



---

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO  
FACULTAD DE ECONOMÍA

TESINA

ANÁLISIS DE UN SISTEMA DE LOGÍSTICA INVERSA EN LA APLICACIÓN DEL  
RECICLADO DE ENVASES PET, ALPLA 2012.

ELABORADO POR:

Adriana Guadalupe Álvarez Gómez

Asesor de Tesis

D. en C.E.A. Gabriela Munguía Vázquez

Toluca, Estado de México

INDICE GENERAL	
INDICE	I
INDICE DE FIGURAS	II
INDICE DE CUADROS Y TABLAS	III
INDICE DE IMÁGENES	IV
Introducción	1
1. Marco conceptual	7
1.1 Desarrollo histórico de la logística	8
1.1.1 La logística	10
1.1.2 Actividades de la logística	14
1.1.3 Clasificación de la logística	15
1.1.4 Finalidad y beneficios logísticos	17
1.1.5 El sistema logístico	18
1.1.6 Tipos de logística	19
1.2 Logística inversa	22
1.2.1 Antecedentes de la logística inversa	22
1.2.2 Desarrollo de la logística inversa	23
1.2.3 Objetivos claves en el uso de la logística inversa	26
1.2.4 Comparación Logística inversa – Logística directa	29
1.2.5 Ventajas y desventajas de la logística inversa	31
2. Logística inversa y sustentabilidad	33
2.1 La logística directa en el mundo	33
2.1.1 Logística inversa en el mundo	35
2.1.2 Sustentabilidad en el mundo	38
2.2 Logística en México	41
2.2.1 Logística inversa en México	43

2.2.2 Sustentabilidad en México	47
2.3 Zona del Valle de Toluca	50
2.3.1 Economía	51
2.3.2 Sectores económicos	52
2.3.3 Sectores industriales en la zona	55
2.3.4 Deterioro ambiental	56
3. Industria de plásticos	61
3.1 Características de la industria de plásticos	61
3.2 Consumo mundial de plásticos	63
3.2.1 Consumo de plásticos en México	64
3.3 Envases PET	69
3.3.1 El PET en México	71
3.4 Sistemas integrales de gestión de residuos	74
3.4.1 Reciclado de los plásticos	77
3.5 Sistema de logística inversa en envases PET	79
3.6 Residuos en la zona del Valle de Toluca	82
4. Análisis del sistema de logística inversa caso ALPLA	86
4.1 Datos generales de la empresa	86
4.2 Productos y presencia en los mercados	87
4.3 Sistema de sustentabilidad en ALPLA	90
4.3.1 Recuperación de envases	91
4.4 Productos sustentables	94
4.5 Logística inversa como técnica de desarrollo sustentable	101
Conclusiones	105
BIBLIOGRAFIA	V

## I. Índice de figuras

1.1 Cadena logística directa	14
1.2 División de la logística	21
1.3 Causas que generan la necesidad de una logística inversa	26
2.1 Destino último de los desperdicios	45
2.2 Destino de los productos defectuosos	46
2.3 Contribución total de emisiones por subsector	59
2.4 Contribución total de emisiones por municipio	60
3.1 Aumento en el consumo mundial de unidades de PET al año 2020	64
3.2 Producción mundial de plásticos por país y región	65
3.3 Consumo aparente de plástico (Ton/año)	67
3.4 Plásticos en México	68
3.5 Uso del PET en México	72

## II. Índice de esquemas

1.1 Actividades de la logística inversa	29
2.1 Logística en el mundo	34
4.1 Sistema de retorno de envases PET	93

### III. Índice de cuadros y tablas

1.1 Diferencia entre la logística inversa y la logística directa	30
2.1 Contexto internacional del medio ambiente	39
2.1 Entidades económicas en el Valle de Toluca	53
3.1 Tipos de plásticos	62
4.1 Productos sustentables de ALPLA mediante Recycling Team GmbH	97
4.2 Aplicaciones del PET	98
4.3 Beneficios en el uso de R-PET	100
4.4 Reducción en los costos de producción	101

### IV. Índice de imágenes

4.1 Ejemplo de envases fabricados por ALPLA	89
---	----

## Introducción

Actualmente la sociedad está inmersa en un sistema capitalista, en el cual resaltan factores como el consumismo y la sobrepoblación, que contribuyen a la degradación socio-ambiental, convirtiéndose en uno de los principales desafíos que enfrenta la política ambiental hoy en día.

Hoy por hoy, las industrias forman una de las agrupaciones más influyentes en la sociedad, debido a que logran satisfacer las necesidades con productos que son demandadas por la población, por lo tanto el desarrollo de las actividades industriales es de suma importancia no sólo para la sociedad sino para los mercados en general, ya que la logística se relaciona con la administración del flujo de bienes y servicios, desde la adquisición de las materias primas e insumos en su punto de origen, hasta la entrega del producto terminado en el punto de consumo. De esta forma, todas aquellas actividades que involucran el movimiento de materias primas, materiales y otros insumos forman parte de los procesos logísticos, al igual que todas aquellas tareas que ofrecen un soporte adecuado para la transformación de dichos elementos en productos terminados: las compras, el almacenamiento, la administración de los inventarios, el mantenimiento de las instalaciones y maquinarias, la seguridad y los servicios de planta (suministro de agua, gas, electricidad, combustibles, aire comprimido, vapor, etc.).

Coexistimos en una sociedad, donde las industrias se desarrollan en un medio competitivo, la importancia de la logística viene dada por la necesidad de ofrecer un mejor servicio al cliente mediante la correcta aplicación de los elementos involucrados en el proceso de producción y distribución.

Debido al aumento de las actividades industriales y a los altos índices de competencia, las industrias intentan renovar y perfeccionar sistemas que permitan generar una mayor cantidad de productos con un costo mínimo, medida que está afectando directamente al medio en el que convivimos. Del mismo modo, el estilo de vida que hemos desarrollado así como las exigencias hacia diversos productos, han generado una creciente degradación ambiental.

Las diversas problemáticas relacionadas con la producción en masa y las grandes cantidades de desechos provocadas por una sociedad consumista aumentan a diario, por lo que implementar medidas que permitan la mejora de las actividades industriales en conjunto con un medio ambiente sano debe de ser prioridad para la sociedad, las industrias y los gobiernos.

La logística surge como un proceso que permite disminuir costos mediante la correcta coordinación de productos desde el productor hasta el consumidor, por lo tanto, la importancia de este elemento radica en su adecuado uso.

El desarrollo económico e industrial, provoca que las normas reguladoras en materia ambiental dirigidas hacia la industria sean cada vez mayores, por lo que las medidas que se implementan en las empresas deben de estar ligadas a un desarrollo equilibrado con el medio ambiente, donde éstas deben de mantenerse con mayores beneficios y una disminución de los costos.

A lo largo de esta investigación, se resaltarán la importancia de la logística inversa así como de la logística directa en la empresa, ya que ambas tendrán como objetivo la maximización de beneficios mediante la minoración de los costos.

La logística inversa se presenta como una importante herramienta, la cual se genera desde el consumidor hasta el productor, teniendo como objetivo el correcto retorno de productos que son defectuosos, que han sido devueltos o en su caso, que han sido desechados.

Este procedimiento de reciente aplicación a la industria, se ocupará de resolver problemas de insatisfacción de los clientes y/o usuarios al final de la cadena de suministros. Es un sistema que consiste en analizar y evaluar el origen de los problemas que se transmiten a los clientes cuando los productos y/o servicios demandados no cumplen con las condiciones establecidas por las operaciones de comercialización entre ambas partes y gestionar el retorno de las mismas.

La trascendencia de este instrumento radica en los costos (transporte, inventario, producción) que pueden ser disminuidos mediante la aplicación de esta técnica, debido a que los productos que han terminado su ciclo de vida deberán de ser recuperados y en su caso, deberán de reintroducirse a la cadena de suministros, por lo que provocan una disminución en los costos de producción.

Igualmente la importancia de la logística se deberá a los costos que se verán disminuidos una vez que los productos que han sido desechados puedan ser reusados o reciclados que por lo tanto podrán generar una disminución en la cantidad de materias primas que son utilizadas para la producción de productos nuevos.

El problema central de esta investigación se refiere al alto consumo de PET misma que asciende a los 2'628'000 ton/año (Conde, 2012) y por consecuencia el desecho de éste, mismo que está relacionado con el tiempo de degradación de éste material el cual oscila en los 500 años así como el reciclaje del mismo, actualmente en México y en el mundo, las cantidades de productos que son fabricados con PET van en aumento con un crecimiento en la producción de un 6% anual, en contraste con la cantidad de materiales que son reciclados ya que del total de producto consumido solo se recicla alrededor de un 15%, provocando así un daño tanto visual como ambiental, siendo en conjunto con otros materiales una de las principales problemáticas a nivel ambiental.

En segundo lugar, a nivel industrial, la problemática relacionada, con el retorno de mercancías por defectos o devoluciones puede generar una problemática tanto económica como logística, por lo cual, la logística inversa se presenta como un sistema que puede resolver ambos puntos, logrando reintegrar los productos (envases PET) a la cadena de suministros mediante el reciclado de los mismos.

Así, la logística inversa, se verá estrechamente relacionada con el concepto de desarrollo sustentable debido a que debe de existir un equilibrio entre el desarrollo industrial y el medio ambiente, por lo tanto se deben de implementar normas que permitan una adecuada explotación de los recursos sin comprometer a las



generaciones futuras, es así como la logística inversa mediante la reintroducción de materiales que han terminado su ciclo de vida y han sido apartados, podrán generar una disminución no solo en los costos de producción sino en la cantidad de basura que es desechada a diario, siendo así una importante herramienta de ayuda en la sustentabilidad empresarial, ya que podrá alargar el ciclo de vida de los productos y por lo tanto provoca una inmediata disminución de los contaminantes.

El presente documento, apunta al tratamiento de los envases de polietileno (PET), ya que han demostrado ser uno de los principales contaminantes, debido a la gran cantidad en que son producidos e igualmente al tiempo que toman en descomponerse, actualmente las cifras que ofrece “The plastic division of the American Chemistry Council Inc.<sup>1</sup>” específicamente de los residuos plásticos, cerca de 680 millones de toneladas son desechadas a diario, se debe resaltar que a diferencia de otros países, la cultura de reciclaje que existe en México es mínima, por lo tanto la basura es desechada sin recibir antes una adecuada separación para su posterior tratamiento y por consiguiente el problema se agrava aún más.

El uso del PET ha aumentado debido a que es un polímero que presenta las características ideales para contener líquidos sin que éstos sufran algún tipo de transformación química y que al mismo tiempo se ofrece como un producto barato para las industrias, generando así un aumento en su uso y la producción de éste. Según estadísticas se estima que en México la producción anual de envases de plástico asciende a 2'628,000 millones de toneladas, sin embargo de los cuales solamente el 13% se recicla y el 87% es desechado automáticamente (American Chemistry Council, 2010), por lo que al existir un aumento constante en la población existe un igual aumento en los desechos, representando una gran parte las botellas PET debido al escaso tratamiento que recibe.

Por esa razón, la logística inversa al presentarse como una medida que permite la reintroducción de productos que han sido desechados o que han sido devueltos, se presenta como una posible solución al agravado problema del medio ambiente y al

---

<sup>1</sup> ACC. Representa a las empresas líderes en la manufactura de resinas plásticas.

mismo tiempo ofrece a la industria la posibilidad de obtener resultados económicamente positivos mediante la reutilización o el reciclado de materiales que han terminado su ciclo de vida.

El conseguir resultados positivos con la implementación de un sistema de logística inversa, supone a la empresa no únicamente el desahogo de presiones legislativas sino que podría encontrar un nuevo mecanismo para generar una ventaja competitiva y como consecuencia lograr presentarse ante el consumidor como una empresa socialmente responsable e incluso generar una disminución en los costos de producción.

El objetivo de este trabajo es analizar la disminución de desechos PET mediante la integración de un sistema de logística inversa, para lo cual se realizará el estudio de la empresa ALPLA.

Los objetivos particulares de esta investigación son: comprender el concepto y desarrollo de la logística inversa, así como analizar la relación entre los conceptos de logística inversa y sustentabilidad; describir las características de la industria de plásticos resaltando la importancia de la producción del PET y subrayar la importancia de un sistema de logística inversa para la mejora ambiental.

Para cumplir con los objetivos, esta investigación se estructura en cuatro capítulos, en el primer capítulo se introducen los conceptos y fundamentos relevantes para el estudio de la logística así como de la logística inversa.

En el capítulo dos se analiza la relación entre la logística inversa y la sustentabilidad, señalando la relevancia de estos temas en el contexto global y local.

En el capítulo tercero se describe la situación de la industria de plásticos, especialmente sus características. Se introduce al análisis de envases PET, resaltando factores como el consumo, la fabricación y la problemática a nivel local.

Finalmente en el capítulo cuarto, se realizará el análisis específico de la empresa ALPLA con respecto al sistema implementado para la recuperación de envases PET para su posterior reciclado o reutilización, se comentan los resultados tanto económicos como sociales obtenidos por la empresa al aplicar un sistema de logística inversa.

## Capítulo 1. Marco conceptual

La innovación es uno de los elementos más importantes en cualquier agente económico para poder continuar siendo parte de la competencia en los mercados. La generación de nuevas estrategias ayuda a continuar siendo parte de este.

Ponerse al día en base a las nuevas exigencias del consumidor es de gran importancia, sin embargo, la adaptación del consumidor al productor y viceversa se ha convertido en una estrategia. La sustentabilidad, por ejemplo, es una de las tendencias en el sector empresarial que permite estar a la vanguardia.

La sustentabilidad, se refiere a la satisfacción de las necesidades actuales sin perjudicar las de las generaciones futuras, con el fin de mantener un equilibrio entre los diferentes sectores (sociales, ambientales y económicos) intentando favorecer cada uno de estos sin afectarse entre sí.

Es así como la sustentabilidad, se propone mantener una administración eficiente de los recursos naturales, de tal forma que sea posible mejorar la calidad de vida de la sociedad actual sin alterar a la vida en un futuro.

En las últimas décadas, el panorama de los negocios se ha mantenido en un constante cambio, ya que no solo se enfocan en los beneficios económicos. Actualmente, para poder obtener datos acerca de la rentabilidad de una empresa se deberán tomar además de datos financieros, factores como el desarrollo sustentable. Es por esto que la sustentabilidad seguirá resaltando en el escenario competitivo de los negocios.

Así mismo, lo largo de los años, el desarrollo de la logística en las empresas ha sido significativo, debido a que éste posee cualidades que pueden lograr desarrollar ventajas competitivas a través de su análisis y aplicación. Actualmente el tema de la logística es un área tan importante a desarrollar que las empresas y los gobiernos mismos han llegado a crear áreas específicas para su estudio y desarrollo. Hoy en día, la logística

ha cobrado una gran repercusión y trascendencia ya que representa un aspecto de gran relevancia para obtener ventajas económicas y sociales.

Cuando la logística presenta defectos u obstáculos en la última fase de procesos, la cual se refiere a la distribución al cliente y éste muestra inconformidades hacia el producto final, se procede a una devolución y/o desecho del producto, con lo que se llega a la aplicación de la logística inversa, proceso que se pretende analizar mediante el desarrollo del presente trabajo.

## **1.1 Desarrollo histórico de la logística**

A lo largo de este capítulo se busca llevar a cabo un análisis en el cual el principal elemento de estudio sea la logística inversa, motivo por el cual se dará inicio con el desarrollo del factor principal referente a la logística directa.

Para lograr un mejor entendimiento acerca de la logística directa y la relación existente con la logística inversa, se realiza un análisis referente a estos factores, dando inicio con su raíz etimológica así como en sus aplicaciones más antiguas.

*“La palabra logística, que etimológicamente procede del griego (flujo de materiales), se empieza a aplicar en la empresa a partir de la década de los sesenta, si bien su origen procede de la jerga militar, que la empezó a emplear a partir de la Primera Guerra Mundial como función de apoyo para el abastecimiento y control de los recursos necesarios para las actividades bélicas” (Anayo, 2007).*

La exposición proporcionada por Anayo (2007), referente a la aplicación de la logística inversa, se remota a los años treinta en el desarrollo de la Primera Guerra Mundial, siendo ahí donde surgen las primeras necesidades de coordinación de elementos y materiales de guerra.

Es así como el sector militar se convierte en uno de los principales antecedentes de la aplicación de la logística, jugando un papel sobresaliente en el desarrollo de estas actividades, dando lugar al uso de esta herramienta en la empresa.

Cabe resaltar que aunque uno de los principales antecedentes de la aplicación de la logística como técnica de coordinación de materiales se presenta en los años treinta, en décadas anteriores ya existía una idea referente a la disminución de tiempos y recursos para la obtención de mejores resultados económicos.

La idea de la logística se remonta a varias décadas atrás, cuando el ingeniero francés Jules Dupuit (1852) se interesara por la idea de comerciar un costo por otro, los costos de transporte y costos de inventario, era evidente la selección entre un transporte y otro, así como tomar en cuenta los riesgos y la minimización del coste.

*“El hecho es que el transporte por carretera, más rápido, más confiable y menos sujeto a pérdidas y daños, tiene la ventaja a la que los hombres de negocios frecuentemente atribuyen un valor considerable. Sin embargo, bien pudiera ser que el ahorro de 0.87 francos anime al mercader a usar el medio acuático; podría adquirir almacenes e incrementar su capital flotante (o circulante) para tener a mano un suministro suficiente de los bienes y protegerse de la lentitud y de las irregularidades de este medio, y si todo lo mencionado le supone el ahorro de 0.87 francos en transporte, le da ventaja de unos pocos céntimos, por lo cual se decidirá a favor de la nueva ruta...”* (Dupuit, 1852).

Aparece la necesidad de una coordinación de tiempos y esfuerzos con el fin de obtener menores costes y mayores beneficios, una idea que todavía no tendrá las cimientos de manera particular pero que generará los inicios de la implementación de técnicas de control con los cuales se pueda obtener una mayor eficiencia.

Esto conduce a la aceptación actual de la logística aplicada en la empresa como una regulación de los flujos físicos de mercancías.

*“En otros campos del conocimiento humano, como el del desarrollo y el manejo de sistemas aeronáuticos, el perfeccionamiento de la llamada logística de ingeniería<sup>2</sup> ha brindado pautas de trabajo crecientemente adoptadas por el sector empresarial.”* (Carranza, 2005).

---

<sup>2</sup> La **ingeniería logística** es una rama de la ingeniería que tiene como objeto de estudio la logística, es decir, la compra, transporte, almacenaje y distribución de materias primas, productos semi terminados y productos terminados, para lograr una gestión eficiente de estas actividades.

La palabra logística se entiende como la administración o el cálculo de los recursos para generar mayores beneficios, por lo tanto se procederá a explicar las diferentes definiciones de logística, para su respectivo análisis y entendimiento en las diversas disciplinas.

### **1.1.1 La logística**

Los primeros conceptos logísticos en México se hicieron presentes en el país en la industria automotriz, donde el consumidor exigía calidad, funcionalidad y rapidez en la entrega de mercancías. De este modo, los empresarios se dieron cuenta que era necesario utilizar una herramienta funcional y flexible que permitiera organizar las áreas vitales de las compañías, para de esa forma convertirse en empresas rentables y competitivas.

Autores como Rubén Muñoz y Luis Mora en su diccionario de Logística y negocios internacionales definen a la logística de la siguiente manera:

*“En un contexto industrial, es el arte y la ciencia de obtener, producir y distribuir materiales y productos en el lugar apropiado y en cantidades requeridas. En un sentido militar (donde tuvo sus orígenes), su significado también puede incluir el movimiento de personal y de recursos”* (Muñoz Z. & Mora G., 2009).

Esta definición, posiciona a la logística como una ciencia derivada de la disciplina militar, relacionada fundamentalmente con una de las actividades más antiguas y necesarias, no solo en la industria sino en cualquier actividad económica la cual es el desplazamiento o flujo de personal y recursos, siendo esta tarea de gran importancia en el desarrollo de la cadena logística.

*“La logística es concebida como una técnica de control y de gestión de flujos de materias primas y de productos, desde sus fuentes de aprovisionamiento hasta sus puntos de consumo”* (L'Huilier, 1985).

Daniel L'Huillier (1985) expresa una de las definiciones más completas de la logística, ya que menciona esta disciplina como una técnica, él resalta la importancia que resulta de la utilización del mejoramiento del flujo de bienes y servicios.

Según la Real Academia Española (2010) la definición de logística es: *“El conjunto de medios y métodos necesarios para llevar a cabo la organización de una empresa, o de un servicio, especialmente de distribución”* (RAE).

En ese concepto se introduce a la logística en un contexto empresarial, dando paso a la explicación de éste, como un sistema o un todo, el cual permite la regulación de los factores involucrados en la cadena de suministros así como la disminución de costos para una distribución más eficaz.

Definición publicada por el Consejo de Dirección Logística (CLM<sup>3</sup>)

*“La logística es la parte del proceso de la cadena de suministros que planea, lleva a cabo y controla el flujo y almacenamiento eficientes y efectivos de bienes y servicios, así como de la información relacionada, desde el punto de origen hasta el punto de consumo, con el fin de satisfacer los requerimientos del cliente.”*

En la definición proporcionada por la Organización Profesional de Gerentes de Logística (2009), se encuentra un concepto más completo de la logística, transportándola al proceso de cadena de suministros aplicado al sector empresarial, añadiendo en esta definición el control del almacenamiento efectivo de bienes y servicios, todo esto con el fin último de satisfacer las exigencias de los clientes.

L'Association Française pour la Logistique\_(ASLOG)<sup>4</sup> define a la logística como:

*“El conjunto de actividades que tienen por objetivo la colocación, al menor costo, de una cantidad de producto en el lugar y en el tiempo donde una demanda existe. Entonces, la logística involucra todas las operaciones que determinan el movimiento de productos: localización de unidades de producción y almacenes,*

---

<sup>3</sup> Organización profesional de gerentes de logística, docentes y profesionales que se formó en 1962 con el propósito de continuar la educación y fomentar el intercambio de ideas

<sup>4</sup> Association des logisticiens d'Entreprises-Francia (Asociación de ingenieros en logística de empresas-Francia), es una organización neutral e independiente, multisectorial que hoy en día, es la única asociación que cubre el conjunto de actividades en el seno de la cadena logística global.



*aprovisionamiento, gestión de flujos físicos en el proceso de fabricación, embalaje, almacenamiento y gestión de inventarios, manejo de productos en unidades de carga y preparación de lotes a clientes, transportes y diseño de la distribución física de productos.”*

Éste concepto, tiene por objeto ampliar nuestra visión referente a las definiciones antes analizadas, ya que la presente menciona una distribución al menor costo posible, sí, solo sí, existe una demanda. Entonces involucrando a las operaciones que incluyen la localización, aprovisionamiento, almacenaje, entre otras actividades que tendrán como objetivo la distribución del producto en el menor tiempo posible.

La Sociedad de Ingenieros en Logística, (por sus siglas en inglés SOLE<sup>5</sup>) expresa que la logística es:

*“...el arte y la ciencia de la gestión, de la organización de las actividades técnicas, relativas a las necesidades, a la concepción y a los medios de aprovisionamiento y de manejo de cargas, que sirven de soporte a los objetivos, las previsiones y la operación de la empresa”* (Logistics, 2010).

*“La logística implica la administración del procedimiento de pedidos, el inventario, el transporte y la combinación del almacenamiento, el manejo de materiales y el empaclado; todo esto integrado mediante la red empresarial. La meta de la logística es apoyar los requerimientos operativos de las adquisiciones, la fabricación y el abastecimiento del cliente”* (Bowersox et al, 2010).

A través del recorrido conceptual referente a la logística, se percibe lo extenso que puede llegar a ser este tema. Todas las actividades que incluyen, sus metas, procedimientos y sus beneficios, de igual modo los diferentes contextos en los que ha sido expuesto. Dando pauta para poder desarrollar nuestra propia definición.

---

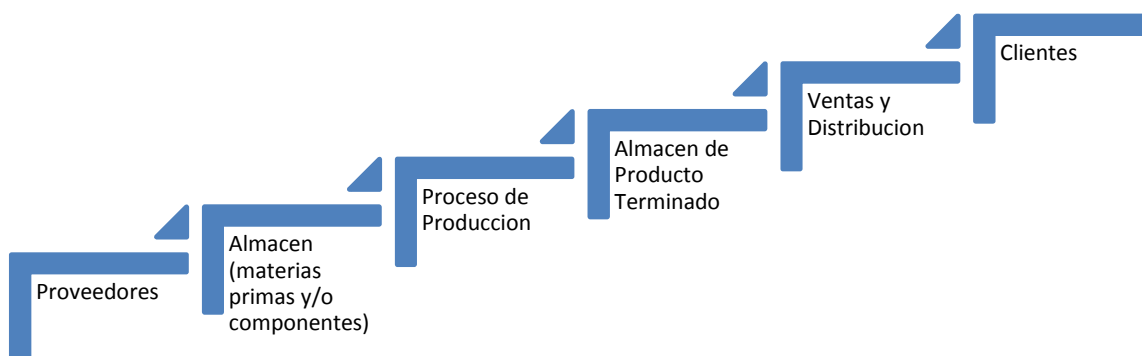
<sup>5</sup> Society for Logistics Engineers-USA es una sociedad internacional sin fines de lucro, compuesta y organizada por individuales, para enaltecer el arte y la ciencia de la tecnología de logística, la educación y control

*“La logística es la correcta combinación de las actividades, las materias y los conocimientos, para poder llevar a cabo una eficiente distribución de los bienes o servicios, con el fin de poder maximizar beneficios con el menor coste posible”.*

De esta forma, las actividades que involucran el movimiento de materias primas, materiales e insumos forman parte de los procesos logísticos, al igual que todas aquellas tareas que ofrecen un soporte eficiente para la transformación y de estos elementos en productos terminados: las compras, el almacenamiento, la administración de los inventarios, el mantenimiento de las instalaciones y maquinarias, la seguridad y los servicios de planta (suministros de agua, gas, electricidad, combustibles, etc.).

La logística trata los problemas del suministro relativos al tiempo, lugar y forma en que son requeridos bienes y servicios, se debe resaltar que las empresas no actúan de forma independiente sino que forman parte de una cadena de suministros cuya estructura puede ser horizontal (el número de eslabones que la integran) y vertical (número de miembros que la constituyen). El nivel de éxito obtenido dependerá de la capacidad para integrar y coordinar las actividades de cada una y las relaciones con el resto de los eslabones.

Figura 1.1 Cadena Logística Directa



Tomado de Domínguez et al., (2010).

Como se observa en la figura 1.1 las actividades que involucran al sistema logístico deben coordinarse entre sí para lograr mayor eficiencia en base al sistema productivo. Por esta razón, la logística no debe verse como un sistema separado, sino como un proceso global de generación de valor para el cliente, esto significa que es un proceso que tienen como finalidad ofrecer un mayor alcance de respuesta al mercado.

La definición que será utilizada para propósitos del presente trabajo será la citada por Bowersox (pág. 9), que se resume en la administración, transporte y almacenamiento de materias para llevar a cabo una eficiente distribución de los bienes o servicios, todo esto con el fin de maximizar beneficios y minimizar el coste.

### 1.1.2 Actividades de la logística

Las actividades de la logística se pueden resumir de acuerdo a lo mencionado en la figura 1.1 como:

- 1) Búsqueda y desarrollo de proveedores. Esta actividad surge cuando se identifican a aquellos vendedores (mayorista o minorista) que son capaces de atender las necesidades de las empresas.
- 2) Adquisición de materia prima y suministros. La cual consiste en cómo, cuándo y dónde se obtienen las materias primas, con el objeto de transformarse.
- 3) Almacén de materia prima y suministros. Busca la reducción de costos mediante una disminución en la cantidad de productos en stock.
- 4) Proceso productivo. Las actividades logísticas deben de coordinarse entre sí para lograr una mayor eficiencia en el sistema productivo y por lo tanto una disminución en los costos de producción.
- 5) Almacén de producto terminado. El almacenamiento es otra de las actividades claves de la logística ya que de esta depende los rendimientos de los procesos y la atención a los clientes, si estas condiciones no se cumplen, pueden producirse deterioros importantes en la calidad de los productos.
- 6) Venta y distribución de producto terminado. La logística se relaciona con la administración de bienes y servicios desde el punto de origen hasta la entrega del producto terminado en el punto de consumo.
- 7) Atención al cliente. La logística no debe verse como una función aislada sino como un proceso de tareas que ofrezca una generación de valor para el cliente y una mejor respuesta al mercado.

Todas estas actividades, si son desempeñadas de la manera adecuada, lograrán la completa satisfacción del cliente y por consecuencia se alcanzará un alto índice en la calidad del producto y del proceso logístico en su conjunto.

### **1.1.3 Clasificación de la logística**

De acuerdo a las definiciones analizadas en este capítulo, la logística puede tener diferentes usos y conceptos, refiriéndose a diferentes aspectos dentro de la industria. Como toda ciencia, la logística admite diversas clasificaciones según el punto de vista

que se adopte para su estudio, la siguiente clasificación da referencia a la logística según sea el uso o el objetivo de ésta ( Tejada A., 2011).

#### I) Por su naturaleza de contenido

- *La logística pura o teórica:*

Pretende establecer las teorías y principios que pueden aplicarse en los procesos operativos. Por su contenido y su carácter abstracto se convierte en “ciencia”, y se interrelaciona con otras “ciencias auxiliares” como la administración, la economía y la “organización”, donde se generan los principios a los que se les dará aplicabilidad.

- *La Logística aplicada o práctica:*

En ésta se aplican los principios de la ciencia, donde se solucionan físicamente los problemas originados de la confrontación, en la desigualdad de fuerzas y en las restricciones y limitaciones de los medios.

#### II) Dentro de la logística aplicada

Según el nivel de decisión en que se plantean los problemas logísticos, se distingue:

- *Logística de alto nivel:*

Estudia y contempla los problemas logísticos que se plantean en el escalón más alto de la organización, los cuales están ligados a los objetivos que definen la marcha de la organización.

- *Logística operativa:*

Estudia y contempla los problemas logísticos que se presentan en el desarrollo de las diferentes actividades en cada uno de los procesos y procedimientos típicos de las funciones de una empresa.

#### III) Dentro de la logística operativa

Tienen una base común muy amplia pero se diferencia en cada una de las gestiones derivadas de sus características particulares y del medio en que se desenvuelven y operan, teniendo de esta manera un apoyo logístico de

- Determinación de necesidades
- Obtención y/o aprovisionamiento externo
- Preservación y utilización.

IV) Por su función objetiva

- Logística de producción, trata de planteamientos relativos a la obtención de medios lingüísticos.
- Logística de consumo, se ocupa de la distribución de los medios de acuerdo con las necesidades.

#### **1.1.4 Finalidad y beneficios logísticos**

Considerando lo referente al término “logística”, se observa que los objetivos últimos de esta ciencia, radican en coordinar la distribución física reduciendo costos y mejorando el servicio a los clientes.

El objetivo global del sistema logístico es asegurar un servicio predecible, consistente y confiable.

*“La meta es una calidad del sistema logístico, no necesariamente el menor costo. Los problemas en el servicio de prestatarios logísticos que no aseguren esa calidad invalidan costos menores” (Antun, 1995).*

Los objetivos que se persiguen en la implementación de un sistema óptimo de logística son:

- Optimización de los recursos, lo cual significa la reducción de costos y la maximización de los beneficios como parte importante de la organización.

- Garantizar el control sobre los inventarios y cumplir con los requisitos establecidos.
- Asegurar el almacenamiento, recepción y movimiento de la materia y producto hasta el punto de consumo, así como el suministro del producto
- También tiene como misión garantizar la entrega del producto en tiempo y lugar acordado (Antun, 1995).

A partir de los objetivos ya descritos de la logística como tal, se puede encontrar que la coordinación bien planeada del proceso logístico trae mayores beneficios, que a continuación analizaremos.

- Incrementa la competitividad; aumenta las ganancias y eleva el nivel de la organización en el mercado.
- Satisface los requerimientos del mercado, cumpliendo con las exigencias de los demandantes.
- Agiliza las actividades de compra del producto terminado, reduce los tiempos y costos de transporte.
- Planifica estratégicamente para evitar situaciones inesperadas, actúa de forma anticipada ante cualquier tipo de situación y así evitar errores.
- Optimiza los costos, tanto para los proveedores como para los clientes.
- Planifica de forma eficaz las actividades internas y externas de la empresa.

### **1.1.5 El sistema logístico**

Ahora que se ha examinado todo lo referente a la logística visto como un proceso relacionado con la administración eficiente del flujo de bienes y servicios y que su operación afecta el desenvolvimiento de muchas áreas de la organización, se puede hablar de un Sistema Logístico que:

*“Mediante la sincronización de sus funciones componentes, permite lograr un flujo ágil para responder velozmente a una demanda cambiante y cada vez más exigente.” (Ballesteros et al., 2005).*

Como todo sistema, su análisis y la comprensión del mismo pueden obtenerse a partir del estudio de sus partes componentes. De esta forma, se puede abordar el sistema logístico considerando los siguientes subsistemas:

- ➔ Logística de Abastecimiento, que agrupa las funciones de compras, recepción, almacenamiento y administración de inventarios, e incluye actividades relacionadas con la búsqueda, selección, registro y seguimiento de los proveedores.
- ➔ Logística de Planta, que abarca las actividades de mantenimiento y los servicios de planta (suministros de agua, luz, combustibles, etc.), como así también la seguridad industrial y el cuidado del medio ambiente.
- ➔ Logística de Distribución, que comprende las actividades de expedición y distribución de los productos terminados a los distintos mercados, constituyendo un nexo entre las funciones de producción y de comercialización.

Los subsistemas de abastecimiento y de servicios de planta pueden ser agrupados bajo la denominación de logística de producción, ya que ambos se relacionan muy estrechamente con las áreas de fabricación de bienes y/o prestación de servicios.

### **1.1.6 Tipos de logística**

Actualmente, la clasificación logística es muy amplia y se puede presentar en diferentes formas o aplicarse a diversas áreas para alcanzar mayor eficiencia. Para poder aplicarlas y lograr que cumpla su objetivo debemos entender cada una de las características que diferencian a los distintos tipos de logística, las cuales explicaremos en los siguientes renglones:

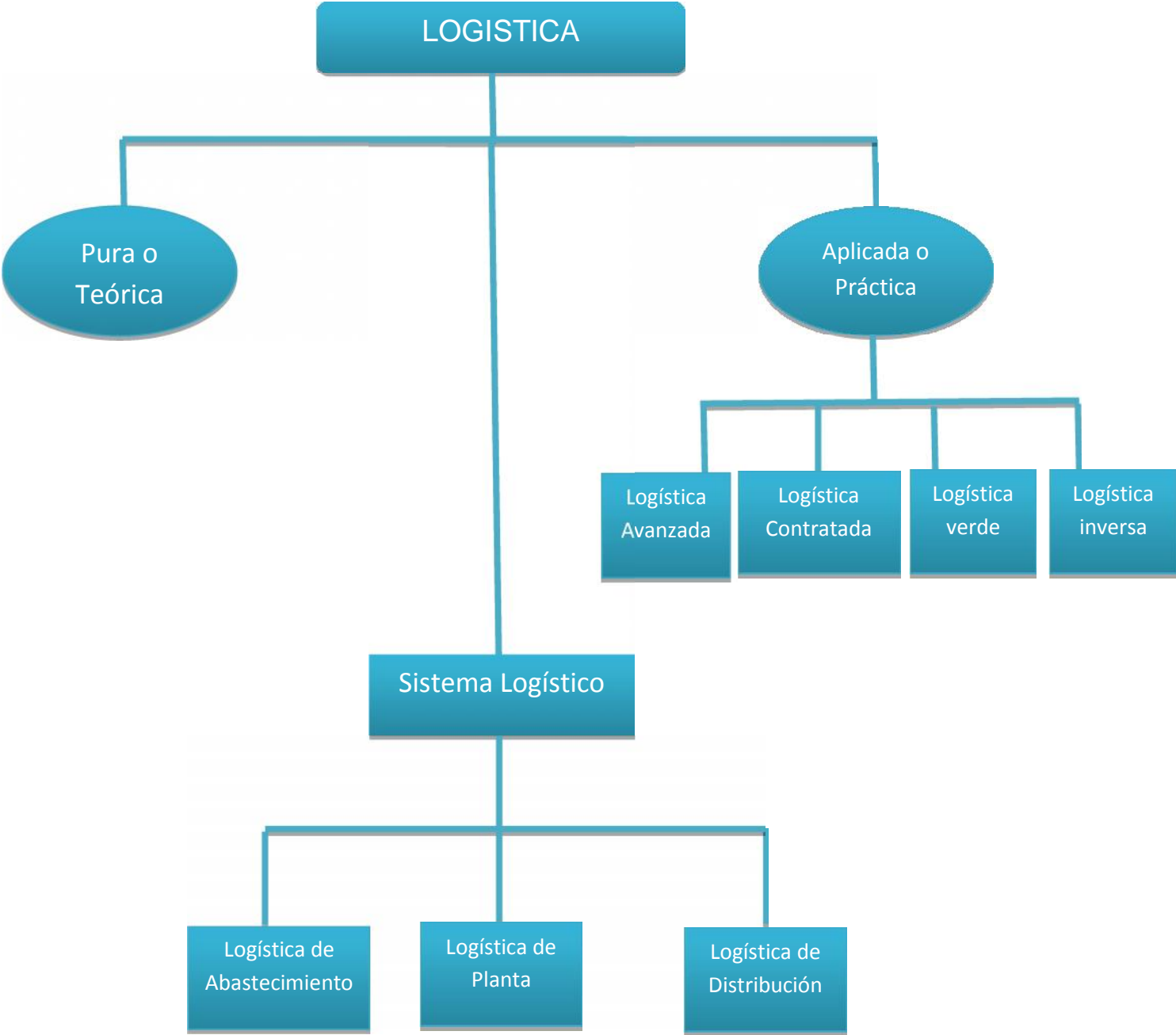


- *Logística avanzada.* Es la sincronización de las actividades de múltiples organizaciones en las cadenas logísticas y el suministro en tiempo real de información necesaria a las organizaciones en el sector productivo o en el sector de distribución física, utilizando tecnología de información y redes de comunicación digital. La tecnología de información juega un papel significativo en la evolución de la logística moderna y en la coordinación de sistemas de producción y distribución (Prado et al., 2005).
  
- *Logística contratada.* El enfoque que se está manejando en la actualidad es el de la logística contratada, es un elemento de mucho apoyo para las pequeñas empresas, es el uso de una compañía de distribución externa para realizar todas o una parte de las funciones del manejo de materiales o de la distribución física del producto.  

El rango de funciones contratadas puede ser estrecho, limitado solo a los servicios de transporte o almacenamiento, o bien amplio cuando involucra la administración total de la cadena de suministro, lo que representa una facilidad en el aspecto financiero para aquellas empresas con bajos o limitados recursos en este aspecto.
  
- *Logística verde.* Existe también lo que se conoce como logística verde que se ocupa más ampliamente de problemas ambientales, si bien como su nombre lo indica, se asocia más a la definición que se tiene de calidad ambiental, que en estos años ha llegado a significar: “..Agua potable segura, ecosistemas saludables, comida segura, comunidades libres de sustancias tóxicas, manejo seguro de desechos y la restauración de sitios contaminados (Dunham, 1996).
  
- *Logística inversa.* “Es el proceso de planificación, implantación y control eficiente del flujo efectivo de costes y almacenaje de materiales, inventarios y productos terminados, así como de la información relacionada, desde el punto de consumo al punto de origen, con el fin de recuperar el valor y, en general, su uso sostenible...” (Rogers, 2004).

La figura 1.2 muestra una idea más concreta de la clasificación logística, integrando los diferentes tipos de logística así como su clasificación.

Figura 1.2 División de la logística



Tomado de Prado J. (2000).

## **1.2 Logística Inversa**

Como se observa en el esquema, las divisiones así como el desglose del sistema logístico, la logística inversa aparece en la logística aplicada o práctica misma que ofrece diferentes aplicaciones en la industria y de la cual se procederá a dar una explicación más extensa.

### **1.2.1 Antecedentes de la logística Inversa**

La logística en si es una ciencia que abarca una inmensa cantidad de operaciones, sin embargo actualmente su importancia se destaca en lo correspondiente a la distribución, venta y entrega al cliente, siendo estas mismas actividades las que presentan la mayor cantidad de problemas ocasionando así un enorme número de devoluciones, originando el desarrollo de la logística inversa, encargándose ésta del proceso de devolución.

La logística inversa tiene amplios antecedentes dado que desde el inicio del desarrollo de la humanidad en la tierra, el hombre se ha enfocado en cubrir sus necesidades desarrollando diversas herramientas para mejorar su calidad de vida. Es así como la recuperación de productos usados o desechados, es probablemente igual de antiguo que el propio hombre ya que en la Edad de Piedra utilizó las esquirlas obtenidas en la fabricación de sus herramientas como puntas para sus flechas. Las antiguas culturas mesopotámica, inca, azteca, griega o romana ya utilizaban técnicas de reciclaje en su vida cotidiana (Cruz A. G., 2009).

Por muchos años, y antes de que la revolución industrial marcara el desarrollo humano, la industria primitiva no se constituía como un factor de deterioro ambiental.

Durante las últimas décadas, el término logística ha tenido un amplio desarrollo empresarial, debido a la posibilidad de lograr ventajas competitivas, lo cual significa. Actualmente tenemos la posibilidad de recuperar y aprovechar económicamente hablando, aquellos productos que han dejado de satisfacer al consumidor, para generar

un flujo de materiales y productos hacia el productor y así poder denominarlo, logística inversa.

Porter (1994)<sup>6</sup> menciona que el desarrollo de la función logística en la empresa durante las últimas décadas ha sido significativo debido, fundamentalmente, a la posibilidad de lograr ventajas competitivas sostenibles a través de ella. Han sido muchas las definiciones que se han formulado sobre el concepto de logística, y en todas ellas se establece un único sentido para el flujo de materiales y productos que circula a través del sistema logístico desde el productor hacia el consumidor.

*“Hoy en día existe la posibilidad de recuperar y aprovechar económicamente aquellos productos que dejan de satisfacer las necesidades del consumidor; dicha recuperación genera un flujo de materiales y productos desde el consumidor hasta el productor, que por oposición al tradicional flujo logístico productor-consumidor se denomina. Logística Inversa o Función Inversa de la Logística” (Vellojin et al., 2006).*

### **1.2.2 Desarrollo de la Logística Inversa**

Una de los principales puntos que tomaban en cuenta los empresarios para la reducción de costos era como hacer llegar el producto o material desde el punto de fabricación hasta el punto de consumo. La ventaja de una empresa, consistía en la rapidez de la respuesta hacia su mercado, de este modo, solo se visualizaba la posibilidad de expansión mediante el mejoramiento de esta actividad.

Con el paso del tiempo, los avances tecnológicos, las nuevas exigencias del consumidor así como las nuevas regulaciones ambientales han pasado a tener un papel más importante en las agendas empresariales, para poder así establecer una

---

<sup>6</sup> PORTER, Michael. *Ventaja Competitiva*: Una empresa posee una ventaja competitiva cuando tiene alguna característica diferencial respecto de sus competidores, que le confiere la capacidad para alcanzar unos rendimientos superiores a ellos, de manera sostenible en el tiempo.

relación más estrecha con el demandante y tener una ventaja competitiva y un producto más atractivo.

La creciente preocupación por el medio ambiente ha llamado la atención del sector empresarial, de los gobiernos de la población en general; tanto como para cooperar para la disminución de contaminantes como para la disminución de costos incluyendo productos que ya podrían estar fuera de la cadena de abastecimiento o en desuso y pudiendo volver a integrarlos, es aquí donde la logística inversa empieza a jugar un papel importante.

Se desarrollara su definición para su mejor explicación.

*“Es el proceso de planificación, desarrollo y control eficiente del flujo de materiales, productos e información desde el lugar de consumo hasta el de origen, de manera que se satisfagan las necesidades del consumidor, recuperando el residuo obtenido y gestionándolo de modo que sea posible su reintroducción en la cadena de suministro, obteniendo un valor agregado y/o consiguiendo una adecuada eliminación del mismo”.* (Bañegil Palacios & Rubio Lacoba, 2005).

*“Proceso de planificación, implantación y control, de una forma eficiente, del flujo de materias primas, los materiales en curso de fabricación y los productos terminados, así como de la información relacionada, desde el punto de consumo hasta el punto de origen, con el objetivo de recuperar el valor de los materiales o asegurar su correcta eliminación”* (Rogers;1998).

La logística inversa se ocupa de los aspectos derivados de la gestión de la cadena de suministros, del traslado de materiales desde el usuario hasta el fabricante o hacia los puntos de recogida, para su reutilización<sup>7</sup>, reciclado<sup>8</sup> o eventualmente su destrucción (Kokkinaki, Dekker, Lee, & Pappis, 1999).

---

<sup>7</sup> Reutilizar o Reusar se refiere al proceso mediante el cual se aprovecha algún bien que ya ha sido utilizado pero que aún puede ser empleado en alguna actividad secundaria.

<sup>8</sup> El reciclaje es un proceso fisicoquímico o mecánico o trabajo que consiste en someter a una materia o un producto ya utilizado, a un ciclo de tratamiento total o parcial para obtener una materia prima o un nuevo producto.

La logística inversa, puede resaltar en la organización, ya que engloba múltiples actividades, algunas conteniendo connotaciones puramente ecológicas como la recuperación y el reciclaje de los productos y siendo su fin último evitar el deterioro del medio ambiente, otras tienen objetivos directos con la organización como mejoras y beneficios en los procesos productivos, así como retornos en los excesos de inventarios, devoluciones de los clientes, inventarios estacionales, productos obsoletos entre otras actividades que pueden introducirse en el área de la logística inversa.

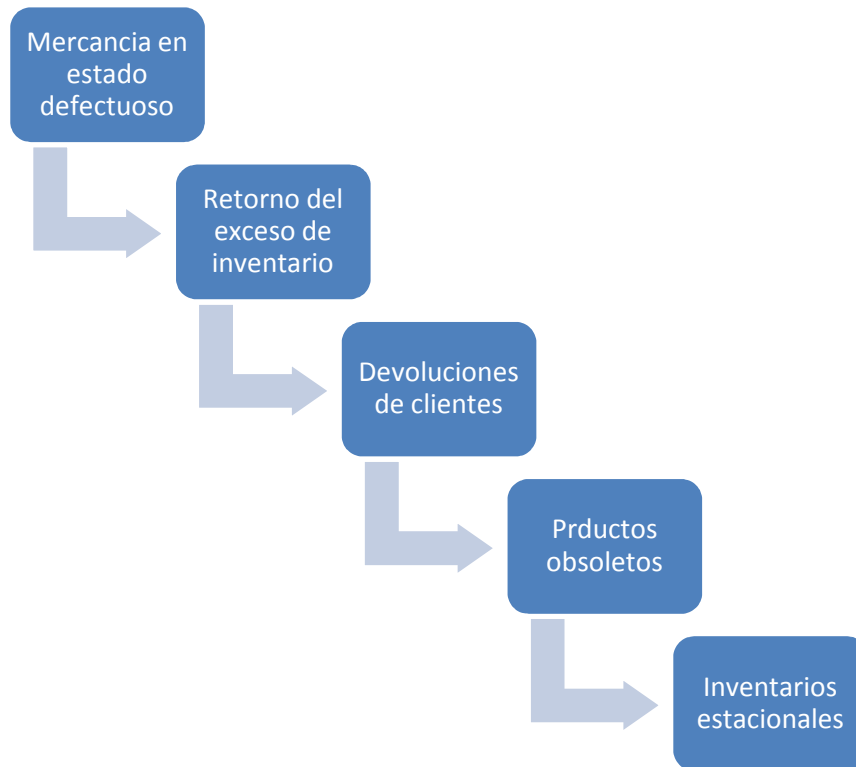
Se distinguen, por tanto, dos grandes motivos que han influido en el desarrollo de la logística inversa:

– Las devoluciones.- El auge de la logística inversa en los últimos años, surge debido al crecimiento en el índice de devoluciones a las que las empresas se enfrentan día a día, el aumento de la producción genera un alza en los errores. Esto le permite a las empresas usar como una ventaja la generación de devoluciones, tratando de reinsertar este a la cadena comercial de una manera más eficiente al reducir los costos.

– Los nuevos requisitos medioambientales.- La logística inversa también gestiona aquellos productos que el usuario ha desechado, no porque se trate de productos defectuosos, sino porque han llegado al final de su vida útil. Son los llamados “*productos fin de vida*”. Estos productos pueden representar una oportunidad de negocio para muchos agentes económicos. Además, requieren una atención especial, ya que pueden suponer una nueva fuente de materias primas, siendo susceptibles, por tanto, de incorporarse de alguna manera en la cadena productiva.

Las causas que generan la necesidad de la implementación de un sistema de logística inversa pueden ser diversas, tal como se observa en la figura 1.3, se puede mencionar, el retorno de la mercancía en estado defectuoso e inventarios estacionales, por lo cual la implementación de un sistema de este tipo puede generar grandes ganancias hasta importantes desahogos en la mercancía obsoleta.

Figura 1.3 Causas que generan la necesidad de una logística inversa



Con base en Mihi Ramírez (2007).

### 1.2.3 Objetivos claves en el uso de la logística inversa

- Procuración y compras

Implica el desarrollo de proveedores y la adquisición de materias primas, componentes, materiales para envase, empaque, embalaje y unidades de manejo que sean “amigables con el ambiente”.

El involucramiento de factores que permitan una mejora empresarial a través del adecuado desarrollo en la sostenibilidad empresarial, permiten en su conjunto un equilibrio con el medio ambiente.

- Reducción de insumos vírgenes

Implica:

a) Actividades de ingeniería de producto.

b) Re-entrenamiento de los recursos humanos, con el propósito de: valorar actividades de reutilización de materiales sobrantes, preferir materiales de origen reciclado, escoger contenedores, embalajes, unidades de manejo, empaque y envases reutilizables y reciclables.

Impulsar la cultura del retorno.

- Reciclado

Es necesario desarrollar políticas de reciclado respetando el desempeño o estándares del producto: utilizar materiales de origen reciclado, y reciclables; explotar innovaciones tecnológicas que permita utilizar materiales reciclados, financiar estudios para reducir el uso de materias primas vírgenes.

- Sustitución de materiales

El incremento de la tasa de innovación en procesos de reciclado debe impulsar la sustitución de materiales. En particular de los más pesados por otros más ligeros con igual o superior desempeño (como es el caso en la industria automotriz donde los plásticos están sustituyendo masivamente partes de metal y vidrio en los automóviles, así como el aluminio o los materiales “compuestos” en los nuevos chasises de los camiones disminuyen la tarea facilitando un aumento en la unidad de carga para igual peso por eje).

- Gestión de residuos

Normalmente direccionada a coleccionar elementos que no pueden ser reaprovechados y deben ser destruidos por la imposibilidad de su reutilización, la dificultad de su almacenamiento por períodos indefinidos de tiempo y los perjuicios que producen al medio ambiente por contaminación o por descomposición. Se refiere a la recolección y gestión de residuos en general (aparatos electrodomésticos, electrónicos, informáticos,



elementos radioactivos, patológicos, domiciliarios, de oficina, industriales, peligrosos, etc.).

- Gestión de retornos

La gestión de retornos, se ocupa de la recuperación de bienes que aceptan ser reutilizados de algún modo porque poseen un valor residual superior al costo de la gestión del retorno.

Una vez realizado un recorrido conceptual acerca de la logística y la importancia de esta ciencia en la aplicación industria, se presenta un esquema con las actividades más relevantes de la logística inversa en la industria, las cuales se proporcionan en el esquema 1.1.

## Esquema 1.1 Actividades de la logística inversa

Retirada de mercancía	<ul style="list-style-type: none"><li>• Para exportación o importación</li><li>• Por daños, cuando está en mal estado</li></ul>
Clasificación de mercancía	<ul style="list-style-type: none"><li>• Se da una orden de diferenciación a cada producto</li></ul>
Re-acondicionamiento de productos	<ul style="list-style-type: none"><li>• Es la actualización que se le da al sistema cuando ha pasado cierto tiempo de haberlo hecho</li></ul>
Devolución a Orígenes	<ul style="list-style-type: none"><li>• Se da cuando la mercancía llega en mal estado e inmediatamente es devuelta al origen para su respectiva revisión</li></ul>
Destrucción	<ul style="list-style-type: none"><li>• Eliminación de mercancía que no tiene arreglo</li></ul>
Procesos administrativos	<ul style="list-style-type: none"><li>• Es el orden que se le da a la organización para obtener un mejor funcionamiento</li></ul>
Recuperación, reciclaje de envases y embalajes	<ul style="list-style-type: none"><li>• Mercancía desechada que tiene arreglo o que es utilizada para la nueva creación de productos alternos.</li></ul>
Manejo de residuos peligrosos.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Estos residuos deben ser eliminados inmediatamente por que pueden causar daños</li></ul>

Con base en Council of supply chain management México (2010).

### 1.2.4 Comparación Logística inversa - Logística directa

Respecto al uso de la logística inversa y la logística directa, se pudo destacar el objetivo de la logística directa la cual es la entrega eficiente y puntual de una cantidad de producto existente desde la ubicación del productor hasta un punto donde la demanda existe, cabe distinguir ahora el uso de la logística inversa el cual tiene como objetivo la entrega del producto desde el consumidor hasta el productor. Tal como se observa en el cuadro 1.1 se distinguirán cada una de estas técnicas en su aplicación.

Cuadro 1.1 Diferencia entre logística inversa y logística directa.

<b>Logística Directa</b>	<b>Logística Inversa</b>
Estimación de demanda relativamente cierta	Estimación de demanda más compleja
Transportación de uno a muchos generalmente	Transportación de muchos a uno generalmente
Calidad del producto uniforme	Calidad del producto no uniforme
Envase del producto uniforme	Envase a menudo dañado o inexistente
Precio relativamente uniforme	El precio depende de muchos factores
Reconocida importancia a la rigidez de entrega	A menudo no es importante la rapidez de entrega
Los costos son claros y monitoreados por sistemas de contabilidad	Los costos inversos son menos visibles y rara vez se contabilizan
Gestión de inventario relativamente sencilla	Gestión de inventario muy compleja
Ciclo de vida del producto gestionable	Ciclo de vida del producto más complejo
Métodos de marketing bien conocidos	El marketing puede complicarse por varios factores

Con base en Antonio C. (2009).

### 1.2.5 Ventajas y desventajas de la logística inversa

Las diversas ventajas en la implementación de un sistema de logística inversa serán mencionadas a continuación:

- Disminución de la sorpresa o incertidumbre en la llegada de los productos, debido a que la logística inversa pretende mejorar el control de los productos que han sido devueltos.
- Reaprovechamiento de algunos materiales, ya que este sistema tiene como finalidad la reintegración de diversos materiales en la cadena de suministros.
- Posibilidad de la organización de abarcar otros mercados. Una vez que los materiales son recuperados, estos pueden reciclarse y reintroducirse en la cadena de suministros de un producto alternativo y por lo tanto, convertirse en parte de un nuevo artículo.
- Mayor confianza en el cliente al momento de tomar la decisión de compra debido a que un producto que es fabricado con materiales que han sido reciclados ofrece al consumidor la imagen de una compañía responsable con la sociedad
- Mejora considerable de la imagen de la empresa ante los consumidores ya que representa una mayor responsabilidad ante la comunidad.
- Obtención de información de retroalimentación acerca del producto.

A continuación se hará mención a algunos de los puntos débiles de la misma.

- Se requiere la realización de estudios previos para el establecimiento de políticas de decisión en el tema lo cual puede causar un aumento en los gastos y los tiempos de la compañía.
- No se trata de una simple manipulación del producto ya que requiere un proceso e investigación con una mayor especialidad.
- Todos los departamentos de la empresa están relacionados con las actividades que se pretenden implementar de la logística inversa
- Las entradas a un proceso de logística inversa son impredecibles lo que provoca un engrandecimiento en el margen de error.

- Las inspecciones deben ser realizadas en cada producto en forma individual y minuciosa ya que los materiales volverán a formar parte de un nuevo producto y éste debe de estar en buenas condiciones.
- La nueva cadena (inversa) incluye un numero de procesos existentes en logística directa.
- Se debe decidir si la organización debe realizar las distintas actividades con sus propios recursos, o se requerirá de un operador especializado.
- Las devoluciones en pequeñas cantidades tienden a pretender mayores costos al integrarlos al sistema. (Cruz A. G., 2009, pág. 14)

Una vez realizado un análisis relacionado con las definiciones tanto de logística, como de logística inversa así como sus causas y objetivos, se puede ver la importancia que tiene esta actividad en la cadena de suministros, jugando un papel de vital importancia para la reducción de costos, para una mayor eficiencia en el tiempo de entrega y para una mejora en la calidad, así que en los siguientes capítulos, se tratará de analizar la aplicación de la logística inversa en la cadena de suministros, para poder llegar explicar cómo funciona y como genera una ventaja competitiva en la industria.

Para fines de esta investigación se utilizará la definición de logística inversa estudiada por Bowersox.

## Capítulo 2. Logística inversa y sustentabilidad

### 2.1 La logística directa en el mundo.

Hace algunas décadas el propósito de la logística radicaba en conseguir que el producto estuviese en el lugar adecuado en el tiempo indicado, con el menor costo posible, sin embargo los cambios económicos y comerciales así como las exigencias ambientales se han vuelto cada vez más complejos, por lo que los objetivos asociados a ella incorporan nuevos criterios de efectividad y optimización de la atención al cliente.

*“Las tendencias mundiales recientes generan la necesidad de nuevas técnicas para atender las políticas y regulaciones sobre el cuidado del medio ambiente”*  
(Iniestra, 2012)

Actualmente el planeta se desarrolla como un mercado totalmente globalizado, en el cual prevalece la interdependencia comercial de países, comercio internacional de mercancías está presente y en el cual se deberá subrayar la importancia de la logística y la correcta aplicación de ésta para la obtención de mejores resultados en cualquier parte del mundo.

Lo cierto es que si una empresa o un país quiere crecer económicamente no debe pensar solamente en la economía nacional, es decir, para poder satisfacer el mercado interno y no verse aislado debe ampliar sus fronteras al comercio exterior, por lo cual establecer nuevas exigencias comerciales se ha hecho indispensable para cualquier nación, lo que nos generara la clara necesidad de una implementación de un sistema de logística para los diversos trámites de comercio internacional de mercancías.

Consecuencia de esto, la utilización de la logística no se reducirá sólo a la entrega del producto en condiciones adecuadas, sino que tendrá un desarrollo más amplio en el comercio internacional de mercancías, el cual se explicará en el siguiente esquema.

## Esquema 2.1 Logística en el mundo



Tomado de José López (2004).

Como se observa en el esquema 2.1, la logística está inmersa en diversos procesos, es decir, no se destaca por ser una tarea aislada, sino una técnica que incluye y necesita de otras partes para su correcto funcionamiento. La logística opera de diferentes formas en el comercio internacional de mercancías, por esto se debe resaltar su importancia en la economía mundial *“La logística no es todo, pero sin logística no hay nada”* (Grupo logístico Andreani, 2010).

La logística es una ciencia que se desenvuelve mediante el trabajo en equipo, dado que el adecuado funcionamiento de ésta depende de manera esencial de la correcta articulación de las diversas partes, es así como la logística se convierte en una disciplina que permite la optimización de los recursos mediante la mejora en la cadena productiva.

Si bien, la logística está presente en diversas áreas, desde el desarrollo de proyectos, hasta el ensamble de productos que son provenientes de distintos lugares, por lo cual el uso de esta ciencia dará paso a la mención de la logística inversa ya que si existe una logística directa habrá por consecuencia devoluciones, productos obsoletos, productos defectuosos, entre otros, lo cual nos llevará a la introducción de la logística inversa en la cadena de suministros.

### **2.1.1 Logística inversa en el mundo**

La logística se caracteriza por ser una técnica que se desarrolla en un ambiente de optimización de materiales y equipo, por lo tanto al existir devoluciones y problemas relacionados con la disminución de los recursos, la logística inversa pasará a formar un papel de gran importancia, ya que tiene como fin último la recuperación de productos obsoletos para la obtención de mejores resultados económicos.

La creciente comercialización de mercancías, la eliminación de barreras arancelarias, la necesidad de comercializar productos con diversas características hizo necesaria la implementación de la logística y la mejora de la misma para lograr un mejor enlace



entre el consumidor y el productor, de la misma manera al ofrecer productos en diferentes áreas genera un aumento en las exigencias hacia el producto dado que éste siempre será vulnerable a defectos o a devoluciones, siendo así como surge la trascendencia de la logística a escala mundial.

Si bien, la implementación de la logística inversa en la cadena de suministros a provocado gran interés a nivel internacional debido al número de mercancías enviadas a distintos lugares del planeta y siendo estas susceptibles de defectos generan proporcionalmente un mayor número de desechos y devoluciones ya sea por ser productos obsoletos o productos defectuosos, por consecuencia involucran un aumento en el retorno de las mercancías, no solo a nivel local sino también de manera global.

Se debe resaltar la importancia de las empresas que se desarrollan como economías a escala las cuales generan una producción en masa para disminuir costos proporcionalmente y que por lo tanto exigen medidas en las cuales los materiales desechados o devueltos dejen de representar un problema para el desarrollo de las mismas.

Consecuencia del aumento en la diversificación de los productos alrededor del mundo, actualmente las políticas de devoluciones se han vuelto más flexibles, por lo que las industrias deben de implementar nuevas medidas para reintegrar los productos ya desechados o devueltos en la cadena de suministros y lograr así mayores índices de ganancias y mejorar su competitividad.

Del mismo modo, debido a los niveles de contaminación, la preocupación global aumenta diariamente, razón por la cual los gobiernos tratan de alentar a las empresas para disminuir sus desechos, motivo por el cual estos entes económicos hacen un mayor esfuerzo por reintegrar no solamente los productos que han sido devueltos sino también los que han sido ya desechados, como el envase o el embalaje, siendo esto importante no solamente en el ámbito ambiental sino que aumenta sus índices de ganancias debido al ahorro generado por la reutilización de estos productos “en

*general, la realización de actividades de logística inversa pueden reportar ganancias de alrededor del 5% de las ventas totales de una empresa” (Greve & Davis, 2012).*

Es importante mencionar, que el intercambio internacional de mercancías tiene diversos objetivos, no solo generar productos de lujo o de primer nivel, sino que actualmente las exportaciones incluirán cualquier mercancía que pueda presentarse como una buena inversión, como lo son el reciclaje de los envases PET<sup>9</sup> y el cartón. Cabe resaltar el auge que ha tenido el retorno de estos productos debido a su alta durabilidad y bajo costo, sin importar en qué país se encuentre el producto, la logística inversa deberá de llevar este material hasta el productor para su reintegración en la cadena de suministro. Si bien, la disponibilidad de los recursos no-renovables se ve severamente afectada con el deterioro ambiental, la cual es crucial para continuar la creación de valor y ganancias, siendo así como la logística inversa ganara importancia al integrarse en la cadena de suministros, ya que logrará prolongar el ciclo de vida de los productos que son fabricados con recursos no renovables y de la misma manera provocará una disminución en la cantidad de productos que son desechados inmediatamente generando un menor desgaste ambiental. *“Todos los elementos de la logística inversa tienen implicaciones ecológicas”, (Robe J., 2011).*

La logística inversa presenta beneficios dirigidos a posibilitar la continuidad de las actividades humanas con un costo inferior y con daños menores al medio ambiente, motivo por el cual es de interés para las empresas nacionales y transnacionales, las cuales se ven cada vez más obligadas a satisfacer nuevas exigencias del consumidor.

Por consecuencia, la logística no sólo será una herramienta de la cadena de suministros sino que se convierte en uno de los negocios con mayor crecimiento, debido a los altos índices de desechos y devoluciones, mismo que podrían presentar una oportunidad de negocio para las industrias (Pierri N., 2010).

---

<sup>9</sup> El PET (Poli Etilén Tereftalato) es un tipo de materia prima plástica derivada del petróleo, correspondiendo su fórmula a la de un poliéster aromático.

## 2.1.2 Sustentabilidad en el mundo

La preocupación por proteger el patrimonio cultural y ambiental de los países, surge después de la Primera y Segunda Guerra Mundial, como resultado de los holocaustos vividos se hace evidente la necesidad y escasez de los recursos naturales. Fue hasta entonces que se difunde de una manera más amplia la información sobre el deterioro ambiental.

El deterioro ambiental provocado por el uso desmedido de recursos naturales, los desechos tóxicos generados por las industrias, las grandes cantidades de basura que se desechan diariamente, el gasto innecesario del agua, estos y muchos más son factores que en su conjunto están acabando con el planeta, siendo estos motivos la principal razón de la aparición de la “sustentabilidad” la cual exige el control de estos factores que contribuyen al desgaste ambiental para alcanzar así un equilibrio ecológico.

Actualmente “desarrollo sustentable” o “sustentabilidad” es uno de los temas más debatidos no solo entre empresas y gobiernos sino también en instituciones y foros internacionales, debido a que se ha convertido en una preocupación mundial ya que todos los días se viven las consecuencias del desgaste ambiental, siendo esto de tremenda importancia para los gobiernos y para la población en general.

La sustentabilidad se define como:

*“La administración eficiente y racional de los recursos, de manera tal que sea posible mejorar el bienestar de la población actual sin comprometer la calidad de vida de las generaciones futuras”* (Programa Nacional de Desarrollo, 2010).

Si bien, los gobiernos preocupados por disminuir los porcentajes de contaminantes que aumentan diariamente, han decidido implementar medidas para regular los daños causados al medio ambiente, considerando necesaria la implementación de nuevas regulaciones de control de desechos.

Actualmente uno de los temas principales en las reuniones y cumbres internacionales, es la implementación de nuevas normas y principios, las cuales tienen por objeto la utilización racional de recursos naturales en beneficio propio y de las generaciones futuras.

Cuadro 2.1 Contexto Internacional del Medio Ambiente

Declaración o Conferencia	Año y Lugar	Principios adoptados
<b>Declaración de la Conferencia de Naciones Unidas sobre el Medio Humano</b>	Estocolmo, Suecia. 1972	Establece 26 principios que tienen por objeto la utilización racional de los recursos naturales en beneficios de las generaciones presentes y futuras.
<b>Asamblea General de las Naciones Unidas</b>	Estocolmo, Suecia. 1982	“Carta Mundial de la Naturaleza” aprueba los principios de conservación, el respeto a la naturaleza, garantizar la supervivencia y la conservación de la población de todas las especies...
<b>Conferencia sobre el Medio Ambiente. “Cumbre de la Tierra”</b>	Rio de Janeiro. 1992	Agenda 21: Consagra 27 principios, en los que establece el derecho a una vida saludable y productiva en armonía con la naturaleza....
<b>Declaración de Nairobi</b>	1997	Establece que el PNUMA debe seguir siendo el órgano de las Naciones Unidas para atender los problemas ambientales del planeta.
<b>Primer Foro Global Ministerial de Medio Ambiente “Declaración de Malmö”</b>	Malmö, Suiza	Se establece que el medio ambiente y los recursos naturales que sostienen la vida en el planeta, a pesar de las medidas implementadas a partir de la Cumbre de la Tierra, continúan deteriorándose a una velocidad alarmante.

Tomado de Secretaria de Relaciones Exteriores (2003)

El deterioro progresivo del medio ambiente ha provocado que las naciones continúen presentando esfuerzos con respecto a las sanciones que serán impuestas a aquellos

gobiernos que generen mayores contaminantes, como se observa en el cuadro 2.1 a lo largo de los años se ha tratado de dar un mayor impulso a las normas regulatorias en materia ambiental para lograr una mejora en el desarrollo de la misma. Ejemplo de ello es la declaración de Estocolmo (1972), este fue el primer acuerdo internacional de acción en materia de protección ambiental. En esta declaración se consignan principios que influyeron en las legislaciones que emitieron en varios países en años subsecuentes, entre ellos México.

El deterioro ambiental ha generado preocupación en las últimas décadas ya que la sustentabilidad proviene del hecho de que el planeta cuenta con recursos naturales limitados, por lo tanto son susceptibles de agotarse. De igual modo el hecho de una creciente actividad económica produce a gran escala graves problemas.

El hecho del deterioro ambiental a gran escala junto con el gran número de desechos y devoluciones, son problemas que se presentan en gran parte del mundo, convirtiéndose en los principales factores de preocupación, a los cuales se les trata de dar solución mediante la integración de un sistema de logística inversa.

La idea de la logística inversa y la sustentabilidad surge debido a los cambios sociales y económicos que se viven actualmente dado que hace algunas décadas, prevalecía la idea de un mundo lleno de recursos inagotables, en la actualidad esta visión ha desaparecido.

*“La economía humana ha pasado de una era en la que la acumulación del capital (capital hecho por el hombre) era el factor que limitaba el desarrollo económico, a otra en la que el factor limitante es lo que resta del capital natural”*  
(Delgadillo, 2007).

Tomando en cuenta los altos niveles de contaminación y el gran porcentaje de industrias que contribuyen a que este factor aumente, la logística inversa tiene como objetivo la disminución de desechos para la mejora en la calidad del ambiente.

## 2.2 Logística en México

México, un país rico en recursos naturales, con un comercio interno fluido y un gran número de industrias ubicadas en territorio nacional, mismos que producen todo tipo de bienes y servicios las cuales satisfacen demanda nacional y extranjera, hacen necesaria la evocación de una importante herramienta comercial que es la logística. La inserción de ésta, será indispensable dado que permite una mayor agilidad en la circulación de bienes así como una adecuada organización industrial, convirtiéndose en una herramienta necesaria en cualquier industria mediante la cual se podrá obtener un adecuado desarrollo comercial.

De igual la proximidad que existe con socios comerciales como Estados Unidos, Canadá y los países de América Latina generan la necesidad de un sistema logístico interno adecuado para lograr una mejor conexión comercial con los demás países y así traspasar fronteras de una manera adecuada.

Dado que la distribución de mercancías no es exclusiva del país, México ha tratado constantemente de ampliar su número de socios comerciales, desde 1994 ha implementado nuevas medidas para abrir las puertas a las empresas nacionales con respecto a la exportación de sus productos, del mismo modo eliminar barreras arancelarias sistemáticamente para así lograr convertirse en un importante distribuidor de bienes y servicios.

México, al ser un país abierto al comercio y con una ubicación comercial estratégica con respecto continente americano, se puede considerar un eje logístico importante, no solo por su cercanía con Estados Unidos, sino su ubicación relativa en el globo terráqueo, dadas las distancias entre los principales puertos (Rotterdam, Sao Paulo y Shanghái) que son los que se conectan a las mayores poblaciones del mundo, México además, posee un litoral marítimo muy amplio e igualmente, una interconexión terrestre entre los océanos pacífico-Atlántico que es mínima en comparación con los tiempos de transporte que se requiere para cruzar estos grandes océanos (Carranza O., 2012).

Estos factores significan un gran valor para las industrias y los gobiernos debido a las ventajas competitivas que puede ofrecer México frente a otras naciones.

Al ampliar el número de socios comerciales, se crean mayores exigencias, tanto para los bienes producidos en el país, como para la organización relativa a la distribución de estos productos, lo cual genera la implementación de un sistema eficiente de logística tanto interno como externo, no solo para la correcta entrega de los productos sino para lograr una mayor eficiencia en el sistema.

Al implementar un sistema logístico adecuado la industria no solo mejora la calidad de su producto sino que significará mayores beneficios a la industria, motivo por el cual la introducción de un sistema logístico en la empresa será indispensable para el mejor desarrollo de la misma ya que en un estudio realizado por UPS en México, uno de los retos más importantes que enfrenta el país, es reducir el costo de los productos de las Pymes en México, el cual puede tener un exorbitante aumento de hasta un 30% al implementar políticas logísticas inadecuadas. *“Al tercerear los servicios logísticos, las empresas pueden reducir 74% sus costos logísticos y disminuir 66% los tiempos administrativos”* (Asociación de Profesionales en Compras, Abastecimiento y Logística, 2011).

Actualmente el país ocupa el lugar número 50 de 155 países en términos de mejores prácticas logísticas, según datos del Banco Mundial, países como Costa Rica, Brasil, Panamá y Chile..., compiten muy estrechamente para posicionarse en el universo de la logística (Banco Mundial, 2011).

Ante el auge comercial existente en el país, es necesario implementar estrategias logísticas cada vez más avanzadas, que permitan mejorar el flujo de mercancías así como de su distribución, para así obtener un desarrollo comercial y económico más eficaz.

### **2.2.1 Logística inversa en México**

La logística como herramienta de apoyo en la industria surge ya hace muchos años, sin embargo el concepto de logística inversa con aplicación en el sector industrial es un poco más reciente, motivo por el cual no ha sido aprovechada o aplicada en diversas áreas de oportunidad en la industria nacional, existiendo un claro rezagó en la materia.

El concepto de logística inversa ha tenido gran auge en los países industrializados, ya que son grandes los beneficios que trae consigo la implementación de esta herramienta en la cadena de suministros, motivo por el cual México no debe de ser la excepción debido a la enorme cantidad de características que le permite percibir un camino prometedor en el desarrollo de esquemas sostenibles dado que la logística inversa será igualmente indicador de sustentabilidad debido a las áreas en las que está se desarrolla.

Por otra parte el número de mercancías fabricadas en el país, así como la cantidad de industrias ubicadas dentro de territorio nacional hace que la cifra de materiales desechados susceptibles de recuperación ascienda a un 80% (SEMARNAT, 2008), cifra que debe de ser considerada debido a que menos de un 20% de los residuos se tendrían que depositar en vertederos (ver figura 2.2).

Cabe mencionar que en México una de las industrias que han tenido un mayor auge en el desarrollo de la logística inversa es la industria de bebidas debido a que México ocupa el primer lugar mundial en el consumo de bebidas carbonatadas, y el séptimo lugar como productor de cerveza (FEMSA, 2006), tomando como ejemplo a la industria cervecera, debido al gran volumen de envases producidos con materiales que poseen un alto porcentaje de reciclamiento, algunos de los beneficios esperados con la integración de este sistema, es el ahorro de compra de materias primas, el desarrollo de nuevos esquemas de negocios y el cumplimiento de normas para el manejo de envases, siendo esto un claro ejemplo de los beneficios de recuperar y reintegrar.



Para estar a la altura de grandes industrias, es importante conocer las variables que influirán en el desarrollo comercial, subrayando la importancia de la logística inversa como una variable que influirá disminuyendo costos y aumentando la competitividad, motivo por el cual es necesario analizar el desarrollo que ha tenido la logística inversa en la industria mexicana.

Según algunos estudios especializados en logística inversa realizados por CSCMP<sup>10</sup>, consejo especializado en el manejo de la cadena de suministros al 2011, en México la mayor parte de las empresas (más de un 90%) no se preocupa por tener un departamento especializado en las devoluciones, reciclaje y reintegración de mercancías que han sido desechadas o devueltas, siendo esto un punto importante a analizar.

Debido a que el objetivo de este trabajo es analizar la importancia de la integración de un sistema de logística inversa en la cadena de suministros, y dado que las empresas no cuentan con un sistema de reintegración de residuos y devoluciones, la importancia dada a productos desechados es casi nula, generando no solo que se incrementen los gastos, sino también provocando una mayor cantidad de desechos.

Dado que la finalidad de la logística inversa se relaciona con el flujo de bienes y servicios desde el consumidor hasta el productor mediante la reintegración de éstos a la cadena de suministros, se deberá realizar en primer lugar una comparación de la situación real de la industria mexicana en esta área, motivo por el cual es necesario tener en cuenta el destino de estos productos actualmente.

---

<sup>10</sup> Council of Supply Chain Management Professionals Round Table México, (Consejo del Manejo Profesional de la Cadena de Suministro, Mesa de Trabajo México (2011).

Figura 2.1 Destino último de los desperdicios industriales<sup>11</sup>



Elaboración propia con base Council of Supply Chain Management, 2010.

La figura 2.1 muestra cual es el fin último de los desperdicios generados por empresas mexicanas, mencionando una cifra preocupante ya que según esta gráfica, el 54% de éstos, son solamente desechados sin un mayor tratamiento o reciclaje, lo cual repercute directamente en nuestro ambiente. En segundo lugar, nos muestra que solo un 33% del total es reintegrado a la cadena de suministro, siendo este número importante de subrayar dado que éste es el fin de la logística inversa, incrementar la cantidad de desperdicios que se reintegran a la cadena de suministros.

La figura 2.2, a diferencia de la anterior, muestra el destino de los productos defectuosos mismo que tiene una gran importancia debido al destino que éstos puedan tener, y aún más importante, si en lugar de generar un costo a la empresa pueden generar una oportunidad deben de ser considerados en el momento de mencionar una logística inversa.

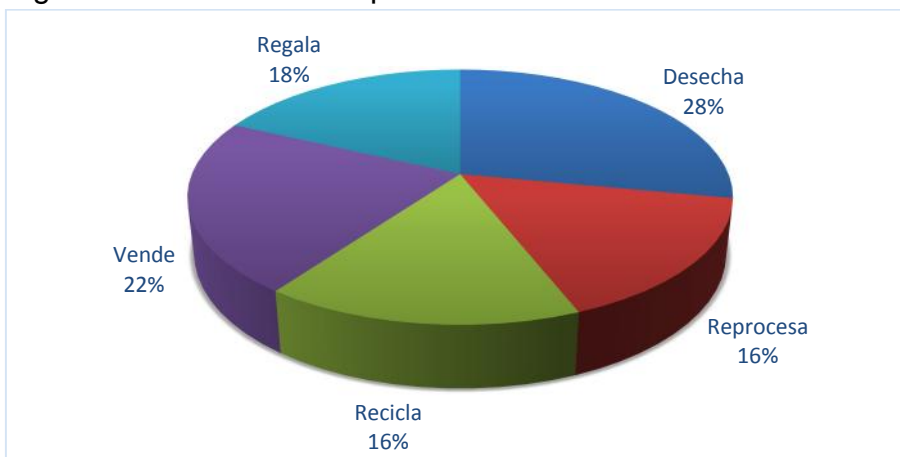
La diferencia de los productos defectuosos en contraste con los desperdicios es que aquí solo un 28% de la mercancía se desecha, siendo esta cifra menor en contraste con la anterior. Se tiene como porcentaje más alto la venta de estos productos con un 22%

<sup>11</sup> Residuos sólidos: Todos aquellos materiales o restos que no tienen ningún valor económico para el usuario pero si un valor comercial para su recuperación e incorporación al ciclo de vida de la materia.

Desechos sólidos: Material o conjunto de materiales resultantes de cualquier proceso u operación que este destinado al desuso, que no vaya a ser utilizado, recuperado o reciclado.

significando ya una disminución en las pérdidas, pero teniendo un margen más alto de utilidad debido a la cantidad que se desecha, misma que se puede cambiar.

Figura 2.2 Destino de los productos defectuosos<sup>12</sup>



Elaboración propia con base Council of Supply Chain Management, 2010.

Tal como se mencionó anteriormente, los productos al finalizar su vida útil, no son de gran importancia para las industrias, teniendo como resultado un desarrollo mínimo en cuanto a la logística inversa se refiere dado que existe un control nulo de los productos desechados.

Naturalmente, desde la perspectiva integral, considerar el flujo inverso de producto como parte del diseño de la logística implica el hecho de que los productos tengan una posibilidad de recuperación económica al final de su vida útil, aunque este sistema inverso debe tenerse en cuenta a la hora de diseñar y desarrollar el producto en cuestión.

De este modo, y teniendo en cuenta lo comentado hasta ahora, la recuperación económica de los productos fuera de uso requiere de diseño, desarrollo y control eficiente de un sistema logístico capaz de recoger el producto fuera de uso y conducirlo hasta el recuperador.

<sup>12</sup> Según la legislación general del consumidor, cualquier producto, tanto de carácter mueble como energético, tales como gas y electricidad, que no cumplen los requisitos de seguridad normalmente ofrecidos por los demás de su especie.

México como país tiene un largo camino por delante respecto al tema de logística inversa, se han logrado avances en esta materia para lograr un avance en cuanto a la gestión logística y por consecuencia, mantener y mejorar su competitividad.

### **2.2.2 Sustentabilidad en México**

La presión que se ejerce día a día sobre el capital humano, el aumento en la población, las crisis económicas y alimentarias, vuelve indispensable la necesidad de enfrentar el deterioro de los recursos naturales, con este fin y como alternativa surge el concepto de desarrollo sustentable.

El deterioro ambiental es una amenaza, claramente una de las más graves y complejas a las que se puede enfrentar la humanidad actualmente. No es solo un problema ambiental, sino que representa un desafío con consecuencias económicas y sociales que se deben resaltar, lo mismo que en determinado momento pueden obstaculizar el camino hacia el desarrollo humano sustentable. Siendo este motivo, la razón por la cual la logística inversa y la sustentabilidad se vean tan estrechamente relacionadas, dado que la reintegración de productos dará como resultado la disminución de desechos y por consecuencia menores contaminantes en el medio ambiente.

Por ende actualmente la política económica nacional e internacional debe de ser diseñada para incrementar la riqueza natural y su volumen, del mismo modo generar una acumulación de capital con el mínimo daño posible al medio en el que nos desarrollamos.

Durante el periodo 2007-2012, la importancia de la sustentabilidad se tuvo contemplada en el apartado número tres del Plan de Nacional de Desarrollo el cual hace mención al cuidado del medio ambiente..."El cuidado del ambiente es un tema que preocupa y ocupa a todos los países. Las consecuencias de modelos de desarrollo, pasados y actuales, que no han tomado en cuenta al medio ambiente, se manifiesta inequívocamente en problemas de orden mundial....por lo que el gobierno de la

república ha optado por unirse a los esfuerzos internacionales en materia ambiental” (Poder Ejecutivo Federal, 2007).

En México a pesar de los esfuerzos en materia ambiental, tales como la firma de tratados en materia ambiental, se siguen observando cifras alarmantes en cuanto a la generación de residuos.

- De acuerdo al Plan Nacional de Desarrollo 2002-2012, en México cada año se generan alrededor de 40 millones de toneladas de residuos sólidos.
- La generación de residuos sólidos urbanos se incrementa un 2.2% anualmente (INECC, 2011)
- En volumen el PET representa el 20% de la basura, mientras en peso 1.5% de los residuos generados corresponde a los envases PET, equivalente a 0.6 millones de toneladas anualmente. (Millar, 1994)
- Los sistemas municipales de recolección son insuficientes y deficientes, los rellenos sanitarios representan un costo alto para los municipios en cuanto al espacio, infraestructura, personal de barrido y recolección de basura. El instituto nacional de ecología señala que la recolección de residuos puede llegar a representar más del 60% de los costos totales de los servicios de limpia y saneamiento (Universidad de Guadalajara, 2008).

De acuerdo al plan nacional de desarrollo presentado en el sexenio anterior, no se ha podido dar respuesta a los problemas a los que se enfrenta el país en materia ambiental, que de acuerdo a su evolución histórica demuestra la tardía reacción ante tales acontecimientos.

El mal control sobre los desechos generados por las industrias contribuye de una manera desmesurada al deterioro de la calidad de vida de la población al igual que el uso desmedido de los recursos naturales, ya que el criterio económico nacional se basa en la rentabilidad inmediata provocando de este modo la destrucción de recursos cuyo valor económico no se refleja en el mercado “Frenar el creciente deterioro de los

ecosistemas no significa dejar de utilizar los recursos naturales, sino encontrar una mejor manera de aprovecharlo” (Poder Ejecutivo Federal, 2007).

Por lo tanto, siendo un país que busca resultados económicos inmediatos, la preocupación por el impacto ambiental ha pasado a segundo término, sin embargo surgen cada vez más iniciativas que intentan cambiar este hecho por lo que el gobierno ha generado esfuerzos para unirse a la comunidad internacional y así contrarrestar el deterioro ambiental, dado que las consecuencias se viven en cualquier área del planeta, suscribiendo importantes acuerdos, entre los que destacan el Convenio sobre diversidad Biológica; la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático y su Protocolo de Kyoto; el convenio de Estocolmo, sobre contaminantes orgánicos persistentes; el Protocolo de Montreal, relativo a las sustancias que agotan a la capa de ozono, entre otros. Estos acuerdos tienen como finalidad convertir a México en un participante activo en el desarrollo sustentable, por lo que los esfuerzos en esta materia se deben de incrementar.

Al unirse México a la comunidad internacional para la cooperación en contra del desgaste ambiental obliga a las empresas a mejorar sus medidas para la disminución de sus contaminantes, generando iniciativas ambientales en la industria mexicana.

Las industrias se han preocupado por generar iniciativas ambientales en sus empresas, sin embargo hace falta una mayor cooperación para lograr mejores resultados en materia ambiental ya que un porcentaje cercano al 61% de estas empresas dice contar con este tipo de iniciativas siendo esta una cifra alentadora sin embargo tomando en cuenta el amplio número de empresas ubicadas en México, el hecho de que el 39% de estas no cuente con iniciativas ambientales es de gran preocupación. Se estima que el costo económico del agotamiento y la degradación ambiental en México en 2011 representó 6.9% del PIB (INEGI).

En México existe la “Ley general de equilibrio ecológico y la protección al medio ambiente” mismo que hace referencia a la preservación y restauración del equilibrio ecológico en el territorio nacional y tiene como objeto propiciar el desarrollo sustentable

(Camara de Diputados del H. Congreso de la Union, 2014) sin embargo México no cuenta con bases que se permitan avanzar en materia ambiental.

Aunque en México se han realizado esfuerzos para crear normas de mejora en material ambiental, la mayoría de éstas no son aplicadas de la manera correcta y por lo tanto no impulsan al crecimiento de la industria del reciclaje y la implementación de residuos como materias primas para la fabricación de productos secundarios.

En el sexenio actual 2012-2018, el desarrollo sustentable presenta un claro seguimiento, *“La sustentabilidad ambiental debe de ser un eje estratégico de un México próspero. Es solo mediante el uso sustentable del capital natural que se puede transitar a una economía moderna...”* (Plan Nacional de Desarrollo 2012-2018) sin embargo, para que la teoría trascienda a la práctica, se debe de ejercer una mayor atención a las políticas ambientales del país.

### **2.3 Zona del Valle de Toluca**

Dado que el proyecto de análisis sobre la introducción de la logística inversa en el país se enfoca en la zona del Valle de Toluca, se procederá a dar una breve explicación acerca de los factores que resaltan en el desarrollo de esta investigación.

Para poder llegar a la zona del Valle de Toluca, es necesario hacer mención de los datos referentes al país; México es un país con una población de más de 112 millones de personas con un crecimiento anual de población de 1.2% según datos del Banco Mundial y con una tasa de crecimiento de la producción industrial de 3.9% al año 2012.

En cuanto al municipio de Toluca, capital del Estado de México, está ubicada en el centro del país, colinda con los municipios de Zinacantepec, Metepec, Lerma y San Mateo Atenco. Todos estos municipios forman parte del Valle de Toluca, que es un centro industrial, comercial y de servicios de primera importancia en el altiplano central de México.

La zona metropolitana del Valle de Toluca es la segunda conurbación en importancia del Estado de México y la quinta a nivel nacional, está conformada por 22 municipios y tiene una población estimada de 2 millones 166 mil 024 habitantes (CONAPO, 2010). Esta zona constituye la segunda mayor concentración poblacional de la entidad. A nivel nacional, se considera como una de las metrópolis más importantes del país de acuerdo con el Sistema Nacional de Ciudades, por lo tanto uno de los centros comerciales más importantes del país.

Un amplio número de industrias ubicadas en la zona del Valle de Toluca y su gran población, hacen de ésta, una zona de gran importancia económica y comercial a nivel nacional, sin embargo las normas establecidas en contra del desgaste ambiental no han tenido grandes progresos motivo por el cual, la integración de la logística inversa en esta zona generaría grandes beneficios económicos y ambientales.

### **2.3.1 Economía**

El área del valle de Toluca, según la Secretaria del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) presenta una transformación constante de las actividades económicas, pasó de ser una economía rural a una economía industrial y de servicios. Según datos del INEGI (2012), se determinó que la población económicamente activa en la zona metropolitana del Valle de Toluca es de 49.9%, la población ocupada por sector de actividad corresponde a 3.4% en el sector primario, 35.9% en el sector secundario y 56.8% en el sector terciario.

La actividad industrial en la zona desde hace algunos años ha crecido de manera constante, dando lugar al desarrollo de las áreas industriales, teniendo repercusión en el crecimiento de la población ocupada en esta área, siendo relevante dado que al disminuir el sector primario y generando cada vez más empresas, se producirá un aumento en los contaminantes y desechos industriales.



### **2.3.2 Sectores económicos**

La industria manufacturera de la entidad está compuesta por el 93.9% de microindustrias; 3.1% por pequeñas industrias; 2.5% por industrias medianas y el 0.5% por grandes industrias, en donde destaca que las unidades económicas micro, pequeñas y medianas ocupan el 76% del personal estatal en este sector (INEGI, 2012).

En las actividades que involucran al sector secundario, se incluye la industria manufacturera que cuenta con 11 mil 364 entidades económicas (siendo este dato importante debido a que se integrará en éste rubro la industria de los plásticos). En la zona del Valle de Toluca los asentamientos industriales se concentran en su mayoría en el municipio de Toluca, en donde existen aproximadamente 3 mil 464 entidades económicas, lo cual representa el 30.49% de la planta industrial del Valle de Toluca (tabla 2.1).

Tabla 2.1 Entidades económicas en el Valle de Toluca

Municipios	Entidades Económicas
Almoloya de Juárez	198
Almoloya del Río	457
Atizapán	223
Calimaya	258
Capulhuac	194
Chapultepec	24
Lerma	740
Metepec	967
Mexicaltzingo	68
Ocoyoacac	337
Otzolotepec	399
Rayón	79
San Antonio la Isla	158
San Mateo Atenco	1,763
Temoaya	217
Tenango del Valle	455
Texcalyacac	38
Tianguistenco	486
Toluca	3,464
Xalatlaco	164
Xonacatlán	211
Zinacantepec	464
<b>Total</b>	<b>11,364</b>

Elaboración propia con base en datos obtenidos de INEGI (2011).

La importancia de mencionar el gran número de industrias, radica no sólo en su impacto como actividad económica sino también en los efectos ambientales que se derivan a su vez de los procesos realizados por éstas, ya que como se observa en puntos posteriores, los índices de emisión de contaminantes a la atmósfera es por lo menos un 50% más alto que los municipios aledaños. Por ejemplo las emisiones a la atmósfera de hidrocarburos<sup>13</sup> provenientes de la industria metalmecánica, así como gases de combustión generados en la industria química y alimentaria, en hoteles, baños públicos y restaurantes, generando en conjunto parte del deterioro ambiental, dado el poco

<sup>13</sup> Los hidrocarburos son compuestos formados únicamente por átomos de carbono e hidrógeno, además de eliminar el CO<sub>2</sub> de la atmósfera, también emanan muchos otros gases contaminantes.

control sobre emisiones de contaminantes o bien la falta de un sistema de control ambiental para el ahorro de materias primas y energía.

Este es problema que se pretende disminuir mediante la implementación de un sistema de logística inversa.

Cabe señalar que aunque el número de empresas ubicadas en esta área es cada vez mayor, las compañías una percepción del cuidado del medio ambiente, ya que mediante la implementación de sistemas de recuperación de residuos, ésta les puede representar una fuente de ahorro y competitividad.

Dado el tamaño de la empresa y su giro, su pueden identificar los diversos segmentos de empresas y su postura con respecto al cuidado de medio ambiente:

- 1) Las transnacionales o grandes exportadoras, este tipo de empresas soportan grandes cantidades de capital y un gran número de trabajadores, de igual forma se encuentran ubicadas en distintos países por lo que cuenta con un capital y una imagen mas sobresaliente por lo que estas deben tener preocupación por innovar procesos y cumplir con su respectiva de responsabilidad social.
- 2) Industrias grandes o medianas, orientadas al mercado interno, las cuales pueden reconocer oportunidades de ahorro y eficiencia a través de la mejora ambiental de sus procesos, pero que cuenta con menos recursos
- 3) Micro y pequeñas empresas, carecen de interés o recursos (SEMARNAT, 2012).

La preocupación ambiental que las industrias demuestren, dependerá en gran parte a los beneficios que esto pueda representar, dado que una industria dependerá de su tamaño para decidir acerca de los recursos que se puedan destinar a esta materia.

Las empresas que cuentan con un mayor número de empleados y que poseen un capital más sólido, significan un mayor número de mercancías en movimiento, lo cual al implementar un sistema adecuado de reciclado generará una visión de conciencia

ambiental lo cual se verá reflejado al generar un mayor ahorro dado que cuenta con mayores recursos que destinar en la materia, del mismo modo al ser en su mayoría empresas transnacionales deben de cumplir con su responsabilidad social<sup>14</sup> para una mejora en su imagen, siendo esto un beneficio comercial extra.

Las empresas grandes o medianas que se orientan al mercado nacional, pueden contar con más recursos por lo tanto reconocer un ahorro al implementar medidas ambientales, teniendo con esto, posibilidades de implementar sistemas logísticos inversos adecuados. Sin embargo las micro y pequeñas empresas cuentan con menos recursos para la actualización e implementación de estos sistemas, por lo tanto la preocupación ambiental será menor, dado que tienen como principal objetivo mantener un balance económico estable prestando menor atención a la materia ambiental.

### **2.3.3 Sectores industriales en la zona**

En 2010, el Instituto de Información e Investigación Geográfica, Estadística y Catastral del Estado de México (IGCEM) determinó que en la Zona Metropolitana del Valle de Toluca hay 44 mil 15 unidades económicas en el sector comercio y dos mil 895 en el sector servicios. Con relación al sector comercio, dos mil 526 unidades se dedican a la actividad al por mayor y 41 mil 489 al por menor. Por otra parte, en el sector servicios, mil 443 unidades pertenecen al rubro de servicios financieros, inmobiliarios y de alquiler de bienes inmuebles, en tanto que mil 452 unidades al de servicios técnicos, profesionales, personales y sociales.

Sin embargo, en cifras más actuales, al año 2013 las unidades económicas ubicadas en la zona del Valle de Toluca se han incrementado a 76 mil 017 unidades, incluyéndose todas las actividades económicas de bienes y servicios (INEGI, 2013).

---

<sup>14</sup> La responsabilidad social empresarial (RSE), se define como la contribución activa y voluntaria al mejoramiento social, económico y ambiental por parte de las empresas, generalmente con el objeto de mejorar su situación competitiva, valorativa y valor añadido.

Del mismo modo, la zona metropolitana del valle de Toluca cuenta con diversas áreas industriales de gran importancia para el comercio internacional de mercancías como lo son:

- 1) Parque industrial Toluca 2000
- 2) Parque industrial Exportec I
- 3) Parque industrial Exportec II
- 4) Parque industrial Lerma
- 5) Parque industrial Cerrillo I
- 6) Parque industrial Cerrillo II
- 7) Parque industrial el Coecillo
- 8) Parque industrial Doña Rosa
- 9) Parque industrial San Cayetano
- 10) Corredor Industrial Toluca-Lerma

El gran número de zonas industriales ubicadas en esta área implica inmensas cantidades de contaminantes que desechan a diario, de este modo se puede apreciar a la zona del valle de Toluca como una zona de alto potencial para la implementación de una logística inversa de la cual se pueden obtener mayor índices de ganancias así como mejorar la sustentabilidad en el área antes mencionada.

#### **2.3.4 Deterioro ambiental**

El crecimiento económico, la constante innovación en el sector industrial así como la innovación técnica, contribuyen de sobremanera a un deterioro medioambiental progresivo, situación que modifica la actitud que supone temas medioambientales, que señalan su gran relevancia social, a tal punto que hoy en día resulta común identificar la calidad de vida con el disfrute de un medio ambiente sano.

Resulta indispensable establecer modelos de desarrollo que tengan como base la sustentabilidad del ambiente.

El área del Valle de Toluca, siendo una de las áreas más pobladas en el país, con un crecimiento poblacional constante y con un amplio sector industrial, generó en el 2012 un incremento del 65% de la contaminación visual<sup>15</sup>, debido al exceso de construcciones que generan polvo, viento y aumento en el parque vehicular (UAEMex, 2012).

El deterioro en la calidad de aire que se respira, es cada vez de peor calidad, el aumento sustancial de industrias que se ubican en el valle de Toluca, el aumento de movimiento vehicular provocan una constante degradación ambiental, la zona del Valle de Toluca se está convirtiendo en un área cada vez más contaminada “Ya estamos por delante de la ciudad de México en contaminantes como el PM10<sup>16</sup> que son las partículas dañinas” (García Conejo, 2012).

Se estima que en la zona metropolitana del valle de Toluca, se emiten anualmente 752,531.9 toneladas de contaminantes a la atmósfera, de las cuales 94.5% corresponden a las fuentes móviles (vehículos), el 3.9% a las fuentes de área (comercio y servicios), el 1.5% a la vegetación y suelos y el 0.2% a las fuentes puntuales (industria) (Secretaría de Ecología, 2010).

Para lograr una mejor explicación de los agentes contaminantes en la zona se presenta la contribución total de emisiones contaminantes por subsector, en la que se puede ver más claramente cuáles son los que más contaminan, tomando en cuenta 9 subsectores de actividad económica correspondiente a la industria manufacturera, de acuerdo con la clasificación mexicana de actividades y productos (CMAP). Estos subsectores son:

---

<sup>15</sup> Es todo aquello que afecta o perturba la visualización de una determinada zona.

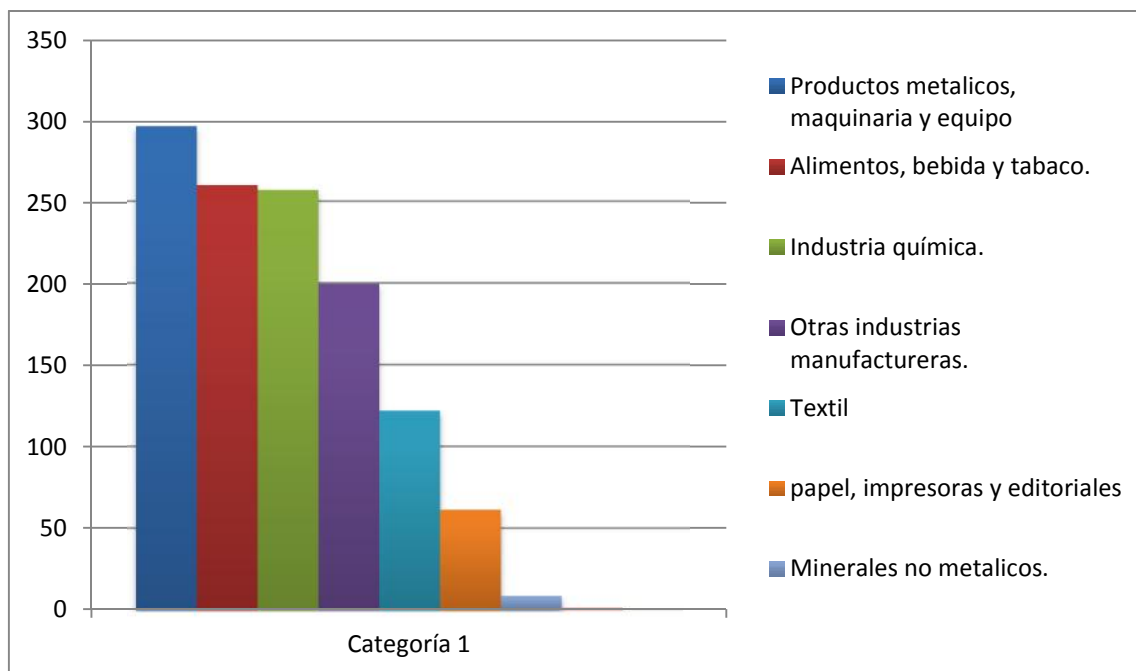
<sup>16</sup> PM10, pequeñas partículas sólidas o líquidas de polvo, cenizas, hollín, partículas metálicas, cemento o polen dispersas en la atmósfera.

- Productos alimenticios, bebidas y tabaco
- Textiles, prendas de vestir e industria del cuero
- Industria de madera y productos de madera.
- Papel, productos de papel, imprentas y editoriales.
- Sustancias químicas y productos de hule y plástico.
- Productos minerales no metálicos
- Industrias metálicas básicas.
- Productos metálicos, maquinaria y equipo.
- Otras industrias manufactureras.

Estas fuentes emitieron un total de 1,206.9 toneladas al año de contaminantes a la atmosfera, de las cuales 458.9 toneladas corresponden a óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>), 331.2 toneladas a compuestos orgánicos volátiles (COV), 224.6 a particular PM<sub>10</sub> y 165.3 toneladas al resto de los contaminantes [monóxido de carbono (CO), bióxido de azufre (SO<sub>2</sub>) y amoniaco (NH<sub>3</sub>) respectivamente] (Secretaria de Ecología, 2010)

En la figura 2.3 se muestra la contribución total de emisiones contaminantes por subsector, en donde se puede ver con mayor claridad cuáles son los que más contaminan.

Figura 2.3 Contribución total de emisiones por subsector.



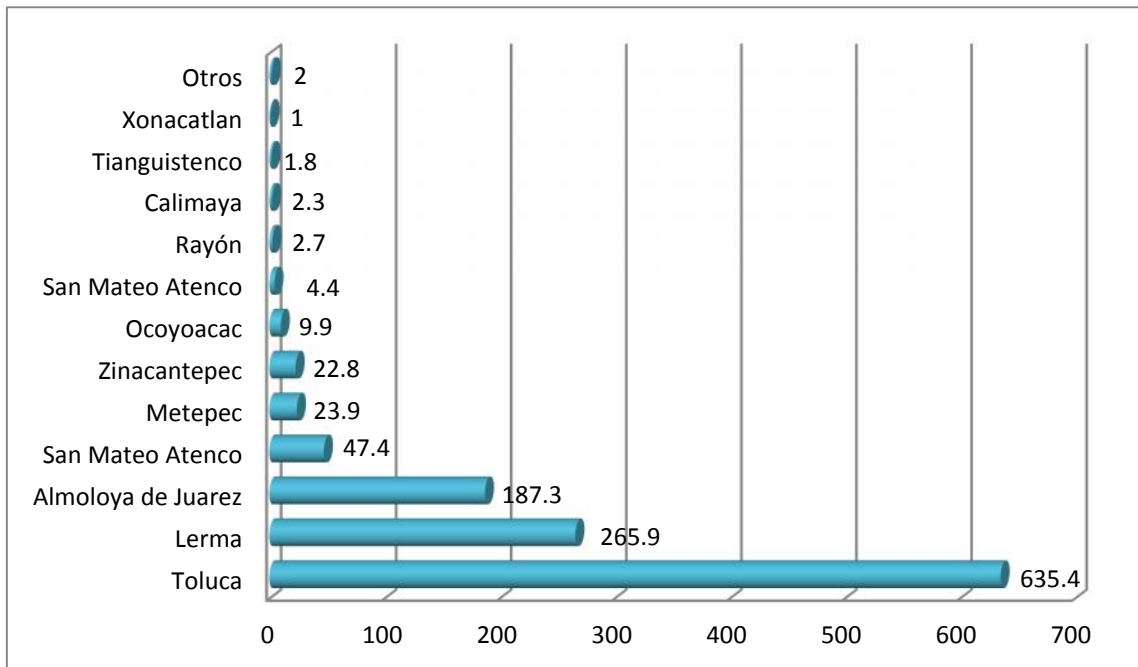
Tomada de SEMARNAT (2010).

Los efectos de esta problemática se hacen cada vez mayores, mostrando sus efectos en el aumento de las enfermedades respiratorias y una mayor inestabilidad en el clima (Vilchis M. E., 2011).

Tal como se puede observar en la figura 2.4, Toluca es el municipio que contribuye con un mayor porcentaje en las emisiones totales, Lerma con el 22%, Almoloya del Rio con el 15.5% y con el 9.8% el resto de los municipios.



Figura 2.4 Contribución total de emisiones por municipio.



Elaboración propia con base en Secretaria de Ecología (2010).

La existencia de diversas áreas industriales en el área metropolitana del Valle de Toluca, significan no solo crecimiento económico, sino que indican el deterioro ambiental en esta área, por lo tanto los esfuerzos de este trabajo se enfocaran en analizar la implementación de la logística inversa en la cadena de suministros adecuada en las industrias ubicadas en la zona para mejorar la sustentabilidad ambiental y obtener mejores beneficios.

Debido a los altos índices de residuos sólidos y a que gran parte de ellos son plásticos, se llevará a cabo un análisis específico de los envases PET y su situación actual en el país así como sus características más generales.

### **Capítulo 3. Industria de plásticos**

La industria del plástico se ha insertado en el mercado mundial cubriendo una gran diversidad de necesidades del consumidor, desde partes automotrices hasta calzado y empaque, todo lo anterior de acuerdo a las características de elaboración de productos que cubran necesidades del consumidor.

En el presente capítulo se realizara un análisis detallado de importancia de la industria de plásticos tanto a nivel global como regional para poder dar paso a la descripción del consumo y la producción de envases PET, todo esto con el fin de entender la relevancia de este producto y su relación con un sistema de logística inversa para lograr aumentar el ciclo de vida de este producto.





#### **3.1 Características de la industria de plásticos**

El plástico posee un gran número de características físicas y económicas las cuales hacen posible su uso con un costo menor, es uno de los productos más demandados por las empresas embotelladoras y refresqueras, la demanda para estos envases representa un 49% del consumo total del plástico en la industria (Wolf Mylene, 2009), razón por lo cual se ha convertido en unos de los principales productos consumidos en la industria en general (ver tabla 3.1).

Otra utilidad que se le ha dado al plástico en la industria es el uso en las empresas automotrices (4%), la elaboración de aparatos eléctricos, electrónicos y electrodomésticos (6%), productos farmacéuticos, productos agrícolas y en general la industria manufacturera (10%), demostrando como el plástico es uno de los materiales con más usos dentro de la industria manufacturera (Conde O., 2010), no solo por su maleabilidad y características físicas sino por el costo que éstos representa en comparación con otros productos como el vidrio (ver figura 3.2).

Para el año 2012 la producción mundial de plásticos se estima en 256 millones de toneladas, los cinco tipos de plástico más comunes se presentan en la siguiente tabla (PlasticsEurope, 2011).

Tabla 3.1 Tipos de plásticos

Tipo de plástico	Características	Imagen
<b>Poliolefinas</b>	Termoplásticos parcialmente cristalinos	
<b>PVC (Policloruro de vinilo)</b>	Derivado del plástico más versátil, es un polímero por adición y además una resina, presenta resistencia eléctrica y al fuego.	
<b>PS (Poliestireno)</b>	Polímero de estireno monómero derivado del petróleo, cristalino y de alto brillo	
<b>EPS (Poliestireno expandido)</b>	Plástico espumado derivado del poliestireno y utilizado en el sector del envase y la construcción, también conocido como unisel	

**PET (Poli  
Etilén  
Tereftalato)**

Materia prima plástica derivada del petróleo, correspondiendo su fórmula a la de un poliéster aromático.



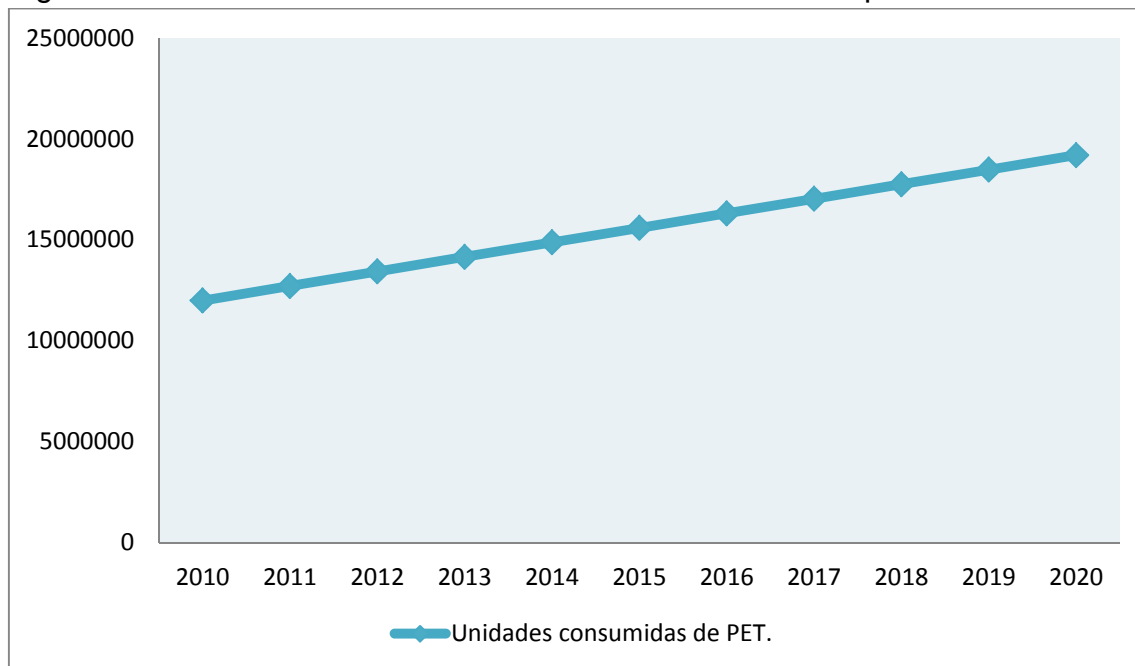
Elaboración propia con base en Wolf Mylene (2009).

Estos plásticos en su conjunto, representan casi el 70% de la demanda mundial, aproximadamente 200 millones de toneladas, la participación de México en esta producción se estima en un 2% del total (gráfica 3.1) porcentaje que equivale a cerca de 5.3 millones de toneladas de plástico producidas anualmente (PEMEX, 2012) demostrando así la clara participación de producción de plásticos a nivel mundial.

### **3.2 Consumo mundial de plásticos**

El consumo mundial de plásticos se calcula en 12 millones de toneladas, con un crecimiento anual de 6% (American Chemistry Council, 2010). El problema ambiental del plástico radica en que solo el 20% de esta materia se recicla, el resto se dispone en rellenos sanitarios o tiraderos a cielo abierto.

Figura 3.1 Aumento en el consumo mundial de unidades de plástico al año 2020.



Elaboración propia con base en Conde Ortiz P. (2012)

La grafica 3.1 muestra el aumento anual en el consumo del plástico considerando un crecimiento anual del 6% a partir del 2010, con lo cual se llega a un consumo anual de 19'200'000 toneladas.

### 3.2.1 Consumo de plásticos en México

En la actualidad, la demanda de productos flexibles y resistentes ha aumentado debido a la amplia variedad de bienes y servicios que circulan en el mercado, lo cual significa que las industrias manufactureras buscan productos económicos que puedan satisfacer éstas necesidades, siendo el plástico en sus diferentes presentaciones uno de los más demandados.

México se presenta al mundo como un país en vías de desarrollo, con una enorme cantidad de industrias manufactureras ubicadas dentro de las fronteras mexicanas ascendiendo a más de 472 mil (INEGI, 2010), siendo una gran cantidad de éstas las dedicadas a la industria refresquera por lo cual, al ser no solamente un país

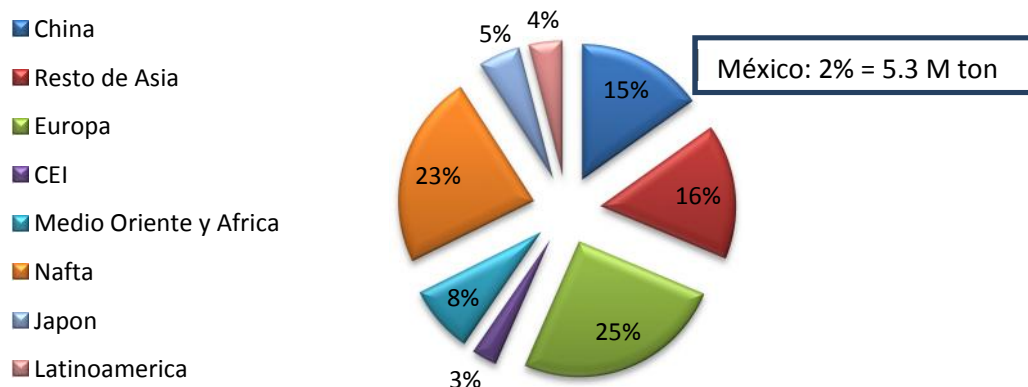
manufacturero sino igualmente consumidor de bebidas embotelladas se debe subrayar la gran cantidad de productos embotellados y consumidos dentro del país.

La industria de plásticos en México es uno de los sectores más dinámicos (ANIPAC, 2011). La industria de los plásticos se divide en dos sectores, la industria petroquímica, la cual se encarga de fabricar resinas y aditivos y en segundo lugar la industria manufacturera la cual se encargará de transformar los productos plásticos, siendo esta última la encargada de dar forma a las botellas PET.

México al ser un país petrolero y altamente industrial, integra a la industria de plásticos como una de las más importantes en el área debido a la gran cantidad de estos artículos que se producen en la zona.

Posee 72 ramas de actividades económicas del país, de las cuales, la industria del plástico provee de insumos a 59 de estas (UDLA, 2008).

Figura 3.2 Producción mundial de plásticos por país y región



Fuente: Elaboración propia con base en la página oficial de PlasticsEurope (2012).

De la cantidad anual de plásticos fabricada en México, la porción más grande de plástico es la destinada a la producción envases<sup>17</sup>, la cual asciende a 2'628,000 ton/año (Conde, 2012), significando casi el 50% del consumo total de plásticos en México.

<sup>17</sup> Se refiere a todo aquel recipiente o soporte que contiene o guarda un producto, protege la mercancía, facilita su transporte, ayuda a distinguirla de otros artículos y presenta el producto para su venta.

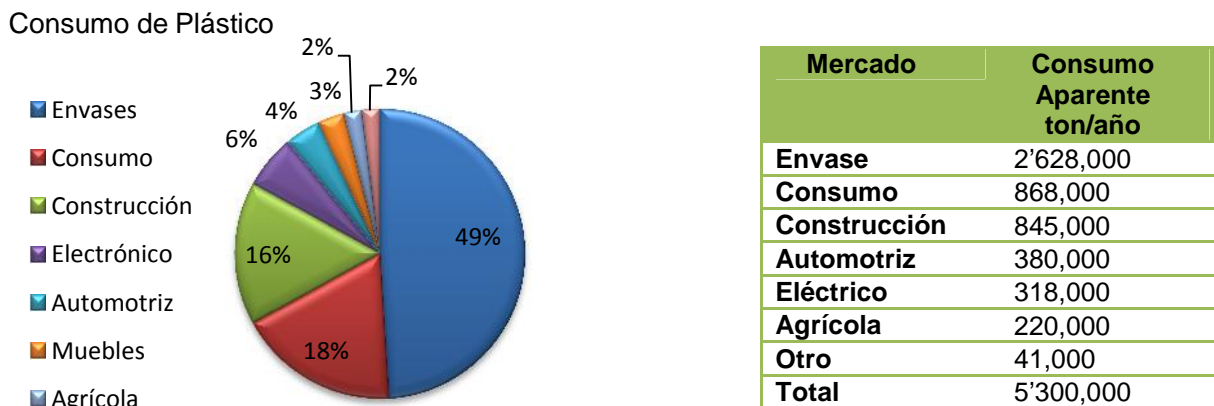
Se debe destacar que de la producción anual de envases, un 87% de estos finalizan su vida útil automáticamente, un 13% se recuperan y un 11% se reciclan (Ortiz, 2012), esto significa una cantidad mínima de 465 millones de toneladas recicladas situación que genera una gran preocupación medioambiental debido a la problemática que esto representa a nivel global, de igual manera, la cantidad mínima de PET que es procesada para su posterior reutilización y/o reciclado origina un importante área de oportunidad para la implementación de una técnica de logística inversa.

Paradójicamente, aunque el consumo de plástico en México es muy alto, las cifras de reciclaje deberían de ser igualmente alentadoras debido a los problemas de contaminación, sin embargo en México se muestra una cantidad mínima de reciclaje de plásticos, menor a un 20% (PEMEX, 2012), en contraste con otros materiales como el fierro, el vidrio, las latas de aluminio, el papel y el cartón, situación que se debe no solo a la escasa cultura de reciclaje que existe en el país sino al precio mínimo al que este se paga una vez que es desechado, con un precio aproximado de \$2.00 por kilogramo, a diferencia de otros productos como el cartón y el vidrio.

La industria plástica destina gran parte de sus esfuerzos a la fabricación de envases, de los cuales una mínima cantidad regresa a formar parte de la cadena de suministros, significando mayores cantidades de envases desechados, lo cual repercute directamente a la contaminación dado las grandes cantidades de envases producidos y el largo periodo de tiempo necesario para su descomposición (Figura 3.2).

La figura 3.2 representa el consumo total de plástico en las industrias correspondientes al año 2011, de igual manera deriva lo correspondiente a las cantidades que permanecen en el país y las que tienen un destino diferente, pero aún más importante refleja las cantidades de plástico que son desechadas inmediatamente las cuales representan la mayor parte (87%) y las que reciben algún tipo de tratamiento para su posterior reciclaje (13%).

Figura 3.3 Consumo aparente de plástico (Ton/año).



Elaboración propia con base en Conde Ortiz P. (2012).

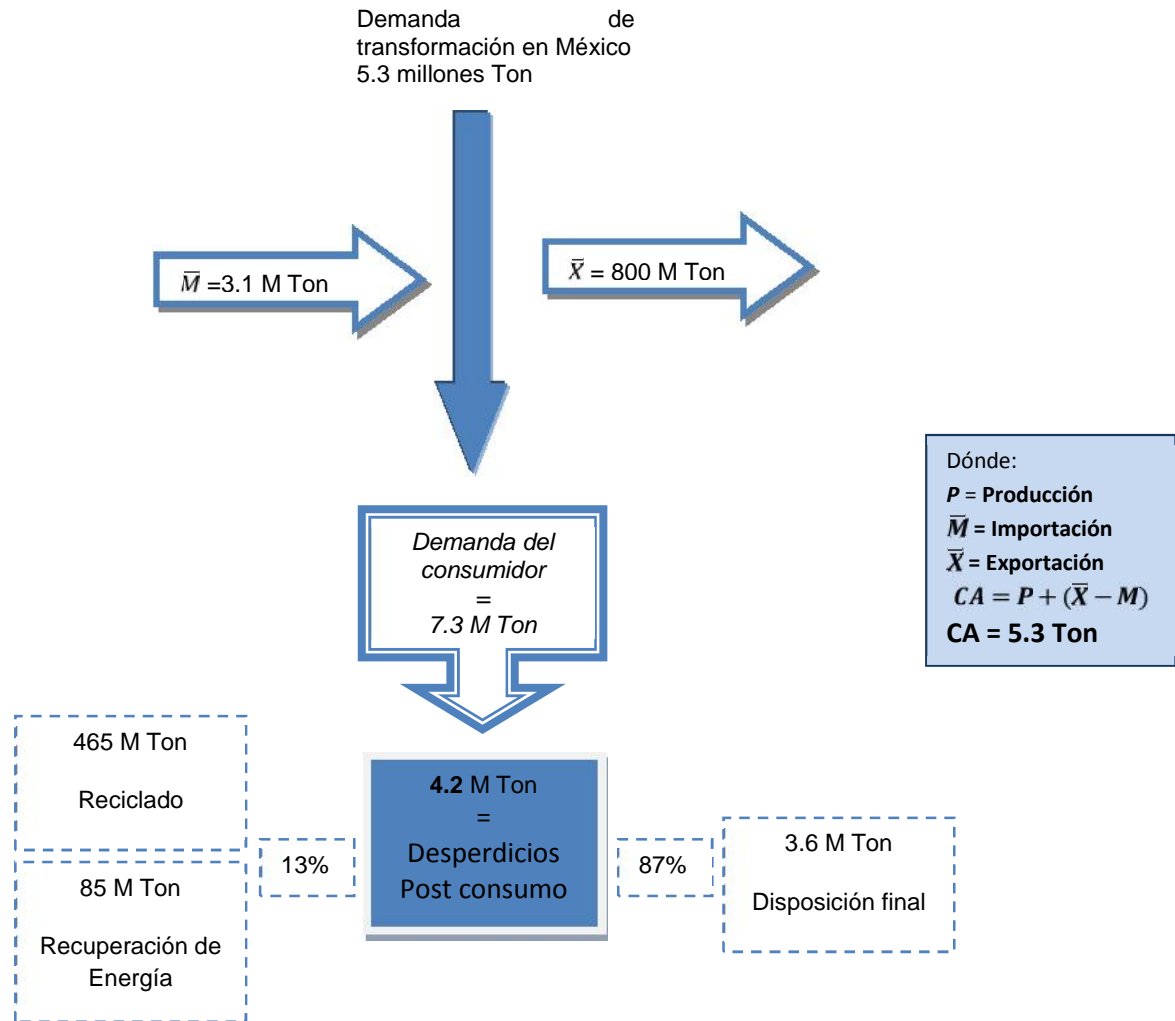
Si bien, el consumo de plásticos en la industria mexicana posiciona en primer lugar a la demanda de plástico para la fabricación de envases plásticos con un consumo anual de 2'628,000 ton/año (ver figura 3.2), lo cual genera grandes cantidades de residuos debido a que este tipo de envase es desechado inmediatamente después de su consumo.

Si bien, la demanda de transformación asciende a 5.3 millones de toneladas, de la cual se desprende una cantidad de desperdicio post-consumo de 4.2 millones de toneladas, generando solamente un 11% de este material con disposición para ser reciclado (465 millones de toneladas).

Esta cifra demuestra que el reciclado en México no forma parte de la cultura de consumo de todos los días y que por consecuencia las cifras relacionadas al consumo y desecho de este material seguirán aumentando.



Figura 3.4 Plásticos en México



Elaboración propia con base en Conde Ortiz P. (2012)

Debido a las grandes cantidades de PET que no son recuperados la logística inversa representa una oportunidad para lograr alargar el ciclo de vida de este tipo de envases significando una disminución en la cantidad desechada e igualmente mostrándose como una oportunidad de mercado por las ganancias que esto puede representar teniéndose como incentivo la escasa explotación de esta área ya que se estima que el precio del PET lavado y procesado asciende a los 850 euros o 15'521 pesos<sup>18</sup> por tonelada (Stanojevi , 2013).

<sup>18</sup> Usando un tipo de cambio de 18.26 pesos por euro al 29 de Enero del 2014

Si bien, existe una cantidad de 3.6 millones de toneladas de desechos plásticos, los cuales no tienen un propósito ni finalidad, siendo esta una cantidad que podría ser explotada para el uso de nuevos envases PET ya que por cada kilogramo de RPET<sup>19</sup> que es usado para la fabricación de un envase nuevo, se ahorra la producción de 1 kilogramo de PET virgen ascendiendo el precio de este hasta 22,500 pesos la tonelada, siendo así como puede representar un ahorro para la empresa en cuestión.

### **3.3 Envases PET**

La palabra plástico, proviene de la voz griega “plastikos” que significa “capaz de ser moldeado” la cual subraya una de las principales características de las sustancias plásticas, que son deformables y que se les puede dar forma con facilidad (Mendoza et al. 2009).

Los plásticos al ser productos que con sus distintas características físicas representan un área de oportunidad para las industrias debido a su maleabilidad y bajo costo, se ha convertido en uno de los principales productos usados para el envase y embalaje de distintos productos comercializados en México y en el mundo.

Se debe mencionar que en conjunto a las características físicas que representan estos polímeros, las principales industrias refresqueras y de agua, utilizan este material para el envase y embalaje de sus productos.

Debido al alto consumo de estos productos en el país en conjunto a la cultura de consumo - desecho, las cantidades de plásticos desechados diariamente son muy altos (3' 600 millones de toneladas anuales).

El PET específicamente, se caracteriza por ser un polímero que se ablanda con el calor, por lo tanto se transforma, reutiliza y recicla en diversos productos. Desde 1976 se utiliza para la fabricación de envases ligeros, transparentes y resistentes como envases

---

<sup>19</sup> Pet que ha sido reciclado.

de refresco, aceite comestible, agua purificada, alimentos, aderezos, medicinas, agroquímicos (Rodríguez J, 2012). En la actualidad se utiliza principalmente en tres líneas de producción

1. PET textil, utilizado para fabricar fibras sintéticas<sup>20</sup>, principalmente poliéster.
2. PET botella, utilizado para fabricar botellas por su gran resistencia a agentes químicos, transparencia, ligereza y menores costos de fabricación.
3. PET film, utilizado en gran cantidad para la fabricación de películas fotográficas, de rayos X y de audio.

De la misma manera hay algunos aspectos positivos que se encuentran en el uso de este material, entre sus características se pueden mencionar:

- Actúa como barrera para gases como el CO<sub>2</sub><sup>21</sup>
- Es transparente y cristalino
- Irrompible
- Liviano
- Impermeable
- Baja toxicidad
- Alta resistencia química y buenas propiedades térmicas
- Totalmente reciclable
- Estabilidad a la intemperie
- Alta resistencia al plegado

El PET al poseer cualidades positivas en la industria, no solo físicas sino económicas se convierte en la primer opción tanto del productor como del consumidor a la hora de adquirirlo motivo por el cual el consumo de este producto en el mercado va en aumento.

---

<sup>20</sup> Es una fibra textil que se obtiene de diversos productos derivados del petróleo

<sup>21</sup> El dióxido de carbono, también denominado óxido de carbono, gas carbónico y anhídrido carbónico, es un gas cuyas moléculas están compuestas por dos átomos de oxígeno y uno de carbono.

Sin embargo cabe resaltar que en contraste con la gran cantidad de envases PET que son producidas y consumidas a diario, la cantidad de envases que son desechadas a diario es igual de grande y en consecuencia con un incremento constante.

### **3.3.1 El PET en México**

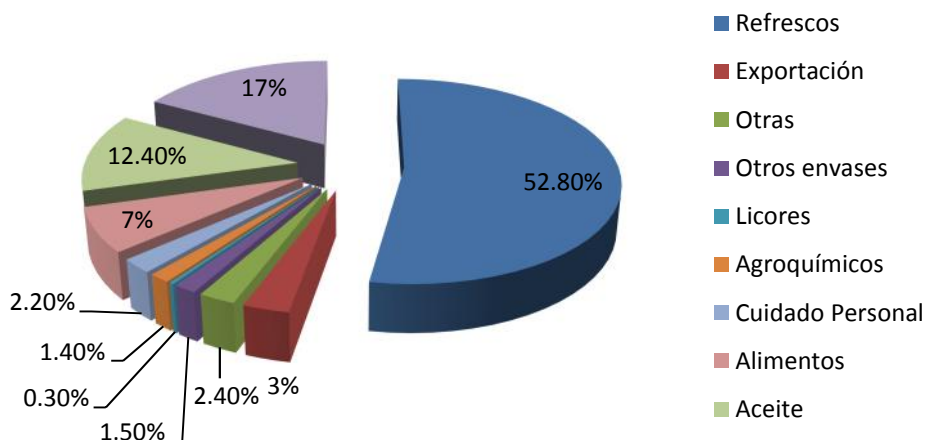
En México, a mediados de la década de los ochenta, comenzó a utilizarse el PET para la manufactura de envases, cabe destacar que debido al aumento de la actividad económica en el país el crecimiento en el uso de este material en las industrias mexicanas ha incrementado el uso de este producto anualmente (Gobierno de Estado de México, 2011).

Debido a la gran cantidad de industrias dedicadas a la fabricación de este polímero y que están ubicadas dentro del territorio nacional, han generado un aumento constante en la producción de este material que igualmente dada la gran cantidad de productos embotellados que son demandados ha generado un auge en la producción de envases PET.

En la actualidad, México es el principal consumidor de bebidas embotelladas. Se estima que en el país se consumen alrededor de 800 mil toneladas de botellas PET al año, con un crecimiento anual de 13% (American Chemistry Council, 2010). Para abastecer la demanda de botellas PET en México, existen 5 plantas productoras y alrededor de 190 plantas embotelladoras, que atienden a casi un millón de puntos de venta. (Aizenshtein, 2006). Debido al alto consumo de PET en el país, se estima que cada mexicano consume en promedio 5 botellas de PET al día, lo cual significa una cifra alarmante.

Cabe resaltar la importancia de la implementación de un sistema de logística inversa en áreas como la producción y venta de PET debido a las condiciones en las que se desarrolla el país e igualmente debido a la gran cantidad de estos productos que se consumen diariamente.

Figura 3.5 Uso de PET en México



Elaboración propia con base en Revista del Consumidor (2013).

El mayor porcentaje del uso de PET es el destinado al envase de refrescos y agua, siendo en su conjunto casi el 70% del PET en México, significando más de 500 mil toneladas de botellas que se desechan inmediatamente después de su uso, dado que son materiales que son producidos para desecharse automáticamente (Figura 3.5).

Cabe destacar que aunado a la gran producción de PET relacionada con el embotellamiento de refrescos y agua, el constante ambiente de consumismo en el que nos desarrollamos genera una actitud de consumir para desechar inmediatamente, provoca que el alcance de producción-venta-consumismo de este producto sea increíblemente alta motivo que resalta debido a los grandes índices de desechos relacionados con estos productos. Los residuos de PET representan entre el 25 y 30% de los residuos sólidos municipales generados en el país (SEMARNAT, 2009).

Según datos de la Secretaria del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), en México solamente se recicla alrededor del 15% del PET que se consume (menos de 150 mil toneladas), mismo fenómeno que se puede deber al precio al que se compra

el kilogramo de PET que es de tan sólo \$2 pesos, sienta un incentivo mínimo en comparación con el aluminio que oscila en \$50.

Las grandes cantidades de PET que son fabricadas en contraste con la proporción de este material que es reciclado provocan que el problema de contaminación se agrave aún más. El PET al ser un producto práctico y de fácil uso se convierte en uno de los principales problemas ambientales con difícil solución.

Cabe destacar que en contraste con los índices mínimos de recolección y reciclaje de envases PET en México, el mercado de reciclado posee cualidades con gran potencial en todo el mundo, ya que países como China importan grandes cantidades de estos productos reciclados ya que significan una gran oportunidad de negocio debido a los diferentes usos a los que éste se destina.

Es importante mencionar que una vez que el PET ha sido procesado para su posterior transformación y uso, México sólo se queda con un 20 o 30% del material recuperado, el resto es exportado, aproximadamente 25 mil toneladas de este producto tienen como destino el país asiático.

*“Se calcula que el valor potencial del mercado de reciclaje de PET asciende a 700 millones de dólares anuales; sin embargo, hasta el momento sólo se aprovecha alrededor de 15% de lo que se produce en el país. El valor actual de la incipiente industria de reciclaje de PET en México se calcula en \$44 millones de pesos”* (American Chemistry Council, 2010).

Dado el gran número de envases PET que son producidos en México, el mercado PET dentro del país puede significar una gran oportunidad, sin embargo aún no se cuenta con la cultura necesaria para la recolección de estos productos y al mismo tiempo, las empresas interesadas en el procesamiento de estos productos todavía no satisfacen las grandes cantidades de PET que son desechadas diariamente.

A pesar de las características físicas y químicas, de las cuales se asegura que este material puede ser inerte al medio ambiente, el impacto visual que este producto genera una vez que es arrojado a las superficies es muy perceptible para la población, de igual manera su presencia en los cauces de corrientes superficiales provocan dificultades en el drenaje, así como en las calles, bosques y selvas, generando basura. Actualmente en México 90 millones de botellas de refrescos y agua son lanzadas a vías públicas (Gobierno del Distrito Federal, 2006) mismas que tardan más de 300 años en degradarse.

Es importante mencionar la gran problemática que el PET representa una vez que es desechado, ya que tarda una gran cantidad de años en degradarse y tomando en cuenta que menos de un 15% del PET en México recibe un adecuado proceso de reciclaje, un 85% (aproximadamente unas 3600 millones de toneladas) que es desechado anualmente representando una de las problemáticas a combatir.

Después de haber mencionado los datos referentes al problema del PET que circula en México, el porcentaje mínimo que se recicla en conjunto al problema que ocasiona en materia ambiental, se pretenderá alargar el ciclo de vida del PET mediante la reintegración a la cadena de suministro con el cual se intentará disminuir costos.

### **3.4 Sistemas integrales de gestión de residuos**

La problemática a la que se enfrenta la sociedad en cuanto al desgaste ambiental relacionado con el número de desperdicios plásticos aumenta año con año con lo cual, la mejor opción para obtener una disminución en la cantidad de estos desperdicios es de manera lógica, reducirlos en cantidad, lo cual significa disminuir la producción, sin embargo este es únicamente el enfoque ambiental ya que desde la perspectiva industrial significa una disminución en las ganancias, debido a los distintos intereses, se debe llevar a cabo la explicación de las distintas áreas de actuación para lograr una disminución en esta problemática.

Se analizará la siguiente jerarquía en los diferentes tipos de actuación con respecto a la gestión de residuos.

#### 1. Reducción en origen:

Uno de los principales puntos en el análisis de la problemática de residuos plásticos, es la reducción en origen la cual se puede conseguir mediante el mejoramiento en los procesos de fabricación pero aún más importante mediante la disminución del consumo de las materias primas, siendo igual de importante el mejoramiento del producto para la disminución del impacto ambiental.

Debido a que la reducción en origen significa que se involucra solamente la empresa productora o manufacturera en cuestión, debe de ser implementada, analizada y aceptada por los directivos, ya que puede significar una mayor inversión en los costos de producción, significando una herramienta viable para el medio ambiente, sin embargo para las empresas significaría un aumento en el capital a invertir.

#### 2. Reutilización

Es la recuperación de materiales, está considerado generalmente el componente más importante de los programas de sistema integrado de tratamiento de residuos (Masters, 2008).

La recuperación de residuos significa que los materiales no solo se eliminan de la cadena de residuos urbanos, sino que como parte vital del proceso deben de volver a ser adquiridos por el consumidor.

La reutilización en los materiales utilizados significa no solo una disminución en los residuos que afectan al medio ambiente sino que al lograr reintegrar productos a la cadena de suministros se permite una disminución en los gastos provocados por la compra de materiales nuevos.



### 3. Reciclado

En general, el término se refiere a cuando los materiales se recogen y usan como materias primas para la manufactura de productos nuevos.

“El proceso de reciclado incluye la recogida de los materiales reciclables, la separación de estos por tipos, su procesado para la venta a los fabricantes y, finalmente la adquisición y uso de bienes fabricados con estos materiales reprocesados” (Masters, 2008).

El reciclado puede significar una oportunidad de negocio para las grandes industrias, debido a que actualmente los materiales que han finalizado su ciclo de vida logran un posterior procesamiento para la manufactura de productos nuevos, significando nuevas ganancias y al mismo tiempo logran una disminución en la cantidad de productos desechados.

### 4. Valoración energética

La valorización de los residuos consiste en el aprovechamiento de su poder calorífico mediante procesos de combustión (Rodríguez J, 2012), el calor desprendido durante la combustión puede ser utilizado para la producción de vapor y energía eléctrica.

El uso de materiales que han sido desechados significa una gran oportunidad en la disminución de residuos y en la utilización de productos nuevos para obtener el mismo fin, con lo cual se puede lograr una importante diferencia entre los productos que pueden ser utilizados para un fin distinto.

### 5. Vertido controlado

El vertido controlado se refiere al tratamiento que se aplicará solo a aquellos residuos que no son susceptibles de ser reciclados o valorizados energéticamente, tratando de reducir con esto el volumen de residuos a tratar.

Al establecer y valorar los distintos métodos mediante los cuales se puede lograr reducir los materiales que han sido desechados para lograr disminuir el impacto ambiental

provocado por estos productos significa no solo un mejoramiento ambiental sino que al mismo tiempo logra la obtención de mejoras económicas para la industria en cuestión.

Establecer distinciones claras entre los términos de reducción, reuso y reciclaje es importante debido a que es necesaria una correcta interpretación de los datos en cuanto a la aplicación de un sistema de logística inversa se refiere.

### **3.4.1 Reciclado de los plásticos**

Como se analizó en el principio de este capítulo, la cantidad de residuos plásticos en México ha crecido sorprendentemente alcanzando los 3'600 millones de toneladas en 2012 refiriéndose a envases únicamente. Aunque todos los plásticos son teóricamente reciclables, la recuperación real para reciclado de éstos es inferior al 15%.

“El termino plástico, engloba una amplia variedad de resinas o polímeros con diferentes características o usos, aproximadamente el 80% son termoplásticos, los cuales pueden volver a fundirse y remodelarse. El 20% restante son termoestables, lo cual supone mayor dificultad para reciclarse” (Castells, 2000).

El plástico en sí mismo no es un residuo muy especial sino que su corta vida útil provoca un gran impacto ambiental, muy en particular de carácter visual, lo cual hace importante la disminución en la cantidad de este desecho así como el reciclaje del mismo.

Actualmente se están utilizando cuatro métodos básicos para separar plásticos para el reciclador (Castells, 2000).

- *Identificación Física*

La separación de envases completos se lleva a cabo manualmente (mediante inspección visual, empleando el código de identificación del material plástico o

resina) o automáticamente. Sin embargo un error humano puede conducir a separaciones inadecuadas.

- *Escaneado químico*

Se emplea para la identificación de envases completos para tipos de polímero específicos, esto es aplicable normalmente a envases de PVC. Más recientemente, las técnicas basadas en análisis del infrarrojo cercano pueden identificar el tipo de material del envase.

- *Separación mediante densidad*

Las técnicas de flotación se emplean para separar plásticos en forma de escamas de acuerdo con las densidades de los diferentes plásticos.

- *Selección electrostática*

Este método emplea las cargas electrostáticas para separar polímeros en forma de escamas. En particular PET del PVC en las últimas etapas. En la práctica los procesos de separación normalmente emplean más de uno de estos métodos. Todos usan el método de densidad en el lavado final y etapa de clasificación.

De igual manera el reciclado de residuos plásticos postconsumo (ya usados) para su utilización como material secundario ya se desarrolla de manera comercial, principalmente en países asiáticos en donde el PET una vez que es procesado se usa para la manufactura de productos nuevos como se verá más detalladamente.

Existen tres grandes vías para la valorización de residuos plásticos.

- *Reciclado físico o mecánico.* Consiste básicamente en una serie de operaciones de trituración, lavado y clasificación para el posterior aprovechamiento

- *Reciclado químico*, esencialmente estriba en la transformación de las largas cadenas poliméricas que constituyen los plásticos en hidrocarburos de cadena ligera para su posterior aprovechamiento en otros procesos. El calor actúa de elemento transformador.
- *Reciclado energético*, es, básicamente, la incineración con recuperación de energía.

El plástico sigue siendo uno de los residuos que presenta más dificultades para su correcto reciclaje.

Según algunos datos del instituto “Plastic Bottle<sup>22</sup>” el reciclaje de los envases PET ostenta un precio de los más elevados en el mercado del reciclaje, pero de igual manera el mismo encuentra aplicación en diversos productos por ejemplo: fibras de calidad para chaquetas, material de relleno para cojines, fabricación de alfombras, tablas de surf, así como botellas nuevas de PET.

El problema del reciclado en México, radica en las condiciones tanto físicas como económicas de los envases PET relacionadas con la sociedad y el desarrollo de la misma, igualmente los factores ya mencionados, provocan que el reciclado del PET cuente con una demanda mínima, sin embargo deben de existir mayores condiciones para que este mercado prospere en el país y asegure un mejor aprovechamiento de los recursos.

### **3.5 Sistema de logística inversa en envases PET**

Dentro del sistema de logística inversa se encuentra la recuperación de materiales, mediante la reintroducción de los mismos en la cadena de suministros, generando una proyección sobre la existencia de la relación entre el desarrollo sustentable y la logística inversa. Adicionalmente, se ha expuesto el problema de generación de residuos en

---

<sup>22</sup> The Plastic Bottle Institute, division of the Plastics Industry.

México, siendo las botellas de PET una gran aportador al volumen de residuos sólidos generados.

Se pretende agrupar los conceptos antes mencionados con el fin de generar acciones más concretas con tendencia a reducir el problema del desecho de botellas de PET, se intenta comprobar mediante el análisis de la implementación de un sistema de logística inversa en el ciclo de vida de las botellas PET mediante el retorno de estos productos una vez que han sido desechados generando así beneficios económicos al tiempo que se evita la degradación del medio ambiente al reducir el uso de recursos naturales.

Actualmente la industria embotelladora es una de las más susceptibles a desarrollar un sistema de logística inversa, dado que los productos que manejan son más susceptibles a devoluciones debido al material con el que son elaborados (plástico).

La reutilización del PET puede significar una opción económicamente viable para la mejora en las actividades industriales ya que se logra una disminución en la compra de materiales nuevos, pero incluso con todos estos factores que pueden lograr una mejora en la industria, las empresas que implementan sistemas que logren un reciclaje en sus productos todavía son muy pocas.

Sin embargo, los gobierno preocupados por el hecho de la generación de grandes cantidades de desechos han tratado de implementar medidas para disminuir estas cifras, siendo este una de las principales razones por la cual las industrias han tratado de adecuar sistemas para así aumentar las cantidades que son reintegradas a la cadena de suministros.

La introducción de programas como la logística inversa, sugieren una reintroducción de productos que ya se han convertido en residuos, por lo tanto los beneficios que acompañan a este tipo de herramientas son variadas.

*1. Aprovechamiento de materiales cuyo valor es nulo o muy reducido*

Especialmente en materiales como el plástico, una vez que su ciclo de vida ha finalizado, el precio de éste es muy bajo, con lo cual la utilización de éste para la producción de productos nuevos puede resultar con ganancias debido a que actualmente existe una gran variedad de productos que son producidos con este tipo de materiales los cuales una vez procesados resultan de gran interés para las industrias.

*2. Menor consumo de materias primas, contribuyendo al ahorro y conservación de los recursos naturales, que son limitados*

Debido a que actualmente una de las mayores preocupaciones en la sociedad y en los gobiernos es el agotamiento de los recursos naturales, mismos que antes se pensaba eran inagotables actualmente representan una problemática debido al agotamiento de éstos por lo cual insertar herramientas de retorno de mercancías lograría obtener un mayor aprovechamiento de estos recursos debido a que los materiales lograrán alargar su ciclo de vida y por lo tanto disminuir el consumo de materias primas logrando así una disminución en el impacto ambiental generado por las industrias.

*3. Disminución del impacto ambiental de los residuos.*

Al implementar herramientas como la logística inversa en la cadena de suministros en primer lugar se logra una disminución en los recursos económicos destinados a la obtención de productos nuevos y en segundo lugar, al implementar medidas como éstas que permitan el retorno de productos que han terminado su ciclo de vida por lo tanto disminuyen la cantidad de materiales que se convierten en residuos inmediatamente.

*4. Reducción de los depósitos en vertederos, lo que prolonga la vida de los mismos.*

Al reintegrar los envases y/o embalajes a la cadena de suministros, se permite una disminución en la cantidad de materiales desechados, con lo cual se logrará

aumentar el ciclo de vida de estos productos e inmediatamente provoca una disminución en la cantidad de este material que está destinada a los vertederos.

##### *5. Creación de una infraestructura industrial y comercial en el entorno de los residuos.*

Las empresas están cada vez más interesadas en utilizar materiales que les permitan disminuir sus costos e implementar medidas dirigidas especialmente al PET logrará no solo destinar este producto a su reutilización sino que permitirá comerciar entorno al residuo del PET una vez que éste es procesado, permitiendo ampliar su mercado mediante la comercialización de este producto procesado.

Los beneficios que acompañan a este tipo de herramientas genera no solo una disminución en los residuos sino que aumenta la vida de los productos y como consecuencia genera la obtención de mejores resultados económicos, con lo cual demuestra que los beneficios de convertirse en empresas socialmente responsables pueda conllevar buenos resultados en las industrias, *“Está demostrado que cuando se elige entre dos marcas de la misma calidad y precio, la cuestión de responsabilidad social es la que más afecta la decisión de compra”* (Barber K., 2012).

Impulsar sistemas de reciclaje nacional de PET como el de una logística inversa, son medidas urgentes, en primer lugar por lo que respeta a la limpieza visual y del mismo modo el manejo eficaz de los residuos para evitar la acumulación en los rellenos sanitarios, es preciso transitar hacia una economía sustentable que ahorre materia prima y recursos energéticos.

### **3.6 Residuos en la zona del Valle de Toluca**

A pesar de los beneficios que conlleva la introducción de herramientas como la logística inversa, actualmente del total de los residuos que se generan un 30% se entierran y el resto ya constituye un problema desde el punto de vista ecológico, higiénico, sanitario, político, social y económico, debido a que el costo de la recolección, transporte y

eliminación es cada vez más caro, causado por que no se aprovecha la potencial energía que existe en estos residuos.

Cabe recordar que el PET es un material que no muestra una gran demanda de recolección por parte de la población debido al bajo costo al que este es pagado, sin embargo una vez que éste es procesado, el precio aumenta sustancialmente, motivo por el cual se le debería de prestar una mayor atención por parte de las industrias y de los gobiernos también.

La zona metropolitana del Valle de Toluca es la segunda conurbación en importancia del Estado de México y la quinta a nivel nacional debido a que en el área se encuentran diversas zonas industriales y a la población que aumenta diariamente. La generación de residuos en el área es un problema que aqueja a la sociedad y al gobierno.

La importancia en el crecimiento poblacional, así como en el alto número de residuos que se generan en el área, radica en que las zonas necesarias para el tratamiento de residuos de las que se dispone no son suficientes, ni tampoco cuenta con infraestructura suficiente para el tratamiento de residuos.

El Valle de Toluca cuenta con 10 rellenos sanitarios en los cuales ingresan un promedio de 5,871 toneladas diarias de basura. Además existen 37 sitios de disposición controlados y 52 no controlados, lo que en total suma 14,870 toneladas de basura diarias. Cabe destacar que este número representa el 16.7% del total generado en el país (SEMARNAT, 2009).

De igual manera, operan 36 sitios en proceso de saneamiento, en los cuales de manera irregular se realizan operación de conformación, compactación y recubrimiento de residuos, se han identificado 54 sitios, los cuales resultan totalmente inadecuados, después del conteo anterior, se llegó a la conclusión de que tan solo operan 2 rellenos, incluso se estima que 3,112 toneladas se dirigen a tiraderos clandestinos. (SEMARNAT, 2009).



En el municipio de Toluca se estima que la generación de residuos sólidos por habitante es de 800 gr/día, lo cual se traduce en un promedio de 600 toneladas diarias de residuos sólidos no peligrosos de origen doméstico, de éstas aproximadamente 250 toneladas son recolectadas en la cabecera municipal las 350 restantes corresponden a la recolección de las delegaciones y subdelegaciones que conforman al municipio (H. Ayuntamiento de Toluca, 2013).

Según datos del ayuntamiento de Toluca al año 2010, la composición de los residuos generados por la población municipal es de un 40% materia orgánica (incluyendo residuos de comida, vegetales y desperdicios) y el 60% residuos sólidos inorgánicos (entre los que se encuentra el PET). Actualmente el municipio no cuenta con programas de separación, por lo que los residuos recolectados por el sistema municipal son depositados en el relleno sanitario “La Estación” ubicado en el municipio de San Antonio la Isla (con una vida útil de 25 años) o bien el relleno sanitario de mantenimiento y servicios ambientales del municipio de Zinacantepec (con una vida útil de 10 años).

El área de la zona del Valle de Toluca, cuenta con un amplio número de población y de industrias, por lo cual existen en el área diferentes sitios destinados al depósito de residuos. La mayor parte de estas instalaciones presenta serios problemas de salubridad y deficiencia aumentando el problema de residuos constantemente, haciendo necesaria la rápida implementación de nuevas medidas para la disminución residuos.

La logística inversa al ser una herramienta de apoyo que permite la reintroducción de envases plásticos en la cadena de suministros logra crear una disminución en los residuos plásticos por lo que se presenta como una técnica viable para aumentar las utilidades de la empresa mediante el reuso de este material.

Si bien, las industrias han demostrado preocupación por el medio ambiente y en el uso de sus recursos, es así como ALPLA dedicada a la fabricación de envases plásticos en conjunto con FEMSA, desarrollaron un proyecto de acciones en pro del medio ambiente, llamada Industria Mexicana del Reciclaje (IMER), éste es el encargado de la

recolección de diversos productos para su posterior reciclaje, en el caso de los envases PET, éstos son reunidos en centros de recolección ubicados en distintos puntos de la ciudad, de igual manera, mediante programas de apoyo para la recolección en escuela, se logra reintegrar el PET en la cadena de suministros (Coca-Cola México, 2012).

## **Capítulo 4. Análisis del sistema de logística inversa caso ALPLA Toluca.**

Este capítulo tendrá por objetivo el análisis de ALPLA empresa dedicada a la producción de envases y embalajes plásticos y se encuentra ubicada en el parque Exportec I en la ciudad Toluca. ALPLA es el centro de análisis de este trabajo debido a la aplicación de la logística inversa en su cadena de suministros, por lo cual después de haber realizado un análisis de las ventajas y desventajas en el uso de esta técnica se procederá a realizar un estudio a la aplicación de esta herramienta así como sus beneficios.

### **4.1 Datos generales de la empresa**

La gran cantidad de industrias ubicadas en la zona del valle de Toluca, hace de esta área un foco de atención en primer lugar por la fabricación de materiales y en segundo lugar por la cantidad de residuos generados en esta área.

El análisis realizado acerca de la problemática relacionada con los desechos PET, las grandes cantidades de producción de ésta, vinculada con la cultura consumista uso-desecho ha provocado que el desgaste ambiental tenga un sorprendente aumento y debido a las grandes cantidades de desechos plásticos y el largo periodo de tiempo que éstos tardan en desintegrarse por lo tanto debido a que ALPLA es una de las principales empresas fabricantes y proveedoras de PET, se analizará específicamente el sistema que esta empresa maneja en relación con los envases ya desechados de PET.

La empresa ALPLA Werke Alwin Lehner GmbH & Co KG con sede social en Mockenstrabe 34 6971 Hard, Austria. Fundada por Alwin y Helmuth Lehner, da comienzo a sus operaciones en el año de 1955 en la ciudad Austriaca de Hard.

La empresa dedicada al desarrollo y producción de materiales plásticos, da inicio en el patio trasero de una casa con una modesta maquina moldeadora por inyección, dando paso en el año de 1956 a la tecnología de moldeo por soplado.

Posteriormente, ALPLA se desarrolla expandiendo sus operaciones a diversos países del continente europeo como Alemania, Italia, Polonia y República Checa y con su primera planta en América ubicada en Venezuela en el año de 1968.

ALPLA se establece a nivel mundial como una de las principales empresa productoras de envases plásticos, ALPLA ha logrado un gran desarrollo a lo largo de los años, actualmente cuenta con 149 instalaciones de producción en más de 39 países distribuidos en tres continentes, entre las plantas más importantes se encuentran las ubicadas en Estados Unidos, México, Brasil, Austria e India. (ALPLA, 2012), resaltando su presencia debido a que fabrica envases para diversas marcas de gran relevancia en el mundo empresarial.

Se encuentra registrada en México como: ALPLA México S.A. de C.V. con sede regional de operaciones ubicada en el Valle de Toluca, Parque Industrial Exportec I, con dirección: Manzana 3, Lote 6, Toluca, Estado de México.

## **4.2 Productos y presencia en los mercados**

Los materiales de ALPLA acompañan a productos en todo el mundo desde gel de ducha hasta aceite para motores, detergentes y limonada. Los principales productos que ofrece ALPLA a la industria son:

1. Sistemas de embalaje, los cuales funcionan como contenedores que se utilizan para conservar, exhibir o movilizar las mercancías.
2. Botellas completas con tapón.

3. HDPE Polietileno de alta densidad, se usa para la elaboración de envases plásticos desechables.
4. LDPE Polietileno de baja densidad, este material se refiere a las resinas de uso general las cuales combinan transparencia, rigidez y densidad.
5. PP Polipropileno, éste se usa sobre todo para jarras y cierres y proporciona un embalaje rígido como barrera a la humedad.
6. Coex de 6 capas, estas son usadas en su mayoría para contener productos alimenticios.
7. PET Politereftalato de etileno, se usa habitualmente para bebidas carbonatadas y botellas de agua.
8. PET-G, es un material plástico de color cristal claro fuerte, resistente a químicos.
9. Cierres y piezas moldeadas por inyección
10. Preformas (para agua, refresco, leche o aceite) (ALPLA, 2012).

Se debe resaltar la presencia de botellas destinadas al envase de agua y refresco, dato que se debe de tomar en cuenta debido al alto consumo de estos productos en México.

De la misma manera el consumo de plásticos tanto en México como en el mundo ha aumentado sobremanera, generando así una mayor demanda de estos productos y en consecuencia de envases PET con lo cual no se genera solo ganancias a las empresas en cuestión sino al mismo tiempo el daño provocado al medio ambiente aumentara en la misma proporción.

Los envases fabricados por ALPLA acompañan a diversas marcas comercializadoras, entre las más importantes se pueden mencionar:

1. Artículos de higiene personal:  
Head shoulders, Colgate, Palmolive, Pantene, Ponds, L'Oreal, Dove, Garnier, Axe

2. Artículos de cocina:  
La costeña, Activia, Heinz, Hellmans, CoffeMate, Nesquik
3. Bebidas embotelladas:  
Coca-Cola, Nestlé, Pepsi, Agua viva, Grappa, jugos y aguas de distintas marcas.
4. Artículos de limpieza para el hogar:  
Vanish, Harper, Suavitel, Persil, Cloro, Fabuloso, Ariel.
5. Aceites automotrices:  
Bixxol, Mobil, VS Max, Racing (ALPLA, 2012)

Imagen 4.1 Envases fabricados por ALPLA



Imagen obtenida de la página oficial del ALPLA

La imagen anterior muestra algunos de los principales productos que son envasados con materiales fabricados por ALPLA, se debe destacar que la mayoría de estos productos contienen líquidos o alimentos lo que los hace más susceptibles de poseer un ciclo de vida más corto debido a las características de los contenidos, lo cual significa que una gran parte de los envases fabricados por ALPLA pasaran a ser un desecho después de haber satisfecho las necesidades de un consumidor temporal.

### **4.3 Sistema de Sustentabilidad en ALPLA.**

El principal material que es utilizado por ALPLA para la fabricación de sus embalajes es el plástico, este punto aunado con la sociedad globalizada en la cual sobresale la cultura de uso-desecho, generan una gran problemática ambiental, debido a que este material es uno de los más duraderos en cuestión de degradación ambiental, ya que como se ha mencionado en capítulos anteriores, genera un problema tanto visual como en los vertederos sanitarios debido a las grandes cantidades en que éste es usado.

Debido a esta problemática y a que ALPLA al ser una empresa con presencia internacional debe de preocuparse por cumplir con las normas internacionales en materia ambiental, ha creado diferentes alternativas para la disminución de contaminantes, siendo importante de mencionar a la logística inversa como un proceso alterno para la menor generación de residuos.

En 2011 ALPLA crea una fusión con la empresa austriaca recicladora “PET Recycling Team GmbH”, con la cual se conjuga para obtener mejores resultados en la aplicación de medidas ecológicas y en beneficio del medio ambiente.

PET recycling Team GmbH, se muestra como una de las principales empresas de reciclaje en Europa, esta empresa está dedicada a la producción de PET triturado de alta calidad, el cual se produce mediante el reciclaje de botellas PET y a la vez utilizado para su producción, con lo cual se hace una importante contribución a la reducción de los agentes contaminantes.

Al año 2013 la empresa PET Recycling Team entra en operación con una capacidad anual de 25,000 toneladas de PET reciclado, con lo cual demuestra que el PET reciclado no solo es una oportunidad de reducir contaminantes sino también una gran área de negocios poco explotada.

ALPLA emplea distintas técnicas en su producción con el fin de reducir el consumo de recursos primarios en todos los ámbitos y adoptando diversas medidas para la reducción de materiales desechados, entre las más destacadas se pueden mencionar:

1. Reducción de peso, mediante nuevas tecnologías y materiales funcionales, reducen constantemente el peso y el consumo de materiales, con lo cual se reduce el uso de materia prima utilizada para la fabricación de productos nuevos.
2. Selección de materiales, utilización de plásticos renovables, no fósiles o “verdes” permite tener en cuenta aspectos como la posibilidad de reciclar materiales empleados. Específicamente en este punto se hace referencia al PET reciclado, ya que una vez que es procesado puede utilizarse para la fabricación de envases nuevos generando así una disminución en el consumo y fabricación de materiales nuevos.
3. Reciclaje, ALPLA emplea materiales de post-consumer-recycling (PCR) para fabricar embalajes de plástico de PET y poliolefinas con lo cual se logra disminución en los recursos utilizados y un realce en la utilización de materiales reciclados.

Al igual que muchas empresas, ALPLA desarrolló tecnologías para mejorar sus productos sin perjudicar al medio ambiente.

#### **4.3.1 Recuperación de envases**

Si bien, según el Informe Brundtland de 1987, el concepto de desarrollo sustentable consiste en satisfacer las necesidades de la actual generación sin sacrificar la capacidad de futuras generaciones de satisfacer sus propias necesidades, por lo cual ALPLA mediante Industria Mexicana de Reciclaje en México ha logrado recuperar grandes cantidades de PET y al implementar medidas que permitan reducir y reciclar los materiales que ya han sido desechados hace una adecuada implementación del



concepto de sustentabilidad en la cadena de suministros al desarrollar materiales que permitan ser cada vez más amigables con el medio ambiente, de igual manera, ALPLA ha logrado que hoy en día millones de botellas PET que usa el sistema en México estén compuestas hasta un 50% de material reciclado.

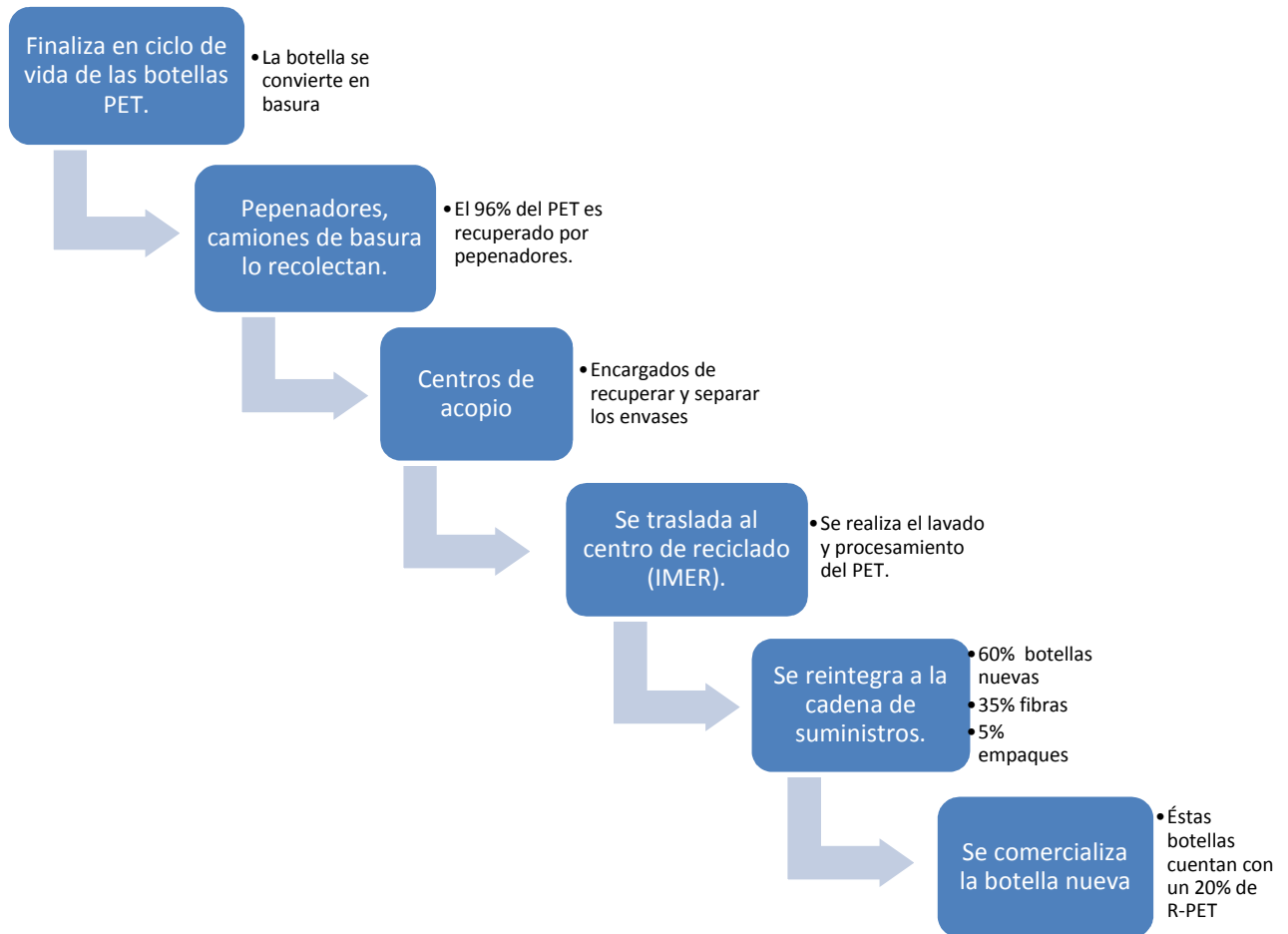
En 2005 ALPLA en conjunto con Coca-Cola FEMSA y Coca-Cola de México crea una Joint Venture<sup>23</sup> llamada Industria Mexicana de Reciclaje (IMER), la cual representa la primera planta de reciclado de plástico PET en México y de mayor capacidad en América Latina. En el periodo que va de 2005 al 2012 IMER ha procesado más de 12,000 toneladas de PET (representando apenas un .33% del total de residuos anuales) y se encuentra ubicada en la ciudad de Toluca.

ALPLA en México ha logrado la recuperación de envases mediante IMER, la cual logra el retorno de envases PET a través del desarrollo de programas que fomentan la correcta disposición de residuos y acopio de este material tales como “Yo si reciclo” y “Yo si reciclo en grande” y “Reciclemos por las nuevas generaciones” programas que han sido instalados en escuelas y parques industriales. Gracias a la implementación de estos proyectos se han acopiado cerca 1’100 toneladas de PET (Coca Cola México, 2012).

---

<sup>23</sup> Es un tipo de acuerdo comercial de inversión conjunta a largo plazo entre dos o más personas (jurídicas o comerciales).

Esquema 4.1 Sistema de retorno de los envases PET.



Elaboración propia con base en datos obtenidos en la presente investigación.

Tal como se observa en el esquema 4.1, para recuperar las botellas, se recurre a centros de acopio generales en los cuales se deposita más del 90% de los envases que son recuperados (Coca Cola México, 2012), en estos centros de acopio se realiza una separación de colores y se compactan para su posterior traslado a los centros de reciclado. IMER se encarga de recuperar los envases en estos centros de acopio y de llevar a cabo el procesamiento de limpieza y trituración.

Finalmente una vez que el PET ha sido reciclado, se destina a varios propósitos, siendo el principal el uso de nuevas botellas.

*“Para recolectar botellas utilizamos cualquier mecanismo de recuperación de envase con infraestructura de acopio a nivel nacional, las llevamos a granel a esos centros y las clasificamos y generamos el material; lo compactamos sucio y en pacas...” (Coca-Cola México, 2012)*

Debido a que las industrias procesadoras de PET en México son escasas, la empresa IMER ha logrado posicionarse en un mercado poco explotado, con un proyecto de sustentabilidad, contando con una planta de reciclaje de PET post consumo de alto volumen, la cual procesa el PET y lo transforma en hojuelas de PET y posteriormente se reutiliza en la producción de nuevas botellas. En México la industria del reciclaje desde su fundación en 2005 ha logrado procesar casi 90 mil toneladas de PET, las cuales equivalen a casi 4'400 millones de botellas (Coca Cola México, 2012).

ALPLA mediante la empresa IMER y en colaboración con Coca-Cola, ha demostrado una capacidad de procesamiento de más de 25 mil toneladas de PET al año, con lo cual IMER se establece como una de las empresas que más PET grado alimenticio recicla a nivel nacional, significando aun así menos del 10% del total de PET que es desechado.

#### **4.4 Productos Sustentables**

Mediante la fusión realizada con la empresa PET Recycling Team GmbH a nivel internacional y en México con la joint venture IMER, ALPLA intenta disminuir los daños al medio ambiente, ambas empresas encargadas de recuperar los envases PET para su posterior uso ya que se disminuye el uso de material virgen en la proporción en que es usado el material reciclado.

Una vez que los envases PET han sido recuperados, pasan a un proceso mediante el cual son transformados para su posterior uso.

Mediante un proceso de lavado y esterilización, el PET se puede transformar en diversos materiales, mismos que son utilizados para la fabricación de nuevos productos, para un correcto reciclado. En primer lugar se separa para poder dividirlo en dos tipos de consumidores, los usuarios o transformadores que ponen su planta para consumo interno y los recicladores de varios materiales.

Los transformadores ponen sistemas de lavado específicos para sus materiales, por ejemplo, para el reciclado de PE/PP en cajas plásticas como contenedores agrícolas, cajas de refresco y tarimas, estos tienen equipos que sirven específicamente para estos materiales, que no contienen impurezas y por lo tanto no tienen pegamento.

Para este tipo de procesos, se deben de usar sistemas de lavado a los que se les llama, sistemas de lavado en frío. El material deberá de salir limpio de impureza, seco y del tamaño suficiente para volver a procesar en inyección, es en esta área donde el procesamiento del PET está incluido.

Los envases PET se transforman en “PET-Flakes” (hojuelas de PET) o r-PET, el proceso para el tratamiento del PET es el siguiente:

1. El proceso inicia mediante la selección y clasificación del PET:

La parte de selección es un proceso por medio del cual se garantizará el tipo de material que obtendrá haciendo una correcta identificación y separación de otro tipo de plásticos que no corresponden con el que se pretende reciclar como son el PVC, varios plásticos o hules, silicones, pc o materiales que no flotan y se hunden junto con el PET, que contaminan a un grado de hacer inservible el material.

2. Pre-molida o pre-lavado para des etiquetar las botellas

Este proceso se puede realizar con molidos en seco o con inyección de agua. El lavado consiste en hacer flotar el material molido en una tina que separa el PET que no flota y se va al fondo de los materiales que flotan como etiquetas y tapas (PE y PP respectivamente).

3. Se le da el tamaño deseado mediante un molino especial

Una vez que el proceso de eliminar impurezas ha terminado, el PET es transportado a un molido especial en el cual se le da el tamaño deseado, ya que dependiendo la industria a la que este material es destinado, las características de tamaño serán distintas.

4. Una vez cortado se somete a un baño de alta temperatura

Ya que el material ha sido cortado, éste pasa a un baño de altas temperaturas el cual busca ablandar el pegamento y así lograr una separación por completo de la hojuela de PET.

5. Finalmente pasa por un proceso de flotación para eliminar impurezas

Una vez que al PET ha sido cortado, este pasa a un segundo proceso de flotación en el que vuelve a flotar el material para separar nuevamente las partículas flotantes que se separaron y enjuagar el material (Para industrias que requieren hacer envases PET o lámina necesitan un material muy cercano al virgen por lo que el proceso de lavado es más exhaustivo).

6. Se realiza un proceso de secado a base de calor

Una vez que las hojuelas han sido procesadas y lavadas, teniendo la pureza y tamaño deseado por el fabricante, éstas pasan a un proceso de secado por medio de aire caliente, en éste se eliminan todos los residuos de agua que hayan quedado.

7. Se empaca en súper sacos.

Una vez que el PET ha sido transformado en pequeñas hojuelas con el tamaño y la humedad indicada, éste se encuentra listo para su posterior empaque y transporte.

En México, mediante la empresa IMER y en Europa mediante PET Recycling Team GmbH, ALPLA se encarga del procesamiento re-incorporamiento de PET en la cadena de suministro, ya sea para la fabricación de nuevos envases o para la fabricación de otros productos.

Específicamente PET Recycling Team GmbH, se encarga del tratamiento del PET para la producción de estos productos (R-PET y PET flakes<sup>24</sup>). En la tabla 4.1 se describen los tipos de productos que se obtienen y que procesa Recycling Team GmbH según datos de la página oficial de la empresa.

Tabla 4.1 Productos sustentables de ALPLA mediante Recycling Team GmbH

<b>r-PET (No aprobado para alimentos)</b>	<b>PET-Flakes (No aprobado para alimentos)</b>
r-PET CL 72 r-PET CL 72GP r-PET CL 72M r-PET CL 72TF r-PET BL 72	PET Flakes clear PET Flakes Green PET Flakes light blue PET Flakes mixed PET Flakes mixed with caps
<b>r+PET (Aprobados para alimentos)</b>	<b>PET+Flakes (Aprobado para alimentos)</b>
r+PET CL 76 r+PET CL 80 r+PET CL 80GP r+PET CL 80M r+PET CL 80TF r+PET BL 80	PET Flakes clear FA76 PET Flakes mixed HT 87 PET Flakes mixed HT 90

Fuente: Elaboración propia con base en la página oficial "PET recycling team" 2013

Según algunos datos de la misma empresa PET Recycling Team GmbH, una vez que los envases de PET se han reunido, seleccionado y limpiado, pueden ser usados en diferentes productos nuevos.

Los PET flakes y R-PET al ser productos obtenidos mediante el procesamiento de envases PET se convierten en los principales productos sustentables derivados de la

<sup>24</sup> Indica que el material ha sido repolimerizado, viene de empaques como botellas que ya han sido usadas y que se transforman para volver a convertirse en empaques.

producción de ALPLA, éstos pueden ser destinados y procesados para distintos usos en la industria.

Uno de los factores que más está contribuyendo al desarrollo del reciclado del PET es la variedad de aplicaciones, lo que determina que exista una importante demanda de este producto. Entre las más relevantes está la fibra textil, las láminas para fabricación de blíster y cajas, los flejes para productos voluminosos, los envases para productos no alimenticios, los envases multicapa para alimentos y los envases para alimentos.

El cuadro 4.2 muestra algunas de las aplicaciones a las que se destina el PET según la NAPCOR<sup>25</sup>

Cuadro 4.2 Aplicaciones del PET

Productos	Aplicaciones
r- PET <sup>26</sup> Hojuelas de PET	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Fibra poliéster (54.5%) <ul style="list-style-type: none"> <li>- Para relleno térmico</li> <li>- Para alfombras</li> <li>- Para ropa</li> <li>- Material de relleno</li> <li>- Mantas</li> <li>-Mochilas, ropa deportiva y zapatos</li> </ul> </li> <li>2. Envases para alimentos (14.4%)</li> <li>3. Correas (13.20%) <ul style="list-style-type: none"> <li>- Cinturones</li> <li>- Fleje</li> </ul> </li> <li>4. Contenedores (7.20%) <ul style="list-style-type: none"> <li>- Contenedores para reciclado</li> <li>- Envases de productos no alimenticios</li> </ul> </li> <li>5. Hojas y Films (6.60%) <ul style="list-style-type: none"> <li>- Rayos x</li> </ul> </li> <li>6. Otros (2.70%) <ul style="list-style-type: none"> <li>- Combustible alternativo</li> <li>- Madera plástica</li> <li>- Muebles</li> <li>- Autopartes</li> </ul> </li> <li>7. Resinas (1.40%)</li> </ol>

<sup>25</sup> Trade Organization for the North American PET Plastic Industry

<sup>26</sup> Recycled polyethylene terephthalate

- Aisladores
- Tapones
- Monofilamentos y cabos

Fuente: Elaboración propia con base en "What is RPET". The Planet Bottle (2013)

La idea de fabricar productos a base de PET reciclado resulta relevante debido a la cantidad de este producto que circula en el país y debido al enorme porcentaje de éste que es desechado sin recibir tratamiento (más del 85%), desarrollar productos a base del PET reciclado resulta viable no solo ecológicamente sino económicamente debido a que el precio del PET oscila entre los 2 pesos por kg en el mercado (Recimex, 2012).

Tal como se observa en el cuadro anterior, las aplicaciones tanto de las hojuelas de PET como del R-PET son muy diversas y la demanda de éstas es muy diversa (ropa, alfombras, envases, etc.), debido a las normas internacionales del medio ambiente, las cuales exigen el cuidado del ambiente mediante el uso de productos sustentables, convierten a éstos productos en una opción viable de retorno de ganancias.

ALPLA únicamente usa el material procesado de PET para la creación de botellas nuevas pero cabe mencionar que según algunos datos proporcionados por ejecutivos de ALPLA, la capacidad de reciclado de ALPLA es de 55 000 toneladas en el año 2013 mediante la empresa Recycling Team GmbH, siendo una cifra importante dado su capacidad de producción, resaltando esto la importancia de la utilización de un sistema de logística inversa en la industria no solo por los resultados económicos que esto podría generar existiendo una diferencia de costos de hasta el 9%, sino para contribuir de la misma manera con el desarrollo sustentable de la empresa.

De igual manera, mediante la recolección y reuso de envases PET, ALPLA reduce su producción de CO2 en un 40% (Tomas, 2013) por cada kg de R- PET que es usado, lo cual representa una acción positiva dado que por cada kg que se utiliza de R-PET se ahorra un kg de PET virgen.



En la siguiente tabla se muestra una comparación de los beneficios mediante la implementación de una porción de R-PET, considerando costos de \$12.08/kg de PET virgen y \$6.44/kg de R-PET (Recimex, 2013).

Tabla 4.3 Beneficios en el uso de R-PET

<b>Tipos de material</b>	<b>100% PET virgen</b>	<b>20% R-PET</b>
<b>Costos</b>	1kg de PET = \$12.08	800gr PET = \$9.66 200gr R-PET = \$1.28
<b>Total 1kg</b>	\$12.08	\$10.94
<b>Total 1 tonelada</b>	\$12 080	\$10 940
	Ahorro de \$1 140 por tonelada = 9.4%	

Elaboración propia con base en datos obtenidos en Recimex.

Se observa una comparación en el uso de PET virgen y R-PET, en la primera parte, se muestran los costos usando solamente PET virgen y en segundo lugar usando un 20% de PET reciclado, generando un ahorro proporcional.

Si bien, el procesamiento de R-PET por ALPLA alcanza las 25'411 toneladas anuales (ALPLA, 2013) en la tabla 4.4 se presenta la reducción de costos que implica la integración de éste material en la producción de nuevas botellas. Mediante la producción anual de 121'576 toneladas de PET y un costo de \$12'080 tonelada/PET y \$6'440 tonelada/R-PET.

Tabla 4.4 Reducción en los costos de producción

PET			R-PET		
Producción anual 121, 576 ton			Producción anual 121, 576 ton		
Costo/Ton	\$12,080		Costo/Ton	\$6'440	
	<b>Toneladas</b>	<b>Costo</b>		<b>Toneladas</b>	<b>Costo</b>
100% PET	121,576	\$1'468'638'080	20.9% R-PET	25'411	163'646'840
			79.1% PET	96'165	1'161'673'200
Total		<b>\$1'468'638'080</b>	Total		<b>\$1'325'320'040</b>
<b>Ahorro \$143'318'040 anuales = 9.76%</b>					

Elaboración propia con base en datos obtenidos en Reclmex

Tal como se ha mencionado, mediante la integración de material reciclado en la producción de nuevos envases se puede generar una disminución en los costos de al menos un 9% lo cual puede aumentar en la proporción en la que se use este material.

Si bien, el fin de implementar un sistema de logística inversa es disminuir costos y generar ganancias, ya que según Rogers (1998) la logística inversa implica la recuperación del valor de los materiales, por lo cual ALPLA al implementar un sistema mediante el cual se permite la recolección de envases PET para su posterior reciclado confirma esto, debido a que una vez que el PET ha sido procesado vuelve a obtener valor en el mercado y genera igualmente ganancias a la industria.

#### 4.5 Logística inversa como técnica de desarrollo sustentable

Si bien, uno de los factores que ha impulsado en gran medida el desarrollo de la logística inversa han sido cuestiones ambientales ya que promueven la recuperación de materiales con el fin de cuidar y conservar los recursos naturales, siendo éste el principal motivo del uso de la logística inversa como una técnica de apoyo en el desarrollo sustentable.

Una vez analizados los factores relacionados con los productos fabricados por ALPLA así como la gran cantidad que se desecha a diario de envases PET (aproximadamente 3'600 toneladas anuales), se debe destacar la aplicación de una logística inversa en esta empresa, ya que recordando una de las definiciones que se le otorga a la logística inversa, esta herramienta está encargada del traslado de materiales desde el usuario hasta el fabricante para su posterior reutilización, reciclado o su eventual destrucción. ALPLA dedica parte de sus esfuerzos a la recuperación de envases PET para su posterior uso mediante programas en escuelas y zonas industriales para fomentar el acopio de este material y lograr así el retorno de los mismos.

El proceso de recuperar los envases de PET significa no solo beneficios ambientales, sino que generan una ganancia a la empresa debido a que los materiales derivados del PET poseen una gran demanda en los países asiáticos "*China está comprando cerca del 80% de la materia secundaria de polímeros a nivel mundial...*" Recycling europe (Petcore, 2010), lo cual demuestra que el reintegrar los materiales en la cadena de suministros mediante un sistema de logística inversa, genera resultados económicamente positivos logrando una disminución de los costos en aproximadamente 9%.

ALPLA en México a través de la empresa recicladora IMER, se encarga de recolectar los envases PET en distintos puntos de la ciudad mediante empresas o municipios concesionados para la recolección de los envases, así como en escuelas y zonas industriales, con lo cual se logra la disminución de los desechos, el retorno de los materiales para su posterior procesado y reintegración en la cadena de suministros un ahorro proporcional, en la fabricación de envases nuevos ya que por cada kg de R-PET que se use se estará ahorrando proporcionalmente la cantidad de PET virgen.

Se debe recordar que ALPLA emplea materiales post-consumo (R-PET), los cuales se usan específicamente para volver a producir embalajes de plástico, con lo cual se cumple el principio de la logística inversa, en donde se menciona que el material debe de ser devuelto al productor para su posterior reuso o reciclado provocando una disminución en los desechos materiales generados por la empresa y creando una

disminución en la cantidad de material nuevo utilizado para la creación de embalajes usando al menos un 20% de R-PET, lo cual provoca automáticamente resultados económicamente positivos.

De igual manera, el aumento constante de contaminantes tanto en el mundo como en México, genera la necesidad de la rápida implementación de medidas para la disminución de residuos que son desechados al medio ambiente, por lo cual la logística inversa no solo será una herramienta útil para la generación de ganancias sino que permitirá alargar la vida del producto, siendo el caso del PET ya que dará paso al posterior uso de este material en diversos productos, siendo esta una ventaja para el medio ambiente ya que tardara más tiempo en ser desechado.

ALPLA usa un 20% de R-PET en la fabricación de envases PET nuevos y por lo tanto un 80% de PET virgen.

Tal como hace ALPLA al reciclar el PET, la logística inversa funciona como una herramienta útil para las industrias debido a que permitirá obtener la disminución de costos (al menos un 9%) mediante un sistema que es amigable con el medio ambiente.

ALPLA mediante las fusiones realizadas con Recycling Team GmbH y con IMER en México, ha demostrado que la fabricación de productos sustentables mediante el procesamiento del PET es una opción viable para las empresas e igualmente redituable.

Como se aprecia en el concepto de la logística inversa, este permite identificar los problemas de mayor impacto en la parte final de la distribución de tal forma que mediante su análisis y evaluación se pueda obtener un mejoramiento en el desarrollo del retorno de los desechos y las devoluciones para un mejor resultado económico y social.

Si bien, la logística inversa representa una gran oportunidad de negocio para las empresas, debido a que los productos vuelven a ser comercializados pero de igual

manera es una importante herramienta de apoyo para la disminución en la cantidad de desechos materiales, por lo cual la implementación de este sistema generara un desarrollo económico sostenible, tal como lo ha demostrado ALPLA con el reciclado de sus productos y la venta de los mismos.

Debido a los diversos beneficios que presenta la logística inversa, esta se presenta como una herramienta de gran utilidad para la recuperación de productos no solo en ALPLA sino en diversas empresas, las cuales debido a las características de sus productos permiten la reincorporación de los envases a la cadena de suministros, con lo cual nos demuestran la importancia de implementar esta herramienta, la cual no solo generara beneficios económicos, sino que se presenta como un método que actúa en pro del medio ambiente.

## **Conclusiones:**

Hace algunos años, uno de los principales puntos que tomaban en cuenta los empresarios para la reducción de costos era como hacer llegar el producto o material desde el punto de fabricación hasta el punto de consumo sin embargo, debido a las nuevas necesidades del consumidor en conjunto a las actuales condiciones ambientales, la necesidad de implementar técnicas que permitan disminuir estas problemáticas son de gran importancia. La logística inversa, al demostrar ser una ciencia que permite la recuperación de envases que han terminado su ciclo de vida, permite cumplir con las necesidades industriales y actuar en su conjunto en pro del medio ambiente.

Actualmente la idea de la gestión de los residuos sólidos está dando paso al desarrollo de sistemas alternativos de reciclado y valorización de los envases usados. El PET resulta ser uno de los materiales de envasado que ha tenido un mayor incremento en su consumo debido a sus características físicas por lo que el reciclado de envases de PET post consumo es una opción viable para las empresas tanto técnica comercial como ambientalista.

México se ha convertido en uno de los principales consumidores de bebidas envasadas en el mundo y debido a que el PET es el principal envase contenedor de aguas y refrescos, este se convierte en uno de los principales contaminantes tanto en los vertederos como de forma visual, por lo que implementar una sistema que permita la recuperación de estos materiales para lograr alargar su ciclo de vida, provoca una mejora en las condiciones ambientales.

La logística inversa se presenta como una técnica la cual tiene como finalidad la disminución de residuos mediante la recuperación de los materiales que han finalizado su ciclo de vida. ALPLA mediante IMER en México y PET Recycling Team GmbH en Europa, empresas encargadas del procesamiento del PET, ha logrado cumplir con esta

finalidad, debido a que mediante procesos de recuperación de envases PET, se logra transformar estos envases en hojuelas de PET ya sea para su comercialización o para la fabricación de envases nuevos, por lo tanto, confirma que mediante la aplicación de un sistema de logística inversa se logra la disminución de residuos materiales y la fabricación de productos nuevos.

Según la definición otorgada por Rogers (1998) la logística inversa implica la recuperación del valor de los materiales desde el punto de consumo al punto de origen, con el fin de recuperar el valor y, en general, su uso sostenible, ALPLA mediante IMER al implementar un sistema que permita la recuperación de envases PET y procesamiento del mismo cumple con esta exigencia al generar un retorno de los envases desde el consumidor hasta al productor y por lo tanto lograr una disminución en la cantidad de desechos plásticos obteniendo mejoras a nivel administrativo y ambiental.

Una vez realizado el análisis y descripción del sistema de logística inversa implementado por la empresa ALPLA se deben resaltar dos puntos importantes de beneficios:

- El primero relacionado con el desgaste ambiental, debido al amplio número de envases PET existentes, mediante la recuperación y reuso de este material, se puede lograr un descenso proporcional en las cantidades de PET que son desechadas e igualmente la disminución de emisión de gases CO<sub>2</sub> alcanzan hasta el 40% por cada kg de RPET que es usado, mostrándose como una herramienta que actúa en pro del medio ambiente.
- En segundo lugar resulta importante mencionar que mediante la aplicación de un sistema de logística inversa se permite un ahorro de al menos 9% de los costos generados por la compra de PET virgen, dato que puede aumentar de acuerdo a la proporción en que se use el R-PET.

Si bien, ALPLA ha demostrado que mediante la aplicación de la logística inversa para la recuperación y el reciclado de los envases PET, este sistema puede lograr una mejora

tanto comercial (mostrando un ahorro de al menos 9% de los costos) como ecológica (por cada kg de RPET usado, se disminuyen las cantidades de CO<sub>2</sub> hasta en un 40%), por lo que ALPLA ha demostrado por medio de la teoría y la práctica (retornando los envases para su procesamiento y reincorporamiento) que la logística inversa se puede posicionar como una herramienta viable para la disminución de residuos así como el descenso en el uso de materiales nuevos.

Durante el desarrollo de esta investigación se ha demostrado que la implementación de productos reusados puede representar un beneficio tanto para la sociedad como para las industrias, motivo por el cual se debe resaltar el hecho de que si existiese una mayor recolección de estos productos se lograría un mayor beneficio tanto privado (empresa) como social (menor contaminación) por lo tanto, si se hallara un mayor incentivo por parte de las industrias hacia los usuarios para el retorno de los envases se obtendrían mayores beneficios generales.



## Bibliografía

- ACC. (2010). *Life cycle inventory of 100% postconsumers HDPE and PET recycled resine from postconsumers containers and packaging*. The plastic division of the american chemistry council, Inc. Franklin associates. Kansas. Recuperado en Julio de 2013 de <http://plastics.americanchemistry.com/Education-Resources/Publications/Life-Cycle-Inventory-of-Postconsumer-HDPE-and-PET-Recycled-Resin.pdf>
- Aizenshtein, E. (2006). *World Production and consumption of polyester fibers and theats*. Academic Journal. col. 38, pag. 264. Recuperado en Junio de 2013 de <http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs10692-007-0078-8#page-1>
- ALPLA. (2012). *Presencia Internacional*. Recuperado 2013 de <http://www.alpla.com/es/alpla-werke-alwin-lehner-gmbh-co-kg>
- Alto Nivel. (2011). *La importancia de la logística en México*. Recuperado Octubre de 2013 de <http://www.altonivel.com.mx/9031-logistica-y-su-importancia-en-mexico.html>
- Anayo, T. J. (2007). *Logística Integral*. España: Libros Profesionales de Empresa. Pag. 58
- Antun, J. P. (1995). *Logística: una vision sistematica*. Queretaro: Instituto Mexicano del Transporte y SCT.
- Antonio Guillermo C. (2009) "*Propuesta de aplicación de logística inversa para el mejoramiento del centro de distribución*" Unidad profesional interdisciplinaria de ingeniería y ciencias administrativas. IPN. Recuperado en Agosto de 2013 de <http://tesis.ipn.mx/dspace/bitstream/123456789/4136/1/I2.1117.pdf>
- Arroyo L. Pilar., & Gaytan I. Juan., (2012). *Recuperación del valor: la logística inversa*, Departamento de Ciencias Administrativas del Tecnológico de Monterrey, campus Toluca. Recuperado en Junio de 2013 de <http://www.logisticamx.enfasis.com/articulos/67350-recuperacion-valor-el-plus-la-logistica-inversa>
- Asociacion de Profesionales en Compras, Abastecimiento y Logística . (2011). *Panorama de las compras de servicios logísticos en México*. Recuperado en agosto de 2013 de <http://www.enfasis.com/Presentaciones/LS/Conferencias/Luis%20MasseyJesus%20Campos.pdf>

- Ballesteros, S., Ballesteros, R., & P., P. (2005). *¿Como los empresarios aplican la logística militar en sus organizaciones?* Pereira: Scientia et Technica.
- Bañegil P, T. M. (2005). *Sistemas de logística inversa en la empresa*. Grupo de gestión de empresas.
- Bañegil Palacios, T., & Rubio Lacoba, S. (2005). *Sistemas de Logística Inversa en la Empresa*. Grupo de Gestión de empresas.
- Bañegil, & Rivero. (1998). *Los sistemas de distribución inversa para la recuperacion de residuos: su desarrollo en España*. Revista: Esic Market. Revista internacional de Economía y empresa; n° 99. Universidad de Extremadura
- Barrera, M. M. (14 de 12 de 2006). *Enfasis Logística*. Recuperado el 31 de Enero de 2013, de <http://www.logisticamx.enfasis.com/notas/3840-recuperacion-y-reciclaje-envases-la-industria-cervecera>
- Bowersox, D., Closs, D., & Cooper, M. (2007). *Administración y logística en la cadena de Suministros*. Michigan: McGrawHill.
- Braathen, N. A. (15 de 11 de 2007). *Instituto Nacional de Ecología*. Recuperado el 07 de Abril de 2013, de <http://www2.ine.gob.mx/publicaciones/libros/373/uso.html>
- Camara de Diputados del H. Congreso de la Union. (16 de Enero de 2014). <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/148.pdf>. Recuperado el 24 de Enero de 2014
- Carranza, O. (2005). *Logística, Mejores practicas en latinoamerica* (5a edicion ed.). México: Thompson.
- Carranza, O. (2012) *Creando valor desde la Logística: México como eje logístico del mundo*. Endeavor México. Recuperado el 19 de Marzo de 2014, de <http://endeavor.org.mx/>
- Castells, X. E. (2000). *Reciclaje de Residuos Industriales*. Madrid: Diaz de Santos S.A.
- CEPAL. (s.f.). *Cambio Cultural, Desarrollo y Sustentabilidad Ambiental*. Recuperado en Agosto de 2013 de [http://www.eclac.cl/publicaciones/xml/0/7140/lcg2110e\\_I.pdf](http://www.eclac.cl/publicaciones/xml/0/7140/lcg2110e_I.pdf)
- Coca Cola México. (17 de Diciembre de 2012). *10 años de IMER*. Recuperado el 15 de Julio de 2013 de <http://www.coca-colamexico.com.mx/content/news/cc-10a%C3%B1osimer.html>

Council of supply chain management professionals round table México (2010). *Logística inversa, sustentando al planeta*. Recuperado en Junio de 2013 de [http://www.cscmpmexico.com.mx/contenido/logistica\\_inversa\\_\\_sustentando\\_el\\_planeta/](http://www.cscmpmexico.com.mx/contenido/logistica_inversa__sustentando_el_planeta/)

Consejo Nacional de Población. (2010) *"Indicadores Demográficos Básicos*. Recuperado en Junio de 2013 de <http://www.conapo.gob.mx/en/CONAPO/Indicadores>

Conde Ortiz P. (2012) *"Presente-futuro de la industria de plástico en México"*. Pemex petroquímica. Recuperado Septiembre de 2013 de <http://www.ptq.pemex.mx/productosyservicios/eventosdescargas/Documents/Foro%20PEMEX%20Petroqu%C3%ADmica/2012/03%20Mercado%20pl%C3%A1sticos%202012.pdf>

Cruz, A. G. (2009). *Aplicación de la Logística Inversa para el mejoramiento del centro de distribución*. Mexico df: IPN. Recuperado en Abril de 2013 de <http://tesis.ipn.mx/dspace/bitstream/123456789/4136/1/I2.1117.pdf>

Cruz, O. d. (2012). *Perspectivas de la industria logística en México*. México: T21. Recuperado en Agosto de 2013 de <http://t21.com.mx/opinion/columna-invitada/2012/08/12/perspectivas-industria-logistica-mexico>

Delgadillo, L. E. (2007). *Desarrollo sustentable en México*. Revista Digital Universitaria.

Dominguez, A. (s.f.). *La Logística inversa. Mitos y realidades*. Recuperado el 12 de 02 de 2013, de [http://www.cscmpmexico.com.mx/uploads/1305585272763\\_ES\\_ARCHIVO\\_1.pdf](http://www.cscmpmexico.com.mx/uploads/1305585272763_ES_ARCHIVO_1.pdf)

Domínguez, Bañegil P. T. y Rubio L. S. (2010) *Sistemas de Logística inversa en la empresa* (p. 111). Grupo de gestión de empresas.

Dunham, D. (1996). *Council of environmental quality*. Recuperado el 16 de enero de 2013, de <http://www.whitehouse.gov/administration/eop/ceq>

Dupuit, J. (1852). *The measurement of the utility of the public Works*. Londres: McMillan and Co.

FEMSA, sitio en internet: [http://www.femsa.com/qsomos\\_sub.asp?sub\\_id=perfil](http://www.femsa.com/qsomos_sub.asp?sub_id=perfil), consultado el 15 de febrero 2014.

Franklin, P. (Mayo de 2006). *Down the drain, plastic water bottles should no longer be a wasted resource*. Recuperado el 06 de Abril de 2013, de <http://www.container-recycling.org/assets/pdfs/media/2006-5-WMW-DownDrain.pdf>

García Conejo, M. (2012). *Contaminación atmosférica principal daño ambiental en el Valle de Toluca*. Plan de Acción Climática Municipal Toluca. Recuperado en Julio de 2013 de <http://www.journals.unam.mx/index.php/rica/article/view/32632>

Gobierno de Estado de México. (2011). *Razones para reciclar PET*. México, México, México.

Gobierno del Distrito Federal. (2006). *El PET y su situación actual*. DF. Recuperado en 16 de Junio de [http://www.sma.df.gob.mx/rsolidos/inventario\\_residuos\\_solidos.pdf](http://www.sma.df.gob.mx/rsolidos/inventario_residuos_solidos.pdf)

Gutiérrez Santiago, P. (2008). *Daños causados por productos defectuosos: su régimen de responsabilidad en el texto difuntivo de 2007 de la Ley General para la Defensa de los consumidores y Usuarios y otras leyes complementarias*. Pamplona: Thompson-Arazandi.

Iniestra, L. G. (7 de marzo de 2012). *Tec de Monterrey*. Recuperado el 12 de Febrero de 2013

Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático. (2011) Diagnóstico Climatológico y prospectiva sobre vulnerabilidad al cambio climático.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2011) *México, indicadores seleccionados de población por municipio*. Recuperado en Agosto de 2013 de [http://www.inegi.org.mx/prod\\_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/integracion/municipios/mexympios/MexIICon\\_1.pdf](http://www.inegi.org.mx/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/integracion/municipios/mexympios/MexIICon_1.pdf)

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2013) *Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas*. Recuperado en Noviembre de 2013 de <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/mapa/denue/Cuantificar.aspx>

José López P. (2004). *Incorporación de la logística inversa en la cadena de suministros y su influencia en la estructura organizativa de las empresas*. Universidad de Barcelona.

Kokkinaki, A., Dekker, R., Lee, R., & Pappis, C. (1999). *An exploratory study on electronic commerce for Reverse Logistics*. Erasmus University Rotterdam.

L'Huilier, D. (1985). Le cout de transport.

Logistics, T. I. (2010). *SOLE*. Recuperado el 07 de enero de 2013, de <http://www.sole.org/>

Masters, G. M. (2008). *Introducción a la Ingeniería Medioambiental*. Madrid: Pearson, Prentice Hall.

- Mendoza Roca, J., Montañes Sanjuan, M. T., & Palomares Gimeno, A. E. (2009). *Ciencia y Tecnología del Medio Ambiente*. Valencia: Camino de Vera.
- Millar, T. (1994). *Ecología y Medio Ambiente: Introducción a la ciencia ambiental el desarrollo sustentable conciencia de conservación del planeta tierra*. México: iberoamericana.
- Mihi Ramírez A. (2007). *Nuevos beneficios de la logística inversa para empresas europeas y colombianas*. Universidad del Rosario. Bogotá, Colombia.
- Muñoz Z., R. D., & Mora G., L. A. (2009). *Diccionario de Logística y negocios internacionales* (tercera ed.). Colombia: EcoeEdiciones.
- Ortiz, M. P. (2012). *Presente Futuro de la Industria Plástico en México*. Recuperado el 09 de abril de 2013, de <http://www.ptq.pemex.mx/productosyservicios/eventosdescargas/Documents/Foro%20PEMEX>
- Partridge, A. R. (s.f.). *Logística inversa, verde por excelencia*. México: Inbound Logistics.
- Pereiro, M. D. (2001). *Daño Ambiental en el medio ambiente urbano. Un nuevo fenomeno económico en el siglo XXI*. Argentina: Fondo editorial de Derecho y Economía.
- Pierri Naína (2010) Historia del concepto de Desarrollo Sustentable. Recuperado el 19 del 03 de 2014 de [soda.ustadistancia.edu.co](http://soda.ustadistancia.edu.co)
- Poder Ejecutivo Federal. (2007). *Presidencia de la Republica*. Recuperado el 27 de enero de 2014, de [http://pnd.calderon.presidencia.gob.mx/pdf/PND\\_2007-2012.pdf](http://pnd.calderon.presidencia.gob.mx/pdf/PND_2007-2012.pdf)
- Prado Prado, J. C., & Garcia Lorenzo, A. (2000). *Dirección de logística y producción México*. Universidad de Vigo.
- Prado Juan Carlos (2000) Dirección de logística y producción México.
- Presidencia de la República, Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012 <http://pnd.presidencia.gob.mx/>. Recuperado el 10 de abril de 2014.
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. (2010). *Desarrollo Sustentable*. Recupera en Julio de 2013 de [http://www.undp.org.mx/spip.php?page=area&id\\_rubrique=3](http://www.undp.org.mx/spip.php?page=area&id_rubrique=3)

Programa Nacional de Desarrollo. (2010). *Desarrollo sustentable y el Crecimiento Económico en México*. Recuperado en Julio de 2013 de <http://www.promexico.gob.mx/desarrollo-sustentable/>

ProMexico. (2011). El comercio y la exportación de productos mexicanos. México. Recuperado en Agosto de 2013 de <http://www.promexico.gob.mx/productos-mexicanos/>

RAE, D. (s.f.). *Real Academia Española*. Recuperado el 07 de enero de 2013, de <http://lema.rae.es/drae/>

Revista del consumidor, (2013) "*Envases de PET*". Recuperado en Septiembre de 2013 de <http://revistadelconsumidor.gob.mx/wp-content/uploads/2013/10/Pequenos-Consumidores-reutiliza-pet.pdf>

Rodriguez J, J. J. (2012). *La ingeniería ambiental, entre el reto y la oportunidad*. Madrid: Síntesis.

Rogers, D. S. (2004). *Reverse Logistics Executive Council*. Recuperado el 16 de enero de 2013, de <http://www.rlec.org/glossary.html>

Secretaría de ecología del Gobierno de Estado de México (2010) "*Inventario de emisiones a la atmosfera de los municipios conurbados a la Zona del Valle de México*"

Secretaría de Relaciones Exteriores, "*Tratados celebrados por México*", Secretaria de gobernación, guía de tratados promulgados y otros instrumentos internacionales vigentes suscritos por México, Segob, México 2003

Secretaría del Medio Ambiente. (27 de marzo de 2008). El PET y su situación actual en el DF. México. Recuperado el 14 de Julio de 2013 de [http://app1.semarnat.gob.mx/dgeia/informe\\_12/pdf/Informe\\_2012.pdf](http://app1.semarnat.gob.mx/dgeia/informe_12/pdf/Informe_2012.pdf)

Secretaría del Medio Ambiente. (2012). *Programa para mejorar la calidad del aire del Valle de Toluca 2012-2013*. México: Gobierno del Estado de México. Recuperado el 20 de Julio de [http://www.semarnat.gob.mx/archivosanteriores/informacionambiental/Documents/05\\_serie/cambio\\_climatico.pdf](http://www.semarnat.gob.mx/archivosanteriores/informacionambiental/Documents/05_serie/cambio_climatico.pdf)

SEMARNAT. (2009). *¿Y el medio ambiente? Problemas en México y en el mundo*. México.

SEMARNAT. (Junio de 2009). *Dirección General de Prevención y Control de la Contaminación del Agua, Suelo y Residuos*. Recuperado el 24 de Enero de 2014, de <http://www.edomexico.gob.mx/medioambiente/mapa/documentacion/Residuos%20Solidos.pdf>

Stanojevi , Z. (Agosto de 2013). *Pet flakes prices*. Merošina, Serbia. Recuperado en Diciembre de 2013 de <http://www.petreciklaza.com/en/pet-flakes-prices>.

Tejada Arana, A. (2011). *Nuevas tendencias logísticas. Diplomado Gestión Logística Empresarial*.

UAE Mex. (2012). *Valle de Toluca presenta aumento de contaminación visual*. Toluca. Recuperado en Octubre de 2013, de <http://noticias.terra.com.mx/mexico/estados/valle-de-toluca-presenta-aumento-de-contaminacion-visual,0c4404aa32ab8310VgnVCM4000009bcceb0aRCRD.html>

Universidad de Guadalajara. (2008). *Deposito reembolso, herramienta para impulsar el cuidado ambiental y el desarrollo económico de México*. Zapopan.

Universidad de Guadalajara. (20 de junio de 2008). *Depósito reembolso, herramienta para impulsar el cuidado ambiental y el desarrollo económico en México*. Zapopan, Jalisco, México.

Valencia, V. (2011). *La importancia del Talento en la Gestión logística*. Énfasis Logística. Recuperado en Agosto de 2013 de <http://www.logisticamx.enfasis.com/articulos/63565-la-importancia-del-talento-la-gestion-logistica>

Vellojin, L., Meza Gonzales, J. C., & Amaya Mier, R. (2006). *Logística Inversa: una herramienta de apoyo a la competitividad de las organizaciones*. Barranquilla: Ingeniería y Desarrollo.

Webster's New encyclopedic Dictionary. (1993). Nueva York: Black Dog & Leventhal.

Wolf Mylene (2009) "*Las clases de plásticos y su impacto en el Medio Ambiente*" Recuperado en Agosto de 2013 de la pagina <http://armoniaecologica.blogspot.mx/2009/09/las-clases-de-plasticos-y-su-impacto-en.html>