



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AVENIDA DE  
MEXICO

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**

---

**PROGRAMA DE MAESTRIA Y DOCTORADO EN  
INGENIERIA**

FACULTAD DE INGENIERIA

**RECOMENDACIONES TÁCTICO-OPERATIVAS PARA  
IMPLEMENTAR UN PROGRAMA DE LOGÍSTICA INVERSA:  
ESTUDIO DE CASO EN LA INDUSTRIA DEL RECICLAJE  
DE PLÁSTICOS.**

**T E S I S**

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:

**MAESTRO EN INGENIERIA**

INGENIERIA DE SISTEMAS – PLANEACIÓN

P R E S E N T A :

**ARNULFO ARTURO GARCIA OLIVARES**

TUTOR:

**DR. JUAN PABLO ANTÚN CALLABA**



2005

**JURADO ASIGNADO:**


Presidente: Dr. Sergio Fuentes Maya  
Secretario: M.C. Manuel del Moral Dávila  
Vocal: Dr. Juan Pablo Antún Callaba  
1er. Suplente: Dr. Laurent Yves G. Dartois Girard  
2do. Suplente: Dr. Javier Suárez Rocha

Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)  
Dirección de Estudios de Postgrado de la Facultad de Ingeniería (DEPFI):

MEXICO, D.F.

**TUTOR DE TESIS:**

JUAN PABLO ANTÚN CALLABA

  
FIRMA

## AGRADECIMIENTOS

Dedico este sencillo trabajo a:

A mis hermanos por su apoyo brindado durante todo este tiempo.

A mis amigos por su amistad y su apoyo brindados durante los momentos decisivos dentro de mi vida.

A mis maestros por brindarme sus conocimientos de manera desinteresada y por brindarme su ayuda en los momentos que los necesite.

A mis compañeros por darme alientos, permitirme formar parte de sus vidas y aprender de sus experiencias.

A mi escuela por brindarme un segundo hogar y por darme un lugar donde satisfacer mi curiosidad de conocimiento.

Al CONACYT por haberme dado los medios para elaborar este trabajo.

A mis sinodales por lo asertivo y oportuno de sus observaciones al revisar este trabajo.

A mi director de Tesis el **Dr. Juan Pablo Antún Callaba** por la revisión del trabajo y sus sugerencias para mejorarlo.

A mi madre **Guadalupe Olivares Zamudio** por sus sacrificios y dedicaciones para que yo llegara aquí.

A la memoria de mi padre **Arturo García Galvan** por todo su apoyo y sus sacrificios constantes así como los esfuerzos realizados durante todo este tiempo.

Por todo esto y mas no me queda mas que decirles dos palabras:

**MUCHAS GRACIAS**

**Arnulfo Arturo García Olivares**

## Índice:

|  |    |
|--|----|
| <b>Introducción</b> -----  | 1  |
| <b>Capítulo 1: A que se le llama Logística Inversa</b> -----                                     | 5  |
| 1.1.- Breve estado del arte de la logística-----   | 5  |
| 1.2.- Logística Inversa-----   | 9  |
| 1.2.1.- Logística Verde-----   | 11 |
| 1.3.- Fuerzas promotoras de la Logística Inversa-----  | 12 |
| 1.3.1.- Beneficios de la Logística Inversa-----  | 13 |
| 1.4.- La Industria de Reciclaje de Plásticos (Disposición de PET)-----                           | 13 |
| 1.4.1.-El sistema de la problemática-----  | 14 |
| <b>Capítulo 2: El sistema de logística inversa</b> -----   | 17 |
| 2.1.- La logística inversa dentro de una organización-----                                       | 17 |
| 2.2.- El sistema de logística inversa-----   | 18 |
| 2.2.1.- <b>Fase 1: Evaluación financiera</b> -----   | 23 |
| 2.2.1.1.- El análisis ROA (Return Over Assets)-----  | 24 |
| 2.2.1.2.- Costos de preferencia o de buena voluntad-----   | 28 |
| 2.2.1.3.- Costos de desensamble y reproceso-----   | 28 |
| 2.2.1.4.- Rotación del inventario-----   | 32 |
| 2.2.1.5.- Rendimiento sobre los activos-----   | 32 |
| 2.2.2.- <b>Fase 2: Reducción de materiales y retornos</b> -----                                  | 33 |
| 2.2.2.1- Selección de la estrategia del canal adecuado-----                                      | 34 |
| 2.2.2.2- Los centros de distribución-----  | 37 |
| 2.2.2.3.- El E-Business: La logística como un mecanismo creador de valor-----                    | 39 |
| 2.2.2.3.1.- Atención Post-Venta-----   | 40 |
| 2.2.2.3.2.- Los modelos de E-Business-----   | 41 |
| 2.2.2.4.- El Análisis del ciclo de vida de un producto (enfocado a los residuos o desechos)----- | 45 |
| 2.2.3.- <b>Fase 3: La colecta de los retornos</b> -----  | 47 |
| 2.2.3.1.- La planificación de rutas y los tiempos adecuados de colección-----                    | 48 |
| 2.2.3.2.- La transferencia de los retornos-----  | 48 |
| 2.2.3.3.- Consultas a los grupos potencialmente afectados (Análisis de actores)-----             | 49 |
| 2.2.3.4.- Métodos Heurísticos para la colecta-----   | 50 |
| 2.2.4.- <b>Fase 4: Clasificación de los retornos</b> -----                                       | 51 |
| 2.2.5.- <b>Fase 5: Colocación de los retornos</b> -----  | 52 |
| 2.2.6.- <b>Fase 6: Medición y control</b> -----  | 54 |
| <b>Capítulo 3: Propuesta metodologica para un programa en logística Inversa</b> -----            | 57 |
| 3.1.- Propuesta metodologica-----  | 57 |
| 3.1.1.- Metodología KT (Kepner & Tregoe)-----  | 58 |
| 3.1.1.1.- Análisis de problemas-----   | 58 |
| 3.1.1.2.- Análisis de decisiones-----  | 60 |
| 3.1.1.3.- Análisis de problemas potenciales-----   | 62 |
| 3.2.- Como corresponde a las líneas de investigación en logística inversa-----                   | 63 |
| 3.2.1.- Medición de costos y medidas de desempeño-----   | 63 |
| 3.2.2.- Dirección de procesamiento-----  | 64 |
| 3.2.3.- Manejo de la información-----  | 66 |
| 3.2.4.- Asignación de recursos-----  | 69 |
| 3.2.4.1.- Antecedentes Históricos para la localización de una planta-----                        | 69 |
| 3.3.- Información necesaria para utilizar el enfoque propuesto-----                              | 72 |
| <b>Capítulo 4: Recomendaciones para el sistema de reciclaje en México</b> -----                  | 75 |
| 4.1.- Noticias referidas a los residuos sólidos urbanos y el reciclaje de PET-----               | 75 |
| 4.2.-Análisis hechos para generar las recomendaciones-----                                       | 79 |
| 4.2.1.-Análisis de problemas de los materiales reciclables-----                                  | 79 |

|  |            |
|--|------------|
| 4.2.2.-Localización de una planta de reciclado de PET con tecnología de punta-----   | 79         |
| 4.2.3.-Consideraciones básicas para el funcionamiento de una planta de reciclaje, (análisis de problemas potenciales)----- | 81         |
| 4.2.4.-Análisis de evaluación de opciones para recolección de residuos-----  | 81         |
| 4.3.- Conclusiones y antecedentes del sistema de reciclaje en México-----  | 82         |
| 4.4.- Recomendaciones para el sistema de reciclaje en México-----  | 83         |
| <b>Capítulo 5: Conclusiones-----</b>   | <b>89</b>  |
| <b>Anexo 1: Bibliografía-----</b>  | <b>93</b>  |
| <b>Anexo 2: Glosario de términos-----</b>  | <b>99</b>  |
| Anx2.1.-Glosario de términos de logística-----   | 99         |
| Anx2.2.-Glosario de Términos en Plásticos-----   | 105        |
| <b>Apéndice 1: La importancia de la logística inversa-----</b>   | <b>109</b> |
| A1.1.- Objetivo del estudio-----   | 109        |
| A1.2.- Método-----   | 109        |
| A1.3.- Discusión de los resultados-----  | 111        |
| A1.4.- Conclusiones-----   | 111        |
| A1.5.- Comparación de Criterios-----   | 112        |
| A1.6.- Matrices de cálculo-----  | 113        |
| <b>Apéndice 2: Muestra de un mapeo de procesos-----</b>  | <b>117</b> |
| <b>Apéndice 3: Medidas de desempeño-----</b>   | <b>119</b> |
| A3.1.- Calculo de la fracción de materiales de empaque o contenedores reciclados-----                                      | 119        |
| A3.2.- Tasa de recuperación del material (Material Recovery Rate)-----   | 120        |
| A3.3.- Tasa de retornos discreta (Core Return Rate)-----   | 120        |
| A3.4.- Disponibilidad del producto (nivel de servicio)-----  | 120        |
| A3.5.- Razón de desperdicio-----   | 121        |
| A3.6.- Eco-Eficiencia-----   | 121        |
| <b>Apéndice 4: Gestión Determinística de inventarios-----</b>  | <b>123</b> |
| A4.1.- Formulación básica: el modelo de Schrady-----   | 123        |
| A4.2.- Ejemplo de aplicación del modelo de Schrady-----  | 127        |
| <b>Apéndice 5: Consideraciones en el sistema de reciclaje en México-----</b>   | <b>131</b> |
| A5.- Consideraciones Básicas para evaluar el sistema de los residuos-----  | 131        |
| A5.1.- Marco Legal de los residuos sólidos en México-----  | 131        |
| A5.2.- Composición de los Residuos sólidos a nivel nacional-----   | 132        |
| A5.3.- Generación de Residuos sólidos a nivel nacional-----  | 134        |
| A5.4.- El Ciclo de los Residuos sólidos-----   | 135        |
| A5.5.- Costos asociados-----   | 137        |
| A5.5.1.- Financiamiento-----   | 138        |
| A5.5.2.- Instrumentos fiscales en el reciclaje-----  | 138        |
| A5.6.- Recolección: Recuperación de los materiales de los residuos-----  | 140        |
| A5.7.- Los actores-----  | 143        |
| A5.7.1.- El sector informal-----   | 146        |
| A5.7.1.1- Situación actual-----  | 146        |
| A5.7.1.2.- El Involucramiento del Sector Informal en la gestión de residuos sólidos municipales-----                       | 146        |
| A5.8.- ¿Que es el PET?-----  | 148        |
| A5.8.1.- El PET y el ambiente -----  | 150        |
| A5.8.2.- La tecnología URCC (Utilizada en la planta IMER de Toluca)-----   | 151        |
| A5.8.3- Diseño hacia arriba (envase de PET)-----   | 152        |
| <b>Apéndice 6: Marco legal para la logística inversa (incluyendo el reciclaje)-----</b>                                    | <b>155</b> |
| A6.1.- Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN)-----   | 155        |
| A6.2.- Programa de Competitividad Industrial y Protección Ambiental-----   | 155        |

|   |            |
|---|------------|
| A6.3. - Ley Federal sobre Metrología y Normalización-----   | 156        |
| A6.4. - Ley General para la prevención y gestión integral de los residuos-----                    | 156        |
| A6.5. - Simbología para la Identificación del Material Constitutivo de Artículos de Plástico----- | 157        |
| A6.6. - Decreto por el que se reforma, adiciona y deroga a la Ley Federal de Derechos-----        | 157        |
| <b>Apéndice 7: La preparación de un evento-----</b>   | <b>159</b> |
| A7.1. - Preparación del pre-evento-----   | 159        |
| A7.2. - Durante el evento-----  | 161        |
| A7.3. - Después del evento-----   | 161        |
| A7.4. - Planeación de un evento - Lista de control-----   | 163        |



**Resumen:** Cuando se crea un plan de cadena de suministro exitoso, es necesario que se conozcan los puntos sobre los cuales enfocarse, en esta investigación lo que se planteo fue dar una revisión a uno de estos puntos, conocido con el nombre de logística inversa, fueron planteados primero las causas por las cuales es recomendable tener uno de estos programas, después se plantearon los problemas que se encuentran en el camino, así mismo se presento una primera aproximación que nos permite identificar los puntos a tener en cuenta cuando se planea implementar un programa de este tipo, se hizo énfasis en los aspectos estratégicos y como pueden ser alcanzados, haciéndolos mas accesibles al programa por medios táctico-operativos, utilizando como medio de enlace las técnicas participativas de planeación, se tomo como modelo base el caso de la industria de reciclaje de plásticos en el cual se plasmaron las ideas que fueron generadas de la investigación.

**Palabras Clave:** Cadena de suministros, logística, logística inversa, reciclaje, plásticos

**Abstract:** When is created a successful supply chain plan, is necessary to know all relevant points to focus on them, this research pretends give a overview focus in one particular point knows as reverse logistics, to approach the convenience of one of this kind of program, the review about the causes it is a mainly concern, the set out of the problems on the way is analyzed, also is present a first approach to identify the mainly points to keep in mind when you pretend implement a similar program, the highlights are focus on strategic aspects and how these can be reached by the tactical operative aspects, using for this the participative planning methods. The primary points derived from this research are show in a base model in the plastics recycling industry.

**Keywords:** Supply Chain, logistics, reverse logistics, recycling, plastics



## **Introducción:**

En cualquier área cuando se empieza a plantear un problema específico el cual es desarrollado después en extenso, varios problemas son encontrados en el camino; como un ejemplo, si se supone que existe una empresa que se dedica a la comercialización de bebidas alcohólicas, y esta decide promocionar como producto una mezcla de refresco de tamarindo y tequila (en el diseño de producto no se tomaron en cuenta las preferencias del consumidor).

Después de que el producto es posicionado (obviando los retos de trasladar un producto de ese tipo), se observa que el cliente al comprar el producto, lo compra, pero existe un inconveniente el comprador no desea el pack de producto, solo quiere el producto principal (el tequila).

De esa manera se comienza a romper el producto original almacenándose y acumulándose en los almacenes de la compañía, nuevamente otro problema surge, ya que el refresco de tamarindo cuenta con fecha de caducidad (un problema que no se tomó en cuenta ya que se consideraba que la rotación del producto sería alta), así entonces en los almacenes se comienza a acumular el producto caduco, pero ahora el problema es aun mayor puesto que no solo ocupa espacio en el almacén, sino que hay que disponer del producto en forma rápida, para lograr un valor de rescate, y de esa manera recuperar un poco de los recursos que está consumiendo en su estado actual (gastos de inventario, gastos por disposición final, ocupación de almacén, etc...).

Simplemente con un enfoque logístico tradicional, este problema sería insoluble, sin embargo debido a que las empresas están tomando en cuenta, este tipo de situaciones, nace lo que en este momento se conoce como logística inversa.

Esta rama de la logística es la que se ocupa, de este tipo de situaciones que algunas veces no son contempladas por considerarse poco importantes, más que sin embargo generan costos altos lo que merma la capacidad competitiva de los negocios.

Aunado a esto, la preocupación de los consumidores por el medio ambiente, así como de los gobiernos condicionan al empresario a requerir programas de disposición de desechos que sean compatibles en una economía global (tal como es el caso de la Comunidad Europea), lo cual es un factor a tener en cuenta si se requiere competir en otros mercados, así que al contar con programas de este tipo se tiene una ventaja, ya que se observa que los requerimientos del programa no son solamente táctico operativos sino estratégicos a largo plazo.

También existe otra tendencia que influye en las compañías a incentivar programas de este tipo, ya que al ser compañías con conciencia social, son percibidas por los consumidores como un mejor prestador de servicios lo que genera nuevamente una ventaja respecto a sus competidores.

Seguendo esta línea se tiene un ejemplo que ejemplifica esta condición<sup>1</sup>: El caso de los laboratorios McNeil una división de Johnson & Johnson (J&J) el cual experimento ciertos problemas cuando una persona enveneno varios frascos cerrados de Tylenol con cianide, un producto líder de J&J. Este acto tuvo lugar dos veces en el espacio de unos pocos años. La segunda vez J&J estaba preparado con un programa de logística inversa e inmediatamente limpio el canal de comercialización de el producto modificado. Debido a la rápida y competente respuesta de J&J, solamente tres días después de la crisis, los laboratorios McNeil experimentaron una venta masiva record en un día.

Indudablemente el publico no hubiera respondido tan positivamente, si J&J no hubiera sido capaz de actuar rápida y eficientemente para manejar el reclamo del producto. Este es un ejemplo extremo, pero ilustra claramente como las capacidades dadas por la logística inversa pueden ser estratégicas, y como pueden dramáticamente impactar los ingresos de una compañía.

Como se puede apreciar las ventajas de implementar programas de este tipo son varias, sin embargo existe relativamente poca información al respecto, lo cual es un campo fértil para la investigación.

Es así que debido a esta carencia de información, sobre todo en español y que se refiera a casos que se concentren en Latinoamérica, es basada la siguiente investigación.

Esta investigación fue realizada con el propósito de esclarecer los conceptos asociados, presentar las herramientas y la información necesaria para implementar un programa de este tipo y dar un esquema general de cómo puede presentarse el plan asociado, se propone como un ejemplo del marco metodológico un caso de aplicación basado en el reciclaje de plásticos; en concreto de los envases de plástico (PET) de bebidas gaseosas.

Para hacer esto lo primero que trataremos de hacer es describir brevemente en el capítulo 1, lo que es la logística inversa sus principales vertientes y como se utiliza para caracterizar a la industria del reciclaje de plásticos, para hacer esto se revisaron los componentes que forman parte de dos organizaciones que actualmente trabajan en México, estas son APREPET<sup>2</sup> y ECOCE<sup>3</sup>, las cuales agrupan a diferentes compañías que en este momento han tomado conciencia social y adelantándose a las posibles practicas regulatorias de posible aparición en México, siguiendo el ejemplo de E.U., Comunidad Europea y Japón (países con los cuales México tiene varios tratados comerciales), los cuales en determinado momento podrían ser un motivo de negociación para el comercio internacional, como ejemplo podemos mencionar que la

---

<sup>1</sup> Rogers & Tibben Lemke, (1998), *Going backwards: Reverse logistics trends and practices*, Reno, Nevada University, Reverse Logistics Executive Council, pp. 15

<sup>2</sup> LocCit: [www.aprepet.org.mx/home.html](http://www.aprepet.org.mx/home.html)

<sup>3</sup> LocCit: [www.ecoce.org.mx](http://www.ecoce.org.mx)

certificación punto verde (Der Grüne Punkt) para comercializar un producto premium, en este caso principalmente productos gourmet en Alemania, por ley dispone que uno de los puntos para comercializarlos con esta leyenda es que sus empaques deban ser completamente reciclables y deben tener un plan de recolección acorde para que las compañías tomen responsabilidad de sus productos, esto se conoce como EPR (extended producer responsibility o responsabilidad extendida del productor).

Una vez que se obtuvieron las bases de cuales son los puntos de los cuales se compone el sistema, se propuso un marco conceptual y metodológico en el capítulo 2 en el cual se describen genéricamente los pasos de los cuales se debe ocupar un programa de logística inversa y cuales son las herramientas necesarias para diseñar dicho programa, para lograr esto se estudiaron tres posibles fuentes de problemas: las devoluciones en E-Commerce; las devoluciones por reciclaje de empaques y manejo de desechos (como el caso del reciclaje de envases plásticos); y las devoluciones por producto dañado o no compatible con los requerimientos en el comercio minorista (en tiendas de autoservicio como Walmart, Carrefour<sup>4</sup>, Comercial Mexicana, Costco, etc..., y en sus diferentes centros de distribución).

Como el siguiente punto a tratar se estudio a fondo los requerimientos del sistema, describiendo los principales puntos que preocupan a una industria de este tipo (utilizando para ello entrevistas, de los directivos de una industria situada en México<sup>5</sup>), se describen brevemente los principales puntos a tener en cuenta; también tomando el punto de vista gubernamental planteado en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, ley vigente en México.

En el capítulo 3, se describe la propuesta metodologica, donde se muestra cómo es posible vincular un análisis de situación, de resolución de problemas, o de decisión (basándose en la técnica propuesta de la consultora Kepner & Tregoe<sup>6</sup> como se describe en el libro "The new rational manager"), con los requerimientos de un plan de logística inversa, de manera que puedan ser vinculados a las políticas empresariales.

En este capítulo también se describen brevemente los puntos principales en los que debe basarse una propuesta de un plan de este tipo, estudiando las posibles ponderaciones de las actividades a realizar; para ello se hace un análisis de los principales factores que se necesitan utilizando la técnica propuesta.

Por ultimo se da una revisión de que tipo de información es necesario obtener para utilizar la propuesta metodologica descrita.

---

<sup>4</sup> Chedraui adquirió Carrefour en Mayo del 2005

<sup>5</sup> Camara Jaime, (2003), "Acopio y reciclaje de plásticos de origen post-consumo en México.", *ONG Sustenta*,  
Loc Cit: [www.sustenta.org.mx/](http://www.sustenta.org.mx/)

<sup>6</sup> Kepner & Tregoe, (1981), *The new rational manager*, Mc Graw Hill, NY

En el capítulo 4, se describen los puntos esenciales a tratar en las recomendaciones del sistema de reciclaje en México, se realizan varios análisis con la metodología propuesta, y se presentan las observaciones desarrolladas para la industria en cuestión (La industria de recolección de residuos y el reciclaje de envases plásticos).

Por último en el capítulo 5 se exponen los resultados obtenidos de la investigación, el aprendizaje obtenido de las experiencias que resultan del presente trabajo, y las posibles mejoras al sistema y las futuras líneas de investigación a seguir para continuar con el trabajo en este campo.

## Capítulo 1: A que se le llama Logística Inversa

Como un primer acercamiento a este estudio, en este capítulo se tiene una pequeña revisión de cómo ha evolucionado la definición de logística inversa; una vez hecho esto se caracterizan a las fuentes más comunes de los retornos; en que tipo de industria se presentan; y cuales opciones de recuperación de valor son preferidas. Después se presenta de una forma clara cuales son las fuerzas promotoras para implementar un plan de este tipo, y que tipos de beneficios se pueden esperar, por último dentro de este capítulo se comienza a describir un sistema análogo (la industria del reciclaje de plásticos). Dentro de este mismo apartado se describen los problemas más comunes que se tienen en el sistema y como se vinculan estos con los puntos a tratar posteriormente, de tal modo que puedan ser incluidos en las fases de un programa de este tipo.

### 1.1.- Breve estado del arte de la logística<sup>1</sup>:

Desde que el hombre ha necesitado mover cosas de un lugar a otro, casi desde el inicio de la civilización siempre se ha topado con un problema como hacerlo de la mejor manera posible.

Este problema aun sigue vigente y solamente durante la segunda mitad del siglo veinte, es decir sobre un rango de tiempo de 50 años los gerentes se han preocupado de hacerlo de una manera confiable y a bajo costo.

Esto no siempre es posible hacerlo debido a los intercambios que existen entre las relaciones de un sistema lo que es conocido comúnmente como tradeoff (ponderación o compromiso de intercambio de valor) en los artículos de habla inglesa.

Aunado a ello la transición de cambio de la era industrial hacia la era de la información digital extiende el campo de estudio hacia nuevos horizontes, para comprender mejor esto se dará una pequeña revisión histórica de cómo ha evolucionado el concepto de logística a través del tiempo.

Es así que a la concepción de integrar la perspectiva de los manejos de costos y la provisión de servicios al problema primario del la transportación de un bien, es lo que el hombre a denominado logística.

Durante los años 50s el potencial de la logística integradora fue reconocida y el manejo de costos fue introducido dentro del concepto, este fue un esfuerzo relativamente simple pero la implementación no lo fue tanto debido a los intercambios del sistema.

---

<sup>1</sup> Bowersox et al, (1999), *21st Century Logistics: Making supply chain integration a reality*, Council of Logistics Management, Michigan State University, pp 3,4,5,6

Después en 1955 se empezó a integrar un nuevo punto de vista debido a la mercadotecnia y empezaron a notar que la percepción de un cliente impactaba en las ventas, es así que el concepto de servicio al cliente es nuevamente integrado en el concepto de logística.

Para 1965, la idea de expandir operaciones a través de un Outsourcing fue ganando terreno, debido a que implementar tales operaciones en una compañía requería infraestructura especializada para sus operaciones, es así que las compañías comienzan a comprender que los negocios deben ser especializados y basarse en sus competencias base (core competencies), este nuevo ramo que surge en la industria, que integra servicios multifuncionales es lo que hoy en día se conoce como third party service suppliers o 3PL (third party logistics).

En los años 70s renace un interés en las operaciones internas de una compañía, la disponibilidad de nuevas tecnologías de la información hace que muchos ejecutivos se enfoquen en desarrollar la calidad de su desempeño, partiendo de la obtención de las materias primas hasta el cliente final, esto genero un enfoque que se centraba en la calidad y en las operaciones sensibles al tiempo.

Para los años 80s, se integran los movimientos de cero defectos y el TQM (Total Quality Management), es así que se comienza a medir y reportar el desempeño operacional en términos financieros, tales como reducción del capital de trabajo, utilización de activos, reducción del ciclo de efectivo, etc...

En 1985 el Council of Logistics Management (CLM) define la logística como: Una parte del proceso de la cadena de suministros que planea implementa y controla el eficiente y efectivo flujo y almacenamiento de bienes, servicios e información relacionada del punto de origen al punto de consumo con el propósito de satisfacer los requerimientos del cliente.

Para 1995 la definición es expandida debido a que las operaciones son diseñadas con base en una integración cada vez más cercana con clientes selectos, llamados clientes estratégicos, tal colaboración deriva a extender el efectivo control de la línea de negocio.

Después de que las definiciones fueran extendidas, la integración del concepto de logística continuo en expansión, ya que para el 2003 el CLM corrige su definición de logística como sigue: "Una parte del proceso de la cadena de suministros que planea implementa y controla el eficiente y efectivo flujo y almacenamiento hacia delante y en reversa de bienes, servicios e información relacionada del punto de origen al punto de consumo con el propósito de satisfacer los requerimientos del cliente".

En esta definición ya se observa claramente un interés sobre los flujos de retorno (inversos), ya que las organizaciones empezaron a tomar especial interés de ser competitivas de una manera que les permitiera gestionar la entrega efectiva de sus productos y de no ser así de integrar nuevamente los retornos en su canal comercial; todo esto poniendo énfasis en el tiempo, y en los recursos, a esta rama dentro del concepto de la logística se le conoce como logística inversa.

Durante los años noventa el CLM empieza a publicar estudios donde la logística inversa fue reconocida como un aspecto relevante para los negocios así como para la sociedad. En 1992 el CLM publica la primera definición conocida de logística inversa (Stock, 1992<sup>2</sup>): "...El termino comúnmente usado para referirse al rol de la logística en el reciclaje, disposición de desperdicios y el manejo de materiales peligrosos; una perspectiva mas amplia incluye todo lo relacionado con las actividades logísticas llevadas a cabo en la reducción de entrada, reciclaje, sustitución y re- uso de materiales y su disposición final."

Al final de los noventas, Rogers & Tibben Lembke (1998) describen a la logística inversa incluyendo el objetivo y los procesos (logísticos) involucrados: "El proceso de planear, implementar y controlar eficientemente y el costo eficaz de los flujos de materias primas, inventario en proceso, bienes terminados e información relacionada desde el punto de consumo al punto de origen con el propósito de recuperar el valor primario o disponer adecuadamente de ellos".

Sin embargo el grupo Europeo de logística inversa, RevLog (1998), fue mas allá de la definición de Rogers & Tibben Lembke usando la siguiente definición: "El proceso de planeación, implementación y control del flujo de materias primas, inventario en proceso y bienes terminados, desde un punto de uso, manufactura o distribución a un punto de recuperación o disposición adecuada", como podemos ver esta definición es mas amplia ya que no se refiere a un punto de consumo y si bien acepta aun mas flujos, ya que una parte no necesariamente regresa al mismo punto de donde salio.

Aun otra definición para clarificar más este concepto es la del Reverse Logistic Executive Council<sup>3</sup>: "Logística Inversa es el proceso de mover bienes de su destino final típico a otro punto, con el propósito de capturar valor que de otra manera no estaría disponible, para la disposición apropiada de los productos", la cual introduce el concepto de recuperación de valor de los componentes en la cadena (uno de los puntos mas importantes del concepto).

Para entender más a la logística inversa tomemos por ejemplo el caso de Acer América<sup>4</sup>, el tercer fabricante mundial de computadoras personales.

Como cualquier otro fabricante, Acer experimentó cambios frecuentes en los productos con ciclos de vida cortos (90 a 120 días), especialmente para computadoras con bajo costo de fabricación, por principio la depreciación podía ser de hasta un 13% si se tenia un retorno, ya que este tardaba casi 15 días en ser gestionado, debido a que Acer no tenia medios de determinar cuando llegaba un envío de retorno, ni que tipo de contenido había en el paquete retornado, por lo cual era almacenado y no contabilizado hasta que era abierto el paquete.

---

<sup>2</sup> Stock J. R., (1992), *Reverse logistics*, CLM, Oak brook, IL

<sup>3</sup> Loc Cit: [www.unr.edu/coba/logis/page6.html](http://www.unr.edu/coba/logis/page6.html)

<sup>4</sup> Loc Cit: [www.fedex.com](http://www.fedex.com) , case study: FedEx and Acer team to streamline returns

Poco después en un esfuerzo para contabilizar esos retornos y controlar sus recursos mas eficientemente. Acer contrato el servicio NetReturn de FedEx, de manera que cuando un cliente retornaba una computadora, este tenia que capturar la información en Internet, de manera que entonces se generaba un registro de rastreo, el sistema detectaba la localidad mas cercana y transfería la orden de retorno a un correo cercano, el cual imprimía la etiqueta con un código de barras (que posibilitaba conocer la autorización de la orden de retorno y su contenido) y recogía el paquete, de manera tal que se facilitaba el reenvío a la locación apropiada.

Como resultado del uso del sistema, hoy en día, Acer conoce cuantos retornos son esperados, lo que permite asignar los recursos de una manera mas eficiente.

De esta manera Acer esta utilizando recursos eficientemente y evitando un problema costoso de depreciación lo que le da una ventaja respecto a sus competidores.

Este tipo de problema es común y normalmente asociado a la logística inversa.

## Proceso de retornos de Acer America

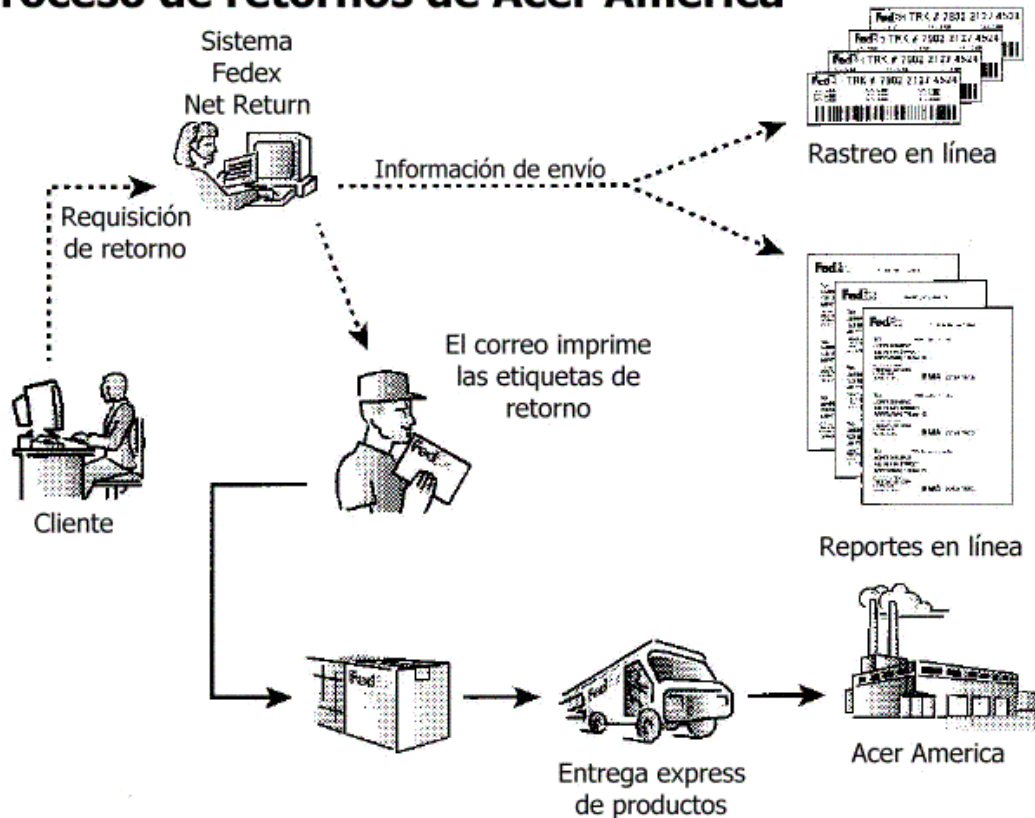


Figura 1.1

Fuente: [www.fedex.com](http://www.fedex.com)



## 1.2.- Logística Inversa.

La logística inversa es un área de interés relativamente nueva, y hay poca información respecto a ella, este proceso concierne primariamente a dos áreas: productos finales y empaques.

La importancia de las devoluciones según los sectores industriales se presentan en la Tabla 1.1:

| Industria  | porcentaje |
|--|------------|
| Editores de Revistas                               | 50%        |
| Editores de libros                                 | 20 – 30%   |
| Distribuidores de libros                           | 10 – 20%   |
| Tarjetas de felicitación                           | 20 – 30%   |
| Catálogos de minoristas                            | 18 – 35%   |
| Distribuidores de electrónica                      | 10 – 12%   |
| Fabricantes de computadoras                        | 10 – 20%   |
| CD-ROMs  | 18 – 25%   |
| Impresoras   | 4 – 8%     |
| Fabricantes de computadoras fabricadas bajo pedido | 2 – 5%     |
| Mayoristas   | 4 – 15%    |
| Partes automotrices                                | 4 – 6%     |
| Electrónica de consumo                             | 4 – 5%     |
| Químicos para el hogar                             | 2 – 3%     |

**Tabla 1.1: Muestra de porcentajes de retorno**  
Fuente: Reverse Logistics Executive Council<sup>5</sup>

La fuente de estos retornos puede deberse a algunas cuestiones, estas pueden ser caracterizadas en la siguiente matriz:

|           | Socios de la cadena de suministros  | Usuarios finales   |
|-----------|---|--|
| Productos | Retornos de balanceo de stock<br>Retornos de mercadeo<br>Final de ciclo de vida<br>Final de temporada<br>Daño en transito | Productos defectuosos<br>Productos no requeridos<br>Garantía de retorno<br>Retiros de mercancías<br>Disposiciones de desecho ambientales |
| Empaques  | Contenedores reusables<br>Empaque múltiple<br>Requerimientos de desecho   | Reuso<br>Reciclaje<br>Restricciones de desecho   |

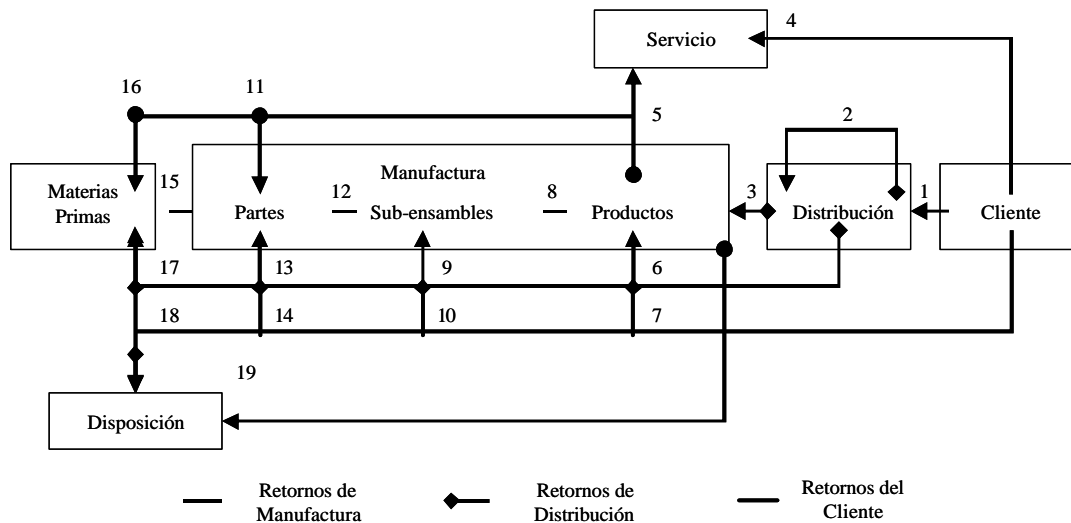
**Figura 1.2: Fuentes de los retornos**  
Fuente: Reverse Logistics Executive Council<sup>6</sup>

Una vez que se han caracterizado a las fuentes del cual surgen los retornos surge la pregunta: ¿de dónde provienen los flujos inversos en una cadena de suministro?.

Estos flujos no son fácilmente observables en todos los casos, sin embargo hay autores que han descrito los flujos inversos de una manera empírica, estos flujos se representan en la Figura 1.3.

<sup>5</sup> Rogers & Tibben Lemcke, (1998), *Going backwards: Reverse logistics trends and practices*, Reno, Nevada University, Reverse Logistics Executive Council, pp 7

<sup>6</sup> Ibidem, pp. 13



- 1.- Retornos producto equivocado (re-Venta, re- Uso)
- 2.- Ajustes comerciales y de almacenamiento (re-Distribución)
- 3.- Recuperaciones (re-Procesos)
- 4.- Garantía, Servicio (reparación)
- 5.- Productos defectuosos (reparación)
- 6.- Retornos comerciales (restauración)
- 7.- Garantía de cliente (restauración)
- 8.- Producto defectuoso (re-Manufactura)
- 9.- Retornos comerciales
- 10.- Fin de vida (re-Manufactura)
- 11.- Productos defectuosos (recuperación)
- 12.- Idem
- 13.- Retornos comerciales (recuperación)
- 14.- Fin de vida (recuperación)
- 15.- exceso de materias primas (re-Uso, re-Venta)
- 16.- Productos defectuosos, Sobras de producción (reciclaje)
- 17.- Retornos comerciales (reciclaje)
- 18.- Fin de Vida (reciclaje)
- 19.- todos los tipos de flujo inverso (destrucción por incineración, disposición final en relleno sanitario)

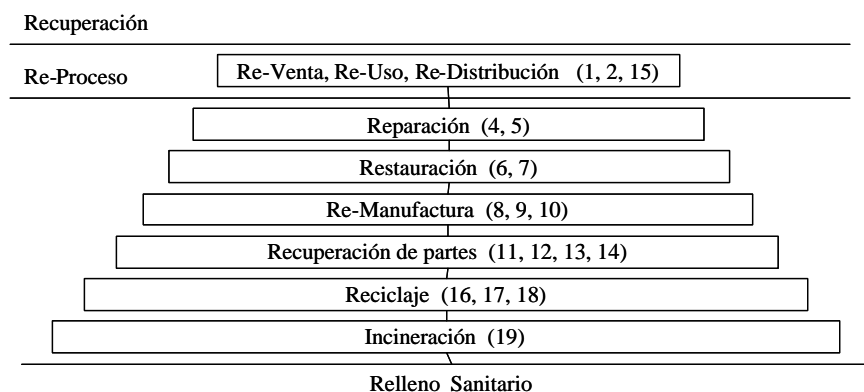
**Figura 1.3**

**Fuente: de Brito & Dekker, 2002a <sup>7</sup>**

Del diagrama se infiere que existen ciertos flujos que permiten una mayor recuperación de valor; una caracterización de este tipo de recuperación de valor es representada en la Figura 1.4, el cual representa una pirámide, cuya base representa el mínimo valor que puede ser recuperado, y cuya cima representa el máximo nivel de valor que puede ser obtenido de un retorno.

Se observa que mientras se baja por los niveles de la pirámide, menos valor puede ser recuperado del producto retornado. Lo cual nos da un primer indicio de cuales opciones son mas preferidas en los planes de logística inversa.

<sup>7</sup> de Brito Marisa P., Dekker Rommert, (2002a), *Reverse Logistics – a framework*, Erasmus University Rotterdam, Econometric Institute Report EI 2002-38



**Figura 1.4**

**Fuente: de Brito & Dekker, 2002a**

### 1.2.1.- Logística Verde.

Existe también lo que se conoce como la 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 (Council of Environmental Quality, 1996)<sup>8</sup>

También podemos observar cómo ha ido cambiando la percepción de este tema en los negocios debido a esta conciencia social por el ambiente en la Tabla 1.2:

| Etapa de política ambiental                       | Características primarias   | años  |
|---|---|---|
| Manejo de riesgos                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>Manejo de desperdicios y control de la contaminación</li> </ul>  | 70' a mediados de los 80'                   |
| Prevención de la contaminación                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>Mejoramiento de procesos para reducir el uso de materiales, minimizar el desperdicio y mejorar la eficiencia</li> </ul>  | Mediados de los 80' y principio de los 90'  |
| Manejo del ciclo de vida y la ecología industrial | <ul style="list-style-type: none"> <li>Manejo sistemático de productos y procesos para maximizar los beneficios y asegurar la calidad ambiental</li> <li>Se enfoca en el ciclo de vida de procesos y productos y sus efectos ambientales</li> </ul> | Mediados de los 90' e inicios del siglo XXI |

**Tabla 1.2: percepción de materias medioambientales en los negocios**

**Fuente: Beamon, 1999<sup>9</sup>**

<sup>8</sup> Council of Environmental Quality, (1996), *The 25<sup>th</sup> Anniversary Report of Council of Environmental Quality*, Loc Cit: <http://ceq.eh.doe.gov/reports.htm>

<sup>9</sup> Beamon Benita, (1999), "Designing the Green Supply Chain", *Logistics Information Management* Vol.-12, No.- 4, pags: 332- 342

La idea de un sistema de estas características se puede plasmar fácilmente, si se observa un diagrama simple de una industria cualquiera; para ello se toma el diagrama extendido de la cadena de suministro de la Figura 1.5: las líneas sólidas representan los enlaces tradicionales de la cadena de suministro, y las líneas punteadas representan la extensión de la cadena debido a los flujos inversos; la W encerrada en los diamantes representan el desperdicio (o disposición) de materiales.

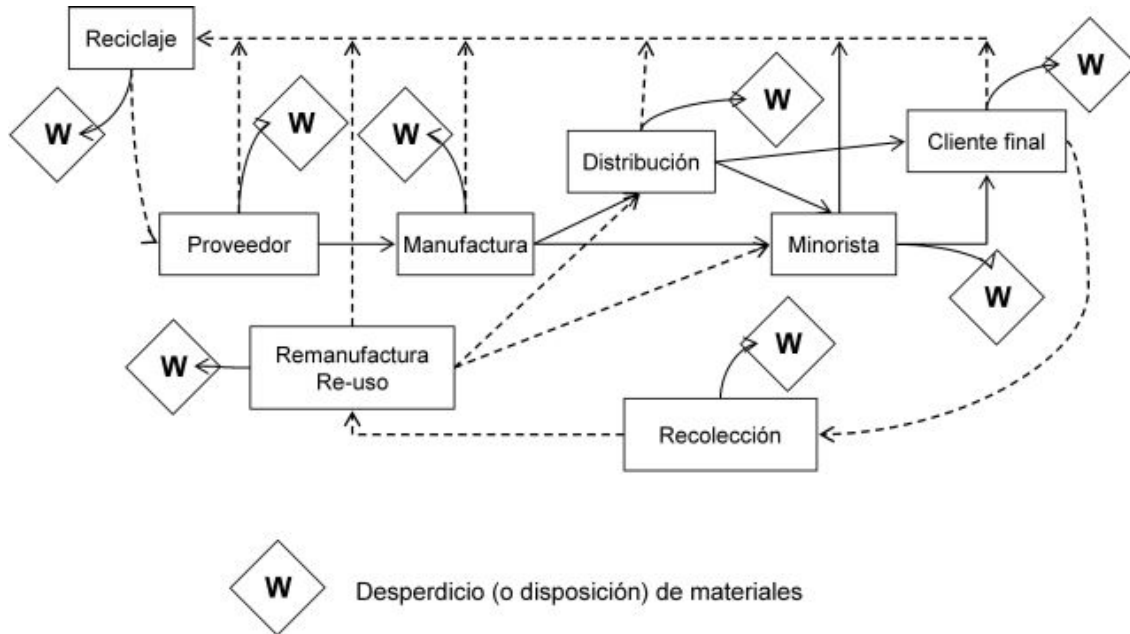


Figura 1.5  
Fuente: Beamon,1999

### 1.3.- Fuerzas promotoras de la Logística Inversa.

En principio se puede observar que existen ciertas fuerzas que incentivan el uso de la Logística Inversa, entre estas destacan en tres categorías:

- Razones Económicas (directa e indirecta)
- Razones Legislativas
- Razones de Responsabilidad extendida

Se puede apreciar que la fuerza económica esta relacionada a todas las acciones de recuperación donde la compañía tiene una ingerencia directa o indirecta de beneficios económicos (esto se refleja en el abatimiento de costos, disminución del uso de materiales, o la obtención de partes de repuesto valiosas), aun cuando los beneficios no son inmediatos, el involucramiento con la logística inversa puede ser un paso estratégico si se espera una legislación ambiental, así mismo debido a estas mismas legislaciones, y al uso de una tecnología diferente puede disuadir a otras

compañías de entrar a competir al mercado, por último podemos ver que una compañía que tiene una buena imagen (ambiental) es preferida en muchos mercados, como es el caso de los mercados europeos; asimismo, esta imagen estrecha vínculos con el cliente, debido a que existe un incremento creciente de conciencia ambiental de la sociedad.

### 1.3.1.- Beneficios de la Logística Inversa.

Idealmente una cadena de este tipo también es llamada una cadena de suministro circular (ya que el flujo inverso cierra el ciclo) mejora el aprovisionamiento de los productos, servicios e información mejor de lo que lo haría una cadena de suministro tradicional ya que reduce costos a la vez que reduce el impacto ambiental; para poder ver tener una visión global de estos beneficios podemos observar la Tabla 1.3, con base en una síntesis de Krikke et al (2003)<sup>10</sup> en la que se muestran los beneficios que tenemos en los servicios y en el mercado, los costos relacionados con la operación y la seguridad ambiental.

| Servicio / Mercado  | Costos   | Seguridad Ambiental  |
|---|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• El servicio de retorno mejora la satisfacción del cliente</li> <li>• Reducción del tiempo de investigación y desarrollo (tiempo de introducción al mercado)</li> <li>• Incrementa la disponibilidad de partes de repuesto</li> <li>• Retroalimentación oportuna a través de recuperación temprana</li> <li>• Mejora en la calidad del producto a través de la reingeniería</li> <li>• Reparaciones proactivas</li> <li>• Imagen "Verde"</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reducción del riesgo de responsabilidades legales</li> <li>• Recuperación del valor de los materiales y los componentes</li> <li>• Recupera el valor de la mano de obra</li> <li>• Evita los costos de disposición</li> <li>• Reduce el riesgo por obsolescencia a través de retornos oportunos</li> <li>• Menor producción nueva de partes de repuesto</li> <li>• Reducción de retornos</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reduce el impacto ambiental</li> <li>• Cumplimiento de la legislación vigente</li> <li>• Recuperación mas confiable de productos defectuosos</li> </ul> |

**Tabla 1.3: Sumario de los beneficios de la logística inversa**

Fuente: Krikke et al, 2003

### 1.4.- La Industria de Reciclaje de Plásticos (Disposición de PET).

Tomando como ejemplo la industria del reciclaje de los plásticos, industria en la cual se utiliza extensamente los principios de la logística inversa, se observa que existen problemas concretos por resolver<sup>11</sup>:

Un problema actual, para el reciclaje del plástico es que, comparado con otros productos, no tiene un valor significativo en el mercado. Mientras el aluminio, el fierro, el papel y el vidrio se compran en las empresas recicladoras, el plástico usado tiene un bajo valor de compra. Una característica

<sup>10</sup> Krikke Harold, le Blanc Ieke, van de Velde Steff, (2003), *Creating value from returns*, CentER Applied Research working paper no. 2003-02

<sup>11</sup> Mitre Salazar Gonzalo, (1997) *Reciclaje de plásticos: retos y oportunidades*, Loc Cit: <http://www.umne.edu.mx/rev96/reciclaje.htm>

positiva, para el fabricante y el consumidor de bebidas, es que una botella de plástico pesa poco y ocupa mucho volumen; por ejemplo, una botella de refresco de 600 ml. sólo pesa 30 gramos. Esto, reduce el costo de transporte de manera significativa; pero, para el recolector, implica tener que juntar 33 botellas para hacer un kilogramo. Algunas empresas están resolviendo esta situación, instalando centros de acopio donde se prensa o muele el material, lo que facilita su traslado.

Otro problema que hay que solucionar, es el del mercado al que va el material reciclado. Pues, con las fluctuaciones en el precio del petróleo, el que hoy puede ser un buen negocio, mañana no lo es, y viceversa. Por esto, las empresas recicladoras están tendiendo a producir artículos con mayor valor en el mercado, de manera que disminuya el efecto de estas fluctuaciones en el precio.

Es así que la logística inversa esta creciendo en importancia, ya que las compañías están cambiando la forma de hacer negocios. También puede ser especialmente importante en la industria del menudeo como otra manera de diferenciarse de sus competidores ofreciendo un servicio al cliente superior, y al mismo tiempo reduciendo el costo del negocio.

Otro punto a favor de este tipo de programas son las implicaciones ambientales, que son un campo creciente y los estándares tales como el ISO 14000, deben tener un gran impacto en las operaciones logísticas tradicionales. En muchas situaciones las organizaciones están eligiendo compañías 3PL<sup>12</sup> para manejar este tipo de asuntos.

#### **1.4.1.- El sistema de la problemática:**

Dado el incremento en el consumo actual de plásticos, especialmente para botellas para bebidas de consumo humano (refrescos, agua, leche, etc.), ha sido necesario asignar tiempo y recursos para el desarrollo de procesos que aseguren que el reciclaje de plástico sea una actividad económicamente redituable, para que, de esta manera, ayude a disminuir la cantidad de botellas que llegan a los tiraderos de basura. Estas tecnologías se están desarrollando a nivel mundial como respuesta a la presión social<sup>13</sup> que existe en las comunidades de re-utilizar estos materiales, en lugar de tirarlos como si fueran basura, y esto, no sólo en los espacios autorizados, sino en calles, parques y espacios públicos.

Un ejemplo de lo anterior es el caso de FEMSA Coca Cola<sup>14</sup>, localizada en la Ciudad de México, esta compañía es el cuarto productor mas grande botellas de plástico a nivel mundial, FEMSA Coca Cola implementó *Numetrix/3* un software especializado de logística inversa; esta herramienta táctica de planeación hizo posible mejorar el programa de promociones especiales de modo que

---

<sup>12</sup> 3PL: Third Party Logistics

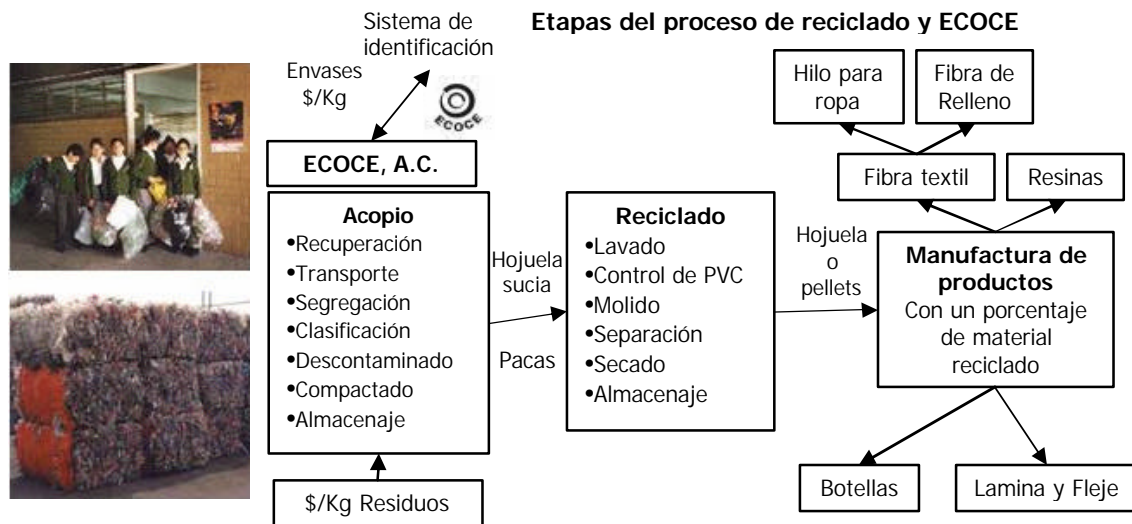
<sup>13</sup> Se considera que es una tendencia "pull", es decir que es "jalada" por el mercado.

<sup>14</sup> Bruce Cadwell, (1999), "Untapped opportunities exist in returned products, a side of logistics few businesses have thought about--until now", *Information Week* 729

los picos en la demanda coincidieran con los picos de retorno a inventario de botellas, reduciendo la necesidad de fabricar mas botellas en respuesta a una nueva demanda.

Y finalmente, porque la disponibilidad de botellas fue mejor comprendida, la producción de botellas de plástico no retornables fue reducida, esto tuvo como consecuencia una reducción en el capital que Femsa tenia en inventario de botellas almacenadas .

Volviendo al tema que nos interesa se puede entonces observar que un sistema de este tipo es de una forma similar al mostrado en la Figura 1.6:



**Figura 1.6: Sistema de reciclaje de plástico: PET**

Fuente: <http://www.ecoce.org.mx>

Una premisa fundamental en esta actividad es contar con un mercado para el material que se va a reciclar. Además, dicho material debe cumplir con las condiciones de precio internacionales, ya que normalmente todos los plásticos son artículos de consumo y fluctúan de precio constantemente. También deben contar con un abasto constante, la tecnología adecuada, productividad y liquidez para lograr un abastecimiento de materiales para reciclar. Un gran error de muchas empresas que entran al negocio del reciclaje es suponer que hay mucho material para reciclar. Efectivamente, hay mucho material pero no está disponible; este es el gran problema. La falla en el abasto ha sido el principal factor del fracaso de empresas recicladoras en Estados Unidos.

Hay políticas, a nivel mundial, que han forzado positivamente el uso de material reciclado. Debe destacarse el caso de la industria automotriz, que desde hace años, impuso la norma de que las autopartes introducidas en la manufactura tengan un porcentaje significativo de material reciclado. Esto, no sólo en lo que respecta a su estructura, carrocería, sistema de suspensión, etc., sino

también, en lo que respecta a tapetes, tablero, asientos, entre otros; de los que se puede afirmar que la materia prima es plástico reciclado.

Desafortunadamente, en México<sup>15</sup> no se cuenta con una buena infraestructura en las empresas recicladoras de plástico. Existen muchas empresas dedicadas al reciclaje de plásticos a pequeña escala que realizan esta actividad de manera improvisada, sin contar con una infraestructura adecuada, por lo que no logran producir materiales con estándares de precio y calidad competitivos. Recuperar un material de los residuos sólidos y ponerlo en circulación nuevamente como un producto útil requiere mucha tecnología.

Al margen de esto se puede mencionar que dentro de los beneficios económicos, de importancia para un país en desarrollo como México, el reciclaje crea un número significativo de empleos, particularmente en el sector manufacturero. El reciclaje también puede dar como resultado algunos empleos perdidos, en disposición de desperdicios y extracción y procesamiento de material virgen. De cualquier manera existen estudios<sup>16</sup> que sugieren que el reciclaje tiene como resultado final un efecto neto positivo de empleo directo sobre una base a lo amplio del territorio, esto es debido principalmente a que el reciclaje impulsa la necesidad de mejorar la competitividad de la industria en el ambiente global y preserva empleos en la manufactura.

Finalmente para dar una idea del tamaño del mercado, están disponibles algunas estadísticas acerca de la segmentación por mercado de los materiales plásticos en México, correspondientes a 1996; de acuerdo con estos datos, el mercado de envases es el más reciclable, ya que representa el 40% del total de toneladas. Después vienen los productos de consumo (19%), los materiales de construcción (16%) y muchos otros segmentos con porcentajes menores<sup>17</sup>.

---

<sup>15</sup> Camara Jaime, (2000), "Acopio y reciclaje de plásticos de origen post-consumo en México.", *ONG Sustenta*, Loc. Cit: [www.sustenta.org.mx](http://www.sustenta.org.mx)

<sup>16</sup> R. W. Beck, Inc., (2001), *BEAR Value Chain Assessment, Final Report*, Businesses and Environmentalists Allied for Recycling (BEAR)

<sup>17</sup> Ibidem como nota 15



## Capítulo 2: El sistema de logística inversa

En el presente capítulo se describe el modelo propuesto de logística inversa en seis fases, que muestra cuales son los pasos a seguir al implementar un plan de este tipo, después se describen los problemas inherentes asociados con este tema, se da una descripción de los puntos esenciales del modelo y como estos se vinculan con las practicas logísticas, también son descritas las herramientas que se pueden utilizar dentro de cada una de las fases, y se comenta especialmente como pueden ser evaluados y medidos los efectos de un programa de este tipo.

### 2.1.- La logística inversa dentro de una organización:

Según Stock (2001b) muchas listas de atributos logísticos importantes califican a la logística inversa como una parte poco importante de las características dentro de una organización, sin embargo estas mismas listas parecen omitir el hecho que atributos como la calidad del producto, los precios competitivos, la consistencia del tiempo de entrega del pedido, la entrega y recogida a tiempo y las bajas tasa de daño a la entrega son meramente el precio de entrada en algunos mercados.<sup>1</sup>

Así mismo Stock (2001a), nos da algunas observaciones que se deben tener en cuenta al diseñar un programa de logística inversa, tales como:

- *Los programas de logística inversa deben ser desarrollados primariamente para manejar retornos incontrolables;*
- *Los centros de distribución no han sido diseñados para manejar retornos;*
- *Los inventarios de seguridad son mas grandes en las compañías con ineficiencias en sus procesos;*
- *Los productos con un ciclo de vida corto requieren una mayor inversión para manejar retornos;*
- *Los programas comúnmente tratan de usar un solo proceso para los flujos en diferentes canales (hacia atrás y hacia adelante);*
- *Una mejor optimización hacia adelante (canal directo) reduce el numero de retornos.*

El mismo autor en su artículo referido a los problemas asociados a la logística inversa (a los que el se refiere como pecados capitales)<sup>2</sup> también señala que los errores más comunes al diseñar un programa de este tipo son:

---

<sup>1</sup> Para una discusión mas amplia de la importancia de la logística inversa dentro de estas listas vease el Apéndice 1.

<sup>2</sup> Stock James, (2001b), "The 7 Deadly Sins of Reverse Logistics", *Material Handling Management*, March

- *No reconocer a la logística inversa, como un factor que puede generar una ventaja competitiva;*
- *Crear que una vez que los productos son entregados, la responsabilidad de la empresa termina (para solucionarlo hay que tener en cuenta un enfoque del ciclo de vida ligado a la distribución final);*
- *Fallar al empalmar el sistema interno, externo y procesos asociados en el E-Commerce y el aspecto del retorno de productos en la cadena de suministros (asociado al mapeo de procesos, para comprender su alcance y complejidad);*
- *Asumir que los esfuerzos a medio tiempo son suficientes para lidiar con las actividades de la logística inversa (no se reconoce a la logística inversa como una acción compleja, que debe contar con sus propios recursos);*
- *Crear que los ciclos de tiempo de pedido por los productos retornados pueden ser mayores y mas variables que los asociados con la venta o distribución de productos nuevos;*
- *Asumir que los retornos de productos y reciclaje de empaque y reuso tomaran cuidado de ellos mismos, si se les da suficiente tiempo (asociado a la separación de productos, por ejemplo en muchos centros de distribución estos envíos llegan mezclados [cantidad, calidad y lugar de envío] en un solo pallet);*
- *Pensar que los retornos son relativamente no importantes en términos de costos, valuación de activos e ingresos potenciales (los retornos tienden a permanecer mas tiempo, que los productos nuevos en los canales directos, resultando en costos altos de inventario, transportación y almacenaje, y al mismo tiempo los ingresos decrecen por costos asociados a la obsolescencia y la degradación).*

## **2.2.- El sistema de logística inversa:**

Para empezar a conceptualizar un sistema aplicado a la logística inversa, podemos decir que diferentes autores reconocen a la logística inversa como un problema complejo, Es decir que existen ciertas características asociadas al retorno (producto o material) o al mercado al cual esta destinado ese retorno. De manera que para generar un modelo que sea lo mas general posible, se tuvieron en cuenta las características marcadas dentro de la literatura, de manera que estas puedan ser congruentes con las descritas por el modelo, para ello se baso en dos sumarios descritos por Krikke et al<sup>3</sup> (véanse las Tablas 1.1 y 1.2), los cuales nos dan pautas para basar el modelo general para un programa de logística inversa.

---

<sup>3</sup> Krikke Harold, le Blanc Ieke, van de Velde Steff, (2003), *Creating value from returns*, CentER Applied Research working paper no. 2003-02

| Características del producto      | Retorno Comercial       | Retorno por fin de uso (Con valor comercial) | Retorno por fin de uso (Con valor de transformación) | Retorno por fin de vida                       | Retorno por unidades rellenables | Retorno por portadores reusables | Retorno por reparación     |
|-----------------------------------|-------------------------|--|--|---|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------|
| Tiempo de vida remanente          | Alto                    | Moderado                                     | Alto por algunos componentes                         | bajo  | Alto                             | Alto                             | Moderado-Alto              |
| Riesgo de obsolescencia           | Alto                    | Alto   | Moderado   | Bajo  | Bajo                             | Bajo                             | Alto                       |
| legislación de recuperación       | No                      | No   | No   | Responsabilidad Extendida del Productor (EPR) | No                               | No                               | Garantías                  |
| Complejidad del producto          | Bajo-Alto               | Bajo   | Alto   | Bajo-Alto                                     | Bajo                             | Bajo                             | Alto                       |
| Mas común en:                     | Mercado de consumidores | Mercado de consumidores                      | B2B, bienes de capital                               | Todos   | todos                            | B2B                              | Todos                      |
| Opción de recuperación            | Reuso<br>Reparación     | Restauración<br>Reparación                   | Remanufactura<br>Canibalización                      | Canibalización<br>Reciclaje                   | Reuso<br>Reparación              | Reuso<br>Reparación              | Reparación<br>Restauración |
| Características de mercado        | Retorno Comercial       | Retorno por fin de uso (Con valor comercial) | Retorno por fin de uso (Con valor de transformación) | Retorno por fin de vida                       | Retorno por unidades rellenables | Retorno por portadores reusables | Retorno por reparación     |
| Tasa de retorno como % de ventas  | Moderado                | Moderado                                     | Alto   | Alto  | Alto                             | Alto                             | Moderado                   |
| Incertidumbre de retorno          | Bajo                    | Alto   | Moderado   | Moderado                                      | bajo                             | bajo                             | Moderado                   |
| Precio de recompra                | Crediticio              | de mercado                                   | Valor al fin de arriendo                             | Ninguno                                       | ninguno                          | ninguno                          | Crediticio                 |
| Demanda secundaria                | Alto                    | Moderado-Alto                                | Moderado-Alto  | bajo  | alto                             | alto                             | Moderado-Alto              |
| Precio / valor Secundario         | Alto                    | Moderado                                     | Alto   | bajo  | moderado                         | moderado                         | Alto                       |
| ¿Compete con el mercado primario? | Si                      | No, mercados de segunda mano                 | Si   | No, mercado de materiales                     | si                               | si                               | Si                         |
| Rango de mercado                  | Nacional                | Regional / Global                            | Regional   | Nacional                                      | Nacional / Regional              | Regional / Global                | Regional                   |

**Tabla 2.1: Características de producto y mercado para siete retornos típicos (sumario de la literatura)**

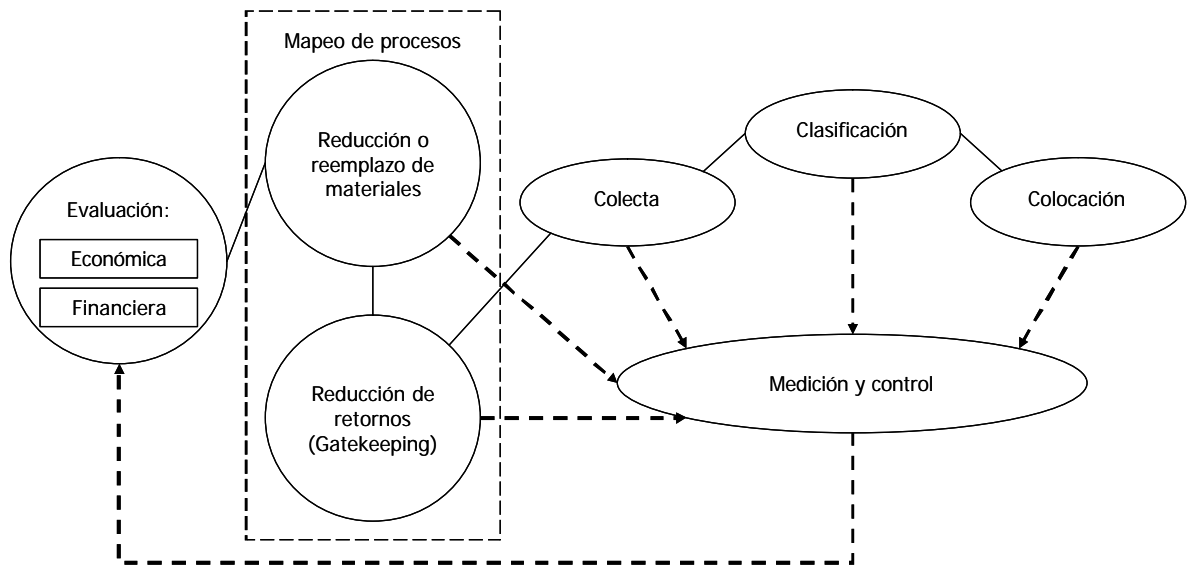
Fuente: Krikke et al, 2003

| Tipo de Retorno              | Retorno Comercial                    | Retorno por fin de uso (Con valor comercial) | Retorno por fin de uso (Con valor de transformación) | Retorno por fin de vida                    | Retorno por unidades rellenables | Retorno por contenedores reusables | Retorno por reparación        |
|------------------------------|--------------------------------------|--|--|--|----------------------------------|------------------------------------|-------------------------------|
| Tipo de cadena inversa       | Distribución inversa                 | Comercio - Reparación                        | Híbrido – (re) manufactura                           | Reciclaje                                  | Reabasto cíclico                 | Carrusel                           | Servicio de reparación        |
| Director                     | Distribuidor                         | Empresa o Agente de especificación           | Fabricante (OEM <sup>4</sup> )                       | Alianzas / Socios de la cadena             | Fabricante (OEM)                 | 3PL                                | Fabricante (OEM)              |
| Conducción principal         | Recuperación de valor, Económico     | Recuperación de valor, Económico             | Recuperación de valor, Económico                     | Objetivos de recuperación                  | Mezclado                         | Costos y espacio del minorista     | Valor económico y del cliente |
| Clase de sistema (lazo)      | Cerrado                              | Abierto                                      | Cerrado  | Abierto                                    | Cerrado                          | Cerrado                            | Cerrado                       |
| (de) Centralizado            | descentralizado                      | descentralizado                              | centralizado   | centralizado                               | centralizado                     | descentralizado                    | centralizado                  |
| Enfoque de control           | Obsolescencia                        | Consolidación                                | Rendimiento / Calidad                                | Economías de escala                        | Encomías de escala               | disponibilidad                     | obsolescencia                 |
| Tiempo de abasto (lead time) | Días - semanas                       | Días - semanas                               | Semanas - meses                                      | Semanas-meses                              | Semanas                          | Semanas                            | Semanas                       |
| Adquisición                  | Retornos por el cliente              | Demanda por compra activa                    | Retornos por el cliente                              | Políticas y publicidad                     | Retornos por el cliente          | Ultimo usuario                     | Defecto                       |
| Colección                    | Socios de la cadena                  | Socios de la cadena                          | Socios de la cadena                                  | Municipio / Minorista                      | Minorista                        | Socios de la cadena                | Socios de la cadena           |
| Prueba / Separación          | Centro de distribución               | Empresa de especificación                    | Fabricante (OEM)                                     | Empresa de especificación                  | Socios de la cadena              | Deposito                           | Empresa de especificación     |
| Recuperación                 | Centro de distribución               | Empresa de especificación                    | Fabricante (OEM)                                     | Empresa de especificación                  | Fabricante (OEM)                 | Deposito                           | Empresa de especificación     |
| Ventas / redistribución      | Canal directo                        | Canales alternativos / socios de la cadena   | Canal directo  | Mercado de materiales/ socios de la cadena | Canal directo                    | Canal directo                      | Canal directo                 |
| IT mas comúnmente usada      | Inventario manejado por el proveedor | Internet                                     | responsabilidad extendida del productor (EPR)        | EPR  | ?                                | Tracking y Tracing                 | ?                             |

**Tabla 2.2: Comparación de la cadena inversa con los criterios de retorno y diseño (sumario de la literatura)**

**Fuente: Krikke et al, 2003**

<sup>4</sup> OEM: Original Equipment Manufacturer



**Figura 2.1**  
**Fuente: Elaboración propia**

Como se aprecia en los sumarios (Tablas 1.1 y 1.2), la descripción de las fases establecidas en la Figura 2.1, que es el modelo propuesto que concuerda con los diferentes autores que reconocen que los puntos clave son los presentados, puede cubrir de manera adecuada las consideraciones de un sistema de este tipo.

Así como primer paso dentro del sistema tenemos la fase de **evaluación** del problema y sus posibles implicaciones dentro del sistema, también puede ser considerada una evaluación ex ante del programa de logística inversa, generalmente se dice que existe un problema asociado a la logística inversa, si se reconocen los siguientes problemas dentro de la cadena de suministros:

- Los retornos arriban antes que el procesamiento o disposición sea adecuado.
- Se tiene una cantidad grande de inventario de retornos que esta en el almacén.
- Existen retornos no autorizados o no identificados.
- Existen tiempos de ciclo de procesamiento largos.
- El costo total de los retornos y su procesamiento es desconocido.
- La dificultad para manejar retornos causa malestar al cliente.
- Se pierde la confianza del cliente en una actividad de reparación.

Esta evaluación por sus implicaciones dentro del sistema, puede también ser económica o financiera, para una evaluación económica se usan precios de referencia y beneficios tangibles (en el caso del reciclaje por ejemplo: la menor utilización de rellenos sanitarios, reducción de

lixiviados<sup>5</sup> que producen contaminantes y que generan gastos por monitoreo continuo) así como intangibles (mejor apariencia de la ciudad).

Para una evaluación financiera se utilizan principalmente los costos asociados con las actividades logísticas, su posible reducción, los ahorros generados, el mejor aprovechamiento de los recursos, y principalmente como una medida de convencimiento y negociación, al mostrar que este tipo de medidas son útiles a la sociedad o a la organización.

Para efectos de esta tesis nos centraremos mas en los aspectos financieros de evaluación, esto se basara en el reconocimiento de los costos y los beneficios asociados para la organización, las herramientas que se presentaran son una recopilación de la experiencia y un sumario de la literatura asociada, esto debido a los límites de la investigación.

La segunda fase es la de **reducción de materiales** o en dado caso su reemplazo por otros menos contaminantes o más “amigables” a los procesos de reutilización o reciclaje, esto se hace principalmente en dos grandes categorías la reutilización o la modificación de los materiales de empaque (generalmente para su reutilización dentro del sistema) o el reemplazo de ciertos materiales para bajar los costos, siempre cuidando que estos sean ambientalmente agradables o en dado caso rediseñando el producto para una posterior reutilización de sus componentes (como se hace actualmente con las computadoras o los teléfonos celulares).

En la tercera fase tenemos a la **reducción de los retornos**, esta puede ser integrada a una sola fase con la reducción de materiales puesto que al iniciar el estudio del sistema puede ser necesario mapear el proceso inicial de principio a fin, de manera que se puedan apreciar en contexto las principales causas que originan el retorno (este también puede ser por un material defectuoso que puede poner en peligro la vida del usuario, como es el caso de un medicamento). Las condiciones de entrada al sistema de los retornos deben ser tales que se reduzcan al mínimo, para que de esa forma sea mas fácil el manejarlos, y al mismo tiempo no se ocupen los recursos escasos que pueden manejarse mas provechosamente dedicados a la competencia principal del negocio.

La siguiente fase es la de **colecta** de los retornos, que es una de las partes más complejas de la logística asociada a los retornos, es donde se empiezan a manejar puntos de diseño como: los tiempos de recolección, la planificación de las rutas, los puntos de transferencia del sistema, el análisis de los involucrados en el sistema (stakeholders).

La conexión entre las fases del modelo pueden ser observadas por las flechas, que nos indican el los pasos de diseño del programa, si bien es cierto que las consideraciones deben ser

---

<sup>5</sup> Los lixiviados son líquidos que se generan dentro de un relleno sanitario debido a la compactación y contaminación biológica de los desperdicios y que generalmente se depositan en el nivel mas bajo del relleno, los cuales pueden llegar a la tierra y contaminar los mantos acuíferos.

tomadas de acuerdo a una visión amplia del sistema, que nos permita observar todo integralmente.

Una vez que se han colectado los retornos la siguiente fase es la de **clasificación**, que es donde se decide que tipo de tratamiento se le dará al retorno, es decir que tipo de las actividades asociadas con la logística inversa es la mas adecuada para el retorno, dentro de esta categoría deberemos de decidir si debe ser reparado, renovado, reciclado, reprocesado, reutilizado, reutilizar algunas partes (canibalizado) o simplemente asignado para su disposición final (vertedero).

Otra fase muy importante asociada a los retornos es la **colocación** de los retornos, pues una cosa es localizar los retornos acopiarlos y clasificarlos pero si no se tiene en cuenta la colocación de esos retornos, estos no pueden generar valor, haciendo que todo el proceso sea inútil, dentro de esta fase se decidirá que hacer con los retornos. Es decir que se buscara colocarlos en un centro de distribución para su posterior colocación en un mercado, ya sea este primario o secundario.

Finalmente tenemos la fase de **medición y control**, la cual es también una evaluación ex post que nos permite evaluar la eficacia de nuestros objetivos y controlar la eficiencia del proceso.

Al mismo tiempo que nos permite generar una realimentación (recuérdense las líneas punteadas en la Figura 2.1) del proceso de diseño de tal manera que se puedan modificar los puntos del programa que se consideren pertinentes.

Una vez puestas todas las fases en contexto dentro de una organización, el programa puede ser diseñado, tomando en cuenta las observaciones hechas por los dueños de los procesos, puesto que su conocimiento experto del sistema puede ayudar a salvar algunos puntos oscuros que se pueden omitir por el desconocimiento del mismo proceso descrito.

A continuación se presentaran los puntos mas importantes a considerar en las fases.

### **2.2.1.- Fase 1: Evaluación financiera:**

Como se mencionó anteriormente la evaluación financiera de un programa de este tipo incluye los costos asociados con las actividades logísticas, su posible reducción, los ahorros generados, el mejor aprovechamiento de los recursos, y principalmente como una medida de convencimiento y negociación, al mostrar que este tipo de medidas son útiles a la sociedad o a la organización.

De acuerdo a estos lineamientos lo que se presentara a continuación son las formas que pueden ser útiles, para presentar los argumentos de negociación y valoración de un programa de este tipo, tomando en cuenta las razones financieras que pueden ser de soporte cuantitativo para mostrar los beneficios financieros de este tipo de programa.

### **2.2.1.1.- El análisis ROA (Return Over Assets):**

El análisis de la rentabilidad es un medio para evaluar las actividades logísticas y los cambios propuestos a los sistemas logísticos de una empresa. El análisis de la rentabilidad va más allá del análisis de costos totales incorporando el impacto de los ingresos generados por las actividades logísticas. Por ejemplo, un nivel de servicio que se ha mejorado puede provocar un aumento en los ingresos ya que los clientes preferirán su producto debido a sus niveles servicio. Tales cambios deben incorporarse en el análisis del sistema. Adicionalmente, el impacto de los recursos liberados como los niveles del inventario, cuentas por cobrar y activos logísticos fijos (almacenes) deben incorporarse en un marco de análisis.

Una medida crítica de éxito estratégico es el Rendimiento sobre la Inversión (ROI: Return Over Investment) que puede medirse típicamente por uno de los métodos existentes como el Rendimiento sobre el Valor Neto (RONW: Return Over Net Worth), o por Rendimiento sobre los Activos (ROA: Return Over Assets). El RONW mide la rentabilidad de los fondos que los dueños han invertido en el negocio, y es probablemente más de interés a accionistas e inversionistas. El ROA proporciona una perspectiva más operacional proporcionando una perspectiva de que tan bien son utilizados los recursos operacionales para generar ganancias. Así, el ROA se vuelve una herramienta directiva importante para el análisis de la rentabilidad logística.

El Modelo de Beneficios Estratégico (Figura 2.2) nos sirve como marco de referencia para el análisis ROA incorporando los ingresos y gastos para generar un margen de beneficio neto, así como una inclusión de recursos para medir su rotación. El margen de beneficio neto mide la proporción de cada unidad monetaria de las ventas que se guarda como beneficio, mientras la rotación del activo mide la eficacia con que se usan los recursos para generar ventas. Juntos forman la base para el análisis ROA. La Figura 2.3 muestra el marco de referencia para entender cómo las decisiones logísticas pueden impactar al margen de beneficio neto y la producción del recurso (rotación del activo).

Usando el análisis ROA podemos entender mejor el impacto de las decisiones de la logística inversa. La Figura 2.3 ilustra que el impacto de la logística inversa va más allá de las reducciones de los costos. De hecho, el impacto puede describirse ampliamente en lo que se refiere a los siguientes puntos:

- Reducciones de costos que son producidos a través de las reducciones de costo de los bienes vendidos y los gastos operativos;
- La rotación mejorada de los recursos a través de un buen manejo de los inventarios; y



Figura 2.2

Fuente: Lambert, Douglas M. & Burduroglu Renan, (2000),  
 "Measuring and setting the value of logistics",  
*The international journal of logistics management* 11(1), 1-17

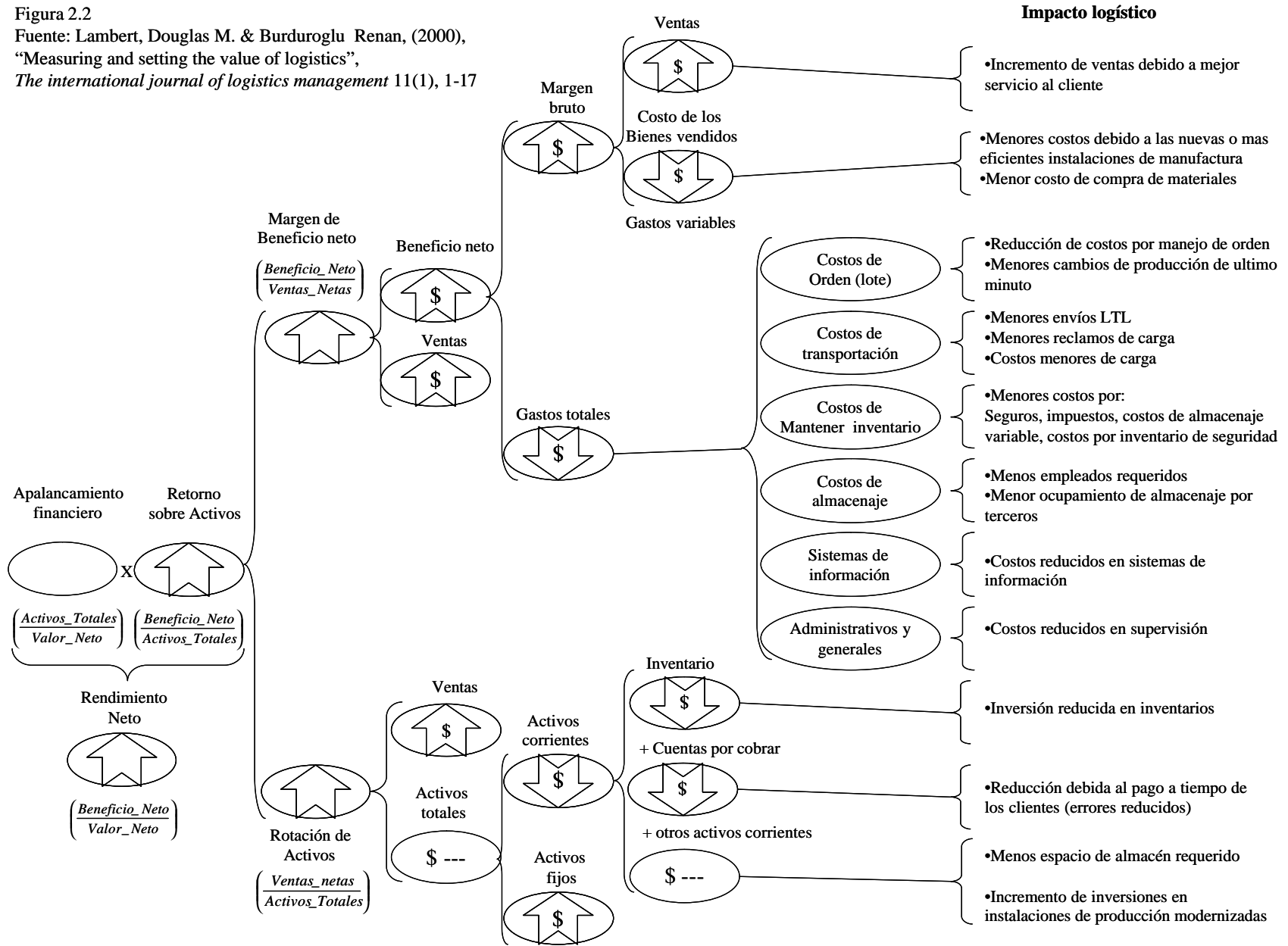
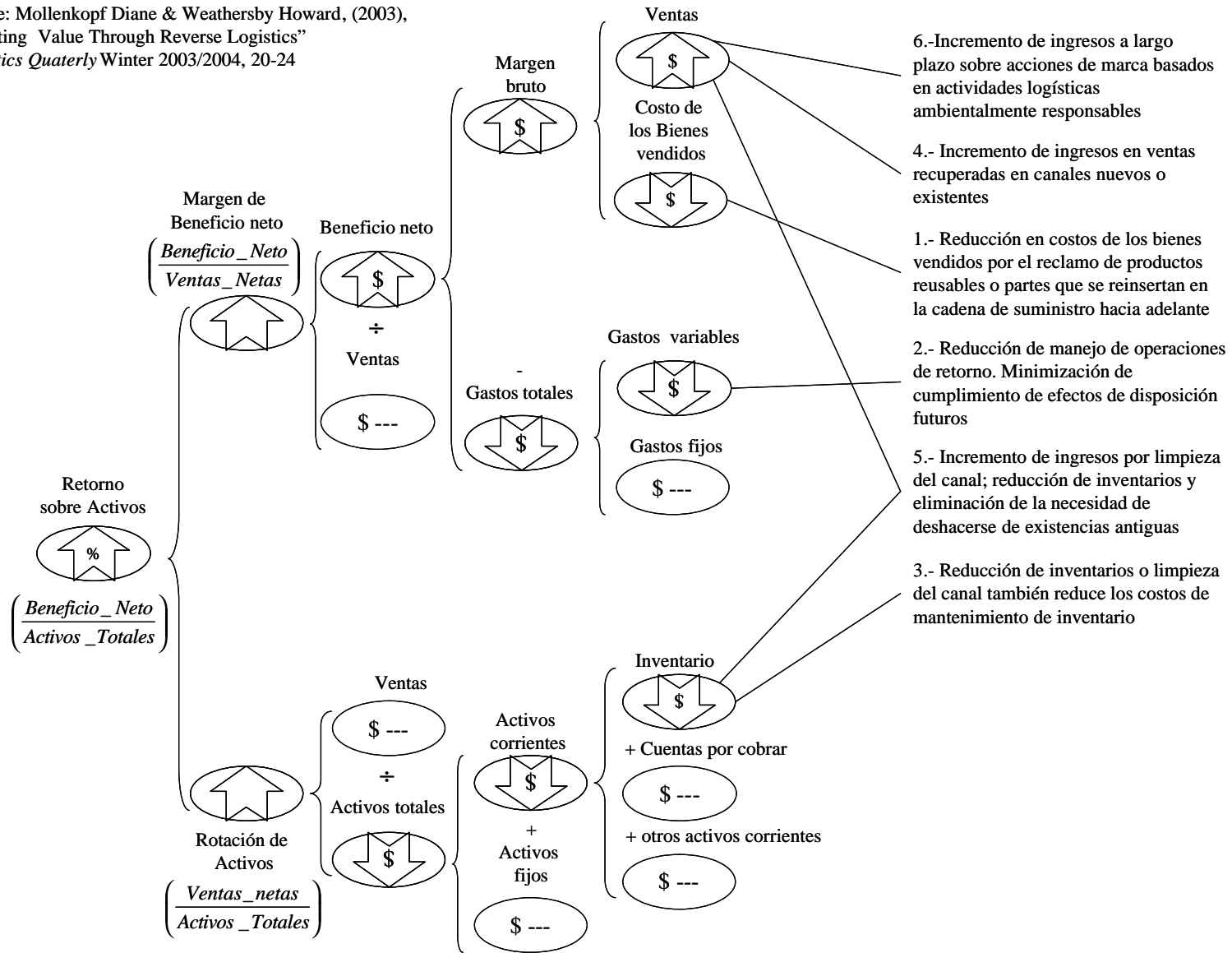


Figura 2.3  
 Fuente: Mollenkopf Diane & Weathersby Howard, (2003),  
 "Creating Value Through Reverse Logistics"  
 Logistics Quarterly Winter 2003/2004, 20-24



- La Mejora en los ingresos a corto y largo plazo a través de ventas adicionales y mantenimiento del producto a precio completo debido a la existencia de stock más nuevo, que es ofrecido a sus clientes.

Para un resumen de lo anterior podemos observar las acciones, sus consecuencias, mejoras a los procesos, y sus beneficios asociados en la Tabla 2.3:

| <b>Acción</b>  | <b>Consecuencia</b>   | <b>Mejoras</b>   | <b>Beneficios</b>  | <b>Notas</b>   |
|--|---|--|--|--|
| Recuperación o retorno de productos.                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Recuperación de partes.</li> <li>• Recuperación del valor de la mano de obra.</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• El costo de los bienes vendidos se vuelve el costo de recolección más el costo por reacondicionamiento de la unidad.</li> </ul>                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reducción de los costos de los bienes vendidos.</li> <li>• Ingresos nuevos por reventa de productos en un mercado menos exigente.</li> </ul>  | Especialmente útil en compañías de arrendamiento.<br>(por ejemplo en equipo de computo)  |
| Limitantes de distancia de transportación.               | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mayor eficiencia de activos</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Menor necesidad de contenedores para transporte.</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Menor costo de transporte.</li> <li>• Menores unidades de transportación.</li> </ul>  | Otro punto relevante en la logística verde es la reducción de emisiones contaminantes.   |
| Políticas de aceptación de retornos (Causas).            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Menor cantidad de piezas de retorno.</li> <li>• Deslindar responsabilidad del manejo de la carga.</li> <li>• Mejor manejo de inventarios.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Un canal de distribución más limpio.</li> <li>• Existencias con una mayor rotación.</li> <li>• Disponibilidad de más espacio de almacén.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reducción de costos de mantenimiento de inventario.</li> <li>• Reducción por costos de disposición final.</li> <li>• Reducción de falta de existencias.</li> <li>• Mayor limpieza del canal.</li> </ul> | Reducción de retornos por causas ajenas a la responsabilidad de la empresa   |
| Políticas de aceptación de retornos (Tiempo de retorno). | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Recuperación de valor de mercancías maduras.</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Eliminación de costos de disposición (costo hundido).</li> <li>• Mayor cobertura de mercado</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reducción de costos de mantenimiento de inventario.</li> <li>• Reducción por costos de disposición final.</li> <li>• Reducción de falta de existencias.</li> <li>• Mayor limpieza del canal.</li> </ul> | Algunas compañías utilizan los productos para introducirlos en otra rama del mercado "menos exigente", como ejemplo tenemos a BIMBO con su producto recuperado introducida en la "cadena fría" |
| Políticas de entregas frecuentes.                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mayor eficiencia de activos.</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Menos contenedores acumulados entre dos envíos.</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Recuperación de espacio en almacén.</li> </ul>  |  |
| Políticas de manejo limpio (Publicidad).                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mejor imagen con los clientes</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Preferencia por los productos en ciertos mercados</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aumento del activo estratégico de buena voluntad (good will).</li> <li>• Aumento de la preferencia del consumidor.</li> <li>• Reducción de multas por nuevas disposiciones.</li> </ul>                  |  |

**Tabla 2.3: Cuadro Resumen de análisis ROA**

**Fuente: Elaboración propia**

### 2.2.1.2.- Costos de preferencia o de buena voluntad.

Para ejemplificar mejor el último punto, se puede decir que una organización puede estar pagando por activos intangibles, que no están listados en la hoja de balance. El activo intangible puede ser por ejemplo: un producto o una tecnología prometedora (como en el caso del reciclaje) desarrollada dentro de la organización. O en algunos casos cuando se habla de una fusión, de las ganancias económicas de una organización.

Algunas compañías también lo muestran en sus hojas de balance (principalmente compañías que dependen de cambios tecnológicos constantes, como por ejemplo una compañía de videojuegos), sin embargo el punto a tener en cuenta es que estos activos si se manifiestan en la hoja de balance deben ser amortizados sobre un periodo no mayor a 40 años, y que la amortización tiene que ser deducido del ingreso reportado<sup>6</sup>, es por ello que la mayoría de las compañías prefiere el llamado "pooling" esta acción no tiene un efecto visible en la hoja de balance, ya que solamente aglomera los datos de manera que la tecnología es tomada en cuenta como otros gastos y otras aportaciones. y sin embargo los efectos existen, ya que el cliente preferirá el producto sobre otros productos similares, lo cual puede generar un aumento en los ingresos y al mismo tiempo una rotación en los activos lo que generara también una mayor limpieza en el canal y un stock más fresco a disposición del cliente.

### 2.2.1.3.- Costos de desensamble y reproceso<sup>7</sup>.

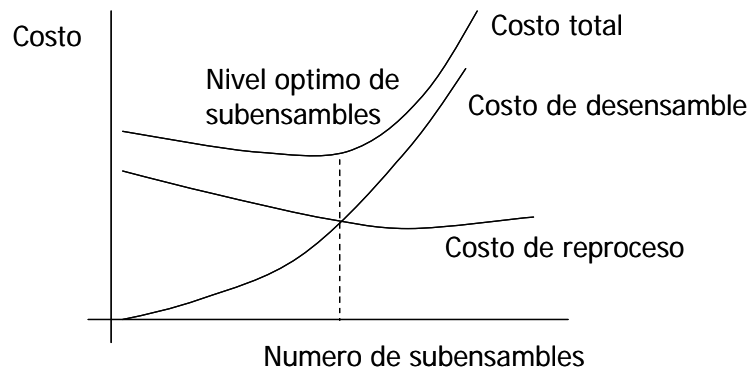


Figura 2.4: Modelo simplificado de costo de reciclaje  
Fuente: (Ishii et al, 1994)

Los costos de desensamble y reproceso determinan el costo del sistema de reciclaje (para una operación de remanufactura), para un sistema dado, cuando crece el número de subensambles

<sup>6</sup> Hay que señalar que este movimiento no tiene consecuencias sobre el efectivo. Ya que los gastos de la amortización no son salidas de efectivo y por lo mismo no son deducibles de impuestos.

individuales, los costos de los subensambles crecen y el costo de reproceso cae, los subensambles mas grandes que son removidos de un producto, requieren un reproceso o técnica mas compleja, y un numero grande de subensambles homogéneos simples requiere mas tiempo para desensamble, pero son mas simples de reprocesar. Algunos de estos subensambles inevitablemente tendrán que ser desechados debido a su complejidad y poco valor residual, para comprender mas fácilmente esto se puede observar la Figura 2.4 y la representación matemática siguiente:

$$\text{Costo\_Total\_de\_Retiro} = \text{Costo\_de\_colección\_y\_transporte} + \text{costo\_de\_desensamble} + \sum_{j=1}^n (\text{costo\_de\_reproceso\_del\_subensamble\_}i)$$

donde:

$n$  = numero total de subensambles obtenidos de un producto.

El costo de desensamble es un factor clave en el análisis de retiro de productos. El tiempo total de desensamble de un sistema (sin subensambles) es calculado sumando los tiempos de desensamble para cada elemento en el sistema, en términos matemáticos se representa como:

$$D_s = \sum_{i=1}^l C_i + \sum_{j=0}^m (f_n F)_j + \sum_{k=0}^n (p_n P)_k$$

donde:

- $D_s$  es el costo de desensamble del sistema (producto);
- $C_i$  es el tiempo para remover el componente;
- $F_j$  es el tiempo para remover el seguro (cierre);
- $P_k$  es el tiempo para remover o deshacer el proceso;
- $f_{nj}$  es el número de seguros (cierres) asociados a un enlace;
- $p_{nk}$  es el número de puntos de proceso asociados con un subensamble;
- $l$  es el número total de componentes en el sistema;
- $m$  es el número total de enlaces con seguros (cierres);
- $n$  es el número total de enlaces con procesos de cierre (aseguramiento).

---

<sup>7</sup> Basado en Ishii Kosuke, Eubanks Charles F., Di Marco Patrick, (1994), *Design for product retirement and material life-cycle*, Department of Mechanical Engineering, The Ohio State University

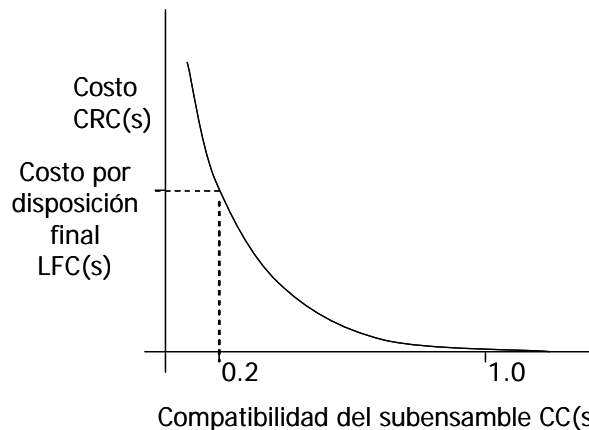
Para un diseño más complejo, el sistema contendrá subensambles para re-uso, reciclaje y disposición final. El costo del sistema de desensamble llega a ser de esta forma la suma de los tiempos de remover los subensambles y cualquier subensamble remanente generalmente resulta en un ahorro de costo.

El autor propone una metodología de análisis de compatibilidad, el cual es el marco de referencia para que se determine una escala (cualitativa: excelente, muy buena, buena, suficiente, mala y muy mala) de conocimiento para el diseño, en si lo que el autor intenta plasmar es modelar una revisión del diseño en el cual expertos de diferentes áreas califican un diseño basado en su propio conocimiento específico, las calificaciones propuestas por el autor se muestran a continuación.

| Nivel de compatibilidad       | Calificación DCA |
|-------------------------------|------------------|
| Muy compatible                | 1.0              |
| Compatible                    | 0.8              |
| Algún nivel de compatibilidad | 0.6              |
| incompatible                  | 0.2              |
| Peligroso                     | 0.0              |
| Sin información               | 0.5              |

**Tabla 2.4: Calificaciones del análisis DCA (Design Compatibility Análisis)**  
Fuente: Ishii et al, 1994

Si todos los expertos califican al diseño arriba de 0.5, entonces ellos han acordado que el diseño es aceptable en cuyo caso, se toma el más alto nivel de calificación para el diseño. Si existe al menos una calificación por abajo de 0.5, entonces un experto ha determinado que hay un punto débil en el diseño y es inaceptable. Este sistema ha resultado ser valioso en algunas aplicaciones como en moldeo por inyección, diseño por stress al contacto, y diseño "para ser reparado" de acuerdo a sus autores (Ishii et al, 1994).



**Figura 2.5: Costo de reprocesar un subensamble**  
Fuente: Ishii et al, 1994

Este análisis se acompaña con la identificación del sistema, el elemento del que se este hablando, la descripción (calificación DCA), la razón para la calificación, sugerión para mejorar la calificación y sus condiciones.

Lo cual es información importante para saber que tipo de estrategia se utilizara para el reproceso en un sistema dado.

En el modelo, la compatibilidad de retiro dentro de cada subensamble determina el costo de reprocesamiento del subensamble, usando para ello una función empírica como la ilustrada en la Figura 2.5.

De manera informal en las discusiones sostenidas por el autor, fue notado que el costo de reprocesamiento de materiales peligrosos se ha incrementado varias veces en los últimos años, y algunas veces a una tasa mas alta que los costos de disposición en relleno sanitario para materiales benignos al ambiente o inertes. Por lo tanto, un subensamble con (compatibilidad del subensamble)  $CC_{(s)}=0$  indica que existe un material peligroso en el subensamble y tiene un costo de reprocesamiento infinito. También se apunta que los flujos de desperdicios limpios de materiales fácilmente reprocesables pueden ser vendidos a una tercera parte (los recicladores) a un precio fijado. Si la compatibilidad del subensamble es  $CC_{(s)}=1.0$  se asume que el costo para reprocesarlo es igual al valor del mercado del material recuperado. Para completar el modelo de costos, si el subensamble tiene una calificación de incompatibilidad ( $CC_{(s)}=0.2$ ), entonces se asume que el subensamble no vale la pena para ser reprocesado. Los diseñadores deben especificar este subensamble como un artículo para disposición final. De esa forma cuando se asigna un costo para disposición para el subensamble, es calculado como una función de su peso y volumen. El costo decae exponencialmente en tanto que la compatibilidad se incrementa, esto se puede traducir a términos matemáticos como:

$$CRC_{(s)} = LFC_{(s)} x \frac{\ln(CC_{(s)})}{\ln(0.2)}$$

donde:

$CRC_{(s)}$  es el costo de retiro del subensamble

$LFC_{(s)}$  es el costo por disposición final en un relleno sanitario

$CC_{(s)}$  es la compatibilidad del subensamble

Si un subensamble tiene un valor alto,  $CRC(s) < 0$  para  $CC(s) = 1$ , uno puede beneficiarse de este reuso o reciclaje. Para tal caso este modelo no lo considera ya que los autores consideran como una meta deseable el conseguir un punto de equilibrio en el costeo.

#### 2.2.1.4.- Rotación del inventario

$$Rotación\_del\_Inventario = \frac{Costo\_de\_los\_bienes\_vendidos}{Inventario\_Pr\ omedio}$$

$$Días\_de\_Inventario = \frac{Días\_en\_el\_Periodo}{Rotación\_del\_Inventario}$$

La razón de rotación del inventario se calcula dividiendo el costo de los productos vendidos por el inventario promedio. Toda vez que el inventario siempre se expresa en términos del costo histórico, debe dividirse por el costo de los productos vendidos en lugar de dividirse por las ventas (las ventas incluyen un cierto margen para las utilidades y no se encuentran conmensuradas con el inventario). El número de días en el año dividido por la razón de rotación del inventario proporciona la razón de días de inventario. Esta razón esta representada por el número de días que se requieren para que los bienes sean producidos y vendidos, las empresas al menudeo y los mayoristas la denominan con el nombre de *vida de anaquel*.

Las razones de inventarios, que miden la rapidez con la cual se produce y se vende el inventario, son significativamente afectadas por la tecnología de la producción de los bienes en proceso. También son afectadas por la condición perecedera de los bienes producidos. Un fuerte incremento en la razón de días de inventario podría significar un inventario increíblemente cuantioso de productos terminados no vendidos o un cambio en la mezcla de productos de la empresa hacia bienes con periodos de de producción mas prolongados.

#### 2.2.1.5.- Rendimiento sobre los activos

$$ROA\_Neto = \frac{Utilidad\_Neta}{Activos\_Totales\_Pr\ omedio}$$

$$ROA\_Bruto = \frac{Utilidades\_antes\_de\_Intereses\_e\_Im\ puestos}{Activos\_Totales\_Pr\ omedio}$$



Una medida común del desempeño administrativo es la razón de los ingresos a los activos totales promedio, tanto antes como después de impuestos.

Las empresas pueden incrementar el ROA mediante el aumento de los márgenes de utilidad o la rotación de los activos. Desde luego, la competencia limita su capacidad para lograr ambas cosas simultáneamente. De tal modo, las empresas tienden a enfrentarse con un juego de alternativas entre la rotación y el margen. Por ejemplo en el comercio al menudeo, un minorista como Walmart tiene márgenes bajos y rotaciones altas (aproximadamente renueva su inventario cada 2 o 3 días), mientras que las tiendas de joyería de alta calidad tienen márgenes altos y rotaciones bajas.

### **2.2.2.- Fase 2: Reducción de materiales y retornos:**

El reemplazo de ciertos materiales para bajar o el rediseño del producto para una posterior reutilización de sus componentes compete exclusivamente a las organizaciones y es muy difícil dar lineamientos generales de cómo puede ser hecho este proceso, si bien en la literatura se encuentran ejemplos estos son mas bien enfocados a los fabricantes de los productos, como un ejemplo de lo que se puede encontrar, se tiene el de Ishii et al, mencionado anteriormente en la sección de costos de reprocesamiento, el cual basa su análisis de compatibilidad de diseño (DCA). Este análisis se acompaña con la identificación del sistema (producto), el elemento del que se este hablando, la descripción (calificación DCA), la razón para la calificación, y la sugerión para mejorar la calificación y sus condiciones (el reemplazo de la parte o el material). Con respecto a la parte de reuso de los materiales de empaque, se pueden dar lineamientos generales de cómo se puede hacer uso de ellos, de hecho lo mas difícil de este reuso de materiales de empaque es cómo calcular la tasa de utilización real y como controlar la gestión de la devolución, para ello es necesario acopiar cierta información del empaque de re-uso, que debe obedecer a lo siguiente:

1. El empaque debe diseñarse específicamente para re-uso es decir debe ser robusto y capaz de hacer numerosos viajes/entregas etc.
2. El empaque debe hacer un mínimo de dos o más viajes de retorno. No importa si esto ocurre entre dos partes o dentro de un sistema.
3. Debe haber un acuerdo entre las partes involucradas (stakeholders: minoristas, distribuidores, fabricantes etc...) para declarar que están involucrados en el reuso de materiales. Esto debe documentarse para propósitos de una auditoría.
4. Se deben tener en cuenta que:
  - El mayorista solo removerá una pequeña cantidad del empaque terciario (empaque para su transporte y consolidación de envíos).

- El minorista removerá todo lo demás (empaques secundario, empaque con varias unidades hecho por el fabricante) excepto lo que está asociado con el producto primario.
- El usuario final removerá todo el demás empaque.

En la fase de **reducción de los retornos**, las condiciones de entrada al sistema de los retornos deben ser tales que se reduzcan al mínimo, para que de esa forma sea más fácil el manejarlos, para hacer esto es necesario mapear el proceso de principio<sup>8</sup> a fin a modo de detectar las posibles mejoras en el sistema, si este estuviera en operación, de cualquier otro modo se deberán cuidar los puntos siguientes:

- La selección de la estrategia del canal adecuado;
- Las políticas adecuadas de autorización de retornos;
- Las políticas adecuadas de asignación de descuento o créditos (para abono del valor de los retornos a la cuenta del cliente); y
- El adecuado nivel de atención post-venta del cliente.

### **2.2.2.1- Selección de la estrategia del canal adecuado<sup>9</sup>.**

La selección del diseño adecuado de canal afecta en gran medida la eficiencia y efectividad de la cadena de suministros. Fundamentalmente existen dos estrategias importantes; el *suministro para almacenamiento* y el *suministro para pedido*. Estos son los puntos terminales en una mezcla de estrategias alternativas combinadas para cumplir con la variedad de características del producto y de la demanda.

La estrategia de suministro para almacenamiento es donde se configura el canal de suministro para una máxima *eficiencia*. Es decir, se utilizan los inventarios para obtener adecuadas economías al permitir corridas de producción económicas, compras en cantidad, procesamiento de pedidos en lote y transportación en envíos de gran tamaño. Los inventarios de seguridad se mantienen para obtener un alto nivel de disponibilidad de producto. La demanda por lo general se cubre mediante los inventarios, pero un control cuidadoso mantiene los niveles de inventario en un mínimo. En contraste, la estrategia de suministro para pedido es aquella donde el canal de suministros se encuentra configurado para máxima *capacidad de respuesta*. Las características del canal son exceso de capacidad, rápidas conversiones, breves tiempos de espera, procesamiento flexible, transportación de primera calidad y procesamiento de órdenes

---

<sup>8</sup> Para ello puede ser posible utilizar una hoja como la presentada en el Apéndice 2

<sup>9</sup> Basado en Marshall L. Fisher, "What is the Right Supply Chain for your Product?", *Harvard Business Review*, Vol. 75, Num. 2 (march-abril de 1997), pp. 105-116.

sencillas. Se utilizan estrategias de postergación para retrasar la creación de productos variados lo mas lejano posible del canal de suministros. Los costos relacionados con la capacidad de respuesta son compensados por la minimización de los inventarios de bienes terminados. En la Tabla 2.5 se muestra un resumen de las diferencias entre estos dos enfoques.

| <i>Tipo de cadena de suministros</i>  | <i>Características de diseño del canal</i>   |
|---|--|
| <p><b>Cadena de suministros eficiente</b><br/><i>Suministros para almacenamiento</i></p>          | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Corridas de producción económicas</li> <li>• Inventarios de productos terminados</li> <li>• Cantidades de compra económicas</li> <li>• Tamaños mas grandes de envíos</li> <li>• Procesamiento de pedidos en lote</li> </ul>   |
| <p><b>Cadena de suministros con capacidad de respuesta</b><br/><i>Suministros para pedido</i></p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad en exceso</li> <li>• Intercambio rápido</li> <li>• Tiempos cortos de entrega</li> <li>• Procesamiento flexible</li> <li>• Transporte de primera calidad</li> <li>• Procesamiento de pedidos individuales</li> </ul> |

**Tabla 2.5: Características de las cadenas de suministros para almacena miento y suministros para pedido.**

**Fuente: Marshall, 1997**

La posibilidad de predecir la demanda y el margen de utilidad de los productos son las principales determinantes de la selección del canal de suministros. Cuando los productos cuentan con un patrón de demanda estable y por tanto son razonablemente predecibles, la implantación de su suministro es razonablemente fácil. Muchos productos con un patrón de demanda estable también presentan una característica de madurez en la que la competencia es intensa y los márgenes de utilidad son bajos. Estas características llevan al responsable de logística a diseñar el canal de suministros con el menor costo posible en consistencia con el cumplimiento de las metas de servicio al cliente. Los productos típicos que podrían encontrarse en la categoría predecible se muestran en la Tabla 2.6.

| <b>PRODUCTOS PREDECIBLES /MADUROS</b>   | <b>PRODUCTOS IMPREDECIBLES /INNOVADORES</b>   |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Postres de gelatina</li> <li>• Hojuelas de maíz</li> <li>• Fertilizantes para césped</li> <li>• Bolígrafos</li> <li>• Focos</li> <li>• Llantas de reemplazo para automóviles</li> <li>• Algunos químicos industriales</li> <li>• Sopa de tomate</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Discos compactos nuevos</li> <li>• Juegos de computadora nuevos</li> <li>• Ropa de moda</li> <li>• Trabajos artísticos</li> <li>• Películas</li> <li>• Servicios de consultoría</li> <li>• Nuevas ofertas de productos para líneas actuales de producto</li> </ul> |

**Tabla 2.6: Clasificación de productos**

**Fuente: Marshall, 1997**

Por otro lado, los productos altamente impredecibles con frecuencia conllevan mayor margen de utilidad que el de los predecibles. Observe los ejemplos en la Tabla 2.6. Con frecuencia son innovadores, son desarrollos de nuevos productos e incorporan nueva tecnología, y por tanto requieren mayor rendimiento. Existe menor información histórica para estimar su nivel de ventas. Incluso algunos productos que han estado presentes en líneas de productos por muchos años presentan una demanda altamente variable o abultada. Los artículos de bajo volumen son típicos de estos. A menos que los productos tengan bajo valor, existe un desincentivo económico para mantener inventarios de estos productos con el fin de cumplir con una demanda incierta. La mejor estrategia es responder rápidamente a la demanda en el momento que esta ocurra, no a partir de inventarios, sino de los procesos de producción o de los proveedores. Al aplicar el diseño de suministro para almacenamiento a la clase de producto no predecible se obtendrán inventarios excesivos de productos terminados necesarios para mantener niveles de disponibilidad de producto adecuados, mayores ciclos de tiempo del producto resultantes de la producción en lote o las compras por cantidad, y entregas lentas resultantes de la consolidación de envíos. Un diseño de rápida respuesta (sensible) evitara los largos periodos de entrega, inventarios excesivos, o ambos, al cumplir con la demanda cuando esta ocurra.

| Tipo de diseño de la cadena de suministros                    | Características del producto                       |  |
|---|--|--|
|   | Predecible/maduro                                  | Impredecible/introductoria                         |
| Suministro para almacenamiento / eficiente                    | Sopa de tomate                                     | Si el producto se encuentra aquí, se puede mover a |
| Suministro para pedido /con capacidad de respuesta (sensible) | Si el producto se encuentra aquí, se puede mover a | Modelos de computadora personal                    |

**Figura 2.6: Acciones para productos mal clasificados.**  
**Fuente: Marshall, 1997**

Al modelar la estrategia adecuada es necesario clasificar correctamente los artículos existentes dentro de una línea de producto. Una vez hecho esto se debe hacer corresponder con su diseño de cadena de suministros, como se muestra en la Figura 2.6. Cuando exista incongruencia, hay dos opciones:

- Primero, se puede hacer un intento por cambiar las características del producto. Para un artículo no predecible, se deberá buscar un mejor método de pronóstico, de manera que el diseño de suministro para almacenamiento sea adecuado.

- Segundo, el tipo de diseño de la cadena de suministros puede modificarse a un diseño de suministro para pedido o de mayor respuesta. Por otro lado, un producto clasificado como predecible pero que esta siendo suministrado bajo un diseño sensible, puede ser modificado al diseño de eficiencia. Resulta dudoso que un producto predecible se moviera a la categoría de no predecible.

Se han proporcionado lineamientos generales para seleccionar el diseño adecuado de cadena de suministros; sin embargo, se puede tolerar cierta incongruencia de las características del producto con el tipo de diseño. Algunos productos pueden tener una alta demanda impredecible, pero su bajo valor y su bajo margen de ganancia sugiere que estará justificado mantener un inventario extra como resultado de un deficiente pronóstico o de tiempos de espera de reabastecimiento altamente variables. El diseño de rápida respuesta que requiere cuidadosa dirección no esta garantizado. De igual forma, los productos con demanda predecible no requieren ser desplazados de un diseño con capacidad de respuesta (sensible) a un diseño eficiente si no existe un beneficio derivado de los menores costos de cauce o del mayor servicio al cliente.

#### **2.2.2.2- Los centros de distribución:**

Al hacer la revisión para este estudio, se tomo en cuenta un estudio exploratorio realizado por de Koster et al. (2001) <sup>10</sup>, que se encargó de estudiar los retornos dentro de varios centros de distribución, tomando como muestra centros de distribución de alimentos, tiendas de departamentos y ventas por catalogo (correo), las conjeturas asociadas, derivadas de este estudio confirman los puntos señalados por Stock, se reproducen las conjeturas como una confirmación de los puntos a cuidar dentro de este apartado que se dedica a la minimización de los retornos, como las recomendaciones a tener en cuenta en cuanto a centros de distribución se refiere, así como los posibles beneficios asociados con un centro de retornos centralizado.

**P1.-** Reducir la incertidumbre (no solo en calidad, cantidad y tiempo sino también en diversidad de producto) es un punto critico para el manejo de los retornos.

**P2.-** El manejo de retornos tiene requerimientos distintos que los del flujo original en la cadena (se observa que un minorista que tiene un buen desempeño relativo al flujo directo, tiene el desempeño opuesto en el flujo inverso).

**P3.-** Para los minoristas que distribuyen a (un numero suficiente de) las tiendas, es mas eficiente colectar el material de retorno a un centro de distribución con el mismo camión que entrega los productos.

**P4.-** Para los minoristas que manejan un volumen alto de retornos es más eficiente descargar y separar retornos en un área separada del centro de distribución.

**P5a.-** Si el mercado de retornos es diferente del mercado original entonces los productos retornados deben ser almacenados en un área diferente del asignado para el mercado original.

**P5b.-** Si el mercado de retornos es el mismo, entonces el almacenamiento de productos retornados es adecuado hacerlo con los productos originales. Las excepciones son encontradas en el caso de un alto y deliberado control sobre el retorno de productos.

|  | Flujos combinados vs. flujos internos y externos separados                      |  |   |
|--|---|--|---|
|  | Colección y transporte  | Recepción y separación   | Almacenamiento  |
| <i>Punto de cuidado (observaciones)</i>    | Todos los minoristas con tiendas combinan la transportación                     | Todos los minoristas separan la recepción                        | La mayoría de los minoristas combinan el almacenamiento                                   |
| <i>Factor de influencia</i>                | Al servir a (un numero suficiente de) las tiendas                               | Un volumen substancial de retornos de productos y materiales     | El mercado de los retornables   |
| <i>Factor de complicación</i>              | Mas de una tienda por ruta  | La combinación del flujo de retorno en volumen y variedad        | Controlar deliberadamente los retornos  |
| <i>Ejemplo de acción de simplificación</i> | Permitir a las tiendas retornar material solo cuando son las ultimas en la ruta | Automatizar la separación de retornos en flujos homogéneos       | Pequeñas cantidades de productos comprados y retornados son almacenados en el mismo lugar |
| <i>Implicación practica</i>                | Mantener el horario de ruteo en casa  | Al diseñar el almacén debe hacerse con las devoluciones en mente | Implementar sistemas de información de retorno de productos                               |
|  |   | Anticiparse a la legislación de empaque                          |   |
| <i>Conjetura asociada</i>                  | P3  | P4   | P5a, P5b  |

**Tabla 2.7: Flujos internos y externos separados vs. Flujos combinados durante las tres fases del manejo de retornos**  
Fuente: de Koster et al, 2001

|  |
|--|
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Procedimientos de tienda simplificados</li> <li>2. Relaciones con proveedores mejoradas</li> <li>3. Mejor control de inventarios de retornos</li> <li>4. Rotación de inventario mejorada</li> <li>5. Costos administrativos reducidos</li> <li>6. Costos de nivel de inventario reducidos</li> <li>7. Reducción de cortos de inventario</li> <li>8. Re-enfoque en las competencias centrales del minorista</li> <li>9. Reducción de uso de vertederos</li> <li>10. Mejora de la información hacia la dirección.</li> </ol> |
|--|

**Tabla 2.8: Beneficios típicos de un centro de retornos centralizado**  
Fuente: Rogers & Tibben-Lembke, 1999

<sup>10</sup> de Koster René B.M., de Brito Marisa P., van de Vendel Majsa A., (2001), *How to organize return handling: an exploratory study with nine retailer warehouses*, Erasmus University Rotterdam, Econometric Institute Report EI 2002-11

### 2.2.2.3.- El E-Business: La logística como un mecanismo creador de valor

Dentro de los hechos más relevantes que se encuentran en el E-business para vincularlo con la logística inversa se encuentra que:

- Dos de cada tres clientes que compran por Internet, se declaran disconformes con los plazos de entrega de los productos y se estima que el 19% de las compras no se llega a entregar debido a la acumulación de repartos y a las restricciones existentes en la distribución<sup>11</sup>.
- Aproximadamente el 13% de los ingresos por ventas se destinan a costear el envío del producto de cada 100 envíos, 33% fracasaron por problemas técnicos o de procedimiento y el resto se debió a problemas de logística<sup>12</sup>.

Es por ello que los E-Comerciantes deben optimizar su desempeño en este campo o correr el riesgo de salir rápidamente del mercado, la logística una vez más nos muestra su valor estratégico de crear valor en tres maneras distintas:

- **Efectividad:** Esta es basada sobre los resultados en términos de desempeño y tiene la intención de evaluar la conformidad de la respuesta logística a las demandas del consumidor en ciertas áreas claves tales como: garantías de calidad del producto, el cumplimiento con los tiempos de entrega acordados, la respuesta al cliente. Estos son elementos cruciales en el e-business ya que los consumidores pueden considerarlos como factores de riesgo potencial
- **Eficiencia:** basada en noción de la habilidad de la empresa de proveer una apropiada mezcla de producto y servicio al cliente a un precio aceptable, dado que los costos relativamente altos del transporte producidos por el intercambio físico de los bienes en un ambiente e-business, se puede pensar que la posición de los e-comerciantes es mas encaminada como proveedores de servicio (para justificar sus ofertas de precio, empaque y conveniencia) que como vendedores de bienes.
- **Diferenciación:** esta se refiere al desarrollo de la capacidad logística para crear valor a través de una oferta de servicio que es percibida por el consumidor como una fuente de diferenciación que puede ser difícil de imitar. Un ejemplo de ello es la capacidad para localizar y rastrear un paquete, como es ofrecido por diversas empresas de paquetería (Estafeta, DHL, Fedex, UPS).

---

<sup>11</sup> Fuente: [www.e-deusto.com](http://www.e-deusto.com)

<sup>12</sup> Ibidem

| Aplicación de E-Commerce  | Tarea asociada a la logística inversa  |
|---------------------------|--|
| <b>Mercadeo</b>           | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Publicidad de partes, materiales o productos usados, disponibles;</li> <li>• Notificación de partes, materiales o productos usados, actualmente buscados.</li> </ul>  |
| <b>Compras</b>            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Búsqueda de proveedores o clientes;</li> <li>• Hechura de compromisos de compra;</li> <li>• Recibir la información especializada de entrega;</li> <li>• Responder a la requisición para partes, materiales o productos usados encontrados.</li> </ul> |
| <b>Ventas</b>             | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Establecimiento de precios (Fijación, negociación, subasta etc...);</li> <li>• Procesamiento de ordenes;</li> <li>• Rastreo y localización de ordenes;</li> <li>• Facturación al cliente, colección y pago.</li> </ul>                                |
| <b>Servicio postventa</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Rastreo del producto;</li> <li>• Soporte al cliente;</li> <li>• Monitoreo cliente-producto.</li> </ul>  |

Tabla 2.9: Relaciones entre las etapas de un negocio y la logística inversa  
Fuente: Kokkinaki et al, 2001d<sup>13</sup>

### 2.2.2.3.1.- Atención Post-Venta

Kotler & Dubois (1993)<sup>14</sup> han identificado 5 niveles de intensidad de relación relacionados íntimamente con el servicio postventa, estos son:

- **Nivel 1 (básico):** El vendedor no tiene contacto con el comprador una vez que el producto ha sido vendido;
- **Nivel 2 (Reactivo):** El comprador es fuertemente alentado por el comprador a re-contactarlo mas tarde, si esta disconforme o si existe información adicional requerida;
- **Nivel 3 (Responsabilidad):** El vendedor contacta al comprador después de la venta, para checar su satisfacción;
- **Nivel 4 (Proactivo):** El vendedor regularmente re-contacta al comprador para preguntar acerca de sus comentarios y sugerencias mas recientes acerca del producto;
- **Nivel 5 (sociedad):** El vendedor ayuda a los clientes corporativos a mejorar su productividad (esta es una opción solo en relaciones B2B "Business to Business").

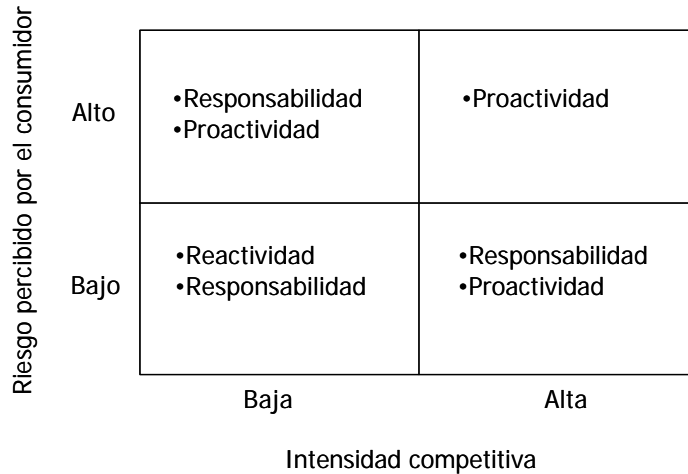
Así mismo Fernandes & White (2000)<sup>15</sup>, arguyen que en el e-business se requieren acciones relacionadas con el marketing que son minimamente reactivas pero preferentemente proactivas, como se aprecia en la Figura 2.7:

<sup>13</sup> Kokkinaki A.I., Dekker R., van Nunen J., Pappis C., (2001d), *E-commerce for Reverse Logistics*, REVLOG (EBR 4061 PL 97-650)

<sup>14</sup> Kotler, P., Dubois, B. (1993), "Satisfaire la clientèle à travers la qualité, le service et la valeur", *Revue Française de Marketing*, vol. 144/145, n° 4-5, p35-52.

<sup>15</sup> Fernandes Valérie, White tim, (2000), "E-Bussines and the supply chain necessary interactions between marketing and logistics, an application in the fresh food sector", IMRL 2000, *Third International Meeting for Research in Logistics*, May 9, 10 and 11, 2000



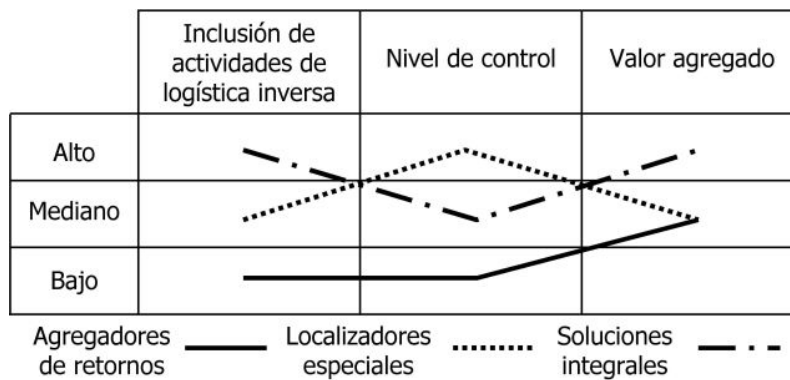


**Figura 2.7: Intensidad de intercambios relacionales en el E-Business como una función de la competencia y el riesgo percibido por el consumidor**  
 Fuente: Fernandes et al, 2000

### 2.2.2.3.2.- Los modelos de E-Business:

De acuerdo con Kokkinaki et al, existen tres modelos de E-business que son relevantes dentro del campo de la logística inversa, estos modelos son:

- Los agregadores de retornos;
- Los localizadores especiales de partes o materiales; y
- los vendedores de soluciones integrales de logística inversa.



**Figura 2.8: comparación de los tres modelos de E-business asociados a la logística inversa**  
 Fuente: Kokkinaki et al, 2001a<sup>16</sup>

Para una mayor comprensión de las características de los modelos se puede consultar la Tabla 2.10, que nos da un panorama mas amplio de los modelos asociados a la logística inversa.

<sup>16</sup> Kokkinaki A. I., Dekker R., de Koster M.B.M., Pappis C., Verbeke W., (2001a) *From e-trash to e-treasure: how value can be created by the new e-business models for reverse logistics*, REVLOG (EBR 4061 PL 97-650)

Cada uno de estos modelos tienen diferentes características, algunos de ellos conllevan un mayor uso de las actividades asociadas con la logística inversa, el nivel de control que utilizan para otorgar sus servicios y su valor como modelo, esto puede ser fácilmente observado en la Figura 2.8.

La **inclusión de actividades** es referida al número de actividades involucradas con la logística inversa incluidas en el modelo de E-business:

- Un nivel bajo incluye el reuso directo y la redistribución de productos;
- Un nivel medio añade al nivel bajo la remanufactura o el reciclaje de productos; y
- Un nivel alto añade a lo anterior la colección y selección de los productos.

El **nivel de control** es referido a cuan abierto es el modelo con respecto a los participantes:

- Un nivel bajo indica que es abierto a todos los participantes,
- Un nivel medio es abierto a los compradores pero restringido a los vendedores; y
- Un nivel alto es abierto solo a compradores y vendedores seleccionados.

Con respecto al **valor agregado del modelo** este es referido a que tan fácil es replicar el modelo de negocio:

- Así un nivel alto implica una sustentabilidad de largo plazo, ya que normalmente los procesos de negocio son adecuados al cliente; y
- Un nivel medio indica que los competidores pueden replicar el modelo de una manera sencilla.

Con respecto a las opciones estratégicas que se pueden tomar para resolver el problema de la última milla o la satisfacción de todas las ordenes (el E-fulfillment), estas incluyen el manejo más adecuado de la información relacionada (digitalización e intercambio de información), la reconfiguración logística (acercar la línea de producción final al cliente), la pulverización de las operaciones y el intercambio de ordenes (acercar más el producto a un mercado definido), estas opciones son descritas en la Tabla 2.11.

| Modelos de E-Bussines en logística inversa | Inclusión de actividades de logística inversa        | Nivel de control  | Valor agregado   | Maneras de generar ingresos  | Sectores industriales  | Ventaja competitiva  |
|--|--|---|--|--|--|--|
| Agregadores de retornos                    | Reuso  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Abierto a todos los usuarios (compradores y vendedores)</li> </ul>                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>Mecanismos de búsqueda;</li> <li>Puede tener un mecanismo para fijar precios o puede contactar a las partes;</li> <li>Alta tasa de transacciones a lo largo de la cadena.</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Cuotas por transacciones;</li> <li>Publicidad.</li> </ul>                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>Retornos de mercancía.</li> <li>Productos varios:<br/>ww.ebay.com<br/>ww.onsale.com<br/>ww.qxl.com</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Alcance;</li> <li>Liquidez de efectivo.</li> </ul>  |
| Localizadores especiales                   | Reuso;<br>Remanufactura                              | <ul style="list-style-type: none"> <li><i>Compradores:</i> acceso total</li> <li><i>Vendedores:</i> cuota de participación</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Búsqueda enfocada para retornos caros, complejos, y difíciles de encontrar;</li> <li>Tienen políticas de satisfacción garantizada (póliza de seguro por artículos dañados);</li> <li>Desarrollo de una comunidad de clientes afines.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Cuotas por participación;</li> <li>Extracción de datos;</li> <li>Publicidad.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Restauración</li> <li>Mantenimiento</li> <li>Automóviles:<br/>ww.aucnet.com</li> <li>desechos:<br/>ww.metalsite.com</li> </ul>                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>Conocimiento especializado;</li> <li>Proveedores calificados;</li> <li>Resultados a tiempo: (urgencia de hallar una parte: tiempo, disponibilidad)</li> </ul> |
| Proveedores de soluciones integrales       | Colección, selección;<br><br>Reuso;<br>Remanufactura | <ul style="list-style-type: none"> <li>Registro gratis,</li> <li>cargos por servicio</li> </ul>                                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>Manejo de retornos con alto impacto en los procesos centrales (de núcleo) del negocio,</li> <li>La fijación de precios es sujeta a la negociación por las partes.</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Beneficios directos,</li> <li>Clientes cautivos.</li> </ul>                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>Farmacéutico:<br/>www.returnlogistics.com</li> <li>Herramientas rediseñadas</li> <li>Maquinaria</li> <li>Teléfonos celulares:<br/>ReCellular</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Experiencia técnica,</li> <li>Todo en una compra.</li> </ul>  |

**Tabla 2.10: Un marco de apreciación global de modelos de E-Business en la logística inversa**  
**Fuente: Elaboración propia con base en Kokkinaki et al, 2001a**

| Problemas asociados a la última milla (E-fulfillment).  | Propuestas de empresas para corregir problemas de última milla.  | Propuestas logísticas estratégicas <sup>17</sup> asociadas al proceso del E-fulfillment.   |
|---|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Alta dispersión geográfica (baja densidad de población), aunado al costo bajo de pedido, debido a ello el costo de transporte puede ser insostenible;</li> <li>Puerta cerrada (domicilio familiar) las horas de ausencia coinciden con las horas de entrega;</li> <li>Algunas veces cuando el pedido debe ser devuelto, se considera como el fin de la transacción y se incrementan los costos de entrega (aproximadamente de un 23 a un 30%), si se pide nuevamente el producto.</li> </ul> | <p><b>El buzón inteligente:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>un buzón de correo al cual llegan los pedidos y avisa por e-mail el arribo de los pedidos.</li> <li>Desventajas: supone un costo adicional al cliente y existe un mercado potencial limitado.</li> <li>Ejemplo: <a href="http://www.brivo.com">www.brivo.com</a></li> </ul> <p><b>Maquinas expendedoras de pedidos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>maquinas que se sitúan en los centros comerciales cercanos y donde el cliente puede retirar el producto.</li> <li>Desventaja: proximidad de los centros comerciales al cliente.</li> <li>Ejemplo: <a href="http://www.e-ship4u.com">www.e-ship4u.com</a></li> </ul> <p><b>Receptáculo en el garage:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>una caja con refrigeración, situada en un lado de la puerta del garage, como un buzón con clave para abrirlo, donde se depositan los pedidos.</li> <li>Desventajas: supone un costo adicional al cliente y existe un mercado potencial limitado.</li> <li>Ejemplo: <a href="http://www.streamline.com">www.streamline.com</a></li> </ul> <p><b>Agregación detallista:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>los productos son dejados en un establecimiento (tienda de conveniencia) situado cerca del domicilio del comprador.</li> <li>Desventaja: alianzas con establecimientos de este tipo</li> </ul> | <p><b>Postergación logística:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>El ensamble final es hecho lo mas cerca del cliente</li> <li>Pueden existir almacenes rodantes, con el propósito de modificar rápidamente el pedido final.</li> <li>Existen flujos de información asociados, para minimizar el flujo de partes.</li> </ul> <p><b>Digitalización:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Las transacciones de venta son asociadas a la información, ejemplos: música, servicios de información financiera, personalización de celulares, administración tributaria, publicaciones, etc...</li> <li>ejemplo: <a href="http://www.telemedia.com">www.telemedia.com</a></li> </ul> <p><b>Intercambio de ordenes:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Plantas con productos similares intercambian ordenes, con el fin de garantizar una mejor atención en la zona geográfica más cercana al cliente final.</li> <li>Ejemplo: <a href="http://www.syncronetmarine.com">www.syncronetmarine.com</a></li> </ul> <p><b>Combinación de envíos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Las empresas unen sus envíos y se dividen geográficamente la zona, para atender las ordenes, normalmente se subcontratan empresas de reparto múltiple (PyMEs para entrega urbana).</li> <li>Ejemplo Toys R Us &amp; Amazon</li> </ul> <p><b>pulverización de las operaciones:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Se pulverizan las operaciones, usando las oficinas regionales, como punto de entrega para productos propios o de terceros que financian las operaciones de ese tipo.</li> <li>Ejemplo: <a href="http://www.elcorteingles.es">www.elcorteingles.es</a></li> </ul> |

Tabla 2.11: Sumario de la literatura sobre propuestas logísticas estratégicas; Elaboración propia con base en Lee et al, 2001.

<sup>17</sup> Lee Hau L., Whang Seungjin, (2001), "Winning the last mile of E-commerce", *MIT Sloan Management Review*, Summer pp 54-62

### 2.2.2.4.- El Análisis del ciclo de vida de un producto<sup>18</sup> (enfocado a los residuos o desechos).

Los impactos ambientales del ciclo de vida de un producto pueden ser de ayuda para reducir o reemplazar materiales en un producto, y al mismo tiempo servir para analizar las posibles implicaciones que se tienen con los involucrados en el sistema, para muestra de ello se muestra en la Tabla 2.12, las fases de un Análisis de Ciclo de Vida (ACV) de acuerdo a la jerarquía de los desechos o residuos.

| Etapa                          | Daños a la tierra y al ecosistema | Consumo de energía | Emisiones al aire | Desechos vertidos al agua | Desechos sólidos |
|--------------------------------|-----------------------------------|--------------------|-------------------|---------------------------|------------------|
| Extracción o recolección       | *                                 |                    |                   |                           |                  |
| Procesamiento de materia prima |                                   | *                  | *                 | *                         |                  |
| Manufactura                    |                                   | *                  | *                 | *                         | *                |
| Transporte                     |                                   | *                  | *                 |                           |                  |
| Venta minorista                |                                   |                    |                   |                           | *                |
| Reuso                          |                                   | *                  |                   | *                         |                  |
| Reciclado                      |                                   | *                  | *                 | *                         | *                |
| Disposición                    |                                   | *                  |                   | *                         | *                |

**Tabla 2.12: Mayores impactos de las diferentes etapas en un análisis de ciclo de vida de un empaque**  
Fuente: RMIT, 2001

La jerarquía del manejo de desechos:

1. Reducción de la fuente (Reducir o reemplazar materiales para evitar los desechos).
2. Reuso.
3. Reciclado.
4. Disposición segura.

#### 1.- Reducción de la fuente

- Minimización del material requerido para contención, protección y entrega de productos al consumidor.
- Reducción de espesores de pared del empaque a través del rediseño.
- Minimización del peso del paquete.
- Empaque de productos en forma concentrada.
- Empaque productos a granel.
- Mantener el número de capas de empaque a un mínimo.

<sup>18</sup> Basado en RMIT, (2001) , *Aiming for Sustainable Product Development: Packaging*, Centre for Design at RMIT, Energy Research and Development Corporation, EcoRecycle Victoria and New South Wales environment Protection Authority, Australia

## **2.- Reuso**

- Uso de materiales durables para prevenir daño durante el manejo del producto.
- Uso de identificaciones en molde en lugar de etiquetas de papel o plásticas.
- Establezca un sistema del retorno eficaz que aproveche las redes existentes y minimice el transporte.
- Uso de incentivos, como los depósitos monetarios para recipientes, para animar la participación correcta en los sistemas de reuso.
- Uso de los paquetes ligeros de recambio para habilitar reuso de botellas, dentro del hogar.

## **3.- Reciclado**

- Recordar que aunque un material podría ser físicamente reciclable, no puede llamarse reciclable si no hay ninguna infraestructura y su correspondiente comercialización para procesarlo.
- Intentar usar un solo material compatible, para el reciclaje simple.
- Evitar las láminas o películas no-reciclables dentro del empaque.
- Uso de materiales que pueden reciclarse económicamente.
- Uso de materiales que tienen una colección existente y un sistema de reciclado.
- Si un sistema de la colección no existe, evaluar la viabilidad de colección que use: sistemas de colección selectiva, devolver a tiendas, a escuelas o a la comunidad y los expendedores automáticos inversos.
- Evitar el uso de etiquetas, adhesivos, capas y acabados que pueden contaminar el material reciclado. Uso de etiquetas hechas en molde o etiquetas hechas del mismo material.
- Uso de adhesivos solubles en agua para etiquetas.
- Uso íntegro (en molde) de terminados en lugar de capas o pinturas.
- Verificar que las tintas son compatibles con el reciclaje.
- Verificar que el consumidor este informado sobre la reciclabilidad del producto.
- Adoptar los sistemas de codificación de plásticos administrados por las asociaciones de Industrias Químicas. Este es un sistema voluntario dónde se usan los números específicos para identificar los tipos de polímeros diferentes (en México es la norma NMX-E-232-SCFI-1999).
- Especificación de los materiales reciclados en los paquetes dónde la higiene estricta o los requisitos de pureza no aplican.

## **4.- Consumo de energía**

- Evitar los componentes innecesarios del empaquetamiento.

- Uso de materiales ligeros.
- Aumentar al máximo la eficacia de la energía de procesos de la producción.
- Evitar o minimizar la necesidad por refrigeración (por ejemplo, a través del uso de asépticos o empaque al vacío).
- Planificar un programa de colección eficaz para reuso o reciclado, para minimizar los impactos de transporte.
- Realizar una auditoria de energía a través del ciclo de vida: extracción, procesamiento, transporte, almacenamiento refrigerado (si es requerido), reciclado, disposición, y determinar áreas de preocupación.

Algunos productos usarán cantidades grandes de energía en una fase de su ciclo de vida pero lo recuperarán en otras fases. Por ejemplo si se consideran dos tipos diferentes de paquetes de frijoles: una lata de acero y una bolsa de congelador plástica. El acero puede tomar aproximadamente tres veces más energía para producirse que la bolsa plástica. Y la lata es aproximadamente seis veces más pesada al transportarse pero, dependiendo de cuánto tiempo se guardará, podría usar menos energía en su vida que la bolsa del congelador debido a que no necesitara refrigeración de almacenamiento, ni un transporte refrigerado.

### **5.- *Disposición segura***

- Uso de cualquier técnica de reducción en la fuente apropiada.
- Minimizar la incidencia de desechos tóxicos por la selección cuidadosa de componentes.
- Uso de compañías de procesamiento o reciclaje de materiales tóxicos.
- Etiquetar los paquetes de materiales tóxicos con instrucciones para su disposición segura.
- Evitar el uso de tintas, tintes, pigmentos, estabilizadores y adhesivos dónde sea posible.

### **2.2.3.- Fase 3: La colecta de los retornos:**

Esta es una de las partes más complejas de la logística asociada a los retornos, es donde se empiezan a manejar puntos de diseño como:

- los tiempos adecuados de colección;
- la planificación de las rutas de colección;
- los puntos de transferencia del sistema; y
- El análisis de los involucrados en el sistema (stakeholders).

### **2.2.3.1.- La planificación de rutas y los tiempos adecuados de colección<sup>19</sup>:**

Con la revisión y reorganización de las rutas existentes se puede lograr el ahorro de tiempo de recolección y ahorro de costos por la disminución del consumo de gasolina.

La planificación correcta de las rutas es un trabajo complejo, que tiene que tomar en cuenta diferentes parámetros (cantidad de unidades a coleccionar, la capacidad de los vehículos, las vialidades y la topografía de la zona, etc.), generalmente se deben revisar las rutas existentes para detectar:

#### **1. Coincidencias entre las rutas**

Los camiones de colección de diferentes rutas pasan por los mismos lugares, donde ya han sido colectadas las unidades por otro camión.

#### **2. Localidades poco convenientes**

Localidades que, por distancia, accesibilidad u otras razones no encajan con la ruta adonde pertenecen deben ser cambiadas a otras rutas.

#### **3. Tiempo de colección**

Dependiendo de las rutas, puede ser más económico que la colección se ejecute a la vuelta de localidades donde los camiones pasan dos veces (ida y vuelta a las localidades lejanas). Eso tiene la ventaja que el camión recorre las distancias largas con poco peso (ahorro de gasolina, menor desgaste, velocidades mayores). Generalmente se debe intentar que los camiones que se están llenando vayan acercándose al sitio de disposición final.

#### **4. Hora de la recolección**

En dependencia de la estructura urbana (por ejemplo calles estrechas y con mucho movimiento en el centro) es importante de definir la hora exacta de la recolección para ser eficiente y para evitar la afectación al tránsito normal (por ejemplo durante la noche).

### **2.2.3.2.- La transferencia de los retornos:**

Los camiones de colecta son adecuados para este servicio pero generalmente son poco eficientes para llevar su carga por grandes distancias ya que la capacidad se ve limitada por diferentes razones. En casos en los que el sitio de disposición está lejos de la ciudad, puede ser

---

<sup>19</sup> Basado en Wehenpohl Günther, Hernandez Barrios Claudia, (2002), *Guía en elaboración de planes maestros para la gestión de los residuos sólidos municipales* (PMGIRSM), SEGEM-GTZ, Programa de Colaboración Técnica México-Alemania



recomendable instalar un punto de transferencia y consolidar la carga en grandes camiones (tipo trailer). La decisión debe ser tomada con base en un cálculo de costo-beneficio.

La complejidad de un punto de transferencia depende mucho de su localización. Si están ubicadas en la zona urbana las zonas aledañas requieren medidas de protección especiales (como pueden ser la minimización de ruidos por operación y paso de camiones, o en el caso de residuos o desechos la volatilidad de polvos, y la reducción de olores, entre otros).

### **2.2.3.3.- Consultas a los grupos potencialmente afectados (Análisis de actores):**

El objetivo es obtener los puntos de vista de la comunidad interna y externa sobre los impactos esperados y las medidas de mitigación<sup>20</sup> o de compensación a ser adoptadas y que deben considerar las necesidades y preocupaciones de los grupos afectados. Las consultas a los involucrados deben ser documentadas, para evitar problemas futuros.

- Los **proveedores** pueden proveer a sus clientes la información acerca del manejo, reciclado o disposición final adecuados de los productos pos-consumo;
- Los **productores** pueden diseñar sus productos para realizar su función con los mínimos efectos ambientales y facilitar, como sea apropiado, su re-uso al final de su vida, su reciclado o la recuperación de su energía; así como la operación de sus instalaciones de manera ambientalmente adecuada. también pueden trabajar con sus proveedores, a fin de identificar oportunidades para lograr una mayor eficiencia, mejorar el diseño de los productos, o para su ensamble parcial que reduzca la duplicación o el despilfarro de recursos más tarde en el proceso de fabricación;
- Los **transportistas y embarcadores** pueden cooperar en el desarrollo de procedimientos más eficientes para el manejo y embarque (por ejemplo, innovaciones en los contenedores para reducir consumo de energía);
- Los **comercializadores al menudeo** pueden proporcionar retroalimentación a los actores que se encuentran hacia arriba en la cadena y difundir a los usuarios y consumidores la información acerca del uso apropiado y manejo adecuado de los productos al final de su vida útil;
- Los **usuarios y consumidores pueden** educarse ellos mismos en relación con el desempeño ambiental de los productos que compran y acerca de cómo manejarlos y usarlos de manera a mejorar dicho desempeño ambiental; así como pueden proporcionar retroalimentación a los productores sobre los atributos deseables de sus productos; la forma de usarlos adecuadamente; y la participación apropiada en los programas o planes establecidos para manejar los productos al final de su vida útil.

**Tabla 2.13: Ejemplos de Actores y su Papel en la Cadena de Productos Sujetos a Planes de Manejo**  
**Fuente: Modificado de Lewis C.A., Beveridge and Diamond, P.C., Presentación ante el Taller sobre Responsabilidad Extendida del Productor, Ottawa, Canadá, 1997. Citado en OECD, 2001<sup>21</sup>**

Las consultas a las comunidades, que pueden ser afectadas por los impactos adversos de un proyecto de este tipo, son un paso requerido para los diferentes análisis que se requieren para evaluar económicamente un proyecto (de hecho es un paso requerido si se estima utilizar un

<sup>20</sup> Las medidas de mitigación son acciones factibles y eficaces detectadas para reducir o limitar los impactos y sus consecuencias, reparar el daño causado u indemnizar personas afectadas por los mismos. Entre las medidas de mitigación se deben distinguir: (1) aquéllas cuyo objetivo es satisfacer las normas, leyes y reglamentos ambientales y (2) aquéllas que buscan reducir o limitar el daño ambiental o social, aun cuando no hayan normas, leyes o reglamentos nacionales o locales.

<sup>21</sup> OECD, (2001), *A Guidance Manual for Governments: Extended Producer Responsibility*, Loc. Cit: www.oecd.org

crédito de ayuda internacional [BM<sup>22</sup>, BID<sup>23</sup>], como es el caso de los residuos sólidos o simplemente para hacer llegar el programa a todos los niveles de la organización).

Uno de los puntos que se deben cuidar al hacer este tipo de análisis es que para obtener un buen conocimiento del papel que cada uno de los actores tiene en la gestión de los retornos, se debe analizar la función y el alcance de estos para aprovechar mejor sus experiencias, conocimientos y grado de autoridad para una mejor gestión de los programas.

| Papel de los actores   | Observaciones  |
|--|--|
| Gobierno nacional  | Juegan un papel clave en el establecimiento de las políticas, la verificación del cumplimiento de las obligaciones jurídicas y la interlocución con los responsables de implantar los programas o planes de manejo. Además, pueden contribuir al éxito de los mismos a través de :<br>a) Crear conciencia acerca de los programas y requisitos para el desarrollo de los mismos.<br>b) Eliminar las políticas que sean inconsistentes con los objetivos que se persiguen (por ejemplo, eliminación de subsidios a la extracción de materiales vírgenes);<br>c) Implantar políticas y medidas de apoyo como las “compras verdes del gobierno” o el cobro de los residuos domiciliarios en función de la cantidad que se genere;<br>d) Eliminar las barreras que se opongan a esta política;<br>e) Establecer mecanismos para evitar que existan “evasores o gorriones”<br>f) Eliminar obstáculos que puedan afectar la iniciación de los programas o planes de manejo |
| Gobiernos locales  | Independientemente del modelo que se adopte, los gobiernos locales juegan un papel coyuntural ya sea para recolectar y acopiar los productos descartados en las fuentes generadoras para ponerlos en manos de los productores o para desviarlos hacia éstos. Pueden también ayudar a estimular los mercados del reciclado, asistir a las empresas interesadas en invertir en dichos mercados y difundir información acerca de nuevas tecnologías de reciclaje, procesos limpios de producción, productos más limpios y de los propios planes de manejo de los productos.<br>La implantación de estos esquemas demanda una mayor concertación de las autoridades locales con los actores que intervienen en el desarrollo de los planes y con la industria, así como una coordinación efectiva con las autoridades de los otros órdenes de gobierno.  |
| Consumidores   | La selección de los productos por parte de los consumidores y la forma como éstos los manejen al final de su vida útil son decisivos para el éxito de los planes de manejo de los mismos. Para ello se requiere implantar una estrategia de comunicación continua y participación activa de los consumidores en la implementación de los planes.   |
| Comercializadores al menudeo                                     | Por su posición estratégica en los esquemas de devolución de los productos, se debe definir con precisión su responsabilidad y proporcionarles los elementos necesarios de información para que se ocupen, en su caso, de recolectar los cargos para el fondo destinado al manejo de los productos devueltos, aceptar la devolución de los mismos, dar información al consumidor, etcétera.  |
| Organizaciones relacionadas con la responsabilidad del productor | Cuando sea impráctico o no económicamente factible que cada productor se ocupe de recibir en devolución sus productos, puede recurrir a organizaciones formadas ex profeso. La necesidad de su creación depende del instrumento de política seleccionado para el manejo y recolección de los productos pos-consumo, y otros factores como el número de productores o importadores.   |

**Tabla 2.14: Ejemplos del papel que juegan diversos de los actores involucrados en la implantación de los planes de manejo de productos al final de su vida**

Fuente: OECD, 2001

<sup>22</sup> Banco Mundial

<sup>23</sup> Banco Interamericano de Desarrollo

### **2.2.3.4.- Métodos Heurísticos para la colecta<sup>24</sup>**

Algunos lineamientos heurísticos que deberían ser tomados en consideración cuando se planean las rutas de recolección, son las siguientes:

- La existencia de políticas y regulaciones relativas a detalles como el punto de recolección y la frecuencia de recolección.
- Las características de los vehículos como son el tamaño del equipo y el tipo de camión que deben ser coordinados.
- Cuando sea posible, las rutas deben ser planeadas para comenzar y terminar cerca de calles arteriales, usando barreras topográficas y físicas como fronteras de las rutas.
- En áreas de colina, las rutas deben comenzar en la parte alta y continuar colina abajo, de tal manera que, cuando el camión esté totalmente cargado no tenga necesidad de ir cuesta arriba.
- Las rutas deben ser planeadas para que el último contenedor a ser recolectado en la ruta esté localizado lo más cerca del sitio de disposición final.
- La recolección hecha en las localidades de tráfico congestionado, deberían ser colectados lo más temprano del día que sea posible, o en un horario en el que el tráfico afecte lo menos posible el recorrido del vehículo.
- Las fuentes en las cuales cantidades extremadamente grandes de unidades sean generadas, deben ser servidas durante la primera parte del día.
- En puntos dispersos, en donde pequeñas cantidades de unidades son generadas y que reciben la misma frecuencia de recolección, deberán, si es posible, ser servidos durante un viaje o en el mismo día.

### **2.2.4.- Fase 4: Clasificación de los retornos:**

Esta fase es donde se decide que tipo de tratamiento se le dará al retorno, es decir que tipo de las actividades asociadas con la logística inversa es la mas adecuada para el retorno, dentro de esta categoría deberemos de decidir si debe ser reparado, renovado, reciclado, reprocesado, reutilizado, reutilizar algunas partes (canibalizado) o simplemente asignado para su disposición final (vertedero), generalmente esta fase depende mucho de las reglas de clasificación que se tengan en el sistema, así como de la experiencia manejando retornos del personal.

En la Tabla 2.15 se describen las diferentes prácticas para la clasificación:

---

<sup>24</sup> Basado en SEDESOL, (1997), *Manual para el diseño de rutas de recolección de residuos sólidos municipales*

| Practica        | Características fundamentales  | Ejemplos  |
|-----------------|--|---|
| Reparación      | <ul style="list-style-type: none"> <li>Objetivo: Restaurar producto bajo orden, algunos componentes son reparados o reemplazados;</li> <li>Producto esperado: Producto original;</li> <li>Los estándares de calidad son menos rigurosos que los de productos nuevos;</li> <li>Se espera una inspección, reparación y reemplazo de partes para extender la vida útil del producto.</li> <li>Desensamblado + reemplazo por nueva tecnología + ensamblado</li> </ul>                                | Electrodomésticos   |
| Renovación      | <ul style="list-style-type: none"> <li>Objetivo: Inspección y actualización de módulos críticos, algunos módulos son reparados o reemplazados con actualizaciones;</li> <li>Producto esperado: Producto original en versión actualizada</li> <li>Implica la reparación y/o reemplazo de partes estropeadas en el entorno del cliente o en centros especializados;</li> <li>La calidad del producto actualizado es menor que en un producto nuevo.</li> <li>Desensamblado + ensamblado</li> </ul> | Computadoras  |
| Reciclaje       | <ul style="list-style-type: none"> <li>Objetivo: la recuperación de materiales contenidos en los productos retornados;</li> <li>Producto esperado: Materia prima en buen estado;</li> <li>Se espera obtener materias primas de una calidad similar a la del mercado a un precio menor.</li> <li>Desensamblado + clasificación + transformación de materias primas</li> </ul>   | Papel, vidrio, plástico, metales  |
| Reprocesamiento | <ul style="list-style-type: none"> <li>Objetivo: Manufactura nuevos productos parcialmente de viejos componentes;</li> <li>Producto esperado: Nuevo producto;</li> <li>Se espera recuperar el valor de la mano de obra, de un producto caduco.</li> <li>Desensamblado + clasificación + restauración + reensamblado</li> </ul>   | Computadoras  |
| Canibalización  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Una pequeña proporción del producto retornado puede ser aprovechado;</li> <li>Las partes recuperadas son reutilizadas, reparadas o renovadas para integrar un producto nuevo.</li> <li>Desensamblado + clasificación + Reintroducción en la manufactura</li> </ul>  | Hardware  |
| Reutilización   | <ul style="list-style-type: none"> <li>El producto puede volver a ser usado una vez limpio o tras una reparación menor.</li> </ul>   | Botellas de vino, pallets y cajas de transporte, rejillas para transportar envases de bebidas |
| Vertedero       | <ul style="list-style-type: none"> <li>Ultima opción: deposito del material</li> </ul>   | Basura  |

**Tabla 2.15: Características de distintas alternativas finales**

**Fuente: Elaboración propia con base en Rogers & Tibben-Lembke, 1999 & Díaz et al, 2004**

### 2.2.5.- Fase 5: Colocación de los retornos:

Una vez que se han acopiado y clasificado los retornos se deben colocar para su disposición, de manera que estos puedan generar valor.

Dentro de esta fase se decidirá que hacer con los retornos. Es decir que dependiendo de las condiciones del retorno, de las obligaciones contractuales con el vendedor y la demanda del producto, la empresa optara por uno o varios de estos canales (estos canales se resumen en la Tabla 2.16):

1. **Retomo a través del vendedor-distribuidor (por defectos, retornos del mercado, obsolescencia o exceso de existencias):** Cuando un productor se da cuenta de que ha colocado un producto defectuoso en el mercado puede estar interesado en recuperarlo a través de sus vendedores; de este modo el cliente puede no llegar a apreciar el error, preservando así la imagen del productor. Otra opción es que quiera evitar que el producto retomado entre en otro canal de depósito o Canibalización. En este caso, el propósito perseguido es proteger la marca.
2. **Venta como nuevo (en caso de que el producto no haya sido usado o abierto):** Podría ser necesario reembalar el producto de modo que el cliente no sea capaz de detectar que el producto está siendo revendido. En algunas industrias hay restricciones legales o de otro tipo para la reventa como nuevo de productos retomados.
3. **Venta como final de existencia o con descuento:** Si el producto ha sido retornado o si el vendedor tiene exceso de inventario, puede ser vendido en una tienda de fin de existencias. En la industria de la ropa es habitual este canal, sobre todo cuando se dispone de grandes cantidades de artículos al final de la temporada. Vender a través de este tipo de tiendas ofrece una serie de ventajas: se mantiene el control de los productos y se conoce donde son vendidos los productos. Para muchas empresas, esto les permite mantener su reputación, que es crítica para su posición en el mercado. Sin embargo, las tiendas de fin de existencias conllevan más riesgos y gastos.
4. **Venta en el mercado secundario:** Cuando una empresa no ha sido capaz de vender un producto, no puede devolverlo a su distribuidor y es incapaz de venderlo en una tienda de fin de existencias. Una de sus últimas opciones es venderlo en el mercado secundario. Se trata de empresas que se especializan en la compra de productos descatalogados, excesos de inventarios o artículos dañados, a precios más bajos.
5. **Donativo benéfico:** Si el producto es todavía servible. Aunque quizás tenga algún daño estético, vendedores o distribuidores pueden decidir donarlo a organizaciones benéficas.
6. **Reprocesamiento o la renovación.**
7. **La recuperación de materiales (reciclaje) o vertedero.**

**Tabla 2.16: Colocación de los retornos**

Fuente: Elaboración propia con base en Rogers & Tibben-Lembke, 1999

Existe una disparidad entre las formas de disposición que podemos encontrar entre un minorista y un fabricante, esto podemos verlo más fácilmente si se consulta la Tabla 2.17, el fabricante tenderá a elegir canales de disposición similares al minorista, solo en el caso de que el producto pueda ser vendido en su versión original (la máxima recuperación de valor), en el caso de disposición final de desechos el fabricante es más propenso a utilizar medidas como el reciclaje, (dado que es posible, utilizar el material recuperado dentro de su misma línea de producción) y el vertedero (dado los costos elevados de reciclaje de algunos materiales, o de la inexistencia de mercados que puedan hacer uso de estos materiales).

| Disposición   | Minoristas | Fabricantes |
|---|------------|-------------|
| Enviado a una instalación de procesamiento centralizada | 29.2%      | 17.7%       |
| Vendido como está                                       | 21.4%      | 23.5%       |
| Re-empaquetado y vendido como nuevo                     | 20.5%      | 20.0%       |
| Remanufacturado / Renovado                              | 19.9%      | 26.7%       |
| Vendido a un intermediario                              | 16.8%      | 10.1%       |
| Vendido a un mercado secundario (tienda de saldos)      | 14.5%      | 12.8%       |
| Reciclado   | 14.1%      | 22.3%       |
| Disposición final en vertedero (relleno sanitario)      | 13.6%      | 23.8%       |
| Donado  | 10.6%      | 11.8%       |

**Tabla 2.17: Comparación de opciones de disposición entre los minoristas y los fabricantes**

Fuente: Rogers & Tibben-Lembke, 1999

### 2.2.6.- Fase 6: Medición y control:

Esta es también una evaluación ex post que nos permite evaluar la eficacia de nuestros objetivos y controlar la eficiencia del proceso. Al mismo tiempo nos permite generar una realimentación del proceso de diseño de tal manera que se puedan modificar los puntos del programa que se consideren pertinentes.

Rogers y Tibben-Lembke (1999) identifican algunos elementos como claves para lograr el éxito de la implantación de la logística inversa estos son:

- **La mejora del mantenimiento de barreras a la entrada de retornos en el canal inverso:** Se trata de poner freno a la mercancía retomada defectuosa o no garantizada. El concepto de absorber el riesgo de que un producto pueda estar defectuoso, dañado. O simplemente no ser deseado, atrae clientes, incrementando las ventas, y al mismo tiempo, causando problemas a los vendedores. Aunque estas políticas liberales de retornos atraen clientes, también pueden estimular el abuso por su parte.
- **Una reducción del tiempo de ciclo:** Frecuentemente, cuando el material regresa a un centro de distribución, no está claro si el artículo es defectuoso, puede ser reutilizado o renovado, o necesita ser enviado a un vertedero. Parte de la dificultad que tienen las empresas en reducir el tiempo de ciclo es que los empleados tienen dificultad en tomar decisiones cuando las reglas de decisión no están claramente establecidas y las excepciones son frecuentes. Es más fácil devolver el producto a una etapa previa en el canal, porque reduce tanto el personal como el riesgo de la empresa.
- **Los sistemas de información de logística inversa:** Uno de los problemas más serios a los que se enfrentan las empresas en la ejecución de una operación de logística inversa es la escasez de buenos sistemas de información. Los limitados recursos informáticos de la empresa hacen que estos no estén disponibles para las aplicaciones de logística inversa, puesto que no son una prioridad de los departamentos de sistemas de información.
- **Los sistemas de información centralizados:** Los centros de retomo centralizados son instalaciones de procesamiento dedicadas al manejo rápido y eficiente de retornos. En un sistema centralizado, todos los retornos son llevados a una instalación central donde son clasificados, procesados y entonces son embarcados hacia el siguiente destino. Este sistema tiene la ventaja de crear los mayores volúmenes posibles para cada uno de los clientes del flujo de logística inversa, los cuales frecuentemente reciben mayores ingresos por cada artículo retomado. También permite a la empresa maximizar su retomo en los artículos, debido, en parte, a la clasificación de los especialistas que desarrollan experiencia en ciertas áreas y consecuentemente pueden encontrar el mejor destino para cada producto.
- **Programas de cero Retornos:** En este tipo de programas, el productor y distribuidor no permiten que los productos retornen por el canal de suministros. Esto libera a los miembros del canal hacia adelante de enfrentarse con una parte de la gestión de la logística inversa, aunque no reduce la actuación de los miembros hacia atrás. En este tipo de programas el suministrador dice a sus clientes que no aceptará ningún producto como retomo una vez realizado el pedido. Por ello le concede un descuento en el pedido. Según el caso, los retornos que aparezcan serán destruidos o desechados por otra vía. Así el productor se puede centrar en la venta de nuevos productos solamente delegando en una tercera parte el proceso de recuperación que se agiliza al ser realizado por una entidad especializada en ello.
- **Negociación:** Es una parte clave del proceso de logística inversa. Los precios de los retornos se negocian sin ninguna referencia previa. Así, algunos de los participantes en la negociación no comprenden completa y exactamente el valor real de los materiales retomados, creando oportunidades a terceras partes que operan al margen. Algunas veces, las negociaciones son llevadas por terceras partes especializadas que trabajan para transferir el material retomado a la fuente original.

Tabla 2.18: Elementos claves para el éxito de la implantación de la logística inversa

Fuente: Basado en Rogers & Tibben-Lembke, 1999

- **Gestión financiera:** La preocupación principal es determinar la estructura financiera de un sistema logístico inverso, y la manera en la que el producto es depositado. La mayoría de las empresas necesita mejorar los procesos contables internos para integrar en ellos las operaciones de logística inversa. Frecuentemente, los costos de los retornos son cargados al departamento de ventas, lo que puede complicar el proceso logístico inverso. Si el personal de ventas es penalizado por los retornos, tratará de depositar rápidamente el material retomado sin buscar la vía más adecuada para recuperar su valor.
- **Outsourcing de las operaciones de logística inversa:** Muchas empresas están subcontratando la mayoría o todas las actividades logísticas, algunas de las cuales extienden la subcontratación al flujo inverso del producto. Frecuentemente, los proveedores externos realizan mejor las actividades inversas y se convierten en especialistas en la gestión del flujo inverso, actuando como claves en los servicios para recuperar valor tales como reprocesamiento y renovación.

**Tabla 2.18a: Elementos claves para el éxito de la implantación de la logística inversa (cont.)**  
**Fuente: Basado en Rogers & Tibben-Lembke, 1999**

La medición y control puede estar íntimamente ligada a la tecnología Rogers & Tibben-Lembke en su encuesta realizada entre varias empresas se encontraron las mas utilizadas normalmente.

| <b>Tecnología</b>  | <b>Minoristas</b> | <b>Fabricantes</b> |
|--|-------------------|--------------------|
| Equipo automático de manejo de materiales  | 31.1%             | 16.1%              |
| Códigos de barras  | 63.3%             | 48.7%              |
| Rastreo computarizado de retornos  | 60.0%             | 40.2%              |
| Entrada de retornos computarizados en cualquier punto de la cadena de suministro | 32.2%             | 19.1%              |
| EDI (Intercambio Electrónico de Datos)   | 31.1%             | 29.2%              |
| RF (Radio Frecuencia)  | 36.7%             | 24.6%              |

**Tabla 2.19: Comparación de tecnologías utilizadas para asistir al procesamiento de la logística inversa entre los segmentos de minoristas y fabricantes**  
**Fuente: Rogers & Tibben-Lembke, 1999**

Nuevamente como se puede comparar en la Tabla 2.19 existe una disparidad entre la tecnologías utilizadas, los minoristas tienden a elegir aquellas tecnologías que permitan rastrear los retornos de una manera automática, una situación que poco a poco los fabricantes están imitando, sin embargo como puede apreciarse en la Tabla, la diferencia todavía es muy grande. Finalmente para lograr un control mas eficiente se deben usar medidas de desempeño, las mas utilizadas dentro del contexto de la logística inversa son las presentadas en la Tabla 2.20, estas medidas no son todas las que existen (dado que una medida de desempeño, puede depender del tipo de retorno del cual se este hablando), sin embargo las presentadas son las que se pueden encontrar en la literatura.

| <b>Clasificación de medidas de desempeño</b>   | <b>Medida de desempeño<br/>(medida sobre producto y ciclo de vida del proceso, excepto cuando es indicado)</b>  |
|--|---|
| <b>Uso de recursos</b>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Energía total consumida</li> <li>• Material total consumido (ejemplo.- agua, madera, acero, etc...)</li> </ul>   |
| <b>Recuperación de productos</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Remanufactura</li> <li>• Reuso</li> <li>• Reciclaje</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tiempo requerido para la recuperación del producto</li> <li>• Porcentaje de materiales reciclables/reusables (volumen o peso) disponible al fin de vida del producto</li> <li>• Porcentaje de volumen o peso del producto recuperado y reusado</li> <li>• Pureza de los materiales recuperados reciclables</li> <li>• Porcentaje de materiales reciclados (peso o volumen) usados como materia prima para manufactura</li> <li>• Porcentaje de disposición o incineración de producto</li> <li>• Fracción de materiales de empaque o contenedores reciclados (numero de veces de reuso)<sup>25</sup></li> <li>• Tasa de recuperación del material (MRR: Material Recovery Rate)<sup>26</sup></li> <li>• Tasa de núcleo de retornos (CRR: Core Return Rate)<sup>27</sup></li> <li>• Razón de recursos vírgenes a reciclados</li> <li>• Razón de materiales reciclados a materiales potencialmente reciclables</li> <li>• Productividad de los materiales: Producción económica por unidad de material de entrada</li> </ul> |
| <b>Características del producto</b>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vida útil de operación del producto</li> <li>• Masa total de producto producido</li> <li>• Nivel de servicio<sup>28</sup></li> </ul>   |
| <b>Emisiones y exposiciones de desechos peligrosos</b>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Total de materiales usados (tóxicos o peligrosos)</li> <li>• Total de desperdicios generados (tóxicos o peligrosos)</li> <li>• Emisiones de desechos sólidos</li> <li>• Porcentaje de producto (peso o volumen) dispuestos en rellenos sanitarios</li> <li>• Concentración de materiales peligrosos en productos y subproductos</li> <li>• Riesgo anual estimado de efectos adversos en humanos y medio ambiente</li> <li>• Razón de desperdicio (waste ratio)<sup>29</sup>: Razón de desechos a la producción total</li> </ul>  |
| <b>Económicas</b>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Costo promedio del ciclo de vida (incurridos por el fabricante)</li> <li>• Costos de operación y compra (incurridos por el cliente)</li> <li>• Ahorro de costos totales del ciclo de vida asociados con las mejoras en los diseños</li> </ul>  |
| <b>Económicas / Emisiones</b>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Eco-eficiencia<sup>30</sup>: adición del mayor valor con el menor uso de recursos y menor contaminación. Generalmente, "la habilidad de cumplir simultáneamente con costo, calidad, desempeño de objetivos, reducción de impactos ambientales, y la conservación de recursos valiosos".</li> </ul>   |

**Tabla 2.20: Medidas de desempeño de la cadena de suministro extendida (sumario de la literatura)**

**Fuente: Modificación de Beamon, 1999**

<sup>25</sup> Consultar el apéndice 3

<sup>26</sup> Consultar el apéndice 3

<sup>27</sup> Consultar el apéndice 3

<sup>28</sup> Consultar el apéndice 3

<sup>29</sup> Consultar el apéndice 3

<sup>30</sup> Consultar el apéndice 3



### Capítulo 3: Propuesta metodológica para un programa en logística Inversa

En este capítulo se desarrollan de manera concisa las ideas para adecuar la metodología KT (Kepner & Tregoe) a los conceptos logísticos, de manera que sea posible conceptualizar un programa de logística inversa, basándose en análisis que pueden ser cualitativos y cuantitativos, solo dependiendo de la calidad de la información que se obtenga, estos análisis pueden ser hechos por medio de expertos que puedan dar un juicio cualitativo (basándose en una escala de likert<sup>1</sup>) o de datos que permitan adecuar la técnica de una manera mas cuantitativa.

Se describe primeramente la propuesta y los análisis básicos correspondientes, después se vinculan los conceptos con los requerimientos de la practica logistica, y por ultimo se describe el tipo de información que se necesita recopilar para los análisis propuestos.

#### 3.1.- Propuesta metodologica:

La siguiente propuesta metodologica aplicada a un programa de logística inversa, integra diversas características que lo hacen accesible a diferentes organizaciones; debido a que toma elementos de varias metodologías se puede hablar de una metodología flexible que puede ser aplicada a varios casos.

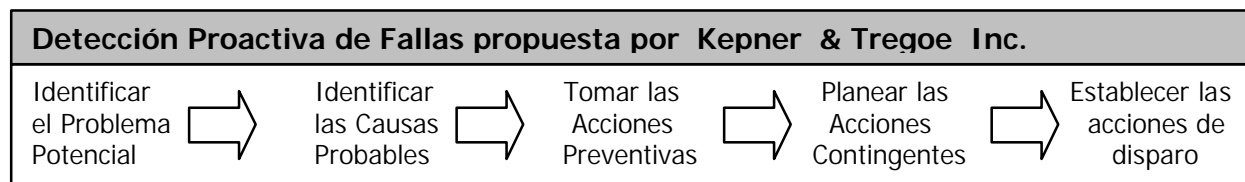


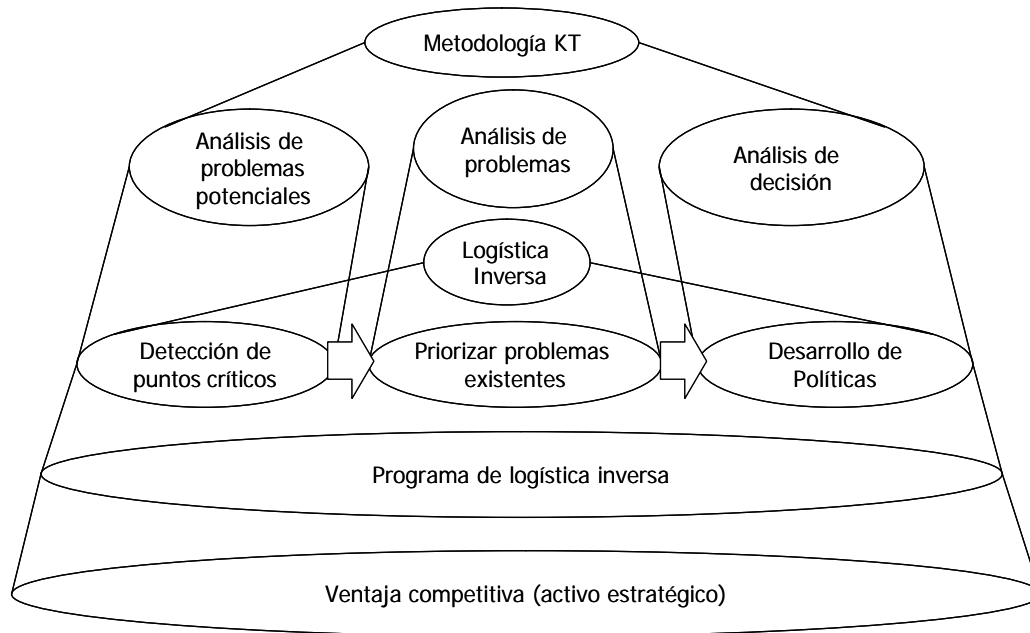
Diagrama 3.1  
Fuente: Kepner & Tregoe Inc.

La metodología propone estandarizar los procedimientos y adecuar la metodología KT (Kepner & Tregoe) a un programa de logística inversa, con el fin de detectar puntos críticos de operación y establecer acciones de respuesta, priorizar los problemas existentes y desarrollar políticas adecuadas que permitan una gestión eficiente.

En la Figura 3.1 se pueden observar las interconexiones de los puntos tratados para desarrollar la propuesta metodológica que manera que sirva de guía para el desarrollo de un plan táctico-

<sup>1</sup> (Método de evaluaciones sumarias) es un tipo de escala aditiva, que fue desarrollado por Rensis Likert a principios de los años treinta, sin embargo es aun vigente y muy utilizada. consiste en una serie de oraciones o juicios ante los cuales se solicita la reacción de la persona a quien se le administra. Es decir, se presenta cada sentencia u oración (estimulo), que expresa un enunciado favorable o desfavorable sobre un objeto de actitud, y se solicita al encuestado que responda eligiendo uno de los puntos de la escala. A cada punto se le otorga un valor numérico. Así, la persona obtiene una puntuación con respecto a cada sentencia que contiene la escala y al final se obtiene su puntuación total, sumando los puntajes obtenidos en relación a todas las oraciones.

operativo que permita implementar un programa de logística inversa.



**Figura 3.1: Propuesta metodológica**  
Fuente: Elaboración propia

### 3.1.1.-Metodología KT (Kepner & Tregoe)

#### 3.1.1.1.-Análisis de problemas

Este análisis nos puede servir para dar un mayor énfasis a los problemas que se encaran en un sistema, sin embargo solo nos sirve si conocemos el sistema a profundidad y contamos con los métodos de verificación pertinentes, en si el error en el sistema esta definido como una desviación de las especificaciones primarias o esperadas del sistema, en sí este análisis se basa en cinco fases que son:

- ***Definición del problema.***
- ***Descripción del problema.***
- ***Extracción de la información clave para descubrir las posibles causas.***
- ***Pruebas para deducir la causa más probable.***
- ***Verificación de la causa real.***

A continuación se describirán brevemente las fases que se han mencionado:

**1.-Definición del problema:** esta parte aunque no es muy extensa, nos permite verificar la definición conceptual del sistema que estamos analizando, para que al momento de asignarle su descripción no se pierda de vista el objetivo que debe ser enfocarse en la resolución del problema, para hacer esta parte mas sencilla se sugiere soportar el análisis con un mapeo<sup>2</sup> del sistema (cuando sea posible).

**2.-Descripción del problema:** este debe hacerse en cuatro dimensiones como lo marcan los autores, y estas dimensiones deben ser de identidad, ubicación, tiempo y magnitud.

En la *Identidad* nos referiremos a que o cual es la desviación que tenemos que explicar, y nos referiremos a esta dimensión con dos preguntas principales:

- *¿Qué esta funcionando mal?*
- *¿Cuál es la falla?*

En la *Ubicación*, veremos en donde es observada la desviación, para hacer esto nos referiremos a la dimensión con dos preguntas principales:

- *¿Dónde se observa (geográficamente) la falla?*
- *¿Dónde o en que parte se observa en el sistema?*

Para la dimensión del *Tiempo*, nos interesa observar cuando ocurre y como ha sido detectado el problema, para ello nos aseguraremos de plantear tres preguntas:

- *¿Cuándo se observo la desviación por primera vez?*
- *¿Cuándo se ha observado desde entonces?*
- *¿Cuándo se observo pro primera vez dentro del ciclo de operación?*

Con respecto al dimensionamiento del problema solo nos queda describir que tan grave o extenso es el problema, y esto lo hacemos con la dimensión de *Magnitud*, para la cual contamos con tres preguntas clave:

- *¿Cuál es la extensión del problema?*
- *¿Cuántas unidades están afectadas?*
- *¿Qué tan afectada esta la unidad?*

**3.-Extracción de la información clave para descubrir las posibles causas:** Aquí nos ocuparemos en obtener la información necesaria para contestar a las preguntas que nos hemos planteado en la etapa anterior, si bien aquí podríamos ocupar una gran cantidad de tiempo, los autores aconsejan que la recopilación de información no sea mayor a cuatro días, sin embargo depende del sistema y de las condiciones del mismo (en algunos caso la operación puede verse

---

<sup>2</sup> Se sugiere utilizar un mapeo de los procesos involucrados con una hoja como la que aparece en el apéndice 2

comprometida en forma de multas, por lo cual no es recomendable aplazar la obtención de la información y si es necesario asignarle una prioridad alta en nuestro programa de actividades).

**4.-Prueba para deducir cual es la causa más probable:** Dentro de esta etapa, lo que haremos será estudiar la especificación o en otras palabras cual es la condición normal de operación, esta como en todo proceso puede tender hacia una condición estable o mejor, una vez que tengamos la especificación se procederán a buscar distinguos, esto es se comenzaran a buscar la característica distintiva cuando se le compara con otra unidad u operación similar, hasta que se detecte un cambio, lo siguiente a realizar es generar las posibles causas por las cuales ocurrió ese cambio, y una vez que tengamos las posibles causas se procederá a validarlas con una prueba teórica es decir que se trataran de encontrar causas para explicar las posibles desviaciones de la norma.

**5.-Verificación:** una vez que se tengan las teorías y se haya pensado en varias posibles explicaciones para cada una de ellas se procederá a hacer una prueba practica, la cual puede consistir en desarrollar una regla provisional para que la desviación no vuelva a ocurrir, una vez que se ha verificado de una manera practica, se recomienda establecer una política, un manual de reglas concretas y definidas o un procedimiento estándar para evitar que dicha desviación pueda volver a surgir.

### **3.1.1.2.-Análisis de decisiones:**

Una vez que tengamos las posibles alternativas de solución, se puede entonces utilizar el análisis de decisiones, siempre tomando en cuenta que:

- Los factores específicos (esenciales) deben ser considerados como satisfechos, si consideramos que la decisión debe tener éxito.
- Al mismo tiempo de la elección se debe decidir que curso de acción puede satisfacer mejor dichos factores.
- Tener en cuenta los riesgos que pueden estar vinculados a la elección final de acción que podrían poner en peligro, su seguridad o éxito de la decisión.

Para ello deberemos considerar entonces dos tipos de factores los llamados objetivos obligatorios y los objetivos deseados.

Se debe hacer una discriminación de factores con base a los objetivos específicos es decir que al satisfacer estos objetivos, se decidirá que alternativas son las que participaran en la segunda parte (la elección de los objetivos deseados).

La segunda parte del análisis decide cual alternativa es la más adecuada con nuestros objetivos, así que si satisfacen todas las condiciones, teniendo en cuenta que estas no deben generar nuevas dificultades.

La búsqueda de consecuencias concernientes a las alternativas deberá de cuidar los puntos siguientes:

- Los objetivos cargados o sea los objetivos que garantizan un paso fácil para ciertas alternativas pero bloquean todas las demás, pueden hacer una farsa de este tipo de análisis.
- Demasiados números altos pueden indicar, ya sea expectativas irreales o una percepción deficiente de que objetivos pueden garantizar el éxito.
- Demasiados números bajos pueden sugerir que los detalles insignificantes pueden estar asfixiando el análisis.
- Demasiados objetivos centrados en los intereses de un solo departamento pueden conducir a una decisión inoperante. Esto ocurre especialmente cuando otros departamentos pueden verse igualmente afectados por la decisión final.

Luego que hemos especificado los objetivos de la decisión y dividimos estos objetivos en dos categorías: **obligatorios** y **deseados**. Los obligatorios son las condiciones para lograr una solución exitosa y al mismo tiempo tienen que ser mensurables. Después se evalúa cada solución alternativa contra cada uno de los otros objetivos. Si la solución alternativa satisface todos los objetivos obligatorios se toma en cuenta de otra forma no debe ser considerado en extenso.

Después de elegir qué alternativas satisfacen los objetivos obligatorios, procedemos a hacer una lista de los objetivos deseados que se quieren satisfacer. Las necesidades son deseables pero no obligatorias y nos da un cuadro comparativo de cómo las alternativas se desempeñan una al lado de la otra. Se lista cada necesidad, y entonces se le asigna un *peso* (de 1–10) para darnos un sentido de cuán importante es esa necesidad. Si una necesidad es sumamente importante, debe darse un peso de 9 o 10. Sin embargo, si sólo es ligeramente importante, el peso debe ser un 6 o 7. El próximo paso es evaluar cada alternativa contra las necesidades y se les da una *valuación* (de 0–10) acerca de qué tan bien satisface la necesidad. Si la alternativa cumple todos los posibles aspectos de una necesidad, recibiría una valuación de 10. Por otro lado, si cumpliera la necesidad sólo parcialmente, podría recibir una valuación de 4 o 5. Después de esto se multiplica el peso de la necesidad por la valuación para llegar a una ponderación de la necesidad para esa alternativa, paso seguido se suman las calificaciones y la alternativa con la suma total más alta es la opción más deseable.

La asignación de pesos es de hecho una tarea subjetiva. Sin embargo, comparando las necesidades de dos en dos se puede llegar a una asignación consistente de pesos.

### 3.1.1.3.- Análisis de problemas potenciales:

Habiendo tomado nuestra decisión, nosotros queremos planear asegurar su éxito. Nosotros necesitamos situarnos en el futuro para comprender lo que podría salir mal y hacer planes para evitar estas trampas. Para ayudarnos en nuestra planificación, Kepner y Tregoe han pensado en un algoritmo que no sólo puede aplicarse a asegurar el éxito de nuestra decisión pero también al analizar problemas que involucran seguridad. El K.T. El acercamiento de análisis del problema potencial (PPA: Potential Problem Analysis) puede disminuir la posibilidad de un resultado desastroso. Y hace pensar en posibles causas, acciones preventivas, y/o acciones contingentes.

| <b>Análisis de problemas potenciales</b> |                    |                   |                       |
|--|--------------------|-------------------|-----------------------|
| Posibles Causas                          | Problema potencial | Acción preventiva | Acciones contingentes |
| <b>A</b>                                 | 1.<br>2.           |                   |                       |
| <b>B</b>                                 | 1.<br>2.           |                   |                       |

**Figura 3.2: Análisis de problemas potenciales**  
Fuente: Kepner & Tregoe Inc.

Analizando los problemas potenciales, identifica cuan serio sería cada problema si ocurriera y cuan probable es que ocurra. ¿El problema sería fatal para el éxito de la decisión (un imperativo), heriría el éxito de la decisión (una necesidad), o el problema sólo estaría molestando? Primero, nosotros identificamos todos los *problemas potenciales* que podrían ocurrir y las *consecuencias* de cada ocurrencia. Poniendo especial cuidado para los problemas potenciales cuando:

- Las fechas tope son firmes;
- Se está probando algo nuevo, complejo, o poco familiar;
- Se está intentando asignar responsabilidad; y
- Se está siguiendo una sucesión crítica.

Luego, se listan todas las *posibles causas* que podrían provocar cada problema y podrían desarrollar las *acciones preventivas* para cada causa. Finalmente, se desarrolla una *acción contingente* (último recurso) para ser emprendido si la acción preventiva, no impide la

ocurrencia del problema. Hay que establecer señales de advertencia temprana (disparadores de acciones, por ejemplo un límite de inventario antes de pedir una orden especial) para activar el plan de contingencia. Sin embargo, proceder con planes de contingencia solo se debe hacer en último lugar, así que se deben enfocar más en las acciones preventivas.

### **3.2.- Como corresponde a las líneas de investigación en logística inversa**

Para desarrollar este marco conceptual se tomaron en cuentas las líneas de investigación reconocidas por (Herold et al, 2004)<sup>3</sup>

#### **3.2.1.- Medición de costos y medidas de desempeño:**

- ¿Cuáles son los costos inherentes a los procesos de retorno?
- ¿Qué medidas deben ser usadas para evaluar la eficiencia de los procesos de retorno?
- ¿Cómo evaluar los prospectos de negocio relativos a los retornos?
- ¿Cómo evaluar los costos y beneficios relativos a las diferentes operaciones de disposición?

Con respecto a este aspecto lo que se trato de plasmar en el capítulo anterior fue una recopilación de las herramientas que se consideran más útiles para vender el proyecto de una manera que satisfaga los requerimientos de los inversionistas, las empresas y al mismo tiempo asegure la rentabilidad de una manera concreta, si bien las herramientas presentadas son bastante conocidas en otros ámbitos, la aplicación de tales herramientas en el contexto de la logística, algunas veces no es muy desarrollado extensamente, claro que hay otros aspectos de los costos que no se tocaron en este estudio y posiblemente puedan ser objeto de otra investigación más a fondo.

Como una opción de este punto, se puede hacer un sondeo (benchmarking) de los costos objetivo que no son otra cosa que el costo más bajo cotizado del operador de una actividad incluida en las operaciones, así que se puede hacer un costo de referencia de lo que cuesta normalmente operar el proceso (promedio con base semanal en el año), este costo objetivo también puede ser una calificación de 1 a 10 de acuerdo a nuestras experiencias de cómo afectan a los costos en conjunto, por ejemplo podría ser que un proveedor ofrezca un costo más bajo, sin embargo los costos pueden aumentar como consecuencia de esta reducción, ya que probablemente podría dar como consecuencia que se cambiaran a dos proveedores en lugar de uno, lo cual no siempre es deseable, lo que se puede obtener de esta comparación son márgenes de reducción que no son otra cosa que las diferencias en porcentajes (o la ponderación) de los costos de referencia y los costos objetivo, de esa manera se pueden

---

<sup>3</sup> Herold Marianna, Kämäräinen Vesa, (2004), *A research agenda for products returns*, Department of Industrial Engineering and Management, Helsinki University of Technology

afianzar los puntos débiles de las operaciones comunes, lo que se podría manejar de la forma mostrada en la Figura 3.3.

Si consideramos el costo de la cadena logística de operaciones en conjunto desde un extremo del proveedor de un artículo, podemos apreciar que tan bien están manejadas las operaciones, si algunas de estas operaciones pueden ser reducidas cambiando al proveedor de la actividad, entonces no hay ninguna razón para cerrar el proceso, pero si por alguna razón el costo objetivo y el costo de referencia son muy altos (tanto que mermen el margen de ganancia), podría no ser una buena opción mantenerla en funcionamiento, a menos claro que lo que se pretenda sea obtener presencia en el mercado y se financien las operaciones con otro proceso que tenga buenos márgenes de utilidad.

| Actividad                          | Costo de Referencia o factor de ponderación | Costo Objetivo o calificación de la operación | Margen de reducción o ponderación |
|------------------------------------|---|---|-----------------------------------|
| Transporte desde el cliente        | xxx   | xxx   | 0                                 |
| Operaciones en el centro de acopio | xx  | x   | x                                 |
| Maniobras (consolidación/estiba)   | xxx   | xxx   | 0                                 |
| Almacenamiento                     | xx  | x   | x                                 |
| Transporte de fronteras            | xxx   | xxx   | 0                                 |
| Freight Forwarder                  | xxx   | x   | xx                                |
| Operaciones en el centro de acopio | xxx   | xxx   | 0                                 |
| Maniobras (consolidación/estiba)   | xx  | x   | x                                 |
| Almacenamiento                     | xxx   | xx  | x                                 |
| Disposición                        | xxxx  | xx  | xx                                |

**Figura 3.3: Benchmarking de costos**  
Fuente: Elaboración propia

### 3.2.2.- Dirección de procesamiento:

- ¿Cómo deben ser diseñados los procesos de retorno?
- ¿Cómo pueden los procesos de retorno ser estandarizados?

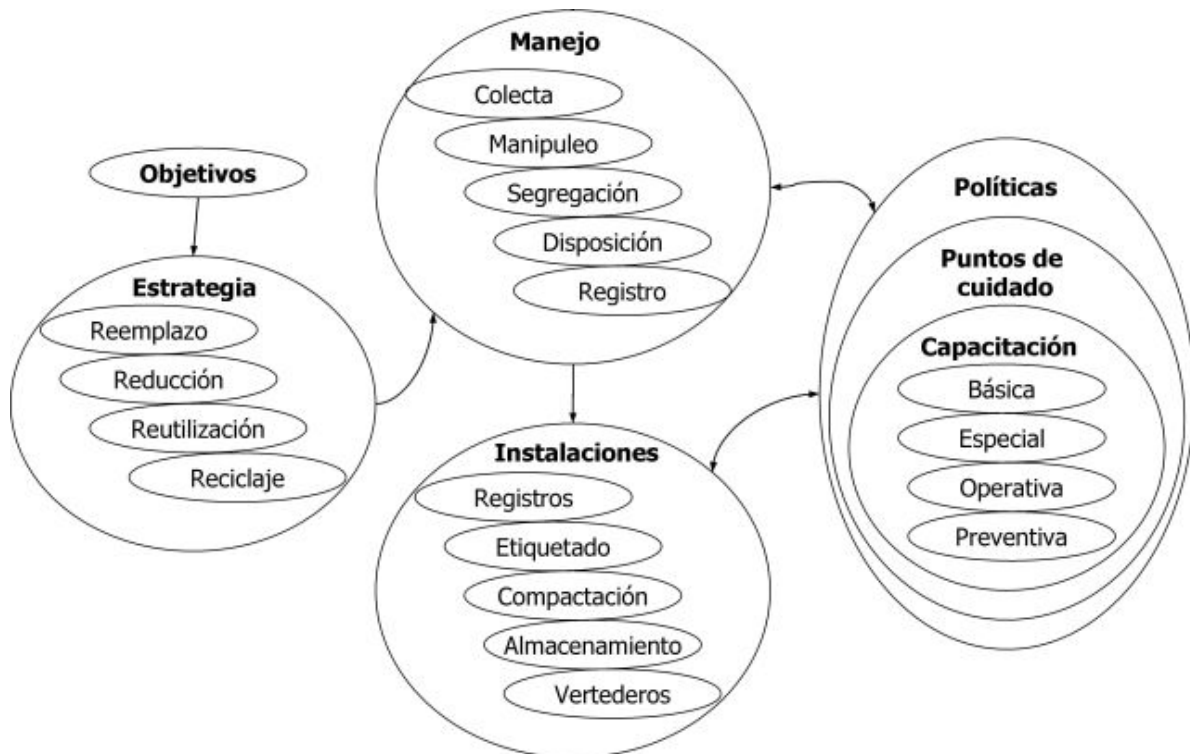
Con respecto a estos puntos lo que se hizo respecto a estos es estudiar los artículos mas sobresalientes de los temas relacionados y presentar de una manera concisa (capitulo 2) los puntos mas importantes a tomar en cuenta cuando se hace una consideración de un programa de este tipo.

Como una aportación se propuso un esquema que es congruente con los artículos seleccionados (Figura 2.1), se dieron las pautas para reconocer los puntos mas importantes a tener en



consideración en el esquema, estos puntos se suman en la Figura 3.4, como una propuesta para formular un plan de logística inversa.

Así por ejemplo, lo primero que se debe hacer es empezar con un objetivo que enfoque lo que se pretende hacer, luego se continúa con las estrategias de reducción, reemplazo, reutilización y reciclaje, cada una de estas estrategias debe marcar los puntos de cuidado a seguir y las modificaciones de las operaciones o la actualización de los planes a seguir, de tal manera que en la siguiente sección se describan de acuerdo a los materiales o productos, como deben ser colectados, manipulados, segregados, o dispuestos, al mismo tiempo que se lleva un registro de las entradas al sistema, de manera tal que puedan entrar en las instalaciones correspondientes para ser etiquetados, empacados, compactados, almacenados o simplemente tirados a la basura, al mismo tiempo se debe de cuidar marcar las políticas correspondientes con respecto a los flujos de información, existencias físicas o monetario (en forma de créditos, descuentos o pérdidas), una vez hecho esto se debe poner especial atención a las formas de capacitación de los empleados para poner en práctica esas políticas, de tal manera que puede ser necesario dar capacitaciones básicas (informativas), especiales (manejo de materiales peligrosos), operativas (adecuadas al propietario del proceso) o preventivas (enfocadas a las medidas de contingencia).



**Figura 3.4: Esquema propuesto para formular un plan de logística inversa**  
Fuente: Elaboración propia

### 3.2.3.- Manejo de la información:

- ¿Cómo pueden los datos de productos retornados ser usados?

Con respecto a la información que debe ser almacenada en la base de datos, hay algunas propuestas al respecto, Rogers & Tibben-Lembke han descrito de acuerdo a su investigación, varios parámetros a considerar dado que muchos de ellos no se encuentran contemplados en el set de transacciones 180 de EDI que es el estándar de la industria para las devoluciones (aunque en sus investigaciones, no encontraron una empresa que lo use), los códigos propuestos por ellos se muestran en la Tabla 3.1:

| <b>Códigos de razón de retorno:</b><br>estos códigos tienen la finalidad de incrementar el nivel de comunicación entre el proveedor y el cliente   |
|--|
| <b>Reparación o servicio</b><br>Reparación en fabrica- Retorno al vendedor por reparación<br>Servicio / Mantenimiento  |
| <b>Procesamiento de ordenes</b><br>Error agente de ventas - Error del agente de ventas que toma la orden<br>Error de orden interno – Número interno de orden incorrecto<br>Error de entrada – Fallo del sistema de procesamiento de ordenes<br>Error de envío – Envío de material equivocado<br>Envío incompleto – Artículos ordenados perdidos<br>Cantidad errónea<br>Envío duplicado<br>Orden del cliente duplicada<br>Parte perdida |
| <b>Daños / Defectos</b><br>Dañado - Cosmético<br>No funciona – no funciona al llegar<br>Defectuoso – no trabaja apropiadamente<br>Defectuoso – Inspección del centro de distribución   |
| <b>Acuerdos contractuales</b><br>Ajuste de stock – Rotación de Stock<br>Obsoleto – caduco<br>Estacional  |
| <b>Otros</b><br>Reclamo de carga – Dañado durante el envío<br>Misceláneo   |

**Tabla 3.1**  
**Fuente: Rogers & Tibben-Lembke, 1999**

Estos datos se pueden utilizar para evaluar problemas en la distribución, procesamiento o envío (un uso que también se puede dar a esta información es la identificación de clientes que retornan los productos, ya sea por que se arrepintieron en ultima hora o por que tienen problemas con su sistema de ordenes, lo cual puede ayudar a una mejor integración de la cadena, si se ayuda al cliente a mejorar su sistema de ordenes, lo cual es una característica deseable en un sistema cooperativo), existen algunos ejemplos de cómo estos datos pueden ser usados, primero como una forma de comprobación para un análisis de problemas usando

distingos, para resolver la situación y otro punto para evaluar los posibles puntos de cuidado para futuros envíos, al respecto se puede mencionar como ejemplo a los sistemas de auditoria conducidos por colectores de datos de terceros que determinan que tipo de daño o mal manejo ha ocurrido, como ejemplo de estos tenemos al Damage Recovery Systems inc. Basado en 48 millones de productos procesados por 30 fabricantes cuyos datos son mostrados en la Tabla, también existen los datos mostrados de Supermarket Information Systems Inc. Los cuales son también basados en un muestreo de 10 millones de productos en los supermercados, estos también son mostrados en la Tabla 3.2:

| Razón para el retorno                         | Damage Recovery System Inc.<br>(datos obtenidos en 1997) | Supermarket Information Systems Inc.<br>(datos obtenidos en 1997) |
|---|--|---|
| Productos comprimidos abollados o colapsados. | 44%  | 27.8%   |
| Productos expirados                           | 16.7%  | 15.2%   |
| Impropiamente sellados                        | 6.9%   | 35%   |
| Productos con rajaduras (cortados)            | 3.8%   | 2.6%  |
| Productos sucios, manchados o pegajosos       | 3.5%   | 12.1%   |
| Productos en buenas condiciones (vendibles)   | 23.8%  | 4.3%  |
| Total:  | 99 %   | 97%   |

**Tabla 3.2**  
Fuente: Robinson, 1998<sup>4</sup>

De acuerdo con la investigación hecha por Robinson (1998) existen diferentes causas para estos defectos de acuerdo con la identificación que se muestra, el sugiere cuidar los siguientes puntos:

- **El mejoramiento del empaque de los productos**, (de acuerdo a los datos reunidos por Robinson, se estima que es posible realizar una mejora de hasta un 25 % de los productos dañados);
- **Mejoramiento del sellado en la línea de producción**, (para evitar escurrimientos o rotura del empaque);
- **Mejoramiento del grosor de los cartones de empaque**, (Mejoramiento del empaque al cuidar que las paredes no sean muy delgadas);
- **Evitar el mal manejo del equipo de recogida del producto**, (en la distribución del producto hacia fuera del fabricante);
- **Mejorar la recepción en el minorista**, (por ejemplo grupo Bimbo tiene recibidores de producto en los diferentes supermercados);
- **Mejorar la consolidación de productos**, (Tener cuidado en el pobre manejo de los productos);
- **Cuidar el apilamiento de los productos**, (manejar las indicaciones adecuadas en la caja de empaque);
- **Evitar el equipo de manejo de los distribuidores para evitar el daño en el empaque**, (daño producido por las tenazas de los montacargas);
- **Verificar la condición de los transportes de carga**, (para evitar el daño en tránsito del producto).

**Tabla 3.3**  
Fuente: Elaboración propia con base en Robinson, 1998

<sup>4</sup> Robinson Alan, (1998), "Fixing the cracks in the system", *Food Logistics*, October 1998, pp. 29 - 35

Como se puede observar estos datos pueden ser útiles para resolver problemas de manejo, actualizar y retroalimentar los procesos o actualizar el diseño del empaque o producto.

Con lo cual pueden también generar beneficios a mediano y largo plazo.

| Categoría | Rubro   | Caracterizadas por:  | Ejemplo de compañías   | Notas:   |
|-----------|---|--|--|--|
| A         | <ul style="list-style-type: none"> <li>Alta tecnología (software)</li> </ul>              | <ul style="list-style-type: none"> <li>Altos gastos de I &amp; D</li> <li>Bajo costo de los bienes vendidos.</li> <li>Bajos costos logísticos como porcentaje de ventas.</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Eastman Kodak</li> <li>Hewlett-Packard</li> <li>Motorola</li> </ul>                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>Esfuerzos encaminados a reducir costos de materias primas, generación de residuos y bajar costos logísticos.</li> </ul>   |
| B         | <ul style="list-style-type: none"> <li>Alta tecnología (Computadoras)</li> </ul>          | <ul style="list-style-type: none"> <li>Rápida obsolescencia del producto.</li> <li>Altos costos de los bienes vendidos.</li> <li>Bajos costos logísticos como porcentaje de ventas.</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Compaq</li> <li>Dell Computer</li> <li>Gateway</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Énfasis en minimizar costos para aumentar el margen.</li> <li>Tienden a dejar la disposición final al consumidor.</li> </ul>  |
| C         | <ul style="list-style-type: none"> <li>Alta tecnología</li> </ul>                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>Altos gastos de I &amp; D</li> <li>Bajo costo de los bienes vendidos.</li> <li>Bajos costos logísticos como porcentaje de ventas.</li> <li>Menores productos de reemplazo.</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>IBM</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Típicamente experimentan cambios radicales moviéndose a procesos más pequeños.</li> </ul>   |
| D         | <ul style="list-style-type: none"> <li>Bienes encaminados al consumo final</li> </ul>     | <ul style="list-style-type: none"> <li>Productos enviados directamente a los consumidores.</li> <li>bajo o mediano costo de los bienes vendidos.</li> <li>Bajos costos de I &amp; D.</li> <li>Altos costos logísticos.</li> <li>Los desperdicios en los envíos son mínimos.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Ventas por catalogo</li> <li>B2C<sup>5</sup></li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Encaran devoluciones de casi el 10 al 20 % de sus ventas.</li> <li>El consumidor es responsable por la disposición final.</li> <li>El desafío principal es reducir las devoluciones y vender remotamente grandes cantidades.</li> </ul> |
| E         | <ul style="list-style-type: none"> <li>Bienes de consumo intermedio (durables)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Alto costo de los bienes vendidos.</li> <li>Alto potencial para contaminar el ambiente.</li> <li>Bajos gastos en I &amp; D.</li> <li>Altamente motivados a encontrar maneras reducir costos.</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Fabricantes de neumáticos y baterías.</li> <li>Minoristas</li> </ul>                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>Esfuerzos encaminados a aprovechar el mercado secundario.</li> <li>Utilizar materias primas recicladas.</li> <li>Remanufactura de procesos.</li> </ul>  |
| F         | <ul style="list-style-type: none"> <li>Bienes de consumo (reciclables)</li> </ul>         | <ul style="list-style-type: none"> <li>bajo costo de los bienes vendidos.</li> <li>Bajos costos de I &amp; D.</li> <li>Medios a altos costos logísticos.</li> <li>Pocos cambios comparativos entre productos.</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Fabricantes de pinturas.</li> <li>Fabricantes de papel.</li> <li>Fabricantes de envases.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Poca motivación para manejar proactivamente los desperdicios.</li> <li>No utilizan el canal inverso hasta que hay regulaciones de ley.</li> </ul>   |

**Tabla 3.4: Clasificación de las industrias de acuerdo a como encaran la política ambiental**

**Fuente: Elaboración propia con base en Marien, 1998<sup>6</sup>**

<sup>5</sup> B2C: Business to consumer

<sup>6</sup> Marien Edward J., (1998), "Reverse logistics as competitive strategy", *Supply Chain Management Review*, Spring 1998

### **3.2.4.- Asignación de recursos**

Algunas industrias asignan recursos estratégicamente para responder a la imperativa de Reusar y reciclar, sin embargo estas compañías lo hacen de manera diferente. El esquema de clasificación que se muestra en la Tabla 3.4 (Marien, 1998), fue desarrollado como un medio de identificar como diferentes tipos de compañías responden a los cambios en política ambiental.

Básicamente se identifican 3 estrategias generales que son importantes en una alternativa proactiva y que hay que tener en cuenta cuando se usa un canal inverso:

- Estimular la demanda al mismo tiempo que se bajan los costos para la compañía y la sociedad.
- Reducir la cantidad de material usados en producir y entregar los productos.
- Hacer una reingeniería del negocio con el enfoque de "cambio de paradigma" en los procesos involucrados.

Este esquema puede servir como punto de partida para hacer varios esquemas de decisión que pueden ayudar a plasmar las ideas mostradas en un plan concreto, ya que el esquema de toma de decisiones puede ser útil de diferentes formas.

1. Al evaluar una locación;
2. Al asignar personal al proceso;
3. Al evaluar los problemas de acuerdo a la experiencia.

Para ejemplificar el punto, se muestra un análisis de decisión realizado como ejercicio, para la localización de una planta de componentes para televisión.

#### **3.2.4.1.- Antecedentes Históricos<sup>7</sup> para la localización de una planta.**

- Con la aparición del TLCAN, las multinacionales asiáticas enfrentaron decisiones de la procuración con respecto a la situación futura de componentes de TV que se fabrican y ensamblan, que podría hacerse en México o en Asia Oriental.
- Matsushita empezó en México, D.F., y consideró una situación en Reynosa, Tamaulipas, México (cerca de McAllen, Texas) antes de decidir localizar en Tijuana.
- Las Reglas de Origen del TLCAN estipularon que los automóviles deben ser 62.5 por ciento norteamericano, pero los televisores necesitaron sólo un cinescopio aproximadamente 33

---

<sup>7</sup> Datos obtenidos de documentos oficiales de la compañía, observación y experiencia propia, y de la pagina de Internet: [www.panasonic.com](http://www.panasonic.com)

por ciento para calificar como productos norteamericanos. El cinescopio (el tubo de rayo de cátodo, o CRT) representó un tercio de los costos (realmente de un 30-50 por ciento, dependiendo del modelo), el resto de los componentes respondió por otro tercio del costo, y el último tercio al circuito impreso incluyendo componentes y ensamble. Si el CRT fuera hecho en los Estados Unidos, los ahorros eran de un 5 por ciento comparados con un CRT montado en un gabinete con un tuner (sintonizador), una TV. Importando solo el CRT producía un ahorro del 15 por ciento; era la posibilidad de importar el CRT sin costo de transporte en México vía la Long beach, California, y devolviéndolo a los Estados Unidos una TV ensamblada fue lo que atrajo a los productores japoneses a Tijuana en primer lugar. No era posible que Matsushita y Sanyo compraran CRTs de Samsung Tijuana. Las políticas adquisitivas de Matsushita no sólo dieron énfasis al costo, pero también a la calidad, al tiempo entrega, y a la capacidad suficiente.

- Cualquier compañía que hace Televisores tiene que tener relación con costos y competición del precio, y la producción puede moverse al país con la estructura de costos más competitiva.
- A los productores japoneses de Televisores, México era especial porque estaba cerca de los Estados Unidos y tenía relaciones gubernamentales buenas, además de los sueldos bajos, como decía la teoría, pero en la práctica los sueldos para los empleados indirectos en México son tan altos como en los Estados Unidos, y hay ninguna fuente de transistores, circuitos integrados (CCI), o materias primas.
- Cuando los Estados Unidos perdieron competitividad, movieron su producción a Asia, incluso componentes cuya fabricación requería la inversión de una planta de 3-5 veces más cara que en EU. Ahora Motorola y Texas Instrument tienen fábricas excelentes en Asia Oriental, y tiene sentido comprar su propia producción. México está muy lejos de Singapur, Taiwán, Malasia, Hong Kong, y Japón donde están las fuentes primarias de componentes de Matsushita.
- La combinación de los puertos gemelos de Long Beach/Los Ángeles y las situaciones de la fábrica en Baja California permitió la entrega de materias primas y componentes de las fuentes asiáticas, así como los más bajos costos de transporte de tierra en los Estados Unidos. El costo para traer un contenedor de 40-pies cúbicos a Los Ángeles de Japón era aproximadamente \$1,900 USD, comparados con \$3,500 USD si provenía de la Costa Oriental de los Estados Unidos.
- Tijuana era la opción más atractiva por sus bajos costos de transporte y proximidad a las fuentes asiáticas de componentes, aunque una situación a lo largo de la frontera de Texas era más cercana con respecto a los mercados americanos y su distribución.

- La calidad de vida para las personas japonesas que viven en San Diego, California, fue considerada muy superior a las regiones fronterizas de Texas. Sin embargo, Tijuana tenía las desventajas de costos más altos de mano de obra, energía, y sitios, así como una infraestructura de telecomunicaciones pobre y un cruce fronterizo con retrasos. Existía también el problema de una rotación de personal (abandono de empleo) en Tijuana la cual es sumamente alta de alrededor del 6 por ciento por mes. Comparado con solo un 2 % en Reynosa.
- Según uno de los profesionales de bienes raíces de Tijuana y copropietario para una de las fábricas de Matsushita, 95 por ciento de las compañías japonesas poseyeron la tierra en que su *maquiladora* fue construida, mientras que sólo el 50 por ciento de las compañías estadounidenses poseyeron su tierra. De hecho solo se permite a los extranjeros "comprar" la tierra mexicana a través de un arrendamiento hecho por un banco mexicano y renovable después de 30 años.

De tal manera que tomando en cuenta lo arriba expuesto se descargo la información en un análisis de decisiones del tipo utilizado por Kepner & Tregoe quedando lo siguiente:

| Objetivos Obligatorios  |         |         |
|---|---------|---------|
| Ciudad  | Tijuana | Reynosa |
| Cercano a los mercados americanos   | Pasa    | Pasa    |
| Posibilidad de compra de tierra   | Pasa    | Pasa    |
| Cumplir con el TLCAN "Reglas de origen"<br>30 % de las partes de un TV (Made in EU) | Pasa    | Pasa    |

| Ciudad | Objetivos deseados  | Peso | Tijuana      |                              | Reynosa      |                              |
|--------|---|------|--------------|------------------------------|--------------|------------------------------|
|        |   |      | Calificación | Ponderación (Multiplicación) | Calificación | Ponderación (Multiplicación) |
|        | Cercanía con proveedores Asiáticos  | 10   | 10           | 100                          | 4            | 40                           |
|        | Costos de transportación baratos<br>Japón-San diego: \$1,900<br>Costa este a Oeste: \$3,500 | 10   | 10           | 100                          | 5            | 50                           |
|        | Rotación de personal mínima   | 6    | 5            | 30                           | 8            | 48                           |
|        | Cercanía con mercados de EU   | 6    | 5            | 30                           | 8            | 48                           |
|        | Cruce de fronteras óptimo   | 5    | 5            | 25                           | 8            | 40                           |
|        | Buen nivel de vida para Staff Japón   | 6    | 10           | 60                           | 5            | 30                           |
|        | Costos de Energía bajos   | 5    | 5            | 25                           | 5            | 25                           |
|        | Costos de mano de obra bajos  | 5    | 4            | 20                           | 8            | 40                           |
|        | Cercano a las fabricas de TV  | 5    | 9            | 45                           | 9            | 45                           |
|        | <b>Totales:</b>   |      |              | <b>435</b>                   |              | <b>366</b>                   |

**Nota:** Las calificaciones fueron asignadas cualitativamente con una escala de 1 a 10 de acuerdo a la experiencia del evaluador y al análisis de la información mencionada anteriormente.

De manera que la decisión ponderada que se tomo, fue la de localizar la planta en Tijuana.

### 3.3.- Información necesaria para utilizar el enfoque propuesto

Con respecto a si es necesario un programa de logística inversa se pueden utilizar las preguntas correspondientes a verificar la presencia de un fallo:

- ¿Los retornos arriban antes que el procesamiento o disposición sea adecuado?
- ¿Existe en almacén mucho inventario de retorno?
- ¿Existen retornos no autorizados o no identificados?
- ¿El tiempo de los ciclos de proceso es largo?
- ¿El costo total del proceso y de los retornos, no es conocido?
- ¿La dificultad para manejar retornos, causa malestar al cliente?
- ¿Se pierde la confianza en una actividad de garantía /reparación?

Una vez que se haya identificado el problema puede utilizarse al análisis de problemas como una herramienta para localizar el punto de fallo, para empezar a mapear el proceso, o como confirmación general para mostrar como se llega a las conclusiones.

Ya que se tiene definido el problema, se puede estudiar que tipo de producto se tiene y como afecta esto a los retornos y si el sistema que se tiene es adecuado, para ese producto, nuevamente se puede utilizar el análisis de problemas para localizar la falla, respondiendo a las preguntas:

- ¿El producto que tiene retornos es un producto novel o tiene una demanda estable?
- ¿Qué tipo de sistema utilizo para el producto, de almacenamiento o responsivo?

Al momento de reconocer el problema, puede ser el caso de que sea demasiado complejo y necesite ser desarrollado un plan de retornos, al respecto se debe una idea de cual debe ser la estrategia que se va a utilizar (el análisis de decisión puede ser útil, si se tiene la información adecuada) para ello se debe disponer de datos como:

- ¿Se tiene espacio para el manejo de los retornos?
- ¿Se puede contratar un agente 3PL con experiencia para el manejo de los retornos?
- ¿Cuál es el tiempo de vida remanente de los productos, cuando son retornados?
- ¿Cuál es el riesgo de obsolescencia del producto?
- ¿Cuál es la legislación de disposición al respecto del producto?
- ¿Qué conducción de recuperación se debe usar para el retorno (Los objetivos a alcanzar)?
- ¿Cuál debe ser el enfoque de control (obsolescencia, consolidación, disponibilidad, las economías de escala)?
- ¿Existe un mercado secundario para el producto?
- ¿Cuál es el precio en el mercado secundario?



- ¿Qué tipo de diseño tiene el producto (para desensamblar, reuso, reciclaje, actualización)?

Una vez que se tiene el tipo de estrategia a utilizar es necesario definir:

- ¿Qué tipo de sistema es (centralizado, descentralizado, y quien debe ser el controlador del sistema)?
- ¿Cómo debe ser colectado y por quien (tiempo de colección, los puntos de transferencia, la planificación de rutas, consulta con los involucrados)?
- ¿Cómo debe ser separado y por quien (el tratamiento debe ser acorde con la calidad del retorno [El status de recuperación de valor])?
- ¿Cómo deben ser colocados los retornos (que mercados hay, que precio de recompra tiene, cual es la demanda secundaria, y si compite con el mercado primario)?
- ¿Cómo debe ser hecho el almacenaje (debe ser determinístico como en el modelo básico de Schrady [vease apéndice 4], híbrido, manejado junto o aparte de los productos en la cadena hacia adelante, o consolidado [como en el caso de los libros, se consolidan los remanentes para venderse en tienda de descuento])?

Para ello puede ser útil un análisis de problemas potenciales, para obtener los puntos de cuidado a tener en cuenta a fin de desarrollar las políticas correspondientes, que deben tener en cuenta los siguientes puntos.

- La integración de las operaciones (definir las responsabilidades y las condiciones de retorno de ser posible contractualmente, por medio de una política establecida y comunicada)
- Definir las políticas de almacenamiento (los productos hacia adelante y hacia atrás de ser posible deben ser manejados separados)
- Las políticas de retorno (la asignación de número de identificación, que identifica la autorización y el contacto pertinente)
- Las políticas de precios (con las asignaciones de crédito o descuento para transacciones futuras)



## Capítulo 4: Recomendaciones para el sistema de reciclaje en México

En este capítulo se hace mención a las noticias más relevantes referentes al reciclaje del PET, como funciona en este momento el sistema y que posibles mejoras es posible hacer dentro del mismo sistema de manera que sea redituable para la sociedad en general, el aspecto económico del reciclaje no es estudiado en este caso, puesto que los beneficios para la sociedad son mucho mayores que los gastos implicados, y de hecho los embotelladores comienzan a tomar cartas en el asunto, ya que prevén posibles medidas regulatorias por parte del gobierno. Si bien algunos embotelladores aun se mantienen al margen, la próxima aparición de medidas de control para el manejo de envases es una amenaza para algunos de estos embotelladores y es posible que si no se encuentran debidamente organizados para competir con estos estándares, pueden tener problemas para mantenerse competitivos en el mercado.

Los análisis usados para generar estas recomendaciones son mostrados y comentados de manera que es posible apreciar en contexto, las posibles implicaciones de cada punto que es comentado.

### 4.1.- Noticias referidas a los residuos sólidos urbanos y el reciclaje de PET.

- La explosiva generación de desechos de PET (tereftalato de polietileno) ha creado un mercado de reciclado cuyo valor potencial asciende a 700 millones de dólares anuales<sup>1</sup>; sin embargo, hasta el momento sólo se aprovecha solo el 15 por ciento de las 500 mil toneladas que se producen en el país.
- Los residuos de envases de PET con base en cifras oficiales sólo representan el 1.5% en peso y del 7 a 10% el volumen del total de los residuos en el relleno sanitario<sup>2</sup>.
- Las principales empresas fabricantes de refrescos, agua purificada, agua mineral, salsas y aderezos, usuarios de envases de PET, participan a través del *Plan de Manejo de los Residuos de Envases de PET* de tipo voluntario y proactivo, basado en la responsabilidad compartida administrado por Ecoce, A.C. a partir de Septiembre del 2002.
- ECOCE A.C. es una Asociación civil sin fines de lucro con recibos deducibles de impuestos y autorizada para recibir donativos.
- ECOCE para vacunarse contra la volatilidad del precio del PET se comprometió a establecer un precio de garantía para el PET reciclado. Éste no puede ser menor al peso por kilogramo<sup>3</sup>.
- Para asegurar el abasto, se pensó en que las empresas usuarias de los envases de PET, por cada kilogramo que pongan en el mercado, contribuyan con un peso. De esta forma se haría

---

<sup>1</sup> Loc Cit: <http://www.presidencia.gob.mx/buenasnoticias/index.php?contenido=17618&pagina=1>

<sup>2</sup> Loc. Cit: [www.ecoce.org.mx](http://www.ecoce.org.mx)

<sup>3</sup> 6 de Enero, 2005, Loc. Cit: [www.elsiglodedurango.com.mx/sociales/nID/349](http://www.elsiglodedurango.com.mx/sociales/nID/349)

un fondo que apoyaría la compraventa del PET<sup>4</sup>. Por ahora, Coca-Cola, Pepsi-Cola, Del Valle, Garci Crespo, Derivados de Frutas, Bonafont y Electropura se han mostrado accesibles a esta propuesta.

- Las plantas en operación de ECOCE hasta el cierre del 2003 son: Valle de México, que atiende al D.F., Estado de México, Morelos e Hidalgo; Monterrey, para Nuevo León y este de Coahuila; Guadalajara, para Jalisco, Colima, Nayarit y norte de Michoacán; San Luis Potosí, para todo el estado y Aguascalientes; Veracruz, para centro y sur del estado; Cancún, para el corredor turístico y Riviera Maya; Tampico, para el centro y sur de Tamaulipas, así como norte de Veracruz, y Acapulco, para centro y sur del estado de Guerrero<sup>5</sup>.
- la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, la Confederación de Cámaras Industriales, Concamin y la Asociación Ecología y Compromiso Empresarial, ECOCE, lanzaron oficialmente el pasado 15 de mayo del 2003<sup>6</sup>, la Campaña Nacional para el Manejo de Residuos de PET (polietileno tereftalato). El objetivo es que para el año 2006 se reciclen 2 mil 610 millones de botellas PET/año, volumen con el que se podría llenar dos veces el estadio Azteca y que reciclado al cien por ciento como fibra textil, servirá para la fabricación de 475 millones de camisetas.
- Según cálculos de la Concamin, en México cada año se producen 9 mil millones de botellas, que representan casi una tercera parte de la basura doméstica generada en el país. Anualmente en promedio, 90 millones de botellas de refrescos y agua purificada son lanzadas a las vías públicas, bosques y playas de México. Estimaciones científicas señalan que las botellas de PET demoran hasta 500 años en degradarse al ambiente.
- El gobierno federal estimó que en el año 2000 se generaron 92 mil 838 toneladas de residuos sólidos en México y la quinta parte del país no cuenta con servicio de recolección de basura<sup>7</sup>.
- El sector de residuos sólidos no es reconocido como sector formal<sup>8</sup> y posee debilidad institucional, centralismo y operatividad deficiente, falta de planificación, carencias de sistemas de información, legislación inadecuada e ineficaz control de la aplicación de la legislación vigente, baja calificación de los recursos humanos, inexistencia de modelos de gestión y de políticas públicas para el sector. El incorrecto manejo de los residuos tóxicos y peligrosos, la baja cobertura de recolección en ciudades intermedias y pequeñas y la escasa atención a los asentamientos marginales urbanos<sup>9</sup>.

---

<sup>4</sup> Abril, 2003 <http://www.soyentrepreneur.com/pagina.hts?N=13713>

<sup>5</sup> Diciembre, 2003, Loc. Cit: <http://www.cronica.com.mx/nota.php?idc=99626>

<sup>6</sup> Loc. Cit: [www.semarnat.gob.mx/comunicacionsocial/boletines\\_2003\\_052.shtml](http://www.semarnat.gob.mx/comunicacionsocial/boletines_2003_052.shtml)

<sup>7</sup> Mayo 2001, Loc. Cit: [www.soyentrepreneur.com/pagina.hts?N=12306](http://www.soyentrepreneur.com/pagina.hts?N=12306)

<sup>8</sup> A pesar de que la recuperación de residuos no es muy significativa en términos de volumen, comparativamente a la cantidad de residuos generada en la región, esta actividad constituye una fuente de renta para una gran cantidad de personas que pertenecen a los segmentos más pobres de la población y un ejemplo de buena práctica ecológica. Por su importancia y su implicación social, la red de organizaciones informales debe ser tomada en cuenta en cualquier plan para la gestión de los residuos sólidos municipales.

<sup>9</sup> BID, (1997), *Guía para Evaluación de Impacto Ambiental Para Proyectos de Residuos Sólidos Municipales*, Banco Interamericano de Desarrollo, Diciembre 1997

- El manejo incorrecto de los residuos sólidos incide directamente en la degradación ambiental y en la salud pública<sup>10</sup>
- En México actualmente se exporta el 75 por ciento de lo que recupera<sup>11</sup>. Estados Unidos y Canadá son los países que más compran PET. China lo utiliza para hacer prendas de vestir y en EU los usos son más diversos, pero comúnmente se emplea para la fabricación de alfombras. En Europa el PET es utilizado para reforzar el pavimento de las carreteras y en Japón como fuente de energía y posteriormente las cenizas las reaprovechan para obras de pavimentación
- APREPET, estima que para un centro de acopio redituable de PET y otros materiales, se requiere un volumen mínimo de operación mensual de entre 80 y cien toneladas mensuales, con una cobertura de cien kilómetros cuadrados a la redonda<sup>12</sup>.
- México es el segundo consumidor de la resina para su producción en botellas. Ya que es el segundo consumidor mundial de refrescos. La demanda de la resina virgen es de 700 mil toneladas anuales<sup>13</sup>.
- la recolección de PET en México con miras a su reciclado alcanza las 90 mil toneladas de las cuales el 70 por ciento se dirige hacia la manufactura de textiles<sup>14</sup>.
- ECOCE estima que de las 30 mil toneladas de PET que anualmente se reciclan, el 75 por ciento se exporta primordialmente a países asiáticos, quienes nos devuelven este plástico ya integrado en productos como juguetes, bolsas y zapatos. El valor actual de la incipiente industria de reciclaje del PET en México se calcula en \$44 millones<sup>15</sup>.
- En México actualmente se exporta el 75 por ciento de lo que recupera. Estados Unidos y Canadá son los países que más compran PET. China lo utiliza para hacer prendas de vestir y en EU los usos son más diversos, pero comúnmente se emplea para la fabricación de alfombras. En Europa el PET es utilizado para reforzar el pavimento de las carreteras y en Japón como fuente de energía y posteriormente las cenizas se reaprovechan para obras de pavimentación.
- El total de las importaciones de China de PET para su reutilización es de 500 mil toneladas anuales. Tan sólo de América Latina compra 100 mil toneladas. México le abastece el grueso de esa demanda<sup>16</sup>.
- En el caso de la fabricación de una camiseta blanca básica, con 50 por ciento de algodón reciclado y el resto de PET reutilizado, se consumen dos botellas de dos litros<sup>17</sup>.

---

<sup>10</sup> BID, (1997)

<sup>11</sup> Mayo 2001, Loc. Cit: [www.soyentrepeneur.com/pagina.hts?N=12306](http://www.soyentrepeneur.com/pagina.hts?N=12306)

<sup>12</sup> Loc. Cit: [www.aprepet.org.mx/](http://www.aprepet.org.mx/)

<sup>13</sup> Enero, 2005, Loc. Cit: [www.elsiglodedurango.com.mx/sociales/nID/349](http://www.elsiglodedurango.com.mx/sociales/nID/349)

<sup>14</sup> Enero, 2005, Loc. Cit: [www.elsiglodedurango.com.mx/sociales/nID/349](http://www.elsiglodedurango.com.mx/sociales/nID/349)

<sup>15</sup> Abril, 2003 Loc. Cit: <http://www.soyentrepeneur.com/pagina.hts?N=13714&Ad=S>

<sup>16</sup> Enero, 2005, Loc. Cit: [www.elsiglodedurango.com.mx/sociales/nID/349](http://www.elsiglodedurango.com.mx/sociales/nID/349)

<sup>17</sup> Abril, 2003 Loc. Cit: <http://www.soyentrepeneur.com/pagina.hts?N=13714&Ad=S>

- Conformada por 13 Grupos Embotelladores, todos ellos empresarios mexicanos, la IMCC cuenta con 60 plantas productivas y 428 centros de distribución, realiza alrededor de 3.5 millones de vistas por semana a los más de 1.1 millones de puntos venta, los cuales son atendidos a través de las 11,000 rutas de distribución; y la flotilla de distribución, fleteo y operación está conformada por más de 21,000 vehículos<sup>18</sup>.
- Durante el segundo semestre del año 2005, Coca-Cola de México, Coca-Coca FEMSA y ALPLA inaugurarán IMER<sup>19</sup>, su primera planta recicladora de botellas de Pet. Por su capacidad de 25 mil toneladas -triplicará la cantidad de envases que actualmente se reciclan en México- será la más grande del mundo.
- APREPET señala que el uso de la resina reciclada genera un ahorro hasta de 25 por ciento del costo de los insumos<sup>20</sup>.
- Ejecutivos de la compañía SAB-Miller<sup>21</sup>, a través de la Cervecería Hondureña, firmaron con la internacional empresa ALPLA<sup>22</sup> México, un contrato de suministro de preformas para la elaboración de envases plásticos de refrescos, cuya inversión será de 250 millones de dólares en cinco años.

Como una manera de complementar esta información, se realizó una investigación de los residuos sólidos en México y las características del reciclaje, toda esta información puede ser consultada en los Apéndices 5 y 6.

Por la extensión del tema y la limitante de tiempo, este estudio no pretende ser extremadamente detallado, respecto al sistema en si, dada la falta de información al respecto, muchos de los datos fueron recopilados de apreciaciones propias, ya que no existen estadísticas concretas en México que nos permitan corroborarlos, la mayor parte del estudio, esta basado en datos de años anteriores y en estimaciones propias o consultadas en la bibliografía.

---

<sup>18</sup> Tercer informe de responsabilidad social ICMM (Coca Cola), 7 de Abril, 2005

<sup>19</sup> Loc Cit: <http://www.presidencia.gob.mx/buenasnoticias/index.php?contenido=17618&pagina=1>

<sup>20</sup> Abril, 2005, Loc. Cit: <http://www.presidencia.gob.mx/buenasnoticias/index.php?contenido=17618&pagina=1>

<sup>21</sup> Junio, 2005, Loc. Cit: <http://tribuna.icomstec.com/news/index.php?id=19317&mode=2>

<sup>22</sup> Con sede en Toluca, Estado de México, subsidiaria de la sociedad ALPLA Werke Lehner GMBH & Co. de la República Federal de Alemania, fundada en 1955 en Austria.

## 4.2.-Análisis hechos para generar las recomendaciones

### 4.2.1.-Análisis de problemas de los materiales reciclables.

| Dim.      | Preguntas                           | Respuestas  | Especificación   | Distingos   |
|-----------|-------------------------------------|---|--|---|
| Identidad | ¿Que Sistema esta fuera de norma?   | <ul style="list-style-type: none"> <li>El sistema de reciclaje y recolección de residuos</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Sistema de acopio y reciclaje de clase mundial</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Falta de profesionales calificados</li> </ul>  |
|           | ¿Cuál es la falla?                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>La recolección selectiva</li> <li>la falta de un mercado para plástico reciclado</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Flotilla adecuada para recolección selectiva</li> <li>Plan de manejo integral de residuos intermunicipal</li> <li>Planes de acopio por parte de comunidades y empresas</li> <li>Mercado secundario de plásticos para material reciclado.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Falta de planes integrales</li> <li>Desconocimiento total del sistema</li> <li>Falta de conciencia social por parte de los generadores</li> <li>Falta de inversión y facilidades para abrir nuevos mercados</li> </ul> |
| Ubicación | ¿Dónde es observada la falla?       | <ul style="list-style-type: none"> <li>Centros urbanos (áreas y vías publicas)</li> <li>Zonas de afluencia turística</li> <li>Zonas deportivas</li> <li>Zonas comerciales y de servicios</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Campañas de colecta en EU y Europa</li> <li>Programas de responsabilidad extendida del productor</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Falta de apoyos por parte de las delegaciones</li> <li>Falta de recursos para apoyar los planes</li> <li>Desconocimiento del tema por muchos sectores políticos</li> </ul>   |
|           | ¿Dónde se observa el fallo?         | <ul style="list-style-type: none"> <li>Zonas de vertederos de residuos sólidos</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Leyes de regulación ambiental internacionales</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Desconocimiento del tema de leyes y regulaciones en México y las necesidades de la industria</li> </ul>  |
| Tiempo    | ¿Cuándo se observo por primera vez? | <ul style="list-style-type: none"> <li>Se observa que los rellenos sanitarios tienden a ser insuficientes</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Experiencia internacional</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Tardanza de adopción de esquemas de manejo de residuos</li> </ul>  |
|           | ¿Cuándo se observa?                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>Al hacer recuento de instalaciones sanitarias</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Experiencia internacional</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Tardanza de adopción de esquemas de manejo de residuos</li> </ul>  |
| Magnitud  | ¿Cuál es la extensión del problema? | <ul style="list-style-type: none"> <li>Grave, las instalaciones sanitarias cada vez son mas escasas, y la legislación es precaria aún</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Experiencia internacional</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Tardanza de adopción de esquemas de manejo de residuos de clase mundial</li> </ul>   |
|           | ¿Cuántas unidades están afectadas?  | <ul style="list-style-type: none"> <li>El sistema entero aun desconoce las disposiciones mínimas aceptables para el acopio de materiales reciclables (Plásticos)</li> </ul>                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>No aplica</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Desconocimiento del tema de leyes y regulaciones en México y las necesidades de la industria</li> </ul>  |
|           | ¿Que tan afectada esta la unidad?   | <ul style="list-style-type: none"> <li>El inmovilismo político, no permite que existan legislaciones apropiadas para el reciclaje</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>No aplica</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Desconocimiento del tema por muchos sectores políticos</li> </ul>  |

### 4.2.2.-Localización de una planta de reciclado de PET con tecnología de punta

Teniendo en cuenta que la generación de residuos sólidos se tiende a concentrar en el centro del país, las localidades de ECOCE y sus centros de selección están localizadas principalmente en las localidades indicadas, la locación mas probable para una planta de reciclaje es Toluca, Querétaro o Guanajuato, finalmente se elige Toluca por ser la mas cercana al generador principal del valle de México, que abarca la zona de Morelos Estado de México, D.F. e Hidalgo, siendo una localidad que puede colectar lo

de otros 5 centros de selección: Acapulco, Veracruz, Tampico, San Luis Potosí y Guadalajara. Además de que es muy cercano a otro centro de próxima aparición<sup>23</sup> (muy probablemente en Querétaro<sup>24</sup>).

### Análisis de Decisión

| Objetivos Obligatorios                                      |        |           |            |
|---|--------|-----------|------------|
| Ciudad  | Toluca | Querétaro | Guanajuato |
| Cercano a las ubicaciones de ECOCE                          | Pasa   | Pasa      | Pasa       |
| Localidades de zona industrial                              | Pasa   | Pasa      | Pasa       |
| Sin posibilidad de colocar un centro de selección por ECOCE | Pasa   | Pasa      | No Pasa    |

| Ciudad          | Objetivos deseados                                     | Toluca |        | Querétaro  |        |            |
|-----------------|--|--------|--------|------------|--------|------------|
|                 |  | Peso   | Calif. | Pond.      | Calif. | Pond.      |
|                 | Cercanía con puntos de generación y mercados primarios | 10     | 10     | 100        | 9      | 90         |
|                 | Costos de transportación                               | 10     | 9      | 90         | 8      | 80         |
|                 | Rotación de personal mínima                            | 6      | 9      | 54         | 8      | 48         |
|                 | Costos de Energía bajos                                | 5      | 8      | 40         | 8      | 40         |
|                 | Costos de mano de obra bajos                           | 5      | 6      | 30         | 7      | 35         |
| <b>Totales:</b> |  |        |        | <b>314</b> |        | <b>293</b> |

Nota: las calificaciones fueron asignadas en base a las apreciaciones del evaluador, y a la información recolectada, con base a una escala de 1 a 10, siendo 10 la mas alta calificación, la influencia también fue asignada al peso en una escala de 1 a 10, siendo 10 el elemento mas influyente y 1 sin efecto aparente



**Localización de plantas recolectoras de ECOCE y de la nueva planta de IMER**

Fuente: Elaboración propia

<sup>23</sup> Los centros de selección de ECOCE se consideran que tienen un radio de acción de 150 kms.

<sup>24</sup> Antes de completar la evaluación se inauguró una planta de ECOCE en Querétaro. La planta de Sonora esta programada para iniciar operaciones en septiembre de 2005



#### 4.2.3.-Consideraciones básicas para el funcionamiento de una planta de reciclaje, (análisis de problemas potenciales):

- **Adquisición del terreno:** Si la planta no se construye en terreno municipal, además se deben considerar los costos de viabilización<sup>25</sup> de terrenos
- **Vías de acceso:** Las vías deben aguantar al peso de camiones, recolectores y maquinaria pesada
- **Tolvas:** Dependiendo del tipo de la planta y de la topografía, hay que construir tolvas para el ingreso del material y para el desalojo de los desechos no recuperables.
- **Electricidad:** Se necesita luz trifásica para algunas máquinas
- **Agua:** Cuando se lavan los plásticos, se necesita acceso al agua (agua superficial, agua entubada)
- **Sitio de clasificación:** Dependiendo del tipo de planta, se debe construir un piso de hormigón y un galpón con techo y cerramientos laterales.
- **Infraestructura auxiliar:** Dependiendo del tamaño de la planta: baño o letrina, duchas, bodega, oficina, tanque de sedimentación y laguna de tratamiento biológico
- **Línea de procesamiento de plásticos:** Para plantas grandes completamente mecanizadas donde se intenta hacer un procesamiento ulterior del plástico (elaboración de pellets o de granulado)
- **Contenedores:** Para evacuar materiales no recuperables, dependiendo del diseño de la planta
- **Balanzas:** Balanza manual sencilla para el peso de materiales de ingreso y salida

#### 4.2.4.-Análisis de evaluación de opciones para recolección de residuos:

Ponderación de opciones de planes de recolección de material reciclable: plásticos

|                            | Sistema de deposito |              | Sistema de recogida selectiva |              | Sistema de acopio (drop off) |              | Centros de recompra |              | Maquinas de recompra |              |             |
|----------------------------|---------------------|--------------|-------------------------------|--------------|------------------------------|--------------|---------------------|--------------|----------------------|--------------|-------------|
|                            | Influencia          | Calificación | Ponderación                   | Calificación | Ponderación                  | Calificación | Ponderación         | Calificación | Ponderación          | Calificación | Ponderación |
| Cantidad recolectada       | 8                   | 8            | 64                            | 8            | 64                           | 5            | 40                  | 5            | 40                   | 2            | 16          |
| Nivel de contaminación     | 8                   | 8            | 64                            | 6            | 48                           | 6            | 48                  | 8            | 64                   | 6            | 48          |
| Frecuencia de abasto       | 8                   | 8            | 64                            | 10           | 80                           | 8            | 64                  | 8            | 64                   | 2            | 16          |
| Mercados de material       | 8                   | 4            | 32                            | 9            | 72                           | 9            | 72                  | 7            | 56                   | 4            | 36          |
| Costos asociados           | 7                   | 7            | 49                            | 7            | 49                           | 6            | 42                  | 7            | 49                   | 8            | 56          |
| Leyes de restricción       | 5                   | 2            | 10                            | 3            | 15                           | 2            | 10                  | 2            | 10                   | 2            | 10          |
| Acuerdos gubernamentales   | 5                   | 2            | 10                            | 2            | 10                           | 2            | 10                  | 2            | 10                   | 2            | 10          |
| Obstáculos por comercios   | 5                   | 2            | 10                            | 2            | 10                           | 2            | 10                  | 4            | 20                   | 4            | 20          |
| Aplicación de normas       | 5                   | 2            | 10                            | 4            | 20                           | 2            | 10                  | 2            | 10                   | 2            | 10          |
| Cadena de cooperación      | 8                   | 7            | 56                            | 5            | 5                            | 7            | 56                  | 7            | 56                   | 2            | 16          |
| Cooperación del sector     | 7                   | 6            | 42                            | 7            | 7                            | 8            | 56                  | 7            | 49                   | 7            | 49          |
| Participación ciudadana    | 9                   | 8            | 72                            | 6            | 6                            | 4            | 36                  | 4            | 36                   | 0            | 0           |
| Capacidad de procesamiento | 8                   | 6            | 48                            | 3            | 3                            | 3            | 24                  | 3            | 24                   | 2            | 16          |
| <b>Totales</b>             |                     |              | <b>531</b>                    |              | <b>535</b>                   |              | <b>478</b>          |              | <b>488</b>           |              | <b>303</b>  |

**Nota:** las calificaciones fueron asignadas en base a las apreciaciones del evaluador, y a la información recolectada, con base a una escala de 1 a 10, siendo 10 la mas alta calificación, la influencia también fue asignada al peso en una escala de 1 a 10, siendo 10 el elemento mas influyente y 1 sin efecto aparente

<sup>25</sup> La introducción de servicios básicos (drenaje, luz y agua) e infraestructura básica (cercado de los terrenos).

### **4.3.- Conclusiones y antecedentes del sistema de reciclaje en México**

Los elementos presentados fueron usados para el análisis del sistema y las observaciones siguientes son fruto de los análisis mostrados.

- La aplicación de la mas alta tecnología (tecnologías híbridas como las utilizadas en las plantas mas nuevas [IMER]), permiten una aceptación mayor a los mercados y la apertura de nuevas posibilidades de mejores y mas baratos materiales, lo que redundo en una ventaja en el negocio para algunos fabricantes (como es el caso de ALPLA y Coca Cola).
- Hay que destacar que estas nuevas tecnologías permiten un mejor aprovechamiento de los materiales ya que recurren al reciclaje primario, no al secundario; lo que permite un mejor aprovechamiento de los materiales, una mayor recuperación de valor de los materiales desechados y un mejor acceso a otros mercados (mayor poder de introducción en diferentes procesos).
- La legislación existente en el país, no ha considerado la aceptación de nuevos rubros en el campo de los residuos sólidos, y solo la presión social de la economía global (con miras a abarcar nuevos mercados de una forma rentable), ha forzado a los fabricantes de bebidas a la integración de programas propios, para estar prevenido a la próxima aparición de leyes restrictivas.
- La recolección de los materiales reciclables, con ciertos parámetros han sido contemplados con cierta reserva, por algunos acopiadores, ya que aun son ambiguas las características deseables por los compradores del material y como no existe una especificación de base, ni términos contractuales, existe una mala interpretación de cuales son los parámetros aceptables para el material reciclado.
- Con respecto a la recompra del material algunos embotelladores han comenzado a financiar los programas de reciclaje con un precio base, que ha sido canalizado por medio de asociaciones civiles (ECOCE) como una manera de generar recursos que ayuden a financiar las operaciones de los recicladores.
- Opciones de recuperación como centros de acopio (drop off) como los que existen en ciudades europeas, o las maquinas automáticas de recompra (Reverse Vendor Machines), no han mostrado ser muy atractivas en el entorno mexicano, esto puede deberse a la poca información que es disponible para el consumidor, al respecto los embotelladores que pertenecen a las asociaciones civiles podrían usar sus espacios publicitarios para

promocionar las campañas de la asociación, con lo cual facilitarían el acceso a esta información y se obtendrían mayores tasas de recuperación de material.

- De acuerdo con APREPET, la generación y recolección de los residuos se debe hacer teniendo en cuenta la infraestructura de procesamiento para generar valor dentro del país, de acuerdo a los datos disponibles más de un 70% se exporta a china, si no se desarrolla una industria en nuestro país, que pueda hacer uso de los volúmenes de PET recuperado, de nada habrá valido la pena, hacer el esfuerzo de acopiar los materiales, existen ciertos productos que pueden ser producidos con este material reciclado de segundo grado<sup>26</sup>, como tabloncillos para cerca, recubrimientos de pisos, canaletas para desagüe, tubos para drenaje, revestimiento de carreteras, e incluso elementos para construcción liviana, que podrían ser adecuados en la infraestructura del país (al respecto se puede mencionar el esfuerzo en brasil de Abepet<sup>27</sup> que bajo sus concursos de aplicaciones de reuso o reciclaje de PET, puede dar nuevas ideas al respecto).

#### **4.4.- Recomendaciones para el sistema de reciclaje en México:**

- La consideración de una adición al sistema de acopio de residuos debe contemplar la generación de los materiales, los puntos de transferencia del sistema, la infraestructura existente, la facilidad comercial y la facilidad de accesos al mercado para su producto, así mismo debe contemplar las inferencias en el sistema para evitar posibles problemas como traslapes del campo de acción o localizarlo en un punto inaccesible para algunos centros urbanos.
- Con el fin de mejorar la eficiencia del sistema los recorridos de barrido y recolección para los RSU<sup>28</sup> deben ser separados y asignados a un horario, preferentemente nocturno para evitar el congestionamiento en las vías de tránsito. Este barrido manual de la acera debe ser realizado en sentido de la circulación de los vehículos y el de la cuneta debe ser barrido en sentido contrario con el fin de recoger los montículos que se hayan dejado, procurando no tapar las bocas de los drenajes.
- La recolección domiciliar se propone que sea hecha en un solo viaje para las dos aceras, con el fin de aprovechar mejor los recursos, así mismo se propone que los vehículos de recolección sean asignados de la siguiente forma, los vehículos más nuevos, deben ser

---

<sup>26</sup> El material reciclado de primer grado, con la aparición de la nueva planta en Toluca asegura que cuando menos 25,000 toneladas del plástico reciclado, puedan ser reingresadas a las aplicaciones de envasado.

<sup>27</sup> Loc. Cit: [www.abepet.com.br](http://www.abepet.com.br)

<sup>28</sup> Residuos Sólidos Urbanos

asignados para los recorridos mas largos y con pendientes pronunciadas, ya que su descompostura es un factor que se considera con probabilidad baja, con lo cual se mejorara la eficiencia, y los vehículos mas viejos deben ser los destinados a las rutas cortas y lo mas planas posibles, para evitar que estos vehículos sean maltratados mas de lo debido, ya que estos cuentan con una probabilidad mas alta de riesgo por descompostura

- Otro factor que se propone es que en las zonas con menor densidad de población o con bajas tasas de residuos, se utilicen camiones con dos compartimentos para recoger al mismo tiempo los orgánicos y los inorgánicos, en lugares con densidades mayores se propone una recolección selectiva de residuos, de coleccionar materiales reciclables y elementos contaminados<sup>29</sup> otro y residuos orgánicos al siguiente.
- Se propone también que estos vehículos cuenten con talleres de mantenimiento preventivo, con el fin de alargar la vida útil, y evitar gastos innecesarios en reparaciones, también se debe cuidar que las rutas de recolección sean diseñadas cuidadosamente, ya que por lo general en muchos municipios se considera que no existen o son insuficientes (principalmente en zonas de reciente creación), lo que origina que los desperdicios se tiren en barrancas u otros lugares, permitiendo una contaminación mayor del medio ambiente y limitando su potencial de recuperación.
- La asignación de recursos aun es ambigua en el campo de los residuos sólidos, tradicionalmente este ha sido financiado por subsidios municipales, sin embargo bajo los estándares internacionales se han buscado nuevas formas de abarcar este costo, la opción mas fiable es la acepción de un impuesto a los productos que generen mas basura (productos con menos capacidad para reciclar los empaques, con infraestructura localizada en el país), y la posibilidad de legislar un pago por parte de los mayores generadores para acciones de reciclaje de parte del gobierno (un pago similar a los usados en Europa bajo el rubro de sistemas integrales de residuos manejados por el municipio como por ejemplo el llamado Punto Verde [Der Grüne Punkt]), de hecho como lo hace ECOCE es un primer paso hacia un sistema de este tipo, sin embargo aun debe extenderse a todas las embotelladoras existentes, por lo que se recomienda hacerlo un proyecto de ley para que las compañías cumplan con estas obligaciones o propongan nuevos sistemas para el acopio de sus materiales de envase.

---

<sup>29</sup> Papeles sanitarios usados, pañales desechables, toallas sanitarias y envolturas de alimentos

- Después del análisis de las opciones de las opciones de recolección bajo los estándares de los requerimientos de la industria y algunos aspectos que influyen en ellos, se ha determinado que la mejor opción de recuperación es una recuperación selectiva de los residuos, aunque para llegar a hacerlo es necesario invertir en infraestructura, ya que la disponible hasta el momento es insuficiente, si bien otra opción es subcontratar el servicio con compañías externas al gobierno, permitiéndoles gestionar los residuos por su parte como una manera de que generen ingresos adicionales<sup>30</sup> y pagando la tonelada de residuos seleccionados a precios referenciales de manera que sea rentable para las compañías recolectoras.
- La segunda opción de recuperación por muy poco margen en la evaluación fue el sistema de deposito que funciona todavía en parte en nuestro país, este rubro funciona todavía mejor en el campo de los envases retornables por lo cual, se considera que es preferible seguir usando esta infraestructura, hasta cierto punto, de acuerdo con la investigación existen todavía algunos países europeos, principalmente; en los cuales los planes de generación solo permiten un margen de envase desechables y otro de envases retornables, con respecto a la generación de envases desechables, esta generación esta limitada, a la capacidad de reciclaje de las fabricas y otra parte menor a la recuperación térmica de los residuos (como los plásticos provienen de hidrocarburos la quema de estos materiales es una fuente de calor<sup>31</sup> muy apreciada en muchos países como Japón y Alemania).
- La recuperación hasta el momento se ha enfocado a la generación de residuos de forma residencial, sin embargo esta generación se debe recordar que no solo es en forma residencial, se deben hacer campañas para que los eventos de espectáculos o deportivos, así como en las áreas comerciales o industriales también haya conciencia social, en ciertos centros comerciales de la ciudad de México, se ha comenzado a separar la basura de acuerdo a la legislación en orgánicos e inorgánicos, pero no en todos, así mismo en algunas universidades como la UNAM, el manejo de residuos es manejado de forma apropiada, no hay que descuidar otros puntos de generación como parques, gimnasios o mercados, al respecto puede mencionarse un ejemplo en Aguascalientes el gimnasio "Golds Gym" ha empezado campañas de reciclaje con miras a obtener recursos para ayudar a la fundación "Abuelo" con sede en ese estado.

---

<sup>30</sup> De preferencia solo con la venta de residuos y no recibiendo fincas (pago extraordinario).

<sup>31</sup> Sin embargo es importante destacar que no todos los plásticos pueden servir para esta función, ya que algunos plásticos pueden generar gases cancerígenos, como por ejemplo el PVC.

- Programas similares se pueden extender en los centros de generación, promovidas por los propios centros, para asegurar una recolección mas eficiente (al respecto para el diseño de uno de estos programas, puede consultarse el apéndice 7).
- Con respecto al almacenamiento de grandes generadores de basura, especialmente los comerciales (como mercados o centros comerciales), en la mayoría de los casos no cuentan con espacios adecuados para cumplir esta tarea, ya que sus contenedores para residuos, no son resistentes ni tienen tapa lo que representa un riesgo de contaminación elevado y de contaminación al ambiente; tampoco estos contenedores son idóneos para su manejo en recolección; así mismo no se cuenta con espacio para las maniobras de recolección en muchos puntos; por ejemplo en algunos casos los espacios están en calles profundas donde no se cuenta con espacio para los camiones, lo cual dificulta la maniobra y aumenta el tiempo destinado a la actividad.
- Los espacios destinados al almacenamiento de basura deben estar bajo techo, para evitar posible contaminación, y evitar el proceso de contaminación por lixiviados, así mismo los contenedores deben estar sobre una pequeña plataforma para permitir un poco de escurrimiento y alejarlos de fauna nociva que pueda llegar a atraer por el olor, también el piso de estos espacios debe ser impermeable y anti-derrapante para mejorar el manejo de los contenedores y evitar accidentes.
- Con respecto a las estaciones de transferencia, cuyos objetivos principales son incrementar la eficiencia global, una mayor utilización de los equipos, eliminación de tiempo ocioso, fijar funciones para una mayor especialización, y estar preparados para un aumento en las operaciones, estos parecer ser desconocidos en la mayor parte de las estaciones y se piensa que la única función es disminuir las distancias, lo cual solo debe estar limitada por cual debe ser su ahorro de tiempo en comparación con los costos de inversión y operación de dichas estaciones, lo cual no siempre ocurre; por lo que se recomienda intensificar estudios de indicadores de inversión y desempeño, ya que la mayor parte de la información solo esta basado en estimaciones, que no siempre corresponden con la realidad del municipio.
- Las estaciones de transferencia deben tomar en cuenta que tienen que separar la circulación de los camiones recolectores y los trailers para transferencia, las balanzas deben contar con suficiente espacio de maniobra y para hacer cola, y tener las alturas adecuadas para el paso y posiblemente mas espacio para ampliación de la capacidad a futuro.

- Con respecto a las campañas de publicidad para incrementar la participación ciudadana, se debe tener en cuenta que estas campañas deben ser divertidas para generar un estado mental positivo, concientizadoras e informativas para comprender que opciones se tienen y como se puede colaborar con el reciclaje, deben también proponer acciones concretas o evitar ambigüedades, no basta con decir "colabore con el aseo", sino debe ser memorable como "una ciudad limpia, para vivir mejor".
- También se propone que las grandes compañías que se encuentran dentro de estos programas añadan una leyenda al margen en sus espacios publicitarios con el fin de concienciar aun mas a la población.





## Capítulo 5: Conclusiones y futuras líneas de investigación

La gestión de la cadena de suministro es un paso lógico y natural que se plantea como un proceso en la evolución logística dentro de un sistema, esta responde de una manera clara varios puntos y plantea varias interrogantes, si bien la evolución también contempla el cierre del ciclo de los productos, podemos entonces afirmar que la logística inversa es un paso natural en la evolución de un sistema sustentable, por ello es que el presente trabajo trata de satisfacer algunos puntos de lo que conlleva este nuevo paso en evolución.

Para hacer esto se hizo una revisión del estado del arte de los conceptos logísticos asociados con este tema; se comenzó discutiendo el concepto de logística inversa y que otras ramas puede abarcar, cuales eran sus fuerzas impulsoras y los beneficios que trae consigo el concepto, se vinculo también al concepto con un estudio de caso de manera que pudiera ser practica la metodología para un caso base.

Después de hacer esto se desarrollo un esquema general en seis fases de lo que es un programa de logística inversa, dentro de estas fases se encuentran:

- La evaluación del sistema, (haciendo énfasis en los instrumentos que se pueden utilizar para medir las aportaciones y posibles beneficios del programa, y no en el método para hacer la evaluación, puesto que se considero que el evaluador debe tener la capacidad para poder utilizar los instrumentos descritos);
- Reducción de materiales y retornos, (dentro de esta fase se dio una revisión de los conceptos logísticos asociados, a la reducción de retornos y las causas por las cuales sucede esto, también se estudio al comercio electrónico y las opciones que este tipo de negocio vincula con la logística inversa);
- La colección, (en donde se proporciona un repaso general de cuales son los puntos a considerar dentro de un proceso de colecta);
- La clasificación, (describiendo las opciones de clasificación descritas en la literatura);
- La asignación (describiendo las posibles opciones de acuerdo a los mercados disponibles); y
- El control.

Esta información se desarrollo a partir de una extensa búsqueda bibliográfica en donde se estudiaron los artículos de tres tipos de sistemas de retorno, los residuos, el E-Commerce y en menor medida los minoristas (con centros de distribución debido al gran volumen de ventas que manejan, este es necesario en algunos casos), y se tomaron los puntos mas sobresalientes de la teoría que se encontró.

Para hacerlo mas accesible se desarrollo el esquema que agrupa y clasifica los pasos de los cuales debe contar un programa de logística inversa, después en un capítulo posterior se propuso un enfoque de planeación suave (soft), que engloba algunos puntos básicos de lo que debe ser un plan de logística inversa para después proponer un esquema de los pasos que debe ser tratados en un plan de implementación, englobando:

- Objetivos del sistema;
- Las estrategias de retorno (bajo es esquema de reemplazo, reducción, reutilización y reciclaje);
- Los puntos de manejo de productos y materiales (incluyendo Colección, manipuleo, segregación (separación), disposición y registro);
- Las instalaciones (donde se realizan los registros, etiquetado (empaquetado), compactación (consolidación), Almacenamiento y el vertido final (vertedero));
- Las políticas del sistema de retornos, remarcando los puntos de cuidado a ser tenidos en cuenta, también englobando lo que es la capacitación del personal (básica, especial, operativa y la preventiva) que es encargada de los procesos.

Se trato de contestar a algunos interrogantes, de lo que puede hacer por una organización la logística inversa, y como sus efectos pueden ser evaluados, que puntos son los que hay que cuidar y como presentar el plan de una manera concreta, como una herramienta para hacer este tipo de análisis se propuso un enfoque de evaluación, que si bien no es cuantitativo, permite de acuerdo a la experiencia vincular, los conocimientos que tenemos del tema a una evaluación formal de ciertas características que algunas veces no son tomadas en cuenta en los análisis tradicionales.

Si bien un modelo matemático también tiene sus virtudes, este solo permite contemplar una parte de la información, no permitiendo evaluar las ponderaciones (trade offs) que podrían surgir de un análisis mas cualitativo, el enfoque que se plantea es una adaptación de la técnica utilizada por la consultora Kepner & Tregoe que nos permite utilizar la experiencia de una manera concreta, si bien el análisis no es muy complejo, se puede utilizar adecuadamente para evaluar las características de este tipo de sistemas una de las ventajas inherentes de este sistema es su sencillez y su rápido análisis de la situación, de tal manera que es accesible para muchas personas.

De manera tal que las principales aportaciones fueron hechas proponiendo:

- Un esquema de seis fases que englobe los pasos para diseñar un programa de logística inversa;

- Una colección de herramientas que permiten mostrar los efectos del programa, midiendo los beneficios y ayudando a controlarlo;
- Una colección de herramientas que pueden ser utilizadas para hacer un diagnóstico y desarrollar los puntos con los cuales debe de contar ese programa;
- Una descripción de los requerimientos necesarios a tener en cuenta para un sistema de colecta;
- La descripción sumaria de cómo puede ser hecha la clasificación y la colocación de los retornos;
- Una colección de indicadores que pueden ser útiles para la evaluación y control del desempeño de las operaciones contempladas en el programa;
- Un esquema de cómo puede ser presentado el plan, generado por el programa diseñado;
- Una posible opción para el diseño de los planes utilizando diversas ideas metodológicas que puede ser vinculadas con los requerimientos del plan.

No fueron estudiados a fondo las características de cómo puede ser presentado el plan, tan solo se dio una visión de cómo pueden vincularse las ideas de la planeación suave (evaluadas cualitativamente) con los conceptos de la logística inversa.

Las recomendaciones generales que se realizan para el sistema del reciclaje en México, fueron hechas tomando en cuenta el análisis de la información recopilada, las noticias más sobresalientes del tema, y la experiencia fruto de la observación del evaluador.

Dentro de estas recomendaciones se puede mencionar el hecho de que:

- El desarrollo de tecnologías sustentables que permiten una inserción con más valor de los materiales reciclables, son una buena opción para los programas integrales de residuos, puesto que permiten reducir costos, mejorar operaciones y permiten la apertura de nuevos mercados.
- Las operaciones relacionadas con la colecta y el diseño de este tipo de sistemas es todavía inexistente en el país, pues aunque se cuentan con asesores calificados, en la mayoría de los casos no se cuenta con una capacitación adecuada que permita el seguimiento en los programas correspondientes, lo que genera atrasos y nuevos fallos; el tema de los residuos, es más un asunto de política que un asunto de prioridad para las autoridades.
- Los esquemas para diseño de sistemas de recolección de residuos, se han hecho en una base sobre la cual, no se cuenta con estándares que permitan una sustentabilidad del sistema, tan

solo cuando los sistemas sean desarrollados profesionalmente y con planes que les permitan tener recursos propios se podrá hablar de un sistema integral.

El enfoque tradicional podría haber funcionado para este tipo de evaluación, sin embargo el análisis de la información relacionada en algunos casos puede ser no muy evidente, en este caso como el reciclaje es un tema con variables bastante definidas y no muy complejo en su entorno, fue relativamente fácil sacar las conclusiones, sin embargo en otro tipo de sistema el esquema propuesto podría ser útil al evaluar grandes cantidades de datos (esto aun no ha sido probado y podría ser tema de otro estudio mas a fondo).

Como conclusión de las propuestas podemos afirmar que los retornos son un área poco explorada hasta el momento, del cual no se ha escrito la ultima palabra, si bien es un tema que todavía tiene mucha tela de donde cortar, la contribución que se ha hecho, si bien modesta, puede servir como punto de partida para ampliarla o utilizar los datos o ideas para utilizar otros métodos de evaluación, si bien la identificación de variables es muy ambigua en algunos casos (ya que esta debe ser hecha teniendo en cuenta el retorno y el tipo de producto del cual se trate), los modelos que pueden adecuarse a ciertos casos son bastante limitados hasta el momento, por lo cual en el esquema presentado, se trato de hacer lo mas general y sencillo posible para abarcar varios casos y al mismo tiempo se trato que abarcara los puntos reconocidos hasta el momento, en el futuro podría haber mas variantes de las que estas plasmadas en el presente trabajo, lo cual puede ser un campo fértil para la investigación, pues aun no se ha estudiado a fondo como puede ser hechas las políticas de retorno, ni que tipo de políticas existen, la investigación por su limitante de tiempo, no permitió abarcar las políticas desarrolladas hasta el momento, los modelos de inventario<sup>1</sup> y las políticas correspondientes pueden ser una línea de investigación mas atrayente para algunos investigadores, este tema solo fue tratado superficialmente en un apéndice solamente para mostrar el modelo básico del cual surgen otro modelos, que son utilizados en diferentes industrias.

Si bien el modelo conceptual no ha sido probado a profundidad con otro tipo de retorno, este podría ser ampliado o reducido de acuerdo a la complejidad del sistema del cual se este hablando, lo cual es un tema que puede ser utilizado para futuras investigaciones sobre el tema.

---

<sup>1</sup> Como el presentado en el apéndice 4, que fue la base para los demás modelos realizados hasta el momento para logística inversa.

## Anexo 2: Glosario

### Anx2.1.-Glosario de términos de logística<sup>1</sup>:

**3PL (Third Party Logistic):** Transportación, almacenaje y otros servicios relacionados con la logística, que son proporcionados por compañías empleadas para asumir tareas que previamente fueron realizadas por el cliente.

**Assembled to order (ATO):** Estrategia que permite a un producto o servicio ser hecho bajo órdenes específicas, así un gran número de productos puede ser hecho a partir de un número limitado de componentes comunes. Esto exige una planeación sofisticada de los procesos para anticiparse a la demanda cambiante para componentes internos o accesorios mientras se enfoca en el ensamblaje final del producto para proveer un producto hecho a la medida para los usuarios.

**Arriendo de Vehículo full service:** Es un sistema que le proporciona al cliente un vehículo y una variedad de servicios de apoyo con un solo pago del arriendo mensual. Los arriendos de servicio full service pueden incluir características como el mantenimiento preventivo, atención de emergencia y reparaciones en el camino, evaluaciones de equipo y especificaciones, combustible, apoyo administrativo, apoyo al conductor y programas de seguridad.

**Arriendo del camión:** Una transacción a corto plazo, generalmente de doce meses que le permiten el uso de un camión por un período especificado de tiempo a un cliente, generalmente medido en "días de arriendo.". El arriendo puede usarse para complementar una flota privada o arrendada durante períodos cortos de alta necesidad, para ejecutar órdenes rápidas o volumen en exceso, o para probar nuevas rutas y cauces de la distribución.

**Arriendo financiado:** A menudo, un acuerdo de pleno-pago en el cual el cliente, al final del término del arriendo, asume propiedad del vehículo o se proporciona con una opción de compra. El arrendatario es normalmente responsable por gastos de mantenimiento, impuestos y seguros.

**Backhaul:** El movimiento del retorno de un vehículo de su destino hacia atrás a su punto de origen con una carga útil.

**Benchmarking:** El proceso de comparar el desempeño contra las prácticas de otras compañías, con el propósito de mejorar la actuación. Las

compañías también pueden hacer una referencia interna. Rastreando y comparando la actuación actual con actuaciones del pasado.

**Bill of Lading (BOL o B/L)** Un contrato de envío entre un cargador (el consignador) para depositar una carga a un portador o entregar en otra parte (el consignatario).

**Business Intelligence Tools:** software que les permite a los usuarios comerciales ver y usar grandes cantidades de datos complejos. Los siguientes tres tipos de herramientas son llamados las Herramientas de Inteligencia Comerciales:

1. Software de Análisis multidimensional - Software que le da la oportunidad al usuario de observar los datos a través de una variedad de dimensiones diferentes (también conocido como OLAP <Online Analytical Processing> o Proceso Analítico En línea).
2. Herramientas Query <búsqueda> - Software que le permite al usuario preguntar por modelos o detalles en los datos.
3. Data Mining Tools - Software que automáticamente busca modelos significantes o correlaciones en los datos.

**Cadena de suministro:** Movimiento de materiales, fondos, e información relacionada a través del proceso de la logística, desde la adquisición de materias primas a la entrega de productos terminados al usuario final. La cadena del suministro incluye a todas las vendedores, proveedores de servicio, clientes e intermediarios.

**Cadena de valor:** Una alianza voluntaria de compañías para crear un beneficio económico para clientes y compartir las ganancias.

**Canales de Distribución:** Los cauces de la venta apoyados por una empresa. Éstos pueden incluir ventas del menudeo, Ventas de asociados de distribución (por ejemplo, venta al mayoreo), Ventas del fabricante de equipo original (el OEM <Original Equipment Manufacturer>), intercambio de Internet o ventas del mercado, y subastas de Internet.

**Canales Logísticos:** La red de cadenas de suministro participantes comprometidas en almacenamiento, manejo, traslado, transporte y funciones de comunicaciones que contribuyen al flujo eficaz de los bienes.

**C-comercio:** Se refiere a las interacciones comerciales colaborativas, electrónicamente habilitadas entre el personal interior de una empresa, compañeros comerciales y clientes a lo largo de una comunidad comercial. La comunidad comercial podría ser una industria, un segmento de industria, una

<sup>1</sup> Basadas en las definiciones de: <http://www.ryder.com>

cadena de suministro o un segmento de la cadena de suministro.

**Centro de distribución (DC):** Un almacén de post-producción para bienes finales.

**Certificación ISO 9001:** La norma internacionalmente reconocida que establece los requisitos para un Sistema de Dirección de Calidad para una compañía de servicio. ISO 9001 es un acercamiento a manejar un negocio con respecto a la calidad. Alcanzar la certificación es un proceso riguroso, con más de 130 requisitos que las operaciones deben cumplir.

**Ciclo de Orden:** El tiempo y proceso involucrados desde la colocación de una orden al recibo del embarque

**Ciclo de Tiempo:** El tiempo que toma para un negocio para recibir, surtir y entregar una orden a un cliente. Alguna vez sólo medido en días, muchas industrias miden ahora el ciclo de tiempo en horas.

**Council of logistics Management<sup>2</sup> [CLM]:** Es una organización no lucrativa de personal comercial que está interesado en mejorar sus habilidades en logística y en la dirección de la cadena de suministro. El Concilio trabaja en cooperación con la industria privada y varias organizaciones con el propósito de comprender y desarrollar del concepto de la logística. Esto es logrado a través de un programa continuo de actividades formales e informales, investigación y discusiones diseñadas para desarrollar la teoría y entender el proceso logístico.

**Código del Arancel armonizado:** Un código para describir todos los artículos numéricamente en el manejo de comercio internacional por la World Customs Organization. Este código se usa por países para determinar obligaciones e impuestos por envíos a través de las fronteras internacionales.

**Competición basado en tiempo:** Una estrategia del mercadeo competitiva basado en la habilidad de una compañía de entregar sus productos a sus clientes más rápido que su competencia.

**Consolidación Outbound (break-bulk):** Consolidación de varios embarques pequeños para varios clientes en una carga más grande. Enviado a una locación cercana a los clientes; para después ser distribuidos en embarques pequeños a los clientes (también conocido como Pool Distribución).

**Consolidación:** Combinación de dos o más embarques con el propósito de reducir las proporciones de transporte.

**Costos de almacenaje de inventario:** Una medida financiera que calcula todos los costos asociados con sostener una unidad en almacenamiento, normalmente expresado como un porcentaje del valor del inventario. Incluye inventario-en-almacenamiento, almacenaje, obsolescencia, deterioro o estropeo, seguro, impuestos, depreciación y costo de manejo.

**CPFR (Collaborative Planning Forecasting and Replenishment):** Datos y normas de procesos modelos desarrollados para la colaboración entre proveedores y una empresa con métodos proscritos para planear (acuerdo entre los compañeros comerciales para dirigir el negocio de una cierta manera); pronosticando (convenido-a métodos, tecnología y cronometraje para ventas, promociones, y ordenes de aprovisionamiento); y reaprovisionamiento (generación de la orden y cumplimiento de la orden). Las Normas de Comercio de Inter-industrias Voluntarias (VICS < Voluntary Inter-Industry Commerce Standards>), un grupo dedicado a la adopción del código de barras y el intercambio comercial de datos (EDI) en las industrias de autoservicio, ha establecido normas de CPFR para la industria de bienes de consumo que se publica por el Uniform Code Council (UCC).

**Cross-Docking:** El flujo directo de mercancía a través de una instalación, de la función de recepción a la función de envío, eliminando la necesidad de almacenamiento.

**Desconsolidación (Break-Bulk):** La separación de una sola carga a granel consolidada en embarques individuales más pequeños para entrega a los últimos consignatarios.

**Despliegue de inventario:** Una técnica para posicionar inventario estratégicamente para cumplir los niveles de servicio al cliente mientras de minimiza el inventario y los niveles de almacenamiento. El inventario en exceso se reemplaza con información derivada a través de la supervisión del suministro, demanda, e inventario en reposo así como en movimiento.

**Día de arriendo:** La unidad básica usada para medir las proporciones de utilización de flotilla por compañías que están en el negocio de alquilar vehículos. El número total de días del arriendo registrado por las compañías de arriendo de camión comerciales es un indicador que mide la necesidad incremental del negocio para enviar productos.

**Dirección de la cadena de suministro (SCM <Supply Chain Management>):** La dirección y

---

<sup>2</sup> La organización cambio de nombre a partir de Enero del 2005 a *Council of Supply Chain Management Professionals (CSCMP)*, Loc Cit: <http://www.clm-dvrt.org>

mando de todos los materiales, fondos e información relacionada en el proceso de la logística desde la adquisición de materias primas a la entrega de productos acabados al usuario final.

**Dirección de los recursos:** una competencia que abarca la especificación, compra, dirección, mantenimiento y disposición de los vehículos en el momento apropiado, con el fin de aumentar el retorno sobre la inversión.

**E-business (negocios electrónicos):** El término derivó de términos tales como "e-mail" y "e-commerce". Es hacer negocio en Internet, no sólo comprando y vendiendo, sino también brindando servicios a los clientes y colaborando con socios comerciales.

**E-commerce (comercio electrónico):** se define como la conducción de transacciones financieras por medios electrónicos. Con el crecimiento del comercio en Internet y la web, el e-commerce se refiere a menudo a las compras en las tiendas online en la web, también conocidos como sitios web de e-commerce. También pueden ser llamadas "tiendas-virtuales" o cyber-tiendas. Puesto que la transacción pasa por Internet y la web, algunos han sugerido otro término: I-commerce (comercio de Internet), o icommerce. El E-commerce puede ser negocio a negocio (*Business to Business [B2B]*) o negocio al consumidor (*Business to Consumer [B2C]*).

**E-Fulfillment:** El fulfillment es la etapa de la relación entre un cliente y un proveedor que se da cuando este último debe cumplir en tiempo y forma con todo lo que prometió: entrega de los productos o servicios, nivel de calidad asociado, plazos establecidos, garantías pautadas, entre otras alternativas. Por extensión, el E-fulfillment es un conjunto de herramientas tecnológicas orientadas a cubrir esta situación cuando se trata de operaciones realizadas a través del comercio electrónico. En esencia la estrategia del E-fulfillment permite que una empresa lleve el producto correcto, al lugar adecuado, en el momento justo y con costos razonables.

**EDI - Intercambio Electrónico de Datos (Electronic Data Interchange)** Un formato normalizado para intercambiar datos comerciales. La norma es ANSI X12 y se desarrolló por el Data Interchange Standards Association, ANSI X12 está estrechamente coordinado con una norma internacional, EDIFACT. Un mensaje de EDI contiene una cadena de elementos de datos cada uno de los cuales representan un hecho singular como un precio, número de modelo de producto, etc..., separado por un carácter delimitador. La cadena entera es llamada un segmento de datos. Uno o más segmentos de los datos identificados por un encabezado y un formulario de arrastre para un conjunto de

transacciones, que es la unidad de transmisión de EDI (equivalente a un mensaje). Un conjunto de transacción consiste a menudo en lo que normalmente se contendría en un documento comercial típico o formulario. Las partes que intercambian transmisiones de EDI son llamadas asociadas comerciales.

**Enterprise Resource Planning (ERP):** Un término de la industria para el conjunto amplio de actividades soportadas por software de aplicación de multi-módulo que ayuda a un fabricante u otro asociado a manejar las partes importantes de su negocio, incluyendo la planeación del producto, compra de las partes, mantenimiento de inventarios, interacción con proveedores, proporcionando servicio al cliente, y rastreo de órdenes. ERP también puede incluir módulos de la aplicación para las finanzas y los aspectos de los recursos humanos de un negocio. Típicamente, un sistema de ERP se usa o se integra con un sistema de base de datos correlativo. El despliegue de un sistema de ERP puede involucrar el análisis considerable de los procesos de negocio, reentrenamiento a los empleados y nuevos procedimientos de trabajo.

**Escala de Likert:** (Método de evaluaciones sumarias) es un tipo de escala aditiva, que fue desarrollado por Rensis Likert a principios de los años treinta, sin embargo es aun vigente y muy utilizada. consiste en una serie de oraciones o juicios ante los cuales se solicita la reacción de la persona a quien se le administra. Es decir, se presenta cada sentencia u oración (estimulo), que expresa un enunciado favorable o desfavorable sobre un objeto de actitud, y se solicita al encuestado que responda eligiendo uno de los puntos de la escala. A cada punto se le otorga un valor numérico. Así, la persona obtiene una puntuación con respecto a cada sentencia que contiene la escala y al final se obtiene su puntuación total, sumando los puntajes obtenidos en relación a todas las oraciones.

**Flujo a través de la distribución:** Un proceso en que se traen productos de las múltiples locaciones hacia una facilidad central (a veces llamado Cross-Dock), re-surtido para entrega a su destino y envió en el mismo día. Esto elimina almacenaje, reduce niveles de inventario y agiliza el ciclo de tiempo de una orden.

**Flujos continuos** El proceso de mantener en movimiento camiones cargados con cargas y chóferes diferentes.

**Geo-código:** Identifica locaciones por el uso de tres, cuatro o cinco dígitos como códigos postales u otros identificadores (dependiendo de país) para permitir cartografía, planificación y ejecución de entregas.

**Inventario manejado por el vendedor-(VMI < Vendor-Managed Inventory>):** En el proceso de VMI, el vendedor asume responsabilidad por manejar el reaprovisionamiento del stock. En lugar de un cliente que somete órdenes, el vendedor reaprovisionara según sea necesitado. Este proceso a veces es llamado el inventario manejado por proveedor (SMI <Supplier Managed Inventory>) o co-manejó del inventario.

**Inventario de Bienes Terminados (FGI <Finished Goods Inventory>):** Son Productos completamente manufacturados, empaquetados, guardados y preparados para su distribución.

**Justo a tiempo (JIT <Just in-Time>)** Una estrategia industrial que suaviza el flujo material dentro de las plantas industriales. JIT minimiza la inversión en inventario proporcionando entregas oportunas, secuenciales de producto exactamente donde y cuando se necesita, de una multitud de proveedores. Tradicionalmente una estrategia de automotores, está introduciéndose en muchas otras industrias.

**Kitting:** Ensamble ligero de componentes o partes en unidades definidas.

**La mejor practica** El desempeño de la mejor operación o su aplicación en una industria dada.

**Logística:** Según el Council of Logistics Management (CLM), logística es el proceso de planear, implementar y controlar Efectiva y eficientemente el flujo y almacenamiento de bienes, servicios e información relacionada del punto de origen al punto de consumo con el propósito de cumplir los requisitos del cliente.

**Logísticas integradas:** Un comprensivo y amplio sistema de la cadena del suministro entera, como un solo proceso, desde el aprovisionamiento de las materias primas hasta la distribución del producto final. Todas las funciones que componen a la cadena del suministro se manejan como una sola entidad, en lugar de funciones individuales que se manejan separadamente.

**LTL Carriers (Less Than Truckload Carriers):** Compañías que consolidan y transportan en camión embarques pequeños de carga utilizando una red de términos y puntos de parada.

**Manejo del inventario:** El proceso de asegurar la disponibilidad de los productos a través de actividades de administración de inventario como planeación, posicionamiento de stock, y supervisión de la edad del producto.

**Outsourcing:** Subcontratación de funciones comerciales o procesos tales como servicios logísticos

o de transportación a una empresa externa, en lugar de hacerlos internamente.

**Pick/Pack (Picking):** El proceso de escoger el producto de inventario y empacar en recipientes de embarque.

**Planeación de la capacidad:** planeación específica del nivel de recursos (por ejemplo fábricas, flotas, equipo, hardware de los sistemas y tamaño de la fuerza de labor).lo que le da soporte a la empresa para una mejor producción.

**Planeación de manufactura:** Definición de la producción diaria o semanal y horarios de la máquina por múltiples plantas o líneas de producción con el fin de cumplir órdenes y previsión de demanda. Algunos módulos de planeación de manufactura incorpora también la planeación de las materias primas.

**Planeación de reposición continua (CRP - Continuous Replenishment Planning):** Un programa que activa la fabricación y movimiento de producto a través de la cadena del suministro cuando un producto idéntico se compra por un usuario final.

**Planeación y Programación de Transporte:** Especifica cómo, cuando y dónde transportar los bienes. La planeación del transporte y la programación de las aplicaciones puede incluir restricciones de peso y medida, unión-en-tránsito, movimiento continuo, selección del modo o transportista, o planeación de la funcionalidad LTL (less than Truckload). o FTL (full truckload).

**Planificación de la cadena de suministro:** Típicamente involucra actividades como crear un conjunto de proveedores, respondiendo a previsiones del comprador, o generando previsiones de uso interno.

**Planificación de la demanda:** El proceso de pronosticar y manejar la demanda para productos y servicios hacia los usuarios finales, así como para miembros intermedios en la cadena de suministro.

**Planificación de la manufactura:** La generación de programas de ejecución a nivel de planta por producto y recurso (ej., línea de producción y máquina) con el fin de solucionar los cuellos de botella de capacidad diarios. Los módulos de planificación normalmente incluyen un nivel más granular de información del recurso, y proporcionan tanta funcionalidad como un conjunto de secuencias dependientes, y puntos de uso y disposición de los materiales.

**Posposición (Postponment):** El retraso planeado de actividades últimas (por ejemplo ensamble,



producción, empaquetamiento, etc.) hasta el último momento posible en el cauce de la distribución.

**Proporción de utilización:** Una medida de productividad rápida que rastrea el porcentaje de tiempo que un camión o vehículo está siendo usado o rentado.

**Proveedor de logística tercerista:** Una empresa que proporciona bienes y servicios como transporte y logística a otra compañía.

**Quick Response:** Una estrategia comercial para reducir inventario en la cadena y acortar el ciclo de tiempo de hechura, distribución y venta de un producto. La información del punto de venta se transmite electrónicamente hacia atrás al proveedor de la tienda que es responsable para el suministro adecuado de la tienda.

**Racionalización del recurso:** Un proceso que audita el transporte de una compañía y los recursos de la distribución y los compara contra un plan de cadena de suministro óptimo.

**Reaprovisionamiento (Replenishment):** El proceso de mover o resurtir inventarios desde una locación de almacenamiento de reserva a una locación primaria de picking.

**Rendimiento sobre Inversión Web (ROWI <Return On Web investment>):** Medidas complementarias de análisis de caso de negocios tradicionales de componentes cuantitativos (aumentó de rédito, los costos decrecientes) permitiendo a la Compañía evaluar y cuantificar los factores cualitativos. Esto ayuda a construir un caso comercial legítimo para iniciativas del e-commerce, aplicando un marco de referencia para analizar y medir el ROI de un proyecto del e-business en cualquier punto de la implementación.

**Rendimiento sobre la inversión (ROI <Return On Investment>):** Es calculado tomando el valor de la inversión sostenido al principio del periodo de ROI comparado con el valor actual. En otros términos:  $((\text{Valor actual}) - (\text{Valor inicial}) + (\text{Ingreso})) / (\text{Valor inicial})$ , donde  $(\text{Valor Actual}) = (\text{el número de acciones totales actuales}) * (\text{el último precio})$ ,  $(\text{Valor inicial}) = (\text{número de acciones al principio del período} - \text{cualquier porción vendida de acciones}) * (\text{el precio del cierre antes de al período}) + \text{la "Costo Base" de cualquier acción agregada en este periodo (Compras, Reinversiones, emisión de acciones, etc), e (Ingreso) = cualquier ingreso como Dividendos o Intereses (no Reinvertidos) y ganancias o pérdidas de ventas en este período.}$

**Respuesta eficaz de consumo (ECR < Efficient Consumer Response>)** Una iniciativa de la

industria de supermercados y comestibles diseñada para reaprovisionar los estantes de la tienda basada en la demanda del consumidor real en lugar de pronósticos de la demanda.

**Rotación de Inventario:** El costo de los bienes vendidos dividido por el nivel promedio de inventario disponible. Este indicador mide cuantas veces el inventario de una compañía se ha vendido durante un período de tiempo. Operacionalmente, las rotaciones del inventario son medidas como el total de los bienes al pasar por la cadena dividido por nivel del promedio de inventario para un período dado.

**Rutinas de optimización:** Rutinas usadas para determinar la solución óptima a un problema en particular. Incluidos en la ejecución y planeación de la cadena de suministro para reducir costos o tiempos en la cadena. Normalmente enfocado tácticamente para uso en las operaciones en curso.

**Rutinas de simulación:** Varias rutinas que usan la información histórica para simular las alternativas futuras para operaciones diseñadas de la cadena de suministro. Normalmente enfocado estratégicamente para uso de funciones futuras, éstos pueden entonces perfeccionarse y/o priorizarse.

**Sistemas de Comercio internacionales (ITS <International Trade systems>):** sistemas de Ejecución diseñados para automatizar los procesos de negocio de importación/exportación. Los componentes básicos funcionales son la generación de documentación comercial y su transmisión, y la aprobación de cumplimiento regulatoria.

**Stock Keeping Unit (SKU);** Sistema de Numeración que hace a un producto o artículo discernible de todos los otros.

**Trabajo-en-proceso:** Partes y sub-ensambles en proceso de ser bienes acabados.

**Transporte Intermodal:** que transporta carga usando dos o más modos de transporte. Un ejemplo sería carga en recipientes que podrían tomarse primero a un puerto por camión, transportarlo por barco y tren, y finalmente transferiría a un camión para entregar a su último destino.

**Transportista dedicado:** Un servicio contractual tercerizado que dedica a vehículos y chóferes a un solo cliente para su uso exclusivo, normalmente hecho en un círculo cerrado o una ruta fija.

**Truckload (TL) Carriers:** Compañías que Transportan camiones llenos de carga directamente del punto de origen al punto de destino.

**Unidad de manejo:** Bienes o agregación de bienes en conjunto para propósitos de distribución y logística. Puede incluir un artículo individual en un cartón, los artículos combinados en pallets, o artículos transferidos en contenedores independientemente identificados, como contenedores marítimos, vagones ferroviarios o remolques de camiones.

**Valor Agregado:** valor incrementado o mejorado, basado en su funcionalidad o utilidad.

**Valor económico Agregó (EVA):** Una medida del valor del accionista, como una compañía está operando sus ganancias después del impuesto, y menos un cargo apropiado para el capital usado en crear ganancias.

**Velocidad de inventarios:** La velocidad con que el inventario se mueve a través de un ciclo definido (por ejemplo, de recepción a envío).

**Visibilidad:** La habilidad de acceder o ver los datos o información pertinentes que esta relacionada a la logística y a la cadena del suministro.

**WMS - Sistema de Dirección de almacén (Warehouse Management System):** Una aplicación de software que maneja las funciones de un almacén o centro de distribución. La funcionalidad de la aplicación incluye recepción, almacenaje, manejo de inventario, Conteo de ciclos, permisos de tareas, planificación de ordenes, asignación de orden, reaprovisionamiento, embalaje, envío, dirección obrera e interfaz de equipo de manejo de material, interfaces de equipo. El uso de tecnología de radio frecuencia junto con códigos de barras proporciona las bases de un WMS, de entrega a tiempo e información exacta en tiempo real.

## Anx2.2.-Glosario de Términos en Plásticos<sup>3</sup>

**Aditivos:** Sustancias agregadas en los plásticos antes, después o durante su procesamiento para modificar las propiedades o comportamiento de los plásticos.

**APET:** Polietileno amorfo Tereftalato

**APREPET:** Es una asociación civil, no lucrativa, dedicada a fomentar la cultura del reciclado en México, alentar el uso del plástico PET como materia prima de empaques y envases, ayudar al reciclado y reaprovechamiento de este plástico. La asociación está formada por empresas dedicadas a las diversas etapas de la cadena productiva y comercial del PET, desde la producción de materia prima (resina PET), la transformación de envases, el uso y consumo, hasta el empaque, reciclado y los servicios relacionados con el PET.

**Barrera multi-capa:** Tecnología desarrollada para evitar intercambios de gas entre el interior y el exterior del recipiente. Para disminuir permeabilidad, las paredes del recipiente son hechas de muchas capas que incluyen algunos herméticos.

**Botella de Post-consumo:** Botellas de PET consumidas y dispuestas por el usuario final

**Botella de una sola capa:** Botella que consiste en una única capa de PET. Su punto más débil es que sólo asegura una vida en anaquel relativamente corta para CSDs y cerveza.

**Captura de oxígeno, "Oxigen Scavengers":** Aditivos que son capaces de "comerse" el oxígeno que se permea a través de la botella.

**Centro de acopio, "Drop-off Center":** Un depósito donde los consumidores traen los reciclables.

**Cierre:** Tapa. Permite a las botellas ser herméticas aun después de que sean abiertas. Los cierres son generalmente hechos de polipropileno. Durante el proceso de reciclando un mecanismo de separación por densidad permite separar el polipropileno del PET.

**Coextrusión:** Involucra un proceso de soplado-moldura que se realiza conteniendo dos o más capas de diferente material. La coextrusión permite el uso de materiales reciclados o material con propiedades de barrera. La resina reciclada o el material de barrera es encerrado entre dos capas de resina virgen.

**Composición:** La incorporación de ingredientes adicionales necesitados para procesar y obtener propiedades óptimas. Estos ingredientes pueden

incluir aditivos para mejorar las propiedades físicas de un polímero, estabilidad o procesabilidad. La composición normalmente se requiere para los materiales reciclados.

**CSD:** Bebida Suave carbonatada (Carbonated Soft Drink)

**De-polimerización:** La conversión o reciclado de plásticos de vuelta en materias primas por disolución (rotura) de la molécula de polímero. La depolimerización incluye procesos como metanolisis, glicolisis, hidrolisis, y pirólisis.

**Desarrollo sustentable:** Para satisfacer las necesidades del presente sin comprometer la habilidad de generaciones futuras de satisfacer sus propias necesidades.

**Desperdicios sólidos municipales:** Basura generada de fuentes residenciales, comerciales, institucionales e industriales que entran en seis categorías básicas: los bienes durables, los bienes no-durables, recipientes y empaques, residuos de comida, recortes de jardín y las basuras orgánicas e inorgánicas misceláneas.

**ECOCE (Ecología y compromiso empresarial):** Es una Asociación civil sin fines de lucro que administra el primer plan nacional de manejo de residuos de envases de PET y que tiene un enfoque de promoción, fomento y difusión para la prevención y contaminación del agua, aire y suelo, así como la protección al medio ambiente con el fin de preservar y restaurar el equilibrio ecológico.

**Embalaje:** Proceso que consiste en apretar las botellas recuperadas. Las botellas se punzan primero y finalmente apretar en balas. Este proceso permite apilar y transportar fácilmente las botellas recuperadas.

**Estabilizadores:** Los estabilizadores aumentan la fuerza de la resina virgen y reciclada y su resistencia a la degradación. Los estabilizadores de calor proporcionan resistencia a la degradación termal durante períodos de exposición a temperaturas elevadas. La degradación termal no sólo es reducida durante el proceso, sino también durante la vida útil de los productos finales. Se usan estabilizadores ligeros en una variedad de resinas para limitar los efectos de luz del sol u otras fuentes de radiación de la luz UV exagerada. Pueden usarse antioxidantes como aditivos sacrificial para proteger a los plásticos de ambientes oxidantes. Los estabilizadores son importantes para plásticos de post-consumo porque la re-elaboración expone el material a las historias de calor adicionales a través de compuestos y moldeos anteriores. También es importante re-abastecer de aditivos sacrificial que se podrían haber perdido durante una aplicación anterior del material y/o durante las historias de calor agregadas.

<sup>3</sup> Definiciones tomadas de:  
[www.petcore.org](http://www.petcore.org)  
[www.imacmexico.org/file\\_download.php/glosario.doc](http://www.imacmexico.org/file_download.php/glosario.doc)

**Etiqueta:** Papel / plástico la cinta que envuelve la botella que lleva la marca y nombre del producto.

**Etiquetado metalizado:** Etiqueta que contiene rastros de metal.

**Extrusión:** Técnica de procesamientos de plásticos en la que las resinas se funden, calientan y bombean. El material a ser procesado es hecho pedazos entre un tornillo y la pared del barril que es fijo. Este proceso produce energía friccional que calienta y fusiona la sustancia para ser después transportada abajo del barril. El fundido extruido de la máquina se procesa después de la fase de expulsión.

**Glicólisis:** Un proceso que rompe largas cadenas de polímeros en cortas cadenas oligómeros que son re-polimerizadas en polímeros vírgenes.

**Hojuelas:** Pedazos pequeños de PET que es el resultado del hacer tiras de botellas usadas

**LCA "Life Cycle Análisis", Análisis del Ciclo de vida:** Un proceso objetivo para evaluar las cargas medioambientales asociadas con un producto, proceso o actividad identificando y cuantificando energía, materiales usados, residuos y emisiones al ambiente, evaluar el impacto de estos, en energía, uso de materiales y desechos en el ambiente, y evaluar y llevar a cabo opciones de mejoramiento medioambiental. La valoración incluye el ciclo de vida entero del producto, proceso o actividad, mientras abarca la extracción, procesamiento de materias primas, fabricación, transporte y distribución, uso / re-uso / mantenimiento, reciclaje y disposición final.

**LDPE:** Polietileno de densidad baja. Un plástico usado predominantemente en las aplicaciones de película. LDPE se usa para fabricar las películas flexibles como aquéllas usadas para bolsas de plástico utilizadas en los centros comerciales.

**Lixiviados:** Los líquidos que se forman por la reacción, arrastre o filtrado de los materiales que constituyen los residuos sólidos y que contienen sustancias en forma disuelta o en suspensión que pueden infiltrarse en los suelos o escurrirse fuera de los sitios en los que se depositen residuos sólidos y que puede dar lugar a la contaminación del suelo y de cuerpos de agua.

**LLDPE:** Polietileno de baja-densidad lineal. Un plástico que se usa predominantemente en aplicaciones de película. LLDPE se usa en artículos como bolsas de comestibles, empaquetación de basura y forros para el relleno sanitario.

**Manga:** Etiqueta que es sujeta herméticamente a la forma del recipiente.

**Materia inerte:** Vidrio (envases y plano), papel y cartón, tejidos (lana, trapos y ropa), metales (ferrícos y no ferrícos), plásticos, maderas, gomas, cueros, loza y cerámica, tierras, escorias, cenizas y otros. A pesar

de que pueden fermentar el papel y cartón, así como la madera y en mucha menor medida ciertos tejidos naturales y el cuero, se consideran inertes por su gran estabilidad en comparación con la materia orgánica. Los plásticos son materia orgánica, pero no fermentable.

**Metanolisis:** Proceso de reciclando donde el metanol se introduce en PET. El poliéster es roto en sus moléculas básicas, incluso dimetil tereftalato y glicol de etileno. Estos precursores son entonces re-polimerizados en resina purificada.

**Moldura-inyección:** Un proceso que involucra la inyección de la resina fundida en un molde.

**Monómero:** Compuesto que puede reaccionar para formar un polímero.

**OPS:** Poli estireno orientado "Oriented Polystyrene".

**Pelletizaje:** Proceso para producir tamaños uniformes de resinas plásticas vírgenes o recicladas. El polímero fundido se fuerza a través de un extrusor, que produce largas cuerdas de resina. Las cuerdas se sumergen en un baño de agua para solidificar y se cortan para hacer los cilindros uniformes.

**Pellets:** Cilindros diminutos de Resina virgen o reciclada que están listos para fundirse.

**PEN:** Etileno de Poli Naftalato. Dado sus excelentes propiedades de barrera, su temperatura del lavado alta (85°C) y su capacidad de pasteurización, PLUMA es principalmente usada para hacer botellas de cerveza. Sin embargo, su producción es alta en precio sólo es conveniente para recipientes reusables.

El PEN ofrece una barrera insuficiente de oxígeno en climas calurosos.

**PET:** Polietileno Tereftalato. El PET es utilizado principalmente para la fabricación de recipientes.

**Pirolisis:** La descomposición termal de material orgánico a través de la aplicación de calor en la ausencia de oxígeno.

**Polímero:** Compuesto orgánico de alto peso molecular, natural o sintético cuya estructura puede representarse por una unidad pequeña repetida, el monómero (el ej., polietileno, caucho, celulosa).

Los polímeros sintéticos son formados por suma o polimerización de la condensación de monómeros. Si dos o los monómeros más diferentes están envueltos, un co-polímetro se obtiene. Algunos polímeros son elastómeros (algunos plásticos).

**Preforma:** Tubo de plástico utilizado para hacer botellas utilizando el proceso de inyección de soplomoldura.

**Punto verde (Der Grüne Punkt):** Es el símbolo propiedad de PRO Europe que identifica a los envases de los productos puestos en el mercado por las

empresas adheridas al Sistema Integrado de Gestión de Ecoembes.

Los envases incluidos en un sistema integrado de gestión deben identificarse mediante símbolos acreditativos, idénticos en todo el ámbito territorial de dicho sistema. Este logotipo es el Punto Verde, que identifica los envases adheridos a diferentes sistemas de reciclado. El Punto Verde implica una "garantía de recuperación" que informa que el envasador ha pagado para que el envase de ese producto se gestione correctamente, para que no contamine.

**PVC:** Cloruro de Poli vinilo. Antes de la introducción de PET en los años setenta, los recipientes líquidos eran principalmente manufacturados en PVC. Hoy día el PVC todavía se usa para etiquetas

**Reciclado Feedstock:** Un grupo de tecnologías de reciclaje que emplean varios procesos que convierten mezclas de plásticos en aceite de petróleo o los materiales crudos que pueden usarse en refinerías y los medios petroquímicos para hacer nuevos productos.

**Reciclaje de botella a botella / reciclaje de ciclo cerrado:** Proceso que consiste en convertir botellas de post-consumo en nuevas botellas a través de reciclaje mecánico o de polimerización.

**Reciclaje Mecánico:** Proceso que consiste en la desinfección, despedazamiento en tiras y lavado de botellas recuperadas para convertirlos en hojuelas que serán fundidas y convertidas en un nuevo producto.

**Reciclaje:** El proceso de recuperación de materiales que se transforman en nuevos productos.

**Recogida selectiva:** Recogida de residuos separados y presentados aisladamente por su productor. Acción de recolectar los residuos sólidos de manera separada en orgánicos, inorgánicos y de manejo especial.

**Recuperación de energía:** El proceso de recuperar la energía termal producida a través del proceso de combustión. La energía termal generalmente es recuperada a través del uso de intercambiadores de calor que extraen la energía de los gases calientes producidos por la combustión.

**Recuperación:** El proceso de obtener materiales o recursos de energía de residuos sólidos.

**Relleno sanitario:** La obra de infraestructura que aplica métodos de ingeniería para la disposición final de los residuos sólidos ubicados en sitios adecuados al ordenamiento ecológico, mediante el cual los residuos sólidos se depositan y compactan al menor volumen práctico posible y se cubren con material natural o sintético para prevenir y minimizar la generación de contaminantes al ambiente y reducir los riesgos a la salud.

**Residuos Sólidos Urbanos (RSU):** Los generados en las casas habitación, que resultan de la eliminación de los materiales que utilizan en sus actividades domésticas, de los productos que consumen y de sus envases, embalajes o empaques; los residuos que provienen de cualquier otra actividad dentro de establecimientos o en la vía pública que genere residuos con características domiciliarias, y los resultantes de la limpieza de las vías y lugares públicos, siempre que no sean considerados por esta Ley como residuos de otra índole.

**Resina:** Cualquiera de una clase de sólido o semi-sólido de productos orgánicos de origen natural o sintético, generalmente de pesos moleculares altos sin un punto de fundición definido. La mayoría de las resinas son polímeros.

**RPET:** PET reciclado. El RPET se usa en aplicaciones de fibra (los suéteres de vellón polar, alfombras, relleno etc...). Otras aplicaciones incluyen cuerdas, compuestos moldeados y recipientes para comida.

**Sistema Integrado de Gestión:** La Ley de Envases y Residuos de envases en Europa establece que las empresas pueden cumplir con sus obligaciones normativas, participando en un sistema integrado de gestión de residuos de envases y envases usados.

Estos sistemas integrados de gestión garantizan, en su ámbito de aplicación, el cumplimiento de los objetivos de reciclado y valorización.

Los sistemas integrados de gestión tienen como finalidad la recogida periódica de envases y residuos de envases, en el domicilio del consumidor o en sus proximidades. Los sistemas integrados de gestión se constituyen sin ánimo de lucro.

**Soplo-Moldura:** Proceso usado para fabricar recipientes. Los procesos de moldura de soplo principales son extrusión e inyección de soplo-moldura.

En la extrusión de soplo-moldura, un cilindro de resina se deja caer del extrusor, el molde se cierra alrededor de la resina que es expandido entonces por la inyección de aire.

El proceso de inyección de soplo-moldura exige amoldar la resina primero en una preforma. La preforma se transfiere como consecuencia a un molde de soplado donde se extiende por la inyección de aire.

**Tecnología de barrera:** Tecnología desarrollada para mejorar la impermeabilidad de los recipientes. Gracias a esta tecnología, el ingreso de oxígeno en la botella y la infiltración de gas del recipiente es reducido dramáticamente permitiendo que la cerveza y las CSDs puedan tener una vida mas prolongada. La tecnología de barrera incluye multi-capas, captura de oxígeno, y capas internas y externas

**Tep:** Abreviatura de "Tonelada equivalente de petróleo". Se utiliza como unidad energética y sirve para comparar la cantidad de energía que contiene un material como carbón, plástico, agua embalsada, etc. con la que contiene una tonelada de petróleo, es decir que el petróleo se considera como patrón de medida, la unidad. Un Tep = 11.678,8 Kwh.

**Termo formado:** El proceso de calentar una hoja de termoplástico y formarlo en una forma acabada por medio de calor o presión.

**Termo plástico:** Materiales que se ablandarán repetidamente cuando son sometidos a calor y endurecerán cuando son enfriados. Típico de la familia de los termoplásticos, son los polímeros del estireno y co polímeros, acrílico, celulosas, polietilenos, polipropileno, vinilo y nylon.

**Termoset:** Un material que sufrirá o ha sufrido una reacción química a través de la aplicación de calor y presión, catálisis, o la luz ultravioleta, etc., que lleva a un estado relativamente infusible. Típico de los plásticos en la familia de los termosets son los aminos (melamina y urea), la mayoría de los poli-ésteres, epoxicos, y fenolitos.

**Vertido:** Deposición de los residuos en un espacio y condiciones determinadas. Según la rigurosidad de las condiciones y el espacio de vertido, en relación con la contaminación producida, se establecen los tres tipos siguientes: v. controlado, v. incontrolado, v. semicontrolado.

**Vertido controlado:** Acondicionamiento de los residuos en un espacio destinado al efecto, de forma que no produzcan alteraciones en el mismo, que puedan significar un peligro presente o futuro, directo o indirecto, para la salud humana ni el entorno.

**Vertido incontrolado o salvaje:** Residuos sin acondicionar, es aquel cuyos efectos contaminantes son desconocidos.

**Vertido semicontrolado:** Acondicionamiento de los residuos en un determinado espacio, que sólo evita de forma parcial la contaminación del entorno.

## **Apéndice 1.- La importancia de la logística inversa:**

La razón de este apéndice es comentar la manera en la cual la logística inversa es tomada en consideración en algunas listas de percepciones entre gerentes relacionados con la industria, de tal manera que se puedan ver implicaciones no tomadas en consideración; puntos que pueden ser valiosos al momento de establecer el valor de la logística inversa en una organización.

El inciso relacionado en el presente trabajo, donde se hace mención a este apéndice es el 2.1.

### **A1.1.- Objetivo del estudio:**

A través de la aplicación de la técnica de Jerarquización analítica, se pretende ver mas claramente la interrelación de cuatro diversas percepciones en el mundo respecto a la forma de manejo de la cadena de suministro, bajo el enfoque de excelencia operacional, integrando en ella las percepciones de una encuesta realizada por Edward A. Morash y Steven R Clinton en su artículo "Supply Chain Integration: customer value through collaborative closeness versus operational excellence", publicado en 2001 en el journal of marketing theory and practice, paginas 104 a 120.

### **A1.2.- Método:**

Supongamos que se quiera realizar un estudio para conocer la importancia relativa de 4 factores considerados estratégicos y su posible ponderación e ingerencia en contexto con otros países, una encuesta nos puede dar una visión clara de cómo estas características son percibidas por los profesionales en los medios, ahora supongamos que se quisieran analizar las posibles ponderaciones que existen dentro de una compañía del país, es decir por ejemplo hacer un benchmarking y solo se cuente con información de segunda mano, una opción es validar nuestra propia información en contexto con una información ya existente, ahora bien supongamos que hemos hecho la encuesta y se tienen las medias estadísticas de la encuesta con una escala de Likert de 1 al 5, (1 con ninguna importancia a 5 muy importante).

Para realizar la comparación de las opciones en cuatro puntos del globo, y conocer las percepciones de los puntos que tratan enfocado a cuatro puntos de importancia estratégica, siendo estos:

Criterio 1: Estandarización en operaciones de cadena de suministro.

Criterio 2: Recuperación de problemas operacionales.

Criterio 3: Importancia de la logística verde.

Criterio 4: Importancia de la logística inversa.

Alternativa 1: EU

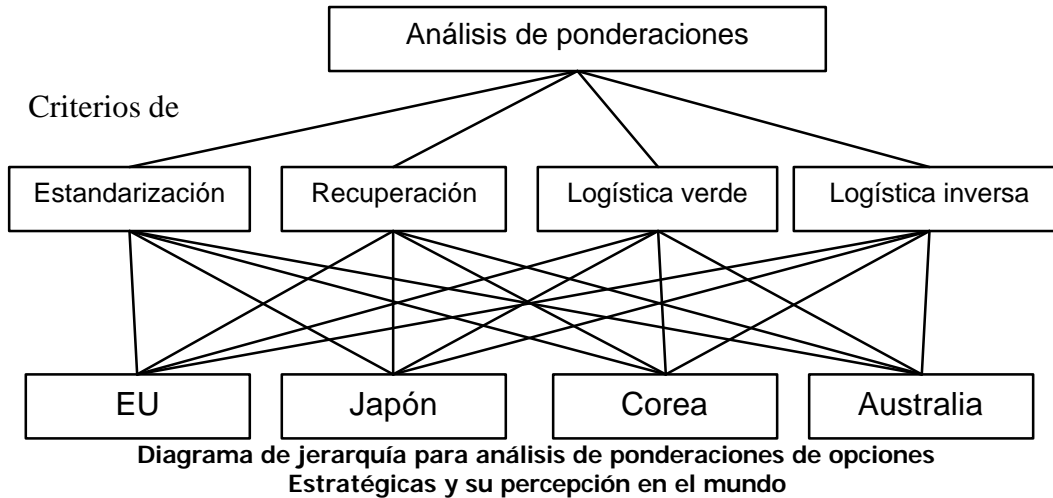
Alternativa 2: Japón

Alternativa 3: Corea

Alternativa 4: Australia

|            | EU   | Japón | Korea | Australia |
|------------|------|-------|-------|-----------|
| Str.       | 2.30 | 1.31  | 2.67  | 2.99      |
| Recup.     | 2.46 | 2.00  | 2.36  | 2.27      |
| L. Verde   | 2.44 | 2.06  | 2.28  | 2.33      |
| L. Inversa | 3.04 | 2.74  | 3.17  | 2.94      |
| Encuestas  | 1233 | 324   | 124   | 280       |

Fuente: Morash et al (2001) "Supply Chain Integration: customer value through collaborative closeness versus operational excellence", *journal of marketing theory and practice*, pp. 110



Se realizó un análisis de Jerarquización analítica<sup>4</sup> para estas percepciones, asignando las calificaciones de la matriz de acuerdo a los resultados mostrados en la tabla anterior y evaluándolas una con respecto a la otra, las matrices y los cálculos son mostrados al final, y los resultados son mostrados a continuación:

$$\begin{array}{ccccccc}
 & \begin{array}{|l} 29.50\% \\ 25.38\% \\ 23.95\% \\ 21.17\% \end{array} & + & \begin{array}{|l} 14.08\% \\ 24.64\% \\ 24.64\% \\ 29.64\% \end{array} & + & \begin{array}{|l} 16.01\% \\ 23.95\% \\ 21.17\% \end{array} & + & \begin{array}{|l} 45.59\% \\ 21.17\% \\ 23.95\% \end{array} & = & \begin{array}{|l} 28.32\% \\ 25.27\% \\ 22.78\% \\ 23.63\% \end{array} & \begin{array}{l} \text{Opción} \\ \text{EU} \quad 1 \\ \text{Japón} \quad 2 \\ \text{Korea} \quad 4 \\ \text{Australia} \quad 3 \end{array} \\
 24.32\% & & & & & & & & & & 
 \end{array}$$

**100.00%**
**100.00%**
**100.00%**
**100.00%**
**100.00%**

| Opción |            | EU   | Japón | Korea | Australia |
|--------|------------|------|-------|-------|-----------|
| 2      | Str.       | 2.30 | 1.31  | 2.67  | 2.99      |
| 4      | Recup.     | 2.46 | 2.00  | 2.36  | 2.27      |
| 3      | L. Verde   | 2.44 | 2.06  | 2.28  | 2.33      |
| 1      | L. Inversa | 3.04 | 2.74  | 3.17  | 2.94      |
|        | Encuestas  | 1233 | 324   | 124   | 280       |

<sup>4</sup> El Método utilizado para hacer esta Jerarquización es descrito en: De las nieves Sanchez Guerrero Gabriel, (2003), *Técnicas Participativas para la Planeación: procesos breves de intervención*, publicado por fundación ICA, México, Capítulo 16, pp 167 – 183



### **A1.3.- Discusión de los resultados:**

Como podemos apreciar las opciones estratégicas dentro de un enfoque de excelencia operacional mostraron que aunque las percepciones de las medias obtenidas con la escala de Likert, son muy similares, el discernimiento que de estas se tiene es diferente una vez que se realiza la ponderación de las opciones una con otra, así por ejemplo las opciones estratégicas evaluadas fueron encontradas que tenían diferentes pesos en su interrelación de unas con otras, siendo las mas importantes las percepciones de la logística inversa y la estandarización en la cadena de suministro, seguido por la logística verde y la recuperación de problemas operacionales, esto puede deberse a la medias considerablemente mas altas debido al tamaño de la muestra de estados unidos (1233 encuestas, en comparación con Japón con solo 324 encuestas), sin embargo se observa un creciente interés en la logística inversa y en la logística verde, dado que la logística verde es una parte de la logística inversa cabe hacerse la pregunta de por que fue una preferida en la percepción a la otra, una posible explicación a este fenómeno puede deberse a que la logística verde esta mas enfocada a la recuperación de envases y a la presión de ciertos grupos gubernamentales o cívicos, con una creciente preocupación por el medio ambiente, y por ello las empresas lo consideran como parte de la ecuación para poder seguir en el juego, sin embargo se observa que la principal preocupación en este rubro es hacia la logística inversa, dado que esta vinculada con los niveles de servicio y la percepción del cliente del servicio que brinda una compañía, esta opción esta siendo mas valorada estratégicamente , para mejorar los niveles de servicio de algunas compañías.

Así mismo se observa que los países estudiados (en este caso países industrializados), la mejor opción si se busca implementar nuevas organizaciones que trabajen con este tipo de rubros, son EU, Japón, Australia y Korea, nuevamente la presencia de EU, como primera opción puede deberse a su tamaño maestral, sin embargo desde el punto de vista de excelencia operacional, EU en este momento encabeza la lista, mientras que Japón lo sigue muy de cerca esto puede deberse a que algunas compañías estén cambiando de esquema a otro tipo de sistema que no sea el de excelencia operacional (por ejemplo a métodos colaborativos), seguido muy de cerca por Australia y Korea, esto parece ser concordante con las teorías que marcan que los países industrializados deben ser mas concientes con los nuevos métodos colaborativos, y empezar a utilizarlos de forma efectiva.

### **A1.4.- Conclusiones:**

Como se puede observar la Jerarquización analítica puede ser una buena opción para evaluar los resultados y ayudar a interpretarlos adecuadamente, no se pretende mostrar que sea la mejor opción como tal pero si que puede ser una herramienta muy valiosa en ciertos campos

de estudio, siempre y cuando se tengan en consideración diferentes factores que pueden afectar nuestros resultados, como por ejemplo en este caso, se analizaron las opciones desde el punto de vista de excelencia operacional, este resultado nos podría servir para elegir una localización para una organización respecto de otra, sin embargo no podemos aseverar que esta opción sea la mas adecuada, ya que pueden existir otros factores que pueden influir en nuestra decisión.

### A1.5.- Comparación de Criterios:

Comparación de criterios

|            | Std.  | Recup. | L. Verde | L. Inversa |
|------------|-------|--------|----------|------------|
| Std.       | 1.000 | 2.000  | 2.000    | 0.333      |
| Recup.     | 0.500 | 1.000  | 1.000    | 0.333      |
| L. Verde   | 0.500 | 1.000  | 1.000    | 0.500      |
| L. Inversa | 3.000 | 3.000  | 2.000    | 1.000      |

Matriz normalizada

|            | Std.  | Recup. | L. Verde | L. Inversa | Matriz W |
|------------|-------|--------|----------|------------|----------|
| Std.       | 0.200 | 0.286  | 0.333    | 0.154      | 0.2432   |
| Recup.     | 0.100 | 0.143  | 0.167    | 0.154      | 0.1408   |
| L. Verde   | 0.100 | 0.143  | 0.167    | 0.231      | 0.1601   |
| L. Inversa | 0.600 | 0.429  | 0.333    | 0.462      | 0.4559   |

|              |   |           |   |       |       |            |   |       |
|--------------|---|-----------|---|-------|-------|------------|---|-------|
| $I_{\max} W$ | = | AW        | = | AW/W  | =     | $I_{\max}$ | = | 4.118 |
|              |   | 0.997     |   | 4.099 |       |            |   |       |
|              |   | 0.574     |   | 4.079 |       |            |   |       |
|              |   | 0.650     |   | 4.064 |       |            |   |       |
|              |   | 1.928     |   | 4.230 |       |            |   |       |
|              |   | IC= 0.039 |   | RI=   | 4.36% |            |   |       |
|              |   | CA= 0.900 |   |       |       |            |   |       |

A1.6.- Matrices de cálculo:

Alternativa 1:

Comparación de Alternativas

| Stdr.     | EU           | Japón        | Corea        | Australia    |
|-----------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| EU        | <b>1.000</b> | <b>2.000</b> | <b>1.000</b> | 1.000        |
| Japón     | 0.500        | <b>1.000</b> | 1.000        | <b>2.000</b> |
| Corea     | 1.000        | <b>1.000</b> | <b>1.000</b> | 1.000        |
| Australia | <b>1.000</b> | 0.500        | <b>1.000</b> | <b>1.000</b> |

Matriz normalizada

| Stdr.     | EU    | Japón | Corea | Australia | Matriz W |
|-----------|-------|-------|-------|-----------|----------|
| EU        | 0.286 | 0.444 | 0.250 | 0.200     | 0.2950   |
| Japón     | 0.143 | 0.222 | 0.250 | 0.400     | 0.2538   |
| Corea     | 0.286 | 0.222 | 0.250 | 0.200     | 0.2395   |
| Australia | 0.286 | 0.111 | 0.250 | 0.200     | 0.2117   |

|                |       |              |       |              |       |
|----------------|-------|--------------|-------|--------------|-------|
| $l_{\max} W =$ | AW    | $l_{\max} =$ | AW/W  | $l_{\max} =$ | 4.186 |
|                | 1.254 |              | 4.249 |              |       |
|                | 1.064 |              | 4.194 |              |       |
|                | 1.000 |              | 4.176 |              |       |
|                | 0.873 |              | 4.124 |              |       |

IC= 0.062  
CA= 0.900

RI= **6.88%**

Alternativa 2:

Comparación de Alternativas

| Recup.    | EU           | Japón        | Corea        | Australia    |
|-----------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| EU        | <b>1.000</b> | <b>1.000</b> | <b>1.000</b> | 0.500        |
| Japón     | 1.000        | <b>1.000</b> | <b>1.000</b> | <b>1.000</b> |
| Corea     | 1.000        | 1.000        | <b>1.000</b> | <b>1.000</b> |
| Australia | <b>2.000</b> | 1.000        | 1.000        | <b>1.000</b> |

Matriz normalizada

| Recup.    | EU    | Japón | Corea | Australia | Matriz W |
|-----------|-------|-------|-------|-----------|----------|
| EU        | 0.200 | 0.250 | 0.250 | 0.143     | 0.2107   |
| Japón     | 0.200 | 0.250 | 0.250 | 0.286     | 0.2464   |
| Corea     | 0.200 | 0.250 | 0.250 | 0.286     | 0.2464   |
| Australia | 0.400 | 0.250 | 0.250 | 0.286     | 0.2964   |

|                |       |              |       |              |       |
|----------------|-------|--------------|-------|--------------|-------|
| $l_{\max} W =$ | AW    | $l_{\max} =$ | AW/W  | $l_{\max} =$ | 4.061 |
|                | 0.852 |              | 4.042 |              |       |
|                | 1.000 |              | 4.058 |              |       |
|                | 1.000 |              | 4.058 |              |       |
|                | 1.211 |              | 4.084 |              |       |

IC= 0.020  
CA= 0.900

RI= **2.25%**

### Alternativa 3:

Comparación de Alternativas

| L. Verde  | EU           | Japón        | Corea        | Australia    |
|-----------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| EU        | <b>1.000</b> | <b>2.000</b> | <b>1.000</b> | <b>1.000</b> |
| Japón     | 0.500        | <b>1.000</b> | <b>1.000</b> | <b>2.000</b> |
| Corea     | 1.000        | 1.000        | <b>1.000</b> | <b>1.000</b> |
| Australia | 1.000        | 0.500        | 1.000        | <b>1.000</b> |

Matriz normalizada

| L.Verde   | EU    | Japón | Corea | Australia | Matriz W |
|-----------|-------|-------|-------|-----------|----------|
| EU        | 0.286 | 0.444 | 0.250 | 0.200     | 0.2950   |
| Japón     | 0.143 | 0.222 | 0.250 | 0.400     | 0.2538   |
| Corea     | 0.286 | 0.222 | 0.250 | 0.200     | 0.2395   |
| Australia | 0.286 | 0.111 | 0.250 | 0.200     | 0.2117   |

$$I_{\max} W = \begin{matrix} \boxed{AW} \\ 1.254 \\ 1.064 \\ 1.000 \\ 0.873 \end{matrix} \quad I_{\max} = \begin{matrix} \boxed{AW/W} \\ 4.249 \\ 4.194 \\ 4.176 \\ 4.124 \end{matrix} \quad I_{\max} = \underline{4.186}$$

IC= 0.062  
CA= 0.900

RI= 6.88%

### Alternativa 4:

Comparación de Alternativas

| L. Inversa | EU           | Japón        | Corea        | Australia    |
|------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| EU         | <b>1.000</b> | <b>2.000</b> | <b>1.000</b> | <b>1.000</b> |
| Japón      | 0.500        | <b>1.000</b> | <b>2.000</b> | <b>1.000</b> |
| Corea      | 1.000        | 0.500        | <b>1.000</b> | <b>1.000</b> |
| Australia  | 1.000        | 1.000        | 1.000        | <b>1.000</b> |

Matriz normalizada

| L.Inversa | EU    | Japón | Corea | Australia | Matriz W |
|-----------|-------|-------|-------|-----------|----------|
| EU        | 0.286 | 0.444 | 0.200 | 0.250     | 0.2950   |
| Japón     | 0.143 | 0.222 | 0.400 | 0.250     | 0.2538   |
| Corea     | 0.286 | 0.111 | 0.200 | 0.250     | 0.2117   |
| Australia | 0.286 | 0.222 | 0.200 | 0.250     | 0.2395   |

$$I_{\max} W = \begin{matrix} \boxed{AW} \\ 1.254 \\ 1.064 \\ 0.873 \\ 1.000 \end{matrix} \quad I_{\max} = \begin{matrix} \boxed{AW/W} \\ 4.249 \\ 4.194 \\ 4.124 \\ 4.176 \end{matrix} \quad I_{\max} = \underline{4.186}$$

IC= 0.062  
CA= 0.900

RI= 6.88%

## Reporte Final:

Comparación de criterios

|            | Std.  | Recup. | L. Verde | L. Inversa |
|------------|-------|--------|----------|------------|
| Std.       | 1.000 | 2.000  | 2.000    | 0.333      |
| Recup.     | 0.500 | 1.000  | 1.000    | 0.333      |
| L. Verde   | 0.500 | 1.000  | 1.000    | 0.500      |
| L. Inversa | 3.000 | 3.000  | 2.000    | 1.000      |

Matriz normalizada

|            | Std.  | Recup. | L. Verde | L. Inversa | Matriz W |
|------------|-------|--------|----------|------------|----------|
| Std.       | 0.200 | 0.286  | 0.333    | 0.154      | 0.2432   |
| Recup.     | 0.100 | 0.143  | 0.167    | 0.154      | 0.1408   |
| L. Verde   | 0.100 | 0.143  | 0.167    | 0.231      | 0.1601   |
| L. Inversa | 0.600 | 0.429  | 0.333    | 0.462      | 0.4559   |

$$I_{\max} W = \begin{array}{|c|} \hline AW \\ \hline 0.997 \\ 0.574 \\ \hline 0.650 \\ 1.928 \\ \hline \end{array} \quad I_{\max} = \begin{array}{|c|} \hline AW/W \\ \hline 4.099 \\ 4.079 \\ \hline 4.064 \\ 4.230 \\ \hline \end{array} \quad I_{\max} = \underline{4.118}$$

**IC=** 0.039

**CA=** 0.900

**RI=** 4.36%



## Apéndice 2: Muestra de un mapeo de procesos.

Se menciona este apéndice en el punto 2.2.2 con la finalidad de detectar fallas en el sistema logístico. La finalidad de mapear un proceso es simplemente comprender mejor las interacciones necesarias en un proceso organizado de tal manera que sea posible apreciar desviaciones no deseadas o analizar los puntos críticos para evitar los posibles cuellos de botella o fallos en el sistema.

Esto puede lograrse si se realiza un mapeo como el mostrado en el Diagrama A2.1, el cual utiliza la siguiente nomenclatura para realizar el mapeo:

**O: Verificación / Proceso / Actividad:** Es la verificación del estado del producto o documento, o el proceso/actividad desarrollado/a sobre el producto o documento, incluido en el proceso.

**⇒: Movimiento / Flujo a actividad siguiente :** Referido al traslado o movimiento referido al producto o documento incluido en el proceso

**□: Inspección:** Referido a la acción de inspeccionar el producto o documento incluido en el proceso

**D: Espera (Colas):** Referido a los espacios de espera o almacenaje

**▽: Archivo / Registro:** Referido a la acción de registrar o archivar el producto o documento incluido en el proceso

Una vez que se tienen las acciones a realizar en el proceso es posible mapear el proceso solo trazando una línea sobre la acción requerida, lo cual nos permite apreciar cual es el tiempo que nos lleva realizar la acción y sus posibles complicaciones que pueda tener esa acción.

Una vez hecho esto se puede reconocer cual es el proceso que es mas directo, la línea mas corta y cual es el fallo en el sistema un lazo en el sistema que nos puede causar un retraso o un rechazo.

Esta técnica es muy utilizada para descubrir fallos en el sistema o posibles puntos críticos, que pueden llevar a una falla en un futuro.

**Diagrama A2.1.- Revisión de las ordenes de un pedido por una compañía.**

| Mapa de flujo de proceso  |           |               |                          |                                  |
|---|-----------|---------------|--------------------------|----------------------------------|
| Nombre proyecto: Productos Evergreen  |           |               | Día: 22 / Octubre / 2004 |                                  |
| <input checked="" type="checkbox"/> Método existente<br><input type="checkbox"/> Método Propuesto |           |               | Por: Equipo Consultor    |                                  |
|   |           |               | Mapa No.: 1              |                                  |
| Detalles del método   | Actividad | Tiempo (días) | Distancia (m)            | Notas y Análisis                 |
| 01: El cliente detecta inventario bajo  | ○ → □ D ▽ |               |                          |                                  |
| 02: Agente de ventas detecta inventario bajo  | ○ → □ D ▽ | 1/2 - 2       |                          | Incentivos por volumen de ventas |
| 03: Llamada para hacer nuevo pedido   | ○ → □ D ▽ |               |                          |                                  |
| 04: Registro de la llamada por el ejecutivo   | ○ → □ D ▽ |               |                          |                                  |
| 05: Registro de la solicitud de chequeo   | ○ → □ D ▽ |               |                          |                                  |
| 06: Llamada para revisión de pedido   | ○ → □ D ▽ | 1/24          |                          |                                  |
| 07: Registro de la llamada por el cliente   | ○ → □ D ▽ |               |                          |                                  |
| 08: Llenado de forma para nuevo pedido  | ○ → □ D ▽ |               |                          |                                  |
| 09: Espera hasta la revisión gerente ventas   | ○ → □ D ▽ | 1/2           |                          |                                  |
| 10: Revisión de la orden por gerente de ventas  | ○ → □ D ▽ |               |                          |                                  |
| 11: Encuentro de discrepancias (Registro)   | ○ → □ D ▽ |               |                          | posibilidad fallo 0.4            |
| 12: Espera para pasarlo a Contabilidad  | ○ → □ D ▽ | 1/2           |                          |                                  |
| 13: Chequeo de crédito (Contabilidad)   | ○ → □ D ▽ |               |                          |                                  |
| 14: Proceso de facturación (Contabilidad)   | ○ → □ D ▽ |               |                          |                                  |
| 15: Espera para pasarlo a Planeación de producción  | ○ → □ D ▽ | 1/2 - 2       |                          | fluctuación por fechas           |
| 16: Chequeo para programación (Planeación)  | ○ → □ D ▽ | 1             |                          |                                  |
| 17: Encuentro de discrepancias (Registro)   | ○ → □ D ▽ |               |                          | posibilidad fallo 0.15           |
| 18: Retorno a gerente de ventas   | ○ → □ D ▽ |               |                          |                                  |
| 19: Espera para empezar a producir  | ○ → □ D ▽ |               |                          |                                  |
| 20: Producción en masa  | ○ → □ D ▽ | 2             |                          |                                  |
| 21: Almacenaje de salida  | ○ → □ D ▽ |               |                          |                                  |
| 22: Envío al cliente  | ○ → □ D ▽ |               |                          |                                  |
| 23: Recepción del producto por el cliente   | ○ → □ D ▽ |               |                          |                                  |
| 24: Inspección de aceptación por el cliente   | ○ → □ D ▽ |               |                          |                                  |
| 25: Aceptación del producto   | ○ → □ D ▽ |               |                          |                                  |
| 26: Rechazo del producto  | ○ → □ D ▽ |               |                          |                                  |
| 27: Envío del producto de vuelta a almacén  | ○ → □ D ▽ |               |                          |                                  |
| 28:   | ○ → □ D ▽ |               |                          |                                  |
| 29:   | ○ → □ D ▽ |               |                          |                                  |
| 30:   | ○ → □ D ▽ |               |                          |                                  |
| 31:   | ○ → □ D ▽ |               |                          |                                  |
| 32:   | ○ → □ D ▽ |               |                          |                                  |
| 33:   | ○ → □ D ▽ |               |                          |                                  |
| 36:   | ○ → □ D ▽ |               |                          |                                  |

Notas:

- La línea continua representa un pedido perfecto
- La línea raya-punto representa un pedido rechazado en planeación de la producción
- La línea de puntos representa una revisión del proceso de ventas
- La línea de guiones representa un pedido rechazado por maltrato de carga o por haber llegado tarde

Notación: ○: Verificación / Proceso / Actividad    ⇨: Movimiento / Flujo a actividad siguiente  
 □: Inspección ?    D: Espera (Colas)    ▽: Archivo / Registro



### Apéndice 3: Medidas de desempeño

Este apéndice es un complemento de algunos detalles de la tabla 2.20 del capítulo 2, el cual nos muestra en algunos casos un cálculo sencillo o la fórmula para calcular el indicador al que se hace referencia en la tabla.

#### **A3.1.- Cálculo de la fracción de materiales de empaque o contenedores reciclados:**

Para ejemplificar más fácilmente esto se tiene un ejemplo de la proporción de desgaste de un pallet, el cálculo con cajas reutilizables es muy parecido.

*Cálculo del empaquetamiento:* Por ejemplo si cada pallet pesa 20 Kg. o 0.02 Toneladas de madera por pallet

*Cálculo del peso de empaque por unidad de las ventas:*

Si se aplican 100 unidades de producto por pallet, y 100,000 unidades son vendidas del producto reportado

$100,000/100 =$  al número de pallets usados  $\Rightarrow 1000$

$1000 \times 0.02$  son las toneladas Totales de madera  $\Rightarrow 20$  Toneladas

Peso manejado por período reportado = 20 Toneladas

*Cálculo de la proporción de desgaste o desperdicio es :*

$$\frac{(\text{Peso del empaquetamiento desechado por periodo}) * (100)}{\text{El tonelaje total por periodo reportado}}$$

Si en un período se desechan 3 pallets

Esto es  $3 \times 0.02$  Toneladas  $\Rightarrow 0.06$

Por consiguiente la proporción de desgaste es:  $\frac{(0.06)(100)}{20} = 0.3$

La proporción de desgaste es del 0.3% (esta proporción es el gasto real del material de empaque en el período estudiado).

Por consiguiente el porcentaje, conveniente para un reuso Continuo es 99.7%

Una vez una proporción de desgaste es calculado el porcentaje de reuso puede usarse para informar períodos subsecuentes, a menos que el modelo de negocio cambie dramáticamente.

### A3.2.- Tasa de recuperación del material [Material Recovery Rate (MRR)]<sup>5</sup>

para un producto  $j$  es definido como: 
$$MRR_j = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n S_{ij}}{N_j}$$

donde:  $S_{ij}$  : es el numero de unidades del articulo  $j$  desechado en el periodo de tiempo  $i$

$N_j$  : es el numero total de articulos  $j$  inducidos en el proceso

### A3.3.- Tasa de núcleo de retornos [Core Return Rate (CRR)]<sup>6</sup>

es definida como: 
$$CRR = \sum_{y=1}^n r_y F_y$$

Donde:  $r_y$  : es la razón discreta de retornos

$F_y$  : es el pronostico de uso actual durante el año  $y$

### A3.4.- Disponibilidad del producto (nivel de servicio)<sup>7</sup>.

El principal objetivo del manejo de inventarios es asegurar que el producto este disponible en el momento y en las cantidades deseadas. Normalmente, esto se basa en la probabilidad de la capacidad de cumplimiento a partir del inventario actual. A esta probabilidad, o tasa de surtimiento del artículo, nos referiremos como el nivel de servicio, y para único artículo puede definirse como:

$$\text{Nivel\_de\_Servicio} = 1 - \left( \frac{\text{Número\_de\_unidades\_agotadas\_anualmente}}{\text{Demanda\_Anual\_Total}} \right)$$

El nivel de servicio se expresa como un valor entre 0 y 1. Dado que un nivel de servicio objetivo esta típicamente especificado, así que la tarea es la de controlar el numero esperado de unidades agotadas.

Se puede ver que controlar el nivel de servicio de un artículo en particular es fácil de calcular. Sin embargo, con frecuencia los clientes solicitan más de un artículo de una sola vez. Por lo tanto, la probabilidad de surtir todo el pedido del cliente puede ser de mayor preocupación que los niveles de servicio para un solo articulo. Por ejemplo, si suponemos que se requieren cinco artículos para un pedido donde cada artículo tiene una tasa de surtimiento de 0.95, es decir,

---

<sup>5</sup> Para más información vea: Guide, D. V. R., Kraus, M. E., and Srivastava, R. (1997), "Scheduling Policies for Remanufacturing", *International Journal of Production Economics*, Vol. 48, No. 2, pp. 187-204.

<sup>6</sup> Para más información vea: Krupp, J. A. G. (1992), "Core Obsolescence Forecasting in Remanufacturing", *Production and Inventory Management Journal*, Vol. 33, No. 2, pp. 12-17.

<sup>7</sup> Ballou Ronald, (2004), "Logística: administración de la cadena de suministro", 5ª edición en español, Prentice Hall México

solo 5% de oportunidad de no estar en existencias. Surtir el pedido sin ningún artículo que este fuera de *stock* sería:

$$0.95 \times 0.95 \times 0.95 \times 0.95 \times 0.95 = 0.77$$

La probabilidad de surtir completamente el pedido es algo menor que las probabilidad de los artículos individuales.

Numerosos pedidos de muchos clientes mostraran que en cualquier pedido puede aparecer una mezcla de artículos. El nivel de servicio se expresa entonces mas propiamente como una *tasa ponderada de surtido promedio* (TPSP). Esta TPSP se halla de multiplicar la frecuencia con la cual cada combinación de artículos aparece en el pedido por la probabilidad de surtir el pedido completo, dado el número de artículos del pedido. Si se especifica una TPSP objetivo, entonces las tasas de surtido para cada artículo deben ajustarse para alcanzar la TPSP deseada.

| Combinación de artículos en un pedido | (1) Frecuencia de pedido | (2) Probabilidad de surtir el pedido completo | (3) = (1) x (2) Valor marginal |
|---------------------------------------|--------------------------|---|--------------------------------|
| A                                     | 0.1                      | (0.95)=0.950                                  | 0.095                          |
| B                                     | 0.1                      | (0.90)=0.900                                  | 0.090                          |
| C                                     | 0.2                      | (0.80)=0.800                                  | 0.160                          |
| A, B                                  | 0.2                      | (0.95)(0.90)=0.855                            | 0.171                          |
| A, C                                  | 0.1                      | (0.95)(0.80)=0.760                            | 0.076                          |
| B, C                                  | 0.1                      | (0.90)(0.80)=0.720                            | 0.072                          |
| A, B, C                               | 0.2                      | (0.95)(0.90)(0.80)=0.684                      | 0.137                          |
|                                       | 1.0                      | TPSP =  | 0.801                          |

**Ejemplo para obtener la TPSP ponderada**

**A3.5.- Razón de desperdicio<sup>8</sup>** es definida como:

$$\text{Razón de Desperdicio} = \frac{\text{Desperdicio}}{\text{Producto} + \text{subproductos} + \text{desperdicio}}$$

**A3.6.- Eco-eficiencia<sup>9</sup>** es definida como:

$$\text{Eco-eficiencia} = \frac{\text{Valor}}{\text{Uso de Recursos} + \text{Contaminación}}$$

<sup>8</sup> Para más información vea: Fiksel J., (1996), *Design for Environment: Creating Eco-Efficient Products and Processes*, McGraw-Hill, New York, USA.

<sup>9</sup> Para más información vea: Schmidheiny S., (1992), "The Business Logic of Sustainable Development", *Columbia Journal of World Business*, Vol. 27, No. 3/4, pp. 18-24.



## Apéndice 4: Gestión Determinística de inventarios<sup>10</sup>:

Todo primer intento de estudio del problema de gestión de inventarios en situaciones de retomo de material va a pasar por suponer una situación determinística. Mientras que en el caso tradicional de gestión de inventarios el modelo EOQ<sup>11</sup> (formula de Wilson) es el punto de partida para este tipo de situaciones, en el caso que nos ocupa este papel lo ocupa el denominado modelo de Schradly<sup>12</sup>. Este modelo, pionero en 1967 del estudio de la gestión de *stocks* con productos retomados, puede considerarse como la base de toda una serie de modelos que posteriormente han ido surgiendo, y que han ido introduciendo diversas variantes sobre las hipótesis iniciales del modelo básico.

### A4.1.- Formulación básica: el modelo de Schradly.

El modelo propuesto por Schradly (1967) surgió no como una respuesta a la gestión de productos retomados por la preocupación por el medio ambiente, sino (como en muchos de los resultados pioneros relacionados con la dirección de operaciones) de las necesidades del ejercito norteamericano. La teoría clásica de inventarios es apropiada para gestionar los consumibles, pero no es válida para controlar los artículos reparables que volvían a los almacenes de la Armada. Estos representaban solo un 7% de los productos almacenados, pero por el contrario suponían el 58% del valor de lo almacenado (lógicamente, los productos de mayor valor suelen estar diseñados para poder repararse).

La solución aportada por Schradly, además de suponer perfectamente conocidos (determinismo) los tiempos de suministro y la demanda (la cual se recibe a un ritmo constante), no acepta roturas de stock, y supone capacidad infinita por parte del proveedor y del taller de reparación (con llegadas y salidas instantáneas de material de los almacenes). Su objetivo será (de modo similar a lo hecho en el modelo EOQ) determinar cuales son los lotes  $Q_P$  y  $Q_R$  que hacen mínimos los costes de posesión y pedido para ambos almacenes. El sistema analizado es el  $(1, R)$ <sup>13</sup> de sustitución.

Analizando la Figura 1, observamos que:

- Al ser la tasa de demanda  $D$  unidades/año, las  $Q_P$  unidades que se reciben del proveedor se consumen en  $Q_P/D$  años, y los lotes de tamaño  $Q_R$  que se reciben desde el taller de reparación se consumen en  $Q_R/D$  años.
- En la Figura 1 se ve que el tiempo  $T_a$  durante el cual se recibe material del cliente sin que salga material del almacen de reparables, es igual al tiempo durante el que se esta recibiendo material del proveedor ( $Q_P/D$  años) mas el tiempo necesario para consumir un lote de reparables ( $Q_R/D$  años).
- El máximo nivel de inventario que tendremos en el almacen de reparables será, dado que llegan a un ritmo  $r \times D$  y lo hacen durante un tiempo  $T_a = (Q_P + Q_R)/D$ , igual a  $r \times (Q_P + Q_R)$  unidades.

---

<sup>10</sup> Tomado de Diaz Fernandez Adenso, Alvarez Gil Maria Jose, Gonzalez Torre Pilar, (2004), "Logística inversa y medio ambiente: aspectos estratégicos y operativos", Mc Graw Hill / Interamericana de España

<sup>11</sup> Formula del lote económico (Economic Order Quantity)

<sup>12</sup> Schradly D. A., (1967), " A deterministic inventory model for repairable items", Naval Research Quaterly, Vol. 14, pp: 391 - 398

<sup>13</sup> Se consideran dos grandes maneras de gestionar las políticas de inventarios en este entorno: aquellos en los cuales se lanzan un numero  $P$  de pedidos al proveedor por cada lote procesado en el taller de reparación (sistema  $(P, 1)$ ), y aquellos en los que por cada pedido recibido del proveedor se lanzan  $R$  lotes en el taller de reparación (sistema  $(1, R)$ ).

- Cada vez que sale un lote de tamaño  $Q_R$  del taller de reparables, durante los  $Q_R/D$  años que se tardan en consumir en el almacén final habrán llegado al almacén de reparables  $r \times D \times (Q_R/D) = r \times Q_R$  unidades. Por tanto, el nivel de *stock* de reparables habrá disminuido en  $e = Q_R - (r \times Q_R) = Q_R \times (1 - r)$  unidades.

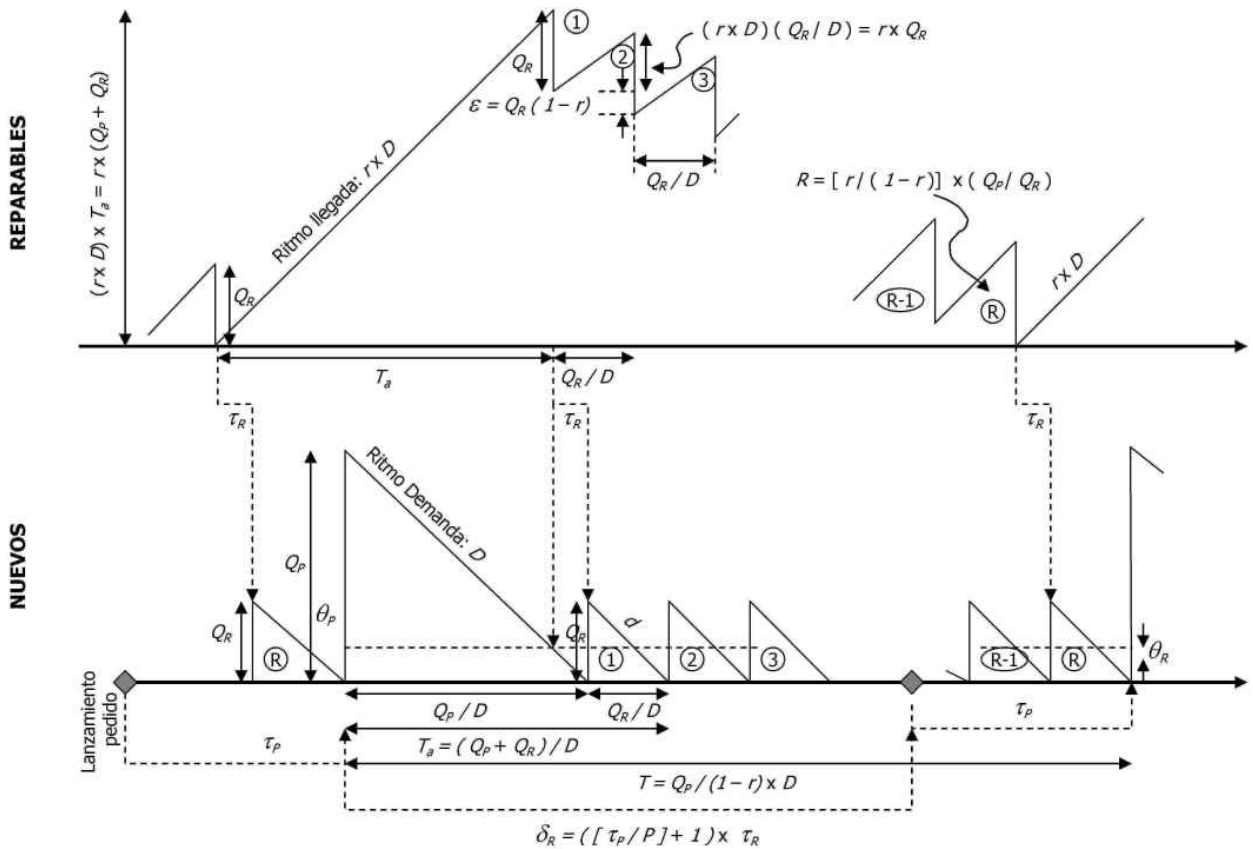


Figura 1: Detalle en la evolución de los inventarios en el sistema (1, R) de sustitución, en el modelo de Schradý.

- Una vez enviado el primer lote  $Q_R$  al final del periodo  $T_a$ , quedarán:  $r \times (Q_P + Q_R) - Q_R = Q_P - (1 - r) \times Q_R$  unidades en el almacén de reparables. Al ritmo de decrecimiento de  $(1 - r) \times Q_R$  unidades por cada lote enviado desde ese almacén, el número de lotes enviados ( $R - 1$ , pues el primero ya se ha restado antes) necesarios para agotar todas esas existencias de reparables será:

$$\frac{rQ_P - (1-r)Q_R}{(1-r)Q_R} = \frac{rQ_P}{(1-r)Q_R} - 1$$

Es decir, el número total de lotes enviados en cada ciclo al almacén final desde el de reparables es:

$$R = \frac{rQ_P}{(1-r)Q_R}$$

Nótese que este cociente no tiene por que dar un valor entero, cuando en realidad si debería serlo, pues indica un «numero de lanzamientos». Sin embargo, el error (resto del cociente) al suponer que es entero cuando no lo sea es siempre menor que el denominador  $(1 - r) \times Q_R$ , y Schrady lo supone despreciable.

- El tiempo de ciclo  $T$  entre llegada y llegada de lotes del proveedor al almacén final será el tiempo necesario para consumir los  $R$  lotes, cada uno de tiempo  $Q_R/D$ , que vienen del almacén de reparables, es decir,  $R \times (Q_R/D) = \frac{rQ_P}{(1-r)D}$  años), mas el  $Q_P/D$  necesario para agotar el lote  $Q_P$ . Será, pues,  $T = \frac{rQ_P}{(1-r)D} + \frac{Q_P}{D} = \frac{Q_P}{(1-r)D}$

Una vez estimados los distintos tiempos y valores asociados a la evolución de los inventarios en el modelo de Schrady que hemos resumido en la Figura 1, estamos en condiciones de calcular cuales son los lotes óptimos  $Q_P$  y  $Q_R$  que minimizan los costos totales. Veamos cuales son estos costos. Como es habitual, calcularemos el coste total anual.

- Costo anual de pedido al proveedor.** En cada ciclo de periodo  $T$  se hace por definición un único pedido. Como se hacen  $1/T$  pedidos al año, el costo anual será  $C_{LP}/T = C_{LP} \times (1-r) \times D/Q_P$
- Costo anual de pedido al taller de reparación.** En cada ciclo se procesan  $R$  lotes de reparables. Por tanto, el costo por ciclo será  $R \times C_{LR} = C_{LR} \times r \times Q_P / [(1-r) \times Q_R]$ . Como se hacen  $1/T$  ciclos al año, el costo anual será  $R \times C_{LR}/T = C_{LR} \times r \times D/Q_R$
- Costo anual de posesión de inventario en el almacén final.** El área bajo el nivel de existencias en el almacén final durante el ciclo  $T$  es:

$$U_P = \frac{r}{2D(1-r)} \left[ Q_P Q_R + \frac{(1-r)Q_P^2}{r} \right]$$

Al dividir esta área entre el periodo  $T$  (la base del área calculada) se obtiene cual sería el número medio de unidades que se mantienen en *stock* al cabo del año. Por tanto, el costo de posesión anual será:

$$C_{hP} \frac{U_P}{T} = \frac{C_{hP} r}{2} \left[ Q_R + \frac{(1-r)Q_P}{r} \right]$$

- Costo anual de posesión de inventario en el almacén de reparables.** El área bajo el nivel de inventario en el almacén de reparables durante el ciclo  $T$  es:

$$U_R = \frac{r}{2D(1-r)} [Q_P Q_R + Q_P^2]$$

Actuando como antes, el coste de posesión por ciclo será:

$$C_{hR} \frac{U_R}{T} = \frac{C_{hR} r}{2} [Q_R + Q_P]$$

Se tiene, pues, que el coste total anual será la suma de esos cuatro costos;

$$CT_{año}(Q_P + Q_R) = \frac{C_{LP}(1-r)D}{Q_P} + \frac{C_{LR}rD}{Q_R} + \frac{C_{hP}r}{2} \left[ Q_R + \frac{(1-r)Q_P}{r} \right] + \frac{C_{hR}r}{2} [Q_R + Q_P]$$

Finalmente, para determinar los lotes óptimos que buscamos, bastara hallar la derivada respecto a esa variable y ver para qué valores se anula:

$$\frac{\partial CT_{año}}{\partial Q_P} = -\frac{C_{LP}(1-r)D}{Q_P^2} + \frac{C_{hP}(1-r)}{2} + \frac{C_{hR}r}{2} = 0$$

de donde se obtiene el lote optimo

$$Q_P^* = \sqrt{\frac{2C_{LP}(1-r)D}{C_{hP}(1-r) + C_{hR}r}}$$

y para la otra variable,

$$\frac{\partial CT_{año}}{\partial Q_R} = -\frac{C_{LR}rD}{Q_R^2} + \frac{C_{hP}r}{2} + \frac{C_{hR}r}{2} = 0$$

obteniendo el lote optimo

$$Q_R^* = \sqrt{\frac{2C_{LR}D}{C_{hP} + C_{hR}}}$$

Ambas ecuaciones determinan la solución del modelo de Schrady, el cual es en efecto una extensión del modelo EOQ: cuando no hay retomo de material ( $r = 0$ ), el valor  $Q_P^*$  se corresponde exactamente con la formula de Wilson; cuando el cliente retoma todo lo que consume ( $r = 1$ ), es  $Q_P^* = 0$  y no se recibe nada del proveedor.

Una vez determinados los lotes óptimos para cada almacen, para que quede totalmente definida la política de inventarios solo resta por identificar cual es el punto de pedido en cada caso. Schrady lo define del siguiente modo:

- **En el caso del almacen final**, el modo mas adecuado de definir el momento de lanzar un pedido por  $Q_P^*$  unidades al proveedor es (en lugar de hacerlo a través de un punto de pedido que resultaría ambiguo), identificar cuanto tiempo  $d_R$  después de recibir el ultimo pedido debe pasar para realizar el siguiente pedido. Obviamente, para que llegue justo  $T$  años después, habrá que pedirlo cada  $T - t_p$  anos después de recibir el pedido anterior. Sin embargo, como pudiera ser  $t_p > T$ , en ese caso tendríamos que haber hecho el pedido que llegara a continuación, incluso antes de haber recibido el anterior, en concreto, en  $[t_p / T]$  periodos antes<sup>14</sup>. Por tanto, en general será  $d_R = ([t_p / T] + 1) \times T - t_p$ .

<sup>14</sup> Estamos representando aquí como  $[x]$  el mayor entero estrictamente menor a  $x$ . Por ejemplo,  $[1] = 0$ ,  $[1, 1] = 1$



- **En el caso del almacén de reparables**, si se puede definir el punto de pedido  $q_R$  respecto al nivel de existencias en el almacén final. Cada vez que falten  $t_R$  años para que se agote el *stock*, deberá lanzarse un pedido al almacén de reparables por una cantidad  $Q_R^*$ . Por tanto, cuando  $t_R < Q_R/D$  es  $q_R = t_R \times D$  unidades (vease Figura 1). De nuevo, podría ocurrir que  $t_R \geq Q_R/D$ . Razonando como antes se tiene<sup>15</sup> que en este caso es  $\text{mod} [t_R / (Q_R/D)]$  la fracción de la base de uno de los  $R$  triángulos en la que hay que hacer el pedido (vease el ejemplo adjunto), y, por tanto, el punto de pedido será  $q_R = \text{mod} [t_R / (Q_R/D)] \times D$ .

En cualquier caso, como no puede llegar un pedido del almacén de reparables mientras llega material del proveedor, si al aplicar estas formulas ocurriera eso, se suspende la llegada del material reparable hasta completar la recepción

#### A4.2.- Ejemplo de aplicación del modelo de Schradly

Vamos a ver un ejemplo de como se aplican: las formulas de Schradly a un problema con retomo de material.

Una empresa de electrodomésticos tiene una demanda anual de  $D = 20.900$  unidades.

Cuando los clientes compran un nuevo aparato, la tienda les retira el equipo viejo, retornando así un 70% ( $r = 0,7$ ) de los equipos a la empresa. De los equipos recogidos, tras la oportuna reparación, se consigue que uno de sus componentes fundamentales, la fuente de alimentación, pueda ser utilizada en los nuevos equipos que se fabriquen. Este componente puede ser comprado directamente a un fabricante que lo sirve en 90 días ( $t_p = 0,247$  años) después de hacer el pedido. Cada vez que se hace un pedido al fabricante se incurre en un costo  $C_{LP} = 750$  UM<sup>16</sup>, y su valor es de 60 UM, por lo que, al suponerse una tasa de costo de posesión del 20 %, se tiene un  $C_{hp} = 12$  UM en el almacén final. En el almacén de reparables, cada fuente se supone con un valor de 5 UM, por lo que  $C_{hr} = 1$  UM. Las fuentes «reparadas» y ya en el almacén final, se suponen indistinguibles de las compradas nuevas. Iniciar un lote en el taller de reparación (que se considera con capacidad ilimitada) se supone que tiene un costo de preparación  $C_{LR} = 100$  UM. Desde que se inicia la reparación de un lote (sacándolo del almacén de reparables) hasta que se entrega el lote en el almacén final pasan 17 días ( $t_R = 0,04657$  años).

Vamos a calcular cual seria la política de gestión de este sistema usando el modelo de Schradly. Aplicando las formulas de lote óptimo para cada almacén se obtiene:

$$Q_P^* = \sqrt{\frac{(2)(750)(1-0.7)(20900)}{(12)(1-0.7)+1(0.7)}} = 1479$$

$$Q_R^* = \sqrt{\frac{(2)(100)(20900)}{(12)+1}} = 567$$

<sup>15</sup> Representamos como  $\text{mod} [x/y] = x - ([x/y] \times y)$ , es decir, el resto del cociente (o el dividendo si el resto es 0)

<sup>16</sup> Unidades Monetarias (UM)

Por tanto, el ciclo  $T$  entre llegada y llegada de pedidos del fabricante es  $T = 1479 / (0.3 \times 20900) = 0.2359$  años (es decir 86 días). y el tiempo  $T_a$  en que solo se recibe en el almacen de reparables y no sale nada es  $T_a = (1.479 + 567) / 20900 = 0.0979$  ( $\approx 36$  días) Al final de periodo  $T$ , el nivel máximo de existencias en el almacen de reparables es  $0.7 \times (1479 + 567) = 1432$ , que tras el inmediato primer envío al taller de reparación quedan en  $1432 - 567 = 865$  unidades. Salvo durante el periodo  $T_a$  sale material del almacen de reparables cada  $567 / 20900 = 0.0271$  ( $\approx 10$  días), disminuyendo en cada ocasión el nivel de existencias en ese almacen en  $\epsilon = 567 \times (1 - 0.7) = 170$  unidades. Por tanto, para agotar las 865 unidades a ese ritmo, harán falta  $865 / 170 = 5$  envíos en efecto es  $R = [0.7 / (1 - 0.7)] \times (1479 / 567) = 6$  (en realidad el cociente da 6.086 pero ese error es asumido por el modelo de schradly como aceptable - vease figura 2 -). En el almacen final, se consume exclusivamente material recibido del proveedor durante un tiempo  $1479 / 20900 = 0.07$  ( $\approx 26$  días).

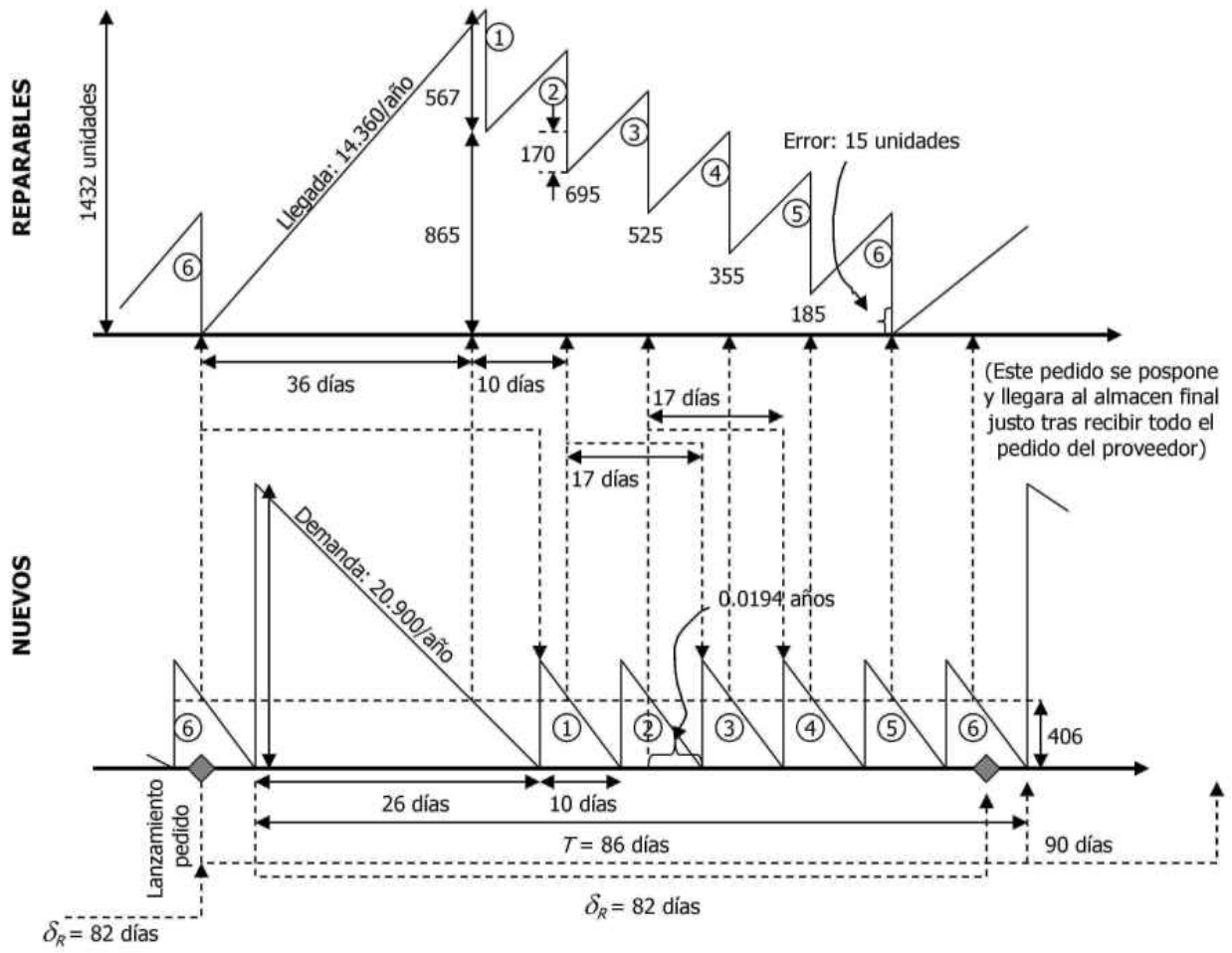
Respecto a los puntos de pedido, en el caso del proveedor tenemos que  $\tau_p / T = 0.247 / 0.2359 = 1.047$ , y por tanto  $\delta_R = ([1.047] + 1) \times 0.2359 - 0.247 = 0.2248$  años ( $\approx 82$  días), Es decir, cada vez que se recibe un pedido 82 días después se lanza otro por una cantidad de  $Q_p = 1479$  unidades, el cual se recibirá 90 días después (posteriormente al pedido lanzado la vez anterior).

Para el caso del almacen de reparables, es  $t_R = 0.04657 \geq Q_R / D = 0.0271$ . Por tanto, hemos de usar el segundo procedimiento de calculo del punto de pedido  $q_R$ : como  $0.04657 / 0.0271 = 1.717$  es  $\text{mod} [t_R / (Q_R / D)] = \text{mod} [0.04657 / 0.0271] = 0.04657 - (1 \times 0.0271) = 0.0194$  y por tanto  $q_R = 0.0194 \times 20900 = 406$ . Es decir, cada vez que las existencias en el almacen final bajen a 406, se hace un pedido al almacen de reparables (el cual llegara posteriormente al anteriormente lanzado según se ve en la figura 2).

Usando la formula de calculo del costo  $CT_{año}$  para los valores recién obtenidos, se obtiene un costo total  $CT_{año} = 11519.46$  UM. Un sencillo análisis de sensibilidad variando los tamaños de los lotes en incrementos del 5% (de 30 en 30 en el caso  $Q_R$ , y en saltos de 74 en el caso  $Q_p$ ) revela que los incrementos de porcentaje en el costo total crece menos (al igual que en el modelo EOQ) al sobredimensionar los lotes que al infradimensionarlos:

|       |      | $Q_R$ |       |       |       |       |
|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|
|       |      | 507   | 537   | 567   | 597   | 627   |
| $Q_p$ | 1331 | 0,59% | 0,37% | 0,31% | 0,37% | 0,53% |
|       | 1405 | 0,35% | 0,14% | 0,07% | 0,13% | 0,30% |
|       | 1479 | 0,28% | 0,07% | 0,00% | 0,06% | 0,23% |
|       | 1553 | 0,35% | 0,13% | 0,07% | 0,13% | 0,29% |
|       | 1627 | 0,53% | 0,32% | 0,25% | 0,31% | 0,48% |

**Nota:** Este apéndice es mencionado en el inciso 3.3 y se menciona también en las conclusiones como un primer paso para abrir una nueva línea de investigación.



Solución al caso de aplicación del modelo Schradley del ejemplo



## **Apéndice 5: Consideraciones del sistema de reciclaje en México**

### **A5.- Consideraciones Básicas para evaluar el sistema de los residuos**

Este apéndice es la base para los análisis del capítulo 4, donde se describen los puntos que se analizaron.

#### **A5.1.- Marco Legal de los residuos sólidos en México<sup>17</sup>**

| LEGISLACIÓN NACIONAL RELACIONADA CON LOS RESIDUOS SÓLIDOS |   |   |
|---|---|---|
| Legislación Federal                                       | Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos   | Art. 115. Establece la prestación de servicios públicos por parte del municipio   |
|   | Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente  | Art. 134. Prevención y control de la contaminación del suelo por residuos.<br>Art. 135. Ordenación urbana, servicio de limpia y sitios de disposición final.<br>Art. 137. Autorización del funcionamiento de sistemas de recolección, transporte, tratamiento y disposición final.<br>Art. 138. Acuerdos para mejorar e implantar sistemas de recolección, transporte, tratamiento y disposición final.<br>Art. 139. Contaminación por lixiviados.<br>Art. 141 Biodegradación de RSU (Residuos Sólidos Urbanos).  |
|   | Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos   | Reglamenta las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos en lo que se refiere a la protección al ambiente, en materia de prevención y gestión de los residuos, y establece bases para: principios de valorización, responsabilidad compartida, manejo integral, criterios de gestión integral, mecanismos de coordinación entre entidades, mercado de subproductos, participación de la sociedad, creación de sistemas de información referentes a gestión de RSU (Residuos Sólidos Urbanos) y RME (Residuos de Manejo Especial), prevención de la contaminación de sitios, fortalecimiento de la innovación tecnológica, establecimiento de medidas de control y seguridad, entre otras. |
|   | NOM-083-SEMARNAT-2003   | Especificaciones de protección ambiental para la selección del sitio, diseño, construcción, operación, monitoreo, clausura y obras complementarias de un sitio de disposición final de residuos sólidos urbanos y de manejo especial.   |
| Legislación estatal                                       | Ley Estatal de Prevención y Gestión Integral de Residuos  | Puede o no existir dentro de la entidad en cuestión.  |
|   | Ley Estatal del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente   | Puede o no existir dentro de la entidad en cuestión.  |
|   | Reglamento de la Ley Estatal del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente  | Puede o no existir dentro de la entidad en cuestión.  |
| Legislación municipal                                     | Bando Municipal   | Por lo general, los bandos municipales consideran una pequeña fracción referente al servicio de limpia, ya sea en los capítulos de Ecología o Servicios Públicos.   |
|   | Reglamento del Servicio de Limpia Municipal   | Puede o no existir dentro de la entidad en cuestión.  |
|   | Ordenamientos municipales   | Puede o no existir dentro de la entidad en cuestión.  |
| Normas Mexicanas  | Estas NMX tienen el objetivo de estandarizar los procedimientos relacionados con los estudios de caracterización de los residuos sólidos, que por lo general se solicitan como parte de los proyectos de ingeniería. No son de observancia obligatoria. | NMX-AA-15-1985 Muestreo – Método de cuarteo.<br>NMX-AA-61-1985 Determinación de la generación.<br>NMX-AA-22-1985 Selección y cuantificación de subproductos.<br>NMX-AA-19-1985 Determinación del peso volumétrico “in situ”.  |

**Tabla A5.1**

**Fuente: (Wehenpohl et al, 2004)<sup>18</sup>**

<sup>17</sup> Para una información mas profunda sobre el marco legal consultese el apéndice 6

<sup>18</sup> Wehenpohl Günther, Heredia Cantillana Pablo, Hernández Barrios Claudia, de Buen Richkarday Berta, (2004) ,*Guía de Cumplimiento NOM-083-SEMARNAT-2003*, SEMARNAT, México

Como se puede observar en la Tabla A5.1, existen ciertas leyes referentes a la protección al ambiente, a la especificación de los servicios relacionados con el manejo de los residuos sólidos, y a consideraciones de localización de instalaciones, operación y monitoreo, sin embargo estas leyes son de muy reciente aparición y algunos aspectos todavía no se han regulado, puesto que si bien la NOM-083 esta se refiere casi exclusivamente a los rellenos sanitarios (basurales) y no al rubro del reciclaje.

Con respecto a desechos peligrosos en materia internacional, debido a la diferencia en los costos de eliminación entre México y Estados Unidos, se han tenido muchos casos de movimiento transfronterizo ilegal (disposición inadecuada). Para evitar esto en 1986 se firmó el anexo III del convenio bilateral entre México y Estados Unidos referido a la cooperación entre esos dos países para controlar los desechos peligrosos en su frontera común. Este Convenio indica que las industrias maquiladoras deben devolver los desechos a Estados Unidos, donde se originó la materia prima que produjo los desechos.

Otros convenios internacionales suscritos en algunos países, relacionados al manejo de los residuos sólidos son:

- Tratado de Libre Comercio (México), 1993
- Decisión 14/27 de PNUMA (Directrices de Londres), 1989
- Disposición de la Agencia Internacional de Energía Nuclear de la ONU, 1990
- Directrices de la Conferencia Internacional de Población y Desarrollo, El Cairo, 1985
- Compromisos ante la Organización de Cooperación y Desarrollo Económico, OCDE.

Como se puede observar el manejo de los residuos , no es solo un pequeño problema puesto que incluye muchas variables que el marco legal en México ni en acerca latina han cubierto satisfactoriamente, es por ello que han surgido los llamados convenios de EPR (responsabilidad extendida del productor) que no es otra cosa, mas que un intento de las compañías para regularizar, el manejo de residuos de una forma con responsabilidad social, aun antes de que las leyes hagan su aparición.

#### **A5.2.- Composición de los Residuos sólidos a nivel nacional.**

| <b>Región (fig. 1)</b> | <b>1997</b> | <b>2000</b> | <b>2005</b> | <b>2010</b> |
|------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Frontera               | 0.92        | 0.96        | 1.05        | 1.16        |
| Norte                  | 0.85        | 0.94        | 1.03        | 1.12        |
| Centro                 | 0.95        | 1.15        | 1.27        | 1.40        |
| Occidente              | 0.86        | 0.91        | 1.00        | 1.10        |
| Sureste                | 0.89        | 0.98        | 1.07        | 1.16        |

**Tabla A5.2: Generación per capita promedio (kg/hab/día) en México de acuerdo a las proyecciones de crecimiento de la población**

**Fuente: (INE, 1997) <sup>19</sup>**

<sup>19</sup> INE, (1997), *Estadísticas e indicadores de inversión sobre residuos sólidos municipales en los principales centros urbanos de México*, Coordinación de Participación Social y Publicaciones del Instituto Nacional de Ecología, México, noviembre de 1997.



**Figura A5.1: Regiones de generación de residuos**  
Fuente: (INE, 1997)

| Subproducto            | %    |
|------------------------|------|
| Papel y Cartón         | 14.2 |
| Plástico               | 5.8  |
| Metales                | 3.1  |
| Textiles               | 1.2  |
| Vidrio                 | 6.6  |
| Residuos alimenticios  | 31.6 |
| Residuos de jardinería | 9.8  |
| Otros                  | 27.7 |

**Tabla A5.3: Indicadores promedio de los subproductos presentes en los residuos sólidos municipales en México generados a nivel nacional**  
Fuente: (INE, 1997)

Los aspectos con mayor relevancia de la Tabla anterior son:

- La participación de cartón y papel a nivel nacional oscila en un valor cercano al 14%. De éste, entre el 8% y el 10% corresponde a papel y el resto (entre 4% y 6%) a cartón;
- El plástico participa con entre el 6% y el 8% de la generación total;
- Los materiales metálicos, incluyendo latas de aluminio, aportan alrededor del 3% de la generación total;
- Los residuos alimenticios aportan más del 30% de la generación total. Este valor estará directamente ligado a la participación de la industria y el comercio para cada ciudad. Así, se tiene que localidades con poco desarrollo industrial y comercial, mantienen valores más altos en este renglón;
- Los residuos de jardinería aportan entre el 3% y el 10%, de acuerdo también con el nivel de desarrollo industrial y comercial de la localidad;
- Los residuos textiles constituyen de un 1% a un 2% de la generación total;

- Por último, puede decirse que el vidrio, tanto de color como transparente, participa con alrededor del 6.50% de la generación total.

### A5.3.- Generación de Residuos sólidos a nivel nacional

La generación de residuos sólidos municipales varía de 0.68 a 1.33 kg/hab/día. Los valores inferiores corresponden a zonas en su mayoría semirurales o rurales, mientras que los valores superiores, representan la generación para zonas metropolitanas como el Distrito Federal. En este sentido en México se ha hecho una zonificación del país en relación a la generación de residuos sólidos, identificándose para los fines del estudio a la zona Centro y Distrito Federal como las zonas de atención (Ver Tabla A5.4).



Figura A5.2: Generación de residuos por área geográfica  
Fuente: (SEDESOL, 1999)

| ZONA (fig. 2)  | POBLACIÓN  | GENERACIÓN PER CAPITA (KG/HAB/DÍA) | GENERACIÓN DIARIA (TON) | GENERACIÓN ANUAL (TON) |
|----------------|------------|------------------------------------|-------------------------|------------------------|
| Centro         | 51,117,711 | 0.788                              | 40,281                  | 14,702,565             |
| D.F.           | 8,683,824  | 1.329                              | 11,541                  | 4,212,465              |
| Norte          | 19,501,930 | 0.891                              | 17,376                  | 6,342,240              |
| Sur            | 12,615,849 | 0.679                              | 8,328                   | 3,039,721              |
| Frontera Norte | 6,347,055  | 0.956                              | 6,067                   | 2,214,455              |
| Nacional       | 98,266,369 | 0.853                              | 83,831                  | 30,598,315             |

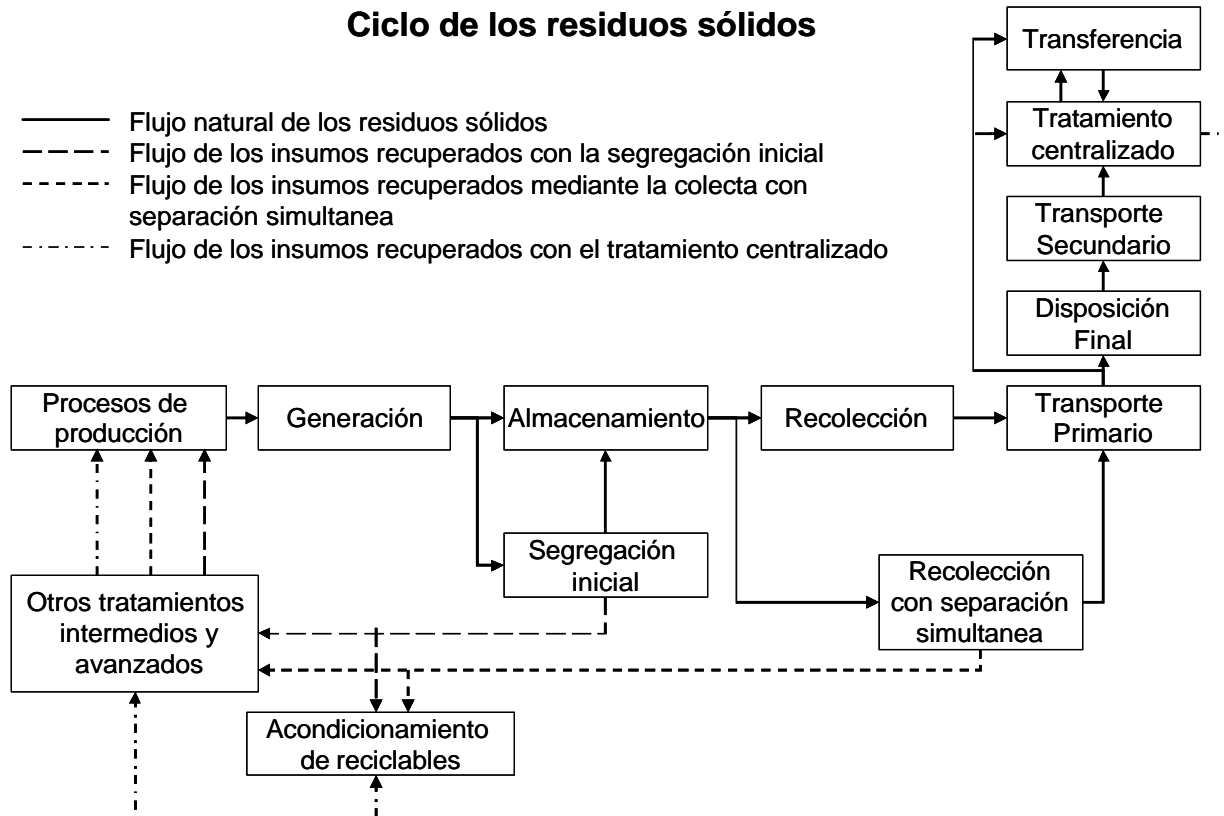
Tabla A5.4: Generación anual por zona geográfica

FUENTE: Situación Actual del Manejo Integral de los Residuos Sólidos en México, SEDESOL, 1999.



La tendencia de incremento de generación se estima que puede variar de 1 a 3% anual dependiendo de la localidad. La zona centro junto con el Distrito Federal producen el 62% de los residuos generados en el país (SEDESOL, 1999).

#### A5.4.- El Ciclo de los Residuos sólidos



**Fuente:** SEMARNAT, (1996), *Estaciones de transferencia de residuos sólidos en áreas urbanas*, Serie cuadernos de trabajo 5. Asociación Mexicana para el control de los residuos sólidos y peligrosos, A.C. (AMCRESPEC)-SEMARNAP

**Figura A5.3: Ciclo de los residuos sólidos**

De la Figura anterior (ciclo de los residuos sólidos) se desprenden los siguientes flujos que permiten identificar las fases en donde se insertan las actividades de la recuperación de materiales o subproductos para su reciclaje:

**Generación:** La generación se refiere a la acción de producir una cierta cantidad de materiales orgánicos e inorgánicos, en un cierto intervalo de tiempo.

**Segregación inicial:** Es el proceso de separación que sufren los residuos sólidos en la misma fuente generadora, antes de ser almacenados.

**Recolección con separación simultánea:** Es el proceso mediante el cual se lleva a cabo la recolección segregada en el mismo vehículo de los residuos sólidos. También se identifica como la actividad de recolectar los residuos sólidos de manera integrada, pero separándolos en ruta.

**Tratamiento centralizado:** Es el proceso que sufren los residuos sólidos para hacerlos reutilizables, se busca darles algún aprovechamiento y/o eliminar su peligrosidad, antes de llegar al destino final. La transformación puede implicar una simple separación de subproductos reciclables, o bien, un cambio en las propiedades físicas y/o químicas de los residuos.

**Acondicionamiento de reciclables:** Es el proceso que sufren exclusivamente los materiales reciclables, para darles un valor agregado que incremente el precio de su venta, o bien que los acondicione para su aprovechamiento posterior.

**Otros tratamientos intermedios y avanzados:** Son procesos que permiten darle un aprovechamiento a los residuos sólidos, principalmente para producir diferentes tipos de energéticos e insumos comerciales.

**Segregación secundaria:** El segundo tipo de segregación es el practicado en la basura y generalmente consta de tres posibles tipos de intervención, la primera por los segregadores callejeros en las bolsas o recipientes colocados para su recolección; la segunda en el camión recolector por los trabajadores del servicio; y la tercera en el relleno por los segregadores informales. Esta forma de recuperación obviamente no es recomendable porque generalmente pone en riesgo la salud de los segregadores y causa problemas de estética en la ciudad e ineficiencia en los servicios municipales. En general, los mayores beneficiarios son los intermediarios y los líderes de los segregadores y sus sindicatos. En un estudio reciente en siete ciudades de México, se comprobó que las cantidades recicladas conjuntamente por estos tres tipos de intervención era menor de 2% de toda la basura en peso.

| TÉCNICA                  | VENTAJAS   | PROBLEMAS   |
|--------------------------|--|---|
| <b>Relleno sanitario</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Recuperación de zonas degradadas.</li> <li>Aprovechamiento de gases.</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Exige extensas áreas aisladas.</li> <li>Características geológicas especiales.</li> </ul>  |
| <b>Compostaje</b>        | <ul style="list-style-type: none"> <li>Reducción de volumen.</li> <li>Producción de acondicionadores de suelo.</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Contaminación de los suelos y vegetación por la presencia de metales pesados.</li> <li>Bajos valores de nitrógeno, fósforo y potasio.</li> </ul> |
| <b>Incineración</b>      | <ul style="list-style-type: none"> <li>Reducción de pesos y de volúmenes.</li> <li>Descontaminación biológica.</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Contaminación atmosférica.</li> <li>Elevados costos de operación y mantenimiento.</li> </ul>   |
| <b>Reciclaje</b>         | <ul style="list-style-type: none"> <li>Aprovechamiento de materiales.</li> <li>Ahorro de energía.</li> <li>Reducción de residuos.</li> <li>Sustentabilidad ambiental.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>los Riesgos ocupacionales inherentes a la recuperación informal de materiales reciclables (alto potencial de contaminación).</li> </ul>          |

**Tabla A5.5: Principales alternativas técnicas de tratamiento y destino final de los residuos sólidos urbanos; Fuente: (BID,1997)**

### A5.5.- Costos asociados:

Acerca del monto y la estructura de los gastos de gestión de residuos sólo existen datos parciales que no permiten una evaluación completa de la situación de costos, debido principalmente a que:

- Los datos sobre gastos en Europa o EUA no se pueden utilizar como valores comparativos debido a que los procedimientos de eliminación de desechos consideran otras normas técnicas, produciendo, por ende, costos mucho más elevados que en México.
- El volumen, o bien el peso determina de manera decisiva la magnitud de referencia posterior para una tarifa de los residuos sólidos.

- Un camión de carga trasera por cada 15m<sup>3</sup> o 6.9 Ton/viaje
- Los camiones de volteo atienden el 8% de los residuos generados por las localidades consideradas
- Una eficiencia 2 viajes por día en promedio por vehículo
- Una barredora mecánica cada 100,000 habitantes
- Un contenedor de 6m<sup>3</sup> por cada 12,500 habitantes
- Una estación de transferencia con generadores entre 500 y 1000 ton/día
- 1,200 m<sup>2</sup> de terreno y 900 m<sup>2</sup> de construcción para la estación de transferencia
- 0.12 ha por tonelada generada/día para la construcción del relleno sanitario con una vida útil de 10 años
- Un cargador frontal por cada 3000 toneladas de manejo diario de residuos
- Un compactador por cada 600 toneladas de manejo diario de residuos

**Tabla A5.6: Consideraciones promedio para el cálculo de inversiones de las Tablas A5.7 y A5.8**  
Fuente: (INE,1997)

| Región    | Recolección | Barrido | Transferencia | Relleno sanitario | Instalaciones auxiliares | Total   |
|-----------|-------------|---------|---------------|-------------------|--------------------------|---------|
| Frontera  | \$14.51     | \$2.55  | \$11.75       | \$16.11           | \$0.98                   | \$45.60 |
| Norte     | \$14.35     | \$2.56  | \$23.48       | \$16.16           | \$0.70                   | \$57.25 |
| Centro    | \$14.91     | \$2.48  | \$15.57       | \$16.37           | \$0.77                   | \$50.10 |
| Sureste   | \$14.59     | \$2.55  | \$11.66       | \$16.97           | \$0.70                   | \$46.47 |
| Occidente | \$13.97     | \$2.57  | \$18.73       | \$15.43           | \$0.68                   | \$51.38 |

**Tabla A5.7: Inversión anual promedio estimada por habitante y región (por rubro del sistema de limpia). Montos a precios de mayo de 1997**  
Fuente: (INE,1997)

| Región    | Recolección | Barrido | Transferencia | Relleno sanitario | Instalaciones auxiliares | Total    |
|-----------|-------------|---------|---------------|-------------------|--------------------------|----------|
| Frontera  | \$45.47     | \$7.99  | \$36.37       | \$50.48           | \$2.15                   | \$142.46 |
| Norte     | \$45.36     | \$8.19  | \$65.51       | \$51.74           | \$2.26                   | \$173.06 |
| Centro    | \$47.14     | \$7.84  | \$49.97       | \$51.71           | \$2.44                   | \$159.10 |
| Sureste   | \$44.92     | \$7.85  | \$31.21       | \$52.28           | \$2.18                   | \$138.44 |
| Occidente | \$45.91     | \$8.46  | \$61.58       | \$50.71           | \$2.25                   | \$168.91 |

**Tabla A5.8: Inversión anual promedio estimada por tonelada y región (por rubro del sistema de limpia) Montos a precios de mayo de 1997**  
Fuente: (INE,1997)

### **A5.5.1.- Financiamiento**

Los servicios de la gestión de residuos para hogares se financian en su totalidad a través de recursos financieros de los presupuestos municipales correspondientes. Los municipios sólo disponen de limitadas fuentes de ingresos propias. Por costumbre, más del 50% de los presupuestos corresponde a aportaciones del presupuesto federal.

El reciclaje es ampliamente considerado como una opción a incentivar debido a sus beneficios ambientales ya que mitiga la escasez de recursos naturales vírgenes, disminuye los riesgos de enfermedades y de alteración de ecosistemas, reduce la demanda de espacio en tiraderos y generalmente involucra ahorros en el consumo de energía. Por otra parte, contribuye a reducir el impacto ambiental de la disposición de desechos sólidos, las emisiones a la atmósfera, la generación de lixiviados y los malos olores. Sin embargo, esta actividad tiene también efectos negativos sobre el ambiente, principalmente por la energía usada en la recolección y la clasificación de los residuos, además de que el reprocesamiento y utilización de estos materiales conlleva impactos en el entorno.

### **A5.5.2.- Instrumentos fiscales en el reciclaje<sup>20</sup>**

Cualquier iniciativa fiscal que directa o indirectamente afecte los recursos naturales es considerada un instrumento económico relacionado con el entorno.

Una característica fundamental de estos instrumentos es que permiten que los agentes tengan la libertad de escoger la opción más ventajosa para ellos, y que no se establecen obligaciones directas sobre la adopción de determinadas tecnologías, la elección de insumos o las cantidades a producir. Otro atributo relevante es su capacidad para generar recursos, mismos que pueden utilizarse para la conservación o para el mejoramiento del ambiente.

- **Impuestos, derechos o pagos por emisiones:** Se refiere al pago por descargas contaminadas que se vierten en los recursos naturales. Se aplican en prácticamente todos los medios (contaminación de agua, de aire y de suelo) y en todos los países pertenecientes a la OCDE, aunque varían en intensidad. Un ejemplo de derechos por emisiones es el pago de derechos por descarga de aguas residuales o por emisiones a la atmósfera.

---

<sup>20</sup> Barde Jean Philippe, Braathen Nils Axel, (2002), "Diseño y efectividad de los instrumentos fiscales relacionados con el medio ambiente en los países de la OCDE", OCDE (Organización para la cooperación y el Desarrollo Económico), Loc Cit: [www.ine.gob.mx/ueajei/publicaciones/gacetitas/63/cap4.html?id\\_pub=361&id\\_tema=13&dir=Consultas](http://www.ine.gob.mx/ueajei/publicaciones/gacetitas/63/cap4.html?id_pub=361&id_tema=13&dir=Consultas)

- **Impuestos, derechos o cargos sobre productos y servicios:** Estos impuestos se aplican sobre productos cuya producción, comercialización o consumo tienen implicaciones sobre el medio ambiente. Estos impuestos o cargos pretenden modificar los precios relativos de los productos o financiar sistemas de tratamiento y restauración. Más que la creación de nuevos impuestos ambientales, los existentes pueden adaptarse a propósitos ambientales. Los impuestos modifican el precio relativo de los productos penalizando a los productos que dañan el medio ambiente.
- **Cargos o derechos administrativos y de servicio:** Se establecen a cambio de servicios prestados por el gobierno. Los de tipo administrativo están diseñados para financiar sistemas de monitoreo, como por ejemplo el cargo que se aplica en Noruega al registrar un nuevo producto químico o los cargos por servicio que se dedican a financiar totalmente o parcialmente actividades realizadas por los gobiernos, como es el caso de la recolección o disposición de residuos.
- **Cargos o derechos administrativos y de servicio:** Se establecen a cambio de servicios prestados por el gobierno. Los de tipo administrativo están diseñados para financiar sistemas de monitoreo, como por ejemplo el cargo que se aplica en Noruega al registrar un nuevo producto químico o los cargos por servicio que se dedican a financiar totalmente o parcialmente actividades realizadas por los gobiernos, como es el caso de la recolección o disposición de residuos.
- **Permisos comerciables:** Se crean bajo el principio que cualquier incremento en las emisiones debe compensarse con una disminución en una cantidad igual. El objetivo de este mecanismo es doble:
  1. Alcanzar soluciones que minimicen costos al inducir a las empresas con altos costos de abatimiento a comprar permisos de empresas con bajos costos en este renglón; y
  2. Reconciliar la actividad de desarrollo económico con la protección ambiental al permitir que nuevas actividades se establezcan en un área de control sin aumentar la cantidad de emisiones en una zona determinada.
- **Sistemas depósito-reembolso:** El establecer la obligación de pagar un depósito el cual será reembolsable al entregar el residuo es una de las herramientas más utilizadas en países pertenecientes a la OCDE para lidiar con el problema de la basura. Se utiliza más frecuentemente para envases de bebidas, pero tiene aplicaciones para otros bienes de consumo difuso. Estos sistemas surgen principalmente en Europa debido a su alta densidad

de población y a los altos costos de disposición de los cerca de 150 millones de toneladas de residuos por año.

- **Subsidios:** Los subsidios también son un tipo de instrumento económico que influyen en el comportamiento ambiental de empresas y consumidores. Se utilizan en muchos países de la OCDE, en forma de depreciación acelerada, préstamos blandos y transferencias. Su objetivo es permitir que los agentes económicos tengan la capacidad de responder ante medidas ambientales más estrictas. Generalmente son medidas provisionales puesto que en el largo plazo ocasionan ineficiencias económicas.

#### **A5.6.- Recolección: Recuperación de los materiales de los residuos**

En México la recuperación de materiales de los residuos con potencial de aprovechamiento se realiza de diversas formas. Tradicionalmente se lleva a cabo “la pepena”, la cual consiste en que algunas personas, por decisión propia, llevan a cabo la recuperación de materiales aprovechables de los residuos, para posteriormente venderlos a intermediarios o centros de acopio y obtener ingresos directamente de esta actividad. Los pepenadores llevan a cabo la recuperación de los materiales directamente en los sitios de disposición final (tiraderos) o en las calles.

El personal de los camiones recolectores (algunos trabajadores asalariados, otros voluntarios), llevan a cabo también una recuperación de materiales directamente de la basura que recolectan. Estos materiales seleccionados son almacenados en el camión por separado y posteriormente vendidos, siendo el personal de estos vehículos los directamente beneficiados con los ingresos que obtienen de ésta venta a un intermediario.

En esta primera etapa de la recuperación de los materiales, el menor porcentaje de materiales recuperados lo realiza directamente el generador. En este caso el generador obtiene también beneficios económicos, aunque en menor grado, debido sobre todo, a la cantidad.

Una forma de recuperación que está teniendo auge en algunas delegaciones o municipios, es la separación de los materiales aprovechables directamente en la fuente de generación, siendo estas principalmente las escuelas. Esta práctica se está llevando a cabo con algunos problemas, básicamente de transporte y de mercado, pero se están estudiando las alternativas para solventarlos.

**Recolección selectiva<sup>21</sup>:** La recolección selectiva de residuos sólidos implica que las fracciones sean separadas en la fuente y posteriormente recolectadas también en forma separada. Esta separación reduce bastante la mezcla y contaminación de materiales, lo que en consecuencia aumenta su calidad y valor, permitiendo ampliar el mercado para la venta de los materiales reciclables y de la composta. La separación de residuos orgánicos tiene sentido si hay posterior composteo y si el producto tiene mercado. Puede ser recomendable separar el grupo reciclable en mas fracciones, si esto aumenta los ingresos.

La recolección separada puede ser realizada con el mismo tipo de equipo actualmente usado para la recolección, sin cambios. En este caso se recomienda hacer la colecta por fracción, esto quiere decir un día recolectar orgánicos, otro día reciclables y otro día los restantes. La introducción de este sistema requiere que los generadores participen y no entreguen todo el mismo día.



**Figura A5.4: Camión adaptado para una recolección selectiva (Tultepec, México)**

Otra forma de la recolección realizada con éxito, por ejemplo en el municipio de Tultepec, es la adaptación de los camiones. Para cada uno de los tres grupos se crea un espacio específico en el camión (ver Figura A5.4). La ventaja de este sistema es que los generadores pueden poner, aún por fracción separada, todos los residuos el mismo día. Una desventaja consiste en el hecho de que a veces hay mucho material reciclable y el espacio destinado a ellos en el camión está lleno mucho antes que los otros. En este caso, la recolección tiene que ser interrumpida lo que afecta la eficiencia del servicio.

---

<sup>21</sup> Wehenpohl Günther, Hernandez Barrios Claudia, (2002), *Guía en elaboración de planes maestros para la gestión de los residuos sólidos municipales (PMGIRSM)*, SEGEM-GTZ, México

**Separación y reciclaje:** La palabra “reciclaje” normalmente se confunde con todo el proceso de la separación hasta el reaprovechamiento en la industria. En realidad se debe limitar el uso de esta palabra al proceso industrial de hacer un nuevo producto con el material que era desecho. Eso es un proceso fuera de la responsabilidad municipal.

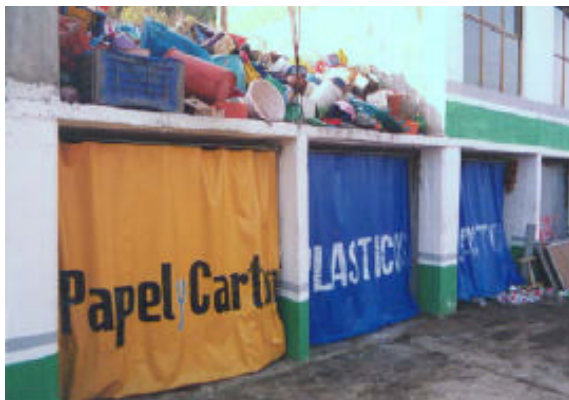
Para tener suficiente materia prima para el reciclaje, la industria necesita el material que viene directamente de la producción de otras industrias o a través de la separación de los materiales reaprovechables en los RSM. El campo de acción a nivel municipal consiste en la separación del material en la fuente, durante la recolección, en los centros de acopio o en los sitios de disposición final.

Fuera de las medidas descritas en la recolección selectiva, el sistema debe ser complementado con centros de acopio. En la mayoría de los casos, estos centros son del sector privado y algunos municipales. Los ejemplos en municipios del Estado de México muestran claramente que pueden existir las dos formas, pero los centros dependientes del municipio sufren con los cambios políticos administrativos (cada tres años) y por eso generalmente tienen menos sustentabilidad.

Por otro lado, los centros privados que viven de este trabajo, no sufren de los cambios políticos-administrativos y por lo tanto son recomendables. El municipio podría apoyar estas iniciativas con la renta de terrenos, entrega de material reciclable, etcétera.

En este contexto, el municipio puede combinar medidas económicas y ambientales. La promoción para la construcción de centros de acopio puede generar nuevos empleos, teniendo al mismo tiempo el efecto de disminuir los impactos al ambiente causados por los RSM.

**Figuras A5.5 y A5.6: Centros de acopio (Coacalco, Tultepec)**





En una muestra de encuestas realizada se observó que los plásticos no son demandados para su transformación, como pudiera creerse. Las encuestas aplicadas indican que existe una problemática particular, ya que las empresas recicladoras exigen que los plásticos recuperados tengan características de presentación claramente definidas (limpios, sin polvos o partículas, del mismo tipo de código, sin etiquetas, gomas, etc.), ello ocasiona que los recolectores primarios o centros de acopio también se enfrenten a vender o comprar respectivamente, ante tales requerimientos, siendo en la mayoría de las veces no satisfactorias. Por lo que, las empresas recicladoras la mayoría de las veces compran directamente de las empresas manufactureras, los subproductos de pedacería o rebaba, siendo materiales o desperdicios limpios.

La industria del reciclaje generalmente está interesada en comprar estos materiales bajo ciertos requisitos:

- **Grandes volúmenes:** Se prefieren grandes camiones que pueden ser llenados en un solo centro, con la consecuente reducción de los costos en el transporte.
- **Misma calidad:** Una misma calidad del material permite a la industria obtener un buen producto, por eso generalmente está dispuesta a pagar un precio más alto.
- **Forma regular:** Para tener un mejor aprovechamiento de sus máquinas, la industria requiere siempre de una cantidad regular, aunque tenga almacenes para guardar reservas y garantizar la alimentación regular de sus máquinas.

Generalmente los pequeños municipios no disponen de suficiente material reciclable para que la industria se interese en ellos. Para cumplir con los requisitos de la industria se recomienda la creación de un sistema Inter-municipal. De esta manera, los pequeños municipios pueden tener un sub-centro de acopio, para después entregar el material al centro principal de la micro-región y alcanzar las cantidades mínimas requerida por la industria.

#### **A5.7.- Los actores**

Aunque la responsabilidad de la gestión de los RSM es del municipio hay muchos actores involucrados:

- Los responsables políticos (Presidente Municipal, Cabildo);
- Municipio y sus diferentes departamentos (especialmente los de limpia y de medio ambiente);
- Sector privado (recolección, tratamiento, disposición final);
- Sector informal (recolección, pre-pepena y pepena);
- Sector educativo;
- Organizaciones no gubernamentales; y la
- Comunidad.

Para obtener un buen conocimiento del papel que cada uno de los actores tiene en la gestión de residuos, debe analizarse la función y alcance de estos para aprovechar sus experiencias, conocimientos y grado de autoridad en la búsqueda de un mejor ambiente.

### **Los responsables políticos**

Se debe buscar que el Presidente Municipal y su Cabildo aprueben el programa de gestión, para que pueda ser implementado con todo el respaldo legal. Esto incluye la asignación de recursos específicos. Aunque esto parece un costo adicional, por lo general se obtienen ahorros considerables al eficientar el servicio.

### **Organismos ejecutores**

El manejo de los residuos sólidos es ejecutado por los municipios en forma creciente y, especialmente en los municipios mayores, todo el servicio o parte del mismo lo realiza el sector privado. Además existen otras formas de organización mixta para prestar el servicio. Independientemente de ello, por ley el municipio es el responsable de la gestión de RSM.

| Opción de programa      | Grado de involucramiento del productor  | Ejemplos   |
|-------------------------|---|--|
| Público                 | Alguna consulta; cumplimiento con requerimientos legales, típicamente pago de un producto o cargo por disposición.  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Impuesto a los productos en Bélgica.</li> <li>• Cargo anticipado de disposición de Florida, Estados Unidos</li> </ul>                           |
| Público consultativo    | Los productores forman parte de una mesa directiva de un organismo multisectorial financiado por ellos que subsidia el reciclaje realizado por las municipalidades  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Régimen del reciclaje en Manitota, Canadá</li> </ul>  |
| Control compartido      | Organización liderada por el productor, financiada por una recaudación regulada a nivel provincial y basada en el costo del manejo de los materiales de embalaje del productor, que subsidia los costos del reciclaje que realizan las municipalidades  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Iniciativa de la Industria Canadiense sobre Embalaje (CIPSI por sus siglas en inglés)</li> <li>• Ordenamiento Francés sobre Embalaje</li> </ul> |
| Operaciones compartidas | Requerimiento legal a los productores de pagar una recaudación o de formar una organización no lucrativa que asume la responsabilidad de los materiales de embalaje en etapas específicas de la vida del producto; las autoridades locales mantienen la responsabilidad de la recolección de los residuos entre los cuales se encuentran éstos materiales | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Comité Asesor sobre Residuos de Ontario, Canadá (WRAC por sus siglas en inglés)</li> <li>• Ordenamiento sobre Embalaje de Holanda</li> </ul>    |
| Privado                 | Los productores asumen la responsabilidad completa de los residuos, incluyendo la operación del sistema de devolución, sujeto a políticas o regulaciones sobre la responsabilidad extendida del productor   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ordenamiento Alemán sobre Embalaje</li> <li>• Ordenamiento Austriaco sobre Embalaje</li> </ul>  |

**Tabla A5.9: Ejemplos de grados de involucramiento del productor en la implantación de los programas o planes de manejo de productos al final de su vida**

**Fuente:** Presentación de antecedentes hecha en el Taller Nacional sobre la Responsabilidad Extendida del Productor. Organizado por Environment Canada, en mayo 27 a 28, 1997. Citado en: (OECD, 2001)

**1.- El municipio como ejecutor:** Por ley el manejo de los RSM es obligación del municipio. Para poder hacerlo debe contar con las condiciones necesarias. Fuera de los equipos e instalaciones requeridos, el personal operativo y de oficina debe estar suficientemente preparado, de hecho debe cumplir con un perfil específico para cada puesto a desempeñar, el cual está definido por el manual de procedimientos para esta área de servicios. Esto no sucede en muchos casos, agravando todavía más por los cambios administrativos a nivel municipal (cada 3 años), con consecuencias que a veces se reflejan en el personal operativo.

El personal operativo y administrativo debe ser continuamente capacitado, más aún si no tiene experiencia previa en el servicio de limpia. Además, la gestión necesita una buena administración. Se recomienda determinar una partida diferenciada y etiquetada para el servicio público de limpia, de tal forma que la administración esté motivada a prestar un buen servicio con un determinado presupuesto. Los ahorros en un sector de la gestión pueden ser aplicados en otros rubros para obtener un mayor impacto para la protección del ambiente y una mayor satisfacción de la ciudadanía.

**2.- El sector privado como ejecutor:** En ocasiones, el sector privado se muestra interesado en prestar el servicio en el municipio por ejemplo en forma de concesión y obtener una ganancia. Este servicio tiende a ser eficiente y no más caro que el servicio prestado directamente por el propio municipio.

Todas las etapas del manejo de los RSM, desde la recolección, el tratamiento hasta la operación del relleno sanitario pueden ser concesionadas. Una ventaja consiste en el hecho de que las inversiones necesarias en equipo y/o instalaciones de tratamiento o de disposición final son por cuenta de la firma privada. Esto permite al municipio mayor flexibilidad financiera, pero los costos son aplicados en el precio calculado con base en las toneladas a manejar.

Una limitante a la que se enfrenta la iniciativa privada para invertir en este sector, es que por ley, los municipios solamente pueden firmar contratos hasta el final de su administración. En los casos contrarios, los municipios deben buscar la autorización de las respectivas autoridades estatales, lo que es recomendable para dar una mayor sustentabilidad.

Aunque la iniciativa privada sea la prestadora de una o más partes del servicio, la municipalidad siempre será responsable del control y supervisión de acuerdo a los compromisos pactados. Esto significa que el contrato debe ser suficientemente flexible para que pueda ser rescindido en caso de incumplimiento y de acuerdo con los términos convenidos. Además, se requiere el establecimiento de multas para el incumplimiento de algunas cláusulas establecidas.

### **A5.7.1.- El sector informal**

#### **A5.7.1.1- Situación actual:**

En las diferentes etapas del manejo de los RSM, se encuentran personas que no son parte de la administración municipal responsable de la gestión de los RSM y no pertenecen al sector formal de la economía. Estos grupos de personas son trabajadores del sector informal.

Se hace una diferencia entre “pre-pepenadores”, “pepenadores”, “barrenderos”, “burreros”, “carretoneros” y “tamberos”. En algunos casos es discutible si este personal todavía pertenece al sector informal o si se ha formalizado total o parcialmente, pudiendo considerar que ambas estructuras están estrechamente interconectadas. El sector informal relacionado con el manejo de los RSM, no se limita al reciclaje, también está involucrado en la recolección, siendo muchas veces usado por las autoridades municipales como sustituto parcial del sector formal, lo que significa una determinada legitimación.

En la mayoría de los municipios no se cobra por el servicio de recolección a través de la administración municipal, sin embargo, gran parte de la ciudadanía paga fincas<sup>22</sup> (comercio) o propinas (población) que en algunos casos sobrepasan la cantidad que costaría el servicio formal por parte del municipio. Así, la administración pública paga el sueldo de los trabajadores y la infraestructura como los camiones y plantas de transferencia, a través de los impuestos y su presupuesto, y los ingresos directos los recibe el personal (formal e informal) que efectúa la recolección. Algunos municipios hacen contratos con personas del sector privado (formal o informal) cuyas ganancias son únicamente las propinas y la venta de material reciclable encontrado en la basura, recibiendo algunas veces adicionalmente una determinada cantidad de gasolina para el manejo de los camiones que pueden ser privados o del municipio.

#### **A5.7.1.2.- El Involucramiento del Sector Informal en la gestión de residuos sólidos municipales**

El Sector Informal en el manejo de residuos sólidos municipales en México está presente en las diferentes etapas. En algunos municipios este sector asume tareas, que son de la competencia municipal, por otro lado es un actor principal en el sistema de reciclaje.

---

<sup>22</sup> Las fincas se refieren al “pago de derechos” que los propietarios de establecimientos comerciales hacen a los prestadores del servicio de recolección, con tal de que recojan los residuos sólidos con la frecuencia y en la forma convenida, creando una especie de territorio de control exclusivo por parte de los recolectores.

Considerando esta situación, la gestión de residuos sólidos en México no funcionaría sin el Sector Informal, hasta que se no prevea un cambio fuerte de las estructuras actuales. El involucramiento de los miembros del sector en estructuras formales no funciona y no es atractivo. Hubo tentativas en el pasado de incorporar a los pepenadores a las estructuras, pero generalmente se ofrecen trabajos de barrido por un sueldo mínimo, mientras que el ingreso por la separación informal es de dos a tres sueldos mínimos. Por estas razones, las personas no aceptan las ofertas y si es necesario van a otros lugares de disposición, donde esta forma de trabajo todavía es tolerada.

Por estas razones, la estrategia actualmente discutida en la Secretaría de Ecología y algunos municipios, es de incorporar al sector, buscando soluciones, que permitan a los pepenadores continuar con su trabajo pero bajo condiciones, que limiten los impactos negativos al medio ambiente.

La propuesta en discusión es de entregar a cada uno de los diferentes grupos un área limitada (cerca 1.5 a 2.0 hectáreas), donde puedan continuar con su selección de material reciclable pero con la obligación de depositar el material restante en contenedores que una vez llenos, sean llevados al relleno del municipio para su disposición final manejada de forma adecuada.

Para motivar los pepenadores o más, a sus líderes, las áreas pueden ser equipada con instalaciones sanitarias, almacenes para el material seleccionado, etcétera. Para eso se pretende buscar hasta una contribución financiera de las mismas personas o de sus líderes, saliendo del concepto que le darán a esta solución un mayor valor. Además, solamente una solución cuyo costo es limitado para las autoridades, tiene una oportunidad de ser aplicada.

Para formalizar la actividad de los pepenadores y otros trabajadores en la gestión de los RSM, se deberán tomar en cuenta los siguientes puntos:

1. El sector informal tiene un importante papel en la gestión de los RSM, con especial enfoque en la recolección y separación de materiales reciclables.
2. La motivación de las personas que trabajan en esta actividad, es una consecuencia de la situación económica de los países donde están localizadas, en muchos casos es la última posibilidad honesta de sobrevivir y alimentar a sus familias.
3. Una parte considerable de estos trabajadores no tienen la posibilidad de poder pasar al sector formal de la economía, porque muchas veces están involucrados en delitos, fueron condenados, son dependientes de drogas o alcohol. Otras veces simplemente por ser viejos o aún por ser niños.

4. Estas personas por estar muchas veces en el último nivel de la escala social, son vulnerables de ser explotados por líderes y otros.
5. Organizar este grupo de actividades es un proceso que puede llevar unos años (para realizarse o reafirmarse), ya que deben ser acompañados por terceros.
6. La organización de éstos grupos trae consigo beneficios tanto para las alcaldías (reducción de basura para depositar) como para los involucrados en actividades de pepena, burreros y carretoneros (pueden aumentar sus ingresos). Es importante hacer hincapié en que es fundamental que las alcaldías se responsabilicen de la recolección de los RSM y de preferencia implementen la recolección selectiva.  
Esto no significa que la alcaldía tenga que realizar la recolección, puede delegarla a terceros, su responsabilidad consiste en controlar que el proceso sea acorde con las políticas sociales y de protección al ambiente, tanto nacionales, como estatales y municipales.
7. Los intereses de los pepenadores deben ser considerados tanto en la administración actual, como en los procesos de planeación de cambios en la gestión de los RSM.

### A5.8.- ¿Que es el PET?

PET (Polietileno Tereftalato) es un material fuerte de peso ligero de poliéster claro. Se usa para hacer recipientes para bebidas suaves, jugos, agua, bebidas alcohólicas, aceites comestibles, limpiadores caseros, y otros.



**Figura A5.7: Estructura del PET**

**La unidad estructural dentro de la caja es la unidad repetida, mientras mas alto es el peso molecular (n) mejores son las propiedades, típicamente "n" estará dentro del rango de 100 a 200.**

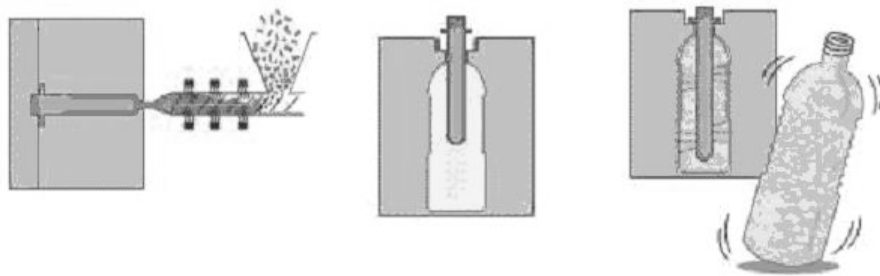
Siendo un polímero, las moléculas de tereftalato del polietileno consisten en cadenas largas de unidades repetidas que sólo contienen el carbono (C), oxígeno (O) e hidrógeno (H), todos elementos orgánicos.

El PET se desarrolló primero para uso de fibras sintéticas por la British Calico Printers en 1941. Los derechos de patente se vendieron entonces a DuPont e ICI que a su vez vendieron los derechos regionales a muchas otras compañías<sup>23</sup>.

Aunque originalmente se produjo para fibras, el PET empezó a ser usado como películas para empaquetar a mediados de los años sesenta, y en los inicios de los setentas, la técnica para expandir botellas orientadas biaxialmente se desarrolló comercialmente.

Las Botellas hoy día, representan el uso más significativo de resinas de PET.

Hacer una botella de PET empieza desde las materias primas: etileno y paraxileno. Los derivados de estas dos sustancias (glycol de etileno y ácido tereftálico) se hacen reaccionar para obtener la resina PET. La resina, en forma de cilindros pequeños llamados pellets, son fundidos e inyectados en un molde para hacer una preforma. La preforma, una clase de tubote ensayo, más corto que la botella que será, pero con las paredes más gruesas, se sopla y amolda entonces. Durante la fase de soplo-moldura, el aire a alta presión es soplado en la preforma permitiéndole tomar la forma exacta del molde en el que fue introducido. El producto final es una botella transparente, fuerte y ligera.



**Figura A5.8: Proceso industrial de las botellas**

Es la fuerza del material la que contribuye para hacer del PET el éxito que es. De hecho, las bebidas suaves carbonatadas pueden generar presión dentro de la botella que alcanza los 6 bar. Tan alta presión es permitida sin embargo en la botella gracias a la alineación de macro-moléculas (cristalización) ocurriendo ambos durante el proceso de hilado de la resina y el soplo-moldeado, la presión no es capaz de deformar la botella, ni de hacerla explotar.

---

<sup>23</sup> Neumann, E H., (1986), "Thermoplastic polyesters", *Encyclopedia of Packaging Technology*, ed Bakker M. John Wiley, New York

A lo largo de los años, la industria ha asumido las preocupaciones medioambientales cada vez más, disminuyendo la cantidad de material crudo necesitado para la fabricación de botellas significativamente. Hoy día, un recipiente de PET de 1.5 litros es manufacturado con sólo 35 gramos de material.

Otro rasgo llamativo de PET en el lado medioambiental es que es totalmente reciclable. Fue en 1977 que la primera botella fue reciclada y se convirtió en un base de una nueva botella. Pronto sin embargo, la industria de fibra descubrió la "nueva" fuente de material y empezó a usarlo para hacer textiles y alfombras. Hoy, aunque la "botella para embotellar" y el proceso de reciclado está creciendo, el mercado de fibra todavía es la mayor para el PET recuperado.

Las razones principales que mantienen el éxito de los recipientes de PET son que, gracias a la estructura molecular del material, es irrompible. Lo que es más, el empaquetamiento con PET es ligero, transparente y resellable.

Otra ventaja del material reside en sus propiedades físicas que permiten gran libertad en el diseño de empaques.

#### **A5.8.1.- El PET y el ambiente**

Los recipientes son 100% reciclables. Sin embargo, no sólo es su calidad de reciclabilidad que lo hace amistoso medioambientalmente. Siendo el envase sumamente ligero, también ayuda a disminuir la formación de desechos de empaque al mismo tiempo que reduce la emisión de contaminantes durante su transporte. Además, dado que se requiere menos combustible durante su transporte, también ayuda a la conservación de la energía.

Estos recipientes se usan para toda clase de bebidas: como cerveza y jugos de fruta que son sensibles a la luz. De hecho el sabor de los jugos y la cerveza pueden degradarse si la luz UV penetra las paredes del recipiente. El PET puede acomodarse a las necesidades del gusto de jugos de fruta, gracias a una barrera funcional que puede insertarse dentro de las paredes de la botella. Esto es lo que se llama "botellas de barrera" en el argot del PET.

Para dar nacimiento a un nuevo producto, deben coleccionarse los recipientes usados por encima de todo. Hoy día, la mayor parte de las ciudades europeas y



americanas ha puesto en lugar un esquema de la colección para recuperar los artículos reciclables.

El segundo paso en recuperar es enviar el material a una planta dónde los materiales son separados según su naturaleza. Las botellas recuperadas entonces son perforadas y embaladas y enviadas a un reclamador. El reclamador, es una fábrica que trasforma las botellas en hojuelas de PET, el material crudo es la base de los productos reciclados. La primera cosa que el reclamador tiene que hacer es desembalar los bultos. Para asegurarse que el producto final será tan puro como sea posible, las botellas desembaladas se ordenan una vez más después se pre-lavan y las convierten en hojuelas. Las hojuelas se lavan, secan, se almacenan y se venden. Cuando las hojuelas se venden entra en acción el verdadero proceso de reciclado: se funden las hojuelas, se obtiene el material, y entonces es fabricado un nuevo producto.

#### **A5.8.2.- La tecnología URCC<sup>24</sup> (Utilizada en la planta IMER<sup>25</sup> de Toluca)**

El proceso es una combinación de métodos mecánicos convencionales y reciclaje químico.

Primero el material proporcionado a la planta consiste en botellas de PET de bebidas, ordenadas por color. Las botellas se proporcionan en forma de balas comprimidas, cada bala contiene entre 3,000 y 5,000 botellas. A cada bala se le da una identidad electrónica para facilitar el rastreo en el flujo de material así como el almacenamiento y control automático del material.

Después las balas son cargadas en una banda transportadora y desempaquetadas para librar las botellas que se dan a una de dos desfibradoras. El material se hace tiras, en un estado seco, después es reducido a un tamaño unificado granular. El material resultante es una mezcla de PET, etiquetas y cierres que deben separarse.

El plástico y las etiquetas del papel son removidas del flujo por un proceso de soplado aéreo. Cualquiera etiqueta adherida al PET con pegamento es removido enseguida por un lavado intensivo. En la siguiente fase las tapas (los cierres) y el PET son separados usando la diferencia en sus densidades.

---

<sup>24</sup> Tecnología URRC (United Resource Recovery Corporation), Loc. Cit: <http://www.kenplas.com/recycle/>

<sup>25</sup> Joint Venture de Coca-Cola de México (embotelladora), Coca-Cola FEMSA (distribuidores) y ALPLA (proveedor de resinas plásticas)

El PET limpio y granulado es ahora cubierto con sosa cáustica y pasa a través de un tambor giratorio (algunos miden hasta 26 metros de largo y 3 metros de diámetro) a una temperatura alta. Para evitar la avería de la cadena del polímero de PET qué ocurre cuándo el material mojado se sujeta a temperaturas altas, los materiales tienen que ser secados<sup>26</sup> cuando entran al tambor.

El PET y la sosa cáustica son calentados y sufren una reacción de fase-sólida en la que la superficie exterior son los gránulos de PET con impurezas, se producen glycol de etileno y ácido tereftálico como subproductos. Cualquier contaminación que este adherida a la superficie, como pegamento de la etiqueta o sus remanentes son removidos con la capa exterior de PET. Los últimos remanentes son removidos del material al final de esta fase del proceso por una combinación de temperatura controlada y aire soplado.

El proceso total dura varias horas al final de las cuales el resultado es una mezcla de la fase sólida de una sal y los gránulos de PET limpios.

El PET y la sal son ahora separada por una filtración mecánica, mientras qué cualquier remanente de sal es removido con el lavado. Finalmente cualquier partícula metálica diminuta es removida por un separador de metal.

Para asegurar un nivel de calidad consistente el material<sup>27</sup> se prueba continuamente a intervalos regulares. Esto incluye una comprobación de la especificación conforme al proceso y normas de contacto con comida (Resina PET con grado Alimenticio).

### **A5.8.3- Diseño hacia arriba (envase de PET)**

El objetivo principal de un plan de diseño hacia arriba es habilitar que los varios materiales usados en un empaque puedan ser ordenados usando la diferencia de densidad eficazmente. La diferencia de densidad, es un criterio importante para la recuperación eficaz y económica del procesamiento, es basado en la clasificación por hidro-ciclones y procedimientos de flotación.

Las pautas del plan de apoyos de Petcore<sup>28</sup> son las siguientes (para asegurar la reciclabilidad del envase):

---

<sup>26</sup> El PET, en forma sólida, absorbe humedad del medio ambiente (semejante a un desecante). Así, durante el almacenaje, la resina absorberá humedad hasta alcanzar el equilibrio. Este valor puede ser tan alto como 0.6% en peso, dependiendo de las condiciones del lugar donde sea almacenado. En la práctica, la resina no absorbe niveles de humedad mayores a 0.2% en peso si se mantiene en un lugar cubierto y durante periodos cortos de tiempo. Sin embargo, para fabricar un buen producto de PET, se requiere reducir la humedad a menos de 0.004% (40 partes por millón) antes de inyectar el material.

**Tapas o sellos:** Se recomiendan los plásticos (PP/RDPE), el aluminio no se recomienda. LDPE también es aceptable como material del cierre para recipientes usados para las bebidas no-carbonatadas. La pigmentación debe ser ligera guardar densidades debajo de 1 para ayudar en la separación por flotación o en la fase del hidro-ciclón. También es preferible que no tenga contacto con aluminio para prevenir una contaminación del material.

**Mangas y sellos:** Los sellos de tapa deben ser incluidos como una característica integral en el diseño de la botella. Las mangas o sellos pueden volverse contaminantes si no son retiradas de la botella antes o durante procesar. PVC y materiales con densidad mayor que 1 deben ser evitados escrupulosamente.

**Color:** El Pet no coloreado (sin pigmentar) tiene el valor más alto y la proporción de recuperación más alta, y también la variedad más amplia de mercados finales. En la actualidad, las botellas opacas o coloreadas tienen poco valor de recuperación y se ven como contaminantes por la mayoría de los reclamadores. Deben evitarse las botellas opacas y pigmentadas. El color debe ser preferentemente restringido a las etiquetas.

**Etiquetas adhesivas:** Las etiquetas de PP, OPP o de polietileno se prefieren. El papel es aceptable como un material secundario pero aumenta la contaminación debido a la fibra lleve encima. Los metalizados, barnizados y etiquetas laqueadas se vuelven contaminantes y es indeseable. Las etiquetas de PS son aceptables si son de material de bajo-densidad que se separa fácilmente flotación en el proceso. La impresión Fuerte o intensa debe evitarse ya que esto aumenta la densidad y previene la separación. Las etiquetas no deben despedazarse o deslaminarse en el proceso de lavado. Algunos sistemas de decoloración no deben “sangrar” (decolorarse) así que deben evitar el pigmento con metales. Deben minimizarse los adhesivos usados y preferentemente deben ser solubles en agua o dispersible a temperaturas de 60 a 80°C.

---

<sup>27</sup> Se considera a un reciclaje primario, si el material de constitución del producto puede ser transformado en un producto del mismo nivel de valor como el primer ciclo de su uso (el caso del reciclaje de PET con grado alimenticio), en un reciclaje secundario los materiales recuperados son usados para aplicaciones de menor valor (uso de fibra para la industria textil).

<sup>28</sup> Loc. Cit: [www.petcore.org](http://www.petcore.org)

**Decoración:** Actualmente toda impresión y decoración directa contamina el PET recuperado y decolora el material a recuperar.

**Recubrimientos multi-capas:** Las multi-capas o capas de diferente material no siempre son totalmente compatibles con las tecnologías de recuperación y pueden reducir la recuperabilidad de las botellas. De hecho, esos materiales pueden ser difíciles de separar. (Se acepta que los más nuevos recipientes y recipientes para los volúmenes sensibles de oxígenos pueden ser multi-capas y requieran una atención adicional por consiguiente durante las funciones de la recuperación)

**Ayudas de transportación/ agarraderas/ bases de copa y otras:** Ninguna agarradera se prefiere, pero las hechas de HDPE, PP o el PET son aceptables. La soldadura debe evitarse. Si ataduras se pegan estas deben poderse separar en detergente o una solución cáustica en agua caliente (a 60 a 80°C). Los adhesivos deben ser solubles en agua, o dispersibles a los 60-80°C. Sus áreas de uso deben minimizarse.

## Apéndice 6: Marco legal para la logística inversa (incluyendo el reciclaje)

Debido a que la logística inversa y el reciclaje no son actividades que tengan muchas legislaciones en México, en la investigación se dio la necesidad de investigar cual era el marco legal de la actividad, con el propósito de ponderar los criterios que se utilizaron para los análisis de la industria del reciclaje de plásticos que se muestran en el capítulo 4 donde es citado este apéndice.

### A6.1.- Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN)

- México es el único país en vías de desarrollo que ha firmado un acuerdo de libre comercio en el que se incluye una cláusula relativa al medio ambiente<sup>29</sup>. Esto facilita el acceso a una tecnología menos contaminante y propicia la elevación de los estándares, lo que favorece que al final las reglas conservacionistas de México converjan con las de Estados Unidos y Canadá.
- Entre los propósitos del Tratado que se mencionan existen cuando menos tres que se relacionan con el medio ambiente:
  1. la intención de promover el libre comercio de manera congruente con su protección y preservación;
  2. el fomento del desarrollo sostenible; y
  3. el fortalecimiento de las leyes ambientales y de su aplicación.

El empleo de los instrumentos económicos sería un poderoso complemento de un número reducido, pero más efectivamente diseñado, de estándares. Las ventajas que ofrecen los instrumentos económicos es que su aplicación puede ser menos costosa que la de los controles directos. También pueden contribuir a internalizar los costos y beneficios ambientales, dar mayor flexibilidad a los agentes económicos, ofrecer un incentivo para mejorar la tecnología y generar recursos financieros para construir la infraestructura y otras instalaciones requeridas para el manejo ambiental. Estos instrumentos serían un medio para aplicar el principio de "el que contamina paga", que es la regla que han adoptado varios países de la OCDE.

En México ya se han utilizado instrumentos económicos para propósitos ambientales, aunque de manera voluntaria y muy limitada. Su operación no tenía en realidad sustento legal y, por tanto, el gobierno no podía recurrir a ninguna medida obligatoria.

### A6.2.- Programa de Competitividad Industrial y Protección Ambiental

- El *Programa de Competitividad Industrial y Protección Ambiental*<sup>30</sup> instrumentado a partir de julio de 1995, representa una nueva era de cooperación entre el gobierno y los industriales organizados del país, con el propósito de modernizar la planta industrial de país, incluye los temas de:
  1. *Reconversión y cooperación tecnológica*: Promueve el uso de tecnologías limpias y apoya a la industria ante la Banca Comercial y de Desarrollo, en la simplificación de trámites y requisitos en operaciones de crédito orientadas a la reconversión tecnológica;
  2. *Infraestructura ambiental*: Se propone impulsar la inversión privada en la creación de la infraestructura necesaria para el manejo, reciclaje, tratamiento, transporte y destrucción de

---

<sup>29</sup> Lecciones de la experiencia de México en materia del medio ambiente primeros resultados del TLCAN, FORO INTERNACIONAL, Julio - Septiembre de 1997, This information is based on Mexico's submission to the 6th Session of the United Nations Commission on Sustainable Development, April 1998. Last update: 15 January 1998, Loc Cit: [www.hemerodigital.unam.mx/ANUIES/colmex/foros/149/sec\\_6.htm](http://www.hemerodigital.unam.mx/ANUIES/colmex/foros/149/sec_6.htm)

<sup>30</sup> Del cual es responsable la SEMARNAP, a través del Instituto Nacional de Ecología, y la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial.

residuos, afluentes y emisiones; y promover la integración de cadenas productivas a través de la gestión ambiental.

### **A6.3.- Ley Federal sobre Metrología y Normalización**

#### **CAPITULO III De la Observancia de las Normas<sup>31</sup>**

**ARTICULO 57.** Cuando los productos o los servicios sujetos al cumplimiento de determinada norma oficial mexicana, no reúnan las especificaciones correspondientes, la autoridad competente prohibirá de inmediato su comercialización, inmovilizando los productos, hasta en tanto se acondicionen, reprocesen, reparen o substituyan. De no ser esto posible, se tomarán las providencias necesarias para que no se usen o presten para el fin a que se destinarían de cumplir dichas especificaciones.

Si el producto o servicio se encuentra en el comercio, los comerciantes o prestadores tendrán la obligación de abstenerse de su enajenación o prestación a partir de la fecha en que se les notifique la resolución o se publique en el Diario Oficial de la Federación. Cuando el incumplimiento de la norma pueda dañar significativamente la salud de las personas, animales, plantas, ambiente o ecosistemas, los comerciantes se abstendrán de enajenar los productos o prestar los servicios desde el momento en que se haga de su conocimiento. Los medios de comunicación masiva deberán difundir tales hechos de manera inmediata a solicitud de la dependencia competente.

*Los productores, fabricantes, importadores y sus distribuidores serán responsables de recuperar de inmediato los productos.*

Quienes resulten responsables del incumplimiento de la norma tendrán la obligación de reponer a los comerciantes los productos o servicios cuya venta o prestación se prohíba, por otros que cumplan las especificaciones correspondientes, o en su caso, reintegrarles o bonificarles su valor, así como cubrir los gastos en que se incurra para el tratamiento, reciclaje o disposición final, conforme a los ordenamientos legales y las recomendaciones de expertos reconocidos en la materia de que se trate.

El retraso en el cumplimiento de lo establecido en el párrafo anterior podrá sancionarse con multas por cada día que transcurra, de conformidad a los establecidos en la fracción I del artículo 112 de la presente Ley.

### **A6.4.- Ley General para la prevención y gestión integral de los residuos**

#### **Título primero**

##### **Artículo 1**

**VI.** Definir las responsabilidades de los productores, importadores, exportadores, comerciantes, consumidores y autoridades de los diferentes niveles de gobierno, así como de los prestadores de servicios en el manejo integral de los residuos;

**VII.** Fomentar la valorización de residuos, así como el desarrollo de mercados de subproductos, bajo criterios de eficiencia ambiental, tecnológica y económica, y esquemas de financiamiento adecuados;

##### **Artículo 2**

**VIII.** La disposición final de residuos limitada sólo a aquellos cuya valorización o tratamiento no sea económicamente viable, tecnológicamente factible y ambientalmente adecuada;

**XII.** La valorización, la responsabilidad compartida y el manejo integral de residuos, aplicados bajo condiciones de eficiencia ambiental, tecnológica, económica y social, en el diseño de instrumentos, programas y planes de política ambiental para la gestión de residuos.

---

<sup>31</sup> Ley Federal sobre Metrología y Normalización, Diario Oficial de la Federación, 1 de julio de 1992, Loc Cit: [http://www.semarnat.gob.mx/marco\\_juridico/federal/metrologia.shtml](http://www.semarnat.gob.mx/marco_juridico/federal/metrologia.shtml)

## Titulo segundo

**Artículo 10.-** Los municipios tienen a su cargo las funciones de manejo integral de residuos sólidos urbanos, que consisten en la recolección, traslado, tratamiento, y su disposición final

## Titulo tercero

**Artículo 18.-** Los residuos sólidos urbanos podrán subclasificarse en orgánicos e inorgánicos con objeto de facilitar su separación primaria y secundaria, de conformidad con los Programas Estatales y Municipales para la Prevención y la Gestión Integral de los Residuos, así como con los ordenamientos legales aplicables.

### A6.5.- Simbología para la Identificación del Material Constitutivo de Artículos de Plástico – Nomenclatura – NMX-E-232-SCFI-1999 Industria del Plástico – Reciclado de Plástico –

| Nombre                         | Abreviatura (opcional) | Número de identificación |
|--------------------------------|------------------------|--------------------------|
| Poliétileno tereftalato        | PET o PETE             | 1                        |
| Poliétileno de alta densidad   | PEAD o HDPE            | 2                        |
| Policloruro de vinilo o Vinilo | PVC o V                | 3                        |
| Poliétileno de baja densidad   | PEBD o LDPE            | 4                        |
| Polipropileno                  | PP                     | 5                        |
| Poliestireno                   | PS                     | 6                        |

Tabla 1: Simbología para la Identificación del Material Constitutivo de Artículos de Plástico

### A6.6.- Decreto por el que se reforma, adiciona y deroga a la Ley Federal de Derechos Sección Novena: Prevención y Control de la Contaminación<sup>32</sup>

**Artículo 194-O.** Por el otorgamiento de la licencia ambiental única para la prevención y control de la contaminación de la atmósfera, a las fuentes fijas de jurisdicción federal que emitan olores, gases o partículas sólidas o líquidas a la atmósfera, se pagará el derecho de prevención y control de la contaminación, conforme a las siguientes cuotas:

II. Actualización de la licencia de funcionamiento o de la licencia ambiental única \$1,341.00

**Artículo 194-S.** Por el registro de empresas generadoras de residuos peligrosos, se pagará el derecho de prevención y control de la contaminación, conforme a la cuota de \$23.00

**Artículo 194-T.** Por la evaluación de cada solicitud y, en su caso, autorización de las siguientes actividades en materia de residuos peligrosos, se pagará el derecho de prevención y control de la contaminación, conforme a las siguientes cuotas:

I. Operación de unidades para la recolección y transporte de residuos peligrosos \$1,863.00

II. Instalación y operación de sistemas de almacenamiento de residuos peligrosos \$1,862.00

III. Instalación y operación de sistemas de reciclaje de residuos peligrosos \$2,452.00

IV. Instalación y operación de sistemas de reuso de residuos peligrosos \$2,452.00

V. Instalación y operación de sistemas de tratamiento de residuos peligrosos \$3,069.00

VI. Instalación y operación de sistemas de incineración de residuos peligrosos \$24,737.00

<sup>32</sup> Decreto por el que se reforma, adiciona y deroga a la Ley Federal de Derechos, Loc Cit: [http://www.shcp.gob.mx/servs/normativ/decretos/de\\_991231a.html](http://www.shcp.gob.mx/servs/normativ/decretos/de_991231a.html)

VII. Instalación y operación de sistemas para el confinamiento de residuos peligrosos \$40,732.00

**Artículo 194-T-1.** Por la recepción, estudio de la solicitud y, en su caso, autorización para importar y exportar residuos peligrosos, se pagarán derechos, conforme a las siguientes cuotas:

I. Para importar residuos peligrosos \$945.00

II. Para exportar residuos peligrosos \$444.00

**Artículo 194-T-2.** Por la evaluación y, en su caso, aprobación de los programas para la prevención de accidentes, para quienes realicen actividades altamente riesgosas, pagarán el derecho, conforme a la cuota de \$1,161.00



## Apéndice 7: La preparación de un evento

Con la finalidad de ejemplificar el tipo de preparación que se tiene que dar en un evento sea este social o deportivo, se describe una lista de control que puede ser útil como base para la preparación de eventos similares; este plan tiene la ventaja de que crea una conciencia ecológica entre la audiencia y genera ingresos al mismo tiempo (por medio de la venta de estos materiales). De manera que todos ganan, tal y como se describe en las Recomendaciones del capítulo 4 (Inciso 4.4).

### A7.1.- Preparación del pre-evento<sup>33</sup>

Identifique a los grupos involucrados y haga un compromiso con respecto a su plan de reciclaje. Sus involucrados (stakeholders) incluyen a proveedores, personal, voluntarios, contratistas, patrocinadores, participantes y la comunidad en general.

#### Acciones:

1. Nombre a un coordinador.
2. Decida si usted necesita comprometer a contratistas para realizar cualquiera de las acciones siguientes. Asigne cada acción al personal, voluntarios, o contratista.
3. Si contratistas serán comprometidos para manejar la colección y levantamiento de reciclables y otra basura, incluya una cláusula en su contrato como:  
*Colección y Levantamiento de desperdicios y Reciclables*  
*Los contratistas deben:*
  1. *Asegurarse que el sistema de colección en áreas públicas y áreas de venta, sea diseñado y manejado para aumentar al máximo la recuperación de materiales reciclables.*
  2. *Entregar materiales a los recicladores o sus depósitos, y la pérdida residual a la basura.*
  3. *Someter un informe a los organizadores del evento después de una semana de la realización del evento que incluye evidencia por escrito de los recicladores y operadores del basural de los tonelajes recibidos.*
4. Diseñe un plan de reciclado apuntado a la maximización de recuperación de los recursos de las áreas públicas y en áreas comerciales.
5. Decida si se usa un sistema de dos contenedores **inorgánicos** y **orgánicos**, o un sistema de tres contenedores para **composta**, **reciclables** y **otra basura**.

---

<sup>33</sup> Basado en el folleto "Public Event Recycling" de la organización "No Waste" con sede en Australia, Loc Cit: [www.nowaste.act.gov.au/publiceventrecycling.html](http://www.nowaste.act.gov.au/publiceventrecycling.html)

**6.** Prepare un mapa de las posiciones de los contenedores. Asegure que todas las situaciones de contenedores públicos tienen el mismo sistema de 2 o 3 contenedores. El reciclaje aumentará al máximo si los visitantes enfrentan opciones idénticas a cada situación.

**7.** Asegure que todos los contenedores son claramente marcados acerca de sus contenidos intencionales.

**8.** Asegurese de etiquetar con carteles visuales los contenedores.



Toda la comida, platos del papel, envolturas de comida de papel



Tazas, botellas, latas, cartones, todos los recipientes plásticos, el papel limpio, cartón,



Bolsas de plásticos, envolturas de papel aluminio o plástico, colillas, otros no reciclables

**9.** Identifique en su plan de sitio, un área de servicio (no accesible al público), donde se pondrán contenedores más grandes para recibir los volúmenes que se generen en el evento. Ponga en orden los recipientes y asigne el personal necesario, ponga identificación clara en todos los lados accesibles que indican qué materiales serán depositados en que recipiente.

**10.** Comprometa a los contratistas u organice al personal o los voluntarios para vigilar la colocación, uso y colección de contenedores así como el levantamiento final de los desperdicios y los otros materiales.

**11.** Si bolsas plásticas son usadas para los contenidos, considere señalar o codificar con un color las bolsas de tal una manera que los contenidos sean identificables a su personal y a los contratistas de la colección.

**12.** Comunique su plan a todos los involucrados.

**13.** Trabaje con el personal para asegurar que todos los puntos están cubiertos. Usted puede necesitar planear una colección trastienda de cartón y otros materiales como el aceite de cocción y los recipientes de bebidas.

**14.** Asegure que la venta/distribución de los materiales por el personal son consistentes con su sistema de reciclado. Aconseje al personal de productos inaceptables y proporcione la información de donde pueden comprarse estos artículos preferentes (esto con el fin de asegurar materiales reciclables dentro de todas las instalaciones).

**15.** Recuerde que el re-uso es incluso mejor que el reciclado, por ejemplo usando un lavaplatos y contratando vajillas y cuchillería es mejor que comprar productos biodegradables.

**16.** Cite a un agente de los medios de comunicación para que este informado totalmente en todos los aspectos del evento, incluso los objetivos de minimización de desechos y el funcionamiento de su sistema de reciclado.

**17.** Promueva el sistema de reciclado en los boletos, folletos, guías de evento, carteles y comunicados de prensa.

## **A7.2.- Durante el evento**

### **Acciones:**

**1.** Ponga los contenedores identificados correctamente en los lugares y posiciones identificados en su plan de sitio antes del evento empiece. Asegurese que el sitio este limpio y ordenado.

**2.** Promueva su sistema de reciclado a través de anuncios por el altavoz, estandartes, letreros y programas del evento.

**3.** Intercambie contenedores vacíos a las frecuencias apropiadas para evitar sobrellenar, y deposité los contenidos en los recipientes más grandes en el área de servicio.

**4.** Supervise el uso de los contenedores y ajústelos, si es necesario para cubrir áreas de uso con altos volúmenes.

**5.** Busque la retroalimentación del personal, voluntarios y los contratistas para compartirles sus éxitos y problemas, y haga ajustes como sea necesario.

**6.** Haga una colección trastienda de materiales, sobre todo de cartón que por sus dimensiones no quepa en los contenedores.

**7.** Haga una colección de comida no vendida por una organización caritativa, si es aplicable.

**8.** Agradezca a todos los involucrados.

## **A7.3.- Después del evento**

### **Acciones:**

**1.** Limpie el sitio y asegurese que todos los materiales se lleven al área de servicio.

**2.** Diga a todo el personal o a los contratistas que aseguren que todo el material reciclable se lleve a un depósito de reciclaje y los residuos al basural.

- 3.** Interrogue a los involucrados y haga notas de lo que debe aprender para ser mejor la siguiente vez.
- 4.** Mantenga un informe de cuales fueron los tonelajes recolectados de reciclables y desperdicios (puede ser de utilidad para promoción o para obtener el apoyo de algunas ONG´s).
- 5.** Gane una publicidad positiva para sus eventos a través de los medios de comunicación locales que pueden estar interesados en historias de éxito.

**PLANEACIÓN DE UN EVENTO - LISTA DE CONTROL**

| <b>PREPARACIÓN DEL EVENTO</b>  | <b>¿QUIÉN ES RESPONSABLE?</b>  | <b>¿PARA CUÁNDO?</b>         |
|--|--|------------------------------|
| 1. Nombre al coordinador   | <i>El comité de organización para seleccionar a un miembro</i>                     | <i>3 meses antes</i>         |
| 2. Use a un contratista o al personal  | <i>El coordinador coloca las citas de contratistas para reciclaje o colección.</i> | <i>2 meses antes</i>         |
| 3. Incluya una cláusula del contrato   | <i>El coordinador hace el contrato</i>   | <i>6 semanas antes</i>       |
| 4. Diseñe el plan de reciclaje   | <i>El contratista en consulta con el coordinador</i>                               | <i>4 semanas antes</i>       |
| 5. Elegir sistema de 2 o 3 contenedores  | <i>N/A</i>   | <i>4 semanas antes</i>       |
| 6. Plan de sitio de contenedores   | <i>El contratista en consulta con el coordinador</i>                               | <i>4 semanas antes</i>       |
| 7. Identificación de contenedores  | <i>N/A</i>   |                              |
| 8. Consiga los letreros de identificación de los contenedores                                      | <i>El contratista</i>  | <i>4 semanas antes</i>       |
| 9. Identifique las áreas de servicio y organice la identificación para los recipientes grandes     | <i>El contratista en consulta con el coordinador</i>                               | <i>1 semana antes</i>        |
| 10. Organice colocación, uso y colección de contenedores   | <i>El contratista</i>  | <i>1 semana antes</i>        |
| 11. Codifique las bolsas de acopio   | <i>El contratista</i>  | <i>1 semana antes</i>        |
| 12. Comunique el plan a los involucrados   | <i>El coordinador</i>  | <i>2 meses antes</i>         |
| 13. Plan de colecciones trastienda   | <i>El coordinador consulta con los vendedores y aconseja al contratista</i>        | <i>1 semana antes</i>        |
| 14. Chequeo de materiales usados por los vendedores en el evento                                   | <i>El coordinador</i>  | <i>2 meses antes</i>         |
| 15. Identifique oportunidades de re-uso  | <i>El coordinador</i>  | <i>1 semana antes</i>        |
| 16. Cite al portavoz de los medios de comunicación   | <i>El coordinador</i>  | <i>2 meses antes</i>         |
| 17. Promueva actividades de reciclaje  | <i>El portavoz de los medios de comunicación</i>                                   | <i>Empiece 2 meses antes</i> |
| <b>DURANTE EL EVENTO</b>   |  |                              |
| 1. Ponga los contenedores temprano según el plan en el sitio limpio                                | <i>El contratista</i>  | <i>Día antes</i>             |
| 2. Verifique que la identificación de los contenedores sea correcto                                | <i>El coordinador y el personal</i>  | <i>Día antes</i>             |
| 3. Promueva actividades de colección   | <i>El coordinador</i>  | <i>A lo largo del evento</i> |
| 4. Intercambie los contenedores llenos por vacíos y entregue los contenidos en el área de servicio | <i>El contratista</i>  | <i>A lo largo del evento</i> |
| 5. Supervisión de los contenedores   | <i>El contratista</i>  | <i>A lo largo del evento</i> |
| 6. Comunique con el personal   | <i>El coordinador en consulta con el contratista</i>                               | <i>A lo largo del evento</i> |
| 7. Supervisión en trastienda   | <i>El contratista</i>  | <i>A lo largo del evento</i> |
| 8. Coleccione la comida no vendida   | <i>El coordinador y los voluntarios</i>  | <i>Al cerrar</i>             |
| 9. Agradezca a todos   | <i>El coordinador</i>  | <i>Al cerrar</i>             |
| <b>ANUNCIE EL RESULTADO</b>  |  |                              |
| 1. Limpieza  | <i>El contratista</i>  | <i>Día después</i>           |
| 2. Entregue el material a los depósitos y el basural   | <i>El contratista vía contratistas subalternos</i>                                 | <i>Día después</i>           |
| 3. haga una retroalimentación  | <i>El coordinador</i>  | <i>Semana después</i>        |
| 4. Recopile los informes de reciclaje  | <i>El coordinador</i>  | <i>Semana después</i>        |
| 5. Continuación con los medios de comunicación   | <i>El portavoz de los medios de comunicación</i>                                   | <i>Semana después</i>        |

## Anexo 1: Bibliografía:

- ACRR, (2000), *Reciclaje de residuos plasticos, una guia de buenas practicas por y para las autoridades locales y regionales*, Asociación de Ciudades y Regiones para el Reciclaje (ACRR)
- Aksoy Hasan Kivanc, Gupta Surendra M.,(2000), *Effect of Reusable Rate Variation on the Performance of Remanufacturing Systems*, Tesis, Laboratory for Responsible Manufacturing, Northeastern University Boston, MA
- Andell Tom, (2002), "Turning returns into cash", *mhm on line*, August 2000,  
Loc Cit: <http://www.mhmonline.com/viewStory.asp?sID={ADA3D0B0-D374-488A-8E36-67A5DECF54E4}&S=1>
- Andell Tom, (2004), "How to advance in the reverse channel", *mhm on line*, February 2004,  
Loc Cit: <http://www.mhmonline.com/viewStory.asp?sID={8A0E538F-7630-49A8-91BC-25821C08FF4B}&S=1>
- Andell Tom, (2004), "Rethinking recycling", *mhm on line*, May 2004,  
Loc Cit: <http://www.mhmonline.com/viewStory.asp?sID={D625856E-734C-4FAB-89E9-31F80CAD2240}&S=1>
- Andell Tom, (2004), "Return to sender", *mhm on line*, February 2004,  
Loc Cit: <http://www.mhmonline.com/viewStory.asp?sID={57A0AA82-2058-4FA1-8521-7F39E23CD60C}&S=1>
- Anderson Dale O., (2002), *Making Engineering Design Decisions*, Louisiana Tech University
- Ansems, de Groot, Janssen, van der Vlugt, Wiegersma, (2000), *Best Practices for the mechanical recycling of post-user plastics*, TNO Institute of Industrial Technology A study commissioned by APME
- Antun Juan Pablo, (1994), *Logística: una visión sistémica*, Series del Instituto de Ingeniería D-39, UNAM, México
- Antun Juan Pablo, (2000), *Logística Inversa*, Instituto de Ingeniería, UNAM, México
- Ashayeri J., Kampstra P., (2000), *Collaborative Replenishment: A Step-by-Step Approach*, tilburg University, Ref: KLICT Project: OP-054, Dynamic Green Logistics"
- Ballou Ronald, (2004), *Logística: administración de la cadena de suministro*, 5ª edición en español, Prentice Hall México
- Bañegil Palacios Tomás, Rubio Lacoba Sergio, Miranda Gonzalez Francisco Javier, (2001), *El sistema de logística inversa en la empresa*, Universidad de Extremadura, XI congreso nacional de ACEDE
- Barde Jean Philippe, Braathen Nils Axel, (2002), *Diseño y efectividad de los instrumentos fiscales relacionados con el medio ambiente en los países de la OCDE*, OCDE (Organización para la cooperación y el Desarrollo Económico),
- Bartholdi Jhon, (2001), *The best shape for a crossdock*, School of Industrial & Systems Engineering, Georgia Institute of Technology, Atlanta, GA January 12, 2001
- Beamon Benita,( 1999), "Designing the Green Supply Chain", *Logistics Information Management Vol.-12*, No.- 4, pp: 332- 342
- Beaulieu Martin ,(2000), *Définir et Maitriser la Complexité des Réseaux de logistique á rebours*, IMRL Les Troisièmes Rencontres Internationales de la Recherche en Logistique, Trois Rivières Mai 2000
- BID, (1997), *Guía para Evaluación de Impacto Ambiental Para Proyectos de Residuos Sólidos Municipales*, Banco Interamericano de Desarrollo, Diciembre 1997
- Biddle Michael B., Dinger Peter, Fisher Michael M., (1999), *An Overview of Recycling Plastics from Durable Goods: Challenges and Opportunities*, Identiplast II, April 26-28, 1999, Brussels, Belgium
- Biehla Markus, Praterb Edmund, Reallfc Matthew J., (2004), *Assessing Performance and Uncertainty in Developing Carpet Reverse Logistics Systems*, Tesis, Schulich School of Business; York University; Toronto, Canada
- Bovel David M., Martha Joseph A., (2000), "Lessons from the innovators", *Supply Chain Management Review*, May/June 2000
- Bovel David, Martha Joseph, (2000), "From supply chain to value net", *Journal of Bussines Strategy*, July/August 2000, pp. 24 - 28
- Bowersox Donald J., Closs David J. & StankTheodore P., (1999), *21st Century Logistics: Making supply chain integration a reality*, Council of logistics Management, Michigan State University
- Braidor Nestor Formento Héctor, Nicolini Jorge (2003), *Desarrollo de una metodología de diagnostico para empresas PyMES industriales y de servicios*, Instituto de Industria Argentina
- Butler Steve, (2004), "Reverse Logistic Moves Forward", *Logistics Europe* April 2004, pp. 14-15
- Cacho Carranza Yureli, (2004), "Supermercados cómo nos hacen sus clientes", *Revista del consumidor*, Profeco Mexico, Septiembre 2004, pp. 18 - 29
- Cadwell Bruce, (1999), "Untapped opportunities exist in returned products, a side of logistics few businesses have thought about--until now", *Information week 729*, Loc Cit: <http://www.informationweek.com/729/logistics.htm>
- Camara Jaime, (2000), "Acopio y reciclaje de plásticos de origen post-consumo en México.", *ONG Sustenta*, Loc Cit: [www.sustenta.org.mx/](http://www.sustenta.org.mx/)
- Chandran Mohan, (2003), *Wal Mart ´s supply chain management practices*, ICRM case collection
- Commission of the European Communities, (2000), *Green Paper: Environmental issues of PVC*, Brussels, 26.7.2000
- Council of Environmental Quality, (1996), *The 25<sup>th</sup> Anniversary Report of Council of Environmental Quality*, Loc Cit: <http://ceq.eh.doe.gov/reports.htm>
- Curtice Robert M., (2002), *Fundamentals of process management best practices in optimizing cross-fuctional business processes*, Performance Improvement Asociates, LLC
- Davis Tom, (1993), "Effective Supply Chain Management", *Sloan Management Review 1993*, pp. 35 - 46

- de Brito Marisa P., de Koster René B.M., (2003), *Product Return Handling: decision-making and quantitative support*, Erasmus University Rotterdam, Econometric Institute Report, ERIM Report Series reference number: ERS-2003-013-LIS
- de Brito Marisa P., Dekker Rommert, (2002a), *Reverse Logistics – a framework*, Erasmus University Rotterdam, Econometric Institute Report EI 2002-38
- de Brito Marisa P., Flapper Simme, Dekker Rommert, (2002b), *Reverse Logistics: a review of case studies*, Erasmus University Rotterdam, Econometric Institute Report EI 2002-21
- de Brito Marisa P., van der Laan Erwin A., (2002c), *Inventory Control with product returns: the impact of (mis)information*, Erasmus University Rotterdam, Econometric Institute Report EI 2002-29
- de Koster René B.M., de Brito Marisa P., van de Vendel Majsja A., (2001), *How to organize return handling: an exploratory study with nine retailer warehouses*, Erasmus University Rotterdam, Econometric Institute Report EI 2002-11
- De las nieves Sanchez Guerrero Gabriel, (2003), *Técnicas Participativas para la Planeación: procesos breves de intervención*, Fundación ICA, México
- Diaz Fernandez Adenso, Alvarez Gil Maria Jose, Gonzalez Torre Pilar, (2004), *Logística inversa y medio ambiente: aspectos estratégicos y operativos*, Mc Graw Hill / Interamericana de España
- Elmutti Dan, (2002), "The perceived impact of supply chain management on organizational effectiveness", *journal of supply chain management*, summer 2002, pp. 49 - 57
- EPA, (1994), *How to Start or Expand A Recycling Collection Program*, Environment Protection Authority (EPA) USA
- EPA, (1996), *It's Easy to be green*, Environment Protection Authority (EPA) USA
- EPA, (2002), *Essential elements for municipal recycling programs*, Bureau of Waste management pennsylvania USA
- EPA, (2003), *Extended Producer Responsibility Priority Statement: Consultation Paper*, Environment Protection Authority (EPA), Sydney Australia
- Fawcett Stanley E., Magnan Gregory M., (2002), *A Supply Chain Diagnostic: Is Your Supply Chain Fully Integrated?*, 13th Annual North American Research Symposium on Purchasing and Supply Management,
- Feigin Gerald E. Katircioglu Kaan, Yao David D., (2000), *Distribution resource planning systems: a critique and enhancement*, IBM research division
- Fernandes Valérie, White tim, (2000), "E-Business and the supply chain necessary interactions between marketing and logistics, an application in the fresh food sector", IMRL 2000, *Third International Meeting for Research in Logistics*, May 9, 10 and 11- 2000
- Fernández Isabel, (2003), *The concept of reverse logistic a review of the literature*, University of Vaasa Finland
- Fiksel J., (1996), *Design for Environment: Creating Eco-Efficient Products and Processes*, McGraw-Hill, New York, USA.
- Fisher Marshall L., (1997), "What is the right supply chain for your product", *Harvard Business Review*, March/April 1997, pp. 105 -116
- Friends of the earth, (2000), *Greenhouse Gases and Waste Management Options*
- Galli Mondragón Luigi, (2003), "La trampa de los indicadores", *Énfasis Logística*, Mexico, julio 2003, pp. 124 - 132
- Giménez Thomsen Cristina, (2001), *Grado de desarrollo de la gestión de la cadena de suministros y relaciones de colaboración en el sector de distribución español*, Tesis, Universidad de Barcelona
- Govindarajan Vijay, Lang Julie B., (2002), *Wal-Mart Stores, Inc.*, Case Study from Tuck School of Business at Dartmouth
- Greenpeace Argentina, (2003), *Basta de basura*
- Greenpeace Internacional, (2000), *Hacia un futuro libre de PVC: Restricciones gubernamentales y empresariales al vinilo*
- Griffin Ben, (2002), *A Non-Profit Executive's Management Development Toolkit*, Strategic Horizons, Monkton Farms Drive, Monkton, MD
- Gue Kevin, (2001), *Crossdocking: just in time for distribution*, Graduate School of Business & Public Policy, Naval Postgraduate School, Monterrey CA. May 8
- Guide, D. V. R., Kraus, M. E., and Srivastava, R. (1997), "Scheduling Policies for Remanufacturing", *International Journal of Production Economics*, Vol. 48, No. 2, pp. 187-204.
- Guide, D. V. R., Kraus, M. E., and Srivastava, R. (1997), "Scheduling Policies for Remanufacturing", *International Journal of Production Economics*, Vol. 48, No. 2, pp. 187-204.
- Gupta Surendra M., Veerakamolmal Pitipong, (1999), *Reusable-Component Requirements Planning for the Integrated Remanufacturing System*, Laboratory for Responsible Manufacturing, Northeastern University Boston, MA
- Gupta Surendra M., Veerakamolmal Pitipong, (2000a), *A Case-Based Reasoning Approach for the Optimal Planning of Disassembly Processes*, Laboratory for Responsible Manufacturing, Northeastern University Boston, MA
- Gupta Surendra M., Veerakamolmal Pitipong, (2000b), *Optimizing the supply chain in reverse logistics*, Laboratory for Responsible Manufacturing, Northeastern University Boston, MA
- Harland Christine, Lamming Richard, Cousins Paul, (1999), "Developing the concept of supply strategy", *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 19, No. 7, 1999, pp. 650 - 673
- Herold Marianna, Kämäräinen Vesa, (2004), *A research agenda for products returns*, Department of Industrial Engineering and Management, Helsinki University of Technology
- Herold Marianna, Kovács Gyöngyi, (2004), *Increasing Competitiveness with End-of-Use Returns*, Department of Industrial Engineering and Management, Helsinki University of Technology

- Huchim Perez Sandra, (2004), "Logística Mexicana: Despegue a la competitividad", *Énfasis Logística*, Mexico, julio 2004, pp. 58 - 80
- Hughes David, (2000), *Reverse Logistics*, SALVENSEN Consulting
- INE, (1997), *Estadísticas e indicadores de inversión sobre residuos sólidos municipales en los principales centros urbanos de México*, Coordinación de Participación Social y Publicaciones del Instituto Nacional de Ecología, México, noviembre de 1997.
- Ishii Kosuke, Eubanks Charles F., Di Marco Patrick, (1994), *Design for product retirement and material life-cycle*, Department of Mechanical Engineering, The Ohio State University
- Johnson M. Eric, Pyke David F., (1999), *Supply Chain Management*, The Tuck School of Business, Dartmouth College
- Kepner & Tregoe, (1981), *The new rational manager*, Mc Graw Hill, NY
- Kepner Tregoe Inc., (2002), *Evitando la Fuga de Cerebros: Lo que Puede hacer para Mantener el Talento en su Organización*, Kepner & Tregoe Consulting
- Kepner Tregoe Inc., (2002), *Detectando Fallas en su sistema de Detección de Fallas*, Kepner & Tregoe Consulting
- Kepner Tregoe Inc., (2002), *El Camino hacia la Excelencia en Manufactura*, Kepner & Tregoe Consulting
- Kepner Tregoe Inc., (2002), *Replantear la Reestructuración: Lo que Cualquiera Líder Debe Saber, "Estructura Organizacional Optima"*, Kepner & Tregoe Consulting
- Kokkinaki A. I., Dekker R., de Koster M.B.M., Pappis C., Verbeke W., (2001a), *From e-trash to e-treasure: how value can be created by the new e-business models for reverse logistics*, REVLOG (EBR 4061 PL 97-650)
- Kokkinaki A.I., Dekker R., van Nunen J., Pappis C., (2001b), *An Exploratory Study on Electronic Commerce for Reverse Logistics*, REVLOG (EBR 4061 PL 97-650)
- Kokkinaki A.I., Dekker R., van Nunen J., Pappis C., (2001c), *E-Business Models for Reverse Logistics*, REVLOG (EBR 4061 PL 97-650)
- Kokkinaki A.I., Dekker R., van Nunen J., Pappis C., (2001d), *E-commerce for Reverse Logistics*, REVLOG (EBR 4061 PL 97-650)
- Kotler, P., Dubois, B. (1993), "Satisfaire la clientèle à travers la qualité, le service et la valeur", *Revue Française de Marketing*, vol. 144/145, n° 4-5, p35-52.
- Krikke Harold, le Blanc Ieke, van de Velde Steff, (2003), *Creating value from returns*, CentER Applied Research working paper no. 2003-02
- Krikke Harold, van Nunen Jo, Zuidwijk Rob, Kuik Roelof, (2003), *E-business and Circular Supply Chains*, CentER Applied Research working paper no. 2003-03
- Krupp, J. A. G. (1992), "Core Obsolescence Forecasting in Remanufacturing", *Production and Inventory Management Journal*, Vol. 33, No. 2, pp. 12-17
- Krupp, J. A. G. (1992), "Core Obsolescence Forecasting in Remanufacturing", *Production and Inventory Management Journal*, Vol. 33, No. 2, pp. 12-17.
- Langley Jhon, (2000), *7 immutable laws of collaborative logistics*, NISTEVO Consulting
- Lee Hau L., Whang Seungjin, (1998), *Information Sharing in a Supply Chain*, Tesis, Graduate School of business, Stanford University, Research Paper No. 1549
- Lee Hau L., Whang Seungjin, (2001), "Winning the last mile of E-commerce", *MIT Sloan Management Review*, Summer pp 54-62
- LIS, (2000) *Best practice Guide to reverse logistics*, LIS Consulting
- Marien Edward J., (1998), "Reverse logistics as competitive strategy", *Supply Chain Management Review*, Spring 1998
- Marien Edward J., (1999), "Demand Planning and Sales Forecasting: A Supply Chain Essential", *Supply Chain Management Review*, Winter 1999
- Marien Edward J., (2000), "The four Supply Chain enablers", *Supply Chain Management Review*, March/April 2000
- Marshall L. Fisher, (1997), "What is the Right Supply Chain for your Product?", *Harvard Business Review*, March-April 1997, pp 105-116.
- Martínez Sánchez Angel, Pérez Pérez Manuela, (2001), *El desarrollo de Internet y sus efectos en la producción ligera de las empresas: posibilidades y limitaciones*, XI congreso nacional de ACEDE, Loc Cit: [http://www.acede.org/index\\_archivos/CDZaragoza/TRABAJOS/POST10.PDF](http://www.acede.org/index_archivos/CDZaragoza/TRABAJOS/POST10.PDF)
- Meade Laura, (2001), *Selection Model for a Third-Party Reverse Logistics Provider*, Tesis, Graduate School of Management, University of Dallas
- Mejías Sacaluga Ana, García Arca Jesús, Prado Prado José carlos, (2001), *Tecnología y mejores prácticas como factores facilitadores para la gestión de la cadena de suministro*, XI congreso nacional de ACEDE, Loc Cit: [http://www.acede.org/index\\_archivos/CDZaragoza/TRABAJOS/POST36.PDF](http://www.acede.org/index_archivos/CDZaragoza/TRABAJOS/POST36.PDF)
- Miao-Que lin, Wen-Kuei Liang, (2002), *A comparative study of Asia strategy: Walt Mart vs. Carrefour*, Fu Jen Catholic University, Tatung University, China
- Miller Jonathan, (1995), *New shades of green*, Tesis, University of Texas, Austin
- Miora Michel, (2002), *Incident Management*, White paper ContingenZ Corporation
- Mitre Salazar Gonzalo, (1997), "Reciclaje de plásticos: retos y oportunidades" Loc Cit: <http://www.umne.edu.mx/rev96/reciclaje.htm>



- Mollenkopf Diane, Wethersby Howard, (2004), "Creating Value through reverse logistics", *Logistics Quarterly*, LQ winter 2003/2004
- Monczka Robert, Morgan Jim, (1997), "What's Wrong with supply chain management?", *Purchasing*, Jan 16 1997, pp 69 - 72
- Neumann, E. H., (1986), "Thermoplastic polyesters", *Encyclopedia of Packaging Technology*, ed Bakker M. John Wiley, New York
- Nickols Fred, (2004), *Forget About Causes, Focus on Solutions*, Distance consulting
- Norek Christopher., (2002), "Returns Management, Making Order Out of Chaos", *Supply Chain Management Review*, May/June 2002, pages: 34 - 42
- Norek Christopher., (2003), "Returns Management", *DC Velocity*, insight column, Jan 2003, Loc Cit: [www.dcvelocity.com/articles/january2003/returns.pdf](http://www.dcvelocity.com/articles/january2003/returns.pdf)
- NYC, (2004), *Survey of New York Registered Voters: Attitudes Toward New York's Bottle Bill and Proposed Reforms*, Public Policy Associates Incorporated.
- OECD, (2001), *A Guidance Manual for Governments: Extended Producer Responsibility*
- Oger Brigitte, Platt David, (2000), *Value Measurement and Value Creation Models in Europe and US: A Comparison of the EFQM Excellence Model and the Baldrige Award Criteria*, Instituto de Administración de Empresas, Universidad de Paris.
- Philipp Bernd ,(2000), *La reverse logistics au sein des canaux de distribution inversee: les formes adequates de cooperation pour la chaine logistique de valorisation des produits en fin de vie*, IMRL Les Troisièmes Rencontres Internationales de la Recherche en Logistique, Trois Rivières Mai 2000
- PRIME Faraday Technology Watch, (2001), *The Emergence and Impact of the E-Marketplace on SME Supply-Chain Efficiencies*, Wolfson School of Mechanical and Manufacturing Engineering
- R. W. Beck, Inc., (2001), *BEAR Value Chain Assessment, Final Report*, Businesses and Environmentalists Allied for Recycling (BEAR)
- Rahimi Mansour, Dessouky Maged, Yenice-Ay Berna, Pourmohammadi Hamid, Vos Robert O., Rigby David, (2002), *Greening of Industrial Materials Networks in Los Angeles County: Reverse Logistics Model Development*, Material Use, Science, Engineering and Society (MUSES) program & Center for Sustainable Cities (University of Southern California)
- Retzlaff-Roberts Donna, Frolick Mark N., (2001), *Reduced Cycle Time in reverse Logistics*, University of Memphis
- Reyes Licea César, (2000), *Mejore su productividad con el uso de los procesos racionales*, Business issues research group of Kepner & Tregoe Inc.
- RMIT, (2001) , *Aiming for Sustainable Product Development: Packaging*, Centre for Design at RMIT, Energy Research and Development Corporation, EcoRecycle Victoria and New South Wales environment Protection Authority, Australia
- Röben Eva, (2003), *El Reciclaje: oportunidades para reducir la generación de los desechos sólidos y reintegrar materiales recuperables en el círculo económico*, Municipio de Loja/ DED (Servicio Alemán de Cooperación Social-Técnica)
- Robinson Alan, (1998), "Fixing the cracks in the systems", *Food Logistics*, October 1998, pp. 29 - 35
- Robust decisions Inc., (2003), *Evaluating decision management methods & software*
- Rodrigue Jean-Paul, Slack Brian, Comtois Claude, (2001), "Green Logistics (The Paradoxes of)", *The Handbook of Logistics and Supply-Chain Management*, Handbooks in Transport #2, London
- Rogers & Tibben Lembke, (1998), *Going backwards: Reverse logistics trends and practices*, Reno, Nevada University, Reverse Logistics Executive Council
- Rolland Erik, Jayaraman Vaidy, Patterson Raymond A., (2001), *The Design of Reverse Distribution Networks: Models and Solution Procedures*, University of California, Washington State University, University of Texas at Dallas
- Rowe Doug , Platt Brenda, (2002), *Reduce, Reuse, Refill!*, Institute for Local Self-Reliance With support from the GrassRoots Recycling Network
- Roy Anindya, (2003), "How efficient is your reverse supply chain", *Supply Chain Management*, January 2003, special issue
- Schatzberg Laurie, McCandless Don, Gupta Vipul Kumar, (1997), *Using The Value Chain Model As A Method Of Prioritizing Green Reengineering Efforts*, University of New Mexico, Anderson School of Management, University of Texas
- Schmidheiny S., (1992), "The Business Logic of Sustainable Development", *Columbia Journal of World Business*, Vol. 27, No. 3/4, pp. 18-24.
- Schmidheiny, S. (1992), "The Business Logic of Sustainable Development", *Columbia Journal of World Business*, Vol. 27, No. 3/4, pp. 18-24.
- Schraday D. A., (1967), "A deterministic inventory model for reparable items", *Naval Research Quarterly*, Vol. 14, pp: 391 - 398
- SEDESOL, (1997), *Manual para el diseño de rutas de recolección de residuos sólidos municipales*, México
- SEMARNAT, (1996), *Estaciones de transferencia de residuos sólidos en áreas urbanas*, Serie cuadernos de trabajo 5. Asociación Mexicana para el control de los residuos sólidos y peligrosos, A.C. (AMCRESPEC)-SEMARNAP
- Serrato Marco, Ryan Sarah, Gaytan Juan, (2003), *Characterizations of reverse logistics networks for outsourcing decisions*, Tesis, ITESM, Mexico
- Shiba Shoji, (1995), *TQM: Desarrollos avanzados*, Portland: Productivity Press 1995
- Solórzano Oscar, (2004), "Costo logístico", *Sinergia Empresarial*, Marzo Abril 2004, <http://www.antad.org.mx/boletines/>
- Soto Zuluaga Juan Pablo, Lourenço Helena R., (2002), *A recoverable production planning model*, Tesis, Universitat Pompeu Fabra, Barcelona España

- Source: Lambert Douglas M., Burduroglu Renan, (2000), "Measuring and Selling the Value of Logistics", *The International Journal of Logistics Management*, p.p. 1-17.
- Stock James R., (1992), *Reverse logistics*, CLM, Oak brook, IL
- Stock James R., (2001a), "Reverse Logistics in the supply chain", *Global Purchasing & Supply Chain Strategies*, October, pp 44-48
- Stock James R., (2001b) "The 7 Deadly Sins of Reverse Logistics", *Material Handling Management*, Cleveland; Mar 2001
- Stuart F. Ian, McCutchen David M., (2000), "The manager's guide to supply chain management", *Business Horizons*, March/April 2000
- Toktay Beril, van der Laan Erwin A., de Brito Marisa P., (2003), *Managing Product Returns: The Role of Forecasting*, Erasmus University Rotterdam, Econometric Institute Report EI 2003-11
- Van Afirreden Manfred, Hansen Anne, Quintero Orlando, Barrera Marteo Luis Angel, Petkova Verguinia, Liev Mintcho, Spies Sandra, Wehenpohl Günther, (2002), *Alternativas de rellenos sanitarios -guía de toma de decisión*, Gobierno del estado de México, Secretaria de Ecología & Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbert (GTZ) GmbH
- Veerakamolmal Pitipong, Gupta Surendra M., (1998), *Designing electronic products for disassembly using cost/benefit analysis*, Northeastern University, Boston, MA
- Veerakamolmal Pitipong, Gupta Surendra M.,(1996), *Disassembly of products*, Laboratory for Responsible Manufacturing, Northeastern University Boston, MA
- Veerakamolmal Pitipong, Gupta Surendra M.,(1998), *A Combinatorial Cost-Benefit Analysis Methodology for Designing Modular Electronic Products for the Environment*, Laboratory for Responsible Manufacturing, Northeastern University Boston, MA
- Vokurka Robert, Stading Gary, Brazeal Jason, (2000), *A Comparative Analysis of National and Regional Quality Awards*, Quality Progress, ASQ, Wisconsin.
- Waage Sissel, Shah Rajesh, Girshick Sahra, (2003), "Information Technology and Sustainability: Enabling the Future", *Corporate Environmental Strategy: International Journal of Corporate Sustainability* Vol. 10, Issue 4 (April 2003)
- Walker William t., (1999), *Defining supply chain management*, APICS, academic/practitioner summer workshop proceedings
- Wamsler Christine, (2000), *El Sector Informal en la separación del material reciclable de los residuos sólidos municipales en el Estado de México*, Secretaria de Ecología
- Wehenpohl Günther, (2001), *Os catadores e triadores de resíduos sólidos Documentação do primeiro encontro internacional São Sebasião, SP – Brasil – 23 A 26 de Setembro 2000*, Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbert (GTZ) GmbH
- Wehenpohl Günther, Heredia Cantillana Pablo, Hernández Barrios Claudia, de Buen Richkarday Berta, (2004) ,*Guía de Cumplimiento NOM-083-SEMARNAT-2003*, SEMARNAT, México
- Wehenpohl Günther, Hernandez Barrios Claudia, (2002), *Guía en elaboración de planes maestros para la gestión de los residuos solidos municipales (PMGIRSM)*, SEGEM-GTZ, México
- Wehenpohl Günther, Rojas Mendez Vicente, Arjona Gallegos Elsa, Maquedo Olga, Pacheco Yañez Jose Luis, (2002), *Analisis del mercado de los residuos solidos municipales reciclables y evaluación de su potencial de desarrollo*, Gobierno del estado de México, Secretaria de Ecología & Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbert (GTZ) GmbH
- White Lucy, (2002), *Extended Producer Responsibility: Container Deposit Legislation Report*, Zero Waste New Zealand Trust
- WHTFR, (1998), *Brochure: Recycling for the future*, White House Task Force on Recycling
- Wise Richard, Christner Richard, Byrne Timothy, (2003), *E-venge of the incumbents? How to build a hybrid business model that will prevail in the Internet economy*, Mercer Management Consulting
- Zografos K.G., Giannouli I. M., (2003), *Emerging Supply Chain Management Trends and their Impact on the Spatial Organization of Logistical Networks*, European Commission, Directorate General Transport and Energy (TREN), project titled "Effects on Transport of Trends in Logistics and Supply Chain Management"
- Zuluaga Juan Pablo Soto, Lourenço Helena R., (2002), *A Recoverable Production Planning Model*, Universitat Pompeu Fabra, Barcelona, Spain.

