

# UNIVERSIDAD DE SONORA DIVISIÓN DE INGENIERÍA



## POSGRADO EN INGENIERÍA INDUSTRIAL “CARACTERIZACION DE LOS PROCESOS Y CAPACIDADES EN PRODUCTOS DE POLIETILENO RECICLADO PARA MATERIA PRIMA DE MADERA PLÁSTICA”.

### T E S I S

PRESENTADA POR

**MELITON ALBERTO SÁNCHEZ DURAZO**

Desarrollada para cumplir con uno de los  
requerimientos parciales para obtener  
el grado de maestro en ingeniería

DIRECTOR DE TESIS. DR MARIO BARCELÓ VALENZUELA.

HERMOSILLO, SONORA, MÉXICO

MARZO DE 2012

# Universidad de Sonora

Repositorio Institucional UNISON



“El saber de mis hijos  
hará mi grandeza”



Excepto si se señala otra cosa, la licencia del ítem se describe como openAccess

## RESUMEN

Conforme pasan los años los recursos naturales han ido desapareciendo, es momento de reaccionar de forma profesional ante estas situaciones utilizando la capacidad que los seres humanos hemos desarrollado, aprovechando los conocimientos y experiencias adquiridas al transcurso de nuestras vidas, con responsabilidad y ética para lograr un fin común: “Reutilizar nuestros recursos para salvaguardar el futuro ambiental hacia las generaciones por venir”.

En el presente documento se propone realizar el análisis del procesamiento actual de productos de polietileno reciclados a partir de una logística inversa, evaluando el mucho o poco conocimiento que tanto las empresas fabricantes como de reciclajes plásticos pudiesen llegar a tener sobre los distintos procesamientos y herramientas ingenieriles, por las que los plásticos pueden volver a pasar después de su “vida útil” como producto de envasado. Con lo anterior se pretende apoyar a los posibles usuarios de los productos plásticos re-procesados, determinando la demanda que pudiese llegar a representar este tipo de proyectos en un nicho de mercado, considerando el conocimiento adecuado sobre los atributos que los plásticos reciclados presentan. Este estudio fue desarrollado en la ciudad de Hermosillo Sonora; en específico, para las empresas que fabrican envases de polietileno de alta densidad (PEAD) y empresas dedicadas al acopio y reciclaje del mismo dentro del sector geográfico de la entidad.

La metodología desarrollada contempla dos etapas, la primera está relacionada con el procesado de información (Elaboración de encuestas, selección de mercado, aplicaciones de las encuestas y análisis de las mismas). Por otra parte, en la segunda, se implementa el análisis y estrategias emanadas de los resultados (análisis general de los resultados, situación actual del procesamiento, situación ideal del procesamiento, recomendaciones y lecciones aprendidas).

Estas etapas marcan la pauta entre el conocimiento y las herramientas con las que actualmente las empresas se desempeñan, el uso y aplicación mediante una

adecuación en su cadena de suministros, estas empresas pueden desarrollar mejoras en sus procesos y en la utilización de cada uno de sus recursos, estableciendo lo que es una situación ideal del procesamiento de plásticos reciclados.

Los resultados obtenidos se relacionan con el hecho de que las empresas involucradas en el proyecto que fabrican envases plásticos, no mantiene una logística para la recuperación de sus productos para procesarlos como plásticos reciclados, en su mayoría, las empresas manejan el producto Polietileno de alta densidad (PEAD), el cual es el producto principal utilizado para fabricación de madera plástica. El principal y único recurso utilizado para la selección y separación de plásticos es humano, esto implica demoras en el proceso, mala calidad en los plásticos debido a la pobre inspección visual que llegan a tener. Se llevaron a cabo encuestas a ciertas empresas que pudieran llegar a demandar productos fabricados con plástico reciclado, en las cuales se ha detectado que, las personas aún no están bien relacionadas con la existencia de distintos tipos de plásticos y la simbología con la cual se les representa en los envases. Tienen la noción general de lo que implica el reciclaje de plásticos, pero no en los atributos físicos sobre sus métodos de reutilización o su posibilidad de seguir siendo utilizado, sin embargo, es aceptable la idea de que a estos plásticos reciclados, los cuales pueden ser utilizados una vez más, dándoles formas similares a las de la madera y poder con esto contribuir a la reducción del desgaste de los recursos naturales.

# ABSTRACT

As many years ago, natural resources are disappearing, it's time to react to these situations in a professional way, using the capacity that human beings have developed, based on this knowledge and experiences in our lives, with responsibility and ethics to achieve a common goal: "Reusing our resources to safeguard the environmental future for next generations."

The present document propose a strategy to analyze the current process to recycle polyethylene products from a reverse logistics, all this, assessing how many knowledge that manufacturers and plastic recycling companies could have about different processes and engineering tools, where plastics can be reprocessed after his "life" as a packaging product. Trying to assist potential users of reprocessed plastic products, determining the demand that could possibly get these projects, represented by a market, considering if this market have an adequate knowledge prospect about the attributes that recycled plastics have. This study is developed in the city of Hermosillo Sonora, in particular, for companies that manufacture packaging high-density polyethylene (HDPE) and companies engaged in collection and recycling within the same geographical area in the entity.

The developed methodology includes two major stages, which part from the information processing. On the other hand is implemented as a second stage, an analysis and strategies arising from the results. These issues make the difference between the knowledge and tools with which companies are currently playing, know what's the use and application that they are giving to this tools, and how by an adjustment in its supply chain, these companies can better develop processes and the use of each of their resources, establishing what is an ideal location for processing recycled plastics in general.

Some results are that plastics manufacturing companies, don't maintain a recovery logistics for they products, to be processed as recycled plastic, mostly, companies

use the high-density polyethylene (HDPE) product , which is the predominantly product used to manufacture plastic lumber. Humans are the only resource used for the selection and separation of plastics, which means, process delays, poor plastics quality, poor visual inspection. surveys were carried out to certain companies, which can demand products made from recycled plastic, it can be summarized as follows: People are not well related with different plastics types and symbols which represents them in the containers, they have an idea about what recycling plastic involves, but not on the physical attributes, or their methods of reuse, however, the idea of using recycled plastics with wood shape, and reduce wear on natural resources is very acceptable.

# AGRADECIMIENTOS

De todo corazón y con el más merecido respeto, quiero agradecer a todas aquellas personas que a lo largo de esta etapa me han sabido brindar su apoyo incondicional.

A mis padres tan queridos Meliton Sanchez y Loreto Durazo por siempre haber sido una luz a seguir en mi camino, y un digno ejemplo de ética y responsabilidad.

A mi hermano Roberto y hermanas Zaida y Rocio Sanchez, quienes provocan ese empuje de superación y motivación fraternal.

A Zinnia Mizquez quien siempre ha sabido decir las palabras adecuadas al dar su apoyo y consejo incondicional.

Al Dr. Mario Barcelo Valenzuela, quien con su tolerancia y comprensión ha sabido brindar su apoyo y esfuerzo para ayudar en el logro y terminación de este proyecto.

A las empresas que estuvieron en el anonimato dentro de esta tesis y sin embargo me brindaron su apoyo de información veraz y precisa.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt) por brindar su apoyo económico y de asesoría para el sostenimiento de este estudio.

A todos aquellos maestros que con sus enseñanzas y consejos me han ayudado a sobresalir y superarme día con día.

A mis amigos, y compañeros de clase que siempre brindan su apoyo dentro y fuera del aula.

A la UNIVERSIDAD DE SONORA que desde inicios de carrera siempre ha tenido un lugar dentro de sus programas de estudio para nosotros los alumnos.

¡GRACIAS!

# ÍNDICE GENERAL

RESUMEN.....	ii
ABSTRACT.....	iv
AGRADECIMIENTOS .....	vi
ÍNDICE GENERAL .....	1
ÍNDICE DE FIGURAS.....	4
ÍNDICE DE TABLAS .....	7
<b>1 INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>8</b>
1.1 Antecedentes .....	8
1.2 Definición del problema .....	11
1.2.1 Objetivo General .....	12
1.2.2 Objetivos Específicos.....	12
1.3 Preguntas de investigación .....	12
1.4 Alcance y limitaciones .....	13
1.5 Justificación .....	13
<b>2. MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>15</b>
2.1 Economía basada en el conocimiento.....	15
2.2 Cadena de suministros .....	17
2.2.1 Cadena de Suministros y Logística .....	21
2.2.2 Cadena de suministros y el ciclo de vida del producto .....	23
2.3 LOGÍSTICA.....	26
2.3.1 La logística y el medio ambiente .....	29
2.4 RECICLAJE .....	30
2.4.1 Reciclaje y su historia .....	30
2.4.2 Reciclaje, percepción pública y crecimiento .....	31



2.4.3	Reciclaje, alternativas de recolección urbana.....	33
2.5	PLÁSTICOS .....	34
2.5.1	Plásticos y su historia .....	35
2.5.2	Plásticos, embalaje y su forma.....	36
2.5.3	Plástico reciclado, una logística inversa .....	36
2.5.4	Plástico reciclado y la economía del conocimiento .....	37
2.6	Estrategias de recolección y procesado de información.....	59
2.6.1	Estrategia de recolección: .....	60
2.6.2	Estadísticos: Aspectos de muestreo .....	61
<b>3</b>	<b>METODOLOGÍA .....</b>	<b>63</b>
3.1	Modelo propuesto .....	63
3.1.1	Procesado de información .....	64
3.1.2	Análisis y estrategias emanadas de los resultados .....	67
<b>4.</b>	<b>APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA .....</b>	<b>69</b>
4.1	Diseño y elaboración de encuestas por muestreo.....	69
4.2	Aplicación del método para selección de mercado a encuestar.....	71
4.2.1	Selección de mercado: Encuesta 1 y 2 .....	71
4.2.2	Diseño de encuestas 1 y 2 .....	74
4.2.3	Selección de mercado: Encuesta 3.....	76
4.2.4	Diseño de encuesta 3 .....	79
4.3	Aplicación de las encuestas.....	80
4.4	Análisis de las encuestas .....	81
4.4.1	Análisis de la encuesta 1 .....	81
4.4.2	Análisis de la encuesta 2 .....	82
4.4.3	Análisis de la encuesta 3 .....	83

4.5	Análisis general de los resultados .....	84
4.6	Situación actual del procesamiento de plásticos reciclados y perfiles .....	86
4.6.1	Fabricantes .....	86
4.6.2	Fabricantes a consumidor .....	86
4.6.3.	Consumidor a residuos sólidos.....	87
4.6.4.	Residuos sólidos a recolector .....	87
4.6.5.	Recolector a recicladores en general .....	88
4.6.6.	Recicladores en general a recicladores plásticos mezclados .....	89
4.6.7.	Recicladores plásticos mezclados a separación de plásticos manual (recurso humano) .....	90
4.6.8.	Separación de plásticos manual (recurso humano) a trituradora de plásticos .....	91
4.6.9.	Trituradora de plásticos a moldeo por extrusión.....	91
4.6.10.	Moldeo por extrusión a “madera plástica” a producto final .....	91
4.7.	Situación ideal del procesamiento de plásticos reciclados y perfiles .....	92
4.7.1	Fabricantes .....	94
4.7.2	Fabricantes a consumidores.....	94
4.7.3	Consumidor a residuos sólidos.....	94
4.7.4	Residuos sólidos a recicladora de plásticos no seleccionados.....	95
4.7.5	Recicladora de plásticos no seleccionados a separación de plásticos por método empírico de apariencias físicas basado en su densidad .....	96
<b>5.</b>	<b>CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y LECCIONES APRENDIDAS .....</b>	<b>113</b>
5.1	Conclusiones.....	113
5.1	Recomendaciones .....	115
5.2	Lecciones aprendidas .....	116
<b>6</b>	<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>118</b>
<b>7</b>	<b>ANEXOS .....</b>	<b>121</b>

# ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 Modelo de dirección de la cadena de suministros (Mentzer, 2001). .....	19
Figura 2.2 Evolución de la logística hacia la cadena de suministros (Yuva, 2002).....	22
Figura 2.3 Ciclo de vida del desarrollo de un producto (Romero, 2008). .....	25
Figura 2.4 Aumento de los precios del petróleo en México (Petróleos Mexicanos, 2010). .....	41
Figura 2.5 Simbología Polietileno de alta densidad (Vargas, 2008).....	44
Figura 2.6 Contenedor de plásticos no seleccionados.....	46
Figura 2.7 Vehículo de recolección para reciclables.....	47
Figura 2.8: Línea de separación de materiales reciclables mezclados.....	48
Figura 2.9 Diagrama de separación de botellas de plástico mezclado por detección.....	49
Figura 2.10 Equipo de inyección para plásticos no seleccionados.....	53
Figura 3.1 Metodología propuesta. ....	63
Figura 3.2 Etapa 1 de la metodología propuesta. (Procesado de información). ....	64
Figura 3.3 Etapa 2 de la metodología propuesta. (Análisis y Estrategias Emanadas de los Resultados). ....	67
Figura 4.1 Logotipo DENUE 03/2011. ....	71
Figura 4.2 Fabricantes de resinas de plástico reciclado en Hermosillo Sonora. ....	73
Figura 4.3 Encuesta 1. ....	74
Figura 4.4 Encuesta 2. ....	75
Figura 4.5 Censos económicos 2009. ....	76
Figura 4.6 Filtro de subsectores, clases y variables. ....	77
Figura 4.7 Encuesta 3. ....	79
Figura 4.8 Base de datos para administrar encuesta 3. ....	80

Figura 4.9 Situación actual del procesamiento de plásticos reciclados y perfiles.....	85
Figura 4.10 Situación IDEAL del procesamiento de plásticos reciclados y perfiles.....	93
Figura 4.11 Separación de plásticos por método empírico de apariencias físicas basado en su densidad. ....	97
Figura 4.12 Depósito automatizado de separación por flotación marca RECIMEX.....	99
Figura 4.13 Depósito automatizado de separación por frotación marca RECIMEX, deposito con solución acuosa.....	99
Figura 4.14 Componentes del depósito automatizado de separación por frotación marca RECIMEX. ....	100
Figura 4.15 Flujo del material plástico triturado NO seleccionado.....	100
Figura 4.16 Vista de boquillas para plásticos flotantes y pesados (distintas densidades).....	101
Figura 4.17 Rangos de flotación por densidades. ....	103
Figura 4.18 Proceso de extrusión de plástico reciclado para la fabricación de madera plástica.....	106
Figura 4.19 Máquina de moldeo por extrusión” (Imagen: Fundamentos de manufactura Moderna).....	107
Figura 4.20 Madera plástica en proceso de corte y desbastado de esquinas.....	108
Figura 4.21 Madera plástica cortada y acabada.....	109
Figura 4.22 Silla para jardín (fabricada con madera plástica). ....	110
Figura 4.23 Mesa de picnic para jardín (Fabricada con madera plástica).....	110
Figura 4.24 Valla para jardín (Fabricada con madera plástica). ....	111
Figura 4.25 Tope de estacionamiento (Fabricado con plástico reciclado). ....	111
Figura 4.26 Depósito de basura con paredes de madera plástica. ....	112
Figura 7.1 Plásticos utilizados en la fabricación de productos.....	121
Figura 7.2 Promedio de cantidad de productos diarios. ....	122
Figura 7.3 Plástico con mayor producción diaria.....	123
Figura 7.4 Cantidad aproximada diaria del plástico más utilizado.....	124

Figura 7.5 Empresas dedicadas a fabricar y reciclar productos plásticos.....	125
Figura 7.6 Cantidad aproximada de plásticos acopiados por día (kg). .....	126
Figura 7.7 Método utilizado para la selección y separación de plásticos. ....	127
Figura 7.8 Conocimiento de método distinto al actualmente utilizado. ....	127
Figura 7.9 Motivo de no implementar método distinto al actual. ....	128
Figura 7.10 Operaciones llevadas a cabo dentro de la empresa actualmente. ....	129
Figura 7.11 Principal motivo para no realizar operaciones. ....	130
Figura 7.12 Precio de venta final por kilogramo de plástico reciclado. ....	130
Figura 7.13 Conocimiento de la existencia de distintos tipos de plásticos. ....	132
Figura 7.14 Ejemplo de simbología de plásticos. ....	133
Figura 7.15 Conocimiento de simbología de plásticos. ....	133
Figura 7.16 Conocimiento de envases PEAD. ....	134
Figura 7.17 Conocimiento de la distinción de envases PEAD. ....	134
Figura 7.18 Conocimiento general sobre el reciclaje de plásticos. ....	135
Figura 7.19 Conocimiento sobre la reutilización y vida útil del plástico. ....	136
Figura 7.20 Conocimiento del procesamiento moldeo de plásticos. ....	136
Figura 7.21 Conocimiento aproximado del moldeo de plásticos. ....	137
Figura 7.22 Conocimiento de calentado y formas en los plásticos. ....	138
Figura 7.23 Opinión sobre la reutilización en los plásticos PEAD. ....	139
Figura 7.24 Opinión sobre la contribución ambiental por reciclaje. ....	139
Figura 7.25 Opinión sobre formas (perfiles plásticos) como la madera común. ....	140
Figura 7.26 Disponibilidad a comprar productos de plástico reciclado con perfiles como la madera común. ....	141

# ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Mercado proyectado en millones de kilos por año. ....	55
Tabla 4.1 Unidades económicas código 11.....	77

# 1 INTRODUCCIÓN

En este capítulo se presentan las generalidades de los conceptos relacionados a este proyecto de investigación. Se describen los antecedentes, la definición del problema, los objetivos (generales y específicos), se plantean las preguntas de investigación, así como la justificación.

## 1.1 Antecedentes

Existe en la actualidad un alto grado de desconcierto y preocupación sobre el futuro ambiental que nos espera, tanto a nivel mundial como en la misma nación; es por ello que, hoy en día es de vital importancia inculcar y formar las bases necesarias en cada una de las personas y generaciones futuras, para optimizar los recursos naturales y fomentar la reutilización de los mismos cada vez que esto sea necesario y posible.

La naturaleza, es el principal proveedor de materias primas en el mundo; ésta es quien nos suministra los principales materiales utilizados para manufacturar los productos que las personas actualmente utilizan en los hogares, oficinas, calles, etc. Desde las aleaciones metálicas más resistentes y fuertes colocadas en las construcciones, hasta los polímeros procesados para mejorar o adaptar sus propiedades finales y fabricar productos comunes como botellas plásticas, utilizadas para transportar como producto final las bebidas que los humanos ingieren diariamente conocidas como embalaje.

Bajo este contexto, surgen preguntas lógicas que podríamos formularnos: ¿Qué es lo que la sociedad hace para volver a recuperar esta “materia prima” después de su “final” utilización?

¿Se cuentan con los conocimientos y bases necesarias para obtener el óptimo beneficio al reutilizar estos productos?

El conocimiento intrínseco de las personas, es un “don” que a su vez es invaluable; ya que éste no es medible en términos de dinero, pero el valor que agrega al proceso al cual se aplica es vital para su óptimo desempeño.

Por otra parte, si este conocimiento genera un valor añadido hacia la sociedad y las empresas, se puede decir que está basado en una economía; ya que estimula el crecimiento económico y social de las empresas mediante la utilización óptima de sus recursos disponibles, haciendo más eficiente las labores o procedimientos a realizar. El uso adecuado de los recursos, con los cuales una persona puede generar un valor económico intrínseco mediante el desarrollo de su propio conocimiento; ¿No es acaso esto un factor primordial en la reutilización adecuada de los recursos naturales, o un punto crítico para el eficaz manejo de productos pos consumo? En efecto, la respuesta es lo que se conoce como “Economía basada en el conocimiento” (EBC).

Logística es el proceso de proyectar, implementar y controlar un flujo de materia prima, inventario en proceso, productos terminados e información relacionada desde el punto de origen hasta el punto de consumo de una forma eficiente y lo más económica posible, con el propósito de cumplir con los requerimientos del cliente final (Rengel, 2002).

De manera “reversible”, se puede definir que la logística inversa, es el proceso de proyectar, implementar y controlar un flujo de materia prima, inventario en proceso, productos terminados e información relacionada desde el punto de consumo hasta el punto de origen de una forma eficiente y lo más económica posible, con el propósito de recuperar su valor o el de la propia devolución.

En la logística inversa, se debe incluir el retiro de desechos, productos perecederos, productos reciclables, o el material completo. Es aquí cuando la Logística Verde aparece, cuando el énfasis al medio ambiente y las presiones sociales obligan a la empresa a considerar el retorno y sus costos; tanto por sus productos de desecho, o por los que están en desuso (Jiménez, 2008). De tal manera, que la logística inversa comprende todas las operaciones relacionadas con la reutilización de productos y materiales. Según *The european working group* se refiere a todas las actividades logísticas de recolección, de ensamblaje y proceso de materiales, productos usados, y/o sus partes, para asegurar una recuperación ecológica sustentable”. Con logística



inversa en el sentido más amplio se entienden todos los procesos y actividades necesarias para gestionar el retorno y reciclaje de las mercancías en la cadena de suministro. Sin embargo, el recuperar el valor o devolución de un proceso, no necesariamente implica que esto se lleve a cabo dentro de la misma empresa que realiza la logística. Algunas definiciones lo nombran como Logística verde, la cual se ocupa más ampliamente de los problemas ambientales; si bien como su nombre lo indica, se asocia más a la definición que se tiene de calidad ambiental.

Uno de los principales químicos tratados hoy en día como “material de reciclado” es el plástico (Vargas, 2008) el cual en su significado más general, se aplica a las sustancias de distintas estructuras que carecen de un punto fijo de ebullición, y poseen durante un intervalo de temperaturas propiedades de elasticidad y flexibilidad, que permiten moldearlas y adaptarlas a diferentes formas y aplicaciones. Es fácil percibir cómo los desechos plásticos por ejemplo: envases de líquidos como aceites de cocina, no son susceptibles de asimilarse de nuevo en la naturaleza, porque su material tarda aproximadamente unos 180 años en degradarse.

De acuerdo al Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) 2009, en Sonora se genera el 22% de los residuos sólidos urbanos del norte del país, lo cual equivale a 832,000 toneladas, de las cuales solamente cerca del 2% son realmente recicladas o logran ser acopiadas, las otras 815,000 toneladas de Residuos Sólidos Urbanos (R.S.U.) quedan libres en sitios de disposición tanto controlados como no controlados, de acuerdo a la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT): 46% de los depósitos de R.S.U. Son controlados. Más aún, según INEGI: para el año 2008, Sonora estaría generando un total de 2, 122, 330 kilogramos diarios de residuos sólidos urbanos.

Mientras tanto, por el lado ambiental, la deforestación en el país está avanzando de una manera tan rápida que en 15 años se han agotado 5, 385,659 hectáreas forestales, de las cuales sus principales causas de deforestación son la tala clandestina, así como el uso inadecuado de este recurso vital; a su vez la Comisión

Nacional Forestal (CONAFOR) pronostica una deforestación anual de 348 mil hectáreas dentro del país.

Antes de profundizar en el desarrollo de éste proyecto, es pertinente aclarar que los plásticos son macromoléculas obtenidas sintéticamente; esto es, se obtienen mediante reacciones químicas a partir de una materia prima de la naturaleza química diferente; esta materia prima es esencialmente, el petróleo.

A cada tipo de plástico, se le clasifica dependiendo su comportamiento térmico: (Vargas, 2008).

- a) Termoplásticos.
- b) Termofijos.
- c) Elastómeros.

En este proyecto, solo se trabajará con los termoplásticos; ya que este es un material sólido que posee gran estabilidad a temperatura ambiente, y que se convierte en un líquido viscoso a temperaturas superiores, pero donde el cambio puede ser reversible. Estos están mayormente caracterizados por transformarse de sólido a líquido y viceversa por la acción del calor.

Entre los termoplásticos más comunes, se encuentran:

- a) Polietileno Tereftalato (PET).
- b) Polietileno de Alta Densidad (PEAD).
- c) Polietileno de Baja Densidad (PEBD).
- d) Polipropileno (PP).

De manera más específica, este trabajo se enfocará en los últimos tres: PEAD, PEBD y PP. Y para ello, el estudio se ha llevado a cabo en la ciudad de Hermosillo Sonora.

## **1.2 Definición del problema**

Se desconoce la cantidad y disposición final de los residuos de envases plásticos, generados por las empresas que lo fabrican dentro de la ciudad de Hermosillo

Sonora; así como la capacidad de acopio con la que las empresas recicladoras de plástico cuentan a partir de que el producto llega al final de su vida útil.

Esto trae como consecuencia el desconocimiento de la capacidad de provisión de la materia prima principal que se utilizaría para la fabricación de productos de polietileno reciclado; la cual a su vez es establecida de acuerdo a la demanda del mercado.

### **1.2.1 Objetivo General**

Realizar un análisis de los procesos y capacidades de fabricación, acopio y reciclaje de residuos plásticos en las empresas de la ciudad de Hermosillo Sonora; y a su vez la posible demanda de mercado para productos de polietileno reciclado, que permitan reducir la elaboración de productos comúnmente fabricados con madera; tomando ventaja de la economía del conocimiento y del uso de logística inversa.

### **1.2.2 Objetivos Específicos**

- Identificar situación actual de los 3 casos de estudio (Fabricación, Reciclado y Mercado).
- Determinar los tamaños de muestras necesarios (Fabricación, Reciclado y Mercado).
- Determinar la cadena productiva del proceso.
- Determinar un patrón de flujo de la materia prima para la fabricación del producto.
- Analizar y determinar las capacidades necesarias de acuerdo a la logística inversa a lo largo de cada uno de los eslabones de la cadena productiva.

### **1.3 Preguntas de investigación**

El desarrollo del proyecto debe responder al menos a las siguientes interrogantes:

- a) ¿Qué empresas se dedican a la fabricación de envases de polietileno y cuál es su capacidad?
- b) ¿Qué empresas se dedican al acopio y reciclaje de envases de polietileno y cuál es su capacidad?
- c) ¿Cuál es el procesamiento general que se maneja a lo largo de esta cadena productiva?
- d) ¿Se cuenta con la capacidad necesaria de fabricación, acopio y reciclaje de envases de polietileno para cumplir con alguna posible demanda de mercado para madera plástica?

## **1.4 Alcance y limitaciones**

Se delimita la realización del proyecto a la ciudad de Hermosillo Sonora; en específico, para las empresas que fabrican envases PET, PEAD y PEBD, así también empresas dedicadas al acopio y reciclaje del mismo dentro del sector geográfico de la entidad.

## **1.5 Justificación**

Se pretende llevar una solución al comportamiento problemático que se ha estado presentando en el estado de Sonora a lo largo del tiempo, debido al consumo excesivo y mal control de los depósitos y tratamientos para los Residuos Sólidos Urbanos (R.S.U.) Plásticos; así como una aportación de conciencia cultural y de innovación, para el cuidado de las áreas forestales en el país. Con lo cual, se podrá determinar la mejor manera de administrar el flujo de estos residuos; así como las capacidades y necesidades que la sociedad demande generando mayor incremento de participación ciudadana, aportando un valor económico mediante la creación de nuevos mercados enfocados a la sustentabilidad ambiental con productos de

materias primas recicladas; las cuales, pueden ser nuevamente recicladas al final de su mismo ciclo de vida, reemplazando de esta manera el consumo inadecuado e ilimitado de la madera virgen mediante una alternativa más sustentable.

## **2. MARCO TEÓRICO**

En este capítulo, se describe el desarrollo de distintas metodologías y herramientas utilizadas en el área de la Ingeniería, y un nuevo aspecto, el cual ha causado gran impacto como la economía basada en el conocimiento, logística; la reutilización de los plásticos, así como su extensión a lo largo de la cadena de suministros, observando a lo largo del mismo desarrollo, la importancia del conocimiento y su contribución económica en las empresas.

### **2.1 Economía basada en el conocimiento**

Según Zubiri (1983) el término “Conocimiento” se define como los hechos o datos de información adquiridos por una persona a través de la experiencia o la educación, su misma comprensión teórica o prácticas realizadas de un tema u objeto de la realidad. Es así que a la economía del conocimiento, se conoce como la producción y servicios basados en las actividades de intenso conocimiento que contribuyen a un ritmo acelerado de avances científicos y tecnológicos, así como su rápida obsolescencia.

El componente clave de la EBC, se debe a las capacidades intelectuales de las personas, más que a las entradas físicas y recursos utilizados en las empresas de bienes o servicios.

Se aporta evidencia a partir de datos de patentes, para documentar un aumento en la producción de conocimiento y demostrar que esta expansión está impulsada por la emergencia de nuevas industrias (Powell, 2004).

Según Gladwell (2000) “La innovación es el corazón de la economía basada en el conocimiento y es un fenómeno fundamentalmente social”.

La economía del conocimiento o EBC, se caracteriza por utilizar el conocimiento como elemento fundamental para generar valor y riqueza por medio de su transformación a información. En las últimas décadas, la inversión en capital

intangible ha crecido considerablemente, incluso en mayor medida que el capital tangible (maquinaria, materias primas, etc.).

En realidad, la EBC no genera valor y riqueza por medio de su transformación en información; sino que crea valor añadido en los productos y servicios, en cuyo proceso de creación o transformación participa. El conocimiento es mucho más que mera información. La información son datos procesados con una utilidad general, mientras que el conocimiento significa formas, métodos y maneras de abordar y resolver problemas; significa entre otras muchas cosas, "Know-how", "Know Who" o herramientas o medios de producción para producir a su vez, o más conocimiento o productos y servicios con un valor añadido, útil y cuantificable para la sociedad.

La EBC está estructurada bajo una base material que ha permitido grandes cambios sobre las actividades económicas, sociales y políticas. La nueva base material aplicada a la producción, está constituida por la computadora electrónico-digital; que ha reconfigurado las relaciones sociales de producción, distribución e intercambio en el mundo.

De esta manera, el capitalismo contemporáneo presenta una EBC donde las actividades de creación, adaptación, difusión y depreciación del conocimiento han crecido a un ritmo muy acelerado. En esta economía del conocimiento, se estructura un nuevo patrón industrial de desarrollo donde surgen nuevas industrias (software y telecomunicaciones), y las viejas se ven rejuvenecidas por la aplicación productiva de las nuevas tecnologías.

En el plano económico-político, las relaciones patronales-salariales han sido obligadas a cambiar de acuerdo a las exigencias de estas nuevas condiciones. Las políticas económicas de los países, sobre todo los países desarrollados, han sido orientadas a la inversión en investigación y desarrollo tecnológico, educación, salud y en la constitución de sistemas nacionales de innovación como elemento fundamental para el desarrollo del país.

La denominada globalización, ha sido posible gracias a estos logros tecnológicos del sector electrónico-informático que ha permitido una nueva división del trabajo, basada en las cadenas globales de producción asignando una cierta actividad -por medio de la subcontratación y similares- entre productores, distribuidores y compradores.

La rentabilidad del conocimiento, sólo es posible cuando éste se ha codificado, transformándose en conocimiento codificado (modelo, reglas generales, etc.) y quedando disponible para que algún agente trabaje con ello, en su beneficio individual o colectivo (Jiménez, 2008)

Una organización, necesita su principal detonador hacia la productividad; el cual principalmente, la cual está basada en el conocimiento de todos y cada uno de sus empleados; los cuales mediante la efectiva socialización entre ellos, generan una red social interna que permite a la empresa continuar laborando de manera sincronizada y constante día a día, fabricando sus productos u ofreciendo sus servicios con una calidad adecuada, con un sentido táctico y estratégico al momento de actuar, y con un grado de concientización de que cada uno de los eslabones que conforman esta cadena del conocimiento son tan necesarios como los procesos que estos efectúan diariamente.

## **2.2 Cadena de suministros**

La cadena de suministros o administración de la cadena de suministros (como se conoce en la actualidad), es un término que es sugerido en los últimos años y que encierra la esencia de la logística integrada; incluso, va más allá de eso. El manejo de la cadena de suministros enfatiza las interacciones de la logística que tienen lugar entre las funciones de mercadotecnia, logística y producción de una empresa, y las interacciones que se llevan a cabo entre empresas independientes legalmente dentro del canal de flujo del producto.



Logística también es un proceso que incluye todas las actividades que tienen un impacto en hacer que los bienes y servicios estén disponibles para los clientes cuándo y dónde deseen adquirirlos. Sin embargo, la definición de logística implica que es una parte del proceso de la cadena de suministros, no todo el proceso en sí. Se entiende la compleja serie de procesos de intercambio o flujo de materiales y de información que se establece tanto dentro de cada organización o empresa como fuera de ella, con sus respectivos proveedores y clientes (Chopra, 2006)

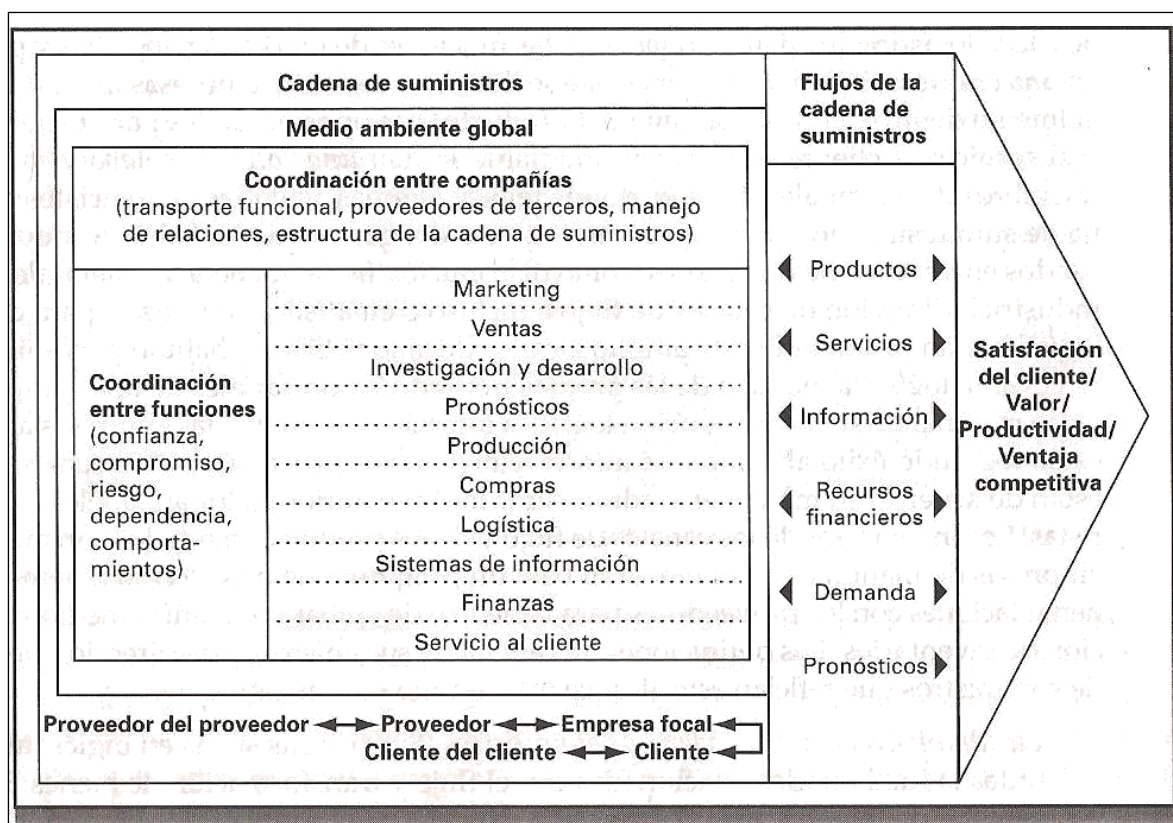
Las oportunidades para mejorar el costo o el servicio al cliente, se alcanzan mediante la coordinación y colaboración entre los miembros de los canales de flujo; donde tal vez algunas actividades esenciales de la cadena de suministros no estén bajo control directo del gerente de logística. Esto quiere decir que a pesar de que la logística está encaminada al manejo óptimo de los recursos ya sean materiales, humanos, de infraestructura, etc.; esta tiene la responsabilidad de suministrarlos en el momento correcto y en el lugar adecuado, mediante la utilización correcta de la información; manteniendo una trazabilidad de los productos/servicios, eliminando aquellas actividades que no añaden valor a los mismos. Sin embargo, la logística no necesariamente tiene bajo control algunas otras actividades empresariales como la mercadotecnia, la producción, compras, entre otras (Davis, 2004).

Es en este punto, donde se hace importante realizar un “zoom out” para lograr ver cómo este conjunto de actividades sumadas, generan lo actualmente conocido: Cadena de suministros.

La administración de cadena de suministros (SC, por sus siglas en inglés), comprende todas las actividades relacionadas con el flujo y transformación de bienes; desde la etapa de materia prima (extracción) hasta el usuario final, así como los flujos de información relacionados. Los materiales y la información, fluyen en sentido ascendente y descendente en la cadena de suministros (Ballou, 1999).

De acuerdo a Handfield (1999), la administración de la cadena de suministros (SCM), es la integración de estas actividades mediante mejoramiento de las relaciones de la cadena de suministros, para alcanzar una ventaja competitiva sustentable.

La administración de la cadena de suministros, se define como la coordinación sistemática y estratégica de las funciones tradicionales del negocio y de las tácticas a través de estas funciones empresariales dentro de una compañía en particular, y a través de las empresas que participan en la cadena de suministros, con el fin de mejorar el desempeño a largo plazo de las empresas individuales y de la cadena de suministros como un todo Mentzer (2001), esto se observa en la figura 2.1.



**Figura 2.1** Modelo de dirección de la cadena de suministros (Mentzer, 2001).

Mentzer (2001) propone un modelo de dirección de la cadena de suministros en la cual se plasma el cómo la dirección de la cadena de suministros trata de la coordinación de los flujos de producto mediante funciones a través de las compañías

para lograr la ventaja competitiva y la productividad para empresas individuales en la cadena de suministros, y para los miembros de la cadena de suministros de manera colectiva.

En la figura 2.1, se ilustra cómo la cadena de suministros envuelve de manera figurada al área de logística; así como a las demás áreas que en interacción adecuada y óptima generan el resultado deseado por las empresas tanto de productos como servicios: *la satisfacción del cliente*.

Algunas otras definiciones proponen:

La Administración de la cadena de suministros, es el proceso de planificación, puesta en ejecución y control de las operaciones de la red de suministro con el propósito de satisfacer las necesidades del cliente con tanta eficacia como sea posible (Chopra, 2006).

Según Schönsleben (2000) la gerencia de la cadena de suministro atraviesa todo el movimiento y almacenaje de materias primas, el correspondiente inventario que resulta del proceso, y las mercancías acabadas desde el punto de origen al punto de consumo. La correcta administración de la cadena de suministro debe considerar todos los acontecimientos y factores posibles que puedan causar una interrupción.

La cadena de suministros representa una red de organizaciones que están involucradas a través de vínculos ascendentes y descendentes, en diferentes procesos y actividades que producen valor en forma de productos y servicios en las manos del último consumidor. Una red usualmente no solo se enfocará en los flujos entre una sola cadena, pero tendrá que tratar con flujos divergentes y convergentes entre redes complejas resultante de diferentes órdenes de los clientes para ser manejadas en paralelo. En orden para facilitar la complejidad, una determinada organización puede concentrarse solo en una parte de la cadena de suministros total (Stadler, 2005).

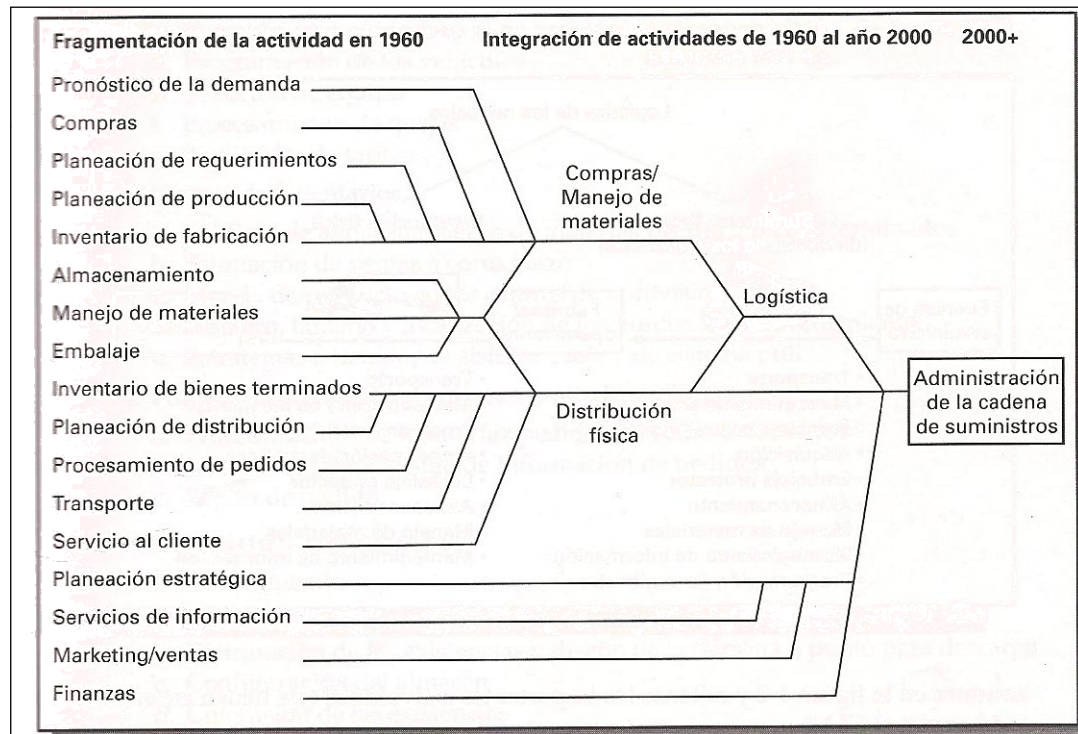
## 2.2.1 Cadena de Suministros y Logística

Logística y cadena de suministros, es un conjunto de actividades funcionales (transporte, control de inventarios, etc.) que se repiten muchas veces a lo largo del canal de flujo; mediante los cuales la materia prima se convierte en productos terminados y añade valor para el consumidor. Dado que las fuentes de materias primas, las fábricas y los puntos de venta normalmente no están ubicados en los mismos lugares, y el canal de flujo representa una secuencia de pasos de manufactura, las actividades de logística se repiten muchas veces antes de que un producto llegue a su lugar de mercado. Incluso entonces, las actividades de logística se repiten una vez más cuando los productos usados se reciclan en el canal de la logística pero en sentido inverso (Ballou, 1999).

De la definición anterior, se percibe que a lo largo de la cadena de suministros se realiza nuevamente una actividad más de logística; pero en esta ocasión de manera “inversa”, ya que se está hablando de reciclar un producto al final de su “vida útil” y darle un nuevo giro de reutilización y por consecuencia generando un valor nuevamente en éste.

Aunque es fácil pensar en la logística como la dirección del flujo de productos desde los puntos de adquisición de materias primas hasta los consumidores finales, para muchas empresas existe un canal inverso de la logística que también debe ser dirigido. La vida de un producto, desde el punto de vista de la logística, no termina con su entrega al cliente. Los productos se vuelven obsoletos, se dañan o no funcionan y son devueltos a sus puntos de origen para su reparación o eliminación. La cadena de suministros termina con la eliminación final del producto. El canal inverso debe considerarse dentro del alcance de la planeación y del control de logística (Ballou, 1999).

En la figura 2.2 se presenta la evolución el pensamiento administrativo de la logística, hasta llegar a la gestión adecuada de la cadena de suministros a lo largo de cada uno de los eslabones de la misma (Yuva, 2002).



**Figura 2.2** Evolución de la logística hacia la cadena de suministros (Yuva, 2002).

Los componentes de un sistema típico de logística son:

- Servicio al cliente.
- Pronóstico de la demanda.
- Comunicaciones de distribución.
- Control de inventarios.
- Manejo de materiales.
- Procesamiento de perdidos.
- Apoyo de partes y servicio.
- Selección de la ubicación de fábricas y almacenamiento (análisis de la loc.)
- Compras
- Embalaje
- Manejo de bienes devueltos.
- Eliminación de mercaderías aseguradas rescatadas (desechos) y desperdicios.

- m) Tráfico y transporte.
- n) Almacenamiento y provisión.

## **2.2.2 Cadena de suministros y el ciclo de vida del producto**

Previamente se ha planteado que la propia logística está relacionada de manera directa con el impacto medio ambiental del planeta; ahora bien, del mismo modo está relacionado con el producto/servicio, ya que al finalizar su ciclo de vida el usuario final es quien decide como desecharlo hablando genéricamente, ya sea del producto en sí, o del “recipiente” en el que el producto haya sido resguardado para su envío o su método de transportación y preservación para con el usuario.

En el caso específico de los productos embotellados y transportados por embalaje; estos comienzan con una necesidad de mercado, ya sea requerida o creada, para posteriormente realizar un diseño de las necesidades de los clientes, logrando así obtener el diseño final de un producto; el cual, necesitará ser procesado por una serie de operaciones que conllevarán a su propia fabricación, la cual al ser finalizada será transportada hacia los puntos de venta que se crean necesarios para que de esa manera el usuario tenga un rápido acceso en cuestiones de tiempo, lugar y precio. Es aquí donde la logística genera una contribución potencial para la empresa, sin descartar todas las actividades claves que conforman a la cadena de suministros y/o el mismo ciclo de vida para el desarrollo de un producto, el cual Romero (2008) desglosa en las siguientes 6 fases:

- a) Los estándares de servicio al cliente cooperan con mercadotecnia para:
  - Determinar las necesidades y requerimientos del cliente para *la logística* del servicio al cliente.
- b) La coordinación y logística en la planeación del producto:
  - i. Determinar las características que deberá tener el producto en función de las necesidades identificadas en la fase de mercadotecnia.

- ii. Identificar las tecnologías existentes que permitan elaborar el producto mediante un procesamiento adecuado.
  - iii. Organizar de la manera más apropiada los recursos disponibles (instalaciones) para la manufactura.
- c) La integración de las fases dentro de la planeación:
- i. Integrando los diseños planeados para tener disponibles los recursos organizados justo a tiempo para iniciar la etapa de manufactura o producción.
- d) La propia manufactura/prestación:
- i. Elaboración de productos o prestación del servicio ofrecido a los consumidores de acuerdo al requerimiento de sus necesidades.
- e) La comercialización y distribución planificada:
- i. Distribuir los productos o servicios determinados.
  - ii. Venta, promoción y traslado de la propiedad del producto.
  - iii. Atención al cliente en servicios posventas.
- f) La modificación, reemplazo, recuperación y/o retiro:
- i. Realizar las modificaciones pertinentes para una mejora continua en la satisfacción o el mismo retiro por otros que cumplan más adecuadamente las expectativas del cliente-consumidor.
  - ii. Recuperar de manera adecuada mediante una logística inversa aquellos productos/servicios que no cumplan con las especificaciones adecuadas para la calidad prevista.

La logística inversa no solo se refiere al retorno de piezas defectuosas; si no también, al retorno de productos que de cierto modo la empresa desee reutilizar mediante un procesamiento especial, incorporándolo de este modo a la cadena de suministros de la empresa como una materia prima, agregándole un nuevo valor el cual sea de plena aceptación para el mercado objetivo determinado.

En la figura 2.3, se observa el Ciclo de Vida del Desarrollo de un Producto (Romero, 2008):



*Figura 2.3* Ciclo de vida del desarrollo de un producto (Romero, 2008).

Este ciclo de vida define cómo la cadena de suministros envuelve estas 6 fases, generando una visión más resumida de los eslabones que lo conforman.

Por ejemplo, la mercadotecnia forma el primer eslabón, ya que se enfoca a las necesidades y requerimientos que el cliente especifica para que el producto o servicio que requiere sea de valor para él.

Algunos definen mercadotecnia como Laura Fischer y Jorge Espejo, definen la administración de la mercadotecnia como "el proceso de planeación, organización, dirección y control de los esfuerzos destinados a conseguir los intercambios deseados con los mercados que se tienen como objetivos por parte de la organización (Fischer, 2004).

La preocupación de la mercadotecnia es colocar sus productos o servicios en canales de distribución convenientes para facilitar el proceso de intercambio (Ballou, 1999).



De acuerdo a Ballou (1999), la planeación logística trata de responder las preguntas que, cuando y como; y tiene lugar en tres niveles estratégica, táctica y operativa. Por otro lado, la operación está más dirigida a “producir y entregar los bienes físicos y servicios”.

Finalmente, en la fase número 6 se observa la modificación, recuperación y retiro indicando los procesos por los que el producto/servicio pasa antes de terminar su “ciclo de vida útil”; generando una retroalimentación e información/conocimiento para las modificaciones necesarias que se presenten, tanto en el diseño como en el funcionamiento técnico; así también aquellas modificaciones de empaque o presentaciones, las cuales en un caso específico de agua embotellada, su empaque o modo de transporte hacia el consumidor final es la botella de plástico PET; las cuales serán objeto de este estudio.

## **2.3 LOGÍSTICA**

Ésta puede ser percibida como parte integral en la vida cotidiana. Tiene influencia en un largo número de actividades humanas y económicas. Etimológicamente la palabra logística proviene del griego “logistikos”, que significa “saber calcular”. Los romanos usaban la palabra logística al referirse a los administradores de sus ejércitos y también, logísticos se les denominaban a un grupo de científicos médicos que basaban sus teorías en la observación (Opretti 2006). Pero algunos investigadores creen que el termino de logística proviene de la palabra francesa “logis” significando vivienda, originalmente designada al arte de organizar la transportación, reabastecimiento, y guardando las tropas de un ejército.

Desde años remotos como lo registra la historia, los bienes que las personas querían no se producían en el lugar donde se querían que se consumieran, o no eran accesibles cuando la gente los quería consumir. La comida y otras mercancías útiles o de conveniencia, estaban ampliamente dispersas y solo disponibles en

abundancias en ciertas épocas del año. Los antiguos podían consumir los bienes en su ubicación inmediata o moverlos a un lugar preferido, almacenándolos para usarlos más tarde. Sin embargo, como no existían transportes y sistemas de almacenamiento bien desarrollados, el movimiento de los bienes estaba limitado a lo que un individuo pudiera mover personalmente; y el almacenamiento de las mercancías perecederas era posible solo por un breve espacio de tiempo. Por lo tanto, la eficiencia de la producción y el estándar económico de vida por lo general eran bajos. En este tipo de economías, un sistema de logística bien desarrollado y económico alentaría el intercambio de bienes con otras zonas de producción del país o incluso del mundo (Ballou 1999).

Desde los años 60's, el término logística se ha utilizado en el campo del negocio para referirse a los medios y métodos relacionados con la organización física de una empresa, y especialmente al flujo de los materiales antes, durante y después de la producción (Langevin y Riopel 2005).

Al igual, la logística ha mantenido un incremento de atención en los años 90 tanto en lo académico como en lo industrial. La logística, es una función diversa y dinámica que tiene que ser flexible y debe cambiar de acuerdo a las diversas limitaciones y exigencias que le impone el medio ambiente en que trabaja. Por lo tanto, muchos términos han sido usados a menudo de manera intercambiable, tanto en la literatura como en el mundo del negocio. El campo de la logística dentro de los negocios es relativamente nuevo en el estudio integrado de la gerencia, si es comparada con los tradicionales campos de finanzas, mercadotecnia y producción (Ballou 1999).

No obstante, a pesar de que la dirección coordinada de la logística no se había practicado de manera general sino hasta hace poco tiempo, la idea se remonta al menos a 1844. En los escritos del Ingeniero Jules Dupuit en 1844, la idea de comerciar un costo por otro (costo de transporte por costos de inventario).

Según Ballou (1999), logística entra en un contexto militar, por lo que también se debe enfatizar que en la segunda guerra mundial se produjo una profunda

profesionalización de la logística. El ejército americano definía logística como el área estratégica que debe tratar con:

- a) Diseño, manipulación y distribución de materiales.
- b) Movimientos, evacuación y hospitalización de personas.
- c) Adquisición y abastecimientos de materiales.
- d) Adquisición y abastecimientos de servicios.
- e) La estrategia logística ha de tener, especial intervención en las unidades de comunicación para mantener la trazabilidad de las situaciones.

La logística, es la parte del proceso de la cadena de suministros que planea, lleva a cabo y controla el flujo y almacenamiento eficientes y efectivos de bienes y servicios, así como de la información relacionada, desde el punto de origen hasta el punto de consumo, con el fin de satisfacer los requerimientos de los clientes (Consejo de la Dirección de Logística, 2003).

Ésta definición, se transmite la idea de que los flujos del producto tienen que ser manejados desde el punto donde se encuentran como materias primas hasta el punto donde finalmente son descartados. La cuestión comienza a abundar desde este punto, ya que ¿es posible generar una logística en la que se pueda agregar nuevamente valor a esta materia finalmente descartada (desechada)? Hasta este momento, se interpreta como la logística ha formado parte de las vidas humanas de manera inconsciente; y cómo desde el contexto militar ésta tuvo gran impacto, tomada como un factor de vida o muerte, y más aun viéndola desde un punto organizacional en el que una empresa pueda generar ingresos a partir de su óptima aplicación.

La logística, gira en torno a crear valor para los clientes y proveedores de la empresa, y a su vez para los mismos accionistas. El valor en la logística se expresa fundamentalmente en términos de tiempo y lugar. Los productos y servicios no tienen

valor a menos que estén en posesión de los clientes cuándo (tiempo) y dónde (lugar) ellos deseen consumirlos (Ballou, 1999).

Un claro ejemplo sería la compra de una entrada al cine, ésta no tendría valor para el cliente si la entrada no está disponible en tiempo y lugar en el que la película se lleve a cabo, o si los inventarios inadecuados no satisfacen las demandas de los clientes.

### **2.3.1 La logística y el medio ambiente**

Al mismo tiempo que la población crece, la concientización sobre los temas ambientales también. Tanto si es *reciclaje* como materiales de embalaje, transporte de materiales peligrosos o renovación de productos para reventa, donde los responsables de la logística están cada vez más involucrados.

Estados Unidos solamente genera más de 160 millones de toneladas de desecho al año, suficientes para que una caravana de camiones de 10 toneladas cada uno llegara a medio camino a la luna (Muller, 2004).

Hoy en día con el gran incremento de la industrialización tanto a nivel mundial como nacional, los impactos medio ambientales y ecológicos se han convertido en un tema de problemática constante. Partiendo desde el punto de impacto que éstas generan en cuanto al calentamiento global, medios ambientes tóxicos, destrucción de la capa de ozono, etc. Por lo cual, la toma de decisiones de la manufactura y procesos de un producto o servicio por parte de la empresa, juega un rol vital en la preservación y cuidado del medio ambiente, partiendo desde el diseño del mismo producto o servicio, hasta la consumación del mismo por parte del cliente final.

Hay que tomar en cuenta que la tarea de las empresas que generen ya sea un producto o servicio, no acaba al momento de que el consumidor compra o hace uso del servicio, sino que cada vez más, los reglamentos gubernamentales e independencias regulatorias del medio ambiente generan procedimientos y normas las cuales el diseño y desarrollo de la misma logística de la empresa debe acatar.

El primero y más importante paso en este esfuerzo es analizar el impacto de los productos en el medio ambiente con un enfoque holístico. Este holismo incluye el análisis del ciclo de vida del producto, desde su propio inicio hasta su misma degradación. Utilizando este enfoque, el impacto ecológico de cualquier pequeña decisión en varias etapas del producto así como la conceptualización del producto, su diseño, las materias primas utilizadas en este, su reutilización, y su misma restauración son medidas y consideradas en el diseño del producto y sus operaciones requeridas (Nikbakhsh, 2009).

## **2.4 RECICLAJE**

El reciclaje hoy en día es y debe entenderse como una estrategia de gestión de residuos sólidos. En la actualidad, es claramente el método de gestión de residuos sólidos ambientalmente preferido (Lund, 2000).

### **2.4.1 Reciclaje y su historia**

Al comienzo, los primeros seres humanos no tenían una estrategia de gestión de residuos sólidos en sí, sencillamente porque la existencia de los cazadores-recolectores no la requería, cuando los seres humanos empezaron a asentarse en comunidades permanentes, con mayores concentraciones de individuos y de actividades generando residuos, se puso de manifiesto la necesidad de una gestión de los residuos.

Antes del 500 a.C., Atenas organizó el primer basurero municipal del mundo occidental. Para la década de los cuarentas, en el siglo pasado, el mundo occidental empezó a entrar en la edad de la sanidad, las condiciones inmundas comenzaron a ser vistas por el público como una molestia, exigiéndose una acción gubernamental para su solución.

Solamente después de la Segunda Guerra Mundial, la rápida expansión del conocimiento de los impactos, a largo plazo, de la contaminación de las aguas subterráneas y del aire empezó a exigir una mayor regulación de las prácticas de evacuación (Ruiz, 2000).

Considerando lo anterior, surgen dos interrogantes:

¿Es entonces un factor influyente la logística inversa dentro de la cadena de suministros para un procesamiento de reciclaje al ya “concluir” el ciclo de vida de un producto?

¿Qué impacto tiene el conocimiento organizacional y estratégico dentro de este proceso de reciclaje?

El 22 de Abril de 1970, se celebró el primer Día de la Tierra, lo cual marco una pauta de concientización ambiental en el mundo, quedando incluido el problema de la evacuación de residuos sólidos. En 1990 el tema dominante del Día de la Tierra, fue el reciclaje.

Una definición clara de reciclaje es algo difícil de establecer hasta que alguien empieza a practicarlo, sin embargo, se puede retomar como la interacción de los sectores públicos y privados, imprescindibles para devolver los materiales a la industria en forma de materias primas y los métodos empleados para hacerlo.

## **2.4.2 Reciclaje, percepción pública y crecimiento**

Ruiz (2000) menciona que el reciclaje existe por tres razones:

- a) Altruistas
- b) Imperativos económicos
- c) Consideraciones legales.

El gobierno está obligando a reciclar y posibilitando una amplia diversidad de penalizaciones económicas y civiles, además de establecer incentivos para estimular el reciclaje. El apoyo estatal y federal al reciclaje sigue siendo explosivo, y generalmente responde a un amplio apoyo y demanda por parte del público.

El mercado de materias primas es el lugar donde el comercio y la industria consiguen sus materias primas.

Los gobiernos, a todos los niveles, parecen estar dirigiéndose cada vez más hacia una legislación que asegure mercados, creando una demanda para los productos reciclados mediante prácticas de adquisición preferencial. Además, el concepto de incentivo fiscal, para fomentar el reciclaje y el uso de productos que contienen materiales reciclados, sigue ganando en popularidad.

“Reincorporar los materiales de desecho a nuevos procesos productivos es fundamental en un país como México, que busca desarrollarse de manera sustentable, por tal motivo el Gobierno Federal trabaja planteando las condiciones necesarias para que el reciclaje sea una opción cada vez más atractiva para los empresarios y los inversionistas” (SEMARNAT, 2009).

Lo anterior, es ejemplo de cómo algunas dependencias gubernamentales promueven e intentan incentivar la concientización y optimización de los procesos de reciclaje; esto con el fin de reutilizar dichos residuos agregándoles el valor necesario para que nuevamente pueda ser incorporado (reincorporado) al mercado. Esto será solamente posible mediante una eficaz implementación de una logística inversa dentro de las cadenas de suministros, asegurando el correcto procedimiento y adecuando la infraestructura necesaria para concebir dichos proyectos de reciclado.

Sin embargo, no solo el gobierno es responsable y puede actuar en esta situación, al igual los establecimientos comerciales y residentes pueden, mediante la separación de materiales antes de que estos se mezclen con los residuos. En estos programas, los materiales reciclables se mantienen separados mediante diversos recipientes,

bien en casa o en el lugar de trabajo, a intervalos apropiados se colocan para su recolección o se llevan hasta las instalaciones centralizadas de recolección y/o procesamiento.

### **2.4.3 Reciclaje, alternativas de recolección urbana**

Si el requerimiento del reciclaje es por motivos altruistas o porque “la ley nos obliga”, existen diversas alternativas disponibles y actualmente utilizadas para el reciclaje de acuerdo a Ruiz (2000).

#### **✓ Recolección en acera**

Normalmente, las casas unifamiliares se sirven con programas en acera. Estos programas pueden requerir utilizar uno o más contenedores para separar y almacenar los materiales reciclables, el diseño, la capacidad y la construcción de los contenedores también puede modificarse. Algunos programas proporcionan los contenedores y otros no.

#### **✓ Recolección comercial**

Se emplean también programas similares para bloques de viviendas multifamiliares y los establecimientos comerciales. Estos programas no incluyen la recolección en acera. Si en la recolección de residuos es tratado como un establecimiento comercial, entonces probablemente requerirá un servicio de reciclaje parecido.

En las aplicaciones domésticas y comerciales, el grado de separación puede variar significativamente. Se puede permitir o exigir que los materiales no se seleccionen mucho, si después de la recolección se va a utilizar una instalación centralizada de procesamiento donde los materiales no seleccionados puedan ser separados. Incluso si no hay una instalación centralizada de procesamiento disponible, se puede permitir un método de recolección en el que los materiales sean seleccionados en el propio camión.



✓ **Instalaciones para la recuperación de materiales**

Las instalaciones para la recuperación de materiales (IRM) en los programas domésticos sin selección están ganando popularidad rápidamente.

✓ **Centros de recolección selectiva y centros de recompra**

La participación voluntaria en los programas de reciclaje, a menudo está relacionada con la facilidad con la que un individuo puede participar.

Los centros de recolección selectiva que dependen de motivaciones altruistas se les añaden un grado de inconveniencia que puede conducir a una reducción de la participación. Están localizadas donde se recolectan los materiales reciclables, son fáciles y menos caras de implantar que los programas de acera.

Los centros de recompra ofrecen a los que participan todos los beneficios de los centros de recolección selectiva y los incentivos procedentes de los beneficios monetarios. Sin embargo son más caros de operar.

Según Grogan (2000), “El reciclaje, en la forma en que se realice, es y debe ser parte de las estrategias de una gestión integral de los residuos. Cuando se compara con los riesgos ambientales asociados al vertido o a la incineración, el reciclaje se presenta como la estrategia preferente para la gestión de los residuos sólidos”.

## **2.5 PLÁSTICOS**

El término plástico se aplica a las sustancias de distintas estructuras que carecen de un punto fijo de ebullición y poseen durante un intervalo de temperaturas propiedades de elasticidad y flexibilidad que permiten moldearlas y adaptarlas a diferentes formas y aplicaciones (Groover, 2007).

Es fácil percibir cómo los desechos plásticos, por ejemplo de envases de líquidos como el aceite de cocina, no son susceptibles de asimilarse de nuevo en la

naturaleza, porque su material tarda aproximadamente unos 180 años en degradarse.

### **2.5.1 Plásticos y su historia**

En 1989 se fabricaron unos 26,000 millones de kilogramos de plásticos para su venta y uso solo en Estados Unidos. Según la EPA (Agencia de Protección Ambiental), los plásticos constituyen el 80% en peso y el 20% en volumen de los R.S.U. producidos.

La industria del plástico, recicla anualmente varios miles de millones de kilogramos termoplásticos procedentes de los recortes y canales secundarios de moldeo de su proceso de fabricación. Esto se denomina regranulado (material relativamente limpio y generalmente formado por un solo polímero).

Los recortes se recolectan y después se densifican o se trituran para mezclarlos con la resina virgen al principio del proceso. La importancia de este proceso radica en el hecho de que demuestra la reusabilidad de un material que de otra forma sería desechado.

El enfoque principal del reciclaje de los plásticos se centra sobre el componente termoplástico, que supone el 75% de todos los plásticos reciclados. Casi el 80% de las principales resinas para los termoplásticos utilizados en los embalajes son de poliolefina (PEAD, PEBD y PP).

- a) **PEBD:** Polietileno de baja densidad.
- b) **PEAD:** Polietileno de alta densidad.
- c) **PP:** Polipropileno.

El 80% de los embalajes de plástico se encuentran bajo la forma de envases rígidos: botellas para bebidas, otros tipos de botellas y demás envases rígidos (Pearson, 2000).

## **2.5.2 Plásticos, embalaje y su forma**

Basándose en el volumen, el envase plástico para bebidas supone la tercera parte del volumen de los objetos que actualmente son reciclables (Pearson, 2000) principalmente periódicos, envases no plásticos para bebidas y envases de plástico para bebidas. Esto es muy importante, ya que demuestra claramente que si se incluyesen los envases de plástico para bebidas entre los reciclables tradicionales; es decir, periódicos y envases no plásticos para bebidas, el volumen del material desviado del vertedero se incrementaría.

Es por ello, que este proyecto está centralizado específicamente en el reciclaje de botellas plásticas (PEBD, PEAD y PP), ya que está demostrado como 1/3 del volumen de los objetos reciclables está conformado por dichos plásticos. Dicho de otro modo, se observa un comienzo al parecer factible para la demanda de productos elaborados con plásticos reciclados.

## **2.5.3 Plástico reciclado, una logística inversa**

Para reciclar cualquier material presente en los residuos, este tiene que comercializarse y distribuirse (objetivos de la logística), hay que encontrar clientes y convencerles en comprar y seguir comprando dicho producto (mercadotecnia) fabricado con materiales residuales.

Por lo tanto, el reciclaje requiere cuatro elementos (Lund, 2000).

- a) Recolección
- b) Selección de materias primas.
- c) Recuperación de la materia prima para fabricar el producto.
- d) Mercados y clientes que compren el producto.

La infraestructura para recuperar, limpiar y fabricar productos para su venta está creciendo rápidamente. Además, existe un número creciente de fabricantes de perfiles plásticos que utilizan plástico no seleccionado procedente del flujo de residuos.

Entendiendo como “plásticos no seleccionados” a la mezcla de plásticos normalmente incompatibles, pero que aparecen mezclados en las basuras.

El segmento industrial acepta los materiales recolectados y los limpia para su uso subsiguiente. Los mercados finales para los polímeros genéricos recuperados de las botellas para bebidas están establecidos, y son mayores que la cantidad de polímeros que pueden capturarse hoy en día mediante reciclaje. (Pearson, 2000). Algunas fuerzas motrices están acelerando y ampliando la demanda de estos materiales reciclados.

Adaptando un modelo apropiado para la logística inversa aplicada en los 4 elementos generales del reciclaje, se observa la formación de una cadena de suministros partiendo desde la recolección tanto del producto físico así como de la misma información necesaria para el óptimo aprovechamiento, hasta concluir con las ventas finales y la aceptación por parte del mercado, generando siempre un flujo continuo de retroalimentación por el conocimiento adquirido en base a las experiencias e investigaciones realizadas a lo largo del proceso productivo.

#### **2.5.4 Plástico reciclado y la economía del conocimiento**

“En una recesión económica, la colección de los conocimientos de la organización y su aplicación es como determinar la próxima generación de industrias súper estrellas” (Groff & Jones, 2003).

Históricamente, el mundo laboral ha evolucionado desde una labor manual a expertos mecánicos y técnicos en la economía del conocimiento. Hoy, el éxito

requiere agilidad y adaptabilidad, totalmente dependiente de la rápida asimilación y aplicación del conocimiento para desarrollar y responder a nuevas tecnologías, nuevos productos y nuevos servicios que nos puedan liderar a una era competitiva.

Aumentando el grado de conocimiento sobre las herramientas “teóricas” de logísticas, suministros y del reciclaje, obteniendo sumas ventajas ante las posibles competencias en cuanto a las mejores metodologías de recolección y acopio del plástico.

Y a su vez el tener altos grados de conocimientos sobre el material que se está reciclando, como sus propiedades físicas y químicas, sus posibles procesamientos y equipos necesarios para estos, nos proporcionarían mayor ventaja económica-competitiva ante las demás empresas que ofrecen estos servicios.

## **A. Plástico reciclado: Un enfoque económico-político**

En la actualidad existe un plano económico-político que establece obligaciones y reglamentos para su óptimo funcionamiento, existen fuerzas que alteran los incentivos económicos favoreciendo al reciclaje. Algunos ejemplos son (Grogan, 2000):

a) Mayores tarifas de vertedero: Actualmente, el costo de los vertederos en México es alto por tonelada, y puede ser aún más alto en determinadas zonas. Sin embargo, el precio por verter es sustancialmente mayor y sigue subiendo, ya que la legislación ha reducido severamente la oferta de los vertederos. El lograr obtener el conocimiento de esta información, será una fuerza motriz económica que pueda llegar a impulsar el reciclaje.

b) En Estados Unidos, existe una legislación que obliga a un contenido de material reciclado, para el papel de periódico. Ahora esta es dirigida hacia los

plásticos. Por lo tanto, el material reciclado tendrá un precio más alto que el material virgen.

c) La demanda del mercado sobre productos con contenido reciclado: Cuando los fabricantes de productos descubran alguna ventaja mercantil utilizando embalajes con contenido reciclado, diseñarán sus embalajes de forma que incluyan esos materiales, y así lo anunciarán.

d) El precio del petróleo: Si el precio del petróleo fuese a subir, los precios del material virgen costarían más que el material reciclado, lo que sería una importante fuerza motriz para el reciclaje.

## **B. Plástico reciclado: La economía petroquímica**

La vida sin el petróleo no podría ser como se conoce actualmente. Del crudo se obtiene la gasolina y diesel para autos y autobuses, combustible para barcos y aviones.

La industria petroquímica usa productos derivados de él para hacer plásticos, fibras sintéticas, detergentes, medicinas, conservadores de alimentos, hules y agroquímicos.

El petróleo ha transformado la vida de las personas y la economía de las naciones. Su descubrimiento creó riqueza, modernidad, pueblos industriales prósperos y nuevos empleos, motivando el crecimiento de las industrias mencionadas.

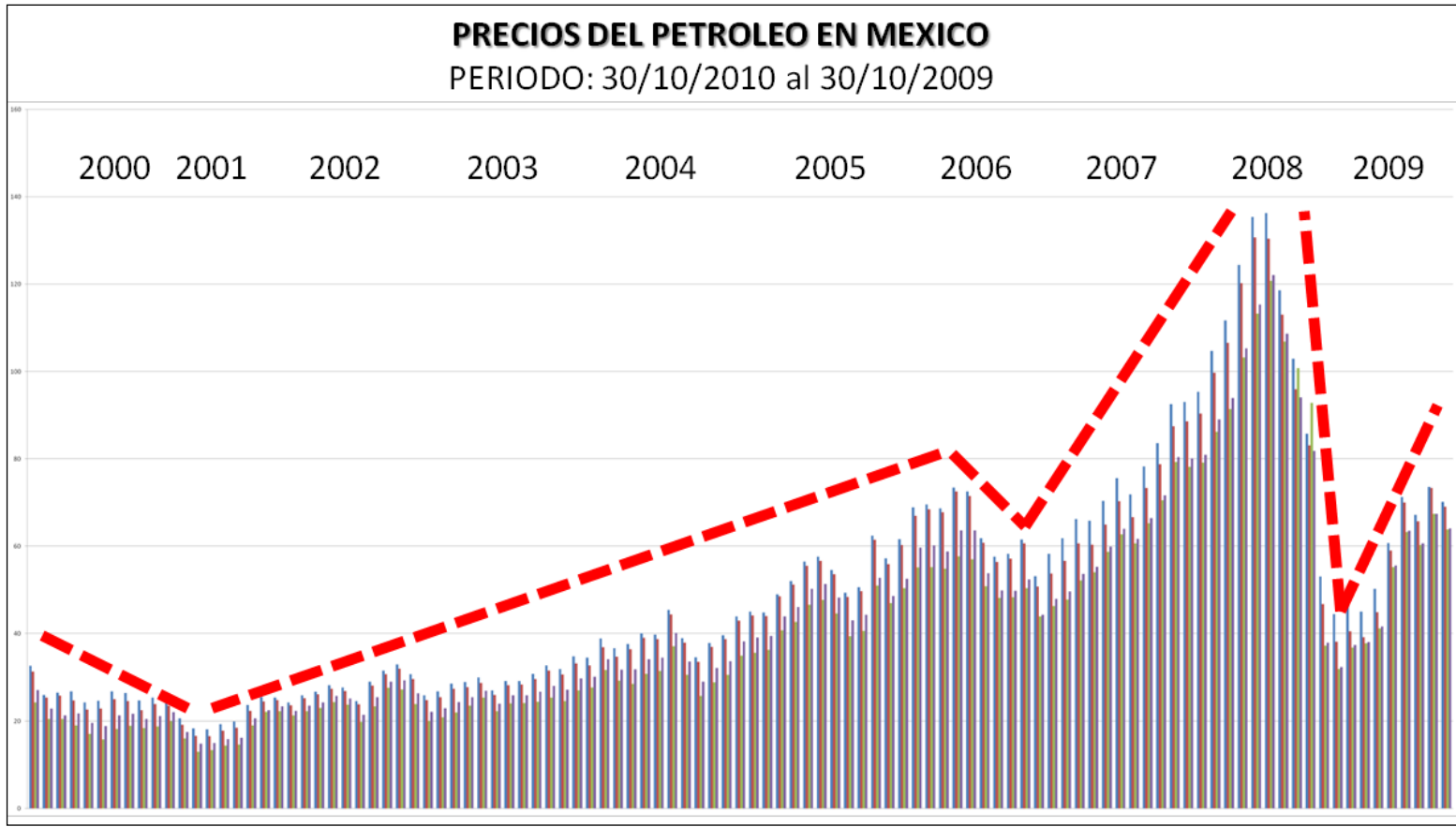
Del petróleo se obtienen determinados compuestos, que son la base de diversas cadenas productivas, las cuales determinan una amplia gama de productos denominados petroquímicos, que se utilizan en las industrias de fertilizantes, plásticos, alimentaria, farmacéutica, química y textil, entre otras. Las principales cadenas petroquímicas son las del gas natural, las olefinas ligeras (etileno, propileno y butenos) y la de los aromáticos.

A partir del gas natural se produce el gas de síntesis que permite la producción a gran escala de hidrógeno, haciendo posible la producción posterior de amoníaco por su reacción con nitrógeno, y de metanol, materia prima en la producción de metil-terbutil-éter, entre otros compuestos.

Del etileno se producen un gran número de derivados, como las diferentes clases de polietileno, cloruro de vinilo, compuestos clorados, óxidos de etileno, monómeros de estireno, entre otros, que tienen aplicación en plásticos, recubrimientos, moldes, etc.

Del propileno se producen compuestos como alcohol isopropílico, polipropileno y acrilonitrilo, que tienen gran aplicación en la industria de solventes, pinturas y fibras sintética (Pearson, 2000).

De acuerdo a la última fuerza existente que pudieran alterar los incentivos económicos favoreciendo al reciclaje, en la figura 2.4 se observa como el petróleo ha demostrado un aumento sin reducción alguna o índices que demuestren que el petróleo comenzará una disminución en precios a través de los años:



**Figura 2.4** Aumento de los precios del petróleo en México (Petróleos Mexicanos, 2010).



## **C. Plástico reciclado: La economía del reciclaje**

La economía del reciclaje de los plásticos puede ser atractiva porque no es una operación que precise de grandes aportaciones de capital, y puede ser integrada fácilmente a la fabricación de productos de plástico.

Una compañía que fabrique un producto plástico moldeado, o botellas o película, tiene el potencial necesario para procesar el material reciclado y utilizarlo en su alimentación para obtener el producto que fabrica.

El costo de la materia prima es bajo y en ocasiones está por debajo de cero. Una industria o comunidad, puede en algunos casos pagar para que se lleven la materia prima de sus residuos, ya que esto puede ser más barato que pagar por su incineración o vertido (Vargas, 2008).

Es aquí donde un óptimo plan de logística inversa puede ser efectivo, conformando la cadena de suministros hacia una nueva reutilización de materias plásticas recicladas.

La calidad del material procesado tiene un impacto importante sobre la economía del reciclaje. Si se emplea una mezcla de diversos polímeros presentes en el flujo de residuos pos consumidor, y hay que invertir en la limpieza y separación de dichos polímeros; es decir, realizar una flotación acuosa o una separación mediante disolventes, o sencillamente no separarlos y reutilizarlos como una mezcla no seleccionada; entonces, la alternativa de los rechazos industriales (Oferta que excede los 45 millones de kilogramos anuales) sería muy atractiva para un procesador. Los rechazos industriales normalmente no han estado en las basuras y son razonablemente uniformes en cuanto al tipo de polímero (Pearson, 2000). Hay que reconocer esta realidad económica y admitir que los rechazos industriales limpios serán consumidos primero, y con preferencia sobre el material pos consumidor.

La tendencia actual se orienta hacia el reciclaje porque las alternativas para procesar basuras se están cerrando. La alternativa es el reciclaje” (Lund, 2000).

Se puede decir con bastante seguridad, que desde el punto de vista técnico, todo el espectro termoplástico (75% del compuesto plástico) de los R.S.U. puede procesarse para conseguir productos útiles. También se puede asegurar que los componentes termoestables de las basuras pueden procesarse mediante determinadas tecnologías, como, por ejemplo, la separación mediante disolventes, el desacoplamiento o la pirolisis de los componentes termoestables. Toda esta tecnología ha sido ya contrastada. Mientras el precio del petróleo continúe subiendo por la inflación y los costos de los sistemas de evacuación alternativos suban, el reciclaje de los plásticos pos consumidor será cada vez más atractivo. Dados todos estos factores, el plástico será el componente más reciclable de los residuos. (Pearson, 2000).

## **D. Plástico reciclado: Leyes integrales**

En algunos países, los gobiernos han puesto leyes integrales sobre el reciclaje, como por ejemplo:

- a) Objetivos obligatorios de reducción de residuos.
- b) Separación en origen obligatoria.
- c) Reciclaje obligatorio en acera o en centros de recolección selectiva.

Por otra parte, al igual, varios países han aceptado las leyes para la codificación de los plásticos. Estas leyes requieren la codificación de las botellas y/o envases rígidos plásticos según su tipo de resina, y generalmente los países siguen los cogidos voluntarios recomendados por la Sociedad de la Industria del Plástico (SPI).

El sistema de codificación, fue creado para proporcionar un sistema nacional uniforme que dé respuesta a las necesidades de la industria del reciclaje definidas

por los propios recicladores y recolectores. El código consiste en una flecha triangular con un número en el centro y unas letras debajo. La flecha triangular fue elegida para aislar y distinguir el código de otras letras, números e impresiones (Vargas, 2008).

El número, dentro y las letras, debajo, indican la resina utilizada para fabricar el envase; los envases con etiquetas o bases realizadas con otros materiales pueden codificarse según su material básico principal, tal como lo muestra la figura 2.5:



*Figura 2.5 Simbología Polietileno de alta densidad (Vargas, 2008).*

1. = PET (Polietileno tereftalato).
2. = PEAD (Polietileno de alta densidad).
3. = PVC (Policloruro de vinilo).
4. = PEBD (Polietileno de baja densidad).
5. = PP (Polipropileno).
6. = PS (Poliestireno).
7. = Otros.

## **E. Plástico reciclado: Sistemas de recolección y selección**

La decisión adoptada por los gobiernos respecto a utilizar el reciclaje como un método para gestionar los R.S.U. precisa de fórmulas para separar los componentes

reciclables de las basuras tradicionales. Es la unidad gubernamental quien tiene que diseñar un método para recolectar y separar los reciclables de las basuras (Ruiz, 2000).

Un nuevo sistema de recuperación de reciclables y su venta al sector privado como materias primas para la fabricación de nuevos productos, las comunidades han de estar informadas sobre las empresas privadas y el mercado de materias primas.

Estos conceptos varían desde los centros de recolección selectiva y los centros de recompra hasta la recolección en acera de todos los reciclables, que introducidos en un camión, son transportados hasta una instalación donde se seleccionan los componentes más importantes (aluminio, acero, vidrio, papel y plásticos).

Según Lund (2000), siempre es necesario medir la viabilidad económica del reciclaje frente a los restantes métodos de gestión para los residuos sólidos. El costo del reciclaje implica:

- a) Costos de recolección
- b) Costos de selección.
- c) Menos el costo evitado de vertido.
- d) Menos los ingresos por la venta de los reciclables.

Si se calcula el costo de la recolección y selección y se le restan los ingresos, puede obtenerse el costo evitado de vertedero.

Cuando ambos costos son iguales se denomina “costo compensado de vertedero”.

Un análisis de dicha economía muestra que la variable dominante es “la tasa de captura” (porcentaje recuperado por residente). En otras palabras, si los costos de vertido (en el vertedero) de los R.S.U. son iguales o mayores en pesos por toneladas, es cuando un programa de reciclaje bien diseñado será económicamente atractivo.

La investigación y la experiencia ponen de manifiesto que, cuanto más complicada sea la tarea del residente (es decir, cuantas más selecciones individuales tenga que hacer), menor será la captura. Es preferible realizar una mezcla de los envases (vidrio, acero, aluminio y plásticos).

En la figura 2.6 se muestra un ejemplo de un contenedor de acero para plásticos no seleccionados.



**Figura 2.6** Contenedor de plásticos no seleccionados.

Un ejemplo, es el de Rhode Island (2000), en el cual se plantea un proyecto extremadamente sencillo para el consumidor y un camión de recolección grande, que no tenga que vaciarse durante una jornada de ocho horas. El camión de 23 metros cúbicos. De carga superior. Ya que este ha demostrado ser rentable para la recolección de periódicos no compactos, envases de vidrio, aluminio, acero y plásticos. En la figura 2.7 se muestra un vehículo de recolección para reciclables.



**Figura 2.7** Vehículo de recolección para reciclables.

El costo de la recolección y selección de los reciclables, supone aproximadamente, las dos terceras partes de los costos generales de la recolección. Por este motivo, un sistema mal diseñado puede ocasionar altos costos para la comunidad. Si una comunidad tiene un sistema mal diseñado (mala logística), la responsabilidad recaerá sobre los plásticos que presentan una alta relación volumen-peso. Ya que el costo de los equipos para recolectar el material en la acera y los empleados necesarios para introducir el material en el camión representan el 70% de los costos totales de recolección, y por lo tanto el 50% de los costos totales de manipulación, es lógico pensar en la necesidad de diseñar sistemas de recolección que sean altamente eficaces. Esto implicaría mantener un sistema de logística bien estructurado y controlado en todos los aspectos posibles.

Cuantos más materiales individuales sea preciso recolectar e introducir en una parte específica del camión, más tiempo se tardará en llenar el camión, y más horas tardará el operario en realizar esta tarea (tiempos desperdicio). El suponer la utilización de una bolsa de plástico de 49 lts., la cual puede ser levantada por una persona para recolectar varios materiales en el contenedor, o bien un mismo contenedor de 340 lts., levantado por un brazo mecánico. Una vez recolectados, los

reciclables deben llevarse hasta una instalación para procesarlos de una forma apta que permita su venta como materias primas a las industrias que puedan utilizar subsegmentos de las basuras, esto mediante la selección de dichas materias (Long, 2000).

La metodología de selección que está desarrollándose más rápidamente, es la instalación para la recuperación de materiales (IRM). La mezcla no seleccionada de reciclables se entrega a una instalación diseñada para separar estos materiales en sus componentes, manualmente o mediante una combinación de selección automática y manual. Las latas de acero y aluminio se separan fácilmente del vidrio y el plástico mediante imanes y corrientes Foucault. El vidrio y los plásticos pueden separarse mediante sistemas mecánicos, después se separa de una forma adicional el vidrio por colores y los polímeros del plástico; normalmente ésta separación se realiza manualmente (Vargas, 2008). En la figura 2.8 se aprecia una línea de separación de materiales reciclables mezclados:



**Figura 2.8:** Línea de separación de materiales reciclables mezclados.

La tecnología para mecanizar la separación de los plásticos, está desarrollándose rápidamente. Se ha demostrado que las botellas para bebidas se pueden separar de una forma totalmente mecánica en las siguientes categorías (Pearson, 2000):

PVC: Botellas de agua.

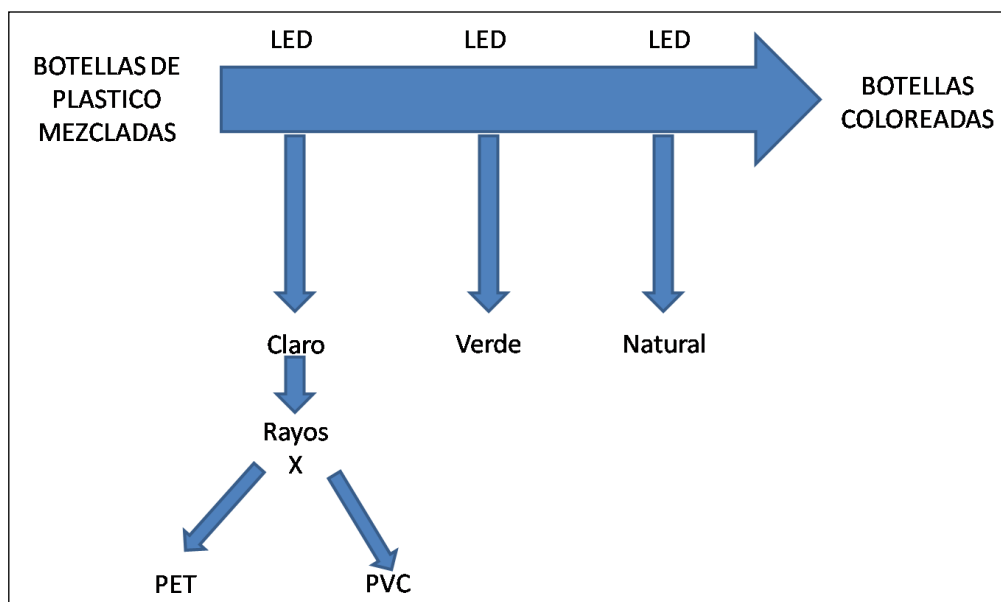
PET claro: Refrescos, vino, licores.

PET verde: Refrescos, vino, licores.

PEAD transparente: Leche, agua, zumos.

Pigmentado: Detergente, fármacos.

El mecanismo consiste en detectar la presencia de las botellas sobre la cinta transportadora utilizando rayos de luz visibles para el PET y el PEAD, y rayos X para el PVC. Una vez detectada, los dispositivos activados electrónicamente extraen la botella apropiada de la cinta. En la figura 2.9 se muestra un diagrama de separación de botellas de plástico mezcladas bajo este mecanismo.



**Figura 2.9** Diagrama de separación de botellas de plástico mezclado por detección.

Los plásticos, son un componente valioso dentro de los residuos mezclados; ocupan el segundo lugar en cuanto a valor después del aluminio, y contribuyen al menos en un 20%, a los ingresos de la IRM.

En resumen, las posibilidades actuales indican que es económicamente y técnicamente viable para el país recolectar, separar y vender los componentes del flujo de residuos que se derivan de los periódicos usados y de los envases para bebidas.



Otra ventaja que presentan estos materiales consiste en que la educación del consumidor puede simplificarse en las primeras etapas del reciclaje. Solamente se requieren los envases de comida o bebida que el consumidor ha vaciado. Esto elimina, de momento, el vidrio, aluminio y plástico diseñados para productos no comestibles.

## **F. Plástico reciclado: Procesamiento de plástico por tipo**

El reciclaje implica procesar las basuras en componentes finitos para que cada componente pueda encajar en su propio espacio de mercado como materia prima. Las tecnologías para separar los plásticos pos consumidor en sus componentes entran en una de cuatro amplias categorías (Vargas, 2008):

- a) Macro selección de componentes.
- b) Micro selección de componentes.
- c) Selección molecular de componentes.
- d) Trato de los componentes en una mezcla de no seleccionados.

La macro selección, implica la separación de las botellas PET para refrescos de las botellas PEAD para leche; por ejemplo, en otras palabras tomar los artículos antes de su trituración y separarlos en diferentes componentes manipulando cada artículo de manera individual. Esto puede realizarse mediante una operación manual o automática. La macro selección, permite la separación de un amplio número de materiales. La micro selección implica la separación de los polímeros por tipos, después de haber sido triturados y cortados en pequeños trozos de aproximadamente 3-6 mm de diámetro.

Para realizar este tipo de separación a nivel micro, se presentan a continuación los siguientes métodos (Lund, 2000):

- a) Utilizar una tecnología de flotación extraída de la industria minera, donde los materiales se separan por flotación aprovechando las diferencias de densidad. La

tecnología de hidrociclones, empleando la fuerza centrífuga para acelerar la separación gravitacional, puede aplicarse con bastante eficacia para separar polímeros en base a su densidad dentro de un medio acuoso.

b) Por tecnología de trituración criogénica, en este proceso los polímeros se fracturan de forma distinta a temperaturas diferentes mediante su inmersión en nitrógeno líquido.

c) Por separación molecular, el Instituto Politécnico Rensselaer ha demostrado que es posible separar seis o más tipos de polímeros mediante la disolución de todos en una solución; se trata de aprovechar la temperatura de la disolución para cada polímero. En efecto, cada polímero se disuelve a su propia temperatura. Sin embargo, este proceso se ha demostrado técnicamente factible a escala laboratorio.

Muchos embalajes modernos contienen uno o más polímeros combinados para conseguir determinadas propiedades; como, por ejemplo, barreras para el oxígeno, barreras para la humedad, etc. Mediante la tecnología de separación molecular, se ha comprobado que estos materiales pueden separarse para recuperar los materiales genéricos originales (Pearson, 2000).

## **G. Plástico reciclado: Recuperación de resinas**

Una vez capturados y seleccionados, los materiales se convierten en alimentación para la instalación de recuperación de resinas. El PET limpio puede conseguirse con una pureza del 99.9%.

Por ejemplo, Una fábrica que recupere 9 millones de kilos de PET cada año puede construirse con aproximadamente, 2.5 millones de dólares, y conseguirá un precio de venta por el material triturado-reciclado, que será aproximadamente la mitad del

precio de la materia virgen, suponiendo que la materia prima que entre en la planta sean botellas PET embaladas a 13 centavos americanos el kilo.

El método más fiable para el uso de material reciclado consiste en unirlo al material virgen, otra tecnología de recuperación, es por ejemplo el PET, el cual puede ser despolimerizado mediante un proceso de metanolisis; el monómero recuperado puede refinarse y utilizarse para obtener un polímero nuevo (Long, 1999).

## **H. Plástico reciclado: Rechazos, una oportunidad**

La experiencia ha demostrado que cuando se solicita a los residentes que depositen envases de bebidas tienden a depositar materiales no deseados. Al principio se pensaba que era un problema inherente a los plásticos, pero después se constató que sucedía con todas las categorías de reciclables cuando depositaban en la acera.

El material no deseado incluye envases que no son para bebidas, películas e incluso juguetes.

En un experimento realizado en Estados Unidos, se pudo suponer que el consumidor tiene problemas para determinar que plásticos entregar, ya que existen tantos tipos distintos, pero teniendo en cuenta esto, se solicitó al consumidor que entregase solamente aquellos envases de los que hubiese bebido el contenido. Este experimento tuvo algo de curiosidad, ya que, con esta instrucción se entregaron, por ejemplo, botellas para aceite de motor (Ruiz, 2000).

## a) El rechazo principal

Cuando es difícil o demasiado caro separar los materiales genéricos, es posible tratar la mezcla no seleccionada de todos los polímeros presentes en el flujo de residuos. Contrariamente a la idea histórica, los materiales que son incompatibles pueden procesarse de diversas formas para superar las propiedades negativas derivada de su incompatibilidad. Puede implementarse un primitivo moldeador por inyección, pero existen otras variaciones de este equipo que pueden ser utilizadas también.

En la figura 2.10 se observa un equipo para la compresión e inyección de plásticos no seleccionados.



*Figura 2.10* Equipo de inyección para plásticos no seleccionados.

La aplicación más primitiva de esta tecnología consiste en perfiles moldeados por compresión e inyección hechos de plásticos no seleccionados, que han encontrado en el mercado nuevas aplicaciones en forma de tablas, postes, aplicaciones marítimas, bancos para parques, etc. De esta forma, una mezcla no seleccionada, sin limpiar y que contenga metal y papel, puede refabricarse en un producto útil.

Esta tecnología se dirige hacia la segunda generación, cuando se “refine” la mezcla no seleccionada. Es decir, se separen el metal y el papel, y entonces se puedan mezclar y fundir completamente los materiales. Estos materiales ya serán aptos para ser usados en un equipo convencional de molde y procesamiento, mientras que los perfiles mencionados anteriormente requieren presiones muy fuertes o un equipo de

moldeo a compresión que pueda con el metal residual y/o con otros materiales residuales (Vargas, 2008).

Entonces, básicamente, hay dos grandes posibilidades en la selección del material:

- a) Una consiste en obtener un material genérico de alta calidad, similar en propiedades al material virgen que entro en el flujo de residuos.
- b) La otra, cuando la economía no permita la recuperación de un material genérico, la nueva información disponible a través de la investigación nos mostrará la enorme utilidad potencial que tienen estas combinaciones de materiales.

Se puede observar que, a pesar de que un material no sea procesado en el reciclaje, de tal forma que se pueda obtener la separación de los distintos tipos de plásticos, existe una segunda opción, con la cual sin una inversión grande, y una infraestructura relativamente primitiva, pudiendo procesar distintos tipos de productos, con diversas formas y utilidades, abriendo así una mayor competitividad de mercado a favor, esto sin mencionar los beneficios que conllevaría el implementar un proceso de esta magnitud ambiental.

## **I. Plástico reciclado: Comercialización**

Cuando los materiales residuales han sido procesados en la forma genérica que presenta una mayor calidad, entonces son aptos para competir en los grandes mercados que existen para estos materiales.

Actualmente es posible recuperar PET, PEAD, PEBD y PVC del flujo posconsumidor con una calidad muy alta que puede competir en los mercados con el material virgen.

En la tabla 2.1 se muestran los mercados proyectados para cada tipo de plástico recuperado (Lund, 2000):

**Tabla 2.1** Mercado proyectado en millones de kilos por año.

Tipo generico	Millones de kilos anuales
PET	285
PE-HD	240
PS	258
PVC	224
PP	408
No seleccionados (no refinados)	181

La calidad es un problema que presenta un gran trabajo cuando se va más allá de las botellas para bebidas. Lo que surge inmediatamente es el problema del color. Los detergentes, medicinas, insecticidas y una amplia gama de productos se envasan en diferentes tipos de recipientes pigmentados coloreados. Es difícil eliminar estos pigmentos y, además, es muy difícil utilizar los colores si no pueden unirse de una forma idéntica, por ejemplo, amarillo con amarillo y azul con azul. Las propiedades transparentes en la utilización de múltiples capas todavía es un problema a resolver.

No existiría problemas con las mezclas de colores si se pudiese tolerar el gris, café o negro, lo que es posible para tuberías subterráneas u otros productos donde el color no es un factor importante.

Algunas de las nuevas tecnologías son capaces de refinar el material más aún. Por ejemplo, la separación molecular podría aislar los pigmentos. Además han surgido nuevas tecnologías. La modificación o sustitución de los pigmentos mediante reacciones químicas u otros parámetros de procesamiento, la sustitución de los pigmentos orgánicos por inorgánicos, todos, son procesos en estudio y ofrecen un potencial para superar las barreras y abrir nuevos mercados a los materiales recuperados.

Los materiales reciclados pueden mezclarse con materiales vírgenes para aumentar la compatibilidad o compensar deficiencias, y esto también ya se está haciendo. Existen productos comerciales que son una combinación de material virgen y reciclado (Pearson, 2000).

Otra forma de superar los problemas de calidad consiste en crear un producto enteramente nuevo diseñado para ser usado:

- a) Junto con el material virgen
- b) En otros ámbitos nuevos donde las cuestiones de calidad no sean relevantes (como se explicó anteriormente).

Por ejemplo:

- a) Bancos para los parques.
- b) Mesas de jardín.
- c) Tablas de paisajismo elaboradas con material no seleccionado y no refinado.
- d) Y también nuevas familias de materiales elaboradas con productos no seleccionados pre-refinados.

Actualmente, dos polímeros pueden cumplir los criterios de calidad, el PET y el PEAD que se encuentran en las botellas de refrescos, leche, agua, zumo, licores y vino.

Los mercados para los materiales genéricos son mucho mayores en la actualidad que la capacidad para recolectar estas botellas del flujo de residuos.

## **J. Plástico reciclado: Logística general y sus necesidades de investigación**

La investigación actual se orienta hacia cómo ir más allá de las botellas para bebidas. La estrategia consiste en desarrollar la tecnología adecuada para reducir los costos de recolección, selección y recuperación de estos materiales, al mismo tiempo que se intenta aumentar el valor de los materiales reciclados para que se pueda obtener un mayor precio en el mercado. Los programas actuales de investigación se centran en la recolección, la selección-recuperación y en los mercados finales (Pearson, 2000).

De lo anterior, se puede extraer la siguiente información, adaptándola al proyecto:

“Ir más allá de las botellas para bebidas” (Logística Inversa).

“La estrategia consiste en desarrollar la tecnología adecuada para reducir los costos” (Tecnologías de la información e innovación).

Una apta tecnología de la información y de constante innovación, nos puede llevar a un punto adecuado de economía basada en el conocimiento científico y empírico desarrollado.

“Recolección, selección y recuperación de materiales” (Cadena productiva).

“Aumentar el valor de los materiales reciclados”, esto se logra eficientando la logística inversa a lo largo de la cadena productiva, mediante los controles y la infraestructura adecuada.

La logística del reciclaje en general, contempla (Lund, 2000):

Recolección:

- a) La recolección de todos los plásticos limpios.
- b) El tipo y tamaño del camión.



- c) El itinerario del camión.

#### Selección y Recuperación:

Los plásticos no seleccionados limpios o “refinados” representan un campo nuevo. Son materiales triturados que se han limpiado, quitando de ellos el material sucio y no plástico. Con estos plásticos no seleccionados se puede fabricar una nueva familia de compuestos para formar pelets o perfiles moldeados por inyección.

#### Uso Final:

- a) La investigación de mercado se ocupa de los usos no genéricos, entre los que incluye las nuevas familias de compuestos y perfiles.
- b) En el caso de los plásticos no seleccionados, existen varias utilidades finales (Bancas, Mesas, Tablas, Perfiles, etc.).

#### Almacenamiento:

Una estrategia para gestionar los plásticos, es construir instalaciones de almacenamiento estratégicas que almacenan fuentes reciclables de materiales plásticos para su recuperación y reutilización en el futuro.

#### Costos de almacenamiento:

Los costos exactos para el almacenamiento se desconocen al momento, pero no deberían ser excesivos.

#### Usos actuales:

Las botellas PET, PEAD, PEBD y PVC, podrían extraerse también los materiales para abastecer mercados en desarrollo que utilizan una alimentación de plásticos no seleccionados y que fabrican una amplia gama de productos, desde bancos

para parques hasta puertos marítimos, parachoques de automóviles y otros artículos pesados destinados al tráfico.

Usos futuros:

- a) Existe la tecnología para procesar el plástico almacenado en sus componentes poliméricos disolviendo los polímeros.
- b) Existe tecnología para el “cracking” de los materiales carbonosos en monómeros, que son los bloques de construcción para elaborar polímeros.

## **2.6 Estrategias de recolección y procesado de información**

La recolección de datos se refiere al uso de una gran diversidad de técnicas y herramientas que pueden ser utilizadas por el analista para desarrollar los sistemas de información, los cuales pueden ser la entrevista, encuesta, cuestionario, observación, diagramas de flujo, etc.

Estos instrumentos serán aplicados en un momento en particular, con la finalidad de buscar información que será útil en una investigación en común (Avilez, 2009).

Una vez obtenidos los indicadores de los elementos teóricos y definido el diseño de la investigación, será necesario definir las técnicas de recolección de datos para construir los instrumentos que nos permitan obtenerlos de la realidad.

Un instrumento de recolección de datos es cualquier recurso de que se vale el investigador para acercarse a los fenómenos y extraer de ellos información (Jurgenson, 2003).

Los datos primarios y secundarios no son dos clases esencialmente diferentes de información, sino partes de una misma secuencia: todo dato secundario ha sido primario en sus orígenes, y todo dato primario, a partir del momento en que el investigador concluye su trabajo, se convierte en dato secundario para los demás.

- Datos primarios: son aquellos que el investigador obtiene directamente de la realidad, recolectándolos con sus propios instrumentos.
- Datos secundarios: son registros escritos que proceden también de un contacto con la práctica, pero que ya han sido elegidos y procesados por otros investigadores.

### **2.6.1 Estrategia de recolección:**

Al cuestionario lo podemos definir como un método para obtener información de manera clara y precisa, donde existe un formato estandarizado de preguntas y donde el informante reporta sus respuestas. Es un instrumento indispensable para llevar a cabo entrevistas formalizadas, pero puede usarse independientemente de éstas. En tal caso, se entregará al informante el cuestionario para que éste, por escrito, consigne por sí mismo las respuestas. Es claro que no se trata de una entrevista, pues no existe el elemento de interacción personal que la define.

La elaboración del cuestionario requiere un conocimiento previo del fenómeno que se va a investigar. Del mismo modo, la experiencia del investigador es imprescindible para la construcción de cuestionarios, los que deben ser adaptados a las necesidades del investigador y a las características de la comunidad en la que se realiza la investigación (Hernández, 1998). La principal ventaja de los cuestionarios auto administrados reside en la gran economía de tiempo y personal que implican, ya que pueden enviarse por correo, dejarse en algún lugar apropiado o administrarse directamente a grupos reunidos al efecto. Su desventaja está en que impide conocer las reacciones reales del informante ante cada pregunta. También las confusiones o malentendidos pueden multiplicarse, pues no existe la posibilidad de consultar sobre

dudas específicas o de orientar una respuesta hacia su mayor profundización o especificación. El empleo de los cuestionarios auto administrado se hace especialmente recomendable en aquellos casos en que es factible reunir de una sola vez a un cierto número de personas. Por otra parte, muchas personas adoptan una actitud irresponsable o pierden el interés frente a cuestionarios auto administrado, lo que es otro factor negativo de esta técnica.

Cuestionarios abiertos. Son aquellos en los que se pregunta al sujeto algo y se le deja en libertad de responder como quiera. Este tipo de cuestionario es muy útil y proporciona mucha información, pero requiere más tiempo por parte del informante y es más difícil de analizar y codificar por parte del investigador. Generalmente, se aplican en estudios pilotos con el fin de obtener más datos.

Cuestionarios cerrados. Están estructurados de tal manera que al informante se le ofrecen sólo determinadas alternativas de respuesta. Es más fácil de codificar y contestar. Como desventaja, podemos mencionar que las categorías que se ofrecen pueden no ser las más adecuadas, o que la persona no haya pensado sus respuestas en términos de las categorías que se le ofrecen. Otra desventaja es que, al ofrecerle categorías al informante, se le están "sugiriendo" las respuestas (Kvale, 1996).

## **2.6.2 Estadísticos: Aspectos de muestreo**

Según Wackerly (2002) las estadísticas se aplican en casi todos los aspectos de la vida: Se diseñan encuestas con el fin de recoger las primeras cifras de las elecciones y pronosticar los resultados. Se realizan entrevistas con consumidores para obtener más información acerca de los productos que prefieren.

Por otra parte, Suart (1991) define a la estadística como la rama del método científico relacionada con la recopilación de datos que se obtienen al contar o medir las probabilidades de las poblaciones. La estadística se relaciona fundamentalmente con

los procedimientos para el análisis de datos, en particular aquellos que, en cierto sentido poseen carácter aleatorio (Rice, 1995).

La estadística descriptiva, se dedica a la descripción, visualización y resumen de datos originados a partir de los fenómenos de estudio. Los datos pueden ser resumidos numérica o gráficamente. Ejemplos básicos de parámetros estadísticos son: la media y la desviación estándar. Algunos ejemplos gráficos son: histograma, pirámide poblacional, clústers, entre otros (Best, 2001).

Según Gryna (2007), una muestra es un número limitado de artículos tomados de una fuente más grande. Una población es una fuente grande de artículos donde se toma una muestra, se toman medidas de ésta y se calcula el estadístico. Con el fin de generar información útil, la planeación de una buena recopilación de datos le sugiere los siguientes puntos:

- Establecer los objetivos de recopilación de datos.
- Decidir qué medir.
- Decidir cómo medir la población o muestra.
- Recopilar los datos con un mínimo error.

### 3 METODOLOGÍA

En este capítulo se presenta la estrategia metodológica del diseño, aplicación, análisis y obtención información, fortaleciendo la vinculación que existe entre lo que se conoce como una economía basada en el conocimiento y las bases de la logística inversa aplicable en todo momento a los plásticos reciclables.

#### 3.1 Modelo propuesto

A continuación en la figura 3.1 se observa el modelo en el cual se muestra conformada por dos grandes etapas de la metodología aplicada, las cuales abarcan aspectos de procesado de información en la primera etapa, y análisis y estrategias emanadas de los resultados como una segunda etapa.

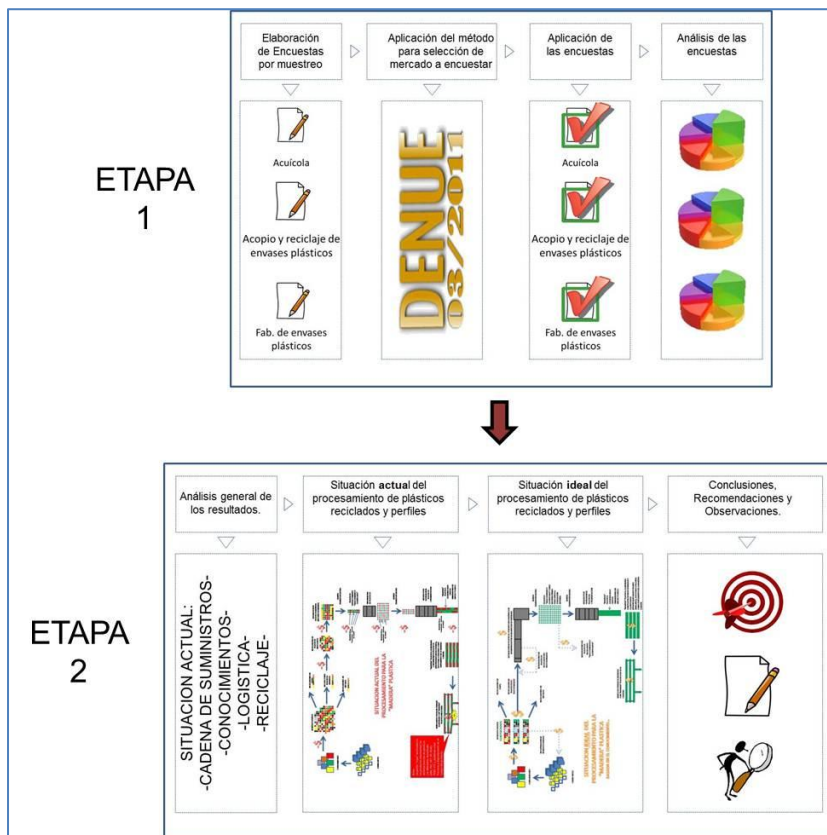


Figura 3.1 Metodología propuesta.

### 3.1.1 Procesado de información

La figura 3.2 muestra la metodología que comprende los elementos necesarios para acopio, almacenamiento y uso adecuado de la información necesaria para la investigación.



**Figura 3.2** Etapa 1 de la metodología propuesta. (Procesado de información).

#### A. Diseño y elaboración de encuestas por muestreo

Para fines del proyecto, el mercado objetivo será segmentado en tres distintos grupos:

- Empresas: dedicadas a la fabricación de envases de plástico.
- Empresas: dedicadas al acopio y reciclaje de envases de plástico.
- Empresas: agrícola, ganadera, acuícola, pesquera.

Tomando en cuenta el mercado ya segmentado, se podrá diseñar adecuadamente cada una de las encuestas dirigidas hacia éstos, determinando cada una de las preguntas, tomando en consideración el objetivo principal de cada una de las encuestas, y dar respuesta de esta manera a las preguntas relacionadas a:

- Procesamientos acuícolas.
- Fábricas de envases plásticos.
- Empresas de acopio y reciclaje de envases plásticos.

## **B. Método para selección de mercado a encuestar**

Se debe contemplar un método o modelo adecuado con el cual se pueda obtener la información necesaria y los datos correctos para determinar y seleccionar de manera ágil y lo menos costoso posible a los prospectos. Así también, administrar de manera organizada los datos para el comienzo de las encuestas.

Los datos necesarios para poder realizar esta actividad de manera organizada deberán contener la siguiente información:

- Giro de la empresa/ Nombre de la actividad que la empresa desarrolla.
- Nombre de la empresa.
- Razón social.
- Datos de dirección:
  - Calle.
  - Avenida.
  - Andador.
  - Numero exterior.
  - Colonia.
  - Código Postal.
  - Municipio y localidad.
- Teléfono.
- Correo electrónico/ contacto.
- Localización geográfica en la región.



## **C. Aplicación de las encuestas**

El desarrollo adecuado para la aplicación de encuestas es mediante la secuencia organizada de la captura de información, la cual es llevada a cabo en una base de datos, con la que se registran las empresas a encuestar, para posteriormente aplicarlas de manera más ágil, de tal forma que se reduzcan todos aquellos procedimientos y actividades que no generen valor alguno, ya que es una de las actividades más sensibles e importantes para este proyecto, debido a que la correcta y adecuada aplicación de las encuestas proporcionará los resultados de los objetivos previamente planteados.

La información de campo, se almacenará en una base de datos en la cual se establezca la logística con la que serán aplicadas las encuestas, capturando y almacenando todos los datos de las personas involucradas.

Estos resultados deberán almacenarse y actualizarse cada vez que una nueva encuesta haya sido aplicada. Esto con el fin de poder realizar un análisis posterior a la aplicación de las mismas, facilitando la información necesaria para la realización del análisis, arrojando de esta manera los resultados adecuados.

## **D. Análisis de las encuestas**

Posterior a la aplicación de cada encuesta, se debe realizar un amplio y cauteloso análisis a cada una de las preguntas que conforman la herramienta de estudio, mediante la captura de cada una de las preguntas, conglomerando el porcentaje de respuestas más comunes en cada una, de tal manera que este análisis desglose de forma visual y escrita toda la información que se recopiló mediante el instrumento utilizado.

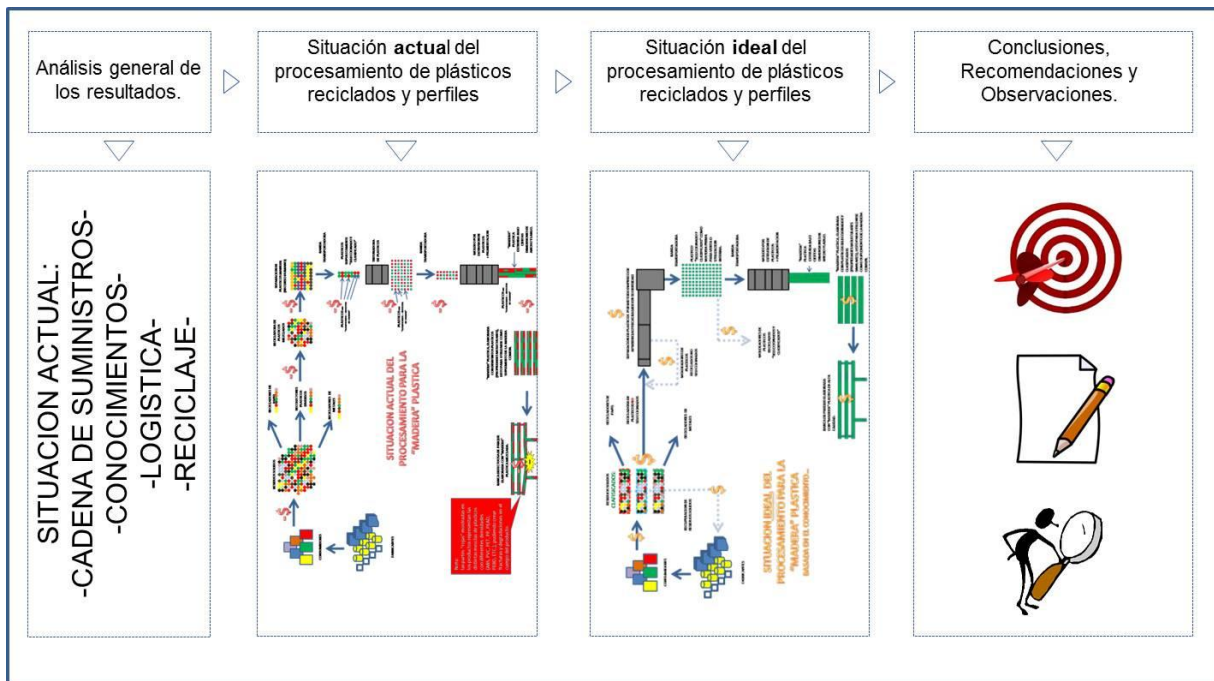
Se debe contar con el apoyo de una base de datos en Excel que ayude a analizar y obtener estadísticos y gráficos de manera más rápida y ordenada.

Cada uno de los tipos de encuestas que se lleguen a generar, deben contener su información de manera separada, cada una en distintas bases de datos, evitando que

el análisis realizado mezcle información incorrecta o peor aún, genere resultados falsos debido a la mala utilización y organización de los datos, resguardando dicha información de forma segura en distintos archivos de Excel, de tal manera que al momento de querer volver a analizar una de las encuestas, se tenga rápido acceso y manejo de dicha información.

### 3.1.2 Análisis y estrategias emanadas de los resultados

La siguiente etapa de la metodología comprende los elementos de análisis de la situación actual e ideal en la cadena de suministros, conocimientos, logística, reciclaje para la investigación. En la figura 3.3 se muestra como se subdivide esta etapa del modelo propuesto.



**Figura 3.3** Etapa 2 de la metodología propuesta. (Análisis y Estrategias Emanadas de los Resultados).

## **A. Análisis general de los resultados**

En la parte final del modelo, se deberá llegar a los resultados de las encuestas, es aquí cuando se debe realizar la adecuada “lectura” al análisis previamente elaborado, generando de esta manera los resultados observados en él, estructurando un listado de resultados y de ser posible las previas recomendaciones que se puedan ir fijando para cada una de las observaciones, así como cualquier conclusión dentro de este resultado.

## **B. Situación actual del procesamiento de plásticos reciclados y perfiles**

Parte de esta metodología deberá dar como resultado una situación actual de cómo se administra la logística, conocimientos de plásticos y reciclajes a lo largo de la cadena de suministros de este proceso, señalando cada una de las etapas por las cuales se subdivide.

## **C. Situación ideal del procesamiento de plásticos reciclados y perfiles**

Esta sección, deberá dar como resultado una situación ideal de cómo se deberá administrar la logística, conocimientos de plásticos y reciclajes a lo largo de la cadena de suministros de este proceso, señalando cada una de las etapas por las cuales se subdivide.

## **4. APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA**

En este capítulo, se plasma la estrategia de implementación de manera formal, la aplicación y uso adecuado de la metodología propuesta, desglosando cada uno de los puntos anteriormente citados.

### **4.1 Diseño y elaboración de encuestas por muestreo**

Para el desarrollo de la metodología, se debe iniciar con el diseño e implementación de tres distintos tipos de encuestas, las cuales deberán ir dirigidas a tres poblaciones:

- Empresas: dedicadas a la fabricación de envases de plástico (1).
- Empresas: dedicadas al acopio y reciclaje de envases de plástico (2).
- Empresas: agrícola, ganadera, acuícola, pesquera (3).

Mediante las encuestas se pretende obtener la información necesaria para responder las preguntas de investigación de este trabajo de tesis.

En la encuesta 1, dedicada a empresas que fabrican envases plásticos, se estructura el cuestionario de tal manera que se comience por ver primeramente que tipo de plásticos son los que fabrican, sus cantidades y su contribución con la producción total diaria, así como la misma posibilidad de que la empresa tuviera una operación especial para el acopio de los mismos plásticos pos-uso, de tal forma que la encuesta se aproveche para abarcar todas aquellas posibilidades enfocadas al proyecto, y de ser necesario “saltar” a la encuesta numero dos para efectos de calidad en el proceso de información.

De igual manera para la encuesta 2, sobre empresas que reciclan envases plásticos, se enfoca en conocer los tipos de plásticos acopiados al día, así como su cantidad aproximada, y de igual forma conocer cuál de estos mantiene una relación mayor en contribución con el total de plásticos recolectados al día.

La parte medular de la encuesta 2 se da cuando el encuestado proporciona la información para conocer qué tanto conocimiento y disposición a “conocer” se tiene dentro de su empresa, que tan a la “par” van con la tecnología que envuelve actualmente a este tema tan controversial del reciclado, generando como “bono extra” el precio de venta aproximado por kilogramo de plástico reciclado, según los procesos que estos manejen, dando una mayor idea de cuan “costosa” pueda llegar a ser la falta de conocimiento apropiado dentro de los procesos de reciclado de las mismas.

La encuesta 3, permite conocer cuánto conocimiento tiene actualmente el posible “mercado” o nicho de mercado que se intenta atacar, conociendo si la cultura actual brinda el conocimiento necesario para lograr entender el significado y la importancia del reciclaje, explicando de la mejor forma, el material plástico reciclado por el cual el producto será fabricado, las ventajas que este tendrá sobre productos con geometría similares pero fabricados con distintos materiales, así como la contribución que este tendrá con futuras generaciones debido a su alta degradación, de tal forma que la encuesta 3, proporcione el punto final para concluir la posible demanda del producto en base a la respuesta supuesto nicho de mercado.

## **4.2 Aplicación del método para selección de mercado a encuestar**

En esta parte, se desarrolla la metodología para la selección del mercado a encuestar, respaldando la información por medio de dependencias gubernamentales que brindan total apoyo al proyecto.

### **4.2.1 Selección de mercado: Encuesta 1 y 2**

La selección de mercado a encuestar, se determinó utilizando estadísticos del INEGI, relacionados a la localidad de Hermosillo, Sonora.

INEGI cuenta con una “rama” estadística denominada como Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE) figura 4.1, el cual ofrece información sobre la identificación y ubicación de todos los establecimientos activos en el territorio nacional, de acuerdo a los datos recabados por los censos económicos 2009, y por ello, constituye una herramienta fundamental para la toma de decisiones en los ámbitos público y privado.



*Figura 4.1 Logotipo DENUE 03/2011.*

Una de las opciones para filtrar la información en DENUÉ a nivel nacional arroja información sobre:

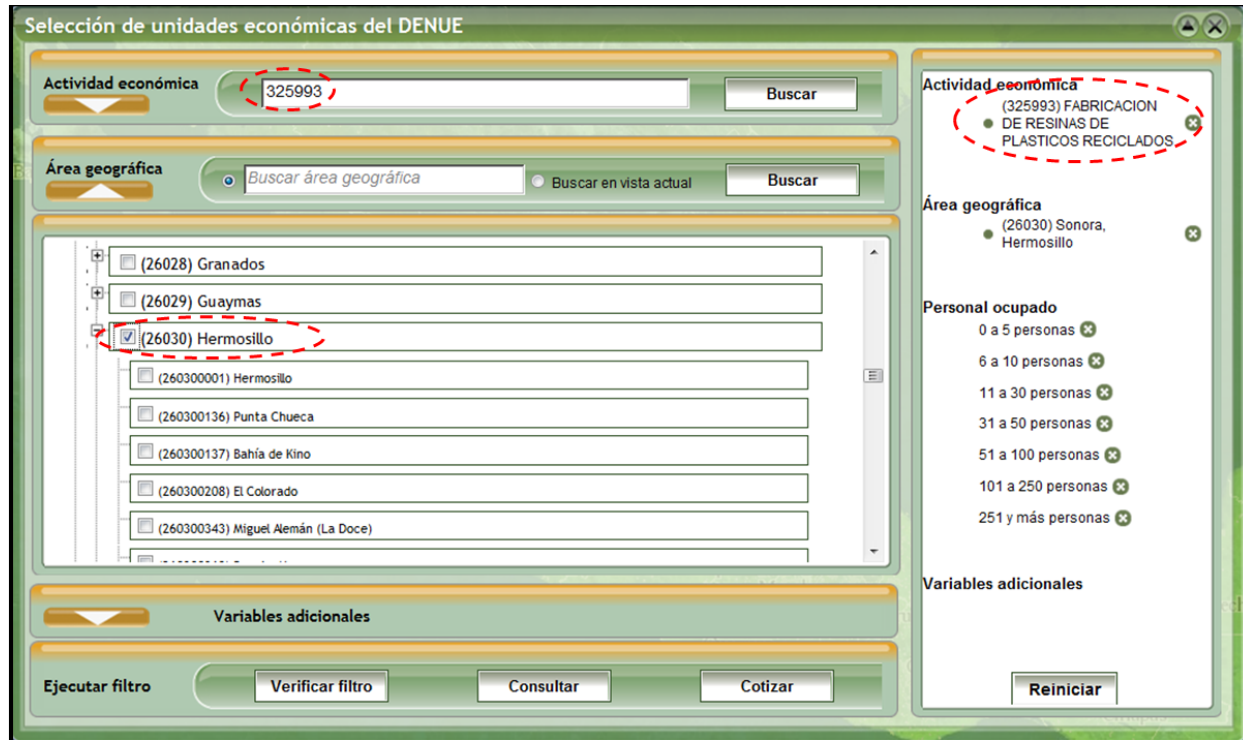
1. Actividad Económica: Para efectos de la encuesta 1, “fabricantes de envases plásticos” la cual en el proyecto por tratarse de “botellas de plástico” como principal objetivo, genera un número clave: 32160.
2. Área Geográfica: creando un filtro desde lo nacional hasta lo específicamente local, lo cual en el caso es la ciudad de Hermosillo con número clave: 260300001.

Posterior a los pasos anteriores, DENUÉ muestra los resultados obtenidos en dicha clave.

El portal de INEGI muestra que existen dos empresas dedicadas a la supuesta “fabricación de botellas de plástico”, siendo estos los posibles encuestados.

Para la encuesta 2 “recicladores de envases plásticos”, el programa DENUÉ detecta:

- a) Actividad Económica: para efectos de la encuesta 2, “recicladores de envases plásticos” la cual en el proyecto por tratarse de “resinas de plástico reciclado” como principal objetivo, generando un número clave: 325993.
- b) Área Geográfica: creando un filtro desde lo nacional, hasta lo específicamente local, lo cual en este caso es la ciudad de Hermosillo con número clave: 260300001 (figura 4.2).




**Figura 4.2** Fabricantes de resinas de plástico reciclado en Hermosillo Sonora.

Posteriormente, DENU muestra los resultados obtenidos, tal como lo muestra la figura 4.2. Al procesar la información de INEGI/DENU se ha determinado que solamente cuatro empresas dedicadas tanto a la fabricación como al reciclaje de envases plásticos, por lo cual, el mercado muestra será igual al 100%.



## 4.2.2 Diseño de encuestas 1 y 2

Las encuestas fueron diseñadas estratégicamente de tal modo que pudieran reflejar los resultados necesarios y requeridos por la presente investigación, tal como se muestra en la figura 4.3 y 4.4.



**UNIVERSIDAD DE SONORA**

**ENCUESTA 1**

**ECONOMIA DEL CONOCIMIENTO EN EL RECICLADO PLASTICO**

ENERO 2011

*Existe en la actualidad un alto grado de desconcierto y preocupación sobre el futuro ambiental que nos espera, tanto a nivel mundial como en nuestra misma nación, es por esto que hoy en día es de vital importancia inculcar y formar las bases necesarias en cada una de las personas y generaciones futuras para optimizar los recursos naturales y fomentar la reutilización de los mismos cada vez que esto sea necesario y posible, y que mejor manera de detonar este desarrollo cultural basados en el mismo conocimiento tanto empírico como científico, es por esto que la UNIVERSIDAD DE SONORA mantiene un alto grado de responsabilidad hacia las generaciones futuras y lo invita a usted, a formar parte de esta motivación ambiental y socialmente responsable.*

**LA PRESENTE ENCUESTA ESTÁ GENERADA DE FORMA ANONIMA PARA BRINDARLE UNA MAYOR CONFIANZA.**  
**LA INFORMACION OBTENIDA ES SOLAMENTE PARA FINES ESTADISTICOS Y DEMOGRAFICOS DE LA LOCALIDAD, A FIN DE DESARROLLAR UNA TESIS EN VINCULACION CON LA UNIVERSIDAD DE SONORA.**

PET= Polietileno de Tereftalato

PEAD = Polietileno de Alta Densidad

PEBD = Polietileno de Baja Densidad

PP = Polipropileno

**1- SUBRAYE CUALES PLASTICOS SON LOS QUE UTILIZA EN LA FABRICACION DE SUS PRODUCTOS:**

1 PET

2 PEAD

4 PEBD

5 PP

**2 - SUBRAYE QUE CANTIDAD APROXIMADA DE PRODUCTOS (piezas) FABRICA AL DIA: (k = mil unidades)**

10k a 20k unidades

21k a 30k unidades

31k a 40k unidades

41k a 50k unidades

51k a 60k unidades

61k a 70k unidades

71k a 80k unidades

81k a 90k unidades

mas de 90k unidades

**3 - SI SU EMPRESA FABRICA DISTINTOS TIPOS DE PLASTICOS AL DIA, SELECCIONE EL QUE MAS PRODUCCION TIENE:**

1 PET

2 PEAD

4 PEBD

5 PP

**4 - SUBRAYE QUE CANTIDAD APROXIMADA DE ESTE MATERIAL (piezas) FABRICA AL DIA: (k = mil unidades)**

10k a 20k unidades

21k a 30k unidades

31k a 40k unidades

41k a 50k unidades

51k a 60k unidades

61k a 70k unidades

71k a 80k unidades

81k a 90k unidades

mas de 90k unidades

**5 - SU EMPRESA SE DEDICA DE IGUAL MANERA AL RECICLAJE DE PRODUCTOS DE PLASTICO:**

SI

NO

OTRA RESPUESTA: \_\_\_\_\_

Si la respuesta anterior fue "NO" favor de pasar al final de la hoja omitiendo las siguientes preguntas.

**6 - SI SU RESPUESTA ANTERIOR FUE SI FAVOR DE PASAR A ENCUESTA # 2**

DE ANTEMANO LE AGRADECEMOS SU DISPOSICION Y LA CONFIANZA QUE USTED NOS BRINDA.

Figura 4.3 Encuesta 1.



# UNIVERSIDAD DE SONORA

## ENCUESTA 2 ECONOMIA DEL CONOCIMIENTO EN EL RECICLADO PLASTICO

ENERO 2011

Existe en la actualidad un alto grado de desconcierto y preocupacion sobre el futuro ambiental que nos espera, tanto a nivel mundial como en nuestra misma nacion, es por esto que hoy en dia es de vital importancia inculcar y formar las bases necesarias en cada uno de las personas y generaciones futuras para optimizar los recursos naturales y fomentar la reutilizacion de los mismos cada vez que esto sea necesario y posible, y que mejor manera de detonar este desarrollo cultural basadas en el mismo conocimiento tanto empirico como cientifico, es por esto que la UNIVERSIDAD DE SONORA mantiene un alto grado de responsabilidad hacia las generaciones futuras y lo invita a usted, a formar parte de esta motivacion ambiental y socialmente responsable.

LA PRESENTE ENCUESTA ESTA GENERADA DE FORMA ANONIMA PARA BRINDARLE UNA MAYOR CONFIANZA.  
LA INFORMACION OBTENIDA ES SOLAMENTE PARA FINES ESTADISTICOS Y DEMOGRAFICOS DE LA LOCALIDAD, A FIN DE DESARROLLAR UNA TESIS EN VINCULACION CON LA UNIVERSIDAD DE SONORA.

PET = Polietileno de Tereftalato	PEAD = Polietileno de Alta Densidad	PEBD = Polietileno de Baja Densidad	PP = Polipropileno
--	---	---	-----------------------


### 1 - QUE TIPOS DE PLASTICO SON LOS QUE ACOPIA:

 PET	 PEAD	 PEBD	 PP
---	--	--	--

### 2 - SUBRAYE LA CANTIDAD APROXIMADA DE PRODUCTOS (Kilogramos) DE PLASTICO QUE ACOPIA AL DIA:

0 - 1,000 Kg	1,001-2,000 Kg	2,001-3,000 Kg	3,001-4,000 Kg	4,001-5,000 Kg	5,001-6,000 Kg	6,001-7,000 Kg	7,001-8,000 Kg	mas de 8,000 Kg
-----------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	--------------------

### 3 - CUAL DE LOS PLASTICOS ES DEL QUE TIENE MAYOR ACOPIO:

 PET	 PEAD	 PEBD	 PP
---	--	--	--

### 4 - SUBRAYE LA CANTIDAD APROXIMADA (Kilogramos) QUE ACOPIA AL DIA DE ESTE PLASTICO:

0 - 1,000 Kg	1,001-2,000 Kg	2,001-3,000 Kg	3,001-4,000 Kg	4,001-5,000 Kg	5,001-6,000 Kg	6,001-7,000 Kg	7,001-8,000 Kg	mas de 8,000 Kg
-----------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	--------------------

### 5 - AL MOMENTO DE PROCESAR LA SELECCION Y SEPARACION DE PLASTICOS QUE METODO UTILIZA:

LINEA DE RECURSO HUMANO      PROCESO CENTRIFUGADO      PROCESO POR DENSIDADES

### 6 - SI CONOCE USTED ALGUN METODO DISTINTO AL QUE UTILIZA ACTUALMENTE PARA LA SEPARACION, CUAL ES?

Puede incluir los que se mencionaron en la pregunta anterior.

SI, ES: \_\_\_\_\_ NO POR EL MOMENTO

### 7 - SI SU RESPUESTA ANTERIOR FUE SI, CUAL ES EL MOTIVO POR EL CUAL NO IMPLEMENTE DICHO PROCESO:

FALTA DE CONOCIMIENTO EN EL PROCESO      PRESUPUESTO      NO HAY PROVEEDOR DE MAQ.

### 8 - CUAL DE LAS SIGUIENTES OPERACIONES LLEVA A CABO CON EL PLASTICO QUE SEPARA: (Pueden ser todas)

COMPACTADO      TRITURADO      LAVADO      PELLETIZADO      MOLDEO

### 9 - DE LAS OPERACIONES ANTERIORES, SENALE SI ALGUNA ES TOTALMENTE DESCONOCIDAS PARA USTED:

COMPACTADO      TRITURADO      LAVADO      PELLETIZADO      MOLDEO

### 10 - CUAL CREE USTED QUE ES EL PRINCIPAL MOTIVO PARA NO REALIZAR DICHAS OPERACIONES:

NO EXISTE MERCADO      PRESUPUESTO      PROYECTO EN PROCESO      OTRO MOTIVO \_\_\_\_\_

### 11 - PUDIERA DAR UN ESTIMADO DEL PRECIO DE VENTA POR KILO DE PLASTICO QUE ACTUALMENTE PROCESA:

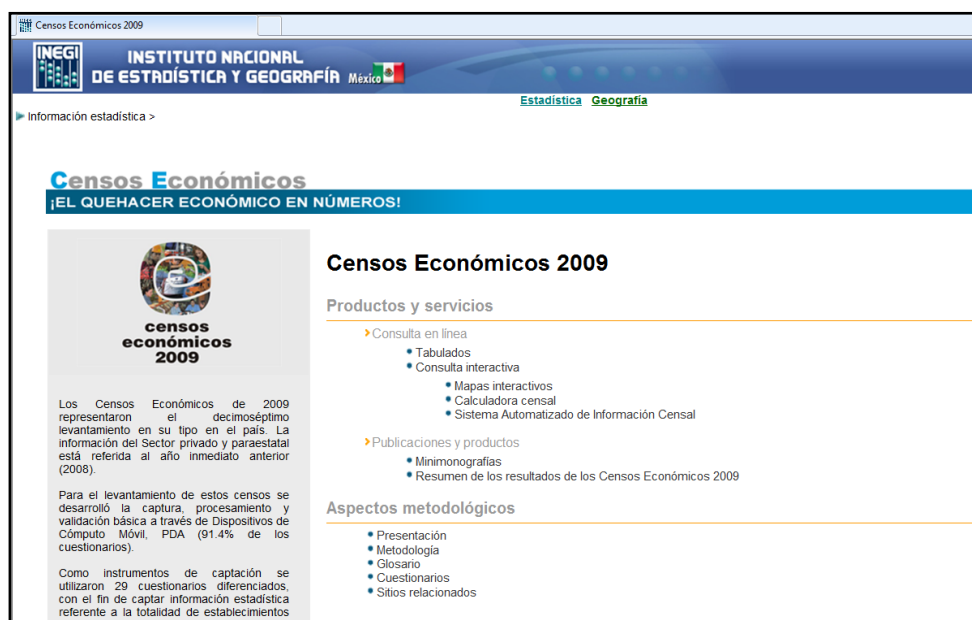
\$0.25 a \$0.50      \$0.51 a \$1.00      \$1.01 a \$1.50      \$1.51 a \$2.00      \$2.01 o MAS

DE ANTEMANO LE AGRADECEMOS SU DISPOSICION Y LA CONFIANZA QUE USTED NOS BRINDA.

Figura 4.4 Encuesta 2.

### 4.2.3 Selección de mercado: Encuesta 3

Para la selección del mercado de la encuesta 3, dentro de la página principal de INEGI se obtuvo la cantidad de unidades económicas que existen dentro de la ciudad de Hermosillo especialmente en el sector 1 (primario), el cual Incluye todas las actividades donde los recursos naturales se aprovechan tal como se obtienen de la naturaleza, ya sea para alimento o para generar materias primas, tales como la agricultura, explotación forestal, ganadería, minería y pesca. Comenzando con la introducción al sitio en internet, para posteriormente señalar como búsqueda electrónica:



**Figura 4.5** Censos económicos 2009.

En la siguiente imagen (figura 4.6) se observa que dentro de este censo económico se filtran tanto los subsectores, así como las clases y variables que se deseen obtener, señalando solamente la cantidad de unidades económicas de este sector primario.

**Figura 4.6** Filtro de subsectores, clases y variables.

De lo anterior, se obtienen 791 unidades económicas activas en el estado de Sonora, de las cuales 97 pertenecen al municipio de Hermosillo (tabla 4.1).

**Tabla 4.1** Unidades económicas código 11.

Entidad federativa	Municipios	Código	UNIDADES ECONÓMICAS
26 SONORA		11 AGRICULTURA, CRÍA Y EXPLOTACIÓN DE ANIMALES, APROVECHAMIENTO FORESTAL, PESCA Y CAZA	791
26 SONORA		115210 SERVICIOS RELACIONADOS CON LA CRÍA Y EXPLOTACIÓN DE ANIMALES	*
26 SONORA	030 HERMOSILLO	11 AGRICULTURA, CRÍA Y EXPLOTACIÓN DE ANIMALES, APROVECHAMIENTO FORESTAL, PESCA Y CAZA	97

Hay que tomar en consideración que el municipio de Hermosillo está dividido en distintas localidades como Bahía de Kino, El Colorado, San Pedro, Punta Chueca, entre varios más.

Para filtrar la información, nuevamente se utiliza la herramienta DENUE, con el fin de poder determinar el total de unidades económicas del sector primario dentro de la ciudad de Hermosillo.

Nuevamente, DENUE muestra la opción para poder filtrar la información nacional por:

- a) Actividad Económica: Para efectos de la encuesta 3, “posible mercado” la cual en el proyecto serian aquellas unidades económicas del sector primario (1), genera un numero clave: 1,1
- b) Área Geográfica: creando un filtro desde lo nacional, hasta lo específicamente local, lo cual en este caso es la ciudad de Hermosillo con número clave: 260300001.

Después de realizar este filtro, DENUE genera un total de 21 Unidades Económicas dentro de la localidad de Hermosillo, Sonora, las cuales conforman el universo de la muestra de investigación.

## 4.2.4 Diseño de encuesta 3

En base a lo anterior, las encuestas fueron diseñadas de tal modo que reflejaran de manera objetiva los resultados necesarios para el proyecto (Figura 4.7):

UNIVERSIDAD DE SONORA		ENCUESTA 3		ENERO 2011
ECONOMIA DEL CONOCIMIENTO EN EL RECICLADO PLASTICO				
<p>Existe en la actualidad un alto grado de desconcierto y preocupacion sobre el futuro ambiental que nos espera, tanto a nivel mundial como en nuestra misma nacion, es por esto que hoy en dia es de vital importancia inculcar y formar las bases necesarias en cada uno de las personas y generaciones futuras para optimizar los recursos naturales y fomentar la reutilizacion de los mismos cada vez que esto sea necesario y posible, y que mejor manera de detonar este desarrollo cultural basados en el mismo conocimiento tanto empirico como cientifico, es por esto que la UNIVERSIDAD DE SONORA mantiene un alto grado de responsabilidad hacia las generaciones futuras y lo invita a usted, a formar parte de esta motivacion ambiental y socialmente responsable.</p>				
<b>1 - SABE USTED QUE EXISTEN DISTINTOS TIPOS DE PLASTICOS?</b>				
SI				NO
1	PET= Polietileno de Tereftalato	2	PEAD = Polietileno de Alta Densidad	4
		5	PEBD = Polietileno de Baja Densidad	5
			PP = Polipropileno	
<b>2 - USTED HA VISTO LA SIMBOLOGIA Y TERMINOS DADOS ANTERIORMENTE (PET,PEAD,PEBD,PP):</b>				
SI				NO
<b>3 - SABE USTED QUE LOS ENVASES PLASTICOS COMO GALONES DE CLORO, LECHE, JABON LIQUIDO, ETC ESTAN FABRICADOS CON PLASTICO POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD (PEAD).</b>				
SI				NO
<b>4 - SABE USTED QUE LOS ENVASES PLASTICOS PEAD SE DISTINGUEN VISUALMENTE YA QUE ESTOS SON OPACOS A COMPARACION DE LOS PET QUE SON TRANSPARENTES (Ej. Botella de agua 1LT).</b>				
SI				NO
<b>5 - SABE USTED QUE ES EL RECICLAJE DE PLASTICOS:</b>				
SI				NO
<b>6 - SABIA USTED QUE LOS ENVASES PLASTICOS TALES COMO PEAD PUEDEN SER RECICLADOS Y NUEVAMENTE DARLES VIDA UTIL DE HASTA POR 100 ANOS?</b>				
SI				NO
<b>7 - CONOCE USTED EL TERMINO "MOLDEO DE PLASTICOS" ?</b>				
SI				NO
SI SU RESPUESTA ANTERIOR FUE NO, FAVOR DE PASAR A LA PREGUNTA 9				
<b>8 - SI SU RESPUESTA ANTERIOR FUE SI, QUE TANTO CREE CONOCER ACERCA DEL "MOLDEO DE PLASTICOS" ?</b>				
MUCHO	POCO	CASI NADA	NADA	
<b>9 - SABIA USTED QUE LOS ENVASES PLASTICOS COMO EL PEAD PUEDEN SER CALENTADOS A ALTAS TEMPERATURAS Y LUEGO ENFRIADOS PARA DARLES NUEVAS FORMAS GEOMETRICAS Y USOS DISTINTOS A UN SIMPLE EMBASE?</b>				
SI				NO
<b>10 - QUE OPINA DE QUE LOS ENVASES PLASTICOS PEAD SEAN RECICLADOS PARA DARLES NUEVAS FORMAS Y APLICACIONES DISTINTAS A LA ORIGINAL?</b>				
EXCELENTE IDEA	BUENA IDEA	NO TAN BUENA IDEA	MALA IDEA	
<b>11 - QUE OPINA DE QUE ESTAS NUEVAS FORMAS Y APLICACIONES CONTRIBUYAN A LA DISMINUCION DE LA TALA DE ARBOLES Y A LA REDUCCION DE RESIDUOS SOLIDOS COMO LOS ENVASES PLASTICOS?</b>				
EXCELENTE IDEA	BUENA IDEA	NO TAN BUENA IDEA	MALA IDEA	
<b>12 - QUE OPINA DE QUE ESTAS NUEVAS FORMAS ADQUIERAN LAS DE LA MADERA COMUN QUE UTILIZAMOS (Ej. Tablas de 2x1", 2x4", Postes de 2,4,8" de diámetros, Barrates de 2x2", 4x4", 6x6", Etc.). Y CON ELLAS PODAMOS FABRICAR: CORRALES, BANCAS, MUELLES, BASTIDORES, ETC. CON LA MISMA RESISTENCIA DE LA MADERA PERO CON UNA DURACION DE VIDA DE HASTA 100 ANOS Y MEJORES CUALIDADES COMO: no se corroe, no entran termitas, no se quebra, no es astillable, no absorbe agua ni contaminantes, color integrado, ECOLOGICO, etc.</b>				
EXCELENTE IDEA	BUENA IDEA	NO TAN BUENA IDEA	MALA IDEA	
<b>13 - ESTARIA USTED DISPUESTO A COMPRAR UN PRODUCTO COMO EL ANTERIOR FABRICADO A BASE DE PLASTICO (PEAD) RECICLADO EN VEZ DE LOS FABRICADOS CON MADERA, CEMENTO, FIERRO, ETC?</b>				
SI, PORQUE: _____				
NO, PORQUE: _____				
OTRA, PORQUE: _____				
DE ANTEMANO LE AGRADECEMOS SU DISPOSICION Y LA CONFIANZA QUE USTED NOS BRINDA.				

Figura 4.7 Encuesta 3.



vez, en la parte derecha, se observa el mapa con la ubicación geográfica de la unidad económica, señalando las calles y avenidas por las cuales está situada. De este modo, se actúa de forma ordenada y administrada para el procedimiento de aplicación de encuestas o trabajo de campo.

## **4.4 Análisis de las encuestas**

A continuación se muestra el análisis de cada una de las encuestas, para posteriormente presentar los resultados y recomendaciones.

### **4.4.1 Análisis de la encuesta 1**

El análisis de la encuesta 1 se desarrolla mediante la obtención de la información sobre qué tipos de plásticos son los que más se utilizan en la fabricación de los productos que las empresas procesan, así como sus posibles cantidades diarias, de tal modo que se obtenga un análisis más claro sobre cuanta posible oferta se tiene sobre los plásticos PEAD, y posteriormente conocer que empresas aplican el procesado de reciclaje en los plásticos que fabrica. Los aspectos más relevantes que se detectaron al realizar el análisis de la encuesta 1 se relacionan con los siguientes puntos:

- a) El 100% de las empresas encuestadas utilizan plástico PEAD para la fabricación de sus productos, con una capacidad promedio diaria de 90,000 unidades.
- b) El producto plástico con mayor demanda para estas empresas es el PEAD, con un promedio diario de 90,000 unidades, siendo que ninguna de las empresas procesan el reciclaje de plástico dentro de sus instalaciones.

En el ANEXO 1 se ilustra en detalle el procesado de ésta encuesta.



## 4.4.2 Análisis de la encuesta 2

El análisis de la encuesta 2 es desarrollado mediante la obtención de la información sobre empresas dedicadas al reciclaje de plásticos, de los cuales se analiza la variedad de plásticos que la empresa acopia, así su cantidad aproximada en kilogramos, con lo que posteriormente se desenvuelve a conocer de esta cantidad de acopio cuanto es correspondiente a plásticos PEAD. Otro análisis importante que se realiza es el conocer el conocimiento de tecnología e información con el que actualmente las empresas de reciclaje trabajan, analizando aspectos como los recursos utilizados para la separación de los materiales, las operaciones aplicadas a dichos materiales y conocer que motivos son los que detienen a las empresas a no impulsar un mayor crecimiento de su economía basada en el conocimiento de nuevas tecnologías y herramientas para estos procesos. De manera sintetizada de ésta encuesta se han encontrado hallazgos tales como:

- a) La cantidad de plásticos que las empresas recicladoras acopian por promedio al día es de 3,000 kilogramos, esto mediante la selección y separación por medio de recursos humanos en el 100% de los casos. A pesar de que solamente el 50% de las empresas involucradas tiene conocimientos de algún otro método de selección y separación. Esto debido a la falta de conocimiento y el presupuesto accesible.
- b) Las operaciones llevadas a cabo con el plástico reciclado son en general de compactado, triturado y peletizado en algunos casos. Las empresas solo se dedican a estos procesamientos debido al poco presupuesto con el que llegan a contar para realizar otras actividades que agreguen mayor valor al producto.
- c) El precio de venta por kilogramo de plástico reciclado en las empresas involucradas varía dependiendo del conocimiento y tipo de procesamientos que aplican a los plásticos, es así que la empresa con menor capacidad y conocimiento en el reciclaje tiene el precio a casi dos veces mayor que el de las empresas con mayor capacidad y conocimientos.

En el ANEXO 2 se ilustra en detalle el procesado de ésta encuesta.

### **4.4.3 Análisis de la encuesta 3**

En la encuesta 3 se desarrolla el análisis de aspectos como el conocimiento que posibles empresas (clientes) tienen sobre los plásticos en general, desde simbología hasta aspectos físicos y de procesado de plásticos, analizando si las personas de compras en las empresas cuentan con el conocimiento necesario para conocer los posibles beneficios que los productos de plástico reciclado puedan contraer. A su vez, se analiza la posible demanda que las empresas encuestadas puedan llegar a tener para estos productos, después de dar a conocer de manera indirecta alguno de los beneficios y cualidades de los plásticos al ser reciclados.

Los aspectos más relevantes que se detectaron al realizar el análisis de la encuesta 3 se relacionan con los siguientes puntos:

- a) El 90% de las unidades económicas involucradas tiene conocimiento de los distintos tipos de plásticos que existen, y solo el 43% reconoce la simbología de los tipos de plásticos.
- b) A su vez, solo el 19% reconocen los envases de PEAD, y solo 14% pueden distinguir de manera visual este tipo de plásticos en los envases.
- c) Solo el 5% no tuvo conocimientos generales sobre el reciclaje de plástico. El 71% de las unidades económicas tiene conocimientos sobre la reutilización y vida útil que los plásticos tienen.
- d) Del total de 21 unidades, solo el 62% tienen conocimientos básicos sobre el moldeo de plásticos. A su vez, solo el 48% del total de las unidades conoce aspectos físicos de los plásticos al ser calentados y darles nuevas formas geométricas, sin embargo, el 90% opina que la reutilización y nuevas formas de los plásticos PEAD es excelente.

- e) De estas nuevas formas, el 100% opina que es una excelente idea que estas nuevas formas y aplicaciones contribuyan a la disminución de la tala de árboles y R.S.U. del cual el 86% continua pensando que es una excelente idea el que estas nuevas formas sean similares a perfiles elaborados con madera como tablas, postes, barrotes, entre otras y está dispuesto a comprar estas mismas.

En el ANEXO 3 se ilustra en detalle el procesado de esta encuesta.

## **4.5 Análisis general de los resultados**

Como un análisis más desglosado de las tres encuestas, se permite deducir la serie de aspectos mostrados a continuación:

Los resultados de las encuestas permiten deducir que las empresas mantienen un conocimiento “empírico” sobre los distintos procesamientos que se pueden aplicar dentro de la industria del reciclaje plástico, dejando de lado las eficiencias y disminuciones de costos que pudieran tener, tales como almacenaje, recurso humano, la mala calidad del producto debido a la mezcla de plásticos no adecuados, tiempos invertidos en las separaciones, etc.

Es por esto, que se realiza una síntesis general actual del procesamiento que se les da a los envases plásticos dentro de localidad, esto con el fin de determinar los puntos clave que se pueden eficientar, eliminando los desperdicios y no conformidades. En la figura 4.9 se muestran los distintos procesamientos actuales aplicados dentro del reciclaje plástico, agregando a esto, el procesamiento continuo de la fabricación de lo que es nombrado “madera plástica”.

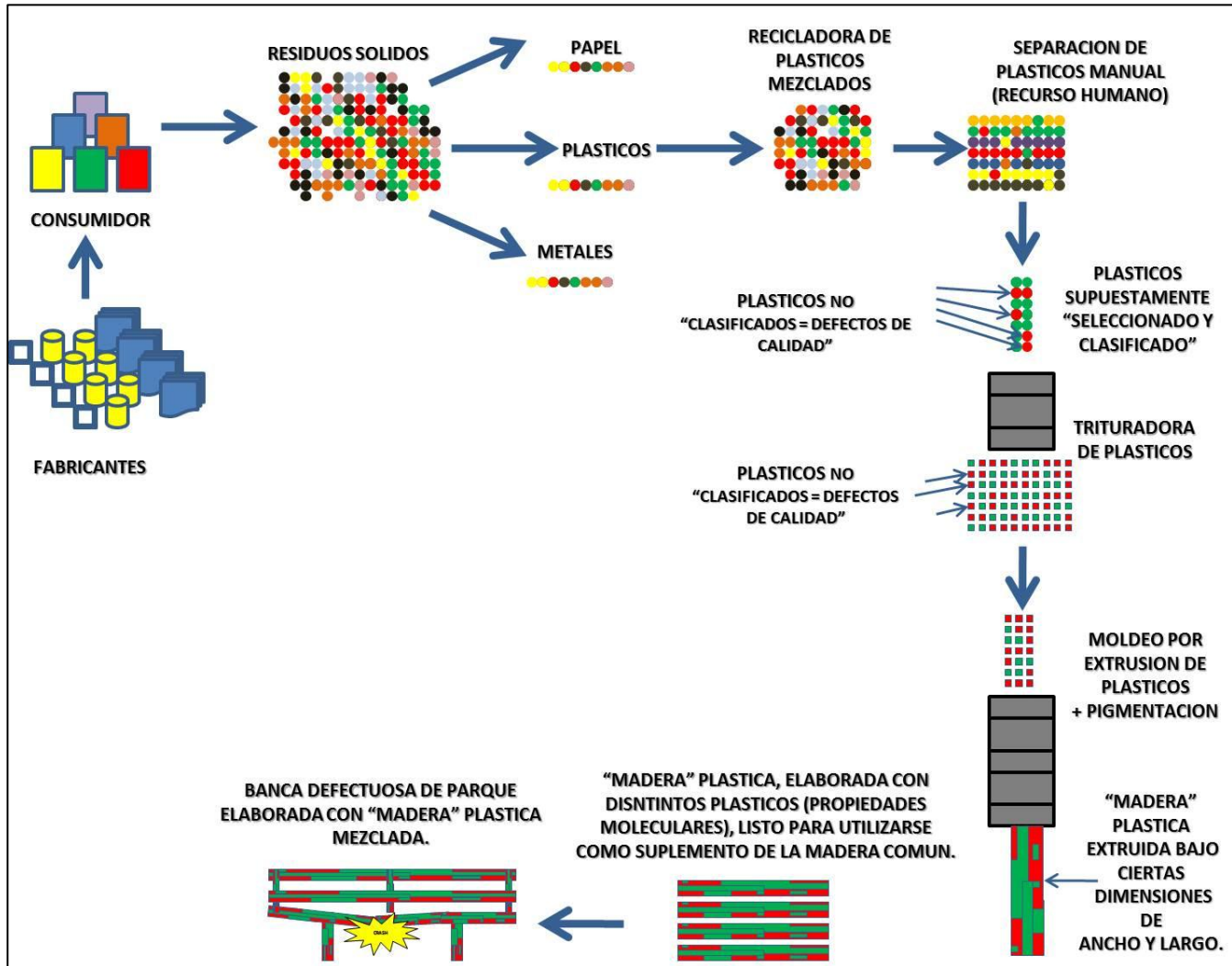


Figura 4.9 Situación actual del procesamiento de plásticos reciclados y perfiles.

## **4.6 Situación actual del procesamiento de plásticos reciclados y perfiles**

De acuerdo a la figura 4.9, se desglosan los siguientes procesos por los cuales la materia plástica pasa actualmente.

### **4.6.1 Fabricantes**

Gran parte de los fabricantes de envases plásticos dentro de la localidad no tienen una logística de cómo recuperar estos envases o simplemente no les interesa ya después de su “utilización principal” (resguardar y transportar líquidos). En esto, se puede concluir de forma general, que no se cuenta con la cultura ni el conocimiento necesario para una eficaz producción masiva y recuperación de productos pos-consumo, de tal modo que los consumidores están dispuestos a continuar comprando y consumiendo los líquidos que estos envases transportan, sin importar que impacto ambiental pueda llegar a tener.

Por otra parte, la localidad en general aún no tiene la suficiente concientización del impacto ambiental que se está generando al consumir tan al exceso estos productos, y esto es notable ya que las encuestas muestran que muy pocas personas conocen el verdadero costo-beneficio que trae consigo el reciclaje plástico y esto es debido a que en Hermosillo, son pocas las empresas que se dedican de manera formal a este negocio.

### **4.6.2 Fabricantes a consumidor**

El consumidor es uno de los principales factores críticos de este gran procesamiento, ya que los fabricantes depositan los envases justamente donde su siguiente cliente los requiere, ya sea en supermercados, tiendas, abarrotes, máquinas dispensadoras, restaurantes, en fin, en puntos controlados hasta ese momento, pero, ¿qué sucede cuando el “último cliente” ya ha consumido dicho líquido y se deshace del envase?,

es fácil determinar que éste puede ser desechado en cualquier basurero, aumentando así la cantidad de residuos sólidos presentes en el lugar.

### **4.6.3. Consumidor a residuos sólidos**

Es recomendable realizar un análisis profundo entre las dependencias correspondientes sobre cuál de estas podría causar la mejor respuesta inmediata a la solución del problema de control de R.S.U., de tal modo que se logre controlar lo mejor posible el destino “final” de los envases plásticos consumidos por el cliente, agilizando el ordenamiento y manejo de estos para las empresas y personas que emprenden el proceso del reciclaje día con día, motivando y fomentando a más personas cada vez a realizar estos procesos y darse cuenta de que existe un negocio rentable debajo de ese “montón de residuos sólidos” que desechan diariamente.

Es notorio que, la base principal para crear esta cultura, debe ser enfocada principalmente en el conocimiento que las personas puedan tener de una clara retroalimentación de todos los beneficios que el reciclaje podría generarles desde la comodidad de sus colonias, calles o viviendas.

### **4.6.4. Residuos sólidos a recolector**

Se necesita principalmente una metodología y herramientas de conocimiento que complementen estrategias de educación y fomento hacia el reciclaje, considerando aspectos como:

Clasificación de desperdicios y posibles fuentes de desperdicio.

Es de suma importancia tener en cuenta que existen distintas fuentes de desperdicios, desde el hogar, el comercio, la industria usuaria, hasta fabricantes de materias primas.

Estos entre otros, son algunos de los aspectos que deberán considerar para dicha metodología de fomento al conocimiento del reciclaje.

Probablemente, una buena forma de transmitir este conocimiento pueda ser por la impresión de revistas gratuitas patrocinadas por empresas socialmente responsables, en las cuales puedan publicitarse y dar a conocer este tipo de alternativas de reciclaje que la sociedad puede lograr hacer, hasta pueden fomentar el apoyo económico a las colonias para que estas acopien tanta cantidad sea posible por ciertos periodos y sean acopiados y remunerados económicamente, generando de este modo un apoyo a cada colonia para la restauración y rehabilitación de sus áreas recreativas.

#### **4.6.5. Recolector a recicladores en general**

Actualmente las recicladoras mantienen cierto grado de desconocimiento sobre métodos y herramientas para la clasificación y separación de los distintos tipos de plásticos, más aun, con el acopio de R.S.U. mezclados de forma incontrolada como metales, papel y cartón, productos orgánicos, vidrios, textiles, entre otros como el mismo plástico.

Las pocas empresas recicladoras de la localidad actualmente manejan un alto número de recursos humanos para poder realizar la separación y clasificación de los distintos residuos, aumentando de esta manera sus costos de operación, los tiempos invertidos en estas operaciones (las cuales con una separación previa a la recolección podrían ser eliminados), y desperdiciando tal tiempo y espacio en actividades que no agregan valor al producto final, el cual es el material ya reciclado en distintas formas tales como el compactado, granulado, o hasta un procesamiento tecnológico mayor como el peletizado, generando de esta forma un mal aspecto visual a la empresa por tanto desorden y descontrol de materiales.

El procesamiento se desarrolla mezclando primeramente el material recibido por la empresa y colocado por varias personas en bandas transportadoras, conocidas como bandas de selección, en las cuales se realiza una primer separación por tipos de material, de los cuales se tiene estimado que el de mayor contribución de presencia

es el papel y cartón. Al tener separado los distintos tipos de materiales, todos aquellos a excepción del plástico son compactados y resguardados en bodegas para su posible venta a otras empresas recicladoras de estos tipos de materiales. Lo cual nuevamente quiere decir que pueden llegar a ocupar grandes espacios en los cuales se están desperdiciando que sean asignados para resguardar el producto principal, el plástico.

#### **4.6.6. Recicladores en general a recicladores plásticos mezclados**

Como se muestra en la figura 4.9 la recicladora solo se encarga de resguardar los plásticos que en este momento se les conoce como plásticos no seleccionados, ya que aún no están separados de acuerdo a su clasificación, la cual puede ir desde polietilenos de baja o alta densidad, hasta poliorocloruro de vinilo, los cuales difieren por mucho en su estructuración y densidad molecular, pero ambos pueden presentarse en formas de envases o plásticos pigmentados muy parecidos, haciendo la clasificación y separación aun un proceso más difícil y de baja calidad.

Hasta este punto, cabe resaltar que para obtener la materia prima deseada para el proyecto “madera plástica”, los plásticos adecuados deben de tener una compatibilidad molecular y de densidad tal que no llegue a generar fracturas o degradaciones a distintos tiempos en algunas partes o todo el cuerpo del producto, afectando altamente a la calidad del mismo, generando posibles pérdidas por defectos, devoluciones, o en el peor de los casos, daños incurridos hacia la integridad física de las personas por no cumplir con las especificaciones y tolerancias de resistencias, durabilidad u otras características deseadas por el cliente.



#### **4.6.7. Recicladores plásticos mezclados a separación de plásticos manual (recurso humano)**

En esta etapa, los plásticos no seleccionados, nuevamente son transportados por una banda, la cual está completamente abastecida por operadores a los lados, listos y preparados para comenzar:

- a) Visualizar rápidamente los plásticos que están siendo transportados por la banda.
- b) Seleccionar aquellos que no pertenezcan a una clasificación deseada por la empresa (en este caso todos aquellos a excepción de PEAD, PEBD, y PP) y retirarlos de la banda transportadora.

Nota: para efectos del proyecto, los plásticos mayormente compatibles son ambos polietilenos de alta y baja densidad (PEAD y PEBD) y el Polipropileno (PP), ya que estos mantienen una estructuración y densidad molecular similar (menor a 1).

- c) Al final de la banda transportadora, todos aquellos plásticos ya seleccionados y clasificados dentro de los tres plásticos compatibles mencionados anteriormente, son resguardados y muy rara vez compactados para la compra como materia prima reciclada de la “madera plástica”.

En el gráfico de procesamiento (figura 4.9) se demuestra que a pesar de que los operadores sean instruidos en este tipo de procesos de clasificación de plásticos, mantienen un margen de error tal, que varios plásticos de los “no deseados” son mezclados con los “si deseados”, reduciendo la calidad esperada por el cliente interno siguiente, y aumentando así las posibilidades de generar defectos ya sea al estar procesando la madera plástica, o al ya estarse utilizando por el cliente final.

#### **4.6.8. Separación de plásticos manual (recurso humano) a trituradora de plásticos**

Las empresas recicladoras de la localidad cuentan con toda una línea de producción, de tal forma que los plásticos anteriormente resguardados, son transportados nuevamente sobre una banda, en la cual ya no existen operadores clasificando los envases, si no, simplemente es procesada al área de trituración, la cual complica aún más el proceso, ya que los envases plásticos quedan completamente triturados adquiriendo formas muy pequeñas y difíciles de clasificar.

#### **4.6.9. Trituradora de plásticos a moldeo por extrusión**

Los plásticos triturados nuevamente son transportados por una banda hacia lo que es el proceso final (como materia prima) y principal del producto (como madera plástica), el moldeo por extrusión, en el cual, un solo operador está a cargo del manejo y alimentación de esta máquina, sin tomar en cuenta si los plásticos que están siendo moldeados cuentan con las especificaciones dadas para el producto. De tal modo, que obtiene como salida, un cuerpo con la forma de la madera natural comúnmente usada, la cual puede ir desde un barrote, tablas, postes, etc. Todo esto teniendo el molde adecuado pueda ser realizado.

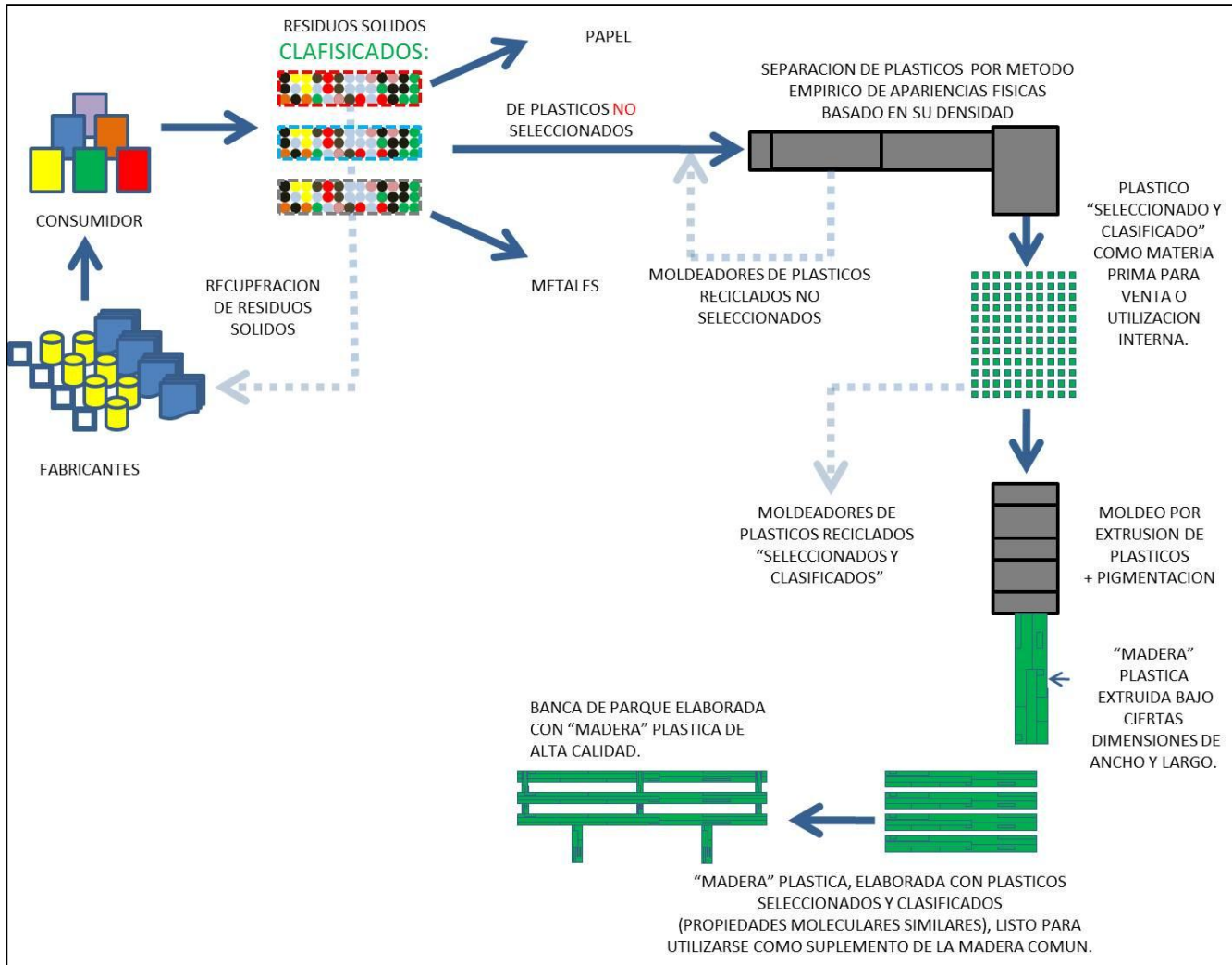
#### **4.6.10. Moldeo por extrusión a “madera plástica” a producto final**

Al ya tener los tramos con su dimensionamiento específico (para este ejemplo son tablas para construir una banca de parque), no cumple con las especificaciones principales de la clasificación de plásticos, mostrándose en el diagrama de procesamiento con color rojo el plástico no deseado para la madera plástica, por consiguiente, se puede deducir que el producto (banca) se encuentra con defectos de calidad.

## **4.7. Situación ideal del procesamiento de plásticos reciclados y perfiles**

En la figura 4.10, se presenta la “Situación IDEAL del procesamiento de plásticos reciclados y perfiles” en el cual se recomiendan y proponen distintas alternativas de procesos aplicados en otras partes del mundo, así como recomendaciones hechas por expertos en el ámbito del reciclaje plástico, de tal modo que mediante su fusión, logre generar mayor conocimiento en todo el proceso del reciclaje plástico, los cuales son fuente para madera plástica.

Los procesamientos más “innecesarios” utilizados en la actualidad también se observan en la figura 4.10, pues en los cuales recaen métodos obsoletos o ineficientes de reciclaje, creando por consiguiente gastos innecesarios y pérdidas de tiempos, espacios, entre otros, ya sea debido a la misma falta del conocimiento o a la inversión económica necesaria o demandada por dicho proceso.



**Figura 4.10** Situación IDEAL del procesamiento de plásticos reciclados y perfiles.

### **4.7.1 Fabricantes**

Existen varias razones para que una empresa de iniciativa privada o gubernamental, así como la sociedad en general deseen emprender la cultura del reciclaje, las cuales pueden ser por fines ecológicos, económicos, de escasez, entre otros.

El gobierno año con año crea nuevos programas de financiamientos y apoyos económicos a las empresas, esto con el fin de contribuir a la protección del medio ambiente, mediante la iniciación de campañas empresariales que sustituyan productos utilizados actualmente con “materias vírgenes” por productos con material reciclado.

### **4.7.2 Fabricantes a consumidores**

Un método para que las empresas fabricantes de envases plásticos puedan recuperar los productos pos-consumo, será mediante una iniciativa hacia la sociedad, dirigida a comenzar alternativas de ahorros o incrementos de ingresos dentro de sus áreas, ya sea mediante el procesamiento total de los envases plásticos, o la venta de los envases acopiados hacia empresas dedicadas al reciclaje, de tal modo que creen la cultura del reciclaje a la sociedad que consume sus productos, remunerando dicha actividad mediante el otorgamiento de incentivos ya sea de manera económica o de artículos como despensas.

### **4.7.3 Consumidor a residuos sólidos**

El realizar una campaña de concientización y responsabilidad al manejo y disposición de los residuos sólidos, ya sea por parte de empresas privadas o gubernamentales, la sociedad en general (consumidores) mantendrá un mayor orden y control sobre el manejo del reciclaje, de tal modo, que dichos R.S.U. puedan ser depositados y acopiados en localizaciones estratégicas, que agilicen y hagan más eficiente el proceso del reciclaje, hasta lograr inculcar el conocimiento básico necesario para

poder fomentar el desarrollo de nuevas aplicaciones y utilidades de los plásticos en general, economizando de manera representativa los gastos generados por campañas gubernamentales para la recolección, selección, clasificación y separación de residuos plásticos en las áreas recreativas, calles, lotes, etc., fortaleciendo así una herramienta más para la sociedad de obtener ingresos económicos.

#### **4.7.4 Residuos sólidos a recicladora de plásticos no seleccionados**

Como conocimientos básicos, se conoce al hecho de poder diferenciar fácilmente los tipos de residuos sólidos más comunes en el área doméstica, como son papel/cartón, plásticos, metales, productos orgánicos, vidrios, etc. De tal forma que mediante una campaña colectiva la sociedad pueda tener contenedores para cada tipo de producto, y estos puedan ser recolectados fácilmente, contribuyendo al medio ambiente tanto en su contaminación por los residuos sólidos, así como en el aspecto visual de las colonias de la ciudad.

Es evidente que una campaña de esta magnitud requiere una inversión sumamente considerable, pero también se debe considerar el tema ambiental y el impacto de estos residuos en espacios no controlados, la disposición y la escasez de acopio que existe por parte de las empresas de reciclaje hoy en día. El fortalecer estas bases ambientales, ayudará como humanos a desarrollarse, madurar mental y culturalmente, recordando que lo que se hace el día de hoy, creará consecuencias negativas o positivas en generaciones futuras. En manos de la sociedad y gobierno está el encaminar estas consecuencias hacia el sendero positivo.

De esta manera, el mantener espacios controlados (localizaciones) para el depósito de plásticos no seleccionados, crea una fuente de confianza y motivación hacia las recicladoras, ya que así las empresas saben en donde poder localizar materiales plásticos pos-consumo, los cuales aún mantienen sus propiedades en condiciones

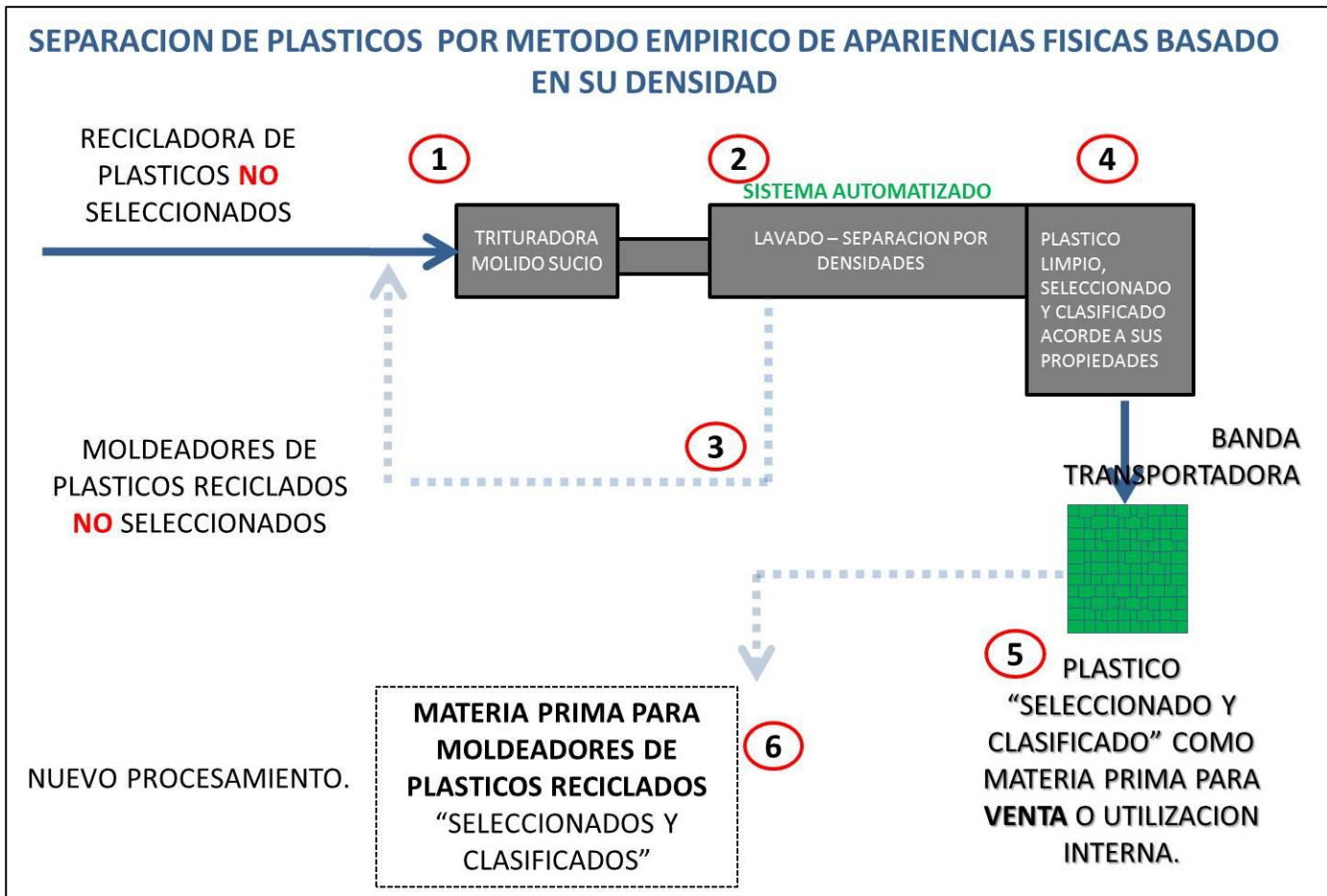
sumamente aceptables, permitiendo procesarlas según las necesidades demandantes de los productos.

#### **4.7.5 Recicladora de plásticos no seleccionados a separación de plásticos por método empírico de apariencias físicas basado en su densidad**

El realizar desde un previo proceso la separación de plásticos de los demás residuos sólidos, ya es en sí un ahorro sumamente significativo para las empresas, en tiempos, recursos humanos, gastos, recursos utilitarios de transporte, etc. De tal forma, que si estos gastos pueden ser utilizados para otras opciones de procesamiento, podrían crear nuevos mercados con altas demandas de productos, tal como el caso de las llamadas “maderas plásticas”, o simplemente llegar hasta procesamientos anteriores a este, como la materia prima ya tratada para el moldeo de las maderas plásticas, en fin, se pueden remunerar dichos ahorros tanto en maquinaria, equipo, adecuaciones de instalaciones, etc., todo depende del enfoque que la empresa quiera tener, el giro y visiones que tenga a futuro.

Un ejemplo muy claro de esto, es el separar mediante máquinas los distintos tipos de plásticos, seleccionando de forma automatizada aquellos que realmente se necesitan para cumplir con las especificaciones y propiedades de dicho producto final.

Hablando estrictamente del proyecto presentado, existe maquinaria tal que comienza con distintas operaciones y procesamientos de plásticos en cadena continua, tal como se muestra en la figura 4.11.



*Figura 4.11 Separación de plásticos por método empírico de apariencias físicas basado en su densidad.*



Un método de separación de plásticos reciclados basado en apariencia física y densidades, puede ser realizado por un proceso automatizado, el cual tenga la capacidad suficiente para procesar la demanda necesaria de plásticos reciclados.

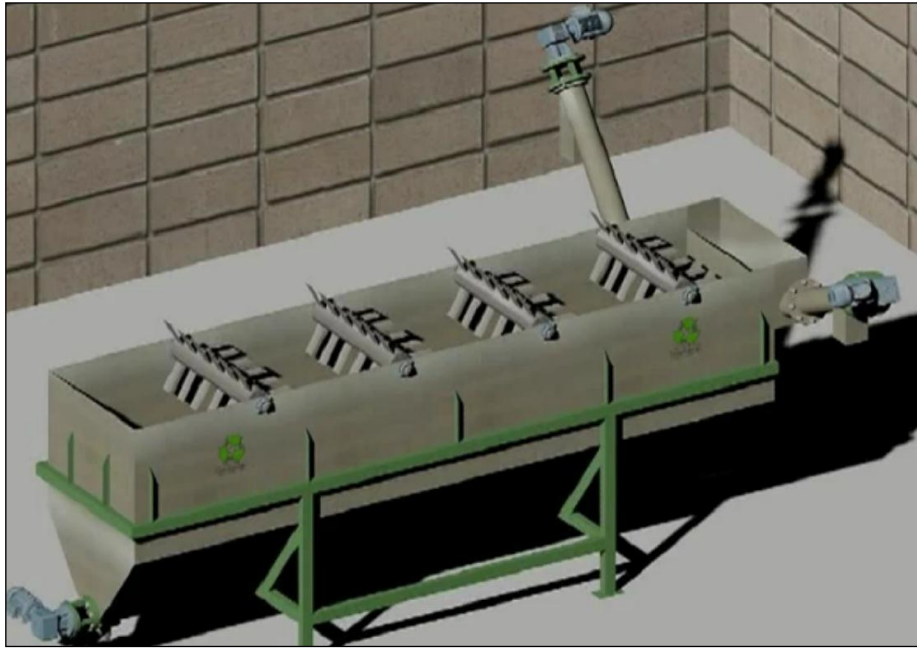
Tal es el ejemplo de una máquina de sistema automatizado, la cual presenta distintas etapas de procesamiento mostrados a continuación:

#### 1. **Trituradora: Molido sucio**

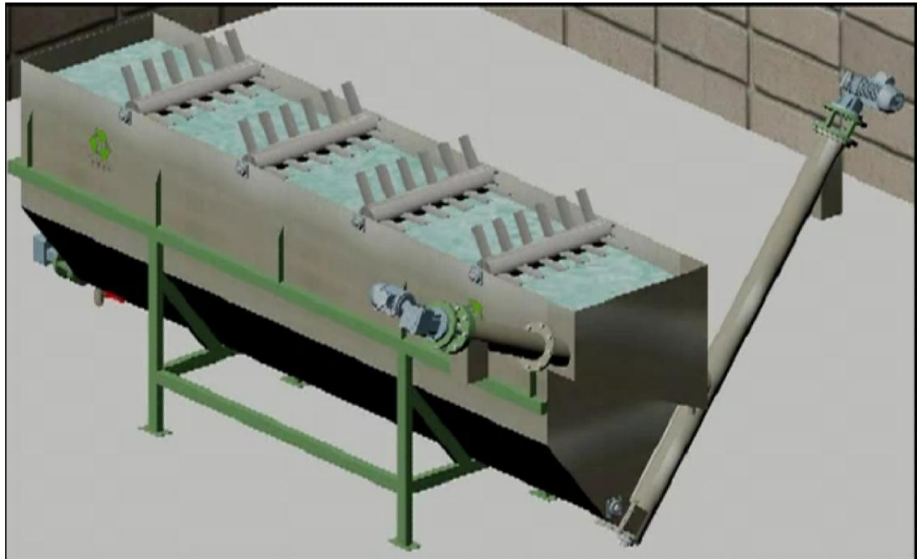
Esta etapa del procesamiento se basa en “triturar” en pequeños trozos todos los plásticos NO seleccionados en el acopio, de tal forma, que estos quedan totalmente mezclados haciendo “más homogéneo” la mezcla física de los plásticos en los contenedores donde son depositados al término de la molienda o trituración.

#### 2. **Lavado: Separación por densidades**

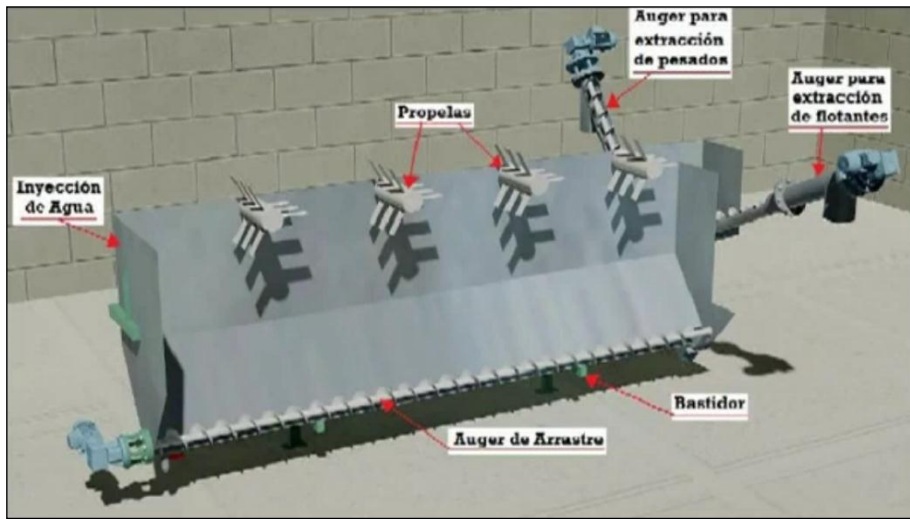
- a) La etapa de lavado como su nombre lo indica, realiza una función de separación de aquellos materiales NO plásticos que vienen en los envases, como pueden ser argollas metálicas, etiquetas, piedras, etc. De tal modo que los plásticos triturados queden completamente limpios y desinfectados, más no clasificados, ya que esto es lo que comprende la segunda sub-etapa de este proceso.
- b) En la segunda sub-etapa del proceso de lavado y separado, comprende una de las partes más importantes del proyecto del reciclaje, debido a su alto impacto en la calidad y consistencia de la madera plástica, esto es debido a que en esta etapa, el sistema automatizado se compone de un pequeño estanque de flotación, el cual mantiene una solución acuosa, tal como lo muestran las figuras 4.12, 4.13, 4.14, 4.15, 4.16 respectivamente.



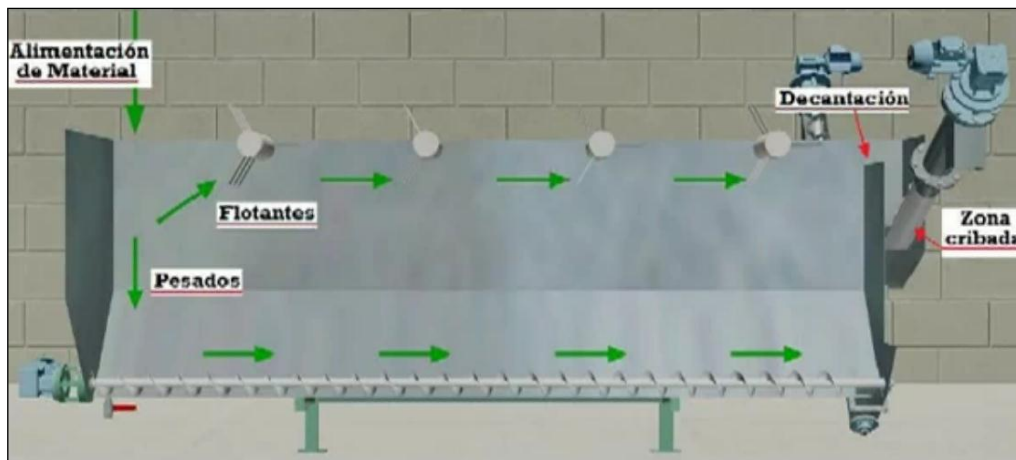
**Figura 4.12** Depósito automatizado de separación por flotación marca RECIMEX.



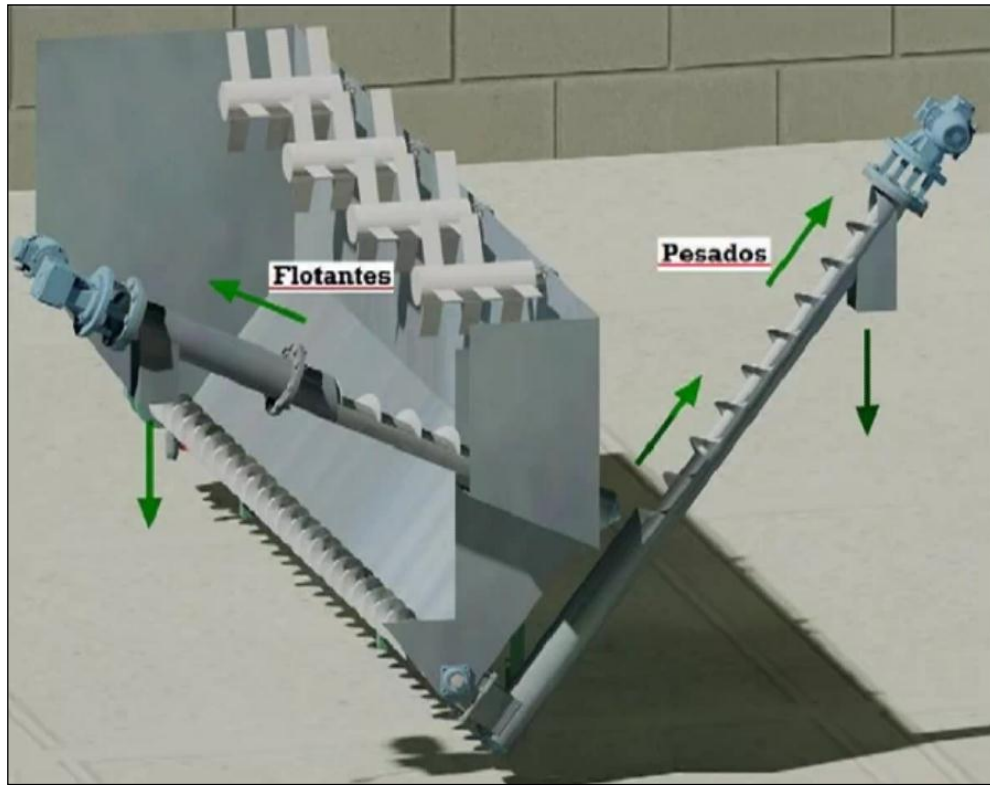
**Figura 4.13** Depósito automatizado de separación por flotación marca RECIMEX, depósito con solución acuosa.



**Figura 4.14** Componentes del depósito automatizado de separación por frotación marca RECIMEX.



**Figura 4.15** Flujo del material plástico triturado NO seleccionado.



**Figura 4.16** Vista de boquillas para plásticos flotantes y pesados (distintas densidades).

La densidad ideal que el líquido del estanque deberá mantener, deberá solamente hacer flotar los plásticos triturados con densidades similares a la de los plásticos deseados para el procesamiento de la madera plástica, los cuales son:

$$\text{PEAD} = 0.941 - 0.965 \text{ g/c}^3$$

$$\text{PEBD} = 0.910 - 0.925 \text{ g/c}^3$$

$$\text{PP} = 0.890 - 0.906 \text{ g/c}^3$$

En base a la información anterior, se determina, que la densidad deseada para el líquido acuoso dentro del estanque deberá ser mayor a  $1.000 \text{ g/c}^3$ . Ya que de este modo, todos estos plásticos flotarán dentro del estanque, habilitando de esta forma la extracción de los mismos por la boquilla flotante.

Al igual, se debe considerar las densidades de los demás plásticos comúnmente procesados/reciclados dentro de la localidad de Hermosillo, por ejemplo:

PET = 1.350 - 1.400 g/c<sup>3</sup>

PVC = 1.370 - 1.420 g/c<sup>3</sup>

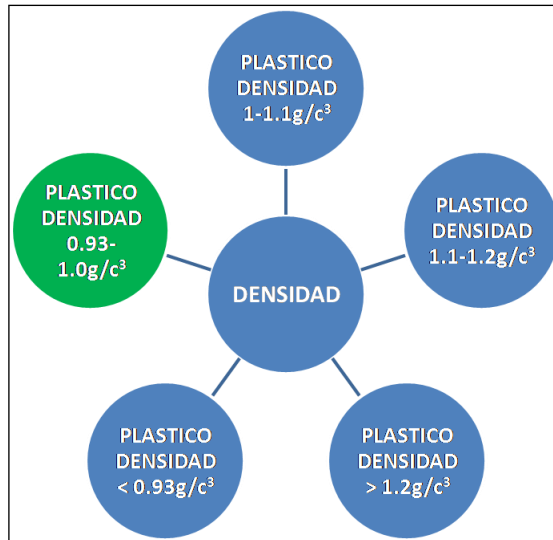
ABS = 1.000 - 1.050 g/c<sup>3</sup>

Por lo anterior, se determina que mientras la solución o líquido mantenga una densidad igual a 1.000 g/c<sup>3</sup>, podrá separar sin problema alguno, dichos plásticos triturados por medio de frotación.

El agua, principal sustancia líquida para disolver dentro de una solución acuosa, mantiene una densidad igual a 1.000 g/c<sup>3</sup>, por lo que facilita y disminuye aún más los costos de procesamiento para estos materiales. De tal modo, que para efectos del proyecto, la sustancia a utilizar será agua tratada, esto con el fin de eliminar mezclas u otras impurezas que pudieran contener las aguas recicladas.

Para generar aun mayor conocimiento dentro de las empresas del reciclaje, la misma utilización de este depósito nos podría separar por frotación, rangos pre-establecidos de plásticos de acuerdo a sus densidades.

Un ejemplo es la siguiente distribución de rangos como lo señala la figura 4.17.



**Figura 4.17** Rangos de flotación por densidades.

En la figura 4.17, señala cinco distintos rangos de densidades, marcando con color verde, aquella que nos interesa para efectos del proyecto.

Ahora, mediante soluciones acuosas que contengan sal y alcohol, se puede aumentar o disminuir las densidades del líquido del depósito, de tal forma que se genere como resultado la flotación o no flotación de ciertos plásticos, dependiendo el rango en el cual estén dadas sus densidades, partiendo desde una solución en la cual sea 50% Agua y 50% alcohol, obteniendo densidades debajo de  $0.930 \text{ g/c}^3$  o bien, con una concentración apropiada de sal, obtener densidades arriba de  $1.200 \text{ g/c}^3$ .

De acuerdo a la figura 4.17, se establece una nueva metodología de procesamientos de plásticos enfocados claramente al proyecto de del producto madera plástica, de tal forma, que los métodos de separación para los aquellos plásticos con mayor densidad por consecuencia mantendrán un mayor costo de procesamiento, por lo

que es un “índice” más a favor para el proyecto, ya que la manipulación y el procesamiento para la separación por flotación para los plásticos que el producto demanda será el de menor costo de producción.

### **3. Moldeadores de plástico NO seleccionado**

Una primera opción es vender aquellos plásticos cuyas densidades fueron mayor a la del agua ( $1.000 \text{ g/c}^3$ ), y enfocarse (como es el caso del proyecto) solo al procesamiento continuo de los plásticos cuyas densidades son menores a la del agua (PEAD, PEBD, PP), de tal modo, que esto nos genere ingresos de formas fluida y con menos costos de procesamientos de plásticos.

### **4. Continuación del procesamiento de plásticos seleccionados y clasificados acorde a las propiedades establecidas**

La segunda opción es reutilizar todo el plástico que tuvo una densidad mayor a la cual el líquido acuoso esta balanceado, de tal forma que pueda seguir reciclando este material hasta obtener aquellos plásticos especificados dentro de cada rango, y continuar el procesamiento de los plásticos cuyas densidades son menores a la del agua (PEAD, PEBD, PP), de tal modo que este pueda ser utilizado como un producto final de “materia prima” para maderas plásticas, el cual pueda ser resguardado en un lugar limpio mientras este espera a ser ya sea procesado o vendido como plástico seleccionado y clasificado.

### **5. Plástico seleccionado y clasificado como materia prima para VENTA**

Optando por vender este plástico ya limpio, seleccionado y clasificado, se puede obtener una mayor demanda y al mismo tiempo una capacidad rápida de respuesta ante el mercado, el cual es un modo muy útil de generar ingresos mediante un procesamiento relativamente “sencillo” de reciclaje, de tal forma que se incremente la

capacidad o expansión del mercado y al mismo tiempo detonar el desarrollo y crecimiento de la empresa.

#### **6. Plástico seleccionado y clasificado como materia prima para procesar MADERA PLASTICA**

Si se opta por procesar dichos plásticos como materia prima para producir madera plástica, se puede incrementar aún más la contribución dentro del alto mercado demandante que existe en la localidad de Hermosillo, ya que se tendrían tres distintas formas de acaparar mercado:

- a) Venta de plástico NO seleccionado triturado y lavado.
- b) Venta de plástico SI seleccionado triturado y lavado.
- c) Venta de madera plástica procesada con plásticos reciclados seleccionados.

De tal modo que la empresa podría verse sumamente beneficiada mediante una inversión considerable para continuar con el proceso de la fabricación de madera plástica.

Nuevamente para efectos del proyecto, se continúa con el procesamiento de los plásticos selectos hasta el momento de la fabricación de las maderas plásticas, de tal modo, que sea posible incrementar el conocimiento en las personas que en algún momento deseen emprender este reto.

Para este procesamiento, se necesita la maquinaria tal, que pueda procesar el calentamiento de estos plásticos reciclados a tal temperatura que estos puedan ser moldeados para darles las formas y acabados requeridos (similares a la madera común), este procesamiento, se muestra en la figura 4.18.



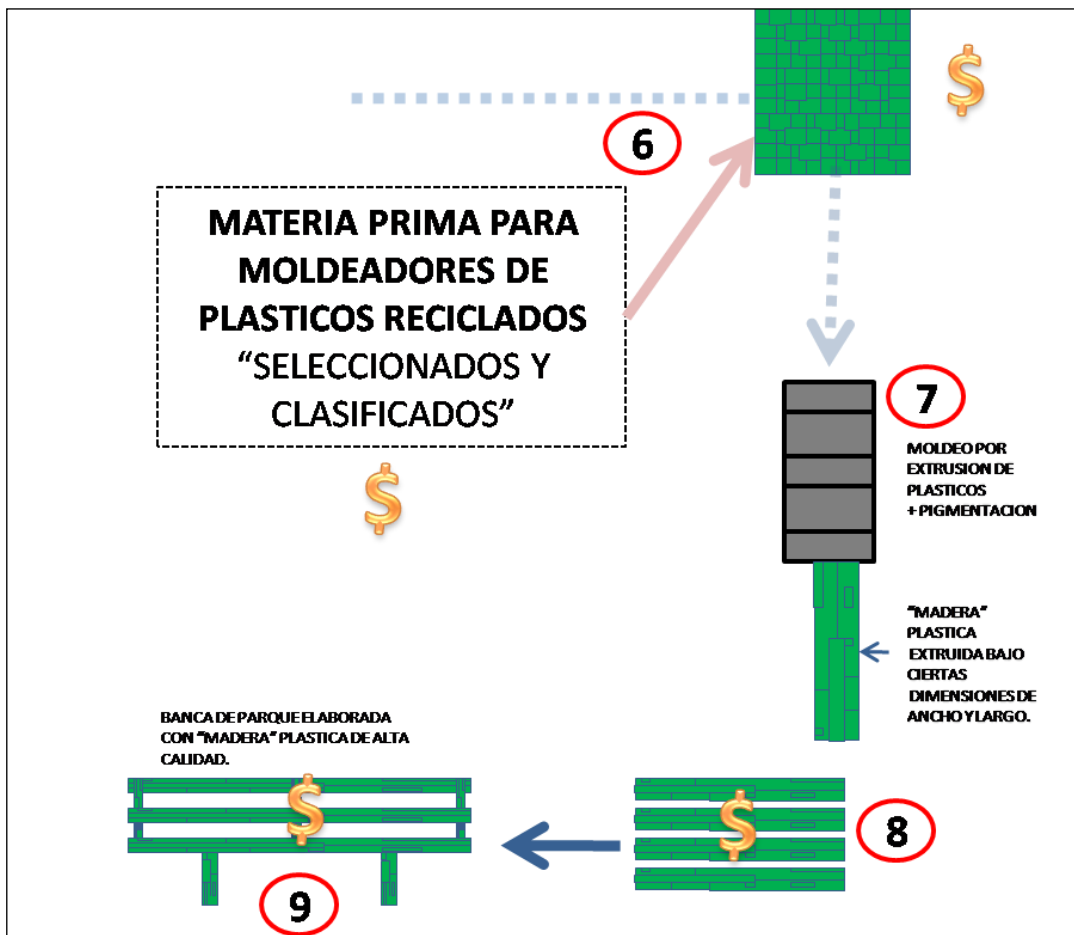


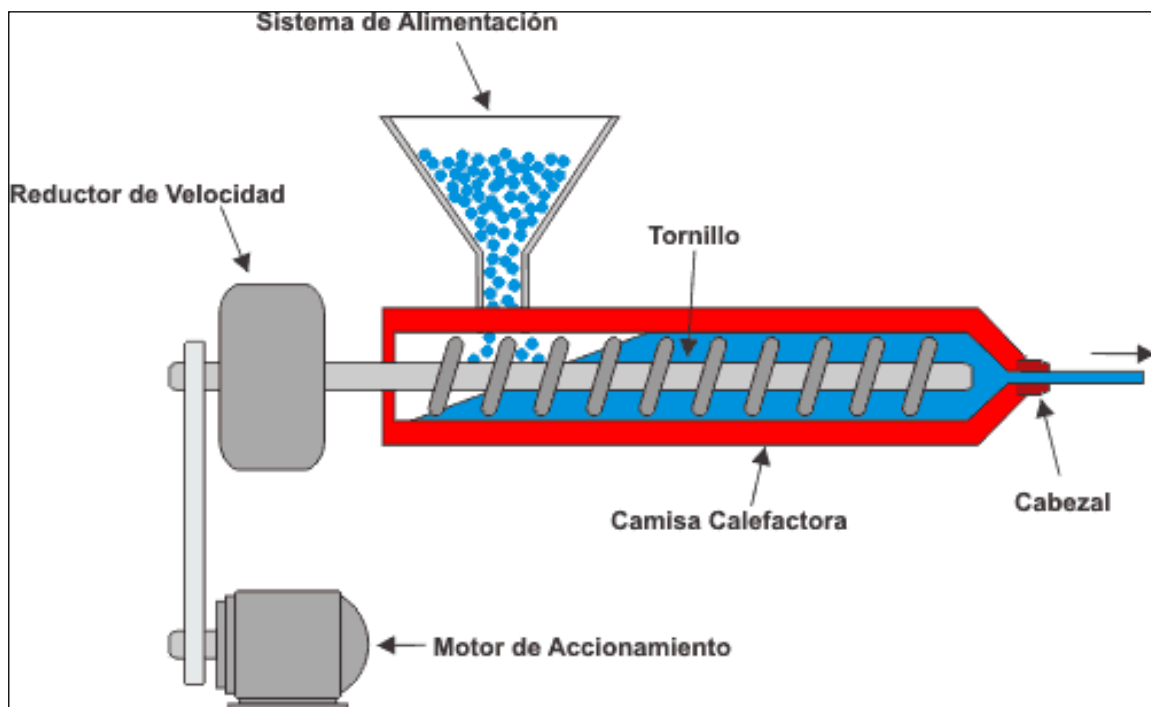
Figura 4.18 Proceso de extrusión de plástico reciclado para la fabricación de madera plástica.

## 7. Moldeo por extrusión de plásticos reciclados

Se entiende por extrusión al proceso utilizado para crear objetos con sección transversal definida y fija. El material se empuja o se extrae a través de un troquel de una sección transversal deseada, dicha extrusión puede ser continua (produciendo teóricamente de forma indefinida materiales largos) o semi-continua (produciendo muchas partes). El proceso de extrusión puede hacerse con el material caliente o frío. Aplicando esta definición a la parte del moldeo de plásticos por extrusión, se puede definir que los plásticos serán calentados hasta una temperatura tal que permita introducirlos en una cavidad que genere como resultado un plástico de fluctuación continua, bajo las dimensiones dadas por la cavidad, pudiendo esta última

ser a una forma similar a la de la madera, por ejemplo, una cavidad de 2" de alto por 4" de ancho, extrayendo plástico ilimitadamente, obteniendo como resultado "tablas" largas, las cuales pueden ser cortadas a cierta longitud para asimilarla aún más a las tablas fabricadas con madera común.

En la figura 4.19, se observa una máquina de extrusión, así como sus componentes y procesamientos aplicados en conjunto para elaborar dicho moldeo:



**Figura 4.19** Máquina de moldeo por extrusión” (Imagen: Fundamentos de manufactura Moderna, Groover, 2007).

## 8. Procesamiento de cortes y acabados para el plástico extruido

Al obtener como resultado cuerpos de largas longitudes, estos pueden ser procesados nuevamente por herramientas de corte y acabado, de tal forma que se les den las dimensiones exactas finales para que pueda ser vendida como madera plástica reciclada (Figuras 4.20 y 4.21).



*Figura 4.20 Madera plástica en proceso de corte y desbastado de esquinas.*



*Figura 4.21 Madera plástica cortada y acabada.*

#### **9. Elaboración de productos finales con MADERA PLÁSTICA:**

En busca de aumentar aún más la expansión del mercado, el crecimiento y desarrollo de la empresa, tanto a nivel económico como de conocimiento, un último proceso que se le agrega a esta logística del reciclado de plásticos “ideal, es fabricar artículos finales elaborados con madera plástica de alta calidad (plásticos limpios, seleccionados y clasificados), tales como las figuras 4.22, 4.23, 4.24, 4.25 Y 4.26, lo cual detonará la razón principal del proyecto: “la logística inversa” de los materiales plásticos como utilización de materia prima para la madera plástica, contribuyendo de esta forma al buen cuidado de los recursos naturales mediante la disminución de la tala de árboles y la contaminación visual que los plásticos llegan a generar, aumentando el grado de conocimiento en la sociedad, fomentando al reciclaje y al manejo adecuado de los residuos en general, de tal modo, que de una forma intangible, generando una mejor economía basada en el conocimiento de la comunidad local.



**Figura 4.22** Silla para jardín (fabricada con madera plástica).



**Figura 4.23** Mesa de picnic para jardín (Fabricada con madera plástica).



**Figura 4.24** Valla para jardín (Fabricada con madera plástica).



**Figura 4.25** Tope de estacionamiento (Fabricado con plástico reciclado).



**Figura 4.26** Depósito de basura con paredes de madera plástica.

Las figuras previas, son un ejemplo de las variedades incontables de productos que pueden ser fabricados o complementados con madera plástica reciclada.

## **5. CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y LECCIONES APRENDIDAS**

En el presente contexto se desarrollan las conclusiones observadas por el análisis a las encuestas aplicadas, así también, las posibles recomendaciones y observaciones adecuadas al caso presentado en este proyecto.

### **5.1 Conclusiones**

Se ha propuesto y desarrollado una metodología para estimar el conocimiento y comprensión actual en aspectos de reciclaje de plásticos como “madera plástica”, mediante una aplicación de encuestas dirigidas al mercado potencial, la utilización adecuada de herramientas estadísticas para la selección del mercado a encuestar, un eficiente desarrollo de la aplicación de dichas encuestas, la organización y administración de los datos obtenidos, así también, el correcto y oportuno análisis de los resultados, generando así las conclusiones pertinentes y breves sobre la factibilidad del estudio aplicado.

Es así, como se puede concluir de manera formal, que actualmente existen empresas que mantienen un conocimiento “empírico” sobre los distintos procesamientos que se pueden aplicar dentro de la industria del reciclaje plástico, dejando de lado las eficiencias y disminuciones de costos que pudieran tener, tales como almacenaje, recurso humano, la mala calidad del producto debido a la mezcla de plásticos no adecuados, tiempos invertidos en las separaciones, etc. Disminuyendo por consecuencia el incremento económico basado en el conocimiento que las empresas podrían haber desarrollado a lo largo de cada uno de sus procesos.

La materia reciclable siempre ha existido y seguirá existiendo en el mundo, la cantidad de material reciclado diariamente es tal que los mismos recicladores no se



dan abasto para lograr una logística de acopio correcta y eficiente, ya sea a falta de cultura de reciclaje por la sociedad, o a la poca solvencia económica que este les genere por la carencia de conocimiento y procesamientos adecuados para este.

Parte de los fabricantes de envases plásticos dentro de la localidad carecen de una logística de recuperación de envases después de su “utilización principal” (resguardar y transportar líquidos). En esto, se puede concluir de manera general, que no se presenta un alto grado de conocimiento tal para una eficaz producción masiva y recuperación de productos pos-consumo, de tal modo que los consumidores están dispuestos a continuar comprando y consumiendo los líquidos que estos envases transportan, sin importar que impacto ambiental pueda llegar a tener.

Por otra parte, la localidad en general carece de concientización del impacto ambiental que se está generando al consumir tan al exceso estos productos, y esto es instantáneamente notable ya que las encuestas muestran que muy pocas personas conocen el verdadero costo-beneficio que trae consigo el reciclaje plástico y esto es debido a que en Hermosillo, son pocas las empresas que se dedican de manera formal a este negocio.

El consumidor es uno de los principales factores críticos de este gran procesamiento, ya que los fabricantes depositan los envases justamente donde su siguiente cliente los requiere, ya sea en supermercados, tiendas, abarrotes, máquinas dispensadoras, restaurantes, etc., es decir en puntos controlados hasta ese momento.

En la sociedad actual es poco tomado en cuenta cualquiera de las tres razones o herramientas para el reciclaje por medio del apoyo de la sociedad, por lo que sería mayormente recomendable realizar un análisis profundo entre las dependencias correspondientes sobre cuál de estas podría causar la mejor respuesta inmediata a la solución del problema de control de R.S.U., de tal modo que se logre controlar lo mejor posible el destino “final” de los envases plásticos consumidos por el cliente, agilizando el ordenamiento y manejo de estos para las empresas y personas que

empresen el proceso del reciclaje día con día, motivando y fomentando a más personas cada vez a realizar estos procesos y darse cuenta de que existe un negocio rentable.

La base principal para crear esta cultura, debe ser enfocada principalmente en el conocimiento que las personas puedan tener de una clara retroalimentación de todos los beneficios que el reciclaje podría generarles desde la comodidad de sus colonias, calles o viviendas.

A su vez, algunas empresas recicladoras mantienen carencia del conocimiento sobre métodos y herramientas para la clasificación y separación de los distintos tipos de plásticos, más aun, con el acopio de R.S.U. mezclados de forma incontrolada como metales, papel y cartón, productos orgánicos, vidrios, textiles, entre otros como el mismo plástico, manejando un alto número de personal para poder realizar la separación y clasificación de los distintos residuos, aumentando de esta manera sus costos de operación, los tiempos invertidos en estas operaciones (las cuales con una separación previa a la recolección podrían ser eliminados), y desperdiciando tal tiempo y espacio en actividades que no agregan valor al producto final, generando de esta manera un mal aspecto visual a la empresa por tanto desorden y descontrol de materiales.

## **5.1 Recomendaciones**

Se ha desarrollado el proyecto sobre la caracterización de los procesos y capacidades en productos de polietileno reciclado para materia prima de madera plástica, del cual se obtienen las conclusiones anteriormente presentadas, y, en base a esto, se presentan las siguientes recomendaciones para el desarrollo de estudios futuros en áreas similares:

- a) El proyecto da pauta para llevar a cabo la implementación de una planta tratadora de plásticos reciclados, la cual integre herramientas ingenieriles tales

como una eficiente cadena de suministros, una correcta administración de sus canales de acopio y distribución, así como el resguardo y valoración al posible conocimiento que las personas adquieran a lo largo del desarrollo laboral.

- b) Dada la explicación de la forma actual de operación de las empresas, se extiende una serie de pasos y lineamientos para poder llevar a cabo las operaciones adecuadas para elaborar perfiles con plástico reciclado, sería de gran beneficio la implantación de una empresa dedicada en su totalidad al tratado de estos materiales en esta parte de la región.
- c) A pesar de que en el proyecto solo se han establecidos los canales adecuados para el uso de recursos plásticos reciclados, sería pertinente, aprovechar otros productos y materiales que han terminado su ciclo de vida para un usuario, dándoles nuevas utilidades posteriores a su reciclaje como los casos de metales, papel, entre otros, aprovechando los recursos al máximo y ayudando a la preservación y cuidado del medio ambiente.
- d) Se recomienda para estudios posteriores, realizar un análisis más detallado en la parte del mercado y su demanda, con lo cual, una empresa que pretenda iniciar con un proyecto de este carácter, sepa qué vertientes poder tomar para tener mayor rentabilidad en un futuro, y al igual detecte distintas áreas de oportunidad con otros materiales reciclables.

## **5.2 Lecciones aprendidas**

Después de determinar un procesamiento “IDEAL” para el reciclaje actual dentro de la localidad de Hermosillo, se observa que el conocimiento “básico” con el que cuentan actualmente sobre el procesamiento de plásticos reciclados es poco, pero esto proviene no sólo desde el punto en el que el plástico es procesado para la venta, si no, desde una falta de cultura inicial, ya que actualmente existen escasos

programas de apoyo para la recuperación pos consumo hablando específicamente del plástico, pasando lo mismo con los demás residuos sólidos, por lo cual las empresas privadas son quienes tratan de detonar esta iniciativa social para el apoyo del resguardo o deshecho de los residuos en un lugar establecido, de tal manera que facilite su acopio, generando como consecuencia un ahorro desencadenado de costos, manos de obra, transportes, etc.

Un principal catalizador para activar este tipo de interés en el conocimiento de los distintos procesos aplicables en todo momento a los plásticos, es la constante iniciativa gubernamental de crear la cultura y bases para el desarrollo mental de las personas al adquirir productos plásticos, concientizando el uso adecuado y desalojo de estos productos, con mayor presupuesto hacia este tipo de aspectos sociales y ambientalmente responsables.

## 6 BIBLIOGRAFIA

Avilez J., 2009. Recolección de datos, *Monografía de investigación a mano*, Maiquetía Venezuela.

Ballou R. H., 1999. Business Logistics Management, *4ta edición*. Editorial Pearson Education Inc.

Best J., 2001. Damned Lies and Statistics: Untangling Numbers from the Media, Politicians, and Activists. *University of California Press*. Editorial Cahners Business Information.

Chopra, S. & Meindl, P., 2006. Supply Chain Management. *3° Edition*. Pearson/Prentice Hall.

Council of Supply Chain Management Professionals, CSCMP., 2008. Definición de Gestión Logística. <http://cscmp.org/>: *Educational Workshops*. Accesada el 5 de Febrero de 2012.

Davis J., 2004. Value Recovery from the Reverse Logistics Pipeline. *RAND arroyo center*. <http://www.rand.org/>. Santa Monica, CA. Accesada el 7 de Febrero de 2012.

Fischer L. y Espejo J., 2004. Mercadotecnia. *Tercera Edición*, de McGraw-Hill Interamericana. Editorial Pearson Education Inc. pp. 34 al 57

Gladwell, M., 2000. Designs for working: Why Your Bosses Want to Turn Your Office Into Greenwich Village. *The New Yorker*. 8 Dec.: pp. 50-70.

Groff T. R. & Jones T. P., 2003. Introduction to Knowledge Management. *KM in business*. Burlington M.A: Buttherworth-Heinemann.

Grogan P.L., 2000. Manual McGRAW –HILL DE RECICLAJE. Editorial McGraw-Hill, Inc. / INTERAMERICANA DE ESPAÑA, S.A. Vol 1.

Groover, M., 2007. Fundamentals of Modern Manufacturing. *3e*. Editorial John Wiley & Sons, Inc. [www.wiley.com](http://www.wiley.com) Hoboken, NJ.

Gryna F. M., 2007. Método Juran: Análisis y planeación de la calidad. *Prólogo del Dr. Joseph M. Juran*. Quinta Edición. Editorial McGraw-Hill, Inc. / INTERAMERICANA DE ESPAÑA, S.A.

Hernández R., 1998. Metodología de la Investigación. *2da Edición*. Bogotá. Editorial McGraw-Hill. México D. F.

Rengel P., 2002. Completing the Supply Chain Model. *School of Business, Stockholm University*. Stockholm, Sweden. <http://www.seydl.eu/>. Accesada el 5 de Diciembre de 2011

Jurgenson G., 2003. Cómo Hacer Investigación Cualitativa. *Fundamentos y Metodología*. Volumen 169. *Edición ilustrada*. Paidós Educador. México- D. F.

Kvale S., 1996. Las entrevistas, Una Introducción a la Investigación Cualitativa. *Thousand Oaks- California*. Sage

Langevin A. y Ropel D., 2005. Logistic Systems Design and Optimization. GERAD 25<sup>th</sup> anniversary series. *Edición ilustrada*. Springer Science + Business Media, Inc.

Long L., 2000. Manual McGRAW –HILL DE RECICLAJE. *Editorial McGraw-Hill, Inc. / INTERAMERICANA DE ESPAÑA, S.A.* Vol1.

Lund H. F., 2000. Manual McGRAW –HILL DE RECICLAJE. *Editorial McGraw-Hill, Inc. / INTERAMERICANA DE ESPAÑA, S.A.* Vol1.

Mentzer, J.T., 2001. Defining Supply Chain Management, *journal business logistics*, 2da Edición vol. 22. *Editorial Sage Publications, Inc.* Thousands Oaks, California. pp.19.

Muller E.W., 2004. Logística: Administración de la cadena de suministros. 5ta Edición, *Editorial Pearson Education Inc. Publicada como PRENTICE HALL, INC.*

Nikbakhsh E., 2009. Supply Chain and Logistics in National International and Governmental Environment “Concepts and Models”. *Edición ilustrada*. Editorial Springer-Verlag Berlin Heidelberg. [www.springer.com](http://www.springer.com).

Operti J., 2006. Introducción a la gestión logística. *Universidad católica de Uruguay, Montevideo. Uruguay*. [www.todologica.com/verpubli](http://www.todologica.com/verpubli).

Pearson W. 2000. Manual McGRAW –HILL DE RECICLAJE. *Editorial McGraw-Hill, Inc. / INTERAMERICANA DE ESPAÑA, S.A.* Vol1.

Powell W. W., 2004. The knowledge economy. *Edición ilustrada*. Annual Review of Sociology 30. pp. 190-220.

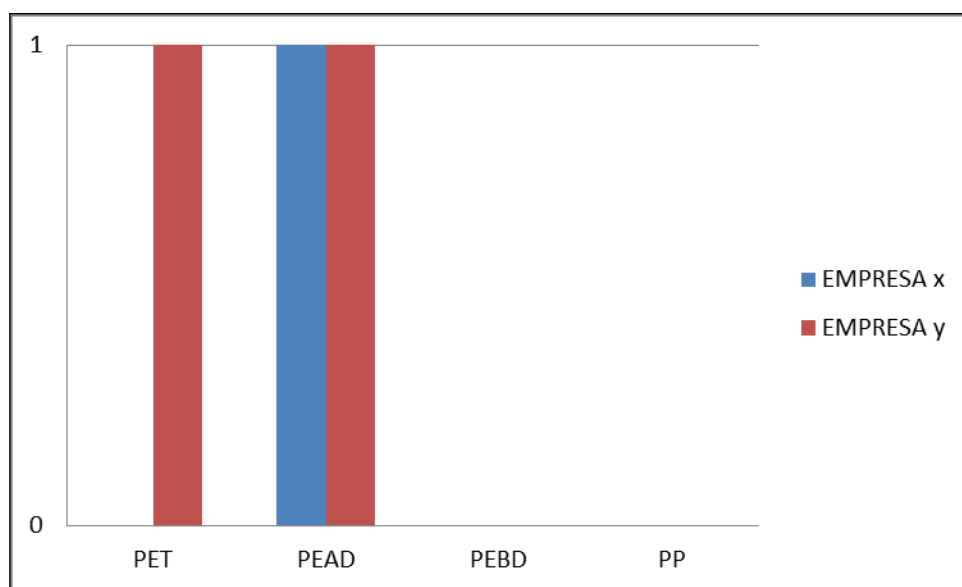
Rice J. A., 1995. Mathematical Statistics and Data Analysis. 3er edición. Editorial Thomson Higher Education. *Belmont CA*. [www.wallacefoundation.org](http://www.wallacefoundation.org).

- Jimenez K. 2008. Gestión del conocimiento: aportes para una discusión Latinoamericana Knowledge Management for Development *Journal 4(1)*. Universidad de Costa Rica. Costa Rica, San José. pp. 31-41.
- Romero L., 2008. La Logística en la Administración de las Cadenas Productivas, Taller, Axis, Hermosillo Sonora México.
- Ruiz J. A., 2000. Manual McGRAW –HILL DE RECICLAJE. *Editorial McGraw-Hill, Inc. / INTERAMERICANA DE ESPAÑA, S.A.* Vol 1.
- Schönsleben P., 2000. Integral Logistics Management. *3er edición*. Editorial Auerbach Publications, Taylor & Francis Group.
- Stadler H., 2005. Supply chain management and advanced planning. *4ta edición*. Editorial Springer-Verlag Berlin Heidelberg. [www.springer.com](http://www.springer.com). Hamburg, Germany.
- Stuart A., 1991. Kendall's advanced theory of statistics: Bayesian inference, *Volumen 2, Parte 2*. Editorial Arnold Publication.
- Vargas R. B., 2008. El reciclaje de plástico y los biopolímeros. *Seminario Plásticos Reciclados*. CENTRO EMPRESARIAL DEL PLASTICO, S.A. DE C.V. Adolfo Prieto, México, D.F. [www.plastico.com.mx](http://www.plastico.com.mx).
- Wackerly D. D. et al., 2002. Estadística matemática con aplicaciones. 6ta edición. Editorial International Thompson Editores, S.A. DE C.V. / Thompson Learning Inc. [www.thomsonlearning.com.mx](http://www.thomsonlearning.com.mx)
- Walton S. V., Handfield R. B., & Melnyk S. A., 1998. The green supply chain: Integrating suppliers into environmental management processes. *International Journal of Purchasing and Materials Management*, 34(2),2-11.
- Yuva J., 2002. Collaborative Logistics: Building a United Network. *Inside supply management*, vol. 13. Num. 5. *Cornell University*. pp. 50.
- Zubiri, X., 1983. Inteligencia y Razón. *3er edición*. Madrid. *Alianza Editorial*. Universidad de California.

## 7 ANEXOS

### ANEXO 1

En primer lugar, se ha determinado que tipos de plásticos son los que fabrican dentro de las empresas encuestadas, resaltando cuatro posibles opciones (PET, PEAD, PEBD, PP), de tal manera que con ello tiene una idea firme de las cantidades que se manejan. En la figura 7.1, se muestran los resultados relacionados a la pregunta ¿Qué plásticos utiliza en la fabricación de sus productos?:

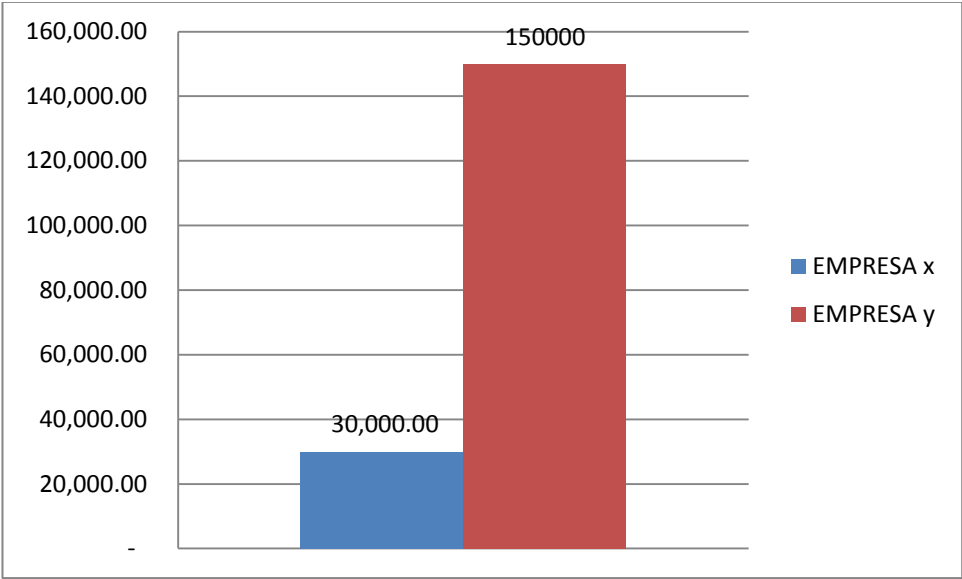


**Figura 7.1** Plásticos utilizados en la fabricación de productos.

La figura 7.1 ilustra que el 100% de las empresas utilizan como plástico el polietileno de alta densidad (PEAD), y solo la empresa “Y” procesa PET.



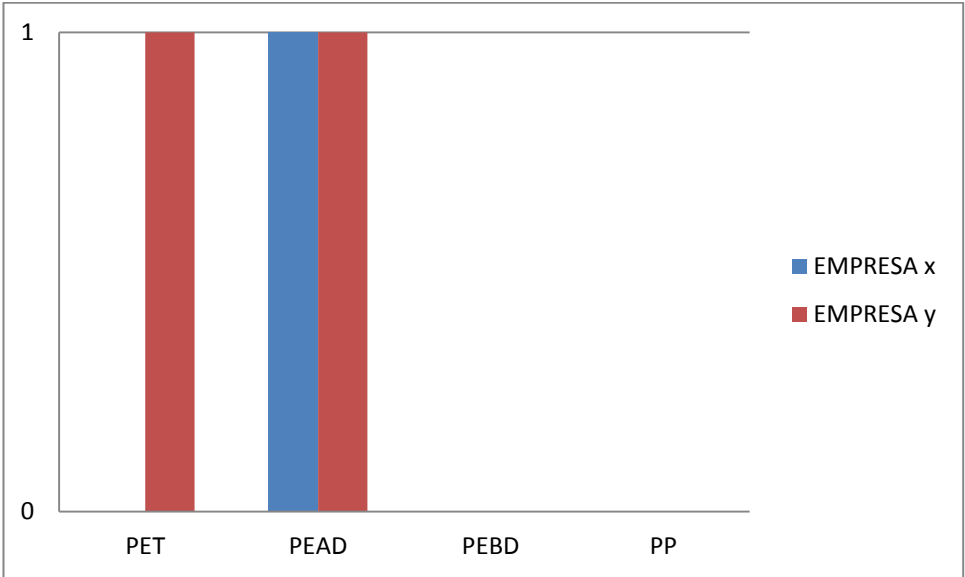
La segunda pregunta intenta reflejar las cantidades aproximadas de productos diarios que se procesan, en unidades, esto sin importar el tipo de producto fabricado (figura 7.2).



**Figura 7.2** Promedio de cantidad de productos diarios.

En la figura 7.2 observa la capacidad promedio de producción diaria que las empresas manejan actualmente está en un promedio de 90,000 unidades de productos al día.

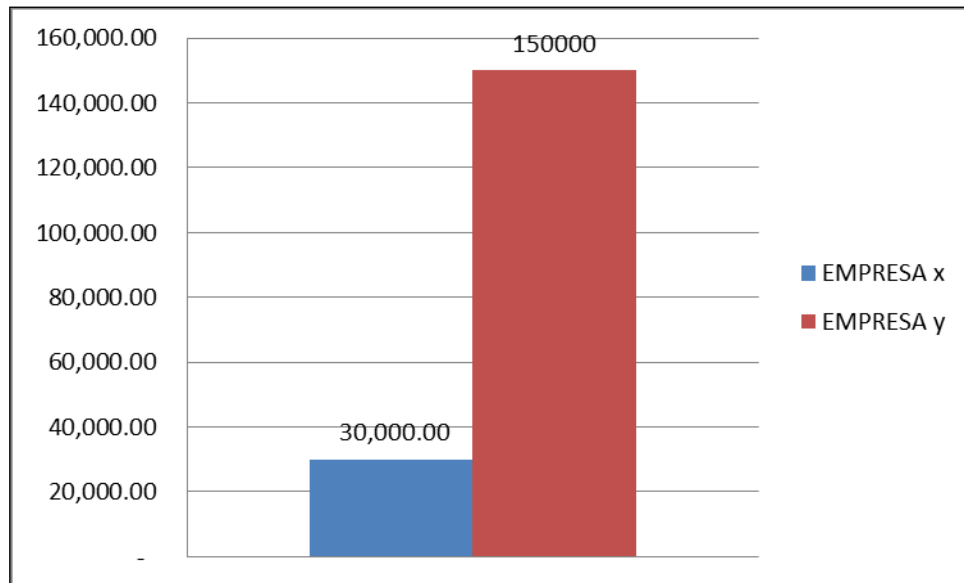
La tercera pregunta de la encuesta, refleja cuál de los plásticos que la empresa procesa, es el que tiene mayor demanda y capacidad de producción:



**Figura 7.3** Plástico con mayor producción diaria.

En la figura 7.3 demuestra que el plástico con mayor producción diaria sigue siendo el PEAD, a pesar de que la empresa “Y” muestra que tiene misma demanda para el plástico PET.

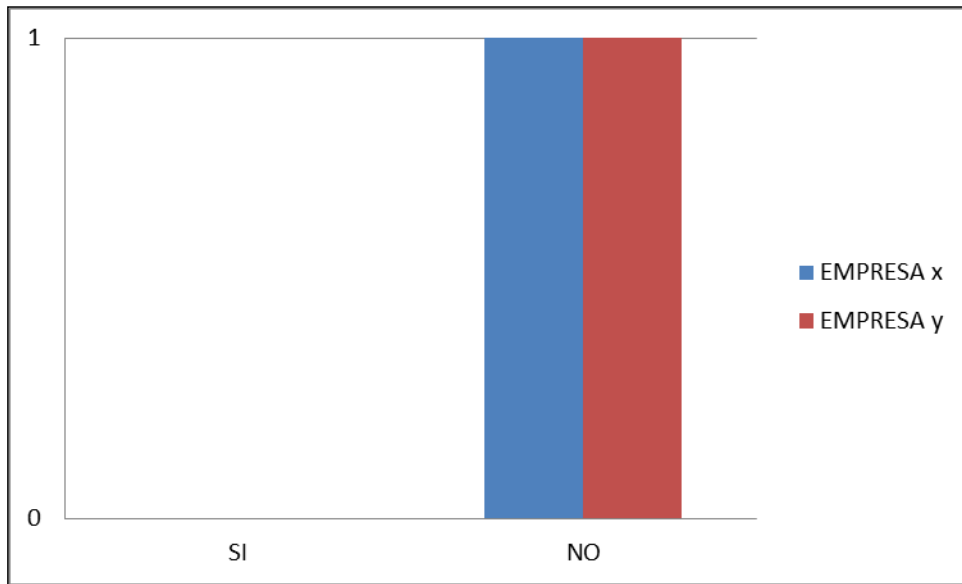
La siguiente pregunta se relaciona con el conocer cuál es la cantidad aproximada diaria del plástico con mayor demanda, centrándose solamente en el plástico principal.



**Figura 7.4** Cantidad aproximada diaria del plástico más utilizado.

Como el 100% de las empresas encuestadas procesan entre otros plásticos el PEAD, nos genera la misma cantidad por un promedio de 90,000 unidades diarias por ambas empresas “X” & “Y”.

Finalmente, en la última pregunta (5), se pretende conocer si dicha empresa genera actividades de reciclaje dentro de sus procesos de fabricación.

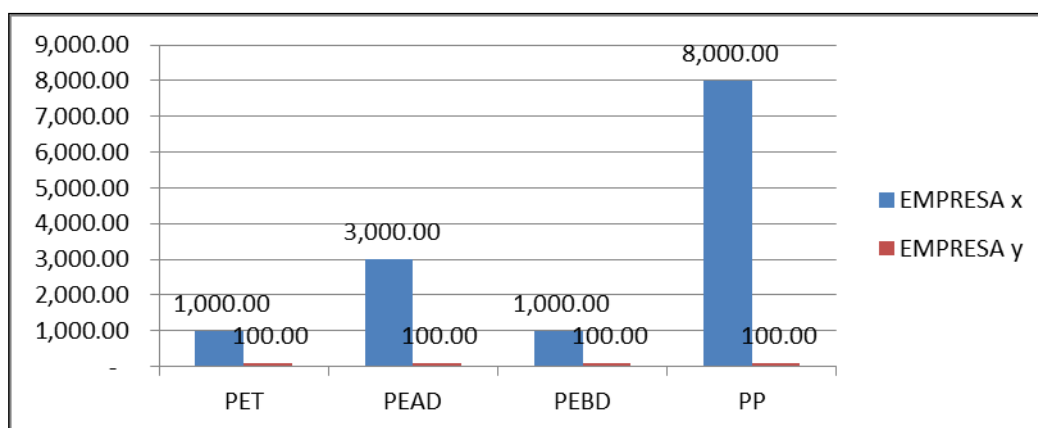


**Figura 7.5** Empresas dedicadas a fabricar y reciclar productos plásticos.

Dentro del 100% de las empresas encuestadas, el 0% de estas procesan el reciclaje de los plásticos que fabrican dentro de sus instalaciones, por lo que ambas están dedicadas al procesamiento de resinas vírgenes.

## ANEXO 2

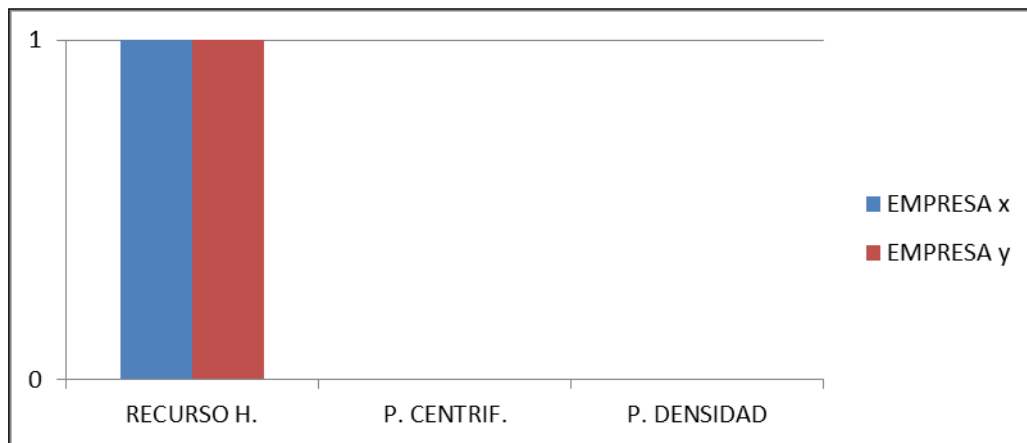
Las primeras cuatro preguntas de la encuesta 2, están enfocados en conocer (entre las opciones) cuáles plásticos reciclan las empresas, y cuál es la cantidad aproximada de los plásticos que la empresa acopia por día (en kilogramos), dándole como opción cuatro distintos plásticos de interés (Figura 7.6):



**Figura 7.6** Cantidad aproximada de plásticos acopiados por día (kg).

En la figura 7.6 se observa que una de las empresas (x) tiene mayor capacidad de acopio, teniendo como principal tipo de plástico al polipropileno, y seguido por el PEAD, con 3,000 kilogramos por día. Por otra parte, la empresa “Y” tiene una capacidad estable diaria de aproximadamente 100 kilogramos de PEAD.

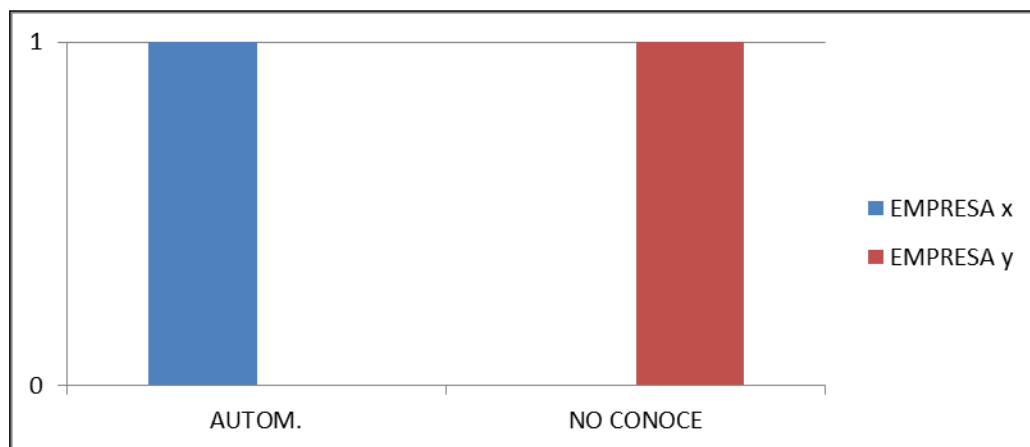
La pregunta 5 se diseñó para determinar que método es el más utilizado por las empresas para la selección y separación de materiales plásticos, esto con el fin de saber que tanto desarrollo tecnológico aplica o poseen cada una de las empresas.



**Figura 7.7** Método utilizado para la selección y separación de plásticos.

La figura 7.7 demuestra que el 100% de las unidades económicas utiliza el recurso humano para la selección y separación de los distintos plásticos procesados, a pesar de las dos opciones extras que se les fueron sugeridas.

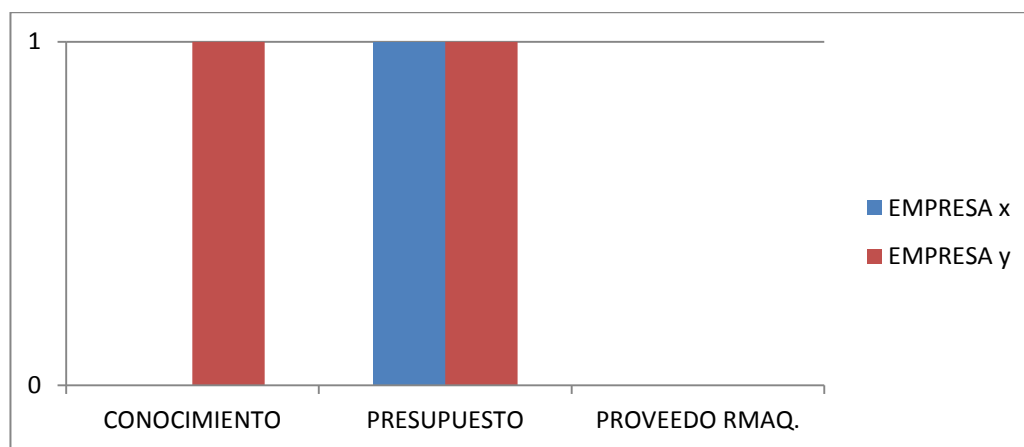
En la figura 7.8 se muestra la fusión de las preguntas 6 y 7, los cuales indagan en la cuestión del conocimiento que las empresas podrían llegar a tener (a pesar de no manejar) sobre otro procesamiento o método al actualmente utilizado, generando la pregunta



**Figura 7.8** Conocimiento de método distinto al actualmente utilizado.

Solamente el 50% de las empresas encuestadas en esta actividad tiene conocimiento de la existencia de otro método de selección y separación de plásticos, tal como el método automático (figura 7.8).

Como complemento a la figura previa, se desarrolló un nuevo cuestionamiento que intenta reflejar cual es el motivo por el cual no se implementen distintos procesos de separación de plásticos.

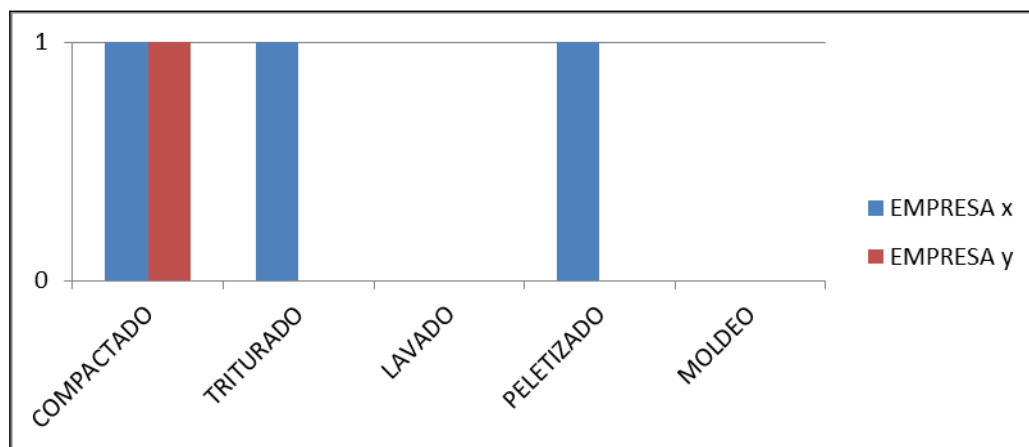


**Figura 7.9** Motivo de no implementar método distinto al actual.

En el resultado anterior, se observa que una de las empresas no implementa nuevos y mejores métodos de separación debido a la falta de conocimiento de la existencia de otros métodos, o conocimiento del “como” poder implementarlo.

Por otra parte, la empresa “X” no implementa nuevas metodologías para el procesamiento de selección y separación de plásticos debido a la falta de presupuestos dentro de su economía empresarial.

La octava pregunta fue diseñada para conocer qué operaciones aplicables a los plásticos son llevadas dentro de las empresas a encuestar, dando como opción 5 posibles opciones (pudiendo seleccionar desde 1, hasta las 5 operaciones).



**Figura 7.10** Operaciones llevadas a cabo dentro de la empresa actualmente.

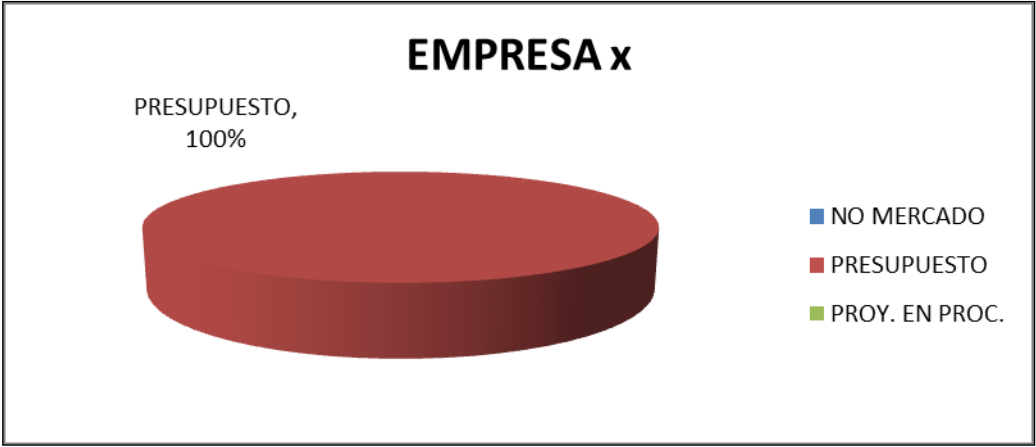
Dentro de ambas empresas se observaron varias operaciones que actualmente se llevan a cabo:

- Ambas empresas compactan los plásticos que procesan en el reciclaje.
- Solamente la empresa "X" tritura y peletiza el plástico posteriormente.

*Nota: En una pregunta posterior, ambas empresas señalaron que conocen todas las operaciones anteriormente citadas en el cuestionario.*



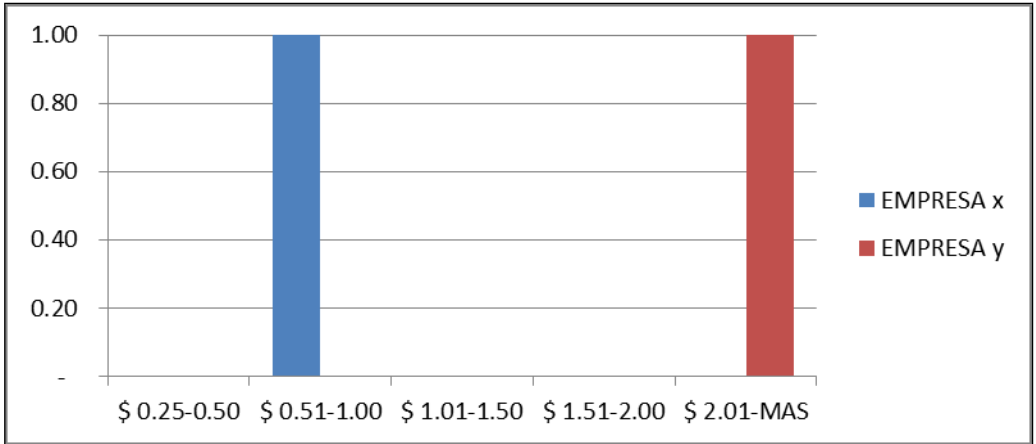
Nuevamente en la décima pregunta se diseña para conocer cuál es el principal motivo por el que las empresas no efectúan dichas operaciones anteriormente citadas.



**Figura 7.11** Principal motivo para no realizar operaciones.

El principal motivo para ambas empresas es la falta de presupuestos dentro de su economía, acorde a la figura 7.11.

Como complemento a la encuesta 2, se aplicó la pregunta ¿Podría dar un precio estimado de la venta por kg del plástico que actualmente procesa? Mediante la cual se intenta determinar un precio aproximado promedio de la venta por kilogramo de plástico reciclado ya procesado en cada empresa.



**Figura 7.12** Precio de venta final por kilogramo de plástico reciclado.

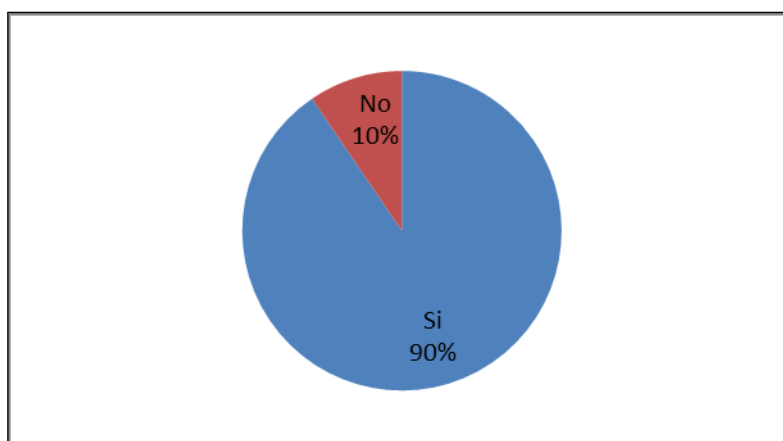
En la figura 7.12 se observa que la empresa con menor conocimiento y capacidad de procesamientos de plástico vende el kilogramo de plástico reciclado casi al doble que la empresa con mayor capacidad y procesamientos. Esto puede ser debido al prorratio de costos por la capacidad de acopio y demanda que tiene de los plásticos que maneja.

## ANEXO 3

Los resultados se enfocaron a las unidades económicas con alto potencial de consumo de plásticos reciclados y procesados para darle una forma distinta a la original, esta encuesta se aplicó a 21 unidades económicas.

La primer pregunta ¿Sabe usted que existen distintos tipos de plásticos?

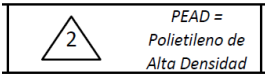
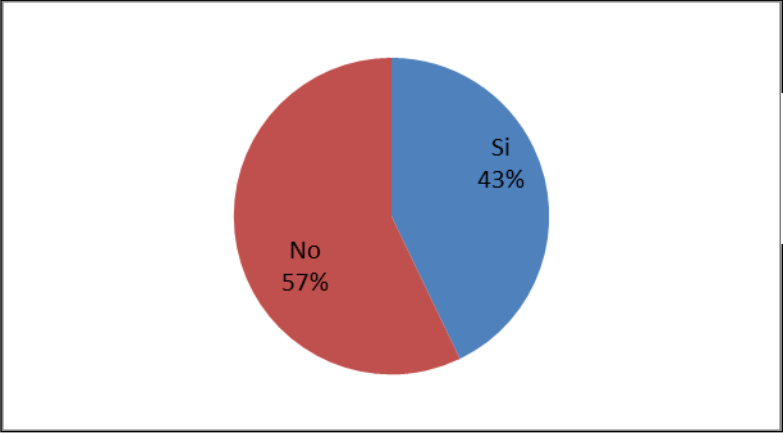
Pretende reflejar el porcentaje de empresas que mantienen un conocimiento sobre la existencia de distintos tipos de plásticos.



**Figura 7.13** Conocimiento de la existencia de distintos tipos de plásticos.

La figura 7.13 muestra que el 90% de las unidades encuestadas tienen conocimiento de la existencia de distintos tipos de plásticos, lo cual nos da un total de 2 unidades económicas sin conocimientos de la existencia de distintos plásticos.

La segunda pregunta se enfoca en conocer si las personas están relacionadas con la simbología estandarizada que se manejan en los envases plásticos, colocando varios ejemplos de la simbología para una mejor ilustración.

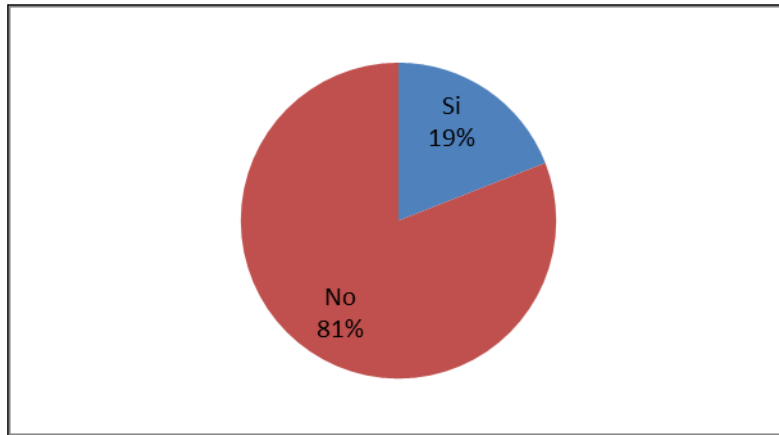


**Figura 7.14** Ejemplo de simbología de plásticos.

**Figura 7.15** Conocimiento de simbología de plásticos.

Se observa en la figura 7.15 que solo el 43% de las unidades económicas encuestadas reconoce la simbología anteriormente presentada, y se siente familiarizada con dicha información, restando un 57% de unidades las cuales no reconocen dicha simbología.

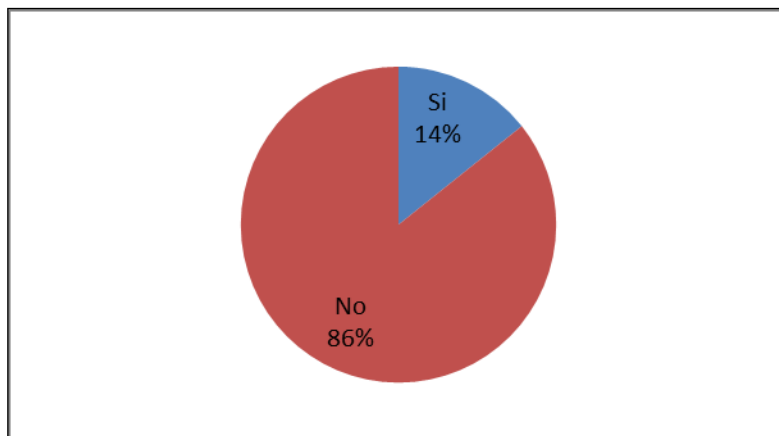
Posteriormente al reconocer que las personas están familiarizadas con las simbologías y tipos de plásticos, la tercera pregunta muestra el tipo de plástico (PEAD) con el cual los envases comúnmente son fabricados.



**Figura 7.16** Conocimiento de envases PEAD.

En la figura 7.16, que solo el 19% de las unidades conocen que el envase con el que son fabricados galones de cloro (entre otros) es de plásticos PEAD.

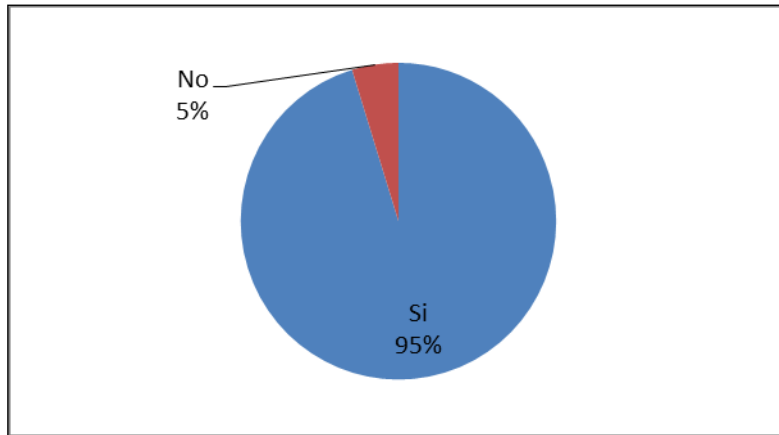
La cuarta pregunta propicia la inducción hacia los plásticos PEAD, procesados en formas de envases, y el método visual de distinción de este entre los demás tipos de plásticos.



**Figura 7.17** Conocimiento de la distinción de envases PEAD.

La figura 7.17 arroja que solo el 14% de las unidades económicas distingue visualmente los productos PEAD por su opacidad, esto quiere decir que solo 3 de estas unidades tienen el conocimiento de poder distinguir los envases PEAD.

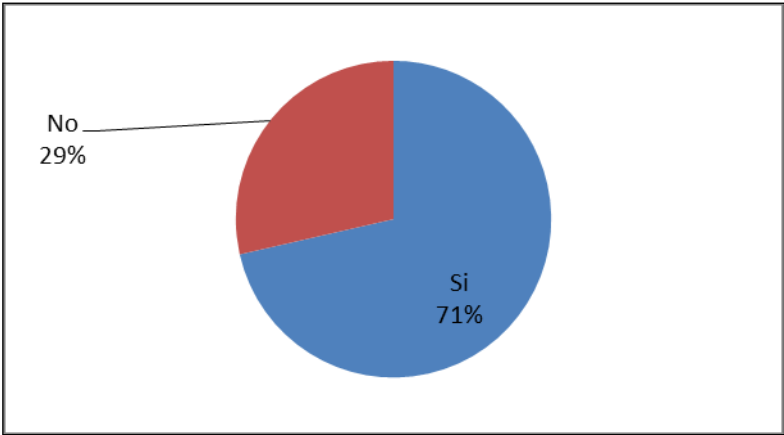
La quinta pregunta ¿Sabe usted que es el reciclaje plástico? se diseñó con la finalidad de saber si las unidades económicas tienen el conocimiento general sobre la definición de reciclajes plásticos.



**Figura 7.18** Conocimiento general sobre el reciclaje de plásticos.

La figura 7.18 refleja el verdadero conocimiento del significado del reciclaje plásticos, solamente una unidad no supo definir claramente a que se refiere, optando por colocarla como “NO” conocimiento.

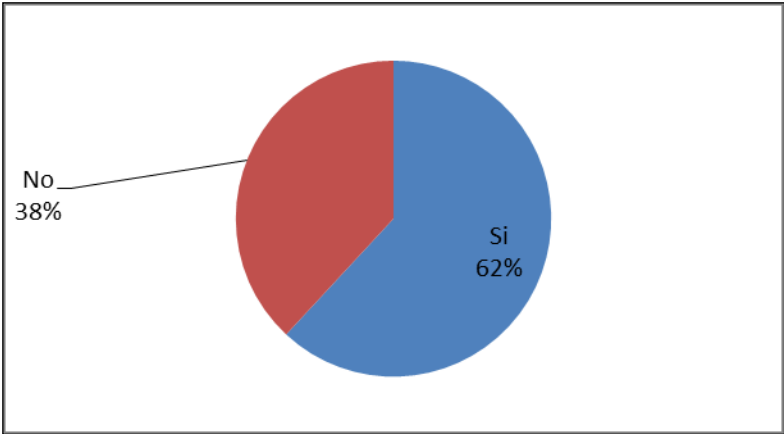
La siguiente pregunta se diseñó para que el encuestado responda acerca del conocimiento que tiene sobre la vida útil del plástico antes de su degradación, aportando al mismo tiempo conocimiento sobre este lapso de vida.



**Figura 7.19** Conocimiento sobre la reutilización y vida útil del plástico.

En la figura 7.19 se obtuvo el conocimiento de la reutilización del plástico y la vida útil que este desarrolla, 6 de las 21 unidades económicas no tienen el conocimiento de la factibilidad y contribución ambiental de la reutilización del plástico.

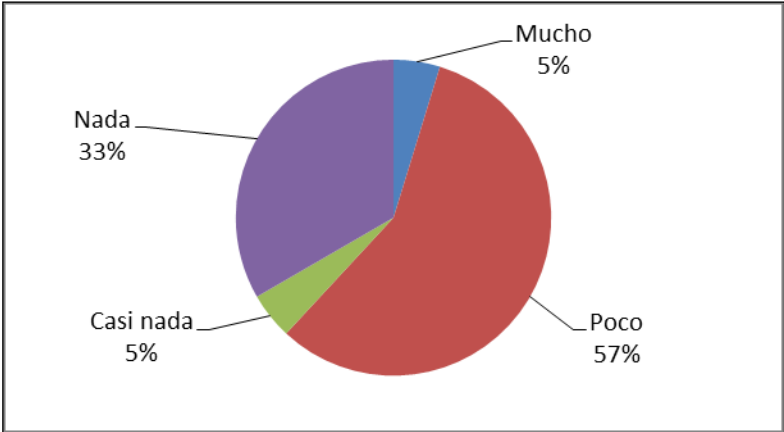
La séptima pregunta ¿Conoce usted el término “moldeo de plásticos”? induce al encuestado a los procesos básicos aplicados a los plásticos.



**Figura 7.20** Conocimiento del procesamiento moldeo de plásticos.

La figura 7.20, refleja que solo un 62% de las unidades económicas, conocen el término “Moldeo de plásticos”, representando 8 de las 21 unidades encuestadas.

La figura 7.21 se relaciona con la pregunta ¿Qué tanto conoce acerca del molesto de plásticos?

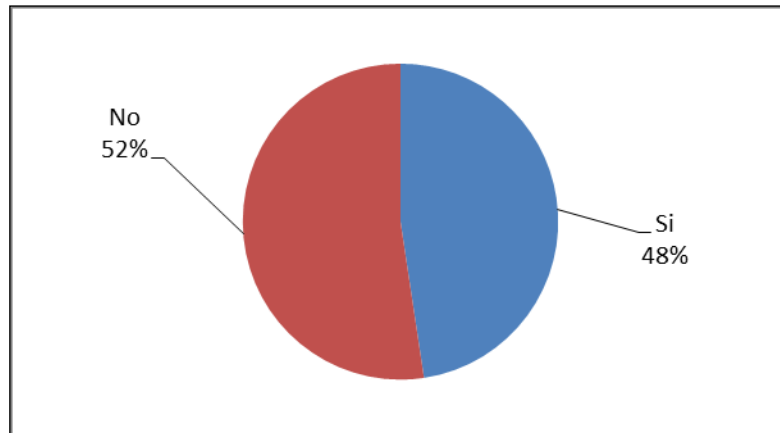


**Figura 7.21** Conocimiento aproximado del moldeo de plásticos.

Del 100% de las unidades encuestadas, un 62% de estas, cuentan con conocimientos básicos sobre el moldeo de plásticos, 5% casi nada de conocimiento, y un 33% no conoce este procesamiento (Figura 7.21).



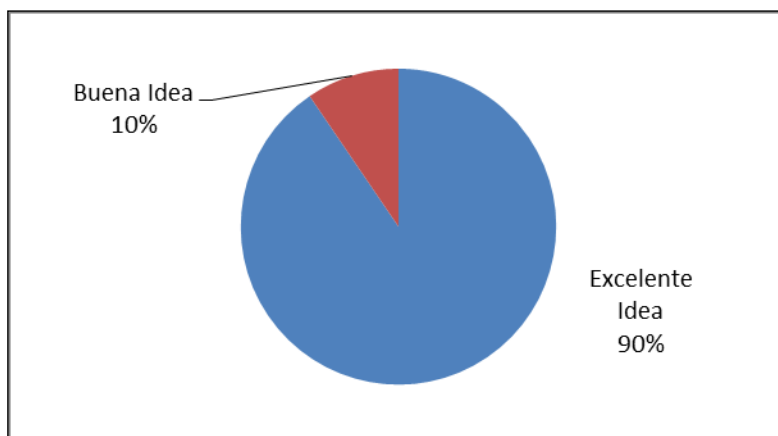
La novena pregunta induce al encuestado a los procesos básicos aplicados a los plásticos, tal como la aplicación de calor en ellos.



**Figura 7.22** Conocimiento de calentado y formas en los plásticos.

La figura 7.22 señala que solo el 48% de las unidades económicas conoce las propiedades físicas de los plásticos al ser calentados nuevamente y dales una forma y uso distinto al que actualmente poseen. Esto a pesar de que varias de las unidades anteriormente habían señalado conocer o estar familiarizado con el término “moldeo de plásticos”.

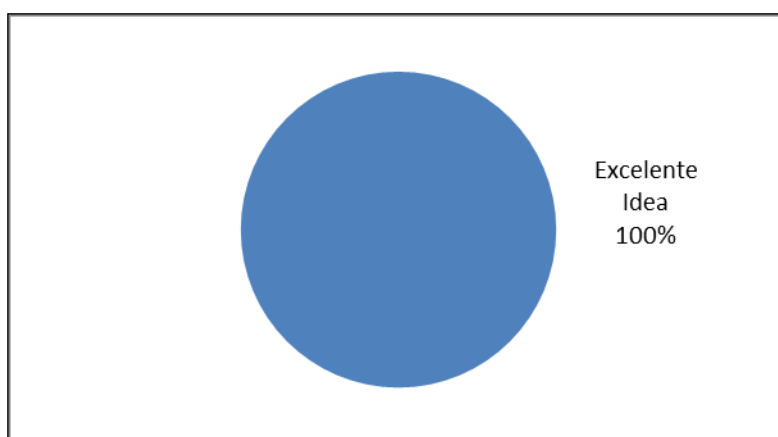
La décima pregunta obtiene la reacción del encuestado al opinar sobre darles nuevas formas a los plásticos.



**Figura 7.23** Opinión sobre la reutilización en los plásticos PEAD.

Del total de unidades encuestadas, el 90% de estas optaron por ser una excelente idea el reutilizar los plásticos PEAD y darles nuevas formas y utilidades distintas a las de un envase normal. El 10% restante optó por ser una buena idea, demostrando tener aún dudas sobre cómo se realizaría este proceso (Figura 7.23).

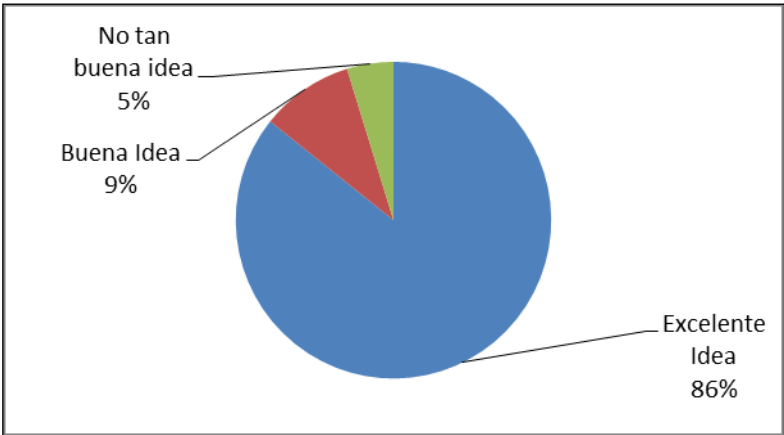
Respecto a la onceava pregunta ¿Qué opina que estas nuevas formas y aplicaciones disminuyan la tala de árboles y R.S.U.?, se obtuvo:



**Figura 7.24** Opinión sobre la contribución ambiental por reciclaje.

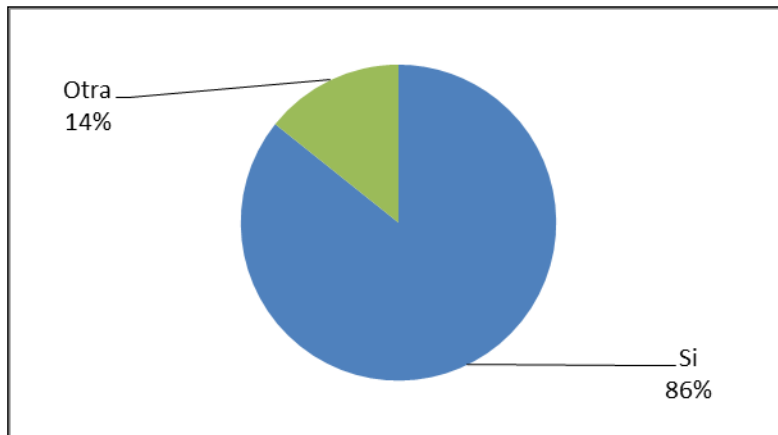
El 100% de las unidades encuestadas piensan que es una excelente idea el que las nuevas formas y aplicaciones aplicadas a estos plásticos contribuyan a la disminución de la tala de árboles y R.S.U. tal como lo muestra la figura 7.24.

En la pregunta ¿Qué opina de que estas nuevas formas sean como la madera común (tablas, postes, barrotos, etc.) para fabricar cercas, muelles, corrales, muebles? Muestra que del 100% de las unidades, aproximadamente un 95% de estas, piensan que puede ser una excelente idea el procesar y darles formas parecidas a las de la madera común, tales como tablas, postes, barrotos, etc. Y solo el 5% de las unidades encuestadas opina que puede no llegar a ser tan buena idea (figura 7.25):



**Figura 7.25** Opinión sobre formas (perfiles plásticos) como la madera común.

Finalmente la pregunta 13 considera la disponibilidad o aceptación de adquirir este tipo de productos con plástico reciclado por parte de las unidades económicas encuestadas.



**Figura 7.26** Disponibilidad a comprar productos de plástico reciclado con perfiles como la madera común.

La figura 7.26 refleja como resultado aceptable por parte del 86% de las unidades. El 14% restante, realizaron comentarios como el realizar pruebas y exámenes a dichos perfiles, así también como el realizar un mayor análisis del costo-beneficio que este pudiera generar.