



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES

ARAGÓN

“ALTERNATIVAS PARA
EL RECICLAJE DE PLÁSTICOS”

T E S I S

PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

I N G E N I E R O

M E C A N I C O E L E C T R I C I S T A

P R E S E N T A N :

NORIEGA BERISTAIN IVAN YSASI
GUTIERREZ REYNOSA LUIS FERNANADO

ASESOR:
ING. VELAZQUEZ VELAZQUEZ DAMASO

México

2009



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

AGRADECIMIENTOS

NORIEGA BERISTAIN IVAN YSASI

Estoy muy agradecido a mis padres por enseñarme a trabajar duro para poder llegar a una de mis metas en la vida a mis hermanos y mi hermana por su cariño, a mi querida compañera que en todo momento me da su cariño a mi familia por creer en mí y todas esas personas que sembraron pequeñas palabras en mi mente para continuar.

A mi madre por creer en mí y darme la fuerza:
Sra. CATALINA BERISTAIN ZAMORA

A mi padre que siempre será mi pilar:
Sr. ARAEL NORIEGA YGUAYZAM

A mis hermanos por creer en mí y brindarme su apoyo:
NOE ARAEL NORIEGA BERISTAIN
JASMIN NOERIGA BERISTAIN
AARON NORIEGA BERISTAIN

A mi hermosa compañera por estar a mí lado:
SARA PILOTE

A toda mi familia por darme su apoyo incondicional:
A mis primos queridos:
CAROLINA Y LERIN

A amigas y amigos que siempre estuvieron con migo.

Agradezco a mis profesores por su paciencia en su gran trabajo.

GUTIERREZ REYNOSA LUIS FERNANDO

A dios:

Mi eterno agradecimiento por darme la oportunidad de vivir y guiarme siempre por los caminos correctos. Gracias por todo.

A mis padres, Guillermo y Martha:

Por ser el ejemplo más importante de mi vida, por darme la oportunidad de concluir mi Carrera ... por creer en mí y que día a día me demuestran su apoyo, respeto, amor y cariño...

A mi hermano Guillermo:

Por tu ayuda y tu apoyo de siempre.... por esos buenos consejos que sin ellos no lo hubiera logrado y por compartir toda una vida conmigo.

A Rebeca:

Por estar a mi lado en estos momentos de mi vida y motivarme por ser una mejor persona cada día....por tu apoyo y tu gran amor incondicional...por hacerme muy feliz..

A los profesores:

Por su enseñanza durante todo este tiempo en la universidad....

A mis familiares

Por su apoyo y su cariño gracias....

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	Página
CAPÍTULO I	
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	
1.1 Planteamiento del problema.	1
1.2 Objetivos de la Investigación	1
1.3 Hipótesis	2
1.4 Investigación Documental	2
1.5 Investigación de Campo	3
1.6 Historia del Reciclado	3
1.7 Aspectos Culturales Para el Uso de Residuos Plásticos	4
CAPÍTULO II	
PROBLEMAS Y RECONOCIMIENTO DE RESIDUOS PLÁSTICOS	
2.1 Fuentes de Desperdicios Plásticos	5
2.2 Impacto Ambiental de Desechos Plásticos	7
2.3 Problemática en el Manejo de Desechos Plásticos	10
2.4 Clasificación de los Plásticos	11
2.5 Codificación de Plásticos	19

CAPÍTULO III	
DESARROLLO Y CLASIFICACIÓN DEL RECICLADO	
3.1 Razones Para el Reciclado.	21
3.2 Principales Procesos de Recuperación.	22
3.3 Ventajas y Desventajas de las Alternativas de Recuperación.	25
3.4 Factores Limitantes del Reciclado.	31
3.5 Reciclado	32
3.6 Tipos de Reciclados	35
3.7 Reforzamiento de Materiales Plásticos.	46
CAPÍTULO IV	
REALIDADES Y OPCIONES PARA EL RECICLADO	
4.1 Consumo Total y Recuperación de Plásticos.	49
4.2 Disminución de Barreras Para el Reciclado.	49
4.3 La Postura del Reciclado.	51
4.4 El Recolector de Basura.	52
4.5 Realidades Económicas.	52
4.6 La Tecnología Actual de Reciclado es Muy Cara.	53
4.7 Incentivos Económicos Para el Reciclado.	54
4.8 El Centro de Recuperación de Material es la Clave.	55
4.9 Ganancias por Iniciativas de Cambio.	56
4.10 Alternativas de Solución.	57
CONCLUSIONES	59
GLOSARIO	61
BIBLIOGRAFÍA	66

INTRODUCCIÓN

Uno de los principales problemas de contaminación más importantes actualmente es el crecimiento de la industria del plástico, este sector se ha desarrollado de una manera acelerada, sin embargo, este desarrollo a perdido interés por la falta de atención al medio ambiente y el impacto ecológico, y con esto ha dificultado el mantenimiento de una buena calidad de vida hacia los propios usuarios de este sector, sin que ellos mismos determinen los factores que propician este problema.

Actualmente este problema ha provocado que existan legislaciones ecológicas dirigidas a la utilización de desechos plásticos para cada infraestructura de cada ciudad, y con este tipo de acciones se ha comenzado a tener una especial atención a la separación de diferentes productos por parte del sector industrial, comercial y doméstico dentro del ciclo de generación y aprovechamiento de residuos plásticos.

Ya que algunos de estos desechos pueden ser utilizados para el reciclaje, se verán reflejados algunos aspectos sociales dentro de su conducta ecológicamente responsable, en general, serán las técnicas adecuadas para fomentar el manejo de residuos plásticos para su aprovechamiento .

Para poder lograr los objetivos, será necesario presentar un análisis de la situación actual. Esta última deberá ser enfocada a cada una de las áreas, donde después de ser tratada adecuadamente, se debe llevar a cabo un tratamiento según el sector de donde provenga, ya sea el industrial, comercial o doméstico, el cual será dirigido a los diferentes puntos para poder reciclarlo después de su post-consumo.

El tratamiento de este desecho plástico tendrá como siguiente paso el saber qué tipo de productos se han separado, la situación en la que se presenta el producto a reciclar, además de su clasificación para el reciclaje.

CAPÍTULO I

Este capítulo nos permitirá poder hacer planteamientos del problema, así como una hipótesis sobre cuáles son los puntos principales para llevar a cabo el aprovechamiento de residuos plásticos, además introducirnos en la historia del reciclado.

CAPÍTULO II

Dentro de este capítulo se analizará de donde vienen los desperdicios, cuál es el impacto de éstos al medio ambiente, así como el problema para poder identificar la gran variedad de plásticos para lograr hacer un manejo adecuado, ya que esta clasificación permitiría llevar un control óptimo para su aprovechamiento.

CAPÍTULO III

En este punto se trata ampliamente todo lo relacionado al reciclado, incluyendo las acciones primarias, secundarias, terciarias y cuaternarias; así como los subprocesos tales como pirolisis, reuso, incineración, así como los distintos procesos de

recuperación, incluyendo las ventajas y desventajas que presentan, desde luego tomando en cuenta las razones básicas para llevar a cabo todo el proceso para el desarrollo del reciclado.

CAPÍTULO IV

Gracias a esta clasificación, veremos la mejor manera de aprovechar el material recolectado, así como su beneficio después de ser utilizado.

CAPÍTULO I

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Con base a la existencia y generación de desechos plásticos, actualmente podemos observar cómo es afectado el medio ambiente, además de no aprovechar este tipo de desperdicios y, en consecuencia, se contamina. Esta generación de desperdicios plásticos se genera en tres áreas, comercial, industrial y residencial, siendo esta última la mayor generadora de este tipo de residuos. Actualmente en México no se cuenta con un sistema de aprovechamiento para todo este tipo de residuos plásticos a gran escala.

De tal manera, que dentro de este problema se debe de proponer diferentes tipos de planes debido a la gran cantidad y variedad de desperdicios plásticos generados, de esta manera podemos establecer una respuesta al sistema de recuperación, el cual implica una mejor utilización de los productos, ya sea que provengan de las diferentes áreas como la residencial, industrial o comercial.



Fig.1 Las áreas de origen son diversas.



Fig. 2 La variedad es grande.

Partiendo de este fenómeno, se proponen opciones de recuperación de desechos plásticos, ya que este problema debe consistir en tener conocimiento de los tipos de residuos plásticos que se generan, así como su recolección, separación y aprovechamiento.

1.2 HIPOTESIS

El objetivo de la investigación consiste en ubicar las principales fuentes de residuos plásticos, y con esto buscar un método de recuperación y aprovechamiento del tipo de plástico generado en cada punto, ya que se puede considerar una generación de materiales para su reciclaje.

Sin embargo, solo se puede cubrir de manera académica por el momento, con opción de llevarlo a la práctica, ya que actualmente los programas que se han propuesto no satisfacen el problema de residuos plásticos que se generan en México.

1.3 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

El proponer una alternativa para el aprovechamiento de los residuos plásticos es grande, ya que será necesario poder saber de qué manera se está realizando la separación de plásticos, en México si se está llevando a cabo, además de la existencia de leyes que impulsen esta práctica, así como su efectividad.

Otro punto es tomar conciencia ecológica para recapacitar sobre problemas generados al medio ambiente y la sociedad mexicana, así como el saber si ésta misma tiene conocimiento de estos problemas y como está involucrada.

Igualmente es necesario conocer, cuáles son los problemas principales para realizar este aprovechamiento, para convertirlo así en un material útil, partiendo de sus cualidades o clasificación como lo muestra la figura 3, además será necesario conocer si existe la tecnología en México o cuáles son los problemas por los cuales no la hay.



Fig. 3 El aprovechamiento de los residuos depende de sus cualidades.

Otra vertiente dentro del problema de residuos plásticos es el optimizar recursos, para disminuir la generación de basura y saber cuáles son esos métodos para propiciar su aprovechamiento, ya que esto permitiría reintroducir estos mismos al sistema productivo para generar artículos útiles para el hombre, es necesario tomar en cuenta algunos objetivos, los cuales se pueden clasificar de la siguiente manera:

- Implementar métodos de separación y recuperación para desechos plásticos, así como comprobar sus ventajas y desventajas que ofrecen estos métodos.
- Métodos para reutilizar los desperdicios plásticos así como métodos para un manejo eficiente, y el aprovechamiento de sus propiedades para su reciclaje.
- Evaluar los cambios de las necesidades del medio ambiente y satisfacerlas con modificaciones en el sistema de recuperación de plásticos para su aprovechamiento dependiendo de sus características.

1.4 INVESTIGACIÓN DOCUMENTAL

La investigación documental se realizará mediante la bibliografía de libros especializados que pueden ser en español, inglés, u otro idioma donde su principal referencia será en el aprovechamiento de la basura, así también en revistas, páginas de Internet. Se tomarán en cuenta las estadísticas proporcionadas por instituciones involucradas en el tema como la Secretaria del Medio Ambiente del Distrito Federal, del Instituto Nacional de Ecología, Instituto Nacional de Estadística y Geografía INEGI y toda aquella información que esté relacionada con el aprovechamiento de residuos plásticos.

1.5 INVESTIGACIÓN DE CAMPO

Este tipo de investigación consistirá en recaudar información de las autoridades que estén ligadas con este tema, además de pequeñas industrias que se dediquen al aprovechamiento de residuos plásticos.

1.6 HISTORIA DEL RECICLADO

Históricamente, siempre se ha generado basura y su primera solución fue su confinamiento en lugares apartados de los centros urbanos, y posteriormente su quemado.

En el momento que apareció la basura plástica, también se buscó darle un tratamiento similar, pero el proceso de incineración era imposible, debido al crecimiento demográfico desproporcionado el cual generó enormes cantidades provocando que este proceso pudiera continuar, otro de los factores importantes que involucran este problema, es la baja densidad correspondiente a la basura plástica, provocando que este tipo de desechos ocupara grandes espacios sin necesariamente ser en peso una cantidad considerable.

En el transcurso de los años se ha hecho evidente que las materias primas no son inagotables, por lo tanto, existe la necesidad de economizarlas, y con esto es necesaria la recolección y reutilización de los desechos plásticos siendo un ciclo sencillo como lo muestra la figura 4.



Fig. 4 El reciclaje permite el aprovechamiento de materiales utilizados.

De esta manera se ha dado inicio a un proceso de separación y reciclamiento que anteriormente no existía y posteriormente, estos principios se aplicaron para el uso de residuos plásticos.

Dentro del reciclaje de plásticos, no existen documentos que certifiquen cuándo es reciclado el primer plástico, pero si se puede decir que las primeras industrias que transformaron el plástico contribuyeron a la reutilización de desperdicios propios.

A principios de los años 70's, se dio inicio a los procesos de reciclamiento, esto se debe al aumento del uso de plásticos para el empaque, así como el incremento de precio a productos derivados del petróleo, incluidos los plásticos. Estos factores dieron la iniciativa al sector industrial y de investigación a desarrollar tecnologías para el reciclaje de plásticos, todo este desarrollo a dado como resultado el aprovechamiento del material reciclado, mejorando sus propiedades.

En los años 80's, 90' y actualmente, el reciclado de plásticos ha cobrado mayor importancia, desarrollando nuevas tecnologías, así como centros de acopios, donde la recolección y reciclado de plásticos se convierte en un proceso más sistematizado, principalmente en los países de primer mundo. Actualmente el proceso de reciclar en este tipo de países mencionados ha permitido ver una evolución en el uso de materiales reciclados y con ello, el aprovechamiento, desafortunadamente en nuestro país la cultura del reciclaje de plásticos no ha llegado a formar un punto clave para la utilización de éstos.

1.7 ASPECTOS CULTURALES PAR EL USO DE RESIDUOS PLÁSTICOS

Hablar de los aspectos culturales sobre el manejo de plásticos después de su uso en México, lamentablemente es muy limitado, aun existiendo una ley de residuos sólidos en el Distrito Federal que entró en vigor el 1° de octubre de 2004, esto se debe por malos hábitos, ya que no existe un esfuerzo en conjunto con la sociedad para que el reciclaje entre como una opción de aprovechamiento de materiales que se puedan reciclar.

Ya que las diversas fuentes de origen no tienen el hábito de separar la basura, o sea muy limitada, como en el sector industrial, los desechos como tal no existen por naturaleza, si no que es generada por el ser humano y estas limitantes, tal vez la principal, es la carencia de una cultura ciudadana, la cual no ayuda a favorecer el reciclaje. La basura que se genera en nuestra ciudad es, en mayor medida, una mezcla de desechos de diversa naturaleza. Su separación y clasificación implica costos que, en última instancia, hacen más oneroso el proceso de reciclado.

Esto nos lleva a una conclusión muy clara: para que el reciclado de los diferentes plásticos se desarrolle, será necesario esfuerzos y recursos. Además, será necesario combinar insumos técnicos y científicos con la participación social y estatal, para que en distintos frentes y de manera equilibrada, se avance en soluciones integrales y de largo plazo, de esta manera puede verse un camino viable a favor de la ecología y el aprovechamiento de los residuos plásticos.

CAPÍTULO II

PROBLEMAS Y RECONOCIMIENTO DE RESIDUOS PLÁSTICOS

2.1 FUENTES DE DESPERDICIOS PLÁSTICOS

Tomando en cuenta lo documentado, se debe considerar que los plásticos que caen en la basura es muy difícil de recuperarlos y, por lo tanto, no se debe de pensar en éstos como una fuente de desperdicios que no se pueden reciclar.

Los plásticos generan desperdicios a lo largo de todo el proceso de fabricación y uso de un producto, es decir, desde la obtención de materias primas hasta su consumo final, y las fuentes generadoras de dichos desperdicios se pueden apreciar en la fig. 5:

- ✚ Hogar
- ✚ Comercio
- ✚ Industrias usuarias
- ✚ Transformadores

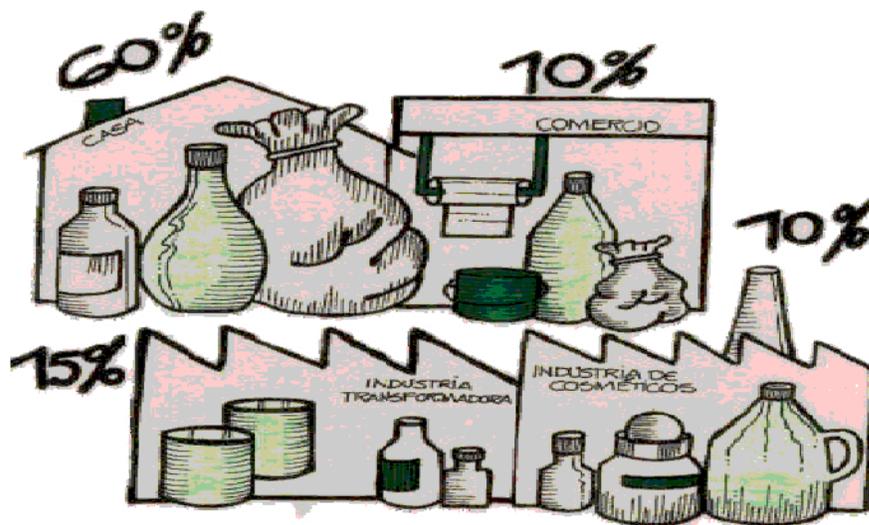


Fig 5. Principales generadoras de residuos plásticos.

Hogar

Los desperdicios plásticos generados por una familia se constituyen principalmente de bolsas, películas de empaque, botellas, envases de bebidas, detergentes líquidos, aceites, shampoo y otros desechables.

Cuando estos productos van directamente a la basura, se contaminan y para su reciclaje es necesario separarlos y lavarlos. Es por ello, que si en este momento se emplea un método de identificación de materiales, los usuarios dentro del hogar pueden separar e incluso lavar productos y llevarlos al centro de acopio donde pueden ser recolectados para su posterior procesamiento.

Comercio

Esta área la integran tiendas, supermercados, cines, restaurantes y centros comerciales en general.

Los supermercados desechan principalmente las películas termoencogibles utilizadas para mantener juntas las cajas de los productos durante su transporte, así como empaques de poliestireno expandibles utilizados en frutas y verduras, además de ganchos para ropa y protección de aparatos domésticos.

En los cines se desechan botellas de bebidas, vasos, cucharas, bolsas, así como envolturas de botanas y dulces.

Dentro del área de restaurantes, los desperdicios que se generan son muy semejantes al hogar. Para supermercados y centros comerciales, existen o deberían de existir pequeñas empresas que se dediquen a la recolección de desperdicios plásticos en su conjunto o previamente separados, de tal forma que se puedan procesar directamente o únicamente será necesario un lavado adecuado para su reuso.

Para los cines se recomienda que la empresa realice la separación previa, de esta forma los desperdicios separados adecuadamente se entreguen a un centro de acopio.

Industria Usuaria

Las industrias, principalmente la de alimentos, cosméticos y productos de limpieza, producen una cantidad importante de desechos plásticos derivados del empaque de sus materias primas, así como de los desperdicios generados en las líneas de envasado de sus productos.

Se recomienda que las compañías posean contenedores en los que se pueda separar los desperdicios y que sin necesidad de lavarlos, se envíen a un centro de acopio o una empresa recuperadora.

Trasformadores

En la industria trasformadora se es posible evitar los desperdicios y su cantidad depende principalmente de los procesos utilizados, la eficiencia del equipo y el tipo de plástico que se maneje.

Fabricantes de materia prima

Éstos principalmente generan material de purgas y limpieza de reactores, el cual presenta grandes dimensiones y es difícil de moler y procesar, sin embargo, también debe ser considerado como una fuente de desperdicios, ya que con ciertas tecnologías, es posible de recuperar.

Por lo escrito anteriormente, podemos decir que las fuentes de desperdicios son variadas y se encuentran en varios sectores, dado el origen de cada uno de éstos, nos proporcionan desperdicios limpios y sucios, los cuales serán dirigidos a un centro de acopio correspondiente, esto permitirá que todo este tipo de desperdicios no entre o sea menor su relación con el medio ambiente.

2.2 IMPACTO AMBIENTAL DE DESECHOS PLÁSTICOS

Muchos de nosotros estamos sin duda al tanto de que el tema de reciclado de plásticos origina, titulares en los periódicos tanto a favor como en contra de la industria de los plásticos. Las preocupaciones con respecto al impacto de los plásticos en el medio ambiente han sobrevivido recesiones, se han difundido a través de la mayoría de las naciones industrializadas y se han sostenido ante el cambiante clima político en Europa, Norteamérica y Asia.

A pesar de que se está consciente del impacto ambiental, se presentan muchos obstáculos tanto económicos como técnicos, los cuales inhiben la posibilidad de cambiar significativamente este problema que tienen los plásticos en el medio ambiente llegando a lugares de difícil recuperación fig. 6.



Fig. 6 El impacto ambiental puede ser diverso y de difícil alcance.

La industria de los plásticos actualmente se enfrenta a normas globales de calidad, aspectos de responsabilidad legal de productos, continuidad en el abasto, costo y muchos otros aspectos. A fin de poder cambiar esta situación, la industria y los ingenieros deben de proporcionar los medios para que se dé ese cambio tan necesario.

La cantidad de plásticos reciclado se ha incrementado sustancialmente en los últimos años. A pesar de esto, solamente hemos comenzado a aprender a explotar el valor potencial que como materia prima tienen los plásticos que se mandan a los diferentes vertederos, perdiendo así su valor de uso.

Cuando se habla de evaluación de impacto ambiental, se identifica una relación en común, con el objetivo de utilizar el grado de alteración que se puede encontrar dentro del medio físico, biológico y social, esto se da con la finalidad de implementar para el caso de los impactos negativos, medidas que permitan contrarrestar o minimizar este tipo de impacto.

Aun existiendo en la actualidad diferentes métodos para la evaluación de impactos, se considera como el análisis general de la tabla 1.

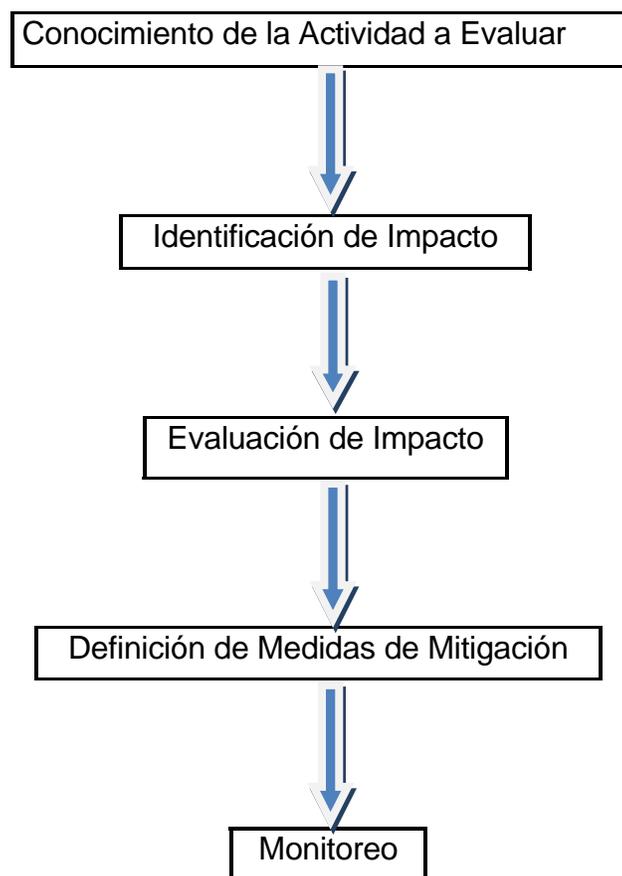


Tabla 1. Etapas de evaluación.

Si nuestro propósito es evaluar los impactos que ocasionan los plásticos al medio ambiente, este problema requiere analizarse en tres etapas secuenciales.

1. La elaboración y producción de los materiales plásticos

En la evaluación de impactos en la etapa de producción, son considerados los insumos de energía, agua y petróleo, los cuales son recursos naturales no renovables. El impacto de la elaboración de plásticos, se puede medir en relación al aporte de contaminantes al aire y agua.

2. Uso y consumo

En la etapa de uso y consumo, el balance entre impactos es positivo si se analiza lo referente a salud, higiene, economía, y una menor presión a recursos biológicos como las áreas forestales. El problema inminente es la dependencia hacia un recurso natural no renovable, que se volverá cada vez más escaso y a la práctica de consumo de lo barato, que producen basura rápida, y que puede representar problemas en lo futuro dentro del análisis y su efecto en la salud.

3. Desecho

Esta última fase en la evaluación del impacto de desechos plásticos, está relacionada a la fase de desperdicio o desecho, que es la que regularmente implica el impacto negativo mayor, ya que el plástico al no ser natural, representa un impacto importante en términos de alteración física.

Su mayor impacto se manifiesta en el momento en que se desecha en el medio ambiente y entra de diversas formas a los flujos naturales, llevando así la problemática de que conllevan sus características inertes.

El plástico una vez liberado al medio ambiente presenta con regularidad tres dinámicas.

La primera es su disposición superficial, trasportándose por la energía del viento, esto se debe a su baja densidad, cuando se deposita en un sitio, el plástico, aumenta significativamente la temperatura del suelo o del agua, y afecta en forma indirecta a la actividad biológica, su impermeabilidad y la alteración de flujos naturales se agregan, junto a la contaminación visual, a los impactos ambientales fig. 7.



Fig. 7 Diferentes tipos de contaminación son visibles en un solo lugar.

La siguiente dinámica es la combustión, al ser un material con alto valor de energía (7,790 Kcal/Kg) que a comparación del papel es el doble.

El último impacto se debe a la trasportación a través de los cuerpos de agua. Al ser el plástico un residuo de muy baja densidad, los plásticos pueden llegar fácilmente, a través de las corrientes de agua, al mar.

Las fuentes terrestres representan el 70% de la contaminación marina, mientras que las actividades de transporte marino y vertimiento en el mar representan el 10% cada una.

Dentro de los contaminantes de mayor amenaza para el medio marino encontramos en quinto lugar a los desechos plásticos, y actualmente no existe un plan mundial para hacer frente a la contaminación marina.

Otro de los problemas más alarmantes en el incremento de residuos plásticos es:

- El acelerado crecimiento demográfico, principalmente en países en vías de desarrollo.
- La utilización de empaques y bienes materiales de rápido uso.
- El uso cada vez más generalizado de envases no retornables.

En cuanto a medidas de mitigación, para reducir el impacto ambiental del plástico, el reciclaje es una medida para mitigar el impacto en el ahorro de energía y materia prima durante la elaboración, y la reducción del desecho total.

Si bien, ésta es una medida claramente benéfica, las percusiones mayores se darán con las modificaciones en el uso y consumo de materiales, en relación para evitar el consumo por inercia, el desecho rápido y el consumo de materiales difíciles para incorporar al proceso de reciclaje.

2.3 PROBLEMÁTICA EN EL MANEJO DE DESECHOS PLÁSTICOS

La basura siempre ha causado un problema para la sociedad y el medio ambiente, ya que consideramos basura a todo aquello que ya no tiene ningún uso y, por lo tanto, un valor, lo que provoca es que el consumidor no piense en eliminarlo de una manera adecuada, sin embargo, a este tipo de objetos que ya no tienen uso se les debe de llamar desperdicios, ya sea una bolsa vacía, un recipiente de alguna bebida gaseosa vacía, ya que al ser una selección y separarlo se pueden manejar y reutilizar.

En la actualidad, tenemos conocimiento de diferentes procesos para el tratamiento de desechos plásticos, el problema es que este tipo de conocimiento y procesos no se utilizan en México, es posible encontrarlo principalmente en países industrializados, donde la eficiencia de los mismos dependerá de los recursos empleados e invertidos en cada país.

Es por ello, que el manejo de los desechos sólidos representa un problema grave para México, donde será necesario prestar una atención adecuada para poder disminuirla y poder ser parte del aprovechamiento de residuos plásticos antes de su disposición final.

Encontramos también en México un incremento de desechos sólidos, esto es el reflejo de la desenfrenada urbanización, acarreado con esto un incremento en la generación de basura, sobre todo porque no existen programas eficaces de separación de desperdicios, así como también el permitir evitar el desperdicio de los materiales, que bien pueden ser reintegrados a los procesos productivos de las industrias que los utilizan como materias primas, generando así ingresos, empleos y nuevos productos, de lo que la sociedad en su conjunto considera como inservible y sin valor alguno.

En México, según señala el último censo de INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía), la producción de basura fue de 35'383,000 toneladas en 2005. La mitad del total de los residuos sólidos la forman los desechos orgánicos, es decir, desperdicios de alimentos y plantas. El resto lo forman los inorgánicos y los plásticos que son el 6.11% del total. Aunque los plásticos no representan gran porcentaje en cuanto a peso, si lo son en volumen, debido a su característica de ligereza y, aunado a su larga duración, se han vuelto blancos directo de ataque de muchas corrientes ecológicas.

2.4 CLASIFICACIÓN DE LOS PLÁSTICOS

La gran variedad de plásticos, así como su gran amplitud de sus aplicaciones, hacen conveniente una descripción de los mismos, así como de sus principales usos para poder entender la variedad y diferentes procesos de tratamiento de reciclado.

Los plásticos y sus desperdicios se dividen en dos grandes grupos los cuales son:

Termoplásticos

Son materiales que debido a la acción del calor se funden y pueden moldearse en repetidas ocasiones, aunque en cada transformación que sufren pierden propiedades originales, aun así son reutilizadas como materia prima en las operaciones de transformación.

Termofijos

Este tipo de resinas se caracterizan por el hecho de que, durante su fabricación, se producen en ellas un cambio químico, o una reacción de entrecruzamiento, para dar lugar a productos que no son capaces de ser fundidos para su aprovechamiento de nuevo y en los que su estructura química ha sido modificada de forma sustancial.

Por esta razón, en estos materiales, la acción del calor carboniza y no se pueden moldear nuevamente, generalmente están cargados con cargas minerales y fibra de vidrio.

Principales familias de plásticos:

Actualmente existen cinco familias de plásticos, que son las que encontramos principalmente en los empaques, las cuales son clasificadas del 1 al 7 de la siguiente manera:

- 1) Polietileno Tereftalato (PET) 
- 2) Polietileno de alta densidad (PEad) 
- 3) Policloruro de vinilo (PVC) 
- 4) Polietileno de baja densidad (PEbd) 

5) Polipropileno (PP) 

6) Poliestireno (PS) 

7) Otros plásticos tales como: 

- Policarbonato (PC)
- Poliamida (PA)
- Poliuretano termoplástico (TPU), entre otros,

Dentro de la clasificación, los termoplásticos representan el 75% del consumo de plásticos, además de ser el 95% de los residuos plásticos que se encuentran en los basureros.

Termoplásticos

Polietileno Tereftalato (PET) 

La identificación del polietileno Tereftalato es:



Las características más relevantes:

- ✚ Alta transparencia, aunque admite cargas de colorantes.
- ✚ Alta resistencia al desgaste y corrosión.
- ✚ Muy buen coeficiente de deslizamiento.
- ✚ Buena resistencia química y térmica posee una gran rigidez y dureza.
- ✚ Muy buena barrera a CO₂, aceptable barrera a O₂ y humedad.
- ✚ Compatible con otros materiales barrera, que mejoran en su conjunto la calidad de los envases y, por lo tanto, permiten su uso en mercados específicos.
- ✚ Reciclable, aunque tiende a disminuir su viscosidad con la historia térmica.
- ✚ Aprobado para su uso en productos que deban estar en contacto con productos alimenticios.

Algunos de los aspectos positivos para el uso de este plástico es el ser empleado para la producción de envases destinados a la venta, se puede destacar:

- Irrompible, liviana, impermeable.

- No tóxica, cualidad necesaria para este tipo de productos que están al alcance del público en general (aprobado para su uso en productos que deban estar en contacto con productos alimenticios).
- Inerte (al contenido).
- Resistencia a esfuerzos permanentes y al desgaste, ya que presenta alta rigidez y dureza.
- **Totalmente reciclable.**

Algunas aplicaciones son:

Las propiedades físicas del PET y su capacidad para cumplir diversas especificaciones técnicas, han sido las razones por las que el material haya alcanzado un desarrollo relevante en la producción de fibras textiles y en la producción de una gran diversidad de envases, especialmente en la producción de botellas, bandejas y láminas.

Polietileno de alta densidad (PEad) 

La identificación del polietileno de alta densidad es:



PEad, es utilizado HD por sus siglas en inglés.

Es un polímero que se caracteriza por:

- ✚ Excelente resistencia térmica y química.
- ✚ Muy buena resistencia al impacto.
- ✚ Es translúcido, casi opaco.
- ✚ Muy buena procesabilidad, es decir, se puede procesar por los métodos de conformados empleados para los termoplásticos, como inyección y extrusión.
- ✚ Es flexible, aún a bajas temperaturas.
- ✚ Es tenaz.
- ✚ Presenta dificultades para imprimir, pintar o pegar sobre él.

Algunas de sus aplicaciones para este polímero son:

- ✚ Bolsas plásticas.
- ✚ Envases de alimentos, detergentes y otros productos químicos.
- ✚ Artículos para el hogar.
- ✚ Juguetes.

Policloruro de vinilo (PVC) 

La identificación para el Policloruro de vinilo (PVC) es:



Las características para este polímero son:

- ✚ Tiene una elevada resistencia a la abrasión, junto con una baja densidad (1,4 g/cm³), buena resistencia mecánica y al impacto, lo que lo hace común e ideal para la edificación y construcción.
- ✚ Al utilizar aditivos tales como estabilizantes, plastificantes entre otros, el PVC puede transformarse en un material rígido o flexible, característica que le permite ser usado en un gran número de aplicaciones.
- ✚ Es estable e inerte, por lo que, se emplea extensivamente donde la higiene es una prioridad, por ejemplo: los catéteres y las bolsas para sangre y hemoderivados están fabricadas con PVC, así como muchas tuberías de agua potable.
- ✚ Es un material altamente resistente, los productos de PVC pueden durar hasta más de sesenta años como se comprueba en aplicaciones tales como tuberías para conducción de agua potable y sanitarios; de acuerdo al estado de las instalaciones se espera una prolongada duración del PVC, así como ocurre con los marcos de puertas y ventanas.
- ✚ Debido a las moléculas de cloro que forman parte del polímero PVC, no se quema con facilidad ni arde por sí solo y cesa de arder una vez que la fuente de calor se ha retirado. Se emplea eficazmente para aislar y proteger cables eléctricos en el hogar, oficinas y en las industrias, debido a que es un buen aislante eléctrico. Los perfiles de PVC empleados en la construcción para recubrimientos, cielorrasos, puertas y ventanas, se debe a la poca inflamabilidad que presenta.
- ✚ Fácilmente reciclable, lo facilita la reconversión del PVC en artículos útiles y minimiza las posibilidades de que objetos fabricados con este material sean arrojados en rellenos sanitarios. Dado que el PVC es inerte, no hay evidencias de que contribuya a la formación de gases o a la toxicidad de los lixiviados. Al fabricarse a partir de materias primas naturales: sal común y petróleo. La sal común es un recurso abundante y prácticamente inagotable. El proceso de producción de PVC emplea el petróleo (o el gas natural) de manera extremadamente eficaz, ayudando a conservar las reservas de combustibles fósiles. Es también un material liviano, de transporte fácil y barato.
- ✚ Alto valor energético. Cuando se recupera la energía en los sistemas modernos de combustión de residuos, donde las emisiones se controlan cuidadosamente, el PVC aporta energía y calor a la industria y a los hogares.
- ✚ Rentable. Bajo costo de instalación y prácticamente costo nulo de mantenimiento en su vida útil.

Algunas de las aplicaciones son:

Al ser un material duro o flexible (existen dos tipos de PVC). El rígido, se emplea en botellas transparentes, film transparentes para el embalaje, discos, guarniciones de automóviles, tuberías, etc., y el PVC flexible, el cual sirve para el aislamiento de cables, pavimentos, suelas de zapatos, tuberías, impermeables, cuero artificial, etc.

Polietileno de Baja Densidad 

La identificación del polietileno de baja densidad es:



PEbd.

Es un polímero que se caracteriza por:

- ✚ Buena resistencia térmica y química.
- ✚ Buena resistencia al impacto.
- ✚ Es translúcido.
- ✚ Muy buena procesabilidad, es decir, se puede procesar por los métodos de conformados empleados para los termoplásticos, como inyección y extrusión.
- ✚ Es más flexible que el Polietileno de alta densidad.
- ✚ Presenta dificultades para imprimir, pintar o pegar sobre él.

Procesos de conformado:

Se puede procesar por los métodos de conformados empleados para los termoplásticos, como son: moldeo por inyección y extrusión.

- ✚ Algunas de sus aplicaciones son:
- ✚ Bolsas plásticas.
- ✚ Bolsas plásticas para invernadero y basura.
- ✚ Juguetes.
- ✚ Preservativos (condones)

Polipropileno (PP) 

La identificación para el Polipropileno es:



Características.

El polipropileno (PP) es el polímero termoplástico, parcialmente cristalino, que se obtiene de la polimerización del propileno (o propeno), además de pertenecer al grupo de las poliolefinas que es utilizado en una amplia variedad de aplicaciones además de ser un material con gran resistencias contra diversos solventes químicos.

Las aplicaciones donde lo podemos encontrar son:

Empaques para alimentos, bolsas para alimentación, vestidos, mobiliario, tejidos, equipo de laboratorio, componentes automotrices y películas transparentes e gran resistencia contra diversos solventes químicos

Poliestireno (PS) 

La identificación para el Poliestireno es:



El poliestireno (PS) es un polímero termoplástico que se obtiene de la polimerización del estireno. Existen cuatro tipos principales: el PS cristal, que es transparente, rígido y quebradizo; el poliestireno de alto impacto, resistente y opaco, el poliestireno expandido, muy ligero, y el poliestireno extrusionado, similar al expandido pero más denso e impermeable. Las aplicaciones principales del PS choque y el PS cristal son la fabricación de envases mediante extrusión-termo formado, y de objetos diversos mediante moldeo por inyección. La forma expandida y extruida se emplean principalmente como aislantes térmicos en construcción.

Algunas de las ventajas del poliestireno son su facilidad de uso y su costo relativamente bajo. Existen así desventajas como son su baja resistencia a altas temperaturas en ocasiones menores a 100°C, así como su modesta resistencia mecánica. Estas ventajas y desventajas determinan las aplicaciones del poliestireno.

Las aplicaciones del poliestireno las encontramos en:

- ✚ El poliestireno choque se utiliza principalmente en la fabricación de objetos mediante moldeo por inyección. Algunos ejemplos: carcasas de televisores, impresoras, puertas e interiores de frigoríficos, maquinillas de afeitar desechables, juguetes. Según las aplicaciones se le pueden añadir aditivos como por ejemplo sustancias ignífugas o colorantes.
- ✚ El poliestireno cristal se utiliza también en moldeo por inyección allí donde la transparencia y el bajo coste son importantes. Ejemplos: cajas de CD, perchas, cajas para huevos.
- ✚ Otra aplicación muy importante es la producción de espumas rígidas, denominadas a veces "poliestireno extruido" o XPS, a no confundir con el poliestireno expandido EPS. Estas espumas XPS se utilizan por ejemplo para las bandejas de carne de los supermercados, así como en la construcción.
- ✚ Un mercado de especial importancia es el de los envases de productos lácteos, que aprovechan una propiedad casi exclusiva del poliestireno: su secabilidad. Es esto lo que permite separar un yogur de otro con un simple movimiento de la mano.
- ✚ Por sus propiedades, también se emplea en diversos casos en la indumentaria deportiva, por ejemplo, por tener la propiedad de flotar en agua, se usa en la fabricación de chalecos salvavidas y otros artículos para los deportes acuáticos; o por sus propiedades ligeras y amortiguadoras, se usa en la fabricación de cascos de ciclismo.
- ✚ La forma extruida (poliestireno extruido) se emplea como aislamiento térmico en suelos, debido a su mayor resistencia mecánica, y también como alma en *paneles sándwich* de fachada. pero su uso más específico es el de aislante térmico en cubiertas invertidas, donde el aislamiento térmico se coloca encima del impermeabilizante, protegiéndolo de las inclemencias del tiempo y alargando su vida útil.

Otros tipos de plásticos



Dentro de los plásticos que están ubicados en la séptima posición se hará mención de los más importantes este tipo de plásticos se representan así:



Policarbonato (PC)

El policarbonato es un grupo de termoplásticos fácil de trabajar, moldear y termoformar, y son utilizados ampliamente en la manufactura moderna.

El policarbonato empieza a ser muy común tanto en los hogares como en laboratorios y en la industria debido a sus tres principales cualidades: gran resistencia a los impactos y a la temperatura así como a sus propiedades ópticas. El policarbonato está siendo utilizado en una gran variedad de campos por ej.

- ✚ Óptica: usado para crear lentes para todo tipo de gafas.
- ✚ Electrónica: se utilizan como materia prima para cd's, dvd's y algunos componentes de los ordenadores.
- ✚ Seguridad: cristales antibalas y escudos anti-disturbios de la policía.
- ✚ Diseño y arquitectura: cubrimiento de espacios y aplicaciones de diseño.

Poliamida (PA)

Una poliamida es un tipo de polímero que contiene enlaces de tipo amida. Las poliamidas se pueden encontrar en la naturaleza, como la lana o la seda, y también ser sintéticas, como el nailon o el Kevlar.

La aplicación de las poliamidas como el nailon se comenzó a emplear como fibras sintéticas, aunque han terminado por emplearse en la fabricación de cualquier material plástico. Otro ejemplo son las aramidias las cuales son un tipo de poliamidas en las que hay grupos aromáticos formando parte de su estructura. Por ejemplo, se obtienen fibras muy resistentes a la tracción como el Kevlar, o fibras también muy resistentes al fuego, como el Nomex, ambas comercializadas por DuPont.

Poliuretano Termoplástico (TPU)

El Poliuretano Termoplástico se caracteriza por su alta resistencia a la abrasión, al desgaste, al desgarre, al oxígeno, al ozono y a las temperaturas muy bajas. Esta combinación de propiedades hace del Poliuretano Termoplástico un plástico de ingeniería; por esta razón, se utiliza en aplicaciones especiales.

Entre sus aplicaciones se encuentran:

- ✚ Recubrimiento de cables para robots, para sistemas de seguridad del automóvil y otros cables especiales.
- ✚ Mangueras, tubos y perfiles flexibles, para máquinas y aparatos.
- ✚ Fibra elástica textil, empleadas en ropa (deportiva y de baño) y aplicaciones industriales, tanto de tejidos como de no tejidos.

- ✚ Láminas y películas, para embalaje y para impermeabilizaciones de ropa y colchones, dada su permeabilidad al vapor de agua.
- ✚ Componentes para automóvil, tanto soft touch en el habitáculo como piezas del chasis y compartimento motor. Pomos cambio de marchas, recubrimiento del panel de instrumentos, topes de amortiguadores, conectores y fijaciones eléctricas, antenas, taloneras y estribos, fuelles.
- ✚ Artículos deportivos, suelas y otros componentes de calzado deportivo, por ejemplo botas de fútbol y botas de esquí.
- ✚ Suelas de calzado, tanto de moda como calzado profesional, y tapetes para tacones.
- ✚ Ruedas para maquinaria, juntas, cribas, topes de amortiguación.
- ✚ Placas de asiento para ferrocarril.
- ✚ Artículos para agricultura, ganadería y pesca. Crotales para marcado de animales.

Dentro del reciclaje este puede ser reciclado, al igual que los demás termoplásticos.

Termofijos

Poliéster

Esta resina en combinación con la fibra de vidrio y otros componentes sirven para fabricar carrocerías de vehículos, bañeras, depósitos y piezas prefabricadas para la construcción, encapsulados, lamina acanalada, etc.

Resina fenólica o resina a base de formaldehído.

Este tipo de resina se clasifica en tres: fenol formaldehído (PH) o bakelita, formaldehído urea (UF); formaldehído melanina (MF) o formica. Este tipo de resina la podemos encontrar en recubrimientos de muebles, enchufes, interruptores, apagadores de luz, etc.

Poliuretano (PU)

Este tipo de plástico lo podemos encontrar en mobiliario, colchones, aislamientos, etc.

2.5 CODIFICACIÓN DE PLÁSTICOS

Algunas aplicaciones de diferentes materiales son semejantes, por lo que, se puede presentar una confusión entre éstos, además de que se nos dificultaría identificar el material plástico a simple vista o el tacto; por lo que, se implementó un sistema que nos permite identificar envases, botellas, contenedores y recipientes, de qué tipo de plástico fue utilizado para su fabricación.

Este sistema fue desarrollado por “The Society of Plastics Industry (SPI)” (La sociedad de plásticos industriales) y actualmente ha sido adoptado en el mundo. Este sistema está basado en una simbología simple que permite, en el proceso de recolección y reciclaje, identificar y separar los diferentes productos, está compuesta de tres flechas que forman un triángulo con un número en el centro y letras en la base Fig. 8:

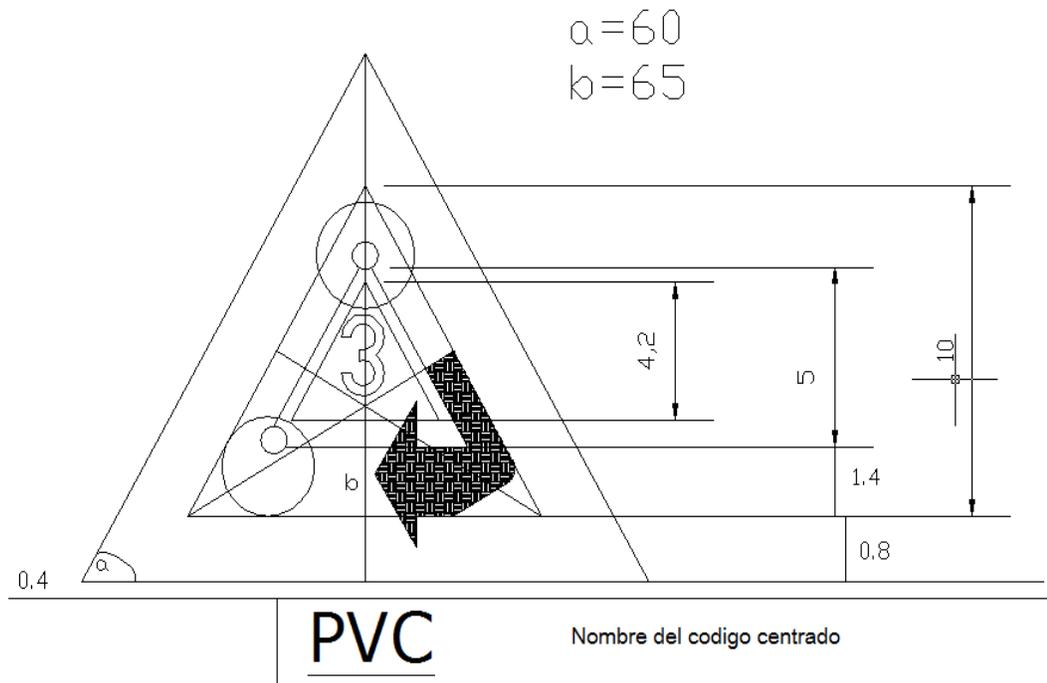


Fig. 8 Triangulo de identificación de plásticos.

Con base a las investigaciones realizadas, se ha encontrado que el símbolo es simple y fácil de distinguir de otras marcas tradicionalmente colocadas en los envases por fabricantes.

El código es moldeado mediante un inserto o grabado en el fondo del recipiente, lo más cerca de éste, según lo permita la geometría del artículo. El tamaño mínimo recomendado es de 2.5 cm. (1 pulg.) para lograr su rápido reconocimiento. Envases con bases pequeñas será necesario que el símbolo sea proporcional a su tamaño.

En caso de que el envase sea un nuevo modelo y con resinas diferentes a las que se utilizan tradicionalmente, será necesario y responsabilidad del transformador o fabricante de los moldes, cambiar el código (inserto) para identificar la materia prima utilizada.

Este procedimiento de inserto permitirá un fácil cambio de códigos de acuerdo al material utilizado para fabricar el envase deseado, ya que no existirá alguna relación con el contenido y apariencia del mismo.

CAPÍTULO III

DESARROLLO Y CLASIFICACIÓN DEL RECICLADO

3.1 RAZONES PARA EL RECICLADO

Hablar acerca de las razones que justifican el reciclado de los materiales plásticos es muy complejo, sin embargo, las razones fundamentales son las siguientes:

a) Razones económicas

Las condiciones económicas generales de la industria de plásticos en la que los costos de materias primas son una parte fundamental y significativa dentro de la fabricación de artículos, este hecho ha provocado que el reciclado de residuos plásticos sea considerado un poderoso incentivo. Actualmente se ha traducido en el reprocesado de los residuos plásticos industriales en la misma planta o de los que son comprados a firmas especializadas en el reacondicionamiento y la mejora de residuos plásticos. A medida que el incremento de materiales vírgenes no se puede mantener, aumenta el interés de este tipo de recuperación y la cantidad de residuos tratados.

Actualmente en nuestro país, principalmente en el Departamento del Distrito Federal (D.D.F), existen planes para que todo este tipo de residuos sea aprovechado, ya que existen residuos plásticos, potencialmente recuperables, por ejemplo: El D.D.F se estima que mil 250 toneladas son generadas, de esta cantidad, se supone un potencial económico muy importante a tener en consideración y que al igual que la procedente de los residuos industriales, justificarían por sí sola el desarrollo de las técnicas de tratamiento y reciclado de plásticos.

b) Razones de ahorro de materias primas y energía

En un trabajo publicado por Imperial Chemical industries, del Reino Unido, se ha estimado que la energía total consumida en la fabricación de los principales polímeros está entre 1,7 y 2,5 t. e. p. por tonelada de polímero.

Por lo tanto, las cerca de 400, 000 Tm (toneladas métricas) de plásticos que en teoría podrían ser recicladas primariamente, lo cual equivaldrían a unas 800,000 Tm de petróleo, lo que significa el ahorro de 1,7 % del total de petróleo consumido en España en el año de 1980, el cual se estima en 45,9 millones de toneladas. Si bien es cierto que esta cifra es pequeña, los costos crecientes del petróleo la hacen claramente atractiva.

Hay que hacer notar que este cálculo se ha basado en un supuesto teórico de un reciclado primario o reprocesado de los residuos plásticos, supuesto irrealizable hasta este momento en un 100%. Por estos datos, y dentro de las razones energéticas que justifiquen el reciclado de estos residuos, habría que considerar también el uso como fuente de energía, o sea, como una alternativa al petróleo del que fueron obtenidos. Esta operación se podría conseguir mediante un reciclado terciario, ya sea por medio de pirólisis e incineración, los cuales serán mencionados más adelante.

c) Razones de tipo ecológico

Visto desde el punto de vista ecológico, los residuos plásticos contaminan y modifican el equilibrio de los ecosistemas, además de razones estéticas, deben ser tenidas en cuenta en el momento de enjuiciar las razones que justifican su reciclado.

Las razones económicas y energéticas, sobre todo, han dado lugar a toda una serie de iniciativas públicas y privadas en orden al reciclado de los residuos plásticos.

Actualmente, el gobierno del D.D.F en México, ha impuesto una ley de residuos orgánicos a partir de Octubre del 2004, el cual lleva el nombre de *“no basta con tirarla, hay que separarla”*, donde algunos de sus principales puntos son la prevención, minimización, manejo, valorización, aprovechamiento, control de la contaminación de suelos, comunicación y educación ambiental, estas iniciativas son ejemplos del interés por el tratamiento y reciclado de los plásticos, aunque en México este tipo de tratamientos son nuevos a comparación de países como Alemania o Bélgica, los cuales tienen una investigación y desarrollo desde los años setentas, esto nos permitiría contar con bases para el desarrollo de este tipo de problemas, donde la magnitud del problema es reflejado en las cifras, las cuales podemos encontrar en datos oficiales proporcionados por el INEGI publicadas en el 2002, que destacan que existe una generación nacional estimada de 88,100 toneladas diarias de residuos (32 millones 156 mil toneladas anuales), de las cuales, aproximadamente se recolecta el 86%, que representa 75,800 toneladas, quedando dispersas diariamente 12,300 toneladas, ya sea porque no son recolectadas o porque se depositan en tiraderos clandestinos, en baldíos o en calles, ocasionando problemas de contaminación, de salud pública y de obstrucción o mal funcionamiento de los sistemas de drenaje y alcantarillado, además de provocar el desborde de canales de aguas negras e inundaciones.

3.2 PRINCIPALES PROCESOS DE RECUPERACIÓN

El problema fundamental de los desechos plásticos está en los desechos sólidos municipales, donde la composición de la fracción plástica crece continuamente.

En términos generales, podemos considerar que los principales problemas para la recuperación de los plásticos son la recolección, la incompatibilidad y la limpieza o el lavado de los materiales plásticos. En la recolección inciden problemas de establecimiento de políticas y organización para los procesos de recolección; para ello, será necesario comprometerse e involucrarse el gobierno, las empresas y la comunidad consumidora. La incompatibilidad es característica de cualquier pareja de termoplásticos de uso común; al mezclar dos o más termoplásticos con 4% o más de alguno de ellos, el material resultante normalmente sufre una disminución muy drástica, sobre todo en sus propiedades mecánicas.

La limpieza o el lavado, aunque no son precisamente un problema, esto condiciona los procesos de recuperación más que por su costo por las características del material obtenido. Un aspecto a veces limitante son las etiquetas, las cuales suben el costo de la limpieza o generan material recuperado de baja calidad.

El aprovechamiento de los desechos plásticos, al igual que la mayoría de los desechos, tienen dos aspectos bien definidos y de gran importancia: el ecológico y el económico. El primero relacionado con las empresas, las instituciones gubernamentales y el consumidor. Ambos aspectos, el ecológico y el económico, están relacionados con la conservación y el uso racional de recursos naturales y energía, tratándose en éste casi en específico de los recursos petroleros.

Los principales procesos de recuperación para aprovechar desechos plásticos es conveniente distinguir en las formas siguientes.

EL REUSO

Es la forma más conveniente desde cualquier punto de vista, ya que solo implica la limpieza o el lavado adecuado para usar nuevamente el plástico. Como ejemplos podemos citar los garrafones de agua purificada o algunos envases retornables de bebidas embotelladas. Este tipo de envases se reusan varias veces, antes de ser considerados desechos plásticos.

RECUPERACIÓN PRIMARIA

Este tipo de recuperación la lleva a cabo el fabricante de artículos de plástico, donde recicla el mismo residuo que se genera en el proceso para así obtener los mismos artículos, o bien, para producir otros artículos de plástico.

Existe un requerimiento en estos casos, donde se requiere que los desechos (scrap) o los depósitos estén muy limpios y que no se mezclen con plásticos diferentes. Normalmente la recuperación primaria se efectúa mezclando los desechos o los residuos con material virgen.

Podemos considerar como recuperación primaria la recolección, lavado y reprocesamiento de un material o un envase de plástico para obtener nuevamente el mismo envase. En el caso de los envases para alimentos, desde el punto bacteriológico, no debería representar problema alguno, ya que las temperaturas de reprocesamiento son suficientemente elevadas para contraer algún riesgo.

RECUPERACIÓN SECUNDARIA

Este tipo de recuperación debería recaer en la mayoría de los desechos de plásticos, tomando en cuenta no solo los desperdicios termoplásticos, sino también los termofijos; considerando los desechos industriales como los municipales, con un gran énfasis en el polietileno, ya que este plástico es el más abundante en este tipo de residuos.

Las posibilidades que existen para la recuperación secundaria son variadas, podemos afirmar que las principales opciones están en la producción de artículos con especificaciones poco precisas en cuanto a dimensiones, esto quiere decir, que conviene descartar fabricación de envases con tolerancias restrictivas, películas de alta calidad o recubrimientos con especificaciones muy controladas.

Una de las principales limitaciones la encontramos en el comportamiento reológico de los plásticos recuperados.

Como ejemplos de recuperación secundaria podemos citar a los desechos de botellas de poli-olefinas, que son utilizadas para producir tubería, productos de limpieza, así como varios productos estructurales para la industria de la construcción.

Dentro de la recuperación secundaria inciden dos campos bien diferenciados e importantes, con los cuales puede este tipo de recuperación desarrollarse adecuadamente:

Las mezclas poliméricas: Mediante las mezclas poliméricas es factible recuperar los desechos termoplásticos, y obtener una mejoría en las propiedades finales del material obtenido.

Los materiales compuestos: En el área de materiales compuestos nos permite desarrollar materiales diversos mezclando un termoplástico con otro material; este segundo material puede ser inorgánico, arena, etc., o bien, puede ser una fibra natural también de desecho. Es común encontrar un material compuesto producido de un material termoplástico con fibras de madera, obteniéndose paneles para la industria de muebles.

RECUPERACIÓN TERCIARIA

La pirólisis se puede utilizar también como una forma de tratamiento termal para reducir el volumen de los residuos y producir combustibles como subproductos.

Dentro de los procesos pirolíticos, los plásticos, al calentarse en ausencia de oxígeno, producen fracciones sólidas, líquidas o gaseosas, recuperables como combustibles o como sustancias de peso molecular bajo. Son pirolizables las poli-olefinas, PVC, poliestireno, etc., así como las mezclas de los diferentes plásticos. Uno de los problemas importantes de los procesos pirolíticos de mezclas son los productos clorados y nitrogenados, cuando están presentes PVC y poliuretanos.

La incineración es un proceso que se utiliza ampliamente en países donde se dispone de poco espacio, como ejemplo, tenemos a Japón, esto permite reducir drásticamente el volumen de desechos producidos. Los hornos que son utilizados para este proceso han tenido que diseñarse de acuerdo a la composición de la fracción plástica, tomando en consideración la elevación del poder calorífico que es producido por los plásticos.

Este proceso nos permite recuperar la energía de los desechos sólidos combustibles fundamentalmente de origen municipal, además de alguna proporción de desechos industriales, produciendo vapor y también energía eléctrica, como es mostrado en el diagrama siguiente:

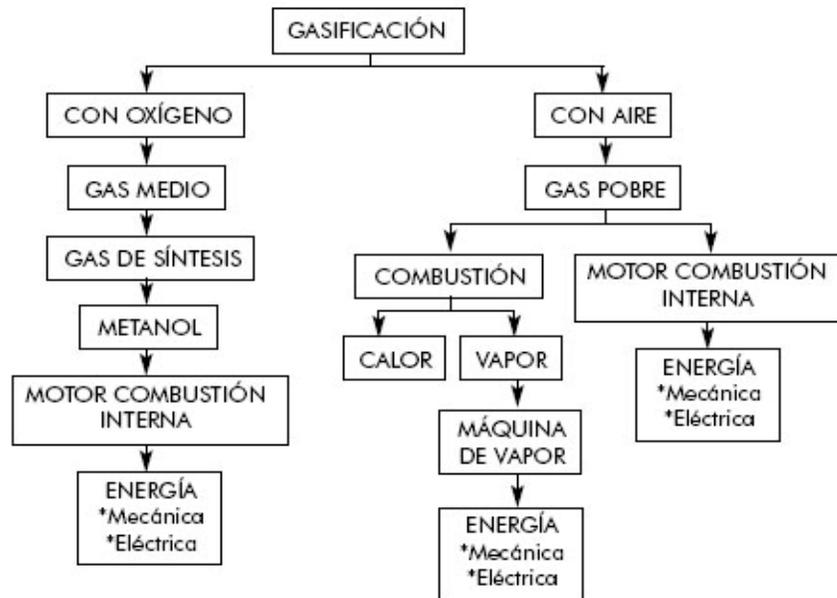


Diagrama 1. Del Proceso de Pirólisis

En cuanto a la recuperación termoquímica, puede anotarse que la descomposición térmica del poliestireno, el PVC y las mezclas de plásticos, resulta técnicamente un proceso atractivo. Como ejemplos pueden citarse la recuperación del monómero y el estireno partiendo del poliestireno y la recuperación del HCl a partir del PVC. En este último caso, debido a que el contenido de ácido clorhídrico es del orden del 50% en peso en el PVC. Según datos experimentados, a 300 °C se libera aproximadamente el 99% de HCl en muestra del PVC virgen, y alrededor del 92%, cuando es utilizado PVC recuperado.

Como muestra, podemos obtener de una tonelada de PVC casi 500 Kg. de HCl gaseoso, así como unos 1500 Kg., en solución al combinarlo con agua. Este proceso resulta benéfico para regiones que se encuentren retiradas de plantas productoras de HCl, ya que obtendríamos un beneficio en el ahorro de transporte, así como evitar los riesgos al transportar HCl en solución, a diferencia de desechos de PVC.

3.3 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LAS ALTERNATIVAS DE RECUPERACIÓN

REUSO

Ventajas:

- Los artículos no presentan alteraciones en su forma, esto nos permite considerar sólo los costos de limpieza y/o lavado.

Desventajas:

- En algunos casos es complicado el reuso para ciertos productos alimenticios debido a regulaciones impuestas. Sin embargo, es conveniente considerar aplicaciones como envasado de productos industriales y de limpieza.

- ✚ Al conservarse la forma, los costos debido a la transportación son considerables comparados con los de los materiales triturados.

RECUPERACIÓN PRIMARIA

Ventajas:

- ✚ La molécula polimérica es conservada de manera original.
- ✚ Si dentro de la planta se genera y aprovechan los residuos, existirán ahorros en transporte, mezcla con diferentes residuos o materiales, evitando así problemas de incompatibilidad.
- ✚ Existen diferentes alternativas para su procesamiento y aplicación.

Desventajas:

- ✚ En caso de tener plásticos mezclados, deberá acudir a procesos de compatibilización, el cual puede ser mediante mezclas poliméricas o procesos factibles para la separación esto se debe a no tener un adecuado sistema de recolección.
- ✚ Eliminación de etiquetas, el problema se agrava si los adhesivos ocupados no son solubles en el agua. En caso de no ser totalmente eliminados los plásticos recuperados, son de baja calidad.

RECUPERACIÓN SECUNDARIA

Ventajas:

- ✚ Este proceso nos permite conservar la molécula secundaria.
- ✚ Existen diferentes posibilidades de procesos y aplicaciones.
- ✚ Además de considerar a los termoplásticos como los de mayor recuperación, existe la opción del aprovechamiento de los termofijos, elastómeros, fibras sintéticas y fibras naturales.
- ✚ Generación de nuevas industrias, con la consiguiente creación de empleos y ahorro de divisas. El impacto de este tipo de propuestas podría ser muy importante en la industria de la construcción, la cual puede elaborar artículos de plástico o de materiales compuestos.
- ✚ Se sustituirían los artículos de consumo masivo fabricados tradicionalmente a base de madera. En este caso, el impacto ecológico sería importante por la disminución en la tala de árboles. Como ejemplos podemos mencionar los palos de escoba, cimbras, etc.

- ✚ Existe la posibilidad de crear empresas en lugares estratégicos o en zonas donde abundan desechos de fibras naturales, esto dependerá de la cantidad de residuos plásticos generados, así como la existencia de mercados atractivos para los productos.
- ✚ Otro factor, será el ahorro de energía en la producción de materiales aislantes.
- ✚ Dentro de las ventajas más importantes sería que, la vida media de los artículos generados es considerable, comparada con películas plásticas y los envases que son generados por los desechos termoplásticos.
- ✚ Los equipos y procesos necesarios tienen similitud a los que procesan el material virgen. En todo caso, si fuera necesario desarrollar y construir procesos y equipos diferentes, esto es factible hacerlo dentro de nuestro país, obteniendo así nuestra propia tecnología.

Desventajas:

- ✚ Puede existir incompatibilidad de mezclas de plásticos, problemas de recolección, así como la separación adecuada, la eliminación de etiquetas en caso de ser necesario, ya que dentro de los materiales compuestos no existiría ningún problema.

RECUPERACIÓN TERCIARIA

Incineración

Ventajas:

- ✚ Dentro de la utilización de desechos, este método se caracteriza por ser muy rápido a comparación con los demás procesos de tratamiento y disposición residuos sólidos.
- ✚ La reducción de volumen que se obtiene es considerable, ya que ofrece el 87%, dando como resultado de este proceso solo residuos de cenizas, las cuales producen gases de combustión.
- ✚ Para desechos sólidos, será necesario un correcto sistema de separación de materiales no consumibles como vidrio, metales, cerámicos, etc.; de esta manera, los desechos plásticos se incineran en la mezcla de materiales combustibles.
- ✚ El plástico ha elevado convenientemente el poder calorífico, dando como resultado un promedio de 1500 Kcal. /Kg.
- ✚ La energía recuperada como el vapor o como energía eléctrica, resultan con costos elevados, si es comparado con los procesos convencionales para estos productos, será necesario obtener los costos en base al proceso global del manejo y disposición de desechos sólidos, de modo que el vapor y la energía eléctrica resultan ser subproductos sumamente valiosos.

Desventajas:

- ✚ La destrucción de la molécula polimérica es total.
- ✚ Los costos de inversión son elevados, esto es debido a la adquisición de un horno especial, así como la caldera. Será necesario considerar una planta eléctrica y los equipos auxiliares, así como sistemas anticontaminantes para cuidar la calidad del aire del ambiente.
- ✚ Es necesario prestar rigurosa atención a la formación de gases altamente tóxicos en pequeñas proporciones, como dioxina. Este tipo de controles provoca que el costo de control y operación sea elevado.

Pirólisis

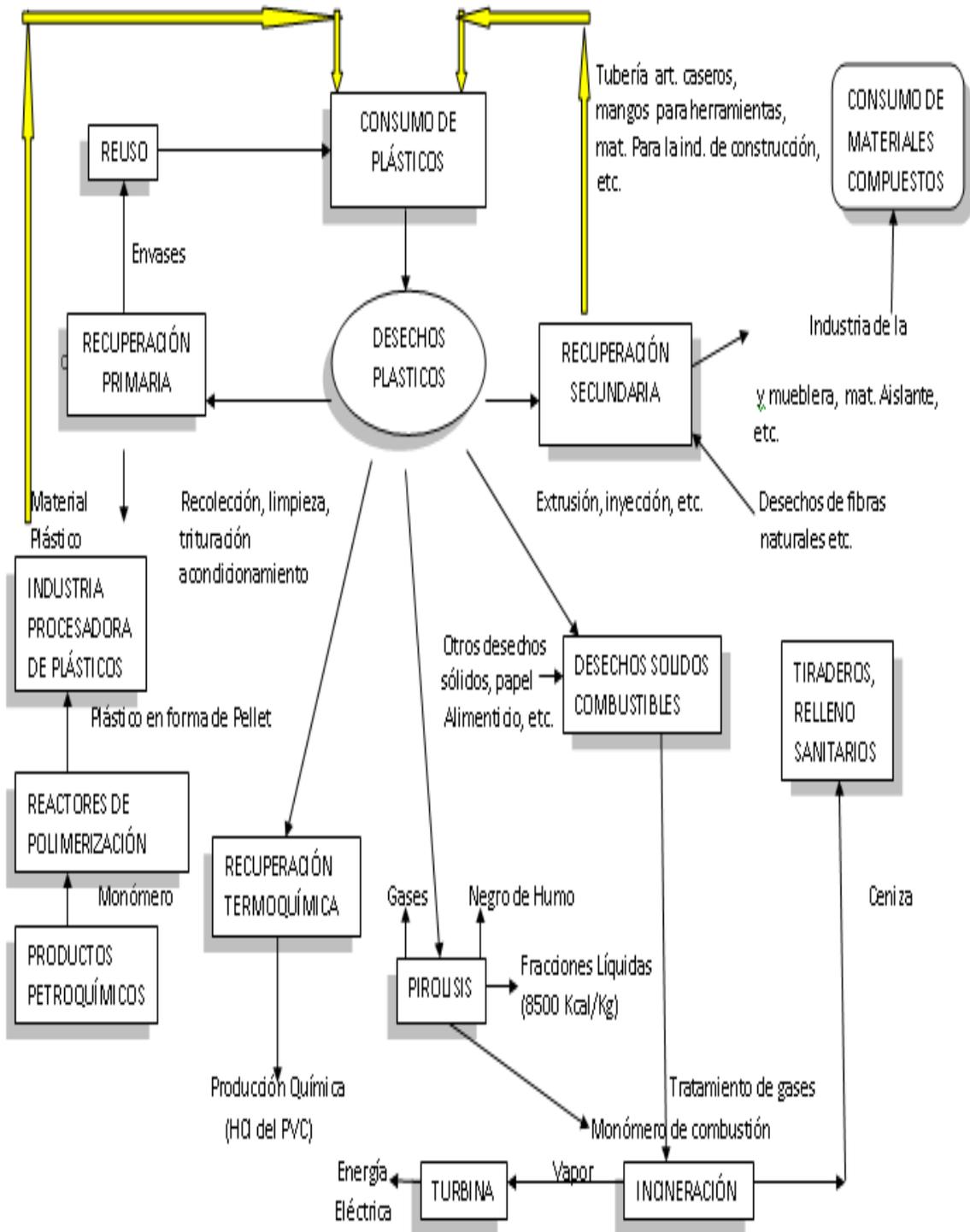
Ventajas:

- ✚ Debido a la destrucción de la molécula polimérica, llega a una etapa de líquidos orgánicos, gases y sólidos. Este tipo de proceso es ventajoso con respecto a la incineración, pero está en desventaja con los de reprocesamiento y reuso.
- ✚ La producción de gases contaminantes NO_x , SO_x y HCl es menor a comparación de la incineración.
- ✚ Los metales pesados quedan englobados en sólidos muy estables, como la escoria.
- ✚ La inversión es accesible a comparación de procesos como la incineración.

Desventajas:

- ✚ El proceso es lento si lo comparamos con la incineración.
- ✚ Si la carga del reactor pirolítico contiene mezclas de líquidos orgánicos, los productos resultantes contienen compuestos clorados y nitrogenados. Estas mezclas son difíciles de separar y su combustión también ocasiona problemas.
- ✚ El volumen de desechos sólidos en forma de escoria es mayor que el de las cenizas de incineración.

El diagrama número dos, nos da una idea general y cualitativa de las diferentes alternativas de recuperación de los plásticos. Este esquema nos muestra de una manera simple el nivel de pérdida energética y de materiales que se tiene, de acuerdo a la trayectoria que tiene un plástico dentro de su utilización.



Como podemos observar dentro del esquema, la base de los plásticos es la industria petroquímica, el problema es que aún falta el costoso paso de la polimerización, continuando el procesado del plástico. Como es conocido en nuestro país, el destino de los plásticos son los tiraderos o los rellenos sanitarios, tanto por la pérdida del material como por los efectos que la causa.

Lo más conveniente y económico es el reuso de los materiales y envases; sin embargo, esta opción resulta limitada y restringida a ciertas aplicaciones, aunque algunas áreas, como es el caso de refrescos embotellados, puede ser conveniente en envases retornables.

Como se ha mencionado antes, la recuperación primaria se lleva a cabo fundamentalmente en las empresas procesadoras de plástico, aunque sería deseable reprocesarlos y obtener el mismo envase, lo que permitirá dentro de este sector disminuir costos de algunos materiales.

Debido a la gran cantidad de desechos plásticos de la industria, la disyuntiva importante es que en las zonas más pobladas, existe la opción de la recuperación secundaria y la incineración. Dentro de nuestro país, se sigue de una forma muy limitada la recuperación secundaria, obteniéndose con este proceso productos de baja calidad. Un ejemplo clave es la producción de poliductos, cuya única especificación es su color naranja, usado generalmente en el cableado eléctrico en la construcción.

En nuestro país, la mayor parte de residuos plásticos se deposita en los tiraderos, provocando de esta manera, la degradación de terrenos, agudización de la contaminación atmosférica cuando se producen incendios, etc. Otro problema lo podemos ver en las zonas suburbanas marginadas, así como en el campo, debido al uso agrícola de películas plásticas.

Si en algún caso específico se optara por la incineración, debido a la alta inversión requerida, a sus características y objetivos, tendría que ser una empresa estatal, requiriéndose un estudio sumamente completo, analizando todas las implicaciones sociopolíticas y económicas, así como ambientales. En general, esta opción dado las circunstancias serán poco viables. Sin embargo, la incineración podría resultar adecuada para el desarrollo de complejos sociales y turísticos en cualquier clima, aprovechando el vapor y la energía eléctrica que es generada en el proceso.

La recuperación secundaria resulta atractiva para la inversión privada, por las múltiples aplicaciones de los plásticos recuperados. Esta opción ha tenido limitantes en los países desarrollados por el alto costo de la mano de obra, entre otras razones.

Debido a las condiciones actuales de nuestro país, esta alternativa debería de ser viable tanto por la falta de empleos como por el costo relativamente menor de la mano de obra. Por mencionar algunas industrias, la construcción debería considerar esta alternativa.

3.4 FACTORES LIMITANTES DEL RECICLADO

El uso de los productos fabricados a partir del reciclado de residuos plásticos presenta algunas limitaciones técnicas que habrá que tener en cuenta. Por lo cual, su omisión puede conducir a resultados inaceptables. Algunos de los factores son los siguientes:

DEGRADACIÓN Y RETICULACIÓN

Los materiales plásticos son sensibles a los agentes químicos, hidrolíticos o mecánicos; es por ello que el reprocesado repetido de lo mismo puede tener un efecto adverso en sus propiedades. Como consecuencia de ello, puede haber una limitación en las aplicaciones de los artículos fabricados con ellos, es decir, la disminución de su calidad.

Actualmente algunos estudios han puesto de manifiesto que después de haber sufrido 20 transformaciones, el poliestireno reduce su peso molecular a la mitad, lo cual trae como consecuencia una reducción de aproximadamente el 60% de su resistencia mecánica. En el caso de PEad (poliestireno de alta densidad) y en el PEbd (poliestireno baja densidad), el reprocesamiento repetido produce una reticulación de las moléculas, lo que se refleja en una disminución de sus índices de fluidez; no obstante, sus propiedades mecánicas apenas varían. Esto nos indica que es perfectamente tolerable la utilización de una pequeña cantidad de material recuperado. Sin embargo, esta cantidad dependerá de la utilización final, lo que supone una limitación.

INCOMPATIBILIDAD ENTRE MATERIALES PLÁSTICOS

Es sabido que la mayoría de los plásticos son incompatibles entre sí. Esto puede tener marcado efecto cuando se reciclan mezclas de plásticos, puede ser en las características del procesado del producto como en las propiedades físicas del mismo.

Las mezclas de los materiales plásticos incompatibles poseen, en general, propiedades mecánicas deficientes. La influencia de esta incompatibilidad sobre las propiedades mecánicas (resistencia a la tracción, alargamiento en la rotura, módulo y resistencia al choque) se presentan para mezclas como PE (Polietileno), PS (poliestireno) PVC (Policloruro de vinilo).

En España, estas mezclas han sido estudiadas por Laguna Castellanos y R. Aranza, del instituto de Plásticos y Caucho. El estudio incluye mezclas binarias y ternarias, y composiciones tipo de los residuos plásticos en las basuras.

En necesario hacer notar que con una proporción del 5% de PVC en las mezclas PVC/PEbd, las propiedades mecánicas disminuyen notablemente.

CONTAMINACIÓN DE RESIDUOS

Cuando el reciclado se basa en residuos constituidos por un solo polímero y, sobre todo, en residuos recogidos selectivamente a partir de los residuos sólidos urbanos, el principal problema que pueden plantear, surge de la contaminación accidental por

suciedad, o de la contaminación con otros residuos que puedan plantear problemas de reprocesado o sanitario. Existe un segundo caso donde pueden existir limitaciones serias para la fabricación de nuevos envases de uso alimenticio.

Cuando la suciedad de los residuos plásticos es producida por alimentos, los objetos y artículos fabricados pueden tener un olor desagradable, lo cual no es aceptable.

3.5 RECICLADO

La realidad actual es que todos los residuos urbanos causan problemas por las condiciones a las que por largo tiempo se ha dispuesto de ellos, incluidos todo tipo de residuos plásticos. Un ejemplo es que en algunos depósitos se han encontrado periódicos prácticamente intactos después de veinte años.

Actualmente se cree que los plásticos son más contaminantes que otros materiales y debe proponerse su sustitución, encontrando aparentemente de esta manera una alternativa simple. Para evitar los residuos plásticos, se pueden comparar algunos datos específicos: para la elaboración de una bolsa de papel es necesario cinco veces más gasto de energía que para la elaboración de una bolsa de plástico con dimensiones similares, y en los tiraderos, las bolsas de papel ocupan diez veces más volumen que las de polietileno.

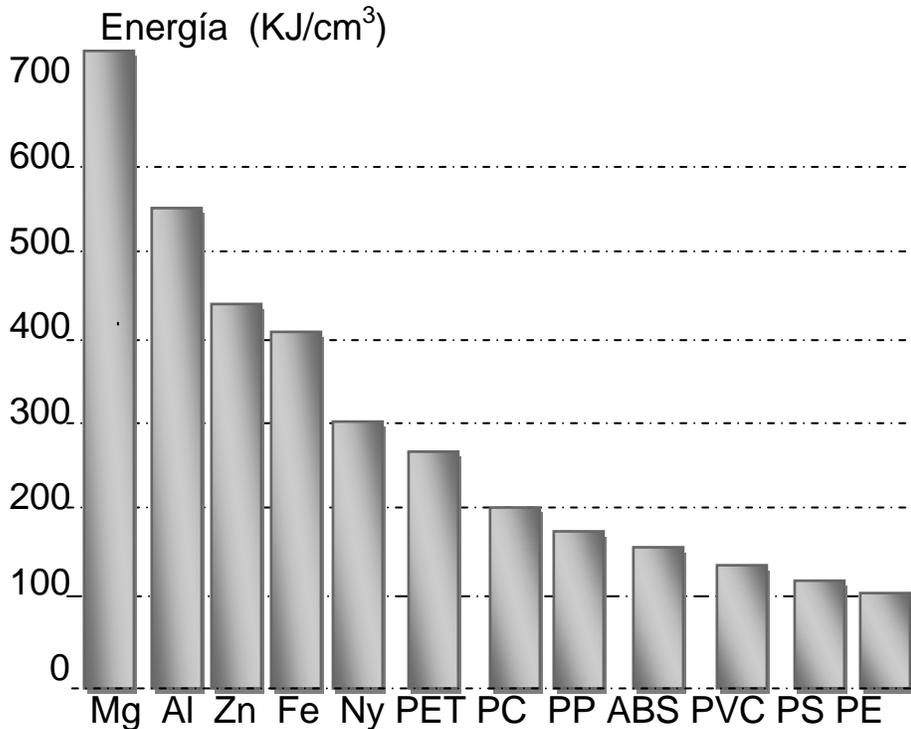


Fig.9 La utilización de energía favorece a los plásticos en algunas áreas

Por otra parte, de acuerdo a los datos del “Instituto de Plásticos y Medio Ambiente de Canadá”, la relación de emisiones sulfurosas en la elaboración de bolsas de plástico, es de 4.7 – 13.5 por cada Kg. de plástico.

Esto es fácil de observar, ya que si se considera que para producir 25,000 bolsas de polietileno se requiere 500 Kg. de tal material, mientras que para hacerlas de papel, se requieren 4000 Kg. de madera. Globalmente en el ramo de envasados, el volumen de residuos aumentaría en un 256% al sustituir a los plásticos, el peso en un 413%, el consumo energético en un 210%, así como los costos de envasado en un 211%.

Si comparamos los requerimientos energéticos de producción entre objetos de metal y de plástico, se nota una clara diferencia a favor de los plásticos, esto lo podemos observar en la grafica siguiente.



Grafica 1: Requerimientos Energéticos para producir Metales y Plásticos.

En la gráfica anterior, podemos observar que la situación de los plásticos no es un camino a favor de la ecología, en general, las soluciones deben enfocarse y eliminar los vertederos como tales, además de tomar las medidas necesarias para reaprovechar en todo lo posible, materiales como los plásticos, los cuales tienen energía de transformación acumulada, y que puede también disminuir a la producción de material virgen, lo cual implica más consumo de recursos naturales para producir la energía para transformarlos y, en el caso de los plásticos, su materia prima.

En términos generales, todos los tipos de reciclado que se intenten, tendrán diferentes requerimientos previos para su procesado. La separación es, entonces, un sistema que se ve afectado desde la forma de recolección al iniciar el postconsumo, una vez que llega a la basura orgánica o plástica a la planta de reciclado, la separación de resinas y colores puede ser de manera manual o automática, donde por ejemplo, el uso de aire puede utilizarse para separar plásticos ligeros de las partes que contengan materiales más pesados y el uso de magnetos, puede servir para atrapar metales que puedan ir en la corriente.

Algunas técnicas, de identificación de los plásticos, las cuales juegan también un papel fundamental, se muestran en la siguiente tabla.

Técnicas de Identificación Física	Técnicas de Identificación Electromagnética
Densidad/Peso Molecular.	Resistividad Volumétrica.
Propiedades Mecano Térmicas.	Fuerza dieléctrica.
Temperatura de Servicio.	Prop. Magnéticas.
Temp. De transición Vítreas.	Espectroscopia.
Punto de despolimerización/descomposición	Espectroscopia I.R., visible, U.V.
	Fluorescencia.
	Transmisión de Rayos X.
	Irradiación Gamma.

Tabla 2. Técnicas de Identificación de Materiales.

La presencia de mezclas de papel/plásticos o plásticos recubiertos de telas o fibra de madera, requieren de técnicas específicas, ya sea aplicando calor, procesos húmedos, separación electrodinámica o extracción de solventes.

Cuando se ha concluido la separación los plásticos, éste es pasado a otro proceso, esto permite conocer el grado de compatibilidad entre dos plásticos, los cuales pueden mezclarse si los plásticos utilizados son compatibles.

Dentro de los plásticos llamados de ingeniería, las mezclas de los materiales nos permiten servir para diferentes procesos, ya sea un reciclado primario o secundario, los cuales permiten la posibilidad de diferenciar entre resinas de condensación y la de adición, o entre termoplásticos y termofijos.

Después de ver los diferentes métodos que se han utilizado para el manejo de tratamiento de la basura, como conclusión se ha definido que la única solución es “no hacer basura” para la cual afortunadamente en algunos países como Japón, Alemania, Canadá e Italia se han implementado diversos sistemas de reciclado con éxito, basándose en la recolección, diferenciada y separación de materiales reciclables como el vidrio, el papel, metales y plásticos para poder transformarlos en materiales útiles nuevamente.

La siguiente tabla 2 nos muestra la gran versatilidad de resinas de condensación y el reto que hasta el momento representan los termoestables y los cauchos vulcanizados.

	Polímeros de condensación (PET, Náilon)	Poli olefinas (PP,PE)	PVC ABS	Acrílicos	Termo estable	Cauchos Vulcanizados.
Reuso directo	S	S				
Reuso después de Modificación	S	S	S	S		
Recuperación química de monómeros.	S				S	
Recuperación Térmica de Monómeros				S		
Rompimiento Térmico	S	S	S	S	S	S
Uso como rellenedor	S	S	S	S	S	S

Tabla 3. Jerarquía de reciclamiento de plásticos.

A estos programas de separación y recolección se les ha denominado como centros de acopio.

Reciclar significa que todos los desechos y desperdicios que generamos en nuestras vidas se vuelven a integrar a un ciclo natural, industrial o comercial; mediante un proceso cuidadoso que permita llevarlo a cabo de manera adecuada y limpia fig. 10.



Fig. 10 Será necesaria una cultura adecuada para llevar a cabo el reciclaje.

La problemática de la recuperación de los materiales aprovechables de las basuras en México, y particularmente de los plásticos contenidos en las mismas, son variadas, partiendo desde una cultura social hasta llegar a contar con la tecnología adecuada para su reciclaje, será necesario que exista una colaboración de parte del gobierno a través de secretarías como la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL), Secretaría de Comercio y Fomento Industrial (SECOFI), Secretaria de Salud (SSA), será necesario, también, la asociación de fabricantes de materias primas y

transformadores, así como todos los sectores educativos privados y públicos. Esto permitirá que México entre en el tratamiento de desechos sólidos y de esta manera colaborar en el ya deteriorado medio ambiente.

3.6 TIPOS DE RECICLADOS

Podemos decir que en términos generales, los plásticos pueden incinerarse, degradarse o reutilizarse. El término de reciclado puede utilizarse para abarcar diversas opciones que se tienen al aprovechar los residuos plásticos de alguna manera. El siguiente cuadro nos muestra una clasificación general que facilita la terminología en este campo.

Proceso	Concepto	Observaciones
Primario	Procesado de residuos plásticos, obteniendo productos con propiedades similares a las originales.	Se facilita mediante agentes de refuerzo.
Secundario	Procesado de residuos plásticos, obteniendo productos que requieren menor demanda en propiedades que las originales.	La degradación del material es notoria por su uso y/o reprocesamiento.
Terciario	Recuperación de sustancias químicas a partir de desechos plásticos	Por objeto, al obtener algunos monómeros u otras sustancias por pirolisis.
Cuaternario	Recuperación de energía a partir de desechos plásticos.	Al reducirse volumen se aprovecha su poder calorífico como combustible.

Tabla 4. El reciclado se determina de acuerdo a las propiedades.

RECICLADO PRIMARIO

Este proceso es apropiado para los materiales termoplásticos que pueden ser reprocesados directamente, ya sea que estén mezclados con resina virgen o no.

Algunos de los problemas que podemos encontrar comúnmente en este tipo de reciclado, son:

- a) Degradación debida a un reprocesado por más de una ocasión, lo cual incide en una o más características específicas, tales como procesabilidad, resistencia química, resistencia mecánica y apariencia.
- b) Contaminación del plástico reprocesado, lo cual impediría que el material sea utilizado hasta en el reciclado secundario.
- c) Manejo de material de geometría de baja densidad, por ejemplo, en forma de espumado.

Algunos materiales son capaces de resistir el reciclado primario por varias ocasiones, antes de que sus propiedades caigan en más de un 10%. Por lo general, se menciona que el reciclado podría utilizarse hasta tres ocasiones sin que exista un deterioro, y aunque en algunos casos puede llegar a cinco ocasiones, para el poliestireno de alto impacto, en cada utilización será necesario que existan medidas previsoras para el manejo de la información, esto se debe a que el material que se disponga, puede variar desde su origen en peso molecular, distribución de peso molecular, grado de ramificación, etc. De acuerdo a otro estudio, se ha observado que el reciclado del poliestireno de alto impacto, es aconsejable su reutilización en tres ocasiones, sin la necesidad de reforzarlo. Por supuesto que al mezclar material virgen con material reciclado, la caída de las propiedades será más lenta. Para este caso, la figura siguiente nos muestra un esquema de flujo, en el cual, se incluye también el desperdicio que se tiene en cada ciclo.

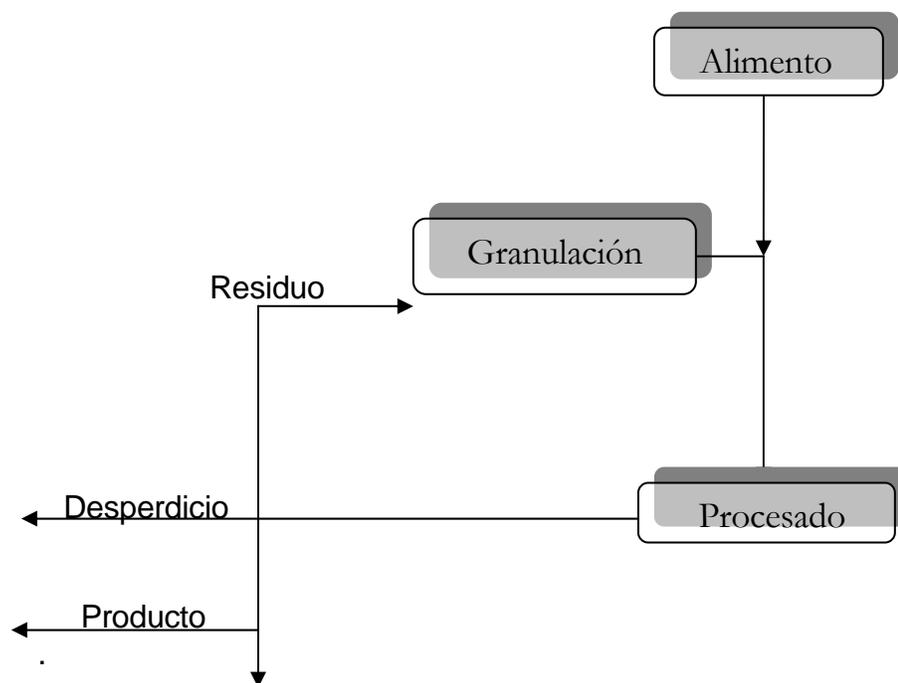


Diagrama 3. Proceso de reciclado

La composición de la corriente de producto después de un ciclo en el diagrama anterior, lo podemos ver como:

$$\mathbf{C.P. = F (K + R)}$$

Donde encontramos que:

C.P. es la corriente del producto, en masa/tiempo (incluyendo el producto y residuo).

F es la relación de material virgen al alimento total.

R es la relación del material reciclado al alimento total.

Después de un segundo ciclo, la corriente del producto la encontramos de la siguiente manera:

$$C.F = F [K + R (K + R)] = F (K + KR + R^2)$$

Después de n ciclos, se tiene que:

$$C.P = F \left(\sum_{J=0}^n KR^J + R \right)^n$$

A su vez, el calentamiento repetido, así como el manejo del producto, van afectando las propiedades del material. El cambio teórico de las posibilidades como función del número de ciclos y de porcentaje de material reprocesado, ha sido estudiado anteriormente para n ciclos.

La predicción de las pérdidas permite establecer cuál sería el grado necesario de recuperación de propiedades superiores del material en cuestión, considerando que sean necesarios agentes de compatibilización. Los estudios son de interés especial para plásticos, los cuales pueden ser objeto de reciclado primario o secundario; sin embargo, por razones obvias, el mayor interés recae en los plásticos de gran consumo.

Los estudios han demostrado que las mezclas de más de dos plásticos han sido factibles para preparar materiales que acepten hasta un 50% en peso de la mezcla de reciclo en el alimento, o que mediante un proceso de homomiconización, se puede mezclar, aun y cuando no sean compatibles. La homomiconización consiste en un microhomogeneización llevada a cabo en un recipiente cilíndrico, con un rotor de alta velocidad. El producto así obtenido, ha sido llamado como "Newplast" y, además, de poder procesarse en equipos convencionales, su costo se ha estimado por debajo de la mitad de un termoplástico virgen. En estos tipos de mezclas, si las propiedades resultantes caen por debajo de las originales del "polímero base", entonces se clasificarían en el reciclado secundario.

A lo largo de las investigaciones, se ha descrito el reprocesado como una operación de recuperación, así como la justificación económica de la misma. Algunos de los diferentes procesos utilizados más frecuentemente, así como algunos ejemplos de aplicación, son los recortes y scraps, que pueden reintroducirse en la producción, mezclados con el material plástico virgen, siempre que se cumplan tres condiciones:

- Que tengan una buena homogeneidad.
- Que estén limpios.
- Que tengan una granulometría parecida al material base.

La proporción en que los residuos plásticos se incorporan al material virgen dependerá de lo siguiente:

- Naturaleza del polímero.
- Historia térmica de los residuos.
- Sistemas de transformación, usando propiedades exigidas al producto final.

Los procesos finales obtenidos con estas mezclas, en general, tendrán las mismas especificaciones de calidad que los fabricados sólo con material polimérico virgen.

El reprocesado se aplica, por ejemplo, a los desechos de filmes y láminas de PE (polietileno), PP (polipropileno) y PVC (policloruro de vinilo), a los residuos originales en la inyección y extrusión de perfiles, láminas troqueladas procedentes del termoconformado, etc., dependiendo la naturaleza y clase de residuo, será necesario realizar operaciones previas de lavado, triturado o cortado y granulado.

Cada una de estas operaciones se puede hacer de forma aislada, o bien, a través de procesos y equipos industriales que integran dos o más de ellas; ejemplos de estos procesos son:

Proceso Gloenco: Este tipo de instalación transforma los desechos de polietileno en gránulos, utilizando, como en el caso anterior, un extrusor y una granceadora se puede ver en la siguiente figura.

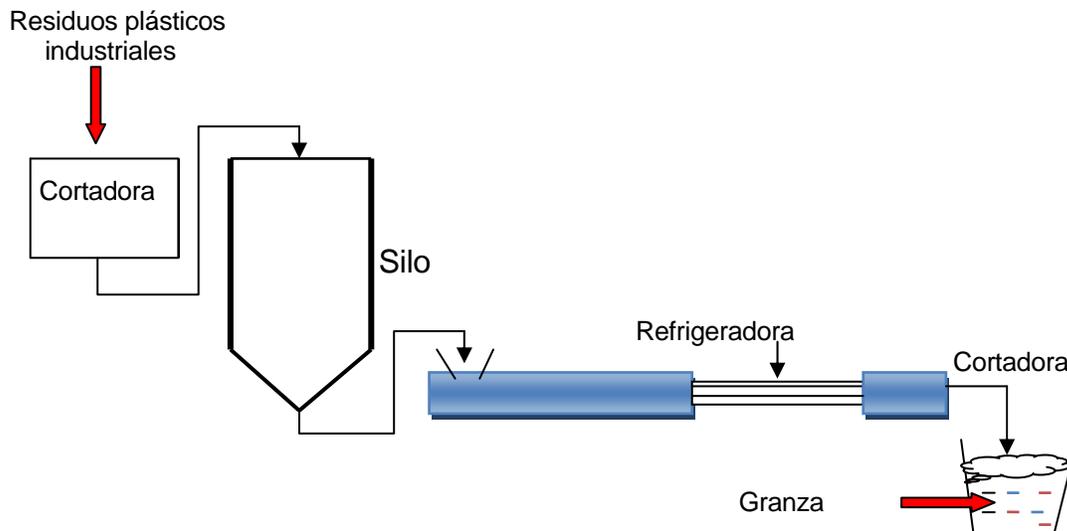


Fig. 11 Proceso Gloenco

Compactador Condux: La materia pretriturada es reblandecida entre una corona rotativa y una corona fija, extrusionada después en forma de macarrón hacia un granulador de cuchillas, que la granula hasta el tamaño adecuado. Este equipo está diseñado para trabajar con residuos de películas, láminas y sacos de PE.

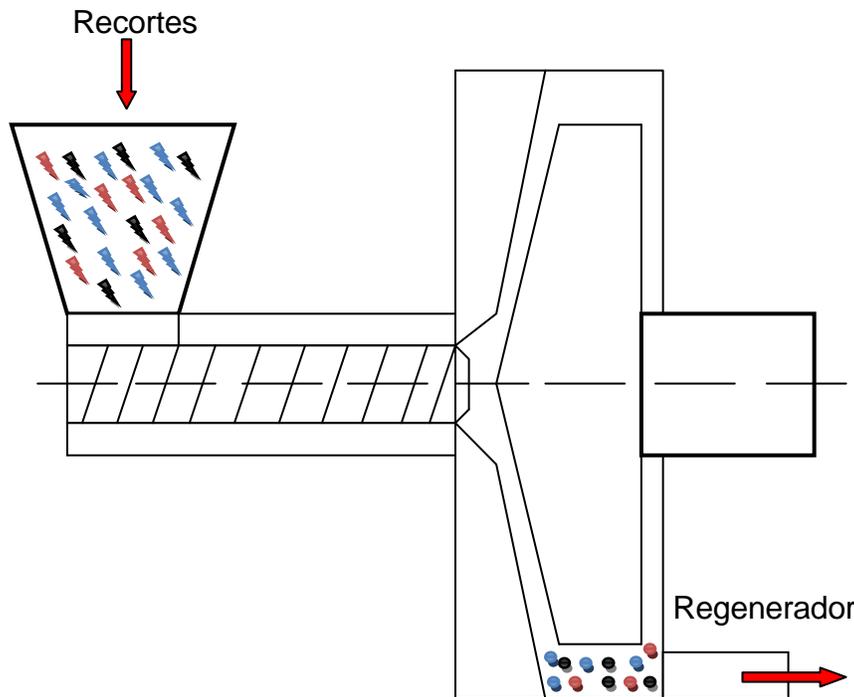


Fig. 12 Compactador Condux.

Cuando los desechos de la transformación no se tratan directamente en la fábrica en que se originaron, pueden ser tratados en industrias equipadas para su tratamiento, a los cuales devuelven a su fábrica de origen o los venden. Además de granularlos, en algunos casos, estos residuos son teñidos con el fin de suavizar sus diferencias de color.

Los productos granulados, así obtenidos en una operación de reprocesado, se pueden mezclar en pequeñas proporciones con materia prima virgen para fabricar artículos de igual calidad que los que originaron los desperdicios plásticos. No obstante, cuando estos materiales granulados o aglomerados se utilizan solos o en una proporción muy grande sobre el material virgen, se obtienen productos con unas especificaciones más bajas que el producto original que dio los residuos.

Lo antes mencionado es el caso más general dentro del reciclado primario. A continuación se citarán algunos ejemplos ilustrativos de este tipo de reciclado.

Reciclado primario de polietileno: Los residuos de polietileno se presentan en forma de láminas, bolsas o sacos y desperdicios de fabricación, los cuales se lavan, se secan y aglomeran con cualquiera de los procesos antes vistos, una vez separados a mano los residuos impresos y coloreados.

Será importante mantener un control constante del índice de fusión de la mezcla, con el fin de obtener un aglomerado susceptible de ser extruido. La extrusión debe hacerse en un extrusor provisto de filtros que retengan las impurezas que puedan haber pasado con este proceso se puede obtener de este modo láminas para embalajes, fundas, bolsas de basura, etc.

Reciclado primario de poliestireno: El poliestireno espumado ha sido difícil de reciclar, pero cada vez se va haciendo más frecuentemente, debido a la carestía de las materias primas. Por ejemplo, la compañía Western Foam Pack (Yakima Washington) recicla bandejas de poliestireno espumado, cortándolas en trozos de 3 a 20 cm y extruyendo estos recortes a pellets que se mezclan con material virgen en proporciones de hasta un 25% para obtener nuevas bandejas.

La Free Packaging Corp. (redwood City, California) recoge envases de poliestireno espumado y lo reprocesa de tal modo que puede reciclarse otra vez para obtener nuevos envases.

Reciclado secundario: En este tipo de reciclado, debido a la pérdida de propiedades, normalmente se fabricarán artículos para diferentes usos, respecto de los originales. Entre los problemas que se enfrentan, se tiene:

- a) Contaminación de sustancias no plásticas, ya sea por transformación original, por su uso o por el tratamiento previo al reciclado.
- b) Incompatibilidad de materiales que se mezclan, que da como resultado un producto de propiedades mecánicas pobres.
- c) Variación de la composición de alimento para llevar a cabo el reciclado.
- d) Deberá existir demanda en el mercado, para poder hacer producción masiva y permita costos accesibles.

Los estudios de las propiedades de los productos que provienen de mezclas de reciclado, en general, han demostrado que el esfuerzo y la deformación de ruptura, además de la tenacidad, decaen y sólo el módulo elástico se comporta de una manera aditiva, teniendo como factor su fabricación en volumen. La modificación del material de reciclado, por medio de agentes compatibilizantes en una mezcla, ya sea de polímeros compatibles que aumenten una o más propiedades, como es el caso del caucho "EPDM" para el polipropileno de de post consumo, son opciones que se suman a la modificación química por entrecruzamiento de uno o varios polímeros presentes en la operación.

Como se ha indicado, en este tipo de reciclado los objetos obtenidos a partir de los residuos plásticos tienen una forma y unas propiedades físicas totalmente diferentes a las del artículo que las originó. Normalmente los residuos plásticos de partida no son homogéneos, lo cual quiere decir que son una mezcla de plásticos diferentes entre sí, e incluso son mezclas de residuos plásticos con otros tipos de desechos como madera, papel, etc.

Por el origen de los residuos plásticos podemos decir que hay un reciclado secundario procedente de:

- Residuos plásticos industriales;
- Residuos plásticos urbanos.

La mayoría de los procedimientos de reciclado secundario emplean como materia prima los residuos plásticos industriales mezclados más que los urbanos. La razón principal es la continuidad y cantidad del suministro de residuos, lo que es fundamental al hacer un planteamiento industrial de su recuperación.

Los factores limitantes del reciclado mencionados anteriormente, tienen aquí una incidencia crítica en el reciclado secundario. En efecto, la incompatibilidad de los diferentes plásticos entre sí, el deterioro de las propiedades mecánicas de la mezcla por una mala formulación inicial de la misma, la degradación y reticulación inicial de los residuos y su contaminación inciden claramente sobre la calidad final del objeto fabricado a partir de la mezcla de plásticos. Los artículos así obtenidos no tienen ninguna aplicación que requiera exigencias mecánicas o estéticas elevadas, en líneas generales. Un ejemplo de esto pueden ser los scraps de polietileno, los cuales pueden utilizarse de diferentes modos como se indica en la lista adjunta. Esta lista nos indica, yendo hacia abajo, las especificaciones para los productos se hacen menos críticas. Consecuentemente, los residuos producidos en la fabricación de los productos que están en la parte superior de la lista, pueden ser reciclados a los productos de la lista situados más abajo.

	Exigencias de las especificaciones
PE bd	alta
Cables	
Film transparente	
Envases rígidos	
Film de aplicaciones generales	
Tubería	
Artículos moldeados	baja

Reciclado secundario de residuos plásticos industriales

Como en el caso del reprocesado y del reciclado primario propiamente dicho, estos residuos son los que hasta el presente, tienen más interés desde el punto de vista de recuperación. Al igual que en los casos anteriores, también existe ya cierta tecnología lo suficientemente desarrollada como para permitir la existencia de equipos industriales. No obstante, se sigue trabajando en la puesta a punto de nuevos procesos y equipos.

Un ejemplo del reciclado secundario es la empresa Remarker de Kleindienst de Alemania, la cual utiliza un sistema que reprocesa directamente las mezclas de residuos plásticos mediante modelo por inyección. Estos equipos llegan a tener una capacidad de plastificación de hasta 150 Kg/h. Utiliza mezclas de PE, PP, PS y PVS plastificado.

La principal características de este equipo es un tornillo giratorio de plastificación con una zona de desmenuzamiento próxima a la zona de fusión, que arrastra a los residuos triturados a la zona de cizallamiento del tornillo. Mediante la inyección a una presión relativamente baja, con un aumento rápido de la velocidad de giro del tornillo. Existen más de 200 de estos equipos en Europa y fabrican maceteros, empuñaduras, postes, etc.

Otro ejemplo es llamado proceso Davo, donde las mezclas de residuos plásticos son fundidas mediante un cilindro excéntrico y moldeado por compresión para producir losetas, bordillos, pavimentos industriales, etc.

Reciclado secundario de residuos urbanos

Ya se vieron, en el punto dedicado al estudio de la operatividad de los procesos de separación de los residuos plásticos del resto de los desperdicios, las limitaciones que la misma presenta, especialmente la baja rentabilidad. Con toda seguridad se puede decir que no es rentable separar únicamente los plásticos y la rentabilidad de la planta de separación, hay que buscarla en el aprovechamiento integral de todas las fracciones que se pueden separar como puede ser papel, metal, vidrio, plásticos, etc.

Por otra parte, es importante señalar que el problema de la recuperación de los residuos plásticos urbanos es más aun un problema de tipo político y económico que un problema técnico.

Un ejemplo de este tipo para su resolución técnica podría ser la fabricación de bolsas de basura a partir de residuos de film de PEbd, este tipo de reciclaje es desarrollado por Italia desde los años 70s, ya que este tipo de procesos trabaja directamente sobre residuos plásticos urbanos.

Reciclado terciario

La recuperación de sustancias químicas de bajo peso molecular, a partir de los plásticos de postconsumo, puede hacerse por descomposición química. En la térmica, en algunos casos se pueden controlar las relaciones para obtener monómeros y algunos productos secundarios.

Polímero	Monómero % Peso
Politetrafluoro Etileno.	97-98
Poli (Metacrilato de Metilo).	95-100
Poli (Metil estireno).	95-100
Polimetacriolonitrilo.	85-100
Poliestireno.	42
Poliisobuteno.	32
Policlorotrifluoroetileno.	28
Poliisopreno.	2
Polibutadieno.	2
Polipropileno.	0-22

En la tabla 5 podemos observar que en algunos de ellos de gran demanda comercial se logran porcentajes elevados.

Producto Monomérico a Partir de Polímeros por descomposición Térmica.

Cuando el calentamiento se lleva en un ambiente que contenga poco o nada de oxígeno, la descomposición del sustrato llamada pirólisis, permite obtener componentes muy diversos, de utilidad para la industria química en general.

La recuperación de sustancias químicas de bajo peso molecular, a partir de los plásticos de postconsumo, es muy difícil de articular para hacer una división dentro del reciclado terciario. En el reciclado terciario será llevada a cabo un reciclado químico, que actualmente está indicado en la bibliografía reciente como un reciclado terciario, ya que anteriormente existía una división en térmica o energética y en un reciclado químico; sin embargo, el reciclado terciario está constituido en un reciclado de tipo químico, en el cual, los residuos plásticos se pueden convertir en productos no plásticos tales como aceites, ceras, grasas, monómeros.

Dentro de los reciclados químicos, podemos encontrar un proceso llamado pirólisis. Ahora bien, la pirólisis, que inicialmente fue concebida como un método de obtención de productos combustibles, cada vez se está enfocando más como un sistema de recuperación de materias primas susceptibles de ser utilizadas en la síntesis orgánica, es decir, como un reciclado químico.

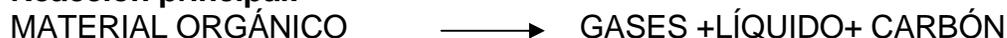
Pirólisis

Este método que no sólo se está aplicando a los residuos plásticos, sino también a otros tipos de desechos orgánicos, implica su conversión en productos combustibles y en productos químicos utilizables como materias primas.

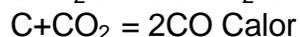
Entre las mayores ventajas de la pirólisis, se tiene el que la mayor parte de los residuos sólidos municipales se pueden tratar de una forma económicamente viable. Así, el volumen de los desechos se puede reducir hasta el 90%. Además, como la operación se lleva a cabo en un ambiente cerrado, se produce energía por descomposición química sin contaminar el aire.

Las reacciones básicas que se presentan normalmente son:

Reacción principal:



Reacciones secundaria:



Los análisis químicos posteriores de los gases y líquidos, permiten conocer cuáles sustancias químicas se están generando con los residuos que se tratan.

La descomposición química de los residuos plásticos, también es posible para una variedad de plásticos. Sus posibles ventajas sobre la pirólisis, consiste en mayor facilidad de control, uniformidad de producto y, por lo tanto, menores requerimientos en separación y purificación de productos.

Además, como requiere de una inversión menor, la planta puede ser operada económicamente a menor escala. La principal limitante de estos procesos son los requerimientos de contar con materia prima, en este caso, residuos plásticos,

uniforme, separada y limpia. La descomposición química por reacciones tales como hidrólisis, metanólisis o glicólisis, se enfoca a polímeros de condensación, teniendo como los polímeros de mayor interés para estos procesos, al poliuretano y los poliésteres termoplásticos, por sus volúmenes de consumo. Tomando como ejemplo el poli (Tereftalato de etileno), se puede utilizar metanol, calor, presión y catalizadores para poder llegar hasta la obtención del cómero 45, o se puede usar un glicol para efectuar una reacción de transesterificación; en este último caso, tendrá la presencia de catalizadores, los cuales pueden reducir significativamente el peso molecular.

Cuando se usa poliuretano como materia prima, la variedad de productos incrementa por su naturaleza química, la obtención de diamina, polioliol y CO₂ se ha logrado con espuma flexible de poliuretano, utilizando vapor a alta presión.

En general, podemos decir que las posibles reacciones de descomposición química de los plásticos de condensación, depende de los grupos activos que se encuentran presentes, así como su estructura espacial y de los esquemas catalíticos que puedan emplearse con la ayuda de calor y presión.

Reciclado cuaternario

La obtención de energía a partir de basura combustible, ha llegado a residuos inertes de una manera controlada, puede lograrse por un proceso energético llamado incineración.

Incineración

Todos los residuos combustibles, incluyendo los plásticos, tienen una energía latente o potencial calorífico que puede liberarse en forma de calor, por lo tanto, la incineración de los residuos plásticos es una manera de reciclado térmico, y debido a esto, es una forma de recuperar energía; la siguiente grafica 2 nos muestra la diferencia de potencial del plástico a comparación de otros residuos.

PVC	18,800 Kgf.m
CUERO	18,800 Kgf.m
GRASAS	37,700 Kgf.m
GASOIL	44,000 Kgf.m
POLIETILENO	46,000 Kgf.m
POLIESTIRENO	46,000 Kgf.m

Grafica 2 Diferenciación de energía.

Por lo tanto, la aportación de los residuos plásticos a la producción de calor mediante incineración de la basura y desechos es positiva. Según estimaciones, este tratamiento es susceptible de recuperar un 30% de la energía contenida en los plásticos. Por otra parte, presentan la característica de que no dejan prácticamente residuos al quemarse.

Una de las limitantes de la energía calorífica producida es que se aprovecha posteriormente para la producción de vapor y electricidad, además de que la producción de electricidad es sólo rentable en comunidades de más de 200,000 habitantes.

El uso de este proceso ha aumentado actualmente para poder reducir de esta manera el volumen de los desperdicios en un promedio de 90%, ya que de otra forma terminarían en tiraderos o lugares que no son adecuados.

Esto ayuda a permitir eliminar la posibilidad de interacciones desfavorables de la basura en el entorno. El valor energético obtenido se puede aprovechar en la formación de vapor, agua caliente o generación de electricidad. Como un dato aproximado, podemos decir, que el valor calorífico promedio es de 1,800 Kcal/kg, como ejemplo de este proceso es la incineración de 1,200 toneladas, lo cual equivale a la energía de 1,300 barriles de combustóleo.

Entre los tipos de incineradores, los sistemas de mayor interés para su posible aplicación, están los mecánicos, los de lecho fluidizado y los del horno rotatorio. Hasta hace pocos años, la operación y sistema más utilizado era el tipo mecánico, donde la operación y transporte de los materiales se fundamentaba en operaciones mecánicas, ya sea en sistema continuo o por cargas.

Los incineradores de lecho fluidizado que nacieron en los años setenta han desarrollado un avance y con esto poder entrar al mercado, esto es debido a que permite una operación y mantenimientos simples, así como una eficiencia adecuada. El lecho caliente fluidizado es de arena y la combustión se hace en poco tiempo. Su uso ha sido reportado en incineración de poliuretano, logrando un nivel de emisiones de residuos, muy por debajo del combustóleo y petróleo. Los incineradores de horno rotatorio, que se han utilizado bastante en la eliminación de residuos industriales, han entrado ya en el panorama de la eliminación de residuos municipales. Su cuerpo cilíndrico ligeramente inclinado, permite la acción de elevadas temperaturas sobre desechos que estén girando, quedando así muy pocos residuos que forman un 3% sin quemar en corto tiempo.

Además, al no requerir inyección de aire enriquecido, el nivel de óxidos de nitrógeno en las emisiones puede quedar por debajo de 100 p.p.m. Un proceso de recuperación de energía que empieza a aparecer con buenos augurios, es el de gasificación a alta temperatura. Su desarrollo lo ha hecho Voest Alpine de Austria, los estudios en planta piloto han demostrado hasta un 80% de conversión de la energía de entrada.

El control de una planta de incineración es fundamental, no sólo por eficiencia y vida del equipo, sino por cuestiones ecológicas. Por ejemplo, los metales pesados (plomo, cobre, cromo, cadmio, etc.) que contengan los residuos urbanos, crean problemas de contaminación, si se vierten en el medio ambiente. Estos deben ser separados de los residuos de combustión, antes de disponer de ellos en una forma segura.

Corolario

Las necesidades tecnológicas y económicas indican que la producción de los plásticos y demás materiales poliméricos ha crecido de una manera incontrolable durante los últimos años. Esto se debe a que el hombre está continuamente en busca de nuevas tecnologías así como materiales, actualmente es necesario que este desarrollo esté enfocado también en buscar soluciones adecuadas que conduzcan a disminuir la contaminación, y gracias a esto, el impacto generado permita un mundo habitable.

La incineración sin reaprovechamiento energético se deberá emplear como un último recurso para poder disminuir el número y tamaño de vertederos de basura. Ecológicamente, la primera medida a tomar es la de prevención y el manejo de los materiales de postconsumo, el cual debe enfocarse primordialmente al reciclado.

La selección del reciclado, dependerá de cada caso particular, sin embargo, ya que más del 80% de los plásticos son termoplásticos, los reciclados de tipo primario y secundario deben ser favorecidos por sus cualidades. Ya que la reutilización no es interminable, se deberán desarrollar más esquemas de reciclado de tipo terciario, además de aprovechar los métodos ya existentes. En el caso de los plásticos termoestables, de igual forma se debe procurar el reciclado terciario siempre que sea posible, como sería el caso de los poliuretanos; en el caso del reciclado cuaternario, será utilizado cuando no se encuentre otro camino. Aunque los esquemas comerciales de reciclado sólo han tenido éxito en forma limitada, a medida que se avance en las diferentes etapas previas al reciclado, éste será económicamente costeable y pasará a ser negocio productivo.

Por ahora, el interés nace de una necesidad ecológica y su desarrollo debe partir desde la etapa de diseño de piezas y estandarización de materiales, tanto en el espacio técnico como en el espacio legislativo.

3.7 REFORZAMIENTO DE MATERIALES PLÁSTICOS

Uno de los problemas que se tiene en el reciclado de plásticos es la separación y clasificación de los mismos. Esto ha conducido el reciclado de las mezclas de polímeros recuperados de los desechos sólidos, lo que resulta generalmente en un material con bajas propiedades mecánicas. Una forma de mejorar las propiedades de estas mezclas o de los plásticos recuperados, es mediante la utilización de agentes reforzantes (carbonatos, arenas, fibras, etc.).

Conforme el volumen de desechos sólidos se incrementa y los espacios para la creación de rellenos sanitarios se reducen, ha sido necesario el desarrollo para la búsqueda e identificación de nuevas formas de manejo de este tipo de residuos. Algunas de las alternativas propuestas son: la reducción de las fuentes de producción de desechos, la incineración y el reciclado para partes seleccionadas de los residuos. Los residuos plásticos representan aproximadamente un 10% del peso de los desechos municipales. Este porcentaje va en aumento debido a la gran variedad de materiales plásticos utilizados actualmente, así como los nuevos plásticos que se generan, superando en propiedades y costos a un gran número de materiales de uso

actual los cuales son sustituidos. Algunos de los principales contribuyentes en la corriente de desechos plásticos son producidos por la industria, transporte, así como la construcción.

Las propiedades mecánicas de las mezclas de desechos plásticos no solamente reflejan las propiedades de los constituyentes poliméricos de estas mezclas, sino dependen también de numerosos puntos de falla, imperfecciones y materiales incrustados con diferentes propiedades.

A pesar de todos estos inconvenientes, existe una fuente de soporte para considerar que se puede obtener en la mayoría de los casos de reciclado de plásticos, materiales con propiedades semejantes que los materiales de origen, o que los productos hechos de este tipo de mezclas presenten un mayor incremento en las propiedades mediante el mezclado selectivo de ciertos componentes en los residuos plásticos.

La alternativa para mejorar las propiedades mecánicas de los productos obtenidos de desechos plásticos, sería utilizando el plástico reciclado como aglomerante de materiales compuestos termoplásticos. Así, materiales compuestos obtenidos de fibra de madera y polietileno de alta densidad (PEad) reciclado, han mostrado la existencia de mayor rigidez que objetos que han utilizado PEad virgen.

Algunos de los materiales que se pueden utilizar para preparar materiales compuestos, encontramos:

Sintéticos (fibra de vidrio).

Materiales fibrosos.

Naturales (de células, henequén, etc.).

Materiales no fibrosos (arena silica, mica, carbonato de calcio, etc.).

Este tipo de materiales nos permitirían obtener una alternativa para mejorar la relación que existe entre el costo y su rendimiento.

El siguiente ejemplo nos muestra como pueden ser utilizados diferentes agentes reforzantes para la preparación de materiales compuestos obtenidos de residuos plásticos.

El papel representa aproximadamente un 40% de los desechos sólidos municipales y es una fuente muy atractiva para la obtención de fibras celulósicas para el reforzamiento de residuos plásticos, la ventaja que se ofrece es el poder utilizar un material igualmente proveniente de residuos plásticos. Por ejemplo, la empresa Clemons ha estudiado materiales compuestos obtenidos a partir de plásticos de postconsumo (PP polipropileno proveniente de botellas de Cátup y de las cajas de baterías de autos) y periódicos y revistas.

La tabla 6 muestra las propiedades mecánicas de los materiales compuestos obtenidos en este estudio.

Variable	Pruebas de Tensión			Energía de impacto (J/m)	
	PLÁSTICO/ FIBRA	Esfuerzo (Mpa)	Elongación (%)	Módulo (Mpa)	Con muesca
KPP	36.5	7.8	1.62	62	>800
KPP/ONP	52.3	3.7	4.03	30.6	167
KPP/OMG	38.9	3.1	3.55	34.2	138
BPP	24.5	7.4	1.32	165	>800
BPP/ONP	42.5	3.4	3.98	34.3	150
BPP/OMG	31.8	3.0	3.44	41.8	125

Tabla 6 Propiedades mecánicas de plásticos postconsumo reforzados con fibras celulósicas.

KPP. Polipropileno recuperado de botellas de cátsup.

BPP. Polipropileno recuperado de cajas de baterías.

ONP. Fibra obtenida de periódicos.

OMG. Fibra obtenida de revistas.

Podemos concluir que, la utilización de agentes reforzantes en materiales plásticos de postconsumo se plantea como una forma atractiva para incrementar las propiedades mecánicas de los mismos, obteniendo así productos de mayor valor agregado. Los agentes reforzantes de consistencia fibrosa proporcionan un efecto más notable sobre las propiedades mecánicas de los materiales compuestos.

CAPÍTULO IV REALIDADES Y OPCIONES PARA EL RECICLADO

4.1 CONSUMO TOTAL Y RECUPERACIÓN DE PLÁSTICOS

Las velocidades de recuperación de plástico con respecto a la cantidad de resina virgen que se produce son bajas desde el punto de vista de lo que el público espera. Este hecho acoplado con la no-biodegradabilidad y el uso de recursos no renovables, basados en el petróleo, son los aspectos principales en los cuales se enfoca la mala imagen que tiene la industria de los plásticos frente a grupos pro-defensa del medio ambiente. Actualmente los miembros de la industria de los plásticos, deben mirar más allá de los números para determinar el grado de mejoras que se necesitan en la actualidad, sin sacrificar la calidad del producto, la vida útil del producto, así como el costo.

4.2 DISMINUCIÓN DE BARRERAS PARA EL RECICLADO

Con todas las barreras que se oponen al cambio deben de removerse con el objetivo de alcanzar el progreso. Como lo muestra entre la comparación de resinas PET- PVC, cada resina tiene características de mercados particulares. El cambio debe ser específico a los usos para el cual está destinado; es peligroso hacer generalizaciones. De hecho se considera que la generalización conduce a un desperdicio total. La manera como se lleva este cambio es necesario que sea evolucionaría, en lugar de un método revolucionario. El uso de resina reciclada, o bien, alguna modificación en la tecnología de los materiales se verán reflejados en el costo de producción, la procesabilidad, el comportamiento de acuerdo a las necesidades del cliente y otras operaciones. Un simple cambio puede demandar la cooperación de diferentes departamentos dentro de la compañía, ingeniería de procesos, información acerca del producto de parte del cliente, etc.

Como se ha aprendido de muchas compañías que han logrado el éxito, un compromiso a nivel ejecutivo es necesario para romper las barreras en la organización y apoyarla en las necesidades de entrenamiento e inversión de capital. Muchas compañías desean empezar a pequeña escala, obtener un conocimiento básico y crecer a partir del mismo.

A continuación se plantearán algunos puntos, los cuales permitirán aclarar dudas existentes sobre el uso de resinas recicladas.

El tratar con temor la pérdida de la calidad del producto es el principal problema. Se tiene actualmente la idea de que la baja calidad y del uso de material reciclado son sinónimos. Para estar seguros, los proveedores de resina reciclada abren en el mercado una amplia gama de parámetros para determinar la calidad del producto. Resulta sorprendente encontrarse con recicladores, los cuales practican las mismas normas de control de calidad que cualquier otra empresa manufacturera de plásticos.

Otra barrera común es el temor a problemas potenciales debido a la interrupción del abastecimiento. Aquí el desarrollo de sociedades con los recicladores es esencial para negocios a largo plazo. El desarrollo de fuentes de abastecimiento ha sido una situación de estira y afloja con los mercados nacientes. Esto es, un abundante abastecimiento de materiales tiene que resultar de nuevos desarrollos en la tecnología de recolección. Los materiales escasean frecuentemente si el desarrollo del mercado sobrepasa la tecnología de recolección.

A través de todo esto, sin embargo, los estudios muestran que nuestros desechos son sorprendentemente consistentes. El trabajo del reciclador comprende esta situación dinámica del abastecimiento para que pueda proveerle a usted un producto determinado de una manera consistente. En la mayoría de casos a la fecha, los problemas existen en el desarrollo de mercados para resinas de post-consumo, son basados en razones puramente económicas. Así mismo, el incremento de la demanda del mercado provoca mejoras en la eficiencia del reciclado hacia costos totales más bajos.

Otra fuente potencial de reducción de desechos es el involucrarse más en los procesos de los clientes. La compra del desecho de producción puede ofrecer un abastecimiento continuo de materiales. Un tercer arreglo con un reciclador podría resultar necesario para fines de purificación. Trabajo pendiente a minimizar el desecho originado en el proceso o el reciclado pudiera distinguirlo como un proveedor.

No existe una opción sencilla excepto, que considerar que la salud financiera de los proveedores de resina reciclada nos interesa como industria. Claramente la presente situación es dinámica. El problema no es tan grande con las resinas de alto precio, como el poliéster y las poliamidas. Soluciones legislativas, como es el ejemplo de California acerca de incluir un 10% del material reciclado en las bolsas de plástico para basura, puede forzar el desarrollo de mercados. Aumentando los costos y cuotas de desecho, así como otros factores, podría generar recursos que cubrieran el costo del reciclado.

No importando se trate de un proveedor de pigmentos o un productor de resina virgen, un proceso de partes o un reciclador, todos los productos que se producen tienen un impacto en el ambiente. Una evaluación objetiva de estos impactos en el ambiente se va desarrollando en base a las mejoras que puedan ser evaluadas y a los objetivos a largo plazo que puedan ser desarrollados.

En la mayoría de los negocios, funciones tales como planeación, desarrollo de productos y procesos, etc., son incorporados dentro del desarrollo como un plan global. Foros de planeación de negocios son un lugar excelente para introducir en sus programas, conferencias acerca de la evaluación del impacto ambiental.

Oportunidades para consolidar productos, materias primas y estandarización de empaques también podrían ser evaluadas. Finalmente, los impactos potenciales del cambio en clientes clave pueden ser discutidos. Aún si las acciones no son aparentes a la vista, llevar discusiones del impacto ambiental a la mesa de conversaciones de una manera rutinaria comienza a crear un ambiente donde el cambio es propicio.

Los siguientes puntos nos permite nos sugieren una ventaja:

1. Será más sencilla la obtención de información, así como la cuantificación del costo del desecho.
2. El factor de cambio aparecerá como un elemento más dentro de la planeación de negocios.
3. El factor de cambio será incrementar por naturaleza, haciendo menos probable el alterar las operaciones.

La presencia de estos elementos producirá, los datos necesarios para guiar los ejecutivos en la toma de decisiones y tenderá a reducir los riesgos propios del cambio.

En conclusión, podemos decir que cambiar nuestra cultura no tiene que ser un suceso revolucionario. El manejo responsable de un negocio que genera millones de dólares, debe de requerir una cuidadosa observación de los productos que son manufacturados.

Las mejoras en el impacto ambiental pueden hacerse paulatinamente si se vuelven parte rutinaria del proceso de planeación.

4.3 LA POSTURA DEL RECICLADO

El reciclado es una alternativa al manejo de desechos sólidos. El público se siente cómodo reciclando, ya que ha venido realizado este proceso desde hace tiempo; los artículos que se han recolectado primordialmente son periódicos, latas de aluminio y botellas de vidrio. Estos objetos se han recolectado para recuperar usualmente el importe o valor de su valor como basura. Una ventaja secundaria del reciclado es que le permite el público sentirse un poco mejor acerca de lo que podría considerarse un consumo desmedido. Actualmente, en México podemos esperar un incremento en el reciclaje de plásticos debido a la gran cantidad de residuos provocados y su falta de aprovechamiento, así como el problema ecológico generado por estos mismos.



Fig. 13 El reciclado es un proceso fácil y útil.

Reciclar brinda la oportunidad de sacar de la corriente de desechos sólidos aquellos materiales que puedan competir potencialmente con materiales vírgenes. Desafortunadamente, la desinformación social en general, se refleja en el hecho de que se recolectan grandes cantidades de materiales que se cree que tienen un valor efectivo cuando en realidad no lo es así. Sin embargo, el consumidor generalmente piensa que porque ya se tomó la molestia de recolectar semejantes cantidades de materiales, alguien debería de comprárselos de cualquier manera.

Nosotros hemos aprendido que hay mucho más detrás de reciclar que simplemente recolectar materiales valiosos.

Lo que reciclar significa en realidad es que nosotros vamos a vender nuestra basura a alguien más. El problema es que la basura vale muy poco y nadie la quiere comprar, por lo tanto, debe de poderse convertir esa basura en bienes de algún valor. Esto quiere decir que es necesario convertir la basura en materias primas que puedan procesarse en productos útiles que se puedan vender una y otra vez.

En el 2004 los desechos plásticos anuales habían aumentado 57% (con respecto a los años anteriores), según el INEGI, México ocupa uno de los primeros lugares a nivel mundial en el consumo de productos manufacturados en envases desechables, lo que significa que se producen al día más de 4 toneladas de desechos plásticos, de los cuales sólo se recicla el 10%; a pesar de que existen al menos 50 diferentes tipos de plásticos, en México hay solo un programa para reciclar el PET y solo logra recolectar una quinta parte del que se produce. Es por eso que debemos reducir la cantidad de plástico que consumimos.

4.4 EL RECOLECTOR DE BASURA

A este individuo u organización se le ha dado un pago por los servicios de recolección. La cuota fue razonable y el servicio excelente. Sin embargo, hemos puesto la venta de basura en manos de un grupo que nunca ha vendido nada ni comprende cómo trabaja el mercado del reciclado.

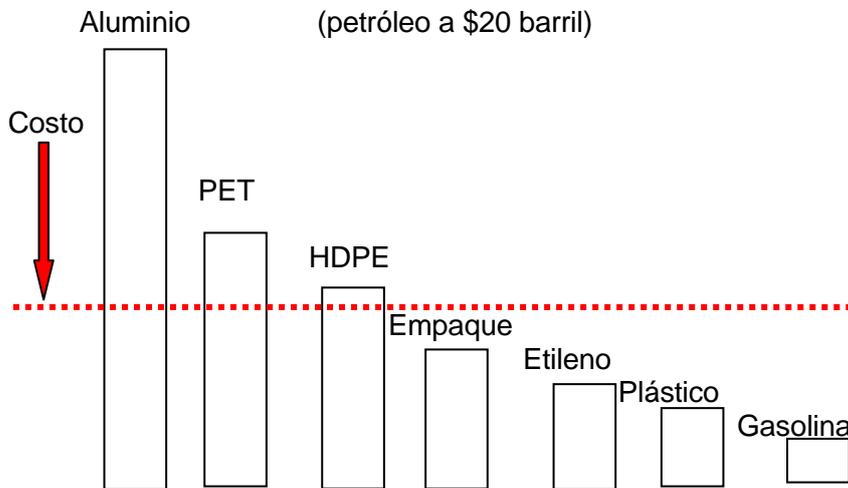
La actual metodología de recolección y procesamiento de basura en bienes de valor es primitiva y muy intensa. Por lo tanto, es incapaz de producir un bien de valor a un costo razonable. Esto fuerza a las industrias a refinar aún más sus productos, añadiendo esto al costo total. Se está cayendo en la situación donde el recolector de basura va a dictar cómo debe estar diseñada nuestra sociedad para que su negocio sea rentable.

Esto puede parecer lógico al público en general que desconoce la compleja relación entre los materiales de empaque y el producto que se supone deben conservar; y no reconoce lo que deja de ganar cuando se rechazan estos materiales.

4.5 REALIDADES ECONÓMICAS

Para que reciclar sea un negocio, el costo total de recolección, separación y reclamo debe ser cubierto. Los costos de recolección y separación se generan en la comunidad o el sector público. El costo de reclamación nace en el sector privado. Los costos a la comunidad incluyen los costos de recolección y separación de los materiales reciclables, y estos costos pueden ser, en teoría, parcialmente cubiertos por el ahorro en la recolección de basura e incineración en el vertedero de basura. La suma de estos costos sería el precio que la comunidad debería recibir por los materiales que ellos les vendieran al recolector.

Si el recolector pagara el precio, como un costo de materia prima, el reclamador debería de añadirse los costos de operación del refinanciamiento del material, el costo del capital y el costo de pagar dividendos a los accionistas.



Gráfica 3. Economía de reciclado.

Con la actual tecnología, la suma de estos costos es más alta de lo que cuesta la resina virgen. Como ejemplo de un material con alto costo en el estado virgen se encuentra el aluminio. El aluminio es obtenido a partir de bauxita, requiriendo enormes cantidades de energía. Además, esa bauxita se tiene que importar y estos costos van continuamente en aumento. Es por esto que el metal de aluminio que se extrae de materiales reciclados de la basura es más económico. Esto es lo que empuja a que el aluminio se separe de la corriente de desechos sólidos.

Algunos plásticos se encuentran en situaciones similares. Por ejemplo, las botellas de refresco hechas de PET es un ejemplo. La botella de agua de policarbonato es un ejemplo más. Hay algunos otros materiales que se usan en aplicaciones de alto costo, como automóviles, aviones y casas, los cuales tienen también un valor muy alto. Sin embargo, la mayoría de los materiales plásticos y una gran cantidad de papel y vidrio no tienen este valor.

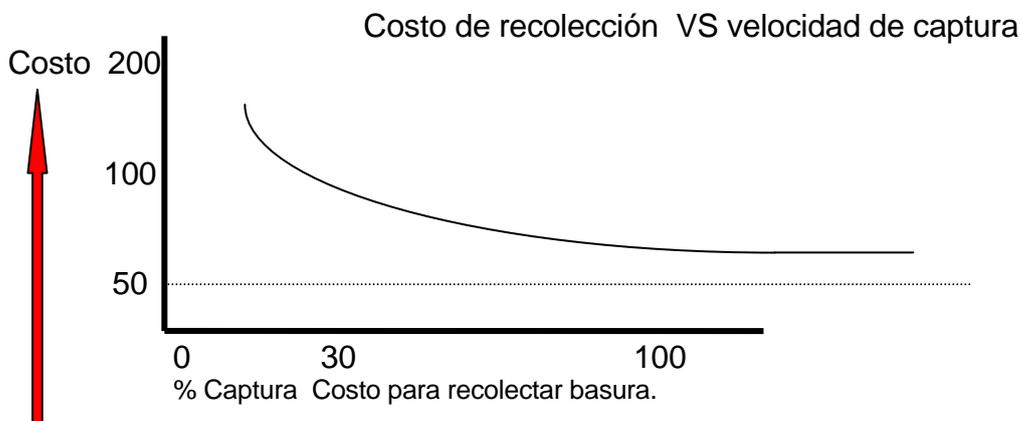
Si el precio de los materiales vírgenes se incrementara notoriamente, esto empujaría el reciclado de los mismos. Por ejemplo, si el costo del barril de petróleo subiera de \$20 a \$40 dólares, el costo de las resinas vírgenes lo haría en una proporción similar. Esto dejaría un margen más amplio para obtener ganancias reciclando.

Una idea que se tiene es que si las tierras dedicadas para vertederos de basura suben de valor, esto empujaría el reciclado. En México es poco probable debido a que el costo de crear y mantener un vertedero de basura representa una cuarta parte del costo de montar y mantener una planta de reciclado.

4.6 LA TECNOLOGÍA ACTUAL DE RECICALDO ES MUY CARA

Básicamente lo que limita la cantidad de materiales extraíbles de la basura es que la actual tecnología de reciclado de plásticos para recolección, separación y reclamo es muy costosa debido a la pequeña escala a la cual se trabaja y a lo intensivo de su labor manual. Este sistema debe competir con los sistemas para resinas vírgenes que son a gran escala, automatizados y bien establecidos con tecnologías de vanguardia.

La tecnología de reciclado que se maneja actualmente para reciclar artículos importantes es ineficiente y costosa. Comenzando por la recolección en las banquetas de los bienes reciclables en camiones mal diseñados que demandan altos capitales y gran cantidad de labor. Esto resulta en un costo de recolección de reciclables de 3 a 5 veces mayor que el costo de recolección de basura en general. Además que los sitios de recolección de reciclables localizados en las banquetas, capturan solamente un poco menos de una tercera parte de todos los reciclables promedio.



Grafica 4 Los costos para la recuperación son elevados.

Los reciclables, una vez recolectados, se transportan al centro de recuperación de materiales que en tamaño representan probablemente un 10% de lo que sería una planta de incineración. En la planta de recuperación se emplea demasiada mano de obra para separar artículos de la basura indeseada. De aquí, el plástico se embala y se envía a la planta de reclamación donde el material se desempaca, se lava y se granula. Esta operación es ineficiente y demanda mano de obra. Es por eso que los materiales plásticos derivados de la basura tienen problemas para competir con las resinas vírgenes.

4.7 INCENTIVOS ECONÓMICOS PARA EL RECICLADO

Para alcanzar un objetivo en donde sea posible reciclar del 25 al 50 % de nuestra basura, será necesario desarrollar e implementar tecnologías de bajo costo para recolectar, separar y procesar materiales provenientes de la basura. Como primer objetivo, recolectar reciclables no debe ser más caro que recolectar basura. El costo de separación deberá ser cubierto por las ganancias derivadas de la venta de productos separados de alta calidad. Bajo estas condiciones ideales, los costos de reciclado deberían ser más bajos que los costos de desecho.

OBJETIVOS - COSTOS

Recolección	Reciclables Igual a la basura	Basura Igual a la basura
Separación	Igual al vertedero o incineración neto	Vertedero o incineración

Alternativa

El reciclado de materiales no representa una tarea fácil en una etapa inicial, sin embargo, en el área de reciclado de plásticos, se puede ser completamente optimista, ya que además de que se contribuye en gran escala a la reducción del volumen de más basuras, se convierte en una oportunidad para la creación de negocios de alta rentabilidad.

Para que un negocio de reciclado de plásticos sea factible es necesario los siguientes cuatro aspectos:

- ✚ Abasto
- ✚ Liquidez
- ✚ Tecnología de Vanguardia
- ✚ Mercado

El reciclado de plásticos está en su primera etapa en países como México y América Latina donde es necesaria una mayor atención ya que se ha descuidado un valioso mercado, afortunadamente se han desarrollado con éxito diferentes proyectos exitosos en países como Alemania, Japón, Canadá.

4.8 EL CENTRO DE RECUPERACIÓN DE MATERIAL ES LA CLAVE.

Si el consumidor proporciona solamente una tercera parte de los reciclables a un costo 3 veces mayor de lo que cuesta recolectar basura y si todos los productos reciclables se encuentran en la basura, ¿Por qué no mandar la basura a los centros de recuperación de materiales? La respuesta es que nosotros no sabemos cómo separar reciclables de la basura. Sin embargo está no es una respuesta aceptable.

Un centro de recuperación de material a gran escala es lo que se necesita para hacer del reciclado un negocio. Los centros de recuperación de material con los que se cuentan en la actualidad actúan más como centros de transferencia de basura. No cuentan con la tecnología apropiada ni la escala para cubrir las necesidades actuales de generación de residuos. Además se está haciendo muy poco esfuerzo para conservar a los clientes y determinar sus intereses. En realidad el público piensa que siempre y cuando el material se haya recolectado, no importa en qué forma vaya, debería de comprarlo alguien.

Será necesario proponer diseños para los diferentes tipos de desechos principalmente en el área municipal, la escala actual es lo suficientemente grande, y de esta manera se justificaría un sistema de automatización de esta manera se podría minimizar costos de separación y de transporte. El centro debe ser diseñado para producir productos de alta calidad y uniformidad.

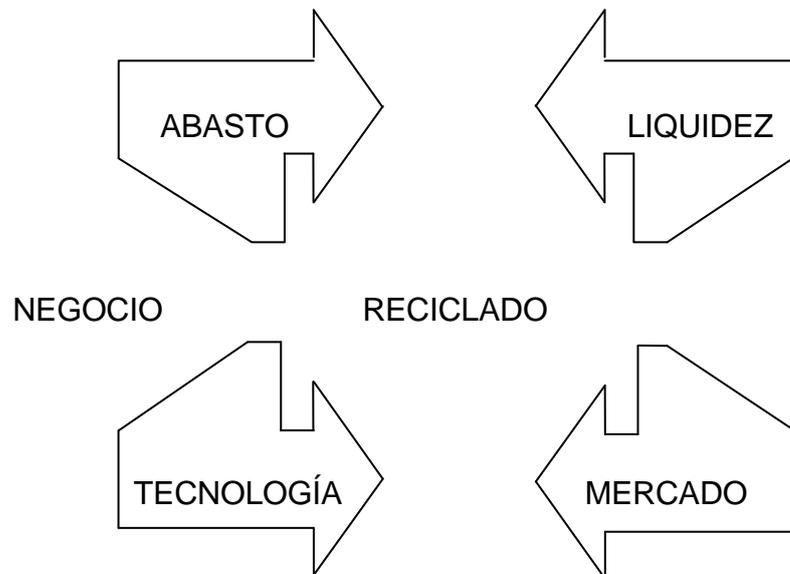


Diagrama 4 Requisitos para un Negocio de Reciclado de Plásticos

El centro y su gerencia deberán de insistir en la apropiada separación de productos valiosos de la basura y en la creación de nuevos mercados. Para crear estos nuevos mercados, el centro debe producir productos de alta calidad a precios atractivos. Por lo consiguiente una de las tareas primordiales del centro deberá ser el encontrar personal de mercadotecnia. Esta inversión en el negocio de vender basura es muy importante como lo es la inversión realizada en el proceso para recolectar basura y separarla.

Es conveniente definir los productos que se podrían a la venta, por lo tanto uno de los pasos a seguir, es clasificar la basura con respecto a los materiales que pueden ser separados. A partir de esto se pueden definir los mercados y tratar de fijar precios tentativos además de determinar en qué forma prefieren recibir los materiales los clientes potenciales.

Actualmente en nuestro país, los centros de desecho municipales son la clave al reciclado en alta escala. Los centros del futuro se convertirán en los procesadores de materias primas derivadas de desechos. El precio de estos materiales dependerá de la eficiencia en la separación y la cantidad de los productos; además de su habilidad de atraer nuevos mercados.

Existe tecnología disponible para separar materiales valiosos de la basura, o bien en el caso de nuestro país, será un incentivo para el desarrollo de está. El centro de separación efectuaría las separaciones obvias de metal, papel, vidrio, plásticos, con las tecnologías existentes. Se espera que este sistema, contribuya con las

tecnologías faltantes para separar materiales, los cuales pueden ser: de una misma categoría, mezclados, limpios, etc.; los cuales se podrían vender a procesadores de plásticos, quienes con los equipos existentes podrían aprovechar, este tipo de residuos y competir así con las resinas virgen.

4.9 GANANCIAS POR INICIATIVAS DE CAMBIO.

La sociedad estará bien servida cuando la tecnología de reciclado compita con los desarrollos al acomodarse a la tecnología de reciclado de los años actuales, en lugar de regresar este desarrollo a una tecnología obsoleta debido al cambio.

Actualmente en países con mayor desarrollo en el proceso de reciclar, permitirían acercarse de una manera más fácil a los procesos tecnológicos para el reciclaje. Ciertamente podemos desarrollar tecnología propia, para poder manejar adecuadamente la basura o simplemente un acoplamiento a las necesidades actuales de nuestro país.

Este es el reto de nuestra sociedad, es verdad que todo este proceso requiere tiempo. Debe de ser el gobierno, la industria y el público en general los cuales deben de hacer el huso del potencial para crear métodos básicos sociales, así como el impulso tecnológico e inversión en todas estas áreas para el reciclado.

Nuestra sociedad e industria se verá beneficiada al buscar una solución en universidades, las cuales al ser apoyadas por la industria, gobierno y el público, encontraríamos un mejor futuro sobre el aprovechamiento de los residuos plásticos.

GUERRA ECOCOLOGICA

- El mundo enfrenta una fuerte crisis de desperdicios.
- El reciclado de plásticos ayuda a resolver este problema.

AHORRO DE ENERGIA

- Reciclar plásticos ahorra el 88% de la energía requerida para producirlos a partir de petroquímicos.

CONSERVACIÓN DE RECURSOS NATURALES

- Reciclar plásticos significa reutilizar productos del petróleo.

REDUCE COSTOS DE MANEJO DE DESECHOS

- El costo por utilizar tiraderos municipales es muy alto.
- Reciclar ayuda a disminuir el volumen d desperdicios.

Clasificación para el reconocimiento de materiales reciclables

4.10 ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN.

La recuperación y reciclado de materiales se debe hacer bajo un sistema el cual incluya:

Legislación

Se deben actuar todas las normas y leyes existentes sobre la recolección, aprovechamiento y eliminación de basuras urbanas para adecuarlas a las existentes en países desarrollados como el caso de México donde se propone la privatización en la recolección de la basura.

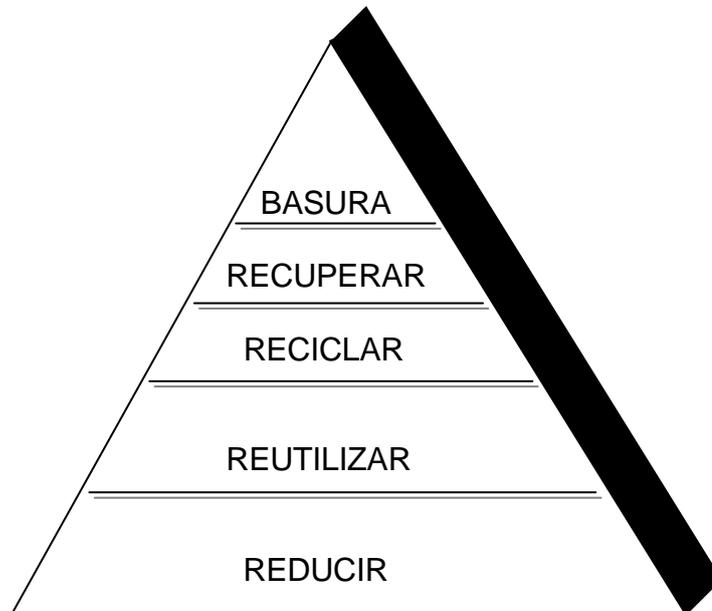


Diagrama 5. Propuesta para Disminuir Desechos Plásticos

Actuar

Instalando centros de acopio y recolección adecuados, para la diferenciación de sus fuentes de desperdicios.

Crear empresas especializadas y capases en el reciclado de materiales.

Controlar los tiraderos a cielo abierto.

Instalar plantas incineradoras exclusivamente para desechos no reciclables y de control sanitario.

Informar y motivar a la población

Esto se logra mediante la utilización de todos los métodos educativos, comunicación y publicitarios, además de conseguir la comprensión y colaboración de toda la población, partiendo desde la infancia, para poder así crear una cultura de reciclaje, de esta manera sería más fácil aprender a recuperar, reciclar, reutilizar y reducir los desperdicios plásticos.

CONCLUSIONES

De este trabajo de investigación, podemos concluir que los objetivos buscados se han logrado, y esto es debido a que se realizó un planteamiento sobre los principales problemas para el aprovechamiento de los residuos plásticos, así como su clasificación, lamentablemente en nuestro país no existen, aun cuando éstos constituyen una fuente de ingresos importante, además de generar un impacto ambiental por sus propiedades.

Para desarrollar una alternativa para el aprovechamiento de residuos plásticos, es necesario que los sistemas de recolección sean los adecuados, disminuyendo las diferentes problemáticas en el manejo de éstos debido a su clasificación ya que el aprovechamiento dependerá de acuerdo a sus características y fuente de origen.

Se ha encontrado que la tecnología en México es muy limitada tomando en cuenta la generación de desechos, esto es debido a la falta de iniciativa por parte de las autoridades del país, aunado a la falta de cultura de la población ya que aunque existen leyes no lo llevan a cabo; existen limitantes principalmente en la falta de investigación e inversión para el proceso de aprovechamiento de estos residuos.

Las recomendaciones que podemos aportar teóricamente son las siguientes:

- ✚ Reusar las bolsas plásticas.
- ✚ Utilizar bolsas provenientes de industrias del reciclaje.
- ✚ Elegir productos empacados en mayores cantidades en lugar de aquellos empacados individualmente.
- ✚ Comprar botellas con mayor contenido, esto reduce el costo y el precio.
- ✚ Si compras agua embotellada, reusa las botellas, enjuaga y rellena en casa
- ✚ Al desechar las botellas de plástico separa la etiqueta, la tapa y comprímela.
- ✚ Implementar un programa en el cual se incluyan todos los niveles educativos para lograr una cultura del reciclado de plásticos.
- ✚ Hacer una mayor inversión en tecnología y estudio de la factibilidad de reciclado.
- ✚ Establecer una separación adecuada de los residuos plásticos.
- ✚ Proponer un sistema adecuado para la recolección en masa de los residuos.
- ✚ Crear una ley que obliguen a todos los sectores a desarrollar el proceso de separación y aprovechamiento de residuos plásticos.

Otra de las áreas beneficiada, al conocer el aprovechamiento, es el sector social, ya que éste mejoraría su nivel de vida al cambiar o modificar el impacto ambiental generados por los residuos plásticos.

Se aprovecharía para conocer la gran utilidad de los diferentes residuos plásticos y con esto la disminución de recursos energéticos no renovables.

Los plasmado, finalmente, consideramos que puede ser útil en diferentes áreas, las cuales pueden ser la industria del reciclado, ya que esta puede basarse en los puntos básicos mencionados para saber cuáles son los diferentes tipos de plásticos y así tener la información sobre el aprovechamiento y con esto el desarrollo de un mercado no aprovechado.

GLOSARIO

Aglomerar: Unir fragmentos o partículas de una o más sustancias para obtener una masa compacta y cohesionada.

Acrilonitrilo- butadieno-estireno (ABS): El Acrilonitrilo Butadieno Estireno o ABS es un plástico muy resistente al impacto (golpes) muy utilizado en automoción y otros usos industriales como domésticos.

Basura: La basura es todo material considerado como desecho y que se necesita eliminar. Normalmente se le coloca en lugares previstos para la recolección para ser canalizada a tiraderos o vertederos, rellenos sanitarios u otro lugar. Actualmente, se usa ese término para denominar aquella fracción de residuos que no son aprovechables y que, por lo tanto, debería ser tratada y dispuesta para evitar problemas sanitarios o ambientales.

Centro de acopio: Lugares donde se recibe, se compra o se paga el material reciclable segregado para ser procesado parcialmente y luego ser transportado a las instalaciones de reciclaje o de almacenaje.

Fenol-formaldehido: Son usadas como componentes para el moldeo. Sus propiedades térmicas y eléctricas permiten que sean usadas en componentes eléctricos y automóviles. La fabricación de madera terciada es el mayor mercado para las resinas de fenol-formaldehido.

Granulometría: Es la distribución de los tamaños de las partículas de un agregado tal como se determina por análisis de tamices. El tamaño de partícula del agregado se determina por medio de tamices de malla de alambre de aberturas cuadradas. Los siete tamices estándar ASTM C 33 para agregado fino, tiene aberturas que varían desde la malla No. 100 (150 micras) hasta 9.52 mm.

Granceadora: Extrusora para reciclaje.

Hidrólisis: Es una reacción química del agua con una sustancia.

Melamina-formaldehido: Son usadas como láminas decorativas, componentes para moldeo de utensilios usados para comer.

Metanólisis: Es un avanzado proceso de reciclado que consiste en la aplicación de metanol en el PET.

Mitigación: Se entiende como el conjunto de medidas que se pueden tomar para contrarrestar o minimizar los impactos ambientales negativos que pudieran tener algunas intervenciones andrógenas. Estas medidas deben estar consolidadas en un Plan de mitigación, el que debe formar parte del estudio de impacto ambiental.

Oneroso: Es un proceso muy costoso.

Polietileno: El polietileno (PE) es químicamente el polímero más simple. Se representa con su unidad repetitiva $\{CH_2-CH_2\}_n$. Por su alta producción mundial (aproximadamente 60 millones de toneladas son producidas anualmente (2005) alrededor del mundo) es también el más barato, siendo uno de los plásticos más comunes. Es químicamente inerte y se obtiene de la polimerización del etileno (de fórmula química $CH_2=CH_2$ y llamado eteno), del que deriva su nombre.

Plástico: El término plástico en su significación más general, se aplica a las sustancias de distintas estructuras y naturalezas 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. Sin embargo, en sentido restringido, denota ciertos tipos de materiales sintéticos obtenidos mediante fenómenos de polimerización o multiplicación artificial de los átomos de carbono en las largas cadenas moleculares de compuestos orgánicos derivados del petróleo y otras sustancias naturales.

Polímero: Los polímeros son macromoléculas (generalmente orgánicas) formadas por la unión de moléculas más pequeñas llamadas monómeros.

Polimerización: Es un proceso químico por el que los reactivos, monómeros (compuestos de bajo peso molecular) se agrupan químicamente entre sí, dando lugar a una molécula de gran peso, llamada polímero, o bien, una cadena lineal o una macromolécula tridimensional.

Polipropileno (PP): El polipropileno es un termoplástico semi-cristalino, que se produce polimerizando propileno en presencia de un catalizador específico. El polipropileno tiene múltiples aplicaciones, por lo que, es considerado producto inerte, totalmente reciclable, su incineración no tiene ningún efecto contaminante y su tecnología de producción es la de menor impacto ambiental.

Poli (cloruro de vinilo) (PVC): Se presenta como un material blanco que comienza a reblandecer alrededor de los $80^\circ C$ y se descompone sobre $140^\circ C$. Cabe mencionar que es un polímero por adición y además una resina que resulta de la polimerización del cloruro de vinilo o cloro-etileno. Tiene una muy buena resistencia eléctrica y a la llama.

Poliestireno (PS): Es un polímero termoplástico que se obtiene de la polimerización del estireno; actualmente existen cuatro tipos principales: el PS cristal, que es transparente, rígido y quebradizo; el poliestireno de alto impacto, resistente y opaco, el poliestireno expandido, muy ligero, y el poliestireno extrusionado, similar al expandido pero más denso e impermeable. Las aplicaciones principales del PS choque y el PS cristal son la fabricación de envases mediante extrusión-termoformado y de objetos diversos mediante moldeo por inyección. La forma expandida y extruida se emplean principalmente como aislantes térmicos en construcción.

Película Termoencogible: Ha sido diseñado para actuar como el empaque por excelencia en el transporte, siendo una alternativa para sustituir las cajas de cartón corrugado y a la película de polietileno de gran espesor.

Plástico de ingeniería: es llamado de esta manera debido a que es un plástico cuya elaboración y procesamiento es más complejo que los plásticos comunes, como son las poliolefinas (polietileno, polipropileno).

Poliamidas: Es un tipo de polímero que contiene enlaces de tipo amida. Las poliamidas se pueden encontrar en la naturaleza, como la lana o la seda, y también ser sintéticas, como el nailon o el Kevlar.

Policarbonatos: Es un grupo de termoplásticos fácil de trabajar, moldear, son utilizados ampliamente en la manufactura moderna. El nombre "policarbonato" se basa en que se trata de polímeros que presentan grupos funcionales unidos por grupos carbonato en una larga cadena molecular.

Poliuretano: Es un polímero que se obtiene mediante condensación de poli-oles combinados con poli-socianatos. Se subdivide en dos grandes grupos, termoestables y termoplásticos (poliuretano termoplástico). Los poliuretanos termoestables más habituales son espumas muy utilizadas como aislantes térmicos y como espumas recipientes, pero también hay poliuretanos que son elastómeros, adhesivos y selladores de alto rendimiento, pinturas, fibras, sellantes para embalajes, juntas, preservativos, componentes de automóvil, en la industria de la construcción, del mueble y múltiples aplicaciones más.

Pirólisis: Es la descomposición química de materia orgánica causada por el calentamiento en ausencia de oxígeno u otros reactivos, excepto posiblemente el vapor de agua.

Poli olefinas: Es todo aquel polímero obtenido mediante la polimerización de olefinas.

Politetrafluoroetileno: Es mejor conocido por el nombre comercial Teflón. Se utiliza para fabricar sartenes donde no se pegue la comida, y todo aquello que requiera de tales características. El PTFE también se utiliza para tratar alfombras y telas para hacerlas resistentes a las manchas. Y lo que es más, es también muy útil en aplicaciones médicas. Dado que el cuerpo humano raramente lo rechaza, puede ser utilizado para hacer piezas artificiales del cuerpo.

Polimetacrilato de metilo: Es un material acrílico, que procede del ácido acrílico y de la polimerización de éste último. El polimetacrilato de metilo es un plástico (Termoplástico) duro, resistente, transparente, de excelentes propiedades ópticas con alto índice de refracción, buena resistencia al envejecimiento y la intemperie.

Poliisopreno: Caucho natural.

Polibutadieno: Es un elastómero o caucho sintético que se obtiene mediante la polimerización.

Poli (Acrilato de Metilo): Es un caucho blanco a temperatura ambiente.

Pellets: Es una denominación genérica, no española, utilizada para referirse a pequeñas porciones de material aglomerado o comprimido. El término es utilizado para referirse a diferentes materiales.

Polietileno Tereftalato (PET): Es un tipo de plástico muy usado en envases de bebidas y textiles. Algunas compañías manufacturan el PET y otros poliésteres bajo diferentes marcas comerciales.

Productos plásticos: Se refiere a la producción de los polímeros en forma de grama o polvo a partir de los monómeros. Un ejemplo sería la producción de polietileno, policloruro de vinilo, etc.

Reología: Es la parte de la física que estudia la relación entre el esfuerzo y la deformación en los materiales que son capaces de fluir.

Reticulación: La reticulación, de igual manera que la vulcanización o el curado, implica la formación de una red tridimensional formada por la unión de las diferentes cadenas poliméricas.

Reutilización: Describe el caso en el que un artículo ya fabricado es recuperado para uso posterior en su forma original, podemos tomar como ejemplo las cajas para botellas, bolsas de asas y la reutilización de sacos para recoger basura, etc.

Reciclaje: Es la transformación de las formas y presentaciones habituales de los objetos de cartón, papel, lata, vidrio, algunos plásticos y residuos orgánicos, en materias primas que la industria de manufactura puede utilizar de nuevo.

También se refiere al conjunto de actividades que pretenden reutilizar partes de artículos que en su conjunto han llegado al término de su vida útil, pero que admiten un uso adicional para alguno de sus componentes o elementos.

El reciclar es una actividad necesaria para las personas, incluye salubridad y otras acciones., esto permite una buena forma de proteger el ambiente.

Residuos plásticos: Describe a los materiales recuperados después de su uso para ser destinados a un posible reciclado.

Resina: La resina es cualquiera de las sustancias de secreción de las plantas con aspecto y propiedades más o menos análogas a las de los productos así denominados. Del latín *resina*. Se puede considerar como resina las sustancias que

sufren un proceso de polimerización o secado, dando lugar a productos sólidos, siendo en primer lugar líquidas.

Reprocesado: Cubre las operaciones de recuperación en las que los cortos o scraps producidos en las plantas durante los procesos de producción o transformación se vuelven a alimentar en el sistema de tal modo que son usados como una parte de la materia prima.

Scraps o recortes: Es el término general que se usa para describir cualquier material de desperdicio que se origina en la fábrica durante un proceso de producción o transformación de un plástico.

Termoplástico: Es un plástico que, a temperatura ambiente, es plástico o deformable, se derrite cuando se calienta y se endurece en un estado vítreo cuando se enfría lo suficiente. La mayor parte de los termoplásticos son polímeros de alto peso molecular.

T.E.P.: (1 T.E.P equivale a 1 tonelada de petróleo).

Transformación de plásticos: Describe los diferentes procesos mediante los cuales se da forma a los plásticos, por ejemplo, la transformación de grana de polietileno en una tubería o una botella.

Transesterificación: Es el proceso de intercambiar el grupo alcoxi de un éster por otro alcohol. Estas reacciones son frecuentemente catalizadas mediante la adición de un ácido o una base.

Urea-formaldehído: Son también usadas como componentes de moldeo y como componentes húmedos que otorgan resistencia al papel. La fabricación de tablas de aglomerado es el mayor mercado para las resinas de urea-formaldehído.

Vertedero: También conocido como tiraderos o basurales.

PNUMA.

1992. Programa 21. Conferencia mundial de medio ambiente, rio de janeiro, Brasil.

Recycling and Reclaiming of Municipal Solid

(Reciclaje y Reclamo de los Sólidos Municipales)

F.R. Jackson, Recycling and Reclaiming of Municipal Solid Wastwe, Noyes Data Corporation, London, England, 1975.

Memorias VI congreso Nacional de polímeros

C. Peña, A. Escobar, R. Olayo, A. Manzur, Evaluación de propiedades mecánicas de mezclan que emplean un material plástico de desecho; Memorias VI congreso Nacional de polímeros, Oct. 1993, Pag. 156-160.

BVS biblioteca virtual em saúde.

Pesquisa em bases de dados.

IsisScript=iah/iah.xis&src=google&base=REPIDISCA&lang=p&nextAction=lnk&exprSearch=73893&indexSearch=ID

A. Escobar, K. Muramatsu.. Recuperación de desechos plásticos, revista contactos, No. 5, nueva época, Enero-Abril 1992.

EPIC “Environmental Plastics Institute of Canada”

Boletin Del “Environmental Plastics Institute of Canada”, (March 1990).

J. Milgrom, report No EPASW41C72, Arthur D. Little, Inc., Cambridge, Mass., (1972).

Procesamiento de la basura urbana.

Rodolfo Trejo Vázquez

Editorial Trillas 1996 Pag. 163-179; 246-247.

Los plásticos y Tratamiento de sus residuos.

Materiales Plásticos Propiedades y Aplicaciones

Periódico -El sol de México

México D.F sábado 14 de Marzo de 2009

Pag. 2ª Equiparan en Álvaro Obregón camiones recolectores de basura.

Myers, J. I. and Farrissey, W. J., “Energy Recovery Options for RIM polyurethanes”, SAE Technical paper 910583, February, 1991.

Morgan, R.E. and Weaver, J.D., “Recycling RIM thermoset polymers”, SAE technical paper 910580, February, 1991.

Saunders, J. H. and Frisch, K.C., “polyurethanes: Chemistry and Technology” Vol. 1, Willey-Interciencia, New York 1962.

Characterization of the Reactive polymer Blending Process

Caracterización del Proceso de Mezcla de polímero Reactivos.

Scott, C. E., “Characterization of the Reactive polymer Blending Process”, Ph.D. Thesis. University of Minnesota (1990).

- "Plastics Recycling" R.J. Ehrig, editor, Hanser Publishers, p. 30, (1992).
R.D. Deanin, A. Amran, R. Saraogi and N. Matani, polymer preprints, 24 (2) p. 430 (1983).
- C.F. Jasso Gastinel. J. Flores Ortega y O. Laguna C. Memorias del VI congreso nacional de la sociedad polimerica de Mexico. P. 167, (Oct. 1993).
- N.R. Schott, L. Lak and G. Smoluk, 32nd ANTEC SPE, (1974).
- K.B. Abbas, A.B. Knutsson, and S.H. Berglund, Chemtech, (Aug. 1978).
- P.S. Hope, D.A.G. Parsons, G. Cappacio and M.J. Kitchiner, Makromol. Chem., Macromol. Symp. 57, p. 383 (1992).
- H. Shart, plastics News, p.2. (19 Feb. 1990).
- R.J. Bauman, Bev. Pak 90.
- Renfree, R.W., Nosker, T.J., Rankin, S., Frankel, H., Kasternakis, T.M. and Phillips, E.M., Technical Papers ANTEC 35, 1807-1808 (1989).
- Smoluk, G., Modern Plastics, 65, 10, 85-90 (1988)
- Selke, S., Yam, K. and Nieman, K., Technical papers ANTEC 35, 1813-1815 (1989).