaba los productores.

Asimismo, es indispensable resaltar que, dado que el sistema es administrado por el colectivo representado en Red Verde como agente coordinador, se evidencian relaciones caracterizadas *por intercambios de flujos de información*. Una de las más destacadas, es con el operador logístico, quien realiza uno de los procedimientos relevantes en la gestión de posconsumos que es el acopio y transporte de los equipos. En este sentido, el operador logístico tiene procedimientos definidos para el manejo de solicitudes, ya que se encarga de todas las actividades logísticas que permiten dar trazabilidad hasta el

momento de la entrega para la gestión correspondiente de los RAEE. Por lo tanto, es el único actor que adicional a la relación que tiene con el agente coordinador, también tiene una interacción directa con los consumidores y con los gestores logísticos. Se resalta entonces la importancia de establecer estas relaciones, ya que permiten mejorar la eficiencia en las operaciones logísticas al contar con un actor especializado, sin incurrir en mayores costos para el sistema.

Se ha buscado fortalecer estas relaciones por parte de Red Verde mediante comités técnicos, en los que participan representantes de cada una de las empresas en temas relevantes para el éxito del programa. Estos temas incluyen asuntos ambientales, logísticos, comerciales, de publicidad y difusión. Con esto se ha buscado generar iniciativas que permitan el fortalecimiento del programa y las cuales pueden ser aprobadas en las juntas y comités que se realizan mensualmente, asegurando la participación de los diferentes actores involucrados.

Adicionalmente, es importante resaltar que la gestión de RAEE ha sido ampliamente apoyada por los programas de cooperación internacional, caracterizados por la transferencia de conocimientos. De acuerdo con el Ingeniero Carlos Hernández, el proyecto de cooperación de Suiza en Colombia ha brindado apoyo a los productores capacitándolos y facilitando el intercambio de experiencias en la implementación, operación y financiación de sistemas de logística reversa. También se ha contado con el apoyo para los gestores ambientales al mostrarles las mejores prácticas de gestión y buscando integraciones para el trabajo por un objetivo común. Además, se han reforzado estas actividades, brindando capacitación a todo nivel, incluyendo autoridades ambientales, empresarios, gestores ambientales y consumidores. Por tanto, las estrategias de colaboración han sido en gran parte impulsadas por la cooperación suiza, dada la experiencia en gestión ambiental de RAEE que ya se tenía en ese país y la Unidad Técnica de Ozono (UTO) como agencia implementadora del protocolo de Montreal en Colombia.

Teniendo en cuenta los objetivos del programa, Red Verde se ha preocupado por identificar los comportamientos que han generado mayor impacto en el cumplimiento de estos objetivos. Así, se ha propuesto como parte de sus planes de acción y por medio de *negociaciones* con otros actores generar *nuevos proyectos* que dinamicen las operaciones del sistema de logística reversa y que sean estratégicos para los actores del

sistema. Lo anterior, en sincronía con los compromisos que tiene el país en relación con el uso racional y eficiente de la energía y a la eliminación de gases de efecto invernadero, así como la reducción de las emisiones de este tipo de sustancias. En este sentido, en primer lugar, se ha generado una conciencia de poder apostarle a proyectos que promuevan la sustitución y en segundo lugar poder establecer negociaciones con el gobierno de cara a lo que será la nueva regulación, teniendo como referente el piloto del programa posconsumo.

Como resultado, hoy Red Verde está trabajando en el proyecto de IVA diferencial, que brinda a los usuarios que decidan disponer sus neveras viejas de uso doméstico con el programa posconsumo, un IVA diferencial pagando únicamente el 5% en la compra de una nevera nueva. Para acceder al beneficio, los usuarios deben presentar al momento de la compra del electrodoméstico nuevo, el certificado que entrega Red Verde por la disposición final del electrodoméstico viejo, así como una factura de servicio públicos, ya que este beneficio aplica para los usuarios de los estratos 1, 2 y 3. Con este proyecto se busca sustituir neveras ineficientes energéticamente y reducir las emisiones de gases efecto invernadero, por lo que cuenta con la participación Red Verde como sistema, productores, comercializadores y el gobierno.

De otra parte, se encuentra también un proyecto de NAMA<sup>13</sup> que incorpora realizar unas intervenciones en el sector de refrigeración doméstica en el país para que los productores nacionales puedan fabricar neveras mucho más amigables con el medio ambiente. Con ello se busca suspender la producción nacional de sustancias que afectan el medio ambiente como las usadas en los gases refrigerantes y sustituirlas por gases refrigerantes verdes. Adicionalmente, también se busca realizar mejoras con el fin de que sean productos más eficientes desde el punto de vista energético. Dentro de este proyecto, se presenta la participación del Ministerio de Ambiente como representantes

---

<sup>13</sup> Las NAMAs son acciones nacionalmente apropiadas de mitigación enfocadas en la reducción de gases de efecto invernadero, las cuales son apoyadas y facilitadas mediante la transferencia de tecnologías, financiamiento y construcción de capacidades. Para el caso de Colombia, están enmarcadas dentro de la política nacional de cambio climático específicamente dentro de la Estrategia Colombiana de Desarrollo Bajo en Carbono (Mendieta, 2013).

del gobierno nacional, productores nacionales y fabricantes e importadores de neveras, Red Verde como sistema y los gestores ambientales que hacen disposición final de los equipos.

Para continuar con el fortalecimiento del programa, Red Verde le está apostando a un nuevo proyecto colaborativo, el grupo Retorna, que es un esquema colectivo de colectivos, en la medida en que los programas posconsumos<sup>14</sup> que funcionan bajo la sombrilla de la ANDI, por medio de una alianza buscan generar soluciones integrales para realizar la gestión ambientalmente segura de los residuos. Por tanto, se busca trabajar en el relacionamiento con los consumidores, con el operador logístico 3PL, con las agencias de comunicación, entre otros, ya que todos los procesos que se desarrollan tienen componentes similares. Un ejemplo de ellos son las campañas que se realizan de cara a los consumidores.

En este sentido, es importante resaltar que uno de los temas relevantes a trabajar dentro del Grupo Retorna es la *divulgación*, ya que ha sido un esfuerzo del sistema, de acuerdo con Andrés Santana, director de Red Verde. La divulgación se ha buscado mediante un plan de comunicaciones y mercadeo que se implementa anualmente, promovido básicamente por cuenta del programa posconsumo, que incluye campañas en universidades, escuelas, centros comerciales, publicidad física, prensa, comunicación radial, la página web, entre otros. Por tanto, se busca lograr una mayor cobertura con el trabajo conjunto de todos los sistemas de recolección selectiva, dados mayores recursos para promover todos los programas de forma simultánea. En este sentido, los productores de electrodomésticos se han unido generando programas voz a voz dentro de sus empresas y con los distribuidores y comercializadores, destacando que lo que beneficie a Red Verde es un beneficio para el sector.

Por otra parte, Red Verde, también se está involucrando en el fortalecimiento de gestores ambientales, por lo que ha propuesto un programa para el desarrollo de gestores. Sin embargo, ha encontrado algunos inconvenientes, ya que se ha evidenciado que los gestores son temerosos a trabajar en colectivo.

---

<sup>14</sup> Cierra el ciclo, EcoCómputo, Pilas con el Ambiente, Red Verde, Ecoenergy y Rueda Verde.

Figura 24. Mecanismos de colaboración



Fuente: Elaboración Propia.

### 3.6 Barreras presentadas en la implementación del sistema de Logística Reversa de Red Verde

Dentro de esta investigación, la mayoría de entrevistados hizo referencia a los diferentes esfuerzos que han hecho los actores por generar acciones que propendan porque la cantidad de aparatos gestionados ambientalmente sea cada vez mayor. Sin embargo, los mismos entrevistados expresan que no todos los actores que deberían estar trabajando por este propósito lo están haciendo. En su lugar, muchas veces estos actores tienen comportamientos que obstaculizan el cumplimiento de los objetivos del programa de gestión de residuos. Teniendo en cuenta la información brindada, se realizó por lo tanto un análisis crítico que permitió identificar las barreras del sistema de logística reversa de Red Verde, las cuales hacen más compleja la toma de decisiones. Estas barreras se agruparon en cuatro categorías:

Se identifican *barreras económicas* dentro de las cuales se destacan principalmente los costos de operación para la gestión de residuos, por lo que muchos actores que se deberían involucrar siguen reacios simplemente porque piensan que implementar

sistemas de logística reversa es una carga y no genera ningún beneficio económico, ya que dejan de lado la parte ambiental y social. Dentro de esta categoría también se resalta el hecho de que la logística del país es muy costosa, pues se cuenta con una infraestructura deficiente, lo que dificulta la llegada a todas las zonas del territorio nacional, sin embargo, dando alcance al principio de gradualidad, el programa se encuentra funcionando en ciudades principales (Bogotá, Medellín, Pereira, Barranquilla, Cali) ampliando su cobertura por medio de mecanismos como campañas de recolección. Por otro parte, se identifica que, por los mismos costos de operación, dentro del sistema de logística reversa no se tienen en cuenta opciones de reuso o reacondicionamiento de los aparatos recolectados, esto teniendo en cuenta que en su mayor son aparatos bastante deteriorados y con un ciclo de vida extendido, lo que aumentaría los costos y adicionalmente no cuenta con mercados definidos para este tipo de productos.

En segundo lugar, se detectaron *barreras de tipo organizacional*, relacionadas con la ausencia de conocimiento y compromiso en los procesos de gestión ambiental. Para el caso particular, se destaca que no todos los productores e importadores de electrodomésticos están trabajando en la gestión de sus productos al finalizar el ciclo de vida, ya que los que están comprometidos son los que se encuentran trabajando en el programa posconsumo y son conscientes que es un factor importante de su negocio. Sin embargo, otros actores están a la espera de que las operaciones de gestión de residuos sean de obligatoriedad, ya que no ven oportunidades de trabajar en ellas. En este sentido, es indispensable concientizar a todos los actores, ya que para que el sistema de logística reversa continúe en funcionamiento es indispensable su compromiso. Se requiere contar no solo con la inversión requerida, sino también con el apoyo necesario para que los planes estratégicos del programa puedan ser cumplidos, lo que requiere de participación y estar dispuestos a asumir los retos que implica la sostenibilidad.

Por otra parte, se encontraron *barreras relacionadas con el mercado*, dentro de las cuales se resalta el hecho de que los suministros del sistema tengan un comportamiento estocástico, siendo un factor que no se puede controlar. Varios de los entrevistados señalaron que el programa puede tener la mejor voluntad, puede estar bien financiado y contar con la infraestructura para el reciclaje, pero si no logra recolectar las cantidades que requiere para desplegar economías de escala y cumplir las metas ambientales, fracasará.

El comportamiento descrito está completamente asociado a la participación de los consumidores que en parte se ve afectado dado un apego por las cosas y la expectativa de recibir una compensación económica a cambio de residuo, por lo que uno de los retos del programa es trabajar paralelamente en temas de educación y sensibilización ambiental que permitan un cambio cultural y la concientización del consumidor. Esta es una tarea complicada y requiere de la participación de otros actores como las autoridades ambientales de todo nivel y lograr involucrar a los gobiernos, lo que ha generado una sensación de falta de apoyo por parte de diferentes actores asociados al gobierno, lo que va de la mano con la falta de difusión, porque los consumidores no conocen los programas posconsumo y por tanto se ha vuelto una tarea del programa buscar apoyo para darse a conocer y aumentar las unidades recolectadas.

Por último, se encuentran las *barreras relacionadas con la participación del Estado*, sobre las cuales se hizo bastante énfasis por parte de los entrevistados, dado que son varios los factores que están afectando el funcionamiento de los programas posconsumo y sobre los cuales, el gobierno podría tomar acciones directas. A continuación, se presentan aquellos que fueron identificados:

- Uno de los temas más críticos es el control de las actividades del sector informal, ya que existe gran cantidad de chatarrerías en todo el país que no cuentan con autorizaciones ambientales. El sector informal está dedicado a la recolección de todo tipo de AEE, incluidos las neveras, liberando gases a la atmósfera, disponiendo las espumas en rellenos sanitarios, espacios públicos o fuentes de agua, y con ello generando impactos negativos para el medio ambiente, ya que para el chatarrero lo primordial es extraer el material que le genera un beneficio económico.

En este sentido, es realmente importante que se genere un fuerte control y seguimiento por parte de las autoridades ambientales para poder mitigar estas acciones, ya que, de acuerdo con los entrevistados, el mayor flujo de RAEE hoy en día se está manejando por medio de canales informales. Sin embargo, dentro de las precisiones regulatorias, la ley es clara en que para poder hacer la gestión de la corriente de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos se requiere el trámite de una licencia ambiental ante una autoridad ambiental competente por

tratarse de componentes que pueden presentar algún tipo de impacto para el medio ambiente y la salud.

Con relación a este tema, otro factor en que se debe trabajar es la concientización del consumidor, ya que muchas veces, las personas prefieren entregar sus electrodomésticos viejos a un chatarrero que les va a pagar algún dinero por el mismo, que llevarlo a un punto de recolección en donde se asegura el tratamiento adecuado desde el punto de vista ambiental. En este sentido, no se ven acciones concretas del gobierno encaminadas a generar educación.

- Otra barrera con relación al gobierno que la mayoría de entrevistados manifestaron está relacionada con la regulación, dado que, si bien dentro de la ley 1672 del 2013 se define como productor al que fabrica, importa, ensambla o distribuye con marca propia electrodomésticos, parece no entenderse así. Como resultado, existe la percepción de que algunos actores parecen entender que al regularse bajo el principio de “responsabilidad extendida del productor”, se hubiera convertido en una “responsabilidad exclusiva” ya que no se encuentran explícitas las obligaciones para distribuidores, comercializadores y para los mismos consumidores, así como tampoco los límites de las responsabilidades para cada uno. Así mismo, existe preocupación por parte de las marcas grandes por el hecho de que el seguimiento en el cumplimiento de la regulación aplique solamente para ellos y que el gobierno no lo haga extensivo a los pequeños productores.

En este sentido, Daniel Ott, Manager del Latin America Reverse Logistics Group, resalta el hecho de que no se están cubriendo todas las categorías de AEE. Es decir, que en su mayoría no existe una obligación explícita, por lo que hoy en día se están quedando por fuera empresas que deberían estar trabajando y que están esperando que exista una obligación real.

Se hace claridad que, al momento del desarrollo de la investigación, no se había dado la expedición de la política ni del decreto reglamentario que implementa la ley 1672 del 2013, en el cual, de acuerdo con el Ingeniero Carlos Hernández del

Centro de Producción más Limpia, se especificarán de manera más explícita las obligaciones para diferentes actores.

- Por otra parte, se evidencia que no existe una sincronía o coordinación entre los diferentes niveles de gobierno, es decir, entre el gobierno nacional, los gobiernos departamentales, municipales y los diferentes actores públicos. Los programas posconsumo requieren trabajar en cada uno de estos niveles y prácticamente hay que contactarlos de manera individual para establecer mecanismos de colaboración, lo cual es un esfuerzo bastante grande.

## 4. Discusión de Resultados

Dentro de esta sección, se realizará una comparación entre el análisis realizado en la sección de resultados y el estado del arte revisado en la sección de marco teórico y literatura.

El desarrollo del presente trabajo ofrece una contribución a nivel académico dado el interés investigativo reciente reflejado en una creciente popularidad en torno a prácticas ambientales, así como en el estudio de estrategias colaborativas involucradas. A nivel empresarial, teniendo en cuenta los efectos sobre el desempeño de las organizaciones, en particular para el caso colombiano que es el foco de investigación.

Este trabajo, en primer lugar, con base a los resultados obtenidos, revela una aceptación positiva de las prácticas de logística reversa por parte de las organizaciones que han aceptado el reto de implementar prácticas ambientales. Como resultado, las empresas se han centrado en la mejora de la productividad teniendo en cuenta los efectos en el ambiente, buscando lograr ventajas competitivas al estar alineados con las tendencias actuales de desarrollo sostenible. Lo anterior, se refleja en la descripción de los determinantes internos y es consistente con trabajos enfocados en cadenas de suministro sostenibles o de gestión de cadenas de verdes encontrados en la literatura (Jabbour, Jabbour, Govindan, Kannan, & Arantes, 2014; Kannan, de Sousa Jabbour, & Jabbour, 2014; Seuring S. , 2013; Seuring, Sarkis, Müller, & Rao, 2008; Srivastava S. K., 2007). Por tanto, al ser el enfoque del presente trabajo un sistema de logística reversa representado en un programa posconsumo que busca disminuir el impacto negativo sobre el medio ambiente al realizar la correcta gestión de los productos al final del ciclo de vida, se alinea con la teoría al contribuir a la mejora del desempeño ambiental de las empresas.

Por otro lado, la literatura muestra que uno de los principales motivadores en la implementación de prácticas de logística reversa es el agente regulador (Sarkis, González-Torre, & Adenso-Díaz, 2010; de Brito, 2004). De acuerdo con estudios empíricos, los principales avances logrados en materia de logística reversa han sido generados por el surgimiento de leyes de protección ambiental (Kinobe, Gebresenbet, & Vinneras, 2012). Esto mismo fue verificado en el desarrollo de la investigación y se describe dentro de los determinantes externos.

Por parte de la mayoría de los actores entrevistados, se resaltó el hecho de que la implementación de los programas posconsumo fue una respuesta a regulación establecida, que, si bien no generaba obligatoriedad en el momento, dado que no existía una reglamentación, sí generaba la preocupación por diseñar e implementar sistemas de logística reversa para estar preparados a atender las nuevas responsabilidades que estarían por reglamentarse. Sin embargo, dado que no se percibe esa obligatoriedad por parte de todos los actores que deben tener responsabilidades dentro de la implementación de los sistemas de logística reversa, las empresas que hoy en día están trabajando en estas prácticas ambientales, corresponden a organizaciones de gran tamaño y que tienen una presencia significativa en el mercado, como es el caso de las empresas integrantes de “Red Verde”.

Estas empresas, enfatizan que una de sus principales preocupaciones es que el gobierno no ejerza un control estricto sobre todas las empresas que deberían participar en la implementación de estas prácticas ambientales dado el principio de “Responsabilidad Extendida del Productor” sobre el cual se define la regulación. Estudios con relación al control ejercido por el agente regulador en el contexto colombiano, muestran que efectivamente si el control es percibido, afecta las decisiones de inversión ambiental (Meza & Castellanos, 2016; Uribe Botero, 2003; Moreno-Mantilla, 2007).

En este punto, es importante mencionar que los productores que se encuentran trabajando actualmente, esperan que con la reglamentación queden definidas las responsabilidades para todos los actores que deben intervenir en los sistemas de logística reversa, ya que perciben que la responsabilidad es “exclusiva de los productores” dado que no sienten el apoyo de todos los actores. En la literatura, lo anterior se ha estudiado como debilidad en la regulación por falta de legislación y

políticas específicas, que se convierte en un obstáculo importante (Barker Theresa & Zabinsky, 2008; Lau & Wang, 2009).

No obstante, también se resalta por parte de los productores y de Red Verde como agente coordinador del programa posconsumo, los beneficios que han encontrado al haberse concebido como un programa de manera voluntaria. Entre estos destaca el aprendizaje en materia de gestión de residuos, lo que les permitirá tener conocimiento de causa al realizar negociaciones con el gobierno una vez se genere la reglamentación.

También se refieren la transferencia de conocimiento por parte de stakeholders, dentro de los que se incluyen organizaciones internacionales, los nuevos proyectos en los que se está pensando al tener un enfoque en sostenibilidad y que han permitido generar productos más amigables con el ambiente, y el reconocimiento como empresas ambientales, entre otros beneficios. Estos beneficios han sido estudiados en la literatura, encontrando que efectivamente permite establecer relaciones de confianza con el agente regulador, además de proporcionar influencia en la definición de los términos de reglamentación (Sarkis, González-Torre, & Adenso-Díaz, 2010; Darnall, Henriques, & Sadowsky, 2008; Buysse & Verbeke, 2003)

Con respecto a las relaciones presentadas entre los actores del sistema de logística reversa, se destaca la unión de los productores dentro de un colectivo para realizar la correcta disposición final de sus productos, para lo que es indispensable que la gestión ambiental sea un tema de interés al interior de cada una de las organizaciones. Esto se ve reflejado en el apoyo de estas iniciativas, lo que es considerado un factor indispensable en la implementación de prácticas ambientales (Zhu & Sarkis, 2004). Igualmente, es importante resaltar que para poder trabajar en un objetivo común debieron definir acuerdos que les permitieran generar interacciones colectivas, lo que es indispensable para participar en planes conjuntos, compartir información y tomar decisiones (Cohen & Roussel, 2013).

Adicionalmente, se identificaron estrategias de colaboración entre los diferentes actores caracterizadas por roles definidos, acciones enmarcadas en acuerdos o negociaciones e intercambios de flujos de información, todas estas características estudiadas en la literatura como determinantes para el logro de alianzas en el largo plazo (Tate, 1996; Gardner & Cooper, 1994). Se destacó el papel del operador logístico, por su rol

indispensable en las actividades de recolección, que incluyen el manejo de información relacionada con las solicitudes, lo que permite generar trazabilidad. Se resalta el hecho de que el operador logístico es el único actor con interacción directa tanto con el agente coordinador, como con el consumidor y el gestor ambiental. Esta decisión de tercerizar es respaldada por la literatura, dado que dentro de los procesos de logística reversa incluye ventajas como bajos costos, menor incertidumbre, menor inversión de capital (Kumari, Singh, Mishra, & Garza-Reyes, 2015). Esta opción también es argumentada dadas las diferencias de las actividades de la logística hacia adelante con las de logística reversa (Kannan, de Sousa Jabbour, & Jabbour, 2014). Por lo tanto, los proveedores de servicios logísticos pueden jugar un papel determinante en la logística de reversa a través de la integración y colaboración (Agrawal, Singh, & Murtaza, 2015).

Se destaca así mismo el papel de la cooperación suiza, caracterizado por la transferencia de conocimientos y el apoyo a los productores en la implementación, operación y financiación de sistemas de logística reversa, que ha sido indispensable para la consolidación de los programas posconsumo en el país. Dentro de este tipo de relación colaborativa o alianza es frecuente compartir información, conocimientos, el costo, el riesgo y los beneficios involucrados por la logística reversa (Cao & Zhang, 2010; Arshinder, Kanda, & Deshmukh, 2008).

Dentro de las relaciones colaborativas identificadas en la investigación, se destaca el desarrollo de nuevos proyectos que integran la participación de la mayoría de los actores involucrados dentro del sistema, dado el grado de maduración y las relaciones estrechas logradas. Este grado de colaboración requiere por tanto un flujo de información bidireccional, así como procesos de planificación y ejecución armonizados. Por tanto, requiere compromiso a largo plazo de los actores ya que estas relaciones pueden tomar la forma de alianzas estratégicas (Cohen & Roussel, 2013).

Para el presente estudio de caso, dado que los productores están realizando inversiones para el uso de hidrocarburos como gases refrigerantes, específicamente para las neveras, se puede determinar una relación negativa entre la implementación de prácticas ambientales y el desempeño económico de la empresa, dado que los compromisos ambientales asumidos por la organización generan altos costos y por tanto una reducción en el desempeño económico. Sin embargo, los nuevos productos generados, serán

amigables con el medio ambiente, generando un impacto positivo en el mismo, además de ser una estrategia empresarial fundamental para la empresa al estar alineada con las tendencias en sostenibilidad y que en el largo plazo se busca responda a los objetivos económicos (Figge & Hahn, 2012)

Por otra parte, la participación en el programa posconsumo de “Red Verde” lleva a que los productores incurran en costos para mantener el sistema de logística reversa, costos con los que no contaban antes, lo que genera un impacto negativo en el desempeño económico. Sin embargo, la adecuada gestión de los residuos tiene un impacto positivo en el desempeño ambiental. Cabe resaltar en este sentido, que al ser empresas de gran tamaño las que forman parte del colectivo de Red Verde, han dado a conocer que no ven una carga económica en los aportes que realizan a Red Verde, sino que ven estos gastos como una inversión que en el largo plazo generará beneficios y esperan también sea sostenible cuando se puedan reflejar beneficios económicos por la gestión de los residuos.

Estos son ejemplos claros en los que es necesario generar impactos negativos en el desempeño económico (al menos a corto plazo) para poder obtener beneficios a nivel ambiental, lo que configura la presencia de trade-offs entre los objetivos ambientales y económicos de los productores (Hahn, Figge, Pinkse, & Preuss, 2010).



## **5. Representación modelo de logística reversa**

Partiendo de los resultados obtenidos en la presente investigación, el modelo presentado a continuación está basado en el funcionamiento del sistema de logística reversa de Red Verde Colombia. Para su construcción, se tuvieron en cuenta tanto los actores del sistema de logística reversa como las actividades realizadas por los mismos, así como los flujos identificados en el sistema.

Con el presente modelo, se busca por tanto plasmar de forma general los elementos relevantes e indispensables para la representación del sistema de logística reversa de Red Verde, que pueden ser extendidos a otros sistemas de gestión posconsumo de AEE con la intermediación de operadores logísticos tipo 3PL. Se proponen cinco actores relevantes involucrados: el productor, red verde como agente coordinador, los consumidores, el operador logístico 3PL y el gestor ambiental. A continuación, se presenta la descripción general de las actividades:

- **Productor:** Provee los recursos financieros para el funcionamiento del sistema, brinda directrices para la gestión y realiza seguimientos a la ejecución de las operaciones y el uso de los recursos financieros.
- **Agente Coordinador (Red Verde):** Es responsable de la administración de los recursos financieros y gestiona las mejores prácticas para el desarrollo de las actividades de logística reversa con el fin de mejorar el desempeño ambiental a los mejores costos.

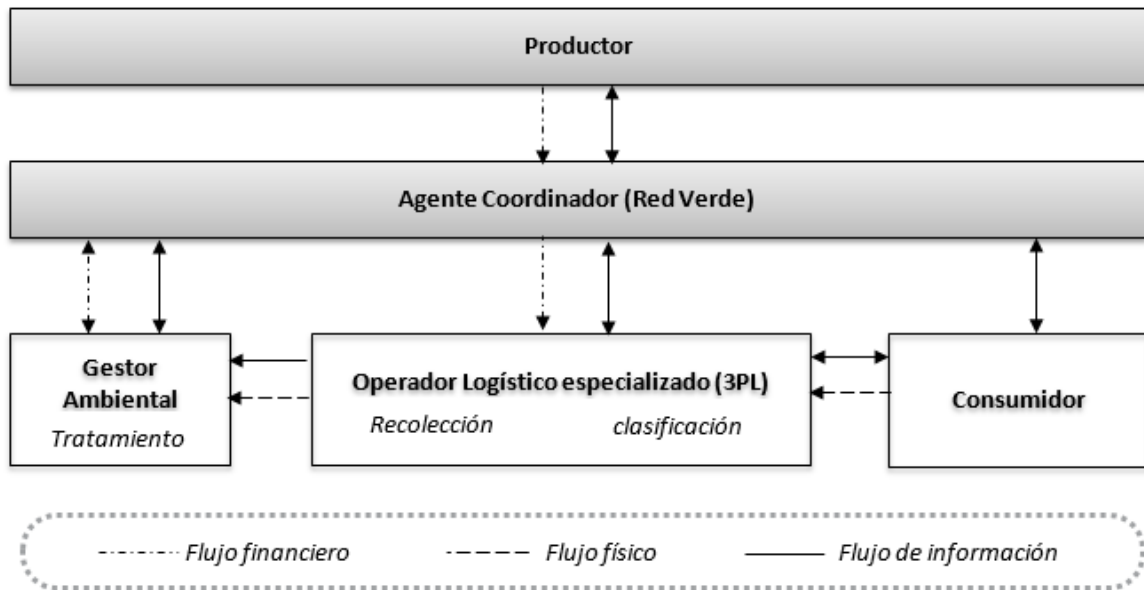
- Operador logístico 3PL: Es el encargado de la recolección de neveras desde los usuarios finales o consumidores, así como de la validación de las condiciones de los productos, que deben ser registradas para posteriormente ser entregadas al gestor ambiental. Por tanto, tiene una interacción directa con el consumidor y el gestor ambiental.
- Consumidor: es el encargado de la devolución de neveras, que es la entrada principal al proceso de logística reversa.
- Gestor Ambiental: Es el responsable de la gestión ambientalmente segura de las neveras recibidas.

Adicionalmente, fueron detectados tres flujos dentro del sistema, los cuales se plasman en el modelo:

- Flujos físicos: Hace referencia a todos elementos que pasan de un actor a otro. Para el caso particular, se presenta desde la entrega de las neveras por parte del consumidor al operador logístico 3PL para su recolección y entrega al gestor para su correcta disposición.
- Flujos de Información: Intercambio de información entre los actores involucrados en el sistema de logística reversa.
- Flujo financiero: Se refiere a la circulación de capitales entre los actores del sistema de logística reversa. Incluye los recursos financieros aportados por los productores para el funcionamiento del sistema, los pagos realizados por el agente coordinador al operador logístico 3PL, los pagos por auxilio de transporte brindados por los consumidores y la distribución de utilidades entre el gestor ambiental y el agente coordinador en caso de presentarse.

En la figura 25, se representa el modelo conceptual del sistema de logística reversa para la gestión de neveras al final del ciclo de vida, basado en la interacción entre los agentes involucrados.

**Figura 25.** Modelo conceptual de Logística Reversa de Red Verde



**Fuente:** Elaboración Propia.

El anterior modelo conceptual, de forma genérica representa y caracteriza un sistema de logística reversa para recuperación de RAEE, modelo que puede tomarse como punto de partida para la realización de futuros trabajos. En particular, teniendo en cuenta que los sistemas de logística reversa reorientan los flujos desde el punto de consumo hacia los puntos de origen, implicando mayor incertidumbre en variables como el tiempo, la calidad y la cantidad de las devoluciones. Dicho comportamiento, genera gran dificultad en la toma de decisiones, por lo que ha generado estudios recientes tales como simulación basada en agentes (Xiang, Guohua, Yongjian, & Xiaoqiang, 2008; Pandian & Abdul-Kader, 2017), que requieren para su desarrollo bases cualitativas como las desarrolladas en la presente investigación. Este tipo de simulación permite además identificar el comportamiento de cada uno de los agentes que para el caso particular corresponderían a los actores definidos, así como sus interacciones (Méndez, 2016).

Dentro de este tipo de estudios se podrían plantear adicionalmente formas innovadoras de colaboración como el análisis del comportamiento global del sistema, incluyendo la cadena de suministros tradicional, buscando aprovechar los canales de distribución de los productores para la recolección de residuos o la integración de otros agentes como distribuidores y comercializadores o los chatarreros (sector informal), que permitan

fortalecer la capacidad de penetración de los programas posconsumo y como consecuencia lograr aumentos en los suministros de la cadena de logística reversa.

Por otra parte, la investigación y el modelo presentados sirven de apoyo para quienes realicen trabajos de análisis para sistemas de logística reversa similares a los analizados en este estudio de caso.

## 6. Conclusiones

Con base en el marco de referencia de la literatura y a partir del análisis del sistema de logística reversa de Red Verde, enfocado en la recolección de evidencia empírica de estudio de caso, fue posible representar el estado actual del mismo y caracterizar sus rasgos más relevantes.

El estudio de caso de Red Verde Colombia deja en evidencia que, a pesar de haberse desarrollado este programa de forma voluntaria, uno de los principales determinantes externos que tienen injerencia sobre la decisión de las empresas de implementar sistemas para la gestión de RAEE al final del ciclo de vida, es la regulación. Lo anterior quiere decir que estas decisiones deben ser direccionadas directamente por los gobiernos. Sin embargo, se hace evidente que con la regulación existente en Colombia bajo el principio de “Responsabilidad Extendida del Productor”, las empresas advierten que no cuentan con el apoyo necesario ni con las motivaciones para la implementación de este tipo de prácticas. Resaltan, además, que en la regulación no se expresan las obligaciones explícitas de todos los actores, por lo que finalmente queda una percepción de “Responsabilidad Exclusiva” de los productores.

Así mismo, dentro del estudio fue posible identificar que este tipo de programas llegan a tener un mejor desempeño al contar con el apoyo de stakeholders que dan un soporte indispensable en el desarrollo de las actividades de logística reversa, como ha sido el caso de la cooperación suiza en Colombia, entre otros mecanismos. Es así como se resalta que la educación ambiental, el apoyo en financiación y las mejoras en tecnología que soportan el sistema de logística reversa de Red Verde están asociadas en una importante medida a los programas de cooperación ambiental con este tipo de entidades internacionales.

Siguiendo esta línea, uno de los aportes más relevantes de esta investigación es la evidencia que sugiere que la presencia de mecanismos de colaboración en la implementación de sistemas de logística reversa, genera finalmente el logro de objetivos mutuamente beneficiosos. En el modelo de Red Verde como programa posconsumo, desde su formación como colectivo, se refleja una estrategia colaborativa, más aún, teniendo en cuenta que los involucrados son competidores directos en el mercado. No obstante, estas empresas son conscientes de que cuentan con una problemática común y los unen esfuerzos tanto financieros como de intercambio de información. Estos intercambios son formalizados a través de contratos o convenios y finalmente han llevado a lograr eficiencias en la estabilización y operación del programa.

Adicionalmente, dentro de los mecanismos de colaboración, es importante resaltar el trabajo que han desarrollado los miembros de Red Verde al lograr la consolidación de nuevos proyectos dirigidos a contar con la colaboración de los consumidores devolviendo sus neveras al final del ciclo de vida. La colaboración de los consumidores se ha buscado a través del ofrecimiento de motivaciones o incentivos a nivel económico, como se evidencia en la consolidación del proyecto del IVA, o a nivel social, como en el caso de las campañas educativas desarrolladas. Se refleja entonces la colaboración con actores como el gobierno, entidades privadas y distribuidores, cuya participación es indispensable para la consolidación de este tipo de proyectos.

Por otra parte, el modelo de Red Verde también da cuenta de que la participación de un operador logístico especializado 3PL ha sido indispensable para el logro de la operación del sistema, ya que desempeña las actividades de planeación, ejecución y control eficiente de los flujos físicos, así como de los flujos de información asociados. Esta estrategia ha permitido al programa cumplir con tiempos de respuesta a los consumidores y llevar la trazabilidad de los residuos sin incurrir en costos mayores de sistemas de información para hacer seguimiento a esta actividad.

En este sentido y como parte del proceso de caracterización, se logró establecer que los flujos presentes dentro del modelo son físicos, financieros y de información, gestionados directamente por Red Verde como agente coordinador.

---

Dentro del flujo financiero, se resalta que el presupuesto de Red Verde es financiado por los productores que forman parte del colectivo, esto con el fin de evidenciar que efectivamente el generar prácticas de logística reversa tiene un impacto sobre el desempeño económico de las empresas. Para el caso puntual del estudio, sin embargo, los productores expresaron que no es un impacto representativo dada la formación del colectivo y la participación en el mercado de los productores asociados, y por el contrario ven la generación de ventajas competitivas. Sin embargo, este es un comportamiento no generalizable a otros tipos de empresas, dadas las características de las empresas productoras. De hecho, según las declaraciones de los productores, no sucede lo mismo cuando se ven involucradas pequeñas y medianas empresas, para quienes los costos de implementar prácticas de logística reversa representan una carga que impacta su desempeño económico.

Como resultado de esta investigación, se establecieron los elementos relevantes e indispensables para la representación del sistema de logística reversa de Red Verde, lo cual se concretiza en el modelo conceptual planteado. En este modelo, se representa la integración de los actores involucrados, evidenciando sus actividades y los flujos involucrados en cada relación, aportando claridad sobre la conformación del sistema.

En este sentido, cabe aclarar que un modelo conceptual no es intrínsecamente correcto ni erróneo, sino que ofrece una visión de un sistema, resaltando los componentes que lo caracterizan desde cierta perspectiva. Por tanto, contiene decisiones que pueden ponerse en tela de juicio o modificarse por buenas razones, pero ofrece una descripción de los conceptos y de sus relaciones lo bastante útil para sentar las bases de investigaciones posteriores, por lo que queda como insumo para trabajos futuros.



# **A. Anexo: Protocolos de entrevista**

## **PROTOCOLO DE ENTREVISTA**

Código de Entrevista:

Lugar:

Fecha:

Institución / Empresa:

Entrevistado:

Cargo:

Entrevistador:

## **INTRODUCCIÓN**

Para facilitar nuestra toma de notas, nos gustaría grabar en audio nuestra conversación de hoy. Para su información, sólo los investigadores del proyecto tendrán acceso a esta grabación. Por lo tanto, toda la información que usted suministre sobre su empresa será confidencial y se procesará con fines académicos. Su participación es voluntaria y usted puede parar en cualquier momento detener la grabación si lo considera necesario. (Se espera que el entrevistado dé su visto bueno para continuar)

Muchas gracias por su consentimiento para continuar con esta entrevista.

Hemos planeado que la misma no dure más de 20 minutos. Durante este tiempo, tenemos varias preguntas que nos gustaría cubrir.

Usted ha sido seleccionado para hablar con nosotros hoy porque ha sido identificado como alguien que tiene mucho que compartir sobre el funcionamiento del programa de postconsumo de neveras “Red Verde”. Nuestro proyecto de investigación se centra en la caracterización del sistema de logística de reversa de “Red Verde” que se utiliza para llevar a cabo una adecuada gestión de las neveras al final de su vida útil en el país.

### **ANTECEDENTES DEL ENTREVISTADO**

1. ¿Cuál es su campo de estudio / profesión?

2. ¿Cuál es el cargo que actualmente desempeña en la empresa?

Sondear: ¿Qué papel le corresponde a usted en la gestión postconsumo de neveras que se hace en su empresa?

3. ¿Cuánto tiempo lleva en este cargo? y ¿Cuáles son las funciones que desempeña?

### **CUERPO DE LA ENTREVISTA RED VERDE PRIMERA PARTE**

1. Un poco entrando más en el papel que desempeña Red Verde en todo el sistema de logística reversa de las neveras ¿Cuáles son las funciones que desempeña Red Verde en dicho sistema?

2. ¿Cómo es el proceso de recolección de las neveras?

Sondear: ¿Cuáles son los principales inconvenientes de este proceso? ¿Por qué?

3. ¿Podría hacerme una breve descripción del proceso que se lleva a cabo con las neveras después que son entregadas por los consumidores?

4. ¿Cuáles mecanismos de colaboración con los demás actores del sistema tienen implementados en su empresa?

Sondear: ¿Tienen estipulado algún tipo de convenio de colaboración formal o no?  
¿Existe algún tipo de contrato para compartir riesgos, costos o beneficios de la gestión posconsumo de neveras con otros actores?

5. ¿Con cuantas empresas gestoras se está trabajando?

6. ¿De dónde provienen esos recursos para poder llevar a cabo el funcionamiento del sistema?

7. ¿Cuáles son los indicadores claves de desempeño del sistema de logística de reversa que manejan en su empresa?

Sondear: ¿En qué medida se está cumpliendo con los objetivos de la organización?

8. ¿Qué beneficios destacables se han reflejado con la implementación de Red Verde como programa posconsumo, en el tiempo de operación?

9. ¿Qué retos vienen para la empresa dentro del programa posconsumo de neveras?

## **CUERPO DE LA ENTREVISTA PRODUCTORES**

1. ¿Cuál es el rol que desempeña su empresa en el sistema de logística de reversa de neveras en el país?

2. ¿Qué actividades son llevadas a cabo por su empresa para colaborar con Red Verde en la gestión posconsumo?

3. ¿Cuáles son las principales motivaciones de la compañía para participar en el sistema de pos-consumo de neveras en Colombia – Red Verde?

4. ¿Qué impacto ha tenido en el desempeño económico de su empresa el desarrollo de prácticas de logística de reversa para la gestión de neveras?
5. ¿Con cuáles actores dentro del sistema de logística de reversa de neveras se relaciona su empresa?  
Sondear: ¿Podría mencionarme a través de qué medios o mecanismos tiene su empresa contacto con dichos actores?
6. ¿Qué tipo de información comparte con los demás actores del sistema de logística de reversa?
7. Como empresa productora ¿Qué campañas están llevando a cabo con los consumidores para incentivar la devolución de neveras?

#### **CUERPO DE LA ENTREVISTA GESTOR AMBIENTAL**

1. ¿Cuál es el rol que desempeña su empresa dentro del sistema de logística de reversa de neveras del país?
2. ¿Con cuales actores dentro del sistema de logística de reversa de neveras de Red Verde tienen ustedes contacto directo?
3. ¿Cómo es el proceso de desensamble y logística de tratamiento llevado a cabo por su empresa?  
Sondear: ¿En qué puntos se debe ser cuidadoso? ¿Dentro del tratamiento se genera emisiones que afecten el medio ambiente? ¿Estos efectos se pueden cuantificar?
4. Dentro del proceso, ¿Se llevan estadísticas de la gestión de residuos (tipos de residuos, cantidades, tiempos de ejecución de operaciones, entre otros)? ¿Cómo es el proceso de medición?

5. ¿Ha observado dentro del proceso ineficiencias que puedan castigar los beneficios? ¿Se están llevando a cabo proyectos para la mejora de ineficiencias que permitan mejorar la gestión bajo los principios de tratamiento, disposición final y recuperación energética?
6. ¿Se subcontratan servicios con otras empresas para realizar el tratamiento? En caso afirmativo Sondar: ¿Cómo es el flujo del proceso?, ¿Qué tipo de actividades logísticas adicionales se deben realizar en la interacción con estas empresas?
7. Como gestor ambiental, ¿Qué beneficios obtiene actualmente del proceso?
8. El tema explícito o específico de Red Verde ¿Hay algún tema contractual para hacer refurbish si llegara alguna nevera por ese canal en buen estado?

#### **CUERPO DE LA ENTREVISTA RED LOGISTICA DE OZONO**

1. Nos gustaría que hiciera una descripción general del modelo de gestión postconsumo de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE) en el País, tal como usted lo puede observar.
2. Frente al tema de las resoluciones y lo que exigen las resoluciones – estas metas – el productor debió desarrollar algunos sistemas de logística reversa para recolectar los aparatos o sus productos al final de la vida útil. ¿Nos podría describir quienes son los que en realidad actúan en estos sistemas, un poco, y que se hace con estos productos después de que son recolectados?
3. ¿En qué se parece el modelo nacional de gestión de RAEE con los modelos desarrollados en otros países – pues como el caso Suiza?
4. ¿Por medio de cuáles mecanismos se financian los sistemas de gestión de RAEE en el país?

5. ¿Usted considera que los productores ven esta legislación como una carga económica o como una oportunidad de generar beneficios?
6. ¿Cuáles cree usted que han sido las principales motivaciones de los productores e importadores para la creación de los programas de posconsumo en el país?
7. Para usted ¿Cuáles son las principales barreras para la implementación de programas de posconsumo de electrodomésticos en el país?
8. ¿Cuáles considera usted que son los principales retos y oportunidades frente a la gestión de RAEE en Colombia para los programas de posconsumo en los próximos años?

#### **CUERPO DE LA ENTREVISTA DIRECTOR DE LA CAMARA DE ELECTRODOMESTICOS DE LA ANDI**

1. Nos puede contar cómo ha sido la experiencia de la Cámara del Sector de Electrodomésticos de la ANDI frente al tema de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE) en el País (tengo entendido que ustedes han estado involucrados en este tema desde el desarrollo de los primeros diagnósticos llevados a cabo por Daniel Otto y Fabián Blazer). Entonces que nos cuente un poco ¿Cómo fue la experiencia? ¿Cómo fue involucrarse en ese trabajo y arrancar con los productores?
2. Como representante de los productores e importadores ¿Cuál cree que es la postura de estas empresas frente a esta nueva regulación que los obliga hacerse responsables por la gestión de sus productos al final de su vida útil?
3. ¿Cuáles han sido las principales motivaciones de los productores e importadores para la creación de los programas de pos consumo?

4. ¿Nos podría hacer una breve descripción de los programas de posconsumo liderados desde la cámara de electrodomésticos de la ANDI y como fue el proceso de Creación de los mismos?
5. Para usted ¿Cuáles son las principales barreras para la implementación de programas de posconsumo de electrodomésticos en el país?

### **CUERPO DE LA ENTREVISTA EXPERTO SUIZO EN LOGISTICA REVERSA**

1. ¿Por qué elegir a Colombia para empezar el trabajo de cooperación suiza o digamos ¿Qué características resaltaban en Colombia para hacerlo viable?
2. Nos gustaría que nos hiciera una descripción del modelo de gestión de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE) en Colombia.
3. ¿Cómo evalúa el desarrollo del modelo de gestión de RAEE para Colombia? ¿O sea ha sido rápido, ¿vamos por un buen camino? ¿Cuáles son las principales ineficiencias que tiene el modelo colombiano?
4. La regulación nacional básicamente que hace responsables es su gran parte de la gestión posconsumo de aparatos eléctricos y electrónicos en el país a los productores e importadores nacionales. Frente a esto ¿Usted cuál cree que es la postura de los productores? Digamos que ven esta regulación como una carga económica para ellos o lo ven como una oportunidad de generar beneficios a futuro.
5. Daniel en su diagnóstico dice que uno de los principales requisitos para el éxito de estos programas de posconsumo es la colaboración y cooperación entre los actores. ¿Desde su experiencia cuál cree o cual considera usted que son los mejores mecanismos de colaboración entre los actores para lograr un funcionamiento exitoso de un programa posconsumo en Colombia?

6. ¿Cuáles son las principales barreras para la implementación de este tipo de programas posconsumo en Colombia? Pues desde su punto de vista y desde su experiencia.
7. Frente al tema de la educación del consumidor colombiano frente a todo este tema de reciclaje, ¿considera que es un problema para poder iniciar la recolección?
8. ¿Cuáles considera usted que son los principales retos y oportunidades en Colombia para la gestión de RAEE?

## **CUERPO DE LA ENTREVISTA RED VERDE SEGUNDA PARTE**

En una primera entrevista nos enfocamos en conocer de Red Verde, en esta entrevista quisiéramos enfocarnos más en las lecciones aprendidas y lo que se espera. Antes vamos a realizar un par de preguntas de solución de dudas.

1. La primera pregunta tiene un poco que ver un poco con el presupuesto de Red Verde, pues ya nos había comentado Andrés de que sale digamos de los socios o las empresas como tal ponen un porcentaje de acuerdo a la participación en el mercado, lo que quisiéramos saber es ¿más o menos cuanto es el presupuesto anual de Red Verde? Y ¿Cuáles son, digamos que los principales rubros en los cuales se gasta ese presupuesto?
2. Frente al tema del transporte ¿Actualmente cómo se maneja el proceso? Es decir, el cliente llama a Red Verde, Red Verde se comunica con el transportador, ósea ¿Cada cuánto ustedes le envían solicitudes de carga o de transporte al transportador?
3. Al ser Red Verde un programa voluntario de gestión pos consumo y teniendo en cuenta que de acuerdo a nuestra investigación la mayoría de programas en marcha no han cumplido las metas definidas ¿Cuál es el plan de acción de Red

Verde para no tener la misma experiencia de otros programas y una vez expedida la normatividad y evitar sanciones? Digamos en cuanto al cumplimiento de las metas.

4. Dentro de lo que se ha aprendido ¿Cuáles cree que han sido las principales barreras para poder recolectar neveras en el país?
5. Frente al tema del sector informal de reciclaje en Colombia, ¿actualmente se está haciendo alguna gestión?
6. Teniendo en cuenta algunas de las entrevistas realizadas, sobre todo con los productores, se evidencia que “Red Verde” nace como respuesta a la ley 1672, ósea los productores sienten que eso ya viene a regular, a raíz de eso se arranca con el tema de “Red Verde” y digamos que a pesar de que el programa se crea de manera voluntaria porque todavía no hay una normatividad clara frente al reciclaje de neveras en el país, sentimos que para ellos si fue una respuesta, digamos un aviso de adelantarse un poco sabiendo que ya viene esta normatividad y la pregunta acá es ¿Cree usted se debería realizar un proceso de concientización con las empresas, para que las razones ambientales tuvieran mayor un mayor peso?
7. Siguiendo bajo la misma línea, considera que ¿los productores ven el programa de “Red Verde” como una carga económica o ven oportunidad de generar beneficios hacia futuro para sus empresas?
8. Ya para finalizar ¿Qué viene para Red Verde este año? Y ¿Cuáles son las principales metas y objetivos a futuro del programa?

Documentos Obtenidos:

Otros temas Discutidos:

Comentarios y observaciones después de la entrevista:



## B. Anexo: Codificación para análisis

A continuación, se presenta el reporte generado por Atlas ti@ de la codificación realizada para realizar el análisis de información:

### Proyecto (Estudio de caso Red Verde)

Informe creado por ANA MARÍA en 24/05/2018

#### Informe de códigos

Todos los (43) códigos

---

#### ● AL: Agente Coordinador

15 Códigos:

◀ está asociado con ▶ ● DE: Regulación

1 Grupos:

##### Determinantes Externos

Comentario: por ANA MARÍA  
| *Provienen del entorno*

◀ está asociado con ▶ ● AL: Productores

Comentario: por ANA MARÍA  
| *Empresas productoras involucradas en el desarrollo del programa de Red Verde. Se relacionan las descripciones generales.*

1 Grupos:

##### Actores de logística Reversa

Comentario: por ANA MARÍA  
| *Se asocian todos los actores quienes interactúan o juegan un rol dentro del sistema de logística reversa.*

**◀ está asociado con ▶ ● AL: Operador Logístico**

Comentario: por ANA MARÍA

| *Se asocia a este código el rol del agente 3PL y su importancia dentro del sistema.*

**1 Grupos:****Actores de logística Reversa**

Comentario: por ANA MARÍA

| *Se asocian todos los actores quienes interactúan o juegan un rol dentro del sistema de logística reversa.*

**◀ está asociado con ▶ ● AL: Gestores Ambientales**

Comentario: por ANA MARÍA

| *Se asocia a este código las descripciones generales del rol de gestor ambiental con relación al tratamiento sostenible de residuos.*

**1 Grupos:****Actores de logística Reversa**

Comentario: por ANA MARÍA

| *Se asocian todos los actores quienes interactúan o juegan un rol dentro del sistema de logística reversa.*

**◀ es una propiedad de ● MC: Intercambio de información****1 Grupos:****Mecanismos de colaboración ambiental**

Comentario: por ANA MARÍA

| *Hace referencia a los elementos que permiten lograr procesos más rápidos al implementar factores como rutinas de intercambio de conocimiento, recursos compartidos, cooperación entre actores y una gobernanza efectiva del sistema.*

**◀ es una propiedad de ● DI: Estructura Organizacional****1 Grupos:****Determinantes Internos**

Comentario: por ANA MARÍA

| *Proviene del interior del sistema (Motivaciones)*

**◀ es una propiedad de ● DI: Conocimiento gestión ambiental****1 Grupos:****Determinantes Internos**

Comentario: por ANA MARÍA

| *Proviene del interior del sistema (Motivaciones)*

**Se relaciona ► ● AL: Consumidor**

Comentario: por ANA MARÍA

| *Se deben asociar a este código todas las descripciones que hagan referencia al rol del consumidor dentro del sistema de logística reversa.*

**1 Grupos:**

**Actores de logística Reversa**

Comentario: por ANA MARÍA

| *Se asocian todos los actores quienes interactúan o juegan un rol dentro del sistema de logística reversa.*

**apoyado por ► ● DE: Otros Stakeholders**

Comentario: por ANA MARÍA

| *Actores necesarios para el cumplimiento de objetivos o apoyo, en el sistema de logística reversa.*

**2 Grupos:**

**Actores de logística Reversa**

Comentario: por ANA MARÍA

| *Se asocian todos los actores quienes interactúan o juegan un rol dentro del sistema de logística reversa.*

**Determinantes Externos**

Comentario: por ANA MARÍA

| *Proviene del entorno*

**apoyado por ► ● AL: Gobierno**

Comentario: por ANA MARÍA

| *Se relaciona lo concerniente a la importancia del papel del gobierno dentro del sistema de logística reversa.*

**1 Grupos:**

**Actores de logística Reversa**

Comentario: por ANA MARÍA

| *Se asocian todos los actores quienes interactúan o juegan un rol dentro del sistema de logística reversa.*

**requiere ► ● MC: Acuerdos o alianzas**

**1 Grupos:**

**Mecanismos de colaboración ambiental**

Comentario: por ANA MARÍA

*Hace referencia a los elementos que permiten lograr procesos más rápidos al implementar factores como rutinas de intercambio de conocimiento, recursos compartidos, cooperación entre actores y una gobernanza efectiva del sistema.*

**tiene mediciones ► ● MD: Operacionales**

**1 Grupos:**

**Medidas de desempeño**

Comentario: por ANA MARÍA

*Hace referencia a la forma en que se mide el grado de logro de los objetivos propuestos a desarrollarse dentro del sistema.*

**tiene mediciones ► ● MD: Económicos**

Comentario: por ANA MARÍA

*Aspectos de interacción económica enfocados en la posibilidad de obtener ventajas competitivas sostenibles. El desarrollo económico será sustentable si respeta al medio ambiente y a la equidad social.*

**1 Grupos:**

**Medidas de desempeño**

Comentario: por ANA MARÍA

*Hace referencia a la forma en que se mide el grado de logro de los objetivos propuestos a desarrollarse dentro del sistema.*

**tiene mediciones ► ● MD: Efectividad**

**1 Grupos:**

**Medidas de desempeño**

Comentario: por ANA MARÍA

*Hace referencia a la forma en que se mide el grado de logro de los objetivos propuestos a desarrollarse dentro del sistema.*

**tiene mediciones ► ● MD: Ambientales**

**1 Grupos:**

**Medidas de desempeño**

Comentario: por ANA MARÍA

*Hace referencia a la forma en que se mide el grado de logro de los objetivos propuestos a desarrollarse dentro del sistema.*

---

**● AL: Consumidor**

#### 4 Códigos:

##### ◀ Se relaciona ● AL: Agente Coordinador

###### 1 Grupos:

###### Actores de logística Reversa

Comentario: por ANA MARÍA

*Se asocian todos los actores quienes interactúan o juegan un rol dentro del sistema de logística reversa.*

##### ◀ Se relaciona ● AL: Operador Logístico

Comentario: por ANA MARÍA

*Se asocia a este código el rol del agente 3PL y su importancia dentro del sistema.*

###### 1 Grupos:

###### Actores de logística Reversa

Comentario: por ANA MARÍA

*Se asocian todos los actores quienes interactúan o juegan un rol dentro del sistema de logística reversa.*

##### ◀ ausencia de ● BA: Relacionadas al mercado

Comentario: por ANA MARÍA

*Limitantes de mercados para productos de re-manufactura, falta de apoyo de los actores del sistema de logística reversa, incertidumbre en los suministros (cantidad, calidad).*

###### 1 Grupos:

###### Barreras

Comentario: por ANA MARÍA

*Se relaciona todo aquello que imposibilita el logro de los objetivos propuesto para el sistema de logística reversa.*

##### ◀ está asociado con ▶ ● DE: Comunidad

###### 1 Grupos:

###### Determinantes Externos

Comentario: por ANA MARÍA

*Proviene del entorno*

---

#### ● AL: Distribuidores y Comercializadores

#### 2 Códigos:

**◀ ausencia de ● BA: Relacionadas al mercado**

Comentario: por ANA MARÍA

*Limitantes de mercados para productos de re-manufactura, falta de apoyo de los actores del sistema de logística reversa, incertidumbre en los suministros (cantidad, calidad).*

**1 Grupos:****Barreras**

Comentario: por ANA MARÍA

*Se relaciona todo aquello que imposibilita el logro de los objetivos propuesto para el sistema de logística reversa.*

**◀ Se relaciona ● AL: Productores**

Comentario: por ANA MARÍA

*Empresas productoras involucradas en el desarrollo del programa de Red Verde. Se relacionan las descripciones generales.*

**1 Grupos:****Actores de logística Reversa**

Comentario: por ANA MARÍA

*Se asocian todos los actores quienes interactúan o juegan un rol dentro del sistema de logística reversa.*

---

**● AL: Gestores Ambientales****7 Códigos:****◀ es una actividad de ● GA: separación y clasificación**

Comentario: por ANA MARÍA

*Consiste en la discriminación de los residuos para su posterior tratamiento o disposición final.*

**1 Grupos:****Prácticas de LR**

Comentario: por ANA MARÍA

*Hace referencia a los procesos de recuperación para la correcta gestión de los materiales al final del ciclo de vida, asegurando el adecuado destino y tratamiento.*

**◀ es una actividad de ● GA: Documentación Trazabilidad****1 Grupos:****Prácticas de LR**

Comentario: por ANA MARÍA

*Hace referencia a los procesos de recuperación para la correcta gestión de los materiales al final del ciclo de vida, asegurando el adecuado destino y tratamiento.*

◀ es una actividad de ● **GA: Balance de materiales**

Comentario: por ANA MARÍA

*Hacen parte todas las descripciones en las que se contextualice el principio de conservación de la materia, en relación a la cantidad de RAEE recogido y el proceso de gestión ambiental que se lleva a cabo con el mismo, tomando en consideración el destino de los residuos.*

**1 Grupos:**

**Prácticas de LR**

Comentario: por ANA MARÍA

*Hace referencia a los procesos de recuperación para la correcta gestión de los materiales al final del ciclo de vida, asegurando el adecuado destino y tratamiento.*

◀ es una propiedad de ● **DI: Conocimiento gestión ambiental**

**1 Grupos:**

**Determinantes Internos**

Comentario: por ANA MARÍA

*Proviene del interior del sistema (Motivaciones)*

◀ Se relaciona ● **AL: Operador Logístico**

Comentario: por ANA MARÍA

*Se asocia a este código el rol del agente 3PL y su importancia dentro del sistema.*

**1 Grupos:**

**Actores de logística Reversa**

Comentario: por ANA MARÍA

*Se asocian todos los actores quienes interactúan o juegan un rol dentro del sistema de logística reversa.*

◀ está asociado con ▶ ● **AL: Agente Coordinador**

**1 Grupos:**

**Actores de logística Reversa**

Comentario: por ANA MARÍA

*Se asocian todos los actores quienes interactúan o juegan un rol dentro del sistema de logística reversa.*

cumplimiento de ▶ ● **DE: Regulación**

**1 Grupos:****Determinantes Externos**

Comentario: por ANA MARÍA  
| *Proviene del entorno*

---

**● AL: Gobierno****6 Códigos:****◀ es causa de ● DE: Regulación****1 Grupos:****Determinantes Externos**

Comentario: por ANA MARÍA  
| *Proviene del entorno*

**◀ es causa de ● BA: Relacionadas al gobierno**

Comentario: por ANA MARÍA

| *Dentro de esta categoría se resalta la falta de conciencia sobre la logística reversa, la ausencia de leyes, legislación y políticas económicas de apoyo y el extenso sector Informal.*

**1 Grupos:****Barreras**

Comentario: por ANA MARÍA  
| *Se relaciona todo aquello que imposibilita el logro de los objetivos propuesto para el sistema de logística reversa.*

**◀ apoyado por ● AL: Agente Coordinador****1 Grupos:****Actores de logística Reversa**

Comentario: por ANA MARÍA  
| *Se asocian todos los actores quienes interactúan o juegan un rol dentro del sistema de logística reversa.*

**◀ ausencia de ● BA: Barreras Económicas**

Comentario: por ANA MARÍA

| *Se asocian dentro de este código la falta de beneficios económicos, los altos costos de instalación y operación de un sistema de logística reversa, la ausencia de economías de escala, entre otros.*

**1 Grupos:****Barreras**

Comentario: por ANA MARÍA

*Se relaciona todo aquello que imposibilita el logro de los objetivos propuesto para el sistema de logística reversa.*

◀ **ausencia de ● BA: Relacionadas al mercado**

Comentario: por ANA MARÍA

*Limitantes de mercados para productos de re-manufactura, falta de apoyo de los actores del sistema de logística reversa, incertidumbre en los suministros (cantidad, calidad).*

**1 Grupos:****Barreras**

Comentario: por ANA MARÍA

*Se relaciona todo aquello que imposibilita el logro de los objetivos propuesto para el sistema de logística reversa.*

**Descoordinación con ▶ ● DE: Otros Stakeholders**

Comentario: por ANA MARÍA

*Actores necesarios para el cumplimiento de objetivos o apoyo, en el sistema de logística reversa.*

**2 Grupos:****Actores de logística Reversa**

Comentario: por ANA MARÍA

*Se asocian todos los actores quienes interactúan o juegan un rol dentro del sistema de logística reversa.*

**Determinantes Externos**

Comentario: por ANA MARÍA

*Proviene del entorno*

**● AL: Operador Logístico****5 Códigos:**◀ **es una actividad de ● GA: Recolección**

Comentario: por ANA MARÍA

*Se asocia a este código lo concerniente de forma general a las actividades necesarias para asegurar el correcto flujo de RAEE desde el punto de recogida hasta el momento en que es entregado al gestor ambiental.*

**1 Grupos:**

**Prácticas de LR**

Comentario: por ANA MARÍA

*Hace referencia a los procesos de recuperación para la correcta gestión de los materiales al final del ciclo de vida, asegurando el adecuado destino y tratamiento.*

◀ está asociado con ▶ ● **AL: Agente Coordinador**

**1 Grupos:****Actores de logística Reversa**

Comentario: por ANA MARÍA

*Se asocian todos los actores quienes interactúan o juegan un rol dentro del sistema de logística reversa.*

cumplimiento de ▶ ● **DE: Regulación**

**1 Grupos:****Determinantes Externos**

Comentario: por ANA MARÍA

*Proviene del entorno*

Se relaciona ▶ ● **AL: Consumidor**

Comentario: por ANA MARÍA

*Se deben asociar a este código todas las descripciones que hagan referencia al rol del consumidor dentro del sistema de logística reversa.*

**1 Grupos:****Actores de logística Reversa**

Comentario: por ANA MARÍA

*Se asocian todos los actores quienes interactúan o juegan un rol dentro del sistema de logística reversa.*

Se relaciona ▶ ● **AL: Gestores Ambientales**

Comentario: por ANA MARÍA

*Se asocian a este código las descripciones generales del rol de gestor ambiental con relación al tratamiento sostenible de residuos.*

**1 Grupos:****Actores de logística Reversa**

Comentario: por ANA MARÍA

*Se asocian todos los actores quienes interactúan o juegan un rol dentro del sistema de logística reversa.*

## ● AL: Productores

### 6 Códigos:

#### ◀ está asociado con ▶ ● BA: Barreras Organizacionales

Comentario: por ANA MARÍA

*Desinterés por parte de los actores logísticos, lo que se traduce en el no desarrollo de temas estratégicos para la preservación del medio ambiente, así como en la no participación en las iniciativas ambientales. Se relacionan dentro de esta categoría de barreras el Incumplimiento a la regulación, la falta de compromiso de las direcciones, falta de planificación estratégica, políticas de compañía, resistencia al cambio, falta de disponibilidad de tecnología y sistemas de información, ausencia de entrenamiento y educación.*

#### 1 Grupos:

##### Barreras

Comentario: por ANA MARÍA

*Se relaciona todo aquello que imposibilita el logro de los objetivos propuesto para el sistema de logística reversa.*

#### ◀ ausencia de ● BA: Barreras Económicas

Comentario: por ANA MARÍA

*Se asocian dentro de este código la falta de beneficios económicos, los altos costos de instalación y operación de un sistema de logística reversa, la ausencia de economías de escala, entre otros.*

#### 1 Grupos:

##### Barreras

Comentario: por ANA MARÍA

*Se relaciona todo aquello que imposibilita el logro de los objetivos propuesto para el sistema de logística reversa.*

#### ◀ ausencia de ● BA: Relacionadas al mercado

Comentario: por ANA MARÍA

*Limitantes de mercados para productos de re-manufactura, falta de apoyo de los actores del sistema de logística reversa, incertidumbre en los suministros (cantidad, calidad).*

#### 1 Grupos:

##### Barreras

Comentario: por ANA MARÍA

*Se relaciona todo aquello que imposibilita el logro de los objetivos propuesto para el sistema de logística reversa.*

◀ está asociado con ▶ ● **AL: Agente Coordinador****1 Grupos:****Actores de logística Reversa**

Comentario: por ANA MARÍA

*Se asocian todos los actores quienes interactúan o juegan un rol dentro del sistema de logística reversa.*

cumplimiento de ▶ ● **DE: Regulación****1 Grupos:****Determinantes Externos**

Comentario: por ANA MARÍA

*Proviene del entorno*

Se relaciona ▶ ● **AL: Distribuidores y Comercializadores**

Comentario: por ANA MARÍA

*Se relacionan las actividades llevadas a cabo o que deberían llevar a cabo las personas naturales o jurídicas dedicadas a actividades de intercambio y transporte de AEE con base a los principios de colaboración y a lo definido por regulación. Distribuidores: Compran los productos (AEE) y los comercializadores compran los productos a los distribuidores y lo venden a sus clientes.*

**1 Grupos:****Actores de logística Reversa**

Comentario: por ANA MARÍA

*Se asocian todos los actores quienes interactúan o juegan un rol dentro del sistema de logística reversa.*

● **BA: Barreras Económicas****4 Códigos:**ausencia de ▶ ● **GA: Recolección**

Comentario: por ANA MARÍA

*Se asocia a este código lo concerniente de forma general a las actividades necesarias para asegurar el correcto flujo de RAEE desde el punto de recogida hasta el momento en que es entregado al gestor ambiental.*

**1 Grupos:****Prácticas de LR**

Comentario: por ANA MARÍA

*Hace referencia a los procesos de recuperación para la correcta gestión de los materiales al final del ciclo de vida, asegurando el adecuado destino y tratamiento.*

### ausencia de ► ● GA: Reacondicionamiento

Comentario: por ANA MARÍA

*Renovación de los productos para ser usados nuevamente.*

#### 1 Grupos:

##### Prácticas de LR

Comentario: por ANA MARÍA

*Hace referencia a los procesos de recuperación para la correcta gestión de los materiales al final del ciclo de vida, asegurando el adecuado destino y tratamiento.*

### ausencia de ► ● AL: Productores

Comentario: por ANA MARÍA

*Empresas productoras involucradas en el desarrollo del programa de Red Verde. Se relacionan las descripciones generales.*

#### 1 Grupos:

##### Actores de logística Reversa

Comentario: por ANA MARÍA

*Se asocian todos los actores quienes interactúan o juegan un rol dentro del sistema de logística reversa.*

### ausencia de ► ● AL: Gobierno

Comentario: por ANA MARÍA

*Se relaciona lo concerniente a la importancia del papel del gobierno dentro del sistema de logística reversa.*

#### 1 Grupos:

##### Actores de logística Reversa

Comentario: por ANA MARÍA

*Se asocian todos los actores quienes interactúan o juegan un rol dentro del sistema de logística reversa.*

---

## ● BA: Barreras Organizacionales

### 3 Códigos:

#### ◀ está asociado con ► ● AL: Productores

Comentario: por ANA MARÍA

*Empresas productoras involucradas en el desarrollo del programa de Red Verde. Se relacionan las descripciones generales.*

### 1 Grupos:

#### Actores de logística Reversa

Comentario: por ANA MARÍA

*Se asocian todos los actores quienes interactúan o juegan un rol dentro del sistema de logística reversa.*

ausencia de ► ● **DI: Conocimiento gestión ambiental**

### 1 Grupos:

#### Determinantes Internos

Comentario: por ANA MARÍA

*Proviene del interior del sistema (Motivaciones)*

ausencia de ► ● **DI: Estrategia empresarial**

### 1 Grupos:

#### Determinantes Internos

Comentario: por ANA MARÍA

*Proviene del interior del sistema (Motivaciones)*

## ● **BA: Relacionadas al gobierno**

### 3 Códigos:

◀ **está asociado con** ► ● **BA: Sector Informal**

Comentario: por ANA MARÍA

*Recolección y tratamiento de residuos de forma no autorizada, por parte de personas o entidades que no cumplen con los debidos permisos o licencias ambientales expedidas por las entidades regulatorias.*

### 1 Grupos:

#### Barreras

Comentario: por ANA MARÍA

*Se relaciona todo aquello que imposibilita el logro de los objetivos propuesto para el sistema de logística reversa.*

es causa de ► ● **AL: Gobierno**

Comentario: por ANA MARÍA

*Se relaciona lo concerniente a la importancia del papel del gobierno dentro del sistema de logística reversa.*

### 1 Grupos:

#### Actores de logística Reversa

Comentario: por ANA MARÍA

*Se asocian todos los actores quienes interactúan o juegan un rol dentro del sistema de logística reversa.*

◀ está asociado con ▶ ● DE: Regulación

### 1 Grupos:

#### Determinantes Externos

Comentario: por ANA MARÍA

*Proviene del entorno*

## ● BA: Relacionadas al mercado

### 5 Códigos:

es parte de ▶ ● DE: Comunidad

### 1 Grupos:

#### Determinantes Externos

Comentario: por ANA MARÍA

*Proviene del entorno*

ausencia de ▶ ● AL: Consumidor

Comentario: por ANA MARÍA

*Se deben asociar a este código todas las descripciones que hagan referencia al rol del consumidor dentro del sistema de logística reversa.*

### 1 Grupos:

#### Actores de logística Reversa

Comentario: por ANA MARÍA

*Se asocian todos los actores quienes interactúan o juegan un rol dentro del sistema de logística reversa.*

ausencia de ▶ ● AL: Distribuidores y Comercializadores

Comentario: por ANA MARÍA

*Se relacionan las actividades llevadas a cabo o que deberían llevar a cabo las personas naturales o jurídicas dedicadas a actividades de intercambio y transporte de AEE con*

*base a los principios de colaboración y a lo definido por regulación. Distribuidores: Compran los productos (AEE) y los comercializadores compran los productos a los distribuidores y lo venden a sus clientes.*

### 1 Grupos:

#### Actores de logística Reversa

Comentario: por ANA MARÍA

*Se asocian todos los actores quienes interactúan o juegan un rol dentro del sistema de logística reversa.*

### ausencia de ► ● AL: Productores

Comentario: por ANA MARÍA

*Empresas productoras involucradas en el desarrollo del programa de Red Verde. Se relacionan las descripciones generales.*

### 1 Grupos:

#### Actores de logística Reversa

Comentario: por ANA MARÍA

*Se asocian todos los actores quienes interactúan o juegan un rol dentro del sistema de logística reversa.*

### ausencia de ► ● AL: Gobierno

Comentario: por ANA MARÍA

*Se relaciona lo concerniente a la importancia del papel del gobierno dentro del sistema de logística reversa.*

### 1 Grupos:

#### Actores de logística Reversa

Comentario: por ANA MARÍA

*Se asocian todos los actores quienes interactúan o juegan un rol dentro del sistema de logística reversa.*

## ● BA: Sector Informal

### 2 Códigos:

#### ◀ está asociado con ► ● BA: Relacionadas al gobierno

Comentario: por ANA MARÍA

*Dentro de esta categoría se resalta la falta de conciencia sobre la logística reversa, la ausencia de leyes, legislación y políticas económicas de apoyo y el extenso sector Informal.*

### 1 Grupos:

**Barreras**

Comentario: por ANA MARÍA

*Se relaciona todo aquello que imposibilita el logro de los objetivos propuesto para el sistema de logística reversa.*

es causa de ► ● **DE: Regulación**

**1 Grupos:**

**Determinantes Externos**

Comentario: por ANA MARÍA

*Proviene del entorno*

---

● **DE: Comunidad**

**2 Códigos:**

◀ es parte de ● **BA: Relacionadas al mercado**

Comentario: por ANA MARÍA

*Limitantes de mercados para productos de re-manufactura, falta de apoyo de los actores del sistema de logística reversa, incertidumbre en los suministros (cantidad, calidad).*

**1 Grupos:**

**Barreras**

Comentario: por ANA MARÍA

*Se relaciona todo aquello que imposibilita el logro de los objetivos propuesto para el sistema de logística reversa.*

◀ está asociado con ► ● **AL: Consumidor**

Comentario: por ANA MARÍA

*Se deben asociar a este código todas las descripciones que hagan referencia al rol del consumidor dentro del sistema de logística reversa.*

**1 Grupos:**

**Actores de logística Reversa**

Comentario: por ANA MARÍA

*Se asocian todos los actores quienes interactúan o juegan un rol dentro del sistema de logística reversa.*

---

● **DE: Disponibilidad de gestores**

**1 Códigos:**

◀ está asociado con ▶ ● **DI: Conocimiento gestión ambiental**

**1 Grupos:**

**Determinantes Internos**

Comentario: por ANA MARÍA

| *Proviene del interior del sistema (Motivaciones)*

---

● **DE: Enfoque en sostenibilidad**

**3 Códigos:**

◀ es parte de ● **DE: Regulación**

**1 Grupos:**

**Determinantes Externos**

Comentario: por ANA MARÍA

| *Proviene del entorno*

◀ está asociado con ▶ ● **DI: Estrategia empresarial**

**1 Grupos:**

**Determinantes Internos**

Comentario: por ANA MARÍA

| *Proviene del interior del sistema (Motivaciones)*

◀ está asociado con ▶ ● **DI: Expectativas Ambientales**

**1 Grupos:**

**Determinantes Internos**

Comentario: por ANA MARÍA

| *Proviene del interior del sistema (Motivaciones)*

---

● **DE: Otros Stakeholders**

**2 Códigos:**

◀ apoyado por ● **AL: Agente Coordinador**

**1 Grupos:**

### Actores de logística Reversa

Comentario: por ANA MARÍA

*Se asocian todos los actores quienes interactúan o juegan un rol dentro del sistema de logística reversa.*

#### ◀ Descoordinación con ● AL: Gobierno

Comentario: por ANA MARÍA

*Se relaciona lo concerniente a la importancia del papel del gobierno dentro del sistema de logística reversa.*

#### 1 Grupos:

### Actores de logística Reversa

Comentario: por ANA MARÍA

*Se asocian todos los actores quienes interactúan o juegan un rol dentro del sistema de logística reversa.*

---

## ● DE: Regulación

#### 9 Códigos:

#### ◀ está asociado con ▶ ● DI: Ampliación de categorías

#### 1 Grupos:

### Determinantes Internos

Comentario: por ANA MARÍA

*Proviene del interior del sistema (Motivaciones)*

#### ◀ cumplimiento de ● AL: Productores

Comentario: por ANA MARÍA

*Empresas productoras involucradas en el desarrollo del programa de Red Verde. Se relacionan las descripciones generales.*

#### 1 Grupos:

### Actores de logística Reversa

Comentario: por ANA MARÍA

*Se asocian todos los actores quienes interactúan o juegan un rol dentro del sistema de logística reversa.*

#### ◀ cumplimiento de ● AL: Gestores Ambientales

Comentario: por ANA MARÍA

*Se asocian a este código las descripciones generales del rol de gestor ambiental con relación al tratamiento sostenible de residuos.*

**1 Grupos:****Actores de logística Reversa**

Comentario: por ANA MARÍA

*Se asocian todos los actores quienes interactúan o juegan un rol dentro del sistema de logística reversa.***◀ cumplimiento de ● AL: Operador Logístico**

Comentario: por ANA MARÍA

*Se asocia a este código el rol del agente 3PL y su importancia dentro del sistema.***1 Grupos:****Actores de logística Reversa**

Comentario: por ANA MARÍA

*Se asocian todos los actores quienes interactúan o juegan un rol dentro del sistema de logística reversa.***◀ es causa de ● BA: Sector Informal**

Comentario: por ANA MARÍA

*Recolección y tratamiento de residuos de forma no autorizada, por parte de personas o entidades que no cumplen con los debidos permisos o licencias ambientales expedidas por las entidades regulatorias.***1 Grupos:****Barreras**

Comentario: por ANA MARÍA

*Se relaciona todo aquello que imposibilita el logro de los objetivos propuesto para el sistema de logística reversa.***◀ está asociado con ▶ ● BA: Relacionadas al gobierno**

Comentario: por ANA MARÍA

*Dentro de esta categoría se resalta la falta de conciencia sobre la logística reversa, la ausencia de leyes, legislación y políticas económicas de apoyo y el extenso sector Informal.***1 Grupos:****Barreras**

Comentario: por ANA MARÍA

*Se relaciona todo aquello que imposibilita el logro de los objetivos propuesto para el sistema de logística reversa.***es parte de ▶ ● DE: Enfoque en sostenibilidad****1 Grupos:**

### Determinantes Externos

Comentario: por ANA MARÍA  
| *Proviene del entorno*

es causa de ► ● **AL: Gobierno**

Comentario: por ANA MARÍA  
| *Se relaciona lo concerniente a la importancia del papel del gobierno dentro del sistema de logística reversa.*

**1 Grupos:**

#### Actores de logística Reversa

Comentario: por ANA MARÍA  
| *Se asocian todos los actores quienes interactúan o juegan un rol dentro del sistema de logística reversa.*

◀ está asociado con ► ● **AL: Agente Coordinador**

**1 Grupos:**

#### Actores de logística Reversa

Comentario: por ANA MARÍA  
| *Se asocian todos los actores quienes interactúan o juegan un rol dentro del sistema de logística reversa.*

---

### ● **DI: Ampliación de categorías**

**1 Códigos:**

◀ está asociado con ► ● **DE: Regulación**

**1 Grupos:**

### Determinantes Externos

Comentario: por ANA MARÍA  
| *Proviene del entorno*

---

### ● **DI: Conocimiento gestión ambiental**

**5 Códigos:**

◀ ausencia de ● **BA: Barreras Organizacionales**

Comentario: por ANA MARÍA

*Desinterés por parte de los actores logísticos, lo que se traduce en el no desarrollo de temas estratégicos para la preservación del medio ambiente, así como en la no participación en las iniciativas ambientales. Se relacionan dentro de esta categoría de barreras el Incumplimiento a la regulación, la falta de compromiso de las direcciones, falta de planificación estratégica, políticas de compañía, resistencia al cambio, falta de disponibilidad de tecnología y sistemas de información, ausencia de entrenamiento y educación.*

## 1 Grupos:

### Barreras

Comentario: por ANA MARÍA

*Se relaciona todo aquello que imposibilita el logro de los objetivos propuesto para el sistema de logística reversa.*

◀ está asociado con ► ● **DE: Disponibilidad de gestores**

## 1 Grupos:

### Determinantes Externos

Comentario: por ANA MARÍA

*Proviene del entorno*

es una propiedad de ► ● **AL: Agente Coordinador**

## 1 Grupos:

### Actores de logística Reversa

Comentario: por ANA MARÍA

*Se asocian todos los actores quienes interactúan o juegan un rol dentro del sistema de logística reversa.*

requiere ► ● **MC: Divulgación**

## 1 Grupos:

### Mecanismos de colaboración ambiental

Comentario: por ANA MARÍA

*Hace referencia a los elementos que permiten lograr procesos más rápidos al implementar factores como rutinas de intercambio de conocimiento, recursos compartidos, cooperación entre actores y una gobernanza efectiva del sistema.*

es una propiedad de ► ● **AL: Gestores Ambientales**

Comentario: por ANA MARÍA

*Se asocian a este código las descripciones generales del rol de gestor ambiental con relación al tratamiento sostenible de residuos.*

## 1 Grupos:

## Actores de logística Reversa

Comentario: por ANA MARÍA

*Se asocian todos los actores quienes interactúan o juegan un rol dentro del sistema de logística reversa.*

---

### ● DI: Estrategia empresarial

#### 3 Códigos:

◀ es parte de ● DI: Innovación Tecnológica

#### 1 Grupos:

##### Determinantes Internos

Comentario: por ANA MARÍA

*Proviene del interior del sistema (Motivaciones)*

◀ ausencia de ● BA: Barreras Organizacionales

Comentario: por ANA MARÍA

*Desinterés por parte de los actores logísticos, lo que se traduce en el no desarrollo de temas estratégicos para la preservación del medio ambiente, así como en la no participación en las iniciativas ambientales. Se relacionan dentro de esta categoría de barreras el Incumplimiento a la regulación, la falta de compromiso de las direcciones, falta de planificación estratégica, políticas de compañía, resistencia al cambio, falta de disponibilidad de tecnología y sistemas de información, ausencia de entrenamiento y educación.*

#### 1 Grupos:

##### Barreras

Comentario: por ANA MARÍA

*Se relaciona todo aquello que imposibilita el logro de los objetivos propuesto para el sistema de logística reversa.*

◀ está asociado con ▶ ● DE: Enfoque en sostenibilidad

#### 1 Grupos:

##### Determinantes Externos

Comentario: por ANA MARÍA

*Proviene del entorno*

---

### ● DI: Estructura Organizacional

**2 Códigos:**

◀ es parte de ● **DI: Reducción de costo**

**1 Grupos:****Determinantes Internos**

Comentario: por ANA MARÍA

| *Proviene del interior del sistema (Motivaciones)*

es una propiedad de ▶ ● **AL: Agente Coordinador**

**1 Grupos:****Actores de logística Reversa**

Comentario: por ANA MARÍA

| *Se asocian todos los actores quienes interactúan o juegan un rol dentro del sistema de logística reversa.*

---

**● DI: Expectativas Ambientales****2 Códigos:**

◀ está asociado con ▶ ● **DI: Innovación Tecnológica**

**1 Grupos:****Determinantes Internos**

Comentario: por ANA MARÍA

| *Proviene del interior del sistema (Motivaciones)*

◀ está asociado con ▶ ● **DE: Enfoque en sostenibilidad**

**1 Grupos:****Determinantes Externos**

Comentario: por ANA MARÍA

| *Proviene del entorno*

---

**● DI: Innovación Tecnológica****2 Códigos:**

◀ está asociado con ► ● **DI: Expectativas Ambientales**

**1 Grupos:**

**Determinantes Internos**

Comentario: por ANA MARÍA

| *Proviene del interior del sistema (Motivaciones)*

es parte de ► ● **DI: Estrategia empresarial**

**1 Grupos:**

**Determinantes Internos**

Comentario: por ANA MARÍA

| *Proviene del interior del sistema (Motivaciones)*

---

● **DI: Reducción de costo**

**2 Códigos:**

◀ genera ● **MC: Financiación**

**1 Grupos:**

**Mecanismos de colaboración ambiental**

Comentario: por ANA MARÍA

| *Hace referencia a los elementos que permiten lograr procesos más rápidos al implementar factores como rutinas de intercambio de conocimiento, recursos compartidos, cooperación entre actores y una gobernanza efectiva del sistema.*

es parte de ► ● **DI: Estructura Organizacional**

**1 Grupos:**

**Determinantes Internos**

Comentario: por ANA MARÍA

| *Proviene del interior del sistema (Motivaciones)*

---

● **GA: Balance de materiales**

**2 Códigos:**

◀ es parte de ● **GA: Documentación Trazabilidad**

**1 Grupos:****Prácticas de LR**

Comentario: por ANA MARÍA

*Hace referencia a los procesos de recuperación para la correcta gestión de los materiales al final del ciclo de vida, asegurando el adecuado destino y tratamiento.*

**es una actividad de ► ● AL: Gestores Ambientales**

Comentario: por ANA MARÍA

*Se asocian a este código las descripciones generales del rol de gestor ambiental con relación al tratamiento sostenible de residuos.*

**1 Grupos:****Actores de logística Reversa**

Comentario: por ANA MARÍA

*Se asocian todos los actores quienes interactúan o juegan un rol dentro del sistema de logística reversa.*

---

**● GA: Disposición Final****1 Códigos:****◀ está asociado con ► ● GA: separación y clasificación**

Comentario: por ANA MARÍA

*Consiste en la discriminación de los residuos para su posterior tratamiento o disposición final.*

**1 Grupos:****Prácticas de LR**

Comentario: por ANA MARÍA

*Hace referencia a los procesos de recuperación para la correcta gestión de los materiales al final del ciclo de vida, asegurando el adecuado destino y tratamiento.*

---

**● GA: Documentación Trazabilidad****2 Códigos:****es una actividad de ► ● AL: Gestores Ambientales**

Comentario: por ANA MARÍA

*Se asocian a este código las descripciones generales del rol de gestor ambiental con relación al tratamiento sostenible de residuos.*

## 1 Grupos:

### Actores de logística Reversa

Comentario: por ANA MARÍA

*Se asocian todos los actores quienes interactúan o juegan un rol dentro del sistema de logística reversa.*

### es parte de ► ● GA: Balance de materiales

Comentario: por ANA MARÍA

*Hacen parte todas las descripciones en las que se contextualice el principio de conservación de la materia, en relación a la cantidad de RAEE recogido y el proceso de gestión ambiental que se lleva a cabo con el mismo, tomando en consideración el destino de los residuos.*

## 1 Grupos:

### Prácticas de LR

Comentario: por ANA MARÍA

*Hace referencia a los procesos de recuperación para la correcta gestión de los materiales al final del ciclo de vida, asegurando el adecuado destino y tratamiento.*

---

## ● GA: Reacondicionamiento

### 1 Códigos:

#### ◀ ausencia de ● BA: Barreras Económicas

Comentario: por ANA MARÍA

*Se asocian dentro de este código la falta de beneficios económicos, los altos costos de instalación y operación de un sistema de logística reversa, la ausencia de economías de escala, entre otros.*

## 1 Grupos:

### Barreras

Comentario: por ANA MARÍA

*Se relaciona todo aquello que imposibilita el logro de los objetivos propuesto para el sistema de logística reversa.*

---

## ● GA: Reciclaje

### 1 Códigos:

#### ◀ está asociado con ► ● GA: separación y clasificación

Comentario: por ANA MARÍA

*Consiste en la discriminación de los residuos para su posterior tratamiento o disposición final.*

### 1 Grupos:

#### Prácticas de LR

Comentario: por ANA MARÍA

*Hace referencia a los procesos de recuperación para la correcta gestión de los materiales al final del ciclo de vida, asegurando el adecuado destino y tratamiento.*

## ● GA: Recolección

### 4 Códigos:

#### ◀ ausencia de ● BA: Barreras Económicas

Comentario: por ANA MARÍA

*Se asocian dentro de este código la falta de beneficios económicos, los altos costos de instalación y operación de un sistema de logística reversa, la ausencia de economías de escala, entre otros.*

### 1 Grupos:

#### Barreras

Comentario: por ANA MARÍA

*Se relaciona todo aquello que imposibilita el logro de los objetivos propuesto para el sistema de logística reversa.*

#### ◀ es causa de ● GA: separación y clasificación

Comentario: por ANA MARÍA

*Consiste en la discriminación de los residuos para su posterior tratamiento o disposición final.*

### 1 Grupos:

#### Prácticas de LR

Comentario: por ANA MARÍA

*Hace referencia a los procesos de recuperación para la correcta gestión de los materiales al final del ciclo de vida, asegurando el adecuado destino y tratamiento.*

#### ◀ está asociado con ▶ ● MD: Operacionales

### 1 Grupos:

#### Medidas de desempeño

Comentario: por ANA MARÍA

*Hace referencia a la forma en que se mide el grado de logro de los objetivos propuestos a desarrollarse dentro del sistema.*

es una actividad de ► ● **AL: Operador Logístico**

Comentario: por ANA MARÍA

*Se asocia a este código el rol del agente 3PL y su importancia dentro del sistema.*

**1 Grupos:**

**Actores de logística Reversa**

Comentario: por ANA MARÍA

*Se asocian todos los actores quienes interactúan o juegan un rol dentro del sistema de logística reversa.*

---

● **GA: Reusó**

**1 Códigos:**

◀ **está asociado con** ► ● **GA: separación y clasificación**

Comentario: por ANA MARÍA

*Consiste en la discriminación de los residuos para su posterior tratamiento o disposición final.*

**1 Grupos:**

**Prácticas de LR**

Comentario: por ANA MARÍA

*Hace referencia a los procesos de recuperación para la correcta gestión de los materiales al final del ciclo de vida, asegurando el adecuado destino y tratamiento.*

---

● **GA: separación y clasificación**

**6 Códigos:**

es una actividad de ► ● **AL: Gestores Ambientales**

Comentario: por ANA MARÍA

*Se asocian a este código las descripciones generales del rol de gestor ambiental con relación al tratamiento sostenible de residuos.*

**1 Grupos:**

**Actores de logística Reversa**

Comentario: por ANA MARÍA

*Se asocian todos los actores quienes interactúan o juegan un rol dentro del sistema de logística reversa.*

◀ **está asociado con** ▶ ● **GA: Reuso**

Comentario: por ANA MARÍA

*El producto es usado con para cumplir el mismo objetivo de su fabricación inicial.*

**1 Grupos:**

**Prácticas de LR**

Comentario: por ANA MARÍA

*Hace referencia a los procesos de recuperación para la correcta gestión de los materiales al final del ciclo de vida, asegurando el adecuado destino y tratamiento.*

◀ **está asociado con** ▶ ● **GA: Disposición Final**

Comentario: por ANA MARÍA

*No se puede generar un valor adicional a los residuos, por lo que implica el vertido o la incineración de los residuos.*

**1 Grupos:**

**Prácticas de LR**

Comentario: por ANA MARÍA

*Hace referencia a los procesos de recuperación para la correcta gestión de los materiales al final del ciclo de vida, asegurando el adecuado destino y tratamiento.*

◀ **está asociado con** ▶ ● **GA: Reciclaje**

Comentario: por ANA MARÍA

*Se asocian las descripciones asociadas al proceso, entiendo que el mismo se enfoca en el uso de los materiales de los productos para la creación de nuevos productos de calidad.*

**1 Grupos:**

**Prácticas de LR**

Comentario: por ANA MARÍA

*Hace referencia a los procesos de recuperación para la correcta gestión de los materiales al final del ciclo de vida, asegurando el adecuado destino y tratamiento.*

**es causa de** ▶ ● **GA: Recolección**

Comentario: por ANA MARÍA

*Se asocia a este código lo concerniente de forma general a las actividades necesarias para asegurar el correcto flujo de RAEE desde el punto de recogida hasta el momento en que es entregado al gestor ambiental.*

**1 Grupos:**

**Prácticas de LR**

Comentario: por ANA MARÍA

*Hace referencia a los procesos de recuperación para la correcta gestión de los materiales al final del ciclo de vida, asegurando el adecuado destino y tratamiento.*

◀ está asociado con ▶ ● MD: Ambientales

1 Grupos:

### Medidas de desempeño

Comentario: por ANA MARÍA

*Hace referencia a la forma en que se mide el grado de logro de los objetivos propuestos a desarrollarse dentro del sistema.*

---

● MC: Acuerdos o alianzas

3 Códigos:

◀ requiere ● AL: Agente Coordinador

1 Grupos:

### Actores de logística Reversa

Comentario: por ANA MARÍA

*Se asocian todos los actores quienes interactúan o juegan un rol dentro del sistema de logística reversa.*

genera ▶ ● MC: Negociación o contratos

1 Grupos:

### Mecanismos de colaboración ambiental

Comentario: por ANA MARÍA

*Hace referencia a los elementos que permiten lograr procesos más rápidos al implementar factores como rutinas de intercambio de conocimiento, recursos compartidos, cooperación entre actores y una gobernanza efectiva del sistema.*

genera ▶ ● MC: Nuevos Proyectos

Comentario: por ANA MARÍA

*Hace referencia al conjunto de actividades que se están empezando o están por desarrollarse, que buscan el logro de los objetivos del sistema de logística reversa.*

1 Grupos:

### Mecanismos de colaboración ambiental

Comentario: por ANA MARÍA

*Hace referencia a los elementos que permiten lograr procesos más rápidos al implementar factores como rutinas de intercambio de conocimiento, recursos compartidos, cooperación entre actores y una gobernanza efectiva del sistema.*

---

## ● MC: Divulgación

### 1 Códigos:

◀ requiere ● DI: Conocimiento gestión ambiental

### 1 Grupos:

#### Determinantes Internos

Comentario: por ANA MARÍA

*Proviene del interior del sistema (Motivaciones)*

---

## ● MC: Financiación

### 1 Códigos:

genera ▶ ● DI: Reducción de costo

### 1 Grupos:

#### Determinantes Internos

Comentario: por ANA MARÍA

*Proviene del interior del sistema (Motivaciones)*

---

## ● MC: Intercambio de información

### 1 Códigos:

es una propiedad de ▶ ● AL: Agente Coordinador

### 1 Grupos:

#### Actores de logística Reversa

Comentario: por ANA MARÍA

*Se asocian todos los actores quienes interactúan o juegan un rol dentro del sistema de logística reversa.*

---

● **MC: Negociación o contratos**

1 Códigos:

◀ genera ● **MC: Acuerdos o alianzas**

1 Grupos:

**Mecanismos de colaboración ambiental**

Comentario: por ANA MARÍA

*Hace referencia a los elementos que permiten lograr procesos más rápidos al implementar factores como rutinas de intercambio de conocimiento, recursos compartidos, cooperación entre actores y una gobernanza efectiva del sistema.*

---

● **MC: Nuevos Proyectos**

1 Códigos:

◀ genera ● **MC: Acuerdos o alianzas**

1 Grupos:

**Mecanismos de colaboración ambiental**

Comentario: por ANA MARÍA

*Hace referencia a los elementos que permiten lograr procesos más rápidos al implementar factores como rutinas de intercambio de conocimiento, recursos compartidos, cooperación entre actores y una gobernanza efectiva del sistema.*

---

● **MD: Ambientales**

2 Códigos:

◀ tiene mediciones ● **AL: Agente Coordinador**

1 Grupos:

**Actores de logística Reversa**

Comentario: por ANA MARÍA

*Se asocian todos los actores quienes interactúan o juegan un rol dentro del sistema de logística reversa.*

◀ está asociado con ▶ ● **GA: separación y clasificación**

Comentario: por ANA MARÍA

*Consiste en la discriminación de los residuos para su posterior tratamiento o disposición final.*

### 1 Grupos:

#### Prácticas de LR

Comentario: por ANA MARÍA

*Hace referencia a los procesos de recuperación para la correcta gestión de los materiales al final del ciclo de vida, asegurando el adecuado destino y tratamiento.*

---

## ● MD: Económicos

### 1 Códigos:

◀ tiene mediciones ● AL: Agente Coordinador

### 1 Grupos:

#### Actores de logística Reversa

Comentario: por ANA MARÍA

*Se asocian todos los actores quienes interactúan o juegan un rol dentro del sistema de logística reversa.*

---

## ● MD: Efectividad

### 1 Códigos:

◀ tiene mediciones ● AL: Agente Coordinador

### 1 Grupos:

#### Actores de logística Reversa

Comentario: por ANA MARÍA

*Se asocian todos los actores quienes interactúan o juegan un rol dentro del sistema de logística reversa.*

---

## ● MD: Operacionales

### 2 Códigos:

◀ tiene mediciones ● AL: Agente Coordinador

## 1 Grupos:

### Actores de logística Reversa

Comentario: por ANA MARÍA

*Se asocian todos los actores quienes interactúan o juegan un rol dentro del sistema de logística reversa.*

### ◀ está asociado con ▶ ● GA: Recolección

Comentario: por ANA MARÍA

*Se asocia a este código lo concerniente de forma general a las actividades necesarias para asegurar el correcto flujo de RAEE desde el punto de recogida hasta el momento en que es entregado al gestor ambiental.*

## 1 Grupos:

### Prácticas de LR

Comentario: por ANA MARÍA

*Hace referencia a los procesos de recuperación para la correcta gestión de los materiales al final del ciclo de vida, asegurando el adecuado destino y tratamiento.*



## Bibliografía

- Agamuthu, P., & Victor, D. (2011). Policy trends of extended producer responsibility in Malaysia. *Waste Management & Research*, 29(9), 945-53.
- Aghazadeh, S. (2003). How to choose an effective third party logistics provider. *Management Research News*, 26(7), 50-58.
- Agrawal, S., Singh, R., & Murtaza, Q. (2015). A literature review and perspectives in reverse logistics. *Resources, conservation and recycling*, 76-92.
- ANDI. (15 de Abril de 2018). *ANDI*. Obtenido de <http://www.andi.com.co/Home/Pagina/1-quienes-somos>
- ANLA. (16 de Abril de 2018). *Agencia Nacional de Licencias Ambientales*. Obtenido de <http://www.anla.gov.co/funciones-anla>
- Aragón-Correa, J. A., & Rubio-López, E. (2007). Proactive corporate environmental strategies: myths and misunderstandings. *Long Range Planning*, 40, 57-381.
- Armstrong, R., Baillie, C., & Cumming-Potvin, W. (2014). Mining and Communities: Understanding the Context of Engineering Practice. *Synthesis Lectures on Engineers, Technology, and Society*, 8, 1-148.
- Arroyo, P., Villanueva, M., Iniestra, J., & Garcia, M. (2014). Simulación de la taa de reciclaje de productos electrónicos. Un modelo de dinámica de sistemas para la red de logistica inversa. *Contaduría y Administración*, 59(1), 9-41.
- Arshinder, K., Kanda, A., & Deshmukh, S. (2008). Supply chain coordination: perspectives, empirical studies and research directions. *International Journal of Production Economics*, 115, 316-335.
- Ballow, R. H. (2004). *Administración de la cadena de suministro*. Naucalpan de Juarez, Mexico: Perason Prentice Hall.
- Bañegil, T., & Rubio, S. (2005). Sistema de logistica inversa en la empresa. *Dirección Y Organización - Revista de Ingeniería de Organización*, 110-116.

- Barker Theresa, J., & Zabinsky, B. (2008). Reverse Logistics Network Design: A Conceptual Framework for Decision Making. *International Journal of Sustainable Engineering*, 1(4), 250-260.
- Bazeley, P. (2013). *Qualitative Data Analysis-practical Strategies* . London, California, New Delhi, Singapore: SAGE.
- Bensaou, M. (1999). Portfolios of buyer-supplier relationships. *Sloan Management Review*, 44, 35-44.
- Blaser, F. (2009). Gestión de residuos electrónicos en Colombia - Diagnóstico de Electrodomésticos y de Aparatos Electrónicos de Consumo. *EMPA*.
- Bouzon, M., Govindan, K., & Taboada, C. (2016). Evaluating barriers for reverse logistics implementation under a multiple stakeholders' perspective analysis using grey decision making approach. *Resources, conservation and recycling*.
- Bowerson, D., Closs, D., & Cooper, B. (2007). *Administración y logística en la cadena de suministro* (Tercera ed.). Mc Graw Hill.
- Brandenburg, M., Govindan, K., Sarkis, J., & Seuring, S. (2014). Quantitative models for sustainable supply chain management: Developments and directions. *European Journal of Operational Research*, 233, 299-312.
- Brunner, P. (2011). Urban Mining A Contribution to Reindustrializing the City. *Journal of Industrial Ecology*, 15(3), 339-341.
- Buysse, K., & Verbeke, A. (2003). Proactive environmental strategies: a stakeholder management perspective. *Strategic Management Journal*, 24(5), 453-470.
- Byggeth, S., & Hochschorner, E. (2006). Handling trade-offs in ecodesign tools for sustainable product development and procurement. *Journal of Cleaner Production*, 14, 1420–1430.
- Cao, M., & Zhang, Q. (2010). *Supply Chain Collaboration: Roles of Interorganizational Systems, Trust, and Collaborative Culture* . London: Springer-Verlag.
- Cavinato, J., & Flynn, A. E. (2006). *Supply Management Handbook, 7th Ed.* New York, Chicago, San Francisco, Athens, London, Madrid, Mexico City, Milan, New Delhi, Singapore, Sydney, Toronto: McGraw-Hill Education.
- Chaabane, A., Ramudhin, A., & Paquet, M. (2011). Designing supply chains with sustainability considerations. *Production Planning & Control: The Management of Operations*, 22, 727-741.

- Chiu, Y., Lin, P. C., & Hsu, H.-H. (2011). Considering third-party logistics providers in reverse logistics. *Journal of the Chinese Institute of Industrial Engineers*, 512-520.
- Cohen, S., & Roussel, J. (2013). *Strategic Supply Chain Management: The Five Disciplines for Top Performance*. New York, Chicago, San Francisco, Athens, London, Madrid, Mexico City, Milan, New Delhi, Singapore, Sydney, Toronto: McGraw-Hill Education.
- Confederación Suiza. (16 de Abril de 2018). *Suiza y Colombia*. Obtenido de SECO en Colombia:  
<https://www.eda.admin.ch/countries/colombia/es/home/cooperacion/temas/seco.html>
- Cooper, M. C., Lambert, D. M., & Pagh, J. D. (1997). *Supply Chain Management: More Than a New Name for Logistics*.
- CORANTIOQUIA, C. A. (2015). *Buenas prácticas ambientales en el manejo de aparatos eléctricos y electrónicos*. Obtenido de Concientízate. Campaña de recolección de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos:  
<http://www.corantioquia.gov.co/sitios/ExtranetCorantioquia/SiteAssets/PDF/Gesti%C3%B3n%20ambiental/Residuos/Peligrosos/Cartillas/Cartilla%20RAEE.pdf>
- Creswell, J. W. (2009). *Qualitative, Quantitative and Mixed Methods Approaches* (Third ed.). California, United States of America: SAGE.
- Darnall, N., Henriques, I., & Sadorsky, P. (2008). Do environmental management systems improve business performance in an international setting? *Journal of International Management*, 14(4), 364-376.
- de Brito, M. P. (2004). Managing reverse logistics or reversing logistics management? *Rotterdam School of Management: Erasmus Research Institute of Management*.
- Desai, P., & Riddlestone, C. (2002). *Bioregional Solutions for Living on one Planet*. Schumacher Briefing, Green Books Ltd, Totnes.
- Dowlatsahi, S. (2000). Developing a theory of reverse logistics. *Interfeces*, 30(3), 143-155.
- Duffy, R. (2008). Towards a better understanding of partnership attributes: an exploratory analysis of relationship type classification. *Industrial Marketing Management*, 37, 228-244.
- Fahimnia, B., Sarkis, J., & Eshragh, A. (2015). A tradeoff model for green supply chain planning: A leanness-versus-greenness analysis. *Omega*, 54, 173-190.

- Fernandez, M. I. (2004). Análisis de la logística de reversa en el entorno empresarial: Una aproximación cualitativa. *Tesis presentada a la universidad de Oviedo para optar por el título de Doctor.*
- Figge, F., & Hahn, T. (2012). Is green and profitable sustainable? Assessing the trade-off between economic and environmental aspects. *International Journal of Production Economics*, 140(1), 92-102.
- Fleischmann, M. (2001). Reverse Logistics Network Structures and Design. *Business Perspectives on Closed-Loop Supply Chains.*
- Fleischmann, M., Krikke, H. R., Dekker, R., & Flapper, S. (2000). A characterisation of logistics networks for product recovery. *Omega*, 28, 653-666.
- Florida, R. (1996). The Move to Environmentally Conscious Manufacturing. *California Management Review*, 39(1), 80-105.
- Frias, B. (2014). La logística Inversa: Gestión de RAEEs. *Facultad de Administración y Dirección de Empresas Universidad Politecnica de Valencia*. Recuperado el 30 de 10 de 17, de <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/38908/TFC%20Martí%20Frias%2C%20Blanca.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Gardner, J., & Cooper, M. (1994). Partnerships: A natural evolution in logistics. *Journal of Business Logistics*, 15(2), 121- 44.
- Gerring, J. (2017). *Case Study Research. Principles and Practices*. Cambridge, United Kingdom; New York, NY: Cambridge: Cambridge University Press.
- González, J. (2015). Contratación Logística en Colombia: Implementación de un operador logístico integral. *Universidad de Medellín - Semestre Económico*, 18(38), 215-238.
- Govindan, K., & Bouzon, M. (2018). From a literature review to a multi-perspective framework for reverse logistics barriers and drivers. *Journal of cleaner production*, 187, 318-337.
- Govindan, K., Kaliyan, M., Kannan, D., & Haq, A. (2014). Barriers analysis for green supply chain management implementation in indian industries using analytic hierarchy process. *Int. J. Production Economics*, 555-568.

- Govindan, K., Soleimani, H., & Kannan, D. (2015). Reverse logistics and closed-loop supply chain: A comprehensive review to explore the future. *European Journal of Operational Research*, 240(3), 603-629.
- Guide, D., Harrison, T., & Wassenhove, L. (2003). The challenge of Closed-Loop supply chains. *Interfaces*, 33(6), 3-6.
- Guide, D., Jayaraman, V., & Linton, J. (2003). Building contingency planning for closed-loop supply chains with product recovery. *Journal of Operations Management*, 21(4), 259-279.
- Guide, V., Jayaraman, V., Srivastava, R., & Benton, W. (2000). Supply chain management for recoverable manufacturing systems. *Interfaces*, 30, 125-142.
- Hahn, T., Figge, F., Pinkse, J., & Preuss, L. (9 de Abril de 2010). Trade-offs in corporate sustainability: you can't have your cake and eat it. *Business Strategy and the Environment*, 19, 2017-229.
- Hanson, J. D., Melnyk, S. A., & Calantone, R. J. (2004). Core values and environmental management: A strong inference approach. *Greener Management International*, 46, 29-40.
- Hernández Sampieri, R., Fernández, C., & Batista, P. (2014). *Metodología de la Investigación* (Sexta ed.). México D.F.: Mc. Graw Hill Education.
- Hernandez, H. (27 de 04 de 2012). *Análisis de la cadena de suministro de ciclo cerrado mediante algoritmos genéticos*. Obtenido de [https://intellectum.unisabana.edu.co/bitstream/handle/10818/7467/Helga%20Johana%20Hern%C3%A1ndez%20Hern%C3%A1ndez\\_Trabajo.pdf?sequence=1](https://intellectum.unisabana.edu.co/bitstream/handle/10818/7467/Helga%20Johana%20Hern%C3%A1ndez%20Hern%C3%A1ndez_Trabajo.pdf?sequence=1)
- Hernández, H., & Montoya, J. (2011). *From Sustainable Supply Chains to Closed-Loop Systems: A critical overview of Scientific Literature*. Latin American and Caribbean Conference for Engineering and Technology.
- Hernández, R., Fernández, C., & Batista, P. (2010). *Metodología de la Investigación* (Quinta ed.). México D.F.: Mc Graw Hill.
- Hsu, C., Tan, K., Zalani, S., & Jayaraman, V. (2013). Supply chain drivers that foster the development of green initiatives in a emerging economy. *International Journal of Operations and Production Management*, 33(6), 656-688.
- Ilgin, M., & Gupta, S. M. (2010). Environmentally conscious manufacturing and product recovery (ECMPRO): A review of the state of the art. *Journal of Environmental Management*, 91(3), 563-591.

- Jabbour, A. B., Jabbour, C., Govindan, K., Kannan, D., & Arantes, A. F. (2014). Mixed methodology to analyze the relationship between maturity of environmental management and the adoption of green supply chain management in Brazil. *Resources, Conservation and Recycling*, 92, 255-267.
- Jayaraman, V., D. Ross, A., & Agarwal, A. (2008). Role of information technology and collaboration in reverse logistics supply chains. *International Journal of Logistics Research and Applications*, 11(6), 409-425.
- Jayaraman, V., Yadong, L., & Findlay, E. (2007). Creating competitive advantages through new value creation: A reverse logistics perspective. *Academy of management perspectives*, 56-73.
- Jindal, A., & Sangwan, K. S. (2011). Development of an Interpretive Structural Model of Barriers to Reverse Logistics Implementation in Indian Industry. *Hesselbach J., Herrmann C. (eds) Glocalized Solutions for Sustainability in Manufacturing*, 448-453.
- Kaminsky, P., & Simchi-Levy, D. (2000). *Designing and Managing the Supply Chain*. Irwin.
- Kannan, D., de Sousa Jabbour, A., & Jabbour, C. (2014). Selecting green suppliers based on GSCM practices: Using fuzzy TOPSIS applied to a Brazilian electronics company. *European Journal of Operational Research*, 432- 447.
- Kannan, G., Noorul Haq, A., & Devika, M. (2009). Analysis of closes loop supply chain using genetic algorithm and participle swarm optimisation. *International Journal of Production Research*, 47(5), 1175-1200.
- Kannan, G., Palaniappan, M., Zhu, Q., & Kannan, D. (2012). Analysis of third party reverse logistics provider using interpretive structural modeling. *International Journal of Production Economics*, 140, 204-211.
- Kent, J. L., & Flint, D. J. (1997). Perspectives on the evolution of logistics thought. *Journal of Bussiness Logistics* , 18(2), 15-19.
- King, A., & Lenox, M. J. (2001). Lean and Green? An empirical examination of the relationship betwee lean production and environmental performance. *Production and Operations Management*, 10(3), 244-256.

- Kinobe, J., Gebresenbet, G., & Vinneras, B. (2012). Reverse Logistics Related to Waste Management with Emphasis on Developing Countries - A review Paper. *Journal of Environmental Science and Engineering*, 1104-1108.
- Kleindorfer, P. R., Singhal, K., & Van Wassenhove, L. N. (2005). Sustainable Operations Management. *Production and Operations Management*, 14(4), 482-492.
- Kumari, S., Singh, A., Mishra, N., & Garza-Reyes, J. A. (2015). A multi-agent architecture for outsourcing SMEs manufacturing supply chain. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, 36, 36-44.
- Lau, K., & Wang, Y. (2009). Reverse Logistics in the Electronic Industry of China: A Case Study. *Supply Chain Management: An International Journal*, 14(6), 447-465.
- Le Moigne, R. (16 de 8 de 2016). *Why reverse logistics is an essential part of a circular economy*. Recuperado el 8 de 4 de 2017, de Circulate News: <http://circulatenews.org/2016/06/why-corporations-will-have-to-invest-in-their-reverse-logistics/>
- Leguizamo-Diaz, T. P., & Moreno-Mantilla, C. E. (2014). Effect of competitive priorities on the greening of the supply chain with TQM as a mediator. *DYNA*, 81(187), 240-248.
- Lieb, R. (1992). The use of third-party logistics by large American manufacturers. *Journal of Business Logistics*, 13, 29-42.
- Marthaler, C. (2008). Computers for Schools: Sustainability Assessment of Supply Strategies in Developing Countries A case study in Colombia. *Master Thesis. Swiss Federal Institute of Technology Zürich (ETH)*.
- McKeller, J. (2014). *Supply Chain Management Demystified*. Nueva York, Chicago, San Francisco, Atenas, Londres, Madrid, Ciudad de México, Milán, Nueva Delhi, Singapur, Sydney, Toronto: McGraw-Hill Education.
- Méndez, S. (2016). *Systemic decisions for more sustainable WEEE (Waste Electrical and Electronic Equipment) management in developing countries*. Bogotá, Colombia: Doctoral thesis at the Pontificia Universidad Javeriana.
- Mendieta, M. P. (2013). *Ministerio de Ambiente y desarrollo Sostenible*. Recuperado el 20 de 04 de 2018, de Dirección de Cambio Climático: [http://www.minambiente.gov.co/images/cambioclimatico/pdf/Accion\\_nacional\\_Ambiental\\_/Documento\\_de\\_NAMAs.pdf](http://www.minambiente.gov.co/images/cambioclimatico/pdf/Accion_nacional_Ambiental_/Documento_de_NAMAs.pdf)

- Meza, O., & Castellanos, L. D. (2016). *Impacto de la gestión ambiental empresarial en la rentabilidad financiera en microempresas industriales de la cabecera municipal de Palmira departamento del Valle de Cauca, Colombia*. Manizales, Colombia: Universidad Nacional de Colombia, Sede Manizales .
- Mihi-Ramirez, A., & Garcia-Morales, V. (2014). Improving organisational performance through reverse logistics. *Journal of the Operational Research Society*, 65, 954-962.
- MINAMBIENTE, M. d. (Julio de 1998). *Política para la Gestión Integral de Residuos*. Obtenido de [http://www.minambiente.gov.co/images/AsuntosambientalesySectorialyUrbana/pdf/Polit%C3%ACcas\\_de\\_la\\_Direcci%C3%B3n/Pol%C3%ADtica\\_para\\_la\\_gesti%C3%B3n\\_integral\\_de\\_\\_1.pdf](http://www.minambiente.gov.co/images/AsuntosambientalesySectorialyUrbana/pdf/Polit%C3%ACcas_de_la_Direcci%C3%B3n/Pol%C3%ADtica_para_la_gesti%C3%B3n_integral_de__1.pdf)
- Monroy, N., & Ahumada, M. C. (2006). Logística Reversa: "Retos para la Ingeniería Industrial". *Revista Scielo*, 23(3).
- Mora Garcia, L. A. (2010). *Gestión Logística Integral* . Bogotá D.C: Ecoe Ediciones .
- Moreno-Mantilla, C. (2007). Adopción de tecnologías más limpias en firmas industriales: Un estudio multimétodo sobre el efecto de la aplicación de límites de vertimiento y tasas retributivas en Santander, Colombia. *Cuadernos de Administración*(33), 49-78.
- Myerson, P. (2012). *Lean Supply Chain and Logistics Management*. New York, Chicago, San Francisco, Lisbon, London, Madrid, Mexico City, Milan, New Delhi, San Juan, Seoul, Singapore, Sydney, Toronto: Mc Graw Hill.
- Olorunniwo, F. O., & Li, X. (2010). Information sharing and collaboration practices in reverse logistics. *Supply Chain Management: An International Journal*, 15(6), 454-462.
- ONUDI, O. I. (2011). *Iniciativa de industria verde par el desarrollo sostenible*. Viena.
- O'Rourke, D. (2014). The science of sustainable supply chains. *Science*, 344(6188), 1124-27.
- Ott, D. (2008). Gestión de residuos electrónicos en Colombia - Diagnóstico de computadores y teléfonos celulares. . *EMPA*.

- Pandian, G., & Abdul-Kader, W. (2017). Performance evaluation of reverse logistics enterprise – an agent-based simulation approach. *International Journal of Sustainable Engineering*.
- Peña, C., Torres, P., Vidal, C., & Marmolejo, L. (2013). La logística de reversa y su relación con la gestión integral y sostenible de residuos sólidos en sectores productivos. *Entramado*, 9(1).
- Pinkse, J., & Kolk, A. (2010). Challenges and tradeoffs in corporate innovation for climate change. *Business Strategy and the Environment*, 19, 261–272.
- Pochampally, K. K., Nukala, S., & Gupta, S. (2008). *Strategic Planning Models for Reverse and Closed-Loop Supply Chain*. CRC Press.
- Porter, M. (1985). *Competitive Advantage: Creating and Sustaining Superior Performance*. New York: The Free Press.
- Porter, M. E., & Kramer, M. (2011). Creating Shared Value. *Harvard Business Review*, 62-77.
- Porter, M. E., & Van der Linde, C. (1995b). Toward a new conception of the environment-competitiveness relationship. *Journal of Economic Perspectives*, 9(4), 97-118.
- Porter, M., & Van der Linde, C. (1995a). Green and Competitive: ending the stalemate. *Harvard Business Review*, 120-134.
- Presley, A., Meade, L., & Sarkis, J. (2007). A strategic sustainability justification methodology for organizational decisions: A reverse logistics illustration. *International Journal of production research*, 4595-4620.
- Ravi, V., & Shankar, R. (2005). Analysis of Interactions Among the Barriers of Reverse Logistics. *Technology Forecasting and Social Change*, 72, 1011-1029.
- Roogers, D. S., & Tibben-Lembke, R. (1998). *Going Backwards: Reverse Logistics Trends and Practices*. Center for Logistics Management, University of Nevada, Reno: Reverse Logistics Executive Council.
- Roogers, D., & Tibben-Lembke, R. (2001). An examination of reverse logistics practices. *Journal Bus Logis*, 22(2), 129-148.
- Rubio, S. (2003). El sistema de logística inversa en la empresa: análisis y aplicaciones. *Tesis Doctoral, Departamento de economía aplicada y organización de empresas, Universidad de Extremadura*, 1-299.

- Salzmann, O., Ionescu-Somers, A., & Steger, U. (2005). The Business case for corporate sustainability: literature review and research options. *European Management Journal*, 23, 27-36.
- Sancha, C., Longoni, A., & Giménez, C. (2015). Sustainable supplier development practices: Drivers and enablers in a global context. *Journal of Purchasing & Supply Management*(21), 95-102.
- Sandoval, J. (2011). Gestión Integral de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos Mediante Estrategias de Producción más limpia. *Journal de ciencia e ingeniería*, 3(1), 16-20.
- Sarkis, J., González-Torre, P., & Adenso-Díaz, B. (2010). Stakeholder pressure and the adoption of environmental practices: The mediating effect of training. *Journal of Operations Management*, 28(2), 163-176.
- Serrano, C., Mtalaa, W., & Sauer, N. (2013). Dynamic Models for Green Logistic Networks Design. *Internationa Federation of Automatic Control*.
- Seuring, S. (2013). A review of modeling approaches for sustainable supply chain management. *Decision Support Systems*, 1513–1520.
- Seuring, S., Sarkis, J., Müller, M., & Rao, P. (2008). Sustainability and supply chain Management - An introduction to the special issue. *Journal of cleaner Production*, 16(15), 1545-1551.
- Simoni, M., Kuhn, E., Morf, L., Kuendig, R., & Adam, F. (2015). Urban mining as a contribution to the resource strategy of the Canton of Zurich. *Waste Management*, 45, 10-21.
- Srivastava, S. (2008). Network Design For Reverse Logistics. *The International Journal of Management Science*, 36, 535-548.
- Srivastava, S. (2013). Issues and Challenges in Reverse Logistics. (S. Gupta, Ed.) *Reverse Supply Chains: Issues and Analysis*, 61-82.
- Srivastava, S. K. (2007). Green supply-chain management: A state-of-the-art literature review. *International Journal of Management Review*, 9(1), 53-80.
- Srivastava, S. K. (2007). Green supply-chain management: A state-of-the-art literature review. *International Journal of Management Reviews*, 9(1), 53-80.

- Superservicios, S. d. (2015). *Informe sectorial del servicio público de aseo. Grades prestadores*. Obtenido de <http://www.superservicios.gov.co/content/download/10646/87859>
- Tate, K. (1996). The elements of a successful partnership. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 26(3), 7-13.
- Terraza, H. (2009). *Manejo de residuos sólidos. Lineamientos para un servicio integral, sustentable e inclusivo*. Recuperado el 11 de 04 de 2017, de Banco Interamericano de Desarrollo. Departamento de Infraestructura y Medio Ambiente : [http://www.iadb.org/document.cfm?id=2197909&pubDetail=1&wt\\_docType=Technical%20Notes&wt\\_](http://www.iadb.org/document.cfm?id=2197909&pubDetail=1&wt_docType=Technical%20Notes&wt_)
- Thierry, M., Salomon, M., Van Nunen, J., & Van Wassenhove, L. (1995). Strategic Issues in product recovery management. *California Management Review*, 37(2), 114-135.
- Tibben-Lembke, R., & Dale, R. (2002). Differences between forward and reverse logistics in a retail environment. *Supply Chain Management: An international Journal*, 7(5), 271-282.
- Uribe Botero, E. (2003). La gestión ambiental y sus efectos sobre la competitividad de la industria colombiana. En T. Panayotou, R. Faris, E. Uribe, J. Duque, & T. Galarza, *Competitividad y contaminación industrial en la Región Andina* (págs. 17-43). Quito: Corporación Andina de Fomento: CAF. Obtenido de <http://scioteca.caf.com/handle/123456789/670>
- Vachon, S., & Klassen, R. (2008). Environmental management and manufacturing performance: The role of collaboration in the supply chain. *International Journal of Production Economics*, 299-315.
- Vargas, L. D. (2013). Escoger un operador logístico: ¿Qué se debe saber? *Revista de Logística LEGIS*. doi:[http://www.apraco.org/index.php?option=com\\_content&view=article&id=168:escoger-un-operador-logistico-que-se-debe-saber&catid=97&Itemid=477](http://www.apraco.org/index.php?option=com_content&view=article&id=168:escoger-un-operador-logistico-que-se-debe-saber&catid=97&Itemid=477)
- Velásquez-Rodríguez, O., & Moreno-Mantilla, C. (2017). Trade-offs between Environmental and Economic Objectives in Closed-Loop Supply Chains. *Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management*.
- Wang, H.-F., & Gupta, S. M. (2011). *Green Supply Chain Management: Product Life Cycle Approach*. New York, Chicago, San Francisco, Lisbon, London, Madrid,

- Mexico City, Milan, New Delhi, San Juan, Seoul, Singapore, Sydney, Toronto:  
McGraw-Hill Education, LLC, AccessEngineering.
- Wells, P., & Seitz, M. (2005). Business models and closed-loop supply chains: a typology. *Supply Chain Management: an internacional Journal*, 10(4), 249-251.
- Winn, M., Pinkse, J., & Illge, L. (2012). Case studies on trade-offs in corporate sustainability. *Corporate Social Responsibility and Environmental Management*, 19, 63–68.
- Wu, F., Li, H., Chu, L., & Sculli, D. (2005). An outsourcing model for sustaining long-term performance. *International Journal of Production Research*, 43, 2513-35.
- Wu, H.-J., & Dunn, S. (1995). Environmentally responsible logistics systems. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 25(2), 20-38.
- Wu, Z., & Pagell, M. (2011). Balancing priorities: Decision-making in sustainable supply chain management. *Journal of Operations Management*, 29, 577–590.
- Xiang, L., Guohua, S., Yongjian, L., & Xiaoqiang, C. (2008). A principal-agent model on reverse supply chain under asymmetric collection cost information. *IEEE*, 63-68.
- Yang, X. (2014). Status of Third Party Logistics - A comprehensive Review. *Journal of Logistics Management*, 3(1), 17-20.
- Yin, R. K. (2009). *Case Study Research. Design and Methods* (4 ed.). California, USA: SAGE Publications, Inc.
- Zhu, Q., & Sarkis, J. (2004). Relationships between operational practices and performance among early adopters of green supply chain management practices in Chinese manufacturing enterprises. *Journal of Operations Management*, 22(3), 265-289.