

Universidad Internacional de La Rioja (UNIR)

Escuela de Ingeniería

Máster universitario en Dirección Logística

Logística Inversa y medioambiente Sistema de recolección PET

Trabajo Fin de Máster

presentado por: Varela Donado, Jordy Stevan

Director/a: Bretón Lesmes, Fernando

Ciudad: Bogotá - Colombia

Fecha: 17 septiembre de 2018.

AGRADECIMIENTOS

Ante todo, se lo dedico a Dios que me ha guiado durante todos estos años por un sendero de sabiduría y entendimiento, él es quien me ha dado las fuerzas necesarias para alcanzar mis objetivos profesionales y personales. Asimismo, a mi madre Buena María Donado De Alba, a mi padre Jose Enock Varela Muñoz y a mis hermanos que, desde que empecé mi carrera, me brindaron su apoyo incondicional y todo su amor, También a mis abuelos maternos, a quienes, a pesar de que hoy no están entre nosotros físicamente, siempre me han inspirado para seguir adelante sin dejar de lado la responsabilidad y el respeto.

A mi gran amigo Alvaro Duarte Torres, por estar siempre a mi lado durante gran parte del Máster, y porque, junto a él, he aprendido que las cosas se ganan pensando en grandes retos y que la perseverancia es la forma de alcanzar la meta sin importar las dificultades que se nos presenten.

Por último, se lo dedico a todos mis familiares, profesores y compañeros, especialmente al profesor Fernando Bretón, quienes han hecho parte en cada una de las etapas del máster; gracias a cada uno de ellos he aprendido a valorar los detalles que la vida me brinda, y a comprender que cada sueño o meta se puede cumplir solo cuando somos consciente de lo que está sucediendo a nuestro alrededor.

Gracias.

RESUMEN

Los acelerados avances de la vida moderna, impensable sin los plásticos ("era de los plásticos"), han cobrado un costoso precio con la invasión de diversos tipos de plásticos, pero especialmente del llamado PET (Polietileno Tereftalato), base de los envases de refrescos y agua embotellada. En contexto de la llamada Logística Inversa, se propone un camino empresarial que responde, en forma productiva y rentable al desafío planteado por la invasión de PET en Colombia, especialmente en la ciudad de Bogotá. A partir de la metodología de las 6R de la Logística Inversa (de la cual tomamos sólo 3): Reducir, Reciclar, Reutilizar, se llega a la novedosa propuesta de un sistema de Smart PET Containers, distribuidos estratégicamente en la ciudad de Bogotá, lo cual produce impactos positivos tanto en la industria como en la sociedad.

Palabras Clave: Logística Inversa, 3R (Reducir, Reciclar, Reutilizar). Smart Pet Containers.

Abstract

The accelerated advances of modern life, unthinkable without plastics (we are in the "era of plastics"), have paid an expensive cost because of the invasion of various types of plastics, but especially because of plastic known as PET (Polyethylene Terephthalate), raw material for the packing process of soft drinks and bottled water. In the context of the so-called Reverse Logistics, we propose a business path to respond, in a productive and profitable manner, to the challenge placed by the invasion of PET in Colombia, especially in Bogotá. Starting from the 6R methodology (from which we take only 3R): Reduce, Recycle, Reuse, we arrive at the novel proposal of a "Smart PET Containers" system, strategically placed in the city of Bogotá, which produces positive impacts both in the industry and in society.

Keywords: Reverse Logistics, 3R (Reduce, Recycle, Reuse), Smart PET Containers.

ÍNDICE DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS	2
RESUMEN	3
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	4
ÍNDICE DE FIGURAS	7
ÍNDICE DE TABLAS	8
1. INTRODUCCIÓN	9
2. CONTEXTO Y ESTADO DEL ARTE	10
2.1 Contexto militar	10
2.2 Contexto Académico	12
2.3 Contexto empresarial	13
2.4 Contexto medioambiental.....	13
2.5 Contexto: los cinco escenarios de la logística para el año 2050.....	16
2.6 Definiciones de Logística Inversa	18
2.7 Motivos de la Logística Inversa y el medioambiente.....	21
2.7.1 Motivos legales	23
2.7.2 Motivos Económicos	26
2.7.3 Oportunidades de la Logística Inversa	27
2.7.4 Logística de devoluciones	28
2.7.5 Gestión eficiente del Stock de devoluciones	29
2.7.6 Logística de recuperación	30
2.6.6.1 Reutilizar.....	31
2.6.6.2 Reciclar.....	32
2.6.6.3 Reproducir o restaurar	32
2.6.6.4 Revender	33
2.6.6.5 Rediseñar	33
2.6.6.6 Reparar.....	33

2.7.7	La mercadotecnia o marketing en la logística.....	34
3.	OBJETIVOS.....	35
3.1	OBJETIVO GENERAL	35
3.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	35
3.3	La Retro-logística y el plástico.....	35
3.3.1	Cultura Retro-logística	35
3.4	Los plásticos	39
3.4.1	Ventajas y desventajas de los plásticos	41
3.4.2	Clasificación de las diferentes resinas plásticas	42
3.5	METODOLOGÍA DE TRABAJO	52
3.5.1	Inconvenientes logísticos en la recolección de envases PET.....	52
3.5.1.1	Recuperar.....	54
3.5.1.2	Separar.....	55
3.5.1.3	Acopio o depósito	56
3.5.1.4	Manejo de los residuos de envases PET	57
3.5.2	Análisis y resultados de la Encuesta	58
3.5.3	Flota de vehículos para recolección	62
3.5.4	Análisis estratégico DAFO	63
3.5.4.1	Debilidades	63
3.5.4.2	Amenazas.....	64
3.5.4.3	Fortalezas	64
3.5.4.4	Oportunidades	64
4.	DESARROLLO ESPECÍFICO DE LA CONTRIBUCIÓN.....	65
4.1	<i>Smart PET Containers</i>	65
4.1.1	Características los <i>Smart PET Containers</i>	68
4.2	Estrategia de localización de los <i>Smart PET Containers</i>	73
4.3	Planificación y optimización de rutas de recogida	78
4.4	Estrategia de Marketing o Mercadotecnia en la Logística Inversa	86
5.	VALORACIÓN FINANCIERA	92

5.1	Estimación de costes	93
5.2	Proyección de ventas	95
5.3	Cuenta de resultados previsional	96
6.	CONCLUSIONES	98
7.	LÍNEAS DE TRABAJO FUTURO	99
7.1	Límites del trabajo	99
7.2	Resumen	100
7.3	Relación con los objetivos	101
7.4	Líneas de trabajo futuro	105
7.5	Valor añadido	106
7.6	Perspectivas	107
7.6.1	Línea empresarial	107
7.6.2	Línea de internacionalización	107
7.6.3	Línea cultural	107
7.6.4	Línea nueva sociedad	108
7.6.5	Línea de productividad	108
7.6.6	Línea del medio ambiente	108
8.	BIBLIOGRAFÍA	109

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Sistema "6R" Logística Inversa.....	13
Figura 2. Funcionamiento del omni procesador Janicki (de desechos a agua potable)	15
Figura 3. Sistema de las "3R".....	16
Figura 4. Modelo de la cadena de suministro	22
Figura 5. Causas de las devoluciones.....	23
Figura 6. Logística de devoluciones.	29
Figura 7. Esquema básico de Logística directa.	31
Figura 8. Reutilizar: 6R Logística Inversa.....	32
Figura 9. Reciclar: 6R Logística Inversa.....	32
Figura 10. Reproducir o restaurar: 6R Logística Inversa.	33
Figura 11. Reparar: 6R Logística Inversa.	34
Figura 12. Basuras en Santa Marta - Colombia.....	46
Figura 13. Basura generada por la falta de recolección en zonas urbanas de Bogotá – Colombia.....	46
Figura 14. Basura generada por la falta de recolección en zonas urbanas de Bogotá – Colombia.....	47
Figura 15. Sistema de recolección PET.....	53
Figura 16. Fases en el sistema de recolección PET	54
Figura 17. Perfil demográfico (sexo y edad)	58
Figura 18. Consumo de bebidas envasadas en PET.....	59
Figura 19. Clasificación de los desechos.....	59
Figura 20. Iniciativas para reciclar.	60
Figura 21. Compromiso de participación en el sistema de recolección PET	61
Figura 22. Propuestas para el sistema de recolección	61
Figura 24. Análisis estratégico DAFO.....	65
Figura 25. Smart PET Container, vista lateral.....	69
Figura 26. Smart PET Container, vista frontal.	69
Figura 27. Smart PET Container, vista trasera.	70
Figura 28. Modelo de trituradora	72
Figura 32. Localización de puntos de recolección	74
Figura 33. Proceso del sistema de recolección PET.....	74
Figura 34. Localización del Centro de Distribución.	77
Figura 35. División de zonas de recolección.....	79
Figura 36. Propuesta de rutas por zonas de recolección.....	80

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Normativa para el manejo de residuos y el reciclaje	24
Tabla 2. Legislación internacional adoptada por Colombia	37
Tabla 3. Análisis de diferentes resinas plásticas	42
Tabla 4. Aplicabilidad de las 6R en el sistema de recolección PET	50
Tabla 5. Proyecciones de generación y recolección de residuos sólidos 2016 - 2027	50
Tabla 6. Análisis de resultado: pregunta 5.....	60
Tabla 7. Denominación del vehículo de carga de dos ejes	63
Tabla 8. Características de los molinos trituradores	71
Tabla 9. Método selección de localización por factores ponderados	75
Tabla 10. Resultados por factores ponderados	76
Tabla 11. Puntos de recolección - Centros Comerciales	80
Tabla 12. Planeación Zona 1.....	82
Tabla 13. Coste combustible Zona 1	83
Tabla 14. Planeación Zona 2.....	83
Tabla 15. Coste combustible Zona 2	84
Tabla 16. Planeación Zona 3.....	84
Tabla 17. Coste combustible Zona 3	85
Tabla 18. Planeación Zona 4.....	85
Tabla 19. Coste combustible Zona 4	86
Tabla 20. Resumen de costes por zonas	86
Tabla 21. Móobiliarios y equipos informáticos	93
Tabla 22. Gastos de creación y funcionamiento de Smart PET Containers	93
Tabla 23. Transporte y sostenimiento	94
Tabla 24. Gastos Inmobiliarios	94
Tabla 25. Costes de la estrategia de Marketing.....	94
Tabla 26. Inversiones iniciales	95
Tabla 26. Proyección de ventas	95
Tabla 27. Cuenta de resultados.....	96

1. INTRODUCCIÓN

En este trabajo presenta una aproximación a la Logística Inversa (RL) concretamente en lo referente al tema de los plásticos PET en Colombia, especialmente en Bogotá. El tema general de la logística en el quehacer diario es relativamente reciente, con la característica de que, en poco tiempo, se ha desarrollado con una fuerza especial y, aunque nacido en el contexto militar estadounidense, ha pasado a ser parte integral de las empresas.

Sin embargo, el tema de la Logística Inversa (Reverse Logistics) no ha tenido la misma aceptación de la logística directa (forward), tal vez por falta de un conocimiento más preciso de la misma. Es éste precisamente el tema que nos proponemos abordar en el presente trabajo, como una forma de validar la importancia, utilidad y productividad de la Logística Inversa. Aquí hemos preferido una visión incluyente que percibe la Logística Inversa como parte integrante de una unidad junto con la logística general

El trabajo se ubica en un marco contextual con insistencia en diversos aspectos de la realidad en la que se desarrolla la propuesta que se presenta. Dichos contextos están relacionados, tanto con la productividad de la propuesta, como con el mejoramiento del medio ambiente, en medio de una situación mundial cada vez más afectada por los efectos del calentamiento global.

La pregunta fundamental de la investigación es ¿Qué metodología se puede ofrecer para enfrentar, en forma productiva y rentable el problema presentado por la creciente producción de PET en Colombia? La respuesta a este planteamiento nos ha de llevar a la búsqueda y aplicación de una metodología práctica en este terreno.

La hipótesis planteada en nuestra investigación se ubica dentro del creciente proceso de contaminación y degradación del ambiente causado por los residuos PET en la ciudad de Bogotá, Colombia y se materializa en la propuesta tanto por el aprovechamiento de residuos PET en una metodología de reducir, reciclar, reutilizar los mismos con un beneficio empresarial, así como con la contribución al mejoramiento del medio ambiente de la ciudad.

Nuestra investigación está justificada por las repercusiones financieras positivas para la empresa lo cual genera un dinamismo win to win frente a la abundancia de residuos PET,

así como la promoción de la logística verde en la ciudad y en el país, al disminuir considerablemente la cantidad de basura que diariamente agravan el problema de los rellenos sanitarios de la ciudad.

2. CONTEXTO Y ESTADO DEL ARTE

Hacer referencia al contexto y al estado del arte de la Logística Inversa (Reverse Logistics) proporciona una gran aclaración, tanto sobre el concepto de la logística en sí, como también sobre las repercusiones que tiene con relación muchos posibles campos a los cuales puede alcanzar, lo cual permite, no solamente descubrir su importancia, sino también ampliar horizontes para propuestas nuevas.

Tanto el tema del contexto como el del estado del arte pueden ser considerados en un punto preciso o insertos dentro de un proceso contextual, a lo cual acudiremos, fundamentados en la misma naturaleza de la logística del comportamiento como cadena, como flujo, porque, visto de esta manera, resulta más dinámico y ofrece una mejor idea del contexto de la Logística Inversa.

Cuando se toca el tema de la Logística Inversa, se supone que existe ya un concepto claro de lo que es la logística en sí, puesto que, tanto la logística como la Logística Inversa, por naturaleza están estrechamente ligadas, hasta el punto de que podrían ser consideradas como dos aspectos de la misma realidad, dependiendo del tipo de consideración que quiera hacerse al respecto, ya que las dos logísticas pueden ser consideradas como parte de un mismo proceso (*loop*) o como dos procesos independientes.

2.1 Contexto militar

Al considerar el contexto de la Logística Inversa, como parte de un proceso y no solamente como algo estático (lo cual también es válido), nos remitimos necesariamente al origen de la logística, en el ámbito de estrategia militar, en la época de las guerras mundiales. Sin embargo, desde una perspectiva de la dinámica de la historia, podríamos retrotraernos mucho más atrás, puesto el tema del desarrollo de una cadena logística en cierta manera ha acompañado a las diversas civilizaciones, dado que, en una forma u otra, la organización de las ciudades, de los ejércitos, de la agricultura, del comercio en los pueblos antiguos, genera, de alguna manera, el prever los diferentes pasos, que van desde

la producción de artículos de diversos géneros, hasta la entrega al destinatario (cliente). Dado que, sobre este aspecto pre-conceptual de la logística, no existen, por el momento, datos verificables, nos adentramos, más bien, en el tema de los supuestos lógicos de un proceso necesario. Vamos a asumir los datos sobre el origen de la Logística Inversa, como usualmente se hace, puesto que es conveniente para entender el contexto de donde se origina el actual concepto de ésta. Antes de tocar la Logística Inversa, vamos entonces a considerar sencillamente el contexto de la logística en general.

Como lo hemos afirmado antes, la Logística Inversa actual nace por necesidad, como ha sucedido con muchos otros procesos. Los datos, que normalmente se traen a colación sobre este tema, ubican el inicio de la logística en los Estados Unidos, lo cual podría dar lugar a que más de uno cuestione en la certeza de semejante afirmación, pero no nos corresponde aquí adentrarnos en dicha problemática. Como fecha de inicio se da el año de 1865 durante la llamada guerra “de secesión”, en la historia de los Estados Unidos. Es la época de la segunda guerra mundial, en la que, al parecer, se tiene escasez de materiales, lo cual impulsa a buscar soluciones prácticas para el abastecimiento de tales materias. El elemento de mayor urgencia para el ejército americano, en ese momento, era el hierro para las diversas piezas de motores. La solución, que en ese momento se encontró, es de carácter práctico: reciclar vehículos o partes de vehículos para la fabricación de las piezas necesarias.

Por el contrario, al final de la guerra, muchos de estos elementos, que no fueron utilizados y que ocupaban espacio en las bodegas, fueron destruidos o recuperados a través del proceso de reciclaje. Estos hechos, tal vez fortuitos, pronto abrieron paso a la planeación de un proceso organizado, que contiene ya los elementos básicos para una Logística Inversa. Algo semejante sucede con la escasez de uniformes en la guerra del Pacífico lo cual obligó a poner en práctica el reciclaje para resolver este problema en forma ágil y satisfactoria. El nexo original entre la Logística Inversa y el ejército americano ha continuado hasta el presente, en forma cada vez más desarrollada, hasta el punto de realizarse la publicación de un serio estudio titulado *Going Backwards. Reverse Logistics, Trends and Practices* (Dale S & Tibben-Lembke, 1998). Pronto la Logística Inversa pasa del campo militar al campo de la empresa y llega hasta la academia, en diversas universidades a lo largo de todo el mundo.

Frente a las necesidades o demandas del ejército en guerra se recurrió a lo que hoy día llamamos modelo de aprovisionamiento “stock de guerra” fundamentado para ello en materiales considerados entonces como desechos pero que se convirtieron en valiosos

insumos para resolver necesidades concretas, por ejemplo: ante la necesidad de hierro para el armamento se acudió a la fundición de metales de camiones y coches que habían sido almacenados por averías que los hacía inservibles y que fueron utilizados como materia prima para la fabricación de nuevo armamento y municiones. Llama la atención el hecho de los que podríamos llamar “el nacimiento espontáneo” de la Logística Inversa, pues la *Reverse Logistics* (RL), en su origen, no fue el resultado de una cuidadosa planeación, sino la respuesta certera a necesidades surgidas durante diferentes guerras, especialmente las dos guerras mundiales. A partir de la Guerra Civil Americana (1861-1865) comienza la sistematización de la Logística Inversa con el reciclado de materiales para vehículos. Algo semejante sucederá más tarde, durante la segunda guerra mundial (1942) y progresivamente se va ampliando el alcance de la Logística Inversa, siempre en contexto de guerra, y se va perfeccionando la estructuración y la aplicación de la misma, hasta convertirse en una carrera militar.

2.2 Contexto Académico

La importancia que los militares norteamericanos detectaron en la Logística Inversa los impulsó pronto a estudiar muy seria y organizadamente el tema. De esta manera pronto se abren cursos académicos estructurados de logística, a fin de obtener mejores resultados y mejores aplicaciones en lo referente a la Logística Inversa, sea en estudios de pregrado, sea en estudios de postgrado, concretamente en maestrías, como puede verse en los siguientes ejemplos:

La *American Military University* de los Estados Unidos ofrece cursos en Administración en Logística Inversa (*Reverse Logistics Management*), gestión de ventas, gestión de negocios de medio ambiente; AMU (American Military University, s.f.); Maestría en Logística Inversa, MA (American Public University, s.f.)

Los programas de estudio en Logística Inversa generalmente hacen parte de un marco más amplio. Por esta razón, la materia en este tema no es tan extensa como lo referido exclusivamente a la Logística Inversa, sin embargo, este hecho no ha de preocupar puesto que cada vez ésta toma mayor fuerza, como bien se puede constatar.

En la actualidad se da, prácticamente en todos los países, el estudio a nivel universitario de la Logística Inversa, sea como tecnología, como carrera profesional, sea como posgrado,

especialmente maestría. La razón de ser de tales estudios es claramente la necesidad y la urgencia de disponer de personal altamente preparado en el área, ya no solamente en el contexto militar sino en el contexto empresarial.

2.3 Contexto empresarial

En realidad, es en este campo en donde se percibe con mayor fuerza el desarrollo de la Logística Inversa, puesto que ésta tiene que ver directamente con el manejo y gestión de equipos, materiales, componentes y hasta con sistemas técnicos que deben ser recuperados. La necesidad urgente de tener materiales baratos en la vida diaria y los avances en tecnología han llevado al aumento del consumo masivo y al consecuente crecimiento de las basuras en el mundo entero. Conceptos como reciclaje, reutilización, disminución de recursos naturales, responsabilidad ambiental y otros similares han llegado a ser de uso común en la actualidad. Esta realidad ha impulsado a buscar y plantear propuestas de Logística Inversa por parte de gobiernos y nuevas empresas. En alguna forma, las empresas han tenido que decidir en favor de la implementación de la Logística Inversa, desde el cliente comprador, para la recuperación de productos o de sus desechos. Se hace imperativo, entonces, crear o servirse de redes ya existentes conocidas como *Reverse Logistics Network* (RLN), esto es, Redes de Logística Inversa. Dichas redes aplican el dinamismo de la Logística Inversa con diversas acciones. Dentro de éstas encontramos el trabajo logístico de las así llamadas “6R”, sea que se tomen todas en conjunto o solamente algunas de ellas, todo dependiendo del tipo de productos que han de ser recuperados.

Las “6R”



Figura 1. Sistema “6R” Logística Inversa

Fuente: Elaboración propia.

2.4 Contexto medioambiental

Hace algunos años la preocupación por el mantenimiento del medio ambiente limpio prácticamente no era algo notorio, pero en la actualidad la producción desencadenada de basuras que afectan las fuentes hídricas, los océanos y otros elementos fundamentales para

el bienestar de la humanidad, se ha convertido en una amenaza global, que es preciso conjurar en el menor tiempo posible. Se tienen previsiones que para el año 2050 el género humano estará en grave peligro debido a la contaminación ambiental, especialmente por las emisiones de gas carbónico y el plástico en los océanos.

El problema de la emisión de gases obliga igualmente a cuestionarnos frente al tipo de transporte empleado, el tiempo requerido para el transporte de los productos, y la posibilidad de usar un “transporte limpio”. Algo semejante hay que plantearse con relación a las aguas de desecho de las empresas, puesto que el mundo está enfrentado a un futuro crítico con relación al agua limpia. Este es un campo que exige, de parte de la Logística Inversa, una atención especial. Al respecto se están tomando medidas, cada vez más serias, por parte de gobiernos comprometidos, con relación al control de las emanaciones de humo y al uso de filtros para las chimeneas de las fábricas o para la emisión de gases de los vehículos en diferentes clases de transporte.

En este punto, los ecologistas plantean igualmente una propuesta de Logística Inversa con base en las “3R” (Reducir, Reciclar, Reutilizar), que tocan directamente con la preservación del medio ambiente. La responsabilidad en este campo no atañe solamente a los gobiernos a nivel nacional o internacional, sino también a iniciativas empresariales o incluso personales, puesto que, en cierta manera, contribuyen en forma muy positiva a un mejor medioambiente, para beneficio de muchas personas.

Es de resaltar, en este contexto de preservación de medio ambiente y Logística Inversa, el esfuerzo por obtener agua limpia a partir de basuras en general, para mantener verde el planeta (Josephs, s.f.), lo cual es ciertamente un impulso grande para esta logística y una esperanza para los próximos años. En la Figura 2 que se muestra a continuación, se puede ver un ejemplo práctico la cadena de la Logística Inversa medioambiental en una forma clara y, al mismo tiempo, sencilla: a partir de residuos se inicia un proceso que termina en la producción de energía y agua potable, además de “limpiar” de desechos, en forma considerable, amplios sectores de vertederos o rellenos sanitarios.

HOW THE JANICKI OMNI PROCESSOR WORKS

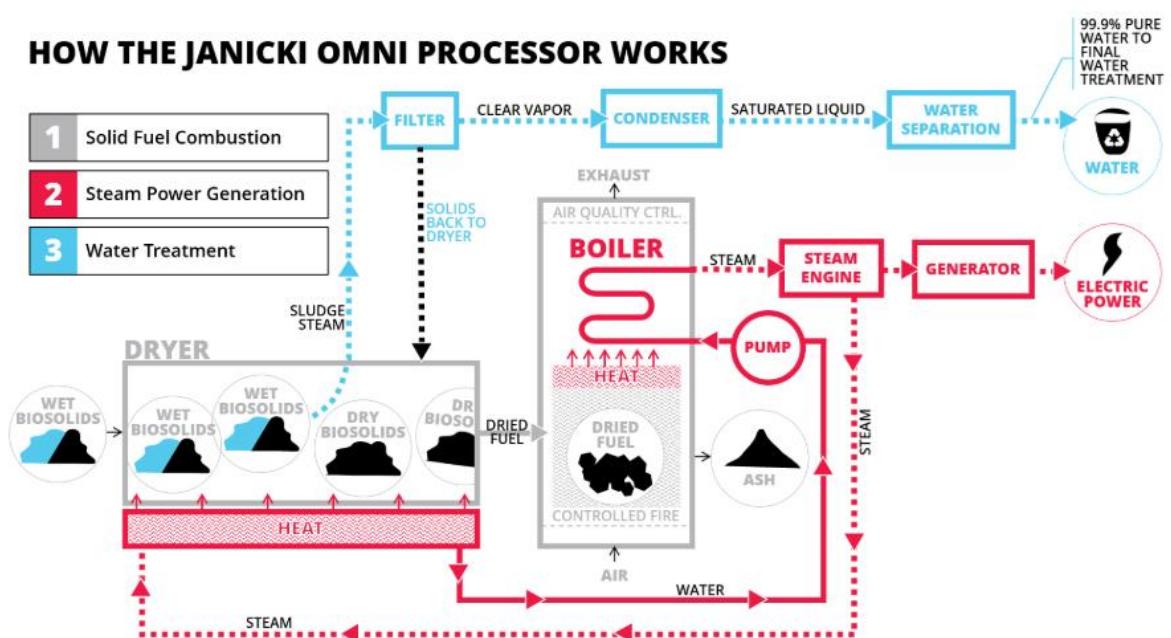


Figura 2. Funcionamiento del omni procesador Janicki¹ (de desechos a agua potable)

Fuente: (Janicki Bioenergy, s.f.)

¿Cómo funciona el Omniprocesador Janicki?

- Combustión con combustible sólido
- Generación de energía con vapor
- Tratamiento de agua

En el secador de sólidos húmedos, a que se les aplica calor, se eleva un vapor de lodo que pasa por un filtro. El filtro devuelve los sólidos al secador, donde terminan de secarse. El vapor limpio pasa a un condensador en el que se convierte en líquido saturado. Seguidamente éste pasa a la separación de agua, produciendo agua con una pureza del 99.9%.

Por otra parte, los sólidos secos del secador se convierten en combustible seco, que alimenta un fuego controlado, que, junto con una corriente de aire, produce calor para alimentar un hervidor de agua que, a su vez, produce vapor. Este vapor mueve una máquina que genera energía.

En sentido general podemos decir que, en este ejemplo, se aplican las “3R” que los ecologistas prefieren, si bien con una pequeña alteración del orden:

¹ Para una ulterior explicación, puede verse el vídeo en <https://www.youtube.com/watch?v=msItOYF5BcA>



Figura 3. Sistema de las "3R"

Fuente: Elaboración propia.

2.5 Contexto: los cinco escenarios de la logística para el año 2050.

En el desarrollo del programa académico del Máster en Dirección Logística se estudiaron en profundidad los 5 escenarios de la logística para el año 2050, vistos en la asignatura de “Tendencias futuras en la gestión de la Logística y la cadena de suministros”, el cual nos inspiró sobre el desarrollo del presente apartado

En un estudio realizado por DHL, líder en industria logística, se prevén cinco “escenarios” para el año 2050 (UNIR, Escenarios de la Logística, s.f.). Es obvio que no existe una certeza al 100% sobre el cumplimiento de dichos escenarios, pero pueden dar una muy posible indicación para poder hacer una proyección hacia la mitad del siglo XXI.

➤ Escenario 1: Economía desenfrenada: evitando el colapso

De las diferentes caracterizaciones de este escenario miremos aquéllas que pueden influir o condicionar el proyecto nuestro. La economía salvaje aumenta ciertamente el aumento de ventas en general, y de manera específica las referentes a bebidas y refrescos que, lejos de disminuir su consumo, van progresivamente en aumento, al mismo tiempo que van apareciendo diversas formas nuevas. Esto significa que también puede haber una producción “desenfrenada” de envases PET, posiblemente con algunas mejoras, pero siempre con el mismo material de base. Lo anterior significa, para nuestra propuesta, una especialísima oportunidad de aplicar el modelo de recolección de material PET.

Aumento en el precio de materias primas. Este es otro de los factores favorables, puesto que, del proceso de reciclado del PET, resulta la materia prima para varios productos ulteriores, dentro de los que se destaca los hilos y las fibras para tejidos o cuerdas. Por

ejemplo: en este momento en la compañía Coca Cola se emplea un 25% de este producto en los nuevos envases y está el proyecto de llegar a emplear pronto hasta el 50% de reciclado, en los nuevos envases, algo que hasta hace muy poco no se tenía pensado. Esto implica, al menos, dos grandes consecuencias: el ahorro en materia prima para futuros envases y/o la producción de materia prima para la venta en otras fábricas.

➤ **Escenario 2: Megaeficiencia en megaciudades**

En este escenario encontramos un elemento que puede favorecer el modelo de recolección del PET, ya que se prevé el impulso hacia el crecimiento verde. Tal impulso se beneficia grandemente con la propuesta que hacemos aquí, de los diversos medios de recolección del PET que, para ese entonces, podría ya estar (y debe ser así) convertido en un mega-acopio del material plástico para ser reutilizado en nuevos productos.

➤ **Escenario 3: Estilos de vida personalizados**

Existen elementos que igualmente abren caminos a los medios y sistemas de recolección, en este escenario. La personalización y la producción local propician una organización y sistematización de los medios de recolección. Este elemento nos obligará a organizar, posiblemente nodos de acopio a lo largo del país para proveer de manera eficiente el material PET.

Se proyecta para ese año la abundancia de impresoras 3D y, consecuentemente, el reciclado de sus materiales. Análogamente podemos prever, como lo hemos afirmado, la sobreabundancia de envases plásticos de refrescos, para lo cual es preciso ir proyectando nuevos modelos de recolección y acopio del PET.

➤ **Escenario 4: Proteccionismo paralizante**

Este cuarto escenario podría llamarse de involución o entrópico, puesto que al levantar las barreras del proteccionismo vendrá el estancamiento del desarrollo tecnológico y de las economías, lo cual afecta la industria y la vida en general. Se prevé, entonces, baja inversión en infraestructura y mantenimiento. En ese momento se prevé que el calentamiento mundial sea más alto.

Ante tal situación entra en forma muy activa el proceso de recogida de desechos en general, y, dentro de estos, obviamente los desechos PET. Lo anterior implica el

reforzamiento y desarrollo de nuevas tecnologías al respecto. Ante las altas temperaturas se hace más apremiante la logística verde a la cual contribuye un eficiente sistema de recolección de residuos PET, para tratar de equilibrar el daño ambiental que existirá en ese momento.

➤ **Escenario 5: Resistencia global y adaptación local**

Desde esta perspectiva se prevé altos niveles de consumo a todo nivel (nosotros pensamos en bebidas envasadas en PET). En esta situación surge el fortalecimiento de estructuras locales robustas, así como el aumento de cadenas de suministro, ya no globales, sino locales.

La previsión de este escenario nos lleva igualmente a descubrir la utilidad y productividad de los sistemas de recolección de los plásticos, subrayando, para ello, los medios locales que están en nuestra propuesta, así como un futuro promisorio para la reducción, el reciclaje y la reutilización del PET.

2.6 Definiciones de Logística Inversa

Hacer una aproximación a la definición de la Logística Inversa es, en el fondo, un ejercicio interesante y productivo, por cuanto existe una diversidad de perspectivas debido a factores en los cuales inciden diversas variables. Por esta razón es bueno indagar algunas de ellas para lograr una visión múltiple de la realidad a la cual se refieren.

El Consejo de Administración Logística (CLM) da la primera definición de Logística Inversa:

“El término se usa para referirse a la logística del reciclaje, la eliminación de residuos y el manejo de materiales peligrosos; desde una perspectiva más amplia se incluye todo lo relativo a actividades logísticas realizadas para la reducción en fuente, reciclaje, substitución, reutilización de materiales y distribución” (Stock, J. R., 1992).

Es de esperarse que una primera definición no tenga el alcance de lo que puede ser una elaborada en la actualidad. El mismo lenguaje de “logística de” lo manifiesta.

En otra definición del mismo año se habla de la Logística Inversa como “movimiento de mercancías de un consumidor hacia un productor a través de un canal de distribución”

(Pohlen & Farris, 1992). El aporte de esta definición, con relación a la anterior, está en el dinamismo, puesto que concibe la Logística Inversa como un “movimiento”, esto es, como un flujo, lo cual es esencial para el concepto actual de dicha logística.

Conservando este mismo concepto de flujo, pronto aparece otra definición, que resulta de la integración de las dos anteriores:

“la Logística Inversa es un término amplio que se refiere al manejo de la logística y la eliminación de residuos peligrosos o no peligrosos a partir de empaque y productos”. Incluye la distribución inversa “que hace que las mercancías y la información fluyan en dirección contraria a las actividades de la logística normal” (Kopicki, Berg, Legg, Dasappa, & Maggioni, 1993). Podría sintetizarse como un “flujo en dirección contraria al de la logística normal”, idea que ciertamente se ajusta a la realidad de la Logística Inversa, aunque en forma muy sucinta.

Otra definición:

“La Logística Inversa consiste en el proceso de planificación, ejecución y control de forma efectiva y eficiente, del flujo de materias primas, inventario en proceso, productos terminados e información relacionada, desde el punto de consumo hasta el punto de origen, con el fin de recuperar el valor o la correcta eliminación” (Rogers & Tibben-Lembke, 1999).

El avance encontrado en esta definición está la explicación del objetivo de la Logística Inversa. Destaquemos igualmente la mención de los puntos de consumo y de origen como los dos extremos del proceso de la Logística Inversa.

Una definición contemporánea con la anterior: “Proceso de planear, implementar y controlar flujos de materias primas, en inventario de proceso y mercancías terminadas, desde un punto de manufacturación, distribución o uso hasta un punto de recuperación o un punto de eliminación apropiada” (Reverse Logistics Group, 1998). Esta definición aporta un elemento importante al hacer referencia los “puntos” con relación al dinamismo propio de la Logística Inversa, desde su comienzo hasta el final. Como puede observarse, el concepto se va precisando y va avanzando poco a poco. Nótese cómo todavía no se han precisado las “6R”.

“La Logística Inversa es el macroproceso en el cual se planifica, administra y controla el flujo de los productos y materiales dese el lugar de consumo hasta su origen del fabricante con el propósito de crear valor económico y ecológico” (Sanchez, 2015). El aporte de esta

propuesta consiste en la mención explícita de del valor económico y ecológico, si bien hay que tener en cuenta que la logística verde ocupa un capítulo aparte.

“La Logística Inversa es una herramienta de competitividad que realiza actividades de valor agregado generando rentabilidad y permite la integración de productos usados y obsoletos de nuevo a la cadena de suministro como recursos valiosos de esta manera: cliente, tienda, centralización de retornos, planta de producción, donde se aplican algunas de las “6R”: Reutilización, Reventa, Reparación, Remanufactura, Reciclaje, Rediseño. De allí pasa al centro de distribución y vuelve a la tienda” (Marciales, Villa, & Osorio, 2016).

La anterior definición, mucho más acorde con el presente aporta como novedad la mención de las “6R”, lo cual da una perspectiva mucho más amplia que otras anteriormente vistas. Sin embargo, podemos anotar un punto débil al definir la Logística Inversa no como un flujo o cadena sino simplemente como una herramienta, lo cual le resta dinamismo al concepto mismo de la logística como tal.

Hemos visto y comparado diferentes definiciones de Logística Inversa, buscando un mayor avance y precisión en el concepto con el fin de obtener una definición más adecuada a la realidad. En verdad tales definiciones tienen el valor de presentar una aproximación adecuada a la realidad de la Logística Inversa. La definición, que puede encontrarse con cierta frecuencia respecto al concepto de Logística Inversa, incluye todo el terreno de la lingüística puesto que el término “inverso” tiene un contenido negativo que lleva a asociarlo con lo opuesto a los “correcto”. No se trata de una logística “al revés” ni de una logística “heterodoxa” o que marcha en sentido contrario. La así llamada Logística Inversa es un concepto no solamente positivo sino un concepto innovador y creativo porque genera ingresos a las empresas y porque lleva a buscar y a encontrar soluciones novedosas que ciertamente hacen aporte a la sociedad y se proyectan a un futuro generador de empleo y con excelentes perspectivas para un ambiente limpio. Últimamente algunos consideran la llamada Logística Inversa como parte integrante de la logística en general, para lo cual ha sido aplicado el concepto conocido como *loop*, esto es, como un proceso cíclico que es productivo para la empresa, evitando con ello la posible negatividad que puede surgir inicialmente del término “inversa”.

El recorrido dado por diversos autores, que proponen diversas definiciones para la Logística Inversa, proporciona ciertamente una visión completa de la que se puede sacar una idea clara de qué es la Logística Inversa. Con lo anterior podemos mirar los siguientes temas que resaltamos:

1. Se obtiene **ganancia** especialmente con el reciclaje, la re-manufacturación (*refurbishing*) y la reutilización de ciertos materiales
2. **Creación de nuevos empleos.** Se generan nuevos puestos de trabajo, con lo cual se contribuye al bienestar de muchas familias
3. **Medio ambiente.** La Logística Inversa contribuye igualmente a la preservación del medio ambiente y a la utilización de transporte “limpio” con la disminución de producción de CO2
4. **Disminución de basuras.** Muchos elementos de desecho son reciclados o reutilizados, contribuyendo con esto a menor producción de basuras
5. **Satisfacción del cliente.** Las mercancías deficientes, que los clientes devuelven, son recibidas por la Logística Inversa y se cumple con la entrega de artículos en buen estado asegurando la satisfacción del cliente
6. **Vía de solución para la contaminación** que amenaza el futuro.
7. En el mundo de la academia se abren los horizontes para la **creación de estudios sistematizados e investigaciones** que dan mayor impulso y fortaleza a la Logística Inversa.
8. Aunque **la Logística Inversa** está relacionada con el aprovechamiento de basuras y con el ambiente limpio (logística verde), **tiene su propia identidad** y no se confunde con ninguna de las anteriores.

2.7 Motivos de la Logística Inversa y el medioambiente

Los cambios vertiginosos del entorno han permitido que las empresas hoy en día estudien y analicen la Logística Inversa como factor diferenciador, lo cual les permite reducir su incertidumbre en el mercado y, de esta manera, adaptarse rápidamente a los cambios del entorno para generar ventajas competitivas en su sector.

El entorno industrial y empresarial pasó de un modelo sustentado en la oferta, en el cual las organizaciones eran las encargadas de determinar los productos o servicios de un limitado portafolio, buscando de esta forma, maximizar sus volúmenes de producción, a un modelo fundamentado en la demanda, en el que el cliente establece sus expectativas frente a los productos o servicios, con el fin de satisfacer en gran medida sus necesidades, es lo que hoy día se conoce como personalización.

Por otro lado, las fases de los ciclos de vida de los productos se han reducido de forma considerable, es decir, a partir del tiempo que transcurre desde la idea original hasta su comercialización, así como el tiempo que va desde su fase de introducción al mercado hasta su madurez y declive. Como consecuencia de la reducción de los tiempos en el ciclo de vida y de la personalización que exige el mercado, las empresas refuerzan la necesidad de colaboración empresarial, para hacer frente a las exigencias de sus clientes.

Lo anterior, significa que se ha causado una globalización extensiva, no solo desde el punto de vista de las oportunidades, es decir, comprar de manera eficiente, innovadora y al menor costo, sino también, desde la competitividad, ya que las empresas nacionales entraron a competir con empresas de otros países antes no tenidos en cuenta por ellos. Esto ha permitido el incremento en las negociaciones, colocando el énfasis en la variable calidad – costo.

Los cambios en el entorno anteriormente descrito han permitido que la competencia no sea solamente entre empresas aisladas, sino, también, entre redes de empresas (lo cual llamamos hoy día: cadena de suministro), representada esquemáticamente en la figura 4 que se muestra a continuación:

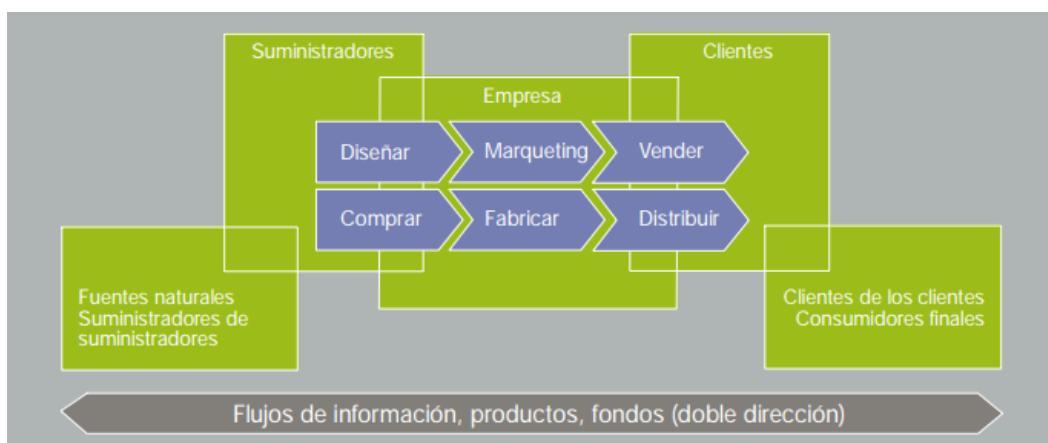


Figura 4. Modelo de la cadena de suministro

Fuente: (Equipo de profesores de ESADE, 2004)

Muchas de las actividades que se presentan en los eslabones de la cadena de suministro son causales de las devoluciones en las organizaciones del sector del gran consumo. En la figura 5, podemos observar las causas principales de la Logística Inversa y los procesos logísticos que de ella se desprenden:

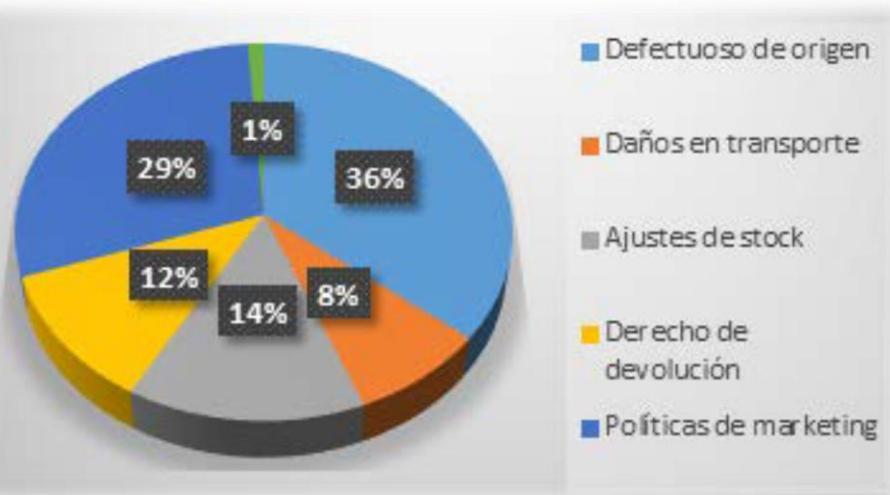


Figura 5. Causas de las devoluciones

Fuente: (UNIR, Logística inversa, s.f.)

Las empresas y/o participantes de la cadena de suministro deben tomar conciencia de que sus actividades empresariales no deben crear efectos perjudiciales sobre el medioambiente. Situaciones tales como el reciclaje, la disminución de emisiones contaminantes, la producción limpia y la eliminación de procesos que fomentan los residuos, son algunos de los ítems que han de ser considerados en el momento en que las empresas formulen su plan estratégico. Las organizaciones ven estas alternativas, como un foco fundamental para aprovechar más los recursos e incrementar sus posibilidades en el ámbito económico, como una nueva alternativa de sus actividades de negocio. El rescate o recuperación de los materiales desechados por el cliente, nos brinda grandiosas oportunidades para que las organizaciones alcancen ventajas competitivas en un entorno cada vez más sostenible debido a un equilibrio o gestión eficiente de los recursos.

Los motivos para el establecimiento de la metodología en pro de la recuperación y utilización de los productos en desecho o en devolución, por parte de los clientes, está ocasionado, especialmente, por dos motivos:

2.7.1 Motivos legales

En el contexto de un desarrollo sostenible, las organizaciones colombianas, en especial, las del sector del consumo masivo, asumen un gran desafío como lo es la protección medioambiental, es por ello, que las empresas deben ir más allá de lo que las leyes les exigen, que es exactamente la responsabilidad social empresarial (RSE).

El Ministerio de Ambiente está promoviendo a través de los llamados negocios verdes, prácticas ambientales. De esta manera afirma que la empresa:

“Contempla las actividades económicas en las que se ofertan bienes o servicios, que generan impactos ambientales positivos y además incorporan buenas prácticas ambientales, sociales y económicas con enfoque de ciclo de vida, contribuyendo a la conservación del ambiente como capital natural que soporta el desarrollo del territorio” (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible: MINAMBIENTE, 2014), para promover las buenas prácticas medioambientales.

En Colombia, actualmente, existe una normatividad ambiental muy compleja, la cual es imperativo conocer para tener claros los conceptos del funcionamiento de las empresas de consumo masivo dentro del marco legal del país.

Es importante ubicar este marco legal dentro del contexto ambiental de Colombia, cada vez más amenazado por el efecto destructivo de elementos o desechos industriales, electrónicos y comerciales. En efecto, Colombia alberga alrededor del 10 por ciento de la fauna y de la flora del mundo, ocupando el segundo lugar mundial en biodiversidad con especies vegetales y animales únicas (Portafolio, 2012).

En semejante contexto las leyes de protección medioambiental del país promueven la normativa, a la cual se han de ajustar las empresas que se encuentran en el territorio. La legislación es amplia y variada por lo que su aplicación ha de materializarse en casos concretos, puesto que las empresas no afectan toda la ecología sino una determinada parte de ésta. Presentamos a continuación la generalidad de la normativa colombiana respecto al medio ambiente para conocimiento general.

Tabla 1. Normativa para el manejo de residuos y el reciclaje.

NORMA	CONTENIDO
Ley 23 de 1973	Se establece el control de la contaminación del medio ambiente y se establecen alternativas y estrategias para la conservación y recuperación de los recursos naturales, para la salud y el bienestar de la población.
Decreto Ley 2811 de 1974	Código de los Recursos Naturales y de Protección al Medio Ambiente.
Ley 09 de 1979	Código Sanitario Nacional, donde se establecen los procedimientos y medidas para legislar, regular y controlar las descargas de los residuos y materiales. Indica, además los parámetros para controlar las actividades que afecten el medio ambiente.

Ley 99 de 1993	Mediante esta ley se logra concretar en un solo documento las normas y principios que, antes de ésta, carecían de coherencia en el control y formulación de políticas ambientales a nivel nacional. En ella se destacan los siguientes aspectos: <ul style="list-style-type: none"> * Define los fundamentos de la política ambiental colombiana * Establece los fundamentos de la política ambiental * Define la obligatoriedad de obtener Licencia Ambiental para ejecutar proyectos, obras o actividades que puedan causar daño al medio ambiente. * Crea el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial MMA, organiza el Sistema Nacional Ambiental SINA y reorganiza las Corporaciones Autónomas Regionales CAR's, creando otras. * Permite la participación ciudadana en el proceso de otorgamiento de la Licencia ambiental.
Decreto 190 de 2004	Por medio del cual se compilan las disposiciones contenidas en los Decretos Distritales 619 de 2000 y 469 de 2003, en cuanto a la reglamentación sobre el agua, el aire, el manejo de residuos sólidos, los vertimientos y su relación estrecha con la protección y conservación del medio ambiente y sus componentes, estas normas son: En relación con el aire, con el recurso hídrico y con los residuos sólidos.
En relación con el aire:	
Decreto 02/1982	Establece el Control de Emisiones Atmosféricas y estipula las normas y parámetros de la calidad del aire y los rangos y límites permisibles de emisión.
Decreto 2206/1983	Vigilancia, Control y Sanciones sobre emisiones atmosféricas. Sustituye el Capítulo XVI de la vigilancia, el control y las sanciones del Decreto 02 / 82 sobre emisiones atmosféricas
Decreto 948/1995	Protección y Control de la calidad del aire. Reglamenta la prevención y control de la contaminación atmosférica y la protección de la calidad del aire.
Resolución 898/1995	Criterios ambientales para los combustibles. Define los criterios de calidad de combustibles líquidos y sólidos utilizados en hornos y calderas.
Resolución 1351/1995	Se adopta la declaración denominada informe de estado de emisiones.
Resolución 005/1996	Niveles permisibles de emisión de fuentes móviles terrestres. Reglamenta los niveles permisibles de emisión de contaminantes producidos por fuentes móviles terrestres a gasolina o diesel y define los equipos y procedimientos de medición de dichas emisiones.
En relación con el recurso hídrico:	
Decreto 2811/1974	Es el reglamento sobre aguas no marítimas, de recursos hidrobiológicos, de cuencas hidrográficas y de áreas de manejo especial.
Decreto 1541/1978	Reglamenta las concesiones de aguas superficiales y subterráneas, exploraciones de materia de arrastre y ocupaciones de cauce
Decreto 1681/1978	Reglamento sobre los recursos hidrobiológicos
Ley 09 de 1979	Conocida como Código Sanitario Nacional
Decreto 2105/1983	Potabilización del agua. Reglamenta su potabilización y su suministro para consumo humano.
Decreto 1594/1984	Reglamenta los usos del agua y los vertimientos líquidos además del control sobre los residuos líquidos
Decreto 605 de 1996	Sobre la potabilización del agua y su suministro para consumo humano.
Decreto 901 de 1997	Establece las tasas retributivas por vertimiento líquidos puntuales a cuerpos de agua.
Ley 373 de 1997	Establece el uso eficiente y ahorro del agua. Reglamenta el uso y ahorro del agua.
Resolución 3956 de 2009 SDA	Por la cual se establece la norma técnica, para el control y manejo de los vertimientos realizados al recurso hídrico en el Distrito Capital".

Resolución 3957 de 2009 SDA	Por la cual se establece la norma técnica, para el control y manejo de los vertimientos realizados a la red de alcantarillado público en el Distrito Capital.
En relación con los Residuos Sólidos:	
Resolución 2309/1986	Para manejo de Residuos especiales. Establece las normas sobre la identificación, almacenamiento, tratamiento, transporte, disposiciones sanitarias, control y vigilancia de residuos especiales.
Resolución 541 de 1994	Sobre cargue, descargue, transporte y disposición final de escombros. Regula las anteriores actividades sobre escombros, materiales, elementos de concretos y agregados sueltos de construcción, de demolición y capa orgánica, suelo y subsuelo de excavación.
Resolución 189 de 1994	Impide la entrada al territorio nacional de residuos peligrosos.
Decreto 605 de 1996	Disposiciones sanitarias sobre residuos sólidos. Reglamenta las normas sanitarias aplicables para el almacenamiento, presentación, recolección, transporte y disposición de basuras
Ley 430 de 1998	Dicta normas prohibitivas en materia ambiental referentes a los desechos peligrosos y se dictan otras disposiciones.

Fuente: Elaboración propia, con datos tomados de (Secretaría Distrital de Ambiente, s.f.).

Las leyes anteriormente mencionadas, se encuentran vigentes en el marco jurídico de normatividad ambiental.

2.7.2 Motivos Económicos

Este factor es de suma importancia a la hora de analizar la variable costes– beneficio a que da lugar el hecho de entrar en la dinámica de alternativas de negocios, en pro de la preservación medioambiental. Busca una reputación e identidad en el sector como una empresa medioambiental comprometida y responsable, que fabrica nuevos envases con materiales recuperados, usa tecnologías limpias, así como la utilización del marketing ecológico, como estrategia comercial para el éxito del proyecto.

El marketing ecológico es definido como: “el marketing de productos que son seguros para el medio ambiente”. Además, el marketing verde incorpora actividades como: modificaciones al producto, el proceso productivo, cambios en el *packaging* y en la comunicación (American Marketing Association, s.f.).

Por otro lado, la recuperación y el reciclaje de envases PET supone el reemplazo de materia prima y elementos originales por los envases recuperados, lo cual genera una significativa reducción en los costes de fabricación y en el precio de venta final.

Por lo anterior, las empresas ya no sólo considerarían la gestión de los desechos como una obligatoriedad por las leyes establecidas, sino como una alternativa de negocio sostenibles que genera ventajas competitivas.

2.7.3 Oportunidades de la Logística Inversa

La Logística Inversa brinda unas nuevas oportunidades de negocio para las empresas que en ella se involucran, en los inicios:

“Autores como (Monroy & Ahumada, 2006) señalan que, en la década del 80, se comienza a hablar de Logística Inversa y es básicamente centralizada en las devoluciones comerciales al retornar a las fábricas los productos defectuosos. A partir del desarrollo de conciencia ambiental a nivel mundial, el término evolucionó también hacia la recuperación de productos para procesos de reciclaje, y es en 1990, cuando empresas norteamericanas principalmente, deciden explotar los beneficios económicos que representa este tipo de iniciativas, que luego se verán fortalecidas por el encarecimiento y la escasez en algunos casos de materia prima, hasta convertirla actualmente en un factor estratégico a nivel corporativo” (Coronel, 2017)

La Logística Inversa inicialmente no había descubierto la importancia de algunas actividades que involucran recursos tanto humanos como físicos y alternativas de transporte. El tener en cuenta los recursos antes mencionados implica el empoderamiento y el apoyo de la alta dirección para involucrar la Logística Inversa en los desarrollos estratégicos de la compañía, con la consecuente satisfacción y fidelización de los clientes, así como, en el retorno de la inversión (ROI) obtenida de la implantación de un sistema de Logística Inversa.

El análisis de una implantación de Logística Inversa es primordial para las empresas puesto que les permite tener un contexto amplio de la variable coste-beneficio. Asimismo, el conocer los riesgos que conlleva el no tener la Logística Inversa, dentro de la cadena de suministro, implica mayores gastos en lugar de la obtención de beneficio.

La preservación del medioambiente es otra de las oportunidades para que las empresas se apropien de este proceso, en un entorno cada vez más competitivo. En este contexto entendemos cómo “la ventaja competitiva sostenible se deriva de los recursos y capacidades que controla una empresa y que son valiosos, únicos, difíciles de imitar y de sustituir” (Barney, Ketchen, & Wright, 2001). Hoy en día los países están cada vez más comprometidos con la preservación del mismo, por lo cual se hace urgente y necesario la

planeación de la Logística Inversa en las empresas, de modo tal, que la contaminación, ambiental, auditiva, electrónica, por parte de las empresas se reduzca a un nivel mínimo.

La responsabilidad social empresarial es otro de los factores que se ven beneficiados por la aplicación de la Logística Inversa, desde dos perspectivas:

- ✓ La reutilización, el reciclaje de materiales y productos en desecho contribuyen al ahorre de costes para las empresas y favorece en gran medida a la limpieza del medioambiente y consecuentemente al bienestar de las comunidades.
- ✓ Crea una oportunidad de negocio para brindar trabajo y concientización de los llamados negocios verdes, además de la posibilidad de capacitación en el manejo y Re-manufacturación de materiales.

2.7.4 Logística de devoluciones

Para entender la logística de devoluciones es preciso tener clara dos nociones fundamentales al respecto:

1. **Forwards (Hacia adelante)**, que responde a las actividades de la logística tradicional que va desde el productor hasta la entrega de los productos a los consumidores finales.
2. **Reverse (Hacia atrás)**, que se refiere al proceso de devolución y/o recuperación o reciclaje de los materiales y productos que sean objetos susceptibles de ser retornados dentro del proceso productivo de la organización o en otros procesos, este proceso hacia atrás va desde el consumidor final hasta el productor.

Estas nociones logísticas requieren de un flujo de información en ambos sentidos.

Históricamente el proceso de logística de devolución tenía como objetivo la eliminación o el desecho de los productos. La Logística Inversa contempla otra alternativa para los productos en devolución que pueden ser recuperados, tales como: La eliminación y la recuperación.

A continuación, se presenta la figura 5 que muestra el flujo de logística de devolución.

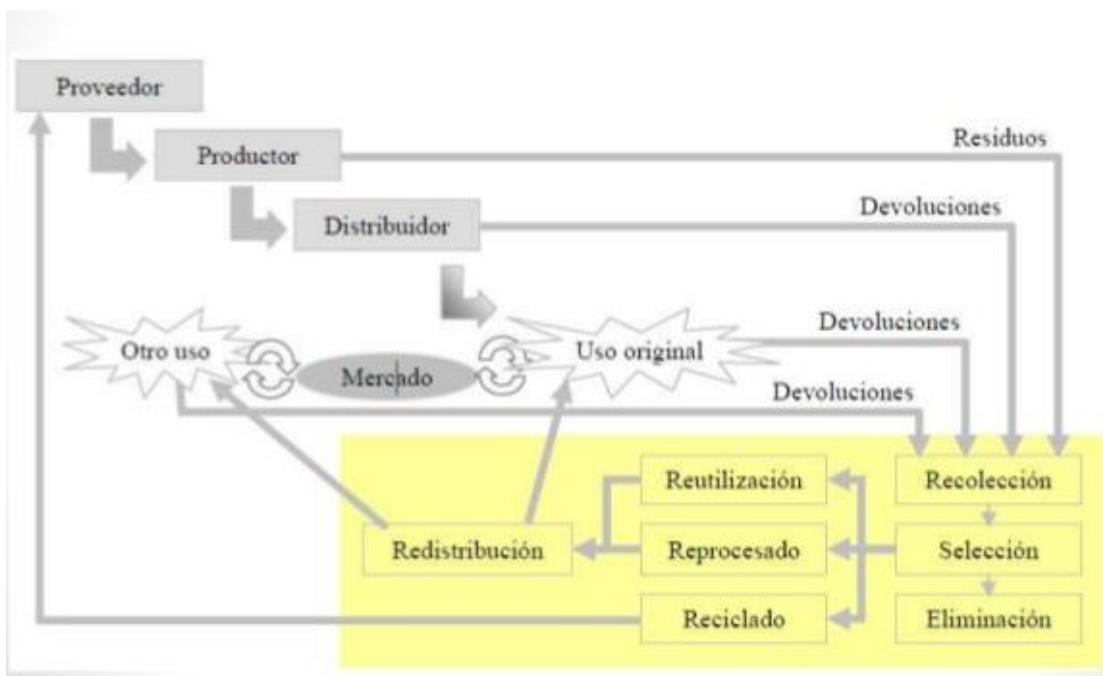


Figura 6. Logística de devoluciones.

Fuente: (Morales Calderas & Paéz Hernández, 2014)

2.7.5 Gestión eficiente del Stock de devoluciones

Frente a las devoluciones generadas por los clientes, existen diversas políticas, según las regiones del planeta, así, en los Estados Unidos es muy frecuente la costumbre de realizar devoluciones, lo cual está amparado por las leyes del país. En Europa, las devoluciones que se dan tienen una dinámica diferente, ya que la devolución se enfoca hacia la recuperación para sacar el máximo valor de los materiales. En América latina se está haciendo más frecuente el uso de las devoluciones para nuevas oportunidades de negocio, en gran medida por iniciativas del gobierno en pro de favorecer y reconocer a las empresas que dentro de sus estrategias corporativas impacten favorablemente en la preservación del medioambiente.

Ante lo expuesto anteriormente, se proponen tres alternativas para el uso eficiente del stock de devoluciones:

- ✓ **Eliminación:** en el sector del consumo masivo (productos de origen agropecuario) la solución más frecuente y la más utilizada es la eliminación en vertederos de

basuras. Las empresas que recurran a este proceso deben asegurar por políticas de calidad, que la mercancía entregada a las empresas de servicio de aseo sea destruida debidamente en los depósitos autorizados por las entidades del gobierno correspondiente.

- ✓ **Reutilización:** la reutilización es la forma más rentable para la recuperación de la inversión en términos económicos, esta supone que los productos vuelvan a la cadena de suministro y vayan a un proceso de reparación, re-fabricación o reventa en otros mercados. Por ejemplo, en la empresa EQUATRO S.A.S., dedicada a la venta y distribución de productos de consumo masivo, las devoluciones generadas pasan a ser reutilizadas, siempre y cuando cumplan con las condiciones óptimas para consumo o que se encuentren con mínimas averías, son vendidos en mercados secundarios con precios por debajo del precio real.
- ✓ **Donación:** con los productos de consumo masivo, cuyo ciclo de vida esté por finalizar, las empresas del sector recurren a las donaciones a entidades sin ánimo de lucro, como fundaciones o bancos de alimentos, con el fin de realizar una labor de interés social, lo cual reporta en deducciones fiscales para beneficio de la empresa.

2.7.6 Logística de recuperación

Las empresas están llamadas a generar una cultura de recuperación de los productos y materiales devueltos, de modo que tenga como objetivo, transformar los métodos y los planes de parte de la alta dirección, así como, de mandos tácticos y operativos. Dicha cultura ejerce un influjo especial en las empresas que llevan a privilegiar la Logística Inversa con ahorro de materiales y tiempo, asimismo, con generación de nuevos ingresos para la misma y contribuyendo con la preservación del medioambiente. Sin la Logística Inversa se puede continuar desperdiando materiales, tiempo y, por consiguiente, ganancias para la empresa, porque el flujo de los procesos seguiría funcionando sin aprovechar todas las ventajas sociales, medioambientales y financieras para el sector empresarial del consumo masivo.

Las empresas que promueven la cultura y el uso efectivo de la Logística Inversa pronto aumentan sus ganancias y la satisfacción del cliente, junto con el ahorro de algunos materiales. Todo lo anterior redunda en un mejor y adecuado funcionamiento que se refleja

en la eficiencia de la producción, del impacto ambiental y de la buena imagen e identidad de la organización, llamando la atención del mercado en general de proveedores y clientes en particular.

A lo largo de la interesante historia de la Logística Inversa, que inicialmente se fija en dar respuesta a las devoluciones con la eliminación del producto, pronto aparecen nuevos elementos como la reparación o el reciclaje hasta el punto en que, en la actualidad se ha logrado el sistema llamado de las 6r.

Este sistema presenta diversos flujos o caminos según la tipología de los productos y el menor o mayor grado de posicionamiento en su ciclo de vida. En la figura 5, observamos el esquema básico de logística directa:



Figura 7. Esquema básico de Logística directa.

Fuente: (Cabeza, 2012)

2.6.6.1 Reutilizar

El proceso de reutilizar se realiza con productos que tienen nula o muy escasa descomposición y pertenece al eslabón de producción en la cadena de suministro. En este caso, el producto pasa por un proceso de mantenimiento y limpieza para ser vendido a un menor coste, por ejemplo, los accesorios, ropa en general, productos que son vendidos con descuento o en Outlets.

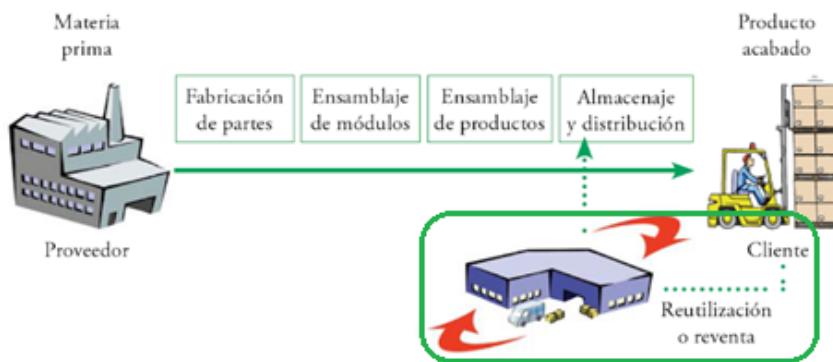


Figura 8. Reutilizar: 6R Logística Inversa.

Fuente: (Cabeza, 2012)

2.6.6.2 Reciclar

Se trata de un proceso por medio del cual a partir de residuos se obtiene la materia prima para la elaboración de nuevos productos con un ahorro de materiales y que logra niveles de calidad de un producto original por el uso de nuevas tecnologías. Por este proceso también se logra reducir el volumen de basura generado e igualmente un ahorro de energía y recursos naturales. Además, contribuye al incremento del PIB y a la generación de empleo y hace parte de dos eslabones de la cadena de suministros que son: proveedores y producción.

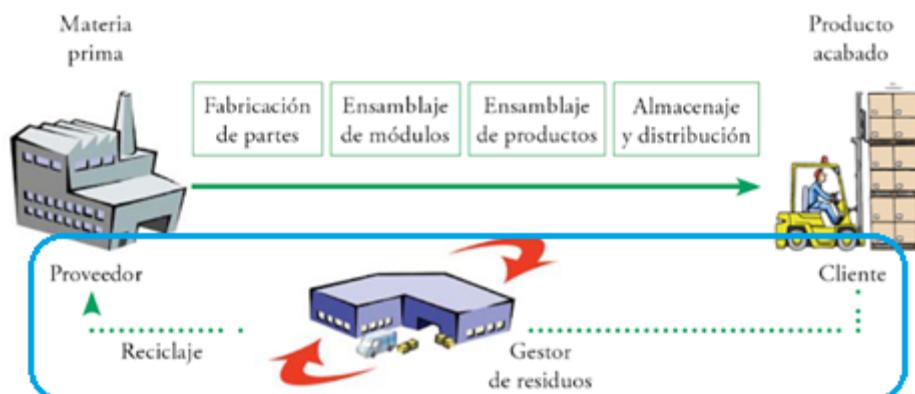


Figura 9. Reciclar: 6R Logística Inversa.

Fuente: (Cabeza, 2012)

2.6.6.3 Reproducir o restaurar

Es el proceso de renovar los productos con las nuevas tecnologías, permitiendo ampliar su vida útil, por ejemplo, la recuperación de las aeronaves. Esta R se encuentra en relación

con tres eslabones de la cadena de suministros (almacén de materia prima, producción y almacén de productos terminados).

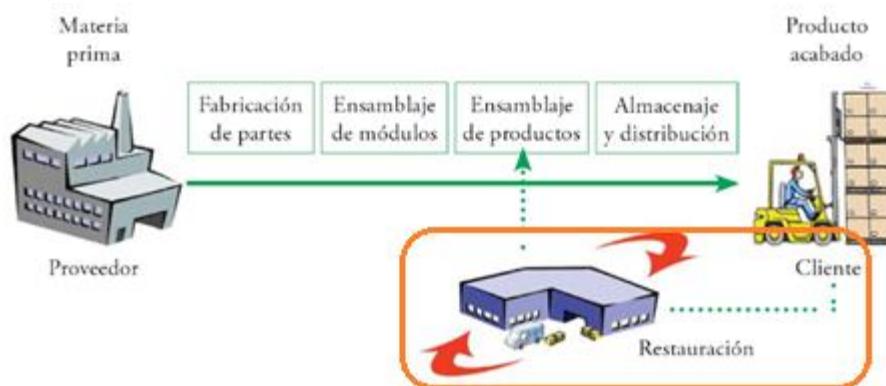


Figura 10. Reproducir o restaurar: 6R Logística Inversa.

Fuente: (Cabeza, 2012)

2.6.6.4 Revender

Es un proceso para recuperar el valor del producto con calidad, de modo que pueda ingresar al mercado con un precio inferior al precio real. Ver figura 8. Pertenece al eslabón de canales de distribución dentro de la cadena de suministro.

2.6.6.5 Rediseñar

Es el proceso de volver a diseñar o modificar el diseño de determinado producto, a fin de ofrecerlo como una innovación o actualización que le agregue valor al producto y hace parte del eslabón de producción en la cadena de suministro.

2.6.6.6 Reparar

La reparación consiste en poner de nuevo en funcionamiento un producto averiado, el resultado consiste en que el producto disminuye en calidad y en coste. Por ejemplo, pequeños aparatos eléctricos y electrónicos. Se ubica en el eslabón de producción en la cadena de suministro.

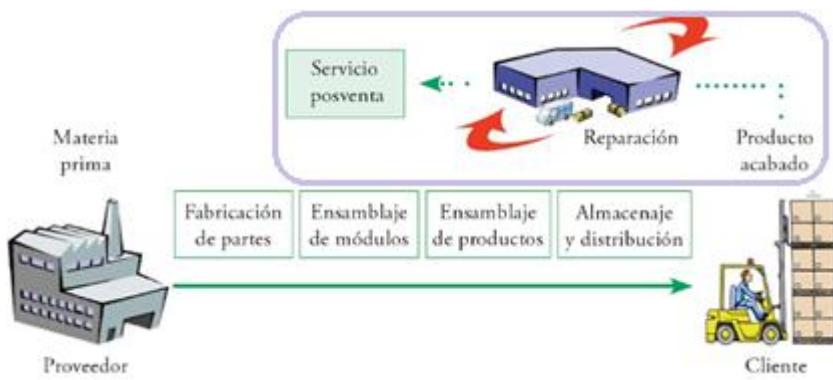


Figura 11. Reparar: 6R Logística Inversa.

Fuente: (Cabeza, 2012)

2.7.7 La mercadotecnia o marketing en la logística

La Logística Inversa es una forma de dar apoyo a la competitividad de las empresas. En los últimos años se ha buscado una relación mucho más cercana entre la empresa y los consumidores, la cual cobra mucha relevancia los cambios en las TICs, cambios demográficos e inclusive cambios en nuestro medioambiente.

Lo anterior, establece la importancia de diseñar y desarrollar un plan de marketing, que brinde apoyo no solo al área comercial, sino que también sirva para la Logística Inversa en pro de la preservación de nuestro medioambiente. El analizar el comportamiento de los clientes, nos brinda una perspectiva mucho más amplia de sus necesidades, entendiendo que los clientes en este siglo son cada vez exigentes, más conscientes del entorno y con capacidades de tomar sus decisiones.

Las empresas se preocupan más por tener el personal de trabajo cualificado, infraestructuras adecuadas y planes de mercadeo modernos, pero no tienen en cuenta en su plan estratégico la unión con partes de los eslabones de la cadena que no dependen directamente de la empresa, como son los proveedores, los clientes y las empresas dedicadas a la distribución. Esto hace mucho más complejo mejorar y desarrollar la cadena de suministro de forma inversa, es decir, de atrás hacia adelante.

Es clave preguntarse la analogía entre el marketing y la logística. Entendemos que el objetivo del marketing es maximizar las utilidades de la empresa, no las ventas. Satisfacer las necesidades del mercado, así como el asegurar que el servicio o producto esté

disponible en cantidad, pero sobre todo en calidad. La distribución física es una parte del marketing, cuyas fases son de planificar, implementar y controlar el flujo tanto físico y de información desde el origen hasta el destino final, esto implica distintas fases como son, transporte, almacenaje, inventarios, producción, embalaje, entre otras, que de forma conjunta logra optimizar la cadena de suministro de las empresas.

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Diseñar un modelo de Logística Inversa para la recolección y recuperación de los envases plásticos (PET) en zonas urbanas, producidos por fabricantes de agua embotellada y refrescos en Colombia.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Diseñar un plan logístico para la recogida de envases plásticos (PET), por medio de *Smart PET Containers*.
- Ahorrar costes de manufactura y transporte, para una óptima utilización de los recursos.
- Aplicar la cadena de suministros sostenible, para lograr satisfacción de los clientes y promover la cultura del reciclaje PET.
- Mejores prácticas en la preservación del medio ambiente.

3.3 La Retro-logística y el plástico

3.3.1 Cultura Retro-logística

Este término lleva al descubrimiento de un elemento que puede aportar valiosos ahorros, nuevos ingresos para las empresas, así como una contribución al medio ambiente. En este sentido pueden ser considerados los siguientes elementos. Anotamos que la palabra “retrologística” no figura en los trabajos sobre el tema, pero ciertamente hablar de logística “inversa” es un término que ha sido cuestionado por diversas personas.

Con relación al tema de la incentivación de esta cultura proponemos lo siguiente:

Epistemología retrologística. Se trata de fomentar lo que también podría llamarse “inteligencia retrologística”, lo cual nos lleva necesariamente a obtener los grandes beneficios de la llamada Logística Inversa, tanto en el campo de ahorro y aprovechamiento de materiales como en la generación de mejores ingresos. A nivel individual equivale a “programar” el cerebro con el fin de buscar y encontrar las relaciones o sintaxis en diversas áreas del desenvolvimiento diario de la vida. Dicho ejercicio resulta productivo por cuanto, al descubrir elementos y posibilidades de reciclaje, se genera, a su vez, nuevas perspectivas creativas y productivas. El pensamiento se ubica en el campo de lo intangible pero afecta los procesos neuroquímicos del cerebro que, en algún sentido percute positiva o negativamente sobre nuestro organismo y, de manera especial, sobre nuestra conducta, así: a pensamiento retrologístico, conducta retrologística.

Educación popular. No basta con el aspecto jurídico de una realidad para poder crear la cultura de la retrologística, sino que se hace indispensable la labor de educación de la población colombiana desde la infancia hasta el grado profesional. De hecho, en Colombia existen cartillas ya publicadas, sobre el tema del reciclaje y la Logística Inversa, a nivel popular. Pero este tipo de educación no puede restringirse a las aulas, sino que ha de iniciarse en el hogar (como sucede en Holanda, Suiza y Suecia) y que debe ser apoyado también por las redes y medios de comunicación masiva, de modo particular por la televisión, tanto estatal como privada, para conseguir un impacto efectivo sobre las comunidades y la sociedad en general.

Incentivos. La educación en la cultura de la retrologística puede acelerarse con incentivos de parte de empresas o del gobierno directamente. Dichos incentivos pueden referirse, por parte del gobierno, al campo de la disminución de impuestos, o de facilidades de créditos, por ejemplo. En cuanto a las empresas, los incentivos podrían traducirse en descuentos especiales o en bonos para compras futuras. Dicha incentivación tiene como condición previa, crear el hábito doméstico de separar las basuras (papel, plástico, vidrio, metal, orgánicos), lo que facilita el siguiente paso en la cadena retrologística, que puede ser la reutilización o el reciclaje, entre otros.

Leyes internacionales. Colombia tiene diversos convenios internacionales que apoyan e incentiva el fortalecimiento de la cultura retrologística, en dos grandes direcciones. Por una

parte, en cuanto a la obligatoriedad del cumplimiento adquirido en tales compromisos y, por otra, en la necesidad de alcanzar una calidad internacional en la aplicación de la Logística Inversa, muy ligada a la llamada “logística verde”, que poco a poco va fortaleciéndose en diversos países y que impacta positivamente en un país como Colombia. A continuación, puede verse una panorámica general que tiene o puede tener implicaciones sobre esta cultura en el país.

Tabla 2. Legislación internacional adoptada por Colombia

Convención sobre la plataforma continental, Ginebra, 1958
Convenio internacional sobre responsabilidad por daños causados por la contaminación de aguas del mar con hidrocarburos (1969) y protocolo "CLC 69/76 (1976)
Convenio para la protección del patrimonio mundial, cultural y natural. París, 1972
Convenio sobre el comercio internacional de especies amenazadas: fauna y flora silvestre. Washington, 1973
Convenio Internacional para prevenir la contaminación por buques, 1973. Protocolo relativo a la contaminación del mar (MARPOL) por buques 1978.
Convenio sobre la constitución de un fondo internacional de indemnización de daños causados por la contaminación del mar con hidrocarburos (1971) y su protocolo "El Fondo 71/76" (1976)
Acuerdo sobre la cooperación regional para el combate de la contaminación del Pacífico Sudeste por hidrocarburos y otras sustancias nocivas, en caso de emergencia. Lima, 1981.
Convenio de las Naciones Unidas sobre el derecho del Mar. Jamaica, 1982
Protocolo de cooperación para combatir derrames de hidrocarburos en la región del Gran Caribe. Cartagena, 1983
Protocolo complementario del Acuerdo sobre la cooperación regional para el combate de la contaminación del Pacífico Sudeste por hidrocarburos y otras sustancias nocivas, en caso de emergencia. Quito, 1983.
Protocolo para la protección del Pacífico Sudeste contra la contaminación marina proveniente de fuentes terrestres. Quito, 1983
Convenio para la protección del medio marino y la zona costera del Pacífico Sudeste – Ley 45-85
Convenio de Basilea sobre el control de los movimientos transfronterizos de los desechos peligrosos y su eliminación. Basilea, 1989
Protocolo para la conservación y ordenación de las zonas marinas y costeras protegidas del Pacífico Sudeste. Paipa, 1989
Protocolo relativo a las zonas protegidas del Convenio para la protección y desarrollo del medio marino de las regiones del Gran Caribe. 1990
Convenio sobre la diversidad biológica. Rio de Janeiro, 1992
Protocolo sobre el programa para el estudio regional del fenómeno " El Niño" en el Pacífico Sudeste. Lima, 1992
Convenio relativa a los humedales de importancia internacional especialmente como hábitat de aves acuáticas - RAMSAR (acogido por Colombia en 1997)

Fuente: (Upme, s.f.)

Semejante cultura tiene necesariamente impactos positivos que, por desconocimiento, no se aprovechan en nuestro país, y que han de ser presentados muy claros para poder obtener los beneficios que, de hecho, en muchos lugares se están logrando.

Impacto financiero. Los informes de los países destacados por su política de retrologística, como son Suecia y Holanda, demuestran claramente el beneficio en este campo, hasta el punto de que Suecia “importa” basuras de otros países (entre ellos el Reino Unido, Irlanda, Noruega e Italia). Ha sido la educación preventiva y la gran respuesta de la sociedad lo que propició la llamada “revolución del reciclaje” en Suecia. Se emplea el sistema conocido como WTE (“de desecho de energía”) basado en el principio de que tres toneladas de basura quemada equivalen a una tonelada de combustible *fuel oil*. La Administración Sueca de Residuos, a través de su directora Ana Carin afirma que “la basura es un producto distinto al que era antes. No sólo es basura, es un negocio” (Grupo Lyrsa, 2016).

Impacto ecológico. El impacto ecológico es otro de los factores positivos favorecidos por la retrologística, fruto, a su vez, de la cultura de la llamada Logística Inversa. Los datos que se dan a continuación se refieren al impacto negativo de los plásticos en el medio ambiente, que pueden ser superados, al menos parcialmente por el reciclaje especialmente de los plásticos, si bien no es el único factor contaminante, pero es el que nos preocupa en el momento. En este ámbito no solamente es el plástico de las botellas (PET) el que contamina, sino también el CO₂ generado por el transporte de las mismas. La invasión de desechos PET en el mundo va en aumento. Con el reciclaje de éstos puede generarse materias primas para la industria y la posibilidad de disminuir la contaminación ambiental, así como la disminución del gasto en materias primas. El impacto de dicho reciclaje favorece igualmente la existencia de las llamadas “empresas limpias”.

Impacto social. Es una deducción clara de los dos ítems anteriormente expuestos. En el caso de la Logística Inversa, al impactar positivamente el ámbito financiero y el ámbito económico surgen consecuencias, igualmente positivas, sobre el ámbito social y de éste al ámbito de educación de la población de un país. Lo sucedido con la cadena de la Logística Inversa en los países anteriormente mencionados es un hecho claro (*contra facta non valent argumenta*), que respalda los principios que estamos exponiendo en la presente investigación. En el fondo de este impacto se detecta igualmente una actitud de respeto no sólo al medio ambiente sino claramente a las personas y a las familias.

Perspectiva futura. La relativamente reciente histórica de la logística en general nos lleva a lanzar la mirada hacia el futuro por la simple razón del crecimiento acelerado, que, en pocos años, ha alcanzado; de modo que no basta la afirmación de que es un campo con muy buenas perspectivas hacia el futuro sino que es preciso hacer un acercamiento a algunos de los puntos que se avizoran, y que ya se pueden percibir como realización en los lugares donde se ha descubierto la importancia de la logística en general, y, en nuestro caso, de la Logística Inversa, a la cual estamos haciendo referencia.

Logística de renovación. Saliendo de los límites de una concepción “inversa” de la logística y pasando la visión positiva de una logística ciclo dinámica se puede llegar a pensar fundamentalmente, sin traicionar el principio de las “3R” o de las “6R”, en una logística de renovación. Surgen aquí al menos tres grandes razones para hacer esta consideración. Una razón toca con el aspecto de los ingresos para la empresa (o para el país) originado en el ahorro con relación a la consecución de materias primas, así como por la generación, en algunos casos, de energía, lo cual se ve reflejado en la parte contable, siendo éste un rubro nuevo con el que anteriormente no se contaba. Una segunda razón ‘para hablar de renovación es por lo que ha sido llamado por algunos “el milagro sueco”, esto es, la conversión de basuras (en nuestro caso envases plásticos) energía o materias primas, o, dicho en otras palabras, en dinero, lo cual indudablemente es una renovación. Una tercera razón está en el impacto medioambiental, puesto que, de lugres afeados y contaminados por residuos de envases plásticos, amén de otros residuos, surgen lugares verdes, renovados.

Una respuesta al futuro. Con el creciente y sofocante crecimiento de residuos en general y, de manera particular, de envases plásticos desechados, el futuro del mundo es preocupante. De lo dicho anteriormente se deduce que lo que se propone con la creación de una cultura de “retrologística” o Logística Inversa no sólo para las empresas sino para los gobiernos de diferentes países, el beneficio es grande. Semejante respuesta se hace urgente para llevar a cabo puesto que cada día la situación se contaminación se va agravando. Se trata, entonces, de una respuesta sostenible y beneficiosa para la empresa, para las sociedades y para los diversos países que opten por acogerla.

3.4 Los plásticos

El problema que, en esta investigación sobre la Logística Inversa nos preocupa, reside concretamente en los residuos plásticos producidos por la creciente acumulación de envases de PET. Obviamente el tema de los diferentes tipos de plásticos es muy amplio y no se puede abarcar en la presente investigación.

Hay que aclarar que la contaminación provocada por el PET está atada a la contaminación producida por el transporte de envases. En Colombia concretamente el transporte de dichos envases se hace por carretera, lo cual genera una producción de emisiones de CO₂. Una vez utilizados son desechados, etapa en la cual de inicia otro problema. Dado que la cultura de Logística Inversa es muy incipiente en el país, los envases van a parar a los llamados “rellenos sanitarios”, aumentando así la contaminación y la posibilidad de proliferación de plagas como cucarachas, ratas, así como también la generación de enfermedades y la producción de lexiviados que contaminan las fuentes hídricas. Los envases que no van a los vertederos con frecuencia llegan a los ríos y terminan en el mar donde se pone en situación de riesgo a los animales marinos y de las playas.

En algunos países, entre ellos los Estados Unidos, la segunda bebida más popular es el agua envasada. Según datos del Banco Mundial, en 1970 esta industria produjo 1.000 millones de litros. En el año 2000 llegó a 84.000 millones. En 2010 alcanzó 223.000 millones de litros. Se calcula que en 2015 produjo 233.000 millones de litros, lo cual significa que esta industria está produciendo cerca de 1.500 millones de toneladas de plástico cada año, aumentando con esto la contaminación de tierra y mares. Se calcula que cada año llegan al mar un aproximado de ocho millones de toneladas de plástico (Fernández, 2016).

Solamente se recicla entre el 20% y el 23% de las botellas, esto significa que cerca de un 80% queda sin reciclar. Cerca del 90% del costo de una botella de agua se basa en el envase. Por otra parte, se necesitan 24 millones de galones de petróleo para producir mil botellas plásticas (Creadess: Cooperación en red euro americana para el desarrollo sostenible, 2013).

Entendemos por plástico los materiales a base de resinas, proteínas y otros elementos, que son fáciles de moldear por medio de cierta temperatura y compresión dándoles una forma permanente.

Podemos decir que estamos en la era del plástico puesto que la vida actual está rodeada de muchos artículos fabricados con base en este material, tales como electrodomésticos,

partes de coches, partes de aviones, cortinas de baño, empaques, platos y hasta artículos de construcción como el melamine, sin dejar de mencionar juguetes, artículos de papelería y hasta material de vestidos.

3.4.1 Ventajas y desventajas de los plásticos

¿Qué repercusión puede tener en nosotros la abundancia plásticos? Podemos pensar, ante todo en la comodidad que ofrecen para el desarrollo normal de la vida de las personas y de las sociedades. Si se suprimieran los plásticos dejaríamos de tener muchas cosas útiles y hermosas al alcance de la mano. Pensemos solamente en los ordenadores y en los teléfonos móviles, pues sin plásticos difícilmente contaríaos con ellos. Sólo por un momento pensemos lo que sería la vida moderna sin la presencia de los plásticos, lo cual significaría un retorno muchos siglos atrás, una marcha realmente “inversa”.

Pero otra respuesta está en lo que podría llamarse el reverso de la moneda al pensar en los peligros, de los cuales muy pocas personas hablan, pero que son ciertos. Todos los productos plásticos tienen componentes que ingresan a la atmósfera y al cuerpo de los humanos. Obviamente esta realidad no se publicita, tal vez por las repercusiones negativas que llegarían a tener sobre las finanzas de las empresas, que lo fabrican o que lo utilizan, pues pueden llegar a ser altamente nocivas por lo químicos que contienen y que silenciosamente se difunden, produciendo una contaminación ambiental altamente peligrosa.

Al respecto, podemos considerar algunos ejemplos de los daños inferidos por los plásticos sobre el medio ambiente y, en especial, sobre el organismo humano, sin pretender por ello causar alarmismos o terrorismo académico. Sencillamente en esta aproximación a los plásticos es un elemento básico, que exige un informe al respecto.

Uno de los temas más preocupantes con relación a la contaminación generada por los residuos plásticos es el daño inmenso causado a la fauna marina. Entre Japón y California, en el Pacífico Norte existe una zona que ha sido llamada “isla de la basura” o “sopa de plástico” o “mancha de la basura del norte”. La quietud del mar, los vientos y las corrientes suaves hacen que sea un lugar para la acumulación de basuras.

Por otra parte, existen plásticos que no son visibles a simple vista pues están en vía de degradación, pero siguen ocasionando daño a la fauna marina e incluso a la navegación.

Con frecuencia los animales que integran la fauna marina los ingieren al confundirlos con comida y son causa de enfermedad y muerte para muchos de ellos, peces, ballenas, leones marinos, focas y hasta aves marinas.

Hay que anotar que el problema no se reduce a los plásticos como tal, sino que también se genera la posibilidad de que algunos de los químicos contaminantes que éstos contienen, se desprendan e ingresen al medio ambiente y de allí a los animales, causando graves problemas de toxicidad. El hecho de que gran parte de la contaminación se encuentre en aguas internacionales hace que problema de la contaminación adquiera dimensiones mundiales y, por tanto, las medidas que se deben tomar para resolver tan grave problema no se circunscriben a un puerto o a un país. Es un problema que atañe a todo el mundo y aquí es donde la Logística Inversa, concretamente el reciclaje de plásticos tiene una gran responsabilidad (Thompson, Moore, vom Saal, & Swan, 2009)

En la elaboración de los diferentes plásticos se emplean aditivos para dar una mayor practicidad al uso al cual van a ser destinados, como antioxidantes, antimicrobiales, retardantes de fuego, etc. Dichos aditivos con frecuencia causan toxicidad en animales y en humanos, como el bisfenol (Thompson, Moore, vom Saal, & Swan, 2009)

3.4.2 Clasificación de las diferentes resinas plásticas

A continuación, damos el nombre de las diferentes resinas plásticas, conocidas sencillamente como “plásticos” con sus correspondientes códigos:

Tabla 3. Análisis de diferentes resinas plásticas.

CÓDIGOS	PRODUCTOS	COMPONENTES	RECICLADOS	TÓXICOS
1. PET Polietileno Tereftalato	Envases farmacéuticos, Películas para empaque de alimentos. Botellas de jugos, agua u otras bebidas, enjuagues bucales, bebidas deportivas y contenedores para condimentos como la salsa cátsup, aderezos y mermeladas.	Petróleo, gas y aire: a partir del crudo se extrae el paraxileno y se oxida con el aire para obtener ácido tereftálico. El Etileno, obtenido de derivados del gas natural se oxida con aire para formar etilenglicol. La combinación del ácido tereftálico y el etilenglicol da como resultado el PET.	Tejas, Escobas, Fibras para la fabricación de hilos, Cuerdas, alfombras, rafia, zuncho y otras fibras.	Puede filtrar el Antimonio tóxico, usado durante su fabricación. Puede contener compuestos de Bromo, depresor del sistema nervioso central (síntomas psicóticos).

2. PEAD Polietileno Alta Densidad	Tubería, tanques, canastas, contenedores, recubrimiento para cables, bañeras, juguetes, señalizadores viales. También es utilizado para hacer las bolsas de plástico y recubrimientos de las cajas de cereal.	Etileno derivado del petróleo o el gas. En un reactor se somete a un proceso de polimerización en presencia de un catalizador y en condiciones de presión y temperatura que dan como resultado gránulos o pellets.	Canastas de bebidas, Materas, Envases Mangueras.	Libera productos químicos, esto es, pueden potencialmente alterar sus hormonas e incluso alterar la estructura de las células humanas, con riesgos especialmente en los bebés y niños.
3. PVC Policloruro de Vinilo	Películas para empaques flexibles, botellas y botellones, laminaciones. Bolsas para los productos de cama, paquetes de carne y embutidos, juguetes de plásticos, manteles, paquetes de medicamentos.	Carbono e hidrógeno en forma de etileno, derivado del petróleo o gas, y cloro. La resina virgen se mezcla con aditivos específicos para obtener las propiedades requeridas: flexibilidad, transparencia, textura o color.	Llaveros, Señalización de vías, Mangueras. Rafia, cuerda industrial, zuncho, mallas y tubería Muebles plásticos, utensilios domésticos y juguetes.	Contiene di(2-ethylhexil) ftalato (DEHP) que puede afectar el sistema endocrino de la vida silvestre, causado cáncer testicular, deformaciones genitales, bajo conteo de espermatozoides e infertilidad en un número de especies. Los pisos de PVC se han relacionado con enfermedades crónicas, como alergias, asma y autismo.
4. PEBD Polietileno de Baja Densidad	PEBD: Plásticos para envolver productos y para uso agrícola, bolsas para pan, periódicos, vegetales, bolsas de basura y alimentos congelados, así como también en los envases de cartón y vasos para líquidos fríos o calientes.	Según el proceso de fabricación, existen diferentes variedades: Polietileno de alta densidad (PEAD) y Polietileno de Baja densidad (PEBD), el cual puede ser convencional o lineal.	Bolsas para la basura, Mangueras, tapas, láminas adhesivas, botellas, contenedores flexibles y recubrimientos	Puede representar riesgos de filtrar sustancias estrogénicas, similares al HDPE.
5. PP Polipropileno	Plásticos para empaques flexibles, botellas y botellones, bolsas en general y laminaciones. Utilizado en los envases de yogurt, envases para alimentos fríos, para medicamentos y en los contenedores de alimentos.	Hidrocarburo que pertenece a la familia de las poliolefinas y que se produce a partir de la polimerización del Propileno. Su estructura molecular consiste en un grupo metilo (CH3) unido a un grupo vinilo (CH2). El Polipropileno también puede ser copolimerizado con etileno para formar los copolímerosrandom (para mayor transparencia y brillo) y los copolímeros de impacto (resistencia al impacto y a bajas temperaturas).	Hebillas para el pelo, ganchos para colgar ropa. Rafia, cuerda industrial, zuncho, mallas y tubería. Muebles plásticos, utensilios domésticos y juguetes	Un estudio encontró que el plástico PP utilizado en estudios de laboratorio filtró por los menos dos sustancias químicas (ftalatos y BPA).
6. PS Poliestireno (icopor o styrofoam)	Accesorios médicos e industria farmacéutica y cosmética, Industria de la construcción: divisiones de baño, difusores de luz, cielorrasos y concreto aligerado. Vasos, platos, tazones, recipientes desechables, bandejas de carne y más. Artículos escolares y de oficina, cubiertos desechables.	Polímero resultante de la síntesis orgánica entre el etileno y el benceno, por medio de un proceso de polimerización.	Tejas, Cintas de empacado, Balacas, Pulseras, Elementos para equipos electrónicos, carcasa y estuches para discos compactos.	La temperatura superior a 20° permite que el estireno se filtre de los envases a las comidas y bebidas calientes (como el café caliente en una taza de poliestireno). Podría ser el peor de todos.
6. PS Poliestireno Expandido	Envases y empaques de uso permanente y desechables, empaques de icopor.	Hay dos principales tipos de Poliestireno: de uso general y de alto impacto.	Tejas, Cintas de empacado, Balacas, Pulseras.	(Ut supra)

7. Otros	<p>Botellones para agua, empaques para alimentos, discos compactos, carcasa para computadores y Equipos de tecnología, películas.</p> <p>Son resistentes a la corrosión, flexibles, livianos y resistentes a latemperatura.</p>	<p>Policarbonato (PC), Acrilonitrilo, Butadieno Estireno (ABS), Poliamida (PA), Nylon, Acetatos, Estireno Acrilonitrilo (SAN).</p> <p>Es muy probable que a menudo contengan BPA o una nueva sustancia química en la clase bisfenol, conocido como bisfenol-S (BPS).</p>	Hebillas de pelo	<p>El BPA y BPS son disruptores endocrinos, lo que significa que imitan o interfieren con las hormonas de su cuerpo y afectan su sistema endocrino. Las glándulas de su sistema endocrino y las hormonas que liberan son instrumentales para regular el humor, crecimiento y desarrollo, función del tejido, metabolismo, así como también la función sexual y procesos reproductivos.</p>
----------	---	--	------------------	--

Fuente: Elaboración propia, con datos tomados de: (Dr. Mercola, 2015)

Indudablemente una vida moderna, al menos desde la perspectiva actual, no es posible ni comprensible sin el uso de los plásticos. Las posibilidades de agilizar la vida, de hacerla más productiva, más llevadera y, en cierto sentido, más humana están ligadas inevitablemente a los plásticos, los cuales han sido insertados en la vida actual y prescindir de ellos, en este momento, es imposible, a no ser que nos aisláramos de la sociedad, pero, aún en este caso, es dudoso que se pudiera prescindir del todo de la presencia de estos elementos. Por esta razón es necesario incorporarlos definitivamente y, al ser consciente de los peligros que conllevan, buscar vías de salida saludables y beneficiosas para todos.

El PET (Polietileno Tereftalato o Tereftalato Polietileno): De entre las diferentes resinas plásticas, nos centramos, en este trabajo, en el PET por ser el material con el cual se fabrican las botellas de agua y de refrescos, muy populares en Colombia, y que causan una contaminación muy grande. Dado que en Colombia sólo se recicla un 13% de las basuras, la contaminación producida por este tipo de envases es muy alta. Si confrontamos esta situación con las ventajas ya mencionadas en este trabajo, nos descubrimos ante una inmensa oportunidad de tener ahorros en cuanto a materias primas se refiere y en cuanto al aprovechamiento de iniciar o fortalecer un gran proceso de reciclaje para el país

“La mayor parte de los colombianos desconocen los conceptos elementales acerca del reciclaje y aún más sobre el beneficio que trae consigo el uso del PET como un material resistente y ligero, con la capacidad de producción de envases plásticos que tendrían como fin futuro la reutilización. La problemática se ve reflejada en el poder de decisión que tienen los funcionarios del gobierno que operan en cada región o a nivel general en los países para responsabilizarse directamente de inculcar una cultura ambientalista en cada uno de los ciudadanos respecto al trabajo en pro del ambiente como una posibilidad de desarrollo territorial, comercial y social” (Duque, 2011).

Hipótesis. Partimos del hecho de que en Colombia las empresas de consumo masivo con frecuencia minimizan el problema que representan los residuos PET, por tanto, desde esta realidad, no existe, al menos en sentido general, la perspectiva de considerar la Logística Inversa como alternativa de creación de nuevos negocios, así como la contribución a la parte ambiental.

El público objetivo. En Colombia, Coca cola es la mayor productora de refrescos, pero no es la única. Esto implica que la propuesta que vamos a presentar está abierto en general a todas las empresas que producen envases con PET y que existen en diversos lugares del país.

“En Colombia se estima que solo en las ciudades de Bogotá, Cali, Medellín y Barranquilla se producen semanalmente unas 88.100 toneladas de basuras y residuos plásticos de las cuales solo es recogido el 70%.

La contaminación por plástico es una de las más significativas en la actualidad, ya que una botella plástica tarda alrededor de 700 a 1000 años en degradarse; resulta difícil convencer a las personas que no utilicen botellas de plástico, así que actualmente la mejor idea es fomentar el reciclaje de todas esas botellas o por el contrario que sean reemplazadas por algo mejor. La idea es reducir el impacto ambiental que causan las grandes cantidades de desechos plásticos con la previa implementación y posterior empleo de botellas hechas a partir de reciclable.” (Silvera, Salcedo, Roca, & Hurtado, 2012).

En Colombia los residuos de PET tienen impacto negativo en el medio ambiente por la contaminación causada en ciudades, en el campo, en ríos y en las playas y también en la energía que se consume en su elaboración. A continuación, se muestran algunas fotos de la contaminación en el mar y en zonas urbanas causadas por el PET:



Figura 12. Basuras en Santa Marta - Colombia

Fuente: (Santa Marta Viva, 2016)



Figura 13. Basura generada por la falta de recolección en zonas urbanas de Bogotá – Colombia.

Fuente: Elaboración propia.



Figura 14. Basura generada por la falta de recolección en zonas urbanas de Bogotá – Colombia.

Fuente: Elaboración propia.

Aunque en Colombia existen normas al respecto, sin embargo, son muy genéricas y, con frecuencia, no son obligatorias para las empresas. Miremos, por ejemplo, la reglamentación emanada de las normas ISO:

“Esta norma internacional especifica los requisitos para un sistema de gestión ambiental, destinados a permitir que una organización desarrolle e implemente una política y unos objetivos que tengan en cuenta unos requisitos legales y otros requisitos que la organización suscriba, y la información relativa a los aspectos ambientales significativos. se aplica a aquellos aspectos ambientales que la organización puede tener influencia. No establece por si misma criterios de desempeño ambiental específicos” (Norma Técnica Colombiana - NTC-ISO 14001, 2015).

“En diferentes países se han realizado estudios respecto a la producción y a la contaminación producida por envases PET, por ejemplo, Bolivia, Brasil, México y China, en los cuales se dio como uno de los resultados el hecho de que la mayoría de los consumidores, especialmente de agua embotellada, y de refrescos en general son los jóvenes” (Barrientos, 2016).

Lo anterior significa que es muy urgente la creación de una política legal, por parte de los gobiernos, para urgir y acentuar los dichos con relación a lo que hemos dado en llamar “cultura de retrologística” o de Logística Inversa.

El tema del calentamiento global se hace cada vez más urgente. Sin embargo, se puede constatar dos grandes posiciones al respecto, una liderada actualmente por el gobierno de los Estados Unidos, que no le presta mayor atención. No es un secreto que Colombia tiene un gran influjo de la cultura de los Estados Unidos en diversos aspectos y, en el caso concreto, en la minería. De otra parte, está la posición de los países europeos que valoran mucho la defensa del medio ambiente para contrarrestar los efectos nocivos del calentamiento global, lo cual afectará nuestro país en algún momento. Tanto en Medellín como en Bogotá y, en menor grado, en otras ciudades del país la contaminación ambiental va en aumento, con efectos nocivos para la economía y para la salud de las personas. Ese es un campo en el cual las empresas están también llamadas a dar una respuesta creativa e innovadora, lo cual ciertamente parece difícil, mas no es imposible, si bien hay que superar los obstáculos puestos por la carencia de la cultura medioambiental.

“Las nuevas interacciones ecológicas causadas por introducción de partículas de plástico para los ecosistemas oceánicos denominan el “*plastisphere*” puede transferir energía entre pelágicos y ensamblajes sustrato asociada sin densidades micro plásticos siguen aumentando, biota entonces asociada al sustrato, tal como *H. sericeus* puede esperar también, potencialmente a expensas de presas como zooplancton o huevos de pescado. El trabajo futuro debe incorporar la dinámica de los conjuntos de sustrato asociado con el trabajo en curso en toxicología, la ecología microbiana y las interacciones de la fauna, para proporcionar una mejor comprensión del impacto de la contaminación micro plástico en los ecosistemas marinos pelágicos” (Goldstein, Rosenberg, & Cheng, 2012)

El sistema de las 6R: presenta una serie de “reglas” que son convenientes tanto para encontrar una respuesta adecuada como contribución al problema del calentamiento global, así como para los ingresos de las empresas:

- ✓ **Reutilizar.** El asunto de las botellas plásticas PET no está cubierto por esta regla, por cuanto la reutilización de tales botellas, a diferencia de lo que puede suceder con los envases de vidrio que pueden ser susceptibles de reutilización después de un debido proceso de lavado y desinfección, no garantiza una total asepsia, especialmente porque el PET, después de un proceso de elevación de temperatura y de una prolongada exposición al ambiente natural, puede desprender sustancias tóxicas como el antimonio tóxico y compuestos de bromo. Por estas razones, la reutilización de botellas de PET no se acepta. A lo sumo, de acuerdo con las normas sanitarias de los países, podrían reutilizarse las tapas de las botellas, lo cual tampoco es recomendable.

- ✓ **Reciclar.** La regla del reciclaje se aplica totalmente en nuestro proyecto, pues con los debidos procesos, se llegan a obtener materias primas para la elaboración de otros productos, tema al que ya hemos hecho referencia anteriormente y que representa el punto central en la cadena de la Logística Inversa que estamos aplicando.
- ✓ **Reproducir.** La reproducción en sí misma no tiene aplicación en la propuesta que estamos haciendo, puesto ello significaría volver a hacer botellas PET con el material original, lo cual no es admisibles por las razones anteriormente expuestas. Sin embargo, se puede hablar de re-producir, si esto admite, dentro de su significado, una nueva producción, ya no de botellas sino de otros elementos, como también se ha mencionado.
- ✓ **Revender.** Esta regla tiene, en nuestro proyecto, una importancia especial, por cuanto los residuos de las botellas PET no van a los vertederos ni a los rellenos sanitarios, lo cual contribuye a la contaminación ambiental, sino que las materias primas se revenden, después de pasar por un debido proceso de reciclaje de los residuos originales.
- ✓ **Rediseñar.** Anteriormente hablábamos de lo que aquí llamamos una “sub-producción” con base en las materias primas recicladas. En este punto, si se admite la cadena inversa en la “sub-producción”, cabe ciertamente el rediseño de los nuevos productos, en cuyo proceso, además de los logísticos, se incluyen también a los creativos y a los diseñadores.
- ✓ **Reparar.** Esta regla no aplica directamente al modelo de Logística Inversa que estamos presentando. Sin embargo, desde la perspectiva de la llamada “logística verde”, tiene un impacto favorable, puesto que contribuye en manera efectiva a un ambiente más limpio. En la actualidad, de los 12 millones de toneladas de basura que se producen anualmente en Colombia (7.500 en Bogotá) solamente se recicla un 13%. De lo anterior se deduce fácilmente que, desde nuestra propuesta, dicho porcentaje puede ser aumentado, con lo cual se contribuye a reparar el medio ambiente en el país.

En la tabla 4 se puede observar claramente los campos de aplicación de las 6R en el sistema de recolección PET y su reciclaje propuesto en el presente proyecto.

Tabla 4. Aplicabilidad de las 6R en el sistema de recolección PET

Sistema 6R	Aplica	
	Sí	No
Reparar		x
Rediseñar		x
Revender	x	
Reproducir		x
Reciclar	x	
Reutilizar		x

Fuente: Elaboración propia.

Asimismo, es importante conocer el incremento en generación de residuos sólidos en la capital del país (Bogotá). Teniendo en cuenta las empresas tanto del sector público y privado, incluso las personas informales o recicladores, es posible hallar fácilmente un espacio en el sector, permitiendo que la actividad del proyecto que se presenta se desarrolle de manera satisfactoria, sustentado, además, del incremento tanto de la población como en el consumo de bebidas en envases PET, como se puede visualizar en la siguiente tabla.

Tabla 5. Proyecciones de generación y recolección de residuos sólidos 2016 - 2027

Año	Población (Hab)	Generación (T/Día)	Recolección (T/Día)
2016	7,977,000	7,275.87	6,762.06
2017	8,080,000	7,419.52	6,866.72
2018	8,184,000	7,566.00	6,973.00
2019	8,283,000	7,699.80	7,058.77
2020	8,383,000	7,835.97	7,145.59
2021	8,484,000	7,974.54	7,233.48
2022	8,587,000	8,115.57	7,322.45
2023	8,691,000	8,259.09	7,412.52
2024	8,796,000	8,405.15	7,503.69
2025	8,902,000	8,553.79	7,595.99
2026	9,010,000	8,705.06	7,689.42
2027	9,114,000	8,859.00	7,784.00

Fuente: (Unidad especial de Servicios Públicos, 2015)

En Colombia se generan aproximadamente 12 millones de toneladas de basura por año y solamente se recicla el 17%, lo cual puede darnos una idea del problema creciente para el

futuro. Bogotá solamente genera unas 7.566 toneladas de basura diarias con un reciclaje inferior al promedio nacional (14% - 15%). Si no se ejecuta ninguna acción al respecto se prevé un aumento de emisiones de gas (CO2) así como emergencias sanitarias en el país (Revista Dinero, 2017).

Por su parte el gobierno ha hecho algunos esfuerzos por resolver el problema, si bien son insuficientes. Por ejemplo, pagar cierta cantidad por tonelada de basura reciclada (US\$6) y castigar a los que arrojen basuras a los rellenos sanitarios, pero sin resultados positivos. Mientras que países como Holanda (99%), España (40%) y Alemania (98%) aprovechan sus basuras para la producción de materiales industriales o de energía, en Colombia sólo se recicla un 17%.

Diariamente en Colombia se producen entre 30.000 y 32.000 toneladas de basura, existen 325 rellenos sanitarios que, dentro de muy pocos años, cumplirán su vida útil en el país. A un reciclador le pagan en Colombia por cada kilo de PET mil pesos (aproximadamente 25 centavos de dólar), por un kilo de cartón 300 pesos, por un kilo de vidrio 50 pesos (El Colombiano, 2016). Llama la atención de manera especial los residuos plásticos que día a día se acumulan en las ciudades y que contaminan fuentes hídricas, tan abundantes en el país, lo cual reporta igualmente un daño para las playas y la fauna marina (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2004). Esto significa que no existe en Colombia una cultura de la Logística Inversa, lo cual implica un grave detimento para el país.

Beneficios alternativos aportados por este proyecto:

- 1. Reducción de emisiones tóxicas**, lo cual afecta directamente a la mejora de las condiciones del medio ambiente, con repercusiones sobre el efecto invernadero. Las grandes emisiones de gas contaminante, en este contexto, provienen de la incineración de los envases de PET. En nuestra propuesta dicha incineración queda suprimida, siendo remplazada, a su vez, por el proceso de acopio de dichos envases, el cual incluye el lavado de los residuos, el triturado de los mismos, la fundición a una temperatura de 260° y la respectiva descontaminación de los materiales.
- 2. Disminución de rellenos sanitarios o vertederos**. Dado que uno de los grandes factores que contaminan el medio ambiente está en las basuras, y allí es a donde van a parar toneladas de residuos PET, es claramente deducible que el reciclaje de

dichas materias disminuye tanto el volumen como la contaminación en general, con un beneficio para la mejora del medio ambiente y para la sociedad

3. **Impacto para la población recicladora.** En Colombia la mayor parte del reciclaje se lleva a cabo por medio de los recicladores de la calle, a quienes se les paga muy poco por esta labor que representa un beneficio para las empresas y la sociedad. Con la promoción de la recolección de las botellas PET surge la posibilidad de una mejora en los ingresos para estas personas, porque las empresas transformadoras de dicho material pueden comprometerse a estimular una mayor recolección con el estímulo de una mejor remuneración por el ejercicio de este trabajo.
4. **Promoción de la cultura de la recuperación de productos y materiales de devolución.** Ya hemos mencionado cómo la falta de cultura con relación a la Logística Inversa es un factor que incide negativamente tanto en el mundo empresarial como en el ámbito del mejoramiento del medio ambiente. Al incentivar el proceso de separación de los residuos subrayando los beneficios financieros, ambientales y estéticos para las ciudades y la sociedad en general, se genera un dinamismo que promueve la cultura del reciclaje con los beneficios que de ella se derivan.
5. **Ahorro de energía.** Desde un punto de vista teórico se podría dar este ahorro, si los residuos se emplearan para la producción de energía, como sucede en Suecia y en Holanda, sin embargo, en el caso práctico de Colombia, es un beneficio que, por el momento, no se logra.

3.5 METODOLOGÍA DE TRABAJO

3.5.1 Inconvenientes logísticos en la recolección de envases PET

El uso inadecuado de los envases PET, impacta de manera muy significativa perdidas monetarias tanto para el sector como para la sociedad, causado porque posterior al consumo de bebidas, gran cantidad de estos envases PET no pasan por el proceso de recuperación, es decir, no son reciclados.

En su cadena de suministro, se denota claramente la falta de planeación y programación para los siguientes ciclos del proceso:



Figura 15. Sistema de recolección PET

Fuente: Elaboración propia.

Colombia debe reciclar la totalidad de los envases de plástico. El motivo principal radica en que el reciclaje permite a las empresas reducir sus costes en áreas como la fabricación y compra de nuevos envases PET, además ayudaría, a mejorar procesos en donde tienen intervención de las TICs, permitiendo, por ejemplo, optimizar procesos y enfocarse en satisfacer a los clientes.

Actualmente en Colombia el sistema de recolección es realizado por los recicladores de la calle, personas asalariadas y entidades públicas, que realizan la recuperación y entrega a centros de acopio informales o a vertederos. Es muy notoria la falta de un sistema de recolección institucionalizado, lo cual se ve reflejado en una gran cantidad de residuos plásticos arrojados en zonas urbanas y rurales del país, generando una grave situación para la contaminación ambiental y la saturación de los vertederos habilitados.

Existe un gran problema en la recuperación de envases PET que consiste en la falta de cultura de la sociedad para separar los residuos, limpieza tanto exterior e interior (sin tapas ni etiquetas), entre otros. Esas acciones de separación aumentan los costes en el manejo de los residuos y, si esto no ocurriese de manera adecuada, implicaría un elevado coste de procesamiento, llegando a usar métodos químicos para la separación de residuos, llevando a su vez, un mayor consumo de energía y H2O.

A continuación, se presentan las acciones o fases que se llevan a cabo en el proceso de recuperación de envases PET:

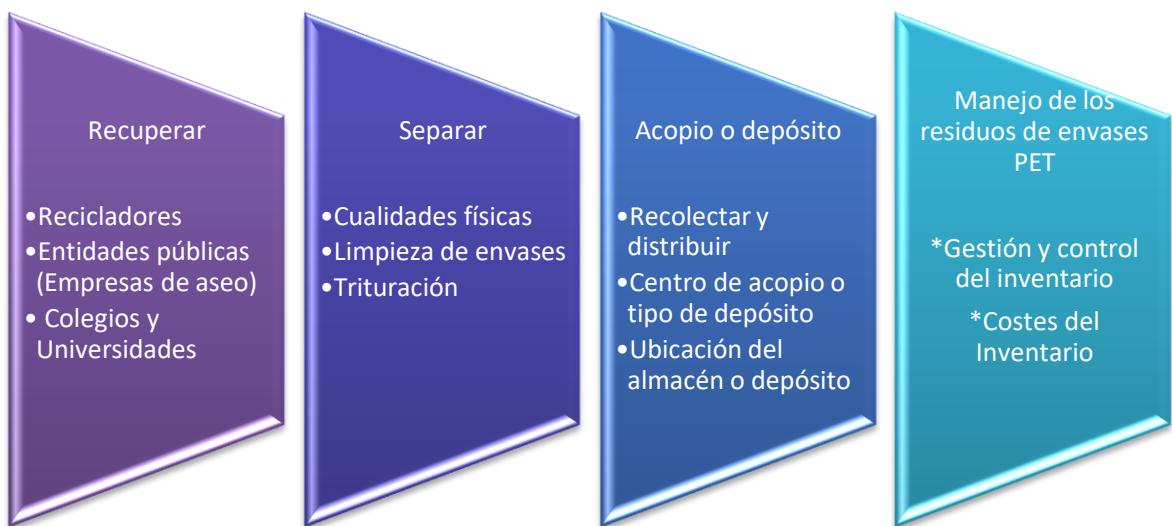


Figura 16. Fases en el sistema de recolección PET

Fuente: Elaboración propia.

3.5.1.1 Recuperar

La recuperación de los envases PET, es uno de los principales inconvenientes de la Logística Inversa, lo cual afecta la cadena de suministro de manera significativa, debido a la oferta y demanda a nivel local y regional de los productos con envases PET. Existen empresas recicladoras e informales, pero que no alcanzan a recuperar en su totalidad los envases PET, e incluso las empresas de aseo sólo se limitan a recoger la basura, que luego es desechada a los vertederos. Lo anterior, ha supuesto una falta de normativas y regulaciones en Colombia para incentivar y crear la cultura del reciclaje, asimismo, los precios de los envases PET post-consumo por parte de las empresas recicladoras, tienden a ser variables, tanto en cantidad como en calidad.

La compra de los envases PET genera un impacto en el manejo adecuado de estos, afectando el transporte, depósito o acopio y el acuerdo en el precio de compra. El reciclaje de envases PET, lleva a reducir la cantidad de residuos que contamina nuestro medioambiente, especialmente en las zonas públicas, las cuales son recolectadas en un gran porcentaje por recicladores ambulantes, empresas de aseo y en algunos casos por las universidades y escuelas.

Recicladores ambulantes: son personas de la calle que se dedican a reciclar los productos o materiales, que son desechados por la sociedad y que pueden ser utilizados.

Corren el riesgo de adquirir enfermedades por la falta de utensilios adecuados para el manejo de la basura, lo que conlleva, además, un grave problema de contaminación en las vías públicas.

Empresas de aseo: son personas que realizan su trabajo de recolección de basuras, pero no realizan la recuperación de los materiales para el reciclaje, solo limitan sus funciones de recolección y posterior envío a los vertederos.

Colegios y universidades: a través de iniciativas que buscan fomentar la cultura del reciclaje en su población estudiantil.

3.5.1.2 Separar

Cualidades físicas: en el proceso de separar, es importante tener presente las cualidades físicas con que fueron hechos los envases, así como la limpieza requerida para su correcta separación.

Limpieza de envases: en este ítem, se requiere separar la etiqueta del envase, así como la tapa y el arillo que acompaña la tapa.

- **Etiquetas:** las etiquetas son las que rodean el envase. Están diseñadas de plástico o pliegos laminados y son capaces de soportar las distintas temperaturas, normalmente el material que usan es de papel, polietileno y polipropileno, las cuales permiten despegarse con facilidad, ya que de lo contrario se reduce la posibilidad de reutilizar el envase y por ende su coste.
- **Arillos y tapas:** son compendios de seguridad que normalmente se encuentran ubicados en el cuello de la botella, el material que utilizan es de polietileno de alta densidad y el polipropileno.

Trituración: la trituración ayuda a reducir significativamente el volumen o bulto de los residuos de forma mecánica, esto permitiría: reducir el bulto para su transporte, es decir, disminuir espacio; acelera de forma eficaz el manejo de los residuos de envases PET, reduce los costes tanto operativos y administrativos, entre otros.

3.5.1.3 Acopio o depósito

La recogida del PET se relaciona concretamente con el reciclaje de los envases. Dicha recolección será fomentada con plan de marketing o mercadotecnia, que ayudará a generar conciencia en la sociedad con el uso de los desechos en los lugares como: parques, esquinas de la calle, vías públicas, canchas de deportes, entre otros.

El adecuado diseño del centro de acopio o tipo de depósito ayudará al proceso de planificación de las operaciones. Dichos centros, deben responder a la eficiente disponibilidad del producto, controlar el inventario, optimizar el PET triturado y tener el control del proceso de recogida y distribución.

En un centro de acopio es fundamental el almacenamiento, la distribución y no menos importante la información para el control de los procesos, este centro de acopio es necesario, aunque implica costes elevados, que serán recuperados con el retorno de la inversión, la cual es justificada con el fin de lograr una distribución flexible, dinámica y eficiente, así como de reducir costes y evitar los cuellos de botella de cada uno de los procesos en el centro de acopio.

El almacenaje conlleva costes de espacios para el almacenamiento, manipulación y stock. Mientras la **distribución conlleva costes de transportes**, que subyacen al movimiento de los productos o servicios desde su lugar de origen hasta su lugar de destino, estos costes de transporte están inmersos en la planificación adecuada de las rutas donde se hace necesario saber la cantidad o el volumen para saber elegir el vehículo con la capacidad de almacenamiento adecuada. El planificar las rutas de forma eficiente, ayuda a reducir el consumo inadecuado del combustible y, por ende, la contaminación ambiental. Este combustible tiene un impacto considerable en los gastos administrativos de las empresas.

Costes en transporte:

Costes fijos: que hace referencia a los costes en los que incurre el vehículo en términos operativos, como es el seguro vehicular, entre otros.

Costes variables: que hace referencia a los costes de combustible, aceites, mantenimientos (correctivos y de prevención), neumáticos, entre otros.

3.5.1.4 Manejo de los residuos de envases PET

El manejo de los residuos y materiales se vincula con el almacenaje. Este último es una de las causas de los retrasos en las entregas por la planificación eficiente que se necesita. El proceso de almacenamiento no aporta tanto valor agregado al PET en fase de triturado, pero sí contribuye a optimizar el espacio, disposición del material, la seguridad y la rentabilidad en su proceso de almacenamiento. Por otro lado, los costes en el manejo de los residuos del PET representan un mínimo, en comparación con los costes de transporte, sin embargo, tienen un impacto representativo en los procesos de cargue y descargue de la materia prima.

Gestión y control del inventario: El inventario es uno de los procesos logísticos en las operaciones de una empresa. La importancia de gestionar y controlar correctamente el inventario nos ayuda a mitigar las fallas que puedan presentarse en nuestras operaciones. No cabe duda, que muchos inconvenientes son presentados por el anacronismo de la información de los inventarios. Estos inconvenientes pueden causar pérdidas en los márgenes de ventas, incumplimiento de pedidos o entregas atrasadas, roturas de stock, entre otras.

Costes del inventario: Los costes de mantener un inventario de los productos se requiere para satisfacer la demanda de los clientes. A continuación, se presenta los costes causados por este proceso clave de las operaciones logísticas:

- **Costes de pedido:** en este punto se involucran todos los costes relacionados por el proceso de *picking* o preparación y ordenación del inventario.
- **Costes en la gestión del inventario:** abarcan las entradas y salidas de la materia prima, su almacenamiento y la obsolescencia del material.
- **Costes de desabastecimiento:** son causados por la falta de stock en el inventario, lo cual dificulta mantener las ventas, es decir, afecta la relación oferta y demanda, esto supone la necesidad de tener previsiones confiables para evitar pérdidas que afectan la rentabilidad.

3.5.2 Análisis y resultados de la Encuesta

La encuesta tuvo su aplicación de forma online, ya que es uno de los medios más utilizados en el siglo XXI, con facilidades de respuesta para la población, que busca conocer la percepción y/o viabilidad de nuestra propuesta. El objetivo de esta encuesta es recabar información que nos permita identificar de qué forma la población se encuentra en capacidad de ayudar a preservar nuestro medio ambiente en el periodo de postconsumo.

El alcance de la encuesta fue dirigida a personal estudiantil, administrativo en una Universidad en la ciudad de Bogotá y a parte de la población que reside en el barrio aledaño a dicha Universidad.

Los resultados de las preguntas se presentan a continuación:

Pregunta 1: ¿En qué rango de edad se encuentra?

Pregunta 2: Sexo.

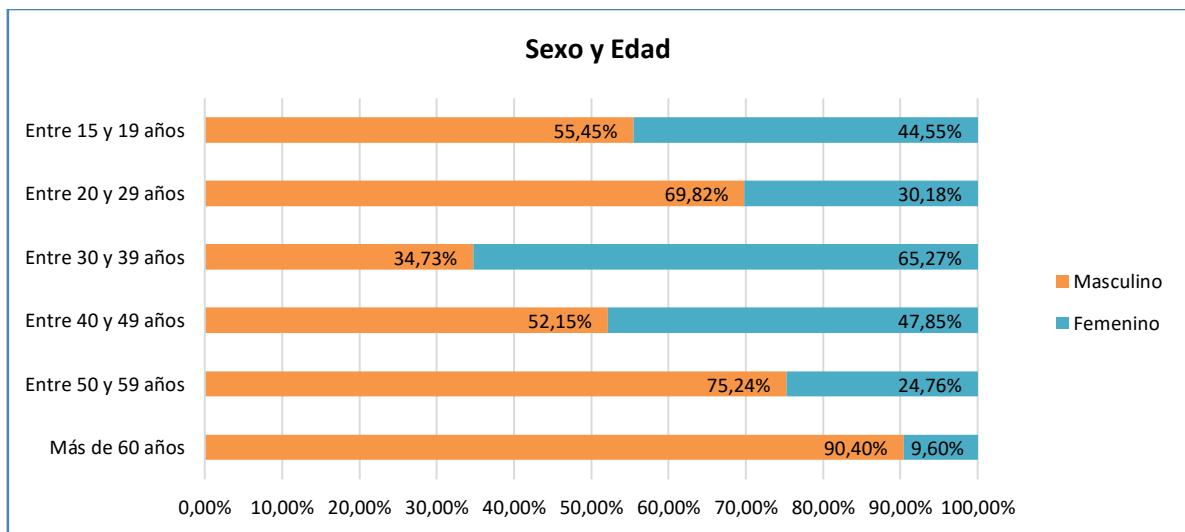


Figura 17. Perfil demográfico (sexo y edad)

Fuente: Elaboración propia

Como resultado la población que más consume bebidas en envases PET son jóvenes entre 15 y 29 años con un porcentaje mayor de hombres, pero también es alentador la cantidad de mujeres que consumen dichas bebidas.

Pregunta 3: ¿Qué cantidad de bebidas en botellas plásticas PET (gaseosas, agua, jugos procesados, Té, entre otros) consume usted por semana?

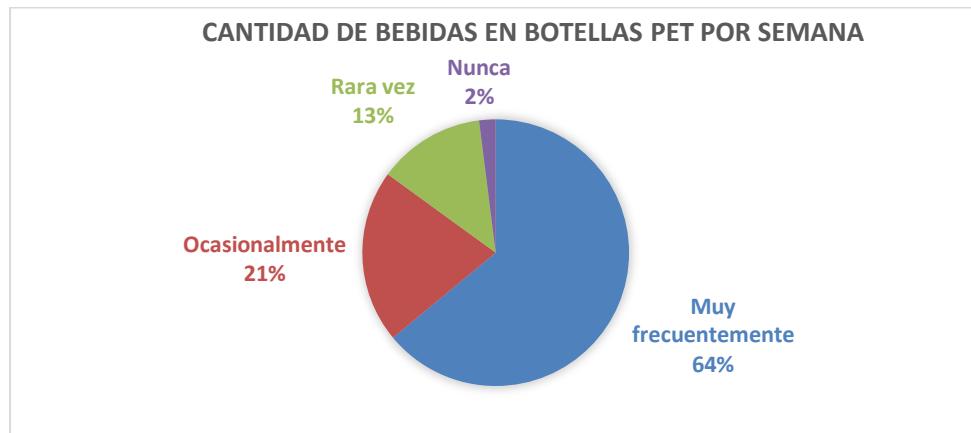


Figura 18. Consumo de bebidas envasadas en PET.

Fuente: Elaboración propia

Como conclusión a la pregunta 3 el 85% de la población encuestada consumen entre 3 y más de 5 veces por semana bebidas en envases de PET, esto refuerza la necesidad de desarrollar un sistema de recolección PET en lugares de estratégicos como centros comerciales.

Pregunta 4: ¿Clasifica usted los siguientes desechos: cartón, vidrio, latas, envases PET, residuos orgánicos?



Figura 19. Clasificación de los desechos

Fuente: Elaboración Propia.

El porcentaje de las personas que clasifican los desechos es relativamente bajo, un 27% de la población encuestada separa el PET. Lo anterior refleja la utilidad de crear un proyecto innovador para la recolección de PET postconsumo.

Pregunta 5: ¿Cuál de las siguientes iniciativas considera usted más efectivas para dar solución a la recolección y reciclaje de envases PET?

Tabla 6. Análisis de resultado: pregunta 5

INICIATIVAS	Opciones de respuesta			
	Muy efectiva	Algo efectiva	Poco efectiva	Nada efectiva
Incentivos por parte del gobierno para el cuidado medioambiental.	612	250	221	125
Intercambio de envases PET por otros productos perecederos o descuentos.	425	531	194	58
Crear un proyecto de depósito y reciclaje de envases PET.	546	467	113	82

Fuente: Elaboración propia



Figura 20. Iniciativas para reciclar.

Fuente: Elaboración propia.

El 34% de la población considera pertinente la creación de un proyecto de depósito y reciclaje del PET con el fin de contribuir a la preservación del medioambiente frente al poco resultado de propuestas gubernamentales.

Pregunta 6: ¿Qué disponibilidad tendría usted para realizar las siguientes acciones?



Figura 21. Compromiso de participación en el sistema de recolección PET

Fuente: Elaboración propia.

El 45% de la población muestra disponibilidad para depositar los envases PET en un lugar cercano posterior al consumo. Dado que el mayor consumo de bebidas en envases PET se da en centros comerciales, apalanca la propuesta de un sistema de recolección PET a través de Smart PET Containers en dichos lugares.

Pregunta 7: ¿Cuál considera usted que sean las opciones más útiles para un sistema de depósito y reciclaje de envases PET?

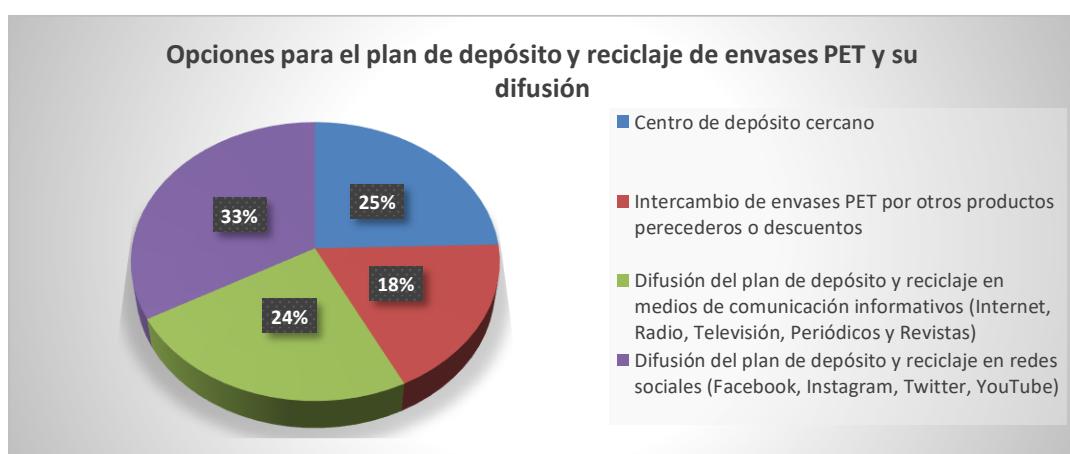


Figura 22. Propuestas para el sistema de recolección

Fuente: Elaboración propia.

El 33% da como resultado la necesidad de elaborar una estrategia de marketing a través de los diferentes canales (redes sociales y campañas en centros comerciales) con el fin de concientizar a la población de participar activamente en la preservación del medioambiente.

3.5.3 Flota de vehículos para recolección

“Un camión de carga es un vehículo destinado al transporte de mercancías. Al contrario de los coches que suelen tener una estructura monocasco, los camiones de carga están formados normalmente por una cabina, el chasis, y la estructura para portar el material” (Gon-2, 2017)

Para una eficiente planificación de rutas, la cual depende de la demanda real de mercancías para la distribución, se requiere de un asertivo proceso de transporte, que impacte de forma representativa en la rapidez, en el servicio y, sobre todo, en el coste que se genera por las exigencias de la planeación y que está cargado a la propia organización, sea para prestar un servicio en la entrega del producto, sea para el uso de la materia prima para transportar. Los vehículos dedicados al transporte de mercancías necesitan de mantenimiento preventivo y correctivo. El mantenimiento que se debe realizar es para preservar la flota de vehículos y reducir gastos en los que se puede incurrir por la falta de dichos mantenimientos.

Mantenimiento de prevención o preventivo: “El mantenimiento preventivo es cualquier mantenimiento que esté diseñado para conservar la condición perfecta del equipo y prevenir fallas. Un cambio de aceite, una limpieza o una inspección son algunos ejemplos de lo que se realiza durante un mantenimiento de esta clase.

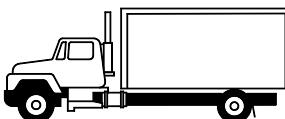
Adicionalmente, se ha determinado que este tipo de mantenimiento es la mejor manera de mantener un equipo en buenas condiciones. Al realizar un mantenimiento preventivo con regularidad, la vida útil del camión se puede ampliar de forma espectacular y reducir el número de fallas mecánicas importantes que se suelen producir” (Fuso, 2018).

Mantenimiento de corrección o correctivo: “El mantenimiento correctivo es cualquier mantenimiento realizado para devolver el equipo al orden de funcionamiento correcto.

Este tipo de mantenimiento se lleva a cabo cuando el camión presenta muchos problemas o deja de funcionar. En algunos casos, es imposible predecir o prevenir una falla, por lo que este tipo de mantenimiento es la única opción” (Fuso, 2018).

El decreto 173 de 2001, por el cual se reglamenta el Servicio Público de Transporte Terrestre Automotor de Carga en Colombia, establece la denominación de los vehículos de carga basado en la disposición de sus ejes. Con base en dicha denominación, se establecerá la selección del tipo de vehículo de carga para el traslado del PET en su fase de triturado. La denominación del vehículo de carga, de acuerdo con el Ministerio de Transporte Colombiano, es el siguiente:

Tabla 7. Denominación del vehículo de carga de dos ejes

CONFIGURACIÓN	ESQUEMA DEL VEHÍCULO	DESCRIPCIÓN
C2		Camión rígido de dos ejes. Camión sencillo.

Fuente: (República de Colombia - Ministerio de Transporte, 2003)

El tipo de vehículo de carga a utilizar en nuestro proyecto es un **Camión rígido de 2 ejes o camión sencillo, cuya configuración es C2**, pues sus características se adecúan a las necesidades y capacidades para la recolección de envases PET. Luego, el PET pasa a un proceso de triturado donde será almacenado en talegos o sacos para darle un mejor manejo al material triturado.

3.5.4 Análisis estratégico DAFO

Con base en la herramienta DAFO (o FODA) se elabora esta propuesta ex ante. Si bien los contenidos son los mismos, no falta quien afirme que el empezar por los aspectos positivos FO o negativos DA puede condicionar el uso de la herramienta. Hemos considerado más interesante empezar por los aspectos negativos. La importancia del DAFO proporciona una visión panóptica del análisis estratégico, presentando de forma sintética o conjunta las conclusiones que se derivan de las mismas.

3.5.4.1 Debilidades

Dados los parámetros contextuales anteriormente vistos, se puede prever ciertos referentes considerados como debilidades (Internas):

- Alteración en los costes del precio del PET.
- Dependencia de la cooperación de los consumidores.
- No hay clientes fidelizados, puesto que es una propuesta novedosa.
- Falta de experiencia en el mercado.
- Circulación congestionada en los sitios de recolección.
- Incremento en el consumo y coste del combustible.
- Dependencia del sistema de monitoreo.

3.5.4.2 Amenazas

Por otra parte, el crecimiento de la población y cambios en el entorno presenta amenazas muy concretas que han de ser transformadas en fortalezas (Externas):

- Competencia en el sector.
- Reformas normativas, que incentiven el menor consumo de productos envasados en PET.
- Resistencia en la participación por parte de la población.
- Ingreso de nuevos competidores por las escasas barreras de entrada al mercado.
- Demanda en el sector. Temporadas altas y bajas en escuelas y universidades.

3.5.4.3 Fortalezas

En este proyecto las fortalezas (Internas), dados los contextos anteriormente explicados, aparecen claras y definidas:

- Proceso de trituración, para proporcionar facilidades en la manipulación y el traslado.
- Consecución de envases PET limpios
- Recolectar desde puntos específicos y de alta demanda de consumo.
- Reducir costes, debido a la correcta planificación de las rutas.
- Soporte constante de la tecnología.
- Ahorro de costes en manufactura.
- Equipo de trabajo altamente capacitado y con experticia.
- Uso de social media para el marketing del proyecto.
- Optimización de tiempos tanto en el proceso de recolección y acopio.

3.5.4.4 Oportunidades

Dado que se trata de una propuesta en la capital del país, que atraviesa un período de pujanza con muy buenas perspectivas futuras, el panorama es bastante halagüeño para las oportunidades (Externas):

- Innovación en los procesos con elementos que agregan valor.

- Impacto en la preservación del medio ambiente.
- Grandes posibilidades de crecimiento.
- Aceptación por parte de la sociedad, generando conciencia y cultura en el reciclaje.
- Recolección prolongada en el tiempo.
- Ventajas competitivas en el sector del reciclaje PET.
- Promoción de la disminución de gases contaminantes.

A continuación, se muestra en la Figura 24, un resumen del análisis estratégico DAFO:

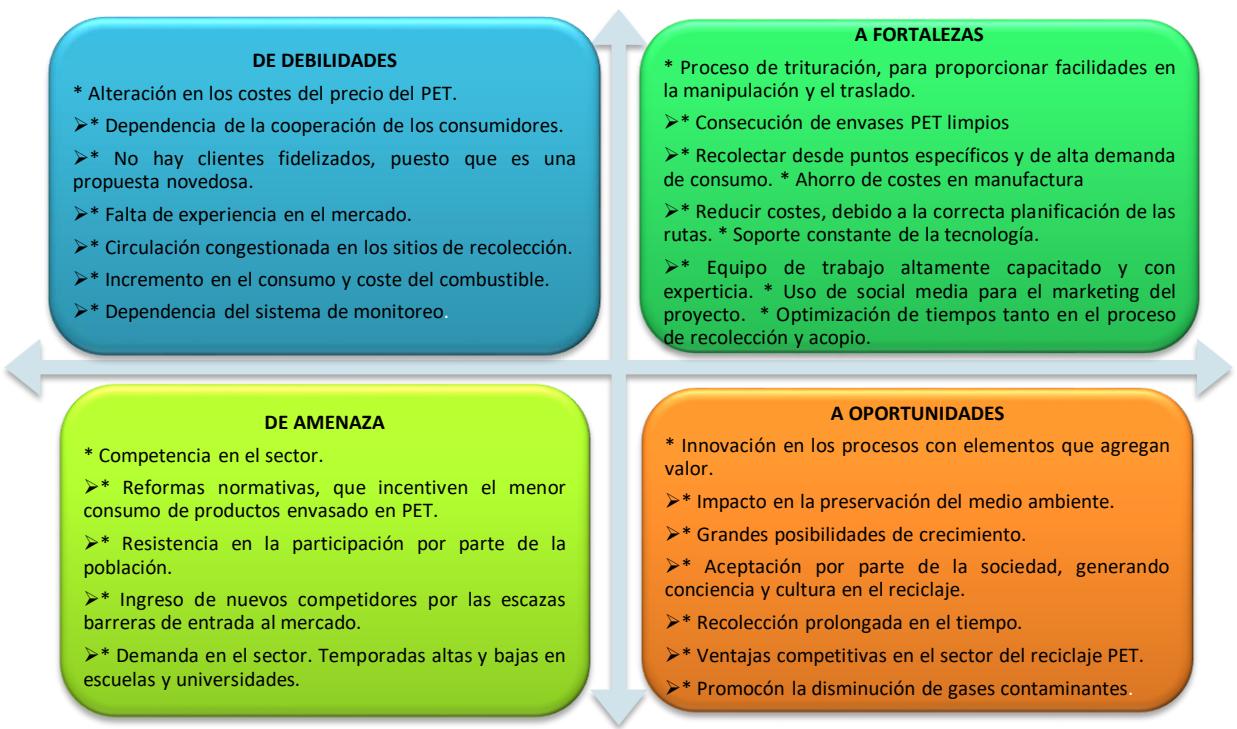


Figura 23. Análisis estratégico DAFO

Fuente: Elaboración propia.

4. DESARROLLO ESPECÍFICO DE LA CONTRIBUCIÓN

4.1 Smart PET Containers

Los motivos por los cuales se propone manejar la recolección a través de *Smart PET Containers*, es debido a los múltiples beneficios que esto nos proporciona, beneficios tales como: ahorros en costes para el servicio de transporte, aumento en la calidad y eficiencia

del servicio, reducción de basuras en vertederos, entre otros. Actualmente, la mayoría de los vehículos autorizados que se dedican a la recolección de basuras lo realizan en horarios diurnos y muy pocos en franja nocturna, con rutas muy ineficientes y poco flexibles, ya que, en algunos puntos de recolección, la basura no es recogida, saturando el espacio y más emisión de gases contaminantes.

La innovación en el sistema de usar *Smart PET Containers*, es de dotar a cada *container* de un sensor, es decir, hacerlo inteligente, con lo cual brindará información para la correcta y óptima planificación de las rutas (horarios y rutas eficientes) en el proceso de recolección de los envases PET.

Este sistema de recolección SMART, contará con algoritmos modernos y nivelación de llenado en cada *container*, con la finalidad de prever una planificación de rutas óptimas que garantice la recogida de *containers* netamente llenos.

Sensores de nivel inalámbrico: Un sensor o captador, es un dispositivo diseñado para recibir información de una magnitud del exterior y transformarla en otra magnitud, para ser capaces de cuantificar y manipular (Profesor Molina, s.f.).

El uso de estos sensores permitirá recoger datos sobre el nivel de llenado del *container*, así como, obtener información ante posibles daños (Desbordamiento, incendios, obstrucciones, entre otros).

A continuación, presentamos algunos tipos de sensores:

“Sensores de posición: Su función es medir o detectar la posición de un determinado objeto en el espacio, dentro de este grupo, podemos encontrar los siguientes tipos de captadores:

Los captadores fotoeléctricos: La construcción de este tipo de sensores, se encuentra basada en el empleo de una fuente de señal luminosa (lámparas, diodos LED, diodos láser etc.) y una célula receptora de dicha señal, como pueden ser fotodioidos, fototransistores o LDR etc. Este tipo de sensores se encuentra basado en la emisión de luz, y en la detección de esta emisión realizada por los fotodetectores.

Según la forma en que se produzca esta emisión y detección de luz, podemos dividir este tipo de captadores en: captadores por barrera, o captadores por reflexión.

- ✓ **Captadores por barrera:** Éstos detectan la existencia de un objeto, porque interfiere la recepción de la señal luminosa.

- ✓ **Captadores por reflexión:** La señal luminosa es reflejada por el objeto, y esta luz reflejada es captada por el captador fotoeléctrico, lo que indica al sistema la presencia de un objeto.

Sensores de contacto: Estos dispositivos, son los más simples, ya que son interruptores que se activan o desactivan si se encuentran en contacto con un objeto, por lo que, de esta manera, se reconoce la presencia de un objeto en un determinado lugar. La simplicidad de su construcción añadida a su robustez, los hacen muy empleados en robótica.

Captadores de circuitos oscilantes: Este tipo de captadores, está basado en la existencia de un circuito, que genera una determinada oscilación a una frecuencia prefijada. Cuando, en el campo de detección del sensor no existe ningún objeto, el circuito mantiene su oscilación de una manera fija, pero cuando un objeto se encuentra dentro de la zona de detección de éste, la oscilación deja de producirse, por lo que el objeto es detectado.

Estos tipos de sensores son muy utilizados como detectores de presencia, ya que al no tener partes mecánicas, su robustez, como también su vida útil, es elevada.

Sensores por ultrasonidos: Este tipo de sensores, se basa en el mismo funcionamiento que los de tipo fotoeléctrico, puesto que se emite una señal, esta vez de tipo ultrasónica, señal que es recibida por un receptor. De la misma manera, dependiendo del camino que realice la señal emitida, podremos diferenciarlos entre los que son de barrera o los de reflexión (Profesor Molina, s.f.).

Ventajas: medición sin contacto ni mantenimiento, medición insensible a las propiedades del producto, como el valor de la constante dieléctrica o la densidad, calibración sin llenado o descarga, efecto de autolimpieza gracias al diafragma vibrante del sensor (Endress+Hauser, s.f.).

Beneficios aportados por el uso de sensores en los *Smart PET Containers*

El uso de sensores para este sistema de recolección brindará ciertos beneficios tanto a nivel de eficiencia operacional, como a nivel de eficiencia medioambiental. Entre ellos encontramos los siguientes:

Beneficios a nivel de eficiencia operacional:

- ✓ Disminuir costes
- ✓ Optimizar la flota de vehículos
- ✓ Optimizar el recorrido de las rutas planificadas
- ✓ Reducir el consumo de combustible
- ✓ Reducción de mantenimientos

Beneficios a nivel de eficiencia ambiental:

- ✓ Reducir la huella de carbono (disminuir la emisión de CO2 y gases contaminantes)
- ✓ Reducir la saturación de los vertederos
- ✓ Reducir la cantidad de basuras en los lugares públicos
- ✓ Ausencia de residuos esparcidos
- ✓ Aumento de higiene en la ciudad

4.1.1 Características los *Smart PET Containers*

Es importante conocer las características básicas de los *Smart PET Containers*, tanto en su parte interna como externa:

Composición en su parte interior:

- ✓ **Vidrio templado:** el cual es considerado de seguridad (muy resistente). Este tipo de vidrio no causa heridas ni daños a los envases PET.
- ✓ **Capacidad máxima del contenedor:** 300 kg.

Composición en su parte exterior:

- ✓ **Acrílico:** este material es resistente a la intemperie, es decir, no es un material que se afecta por los cambios de temperatura, además de poseer resistencia a esfuerzos mecánicos (no se rompe, ni se deforma). Es un material muy usado en el ámbito ecológico ya que el acrílico puede ser reciclado al 100%.
- ✓ **Acero suave:** contiene niveles de carbono que se sitúan entre el 0,15% y el 0,25%, casi hierro puro, que además es muy dúctil y resistente a la corrosión (Diccionario de Arquitectura y Construcción, s.f.)

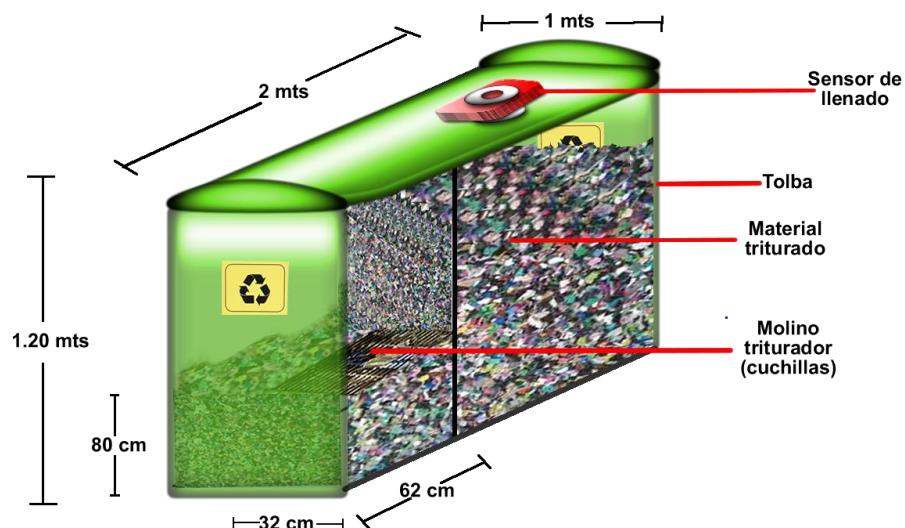


Figura 24. Smart PET Container, vista lateral.

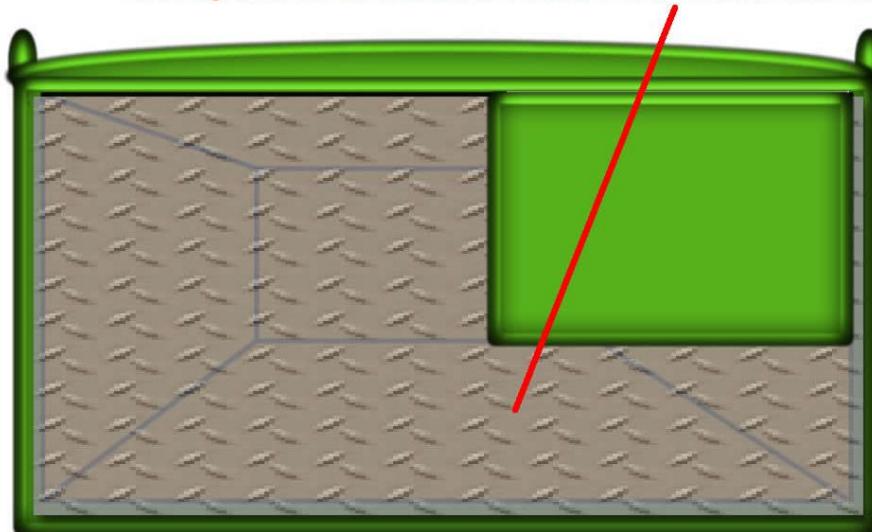
Fuente: Elaboración propia.



Figura 25. Smart PET Container, vista frontal.

Fuente: Elaboración propia.

Compuerta exclusiva retiro del material triturado



Vista trasera

Figura 26. Smart PET Container, vista trasera.

Fuente: Elaboración propia.

Funcionamiento de los Smart PET Containers

Fase 1: Medición del nivel de carga o llenado

En esta fase, cada *Smart PET Container* tendrá la capacidad de medir el nivel de carga que cuenta, en tiempo real. Debido a los sensores con los que cuentan.

Los *Smart PET Containers*, contarán con una trituradora de molino con capacidad de moler hasta 450 kgs x hora. Asimismo, con un **sensor por ultrasonido o ultrasónico**, cuyo interruptor brinda una alarma (transistor npn) cuando el material (PET) entra en contacto con la superficie, activando de manera inmediata el sensor del *container*. Estos sensores de tipo ultrasonido o ultrasónico, emiten la señal por medio de una transmisión unidireccional y bidireccional (del sensor al módulo transmisor y de este, al módulo receptor).

El módulo receptor recibe la señal enviada por el transmisor a través de señal radio frecuencia, compuesta por un código binario, usado como señal de ingreso a los diferentes computadores, las ondas radio frecuencias son capaces de generar ondas de radio, las cuales, logran atravesar largas distancias. Este tipo de radio frecuencias son usadas en el sistema de comunicación (Radio) y funcionan de manera omnidireccional (en todas las direcciones desde el origen).

Estos sensores son facilitadores para la planificación de rutas, así como, controlar el nivel de llenado y monitorizar el status de los *containers* para tener información en tiempo real.

Fase 2: Análisis de la información recibida

Los equipos de cómputo o servidores serán capaces de atender la información que reciben. Posteriormente dicha información será analizada y visualizada en una interfaz que es capaz de transformar las señales generadas por los sensores hacia otro tipo de sistema. Toda esta información estará a disposición en tiempo real 24/7 (24 horas) (7 días) además permite, tener el orden y el control para la planificación de las rutas.

La información sujeta a análisis es la siguiente: Nivel de carga o llenado del *container*, aviso de eventos, estimaciones en periodicidades de llenado de los *containers*, informes estadísticos e instrumentales de programación.

Fase 3: Planificar la recogida

En esta fase, el centro de sistemas es capaz de visualizar el status de llenado de los *containers* para programar su recogida, dicho sistema admite recoger exclusivamente *containers* que cumplan la capacidad mínima del 85% al 100% de su capacidad, quiere decir, que se recogerá la cantidad máxima de envases PET al menor coste de recogida.

Proceso de triturado

Para el proceso de triturado de los envases PET, se usarán trituradores de molinos, los cuales tienen capacidades entre 100 kgs/h hasta 400 kgs/h, con motores de 10, 20 y 30 hp (**horsepower**) o caballos de fuerza, siendo el Molino de 30 hp, el más recomendable para nuestra propuesta.

A continuación, se presenta un cuadro con las distintas características de los molinos:

Tabla 8. Características de los molinos trituradores

PRODUCTO	ESPECIFICACIONES	USO	MANTENIMIENTO	PRODUCCIÓN
Molino de 10 hp	Rotor helicoidal de 35 cms. con 14" de diámetro. Medidas reales de 80cms de altura x 40 de largo y 20 de ancho	Para moler PET, bote lechero, película de polietileno, etc.	Engrasado de rodamientos cada 30 días. Afilado de navajas cuando sea necesario.	Bote SIN PRENSAR: 100 kgs. x hora. Bote PRENSADO: 20% más.
Molino de 25 hp	Cámara de molienda. Medidas reales de 80cms de altura x 50 de largo y 25 de ancho	Para molienda de PET, piezas voluminosas, cubetas de 19 lts. película de polietileno, rafia fleje, etc.	Engrasado de rodamientos cada 30 días. Afilado de navajas cuando sea necesario.	Bote SIN PRENSAR: 350 kgs. x hora. Bote PRENSADO: 20% más.
	Cámara de molienda de 80 cms de altura x 62 cms de	Para molienda de PET, piezas voluminosas,	Engrasado de rodamientos cada 30 días.	Bote SIN PRENSAR: 450

Molino de 30 hp	largo y 32 de ancho.	cubetas de 19 lts. película de polietileno, rafia fleje, etc.	Afilado de navajas cuando sea necesario.	kgs. x hora. Bote PRENSADO: 20% más.
-----------------	----------------------	---	--	---

Fuente: Datos tomados de (Molinos Mexiplast, s.f.)

Estos molinos permiten triturar los envases de PET enteros, sin necesidad de aplastarlos antes de alimentarlos a la moledora. Se muestra en la figura 28, un ejemplo de molienda del PET, con un sistema de cuchillas giratorias. Estas cuchillas están unidas o incorporadas a unos porta-cuchillas con ejes rotatorios, cuyo fin es hacer todo el proceso de trituración de los envases, hasta transformarlos en hojuelas o láminas con características específicas.

TRITURADORA TIPO SHREDDER 5HP

Proceso de Ensamblaje

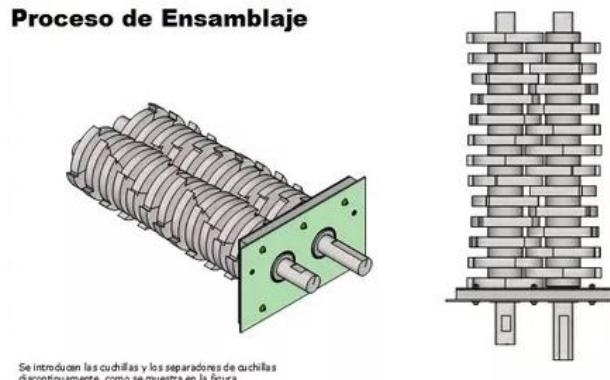


Figura 27. Modelo de trituradora

Fuente: (Melinterest, s.f.)

“El molino está constituido por una tolva en la parte superior o inferior, la cual posicionará el PET directamente al sistema de trituración. Para obtener las dimensiones exactas de las hojuelas de PET es necesario incluir al sistema una criba. La criba es un componente fundamental para la trituradora, porque ésta es la que determina las dimensiones de las hojuelas que resultarán del proceso de molienda. La potencia del equipo se determinó tomando en cuenta la velocidad de alimentación de PET a la cámara de molienda y la inercia de cada uno de los componentes del sistema (considerando que la inercia es la energía que adquiere el eje, los porta-cuchillas, la polea y el volante de inercia cuando se encuentran en movimiento). Para transmitir dicha potencia generada por el motor eléctrico se ha calculado la transmisión de potencia por medio de bandas” (Medina García, Saldaña Durán, Hernández Ramón, & Becerra Anzaldo, 2011).

Funcionamiento de las trituradoras:

Etapa 1: Los envases PET son puestos en el *Smart PET Container* y luego pasan al triturador rotativo instalado en cada *container*.

Etapa 2: los discos y el enganche de los dientes de la trituradora, facilitan el proceso de captación y corte de los envases PET.

Etapa 3: luego de la etapa anterior, el material se encuentra en el interior de la máquina alcanzando el tamaño adecuado de triturado (los diversos tamaños de triturado son configurables).

Etapa 4: una vez el material es triturado y cuenta con el tamaño apropiado, este se va acoplando fácilmente en la tolva de depósito del *Smart PET container*, hasta lograr su capacidad de llenado.

Las anteriores etapas ayudan a disminuir el volumen de los desperdicios, así como impactar a través de la logística verde intentando eliminar cualquier ineficiencia, de tal manera que las necesidades de los clientes se cubran con el "menor coste" posible para el Medio Ambiente. El **reciclar** el PET mediante los procesos de **recuperación y reutilización (las cuales hacen parte de las 6R de la logística)** son estrategias adecuadas para transformar las cadenas de suministro.

4.2 Estrategia de localización de los *Smart PET Containers*

Localización de 41 *Smart PET Containers*: se encontrarán ubicados en las siguientes zonas urbanas (ver puntos de color rojo):

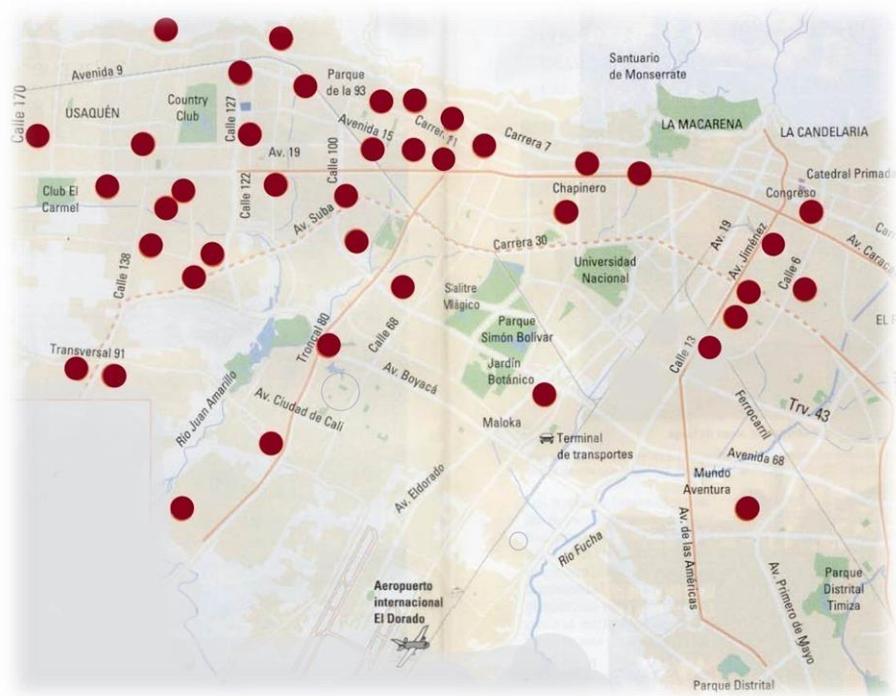


Figura 28. Localización de puntos de recolección

Fuente: Elaboración propia.

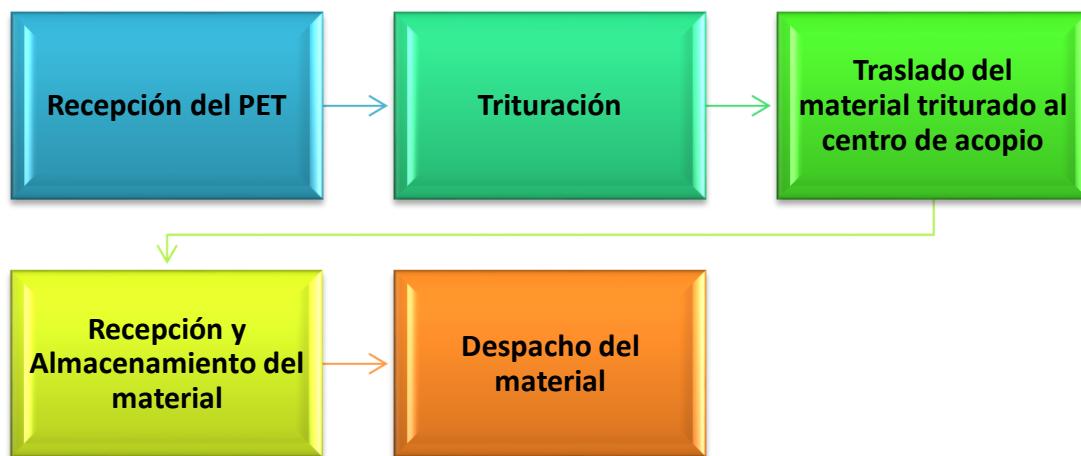


Figura 29. Proceso del sistema de recolección PET

Fuente: Elaboración propia.

La localización hace parte de las decisiones estratégicas que hay que tener en cuenta en las operaciones de cualquier empresa. Este tipo de decisión de localización no se toma con frecuencia, pero la misma tiene un grado de afectación muy importante en todo el proyecto

de una empresa u organización. Son medidas a largo plazo, difíciles de cambiar y de amplio impacto.

En nuestro proyecto se consideran 3 posibles ubicaciones para la localización del Centro de Distribución (CEDI), serían: **Puente Aranda, Kennedy y Fontibón** (centro, sur y noroccidente de la ciudad respectivamente).

Se utiliza el siguiente método de selección de localización:

Factores ponderados: es un método cualitativo, en donde hay que tener en cuenta cuales son los factores que afectan una determinada localización.

A cada uno de los factores se les asigna un peso específico, luego de pasar de valorar cada una de las ubicaciones potenciales en la escala que se determine oportuna y con base en los cálculos que se realicen con los factores, obtendríamos la mejor localización teórica para una determinada instalación.

Fórmula: $PiT = \Sigma \text{ importancia relativa } i * \text{ puntuaciones } i \text{ de la localización para cada uno de los factores}$ (UNIR, s.f.).

Factores para considerar de acuerdo con los requisitos necesarios para la localización del Centro de Distribución:

Tabla 9. Método selección de localización por factores ponderados

Factores	Peso	Kennedy	Puente Aranda	Fontibón
Cercanía a clientes potenciales	12	4	5	3
Cercanía a materias primas y proveedores	12	4	1	5
Mano de Obra	9	3	5	4
Cercanía al resto de recursos	5	2	4	3
Costes logísticos	9	5	4	3
Coste del suelo	9	1	3	2
Libre comercio	2	2	3	2
Infraestructura	4	2	4	4
Riesgos políticos	6	3	4	5
Telecomunicaciones	5	3	3	3
Legislación Favorable	5	3	5	2
Impuestos	5	4	5	1
Suministro energético	9	1	2	2

Consideraciones culturales	2	2	1	1
Clima Local	3	2	2	1
Catástrofes naturales	3	3	2	2
TOTAL	100			

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con los criterios anteriormente definidos según su importancia relativa, se califican las posibles localizaciones: Kennedy, Puente Aranda y Fontibón, a través del método de selección por factores ponderados, con el fin de establecer el sitio más adecuado para la localización del centro de distribución (CEDI).

Tabla 10. Resultados por factores ponderados

Factores	Peso	Kennedy	Puente Aranda	Fontibón
Cercanía a clientes potenciales	12	48	60	36
Cercanía a materias primas y proveedores	12	48	12	60
Mano de Obra	9	27	45	36
Cercanía al resto de recursos	5	10	20	15
Costes logísticos	9	45	36	27
Coste del suelo	9	9	27	18
Libre comercio	2	4	6	4
Infraestructura	4	8	16	16
Riesgos políticos	6	18	24	30
Telecomunicaciones	5	15	15	15
Legislación Favorable	5	15	25	10
Impuestos	5	20	25	5
Suministro energético	9	9	18	18
Consideraciones culturales	2	4	2	2
Clima Local	3	6	6	3
Catástrofes naturales	3	9	6	6
TOTAL	100	295	343	301

Fuente: Elaboración propia.

Con los factores tenidos en cuenta, la ubicación 2 (Puente Aranda) sería la más favorable para la localización del centro de distribución en la ciudad de Bogotá, Colombia. Puente Aranda cuenta con las siguientes cualidades:

- ✓ Es el epicentro industrial más importante de las localidades de la ciudad.

- ✓ La infraestructura vial se encuentra en perfectas condiciones (vías de acceso, seguridad, entre otras)
- ✓ Esta localidad posee el índice más elevado en desarrollo.

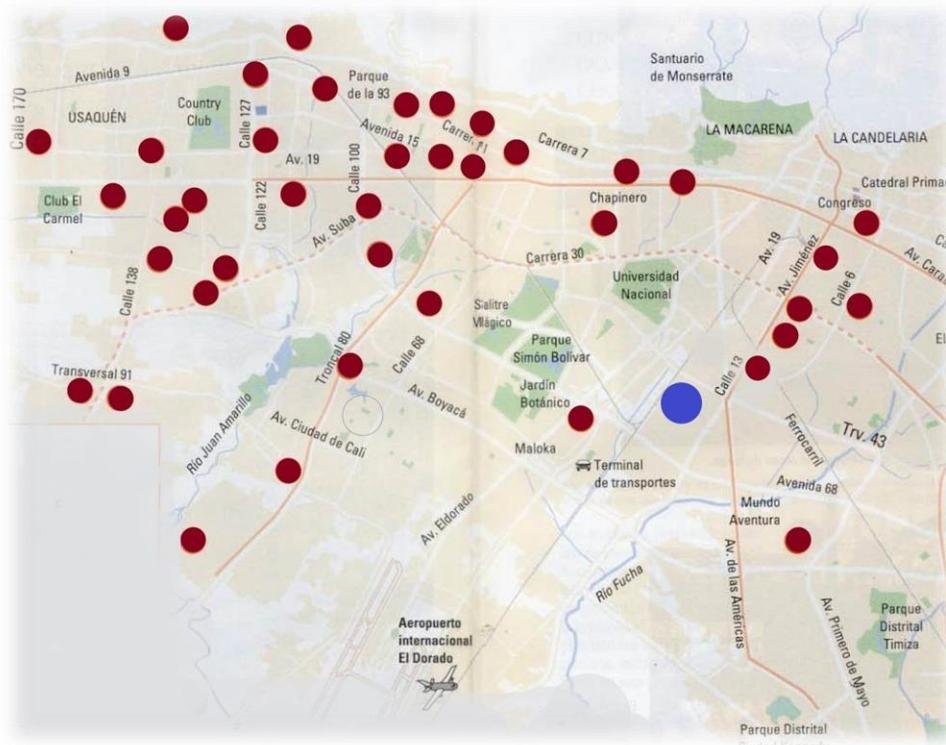


Figura 30. Localización del Centro de Distribución.

Fuente: Elaboración propia.

Características del centro de distribución (CEDI) y Layout

Coste de alquiler: 3.496,18 Euros

Ubicación: Parque Industrial Puente Aranda

Áreas del CEDI

- ✓ Zona de carga y descarga.
- ✓ Zonas interiores de recepción y expedición.
- ✓ Zonas de espera.
- ✓ Zonas de almacenamiento.
- ✓ Zonas de manipulación.
- ✓ Zonas auxiliares para el equipamiento.
- ✓ Zonas generales.

4.3 Planificación y optimización de rutas de recogida

La logística urbana pertenece **al último eslabón o última milla** del servicio en la cadena de suministro y constituye uno de los principales causantes de la congestión y polución en áreas urbanas. Generalmente representa hasta el **28% de los costos logísticos** totales de las empresas.

Con nuestra planificación de rutas de recogida, se pretende lograr lo siguiente:

- ✓ Reducir tiempos y recorridos.
- ✓ Reducir del número de camiones circulantes en Bogotá.
- ✓ Reducir las emisiones contaminantes.
- ✓ Rebajar el tiempo de permanencia de los vehículos de carga y descarga en Bogotá.
- ✓ Reducir el espacio de ocupación de la vía pública causado por los desechos.
- ✓ Reducir de la contaminación acústica en Bogotá.

Los logros que se quieren se verán reflejados en los costes para la empresa, debido a los siguientes aspectos:

- Controlar y brindar un orden para el sistema de recolección
- Controlar los kilómetros a recorrer.

Para lograr una optimización en la planificación, se usará el método de barrido

“El método de barrido para el diseño de ruta de vehículos es lo suficientemente sencillo como para realizar cálculos manuales, incluso en problemas de gran tamaño. Cuando se programa el software de la computadora, este método resuelve los problemas rápido, sin requerir enormes cantidades de memoria en la computadora. Para cierto tipo de problemas, la precisión se proyecta para producir una tasa de error promedio de aproximadamente 10%” (Blog de Logística y Distribución de Silodisa, 2010)

Pasos para trazar las rutas:

- “Localizar todas las paradas, incluyendo el depósito, sobre un mapa o cuadrícula.
- Trazar una línea recta desde el depósito en cualquier dirección.
- Girar la línea en el sentido de las manecillas de reloj, o en sentido contrario, hasta que intercepte una parada” (Polanco, 2014).

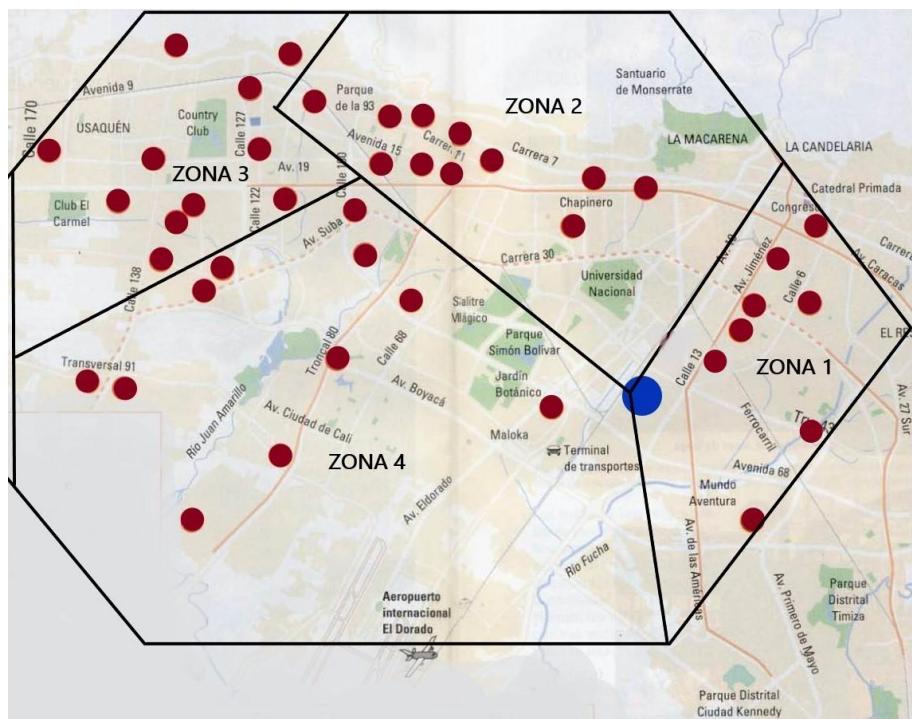


Figura 31. División de zonas de recolección

Fuente: Elaboración propia.

La programación se realiza una vez el sensor alerte sobre la capacidad del contenedor, que para este caso, el sistema notificará cuando el contenedor se encuentre entre el 80 y 85% de su capacidad máxima. Por lo anterior, para una correcta planificación del recorrido de las zonas, es necesario hacer un análisis de los kilómetros a recorrer entre los puntos autorizados para la recolección del PET.

La justificación en el uso del método de barrido se debe a que la cantidad de por sitio de recolección, equivale a una pequeña fracción de la capacidad del camión rígido de 2 ejes o camión sencillo. Por otro lado, las rutas no tienen restricción vehicular para este tipo de vehículos.

En la siguiente imagen 36 se muestra la ruta programada por zonas para la recolección, dicha ruta iniciará desde el CEDI, pasando por cada punto autorizado de cada zona, y luego finaliza el recorrido de la zona en el CEDI.

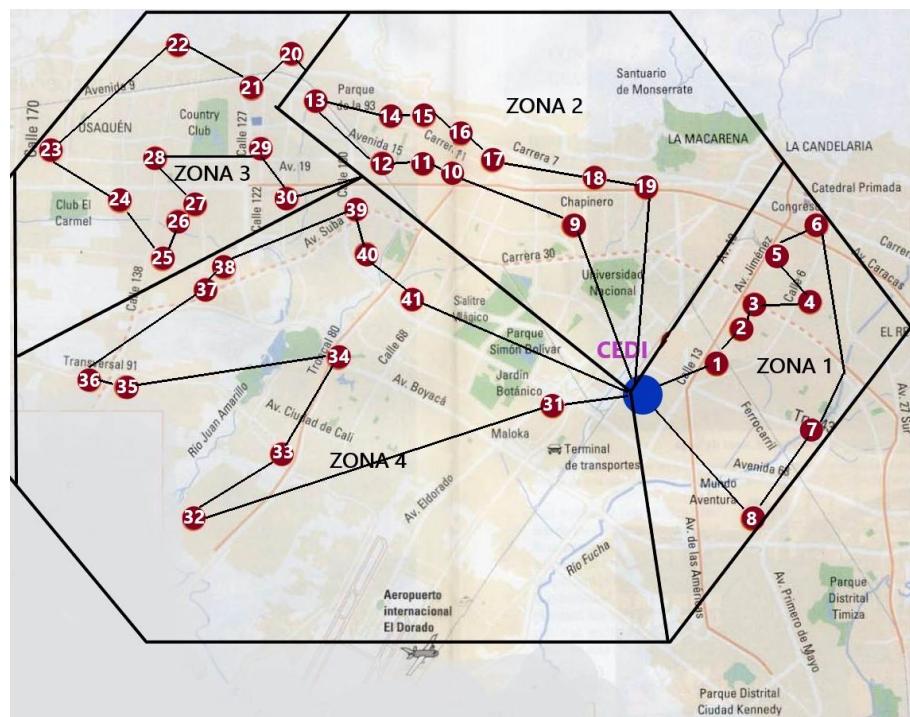


Figura 32. Propuesta de rutas por zonas de recolección

Fuente: Elaboración propia.

Teniendo en cuenta la población de la ciudad de Bogotá (más de 8 millones de habitantes) y la alta demanda de clientes en los centros comerciales, añadido al alto índice de consumo de bebidas en envases PET, se define como estrategia la localización de los *Smart PET Containers* en las plazoletas de comida de 41 centros comerciales de la ciudad, las cuales presentamos a continuación:

Tabla 11. Puntos de recolección - Centros Comerciales

# CC	Centro Comercial	Dirección	ZONA
1	Roncador y Quitasueño	Calle 9 # 36 - 59	Zona 1
2	Renovación 2000	Calle 9 # 37 - 40	
3	Providencia	Calle 9 # 37 - 95	
4	Caribe	Carrera 38 # 9 - 12	
5	La Frontera	Calle 8A # 37A - 09	
6	El Gran Sanvictorino	Carrera 10 - calle 10	
7	Ciudad Tunal	Calle 47b sur # 24b - 33	
8	Plaza de las Américas	Transversal 71D # 26 - 94 SUR	
# CC	Centro Comercial	Dirección	ZONA
9	Galerías	Calle 53b # 26 - 41	Zona 2
10	Centro 93	Calle 93 # 14 - 20	
11	Shopping 104	Calle 104 # 15 - 75	
12	Andino	Carrera 11 # 82 - 71	
13	El retiro	Carrera 13 # 82 - 74	

14	Atlantis plaza	Calle 81 # 13 - 05	
15	Unilago	Carrera 15 # 78 - 05	
16	Centro de alta tecnología	Carrera 15 # 77 - 05	
17	Granahorrar	Calle 72 # 10 - 34	
18	Cosmos 64	Calle 64 Carrera 13 Esquina	
19	Chapinero	Carrera 13 # 61 - 47	
# CC	Centro Comercial	Dirección	ZONA
20	Hacienda Santa Bárbara	Carrera 7 # 115 - 60	Zona 3
21	Unicentro	Avenida 15 # 124 - 30	
22	Palatino	Carrera 7 con 140	
23	Cedritos 151	Diagonal 151 # 32 - 19	
24	Mazurén	Carrera 46 # 152 - 46	
25	Colina Campestre	Calle 138 # 45 - 53	
26	Porto Alegre	Carrera 58 # 137b - 01	
27	San Rafael	Calle 134 Carrera 47 Esquina	
28	Sorpresa	Avenida 19 # 137 - 56	
29	Santa Bárbara Drive	Avenida 19 # 122 - 53	
30	Alhambra Plaza	Calle 114a # 33 - 54	
# CC	Centro Comercial	Dirección	ZONA
31	Salitre Plaza	Carrera 68b # 40 - 39	Zona 4
32	Unicentro de Occidente	Carrera 111c # 86 - 74	
33	Portal de la 80	Avenida 80 # 100 - 52	
34	Titan Plaza	Calle 80 con avenida boyacá	
35	Subazar	Carrera 91 # 141 - 05	
36	Centro Suba	Calle 140 (av suba) # 91 - 19	
37	Iserra 100	Avenida Suba Calle 100	
38	Niza	Transversal 54 # 125a - 48	
39	Cafam Floresta	Avenida 68 # 96 - 50	
40	Metrópolis	Avenida 68 # 75a - 50	
41	Bulevar Niza	Carrera 52 # 125a - 59	

Fuente: Elaboración propia.

Aunque la capacidad de recolección varía en función de la demanda en cada punto de recolección, por ello no se puede definir con exactitud el peso total que cargará el vehículo, pero, de acuerdo a la capacidad de cada *Smart PET Container*, éstos no tendrán un peso superior a 3.4 toneladas (tn), gracias al sistema de monitoreo a través de sus sensores.

Para mantener un control del combustible que se utiliza, se realizó una planificación por zonas, teniendo en cuenta las rutas optimas consideradas, para reducir al mínimo los kilómetros a recorrer entre cada punto de recolección, las cuales están segmentadas de la siguiente manera:

Zona 1: Cuenta con 8 puntos de recolección.

Zona 2, 3 y 4: Cuenta con 11 puntos de recolección.

Análisis de la planeación de rutas por zonas:

Zona 1: en la siguiente tabla se puede observar el análisis frente al tiempo y los kilómetros recorridos de dicha zona, en la cual se obtiene una ruta total estimada de **221 minutos**, lo que en su equivalencia sería **3 horas con 41 minutos**, y que representa **32,1 km recorridos**.

Tabla 12. Planeación Zona 1

ZONA	# CC	Centro Comercial	Distancia (km) desde el punto anterior	Km acumulados	Tiempo de recorrido (Minutos)	Tiempo de recolección	Total (Time recorrido + Time recolección)
Zona 1	1	Roncador y Quitasue	1,8	1,8	3	16	19
	2	Renovación 2000	0,1	1,9	6	16	22
	3	Providencia	0,2	2,1	5	16	21
	4	Caribe	0,5	2,6	5	16	21
	5	La Frontera	2,8	5,4	8	16	24
	6	El Gran Sanvictorino	6,4	11,8	12	16	28
	7	Ciudad Tunal	6,8	18,6	14	16	30
	8	Plaza de las América	7,3	25,9	13	16	29
	-	CEDI	6,2	32,1	11	16	27
TOTAL				32,1 km	77 Minutos 1 hora : 17 minutos	144 minutos 2 horas : 24 minutos	221 minutos 3 horas : 41 minutos

Fuente: Elaboración propia.

Con esta planificación se ahorraría: 4 minutos (10.6%), 2.7 km (7.9%) 0.2 lt (7.9%), & euro: 0,29 (7.9%) y 0.4 kg CO₂ (7.9%), basado en el consumo medio de combustible 15.0 km / lt, precio del combustible 1.60 € / lt y CO₂ emisión 2.22 kg / lt.

- ✓ El rendimiento para el vehículo de 2 ejes (C2) es de **4,6 km / 1lt**, quiere decir, que para los **32,1 km** recorridos de la **zona 1**, el consumo aproximado en combustible es de: **7,0 lts.**
- ✓ Actualmente, el coste del combustible es de 9.303 COP y en euro sería 2,70 con TRM del día 25 de agosto de 2018 (1€) = \$ 3.439,49 Pesos colombianos) (Banco de la República, 2018). A continuación, se muestra el gasto de combustible total (COP y €) por los kilómetros recorridos de la zona 1:

Tabla 13. Coste combustible Zona 1

Moneda	Coste Combustible	Consumo de combustible (Lts)	TOTAL
COP	\$ 9.303	7,0	\$ 65.121
Euros	€ 2,70	7,0	€ 18,90

Fuente: Elaboración propia.

Zona 2: en esta zona se obtiene una ruta total estimada de **279 minutos**, lo que en su equivalencia sería **4 horas con 39 minutos**, y que representa **28,7 km recorridos**. A diferencia de la anterior esta zona cuenta con 11 puntos de recolección, pero cabe resaltar que es una de las zonas con mayor ubicación de centros comerciales en cercanía, teniendo en cuenta la tradición de su localidad (una gran zona comercial y residencial en la ciudad). Gracias a dicha cercanía el número de kilómetros recorridos es menor a la anterior.

Tabla 14. Planeación Zona 2

ZONA	# CC	Centro Comercial	Distancia (km) desde el punto anterior	Km acumulados	Tiempo de recorrido (Minutos)	Tiempo de recolección (Minutos)	Total (Time recorrido + Time recolección)
Zona 2	9	Galerías	4,8	4,8	5	16	21
	10	Centro 93	6,6	11,4	13	16	29
	11	Shopping 104	1,9	13,3	7	16	23
	12	Andino	3,9	17,2	9	16	25
	13	El retiro	0,7	17,9	6	16	22
	14	Atlantis plaza	0,2	18,1	5	16	21
	15	Unilago	0,6	18,7	7	16	23
	16	Centro de alta tecno	0,7	19,4	6	16	22
	17	Granahorar	1,7	21,1	7	16	23
	18	Cosmos 64	1,1	22,2	6	16	22
	19	Chapinero	0,2	22,4	5	16	21
	-	CEDI	6,3	28,7	11	16	27
TOTAL				28,7 km	87 Minutos	192 minutos	279 minutos
					1 hora : 27 minutos	3 horas : 12 minutos	4 horas : 39 minutos

Fuente: Elaboración propia.

Con esta planificación se ahorraría: 14 minutos (31.0%), 7.9 km (21.5%) 0.5 lt (21.5%), € 0,84 (21.5%) y 1.2 kg CO2 (21.5%), basado en el consumo medio de combustible 15.0 km / lt, precio del combustible 1.60 € / lt y CO2 emisión 2.22 kg / lt.

- ✓ El rendimiento para el vehículo de 2 ejes (C2) es de **4,6 km / 1lt**, quiere decir, que para los **28,7 km** recorridos de la **zona 2**, el consumo aproximado en combustible es de: **6,24 lts**.
- ✓ Actualmente, el coste del combustible es de 9.303 COP y en euro sería 2,70 con TRM del día 25 de agosto de 2018 (1€) = \$ 3.439,49 Pesos colombianos) (Banco

de la República, 2018). A continuación, se muestra el gasto de combustible total (COP y €) por los kilómetros recorridos de la zona 2:

Tabla 15. Coste combustible Zona 2

Moneda	Coste Combustible	Consumo de combustible (Lts)	TOTAL
COP	\$ 9.303	6,24	\$ 58.043
Euros	€ 2,70	6,24	€ 16,85

Fuente: Elaboración propia.

Zona 3: en esta zona se obtiene una ruta total estimada de **301 minutos**, lo que en su equivalencia sería **5 horas con 1 minuto**, y que representa **48,5 km recorridos**. Al igual que la zona 2, esta cuenta con 11 puntos de recolección.

Tabla 16. Planeación Zona 3

ZONA	# CC	Centro Comercial	Distancia (km) desde el punto anterior	Km acumulados	Tiempo de recorrido (Minutos)	Tiempo de recolección (Minutos)	Total (Time recorrido + Time recolección)
Zona 3	20	Hacienda Santa Bárbara	12,9	12,9	13	16	29
	21	Unicentro	2,7	15,6	9	16	25
	22	Palatino	3,6	19,2	10	16	26
	23	Cedritos 151	2,7	21,9	8	16	24
	24	Mazurén	3,3	25,2	9	16	25
	25	Colina Campestre	1,5	26,7	7	16	23
	26	Porto Alegre	1,5	28,2	7	16	23
	27	San Rafael	2	30,2	8	16	24
	28	Sorpresas	1,6	31,8	7	16	23
	29	Santa Bárbara Drive	2,4	34,2	7	16	23
	30	Alhambra Plaza	2,3	36,5	8	16	24
-		CEDI	12	48,5	16	16	32
TOTAL				48,5 km	109 Minutos	192 minutos	301 minutos
					1 hora : 49 minutos	3 horas : 12 minutos	5 horas : 1 minuto

Fuente: Elaboración propia.

Con esta planificación se ahorraría: 22 minutos (29.8%), 21.7 km (30.9%) 1.4 lt (30.9%), &euro: 2,32 (30.9%) y 3.2 kg CO2 (30.9%), basado en el consumo medio de combustible 15.0 km / lt, precio del combustible 1.60 € / lt y CO2 emisión 2.22 kg / lt.

- ✓ De nuevo se utiliza el rendimiento para el vehículo de 2 ejes (C2) de **4,6 km / 1lt**, quiere decir, que para los **48,5 km** recorridos de la **zona 3**, el consumo en combustible es de: **10,54 lts**.

- ✓ Actualmente, el coste del combustible es de 9.303 COP y en euro sería 2,70 con TRM del día 25 de agosto de 2018 (1€) = \$ 3.439,49 Pesos colombianos) (Banco de la República, 2018). A continuación, se muestra el gasto de combustible total (COP y €) por los kilómetros recorridos de la zona 3:

Tabla 17. Coste combustible Zona 3

Moneda	Coste Combustible	Consumo de combustible (Lts)	TOTAL
COP	\$ 9.303	10,54	\$ 98.086
Euros	€ 2,70	10,54	€ 28,46

Fuente: Elaboración propia.

Zona 4: en esta zona se obtiene una ruta total estimada de **309 minutos**, lo que en su equivalencia sería **5 horas con 9 minuto**, y que representa **57,1 km recorridos**. Al igual que las zonas 2 y 3, esta cuenta con 11 puntos de recolección.

Tabla 18. Planeación Zona 4

ZONA	# CC	Centro Comercial	Distancia (km) desde el punto anterior	Km acumulados	Tiempo de recorrido (Minutos)	Tiempo de recolección (Minutos)	Total (Time recorrido + Time recolección)
Zona 4	31	Salitre Plaza	5,3	5,3	5	16	21
	32	Unicentro de Occidente	11,6	16,9	17	16	33
	33	Portal de la 80	1,8	18,7	6	16	22
	34	Titan Plaza	2,7	21,4	8	16	24
	35	Subazar	8,1	29,5	14	16	30
	36	Centro Suba	4,7	34,2	10	16	26
	37	Iserra 100	4,8	39	10	16	26
	38	Niza	5,3	44,3	11	16	27
	39	Cafam Floresta	2,7	47	8	16	24
	40	Metrópolis	1,4	48,4	7	16	23
	41	Bulevar Niza	2,1	50,5	9	16	25
-		CEDI	6,6	57,1	12	16	28
TOTAL				57,1 km	117 Minutos	192 minutos	309 minutos
					1 hora : 57 minutos	3 horas : 12 minutos	5 horas : 9 minutos

Fuente: Elaboración propia.

Con esta planificación se ahorraría: 24 minutos (28.4%), 25.5 km (30.9%) 1.7 lt (30.9%), € 2,72 (30.9%) y 3.8 kg CO2 (30.9%), basado en el consumo medio de combustible 15.0 km / lt, precio del combustible 1.60 € / lt y CO2 emisión 2.22 kg / lt.

- ✓ Se utiliza el rendimiento para el vehículo de 2 ejes (C2) de **4,6 km / 1lt**, quiere decir, que para los **57,1 km** recorridos de la **zona 4**, el consumo en combustible es de: **12,41 lts**.

- ✓ Actualmente, el coste del combustible es de 9.303 COP y en euro sería 2,70 con TRM del día 25 de agosto de 2018 (1€) = \$ 3.439,49 Pesos colombianos) (Banco de la República, 2018). A continuación, se muestra el gasto de combustible total (COP y €) por los kilómetros recorridos de la zona 4:

Tabla 19. Coste combustible Zona 4

Moneda	Coste Combustible	Consumo de combustible (Lts)	TOTAL
COP	\$ 9.303	12,41	\$ 115.479
Euros	€ 2,70	12,41	€ 33,52

Fuente: Elaboración propia.

A modo de resumen se muestra en la siguiente tabla los costes por zonas identificadas.

Tabla 20. Resumen de costes por zonas

Zona	Coste Combustible	Consumo de combustible (Lts)	TOTAL
Zona 1	€ 2,70	7	€ 18,90
Zona 2		6,24	€ 16,85
Zona 3		10,54	€ 28,46
Zona 4		12,41	€ 33,52
TOTAL COSTES			€ 97,73

Fuente: Elaboración propia.

4.4 Estrategia de Marketing o Mercadotecnia en la Logística Inversa

Se calcula que un promedio de 8 millones de basura al año, van a parar al mar (Ordoñez, s.f.). Para el año 2050 se prevé que el mar tendrá más plásticos que peces. El problema con la basura plástica, dentro de la cual sobresale el PET, puede tomar al menos unos cuatrocientos años para su degradación, pero, aún en este caso, los componentes del PET no desaparecen, sino que permanecen diluidos en el agua, con efectos deletéreos para la vida, tanto animal como humana. El paisaje resulta realmente sombrío y preocupante para las generaciones venideras, pues, si no se toman medidas adecuadas, les dejaremos una

tierra inhóspita en invivible, lo cual nos lleva a despertar la conciencia frente a esta responsabilidad social con el género humano.

Justificación del lema: “Por una Colombia Limpia”

Dentro del desarrollo de este trabajo propongo una campaña de marketing que se realice a lo largo del país, empezando por Bogotá y que, posteriormente puede extenderse a otros centros. El nombre de la campaña será POR UNA COLOMBIA LIMPIA. La justificación de este nombre, que se convierte también en slogan, contiene fundamentalmente los siguientes aspectos.

Punto 1: La reutilización de los residuos PET que se han convertido en una grave amenaza en todo el mundo, especialmente en la contaminación de bosques, de fuentes hídricas y de los mares. Semejante realidad nos coloca frente a una disyuntiva urgente: o se continúa degradando la biosfera, lo cual cuan nos afecta a todo, especialmente a las generaciones futuras, o se hace una propuesta práctica, realista y productiva, la cual consiste en el reciclamiento y la reutilización del PET (3R).

Punto 2: Ecología verde. Una consecuencia básica del punto anteriormente mencionado es la contribución a la economía verde del planeta, en cuanto de esta propuesta depende, puesto que el tiempo de degradación del PET, así como del PVC, es de mil a años aproximadamente. Las bolsas de plástico, por ser más delgadas en unos 150 años. En la actualidad se da la tendencia de reducir la cantidad de PET en las botellas de refrescos y de agua, cuya degradación puede tomar unos 400 años (Televisa News, 2017).

El icopor (poliestireno extendido) se desintegra en el mar, y los animales lo comen como alimento, causando un gran daño a los peces y a los humanos que los consumen. El poliestireno puede tomar más de mil años en biodegradarse. Durante el proceso de fabricación se producen sustancias tóxicas cancerígenas, que dañan la capa de ozono y son activadas a más de 20° C. Datos tomados de: (Respeto por la vida, s.f)

Objetivo:

El objetivo de la campaña consiste en crear un buen número de clientes para nuestra empresa de reciclaje de PET, lo cual implica, además de contribuir al fortalecimiento de una cultura ecológica, generar más participación de la gente a la creación de nuevos productos

con las mismas materias primas, la creación de nuevos empleos en Colombia y, al mismo tiempo, fortalecer la defensa de la ecología, de la “casa común”.

Público objetivo

En principio el segmento, teóricamente, el segmento al cual se dirige el lema “Por una Colombia Limpia” es enfocado a todos los ciudadanos de la ciudad de Bogotá, pero, dentro de ese segmento, otro target de la campaña son las embotelladoras de agua y refrescos y, en general, los fabricantes de PET, esto es la publicidad está enfocada a todo el público en general, haciendo una campaña fuerte en los centros comerciales de la ciudad. Es conveniente en semejante campaña tocar los elementos que produzcan sentimientos positivos hacia la naturaleza, por lo tanto, imágenes alusivas a este hecho, a la alegría de encontrar un empleo nuevo, imágenes que aludan a alguna etapa del proceso de reciclado, puesto que las decisiones de compra de personas o de empresas, se realiza por debajo del umbral de la conciencia (Braidot, 2009).

Smart PET Containers

Cada uno de los *Smart PET Containers*, además de los colores convencionales para identificar los recipientes destinados a depositar plásticos PET, tendrán colores y diseños atractivos, pues es muy importante estimular los sentidos, en este caso la vista, con el fin de suscitar en el cerebro de los consumidores de bebidas embotelladas en plástico, sensaciones agradables que repercutan en la decisión de colaborar con estas acciones. Tanto los colores como los diseños afectan el sentido de la visión, pero esto no basta. Es preciso que los diseños muevan sentimientos sea a través de figuras atractivas para los niños, o temas gráficos de lugares verdes y limpios, o temas referentes a las familias. Dichos diseños pueden ser realizados en relieve, de modo que afecte positivamente el sentido del tacto, lo cual hace más estimulante el hecho de usar estos *containers*.

El lema tiene en Colombia una connotación particular. En efecto, en el tiempo del post-conflicto y del nuevo gobierno, se ha hecho una consulta popular anti-corrupción, lo cual, entre otros factores, ha contribuido a generar una atmósfera que tiende socializar el concepto de LIMPIEZA en sentido general, lo cual, en alguna forma, al ver o escuchar el lema COLOMBIA LIMPIA, se pueden suscitar sentimientos que favorecen nuestra campaña, pues al descubrir un nombre con el cual hay cierta identificación, la corteza media prefrontal asocia dicho elemento con el sentido de uno mismo (Braidot, 2009)

Beneficios obtenidos

Conviene destacar las necesidades de tener los beneficios que aporta la campaña, pues una vez descubiertas tales necesidades se despierta un estado de conciencia que puede ser resuelto mediante el servicio que se ofrece (Braidot, 2009).

Un beneficio, desde el punto de vista empresarial, es la oportunidad de un **mayor ingreso** al reciclar el PET para la fabricación de nuevos productos, o si se diera el caso, para montar otra empresa aleatoria para la fabricación de nuevos productos. Basta con que los insumos para estos nuevos productos den la ganancia que aumente nuestro capital lo cual es por sí mismo, un beneficio para nuestra empresa.

El medio ambiente. Este beneficio es consecuencia del logro anterior. Al reciclar el plástico PET disminuye la contaminación del planeta, puesto que el aumento incontrolado de residuos PET al mar va causando daño al ecosistema mundial, especialmente a los animales marinos y, consecuentemente a los humanos. Quizás la disminución de los residuos PET no sea muy significativa en comparación con los miles de toneladas de este material, que continuamente se produce, pero la contribución poco a poco aumenta, si se ve en el tiempo hacia el futuro lejano y próximo.

Uno de los grandes problemas que existe en las ciudades colombianas, son los llamados "rellenos de basura", esto es, los vertederos en los que se día a día se acumula la basura. En algunas partes tal cantidad de basura ha llegado a formar literalmente montañas de basura, como es el caso de del monte llamado "el basuro", en la ciudad de Cali, antiguo vertedero de la ciudad. En Bogotá se tiene el llamado "relleno Doña Juana", que ha causado muchos problemas a la ciudad y ha aumentado la contaminación en la capital. Como en el caso anterior, no está en nuestras manos dar la solución a dicho problema, sino disminuir ciertamente el aumento de los rellenos sanitarios.

Otro campo beneficiado, aunque parcialmente, es la disminución del CO₂ en la atmósfera. Concretamente, para este caso, el hecho de recolectar y reciclar el PET disminuye en buena parte la quema de éste en los rellenos sanitarios (relleno Doña Juana en Bogotá) y, de esta manera se aminora la producción del CO₂ causada por la quema de tales basuras en la ciudad. Un pequeño detalle puede ser agregado y es el ahorro de combustible en la cantidad de PET que, de otra manera, tendría que ser quemado para llevar la carga de PET a los rellenos sanitarios.

Finalmente, en este campo, puede mencionarse lo relativo al calentamiento global, producido precisamente por el exceso de CO₂ en el ambiente. Es claro que con la reducción. Es claro que con la reducción de la contaminación ambiental, de la producción de CO₂ al aminorar la quema de basuras con PET y, en general, con el trabajo de reciclaje de este, baja igualmente, en alguna forma, el origen del calentamiento global.

Creación de vínculos con los usuarios

Uno de los factores que puede contribuir al éxito de la campaña y que puede darle mayor impulso, consiste en generar vínculos con los clientes. No basta con las propuestas de la operatividad tradicional, sino que, desde el punto de vista de la neurociencia, es importante tener dos objetivos claros: Atraer a los clientes y Estimular a los clientes (Braidot, 2009), esto es, establecer un proceso de comunicación con los deseos y las percepciones de los usuarios de los Smart PET Containers.

Dada la hiperinflación en el campo de las comunicaciones, la organización de la campaña para la promoción de los Smart PET Containers se ha de centrar en captar la atención de los usuarios y, para ello, crear ciertos vínculos emocionales. Con esta finalidad se proponen unas acciones concretas, que a continuación mencionamos:

Ubicación. Los Smart PET Containers se ubican en los principales Shoping Centers, lugares muy frecuentados por las personas, no solamente como plazas de compras sino como una oportunidad de pasear y dar satisfacción a los gustos o deseos personales de obtener o soñar con algún artículo que toca los sentimientos de las personas. La ubicación de éstos en dichos lugares será estratégicamente ubicada cerca de las plazas de comida, restaurantes y cafeterías de dichos centros comerciales.

Redes sociales. La Web es uno de los medios que la tecnología actual presenta y que es preciso aprovechar para el fortalecimiento de nuestra campaña. Concretamente la publicidad y la promoción de POR UNA COLOMBIA LIMPIA está llamada a ser difundida en:

- ✓ **Página Web.** Es productivo crear algunas páginas Web con información al respecto y para estimular al aprovechamiento de los envases PET en el país. Es igualmente un medio valioso para crear vínculos positivos con los usuarios, a través de los cuales puede darse una intercomunicación con los mismos en ciertas áreas como preguntas, inquietudes o sugerencias.

- ✓ **Youtube.** El uso de este medio es muy atractivo por el dinamismo que ofrece. Conviene incluir en la campaña las figuras del deporte o el arte tanto nacional como futbolistas y cantantes afamados.
- ✓ **Facebook.** Esta red social es ampliamente difundida en nuestro país, especialmente entre los jóvenes. Si bien últimamente ha recibido algunas críticas, es muy frecuentada y un medio que tiene un contexto de cercanía y de sentimientos positivos para la mayoría de la población.
- ✓ **Instagram.** Este es otro de los grandes medios que penetra en las oficinas, centros de estudio, hogares y en la vida de muchas personas, que puede estimular su contribución con el uso de los Smart PET Containers.

Anuncios publicitarios. La repetición de mensajes termina por fijar un producto o servicio en la memoria de los ciudadanos. Por esta razón, en el campo de los anuncios publicitarios proponemos, entre otros, los siguientes:

- ✓ Vallas publicitarias
- ✓ Posters en las paradas de los autobuses
- ✓ Anuncios en el interior de autobuses y sistema de transporte Transmilenio
- ✓ Volantes en la calle

Juegos. Igualmente, aquí cabe un sinnúmero de propuesta de promoción de la campaña. Por ejemplo:

- ✓ Álbumes con figuras sea de deportistas o de temas ecológicos para ir llenando
- ✓ Ofertas de pequeños regalos para premiar usuarios más activos
- ✓ Bonos para tener descuentos en ciertos locales comerciales

Fases de la campaña

La logística de la campaña POR UNA COLOMBIA LIMPIA se desarrollará en forma organizada en forma progresiva, de la siguiente manera:

- ✓ **Fase de expectativa.** Se trata de llamar la atención y de suscitar sentimientos de espera positiva y de expectación que prepara a la gente para la aparición del sistema de recolección PET.
- ✓ **Fase de lanzamiento y puesta en servicio de los Smart PET Containers.** Es preciso poner dinamismo en esta fase con el objetivo de mover no sólo la

curiosidad de la gente sino principalmente sus sentimientos de respaldo a la propuesta.

- ✓ **Fase de mantenimiento.** Es más prolongada que las dos anteriores, puesto que se trata de permanecer en forma activa y positiva en la sociedad.

Como bien puede deducirse de las anteriores propuestas, se trata no solamente de lanzar y promover el sistema de recolección PET en la sociedad sino también de mantener en funcionamiento el proceso de reciclaje del PET.

Oficina de información. Finalmente, la propuesta es la creación de un centro de información sobre la campaña, sobre el proceso del reciclaje, sus beneficios, su ubicación, la campaña publicitaria, así como atender inquietudes o quejas de los usuarios para mejorar el servicio.

5. VALORACIÓN FINANCIERA

Para el análisis de viabilidad económica del proyecto se debe tener en cuenta los gastos que conlleva, por lo cual se va a analizar la evaluación financiera en un escenario realista. Las cifras del proyecto se expresan en Euros, teniendo en cuenta la tasa de cambio del peso Colombiano (COP) a Euros a la fecha 25 de agosto de 2018 de \$3,439.49 * Euro (Banco de la República, 2018).

Con el fin de hacer realidad el proyecto del sistema de recolección PET, hay que tener presente los gastos que se derivan de todo el proceso de recolección del PET, en los cuales hacemos hincapié en esta valoración financiera: gastos inmobiliarios, vehicular, de personal, publicidad e incentivos. Asimismo, se tendrá en cuenta los ingresos que obtendríamos con la venta del material triturado, el cual sirve como materia prima (MP) para aquellas empresas dedicadas a la fabricación de envases PET, como son las empresas de bebidas, de agua, jugos, aceites, entre otras. Dichos clientes tendrán múltiples beneficios, los cuales les permitirá generar ventajas competitivas en su sector. Es preciso también subyurar la contribución con el medioambiente lo cual representará a dichas empresas el compromiso con su responsabilidad social empresarial (RSE).

En este proyecto no solo tendríamos egresos e ingresos, sino, que también tendríamos perspectivas futuras gracias a las inversiones que las entidades públicas y privadas

realizarían en nuestra propuesta planteada. Tomaremos como referencia una proyección anual, con un sistema de recolección de 4 veces por semana de la siguiente manera:

Primera recolección: los **miércoles** (para recoger el material producido entre los lunes y miércoles). **Las siguientes recolecciones** se realizarán los días: **viernes, sábado y domingo**, teniendo en cuenta que son los **días de mayor demanda en los centros comercial** en la ciudad.

5.1 Estimación de costes

A continuación se presentan el desglose de costes y gastos para el inicio de las operaciones, los cuales hacen parte del total de inversiones requeridas para el inicio de operaciones del sistema de recolección PET.

Tabla 21. Móbiliarios y equipos informáticos

	Coste unitario	Unidades	Coste Total
Equipos de oficina (Sillas y escritorios)	€ 112,16	5	€ 560,81
Equipos informáticos	€ 569,17	3	€ 1.707,51
Impresoras	€ 203,56	3	€ 610,69
Software	€ 367,61	1	€ 367,61
Otros (cableado, accesorios, etc.)	€ 770,26	1	€ 770,26
TOTAL	€ 2.022,76		€ 4.016,88

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 22. Gastos de creación y funcionamiento de Smart PET Containers

	Coste unitario	Unidades	Coste Total
Vidrio templado 6 mm	€ 21,75	41	€ 891,90
Acrílico 3 mm	€ 40,90	41	€ 1.676,99
Acero suave 3 mm	€ 31,99	41	€ 1.311,62
Sensores de nivel	€ 37,52	41	€ 1.538,34
Transmisores de frecuencia	€ 8,45	41	€ 346,64
Trituradora	€ 367,34	41	€ 15.061,09
Coste Mano de obra	€ 91,40	41	€ 3.747,47
Otros (Ruedas, tornillos, etc.)	€ 9,14	41	€ 374,75
TOTAL	€ 608,51		€ 24.948,80

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 23. Transporte y sostenimiento

	Coste unitario	Unidades	Coste Mensual	Coste Total Anual
Combustible	€ 2,70	2	€ 1.563,68	€ 18.764,16
Flota Vehicular (Camión 2 ejes)	€ 16.285,13	2	€ 2.714,19	€ 32.570,27
Mantenimiento de la flota	€ 228,50	2	€ 457,01	€ 5.484,11
Seguro	€ 850,04	2	€ 141,67	€ 1.700,07
Gastos de Personal de flota	€ 246,78	4	€ 987,14	€ 11.845,67
TOTAL	€ 17.613,16		€ 5.863,69	€ 70.364,28

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 24. Gastos Inmobiliarios

	Coste unitario	Unidades	Coste Mensual	Coste Total Anual
Arriendo del almacén o CEDI	€ 3.496,18	12	€ 3.496,18	€ 41.954,21
Seguro de almacén e instalaciones	€ 457,01	1	€ 38,08	€ 457,01
Mantenimiento del almacén	€ 1.645,23	1	€ 137,10	€ 1.645,23
Báscula	€ 4.524,39	1	€ 377,03	€ 4.524,39
Montacargas	€ 2.056,54	1	€ 171,38	€ 2.056,54
Gastos de personal de almacén	€ 1.588,48	8	€ 1.058,99	€ 12.707,83
Servicios públicos (Agua, Luz, Internet, Telefonía)	€ 786,06	1	€ 65,50	€ 786,06
Aseo	€ 109,68	1	€ 9,14	€ 109,68
Despensas	€ 22,85	1	€ 1,90	€ 22,85
Vigilancia	€ 319,91	1	€ 26,66	€ 319,91
Papelería	€ 31,99	1	€ 2,67	€ 31,99
TOTAL	€ 15.038,32		€ 5.384,64	€ 64.615,70

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 25. Costes de la estrategia de Marketing

	Coste unitario	Unidades	Coste Mensual	Coste Total Anual
Cuña publicitaria en medios	€ 4.215,74	2	€ 702,62	€ 8.431,47
Marketing online	€ 610,55	1	€ 50,88	€ 610,55
Publicidad en Centros comerciales	€ 119,20	41	€ 407,28	€ 4.887,35
Soporte Call Center	€ 227,14	2	€ 37,86	€ 454,28
Premios	€ 29.074,04	1	€ 2.422,84	€ 29.074,04
Impuestos 19%	€ 8.683,17	1	€ 723,60	€ 8.683,17
Anuncios publicitarios	€ 124,66	41	€ 425,91	€ 5.110,88
TOTAL	€ 43.054,50		€ 4.770,98	€ 57.251,74

Fuente: Elaboración propia.

Por los datos totales presentados en las tablas anteriores (21 a 25) se deduce que es necesaria una inversión inicial de € 221.197,40. para la puesta en marcha del sistema de recolección PET como se muestra a continuación.

Tabla 26. Inversiones iniciales

INVERSIONES	INICIO DE OPERACIONES
ACTIVO NO CORRIENTE	
Mobiliario y equipos informáticos	€ 4.016,88
Creación y funcionamiento de Smart PET Containers	€ 24.948,80
Transporte y sostenimiento	€ 70.364,28
Inmobiliarios	€ 64.615,70
Otros (Estrategia de Marketing)	€ 57.251,74
TOTAL NO CORRIENTE	€ 221.197,40
ACTIVO CORRIENTE	
Existencias iniciales	€ -
TOTAL CORRIENTE	€ -
TOTAL INVERSIÓN	€ 221.197,40

Fuente: Elaboración propia.

5.2 Proyección de ventas

Teniendo en cuenta las diferentes estrategias a realizar, de manera especial la estrategia de marketing. El proyecto de sistema de recolección PET proyecta para el primer año (12 meses) ingresos de € 686.612,06. Debido a la venta de material PET triturado, el cual servirá como materia prima en otras empresas, en nuestro caso, se plantea un escenario realista con 5 clientes, los cuales comprarán el material PET triturado, como se muestra en la tabla 31.

Tabla 27. Proyección de ventas

PROYECCIÓN DE VENTAS

	Año 2019	Mes
INGRESOS		
Ingresos x Cliente		€ 57.217,7
Cliente 1	€ 169.029,5	€ 14.085,8
Cliente 2	€ 147.482,2	€ 12.290,2
Cliente 3	€ 130.414,5	€ 10.867,9

Cliente 4	€ 123.297,2	€ 10.274,8
Cliente 5	€ 116.389,2	€ 9.699,1
Total Ingresos Anual	€ 686.612,6	

VENTAS		PRECIO DE VENTA UNITARIO (PVu)
Precio de Venta Unitario x Tn		
Cliente 1		€ 290,74
Cliente 2		€ 290,74
Cliente 3		€ 290,74
Cliente 4		€ 290,74
Cliente 5		€ 290,74

CANTIDAD VENDIDA (Q)		
Tn Vendidas x mes	Año 2019	Por Mes
Cliente 1	581	48,45
Cliente 2	507	42,27
Cliente 3	449	37,38
Cliente 4	424	35,34
Cliente 5	400	33,36
Total tn vendidas Anual	2.361,6	

Fuente: Elaboración propia.

5.3 Cuenta de resultados previsional

El escenario realista que aquí se presenta, detalla diferentes escenarios financieros, en función del número de clientes, en este caso, desde 5 clientes hasta un escenario pesimista (1 cliente), asimismo se analiza el punto de equilibrio, que corresponde a la cantidad de toneladas necesarias para cubrir las inversiones realizadas, es decir, para conocer el momento en el cual las ventas cubrirán los costes, expresándose en valores y toneladas.

Tabla 28. Cuenta de resultados

Estado de resultados	5 clientes	4 clientes	3 clientes	2 clientes	1 cliente	Punto de equilibrio
Variable coste - beneficio						
Ingresos	€ 686.612,63	€ 570.223,42	€ 446.926,21	€ 316.511,68	€ 169.029,52	€ 215.370,72
Costes Variables	€ 221.197,40	€ 193.406,61	€ 163.966,37	€ 132.826,69	€ 97.611,70	€ 51.425,06
%	32,22%	33,92%	36,69%	41,97%	57,75%	23,88%
MARGEN BRUTO (Ingresos - CV)	€ 465.415,23	€ 376.816,80	€ 282.959,84	€ 183.684,98	€ 71.417,82	€ 163.945,66
Costes fijos	€ 163.945,66	€ 163.945,66	€ 163.945,66	€ 163.945,66	€ 163.945,66	€ 163.945,66
UTILIDAD OPERACIONAL	€ 301.469,57	€ 212.871,14	€ 119.014,18	€ 19.739,32	-€ 92.527,84	€ -

Fuente: Elaboración propia.

La proyección de los ingresos nos da una visión del escenario realista que en este proyecto se plantea, comprobando que el proyecto es totalmente rentable, para 5 clientes se obtendría una ganancia del 44%, con 4 clientes 37%, con 3 clientes 27%, con 2 clientes 6% y con un cliente se obtendría una pérdida del -55%.

Respecto al punto de equilibrio en unidades se determinó de la siguiente manera:

Formula Punto de equilibrio = CF / (P-CVu)

CF: € 163.945,66

P: € 290,7

CVu: € 69,42

Al aplicar la fórmula con los valores dados en el ejercicio se obtiene un resultado de 740,8 Toneladas de PET triturado, las cuales son necesarias vender para que no existan ni perdidas ni ganancias, considerando que conforme aumenten el número de toneladas vendidas, la utilidad se incrementará.

Análisis del ROI: El ROI es un ratio financiero que expresa la rentabilidad de la inversión realizada, es decir, la relación existente de la utilidad obtenida y la inversión.

Fórmula para el cálculo del ROI

ROI = ((Ingresos - Inversión) / Inversión) * 100

Inversión: € 221.197,40

Ingresos 5 clientes: € 686.612,63

Ingresos 4 clientes: € 570.223,42

Ingresos 3 clientes: € 446.926,21

Ingresos 2 clientes: € 316.511,68

Ingresos 1 clientes: € 169.029,52

De acuerdo con los resultados, en los escenarios de ingresos de 5, 4, 3, 2 y 1 cliente, este ratio obtiene 210%, 158%, 102%, 43% y -24% respectivamente, lo cual demuestra que es un proyecto rentable, siempre y cuando se cumpla con las prospectivas de ventas. Lo anterior, quiere decir, que mientras más alto sea el ROI, más eficiente es el proyecto al usar el capital para generar más utilidades.

6. CONCLUSIONES

Al finalizar esta propuesta volvemos la mirada hacia los objetivos inicialmente planteados y podemos descubrir que, en la propuesta elaborada y presentada iniciamos mirando diversas definiciones de la Logística Inversa, haciendo un recorrido a través de diversos conceptos, todos valiosos por ser fruto de investigación y experiencias, lo cual nos deja un campo estructurado para fundamentar allí nuestro trabajo.

De entre todas las definiciones hicimos un énfasis particular en la propuesta por Fleischmann por la razón de su visión integral, puesto que, a diferencia de otros autores, no considera la Logística Inversa como una realidad autónoma sino como parte de la logística en general, llamada también logística directa o forward. El este elemento toca directamente con el objetivo general, pues la Logística Inversa representa su punto de partida y el fundamento de todo el trabajo.

Otra conclusión relevante está en el punto central que tienen los residuos plásticos, los cuales constituyen un elemento que representa una importancia ambivalente, puesto que, desde el punto de vista negativo, tales residuos aumentan la contaminación de la tierra y de mares, representa también un peligro para la vida de animales acuáticos, contamina el ambiente y afea el paisaje.

Desde el punto de vista positivo representan la posibilidad de un sistema de recolección PET por medio de los Smart PET Containers, para luego el material triturado se convierte como insumo de materia prima para nuevos productos, convirtiéndose de simples residuos (basura) en fuente de ingresos para la empresa que, de no hacerlo, dejaría de percibir ganancias.

Otra clara conclusión, desde este punto de vista, está representada en el punto innovador que representan en este momento y en un futuro próximo las empresas recicadoras de PET, a las cuales se les puede ofrecer el medio de que los envases plásticos, una vez reciclados, impacten positivamente su economía y, por otra parte, producir un impacto positivo en el medio ambiente.

El ahorro de costes debido a una correcta planificación de rutas es una conclusión que tiene que ver directamente con optimizar los recursos, asimismo, el reciclaje del PET representa una materia prima que, de otra manera, habría que comprarla.

Los puntos anteriormente mencionados contribuyen directamente a la sostenibilidad del proyecto. Dicha sostenibilidad contribuye, en alguna forma también al mejoramiento de los servicios y, por ende, a la satisfacción de los clientes, punto decisivo para el posicionamiento de nuestro proyecto.

Una conclusión sólida e importante, con un promisorio futuro es la preservación del medio ambiente. Este es un factor impactante no sólo sobre el medio ambiente como tal sino también sobre la sociedad, que se ve beneficiada con ambientes y paisajes mejorados, con una repercusión importante en el plano de la salud de las comunidades.

En general, las conclusiones de este trabajo presentan una perspectiva general bastante positiva por los aportes que hace y por las líneas nuevas que abre para un futuro próximo y para un planteamiento innovador, tanto en las empresas como en los países, en sentido general.

7. LÍNEAS DE TRABAJO FUTURO

7.1 Límites del trabajo

El tema de la logística inversa (Reverse Logistics) aparece no solamente como un campo innovador, sino que tiene mucho futuro. En el ámbito general de la logística, hasta el presente la logística inversa ha sido vista como una disciplina “secundaria” con relación a la logística como tal (Forward Logistics). El hecho de llamarla “inversa” (reverse), da lugar conceptualmente a semejante perspectiva. La contraposición entre logística (forward) y logística inversa (reverse) no hace atractiva a esta última.

En nuestra propuesta hemos ubicado este trabajo con unos límites muy concretos. Es claro que, por rigor científico, no hemos abarcado todo el panorama de la logística inversa. Lo hemos centrado en un punto muy concreto: el proceso (inverso) de la recuperación de material de residuo de botellas plásticas de PET (Polietileno de Tereftalato, llamado también Tereftalato de Polietileno) con 3R: Reducir, Reciclar, Reutilizar, parte de la metodología de las 6R.

Se presenta también un de reciclado concreto en forma detallada, centrado en la utilización de una red de reciclado a través del uso de depósitos recicladores que hemos dado en denominar Smart PET Containers. Este sistema de unidades y su red, que inicialmente se limitan a Bogotá y que posteriormente será extendido a otras ciudades del país, representa una propuesta innovadora en Colombia.

Si bien, ante el inmenso problema de residuos PET en todo el mundo, los límites de este trabajo podrían ser vistos, al menos en apariencia, como algo muy reducido, su alcance puede llegar a tener una ampliación no solamente nacional sino internacional.

Con una visión futurista nuestra propuesta supera una percepción que, inicialmente, podría ser muy corta, si se llegara a pesarla como una simple labor de reciclaje. A esta altura del trabajo ya es clara la relevancia de este tema puesto que se coloca como punta de lanza en un movimiento de mucho futuro dentro de del campo de la llamada logística inversa que, insistimos, debería ser liberada de ese adjetivo.

7.2 Resumen

La elección del campo de la logística inversa resultó de una inquietud suscitada al descubrir que la a Logística inversa se la ha dejado de lado, en comparación con la la logística directa, que atrae la más atención. Una vez escogida dicha área, se hacía necesario elegir el tema concreto, lo cual, como es normal, no resultó inicialmente fácil.

Después de un proceso serio de lectura indagatoria surgió claro el problema de la sobreabundancia de residuos PET en el país y en el mundo, como amenaza al medio ambiente y, consecuentemente, a la economía mundial. En Colombia un poco más del 80% de tales residuos va a parar a los rellenos sanitarios y a los vertederos. Encontrar este tema fue como una luz, puesto que semejante situación, en último término significa literalmente un desperdicio de dinero y de otros elementos útiles.

Si se considera la creciente cantidad de residuos que se produce en Colombia (12 millones de toneladas al año) proponer una solución, al menos parcial, a un problema de dimensiones tan considerables, resulta realmente valioso y lucrativo. De esa cantidad de basura en general, en PET se tiene la cifra de 27.000 toneladas, anuales, y 810 mensuales (Revista Dinero, 2009).

Por otra parte, no se trata únicamente de la simple eliminación de basuras, sino que también se refiere a una solución productiva, tanto a nivel financiero, como a nivel de recuperación de materias primas, para ulteriores productos, sin contar otros terrenos favorecidos por esta solución, como el medio ambiente.

7.3 Relación con los objetivos

En esta visión final el trabajo realizado es importante contrastar las contribuciones y resultados de la investigación, con los objetivos trazados inicialmente para la elaboración de nuestra investigación, a fin de constatar la coherencia y el aporte de la propuesta que hacemos.

Resultados: En primer lugar, examinemos las contribuciones que la investigación aporta, siempre dentro del contexto de la logística inversa. Al hablar de contribuciones es preciso aclarar que son elementos dinámicos que llevan a lograr mejoras en diversos tópicos.

- 1) **Recogida de envases plásticos.** Se trata de una línea para la producción de hojillas o “escamas PET” que, es el insumo inicial para posterior utilización en productos plásticos de diversos usos, tanto comerciales como domésticos
- 2) **Ahorro de costes.** Ciertamente que esta contribución es un elemento decisivo para que una empresa se decida por asumir la propuesta que presentamos, puesto que puede mejorar, incluso notablemente sus ingresos. Los costes de transporte se disminuyen con relación a las distancias recorridas. El sistema de los Smart PET Containers baja igualmente el coste de mano de obra
- 3) **Satisfacción del cliente.** Ciertamente con la promoción de los *Smart PET Containers* y la campaña COLOMBIA LIMPIA se tiene un nuevo elemento pedagógico en el país.
- 4) **Mejores prácticas para la conservación del medio ambiente.** La propuesta es una materialización de responsabilidad ecológica con el país y, en último término con el mundo, puesto que disminuye en buena medida la contaminación del medio ambiente en Bogotá.

- 5) **Promover cultura del reciclaje.** La aceptación de propuestas, como la nuestra, inicialmente en Bogotá y posteriormente en otras ciudades implica que la población participe activamente en la cultura del reciclaje, comenzando por los hogares, pasando por colegios, universidades, empresas y, en general, por toda la población. La contribución, en este aspecto, es para la formación de los ciudadanos de todas las edades.
- 6) **Salud.** La salubridad es una consecuencia benéfica de la aplicación de la metodología de las 3R (reducir, reciclar, reutilizar) para poder tener un mejor aire para respirar, espacios más libres para el descanso y para el ejercicio.
- 7) **La imagen del país.** Igualmente, la propuesta puede contribuir a mejorar la imagen del país, tanto a nivel interno como en el plano internacional.

Resultados. A diferencia de las contribuciones, los resultados son más concretos y tangibles, y se obtienen con el ejercicio de la propuesta presentada en la presente investigación. A continuación, pasamos a mencionar dichos resultados

- 1) **Nuevo horizonte empresarial:** La propuesta de la aplicación de la metodología 3R a través de la promoción de *Smart PET Containers*, en el marco de la logística inversa frente al problema de la contaminación ambiental y de las basuras, abre nuevos horizontes empresariales, especialmente en la actual situación del país. Es un horizonte optimista que genera ingresos a la empresa, pero que igualmente genera nuevos empleos, con lo cual se favorecerán muchas familias y puede convertirse en incentivo para la creación de nuevas empresas
- 2) **Perspectivas innovadoras.** Frente a creciente cantidad de bebidas en envases PET y ante la imposibilidad de detenerla, es preciso pensar en el horizonte del postconsumo. En este terreno se abren perspectivas atractivas como la buena práctica del manejo de residuos PET, la generación de nuevos empleos, el fortalecimiento de la cultura del reciclaje a través del estímulo dado por los *Smart PET Containers*.
- 3) **Mayor conocimiento de beneficios y virtuales peligros que presentan los plásticos.** El reciclaje de los plásticos, en este caso, PET, incluye el manejo, la recolección, la fundición de los residuos, así como la producción de nuevos

elementos, especialmente fibras e hilazas, además de cajas y ganchos para colgar ropa. El manejo y la nueva producción incluye la divulgación de ciertos conocimientos básicos que tienen que ver con de plásticos y también los tóxicos que pueden contener los mismos y los peligros latentes que el uso de tales productos tiene. Se podría proceder de forma semejante a como se hace con los licores y los cigarrillos, que colocan sellos con advertencia de los peligros que puedan generar los envases PET.

- 4) **Cambio de actitud frente al uso de los plásticos.** La metodología de las 3R contribuye igualmente a fortalecer los hábitos para un uso responsable del PET y para contribuir a pensar en los beneficios aportados por el reciclaje de dicho material tanto a nivel empresarial como a nivel social.
- 5) **Descubrir la necesidad de emprender ciertas reformas en el país.** En Colombia tenemos últimamente una circunstancia favorable, la elección de un nuevo presidente que, en su primer discurso después de la elección ha insistido en la mejora del medio ambiente y ha mencionado explícitamente el reciclaje. Por otra parte, la intensa campaña actual contra la corrupción es igualmente un ambiente propicio para nuestro lema COLOMBIA LIMPIA. Esta circunstancia providencial constituye un espaldarazo a nuestra propuesta de la implantación del sistema *Smart PET Containers*.

Examinemos más de cerca los objetivos. El objetivo general fue formulado en estos términos: “Diseñar un modelo de Logística Inversa para la recolección y recuperación de los envases plásticos (PET) en zonas urbanas, producidos por fabricantes de agua embotellada y refrescos en Colombia”.

En efecto, estos envases son fabricados con PET (polietileno tereftalato o tereftalato de polietileno). Estos residuos constituyen el punto de inicio de la cadena de valor de la logística inversa, aplicada rigurosamente al proceso de reciclaje y transformación y representan una fuente de ingresos, así como una valiosa contribución al mejoramiento del medio ambiente.

El final del enunciado del objetivo general afirma: “para generar ventajas competitivas”. En las empresas dedicadas a este reciclaje de PET ciertamente se constata un ingreso, lo cual es uno de los alicientes para el impulso de nuestra propuesta de las 3R y del sistema de red de los *Smart PET Containers*.

Podemos recordar brevemente los objetivos específicos:

- ✓ Diseñar un plan logístico para la recogida de envases plásticos (PET), por medio de Smart PET Containers.
- ✓ Ahorrar costes de manufactura y transporte, para una óptima utilización de los recursos.
- ✓ Aplicar la cadena de suministros sostenible, para lograr satisfacción de los clientes y promover la cultura del reciclaje PET.
- ✓ Mejores prácticas en la preservación del medio ambiente.

En cuanto al problema de la sostenibilidad, se demostró la validez del proyecto, por cuanto la materia prima, esto es, los residuos de botellas plásticas, es de fácil adquisición y a un precio muy cómodo, sea en los vertederos de basura, sea a través de recicladores (**cfr. Figura 13**). Al ser transformados estos envases plásticos en fibras, hilos u otros artículos (**cfr. Tabla 3**), los ingresos por los nuevos dejan muy buena ganancia con relación a la inversión inicial (ROI).

Con relación al impacto positivo por el medio ambiente se puede notar la disminución de plásticos en rellenos sanitarios y vertederos, lo cual lleva a dejar más espacios libres y bien presentados, con la posibilidad de ser usados como zonas recreacionales (por ejemplo, en bosques y playas). De esta manera se contribuye a resolver el problema de falta de ingresos y de la creciente contaminación ambiental, que de alguna manera incluye en el calentamiento global.

Al problema del ahorro de costes en materias primas los objetivos propuestos responden, puesto que para la fabricación de fibras e hilos se necesitan químicos de coste considerable y, de acuerdo con la propuesta presentada, con la transformación del PET se tiene ya la materia prima, evitando costes superfluos.

Desde esta perspectiva la satisfacción del cliente, que puede medirse con relación a la calidad de productos entregados, está igualmente relacionada con el tiempo de fabricación y de entrega de las hojillas o escamas PET, que es un factor fundamental en la calidad del proceso que se lleva.

Al problema de la contaminación del medio ambiente responde de manera clara el último de los objetivos específicos propuestos. Este tema podría fácilmente tender a identificar la

logística inversa con la logística verde, pero, a pesar de ser temas tangenciales, cada logística conserva su propia identidad.

7.4 Líneas de trabajo futuro

El reciclaje y las finanzas: El reciclaje es un eslabón muy importante en la cadena de producción para el país que no ha sido suficientemente explotada. El país importa anualmente una notable cantidad de toneladas de material reciclado para la fabricación de diversos artículos plásticos a nivel nacional. Argentina exporta material PET a China para materia prima para fabricación de artículos comerciales. La propuesta que aquí presentamos es ciertamente una gran fuente de ingresos con un futuro promisorio

Fortalecimiento de la metodología 3R: El contexto político y económico actual del país favorece la creación de empresas como la que proponemos puesto que la producción de envases PET va en a aumento y las necesidades de material reciclado para usos industriales es creciente. En una perspectiva hacia el futuro la previsión es de aumento de tales demandas.

Exportación internacional: A nivel nacional se produce una gran cantidad de residuos plásticos, la mayor parte de los cuales va a parar a los rellenos sanitarios o vertederos, con el agravante de que son quemados y producen gases tóxicos que afectan la salud de los ciudadanos. Son residuos desechados. Como contraste, en algunos países crece la demanda de residuos PET para sus industrias. Se abre así una excelente oportunidad para la exportación de hojillas o escamas de PET, lo cual representa un lucrativo negocio creciente.

Producción de Containers: La propuesta del uso de Smart PET Containers abre un excelente horizonte para la producción propia de estos implementos como una posibilidad de negocio para el mercado nacional o internacional.

El calentamiento global: El efecto invernadero tiene que ser resuelto con urgencia pues amenaza el futuro de la humanidad. Si bien no es el objetivo directo de esta propuesta, ciertamente que es una contribución importante, dentro de muchas otras existentes, para contribuir a la disminución de este problema.

7.5 Valor añadido

Tanto a nivel empresarial como a nivel de economía nacional, la implementación y promoción de la logística inversa trae beneficios en diversos ámbitos.

- **“Basura es dinero”.** Inspirados en el postulado surgido en Noruega “basura es energía”, puesto que Noruega y otros países europeos transforma las basuras en energía, con gran ahorro de costes, podemos formular algo semejante referido a los residuos PET, “basura es dinero”. Las ganancias por el reciclaje (metodología 3R) de dichos residuos constituye ciertamente una fuente no despreciable de capital para la construcción de tejido industrial en el país.
- **Ahorro en materias primas.** Este es otro valor agregado, relacionado con los nuevos productos resultante del proceso de reciclaje PET, que proporciona materias plásticas para la fabricación de productos de hilados.
- **Mejora del medio ambiente.** Hasta hace muy poco se hablaba de derechos humanos, derechos de la mujer, derechos del niño, siempre con relación a las personas. Ahora se plantea también el tema de los Derechos de la Tierra, pues también la tierra es sujeto de derechos. No es éste el objetivo directo de nuestra propuesta, pero es una consecuencia valiosa del mismo.

En 1992, en el contexto de la celebración de la Cumbre de la tierra en 1992, la Conferencia Mundial de los Pueblos sobre el Cambio Climático y los Derechos de la Madre Tierra algunos grupos sociales redactó un documento llamado “Proclamación Universal de los Derechos de la Madre Tierra” (Universidad para la Paz, 2012-2016) que fue transformándose hasta que en el año 2000 la Unesco aprueba en París la Carta de la Tierra.

El 29 de junio de este mismo año la Carta de la Tierra (Earth Charter) fue proclamada públicamente en el Palacio de la Haya, Holanda, véase principio 7.a. (Universidad para la Paz, 2012-2016). En Bolivia el presidente Evo Morales proclama el 12 de octubre de 2012 proclama que la tierra es sujeto de derechos, como lo es el hombre.

- **Generación de empleo.** La propuesta que presentamos con la metodología 3R se convierte igualmente en generadora de empleo en el país. En Colombia más existen

más de 300.000 personas que viven del reciclaje, las cuales, pueden verse favorecidas con un proyecto como el que presentamos.

7.6 Perspectivas

Después de haber considerado el valor añadido que presenta esta propuesta, se puede considerar las perspectivas para las líneas trabajo en el futuro y en qué campo se puede aplicar.

7.6.1 Línea empresarial

En este campo existen dos importantes factores: el aumento descontrolado de residuos PET y, derivada de éste, la necesidad urgente de crear nuevas empresas de logística inversa, dedicadas, como sucede con nuestra propuesta, al reciclaje de tales residuos, con una producción de nuevos materiales para la industria.

Las perspectivas se proyectan al campo de la industria recicladora y a la producción de nuevos productos plásticos, que son espacios prometedores.

7.6.2 Línea de internacionalización

La aplicación de este aporte en el campo internacional tiene que verse igualmente en una doble dirección: tanto en la consecución de residuos de PET, como en la fabricación de nuevos productos, así sean básicos. Según lo que se acaba de mencionar el campo de aplicación a nivel internacional puede ser con la venta a nivel internacional de residuos PET o con la exportación de las hojillas o escamas resultado del proceso de Reducción o triturado de dichos residuos.

Se espera vender 2.361,6 Tn de PET triturado al año. Si con un kilogramo de PET reciclado se ahorra 1.1 galones de petróleo, con una tonelada de PET se ahorra 1.100 galones, lo cual proyectado hacia el futuro aumenta las ganancias que, a nivel internacional supone un mayor ingreso.

7.6.3 Línea cultural

Es un punto fundamental para beneficio financiero y medioambientalista de nuestros países la creación o la promoción de lo que hemos dado en llamar “cultura de logística inversa (o retrologística)”. El trabajo en este campo depende, en primer lugar, de los gobiernos, a nivel de programas de formación formal o de campañas frecuentes en todos los niveles de la población, tanto rural como urbana. La difusión de los Smart PET Containers contribuye poderosamente a la formación de esta cultura pues son un estímulo directo en medio de la población

7.6.4 Línea nueva sociedad

Esta línea podría parecer insólita dentro de un trabajo de logística inversa. Sin embargo, con una visión futurista podemos afirmar que progresivamente se irá notando el impacto positivo de la logística inversa sobre la sociedad, lo cual, en un momento dado, presionará a las empresas y los gobiernos a explicitar el nexo entre las empresas de este género, de modo que haya incentivos por parte del gobierno y las respectivas leyes, sobre las empresas.

7.6.5 Línea de productividad

Los parámetros anteriormente mencionados confluyen en este punto tanto en el presente como en el futuro. Representa ciertamente una de las metas de toda empresa. El silogismo básico es claro, casi a manera de un algoritmo: a mayor cantidad de residuos plásticos, más material de reciclaje, a mayor actividad de reciclaje, más productos nuevos a nivel nacional e internacional, a mayor productividad, mejores ingresos, es la lógica de la cadena de valores aplicada a este aspecto del proyecto. El campo de aplicación de este aporte es claramente la empresa, la industria y el comercio para las ventas de los diferentes materiales producidos.

7.6.6 Línea del medio ambiente

Ante la creciente amenaza del calentamiento global y de la contaminación ambiental, los campos de aplicación de este proyecto, y otros del mismo tipo, se sitúan en el trabajo por la limpieza de bosques, fuentes hídricas y playas. Igualmente, en el campo del urbanismo de las ciudades, pues el ordenamiento y la planeación urbanísticos incide el tema del reciclaje de los plásticos PET. Además, podemos incluir la paisajística, para una mejor calidad de

vida en las diversas poblaciones y sociedades. Este es un tema que repercute igualmente en el turismo, pues se mejoran los paisajes y se hacen más atractivas las comunidades.

8. BIBLIOGRAFÍA

American Marketing Association. (s.f.). *El marketing verde: Green Marketing*. Obtenido de <http://www.eoi.es/blogs/awildacarolinaberiguete/2012/01/24/el-marketing-verde/>

American Military University. (s.f.). *Reverse Logistics Management*. Obtenido de <http://www.amu.apus.edu/academic/schools/business/masters/reverse-logistics-management.html>

American Public University. (s.f.). *MA in Reverse Logistics Management*. Obtenido de <https://www.petersons.com/online-schools/american-public-university-reverse-logistics-management-201413524.aspx>

Banco de la República. (2018, Agosto 26). *Tasas de cambio - Monedas disponibles*. Retrieved from <http://www.banrep.gov.co/es/tasas-cambio/monedas-disponibles>

Barney, J., Ketchen, D., & Wright, M. (2001). *The resource-based view of the firm: Ten years after 1991*. Journal of Management 27.

Barrientos, M. (2016). *Diagnóstico del impacto del plástico - Botellas sobre el medio ambiente: Un estado del arte*. Obtenido de <http://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/10047/Gomez2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Bloemhof-Ruwaard, J. M., Fleischmann, M., & Nunen, J. A. (1999). Reviewing Distribution Issues in Reverse Logistics. En F. N. Bloemhof-Ruwaard, *New Trends in Distribution Logistics* (págs. 23-44). Rotterdam.

Blog de Logística y Distribución de Silodisa. (2010, Julio 22). *El método de barrido*. Retrieved from <http://silodisa.blogspot.com/2010/07/el-metodo-de-barrido.html>

Braidot, N. (2009). *Neuromarketing*. Barcelona: Géminis, con alusión a las carencias y necesidades del país.

Cabeza, D. (2012). *Logística inversa en la gestión de la cadena de suministro* (Primera ed.). Valencia: Marge books. Obtenido de

<https://books.google.com.co/books?id=hoQK2KBHzQC&printsec=frontcover&dq=6r+logistica+inversa+AUTOR&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwiUopvxxrbAhWywFkKHZWVABQQ6AEIJzAA#v=onepage&q=camino&f=false>

Cordoba, J. J. (2014). Vease: *Modelo de logística inversa para la recuperación y aprovechamiento de residuos plásticos ABS en Cali.* Obtenido de <https://red.uao.edu.co/bitstream/10614/6983/4/T05024.pdf>

Coronel, G. (27 de Octubre de 2017). *Logística Inversa: Una oportunidad que explotar dentro de las empresas.* Obtenido de <http://www.inacorpsa.com/logistica-inversa/>

Creadess: Cooperación en red euro americana para el desarrollo sostenible. (23 de Enero de 2013). *El impacto ambiental de las botellas de plástico.* Obtenido de <http://www.creadess.org/index.php/informato/sostenibilidad-socio-ambiental/ecologia-y-ambiente/18862-el-impacto-ambiental-de-las-botellas-de-plastico>

Dale S, R., & Tibben-Lembke, R. S. (Agosto de 1998). *Going Backwards: Reverse Logistics Trends and Practices.* Obtenido de http://www.abrelpe.org.br/imagens_intranet/files/logistica_reversa.pdf

Diccionario de Arquitectura y Construcción. (s.f., s.f. s.f.). *Definición de acero dulce y conceptos relacionados.* Retrieved from <http://www.parro.com.ar/definicion-de-acero+dulce>

Dr. Mercola. (8 de Abril de 2015). *Como Identificar los Plásticos Que Son Dañinos.* Obtenido de <https://articulos.mercola.com/sitios/articulos/archivo/2015/04/08/uso-de-plasticos.aspx>

Duque, S. C. (12 de Abril de 2011). *El PET, un plástico que nos ahoga.* Obtenido de <https://www.lacoladerata.co/reportajes/el-pet-un-plastico-que-nos-ahoga/>

Ekored. (s.f. de 2014). *Informe de Sostenibilidad.* Obtenido de <http://www.ekored.co/wp-content/uploads/2017/08/Informe-de-Sostenibilidad-2014.pdf>

Ekored. (s.f. de 2016). *Informe de Sostenibilidad.* Obtenido de <http://www.ekored.co/wp-content/uploads/2018/02/Informe-de-Sostenibilidad-2016.pdf>

El Colombiano. (10 de Enero de 2016). *Colombia entierra millones de pesos por no reciclar.* Obtenido de <http://www.elcolombiano.com/especiales/que-hacer-con-la-basura/colombia-entierra-millones-de-pesos-por-no-reciclar-FD3410601>

El espectador. (18 de Junio de 2018). *El primer discurso de Iván Duque como presidente electo de Colombia.* Obtenido de <https://www.elespectador.com/elecciones-2018/noticias/politica/el-primer-discurso-de-ivan-duque-como-presidente-electo-de-colombia-articulo-795007>

Endress+Hauser. (s.f., s.f. s.f). *Medición de nivel por ultrasonidos.* Retrieved from <https://www.co.endress.com/es/instrumentacion-campo/medicion-nivel/medicion-nivel-ultrasonidos-sin-contacto>

Equipo de profesores de ESADE. (2004). *Guías de gestión de la innovación, producción y Logística* (Primera ed.). Barcelona: ESADE Business School. Obtenido de http://www.lomag-man.org/logistiqueespana/logistique/imprologcastella_tcm48-9005.pdf

Fernández, C. F. (6 de Febrero de 2016). *El tiempo: El agua en botella le cuesta caro al planeta.* Obtenido de <http://www.eltiempo.com/archivo/documento/CMS-16502951>

Fuso. (2018, Junio 29). *Diferencias entre un mantenimiento correctivo y preventivo para camiones.* Retrieved from <https://www.fuso.com.pe/blog/diferencias-mantenimiento-correctivo-preventivo-camiones/>

Goldstein, M. C., Rosenberg, M., & Cheng, L. (9 de Mayo de 2012). *Increased oceanic microplastic debris enhances oviposition in an endemic pelagic insect.* doi:10.1098/rsbl.2012.0298

Gon-2. (2017, Octubre 05). *Espacio Coches.* Retrieved from <https://espaciocoches.com/concepto-de-camion-de-carga/>

Grupo Lyrsa. (2016). *El modelo sueco, la revolución del reciclaje.* Obtenido de <http://www.lyrsa.es/blog/191-el-modelo-sueco-la-revolucion-del-reciclaje>

Institute for Local Self-Reliance. (9 de Enero de 2009). *CFC Phaseout.* Obtenido de <https://ilsr.org/rule/cfcs-phaseout/2403-2/>

Janicki Bioenergy. (s.f.). *How the Janicki omni processor works.* Obtenido de <https://www.janickibioenergy.com/janicki-omni-processor/how-it-works/>

Josephs, J. (s.f.). *Water & Wastewater International.* Obtenido de <https://www.waterworld.com/articles/wwi/print/volume-30/issue-1/regional-spotlight-mena/bill-gates-peter-janicki-and-the-omni-processor-a-game-changer-for-reuse-in-africa.html>

Kopicki, R., Berg, M., Legg, L., Dasappa, V., & Maggioni, C. (1993). *Reuse and recycling: reverse logistics opportunities*. Obtenido de <https://repub.eur.nl/pub/543/feweco20021018095304.pdf>

Marciales, P., Villa, A., & Osorio, J. (20 de Agosto de 2016). *Qué es logística y logística inversa*. Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=bEXT4PMShVw>

Medina García, J. E., Saldaña Durán, C., Hernández Ramón, V., & Becerra Anzaldo, S. (2011, s.f. s.f.). *Diseño de una trituradora para plástico Polietileno de Tereftalato (PET)*. Retrieved from [http://www.redisa.net/doc/artSim2011/TecnologiasParaElManejoDeResiduosSolidos/Dise%C3%B1o%20de%20una%20trituradora%20para%20pl%C3%A1stico%20Polietileno%20de%20Tereftalato%20\(PET\).pdf](http://www.redisa.net/doc/artSim2011/TecnologiasParaElManejoDeResiduosSolidos/Dise%C3%B1o%20de%20una%20trituradora%20para%20pl%C3%A1stico%20Polietileno%20de%20Tereftalato%20(PET).pdf)

Melinterest. (s.f., s.f. s.f.). *Diseno Plano Máquina Trituradora Pet Plástico*. Retrieved from <http://pe.melinterest.com/articulo/MPE426334526-diseno-plano-maquina-trituradora-pet-plastico-cuero-aluminio/>

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible: MINAMBIENTE. (2014). *Plan Nacional de Negocios Verdes*. Obtenido de ¿Qué son los Negocios Verdes?: <http://www.minambiente.gov.co/index.php/negocios-verdes-y-sostenibles/negocios-verdes#documento-inter%C3%A9s>

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial . (2004, Julio). *Sector Plásticos*. Retrieved from <https://reajusticiaambientalcolombia.files.wordpress.com/2012/09/guias-ambientales-sector-plasticos.pdf>

Molinos Mexiplast. (s.f., s.f. s.f.). *Molinos, diferentes capacidades*. Retrieved from <http://www.mexiplast.com.mx/index.php/molinos-para-pet>

Monroy, N., & Ahumada, M. C. (7 de Mayo de 2006). Logística Reversa: "Retos para la Ingeniería Industrial". *Revista de Ingeniería*. Obtenido de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-49932006000100003

Morales Calderas, I., & Paéz Hernández, S. (2014, Junio 17). *Slideshare: Logistica Inversa - Devoluciones de los clientes*. Retrieved from <https://es.slideshare.net/paezhs/logistica-inversa-devoluciones-de-los-clientes>

Norma Técnica Colombiana - NTC-ISO 14001. (23 de Septiembre de 2015). *Sistema de Gestión ambiental NTC-ISO 14001.* Obtenido de https://informacion.unad.edu.co/images/control_interno/NTC_ISO_14001_2015.pdf

Ordoñez, J. (s.f., s.f s.f.). *8 millones de toneladas de basura al mar por año.* Retrieved from <http://www.diarioextra.com/Noticia/detalle/359640/8-millones-de-toneladas-de-basura-al-mar-por-ano>

Pohlen, T. L., & Farris, M. T. (1992). *Reverse Logistics in Plastics Recycling* (7 ed., Vol. 22). International Journal of Physical Distribution & Logistics Management.

Polanco, E. (2014, Septiembre 19). *Método del barrido de rutas.* Retrieved from <https://prezi.com/ditqs6o78gvw/metodo-del-barrido-de-rutas/>

Portafolio. (12 de Julio de 2012). *Medio ambiente, riqueza que Colombia debe proteger.* Obtenido de <http://www.portafolio.co/economia/finanzas/medio-ambiente-riqueza-colombia-debe-proteger-110530>

Profesor Molina. (s.f., s.f. s.f.). *¿Qué es un sensor?* Retrieved from http://www.profesormolina.com.ar/tecnologia/sens_transduct/que_es.htm

República de Colombia - Ministerio de Transporte. (2003, Noviembre 20). *Parque Automotor Carga Colombia.* Retrieved from [https://www\[mintransporte.gov.co/descargar.php?idFile=4311](https://www[mintransporte.gov.co/descargar.php?idFile=4311)

Respeto por la vida. (s.f., s.f. s.f.). *Artículos.* Retrieved from <https://sites.google.com/site/animalerosyucatan/articulos>

Reverse Logistics Group. (1998). *RevLog.* Obtenido de <https://repub.eur.nl/pub/543/feweco20021018095304.pdf>

Revista Dinero. (2009, Noviembre 24). *La oportunidad está en la basura.* Retrieved from <https://www.dinero.com/green/seccion-patrocinos/articulo/la-oportunidad-esta-basura/84440>

Revista Dinero. (31 de Agosto de 2017). *Colombia genera 12 millones de toneladas de basura y solo recicla el 17%.* Obtenido de <https://www.dinero.com/edicion-impresa/pais/articulo/cuenta-basura-genera-colombia-y-cuenta-recicla/249270>

Rogers, D., & Tibben-Lembke, R. (1999). *Going Backwards: reverse logistics trends and practices.* Obtenido de Reverse Logistics Executive Council: <https://repub.eur.nl/pub/543/feweco20021018095304.pdf>

Sanchez, P. (25 de Septiembre de 2015). *Logística Inversa*. Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=e3Sf-Lz9kB8>

Santa Marta Viva. (2016, Enero 26). *El mar le regresa la basura a Santa Marta*. Retrieved from <http://santamartaviva.com/el-mar-le-regresa-la-basura-a-santa-marta/>

Secretaría Distrital de Ambiente. (s.f.). *Marco jurídico - Normatividad Ambiental*. Obtenido de <http://ambientebogota.gov.co/web/escombros/marco-juridico>

Silvera, R. N., Salcedo, Y. E., Roca, L. F., & Hurtado, E. I. (2012). *Academia Libre: Revista Cultural*. Obtenido de Análisis de la contaminación generada por las botellas de plástico en Barranquilla y creación de botellas de papel como producto innovador: <http://www.unilibrebaq.edu.co/ojsinvestigacion/index.php/academialibre/article/view/594>

Spanish alibaba. (s.f., s.f s.f.). *Cuchillas trituradora y cuchillos*. Retrieved from <https://spanish.alibaba.com/g/shredder-blades-and-knives.html>

Stock, J. R. (1992). *Reverse logistics*. Obtenido de Council of Logistics Management: <https://repub.eur.nl/pub/543/feweco20021018095304.pdf>

Televisa News. (2017, Mayo 25). *El plástico tarda miles de años en descomponerse*. Retrieved from <https://noticieros.televisa.com/ultimas-noticias//el-plastico-tarda-miles-anos-descomponerse>

Thompson, R., Moore, C., vom Saal, F., & Swan, S. (27 de Julio de 2009). *Plastics, the environment and human health: current consensus and future trends*. Obtenido de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19528062>

Thornton, J. (Noviembre de 2002). *Environmental impacts of polyvinyl chloride building materials*. Obtenido de <https://healthybuilding.net/uploads/files/environmental-impacts-of-polyvinyl-chloride-building-materials.pdf>

Unidad especial de Servicios Públicos. (2015, 12 18). *Plan Maestro para el Manejo Integral de Residuos Sólidos*. Retrieved from http://www.uaesp.gov.co/uaesp_jo/images/direccion/PGIRS_FINAL_18-12-2015.pdf

UNIR. (s.f.). Tema: La estrategia de operaciones de la empresa. In *Planificación y gestión de las operaciones*. Logroño: Tema de estudio.

UNIR, Escenarios de la Logística. (s.f.). Tema 1: Introducción - El futuro de la logística. In *Tendencias futuras en la Gestión de la Logística y la Cadena de Suministro* (pp. 9 - 17). Logroño: Tema de estudio.

UNIR, Logística inversa. (s.f.). Tema 9: Procesos de logística inversa. En *Gestión del almacenaje y la distribución física* (pág. 17). Logroño: Tema de estudio:.

Universidad para la Paz. (s.f. de 2012-2016). *La Carta de la Tierra*. Obtenido de <http://cartadelatierra.org/descubra/la-carta-de-la-tierra/>

Upme. (s.f.). *Normatividad ambiental y sanitaria*. Obtenido de http://www.upme.gov.co/guia_ambiental/carbon/gestion/politica/normativ/normativ.htm#NORMATIVIDAD_AMBIENTAL_Y_SANITARIA <http://www.programadereciclajeprises.com/NORMATIVA%20AMBIENTAL%20COLOMBIANA%20GESTIoN%20DE%20RESIDUOS.pdf>